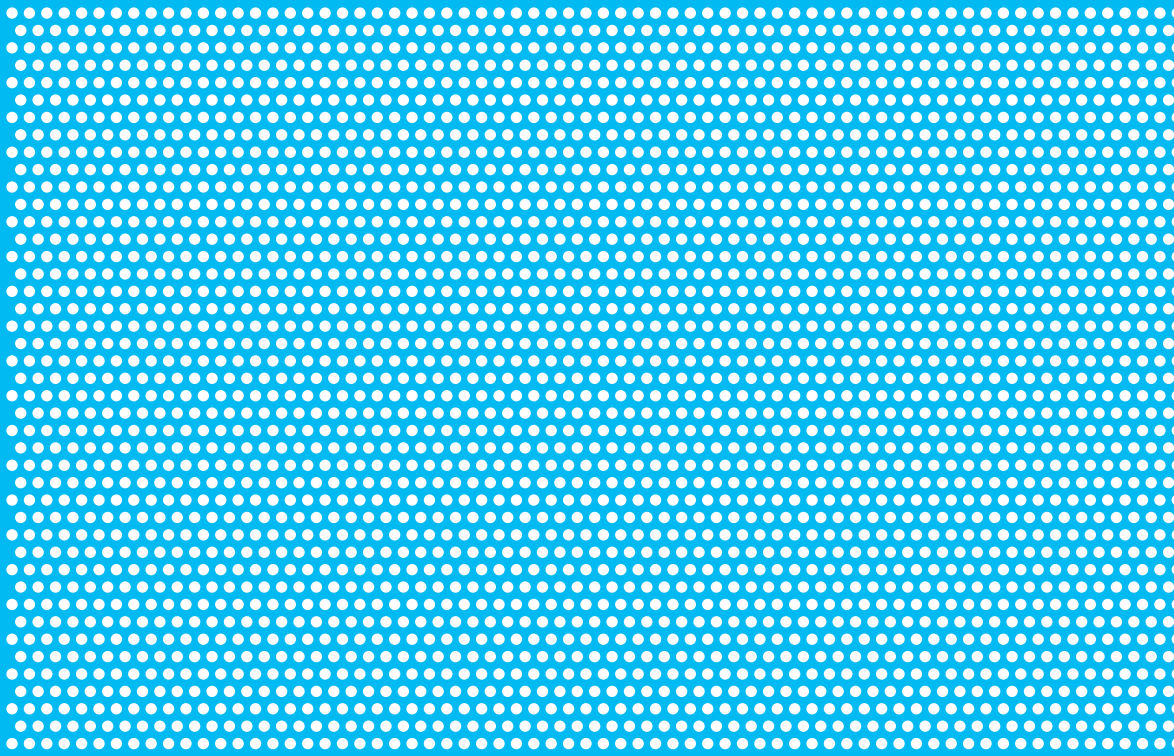
ISSN 2432-2792

2019年度版

総合研究院年報 No.37

ANNUAL REPORTS Number37

Research Institutes for Science and Technology



2019

東京理科大学
Tokyo Rika Daigaku
(Tokyo University of Science)

序

本年報は、2019 年 4 月から 2020 年 3 月の期間における東京理科大学研究推進機構総合研究院（TUS-RIST)の活動記録です。

総合研究院は、東京理科大学における研究体制を刷新し新時代に即した有機的連携体制に基づく研究活動のより大きな発展を目指し、2005 年 11 月に 10 研究センター 5 研究部門で発足した総合研究機構が 2015 年 4 月研究推進機構設置と共に改称されたものです。2019 年度には、核酸創薬研究部門、合成生物学研究部門新設に伴い、年度末時点で 7 研究センター、21 研究部門、2 共同利用・共同研究拠点の構成となりました。

本総合研究院の設置目的として
＊実質的な連携研究の推進
＊分野横断研究の展開
＊基礎および応用研究についての総合的視点に立った新分野の開拓
＊学内・外と国内・外の壁を取り払った共同研究の推進
＊社会との連携の強化
＊次世代の社会を担う創造性豊かで多様性に富んだ優れた人材の育成

等が謳われています。上記目標の達成は決して容易ではありませんが、実質的な連携研究を推進するために 2010 年度に開始された領域制は、現在では「物質・材料」「構造材料・機械・流体・建築」「創薬・バイオ」「環境・情報・社会」「基礎・計測」で構成されております。また、2014 年度各センター・部門毎に設置された学内外有識者による「アドバイザリー委員会」は、より広い視点に立った研究活動展開に向けて重要な役割を持つようになっています。

「日本の理科大から世界の理科大へ」躍進をめざす東京理科大学の中にあって総合研究院はグローバルな視点に立った意欲的な研究活動の展開を通して大学・社会に寄与するため一層の努力を重ねて参ります。

関係各位のご協力ご援助よろしくお願いします。

2020 年 3 月

東京理科大学
総合研究院(RIST)
院長　髙柳　英明

目　次

院長挨拶 ……1

目次 ……2

総合研究院の沿革と現況 ……5

総合研究院組織図 ……6

総合研究院組織一覧表（2020 年 3 月 31 日現在） ……7

研究センター・研究部門別の研究報告 ……31

火災科学研究所 ……33
赤外自由電子レーザー研究センター ……45
光触媒国際研究センター ……53
イメージングフロンティアセンター ……65
ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター ……77
スペース・コロニー研究センター ……97
ヒト疾患モデル研究センター ……111
数理モデリングと数学解析研究部門 ……127
再生医療と DDS の融合研究部門 ……135
太陽光発電技術研究部門 ……145
先端 EC デバイス研究部門 ……155
アグリ・バイオ工学研究部門 ……165
ものこと双発研究部門 ……175
大気科学研究部門 ……183
超分散知能システム研究部門 ……199
脳学際研究部門 ……211
インテリジェントシステム研究部門 ……223
先進農業エネルギー理工学研究部門 ……237
現代代数学と異分野連携研究部門 ……255
マルチスケール界面熱流体力学研究部門 ……265
ナノカーボン研究部門 ……273
界面科学研究部門 ……283

実践的有機合成を基盤としたケミカルバイオロジー研究部門････293
先進複合材料・構造CAE研究部門････････････････････････････････････301
アカデミック・ディテーリング・データベース部門･･･････････････311
核酸創薬研究部門･･321
先端都市建築研究部門･･331
合成生物学研究部門･･337

研究者別の研究業績 ･･345
石川　明日香（イシカワ　アスカ）････････････････････････････････347
乾　　弥生（イヌイ　ヤヨイ）････････････････････････････････････347
Ishwor Khatri（カトリ　イズール）･･･････････････････････････････347
川﨑　平康（カワサキ　タカヤス）････････････････････････････････347
澁田　未央（シブタ　ミオ）･･････････････････････････････････････348
田沼　靖一（タヌマ　セイイチ）･･････････････････････････････････348
寺島　千晶（テラシマ　チアキ）･･････････････････････････････････349
萩原　一郎（ハギワラ　イチロウ）････････････････････････････････351
福西　美香（フクニシ　ミカ）････････････････････････････････････351
堀場　達雄（ホリバ　タツオ）････････････････････････････････････351
宮本　悦子（ミヤモト　エツコ）･･････････････････････････････････351

総合研究院フォーラム開催報告 ････････････････････････････････････355
光触媒国際研究センター･･357
ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター･･358
太陽光発電技術研究部門･･359
先端ECデバイス研究部門･･360
先進農業エネルギー理工学研究部門･･････････････････････････････････361
ナノカーボン研究部門･･362
界面科学研究部門･･363
ヒト疾患モデル研究センター･･364
再生医療とDDSの融合研究部門･･････････････････････････････････････365
アグリ・バイオ工学研究部門･･366
脳学際研究部門･･367
実践的有機合成を基盤としたケミカルバイオロジー研究部門････368
アカデミック・ディテーリング・データベース部門･･･････････････369
核酸創薬研究部門･･370
合成生物学研究部門･･371

マルチスケール界面熱流体力学研究部門……372
先進複合材料・構造 CAE 研究部門……373
火災科学研究所……374
スペース・コロニー研究センター……375
ものこと双発研究部門……376
大気科学研究部門……377
超分散知能システム研究部門……378
インテリジェントシステム研究部門……379
先端都市建築研究部門……380
赤外自由電子レーザー研究センター……381
イメージングフロンティアセンター……382
数理モデリングと数学解析研究部門……383
現代代数学と異分野連携研究部門……384
がん研究異分野連携懇談会……385

事業開催記録……387

総合研究院研究設備……397
火災科学研究所……399
赤外自由電子レーザー研究センター……402
光触媒国際研究センター……403
イメージングフロンティアセンター……405
スペース・コロニー研究センター……406
再生医療と DDS の融合研究部門……407
先端 EC デバイス研究部門……408
大気科学研究部門……410
脳学際研究部門……411
核酸創薬研究部門……412

関係規程……413
東京理科大学研究推進機構規程……415
東京理科大学総合研究院規程……419
東京理科大学総合研究院における研究センター
及び研究部門の設置並びに改廃に関する規程……427

総合研究院の沿革と現況

(1)総合研究院の目的・特徴

総合研究院は学問の変化・進展に対応し、かつ社会のニーズに応えるために、複数の学問分野の教員が協力して、学際型、分野横断型な総合的研究体制を構築するとともに、学外の専門家および産業界・行政との積極的な連携を通して優れた研究効果を創出・発信し、本学の学術教育研究体制の持続的発展と人材育成環境の高度化の実現を通して社会に大きく貢献することを目的としている。

その特徴は、理学・工学・薬学・理工学・基礎工学・経営学の全学部を結ぶ横断型連携組織である。日本国内はもとより、国際的な連携を重視しており、国内外の研究拠点として活発な活動を進めている。

(2)総合研究院の変遷

2015 年 4 月 1 日研究推進体制の充実を目的とする「東京理科大学研究推進機構」の設置に伴い東京理科大学総合研究機構は、東京理科大学研究推進機構総合研究院へと改組し設立した。2005 年 11 月発足の東京理科大学総合研究機構は、25 年の歴史を持つ東京理科大学総合研究所を前身とする。

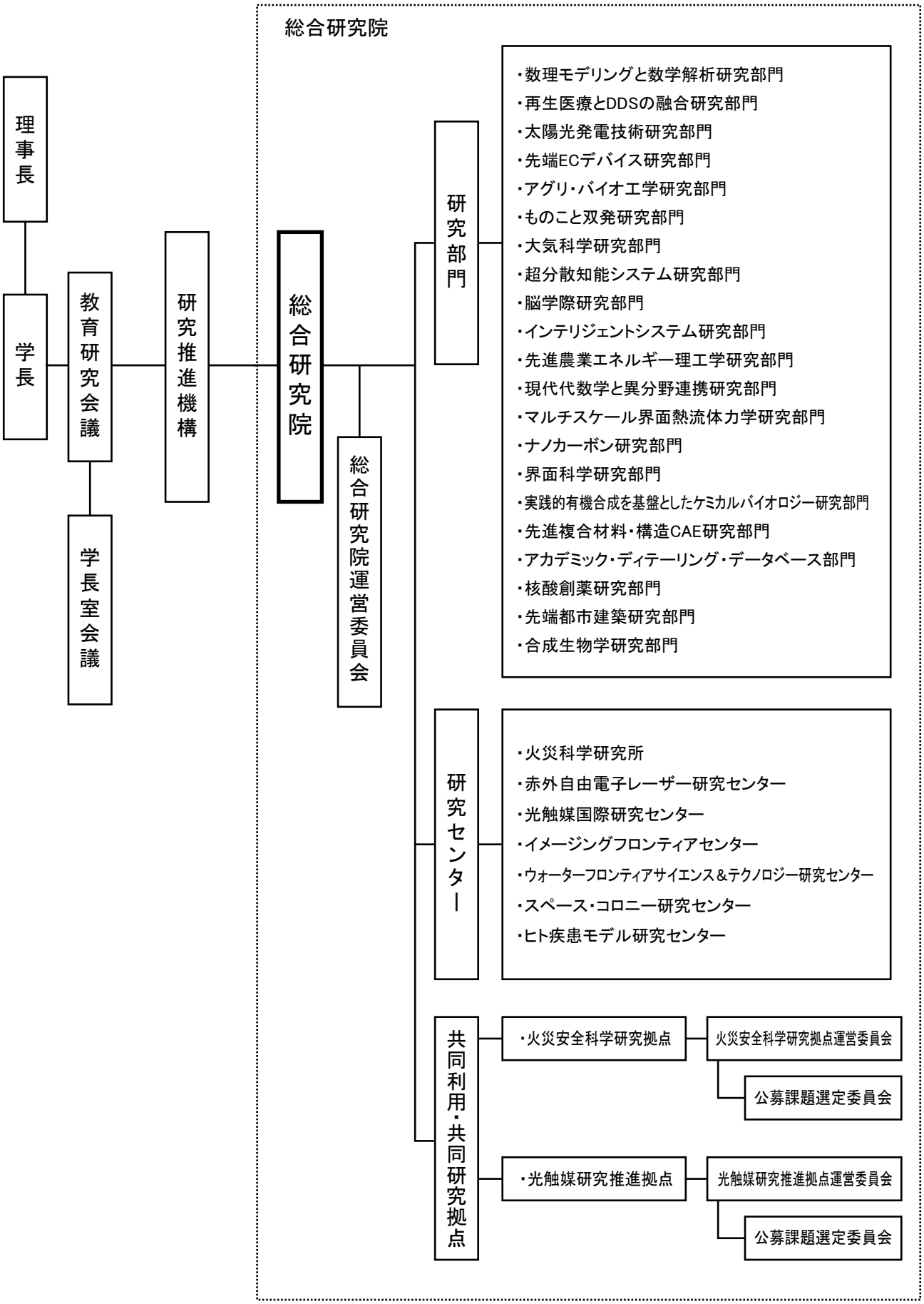
総合研究所は発足後、本学唯一の分野横断的な総合研究組織として活躍し、多くの実績を残した。25 年間に 17 の研究部門が設置され、本学における分野横断型の研究グループの草分けとして、多くの研究組織を生み出す母体として重要な役割を果たしてきた。1989 年にはバイオシステム研究部門から生命科学研究所が発足し、1996 年には計算力学研究部門が母体となって情報科学教育・研究機構が発足した。

2004 年 3 月 31 日付け「東京理科大学における研究所等のあり方について（答申)」がまとめられ、それをふまえて 2005 年 4 月 25 日「東京理科大学総合研究機構設立の提案（東京理科大学総合研究所等将来計画の最終答申)」が提示された。2005 年 11 月 10 日に「東京理科大学総合研究機構設立準備委員会報告書」がまとめられ、それに基づき総合研究機構が発足した。

(3)総合研究院の組織

研究推進機構の元に設置される総合研究院は、研究部門・研究センター及び共同利用・共同研究拠点の 3 組織で構成される。

総合研究院組織図



※懇談会は組織図に含めない。

2020年3月31日

総合研究院組織一覧表

（2020年3月31日現在）

総合研究院組織一覧表

総合研究院運営委員会

（2020 年 3 月 31 日現在）

氏　　名	職　　名
髙柳英明	総合研究院長
青木伸	総合研究院副院長
萩原一郎	火災科学研究所長
築山光一	赤外自由電子レーザー研究センター長
藤嶋昭	光触媒国際研究センター長
須田亮	イメージングフロンティアセンター長
由井宏治	ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター長
向井千秋	スペース・コロニー研究センター長
岩倉洋一郎	ヒト疾患モデル研究センター長
加藤圭一	数理モデリングと数学解析研究部門長
牧野公子	再生医療とＤＤＳの融合研究部門長
杉山睦	太陽光発電技術研究部門長
板垣昌幸	先端ＥＣデバイス研究部門長
島田浩章	アグリ・バイオ工学研究部門長
坂本正典	ものこと双発研究部門長
三浦和彦	大気科学研究部門長
滝本宗宏	超分散知能システム研究部門長
古市貞一	脳学際研究部門長
兵庫明	インテリジェントシステム研究部門長
渡邊康之	先進農業エネルギー理工学研究部門長
伊藤浩行	現代代数学と異分野連携研究部門長
元祐昌廣	マルチスケール界面熱流体力学研究部門長
山本貴博	ナノカーボン研究部門長
酒井秀樹	界面科学研究部門長
椎名勇	実践的有機合成を基盤としたケミカルバイオロジー研究部門長
荻原慎二	先進複合材料・構造ＣＡＥ研究部門長
小茂田昌代	アカデミック・ディテーリング・データベース部門長
和田猛	核酸創薬研究部門長
髙橋治	先端都市建築研究部門長
松永幸大	合成生物学研究部門長
古賀義人	研究戦略・産学連携センター長

総合研究院　本務教員

本務教員		
阿部正彦	研究院	教授
池田憲一	研究院	教授
小林恭一	研究院	教授
関澤愛	研究院	教授
髙柳英明	研究院	教授
田沼靖一	研究院	教授
寺島千晶	研究院	教授
萩原一郎	研究院	教授
堀場達雄	研究院	教授
松原美之	研究院	教授
宮本悦子	研究院	教授
山本学	研究院	教授
野島雅	研究院	講師
今西哲	研究院	講師
鈴木孝宗	研究院	講師
浦島周平	研究院	助教
黄麗娟	研究院	助教
笹岡健二	研究院	助教
森作俊紀	研究院	助教
堀内秀真	研究院	助教
松永朋子	研究院	助教
Avinash Bhadani	研究院	助教
Ishwor Khatri	研究院	助教

プロジェクト研究員	
乾弥生	
梅澤雅和	
児玉賢史	
佐々木崇宏	
福本敦	
Abdulrahman Shahul Hameed	
Ｗｅｎｗｅｉ　Ｌｅｉ	

技術者	
安藤宗徳	
石川明日香	
臼杵翔	
岡沢美和	
朽方恒介	
佐々木貴大	
柴山優子	
田中知二	
福西美香	
Chinnasamy Sengottaiyan	

火災科学研究所

センター長　萩 原 一 郎		
本務教員		
萩　原　一　郎	研　究　院	教　　授
関　　澤　　愛	研　究　院	教　　授
池　田　憲　一	研　究　院	教　　授
小　林　恭　一	研　究　院	教　　授
松　原　美　之	研　究　院	教　　授
併任教員		
森　田　昌　宏	理　　1	教　　授
秋　津　貴　城	理　　2	教　　授
倉　　渕　　隆	工　　学	教　　授
庄　　野　　厚	工　　学	教　　授
河　　野　　守	工　　2	教　　授
辻　　本　　誠	工　　2	教　　授
市　村　志　朗	理　　工	教　　授
大　宮　喜　文	理　　工	教　　授
兼　　松　　学	理　　工	教　　授
衣　笠　秀　行	理　　工	教　　授
松　　山　　賢	国際火災	教　　授
柳　田　信　也	理　　工	准　教　授
水　野　雅　之	国際火災	准　教　授
技術者		
宇都宮啓史	研　究　院	
姜　　昇　　具	研　究　院	
ポストドクトラル研究員		
荒　木　光　典	研　究　院	
リサーチ・アシスタント		
パ ク ヒョンウ	国際火災	

客員教授	
田　中　哮　義	
長谷見雄二	
M.A.Delichatsios	
李　　克　　欣	
須　川　修　身	
佐　野　友　紀	
原　田　和　典	
KIM WOONHYUNG	
中　村　祐　二	
Guan-Yuan Wu	
客員准教授	
福　　井　　潔	
山　　田　　茂	
岡　　泰　　資	
山　内　幸　雄	
若　　月　　薫	
客員研究員	
鈴　木　淳　一	

赤外自由電子レーザー研究センター

センター長　築 山 光 一		
併任教員		
築 山 光 一	理　1	教　授
中 嶋 宇 史	理　1	准 教 授
星 野 翔 麻	理　1	助　教
技術者		
今 井 貴 之	研 究 院	
川 﨑 平 康	研 究 院	
客員教授		
加 藤 龍 好		
Stephen C. Ross		
客員研究員		
入 澤 明 典		
鳥 海 実		

光触媒国際研究センター

センター長　藤嶋昭		
本務教員		
阿部正彦	研究院	教授
寺島千晶	研究院	教授
鈴木孝宗	研究院	講師
併任教員		
駒場慎一	理1	教授
工藤昭彦	理1	教授
根岸雄一	理1	教授
有光晃二	理工	教授
井手本康	理工	教授
酒井秀樹	理工	教授
鈴木智順	理工	教授
早瀬仁則	理工	教授
湯浅真	理工	教授
郡司天博	理工	教授
佐竹信一	基礎工	教授
安盛敦雄	基礎工	教授
藤本憲次郎	理工	准教授
近藤剛史	理工	准教授
勝又健一	基礎工	准教授
和田浩志	薬学	准教授
北村尚斗	理工	講師
四反田功	理工	講師
石田直哉	理工	講師
古谷昌大	理工	講師
中西貴之	基礎工	講師
山口友一	理1	助教
川脇徳久	理1	助教
ポストドクトラル研究員		
Hunge Yuvaraj	研究院	

客員教授	
森戸祐幸	
栄長泰明	
花田信弘	
上塚洋	
里村一人	
Vicente Rodríguez González	
Lei Jiang	
Suresh Wamangir Gosavi	
Zhongze Gu	
客員准教授	
大古善久	
堀越智	
落合剛	
柴田裕史	
中田一弥	

イメージングフロンティアセンター

センター長　須田亮		
本務教員		
森作俊紀	研究院	助教
併任教員		
須田亮	理工	教授
朽津和幸	理工	教授
古市貞一	理工	教授
松永幸大	理工	教授
曽我公平	基礎工	教授
石黒孝	基礎工	教授
青木伸	薬学	教授
後飯塚僚	生命研	教授
中村岳史	生命研	教授
政池知子	理工	准教授
上村真生	基礎工	講師
坂本卓也	理工	助教
佐野良威	理工	助教
田中信清	理工	助教
橋本研志	理工	助教
大久保喬平	基礎工	助教
七尾友久	生命研	助教
ポストドクトラル研究員		
澁田未央	研究院	
Yeroslavsky.Gil	研究院	
福田牧葉	研究院	
中野正貴	研究院	
客員教授		
横田秀夫		
座古保		
大谷直子		
客員准教授		
桧垣匠		
来須孝光		
小関泰之		
客員研究員		
石川雅也		
磯部圭佑		
花俣繁		

ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター

センター長　由井宏治		
本務教員		
寺島千晶	研究院	教授
浦島周平	研究院	助教
笹岡健二	研究院	助教
森作俊紀	研究院	助教
併任教員		
由井宏治	理1	教授
大塚英典	理1	教授
田所誠	理1	教授
築山光一	理1	教授
徳永英司	理1	教授
三浦和彦	理1	教授
中井泉	理1	教授
本間芳和	理1	教授
河合武司	工学	教授
佐々木信也	工学	教授
橋詰峰雄	工学	教授
山本貴博	工学	教授
上野一郎	理工	教授
酒井秀樹	理工	教授
伊藤哲明	理1	准教授
住野豊	理1	准教授
元祐昌廣	工学	准教授
塚原隆裕	理工	准教授
小嗣真人	基礎工	准教授
安藤格士	基礎工	講師
客員教授		
大宮司啓文		
小林孝嘉		
白藤立		
客員准教授		
松井広志		
山口康隆		
客員研究員		
加藤幸一郎		
渡辺尚貴		

スペース・コロニー研究センター

センター長　向井千秋		
本務教員		
寺島千晶	研究院	教授
鈴木孝宗	研究院	講師
Ishwor Khatri	研究院	助教
併任教員		
山本誠	工学	教授
郷田桃代	工学	教授
長谷川幹雄	工学	教授
浜本隆之	工学	教授
半谷精一郎	工学	教授
赤倉貴子	工学	教授
藤井孝藏	工学	教授
木村真一	理工	教授
上野一郎	理工	教授
酒井秀樹	理工	教授
湯浅真	理工	教授
杉山睦	理工	教授
飯田努	基礎工	教授
向後保雄	基礎工	教授
後藤田浩	工学	准教授
阪田治	工学	准教授
幸村孝由	理工	准教授
勝又健一	基礎工	准教授
小柳潤	基礎工	准教授
水野雅之	国際火災	准教授
立川智章	工学	講師
四反田功	理工	講師
客員教授		
栄長泰明		
後藤英司		
坂本一民		
手嶋勝弥		
客員准教授		
中田一弥		
水越克彰		
客員研究員		
井上友博		

数理モデリングと数学解析研究部門

部門長　加藤圭一			
併任教員			
加藤圭一	理	1	教授
石渡恵美子	理	1	教授
金子宏	理	1	教授
渡辺一之	理	1	教授
太田雅人	理	1	教授
二国徹郎	理	1	教授
横田智巳	理	1	教授
池口徹	工学		教授
立川篤	理工		教授
平場誠示	理工		教授
伊藤弘道	理	2	准教授
牛島健夫	理工		准教授
田中視英子	理	1	講師
石田敦英	工学		講師
相木雅次	理工		講師
側島基宏	理工		講師
江夏洋一	理	1	助教
川本昌紀	理	1	助教
周冠宇	理	1	助教
米山泰祐	理	1	助教

再生医療とDDSの融合研究部門

部門長　牧野公子		
併任教員		
大塚英典	理　1	教　授
西川英一	工　2	教　授
菊池明彦	基礎工	教　授
牧野公子	薬　学	教　授
礒濱洋一郎	薬　学	教　授
西川元也	薬　学	教　授
花輪剛久	薬　学	教　授
山下親正	薬　学	教　授
内呂拓実	薬　学	教　授
大島広行	薬　学	教　授
後藤　了	薬　学	教　授
入山聖史	理　工	准教授
秋山好嗣	基礎工	准教授
河野弥生	薬　学	講　師
竹内一成	薬　学	講　師
秋田智后	薬　学	助　教
草森浩輔	薬　学	助　教
松山真吾	薬　学	助　教
大塚裕太	薬　学	助　教
坪郷哲	薬　学	助　教

客員教授	
寺田弘	
Kolio Troev	
稲木敏男	
戸井雅和	
小西良士	
首藤紘一	
上野雅晴	
松村明	
岡野光夫	
杉原多公通	
塚本郁子	
客員准教授	
伊豫田拓也	
客員研究員	
原利英	
鈴木健一	
柴田聡彦	
島田洋輔	
廣田慶司	
中嶋武尚	

太陽光発電研究部門

部門長　杉山睦		
併任教員		
秋津貴城	理2	教授
趙新為	理2	教授
谷内利明	工2	教授
杉山睦	理工	教授
植田譲	工学	准教授
永田衞男	工学	准教授
近藤潤次	理工	准教授
生野孝	基礎工	准教授
原口知之	理2	助教
金青男	理工	助教
客員教授		
白方祥		
平田陽一		
渡邊康之		
中田時夫		

先端 EC デバイス研究部門

部門長　板垣昌幸		
併任教員		
板垣昌幸	理工	教授
有光晃二	理工	教授
井手本康	理工	教授
郡司天博	理工	教授
酒井秀樹	理工	教授
堂脇清志	理工	教授
早瀬仁則	理工	教授
湯浅真	理工	教授
坂井教郎	理工	教授
藤本憲次郎	理工	准教授
近藤剛史	理工	准教授
酒井健一	理工	准教授
片山昇	理工	講師
北村尚斗	理工	講師
四反田功	理工	講師
客員教授		
秋本順二		
客員准教授		
辻村清也		

アグリ・バイオ工学研究部門

部門長　島田浩章		
併任教員		
太田尚孝	理1	教授
石川仁	工学	教授
朽津和幸	理工	教授
松永幸大	理工	教授
島田浩章	基礎工	教授
石黒孝	基礎工	教授
佐竹信一	基礎工	教授
田村浩二	基礎工	教授
十島二朗	基礎工	教授
安盛敦雄	基礎工	教授
有村源一郎	基礎工	教授
清水公徳	基礎工	教授
古宮裕子	基礎工	講師
客員教授		
木下哲		
吉原利一		
河地有木		
客員研究員		
相馬亜希子		

ものこと双発研究部門

部門長　坂本正典		
併任教員		
石垣綾	理工	教授
坂本正典	経営学	教授
田中芳夫	経営学	教授
客員教授		
沼尾雅之		
本村陽一		
美濃輪智朗		
山下隆		
客員准教授		
沙魚川久史		
片寄裕市		
客員研究員		
高田久徳		
佐藤智文		

大気科学研究部門

部門長　三浦和彦		
本務教員		
野島雅	研究院	講師
併任教員		
三浦和彦	理1	教授
橋本巖	理1	教授
仲吉信人	理工	准教授
永野勝裕	理工	講師
森樹大	理1	助教
兼務		
西川雅高	管財	
客員教授		
五十嵐康人		
大河内博		
速水洋		
青木一真		
三隅良平		
財前祐二		
長田和雄		
中島孝		
客員准教授		
加藤俊吾		
小林拓		
松木篤		
足立光司		
鴨川仁		
竹谷文一		
櫻井達也		
和田龍一		
浅野比		
岩本洋子		
工藤玲		
客員研究員		
矢吹正教		
齊藤伸治		
當房豊		

超分散知能システム研究部門

部門長　滝本宗宏		
併任教員		
滝本宗宏	理工	教授
大和田勇人	理工	教授
木村真一	理工	教授
朽津和幸	理工	教授
小島尚人	理工	教授
堂脇清志	理工	教授
西山裕之	理工	教授
竹村裕	理工	教授
原田拓	理工	准教授
諸橋賢吾	理工	准教授
松澤智史	理工	講師
客員教授		
玄光男		

脳学際研究部門

部門長　古市貞一		
併任教員		
荒木修	理1	教授
池口徹	工学	教授
古市貞一	理工	教授
西山裕之	理工	教授
竹村裕	理工	教授
相川直幸	基礎工	教授
斎藤顕宜	薬学	教授
中村岳史	生命研	教授
市川寛子	理工	准教授
瀬木恵里	基礎工	准教授
浦川智和	理1	講師
佐野良威	理工	助教
秦野亮	理工	助教
名取隆廣	基礎工	助教
山田大輔	薬学	助教
客員准教授		
木村岳裕		
客員研究員		
橋本光広		

インテリジェントシステム研究部門

部門長　兵庫明		
併任教員		
江川嘉美	理1	教授
兵庫明	理工	教授
明石重男	理工	教授
大和田勇人	理工	教授
木村真一	理工	教授
樋口健一	理工	教授
柴建次	基礎工	准教授
山本隆彦	理工	講師
村松大陸	理工	助教
岸田亮	理工	助教
客員教授		
巽英介		
越地耕二		
森俊介		
客員准教授		
青木広宙		
越地福朗		
客員研究員		
佐藤広生		
大田健紘		
小澤佑介		
櫻井秋久		
松浦達治		
藤城義和		

先進農業エネルギー理工学研究部門

部門長　渡 邊 康 之		
併任教員		
鞆　達也	理　1	教　授
朽津和幸	理　工	教　授
杉山睦	理　工	教　授
渡邊康之	諏訪理大	教　授
客員教授		
下田達也		
表研次		
松岡隆志		
松江英明		
客員准教授		
中野谷一		
来須孝光		
客員研究員		
奥久司		
山口一弘		

現代代数学と異分野連携研究部門

部門長　伊 藤 浩 行		
併任教員		
木田雅成	理　1	教　授
佐藤洋祐	理　1	教　授
眞田克典	理　1	教　授
関川浩	理　1	教　授
功刀直子	理　1	教　授
伊藤浩行	理　工	教　授
宮本暢子	理　工	教　授
佐藤隆夫	理　2	准教授
青木宏樹	理　工	准教授
八森祥隆	理　工	准教授
大橋久範	理　工	准教授
小松亨	理　工	准教授
五十嵐保隆	理　工	講　師
加塩朋和	理　工	講　師
中村隆	理　工	講　師
板垣智洋	理　1	助　教
板場綾子	理　1	助　教
野村次郎	理　2	助　教
地嵜頌子	理　工	助　教
松本雄也	理　工	助　教
榎園誠	理　工	助　教

マルチスケール界面熱流体力学研究部門

部門長　元 祐 昌 廣		
併任教員		
上 野 一 郎	理　工	教　授
酒 井 秀 樹	理　工	教　授
住 野 豊	理　1	准 教 授
元 祐 昌 廣	工　学	准 教 授
後 藤 田 浩	工　学	准 教 授
塚 原 隆 裕	理　工	准 教 授
安 藤 格 士	基 礎 工	講　師
山 本 憲	工　学	助　教
客員教授		
Zoueshtiagh,Farzam Narayanan,Ranga Kutter, Jorg Peter		
客員准教授		
Pierlot,christel Yoshikawa Harunori		
客員研究員		
Goerg, Dietz		

ナノカーボン研究部門

部門長　山 本 貴 博		
併任教員		
根 岸 雄 一	理　1	教　授
本 間 芳 和	理　1	教　授
梅 村 和 夫	理　2	教　授
山 本 貴 博	工　学	教　授
西 川 英 一	工　2	教　授
中 嶋 宇 史	理　1	准 教 授
Mark Paul Sadgrove	理　1	准 教 授
田 中 優 実	工　学	准 教 授
生 野 孝	基 礎 工	准 教 授
小 嗣 真 人	基 礎 工	准 教 授
橋 爪 洋 一 郎	理　1	講　師
鈴 木 康 光	理　1	講　師
川 脇 徳 久	理　1	助　教
ポストドクトラル研究員		
松 原 愛 帆	工　学	
客員教授		
岡 田 晋 阿 武 宏 明		
客員准教授		
土 屋 俊 二 小 鍋 哲 千 足 昇 平		
客員研究員		
加 藤 大 樹 根 岸 良 太 平 山 尚 美		

界面科学研究部門

部門長　酒井秀樹		
併任教員		
大塚英典	理1	教授
田所誠	理1	教授
根岸雄一	理1	教授
石川仁	工学	教授
河合武司	工学	教授
近藤行成	工学	教授
佐々木信也	工学	教授
橋詰峰雄	工学	教授
酒井秀樹	理工	教授
金井要	理工	教授
菊池明彦	基礎工	教授
後藤了	薬学	教授
住野豊	理1	准教授
青木健一	理2	准教授
近藤剛史	理工	准教授
酒井健一	理工	准教授
中山泰生	理工	講師
客員教授		
坂本一民		

実践的有機合成を基盤としたケミカルバイオロジー研究部門

部門長　椎名勇		
併任教員		
椎名勇	理1	教授
下仲基之	理1	教授
樋上賀一	薬学	教授
川﨑常臣	理1	准教授
諸橋賢吾	理工	准教授
酒井健一	理工	准教授
真野泰成	薬学	准教授
殿井貴之	理1	講師
ポストドクトラル研究員		
村田貴嗣	理1	
客員教授		
長原礼宗		
亀井克彦		
森田明典		
岡本康司		
客員准教授		
石和田稔彦		
中田健也		
小幡裕希		

先進複合材料・構造 CAE 研究部門

部門長　荻原慎二		
併任教員		
荻原慎二	理工	教授
有光晃二	理工	教授
岡田裕	理工	教授
向後保雄	基礎工	教授
髙橋昭如	理工	准教授
松崎亮介	理工	准教授
小柳潤	基礎工	准教授
井上遼	基礎工	講師
遊佐泰紀	理工	助教
新井優太郎	基礎工	助教
客員教授		
石川敏弘		

アカデミック・ディテーリング・データベース部門

部門長　小茂田昌代		
併任教員		
小茂田昌代	薬学	教授
青山隆夫	薬学	教授
後藤惠子	薬学	教授
鹿野真弓	薬学	教授
高橋秀依	薬学	教授
西川元也	薬学	教授
後藤了	薬学	教授
宮崎智	薬学	教授
和田猛	薬学	教授
斎藤顕宜	薬学	教授
嶋田修治	薬学	准教授
鈴木立紀	薬学	准教授
根岸健一	薬学	准教授
真野泰成	薬学	准教授
山根里香	経営学	准教授
佐藤嗣道	薬学	講師
髙澤涼子	薬学	講師
河野洋平	薬学	助教
尾関理恵	薬学	助教
客員教授		
寺下真人		
杉平直子		
宮崎美子		
山本美智子		
大野逸子		

核酸創薬研究部門

部門長　和田猛		
併任教員		
鳥越秀峰	理1	教授
大塚英典	理1	教授
西山千春	基礎工	教授
和田猛	薬学	教授
花輪剛久	薬学	教授
秋本和憲	薬学	教授
樋上賀一	薬学	教授
宮崎智	薬学	教授
西川元也	薬学	教授
櫻井雅之	生命研	講師
八代拓也	基礎工	助教
佐藤一樹	薬学	助教
草森浩輔	薬学	助教
小林正樹	薬学	助教
河野弥生	薬学	助教
近藤洋介	薬学	助教
客員教授		
上園保仁		
武藤倫弘		
島野仁		
谷中昭典		
山本哲哉		
江口晋		
客員准教授		
伊豫田拓也		
中川嘉		
鈴木英雄		
森亮一		
土谷智史		
客員研究員		
沖田直之		

先端都市建築研究部門

部門長　髙橋治		
併任教員		
髙橋治	工学	教授
宇野求	工学	教授
伊藤裕久	工学	教授
郷田桃代	工学	教授
今本啓一	工2	教授
河野守	工2	教授
伊藤香織	理工	教授
熊谷亮平	工学	准教授
栢木まどか	工2	准教授
石榑督和	工学	助教
石山さつき	工学	助教
高佳音	工学	助教
櫻井雄大	工学	助教
鍋島国彦	工学	助教
清原千鶴	工2	助教

合成生物学研究部門

センター長　松 永 幸 大		
本務教員		
森 作 俊 紀	研 究 院	助 教
併任教員		
鞆 達 也	理 1	教 授
太 田 尚 孝	理 1	教 授
松 永 幸 大	理 工	教 授
鎌 倉 高 志	理 工	教 授
十 島 二 朗	基 礎 工	教 授
清 水 公 徳	基 礎 工	教 授
伊 川 友 活	生 命 研	教 授
定 家 真 人	理 工	准 教 授
諸 橋 賢 吾	理 工	准 教 授
古 屋 俊 樹	理 工	講 師
坂 本 卓 也	理 工	助 教
荒 添 貴 之	理 工	助 教
藥師寺那由他	生 命 研	助 教
客員教授		
西 田 敬 二		
客員准教授		
風 間 裕 介		
菅 野 茂 夫		

共同利用・共同研究拠点

火災安全科学研究拠点

拠点長		
萩原一郎	研究院	教授
ポストドクトラル研究員		
丘仁赫	研究院	
技術者		
秋元行雄	研究院	

光触媒研究推進拠点

拠点長		
藤嶋昭	理科大	教授
本務教員		
寺島千晶	研究院	教授
鈴木孝宗	研究院	講師
併任教員		
酒井秀樹	理工	教授
安盛敦雄	基礎工	教授
鈴木智順	理工	准教授
勝又健一	基礎工	准教授

総合研究所　組織変遷表

西暦 組織名	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	備考
◆総合研究所																										1981年1月22日 発足
研究部門																										
火災科学研究部門	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			火災科学研究センターに改組
界面科学研究部門	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2005年11月 総合研究機構へ移行
インテリジェントシステム研究部門								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2005年11月 総合研究機構へ移行
基礎科学研究部門															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
先端材料研究部門																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
環境・エネルギー研究部門																					■	■	■	■	■	
光科学研究部門																		■	■	■	■	■	■	■	■	
DDS 研究部門																							■			DDS研究部門研究センターに改組
数学教育研究部門																								■	■	2005年11月 総合研究機構へ移行
固体物性研究部門	■	■	■	■	■	■	■	■																		
破壊力学研究部門	■	■	■	■	■	■	■	■	■																	
バイオシステム研究部門			■	■	■	■	■																			インテリジェントシステム研究部門に改組
生命科学研究部門						■	■	■	■	■	■	■	■	■												基礎科学研究部門に改組
計算力学研究部門								■	■	■	■	■	■	■	■	■										
高温超伝導研究部門								■	■	■	■	■	■	■	■	■										先端材料研究部門に改組
静電気研究部門										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						環境・エネルギー研究部門に改組
リモートセンシング研究部門	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
研究施設																										
赤外自由電子レーザー研究センター																				■	■	■	■	■	■	2005年11月 総合研究機構へ移行
先端材料研究部門研究センター																				■	■	■	■	■	■	2005年11月 総合研究機構へ移行
火災科学研究所(火災科学研究センター)																								■	■	2005年11月 総合研究機構へ移行
DDS 研究部門研究センター																								■	■	2005年11月 総合研究機構へ移行
海洋生物研究施設														■	■	■	■	■	■	■						
高機能合成解析センター																	■	■	■	■	■					
◆生命科学研究所附属研究施設																										
再生工学研究センター																							■	■	■	2005年11月 総合研究機構へ移行
◆情報科学教育・研究機構																										
計算科学フロンティア研究センター																■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
情報メディアセンター																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
◆薬学研究科附属研究施設																										
ゲノム創薬研究センター																					■	■	■	■	■	2005年11月 総合研究機構へ移行
◆基礎工学研究科附属研究施設																										
ナノサイエンス・テクノロジー研究センター																						■	■	■	■	2005年11月 総合研究機構へ移行

総合研究機構　組織変遷表

西暦 組織名	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	備考
◆総合研究機構											2005年11月1日 発足
研究部門											
神楽坂 人・未来研究部門											
物質界面化学研究部門											2008年4月「界面科学研究部門」から名称変更
インテリジェントシステム研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
数学教育研究部門											
知識インターフェース研究部門											
ものづくり・先端計測科学研究部門											
次世代フォトニック応用研究部門											2011年4月 先端ホログラフィ技術研究開発センターに改組
ケミカルバイオロジー研究部門											
再生工学研究部門											2010年4月 RNA科学総合研究センターに改組
危機管理・安全科学技術研究部門											
トランスレーショナルリサーチ部門											2014年4月 トランスレーショナルリサーチセンターに改組
先端デバイス研究部門											
太陽光発電研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
エコシステム研究部門											
エネルギー・環境光触媒研究部門											
次世代データマイニング研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
山岳大気研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
量子生命情報研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
創薬フロンティア研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
長万部地域社会研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
イメージングフロンティア研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
先端情報通信研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
ナノカーボン研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
バイオオルガノメタリクス研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
ヒト疾患モデル研究部門											2013年4月 生命研ヒト疾患モデル研究センターに改組
未利用熱エネルギー変換研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
界面科学研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
分子連関相乗系研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
先端都市建築研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
アカデミック・ディテーリング・データベース部門											2015年4月 総合研究院へ移行
医理工連携研究部門											2015年4月 総合研究院へ移行
研究センター部											
赤外自由電子レーザー研究センター											2007年4月 先端研究施設共用イノベーション創出事業に採択
先端材料研究センター											
火災科学研究センター											2013年4月 戦略的研究基盤形成支援事業
DDS 研究センター											
ゲノム創薬研究センター											
再生工学研究センター											
ナノサイエンス・テクノロジー研究センター											
グリーン光科学技術研究センター											高度化推進事業
ホリスティック計算科学研究センター											高度化推進事業
人間支援工学研究センター											高度化推進事業
量子生命情報研究センター											高度化推進事業
ナノ粒子健康科学研究センター											高度化推進事業
ポリスケールテクノロジー研究センター											高度化推進事業
キラルマテリアル研究センター											高度化推進事業
界面科学研究センター											戦略的研究基盤形成支援事業
がん医療基盤科学技術研究センター											戦略的研究基盤形成支援事業
グリーン＆セーフティ研究センター											戦略的研究基盤形成支援事業
戦略的物理製剤学研究基盤センター											戦略的研究基盤形成支援事業
RNA 科学総合研究センター											戦略的研究基盤形成支援事業
戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター											戦略的研究基盤形成支援事業
先端ホログラフィ技術研究開発センター											戦略的研究基盤形成支援事業
キラリティー研究センター											戦略的研究基盤形成支援事業
光触媒国際研究センター											先端技術実証・評価設備整備費等補助金(経済産業省)
トランスレーショナルリサーチセンター											戦略的研究基盤形成支援事業
共同利用・共同研究推進部											
火災安全科学研究拠点											2015年4月 総合研究院へ移行

総合研究院　組織変遷表

西暦 組織名	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	備考
◆総合研究院										2015年4月1日 発足
研究部門										
次世代データマイニング研究部門	■									
山岳大気研究部門	■									
量子生命情報研究部門	■									
インテリジェントシステム研究部門	■	■	■	■	■	■				
創薬フロンティア研究部門	■	■								
長万部地域社会研究部門	■	■								
イメージングフロンティア研究部門	■									2015年 イメージングフロンティアセンターに改組
先端情報通信研究部門	■	■								
マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門	■	■								
ナノカーボン研究部門	■	■	■	■	■	■	■	■		
バイオオルガノメタリクス研究部門	■	■	■							
未利用熱エネルギー変換研究部門	■	■	■							
界面科学研究部門	■	■	■	■	■	■	■	■		
分子連関相乗系研究部門	■	■	■							
先端都市建築研究部門	■	■	■	■	■	■	■			
アカデミック・ディテーリング・データベース部門	■	■	■	■	■	■	■			
医理工連携研究部門	■	■	■	■						
数理モデリングと数学解析研究部門	■	■	■	■	■					
ウォーターフロンティアサイエンス研究部門	■	■								
再生医療と DDS の融合研究部門	■	■	■	■	■					
太陽光発電技術研究部門	■	■	■	■	■					
先端 EC デバイス研究部門	■	■	■	■	■					
アグリ・バイオ工学研究部門	■	■	■	■	■					
ものこと双発研究部門	■	■	■	■	■					
大気科学研究部門		■	■	■	■	■				
超分散知能システム研究部門		■	■	■	■	■				
脳学際研究部門		■	■	■	■	■				
先進農業エネルギー理工学研究部門		■	■	■	■					
現代代数学と異分野連携研究部門			■	■	■	■				
マルチスケール界面熱流体力学研究部門			■	■	■					
実践的有機合成を基盤としたケミカルバイオロジー研究部門				■	■	■	■	■		
先進複合材料・構造 CAE 研究部門				■	■	■	■	■		
核酸創薬研究部門					■	■	■			
合成生物学研究部門					■	■	■			
研究センター										
赤外自由電子レーザー研究センター	■	■	■	■	■	■				2007年4月 先端研究施設共用イノベーション創出事業に採択
火災科学研究所(火災科学研究センター)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	戦略的研究基盤形成支援事業(2013年度～2017年度)
戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター	■									戦略的研究基盤形成支援事業
先端ホログラフィ技術研究開発センター	■									戦略的研究基盤形成支援事業
キラリティー研究センター	■	■								戦略的研究基盤形成支援事業
光触媒国際研究センター	■	■	■	■	■	■				先端技術実証・評価設備整備費等補助金(経済産業省)
トランスレーショナルリサーチセンター	■	■	■	■						戦略的研究基盤形成支援事業
イメージングフロンティアセンター	■	■	■	■	■					戦略的研究基盤形成支援事業
ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター			■	■	■	■				2016.11.22 私立大学ブランディング事業採択
スペース・コロニー研究センター				■	■	■				2017.11.7 私立大学ブランディング事業採択
ヒト疾患モデル研究センター				■	■	■				2018.4.1 生命医科学研究所より総合研究院へ
共同利用・共同研究拠点										
火災安全科学研究拠点	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
光触媒研究推進拠点	■	■	■	■	■	■				

研究センター・研究部門別の研究報告

火災科学研究所

火災科学研究所について

1. 概要

火災科学研究センターは、2018 年度より火災科学研究所という名称を使用している。本研究所は、前身の総合研究所火災科学研究部門を核とする組織が、2003 年度文部科学省・21 世紀 COE プログラム（プログラム名：先導的建築火災安全工学研究の推進拠点）に採択されたことを受けて設置された組織である。また、2008 年度に文部科学省・グローバル COE プログラム（プログラム名:先導的火災安全工学の東アジア教育研究拠点)が採択され、この 2 つの COE プログラム(Center of Excellence）による 10 年を通じて、先端的な研究推進のみならず、国際シンポジウム・セミナーの開催、査読付き英文研究ジャーナルの発行と電子化（International Journal for Fire Science and Technology は 1981 年創刊で、現在は電子 Journal としても論文が公開され世界各国の人々が無料閲覧可能)、実験棟を最大限に活用した産官からの研究受託等を充実させ、国際協力や社会貢献も含めて、多面的に火災科学分野の発展に寄与する活動を展開してきた。特に、東アジア地域を中心とするアジアの諸都市での火災リスクやその安全対策に関する分析、集中講義の開催、若手研究者の短期受入等を通じて、外国の教育研究機関との連携も強め、人材育成面でも貢献してきた。また、2013 年度に文部科学省・私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（プロジェクト名：専門知の共有に基づくアジアの火災安全情報拠点の形成－情報化社会における新しい火災安全のあり方－）に採択された。過去に経験の無い速度、規模で高層化、近代化しているアジアの諸都市は、潜在的な火災リスクの増大の懸念と共に、その顕在化による脅威を科学的に分析し適切な対策を施すことが必要である。こうした課題にアジア諸都市で生じる火災危険事象の抽出にインターネットを活用し、これらを関係者と共有する火災情報ネットワークを構築し、その中で先導的火災研究による本学の研究成果を活用して火災リスクを減じ、都市で生活する人々の火災安全を向上することを目的としている。具体的には、次の 2 つのテーマを掲げている。

1）火災安全情報拠点の形成に基づくアジアの諸都市の火災リスク分析

2）アジアの諸都市における火災危険事象の分析

前者は、アジア圏において火災事故情報の収集と火災工学に関する専門知を共有する仕組みを構築することであり、後者は近代化・都市化に伴う火災リスクの顕在化に対して、その原因究明や安全対策のあり方を議論するものである。よって、本研究所は、火災安全工学の専門知を共有する研究拠点として機能し、アジアの諸都市での火災事象を分析し、これを安全対策とセットで情報展開することで地域全体の火災リスク抑制を実現することを目標としている。2018 年度からは設置期間を定めない組織として、火災科学研究所と称することとなり、また実験棟の施設設備を活用して国土交通省から指定性能評価機関として認定を受ける準備を進めている。

また、2009 年度に共同利用・共同研究拠点として「火災安全科学研究拠点」が文部科学省の認定を受け、学内外の研究者と協力し実施する共同研究を推進している。主に、都市化に伴う新空間（超高層、地下）および工業化・省エネルギー化に伴う新材料（主にアルミニウム、プラスチック等）の利用に伴って増大する火災の潜在リスクの抑制に資することを目的としている。

2. センターの構成と施設設備

建築火災安全工学研究は、図 1 に示すとおり、火災現象に始まり、煙流動や延焼拡大、それに対する避難行動や構造部材の加熱性状などが対象となる。また、建築物の集合としての都市や地下空間の火災安全も研究対象に含まれる。火災科学研究所では、こうした多岐に及ぶ研究対象を、図 2 に示すような相互関係として位置づけ、研究活動を展開している。

研究テーマは「変容する空間・材料利用に対応する火災安全工学」を軸として、①「火災物理・化学現象」、②「火災時の人間挙動（心理・生理・行動)」、③「性能的火災安全設計技術」に関する研究、そしてそれら要素を総合化し実用化を図る④「変容する空間・材料利用対応の火災安全性能評価・設計体系の確立に関する研究」に携わる 4 分野について研究活動を展開している。

こうした研究活動の一端を担うのが、火災科学研究センター実験棟であり、大学に付属する火災科学研究専用施設としては世界トップレベルの規模を有しており、逐次大型設備を整備するこ

とで機能的にも充実してきている。図 3 にこれまでに整備された各種設備について、名称とその配置を実験棟の平面図を用いて示す。

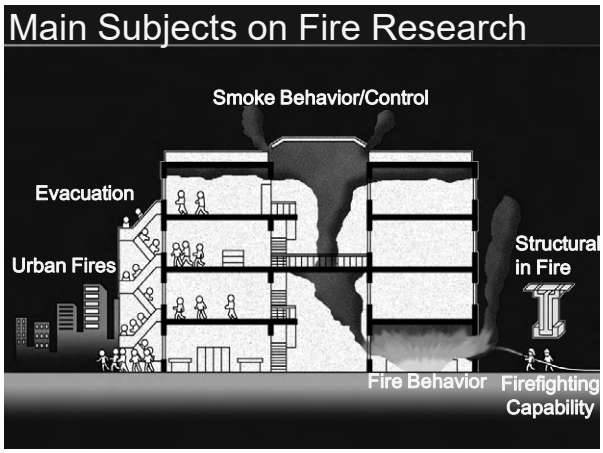


図 1　建築火災安全工学研究のイメージ

図 2　研究分野の相互関係と活動体制

① コーンカロリーメータ試験装置
　・FTIR 分析装置
② 中型複合炉（内寸 W1.5×D1.5×H1.5m）
③ 放射パネル（ICAL 装置）
④ ルームコーナー試験装置
　・焼集煙フード（固定式 5m×5m）
⑤ 散水設備を有する実規模火災区画模型
⑥ 多目的水平載荷加熱装置
　（内寸 W3×D4×H3.5m、最大載荷 500MN）
⑦ 外装材加熱試験装置
⑧ 大型壁炉（内寸 W3.5×D1.0×H3.5m）
⑨ 二次燃焼炉（排煙処理装置）

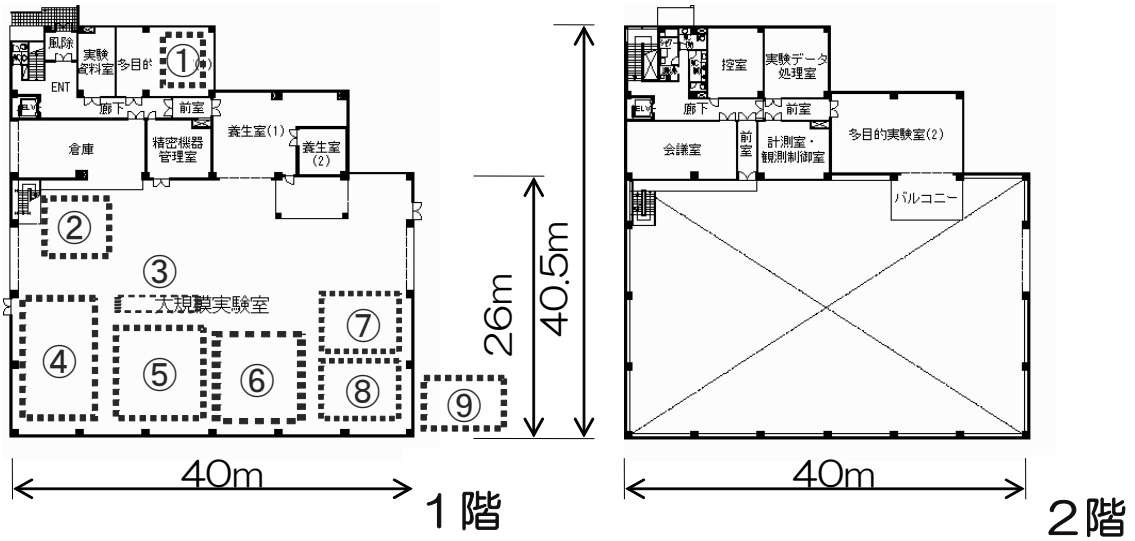
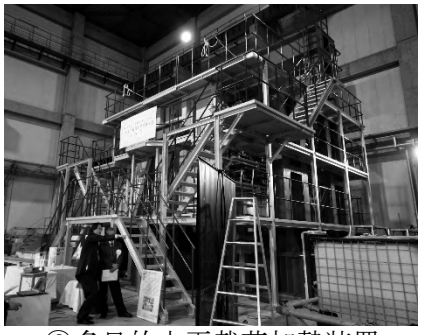
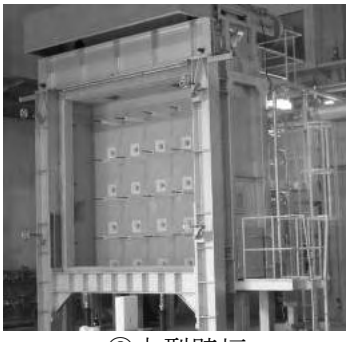


図 3　大規模実験棟平面図と各種設備



⑥多目的水平載荷加熱装置



⑧大型壁炉

写真　火災科学研究センター実験棟

3. 各研究グループの活動報告

グループ毎に取り組んだ代表的な研究課題を取り上げ、研究成果の概要を報告する。

3. 1. 火災現象・設計火源グループについて

飲食店における上引きダクト火災抑制方策の検討：

近年、焼き肉店の調理器具上方に付属する上引きダクトに係る火災件数が増加しており、その対策が喫緊の課題である。こうした火災はダクト内部に付着した油塵の量、火気器具から吸込口までの離隔距離、吸込風速等が影響したと考えられる。そこで、系統的な実験を再現性高く実施するため、①模擬火源の構築を行い、②ダクト内温度測定、③ダクト内着火条件を検討した。

実態調査から火気器具から吸込口までの離隔距離、油塵厚さを調べ、火気器具の種類や清掃頻度と油塵厚さの関係について整理した。また、木炭七輪こんろ（大）上の網でホルモン 500g を焼き、着火後も自然鎮火するまで放置した燃焼発熱速度を、火皿径 20cm でヘプタン 247.5g を燃焼させることで概ね再現できたことを確認した。

上引きダクトを対象に、ダクト温度や着火条件等に着目した実験を行い、次のような結果を得た。風速が小さい条件では、ダクト外側温度が 300℃を超えた。火皿径が大きい場合、風速が 5m/s でもダクト外側温度が 300℃を超えた。ダクト内に油塵を塗布した場合、ダクト外側温度が 300℃を超えるとダクト内に着火することが確認された。排気捕集率は、風速によらず類似し、離隔距離 30cm で最大値を示し 50%弱であった。

上引きダクトを使用する焼き肉店の実態調査結果、火災実態の調査結果を上記の実験結果と照らし合わせた結果、離隔距離、風速、火源（発火したホルモン）の強さ、ダクト内に付着した油塵の状況において、火災発生の要因を満たす店舗が存在したことが確認された。また、火源にとなり得る一度に調理するホルモンの量、調理中のホルモン等に着火してからの経過時間については、利用者に起因する要因である。ダクト火災の抑制は、要因毎に対策を行い、総合的に出火リスクの低減を図る必要がある。

3. 2. 避難安全グループについて

一斉避難を採用した高層事務所ビルの避難訓練における避難行動の調査：

20 階建ての高層事務所ビルにおいて実施された避難訓練では、火災階と直上の 2 階（2～4 階の 3 階層）を優先して避難させた後、残る主に 5～20 階（10 階は参加者少人数）から全館一斉避難した。避難訓練では 2 つの避難階段での避難者の流動状況と滞留発生状況を調査した。

当該建物には 3000 人を超える社員が在籍し、避難訓練では 2803 人（西階段：1286 人、東階段：1517 人）が参加した。階毎に参加者数にばらつきは見られたが、8 階からの避難者が最も多かった（西階段：133 人、東階段：180 人）。訓練中の避難者の階段内の降下状況を把握するため、階段の出入り口扉のある踊り場を上方よりビデオカメラにより撮影した。また、ほとんどの階には、その階からの避難者の大凡 30 人目に、ストップウォッチで階段降下の各階の通過に要する時間を測定した名が避難した被験者を避難者と一緒に避難させた。階段扉は、西階段は常時閉鎖し避難者個々が避難時に開放することとし、東階段は開放して扉を固定した。西階段の一部の中間踊り場（階と階の間の扉が無い踊り場）である 8.5 階から 5.5 階には警備員役を配置し、「間隔を空けず、前の人に続いて避難して下さい」と声かけを行った。

避難訓練を調査した結果、西階段では扉が閉鎖されていて、かつ階段が大変混雑したために、少数の階であったが先頭の避難者が階段に入るのをためらい、階段に避難し始めるのが極端に遅かった。これに対して、東階段では西階段と同様に階段内で長時間の滞留は発生したものの、ある階のほとんどの避難者が階段に入る前に待機した状況は発生しなかった。また、階段降下の流動状況を比較したところ、扉を開けて避難する西階段と、扉が開放固定された東階段ではほとんど差が無く、また両者とも避難上の支障も無かった。警備員の配置の降下は、移動速度が速くなることで現れたが、流動量としてはほとんど差は無かった。階段内の滞留は最長で 10 分程度まで及び、傾向としては上階ほど滞留時間が長かった。また、階段内の避難流動について密度と流動量との関係を調べ、Fundamental diagram を整理した。SFPE ハンドブックに示されたものと比較して、流動量がやや小さい値を示した。

以上より、避難流動状況を予測する流動モデルを提案し、その入力パラメーターとして避難流

動量、階段内の滞留人数、移動速度（踊り場から一つ下の階の踊り場までの所要時間)、避難開始時間を設定し、避難訓練の流動状況を概ね再現できたことを確認した。

3. 3. 構造耐火グループについて

損傷した耐火被覆鋼部材の温度上昇特性～数値計算による加熱を一面から受ける場合の鋼材温度予測～：

鉄骨造建築物では、火熱による鋼材の熱膨張や機械特性の低下等により、構造体に変形や体力低下が生じる。これらの変形等に伴って耐火被覆の目地の開きや亀裂等の損傷が生じると、損傷した被覆材近傍の鋼材温度は健全な部分に比べて上昇し、亀裂拡大や被覆材の劣化といった悪循環につながる。こうしたことから地震時に被覆材が損傷するとその後に火災が生じた場合、こうした影響が大きいことが懸念される。

専攻研究では、耐火被覆に損傷に見立てた隙間を有する鋼部材の加熱実験を行い、損傷部から流入した高温ガスが中空層を通じて伝播し、鋼材温度が上昇することが指摘されている。しかし、中空層を有する部材については、鋼材の温度上昇と隙間等の関係を定量化するには至っていない。

本研究では、熱流対数値計算プログラム（Fire Dynamics Simulator, Ver. 6.7）を用いた耐火炉に設置された耐火被覆鋼材温度の数値解析により、被覆材に隙間と中空層を有する鋼柱部材の温度分布と温度上昇特性を推定し、中空層内の高温ガスの性状を確認することを目的とした。

耐火被覆は厚さ 20mm のケイ酸カルシウム板、柱は角形鋼管（ϒ-300×300×9）とし、部材長さは 3.6m とした。加熱時間は原則 60 分とし、耐火被覆の隙間部から高温空気の流入が被覆部鋼材に与える影響を把握するため、柱の高さ方向に A～J 断面を設定し、温度上昇特性を把握した。

本研究により、一面加熱を受ける場合の中空層及び鋼材温度の温度分布を数値解析により再現し、中空層への高温ガスの流入・流出の性状を把握した。被覆材下部に設置した圧力解放口の影響により、侵入量が大きく増加した。隙間部では中空層厚の減少に伴い、炉内からの放射熱の影響を受けることで鋼材温度が上昇しやすかった。中空層厚の増加に伴い、非腹部では中空層内に流入する炉内高温ガスが増加し鋼材温度の上昇につながった可能性がある。

4. 研究活動の展望

火災現象・設計火源グループでは、避難安全設計における排煙設備の設計に関して、複数室が接続する場合の機械排煙や給気口の配置条件に応じた煙性状予測について検討する。避難安全グループでは、引き続き避難出口配置に関する安全性評価について検討し、また近代都市に見られる超高層ビルの安全計画、多人数が集中する公共空間の火災リスク、高齢化社会の研究課題を推進する。構造耐火グループでは、構造架構全体の火災時挙動に関する研究課題も検討対象としつつ、火害診断も含めた構造材料や区画壁の耐火性能に関する研究課題を推進する。こうした火災安全評価・設計体系の高度化に寄与する先端研究を推進し、大規模実験棟を活用した受託研究等により研究成果を社会へフィードバックする。

5. むすび

本研究所の研究組織は、文部科学省が推進した 2 つの COE プログラムを 10 年間で遂行し、2013 年度より私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（プロジェクト名：専門知の共有に基づくアジアの火災安全情報拠点の形成－情報化社会における新しい火災安全のあり方－）を 5 年間推進してきた。これらの実績が評価され期限を定めない研究センターとして 2018 年度より位置づけられ、またその名称も対外的に火災科学研究所と称することが認められた。引き続き、主にアジア圏の火災事故情報を分析対象とし、研究課題を設定しながら火災リスク低減に寄与する研究成果をあげ、アジアの関係者との情報共有によりそれらを普及させる。また、国内においては国土交通大臣による指定性能評価機関として業務を開始するため、その広報及び実務を活発に実施する。

本研究所が運営する「火災安全科学研究拠点」は、文部科学省より共同利用・共同研究拠点として認定を受け、日本での火災科学研究の核としての役割をさらに果たしていく使命がある。引き続き、海外機関との共同研究も実施し、今後ともアジアの拠点として火災科学・火災安全工学の分野において世界で一層活躍の場を拡大させたいと考える。

なお、2020年に本学で開催を計画していた8th Forum for Advanced Fire Education/Research in Asiaは新型コロナウィルスの感染拡大を受けて2021年に開催を延期した。実施に向けて改めて計画を練り直し、社会的な状況も考慮して開催方法等を検討する計画である。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．J. Kida and T. Akitsu, “Prediction of fire hazard of new automotive battery materials using SDS and inorganic chemistry”, International Journal for Fire Science and Technology, accepted.（査読有）
2．T. Akitsu and Y. Onami, “(Editorial) Experience, Data-Driven and Artificial Intelligence in Social (Fire) and Chemical Technology”, Edelweiss Chemical Science Journal, 2, 45-46 (2019).（査読有）
3．居室における出口配置の避難安全性評価 その 1 出口配置の評価手法，小池悠豊，萩原一郎，日本火災学会研究発表会梗概集，pp 46-47，2019（査読無）
4．居室における出口配置の避難安全性評価 その 2 図面調査による評価手法の妥当性の検討，萩原一郎，小池悠豊，日本火災学会研究発表会梗概集，pp 48-49，2019（査読無）
5．建築物が備えるべき消防活動支援性能の分析，平田真佐喜，萩原一郎，日本火災学会研究発表会梗概集，pp 136-137，2019（査読無）
6．居室における出口配置の避難安全性評価 その 2 評価手法の提案と検証，萩原一郎，日本建築学会学術講演梗概集，防火，pp 363-364，2019（査読無）
7．鋼繊維補強コンクリートの高温時力学特性に関する研究，菊地 毅之，新谷 祐介，平島 岳夫，河野 守，日本建築学会構造系論文集，767 号，pp.169-176，2020.1（査読有）
8．H 形鉄骨有孔梁の高温時挙動に関する有限要素解析 その 2 変位予測モデル，村上 晴彦，尹 雄起，宮内 佳紀，河野 守，2019 年度日本建築学会大会学術講演梗概集（防火），pp.7-8，2019.7（査読無）
9．火災時鋼架構における鋼材のばらつきが崩壊モードに与える影響 その 2 崩壊挙動の検討，進藤 瑞生，朴 憙讚，宮木 彰一，河野 守，鈴木 淳一，2019 年度日本建築学会大会学術講演梗概集（防火），pp.15-16，2019.7（査読無）
10. 縮小模型耐火実験に基づく鋼構造架構の火災時挙動に関する研究 その 1：実験計画と常温時材料試験，河野 守，岡崎 智仁，齋藤 真美，高田 明伸，2019 年度日本建築学会大会学術講演梗概集（防火），pp.19-20，2019.7（査読無）
11. Central nucleus of the amygdala is involved in induction of yawning response in rats, Natsuko Kubota, Seiichiro Amemiya, Shinya Yanagita, Takeshi Nishijima, Ichiro Kita, BEHAVIORAL BRAIN RESEARCH, Volume 371, 3 October 2019,（査読有）
12. 鉄筋コンクリート造集合住宅における火災によるコンクリートの強度低下に関する研究，春畑仁一，新井 真，池田憲一，日本建築学会構造系論文集 第 85 巻 第 769 号，439-447，2020 年 3 月（査読有）
13. Effects of opening aspect ratio on facade gas temperatures with and without sidewalls for underventilated conditions, Yoshifumi Ohmiya, Seunggoo Kang, Masaki Noaki, M.A. Delichatsios, Fire Safety Journal, 113 巻 pp 1-8, 2020（査読有）
14. 受熱した鉄筋コンクリートの付着強度に及ぼす再水和の影響，宮部あづさ，小山拓，西尾悠平，鈴木裕士，兼松学，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，2019 年 10 月（査読有）
15. 外装用難燃処理木材の経年劣化を考慮した防火性能評価に関する研究，中村美紀，兼松学，西尾悠平，吉岡英樹，萩原伸治，杉田敏之，清水賢，野口貴文，日本建築学会技術報告集，2019 年（査読有）
16. 積算見積とアンケートに基づく損傷を受けた耐震壁の修復費に関する研究，中村正人，岡野創，衣笠秀行，永野正行，日下彰宏，日本建築学会技術報告集，2019 年 6 月（査読有）
17. Model of Thermal Plume above Cooking Gas Stove for Designing Ventilation, Yuki Shimanuki, Takashi Kurabuchi, Yoshihiro Toriumi and Yasuhisa Asawa, CLIMA 2019, Bucharest, Romania, 2019 年 5 月（査読有）
18. Study on Reproduction of Thermal Plume over a Gas Stove by CFD, Hayato Kiyosuke, Takashi Kurabuchi, Yoshihiro Toriumi, Yuki Simanuki and Yasuhisa Asawa, CLIMA 2019, Bucharest, Romania, 2019 年 5 月（査読有）

19. 難燃処理木材の板厚方向の薬剤分布が燃焼性状に及ぼす影響, 高瀬 椋, 上川大輔, 長谷見雄二, 松山 賢, 日本建築学会環境系論文集, 2019 年 8 月（査読有）
20. Application of Common-use Temperature Sensors to Early Fire Detection, D. Nii, M. Namba, K. Harada, K. Matsuyama and T. Tanaka, Proceedings of the 11th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, 2019.10（査読有）
21. An Experimental Study on Combustion Characteristics of Printers Depending on Geometrical Type and Kind of Plastics Used, J. Lee, Y. Ohmiya, K. Harada, K. Matsuyama, Y. Wang, F. Saito, S. Okinaga, Y. Shintani, A. Jo and J. Kitahori, Proceedings of the 11th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, 2019.9（査読有）
22. 高層事務所ビルにおける全館避難訓練時の階段室内の滞留の発生要因と伝播条件に関する研究, 門倉博之, 関澤愛, 佐野友紀, 水野雅之, 藤井皓介, 日本火災学会論文集, 2019 年 12 月（査読有）
23. The numerical analysis of mass evacuation in Taipei 101 with control volume model, Guan-Yuan Wu, Masayuki Mizuno, Simulation Modelling Practice and Theory, 2019 年 11 月（査読有）

著書

1．日本の近代・現代を支えた建築 建築技術 100 選, 083 防火設備, 萩原一郎, 日本建築センター, pp 214-215, 2019
2．日本近代建築法制の 100 年, 新技術と防火基準, 萩原一郎, 日本建築センター, pp 445-453, 2019
3．平成時代の火災被害から学ぶ, 大宮喜文, 理大 科学フォーラム, pp 20-23, 2019
4．安全工学便覧（第 4 版）, 松山 賢（他約 250 名）, コロナ社, 2019 年 7 月

招待講演

1．災害防止のための静電気基礎, 松原美之, 静電気学会講習会, 東京, 2019/11/12
2．旧式な木造 2 階建て共同住宅の小屋裏を介した火災時の煙・一酸化炭素の流動について, 水野雅之, 日本火災学会, 第 58 回火災科学セミナー, 2019.11.15
3．パフォーマンスを上げるために～運動生理学の知識と実践～, 柳田信也, 豊南高校特別講演, 東京都, 2019 年
4．『情動と学習効果』～嫌なことは忘れない!?～, 柳田信也, 平成国際大学スポーツ科学研究所招待講演, 埼玉県, 2019 年
5．火の効用、火の災害～火の正しい扱い方を知ってほしい～, 松原美之, 大和市桜丘学習センター防災講座, 神奈川, 2020/1/21&1/28
6．「火災の科学」と「消防の科学」, 松原美之, 日本消防ポンプ協会救助装備部会総会, 東京, 2020/2/2
7．ISO 13785-2 大規模ファサード試験を活用した研究事例紹介, 大宮喜文, 日本火災学会講演討論会, 東京, 2020

広報

1．柳田信也, 熱中症からからだを守ろう,介護予防のヒント（野田市市報及び HP）, 2019 年
2．柳田信也, 暑い日は室内で運動, 介護予防のヒント（野田市市報及び HP）, 2019 年
3．柳田信也, 太陽と体の関係, 介護予防のヒント（野田市市報及び HP）, 2019 年
4．萩原一郎, ノートルダム大聖堂火災に火災について, めざましテレビ, 2019.4.17
5．萩原一郎, 燃える廃プラ火災について, 東京新聞, 2019.6.11
6．萩原一郎, 我が家を火災から守る 4 原則, 毎日が発見, 2019.8
7．松原美之, 能代殉職火災, 秋田魁新報, 2019/1/23＆2/21
8．松原美之, 2 年間おさまることのない山火事, フジテレビ「めざましテレビ」, 2019/3/8
9．松原美之, 首里城火災, 朝日新聞, 2019/11/1
10. 大宮喜文, VR 消防教育訓練シミュレーションシステム, 日本経済新聞, 2020

研究課題（研究者別）

秋津　貴城

「新エネルギー材料の潜在的火災危険性に関する研究」

新エネルギー材料としてリチウムイオン電池や燃料電池（水素）を選び、火災の観点から潜在的に危険な材料物質を抽出し、SDS データから機械的に AI 等で火災危険性を予測できるか、出来ないならどのような種類の危険性であるかを事故例と照らし合わせて検討した。またテレビ番組での水素エネルギーの取り上げ方の経年変化と、ホテル火災スプリンクラーの番組を調査して、火災危険性は事故後でないと指摘されないことが示された。

池田　憲一

「鉄筋コンクリート造集合住宅における火災によるコンクリートの強度低下に関する研究」

RC 造集合住宅の一般的な火災を受けた構造部材を対象として、片側加熱により損傷させたコンクリートの加熱面から内側の強度低下の傾向を明らかにし、損傷深さを推定することを目的とした。本稿では、加熱面から採取した直径 100㎜ のコアおよび直径 30㎜ のコア（以下、小径コアと記す）の圧縮強度と受熱温度との関係を明らかにすること、採取したコアの加熱面から内側にかけて損傷深さを推定することが可能であるかを実験的に検討した。

市村　志朗

「消防隊員の消防活動中の熱中症対策に関する研究」

夏季の消防活動における消防隊員の熱中症発症リスク低減を目的とした身体冷却方法の開発を行っている。現在は、深部体温に直接的に効果があるとされているアイススラリーの摂取が酷暑環境下の身体活動時にどのような身体冷却効果を有しているのかについて検討している。

大宮　喜文

「建物火災時の開口噴出熱気流性状に関する研究」

建築物の盛期火災を想定し、可燃物条件および開口条件等をパラメーターとし、開口噴出熱気流性状に関する研究を実施する。火災室内で未燃焼の可燃性ガスが開口から噴出し燃焼した場合の開口噴出熱気流性状への影響を定量的に把握し、建築物の延焼拡大防止評価手法を提案する。

兼松　学

「難燃薬剤処理木質材料の耐久性評価に関する研究」

近年、建物の外装材に木材を用い、防火性の観点から難燃処理木材を使用するが、雨にさらされることで薬剤が溶脱し、所要の性能を維持できなくなることが懸念される。本研究では、国内における外装用難燃処理木材の経年劣化を考慮した防火性能評価方法を確立することを目的とし、難燃薬剤処理木質材料の劣化メカニズムを明らかにするとともに、乾湿繰り返しサイクルの促進劣化試験方法の開発を進めている。

倉渕　隆

「飲食店の火気器具に設ける上引きダクトの火災抑制方策の検討」

飲食店の火気器具に設ける排気用のダクトは、内壁に付着した油分やホコリ等が調理中の火の粉や火炎によって着火し、火災に至ることがある。炭火焼肉店等では、火源とダクト吸込み口が至近距離にあり、火災事例も散見される。この解決にはダクト清掃等のメンテナンスと適切な離隔距離の関係を実験的に見出す必要がある。そこで、(一社)日本空調システムクリーニング協会を事務局とし、研究委員会形式で検討を実施する予定である。

衣笠　秀行

「地震時機能継続性の観点からの都市の耐震性研究」

近年の地震における東京の機能麻痺と混乱など、経済活動や都市機能の地震に対する脆弱性が明らかになってきた。本研究は、近年増大する大地震に対する都市の脆弱性への懸念を背景に、現行耐震基準で設計される建物の機能停止に対する耐性の現状と、地震時機能維持の観点から付与すべき耐震性レベルを明らかにすることを目的とする。本研究の大目標は機能継続性の観点から見た首都東京の耐震性の現状を明らかにすることにある。

河野　守

「限界状態設計型の鋼構造耐火設計法の研究」

耐火性能に関わる全ての現象にはばらつきがあり、確率論的にこれらを合理的かつ系統的に取り扱った設計体系として構築することを目標としている。そのために、例えば有孔 H 形鋼梁の耐火実験およびその数値解析による再現、多層・多スパン鋼構造架構のリダンダンシーと崩壊温度のばらつきの関係等を実験的、解析的に明らかにする。また、複数室にわたり延焼する場合の火災室温度の推移について、可燃物のばらつきを考慮したうえで統計的に検討する。

庄野　厚

「FRP 廃材を用いた人工骨材の調製と性能評価に関する研究」

FRP（繊維強化プラスチック）は軽量かつ強度に優れた材料であるが、高耐性であるために廃材の処理方法が確立されていない。そこでリサイクル技術として、破砕した FRP 廃材とバインダーとしてエポキシ樹脂やセメントと混練・造粒することで人工骨材の調製を試みる。骨材の成分条件や造粒条件、さらには混和材添加条件などを変化させて調製した造粒物の骨材性能（形状、力学特性、熱的特性など）について検討する。

萩原　一郎

「消防活動支援性能に関する研究」

本研究は、建築物に必要な消防活動を支援する性能を明らかにし基準の提案を行う。消防活動の困難性を分析するため、被害が大きい火災事例及び火災報告データを用いて消防活動時間を分析した。消防活動時間が長い事例では、建物内部に進入する開口部に問題がある場合が多い。諸外国における消防アクセスに関する基準を調査し、また、国内における非常用の進入口の実態調査を行った結果を踏まえて、具体的な基準を提案した。

「避難安全のためのセキュリティ対策」

最近増えている避難経路上にあるアクセス制限などのセキュリティの実態調査を行い、発生が予想される事故や危険について分析し、避難安全を確保するため対策を検討する。成果は避難安全に関するセキュリティ（アクセス制限）のガイドラインとしてまとめ、安全な建築計画に資することを目的とする。今年度は、セキュリティ事業を行う企業、鍵の業界団体に対してヒアリング調査を実施した。

松原　美之

「化学火災の被害軽減の研究」

化学火災（容易に着火する、火災の拡大が急速である、消火が困難である等の化学物質が関与する火災）である産業現場で発生した爆発・火災事故の分析行うとともに、ヒューマンエラー・静電気など原因となる事象について研究する。海面上に流出した石油液体の着火条件の解明、集合知等の ICT 技術の応用などについて、化学火災被害軽減につなげる視点から研究する。

「消火・難燃化と延焼抑制に関する研究」

環境負荷の小さなプラスチック難燃化剤の難燃化機構の解明、粉末消火薬剤の能力評価手法の検討、都市延焼火災を阻止する技術の提案など、物理・化学の側面からの火災被害の低減のための研究を実施する。

松山　賢

「テラヘルツ電磁波を利用した火災安全工学分野への応用」

テラヘルツ電磁波は、光とミリ波の間の周波数を持つ、光の空間分解能とミリ波と同等の物質透過能力を併せ持つことから様々な分野で注目されている。また、ガスそれぞれに固有の吸収線があり、そのパターンによってガスの種類を特定することができる。火災時の消防活動支援を目的に、この周波数帯を用いた新しいイメージングやセンシングの火災安全工学分野における応用を目指す。

水野　雅之

「高層オフィスビルからの全館避難訓練の調査」

高層ビルからの全館避難は災害時に生じ得る事象で、これをスムースかつ安全に実施する方策を検討する必要がある。東京都内のオフィスビルでの全館避難訓練を順次避難シナリオに基づく避難誘導を放送により行い、階段内の避難状況を観察し、その流動を分析した。階段内の避難流動を高めるため、階段内に警備員を配置し、その声かけにより階段降下時の密度の低下を防ぐ対策を施したが、明確な流動量の増大は確認できなかった。

「グループホーム（GH）における介助による水平避難の分析」

入所者の移動は、介助者が入室してから退室するまでの避難準備時間と、退室してから一時退避場所に移動する移動時間との和で表される。台湾の高齢者福祉施設において避難準備時間と移動速度に関する調査を実施した。

柳田　信也

「消防隊員の活動安全性向上のための生理学的解析」

消防隊員の火災や救助現場における活動安全性を向上するために、実際の消防活動中の身体的および心理的負荷の定量化を生理学的見地から測定している。その解析結果を基に、消防隊員のこころとからだのフィットネス向上プログラムの開発に取り組む。現在は特に、研究ターゲットとして熱中症対策について実験的に検討を進めている。

赤外自由電子レーザー研究センター

赤外自由電子レーザー研究センターについて

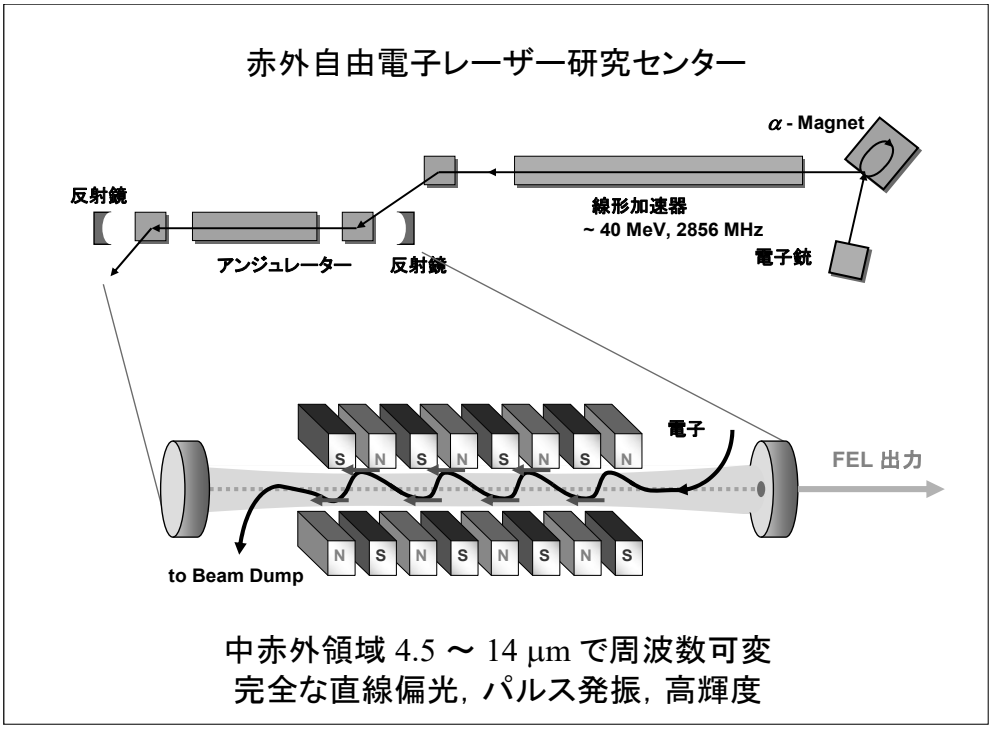
1. 概要

赤外自由電子レーザー研究センター（FEL-TUS）の中核となるのは、線形加速器と光共振器を組み合わせた 4.5～14μｍの波長範囲で高出力ピコ秒パルスを発生する、中赤外領域に特化した自由電子レーザーである。研究センター棟は鉄筋コンクリート地上 1 階の建物で、実験室が 3 室、光分配室、研究室、会議室が各 1 室ある A 棟と、FEL 装置室、制御室、電源室等がある B 棟から構成されており、総床面積は 593m^2、使用可能な実験室合計面積は約 160m^2 である。現有設備として、リフレクトロン型飛行時間型質量分析装置、四重極質量分析装置、各種ナノ秒およびフェムト秒レーザー装置、顕微 FT-IR 装置等が設置されており、FEL-TUS と組み合わせた各種分光計測が実施可能である。

FEL-TUS は科研費・学術創成研究による研究プロジェクト「赤外自由電子レーザーの高性能化とそれを用いた光科学」（1999-2003 年度）の拠点として本学野田キャンパスに設置された。FEL-TUS は分子の指紋領域であるところの中赤外領域における周波数可変・高出力光源としての特徴を生かした「光科学研究」を重点的に推進する施設としては、わが国で最初のものである。現在は本学の教員・学生を始めとして、他大学・試験研究機関および企業の研究者が光利用実験に参加しており、主に分光学、分子科学、材料科学に関わる基礎・応用研究を実施している[1,2]。

2. センターの構成と施設設備

電子の速度が光速に近づくと、電子の運動方向が変化するときに発する電磁波の伝播方向は電子軌道の接線方向のみに集中し、これをシンクロトロン放射光と呼ぶ。アンジュレーターとは、永久磁石の薄い板を規則的に張り合わせたものを上下に配置して、正弦的に変調された磁場を作る放射光発生デバイスである。その磁場の中を高速電子が通過すると、電子が蛇行運動してシンクロトロン放射光が発生するが、ある特定条件下では蛇行軌道上の全ての点で発生した電磁波が重なり合って互いに干渉して、強い単色光となる。アンジュレーターと反射鏡とを使って光共振器を構成し、レーザー発振を起こさせる装置が FEL である。

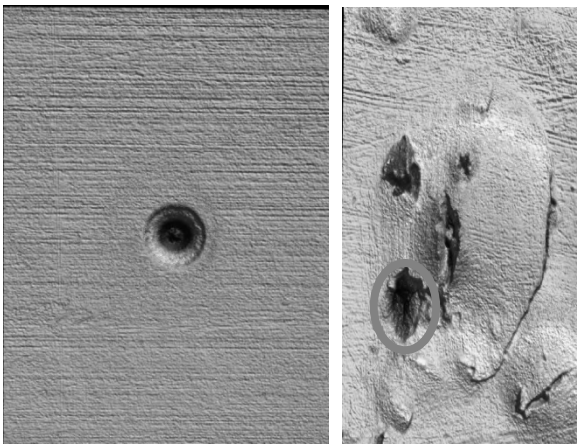


FEL-TUS は中赤外領域で波長可変かつ完全な直線偏光性を有し、パルス発振による高い尖頭出力を誇る。FEL-TUS の波長領域は分子の種類によって吸収スペクトルが顕著に異なるいわゆる「指紋領域」と呼ばれる領域を含むことから、選択的な分子過程に基づく新たな研究・応用が期待される。多くの研究者・技術者が可視・近赤外レーザー光の周波数変換によって高出力中赤外光を得ようと試みているが、いまだ実用的な強度には達していない。古くから炭酸ガス（CO_2）レーザーがこの領域での高出力光源として利用されているが、波長掃引範囲が 10μm 付近のごく一部に限られている。その意味で、現在 FEL は中赤外領域における唯一無二の周波数可変光源である。

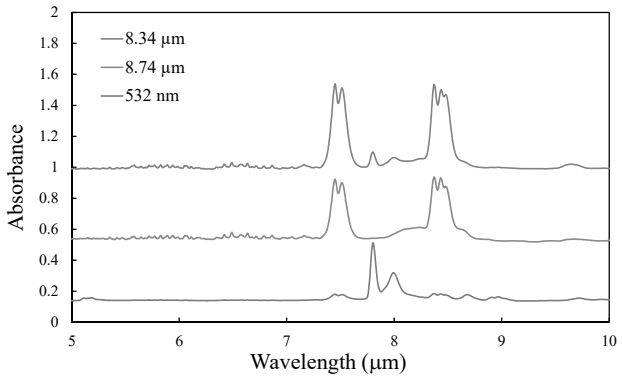
3. 活動報告

3. 1. 材料科学への応用

対象物を瞬間的に蒸発／分解させるレーザーアブレーション技術は、フラーレンなどのナノ物質の創出や薄膜生成などの学術領域から、半導体製造工程や医療技術などの産業領域に至るまで幅広く利用されている。従来のレーザーアブレーションに関わる研究で利用されている光の波長は主に紫外・可視領域であり、特定の波長で発振する Nd:YAG レーザーやエキシマレーザーが使用されている。しかし高分子材料を対象にした場合、紫外・可視領域の光吸収は微弱でブロードなピークである事が多いため、それらの波長ではレーザーアブレーションを起こしにくい。そこで、現在では赤外領域に振動遷移に基づく鋭い吸収ピークが存在している事を利用した、CO_2 レーザーや量子カスケードレーザーを用いたレーザーアブレーションが注目され始めている。しかしそれらの発振波長は極めて限定的であり、閾値のデータを収集しにくい事が産業に応用されることへの障害となっている。2019 年度はフッ素樹脂に対する中赤外領域のレーザーアブレーションについてフルエンス閾値と表面反応過程について考察した。フッ素樹脂は耐熱性、耐薬品性などの特徴を持つ事から、医療業界での応用が期待されている一方で、その加工の難しさから敬遠されている材料でもある。



例えば上図は PTFE（テフロン）のレーザーアブレーションによって加工された表面の形状をレーザー顕微鏡で観察したもので、左側が FEL（波長 8.34μm;テフロンの赤外吸収ピークの一つに共鳴）、右側が YAG レーザー（波長 532nm）によるものである。FEL で加工された表面では非常にきれいな穿孔形状が見られるのに対して、YAG レーザーでは加工部分（赤丸で示した部分）で穿孔が認められるが、その形状は FEL に比べて歪んでおり、かつ加工部分の周囲が乱雑な形状となっている。これは 532nm の光が効率よく PTFE に吸収されず、レーザーアブレーションを起こすためにより高いレーザーフルーエンスを供給しているため、加工部の周囲に熱拡散が起こったためと考えられる。一方 FEL ではある特定の振動準位に共鳴した波長で照射する事により、効率的な光吸収が起こり照射領域のみでレーザーアブレーションが起こっていると推察される。なお PTFE の赤外吸収がない領域、例えば波長 6.0μm で照射してもアブレーションは観測されず、FEL による振動多重励起が進行していることは明らかである。



上図は内部を真空にしたステンレスセル内にPTFEを設置し、レーザーアブレーションを起こした際に発生するそのガスの赤外吸収スペクトルを示したものである。FEL照射（8.34μmと8.74μm）では、どちらも同じFT-IRスペクトルを与え生成物は同一であるが、532nmによる生成物は明らかにFELと異なっている。NISTに公開されているデータベースの分子の赤外吸収スペクトルと比較すると、FELでのレーザーアブレーションではC_2F_4が主に発生していて、YAGレーザーによるレーザーアブレーションでは主生成物がCF_4やC_2F_6であることが確認できた。これは赤外光と可視光で、アブレーション反応過程が異なることを示唆している。

3. 2. 生命科学への展開

ペプチドの自己集合体は生命機能の発現において様々な役割を演じている。アミロイド線維はその典型例であり、アルツハイマー病のようなアミロイドーシス疾患の発症に深く関与する。またある種のアミロイド線維は細菌から真核生物に至る幅広い生命システムにおいて遺伝子発現の機能制御因子として働いている。アミロイド線維に共通する構造的特徴は、生理的条件下で極めて安定に存在するβ-sheetでスタックされた疎水性の強い凝集構造である。そのような強固なファイバー構造は材料分野において生体親和性バイオマテリアルとしても有用である。従って、アミロイド線維の構造を制御する技術は、アミロイドーシス疾患の治療やアミロイド線維が関与する細胞機能の制御のみならずファイバー型生体材料の構造加工においても有用な方法となる可能性を秘めている。本センターではこれまで波長6μm辺りで発振する中赤外FELによるアミロイド線維の構造分解について明らかにしてきたが、今回初めて、生体組織への浸透性が高い波長50-100μmのテラヘルツ自由電子レーザーによる照射実験を試みた。発振装置は大阪大学産業科学研究所のTHz-FELを用いた。モデル試料としてカルシトニン断片DFNKFを基板上で線維化して乾燥させた後、60-100μmの様々な波長のTHz-FELを室温にて照射した。赤外顕微鏡を用いて照射後のペプチドの赤外吸収スペクトルを測定した結果、興味深いことに74μmと80μmでの照射によって1650cm^{-1}付近の2本のアミドⅠバンド（C=O伸縮振動）が非照射に比較して高波数側にシフトし、3300cm^{-1}のOH伸縮振動ピークがブロード化した（図1）。またタンパク質二次構造解析の結果、非照射に比較してβ-sheetが減少しα-helix、turn、other conformationが増大することが判明した（図2）。97μmと60μmでは構造変化がほとんど起こらなかった。一方、90℃までの単なる加熱処理ではβ-sheetが増大しα-helixが減少した。このことはTHz-FELによる照射効果は加熱効果とは全く異なる作用であることを示唆している。

以上の実験結果により、テラヘルツ領域の波長の中で70-80μmの遠赤外レーザーがアミロイド線維の構造を劇的に解離することがわかった。この解離現象がDFNKFに特徴的なものかどうかについては、今後その他の種類のアミロイド線維についても同様に照射実験を行い構造分析する必要があるが、解離する原因としてテラヘルツ波のエネルギーがペプチドの凝集構造に吸収されてβ-sheet間の水素結合が切断される機構が考えられる。そのエネルギー吸収の最も強い波長が80μm辺りに存在する。THz-FELによるエネルギー吸収が凝集体特異的であるならば、細胞組織に含まれるアミロイド線維を正常組織と区別して選択的に破壊できる可能性が期待される。

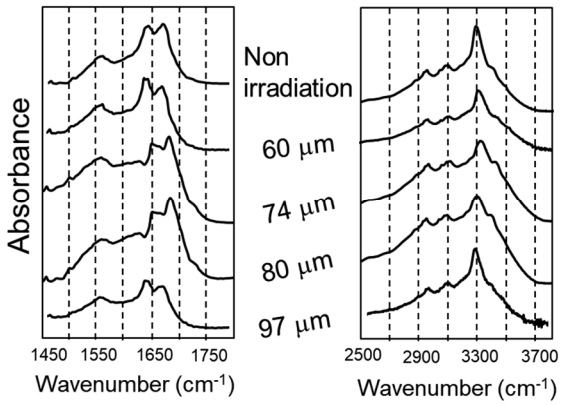


図 1　FT-IR spectra of DFNKF peptide before and after THz-FEL irradiation.

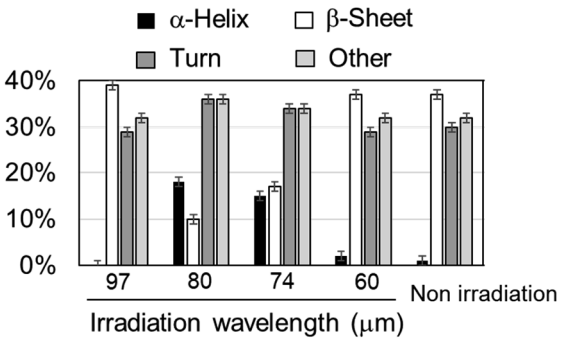


図 2　Secondary structure analysis.

以上の研究成果は、東京理科大学と大阪大学との共同プレスリリースとして発表され(2019/8/27)、国内外合わせて 30 以上のメディアに取り上げられた。
https://www.tus.ac.jp/mediarelations/archive/20190826001.html
https://www.eurekalert.org/pub_releases/2019-08/tuos-hlc080819.php

（メディアの一例）

EurekAlert! AAAS

HOME NEWS RELEASES MULTIMEDIA MEETINGS PORTALS ABOUT

NEWS RELEASE 8-AUG-2019

High-energy lasers could be used to treat Alzheimer's disease in the future

Far-infrared free-electron laser is useful in breaking down protein aggregates and has attractive applications in medicine and bio material engineering

TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

SHARE PRINT E-MAIL

Amyloid fibrils are a type of self-assembled proteins/peptides that take on a stacked sheet-like formation. Amyloid fibril aggregates are known to be a cause of several diseases--including Alzheimer's--and therefore, it is of immense scientific interest to understand how these aggregates can be broken. Some types of amyloid fibrils also play a role in regulation of gene expression in some organisms. It is also thought that the fiber-like formats appearing in these aggregates act as scaffolds on which to cultivate biomaterials. Therefore, a suitable technique for breakdown or "dissociation" of amyloid protein fibrils is critical from the perspective of medical treatment, modification of biological structures and functions, and even biomaterial engineering. A collaborative group of Japanese scientists from the IR Free Electron Laser Research Center at Tokyo University of Science and The Institute of Scientific and Industrial Research at Osaka University, consisting of Dr Takayasu Kawasaki, Prof Koichi Tsukiyama, and Asst Prof Akinori Irizawa, has now shown that a far-infrared (FIR) free-electron laser (FEL), called FIR-FEL, can be used to break down amyloid protein aggregates, which is a

4. 研究活動の展望とむすび

当センターは現在光ビームプラットフォームおよび NEDO の支援を受け、当センターがこれまで培ってきた学術的知的資産および FEL 光利用の技術的ノウハウを学外に提供することにより、産業界、大学・独立行政法人等への共用を促進し、1. 新規計測技術の開発、2. 化学、物理学、分子科学分野、3. 材料科学・物性科学分野、4. 生物化学分野における基礎および応用研究を推進し、これらの分野における赤外光利用研究拠点を形成することを目指している。

光ビームプラットフォームについて

光ビームプラットフォームは放射光施設（KEK、Spring-8、佐賀 SR、愛知 SR、兵庫県立大学、立命館大学 SR）とレーザー施設（阪大および東京理科大学）によって構成されており、

・阪大、理科大の過去のユーザーの利用事例を分析し、放射光利用との連携によりより高度な解析ができる分野や研究例などを把握

・既得ユーザーに対して積極的に放射光利用の斡旋勧誘活動
・放射光ユーザーの取り込みのためのアピール、チャネルの構築利用できる設備の詳細情報のパンフレットの作製
・レーザーと放射光の活用をテーマとした研究会の立ち上げ

等を計画している。以上のような活動を通じて「放射光施設との連携利用を“常識化／定式化”して、レーザーと放射光の融合領域の産学官の研究開発を活性化し、新領域や次世代の産業育成およびイノベーションへの貢献に寄与する。

NEDO について

高輝度・高効率次世代レーザー技術開発プロジェクトにおいて、特に次々世代加工に向けた新規光源・要素技術開発を推進している。参画機関は産総研、浜松ホトニクス、高エネルギー加速器研究機構（KEK）および KEK から委託を受けている東京理科大学である。当センターでは、各種の高分子材料の FEL によるアブレーション過程の分子科学的な機構解明を行っている。KEK は現在高効率加工プロセス用中赤外高出力 FEL 光源の開発を、また浜松ホトニクスは高出力 QCL（量子カスケード）レーザーの開発を進めており、様々な中赤外高出力光源による材料加工の実現性を検証することを目的としている。

センターの運営について

自立化に向けて平成 28 年度より利用料金を改定し、学内利用者についても課金を実施することとした。

利用料金表（2019 年 4 月現在）

利用形態	利用者	料金
学術利用	学内	10,000 円／半日（3 時間以内）
		20,000 円／日
	学外（大学・研究機関等）	25,000 円／日
成果公表	企業	40,000 円／日
成果非公表	企業	250,000 円／日

ハードウェアについて

装置運転を開始して 15 年以上経過した現在、ハードウェアの老朽化は避けるべくもなく、この対応は今後の大きな課題の一つである。その課題に対し、当センター独自では予算、人員面で不十分であり、最先端の加速器開発研究力を有する高エネルギー加速器研究機構（KEK）・加速器研究施設からの支援に依存しているのが現状である。

現在発振していない遠赤外 FEL については、平成 26 年度末に外部委員を中心とする FEL 将来計画委員会の答申に基づき、平成 27～28 年度にその設置可能性について議論されたが、現状ではその増設については困難な状況である。

国内において稼働している自由電子レーザーは、京都大学エネルギー理工学研究所に設置されている中赤外自由電子レーザー（http://www.iae.kyoto-u.ac.jp/）と大阪大学産業科学研究所に設置されている遠赤外自由電子レーザー（http://www.sanken.osaka-u.ac.jp）の 2 基である。後者については、発振波長領域が 40～110μm すなわち THz 領域であり、当センターと波長の重複がないことから相補的な赤外レーザー光源となりうるので、より連携を深めていく。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．Photo-modification of melanin by a mid-infrared free-electron laser, T. Kawasaki, A. Sato, Y. Tominaga, Y. Suzuki, T. Oyama, M. Tadokoro, K. Tsukiyama, K. Nokihara and H. Zen, PHOTOCHEM PHOTOBIOL 95: 946-950 (2019) DOI:10.1111/php.13079

2．Wavelength dependence of poly(hydroxystyrene) ablation by mid-infrared free electron laser, M. Toriumi, T. Kawasaki, M. Araki, T. Imai and K. Tsukiyama, J PHOTOPOLYM SCI TEC 32, 189-193 (2019)

3．Investigation by DFT methods of the damage of human serum albumin including amino acid derivative Schiff base Zn (II) complexes by IR-FEL irradiation, Y. Onami, R. Koya, T. Kawasaki, H. Aizawa, R. Nakagame, Y. Miyagawa, T. Haraguchi, T. Akitsu, K. Tsukiyama and M. A. Palafox, INT J MOL SCI 20, 2846 (2019) DOI: 10.3390/ijms20112846

4．Dissociation of a fibrous peptide by terahertz free electron laser, T. Kawasaki, K. Tsukiyama and A. Irizawa, SCI REP-UK 9:10636 (2019) DOI:10.1038/s41598-019-47011-z

5．Study on irradiation effect of mid-infrared free electron laser on hen egg-white lysozyme by using terahertz-time domain spectroscopy and synchrotron-radiation vacuum-ultraviolet circular-dichroism spectroscopy, T. Kawasaki, Y. Izumi, G. Ohori, H. Kitahara, T. Furuya, K. Yamamoto, K. Matsuo, M. Tani and K. Tsukiyama, J INFRARED MILLIM TE 40, 998-1009 (2019) DOI: 10.1007/s10762-019-00626-9

6．Degradation of human serum albumin by infrared free electron laser enhanced by inclusion of a salen-type Schiff base Zn (III) complex, Y. Onami, T. Kawasaki, H. Aizawa, T. Haraguchi, T. Akitsu, K. Tsukiyama and M. A. Palafox, INT J MOL SCI 21, 874 (2020) DOI:10.3390/ijms21030874

研究課題（研究者別）

築山　光一

「遠赤外誘導放射過程に関する研究」

ヨウ素分子（I_2）などの簡単な分子においても高励起状態におけるエネルギー緩和ダイナミクスについては不明な部分が多い。I_2 のイオン対状態は古くから数多くの分光学的研究の対象になってきた。特にイオン対状態間の ASE による輻射過程に関しては、様々な状況証拠からその存在は示唆されているものの、発光波長が近赤外から遠赤外領域にあるために、発光の直接検出は行われてこなかった。本研究では分子の Rydberg および ion-pair 状態間の THz 領域における光学遷移を直接検出し、黒体放射遷移等多彩な励起状態ダイナミクスを state-to-state に解明する。

今井　貴之

「FEL 装置高性能化に関する研究」

中赤外自由電子レーザーの高性能化に取り組み、年度を通じて安定的な装置運転、ビームタイムを実現した。FEL 性能を左右する電子ビーム発生源・RF 電子銃は、導入した Ir_5Ce カソードが引き続き高出力を維持し、交換による装置シャットダウンも必要なく、光利用研究の推進を効率的なものにしている。パルス切り出しに必要なサイラトロンの交換時期が近づいており、今後の装置運転を見据え、大電力高周波電源の一部改造を検討している。

川崎　平康

「生命科学及び環境科学への FEL の応用研究」

赤外自由電子レーザーを生命科学及びグリーンテクノロジーへ応用する研究に取り組んでいる。遠赤外波長で発振するテラヘルツ FEL がアミロイド線維の構造解離に有効であることを大阪大学産業科学研究所との共同研究により見出した。また日本大学量子科学研究所との共同研究によってセルロースに含まれるグルコシド結合を近赤外波長と中赤外波長の FEL を用いて分解することに成功した。医療技術や環境保全対策技術として FEL を発展させることを目指している。

光触媒国際研究センター

光触媒国際研究センターについて

1. 概要

光触媒は日本発の世界をリードする科学技術の一分野であり、エネルギー・環境問題を解決する鍵となる技術として、その将来性が非常に注目されている。現在、主に使用されている光触媒の代表例として「酸化チタン」があげられる。酸化チタンに紫外光を照射すると、「酸化分解力」と「超親水性」の二つの機能が発現し、前者は消臭、抗菌、防汚などに、後者は防曇、防汚（セルフクリーニング効果）などに有効である。

さらに、まだ実用化までには至っていないものの、光触媒のホンダ・フジシマ効果に端を発する水の水素・酸素への完全分解、並びに二酸化炭素還元による燃料・有価化成品の合成（人工光合成）についても長年活発な研究開発が続けられている。

このような背景のもとに、本センターは、光触媒及び関連分野の競争力強化のために必要な光触媒総合システムの戦略的研究開発と、光触媒によるグリーン・イノベーションを担う優秀なグローバル人材を育成する拠点として、経済産業省「イノベーション拠点立地支援事業（技術の橋渡し拠点整備事業）」に採択され、前身のエネルギー・環境光触媒研究部門を発展的に解組し、2013 年 4 月にスタートした。

2. センターの構成と施設設備

光触媒国際研究センターは 2013 年 4 月に野田キャンパスにオープンし、学内外の教員および研究者 40 名強を中心にスタートした。地上 4 階建ての延床面積 2,600㎡の建屋には 22 の研究室を配置し、大型の分析装置を始め、この中でほとんどの実験が行えるように研究設備を導入している。また、学部・大学院生だけではなく外国からのポスドク研究員や企業の研究員も加わり、活発な研究活動を行っている。

写真　光触媒国際研究センターの外観

本センターでは、光触媒に関連する要素技術を便宜上 3 つのユニットに分けているが、各ユニットで開発した要素技術を集積し、光触媒の高性能化、さらには新機能創成にむけた開発を進めるべく、それぞれのユニットが連携を取り合っている。エネルギー・環境問題の解決に向けたサイエンス・テクノロジーの展開を成果目標に掲げ、社会貢献も積極的に行っている。さらに、公的機関や民間企業にも参画していただき、光触媒産業の活性化のための市場開拓も行えるような体制を整えている。

研究開発設備については、本センター内に以下のような施設設備を設置している。

材料作製機器

大型電気炉、ディップコーター、RF スパッタ装置、マイクロ波プラズマ CVD 装置、反応性イオンエッチング装置

材料評価機器

電界放出型走査電子顕微鏡、X 線回折装置、光電子分光装置、マトリックス支援レーザー脱離イオン化飛行時間型質量分析装置、紫外・可視・近赤外分光光度計、赤外分光光度計、レーザーラマン分光光度計、ガス・蒸気圧吸着測定装置、超薄膜スクラッチ試験機

光触媒機能評価装置

キセノンウェザーメーター、大型紫外線照射装置、光触媒水分解評価装置、ソーラーシミュレーター、接触角計、ガスクロマトグラフ質量分析計、液体クロマトグラフ、リアルタイム PCR 装置、臭気計測装置、触媒分析装置、防曇性評価装置、NOx 測定システム、防汚試験機

バイオ関連機器

植物細胞培養装置、動物細胞培養装置、微生物培養装置、植物工場

3. 各研究グループの活動報告

本センターは主に下記 3 つのユニットで研究活動を行っている。各ユニットにおける研究成果を以下に記す。

3. 1. セルフクリーニングユニットについて

2019 年度セルフクリーニングユニットでは、有機樹脂への高耐久性光触媒被膜の形成、および室内光源の変化（蛍光ランプから白色 LED ランプ）への対応、そして光触媒の新しい展開を見据えて、以下の重点項目について検討を行った。柔軟な有機高分子薄膜上への酸化チタンセルフクリーニングコーティング、光触媒を用いた過酸化物生成による微生物の不活化、微生物選択的な不活化を示す光触媒の開発、多形の酸化チタンが担持された新しい紫外・可視光応答型光触媒フィルタの開発、ソーダライムガラス上へのチタニア薄膜直接コーティングを目的としたチタニア薄膜の光触媒活性に与える Na 添加の影響、多孔質ガラスファイバークロスと酸化チタンを組み合わせた高効率光触媒複合体の作製、鉄錆を用いた有機廃液処理と水素生成、可視光応答型光触媒材料の探索などを行い、汚れ付着防止に加えて抗菌性を付与した外装・内装材用セルフクリーニング材料、光触媒材料の塗装・コーティング技術などの実現を目指して研究を進めることができた。

3. 2. 人工光合成ユニットについて

2019 年度は安倍総理大臣による世界経済フォーラム（ダボス会議）での基調講演によって、光触媒がカーボンリサイクル技術の有力候補として脚光を浴びた年であった。そのため本グループのメンバーは積極的に各所にて講演・宣伝活動を行った。具体的には、2019 年 4 月に独立行政法人経済産業研究所の BBL セミナー（藤嶋）、同月に日本学術会議公開シンポジウム（工藤）、7 月に一般財団法人石炭エネルギーセンター主催の CCT ワークショップ（寺島）、9 月は第 28 回クリーン・コールデー国際会議とカーボンリサイクル産学官国際会議（藤嶋）、また、10 月は首相官邸でのグリーン・イノベーション・サミット・レセプションへの参加と RD20(Research and Development 20 for Clean Energy Technologies)(藤嶋)、2020 年 2 月には第 6 回カーボンリサイクル・イノベーション研究会（寺島）等で講演を行った。また、3 月は外務省と連携し CCUS/Carbon Recycling Seminar を行い、メンバーも参加し、本センター見学会も実施した（鈴木（孝））。一方、水分解光触媒は水と太陽光からクリーンなエネルギー源である水素を製造できるため、長年注目を集めている。可視光照射下（λ＞420nm）で水分解活性を向上させるため、根岸と川脇は助触媒と呼ばれる金属ナノ粒子の研究を推し進め、井手本・北村・石田は SPring-8 で放射光 X 線全散乱実験を行い、機能性酸化物材料の局所構造解析を行った。さらに、XAFS 測定にて酸化状態の解析と測定した元素の局所構造の検討によって、材料合成を基礎科学的見地からバックアップした。また、工藤は Highly Cited Researchers 2019 に選出され、資源・エネルギー・環境問題の解決に向けた光触媒を用いた人工光合成の研究において、高被引用論文著者として影響力のある科学研究者として認められた。以上の活動を通して、本ユニットが世界的な人工光合成研究の中心であることを内外に発信した。

3. 3. 環境浄化ユニットについて

環境浄化グループでは、下記の研究項目について検討を行った。

脱臭・水処理装置の分野については、本学スペース・コロニー研究センターと共同で、また宇宙航空研究開発機構（JAXA）とも連携して、宇宙の閉鎖空間内における水・空気再生技術の開発に取り組んだ。特に、各種光触媒やボロンドープダイヤモンド電極を用いた高効率での水・空気処理技術の開発を進めた。また、ナノサイズの細孔を有するアナターゼ結晶であるチタニアナノスケルトンに対して白金ナノ粒子を担持した光触媒が、VOC に対して優れた吸着能、光触媒活性を有することを明らかにした。今後は、光触媒による宇宙居住空間内の ECLSS（主に空気再生および微生物制御）に関するプロジェクトを、JAXA や企業との連携により進めていく。

抗菌・抗ウイルス分野については、光触媒を用いた過酸化物生成による微生物の不活化につい

て検討を行った。酸化タングステン光触媒とエタノールを組み合わせた芽胞形成菌の不活化に関して、可視光のみの照射により過酸化物が発生し、芽胞の不活化が可能であることを確認した。したがって、酸化タングステンを光触媒として用いた場合は、エタノールの酸化分解により過酸化物が生成し、不活化に寄与するものと考察した。さらに、微生物選択的な不活化を示す光触媒の開発についても検討を行った。

その他、近年生理活性物質として注目されている希少糖を、光触媒を用いることで天然に豊富な糖から合成する技術についても検討を行った。原料糖としてグルコノラクトン、光触媒としてルチル型の酸化チタン光触媒を用いた時に、4 糖であるエリトロースの収率が顕著に向上することを見出した。さらに、単糖だけでなく、希少 2 糖をも合成することも可能であることを発見した。

なお、上記の成果はグループ間の連携により成果が得られた。

4. 研究活動の展望

個々のユニットでの研究を深化させるとともに、ユニット間連携を通じて新技術を創製することで、光触媒化学の発展に貢献することを目指す。また、研究成果を積極的に外部に発信することで、光触媒研究の中核機関としてのセンターの認知度をさらに向上させる。文部科学省の共同利用・共同研究拠点事業では、国内外の研究者との共同研究を数多く実施し、(国際) 共著論文数の増加に努める。

私立大学研究ブランディング事業で採択され、2017 年度にスタートしたスペース・コロニー研究センターとは密に連携し、光触媒技術の宇宙での利活用（一例として、月面農場や閉鎖環境課における水・空気清浄）に向けた研究・開発を積極的に取り組む。また、光触媒工業会により 2018 年に始動した「きれい JAPAN プロジェクト」活動と協同し、光触媒の市場拡大・活性化の促進に貢献する。2019 年の世界経済フォーラム（ダボス会議）における首相の基調講演以降、二酸化炭素を資源として認識し、回収した二酸化炭素を燃料や素材として再利用するカーボンリサイクルが注目を集めていることから、光触媒を核としたカーボンリサイクルに関する研究開発を加速していく。

2020 年の新型コロナウイルス（COVID-19）の世界的流行により、社会が大混乱に陥っている。収束後も、公衆衛生に対する関心がこれまで以上に高まると想定されるため、光触媒の抗菌・殺菌作用を活かした医学や衛生分野への応用研究を重点化していきたい。

5. むすび

本センターは 2015 年度より光触媒研究の加速的な推進と光触媒技術の発展・普及を目指す研究ネットワークの中核として、文部科学省より「共同利用・共同研究拠点」に認定されているが、共同利用・共同研究拠点としてのこれまでの活動が認められ、2018 年に文部科学大臣より平成 30 年度「特色ある共同研究拠点の整備推進事業～機能強化支援～」に採択された。

今後も、本センターのみに整備された光触媒性能評価装置等を広く開放し、優れた研究者コミュニティの集結による共同研究を推進することで、光触媒研究の中核機関として役割を果たす。また、認定された「光触媒研究推進拠点」を基に共同利用・共同研究を推進することで、日本発の技術の宣伝とこれを契機としたより一層の光触媒技術の発展を先導する活動を引き続き展開していく。

なお、2020 年度が「共同利用・共同研究拠点」の最終年度であるため、拠点認定終了後も継続的な活動を行えるような体制作りに努める。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文（すべて査読あり）

1．“Hydrogen Production System by Light-Induced α-FeOOH Coupled with Photoreduction”, Tetsuya Yamada, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Nobuhiro Matsushita, Kiyoshi Okada, Akira Fujishima, Ken-ichi Katsumata, Chem. -Euro. J., 26, 2380-2385 (2020)

2．“Fabrication of Silica Nanoparticle Monolayer Arrays Using an Anodic Aluminum Oxide Templete”, Kazutoshi Sekiguchi, Takayuki Nakanishi, Hiroyo Segawa, Atsuo Yasumori, ACS Omega, 4, 14333-14339 (2019)

3．“Current Perspective of Sustainable Surfactants Based on Renewable Building Blocks”, Avinash Bhadani, Ananda Kafle, Taku Ogura, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, Hideki Sakai, Masahiko Abe, Curr. Opin. Colloid Interface Sci., 45, 124-135 (2020)

4．“Photopatterning of PEDOT Derivatives with Photoacid Generators and Acid Amplifiers Generating Polystyrenesulfonic Acid”, Koji Arimitsu, Eishiro Hiraga, Masahiro Furutani, ACS Appl. Polym. Mater., 1, 928-932 (2019).

5．“Organic-inorganic hybrids based on poly(bisphenol A-co-epichlorohydrin) containing titanium phosphonate clusters”, Ryohei Hayami, Wataru Nakamoto, Yohei Sato, Kazuki Yamamoto, Takahiro Gunji, Polym. J., 51, 1265-1271 (2019)

6．“Fabrication of well-isolated graphene and evaluation of thermoelectric performance of polyaniline-graphene composite film”, Takuji Ube, Jun Koyanagi, Takahiro Kosaki, Kenjiro Fujimoto, Tomohiro Yokozeki, Takashi Ishiguro, Keishi Nishio, J. Mater. Sci., 54, 3904-3913 (2019)

7．“Development of an automatic, high-throughput structural refinement method using Rietveld analysis”, Akihisa Aimi and Kenjiro Fujimoto, ACS Comb. Sci., 22, 35-41 (2019)

8．“Unique CdS@MoS2 core shell heterostructure for efficient hydrogen generation under natural sunlight”, Sunil R. Kadam, Suresh W. Gosavi, Bharat B. Kale, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, Sci. Rep., 9, 12036/1-12036/10 (2019)

9．“Applications of photocatalytic titanium dioxide-based nanomaterials in sustainable agriculture”, Vicente Rodríguez-González, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, J. Photochem. Photobiol. C, 40, 49-67 (2019)

10. “Synthesis of oxygen-deficient blue titanium oxide by discharge plasma generated in aqueous ammonia solution”, Yoshiteru Mizukoshi, Megumi Ohwada, Satoshi Seino, Hiroshi Horibe, Yoshimi Nishimura, Chiaki Terashima, Appl. Surf. Sci., 489, 255-261 (2019)

11. “Synergetic effect in water treatment with mesoporous TiO_2/BDD hybrid electrode”, Norihiro Suzuki, Akihiro Okazaki, Haruo Kuriyama, Izumi Serizawa, Yuki Hirami, Aiga Hara, Yuiri Hirano, Yukihiro Nakabayashi, Nitish Roy, Chiaki Terashima, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Akira Fujishima, RSC Adv., 10, 1793-1798 (2020)

12. “Solar water splitting over $Rh_{0.5}Cr_{1.5}O_3$-loaded $AgTaO_3$ of a valence-band-controlled metal oxide photocatalyst”, Kenta Watanabe, Akihide Iwase, Akihiko Kudo, Chem. Sci., 11, 2330-2334 (2020)

13. “Z-scheme water splitting by microspherical Rh-doped $SrTiO_3$ photocatalysts prepared by a spray drying method”, Hong Phong Duong, Takahiro Mashiyama, Makoto Kobayashi, Akihide Iwase, Akihiko Kudo, Yusuke Asakura, Shu Yin, Masato Kakihana, Hideki Kato, Appl. Catal. B -Environ., 252, 222-229 (2019)

14. “Study of atomic ordering across the layer in lithium-rich layered positive electrode material towards preparation process optimization”, Naoto Kitamura, Yusuke Kubo, Naoya Ishida, Yasushi Idemoto, J. Power Sources, 437, 226905/1-226905/6 (2019)

15. “Crystal structure and cathode properties of delithiated $Li_{1-x}Mn_{1/3}Ni_{1/3}Co_{1/3}O_2$ for Mg rechargeable batteries”, Naoya Ishida, Shoichiro Ando, Naoto Kitamura, Yasushi Idemoto, Solid State Ion., 343, 115080/1-115080/12 (2019)
16. “Synthesis, Crystal Structure Analysis and Electrochemical Properties of Rock-Salt Type $Mg_xNi_yCo_zO_2$ as a Cathode Material for Mg Rechargeable Batteries”, Yasushi Idemoto, Tsukiko Takahashi, Naoya Ishida, Masanobu Nakayama, Naoto Kitamura, Inorg. Chem., 58, 5664-5670 (2019)
17. [Invited Review]“Research Development on K-ion batteries”, Tomooki Hosaka, Kei Kubota, A. Shahul Hameed, Shiichi Komaba, Chem. Rev., in press (DOI: /10.1021/acs.chemrev.9b00463)(2020)
18. “Elucidating Ligand Effects in Thiolate-Protected Metal Clusters Using $Au_{24}Pt(TBBT)_{18}$ as A Model Cluster”, Sakiat Hossain, Yukari Imai, Daiki Suzuki, Woojun Choi, Zhaoheng Chen, Taiyo Suzuki, Mahiro Yoshioka, Tokuhisa Kawawaki, Dongil Lee, Yuichi Negishi, Nanoscale, 11, 22089-22098 (2019)
19. “Diffuse-functions effects on theoretical calculation of disulfide dianion in water”, Yoshihisa Ohko and Umpei Nagashima, Chem. Phys., 530, 110634/1-110634/6 (2020)
20. “Accelerated recombination of lophyl radicals and control of the surface tension with amphiphilic lophine dimers”, Masaaki Akamatsu, Kazuki Kobayashi, Kenichi Sakai, Hideki Sakai, Chem. Commun., 55, 9769-9772 (2019)
21. “Accelerated recombination of lophyl radicals with self-assembled amphiphilic lophine dimer”, Masaaki Akamatsu, Taiki Suzuki, Kazuki Kobayashi, Koji Tsuchiya, Kenichi Sakai, Hideki Sakai, J. Oleo Sci., 68, 659-664 (2019)
22. “Boron-doped Nanodiamond as an Electrode Material for Aqueous Electric Double-layer Capacitors”, Kenjo Miyashita, Takeshi Kondo, Seiya Sugai, Takahiro Tei, Masahiro Nishikawa, Toshifumi Tojo, Makoto Yuasa, Sci. Rep., 9, 17846/1-17846/10 (2019)
23. “Analysis of adsorption and decomposition of odour and tar components in tobacco smoke on non-woven fabric-supported photocatalysts”, Tsuyoshi Ochiai, Daisuke Aoki, Hidenori Saito, Yasuhisa Akutsu, Morio Nagata, Catalysts, 10, 304/1-304/11 (2020)
24. “High sub-band gap response of TiO_2 nanorod arrays for visible photoelectrochemical water oxidation”, Baoshun Liu, Jingjing Yang, Jiangyan Wang, Xiujian Zhao, Kazuya Nakata, Appl. Surf. Sci., 465, 192-200 (2019)

著書

1．“Measurement Techniques and Practices of Colloid and Interface Phenomena”(Springer), Masahiko Abe, Taku Ogura, Tomohiro Imura, Takeshi Misono, Kenichi Sakai, Koji Tsuchiya, Kanjiro Torigoe, P1137-1145 (April 2019)
2．有光晃二,「光塩基発生剤の開発と UV 硬化材料への応用」光機能性有機・高分子材料における新たな息吹, シーエムシー出版, P295-303, (2019 年)
3．有光晃二,「エポキシ樹脂の光硬化～光反応とその増幅～」エポキシ樹脂の硬化メカニズム解析と機能設計, シーエムシー出版, P182-195, (2019 年)
4．藤本憲次郎,「物質･材料探索の世界競争に勝つために －キーワードは「MGI」および「MI」－」, 東京理科大学, 科学フォーラム, 2019 年 10 月号, P30-P35
5．藤本憲次郎,「私の研究室 材料の高機能化・材料探索の高速化を目指して」, 東京理科大学科学フォーラム, 2020 年 2 月号, P52-P53
6．“Lotus Effect-based Superhydrophobic Surfaces: Candle Soot as a Promising Class of Nanoparticles for Self-cleaning and Oil-Water Separation Applications”(RSC Publishing) Sanjay S. Latthe, Kazuya Nakata, Rainer Höfer, Akira Fujishima, Chiaki Terashima, (2019)
7．鈴木孝宗, 寺島千晶, 鈴木智順, 藤嶋昭,「酸化チタン光触媒を活用した歴史的建造物保護の取り組み」, 工業材料, 2019 年 12 月号, P20-P23

招待講演

1．藤本 憲次郎,「粉体材料における放射光実験の高速化に向けてーマテリアルズインフォマティクスへ繋げるためにー」, 2019 年度第 1 回シンクロトロン光産業利用セミナー, 愛知県産業労働センター「ウインクあいち」, (2019 年 9 月 30 日)

2．藤本憲次郎, 相見晃久,「多元バルク系 MI に向けたハイスループット合成・評価・解析実験」, 2019 年日本表面真空学会学術講演会, つくば国際会議場, (2019 年 10 月 28 日)

3．寺島千晶,「カーボンリサイクルを達成する次世代型人工光合成技術」, CCT ワークショップ 2019, KFC Hall & Rooms, (2019 年 7 月 12 日)

4．[Plenary]“Photocatalytic Materials for Water Splitting and CO_2 Reduction”, Akihiko Kudo, 2019 International Symposium on Energy Conversion and Storage Materials (ISCECSM2019), 2. Aug. 2019. (Brisbane, Australia)

5．[Plenary]“Photocatalytic Water Splitting and CO_2 Reduction of Artificial Photosynthesis”, Akihiko Kudo, International Conference on Photocatalysis and Photoenergy 2019 (ICoPP 2019), May 24, 2019.(Seoul, Korea)

6．“Efficient water purification by synergetic effect on mesoporous TiO_2/BDD hybrid electrode”, Norihiro Suzuki, Akihiro Okazaki, Aiga Hara, Yuiri Hirano, Yukihiro Nakabayashi, Nitish Roy, Haruo Kuriyama, Izumi Serizawa, Chiaki Terashima, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Akira Fujishima, Materials Research Meeting 2019 (MRM2019) Yokohama, Dec. 2019

7．“Photochemical Control of Interfacial Chemical Properties using Novel Photoresponsive Amphiphiles”, Hideki Sakai, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, International Conference on Colloid & Surface Science Celebrating the 70th Anniversary of the Division Meeting of Division of Colloid and Surface Chemistry (Okinawa Colloids 2019), November 7th, 2019, Nago, Okinawa, Japan.

8．落合剛,「光触媒の基礎と応用、未来への展望 ～快適で持続可能な社会のために～」, 赤外・紫外応用技術展 2019 併設 特別セミナー, パシフィコ横浜, (2019 年 4 月 26 日)

特許

1．郡司天博, 山本一樹, 速水良平, 中本航,「積層体及び二酸化チタン担持体」, 特願 2019-126288, 特願 2020-033253

広報

1．勝又健一,「鉄さびで工場廃液を浄化」, 日経産業新聞, (2020 年)

2．勝又健一,「東京理科大など、鉄サビの一種「α-オキシ水酸化鉄」の光触媒機能を評価」, 環境展望台, (2020 年)

3．Ken-ichi Katsumata,“Rust and light a possible answer to the conundrum of hydrogen fuel production”, EurekAlert! Science News Releases (2020)

4．勝又健一,「夢の人工光合成「光触媒」で、宇宙でも地球でも持続可能な社会を実現」, テレスコープマガジン, (2020 年)

5．郡司天博,「柔軟なポリマー基材に積層した二酸化チタン光触媒材料」, 東京理科大学新技術説明会, JST 東京本部別館ホール（東京・市ヶ谷), (2019 年 10 月 31 日)

6．2020年3月19日, 東京MX「モーニングCROSS」にて化学講師の坂田薫先生が上記論文“Analysis of adsorption and decomposition of odour and tar components in tobacco smoke on non-woven fabric-supported photocatalysts”（Tsuyoshi Ochiai et al.）をご紹介くださった。東京 MX のサイトでも解説を掲載
(https://s.mxtv.jp/tokyomxplus/mx/article/202003300650/detail/)

受賞

1．勝又健一, WILEY 出版『Chemistry - A European Journal』誌の Hot Paper と Cover Picture に選出, (2020 年)

２．工藤昭彦, Highly Cited Researchers 2019, 授与機関：クラリベイト・アナリティクス（旧トムソンロイターIP&Science)(2019 年 11 月 19 日)
３．鈴木孝宗,「2019 年 東京応化科学技術振興財団 国際交流助成」, (2019 年 5 月 27 日)
４．柳澤淳, 金井良博, 類家竜司, 赤松允顕, 酒井健一, 酒井秀樹, 阿部正彦,「希少糖生成におけるルチル型酸化チタン光触媒の優位性」, 2019 年度材料技術研究協会討論会 ゴールドポスター賞, (2019 年 12 月 6 日)
５．小林一貴, 赤松允顕, 酒井健一, 酒井秀樹,「新規両親媒性ロフィンダイマーによる界面物性の高速光制御」, 日本油化学会第 58 回年会 学生奨励賞, (2019 年 9 月 25 日)
６．久保田智紀, 井手口真理, 佐藤俊樹, 落合剛, 藤嶋昭, 鈴木智順,「生物学的処理および光触媒・Boron-doped diamond 電極ハイブリッド式汚水浄化システムの改良と環境影響評価」, 日本農芸化学会 2020 年度大会 優秀発表, (2020 年 3 月)

研究課題（研究者別）

勝又　健一

「オキシ水酸化鉄による廃液浄化と水素生成に関する研究」

合成したオキシ水酸化鉄（α-FeOOH）は市販品のFeOOHと比較して、高い水素生成能を示した。水素の生成に伴い酸素量が減少していることが分かり、無酸素条件下では水素生成能が低下する傾向がみられた。他のオキシ水酸化物について調査したところ、NiOOH、AlOOHでも水素が発生することが分かった。

「水中のアンモニウム吸着に用いるゼオライト-TiO_2複合体の作製」

A-3型ゼオライトは尿に含まれるNH_4^+（またはNH_3）成分を選択的に吸着できるが、吸着したNH_4^+をそのままの形で脱離させることが難しかった。そこで、ゼオライトとTiO_2光触媒を複合化させることで、光触媒反応を利用し、ゼオライトに吸着したNH_4^+をNO_3^-に変換して放出することを試みた。その結果、吸着したアンモニア量に対して光触媒反応で放出されたNO_3^-量は少量であり、他の形で放出されていることがわかった。

安盛　敦雄

「チタニアコートガラスの光触媒活性に及ぼすNaの影響」

本年度はチタニアへのNa微量添加による光触媒活性への影響を明らかにすることを目的した。Naを添加した4試料がNa無添加試料よりも多くのMBを分解したことがわかる。XPS測定からNa添加試料ではNa無添加試料よりもTi-OHが多かった。Naを微量添加した試料が高い光触媒活性を示したのはチタニア薄膜表面のヒドロキシ基が多く存在し、OHヒドロキシラジカルが光生成されたためだと考えられた。

有光　晃二、古谷　昌大

「酸化チタン表面への有機ケイ素ポリマーのグラフトとセルフクリーニング材料への応用」

Tetraisopropyl orthotitanateとポリシランを含む溶液中で、ゾルゲル反応による酸化チタン微粒の調製とポリシランの光化学的なグラフトを同時に実施した。これにより従来の固相法で作製したポリシラン修飾酸化チタン粒子に比べて、粒径がより小さい修飾酸化チタン粒子を得ることができた。さらに、このポリシラン修飾酸化チタン粒子を分散したUV硬化膜を作製したところ、従来よりも透明度の向上したセルフクリーニング膜を作製することに成功した。

郡司　天博

「柔軟な有機高分子薄膜上に担持した二酸化チタンナノ粒子を用いるセルフクリーニング材料」

柔軟な有機高分子薄膜上に担持した二酸化チタンナノ粒子を用いるセルフクリーニング材料を調製し、光劣化促進試験を行った。光を照射すると水の接触角が低下した。一方、1年間に相当する耐候性試験では、基板から有機高分子の剥離が見られたが、二酸化チタン粒子は残存しており、光を照射すると水の接触角に低下が見られた。

藤本　憲次郎

「WO_3/(Ti,Fe)O_2積層体の作製と光触媒能」

「酸化タングステン塩ナノシート（WO_3型）」と「酸化チタンナノシート（TiO_2型）」の交互積層体を作製し、光触媒能を調査している。「TiO_2型」と「鉄部分置換Fe,TiO_2型」に対して「WO_3型」との複合化を行い、光誘起親水性の親水化速度では純物質積層体よりも複合積層体が高い値を示し、オレイン酸の酸化分解力の調査でも「鉄部分置換Fe,TiO_2型」を複合積層体に用いることでより高い性能を示した。

寺島　千晶

「高効率二酸化炭素返還に向けたダイヤモンド光触媒の開発」

二酸化炭素の高効率変換技術を開発することを目指し、バンドギャップが大きく伝導帯下端のエネルギー準位が低いダイヤモンド材用に注目した。ダイヤモンドを励起できる紫外線を低消費電力で駆動できるようなエキシマランプと組み合わせ、ナノサイズのダイヤモンド粒子に銀などの助触媒を担持した材料を水溶液に分散させ、溶解している二酸化炭素から効率よく一酸化炭素を取り出すことに成功した。

鈴木　孝宗

「メソ多孔性 TiO_2/BDD 複合電極を用いた光電気化学的水処理」

ボロンドープダイヤモンド（BDD）電極に多孔性酸化チタン薄膜を成膜し、オゾン生成と光触媒反応を同時に実現できる電極を作製した。染色廃液を用いた浄水実験において、電気化学（オゾン生成等）による効果と光触媒による効果の相乗効果が見られ、本電極の有効性を実証した。実環境水中での残留が報告されているスルファメトキサゾールの分解に本電極を適用し、促進酸化におる高度な分解を達成した。

工藤　昭彦、山口　友一

「高効率水分解光触媒の開発」

種々の酸化物半導体光触媒（$AgTaO_3$, $Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$, $AgTaO_3$-$Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$ 固溶体, $Na_{0.5}Pr_{0.5}TiO_3$, $Zr_6M_2O_{17}$（M=Nb, Ta）に $RhCrO_x$ 助触媒を担持したところ、助触媒未担持のものと比較して水分解活性が大幅に向上することを見いだした。特に、$RhCrO_x$ 助触媒を担持した $AgTaO_3$ について、太陽光照射下で水分解が進行した。

井手本　康、北村　尚斗、石田　直哉

「結晶・電子構造解析による高容量二次電池用正極材料の設計」

脱炭素化社会を実現するためには、蓄エネルギーシステムの有効利用が必要不可欠である。本研究では高容量二次電池を開発するため、特に $Li_{1+x}(Mn,Co,Ni)_{1-x}O_2$ 系正極材料に着目し、量子ビームを用いた平均・局所構造解析により、作動温度が充放電時の構造変化に及ぼす影響を検討した。その結果、高温作動において、カチオンミキシングした Ni 周辺の歪みが大きくなることが明らかになった。

駒場　慎一

「次世代ナトリウムイオン蓄電池負極に用いる大容量炭素材料に関する研究」

太陽光発電のエネルギーを効率的に利用するには大型蓄電池が欠かせない。希少資源を用いない大型ナトリウムイオン電池に期待が集まっているが、本研究では負極に用いる難黒鉛化性炭素の大容量化に資する炭素材料の合成を検討した。出発原料には、糖類やフェノール樹脂を用いて熱処理によって得られる様々な炭素材料について検討を行った結果、大容量化を達成するための原料や熱処理条件、さらに難黒鉛化性炭素のナノ構造との相関を解明した。

根岸　雄一

「精密合金クラスターの助触媒利用による水分解活性の向上に関する研究」

液相合成された精密合金クラスターを前駆体に用いることで、最先端光触媒の一つである $BaLa_4Ti_4O_{15}$ 上に、合金クラスターを原子精度にて精密に担持させることに成功している。さらに、可視光応答光触媒に対しても、このような微細助触媒の担持効果が生じることが期待される。可視光応答光触媒として g-C_3N_4 を、精密金属クラスターとして Pt クラスターを選択し、高活性かつ高安定性を有する水分解光触媒の創成に取り組む。

川脇　徳久

「金属クラスターの水素・酸素生成助触媒活性のメカニズム解明」

直径が約 2nm 以下の金属クラスターは、電子／幾何構造が、既存のナノ粒子触媒（＞粒径 2nm）とは異なるため、高活性な新規触媒の創製が期待される。そこで、簡便な液相還元法において、構成原子数の異なる単分散な白金クラスターを系統的に合成し、カーボンブラック上に担持させる。さらに、その水素生成活性や酸素生成活性を明らかにし、光触媒水分解反応に対する助触媒活性のメカニズム解明に取り組む。

大古　善久

「光触媒の精密合成と高活性化に関する研究」

金属酸化物クラスターの助触媒効果と活性サイトの電気化学的作用について放射光を利用した微細構造解析を行った。光触媒の脱硫への応用を目的として二硫化物アニオンの理論計算に必要な Diffuse 関数を定めた。他に光触媒製品の性能評価試験（防藻性能標準化試験等）を工業規格化する活動に参画している。

酒井　秀樹

「光触媒反応を利用した希少糖の生成に及ぼす酸化チタンの結晶型の影響」

昨年度までに、グルコース、グルコノラクトン水溶液中での光触媒反応により希少糖が生成可能であることを見出しているが、本研究では、酸化チタン光触媒の結晶型、粒子形態が希少糖の生成効率に及ぼす影響を検討した。ルチル型結晶を用いた時に 5 糖のアラビノースや 4 糖のエリトロースが高効率で生成することを見出した。さらに、ルチル型が高い生成効率を与える理由について、活性酸素種の生成効率に注目して検討を行った。

佐竹　信一

「水浄化光触媒リアクターの最適化に関する基礎的研究」

水浄化光触媒リアクターを小型化するための混合形状の最適化を行うために、表面積を増加させた反応実験を行った。また、レイノルズ数と反応率の傾向を調べた。

鈴木　智順

「光触媒の殺菌メカニズム解析とその応用に関する研究」

ペプチドグリカンは光触媒殺菌を促進し、細菌の生育期が進むにつれて、光触媒殺菌効果が低下することが示された。また、メラニンは真菌に対する光触媒殺菌に抵抗性を示した。文化財保護を目的として、日光社寺文化財表面に発生する真菌叢の解析を行い、光触媒による殺菌効果が確認された。光触媒と BDD 電極併用による汚水浄化に関する研究を行った結果、次亜塩素酸の生成量の減少と有機物分解能の向上が見られた

近藤　剛史、湯浅　真

「導電性ダイヤモンドパウダーの電解水処理への応用」

ボロンドープダイヤモンドパウダー（BDDP）の電解水処理への応用を目的として BDDP 充填電極を開発した。集電体（BDD 電極）上に BDDP 充填層を堆積させることによりアノードを作製し、メチレンブルーの電解を行った。その結果、BDDP 充填量に従って、分解速度が大きく向上することがわかり、充填層中の BDDP 表面で電解反応が進行していることが確かめられた。大きな電極表面積に基づく効率的な電解システムへの応用が期待できる。

落合　剛

「光触媒およびホウ素ドープダイヤモンド（BDD）電極の環境・医療分野への応用に関する研究」

光触媒に関しては、本務地である KISTEC 川崎技術支援部にて、光触媒製品の性能評価方法についての研究に従事した。本年度はとくに、吸着した臭気成分等の分析方法と光触媒による分解について研究し、論文として発表した（テレビ番組にて紹介された）。BDD に関しては、近年発見した、BDD に代わるオゾン生成用電極の電解メカニズムを研究し、歯科治療用ピンポイント電解器具としての応用展開について検討を進めた。

中田　一弥

「光触媒のバイオ・宇宙応用に関する研究」

光触媒のバイオ・宇宙応用として以下の研究を行った：①光触媒を用いた糖質バイオマスの分解による希少糖生成、②光触媒を用いた過酸化物生成による微生物の不活化、③微生物選択的な不活化を示す光触媒の開発、④光触媒による宇宙居住空間内の ECLSS（主に空気再生および微生物制御）に関する研究。

イメージングフロンティアセンター

イメージングフロンティアセンターについて

1. 概要

生命系の複雑な振る舞いやその普遍的なメカニズムの理解を深めるにはイメージングや計測技術の高度化が不可欠である。形態や動態の観察と同時に分子の局在や濃度・活性などその機能まで可視化することが求められ、さらに力や温度などの物理的特性をも取得し、細胞機能や疾患との関連性を明らかにすることに期待が寄せられている。本センターでは、多彩な専門領域をカバーする本学の特長を生かし、生物、薬学、物理学、化学、情報科学などさまざまな分野の研究者が結集して、生物学ならびに生命科学の発展に資するイメージング技術を開発し、応用研究を展開することを目的として活動している。

2. センターの構成と施設設備

本センターは、平成 23 年に設立されたイメージングフロンティア研究部門を前身とする。学内外のさまざまな分野の専門家の間で互いの研究活動を把握して共同研究を推進すること、また次世代の担い手である若手・学生を啓発することを目的として懇談会やワークショップを定期的に開催してきた。約 4 年間の活動を経て、文部科学省平成 27 年度～令和元年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に採択されたことを機にイメージングフロンティアセンターに改組し、「極微小空間の反応・温度・力学特性を測定する高度イメージング技術開発拠点の形成」のプロジェクトをスタートさせた。

本センターは 3 つの研究グループで構成される。顕微鏡観察において障害となる光の散乱や自家蛍光などを排除する方法を開発する「観察障害排除グループ」、反応・温度・硬さなどの多次元情報を可視化する技術を開発する「多次元情報可視化グループ」、開発された基盤技術を応用した新たなイメージング技術や装置を創出する「応用展開グループ」からなり、構成員は以下の 27 名である。

【観察障害排除グループ】
- 松永　幸大　理工学部応用生物科学科・教授（グループリーダー）
- 石黒　孝　　基礎工学部材料工学科・教授
- 須田　亮　　理工学部物理学科・教授（センター長）
- 坂本　卓也　理工学部応用生物科学科・助教
- 横田　秀夫　理化学研究所光量子工学研究センター・チームリーダー（客員教授）
- 磯部　圭佑　理化学研究所光量子工学研究センター・研究員（客員研究員）

【多次元情報可視化グループ】
- 中村　岳史　生命医科学研究所・教授（グループリーダー）
- 青木　伸　　薬学部生命創薬科学科・教授
- 政池　知子　理工学部応用生物科学科・准教授
- 森作　俊紀　総合研究院・助教
- 七尾　友久　生命医科学研究所・助教
- 田中　信清　理工学部応用生物科学科・助教

【応用展開グループ】
- 曽我　公平　基礎工学部材料工学科・教授（グループリーダー）
- 古市　貞一　理工学部応用生物科学科・教授
- 後飯塚　僚　生命医科学研究所・教授
- 朽津　和幸　理工学部応用生物科学科・教授（副センター長）
- 上村　真生　基礎工学部材料工学科・講師
- 佐野　良威　理工学部応用生物科学科・助教
- 橋本　研志　理工学部応用生物科学科・助教
- 大久保喬平　基礎工学部材料工学科・助教

大谷　直子　大阪市立大学大学院医学研究科・教授（客員教授）
座古　保　　愛媛大学大学院理工学研究科・教授（客員教授）
小関　泰之　東京大学大学院工学系研究科・准教授（客員准教授）
桧垣　匠　　熊本大学国際先端科学技術研究機構・准教授（客員准教授）
来須　孝光　諏訪東京理科大学工学部機械電気工学科・准教授（客員准教授）
花俣　繁　　新潟大学大学院自然科学系（農学部）・特任助教（客員研究員）
石川　雅也　東京大学大学院農学生命科学研究科（農学部）・特任研究員（客員研究員）

イメージングフロンティアセンターの共通実験装置として、野田キャンパス 10 号館 3 階実験室 4 に InSight DeepSee 搭載二光子可視化システム（オリンパス社製 FVMPE-RS)、コンフォーカル顕微鏡システム（オリンパス社製 FV1200）などを設置し、各種実験に活用している。また、研究グループの拠点として野田キャンパス 10 号館 4 階実験室 9 と葛飾キャンパス研究棟 9 階実験室なども利用して活動している。

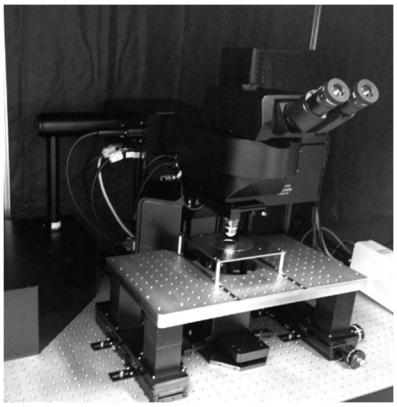


図 1　二光子可視化システム

3. 各研究グループの活動報告

本センターでは、顕微鏡観察において障害となる光の散乱や自家蛍光などを排除する方法を開発する「観察障害排除グループ」、反応・温度・硬さなどの多次元情報を可視化する技術を開発する「多次元情報可視化グループ」、開発された基盤技術を応用した新たなイメージング技術や装置を創出する「応用展開グループ」の三つの研究グループで活動している。

3. 1. 観察障害排除グループについて

組織や器官内部の細胞や構造を解析するために、光の散乱防止、透過率向上、自家蛍光の排除が必要となる。そこで本グループは顕微鏡観察時における障害の排除する方法を開発することに取り組んでいる。本年度は、植物の自家蛍光を排除した農作物イメージングシステムの開発として、短時間で植物の組織や器官をまるごと透明化する方法 TOMEI（Transparent plant Organ MEthod for Imaging）について改良を進め、URA より特許出願した。この TOMEI 改良法の特許を東京化成工業にライセンシングし製品化した。また、二光子蛍光顕微鏡の励起光に 10fs 以下の超短パルスを用いたところ、生体組織による散乱のため生じる背景蛍光が減少し、深部観察性能が向上した。同時に、従来法に比べて 1 桁近く低いパワーで観察が可能となり、光褪色や熱的損傷を軽減できることも併せて、超短パルスが三次元ライブイメージングに適していることを示した。さらに、極めて強い吸収を示す水及び水溶液の透過赤外分光を行うためにマイクロリアクターを搭載した逐次赤外分光顕微鏡を作製し、特許申請を行うとともに、従来法では測定困難であった水及び水溶液の長時間安定した吸光度計測を実現した。

3. 2. 多次元情報可視化グループについて

このグループでは、極微小空間での反応・温度・硬さなどの多次元情報を測定する技術開発を行っている。回転分子モーターF_1-ATPase のシリンダー部分を構成するαサブユニットとβサブユニットにそれぞれ Cy3 と Cy5 を標識し、1 分子レベルで FRET を計測した。その結果、F_1-ATPase の回転が起こる条件で、シリンダー部分の構造変化が検出された。この実験条件では、低 FRET と中程度 FRET が交互に現れ、中程度 FRET 状態には 2 つの時定数が含まれることが示唆された。また、細胞表界面の粘弾性イメージングへの展開を見据えて 1 点のパワースペクトルを秒オーダーで取得することを目的として、タイムドメイン型 LISD 顕微鏡を開発し、ヒト表皮細胞の粘弾性計測に応用した。従来の周波数ドメイン型 LISD 顕微鏡と比較して、1 点の計測時間を 20 分から 20 秒に短縮することができた。加えて、レーザー光による細胞ダメージの軽減と、組織中に埋もれた細胞の深部計測を目指して、励起光の波長を従来の可視光から近赤外光に切り替えた近赤外 LISD 顕微鏡を開発し、植物細胞に適用した。新機能性発光金属錯体の選択的合成法の開発については、特定のカチオン性ペプチドを導入したシクロメタレート型イリジウム（Ir）錯体が、がん細胞

(Jurkat 細胞) の細胞死を誘導することや、がん細胞のデスレセプターに結合する環状ペプチドを導入した Ir 錯体が、プログラム細胞死の一つであるパラトーシスタイプの細胞死を誘導していることを見出した。生きた個体で使用可能な FRET センサーの開発については、緑色蛋白質-赤色蛍光蛋白質ペアへの置き換えを試み、JNK-RN センサーを作製して二光子 FRET イメージングを行って条件最適化のガイドラインを見出した。

3. 3. 応用展開グループについて

このグループは、基盤技術開発の各グループで開発される基盤イメージング技術の進展を統合的に把握するとともに、革新的基盤技術を応用した新たなイメージング技術や装置を創出することを目的としている。最終年度となる今年度は、曽我・大谷を中心として取り組んできた脂質とがん組織のハイパースペクトルイメージングによる鑑別において、マウスの肝臓中の脂質平均量をホルチ法により検証した結果を教師データとしたハイパースペクトルイメージングと機械学習の組み合わせによる解析の精度評価、肝臓以外の組織におけるイメージングの展開を図り、動物臓器における脂質の濃度分布描出の応用可能性を広げた。また、並行して透明化試薬の開発にも取り組み、透明化原理に根差した設計により、従来数日から数週間かかっていた組織の透明化をわずか 1 時間で可能にする試薬を開発した。

植物試料のイメージングは、光合成色素等の自家蛍光物質を多く含む、細胞壁があるため、色素導入や操作が困難、細胞体積の大部分を液胞が占めるため、細胞質の可視化が困難など、植物特有の問題点が少なくない。応用展開グループ（植物）では、他のグループとも共同しながら、植物試料の新規イメージング技術と画像処理技術の開発を進めている。朽津は、客員准教授の檜垣･来須、客員研究員の花俣らと共同して、農作物を含む植物における新規イメージング技術の開発を進めた。特に、葯組織中の細胞内自食作用動態、コケ植物の長距離情報伝達、活性酸素種等のイメージング解析、低温下での組織中の氷晶核の形成（客員研究員の石川と共同）などの新規イメージング技術を開発し、発表した。また多次元情報可視化研究グループの由井･伴野らと共同で、レーザー誘起表面変位顕微鏡を用いて植物細胞表層のレオロジーを計測する手法を世界に先駆けて開発した。客員准教授の小関らと共同で、誘導ラマン散乱顕微鏡を用いた植物細胞の新規イメージング手法の開発を進めた。北畑は、植物のケミカルバイオロジーの専門家として、イメージング技術を用いた新規ケミカルスクリーニング手法の開発に取り組み、朽津と共同で特許を申請した。

4. 研究活動の展望

センター設立から 5 年が経過し、令和元年度を持ってプロジェクトが終了した。これまで上記の 3 つの研究グループからなる体制によりプロジェクトを推進し、当初予定していた目標を概ね達成することができた。イメージングの研究は基礎と応用、技術の開発と実践など、さまざまな対立または相補する要素を含んでいる。プロジェクトに参画するメンバーが目標を共有して位相を揃えることが難しい中で、さまざまなレベルの連携が動的に形成されてきた。今後もこの連携を維持してさらなる研究開発を推進する。

5. むすび

本センターの研究拠点としての役割はプロジェクト研究を推進することで最先端のイメージング技術を創出することである。加えて、このような異分野融合による新しい研究を推進するには、長期的な視点では、さまざまな分野背景を持ち、分野の壁を乗り越える意欲を持った若手研究者や学生を支援し、この分野の裾野を広げることも肝心である。グループ内外で組織された共同研究や定期的に開催されるセミナー・シンポジウムなどの活動を通して、今後も若手研究者の育成を進めていきたい。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1. The 26S proteasome is required for the maintenance of root apical meristem by modulating auxin and cytokinin responses under high-boron stress, T. Sakamoto, N. Sotta, T. Suzuki, T. Fujiwara and S. Matsunaga, Front. Plant Sci. 10, 590, 2019.(査読有)
2. Scanning transmission electron microscopy characterization of nanostructured palladium film formed by dealloying with citric acid from Al-N-Pd mother alloy film, T. Ube, A. Kawamoto and T. Ishiguro, Mater. Trans. 60, 525, 2019.(査読有)
3. Resistance to optical distortions in three-dimensional interferometric temporal focusing microscopy, Q. Song, K. Isobe, K. Midorikawa and F. Kannari, Opt. Commun. 430, 486, 2019.(査読有)
4. WWP1 knockout in mice exacerbates obesity-related phenotypes in white adipose tissue but improves whole-body glucose metabolism, S. Hoshino, M. Kobayashi, R. Tagawa, R. Konno, T. Abe, K. Furuya, K. Miura, H. Wakasawa, N. Okita, Y. Sudo, Y. Mizunoe, Y. Nakagawa, T. Nakamura, H. Kawabe and Y. Higami, FEBS Open Bio. 10, 306, 2020.(査読有)
5. Design, Synthesis and Anticancer Activity of Iridium (III) Complex-Peptide Hybrids that Contain Hydrophobic Acyl Groups at the N-terminus of the Peptide Units, K. Naito, K. Yokoi, C. Balachandran, Y. Hisamatsu and S. Aoki, J. Inorg. Biochem. 199, 110785, 2019.(査読有)
6. Insights into the mechanism of ATP-driven rotary motors from direct torque measurement, T. Nishizaka, T. Masaike and D. Nakane, Biophys. Rev. 11, 653, 2019.(査読有)
7. Development of a near-infrared laser-induced surface deformation microscope and its application to the dynamic viscoelastic measurements of single living plant cell surfaces, T. Morisaku, H. Onuki, K. Hashimoto, K. Kuchitsu and H. Yui, Anal. Sci. 35, 1203, 2019.(査読有)
8. Biological Deep Temperature Imaging with Fluorescence Lifetime of Rare-Earth-Doped Ceramics Particles in the Second NIR Biological Window, T. Chihara, M. Umezawa, K. Miyata, S. Sekiyama, N. Hosokawa, K. Okubo, M. Kamimura and K. Soga, Sci. Rep. 9, 12806, 2019.(査読有)
9. Rubber tail illusion is weakened in Ca^{2+}-dependent activator protein for secretion 2 (Caps2) -knockout mice, M. Wada, M. Ide, T. Atsumi, Y. Sano, Y. Shinoda, T. Furuichi and K. Kansaku, Sci. Rep. 9, 7552, 2019.(査読有)
10. Transcription factor Tlx1 marks a subset of lymphoid tissue organizer-like mesenchymal progenitor cells in the neonatal spleen, Y. Ueno, K. Fujisaki, S. Hosoda, Y. Amemiya, S. Okazaki, C. Notsu, C. Nishiyama, Y. Mabuchi, Y. Matsuzaki, A. Oda and R. Goitsuka, Sci. Rep. 9, 20418, 2019.(査読有)
11. A BET family protein degrader provokes senolysis by targeting NHEJ and autophagy in senescent cells, M. Wakita, A. Takahashi, O. Sano, T. M. Loo, Y. Imai, M. Narukawa, H. Iwata, T. Matsudaira, S. Kawamoto, N. Ohtani, T. Yoshimori and E. Hara, Nature Commun. 11, 1935, 2020.(査読有)
12. Molecular chaperone assisted-biosynthesis of gold nanoparticles with improved size distribution and dispersion, Y. Djohan, T. Azukizawa, Patmawati, K. Sakai, F. Sato, R. Takahashi, M. Yohda, M. Maeda, N. Kamiya and T. Zako, Biomater. Sci. 7, 1801, 2019.(査読有)
13. Imaging of cellular uptake of boron cluster compound by stimulated Raman scattering microscopy,T. Asai, H. Liu, Y. Ozeki, S. Sato, T. Hayashi and H. Nakamura, Appl. Phys. Express 12, 112004, 2019.(査読有)

14. Theoretical models for branch formation in plants, A. Nakamasu and T. Higaki, J. Plant Res. 132, 325, 2018.(査読有)
15. Impact of autophagy on gene expression and tapetal programmed cell death during pollen development in rice, S. Hanamata, J. Sawada, S. Ono, T. Fukunaga, K. Ogawa, K. I. Nonomura, S. Kimura, T. Kurusu and K. Kuchitsu, Front. Plant Sci. 11, 172, 2020. (査読有)

著書

1．知っておきたい有機反応100 第2版, 青木伸, 日本薬学会編, 東京化学同人, 2019, pp 190-199, ISBN: 978-4-8079-0960-5, 総ページ数290.
2．錯体化合物事典, 青木伸, 錯体化学会編, 朝倉出版, 2019, pp 873-873. ISBN: 978-4-254-14105-4, 総ページ数1000.
3．記憶する細胞を決めるメカニズム, 佐野良威, 阿部こなみ, 柴野奈津美, 月刊細胞, vol.51, pp.47-51.
4．誘導ラマン散乱による分子振動イメージング, 小関泰之, 化学と工業, 日本化学会, 2020, vol.73-2, pp.115-117.

招待講演

1．Gene priming for shoot regeneration, Frontiers in plant environmental response research: local signaling, long-distance communication and memory for developmental plasticity, S. Matsunaga, Nagoya, November 19, 2019.
2．Deep imaging techniques by spatio-temporal control of excitation pulses, K. Isobe, K. Namiki, T. Michikawa, A. Miyawaki, F. Osakada, K. Midorikawa, The 5th Biomedical Imaging and Sensing Conference, Yokohama, Apr. 2019.
3．Development of New Methods for the Detection, Isolation, Growth and Re-collection of Cancer Cells in Blood Based on Size-discrimination of Cancer Cells and Normal Cells, S. Aoki, B. Shashni, S. Ariyasu, H. Takemura, K. Akimoto, N. Aikawa, K. Iwasaki, T. Nakanishi, A. Yasumori, T. Osaki, N. Itoh, International e-Conference on Cancer Research 2019, London, May 2019.
4．Design and Synthesis of Cyclometalated Iridium(III)Complex-Hybrids for the Induction of Cancer Cell Death, S. Aoki, The 9th World Congress on Chemistry and Medicinal Chemistry, Praque, May 2019.
5．Design and Synthesis of Metallosupramolecular Catalysts in Two-Phase Solvent Systems that Mimic Natural Enzymes, S. Aoki, 7th Asian Congress of Coordination Chemistry, Kuala Lumpur, Oct. 2019.
6．Nanostructure for Near Infrared Luminescence for Biomedical Application, K. Soga, K. Nigoghossian, G. Yeroslavsky, T. K. D. Doan, K. Okubo, M. Umezawa, M. Kamimura, 2nd International Conference on Semiconductor, Optoelectronics and Nanostructures (ICSON 2019), Barcelona, Aug. 2019.
7．The role of cellular senescence and SASP in tumor microenvironment of obesity-associated liver cáncer, N. Ohtani, The 19th Scientific meeting of the Japanese Society of Anti-Aging Medicine International Joint Symposium, June 2019.
8．Sensitive detection of biomolecules with functionalized nanoparticles, T. Zako, YABEC2019, Seoul, Nov. 2019.

特許

1．後飯塚僚, 観察方法、測定方法、解析方法、定量方法、およびキット, 特願2019-168469, 2019.
2．座古保, 武藤悠, ナノ粒子の判別方法, 特開2019-215314, 2019.

受賞

1．松永幸大, 平瀬賞, 日本植物形態学会, 2019年9月.

２．青木伸，2019 年度東京理科大学優秀研究者特別賞，2020 年 3 月．
３．高井まどか，中西淳，上村真生，冨田峻介，貢献賞，日本 MRS 2019.
４．Y. Yano, M. Nisougi, Y. Yano-Ozawa, T. Ohguni, A. Ogawa, M. Maeda, T. Asahi and T. Zako, Hot Article Award, Analytical Sciences, June 2019.

研究課題（研究者別）

石黒　孝

「マイクロリアクターを組込んだ逐次赤外分光顕微鏡の創製」

水中で刻々と変化する化学反応をリアルタイムで長時間の定量測定可能な新規赤外顕微鏡システムの改良を行った。入射基準光と試料透過光を同時計測するために 2 流路マイクロリアクターをリソグラフィプロセスにより作製し、赤外透過型顕微鏡に組み込んだ。これにより分光システムの時間的変動に関わらず安定した吸光度計測が実現し、特許申請を行った。そして、水、水中水溶液中キレート反応、溶存二酸化炭素等の透過赤外分光計測を実現した。

古市　貞一

「神経機能分子の脳内分布と活性のイメージングに関する研究」

低分子量GTPase Rac などの調節を介してアクチン骨格系の再構成などに関与するELMO(engulfment and cell motility）の 3 遺伝子（ELMO1/2/3）について、脳内 mRNA 発現を in situ hybridization 法によるイメージング解析で明らかにした。分泌小胞の開口放出を正に制御する CAPS2 タンパク質について、マウス脳の視床下部および脳下垂体における神イメージング解析などをおこない、神経ペプチド POMC と OXT の分泌制御、およびそれぞれのペプチドが持つ摂食抑制作用と向社会行動作用に機能的に関連することを明らかにした。

須田　亮

「超広帯域レーザーの時空間位相を制御した多光子励起深部イメージング」

二光子蛍光顕微鏡の励起光として超短パルスを使用すると、生体組織による散乱のため生じる背景蛍光が減少し、深部観察性能が向上することが示唆された。本研究では、励起光源としてパルス幅が 10fs 以下の数サイクルパルスを用いた二光子深部観察を実証するとともに、パルス幅および平均強度と観測深度限界の関係を明らかにする。

後飯塚　僚

「免疫応答における免疫細胞・分子の四次元イメージングシステムの開発」

周産期環境は体質要因と関連すし、この時期に各組織へ定着する胎児型リンパ球が組織特異的な病態形成に関与していることが示唆されている。胎児型 B リンパ球の移行に必須のケモカイン受容体である CXCR5 遺伝子座に CreER をノックインしたマウスを用いて胎児型 B リンパ球を標識し、その成体における局在を解析した結果、骨髄やリンパ節には検出されず、体腔における脂肪関連リンパ組織に集積していることを見いだした。

朽津　和幸

「イネ葯タペート層のプログラム細胞死･花粉成熟における活性酸素種生成･オートファジー動態のイメージング」

組織特異的プロモーターを用いてオートファジー可視化マーカータンパク質を発現させて定量的蛍光イメージング系を構築し、解析したところ、プログラム細胞死が開始される小胞子一核期のタペート細胞でオートファジーが急激に誘導されることが明らかとなった。葯の各層の活性酸素種の動態を複数の分子プローブを用いて可視化解析する実験系を構築し、解析した結果、部位特異的に活性酸素種が一過的に蓄積することを見出した。

中村　岳史

「生きた個体で使用可能な FRET センサーの開発」

交叉励起の回避と生体深部の観察を目指し CFP-YFP ペアに代えて Green-Red 蛍光蛋白質ペアへの置き換えを試みている。JNK-RN を使った二光子励起 FRET イメージングの最適条件に最適な励起波長は、赤色蛍光タンパク質の交差励起をほとんど起こさず、かつ励起状態吸収による褪色の影響を避けられる 880nm-910nm 付近よりも「長波長側で低い光強度で励起する」方が、レシオの減衰は避けられることがわかった。今回得られた条件は、Green-Red 化 FRET センサーを使った組織や個体での生体分子活性の可視化を試みる際のガイドラインとして用いることができる。

青木　伸

「新機能性発光金属錯体の選択的合成法の開発とがん細胞の発光検出と細胞死誘導、発光寿命の長寿命化」

特定のカチオン性ペプチドを導入したシクロメタレート型イリジウム（Ir）錯体が、がん細胞（Jurkat 細胞）の細胞死を誘導することを発見し、プログラム細胞死の一つであるパラトーシスタイプの細胞死を誘導していることを見出した。さらに、Ir 錯体に Reversible Electronic Energy Transfer（REET、可逆的な電子的エネルギー遷移）を起こす発光団を導入することにより、発光寿命を 1〜2μｓから約 200μｓへ長期化することに成功した。

曽我　公平

「OTN 近赤外ハイパースペクトルイメージングによる生体組織解析」

生体組織透過性が高い近赤外波長域のスペクトルは、同時に中赤外における分子振動吸収の禁制倍音波長域であるため、多くの分子振動情報を含む極めて弱い光吸収スペクトルの重ね合わせによって成り立っている。本研究では通常吸収が強すぎて測定ができない中赤外ではなく、近赤外波長域の倍音吸収のスペクトルを機械学習により解析し、脂質やがん組織などの特徴を、ハイパースペクトルイメージから抽出することができた。

「OTN 近赤外蛍光イメージングにおける各種情報イメージング蛍光プローブ」

蛍光の強度、波長、広がりには蛍光体のおかれる周囲のイオン濃度、pH、温度といった多角的な情報が反映されている。本研究ではこれらの環境パラメータとスペクトルの相関を探ることにより、蛍光イメージングから情報マッピングを引き出すためのプローブの作製に、取り組んだ。その結果、蛍光情報を頼りに力・温度という不可視情報をイメージングすることに成功した。

松永　幸大

「植物の観察障害除去に関する研究」

農作物の品質を評価するためには、内部構造を解析する必要がある。植物細胞は細胞壁を持ち、葉緑素を持つ葉緑体や色素を蓄積した液胞などを含み、深部まで観察は困難である。この観察障害を除去する技術 TOMEI（Transparent plant Organ MEthod for Imaging）の改良を進め製品化した。また、センターの共通機器である二光子顕微鏡と組み合わせることで、植物のディープイメージングを達成し、世界的にもインパクトの高い学術雑誌に論文を出版した。

政池　知子

「Droplet chamber を用いた 1 分子酵素リン酸解離活性測定に関する研究」

本年度はリン酸検出バイオセンサーを Droplet chamber array 内で変性させず安定的に保持し、リン酸応答能を再現性良く維持する溶液条件を見出した。また、リン酸低親和性センサータンパクについても、Droplet chamber array 内で高濃度域のリン酸濃度検出に活用できることを実証した。

「F_1-ATPase の内部構造変化の 1 分子観察」

1 分子局所構造変化検出のための顕微鏡観察法について昨年度学術雑誌に論文を出版した。この顕微鏡を用いて、回転分子モーターF_1-ATPase のシリンダー部分を構成する触媒サブユニットの ATP 結合部位近傍の動きを 1 分子内 1 サブユニットレベルで検出することに成功した。この動きが増幅して C 末端ドメインに伝わり、中心軸の回転を駆動すると考えられる。

森作　俊紀

「近赤外レーザー誘起表面変位顕微鏡の開発と植物表面の粘弾性計測への応用」

レーザー光による細胞損傷の軽減と組織中に埋もれた細胞の深部計測を目指し、励起光波長を従来の可視光から近赤外光に切り替えた近赤外レーザー誘起表面変位（near-infrared laser-induced surface deformation: NIR-LISD）顕微鏡を開発し、植物細胞に適用した。近赤外光を用いることで、光損傷を受けすに、ゼニゴケの仮根の先端部と側方部の粘弾性の識別を可能にした。

上村　真生

「生体機能性高分子を軸とする近赤外光イメージング材料の開発」

組織透過性が極めて高い近赤外光励起・発光が可能な、無機発光ナノ粒子や低分子蛍光色素を生体機能性ポリマーと複合化し、近赤外蛍光プローブを作製した。これらの近赤外蛍光プローブを用いて、マウスの体内を観察することや、がんの患部を治療する技術を開発した。また、生体を構成する細胞に関わる「力」を観察する技術の開発にも取り組んだ。さらに、近赤外光照射に応答して発熱するナノ粒子の開発にも成功し、がんイメージング（診断）と治療を同時に可能にする手法の基盤技術を確立することができた。

佐野　良威

「認知を担う神経細胞群の可視化と細胞機構の解明」

学習時に神経細胞群の活動性を操作および標識し、記憶想起時に活動する神経細胞群（記憶痕跡細胞）を可視化することから、味覚記憶の形成において大脳皮質-扁桃体間の相互作用が記憶細胞の決定に重要であることを明らかとした。また分泌関連タンパク質 CAPS1 が神経可塑性の誘導および学習過程に必要であることを明らかとした。これらの成果は、日本神経科学大会、米国神経科学学会等で発表した。

坂本　卓也

「植物の細胞核内配置のイメージング研究」

植物の細胞核内のセントロメア配置に注目して、イメージング研究を行った。その結果、セントロメア配置を制御するタンパク質複合体を同定することに成功した。植物のライブイメージングが同定に威力を発揮した。

七尾　友久

「マクロピノソームにおける Rab5 の活性化及び不活性化機構の研究」

細胞内に外部の物質を取り込むエンドサイトーシス機構は、制御分子のスイッチングによって不可逆的に進行するようにコントロールされている。本研究では初期エンドソームの成熟を制御する Rab5 を ON にする分子が ALS2 であること、この ALS2 の解離による Rab5 の不活性化には後期エンドソームの成熟を制御する活性化 Rab7 が必要であることを、FRET センサーを用いたマクロピノソームのライブイメージングによって明らかにした。

大久保　喬平

「近赤外蛍光寿命計測システムの構築」

蛍光の強度・波長・寿命には蛍光体周囲のイオン濃度・pH・温度等の情報が反映される。特に温度は細胞分裂・伝達のような生体機能を制御する変数の一つであり、非侵襲・非接触な生体深部の温度計測技術を開発している。生体への透過性が極めて高い波長（900-1400nm）の蛍光寿命に基づく温度計測系（プローブ・撮像装置）の開発を進めると共に、コンピュータ断層撮影と撮像系との複合により、生体内の 3 次元温度マッピングへの応用を行う。

横田　秀夫

「画像処理に関する研究」

新規バイオイメージング装置から生み出される新しいイメージ情報に対する画像処理を研究開発している。近赤外ハイパースペクトル情報に対して、機械学習を用いた生体組織の分別を実施した。さらに、組織透過性に優れる近赤外光の特性を生かした CT システムの開発を曽我教授のグループと研究した。その結果、水浸型の撮影法を開発し、逐次近似 CT 再構築アルゴリズムを開発し近赤外蛍光を有する蛍光プローブを標識した対象用いたファントムを 3 次元再構築することに成功した。

大谷　直子

「機械学習を利用した肝臓に蓄積する脂質の濃度分布の近赤外線スペクトルイメージング」

高脂肪食の過剰摂取によって発症するマウスモデルの肝臓がんでは、腫瘍部に著しく脂質が蓄積しており、一部のヒトの NASH 肝がんでも同様の現象が認められる。今回、マウスの肝臓内の実脂質量を測定しそれを教師データとし、近赤外線スペクトルイメージングを試みた。その結果、肝臓に蓄積した脂質量の実測値と高い相関性もって脂質の濃度分布をイメージングでき、様々な脂肪肝の程度や腫瘍部における脂質の異常蓄積を可視化することができた。

座古　保

「ナノ粒子イメージングの応用展開」

ナノ粒子凝集に光を当てたときに生じる散乱光を暗視野顕微鏡により単一クラスターレベルでイメージングする事で、微量のナノ粒子凝集を検出することができる超高感度検出法を開発している。今年度は、夾雑物存在下における分子検出のために、金ナノ粒子表面の修飾について検討した。ナノ粒子表面を高密度の DNA で被覆することで、夾雑物によるナノ粒子の非特異的凝集を抑制し、ターゲット分子特異的な検出に成功した。

小関　泰之

「誘導ラマン散乱による振動分光イメージングの生物学応用」

高速・無標識生体イメージング法として注目を集める誘導ラマン散乱（SRS）顕微法において、2018 年度までに長期安定性の高い波長可変レーザー光源および多波長蛍光／SRS 同時計測システムの開発を進めた。2019 年度は、本顕微鏡システムを用いた生物学応用として、ホウ素クラスター化合物の SRS イメージング実験や様々な植物試料の微細構造可視化実験を進めた。

桧垣　匠

「気孔の発生と開閉機能に関する研究」

葉や茎の表面に分布する気孔は植物のガス代謝や水分調節を担っており、植物の生存に欠かすことができない器官である。気孔の開閉機能は気孔を形成する一対の孔辺細胞の膨圧運動により実現されており、環境変化に応じてその密度や開度を適切に調節する。本研究では高次元ライブセルイメージング、画像解析や数理モデルの活用など多面的なアプローチによって孔辺細胞の分化・機能・環境応答に関わる時間空間的な制御機構の包括的な理解を目指す。

来須　孝光

「植物の生存戦略の根幹を成すプログラム細胞死（PCD）とオートファジーの多機能性」

植物の花粉への栄養供給組織であり、PCD モデルの 1 つである葯内のタペート細胞を中心にオートファジーの多様な機能を検証した。本年度は、タペート細胞特異的オートファジー可視化イネを用いて、時空間的なオートファジー動態の定量的なモニタリング系の構築に成功した。併せて、本手法を用いて、転写ネットワークと活性酸素シグナルを介したオートファジー制御に関する研究を進めている。

磯部　圭佑

「深部イメージングと光操作に関する研究」

本年度は、4 平面同時深部イメージング技術の開発とパターン照明の研究を行った。深さが異なる 4 つの平面を 11.8Hz で同時にイメージングする技術を開発し、マウス大脳皮質の多層同時 Ca^{2+} イメージングに成功した。また、デジタルマイクロミラーデバイスを用いたパターン照明技術に時間分割多重化プレートを導入し、深さ方向の空間分解能を 2μm まで向上できた。

花俣　繁

「イネのオートファジー活性制御による高温ストレス耐性強化に関する研究」

近年の地球温暖化に伴うイネ種子登熟期の高温障害は稔実率の低下や種子の白濁化による品質低下を引き起こし、その発生頻度は全国的に高まっている。高温障害米は見た目が悪く、農業的な商品価値が著しく低下するため、社会的問題となっており、高温登熟による米の品質低下を防止する技術開発が期待されている。本研究では、高温ストレスによる種子品質へのオートファジー欠損の影響を調べるため、高温を含む、複数の温度条件でイネオートファジー欠損変異体および野生型イネを栽培し、オートファジーが種子の品質の維持に重要であることを明らかにした。また、オートファジーを活性化させた遺伝子組換えイネを作出するため、オートファジー関連遺伝子を過剰発現するベクターを導入した遺伝子組換えイネを作出した。今後、これらの材料を用いてオートファジーの活性ならびに高温ストレス耐性および種子品質への影響を調べ、オートファジー活性制御による高温ストレス耐性強化イネの作出を目指す。

石川　雅也

「植物の凍結様式の可視化解析と凍結制御機構の解明」

水分豊富な植物にとって凍結は最も危険なストレスだ。植物が組織中の水分凍結をどのように制御して致死的な細胞内凍結を回避できるかは重要な耐寒性機構だが、詳細は不明だ。本機構解析のため、MRI や赤外線サーモビュアを用いて凍結挙動の非破壊可視化法を開発し、複雑な組織凍結の詳細を可視化解析し、凍結挙動の動態・秩序と多様性を解析中。組織の凍結制御に関与する氷核活性や凍結バリア、過冷却安定化能等を解明し、凍霜害防除や凍結制御物質の基礎・応用研究展開を目指している。

ウォーターフロンティアサイエンス＆テクノロジー研究センター

ウォーターフロンティアサイエンス＆テクノロジー研究センターについて

1. 概要

ウォーターフロンティアサイエンス＆テクノロジー研究センターは、本学の私立大学ブランディング事業「材料表面・界面における水の学際研究拠点の形成」を推進するため、2016 年 11 月 22 日に発足した。日常の生活環境下では、材料表面には必ずと言ってよいほど水が吸着しており、材料の物性や機能を大きく左右している。しかしその選択的計測や理論的扱いの難しさから、水の物性や機能への影響の理解及びその積極的利用が進んでいない。そこで本センターの前身となるウォーターフロンティアサイエンス研究部門を 2015 年 4 月に立ち上げ、材料表面・界面における水の吸着、濡れ、流れといった挙動を体系立てて理解できる学理の創成をめざして研究を進めてきた。本研究センターでは、さらにその応用として環境・エネルギー、医療分野への貢献を意識し、材料開発、理論・シミュレーション、計測分析分野の三位一体体制のもと、材料表面・界面の水の学際的な研究をより強力に推進する。材料表面・界面の水の基礎科学の理解と、その制御に基づく省エネルギー材料や再生医療材料などの開発に展開し、その研究成果を世界に広く発信することで、学術界・産業界への幅広い貢献を目指す。

2. センターの構成と施設設備

研究センターのメンバーは、役割分担という観点から①材料開発、②計測分析、③理論・シミュレーションの三位一体体制で構築される。一方、研究対象や出口設定という観点から、センター内に小回りのきく機能集団であるグループ (G) を 6 つ置く。具体的には (G1) 物質・材料表面、(G2) バイオ界面、(G3) 濡れと流れの基礎科学、(G4) 水の基礎的理論・シミュレーション、(G5) 流体計測・制御技術、(G6) 水環境分析応用となる。各グループは、統一されたテーマのもと、原則的に①～③の三位一体体制で効率的な共同研究を行う。

東京理科大学の研究中期戦略に鑑み、水と材料表面の科学・技術が関与する具体的な応用出口として、本研究センターは健康で持続可能な社会を目指した「省エネ」と「再生医療」を 2 つの柱に据えている。G1、G2 が、それぞれ低摩擦・トライボロジー材料表面、生体適合性・高機能材料の開発の観点からこの任にあたる。さらに革新的な技術・材料を生み出すために、統合された基礎学術の深堀が必要である。そこで G3、G4 がそれぞれ、材料表面の吸着水の水和構造やスペクトル予測、表面化学状態や界面張力などの局所物性の変化を考慮した濡れと流れのシミュレーションといった観点からこの任にあたる。さらに濡れや流れをマイクロメートルオーダーで制御でき、基礎研究の推進に役立つ新規機能性マイクロ流路デバイスの創出と、その材料開発・医療診断、高感度分析といった応用デバイスの開発を G5 が担当する。そして物質・材料表面と水という観点から新しい応用可能性、また健康で持続可能な社会に貢献する新たな技術の創成を目指し、環境にやさしい水を用いた機能性材料製造技術の創成や、安全・安心な食と健康のための新しい分析技術の開発やデータベースの構築を G6 が担当する。

施設・設備に関しては、2016 年度に、①一体型フェムト秒再生増幅装置、②雰囲気制御走査型プローブ顕微鏡、2017 年度に、③小型研究開発用スパッタリング装置、④高速度・高感度カメラシステム、⑤Ti-U 手動 TIRF システムの 5 つの研究設備を新たに導入した。①を用いて広帯域和周波発生分光装置を作製し、広帯域和周波発生スペクトルが取得できる段階に達している。②は湿度を変化させた際のグラフェン表面の計測などに適用している。③は薄膜の形成、材料表面金属パターニング用の装置であり、ナノからマイクロレベルまでの化学状態や凹凸を制御した表面を創出するのに用いている。④は材料表面における濡れ広がりの高精度計測に用いられ、材料創成や伝熱・冷却などの機能性に関わる濡れの基礎学術を深化させるのに活用している。⑤は材料表面極近傍のサブマイクロメートルスケールの流れ計測に用いられ、制御された物質輸送や、高感度分析のための物質濃縮、流れの基礎学術を深化させるのに活用している。これらの設備を有効に活用し、本センターにおける材料表面の水に関する連携研究を推進している。

3. 各研究グループの活動報告

2019 年度における各グループのごとの研究活動報告のハイライトを以下に述べる。

3. 1. 物質・材料表面グループについて

本グループでは、トライボ材料表面の水の構造と機能制御を主要研究テーマとしている。

2019 年度においては、2018 年度から引き続き、産業応用に直結する基礎研究として、鉄鋼材料に対するイオン液体の摩擦特性に水が及ぼす影響を調査した。親水性である[BMIM][DCN]、[BMIM][BF4]においては、相対湿度によって特性が大きく異なった（図 1)。一方で、疎水性が高い[BMIM][PF6]においては、特性の変化は小さくなった。また、イオン液体で最も疎水性が高い[BMIM][FAP]においては、相対湿度に依存しない摩擦特性となった。また、ナノスケール下においては、周波数変調方式原子間力顕微鏡を用いることで、親水性イオン液体の潤滑膜が水によって乱されるのに対して、疎水性イオン液体の潤滑膜が水に対して安定化していることを可視化することに成功した。

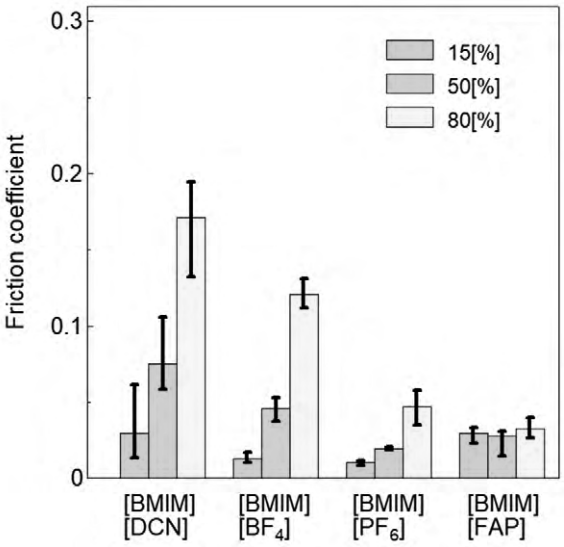


図 1　イオン液体の摩擦係数と相対湿度の関係

2020 年度では、潤滑膜の形成・成長機構に対する、水による効果を引き続き調査する。具体的には、固液界面におけるイオン液体と水の吸着構造の詳細について、和周波発生分光などの相補的な分析手法を用いて調べる予定である。

3. 2. バイオ界面グループについて

生体内では、細胞はさまざまな物質から形成される細胞外基質（extracellular matrix: ECM）を足場として増殖するため、体外で細胞培養を行う際も、足場となる材料が必要となる。近年、ECM を模倣した材料として、相互侵入高分子網目構造（interpenetrating polymer network: IPN）と呼ばれる、複数の高分子が互いに絡み合って多重の網目構造を形成するハイドロゲルが注目されている。本研究では、キトサン（CH)／ポリエチレングリコール（PEG)／自己会合性ペプチド(RADA16）からなる IPN ゲルを細胞足場材料として開発した。さらに、ペプチドが自律的に繊維状の構造を形成する現象（自己組織化）と、それに続くキトサンとポリエチレングリコールの共有結合形成によって、IPN ゲルを one-pot（単一の反応容器内）で簡便に合成する技術を確立した(図 2a)。IPN ゲルにウシ軟骨細胞を混合し細胞増殖活性試験を行った結果、良好なグリコサミノグリカン（GAG）の産生を示し、軟骨組織化が進むことが示された（図 2b)。さらに、ヒト由来軟骨細胞を保有した IPN ゲルを、マウスの背部皮下に移植し、8 週間後に観察した。コントロールとして、現在臨床で細胞足場として用いられているアテロコラーゲンを用いて炎症反応を比較したところ、CH/PEG/RADA16 はアテロコラーゲンよりも良好な結果を示した。また、関節軟骨に含まれる成分として重要な II 型コラーゲンやプロテオグリカンの蓄積もより多く見られ、軟骨としてもより質の高い組織となっていたことからも、CH/PEG/RADA16 の足場材料としての有用性が確認された（図 2c)。

加齢に伴う軟骨の磨耗により膝関節の炎症・変形が引き起こされる変形性膝関節症は超高齢化社会を迎えた我が国における最重要課題の一つである。現在は人工関節への置換が広く行われているが、置換手術後の人生の質（QOL）の低下や 10 年～20 年で再置換の手術が必要となるなどの問題がある。したがって、自分の細胞を利用した再生医療の発展に高い期待が寄せられている。本研究で開発された新しい細胞足場材料の合成技術は、今後、軟骨再生医療の進展において重要な役割を果たすことが期待される。

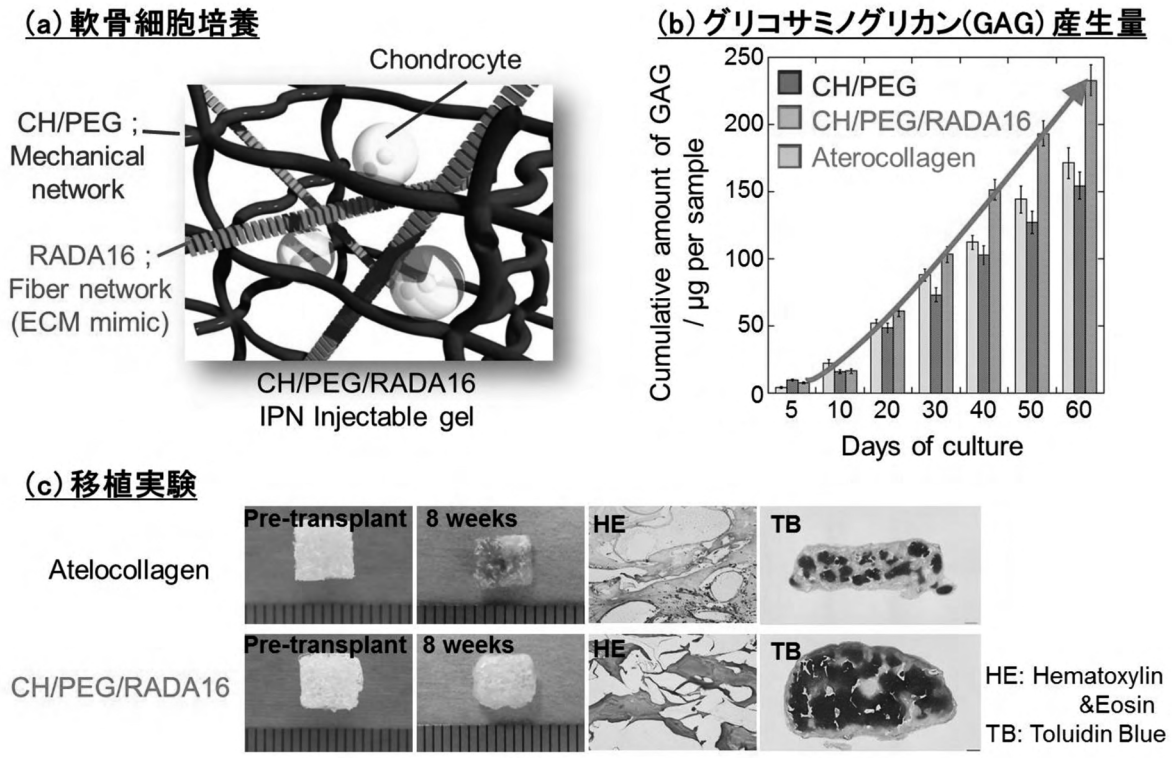


図 2　(a) CH／PEG／RADA16 からなる IPN 構造。(b) IPN ゲル内で培養されたウシ軟骨細胞からの GAG 産生量。(c) ヒト軟骨細胞を用いた IPN ゲルのマウス移植試験の結果。

3. 3. 濡れと流れの基礎科学グループについて

界面熱流体現象、特に、表面張力差駆動による熱物質輸送および動的な濡れを対象に研究を進めている。マクロ的現象においては、温度差に起因する表面張力差駆動による対流場（図 3）や微小粒子（低ストークス数粒子）の集合・分散制御に関する研究を行った。また、動的濡れに関しては微小構造物との相互作用による三相境界線（コンタクトライン）近傍流体の局所的加速現象を扱い、その動力学を明らかにした。ミクロ的現象については、分子スケールでの動的濡れにおいて、液滴移動速度と動的接触角の関係について分子動力学的に解析を行い、コンタクトライン移動速度と接触角の関係を明らかにした。これらの固体基板上構造物との相互作用に関するマルチスケール・ダイナミクスの解明を目指して、学内外の共同研究体制により研究を推進していく。

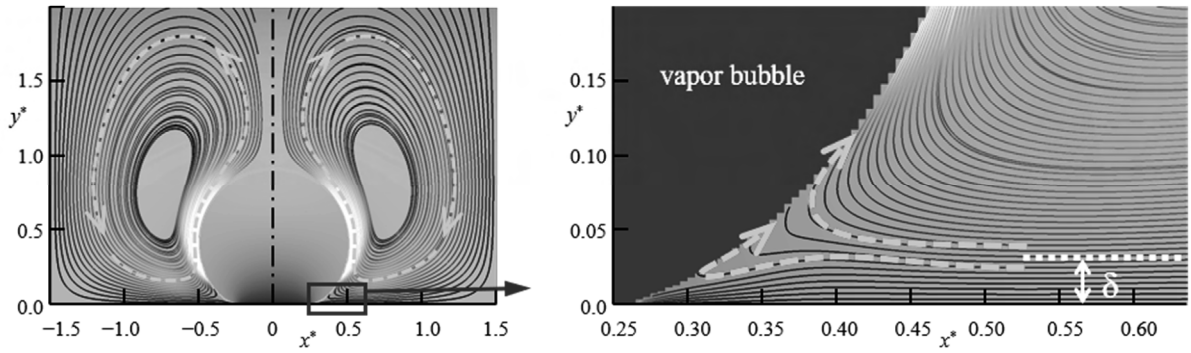


図 3　局所加熱蒸気泡における数値シミュレーション結果の流線図（左図：全体、右図：コンタクトライン近傍拡大図）。直径 10μm の蒸気泡を下壁の熱源に固定し、温度差マランゴニ対流を発生させた様子を可視化。蒸気泡の温度差マランゴニ対流を利用したナノプリンティング技術の高度化において重要な知見を得た。

3. 4. 水の基礎的理論・シミュレーショングループについて

本グループの目的は、理論・シミュレーションの観点から、物質表面・界面における水の構造や挙動を原子スケールから連続体スケールまで横断的に理解・制御するための学術領域を構築することである。また、これらマルチスケールな計算・解析を、容易、かつ一元的に実行できる水統合シミュレータを開発している。以下、本グループで得られた結果の例である。

(1) 物質表面に形成させる構造水とその表面から離れた自由水とのクロスオーバーを解明するため、2 次元疎水性材料であるグラフェンに対して分子動力学計算を行った。本研究の特色は、このクロスオーバーの問題に対して、新しい統計データ解析手法として注目を浴びているパーシステントホモロジーを初めて適用した点である。この解析結果により、自由水と構造水のクロスオーバーを水の四面体クラスターの回転自由度から説明することに成功した（図 4(a)）。この成功は、研究者の直観や従来の解析手法だけでは困難であった、水の異なる液相間のクロスオーバー問題に対する解析手法を確立したことを意味する。

(2) バイオ界面グループが開発を行っている直鎖型、および櫛型ポリエチレングリコール（PEG）ブラシの分子・水和構造とその動態を分子動力学計算によりシミュレートし、両者にタンパク質非特異吸着抑制能の違いが生じる理由を明らかにすることを目指した。計算により、直鎖型に比べ、櫛型 PEG ブラシ層では水の拡散係数が 1/4 程に低下しており、安定な水和層が形成されていることが示唆された（図 4(b)）。これは、櫛型 PEG ブラシの方が高いタンパク質非特異吸着抑制能を持つという実験結果と関連するものと考えられる。

(3) 直接数値計算を用いた界面張力駆動流現象の解明を目的として、温度差マランゴニ対流を伴う 2 自由界面液膜の解析を行った。温度差マランゴニ対流は、微小重力環境下の熱流動やヒートパイプの性能において支配的な要素となる自然対流現象である。十分に薄い液膜が示す SLF（single-layered flow）のパターン変化（矩形アスペクト比依存性）を調査し、地上実験と同傾向のアスペクト比依存性を確認することに成功した（図 4(c)）。今後、界面張力駆動流現象の解明に展開できると期待される。

上記結果に加え、統合シミュレータの骨格となる分子動力学計算、独自の特徴となる機械学習による解析を可能とする GUI（Graphical User Interface）の大枠を開発した。本ソフトウェアの開発は今後も継続する。

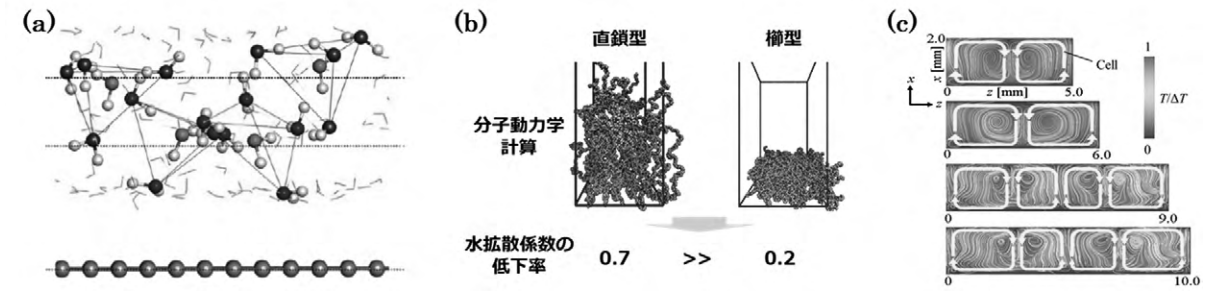


図 4　(a) グラフェン表面に形成された水の四面体クラスター。(b) 直鎖型、櫛型 PEG ブラシの分子動力学シミュレーション。(c) 矩形孔に張られた自由液膜内温度差マランゴニ対流のアスペクト比依存性。

3. 5. 流体計測・制御技術グループについて

本グループでは、表面・界面近傍の流れの計測・制御を用いた新しい付加価値の創出を目的として、他グループと連携しながら材料表面・界面における水に対する研究活動を進めている。以下に、本グループで得られた結果の一例を紹介する。

直径 20nm の金ナノ粒子を固定化しガラス基板上にレーザ光照射を行い、表面プラズモン共鳴を用いて局所的な温度場を生成することができる。数十 mW 程度の光強度で照射を行うと、数～10μm 程度の微小気泡が瞬間的に発生し、その脚部、即ち固気液 3 相界面近傍において、液中に分散している微小物質が集積される。2019 年度はこの現象について網羅的に実験を行い、図 5 左に示すように、集積ダイナミクスは集積する微小物質サイズに依存し、光照射を停止した後の集積粒子の残留の様子もサイズの影響を強く受けることを明らかにした。また、基板表面の濡れ性によっ

て集積現象は大きく異なるという知見を得た。現在、現象理解のための熱流体現象の数値シミュレーション（図 5 右）を実施しており、界面近傍と遠方の流れの関係と粒子輸送現象との相関について検証している。

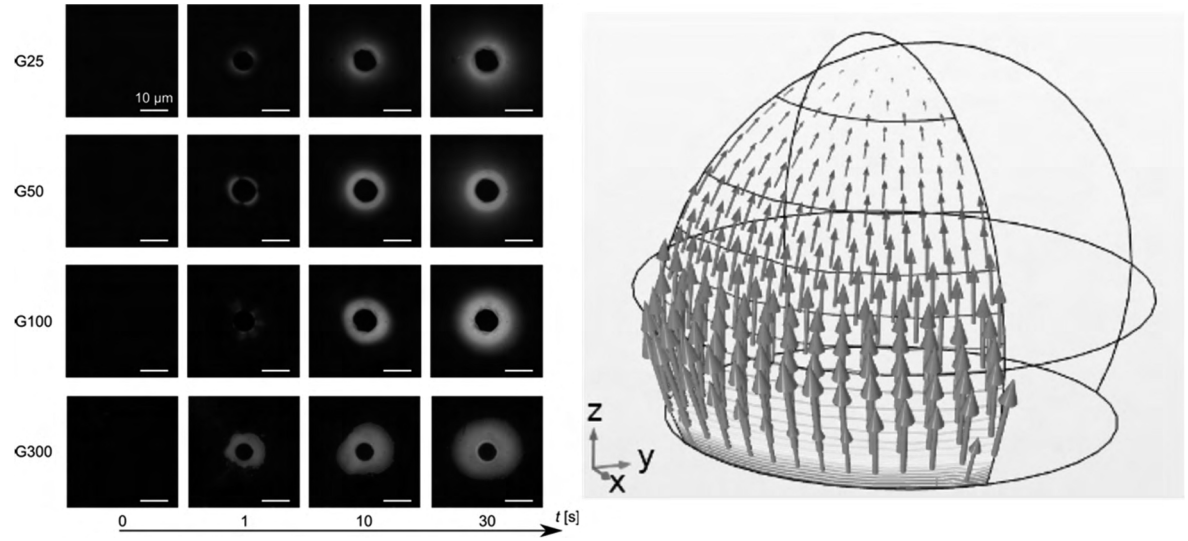


図 5　（左）プラズモン微小気泡周りのナノ粒子の集積の様子（右）微小気泡周りの熱流体シミュレーション結果

3. 6. 水環境分析応用グループについて

水を取り巻く表面界面現象は、非線形効果が顕著に現れる複雑系であり、その理解には放射光を用いた分光解析、顕微解析、構造解析、時間分解解析は強力な解析技術である。その一方で、一度のビームタイムで得られる実験データの容量は肥大化しており、大規模データを効率的に取り扱い、本質的な情報を抽出する技術の登場が望まれている。そこで我々は発展の著しいデータサイエンスの手法を活用し、大規模計測データからの自動的な情報抽出を試みた。本報告では光電子顕微鏡(PEEM) のスペクトルデータを対象に、分光スペクトルのバックグラウンド除去手法について検討を行った。その後、教師無し学習である非負値行列因子分解（NMF）を行いクラスタリング結果の精度向上を試みた。

バックグラウンド除去法として、直線法、Shiley 法、Arctangent 法の 3 種を検討した結果、Arctangent 法が最も適切であることが明らかとなった。また CuO の標準スペクトルと NMF による分類結果の類似度を評価したところ、0.939 の相関係数を得ることができた。さらに分類結果を元の顕微画像に戻したところ、試料の形状が明確に分離できていることを確認できた（図 6）。

この結果から、CuO は適切にクラスタリングできた事が示された。また Cu_2O、Mn および Ti についても良好な結果が得られた。これにより人力では困難であった複雑な構造の解析に利用できる可能性が示唆された。

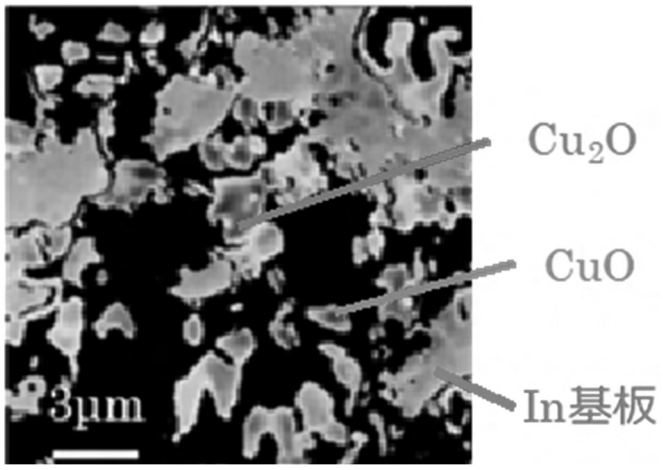


図 6　教師無し学習による大規模顕微分光データのクラスタリング結果。Cu の酸化/還元状態を自動的に分類し、顕微鏡画像上で可視化することができた。

4. 研究活動の展望

センター発足から 4 年目に入り、物質・材料表面における分子レベルの水和構造・メゾスケールにおける濡れ、そしてマクロな流体としての流れを理解・制御するために、材料表面の凹凸構造や化学状態が制御された材料の作成を進めた。さらにそれらの特徴的な表面・界面を選択的に測定するための分光計測装置の開発、また表面・界面における分子レベルの水和構造、またメゾからマイクロメートルスケール以上の濡れ・流れを予測できるシミュレーション用のアルゴリズムならびに統計的解析手法の応用が概ね順調に進んでいる。引き続き材料創成・計測・(理論を含む) シミュレーションの三位一体的研究を押し進めていく。

教育・広報活動としては当該年度も、学内の大学院生が広く聴講できる教養科目「ウォーターサイエンス特論」を実施し学内教育を進めるとともに、産学共同研究を促す産学連携研究会や一般市民向け公開講座を実施した。学生や社会人への広報活動を兼ね、次年度も教養科目の開講、公開の研究報告会や公開講座を実施予定である。

2019 年 3 月に実施したアドバイザリー委員会（中間評価）のアドバイスのもと、次年度は①統合シミュレータの開発促進、②国際的なブランディングのための洋書の刊行、③産学連携活動の促進について活動をより充実させていく。①に関しては、2019 年 6 月に企業研究者のヒアリングを実施し、より使いやすいモジュールの開発項目を明らかにし、特に界面における接触角の定量評価への要望が高かったため、2020 年度は従来の目標に加えて当該するモジュールの開発も平行して進める。②洋書 Water on Materials Surfaces の刊行打ち合わせが Springer 編集部と順調に進み、細部の実務作業に入った。国際的広報活動のため 2020 年度は執筆の年となる。著者に国外の第一線の研究者数名にも加わっていただき、さらなる国際広報活動を進める。③2019 年 12 月に企業研究者を対象とした当初の申請書になかった新しい企画「技術フォーラム」を実施した。この席で技術相談会を実施し、企業研究者との活発な意見交換がなされた。2020 年度も実施予定である。これをきっかけに今後とも学部・学科の垣根をまたぐ複数研究者（大学）と企業との「面と面」との共同研究を促進していく。

5. むすび

本年度も多彩な専門分野、学術・技術的基盤を有する研究者が、最先端の知見や技術を持ち寄りながら、物質・材料表面における水に関する学術の深化、並びに産業界への出口を意識した共同研究がますます進展している。2019 年 12 月 3 日から 4 日の 2 日間かけて催した技術フォーラムでは、毎夕実施した技術相談会で活発な意見交換が行われ、この席が、地道でありながら東京理科大における物質・材料表面研究に関する社会にプレゼンスを高め、今後も産学連携を継続的に生み出す場になることが期待できる。国際的な展開としてウォーターフロンティア&テクノロジー研究センターの研究メンバーが中心となった洋書の刊行を予定している。最新の研究成果だけでなく、大学院での講義にも使えるよう、基礎事項や背景への記述を配慮することで、研究分野だけでなく教育面でも本センターのプレゼンスをアピールできたらと考えている。

今後とも世界的にみても独自色のある「物質・材料表面の水の学際研究拠点」として本センターの研究活動を推進し、学術界・教育界・産業界への貢献を目指していく。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．“Measurement of water distribution on micro-structured surface buried in water as a model of super water repellent surface by stimulated Raman scattering interferometer”, Motohiro Banno, Sumire Takahashi, Hiroharu Yui, Anal. Sci. 35, 911-915 (2019).(査読有)
2．“Development of a near-infrared laser-induced surface deformation microscope and its application to the dynamic viscoelastic measurements of single living plant cell surfaces”, Toshinori Morisaku, Hitomi Onuki, Kenji Hashimoto, Kazuyuki Kuchitsu, Hiroharu Yui, Anal. Sci. 35, 1203-1207 (2019).(査読有)
3．“Determination of Absolute Number of Graphene Layers on Nickel Substrate with Scanning Auger Microprobe”, Masahide Shima, Hiroki Kato, Kota Shihommatsu and Yoshikazu Homma, Appl. Phys. Express 13, 015502 (2020).(査読有)
4．“Effect of Surrounding Atmosphere on Friction Properties of Hydrophobic and Hydrophilic Ionic Liquids”, Shouhei Kawada, Shinya Sasaki and Masaaki Miyatake, Tribology Online. 14, 285-292 (2019).(査読有)
5．“関節軟骨水和層の構造と潤滑特性”, 三浦慎吾, 鎗光清道, 佐々木信也, 藤江裕道, 臨床バイオメカニクス, 40, 259-263 (2019).(査読有)
6．“Frequency-Modulation Atomic Force Microscopic Observation for Ultralow Frictional Solid/Liquid Interface of Diamond-Like Carbon in an Environmentally Friendly Oil”, Okubo Hikaru, Sasaki Shinya, Tribology Letters 14, 2, 71-77 (2019).(査読有)
7．“Dynamic Water Nanotube Cluster Stabilized in Molecule-Based Hydrophilic Nanoporous Crystal with New Organic Spacers”, Yuki Ohata, Takaya Kouchi, Tomoaki Sugaya, Hajime Kamebuchi and Makoto Tadokoro, Bull. Chem. Soc. Jpn. 92, 655-660 (2019).(査読有)
8．“Slow Dynamics of Premelting Water Molecules Confined to Hydrophilic Nanoporous Space”, Yuki Ohata, Hajime Kamebuchi, Keisuke Watanabe, Takaya Kouchi, You Suzuki, Taku Imaizumi, Tomoaki Sugaya, Motohiro Mizuno and Makoto Tadokoro, Chem. Select. 4, 6627-6633 (2019).(査読有)
9．“Phase Behavior and Polymerization of the Ternary Polymerizable Cationic Gemini Surfactant/Fatty Alcohol/Water System”, Masaaki Akamatsu, Kosuke Ogura, Koji Tsuchiya, Kenichi Sakai, Masahiko Abe, Hideki Sakai, Langmuir, 36, 986-990 (2020).(査読有)
10. “Formation of α-gel (α-form hydrated crystal) by oleic acid-based gemini surfactant”, Tadash Sugahara, Yuichiro Takamatsu, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, Hideki Sakai, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 583, 123944, (2019).(査読有)
11. “Small-angle Neutron Scattering Study of Micelle Structure and Hydration Behavior of Oleic Acid-based Gemini Surfactant”, Tadashi Sugahara, Masaaki Akamatsu, Hiroki Iwase, Yuichiro Takamatsu, Kenich Sakai, Hideki Sakai, Chemistry Letters, 48, 1050-1053 (2019).(査読有)
12. “Monitoring Fluorescence Response of Amphiphilic Flapping Molecules in Compressed Monolayers at the Air/Water Interface”, Waka Nakanishi, Shohei Saito, Naoki Sakamoto, Akihiro Kashiwagi, Shigehiro Yamaguchi, Hideki Sakai, Katsuhiko Ariga, Katsuhiko, Chemistry; An Asian Journal, 14, 2869-2876 (2019).(査読有)
13. “Spontaneous Vesicle Formation of Monododecenyl Phosphonic Acid in Water”, Toshiaki Taira, Yuki Ishizaki, Shusei Yamamoto, Kenich Sakai, Hideki Sakai, Tomohiro Imura, Journal of Oleo Science, 68, 1223-1230 (2019).(査読有)
14. “Water filling and emptying kinetics in two-dimensional hexagonal mesoporous silica of same pore diameter but different pore lengths”, Junho Hwang, Kosuke Yanagita, Kazuki Sakamoto, Wei-Lun Hsu, Sho Kataoka, Akira Endo and Hirofumi Daiguji, Langmuir, 35, 10762-10771 (2019).(査読有)

15. “Theoretical analysis of transient heat and mass transfer during regeneration in multilayer fixed-bed desiccant dehumidifier: Model validation and parametric study”, Jubair Ahmed Shamim, Soumyadeep Paul, Wei-Lun Hsu, Kenji Kitaoka and Hirofumi Daiguji, Int. J. Heat & Mass Transfer, 134, 1024-1040 (2019).(査読有)
16. “Proton conduction inhibited by Xe hydrates in the water nanotube of the molecular porous crystal $\{\{[Ru^{III}(H_2bim)_3](TMA)\}_2mH_2O\}_n$”, H. Matsui, T. Sasaki and M. Tadokoro, J. Phys. Chem. C 123, 20413-20419 (2019).(査読有)
17. “Assessment of the VDW interaction converting DMAPS from the thermal-motion form to the hydrogen-bonded form”, M. Takahashi, H. Matsui, Y. Ikemoto, M. Suzuki & N. Morimoto, Sci. Rep. 9, 13104 (2019).(査読有)
18. “Interpenetrating Polymer Network Hydrogels via a One-Pot and in Situ Gelation System Based on Peptide Self-Assembly and Orthogonal Cross-Linking for Tissue Regeneration”, Shohei Ishikawa, Kazutoshi Iijima, Daisuke Matsukuma, Yukiyo Asawa, Kazuto Hoshi, Shigehito Osawa, Hidenori Otsuka, Chem. Mater. 32, 2353-2364 (2020).(査読有)
19. “N-Hydroxysuccinimide Bifunctionalized Triblock Cross-Linker Having Hydrolysis Property for a Biodegradable and Injectable Hydrogel System”, Shohei Ishikawa, Daisuke Matsukuma, Kazutoshi Iijima, Michihiro Iijima, Shigehito Osawa and Hidenori Otsuka, ACS Biomater. Sci. Eng. 5, 5759-5769 (2019).(査読有)
20. “Two floating camphor particles interacting through the lateral capillary force”, Yuhei Hirose, Yusuke Yasugahira, Mamoru Okamoto, Yuki Koyano, Hiroyuki Kitahata, Masaharu Nagayama and Yutaka Sumino, J. Phys. Soc. Jpn. Accepted for publication (2020).(査読有)
21. “Pumping effect of heterogeneous meniscus formed around spherical particle”, Hayate Nakamura, Tetsuya Ogawa, Motochika Inoue, Takuma Hori, Lizhong Mu, Harunori N. Yoshikawa, Farzam Zoueshtiagh, Georg F. Dietze, Takahiro Tsukahara and Ichiro Ueno, Journal of Colloid and Interface Science 562, 133-141 (2020).(査読有)
22. “Quick liquid propagation on a linear array of micropillars”, Lizhong Mu, Harunori N. Yoshikawa, Farzam Zoueshtiagh, Tetsuya Ogawa, Masahiro Motosuke and Ichiro Ueno, Langmuir 35, 9139-9145 (2019).(査読有)
23. “Enhancement of meniscus pump by multiple particles”, Hayate Nakamura, Victor Delafosse, Georg F. Dietze, Harunori N. Yoshikawa, Farzam Zoueshtiagh, Lizhong Mu, Takahiro Tsukahara and Ichiro Ueno, Langmuir 36, 4447-4453 (2020).(査読有)
24. “Numerical study of thermocapillary-driven flow of a micro bubble on locally heated wall”, Shunsuke Fujimura, Ken Yamamoto, Masahiro Motosuke, Takahiro Tsukahara, Heat Transfer Research, in press.(査読有)
25. “Dissociation of a fibrous peptide by terahertz free electron laser”, T. Kawasaki, K. Tsukiyama and A. Irizawa, SCI REP-UK 9:10636 (2019).(査読有)
26. “Degradation of human serum albumin by infrared free electron laser enhanced by inclusion of a salen-type Schiff base Zn (III) complex”, Y. Onami, T. Kawasaki, H. Aizawa, T. Haraguchi, T. Akitsu, K. Tsukiyama and M. A. Palafox, INT J MOL SCI 21, 874 (2020).(査読有) DOI: 10.3390/ijms21030874
27. “Discovery of new microscopic structures in surface water on graphene using data science”, Koichiro Kato, Yuki Maekawa, Naoki Watanabe, Kenji Sasaoka, Takahiro Yamamoto, Jpn. J. Appl. Phys. 59, 025001 (2020).(査読有)
28. “Comparison between microscopic structures of surficial water on hexagonal boron nitride and graphene”, Yuki Maekawa, Kenji Sasaoka, Takahiro Yamamoto, Appl. Phys. Express 12, 115001 (2019).(査読有)
29. “RNA aptamers for a tRNA-binding protein from aeropyrum pernix with homologous counterparts distributed throughout evolution”, Senri Ohmori, Marina Wani, Saki Kitabatake, Yuka Nakatsugawa, Tadashi Ando, Takuya Umehara and Koji Tamura, Life, Vol.10, 2020.(査読有)

30. “Glycyl-tRNA synthetase from Nanoarchaeum equitans: The first crystal structure of archaeal GlyRS and analysis of its tRNA glycylation”, Alma Fujisawa, Risako Toki, Hideaki Miyake, Tomoko Shoji, Hiromi Doi, Hiromi Hayashi, Rina Hanabusa, Hiromi Mutsuro-Aoki, Takuya Umehara, Tadashi Ando, Hiroki Noguchi, Arnout Voet, Sam-Yong Park, Koji Tamura, Biochemical and Biophysical Research Communications, Vol.511, pp 228-233, 2019.(査読有)
31. “Full characterization of the hydrodynamic boundary condition and its viscoelastic behavior at the atomic scale using oscillating walls”, T. Omori, N. Inoue, L. Joly, S. Merabia, Y. Yamaguchi, Physical Review Fluids, vol 4, no.11, pp.114201_1-13, 2019.(査読有)
32. “Fully-automatic blood-typing chip exploiting bubbles for quick dilution and detection”, Ken Yamamoto. Ryosuke Sakurai, Masahiro Motosuke, Biomicrofluidics, 14, 024111 (2020).(査読有)
33. “Concentration-adjustable micromixer using droplet injection into a microchannel”, Ryosuke Sakurai, Ken Yamamoto, Masahiro Motosuke, Analyst 144, 2780-2787 (2019).(査読有)
34. “Giant Pockels effect in an electrode-water interface for a “liquid” light modulator”, Daisuke Hayama, Keisuke Seto, Kyohei Yamashita, Shunpei Yukita, Takayoshi Kobayashi and Eiji Tokunaga, OSA Continuum 2, 3358-3374 (2019).(査読有)
35. “Solvent Effects in Highly Efficient Light-Induced Molecular Aggregation”, Masayuki Shirakawa, Takayoshi Kobayashi and Eiji Tokunaga, Applid Sciences 9, 5381 1-14 (2019).(査読有)
36. “透明電極界面の水のポッケルス効果による巨大光変調”, 徳永英司, 羽山大介, 瀬戸啓介, 山下恭平, 雪田俊平, 小林孝嘉, 第64回光波センシング技術研究会 講演論文集, pp.107-114, Proceedings of 64th Meeting on Lightwave Sensing Technology (2019).
37. “Femtosecond electronic relaxation and real-time vibrational dynamics in 2’-hydroxychalcone”, Yoshihiro Yamakita, Nanae Yokoyama, Bing Xue, Naoyuki Shiokawa, Yu Harabuchi, Satoshi Maeda, Takayoshi Kobayashi, Physical Chemistry Chemical Physics, Vol.21, 5344-5358 (2019).(査読有)
38. “Fabrication of Flexible and Transparent Conductive Nanosheets by the UV-Irradiation of Gold Nanoparticle Monolayers”, Tatsuya Nishimura, Naoyuki Ito, Kazuhiko Kinoshita, Mizuki Matsukawa, Yoshiro Imura and Takeshi Kawai, Small, 16, 1903365-1903365 (2020).(査読有)
39. “Use of Variscite as Gemstone in Late Bronze Age Royal Tomb at Qatna, Syria”, Yoshinari Abe, Ayana Nakamura, Shusaku Suzuki, Tantrakarn Kriengkamol, Izumi Nakai, Judit Zöldföldi, Peter Pfälzner: Journal of Archaeological Science: Reports 27 (2019年10月), 101994.(査読有)
40. “福島第一原子力発電所事故により1号機から放出された放射性エアロゾルの性状解明”, 小野﨑 晴佳, 阿部 善也, 中井 泉, 足立 光司, 五十嵐 康人, 大浦 泰嗣, 海老原 充, 宮坂 貴文, 中村 尚, 末木 啓介, 鶴田 治雄, 森口 祐一:『分析化学』68 (2019年10月), pp.757-768.(査読有)
41. “Black Carbon and Inorganic Aerosols in Arctic Snowpack”, Mori, T., Goto-Azuma, K., Kondo, Y., Ogawa-Tsukagawa, Y., Miura, K., Hirabayashi, M., Oshima, N., Koike, M., Kupiainen, K., Moteki, N., Ohata, S., Sinha, P. R., Sugiura, K., Aoki, T., Schneebeli, M., Steffen, K., Sato, A., Tsushima, A., Makarov, V., Omiya, S., Sugimoto, A., Takano, S. & Nagatsuka, J. Geophys. Res-Atmos., 124, 13325-13356 (2019).(査読有)
42. “Individual particle analysis of marine aerosols collected during the North-South transect cruise in the Pacific Ocean and its marginal seas”, Yoshizue, M., Y. Iwamoto, K. Adachi, S. Kato, S. Sun, K. Miura, M. Uematsu, J. Oceanogr., 75, 513-524 (2019).(査読有)

43. “Automated estimation of materials parameter from X-ray absorption and electron energy-loss spectra with similarity measures”, Y. Suzuki, H. Hino, M. Kotsugi, K. Ono, Nature Partner Journal Computational Materials, 5, 39 (2019).(査読有)
44. “Synthesis of oxygen-deficient blue titanium oxide by discharge plasma generated in aqueous ammonia solution”, Yoshiteru Mizukoshi, Megumi Ohwada, Satoshi Seino, Hiroshi Horibe, Yoshimi Nishimura, Chiaki Terashima, Appl. Surf. Sci., 489, 255-261 (2019).(査読有)
45. “Reaction kinetics of active species from an atmospheric pressure plasma jet irradiated on the flowing water surface”, Tatsuru Shirafuji and Jun-Seok. Oh, J. Photopolym. Sci. Technol., 32, 535-540 (2019).(査読有)
46. “Tailoring the chemistry of plasma-activated water using a dc-pulse-driven non-thermal atmospheric-pressure helium plasma jet”, Jun-Seok Oh, Endre J. Szili, Akimitsu Hatta, Masafumi Ito and Tatsuru Shirafuji, Plasma, 2, 127-137 (2019).(査読有)

著書

1．“空間光位相制御された誘導ラマン散乱顕微鏡の開発と微細凹凸構造ならびに強光散乱性を有する材料の深部計測への展開”, 伴野元洋, 由井宏治, 分光研究, 68, 33-43, 2019.(総説)
2．“Surfactants in Tribology Volume 6 (Tribological Performance of Cyano-based Ionic Liquids as Functional Fluid)”, Shouhei Kawada, Seiya Watanabe, Yuki Hirata, Chiharu Tadokoro, Ryo Tsuboi and Shinya Sasaki, CRC Press, pp 3-16, 2019.
3．“Nanoarchitectonics With Hybrid Materials”, Mineo Hashizume, in “Advanced Supramolecular Nanoarchitectonics” (A volume in Micro and Nano Technologies), K. Ariga, M. Aono, eds., Elsevier, Section 4 “Nanoarchitectonics With Advanced Materials”, Chapter 4.1, pp.255-275, 2019.
4．「科学分析からみた色絵金銀菱文重茶碗と色絵藤花文茶壺」 MOA 美術館 編 『仁清 金と銀』, 村串 まどか, 阿部 善也, 中井 泉, 米井 善明, 内田 篤呉: 淡交社, 2019 年 11 月, pp. 140-150.
5．“生命の運動と階層性（自発変形、そして集団運動)”, 住野 豊, 高分子 69 巻 p.152-153 (2020).
6．「X 線光電子分光法」講談社サイエンティフィク, 高桑雄二編著, 小嗣真人分担執筆 (2019).
7．“Lotus effect-based superhydrophobic surfaces: Candle soot as a promising class of nanoparticles for self-cleaning and oil-water separation applications”, in Green Chemistry for Surface Coatings, Inks and Adhesives: Sustainable Applications, Edited by Rainer Höfer, Avtar Singh Matharu, Zhanrong Zhang, The Royal Society of Chemistry, Sanjay S. Latthe, Kazuya Nakata, Rainer Höfer, Akira Fujishima and Chiaki Terashima, June 2019, ISBN: 978-1-78262-994-8.

招待講演

1．“物質・材料表面における水の科学と工学 そのミクロな構造とマクロな動態まで －東京理科大学 W-FST 研究センターの試みー”, 由井宏治, 日本表面真空学会 関東支部講演大会, 東京理科大学葛飾キャンパス（東京都葛飾区), 2019 年 4 月 13 日.
2．“Surface-selective vibrational spectroscopic measurements on solid materials under humidity-controlled atmosphere”, S. Urashima, 12th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices’19 (ALC’19), Kyoto, October 23, Japan, 2019.
3．“表面選択的分光法による酸化チタン／水界面の化学状態分析”, 由井宏治, 日本学術振興会産学協力研究委員会「薄膜」第 131 委員会「水の先進理工学」第 183 委員会合同研究会, 東京理科大学神楽坂キャンパス（東京都新宿区), 2019 年 10 月 28 日.

4．“Characterization of Phase of Water Confined in Nanospace”, Yoshikazu Homma and Shohei Chiashi, 12th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices ’19 (ALC’19), Kyoto, October 23, 2019.
5．“ナノ細孔をもつ錯体結晶に閉じ込められた水クラスターの話”, 田所 誠, 九州錯体化学懇談会 50 周年記念シンポジウム, 九大西新プラザ大会議室（福岡県福岡市), 2019 年 11 月 2 日.
6．“親水性分子ナノ細孔結晶に閉じ込められた階層性水クラスターの話”, 田所 誠, 第 4 回岡山理科大学プロジェクト研究推進事業講演会, 岡山理科大学（岡山県岡山市), 2019 年 11 月 8 日.
7．“水吸着材料の創製と空調技術への応用”, 大宮司啓文, 第 29 回吸着シンポジウム, 名古屋大学（愛知県名古屋), 2019 年 11 月 13 日.
8．“Photochemical Control of Interfacial Chemical Properties using Novel Photoresponsive Amphiphiles”, Hideki Sakai, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, International Conference on Colloid & Surface Science Celebrating the 70th Anniversary of the Division Meeting of Division of Colloid and Surface Chemistry (Okinawa Colloids 2019), November 7th, 2019, Nago, Okinawa, Japan.
9．“Preparation and Application of Hollow Silica Nanoparticles with High Dispersibility Prepared by Vesicle Templating Method”, Hideki Sakai, Kodai Tsujii, Takahito Ohki, Taku Ogura, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, 8th Asian Conference on Colloid and Interface Science (ACCS2019), September 25th, Kathmandu, Nepal.
10. “化粧品の基礎界面科学”, 酒井秀樹, 東京理科大学オープンカレッジ化学講座「化粧品」, 東京理科大学神楽坂校舎, 2019 年 7 月 6 日.
11. “界面科学を基盤とした素材・材料設計のアプローチ －ベシクルを中心に－”, 酒井秀樹, 赤松允顕, 酒井健一, メディショナルナノテク研究会, 東京理科大学薬学部, 2020 年 2 月 5 日.
12. “Multiphase behavior of diffusion interacting active particles - two particle behavior”, Yutaka Sumino, Yuhei Hirose, Yusuke Yasugahira, Mamoru Okamoto, Yuki Koyano, Hiroyuki Kitahata, Masaharu Nagayama, The 1st International Symposium on Molecular Engine, 千葉, 2020.
13. “Meniscus pump” to control dynamic wetting”, Ichiro Ueno, Lizhong Mu, Harunori N. Yoshikawa, Farzam Zoueshtiagh, Georg F. Dietze, Hayate Nakamura, Tetsuya Ogawa, Daichi Kondo and Takuma Hori, 1st Asia-Pacific Thermofluid Science & Engineering Conference (APTSE2019)(Oct.31-Nov.2, 2019, Taipei, Taiwan).
14. “乱流現象 vs 機械学習”, 塚原隆裕, Prometech Simulation Conference (PSC2019) & GPU Computing Workshop for Advanced Manufacturing (GPU2019), 東京, 2019.
15. “Molecular Dynamics Analysis on the Behavior of Water and Alcohol Liquids on a OH-Terminated SiO_2 Surface”, Y. Yamaguchi, K. Oda, M. Kawakami and D. Yano, 236th ECS Meeting, Atlanta, USA, 2019.
16. “Blood flow characterization for advanced diagnostics”, Masahiro Motosuke, Materials Research Meeting (MRM), Yokohama, Japan, 2019.
17. “Electrokinetic microfluidic modulation of interfacial flow and reaction”, Masahiro Motosuke, Special Mini-Symposium on Dynamic Fluid Interfaces, UK, 2019.
18. “国内高感度多色超解像顕微鏡の開発とその細胞生理病理過程の解明への応用”, 電気通信大学, 小林孝嘉, 東京大学生産技術研究所 光応用工学特別研究会, 2019 年 10 月 3 日.
19. “Snowman-like anisotropic polystyrene particles prepared by combining UV light and solvent treatments”, Takeshi Kawai, 8th ACCIS, Kathmandu, Nepal, 2019.
20. “Stimuli-response and soft-template functions of a long-chain amidoamine amphiphile”, Takeshi Kawai, 5th International Mini symposium on Surface Forces, Sendai, Japan.
21. “耳を澄ませば物語が聞こえる”, 中井 泉, 国際学術講演賞受賞講演, 千葉大学, 千葉市, 2019 年 10 月 11 日.
22. “放射光 X 線分析で物質史を読む”, 中井 泉, 第 1 回「量子ビームで歴史を探る. －加速器が紡ぐ文理融合の地平－」シンポジウム, 招待講演, 国立科学博物館, 上野, 2019 年 7 月 27 日.

23. “PM2.5 が気候を変える？”, 三浦和彦, 理窓技術士会第 88 回技術懇話会, 東京, 2019 年 9 月 21 日.
24. “Topological data analysis of magnetic domain structure for the interpretation of microscopic image data”, M. Kotsugi, IMR+MAX IV 2020 international workshop, 13-15, Jan, (2020), Sendai, Japan.
25. “データサイエンスによる大規模計測データからの知識抽出”, M. Kotsugi, 日本科学機器協会講演会 25. Jul.(2019), Tokyo, Japan.
26. “材料科学とデータ科学を融合した新しい解析手法の開発”, M. Kotsugi, SPring-8 産業利用推進協議会, 4. Sep.(2019), Tokyo, Japan.
27. “カーボンリサイクル課題の解決に向けた人工光合成”, 寺島千晶, 第 6 回カーボンリサイクル・イノベーション研究会, 国内会議, トラストシティカンファレンス丸の内, 2020 年 2 月 18 日.
28. “Photocatalytic TiO_2 with Hetero-structure for Environmental Purification”, Chiaki Terashima, Mao Sasaki and Akira Fujishima, Singapore International Conference on Applied Science and Engineering (SICASAE-2020), 国際会議, Park Hotel Clarke Quay (Singapore), 2020 年 2 月 13 日.
29. “Highly active photocatalyst based on TiO_2 nanomaterials”, Chiaki Terashima, NANOTECHNOLOGIES FOR 21st CENTURY, COOPERATION EVENT BETWEEN ALBANIA, JAPAN AND SPAIN, 国際会議, Tokyo Big Sight, 2020 年 1 月 29 日.
30. “ダイヤモンド薄膜の液中プラズマ合成”, 寺島千晶, 日本学術振興会 薄膜 第 131 委員会・水の先進理工学 183 委員会 合同研究会, 国内会議, 東京理科大学 1 号館 17 階記念講堂, 2019 年 10 月 28 日.
31. “Hetero-structured titanium dioxide photocatalyst”, Chiaki Terashima, Mao Sasaki, Shoki Suzuki, Akira Fujishima, International Conference on Materials Science and Engineering 2019, 国際会議, Melbourne, Australia, 2019 年 9 月 16 日.
32. “カーボンリサイクルを達成する次世代型人工光合成技術”, 寺島千晶, CCT ワークショップ 2019, 国内会議, KFC Hall & Rooms, 2019 年 7 月 12 日.
33. “In-liquid plasma treatment of TiO2 nanoparticles for enhancing the photocatalytic activities”, Chiaki Terashima, The 37th E-MRS Spring Meeting, 国際会議, Congress & Exhibition Centre Acropolis, Nice, France, 2019 年 5 月 27 日.
34. “Performance of Flow-Type In-Liquid Plasma System for the Degradation of Ibuprofen in Water”, Chiaki Terashima, The 5th International Conference on Photocatalytic and Advanced Oxidation Technologies for the Treatment of Water, Air, Soil and Surfaces, 国際会議, Antwerp University, Antwerp, Belgium, 2019 年 4 月 23 日.
35. “Materials processing by efficient utilization of plasma-liquid interface”, Tatsuru Shirafuji, 24th International Symposium on Plasma Chemistry, Napoli, Italy, 2019.06.

特許

1．酒井秀樹, 坂本一民, 田中華月, 横山貴一, 北野 健, 膜透過促進剤及び膜透過促進方法, 特願 2019-168011, 学校法人東京理科大学.
2．徳永英司, 羽山大介, 瀬戸啓介, 特願 2019-116939, 出願日:2019 年 6 月 25 日, 光変調素子及び光変調方法（理科大整理番号：T2018-113).
3．鈴木孝宗, 寺島千晶, 中田一弥, 勝又健一, 藤嶋 昭, 岡崎晟大, 栗山晴男, 芹澤和泉,「浄化装置および浄化方法」, 特願 2019-061492, 2019 年 3 月 27 日.
4．白藤 立, 呉 準席, 河原伸哉, 丹下一騎, 液中プラズマ装置, 特願 2019-157716, 2019.

広報

1．由井宏治, “材料表面の水”を計測する独創技術と異分野融合で社会の課題を解決する, 日経サイエンス 2019 年 11 月号.

2．高橋まさえ， 松井広志， ファンデルワールス力の発現－テラヘルツ光と放射光で測定－，科学新聞，2019 年 10 月 4 日.
3．大塚英典，大澤重仁，軟骨細胞の足場材となる新たなハイドロゲルの簡便な合成手法について，日経産業新聞，2020.
4．大塚英典，大澤重仁，軟骨細胞の足場材となるハイドロゲル合成手法の確立，フジサンケイビジネスアイ，2020.
5．築山光一， 東京理科大学＆大阪大学， 遠赤外線自由電子レーザーによる、アミロイド線維の効果的な分解を確認 ～アミロイド関連疾患の低侵襲治療への応用に期待～，2019 年 8 月 27 日.
6．徳永英司，「世界初 水を利用した光変調器」，フジサンケイビジネスアイ， 大学発 日本人と技術，2019 年 12 月 25 日.
7．徳永英司，「理科大，水を利用した光変調器を開発」，オプトロニクス社，2019 年 11 月 21 日.
8．徳永英司，「水とガラス基板上の電極薄膜だけで構成される光変調器を開発－光変調器の低コスト化が実現 東京理科大」fabcross for エンジニア，2019 年 11 月 21 日.
9．Eiji Tokunaga，Deep optical modulation surprise in thin water layer，Electronics Weekly.com，2019 年 11 月 20 日.
10. 中井 泉，「沖ノ島出土 ガラス製品」についての研究成果掲載， 朝日オンライン 国際版，日本経済新聞， 毎日新聞， 読売新聞， 西日本新聞， 東京新聞， 日本経済新聞， 毎日新聞他，2020 年 3 月.
11. 小嗣正人，科学新聞「機械学習で X 線吸収スペクトル解析を自動化」，5 月 17 日号 (2019).
12. 小嗣正人， つくばサイエンスニュース「機械学習を用い X 線吸収スペクトルの解析を自動化」，4 月 19 日 (2019).
13. 小嗣正人，OPTRONICS ONLINE「KEK ら，機械学習で X 線吸収スペクトル解析を自動化」，4 月 19 日 (2019).
14. 小嗣正人， プレスリリース「機械学習により X 線吸収スペクトル解析の自動化が可能に ～データの類似度に着目し定量的なスペクトルの解析を実現～」，4 月 19 日 (2019).

受賞

1．川田将平，2019 年度 日本トライボロジー学会　奨励賞，日本トライボロジー学会，2020.
2．酒井秀樹， Best Author Award， Journal of Oleo Science， Ananda Kafle (研究室 PD)，2019 年 9 月 25 日，日本油化学会.
3．渡辺 啓，西田美晴，西村加奈子，宗 頼子，松下裕史，中村綾野，土屋好司，酒井秀樹，ハインツ ホフマン，“新規ベシクル／ミセル複合体の相平衡制御による化粧水の高保湿性と心地よい使用感の両立”， 日本化粧品技術者会 第 20 回最優秀論文賞， 日本化粧品技術者会，2019 年 5 月 14 日.
4．酒井秀樹，土屋好司，山口俊介，遠藤健司，“界面活性剤混合系での分散安定性に優れるベシクルの調製とその応用”，オレオサイエンス賞，日本油化学会，2019 年 9 月 25 日.
5．Risa Tanaka，Miyuki Miyake，Atsunori Morigaki，Masaaki Akamatsu，Kenichi Sakai，Hideki Sakai，“The Effect of Bile Salt Micelles on the Morphology of Giant Unilamellar Liposomes (GUV)”，International Conference on Colloid & Surface Science Celebrating the 70th Anniversary of the Division Meeting of Division of Colloid and Surface Chemistry (Okinawa Colloids 2019) Best Poster Award，日本化学会，2019 年 11 月 7 日.
6．Ryota Sainou，Masaaki Akamatsu，Kenichi Sakai，Hideki Sakai，“Morphology of Surfactant Mixtures at Solid/Liquid Interfaces: High-Speed AFM Observation”，33rd Conference of The European Colloid and Interface Society (ECIS2019)，Soft Matter Poster Prize，Royal Society of Chemistry，2019 年 9 月 12 日.
7．大塚英典，J. Appl. Polym. Sci.，137 巻，19 号，48893 頁，2020，Front Cover 選出.
8．大塚英典，Chem. Mater.，32 巻，6 号，2353-2364 頁，2020，Front Cover 選出.

９．Toshinori Morisaku, Hitomi Onuki, Kenji Hashimoto, Kazuyuki Kuchitsu, Hiroharu Yui, “Development of a near-infrared laser-induced surface deformation microscope and its application to the dynamic viscoelastic measurements of single living plant cell surfaces”, Anal. Sci., 35, 1203-1207 (2019). Hot Article Award Analytical Sciences, The Japan Society for Analytical Chemistry, 2019.
10. 中 彩香, 木村真衣子, 森作俊紀, 浦島周平, 由井宏治,“レーザー光音響分光法を用いた生体組織深部レオロジー計測”, 第 41 回日本バイオマテリアル学会, 優秀研究ポスター賞, 2019 年 11 月.
11. 木村真衣子, 中 彩香, 森作俊紀, 浦島周平, 由井宏治,“レーザー光音響分光法を用いた毛細血管模擬試料の弾性計測”, 第 41 回日本バイオマテリアル学会, ハイライト賞, 2019 年 11 月.
12. 中村 颯(M2), 第 31 回日本マイクログラビティ応用学会学術講演会毛利ポスターセッション最優秀賞 (top four), Hayate Nakamura, Victor Delafosse, Georg Dietze, Harunori N. Yoshikawa, Farzam Zoueshtiagh, Lizhong Mu, Takuma Hori and Ichiro Ueno, Numerical simulation on efficient liquid transfer by “meniscus pump” formed around multiple spherical particles on substrate.
13. 岡田雅弘 (M2), 第 31 回日本マイクログラビティ応用学会学術講演会 学生口頭発表最優秀賞, Masahiro Okada, Hironobu Matsumoto, Yusuke Koiwa, Takuma Hori and Ichiro Ueno, Condensation process of vapor bubble injected in Hele-Shaw cell submerged in subcooled pool.
14. 塚原隆裕, Outstanding Paper Award, 国際会議 HEFAT2019 (The 14th International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics), 2019
15. Y. Yamaguchi, JCP Editors’ Choice 2019, The Editors of The Journal of Chemical Physics facilitate publication of the most innovative and influential articles in chemical physics and physical chemistry each year. In this collection, the Editors have selected a few of the many notable JCP articles of 2019 that present significant and definitive research in experimental and theoretical areas of the field. These articles are freely available online until the end of 2020.
16. 中井 泉, 2019 年度 Science Lectureship Award 国際学術講演賞, 2019 年 10 月 11 日.
17. 西尾 直, 第 33 回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウム 学生賞, 2020.
18. 宮下拓也, 2019 MMM Conference Travel Grants, 2019.
19. 角野知之, 2018 年度ナノカーボン成果報告会 優秀ポスター講演賞, 2019.
20. 鈴木雄太, 2018 年度東京理科大学学生表彰, 2019.
21. 鈴木雄太, 2018 年度東京理科大学奨励賞, 2019.
22. 手嶋勝弥, 鈴木清香, 簾智仁, 林文隆, 山田哲也, 田中秀樹, 寺島千晶, 大石修治, 是津信行, 日本 MRS 創立 30 周年記念シンポジウム 貢献賞, 2019 年 11 月 29 日
23. 白藤 立, 会誌賞, 日本表面真空学会, 2019.

研究課題（研究者別）

由井　宏治

「顕微レーザー分光計測による物質・材料表面における水と物性・機能評価」

物質・材料の表面に吸着した水は、表面物性や機能に多大な影響を与える。表面における吸着水の局所構造の理解に非線形振動分光法を、水が誘起する動的物性と機能の理解に動的光散乱法を適用した。表面凹凸加工されたシリカ表面や、支持脂質膜などの生体分子材料について、水の特徴的な不均一分布や水中における支持脂質二分子膜の集団的ゆらぎを直接計測し、水分子どうしの水素結合の強さや、脂質膜系のまげ弾性率などを評価した。

本間　芳和

「ナノカーボン制限空間に存在する水の構造と物性の評価」

カーボンナノチューブ（CNT）やグラフェンの表面に存在する 2 次元ナノ構造水や CNT の内部空間に存在する 1 次元ナノ構造水を対象に、分光計測および原子間力顕微鏡を用いた計測技術の高度化を進め、束縛水の構造および物性を調べる。本年度は、CNT 外表面吸着水を固相・気相間の狭時空間開放系の水として捉え、その熱力学的理解を目指す。

佐々木　信也

「トライボロジー現象に及ぼす界面に存在する水の影響に関する研究」

マクロな摩擦条件下において、雰囲気中の水分が疎水性・親水性イオン液体の潤滑膜の形成・成長に与える影響を調査した。また、ナノスケール条件下において周波数変調原子間力顕微鏡により、疎水性・親水性イオン液体の潤滑膜が水によって変化する様相を可視化した。

田所　誠

「分子性１次元ナノ細孔の閉じ込められた水分子クラスターのナノフルイディクス」

単結晶性の分子性ナノ多孔質結晶に閉じ込められた擬 1 次元水分子クラスターに電解質を閉じ込めて、そのイオン伝導性挙動を直流・交流で測定する。多結晶のため結晶構造解析が可能で有り、内部のイオンの存在状態を調べることを目的にあげた。そのクラスターによるイオン伝導性に関するコーヒーレンスの効果やイオン選択性などにも焦点を当てて研究を行う。

酒井　秀樹

「両親媒性分子が形成する分子集合体中での水の挙動」

リン脂質が形成するラメラ液晶は、構造内に水を保持可能であることから保湿剤などへの応用が期待されている。本研究では、このラメラ液晶に対して植物由来ステロール誘導体である β-シトステリルサルフェートを少量添加することにより、保持可能な水分量が著しく増大することを見出した。さらに、液晶内に保持された水の特異な物性を、示差走査熱量測定、^{1}H-NMR 測定などにより検討し、水保持量増大の機構について検討した。

伊藤　哲明

「1 次元ナノ空間中構造水の NMR によるダイナミクス解明」

カーボンナノチューブ等の 1 次元ナノ空間に閉じ込められた水分子のダイナミクスを NMR 測定により解明する。特に 1 次元空間中の水の固－液変化は、通常の 3 次元空間の固－液相転移とは様相が異なるはずである。この点を明らかにするべく、室温から極低温まで温度制御できる NMR 測定系を用い、緩和率（T1-1,T2-1）ならびにスペクトル測定から、ナノ空間水ダイナミクスの凍結の過程を明らかにすることを目指す。

大宮司　啓文

「多孔質材料内部の水の吸着・移動特性」

多孔質材料のナノ細孔内部の水の吸着・移動特性を実験計測と理論解析（分子シミュレーション）から評価することに取り組んでいる。また、ナノ細孔内部の水の構造的性質および動的性質と、吸着等温線、吸着緩和曲線、吸着熱などの関係を議論することにより、ナノ細孔内部の複雑な吸着・移動現象を理解したり、様々な応用に適した多孔質材料の開発指針を示したりすることに取り組んでいる。

松井　広志

「水ナノチューブにおけるキセノン吸蔵と水和状態」

分子性ナノ多孔質結晶$\{\{[Ru^{III}(H_2bim)_3](TMA)\}_2 3OH_2O\}_n$におけるナノチャンネルに内包された水ナノチューブ（WNT）を利用して、Xe 吸蔵効果を研究した。室温、相対湿度 50%RH のもと Xe 加圧した環境下で、マイクロ波伝導率、赤外分光、NMR 測定を行い、Xe の拡散と水和物の生成過程を明らかにした。Xe の拡散には早い過程と遅い過程があり、これらの拡散係数は約 2 桁相違する。また、Xe 水和物の生成により水素結合系は再構成され、水素結合強度が増強されることが分かった。

大塚　英典

「軟骨細胞の足場材となる新規ハイドロゲルに関する研究」

本研究では、キトサン／ポリエチレングリコール／自己会合性ペプチドからなる相互侵入高分子網目ゲル（IPN ゲル）を細胞足場材料として開発した。さらに我々は、ペプチドが自律的に繊維状の構造を形成する現象（自己組織化）と、それに続くキトサンとポリエチレングリコールの共有結合形成によって、IPN ゲルを、one-pot で簡便に合成する技術を確立した。実際、今回開発した IPN ゲルは足場材料として適した構造を持ち、かつヒト軟骨細胞が IPN ゲルを足場として自律的に増殖・組織再生することも確認された。

橋詰　峰雄

「アパタイト被覆シリカ不織布の細胞足場としての評価および高分子とアパタイトの接着力評価」

前年度に続き、水溶液中の反応によりヒドロキシアパタイト（HAp）の薄層を内壁に被覆した多孔性シリカ不織布の細胞培養足場としての評価を行い、間葉系幹細胞の培養に適した材料であることを細胞遊走性や遺伝子発現活性の評価など種々の細胞実験により示した。また表面処理した高分子フィルム上に同様の手法で HAp 層を析出させた試料について、フィルムと HAp 層との接着強度を引張試験機を用いて定量化する検討を行った。

住野　豊

「水を用いた非平衡パターン形成に関する研究」

水は一般的な極性溶媒であり、極性のある溶質を溶解させることができる。このため、溶質の濃度勾配を利用して系に非平衡条件を与えることができる。今年度はこうした化学種の濃度変化とレオロジーを結合させた系を膨潤するゲル粒子を用いることで作成する。本系では、局所的な摩擦挙動が変化するため、空間的不均一な摩擦挙動が実現される。本研究は摩擦に関わる基礎学理を確立する上で重要な研究となる。

上野　一郎

「3 相接触界線近傍流体における熱・物質輸送現象に関する研究」

本研究では、(i) 先行薄膜形成初期過程でのダイナミクス (ii) 固液 2 相混合状態での先行薄膜形成メカニズムとマクロ的動的濡れ現象 (iii) 固体面上に固体粒子などの障害物が存在する系での先行薄膜形成メカニズム (iv) マイクロチャネルなどの狭小領域内での動的濡れ (v) 先行薄膜領域能動的制御によるマクロ的三相界線近傍での熱物質輸送制御の確立を主要 5 テーマとして取り組んでいる。

塚原　隆裕

「数値シミュレーションを用いた局所加熱蒸気泡における粒子集積現象に関する研究」

基板上の金ナノ粒子群に光照射を行うことで表面プラズモン共鳴により局所加熱気泡を形成し、その気泡表面の温度差マランゴニ対流によって、気泡三相界線（コンタクトライン）付近に物粒子集積を誘起する実験実証が行われきている。本研究では、その数値シミュレーションを行うことで、気泡周囲の流動現象を解析し、物質粒子集積のメカニズムおよび適切な条件について調査した。その他に、液膜マランゴニ対流などの数値解析も継続して実施しており、液膜アスペクト比に対する依存性を明らかにした。

築山　光一

「生命科学への FEL の応用研究」

アミロイド線維に特徴的な赤外吸収波長で FEL を照射することにより、線維の凝集構造を解離することができる。従来の可視・紫外レーザーでは対処できないメラノーシス疾患に対する新規なレーザー治療方法として、FEL の有用性、すなわち物質の選択的振動励起およびそれに後続する光化学・熱化学的過程を分子科学的に追及する。将来、医療技術や環境保全対策技術として本レーザーを発展させることを目指している。

山本　貴博

「データ科学を用いたグラフェン表面の水の微視的構造に関する研究」

グラフェン表面の水の微視的構造の解析に、新しいデータ科学手法であるパーシステントホモロジー（PH）を初めて用いた。この手法により、グラフェン表面から約 1nm 程度で構造水から自由水のクロスオーバーが生じ、この 1nm の厚さの構造水では四面体水クラスターの回転自由度が消失することを明らかにした。この結果は、物理的直観や従来法だけでは解析困難な液相のクロスオーバーに対して、PH の有用性を示している。

安藤　格士

「分子動力学シミュレーションによる直鎖型・櫛型ポリエチレングリコールブラシの構造解析」

ポリエチレングリコール（PEG）は、基板表面での生体分子非特異吸着を抑制する高分子表面処理剤として古くから研究されている。本研究では、分子動力学シミュレーションの技術を用いて、直鎖型、および櫛型 PEG ブラシの分子・水和構造とその動態を原子・分子のレベルで解析し、それらミクロな情報とタンパク質非特異吸着抑制能というマクロな物性との関係を明らかにする。

山口　康隆

「固体面上の液滴の濡れ、および固液界面の運動量輸送のミクロとマクロの物理」

固体面の液滴を対象として、分子動力学解析からマクロの物性量である応力の空間分布を抽出することで濡れ現象の物理的解釈を目指す。本年度は SiO_2 などの実在表面上の水の濡れに対象を拡張する。また、ナノスケールでは固体と液体の界面の間に有意な速度差が現れうることが知られているが、この速度すべりと固液間に働くせん断力の関係を表す固液間摩擦係数について、分子動力学解析からナノスケールのメカニズムを明らかにする。

元祐　昌廣

「プラズモン加熱金ナノ粒子周りの物質輸送に関する研究」

マイクロ流路内に設置された、金ナノ粒子を固定化させたガラス基板上にレーザ光を集光照射してプラズモン加熱を引き起こし、局在表面プラズモン共鳴による増強光放射圧ならびに粒子近傍の温度分布に由来した熱泳動を用いて液中に分散するナノ物質の移動や濃度分布を制御する。空間光変調器を用いて顕微鏡内に任意の光パターン照射を行う光学系を製作し、照射する光パターンの形状変化と輸送粒子の関係について調査した。

徳永　英司

「界面水のポッケルス効果のメカニズム解明と応用に関する研究」

電極界面の電気二重層内の電解質水溶液が持つ巨大なポッケルス係数を予測できる物理的メカニズムを解明すること、気水界面のポッケルス効果を実証し、その係数を決定すること、界面ポッケルス効果の応用可能性を探ること、この 3 つを大きなテーマとしている。今年度は、透明電極界面の水のポッケルス効果から、巨大な光変調信号を取り出すことに成功し、応用可能性を示すことができた。

小林　孝嘉

「高感度多色超解像顕微鏡の開発とその細胞生理病理過程の解明への応用」

昨年度まで、高感度で高空間分解能のポンプ-プローブ顕微鏡の開発を進めて来た。さらに細胞生理病理過程のミクロな機構を明らかにするため細胞中の生理過程に関わる分子や紘分子の励起状態や化学反応を解明するために、超短パルスレーザーを駆使する実験を進めた。より基本的な分子の光化学反応・熱化学反応を超短パルスレーザー光によりトリガーして時間分解計測を行い多くの知見を得た。

河合　武司

「気水界面と紫外線照射を利用したコロイド粒子の形態制御」

水面上に浮かべたポリスチレン（PS）粒子に紫外線を照射した後、溶剤処理を施すことにより PS 粒子の形態を自在に制御できる方法の確立を目指す。本年度は、PS 粒子膜の真上から紫外線を照射した場合、粒子の上部が膨らんだ雪だるま状の粒子が得られることがわかった。さらに紫外線の照射角度を変えると、それに応じて膨らむ位置を自在に制御できることを明らかにした。

中井　泉

「河川堆積物データベースによる古代土器の産地推定に関する研究」

河川は地球規模での物質循環に重要な役割を持つ。水の移動とともに、岩石を浸食し河川堆積物を運搬する。従って河川堆積物の化学組成と鉱物組成は、上流の地質を反映する。我々は、日本全国 3000 カ所の河川堆積物を放射光 X 線分析して土砂データベース JRS-DB を作成した。土器は河川堆積物の粘土や砂でつくられるので、土器を分析して JRS-DB と比較すれば、土器の産地が推定でき、古代における土器の移動、流通の情報が得られ、考古学上重要な課題である。

三浦　和彦

「都市大気および山岳大気における雲生成に関する研究」

放射強制力に与える雲調整効果に関しては、いまだ大きな不確かさを持っており科学的理解度が低いため、さまざまな地域で雲凝結核特性を測定する必要がある。今年度は、東京スカイツリー458m で測定した吸湿パラメータと、近傍のマンションベランダに設置したシーロメータで測定した境界層高度とを比較した。その結果、吸湿パラメータが下がり始める時間帯と境界層高度が高くなる時間帯が一致していることがわかった。

小嗣　真人

「放射光顕微分光データの機械学習」

本課題では、放射光で得られる顕微分光ビッグデータのクラスタリングを行うため、主成分分析（PCA）および非負値行列因子分解（NMF）による機械学習を実施した。本開発からは解析の負担が大幅に減るほか、意図しない成分の分布を見つけられる可能性がある。本年度は特に、分光スペクトルのバックグラウンド除去手法について検討を行い、分類精度の向上を試みた。また Mn や Ti など Cu 以外の顕微分光データに水平展開を行い、クラスター分析の手法の確立を行った。

寺島　千晶

「重要文化財へのセルフクリーニング機能を付与する光触媒コーティング技術の開発」

重要文化財には漆や金箔、極彩色の彫刻によって加飾されているものが多くある。しかし漆は紫外線によって劣化してしまうこと、また接着作用のある膠にはカビが生えてしまうといった課題がある。そこで紫外線照射により、酸化分解力と超親水性を示すことでセルフクリーニング効果を発現する光触媒に注目し、漆の退色を防ぐとともに、抗カビ性に優れた表面をもたらすための光触媒コーティング技術の開発を行った。

白藤　立

「誘電体被覆電極を用いたソリューションプラズマに関する研究」

水などの各種溶液中で生成される低温プラズマはソリューションプラズマと呼ばれており、その用途は多岐にわたる。しかし、従来のソリューションプラズマ生成法は、食品関係に応用しようとしたときの課題を有する。なぜなら、電極の腐食や損耗によってプラズマ処理後の液体中に電極材料が含有されてしまう可能性があるからである。本研究では、誘電体被覆電極を用いて電極損耗の懸念を払拭したソリューションプラズマを実現する。

スペース・コロニー研究センター

スペース・コロニー研究センターについて

1. 概要

スペース・コロニー研究センターは、文部科学省の平成 29 年度私立大学研究ブランディング事業に採択された事業名「スペース・コロニー研究拠点の形成 ～宇宙滞在技術の高度化と社会実装の促進～」の事業計画を実現するため、2017 年 11 月 7 日に設立された。

わが国の私学随一の理工系総合大学であり、学部・学科を横断した異分野融合研究のノウハウを醸成してきた東京理科大学が有する人工衛星の部品開発、機能性材料、創・蓄エネルギー、建築、IoT・センサー等の各技術を結集し、人類のフロンティアである宇宙等の開発に不可欠な極限的な閉鎖環境において人間が長期間滞在するために必要な技術の研究開発拠点として研究開発を推進している。

本研究センターでの研究開発では地上においても有用な宇宙滞在技術の高度化を実現し、これらを本学と連携する民間企業に速やかに技術移転することで、技術の社会実装に加え、災害に強い住宅によるわが国の国土強靭化、食糧問題の解決、宇宙産業の活性化等に貢献することを目標としている。文部科学省へ提示した事業イメージを図 1 に示す。

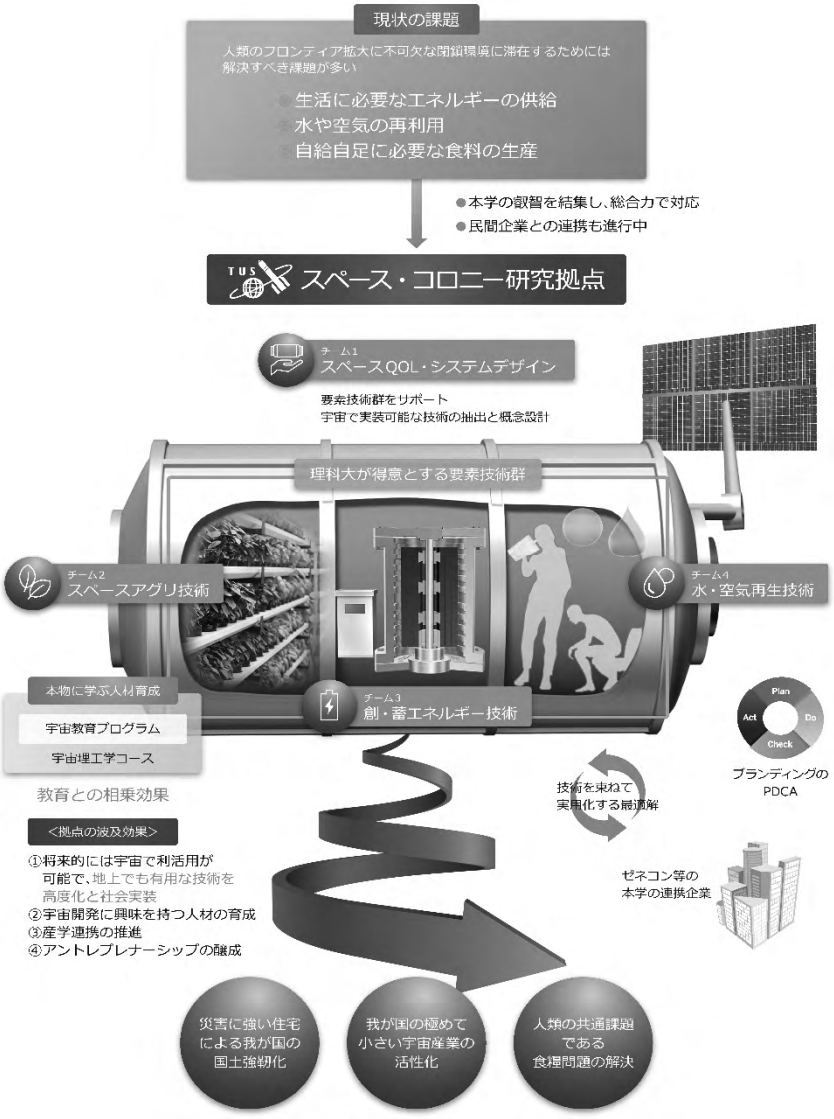


図 1　スペース・コロニー研究センターで推進する事業のイメージ図

2. センターの構成と施設設備

本研究センターは図 2 の体制で研究開発及び研究ブランディングを推進している。

研究開発は 4 つのチーム（(1) 事業統括およびスペース QOL・システムデザイン、(2) スペースアグリ技術、(3) 創・蓄エネルギー技術、(4) 水・空気再生技術）が相互に連携しながら研究を進め、研究開発の過程で生み出された技術を束ねて、実用化する力を持つ民間企業に速やかにこれらの技術を技術移転し、将来的には宇宙で利用が可能で、地上においても有用な技術の高度化の実現を目指している。

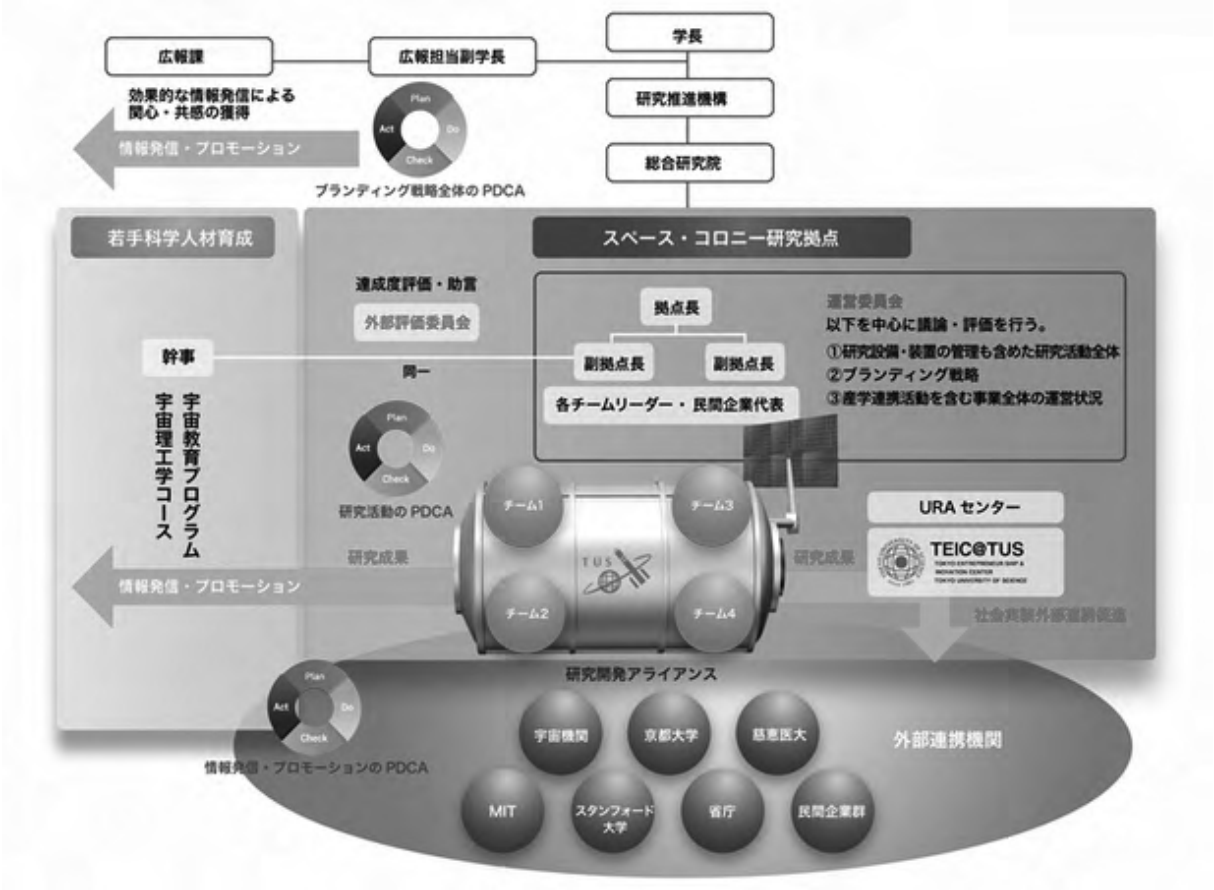


図 2　スペース・コロニー研究センターの体制図と本学及び外部連携機関との関係

3. 各研究グループの活動報告

本センターは 2017 年 11 月 7 日に発足した。各チームの研究活動報告を以下に述べる。

3. 1. スペース QOL・システムデザインチームについて

水・空気再生技術チーム、及び、創蓄エネルギーチームと連携して、関連技術の宇宙活用について、JAXA 及び日本有人宇宙システム株式会社との間のインターフェースを調整し、共同研究につなげた。JAXA・清水建設株式会社の協力の下、スペースコロニーデモンストレーションモジュールを開発し、世界最大の宇宙開発に関する国際会議 International Astronautical Congress 2019 に出展するなど、アウトリーチ活動に広く活用し、大きな反響を得た。

図 3　スペースコロニーデモンストレーションモジュール

有人宇宙飛行時の運動強度・ストレス・脱水症状モニタリングツールとして、アンモニウムイオンとナトリウムイオンをリアルタイムにデュアルモニタリング可能なウェアラブルイオンセンサを開発した。また、乳酸電池を用いたオンボディーテストを実施し、汗中の乳酸から発電して乳酸値をモニタリング可能であることが実証された。これらの成果は CEATEC ならびに ET/IoT Technology 展に出展し、後者の展示会では Embedded Technology Award を受賞するなど大きな反響を得た。

3. 2. スペースアグリ技術チームについて

本チームは、水中プラズマ技術と光触媒技術を併用することによって、資源が欠乏する閉鎖空間でも自給自足でき、かつ、衛生面に配慮したスペースアグリの要素技術の開発を目的に活動している。

2019 年度は、当初計画を 1 年前倒しして特殊仕様の植物工場を専用室に設け、閉鎖環境下での植物育成実験の環境を整備した。また、フロー式水中プラズマ装置を基本構造とした液肥製造装置を試作し、専用室に設置した植物工場に導入した。この水中プラズマ装置には、長期間運用できるような工夫を施した。現在、性能面の評価を行うと同時に、実運用に向けた調整を行っている。本成果の一部は、民間企業との共同研究を通して、地方創生 EXPO 等でも発表し広く社会へ情報発信することに努めた。

図 4　閉鎖環境を模擬した植物工場

3. 3. 創・蓄エネルギー技術チームについて

本チームは、放射線耐久性に優れた材料による高効率かつ高出力な太陽電池、夜間にも発電可能な室内外温度差での熱電池発電システム及び太陽電池・熱電池に連携したフライホイール型高エネルギー密度蓄電システムの開発を目的に活動を推進している。

2019 年度は、高効率発電用太陽電池および IoT デバイス向け透明太陽電池を超軽量ポリイミド基板上に作製し、従来比 100 倍以上の放射線耐久性を有することを明らかにした。

高性能長寿命 CFRP フライホイールバッテリーを設計し、試作・および本成型を実施した。汎用炭素繊維二種類（高弾性のものと高強度のもの）を用いて直径 40 センチの CFRP フライホイールバッテリーを成型した。金属系熱電池温度差発電システム設計のための高精度熱発電デバイスシミュレーションプログラムの開発および発電システムの基本設計を行なった。

3. 4. 水・空気再生技術チームについて

本チームは、閉鎖空間内で利用される水や空気に含まれる人体や装置等から排出された物質を、光触媒等の機能性材料を用いて分離・変換し再生利用することで、閉鎖空間内の環境維持を行うシステムの開発を目的に活動を推進している。

2019 年度は、光触媒を利用して廃棄物であるメタンから抗菌剤となる過ギ酸を作り出し、カビの殺菌に成功した。また、光照射無しで抗菌を示し、光照射でさらに抗菌効果が向上する材料を見出した。これまで継続していた光触媒担持体を用いた模擬的な空気浄化試験の成果を踏まえて、来年度以降、JAXA と共同で光触媒空気浄化システムの開発に取り組むことが決まった。

4. 研究活動の展望

本研究センターでは、本学が伝統的に得意とする物理・化学の分野のうち、光触媒、創・蓄・省エネルギー、IoT といった要素技術を集積・高度化し、将来的には宇宙という人間のフロンティアを拡大する際に不可欠な閉鎖空間で長期滞在できる技術の確立を目指すものである。この技術は、災害によって周囲から物資やエネルギーといったライフラインが絶たれた被災地でも利用可能で

あるため、災害に強い住宅を作るという観点で、我が国の国土強靭化といった社会的課題にも貢献するものである。本学は既に複数の大企業と連携しているが、研究開発をする技術はこれらの連携企業に速やかに技術移転し、企業の実用化技術として昇華する力を使って社会実装することを目指す。現状で我が国の宇宙関連産業は世界シェア 1%の 3,000 億円程度と言われ他産業と比べて極めて小さいが、本センターでの取組みを通じて、この宇宙産業の活性化に貢献することもできる。研究開発は 4 つのチームが相互に連携しながら研究を進め、将来的には本学に成果を実証する建築物を設置して、技術の実証とブランド化の象徴とする。

5. むすび

本センターでは、スペースアグリ技術、創・蓄エネルギー技術、水・空気再生技術が一体となり、スペース QOL・システムデザインチームが事業を統括する体制で研究を実施する。これらの研究開発による技術の蓄積は大学の研究力の基盤となるものであり、本拠点が培った知見や技術を大学の資産として活用するため、事業終了後も研究拠点を継続・発展させる。

本センターは、学内の研究者は勿論のこと、広く社会へ開かれたものとして、産業界等のニーズを反映しつつ開発を行う。国内外を問わず学外の企業や研究機関との共同研究等に活用することで、実学と技術移転の宇宙研究といえば東京理科大学と認識されることを目指し、本学の「中期計画」にも掲げる「世界の理科大」の一翼を担う研究拠点へと継続的に発展することを目指す。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1. An artificial impact on the asteroid 162173 Ryugu formed a crater in the gravity-dominated regime, M. Arakawa, T. Saiki, K. Wada, K. Ogawa1,, T. Kadono, K. Shirai1, H. Sawada, K. Ishibashi, R. Honda, N. Sakatani, Y. Iijima, C. Okamoto1, H. Yano, Y. Takagi, M. Hayakawa, P. Michel, M. Jutzi, Y. Shimaki, S. Kimura, Y. Mimasu, T. Toda, H. Imamura, S. Nakazawa, H. Hayakawa, S. Sugita, T. Morota, S. Kameda, E. Tatsumi, Y. Cho, K. Yoshioka, Y. Yokota, M. Matsuoka, M. Yamada, T. Kouyama, C. Honda, Y. Tsuda, S. Watanabe, M. Yoshikawa, S. Tanaka, F. Terui, S. Kikuchi, T. Yamaguchi, N. Ogawa, G. Ono, K. Yoshikawa, T. Takahashi, Y. Takei, A. Fujii, H. Takeuchi, Y. Yamamoto, T. Okada, C. Hirose, S. Hosoda, O. Mori, T. Shimada, S. Soldini, R. Tsukizaki, T. Iwata, M. Ozaki, M. Abe, N. Namiki, K. Kitazato, S. Tachibana, H. Ikeda, N. Hirata, N. Hirata, R. Noguchi, A. Miura, Science, eaaz1701, 2020. (査読有)
2. Space Educational Program of the Tokyo University of Science: A Trial for Space Education, Hideki SATO, Shinichi KIMURA, Ichiro UENO, Hideyuki SUZUKI, Tomoaki TATSUKAWA, Kozo FUJII, Makoto YAMAMOTO, Chiaki MUKAI, TRANSACTIONS OF THE JAPAN SOCIETY FOR AERONAUTICAL AND SPACE SCIENCES, AEROSPACE TECHNOLOGY JAPAN, Vol.17, No.1, pp.25-32, 2019.(査読有)
3. Cross-Training Scheme for an Active Learning Program on Space Trials in the Space Education Program of the Tokyo University of Science, Shinichi Kimura, Ichiro Ueno, Hideyuki Suzuki, Tomoaki Tatsukawa, Kozo Fujii, Makoto Yamamoto and Chiaki Mukai, Proceedings of International Astronautical Congress, IAC-19- E1,3,7, 2019 (査読有)
4. Multi-View Micro Monitoring System for Small Satellites, Shinichi KIMURA, Yu MURATA, Kosuke HANYU, Morokot SAKAL, Hannah TOMIO and Toshinori KUWAHARA, Proceedings of the 32nd International Symposium on Space Technology and Science, 2019-f-80, 2019 (査読無)
5. The Research Center for Space Colony at the Tokyo University of Science Dual space-earth development of future living technologies, Shinichi KIMURA, Tsutomu IIDA, Kazuya NAKATA, Chiaki TERASHIMA, Isao SHITANDA, Takayoshi KOHMURA, Chiaki MUKAI, Proceedings of the 32nd International Symposium on Space Technology and Science, 2019-p-13, 2019 (査読無)
6. ″病虫害フリーな植物育成技術の開発″, 寺島千晶, 後藤英司, 大西昇, 布施哲人, 水谷敦司, 宇宙・医学・栄養学, 1 (2019) 86-91.
7. ″Applications of photocatalytic titanium dioxide-based nanomaterials in sustainable agriculture″ Vicente Rodríguez-González, Chiaki Terashima and Akira Fujishima, J. Photochem. Photobiol. C, 40 (2019) 49-67.
8. ″Synthesis of oxygen-deficient blue titanium oxide by discharge plasma generated in aqueous ammonia solution″ Yoshiteru Mizukoshi, Megumi Ohwada, Satoshi Seino, Hiroshi Horibe, Yoshimi Nishimura, Chiaki Terashima, Appl. Surf. Sci., 489 (2019) 255-261.
9. Tzu-Ying Lin, Ishwor Khatri, Junpei Matsuura, Kosuke Shudo, Wei-Chih Huang, Mutsumi Sugiyama, Chih-Huang Lai, Tokio Nakada: “Alkali-induced Grain Boundary Reconstruction on Cu(In,Ga)Se_2 Thin Film Solar Cells using Cesium Fluoride Post Deposition Treatment”, Nano Energy, 68 (2020) 104299.(査読有)
10. Ishwor Khatri, Tzu-Ying Lin, Tokio Nakada and Mutsumi Sugiyama,“Proton Irradiation on Cesium-Fluoride-Free and Cesium-Fluoride-Treated Cu(In,Ga)Se_2 Solar Cells and Annealing Effects under Illumination”, Physica Status Solidi Rapid Research Letter, 13 (2019) 1900519.(査読有)
11. Ishwor Khatri, Lin Tzu-Ying, Tokio Nakada and Mutsumi Sugiyama,“Effect of Electron Irradiation on CsF-Free and CsF-Treated CIGS Solar Cells”, Physica Status Solidi Rapid Research Letter, 13 (2019) 1900415. 104.(査読有)

12. Junpei Matsuura, Ishwor Khatri, Tzu-Ying Lin, Mutsumi Sugiyama and Tokio Nakada, “Impact of heat-light soaking and heat-bias soaking on NaF-treated CIGS thin film solar cells”, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 27(2019) pp.623-629.(査読有)
13. Accelerated recombination of lophyl radicals and control of the surface tension with amphiphilic lophine dimers, Masaaki Akamatsu, Kazuki Kobayashi, Kenichi Sakai, Hideki Sakai, Chemical Communications, 55 (66), 9769-9772, 2019. (査読有)
14. Hydrogen Production System by Light-Induced α-FeOOH Coupled with Photoreduction, Tetsuya Yamada, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Nobuhiro Matsushita, Kiyoshi Okada, Akira Fujishima, Ken-ichi Katsumata, Chemistry - A European Journal, 26, pp.2380-2385 (2020).
15. Multi-Frame RGB/NIR Imaging for Low-Light Color Image Super-Resolution, Takayuki Honda, Daisuke Sugimura, Takayuki Hamamoto, IEEE Transactions on Computational Imaging, Vol.6, pp.248-262, 2019 (査読有)
16. Adaptive Fusion of RGB/NIR Signals Based on Face/Background Cross-Spectral Analysis for Heart Rate Estimation, Kosuke Kurihara, Daisuke Sugimura, Takayuki Hamamoto, IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp.4534-4538, 2019 (査読有)
17. Hybrid handwriting authentication model for online testing using a Siamese neural network and MLP, Daisuke Hayashi, Taisuke Kawamata, Toru Kano, Takako Akakura, Proceedings of 2020 IEEE 2nd Global Conference on Life Sciences and Technologies, pp.318-319, 2020 (査読有)
18. A Facial Authentication Method Robust to Postural Changes in e-Testing, Masashi Komatsu, Takako Akakura, Human Interface and the Management of Information: LNCS11570, 21st International Conference, Proceedings Part II, pp.372-384, 2019 (査読有)
19. 教員アバターと受講者のインタラクションを実現させるVR授業配信システムの試作, 中村修也, 卯木輝彦, 赤倉貴子, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.119, no.331, pp.43-46, 2019 (査読無)
20. Web-testingにおけるMLPとSMOTEを用いた筆記認証モデル, 林大介, 川又泰介, 赤倉貴子, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.119, no.328, pp.49-54, 2019 (査読無)
21. Siamese Networkによる筆記画像と動的情報を用いたハイブリッド筆記認証モデル, 林大介, 川又泰介, 赤倉貴子, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.119, no.360, pp.67-74, 2020 (査読無)

招待講演

1. Women in Limitless ″Space″ Symposium, 向井千秋, バンコク, 2019/12
2. 有人宇宙飛行を支える宇宙医学, 朝日宇宙フォーラム, 向井千秋, 東京, 2020/1
3. Activities by Space Colony Center @TUS, 向井千秋, 東京, 2019/12
4. Joint Symposium「32nd ISTS & 9th NSAT」, 向井千秋, 福井, 2019/6
5. The Research Center for Space Colony at the Tokyo University of Science Dual space-earth development of future living technologies, Shinichi Kimura, Okinawa Colloids 2019, Okinawa, 2019
6. スペース・コロニー研究センター:宇宙居住へ向けた地上ー宇宙Dual開発の試み, 木村真一, 公益社団法人 新化学技術推進協会 環境利用部会 講演会, 東京, 2019
7. 「宇宙居住を目指す地上・宇宙 Dual 開発の試み」～生活関連技術の宇宙利用への期待～, 木村真一, 科学技術者フォーラム2019年12月度セミナー, 東京, 2019
8. Photochemical Control of Interfacial Chemical Properties using Novel Photo responsive Amphiphiles, Hideki Sakai, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, International Conference on Colloid & Surface Science Celebrating the 70th Anniversary of the Division Meeting of Division of Colloid and Surface Chemistry (Okinawa Colloids 2019), Nago, Okinawa, Japan. November 7th, 2019/11/07

９．Dynamics of Colloidal Dispersion under Quasi-microgravity, Yuji Yamashita, Mami Ozaki, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, Hideki Sakai, Takeshi Misono, Satoru Hashimoto, Hirotake Kobayashi, Masaaki Chiba, Makoto Natsuisaka, Libero Liggieri, Kazutami Sakamoto, International Conference on Colloid & Surface Science Celebrating the 70th Anniversary of the Division Meeting of Division of Colloid and Surface Chemistry (Okinawa Colloids 2019), Nago, Okinawa, Japan. 2019/11/07

広報

１．スペースコロニーデモンストレーションモジュールオープニングセレモニー，2019/07
２．スペースコロニーデモンストレーションモジュール，70th International Astronautical Congress で展示，2019/10
３．向井千秋，「MOU 締結」アジア効果大学院（AIT）日本の協力 50 周年記念講演，2019/12
４．向井千秋，「宇宙と地球上でのクオリティ・オブ・ライフの向上に役立つ，高度な利活用技術の研究開発に挑む。」THE ZEN，2020/01
５．向井千秋，寺島千晶，宇宙・医学・栄養学，2019/10
６．向井千秋，産経新聞，2019/7/14
７．木村真一，幸村孝由，杉山睦，勝又健一，テレスコープマガジン，2020/02
８．木村真一，テクノロジー・ロードマップ 2020-2029：2019 年 11 月「宇宙居住技術」
９．木村真一，土木学会誌 2019 年 12 月号，「宇宙開発の広がりと土木技術への期待」
10．木村真一，建設機械 2020 年 5 月号（掲載予定),「宇宙居住へ向けた建築技術への期待」
11．木村真一，サンデー毎日，2020/02/18
12．木村真一，BS フジ「ガリレオ X」，2020/01/12
13．木村真一，TBS「未来の起源」，2019/12/16
14．木村真一，大正製薬 宇宙応援プロジェクト 宇宙兄弟特設コンテンツ Hello Challengers，2020/03/25

受賞

１．木村真一， 宇宙科学研究所賞， 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所，2020
２．四反田功，Embedded Technology 優秀賞，ET/IoT Technology Award 2019，2019/11
３．手嶋勝弥，鈴木清香，簾智仁，林文隆，山田哲也，田中秀樹，寺島千晶，大石修治，是津信行，日本 MRS 創立 30 周年記念シンポジウム 貢献賞，2019/11/29
４．希少糖生成におけるルチル型酸化チタン光触媒の優位性， 柳澤淳， 金井良博， 類家竜司，赤松允顕， 酒井健一， 酒井秀樹， 阿波正彦， 2019 年度材料技術研究協会討論会 ゴールドポスター賞， 日本大学，材料技術研究協会，2019/12/6
５．新規両親媒性ロフィンダイマーによる界面物性の高速光制御， 小林一貴， 赤松允顕， 酒井健一， 酒井秀樹， 日本油化学会第 58 回年会　学生奨励賞， 東京海洋大学， 日本油化学会，2019/09/25
６．「The JACM Computational Mechanics Award（日本計算力学賞)」，山本誠教授，2019/12

研究課題（研究者別）

向井　千秋
「月面開拓医学とスペース QOL」
スペースシャトル計画や国際宇宙ステーションにおいて宇宙飛行士の健康を支えてきた宇宙医学研究（生理的対策、精神心理サポート、放射線被ばく管理・防護、宇宙船内環境整備、軌道上医療システム開発）の知見をもとに、これまでの地球周回軌道上の宇宙医学に月面環境特異性を考慮した医学・ライフサイエンス分野（可変重力生理学、レゴリスの人体影響・防護、居住空間整備等）を加え、調査・研究・技術開発を推進します。

スペース QOL・システムデザインチーム

木村　真一
「スペース・コロニーのシステム検討と関連技術の搭載化に関する研究」
スペース・コロニーを実現するためには、閉鎖環境での環境維持など、さまざまな技術が必要となる。これらの要素技術を宇宙に特化して開発することは、非常に大きな効率が悪い。一方、我々はこれまで地上民生技術を搭載化することで、高機能な宇宙機器の開発を実現してきた。スペース・コロニー技術を宇宙環境で利用する技術を活用し、主に地上向けとして研究されている技術の宇宙化を図ることで、スペース・コロニー実現を目指す。

山本　誠
「推進システムにおけるマルチフィジックス現象の数値シミュレーション」
ロケットエンジンやジェットエンジンのような航空宇宙輸送機用の推進システム内の流れは圧縮性流れであり、これまでは、圧縮性単相気流が推進システム設計の基礎となっていた。しかし、実際のエンジン運用状況においては、流れの中に固体微粒子、液滴、氷塊などが混在するため圧縮性混相流となっており、これらが流れに影響することによって推進システムの性能を著しく悪化させる可能性がある。本研究は、推進システムに生じるこのようなマルチフィジックス現象を数値シミュレーションにより予測する方法を開発し、推進システムの安全性を高めることを目的とする。

半谷　精一郎
「宇宙滞在時の QOL 改善に関する研究」
宇宙滞在中の生活の質的向上をはかるには、起床から就寝までの生活状況のモニタリング、睡眠中の睡眠ステージ判定を行い、個人ごとに異なる心理的な閉塞感を定量的に把握し、取り除くことが必要である。そこで、歯の磨き方の定量化、主観に合致するモノクロ画像に対する色付け、連続的な睡眠ステージ判定を実現するための研究を行っている。

長谷川　幹雄
「宇宙にインターネットをつなげる」
宇宙滞在者の QOL（Quality of Life）を改善するために、宇宙から地球上のインターネットに接続できるようにすることは重要である。本研究では、宇宙との長距離通信における大きな通信遅延に対応した通信手法およびプロトコルを開発し、スペース・コロニーから地球上のネットワークにアクセスできるようにすることを目的とする。

浜本　隆之
「健康状況を把握するための画像センシングに関する研究」
画像情報を用いて、宇宙滞在者の健康状況を把握するためのセンシング技術について検討する。可視光情報と近赤外情報を同時に取得でき、低照度の空間においても低ノイズで高空間解像度な画像を再構成できるようにする。また、取得した画像情報を用いて、部屋内の照明の明るさが大きく変動する際にも、心拍数を正しく計測できる手法について検討する。さらに、ストレス等の健康状況を把握するために必要となる特徴量の抽出を目指す。

藤井　孝蔵

「希薄気体内での移動手段に関する研究」

宇宙空間での推進手段や月の先にある火星など薄い大気中での飛行による移動を可能にする手段として小型の電源で空気力を向上させる技術「プラズマアクチュエータ」に関する研究を進めている。本年は、より揚力向上などに関する基礎的な実験と数値シミュレーションを実施した。

赤倉　貴子

「VR を利用した孤独感の解消システムの開発に関する研究」

一定の期間、狭隘な空間に一人でいると心理的負荷が大きくなることが知られている。そこで、VR を利用して、VR 空間の人物に顔を向けると VR 空間の人物もこちらを向いてくれるなど、リアルな人間と VR 空間内の人間（アバター）とのインタラクションを実現する VR システムを構築し、その効果を検討した。その結果、インタラクションによって、モチベーションの維持や孤独感の軽減に効果があることが明らかになった。

「顔情報・筆記情報からユーザの心的状態を推定する方法論の開発に関する研究」

孤独な条件下で宇宙空間に長期間滞在する場合、精神的な疲労が問題となる。そこで疲労の軽減を目標として、生体情報から滞在者の心身状態を推定する方法論を構築している。今年度は疲労度の推定方法として、目頭や鼻筋など 51 点の顔特徴点に加え、声帯特徴の一種であるメル周波数ケプストラム係数を用いて疲労状態の推定を行った。分析の結果、70%の精度で疲労度の推定が可能であり、顔表情のモデリングを取り入れることで 90%以上の精度が得られることが明らかになった。

郷田　桃代

「宇宙居住に向けた閉鎖狭小空間の居住性能の評価および室内空間の計画技術の開発」

本研究は、宇宙居住において、人間の心理、動作に適合した室内空間の計画技術を開発することを目標とする。そのための基礎研究として、無重力下に限定せず、複数の滞在者を想定した閉鎖狭小空間において、人間の心理や動作に着目して、居住空間としての性能を評価すること、および、実際の宇宙居住における室内空間の形態と配置および人間の動作の調査・分析を実施する。

上野　一郎

「宇宙環境を利用した界面熱流体力学」

表面張力差駆動対流や相変化熱伝達など、宇宙環境を利用した熱・物質輸送に関する研究を実施。国際宇宙ステーション日本実験モジュール「きぼう」での界面熱流体力学実験に共同研究者として 1999 年より参画。現在、「きぼう」上での日欧共同実験 JEREMI（Japan-Europe Research Experiments on Marangoni Instability）に向けた準備に従事。

湯浅　真

「バイオミメティックアプローチによる活性酸素センサー、ならびに抗酸化・抗がん剤に関する研究」

スーパーオキシドアニオンラジカル（02-・）の選択検知性・作動安定性の向上を目指した新規な活性酸素センサー開発の基礎的な知見を得るため、a）ピケットフェンスポルフィリン鉄錯体と 1-（4-（3-チエニル）ベンジル）イミダゾール系および b）5,10,15-トリ（o-ピバロイルアミドフェニル）-20-（3-チエニル）ポルフィリン鉄錯体と 1-メチルイミダゾール系について検討した。02-・計測においては a）系に比べ b）系の方が感度良く、他の生体内小分子である一酸化窒素（NO）計測においては同等であった。

阪田　治

「閉鎖環境内長期滞在者のストレス蓄積モニタリング技術の研究」

宇宙コロニーのような一般社会から強く隔絶された閉鎖環境内に人間が長期滞在する際に、負のストレスが蓄積して心身の不調に繋がることが考えられる。一般にストレス蓄積由来の心身不調は深刻な症状となるケースが多々あるため、日常生活や業務の中での早期発見と早期対処が重篤化を防ぐ有効手段となる。本課題では、複数の生体情報や環境情報といった異なる物理量を持つ諸量間の因果性解析をすることにより、負のストレスの蓄積を察知する技術の研究を行う。

後藤田　浩

「自然対流によって生じる乱流火災の挙動の基礎的解明」

高温の燃焼生成物と周囲雰囲気との界面は、自然対流によって流体力学的に不安定化し、乱流火災が形成される。ケルビンヘルムホルツ不安定とレーリーテーラー不安定の影響を強く受ける乱流火災の複雑さと流体力学的構造の関係を明らかにすることは、火災分野において重要な課題の一つである。本研究では、様々な宇宙環境を想定して、低重力から高重力場における乱流火災の挙動の解明を行う。

幸村　孝由

「宇宙放射線モニター用センサーの開発とその放射線耐久性の評価」

スペース・コロニーの周囲環境を監視するためのセンサー（例えば、CMOS の可視化センサーや被ばく量をモニターする放射線計測用センサー）などの電子機器は、大気の無い月面では、太陽からの宇宙線（放射線）によって被爆し、性能が劣化する。そこで本研究では、放射線量が高い環境下で正常に動作する放射線計測用の CMOS センサーの開発と、その耐久性の評価を行う。また、スペース QOL デザインチームの一員として事業統括の補助を行う。

水野　雅之

「宇宙施設における微小重力下での避難行動に関する研究」

宇宙施設内の微小重力下での人の移動は、手で周壁の手すりなどに捕まりながらの移動する必要がある。宇宙施設がデブリの衝突や火災等の様々なハザードの出現に見舞われた場合、人はモジュール間のハッチを経由して隣接モジュールなどに避難しなければならない。こうした緊急時における少数あるいは群集での空間内やハッチ通過の移動に対して効果的な手すり配置などを提案する。

「低重力下の歩行特性に関する研究」

月や火星などの地球以外の惑星では重力環境が異なるため人の歩行環境が変化する。例えば、人の飛び跳ねに関して同じエネルギー（初速度）を生じることができれば、到達高さは重力加速度の倍数の逆数倍に相当するから月面では 6 倍に及ぶことになり、30cm の跳躍が 1.8m に及ぶということは、空間の天井高さを高くする必要がある。そこで、これを解決して安全な歩行空間を実現するための方策を検討する。

立川　智章

「厳しい制約を持つ多目的設計最適化問題の解法に関する研究」

コロニー建設地点の選定や様々な宇宙探査ミッションはその制約が非常に厳しく、複数の評価指標を同時に満足する実現可能解を効率よく見つけることが難しい。そのような最適化問題に適用可能な進化的多目的最適化手法の研究を進めている。本年は、ベンチマーク問題および実問題を用いて既存手法の有効性に関する基礎的な検証を行った。

四反田　功

「宇宙空間における健康管理に必要なストレスモニタリング用ウェアラブルバイオセンサの開発」

本研究では、非侵襲かつリアルタイムに宇宙空間滞在中の汗中の成分のリアルタイムモニタリング可能なウェアラブルバイオセンシングシステムを開発する。本年度は、特に、転写印刷によって衣服に着装するタイプのナトリウムセンサ・アンモニウムイオンセンサを作製・評価することを目的とする。

スペースアグリ技術チーム

寺島　千晶
「病虫害フリーで自給自足を目指すスペースアグリ技術に関する研究」
水中プラズマ技術と光触媒技術を併用することによって、資源が欠乏する閉鎖空間でも自給自足でき、かつ衛生面に配慮したスペースアグリの要素技術の開発を行う。

鈴木　孝宗
「液肥合成に向けた尿素の電解処理」
月面での長期滞在や有人火星探査を実現するためには食糧自給は必要不可欠である。植物工場による水耕栽培が現実解として期待されているが、液体肥料の調達方法を考慮する必要がある。仮に廃棄される尿から液体肥料が作製できれば、液体肥料の現地調達が恒常的に可能となる。尿素の電解処理により、肥料の三要素の一つである窒素化合物（硝酸イオン・アンモニウムイオン）が得られたことから、尿の液体肥料化への足がかりをつくる事ができた。

創・蓄エネルギー技術チーム

飯田　努
「室内外温度差での発電システム構築」
ゼーベック効果による温度差発電を用いて、スペース・コロニーに生ずる昼間時および夜間時の屋内外温度差により電力供給する熱電温度差発電システムの開発と実証システム環境構築を実施する。熱発電による温度差電力供給は、太陽電池が発電できない夜間や日陰、さらにはコロニーの地下空洞設置の際に補助的な電力供給を実現できることから、太陽電池発電、フライホイール蓄電と連携した電源システム開発を実施する。

向後　保雄
「室内外温度差での発電システム構築」
ゼーベック効果による温度差発電を用いて、スペース・コロニーに生ずる昼間時および夜間時の屋内外温度差により電力供給する熱電温度差発電システムの開発と実証システム環境構築を実施する。熱発電による温度差電力供給は、太陽電池が発電できない夜間や日陰、さらにはコロニーの地下空洞設置の際に補助的な電力供給を実現できることから、太陽電池発電、フライホイール蓄電と連携した電源システム開発を実施する。

杉山　睦
「宇宙用太陽電池に関する研究」
宇宙空間で使用可能な、曲げ耐性と各種放射線耐性を有する高効率 CIGS 太陽電池および IoT デバイス向け NiO 系透明太陽電池を、ポリイミド系フレキシブル基板上に作製した。各種太陽電池に対し宇宙空間を模した熱サイクル試験を実施し、十分な耐性を有していることを明らかにした。また、これまでより 1/50 程度の軽量化することができ、宇宙空間での大規模電力供給および IoT デバイス等への使用が期待できることがわかった。

「高性能 CFRP フライホイールの開発」
CFRP の周巻き円盤を用いて高性能なフライホイールバッテリーを開発した。フライホイール内部の構造を工夫することによって従来の CFRP フライホイールと比較して 1.5 倍程度の回転数に耐えられる設計を用いた。成形が終了し、次年度スピンテストによる検証試験を実施する予定である。一方で、月面では、フライホイールのケースだけを運んでいって、現地のレゴリスをもちいることで機械式バッテリーとすることが都合良く、CFRP フライホイールは地面のない宇宙での適用が期待される。

Ishwor Khatri

「Fabrication of CIGS solar cells for space use」

We investigated electron and proton irradiation on cesium-fluoride treated and untreated CIGS solar cells. It is understood that electron irradiation at particular fluences had a strong impact on buffer/CIGS interface and suppressed defects. On the other hand, proton irradiation degraded solar cell performance. It was observed that proton-irradiation at low-fluence generates shallow-type defects, whereas high-fluence protons generate deep defects. Thermal annealing under illumination was found to recover the efficiency of these solar cells.

水・空気再生技術チーム

「白金担持チタニアナノスケルトンを用いた有害有機物の高効率光触媒分解」

カチオン界面活性剤が形成するリオトロピック液晶を構造指向剤として調製した多孔質アナターゼ型酸化チタン（チタニアナノスケルトン）に対して、光還元法を用いて白金ナノ粒子を助触媒として高分散担持した。この光触媒を用いてアセトアルデヒドの気相光酸化分解を行ったところ、450℃で焼成処理を行った際に、従来のチタニアナノスケルトンと比較して光触媒活性が顕著に増大することを明らかにした。

勝又 健一

「オキシ水酸化鉄による廃液浄化と水素生成に関する研究」

合成したオキシ水酸化鉄（α-FeOOH）は市販品の FeOOH と比較して、高い水素生成能を示した。水素の生成に伴い酸素量が減少していることが分かり、無酸素条件下では水素生成能が低下する傾向がみられた。他のオキシ水酸化物について調査したところ、NiOOH、AlOOH でも水素が発生することが分かった。

「水中のアンモニウム吸着に用いるゼオライト-TiO_2複合体の作製」

A-3 型ゼオライトは尿に含まれる NH_4^+（または NH_3）成分を選択的に吸着できるが、吸着した NH_4^+ をそのままの形で脱離させることが難しかった。そこで、ゼオライトと TiO_2 光触媒を複合化させることで、光触媒反応を利用し、ゼオライトに吸着した NH_4^+を NO_3^-に変換して放出することを試みた。その結果、吸着したアンモニア量に対して光触媒反応で放出された NO_3^-量は少量であり、他の形で放出されていることがわかった。

「Ti 含有セラミックス材料による抗菌効果に関する研究」

国際宇宙ステーションや建設予定の月近傍拠点での室内空間において、バクテリアの発生や増殖を抑制することは宇宙飛行士の生命を守るうえで重要である。そこで、人体に無害で希少な元素を含まない安価で簡易に作製可能な抗菌材料の開発を行った。その結果、Ti を含有するセラミックス材料は光照射無しでも抗菌性を示し、光を照射すると抗菌能が増加することがわかった。

坂本 一民

「微小重力下における乳化制御」

EDDI（Emulsion Dynamics and Droplet Interfaces）のテーマでエマルションの安定性に関わる要因分析と界面活性剤の役割について理想的な実験データの取得と解析に必須な微小重力下での研究としてESAに提案し受諾された。本プロジェクトはイタリアICMATEのLibero Liggieri教授をリーダーとする 15 のチームからなる国際プロジェクトで、その内訳は欧米アカデミア 8、企業 7、日本からは千葉科学大山下准教授と本学がチームを組み、コスモスリサーチセンターが企業として参加している。

ヒト疾患モデル研究センター

ヒト疾患モデル研究センターについて

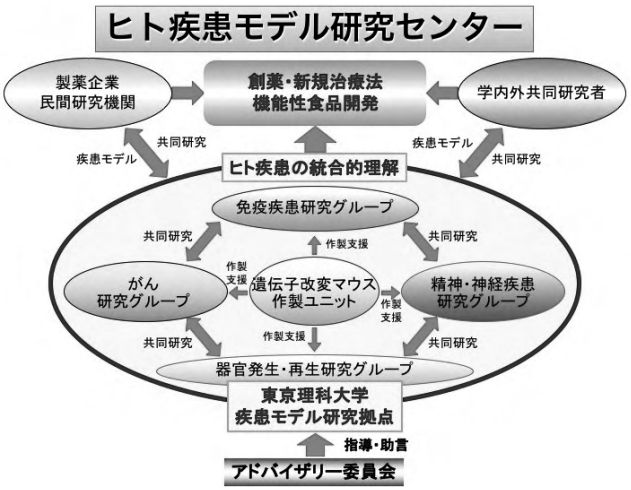
1. 概要

多くの疾病の発症には遺伝子機能の異常が関与していることから、病気の発症機構を知るためには個体で遺伝子機能を解析する必要がある。遺伝子改変マウスの作製は、個体での遺伝子機能解析に有用であり、新たな治療法、治療薬の開発に欠かせない手段となっている。本学野田地区では免疫、脳・神経、発生、老化、代謝、再生医療、などの多彩な研究が行われているが、本プロジェクトはこれらの研究者を領域横断的に遺伝子改変マウスを軸にして集合・連携することで、それぞれの研究を格段に発展･加速させることを意図した。このため、自己免疫疾患やアレルギー、生活習慣病、がん、老化、統合失調症、うつ、アルツハイマー病などの疾病の発症過程に関与していると考えられる遺伝子の遺伝子欠損マウスを作製し、発症病理や関与遺伝子を解明することを目指した。これにより、新たな治療法・治療薬の開発への手掛かりを得、国民の医療、福祉の向上に大きく貢献する事を目的とした。

2. センターの構成と施設設備

全体を 4 つの研究グループ（免疫疾患、器官発生・再生、精神・神経疾患、癌）に分け、かつ、全体の支援組織として遺伝子改変動物作製ユニットを置いた。また、助言・評価委員としてアドバイザリー委員会を設けた。

センターでは2014年に動物実験施設を新築し、SPF、感染、無菌動物実験室などを完備し、遺伝子改変マウスの作製や行動解析などを行うことが可能である。



ヒト疾患モデルセンターの構成

3. 研究支援活動

Crispr/Cas9 法による 14 系統を含め、19 系統の遺伝子欠損マウスを作製した。また、外部からの要望に応え、国内の 20 研究グループ、国外の 14 研究グループ（内 3 は企業）に延べ 34 系統のマウスを供給した。他に、23 系統 3381 個の胚凍結保存を行うと共に、12 系統の胚の復元、23 系統のマウスの SPF 化、3 系統のマウス無菌化を行った。

4. 各研究グループの活動報告

4. 1. 免疫疾患グループ

<u>岩倉洋一郎、鄭琇絢、唐策、久保幸子、小川修平、伊川友活、北村大介、久保允人、小園晴生(以上生命研)、西山千春(基礎工)、磯濱洋一郎、原田陽介(薬)</u>

岩倉研究室では、C 型レクチンの生体における役割の解析を行なっており、ファミリーの一員である DCIR が自己免疫疾患や骨代謝疾患に於いて重要な役割を果たしていることを見出した(Fujikado et al., Nat. Med., 2008; Maruhashi et al., J. Immunol., 2015)。現在これらの疾患に対する新治療法開発を目的として DCIR に対する抗体作製に取り組んでおり、今年度は DCIR 分子またそのリガンドに結合し免疫反応を制御する能力を持つ抗体を数クローン同定した(鄭ら)。今後疾患モデルを用いて治療効果を検証する。唐らはこれまでβグルカンの受容体である Dectin-1 を欠損させたマウスでは実験的大腸炎モデルに耐性となることを示したが（Tang et al., Cell Host Microbe, 2015; Nat. Immunol., 2018; Kamiya et al., Mucosal Immunol., 2018)、今回、Dectin-1 に加え、他の C 型レクチン受容体ファミリーメンバーも大腸炎や大腸腫瘍形成に重要な役割を果たしていることを明らかにした。現在研究成果を論文としてまとめているところである。

また、肺、皮膚、腸管粘膜などの外界に接する組織の恒常性や疾病における C 型レクチンの役割を紹介した英文総説を発表した（Tang et al., J. Leukoc. Biol., 2019)。この他、CTRP ファミリーの一つである CTRP6 が補体第 2 経路の内在性の調節因子であり、CTRP6 投与により関節リウマチモデルを治療できることから（Murayama et al., Nat. Commun., 2015)、現在腎炎などの他の補体依存性の疾患に対する有効性を検討している（紀ら)。

北村研究室では、IgA 腎症モデルである gddY マウスを用いて、病因性 IgA の産生メカニズムを解明することを目的として研究を行っている。IgA 腎症は腎糸球体メサンギウムへの IgA の沈着を特徴とする。IgA の糖鎖修飾異常が知られているが、IgA 抗体がなぜ糸球体の特定部位に沈着するのか不明である。これまでに、gddY マウスの血中には何らかの糸球体タンパクを認識する IgA 自己抗体が存在すること、この IgA 自己抗体を産生する形質芽細胞が腎臓に蓄積すること、この IgA には高頻度の体細胞突然変異が入っていること、この腎臓の形質芽細胞は常在細菌に依存して維持されること等を見出した。以上から、常在細菌と交差反応する B 細胞が T 依存性免疫応答を起こし、その結果産生された IgA が糸球体に結合することが IgA 腎症の病因であることが示唆された。

伊川研究室では、これまでに PCGF1 コンディショナル（c）KO マウスを作成し、PCGF1 が造血幹細胞からリンパ球系とミエロイド系への運命決定に重要であることを明らかにしてきた。本年度はこのメカニズムを明らかにするために、PCGF1cKO マウスの骨髄から人工白血球幹細胞（iLS 細胞）を作成した。この細胞を用いてクロマチン免疫沈降（ChIP-seq）を行ったところ、Hmga2、Tal1 などの標的遺伝子を同定することに成功した。

原田研究室では、Foxp3 コンディショナルノックアウトマウスの解析から、Foxp3 欠損は腸内細菌依存的に腸管内腔の IgG 濃度上昇を引き起こし、広範囲な細菌種に結合することで、腸内細菌叢のバランスを乱す可能性を示唆した。

久保研究室では、ヒト IgG4 関連疾患（IgG4-related disease:IgG4-RD）のマウスモデルを構築した。膵臓α細胞で卵白アルブミン（OVA）を発現するマウスを使用して、膵臓に発現する自己抗原を認識するキメラモノクローナル抗体（mAb;ヒト IgG4 Fc マウス抗 OVA Fab）が、同一抗原を認識する細胞傷害性 T 細胞を活性化して膵臓の組織傷害を引き起こすこと、IgG4 抗体は樹状細胞（cDC1）を介して抗原である OVA を OT-1 細胞に cross-presentation することが、膵臓での炎症を誘発することを見出した。本研究で構築したマウスモデルは、IgG4 関連疾患の治療戦略を考える上で重要なモデルとなることが期待できる。本研究室では経皮感作で起こるアナフィラキシーに関しても、着目している。原田研究室でも記述がある様に、アレルゲン特異的 IgE は胚中心で作られる。我々は、IL-13 を産生するリンパ濾胞性ヘルパーT（TFH）細胞の存在が、高親和性 IgE 抗体に依存する重度のアナフィラキシー症状の形成に寄与することが示された。TFH での IL-13 の欠損は、高親和性 IgE 抗体と重度のアナフィラキシー症状の両方を強度に減弱させる。このことから、B 細胞に対して新たな IL-13 の役割が明らかにされた。

西山研究室では、免疫担当細胞の遺伝子発現制御機構について解析を行なっており、血球系細胞特異的転写因子 PU.1 やそのパートナー分子が樹状細胞やマクロファージの機能制御に重要な役割を果たしていることを報告してきた。また、アレルギー反応のエフェクター細胞であるマスト細胞について、細胞特異的な遺伝子発現制御に複数の血球系細胞特異的転写因子群が寄与することを見出してきた。本年度は、PU.1 が CCL22 や CCR7 といったケモカインやケモカイン受容体の発現を引き起こすことによって、樹状細胞の生体内遊走を制御する働きを論文発表した。また、マスト細胞については、生体内に存在する 2 種類の亜群、粘膜型マスト細胞と結合組織型マスト細胞の分岐を決定する因子の解析を進めた結果、TGF-βが粘膜型マスト細胞に特異的に発現するプロテアーゼ mMCP-1 や mMCP-2 の発現を顕著に誘導すること、これらプロテアーゼをコードする遺伝子 Mcpt1 や Mcpt2 のプロモーター上流域に類似した繰り返し塩基配列が存在すること、当該塩基配列には転写因子 GATA と Smad が相互作用しながら協調的に転写活性化する可能性があることなどを原著論文として報告した。さらに、核内受容体型転写因子 PPARγに関する知見も論文発表している。PPARγは脂肪細胞の分化やインスリン感受性に関わるため、糖尿病の治療標的として知られる分子であるが、マスト細胞における PPARγの機能はほとんど知られていなかった。今回の報告では、PPARγが IgE 依存的なマスト細胞の活性化に対して抑制的に働くことを in vivo、in vitro 実験系を用いて明らかにしている。

4. 2. 器官発生・再生グループ

後飯塚僚、昆俊亮(生命研)、政池知子(理工)

出産前後の周産期環境はアレルギーなどの体質要因と関連することが知られており、この時期に各組織へ移行・定着する組織常在型の胎児型自然リンパ球が組織特異的な病態形成に関与していることが示唆されている。特に、気道アレルギー炎症発症には胸腔内脂肪関連リンパ組織集積(FALC)および交差反応性 IgE の関連が指摘されつつある。後飯塚研究室では、胎児型 B リンパ球の体腔移行に必須のケモカイン受容体である CXCR5 を利用して、遺伝学的に胎児型 B リンパ球を選択的に標識し、成体において追跡するシステムを開発した。すなわち、新生児期(生後 1-3 日齢)の CXCR5-CreER;Rosa26-tdTomato マウスにタモキシフェンを経胃内投与することで、CXCR5 を発現する細胞を標識し、8-12 週後に解析した結果、骨髄、脾臓、リンパ節の成体型 B リンパ球は tdTomato 陰性で、腹腔や胸腔においても、胎児型 B リンパ球が選択に tdTomato 陽性であることから、本システムと CD19 などの B 細胞特異的抗体を併用して、胎児型 B リンパ球の組織内局在や微小環境との位置関係を明確にすることが可能となった。本システムを用いて成体体腔における胎児型 B リンパ球の局在を解析したところ、腹腔ならびに胸腔 FALC 選択的に胎児型 B リンパ球が集積していることが明らかになった。

腸管上皮細胞層に活性化 Ras 変異を少数誘導すると、ほとんどの Ras 変異細胞が細胞競合により管腔へと排除される。昆研究室では、遺伝子変異の蓄積による細胞競合の機能変化を検討するため、ヒト家族性大腸がんの初期に変異が好発することが知られている APC 遺伝子の変異マウスを導入した結果、APC 変異下では基底膜へとびまん性に浸潤する Ras 変異細胞数が著増することを見出した。さらには、この現象を培養細胞を用いて再構築し、変異細胞の基底膜浸潤を制御する分子論的メカニズムの解明に精力的に取り組んだ。その結果、マトリックスメタロプロテアーゼである MMP21 が APC/Ras 変異細胞で細胞非自律的に発現増加することを突き止めた。さらに、MMP21 をノックアウトすると、変異細胞の基底膜への浸潤率が有意に低下したため、MMP21 が APC/Ras 変異細胞の基底膜浸潤を制御する分子の一つであることを明らかにした。

政池研究室本年度の主要な成果については、以下 4 点が挙げられる。(1) まず、マウスの気管を縦に割った半円筒の内側に生えている単一繊毛の 3 次元運動と、半円筒の溝で形成される液流(内腔液中に浮遊するモデルビーズの排出速度)の同一試料計測に成功した。繊毛運動に障害のあるモデルマウスが形成する液流の流速は野生型と比較して低下していた。(2) 次に、異物と同程度のサイズのモデル粒子を半円筒気管に導入し、輸送速度を計測した。粒径が大きい粒子は、粘性が小さい場合にはとくに重力の影響を受けやすく気管底面の内壁に向かって沈み、繊毛内部に食い込んでいくため気管から排出されにくいことが示唆される。(3) また、少数個の繊毛細胞が局所空間で形成する液流は一方向の一定速度の流れではなく、有効打と回復打の往復運動に呼応して液流の方向が小刻みに振動する流れであることがわかった。このことから、呼吸器疾患で気管に炎症が起こり繊毛を有する細胞の分布が通常よりまばらになると、粘液に局所的な脈流が発生して一様な定常流を形成できず、異物排出が困難になることが予想される。また、繊毛運動に障害がある場合は、液流の振動周期が低下することもわかった。(4) 最後に、膜に挿入される性質のあるタンパク質を気管組織に添加して細胞の半透過処理を行い、外液で細胞内液を制御することができるようになった。この細胞は生細胞に近い性質を有すると考えられるため、今後の繊毛運動観察に幅広く応用できる道が拓けた。

4. 3. 精神・神経疾患グループ

古市貞一(理工)、中村岳史(生命研)

古市研究室では、CAPS ファミリー(CAPS1 と CAPS2)の遺伝子改変マウスを作出し、疾患モデル研究を行った。CAPS (Ca^{2+}-dependent activator protein for secretion)は、神経ペプチド/ペプチドホルモン、およびモノアミン系神経伝達物質(ドーパミンやノルエピネフリンなど)などの分泌小胞を介した開口放出を正に制御するタンパク質である。CAPS1 null マウスは生後呼吸障害で間もなく致死となるため、前脳特異的に発現する転写因子 Emx1 遺伝子プロモーターの制御下で発現する Cre 組換え酵素遺伝子をもつマウスと CAPS1-flox マウスを交配させて、前脳特異的 CAPS1 cKO マウスを作出して、海馬記憶機能における役割について解析した。また、CAPS1-flox マウスの海馬に組換えアデノ随伴ウイルス AAV を感染導入することで CaMKII-Cre を発現させ、成体マウス海馬特異的に CAPS1 を欠失したマウスを作製してすることで、成体海馬特異性を検証

した。これらの疾患モデルマウスを利用することで、CAPS1 が興奮性グルタミン酸作動性シナプス伝達と可塑性（長期増強など）に重要であり、文脈依存的な記憶形成にも関連することを明らかにした。CAPS2 は、社会行動の障害を特徴とする脳の発達障害である自閉スペクトラム症(ASD)との関連がこれまで報告されているが、CAPS2 による分泌制御機構がどのように社会行動と関連するのかについては不明であった。オキシトシン（OXT）は、社会性を高める生理作用をもつ事から最近注目されている神経ペプチド/ペプチドホルモンである。OXT は視床下部ニューロンで産生され投射先の脳下垂体から血流に放出される他、脳領域にも投射して社会行動を制御すると考えられている。OXT 遺伝子に iCre をノックインした OXT-iCre KI マウスと CAPS2-flox マウスを開発し、両系統を交配することで、OXT ニューロン特異的な CAPS2 cKO マウスの作製に成功した。このマウスを利用することで、CAPS2 が OXT の分泌を制御し、OXT 依存性の社会行動に寄与することを明らかにしつつある。さらに、CAPS2 KO マウスにおける膵臓の分泌機能についても解析を行った。

中村研究室では、TC10 ノックアウトマウスの作出を行い、脊髄損傷等の再生治療への橋渡しとなることが期待される軸索再生のモデル系での解析を行った。Rho ファミリー G タンパク質である TC10 は膜輸送の制御を介して神経突起の伸展を促進する。当研究室を含む複数グループの in vitro 解析により、神経突起伸展における TC10 の細胞内機能について多くのことが明らかにされているが、個体レベルの神経系における TC10 の生理的役割はわかっていなかった。今回の解析で「TC10 は神経発生には必要ではないが、成体での神経軸索の再生には重要な役割を果たす」ことを明らかにした。特に以下の点が重要な知見である。(1) 全身での TC10 ノックアウトマウス、及び損傷を受けた神経細胞でのみ TC10 が欠損するコンディショナルノックアウトマウスの双方で、効率的な軸索再生には TC10 が必要であることを明らかにした。これは、損傷を受けた神経細胞に存在する TC10 が軸索再生を促進することを意味している。損傷神経細胞を取り巻くグリア細胞など(外部環境）での TC10 欠損の影響は小さい。(2) 末梢神経系（舌下神経）と中枢神経系（視神経）の両方で損傷応答の検討を行い、どちらでも TC10 が軸索作成を促す役割を持つことを明らかにした。視神経では、炎症を惹起する Zymosan と再生促進効果がある cAMP の眼球への投与により再生を誘導するモデル系を用いた。視神経などの中枢神経系は本来再生能が非常に低く、また再生を促進する因子についての知見はかなり限られているので、今回 TC10 がそのリストに加わったことには意味がある。今後、TC10 の上流因子や下流因子へと解析を広げることで、中枢神経系でも有効な新たな再生誘導経路が見出される可能性がある。

4. 4. 癌研究グループ

松島綱治、上羽悟史、寺島裕也、水田龍信、中野直子、櫻井雅之(生命研)、月本光俊、秋本和憲(薬)、定家真人(理工)

松島研究室では、高感度シングルセルトランスクリプトーム法を用いてブレオマイシン誘導肺線維化モデルの経時的解析（day0,3,7,10）を実施し、合計 20802 個の細胞を解析した。細胞外分子ー膜表面レセプター関係に基づく、細胞間の相互作用を再構成したところ、day7-day10 にかけて結びつきの強い相互作用ネットワークの種類が増加し、TGF-beta を中心とするネットワークは day 7 より現れること、そのネットワークには VEGF も所属していることが明らかとなった。また、ブレオマイシン傷害の早期から減少する相互作用ネットワークとして Dcn を中心とした線維芽細胞ネットワークを同定し、Dcnを過剰発現させた線維芽細胞の予防的投与により、ブレオマイシン誘導肺線維症が抑制されることを見出した。抗 CD4 抗体治療を受けた担がん患者について TCR レパトアを解析し、抗 CD4 抗体投与が末梢血 T 細胞レパトアの再構成を通じて腫瘍反応性 $CD8^+$T 細胞クローンの活性化・増殖を促していることを明らかにした。抗 PD-1 抗体治療を受けた担がん患者の腫瘍生検および CD4／CD8 を分画した末梢血 T 細胞について TCR レパトアを解析し、奏効例に特徴的な治療前 TCR レパトアのパターンと、治療前後でのレパトア変動パターンを同定した。ケモカイン受容体会合分子フロントはマクロファージのがん部位への集積と活性化を促進することでがんを悪化させることを報告した。本年はマクロファージに加えて、がん細胞に発現するフロントタンパクの機能解析を実施しがん細胞における働きを見出した。また、フロント制御薬の実用化を目指し探索／同定したフロント阻害薬 disulfiram の薬効解析を実施するとともに、胃がん患者を対象とした臨床研究を推進した。また新たながん診断薬の開発を目指し disulfiram の PET プローブを作出した。抗腫瘍効果を示すアラーミンタンパク質 HMGN1 の最少機能部位を同定し、抗 PD-1 抗体／HMGN1 併用治療は腫瘍内での樹状細胞の活性化を通じて腫瘍浸潤 $CD8^+$ memory stem-

cell の増殖・維持を誘導し、抗腫瘍効果をもたらしていることを明らかにした。

cell-free DNA（cfDNA）は血液中に存在する微量な DNA で、中には腫瘍由来のものもあることから、がんの診断や、予後判定などに有効な、いわゆるリキッドバイオプシーのターゲットとして注目されている。cfDNA は死細胞由来と考えられているが、その生成メカニズムに関してはほとんど解析されていなかった。水田研究室では二つの DNA 切断酵素 DNaseγ（別名 DNase1L3）と CAD に注目し、それらの遺伝子改変マウスに細胞死を誘導し、cfDNA の生成の有無を検討した。その結果、細胞死の形態に応じて、それぞれの酵素が使い分けられていることが明らかになった。また、もう一つの DNA 切断酵素 DNase1 が cfDNA をさらに細かく分解する役割を担っていることが示唆された。そこで、その役割を詳細に解析するため、CRISPR-Cas9 システムを用いて DNase1 遺伝子欠損マウスの作成を試みた。現在ヘテロ遺伝子欠損マウスの作成まで終えている。

中野研究室では、がん抗原の提示を受けて活性化する CD8T 細胞の分化過程を解析するために、モデル抗原 OVA を発現させたがん細胞をマウスの皮内に移植し、OVA 反応性 TCR トランスジェニック OT-1 マウスから単離したナイーブ T 細胞を静脈内に移入した。移入した OT-1T 細胞は、リンパ節内で 2 日後に高レベルの CD44 を発現する 3 つの分画（$CD62L^{-}$, $CD62L^{low}$, $CD62L^{high}$）に分化した。この中で、$CD44^{high}CD62L^{low}$ 細胞は OT-1T 細胞移入 24 時間後にすでに認められ、分裂を開始していたことから、ナイーブ CD8T 細胞は最初に $CD62L^{low}$ に分化し、そこから $CD62L^{-}$と $CD62L^{hight}$ 細胞に分化することが示唆された。この $CD62L^{low}$ 細胞は、がんを移植したマウスに移入すると、がんの中で $CD62L^{-}$（エフェクター細胞）および $CD62L^{+}$細胞として検出された。このことから、がんに浸潤する $CD62L^{+}$細胞は、エフェクター細胞とは別に、活性化した CD8T 細胞から直接分化したことがわかった。また、がんに浸潤した $CD62L^{+}$細胞は転写因子 Bcl6 を発現しており、高い増殖能を有し、エフェクター細胞に分化できる細胞であることがわかった。この増殖能は Bcl6 を欠損させると失われたことから、がんに浸潤した $CD62L^{+}$細胞は、Bcl6 を発現することにより自己再生と増殖能を維持し、がんの中でエフェクター T 細胞を供給している可能性が示唆された（現在論文投稿中）。

櫻井研究室では、我々は二本鎖 RNA 特異的結合能と核酸塩基修飾活性を持つ酵素 ADAR が、RNA:DNA 鎖に結合していることを見出し、R-loop 構造解消への寄与とその作用機序の解明を進め、その破綻による細胞傷害について解析を行っている。ADAR 欠損マウスは胎性致死であるため、生誕後モデルマウスとしては誘導制御可能な遺伝子欠損システムが必要となり、その樹立及び利用達成を目的の一つとし、ヒト培養細胞でまず分子機構の解明を進めた。これまでに ADAR 発現抑制は RNA:DNA 鎖の増加に伴い、DNA 損傷率の増加、細胞分裂期での細胞周期停止、そして細胞核型異常と細胞死を示す知見を得た。本知見のうち、特にテロメアにおける効果については、Wistar 研究所との共同研究にて、追加知見を得て現在論文投稿を進めている。

月本研究室では、放射線による細胞障害作用をがん細胞選択的に増強させ、確実にがん細胞を殺すことを目指し、がん細胞での放射線抵抗性メカニズムを研究している。本年度は、ヒト肺がん細胞において、DNA 損傷応答や EGF 受容体活性化にアデノシン A2B 受容体が関与しすることを明らかにし、この受容体を阻害することでがん細胞の放射線抵抗性が改善されることを明らかにした。特に、この現象は、がん細胞特異的反応であることも明らかにした。さらに、放射線抵抗性の高い悪性黒色腫においても A2B 受容体が DNA 損傷修復に関与し、放射線抵抗性に関与することを明らかにした。この悪性黒色腫を移植した担がんマウスに A2B 受容体阻害薬を投与後、放射線治療を行ったところ、併用により放射線治療効果が増強することを明らかにした。これらの結果から、A2B 受容体阻害薬は、放射線治療を向上させる新規放射線増感剤としての有用性が期待される。また、悪性黒色腫の放射線抵抗性に関与する因子として新たに中脳アストロサイト由来神経栄養因子（MANF）の関与も明らかにした。その他、放射線照射によるがん細胞の転移能亢進への TRPV1 および TRPV4 チャネルの関与や、腫瘍免疫を抑制する MDSC の分化・機能への TRPV4 チャネルの関与も明らかにした。

秋本研究室では、前年度までに乳がん患者ゲノムデータベース解析（TCGA Nature 2012; n=593）（METABRIC, Nature 2012 & Nat Commun 2016; n=1904）から乳がんで遺伝子発現が高く、高発現患者が予後不良である細胞間接着分子 X を単離した。さらに、この接着分子 X の安定過剰発現株 MDA-MB231-GFP-X^{high} を用いた実験から、肺微小転移が増大すること、および血中で凝集塊を形成して安定的に存在することを示唆する結果を得ていた。2019 年度はさらに in vitro 解析を進め、接着分子 X を高発現した乳がん細胞塊が実際に血流を模した圧力から安定的であることを明らか

とした。さらに、X の接着機能阻害ペプチドを用いた実験から X 高発現乳がん細胞が血管内皮と接着しやすいことを明らかとした。現在、この結果をマウスモデルで検証すべく細胞凝集と血管内皮との接着機構の詳細を解析している。このような解析を通して、CTC モデルマウスの樹立を試みる。

定家研究室では、これまでの研究で、正常細胞やテロメラーゼ依存性がん細胞に比べ、テロメラーゼ非依存性がん細胞の増殖を抑制する効果の高い化合物を単離した。本化合物の特異性を確認するため、正常細胞と、複数の骨肉腫由来のがん細胞株の増殖に対する本化合物が持つ効果を調べたところ、正常細胞やテロメラーゼ依存性がん細胞よりも、テロメラーゼ非依存性（ALT）がん細胞の方が低濃度で増殖が抑制されることがわかった。本化合物は、シトクロム P450（CYP）により酸化され、DNA と共有結合を形成することで DNA 損傷を誘導することが示唆されている。昨年度までの研究で、ALT がん細胞においても、本化合物は CYP により酸化されて DNA 損傷を誘導することが示唆された。したがって、ALT がん細胞は、正常細胞やテロメラーゼ依存性がん細胞に比べ、本化合物の酸化が起こりやすい、もしくは酸化された本化合物による DNA 損傷が生じやすい性質を持つことが予想された。本化合物による ALT がん細胞の増殖阻害効果は、CYP を抑制することにより減弱し、逆に過剰発現させることにより増強された。本化合物に高感受性を示す ALT がん細胞では当該 CYP の発現量が亢進していたこと、ALT がんでの欠損が高率で認められる ATRX 遺伝子の欠損細胞でもその酵素の発現量の亢進が認められたことから、骨肉腫由来の ALT がん細胞では、ATRX の欠損や機能不全により CYP の発現が亢進し、AusD に対する感受性が高まっていることが示唆された。

5. 研究活動の展望

Crispr/Cas 法の開発や遺伝子改変 ES 細胞ライブラリーの充実などに伴い、遺伝子改変動物を用いた医学生物学研究はますます盛んに行われるものと考えられる。当センターではこれまでいくつかの研究領域で、このような研究を先導して来たが、これからもこのような潮流を先導できるように努力する必要がある。

6. むすび

本年度は Nature Communications のような high impact な論文が複数出版され、共著を含めると 78 報もの英文原著論文を発表できたことは大きな成果である。次年度も引き続き研究を発展させるとともに、より優れた研究に繋がる様に積極的に共同研究を組織すると共に、遺伝子改変マウス作製等の研究支援を行なっていく予定である。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．Tang, C., Makusheva, Y., Sun, H., Han, W. and Iwakura, Y. Myeloid C-type lectin receptors in skin/mucoepithelial diseases and tumors. J. Leukoc. Biol., (2019). Invited review

2．Koike, T., Harada, K., Horiuchi, S., Kitamura, D. The quantity of CD40 signaling determines the differentiation of B cells into functionally distinct memory cell subsets. eLife, 8, e44245 (2019).

3．Kodama, T., Hasegawa, M., Sakamoto, Y., Haniuda, K., Kitamura, D. Ubiquitination of IgG1 cytoplasmic tail modulates B cell signaling and activation. Int. Immunol., 32, dxaa009 (2019).

4．Takamura, S., Kato, S., Motozono, C., Shimaoka, T., Ueha, S., Matsuo, K., Miyauchi, K., Masumoto, T., Katushima, A., Nakayama, T., Tomura, M., Matsushima, K., Kubo, M. and Miyazawa, M. Interstitial-resident memory $CD8^+$ T cells sustain frontline epithelial memory in the lung. J. Exp. Med. 216:2736-2747 (2019).

5．Sasada M, Iyoda T, Asayama T, Suenaga Y, Sakai S, Kase N, Kodama H, Yokoi S, Isohama Y, Fukai F. Inactivation of beta1 integrin induces proteasomal degradation of Myc oncoproteins. Oncotarget, 10, 4960-4972, 2019.

6．Hashimoto K, Kouno T, Ikawa T, Hayatsu N, Miyajima Y, Yabukami H, Terooatea T, Sasaki T, Suzuki T, Valentine M, Pascarella G, Minoda A, Taniuchi I, Arai Y, Hirose N, Carninci P. Single-cell transcriptomics reveals expansion of cytotoxic CD4 T cells in supercentenarians. PNAS. 116: 24242-24251, 2019.

7．Kasakura, K., Nagata, K., Miura, R., Iida, M., Nakaya, H., Okada, H., Arai, T., Arai, T., Kawakami, Y., Kawakami, T., Yashiro, T. and Nishiyama, C. Cooperative regulation of the mucosal mast cell-specific protease genes Mcpt1 and Mcpt2 by GATA and Smad transcription factors. J. Immunol. 204, 1641-1649 (2020).

8．Nagata, K., Kasakura, K., Miura, R., Yashiro, T. and Nishiyama, C. Suppressive role of PPARgamma in the IgE-dependent activation of mast cells. Int. Immunol. 32, 143-150 (2020).

9．Yashiro, T., Takeuchi, H., Nakamura, S., Tanabe, A., Hara, M., Uchida, K., Okumura, K., Kasakura, K. and Nishiyama, C. PU.1 plays a pivotal role in dendritic cell migration from the periphery to secondary lymphoid organs via regulating CCR7 expression. FASEB J. 33, 11481-11491 (2019).

10. Yashiro, T., Sakata, F., Sekimoto, T., Shirai, T., Hasebe, F., Matsuda, K., Kurosawa, S., Suzuki, S., Nagata, K., Kasakura, K., Nishiyama, M. and Nishiyama, C. Immunosuppressive effect of a non-proteinogenic amino acid from Streptomyces through inhibiting allogeneic T cell proliferation. Biosci. Biotechnol. Biochem. 83, 1111-1116 (2019).

11. Yashiro, T., Nakano, S., Nomura, K., Uchida, Y., Kasakura, K. and Nishiyama, C. A transcription factor PU.1 is critical for Ccl22 gene expression in dendritic cells and macrophages. Sci. Rep. 9, 1161 (2019).

12. Hosoe Y., Numoto N., Inaba S., Ogawa S., Morii H., Abe R., Ito N., Oda M. Structural and functional properties of Grb2 SH2 dimer in CD28 binding. Biophysics and Physicobiology.16, 80-88, 2019.

13. Tai Y, Sakamoto K, Takano A, Haga K. and Harada Y., Dysregulation of humoral immunity in Foxp3 conditional-knockout mice., Biochem. Biophys. Res. Commun., https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2019.04.090 (2019).

14. Ueno, Y., Fujisaki, K., Hosoda, S., Amemiya, Y., Okazaki, S., Notsu, C., Nishiyama, C. Mabuchi, Y., Matsuzaki, Y., Oda, A. and Goitsuka, R. Transcription factor Tlx1 marks a subset of lymphoid tissue organizer-like mesenchymal progenitor cells in the neonatal spleen. Scientific Reports, 9 (1):20418 (2019).

15. Namekata, M, Yamamoto, M. and Goitsuka, R. Nuclear localization of Meis1 in dermal papilla promotes hair matrix proliferation in the anagen phase of hair cycle. Biochem. Biophys. Res. Commun. 519 (4):727-733 (2019).
16. Watanabe, T., Takada, S., Ryushin Mizuta. Cell-free DNA in blood circulation is generated by DNase1L3 and caspase-activated Dnase. Biochem. Biophys. Res. Commun., 516, 790-795 (2019).
17. T. M. Naito, T. Masaike, D. Nakane, M. Sugawa, K. A. Okada, T. Nishizaka, Single-molecule pull-out manipulation of the shaft of the rotary motor F_1-ATPase. Sci. Rep., vol.9, 7451, 2019.
18. Hata, M., Kinoshita, H., Hayakawa, Y., Konishi, M., Tsuboi, M., Oya, Y., Hayata, Y., Nakagawa, H., Tateishi, K., Fujiwara, H., Hirata, Y., Worthley, D. L., Muranishi, Y., Furukawa, T., Kon, S., Tomita, H., Wang, T. C. and Koike, K., Gastric chief cells are eliminated via GPR30-dependent cell competition during metaplasia development and do not dedifferentiate. Gastroenterology, in press, 2020.
19. Sato Y, Akira Sato A, Mizuno S, Hirota J, Fujima S, Ishii C, Sano Y, Furuichi T. Comparative gene expression analysis of the engulfment and cell motility (ELMO) protein family in the mouse brain. Gene Expression Patterns, 34, 119070, 2019.
20. Koebis M., Urata S., Shinoda Y., Okabe S., Yamasoba T., Nakao K., Aiba A., Furuichi T. LAMP5 in presynaptic inhibitory terminals in the hindbrain and spinal cord: a role in startle response and auditory processing. Molecular Brain 12:20, 2019.
21. Shinoda Y., Sadakata T., Yagishita K., Kinameri E., Katoh-Semba R., Sano Y., Furuichi T. Aspects of excitatory/inhibitory synapses in multiple brain regions are correlated with levels of brain-derived neurotrophic factor/neurotrophin-3. Biochem. Biophys. Res. Commun. 509 (2):429-434, 2019.
22. Hoshino, S., Kobayashi, M., Tagawa, R., Konno, R., Abe, T., Furuya, K., Miura, K., Wakasawa, H., Okita, N., Sudo, Y., Mizunoe, Y., Nakagawa, Y., Nakamura, T., Kawabe, H., Higami, Y. WWP1 knockout in mice exacerbates obesity-related phenotypes in white adipose tissue but improves whole-body glucose metabolism. FEBS Open Bio. 10: 306-315. 2020.
23. Terashima Y, Toda E, Itakura M, Otsuji M, Yoshinaga S, Kazuhiro Okumura K, Shand FH, Komohara Y, Takeda M, Kokubo K, Chen MC, Yokoi S, Rokutan H, Kofuku Y, Ohnishi K, Ohira M, Iizasa T, Nakano H, Okabe T, Kojima H, Shimizu A, Kanegasaki S, Zhang MR, Shimada I, Nagase H, Terasawa H, Matsushima K. Targeting FROUNT with disulfiram suppresses macrophage accumulation and tumor-promoting properties. Nat Commun. 11:609, 2020.
24. Shiraishi K, Nakajima T, Shichino S, Deshimaru S, Matsushima K, Ueha S. In vitro expansion of endogenous human alveolar epithelial type II cells in fibroblast-free spheroid culture. Biochem Biophys Res Commun. 515 (4):579-585, 2019.
25. Tsukui T, Ueha S, Shichino S, Hashimoto S, Nakajima T, Shiraishi K, Kihara M, Kiyonari H, Inagaki Y, Matsushima K. Gli signaling pathway modulates fibroblast activation and facilitates scar formation in pulmonary fibrosis. Biochem Biophys Res Commun. 514 (3):684-690, 2019.
26. Shiraishi K, Shichino S, Tsukui T, Hashimoto S, Ueha S, Matsushima K. Engraftment and proliferation potential of embryonic lung tissue cells in irradiated mice with emphysema. Sci Rep. 9 (1):3657, 2019.
27. Shichino S, Ueha S, Hashimoto S, Otsuji M, Abe J, Tsukui T, Deshimaru S, Nakajima T, Kosugi-Kanaya M, Shand FH, Inagaki Y, Shimano H, Matsushima K. Transcriptome network analysis identifies protective role of the LXR-SREBP-1c axis in murine pulmonary fibrosis. JCI Insight. 10;4 (1):122163, 2019.

28. Hitomi Motomura, Yuka Nozaki, Chotaro Onaga, Ayaka Ozaki, Shoma Tamori, Taka-aki Shiina, Shotaro Kanai, Chihiro Ohira, Yasushi Hara, Yosuke Harada, Ryoko Takasawa, Takehisa Hanawa, Sei-ichi Tanuma, Yasunari Mano, Tsugumichi Sato, Keiko Sato and Kazunori Akimoto. High Expression of c-Met, PKCλ and ALDH1A3 Predicts a Poor Prognosis in Late-stage Breast Cancer, Anticancer Res. 40, 35-52 2020.
29. Sakurai, M., Okada, S., Ueda, H. and Y. Yang. Discovering RNA editing by chemical methods, Methods Mol. Biol.(2019, in press).
30. Honoka Kume and Mitsutoshi Tsukimoto. TRPM8 channel inhibitor AMTB suppresses murine T-cell activation induced by T-cell receptor stimulation, concanavalin A, or external antigen re-stimulation. Biochemical and Biophysical Research Communications 509, 918-924 (2019).
31. Airi Ohsaki, Sei-ichi Tanuma and Mitsutoshi Tsukimoto. TRPV4 channel-regulated ATP release contributes to γ-irradiation-induced production of IL-6 and IL-8 in epidermal keratinocytes. Biological & Pharmaceutical Bulletin 41, 1620-1626 (2018).
32. Airi Ohsaki, Yuuki Miyano, Rei Tanaka, Sei-ichi Tanuma, Shuji Kojima, Mitsutoshi Tsukimoto. A novel mechanism of γ-irradiation-induced IL-6 production mediated by P2Y11 receptor in epidermal keratinocytes. Biological & Pharmaceutical Bulletin 41, 925-936 (2018).(Highlighted Paper selected by Editor-in-Chief ならびに Featured articles へ選出)
33. Yuria Shinohara, Mitsutoshi Tsukimoto. Guanine and inosine nucleotides/nucleosides suppress murine T cell activation. Biochemical and Biophysical Research Communications 498, 764-768 (2018).

招待講演

1．Yoichiro Iwakura, Roles of C-type lectins in the homeostasis of the intestinal immunity. NIH-Japan Joint Symposium, NIH, Bethesda, MD, 2019.10.29.
2．漢方薬の免疫活性化作用と骨髄由来免疫抑制細胞（MDSC), 礒濱洋一郎, 第29回日本医療薬学会年会シンポジウム「漢方薬の適正使用のための科学的アプローチ」, 福岡県福岡市, 2019.11.3.
3．細胞競合研究からがん発生研究へ, 昆 俊亮, 大阪大学蛋白研シンポジウム「がん研究の新機軸」, 大阪, 2019.
4．Insights into rotary catalysis of F_1-ATPase through detection of conformational changes, T. Masaike, 2nd Tokyo ATPase Workshop, 東京, 2019.
5．伊川 友活, 無限に増幅する血液前駆細胞を用いた抗腫瘍薬の開発, BioJapan2019, 横浜, 2019.10.10.
6．ケモカイン受容体会合分子 FROUNT を標的とした腫瘍浸潤マクロファージ制御によるがん免疫治療, 松島綱治, 千里ライフサイエンスセミナーN1, 大阪, 2019.5.21.

特許（特許査定）

1．岩倉洋一郎, 矢部力朗, 海部知則：樹状細胞免疫受容体活性化剤, 樹状細胞免疫受容体活性化方法, 破骨細胞形成阻害剤, 破骨細胞形成抑制法, 樹状細胞分化・増殖阻害剤, 樹状細胞分化・増殖阻害方法, サイトカイン産生抑制剤, サイトカイン産生抑制方法, 治療方法及びスクリーニング方法, 東京理科大学, 出願日：2014.7.10, 査定日：2020.1.9.
2．岩倉洋一郎, 村山正承：自己免疫疾患の治療薬および治療方法, 東京理科大学, 出願日：2013年11月15日, 日本特許第6551886 (2019.5.31), 米国特許 US10,383,917 B2 (2019.8.20).

特許（特許申請）

1．岩倉洋一郎, 村山正承, 小野貴裕, 松岡眞子：Th17細胞誘導性疾患の予防又は治療剤, およびTh17細胞誘導性疾患の予防又は治療剤のスクリーニング法：特願2019-148054, 2019.
2．礒濱洋一郎, 松山真吾, 石橋淳平, 国内優先出願, MUC5AC産生抑制剤, No. RK1-304, 2019.

３．山本昌邦，行方昌人，後飯塚僚，観察方法、測定方法、解析方法、定量方法、およびキット，特願 2019-168469.
４．西山千春， 八代拓也， 笠倉和巳， 飯塚雄輝， 岡田光， 松原宏樹， 抗アレルギー剤， 特願 2019-208151，2019.

受賞

１．西山千春，2019 年度食品免疫学会賞，日本食品免疫学会，2019

研究課題（研究者別）免疫疾患グループ

岩倉　洋一郎
「サイトカインおよび自然免疫受容体を介した免疫制御機構の解明と治療への応用」

サイトカインは免疫制御に重要な役割を果たしており、当研究室では IL-1 や IL-17、CTRP などのサイトカインを中心に遺伝子欠損マウスを作製し、自己免疫や炎症における役割を解析し、治療につなげる努力を行ってきた。また、C 型レクチン（Dectin-1, 2, DCIR）などの自然免疫受容体も免疫系の活性化に重要な役割を果たしており、自己免疫やアレルギー、腫瘍形成などにおける役割を解明して、創薬に繋げることを目指している。

久保　允人
「万能インフルエンザワクチンの開発に関する研究」

インフルエンザによるパンデミック感染は人類の最大級の脅威とも言える。国の健康・医療戦略における医療分野研究開発推進計画の達成目標の一つとして、万能インフルエンザワクチンの開発が掲げられている。本研究の目的は、株が異なるウイルスや不連続抗原変異を起こしたウイルスに対して有効性を持つワクチンの開発にある。インフルエンザ感染モデルを用いた解析から、我々は生ワクチンを経鼻導入することで、広域反応性 IgG 防御抗体を誘導することを見いだした。広域防御性 IgG 抗体の誘導には、局所リンパ節に現れる T_{FH} 細胞と胚中心が効率よく形成されることが重要であった。

北村　大介
「IgA 腎症モデルマウスにおける IgA 自己抗体産生機構」

IgA 腎症は、わが国では原発性慢性糸球体腎炎の約半数を占め、その約 40%が末期腎不全に至る重要な疾患であり、腎糸球体メサンギウムの増殖と IgA の沈着を特徴とする。患者では糖鎖異常 IgA が免疫複合体を形成して腎糸球体に沈着するとされている。しかし、IgA 抗体がなぜ糸球体メサンギウムという特定部位に沈着するのか不明である。IgA 腎症モデルである gddY マウスを用いて、この病因性 IgA の標的抗原および産生メカニズムを解明することを目指している。

西山　千春
「免疫担当細胞の遺伝子発現解析並びに機能調節に関する研究」

免疫担当細胞は、それぞれ特異的な遺伝子発現制御によって特徴的な機能分子を発現している。このような特異的遺伝子発現の調節機構について、遺伝子の構造や転写因子の働きに着目した解析を進めており、核酸医薬などのアプローチでアレルギーや炎症性疾患、自己免疫疾患の治療や緩和に繋げることを目指している。また、低分子化合物や食品由来成分、腸内細菌代謝産物などから免疫細胞の活性調節物質を探索し、その分子機構を解析することによって、アレルギーや自己免疫疾患の新たな治療標的を見出すことを目指している。

磯濱　洋一郎
「気道疾患に伴う難治性の気道粘液産生亢進に関する研究」

気道粘液すなわち粘稠な痰は、気管支喘息の病態と密接な関係になるものの、屡々、ステロイド薬が奏功せず、難治性である。本年度はこの粘液産生亢進のステロイド抵抗性が IL-17A または IL-17A/IL-17F 欠損マウスで消失することを遺伝子改変マウスを用いて見出した。一方、IL-17 は IL-13 による粘液産生は低下させる傾向にあり、気管支喘息の病態形成時に IL-17 が多面的な作用を持つことがわかった。

伊川　友活
「ポリコーム群タンパク PCGF1 によるリンパ球分化制御機構の解明」

これまでに PCGF1 コンディショナル（c）KO マウスを作成し、PCGF1 が造血幹細胞からリンパ球系とミエロイド系への運命決定に重要であることを明らかにしてきた。本年度はこのメカニズムを明らかにするために、PCGF1cKO マウスの骨髄から人工白血球幹細胞（iLS 細胞）を作成した。この細胞を用いてクロマチン免疫沈降（ChIP-seq）を行ったところ、Hmga2, Tal1 などの標的遺伝子を同定することに成功した。

小園　晴生

「MHC IIの構造に影響を与える修飾とそれらを認識する免疫抑制因子の研究」

MHC IIのユビキチン化がT細胞活性に変化を生じさせること、LAG-3はユビキチン化したMHC IIは認識しないことを明らかにしてきたが、その認識の基本となることはよくわかっていない。またLeishmaniaは抗原提示細胞からのコレステロール枯渇させ抗原提示を阻害させることが分かったのでコレステロール非存在下でのMHC IIの1分子動態とLAG-3結合を調べると、ユビキチン化MHC IIと同等の挙動を示すことが明らかとなった。CD83は膜状では免疫賦活作用、可溶性になると強い免疫抑制作用を持つことが知られているが、このCD83もLAG-3と同様の挙動を取ることが分かってきた。このような制御の意味と構造の本質的違いを明らかにする。

小川　修平

「受精卵へのマイクロインジェクションによる遺伝子改変マウスの作製」

学内の研究者との共同研究により、3つの異なる遺伝子を標的とするcrRNA及びtracrRNA、Cas9タンパク質(ゲノム編集技術:CRISPR/Cas9法)をB6背景の受精卵にマイクロインジェクションし、標的遺伝子に欠失を持つ3系統合計16ラインのマウスを作出した。CRISPR/Cas9法により標的遺伝子領域に目的配列の挿入を誘導するノックインマウス（3系統）の作製を開始した。

原田　陽介

「制御性T細胞による腸管免疫制御機構の解明」

Foxp3をマスター転写因子とする制御性T（Treg）細胞は、自己免疫応答や過剰な液性免疫応答を抑制するために必須の細胞群である。Treg細胞を欠損したマウスでは腸内細菌叢が乱れることが知られているが、Treg細胞の機能不全により腸内細菌叢のバランスが破綻する機構には未だ不明な点が多い。そこで、Treg細胞の機能不全が液性免疫応答を介して腸内細菌叢に与える影響の解明を試みる。

後飯塚　僚

「遺伝子改変マウスを用いた免疫系器官構築とその破綻に伴う疾病の解析」

周産期環境は体質要因と関連し、この時期に各組織へ定着する胎児型リンパ球が組織特異的な病態形成に関与していることが示唆されている。胎児型Bリンパ球の移行に必須のケモカイン受容体であるCXCR5遺伝子座にCreERをノックインしたマウスを用いて胎児型Bリンパ球を標識し、その成体における局在を解析した結果、骨髄やリンパ節には検出されず、体腔における脂肪関連リンパ組織に集積していることを見いだした。

政池　知子

「マウスの気管繊毛運動による異物排出機構の解明」

哺乳類の気管には繊毛が無数に生えており、それらが協調的に往復運動を示すメタクローナルウェーブを起こすことで粘液に流れを生じ、ホコリやウイルスなど気管に侵入してくる異物を喉頭に向けて排出する役割を果たしている。本研究では繊毛運動の運動パラメーターを数値化し、単一繊毛から細胞群に至るまでの各生物学的階層に於いて繊毛がどのような挙動を示すかに焦点をあてて研究を行う。

昆　俊亮

「がん細胞が産生したときの生体内反応に関する研究」

上皮細胞層にがん変異細胞が出現した際、隣接する正常上皮細胞とがん変異細胞との間で互いに生存を争う細胞競合現象が生じ、その結果がん変異細胞は管腔へと排除される。我々は細胞競合マウスモデルを作出し、腸管上皮細胞で産生されたがん変異細胞は細胞競合によって排除されることを明らかにしてきた。このマウスモデルの解析を深化させ、細胞競合と発がんとの関連を個体レベルで詳細に解明することに取り組んでいる。

古市　貞一

「分泌制御関連分子 CAPS1 と CAPS2 の疾患モデルマウスの作出と表現型の解析」

CAPS ファミリータンパク質は、神経伝達物質や神経ペプチドなどの放出を促進的に調節する因子である。CAPS1 null マウスは生後致死性を示すため、前脳特異的な cKO マウス（Emx1-Cre;CAPS1^{flox}）を作出し、CAPS1 が、興奮性グルタミン酸シナプス伝達の適切な長期増強（LTP）に重要で、文脈依存的な記憶に寄与していることから、海馬記憶回路に必須であることを明らかにした。CAPS2 の神経ペプチド・オキシトシン神経に特異的な cKO マウス（Oxt-Cre;CAPS2^{flox}）を作出し、CAPS2 がオキシトシン依存性の社会行動に寄与することを明らかにした。

中村　岳史

「神経突起伸展・成長円錐ガイダンスを制御するシグナル伝達機構の解析」

Rho ファミリー G タンパク質である TC10 は膜輸送の制御を介して神経突起の伸展を促進する。当研究室を含む複数グループの in vitro 解析により、神経突起伸展における TC10 の細胞内機能について多くのことが明らかにされているが、個体レベルの神経系における TC10 の生理的役割はほとんどわかっていなかった。今回の解析で「TC10 は神経発生には必要ではないが、成体での神経軸索の再生には重要な役割を果たす」ことを明らかにした。

松島　綱治、上羽　悟史、寺島　裕也

肺線維症をもたらす病的な線維芽細胞の活性化機構の解明と 1 細胞トランスクリプトーム解析による肺線維症の炎症細胞社会の解明。TCR レパトア解析によるがん免疫療法の作用機序解明と臨床モニタリングへの応用。ケモカイン受容体会合分子フロントの機能解析、制御薬開発および臨床研究。アラーミンタンパク質 HMGN1 を中心とした新規複合がん免疫療法の開発。

秋本　和憲

「CTC（circulating tumor cell）モデルマウスの樹立」

CTC はがんによる主要死因である転移において重要な役割を果たす。しかしながら、患者血清を用いた CTC 特異的抗原やマーカーの探索は進んでいるものの、CTC の血中における挙動や生物学的特性の詳細は不明な点が多い。その解明のためにも有効なモデル動物の樹立が待たれている。そこで、乳がん患者ゲノムデータ解析から我々が新たに抽出した CTC マーカー候補分子の解析を基盤とし、CTC モデルマウスの樹立を試みる。

水田　龍信

「cell-free DNA 生成のメカニズムに関する研究」

cell-free DNA（cfDNA）は血液中に存在する微量な DNA で、中には腫瘍由来のものもあることから、がんの診断や、予後判定などに有効な、いわゆるリキッドバイオプシーのターゲットとして注目されている。cfDNA は死細胞由来と考えられているが、その生成メカニズムに関してはほとんど解析されていなかった。我々は二つの DNA 切断酵素 DNaseγ（別名 DNase1L3）と CAD に注目し、それらの遺伝子改変マウスに細胞死を誘導し、cfDNA の生成の有無を検討した。

中野　直子

「免疫細胞による、がんと自己の認識」

CD8T 細胞は、がん細胞の持つ抗原を認識してがん細胞を特異的に傷害することから、がん免疫応答の中心的役割を担っている。がん細胞に対し CD8T 細胞が疲弊化を回避し、より長期的にがんを攻撃することが、がん細胞を排除する上で重要である。そこで、がんを攻撃する CD8T 細胞を分類して発現分子に基づく機能の相違点を明らかにし、これらの細胞がリンパ節で活性化し、異なる機能を持つ細胞へと分化する機構を解明する。

月本　光俊

「放射線がん治療を向上させる新規治療薬の研究」

放射線治療の奏効率を向上させるためには、放射線による細胞障害作用をがん細胞選択的に増強させ、確実にがん細胞を殺すこと、残存したがん細胞の転移能獲得を防止すること、照射細胞からの炎症性物質の放出を抑制し、正常組織の炎症・線維化を防止することが重要である。本研究では、これらの課題に着目し、放射線細胞作用を解明し、放射線治療奏功率を改善することのできる画期的な新薬の研究を行っている。

定家　真人

「テロメラーゼ非依存性がんの脆弱性を狙った抗がん剤の開発に関する研究」

がん細胞の増殖にはテロメアの維持が必須である。がん細胞には、テロメラーゼ依存的に増殖を維持するものと、テロメラーゼ非依存性のものがあり、テロメラーゼ非依存性のテロメア維持機構は肉腫などの難治性がんに多く認められる。本研究課題では、テロメラーゼ非依存性がん細胞の増殖を抑制する化合物の作用機序の解明と、増殖に必須な新規遺伝子の探索を行い、テロメラーゼ非依存性がんの治療シーズと、治療標的分子の発見を目指す。

櫻井　雅之

「DNA&RNA 核酸塩基の化学構造改造（修飾・編集）が担う生命現象」

「生命のセントラルドグマ」で遺伝子情報は A,G,C,T（U）4 種の核酸塩基が構成する DNA と RNA に記載されている。生命にはさらに核酸塩基構造を改造（修飾・編集）する機構が存在し、正常な遺伝子発現に寄与している。我々は核酸鎖の A 脱アミノ化修飾による第 5 の塩基イノシン（I）への編集が担う生命現象とその破綻が細胞がん化や細胞死を引き起こす分子機構の研究を行っている。

「RNA 編集酵素による microRNA 成熟鎖選択機構の解明」

我々はアデノシン脱アミノ化酵素 ADAR が、マイクロ RNA の成熟一本鎖を選別制御する機構を腫瘍培養細胞の発現プロファイル解析により見出している。そして発現抑制対象となる遺伝子の予測解析から、成熟鎖の選択切替が複数のがん関連遺伝子の発現に影響を与える仮説の検証を進めた。特にマイクロ RNA27 は乳がん細胞での発現が高く、培養細胞では ADAR 発現の有無による成熟鎖の選択切替現象を確認した。現在変種部位の有無とその機能の解析を進めている。

「細胞内 R-loop 領域におけるゲノム編集機構の分子機序及び制御機構の解明」

一部の遺伝子領域では、RNA 鎖が鋳型 DNA 鎖と対合したまま解離せず安定な RNA:DNA ハイブリッド鎖として留まり、DNA センス鎖は一本鎖のままとなる構造を形成してしまう。この構造は R-loop と呼ばれ、遺伝子発現やゲノム安定性に負に作用する。ヒトでは自己免疫疾患であるアイカルディ症候群（AGS）・運動失調動眼失行症 2 型（AOA2）・脆弱性 X 症候群（FXS）・前頭側頭型認知症（FTD）・筋萎縮性側索硬化症（ALS）・筋強直ジストロフィー（DM）などの重大難治疾患の原因となることが報告されている。我々は二本鎖 RNA 特異的結合能と核酸塩基修飾活性を持つ酵素 ADAR が、RNA:DNA 鎖に結合していることを見出し、R-loop 構造解消への寄与とその作用機序の解明を進め、その破綻による細胞傷害について解析を行っている。

「RNA 及び DNA 鎖に存在する微量イノシン部位検出を可能とする標識法の開発」

生体内核酸鎖に存在する微量及び一時的なイノシン部位の特定を可能とするため、イノシン特異的な試験管内化学修飾反応によるイノシン標識技術の開発を進めた。現在までに極めて短時間で RNA 及び DNA 鎖中のイノシン特異的な付加反応に成功している。蛍光及びタグ標識により、イノシンを有する細胞内転写産物の局在解析と精製核酸中のイノシン定量が極めて簡単に可能となる。また、イノシンを含む核酸鎖を濃縮精製することが可能となり、最適化を進めている。

「人工ガイドRNAの導入によるゲノムDNA脱アミノ化編集によるゲノム編集法開発」

細胞外からガイドRNAを導入し、目的ゲノム配列部位でRNA:DNA鎖を形成させ、内在のADARにより DNA 鎖のアデノシン脱アミノ化を誘導して A-to-I 編集を経た G への DNA 塩基置換導入法を確立する。これまでに、対象DNA鎖A部位に対するRNA鎖側CとしてAxCミスマッチ部位を形成させることで、厳密にA-to-I DNA編集部位を規定可能であることを、複数の配列において普遍である事を試験管内反応により確認した。また、緑色蛍光タンパク質（GFP）発現プラスミドの一部に、DNA アデノシン脱アミノ化対象部位を挿入し、塩基置換に成功した陽性細胞が GFP による緑色蛍光を発して顕微鏡で検出可能となるシステムを構築した。

数理モデリングと数学解析研究部門

数理モデリングと数学解析研究部門について

1. 概要

本研究部門は、本学の数理科学分野の研究を推進するため、2015 年 4 月に発足した。現在の主要な研究テーマは次の 3 つである。

a）数理物理モデル
シュレーディンガー方程式の解の表現を励起電子と原子の相関ダイナミクスシミュレーションに応用すること。

b）数理工学モデル
逆問題の数学理論を非破壊検査等に応用すること。

c）数理生物モデル
感染症流行の数理モデル等、生命現象を記述する数理モデルを解析し、応用すること。

以上の小グループでの研究の他に、現代代数学と異分野連携研究部門と共同で学内向けに数学に関する相談窓口を開設している。

2. 部門の構成と施設設備

本研究部門は、2019 年度は、本学の専任教員 20 名（理学部第一部数学 7 名理学部第一部物理 2 名、理学部第一部応用数学 3 名、理学部第二部数学 1 名、工学部経営工学 1 名、工学部教養 1 名、理工学部数学 5 名）により構成されており、テーマごとにいくつかのグループを作り研究活動を行っている（2019 年度内に 2 名転出し、2019 年度末時点では、18 名）。

a）数理物理モデルグループ
b）数理工学モデルグループ
c）数理生物モデルグループ

グループでの研究に加えて、2016 年 2 月より、当部門が窓口となり、学内向けに数学に関する相談窓口を開設している。2017 年度からは現代代数学と異分野連携研究部門と共同で運営しており、数学および応用数学のかなりの部分をカバーしている。相談窓口の URL は以下の通りである。
http://www.rs.tus.ac.jp/k-seminar/soudan.html

今年度は「現代代数学と異分野連携研究部門」と協同して東北大学数理科学連携研究センターとの連携を模索し、2020 年 1 月 17 日に本学総合研究院と東北大学数理科学連携研究センターとの数理科学分野における連携研究協定を締結することができた。

3. 各研究グループの活動報告

各研究グループの本年度の活動は以下の通りである。

3. 1. 数理物理モデルグループについて

加藤らが開発した波束変換を用いたシュレーディンガー方程式の解の表現公式を物性物理学に応用することを模索している。今年度は、小川卓克氏（東北大学）および谷島賢二氏（東京大学名誉教授）による数理物理の連続講演会を行い、偏微分方程式の数値シミュレーションに関する意見交換を行った。また、波束変換を用いたシュレーディンガー方程式の解の表現方法の数値計算に適する改良に成功し、実際に数値計算を試みている。1 次元の時間に依存しない係数の場合には、この方法による数値計算が既存の方法と同等程度であることがわかった。今後は、方程式の係数が時間に依存する場合に我々の方法がより有効であることを示し、具体的な問題に応用していきたいと考えている。

3. 2. 数理工学モデルグループ
～偏微分方程式の逆問題の他分野への応用

生体における非侵襲的な検査や材料における非破壊検査に由来する媒質中に潜む不連続性（空洞、き裂、介在物や障害物など）の位置や形状の情報を観測データから抽出する問題に対して、それらの数学解析の他分野への応用が目的である。本年度は海外からの専門家の招聘やセミナー・国際研究集会の開催などを行い、以下の成果を得た。

これまでの S. Siltanen 氏（University of Helsinki）と A. Hauptmann 氏（University College London）の池畠優氏（広島大学）との共同研究を継続し、本年度はさらに発展させた。これまで得られた、電気インピーダンストモグラフィを用いた介在物の再構成の逆問題についての理論的アルゴリズムに深層学習を援用し、より少ないデータからの再構成を考察した。また、Alemdar Hasanov 氏らとの共同研究により、オイラー・ベルヌーイ弾性梁における逆問題；境界における観測データ（モーメント）から未知のせん断力の同定についての結果を得た。

3. 3. 数理生物モデルグループについて

感染症流行を記述する感染症モデルや癌の浸潤現象等を記述する走化性モデルをはじめとする、時間発展に伴う生物個体数の増減を調べるための数理生物モデルの解の漸近挙動の解析を行った。2018 年 2 月より、神楽坂「感染症にまつわる数理」勉強会として、数理生物モデルに関する講演会を開き、この勉強会は 2019 年度も継続された。2019 年度は、大森亮介先生（北海道大学）、稲葉寿先生（東京大学）、守田智先生（静岡大学）、長山雅晴先生（北海道大学）をお招きして、感染症に関連する研究を行う数学・生物学・医学などの幅広い分野の研究者から、感染症にまつわる話題を定期的に提供していただいた。また、本研究グループの石渡恵美子、牛島健夫、江夏洋一による感染個体の生息領域の拡大を記述した自由境界問題に関わる共同研究では、個体の出生や死亡を考慮しない短期流行モデルにおいて、形状を保ったまま空間上を伝播するような進行波解の存在・非存在に関する新たな結果が得られた。この成果は日本数理生物学会や Equadiff をはじめとする国内外での学会や研究集会で口頭発表され、また査読付き国際誌に共著論文（プロシーディングス論文）として採録されることが決定した。

4. 研究活動の展望

今年度は、各研究グループの研究を推進した。数理物理モデルグループでは、シュレーディンガー方程式の数値計算を行うための理論的な枠組みの構築に成功し、この方法による数値計算を試みているところである。上記、研究グループ以外にも、数値計算を専門としている石渡、牛島両氏が積極的に交流し、研究を進めている。

5. むすび

今年度は、研究部門内の研究グループの研究の推進すること、および、昨年に引き続き、「技術相談窓口」への対応を通じて他部門および学内の研究者との連携することを中心に活動を行った。また、東北大学数理科学連携研究センターとの連携研究協定を貞潔した。本部門は今年度で終了するが、本部門を改組して発足する「数理解析連携研究部門」において、本研究部門各グループの研究の推進を継続するとともに、他部門および東北大学と連携して研究を行うことを目指していきたい。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．Simple proof of stationary phase method and application to oscillatory bifurcation problems, Keiichi Kato and Tetsutaro Shibata, Nonlinear Anal. 190 (2020), 111594, 13 pp.(査読有)
2．Estimates on the modulation spaces for the Dirac equation with potential, Keiichi Kato and Ivan Naumkin, Revista Matemática Complutense, 32 (2), 305-325, 2019.(査読有)
3．Stability of standing waves for a nonlinear Klein-Gordon equation with delta potentials, Elek Csobo, François Genoud, Masahito Ohta, Julien Royer, Journal of Differential Equations, 268 巻 pp 353-388, 2019（査読有）
4．Extensibility criterion ruling out gradient blow-up in a quasilinear degenerate chemotaxis system with flux limitation, Masaaki Mizukami, Tatsuhiko Ono, Tomomi Yokota, Journal of Differential Equations, 267 巻, 9 号, pp 5115-5164, 2019（査読有）
5．On the Fredholm-type theorems and sign properties of solutions for (p,q)-Laplace equations with two parameters, Vladimir Bobkov, 田中視英子, Annali di Matematica Pure ed Applicata, 198 巻 pp 1651-1673, 2019（査読有）
6．Modeling of bonded elastic structures by a variational method: Theoretical analysis and numerical simulation, Alexey Furtsev, Hiromichi Itou, Evgeny Rudoy, International Journal of Solids and Structures, 182-183 巻 pp.100-111, 2020（査読有）
7．Identification of an unknown shear force in a cantilever Euler-Bernoulli beam from measured boundary bending moment, Alemdar Hasanov, Onur Baysal, Hiromichi Itou, Journal of Inverse and Ill-posed Problems, 27 巻 pp.859-876, 2019（査読有）
8．Dipole Mode of Trapped Bose-Fermi Mixture Gas, Yoji Asano, Shohei Watabe, Tetsuro Nikuni, J. Low Temp. Phys.(2020). https://doi.org/10.1007/s10909-019-02334-z(査読有)
9．Dipole oscillation of a trapped Bose-Fermi-mixture gas in collisionless and hydrodynamic regimes, Yoji Asano, Shohei Watabe, Tetsuro Nikuni, Physical Review A, 101 巻, 1 号, 013611, 2020（査読有）
10. Scaling hypothesis of a spatial search on fractal lattices using a quantum walk, Physical Review A, 101 巻, 2 号, 022312（査読有）
11. Variants of residual smoothing with a small residual gap, Kensuke Aihara, Ryosuke Komeyama, Emiko Ishiwata, BIT Numerical Mathematics, Vol.59, 565-584, 2019（査読有）
12. Traveling wave solution for a diffusive simple epidemic model with a free boundary, Yoichi Enatsu, Emiko Ishiwata, Takeo Ushijima, accepted（査読有）
13. Motion of a vortex filament in an external flow, M. Aiki and T. Iguchi, Nonlinearity, 32 巻 7 号 pp 2413-2425, 2019（査読有）
14. On the existence of leapfrogging pair of cicrular vortex filaments, M. Aiki, Stud. Appl. Math., 143 巻 3 号 pp 213-243, 2019（査読有）
15. Non-existence of standard wave operators for fractional Laplacian and slowly decaying potentials, Atsuhide Ishida, East Asian J. Appl. Math. 9 (2019), no.2, 233-240.(査読有)
16. Inverse scattering in the Stark effect, Atsuhide Ishida, Inverse Problems 35 (2019), no.10, 105010, 20 pp.(査読有)
17. Propagation property and application to inverse scattering for fractional powers of negative Laplacian, Atsuhide Ishida, East Asian J. Appl. Math. 10 (2020), no.1, 106-122.(査読有)

招待講演

1．Wave packet transform and estimate of solutions to Schrödinger equations in modulation spaces, Keiichi Kato, 12th International ISAAC Congress, アヴェイロ(ポルトガル), 2019

2．Construction of solutions to Schrödinger equations via wave packet transform, Keiichi Kato, 京都大学作用素論セミナー, 京都, 2019
3．Wave packet transform and singularities of solutions to Schrödinger equations, Keiichi Kato, 日本数学会函数方程式論分科会・微分方程式の総合的研究, 東京, 2019
4．非線形シュレーディンガー方程式の定在波の不安定性, 太田雅人, 非線形偏微分方程式の理論と応用, 札幌, 2019
5．On inverse crack problems in conductive bodies by the enclosure method, Hiromichi Itou, The 11th Conference on Inverse Problems, Imaging and Applications, 蘭州（中国), 2019
6．Detecting cracks in conductive bodies by the enclosure method, Hiromichi Itou, International Conference AIP2019: Applied Inverse Problems conference, グルノーブル(フランス), 2019
7．On unilateral contact problems with friction for an elastic body with cracks, Hiromichi Itou, RIMS 共同研究（公開型)「偏微分方程式による逆問題解析とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, 2020
8．On the Interaction of Two Coaxial Vortex Rings, 相木雅次, 第 54 回「南大阪応用数学セミナー」, 大阪府立大学, 2020
9．分数冪ラプラシアンについてのエンス型伝播評価と逆散乱, 石田敦英, 線形および非線形分散型方程式の研究, 京都大学, 2019
10. シュタルク効果の下での逆散乱について, 石田敦英, 作用素論セミナー, 京都大学, 2019

受賞

1．横田智巳, 複素ギンツブルク-ランダウ方程式ならびに走化性方程式系の解の挙動に関する研究, 福原賞, 日本数学会函数方程式論分科会, 2019
2．伊藤弘道, 福原賞, 日本数学会函数方程式論分科会, 2019

研究課題（研究者別）

加藤　圭一

「シュレーディンガー方程式の解の伝播構造に関する研究」

波束変換を用いたシュレーディンガー方程式の解の表現を 2011 年頃に得た。これを物性物理学に応用することが課題である。最近、この解の表現を数値計算に適するよう改良することに成功した。現在はこの改良された方法を用いて数値計算を行なっている。

太田　雅人

「非線形シュレーディンガー方程式の定在波解の安定性解析」

二国らによって研究された物理モデルであるデルタ関数ポテンシャルを含む空間 1 次元の非線形クライン・ゴルドン方程式の初期値問題の適切性を示した。また、その結果を基に、定在波解の安定性と不安定性についても調べた。

横田　智巳

「走化性モデルに関する研究」

摩擦制限型の準線形退化型走化性方程式系の解の時間大域的な存在と有界性について、新しい比較関数を導入することにより、既存の結果を拡張する結果を得た。

田中　視英子

「楕円型作用素の非線形固有値問題に関する研究」

主に最近では非同次な楕円型作用素である (p,q)-Laplace 作用素の固有値問題に関する研究を行っている。この (p,q)-Laplace 作用素は近年、非線形シュレーディンガー方程式、反応拡散、プラズマ、素粒子などに関連することが知られてきて盛んに研究が行われている。しかし、固有値問題に関連した研究は少なかった。近年、正値解に対応した固有値問題を解決し、昨年度は固有値の傍での解の存在や符号などについての研究へと段階を進め、ある程度の結果を得ることが出来た。

川本　昌紀

「電磁場下の量子力学の数学的研究」

量子力学系の中で空間一様な電磁場の影響下での数学的理論の研究結果は少ない。特に電磁場が時間に依存した場合には、ほとんど研究結果がない。そこで、電磁場混合系や時間依存磁場などについて近年研究を進めている。特に線形シュレーディンガー方程式に対するスペクトル・散乱理論、非線形散乱などの研究を進めている。

立川　篤

「変分問題の解の正則性に関する研究」

変分問題の解の正則性について、Non-standard growth と呼ばれる汎関数に対しては未解決な部分が多く残されている。この、Non-standard の汎関数のうち、Φ-growth と呼ばれるものを Napoli 大の研究者たちと、また、変動指数をもつ p(x)-growth と呼ばれるものを Catania 大の研究者と共同研究を行っている。特に後者に関しては、double-phase を呼ばれるタイプのものに対しても新たな結果が得られ、新たな展開が期待できる。

渡辺　一之

「時間依存密度汎関数法の数値解と応用」

電子と陽電子共存系の時間依存密度汎関数法（TDDFT）を新しく開発し電子-陽電子相関ダイナミクスシミュレーションを実行した。有限温度 TDDFT 法も新しく開発し、熱電子放出のミクロ機構を明らかにし、同時に熱電変換効率を計算した。TDDFT 法を電子散乱過程に応用することで、多層グラフェンとグラファイトからの二次電子放出機構を明らかにすることができた。

二国　徹郎

「超流動 Fermi 原子気体のダイナミクスの解析」

正常相（非超流動相）にある Bose-Fermi 混合原子気体の集団的運動を解析した。Boltzmann 方程式にモーメント法と呼ばれる解析手法を適用し、調和振動子ポテンシャル中の集団振動モードを求めた。先行研究では知られていなかった新しい集団モードの存在を予言するなど、量子混合気体の動的性質に対して新たな知見を得ることができた。また、フラクタル格子上の量子ウォークを用いた量子探索の解析を行い、系のサイズと最適探索時間に関係について新たなスケーリング仮説を提案した。

池口　徹

「非線形振動子の共通ノイズ同期に関する研究」

非線形振動子が呈する共通ノイズ同期現象に関連した解析として、ヒトの瞬目を再現する数理モデルを提案し、実験で得られた結果を再現することに成功した。現在、神経細胞から観測されるスパイク列のみから、神経細胞への入力を推定する手法を構築し、その有効性を検証すると共に、上記の瞬目同期現象への応用について検討を続けている。

伊藤　弘道

「様々な構造物における破壊、及び断層破壊の順問題と逆問題の理論解析についての研究」

構造物の非破壊検査に関わる逆問題の研究を行った。本年度は数理工学モデルグループで言及した研究活動を行い、成果を挙げた。また、ロシアとの二国間共同研究を実施し、き裂上に摩擦と非貫通条件を課した問題についての変分法を用いた理論解析を行い、き裂先端におけるエネルギー解法率の表現公式の導出や数値計算結果を得た。さらに地震時における断層破壊への応用を考察した。また、本研究部門が逆問題研究の 1 つの拠点として、最先端の国内外の研究者の交流の場を提供するなどの活動を行い、そのサポート役として貢献した。

石田　敦英

「分数冪ラプラシアンについての逆散乱理論の研究」

通常の量子現象を記述するシュレーディンガー方程式と相対論的効果を組み込んだ相対論的シュレーディンガー方程式を補間する分数冪ラプラシアンについての散乱理論の研究において、相互作用を決定する逆問題に関してはほとんど手付かずといった状態である。長距離型をも含め、修正散乱作用素の情報から相互作用の一意性を決定する逆問題に取り組んでいく。

江夏　洋一

「感染免疫の損失を考慮した感染症モデルの解の安定性に関する研究」

回復個体の免疫損失を含めた感染症流行モデルにおいて、平衡点の安定性条件に関する研究を進めている。LaSalle の不変性原理に基づく、平衡点が大域吸引的であるための条件を得るリャプノフ関数法と、各変数の上極限・下極限の評価を繰り返し用いて安定性条件を得る単調反復法を組み合わせるなどの手法を用いて、任意の初期条件に対して解が平衡状態に近づくための具体的な条件について研究している。

周　冠宇

「Stokes 方程式滑り境界問題の有限要素法に関する研究」

有限体積法を Stokes 方程式の滑り境界問題に適用するとき、滑らかな領域を多角形・多面体によって近似し、法線成分の連続性が失う。Conforming 要素を用いて、滑り境界条件を近似するとき、variational crime が生じて、数値解法の収束性が失う恐れがある。variational crime を避けるため、我々は処罰法を提案した。さらに nonconforming を利用し、最適な誤差評価が得られた。

米山　泰祐

「波束変換を用いた長距離型散乱理論の研究」

特異性の解析などに用いられる波束変換を用いてシュレーディンガー方程式に対する散乱理論の研究を行っている。現在までに空間遠方での影響の小さい短距離型ポテンシャルをもつシュレーディンガー方程式の波動作用素の性質を調べることが出来ている。しかし、遠方で影響の大きい長距離型ポテンシャルの場合は未だ波束変換による解析が行われておらず、現在はその研究を行っている。

再生医療と DDS の融合研究部門

再生医療と DDS の融合研究部門について

1. 概要

本研究部門の起源は、2003 年に東京理科大学総合研究所の 8 番目の研究部門として開設された DDS 研究部門である。その後、2004 年に文部科学省に採択された“私立大学学術研究高度化推進事業ハイテク・リサーチ・センター整備事業”、2010 年度採択の“私立大学戦略的研究基盤形成支援事業”「戦略的物理製剤学研究基盤センター」を経て、2015 年度より新たに「再生医療と DDS の融合研究部門」として 5 年間のプロジェクトを発足する運びとなった。

本研究部門では、新たな再生医療戦略の基盤を構築することを目的としている。さまざまな原因による不可逆性の臓器の損傷を、生物学･医学的知見と工学的技術を組み合わせて治療する再生医療を、より効果的に行う事が出来るようになると期待される。

現在、分子生物学の飛躍的な進歩によって、血管新生が再生医療を担うという考え方が報告されている。今まで、再生不可能と思われていた、肺胞、心臓、脳の細胞の再生が可能であるという考え方である。そのためには、「細胞増殖因子を徐放する DDS」と「標的臓器に運ぶ DDS」が必要であり、細胞増殖因子など、生体由来の成分の探索の他に、薬物との併用療法による再生を視野に入れた研究が始まりつつある。

あわせて、これまで行ってきた、肺がん、慢性閉塞性肺疾患（COPD）や脳腫瘍などの難治性疾患に対する薬物療法を有効にするための薬物送達法（DDS）開発を引き続き行うとともに、結核治療を中心とした慢性難治性感染症の DDS 研究をも併せて行う。

2. 部門の構成と施設設備

本研究部門は、学内外の研究員 38 名（学内研究員 25 名、学外研究員 13 名）が参画しており、現在下記 4 つの研究グループを編成し、相互に連携を保ちながら課題研究を進めている。

1）臓器再生グループ
2）基剤開発グループ
3）製剤設計と物性評価グループ
4）DDS 製剤の生理活性評価グループ

主な研究基盤は 2005 年（平成 17 年）3 月に完成した、薬学部 DDS 研究センター棟である。1 階は主に管理部門、共通機器室、電子顕微鏡室、X 線解析室、フリーザー室・超遠心機室などがある。1 階では、共通機器室に設置しているプラズマイオン化定量装置や液体クロマトグラフシステム、電子顕微鏡室等にて部門メンバーが日々実験を行っている。また、2 階は主として「臓器再生グループ」に、3 階は「製剤設計と物性評価グループ」の実験を行う研究室に割り当てられている。2 階にはフローサイトメーターや蛍光顕微鏡、3D プリンタが設置されており、3 階にはゼータサイザーをはじめ、製剤設計、評価に関する実験器具が揃っている。

主な研究を行う野田キャンパス内
薬学部 DDS 研究センター棟

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 臓器再生グループについて

<u>アクアポリンの新機能を利用した局所的炎症反応調節と気道粘液の正常化</u>

慢性炎症性呼吸器疾患の治療を目指し、疾患の基礎となる炎症を鎮め、リモデリングを生じた気道上皮の機能を正常化するための研究を実施している。まず、水チャネルとして知られるアクアポリン（AQP）類が種々のサイトカインによる刺激応答を調節する新機能を持つことに注目し、本機能の特性と機序を検討した。AQP5 を持つ細胞では、Th2 サイトカインである IL-4 および IL-

13 刺激による種々のケモカイン発現が抑制されたが、これには Th2 サイトカイン受容体下流のシグナル分子である JAK キナーゼ系のリン酸化抑制が関わることが判明した。本作用は脱リン酸化酵素に依存しないと推定され、免疫系の活性化で重要な役割を果たす JAK シグナルに対する内因性の阻害機構として興味深く、本機能の特性や詳細な機序についてさらに追求している。一方、炎症性気道疾患に共通する症状である「痰」の治療薬として、痰の主成分であるムチン分子 MUC5AC の産生そのものを抑制する薬物を in vitro アッセイ系を用いて検索した。640 種類の既存薬物よりスクリーニングし、その結果、血中に移行せず気道粘膜局所で作用し得ると推定される気道粘液産生抑制薬の候補薬物として compound X を見出した（出願準備中）。本薬物についても、その作用の特性および in vivo での実効性についてさらに検討している。

3. 2. 基剤開発グループについて

新たな微粒子 DDS 製剤の開発を目的として、温度刺激に応じて表面物性と形状を変化しうる微粒子を調製し、そのマクロファージによる貪食について検討した。その結果、マクロファージによる貪食は、微粒子の表面物性よりも形状の影響を大きく受けることを明らかにすることができた。一方、抗がん剤の新しい目視探索法の開発を目的として、DNA 密生型金ナノ粒子（dsDNA-AuNP）の調製と性能評価について検討した結果、二重鎖 DNA の密生層に突出構造を導入すると粒子のコロイド分散性が飛躍的に向上することを見出した。また、次世代抗がん剤のリード化合物として注目されているテロメラーゼ阻害剤 UCS1025A の不斉全合成研究を達成するとともに、新しい Ullmann 型 C-O カップリングを利用したα-Tocopherol（Vitamin E）の不斉全合成にも成功した。

3. 3. 製剤設計と物性評価グループについて

分化誘導を基盤とした肺胞再生による慢性閉塞性肺疾患（COPD）の根治治療薬とその DDS の構築を目指して研究を推進している。これまでに肺胞再生可能な候補化合物として、数種類の化合物を見出しているが、その中でも特筆すべきこととして、活性型ビタミン D3 が先行研究で報告されているビタミン A 誘導体の ATRA 用量の約 5000 分の 1 よりも低い用量（0.1μg/kg）で肺胞修復と呼吸機能を改善することを世界で初めて見出し、更には臨床応用な可能な粉末吸入剤の製剤化にも成功している。また、微粒子製剤の経皮投与技術を利用した、閉経後骨粗鬆症治療を目指した研究を進めており、骨粗鬆症モデル動物において皮質骨および海綿骨の骨密度の回復を達成した。加えて、金ナノ粒子を用いた体内動態試験を通して、脳腫瘍などの難治性疾患に対する薬物療法を有効にするための薬物送達法（DDS）の検討を行っている。

3. 4. DDS 製剤の生理活性評価グループについて

血管における基礎病態の理解を目標に、動脈硬化において高発現を示す細胞外マトリックス分子・テネイシン-C（TNC）と、その分子内に存在する生理活性領域 TNIIIA2 が、病態の形成・進展に果たす役割の解明に取組んでいる。本年は TNIIIA2 領域への長時間暴露に伴ってマクロファージ（Mφ）に生ずる細胞機能変化を評価した。24-48h にわたる TNIIIA2 領域への継続的暴露に伴い、Mφには代表的な炎症性サイトカインである IL-1b の発現上昇が生じた。IL-1b は、①NF-kB を介した経路による pro 体の発現と、②NLRP3/inflammasome 経路を介した pro 体切断による活性化という独立した 2 経路による調節を受けるが、今回発現上昇を観察した IL-1b は活性化体であり、また NF-kB と NLRP3 双方の発現が TNIIIA2 長期刺激 Mφにおいて亢進したことから、血管病態領域に発現する TNC はその内部領域 TNIIIA2 の表出を介して、局所における炎症性サイトカインレベルの上昇およびその維持に貢献することが推察された。本領域が独立の 2 経路に共に活性化をもたらす機構は不明であり、解析を継続中である。

4. 研究活動の展望

本研究部門の代表者と併任教員は、これまでに私立大学戦略的研究基盤形成支援事業採択プロジェクトにおいて、肺、ナノ DDS、粘膜吸収に関する共同研究を行ってきた。そこで培ってきた、肺がん、慢性閉塞性肺疾患（COPD）や脳腫瘍などの難治性疾患に対する薬物療法を有効にするための薬物送達法（DDS）開発を引き続き行うとともに、結核治療を中心とした慢性難治性感染症の DDS 研究や全身および局所を標的とした経皮 DDS の開発をも併せて行っている。

また、本部門も最終年度を迎え、アドバイザリー委員会やシンポジウム等を通してより実用的な再生医療への展開を検討し、共同研究等も引き続き推進していく予定である。

なお、2019 年 12 月 18 日に「第 5 回再生医療と DDS の融合研究部門シンポジウム」を「第 17 回東京理科大学薬学部 DDS 研究センターシンポジウム」と共同で、森戸記念館にて開催した。このシンポジウムは毎年開催しており、DDS 関連分野の研究者から大きな期待を寄せられているものである。2019 年度は部門の最終年度ということもあり、研究成果報告を兼ねて開催した。

5. むすび

再生医療と DDS の融合研究部門では、1）DDS に対する新しい概念の提起、2）基本概念に基づく新たな DDS 開発、3）その実用化を視野に入れた開発を行ってきた。本部門は今年度で終了する。今後は、2020 年 4 月に発足する「再生医療を加速する超細胞・DDS 開発研究懇談会・代表 薬学部薬学科 西川元也教授」において研究を継続する。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．Biocompatibility and effectiveness of paclitaxel-encapsulated micelle using phosphoester compounds as a carrier for cancer treatment, I. Takeuchi, K. Makino, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 177, pp.356-361, 2019（査読有）
2．Polyborane-encapsulated PEGylated liposomes prepared using post-insertion technique for boron neutron capture therapy, I. Takeuchi, Y. Kanno, H. Uchiro, K. Makino, Journal of Oleo Science, 68, pp.1261-1270, 2019（査読有）
3．Mechanism of collapse of amorphous-based lyophilized cake induced by slow ramp during the shelf ramp process., Ryo Ohori, Tomomi Akita, Chikamasa Yamashita, International Journal of Pharmaceutics. 564: 461-471, 2019（査読有）
4．Induction of Dbp by a histone deacetylase inhibitor is involved in amelioration of insulin sensitivity via adipocyte differentiation in ob/ob mice., Chisato Suzuki, Kentaro Ushijima, Hitoshi Ando, Hiroko Kitamura, Michiko Horiguchi, Tomomi Akita, Chikamasa Yamashita, Akio Fujimura, The Journal of Biological and Medical Rhythm Research. 36 (7): 955-968, 2019（査読有）
5．Sakaguchi, T.; Wada, T.; Shiratori, T.; Kasai, T.; Minami, Y.; Shimada, Y.; Otsuka, Y.; Komatsu, K.; Goto, S.; Effects of ionic and reductive atmosphere on the conformational rearrangement in hen egg white lysozyme prior to amyloid formation, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces,(2020) in press.
6．Goto, S.; Komatsu, K.; Yagi, J.; The configuration space of almost regular polygons, Hirosahima Math. J. 50 (2020) in press.
7．Ophelie Torres, Ayuri Yamada, Neil M. Rigby, Takehisa Hanawa, Yayoi Kawano, Anwesha Sarkar: Gellan gum: A new member in the dysphagia thickener family, Biotribology, 17, 8-18 (2019)(査読有)
8．Polyborane-encapsulated PEGylated Liposomes Prepared Using Post-insertion Technique for Boron Neutron Capture Therapy, Issei Takeuchi, Yuudai Kanno, Hiromi Uchiro, Kimiko Makino, J. Oleo Sci., 68 (12), 1261-1270 (2019).(査読有)
9．Inactivation of beta1 integrin induces proteasomal degradation of Myc oncoproteins. Sasada M, Iyoda T, Asayama T, Suenaga Y, Sakai S, Kase N, Kodama H, Yokoi S, Isohama Y, Fukai F, Oncotarget, 10, 4960-4972, 2019.
10. Activation of TRPV4 channel regulates differentiation to and function of myeloid-derived suppressor cells. Yamamotoa M, Horie I, Isohama Y, Tsukimoto M, Bio Pharm Bull, in press, 2020.
11. Rapid regulation of human mesenchymal stem cell proliferation using inducible caspase-9 suicide gene for safe cell-based therapy. Mari Tsujimura, Kosuke Kusamori, Makiya Nishikawa. International Journal of Molecular Sciences, 20 巻, pp.E5759, 2019（査読有）.
12. Cell-based interferon gene therapy using proliferation-controllable, interferon-releasing mesenchymal stem cells. Mari Tsujimura, Kosuke Kusamori, Hidemasa Katsumi, Toshiyasu Sakane, Akira Yamamoto, Makiya Nishikawa. Scientific Reports, 9 巻, pp. 18869, 2019（査読有）.
13. Preparation of thermoresponsive nanoparticles exhibiting biomolecule recognition ability via atom transfer radical dispersion polymerization, T. Matsuyama, H. Hayashi, S. Komatsu, T.-A. Asoh, A. Kikuchi, Coll. Surf. B. Biointerf., 183 巻 https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.110370, 2019（査読有）
14. Gel Electrophoresis of a Soft Particle, Hiroyuki Ohshima, Adv. Colloid Interface Sci., 271, 101977, 2019（査読有）
15. Kihara M., Iriyama S.(2019), New Authentication Algorithm Based on Verifiable Encryption with Digital Identity. Cryptography, 3(3), 19（査読有）

著書

1．ペプチド医薬の最前線《普及版》「高分子医薬に適した新規粉末吸入システムの開発」, 山下親正, シーエムシー出版, 240 (P161-165), 2019 年 7 月 10 日
2．Drug Delivery System Vol.34 No.4 若手研究者のひろば“DDS のための乳酸・グリコール酸共重合体を用いたナノ粒子製剤の開発”, 竹内一成, 日本 DDS 学会, pp 314-315, 2019
3．Early Main Group Metal Catalysis: Concepts and Reactions, Y. Yamashita, T. Tsubogo, S. Kobayashi, John Wiley & Sons, Inc., pp 311-342, 2019.

招待講演

1．Recent Advances in Theories of Colloid and Interfacial Electric Phenomena, Hiroyuki Ohshima, OKINAWA COLLOIDS 2019, Nago, Okinawa, 2019 年 11 月 5 日
2．Takehisa Hanawa, Yayoi Kawano: Preparation and characterization of hydrogels by electron beam cross-linking, Proceedings of International Conference on Nuclear Capacity building, Education, Research and Applications, Indonesia 2019
3．「新しい概念に基づいた中枢デリバリー技術の開発～ペプチドを鼻から脳へデリバリーさせる～」, 山下親正, 第 5 回東京理科大学医学研究シンポジウム, 千葉, 2019 年 5 月 11 日
4．漢方薬のユニークな作用の分子機序, 礒濱洋一郎, 川崎市外科医学会学術講演会, 神奈川県川崎市, 2019 年 6 月 10 日.
5．細胞を利用した疾患治療システムの開発, 草森 浩輔, 第 5 回慈恵医科大学－東京理科大学合同シンポジウム, 東京, 2019.
6．核酸医薬の体内動態と DDS, 西川 元也, 第 37 回日本神経治療学会学術集会, 横浜, 2019.
7．Thremoresponsive degradable polymers for preparation of organic-inorganic composite capsules, S. Komatsu, S. Abe, Y. Ikedo, T.-A. Asoh, A. Kikuchi, The 6th International Symposium on Smart Biomaterials, Tsukuba, 2019
8．S. Iriyama, Post-quantum cryptography based on non-commutative algebra from quantum physics, QIRIF, Sweden, 6/10-13, 2019
9．Total Synthesis of Tricyclic Pyrrolizinone-type Natural Products, Tsubogo, T, Uchiro, H., The 7th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences (iPoPS2020), TUS, Feb. 28-29, 2020.
10.「Investigation for a Radical Cure of COPD using 1,25-Digydroxyvitamin D3 Aimed at Alveolar Regeneration」, Tomomi Akita, Mai Hirokawa, Misato Yanagisawa, Ayaka Kanai, Junki Fujii, Shunya Igawa, Chikamasa Yamashita. 第 2 回 Young investigator's Respiratory Symposium, 東京, 2019 年 4 月 12 日

特許

1．礒濱洋一郎, 松山真吾, 石橋淳平, 国内優先出願, MUC5AC 産生抑制剤, No. RK1-304, 2019.
2．秋山好嗣, 菊池明彦, 木村和徳, 国内優先出願, DNA 損傷剤のスクリーニング方法及び DNA 損傷剤のスクリーニング用キット, 特願 2018-159028, 2018 年 8 月 28 日
3．木原眞紀, 入山聖史, 暗号認証システム、及びプログラム, 特願 2020-025659

広報

1．大島広行, コロイド粒子の安定性の鍵を探る～粒子と電場の相互作用を解明する、50 年の理論研究の総括～, 東京理科大学 TUS Today ニュース, プレスリリース, 2019.9.26
2．(上記英語版) Hiroyuki Ohshima, Charge Change: How electric forces vary in colloids, Tokyo University of Science, Media Relations, 2019.9.13
3．礒濱洋一郎, 薬の真実, 東京理科大学報, 216, 7-8, 2019

受賞

1．Tomomi Akita, Chikamasa Yamashita,「Elsevier Poster Awards」, 受賞テーマ「INVESTIGATION FOR A RADICAL CURE OF COPD USING 1,25-DIHYDROXYVITAMIN D3 AIMED AT ALVEOLAR REGENERATION」, 2019 年 5 月 29 日 (22nd Workshop on Vitamin D)

研究課題（研究者別）

秋田　智后

「肺胞再生を目指した慢性閉塞性肺疾患の根治治療薬の開発」

慢性閉塞性肺疾患（COPD）は肺胞の不可逆的構造破壊による慢性的な呼吸閉塞を呈する難治性疾患である。本研究では、これまでに見出した新規分化誘導剤がヒト病態を反映したCOPDモデルマウスに対し肺胞修復効果を有するか検討を行った。分化誘導剤を加齢に伴い肺気腫を発症するCOPD モデルマウスに長期経肺投与した結果、毒性を示すことなく有意な肺胞修復効果が得られ、臨床応用へ向けて有用な知見が得られた。

「肺胞再生を目指した分化誘導と時間治療による慢性閉塞性肺疾患の根治治療法の開発」

近年、がん治療において正常細胞とがん細胞の生体リズムの差を利用して抗がん剤の投与時刻を調節する、時間治療の有用性が報告されている。呼吸器疾患では喘息に対し概日リズムを利用した時間治療が臨床で用いられているが、COPDでは治療効果に対する概日リズムの関与は明らかにされていない。本研究では、COPDの分化誘導療法における時間治療の適用を目指し薬物投与時刻が治療効果に与える影響について検討を進めている。

秋山　好嗣

「DNA密生型金ナノ粒子の界面特性に基づいたDNA親和性薬物の目視探索に関する研究」

二重鎖DNAをブラシ状に密生させた金ナノ粒子（dsDNA-AuNP）のコロイド分散安定性の違いを利用して、ブレオマイシン（BLM）誘導体によるDNA切断活性の目視検出を試みた。高イオン強度下、dsDNA-AuNPは、BLMに起因したDNA切断に伴い、鮮やかな色調変化を示した。他のDNA親和性薬物との比較実験から、BLMに特異的な活性評価の目視化に成功した。

「自己崩壊性高分子を内殻としたDNA密生型ナノ構造体の作製に関する研究」

4-アミノベンジルアルコールを基本骨格とする自己崩壊性高分子とDNAのコンジュゲートを固相合成法により調製した。透析を用いたin-situ法にて得られたコンジュゲートのミセル形成を試みた。DLS測定から、粒径約100nmの単分散なDNA密生型ナノ構造体の作製に成功した。本知見をもとに、得られたナノ構造体のコロイド分散性と構造最適化の検討を進めている。

礒濱　洋一郎

「肺線維症の新規治療標的としての骨髄由来免疫抑制細胞（MDSC）」

肺線維症の発症機序は不明な点が多く、実効性の高い治療法も確立していない。我々は、癌細胞の免疫回避機構としても知られるMDSCに注目し、肺線維症との関連を調べた。その結果、本疾患のモデルマウスでは線維化の進行と相関して肺内のMDSC数が増加すること、また、MDSCの静脈内移植で肺の線維化は増悪し、逆にMDSCの阻害で軽減されることが判明した。MDSCは新たな肺線維症の治療標的となる可能性がある。

入山　聖史

「DDSにおけるナノ製剤の形状推定に関する研究」

腫瘍は正常な血管から養分を取り入れるため、血管内壁に不規則な～1mm程度の孔を生成する。これらの組織には注入した物質が正常組織に比べて長時間滞留することが知られている（EPR効果）。本研究課題では、EPR効果を考慮して、どのような形状の薬剤を作れば最も効果的に腫瘍に到達するかを考案する。具体的にはEPR効果とノイズを考慮した数理モデルを考案し、平均場近似を用いた計算機シミュレーションを行う。

内呂　拓実

「デカヒドロフルオレン骨格を有する天然由来生物活性物質の不斉全合成」

NF-κB阻害活性物質Embellicine Aの世界初の不斉全合成の達成に向けて検討を行った結果、AB縮環部がcis配置のデカヒドロフルオレン構造を含む四環性化合物の合成を達成した。現在、ABCD環部の合成完了に向けてさらに検討を行っている。

「抗生物質に対する薬剤耐性解除作用を有する天然有機化合物の合成」

アミノグリコシド系抗生物質に対して耐性を示す黄色ブドウ球菌（MRSA）に作用することにより、その薬剤耐性を解除する働きをもつ Euvesperin A および B の全化学構造の確定に向けた検討を行った結果、合成した両化合物の誘導体の NOESY スペクトルの解析を通じて、これを達成した。

大島　広行

「柔らかい粒子のゲル電気泳動に関する研究」

外部電場の下で、電解質溶液で満たした帯電または非帯電の高分子ゲルマトリックス中を泳動する帯電コロイド粒子の電気泳動理論を構築した。コロイド粒子のゲル電気泳動移動度の一般式および種々の条件下における近似式を導いた。

「粒子表面の流体すべりを考慮した界面動電現象の研究」

従来のコロイド粒子分散系の界面動電現象の理論ではコロイド粒子表面において流体すべりなしの条件が採用されるが、これは親水性粒子にたいしてのみ正しく、疎水性粒子に対しては流体すべり条件を用いなければならない。電解質溶液中における帯電コロイド粒子表面の流体すべりを考慮した界面動電現象の理論を完成した。

大塚　英典

「高分子鎖型金属錯体の新規合成法の開発」

これまで高分子鎖型金属錯体を構築して DNA との相互作用を制御することで、制がん活性の高い薬剤開発や核酸デリバリーへの応用を検討して来た。基盤材料である高分子鎖型金属錯体はリガンドモノマーの制御ラジカル重合とその後の錯体形成により得られるのであるが、モノマーにあらかじめ亜鉛や白金の金属を配位させて重合反応を行った方が高収率かつ分子量分布の狭い高分子鎖が得られることを見出した。

大塚　裕太

「カフェイン-シュウ酸 2:1 共結晶のテラヘルツスペクトルへの温度の影響」

難溶性薬物の共結晶化による溶解性改善が多く検討されている。本研究では、カフェイン-シュウ酸 2：1 共結晶のテラヘルツスペクトルに及ぼす温度の影響を調査した。共結晶スペクトルのピーク分解能は、温度に依存することが示された。低温での同共結晶の測定テラヘルツスペクトルは、計算された振動モードと一致した。

河野　弥生

「創傷治癒効果を有するポリイオンコンプレックスの調製と評価」

電荷の異なる 2 種類の高分子溶液を混合することでポリイオンコンプレックス（PIC）の生成が報告されている。本研究では創傷治療効果を有するアニオン性高分子のヒアルロン酸とカチオン性高分子のキトサンを用いて PIC の調製を試みた。性状が塩濃度の増加に伴い変化したことから、適応部位の状態に合わせて種々性状に変化可能な創傷治療用製剤へ応用できると予想された。

菊池　明彦

「温度応答性コアーコロナ型微粒子のマクロファージへの取り込み制御に関する研究」

マクロファージは免疫において初期に作用する細胞で、微粒子の粒径や形状、表面物性はマクロファージによる貪食に影響することが示されている。本研究では、温度刺激で表面物性と形状を変化しうる微粒子を調製した。球状かつ疎水性表面をもつ微粒子はもっとも貪食されやすく、同じ疎水性表面でもロッド状微粒子は貪食されにくくなった。すなわち、微粒子の形状と表面物性制御を通じ貪食制御を実現できることを明らかにした。

草森　浩輔

「細胞の体内動態制御に関する研究」

近年の細胞培養や分化誘導技術の目覚ましい発展とともに、体外に取り出した細胞を患者に移植することによる疾患治療が可能になりつつある。しかしながら、投与した細胞を疾患部位で効率よく作用させるシステムは未だ開発されておらず、移植細胞の機能が体内で十分に発揮されていないことが示唆されている。そこで本研究では、細胞移植による疾患治療の最適化を目的に、体内に移植した細胞の動態や機能の制御を試みる。

後藤　了

「ORAC 法による筋萎縮性側索硬化症治療薬エダラボンの作用の特徴付け」

指定難病である筋萎縮性側索硬化症（ALS）に対しエダラボン（EDA）は治療薬として臨床利用されているが、フリーラジカル消去作用を持つ他の抗酸化物質にこの治療効果は見出されていない。本研究では、ラジカル消去活性測定法に新たな解析を加えることで抗酸化作用の特徴付けを行い、抗酸化物質の分類方法を検討し、EDA に特徴的な作用を顕在化した。

竹内　一成

「乾癬治療への応用を目指した Cyclosporine A 含有 PLGA-PEG-PLGA ナノ粒子」

炎症性角化症の一種である乾癬の治療を目指し、Cyclosporine A（CsA）含有ナノ粒子を開発した。ナノ粒子化することで CsA の皮膚透過性が向上することが確認され、乾癬モデル動物を用いた治療研究においては、本ナノ粒子の投与により過剰増殖したケラチノサイトが正常レベルまで回復し、サイトカイン量も CsA 水性懸濁液群に比べ有意に減少したことから、ナノ粒子の乾癬治療における有用性が示唆された。

「口内炎モデル動物を用いた GGsTop による口内炎治療メカニズムの解明」

新規γ-グルタミルトランスペプチダーゼ阻害薬である GGsTop による口内炎治療メカニズムの解明を目指し、治療実験時の口腔粘膜組織中のコラーゲンおよびグルタチオンの定量を行った。がん治療時に発生する口内炎を模倣したモデルラットを用いた口内炎治療実験の結果から、GGsTop によるコラーゲン合成の誘導促進効果および酸化ストレス低減効果が確認され、GGsTop の口内炎治療薬としての有用性が示された。

坪郷　哲

「三環性ピロリジジノン骨格を有した生理活性物質の合成研究」

プロテアソーム阻害活性物質 Pyrrolizilactone の全合成を目指して研究を行った。exo 選択的 Diels-Alder 反応、シクロプロパン化に続く環開裂反応と続く官能基変換を行うことによりデカリン骨格を合成し、三環性ラクタムと Claisen 縮合反応、さらなる官能基変換を行うことにより目的化合物の全合成を達成した。今後は、生理活性評価と創薬に向けた研究を行う予定である。

西川　英一

「界面活性剤を用いた泡中アーク放電による CNT の合成に関する研究」

これまでアーク放電を利用したビールの泡中で CNT 合成を行ってきたが、合成した CNT は凝集してしまい実用化には分散させる必要があった。分散に用いられる界面活性剤の泡を用いることで CNT の合成と分散を行えるかどうか検討する。

西川　元也

「エクソソームの体内動態制御システムの開発に関する研究」

細胞外小胞のエクソソームが様々な細胞間コミュニケーションを介して種々の疾患や病態に関与することが明らかにされ、エクソソームを利用した疾患治療が期待されている。体外から投与されたエクソソームの体内動態の報告はあるものの、内在性エクソソームに関する情報は少なく、その体内動態制御に成功した例もない。本研究では、エクソソームが関わる疾患治療を視野に、内在性エクソソームの体内動態制御システムの開発を試みる。

花輪　剛久

「口腔粘膜炎治療を目的としたレバミピドのナノ粒子化」

レバミピド（RB）は、急性胃炎や慢性胃炎の急性増悪期の胃粘膜病変に対する治癒効果を有するが、水に難溶性であるため、本剤を含有する外用剤を調製するために、RB 粒子の微粒子化を試みた。本年度は RB を水溶性高分子と混合粉砕したところ、分散安定性の高い微粒子を得ることができた。口腔粘膜炎を発症させたマウスに対する治癒効果の検証から、微粒子懸濁液を投与したところ、経口投与と比較しても高い治癒効果を示した。

牧野　公子

「乾癬治療への応用を目指した Cyclosporine A 含有 PLGA-PEG-PLGA ナノ粒子」

炎症性角化症の一種である乾癬の治療を目指し、Cyclosporine A（CsA）含有ナノ粒子を開発した。ナノ粒子化することで CsA の皮膚透過性が向上することが確認され、乾癬モデル動物を用いた治療研究においては、本ナノ粒子の投与により過剰増殖したケラチノサイトが正常レベルまで回復し、サイトカイン量も CsA 水性懸濁液群に比べ有意に減少したことから、ナノ粒子の乾癬治療における有用性が示唆された。

「口内炎モデル動物を用いた GGsTop による口内炎治療メカニズムの解明」

新規γ-グルタミルトランスペプチダーゼ阻害薬である GGsTop による口内炎治療メカニズムの解明を目指し、治療実験時の口腔粘膜組織中のコラーゲンおよびグルタチオンの定量を行った。がん治療時に発生する口内炎を模倣したモデルラットを用いた口内炎治療実験の結果から、GGsTop によるコラーゲン合成の誘導促進効果および酸化ストレス低減効果が確認され、GGsTop の口内炎治療薬としての有用性が示された。

松山　真吾

「肺線維症の新規治療標的としての骨髄由来免疫抑制細胞（MDSC）」

肺線維症の発症機序は不明な点が多く、実効性の高い治療法も確立していない。我々は、癌細胞の免疫回避機構としても知られる MDSC に注目し、肺線維症との関連を調べた。その結果、本疾患のモデルマウスでは線維化の進行と相関して肺内の MDSC 数が増加すること、また、MDSC の静脈内移植で肺の線維化は増悪し、逆に MDSC の阻害で軽減されることが判明した。MDSC は新たな肺線維症の治療標的となる可能性がある。

山下　親正

「肺胞再生を目指した慢性閉塞性肺疾患の根治治療薬の開発とその DDS の構築」

慢性閉塞性肺疾患（COPD）は肺胞の不可逆的構造破壊による慢性的な呼吸閉塞を呈する難治性疾患である。これまでに破壊された肺胞を修復する数種類の新規分化誘導剤を見出した。本研究では、見出した分化誘導剤の細胞動態を考慮した DDS 構築を進め、分化誘導剤を細胞内環境応答キャリアーに封入して COPD モデルマウスにおける肺胞修復効果を評価した結果、薬物単体と比較し少量で有意な肺胞修復効果を得ることに成功した。

「肺胞再生を目指した分化誘導と時間治療による慢性閉塞性肺疾患の根治治療法の開発」

近年、がん治療において正常細胞とがん細胞の生体リズムの差を利用して抗がん剤の投与時刻を調節する、時間治療の有用性が報告されている。呼吸器疾患では喘息に対し概日リズムを利用した時間治療が臨床で用いられているが、COPD では治療効果に対する概日リズムの関与は明らかにされていない。本研究では、COPD の分化誘導療法における時間治療の適用を目指し薬物投与時刻が治療効果に与える影響について検討を進めている。

「新規慢性閉塞性肺疾患治療薬の臨床適用可能な粉末吸入製剤の開発」

新規に見出された肺胞再生治療薬を実用化するためには、臨床に適用可能な吸入製剤化が必要である。新規に見出された肺胞再生治療薬は難溶性薬物が多いため、本研究では、薬物を良溶媒で溶解後、貧溶媒添加による晶析法により微粒化させ、新規粉末吸入システムへ適用する検討を行っている。

太陽光発電技術研究部門

太陽光発電技術研究部門について

1. 概要

21世紀の人類最大の課題として地球温暖化の抑制が挙げられる。産業革命以降の温度上昇を、2℃を大きく下回ることを目標としたパリ協定が2016年11月4日に発効した。東日本大震災後の原子力発電依存度の低下を受け、地球温暖化の抑制には、太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーの大幅な導入が求められる。再生可能エネルギーの中でも風力発電と並び環境に優しい太陽光発電の導入が期待されており、太陽光発電システムの設備導入量はうなぎ登りに伸びて、世界の累積設備導入量は2018年末には約500GWに、そのうち日本国内の累積導入量は約56GWに達している。このため太陽光発電技術の研究開発は、電力インフラストラクチャとして従来以上に安全で環境に極めて優しいことが求められる。

このような背景の下、研究を究極の環境軽負荷太陽光発電技術開発に的を絞り、電力インフラストラクチャとしての太陽光発電の確立を目指して、本研究部門が2015年4月に設立された。学内の太陽光発電関連研究の活性化を図り、国内外にその研究成果を発信し、地球温暖化問題の解決に努めている。本研究部門は、物理、化学、電気・電子、材料、システムを専門分野とする多様なメンバーで構成されており、太陽エネルギー利用技術の開発を目的として議論を深め、シナジー効果による大きな発展を目指す体制としている。メンバー間のコラボレーション研究を促進して、環境に優しい太陽電池、環境に優しいモジュール、環境に優しい太陽光発電システムの実現に努めている。2019年度は様々な共同研究課題に取り組むと共に以下の、対外的・対学生への活動を行った。

○第10回部門シンポジウム「太陽電池・発電技術の最新動向」

部門主催の太陽電池・発電技術に関するシンポジウムを、2020年1月27日に東京理科大学森戸記念館で開催した。シリコン系太陽電池や有機太陽電池の高効率化など太陽電池材料開発の最先端と、太陽光発電のモビリティー応用や、農業とのソーラシェアリング開発など、これらの分野でご活躍の第一線の研究者の方々をお招きして御講演いただくと共に、太陽光発電技術研究部門メンバーから30件のポスター発表を行った。大学内外から約80名の参加者があり、太陽光発電技術の現状や課題について、理科大から発信することができた。

○PV2019発表展示

パシフィコ横浜で2019年7月10-12日に開催された、太陽電池関連の日本最大級の展示会「PV2019」に、部門として3ブースを使用して、理科大ならではの各種太陽電池・システムに関する研究成果・デモ機の展示を行った。

2019年度のこれらの活動により、部門の研究成果・活動を広く発信すると共に、今後の研究の進め方についての示唆を得た。

2. 部門の構成と施設設備

部門の構成

本研究部門の構成メンバーとその専門分野は以下の通りである。

杉山　睦	理工学部　電気電子情報工学科	教授	部門長　半導体材料工学、薄膜太陽電池
谷内利明	工学部第二部　電気工学科	教授	エネルギー変換工学、太陽光発電システム
趙　新為	理学部第二部　物理学科	教授	半導体ナノ材料工学、薄膜太陽電池
秋津貴城	理学部第二部　化学科	教授	錯体化学、有機無機複合材料
永田衛男	工学部　工業化学科	准教授	有機系太陽電池、人工光合成
植田　譲	工学部　電気工学科	准教授	太陽光発電システム
近藤潤次	理工学部　電気電子情報工学科	准教授	太陽光発電システム

生野　孝	基礎工学部　電子応用工学科	准教授	ナノエネルギー変換材料、光電変換素子
原口知之	理学部第二部 化学科	助教	錯体化学、色素増感型太陽電池
金　宵男	理工学部　電気電子情報工学科	助教	半導体材料工学、薄膜太陽電池
平田陽一	公立諏訪東京理科大学　工学部	客員教授	太陽光発電システム、複合利用
渡邊康之	公立諏訪東京理科大学　工学部	客員教授	有機薄膜太陽電池
白方　祥	愛媛大学 大学院理工学研究科	客員教授	CIGS 系太陽電池、半導体光物性
中田時夫	東京理科大学 総合研究院	客員教授	CIGS 系太陽電池、半導体材料工学

施設設備

東京理科大学野田キャンパス 10 号館 4 階に部門の研究室を設置し、太陽電池や透明導電膜の研究開発を中心に部門内の共同研究を進めてきた。

3. 各研究グループの活動報告

部門内で概ね太陽電池セルグループ、太陽電池モジュールグループ、および太陽電池システムグループに分かれて活動している。

3. 1. 太陽電池セルグループについて

部門内で太陽電池セル作製メンバーが連携し、各種共同研究を実施している。10 号館 4 階の部門研究室を拠点とし、中田・杉山らが研究開発している透明導電膜を、生野が研究開発している色素増感型太陽電池や永田が研究開発しているペロブスカイト系太陽電池、中田・白方が研究開発している CIGS 太陽電池への応用を見据え、各メンバーの研究室学生が中心となって実験進めている。

中田・杉山らは、アルカリ金属処理した CIGS 太陽電池の粒界界面が改質することで、欠陥抑制・キャリア長寿命化することを明らかにし、変換効率が向上することを確認した。また、これまでより 10 倍程度大きな太陽電池を作製した。また、白方は $CuInSe_2$ フォトダイオード実現のための $CuInSe_2$ 太陽電池の薄膜成長および太陽電池プロセスを中田・杉山研で行った。秋津・原口は、杉山研究室との共同研究で、アゾベンゼン含有キラルシッフ塩基錯体と亜鉛フタロシアニンを色素とする DSSC セル組み立てやソーラーシミュレータによる I-V,QE 特性評価を行った。J-会合体形成による、太陽光の長波長への光波長変換による変換効率の向上を見込んだ。さらに類似錯体で新たな光制御型バイオ燃料電池触媒にも着手した。趙は、透明太陽電池の n 型キャリア伝導層の ZnO 薄膜の特性向上を図り、その結果の一部を国際会議（TACT 2019）で発表した。また、全有機の透明型太陽電池の試作を行った。永田は、ペロブスカイト系太陽電池の陽極電極に、杉山が研究している NiO をホール輸送層として用いることで、逆構造型のペロブスカイト太陽電池を作成した。NiO はペロブスカイトに対してバンドギャップの整合性が高く、光透過性が高いため活用が期待されている。更にペロブスカイト層に正孔輸送材料である Spiro-MeOTAD を添加剤として加え、ペロブスカイト結晶の隙間を埋め、正孔移動度を改善することで、均一で緻密なペロブスカイト層の形成を試みるとともに、導電性の改善を確認した。これらの成果は、部門内連携・共同研究が進展しただけでなく、学生に対する大きな教育的効果ももたらした。生野は、ディスポーザブル太陽電池・農地利用太陽電池・窓材太陽電池等への応用を目指し、昨年度作製した生分解性透明基板上に、杉山と共に薄膜透明太陽電池を作製し発電を確認した。本太陽電池は使用後、大気中で着火・燃焼可能であることを確認した。また、本基板を太陽電池作製プロセスに流す際の課題抽出が出来た。金は、透明太陽電池の付加価値を高める方法を提案している。特にスマートウィンドウへの応用を考慮し、透明太陽電池と融合させるため、透明センサーデバイスを作製し、その動作を確認した。

3. 2. 太陽電池モジュールグループについて

2016 年度からソーラマッチングを基軸として新たに革新的スマート農業技術の研究を進めている。渡邊、平田、谷内らがフレキシブルで軽量な光透過型有機薄膜太陽電池（OPV）をビニールハウスの屋根に設置することで、作物栽培に影響することなく効率的な太陽光発電ができる技術開発を進めている。素子作製の観点から OPV の発電効率向上を行うと共に、透過光発電量測定や曲

面上設置 OPV の発電量推定法を理論と実験の両面で明らかにした。また、太陽電池パネル屋根面設置のビニールハウスでは年間発電量のハウス設置方位依存性が小さいことを示した。

渡邊は、光透過型 OPV の発電効率向上に向け、発電層である有機半導体の分子配向性に着目し、基板に対してフェイスオンに製膜可能な高分子材料を用いて発電効率向上に寄与することを見出した。さらに、フレキシブル CNT 透明電極基板上へ OPV において発電特性を確認した。平田は、平面における農業用赤色ビニルシート（通称ピンクシート）において、波長変換した赤色がどの様な時に出射しているかを測定し、日射強度が弱い時で散乱光が多い時に効率よく出射していることを確認した。谷内は、ソーラシェアリングに適したモジュール構成として植物の葉序を模した 3 次元太陽光発電モジュール（FPM）の検討を進め、入手が容易な水平面全天日射量から算出した直達日射と散乱日射による簡易な発電電力シミュレーションモデルを新たに構築した。また、そのモデルを用いて水平面および傾斜地での複数 FPM による年間発電特性を求め、平面設置パネルに比較してその優位性を明らかにした。

3. 3. 太陽電池システムグループについて

大量の太陽光発電システムが導入されるに至り、太陽光発電システムの故障診断を適切に行うことが重要となっている。近藤は、地理的に分散した PV システム群の出力予測について、発電出力の地理的分布の移動ベクトルを推定する手法や機械学習を用いる手法について誤差を比較した。また、一般住宅用 PV システムから見た系統インピーダンスを有効・無効電力変動時の電圧変動から推定する手法に関して、高精度な電力計でなくパワーコンディショナの計測値を使うと誤差が 10-20%に増加することを明らかにした。植田は NEDO プロジェクトに参画し、北杜メガソーラの設備運用開始から 11 年間の運転特性の分析を行い、各種太陽電池モジュールの劣化率や故障発生状況を明らかにした。また、太陽光発電量予測技術コンテスト『PV in HOKKAIDO』に研究室として参加し、準グランプリと精度賞 2 位をダブル受賞した。

4. 研究活動の展望

本研究部門の設置目的である、材料・デバイスから回路・システムに亙る技術の垂直統合による、シナジー効果を生かした環境軽負荷太陽光発電システムの研究開発を続けて進める。透明導電性膜作製技術や太陽電池評価技術、スマート農業技術などで部門内共同研究を継続すると共に、技術ロードマップを作成し次世代太陽光発電システムの斬新なコンセプトの創出を図る。また、第 10 回シンポジウム開催や PV-Japan などへの出展を行い、本部門の研究成果を社会にアピールすると共に、太陽光発電に関する技術情報を交換し今後の研究に資する。さらに学生間の連携を強め、共同研究の推進に向けた環境づくりを行う。

5. むすび

研究を究極の環境軽負荷太陽光発電技術開発に的を絞り、インフラストラクチャとしての太陽光発電の確立に向けて広い視点で研究開発を進めることができている。部門内共同研究の一層の活性化を進めると共に、NEDO や産業総合研究所等の内外の太陽光発電研究グループとの活発な交流を図り、太陽光発電技術研究拠点としてのレベルアップを進めたい。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．Ayaka Kanai, Hideaki Araki, Ryota Ohashi and Mutsumi Sugiyama: “Sulfurization of $Cu_2(Sn,Ge)S_3$ thin films deposited by co-evaporation”, Japanese Journal of Applied Physics, 59 (2020) SCCD01.(査読有)

2．Junpei Matsuura, Ishwor Khatri, Tzu-Ying Lin, Mutsumi Sugiyama and Tokio Nakada: “Impact of heat-light soaking and heat-bias soaking on NaF-treated CIGS thin film solar cells”, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 27(2019) pp.623-629.(査読有)

3．望月祐希, 谷内利明,“3 次元太陽光発電モジュール FPM の発電特性とセル構成”, 太陽エネルギー, Vol.46, No.2, 2020, 受理日 2020 年 1 月 27 日 (査読有).

4．谷内利明, 望月祐希,“3 次元太陽光発電モジュール FPM の発電電力とその推定”, 日本太陽エネルギー学会講演論文集 (2019), pp.212-215, No.58 (査読なし)

5．K. Kajiwara, S. Yamane, T. Haraguchi, S. Pradhan, C. Sinha, R. Parida, S. Giri, G. Roymahaptra, D. Moon and T. Akitsu,“Computational Design of Azo-anthraquinone Schiff Base Mn Complexes as Mediators for Biofuel Cell Cathode”, J. Chem. Chem. Eng., 13, 23-33 (2019). doi: 10.17265/1934-7375/2019.01.003 (査読有)

6．Mariko Murayama, Kensaku Yoda, Shuji Komuro, Iain F. Crowe, Xinwei Zhao,“Effect of Al co-doping on the luminescence properties of Nd^{3+}-doped TiO_2 thin films”, J. of Luminescence, 30 July 2019, 116656, https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2019.116656

7．Sujun Guan, Naho Nasu, Yu Zhang, Yuri Tamamoto, Maria Yamanobe, Xinwei Zhao, Oxygen vacancy and Mn^{2+} induced ferromagnetism in Mn-doped ZnO thin films, Sci. China Tech. Sci.(online: 2019).

8．Sujun Guan, Taito Watabe, Liang Hao, Hiroyuki Yoshida, Yanling Cheng, Kaowen Zauo, Yun Lu, Enhanced photocatalytic activity of potassium-doped titania photocatalyst films with nanosheet structure, Mater. Lett. 242 (2019) 174-178.

9．F. Kunitake, J.-Y. Kim, S. Yagi, S. Yamazaki, T. Haraguchi and T. Akitsu,“Chiral recognition of azo-Schiff base ligands, their Cu(II) complexes and their docking to laccase as mediators”, Symmetry, 11, 666 (10 pages)(2019). doi:10.3390/sym11050666 (査読有)

10. Yuya Takekuma, Haruki Nagakawa, Tomoyasu Noji, Keisuke Kawakami, Rei Furukawa, Mamoru Nango, Nobuo Kamiya and Morio Nagata,“Enhancement of Photocurrent by Integration of an Artificial Light-Harvesting Antenna with a Photosystem I Photovoltaic Device”, ACS Applied Energy Materials, 2 (6), 3986-3990 (2019)(査読有)

11. Tatsuro Morifuji, Yuya Takekuma and Morio Nagata,“Integrated Photon Upconversion Dye-Sensitized Solar Cell by Co-adsorption with Derivative of Pt-Porphyrin and Anthracene on Mesoporous TiO_2”, ACS Omega, 4 (6), 11271-11275 (2019)(査読有)

12. 佐々木 崇宏, 植田 譲,“積雪を考慮した SV 法モデルによる地域メガソーラ発電電力量の予測”, 太陽エネルギー Vol.46 No.2, (2020 年 3 月)(査読有)

13. Miku Enomoto, Yuzuru Ueda,“Cost analysis of 100% renewable electricity provider utilizing surplus electric power of residential PV systems in Japan”, 49th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, #191 (6pages) (June 2019) Chicago USA (査読有)

14. Yoshiro Izumi, Yuzuru Ueda,“Calculation of Degradation Rates of PV Modules Using Outdoor Measured I-V Curves and Multi Reference Linear Interpolation/Extrapolation Method”, 49th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, #225 (6pages) (June 2019) Chicago USA (査読有)

15. Y. Miyazaki, Y. Kameda, J. Kondoh, ″A Power-Forecasting Method for Geographically Distributed PV Power Systems using Their Previous Datasets″, Energies, Vol.12, No. 24, 4815, pp 1-14 (2019.12) (査読有)

16. 王旭成, 近藤潤次,「太陽光発電出力予測におけるランダムフォレスト法とサポートベクトル回帰法との比較」, 電気学会 電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会(2020), PSE-20-013 (査読なし)
17. R. Ławrowski, L. Pirker, K. Kaneko, H. Kokubo, T. Ikuno, M. Remskar and R. Schreiner, ″Field emission from nanotubes and flakes of transition metal dichalcogenides″, J. Vac. Sci. Technol. B. (2020)(accepted).(査読有)
18. R. Matsukawa, D. Kobayashi, H. Mitsui and T. Ikuno, ″Environment-friendly paper-based flexible pressure sensors with carbon nanotubes and liquid metals″, Appl. Phys. Express 13 (2020) 027001.(査読有)
19. T. Ikuno, K. Takahashi, D. Kobayashi, H. Mitsui, S. Kato and S. Fujii, ″A light-driven flying balloon composed of carbon nanotube freestanding films″, Appl. Phys. Express 12 (2019) 047002.(査読有)
20. 汲田, 山本, 平田, 渡邊,“直散光を用いた農業用ビニールハウスにおける太陽電池の発電量の算出”, 太陽／風力エネルギー講演論文集 (2019),(査読なし)
21. 山本, 汲田, 平田, 渡邊,“農業用波長変換シートを用いた透過太陽光スペクトルの変化”, 太陽／風力エネルギー講演論文集 (2019),(査読なし)
22. 渡邊康之,“有機薄膜太陽電池を用いた発電するビニールハウス”, 太陽エネルギー, Vol.45 No.4, pp.16-22, 2019 (査読有)
23. 渡邊康之,“農業生産と両立可能な光透過型有機太陽電池”, 太陽エネルギー, Vol.45 No.6, pp.26-31, 2019 (査読有)
24. Kohei Kuwano, Hiroyuki Ogo, Masayuki Chikamatsu, Yuji Yoshida, Yasuyuki Watanabe and Eiichi Nishikawa,“Effects on p-type buffer layers for semitransparent organic photovoltaics using indium zinc oxide transparent electrode”, Japanese Journal of Applied Physics, Volume 59, SDDD04 (2020) (査読有)
25. Ishwor Khatri, Takahiko Yashiro, Lin Tzu-Ying, Mutsumi Sugiyama and Tokio Nakada: “Metastable Behavior on Cesium Fluoride-Treated $Cu(In_{1-x},Ga_x)Se_2$ Solar Cells”, Physica Status Solidi Rapid Research Letter, https://doi.org/10.1002/pssr.201900701.(査読有)
26. Tzu-Ying Lin, Ishwor Khatri, Junpei Matsuura, Kosuke Shudo, Wei-Chih Huang, Mutsumi Sugiyama, Chih-Huang Lai, Tokio Nakada: “Alkali-induced Grain Boundary Reconstruction on $Cu(In,Ga)Se_2$ Thin Film Solar Cells using Cesium Fluoride Post Deposition Treatment”, Nano Energy, 68 (2020) 104299. (査読有)
27. Yuta Ando, Ishwor Khatri, Hironori Matsumori, Mutsumi Sugiyama and Tokio Nakada: “Epitaxial CIGS Thin Films on Mo Back Contact for Solar Cells”, Physica Status Solidi A, 216 (2019) 1900164.(査読有)

著書

1．秋津貴城,「無機化学講義ノート第2版～質問や疑問を狙い撃ちする～」現代図書, (2019).
2．秋津貴城ほか, 錯体化学会編「錯体化合物辞典」朝倉書店, pp.182, 442, 862 (2019). ISBN978-4-254-14105-4 C3543
3．M. Almond, M. Spillman, E. Page 著, 秋津貴城, 佃俊明訳, 演習で学ぶ無機化学基礎の基礎, 化学同人 (2019).
4．生野孝, ″肉薄・平坦セルロースナノファイバーフィルムの作製と応用″, 月刊 MATERIAL STAGE 2020年2月号.
5．原口 知之, 北川 宏,「多孔性金属錯体のナノ薄膜化によるガス分子吸着特性の発現」表面技術, No.07, 25-28 (2019).
6．原口 知之,“Layer-by-Layer 法による多孔性金属錯体ナノ薄膜の構築および特異な構造とガス吸着特性”, PCP/MOF と多孔質材料の作り方、使い方、評価解析, 技術情報協会, 第1章第7節 54-60 (2019).

招待講演

１．谷内利明,“情報通信機器用パワーデバイス技術とその展望”, 電気学会家電・民生技術研究会, 2019 年 5 月 15-16 日

２．Xinwei Zhao,“Rare earth ions doped oxide semiconductors and their device applications”, 2019 International Conf. on Advanced Functional Materials & Nanotechnology, 17-19 Oct. 2019, Manila, Philippines.

受賞

１．コンテスト受賞：工学部 電気工学科 植田研究室, 太陽光発電量予測技術コンテスト『PV in HOKKAIDO』, 準グランプリおよび精度賞 2 位, 東京電力ホールディングス株式会社, 北海道電力株式会社 共催 (2019 年 6 月)

２．学生受賞：Best Student Paper Award, Miku Enomoto, Yuzuru Ueda,“Cost analysis of 100% renewable electricity provider utilizing surplus electric power of residential PV systems in Japan”, 49th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, #191 (6 pages) (June 2019), Chicago USA

研究課題（研究者別）

杉山　睦

「Earth abundant 材料を用いた次世代太陽電池に関する研究」

ありふれた材料で構成された Earth-abundant 系太陽電池の一つである CuSnS(CTS) 系太陽電池の発電効率向上に向け、キャリアおよび欠陥起源の明確化とそれらの制御方法の確立を行った。CTS 薄膜に対してフォトルミネッセンス (PL) 測定を行うことにより、薄膜内に存在する欠陥準位を検討した。また同様に、Na を添加した CTS 薄膜の PL 特性も検討することにより、Na がどのように CTS の欠陥に影響を及ぼすか調査した。CTS 太陽電池が簡便に作れるようなプロセスを提案することが出来た。

谷内　利明

「3 次元太陽光発電モジュールに関する研究」

植物の葉の付き方を真似た 3 次元太陽光発電モジュール FPM を提案し、その開発を進めている。FPMの普及を促進するため、入手が容易な水平面全天日射量から算出した直達日射と散乱日射による簡易な発電電力シミュレーションモデルを新たに提案し、実測値と比較してその有効性を示した。また、このモデルを用いて複数設置 FPM の年間発電特性を求め、平面設置パネルと比較して設置面積当たり約 1.5 倍の電力が得られることを明らかにした。

趙　新為

「透明型太陽電池に関する研究」

有機半導体/酸化物半導体および全有機半導体の透明型太陽電池を試作し、動作を確認した。また、酸化物半導体として用いた ZnO 薄膜の高品質化を図り、確かな効果が見られて、結晶サイズの増加と電気特性の改善が主な成果となっている（TACT 2019 で発表)。来年度は、さらに転換効率の向上を図り、ハイブリッド型、全有機型の透明太陽電池を試作する。

秋津　貴城

「亜鉛フタロシアニン色素とアゾキラルサレン型金属錯体の会合」

アゾ色素を有するキラルサレン型金鉄錯体を、DFT 計算で分子設計した後、合成・同定、物性評価した。各錯体は 400nm 付近に吸収ピークを示した。更に、典型的な DSSC 色素の亜鉛フタロシアニンと（直接酸化チタンに結合させず）組み合わせて、J 会合体形成による長波長の光吸収と、鉄錯体を経由する電子移動による、新たな光電変換システムを見出すことができた。類似アゾ錯体を利用した光バイオ燃料電池にも着手した。

永田　衛男

「有機系太陽電池に関する研究」

ペロブスカイト層に正孔輸送材料である Spiro-MeOTAD を添加剤として加え、ペロブスカイト結晶の隙間を埋め、正孔移動度を改善することで、均一で緻密なペロブスカイト層の形成を試みるとともに、導電性の改善を確認した。また、人工光捕集系を用いたバイオ太陽電池やアップコンバージョンを用いた色素増感太陽電池の性能向上を報告した。

植田　譲

「太陽光発電システムに関する研究」

太陽光発電システムの不具合検出や劣化分析などシステムの設計から運用までに適用可能なシステム技術の開発および需要家側分散電源として太陽光発電システムを利用するエネルギーマネジメントに関する研究を行っている。大規模な発電システムにおける性能評価では、NEDO プロジェクトにおいて山梨県北杜市に設置されているメガソーラの発電データを用いて、各種太陽電池の設置から 11 年間の劣化状況を明らかにした。エネルギーマネジメントでは、RE100 に対応するアグリゲータや V2H に関する検討を行った。

近藤　潤次

「地理的に分散した太陽光発電システム群の出力予測に関する研究」

地理的に分散したPVシステム群の設置緯度・経度情報と発電出力時系列データを用い、発電出力の地理的分布の移動ベクトルを推定することで、当該PVシステム群の出力予測を行う手法について、特に晴れの日や変動の激しい日に持続予測と比べて予測誤差が小さいことを示した。また、機械学習を用いた電力会社エリア毎の発電出力予測について、ランダムフォレスト法とサポートベクトル回帰法を比較した。ランダムフォレスト法の予測結果の方が、若干予測誤差が大きいものの、パラメータにデフォルト値を用いても良い結果が得られる、といった特徴を明らかにした。

生野　孝

「低環境負荷太陽電池に関する研究」

ディスポーザブル太陽電池・農地利用太陽電池・窓材太陽電池等への利用を目指し、独自の手法を用いてセルロースナノファイバーを再構成した生分解性透明基板を創製することに成功した。得られた基板はガラスよりも透明であり、また表面平坦性は一般的なガラス基板と同等であった。本基板に酸化物半導体ヘテロ接合を作製し透明太陽電池を作製し発電を確認した。本薄膜太陽電池は使用後に大気中で焼却可能であることを確認した。今後は、種々の薄膜太陽電池や色素増感型太陽電池を作製し、低環境負荷が求められる分野に応用する。

原口　知之

「金属錯体ナノワイヤーの逐次構築と評価」

TiO_2基板を各構成要素の溶液に順に浸漬する操作を繰り返すことで、サレン錯体を基盤とするナノワイヤーを逐次構築し、その同定を行った。XPSスペクトルからZn由来のピークが観測され、Zn錯体ナノワイヤーの形成が示唆され、エリプソメトリー測定から約10nmの長さまで各サイクルで理想的伸長量ずつワイヤーが伸びていることが確認された。さらにCV測定からはワイヤーが配位子由来の酸化還元特性を有していることが確認されている。今後は構成要素を変えていくことで階層的に構造とHOMO/LUMOのエネルギー準位の制御を行い、幅広い波長の光を吸収し、高効率に電子をTiO_2へと輸送する色素増感型太陽電池を目指す。

金　宵男

「スマートウィンドウ向けのVO_2の成膜及び温度変化による光学特性の評価」

透明太陽電池と融合したスマートウィンドウの付加価値を高めるため、機能性薄膜に関する研究を行っている。特に、温度により光学特性が変わるVO_2をRFスパッタ法により成膜し、成膜条件による結晶の変化やスマートウィンドウへの応用を考慮した成膜条件（ガス雰囲気、基板温度、RFパワーなど）による結晶性の変化を検討した。その中、RFパワーによる結晶構造の変化を初めて報告した。

平田　陽一

「屋外環境における農業用ピンクシートの出射スペクトル特性」

農業用ピンクシート（波長変換素子）の利用が進んでいるが、実際にどの様な時がよく出射されるのか明らかにされていない。そこで、太陽光スペクトル分布、散乱光を測定すると同時にピンクシートの出射スペクトルを屋外で測定して、赤色がどのような環境条件の時に出射されるか調べた。その結果、日射強度が低く、散乱光が多い時に波長変換が良く行われ、赤色が効率よく出射されていることが明らかとなった。

渡邊　康之

「窓発電や農業ビニールハウス発電に向けたシースルー有機系太陽電池の開発」

光透過型有機薄膜太陽電池（OPV）の発電効率向上に向け、発電層である有機半導体本来の物性を引き出すことを目的にバンド伝導材料及び分子配向性に着目し、基板に対してフェイスオンに製膜可能な高分子材料を用いて発電効率向上に寄与することを見出した。また、印刷可能なフレキシブル OPV 作製に向け、CNT 透明電極基板上に作製した OPV において発電特性を確認した。さらに、光透過型 OPV の応用展開として発電とオイル燃料産生の両立を目指して藻類培養に必要な光波長及び光強度に関して鋭意検討を行い、発電層に用いる有機半導体材料探索を行った。

白方　祥

「CIS および CIGS 太陽電池の高性能化に関する研究」

$CuInSe_2$(CIS) および CIGS 薄膜のキャリア濃度の増加と太陽電池特性向上および応用展開を試みている。2019 年度は広帯域光センサー用 CIS フォトダイオード実現のための CIS 太陽電池の薄膜成長および太陽電池プロセスを行った。今後は Al/ZnO:Al/AZO/CdS/CIGS/Mo/SLG 構造を加工して、フォトダイオードを試作する。

中田　時夫

「アルカリ金属処理が CIGS 薄膜粒界に与える影響の検討と CIGS 太陽電池の高性能化」

アルカリ金属処理が CIGS 太陽電池の光吸収層、とりわけ粒界付近に対して、どのような影響を与えるのかを検討した。CIGS 薄膜を CsF 処理＋熱処理することで、粒界界面が改質することを明らかにするとともに、粒界付近の価電子帯・伝導帯共にバンドベンディングが生じることで、再結合の抑制およびキャリアの長寿命化をもたらす事を明らかにした。これらの効果を積極的に活用することにより、CIGS 太陽電池変換効率のさらなる改善を報告した。

先端 EC デバイス研究部門

先端 EC デバイス研究部門について

1. 概要

蓄電・発電可能な電気化学（EC）デバイスは、自然エネルギーの主力緩和やバックアップ電源に用いる定置用電源から自動車用電源、ウェアラブル・デバイス用電源まで幅広い用途での応用が期待されており、今後、その市場は大きく成長すると予測されている。先端 EC デバイス研究部門では、「燃料電池」「電気化学キャパシタ」「リチウムイオン二次電池」について新しいコンセプトに基づく材料開発と、それを用いた「Only at TUS」の EC デバイスの創製を目指している。その実現のため、本研究部門では化学・機械・システム工学・バイオ系分野など様々な要素技術を有する研究者がノウハウを持ち寄り分野横断型の研究を行うことで、EC デバイスを素材からシステムまで一貫して開発している。また、EC デバイスの寿命予測や安全性評価を行う技術に大きな関心が寄せられているため、本研究部門が保有する分析技術を結集し、デバイス化された電池の寿命・安全性を予測できるシステムの構築についても検討している。

2. 部門の構成

本研究部門は、EC デバイス開発を目指す「燃料電池」「電気化学キャパシタ」「リチウムイオン二次電池」の 3 つのグループと、デバイスの評価・解析システムの構築を目指す「評価・解析」グループから構成され、中核となるデバイス開発を行っているグループではグループリーダー・サブグループリーダーを中心に課題を設定し、研究を推進している。また、グループ間で密接な連携をとり、情報を共有することによって、新機軸のデバイス設計と効率的なデバイス開発を目指している。

(1) 燃料電池グループ
板垣　昌幸（理工学部先端化学科　教授・グループリーダー）
郡司　天博（理工学部先端化学科　教授・サブグループリーダー）
堂脇　清志（理工学部経営工学科　教授）
坂井　教郎（理工学部先端化学科　教授）
四反田　功（理工学部先端化学科　講師）
片山　昇　（理工学部電気電子情報工学科　講師）
辻村　清也（筑波大学数理物質系物質工学域　准教授）

(2) 電気化学キャパシタグループ
湯浅　真　（理工学部先端化学科　教授・グループリーダー）
酒井　秀樹（理工学部先端化学科　教授・サブグループリーダー）
早瀬　仁則（理工学部機械工学科　教授）
有光　晃二（理工学部先端化学科　教授）
近藤　剛史（理工学部先端化学科　准教授）
酒井　健一（理工学部先端化学科　准教授）

(3) リチウムイオン二次電池グループ
井手本　康（理工学部先端化学科　教授・グループリーダー）
藤本　憲次郎（理工学部先端化学科　准教授・サブグループリーダー）
北村　尚斗（理工学部先端化学科　講師）
秋本　順二（産業技術総合研究所先進コーティング技術研究センター）

(4) 評価・解析グループ
板垣　昌幸、井手本　康、四反田　功、北村　尚斗、片山　昇

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 燃料電池グループについて

本グループでは、ウェアラブル・デバイス用のフレキシブルかつ小型で高出力なバイオ燃料電池の実用化を目指している。酵素を電極触媒として用いた燃料電池を、酵素バイオ燃料電池と呼ぶ。生物が利用する電子供与体と電子受容体を燃料とし、それらを酸化する酵素と、還元する酵素を電極上に修飾して電池を組むことで、燃料の化学エネルギーを電気エネルギーに変換できる。電極触媒として用いる酵素は常温・常圧・中性の温和な条件で非常に高い触媒能を有している。また、反応選択性が高いため、特定の基質構造を識別しその基質のみと反応する。よって両極間のセパレータが不要であり、均一溶液内でもアノード、カソードそれぞれで反応が進行する。この性質から電池構造が単純なものになり、サイズや形状などの制約が少ない自由度の高い電池設計が可能となる。

これまでの研究において、糖を燃料として発電可能な高出力薄膜型バイオ燃料電池の開発を行い、紙を基板とした尿によって発電する新たな介護用デバイスのプロトタイプを開発した。また、有限要素法による電気化学シミュレーションに着手し、より高い出力を実現する電池デザインを検討した。さらに、人汗中の乳酸によって発電し、その発電量から疲労度をモニタリングできる新しいヘルスケアデバイスの開発にも取り組んでおり、2019 年度の研究において人汗からの発電に成功した。

3. 2. 電気化学キャパシタグループについて

導電性ボロンドープダイヤモンド（BDD）電極は、水溶液系電解質中での電位窓が広いため、これを水系電気二重層キャパシタ（EDLC）の電極材料として利用できれば、高出力密度かつ高エネルギー密度のデバイス作製が期待できる。従来は、マイクロ波プラズマ CVD 法により作製した BDD 薄膜の高比表面積化により BDD 電極を作製していたが、2016 年度から集電体や電極の形状に自由度を持たせることのできる導電性ダイヤモンド粉末（BDD パウダー）に着目した。BDD パウダーを用いた対称 2 電極系セルにおいて、水系で 1.5V の作動電圧印加が可能であることが確認され、また高速充放電に適した応答を示すことがわかった。その後、BDD パウダーよりも大きな容量が期待できるボロンドープナノダイヤモンド（BDND）を開発し、水系電解質を用いた対称 2 電極セルにおいて 1.8V の作動電圧を示したことから、BDD パウダーよりも高エネルギー密度を示すことがわかった。さらに、電位窓の広い飽和過塩素酸ナトリウム水溶液を電解液とする BDND 積層型セルを試作したところ、2.2V のセル電圧を印加できることがわかった。また、充放電特性を評価した結果、本デバイスが高エネルギー密度（10Wh/kg）かつ高出力密度（104W/kg）を示すことがわかった。このように BDND を用いた電極が有望であることがわかったため、2019 年度は BDND の作製条件（CVD 条件およびその後の熱処理条件）の最適化に取り組んだ。さらに、新しい先端 EC デバイスとして BDND を用いた全固体スーパーキャパシタを試作し、活性炭を用いる場合よりもセル電圧が向上することを実証した。

また、リチウムイオン二次電池のグループと連携して擬似容量を示す酸化物材料の探索も行っており、BDD 電極をベースとした高容量キャパシタ作製を目指している。酸化物としては、MnO_2 およびその置換体に着目しており、BDD 電極表面に MnO_2 ナノシートコロイドと PDDA（ポリジアリルジメチルアンモニウム）による交互積層膜を形成することで、ナノシート積層数と容量の相関（積層数の増加につれて容量の比例的増加）をみることができた。

3. 3. リチウムイオン二次電池グループについて

リチウムイオン二次電池の用途の拡大に伴い、既存の材料よりも高エネルギー密度を有する安価な正極材料の開発が期待されている。そこで当グループでは構成部材として正極材料に着目し、2016 年度に各種作動環境における正極材料の原子配列の評価と安全性に優れたポリアニオン系正極材料の開発を行った。2017 年度から 2018 年度にかけては、新たに充放電サイクルに伴う原子配列の変化や充放電時の電流密度・作動温度の影響を詳細に検討した。2019 年度は構造解析に用いる放射光測定の高速化を進めるとともに、解析結果に基づくリチウムイオン電池用正極材料の合成を行った。具体的な成果を以下に記す。

前年度までの研究において、量子ビームを用いることにより、高エネルギー密度を有するリチウム過剰層状遷移金属酸化物 Li(M,Li)O_2(M:遷移金属)の原子配列解析を行ってきた。その結果、遷移金属として Ni が含まれる場合、局所的に NiO 岩塩ドメインを形成する傾向があり、正極特性に影響を及ぼすことがわかった。また、合成条件を最適化することにより、NiO ドメインの形成を抑制することが可能であることを実証できた。

また、当グループでは多元系材料から高効率で材料探索をする手法としてコンビナトリアル技術に着目し、一般的なリチウムイオン二次電池の正極として用いられる層状岩塩型構造、スピネル構造、オリビン構造の材料について材料スクリーニングを行ってきた。その結果、溶液プロセスにおける層状岩塩型 Li (Ni,Co,Fe,Ti)O_2の固溶領域を確認し、含まれる遷移金属の種類によりカチオンミキシングの影響、サイクル特性の良し悪しが現れる相関が見いだされ、Ti 置換が有効であることがわかった。

これらの結果を考慮して、2018 年度から 2019 年度にかけて $LiMnO_2$ を母体とする Ti 置換体の研究に取り組んだ。Li(Mn,Ti)O_2 は直接合成できないため、$Na_{0.7}$(Mn,Ti)O_2 をイオン交換することにより合成した。その結果、Ti 置換により充放電に伴う相変化を抑制できることが明らかになった。さらに、Mn の一部を Ni で置換した Li_x(Mn,Ni,Ti)O_2 を合成し、正極特性を評価したところ、220mAh/g 以上の高容量と優れたクーロン効率を示すことが明らかになった。Li_x(Mn,Ni,Ti)O_2 は $LiCoO_2$ などに比べて低価格であるため、新規正極材料として有望である。また、充電（リチウム脱離）に伴う構造の変化を詳細に検討するため、化学酸化によるリチウム脱離を実施した。NO_2BF_4 による化学酸化と、酸処理によるイオン交換と熱処理の組み合わせを検討し、処理条件とリチウムイオンの脱離量の関係を明らかにした。

上記のように、構造解析に基づく材料設計は極めて有効である。そこで、Only at TUS の技術として、コンビナトリアル技術と構造解析に基づくマテリアルスクリーニングの融合を目指し、放射光測定における準備・測定・解析に要する時間を極力短縮したハイスループット評価治具および自動構造精密化手法の開発を進めた。

4. 研究活動の展望

本研究部門の目的は「Only at TUS」の EC デバイスの創製であり、各グループ内の共同研究とグループ間の共同研究により、新しい EC デバイスの開発と材料合成・評価方法の確立に成功した。また、評価・解析グループが有する技術をもとに、各デバイスの高性能化が今もなお進められている。本部門の研究体制と、部門の活動により得られた研究成果をもとに、次のステップを見据えた活動を継続していく。

5. むすび

本部門はエコシステム研究部門を改組したものであり、社会情勢を踏まえた課題の整理統合と連携体制の強化により、新規 EC デバイスの開発を目指してきた。その実現のため、各年度で成果報告会を実施し、研究の進捗の報告と、意見交換を精力的に行ってきた。最終年度である 2019 年度についても、2020 年 1 月 27 日に成果報告会を開催し、各グループの成果報告を行った。本部門の活動を通して、強力な共同研究体制の構築や Only at TUS のデバイス・評価技術の開発を実現できたため、今後の発展に向けた取り組みを継続して行っていく。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1. High-power lactate/O_2 enzymatic biofuel cell based on carbon cloth electrodes modified with MgO-templated carbon, I. Shitanda, K. Takamatsu, A. Niiyama, T. Mikawa, Y. Hoshi, M. Itagaki, S. Tsujimura, J. Power Sources, 436, 226844-226849, 2019 (査読有)
2. Preparation, characterization and desulfurization ability of bulk porous silica-supported ZnO, R. Hayami, M. Ohashi, H. Suzuki, Y. Sato, I. Saito, S. Tsukada, K. Yamamoto, K. Dowaki, T., Journal of Sol-Gel Science and Technology, On-line (DOI: 10.1007/s10971-020-05259-2), 2020 (査読有)
3. Copper-Catalyzed Three-Component Coupling Reaction of Aryl Iodides, Disilathiane, and Alkyl Benzoate Leading to the One-Pot Preparation of Aryl Alkyl Sulfides, N. Sakai, H. Maeda, Y. Ogiwara, Synthesis, 52, 2323-2330, 2019 (査読有)
4. Boron-doped Diamond Powders for Aqueous Supercapacitors with High Energy and High Power Density, T. Kondo, T. Kato, K. Miyashita, T. Aikawa, T. Tojo, M. Yuasa, J. Electrochem. Soc., 166, A1425-A1431, 2019 (査読有)
5. Boron-doped Nanodiamond as an Electrode Material for Aqueous Electric Double-layer Capacitors, K. Miyashita, T. Kondo, S. Sugai, T. Tei, M. Nishikawa, T. Tojo, M. Yuasa, Sci. Rep., 9, 17846, 2019 (査読有)
6. Phase Behavior and Polymerization of the Ternary Polymerizable Cationic Gemini Surfactant/Fatty Alcohol/Water System, M. Akamatsu, K. Ogura, K. Tsuchiya, K. Sakai, M. Abe, H. Sakai, Langmuir, 36, 986-990, 2020 (査読有)
7. Study of atomic ordering across the layer in lithium-rich layered positive electrode material towards preparation process optimization, N. Kitamura, Y. Kubo, N. Ishida, Y. Idemoto, J. Power Sources, 437, 226905-1-6, 2019 (査読有)
8. Crystal structure and cathode properties of delithiated $Li_{1-x}Mn_{1/3}Ni_{1/3}Co_{1/3}O_2$ for Mg rechargeable batteries, N. Ishida, S. Ando, N. Kitamura, Y. Idemoto, Solid State Ionics, 343, 115080-1-12, 2019 (査読有)
9. Synthesis, Crystal Structure Analysis and Electrochemical Properties of Rock-Salt Type $Mg_xNi_yCo_zO_2$ as a Cathode Material for Mg Rechargeable Batteries, Yasushi Idemoto, Tsukiko Takahashi, Naoya Ishida, Masanobu Nakayama, Naoto Kitamura, Inorg. Chem., 58, 5664-5670, 2019 (査読有)
10. Development of an automatic, high-throughput structural refinement method using Rietveld analysis, A. Aimi, K. Fujimoto, ACS Combinatorial Science, 22, 35-41, 2019 (査読有)
11. Stable Immobilization of Enzyme on Pendant Glycidyl Group-Modified Mesoporous Carbon by Graft Polymerization of Poly (Glycidyl Methacrylate), I. Shitanda, T. Kato, R. Suzuki, T. Aikawa, Y. Hoshi, M. Itagaki, S. Tsujimura, Bulletin of the Chemical Society of Japan, 93, 32-36, 2020 (査読有)
12. Paper-Based Disk-Type Self-Powered Glucose Biosensor Based on Screen-Printed Biofuel Cell Array, I. Shitanda, Y. Fujimura, S. Nohara, Y. Hoshi, M. Itagaki, S. Tsujimura, J. Electrochem. Soc., 166, B1063-B1068, 2019 (査読有)
13. Toward an ideal platform structure based on MgO-templated carbon for flavin adenine dinucleotide-dependent glucose dehydrogenase-Os polymer-hydrogel electrodes, S. Tsujimura, S. Takeuchi, Electrochimica Acta, 343, 136110, 2020 (査読有)
14. Effects of pore size and surface properties of MgO-templated carbon on the performance of bilirubin oxidase-modified oxygen reduction reaction cathode, S. Tsujimura, M. Oyama, H. Funabashi, S. Ishii, Electrochim. Acta, 322, 134744, 2019 (査読有)

15. [Cover Picture] Photopatterning of PEDOT Derivatives with Photoacid Generators and Acid Amplifiers Generating Polystyrenesulfonic Acid, K. Arimitsu, E. Hiraga, M. Furutani, ACS Appl. Polym. Mater., 1, 928-932, 2019 (査読有)
16. In situ preparation of platinum nanoparticles in mesoporous silica using linear polyethyleneimine as a protective agent, K. Yamamoto, H. Suzuki, M. Ohashi, R. Hayami, S. Tsukada, T. Gunji, J. Ceram. Soc. Jpn, 127, 531-537, 2019 (査読有)
17. A Miniature Fuel Cell with Monolithically Fabricated Si Electrodes: Application of Au-Pd-Pt Multilayer Catalyst, R. Shirai, M. Irita, T. Kurose, N. Vasiljevic, M. Hayase, J. Electrochem. Soc., 166, D834-D842, 2019 (査読有)

著書

1．“Electrochemical Applications of Conductive Diamond Powders” in “Novel Aspects of Diamond: From Growth to Applications, Second Edition”, (N. Yang, Eds.) Chapter 14, Takeshi Kondo, Springer, 477-496, 2019
2．Graphene: Preparations, Properties, Applications and Prospects, Elsevier (Tsinghua Univ Press), ISBN 978-0128195765, 620 pages, K. Takai, S. Tsujimura, F. Kang, M. Inagaki, 2019
3．酵素トランスデューサーと酵素技術展開, 四反田功 (分担執筆), シーエムシー出版, 2020
4．物質･材料探索の世界競争に勝つために －キーワードは「MGI」および「MI」－, 藤本憲次郎, 東京理科大学 科学フォーラム, 36, 30-35, 2019
5．光塩基発生剤の開発とUV硬化材料への応用, 光機能性有機・高分子材料における新たな息吹, 有光晃二, シーエムシー出版, 295-303, 2019

招待講演

1．Electrochemical applications of conductive diamond powders, T. Kondo, European Material Research Society (E-MRS) 2019 Fall Meeting, Warsaw, 2019
2．Boron-Doped Diamond Powder as a Functional Electrode Material, T. Kondo, Materials Research Meeting 2019 (MRM 2019), Yokohama, 2019
3．Conductive diamond powder for electrochemical applications, T. Kondo, 2019 Global Research Efforts on Energy and Nanomaterials (GREEN 2019), Taipei, 2019
4．Average and Local Structure and Chemical Analysis of $LiMn_{1-x}(Ni,Ti)_xO_2$ Prepared by Na/Li Ion Exchange, Naoya Ishida, N. Kitamura, Y. Idemoto, J. Akimoto, 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13), Okinawa, 2019
5．Photochemical Control of Interfacial Chemical Properties using Novel Photoresponsive Amphiphiles, H. Sakai, M. Akamatsu, K. Sakai, International Conference on Colloid & Surface Science Celebrating the 70th Anniversary of the Division Meeting of Division of Colloid and Surface Chemistry, Okinawa, Japan, 2019
6．粉体材料における放射光実験の高速化に向けて－マテリアルズインフォマティクスへ繋げるために－, 藤本憲次郎, 2019年度第1回シンクロトロン光産業利用セミナー, 愛知県産業労働センター「ウインクあいち」, 2019
7．多元バルク系 MI に向けたハイスループット合成・評価・解析実験, 藤本憲次郎, 相見晃久, 日本表面真空学会 2019年日本表面真空学会学術講演会, つくば国際会議場, 2019
8．UV硬化の基礎と応用, 有光晃二, 19-3印刷・情報・電子用材料研究会および2019年度第4回ナノインプリント技術研究会, 産業技術総合研究所臨海副都心センター別館, 2019

特許

1．堂脇清志, 片山昇, 堂脇直城, 亀山光男, 特許登録, バイオマス熱分解ガスからの水素回収方法, 特許第6651172号, 2020.1.24 (登録日)
2．堂脇直城, 亀山光男, 堂脇清志, 特許登録, 水素回収方法, 特許第66559717号, 2020.2.10 (登録日)

３．近藤剛史，中村駿介，東條敏史，湯浅 真，固定床電解処理装置及び電解処理方法，No. 2020-34839，2020
４．酒井秀樹，坂本一民，田中華月，横山貴一，北野 健，膜透過促進剤及び膜透過促進方法，特願 2019-168011，学校法人東京理科大学
５．伊藤功三郎，多田励起，郡司天博，国内優先出願・国際出願，ポリシルセスキオキサン系化合物を含む組成物、その製造方法、並びに当該組成物を含む封止材及びフィルム，特開 2019-019287，国際 WO 2019017332

受賞

１．T. Kondo，GREEN 2019 Keynote Presentation Award，Asia Pacific Society for Materials Research，2019
２．Y. Koitabashi，N. Ishida，N. Kitamura，Y. Idemoto，Best Poster Award in Symposium 20: Ceramics for Rechargeable Energy Storage，13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13)，Okinawa，2019
３．The Effect of Bile Salt Micelles on the Morphology of Giant Unilamellar Liposomes (GUV)，R. Tanaka，M. Miyake，A. Morigaki，M. Akamatsu，K. Sakai，H. Sakai，Best Poster Award，International Conference on Colloid & Surface Science Celebrating the 70th Anniversary of the Division Meeting of Division of Colloid and Surface Chemistry，2019
４．山手駿，三崎千春，原大介，龍吟，堂脇清志，第 15 回バイオマス科学会議 ポスター賞，日本エネルギー学会，2019
５．宮内恭子，渡邊寛人，山辺秀敏，湯浅 真，2019 JSCM Most Accessed Paper Award，2019

研究課題（研究者別）

板垣　昌幸、四反田　功
「印刷型ウェアラブル乳酸バイオ燃料電池に関する研究」
本研究では、ウェアラブル・デバイス用のフレキシブルかつ小型で高出力なバイオ燃料電池の実用化を目指している。前年度に引き続き紙を基板とした乳酸によって発電する新たなヘルスケアデバイスを開発した。これは、人汗中の乳酸によって発電し、その発電量から疲労度をモニタリングできるというコンセプトで設計されている。今年度は、人汗からの発電に成功した。

郡司　天博
「ポリシロキサン系プロトン伝導材料の開発」
高分子電極燃料電池のプロトン伝導膜の原料となるポリシルセスキオキサンを合成し、その薄膜化と発電性能の評価を行った。側鎖にスルホン酸基を有するポリシルセスキオキサンの熱硬化により自立膜を調製した。この自立膜から固体高分子型燃料電池を組み立てて発電性能を評価したところ、水分濃度と温度に依存して良好な電圧を発生することがわかった。

堂脇　清志
「バイオ水素の利用した水素吸蔵合金バッテリーに関する研究」
本研究は、バイオマスガス化プロセスから生成されるバイオ水素を水素吸蔵合金（$LmNi_{4.73}Mn_{0.12}Al_{0.15}$）に貯蔵し、電動アシスト自転車用バッテリーに利用するための開発を実施している。昨年度までは、水素精製時の不純物除去について検討していたが、本年度においては、実際のアシスト自転車を用い、アシスト需要ならびに水素供給に関する課題の抽出（重量に対する需要の影響、水素供給時の合金の温度分布、従来バッテリーとの優位性等を検討した。

坂井　教郎
「導電性材料を指向した有機硫黄化合物の効率的多成分連結反応の開発」
電気化学デバイスへの応用が期待されている有機硫黄化合物の効率的合成法に着目し、新しい硫黄源であるヘキサメチルジシラチアンと、ヨウ化アリールおよび安息香酸エステルの混合物を、ヨウ化銅（I）と配位子である 1,10-フェナントロリンおよび塩基である炭酸カリウムを触媒として反応させると、三成分が一挙に連結したアルキルアリールスルフィド誘導体が高収率で合成できることを明らかにした。

片山　昇
「インピーダンス分布測定システムの開発」
固体高分子型電気分解セルにおけるインピーダンス分布解析が可能な測定システムを構築した。前年度実施した燃料電池と比較して電流密度分布センサのシャント抵抗値が 1 桁小さくなったため、測定回路の改良を行なった。電気分解セルで試験を行なったところ一部セグメントで測定誤差があるものの全体としてのインピーダンス分布の傾向を得ることに成功し、上流よりも下流でインピーダンス全体が減少傾向にあることが明らかになった。

辻村　清也
「酵素燃料電池に関する研究」
酵素燃料電池の高性能化にむけて、酵素と電極間の直接電子移動反応系と、ハイドロゲル反応系における酸化マグネシウム鋳型炭素材料の細孔構造と表面の出力電流への影響の検討を行った。また、カーボンクロスと多孔質炭素の複合体を利用することで 2mW cm^{-2} の高出力なフレキシブル電池の開発に成功した。また多孔質炭素電極にポリマー上のメディエータを修飾することで超安定性を実現した。

湯浅　真、近藤　剛史

「ダイヤモンド電極の電気化学キャパシタ応用に関する研究」

高エネルギー密度かつ高出力密度を示す水系電気二重層キャパシタ用電極材料への応用を目指して、導電性ボロンドープナノダイヤモンド（BDND）の作製条件最適化を検討した。CVD 条件およびその後の熱処理条件を最適化することにより、導電性を有し比表面積の大きな BDND を得ることができた。また、BDND を用いた全固体スーパーキャパシタの試作したところ、活性炭を用いる場合よりもセル電圧が向上することがわかった。

酒井　秀樹、酒井　健一

「ITO 中空粒子を塗布した導電性膜の調製と熱マネジメントへの応用」

グルコース水溶液の水熱処理により得られる炭素球を鋳型として、その表面に In、Sn イオンを吸着させて焼成処理を行うことにより ITO 中空粒子を調製した。グルコース濃度を調整することにより、中空粒子のサイズ制御が可能となった。さらに、ITO 中空粒子を塗布することにより作製した薄膜は、ITO の電気伝導性に起因した遮熱性と、中空構造に起因した断熱性を兼ね備えた機能性薄膜となることを明らかにした。

早瀬　仁則

「微細加工による燃料電池の小型化に関する研究」

白金使用量の削減および耐 CO 性の向上へ向けて Au-Pd-Pt 多層触媒に注目しているが、従来の作製法では過剰析出したバルク金層によって多孔質の開口部が閉塞される現象に悩まされていた。そこで、反応が遅いチオ硫酸金（I）ナトリウムを用いた金めっき液を使用した結果、過剰析出を抑えることに成功した。さらに、減圧下での金めっきにより多孔質層深部での金析出が観察された。

有光　晃二

「導電性ポリマーを用いたフレキシブルな透明電極の作製」

導電性高分子を透明導電膜として利用するには目的に応じた形状にパターニングする必要がある。そこで本研究では、露光と加熱のみにより膜の導電率が向上する簡便な乾式光パターニング法について検討した。具体的には、光酸発生剤、酸分解性 PSS 前駆体、PEDOT からなる膜について、露光・加熱を施すことで、膜中で PEDOT/PSS が形成され、高効率な乾式光パターニングが可能であることを見出した。

井手本　康、北村　尚斗

「量子ビームを用いた原子配列解析に基づくリチウムイオン電池用正極材料の探索」

正極材料として層状構造の $Li_{1+x}M_{1-x}O_2$（M=Mn,Co,Ni）に着目し、量子ビームを用いて合成条件や組成が平均・局所構造に及ぼす影響を検討した結果、Ni 周辺で構造が歪むことがわかった。そこで、遷移金属として Mn を主成分とする $Li_x(Mn,Ni,Ti)O_2$ を合成し、正極特性を評価したところ、220mAh g^{-1} 以上の高容量と優れたクーロン効率を示すことが明らかになった。

藤本　憲次郎

「多元系材料探索における放射光データ収集の高速化に関する研究」

これまで、層状岩塩型やスピネル型などの遷移金属サイト多元素置換体のハイスループット(HT)合成、単一相領域での充放電特性から組成と物性の関係について考察を進めてきた。今後の演繹型データサイエンスを加速させるには放射光を活用した粉体の結晶学データの HT 収集がキーポイントとなる。そこで従前の方法（準備・測定・解析）に要する時間を極力短縮した HT 評価治具および自動構造精密化手法の開発を進めた。

秋本　順二

「イオン交換法による層状酸化物の合成と正極特性の評価」

リチウムイオン電池用正極材料の候補として、層状構造の $Li_x(Mn,Ni,Ti)O_2$ は有望であると考えられるが、準安定相であるため合成が困難である。そこで、$Na_{0.7}(Mn,Ni,Ti)O_2$ を前駆体として Na/Li イオン交換を行ったところ、$Li_x(Mn,Ni,Ti)O_2$ の合成に成功した。また、遷移金属層に空孔が存在していることを明らかにした。

アグリ・バイオ工学研究部門

アグリ・バイオ工学研究部門について

1. 概要

人口増や温暖化などの地球レベルでの環境変化により食糧の安定供給と持続的な農業生産を行うためのシステム構築が求められている。人口の減少と少子高齢化にともなうライフスタイルの変化が起こっている。食品に関しても消費者のさまざまなニーズに応じたきめ細やかな品物の提供が求められており、良食味・機能性食品などの開発が必要とされている。農業生産の場では就農者の減少と超高齢化が著しい。食糧の安定供給が可能な持続的な農業生産を行うためのシステム構築が必要である。また、バイオマスエネルギーやバイオリファイナリーなどの用途に植物バイオマスの需要が高まりつつある。このためにはスマート農業、第 6 次産業化などのアグリイノベーションを図ることが求められる。近年は、ゲノム編集技術を利用した新たな作物育種が始まっている。この研究プロジェクトでは、理工学的観点からの幅広い視点に基づく研究を実施し、これらの需要を満たすアグリイノベーションを図る。これにより持続的な穀物生産をもたらすアグロバイオシステムの構築を行う。このために、植物機能の向上を細胞レベル、個体レベル、集団レベルの観点で検証し、鍵となる技術を開発する。すなわち、遺伝情報（DNA）から生産環境に至る範囲を俯瞰し、光合成、ソース機能、転流、分配、シンク機能などに関わる鍵因子の同定、遺伝子機能制御、進化工学やゲノム編集などによる遺伝子機能の向上、センシング、物質移送の可視化、効率的な栽培方法の検討などに関する諸因子を解析しその利活用を図る。

2. 部門の構成と施設設備

Only TUS のアグリ・バイオ工学の拠点を構築する。すなわち、植物の生産性や付加価値の増加をもたらす鍵となる因子の同定とその活用、環境ストレス応答の遺伝因子の同定とその利活用、植物の内部で起こっている様々な事象の可視化とライブイメージング、植物生産性に関わる諸因子の同定とこれの改善に関わる新素材や IT 技術を活用した新技術の開発、等を実施する。また、植物機能の向上を細胞レベル、個体レベル、集団レベルの観点で検証し、鍵となる技術を開発する。DNA から生産環境に至る様々な場面における生産性に関わる諸因子の機能向上を図る。組換え DNA 技術やゲノム編集技術などの利活用、ゲノム編集技術を活用した品種改良も試みる。これらの研究により、sustainable で安定的な穀物生産性を目指す。また、栽培システムの活性化・効率化に向けた基盤的知見を得ることを大きな目的とする。なお、研究部門の共同研究を実施する場として葛飾キャンパスの実験室を使用している。この実験室にそれぞれの研究者が研究に必要な機材を持ち寄り、研究を遂行している。部門独自の機器は保有しない。

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 公開シンポジウム（7 月 25 日@葛飾キャンパス図書館ホール）

昨年度に引き続き、アグリ・バイオ公開シンポジウムを開催した。参加者はおよそ 200 名。関連する国内の研究者を招いて講演を行うとともに、研究センターのメンバーによる成果報告を行った。活発な議論がなされ、研究推進に役立つとともに、我々の研究成果を広く伝えることができた。優秀な学生の発表についてはポスター賞を授与した。招待講演は、村中俊哉（大阪大学

大学院)「作物のゲノム編集。毒の無いジャガイモアグリ・バイオ実装に向けて」、澤崎達也（愛媛大学プロテオサイエンスセンター)「無細胞系を基盤とした分子標的農薬技術と祖先型酵素技術の開発」、木村成介（京都産業大学生命科学部）「遺伝子と文献から探る水菜と壬生菜の歴史」、有村源一郎（東京理科大学基礎工学部)「植物と虫が織りなす生物の相互作用とアグリ・バイオ」、清水公徳(東京理科大学基礎工学部)「ヒト病原菌の薬剤耐性メカニズムに関する分子遺伝学解析」。このあと講師を招いた懇親会を実施した。

3. 2. 部門内研究討論会および公開セミナー

成果：それぞれのメンバーに関連する話題を提供し、分野を超えた研究討論会を実施した。公開セミナー（10 月 30 日）講師：岡田憲典博士（東京大学)「化学防御物質を駆使した植物の巧みな生存戦略」、公開セミナー（11 月 6 日）講師：松井健二博士（山口大学)「植物はなぜ香りをつくるのか〜葉の香りによる生存戦略」、公開セミナー（10 月 15 日）講師：相馬亜希子博士（千葉大学)「微生物の遺伝暗号翻訳機構の多様性」、公開セミナー（10 月 29 日）講師：横堀伸一博士(東京薬科大学)「祖先アミノアシル tRNA 合成酵素の復元と初期翻訳系の進化」。

3. 3. アドバイザリー委員会

8 月 5 日、葛飾キャンパス研究棟 11 階生物工学科会議室。学外委員（篠崎和子（東京大学大学院農学生命科学研究科、土岐精一（農研機構)、今井真介（ハウス食品グループ本社)）学内委員(西山千春、宮川信一）オブザーバー（高柳英明総研院長、青木伸副院長)。アグリ・バイオ工学研究部門 5 年間の総括と評価を実施した。

4. 研究活動の展望

2019 年度でこの研究部門は終了する。これまでの活動で、新たな共同研究が動き始めた。さらなる発展を期待する。

5. むすび

東京理科大学で唯一のアグリ・バイオ工学に関する研究部門であった。これまでほとんど交流がなかった生物系と材料系、工学系の研究者、および客員として招いた外部の農学系の研究者が一同に集まり、新しい発想での研究課題が生まれた。大学の戦略的の研究の重点項目である農水・食品分野に担う研究を継続し、さらなる発展を遂げるよう研鑽を続けていきたい。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．Yuko Ukai, Komaki Inoue, Manaka Kamada, Hiroshi Teramura, Shunsuke Yanagisawa, Kazuyoshi Kitazaki, Kazuhiro Shoji, Fumiyuki Goto, Keiichi Mochida, Toshihiro Yoshihara, Hiroaki Shimada. De novo transcriptome analysis revealed an imperturbable transcriptome under high Cd conditions in the hyper Cd-tolerant fern Athyrium yokoscense. Gene. Genet. Sys.(2020) in press (査読有)

2．Rintaro Suzuki, Tomohiro Imamura, Yoko Nonaga, Hiroaki Kusano, Hiroshi Teramura, Ken-Taro Sekine, Tetsuro Yamashita, Hiroaki Shimada. A novel factor FLOC1, which is involved in rice seed formation, interacts with FLO2 to regulate seed quality. Plant Biotehnol.(2020) in press (査読有)

3．Mariko Ohnuma, Hiroshi Teramura, Hiroaki Shimada. A simple method to establish an efficient medium suitable for potato regeneration. Plant Biotechnol.(2020) in press (査読有)

4．Chisa Mitsuhashi, Hiroshi Teramura, Hiroaki Shimada. Construction of genomic marker sets based on the chloroplast genome of a green alga, Ulva pertusa (syn. Ulva australis), leading to simple detection of Ulva species. Gene. Genet. Sys.(2020) in press.(査読有)

5．Fumiyuki Goto, Yusuke Enomoto, Kazuhiro Shoji, Hiroaki Shimada, Toshihiro Yoshihara. Copper treatment of peach leaves causes lesion formation similar to the biotic stress response. Plant Biotechnol. 36, 135-142 (2019)(査読有)

6．Hidefumi Hamasaki, Yukio Kurihara, Takashi Kuromori, Hiroaki Kusano, Noriko Nagata, Yoshiharu Y. Yamamoto, Hiroaki Shimada, Minami Matsui. SnRK1 kinase and the NAC transcription factor SOG1 are components of a novel signaling pathway mediating the low energy response triggered by depleted amounts of ATP. Frontiers in Plant Science. 10 (5) 503 (2019)(査読有)

7．Hiroshi Teramura, Kyoko Kondo, Masato Suzuki, Hiroaki Kobayashi, Tsutomu Furukawa, Hiroaki Kusano, Hiroaki Shimada. Aberrant endosperm formation caused by reduced production of major allergen proteins in a rice flo2 mutant that confers low-protein accumulation in grains. Plant Biotechnol. 36, 85-90 (2019)(査読有)

8．Mana Shioya, Arata Myoga, Atsuya Kitagawa, Yukihisa Tokunaga, Hiroaki Hayashi, Yasuo Kogo, Hiroaki Shimada, Shin-ichi Satake. Analysis of deflection and dynamic plant characteristics of Cyperus malaccensis Lam. Plant Production Science 22 (2), 242-249 (2019)(査読有)

9．Koji Tamura. Perspectives on the origin of biological homochirality on Earth. J. Mol. Evol., 87, 143-146 (2019)(査読有)

10. Senri Ohmori, Marina Wani, Saki Kitabatake, Yuka Nakatsugawa, Tadashi Ando, Takuya Umehara, Koji Tamura. RNA aptamers for a tRNA-binding protein from Aeropyrum pernix with homologous counterparts distributed throughout evolution, Life, 10, 11 (2020) (査読有)

11. Effect of crystallinity and microstructure on mechanical properties of CaO-Al_2O_3-SiO_2 glass toughened by precipitation of hexagonal $CaAl_2Si_2O_8$ crystals, Keisuke Inage, Kosho Akatsuka, Kenichiro Iwasaki, Takayuki Nakanishi, Kei Maeda, Atsuo Yasumori, Journal of Non-Crystalline Solids, Vol.534, pp 119948, 2020 (査読有)

12. Kazutoshi Ssekiguchi, Takayuki Nakanishi, Hiroyo Segawa, Atsuo Yasumori. Fabrication of Silica nanoparticle monolayer arrays using an anodic Aluminum oxide template. ACS Omega. 4 (10), 14333-14339 (2019)(査読有)

13. Kei Maeda, Kenichiro Iwasaki, Shingo Urata, Kosho Akatsuka, Atsuo Yasumori. 3D microstructure and crack pathways of toughened $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ glass by precipitation of hexagonal $CaAl_2Si_2O_8$ crystal, J. American Ceramic Society, 102 (9), 5535-5544 (2019) (査読有)
14. Kosho Akatsuka, Atsuo Yasumori, Kei Maeda. Structure of crystalline $CaAl_2Si_2O_8$ precipitated in a $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ glass-ceramic. Materials Letters, 242, 163-165 (2019) (査読有)
15. Takuji Ube, Akizumi Kawamoto, Takashi Ishiguro. Scanning transmission electron microscopy characterization of nanostructured Palladium film formed by dealloying with citric acid from Al-N-Pd mother alloy film. Materials Transactions, 60 (4), 525-530 (2019) (査読有)
16. Tomoya Nishi, Syuya Hasegawa, Takuji Ube and Takashi Ishiguro. Reaction acceleration of nanoporous High-Purity Pd film formation by dealloying of Al-Pd-N film in pH-Controlled EDTA solution. MRS Advances, (2020), http://dx.doi.org/10.1557/adv.2020.59 (査読有)
17. K. Yoshino, Y. Numajiri, S. Teramoto, N. Kawachi, T. Tanabata, T. Tanaka, T. Hayashi, T. Kawakatsu, Y. Uga. Towards a deeper integrated multi-omics approach in the root system to develop climate-resilient rice. Molecular Breeding, 39, 165, (2019) (査読有)
18. N. Suzui, K. Tanoi, J. Furukawa, N. Kawachi. Recent advances in radioisotope imaging technology for plant science research in Japan. Quantum Beam Science, 3, 18 (2019) (査読有)
19. 鈴井伸郎, 河地有木, 古川純, 田野井慶太朗, 植物科学における放射線イメージング, RADIOISOTOPES, 68, 643-657 (2019)
20. K. Hidaka, Y. Miyoshi, S. Ishii, N. Suzui, Y.-G. Yin, K. Kurita, K. Nagao, T. Araki, D. Yasutake, M. Kitano, N. Kawachi. Dynamic analysis of Photosynthate translocation into strawberry fruits using non-invasive ^{11}C-labeling supported with conventional destructive measurements using ^{13}C-labeling, Frontiers in Plant Science, 9, 1946, (2019)(査読有)
21. Hanamata S, Sawada J, Ono S, Fukunaga T, Ogawa K, Nonomura K-I, Kimura S, Kurusu T, Kuchitsu K. Impact of autophagy on gene expression and tapetal programmed cell death during pollen development in rice. Frontiers in Plant Science 11: 172 (2020) (査読有)
22. Sera Y, Hanamata S, Sakamoto S, Ono S, Kaneko K, Mitsui Y, Koyano T, Fujita N, Sasou A, Masumura T, Saji H, Nonomura K-I, Mitsuda N, Mitsui T, Kurusu T, Kuchitsu K. Essential roles of autophagy in metabolic regulation in endosperm development during rice seed maturation. Scientific Reports, 9 (1): 18544 (2019) (査読有)
23. Hanamata S, Sawada J, Toh B, Ono S, Ogawa K, Fukunaga T, Nonomura K-I, Kurusu T, Kuchitsu K. Monitoring autophagy in rice tapetal cells during pollen maturation. Plant Biotechnol. 36: 99-105 (2019) (査読有)

招待講演

1．河地有木, RI イメージング技術で果実へ運ばれる糖を観る方法, 2019 年度群馬県農林水産業関係機関成果発表会, 前橋, 2019
2．Kazuyuki Kuchitsu, Regulation of plant development and stress responses by the ROS-Ca^{2+} signal network and autophagy, Polish Biophysical Society, Lublin, Poland, 2020
3．Kazuyuki Kuchitsu, Regulation of plant development and stress responses by the ROS-Ca^{2+} signal network and autophagy, Lithuanian Research Council Seminar, Kaunas, Lithuania, 2020
4．Kazuyuki Kuchitsu, Kenji Hashimoto, Visualizing the plant life: Regulation of development and stress responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy, The 6th International Symposium on Bioimaging, Tokyo, 2019

５．朽津和幸，橋本研志，細胞内生成前駆体による植物の機能制御:諸刃の剣としての活性酸素種の植物における役割，第 80 回応用物理学会 秋季学術講演会シンポジウム，札幌，2019
６．Kazuyuki Kuchitsu, Functions, regulation by Ca^{2+} binding and phosphorylation and evolution of the plasma membrane ROS-producing NADPH oxidases in plants, International Marchantia Workshop 2019, Sendai, 2019

特許

１．石黒孝，宇部卓司，黒川雄太,(2019-06-25)分光測定装置、及び分光測定法，出願番号 2019-117747
２．朽津和幸，北畑信隆，斉藤優歩，倉持幸司，PCT 国際出願，ジャスモン酸内生促進剤及びジャスモン酸内生促進方法，PCT/JP2019/050992，2019
３．島田浩章，草野博彰，今村智弘，青木裕美，翻訳エンハンサー，特許 6521532 号
４．島田浩章，草野博彰，DNA 結合ドメイン組込み用ベクターおよびそのセット，融合タンパク質コーディングベクターおよびそのセットならびにその製造方法，デスティネーションベクター，植物細胞用発現ベクターおよびその製造方法，植物細胞用発現ベクター作製用キット，形質転換方法，ならびにゲノム編集方法，特許 6590333 号

広報

１．朽津和幸，植物の免疫反応、試験管で再現：東京理科大、農薬開発を効率化，日経産業新聞，2020

受賞

１．橋本貴史，橋本研志，朽津和幸，植物の活性酸素種（ROS）の積極的生成を担う NADPH オキシダーゼ／Rboh の Ca^{2+}結合とリン酸化を介した活性制御機構とその進化，日本生化学会 若手優秀発表賞，日本生化学会，2019
２．萩原雄樹，橋本研志，朽津和幸，ゼニゴケの発生･形態形成における頂端分裂組織の RbohA による ROS 生成の解析，第 19 回細胞周期合同セミナー若手奨励賞，細胞周期合同セミナー，2019

研究課題（研究者別）

島田　浩章

「植物バイオマス資源の生産性とゲノム編集技術開発に関する研究」

バイオマス生産性を司る鍵酵素と考えられる FLO2 およびそのホモログ遺伝子の機能解析を行った。これらの遺伝子は貯蔵物質生合成系の制御のみならず緑葉からシンク器官への物質の転流の制御にも関わっていることがわかった。翻訳エンハンサーdMac3 を用いて植物のゲノム編集技術の改良を行い、改良型 TALEN ベクターと CRISPR/Cas9 ベクターを作製した。これにより簡便にゲノム編集を行うことが可能になった。このシステムを利用してジャガイモのゲノム編集を行い、低アミロースジャガイモ変異体を得た。

有村　源一郎

「植物の被食防衛システムの解明と応用利用」

植物は害虫による食害に抵抗するための様々な生存戦略を獲得している。本研究では、食害によって誘導される植物の防御応答メカニズムの解明ならびに、防衛戦略の一つである周囲の植物や害虫の天敵とコミュニケーションの中で植物が作り出す揮発性テルペン等の生態系における機能、当該成分を利用した有機農法の開発、新たな医薬品（漢方）および機能性食品成分としての可能性について解析した。

松永　幸大

「クロマチン動態解析による植物の発生分化メカニズムの解明」

過剰なホウ素条件下において、クロマチン・リモデリング因子 BRAHMA（BRM）が多く蓄積することを発見した。BRM が適切に分解されることが、過剰なホウ素条件下の生存で重要であった。過剰なホウ素は、DNA の折りたたみ構造を弛緩させまるが、BRM はその維持に寄与することで、DNA が弛緩した傷付きやすい状態のままとなり、これが DNA の損傷につながることがわかった。

田村　浩二

「アグリ・バイオ生産性向上の基盤となるタンパク質生合成に関する研究」

アグリ・バイオ研究では、目的となる有用なタンパク質をいかにして効率よく生産するかが極めて重要な課題になる。本研究では、タンパク質生合成の根幹となる tRNA のアミノアシル化反応、およびリボソーム上でのペプチド結合生成反応の詳細なメカニズムを明らかにし、その知見をもとに、安定で確実なタンパク質合成システムの構築を目指す。また、RNA 酵素（リボザイム）の作用機序の解明をアグリ・バイオ研究への発展につなげる基礎研究も行う。

十島　二朗

「植物の生産性を制御する分子機構に関する研究」

植物の生産性の制御にはタンパク質の生成と分解のバランスが大きく関わっており、植物での分解は液胞とよばれる細胞内器官で行われている。本年度、私達は液胞でのタンパク質の分解における低分子量 G タンパク質 Rab7 の新しい活性化機構を明らかにした。また、液胞の酸性化に関わる V 型 ATP アーゼについて、ヒトと酵母の機能の相補性について検討し、13 種のサブユニットの中で 9 種類が相補することを明らかにした。

清水　公徳

「A. nidulans の二次代謝産物産生および C. neoformans の病原性に関する研究」

A. nidulans のカビ毒ステリグマトシスチン産生に関して、タンパク質糖鎖化酵素（Pmt）の関与について解析した。A. nidulans は 3 個の Pmt（PmtA、PmtB、PmtC）をもつが、このうち PmtC を欠いたとき、最もステリグマトシスチンの生産が減弱することを見出した。C. neoformans の糖質加水分解酵素遺伝子 DLH1 がジアゾニウム塩（Fast Blue B）に対する染色性に必須であることを見出した。現在、DLH1 と病原性の関連について解析中である。

朽津　和幸

「米の品質制御（イネ種子の発達･登熟）におけるオートファジーの役割に関する研究」

オートファジー（細胞内自食作用）能を欠損したイネの変異体において、稔実種子が、澱粉蓄積異常により白濁する、すなわち品質が低下したくず米と同様の状態になることを見出し、オートファジーが種子登熟における代謝制御に重要な役割を果たすことを発見した。オートファジーを制御することにより、米の品質低下防止技術の開発に繋がる可能性が示唆された。

佐竹　信一

「実験と数値計算を用いたシチトウイの剛性モデリングと穂波シミュレーション」

穂波のシミュレーション技術構築のための基礎研究として、シチトウイの動特性モデリング技術の確立を目指す。シチトウイの曲げこわさを計測するとともに振動数も計測した。断面形状を明らかにし、緩やかにテーパーを与えた数値モデルが実験結果とよく一致した。

石川　仁

「乱流の物質輸送特性を利用したイネの生育向上に関する研究」

本研究は、乱流中の渦の優れた物質輸送特性を利用して CO_2 を積極的に作物に供給し、生育を向上させるための基礎実験を風洞試験にて行うものである。造花のイネモデルを作成し、イネ群周囲流れの速度場・放出渦の様子を風洞実験により測定した。本年度は形状、しなりなど個体差もつイネモデルをランダムに圃場に配置した際、輸送特性にどのような影響を及ぼすかを調べた。

石黒　孝

「逐次赤外分光顕微鏡及び LED 光照射赤外分光顕微鏡の創製」

光合成をはじめとする水中生命化学反応変化を逐次定量評価するための透過赤外分光顕微鏡を作製している。吸光度の安定した計測に必須のマイクロリアクタ作製に新たにリソグラフィ技術を取り入れたプロセスの最適化を行った。また光合成反応観測用の赤色、青色 LED 照明システムを作製し特性評価を行った。

安盛　敦雄

「植物の成長制御を目指したガラス上への着色ガラスコーティング」

本年度は、シロイヌナズナの生育実験について Co 添加ガラスと無添加ガラス（着色剤無しで作製したガラス）の窓材から光質の影響、無添加ガラスと板ガラス（コーティング無し）の窓材から光量の影響について調査した。無添加ガラスおよび板ガラスの葉数と葉面積は Co 添加ガラスに比べて増大する傾向だった。また、無添加ガラスと板ガラスに比べ、Co 添加ガラスの葉身長に対する葉柄長の割合は増加する傾向だった。

「植物工場を指向した発光性希土類錯体含有 PMMA 板の太陽光波長変換特性の調査」

太陽光を波長変換し効率的に光合成が可能な赤色光を増加させる窓材として、赤色に発光する Eu 錯体含有 PMMA（ポリメタクリル酸メチル）板の作製を試み、その光学特性の調査とリーフレタスの栽培実験を行った。その結果、高強度の赤色（617nm）発光板の作製に成功した。赤色発光増強により、葉身幅と乾物重が増大する傾向がみられた。赤色光増強は、レタス幼苗の成長を促進し、植物工場の新規光源への利用が期待される。

古宮　裕子

「両生類を用いた水質モニタリングシステムの開発」

水田域に生息する生物の中でも両生類は特に水質変化に敏感に応答する生物として知られている。2011 年以降、一部の水田では農作物の放射性セシウム取り込み防止のため、高カリウム施肥が行われているが、高カリウム施肥が水田域生息動物へ与える影響の解析はほとんどない。本研究ではアフリカツメガエル幼生を高カリウム培地で培養し、発生過程への影響の解析を試みた。その結果、高カリウム含有培地で培養した胚は発生過程に遅延が認められた。しかし、原腸形成や神経管形成などの発生過程そのものに大きな異常は見られなかった。今後は変態期、成体期、また繁殖力へ与える影響なども解析することで、水田の水質と生態系の関係性を明らかにできると期待される。

太田　尚孝

「シアノバクテリアの細胞肥大化に関する研究」

シアノバクテリアの一種である Synechocystis は、酸性ストレス下において細胞を 2-3 倍に肥大化することが報告されている。そのため、有用な物質生産のプラットフォームとして利用できると考えた。しかし、その細胞肥大化の原因および、その生理的な意義は不明である。そこで、肥大化に関与する遺伝子の同定とその原因究明することを目的とした。その結果、細胞分裂タンパク質 FtsZ を分解する ClpXP が酸性ストレス下における肥大に関与することを明らかにした。

「シアノバクテリアのバイオフィルム形成に関する研究」

シアノバクテリアは、様々なストレスに対して応答する生物であり、その一つがバイオフィルム形成である。これまでに、細胞外タンパク質である Sll1951 を失った株は、バイオフィルムを形成しないことを見出した。しかしながら、シアノバクテリアにおけるバイオフィルム形成の詳細なメカニズムは明らかとなっていないため、この形成機構の解明とストレス耐性との関りを明にすることを目的とした。その結果、ストレスの種類によって形成するバイオフィルムの組成が異なることが明らかとなった。

吉原　利一

「植物の非必須元素吸収・耐性機構に関する研究」

福島第一原子力発電所の事故由来の放射性 Cs の推移について、特に樹木／森林における動態を中心に追跡調査を行っている。2018 年度は特にサクラ枝葉における周年的変化について、特に落葉期の葉から樹体への還流、越年芽への転流を明らかにした。また、積算線量計を用いた簡易測定手法の開発においては、2017 年度に明らかにした山林における空間線量の経時的測定結果を精密に分析し、林内における ^{137}Cs の物理的壊変に伴う減衰率を上回る線量の低下が季節的な枝葉の脱落に伴うものであることや、降雨との関連性（降雨時に線量が低下するが好天時に元の線量に戻ること）が土壌水分含有量と相関することなどを明らかにした。

河地　有木

「植物 RI イメージング技術による炭酸同化産物の動態解明研究」

C-11 標識二酸化炭素と RI イメージング技術等を活用した同化産物転流メカニズムの解明を進めてきた。特に、生合成と分配に関与する FLO2 遺伝子に着目し、シロイヌナズナの欠損変異体の細胞内可溶性糖を分析し、糖代謝への影響を調べている。これまでに報告してきた未同定の糖を高速液体クロマトグラフィーで定量したところ、野生型との間で葉蓄積量に有意な差が見られるなど FLO2 遺伝子による制御が示唆されており、主に質量分析計を用いた物質の同定を進めている。

木下　哲

「種子形成過程におけるエピゲノム制御機構の解明」

生殖過程での DNA 脱メチル化によるエピゲノム情報のリプログラミングは、種子サイズを制御しているが、その分子機構は未解明な部分が多い。本年度は、日米の国際共同研究を中心にイネの花粉にておこるエピジェネティックなリプログラミングに関して報告した（PNAS 2019）。また、Nature Plants 誌にオス・メスのゲノムのせめぎ合いに関して、News&Views を執筆し、プレスリリースを行った。

相馬　亜希子

「バクテリアの機能性低分子 RNA の機能と転写後プロセシングの解析」

枯草菌 tRNA のアンチコドン修飾の合成酵素遺伝子を同定し、その反応機構の生化学解析を行ったところ、大腸菌のホモログの機構とは異なる機構であることが分かった。当該の修飾塩基は 2 種のバクテリアにおいて、機能的な収斂進化によって異なる合成機構により出現したと考えられる。また、病原性大腸菌 O157 株より新規 ncRNA を同定し、病原性遺伝子群の発現制御に関与することを突き止めた。

ものこと双発研究部門

ものこと双発研究部門について

1. 概要

グローバルな生産力の中心が中国に移り、かつて世界の工場と言われた日本は新しい価値創造にシフトしなければならない。期待されていた情報機器産業は、「機器」という言葉に縛られ、いわゆる情報家電の範疇での「ものづくり」競争に終始する間に、ICT のシステム進化に乗り遅れてしまった。グローバルには GAFA による情報通信プラットフォームが確立され、有形／無形の価値提供・ないしは価値支配がシステムとして共創・提供されており、既に従来の産業構造では分類のできないシステムが出来上がっている。しかるにわが国産業は ICT による新しいビジネス展開の波から完全に外され、新たな暮らし、ビジネスのあり方を提案するというよりは、GAFA が切り拓く ICT インフラを部分的に享受する“ものづくり”に留まっている。しかし、昨今の 5G 技術をめぐる米・中のせめぎあいが示すように、米国優位に展開してきた情報通信プラットフォームにも技術的にも経済的にも飽和感が見えてきている。同時に中国における ICT 技術の社会展開への倫理的懸念も広がってきている現状がある。

一方、資源の枯渇、地球の気象危機（地球温暖化）などの環境拘束条件もグローバルには久しく無視され続けてきたものの、さすがに 10 数年来ますます顕在化する気候の凶暴化に、座視できない危機感が欧米先進国を中心に無視できない広がりをみせている。市場経済主導の大量生産・大量消費・大量廃棄の社会システムの限界と人類の終焉が先進的社会問題として視野に登ってきている。

以上のような変化の中で、世界はこれまでの通例を転換させる新しい“こと”、へのニーズが発生してきており、それを届けるには新しい“もの”が必要となる。新しい“もの”には新しい“こと”が必要となるという基本視点に立って、旧来の大量生産・大量消費・大量廃棄という“地球消費型ものづくり”が主体の産業構造から、環境センシティブな“もの・ことづくり”へと変革発展させる道筋を、製造・サービス・IT の観点から調査・研究し、広く社会に啓蒙して新しいビジネスデザインを提案することが本研究部門の目的である。

“ものこと”という概念のツールとなる金融市場のあり方や ESG (Environment, Society, Governance) 投資のあり方を上場会社の報告書を元に投資実績の予測を含めて行なう部門を設立し (2016 年度)、“もの・ことづくり”によって新しいビジネスへと導くプロセスの検討を始め、投資企業との共同研究も実施した。かつまた、“もの”の本来の目的・効用をそもそも論的に見直し、“もの”無き“こと”まで議論を進めた。また、ものこと研究の中で、17 件の SDGs への取り組みを始める試みを行った。

以上、2019 年度研究報告として、ものこと研究部門のミッション再定義と研究の更なる方向付けを記した。

2. 部門の構成と施設設備（2015-2019）

- サービス IT：社会のサービス化全般について、製造／サービス問わず効率化・情報化・価値均質化について検証する。
- ものことづくりマネジメント：グローバル展開へと変容が進む昨今のマネジメントシステム転換のプロセスないし人材／組織について技術経営面から研究する。
- コンピュータ・データサイエンス：データと人間社会との関係性について、システムの相互運用性・データ解析・セキュリティ／プライバシー・現実世界へのフィードバック手法などを対象に研究する。
- 実践ケース：サービスや継続ビジネスなど“ことづくり”に視座をおいた実践ケースを調査する。
- Design Thinking：デザイン思考アプローチを調査する。
- Fintech：付加価値を創造し新しい金融サービスを顧客に提供するためのパラメータを調査する。
- オープンイノベーションによる企業の開発テーマの高付加価値化。
- 「もの」の効用である「こと」の突き詰めと「もの」のイノベーション。

以上の研究部門の構成図を、図 1 に示した。

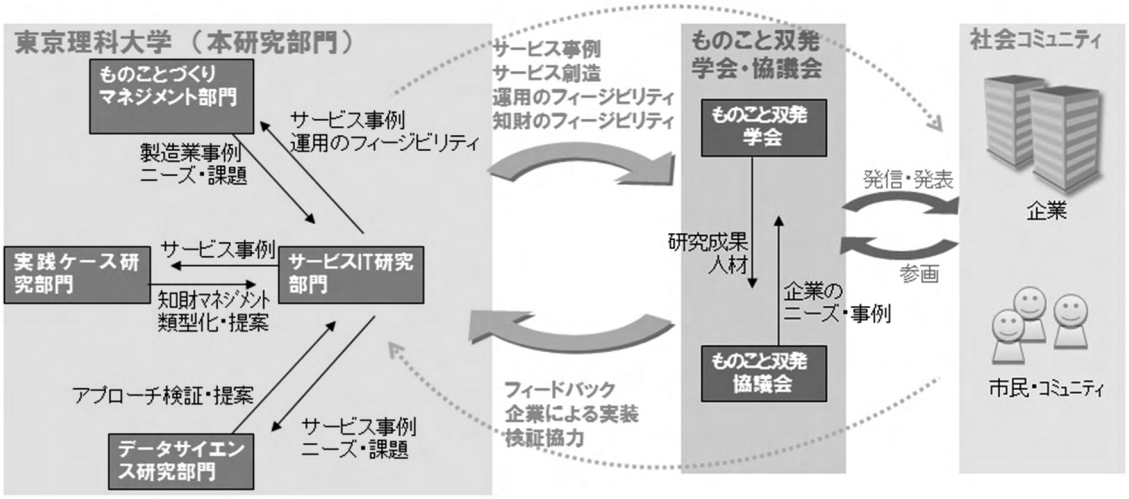


図 1　研究部門の構成

3. 活動報告

2019 年度の活動も基本的にこれまでと同じく図 2 に示す組織枠組みの中で行った。

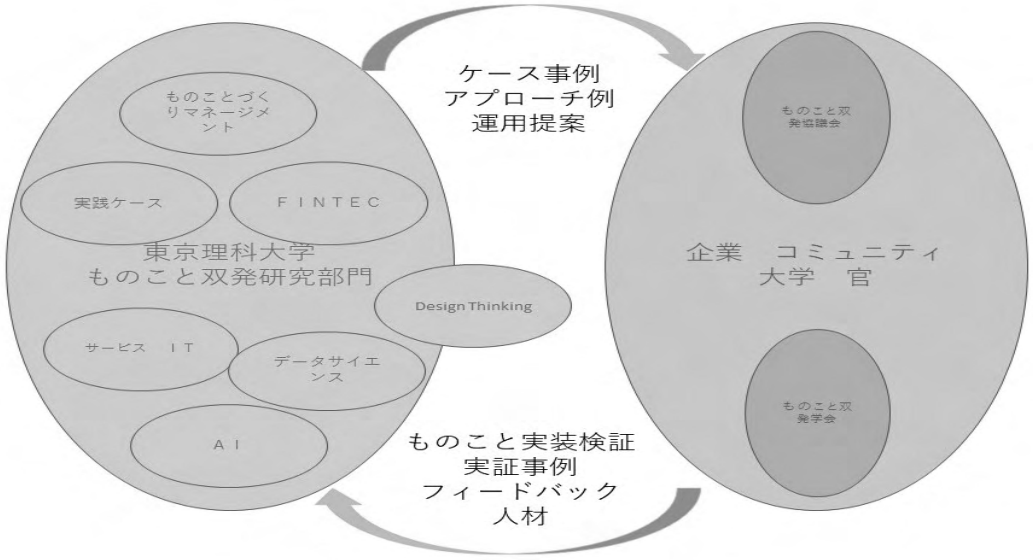


図 2　研究部門と産官学連携の組織枠組み

具体的活動は以下の通り。

3. 1. ものこと双発研究会：10 回開催

2019 年度テーマ「現実処方としての『ものこと』コンセプトの実証に向けて」ワーキンググループは、以下の 2 件を 2019 年度通期で動かした。

＜ワーキンググループ 1＞

：究極のものことである感覚・感性のビジネス化　情報プラセボの深掘り

人類は各種酒類、たばこ、コーヒー、茶など嗜好品を手放せない。しばしば非合理的なほどの経済的負担を払ってでもそれを求め、場合によっては、反社会的行動などの問題や犯罪に発展す

ることさえある。嗜好品としての「もの」のもたらす「こと」を突き詰めて考察すると、快感、安心感、解放感などの感覚に行き着く。そこで、それらの「こと」を代替手段（広義の「もの」）で実現できれば、本人にも周囲や社会にも有害な嗜好品を追放することができると期待される。無害なプラセボ（疑薬）を使って、脳内の「こと」に働きかけるデジタル治療（デジタルセラピューティクス）の流れを応用して、これにアプローチしようとするものである。具体的にはタバコを吸った気分を実現するタバコアプリ、お酒を飲んだほろ酔い気分を実現する酒アプリ、などを考察している。

＜ワーキンググループ 2＞

：妄想から解きほぐす SDGs（特定事業や企業で見切られた技術を持ち寄って、新しい「こと」に結びつける試み）

「ものことづくり」および「ものことづくりマネジメント」の実践ケースに関する研究は、主に「ものこと双発学会・協議会」に属する大学教員、国立研究所員、企業経営者・研究開発技術者・企画部門などの幅広い有識者と協働して行われ、企業の壁を越えて、技術を融通したらどのようにイノベーションが発生するか、いわばオープンイノベーションクラスターともいうべき仕組みを構想し、実際にメンバー所属企業から「休眠特許」や開発に見切りを付けられた「休眠技術」を持ち寄り、活用や転用を検討した。参加メンバーの企業数社から見切り技術を持ち寄り、シュンペーターの言うところの「新結合」の形成を試みた。特に環境問題を解決すべく、国連の提唱する SDGs をターゲットにメンバーに所属企業の事業範囲の縛りを忘れた「妄想」を促すことで何台の SDGs 攻略を試みた。そのプロセスは 17 件の SDGs について、①実現を妨げているタブー(たとえば自国の産業崩壊など）の明確化。②そのタブーの回避策、解消策は何か。③その SDG の実現策の具体化。の 3 ステップで議論を進めた。ここには東京理科大学オープンカレッジ 2019 秋冬期 A04 コース MOT 入門 ハイテク MBA への誘い「妄想・直感で経営を創造する」の、エッセンスを援用した。

3. 2. 発信

ものこと研究発表会の実施

ものこと双発学会 2019 年度研究発表大会を、以下のように企画したが、COVID-19 の流行によって延期した。延期後の再開（Web 形式）日程は未定である。

日程：2020 年 3 月 21 日

場所：PORTA 5F P51 教室他

発表論文予定：前項の WG1、WG2 の研究結果ほか、約 20 件の論文発表予定。

海外コンファレンス発表

EU Global Forum “Things and Systems on IoT/5G era” Oct 7th 2019 at Angers France, Yoshio Tanaka 田中芳夫教授

3. 3. その他

ものこと双発学会・協議会の法人化

5 年間のものこと双発部門汚研究やアクティビティを盛り込んで、ものこと双発学協会の法人化を進めている。（一般社団法人）ものこと双発推進（2020 年 3 月発足）であり、東京理科大内のものこと双発研究部門のアクティビティを「社会化」したものである。

4. 研究活動の展望

2019 年度も終わろうとする 2020 年 2 月、新型コロナ感染症の影響が出始め 3 月には、既に述べたように、研究発表会も延期止む無しの状況に至った。その後もコロナ感染症対策は拡大し、マスク着用、外出自粛、在宅勤務、オンライン授業等とこれまで平常時には、日本の社会に於いて実施されなかったような勤務形態や会議形態が、驚くべきスピードで日本社会に拡散していった。この事態は、「1. 概要」に述べた、「もの」から「ものこと」への移行にも影響を与え、対面会議とオンライン会議での「こと」の違いは何か、そもそも本当に違いがあるのかと言った問題提

起。また、「対面」を実現する「もの」としての交通機関と、「オンライン」を実現する「もの」としての通信インフラや Web 会議ツールとで得られる「こと」の差異はあるのか、あるいは、無いのかなど、豹変してしまった日常を前に、「もの」と「こと」あるいは「ものこと」を、コロナ禍以前よりも鮮明に意識することが求められ且つ可能になったと考えている。その意味で、ものこと研究院のテーマである「ものこと」は、現在霞の向こうにあって見えない、ポストコロナの世界の構想、想像、対応に指針を与えるものとなるであろう。その意味で、「ものこと研究部門」は、2019 年度で終了するが、この研究概念は、法人化された「ものこと双発推進」に引き継がれ、現に、ポストコロナ時代の事業構想などのテーマで動き出していると聞く。まさにこれが、ものこと研究活動の展望と言えよう。

5. むすび

ICT の進化が、今までにない新しい価値提供のシステムとして共創・提供され、従来の産業分類やビジネスモデルの枠組みを変えている。我が国の産業の強みであった品質・コスト・大量生産のベストプラクティスはそのままでは通用しない分野で、このままでは海外勢の ICT ベンダーや、それらと共に変革をおこした多様な企業の後塵を拝することになる。本研究部門は、2019 年度をもって終了したが、今後も多様性ある産学官との議論を繰り返しながら、新しい波として訪れている、脱大量生産・大量消費・大量廃社会、ポスト市場至上主義、Fintech、AI、BI（ベーシックインカム）などもいちはやく議論の中に取り組み、その本質を研究し、“ものづくり”と“ことづくり”の融合を新たな学際分野としてポストコロナ時代に確立したいと考えている。

主要な研究業績（2019 年度分）

学会・シンポジウムによる議論発信

１．ものこと双発学会（後援）「2019 年度年次研究発表大会」, 2020 年 3 月（上述 延期）

招待講演

１．EU Global Forum Oct 7th 2019 at Angers France, “Things and Systems on IOT/5G era”, Yoshio Tanaka 田中芳夫教授

研究課題（研究者別）

石垣　綾

「究極のものことである感覚・感性のビジネス化　情報プラセボの深掘り」

人類は酒類、たばこ、コーヒー、茶など嗜好品を手放せない。嗜好品としての「もの」のもたらす「こと」を突き詰めて考察すると、快感、安心感、解放感などの感覚に行き着く。これらの「こと」を代替手段（広義の「もの」）で実現できれば、健康的でない嗜好品を追放することができる。無害なプラセボを使って、脳内の「こと」に働きかけるデジタル治療の方法を応用して、これにアプローチしようとする研究である。

坂本　正典

「妄想から解きほぐす SDGs（特定事業や企業で見切られた技術を持ち寄って、新しい「こと」に結びつける試み）」

企業の壁を越えて、技術を融通したらどのようにイノベーションが発生するか、いわばオープンイノベーションクラスターともいうべき仕組みを構想し、実際にメンバー所属企業から「休眠特許」や「休眠技術」を持ち寄り、シュンペーターの言うところの「新結合」の形成を試みた。特に国連の提唱する SDGs をターゲットにこの「新結合」を試みる研究である。

大気科学研究部門

大気科学研究部門について

1. 概要

2016 年 4 月に活動を始めた大気科学研究部門も 4 年目を終えようとしている。今年度は新たに帝京科学大学の和田龍一先生に客員をお願いし、3 月 6 日現在のメンバーは、学内 7 名、学外 22 名である。また、今年度も、植松光夫先生、中島映至先生、藤田慎一先生にアドバイザリー委員をお願いした。

なお、3 月 28 日に予定していた部門第 4 回成果報告会は、新型コロナウイルス対策のため中止となった。

2. 部門の構成（2020 年 3 月 31 日現在）

（部門長）
三浦　和彦　東京理科大学理学部第一部教授　大気物理学
（学内分担者）
仲吉　信人　理工学部土木工学科准教授　水文気象学
永野　勝裕　東京理科大学理工学部教養講師　環境放射線科学
西川　雅高　東京理科大学環境安全センター副センター長　環境化学
野島　雅　　東京理科大学総合研究機構講師　分析化学
橋本　巖　　東京理科大学理学部第一部嘱託教授　回折結晶学
森　樹大　　東京理科大学理学部第一部嘱託助教　大気科学
（客員教授）
青木　一真　富山大学大学院理工学研究部教授　大気物理学
五十嵐康人　京都大学複合原子力科学研究所教授　地球化学
大河内　博　早稲田大学創造理工学部教授　環境化学
長田　和雄　名古屋大学大学院環境科学研究科教授　大気化学
財前　祐二　気象研究所環境・予報研究部室長　エアロゾル科学
中島　孝　　東海大学情報デザイン工学部教授　大気物理学
速水　洋　　電力中央研究所環境科学研究所上席研究員　大気化学
三隅　良平　防災科学技術研究所水土砂防災研究部門部門長　大気物理学
（客員准教授）
浅野　比　　山陽小野田市立山口東京理科大学共通教育センター・准教授　環境化学
足立　光司　気象研究所全球大気海洋研究部主任研究官　環境科学
岩本　洋子　広島大学大学院統合生命科学研究科准教授　地球化学
加藤　俊吾　首都大学東京都市環境学部准教授　大気化学
鴨川　仁　　静岡県立大学特任准教授　大気電気学
工藤　玲　　気象研究所気象観測研究部主任研究官　大気物理学
小林　拓　　山梨大学大学院医学工学総合研究部准教授　大気物理学
櫻井　達也　明星大学准教授　大気物理学
竹谷　文一　海洋研究開発機構主任研究員　大気化学
松木　篤　　金沢大学准教授　大気物理学
（客員研究員）
齊藤　伸治　東京都環境科学研究所研究員大気化学
當房　豊　　国立極地研究所助教　大気物理化学
矢吹　正教　京都大学助教　大気物理学
（アドバイザリー委員）
植松　光夫　埼玉県環境科学国際センター　総長
中島　映至　宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター　参与
藤田　慎一　電力中央研究所 名誉研究アドバイザー

3. 活動報告

部門のメンバー全員の成果は、大気科学研究部門第 4 回成果報告会要旨集[2)]に書かれている。ここでは、成果報告会のプログラムを記す。

口頭発表

【大気境界層～自由対流圏】

都市域での大気中水素濃度変動要因の検討　加藤　俊吾
偏波レーダを用いた 2019 年台風第 19 号に伴う豪雨の解析　三隅　良平
首都圏のオキシダント高濃度事象を対象としたゾンデ観測について　櫻井　達也
アンモニア濃度の短時間変化をもたらす要因　長田　和雄
最近の $PM_{2.5}$ 濃度の変化と排出量変化の影響　鵜野伊津志
日本に飛来した典型的黄砂と発生源土壌の関係　西川　雅高
能登半島におけるエアロゾル粒径分布長期トレンド　松木　篤
つくばで観測された新粒子生成の特徴と CCN 個数濃度の関係　財前　祐二
山岳および都市大気エアロゾルの新粒子生成、成長、雲生成に関する研究　三浦　和彦
都市大気および自由対流圏大気中マイクロプラスチックの実態解明　大河内　博

【海洋・極域大気】

黒潮域への大気起源窒素の沈着量の推定　岩本　洋子
Barrow で長期観測した黒色炭素粒子の湿性沈着量の季節変化　森　樹大
森林火災から放出される球状有機エアロゾル粒子　足立　光司

【光学特性・放射】

船舶用オリオールメータの開発　小林　拓
全天カメラを使った雲の光学的厚さの分布の推定　工藤　玲
ダストエアロゾルの光学的特性について　青木　一真
衛星からの雲特性観測による雲成長ステージの把握　中島　孝

ポスター発表

富士山におけるラドン濃度の日変動　永野　勝裕
静電噴霧法によるエアロゾルの質量分析に関する研究　野島　雅
画像処理を用いた小型かつ安価な雨滴計の開発　小野村　史穂・仲吉　信人
大気汚染物質の動態解明に係わる研究　－連携大学院（電力中央研究所）の研究活動－　速水　洋
大気中粒子状物質の XAFS 分析　浅野　比
大気汚染物質起因雷活動研究のための広域雷検出ネットワーク構築　鴨川　仁
日本海に沈着する大気窒素化合物の海洋生態系に及ぼす可能性評価　竹谷　文一
NO2 光分解コンバータの開発と富士山頂観測への応用　和田　龍一
走査ライダーによるエアロゾル空間分布の計測　矢吹　正教
都内における $PM_{2.5}$ 中有機成分の特徴　齊藤　伸治
北太平洋西部で採取したアジアンダスト粒子の内部構造　上田　紗也子
スカイラジオメータを用いた富士山頂におけるエアロゾル観測　桃井　裕広
カンボジア・シェムリアップ アンコール地域における大気汚染と熱帯性豪雨の化学組成に及ぼす影響　梶川　友貴
富士山体を利用した大気境界層上層および自由対流圏における酸性ガスおよびエアロゾルの観測（4）：富士山南東麓における長期トレンド　矢田　崇将
大気中マイクロプラスチックの標準操作プロコトルの確立　吉田　昇永
西部北太平洋で捕集したエイジングブラックカーボンの混合状態　吉末　百花
スカイラジオメータによる放射計測のための雲判別法の研究　安齊　真央
山岳部と都市部における新粒子生成イベントおよび粒子成長に関する研究　五十嵐　博己
富士山麓及び東京スカイツリーで捕集されたブラックカーボン粒子の形状と混合状態　市毛　友彬

2019 年夏季に富士山頂及び山麓でその場観測されたエアロゾルの光学特性　乾　諒介
東京スカイツリーで長期地上観測した雲凝結核特性に関する研究（2018-2020 年）　横山　晶美
瀬戸内地域における高濃度 $PM_{2.5}$ の発生現況に関する研究　～岡山県倉敷市と観音寺市における $PM_{2.5}$ の動態～　伊賀　悠太
東京スカイツリーで観測された新粒子生成及び粒子成長イベントの観測　丑久保　裕太
富士山麓太郎坊に輸送された二次粒子の成長及び生成過程に関する研究　大藪　良祐
東京におけるエアロゾルの吸湿特性　岡田　寛史
2016-2018 年の東京スカイツリーにおけるエアロゾルの雲凝結核特性　加地　一真
富士山頂および山麓におけるエアロゾルの光学特性　田中　賢人
積雪時期における立山連峰と越前岬に沈着した BC 濃度の比較　土屋　菜々子
都市大気における大気汚染物質の鉛直混合について　野村　朋香
富士山頂と山麓太郎坊で観測した気柱全体のエアロゾルの光学特性　新沼　拓
富士山頂・太郎坊で捕集したエアロゾルの個別粒子分析　牧野　脩哉
ポータブル測定器による大気汚染物質の測定　辰巳　紘奨

3. 1. 山岳および都市大気エアロゾルの新粒子生成、成長、雲生成に関する研究

エアロゾル粒子は太陽光を直接散乱・吸収することにより直接的に、また、雲凝結核となり雲のアルベード・寿命を変えることで間接的に気候に影響するが、いまだ理解の水準は低い。特に雲調整効果に関しては、いまだ大きな不確かさを持っており科学的理解度が低い。そのため、さまざまな地域で雲凝結核（CCN）特性を測定する必要がある。我々は、エアロゾル高濃度の原因となる新粒子生成（NPF）過程、雲凝結核への成長、雲生成過程の機構解明を目的に、山岳大気に関しては夏期のみであるが 2006 年から富士山頂にある気象庁旧測候所において、都市大気に関しては 2016 年から東京スカイツリー（TST）458m で観測している。どちらのプラットホームも雲に覆われることが多く、雲生成過程の実験場所として最適である。

3. 1. 1. 都市大気

防災科研、極地研との共同研究により、TST の 458m において走査型移動度粒子分析計（SMPS）と雲凝結核計（CCNC）の連続観測により、新粒子生成、成長、雲生成に関する研究を継続した。4 月、7 月にインパクターで粒子を捕集し、主に黒色炭素（BC）の形態観察を行なった。光散乱式粒子計数器（OPC）により、加湿状態での測定を行い、湿度特性を調べた。また、電中研が 320m で測定している $PM_{2.5}$、ガス成分の解析を行い、電中研が周辺で測定しているシーロメータから推定した境界層高度と比較した。

環境省推進費（代表 長田）は昨年度で終了したが、引き続き、都環研で OPC により湿度特性の実験を行なった。

3. 1. 2. 山岳大気

7 月 10 日～8 月 21 日に富士山頂と太郎坊にて粒径分布、ネフェロメータの観測をした。また、インパクターで粒子を捕集した。さらに、初めてスカイラジオメータ（SRM）の同時観測を行い、太郎坊・山頂間のカラムの光学特性を調べた。SRM は太陽を光源とするため、観測視野に雲が入ると正しくエアロゾルの光学特性を測定することができない。そこで、雲判別法の研究も行った。

3. 1. 3. 海洋大気

電中研による瀬戸内海での観測の補助データとして、岡山県と香川県の大気汚染常時監視測定局のデータを解析した。また、白鳳丸 KH-17-5 航海の解析結果の考察を進めた。また、越前岬の積雪中の黒色炭素（BC）濃度を調べ、立山室堂平の積雪中の BC 濃度と比較した。

3. 2. スカイラジオメータによる放射計測のための雲判別法の研究

エアロゾルは太陽光を散乱、吸収することにより地球の放射収支に影響を与えるが、その推定値の不確かさは未だ大きい。スカイラジオメータは地上から大気上端までの大気の情報を自動的に得る有用な分光放射計であり、様々な場所で長期観測に利用されている。しかし、太陽を光源とするため、観測視野に雲が入ると正しくエアロゾルの光学特性を測定することができない。そこで目視観測により雲の有無を確認しているのが現状である。

本研究では多くの観測場所で雲判別を適切に行う手法を開発するために、都市の代表として東京理科大学神楽坂キャンパス 1 号館屋上（35.699° N, 135.741° E:神楽坂）と郊外の代表として気象研究所（36.056° N, 140.125° E:つくば）で得られた直達光データを用いて、(a) 物理量の変動に閾値を設けた判別方法、(b) 機械学習（決定木）を用いた判別方法を検討した（図 1)。また、(c) Smirnov et al. (2000) を参考に改良した方法とも比較することで、最適な雲判別方法を決定した。用いた物理量は光学的厚さ（τa）と粒径分布の指標（α）と大気混濁度の指標（β）の平均値、標準偏差と変動係数である。

神楽坂とつくばにおいて、9, 12, 15 時（JST）に「太陽面に雲がかかっているか、いないか」の目視観測を行い、各手法を評価した。(a) の判別ではそれぞれの物理量の頻度分布から閾値を定め、その閾値よりも大きい値を雲と判断した。(b) は tree 構造を用いて分類する方法であり、最適な変数・データに対して機械が適当な条件（物理量の閾値）を決定することで雲のあり・なし判別を行った。その結果、頻度分布から閾値を定める方法が最もよく雲を判別できることがわかった。さらに、その中でも神楽坂のデータにより閾値を定めた方法は、つくばのデータに適用させたときに 89%以上の適合率・F 値を保てたため、他サイトにも適用できることが期待される。

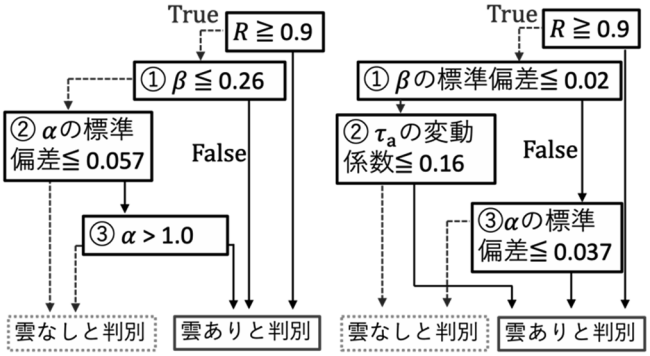


図 1　決定木（左：神楽坂、右：つくば）

表 1　神楽坂・つくばそれぞれの雲判別結果

データ	神楽坂				つくば			
方法	(aKAG) 閾値	(aTUK) 閾値	(b) 決定木	(c) Smirnov	(aKAG) 閾値	(aTUK) 閾値	(b) 決定木	(c) Smirnov
適合率	95.3	96.7	96.3	91.7	89.2	91.1	74.0	84.5
F 値	86.3	83.1	84.3	80.1	89.1	89.2	84.2	84.5

3. 3. 富士山頂における日中と夜間に発生する新粒子生成イベントの長期観測

2006～2019 年の夏季に富士山頂において大気観測を行った。エアロゾル個数粒径分布の観測結果から、年々粒子数濃度が減少している傾向が見られた（図 2）。その中でも、核生成モード（粒径 25nm 以下）の減少率が一番大きく、17.8%減少していた。そこから、富士山頂における NPF の発生頻度の減少や NPF により発生する粒子数濃度の減少が考えられた。その理由として、近年日本や東アジア圏で前駆ガスとなる人為起源ガスや微小粒子の排出量の規制が行われてきたことが要因の一つに挙げられる。

富士山頂で観測された NPF イベントは、全観測期間 541 日中 291 回観測された（表 2）。その中でも日中イベントは 49.8%（145 回）、夜間イベントは 50.2%（146 回）だった。また、近年日中イベントが増加する傾向が見られた。イベントを発生時刻別に見ると、日中は 8 時・12～13 時、夜間は 20 時にイベント観測数のピークを持つことがわかり、主要な発生プロセスが 3 つあることが考えられる。成長時間別に見ると、2 時間以上成長しているイベントが 8 割以上確認できた。また、GR は 40 回のイベント中で算出でき、1.7～9.9nm/h となった。また、夜間より日中の GR の値が約 1.5 倍大きいことがわかり、日射があることによって成長が早まり、雲凝結核になりやすいことが示唆された。

また、日中・夜間イベントの個別解析を行った結果、日中イベントは硫酸濃度、夜間イベントは VOCs 濃度が高濃度時にイベントが発生しやすくなることが示唆された。また、それらの増加要

因として富士山及び中部山岳域で発生した谷風の影響が一つの要因であると考えられる。また、夜間の発生頻度が減った要因の一つに、VOCs を含む空気塊の中のイソプレン濃度が上昇したことによる影響が考えられる。

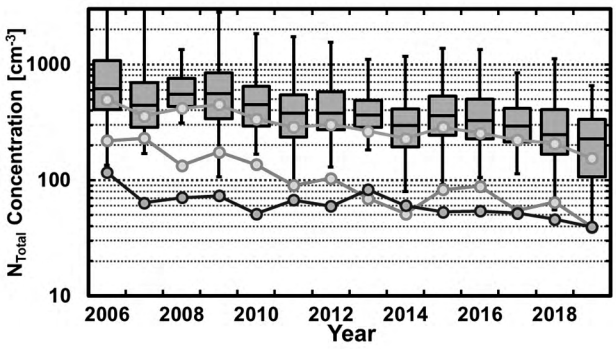


図 2　2006～2019 年の総粒子数濃度（箱ひげ）とモード（核生成、エイトケン、蓄積）平均値の経年変化
粒径範囲は総粒子（14.9～148.6nm）、核生成モード（14.9～24.6nm）、エイトケンモード（26.4～96.5nm）、蓄積モード（103.7～148.6nm）とした。

Year	Sample days	Total events	Daytime events		Nighttime events	
		Times	Times	Fraction [%]	Times	Fraction [%]
2006	45	11	8	72.7	3	27.3
2007	39	20	5	25.0	15	75.0
2008	38	12	3	25.0	9	75.0
2009	40	28	8	28.6	20	71.4
2010	39	23	9	39.1	14	60.9
2011	41	28	14	50.0	14	50.0
2012	35	25	7	28.0	18	72.0
2013	35	22	6	27.3	16	72.7
2014	34	8	4	50.0	4	50.0
2015	32	21	8	38.1	13	61.9
2016	39	27	21	77.8	6	22.2
2017	40	20	19	95.0	1	5.0
2018	41	25	22	88.0	3	12.0
2019	43	21	11	52.4	10	47.6
Total	541	291	145	49.8	146	50.2

表 2　2006～2019 年におけるイベント観測頻度
日中：5～19 時、夜間：19～翌 5 時、赤文字は各観測年における高い割合のイベントを示す

3. 4. 西部北太平洋で捕集したエイジングブラックカーボンの混合状態

大気エアロゾル粒子は太陽放射を散乱・吸収することにより地球の放射収支に影響を及ぼす。化石燃料や植物由来燃料の不完全燃焼などに伴って発生するブラックカーボン（BC）は太陽光を吸収する粒子の代表格であり、二酸化炭素、メタンに続く正の放射強制力をもつといわれている。BC の放射強制力は、その微物理特性（混合状態、混合している粒子の組成、形状など）に応じて大きく変化するため、それらのパラメータを正確に測定することが重要となる。しかしながら、海上における BC の微物理特性についての観測データは非常に少ないのが現実である。

本研究では、大陸由来 BC の影響が及んでいる西部北太平洋においてエアロゾル粒子を捕集し個別分析することによって、海上における BC 含有粒子の微物理特性およびエイジング状態を明らかにした。

西部北太平洋において海洋大気観測を行い、人為的な影響を受けた大陸由来の気塊を 2 回採取した（図 3）。試料 No.1 と No.2 の大部分は硫酸塩と C-rich 粒子によって占められていた（図 4）。C-rich 粒子の種類を判別するために TEM 画像を確認したところ、ほぼ全ての C-rich 粒子が BC と判別された（図 5）。BC の混合状態を調べたところ、試料 No.1 は Internal mix と Attachment type がそれぞれ約 40%ずつ占めていたが、試料 No.2 は Bare が 50%以上を占めていた（図 6）。また、Internal mix と Attachment type に分類された BC のほとんどは硫酸塩と内部混合していた。また、その硫酸塩のほぼ全てが有機被膜によってコーティングされていた。したがって、両サンプ

ルとも同様の排出源から排出され、同様のエイジング過程を経たものと考えられる。しかしながら、試料 No.2 には Bare な BC が多く含まれていることを考慮すると、試料 No.2 は No.1 よりもエイジングが進んでいない比較的フレッシュな気塊を採取したと考えられる。

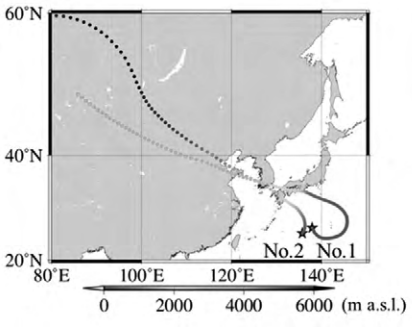


図 3　試料捕集地点と捕集時の後方流跡線
色は高度を表す

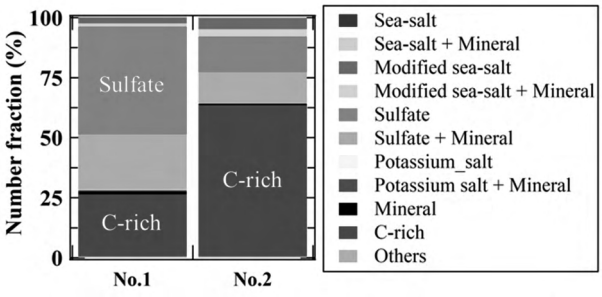


図 4　粒子の分類結果

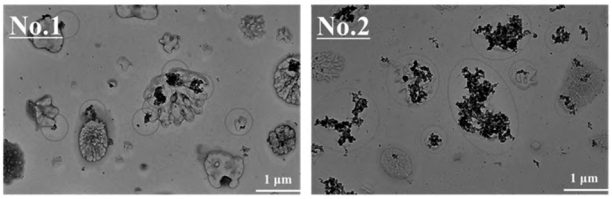


図 5　EDX 分析後の粒子の TEM 画像
丸は BC を示す。

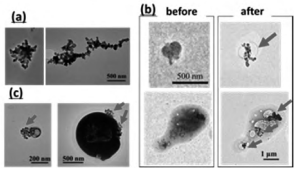
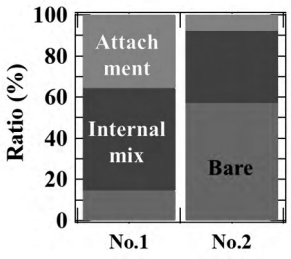


図 6　（左）粒子分類の例



（右）粒子の分類結果

4. 研究活動の展望

富士山での観測は、認定 NPO 法人「富士山測候所を活用する会」として活動している。

東京スカイツリーでの観測は防災科学技術研究所、国立極地研究所との共同研究である（2020 年度まで）。また東京都環境科学研究所との共同研究により東京都環境科学研究所でも観測を行なっている（2020 年度まで）。

研究費を確保し、より一層の共同研究を進め、部門終了後に継続させたい。

参考文献

1）第 13 回成果報告会講演予稿集，認定 NPO 法人富士山測候所を活用する会，pp 98，2020
2）大気科学研究部門第 4 回成果報告会講演予稿要旨集， 東京理科大学総合研究院大気科学研究部門，pp 98，2020
3）三浦ら，大気科学研究部門第 4 回成果報告会講演予稿要旨集，18-19，2020
安齊ら，大気科学研究部門第 4 回成果報告会講演予稿要旨集，66-67，2020
五十嵐ら，大気科学研究部門第 4 回成果報告会講演予稿要旨集，68-71，2020
吉末ら，大気科学研究部門第 4 回成果報告会講演予稿要旨集，64-65，2020

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文（査読あり）

1．Mori, T., Y., Miura, K., et al., Black Carbon and Inorganic Aerosols in Arctic Snowpack, J. Geophys. Res-Atmos., 124, pp 13325-13356, 2019
2．Yoshizue, M., Y. Iwamoto, K. Adachi, S. Kato, S. Sun, K. Miura, M. Uematsu, Individual particle analysis of marine aerosols collected during the North-South transect cruise in the Pacific Ocean and its marginal seas, J. Oceanogr., 75, pp 513-524, 2019
3．Ueda, S., K. Miura, M. Uematsu, et al., Internal Structure of Asian Dust Particles over the Western North Pacific: Analyses Using Focused Ion Beam and Transmission Electron Microscopy, Atmosphere, 11, 78; doi:10.3390/atmos11010078, 2020
4．Kamezaki, K., Iwamoto, Y., Uematsu, M., Miura, K., et al., Tracing the sources and formation pathways of atmospheric particulate nitrate over the Pacific Ocean using stable isotopes, Atmos. Environ., 209, pp 152-166, 2019
5．Wada, R., Y. Sadanaga, S. Kato, N. Katsumi, H. Okochi, Y. Iwamoto, K. Miura, H. Kobayashi, M. Kamogawa, J. Matsumoto, S. Yonemura, Y. Matsumi, M. Kajino, S. Hatakeyama, Ground-based observation of lightning-induced nitrogen oxides at a mountaintop in free troposphere, J. Atom. Chem., 76, pp 133-150, 2019
6．仲吉信人, 長嵜真, 金子凌, メソアンサンブル気象計算に基づく平成 29 年 7 九州北部豪雨のメカニズム調査, およびトリガーとなる気象擾乱の検知, 河川技術論文集, 25, 139-144, 2019
7．Masashi Nojima, Hiroto Mita, Kazuki Hara, Mass separation of water cluster ion beam using two rotating electric fields and sputtering of a polymer thin film, e-Journal of Surface Science and Nanotechnology, Vol.18 p.101-105 (2020)
8．Müller, A., Aoki, K., Tachibana, E., Hiura, T., Miyazaki, Y., Impact of biogenicemissions of organic matter from a cool-temperate forest on aerosol optical properties, AtmosphericEnvironment (2020), doi: https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117413.
9．Igarashi, Y., Adachi, Zaizen, Y., Okochi,H. et al. (2019). Fungal spore involvement in the resuspension of radiocaesium in summer. Scientific Reports, 9 (1), 1-10.
10. Hara, K., K. Sudo, T. Ohnishi, K. Osada, M. Yabuki, M. Shiobara and T. Yamanouchi, Seasonal features and origins of carbonaceous aerosols at Syowa Station, coastal Antarctica, Atmos. Chem. Phys., 19, 7817-7837, 2019.
11. Nakajima, T. Y., et al. (2019). "Theoretical basis of the algorithms and early phase results of the GCOM-C (Shikisai) SGLI cloud products", Prog Earth Planet Sci 6:52.
12. Hayami, H., et al., Spatiotemporal Variations of Fine Particulate Organic and Carbons in Greater Tokyo, Asian Journal of Atmospheric Environment, 13 (3), 161-170, 2019.
13. Misumi, R., et al., "Results of the Tokyo Metropolitan Area Convection Study for Extreme Weather Resilient Cities (TOMACS)", Bulletin of the American Meteorological Society, Vol.100, 2027-2041, (2019).
14. Asano, H., et al., Atmospheric Environment in Sanyo Onoda, Yamaguchi, Japan, from FY2013 to FY2017 -With a Focus on Variation of PM2.5-", Bull. SOCU, 2, pp 25-29, 2019
15. Seguchi, T., M. Kamogawa, et al., Observation of Jumping Cirrus with Ground-Based Cameras, Radiosonde and Himawari-8, J. Meteor. Soc. Japan, 97 (3), 615–632 (2019)
16. Damiani, A, H. Irie, T. Takamura, R. Kudo, P. Khatri, H. Iwabuchi, R. Masuda and T. Nagao, "An intensive campaign-based intercomparison of cloud optical depth from ground and satellite instruments under overcast conditions", SOLA, 15, 198-204, doi:10.2151/sola.2019-036, 2019
17. Uchiyama, A., H. Kobayashi, et al., Nocturnal aerosol optical depth measurements with modified sky radiometer POM-02 using the moon as a light source, Atmospheric Measurement Techniques, Vol.12, No.12, p.6465, 2019.

18. 竹谷文一,“大気－海洋間の物質循環研究－大気物質の海洋表面沈着が海洋低次生態系に及ぼす可能性－”, 表面と真空, 63, 165-170, 2020
19. Choi, Y., Matsuki, A., et al., Regional variability in black carbon and carbon monoxide ratio from long-term observations over East Asia: assessment of representativeness for black carbon (BC) and carbon monoxide (CO) emission inventories, Atmos. Chem. Phys., 20, 83-98 (2020)
20. Luce, H., M. Yabuki, et al., On the relationship between the TKE dissipation rate and the temperature structure function parameter in the Convective Boundary Layer, Journal of the Atmospheric Sciences, 2020. https://doi.org/10.1175/JAS-D-19-0274.1

著書

１．大気環境学会 (編),「大気環境の事典」,(編集幹事) 大河内博, 速水洋,(分担執筆) 三浦和彦, 長田和雄, 松木篤, 朝倉書店, 2019.
２．Nakajima, T., Ohara, T., Uematsu, M., Onda, Y., Ebihara, M., Shinohara, A., Hamajima, Y., Igarashi, Y., Aono, T., Aoyama, M., Takigawa, M. and Saito, K. (2019) Part I. Dynamics of Radioactive Materials in the Environment:1. Introduction : basic concepts regarding the Fukushima accident, radiation and radioactivity, In Environmental Contamination from the Fukushima Nuclear Disaster, Edited by Nakajima, T., Ohara, T., Uematsu, M., Onda, Y., Publisher: Cambridge University Press, 5-49, doi: 10.1017/9781108574273.003
３．長田和雄, 南極の大気エアロゾル, 南極 OB 会 編集委員会 (編),「南極読本 改訂増補」, pp205-209, 成山堂書店, 2019.

招待講演

１．三浦和彦, PM2.5 が気候を変える？, 理窓技術士会第 88 回技術懇話会, 東京, 2019.9.21
２．五十嵐 康人, 第 33 回環境分析化学シンポジウム・第 108 回中国環境分析学会年次総会, 2019 年 5 月 16-17 日, 中華民国, 行政院環境保護部, 環境検査院
３．大河内 博, (2019), 新しい地球大気環境問題：フミン様物質とマイクロプラスチック, 2019 年度 JICA 中華人民共和国「環境にやさしい社会構築プロジェクト（大気汚染対策業務）（第 2 期)」, 大気汚染モニタリング・分析研修, 12 月 16 日, 早稲田大学（東京）
４．Nakajima, T. Y., et al. (2019). Cloud and aerosol products planned by JAXA/JMA earth observing missions. ISPRS-RSAE 2019. Nanjing, ISPRS.
５．岩本洋子, 粒子状物質を介した大気海洋間の物質循環過程に関する研究, JpGU2019, 幕張メッセ, 2019 年 5 月 30 日（日本大気化学会奨励賞受賞記念講演）
６．竹谷文一, 日本エアロゾル学会若手フォーラム（東京), 2020/2/14
７．Matsuki, A. et al., East Asia Forum on Particulate Air Pollution, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Korea, 2019.10.10.

広報

１．西川雅高,「マイウエイ ; 私の研究原風景は粒子状物質」, エアロゾル研究, 34 (4), 228-230 (2019)
２．中島孝, NHK「チコちゃんに叱られる！」(番組製作協力と出演)(2019/5/3 放映)
３．大河内博, 環境新聞, 2019/10/25
４．三隅良平,“東京スカイツリー雲粒観測について”, NHK「ニュースシブ 5 時」, 2019.8.30
５．岩本洋子, 研究紹介,「広島大学 Radio Campus」第 18 回, 広島 FM, 7 月 15 日放送
６．鴨川仁, 日本テレビ『真相報道 バンキシャ!』, 2019/8/11
７．加藤俊吾, 鴨川仁, 静岡第一テレビ『news every. しずおか』, 2019/9/11
８．當房豊,“北極の雲は、その材料を自前で調達している”, 科学技術振興機構 サイエンスポータル, 2019.4.8（取材協力）

受賞

1．横山慎太郎（理大 2018 年度 M2），日本大気電気学会学生発表表彰，2020 年 1 月 10 日，共著者 永野勝裕，三浦和彦，櫻井達也，森樹大
2．仲吉信人，土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会優秀講演者表彰，2019 年 11 月
3．仲吉信人，土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会優秀講演者表彰，2019 年 11 月（指導学生）
4．西川雅高，他 8 名,最優秀論文賞，大気環境学会，令和元年 9 月 19 日受賞
5．岩本洋子，2019 年日本エアロゾル学会奨励賞，令和元年 9 月 5 日
6．加藤俊吾，第 9 回気象文化大賞
7．國久亮太（金沢大 M2），ベストポスター賞，第 36 回エアロゾル科学・技術研究討論会，2019 年 9 月 5 日，指導教員 松木 篤
8．大力充雄（早大），第 60 回大気環境学会，ポスター賞 2019/09/19，指導教員 大河内博
9．大力充雄（早大），第 28 回環境化学討論会 Royal Society of Chemistry Award，2019/06/13，指導教員 大河内博

研究課題（研究者別）

三浦　和彦

「都市大気および山岳大気における雲生成に関する研究」

放射強制力に与える雲調整効果に関しては、いまだ大きな不確かさを持っており科学的理解度が低いため、さまざまな地域で雲凝結核特性を測定する必要がある。今年度は、東京スカイツリー458mで測定した吸湿パラメータと、近傍のマンションベランダに設置したシーロメータで測定した境界層高度とを比較した。その結果、吸湿パラメータが下がり始める時間帯と境界層高度が高くなる時間帯が一致していることがわかった。

仲吉　信人

「都市気象の測定システムの開発」

都市環境は人の生活環境そのものであり、人の健康と密接に関係する。また、大気・気象へのインパクトも大きく、影響スケールはマイクロスケールからグローバルスケールまで多岐に渡る。既存のルーチン観測網は都市影響を排除するように配置されており、都市気象の影響評価には向かない。都市気象の測定・気象データの蓄積を可能とする新たな気象センサーの開発を行なっている。

永野　勝裕

「富士山頂に輸送されるラドンの起源とその変動要因」

ラドンはその性質から、大気汚染物質などの輸送メカニズムを解明するためのトレーサーに用いられる。富士山頂は地表の影響を受けない自由対流圏の高度に位置し、長距離輸送メカニズムの解明に適していると考えられる。そのため、富士山頂でラドン濃度を観測し、その結果と我々が開発したモデル計算との比較から、富士山頂への山谷風のようなローカルな輸送の影響について検討している。

西川　雅高

「黄砂をはじめとする長距離輸送エアロゾルの化学的特徴」

日本に飛来する黄砂の発生源は北東アジア地域の砂漠乾燥地帯である。64 地点の発生源表層土を採取し、その化学組成と土壌色彩分析を行った。その解析結果から、ゴビ砂漠東地域の土壌明度が相対的に低くタクラマカン砂漠地域の土壌は赤味の薄い淡黄灰色の傾向があること、各地域の色彩は $CaCO_3$ 含有率と明瞭な正の相関関係を示すことが判った。各砂漠の土壌色の差異は風化進行状況と関係することが推察された。

野島　雅

「静電噴霧法によるエアロゾルの質量分析に関する研究」

静電噴霧法（ES）による薄膜やナノ粒子合成に関する研究が広義において進められている。特に、ESによるナノ粒子形成を応用したエアロゾルの解析法への応用が検討されている。ESによる形成されるナノ粒子は粒子径の制御が可能であり、電荷を付与することで質量分析による評価へ応用することが可能である。報告者は、真空中での静電噴霧イオン化（V-ESI）法により集束特性の高い荷電ビームにより軌道分離をおこなう回転電場質量分析器(REF-MS)の開発を行っている。

森　樹大

「北極域に沈着した光吸収性粒子に関する観測的研究」

太陽光の可視部を吸収する光吸収性粒子（黒色炭素粒子 BC や黒色酸化鉄粒子 FeOx）は雪氷面に沈着すると、表面のアルベードを低下させ、氷の融解を促進させる。光吸収性粒子による雪氷面アルベードへの影響を正しく推算するためには、北極圏広域に沈着した光吸収性粒子の濃度や堆アルベード量的な理解が必要不可欠である。そこで本研究では、近年確立した手法により、北極圏に沈着したBCの粒径分布やBC堆積量の空間分布を明らかにした。

橋本　巖

「透過型電子顕微鏡を利用したエアロゾル観察手法の検討」

大気環境に影響を及ぼすエアロゾル微粒子の性質を明らかにする上で、電子顕微鏡は重要な手法である。本研究ではより専門的な技術と解析手法が必要な、収束イオンビーム（FIB）加工による局所断面試料の作製及び収束電子線回折（CBED）を通じて微粒子構造の決定を目指す。形状（morphology）と原子レベルの構造（structure）を明らかにすることで、微粒子のより正確な物性の評価が期待できる。

青木　一真

「北陸地方における雲・エアロゾルの光学的特性に関する研究」

富山（富山大学）、立山（浄土山南峰山頂付近（標高 2839m））などにおいて、エアロゾルの太陽放射観測や気象観測などを行っている。これらの観測サイトにより越境する大気汚染物質や黄砂現象など高低差の 3000m の観測から時間・空間的変動について研究を進めている。今年度は、北陸のみならず、富士山における大気放射観測も行った。また、立山・室堂平（標高 2450m）において、積雪断面調査も行い、山岳地域での大気・雪氷変動研究を行った。

五十嵐　康人

「山岳での大気エアロゾルに関する研究」

福島県内の汚染地域で大気中のセシウム-137(Cs)の季節変動や発生源について研究している。感雨計で動作する HV サンプラーで Cs 濃度を調べたところ、降水時には広葉樹林では非降水時の平均約 2.4 倍（有意度 99%以上)、針葉樹林でも高い傾向であった。顕微鏡での観察で、降雨時にはカビ類の無性胞子が非降雨時より相対的に多く検出され（約 1.8 倍)、雨滴の水撥ねが放出の主要な機序であることが示された。

大河内　博

「大気環境問題に関する総合的研究：気象災害、越境大気汚染、森林生態系サービス、マイクロプラスチック」

大気汚染物質が都市型豪雨（新宿）および熱帯スコール性豪雨の生成機構に関する検討を行った。富士山頂および山麓ではガス、エアロゾル、雲水化学の長期トレンドを明らかにした。さらに、富士山頂でサイクロン型分級装置付きハイボリュームエアサンプラーにより $PM_{2.5}$ の採取を行い、世界ではじめて自由対流大気中マイクロプラスチック（Airborne microplastics, AMPs）の同定に成功した。

長田　和雄

「都市域および非都市域、立山での大気エアロゾルに関する研究」

都市域としては名古屋と東京でガス状アンモニアと粒子状アンモニウムイオン濃度の通年観測を、非都市域としては鳥取で粒径別エアロゾル質量濃度の連続観測とテープろ紙への試料採取、立山では粒径別エアロゾル個数濃度の長期連続観測をそれぞれおこなっている。鳥取や立山における観測から、越境汚染による広域的なエアロゾル濃度変化を捉え、都市域での濃度変化に越境汚染がどのように影響しているかについて事例解析を行った。

財前　祐二

「エアロゾルの生成・成長と雲生成への影響に関する研究」

雲核として作用するエアロゾルの多くは、大気中で生成される 2 次粒子であるが、新粒子生成から雲核能をもつにいたるには、サイズで 1-2 桁、体積で 3-4 桁の成長が必要である。この過程での、エアロゾル粒子の物理的性質や化学組成、混合状態の変化はよくわかっていない。氷晶核については、さらに未解明な点が多い。つくばを中心とするモニタリング観測やサンプルの電子顕微鏡分析、雲チャンバーを用いた実験、粒子中の放射能測定等により、新粒子生成の発生条件とその後の成長における物性変化、また氷晶核として作用するエアロゾル種の解明を目指している。

中島　孝

「大気物理をベースとした大気リモートセンシング及び再生可能エネルギーへの展開」

GCOM-C/SGLI センサーから推定された雲特性の検証作業を実施し、論文を発表した。中島の研究チームでは、雲域判別アルゴリズムと雲特性推定アルゴリズムの開発を行い、JAXA における SGLI センサーのデータ解析に供している。先行する MODIS センサーの標準プロダクトとの比較による検証の結果、雲の光学的厚さ、雲粒有効半径、雲頂温度それぞれの相関係数は海域（陸域）で 0.88(0.83)、0.92(0.88)、0.94(0.92)であった。JAXA は打ち上げ後 1 年が経過した時点でのプロダクトリリースに際して、プロダクト毎にリリース精度を予め定義している。先に述べた相関係数はリリース精度を満足しているため、データは公開されている。

速水　洋

「都市大気汚染鉛直構造に関する研究」

東京スカイツリーを利用して地上と上空 2 地点で大気質の連続観測を行い、鉛直構造の把握と形成要因を解明する。

三隅　良平

「東京スカイツリーを利用した雲と降水の観測」

東京スカイツリー高度 458m 地点に設置された雲粒スペクトロメータ、ドリズル計、雨滴計を用いて雲・降水の連続観測を行い、データセットを作成した。また地上設置された雨滴計を用いて令和元年台風第 19 号の雨滴粒径分布観測を行い、その特性から、大雨のうち層状性降水の寄与が 56%、対流性降水の寄与が 44%であることが分かった。

浅野　比

「山口県山陽小野田市における大気中粒子状物質分析」

2013 年 3 月から、山口県山陽小野田市にて大気中粒子状物質のサンプリングを行い、主にイオンクロマトグラフィー（IC）による硫酸イオンなどの無機成分分析を実施してきた。粒子の質量濃度や成分濃度などに影響を与える季節、天候、風速、風向、気温などの因子について検討を行っている。また、2019 年 10 月から IC 分析に加え、シンクロトロン放射光を利用した金属元素の化学形態分析を始め、越境汚染やローカルな影響について調査する。

足立　光司

「大気エアロゾル粒子の組成や混合状態に関する研究」

大気中のエアロゾルの個々の粒子の組成や物理特性の理解のため、電子顕微鏡を用いた分析を行った。特に、森林火災から発生するターボールと呼ばれる固形有機粒子に関する顕微鏡分析を行い、それらがエイジングに伴う化学成分と粘性変化によって生成するメカニズムを提唱した。また、海洋、北極、南極などで採取したエアロゾル粒子試料の電子顕微鏡を用いた解析を行った。

岩本　洋子

「大気エアロゾルを介した大気海洋間の物質循環に関する研究」

海洋の二酸化炭素吸収能を見積もるうえで、海洋表層で光合成を行う藻類の生長を支える栄養塩の供給量を把握することは重要である。海洋に沈着する大気エアロゾルの施肥効果について、沿岸や外洋での大気観測に基づいて研究を展開している。産業活動の活発な東アジアやインド亜大陸の下流にあたる黒潮域やベンガル湾において、大気エアロゾル起源の窒素化合物の海洋への沈着が海洋一次生産に及ぼす影響を見積もった。

加藤　俊吾

「都市域での大気中水素濃度変動要因の検討」

二酸化炭素放出削減のため水素エネルギーの利用が今後増加することが期待される。都市域での大気中水素濃度を測定し、現時点でどのような濃度レベルにありどのような発生源の影響があるのか検討をした。一酸化炭素と水素濃度の相関が高く、自動車排気ガスからの水素放出の影響が大きいことが分かるが、臨海工業地域からの大気で水素が高くなる傾向がみられ、工業地域からの水素放出も無視できないことが分かった。

鴨川　仁

「大気電気現象と環境放射線」

自然界には二つの放射線源、つまり宇宙線と天然放射性核種による放射線が知られている。一方、近年、第 3 の自然放射線ともいうべき雷活動による放射線の発見がなされ大きな話題となっている。この雷活動起源、具体的には落雷時ないしは極めて活発な雷雲通過時に発生する自然放射線の発生機構を本研究では解明する。

工藤　玲

「不均質に分布した雲の地上リモートセンシングに関する研究」

雲の大気放射収支への影響評価は、その多様性のため、観測とモデルともに不十分である。本研究では、不均質に分布した雲の地上リモートセンシング手法を開発に取り組んでいる。全天カメラで測定した全天の輝度分布から、三次元放射伝達モデルに基づいて雲の光学的厚さの分布を推定する手法を開発した。比較的、均質性の高い雲に対して、他の地上・衛星リモートセンシングの結果と比較し、整合的な結果が得られた。

小林　拓

「船舶用オリオールメータの開発」

大気エアロゾルは地球の放射収支に影響を与えることが示唆されている。地球表面の 7 割は海洋であり、海洋上の大気エアロゾル粒子の存在量や光学特性に関する知見が求められている。そこで、太陽直達光だけではなく太陽周辺光の測定時にも動揺制御を行う、船舶用オリオールメータを開発し、南極観測船しらせに搭載し観測を開始した。今後、太陽直達光および周辺光の測定結果から逆推定法により光学特性を導出する予定である。

櫻井　達也

「都市部の $PM_{2.5}$ に対する各種発生源の感度解析」

都市部の $PM_{2.5}$ 濃度において過半を占める無機イオン成分に着目し、前駆ガスとなるアンモニア及び SO_2 の各種発生源が持つ $PM_{2.5}$ 濃度への感度解析に取り組んでいる。2019 年度は環境研究総合推進費 5-1802 の助成のもと、主要な SO_2 発生源の一つである停泊船舶および漁船について、2015 年度を対象とした排出量データを構築した。2018 年度に作成した航行船舶の排出量データと併せて、詳細な時間・空間解像度を有する船舶排出量データベースが完成した。今後、各種発生源を対象に、大気質モデルを用いた $PM_{2.5}$ 濃度に対する感度解析を進める計画である。

竹谷　文一

「北極海上での大気大気エアロゾルの時空間分布に関する研究」

北極海上でのエアロゾル粒子の時空間分布を把握するため、本年度は、2019 年の 10 月に研究船「みらい」で洋上大気微量成分観測を実施した。研究船上での係留気球観測を実施し、秋季における北極海上のエアロゾル粒子の数濃度・粒径分布の高度プロファイルの取得を行った。大気境界層を超えた測定（600-1200m）を実施し、境界層内外の個数濃度の違いを把握した。また、電子顕微鏡観察のためのサンプリングも実施し、現在、解析中である。

松木　篤

「能登半島における大気エアロゾルの物理・化学的特性評価」

近年、能登半島で観測される $PM_{2.5}$ の濃度は減少傾向にあり、主要な大気汚染物質排出国である中国が環境対策を進めたこととの関連が指摘されている。しかし、エアロゾル質量の減少に伴う、粒径ごとの数濃度の変化は明らかになっていない。能登半島における粒径分布の長期トレンド解析を行った結果、近年の $PM_{2.5}$ 濃度の減少傾向には比較的大きな粒子（直径 200nm 以上）の個数濃度の減少が大きく寄与しており、むしろ粒子の大多数が存在する 100nm 前後では顕著な個数の減少が見られないことが明らかになった。

和田　龍一

「富士山頂における窒素酸化物の観測」

2019 年 7 月、富士山頂にて大気汚染物質として重要な NO_x 酸化物質（NO_z）の計測を行った。NO_2 を、LED 光を用いて選択的に NO に分解し、生成した NO を化学発光分析法にて計測するコンパクトな分析手法を検討し、富士山頂での大気計測へ応用した。本手法の NO_2 光分解効率を、31±1%と求めた。観測期間を通して変換効率に変化はなく、安定して富士山頂にて NO_z の計測を行えたことを確認した。

齊藤　伸治

「都内における $PM_{2.5}$ 中有機成分の特徴」

2015 年 4 月から 2016 年 3 月にかけて東京湾沿岸部（江東）で採取した $PM_{2.5}$ 試料を用いた有機成分分析を実施した。有機炭素（OC）のほか、シュウ酸やレボグルコサンといった指標性成分を分析した結果、春～夏には低分子ジカルボン酸の占める割合が大きくなることから二次生成を反映していると考えられた。また、秋～冬はレボグルコサンの占める割合が大きく、都内においても野焼きの影響を受けていることが示唆された。

當房　豊

「東京スカイツリーでの通年観測により得られた氷晶核数濃度の特徴」

大気中における氷晶核の存在は、氷点下で形成される雲の光学的特性や寿命などに非常に大きな影響を及ぼす。2016 年 8 月～2017 年 7 月の一年間に東京スカイツリー（高度 458m 地点）で得られた氷晶核数濃度データを解析したところ、黄砂飛来時には急激に数濃度が上昇するものの、季節変動はそこまで大きくなく、これまでに北京で報告されている値と同程度の数濃度で推移していたことがわかった。

矢吹　正教

「地上リモートセンシングによる山岳域・森林域上空の大気の鉛直構造の観測」

大気成分の拡散・輸送過程の理解において大気の鉛直構造を把握することは重要である。本課題では、ライダー等によるエアロゾル/雲・水蒸気量・オゾン量の鉛直分布観測を基礎として、山岳域・森林域上空の大気境界層の大気層構造の特徴について調べた。また、気温計測用ラマンライダー、および車載エアロゾルライダーの開発を行った。

超分散知能システム研究部門

超分散知能システム研究部門について

1. 概要

本研究部門の前身である次世代データマイニング研究部門では、応用分野を医療・生命系に絞り、人工知能や統計学を専門とする研究組織の下で次世代データマイニングソフトウェアの研究開発を進めてきた。その過程で、これらのソフトウェアの性能を十分発揮するためには、従来の処理方法では限界が見えてきた。ビッグデータをより効率的に処理し、新たな技術革新を生み出すためには、一層の並列化と分散化を進める必要がある。超分散知能システム研究部門では、次世代データマイニング研究部門の成果を発展させるとともに、これから生じた性能上の問題を基に、新しい並列分散処理法を開発する。具体的には、言語処理系、並列分散アルゴリズム、ネットワークプロトコルといった基盤部における効率化を進めるとともに、生物の内部システムや社会性生物から得られる知見を基にした発見的手法に基づく新しい並列分散モデルを開発し、データマイニングを含め、画像処理、機械学習、ロボットシステム、ソフトウェア工学ツールといった多方面への応用に取り組む。

2. 部門の構成と施設設備

2. 1. 部門の構成

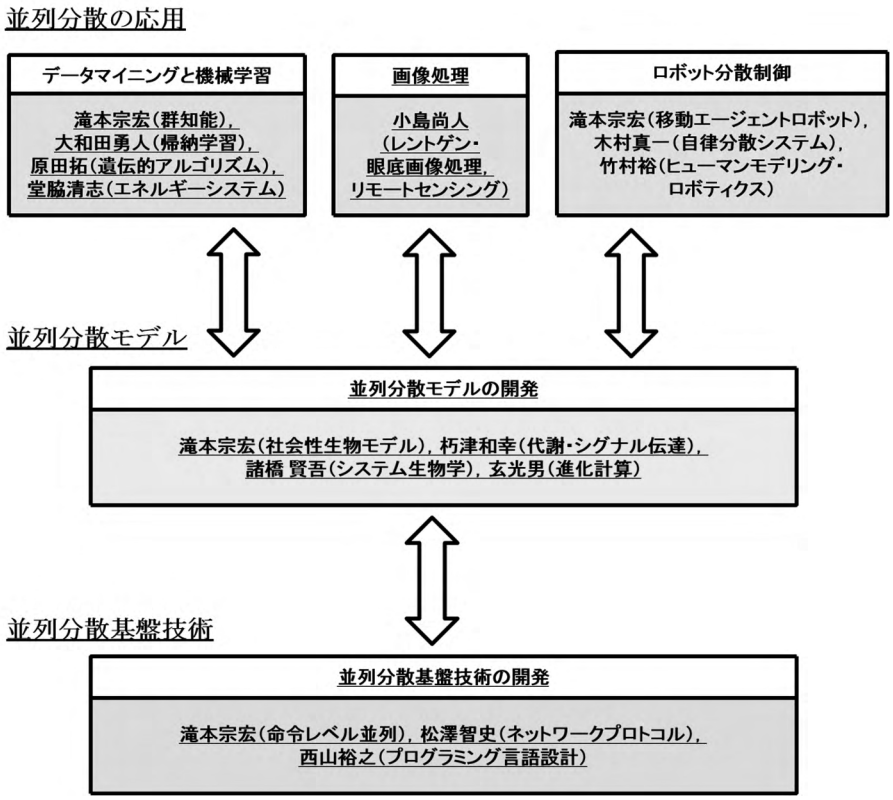


図 1　超分散知能システム研究部門の構成

本部門は、次世代データマイニング研究部門の成果と協力関係を引き継ぐとともに、新しい応用を設定し、これらの性能上の問題を探りながら、高度な並列分散処理の実現を進める。その際、並列分散の問題に、図 1 に示す「応用」、「モデル」、「基盤技術」の 3 階層の立場から取り組み、知見を統合した最良の解決法を与えることを目指す。

(1) 並列分散の応用

応用の階層では、「データマイニングと機械学習」、「画像処理」、「ロボット分散制御」の 3 つの並列分散システムを、応用として設定し、それぞれのシステムに精通した研究部門研究者（滝本、大和田、小島、木村、堂脇、竹村、原田）がもつ知見から性能上の問題点を探り、応用から並列分散処理の課題を探る。

(2) 並列分散の基盤技術

基盤技術の階層では、「プログラミング言語」、「言語処理系」、「ネットワーク」の 3 つの分野に精通した研究部門研究者（滝本、松澤、西山）によって、並列分散処理の基盤技術における直接的な性能向上を進める。

(3) 並列分散モデル

モデルの階層では、基盤技術によって得られた成果を応用に適用するとともに、研究部門研究者（滝本、玄、朽津、諸橋）の「進化計算」、「生物の内部システム」、「システム生物学」の知見を基にした、基盤技術と応用をつなぐ新しい並列分散モデルの開発を進める。

2. 2. 施設設備

(1) 分散サーバ

革新的技術開発・緊急展開事業（先導プロジェクト）で、乳用牛のホルモン量や活動量と発情期の関係を解析するために、分散計算サーバとして、高性能 PC (CPU : Core i7 6Core) を 30 台導入している。現在、分散学習可能な ILP システムが、稼働しており、発情期予測に向けて、データ解析を進めている。

図 2　GPGPU 並列計算サーバマシン

(2) GPGPU 並列計算サーバ

革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）で、乳用子牛の哺乳方法と成長の度合いの関係を解析するために、計算用サーバとして、高性能 GPGPU マシン 5 台、Pascal Tesla P100 (GPU : P100 ×1、CPU : 6Core×2)×3、Pascal Titan X (GPU : Titan X、CPU : 6Core×2)×2 を導入している。現在、GPU 上で並列学習が可能な ILP を目指して、本サーバ上での実現を進めている。

3. 各研究グループの活動報告

2019 年度の 3 月には、超分散知能システム研究フォーラムの開催を企画していたが、新コロナウィルス拡大によって、開催を断念した。一方、研究部門メンバの 2019 年度成果報告は、研究成果概要集（図 3）としてまとめた。

研究活動としては、農林水産省からの大型受託研究として、哺乳ロボットを用いた乳牛の飼養高度化の研究とドローンを用いた放牧高度化の研究のプロジェクトが終了し、一定の成果を収めた。搾乳ロボットによって、発情期を予測する研究は、引き続き研究を進めている。また、JRA からの受託研究である哺乳子牛と搾乳牛のトレーサビリティの研究も継続中である。

図 3　研究成果概要集

3. 1.「哺乳ロボットを用いた飼養高度化」グループについて

革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト)「酪農生産基盤強化に向けた個体別哺乳ロボットと飼養管理データの高度活用による乳用子牛等の精密哺乳･哺育システムの開発･普及」の研究が最終年度であった。最終的に、機械学習に基づくモデルによって、体重を増やすための哺乳方法をアドバイスするシステムを作成し、与える初乳を高温殺菌することによって感染症を防げることを実証した。また、プロジェクト期間をとおして、日本における哺乳ロボットの継続運用を実証した。

3. 2.「ドローンを用いた放牧育成高度化」グループについて

革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト)「ICT・ロボット・AI を活用した生涯生産性向上を可能とする乳用牛放牧育成技術の開発」の研究が最終年度であった。ICT を活用することによって、放牧における BCS の頭数比率 19%増、フレームサイズ頭数比率 16%増、疾病発生率 12%減を達成した。

3. 3.「搾乳ロボットを用いた飼養高度化」グループについて

革新的技術開発・緊急展開事業（先導プロジェクト）として、「次世代型ロボットによる視覚・体内から捉える飼養管理高度化システムの開発～搾乳ロボット及びセンシング技術の活用による個体情報高度活用システムの開発に向けて」の研究を進めている。次の 4 つの成果を達成している。(1) 機械学習に基づいて 2D データから 3DBCS を高い精度で推定できるようになった。(2) 行動量計のデータに基づいて活動量の高い部分を推定できるようになった。(3) 乳房炎発症モデルを作成した。(4) アドバイスシステムの GUI を作成した。

3. 4.「哺乳子牛と搾乳牛のトレーサビリティの高度化」グループについて

JRA 畜産振興事業として、「哺乳子牛と搾乳牛のトレーサビリティの高度化」を進めている。成果として、リアルタイムデータに対する搾乳用 WEB アプリを開発した。

3. 5.「深層学習を用いた新規植物免疫活性化剤探索手法の開発」グループについて

評価データによる ROS 生成量を推論した結果、免疫活性化剤候補である高 ROS 生成を示す化合物群が、90%以上が実測値に近い値を示した。

4. 研究活動の展望

農林水産省からの 3 つの受託研究のうち 2 つが終了したので、残りの 1 つと、JRA からの受託研究を確実に進めるとともに、応用生物系の分野と情報系が協力する形の共同研究に成果が見られてきたので、さらなる有効性を確立する必要がある。

5. むすび

本年度は、本研究部門の最終年度なので、これまでの成果と問題点を総括した上で、今後の発展の可能性と応用について、研究部門内で議論を深めていく予定である。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1. Exergy and Environmental Analysis of a Bio-Hydrogen Supply Chain Using Data Envelope Analysis, Hara Daisuke, Misaki Chiharu, Sugihara Hiromu, Kako Seiya, Katayama Noboru, Dowaki Kiyoshi, Proceedings of EcoDesign 2019 International Symposium, pp.844-851, 2019.12（査読無）
2. Hybrid Genetic Algorithm with Auto-tuning Parameters and K-mean Clustering Strategy for Multimodal Optimization, K. Nitisiri, Hayato Ohwada and Mitsuo Gen, J. SOPEJ, vol.31, no.,3, pp.58-67, 2019.(査読あり)
3. Parallel Genetic Algorithms with GPU Computing, J.R. Cheng and Mitsuo Gen, In Industry 4.0 - Impact on Intelligent Logistics and Manufacturing, pp.69-93, 2020.（査読あり）
4. A hybrid cooperative co-evolution algorithm for fuzzy flexible job shop scheduling, L. Sun, L. Lin, Mitsuo Gen and H.J. Li, IEEE Tranaction on Fuzzy Systems, vol.27, no.5, pp.1008-1022.(査読あり)
5. Cooperative Co-Evolution Algorithm with an MRF-Based Decomposition Strategy for Stochastic Flexible Job Shop Scheduling, L. Sun, L. Lin, H. J. Li and Mitsuo Gen, Mathematics, vol.7, pp.1-20, 2019.(査読あり)
6. Flow shop scheduling using hybrid multiobjective evolutionary algorithm with differential evolution, W. Q. Zhang, Y. Wang, Y. Yang and Mitsuo Gen, Computers & Industrial Engineering, vol.128, pp.661-670, 2019（査読あり）
7. Hybrid multiobjective evolutionary algorithm with fast sampling strategy-based global search and route sequence difference-based local search for VRPTW, W. Q. Zhang, D. J. Yang, G. H. Zhang and Mitsuo Gen, Expert Systems With Applications, vol.145, 16pp, 2020.(査読あり)
8. Optimal strategies for the closed-loop supply chain with the consideration of supply disruption and subsidy policy, J. Guo, L. He and Mitsuo Gen, Computers & Industrial Engineering, vol.128, pp.886-893, 2019.(査読あり)
9. Sustainable Closed Loop Supply Chain Design Problem: A Hybrid G enetic Algorithm Approach, Y. S. Yun, A. Chuluunsukh and Mitsuo Gen, Mathematics, vol.8, pp.1-19 2020.(査読あり)
10. Hybrid Model of Metric Learning and Semi-Supervised Anomaly Detection for Phonocardiogram, Yusuke Baba, Taku Harada, Proceedings of The 20th International Symposium on Advanced Intelligent Systems and 2019 International Conference on Biometrics and Kansei Engineering, pp.137-145, 2019（査読有）
11. Electricity cost optimization method using empty job and simulated annealing algorithm, Hironori Hibino, Yuto Otsuka, Masaki Ishihara, Taku Harada, Proceedings of International Conference on Design and Concurrent Engineering 2019 & Manufacturing Systems Conference 2019, 2019（査読有）
12. Deep Reinforcement Learning with Dual Targeting Algorithm, Naoki Kodama, Taku Harada, Kazuteru Miyazaki, Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks 2019, 2019（査読有）
13. Profit Sharing による方策の直接強化手法の提案，小玉直樹，原田拓，宮崎和光，計測自動制御学会第 47 回知能システムシンポジウム，2020（査読無）
14. Multi-View Micro Monitoring System for Small Satellites, Shinichi KIMURA, Yu MURATA, Kosuke HANYU, Morokot SAKAL, Hannah TOMIO and Toshinori KUWAHARA, Proceedings of the 32nd International Symposium on Space Technology and Science（査読無）
15. ハイパースペクトルキューブ動画特徴強調処理と分光反射特性のリアルタイム分析支援策の提案，清本貴哉，小島尚人，野村貴律，酒見卓也，渡邊大智，土木学会論文集 F3（土木情報学），技術報告部門，Vol.74，No.2，pp.Ⅱ_1～Ⅱ_13，2019 年 3 月（査読有）

16. 教師データ洗練化による同時多発型・異種斜面崩壊形態分類図の精度向上, 内田一鉱, 小島尚人, 斎藤快斗, 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.44, pp.121～124, 2019年9月 (査読無)
17. 規範型教師データを取り入れた同時多発型斜面崩壊危険箇所評価支援策, 内田一鉱, 小島尚人, 鈴木建留, 日本リモートセンシング学会第67回学術講演会論文集, pp.27～28, 2019年11月 (査読無)
18. 超高分解能画像を用いた画像特徴分析支援策の一提案, 渡辺大智, 小島尚人, 古木宏和, 日本リモートセンシング学会第67回学術講演会論文集, pp.57～58, 2019年11月 (査読無)
19. コンクリート表面ひび割れ領域内分類を目的としたハイパースペクトルデータの適用性, 宗像俊, 渡辺大智, 小島尚人, 日本リモートセンシング学会第67回学術講演会論文集, pp.61～62, 2019年11月 (査読無)
20. Impact of autophagy on gene expression and tapetal programmed cell death during pollen development in rice. Hanamata S, Sawada J, Ono S, Fukunaga T, Ogawa K, Nonomura K-I, Kimura S, Kurusu T, Kuchitsu K, Frontiers in Plant Science 11: 172, 2020 (査読有)
21. Essential roles of autophagy in metabolic regulation in endosperm development during rice seed maturation., Sera Y, Hanamata S, Sakamoto S, Ono S, Kaneko K, Mitsui Y, Koyano T, Fujita N, Sasou A, Masumura T, Saji H, Nonomura K-I, Mitsuda N, Mitsui T, Kurusu T, Kuchitsu K, Scientific Reports, 9 (1): 18544, 2019 (査読有)
22. Monitoring autophagy in rice tapetal cells during pollen maturation., Hanamata S, Sawada J, Toh B, Ono S, Ogawa K, Fukunaga T, Nonomura K-I, Kurusu T, Kuchitsu K, Plant Biotechnology 36: 99-105, 2019 (査読有)
23. Development of a near-infrared laser-induced surface deformation microscope and its application to the dynamic viscoelastic measurements of single living plant cell surfaces., Morisaku T, Onuki H, Hashimoto K, Kuchitsu K, Yui H, Analytical Science 35 (11): 1203-1207, 2019 (査読有)
24. Differential tetraspanin genes expression and subcellular localization during mutualistic interactions in Phaseolus vulgaris., Jiménez JS, Santana O, Lara-Roja F, Arthikala M, Armada E, Hashimoto K, Kuchitsu K, Salgado S, Aguirre J, Quinto C, Cárdenas L, PLoS One 14 (8): e0219765, 2019 (査読有)
25. Itsuki Tago, Naoto Suzuki, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi, A Proposal of Evacuation Support System with Redundancy Using Multiple Mobile Agents, Agents and Multi-agent Systems: Technologies and Applications - 13th KES International Conference, KES-AMSTA-2019, Proceedings pp.47-56, Jan 2020 (査読有)
26. Shun Sasaki, Ryo Hatano, Hayato Ohwada and Hiroyuki Nishiyama, Estimating Productivity of Dairy Cows by Inductive Logic Programming, Proceedings of The 29th International Conference on Inductive Logic Programming (ILP2019), 2019.9. (査読有)
27. Ikki Matsushita, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama, Marathon Runner Support System Based on Heart Rate Prediction, The 20th Asia Pacific Industrial Engineering And Management Systems (APIEMS 2019). 2019.12.(査読有)
28. Mitsuru Toda, Ayumi Ogasawara, Aya Ishigaki and Hiroyuki Nishiyama, Application of smartwatch for stress detection associated with a worker's action using machine learning, The 20th Asia Pacific Industrial Engineering And Management Systems (APIEMS 2019). 2019.12.(査読有)
29. Yasumori Muta, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama, Memory leak Detection using Clustering and Logic-based Machine Learning, Proceedings of the 25th International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB2020), 2020.1.(査読有)
30. Takeshi Yamashita, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama, Human pose estimation by region analysis using correlation of timeseries information of skeleton positions, Proceedings of the 25th International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB2020), 2020.1.(査読有)

31. 澤留 朗, 多田 充徳, 竹村 裕, IMU センサによる歩行 GIS 構築, 日本機械学会論文集, Vol.84, No.864, pp.1-13, 2019（査読有）
32. Hiroya Komori, Kouhei Watanabe, Satoki Tsuichihara, Hiroshi Takemura, Mieko Imai, Mikiko Haraguchi and Shengpu Chou, ″Screening System for Diabetes Peripheral Neuropathy Using Foot Plantar Images on Different Hardness Floor″, Proccedings of 2019 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp.2600-2605, 2019（査読有）
33. Kunio Shimoda, Satoki Tsuichihara, Hiroshi Takemura, Kohei Soga, Kazuhiro Suga, Wei-Jen Lai, Sunmin Kim, Zuisei Kanno and Motohiro Uo, ″Orthodontic Force and Moment Sensing Device: Influence of Deflection of Wire and Tooth's Orientation″, Proccedings of 2019 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp.4338-4341, 2019（査読有）
34. Taichi Ichikawa, Masahiro Shigeta, Tomokazu Urakawa, Akira Sawatome, Motoyoshi Tanaka, Yuki Kurita, Osamu Araki, Hiroko Ichikawa, Hiroshi Takemura, ″Correlation Between Gait Perception and Autism Traits in the General Population: A Study on Event-Related Evoked Potentials″, Proccedings of 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2019（査読有）
35. Takuya Fujinuma, Hiroshi Takemura, Satoki Tsuichihara, Shinichi Kosugi, Hiroaki Kurokawa, Yasuhito Tanaka, ″Evaluation of Tibiofibular Joint in Ankle Osteoarthritis Based on 3D Bone Thickness″, Proceedings of 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2019（査読有）
36. Kohei Akimoto, Hiroshi Takemura, Satoki Tsuichihara, Toshihiro Takamatsu, Kohei Soga, Hideo Yokota, Masaaki Ito and Naoto Gotohda, ″Evaluation of Laser-Induced Plasma Ablation Focusing on the Difference in Pulse Duration″, Proccedings of 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2019（査読有）
37. Shingo Akita, Satoki Tsuichihara and Hiroshi Takemura, ″Detection of Rapid Mouse's Scratching Behavior based on Shape and Motion Features″, Proccedings of 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2019（査読有）
38. Takahiro Natori, Natuko Ariyama, Satoki Tsuichihara, Hiroshi Takemura and Naoyuki Aikawa, ″Study of Activity Collecting System for Grazing Cattle″, Proceedings of the 34th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications, pp.1-4, 2019（査読有）

招待講演

1．“Advances in Hybrid Evolutionary Optimization with Learning for Manufacturing Scheduling”, Mitsuo Gen, Keynote talk at International Symposium on Semiconductor Manufacturing Intelligence, Hangzhou, China, Apr.19-21, 2019.
2．“Hybrid Evolutionary Algorithms with Machine Learning and GPU for Scheduling”, Mitsuo Gen, Keynote talk at The 13th International Conference on Management Science and Eng. Management, Toronto, Canada, Aug.5-8, 2019.
3．“Enhancing Hybrid Genetic Algorithms with ML & GPU for Scheduling Problems: Case Studies”, Mitsuo Gen & Gursel Suer, Tutorial talk at The 25th Inter. Conf. on Production Research, Chicago, USA, Aug.9-15, 2019.
4．“Hybrid Evolutionary Algorithms with ML & GPU for Intelligent Scheduling Problems”, Mitsuo Gen, Tutorial talk at the 14th International Conference on Bio-Inspired Computing: Theories & Applications, Zhengzhou, China, Nov.22-25, 2019.
5．“A hybrid genetic algorithm for railway rescheduling: Case study of high-speed train in Japan”, K. Nitisiri, Hayato Ohwada & Mitsuo Gen, 第35回ファジィシステムシンポジウム, 大阪大学, 2019年8月29-31日.

6．“Enhancing Hybrid Genetic Algorithms with Machine Learning for Logistics Network Problems”, Mitsuo Gen, Invited Lecture at College of Business, Chosun University, Gwangju, S. Korea, May 7-9, 2019.
7．“Recent Hybrid Genetic Algorithms for Logistics Network Design: Case Study of Reverse Logistics and Sustainable Logistics Models”, Mitsuo Gen, Invited Talk at Logistics Research Center, Shanghai Maritime University, Shanghai, China, May 27-30, 2019.
8．Regulation of Plant Development and Stress Responses by the ROS-Ca^{2+} Signal Network and Autophagy, Kazuyuki Kuchitsu, Polish Biophysical Society, Lublin, Poland, 2020
9．Regulation of Plant Development and Stress Responses by the ROS-Ca^{2+} Signal Network and Autophagy, Kazuyuki Kuchitsu, Lithuanian Research Council Seminar, Kaunas, Lithuania, 2020
10. Visualizing the Plant Life: Regulation of Development and Stress Responses by the ROS-Ca^{2+} Signaling Network and Autophagy, Kazuyuki Kuchitsu, Kenji Hashimoto, The 6th International Symposium on Bioimaging, Tokyo, 2019
11. 細胞内生成前駆体による植物の機能制御:諸刃の剣としての活性酸素種の植物における役割, 朽津和幸, 橋本研志, 第 80 回応用物理学会 秋季学術講演会シンポジウム, 札幌, 2019
12. Functions, Regulation by Ca^{2+} binding and phosphorylation, and evolution of the plasma membrane ROS-producing NADPH oxidases in plants, Kazuyuki Kuchitsu, International Marchantia Workshop 2019, Sendai, 2019
13. 松澤智史:教育環境における無線通信 ～IP マルチキャスト利用の提案～, ネットワーキングアカデミー・インストラクターズミーティング 2019, Aug, 2019.

特許

1．堂脇清志, 片山昇, 堂脇直城, 亀山光男, 特許登録, バイオマス熱分解ガスからの水素回収方法, 特許第 6651172 号, 2020.1.24（登録日）
2．堂脇直城, 亀山光男, 堂脇清志, 特許登録, 水素回収方法, 特許第 66559717 号, 2020.2.10（登録日）
3．画像分析装置、方法、及びプログラム, 小島尚人, 渡辺大智, 特願 2019-049843, 2019 年 3 月

特許実施許諾契約

これまでに取得した特許（5 件）について、下記企業との間でそれぞれ実施許諾契約締結、産学連携活動継続、システムとして製品化・提供中。

1．IT 系企業, 特許（4 件）実施許諾契約 2016 年 10 月 18 日～現在
2．建設コンサルタント系企業, 特許（4 件）実施許諾契約 2016 年 12 月 26 日～現在
3．電力系企業, 特許（5 件）実施許諾契約 2017 年 9 月 25 日～現在
4．総合建設系企業, 特許（5 件）実施許諾契約 2019 年 2 月 1 日～現在
5．朽津和幸, 北畑信隆, 斉藤優歩, 倉持幸司, PCT 国際出願, ジャスモン酸内生促進剤及びジャスモン酸内生促進方法, PCT/JP2019/050992, 2019

広報

1．木村真一, 宇宙にも地上にも幸せで快適な生活をもたらす、“木村製作所”の大挑戦テレスコープマガジン
2．木村真一, ゼミナールラブ:地球の周りを回る危険な宇宙ゴミの除去に挑戦, サンデー毎日, 2019
3．錯視誘発画像特徴強調・判読支援システムの展示, 日本システムウェア(株), 東京理科大学研究戦略・産学連携研究センター, 東京理科大学理工学部土木工学科地球環境工学研究室, 町工場見本市 2020, 葛飾区・東京商工会議所葛飾支部主催, 東京国際フォーラム, 2020 年 2 月 13 日～14 日
4．西松建設「山岳トンネル AI ソリューション」技術×データ×AI で山岳トンネルにおける課題に挑む, 建設産業新聞, 2020 年 10 月 2 日
5．朽津和幸, 植物の免疫反応、試験管で再現:東京理科大、農薬開発を効率化, 日経産業新聞, 2020

受賞

１．山手駿，三崎千春，原大介，龍吟，堂脇清志，第 15 回バイオマス科学会議 ポスター賞，日本エネルギー学会，2019.12.12

２．“Nominated Prize”, Y.S. Yun, A. Chuluunsukh and Mitsuo Gen: Design and Implementation of Sustainable Supply Chain Model with Various Distribution Channels, Brock University, Canada, Aug.5-7, 2019; The 13th International Society of Management Science and Engineering Management.

３．木村真一，宇宙科学研究所賞，宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所，2019

４．橋本貴史，橋本研志，朽津和幸，植物の活性酸素種（ROS）の積極的生成を担う NADPH オキシダーゼ／Rboh の Ca^{2+}結合とリン酸化を介した活性制御機構とその進化，理大太郎，日本生化学会 若手優秀発表賞，日本生化学会，2019

５．萩原雄樹，橋本研志，朽津和幸，ゼニゴケの発生･形態形成における頂端分裂組織の RbohA による ROS 生成の解析，第 19 回細胞周期合同セミナー若手奨励賞，細胞周期合同セミナー，2019

研究課題（研究者別）

堂脇　清志

「モバイル燃料電池用の水素吸蔵合金を利用したバイオ水素貯蔵システムの開発」

バイオマス原料から水素燃料を製造し、さらには、アシスト自転車への搭載までのシステムについて、産学共同で研究開発を実施している。特に、水素吸蔵合金を利用したアシスト自転車用の燃料電池バッテリーについて、従来と比して、放電時間が約 2 倍できることを想定し、具体的な設計及びその方針について、特に、水素放出時の温度特性を把握することを目的に、動的モデルである ANSYS Fluent の CFD モデリングを使用して解析を実施している。

大和田　勇人

「搾乳ロボット及びセンシング技術の活用による飼養管理高度化に関する研究」

乳牛の健全性と生産性を向上させるために、搾乳後リアルタイムに乳成分を自動分析する搾乳ロボットのデータを活用して、人工授精適期と潜在的疾病を予測する AI システムの開発を進めた。

玄　光男

「高性能計算（HPC:high performance computation）とその応用研究」

近年、高速列車に関連するスケジューリング問題、例えば列車時刻管理や乗組み員配置等の組合せ型最適化問題に高速な GPU ユニットを組み込んだ PC 環境上で実時間の先端的進化算法を活用した研究が注目されている。本研究では遺伝的アルゴリズム（GA）と差分進化法（DE）を組み合せたハイブリッド型進化算法に、高速処理の効率性を上げるための交叉確率と突然変異確率を適応的に調整するファジィロジックコントローラー（FLC）と解候補群を複数のクラスターに分割し最良のクラスターから有用な情報を抽出して検索の支援する k 平均クラスタリング法を組み込んだ計算法を開発し、多峰生の最適化問題や高速列車の最適時刻管理問題に関するシミュレーションの研究成果を国際誌等で発表した。

「フレキシブル・ジョブショップ・スケジューリング問題（FJSP）への応用研究」

半導体素子、液晶ディスプレイデバイス、ハードディスクデバイス等の各種半導体製品の生産工程は、実時間ベースで製造されており、特に半導体の各素材には所定の時間制約内での加工処理が要求される。この時間制約内で所定の処理が実行できなかった場合には不良品として取り扱われ、生産効率に大きく影響を及ぼす。一般に半導体素子の最適生産スケジューリング問題は大規模な非線形混合整数計画（NMIP: Nonlinear Mixed Integer Programming）モデルとして定式化され、従来の数理計画ソフトウェア（CPLEX）では数分間で最適なスケジュールを得ることは非常に難しい。特に、非線形な MIP モデルでは、従来の数理計画ソフトウェアでは最適解を求めることは不可能である。本研究では、フレキシブル・ジョブショップ・スケジューリング問題（FJSP）を展開した協調的共進化計算法（Cooperative Coevolution Algorithm）に基づく最適生産計画・スケジューリング法の研究開発を行い、不確定なデータや大規模なデータの数値実験によって提案手法の有効性を国際会議で発表し、国際誌等で共同研究の論文を掲載した。

「生産スケジューリング問題の車両ルーティング問題への応用研究」

進化算法にファジィロジック機能を融合した先端的進化算法による多目的生産計画・スケジューリング問題に関する応用研究を国際会議 ICPR2019 でチュートリアル講演を行った。特に、生産･物流システムの製造･配送過程で発生する各種資源の不確実的要因を伴う不確定スケジューリング問題への応用研究では、それぞれの問題に適合したハイブリッド型進化算法の開発が要求される。本研究では従来の多目的遺伝的アルゴリズム（MoGA）と差分進化法（DE）を組み合せたハイブリッド型多目的進化算法に、高速サンプリングベースのグローバル探索とルート順列法を組み込んだ計算法を開発し、時間制約を伴う車両ルーティング問題（VRP-TW）に関するシミュレーションの研究成果を共同研究の論文として国際誌等で掲載した。

「持続可能な物流とリバース・ロジスティクス問題への応用研究」

近年の環境保護、企業価値創出、競争力を高めるためのリサイクルとしてのリバース・ロジスティクス（Reverse Logistics）や持続可能な物流（Sustainable Logistics）の閉ループ型モデルに関するが研究が注目されている。本研究では再使用・再生産・リサイクルの閉ループモデルを統合した持続可能なロジスティクスの事例研究の最適化問題に、ハイブリッド型 HGA と Cuckoo 探索法を組み合せた先端的進化算法を活用した共同研究の論文を国際誌等で掲載した。

原田　拓

「深層強化学習の効率化に関する研究」

深層強化学習では、多大な試行錯誤回数を要することが課題である。そこで、学習の効率化を目的とした高速学習手法に関して研究を行っている。本研究では、分散深層強化学習手法の 1 つである Ape-X DQN とリプレイメモリの利用を含むいくつかの改良を行った Profit Sharing ベース学習を統合した learning-accelerated Ape-X を提案した。

木村　真一

「宇宙システムの分散・知能化に関する研究」

民生用デバイスを活用することで宇宙機搭載計算機の演算能力を高めると共に、ダウンサイジングを実現し、軌道上での画像処理を実現する画像取得処理システムを開発した。画像取得処理システムは小惑星探査機「はやぶさ 2」で活用されると共に、ASTROSCALE 社の開発した使用済み衛星除去実証衛星衛星 ELSA-d、並びに、川崎重工業の開発した軌道上デブリ除去実証ミッション DRUMS に搭載され、2020 年度打ち上げ予定である。

小島　尚人

「コンクリート表面点検支援を目的とした画像特徴領域内分類画像の提案」

本研究では、コンクリート表面点検支援を目的として、画像特徴領域内分類画像（Target image-Feature area Classification image：TFC 画像）を提案する。教師なし分類（k-means 法）結果に対するクラス別重心ベクトルのノルム（電磁波反射率）に基づいて TFC 画像を作成する。0.2mm 幅ひび割れ（管理境界）とざらつき領域の同時分析、「表面部 or 深部」といった解釈と点検候補ランク付けができることを最終目標とする。

「画像特徴領域内分析支援システムの設計・開発」

本研究では、各種画像（動画、静止画）を用いて画像特徴を分析する際の支援を目的として、画像特徴領域内分析支援システム（Target image-Feature area Classification and analysis system：TFC システム）を設計・開発する。前述した TFC 画像の精度評価と並行して研究を進める。リアルタイムで TFC 画像を表示でき、評価結果のランク付けを実現する。既存システム併用型＆アイデア創出支援型システムを目指す（共同研究）。

「同時多発型・斜面崩壊危険箇所評価支援を目的とした斜面崩壊形態分類アルゴリズムの構築」

本研究では、同時多発型斜面崩壊危険箇所評価支援を目的として、多群数量化 II 類を中核とした斜面崩壊形態分類アルゴリズムを構築する。地震により発生した「表層崩壊、深層崩壊、地すべり」の教師データを目的変量とし、各種地理情報と衛星データから作成した素因データを説明変量とする。教師データに対する定量評価（総合精度、kappa 係数）を通して、斜面崩壊形態分類図の有用性の有無について検討する。

朽津　和幸

「新規植物免疫活性化化合物により誘起される遺伝子制御ネットワークの動態解析」

新たに同定した新規植物免疫活性化化合物で処理した植物体の転写産物の網羅的時系列発現データを取得し、4,688 の発現変動遺伝子群（DEGs）を見出し、DEGs 間における遺伝子発現挙動の相関性に基づく共発現ネットワークを作成した。発現類似性が高い遺伝子集団を見つけるために、MCL クラスタリングを行い、転写因子と結合配列との解析や、時系列データを組み合わせ、遺伝子制御ネットワークの動態を解析した。

諸橋　賢吾

「新規植物免疫活性化剤を用いた動的な遺伝子制御ネットワーク解析によって植物免疫システムの制御機構を解き明かす」

植物は病原菌の感染を認識すると複数の植物ホルモンが複雑に制御する植物免疫システムによって抵抗応答を示す。これらの植物ホルモンは、拮抗的あるいは協調的にはたらくことが知られているが、その制御機構は未解明の点が多い。本研究では、システム生物学的アプローチにより、我々の研究グループが過去に同定した植物免疫活性化剤によって誘起される動的な遺伝子制御ネットワークを明らかにすることに成功した。

松澤　智史

「災害時における避難誘導に関する研究」

東日本大震災などの自然災害時では、多くの場合、ネットワーク通信のインフラが破壊され、通信が困難になる。我々は無線基地局などの通信インフラを必要としないMobile Ad hoc Network (MANET) の研究を行っており、被災者の持つ携帯端末同士間でネットワークを構成し、そこに安全な避難ルートを提示する避難誘導システムの開発研究を行う。

「がん患者支援システムの研究」

がん患者(主に外来)を対象としたタブレット等を利用した自宅での支援システムの研究を行っており、患者個人または全体の蓄積データを元に、統計処理または機械学習（深層学習）で最適な運動や警告（医療指示）を患者に提示しつつ、患者の日常データを収集するシステムの開発を進めている。現時点では日常データ収集システムが完成し、2018 年より NCGM（国立国際医療研究センター）管理下において運用を開始している。

西山　裕之

「高速論理型機械学習器を用いた哺乳子牛に対する酪農支援に関する研究」

本研究では、本部門の研究成果でもある高速論理型機械学習器を用いて、酪農ロボット（哺乳ロボット）から得られた各種データに対し適用実験を実施した。その結果、哺乳子牛の出荷時（生後 260 日後）体重を基準として、良好となる場合の各種データの状態遷移の特徴を、論理型ルールとして生成することに成功した。その他、哺乳初期の子牛の体調不良となる原因を同様の手法により解析し、原因を推定することにも成功した。

竹村　裕

「ICT・ロボット・AI を用いた草地管理・放牧管理システムに関する研究」

農林業分野にも急速に普及しつつある ICT やロボット、AI といった新技術を用いた草地管理・放牧管理システムを開発した。具体的には、ドローンを用いて牧場の空撮を行い、その画像を解析することにより牧草や雑草の被度、草量や栄養度を推定するシステムを提案した。さらに、牛センサ（GPS と加速度計）を放牧牛に装着し、自動的に得られる位置情報と活動量（加速度）のデータから異常（発情、病気など）を推定するシステムを実装した。

滝本　宗宏

「コード移動に基づく分岐発散の低減に関する研究」

GPU は、複数のスレッドを SIMD 形式で並列実行するボードであるが、条件分岐で、異なる方向へ分岐するスレッドが存在すると、分岐発散によって実行効率が低減することが知られている。本研究では、分岐発散を生じた分岐が true パスと false パスの両方を実行することに着目し、実行効率を低減することなく、投機的に巻き上げる手法を提案した。本手法によって、より多くの冗長な式を除去できるようになるばかりでなく、分岐発散を低減することができる。

脳学際研究部門

脳学際研究部門について

1. 概要

神経科学（脳科学）は、21 世紀に飛躍的な発展が期待されている生命科学分野である。それに加え、脳の健康を保持することにより高齢化社会における生活の質の向上が見込めること、さらには脳で行われる情報処理の仕組みを応用することで革新的な技術の創出が見込まれることから、社会・産業界からも熱い視線が送られている分野でもある。本部門は、学内に点在する神経科学に関連する優れた多分野・異分野（実験系、情報系、システム系、機械工学系など）の研究者が強力に連携・協同する基盤を構築して、マクロ～ミクロスケールでの脳機能を解明し、理科大発の創造性あふれる学術的・社会的に有益で革新的な研究成果を発信することを目的として、2016 年度に設立した。2019 年度は、第 3 回公開シンポジウム「脳の理科（サイエンス）～脳の謎に挑む」や「BIRD 脳科学セミナー」(部門セミナー、5 回）の開催、3 つの連携研究課題の継続、部門 HP による研究情報の発信など、活発に部門活動を行った。

2. 部門の構成と施設設備

本部門は、脳の認知機能に着目し、その神経機構と病態の実験による解明、モデル化・シミュレーションなどの情報分析による理解、およびそれらの研究を加速し応用する関連技術開発をめざす 3 つのグループから構成され、これらのグループ間の相乗効果で創発的な成果を生み出すことを追求する。部門メンバーは、理工学部（古市貞一、西山裕之、竹村裕、市川寛子、佐野良威、秦野亮)、薬学部（斎藤顕宜、山田大輔)、生命研（中村岳史)、理学部（荒木修、浦川智和)、工学部（池口徹)、基礎工学部（相川直幸、瀬木（西田）恵里、名取隆廣）の 15 名に、学外 2 名：福島県立医大（橋本光広)、金沢大（木村岳裕）を加えた計 17 名の学際的な神経科学関連分野の研究者からなる。主に各メンバーが個別に関係する施設や所有する設備を活用した共同や連携による研究を展開している。

3. 各研究グループの活動報告

2019 年度は、第 3 回公開シンポジウム「脳の理科（サイエンス)～脳の謎に挑む」の開催（外部講師 4 名、企業 3 社の産学連携セッション、ポスター発表 42 演題)、5 回の「BIRD 脳科学セミナー」(部門セミナー)、およびグループ内での勉強会などを通して、互いの専門分野の現状や課題について認識を共有することで、理科大独自の学際的に大きなインパクトを持つテーマを発掘することも目指した。

3. 1.「脳の健康と疾患」グループについて

本グループは、ライフステージで特徴的な疾患である「発達障害」(社会的認知)、「うつ病」(悲観的認知)、「認知症」(老人性認知症）における認知の分子機構解明と障害改善をめざしている。古市と佐野は、自閉症スペクトラム障害を代表とする社会的認知の障害、アルツハイマー病で見られる認知や記憶の障害に関連する分子・神経基盤の解明をめざしている。主にモデルマウスを用いた分子・細胞・生理レベルから、神経回路、行動のレベルまで総合的な解析を行っている。2019

年度にはシナプス伝達に関わる CAPS1 タンパク質による回路依存的な神経伝達制御機構、および学習、情動機能における役割、CAPS2 によるオキシトシン分泌と社会行動制御、および膵液分泌制御機能を明らかとしてきた。また、味覚記憶や恐怖記憶の形成を担う神経回路基盤を明らかとした。斎藤・山田は、δオピオイド受容体をターゲットとした新規抗不安・抗うつ薬の開発とその神経回路メカニズムの解明をめざしている。2019 年度は、独自に開発した選択的δオピオイド受容体作動薬が恐怖記憶の消去学習を促進することを報告した。また、同薬物が恐怖記憶の再固定化を阻害する作用を持つ可能性を見出した。この結果をもとに、同薬物をシードとした新規化合物による抗うつ・抗不安様作用についても検討を開始した。瀬木（西田）は、海馬神経の成熟度の変化に着目したうつ治療メカニズム解明をめざしている。2019 年度は、治療抵抗性のうつ病モデルを用いて、抗うつ治療による海馬での神経栄養因子 BDNF の発現が抑制されることを見出し、うつ治療効果には海馬で BDNF の増加が重要であることを示唆した。中村は、脊髄損傷からの回復などと関連する「損傷軸索の再生」について、TC10 のノックアウトマウスの解析を進め、「TC10 成体での神経軸索の効率的な再生に必要である」ことを明らかにした。特に、末梢神経系と中枢神経の双方で TC10 が軸索作成を促すことを示しており、再生促進因子についての知見が少ない中枢神経での軸索再生について意味のある知見である。西山は、簡易脳波測定器と機械学習を用いた居眠り運転検知ルールの生成をめざしている。簡易脳波測定器と人工知能技術の機械学習器を用いることで、脳波による居眠り検知を可能なルールの生成を行った。

3. 2.「脳の情報とシステム」グループについて

本グループは、ヒトの視知覚に着目した脳内情報処理について、脳機能イメージング法、認知心理実験、脳型アルゴリズムなどの多次元的研究を遂行し、情報処理システムのモデルや理論の構築を目指している。浦川・荒木らは、多義的な知覚を形成する曖昧画像に対する、知覚を不安定化させる脳内情報処理として、神経順応効果に依存しない視覚ミスマッチ処理と呼ばれる脳情報処理が関与していることを、心理実験および脳波実験によって明らかにし、そのメカニズムを提案する数理モデルを提案した。池口らは、認知機構に関連した解析として、ヒトの瞬目を再現する数理モデルを提案し、実験で得られた結果を再現することに成功した。また、実際に観測されている極低周波リズムの再現をドーパミンの作用と抑制性シナプスの学習機構により説明する神経回路網モデルを提案し、その出現機構について解析を行っている。さらに、非線形力学系理論に基づく因果解析を応用して、神経回路網の構造を推定する手法を提案している。現在、神経細胞から観測されるスパイク列のみを用いた場合に適用範囲を拡張し、提案手法の有効性を検証している。木村らは、ヒトの一次運動野内の各筋肉を支配する神経細胞同士の連携機能について、経頭蓋磁気刺激法（TMS）を用いて調査を進めており、身体運動時の複数の筋肉の協調性や運動時の巧緻性を支える可能性のある神経生理学的な応答を確認している。この神経応答が、一次運動野内の各筋肉の支配領域毎にどのような特徴を示すかを調査するためには、TMS の刺激部位を高精度に推定する必要があり、それを可能にするシステムを開発した。現在は、そのシステムを用いて一次運動野内の神経応答特性を調査している。

3. 3.「脳の計測と関連技術開発」グループについて

本グループは、グループ 1 と 2 と連携して、脳の認知の創発的な計測装置や神経信号の処理や解析の技術の創出に取り組む。また、認知機能をアシストする技術や装置の開発をめざす。2019 年度は立位静止時の脳波計測を行い、認知機能を支える脳基盤を検討した。前方から接近してくる歩行者を回避する際、腰の角加速度のノルムが自閉性特性の高い者ほど大きくなることが 2017 年の我々の研究成果から示された。本年度はこの現象をさらに検討するため、他者の接近を知覚することの遅れが脳波計測上でも観察されるか、さらに、接近を知覚して回避するための体勢を整えるための重心動揺に違いがないかを、立位静止時の脳波計測によって検討した。竹村と市川は実験計画の立案と遂行を担当し、荒木と浦川は脳波解析のアドバイスを行った。その結果、自閉性特性の強いものほど、接近してくる歩行者の知覚に関連した脳活動が惹起されるまでの潜時が長いことがわかった。さらに身体の左右方向への重心動揺が遅くなった。今後はヒトが歩行中の脳波計測を行い、歩行中の脳活動からすれ違い歩行をアシストする技術の開発を目指す。

3. 4. 部門全体の活動について

第 3 回公開シンポジウム「脳の理科（サイエンス）～脳の謎に挑む」の開催

12 月 7 日に野田キャンパス 7 号館 6 階講堂および 2 階共創エリアにて開催した。

- 招待講演　外部講師 4 名：渡邉正峰先生（東大）、長谷川良平先生（産総研）、天野大樹先生（北大）、神崎亮平先生（東大）
- 部門研究発表 2 件：中村先生（生命研）、齋藤先生（薬学部）
- 脳に挑む・脳を活かす企業セッション 3 社：株式会社 Jiksak Bioengineering／資生堂グローバルイノベーションセンター/マツダ株式会社技術研究所
- パネルディスカッション パネラー 8 名
- ポスター発表 42 件

以上、最新の研究成果の情報交流と人的交流ができ盛会であった（参加者 143 名、うち学内 126 名、学外 17 名）。

「BIRD 脳科学セミナー」（部門セミナー）の開催

- 第 20 回（2019/04/02）杉田修三先生（カナダ・トロント大学生理学教室、クレンビル脳研究）「シナプスにおける膜融合のメカニズムと役割」(於：野田)
- 第 21 回（2019/07/05）古屋敷智之先生（神戸大医）「ストレスによる脳機能変容の生物学的基盤」(於：葛飾)
- 第 22 回（2019/07/11）Dr. Peyman Golshani（米国・Dept. Neurolo., UCLA）「New tolls to record neural dynamics in freely behaving animals」(於：野田)
- 第 23 回（2019/08/16）野崎千尋先生（ドイツ・Inst. of Mol. Psychiatry, Univ. of Bonn）「Endocannabinoid system in the neuroimmunology ～タイマが我々に何をもたらすか、もしくはドイツ研究生活の実際～」(於：野田)
- 第 24 回（2019/10/10）Dr. Thomas Rogerson（米国・Dept. of Biology, Applied Physics, Stanford Univ.）「Long-term imaging of neural calcium dynamics reveals an increase in associative representations in the hippocampus of mice acquiring a bi-conditional learning task」（於：野田）
- 第 25 回（2019/12/18）水田恒太郎先生（京都大医）「アルツハイマー病で起きている海馬の機能破たん課程を視る」(於：野田)

※脳神経関連分野で活躍する 6 名の研究者(うち 4 名は海外で活躍する研究者)を招へいし、基礎から最新の内容までの講義と関連情報の提供を受けることで、共同研究や連携研究の発展や学生教育において成果があった。

部門ホームページの運用と更新

URL: http://www.rs.tus.ac.jp/bird/ 部門の設立理念、構成メンバーおよび研究概要を紹介すると共に、活動・イベント情報（公開シンポジウム「脳の理科」、部門セミナーシリーズ「BIRD Brain Science Seminar」など）について広報した。

2016～2017 年度特定研究助成金課題「神経関連活動の計測技術の開発と数理統計解析に関する多分野連携研究」

部門で申請した研究計画（2016～2017 年度特定研究助成金）が採択され、3 つの連携研究課題を立ち上げて、一定の成果を上げることができた。2018 年度以降も本連携研究は継続しており、2019 年度も一部発展させた関連研究を実施した。

【連携課題①】ヒトの脳活動と連動した歩行計測技術の開発研究

歩行計測から性格特性の差異を計測する技術の開発をめざし、ヒトの性格特徴の一つである自閉性特性の強さと歩行動作の関連を検討している。前方から接近する他者とすれ違う動作に注目し、自閉性特性が高い者ほど衝突回避がぎこちないこと、さらに衝突回避の準備がおくれることが示唆された。本研究成果は、国内会議および国際会議で発表した。今後、既に始まっている学際融合研究をさらに加速させる。また、学外の研究者との議論を通じ、共同研究に発展させるとともに、研究成果の社会への波及を目指す。

【連携課題②】小型無線脳波計と脳カメラを開発し、認知行動を担う脳活動計測から数理統計までの異分野融合研究

認知行動時の脳神経活動を計測するため、小動物のマウスに適用可能な無線脳波計測装置を作製した。作製した小型・無線脳波計測装置を用いてマウスの脳波を測定した。測定の結果、無線データ転送に起因すると考えられるデータ落ちが存在することが明らかとなり、無線小型脳波測定装置を改良し、miniSD カード書き込み型の小型脳波測定装置に改良した。記録される脳波の解析のため、藤森法による脳波の時系列解析を考案し、社会的認知機能おける脳波の連なりパターンを解析した。また、認知機能の基盤となる神経活動様式を明らかとするため、自由行動下のマウス頭部に設置可能な脳内視微小蛍光顕微鏡を作製した。また、神経活動を可視化する為、Ca^{2+} indicator である GCaMP6 を神経細胞に発現させ、その蛍光シグナルを微小顕微鏡で検出した。また、記憶を保存する細胞群の活動様式を学習時、および記憶想起時に解析するため、転写因子 CREB を疎らな細胞群に高レベルで発現させ、それらの細胞群を顕微鏡下で同定後に Ca^{2+}イメージングを行うための手法を構築した。

【連携課題③】うつ病関連の神経回路における分子動態と遺伝子発現のデータマイニングに関する連携研究

2 種類の抗うつ治療のマウスモデルを作製し、海馬歯状回における網羅的な遺伝子発現解析を行い、機序の異なる 2 種類の抗うつ治療で発現パターンが有意に類似していることを見出した。これら同定した遺伝子群の発現パターンをタンパク質レベルで検証し、海馬・視床下部で類似した変化するペプチドホルモンや海馬特異的な変化を示す接着関連因子・成長因子シグナル関連因子を見出した。これら因子のうち、細胞質での情報伝達や小胞輸送に関わるものについて、細胞内での解析を行った。さらに、δオピオイド受容体作動薬の抗うつ様作用が海馬歯状回における神経新生を介する可能性を検討した。うつ病態モデルでの神経新生減少することを見出し、既存抗うつ薬でうつ病態モデルの神経新生が回復することを確認した。

4. 研究活動の展望

本部門は、融合型の連携・共同研究を推進するために、学内外の多分野・異分野を専門とする学際的な研究者により構成されている。多分野・異分野の知恵と技術力を結集することで、脳を基軸とした理科大ならでは多分野・異分野融合型の独創的な基礎研究と応用研究を開拓し、多様化社会から求められる創発的な研究成果を産み出すことを目指す。

【BIRD 脳科学セミナー】

各方面の専門家を招いて月例の頻度で部門セミナー開催し、当部門が特徴とする医薬学－生物科学－情報－電気電子－機械工学などの多分野の研究者がお互いの関連情報の学習と交流を進め、共同研究の可能性を広げる。

【公開シンポジウム】

第 4 回公開シンポジウム「脳の理科（サイエンス）～脳の謎に挑む」を開催する計画である。理科大が強みとして打ち出せるような脳神経科学の学際的分野およびその応用的・実践的な最前線に関連する公開シンポジウムを開催することで、本部門の研究活動の発展を目指すことを目的とする。また、学内外のアカデミアのみならず産業界における本部門のプレゼンスを高めることで、様々な切り口からの脳関連分野の研究を掘り起こし、異分野融合型の学際的連携、産学官連携を創成させることを目指す。さらに、優秀ポスター賞を設けて表彰することで、将来を担う若手をエンカレッジする。次の企画内容を計画中：招待講演セッション・部門研究講演セッション・脳に挑む・脳を活かす企業セッション・ポスターセッション・企業展示・研究交流ブース。

【連携・共同研究】

特定研究でスタートした 3 つの連携課題、および理科大ならではのテーマをもって、部門内外における連携・共同研究を強力に推進する。また、外部資金の獲得を目指す（学術変革領域研究(B)等）

【広報と情報交流】

HP の活用で部門情報の発信や共同研究の呼び込みをめざす。

【アドバイザリー委員会】

第 2 回アドバイザリー委員会の講評とアドバイスに基づき、活動方針と計画を再考して、さらに部門活動の強化をはかる。

5. むすび

部門の目玉となる、競争力のある大きな研究テーマの設定を取り組み、理科大ならではの研究へと発展させるとともに、個別の独創的な研究も統合させ、「脳と神経情報・システムの研究開発拠点」をめざす。また、理工系の学際的な総合力とシナジー効果で、また医学部や病院とも連携して、研究成果につなげる。さらに、関連研究者の連携によって学内の脳科学、神経科学の研究教育を充実させ、次世代の人材育成をする。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1. Comparative gene expression analysis of the engulfment and cell motility (ELMO) protein family in the mouse brain, Sato Y, Akira Sato A, Mizuno S, Hirota J, Fujima S, Ishii C, Sano Y, Furuichi T., Gene Expression Patterns, 34, 119070, 2019.(査読有)
2. Deletion of class II ADP-ribosylation factors in mice causes tremor by the Nav1.6 loss in cerebellar Purkinje cell axon initial segments, Hosoi N, Shibasaki K, Hosono M, Konno A, Shinoda Y, Kiyonari H, Inoue K, Muramatsu S-i, Ishizaki Y, Hirai H, Furuichi T, Sadakata T. J. Neurosci. 39 (32): 6339-6353, 2019.(査読有)
3. Rubber tail illusion is weakened in Ca^{2+}-dependent activator protein for secretion 2 (Caps2) -knockout mice, Wada M, Ide M, Atsumi T, Sano Y, Shinoda Y, Furuichi T, Kansaku K, Scientific Reports 9 (1):7552, 2019.(査読有)
4. LAMP5 in presynaptic inhibitory terminals in the hindbrain and spinal cord: a role in startle response and auditory processing, Koebis M, Urata S, Shinoda Y, Okabe S, Yamasoba T, Nakao K, Aiba A, Furuichi T, Molecular Brain 12:20, 2019.(査読有)
5. Aspects of excitatory/inhibitory synapses in multiple brain regions are correlated with levels of brain-derived neurotrophic factor/neurotrophin-3, Shinoda Y, Sadakata T, Yagishita K, Kinameri E, Katoh-Semba R, Sano Y, Furuichi T, Biochem. Biophys. Res. Commun. 509 (2):429-434, 2019.(査読有)
6. Artificial association of memory events by optogenetic stimulation of hippocampal CA3 cell ensembles, N. Oishi, M. Nomoto, N. Ohkawa, Y. Saitoh, Y. Sano, S. Tsujimura, H. Nishizono, M. Matsuo, S.-i. Muramatsu, K. Inokuchi. Molecular Brain 12 (2): 2019.(査読有)
7. WWP1 knockout in mice exacerbates obesity-related phenotypes in white adipose tissue but improves whole-body glucose metabolism, Hoshino S, Kobayashi M, Tagawa R, Konno R, Abe,T, Furuya K, Miura K, Wakasawa H, Okita N, Sudo Y, Mizunoe Y, Nakagawa Y, Nakamura T, Kawabe H, Higami Y. FEBS Open Bio. 10: 306-315. 2020.(査読有)
8. LSTM ネットワークを用いた睡眠紡錘波の自動判定手法, 安原成美, 名取隆廣, 林光緒, 相川直幸, 電気学会論文誌, vol.140C, pp.332-333, 2020.(査読有)
9. Tyrosol Reduces Amyloid-β Oligomer Neurotoxicity and Alleviates Synaptic, Oxidative, and Cognitive Disturbances in Alzheimer's Disease Model Mice. Taniguchi K, Yamamoto F, Arai T, Yang J, Sakai Y, Itoh M, Mamada N, Sekiguchi M, Yamada D, Saitoh A, Kametani F, Tamaoka A, Araki YM, Wada K, Mizusawa H, Araki W, J. Alz. Dis. 70(3):937-952, 2019.(査読有)
10. Development of a High-Hydrous Gel Phantom for Human Body Communication based on Electrical Anisotropy. Yamamoto T, Ikeda R, Yamada D, Saitoh A, Koshiji K. IEEE EMBC Proc. 7, 2019.(査読有)
11. Selective agonists of the δ-opioid receptor, KNT-127 and SNC80, act differentially on extinction learning of contextual fear memory in mice. Yamada D, Yanagisawa S, Yoshizawa K, Yanagita S, Oka JI, Nagase H, Saitoh A. Neuropharmacology 160:107792, 2019.(査読有)
12. Research and development of k opioid receptor agonists and d opioid receptor agonists. Nagase H, Saitoh A. Pharmacol. Ther. 205: 107427, 2020.
13. Participation of the nucleus accumbens dopaminergic system in the antidepressant-like actions of a diet rich in omega-3 polyunsaturated fatty acids. Takeuchi E, Yamada D, Suzuki S, Saitoh A, Itoh M, Hayashi T, Yamada M, Wada K, Sekiguchi M, PLoS One 15 (3):e0230647, 2020.(査読有)
14. Search for factors contributing to resistance to the electroconvulsive seizure treatment model using adrenocorticotrophic hormone-treated mice, Kobayashi Y, Segi-Nishida E, Pharmacol Biochem Behav. 186:172767. 2019.(査読有)

15. Predominant Role of Serotonin at the Hippocampal Mossy Fiber Synapse with Redundant Monoaminergic Modulation, Kobayashi K, Mikahara Y, Murata Y, Morita D, Matsuura S, Segi-Nishida E, Suzuki H. iScience. 23 (4): 101025. 2020.(査読有)
16. Hemodynamic response to familiar faces in children with attention deficit hyperactivity disorder. Shimamura K*, Inoue T*, Ichikawa H, Nakato E, Sakuta Y, Kanazawa S, Yamaguchi MK, Kakigi R, & Sakuta R. BioPsychoSocial Medicine (2019). 13,30:1-9.(*Joint first authors)(査読有)
17. A neural network model for exogenous perceptual alternations of the Necker cube, O. Araki, Y. Tsuruoka, T. Urakawa, Cognitive Neurodynamics, 14 (2): 229-23, 2020. (査読有)
18. Analysis of Key Face Parts to Detect Emotional Expression Using a Neural Network Model, K. Izumi, O. Araki, T. Urakawa, Comm. in Computer and Information Science, 1142: 654-661, 2019.(査読有)
19. A Neural Network Model of Incubation through Mind Wandering, K. Nishi, O. Araki, T. Urakawa, Australian Journal of Intelligent Information Processing Systems, 16 (4): 32-41, 2019.(査読有)
20. Correlation between gait perception and autistic traits in the general population: A study on event-related evoked potentials, T. Ichikawa, M. Shigeta, T. Urakawa, A. Sawatome, M. Tanaka, Y. Kurita, O. Araki, H. Ichikawa, H. Takemura, Proc. 41st Ann. Int. Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'19), 2019 (査読有)
21. Solving the Steiner tree problem in graphs by chaotic search, Misa Fujita, Takayuki Kimura, Tohru Ikeguchi, Nonlinear Theory and its Applications, IEICE, 11 (1), 2020 (査読有)
22. Formation mechanisms of local structures in language networks, Y. Shimada, M. Tatara, K. Fujiwara, T. Ikeguchi, EPL-EUROPHYS LETT, 127 (5):56003, 2019 (査読有)
23. A New Frontier of Nonlinear Science -Math-Agro Science-, T. Ikeguchi, K. Sakai, Proc. 2019 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2019), 1 (1): 71, 2019.(査読有)
24. Tracking Temporal Networks by Means of Graph Distance Based on a Laplacian Matrix, Y. Shimada, T. Ikeguchi, Proc. 2019 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2019), 1 (1):585-586, 2019.(査読有)
25. The Relationship Between Average Firing Rates and Performance of the Chaotic Search for Solving the Steiner Tree Problem in Graphs, M. Fujita, T. Kimura, T. Ikeguchi, Proc. 2019 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2019), 1 (1):505-508, 2019.(査読有)
26. Effects of TRPM2 Channel on Insulin Secretion, Kotaro Kasahara, Yutaka Shimada, Kantaro Fujiwara, Tohru Ikeguchi, Proc. 2019 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2019), 1 (1):54-57, 2019.(査読有)
27. Estimation of Predictability of Marked Point Processes Using Constrained Random Shuffle Surrogate Data, K. Yamamoto, Y. Shimada, T. Ikeguchi, Proc. 2019 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2019), 1 (1):532-535, 2019.(査読有)
28. A Method for Extracting Deterministic Properties of Nonlinear Time Series with a Variable Threshold, S. Kanamaru, Y. Shimada, T. Ikeguchi, Proc. 2019 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2019), 1 (1):536-539, 2019.(査読有)
29. Estimation of Neural Network Structure Using Inter-Spike Intervals, K. Sawada, Y. Shimada, T. Ikeguchi, Proc. 2019 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2019), 1 (1):591-594, 2019.(査読有)
30. Analysis of Structural Features of Musical Compositions Using Complex Network Theory, F. Mao, Y. Shimada, T. Ikeguchi, Pro. 2019 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2019), 1 (1):587-590, 2019.(査読有)

31. An Effective Tabu Search Method with a Limited Search Space for Carpooling Optimization Problems, K. Takahashi, T. Aoki, T. Kimura, T. Ikeguchi, XIII Metaheuristics Int. Conf. IC 2019, 1 (1):109-111, 2019.(査読有)
32. Optimization of Synchronizability in Power Grids Using a Second-order Kuramoto Model, T. Aoki, H. Kato, T. Kimura, T. Ikeguchi, XIII Metaheuristics Int. Conf. MIC 2019, 1 (1):126-128, 2019.(査読有)
33. Efficient Algorithm for Packet Routing Problems Using Transmission History Information, A. Yoshida, M. Kaneko, T. A. T. Kimura, T. Ikeguchi, XIII Metaheuristics Int. Conf. MIC 2019, 1 (1):205-207, 2019.(査読有)
34. Investigation of ISO Generated by Dopaminergic Modulation and Inhibitory Synaptic Learning, N. Miya, Y. Shimada, K. Fujiwara, T. Ikeguchi, the 5th International Conference on Mathematical NeuroScience (ICMNS 2019), 1 (1), 2019.(査読有)
35. Estimation of Connections between Neurons only from Inter-Spike-Interval, K. Sawada, Y. Shimada, T. Ikeguchi, the 5th Int. Conf. on Mathematical NeuroScience (ICMNS 2019), 1 (1), 2019.(査読有)
36. Analysis of Synchronization of Mechanical Metronomes, T. Ikeguchi, Y. Shimada, Proc. of the 5th Int. Conf. on Applications in Nonlinear Dynamics. Understanding Complex Systems. Springer, Cham, 1 (1):141-152, 2019.(査読有)
37. Optical intrinsic signal imaging with optogenetics reveals functional cortico-cortical connectivity at the columnar level in living macaques, Nakamichi Y, Okubo K, Sato T, Hashimoto M, Tanifuji M, Scientific Reports 9 (1) 6466, 2019.(査読有)
38. Transcranial alternating current stimulation of alpha but not beta frequency sharpens multiple visual functions, Nakazono H, Ogata K, Takeda A, Yamada E, Kimura T, Tobimatsu S, BRAIN STIMULATION 13 (2):343-352, 2020.(査読有)
39. Neural correlates of tactile simultaneity judgement: a functional magnetic resonance imaging study, Kimura T, Kadota H, Kuroda T, Funai D.T, Iwata M, Kochiyama T, Miyazaki M. Scientific Reports 9 (1):19481, 2019.(査読有)

著書

1．Delta Opioid Receptor (DOR) Ligands and Pharmacology: Development of Indolo- and Quinolinomorphinan Derivatives Based on the Message-Address Concept. Akiyoshi Saitoh, Hiroshi Nagase. Part of the Delta Opioid Receptor Pharmacology and Therapeutic Applications. Page 3-19.
2．Recruiting cell assembly into a given memory trace、記憶する細胞を決めるメカニズム, 佐野良威, 阿部こなみ, 柴野奈津美, The Cell. 51 (7): 47-51. 2019
3．Recruiting cell assembly into a trace of taste-emotion memory, 感覚と情動を記憶する細胞を決める機構, 佐野良威, 阿部こなみ, 柴野奈津美, Agricultural Biotechnology. 3 (12): 60-64. 2019

招待講演

1．迷走神経求心路を介した情動調節とその神経回路, 山田大輔, 第 72 回日本自律神経学会総会 シンポジウム 8（日本生理学会共催シンポジウム）迷走神経求心路と自律機能, 福岡県, 2019 年 11 月 3 日
2．vMMN は視覚的意識へのアクセスに関与する, 浦川智和, 第 49 回日本臨床神経生理学会学術大会 シンポジウム 26 視覚ミスマッチ陰性電位, 福島県, 2019 年 11 月 30 日

研究課題（研究者別）

古市　貞一

「脳の発達と認知の神経基盤に関する研究」

2019 年度は神経伝達物質や神経ペプチドなどの放出を促進的に調節する因子 CAPS タンパク質ファミリーの機能解析を中心に行った。海馬神経回路における CAPS1 タンパク質による新しいシナプス伝達の分子機構が明らかになった。CAPS1 の前脳特異的な cKO マウスを作出し、CAPS1 が、興奮性グルタミン酸シナプス伝達の適切な長期増強に重要で、文脈依存的な記憶に寄与していることから、海馬記憶回路に必須であることを明らかにした。CAPS2 の神経ペプチド・オキシトシン神経に特異的な cKO マウスを作出し、CAPS2 がオキシトシン依存性の社会行動に寄与することを明らかにした。また、神経ペプチド POMC と OXT の分泌制御、およびそれぞれのペプチドが持つ摂食抑制作用と向社会行動作用に機能的に CAPS2 が関連することを明らかにした。低分子量 GTPase Rac などの調節を介してアクチン骨格系の再構成などに関与する ELMO タンパク質の 3 遺伝子（ELMO1/2/3）について、脳内 mRNA 発現を明らかにした。

斎藤　顕宜、山田　大輔

「オピオイド受容体を介する情動制御を基盤とした新規情動調節薬開発に関する研究」

抗うつ薬をはじめとする既存の情動調節薬は、うつ病等精神疾患患者の一部にしか有効性を示さないことが広く問題となっており、既存の薬物とは異なる作用機序を持った新規薬物の開発が強く求められている。斎藤はこれまで、オピオイドδ受容体が不安・恐怖・抑うつ等の情動性行動に関与するという新たな知見を多く示してきた。また山田は、情動性行動を制御する脳内情動神経回路および末梢臓器と脳の情報連絡機構についての研究を行ってきた。本研究課題では、これまでの経験を踏まえて、独自のδ受容体作動薬の神経回路レベルでの作用機序を明らかにし、その基盤情報の上に立った新規の情動調節薬（抗不安・抗うつ薬等）の創薬を目指す。

中村　岳史

「神経変性疾患の発症に関わる traffic jam での Rab 分子活性制御の研究」

変性疾患に先行する軸索での traffic jam において細胞内輸送の制御分子である Rab7 の活性異常の検討を目的としている。細胞外アミロイドβの取り込みで働くマクロピノサイトーシスの分子機構をモデル系で解析した、定常状態の COS7 細胞では、GDP 結合型 Rab7 が細胞質だけでなく小胞膜にも存在する。さらにマクロピノサイトーシスを誘導したところ、Rab7-GDP は初期エンドソーム状態でリクルートされることがわかった。

西山　裕之

「簡易脳波測定器と三次元カメラデータに基づく機械学習を用いた居眠り運転検知ルールの生成に関する研究」

自動車運転時の居眠り運転を検知するための研究に、簡易脳波測定器と三次元カメラから得られた計測情報に基づき、人工知能技術の機械学習器を用いることで、居眠り検知を可能なルールの生成を行った。本ルールを生成するために、実験環境として自動車運転シミュレーション環境を用意し、被験者による長時間の運転実験を実施した。また、居眠りに至る過程の脳波状況および表情情報を居眠り検知に応用する研究も実施し、居眠りする直前の状態を検知するルールの生成も行った。

相川　直幸、名取　隆廣

「睡眠脳波の時間領域解析に関する研究」

睡眠段階 2 の判定に有効な睡眠紡錘波を、時間領域解析による新しい自動判定手法を提案した。研究成果は、電気学会論文誌 C に「藤森法に基づいた睡眠段階 2 の自動解析法」として H30 年 4 月に掲載された。さらに、電気学会論文誌 C に「LSTM ネットワークを用いた睡眠紡錘波の自動判定手法」として 2020 年 3 月に掲載された。

浦川　智和

「曖昧画像知覚形成に関わる脳内視覚情報処理の検討」

一見して何が描画されているのか分からない曖昧画像に対する探索的な視知覚形成について、この脳内機序の解明を試みる。特に、視覚ミスマッチ処理と呼ばれる脳内処理に着目し、この処理が探索的な視知覚形成に関わっているのか、心理実験および脳波実験を複合的に用いることで検討する。並行してこの視覚ミスマッチ処理が、被験者の不安傾向（特性不安）や視覚的意識へのアクセスに関与するのかについても検討する。

瀬木　恵里

「海馬神経の成熟度の変化に着目したうつ治療メカニズム解明に関する研究」

薬物治療抵抗性のうつモデルを用いたときの電気けいれん刺激治療の抵抗性の分子メカニズムを明らかにすることを目的とした。海馬に対する神経前駆細胞の増殖については応答性が認められたが、うつ病の薬物治療抵抗性の要因として海馬の BDNF 発現誘導の抑制が示唆された。当該成果をまとめ、Pharmacology, Biochemistry & Behavior 誌に出版するとともに、この成果を第 6 回アジア精神神経薬理学会で発表した。

荒木　修

「認知機能の数理モデルの構築に関する研究」

視知覚、注意、行動の準備と実行の認知機能に関わる脳神経回路網の数理モデルの構築によって、脳の情報処理メカニズムの解明を目指す。脳波測定などの認知心理学的な実験を実施し、得られた実験データを分析することによって、非線形ダイナミクスによって機能創発する数理モデルの構築を行う。

池口　徹

「ニューロンモデルの非線形解析に関する研究」

脳を情報システムとして解明するには、神経回路網を構成するニューロンの非線形ダイナミクスを理解することが鍵となる。我々は、ニューロンモデルの非線形ダイナミクスを定量化する手法について検討する。また、観測されたスパイク列のみから神経回路網の構造を推定する手法の開発についても検討を行う予定である。

竹村　裕

「回避動作に表れる性格特性の検出に関する研究」

ヒトの歩行動作、特にすれ違い時に表れる回避動作に着目して、ヒトの性格特性と行動の関連性を調査した。視覚異常や精神疾患を持たない若齢者 20 人（10 ペア）に実験に参加してもらい、性格特性に関するアンケート調査と、すれ違い歩行動作計測実験を実施した。結果、性格特性（Big Five）と回避動作にはいくつか相関があることを発見し、ヒトの行動表現から性格特性を検出することの可能性を示唆した。

市川　寛子

「スパースモデリングを用いた脳活動計測の解析」

スパースモデリングを用いて、歩行動作や脳血流動態などを解析した。いずれも、外部から観察可能なヒトの生理指標をもとに、ヒト内部で行われている認知処理とどう関連しているかを検討し、論文発表および学会発表を行った。

佐野　良威

「学習と意欲を制御する細胞分子基盤に関する研究」

味覚と嫌悪体験を関連付けて記憶する学習において、一次味覚野である島皮質と情動を制御する扁桃体間の構造的および機能的相互作用により記憶想起を担う細胞が決まることを明らかとした。また、恐怖記憶の形成において前頭前野の活動により恐怖反応が増大し記憶形成がより高まることを明らかとした。これらの成果は、日本神経科学大会、米国 Society for Neuroscience、Molecular & Cellular Cognition Society 等で発表した。古市委員と共同で、小型モデル動物の行動と脳活動を連動して解析できるシステムの開発を行い、今後、認知や記憶時の行動と脳活動との関連について理解を進める。

橋本　光広

「小型無線脳波計測装置の開発とその応用」

オプトジェネティクスを用いた覚醒マウス用無線小型光刺激装置の開発成果を元に、無線脳波計測装置の設計・作製を行った。また、小脳プルキンエ細胞が、内側傍小脳核（睡眠・覚醒の中枢の一つ）に直接投射しているころを証明し、小脳が睡眠・覚醒を制御する神経回路を明らかにした。当該成果は、英文原著論文として Frontiers in Neural Circuit 誌から出版された。

木村　岳裕

「非侵襲的脳刺激法による運動学習記憶の連合と操作の研究」

非侵襲的にヒトの脳神経を刺激可能な経頭蓋磁気刺激法（TMS）を用い、運動時における一次運動野の体部位支配領域間（特に上肢内）で生じる連携機能を神経生理学的な指標から評価している。また、確認される神経生理学指標がどのような機能的意義を持つのかを運動巧緻性を評価する運動課題成績や、運動学習前後の指標の変化など行動学実験と比較することで明らかにすることを目的としている。

インテリジェントシステム研究部門

インテリジェントシステム研究部門について

1. 概要

インテリジェントシステム研究部門の起源は、1983 年 4 月に発足したバイオシステム研究部門にあり、その後、1988 年 4 月に「工学的システムにインテリジェンスをもたせる」を理念に必要な基礎分野から応用分野にいたる幅広いテーマに関する研究を遂行することを目的としたインテリジェントシステム研究部門に発展的に引き継がれた。

2005 年 11 月に総合研究所が総合研究機構に組織改変されたのにともない、インテリジェントシステム研究部門は、新たに掲げた「ソフトウェア応用・ネットワーク分野、ハードウェア分野、エネルギー環境分野、基礎理論分野の相互連携・融合により、人に優しいヒューマンライクなインテリジェントシステムの実現を目指す」を理念として 2010 年度末までの 5 年間の活動を行った。そして 2011 年 4 月からは、「ヒューマンライクで自律性を持つ人に優しいインテリジェントシステムの医療・宇宙応用に向けての研究開発を行う」ことを理念とし、ハードウェア分野、ソフトウェア分野、通信・ネットワーク分野、エネルギーシステム分野の各分野が相互に連携し豊富な研究成果を集中的に医療や宇宙分野へ応用するため、部門所属研究者 17 名（2019 年度末現在は 21 名）を要して新たに 5 年間の再設置が認められ、以下の様に多くの研究費の獲得と論文等を公開し、多くの成果を挙げて一旦解散をした。

インテリジェントシステム研究部門は、解散までに多数の貴重な研究成果を挙げ、520 編の査読つき論文、589 編の査読なし論文を著し、23 件の特許出願と 89 件の論文賞等を受賞した（2006 年～2019 年 3 月末現在)。また、公的資金や民間からの受託研究費等の獲得実績も大きく、2011 年～2019 年 3 月までの間に 4 億円を超える研究活動資金を獲得するなど活発に活動した。

また、2019 年 5 月 15 日（水）16 日（木）には部門の新しい活動の一環として、オシロスコープ基礎講座を開催した。参加者数は 2 日間合計で当初の予測を大幅に超える 40 名以上であり、大変盛況であった。実習形式の講座で、オシロスコープの基本原理から測定テクニックなどを実際に測定器に触れながら学ぶことは、特に研究室に配属して間もない卒業研究生の研究支援にきわめて有益であった。2019 年 11 月 25 日（月）に開催された、総合研究院フォーラム 2019（野田校舎 7 号館 6 階講堂、ホワイエ）において当部門の現状と課題をポスターを用いて紹介した。さらに、2020 年 3 月 6 日（金）には、毎年恒例の主要行事であるインテリジェントシステム研究部門研究成果報告会を開催し、特別講演 2 件、各研究グループの代表者による研究概要の紹介 10 件、ポスターセッション 56 件の発表を予定していたが、新型コロナウイルス感染症拡大防止ならびに政府と本学の新型コロナウイルスへの対応方針を鑑み中止とした。論文集を発行・配布することを通じ、日頃の研究活動・研鑽の成果を発信した。

2. 部門の構成と施設設備

2. 1. 部門の構成

インテリジェントシステム研究部門では、ハードウェア分野、ソフトウェア分野、通信・ネットワーク分野、エネルギーシステム分野、ヒューマンライクで自律性を持つ人に優しいインテリジェントシステムの医療、宇宙応用に向けての研究開発を行っている（図 1)。

当部門は、2019 年度は、本学の専任教員 10 名（内訳、理工・電情 6 名、理工・経営 1 名、理工・情報 1 名、理一・応数・1 名、基礎工・電子 1 名）の併任研究員、客員教授 3 名、客員准教授 2 名、客員研究員 6 名の合計 21 名の研究者か

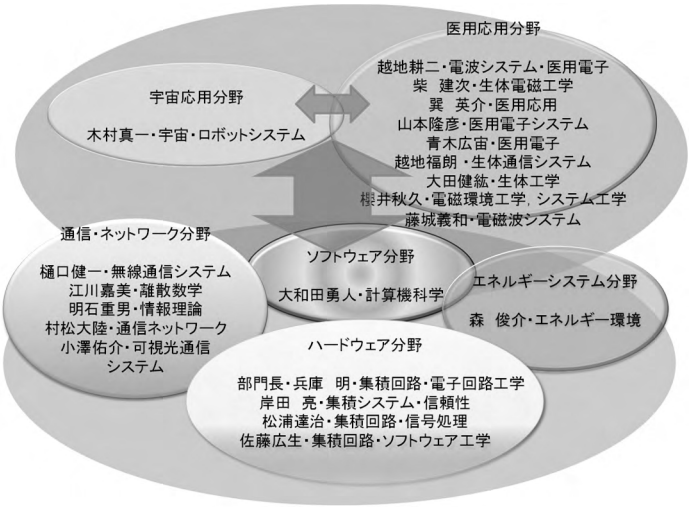


図 1　インテリジェントシステム研究部門の構成

ら構成され、ハードウェア分野、ソフトウェア分野、通信・ネットワーク分野、エネルギーシステム分野と多岐にわたる範囲をカバーできる体制をとっている。

2. 2. 施設設備

インテリジェントシステム研究部門の主な研究施設・設備を以下に示す。

(1) アナログ集積回路チップ解析設備

アナログ集積回路チップ解析設備（株式会社日本マイクロニクス製）は、パッケージングされていないベアチップでの集積回路の測定解析が可能であり、電圧電流検出部と測定解析部を有している設備である（図 2)。高周波回路や集積回路の周波数特性などの測定が可能である。電圧電流検出部であるプローバ部はノイズレベルが 10fA 以下と非常に小さく、微少電流の測定が可能である。測定解析部である S パラメータ／ネットワークアナライザ部はアジレント･テクノロジー8753ES が受け持っており、測定精度 0.04dB（300kHz～6GHz）である。

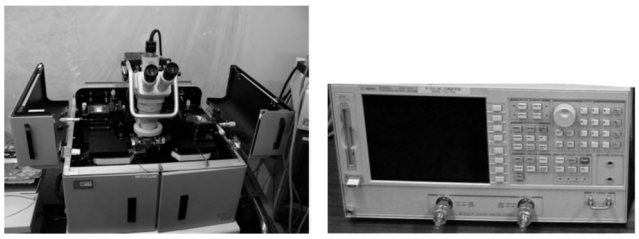


図 2　アナログ集積回路チップ解析設備
（左：電圧電流検出部、右：測定解析部）

(2) ベクトル信号発生器

大出力で、低位相雑音、I/Q 変調機能を備えたシンセサイズド信号発生器であり、高周波での基準信号源などとして必要不可欠の測定装置である（図 3)。

図 3　ベクトル信号発生器 E8267D

表 1　ベクトル信号発生器の仕様

メーカ名	アジレント・テクノロジー
型名	E8267D
周波数範囲	250kHz～20GHz
分解能（CW）	0.001Hz

本測定装置は、理工学部電気工学科（関根・兵庫研究室）卒業生の小島（旧姓山﨑）優様とお父上の山﨑舜平様よりご寄贈頂いたものである。

(3) オシロスコープ（TDR 機能付き）

超高周波信号伝送路、超高速差動信号伝送路などの特性評価や反射源位置測定（TDR）を行う際に、周波数帯域が 20GHz 程度までの波形観測装置は不可欠である。通常の信号波形観測をはじめ、レーダや医用応用を目指したマイクロ波イメージングの研究に有用である（図 4)。

表 2　オシロスコープ（TDR 機能付き）の仕様

メーカ名	アジレント・テクノロジー
型名	86100C/54754A
チャンネル数	2ch
周波数帯域	20GHz
TDR ノーマライズ機能	10psec－5sec
TDR パルスフラットネス	5%
VNA との接続性	PLTS:SW で時間、周波数変換

図 4　オシロスコープ（TDR 機能付き）
86100C/54754A

3. 各研究グループの活動報告

当部門では研究活動に際し明確なグループ分けを行っていない。以下に各研究室の主要研究課題を示す。各課題の研究成果は、2019 年度インテリジェントシステム研究部門研究成果報告会論文集をはじめ主要学会、国際会議などで公表している。

3. 1. 越地・山本グループについて

1. 低周波用電磁ファントムの開発とその設計指標に関する検討
2. 体内埋込型人工心臓用経皮エネルギー情報同時伝送システムにおける外周 2 回巻き 8 の字形コイルの設計
3. E 級増幅器を用いた体内埋込型人工心臓用経皮エネルギー伝送システムの検討
4. 実験動物用活動量計に対するワイヤレス電力伝送および位置検出法の検討
5. 実験用小動物に対する磁界暴露の影響調査
6. 火炎による電波伝搬影響の調査
7. 足部圧力分布の簡易可視化システムの検討

3. 2. 兵庫・岸田・松浦グループについて

1. γ推定を用いた C-C SAR-ADC の寄生容量補正法
2. 環境変動を打ち消し経年劣化の電圧依存性を観測するリングオシレータの提案
3. SAR ADC を用いた高精度なインクリメンタル ADC の変換時間短縮に関する研究
4. ヒステリシス電圧制御による降圧コンバータの可聴域ノイズ低減の検討
5. 1 次フィードフォワード型インクリメンタル ADC と SAR ADC を組み合わせた Hybrid ADC の検討
6. シングルエンドの入力信号から差動信号を生成するクロススイッチの構成の提案
7. 雑音整合をしたデュアルパスノイズキャンセル LNA とアクティブシャントフィードバックを用いた構成との雑音指数の比較
8. アップダウンカウンタを用いたディジタル LDO 電源の検証
9. FIR フィードバックを使用したシングルビット連続時間ΔΣ 変調器の性能研究
10. 二段増幅広帯域ゲート接地型 LNA の利得偏差の低減化に関する研究
11. 非対称パルス幅変調制御によるハーフブリッジコンバータの効率改善に関する研究
12. 高線形なミキサのクロスカップルトランジスタ組み込みによる変換利得の向上
13. RF エナジーハーベスト向け Cross-Connected MOS 整流回路の理論的設計方法に関する研究
14. 携帯機器向け昇降圧コンバータの昇降圧モードでの電力効率改善のための制御方式の検討
15. 負荷変動時に出力と並列に素子を接続することによるヒステリシス制御 DC-DC 降圧コンバータの負荷応答性向上に関する研究
16. 時分割多重化による 2 次ΔΣ変換器の演算増幅器数の削減に関する研究
17. エナジーハーベスティング向け低電圧 DC-DC 昇圧コンバータのクロック制御と PWM 制御による出力応答性の向上
18. 三進逐次比較 ADC を用いたハイブリッド型 Flash／逐次比較 ADC の変換時間の削減

3. 3. 大和田グループについて

1. BERT を活用した少量アノテーションデータによる日本語抽出型要約手法

3. 4. 木村グループについて

1. 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）が開発した小惑星探査機「はやぶさ 2」に搭載された東京理科大学開発の小型カメラシステムが、小惑星「リュウグウ」へのタッチダウン並びにインパクタによる人工クレータ生成の様子を鮮明に撮影した。このことにより、2020 年 1 月 8 日宇宙科学研究所賞を受賞した。
2. 衛星全周囲撮像カメラシステム MMC が、東北大学を中心に開発した小型衛星 RISESAT に搭載され、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）が開発したイプシロンロケットにより、内之浦から打ち上げられた。ミッションに成功し、衛星全集委画像の融合にも成功し国際会議で発表を行った。

3. 宇宙ゴミの除去に関してシンガポールの ASTROSCALE 社と共同研究契約のもと、使用済み衛星除去デモンストレーション衛星（ELSA-d）搭載カメラの開発を進めた。ELSA-d は 2020 年度打ち上げを計画している。

3. 5. 樋口グループについて

1. 大規模 MIMO-OFDM 伝送におけるチャネルのヌル空間を用いた適応ピーク電力抑圧法の検討
2. 超高品質低遅延伝送実現に向けたチャネル復号前情報を用いた低遅延ハイブリッド ARQ 法の検討
3. 超多数同時接続実現に向けた IDMA を用いたランダムアクセスの検討
4. スモールセルを用いるヘテロジーニアスネットワークにおける適応的な基地局の ON/OFF 制御の検討
5. システムスループットを最大化する複数サービスチャネルの NOMA 型最適多重法の検討

3. 6. 柴グループについて

1. 空心偏平型経皮エネルギー伝送システムの高効率化と電磁生体影響解析
2. ウェストリング型ネルギー伝送システムの受電コイルの小型化
3. 人工心臓用体外結合型経皮エネルギー伝送システムの漏れ電流の測定
4. 人工心臓用体外結合型経皮エネルギー伝送システムの整合回路の設計

3. 7. 江川グループについて

1. 3 連結有限属を生成する禁止部分グラフ

3. 8. 森グループについて

1. 地域民生部門エネルギーシステムにおける ZEH/ZEB 化、EV/PV 連携の効果と電気事業者への影響の相乗効果

3. 9. 越地（福）グループについて

1. 磁性体シートを装荷した経皮エネルギー伝送用トランスの伝送特性
2. 心拍・呼吸センシングのための多層リングで形成するパラボラアンテナ
3. 給電線路近傍に配置した銅箔パターンによる5GHz 阻止帯域を有する半円台形不平衡ダイポールアンテナ
4. 衣服と一体化する半円台形不平衡ダイポールアンテナの VSWR 特性
5. 人体通信におけるウェアラブル単一電極の伝送特性の検討
6. 人体通信におけるウェアラブル電極の構造に対する生体安全性
7. 人体通信の体内埋込型心臓ペースメーカへ及ぼす電磁的影響－電磁界解析モデルの比較－

3. 10. 大田グループについて

1. 警報音の構成と生体情報との関係の解明
2. オペアンプの音質評価及び音響特徴量に基づく機械学習による判別
3. 複数のカメラにより撮影した口唇周囲の画像を用いた無発声音声認識

3. 11. 小澤グループについて

1. 海中可視光通信における高電力効率光強度変調方式に関する研究

4. 研究活動の展望

2020 年 3 月 6 日には、例年と同様に研究成果報告会を開催し、中島一樹氏（富山大学・教授）による「生理・生活情報の長期遠隔モニタリング」、小野寺好広氏（シスコシステムズ合同会社）による「サイバーセキュリティの最前線」の 2 件の特別講演と、各研究グループ代表者による研究活動紹介 10 件、ポスター発表 56 件の発表を予定していたが、新型コロナウイルス感染症拡大防止ならびに政府と本学の新型コロナウイルスへの対応方針を鑑み中止とした。研究成果報告会

論文集を刊行・配布することを通じ、日頃の研究活動・研鑽の成果を発信した（図 5)。今後は、新型コロナウイルス感染症拡大防止を鑑み、対面での報告会にかわる会を開催したいと考えている。

5. むすび

当部門は、ハードウェア、ソフトウェア、通信・ネットワーク、エネルギーシステム、基礎理論の各分野グループにおいて、インテリジェントシステムの要素となる技術の研究成果を多数創出してきているが、インテリジェントシステムを構築するには、各分野の要素技術の成果を融合するための部門内、部門間の共同研究体制が重要であり、今後もより一層の協調が必要である。

参考文献

2019 年度東京理科大学総合研究院インテリジェントシステム研究部門成果報告論文集

図 5　2019 年度研究成果報告会論文集

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．整数容量比を用いた C-2C D/A 変換器の設計手法，関根 慧，松浦 達治，岸田 亮，兵庫 明，電気学会論文誌 C，140 巻，194-203，2019（査読有）
2．A Worldwide Input Voltage AC/DC Converter Using a Capacitor Instead of Current Control, Yuki Tanaka, Tatsuji Matsuura, Ryo Kishida and Akira Hyogo, AVIC 2019, PM-3_1-PM-3_6, 2019（査読有）
3．Cross Switch to Output Input Voltage Alternately, Kou Satou, Tatsuji Matsuura, Ryo Kishida and Akira Hyogo, AVIC 2019, PM-3_1-PM-3_6, AT2-1_1-AT2-1_3 2019（査読有）
4．Design Theory of Sub-Radix-3 SAR-ADC with C-C Ladder Based D/A Converter, Satoshi Sekine, Tatsuji Matsuura, Ryo Kishida and Akira Hyogo, AVIC 2019, CONV-5_1-CONV-5_6, 2019（査読有）
5．Duty Ratio and Capacitance Analysis of AC/DC Converter without Current Control Circuit, Yuki Tanaka, Tatsuji Matsuura, Ryo Kishida and Akira Hyogo, 2019 ISPACS, O19-6_1-O19-6_2（査読有）
6．Examination of Incremental ADC with SAR ADC to Reduce Conversion Time with High Accuracy, Yuichirou Unno, Tatsuji Matsuura, Ryo Kishida and Akira Hyogo, 2019 ISPACS, O17-4_1-O17-4_2（査読有）
7．Investigation of Hybrid ADC Combined with First-Order Feedforward Incremental and SAR ADCs, Yuichiro Kobayashi, Tatsuji Matsuura, Ryo Kishida and Akira Hyogo, 2019 ISPACS, O17-3_1-O17-3_2（査読有）
8．体内埋込型人工心臓用経皮エネルギー情報同時伝送システムにおける外周 2 回巻き 8 の字形コイルの設計，河井卓也，山本隆彦，越地耕二，ライフサポート 31 巻 2 号 58-63 頁，2019（査読有）
9．Current Distribution Analyses of Figure-Eight Coil for an Intergrated Transcutaneous Energy and Information Transmission System for a Totally-Implantable Artificial Heart, Takahiko Yamamoto, Takuya Kawai and Kohji Koshiji, ISMICT 2019 Proceedings, 2019（査読有）
10. Development of a High-Hydrous Gel Phantom for Human Body Communication based on Electrical Anisotropy, Yamamoto Takahiko, Ikeda Ryutaro, Yamada Daisuke, Saitoh Akiyoshi and Koshiji Kohji, IEEE EMBC 2019 Proceedings, 2019（査読有）
11. Application of Class-E Amplifier to Transcutaneous Energy Transmission System for a Totally Implantable Artificial Heart -Comparison of Resonance Circuit and Rectifier Mode-, Masatoshi Sonda, Takahiko Yamamoto and Kohji Koshiji, p.93, The 17th International Conference on Biomedical Engineering, 2019（査読有）
12. Investigation on Retransmission Scheme for IDMA-Based Random Access, Y. Shake, Y. Kishiyama, K. Higuchi, Proc. IEEE APWCS2019, pp.1-5, Singapore, August 2019.（査読有）
13. Complexity-Reduced Algorithm for Adaptive PAPR Reduction Method Using Null Space in MIMO Channel for MIMO-OFDM Signals, M. Suzuki, T. Suzuki, Y. Kishiyama, K. Higuchi, Proc. IEEE APWCS2019, pp.1-5, Singapore, August 2019.(査読有)
14. Method for Generating Peak Cancellation Signals in Complexity-Reduced PAPR Reduction Method Using Null Space in MIMO Channel for MIMO-OFDM Signals, T. Suzuki, M. Suzuki, Y. Kishiyama, K. Higuchi, Proc. IEEE APWCS2019, pp.1-5, Singapore, August 2019.（査読有）
15. Decentralized Probabilistic Frequency-Block Activation Control for Inter-cell Interference Coordination and Traffic Load Balancing, F. Ishikawa, Y. Kishiyama, K. Higuchi, Proc. IEEE VTC2019-Fall, pp.1-5, Honolulu, U.S.A., September 2019.（査読有）

16. NOMA-Based Optimal Multiplexing Method for Downlink Service Channels to Maximize Integrated System Throughput, T. Shikuma, Y. Yuda, K. Higuchi, Proc. IEEE VTC2019-Fall, pp.1-5, Honolulu, U.S.A., September 2019.(査読有)
17. Low Latency HARQ Method Using Early Retransmission Prior to Channel Decoding with Multistage Decision, K. Taniyama, Y. Kishiyama, K. Higuchi, Proc. IEEE VTC2019-Fall, pp.1-5, Honolulu, U.S.A., September 2019.(査読有)
18. Online Probabilistic Activation Control of Base Stations Considering Both Uplink and Downlink System Throughput, N. Uji, Y. Kishiyama, K. Higuchi, Proc. IEEE VTC2019-Fall, pp.1-5, Honolulu, U.S.A., September 2019.(査読有)
19. Inter-cell Coordinated Transmission Power Control for IDMA-Based Random Access, M. Kawata, T. Miyata, Y. Kishiyama, K. Higuchi, Proc. ISPACS2019, pp.1-2, Taipei, Taiwan, December 2019.(査読有)
20. Low Latency HARQ Method Using Early Retransmission Before Channel Decoding Based on Superposition Coding, K. Miura, Y. Kishiyama, K. Higuchi, Proc. ISPACS2019, pp.1-2, Taipei, Taiwan, December 2019.(査読有)
21. Performance Evaluation of IDMA-Based Random Access Considering User Detection and Channel Estimation, T. Tomizawa, Y. Kishiyama, K. Higuchi, Proc. ISPACS2019, pp.1-2, Taipei, Taiwan, December 2019.(査読有)
22. Multi-View Micro Monitoring System for Small Satellites, Shinichi Kimura, Yu Murata, Kosuke Hanyu, Morokot Sakal, Hannah Tomio and Toshinori Kuwahara, Proceedings of the 32nd International Symposium on Space Technology and Science, Toyama, Japan, 2019-f-80 (査読無)
23. An artificial impact on the asteroid (162173) Ryugu formed a crater in the gravity-dominated regime, M. Arakawa, et. al., Science, 10.1126/science.aaz1701 (2020) (査読有)
24. Cross-Training Scheme for an Active Learning Program on Space Trials in the Space Education Program of the Tokyo University of Science, Shinichi Kimura, Ichiro Ueno, Hideyuki Suzuki, Tomoaki Tatsukawa, Kozo Fujii, Makoto Yamamoto and Chiaki Mukai, Proceedings of International Astronautical Congress 2019, Washington DC, U.S.A., IAC-19- E1,3,7 (査読無)
25. Forbidden triples generating a finite family of 3-connected graphs, Egawa Yoshimi, Japanese Conference on Combinatorics and its Applications 2019 (離散数学とその応用研究集会 2019 スペクトラルグラフ理論および周辺領域 第 8 回研究集会), 29, August.
26. 体内深部-体外間容量結合型無線情報伝送システム －インピーダンスマッチング回路挿入時の通信特性評価－, 新郷 航希, 柴 建次, 原 一裕, 坪木 光男, 伊藤 雅一, 日本 AEM 学会誌, Vol.27, No.3, pp.341-347, 2019 (査読有)
27. 生体埋込時を想定した空心偏平型経皮トランス －等価回路の提案・評価と経皮トンラスの設計－, 砂田 将平, 柴 建次, 日本 AEM 学会誌, Vol.27, No.3, pp.315-321, 2019 (査読有)
28. 高周波絶縁トランスを用いた補助人工心臓用空心型経皮エネルギー伝送システム －人体中に流れる高周波漏れ電流の測定, 髙橋 俊介, 柴 建次, 日本 AEM 学会誌, Vol.27, No.3, pp.322-328, 2019 (査読有)
29. Evaluation of high-Frequency Leakage Current from air-Core Transcutaneous Energy Transmission System by Comparison of Circuit Measurements and Simulations, Shunsuke Takahashi and Kenji Shiba, Proceedings of the IEEE Asia Pacific Conference on Circuits and Systems (APCCAS), pp.117-120, 2019 (査読有)
30. 伝送距離を 2cm とした補助人工心臓用経皮電力伝送システム －入力インピーダンス変換器と送電コイルによる高効率化の検討－, 三浦 大樹, 柴 建次, pp.102-107, 第 28 回 MAGDA コンファレンス 2019 in 大分講演論文集, 2019 (査読無)
31. 2 組の空心偏平型経皮トランスを用いた補助人工心臓用経皮電力伝送 －経皮トランス間距離変化時の放射性妨害波の測定－, 公塚 景, 柴 建次, pp.68-73, 第 28 回 MAGDA コンファレンス 2019 in 大分講演論文集, 2019 (査読無)

32. 終章：これからの科学技術・イノベーション政策に向けて，森 俊介，エネルギー・資源，Vol.41，No.2，PP.33-37，2020（査読無）
33. 動学的多部門モデル THERESIA の日本への適用と二酸化炭素排出削減の部門別影響評価，森 俊介，番場 康太，大西 悟，第38回エネルギー・資源学会研究発表会，2019（査読無）
34. ディープラーニング処理におけるGP-GPUとCPUサーバの比較とデータセンター消費電力の評価，森 俊介，森 洸登，大西 悟，第38回エネルギー・資源学会研究発表会，2019，東京大学生産技術研究所（東京)(査読無）
35. 地域の建物再構成とEV化を含む低炭素街区のモデル化ー宇都宮市を例として，森 俊介，第36回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス，2020（査読無）
36. Free Space Optical Turbo Coded Communication System with Hybrid PPM-OOK Signaling, Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, IEICE transactions on fundamentals of electronics, communications and computer sciences, Vol.E103-A, No.1, pp.287-294, 2020（査読有）
37. Optical-Wireless VN-CSK Communication-Based Indoor Positioning System, Hikari Iizuka, Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, Journal of Signal Processing, Vol.23, No.4, pp.167-171, 2019（査読有）
38. Theoretical Analysis of Frame Error Detecting Schemes for Optical-Wireless Advanced Framed-DOOK System, Yuta Asano, Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, Journal of Signal Processing, Vol.23, No.4, pp.163-166, 2019年7月（査読有）
39. Equivalent Circuit Model Viewed from Receiver Side in Human Body Communication, Y. Nishida, K. Yamamoto, K. Sasaki, D. Muramatsu, F. Koshiji, IEEE Transaction on Biomedical Circuits and Systems, Vol.13, Issue 4, pp.746-755, 2019（査読有）
40. Improvement in Transmission Characteristics for Magnetically Coupled Body Area Network by Using a Parasitic Wearable Coil, F. Koshiji, R. Yamaguchi, Y. Fujita, K. Koshiji, Journal of the Japan Society of Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol.27, No.3, pp.360-365, 2019（査読有）
41. Transcutaneous Energy Transmission Coil with a Magnetic Body- Investigation of Magnetic Body Shape, J. Sato, F. Koshiji, K. Koshiji, 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2019), ThPOS-33.10, 2019（査読有）
42. Transmission Characteristics of Electrode Arrangement in Human Body Communication, K. Mochizuki, F. Koshiji, K. Koshiji, 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2019), FrPOS-38.1, 2019.(査読有）
43. Parabolic Antenna Comprising a Multilayered Printed Circuit Board for Heartbeat and Respiration Sensing, Y. Matsuo, F. Koshiji, K. Koshiji, 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2019), FrPOS-38.8, 2019.(査読有）
44. Numerical Simulation of Electric Field Distribution and Signal Path of a Commonly Used Schematic Diagram of Human Body Communication, Y. Nishida, K. Sasaki, K. Yamamoto, D. Muramatsu, F. Koshiji, The 8th IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2019), pp.422-423, 2019.(査読有）

著書

1．研究室めぐり 東京理科大学基礎工学部電子応用工学科柴研究室，柴建次，人工臓器，第48巻1号，(株）学研メディカル秀潤社，pp.88-89，2019.
2．5Gシステムのアンテナ設計，越地福朗，5G対応に向けた部材・材料・デバイス設計開発指針，情報機構出版，ISBN：978-4-86502-175-2，第2章，第4節，pp.59-74，September 2019.

招待講演

１．生体情報を用いた人間の理解に向けた取り組み，大田健紘，MICT 研究会，東京，2020
２．青少年を対象としたサイバー犯罪の現状と素の防止策，明石重男，文部科学省高等学校理科教育推進プログラムスーパーサイエンスハイスクール運営指導委員会北信越地区講演会，新潟，2019

受賞

１．志熊輝晃（指導教員：樋口健一），IEEE VTS Tokyo Chapter Student Paper Award, September 2019
２．石川史弥（指導教員：樋口健一），IEEE VTS Tokyo Chapter Young Researcher's Encouragement Award, September 2019
３．宇治直輝（指導教員：樋口健一），IEEE VTS Tokyo Chapter Young Researcher's Encouragement Award, September 2019
４．谷山顕太郎（指導教員：樋口健一），IEEE VTS Tokyo Chapter Young Researcher's Encouragement Award, September 2019
５．志熊輝晃（指導教員：樋口健一），電子情報通信学会無線通信システム研究会初年度発表者コンペティション優秀発表賞，電子情報通信学会無線通信システム研究専門委員会，January 2020
６．鈴木拓（指導教員：樋口健一），電子情報通信学会無線通信システム研究会初年度発表者コンペティション優秀発表賞，電子情報通信学会無線通信システム研究専門委員会，January 2020
７．尊田将平（指導教員：山本隆彦），ライフサポート学会奨励賞，ライフサポート学会，2020
８．髙橋俊介（指導教員：柴建次），日本 AEM 学会奨励賞，日本 AEM 学会，2019
９．Shigeo Akashi， Asia Pacific Society for Computing and Information Technology より fellow の称号授与，2019
10．明石重男，シスコネットワーキングアカデミー公認優秀インストラクタ賞受賞，2020

研究課題（研究者別）

木村　真一

「衛星搭載機器のインテリジェント化に関する研究」

放射線環境や熱真空環境、打ち上げ時の振動環境など宇宙利用する際の適合性を評価することで、最先端の民生用デバイスの宇宙利用の可能性を開拓することで、衛星搭載機器の能力を向上し、宇宙機器のインテリジェント化を実現する。また、ソフトウェアリソースの再利用性の向上と評価環境を整備することで、宇宙機器の搭載ソフトウェアの生産性と信頼性向上を実現する。

越地　耕二、山本　隆彦

「繊維素材の配向性制御により異方性をもたせた低周波用電磁ファントムの開発」

体内埋込型や密着型医療機器において、生体の影響を考慮し実際に使用される状態に近い条件下において電磁両立性などの試験を行うためには、人体の電気的特性を模擬した電磁ファントムが有用である。本研究では繊維状材料の添加として大きな表面積を有する活性炭素繊維を用い、低周波数帯域における筋肉組織を模擬した高機能電磁ファントムの開発を行っている。

「体内埋込型人工心臓用経皮エネルギー・情報伝送システムに関する研究」

埋込型人工心臓装着患者の QOL 向上には駆動用エネルギーや制御用情報の伝送を非侵襲に行うことが不可欠である。本研究では、経皮エネルギー伝送システムをシンプルな構成で高効率化・高機能化するための E 級増幅器やハーフアクティブ整流器の適用、情報伝送機能の付加のための 8 の字形情報伝送コイルの適用などについて研究を行っている。

「消防隊委員のバイタルデータ通信のためのアンテナに関する検討」

近年、防護衣の高性能化に伴う消防隊員の熱中症発症が懸念されている。このため、バイタルデータを測定し、熱中症発症を未然回避することが重要である。送信機器の実用化が重要である。本研究では生体の存在による電波伝搬特性の変化を考慮し同通信装置の検討、火炎発生時の電磁波の伝搬特性調査を行っている。

「実験動物の活動量計測に関する検討」

実験用小動物の運動量測定には小型な運動量計を用いる方法がとられている。本装置に対し非接触に電力を伝送しバッテリーレス化することは、さらなる小型化や長時間の計測などの観点で期待されている。本研究では、こうした非接触電力伝送装置の研究開発をはじめ、生体が電磁波に曝露された際の影響調査を行っている。

樋口　健一

「高信頼無線通信システムに関する研究」

複数のコンピュータやロボットとの相互通信に基づくインテリジェントシステムに必須となる大容量かつ高信頼度の無線通信を実現するため、大容量化のためのマルチアンテナ伝送に、高信頼度化のための高機能誤り制御や複数通信ノード間の協力通信機能を設けた無線通信方式の検討を行う。リンクレベルとネットワークレベルの高度化を融合することにより、限られた無線リソースでの大容量・高信頼度な無線通信の実現を目指している。

兵庫　明、岸田　亮、松浦　達治

「高周波（RF）回路および RF 用発振回路の低消費電力化に関する研究」

高周波（RF）回路に用いられる高周波発振回路（VCO）や、低雑音アンプ（LNA）など、IoT の時代を迎えて電池駆動のセンサーデータを低電力無線でセンターに送るなど極低電力の RF 用回路が要求されている。我々は VCO の構成を工夫してカレントリユース、つまりバイアス電流を再利用して電力を低減した発振回路や、LNA や VCO の電流を共用化してバイアス電流を半減するなどの回路工夫を行って低電力 RF システムを提案している。今後の IoT の進展に従ってこれらの研究はますます重要性が増していくと考えられる。

「高精度 A/D 変換器に関する研究」

誤差を補正できる A/D 変換（ADC）方式として、β変換を用いた ADC 方式を研究している。

サイクリック ADC においては、あるビットを決定した後の量子化誤差の演算で、容量比の誤差、および OP アンプの利得不足があると A/D 変換精度が劣化する。そこで 1<β<2 の重みを使って、そのβ値を推定して、これらの誤差を補正して高精度化するβ変換 A/D 変換器方式を我々は研究している。今回、下位ビットを逐次比較 A/D 変換方式で実現することを検討し、高精度・低電力に回路が設計できることを確認した。

C-C SAR-ADC においては、非接地点の寄生容量の影響を補正するためのγ推定を提案している。提案のγ推定は基数が 2.60 から 2.81 までの A/D 変換器の基数を推定できる。基数γの推定誤差は 10-bit 分解能においては 0.4%まで許容され、本手法を 10-bit 分解能に相当する C-C SAR-ADC に適用した例で本手法はこの要件を満たすことができ、10 ビット分解能の A/D 変換器を実現可能であった。

「スイッチング電源回路のノイズ低減および高効率化に関する研究」

スイッチング電源の制御方式の一つにヒステリシス制御があり、高い負荷応答性と簡便な制御回路構成が利点である。一方で、ヒステリシス制御は軽負荷時における可聴域ノイズの問題があり、ノイズ対策が困難である。ヒステリシス電圧を可変する制御方式を提案し、スイッチング周波数が可聴域帯と重ならないように制御でき可聴域ノイズの低減を図った。

AC-DC 変換回路の効率改善のため、従来は電圧制御と電流制御の 2 つの制御回路を用いる必要があり回路構成が複雑で設計が困難になる問題がある。この問題を解決するため、電流制御の回路要素を 1 つのコンデンサで代用させて対応した。さらにアクティブクランプ回路を用いることでゼロ電圧スイッチングを実現でき、力率と効率の改善ができた。

明石　重男

「DHCP スプーフィング内部型攻撃に関する研究」

DHCP スプーフィングには、内部型攻撃と外部型攻撃が存在する。前者は、DHCP クライアントと DHCP サーバが同じネットワークセグメントに属する場合に、偽装 DHCP サーバを設置することで、悪意ある接続情報を提供する攻撃方法であり、バックアップ用 DHCP サーバの設定を許可するために設けられた機能が悪用されたものである。これは、DHCP スヌーピングによって防御可能であるが、接続情報漏えいが防止できないことを指摘した。

「DHCP スプーフィング外部型攻撃に関する研究」

一方、後者は、DHCP クライアントと DHCP サーバが異なるネットワークセグメントに属する場合に、DHCP クライアントに提供されるデフォルトゲートウェイに悪意ある接続情報を設定することで実現される。これは、DHCP スヌーピングによって防御不可能であることを指摘し、その検知方法を提案した。

江川　嘉美

「グラフの連結度に関する可縮辺の研究」

k 可縮辺をもつ k 連結グラフの性質は、可縮辺を縮約することにより、より小さい k 連結グラフの性質に帰着して調べることができる。そこで、k 可縮辺をもたない k 連結グラフの研究が重要になるが、k が 4 以下の場合はそのようなグラフは完全に決定されている。当研究室では、k が 5 の場合について研究を行っており、2019 年度は、5 連結グラフの局所構造と可縮辺の半径に関する結果を得た。

柴　建次

「人工心臓用体外結合型経皮エネルギー伝送システムの高周波漏れ電流の測定と解析」

補助人工心臓用経皮エネルギー伝送システムは電磁誘導を用いて体外から体内に電力伝送する方法であるが、体内に埋め込まれる部分から漏れ電流が人体に流れる可能性がある。本研究では模擬人体中に、漏れていく漏れ電流を実測するとともに、電気回路シミュレータを用いて電気等価回路を作成し、電流ルートや漏れ量を計算できるようにする。

「生体組織や絶縁パッケージを含めた経皮トランスの等価回路の作成」

経皮トランスの周りは絶縁パッケージで覆うが、その周囲に生体組織があるため渦電流が流れ効率が低下する。さらに、コイルの表面の絶縁フィルムを介して、容量的に結合が生じる。このため、これらの損失や容量を含めた等価回路の作成が必要になる。本研究では、一次側に、トランスと並列に、抵抗-容量を直列接続した回路を挿入し、模擬生体に漬けた経皮トランスを等価回路で正確に表すことを検討している。

大田　健紘

「接触・非接触センサーを用いた計測及びその応用に関する研究」

人間及び楽器を対象として計測を行っている。人間を対象とする場合は、人間の楽器演奏動作や発話動作、情動の変化を可視化することを目的として、筋電位や皮膚振動、口の形の変化、心拍、脳波、視線の計測を行っている。また、楽器については、発音原理の解明や物理モデルに構築を目的として、吹鳴装置を用いた吹鳴音の計測を行っている。これらの計測を通して、演奏支援や発声支援システム、情動に合わせたコミュニケーションシステムへの応用を検討している。

小澤　佑介

「可視光ワイヤレス給電通信のための高電力効率変調法に関する研究」

本研究課題では、海中高速無線ネットワーク網を柔軟に構築するために、海中で用いるあらゆる情報収集用センサーのバッテリーレス化およびワイヤレス化の同時実現のための基礎理論構築を目的としている。この実現のために、(A) 海中可視光ワイヤレス給電システムの高電力効率化、(B) 可視光ワイヤレス給電通信システムの高電力効率化、(C) 可視光ワイヤレス給電通信システムのプロトタイプ製作、の 3 つの研究課題を遂行している。

越地　福朗

「ウルトラワイドバンド通信用超広帯域アンテナの小型化に関する研究」

近年、ユビキタスネットワーク社会を実現するための有力な通信技術として、Ultra Wideband (UWB) 通信技術が注目されている。UWB 通信システムは、モバイル機器などの小型機器に搭載されることが想定され、アンテナの小型化は重要課題のひとつである。本研究では、アンテナのさらなる小型・薄型化を目指し、電磁界解析およびアンテナ試作による実験検討を行っている。

「UWB 通信用超広帯域アンテナの電子機器実装に関する研究」

Ultra Wideband (UWB) 通信では、3～10.6GHz の広い周波数帯全体でアンテナ性能を確保する必要があるため、従来の狭帯域アンテナの実装に比べて難易度が高く、UWB 機器普及の妨げとなっている。本研究では、UWB 用アンテナの実装方法をあきらかにすべく、小型携帯端末などをターゲットに、電子機器実装に関する検討を行っている。

「金属筐体開口を利用した電子機器組み込みアンテナに関する研究」

アンテナを内蔵する通信機器に金属筐体を利用することは、アンテナと金属筐体との近接による放射インピーダンス変動や電波遮蔽などのアンテナ実装上の難しい課題があり、高密度実装が要求される携帯型電子機器などの小型・薄型化の妨げになっている。本研究では、アンテナが金属筐体に近接することによるアンテナ特性への影響を低減するために、金属筐体自体をアンテナとする新しい電子機器組込アンテナに関する研究を行っている。

森　俊介

「建物と EV 連系による地域分散エネルギーシステムモデルの構築と評価」

近年、都市部省エネルギーのために需要家と電気事業者及び太陽光などの分散電源、さらに PIHV までも連携するスマートグリッドが注目されている。また建物も ZEH/ZEB 化が注目されている。これらの普及は電源計画にも影響を及ぼすと考えられるが、統合的評価がなされていない。本研究では、地域の建物種類別・用途別エネルギー需要の推計と自動車利用パターンの Web 調査をもとに、①PV/CGS 導入、②建物の ZEH/ZEB 化、③EV 導入の効果をエネルギー需要変化として推定し、CO_2 排出削減効果と PV 導入が電源計画に及ぼす影響を評価した。対象地域に宇都宮市 7 地域と東京電力管内 38 地域に対しモデル構築を行い、予備的試算を行った。

先進農業エネルギー理工学研究部門

先進農業エネルギー理工学研究部門について

1. 概要

研究部門では、東京理科大学が持つ理工薬学の技術と諏訪東京理科大学が持つ農業関連の工学技術を融合させ、「ソーラーマッチング」による農業と発電の両立による農業 IoT 技術の普及による農業の生産性の向上、AI（人工知能）による「革新的な農業工学技術」を社会に実装し、スマート農業に関する農理工学際研究の成果を世界に発信することを目的としています。

2. 部門の構成と施設設備

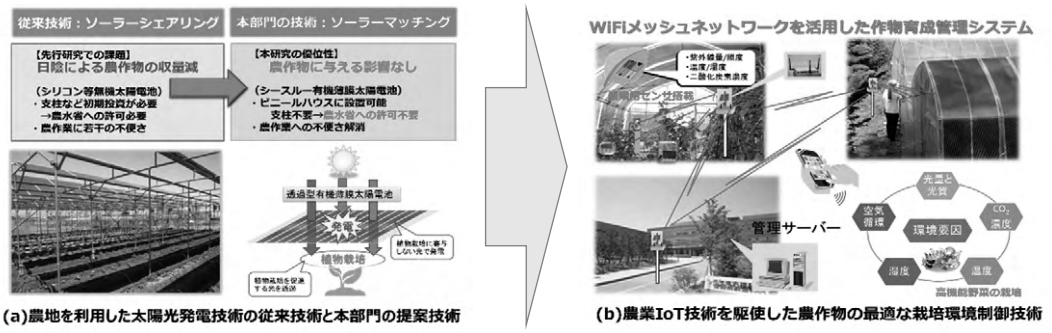


図 1　本部門の研究内容（左：発電と栽培を両立するソーラーマッチング、右：農業 IoT 技術）

図 2　本部門の研究設備（屋内：(a)～(d)、屋外：(e)～(f)）

部門の構成

本研究部門の構成メンバーとその専門分野は以下のようになっている。

表 1　先進農業エネルギー理工学研究部門の各グループと研究テーマ

グループ	氏名	役職	所属	研究テーマ
光合成学際領域	朽津 和幸	教授	[2]	(副部門長)植物生理学による農作物成分分析
	鞆 達也	教授	[2]	藻類光合成タンパク質を用いた光電変換技術
	松岡 隆志	教授	[1]	光合成数理モデルの構築
農業用デバイス	渡邊 康之	教授	[1]	(部門長)農業用太陽電池・センサーの開発
	大橋 昇	博士研究員	[1]	太陽電池と光合成を両立するための理論解析
	表 研次	客員教授	[5]	農業用有機薄膜太陽電池の開発
	杉山 睦	准教授	[2]	農業用透明センサーの開発
	中野谷 一	研究員	[4]	植物栽培用有機 LED 技術の開発
	下田 達也	客員教授	[6]	プリンテッドエレクトロニクスによる農業 IoT デバイス
農業 IoT 技術	松江 英明	教授	[1]	WiSUN メッシュネットワークによる農業 IoT 技術開発
	山口 一弘	講師	[1]	農業 IoT 技術を用いたセンサネットワークの構築
実践農業	奥 久司	研究員	[3]	先進農業技術の実践農業への展開

※所属　[1]公立諏訪東京理科大学、[2]東京理科大学、[3]八ヶ岳中央農業実践大学校、
[4]九州大学、[5]株式会社イデアルスター、[6]北陸先端科学技術大学院大学名誉教授

本研究部門の部門独自の施設設備を図 2 に示し、下記に図中の（a)～(f）についての概略を記す。

(a) 部門の部屋：諏訪東京理科大学 7 号館 1 階に先進農業エネルギー理工学部門の部屋を設置
(b) 人工気象機：ピンクシートを用いた光合成促進の基礎実験が可能
(c) ハイエネライト：有機薄膜太陽電池の透過光に対する栽培実験が可能
(d) 藻類培養実験システム：同一光源を用いた 6 種類の光スペクトル変化に対する藻類培養実験が可能
(e) シースルー有機太陽電池搭載ビニールハウス：太陽光発電と栽培実験の両立に関する評価が可能
(f) 農業 IoT 実験システム：上記ハウス内に各種センサーを設置し、温度等のデータを学内 LAN 通信

3. 各研究グループの活動報告

今年度は、以下の 5 つのプロジェクト研究をスタートさせた。具体的には、農業用太陽電池(3.1)、農業用センサー（3.2)、植物生理学に基づく AI 農業（3.3)、光合成促進技術（3.4)、数理モデルによる光合成解析（3.5）に関するテーマを設置した。

3. 1. 農業生産と太陽光発電を両立するソーラーマッチング開発

3. 1. 1. 光合成に必要な光を透過する有機薄膜太陽電池の試作

「近赤外光吸収材料を用いた光透過型有機薄膜太陽電池の試作」

【はじめに】

半透明型有機薄膜太陽電池（ST-OPV）は、上部電極として金属材料の代わりに透明導電膜を使用することで光透過性を付与した太陽電池の一つである。我々は、可視光吸収材料を用いた Glass/ZnO-nps/PPDT2FBT:$PC_{61}BM$/MoO_3/IZO の素子構造において、変換効率（PCE）が 4%以上の素子作製に成功している。更なる変換効率の向上に向けて、タンデム型の ST-OPV の素子開発が必要で

ある。本研究では、ボトムセル側の検討として、有機発電層に近赤外光を吸収する PTB7-Th:ITIC[2]を用いた ST-OPV の作製を行った。

【実験方法】

作製した ST-OPV の素子構造は Glass/ITO/ZnO-nps/PTB7-Th:ITIC/MoO_3/IZO である。活性層は、窒素置換されたグローブボックス内でスピンコート法により塗布成膜を行った。作製した素子の評価は、AM1.5・1SUN の光照射条件下における電流密度－電圧（J-V）測定と外部量子効率（E.Q.E）特性の評価を行った。

【結果及び考察】

図 3 に、作製した素子の J-V 特性を示す。MoO_3 の膜厚を標準的な 10nm で作製した素子では、短絡電流密度（Jsc）の値は 4.37mA/cm^2、開放電圧（Voc）は 0.44V、曲線因子（FF）は 0.27、PCE は 0.52%であった。現状の素子における設計では良い特性が得られなかったため、MoO_3 の膜厚を 20nm に厚くさせた素子作製を行った。その結果、Jsc の値は 7.07mA/cm^2、Voc は 0.79V、FF は 0.58、PCE は 3.26%となった。MoO_3 の膜厚を厚くしたことにより各太陽電池素子性能パラメーターが向上し、PTB7-Th:ITIC を用いた素子の発電特性が改善されたことを確認した。図 4 には、作製した素子の外部量子効率を示す。MoO_3 の厚さを 20nm にした素子は、厚さ 10nm の素子と比較すると Jsc の値が向上しているが、EQE では 300～750nm の波長における値が 10%近く向上していた。以上のことから、近赤外光吸収材料を用いた ST-OPV をタンデム型のボトムセルへ適応させるためには、更なる素子構造の最適化を検討する必要がある。

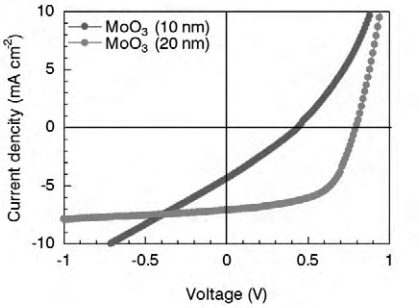


図 3　作製した太陽電池の *J-V* 特性

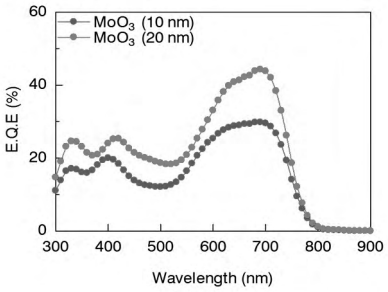


図 4　作製した太陽電池の外部量子効率

3. 1. 2. 農業ハウスを勘案した曲面形状での光透過型有機薄膜太陽電池の特性評価

「透過型有機薄膜太陽電池の曲面における方位別出力積算量評価」

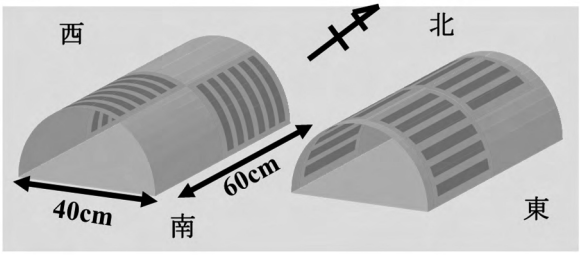
【はじめに】

我々は光合成に必要な光を透過するタイプの透過型有機薄膜太陽電池を農業と複合利用することの有効性を提唱している。透過型有機薄膜太陽電池の発電特性、透過光特性は平面で確認済みであり、その有効性を確認している[3]。農業と複合利用する場合は、ビニールハウスの表面に透過型有機薄膜太陽を張り付けて使用することが考えられ、そのために曲面での発電特性、透過光特性を確認する必要がある。

そこで、実際に曲面での発電特性を測定、評価した。その結果、曲面での透過型有機薄膜太陽の有効な使用方法を確認した。

【測定方法】

実際に図 5 に示すような小型のビニールハウスに透過型有機薄膜太陽電池を張り付けて測定を行った。測定は 4 時から 20 時まで 2 分間隔で行っており、I-V カーブの測定には電子負荷方式の I-V メータ、ADCMT㈱4601 を使用した。日射計は水平面に設置してあり、水平面の日射強度を変換効率の基準とした。



(a) セル長辺を東西に配列　(b) セル長辺を南北に配列

図 5　小型ビニールハウスの概要図

透過型有機薄膜太陽は長方形のセルが何本か直列接続された構造となっており、1 シートは 30cm×21cm のサイズである。セルの配列方向による発電特性の違いを見るために図 4 (a)、(b)に示すようにセルの配列を変えて測定を行った。ビニールハウスの両端は南北に設置してあり、セルの長辺を縦として、東西方向に縦にしたものを、セル長辺を東西に配列、南北方向に縦にし

たものを、セル長辺を南北に配列とした。また、透過型有機薄膜太陽は両面発電構造のため、裏面の反射光による影響を無くすことを考えた。そこで、黒色のビニールシートで裏面側を覆った。水平面にも透過型有機薄膜太陽電池を設置し、裏面に黒ビニールを敷いてこれを太陽電池シート出力評価の基準として測定を行った。

さらに、黒色のビニールシートを外して小型ビニールハウスを固定している板を黒く塗り、反射光の影響を無くして同様の実験も行った。この場合は、一度透過型有機薄膜太陽電池を透過した光が反対側に設置してある透過型有機薄膜太陽電池に入射して発電するという事が考えられる。

【測定結果】

1)時刻別比較

時間と、水平面、東、中央、西に設置した透過型有機薄膜太陽電池の出力変換効率の関係を図6に示す。

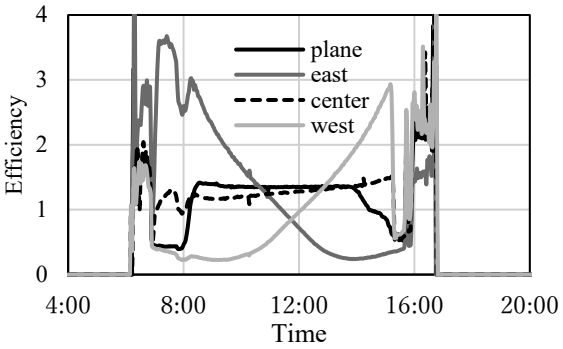
セルを東西に配列し、中央に設置した透過型有機薄膜太陽電池の変換効率は基準とした水平面に設置した透過型有機薄膜太陽電池の変換効率とほぼ変わらなかった。これは、各セルに入射する日射強度が等しいためと推測される。セル長辺を南北に配列し、中央に設置した透過型有機薄膜太陽電池の変換効率は朝型と夕方で、基準とした水平面に設置した透過型有機薄膜太陽電池の変換効率より下回っている。これは太陽と反対方位のセル長辺が影になり、シート全体のI-Vカーブに影響しているためと考えられる。

黒色のビニールシートを外して、底板を黒塗りにした場合もほぼ同様の結果が得られた。黒塗りにすることで反射の影響を抑えることができたと思われる。

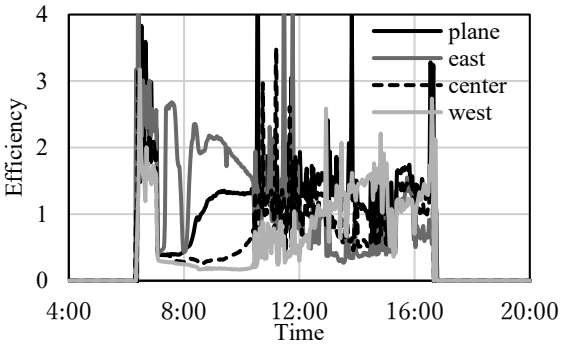
2)出力積算量比較

水平面に設置した透過型有機薄膜太陽電池を基準に、曲面に設置してセル長辺を東西に配列したもの、セル長辺を南北に配列したものの各方位別出力積算量を比較したものを表1に示す。数値は水平面の透過型有機薄膜太陽の出力積算量を基準とした比率となっている。セル長辺を東西に配列したものと、セル長辺を南北に配列したものの測定日が異なる。

図5に示した値からは、透過型有機薄膜太陽シートを小型ビニールハウスの東西に設置した変換効率は、セル長辺を東西に配列したものとセル長辺を南北に設置したものであまり変わらなくみえる。しかし、表1より東に設置した透過型有機薄膜太陽の出力積算量を比較してみると、セル長辺を東西に配列した方が、各値及び平均値が大きくなった。これは、3-1の中央に設置した太陽電池と同様で、セル長辺を東西にした場合は各セルに入射する日射強度がほぼ等しく、セル長辺を南北にした場合は各セルに入射する日射強度が異なるため、一番弱い出力のセルに



(a) セル長辺を東西に配列



(b) セル長辺を南北に配列

図6　時刻に対する各方位設置の変換効率

表1　水平面に設置した透過型有機薄膜太陽電池を基準とした曲面に設置した太陽電池の出力積算量の比率

	積算日射量 [kWh/m²]	東	中央	西
セル長辺を東西に配列	3.84	0.97	1.01	0.75
	2.51	1.07	1.04	0.49
	0.83	0.82	0.91	0.63
平均		0.95	0.99	0.62
セル長辺を南北に配列	3.77	0.95	0.60	0.54
	1.54	0.65	0.80	0.68
	0.42	0.64	0.80	0.55
平均		0.75	0.73	0.59

全体の出力が影響を受けるためと推測される。西側に設置してある透過型有機薄膜太陽電池は設置環境の都合上夕方から建造物の日陰がかかる位置になってしまっており、セル長辺の方向を変えても各値にあまり違いが見られず、平均値はほぼ同じになった。

黒色のビニールシートを取り除き、底板を黒塗りにして同じく出力積算量の比較をしたがほぼ同様の結果となった。

【結論】

透過型有機薄膜太陽電池を農業と複合利用することを意図して、小型のビニールハウスを作成し、ビニールハウスの両端は南北に設置し、太陽電池の裏面からの反射光の影響を無くした。また、各方位に太陽電池を設置し、セルの長辺を東西、南北に変えて発電特性の測定を行った。その結果、

(1) セルの長辺を東西に配列する方が各セルに入射する日射強度が等しくなるため、セルの長辺を南北に配列したものより多くの出力が見込めることが分かった。水平面を基準とした比率でセル長辺を東西配列が 0.99、セル長辺を南北配列が 0.73 となった。

(2) 水平面に設置した透過型有機薄膜太陽電池の出力積算量を基準とした各方位の曲面に設置した透過型有機薄膜太陽電池の出力積算量の比率を比較した。その結果、セルの長辺を東西に配列した場合は、東側と中央に設置した透過型有機薄膜太陽電池の出力積算量の比率は 0.95、0.99 となり、ほぼ 1 に近い値となった。東側は地面からの反射光の影響が考えられる。曲面設置は設置環境次第では水平面に設置した透過型有機薄膜太陽電池とほぼ変わらない出力が見込める。

(3) セルの長辺を南北に配列した場合は、東側と中央に設置した透過型有機薄膜太陽電池の出力積算量の平均比率は水平面に設置した透過型有機薄膜太陽の出力積算量の 0.75、0.73 倍の出力積算量となった。セル長辺を東西にした場合は各セルに入射する日射強度がほぼ等しく、セル長辺を南北にした場合は各セルに入射する日射強度が異なるため、一番弱い出力のセルに全体の出力が影響を受けるためと推測される。

裏面の影響を受ける場合も底板を黒くした場合は、ほぼ同様の結果となった。

3. 1. 3. パルス変調クロロフィル蛍光測定による有機薄膜太陽電池で栽培した農作物の評価

図 7 に示すように葉に吸収された光エネルギーは、(1) 化学エネルギーに変換され、正常な光合成に利用される (P) 以外にも (2) 熱エネルギー (D・N) や (3) 蛍光エネルギー (F) へと変換される。つまり、クロロフィル蛍光を測ることで、光合成と熱放散の効率の変化に関する情報を得ることができる。本研究ではこの原理を利用しシースルー有機薄膜太陽電池の透過光で栽培した農作物の光合成効率の評価を定量的に行う。

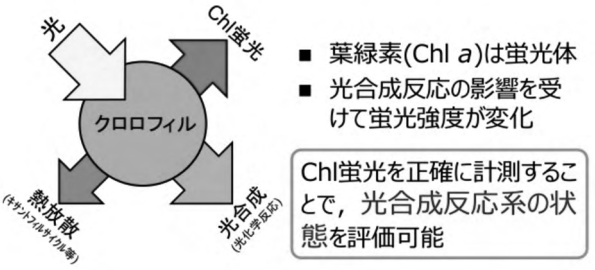


図 7　パルス変調クロロフィル蛍光測定による光合成評価

なお、本実験については現在、屋外のハウス内で栽培しているトマト及び屋内の疑似太陽光 LED 下で栽培しているトマトの光合成について評価を行う予定である。

【まとめ】

図 8 に示すように上記で述べてきた各実験項目 3．1．1．～3．1．3．について成果の見込みについて以下にまとめる。

3．1．1．光合成に必要な光を透過する有機薄膜太陽電池の試作

光透過型有機薄膜太陽電池の更なる変換効率の向上に向けて、タンデム型の ST-OPV の素子開発が必要である。本研究では、ボトムセル側の検討として、有機発電層に近赤外光を吸収する PTB7-Th:ITIC を用いた ST-OPV の作製を行った。MoO_3 の膜厚を厚くしたことにより各太陽電池素子性能パラメーターが向上し、PTB7-Th:ITIC を用いた素子の発電特性が改善されたことを確認した。

3．1．2．農業ハウスを勘案した曲面形状での光透過型有機薄膜太陽電池の特性評価

光透過型有機薄膜太陽電池を農業と複合利用することを意図して、小型のビニールハウスを作成し、ビニールハウスの両端は南北に設置し、太陽電池の裏面からの反射光の影響を無くした。また、各方位に太陽電池を設置し、セルの長辺を東西、南北に変えて発電特性の測定を行った。

3．1．3．パルス変調クロロフィル蛍光測定有機薄膜太陽電池で栽培した農作物の評価

図 8③に示すような光透過型太陽電池を搭載した水耕栽培機によるトマト栽培について、屋内では疑似太陽光 LED 下及び屋外では太陽光下にて栽培し、パルス変調クロロフィル蛍光測定による光合成評価を行った上で栽培速度、収穫量、成分等の分析を定量的に行う。

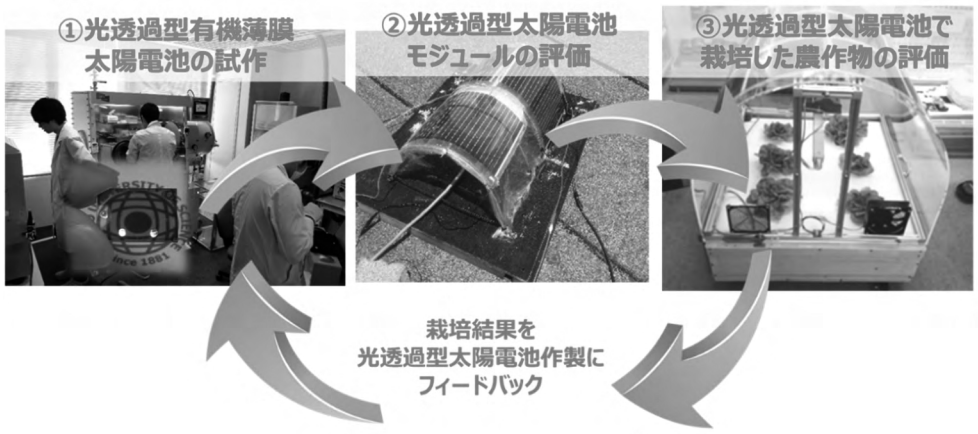


図 8　実験項目と実験方法

3．2．農業用センサー開発

3．2．1．可食性、水溶性センサー、エレクトロニクスの研究

新規可食性エレクトロニクスに関し、土壌活性の敏速検出を目的とする、フレキシブル基板上に、可食導電ペースト印刷インクで土壌活性度検出センサーを試作し、当該センサーによるインピーダンスアナライザによる土壌中への設置実験で活性度計測を実施した。一般の黒ボク土よりも土壌活性度の高いと推測される市販生ごみ処理用基材でインピーダンスの上昇が顕著となる結果を得た。土壌活性度について ATP 計測ではリファレンス計測とすることができず、課題になることが明確となった。

3．2．2．瞬時土壌センサーの研究

（A：土壌センサー研究）

本学における研究環境整備を実施し、活動を開始。

・瞬時土壌センサデータと比較する基準データを得るための標準測定機器の仕様検討と発注。

・瞬時土壌センサデータから実際の土壌データを推定するアルゴリズムの研究開発を実施。

・信大で開発した土壌の生物系特性測定法の工業化に関する検討を実施。

（B：検出原理の探索活動）

検出原理構築に向けた研究を開始。本年度は、まず強磁性材料である鉄について 3D 電磁界解析環境の構築を行い、バルクハウゼンノイズを検出する先行文献のセンサーについてモデル化、研究内容のトレースを実施し、シミュレーションで実験結果がほぼ再現できた。

3．2．3．極微量物質分析装置 API-MASS を用いた、ブランド価値拡大による地域振興適用の研究

（1）原村農家の方と、原村産ニンニクに関してのブランド構築

研究を開始。原村産と青森産、中国産のニンニクに関し、API-MASS とにおい分析装置での比較味見分析を実施。今後、ブランド化のストーリーを明確にし、におい分析装置を中心とした分析技術によるブランド構築の検討を実施する予定。

(2) 県内産りんご（ふじ）の香り成分分析
　長野県果樹試験場、評価装置メーカーとの共同研究の検討を開始
(3) 県内産日本酒酒の揮発性成分分析
　岡谷市の酒造会社、評価装置メーカーとの共同研究を開始。
(4) 成分＆香り数値化から生まれる SUWA コーヒープロジェクト
　諏訪市、製造メーカー、販売会社、コーヒー焙煎会社と、諏訪の水を用い、コーヒー豆特殊焙煎方法の検討を開始。

3. 2. 4. 土壌成分推定アルゴリズムの開発

電磁的方法による土壌成分測定技術に関し、課題はあるものの、測定方法、推定アルゴリズムに関して全容が見えるようになった。以下の課題と方向性を明らかにした。
(1) インピーダンス測定
(2) 推定アルゴリズム
(3) Deep Neural Network への取り組み
(4) 工業化に当たってのシステム

3. 2. 5. 標準化事業戦略調査

・標準化事業戦略（JIS 化、ISO 化など）に関しては、方向が見えてきた。
・本開発デバイスや測定器等の標準化による製品規格では、事業戦略として有効ではない。
　（例：特許開放など重要技術の公開が前提となる）
・測定方法の標準化による試験方法規格でも事業戦略としては難しい。
・インタフェース規格やサービス規格による標準化事業戦略の検討要。

3. 2. 6. Agri-informatics

農学分野に於ける情報工学の活用は新しく Agri-informatics として拡大しており新技術の調査・研究を継続して行う。

その他、地域貢献活動＆地域との交流

＜地域貢献活動＞
・標準土壌の譲渡により企業が活用できるように指導（岡谷市）
　（長野県岡谷創業支援センター内）
・ワイン農場に於いて土壌技術の現地指導（飯綱町）
・信大で指導を行ってきた温泉熱発電事業が実証実験ステージに（諏訪市）
　（低温発電技術及び二次冷却水の農業的利用）
・地元農家が立ち上げた Hot-Stay 事業へのアドバイス（茅野市）

＜地域との交流＞
・定例巡回技術相談会（信大と合同）に於いて活動（六市町村）
・環境カウンセラー（環境省）として地元農業関係者との交流
・諏訪市新技術・新製品開発事業審査委員会委員長として活動
・茅野市中小企業振興審議会委員として活動

3. 3. 植物生理学を基盤とした AI 作物栽培システム開発

3. 3. 1. 八ヶ岳中央農業実践大学校との共同研究

八ヶ岳中央農業実践大学校と共同でウルトラファインバブル水の農作物における生育への影響評価を実施した。商用作物としてホウレン草および小松菜の生育評価を、冬季の農業大学校のガラス温室において検討した結果、地下水と比較して、生育速度、生重量において明確な差異は見出されなかった。今後は、食味、病虫害抵抗性への影響を調べる予定である。一方、温室内に簡易自動型の作物撮影システムを構築した（図 9）。既に設置されている LPWA による、温度、湿度と併用することにより、作物の正確な状態把握が可能になった。

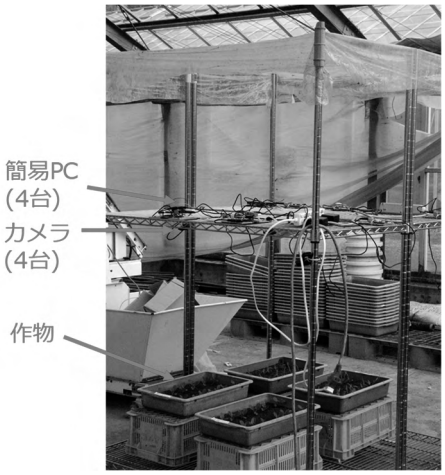


図 9　簡易自動型の作物撮影システム

3. 3. 2. 活性酸素（ROS）による酸化ダメージを指標にした、稲苗 1 枚でのストレス耐性の迅速診断システムの開発

次年度は、多サンプル評価に適応するためのシステム改良を進めるとともに、多様なブランド米品種の評価により、育種に必須な最適な交配系統の選抜を実施する予定である。

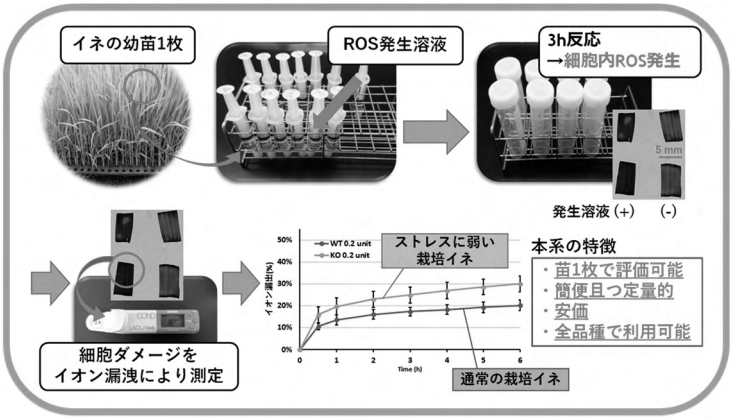


図 10　活性酸素（ROS）による酸化ダメージを指標にした迅速診断システム

3. 4. 光合成促進技術開発＆光合成測定評価技術開発

3. 4. 1. 波長変換シートの直達光に対する透過光スペクトル分析

近年では植物の光合成を促進させる波長変換シート（ピンクシート）を使用し収穫量を増やす取り組みがなされている。これは、波長変換シートにより植物の光合成に必要のない緑色の波長を光合成に必要な赤色の波長に変換しているため光合成が促進されているからである。また、太陽光を波長変換することで太陽電池の発電効率の向上も期待されている。そこで、波長変換シートがどのような特性を持ち、どのような条件下において赤色の波長域を蛍光するのか研究し、活用法を探る。

【測定方法】

はじめに波長変換シートの特性を調べた。波長変換シートを使用した状態と暴露状態で測定し比較した。これにより波長変換シートの特性を得る

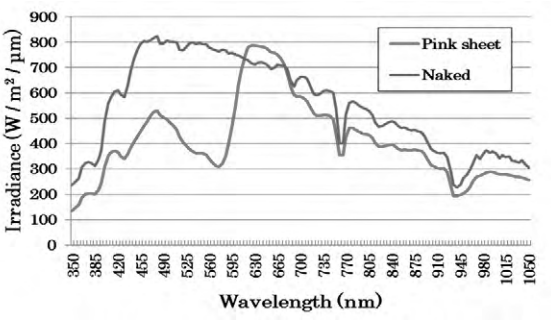


図 11　波長変換シート分光特性

ことができる。本実験では波長変換シートを平面で使用した。次に得られた分光分布から吸光した波長と蛍光された波長の積分範囲を決め、比較した。最後に吸光・蛍光特性にその時間の直達光比率を加えて透過光スペクトル分析を行った。

【測定結果】

波長変換シートを使用した状態と暴露状態で比較したものを図 11（2019/11/29）に示す。次に吸光と蛍光の特性グラフを図 12、直達光比率による吸光と蛍光の特性グラフを図 13（2019/11/30）に示す。図 12 と図 13 は晴天日の測定データを図 11 から吸光と蛍光の積分範囲を決め積分し、特性を表したものである。図 11 から青色や緑色の波長域が吸光し赤色の波長域が蛍光していることが分かる。

図 12 から吸光量が増加するほど蛍光量が低下していく傾向がみられる。この図から直達光比率において吸光量と蛍光量は線対称に近い関係性があると考えられる。また、直達光比率が高くなるにつれて吸光量が増加する傾向がみられる。

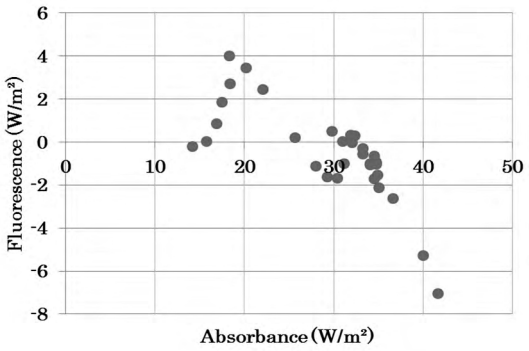


図 12　吸光に対する蛍光特性

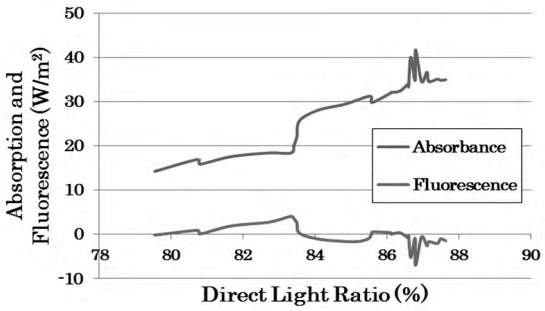


図 13　直達光比率に対する吸光と蛍光

以上より晴天日および直達光比率が高いときは吸光量が増え、吸光量が多いときは蛍光量が少ないと推測できる。今回は平面のみの分析となったが、波長変換シートは曲面で使われることが多いので今後は曲面時の分析も行う必要がある。

【まとめ】

波長変換シートの蛍光の度合いが強まる環境条件を調べた。直達光や日射強度が強くなればなるほど、蛍光の割合は減少した。その結果、直達光が弱く日射強度が低い時、例えば季節では冬などが吸光に対する蛍光の比率が高くなることが推定された。

3. 4. 2. クロロフィル蛍光測定素子用フレキシブル有機 EL の作製

【目的】

現在、食料不足問題の解決策として、農作物の収穫量を向上させる際に用いるクロロフィル蛍光測定が注目されている。しかし、クロロフィル蛍光測定装置は高額であり、一般農家への普及は進んでいない。そこでクロロフィル蛍光測定の照射光に使用されている青色 LED 代替光源として、青色有機 EL を使用することでコストダウンや様々な場面での展開が期待できると考えた。本実験では透明電極として従来の酸化物系材料よりも柔軟性の高い CNT（Carbon Nano Tube）上への有機 EL 作製を試みた。

【実験方法】

本研究で作製した有機 EL の構造を図 14 に示す。実験手順は IPA で基板洗浄を行い、UV/O_3 処理した基板上に、有機層（TPD,DPVBi,Alq3）と電極（Al）の蒸着を行い、有機 EL の評価として電圧・輝度の測定を順に行った。

【結果と考察】

作製した有機 EL の輝度・電圧特性測定結果を図 15 に示す。最も高効率であった条件において電圧 20V で

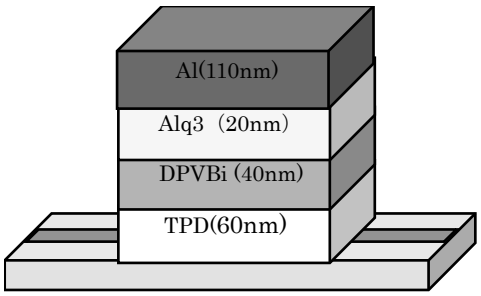


図 14　作製した有機 EL の構造図

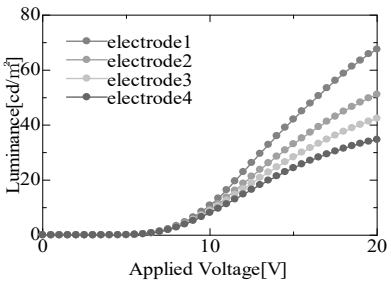


図 15　電圧に対する輝度の変化

輝度 67cd/m^2 となった。また、図 16 のように基板を折り曲げた状態での青色での発光を確認し、フレキシブル性においては高い性能を示した。

【まとめ】

本研究ではフレキシブルな青色有機 EL の作製に成功した。今後は更なる高効率化、小型化について検討していく。また、作製した有機 EL での折り曲げ耐久試験を行い、フレキシブル特性についても詳細に検討していきたい。

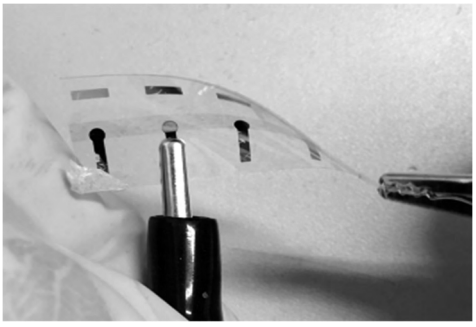


図 16　作製した有機 EL

3. 5. 量子系の数理モデルを用いた光合成・農業関連データ解析

3. 5. 1. ワークショップ開催

本研究部門の研究目的の 1 つに、農業生産現場から得られる様々なデータを分析、加工して、農業の生産効率上げる生産工程の構築に寄与することがあります。このとき、そうしたデータを、適切な統計的手法を用いて評価することは、重要な分析視点の一つといえます。

今回、確率論の第一人者であるローマ大学の Luigi Accardi 教授を本研究部門で召喚する機会を得ました。そこで、Accardi 教授の基調講演をベースに、確率論の基本的な視点から、本研究部門で扱うデータの統計的な性質等について議論するワークショップを開催することにした次第です。また、当日は、量子科学技術研究開発機構の田中芳治氏にも、関連する研究内容についてご講演をいただく予定です。本研究部門に関連される先生方のご参加を賜り、有意義なワークショップの開催に努めたいと考えております。ご参加ご検討のほど、よろしくお願いいたします。

記

日時：2020 年 3 月 6 日（金）13：00～17：00
場所：公立諏訪東京理科大学
プログラム：
13：00～13：10　開会のあいさつ（部門長：渡邊康之）

第一部（司会：松岡隆志)(講演は質疑応答の時間を含む)
13：10～14：40　Luigi Accardi（ローマ大学）“非可換確率論の基礎（仮タイトル)”
15：00～15：50　田中 芳治（量子科学技術研究開発機構）“タイトル未定”

第二部　16：00～17：00
パネルディスカッション、あるいは、ポスターセッションを予定。
17：00～17：10　閉会のあいさつ（部門長：渡邊康之）

懇親会：17：30～19：00

Accardi 教授の基調講演の概要：

Accardi 教授が専門とされる確率論は、「非可換確率論」と呼ばれる分野です。非可換確率論とは、20 世紀初頭の量子力学の誕生とその進展に伴い、量子系（微視的な系）から得られる実験データの整合的な記述に必要な数学的枠組みとして構築されてきた理論です。

サイコロを複数回投げた時に得られるその目の結果など、巨視的な現象から得られる統計と、量子力学で扱う微視的対象から実験による測定を介して得られる統計の間には、質的に異なる性質が見て取れます。その質的な違いは、不確定性原理に帰着する同時測定困難な物理量（観測量）の組（例えば、ある時刻における電子の運動量と位置）の存在に由来するものです。言葉を換えれば、微視的対象から得られるデータは、巨視的な対象よりも、その実験的状況に強く依存し、すなわち環境の影響を強く受けるということができます。それに対し、サイコロを振ることを考えれば、だれがサイコロを振ろうが、どんな場所で振ろうが、得られる統計に大きな違いは生じ

ないというわけです。
　ここで、植物は環境に強く依存することを考えると、植物の生育に伴うデータ等を分析する際に、果たして従来の統計的手法は、常に適切な手法と言えるのか？という疑問が生じてきます。
　基調講演においては、確率論の専門家ではない聴衆を前提に、従来の確率論の基本的なアイデアを振り返るところから始めて、環境に強く依存する統計とそうでない統計の質の違いが、従来の確率論と非可換確率論の数理構造の違いによって、どのように特徴づけられ、そうした統計を区別する指標がどのように設定できるのか、数学のディテールには固執せずに、その基本的な考え方を中心に講演いただく予定です。

田中芳治氏の招待講演の概要：
　田中氏の専門は、量子認知科学と最近呼ばれるようになった分野で、人間の認知機能を量子力学の視点から解明しようというものです。従来の認知科学や社会心理学の実験などから得られる、人間の意思決定に関連するデータの統計的性質を、非可換確率論の手法を用いて解析を試みられています。
　また、田中氏は生物学の分野において、大腸菌の 2 段階成長（diauxie in Escherichia coli）過程を量子系の数理モデルを用いて説明するといった研究にも着手されています。今回は、実際に実験で得られた、ラクトース培養液の中で増殖する大腸菌の数に関する統計データをその数理モデルで解析し、その統計の環境依存の特性等について、お話しいただく予定です。

3. 5. 2. 地域貢献活動・学生活動

合同ゼミ
　12 月 13 日（金）から一泊 2 日で、共同研究を行っている企業の経営者や研究者、客員教官等 14 名のお客様をお迎えし、学生の研究内容での発表とディスカスが行われた。日本触媒の小川博士から二次電池の最新研究のわかりやすい発表や北大アンバサダーの茅野様からアラスカでの大自然留学へのお誘い等のお話しをしていただき、その後の懇親会でのお客様との交流等、学生にとって貴重な刺激が得られるゼミとなった。

合同ゼミにおけるセミナー及びポスターセッションの様子

4. 研究活動の展望

農地の上に隙間を開けて太陽光パネルを設置する「ソーラーシェアリング」に注目が集まっているが、図 1 に示すようにパネルの影による農作物のへの影響や高い設置コスト等の課題がある。上記課題に対し、農作物栽培に必要な光（青と赤）を透過し、それ以外の光（主に緑）で発電可能な有機薄膜太陽電池を用いた「ソーラーマッチング（農業用 OPV)」を提案し、農作物栽培と太陽光発電の両立が可能なことを公立諏訪東京理科大学キャンパス内の農場及び屋内栽培施設にて実証した。しかし、OPV では電圧損失が大きいことが光電変換効率向上の妨げになっている。また、OPV の社会実装に向けて既存の太陽電池に対して明確な優位性が得られていない。そこで今後は、誘電率に着目して電圧損失を低減させる。さらに、農業用途を目的として、緑色光と近赤外光を利用したタンデム構造の OPV を作製し、セルサイズで 16%、モジュールサイズで 8%の発電効率を達成し、シリコン太陽電池のソーラーシェアリングの 2.4 倍の発電量を実現する。農業用途に適用できる素子耐久性(3 年間の発電量低下率 10%以内)も実現する。高付加価値の農作物に対して、波長選択型 OPV を設置することで収穫量 130%、栄養分向上率 10%を実現する。

5. むすび

本部門は本年度にて終了するが、再生可能エネルギー技術研究部門等を基軸に公立諏訪東京理科大学に新設された地域連携研究開発機構・農業理工学研究部門との連携を強化し、優れた研究開発成果の発信を続けていきたいと考えている。本部門は 4 年目にて終了したが、NEDO プロジェクトが発足するなど、今後の研究を遂行するための実験設備及び研究体制はかなり強化されたと考えている。特に、東京理科大学重点課題でもある農水・食品分野についてさらなる展開を加速するため、これまでの部門活動に加え、東京理科大学野田キャンパスの農理工学連携コースとも連携を深め、工学と農学分野の研究活動が広く認識されるよう準備してゆきたい。

主要な研究業績（2019 年度分）

査読付き論文

1．Sera Y., Hanamata S., Sakamoto S., Ono S., Kaneko K., Mitsui Y., Koyano T., Fujita N., Sasou A., Masumura T., Saji H., Nonomura K.I., Mitsuda N., Mitsui T., *Kurusu T., Kuchitsu K. Essential roles of autophagy in metabolic regulation in endosperm development during rice seed maturation. Scientific Reports (9 巻) (1 号) (e 頁 18544) (2019) Impact Factor: 4.011 (*責任著者)

2．Hanamata S., Sawada J., Ono S., Ogawa K., Fukunaga T., Nonomura K.I., Kimura S., *Kurusu T., Kuchitsu K. Impact of autophagy on gene expression and tapetal programmed cell death during pollen development in rice. Frontiers in Plant Science (11 巻)(e 頁 172)(2020) Impact Factor: 4.106 (*責任著者)

3．渡邊康之,“有機薄膜太陽電池を用いた発電するビニールハウス”, 太陽エネルギー, Vol.45 No.4, pp.16-22, 2019

4．渡邊康之,“農業生産と両立可能な光透過型有機太陽電池”, 太陽エネルギー, Vol.45, No.6, pp.26-31, 2019

5．Kohei Kuwano, Hiroyuki Ogo, Masayuki Chikamatsu, Yuji Yoshida, Yasuyuki Watanabe and Eiichi Nishikawa, “Effects on p-type buffer layers for semitransparent organic photovoltaics using indium zinc oxide transparent electrode”, Japanese Journal of Applied Physics, Volume 59, SDDD04 (2020)

学会発表

1．直散光を用いた農業用ビニールハウスにおける太陽電池の発電量の算出, 汲田, 山本, 平田, 渡邊, 日本太陽エネルギー学会, 2019 年 10 月 18 日

2．農業用波長変換シートを用いた透過太陽光スペクトルの変化, 山本, 汲田, 平田, 渡邊, 日本太陽エネルギー学会, 2019 年 10 月 17 日

3．災害による停電を想定した再生可能エネルギー復旧システム, 新井, 平田, 石井, 山本, 日本太陽エネルギー学会, 2019 年 10 月 17 日

4．波長変換シートの直達光に対する透過光スペクトル分析, 平田 陽一, 山本 浩平, 渡邊 康之, 令和 2 年 電気学会全国大会, 2019 年 3 月 13 日

5．桑野 航平, 小江 宏幸, 近松 真之, 吉田 郵司, 渡邊 康之, 西川 英一, 近赤外光吸収材料を用いた半透明型有機薄膜太陽電池の開発, 2019 年 第 80 回 応用物理学会秋季学術講演会, 2019 年 9 月 20 日

6．渡辺 康之, 小林 心, 工藤 一浩, 有機静電誘導トランジスタの動作メカニズムについての検討, 2019 年 第 80 回 応用物理学会秋季学術講演会, 2019 年 9 月 19 日

7．新井 雅大, 平田陽一, 災害による停電を想定した再生可能エネルギーによる復旧システム, 東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 10 回シンポジウム, 2020 年 1 月 27 日

8．井出 裕, 平田陽一, パラメータフィッティングを用いた太陽電池の劣化診断, 東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 10 回シンポジウム, 2020 年 1 月 27 日

9．山本 浩平, 平田陽一, 農業用波長変換シートの直達光に対する透過光スペクトル分析, 東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 10 回シンポジウム, 2020 年 1 月 27 日

10. 岡村 晶, 平田陽一, 温度差に対する流速を制御した光・熱ハイブリッドパネルの基礎特性, 東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 10 回シンポジウム, 2020 年 1 月 27 日

11. 遠藤 勇人, 渡邊 康之, 波長変換シートを用いた植物栽培の光合成促進効果の検証, 東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 10 回シンポジウム, 2020 年 1 月 27 日

12. 宮森 蒼太, 渡辺 康之, オイル産生藻類において光強度が培養効率に与える影響, 東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 10 回シンポジウム, 2020 年 1 月 27 日

13. 村田泰樹, 渡邊康之, オイル産生藻類において光波長が培養効率に与える影響, 東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 10 回シンポジウム, 2020 年 1 月 27 日

14. 白勢 健登, 渡邊 康之, フレキシブル有機 EL を用いたクロロフィル蛍光素子作製への検討, 東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 10 回シンポジウム, 2020 年 1 月 27 日

15. 荘司 優太，渡邊 康之，波長変換素子を用いた有機薄膜太陽電池の変換効率向上，東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 10 回シンポジウム，2020 年 1 月 27 日
16. 森山 純，渡邊 康之，高配向材料を用いたフレキシブル有機薄膜太陽電池の検討，東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 10 回シンポジウム，2020 年 1 月 27 日
17. 桑野 航平，近松 真之，吉田 郵司，西川 英一，渡邊 康之，正孔注入層材料を用いた半透明型有機薄膜太陽電池の検討，東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 10 回シンポジウム，2020 年 1 月 27 日

特別講演

１．来須，農作物におけるオートファジー・活性酸素の重要性と次世代農業への活用（2019 年度次世代アグリテクノ産業化コミュニティ第 2 回交流会)(信州大学繊維学部，令和元年 11 月）

研究課題（研究者別）

朽津　和幸

「植物生理学による農作物成分分析に関する研究」

蛍光材料を用いた波長変換シート（通称：ピンクシート）による光合成促進効果に関する評価について、クロロフィル蛍光測定器（JUNIOR-PAM）による光合成活性の評価や植物光合成総合解析システム（LI-6400XT）による光合成速度の評価を行った。特に、光合成速度に関する評価は東京大学理学系研究科生物科学専攻の矢守航准教授との共同研究を遂行している。上記の研究は、東京理科大学 研究戦略中期計画 重点課題の一つとしてさらに発展させる計画である。

鞆　達也

「藻類光合成タンパク質を用いた光電変換技術の研究」

電源開発株式会社との共同研究「微細藻類を用いたピンクシート及びシースルー有機薄膜太陽電池の透過光を用いた植物栽培」について、各種微細藻類の培養時に必要な光のスペクトル等について検討を行っている。

松岡　隆志

「光合成数理モデルの構築の研究」

光合成は光エネルギーを利用して CO_2 を糖にする代謝経路である。光合成速度は様々な環境の影響を受ける。例えば、気孔コンダクタンスや葉肉コンダクタンスによって葉緑体への CO_2 供給能力が決まる。このような複雑な過程は物理・生化学に基づいて数理モデル化することができる。本研究では、光合成速度の環境依存性における光と電子の相互作用を光量子情報理論により定量的に解析するための検討を行っている。

渡邊　康之

「農業用太陽電池・センサーの開発の研究」

シースルー有機薄膜太陽電池モジュールを試作し、発電した電力で温度センサー、人感センサーを駆動し無線通信可能なことを実証した。また、光透過型有機薄膜太陽電池を用いた農作物栽培実証については、長野県果樹試験場（長野県須坂市）において光透過型有機薄膜太陽電池の下でも従来のブドウ栽培が可能であることを実証した。さらに、農業用透明センサーの開発については、杉山睦准教授と酸化物系透明半導体を用いた透明トランジスタ等の共同研究を行った。

表　研次

「農業用有機薄膜太陽電池の開発の研究」

植物栽培に必要な光を透過する光透過型太陽電池を利用し、光透過型太陽電池の透過と吸収をチューニングして植物栽培と発電を両立し、さらに透過率の制御と、発電した電力による LED 照明で光量をチューニングして植物に適した光環境を維持可能なソーラーチューニング方法を開発する。さらに、農業用センサーで栽培環境をモニタリングして栽培環境を制御する光透過型太陽電池付ソーラーチューニングハウスの実用化を目指す。

杉山　睦

「農業用透明センサーの開発の研究」

本部門と東京理科大学総合研究院太陽光発電技術研究部門（部門長：杉山睦）との部門間の連携研究として、有機半導体の可視光領域の光波長選択性及び酸化物半導体の可視光領域の透過性を融合させた新奇なデバイスを開発し、農業ビニールハウスに光透過型太陽電池や各種光透過型センサー等を搭載した「インテリジェントビニールハウス」を研究課題とする外部資金獲得に向けて展示会用デモ機試作に向けて検討を行った。

中野谷　一

「植物栽培用有機 LED 技術の開発の研究」

有機 EL のフレキシブル、軽量、光透過性を活かした発光するビニールハウス開発に向けて、研究の第一段階として、光合成に必要な光を発光する光透過型有機 EL 開発に向けて共同研究を推進している。

松江　英明

「WiSUN メッシュネットワークによる農業 IoT 技術開発の研究」

本研究では WiSUN システムを用いた伝送特性を農業現場で評価した。通信経路の見通しが完全にあるエリア、見通しが林などに一部さえぎられるルーラルエリア、そして市街地エリアの 3 つの場合において、それぞれのエリアにおける受信電力特性と伝送の可否特性を実験的に評価した。実験場所は、実践的な農業現場である八ヶ岳中央農業実践大学校で行った。

山口　一弘

「農業 IoT 技術を用いたセンサネットワークの構築の研究」

農業 IoT、つまり IoT を活用した農業分野への活用例として、従来構築していた WiFi ネットワークを用いたものに加えて、新たに生産場からの温度などの環境情報を管理場において遠隔監視・遠隔制御可能なシステムを WiSUN システムにて構築した。実証実験は、大学外及び諏訪東京理科大学内で継続しており、それらのデータから農業 IoT 全般において必要な電力の監視も行う。

奥　久司

「先進農業技術の実践農業への展開の研究」

八ヶ岳中央農業実践大学校において、通信システムの構築に着手した。実践大学校のセロリ苗を育てる 1 棟のガラスハウス内にセンサーを、ハウス外部に中継用アンテナを設置。約 300 メートル離れた校舎内の図書室までを Wi-Fi で接続し、職員室のパソコンでハウス内の温湿度を常時閲覧できるようにし、栽培に必要な各種データを蓄積している。

現代代数学と異分野連携研究部門

現代代数学と異分野連携研究部門について

1. 概要

代数学内部の相互連携による代数学研究の深化と、20 世紀後半からの代数学ベースの新しい応用分野との連携を発展させると共に、未来へ向けた新しい連携分野を発掘することを目的として、2016 年 10 月からスタートした。数学内部の理論研究により純粋数学の発展に寄与すると共に、代数学ベースの連携分野の研究を深化させ、理科大ならではとなる研究拠点を目指しているものである。

2. 部門の構成と施設設備

本研究部門は、学内に散らばる整数論、数論幾何学、代数幾何学、可換環論、表現論、保型形式論、代数的位相幾何学などの代数学中心の研究者に加え、離散数学、組合せデザイン、計算機代数学、計算論理学、暗号理論、符号理論、応用代数学などの代数学ベースの応用研究を扱う研究者から構成され、研究者の重複はあるが、大きく基礎グループ、応用グループに分かれて研究している。

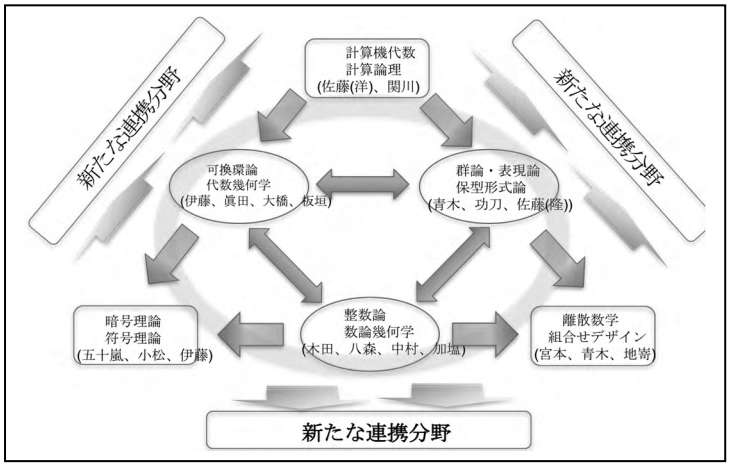
基礎グループは更に可換環論・代数幾何学研究グループ、整数論・数論幾何学研究グループ、群論・表現論・保型形式論研究グループの 3 つに細分され、それぞれがそれぞれの研究分野の主たる問題に取り組みつつ大きな枠組みで理論構築を行っている。また、グループの枠を超えて外部講師を含むセミナーの実施、シンポジウム・ワークショップの開催を行っている。

応用グループはこれら基礎分野の各研究グループと関連する形で計算機代数・計算理論研究グループ、離散数学・組合せデザイン研究グループ、暗号理論・符号理論研究グループの 3 つに細分されている。

施設設備は特になく、研究院が神楽坂地区と野田地区に分かれて所属しているため、それぞれのキャンパスにおいてセミナーやワークショップ、シンポジウムを開催しているのが現状である。

現代代数学と異分野連携
Modern Algebra and Cooperation with 異分野領域 (2017年8月7日現在)
設置期間：2016年10月1日～2021年3月31日

所属	職位	氏名	学位	主な研究分野
理工学部数学科（部門長）	教授	伊藤浩行	博士(理学)	代数幾何学・応用代数学
理学部第一部数学科	教授	眞田克典	理学博士	多元環のコホモロジー論・多元環の表現論
理学部第一部数学科	教授	木田雅成	Ph.D	整数論
理学部第一部応用数学科	教授	佐藤洋祐	Ph.D	計算機代数・計算論理
理学部第一部応用数学科	教授	関川浩	博士(数理科学)	計算機代数
理工学部数学科	准教授	青木宏樹	博士(理学)	保型形式
理工学部数学科	准教授	八森祥隆	博士(数理科学)	代数学・整数論
理工学部情報科学科	准教授	宮本暢子	博士(経営工学)	離散数学・組合せデザイン
理学部第一部数学科	准教授	功刀直子	博士(理学)	有限群の表現論
理学部第二部数学科	准教授	佐藤隆夫	博士(数理科学)	代数的位相幾何学
理工学部教養	講師	中村隆	博士(数理学)	数論・確率論
理工学部数学科	講師	小松亨	博士(理学)	代数的数論・数論幾何学
理工学部数学科	講師	加塩朋和	博士(理学)	整数論
理工学部数学科	講師	大槻久晃	博士(理学)	代数幾何学
理工学部電気電子情報工学科	講師	五十嵐保隆	博士(学術)	理論的暗号解読
理学部第一部数学科	嘱託助教	板垣智洋	博士(理学)	多元環の表現論
理学部第一部数学科	嘱託助教	板場綾子	博士（理学）	多元環の表現論・非可換代数幾何学
理学部第二部数学科	嘱託助教	野村次郎	博士(理学)	代数的整数論
理工学部数学科	嘱託助教	松本雄也	博士(数理科学)	代数幾何学
理工学部情報科学科	嘱託助教	地寄頌子	博士(理学)	離散数学



3. 各研究グループの活動報告

本研究部門の研究推進スタイルは

a) 幅広く相互の専門に近い内容を深く学び最新の研究成果を共有した上で、それぞれが追求している問題解決に有用な方法を取り入れている方法と

b) 一つの問題やテーマに集中的に議論を重ね、連携することで問題解決を行う方法

の二つのパターンがあり、基礎グループおよび応用グループ両者ともに両方の研究スタイルを用いている。2018 年度は活発に活動を行い、a) b) それぞれのスタイルで研究を行った。特にグループ毎に部門内のみならず国内外の研究者との研究交流を積極的に行った。

今年度を通して a）については、整数論講演会を 4 回開催、特に保型形式論で世界的に著名な W. Kohnen 教授（ドイツ・ハイデルベルク大学）による講演とその後の研究連絡により保型形式論に関し大きな知見を得た。また代数幾何学連続講演会（新型コロナウイルス感染拡大防止のため参加者を限定して連絡会として実施）では正標数代数幾何学に関する最新の知見を共有し、代数幾何学グループの研究課題に関して進展を得た。これ以外に、神楽坂代数セミナーを 5 回開催、符号理論セミナーを 1 回開催し、それぞれ可換環論・整数論、符号理論・離散数学の各グループでは最新の知見を共有し研究動向を把握し、今後の研究に良い影響を与えた。

一方 b）の手法では、「数理モデリングと数学解析研究部門」との共同開催により「医療画像診断における逆問題」セミナーを開催し、数学分野のみならず工学分野や医療分野からの講演があり、分野を超えて「数学の応用」について多くの議論が行われた。数学を応用した研究を行う際の問題の共有、具体的な事例についての問題点、様々な観点から多くの知見を得たとともに、今後の異分野連携へ大いに参考になった。

最後に特筆すべき点として、東北大学数理科学連携研究センターと東京理科大学研究推進機構総合研究院との間で連携協力に関する協定を行なった。本連携は研究及び教育の分野における相互協力を目的として締結された。具体的には、情報交換、研究協力、研究設備の相互利用、クロスアポイントメント等を含めた人材交流、その他研究及び教育に寄与する活動を実施するものであるが、当部門と「数理モデリングと数学解析研究部門」とが本学の受け皿である。締結が年度終わりの 2020 年 1 月となり、新型コロナウイルス感染症拡大により予定していたキックオフシンポジウムが中止となり、代わりに両部門と東北大学側との間のクローズドな協定ミーティングを行った。各部門、大学の研究内容について紹介があり、今後の具体的な連携協力、特に次年度の事業計画について情報共有が行われた。

また、異分野連携へ向けた試みとして、数理モデリングと数学解析研究部門と連携して、技術相談窓口を引き続き実施した。相談項目として、解析学、代数学、幾何学、確率解析、数値解析を掲げ、両部門の全メンバーによる相談体制を構築した。フォーラム等の機会にはパンフレットを配布し内外に周知を図った。

4. 研究活動の展望

本部門は 2016 年 10 月に発足した部門であり、基礎理論の研究が中心である代数学分野とその上に立つ応用分野、さらには理工学諸分野との連携まで視野に入れた大きなビジョンを持つものである。4 年目の活動としては、部門内の各分野の有機的繋がりを求めて、研究者の研究内容を深く共有し、同時に学外からの研究者も交えて研究テーマの検討を行った。特に、東北大学数理科学連携研究センターとの連携協力に関する協定を締結できたことは非常に大きな成果である。本部門が果たす代数学関連分野の研究拠点として大きく前進したと考えている。今後は、東北大学数理科学連携研究センターとの連携協力を密にし、新たなテーマの発掘や人材育成も含め大きく発展していきたい。また代数学研究拠点としての役割を果たし、学外、国外の研究者との交流を積極的に図ると共に、学内の部門外の応用研究者との交流の場を設けていきたい。

最終年度のためアドバイザリー委員会の総括をいただき、次の部門へ発展的に進んでいきたいと考えている。

5. むすび

基礎研究である数学の研究は個の研究が中心である。部門としてグループ化したことの意義は、個の研究に加速を付ける環境を提供することと共に、個と個が合流しより大きなテーマを共有して研究を行えるようにすることにある。また同時に、代数学を基礎とした応用的分野との相互作用を追求し、同時により応用的分野である理工学諸分野との新しい連携研究を創出することにある。東北大学との連携を軸に、最終年度である次年度は「その後」を視野に入れ、より一層充実した体制で運営していきたい。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．A New Higher Order Differential of BIG, Naoki Shibayama, Yasutaka Igarashi and Toshinobu Kaneko, Proc. of The Seventh International Symposium on Computing and Networking, 2019 年 11 月，査読有
2．軽量ブロック暗号μ2 に対する Bit-Based Division Property を用いた積分攻撃，勝田耕作，五十嵐保隆，金子敏信，2020 年 暗号と情報セキュリティシンポジウム予稿集，2B1-2 号，1-8 頁，2020 年 1 月，査読無
3．ブロック暗号 SIT に対する差分攻撃，西山隆一朗，五十嵐保隆，金子敏信，2020 年暗号と情報セキュリティシンポジウム予稿集，2B1-3 号，1-6 頁，2020 年 1 月，査読無
4．Division Property と MILP を利用したブロック暗号 CHAM 積分特性及び鍵回復，和崎博充，五十嵐保隆，金子敏信，2020 年 暗号と情報セキュリティシンポジウム予稿集，2B1-4 号，1-6 頁，2020 年 1 月，査読無
5．ブロック暗号 BIG の高階差分特性（II），芝山直喜，五十嵐保隆，金子敏信，2020 年 暗号と情報セキュリティシンポジウム予稿集，2B2-1 号，1-8 頁，2020 年 1 月，査読無
6．Differential Attack using MILP against Block Cipher PAGES-, Sojiro Kanagawa, Hiromoto Shi, Yasutaka Igarashi and Toshinobu Kaneko, Proc. Of TICEAS The International Conference on Engineering and Applied Sciences, 93-102 頁，2020 年 2 月，査読有
7．The Security Evaluation of Impossible Differential Attack on Block Cipher PICO Saki Hiromi, Kai Yokoyama, Yasutaka Igarashi and Toshinobu Kaneko, Proc. Of TICEAS The International Conference on Engineering and Applied Sciences, 103-112 頁，2020 年 2 月，査読有
8．MILP-based Differential Trail Search for ANU-II and LiCi, Mitsuru Kato, Yasutaka Igarashi and Toshinobu Kaneko, Proc. of TICEAS The International Conference on Engineering and Applied Sciences, 122-132 頁，2020 年 2 月，査読有
9．Differential Cryptanalysis of Block Cipher Halka, Yasutaka Igarashi, Shun Nakazawa and Toshinobu Kaneko, Proc. of 2020 9th International Conference on Information and Electronics Engineering, 2020 年 2 月，査読有
10. (査読あり，印刷中) A. Itaba and M. Matsuno, The defining relations of 3-dimensional quadratic AS-regular algebras, to appear in Mathematical Journal of Okayama University, (2019)(arXiv:1806.04940).
11. (査読あり，印刷中) A. Itaba, D. A. Mejia and T. Yorioka, Infinitely generated non projective modules over path algebras and their extensions under Martin's Axiom, to appear in The Journal of Mathematical Society of Japan (2019)(arXiv:1802.08836).
12. (査読あり，印刷中) A. Itaba and K. Ueyama, Hochschild cohomology related to graded down-up algebras with weights (1,n), (2020) to appear in Journal of algebras and its applications (arXiv:1904.00677).
13. p-adic measures associated with zeta values and p-adic log multiple gamma functions, Tomokazu Kashio, Int. J. Number Theory, Vol.15, No.05, pp.991-1007, 2019, 査読有
14. On the ratios of Barnes' multiple gamma functions to the p-adic analogues,Tomokazu Kashio, J. Number Theory, Vol.199, 403-435, 2019, 査読有
15. Kida, Masanari: Counting formulas for CM-types. Moscow Journal of Combinatorics and Number Theory 8 no.4 (2019) 343-356.
16. Kida, Masanari: Algebraic extensions attached to algebraic tori of relative norm. SUT Journal of Math. 55 (2019) 89-102.
17. Aoki, Miho and Kida, Masanari: On the Laxton group. Research in Number Theory 5 Issue 1 Art:13, 2019.
18. Kida, Masanari and Koda, Genki: Isoclinism classes of Galois groups of number fields. Acta Arithmetica 191 no.2 (2019) 115-149.

19. A recursive construction for difference systems of sets, Shoko Chisaki, Yui Kimura and Nobuko Miyamoto, Designs Codes and Cryptography, 87, 1059-1068, 2019, 査読有り
20. H. Nagoshi and T. Nakamura, “Non-universality of the Riemann zeta function and its derivatives when $\sigma \geq 1$”, Journal of Approximation Theory. 241 (2019), 57-62, 査読付き
21. A Batalin-Vilkovisky structure on the complete cohomology ring of a Frobenius algebra, Tomohiro Itagaki, Katsunori Sanada, Satoshi Usui, arXiv:1905.04887, 2019年5月 (査読なし)
22. Naoya Enomoto, Yusuke Kuno and Takao Satoh; A comparison with structures in the Johnson cokernels for the mappsing class groups of surfaces, Topol. and Its Appl., to appear.
23. Takao satoh; Generators and relations of ″lower-triangular″ automorphism groups of free groups, Journal of Pure and Applied Algebra, to appear.
24. On Parametric Border Bases Yosuke Sato, Hiroshi Sekigawa, Ryoya Fukasaku, Katsusuke Nabeshima Lecture Notes in Computer Science, Vol 11989, pp 10-15, 2020/3, 査読有
25. 中国剰余定理を用いたsparse interpolation, 近藤和希, 関川浩, 数式処理, Vol.25, No.2, pp.22-25, 2019, 査読無
26. Robust computation methods for sparse interpolation of multivariate polynomials Kazuki Kondo and Hiroshi Sekigawa ACM Communications in Computer Algebra, Vol.53, No.3, Issue 209, pp.130-133, 2019, doi: 10.1145/3377006.3377018, 査読有
27. Robustな疎多項式補間, 近藤和希, 関川浩, 京都大学数理解析研究所講究録 2138 RIMS 共同研究 (公開型) Computer Algebra-Theory and its Applications, pp.73-80, 2019. 査読無
28. 指定された領域に零点を持つ最近接多項式について, 若月雄麻, 関川浩, 京都大学数理解析研究所講究録 2138 RIMS 共同研究 (公開型) Computer Algebra-Theory and its Applications, pp.81-86, 2019. 査読無
29. On Parametric Border Bases, Yosuke Sato, Hiroshi Sekigawa, Ryoya Fukasaku and Katsusuke Nabeshima, Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences, 8th International Conference (MACIS 2019), Revised Selected Papers, Lecture Notes in Computer Science 11989, pp.10-15, 2020.DOI: 10.1007/978-3-030-43120-4_2 査読有

著書

1．数学, 伊吹山知義:保型形式特論 (共立叢書 現代数学の潮流) 書評, 青木宏樹, 日本数学会, p.107-p.111, 2020年
2．サイエンスへの招待「数学者の見ている数の世界」, 理大科学フォーラム, 青木宏樹, p.30-p.35, 2019年
3．八森祥隆, 多項式における″素数″, 八森祥隆, 雑誌「数理科学」, 57巻12号, 27-33, 2019
4．(投稿中) A. Itaba and M. Matsuno, AS-regularity of geometric algebras of plane cubic curves, (2019) submitted (arXiv:1905.02502).
5．(投稿中) A. Itaba and K. Ueyama, Hochschild cohomology related to graded down-up algebras with weights (1,n), (2019) submitted (arXiv:1904.00677).
6．(査読なし, 英語プロシーディング) 板場綾子, Frobenius Koszul多元環と対称多元環の次数付き森田同値, RIMS研究集会「有限群とコホモロジー論とその周辺」京都大学数理解析所講究録, 2019年5月
7．(査読なし, 日本語プロシーディング) 板場綾子, 3次元quadratic AS正則環のCalabi-Yau性, 研究集会「第12回数論女性の集まり」(東京理科大学) 報告集, 2019年9月
8．(査読なし, 英語プロシーディング) A. Itaba and K. Ueyama, Hochschild cohomology of Beilinson algebras of graded down-up algebras, Proceedings of the 52nd Symposium on Ring Theory and Representation Theory, 29-34, Symp. Ring Theory Represent. Theory Organ. Comm., Shizuoka, 2020.

招待講演

1．H. Ito, Rational double points in positive characteristics and related topics, Degenerations, algebraic surfaces and related topics, 神戸大学理学部, 2019年12月18日
2．The index of degeneracy of a CM abelian variety can be arbitrary large, (発表者柳井裕道) 2019大分佐賀整数論研究集会 佐賀大学, 2019年10月12日, (柳井裕道との共同講演)
3．Supersingular Kummer surfaces in characteristic 2, 松本雄也, 代数幾何学セミナー, 名古屋大学, 2019/12/03.
4．正標数のK3曲面とEnriques曲面, 松本雄也, 集中講義, 京都大学, 2019/10/15-18.
5．正標数K3曲面への有限群スキーム作用, 松本雄也, 談話会, 京都大学, 2019/10/16.
6．Derivations on K3 surfaces in positive characteristic, 松本雄也,日本数学会秋季総合分科会2019, 金沢大学, 2019/09/20.
7．W_n-valued Ext groups of non-taut rational double point singularities and the height of K3 surfaces, 松本雄也, 代数幾何学セミナー, 名古屋大学, 2019/07/01.
8．Canonical coverings of Enriques surfaces in characteristic 2, 松本雄也, 代数幾何学セミナー, 名古屋大学, 2019/07/01.
9．T. Nakamura,“Symmetric Tornheim double zeta functions”, 関西多重ゼータ研究会, 大阪体育大学, 2019. 5.11.
10. T. Nakamura,“Symmetric Tornheim double zeta functions”, Number Theory Down Under 7, University of New South Wales, Sydney, Australia, 2019, 9.30.
11. symmetries of order 4 on Enriques surfaces, Hisanori Ohahsi, Oberseminar Zahlentheorie und arithmetische Geometrie, Leibniz universitaet Hannover, 2019.11.28
12. On the Andreadakis conjecture of the automorphism groups of free groups, Johnson homomorphisms and related topics 2019, 東京大学大学院数理科学研究科, 2019年5月13日.
13. On twisted cohomology groups of the automorphism groups of free groups, ホモトピー那覇2019, てんぶす那覇, 2019年9月3日.

研究課題（研究者別）

青木　宏樹
「ヤコビ形式をもちいた多変数保型形式の明示的・構成的研究」

代数学、特に整数論における重要な研究テーマである多変数の保型形式について、特に、明示的・構成的な観点から、単年度ではなく継続的に研究を行っている。明示的・構成的な観点を選んだ理由は、定性的な抽象論ではなく、ある意味定量的な、具体的に整数論に応用可能なデータを取り出せる理論を構築したかったからである。今年度は、昨年度に引き続き、特にヤコビ形式について研究を進め、いくつかの研究集会で報告するなどした。

地嵜　頌子
「dropout design に関する研究」

深層学習において過学習を防ぐためにドロップアウトと呼ばれる手法が用いられている。これは多層ニューラルネットにおいてその層ごとに一定の確率でノードを無効にして学習を行う手法である。ドロップアウト法を用いたとき、各ノードの使用頻度のばらつきは小さくなるが、層間の辺の使用頻度のばらつきは大きくなる。このことに着目し、ドロップアウト法において辺の使用頻度を一定にするような組合せデザイン（dropout design）を定義し、その構成法に関する研究を行った。

八森　祥隆
「Iwasawa pairing の研究」

昨年度に引き続き、総実代数体の岩澤不変量は 0 であるという Greenberg 予想に関連し、岩澤が構成した歪対称双線形形式の性質を明らかにすることを目的に、この線形形式をいくつかの側面から掘り下げて研究した。

五十嵐　保隆
「共通鍵暗号アルゴリズムの解読の研究」

ブロック暗号 BIG、$\mu 2$、SIT 他の種々のアルゴリズムにおいて、各種特性（差分特性、線形特性、高階差分特性、積分特性、不能差分特性）を理論解析、計算機実験により導出し、解読に要するデータ量、計算時間等を定量的に明らかにした。

板場　綾子
「幾何的代数上の regular module における AR-quiver の研究」

以前の研究（現在投稿中）で、任意の 3 次元 quadratic AS 正則環に対して、regular twisted superpotential および Calabi-Yau superpotential の完全なリストを与えた。この応用として、任意の 3 次元 quadratic AS 正則環 A に対して、ある Calabi-Yau AS 正則環 S が存在し、A と S は次数付き森田同値であることを示した。以上の結果を応用することで、3 次元 quadratic AS 正則環に対応する Beilinson algebra の Auslander-Reiten 理論での振る舞いを考察した。具体的には多元環の表現論の手法を用いて AR-quiver における regular module を考察し、先行研究で射影平面内の 3 つの直線が三角形をなすときに対応する幾何的代数 Type S のときに regular module たちは AR-quiver の中で幾何でパラメトライズされることが証明されているが、他のケースも同様のことが証明できた。現在、投稿準備中である。

板垣　智洋
「フロベニウス多元環のホッホシルトコホモロジー上の BV 構造に関する研究」

中山自己同型が対角化可能でないフロベニウス多元環のホッホシルトコホモロジー上に Gerstenhaber algebra 構造に対応する Batalin-Vilkovisky 代数構造（以下 BV 構造）が存在するのかどうか、自己入射中山多元環に関して調べた。一部のクラスについてホッホシルトコホモロジー上の BV 構造が存在することを確認することができた。

伊藤　浩行

「正標数商特異点に関する研究」

複素代数幾何学における商特異点理論を、正標数の体上定義された場合に拡張するために、有限群による商特異点のみならず、群スキームによる商まで考えて一般論の構築を目指している。特に、野生的状況の場合には、十分な一般的理論構築がなされていない。本年は、有限平坦群スキームによる商として得られる特異点について多くの興味深い結果を得たとともに、同時に、最も基本的でかつ重要な 2 次元特異点である、有理二重点に関してそれらが標数とは無関係に何らかの群スキーム商であることを示すべく研究を行った。有理二重点に関しては特に低標数で全貌が解明されていないが、いくつかの結果を得た。これら最新の結果を含め、正標数代数曲面論に関する書籍を出版予定（2020 年 6 月）である。

加塩　朋和

「代数体の整数環と単数群に関する研究」

代数体の単数群に対する Stark 予想と、代数曲線の周期積分に対する吉田予想の間の関係性を研究し、二つの予想を統一する予想を定式化した。関係する論文を 2 本投稿中である。また、代数体の整数環の生成元に関する冪整基底問題に対し、本学博士後期課程の関川隆太郎氏と共同研究を行い、相対 3 次 Galois 拡大の場合の特徴付けを与えることに成功した。共著論文を 1 本投稿中である。

木田　雅成

「ガロア群の同質類に関する研究」

代数体のガロア群の同質類に着目し、同じ同質類に属する代数体に共通する性質を研究した。特に同じ同質類に属する異なる群の間の逆ガロア問題の関係について研究し、幾つかの成果を得た。

「CM 体の CM タイプの退化に関する研究」

CM 体の CM タイプは複素数体上の CM 型アーベル多様体の同種類を定める。CM タイプの性質を調べることにより、アーベル多様体の退化の問題を考えた。退化の起こらない CM 体、退化指数の大きな CM 体の構成などの研究をおこなった。

小松　亨

「代数体のイデアル類群に関する研究」

ガロア群が 2 次巡回群のいくつかの直積になるガロア拡大体を multiquadratic field という。在外研究中に Klueners 氏との共同研究により、イデアル類群の指数が 3 になる虚 multiquadratic field を、拡張リーマン予想の下で、すべて具体的に決定することに成功した。そして、在外研究の終盤では、上記の指数 3 のところを指数 5 にした場合を共同研究してまもなく完成できそうであり、それを論文にまとめて投稿予定である。具体的に決定した代数体が数百単位で多いため、代数体の数表を作成し、Klueners 氏のウェブページで公開予定である。

「超楕円曲線の整数点に関する研究」

ある条件を満たす超楕円曲線の整数点を初等的な手法で決定するアルゴリズムを完成させた。これまでは楕円曲線などを経由して、その Mordell-Weil 群を計算したりする方法が知られていたが、いくつかの予想やある不変量の有限性を仮定する形になっており、完全なアルゴリズムとしては完成していない。自分のアルゴリズムには、ある条件を満たす、という仮定がつくが、その条件を満たすかの判定は容易にでき、実際に多くの具体例も簡単に作れる。この内容を論文にまとめて、2019 年 12 月に投稿し査読中である。

功刀　直子

「有限群のブロックの森田同値および導来同値についての研究」

巡回シロー部分群をもつ有限群のブロックの導来同値の構成に関連し、与えられた Brauer 樹木多元環と星型 Brauer 樹木多元環の間の導来同値を与える片側傾斜複体の両側化に取り組み、新しい両側傾斜複体を構成した。また、有限群のブロックの導来同値を利用した Loewy 列の長さに関する研究に取り組んだ。

松本　雄也

「正標数の K3 曲面や有理二重点と導分に関する研究」

標数 2 の Enriques 曲面の標準被覆となっている K3 曲面の特異点を分類した（プレプリントを公開した)。正標数の K3 曲面上に有理二重点があるときに、その特異点としての同型類と K3 曲面の高さの間に関係があることを見出した（プレプリントを公開した)。標数 2 以外での Kummer 曲面の新たな特徴付けを与えて、これを標数 2 に適用することで新しい現象を見出した（論文は準備中)。有理二重点の間の純非分離な射の分類を行った（論文は準備中)。

宮本　暢子

「組合せデザインのディープラーニングへの応用に関する研究」

ディープラーニングにおいて、過学習を避けるため各層のノードのいくつかを休ませて学習をさせるドロップアウトという手法がある。このドロップアウト法に統計的実験計画法で用いられる組合せデザインを活用するためドロップアウトデザインという新しいデザインを提案し、その構成手法を与えた。

中村　隆

「ゼータ関数と L 関数に関連する研究」

ゼータ関数と L 関数の、関数等式、臨界線上の零点、実軸上の零点、複素平面上の零点などの研究を行った。より具体的には、リーマンゼータ関数と全く同じ関数等式を満たすゼータ関数又は L 関数の存在は知られていた（Knopp Invent. Math. 1994）が、その具体例は知られていなかった。今年度は上記の条件を満たすゼータ関数を明示的に構成し、しかもそれが臨界線上に無限個の零点を持つことを示した。さらにはそのゼータ関数の実零点の状況を記述し、全複素平面での零点の個数を表す漸近式を示した。

野村　次郎

「非可換ガロワ拡大に対する数論的予想の精密化の研究」

代数体のガロワ拡大に対して定式化される非可換 Brumer-Stark 予想の精密化に関する研究を行った。非可換 Brumer-Stark 予想は Stickelberger 元がイデアル類群を消すことを主張するが、それ以上に、イデアル類群の Fitting invariant を Stickelberger 元を用いて完全に記述する研究を行った。

大橋　久範

「K3 曲面に関連した代数多様体について、自己同型を調べている」

複素数体上定義されたエンリケス曲面上の位数 4 の自己同型について、まだ一つ、存在の確定していない場合が残っているが、だいぶ考えて今は一旦諦めている。モジュライ空間の（単）有理性についても考えて、自分たちで構成したものについては簡単な意味で答えを出すことができた。一方、この問題も本質的な部分（モジュライ空間の連結性、既約性）で難しさを感じている。調べてみると、K3 曲面上での類似問題でも本質的な答えはまだ確定されていないことを知った。おそらく新しいアイデアが必要かと感じている。Hannover 大学の Matthias Schuett 氏の下に滞在したのをきっかけに、正標数の K3 曲面上の自己同型についても考え始めた。見られる結果は出たが、全体像はまだ掴めていない。

眞田　克典、板垣　智洋、臼井　智
「フロベニウス多元環の完備ホッホシルトコホモロジー環の BV 構造の研究」
フロベニウス多元環の完備ホッホシルトコホモロジー環に対して、その Gerstenhaber 構造及び Batalin-Vilkovisky（BV）構造などの導入に関する研究を行い、対角化可能な中山自己同型をもつフロベニウス多元環の完備ホッホシルトコホモロジー環に BV 作用素が存在することを示すことができた。

眞田　克典、鯉江　秀行、板垣　智洋
「自己入射的中山多元環のホッホシルト拡大の研究」
代数的閉体上の多元環に対するホッホシルト拡大環の箙表示に関する研究、およびホッホシルト拡大環に対する Brenner の定理の応用に関する研究を行った。

佐藤　隆夫
「自由群の自己同型群のねじれ係数非安定有理コホモロジーの研究」
河澄響矢によって構成された Johnson 写像を利用して、自由群の自己同型群のねじれ係数非自明非安定有理コホモロジー類の構成に関する研究、ならびに、Outer space を利用したコホモロジーの計算を行い、一定の結果を得た。

佐藤　洋祐
「限量子記号消去アルゴリズムに関する研究」
限量子記号消去（QE）は数式処理システムの基盤をなす最重要ツールの一つである。われわれはここ数年、包括的グレブナー基底系を利用した QE アルゴリズムを提案し、研究を続けている。われわれが開発したアルゴリズムは、私が数学グループのメンバーとして協力している、国立情報学研究所の「人工頭脳プロジェクトーロボットは東大に入れるか」で採用され、高性能なプログラムを実現している。

関川　浩
「数値数式融合計算」
多変数多項式の black-box が与えられたとき、この black-box にいくつかの任意の点を入力して値を求め、その値をもとに多変数多項式を決定することを疎多項式補間という。正確計算ではなく数値計算を用いて疎多項式補間を行う場合、入力点には 1 のべき根を利用するのが普通だが、絶対値が 1 とはわずかに違う入力点を用いることでアルゴリズムの robust 性が向上することを実験により確認した。

マルチスケール界面熱流体力学研究部門

マルチスケール界面熱流体力学研究部門について

1. 概要

本部門（マルチスケール界面熱流体力学研究部門）は、気体・液体・気体の異相界面のなかでも、移動や変形と伴う界面における熱・物質輸送現象に関する基礎研究の推進と応用技術の開発を目的として編成され、我が国随一の界面熱流体力学の国際研究拠点の形成を目指して研究活動を行っている。界面における様々なスケールの熱流体現象を専門とする各種専門家が一堂に集い、共同研究や相互の情報交換、連携を進めながら、多重な時空間スケールが関わる界面熱流体力学の先端的な研究を推進する。

2. 部門の構成

本部門の構成は以下の通りである。若手研究者主体の組織構成であり、部門内の共同研究はもちろんのこと、活発な国際共同研究を行うことを推奨している。学内メンバーが 8 名、学外客員メンバーは 7 名で、その比は 1:1 である。なお、学外の客員メンバーはほとんどが国外の研究機関に所属する研究者で、それぞれのメンバーとの共同研究を軸に、他の部門メンバーとのコラボレーションも拡大するような相互コミュニケーションを取る機会を確保するように行事などを企画している（唯一の国内期間所属の学外メンバーである堀は昨年まで本学所属）。

	氏名	所属	研究分野
学内	元祐 昌廣	工学部 機械工学科	熱流体計測、マイクロデバイス
	上野 一郎	理工学部 機械工学科	メゾスコピック界面熱流体力学
	塚原 隆裕	理工学部 機械工学科	熱流体力学、数値流体力学
	酒井 秀樹	理工学部 先端工学科	応用界面化学
	山本 憲	工学部 機械工学科	混相流体力学
	住野 豊	理学部第一部 応用物理学科	非平衡ソフトマター物理
	後藤田 浩	工学部 機械工学科	非線形動力学、燃焼反応流
	安藤 格士	基礎工学部 電子応用工学科	計算生物物理
学外（客員）	堀 琢磨	東京農工大学	分子シミュレーション、ナノ伝熱
	Zoueshtiagh,Farzam	リール第 1 大学（フランス）	界面流体力学、混相流
	Pierlot, Christel	リール第 1 大学（フランス）	界面活性剤、相図
	Narayanan, Ranga	フロリダ大学（アメリカ）	輸送現象、界面流体力学
	Kutter, Jorg Peter	コペンハーゲン大学（デンマーク）	分析化学、マイクロ/ナノ流体力学
	Yoshikawa Harunori	ニース ソフィア アンチポリス大学（フランス）	電磁流体力学、非線形物理
	Goerg, Dietz	Laboratoire FAST, CNRS（フランス）	流体物理

各構成メンバーが主に研究対象とする空間スケールは図 1 に示す通りである。分子スケールからマクロスケールまで、各スケールをまたぐようにメンバーが存在し、有機的な共同研究によって界面熱流体力学に関する研究を推進する。

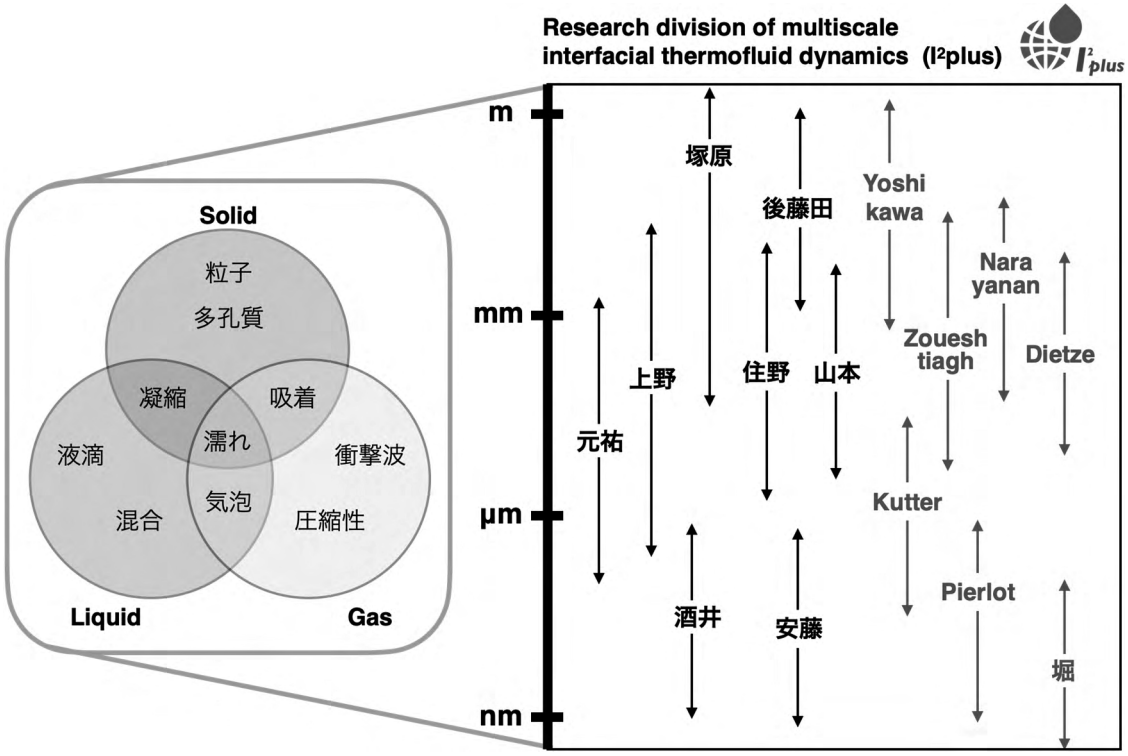


図1　異相界面での熱流体現象と、部門構成員が研究対象とするスケール。分子スケールから非常に大きなスケールまでを包含し、階層性をまたぐような研究展開を目指す。黒字は本学のメンバーでグレイは学外組織所属の客員メンバー。

3. 活動報告

研究においては、各メンバーの強みを最大限に活用できるように積極的に共同研究を進めている。物体との相互作用を伴う動的な濡れに関する研究や、界面張力勾配の光操作による液滴移動に関する研究、微小液滴による物質輸送制御に関する研究においては、部門メンバーが共著者となる論文が出ており、今後も有機的な連携を深めながら、より活発に共同研究を進めていきたい。

2019 年度の行事は、ワークショップ（I²plus Workshop）1 件、講演会（I²plus Seminar）1 件、特別講義（I²plus Special Lecture）を開催した。ワークショップでは、Wetting and related phenomena（濡れと関連する現象）という副題を設け、濡れに関して先端的な研究を行っている若手から著名な研究者 5 名を厳選して招聘し、物理学から工学に至る、最先端トピックについて紹介、議論を重ねた。後に、このワークショップを入口として共同研究が 1 件開始しており、密度の濃い議論がなされた。2 件目のセミナーでは、連続講義という形式で 9 回のレクチャーシリーズを配備し、より濃密な研究者間交流と理解の深化を同時に実現することができた。また、本年度は最終年度であったため、アドバイザリー委員会を開催した。新型コロナウイルス感染症のために集まっての対面開催はできずオンラインでの個別実施という形式であったが、研究活動と組織運営に関する有意義なアドバイスを頂いた。以下に部門行事と概要を簡単に示す。

2019 年 5 月 9 日

第 6 回 I²plusw ワークショップ -wetting and related phenomena（濡れと関連現象)-
（葛飾キャンパス）

講演数：口頭 5 件

講演者：武藤 真和（東京農工大学)、Biao Shen（Kyushu University)、栗田 玲（首都大学東京)、喜多 由拓（九州大学)、中島 章（東京工業大学）

2019年11月12日
第32回 I²plus セミナー（葛飾キャンパス）
講演題目：次世代セルソーター
～Droplet sorterとImage-activated cell sorterを中心に～
講師：磯崎 瑛宏（東京大学）

2019年2月17日、18日、19日、20日、25日、26日、28日、3月2日、4日（全9回）
第31回 I²plus Special Lectureセミナー（野田キャンパス）
講演題目：Interfacial instabilities; Transport phenomena with applications to materials science and microgravity operations
講師：Prof. Ranga. Narayana (Univ. Florida, USA)

また、共同研究先を中心とした海外研究機関との相互人材受け入れを積極的に行っており、2019年度には、教員3名（フランス2、USA 1)、学生5名（フランス5）を受け入れ、教員2名（フランス2)、学生2名（フランス2）を派遣した。特に、在外研究制度を利用した長期滞在を実現することができ、その滞在中には、これまでに継続中の国際共同研究の推進の他にも、新規に共同研究を開始することとなり、実りある人材交流を実現することができた。より活発な国際共同研究が行われている環境における学生教育の充実が確立されていると考えており、今後もこのような相互人材受け入れ活動が継続的に実現できる環境が整備・維持されていくことが意義深いと考える。

4. 研究活動の展望

今年で部門設立から3年目で最終年度を迎えた。部門という組織を通じて共同研究や研究人材交流の意義を、教員メンバーだけでなく、学生も実感できたと考えている。部門メンバー間の共同研究の成果も着実に出ており、今後もますます活発化することが期待できる。部門としての活動は一段落を迎えるが、この経験を活かして、有機的な連携研究を様々な方面で行っていきたい。

5. むすび

総合研究院には、この3年間という期間において、有形・無形での様々なサポートをいただいた。この場を借りて謝意を表したい。

図2　第6回 I²plus ワークショップ（6th I²plus Workshop）
（2019年5月9日、於 東京理科大学葛飾キャンパス）での集合写真。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1. Concentration-adjustable micromixer using droplet injection into a microchannel, Ryosuke Sakurai, Ken Yamamoto, Masahiro Motosuke, Analyst, 144, 2780-2787, 2019 (査読有)
2. Quick liquid propagation on a linear array of micro-pillars, Lizhong Mu, Harunori N. Yoshikawa, Farzam Zoueshtiagh, Tetsuya Ogawa, Masahiro Motosuke, Ichiro Ueno, Langumuir, 35(28), 9139-9145, 2019 (査読有)
3. Laminar-turbulent coexistence in annular Couette flow, Kohei Kunii, Takahiro Ishida, Yohann Duguet, Takahiro Tsukahara, J. Fluid Mech., 879, 579-603, 2019 (査読有)
4. Experimental study of coherent structures of finite-size particles in thermocapillary liquid bridges, Masakazu Gotoda, Aro Toyama, Misa Ishimura, Tomoaki Sano, Mizuki Suzuki, Toshihiro Kaneko and Ichiro Ueno, Phys. Rev. Fluids, 4, 094301, 2019 (査読有)
5. Experimental study on behaviors of low-Stokes number particles in weakly chaotic structures induced by thermocapillary effect within a closed system with a free Surface, Takeru Oba, Aro Toyama, Takuma Hori, Ichiro Ueno, Phys. Rev. Fluids, 4, 104002, 2019 (査読有)
6. Glycyl-tRNA synthetase from Nanoarchaeum equitans: The first crystal structure of archaeal GlyRS and analysis of its tRNA glycylation, Alma Fujisawa, Risako Toki, Hideaki Miyake, Tomoko Shoji, Hiromi Doi, Hiromi Hayashi, Rina Hanabusa, Hiromi Mutsuro-Aoki, Takuya Umehara, Tadashi Ando, Hiroki Noguchi, Arnout Voet, Sam-Yong Park, Koji Tamura, Biochem. Biophys. Res. Commun., 511 (2), 228-233, 2019 (査読有)
7. RNA aptamers for a tRNA-binding protein from aeropyrum pernix with homologous counterparts distributed throughout evolution, Senri Ohmori, Marina Wani, Saki Kitabatake, Yuka Nakatsugawa, Tadashi Ando, Takuya Umehara and Koji Tamura, Life, 10 (2), 2020 (査読有)
8. Spatiotemporal dynamics and early detection of thermoacoustic combustion instability in a model rocket combustor, Tatsuya Hashimoto, Hajime Shibuya, Hiroshi Gotoda, Yuya Ohmichi and Shingo Matsuyama, Phys. Rev. E, 99, 032208, 2019 (査読有)
9. Early detection of thermoacoustic combustion instability using a methodology combining complex networks and machine learning, Tsubasa Kobayashi, Shogo Murayama, Takayoshi Hachijo, Hiroshi Gotoda, Phys. Rev. Appl., 11, 064034, 2019 (査読有)
10. Early detection of thermoacoustic combustion oscillations using a methodology combining statistical complexity and machine learning, Takayoshi Hachijo, Shinga Masuda, Takuya Kurosaka, Hiroshi Gotoda, Chaos, 29, 103123, 2019 (査読有)
11. Spatiotemporal dynamics of turbulent coaxial jet analyzed by symbolic information-theory quantifiers and complex-network approach, Wataru Kobayashi, Hiroshi Gotoda, Shuya Kandani, Yuya Ohmichi and Shingo Matsuyama, Chaos, 29, 123110, 2019 (査読有)
12. 炭酸アルキレンによるフォトレジストの剥離機構：水とプルロニック系界面活性剤の添加効果, 半澤将希, 大日向秀収, 川野伸一, 赤松允顕, 酒井健一, 酒井秀樹, 色材協会誌, 92 (6), 181-185, 2019 (査読有)
13. Monitoring Fluorescence Response of Amphiphilic Flapping Molecules in Compressed Monolayers at the Air-Water Interface, Waka Nakanishi, Shohei Saito, Naoki Sakamoto, Akihiro Kashiwagi, Shigehiro Yamaguchi, Hideki Sakai, Katsuhiko Ariga, Chem. Asian J., 14 (16), 2869-2876, 2019 (査読有)

著書

1. 膜タンパク質・膜の粗視化シミュレーション, 安藤浩士, 膜タンパク質工学ハンドブック, エヌ・ティー・エス出版

招待講演

1．Blood-typing test with bubbles: multiphase systems is complicated, yet simple, Ken Yamamoto, Ryosuke Sakurai, Masahiro Motosuke, Special Mini-Symposium on Dynamic Fluid Interfaces, Edinburgh (UK) 2019
2．Electrokinetic microfluidic modulation of interfacial flow and reaction, Masahiro Motosuke, Special Mini-Symposium on Dynamic Fluid Interfaces, Edinburgh (UK) 2019
3．Cell assay for evaluation of initial action of cell-cell adhesion using microfluidic platform, Masahiro Motosuke, SelectBIO Microfluidics & Organ-on-a-Chip Asia 2019, Chiba (Japan) 2019
4．Blood flow characterization for advanced diagnostics, Masahiro Motosuke, Materials Research Meeting (MRM) 2019, Yokohama (Japan) 2019
5．マイクロ流体プラットフォームによる高度ナノバイオアッセイ，元祐昌廣，グリーンインキュベーションコンソーシアム 2019 年度 第 62 回研究セミナー，仙台，2019
6．光加熱される金ナノ粒子周りの物質輸送現象，元祐昌廣，第 2 回先進的ながれ研究会，京都，2019
7．微粒子挙動とせん断応力場の 3 次元評価，元祐昌廣，第 29 回日本 MRS 年次大会，横浜，2019
8．ゲル生成で変形する・ゲル生成で自走する，住野豊，SWEL Lecture #22 ソフトマテリアルの基礎と応用，山形，2019
9．乱流を機械学習：粘弾性流体乱流の代理モデルと乱流物質輸送の拡散源推定，塚原隆裕，ポスト「京」重点課題⑧・重点課題⑥ 第 3 回 HPC ものづくり統合ワークショップ，東京，2019
10. 数値流体力学シミュレーション ～計算を始めるための基礎知識～，塚原隆裕，東京理科大学 技術フォーラム「材料表面・界面の水に関する計測，シミュレーションの基礎と応用」，東京，2019
11. 乱流現象 vs 機械学習，塚原隆裕，Prometech Simulation Conference (PSC2019) & GPU Computing Workshop for Advanced Manufacturing (GPU2019)，東京，2019
12. 乱流計算に SX-Aurora TSUBASA 導入から半年…最新の成果報告，塚原隆裕，SX-Aurora TSUBASA フォーラム，東京，2020
13. 複雑系科学による燃焼研究の新領域開拓への挑戦，後藤田浩，慶應義塾大学 矢上賞 受賞講演，横浜，2019
14. サポートベクトルマシーンと燃焼振動の予兆検知，後藤田浩，日本燃焼学会 連載講座 AI 第 2 回，神奈川，2019
15. Synthesis of Highly Dispersible Silica Hollow Particles using Cationic Vesicles as Structure Directing Agents, Hideki Sakai, Takahito Ohki, Kodai Tsujii, Taku Ogura, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, ACCIS2019 (The 8th Asian Conference on Colloid & Interface Science), Nepal, 2019
16. Photochemical Control of Interfacial Chemical Properties using Novel Photoresponsive Amphiphiles, Hideki Sakai, OKINAWA COLLOIDS 2019, Okinawa, 2019

受賞

1．山永功二，松允顕，酒井健一，酒井秀樹，2019 年度色材協会研究発表会 優秀講演賞，2019.

研究課題（研究者別）

元祐　昌廣
「外場制御によるマイクロ空間での微粒子制御に関する研究」
光や電気、熱などの外場を制御して、ナノ・マイクロスケールにおける界面の温度分布、濡れ挙動、イオン流動などを局所的に制御することが流動を発生させ、これを駆使して、液中に分散するナノ物質の配列・輸送技術を開発する。液晶空間光変調素子を用いて任意パターンでの光照射を行い、微粒子の空間配置の動的制御の可能性についても検証する。

上野　一郎
「固液気 3 相境界線近傍の流体ダイナミクスに関する研究」
固体壁を移動する液滴先端部における、先行薄膜形成過程でのダイナミクス、固液 2 相混合状態での先行薄膜形成メカニズムとマクロ的な動的濡れ現象、固体表面の微小物質との相互作用が存在する系での濡れメカニズムの解明と制御、狭小領域での動的濡れ、などに関する研究を行う。

塚原　隆裕
「数値シミュレーションによる液膜マランゴニ対流の研究」
温度差マランゴニ対流は、微小重力環境下の熱流動やヒートパイプの性能において支配的な要素となる自然対流現象である。自由界面を有する薄液膜の温度差マランゴニ対流に関して、等温系静止界面の形状に依存した対流モードの差異を調査し、2 次元流から 3 次元流への遷移を明らかにし、体積比と液膜厚さに依存した流動形態を解明する。

酒井　秀樹
「光を用いた水系・有機溶媒系での流動特性制御に関する研究」
両親媒性分子が水溶液中・有機溶媒中で形成する分子集合体に光応答性を付与することにより、流動特性を光照射により切り替えできる系を構築することを目的とし、高速フォトクロミック反応が期待されるロフィンダイマーに両親媒性を付与した新規光スイッチング分子を合成し、これによる分子集合体形成の高速光制御について検討する。

山本　憲
「液体と固体との界面相互作用を利用した血球細胞制御に関する研究」
液体と固体表面で形成される界面の相互作用を利用することで、流体の動的な挙動を制御する。さらに、マイクロ流路中を流れる血球細胞に適用し、界面が持つエネルギーを制御することで、任意の希釈率で血球細胞濃度を制御する機構を開発し、血球分析の前処理工程を確立させる。さらに、それを応用して、抗原抗体反応を検出するマイクロデバイスを開発する。

住野　豊
「電気浸透流で運動するコロイド粒子集団に関する研究」
誘電体粒子が分散した水相に電場を印加すると、電気双極子によって粒子間に双極子－双極子相互作用を誘起する。また、電気双極子と電気二重層が相互作用することで粒子に向かい極板近傍に電気浸透流が生じる。これら非平衡の実効的な相互作用下では、異なる種類の粒子に対しては作用－反作用のバランスが破れるように振る舞い、能動運動するペアが生成しうる。本研究では、サイズや材質の異なるコロイド粒子を分散させ、混合系に特有の集団運動を観察・理解した。

後藤田　浩
「複雑系科学の基礎理論と数理技術を用いた反応界面流の挙動解明と短期予測」
高温、かつ高速な反応界面流として知られる燃焼流を対象に、記号力学、複雑ネットワーク、同期理論を用いて、燃焼反応面の非線形的な挙動を解明する。また、各種機械学習手法を駆使して、燃焼反応面の挙動の短期予測を行う。

安藤　格士

「粒子シミュレーション法による壁近傍粒子の拡散挙動に関する研究」

壁近傍に存在する、ブラウン粒子の異方性を持つ拡散係数をシミュレーションにより求めることを試みた。Lennard-Jones 球の分子動力学法を計算に用いて、注目粒子を系内の任意の壁からの距離に拘束し、その拘束力の自己相関関数から拡散テンソルを計算する。得られた拡散テンソルは理論値に近い傾向を示した。本手法は、より複雑な形状内や、熱・濃度勾配下における拡散係数の算出にも有効であることが期待される。

ナノカーボン研究部門

ナノカーボン研究部門について

1. 概要

ナノカーボン研究部門は、カーボンナノチューブ、グラフェンに関わる新奇物性の解明とともに、ナノチューブのナノ空間を利用した物質科学およびナノチューブと生体分子との相互作用を利用した物質科学の構築を目指している。ナノカーボンに関して、先進的な研究を行っている物性理論、物性実験、電気工学、熱工学、生物物理それぞれの分野の専門家が、相互の情報交換および連携によりナノカーボンに関する基礎から応用までの研究を推進することを特色とする。

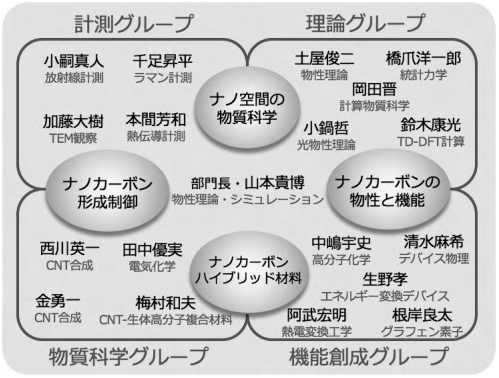
2. 部門の構成

ナノナーボンに関わる広い分野の中で、主に以下の分野を対象として特徴ある研究を展開する。

ナノカーボン形成制御:ナノチューブの位置制御、グラフェンの大面積化等、ナノカーボンを応用するために必要な形成制御技術を確立する。

ナノ空間の物質科学:ナノチューブの表面や内部空間に局在化された物質の状態およびその新奇物性を解明する。また、ナノ空間における物質の状態図を明らかにする。

ナノチューブと生体分子との相互作用:DNA・ナノチューブ複合体の光物性を解明する。また、ナノチューブによる生体分子認識技術を確立する。



ナノカーボン研究部門の構成

新奇物性の解明：第一原理計算、分子動力学計算等の理論的研究と単一ナノチューブ計測技術、グラフェン計測技術の連携によりナノチューブ、グラフェンの電子物性、高速電子との相互作用、超伝導性、磁性に関する新奇物性を解明する。

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. ナノ空間の物質科学

金属クラスター一次元構造体の創製と電極触媒活性に関する研究

水素化された硫黄（SH）を分子構造の末端に持つ有機化合物「チオラート（SR)」によって保護された金－白金合金のクラスター「$Au_4Pt_2(SR)_8$」を対象に単結晶 X 線構造解析など複数の解析を実施した。その結果、特定の SR を用いた $Au_4Pt_2(SR)_8$ クラスターは Au（金）原子同士の結合を介して 1 次元で互いに接続された 1D 構造を取っていることを明らかにした。クラスター内のリガンドの相互作用の制御により、金属クラスターに目的とする立体構造を取らせることが可能であることを明らかにした。

さらに、Au25 量体や白金 35 量体クラスターをカーボンブラック上に担持させ、酸素還元活性を測定する手法を確立した。（根岸・川脇）

3. 2. ナノカーボンの形成制御

ナノカーボン物質の特性・構造評価

球状のナノカーボンである煤に着目し、その生成機構と光学特性を調べた。煤の生成法としては、アルコールランプを用いてエタノール、プロパノール等を原料としてカバーガラス上に煤を堆積させる方法、およびホットフィラメント化学気相成長法（HF-CVD）を用いて煤粒子を合成する方法を検討した。アルコールランプ法では、原料によって煤粒子の径を数 nm から数十 nm の範囲で変化させられることがわかった。HF-CVD ではアセチレンを原料として 100nm 程度の直径の球状粒子を生成することができた。アルコールランプ法で生成した煤粒子に対して、可視光の吸収特性、散乱特性を計測したが、顕著な粒径依存性は見られなかった。（本間）

釉薬の科学

金属光沢や干渉色的な変化を示す陶器の釉薬の発色機構を解明するため、釉薬層の走査電子顕微鏡（SEM）観察を行った。絶縁体である釉薬層の最表面には帯電が比較的軽微な薄層（数 100nm 厚）が存在することが明らかになった。この層が「上絵」と呼ばれる発色を決定づける層に対応すると考えられることから、今後光学的解析結果と比較することにより、この低帯電層の素性を解明する。（本間）

グラファイト骨格内に Pt 原子を埋め込む手法に基づいた Pt/カーボン系酸素還元反応（ORR）触媒の高活性化の可能性を検証すべく、高配向性熱分解グラファイト（HOPG）担体に Pt プラズマを直接照射することで作製した Pt/HOPG 系触媒について、Pt 粒子の電子状態と ORR 触媒活性との関係を評価した。結果、Pt プラズマ照射時に HOPG に与えられたダメージが大きいほど得られた触媒の面積比活性が大きくなる傾向があること、電気化学測定時の電位走査に伴う白金粒子の凝集が抑制される傾向にあることを示した。（田中）

Working together with Prof. Homma (TUS) and Prof. Shimizu (Saitama Univ.), The Sadgrove group has realized the deposition of single wall carbon nanotubes (SWCNTs) on the surface of an optical nanofiber, along with an optical setup integrating the nanofibers into a Raman spectroscopy experiment. By measuring the ratio of G-band to RBM-band signals excited through the nanofiber, it is possible to identify SWCNTs detected on the nanofiber surface. The most recent work provides strong evidence that single SWCNTs with chirality of (9,8) or (12,5) (s2p3-5 in 図 1) been isolated from a dense solution of mixed chirality SWCNTs. Next the group hopes to check excitation of SWCNTs by forward and backward propagating modes in the nanofiber in order to detect non-reciprocal (chiral) optical behavior. (Sadgrove)

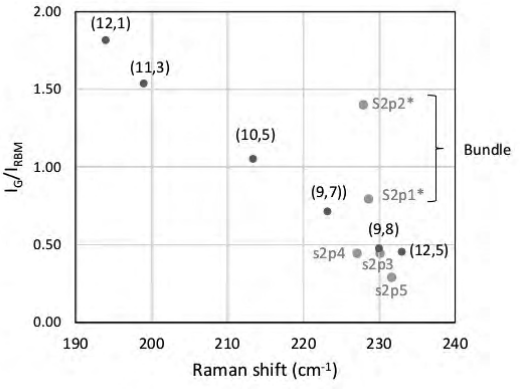


図 1

3. 3. ナノカーボンハイブリッド材料

カーボンナノチューブと生体分子の複合体について、DNA 以外の様々な生体分子を用いて複合体を作製して、複合体の光応答を検証し、生体分子の物性が光応答に大きく寄与することを見出した。また、複合体の光応答を誘起するために添加する化学物質についても検討した。また、複合体の力学特性について、有限要素法計算による推定も行い、DNA の鎖長等と複合体の力学特性との相関を明らかにした。（梅村）

カーボンナノチューブと液体金属を組み合わせたフレキシブル圧力センサーを創製した。検知圧力のダイナミックレンジを大幅に制御できる特長をもつ。Si マイクロピラーの表面に遷移金属ダイカルコゲナイドを放射状に被覆した高次ナノ材料電界電子放出源を作製した。Si マイクロピラー単体よりも電界電子放出のしきい値電圧が低減すると共に長時間安定性に優れていることを明らかにした。（生野）

3. 4. ナノカーボンの物性と機能

熱電変換材料として期待される低次元ナノ材料のうち、単層カーボンナノチューブに着目し、その熱電特性の理論的な解明に取り組んだ。特に n 型半導体 CNT として窒素ドープ CNT に着目し、その熱電特性の温度依存性を、久保理論と温度グリーン関数法に基づく熱電応答理論に基づき明らかにした。また、各温度において、パワーファクターを最大化する窒素ドープ量が存在することを明らかにし、最適な窒素ドープ量の定量的な提示を行った。（山本・松原）

今年度は、昨年度に引き続き、原子層物質の遷移金属ダイルコゲナイドのバレー物性の解明に取り組んだ。その結果、荷電励起子のバレー緩和がフォノンを介して生じることや、励起子バレー分極の大きさを光学的なドーピングにより制御できることをそれぞれ京都大学と Nanyang Technological University（シンガポール）の実験グループとの共同研究により明らかにした。（小鍋）

4. 研究活動の展望

昨年度から始まった第 2 期の部門内共同研究が結果を実らせ始め、学会発表のみならず学術論文として掲載されるに至った。また、カーボンナノチューブ薄膜の熱電変換の基礎研究に関しては、大手企業から高い評価を受け、大型の共同研究契約を締結するに至った。来年度は最終年度（3 年目）になるが、部門としては、部門内共同研究のさらなる進展と、企業との共同研究の発展を強力にサポートしていき、2 年の延長申請を行うことを計画している。

5. むすび

部門全体としての潮流としては、カーボンナノチューブ単体の物性ではなく、カーボンナノチューブの集合体であるカーボンナノチューブ薄膜の有する「非一様性」を積極的に機能発現に結びつけることにある。2020 年度から、本部門の部門長である山本が「非一様物質科学懇談会」の座長も務めることになることを踏まえ、積極的に他センターや他部門との連携を進めていく予定である。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文（82 報）

1．K. Miyazawa, T. Nagai, K. Kimoto, M. Yoshitake, Y. Tanaka,“HRTEM-EELS cross-sectional characterization of HOPG substrate with platinum nanoparticles deposited using a coaxial arc plasma gun”, Diamond & Related Materials, 101, 107623.1-6 (2020.1) (査読有)

2．K. Miyazawa, T. Nagai, K. Kimoto, M. Yoshitake, Y. Tanaka,“HRTEM-EELS cross-sectional structural analyses of the glassy carbon substrate irradiated by platinum ions using a coaxial arc plasma gun”, Surface and Interface Analysis, pp.1-11 (2019.12) DOI: 10.1002/sia.6716 (査読有)

3．Determination of absolute number of graphene layers on nickel substr ate with scanning Auger microprobe, M. Shima, H. Kato, K. Shihommatsu, Y. Homma, Appl. Phys. Exp, 13, 015502, 2019. (査読有)

4．A Review of Applications Using Mixed Materials of Cellulose, Nanocellulose and Carbon Nanotubes, Daisuke Miyashiro, Ryo Hamano, Kazuo Umemura, Nanomaterials, 10, 2, 186, DOI: 10.3390/nano10020186 (査読有)

5．Various responses of single-walled carbon nanotubes with differing chirality: a suggestion for biosensing, Kazuo Umemura, Yu Sato, Yu Ishibashi, Masahito Ito, Yoshikazu Homma, Journal of Near Infrared Spectroscopy, 28 (1), 51-56, (2020) (査読有)

6．Interactions of Secondary DNA and Initial DNA on Single-Walled Carbon Nanotube Surfaces Studied by Photoluminescence, Atomic Force Microscopy, and Electrophoresis, Reona Toyofuku, Shusuke Ohura, Masahiro Ito, Yoshikazu Homma, Kazuo Umemura, Journal of Nanomaterials, Vol.2019, Article ID 2875439, 8 pages, (2019 年) (査読有)

7．Quantitative Detection of Disappearance of Antioxidant Ability of Catechin by Near-Infrared Absorption and Near-Infrared Photoluminescence Spectra of Single-Walled Carbon Nanotubes, Kazuo Umemura, Yu Ishibashi, Masahiro Ito, Yoshikazu Homma, ACS Omega, 2019, 4 (4), 7750-7758 (2019), DOI: 10.1021/acsomega.9b00767 (査読有)

8．Determination of Absolute Number of Graphene Layers on Nickel Substrate with Scanning Auger Microprobe, Masahide Shima, Hiroki Kato, Kota Shihommatsu and Yoshikazu Homma, Appl. Phys. Express 13, 015502, 2020 (査読有)

9．Chirality dependence of electron-phonon matrix elements in semiconducting single-walled carbon nanotubes, Takumi Inaba and Yoshikazu Homma, AIP Advances, 9, 045124 (2019)(査読有)

10. Yuichiro Tanaka, Takashi Kato, Kazuki Yoshino, Shohei Chiashi and Yoshikazu Homma, ″Experimental assignment of phonon symmetry of G+ and G- peaks from single-walled carbon nanotubes. Appl. Phys. Express, 12, 055009 (2019)(査読有)

11. Solving the Thermoelectric Trade-Off Problem with Metallic Carbon Nanotubes, Yota Ichinose, Akari Yoshida, Kanako Horiuchi, Kengo Fukuhara, Natsumi Komatsu, Weilu Gao, Yohei Yomogida, Manaho Matsubara, Takahiro Yamamoto, Junichiro Kono and Kazuhiro Yanagi, Nano Letters 19, 7370-7376, 2019 (査読有).

12. Environment-friendly paper-based flexible pressure sensors with carbon nanotubes and liquid metals, R. Matsukawa, D. Kobayashi, H. Mitsui and T. Ikuno, Appl. Phys. Express, 13, 027001 (2020) (査読有)

13. Random stick network analysis of electronic transport in carbon nanotube thin films, M. Tsukuda, K. Ishizeki, K. Takashima, T. Yamamoto, Appl. Phys. Express 12 055006-1-055006-4 (2019).(査読有)

他 69 件

招待講演（34 件）

1．K. Miyazawa and Y. Tanaka, “Atomic-scale characterization of nanocarbons for hydrogen energy application using high-resolution transmission electron microscopy”, 3rd World Chemistry Conference and Exhibition (WCCE-2019) (2019.6.13-15) Brussels, Belgium
2．Kazuo Umemura, Microscopic studies of bioconjugates of nanocarbons, ICAMM2019, Beihang University, Beijing, China, 29th May to 31st May, 2019.
3．Characterization of Phase of Water Confined in Nanospace, Yoshikazu Homma and Shohei Chiashi, 12th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices’19 (ALC’19), Kyoto, October 23, 2019
4．Water Adsorption and Desorption on Single and Suspended Single-walled Carbon Nanotubes by Spectroscopy, Shohei Chiashi, Yoshikazu Homma, International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-Dimensional Materials, Würzburg, Germany, July 23, 2019

他 30 件

著書（10 件）

1．サーマルデバイス　新素材・新技術による熱の高度制御と高効率利用, 第 7 章・熱電デバイス, 第 12 節, 排熱を利用した環境低負荷熱電材料・モジュール・システム, 飯田努, 塩尻大士, 阿武宏明, 株式会社エヌ・ティー・エス, pp. 346-356, 2019. (ISBN978-4-86043-602-5)
2．次世代熱電変換材料・モジュールの開発 -熱電発電の黎明-, 松原愛帆, 山本貴博, (株)シーエムシー出版, pp103-111, 2019.

他 8 件

特許（6 件）

1．小澤宜裕, 松下規由起, 加納一彦, 大塚宏基, 枝野悠介, 田中優実, 特願 2020-32538 (2020.2.28)「発電デバイス」
2．中嶋宇史, 橋爪洋一郎, 岡村総一郎, 岸朔矢, 岸本孝幸, 小林三昭, 栗原一行, 川端一司, 林寛子, 特願 2019-154736 (2019.8.27)「移動体動線検出システム」

他 4 件

広報（6 件）

1．サイエンスフェス科楽 2019 in 大分（日時：2019 年 11 月 16 日(土), 場所：大分市・ホルトホール, 来客数 3000 名), 大分合同新聞社と共同で開催

他 5 件

受賞（18 件）

1．根岸雄一, 物質・デバイス共同研究賞, 物質・デバイス領域共同研究拠点, 2019
2．日本表面真空学会 技術賞, 石関圭輔, 笹岡健二, 小鍋 哲, 相馬聡文, 山本貴博, 超ミクロンスケール系に適用可能な新しい量子輸送シミュレーション手法の開発, 2019 年 10 月 29 日

他 16 件

研究課題（研究者別）

山本　貴博
「ナノカーボン物質の量子輸送現象」
ナノカーボン物質とその関連物質の量子輸送現象（熱電効果を含む）ならびにナノカーボン物質と水との相互作用について理論的および計算科学的に調べる。

本間　芳和
「ナノカーボン材料の物性・構造評価に関する研究」
単一カーボンナノチューブ（SWCNT）の分光計測を利用して、SWCNT 中における励起子とフォノンの相互作用を解明する。また、走査電子顕微鏡法（SEM）と分光計測を駆使して、墨粒子などの新奇ナノカーボン材料の形態・構造を調べる。

梅村　和夫
「生体分子とナノカーボンの複合体作製と評価」
さまざまな生体分子とナノカーボンとの複合体を作製し、複合体の光応答を評価する。また、シミュレーションによって複合体の力学特性を推定する。

西川　英一
「カーボンナノマテリアルの応用に関する研究」
溶液中でのアーク放電により合成される物質はカーボンナノチューブのみならず、様々な形状のナノ材料が合成でき、これらの合成材料の熱電能について調査する。

田中　優実
「Pt 系酸素還元触媒の活性に及ぼすカーボンの担体効果に関する研究」
白金が具備する重要な機能の一つに、酸素還元反応（ORR）に対する触媒活性がある。本研究では、グラファイト構造の発達したカーボン上に、気相法によって白金ナノ粒子をボトムアップ形成した系を対象として、カーボンの性状や粒子の形成過程が白金の電子状態や ORR 活性に及ぼす影響について研究している。

根岸　雄一
「金属クラスター一次元構造体の創製」
金属クラスターを電子デバイスのナノ素材として用いる場合、クラスターをある程度の大きさにまで集積させる必要がある。そこで、金属クラスターの凝集を阻止するための安定化保護剤「リガンド」のクラスター間相互作用を利用して、金属クラスターの立体構造の制御を試みる。金属クラスターの立体構造の制御が可能となることにより、よりコンパクトで多機能なナノ材料の創製や、それに伴う炭素素材を利用した電子デバイスの一層の高度化などが期待される。

生野　孝
「炭素系低次元材料を用いたフレキシブルデバイスに関する研究」
環境に優しい完全循環型デバイスの実現を目指し、カーボンナノチューブやセルロースナノファイバーなどの炭素系低次元材料の高次元多階層化技術を構築し、従来にはないフレキシブルデバイス（センサー、集積回路、ディスプレイ、エネルギー変換素子等）およびその部材を新規提案・実証する。

小嗣　真人

「高輝度放射光を用いた Fe/Graphene 界面の電子状態解析」

今年度は、Graphene と格子ミスマッチの小さい元素である Fe を強磁性体金属元素の対象に、Fe 蒸着時の表面、電子状態に関する調査を行った。特に、Fe/Graphene/SiC を作製し、ラマン分光測定、AFM 測定、PEEM 測定および 3D-nanoESCA 測定を行なった。その結果、Fe は領域に依存せず同一状態で存在する事が示唆され、また Fe が Graphene の下層にインターカレートしたことが示唆された。

中嶋　宇史

「多階層構造制御に基づく機能性ナノカーボン材料の開発」

電流測定法による熱電特性評価技術を新規に開発し、多階層性を内包する CNT 及びグラフェンの機能物性を明らかにする。また、同じく柔軟性を特徴とする強誘電性ポリマーと CNT の複合構造を形成し、自発分極によるキャリア注入と CNT の配向性制御を実現するとともに、実用化に向けた応用展開を進める。

Sadgrove　Mark

「ナノ光ファイバと SWCNT のキラル結合に関する研究」

At Sadgrove lab, single wall carbon nanotubes (SWCNTs) are combined with optical nanofibers of waist diameter ～500nm. The optical nanofibers have the property of mode chirality - that is, left and right propagating modes in the nanofiber have opposite circular polarizations. Working together with Prof. Homma (TUS) and Prof. Shimizu (Saitama Univ.), the aim of the research is to interface the optical nanofiber mode chirality with the structural chirality of SWCNTs. By achieving this goal, the Sadgrove group plans to make new non-reciprocal optical devices, and new methods of isolating and analyzing single SWCNTs.

橋爪　洋一郎

「熱電現象に対する逆問題への情報理論を用いた検討」

ナノカーボン材料の熱電現象を対象として、ゾンマーフェルト・ベーテの関係式におけるスペクトル伝導率を機械学習によって推定できるかどうか検討を進めた。既存の手法として、研究者らが開発したシミュレーテッドアニーリングを用いた手法があるが、よりロバストに推定するため、深層学習を利用する必要があった。山本教授らに提供いただいた理論データに対する推定はある程度可能であることが明らかになった。一方で、坂田教授らにいただいた実験データに対する推定はいまだ発展途上であり、より詳細な検討を継続する必要がある。本研究からの派生として、深層学習による積分変換の逆推定問題は、第一種フレドホルム型である場合に、ノイズ強度への依存性がほぼ線形であることが分かった。このことは、多くの逆推定がある程度のノイズ強度相転移型の破たんを示すこととは対照的で、大変興味深い。この点について現在論文を投稿準備中である。

川脇　徳久

「金属クラスターのカーボンブラック上への担持とその電極触媒応用」

直径が約 2nm 以下の金属クラスターは、電子/幾何構造が、既存のナノ粒子触媒（＞粒径 2nm）とは異なるため、高活性な新規触媒の創製が期待される。そこで、簡便な液相還元法において、構成原子数の異なる単分散な白金クラスターを系統的に合成し、カーボンブラック上に担持させる。さらに、その酸素還元活性を明らかにする。

松原　愛帆

「カーボンナノチューブの熱電特性に関する研究」

熱電ナノ材料として期待されているカーボンナノチューブに着目し、その熱電特性を理論的に明らかにする。特に不純物ドープカーボンナノチューブの熱電効果（特にパワーファクター）を最大化するための最適な不純物ドープ量の理論的予測、解明に取り組む。

阿武　宏明

「ナノカーボン熱電変換素子材料の創製に関する研究」

熱電変換素子への応用のために安定なｎ型カーボンナノチューブ（CNT）の開発を目指した。無機ナノ粒子と CNT のハイブリッド膜を調製し、そのハイブリッド膜がｎ型のゼーベック係数を発現することを確認した。さらに、半金分離処理を施さない CNT における熱電特性のキャリア濃度依存性を調査するために、電荷注入型 CNT 熱電素子においてキャリアチューニングの効果が発現することを確認した。

小鍋　哲

「ナノカーボン物質・原子層物質の電子物性に関する研究」

カーボンナノチューブや単層遷移金属ダイカルコゲナイドの新奇な電子物性を明らかにすることを目的に理論的な研究を行う。本年度は、特に、単層遷移金属ダイカルコゲナイドの励起子バレー物性だけでなく荷電励起子のバレー物性の解明にも取り組む。

千足　昇平

「単層カーボンナノチューブの新規構造の構築とその物性評価」

単層カーボンナノチューブ（SWCNT）の構造制御合成技術、SWCNT と他のナノ材料とを組み合わせた新たなナノ物質の構築、およびそれらの新規物性の探求・解明を目指す。SWCNT においてはカイラリティ制御合成法の開発、グラフェン等のナノ材料についてはその大面積化や高品質化を、さらにこれらナノ材料の光学的分析手法の開発を進める。同時にナノスケールでの特異な現象を見出し、それらを解明していく。

岡田　晋

「新しい炭化水素分子重合構造体の物質設計」

トリプチセンやテトラフェニルメタン等の sp3 炭素を包含し立体形状を有する炭化水素分子の重合構造体の物質設計を行った。これらの重合構造体は構成分子の形状を反映して、それぞれ、2 次元、3 次元の共有結合ネットワークを形成し、sp2 領域が sp3 炭素により接合された特異なπ電子系を形成することを明らかにした。特に、次近接の sp2 サイト間の有意な飛び移り積分に起因して、平坦バンドとディラックバンドからなるカゴメバンドが価電子帯／伝導帯に出現することが明らかになった。

「一様強電界下でのグラフェン端の形状と電解誘起放出電流の研究」

密度汎関数理論と有効遮蔽媒質法を組み合わせることにより、端に種々の官能基が吸着したグラフェン端の電子状態の解明を行った。得られた、官能基化グラフェン端の電子状態を基盤として、Fowler-Nordheim 法をもちいることで、これらの官能基端からの電解電子表出電流密度の見積を行い、NH、OH、COH 等の極性を有する官能基不可により、グラフェン端からの電解電子放出が著しく増強されることを明らかにした。

土屋　俊二

「フラットバンドを持つ超伝導体に関する研究」

最近発見された二層グラフェンの超伝導体は、二層の傾き角が特定の値の時に超伝導転移温度が最大となり、バンド計算においてフェルミ準位にフラットバンドが現れる。そのためこの物質の超伝導はフラットバンドに起因すると考えられる。本年度はフラットバンドを持つ超伝導体の一般的な性質について研究を行った。また、多バンド、多成分系の超伝導、超流動体の安定性や集団モードについても研究を行った。

根岸　良太

「乱層積層した多層グラフェンの創成とディラック・フェルミオン伝導に関する研究」

乱層積層した多層グラフェンは、弱い層間相互作用により、多層でありながら単層に特徴的な線形分散型の電子構造を持つことが理論的に予測されており、単層特有の低次元物性を実用デバイス構造へ展開できる材料として近年注目されている。本研究では、原子・電子構造の微視的測定とキャリア伝導の巨視的測定を組み合わせることで、乱層積層した多層グラフェンの多角的物性評価を行い、多層構造における単層量子物性に起因したディラック・フェルミオン伝導の検証やそのメカニズムを解明する。

平山　尚美

「カーボンナノチューブの熱電輸送特性に対する空孔欠陥分布の影響」

カーボンナノチューブ（CNT）の熱電性能向上に向けて、空孔欠陥の影響と、金属原子による補修の効果を、理論計算により調査する。本年度は、半導体型 CNT（カイラリティ：(13,0)）に対し、ユニットセル 5 つ分の領域に 2 つの空孔があるときの熱電特性を計算した。空孔の配置は電気伝導に大きく影響し、系の対称性を下げるほど電気伝導率も低下する傾向が見られた。

加藤　大樹

「ナノカーボン材料による電子顕微鏡評価」

カーボンナノチューブ、グラフェンを用いて走査電子顕微鏡（SEM）の多様な電子検出器、分析器を評価する。SEM におけるナノカーボン物質の信号形成メカニズムを明らかにし、ナノカーボン材料による標準試料の作製を試みる。

界面科学研究部門

界面科学研究部門について

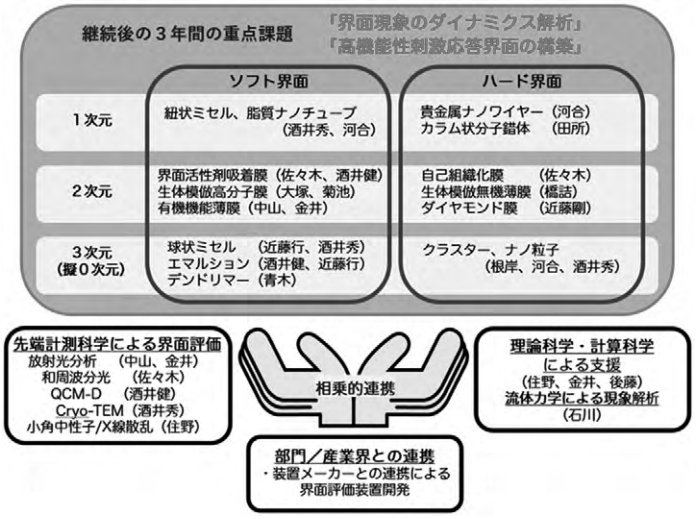
1. 概要

東京理科大学には、古くから「界面科学」分野を専門とする研究室が各学部に設置されており、「界面科学研究部門」は、各学部の界面科学研究者により 1981 年に設立された 40 年近い歴史を有する研究部門である。界面科学に特化した研究施設がある大学は国内外を通じて少なく、これまで部門メンバーは、界面科学分野の国内外学会を多数主催してきており、また界面科学分野の主要な国際誌のエディターを務めるなど、世界に対する情報発信基地として、分野をリードしてきた歴史がある。また 2008 年からは、文部科学省戦略的研究拠点形成支援事業「ナノ・バイオ界面技術の創成とその応用」が採択され、「界面科学研究センター」として 5 年間活動した。その後、2013 年度から再スタートした当研究部門では、研究対象を大きく「ソフト界面」と「ハード界面」の 2 つに分けて、特に「動的」な界面現象についての理解を深めることを目的として研究を推進してきた。

さらに、3 年間の継続を認めていただいた 2018 年からの新体制では、これまで化学分野が中心であったメンバー構成に対して、物理・機械（流体力学・トライボロジー）・理論科学・計測科学を専門とする研究者にメンバーに加わっていただいた。これにより、これまで顕著な成果を上げてきた「界面科学を利用したものづくり」や「光・温度・電気などの刺激に応答する機能性材料の開発」等の重点課題に関して、先端計測科学や理論科学の支援を受けて、新たに「界面ダイナミクス／界面での反応機構の正確な理解」を達成することを目標として研究を推進している。これにより、界面ならびに界面反応に関わる静的・動的な挙動や界面構造についての新しい知見が得られてきており、それらの成果をもとに、本学発の「新規機能性材料の創製」にフィードバックしていく。

2. 部門の構成と施設設備

我々が取り扱う「ソフト界面」と「ハード界面」は、界面を構成している組成で区別する一般的な定義とは異なり、「ソフト界面」とは界面を形成している分子（原子）が通常の観測時間内に常に入れ替わる動的な界面で、例えば界面活性剤によるミセルなどの分子集合体形成が相当する。一方「ハード界面」は表面構成分子（原子）の入れ替わりが事実上生じないリジッドな界面であり、例えば金属・半導体などのナノ粒子が該当する。それぞれ「動的」な界面と「静的」な界面と言い換えることもできるが、両者の研究を次元毎に進め、動的な界面現象の理解を深め、機能性材料開発に活かすことを目指している。



当研究部門では、ナノサイエンス・物理化学・バイオサイエンス・理論化学的な側面から界面科学を主題に研究を行っている専門家が、「動的・静的挙動」と「対象の次元性」を意識しながら、相互の情報交換および連携によって界面現象に関する基礎から応用までの研究を実施する構成となっている。各部門メンバーの主な担当は上図に示す通りである。

装置としては、表面プラズモン共鳴装置や粘弾性測定装置を部門保有の装置として共有しており、また個々の研究者が、光散乱測定装置、分子間相互作用分析装置、原子間力顕微鏡（AFM）、小角 X 線回折装置、凍結割断透過型電子顕微鏡（FF-TEM）、水晶振動子マイクロバランス（QCM-D）、界面粘弾性測定装置等の装置を保有しており、部門員が自由にアクセス可能な状況となっている。

3. 各研究グループの活動報告

「2019 年界面科学研究部門 夏季シンポジウム」

8 月 5 日に「2019 年界面科学研究部門 夏季シンポジウム」を開催した（森戸記念館)。

当日午前中には、学内の気鋭若手研究者 3 名の先生の研究紹介を行った。

1) π共役系分子を基盤とした刺激応答性材料の開発　赤松 允顕先生（理工学部先端化学科）

2) 電子・正孔の選択的な遮断を利用したプラズモニック光触媒の創製

川脇 徳久先生（理学部第一部応用化学科）

3) 結晶性八面体型モリブデンクラスター化合物の光電子機能化に向けた探索

斉藤 典生先生（工学部工業化学科）

午前中の後半、ならびに午後の前半には部門メンバーの研究室に所属する大学院生による英語研究発表を行った（16 名)。学生達は堂々と発表を行い、また英語による質疑応答にも積極的に取り組んでいた。

さらに、午後の後半は学外の若手・外国人研究者による招待講演（英語）を行った。

1) Synthesis of Metal-Organic Frameworks and Application for Gas Separation Membranes

Dr. Nobuo Hara (Research Institute for Chemical Process Technology, AIST)

2) Acene and Arene Chromophores on Surfaces and in Solution

Dr. Jonathan P. Hill (Center for Materials Nanoarchitectonics, NIMS)

その後、講師およびメンバー間で議論を行い、また交流を深めた。学生も積極的に参加し、英語力向上の機会としても大変有意義なものとなった。

「界面科学研究部門シンポジウム」

2019 年度界面科学研究部門シンポジウムを、2020 年 3 月 16 日に 3 名の国内を代表する研究者（岡山大学 石田尚之先生、大阪工業大学 藤井秀司先生、関西大学 川崎英也先生）を招聘して計画していた。しかし、新型コロナウィルス流行のため、直前に開催を断念した。3 名の先生は 2020 年度のシンポジウムで改めて講演していただく予定である。

「界面科学研究部門共催・後援事業」

1) 東京理科大学「オープンカレッジ」において、「化粧品講座」を共催した（全 12 回)。集客も良好であり、2020 年度も引き続き開催が決定している。

2) 日本化学会コロイドおよび界面化学部会が設立 70 周年を記念して開催した国際会議“Okinawa Colloids2020”を、前部会長の河合武司が組織委員長、現部会長の酒井秀樹がプログラム委員長として運営した。国内外から 1000 名を超える参加者が沖縄に集結し、世界の先端の研究が発表され、活発な意見交換がなされた。

3) 2020 年 12 月に開催される環太平洋地域の化学系学会の合同国際会議“PACIFICHEM2020”におけるセッション“Frontier of Colloid and Interface Chemistry”をアメリカ、オーストラリア、韓国の研究者と合同で運営することが決定している。

4. 研究活動の展望とむすび

従来から部門員が開発に取り組んできた、製薬・化粧品・食品・インク・電子部品などに応用可能なナノ機能性材料に関して、部門員間の連携により only at TUS の技術に発展させるとともに、これらの材料に関する先端計測、ならびに理論解析を共同で実施し、現象理解を深め、特に界面の「ダイナミクス」について新規知見を得ることを目指していきたい。

また、大学院生・学部学生の教育にも力を入れていく。これまで毎年 8 月に、大学院生・学部生による研究成果の英語による報告会を実施してきたが、その成果もあり、部門員の研究室所属の学生が、多くの国際会議・国内会議にて、ポスター賞や口頭講演賞を受賞している。研究に携わる学生のポテンシャルを 2020 年度もさらに活性化させたい。

2018、2019 年度は、過去のアドバイザリー委員会での指摘や助言を基に、重点研究の底上げに加え、専門分野が異なる部門員間の共同研究で新規な成果を得ることができた。さらに、本学オープンカレッジでの化粧品講座や 1000 名規模の国際会議の運営など、部門が主催・共催する各種イ

ベントを開催し、部門のアクティビティーをアピールできたと考えている。2020 年度は、研究成果の国際誌での公表をさらに活発に行うとともに、国内に向けては、部門／企業のコンソーシアムの立ち上げとこれを利用した部門／企業間の共同研究、人材育成、そして部門メンバーを中心した大型予算の獲得を目的として、さらに部会のアクティビティーを向上させていきたい。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．T. Sugahara, Y. Takamatsu, M. Akamatsu, K. Sakai, H. Sakai, Formation of α-Gel (α-Form Hydrated Crystal) by Oleic Acid-Based Gemini Surfactant. Colloids Surf. A 583, 123944 (2019).(査読有)

2．M. Akamatsu, K. Kobayashi, K. Sakai, H. Sakai, Accelerated Recombination of Lophyl Radicals and Control of the Interfacial Property with Amphiphilic Lophine Dimers. Chem. Commun., 55, 9769-9772 (2019).(査読有)

3．S. Ishikawa, D. Matsukuma, K. Iijima, M. Iijima, S. Osawa, H. Otsuka, N-Hydroxysuccinimide Bifunctionalized Triblock Cross-Linker Having Hydrolysis Property for a Biodegradable and Injectable Hydrogel System. ACS Biomater. Sci. Eng., 11, 5759-5769 (2019).(査読有)

4．S. Osawa, R. Takahashi, R. Watanabe, S. Kubo, H. Otsuka, Increase in the apparent intercalation ability of a platinum complex via multivalency by installation into the sidechain of a graft copolymer and observation of structural changes in the intercalated DNA. RSC Adv. 9, 26429-26434 (2019).(査読有)

5．W. Kurashige, Y. Mori, S. Ozaki, M. Kawachi, S. Hossain, T. Kawawaki, C. J. Shearer, A. Iwase, G. F. Metha, S. Yamazoe, A. Kudo, Y. Negishi, Activation of Water-Splitting Photocatalysts by Loading with Ultrafine Rh-Cr Mixed-Oxide Cocatalyst Nanoparticles. Angew. Chem., Int. Ed., in press. (査読有)

6．S. Hossain, Y. Imai, Y. Motohashi, Z. Chen, D. Suzuki, T. Suzuki, Y. Kataoka, M. Hirata, T. Ono, W. Kurashige, T. Kawawaki, T. Yamamoto, Y. Negishi, Understanding and Designing One-Dimensional Assemblies of Ligand-Protected Metal Nanoclusters, Mater. Horiz, 7, 796-803 (2020).(査読有)

7．T. Sakaguchi, T. Wada, T. Shiratori, T. Kasai, Y. Minami, Y. Shimada, Y. Otsuka, K. Komatsu, S. Goto, Effects of Ionic and Reductive Atmosphere on the Conformational Rearrangement in Hen Egg White Lysozyme Prior to Amyloid Formation. Colloids Surf. B, 110845 (2020). (査読有)

8．M.Fujita, S. Goto, H. Chatani, Y. Otsuka, Y. Shimada, H. Terada, K. Inoo, The Function of Oxybuprocaine: A Parachute Effect that Sustains the Supersaturated State of Anhydrous Piroxicam Crystals. RSC Adv., 10, 1572-1579 (2020).(査読有)

9．Tuning Gel-Sol Transition Behavior of Hydrogel Based on 12-Hydroxystearic Acid and a Long-Chain Amidoamine Derivative. M. Nakagawa, T. Kawai, Bull. Chem. Soc. Jpn., 92,435-440 (2019).(査読有)

10. Gelation Properties of Various Long Chain Amidoamines: Prediction of Solvent Gelation via Machine Learning using Hansen Solubility Parameters. F. Delbecq, G. Adenier, Y. Ogue, T. Kawai, J. Molecular Liquids,302,112587 (2020).(査読有)

11. Azobenzene-Based Lustrous Golden Thin Films Fabricated by Electrophoretic Deposition, N. Saito, K. Yanada, Y. Kondo, Colloids Sruf. A, 579, 123705 (2019).(査読有)

12. Preparation of Cell-Paved and -Incorporated Polysaccharide Hollow Fibers Using a Microfluidic Device, K. Iijima, S. Ichikawa, S. Ishikawa, D. Matsukuma, Y. Yataka, H. Otsuka, M. Hashizume, ACS Biomater. Sci. Eng., 5, 5688-5697 (2019).(査読有)

13. Enhancement of the Mechanical Properties of Polysaccharide Composite Films Utilizing Cellulose Nanofibers, Y. Yataka, A. Suzuki, K. Iijima, M. Hashizume, Polym. J., in press.(DOI: 10.1038/s41428-020-0311-3)(査読有)

14. H. Aono, T. Kimura, S. Honami and H. Ishikawa, Mechanisms of Drag Reduction Due to Flow Control around Circular Disk Using Coaxial Type Dielectric Barrier Discharge Plasma Actuator at Low Reynolds Numbers, Fluid Dynamics Res., 52,(2020),(査読有)

15. T. Matsuyama, H. Hayashi, S. Komatsu, T. Asoh, A. Kikuchi, Preparation of Thermoresponsive Nanoparticles Exhibiting Biomolecule Recognition Ability via Atom Transfer Radical Dispersion Polymerization, Colloids Surf. B. 183, 110370 (2019).(査読有)
16. Sensitive Electrochemical Detection of Ciprofloxacin at Screen-Printed Diamond Electrodes, T. Matsunaga, T. Kondo, T. Osasa, A. Kotsugai, I. Shitanda, Y. Hoshi, M. Itagaki, T. Aikawa, T. Tojo, M. Yuasa, Carbon, 159, 247-254 (2020).(査読有)
17. High Sensitivity Detection of the Frontier Electronic States of $CH_3NH_3PbI_3$ Single Crystals by Low Energy Excitation, S. Yamanaka, K. Tonami, M. Iwashita, K. Yoshida, R. Takeuchi, S. Ideta, K. Tanaka, K. Mase, K. Yamada, H. Yoshida, Y. Nakayama, Applied Physics Express, 12, 051009-1-5 (2019).(査読有)
18. Obtaining Energy Levels of Organic Matter from Total Electron Yield Spectra, S. Tadano, Y. Nakayama, H. Kinjo, H. Ishii, P. Krüger, Phys. Rev. App., 11054081-1～8 (2019).(査読有)

著書

1．Nanoarchitectonics With Hybrid Materials, M. Hashizume, in“Advanced Supramolecular Nanoarchitectonics”(A volume in Micro and Nano Technologies), K. Ariga, M. Aono, eds., Elsevier, Section 4“Nanoarchitectonics With Advanced Materials”, Chapter 4.1, pp.255-275, 2019
2．デンドリマーを骨格母体とするフォトポリマー材料, 青木健一, 光機能性有機・高分子材料における新たな息吹, 市村國宏監修, pp.128-139, 2019, シーエムシー出版.

招待講演

1．Precise Synthesis and Application of Small Gold and Alloy Clusters, Y. Negishi, 5th Computational Chemistry Symposium -The Main Symposium of ICCMSE, Rhodos, Greece, 2019.
2．Thremoresponsive Degradable Polymers for Preparation of Organic-Inorganic Composite Capsules, A. Kikuchi, The 6th International Symposium on Smart Biomaterials, Tsukuba, Ibaraki, 2019年9月
3．クリックケミストリーを用いたデンドリマーの大量合成と応用展開について, 青木健一, 技術情報協会セミナー(クリックケミストリーの考え方と進め方, 創薬や高分子分野への応用), 東京, 2019.
4．Multiphase Behavior of Diffusion Interacting Active Particles-Two Particle Behavior, Y. Sumino, The 1st International Symposium on Molecular Engine, Chiba University, 2020年1月.
5．ペロブスカイト単結晶の表面・界面電子分光, 中山泰生, 日本表面真空学会 2020年1月研究例会, 東京, 2020年1月.

広報

1．中山泰生, OPVの新構造開発, 電子デバイス産業新聞, 2019年
2．中山泰生, 有機太陽電池の弱点を克服するには？－電子も正孔も“波動”の性質をもつ有機分子結晶の界面をつくる, Academist Journal, 2019年

受賞

1．酒井健一, 酒井秀樹, 令和2年度表面技術協会論文賞, AFM, QCM-Dおよびエリプソメトリーを用いた銅めっき添加剤吸着状態の解析, 表面技術協会, 2020年2月
2．酒井秀樹, 2019年度オレオサイエンス賞, 日本油化学会, 2019年9月
3．根岸雄一, 物質・デバイス共同研究賞,物質・デバイス領域共同研究拠点, ダイナミックアライアンス事業本部, 2019
4．大塚英典, Journal of Applied Polymer Science誌のfront cover, cover storyに選出, 2019

５．大塚英典，第 48 回医用高分子シンポジウム奨励発表優秀賞，軟骨組織再生のための軟骨スフェロイド三次元ゲル培養および細胞機能評価，医用高分子学会，2019 年 7 月

研究課題（研究者別）

酒井　秀樹

「両親媒ロフィンダイマーを用いた界面物性の高速光制御」

光応答性両親媒性分子として、高速フォトクロミック反応を示すことが知られているロフィンダイマーに PEG 鎖を導入した両親媒性ロフィンダイマーを新規に合成した。親水基である PEG 鎖の個数、長さを最適化することにより、水溶液中でミセルを形成した状態での高速フォトクロミック反応が可能となった。さらに、フォトクロミック反応を利用して表面張力を可逆的に制御することに成功した。

田所　誠

「キラルナノ細孔に閉じ込められた PEG-M^+のイオン伝導性多孔質結晶の研究」

分子性ナノキラル多孔質結晶に集積される錯体分子素子を用いて、この多孔質空間にポリエチレングリコール(PEG)とアルカリ金属イオン複合体を取り込んだイオン伝導性結晶の構築を行う。この多孔質結晶の基礎物性を明らかにするとともに、結晶が 273K 以上で不安定であり、PEG 誘導体を用いて高温でも安定な超イオン伝導性結晶を目指す。

大塚　英典

「特異な生化学機能を発現する高分子型金属錯体に関する研究」

分子結合機能を有する金属錯体は高分子構造化することによってマルチバレント性を発揮し、低分子には見られない興味深い物性を発現することを見出した。特に遺伝子とのコンプレックス形成においては、金属イオン種の違いに応じて異なる生理機能を有し、白金錯体では抗癌剤として、亜鉛錯体では遺伝子キャリアとして高機能化応用が可能であることが分かった。

根岸　雄一

「新規光応答銀銅合金ナノクラスターの創製」

光により制御可能な合金クラスター（$Ag_{21.9}Cu_{32.1}S_{15}(^tBuS)_{20}(^tBuSO_3)_{12}$）の創製に成功した。この合金クラスターは、光により合成され、適切な溶媒中では、光照射位置にて結晶化した。それ故、合成から結晶の目的位置配置までを one-pot にて行えた。得られた合金クラスターは、溶液状態と結晶のどちらにおいても、可視領域にてフォトルミネッセンスを呈することが明らかとなった。

河合　武司

「2 つの温度領域で発色するエマルションの創製」

長鎖アミドアミン誘導体のトルエン溶液に 4 級アンモニウム塩と水を加えると、特定の温度で構造色を呈するエマルションが得られることを報告してきた。本年度は、pH を制御することで、発色温度の領域数および温度領域が制御できること、pH の高い領域では、低温では一定の色調を示すのに対して、高温の温度領域では色調が温度上昇にともなってブルーシフトすることを見出した。

近藤　行成

「電気泳動法を用いた金色光沢有機結晶の基板上への析出に関する研究」

アゾベンゼン骨格を有する化合物の中には、その結晶が金色光沢を呈するものがある。今回、この金色光沢結晶を粉砕して微細化し、ヘキサンに分散させたものについて、直流電圧（200V）を印加したところ、電極基板上に金色光沢結晶を析出させることに成功した。微細化した結晶のサイズが小さいものほど、電極上で金色光沢を呈する結晶が析出することが明らかとなった。

橋詰　峰雄

「湿潤状態の多糖複合フィルムの構造強化に関する研究」

反対荷電をもつ多糖同士が形成するポリイオンコンプレックスから自己支持性フィルムを作製し、その機能評価を進めている。このフィルムは湿潤状態で高い柔軟性を有し操作性が低下するため、フィラーとしてセルロースナノファイバーを添加することで操作性の改善に取り組んできた。本年度は物性評価に重点を置き、湿潤状態でのフィルムのヤング率などの力学特性が含量依存的なフィラー効果により顕著に向上することを見出した。

石川　仁

「界面活性剤溶液の可逆的粘度変化を利用した流れ制御の基礎研究」

界面活性剤 CTAB/C4AzoNa は、UV 光と可視光の照射により粘性が増減する性質をもつ。本年度は 2 つの実験を行った。ひとつは CTAB/C4AzoNa 水溶液をヘレショウセルに注入し、局所的に粘度を増減させた場合に界面に不安定現象が発生するかを確かめた。いまひとつは、容器内の CTAB/C4AzoNa 溶液に渦を発生させ、粘度変化を起こした場合の渦高さを観察し、粘度変化に要する時間を検証した。

佐々木　信也

「イオン液体の固液界面吸着構造と潤滑特性の相関性に関する研究」

イオン液体は、新規高性能潤滑剤としての応用が期待されており、潤滑メカニズムに関する研究が盛んとなっている。そのメカニズムを明らかにするには、摩擦面上におけるイオン液体の吸着構造を知る必要がある。本研究では、周波数変調方式原子間力顕微鏡を用いることで、固液界面吸着構造を高感度に測定した。その結果、イオン液体が吸着層を多層に渡って形成するとき、低摩擦を発現することがわかった。

後藤　了

「エダラボン酸化反応のシクロデキストリンによる速度論的抑制に関する研究」

シクロデキストリン（CD）は包接複合体を形成する。そこで、抗酸化物質の酸化反応に対する CD の影響を解析した。抗酸化剤には臨床応用されるエダラボン（EDA）を用いたところ、EDA の酸化反応に対し CD は 50%作用時間を延長した。CD 濃度-EDA 溶解度相図によれば CD の種類によって EDA と包接するモル比が異なること、および酸化の反応速度定数がこのモル比に応じた作用機序を示すことを明らかにした。

金井　要

「分子吸着がトポロジカル絶縁体 Bi_2Se_3 の表面状態におよぼす影響に関する研究」

典型的なトポロジカル絶縁体である Bi_2Se_3 表面に、電子供与性分子 Tetrathianaphthacene(TTN)の単分子層を作製することで、Bi_2Se_3 のディラック表面状態に電子ドープし、そのフェルミ面の大きさや形状、ディラックポイントのエネルギーを制御することが可能であることを見出した。さらに、TTN と Bi_2Se_3 との界面において、伝導電子の閉じ込めが生じ、ディラック表面状態とは別の二次元電子状態が実現することも発見した。

菊池　明彦

「刺激応答性微粒子を用いた診断材料に関する研究」

本研究では、温度刺激に応答し表面の親水性・疎水性を変化しうる微粒子の最表面に生体分子を結合させ、温度変化に伴う微粒子の分散性変化を利用して簡易診断を実現する微粒子の設計を検討した。グルコースに結合するフェニルボロン酸（PBA）を最表面に導入すると、正常血糖濃度で凝集、高血糖濃度で分散する微粒子となることを見出した。種々条件調整を行い、生理条件で血糖値の簡易診断を実現しうる微粒子の調製を目指す。

青木　健一

「大量合成可能なデンドリマー型分子カプセルに関する研究」

2 種類のクリック反応を利用して簡便にデンドリマーを大量合成し、末端をカルボキシル基で化学修飾した。得られたデンドリマーは弱アルカリ水溶液に高濃度で溶解し、内部空隙に疎水性分子であるライハルト色素を包接できた。包接能力を評価したところ、32 末端デンドリマー 1 分子につきライハルト色素 6－7 分子程度であり、現在、他の疎水性機能分子についても同様に包接可能かどうか検討を行っている。

住野　豊

「自己駆動するコロイド系に関する研究」

液滴やマイクロメートルサイズのビーズを用いることで、局所的に化学エネルギーや電気エネルギーを変換して自己駆動する系を構築し、そのダイナミクスや集団挙動に着目して研究を行う。特に今年度は、表面組成に非対称性を導入したポリスチレン粒子に交流電場を印可することで電気浸透流を生み出して駆動する系を対象に研究を行う。特に外部磁場を印可することで運動の制御を行うことを目標とする。

近藤　剛史

「スクリーン印刷ダイヤモンド電極を用いた薬剤の高感度検出に関する研究」

抗菌剤であるシプロフロキサシン（CIP）を高感度に電気化学検出できるスクリーン印刷ダイヤモンド電極の開発を行った。電極作製条件の検討の結果、電極材料となるボロンドープダイヤモンドパウダーは、水素終端よりも酸素終端とする方が検出感度が高くなることがわかった。最適化した条件で作製した電極を用いて人工尿中の CIP 検出を試みたところ、100 倍希釈した試料からも投薬時の尿中濃度に相当する CIP を検出できることがわかった。

酒井　健一

「高濃度エタノール水の泡沫安定化」

高濃度エタノール水は手指消毒剤として利用されるが、その起泡性と泡沫安定性を高めることは困難である。本研究では、陰イオン性界面活性剤（ドデシル硫酸ナトリウム）に高級アルコールを混合させることで、高濃度エタノール水（エタノール濃度 40vol%）の泡沫安定性を高めることに成功した。高級アルコールが気／液界面に形成された界面活性剤吸着膜の強度を高め、破泡を抑制していると考えられる。

中山　泰生

「ペロブスカイト太陽電池の表面・界面電子構造に関する研究」

いわゆる「ペロブスカイト太陽電池」は、今日の再生エネルギー分野において世界的に最もホットな研究対象の一つである。しかし、その発電機能の根源となるデバイス内の材料内界面の電子物性には未解明の点も多い。本研究では、有機無機ペロブスカイト材料の単結晶清浄表面を用いる、という従来になかった方向性により、ペロブスカイト材料そのものの電子構造および機能性界面における物質間の相互作用に関する研究を実施した。

実践的有機合成を基盤とした
ケミカルバイオロジー研究部門

実践的有機合成を基盤としたケミカルバイオロジー研究部門について

1. 概要

人類が医薬品として利用する物質のほとんどは、炭素を基本とした有機化合物からできていて、複数の化学反応を組み合わせることで合成される。しかし、目的の化合物を作るまでに何段階もの反応を行わなければならない場合、時間と手間がかかるうえに、膨大な量の廃棄物が出るため、環境に負荷がかかる。本研究部門では第一の課題として、医薬品の合成収率を極限まで向上させる反応手法の研究を行っている。

例えばその成果として、抗生物質や抗がん剤の生産効率を劇的に高める新たな脱水縮合剤「2-メチル-6-ニトロ安息香酸無水物（MNBA)」をこれまでに開発した。脱水縮合反応とは、有機化合物から 2 つの水素原子と 1 つの酸素原子を一度に取り除き、2 つの物質を連結させる構造変換法で、その反応を起こさせる試薬が脱水縮合剤である。脱水縮合反応は、古くから医薬品の基本骨格を組み上げる際に利用されてきたものの、従来の方法では触媒に酸を用いたり、高温で処理するなどの過酷な反応条件を必要とするため、原料となる物質を破壊してしまうなどの課題が残されていた。当研究部門では徹底的に化合物や反応条件の探索を行い、世界最速の脱水縮合反応剤である MNBA を発明することに成功している。また現在は次世代の新型脱水縮合剤として、「2-フルオロ-6-トリフルオロメチル安息香酸無水物（FTFBA)」を用いた反応も開発中である。これらの手法は、新型抗生物質や分子標的抗がん剤、糖尿病治療薬の合成に加え、生物学や医学分野での研究ツールとしても幅広く活用されている。本年度の成果を一つ挙げると、2020 年には MNBA を用いた「Macrolactamization」(マクロラクタミゼーション：大環状アミド化反応）による、世界初の天然物の全合成に成功した。これにより、従来合成が困難で大量供給が行えなかった環状ペプチド等の新薬リード化合物を速やかに生産することが可能になった。一方、近年では病理診断ならびに環境調査技術としても我々の脱水縮合反応が商業規模で実用化され、すでに全世界で 10,000 件を超える使用実績が報告されている。後述するように本研究部門ではゴルジ体機能阻害活性物質を分子標的薬として用いた抗がん剤や本学発の抗ウイルス薬の開発研究も独自に展開しており、基礎研究を踏まえた応用展開として新薬の開発を強く指向した実用研究を産学連携によって押し進めている。

2. 部門の構成と施設設備

本研究部門は、2018 年度に発足したもので、実践的有機合成技術の開発・応用グループとケミカルバイオロジー・医薬品開発グループの 2 グループからなる。構成員は 8 名で研究部門長は椎名 勇教授（理学研究科化学専攻・理学部第一部応用化学科）であり、本学大学院の各専攻の教授・准教授・講師・助教から成る。施設は神楽坂校舎 11 号館別館である。本研究部門の前身であるキラリティー研究センター（2012～16 年度、センター長；椎名 勇）が購入した設備装置には、核磁気共鳴測定装置（500MHz,300MHz NMR)、ガスクロマトグラフ質量分析計、ならびに飛行時間型質量分析計システムがある。また、他の分析機器として単結晶 X 線構造解析装置や円二色性分散計（CD）等を同施設に備えている。これらの高性能分析装置を併せて有効に活用し、研究の推進を図っている。

核磁気共鳴装置（500MHz）

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 実践的有機合成技術の開発・応用グループについて

生物活性化合物合成法の開発や天然物の全合成、有機触媒を用いる不斉合成、金属錯体を利用した不斉合成、脱水縮合反応、不斉自己増幅反応の開発や応用など、実践的な有機合成手段の提供に関する研究を進めている。

3. 2. ケミカルバイオロジー・医薬品開発グループについて

当研究部門の技術を利用して得られる本学オリジナル化合物リダイフェンを中心とした研究テーマを設定し、椎名・下仲・酒井／酒井・樋上・真野各研究室で各々検討を進めている。また、不斉合成技術によって得られた化合物の生物活性試験研究を椎名・下仲・川﨑各研究室の共同研究として展開中である。さらに、複雑な構造の天然物合成を基盤とした薬剤開発を実践し、椎名・殿井の共同研究を通じて抗真菌剤および抗腫瘍剤の上市を目指し研究を進めている。

4. 研究活動の展望

最近の特筆すべき成果の一つとして､タンパク質輸送ブロッカーM-COPA の全合成が挙げられる。我々が全合成を行った M-COPA は、細胞内のタンパク質輸送を司るゴルジ体の働きを制限する。ゴルジ体によって活性化しているがん細胞にこの化合物を与え輸送経路を遮断し、がんの増殖を抑制しようという試みが国内外の研究機関で進められている。本研究部門の合成グループでは、生物活性評価グループが動物実験に M-COPA を使用するため、その大規模製造法の開発に取り組んだ。

我々は 7 つの連続する不斉炭素を有する M-COPA をグラムスケール以上で供給できるように各工程を検討し、実際に鍵反応である不斉アルドール反応、分子内 Diels-Alder 反応、MNBA 脱水縮合反応等の有機合成法を駆使して大量合成を可能とした。最近、我々によって全合成された化合物を用いてがん細胞への効果を検証する実験が行われ、もはや既存の抗がん剤では治せないと考えられていた耐性化したがんでさえも、その増殖が食い止められる等の顕著な成果が論文として続々と報告されている。工業利用までの展開を見越して合成法を設計した点が、今回の目的を達成できた要の部分である。今後も高い反応性と、高い選択性を合わせ持つ優れた触媒を用いて、強力な生物活性を有する化合物の合成を行う予定である。

5. むすび

実践的有機合成を基盤としたケミカルバイオロジー研究部門は、2018 年度に発足した組織である。本学で開発された有機合成手段や化合物の有効利用を図り、基礎研究のみならず応用を目指した生物学的研究への展開を目指す。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．Diastereo-/Enantioselective Diels-Alder Synthesis of 14β-Hydroxysteroid Scaffolds: A Combined Experimental and DFT Study, Clovis Peter, Philippe Geoffroy, Takatsugu Murata, Takayuki Tonoi, Isamu Shiina, Michel Miesch, HETEROCYCLES, 2019, 99, 1251-1275.（査読有）

2．Novel Ridaifen-B Structure Analog Induces Apoptosis and Autophagy Depending on Pyrrolidine Side Chain, Takumi Iwasawa, Takahisa Shinomiya, Nozomi Ota, Natsumi Shibata, Kenya Nakata, Isamu Shiina, Yukitoshi Nagahara, BIOLOGICAL & PHARMACEUTICAL BULLETIN, 2019, 42, 401-410.（査読有）

3．N822K- or V560G-mutated KIT Activation Preferentially Occurs in Lipid Rafts of the Golgi Apparatus in Leukemia Cells, Yuuki Obata, Yasushi Hara, Isamu Shiina, Takatsugu Murata, Yasutaka Tasaki, Kyohei Suzuki, Keiichi Ito, Shou Tsugawa, Kouhei Yamawaki, Tsuyoshi Takahashi, Koji Okamoto, Toshirou Nishida, Ryo Abe, CELL COMMUNICATION AND SIGNALING, 2019, 17, 1-15, Article number: 114.(査読有)

4．Total Synthesis and Antimicrobial Evaluation of 23-Demethyleushearilide and Extensive Antimicrobial Evaluation of All Synthetic Stereoisomers of (16Z,20E)-Eushearilide and (16E,20E)-Eushearilide, Takayuki Tonoi, Takehiko Inohana, Teruyuki Sato, Yuuki Noda, Miyuki Ikeda, Miku Akutsu, Takatsugu Murata, Yutaro Maekawa, Anna Tanaka, Rio Seki, Misako Ohkusu, Katsuhiko Kamei, Naruhiko Ishiwada, Isamu Shiina, MOLECULES, 2019, 24, 1-12, Article number: 3437.(査読有)

5．Kinetic Resolution of Racemic 2-Hydroxyarylketones by Asymmetric Esterification: Investigation of the Influence of the Co-Base on the Selectivity, Takatsugu Murata, Kengo Futami, Ryo Ishikawa, Keisuke Ono, Kenya Nakata, Isamu Shiina, ASIAN JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY, 2020, 9, 202-205.(査読有)

著書･総説･解説

1．椎名 勇,「エステル・アミドって何？ ラクトンって何？ ー理科大発！ MNBA を用いた世界最速合成法の開発ー」, 理大科学フォーラム, 東京理科大学出版センター, 2019, 36, 28-33.

招待講演

1．椎名 勇, 脱水縮合反応を基盤技術とする有機合成化学ー生物活性化合物合成への展開(1)(2), 富士フイルム 有機合成化学講演会, 2019 年 5 月 10 日, 富士フイルム R&D 統括本部 有機合成化学研究所（足柄）

2．椎名 勇, 天然オクタリン AMF-14 およびその類縁化合物の全合成ならびに生物学的研究展開, 理研シンポジウム デカリン化合物の化学合成と生合成, 2019 年 8 月 6 日, 理化学研究所(和光市)

3．椎名 勇, 迅速脱水縮合法を用いる生物活性化合物の合成, 第 34 回農薬デザイン研究会, 2019 年 11 月 8 日, 東京コンファレンスセンター品川

特許

1．椎名 勇,「安息香酸誘導体及び脱水縮合剤、並びにエステル及びラクトンの製造方法」, 国際出願, WO2018084120, 2019 年 10 月 28 日

2．椎名 勇, 殿井貴之,「ユーシェアリライド類の製造方法」, 特許(登録), 特願 2016-556615, 特許第 6621755 号, 2019 年 11 月 29 日

広報

1．椎名 勇, 小幡裕希, 村田貴嗣,「急性骨髄性白血病における KIT チロシンキナーゼの異常局在 ～細胞内輸送ブロッカーM-COPA によるゴルジ体における KIT シグナルの抑制～」, プレスリリース, 2019 年 9 月 19 日公開

２．椎名 勇，殿井貴之,「薬剤耐性菌に対する効果も！ 新規抗菌性物質群の創出に成功 －新規のマクロライド系抗菌薬として今後の創薬展開に期待－」，プレスリリース，2019 年 9 月 27 日公開

受賞

１．椎名 勇，中田健也，村田貴嗣，Asian Journal of Organic Chemistry (Asian JOC) Cover Feature Article (Feb/2020)，2020 年 2 月 6 日，Wiley 社

研究課題（研究者別）

実践的有機合成技術の開発・応用グループ

椎名　勇

「Arf1 を標的としたゴルジ体機能阻害活性を有する抗がん剤の不斉全合成」

M-COPA は、Trichoderma 属 NFS-932 株の産生物 AMF-14 から半合成によって得られた Arf1 標的抗がん剤である。我々はこの化合物の不斉全合成をすでに達成している。本年度は M-COPA 類縁体のサブグラムスケール（100 ミリグラム単位）の合成を行うために収率の改善を図り、分子内 Diels-Alder 反応（IMDA 反応）に用いる前駆体の立体選択的構築法の条件を改善し、2 工程収率約 40%であった不斉アルドール反応の収率を向上させ 80%の収率で生成物を得、約 2 倍の合成効率の向上を達成した。これにより、類縁体を安定供給できる実用的な合成手段を開発することに成功した。

殿井　貴之

「抗菌活性化合物ユーシェアリライド異性体の全合成ならびに構造活性相関研究」

昨年度、ユーシェアリライドの収束的な不斉全合成と立体構造の同定に成功することで SAR 研究に必要な量的供給法を確立できたことから、さらにユーシェアリライドの新規抗菌薬シーズとしての可能性を探索した。我々は、鎖状前駆体であるセコ酸の環化反応を鍵工程として、種々のユーシェアリライド異性体の網羅的な全合成を実施し、それらの抗真菌活性ならびに抗細菌活性を評価した。その結果、人工合成によって得られた非天然型の異性体の中には天然型の活性を凌駕する異性体（新規抗菌物質）が含まれることを明らかにした。

川﨑　常臣

「ストレッカーアミノ酸合成を用いたキラルな生物活性化合物ならびに BNCT キャリア化合物の探索」

アミノ酸は生体を構成する極めて重要なキラル化合物の一つであり、可能な L 型および D 型の鏡像異性体のうち L 型のみから構成されている。我々は、ストレッカー合成がアミノ酸の前生物的生成機構であることに着目して、キラル中間体アミノニトリルの不斉発生と増幅、すなわち絶対不斉合成を見出した。ストレッカー合成により調製したアミノ酸類誘導体を用いて細胞増殖阻害活性試験を行なったところ、がん細胞のみならず正常細胞の増殖にも影響を与えない新規化合物を見出すことができた。本年度の検討により、これら新物質の構造展開を通じて BNCT キャリア化合物が創出できる可能性が示された。

ケミカルバイオロジー・医薬品開発グループ

下仲　基之

「ホウ素中性子捕獲療法（BNCT）に用いる新規ホウ素化合物のスクリーニング」

現在臨床試験で使用されているボロノフェニルアラニン類縁体を含む、様々な含ホウ素化合物を椎名研究室ならびに川﨑研究室の不斉合成手段等で合成し、乳腺がん細胞と乳腺正常細胞、皮膚がん細胞と皮膚正常細胞、その他がん細胞に対する毒性を検討し、合成した化合物を細胞毒性の有無によって二群に分類した。検討の結果、がん細胞ならびに正常細胞のいずれの細胞の増殖にも影響を与えない新規化合物を見出すことができた。

樋上　賀一

「新規コレステロール蓄積誘導性化合物（リポプロフェン）の活性試験」

椎名研究室で見出した新規コレステロール蓄積誘導性化合物（リポプロフェン）の肝細胞におけるコレステロール低下作用を動物レベルで立証するため、高脂肪食による食餌性肥満モデルマウスにリポプロフェンを投与し、体重や血中脂質量をはじめとした各基礎データの取得を実施した。その結果、投与群の体重に大きな違いは観察されないことが分かった。さらに、血中の総コレステロール量はリポプロフェン投与により有意に低下していることが明らかとなった。

真野　泰成

「新規コレステロール蓄積誘導性化合物（リポプロフェン）の動態試験」

Wistar 系雄性ラットにリポプロフェンを単回静脈内投与し、経時的に採血・採尿し体内動態を解析した結果、消失半減期は 5 時間程度であり、投与 6 時間後まで急激に、それ以降はなだらかに消失する 2 相性の推移を示した。また、全身クリアランス、分布容積、および尿中未変化体排泄率を算出した。これらの結果から、リポプロフェンの消失半減期は数時間と長く、本化合物は中程度のクリアランスを持ち、分布容積が大きい肝代謝型の薬物であることが明らかとなった。

酒井　秀樹

「生体コロイド界面化学的側面からのリダイフェンの挙動（輸送）の解析・評価および剤型」

リダイフェン B ならびにその脂質透過性を向上させた第三世代リダイフェンの一つである RID-SB17 の皮膚透過効果を検証するために角質細胞間脂質（SCL）モデルを構築し新しいアッセイ系を開発した。中でも、セラミド III b、ステアリン酸、およびコレステロールで構成される脂質 3 成分系の SCL は、実際の角質に類似した熱特性を持つことが分かった。

酒井　健一

「生体コロイド界面化学的側面からのリダイフェンの挙動（輸送）の解析・評価および剤型」

リダイフェンの皮膚透過性を物理化学的観点から検証した。皮膚透過試験では縦型拡散セル（フランツセル）を用いて、ヘアレスマウス皮膚に第一世代リダイフェンの一つである RID-B クエン酸塩および第三世代リダイフェンの一つである RID-SB17 を作用させた。その後、レセプター溶液を経時的にサンプリングし、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）で各物質の皮膚透過量を測定した。現在、脂溶性を維持するとともに水溶性を増した他の系統のリダイフェン（RID-B-OH）を用いた検討を始めている。さらに今後、新しい試みとして「PassPort® System」による経皮投与法を用い、「リダイフェン類」ならびに「リポプロフェン類」の経皮投与法の確立を目指し条件を検討し、実際に取り込まれる形態を観察する in vitro アッセイ系を構築する。

先進複合材料・構造 CAE 研究部門

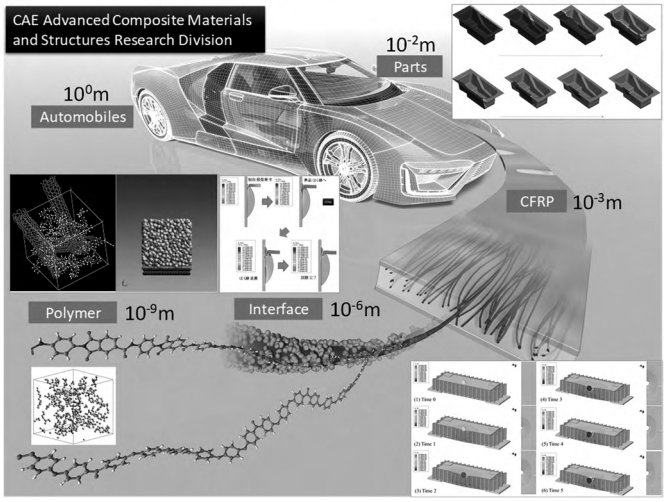
先進複合材料・構造 CAE 研究部門について

1. 概要

先進複合材料・構造 CAE 研究部門では、21 世紀の材料と言って過言ではない複合材料を題材として、近年主流の一つとなった CAE 技術を用いた工学研究を通して、産業と強い連携を構築するとともに、「手に職」をモットーに近年需要が増えてきた CAE 技術者を育成し、産業へ輩出することを目指しています。

2. 部門の構成と施設設備

本部門は荻原教授（部門長）、向後教授、岡田教授、有光教授、石川教授、高橋准教授、小柳准教授、松崎准教授、井上講師、新井助教の 10 名からなる。上記の材料系～計算科学系の教員が CAE 技術を駆使して複合材料に関する学際的な研究を行っている。2019 年度までに、部門として施設・設備は導入していない。一方で本部門では CAE に関する高い技術を保有している。この技術を学生に教授し、有能な卒業生を輩出することで長期的に産業に貢献していることを注記したい。



先進複合材料・構造 CAE 研究部門コンセプト

3. 活動報告

熱可塑 CFRP の超音波溶着をテーマとして、JST に CREST（5 年 3 億）に応募した。部門メンバーを研究代表グループとし、JAXA、産総研、名古屋大の NCC（ナショナルコンポジットセンター）、金沢工大の ICC（イノベイティブコンポジットセンター）を分担グループに組み込んだ研究グループで応募したが、落選した。これをブラッシュアップし、科研費の学術変革領域に応募した（3 年 1.5 億）。その他、科研費の基盤 B や財団等、熱可塑 CFRP の超音波溶着を主テーマとして応募中である。なお、超音波溶着のテーマは理科大－JAXA 間で共同研究契約を締結し、成果としては日本語論文が 2 報発表された。

当部門と産総研の共同研究活動に着手した。今後の発展に期待したい。

The International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences 2019 にて、オーガナイズドセッション Activities of CAE Advanced Composite Materials and Structures Research Division at TUS（Tokyo University of Science）を立ち上げ、部門構成員によるキーノート発表 2 件を含む 6 件の研究発表を行い、国際会議を通じて本部門の活動を世界に向けてアピールした。

委員の小柳准教授が JST の未来社会創造事業（2.5 年 2500 万）に採択された。22 年度からのセカンドステージ（5 年 3 億）へ向けて、19-21 年度は顕著な成果が求められる状況ではあるが、セカンドステージに進むことができればセンター化を検討したい。

4. 研究活動の展望

CFRP の強度・耐久性に関する研究、熱可塑 CFRP の超音波溶着の研究、CFRP3D プリンタの研究の 3 本を主軸として、大型資金の獲得を継続して目指していく。いずれかの大型資金が調達できたタイミングで研究センター化することを予定しており、その後は産業を取り込んだコンソーシアムを組織して、当該技術の拠点として東京理科大学の複合材料研究センターが機能することを狙う。CFRP の強度・耐久性に関する研究に関しては 19 年度に JST の未来社会創造事業のファー

ストステージ（2.5 年 2500 万）に採択されており、21 年度までに顕著な業績を残すことで、22 年度からのセカンドステージ（5 年 3 億）への進出を狙う。

5. むすび

発足 2 年目を迎えた 2019 年度に本部門は大型資金獲得へのチャレンジに着手した。20-21 年度を目安に大型資金を獲得し、22 年度のセンター設立を目指す。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1. Jun Koyanagi, Norie Itano, Michihiro Yamamoto, Kazuki Mori, Yuichi Ishida, Timur Bazhirov, Evaluation of the Mechanical Properties of Carbon Fiber/Polymer Resin Interfaces by Molecular Simulation, Advanced Composite Materials, Vol.28 (2019), pp. 639-652.
2. K. Hirai, A. Nakazato, H. Yano, K. Kawazone, Jun Koyanagi, K. Yamada, Ablative Performance of High Density Carbon Phenolic after Cold Soak Exposure, Transactions of The Japan Society for Aeronautical and Space Science, Aerospace Technology Japan, Vol.17 (2019), pp.333-338.
3. K. Hirai, A. Nakazato, Jun Koyanagi, K. Yamada, Development of Mid Density Carbon Phenolic Ablators for Future Re-Entry Capsules, Transactions of The Japan Society for Aeronautical and Space Science, Aerospace Technology Japan, Vol.17 (2019), pp.354-362.
4. M. Sato, S. Shirai, Jun Koyanagi, Y. Ishida, Y. Kogo. Numerical simulation for strain rate and temperature dependence of transverse tensile failure of unidirectional CFRP, Journal of Composite Materials, Vol.53 (2019), pp.4305-4312.
5. 清水紗利子, 佐藤光桜, 小柳 潤, 末益博志, 向後保雄, 楕円孔を有する CFRP 積層板の圧縮破壊に関する数値シミュレーション, 日本複合材料学会誌, Vol.45 (2019), pp.205-213.
6. R. Kitamura, Y. Okaniwa, Jun Koyanagi, M. Hojo, T. Nagashima, S. Ogihara, Damage growth simulation of honeycomb sandwich panel in drop-weight impact test, Advanced Experimental Mechanics, Vol.4 (2019), pp.75-83.
7. T. Ube, Jun Koyanagi, T. Kosaki, K. Fujimoto, T. Yokozeki, T. Ishiguro, K. Nishio, Fabrication of well-isolated graphene and evaluation of thermoelectric performance of polyaniline-graphene composite film, Journal of Materials Science, Vol.54 (2019), pp.3904-3913.
8. 小柳 潤, 板野德江, 山本倫大, 森 一樹, 石田雄一, Timur Bazhirov, 分子シミュレーションを用いた炭素繊維／樹脂界面の力学特性評価, 日本複合材料学会誌, Vol.45 (2019), pp.3-10.
9. R. Kitamura, T. Kageyama, Jun Koyanagi, S. Ogihara, Estimation of biaxial tensile and compression behavior of polypropylene using molecular dynamics simulation, Advanced Composite Materials, Vol.28 (2019), pp.135-146.
10. 福田 泰久, 荒谷 貴洋, 高橋 裕介, 山田 和彦, 小柳 潤,「はやぶさ」サンプルリターンカプセルの実験的背面加熱率推定, 航空宇宙技術, Vol.18 (2019), pp.127-131.
11. 轟章, 大浅田樹, 水谷義弘, 鈴木良郎, 上田政人, 松崎亮介, 平野義鎮, 3D プリント長炭素繊維強化熱可塑性複合材料の引張試験特性, 日本複合材料学会誌, 45-4 (2019), pp.141-148.
12. 白鳥弘英, 轟章, 上田政人, 松崎亮介, 平野義鎮, 3D プリント炭素繊維強化プラスチックの湾曲部における繊維束のねじれ発生メカニズム, 日本複合材料学会誌, 45-4, (2019), pp.149-154.
13. 市原稔紀, 上田政人, 漆山雄太, 轟章, 松崎亮介, 平野義鎮, 3D プリントによる曲線繊維配向を有する連続炭素繊維強化熱可塑性プラスチックの連続体損傷力学に基づく損傷進展シミュレーション, 日本複合材料学会誌, 45-4 (2019), pp.155-163
14. Ryosuke Matsuzaki, Takuya Kanatani, Akira Todoroki, Multi-material additive manufacturing of polymers and metals using fused filament fabrication and electroforming, Additive Manufacturing, 29 (2019), 100812
15. Taro Yamada, Ryosuke Matsuzaki, Evaluation of permeability applicability based on continuum mechanics law in fluid flow through graphene membrane, Scientific Reports, 9 (2019), 12677.

16. Kentaro Sugiyama, Ryosuke Matsuzaki, Andrei V. Malakhov, Alexander N. Polilov, Masahito Ueda, Akira Todoroki, Yoshiyasu Hirano, 3D printing of optimized composites with variable fiber volume fraction and stiffness using continuous fiber, Composites Science and Technology, 186 (2019), 107905
17. H. Morigayama, T. Miyazaki, S.Usami, Y. Arai, T. Tsunoura, R. Inoue, T. Aoki, R. Tamura,Y. Kogo, Phase stability of Yb-Gd-Si ternary alloys at elevated temperature. J. Alloys Compd. 825 (2020)
18. Y. Arai, R. Inoue, K. Goto, Y. Kogo, Carbon fiber reinforced ultra-high temperature ceramic matrix composites: A review, Ceram. Int. 45 (2019) 14481-14489. https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.05.065
19. Y. Kubota, Y. Arai, M. Yano, R. Inoue, K. Goto, Y. Kogo, Oxidation and recession of plain weave carbon fiber reinforced ZrB_2-SiC-ZrC in oxygen-hydrogen torch environment, J. Eur. Ceram. Soc. 39 (2019) 2812-2823. https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2019.03.010
20. T. Miyazaki, S. Usami, R. Inoue, Y. Kogo, Y. Arai, Oxidation behavior of ytterbium silicide, Ceram. Int.45 (2019) 9560-9566. https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.10.024
21. R. Inoue, J. Nakano, T. Nakamura, T. Ube, T. Iida, Y. Kogo, Mechanical and thermoelectric properties of intragranular SiC- Nanoparticle/Mg_2Si composites, J. Alloys Compd. 775 (2019) 657-666. https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.10.066
22. R. Inoue, Y. Arai, H. Kakisawa, In situ observation and strain distribution measurements of atmospheric plasma-sprayed mullite and Si multilayered coatings on SiC substrates, J. Mater. Sci.54 (2019) 2824-2835. https://doi.org/10.1007/s10853-018-3080-z
23. R. Inoue, Y. Arai, H. Kakisawa, In situ observation and strain distribution measurements of atmospheric plasma-sprayed mullite and Si multilayered coatings on SiC substrates, J. Mater. Sci.54 (2019) 2824-2835. https://doi.org/10.1007/s10853-018-3080-z
24. 佐藤皓明, 遊佐泰紀, 岡田裕, サイクルジャンプ法を用いた繰返し荷重問題解析の高精度化に関する研究（有限変形問題への拡張), 日本機械学会論文集, 85 巻, 879 号, p.19-00299, 2019
25. A. Takahashi, A. Suzuki, M. Kikuchi, Fatigue Crack Growth Simulation of Two Non-coplanar Embedded Cracks using S-version Finite Element Method, Fracture and Structural Integrity, Vol.48, pp.473-480 (2019)
26. 新宅勇一, 篠崎勇人, 藤原宇希, 高橋昭如, 菊池正紀, 任意の荷重条件下における塑性誘起閉口を考慮した疲労き裂進展解析（重合メッシュ法を活用した直接数値シミュレーションおよび簡易手法の提案), 日本機械学会論文集, Vol.85, p.19-00141,(2019)
27. 新宅勇一, 藤原宇希, 高橋昭如, Paris 則に基づく損傷変数の発展則を導入した結合力モデルの提案とその材料定数の設定方法, 日本計算工学会論文集 (電子媒体), p.20190013, (2019)
28. N. Hiroshima, H. Hatta, J. Yoshimura, Y. Kogo, S. Wakayama: “Stiffness degradation effects on disk-shaft connection behavior of a three-dimensionally carbon-fiber-reinforced composite rotating disk”, Composite Structures, 234 (2020)(DOI:10.1016/j.compstruct.2019.111660)
29. Mana Shioya, Arata Myoga, Atsuya Kitagawa, Yukihisa Tokunaga, Hiroaki Hayashi, Yasuo Kogo, Hiroaki Shimada and Shin-ichi Satake: “Analysis of deflection and dynamic plant characteristics of Cyperus malaccensis Lam”, Plant Production Science, 22 (2) (2019), 242-249.
30. Masahiro Furutani, Takashi Ide, Shinobu Kinoshita, Raita Horiguchi, Ichiro Mori, Kazuhiro Sakai, Koji Arimitsu,“Initiator-Free Photopolymerization of Common Acrylate Monomers with 254-nm Light”, Polymer International, 2019, 68, 79-82
31. Kiwamu Terada, Masahiro Furutani, Koji Arimitsu,“Photoresist materials comprising photobase generators and epoxy resins bearing carboxylic acids to lead to marked enhancement of base-catalyzed cross-linking reactions”, Polymer Advanced Technologies, 2019, 30, 304-311.

32. 【Cover Picture】Koji Arimitsu, Eishiro Hiraga and Masahiro Furutani, “Photopatterning of PEDOT Derivatives with Photoacid Generators and Acid Amplifiers Generating Polystyrenesulfonic Acid”, ACS Appl. Polym. Mater., 2019, 1, 928-932.
33. Masahiro Furutani, Kaoru Endo, Koji Arimitsu, “Synthesis of dimerized 2-mercaptpyridine derivatives and their application to dismantlable photoadhesives”, Material Technology, 2019, 37 (2), 27-31.
34. Masahiro Furutani, Kentaro Nakayama, Kazuki Okuma, Koji Arimitsu, “Photoadhesive of Acrylates Containing Cross-links of Dipyridyl Disulfide”, J. Photopolym. Sci. Technol., 2019, 32 (4), 619-622.
35. Masahiro Furutani, Kazuki Okuma, Koji Arimitsu, “Relief of Shrinkage of UV-cured Materials by Exchange Reactions of Disulfide Bonds”, J. Photopolym. Sci. Technol., 2019, 32 (4), 623-626.
36. T. Ishikawa, K. Tsujikura, M. Deguchi and A. Aoki, “Easy conversion process of titanium surface covered with passive film into functional surface”, International Journal of Applied Ceramic Technology, DOI: 10.1111/ijac.13309, 16 (2019) 1708-1714.
37. 石川敏弘, “炭化ケイ素繊維の歴史と高強度化について”, 繊維機械学会誌, (2019), 72 (6), 36-46.
38. R. Usukawa, T. Ishikawa, “Novel SiC synthesis method applicable to SiC solid phase sintering”, International Journal of Applied Ceramic Technology, 16 (6) (2019) 2111-2120.

著書

1．Hiroshi Okada, Satya N. Atluri (Eds.), Computational and Experimental Simulations in Engineering, Proceedings of ICCES2019, Springer, 2019, ISBN 978-3-030-27053-7.
2．有光晃二,「光塩基発生剤の開発と UV 硬化材料への応用」, 光機能性有機・高分子材料における新たな息吹, シーエムシー出版, 2019, 295-303.
3．有光晃二,「エポキシ樹脂の光硬化～光反応とその増幅～」, エポキシ樹脂の硬化メカニズム解析と機能設計, シーエムシー出版, 2019, 182-195.
4．T. Ishikawa, “Ceramic Fibers and Their Applications (1st Edition)”, Published by Jenny Stanford Publishing, Edited by Toshihiro Ishikawa, 31 October 2019, DOI: https://doi.org/10.1201/9780429341885.

招待講演

1．H. Okada, T. Ishizaka, A. Takahashi, K. Arai and Y. Yusa, Three-Dimensional J-Integral Based on a Domain Integral Method for Welded Joints, The 8th edition of the International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering (COUPLED PROBLEMS 2019), Sitges (Barcelona), Spain, 2019 年 6 月 3 日～6 月 5 日.
2．H. Okada, K. Arai, Y. Yusa, Redefining three-dimensional J-integral and DJ, and their applications to large deformation low cycle fatigue problems, 5th German-Japanese Workshop on Computational Mechanics, 2019 年 9 月 23 日, ドイツ, ドレスデン, ドレスデン工科大学構造解析研究所.
3．有光晃二,「UV 硬化の基礎と応用」, 19-3 印刷・情報・電子用材料研究会および 2019 年度第 4 回ナノインプリント技術研究会, 2019 年 11 月 28 日, 産業技術総合研究所臨海副都心センター別館 11 階会議室 1.
4．有光晃二,「エポキシ樹脂の光硬化」, “エポキシ樹脂とその応用技術の最近の進歩”, エポキシ樹脂技術協会主催 第 43 回公開技術講座 (東京の部), 自動車会館, 2019 年 7 月 18 日.
5．Toshihiro Ishikawa and Keiko Tsujikura, “Direct formation of photocatalytic anatase-TiO_2 on titanium-metal and its application”, The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Society (PACRIM 13), October 27-Nobember 11, 2019, Okinawa, Japan.

６．Toshihiro Ishikawa and Keiko Tsujikura,“Easy conversion process of titanium surface covered with passive film into functional surface”, 44th International Conference on Advanced Ceramics and Composite (ICACC2020), January 26-31, 2020, Daytona Beach, Florida, USA.
７．Toshihiro Ishikawa,“Development of precursor ceramics using organic silicon polymer”, 44th International Conference on Advanced Ceramics and Composite(ICACC2020), January 26-31, 2020, Daytona Beach, Florida, USA.

広報

１．Hiroshi Okada, Nonlinear Fracture Mechanics Analysis Considering Material Inhomogeneity of Welded Joints, Impact, Volume 2019, Number 10, December 2019, pp.105-107 (3), Science Impact Ltd DOI: https://doi.org/10.21820/23987073.2019.10.105.
２．有光晃二,「非イオン型光塩基発生剤」, 化学工業日報, 2019年9月24日
３．有光晃二,「長時間で固まる光硬化剤」, 日刊工業新聞, 2019年9月24日
４．有光晃二,「新規光塩基発生剤を開発」, 接着剤新聞, 2019年10月10日
５．有光晃二,「高効率で強塩基発生 非イオン型光塩基発生剤」, フジサンケイビジネスアイ, 2019年11月27日

受賞

１．T. Ishikawa, Bridge Building Award (From American Ceramic Society), 2020.1.27

研究課題（研究者別）

荻原　慎二

「繊維強化複合材料の微視的損傷挙動に関する研究」

積層型繊維強化複合材料を中心に、様々な形態の負荷による材料内の微視的損傷発生・進展プロセスを実験的に検討した。さらに、損傷発生に伴う、材料の力学的特性への影響を実験的に評価した。得られた実験結果を元に、有限要素法や損傷力学モデルによる予測との比較を行い、それらの妥当性を検討した。より複雑な内部構造を有する材料系への適用の基礎を築いた。これにより、運用中の材料の構造健全性評価への貢献が期待できる。

小柳　潤

「エントロピー損傷に基づく熱可塑 CFRP の寿命定量化」

自動車用途の熱可塑 CFRP を対象に、マルチスケール解析を駆使して分子の構造から CFRP の現在の強度および余寿命を定量的に予測する基盤技術を構築した。分子スケールとマクロスケールの強度・寿命特性を定量的にリンクする物理量としてエントロピーに着目し、これを用いて分子レベルの劣化・損傷からマクロに発現する残存強度・余寿命を高精度に予測した。

松崎　亮介

「複合材料 3D プリントに関する研究」

連続炭素繊維で強化された樹脂系複合材料を用いて、自動車・航空宇宙用構造部材に適用できる高強度・高剛性な製品づくりを実現する 3D プリントの開発を行っています。特に今年度は曲線繊維まで含めた繊維配向の最適化と実証試験を行い、複合材 3D プリントの優位性と課題について研究を行いました。

井上　遼

「高温での変形･損傷の可視化に関する研究」

複合材料の損傷・破壊を理解し新しい材料設計を導き出すためには、局所的に生じる変形分布を理解する必要がある。セラミックスをマトリックスとした複合材料の場合、高温での計測が必要だが輻射の影響により正しく理解することは難しい。本研究室では、高温でその場観察と面内のひずみ分布計測可能なシステムを開発し三次元への拡張を図っている。

岡田　裕

「不均一材料に対する線形・非線形破壊力学解析に関する研究」

溶接接手の溶接金属や熱影響部では、溶接施工時の熱履歴や凝固の過程が材料の力学的性質に影響を与えるため、不均一材料となる。また、複合材料の一種とも考えられる傾斜機能材料では、意図した材料機械的・熱的性質の空間的分布を創出するものである。一般に、その機械的・熱的性質は材料内で連続変化する。これらのように機械的性質が材料内で不均一となる材料について、それらの破壊力学的評価を厳密に行うための J 積分や相互積分法による応力拡大係数計算法の研究をしてきた。本年度は溶接接合部や傾斜機能材料の線形破壊力学解析の高度化を目指し、様々な相互積分法定式化を行いそれらの精度評価をした。また、繰返し荷重下で進行する破壊現象解析高速化のための、サイクルジャンプ法解析手法の高度化を行ってきた。

高橋　昭如

「き裂の開閉口挙動の影響を考慮した定量的疲労き裂進展解析に関する研究」

疲労き裂進展問題において、き裂先端部に発生する小領域の塑性変形がき裂先端の開閉口挙動を変化させ、疲労き裂進展速度が低下することが知られている。これまでに開発してきた重合メッシュ法を用いた疲労き裂進展解析システムに弾塑性有限要素解析を用いた開閉口挙動の数値解析を実装し、き裂先端の塑性変形が与える疲労き裂進展速度への影響を直接計算することを可能にした。さらに、これとは異なるアプローチとして、パリス則に基づいた結合力モデルを開発し、小規模な塑性変形を伴う疲労き裂進展の直接シミュレーションを実現した。

向後　保雄

「電線用 CFRP ロープの力学特性に関する研究」

送電線ケーブルの芯材として用いられる CFRP 製ロープの力学特性について検討している。撚りのある CFRP を 7 本撚り合わせて作製する特殊な複合材料製ロープであり、その力学的挙動は不明な点も多い。本研究では、撚りのある CFRP 単線の力学的挙動、ならびにこれらをさらに撚り合わせた CFRP 製ロープについても力学特性試験を行う。本年度は、圧縮曲げ試験法による特性試験を提案し、接触部の影響を受けない特性評価を実施した。本試験法は、たわみ変形・破壊挙動の評価として極めて有用である事が確認された。

有光　晃二

「エポキシ／ビスマレイミド混合樹脂のアニオン UV 硬化に関する研究」

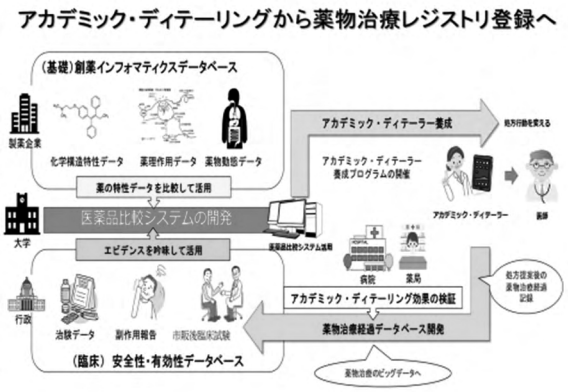
アニオン UV 硬化によく用いられるエポキシ樹脂は強度に優れるが、単体での硬化強度には限界がある。そこで本研究では、光塩基発生剤から発生するアミンと反応し、硬度の上昇が期待できるビスマレイミド樹脂（BMI）を、エポキシ樹脂（jER828）に混合して硬化させることを検討した。その結果、混合樹脂中の BMI の割合が増加するにしたがい塗膜の硬度は上昇し、モル比が 1:1 のときに最高硬度が得られた。これらのことから、jER828 への BMI の適度な添加は複合硬化膜の硬度上昇に寄与することが示唆された。

アカデミック・ディテーリング・データベース部門

アカデミック・ディテーリング・データベース部門について

1. 概要

アカデミック・ディテーリングとは、コマーシャルベースにとらわれない、公正中立な根拠に基づいた医薬品情報を医師に提供することで、薬物治療の質や経済性を向上させることが目的である。そこで、医薬品情報提供者（ディテーラー）としての薬剤師の役割が益々重要視されており、患者に最適な薬物治療を行うためには、多角的な視点から薬剤を選択することが重要となる。薬剤師は医師との教育の違いにより、主に薬剤の薬理作用、物理化学的特性や代謝メカニズムから最適な薬剤を選択する。本部門では、薬剤師が患者に適した薬剤を選択する際に必要な生物学的、化学的、物理学的、薬理学的、薬剤学的、薬物治療、EBM（ガイドラインや臨床試験評価）の8 分野に渡る薬剤情報を集約し、医薬品データベースを構築した。さらに構築したデータベースを基に、薬剤師教育への活用や薬剤師が臨床で活用しやすい処方支援システムを開発する。アカデミック・ディテーラー養成プログラムでは第 3 回養成プログラムを開始し、アカデミック・ディテーラーによる処方支援効果に関する研究も開始した。アカデミック・ディテーリング資材開発においては、各分野の研究者のシナジー効果により、PPI のアカデミック・ディテーリング資材開発の共同研究が進んでいる。また、アカデミック・ディテーリングの患者アウトカムやビッグデータにつなげるための薬物治療経過レジストリシステムの開発も行った。



アカデミック・ディテーリングから
薬物治療レジストリ登録

2. 部門の構成と施設設備

システム開発は、すでに共同研究契約を取り交わしている株式会社ユニケソフトウェアリサーチのアロクロスシステムと子会社である株式会社メディカル・データベースの医薬品マスター、薬効マスターの活用と統合を行った。

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 医薬品比較システムの開発（小茂田、宮崎、和田）

基礎薬学データを比較できるインターフェイス設計と、基礎薬学データをわかりやすく比較でき、使い分けポイントがわかるアカデミック・ディテーリング用画面設計を行い、システムの開発を委託した。

3. 1. 1. 薬理グループ（青山・河野洋）

マスター一覧を作成して薬理作用の図式化を行い、ホルモン療法、化学療法、分子標的療法の3 つに分類している。今後は副作用の発症機序を図式化することを検討する予定であるが、困難であることが予想される。また、乳がんに対するシスプラチン／カフェイン併用療法の開発を目的として、in vitro 実験と in vitro 実験を開始している。

3. 1. 2. 薬剤グループ（小茂田・真野）

薬物相互作用のうち約 40%は代謝部位での薬物動態学的相互作用であることが報告されており、そのほとんどは CYP 酵素を介しているため、CYP 酵素に着目した相互作用の確認が必要である。我々は既に、CYP 酵素で代謝されて初めて薬効を示すタモキシフェンに注目して、CYP 酵素の基質、阻害や誘導の視点から、相互作用の問題点を示すデータベースの構築を行ってきた。今回は

さらに対象薬剤を拡げ、相互作用の問題点表示だけでなく、薬剤師の介入のヒントを示すことを目的としてシステム開発を行った。

3. 1. 3. 副作用グループ（小茂田・根岸）

すでに重大な副作用マスター、重大な副作用初期症状マスター、重大な副作用類義語マスターは出来上がっているが引き続き、更新作業を行った。同種の副作用を起こす医薬品について、類似構造から原因を考察することは可能だが、同種構造を有するからと言って副作用を予測した場合、その責任の所在が問題になると考えられるため、まずは同種の副作用を起こす同系統の医薬品群の構造解析を行うこととした。

3. 1. 4. インターフェイスグループ（後藤了）

構築された医薬品情報データベースを現場の薬剤師や学生が活用する際のインターフェイス設計や支援システム開発を目的とする。設計の第一段階として、言語処理技術を用いた医薬品添付文書の分類に取り組んだ。これについて学会発表を行い、ディスカッションした。

3. 1. 5. データベーススキーマ構築グループ（宮崎）

医薬品情報を基盤とした統合データベースの構築と運用に際し、リレーショナルデータベース管理システムの適合性と最適化に根ざしたスキーマ設計の研究開発を行う。

3. 2. アカデミック・ディテーラー養成プログラム開発

米国 NaRCAD のアカデミック・ディテーリング研修のカリキュラムとプラクティスに準じた卒後研修プログラムを開発し、ワークショップを開始した。平成 30 年 12 月に第 2 回アカデミック・ディテーラー養成ワークショップ A コース「基礎薬学を臨床に活かす」、平成 31 年 2 月に B コース「アカデミック・ディテーリングの意義」を開催した。令和元年度は C コース「アカデミック・ディテーリングの実践」を開催する。

3. 3. アカデミック・ディテーリング効果に関する研究

地域診療所、保険薬局へのヒヤリング、海外のアカデミック・ディテーリングを視察し、日本に最適なアカデミック・ディテーリングの研究デザインを検討した。効果を検証する方法としてアカデミック・ディテーリング介入前後の処方変化の脂質異常症治療経過レジストリを開発し、研究を行っている。

3. 4. 産学共同コンソーシアムの検討

製薬企業、アカデミアに声掛けを行い、データベース構築の実現に向けた方策を検討した。創薬バイオインフォマティクス開発事業のプロジェクトリーダーにご協力頂き、基礎薬学データの活用の検討を開始した。

3. 5. アカデミック・ディテーリング普及に向けた活動

- アカデミック・ディテーリングとは，第 2 回アカデミック・ディテーラー養成プログラム B: アカデミック・ディテーリングの意義を理解しよう，2019.2.23，東京理科大学神楽坂キャンパス
- 小茂田昌代，山本美智子（以上オーガナイザー），ゲーリー ケビン，ナウマン テリン，水口賢司，一般シンポジウム S29 アカデミック・ディテーリング教育から実践へ〜海外から学び科学的視点を極める〜，日本薬学会第 139 年会，2019.3.22，千葉
- 小茂田昌代，林稔展（以上オーガナイザー兼座長），大会長企画シンポジウム 6 産学官連携医薬品情報データプラットフォームを目指して〜基礎薬学とエビデンスからリスクを比較し患者を守る〜，第 5 回日本医薬品安全性学会学術大会，2019.7.28，東京理科大学葛飾キャンパス
- 小茂田昌代，尾関理恵，S6-1 アカデミック・ディテーリングの意義と基礎薬学データベース整備の重要性，第 5 回日本医薬品安全性学会学術大会，2019.7.28，東京理科大学葛飾キャンパス

医療現場の薬剤師が参加する学会でシンポジウムを複数企画することで、アカデミック・ディテーリングの意義を現場への普及に貢献できたと考える。

4. 研究活動の展望

医薬品の特性に関するデータベースをもとに開発した医薬品比較システムを実装して今後の運用を検討する。アカデミック・ディテーラーの養成については、日本アプライド・セラピューティクス学会との合同での開催を進める。アカデミック・ディテーリングの処方への影響に関する研究を病院において実施ししており、薬物治療経過レジストリへの登録に協力いただき、成果をまとめ論文投稿を行う予定である。さらにアカデミック・ディテーリング資材開発として、抗潰瘍剤のプロトンポンプ阻害剤に注目し、各分野の研究者の共同作業により、今までの概念を修正する学会発表を行う予定であり、実験研究も合わせて進める予定である。

5. むすび

部門の活動として、データベース開発の基盤整備が終わり、今後は企業や行政の協力を得る方策を模索し、医薬品情報プラットフォームの創成を図る。各分野の研究者の協力の基、今までの概念を払拭する資材を開発し、アカデミック・ディテーラー 3 号を輩出する。実際にアカデミック・ディテーリングを現場で実践することにより、医師の処方に影響を与えることができるというエビデンスを創出することができれば、国民に大きなインパクトを与えることができると考える。

参考文献

1．小茂田昌代，尾関理恵，アカデミック・ディテーリングの概要と実践－日本における薬剤師の専門性確立に向けて－，薬局薬学 11（1）：8-17，2019.4
2．小茂田昌代，山本美智子，最適処方に導くアカデミック・ディテーリング～基礎薬学とエビデンス活用による処方支援～，薬学雑誌 139（8）：1071，2019.8
3．小茂田昌代，根岸健一，真野泰成，尾関理恵，後藤惠子，日本版アカデミック・ディテーラー養成プログラムとは，薬学雑誌 139（8）：1107-1110，2019.8

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1．Komoda M, Sayaka Yamaguchi, Kenzo Takahashi, Kazuko Yanase, Masakazu Umezawa, Atsushi Miyajima, Takashi Yoshimasu, Eiji Sato, Rie Ozeki, Norihisa Ishii,: Efficacy and safety of a combination regimen of phenothrin and ivermectin lotion in patients with head lice in Okinawa, Japan J Dermatol, (2020) in press.

2．Investigation of approval trends and benefits of new fixed-dose combination drugs in Japan ; Chikara Kikuchi, Mifuyu Ohno, Takafumi Izumo, Satoru Takahashi, Masayuki Aoki, Hitoshi Shimomura, Yohei Kawano, Shuji Shimada, Takao Aoyama ; Therapeutic Innovation & Regulatory Science 53, 2019.1 (査読有)

3．Examining the association between the “My Pharmacist” model and the service quality of community pharmacies: a cross- sectional study in Japan, Keiko Goto, Tsugumichi Sato, Yoshiaki Shikamura, Kaori Nomura, Kenichi Negishi, Takehisa Hanawa. Research Social Administrative Pharmacy. In press, DOI: https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2019.10.012 (IF:2.719 in 2019)(査読有)

4．Relationship Between Phase Solubility Diagrams and Crystalline Structures During Dissolution of Cimetidine/Cyclodextrin Complex Crystals, Shota Shimizu; Ayako Wada-Hirai; Yengping Li; Yohsuke Shimada; Yuta Otsuka; Satoru Goto; JUORNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCE (2020) S0022-3549(20)30188-X. doi: 10.1016/j.xphs.2020.03.029. (査読有)

5．Tyrosol Reduces Amyloid-β Oligomer Neurotoxicity and Alleviates Synaptic, Oxidative and Cognitive Disturbances in Alzheimer's Disease Model Mice, Taniguchi K, Yamamoto F, Arai T, Yang J, Sakai Y, Itoh M, Mamada N, Sekiguchi M, Yamada D, Saitoh A, Kametani F, Tamaoka A, Araki YM, Wada K, Mizusawa H, Araki W. J ALZHEIMERS DIS, 70 (3) pp 937-952, 2019 (査読有)

6．小茂田昌代, 和田猛, 高橋秀依, 嶋田修治, 真野泰成, 鈴木立紀, 高澤涼子, 尾関理恵, 青山隆夫：本邦初アカデミック・ディテーリング教育プログラム開発～基礎を臨床につなぐ PBL チュートリアル～, アプライド・セラピューティクス, 2019; 11 (5), 46-51.（査読無し）

7．Yamamoto T., Sato A., Takai Y., Yoshimori A, Umehara M., Ogino Y., Inada M., Shimada N., Nishida A., Ichida R., Takasawa R., Maruki-Uchida H., Mori S., Sai M., Morita M., Tanuma S. Effect of piceatannol-rich passion fruitseed extract on human glyoxalase I-mediated cancer cell growth. Biochemistry and Biophysics Reports. 20: 100684, 2019. (査読有)

8．Elucidation of the conformational properties of 3-pyridinoyl indoles as intermediates of cannabimimetics, Araki, Koji; Tabata, Hidetsugu; Makino, Kosho; Ujiie, Ryohei; Sezaki, Kohei; Nakayama, Hiroshi; Oshitari, Tetsuta; Natsugari, Hideaki; Takahashi, Hideyo, Heterocycles 2019, 98, 1423-1435. (DOI:10.3987/com-19-14161)(査読有)

9．Nanostructured DNA for the delivery of therapeutic agents, Makiya Nishikawa, Mengmeng Tan, Wenqing Liao, Kosuke Kusamori, Advanced Drug Delivery Reviews, 147 pp 29-36, 2019. (査読有)

10. Identification Study of Information on Short-Side Surface of Medical Drug Individual Package Case, Teruyuki Yamamoto, Kenichi Negishi, Ayako Fukui, Kohei Miyaso, Takao Aoyama and Naoki Kamimura, Journal of Packaging Science & Technology Journal of Packaging Science & Technology, 28 (6), p399-408, 2019.(査読有)

11. Risk of hypoglycemia associated with repaglinide combined with clopidogrel, a retrospective cohort study, Yuuki Akagi, Akiko Iketaki, Haruna Kimura, Yuki Matsudaira, Takami Yoshida, Takahiro Nishimura, Yohei Kawano, Yasunari Mano, Erina Shigematsu and Makoto Ujihara, Journal of Pharmaceutical Health Care and Sciences, 6, 5, 2020 (査読有)

12. Stereocontrolled Synthesis of Boranophosphate DNA by an Oxazaphospholidine Approach and Evaluation of Its Properties, Rintaro Iwata Hara, Tatsuya Saito, Tomoki Kogure, Yuka Hamamura, Naoki Uchiyama, Yohei Nukaga, Naoki Iwamoto, Takeshi Wada, JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY, 84 (12), 7971-7983, 2019.(査読有)

著書

1．小茂田昌代,アカデミック・ディテーリングの進め－最適な処方提案のために－①アカデミック・ディテーリングとは，ファーマシストぷらす，p.14-15，2019. No.2
2．後藤惠子，高中紘一郎，富澤 崇，上村直樹，樽野弘之，鹿村恵明，福島紀子，増山ゆかり，小茂田昌代，根岸健一，塩田澄子，田村智英子，齋藤由紀子，田村 豊，堂囿俊彦，氏原 淳，土屋明美，西村亜佐子，野呂瀬崇彦，寺町ひとみ，桜井なおみ：薬学生・薬剤師のためのヒューマニズム改訂版，日本ファーマシューティカルコミュニケーション学会監修，後藤惠子責任編集，羊土社，p.178-184，p.207-213，p.230-235，2019
3．鈴木立紀，新人薬剤師・薬学生のための医療安全学入門 改訂版,「代表的な副作用の初期症状・検査所見」を分担執筆，薬ゼミ情報教育センター，pp 111-116，2020
4．西川元也，薬物動態学を基盤とした DDS の開発－DNA ナノ構造体およびエクソソームを基盤とする DDS，医歯薬出版(株)週刊医学のあゆみ，第 267 巻 7 号（2018 年 11 月 17 日）
5．真野泰成，図解 医薬品情報学（改訂 4 版），第 4 章 1）製薬企業で取り扱う情報（分担執筆），南山堂，pp 151-164，2019

招待講演

1．小茂田昌代，アカデミック・ディテーリングが薬剤師を変える～高齢者を守る処方提案へ～，第 52 回日本薬剤師会学術大会，2019.10.13，山口
2．青山隆夫，クリーンベンチでの TPN 混合調製の実践，令和元年度千葉県薬剤師会無菌製剤処理実務研修会，野田，Mar，2020
3．後藤惠子，薬剤師が社会を変える；求められるコミュニケーションの能力の定義とその評価，第 3 回日本老年薬学会学術大会シンポジウム，2019，名古屋
4．斎藤顕宜，オピオイドδ受容体をターゲットとした新規向精神薬開発の可能性，老年薬学プロジェクト薬理学セミナー，昭和薬科大学，東京，2019
5．高橋秀依，使ってみよう！医薬品の化学（栃木県女性薬剤師会 2019 年度第 1 回研修会 2019 年 7/28，宇都宮）
6．西川元也，核酸医薬の体内動態制御・DDS に関する最近の動向，第 415 回 CBI 学会講演会「広がりゆく核酸医薬」，東京，2020.
7．和田猛，アカデミック・ディテーリング：化学構造式からのアプローチ，第 5 回日本医薬品安全性学会学術集会，東京，2019.

受賞

1．河野洋平，齋藤めぐみ，菊池優貴乃，野原 萌，青山隆夫，日本緩和医療薬学会 2019 学術大会優秀賞 2019 年 6 月 2 日，トリプルネガティブ乳がんに対するシスプラチン・カフェイン併用化学療法の開発－培養細胞とマウスモデルを用いた有効性および安全性に関する基礎的検討－

特許出願

1．高橋秀依，牧野宏章，顧 嘉悦,“スルホキシド化合物の光によるラセミ化を利用した動的速度論的光学分割法”，特願 2019-156444.
2．和田猛，佐藤一樹，他，核酸医薬副作用軽減剤、該核酸医薬副作用軽減剤を含む医薬組成物、並びに核酸医薬の副作用惹起性を軽減する方法，No.2019-120908，2019

研究課題（研究者別）

小茂田　昌代

「アカデミック・ディテーリング支援 CINV 電子患者日誌の試用に関する研究」

患者が CINV 症状について簡単に入力・確認できる患者報告アウトカム電子システム(ePRO: electronic patient-reported outcome；CINV 電子患者日誌) およびそのデータを受け取り、アカデミック・ディテーリングを支援する CINV 薬学的管理システムを開発した。その電子患者日誌を実際に病院で活用した効果を確認する臨床研究を行った。

「薬剤師がビッグデータにつなげる薬物治療レジストリシステムの試行に関する研究」

近年、疾患レジストリなどデータベースを用いた研究が急速に発展しているが、疥癬では薬物治療の経過やその詳細を入力・蓄積するデータベースは存在しない。そこで、疥癬患者の通常診療における薬物治療経過や有効性評価、副作用発現の有無など、疥癬治療に関する詳細な情報を蓄積することのできる疥癬薬物治療レジストリを開発し、実際に病院薬剤部で試行した。

「アカデミック・ディテーリングが処方行動に与える影響に関する研究」

研究は、薬物療法の最適化に向けて、薬剤師による医師に対する新たな医薬品情報提供アプローチとその方法論を提案するものである。薬剤師の薬物治療における科学者としての専門性確立と、処方に影響を与え、薬物治療の最適化に貢献する意識改革を目指し、実際にアカデミック・ディテーラーの病院において、アカデミック・ディテーリングが処方に与える影響について介入研究を行った。

青山　隆夫

「医薬品の併用における薬物相互作用と回避方法に関する研究」

複数の疾患に罹患して多くの医薬品を服用する患者において、薬物相互作用により治療が失敗することがある。これらを解明して適切な薬物療法を構築することを目的とした。抗血小板作用を目的とした低用量アスピリンは非ステロイド性抗炎症薬の併用により効果が減弱するが、新規に開発したアスピリンパッチにより相互作用と副作用を回避できた。MAC 症におけるクラリスロマシンとキノロン系抗菌薬の併用による効果減弱は、肺 MDR1 での競合である可能性を見出した。

後藤　了

「類似医薬品探索のための医薬品添付文書における形態素解析の適用」

文書中の単語とその出現頻度から文書をベクトル表現することを形態素解析という。この目的に用いられる MeCab によって医薬品の添付文書の解析を行うことでベクトル空間モデルを構築し、潜在意味インデックス化を用いて添付文書を表す特徴ベクトルを抽出した。得られた添付文書ベクトル間の距離に基づいてクラスター分析を行い、モデルデータセットを解析したところ、薬効別にクラスター分類されることを確認した。

宮崎　智

「医薬品情報を基盤としたデータベーススキーマの研究開発」

昨年度までに構築されている、アカデミックディティーリングデータベースのスキーマについて、今後必要とされる GUI への連携および CYP 情報や KEGG データベース等の分子生物学的データの統合利用に向けて、改良に着手した。データ量と項目数の増加に伴う、スキーマ変更が柔軟に行えるようなテーブル設計について考察している。

真野　泰成

「脂質異常症患者を対象としたスタチン系薬剤の骨粗鬆症予防効果の検討」

脂質異常症薬スタチン系薬剤の骨粗鬆症発症予防効果を検証する目的で、大規模医療情報データベースであるレセプトデータベースを用いた後ろ向きコホート研究を行った。スタチン使用群、コントロール群の骨粗鬆症発生率に有意な差は認められなかったことから、スタチン系薬剤による骨粗鬆症予防効果の可能性を見出すことが出来なった。本研究の対象患者の平均年齢が 50 歳代であったことから、今後は対象年齢を考慮したデータベースや研究デザインの検討が必要であると考える。

嶋田　修治

「DPP-4 阻害薬の追加療法の有効性と安全性に関する研究」

インスリン療法で血糖コントロールが不十分な成人 2 型糖尿病患者に対する DPP-4 阻害薬の追加療法の有効性と安全性を、メタアナリシスの手法で評価した。研究に関連する 7 報のランダム化比較対照試験を解析したところ、インスリン療法への DPP-4 阻害薬の追加療法は、低血糖プロフィールに影響を与えずに血糖コントロールを改善できることが示された。

根岸　健一

「地域包括ケアシステム推進に向けた在宅医療事業の課題分析と一般用医薬品の副作用分析」

現在の日本では急激な高齢化に伴い、高齢者の生活を地域で支援することを厚生労働省や総務省などで検討を行っており、各地方自治体に対して、対策を講じるよう求められている。そこで、我々は、葛飾区と共同して在宅医療事業における課題の分析を行い、葛飾区が発表した各種サービスの満足度などのアンケート調査と、葛飾区が独自に収集し公開可能な地域データを参照し、薬剤師が貢献できる提案を検討している。

また、一般用医薬品（OTC）で起こる副作用に対する情報が不足している事から、厚生労働省が公開している症例データを収集し、これまでの推測を含んだ副作用データではなく、OTC による副作用データのみを抽出して分析することで、特定 OTC が、特定の性別で副作用を起こしやすいなどの傾向を示唆することが出来た。

和田　猛

「構造式から見た医薬品の有効性、安全性を考察する研究」

アカデミック・ディテーリングに必要なデータベースの構築には、薬の基礎薬学的特徴を臨床に活用する視点が求められる。基礎薬学的特徴とは、構造式などの化学的な特徴、薬を目的とする臓器に効率よく届ける製剤学的工夫などの物理的特徴、薬が効くメカニズムである。2018 年度は、乳がんのホルモン治療薬と吐き気治療薬を対象として、薬剤の化学構造と作用機序の関係に着目して薬剤の基礎薬学的特徴を臨床に活用する手法を検討した。

高澤　涼子

「インタビューフォームにおけるプロトンポンプ阻害薬作用機序および代謝メカニズムの記述の相違に関する研究」

プロトンポンプ阻害薬であるオメプラゾール、ランソプラゾール、ラベプラゾールは、構造式が類似した化合物であり、化合物の特性から、その作用機序や代謝メカニズムも類似すると考えられる。しかしながら、ラベプラゾールについては、インターネット上で、作用機序や代謝メカニズムに関して異なる情報が流布している状況にある。そこで、ラベプラゾールの先発薬およびジェネリック医薬品すべての添付文書およびインタビューフォームについて、作用機序および代謝メカニズムに関する記述の違いを調査した。

佐藤　嗣道

「患者向医薬品ガイド改善の試みと評価」

患者向医薬品ガイドの改善を目的に、シタグリプチンリン酸塩水和物、アレンドロン酸ナトリウム錠、フェンタニル経皮吸収型製剤について患者向医薬品ガイドの改訂案を作成した。重大な副作用については、副作用名と症状を記載し発現部位を図示した。また、重大な副作用とその他の副作用を、発生頻度別・部位別の表にまとめた。そして、一般市民を対象に、既存の患者向医薬品ガイドとその改訂案に対する意見を比較する調査を行った。

鈴木　立紀

「精神科における持効性注射剤導入前後の患者アドヒアランスに関する研究」

精神科単科病院で持効性注射剤（LAI）を導入された統合失調症患者を対象とした、診療データを用いた後ろ向き調査研究である。LAI 導入後 6 ヶ月間の抗精神病薬の総力価などを導入前の 1 ヶ月間と比較することにより、導入前の投与容量を評価することを目的としている。2019 年度は、対象患者の選定とカルテ情報の抽出を完了した。引き続き、データ解析を進行中であり、得られた結果から患者アドヒアランスを推測し、LAI の有用性や問題点を検討する予定である。

「使用する抗精神病薬の違いがその後の統合失調症治療に及ぼす影響に関する研究」

精神科単科病院に入院歴のある統合失調症患者を対象とした、診療データを用いた後ろ向き調査研究である。入院前 1 ヶ月間、入院中、退院後 1 ヶ月間の統合失調症に対する抗精神病薬の力価を比較することで、入院前に治療に用いられていた薬剤の影響や問題点を明らかにすることを目的としている。2019 年度は、対象患者の選定と一部のカルテ情報の抽出を行った。

山根　里香

アカデミック・ディテーリングを導入している病院の導入プロジェクトについて、プロジェクトリーダーのリーダーシップスタイルとリーダーが採用したプロジェクト・マネジメントの機能について検証する。特に、ビジョンの共有、目標設定、目標の指標化、組織化、プロジェクトメンバーの評価など、アカデミック・ディテーリングの導入上、プロジェクト・マネジメントがどのように展開されたのか、また、展開上の課題やそれらの克服の過程について事例研究を行う。

西川　元也

「ニューモダリティの体内動態制御に関する研究」

抗体医薬品や核酸医薬品が臨床で広く利用されつつある。近年では、間葉系幹細胞などの細胞を患者に投与することによる治療も進められている。こうした「ニューモダリティ」の効率的な開発には、その体内動態の解明ならびに制御が必須である。そこで、核酸医薬品の一種である CpG オリゴを選択し、免疫細胞へのデリバリーによる効果増強を試みた。免疫細胞上のマンノースレセプターのリガンドであるマンノースで修飾した CpG オリゴを合成し、これを多足型構造とすることで免疫細胞への効率的なデリバリーおよび CpG オリゴの活性増強に成功した。今後、マンノース修飾による体内動態制御および効果増強についてマウスでの検討を計画する。

高橋　秀依

「医薬品代謝物の効率良い合成法の研究」

医薬品の代謝物の生物活性や毒性を明らかにするために、代謝物の化学合成が求められている。オメプラゾールは、ベンズイミダゾールとピリジンの両方にメトキシ基が存在する構造をもっているが、この代謝物として、ピリジン環上のメトキシ基のみが選択的に脱保護された化合物が同定されている。今年度は、L-selectride を用いてその効率良い化学合成法を開発することに成功した。本法は、メトキシピリジン化学選択的な合成法として一般性があることも明らかになった。

鹿野　真弓

「レギュラトリーサイエンスに関する研究」

医薬品開発のグローバル化により医薬品評価の国際調和が重要になっている。一方で AI やビッグデータ解析等の新技術利用も進み、従来の考え方にあてはまらない課題もある。そこで、新技術の特徴を踏まえた医薬品の有効性・安全性評価の考え方を整理し、国際的コンセンサス形成に寄与する研究を行っている。

後藤　惠子

「アカデミック・ディテーラーのパフォーマンス評価指標の構築」

日本版アカデミック・ディテーラー（AD）の認定試験に当たって、海外の資料を参考に AD のパフォーマンスをコミュニケーションの視点から客観的に評価する指標としてのルーブリックを構築した。目標は、「プレゼンテーションを通じて AD への信頼を培い、処方行動への影響をもたらす」とした。構築されたルーブリックは事前の研修段階から共有され、求められる行動とレベルを共有しながら学習することができた。内容については、今後も検証を続けていく。

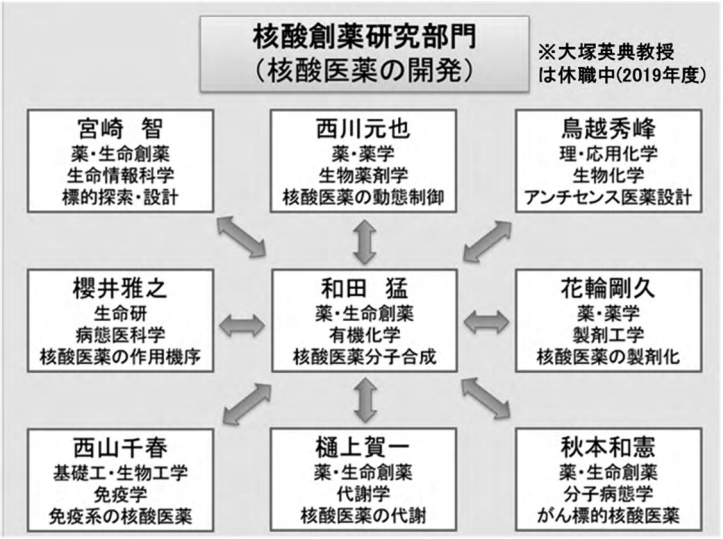
核酸創薬研究部門

核酸創薬研究部門について

1. 概要

「核酸医薬」は、DNA や RNA 等の核酸分子をベースとした新しいタイプの医薬品である。疾病関連遺伝子に直接作用することができる点でこれまでの医薬と大きく異なり、次世代医薬として期待されている。核酸医薬の開発に必要な研究分野は多岐に渡るが、本学には各分野における極めて優れた研究者がおり、本部門でそれらを結集することにより、本学独自の核酸医薬の開発が推進できるという大きなシナジー効果が期待できる。本研究部門では、従来の核酸医薬品と比較して、有効性、安定性、安全性に優れる新規核酸誘導体を開発し、さらに、核酸に結合して安定性や体内動態を改善する新規キャリア分子、製剤技術の確立することを目指す。また、それらの核酸医薬分子の標的として、免疫系、代謝系、がんに関わる疾患領域を選び、新規核酸医薬を用いた治療法の開発につなげることを目標としている。

2. 部門の構成と施設設備



本部門は、独自の核酸合成技術を基盤とした核酸創薬ベンチャーの設立と核酸医薬の臨床開発実績のある和田を部門長とし、核酸医薬の体内動態制御を基盤とした DDS（西川元也教授）、アンチセンス核酸医薬の設計と応用（鳥越秀峰教授）、核酸医薬の高分子キャリア（大塚英典教授）、核酸医薬分子の製剤化（花輪剛久教授）、核酸医薬を用いる免疫系の制御（西山千春教授）、核酸医薬の代謝（樋上賀一教授）、核酸医薬によるがん治療（秋本和憲教授）の各分野に加え、新たにバイオインフォマティクスや AI を活用した核酸医薬の標的探索と設計に宮崎智教授、核酸医薬の作用機序解明に櫻井雅之講師が加わる組織構成となっている。

研究設備に関しては、薬学部 15 号館に共用の機器として核磁気共鳴装置（JEOL 社製、NM-ECZ400S）及び質量分析装置（SCIEX 社製、X500R QTOF）を有しており、合成サンプルや複雑な構造を有する生体分子の構造解析が可能である。

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 海外研究者招待講演会

日時：2019 年 7 月 26 日（金）
場所：東京理科大学野田キャンパス
概要：核酸化学の分野で活躍されているドイツハンブルク大学の Chris Meier 教授を招聘し、核酸創薬に関連する最新の研究成果を発表していただいた。核酸創薬研究部門のメンバーおよび学内の教員、薬学部、他学部の学生も参加し、講演内容に関する議論を行った。

3. 2. シンポジウム／研究交流会

第 1 回核酸創薬研究部門シンポジウム／研究交流会
日時：2019 年 9 月 7 日（土）
場所：東京理科大学神楽坂キャンパス富士見校舎 101 教室

概要：核酸創薬研究部門の第 1 回シンポジウムとして、部門メンバーの研究内容を発表した。シンポジウム・懇親会を行う中で、学内のメンバー、学生および客員研究員で、講演内容に関する活発な意見交換を行い、親睦を深めることにより、研究密度の向上を図った。
招待講演者：横田 隆徳（東京医科歯科大学 脳神経病態学分野 教授）

第 2 回核酸創薬研究部門シンポジウム／研究交流会
日時：2020 年 1 月 25 日（土）
場所：東京理科大学神楽坂キャンパス富士見校舎 101 教室
概要：核酸創薬研究部門の第 2 回シンポジウムとして、第 1 回に発表の無かったメンバーを中心に研究内容を発表した。
招待講演者：宮田 完二郎（東京大学大学院 工学系研究科 准教授）
定家 真人（東京理科大学 理工学部応用生物科学科 准教授）

4. 研究活動の展望

これまでに部門内での共同研究が進行している皮膚創傷治癒、乳がんといった特定の標的を定めた共同研究をさらに推進するとともに、核酸医薬を用いた免疫系や脂質代謝系の制御など、新しい分野にもチャレンジする。本部門ではホスホロチオエート核酸に代わる次世代の核酸医薬分子として期待されているボラノホスフェート核酸を、リン原子の立体化学を厳密に制御して合成する手法を確立しており、今後はこれをアンチセンス核酸に応用し、in vitro, in vivo での安全性、有効性について検証を進める。また、DNA ナノテクノロジーを駆使した高機能化核酸や新規 DDS 手法などのプラットフォーム技術の開発を行う。

5. むすび

本研究部門では、次世代の医薬として注目される核酸医薬の実用化に向け、学部等の垣根を越え、核酸医薬、あるいは関連分野の研究者の英知を結集している。大学内の研究チームで核酸医薬を開発する試みは他に例を見ず、本学でこそ実現可能な研究組織であると言える。理科大発の核酸医薬創出に向け、今後も積極的に研究を推進する。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1. Hara, R. I., Saito, T., Kogure, T., Hamamura, Y., Uchiyama, N., Nukaga, Y., Iwamoto, N., Wada, T., Stereocontrolled synthesis of boranophosphate DNA by an oxazaphospholidine approach and evaluation of its properties. J. Org. Chem. 84, 7971-7938 (2019).（査読有）
2. Sato, K., Imai, H., Shuto, T., Hara, R. I., Wada, T., Solid-phase synthesis of phosphate/boranophosphate chimeric DNAs using the H-phosphate-H-boranophosphonate method. J. Org. Chem. 84: 15032-15041 (2019).（査読有）
3. Nishikawa, M., Tan, M., Liao, W., Kusamori, K., Nanostructured DNA for the delivery of therapeutic agents. Adv. Drug Deliv. Rev. 147, 29-36 (2019).（査読有）
4. Matsumoto, A., Takahashi, Y., Ariizumi, R., Nishikawa, M., Takakura, Y., Development of DNA-anchored assembly of small extracellular vesicle for efficient antigen delivery to antigen presenting cells. Biomaterials 225, 119518 (2019).（査読有）
5. Funai, T., Aotani, M., Kiriu, R., Nakamura, J., Miyazaki, Y., Nakagawa, O., Wada, S., Torigoe, H., Ono, A., Urata, H., Silver (I) -Ion-Mediated Cytosine- Containing Base Pairs: Metal Ion Specificity for Duplex Stabilization and Susceptibility toward DNA Polymerases, ChemBioChem 21 (4): 517-522 (2020).（査読有）
6. Matsuno, Y., Atsumi, Y., Alauddin, M., Rana, M. M., Fujimori, H., Hyodo, M., Shimizu, A., Ikuta, T., Tani, H., Torigoe, H., Nakatsu, Y., Tsuzuki, T., Komai, M., Shirakawa, H., Yoshioka, K., Resveratrol and Its Related Polyphenols Contribute to the Maintenance of Genome Stability, Sci. Rep. 10 (1): 5388 (2020).（査読有）
7. Kurokawa, Y., Fujii, G., Tomono, S., Miyamoto, S., Hamoya, T., Takahashi, M., Narita, T., Komiya, M., Kobayashi, M., Higami, Y., Mutoh, M., The Radical Scavenger NZ-419 Suppresses Intestinal Polyp Development in Apc-Mutant Mice. J. Clin. Med. 9 (1): 270 (2020).（査読有）
8. Mizunoe, Y., Kobayashi, M., Hoshino, S., Tagawa, R., Itagawa, R., Hoshino, A., Okita, N., Sudo, Y., Nakagawa, Y., Shimano, H. Higami, Y., Cathepsin B overexpression induces degradation of perilipin 1 to cause lipid metabolism dysfunction in adipocytes. Sci. Rep. 10 (1): 634 (2020).（査読有）
9. Yashiro, T., Nakano, S., Nomura, K., Uchida, Y., Kasakura, K. and Nishiyama, C., A transcription factor PU.1 is critical for Ccl22 gene expression in dendritic cells and macrophages. Sci. Rep. 9:1161 (2019).（査読有り）
10. Piao, X., Miura, R., Miyake, S., Komazawa-Sakon, S., Koike, M., Shindo, R., Takeda, J., Hasegawa, A., Abe, R., Nishiyama, C., Mikami, R., Yagita, H., Uchida, Y., Nakano, H., Blockade of TNFR1-dependent and -independent cell death is crucial for normal epidermal differentiation. J. Allergy Clin. Immunol. 143:213-228.e10 (2019).(査読有)
11. Torres, O., Yamada, A., Rigby, N. M., Hanawa, T., Kawano, Y., Gellan gum: A new member in the dysphagia thickener family, Biotribology 17: 8-18 (2019).（査読有）
12. 河野弥生, 花輪剛久: 医療ニーズに基づく新規臨床製剤の開発, YAKUGAKU ZASSHI, 130(10), 1275-1280 (2019).（査読有）
13. Motomura, H., Nozaki, Y., Onaga, C., Ozaki, A., Tamori, S., Shiina, T. Kanai, S., Ohira, C., Hara, Y., Harada, Y., Takasawa, R., Hanawa, T. Tanuma, S. Mano, Y., Sato, T., Sato, K. Akimoto, K., High Expression of c-Met, PKCλ and ALDH1A3 Predicts a Poor Prognosis in Late-stage Breast Cancer, Anticancer Res. 40: 35-52 (2020).（査読有）
14. Nozaki, Y., Motomura, H., Tamori, S., Kimura, Y., Onaga, C., Kanai, S., Ishihara, Y., Ozaki, A., Hara, Y., Harada, Y., Mano, Y., Sato, T., Sato, K., Sasaki, K., Ishiguro, H., Ohno, S., Akimoto, K., High PKCλ expression is required for ALDH1-positive cancer stem cell function and indicates a poor clinical outcome in late-stage breast cancer patients, PLOS ONE in press (2020).(査読有)

15. Kondo, Y., Miyazaki, S., Gene Expression Level and Gene Set Enrichment Analysis of Host Genes, J. Data Mining Genomics & Proteomics 11 (1): 1-4 (2020).（査読有）
16. Discovering RNA editing by chemical methods Sakurai, M., Okada, S., Ueda, H., Y. Yang. Methods Mol. Biol. in press (2019).（査読有）
17. 櫻井雅之,「もう一つの遺伝子“編集”～哺乳動物が備える核酸塩基の編集機構」MSD メディカル・サイエンス・ダイジェスト（ニューサイエンス社）45: 576-577 (2019).（査読有）

著書

1．植物アロマ成分を用いた有機栽培システムの開発とヒト健康増進効果への応用，有村源一郎，上村卓也，八代拓也，化学と生物，日本農芸化学会，57 巻，pp428-432，2019
2．創傷治癒を目的とした創薬・創剤開発研究，花輪剛久，河野弥生，森亮一，鳥越秀峰，伊豫田拓也，化学フォーラム，pp 7-9，2019
3．理大 科学フォーラム「難治性乳癌制圧プロジェクト」，秋本和憲，東京理科大学，p12-p14，2019

招待講演

1．Stereocontrolled synthesis and properties of phosphorus modified nucleic acid drugs, Takeshi Wada, The 27th French-Japanese Symposium on Medicinal and Fine Chemistry (FJS-2019), Fukuoka, 2019.
2．Development of new molecular technologies for oligonucleotide therapeutics, Takeshi Wada, Commemorative International Symposium of the Japan Society of Nucleic Acids Chemistry (CISNAC2019), Hyogo, 1019.
3．Nanostructured DNA for the in vivo delivery of biomolecules and calls, Makiya Nishikawa, 257th ACS National Meeting & Exposition, Orlando, 2019.
4．多機能型核酸ハイドロゲルの設計開発と免疫療法への応用， 西川 元也， 日本核酸医薬学会第 5 回年会，東京，2019.
5．何故げっ歯類には Pot1b が存在するのかーテロメアラギング鎖合成との関係，水野武，宮澤沙絵，小林百合香，荘司健太，三宅康之，花岡文雄，今本尚子，鳥越秀峰，第 42 回日本分子生物学会年会，博多，2019
6．A Novel Molecular Mechanism of Metabolic Remodeling, Anti-aging and Pro-longevity Actions of Caloric Restriction, Yoshikazu Higami, Masaki Kobayashi, Ryoma Tagawa, 第 42 回日本分子生物学会年会，福岡，2019 年 12 月 4 日
7．Novel Mechanisms of Caloric Restriction-induced Mitochondrial Activation in White Adipose Tissue, Masaki Kobayashi, Yoshikazu Higami, The 35th Spring International Conference of the Korean Society for Gerontology, Seoul, 2019 年 6 月 26 日～6 月 28 日
8．免疫細胞の遺伝子発現制御機構と、短鎖脂肪酸の抗アレルギー効果， 西山千春， 2019 年度日本食品免疫学会（受賞講演），東京，2019
9．短鎖脂肪酸によるアレルギー抑制効果（シンポジウム：食品成分の多彩な免疫調節作用とその分子メカニズム），西山千春，2019 年度日本農芸化学会(シンポジスト兼オーガナイザー)，東京，2019
10. Preparation and characterization of hydrogels by electron beam cross-linking, Yayoi Kawano, Kazumi Yoshizawa, Takehisa Hanawa, Forum for Nuclear Communication in Asia, Yogyakarta, Indonesia, 3-7 Sep, 2019
11. Development and Characterization of ″Patient-Friendly Preparations″ -Preparation and characterization of hydrogels by electron beam cross-linking, Yayoi Kawano, Takehisa Hanawa, Indonesia Nuclear Expo 2019, Royal Ambarrukmo Hotel, Yogyakarta, Indonesia, 6-7 Sep, 2019
12.「ヒト内在性核酸塩基編集酵素による R-loop 制御機構」，櫻井雅之，招待講演：群馬大学未来先端研究機構シグナル伝達研究プログラム，「第 13 回 Genome Damage Discussion Group セミナー」，2019 年 9 月 13 日

特許

１．和田猛，佐藤一樹 他，核酸医薬副作用軽減剤、該核酸医薬副作用軽減剤を含む医薬組成物、並びに核酸医薬の副作用惹起性を軽減する方法，No.2019-120908，2019
２．和田猛，原倫太朗，佐藤一樹 他，カチオン性人工オリゴ糖による二重鎖 RNA の安定化，PCT/JP2019/034105，2019
３．和田猛，原倫太朗，佐藤一樹 他，核酸送達促進剤，No.2019-194646，2019
４．西山千春，八代拓也，笠倉和巳，飯塚雄輝，岡田光，松原宏樹，抗アレルギー剤，特願 2019-208151，2019

受賞

１．西山千春，2019 年度食品免疫学会賞，日本食品免疫学会，2019
２．八代拓也，山本愛日，飯田真由，大村さくら，岸野重信，小川順，西山千春，日本農芸化学会 2020 年度大会優秀発表，2020
３．綿貫優実，八代拓也，山口昌樹，西山千春，日本農芸化学会 2020 年度大会優秀発表，2020
４．八代拓也，Tadamitsu Kishimoto，International Travel Award,日本免疫学会，2020
５．多森翔馬（当時博士 3 年），学生優秀発表者賞（口頭発表の部）日本薬学会 139 年会（2019）
６．尾﨑綾栞，千葉県私立学校知事賞，千葉県（2020）

その他

１．多森翔馬，日本学術振興会特別研究員 DC2 内定
２．本村瞳，長井記念薬学研究奨励支援事業 内定

研究課題（研究者別）

和田　猛

「ボラノホスフェート DNA の立体選択的合成に関する研究」

新たな核酸医薬候補分子として期待されるボラノホスフェート DNA を、オキサザホスホリジン法を用いて、リン原子の立体化学を厳密に制御して合成する手法を確立した。ボラノホスフェート DNA は生体内での安定性が高く、毒性が低いことが示唆されており、今後はアンチセンス医薬としての適用を視野に、in vitro, in vivo での有効性、安全性の検証を進める。

佐藤　一樹

「人工カチオン性分子による核酸医薬の性能向上に関する研究」

DNA/RNA や RNA/RNA 2 本鎖が形成するらせん構造を特異的に認識、結合して構造を安定化するカチオン性糖とペプチドを開発した。現在は種々のモダリティに対してカチオン性人工分子を適用し、生体内での安定化と薬効の両立、効率的な DDS 手法の確立を目指し展開している。

西川　元也

「DNA ナノテクノロジーを基盤とする核酸創薬・DDS 開発」

DNA ナノテクノロジーを基盤として DNA ナノ構造体を構築することで高機能化核酸を創製する。適宜、マンノースやガラクトースなどの糖、あるいは脂質、高分子を DNA ナノ構造体に修飾することでさらなる高機能化を図る。また、構造最適化 DNA ナノ構造体を構成ユニットとする DNA ハイドロゲルを設計し、これに抗原や核酸医薬などを内包することで、有効性の高い疾患治療システムを開発する。

草森　浩輔

「細胞を介した核酸デリバリーシステムの開発」

近年、生体内において細胞間情報伝達を担う小胞である細胞外微粒子（EVs）の存在が明らかにされている。EVs は核酸を含む多様な生理活性物質を含むことが報告されており、EVs を利用した疾患治療法の開発が期待されている。本研究では、細胞内において疾患治療を目的とした核酸を EVs に封入するシステムを構築し、細胞から放出される EVs を介した核酸デリバリーシステムの開発を試みる。

鳥越　秀峰

「3 本鎖核酸形成と 3 本鎖核酸結合蛋白質による人工的遺伝子発現制御法の開発」

2 本鎖 DNA に 1 本鎖核酸を加えると遺伝子発現制御領域で 3 本鎖核酸が形成され、転写制御因子が結合できず、転写活性が制御される可能性がある。ルシフェラーゼ遺伝子の上流に、3 本鎖核酸形成可能配列を有するプロモーターを導入したプラスミドと、3 本核酸形成用 1 本鎖核酸を培養細胞に導入した。プラスミドのみの導入時に比べ、3 本核酸形成用 1 本鎖核酸を導入するとルシフェラーゼの mRNA とタンパク質の発現が抑制された。

樋上　賀一、小林　正樹

「代謝改善・抗老化・寿命延伸効果を有するカロリー制限の分子メカニズムの解明」

カロリー制限の有益な効果に白色脂肪組織の脂肪酸合成系転写因子 Srebp-1c を介した Pgc-1α およびミトコンドリアシグナルペプチダーゼ Mipep 発現の増加を介したミトコンドリア機能の亢進が重要であることが明らかになっている。本年は CR にともなう Srebp-1c の活性化にレプチンシグナルの抑制が関わる可能性、Srebp-1c 依存性に増加する Fgf21 の増加はミトコンドリア生合成よりも糖代謝の亢進に関わることを明らかにした。

「肥満症脂肪組織の病態解明」

肥満症の病態形成にがん抑制遺伝子 p53 誘導性に発現が増加する E3 ユビキチンリガーゼ WWP1 が関わることが明らかになっている。そこで、WWP1 欠損マウスを用いて肥満症病態に及ぼす影響を解析した。その結果、WWP1 欠損により、酸化ストレスが増強すること、クエン酸合成酵素活性が抑制されること、一方、インスリン分泌が抑制され糖代謝が改善することが明らかとなった。また、肥満症脂肪組織では、リソソーム酵素であるカテプシン B 発現の増加により脂肪滴タンパク質ペリリピン 1 の分解により脂質代謝に障害が生ずることを明らかにした。

西山　千春

「免疫担当細胞の遺伝子発現解析並びに機能調節に関する研究」

疫担当細胞は、それぞれ特異的な遺伝子発現制御によって特徴的な機能分子を発現している。このような特異的遺伝子発現の調節機構について、遺伝子の構造や転写因子の働きに着目した解析を進めており、核酸医薬などのアプローチでアレルギーや炎症性疾患、自己免疫疾患の治療や緩和に繋げることを目指している。また、低分子化合物や食品由来成分、腸内細菌代謝産物などから免疫細胞の活性調節物質を探索し、その分子機構を解析することによって、アレルギーや自己免疫疾患の新たな治療標的を見出すことを目指している。

八代　拓也

「免疫調節と核酸医薬」

免疫系細胞、特に樹状細胞における遺伝子発現調節機構を解析。免疫機能に関わる分子の発現調節法の 1 つとして核酸医薬に着目。これまでに解明した遺伝子発現調節機構を応用して核酸医薬による自己免疫疾患やアレルギー性疾患の治療を目指す。

花輪　剛久、河野　弥生

「温度応答性高分子を用いたヒアルロン酸含有外用剤の調製」

本研究では創傷治癒効果が報告されているヒアルロン酸（HA）および温度応答性高分子である Poloxamer 407（P407）に着目し、皮膚温度付近でゲル化する、HA 含有外用剤の検討を行った。DMA 及び DSC の結果より、P407 濃度の増大に伴い、ミセル化、ゲル化温度の低下及び粘弾性の増大が認められた。一方、HA を含有することでゲル化温度、粘弾性共に低下した。以上の結果より、HA を含有する P407 水溶液は創傷治癒製剤として応用可能であると考えられた。

秋本　和憲

「患者ゲノムデータベースを用いた癌の予後予測マーカーの同定と癌幹細胞における分子機能の解明」

難治性癌の早期発見、分子標的治療の開発に向けての基盤形成のために、データサイエンス手法を用いて子宮頸癌、乳癌、神経膠腫/神経膠芽腫の予後予測マーカー候補と核酸医薬の治療標的分子候補を単離し、癌の進行におけるこれら候補分子の機能解析を進めた。2020 年度は他の癌種での癌ゲノムデータの解析を進め、新たな候補の抽出を目指すとともに既に単離済みの分子について引き続き機能解析を進める。

宮崎　智

「ウィルスゲノム遺伝子配列の構造に関する研究」

ヒトゲノム配列のタンパク質コーディング領域およびノンコーディング RNA の転写領域を網羅的に探索し、上記の領域には存在しない、長さ 11 塩基以上の配列パターンを見出した。長さ 11 の塩基配列については、411 通りの中で 72 種の配列がヒトゲノム上の遺伝子領域に存在しないことが見いだされた。一方、この 72 種の配列が、COV19 コロナウィルスゲノムにすべて存在しうることが判明した。また、インフルエンザウィルスゲノムにおいてもヒトに存在しない配列パターンが多く存在することを見出した。

櫻井　雅之

「アデノシン脱アミノ化編集の検出と導入法開発」

生命のセントラルドグマにおいて、遺伝暗号はA,G,C,T（U）の4塩基で記述されている。しかし実際は細胞にはRNA、さらにはDNAのアデノシンを脱アミノ化する酵素ADARの作用により、能動的にイノシンへと編集され、AからGと同義となる遺伝子配列の変化を誘導する機構を持つ。本研究ではこの機構の意義・生じる部位の高感度検出法開発と人為的制御法を確立し、ゲノム編集法及び抗ウィルス技術への応用を目指す。

先端都市建築研究部門

先端都市建築研究部門について

1. 概要

平成 26 年（2014 年）4 月 1 日に設置された「先端都市建築研究部門」は、平成 30（2018）年度まで 5 年間の研究活動を行ってきた。21 世紀の都市環境・都市生活に関わる諸課題の多くは、現代の社会構造と科学技術の成果が複雑に絡み合って、生じている。自然災害、環境、エネルギー、廃棄物、水と空気の汚染、流通、情報通信、それらのシステムが複合的に絡み合って、様々なバグやシステムエラーを生じさせていると考えることができる。近代化と産業化が分野ごとに細分化され高度に進行した結果、全体と部分のシステムの整合性がうまく稼働していないことによるとも考えることができよう。そうした課題に応えようと、理科大建築学研究者有志が集まり、防災・材料・構法・計画・デザイン・歴史の各研究分野から成る総合的研究体を編成し、各分野の特性を生かした分担と連携を図りながら、都市建築の研究活動を行なってきた。先端都市建築研究部門の特徴は、理科大の本拠地である「神楽坂キャンパス」の位置する飯田橋地域、すなわち「外濠及び神楽坂」を研究対象地域と定め、局所的（local）なエリア・マネジメントを念頭に、サステナブルとレジリアンスをキーワードとして、各分野の研究を行っている点にある。これらは、東京都心部の元周縁部に焦点をあてて、かつての宮城周縁地域に色濃く見いだすことができるローカリティに、グローバル時代を迎えた 21 世紀の大都市の在り様と進む方向性を探る試みである。また、年度を追って、研究対象地域を外濠から、神田川周辺・駿河台・湯島地域・隅田川とその周辺地域へと展開し、デザイン・スタディを行っており 2019 年度も日本橋川・隅田川河口の水辺のまちを対象とした。(図 1)

2. 部門の構成と施設設備

部門の構成は、本研究部門設置時と変更はない。先端都市建築研究部門は、工学部、工学部第二部、理工学部、国際火災科学研究科の 4 ファカルティに所属する有志で構成され、幅広い専門分野の研究者集団である点に特徴がある。研究体は、3 研究分野（都市文化研究、都市性能研究、都市デザイン研究）から成り、研究分担者の相互関係は、都市文化研究を基盤として都市性能研究・都市デザイン研究の相互連携によっている。「都市文化研究グループ」は、地域に固有の価値を維持創出するための伝統と都市文化に関する建築学の基礎研究、「都市性能研究グループ」は、都市機能について計画的および工学的性能（特に防災性能）の向上を図る応用研究、「都市デザイン研究グループ」は、他の 2 グループと連携して建築及び地域更新モデルのデザイン・スタディを行う応用研究である。グループ相互の関係を図 2 に示す。施設は、平成 30 年（2018 年）4 月より神楽坂キャンパス 12 号館 1F の「外濠及び神楽坂地域調査研究促進室」を拠点とし、「地域研究・地域貢献・地域交流」活動を多角的に展開してきた。室内には、本研究部門の研究・デザイン提言等をパネル・模型により常時展示しており、展示内容は随時更新している。また通信機器・発表設備/PC・模型制作設備等が設置され、日々の研究・資料・制作活動のみならず、各種地域調査研究の発表、会合、セミナー等の開催も当該拠点で行っている。

図 1　2018 年度研究対象地域

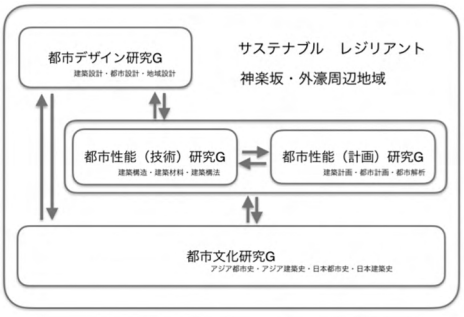


図 2　研究部門を構成する
研究グループとその相互関係

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 都市文化研究グループについて

伊藤裕久（主任)、栢木まどか、石榑督和：21 世紀の都市計画では、都市文化研究、都市遺産・文化財研究および街区形成の変容、街区構成と街路形態、近現代市街地形成、伝統木造構法などの研究重要度が増している。研究蓄積を整理統合し、それらを体系化して都市性能研究および都市デザイン研究の評価に資するプラットフォームを築くことを目標に基礎研究を行う。都市中心域の水辺について検討を進めてきたが、自然地形、土地に積層した経時的な変化とともに、これからの都市環境の形成に資する知見を集積する。

3. 2. 都市性能研究グループについて

・計画グループ（都市計画・都市解析）

郷田桃代（主任)、伊藤香織、櫻井雄大：神楽坂地域は外濠にむかう斜面に展開する路地空間と高密度低層木造建築に特徴があり、その独自の個性が集客をうみだしている。神楽坂における人の流れや行動パターンにもユニークな特性を見いだすことができて、総体として、世界的にみて特徴的な都市空間が形成されている。都市計画、都市デザイン、建築設計に資する、この地域の建築と都市の計画条件を明らかにするとともに、災害に抗するレジリアンスの評価方法などの研究をまとめて提言を行う。

・技術グループ（都市防災・都市防火）

河野守（主任)、今本啓一、高橋治、熊谷亮平：都心型大学キャンパスおよび周辺地域をケースとして想定、高層建築の地震後火災に対する対応計画に関する調査および研究を行う。構造材料の耐火耐用性能、建築構法による防災性能評価、耐震改修における補強構法等から多角的な検討を加えて、地域街区防災性能の向上に資する都市計画の制度および方法について提言を行う。

3. 3. 都市デザイン研究グループ

宇野求（主任)、高佳音、石山さつき：都市再生にかかる東京都心部の地区活性化事業等の実績をもとに、まだらな地質地形上に展開する今日の都市計画の脆弱性を点検。都市形態、材料、モデリング、防災など諸点を勘案、検討、統合する試設計を行い、サステナブルでレジリアントな都心街区の新たな設計計画方法とまちづくりの合意形成についての手法について検討をまとめ提言する。また、ヴィジョナリーな大きな絵を描くことを目標として研究活動を行なってきたところであり、ビジョンを示すことで研究部門の総括とする。

4. 研究活動の展望

今年度委員長が変わったということもあり、足並みが揃えられていない部分が多いが、この調子で防災を軸に研究を進めていきたい。

アドバイザリー委員会会議のアドバイスを受け、今後は

1. 適切で合理的な空間活用の評価手法と計画手法の取りまとめと提示
2. 災害に備えるための防災性能の評価手法と性能向上の工学的提案
3. これらを統合する建築・都市環境のデザイン方法及び応用実践的な具体的成果を提示する

今年度のアドバイザリー委員会でご指摘いただいた事項を鑑み、神楽坂・外濠地域について、特に地域防災性能を軸として地域提言を作り上げていく所存です。

主要な研究業績（2019 年度）

学術論文

1．シビックプライドの源泉としての都市環境及び諸要素：富山市中心市街地と富山地域を事例として，2019 年 10 月，伊藤香織，都市計画論文集 54（3），pp.615-622（査読付き論文）
2．A note on the Relationship between Spatial Recognition and Behavior while Walking in the City, July 2019, Kaori Ito, Yusuke Sakurai, Yuri Fujita, Andrew Burgess, The 29th International Cartographic Conference.（査読付きプロシーディング）
3．ストリートパフォーマーにより見出される公共空間の特性，2019 年 9 月，小山朝子，齋藤匠，伊藤香織，Andrew Burgess，日本建築学会学術講演梗概集，都市計画，pp.263-264.
4．明治期の浅草仲見世通りにおける掛店から煉瓦仲店への転換と店舗空間の変容過程に関する研究，A STUDY ON THE TRANSITION FROM STALLS TO BLICK BUILDING AND THE TRARNSFORMATION OF STORE SPACE IN ASAKUSA NAKAMISE STREET IN MEIJI ERA，増子ひかる，2020.2，修士論文
5．東京周縁部における近代市街地の形成過程に関する研究 －耕地整理前後の旧東京市蒲田町を対象にしてー，A STUDY ON URBANIZATION PROCESS IN TOKYO MARGIN -For the former Kamata town before and after arable land arrangement-，松本理佳，2020.2，修士論文
6．土地所有・利用形態からみた旧東京市内における近代寺院境内地の変容に関する研究，TRANSITION OF THE MODERN BUDDHIST TEMPLE AREA IN TOKYO FROM THE VIEWPOINT OF LAND OWNERSHIP AND UTILITY FORM，水木聡太，2020.2，修士論文
7．横浜駅西口の繁華街形成過程と変遷に関する考察，Observation of The Formation and Transition of The Development，丸山峰寛，栢木まどか，日本建築学会大会学術講演梗概（歴史意匠），pp.991-992，2019.9
8．下澤和幸，山崎順二，今本啓一：コンクリートの透気性と中性化抵抗性の関連に基づく透気試験の評価指標の検討，日本コンクリート工学年次論文集，41 巻，1 号，pp.1811-1816，2019.7（査読あり）
9．山田実可子，澤田将光，今本啓一他：蟻害劣化を受けた各部材に対する樹脂充填による補強効果に関する基礎的研究，その 1．圧縮強度および曲げ強度，日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸），pp.821-822，2019.9
10．澤田将光，山田実可子，今本啓一他：蟻害劣化を受けた各部材に対する樹脂充填による補強効果に関する基礎的研究，その 2．曲げせん断強度試験，日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸），pp.823-824，2019.9

受賞

1．「第 9 回子どものまち・いえワークショップ提案コンペ」（日本建築学会主催）最優秀賞，「吾輩は○○である・・なりきりすごろく・・」，福嶋佑太，盛田瑠依，小山朝子，鈴木晴瑛，高梨淳，常泉佑太，中谷柊介（伊藤香織 研究室）

研究課題（研究者別）

宇野　求、高　佳音、石山　さつき
「神楽坂・外濠及び周辺地域に関する都市建築デザイン研究」
旧市街地と旧郭外を隔てる「外濠」周辺地域の地形、歴史的変遷、建築の形式と配列について構造的に分析を加え、近代都市として展開した際の不整合をすり合わせ整えるデザインワークを行っている。要素技術、専門知見を統合して優れたデザイン案を実現するための手法研究と実践を担当。

伊藤　裕久、栢木　まどか、石樽　督和
「神楽坂・外濠及び周辺地域に関する都市史・建築史研究」
近代移行期から昭和戦前期の東京の都市史研究に取り組んだ。また引き続き旧市街地の周辺地域に見られる祭礼行事に着目して文化資産の発掘を試みている。地域競争力を維持するためにも歴史的伝統及び地域固有性を調査し文化資産の保全を図っている。

郷田　桃代、伊藤　香織、櫻井　雄大
「神楽坂・外濠及び周辺地域に関する都市計画・建築計画の解析及び評価手法研究」
公共空間を適切な形で残しながら、街区更新の都市計画及び建築計画的な技法を用いた検討を行う。神楽坂の建物ファサードの素材と色彩に着目した街路景観の定量分析や袋小路を有する街区における二方向避難の経路分析を行なった。

河野　守
「神楽坂・外濠及び周辺地域の都市防火・防災性能に関する研究」
当該地域の街区と同種の木造密集街区を対象地域として、その防火性能の分析をおこなっている。

高橋　浩
「神楽坂・外濠及び周辺地域に建つ建築物の建築構造の性能に関する研究」
制振構造、免震構造をテーマとして、当該地域に建つ制振構造建築の調査と評価検討を行う。また、当該地域に多い木造建造物に応用可能な高強度新素材に関する実践的研究を行っている。

今本　浩一
「神楽坂・外濠及び周辺地域に建つ建築物の建築材料の性能に関する研究」
蟻害により内部劣化した木造建築物の欠陥探査と樹脂充填による補強方法に向けた基礎的検討等、当該地域に多い木造建築物やコンクリート構造物の健全性について建築材料を専門に研究を行っている。

熊谷　亮平
「神楽坂・外濠及び周辺地域の建築構法に関する研究」
当該地域である神楽坂地域に高い密度で集合する戦後木造建築について、その外観及び構法的特徴を分析する。また、引き続き、当該地域の街区と同種の木造密集街区を対象地域として店舗の特徴とその変化について調査・考察を行なう予定である。

合成生物学研究部門

合成生物学研究部門について

1. 概要

東京理科大学の理学部、基礎工学部、理工学部、生命医科学研究所の生物学分野の研究者が中心になり分野・組織横断的に集結した合成生物学研究部門は、「生物種を超えたハイブリッド細胞を創成する」という明確な目標達成に向けて研究を推進します。本部門は、生物学分野の優れた研究者が在籍する理科大の強みを最大限に活かします。生物学の最先端技術を共有することで、ブレークスルー技術を生み出すシナジー効果を得ることが期待できます。

合成生物学は人工細胞や DNA 合成を通じて生命の動作原理を解明する学問です。イヌ、ネコなどのペット動物、花屋で売られているランなどの園芸作物、ラバ、ニワトリなどの家畜、コムギや果物などの農作物の複数種は、近縁種交雑による雑種です。人類は太古の昔から、ゲノム交雑やゲノム移植を意識せずに、ハイブリッド生物を創り活用してきました。現在の技術革新により、近縁種以外のゲノム交雑やゲノム移植も可能になりました。この新しいバイオテクノロジーからフロンティア領域を生み出すべく、優れた生物学者が集う本学の強みを活かして部門研究を推進します。

2. 部門の構成と施設設備

合成生物学によるハイブリッド細胞の解析には、実験生物学的アプローチだけでなくコンピューターや人工知能などを用いた情報科学的アプローチが必要となります。ハイブリッド細胞内における異種由来のゲノムの 3 次元的分布、遺伝子発現のネットワーク解析、エピジェネティクス状態の変化などを解析することで、異種ゲノムの共存・競争・協働状況を解析します。デイープシークエンスにより得られた膨大なデータをバイオインフォマティクス解析により統合解析することで、新たに誕生した細胞の中で何が起こっているか明らかにします。

研究部門は、植物ゲノム移植グループ、近縁種ゲノム移植グループ、創薬・医療に繋がる細胞創成グループの 3 グループで主に構成されています。

3. 各研究グループの活動報告

合成生物学は、倫理的・法的・社会的影響（Ethical, Legal and Social Issues: ELSI）を常に認識して、研究を慎重に進めていく必要があります。科学的興味を持ちながらも、ELSI を重視し「何のために、何を知りたいか？」を常に意識しながら研究を展開します。将来の有用物質生産技術や医療技術への展開を視野に入れ、安全対策を十分に施したゲノム移植技術の確立を目指し、次の 3 つの研究課題を推進します。

3. 1. 植物ゲノム移植グループ

植物ゲノム中には、光合成モジュール・色素モジュール・漢方薬原料を生産する代謝経路モジュールなど、動物ゲノムにはないゲノムモジュールがあります。これらの植物ゲノムモジュールを動物ゲノムに移植することで、動物細胞に新機能を付与することを目指します。

3. 2. 近縁種ゲノム移植グループ

近縁種であっても、普通の交雑法では「種の障壁」があり、生物間のゲノム交雑は多くの種間で難しい状況です。そこでゲノム工学や細胞融合により、有用物質生産を可能にする子嚢菌ハイブリッド細胞の創成を目指します。

3. 3. 創薬・医療に繋がる細胞創成グループ

ヒト型のタンパク質複合体を発現する酵母の作成や幹細胞研究を通じて、創薬や医療研究に資する細胞を創成します。新機能を付与した細胞の、発現解析やエピゲノム解析を通じて、安心・安全に医療技術に応用できる技術開発を目指します。

4. 研究活動の展望

・植物ゲノム移植グループ
　植物ゲノムモジュールの中で特に光合成や有用成分の代謝遺伝子群を動物ゲノムに移植することで、動物細胞に新機能を付与することを目指します。
・近縁種ゲノム移植グループ
　ゲノム工学や細胞融合により、有用物質生産を可能にする子嚢菌ハイブリッド細胞の創成を目指します。
・創薬・医療に繋がる細胞創成グループ
　ヒト型のタンパク質複合体を発現する酵母の作成や幹細胞研究を通じて、創薬や医療研究に資する理科大独自の細胞を創成します。

5. むすび

　細胞工学的に異種ゲノム移植細胞を作成し、有用物質生産や医療技術に貢献します。生命科学のビックデータを情報工学的に統合インフォマティクス解析するとともに、長鎖 DNA 合成・細胞融合・マイクロインジェクション・顕微レーザー技術などの細胞工学技術を活用して、異種ゲノム移植細胞を作製することを推進します。倫理的・法的・社会的影響を重視し、有用物質生産技術や医療技術への展開を視野に入れ、安全対策を十分に施したゲノム移植技術の確立を目指していきたいと思います。今後も、フロンティア精神を発揮して、細胞を創るプロジェクトを推進する。合成生物本研究部門が国内外の合成生物学研究者と共同研究・情報共有・技術交流のプラットホームになるべく、研究を盛り上げていきたいと思います。

主要な研究業績（2019 年度分）

学術論文

1. Luo, L., Ando, S., Sakamoto, Y., Suzuki, T., Takahashi, H., Ishibashi, N., Kojima, S., Kurihara, D., Higashiyama, T., Yamamoto, K. T., Matsunaga, S.*, Machida, C.*, Sasabe, M.* and Machida, Y.*,(2020) The formation of perinucleolar bodies is important for normal leaf development and requires the zinc-finger DNA-binding motif in Arabidopsis ASYMMETRIC LEAVES2. Plant J., in press.(査読有り)
2. Adamusová, K., Khosravi, S., Fujimoto, S., Houben, A., Matsunaga, S., Fajkus, J. and Fojtová, M.*,(2020) Two combinatorial patterns of telomere histone marks in plants with canonical and non-canonical telomere repeats. Plant J., in press.(査読有り)
3. Nurani, A. M.*, Ozawa, Y., Furuya, T., Sakamoto, Y., Ebine, K., Matsunaga, S., Ueda, T., Fukuda, H. and Kondo, Y.*,(2020) Deep imaging analysis in VISUAL reveals the role of YABBY genes in vascular stem cell fate determination. Plant Cell Physiol., 61, 255-264.(査読有り)
4. Hirai, R., Higaki, T., Takenaka, Y., Sakamoto, Y., Hasegawa, J., Matsunaga, S., Demura, T.* and Ohtani, M.*,(2020) The progression of xylem vessel cell differentiation is dependent on the activity level of VND7 in Arabidopsis thaliana. Plants, 9, 39 (12 pages).(査読有り)
5. Kato, S., Okamura, E., Matsunaga, T. M., Nakayama, M., Kawanishi, Y., Ichinose, T., Iwane, A. H., Sakamoto, T., Imoto, Y., Ohnuma, M., Nomura, Y., Nakagami, H., Kuroiwa, H., Kuroiwa, T. and Matsunaga, S.*,(2019) Cyanidioschyzon merolae aurora kinase phosphorylates evolutionarily conserved sites on its target to regulate mitochondrial division. Commun. Biol., 2, 477 (9 pages).(査読有り)
6. Ishihara, H.#, Sugimoto, K.*#, Tarr, P. T., Temman, H., Kadokura, S., Inui, Y., Sakamoto, T., Sasaki, T., Aida, M., Suzuki, T., Inagaki, S., Morohashi, K., Seki, M., Kakutani, T., Meyerowitz, E. M. and Matsunaga, S.*, (2019) Primed histone demethylation regulates shoot regenerative competency. Nature Commun., 10, 1786 (15 pages). #These authors equally contributed to this work.(査読有り)
7. Krasovec, M., Kazama, Y., Ishii, K., Abe, T. and Filatov, D. A.*,(2019) Immediate dosage compensation is triggered by the deletion of Y-linked genes in Silene latifolia. Curr. Biol., 29, 2214-2221.(査読有り)
8. Díaz, M., Pečinková, P., Nowicka, A., Baroux, C., Sakamoto, T., Gandha, P. Y., Jeřábková, H., Matsunaga, S., Grossniklaus, U. and Pecinka, A.*,(2019) The SMC5/6 complex subunit NSE4A is involved in DNA damage repair and seed development. Plant Cell, 31, 1579-1597.(査読有り)
9. Hirakawa, T., Kuwata, K., Gallego, M. E., White, C. I., Nomoto, M., Tada, Y. and Matsunaga, S.*,(2019) LSD1-LIKE1-mediated H3K4me2 demethylation is required for homologous recombination repair. Plant Physiol., 181, 499-509.(査読有り)
10. Utsumi, Y., Utsumi, C., Tanaka, M., Ha, C. V., Takahashi, S., Matsui, A., Matsunaga, T. M., Matsunaga, S., Kanno, Y., Seo, M., Okamoto, Y., Moriya, E. and Seki, M.*, (2019)Acetic acid treatment enhances drought avoidance in cassava (Manihot esculenta Crantz). Front. Plant Sci., 10, 521 (12 pages).(査読有り)
11. Hirakawa, T. and Matsunaga, S.*,(2019) Characterization of DNA repair foci in root cells of Arabidopsis in response to DNA damage. Front. Plant Sci., 10, 990 (9 pages).(査読有り)
12. Sakamoto, T., Sotta, N., Suzuki, T., Fujiwara, T. and Matsunaga, S.*,(2019) The 26S proteasome is required for the maintenance of root apical meristem by modulating auxin and cytokinin responses under high-boron stress. Front. Plant Sci., 10, 590 (13 pages).(査読有り)

13. Tanaka, N., Nakajima, M.*, Narukawa-Nara, M., Matsunaga, H., Kamisuki, S., Aramasa, H., Takahashi, Y., Sugimoto, N., Abe, K., Terada, T., Miyanaga, A., Yamashita, T., Sugawara, F., Kamakura, T., Komba, S., Nakai, H. and Taguchi, H.,(2019) Identification, characterization, and structural analyses of a fungal endo-β-1,2-glucanase reveal a new glycoside hydrolase family. J. Biol. Chem., 294, 7942-7965.(査読有り)
14. Abe, M., Saito, M., Tsukahara, A., Shiokawa, S., Ueno, K., Shimamura, H., Nagano, M., Toshima, J. Y.* and Toshima, J.*,(2019) Functional complementation reveals that 9 of the 13 human V-ATPase subunits can functionally substitute for their yeast orthologs. J. Biol. Chem., 294, 8273-8285.(査読有り)
15. Akbarian, S., Kompany-Zareh, M.*, Najafpourm M. M., Tomo, T. and Allakhverdiev, S. I., (2019) Unsupervised classification of PSII with and without water-oxidizing complex samples by PARAFAC resolution of excitation-emission fluorescence images. J. Photochem. Photobiol. B., 195, 58-66.(査読有り)
16. Sotta, N.#, Sakamoto, T.#, Matsunaga, S. and Fujiwara, T.*,(2019) Abnormal leaf development of rpt5a mutant under zinc deficiency reveals important role of DNA damage alleviation for normal leaf development. Sci. Rep., 9, 9369 (10 pages). #These authors equally contributed to this work.(査読有り)
17. Nozaka, A., Nishiwaki, A., Nagashima, Y., Endo, S., Kuroki, M., Nakajima, M., Narukawa, M., Kamisuki, S., Arazoe, T., Taguchi, H., Sugawara, F. and Kamakura, T.*, (2019) Chloramphenicol inhibits eukaryotic Ser/Thr phosphatase and infection-specific cell differentiation in the rice blast fungus. Sci. Rep., 9, 9283(10 pages).
18. Yamato, T., Handa, A., Arazoe, T.*, Kuroki, M., Nozaka. A., Kamakura, T., Ohsato, S., Arie, T. and Kuwata, S.*,(2019) Single crossover-mediated targeted nucleotide substitution and knock-in strategies with CRISPR/Cas9 system in the rice blast fungus. Sci. Rep., 9, 7427 (8 pages).(査読有り)
19. Furuya, T.*, Imaki, N., Shigei, K., Sai, M. and Kino, K.*,(2019) Isolation and characterization of Gram-negative and Gram-positive bacteria capable of producing piceatannol from resveratrol. Appl. Microbiol. Biotechnol., 103, 5811-5820.
20. Uchiyama, J.*, Itagaki, A., Ishikawa, H., Tanaka, Y., Kohga, H., Nakahara, A., Imaida, A., Tahara, H. and Ohta, H.,(2019) Characterization of ABC transporter genes, sll1180, sll1181, and slr1270, involved in acid stress tolerance of Synechocystis sp. PCC 6803. Photosynth. Res., 139, 325-335. (査読有り)
21. Myobatake, Y., Kamisuki, S.*, Tsukuda, S., Higashi, T., Chinen, T., Takemoto, K., Hachisuka, M., Suzuki, Y., Takei, M., Tsurukawa, Y., Maekawa, H., Takeuchi, T., Matsunaga, T. M., Sahara, H., Usui, T., Matsunaga, S. and Sugawara, F.,(2019) Pyrenocine A induces monopolar spindle formation and suppresses proliferation of cancer cells. Bioorg. Med. Chem., 27, 115149 (5 pages).(査読有り)
22. Kawamoto, H., Yamanaka, K., Koizumi, A., Ishii, K., Kazama, Y., Abe, T. and Kawano, S.*,(2019) An asexual flower of Silene latifolia and Microbotryum lychnidis-dioicae promotes sex-organ development. PLoS One, 14, e0217329 (15 pages).
23. Ueno, K.*#, Otani, Y.#, Yanagihara, N., Nakamura, T., Shimizu, K.*, Yamagoe, S. and Miyazaki, Y.,(2019) Cryptococcus gattii alters immunostimulatory potential in response to the environment. PLoS One, 14, e0220989(18 pages) #These authors equally contributed to this work.(査読有り)
24. Sakamoto, T., Sugiyama, T., Yamashita, T. and Matsunaga, S.*,(2019) Plant condensin II is required for the correct spatial relationship between centromeres and rDNA arrays. Nucleus, 10, 116-125.(査読有り)
25. Hayashi, K. and Matsunaga, S.*,(2019) Heat and chilling stress induce nucleolus morphological changes. J. Plant Res., 132, 395-403.(査読有り)

26. Kurita, K.#, Sakamoto, Y.#, Naruse, S., Matsunaga, T. M., Arata, H., Higashiyama, T., Habu, Y., Utsumi, Y., Utsumi, C., Tanaka, M., Takahashi, S., Kim, J. M., Seki, M., Sakamoto, T. and Matsunaga, S.*,(2019) Intracellular localization of histone deacetylase HDA6 in plants. J. Plant Res., 132, 629-40. #These authors equally contributed to this work.(査読有り)
27. Morisaku, T.*, Onuki, H., Hashimoto, K., Kuchitsu, K. and Yui, H.*, (2019) Development of a near-infrared laser-induced surface deformation microscope and its application to the dynamic viscoelastic measurements of single living plant cell surfaces. Anal. Sci., 35, 1203-1207.(査読有り)
28. Toyoda, Y. and Matsunaga, S.*, (2019) Lysine-specific demethylase epigenetically regulates human and plant phenomena. Cytologia, 84, 295-298.(査読有り)
29. Katayama, K., Mitsunobu, H. and Nishida, K.*,(2019) Mammalian synthetic biology by CRISPRs engineering and applications. Curr. Opin. Plant Biol., 52, 79-84.(査読有り)
30. Hashimoto K, Kouno T, Ikawa T, Hayatsu N, Miyajima Y, Yabukami H, Terooatea T, Sasaki T, Suzuki T, Valentine M, Pascarella G, Minoda A, Taniuchi I, Arai Y, Hirose N, Carninci P. Single-cell transcriptomics reveals expansion of cytotoxic CD4 T cells in supercentenarians. PNAS. 116: 24242-24251, 2019

広報

1．松永幸大, EurekAlert (2019年12月20日), A step closer to understanding evolution - mitochondrial division conserved across species.

研究課題（研究者別）

松永　幸大
「植物ゲノムを動物細胞に移植する研究」
二次共生現象を合成生物学的手法で再現するために、藻類と動物培養細胞を細胞融合してゲノムを移植する研究を推進しました。

伊川　友活
「造血幹細胞からリンパ球への分化制御機構の研究」
免疫反応の司令塔である T 細胞や B 細胞はリンパ球とも呼ばれ、造血幹細胞から作られます。造血幹細胞は成体では骨髄に存在し、生涯に渡り維持されます。T 細胞は胸腺で、B 細胞は骨髄でそれぞれ分化・成熟します。このような造血幹細胞からリンパ球への分化制御メカニズムを研究しました。

十島　二朗
「創薬の標的としての V 型 ATP アーゼの研究」
細胞内 pH の維持はタンパク質の生合成、分解にとって非常に重要です。V 型 ATP アーゼはゴルジ体、リソソームなどの細胞内小器官の細胞膜に存在し、ATP 加水分解エネルギーを使って、細胞質のプロトン（H+）をゴルジ体やリソソーム内腔に輸送し、酸性化する酵素です。この V 型 ATP アーゼは破骨細胞やがん細胞の細胞膜にも多く発現することが明らかにされ、骨粗鬆症やがん転移に関わることが分かってきため、ヒト型 V 型 ATP アーゼを作製して研究を推進しました。

鞆　達也
「植物ゲノム移植を目指した基盤研究」
光合成を利用した新規エネルギー変換の創生や、地球環境を維持・改善するための光合成研究を通じて、植物ゲノム移植の基盤研究を行い、合成生物学に役立つ研究を推進しました。

太田　尚孝
「シアノバクテリアを用いたトランスポーターの解析」
シアノバクテリア Synechocystis sp では、50 を超える ATP 結合カセット（ABC）トランスポーター関連遺伝子が検出されています。基質不明 ABC トランスポーター遺伝子の欠失変異体を低 pH 培地での酸ストレス感受性についてスクリーニングし解析しました。

鎌倉　高志
「有用物質生産を可能にする子嚢菌ハイブリッド細胞の創成」
ゲノム工学や細胞融合により、有用物質生産を可能にする子嚢菌ハイブリッド細胞の創成に関して研究を推進しました。

清水　公徳
「微生物機能制御を目指した分生生物学的研究」
微生物機能を制御することを目的に、遺伝学や分子生物学的手法を駆使して研究し、合成生物学研究に役立つ研究を推進しました。

諸橋　賢吾
「ネットワーク解析による生命現象の解明」
生物のなかにひそむ″つながり″＝″ネットワーク″に着目し、バイオインフォマティックス解析解析技術の開発を進め、合成生物学に役立つ研究を推進しました。

定家　真人

「がんの脆弱性の探索とがん抑制手法の開発」

がんは生体内の環境に適応し、増殖や生存を維持します。基礎生物学的手法を用いてがんの弱点を見つけ出し、がんの治療標的（分子・経路）の発見と、治療法の開発につなげることを目標とした研究を行い、合成生物学に役立つ研究を推進しました。

古屋　俊樹

「新規微生物・酵素の機能解明」

新規微生物・酵素の発見や機能の解明、さらには「有用物質生産」や「環境浄化」への応用を目的として研究に取り組み、合成生物学に役立つ研究を推進しました。

坂本　卓也

「動植物ハイブリッド細胞のオーム解析」

藻類のゲノムを動物培養細胞に移植した動植物ハイブリッド細胞の遺伝子発現解析やゲノム解析を行いました。

荒添　貴之

「子嚢菌ハイブリッド細胞の分子生物学的解析」

ゲノム工学や細胞融合により、有用物質生産を可能にする子嚢菌ハイブリッド細胞を作製し、分子遺伝学的解析を行いました。

森作　俊紀

「レーザー誘起表面変位顕微鏡による細胞膜特性計測法の開発」

顕微細胞工学的技術を用いて、レオロジーを細胞膜に接触せずに、レーザー誘起表面変位顕微鏡により測定する技術の開発を推進しました。

西田　敬二

「DNA 二重鎖を切らないゲノム編集技術の開発」

DNA 塩基変換反応を利用する塩基編集技術を開発し、直接的に点変異を導入することが可能になりました。これによって DNA 切断に関わる不確実性や毒性を回避するゲノム編集技術が可能になりました。

風間　裕介

「染色体再編成の遺伝学的解析」

転座、欠失、重複、逆位などの染色体再編成は、生物の種分化や進化に関与した重要な突然変異です。染色体再編成を誘発することで、遺伝子の並びやコピー数、細胞核内での DNA の高次元配置を変更する研究を推進しました。

菅野　茂夫

「非相同末端結合修復を利用した高効率ノックイン法の開発」

相同組換え経路ではなく、非相同末端結合修復経路を用いた効率的なノックイン技術を開発し、合成生物学の研究に役立つ研究を推進しました。

研究者別の研究業績

石川　明日香

学術論文

1. Whirling spin order in the quasicrystal approximant $Au_{72}Al_{14}Tb_{14}$, Taku J. Sato, Asuka Ishikawa, Akira Sakurai, Masashi Hattori, Maxim Avdeev and Ryuji Tamura, Phys. Rev. B 100, 054417, 2019(査読有)
2. Antiferromagnetic order survives in the higher-order quasicrystal approximan, S. Yoshida, S. Suzuki, T. Yamada, T. Fujii, A. Ishikawa and R. Tamura, Phys. Rev. B 100, 180409(R), 2019(査読有)

乾　弥生

学術論文

1. Hiroya Ishihara, Kaoru Sugimoto, Paul T. Tarr, Haruka Temman, Satoshi Kadokura, Yayoi Inui, Takuya Sakamoto, Taku Sasaki, Mitsuhiro Aida, Takamasa Suzuki, Soichi Inagaki, Kengo Morohashi, Motoaki Seki, Tetsuji Kakutani, Elliot M. Meyerowitz, Sachihiro Matsunaga, "Primed histone demethylation regulates shoot regenerative competency" Nature Communications, 9巻, 査読あり, 5285 (2018)

Ishwor　Khatri

学術論文

1. Effect of heat-bias soaking on cesium fluoride-treated CIGS thin film solar cells, Ishwor Khatri, Junpei Matsuura, Mutsumi Sugiyama, Tokio Nakada, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 27, 1, pp 22-29, 2019 (査読有)
2. Impact of heat-light soaking and heat-bias soaking on NaF-treated CIGS thin film solar cells, Junpei Matsuura, Ishwor Khatri, Tzu-Ying Lin, Mutsumi Sugiyama, Tokio Nakada, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 27, 7, pp 623-629. (査読有)
3. Epitaxial Cu(In,Ga)Se_2 Thin Films on Mo Back Contact for Solar Cells, Yuta Ando, Ishwor Khatri, Hironori Matsumori, Mutsumi Sugiyama, Tokio Nakada, Physica Status Solidi (a), 216, 16, pp. 1900164 (1-7). (査読有)
4. The Effect of Electron Irradiation on Cesium Fluoride-Free and Cesium Fluoride-Treated Cu(In_{1-x},Ga_x)Se_2 Solar Cells, Ishwor Khatri, Tzu-Ying Lin, Tokio Nakada, Mutsumi Sugiyama, Physica Status Solidi (RRL) -Rapid Research Letters, 13, 11, pp. 1900415 (1-6). (査読有)
5. Proton Irradiation on Cesium-Fluoride-Free and Cesium-Fluoride-Treated Cu(In,Ga)Se_2 Solar Cells and Annealing Effects under Illumination, Ishwor Khatri, Tzu-Ying Lin, Tokio Nakada, Mutsumi Sugiyama, Physica Status Solidi (RRL)-Rapid Research Letters,13, 12, pp. 1900519 (1-6). (査読有)

川﨑　平康

学術論文

1. "Study on Irradiation Effect of Mid-Infrared Free Electron Laser on Hen Egg-White Lysozyme by Using Terahertz-Time Domain Spectroscopy and Synchrotron-Radiation Vacuum-Ultraviolet Circular-Dichroism Spectroscopy", Kawasaki T., Izumi Y., Ohori G., Kitahara H., Furuya T., Yamamoto K., Matsuo K., Tani M., Tsukiyama K., J Infrared Milli Terahz Waves, 40, 998-1009 (2019). (査読有)
2. "Dissolution of a fibrous peptide by terahertz free electron laser", Takayasu Kawasaki, Koichi Tsukiyama and Akinori Irizawa, Sci. Rep. 9, 10636 (2019). (査読有)
3. "Photo-Modification of Melanin by a Mid-Infrared Free-Electron Laser", Kawasaki T, Sato A, Tominaga Y, Suzuki Y, Oyama T, Tadokoro M, Tsukiyama K, Nokihara K, Zen H., Photochemistry and Photobiology 95, 946-950 (2019). (査読有)
4. "Investigation by DFT Methods of the Damage of Human Serum Albumin Including Amino Acid Derivative Schiff Base Zn(II) Complexes by IR-FEL Irradiation", Yuika Onami, Ryousuke Koya, Takayasu Kawasaki, Hiroki Aizawa, Ryo Nakagame, Yoshito Miyagawa, Tomoyuki Haraguchi, Takashiro Akitsu, Koichi Tsukiyama and Mauricio A. Palafox, Int. J. Mol. Sci., 20(11), 2846 (2019). (査読有)
5. "Degradation of Human Serum Albumin by Infrared Free Electron Laser Enhanced by Inclusion of a Salen-Type Schiff Base Zn(II)Complex", Yuika Onami, Takayasu Kawasaki, Hiroki Aizawa, Tomoyuki Haraguchi, Takashiro Akitsu, Koichi Tsukiyama and Mauricio A. Palafox, Int. J. Mol. Sci., 21(3), 874 (2020). (査読有)

6. “Wavelength Dependence of Poly(p-hydroxystyrene) Ablation by Mid-Infrared Free-Electron Laser”, Minoru Toriumi, Takayasu Kawasaki, Mitsunori Araki, Takayuki Imai and Koichi Tsukiyama, Journal of Photopolymer Science and Technology, 32(2), 189-193 (2019). (査読有)

広報

1. 川崎平康, 築山光一, 入澤明典, 「High-energy lasers could be used to treat Alzheimer's disease in the future, 遠赤外線自由電子レーザーによる、アミロイド線維の効果的な分解を確認～アミロイド関連疾患の低侵襲治療への応用に期待～」EurekAlert, Medical Express, Medical News, Science Daily, Neuroscience News 他計32メディア, 2019

澁田　未央 ----------

学術論文

1. 2A Peptides Contribute to the Co-Expression of Proteins for Imaging and Genome Editing, Mio K. Shibuta, Megumi Matsuoka, Sachihiro Matsunaga, CYTOLOGIA, 84巻, pp 295-298, 2019(査読有)

田沼　靖一 ----------

学術論文

1. An NAD+ dependent/sensitive transcription system: Toward a novel anti-cancer therapy, Uchiumi F, Sato A, Asai M, Tanuma SI, AIMS MOLECULAR SCIENCE, 7(1):12-28, 2020, Doi: 10.3934/molsci.2020002, (査読有)
2. High Expression of c-Met, PKCλ and ALDH1A3 Predicts a Poor Prognosis in Late-stage Breast Cancer, Motomura H, Nozaki Y, Onaga C, Ozaki A, Tamori S, Shiina TA, Kanai S, Ohira C, Hara Y, Harada Y, Takasawa R, Hanawa T, Tanuma SI, Mano Y, Sato T, Sato K, Akimoto K, Anticancer Res, 40(1):35-52, 2020, doi:10.21873/anticanres.13924, (査読有)
3. Structural insights into the active site of poly(ADP-ribose) glycohydrolase using docking modes of 6-hydroxy-3H-xanthen-3-one derivative inhibitors, Shibui Y, Oyama T, Okazawa M, Yoshimori A, Abe H, Uchiumi F, Tanuma SI, Bioorg Med Chem, 28(3):115249, 2020, doi:10,1016/j.bmc.2019.115249, (査読有)
4. Genomic and tumor biological aspects of the anticancer nicotinamide phosphoribosyltransferase inhibitor FK866 in resistant human colorectal cancer cells, Ogino Y, Sato A, Uchiumi F, Tanuma SI. GENOMICS, 111(6):1889-1895, 2019, doi: 10.1016/j.ygeno.2018.12.012. (査読有)
5. Anticancer Non-narcotic Opium Alkaloid Papaverine Suppresses Human Glioblastoma Cell Growth, Inada M, Sato A, Shindo M, Yamamoto Y, Akasaki Y, Ichimura K, Tanuma SI, Anticancer Research, 39(12):6743-6750, 2019, doi:10.21873/anticanres.13889, (査読有)
6. Association of ABC Transporter With Resistance to FK866, a NAMPT Inhibitor, in Human Colorectal Cancer Cells, Ogino Y, Sato A, Kawano Y, Aoyama T, Uchiumi F, Tanuma SI, Anticancer Research, 39(12):6457-6462, 2019, doi:10.21873/anticanres.13859, (査読有)
7. Effect of piceatannol-rich passion fruit seed extract on human glyoxalase I-mediated cancer cell growth, Yamamoto T, Sato A, Takai Y, Yoshimori A, Umehara M, Ogino Y, Inada M, Shimada N, Nishida A, Ichida R, Takasawa R, Maruki-Uchida H, Mori S, Sai M, Morita M, Tanuma SI, Biochem Biophys Rep, 20:100684, 2019, doi:10.1016/j.bbrep.2019.100684, (査読有)
8. Characterization of the human zinc finger nfx-1-type containing 1 encoding ZNFX1 gene and its response to 12-O-tetradecanoyl-13-acetate in HL-60 cells, Hamada H, Yamamura M, Ohi H, Kobayashi Y, Niwa K, Oyama T, Mano Y, Asai M, Tanuma SI, Uchiumi F, Int J Oncol, 55(4):896-904, 2019, doi:10.3892/ijo.2019.4860, (査読有)
9. Characterization of the human E2F4 promoter region and its response to 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate, Hamada H, Goto Y, Arakawa J, Murayama E, Ogawa Y, Konno M, Oyama T, Asai M, Sato A, Tanuma SI, Uchiumi F, J Biochem, 166(4):363-373, 2019, doi:10.1093/jb/mvz047, (査読有)
10. Targeting poly(ADP-ribose) glycohydrolase to draw apoptosis codes in cancer, Tanuma SI, Shibui Y, Oyama T, Uchiumi F, Abe H, Biochem Pharmacol, 167:163-172, 2019, doi: 10.1016/j.bcp.2019.06.004, (査読有)
11. Structure-based drug design of novel carborane-containing nicotinamide phosphoribosyltransferase inhibitors, Asawa Y, Katsuragi K, Sato A, Yoshimori A, Tanuma SI, Nakamura H, Bioorg Med Chem, 27(13):2832-2844, 2019, doi: 10.1016/j.bmc.2019.05.013, (査読有)

12. Anticancer effects of a non-narcotic opium alkaloid medicine, papaverine, in human glioblastoma cells, Inada M, Shindo M, Kobayashi K, Sato A, Yamamoto Y, Akasaki Y, Ichimura K, Tanuma SI, PLoS One, 14(5):e0216358, 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0216358, (査読有)
13. Papaverine identified as an inhibitor of high mobility group box 1/receptor for advanced glycation end-products interaction suppresses high mobility group box 1-mediated inflammatory responses, Tamada K, Nakajima S, Ogawa N, Inada M, Shibasaki H, Sato A, Takasawa R, Yoshimori A, Suzuki Y, Watanabe N, Oyama T, Abe H, Inoue S, Abe T, Yokomizo T, Tanuma S, Biochem Biophys Res Commun, 511(3), 665-670, 2019, doi: 10.1016/j.bbrc.2019.01.136, (査読有)
14. Characterization of a novel microRNA, miR-188, elevated in serum of muscular dystrophy dog model, Shibasaki H, Imamura M, Arima S, Tanihata J, Kuraoka M, Matsuzaka Y, Uchiumi F, Tanuma SI, Takeda S, PLoS One, 14(1), e0211597, 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0211597. eCollection 2019, (査読有)

著書

1. ニュートン式 超図解 最強にわかる!! 死とは何か, 田沼靖一監修, ニュートンプレス, pp125, 2020

寺島　千晶 --

学術論文

1. "Hydrogen Production System by Light-Induced a-FeOOH Coupled with Photoreduction" Tetsuya Yamada, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Nobuhiro Matsushita, Kiyoshi Okada, Akira Fujishima and Ken-ichi Katsumata*, Chem. Eur. J., 26 (2020) 2380-2385.
2. "Synergetic effect in water treatment with mesoporous TiO_2/BDD hybrid electrode" Norihiro Suzuki*, Akihiro Okazaki, Haruo Kuriyama, Izumi Serizawa, Yuki Hirami, Aiga Hara, Yuiri Hinarno, Yukihiro Nakabayashi, Nitish Roy, Chiaki Terashima, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa and Akira Fujishima, RSC Adv., 10 (2020) 1793-1798.
3. "酸化チタン光触媒を活用した歴史的建造物保護の取り組み" 鈴木孝宗, 寺島千晶, 鈴木智順, 藤嶋昭, 工業材料, 67 (2019) 20-23.
4. "Photothermal synergic enhancement of direct Z-scheme behavior of $Bi_4TaO_8Cl/W_{18}O_{49}$ heterostructure for CO_2 reduction" Jingyu Yan, Changhua Wang*, He Ma, Yingying Li Dr, Yichun Liu, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Akira Fujishima and Xintong Zhang*, Appl. Catal. B: Environ., 7 (2019) 118401-.
5. "Single Crystal ZrO_2 Nanosheets Formed by Thermal Transformation for Solid Oxide Fuel Cells and Oxygen Sensors" Tetsuya Yamada*, Yuta Kubota, Yuki Makinose, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Nobuhiro Matsushita, Kiyoshi Okada, Akira Fujishima and Ken-ichi Katsumata*, ACS Appl. Nano Mater., 2 (2019) 6866-6873.
6. "Enhanced photocatalytic performance of ultrasound treated GO/TiO_2 composite for photocatalytic degradation of salicylic acid under sunlight illumination" Y.M. Hungea, A.A. Yadav, A.G. Dhodamani, N. Suzuki, C. Terashima, A. Fujishima and V.L. Mathe*, Ultrason. Sonochem., 61 (2019) 104849/1-104849/6.
7. "病虫害フリーな植物育成技術の開発" 寺島千晶, 後藤英司, 大西昇, 布施哲人, 水谷敦司, 宇宙･医学･栄養学, 1 (2019) 86-91.
8. "Proof of Concept of Sucrose Measurement Method that Combines Photocatalysis with Enzymatic Reaction" Isao Shitanda*, Kensuke Katagishi, Kanako Kishiro, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Chiaki Terashima, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki and Akira Fujishima, Chem. Lett., 48 (2019) 1251-1253.
9. "Role of sensitizers in imparting the selective response of SnO_2/RGO based nanohybrids towards H_2S, NO_2 and H_2" Bhagyashri Bhangare, Niranjan S. Ramgir*, Ankita Pathak, K.R. Sinju, A.K. Debnath, S. Jagtap, Norihiro Suzuki, K.P. Muthe, Chiaki Terashima, Dinesh K. Aswalb, Suresh W. Gosavi* and Akira Fujishima, Mat. Sci. Semicon. Proc., 105 (2019) 104726/1-104726/7.
10. "Unique CdS@MoS2 core shell heterostructure for efficient hydrogen generation under natural sunlight" Sunil R. Kadam, Suresh W. Gosavi*, Bharat B. Kale*, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima and Akira Fujishima, Sci. Rep., 9 (2019) 12036/1-12036/10.
11. "Detection of toxic metal ions Pb^{2+} in water using SiO_2@Au core-shell nanostructures: A simple technique for water quality monitoring" Krishna Daware, Manasi Kasture, Ramchandra Kalubarme, Rakesh Shinde, Kashinath Patil, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Suresh Gosavi* and Akira Fujishima, Chem. Phys. Lett., 732 (2019) 136635/1-136635/8.

12. "Applications of photocatalytic titanium dioxide-based nanomaterials in sustainable agriculture" Vicente Rodríguez-González*, Chiaki Terashima and Akira Fujishima, J. Photochem. Photobiol. C, 40 (2019) 49-67.
13. "Activating titanium dopants in hematite photoanode by rapid thermal annealing for enhancing photoelectrochemical water oxidation" Shuang Gao, Dan Wang*, Yinglin Wang, Chuang Li, Yichun Liu, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Akira Fujishima and Xintong Zhang*, Electrochim. Acta, 318 (2019) 746-753.
14. "Protein adsorption behavior on reduced graphene oxide and boron-doped diamond investigated by electrochemical impedance spectroscopy" Yixuan Huang, Aiga Hara, Chiaki Terashima, Akira Fujishima and Madoka Takai*, Carbon, 152 (2019) 354-362.
15. "Synthesis of oxygen-deficient blue titanium oxide by discharge plasma generated in aqueous ammonia solution" Yoshiteru Mizukoshi*, Megumi Ohwada, Satoshi Seino, Hiroshi Horibe, Yoshimi Nishimura, Chiaki Terashima, Appl. Surf. Sci., 489 (2019) 255-261.
16. "XPS and Kelvin probe studies of SnO_2/RGO nanohybrids based NO_2 sensors" Bhagyashri Bhangarea, Niranjan S. Ramgir*, Shweta Jagtap, A.K. Debnath, K.P. Muthe, Chiaki Terashima, Dinesh K. Aswalb, Suresh W. Gosavi*, Akira Fujishima, Appl. Surf. Sci., 487 (2019) 918-929.

著書

1. "Lotus effect-based superhydrophobic surfaces: Candle soot as a promising class of nanoparticles for self-cleaning and oil–water separation applications" in Green Chemistry for Surface Coatings, Inks and Adhesives: Sustainable Applications, Edited by Rainer Höfer, Avtar Singh Matharu, Zhanrong Zhang, The Royal Society of Chemistry, Sanjay S. Latthe, Kazuya Nakata, Rainer Höfer, Akira Fujishima and Chiaki Terashima, June 2019, ISBN: 978-1-78262-994-8.

招待講演

1. "カーボンリサイクル課題の解決に向けた人工光合成", 寺島千晶, 第6回カーボンリサイクル・イノベーション研究会, 口頭発表(招待･特別), 国内会議, トラストシティカンファレンス丸の内, 2020年2月18日.
2. "Photocatalytic TiO_2 with Hetero-structure for Environmental Purification", Chiaki Terashima, Mao Sasaki, and Akira Fujishima, Singapore International Conference on Applied Science and Engineering (SICASAE-2020), 口頭発表(招待･特別), 国際会議, Park Hotel Clarke Quay (Singapore), 2020年2月13日.
3. "Highly active photocatalyst based on TiO_2 nanomaterials", Chiaki Terashima, NANOTECHNOLOGIES FOR 21st CENTURY, COOPERATION EVENT BETWEEN ALBANIA, JAPAN AND SPAIN, 口頭発表(招待･特別), 国際会議, Tokyo Big Sight, 2020年1月29日.
4. "ダイヤモンド薄膜の液中プラズマ合成", 寺島千晶, 日本学術振興会 薄膜131委員会・水の先進理工学183委員会合同研究会, 口頭発表(招待･特別), 国内会議, 東京理科大学 1号館17階記念講堂, 2019年10月28日.
5. "Hetero-structured titanium dioxide photocatalyst", Chiaki Terashima, Mao Sasaki, Shoki Suzuki, Akira Fujishima, International Conference on Materials Science and Engineering 2019, 口頭発表(招待･特別), 国際会議, Melbourne, Australia, 2019年9月16日.
6. "カーボンリサイクルを達成する次世代型人工光合成技術", 寺島千晶, CCTワークショップ2019, 口頭発表(招待･特別), 国内会議, KFC Hall & Rooms, 2019年7月12日.
7. "In-liquid plasma treatment of TiO_2 nanoparticles for enhancing the photocatalytic activities", Chiaki Terashima, The 37th E-MRS Spring Meeting, 口頭発表(招待･特別), 国際会議, Congress & Exhibition Centre Acropolis, Nice, France, 2019年5月27日.
8. "Performance of Flow-Type In-Liquid Plasma System for the Degradation of Ibuprofen in Water", Chiaki Terashima, The 5th International Conference on Photocatalytic and Advanced Oxidation Technologies for the Treatment of Water, Air, Soil and Surfaces, 口頭発表(招待･特別), 国際会議, Antwerp University, Antwerp, Belgium, 2019年4月23日.

受賞

1. 手嶋勝弥, 鈴木清香, 簾智仁, 林文隆, 山田哲也, 田中秀樹, 寺島千晶, 大石修治, 是津信行, 日本MRS創立30周年記念シンポジウム 貢献賞, 2019年11月29日

萩原　一郎

学術論文

1. 居室における出口配置の避難安全性評価 その1 出口配置の評価手法, 小池悠豊, 萩原一郎, 日本火災学会研究発表会梗概集, pp 46-47, 2019（査読無）
2. 居室における出口配置の避難安全性評価 その2 図面調査による評価手法の妥当性の検討, 萩原一郎, 小池悠豊, 日本火災学会研究発表会梗概集, pp 48-49, 2019（査読無）
3. 建築物が備えるべき消防活動支援性能の分析, 平田真佐喜, 萩原一郎, 日本火災学会研究発表会梗概集, pp 136-137, 2019（査読無）
4. 居室における出口配置の避難安全性評価 その2 評価手法の提案と検証, 萩原一郎, 日本建築学会学術講演梗概集, 防火, pp 363-364, 2019（査読無）

著書

1. 日本の近代・現代を支えた建築 建築技術100選, 083防火設備, 萩原一郎, 日本建築センター, pp 214-215, 2019
2. 日本近代建築法制の100年, 新技術と防火基準, 萩原一郎, 日本建築センター, pp 445-453, 2019

広報

1. 萩原一郎, ノートルダム大聖堂火災に火災について, Webサイト 日経 xTECH, 2019.4.16
2. 萩原一郎, ノートルダム大聖堂火災に火災について, めざましテレビ, 2019.4.17
3. 萩原一郎, 燃える廃プラ火災について, 東京新聞, 2019.6.11
4. 萩原一郎, 我が家を火災から守る4原則, 毎日が発見, 2019.8

福西　美香

学術論文

1. Structural Analysis of Sucrose-Derived Hard Carbon and Correlation with the Electrochemical Properties for Lithium, Sodium, and Potassium Insertion, Kei Kubota, Saori Shimadzu, Naoaki Yabuuchi, Satoshi Tominaka, Soshi Shiraishi, Maria Abreu-Sepulveda, Ayyakkannu Manivannan, Kazuma Gotoh, Mika Fukunishi, Mouad Dahbi and ShinichiKomaba, Chem. Mater., in press.(査読有)
2. Removal of strontium from aqueous solutions using scallop shell powder, Fumihiro MIHARA, Yuta SHUSEKI, Sanae TAMURA, Koichi UI, Kenta KIKUCHI, Atsuo YASUMORI, Shinichi KOMABA, Mika FUKUNISHI, Yasuo KOGO, Yasushi IDEMOTO and Ken TAKEUCHI, J CERAM SOC JPN (2019), 127(2), 111. (査読有)

堀場　達雄

学術論文

1. “Application of Acrylic-rubber-Based Latex Binder to High-Voltage Spinel Electrodes of Lithium-Ion Batteries”, S. Hitomi, K. Kubota, T. Horiba, K. Hida, T. Matsuyama, H. Oji, S. Yasuno, and S. Komaba, ChemElectroChem, 2019, 6 5070-5079(査読有)

宮本　悦子

学術論文

1. In vivo KRAS G12D/V Degradation Mediated by CANDDY Using a Modified Proteasome Inhibitor. Imanishi S, Huang L, Itakura S, Tsukamoto M, Saito M, Ishizaka M, Miyamoto-Sato, E., Nature Biotechnology, 投稿中(査読有)
2. In vivo rapid assay of degradation for undruggable targets by multispecific molecules based on “CANDDY”., Lijuan Huang, Satoshi Imanishi, Shoko Itakura, Megumi Tsukamoto, Miyamoto-Sato, E. Pharmaceuticals, 投稿予定(査読有)
3. 『日本薬理学雑誌』最近の話題：プレシジョンメディシン時代を拓くケミカルノックダウン創薬, 宮本悦子, 153(6)2019(査読有)

招待講演

1. 「バイオ医療のビジネス開発：新しい標的創薬CANDDY技術のビジネス展開」, 宮本悦子, 東京理科大学MOT（経営学部大学院）, 東京, 2019.11.9
2. 「生体と分子ネットワーク：革新的なケミカルノックダウン創薬技術」, 宮本悦子, 東京理科大学 教養（経営学部）現代生物学概論, 2019.10.10
3. 「バイオ医療のビジネス開発：ケミカルノックダウン創薬CANDDY技術のビジネス展開」, 宮本悦子, 東京理科大学経営学部特別セミナー2019.5.8
4. 変異型KRASのCANDDYによるケミカルノックダウン（標的分解）創薬, 宮本悦子, 第42回日本分子生物学会年会一般講演（講演）, 福岡, 2019.

特許

1. 宮本悦子, 小沢正晃, 国内出願,「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」, No.2018-551617,2019
2. 宮本悦子, 小沢正晃, 国内出願,「分子動態評価方法及びスクリーニング方法」, No.018-551618,2019
3. 宮本悦子, 小沢正晃, 国内出願,「p53分解誘導分子及び医薬組成物」, No.2018-551619,2019
4. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（欧州出願）,「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」, EP17870778.2, 2019.6.12
5. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（欧州出願）,「分子動態評価方法及びスクリーニング方法」, EP17872098.3, 2019.6.12
6. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（欧州出願）,「p53分解誘導分子及び医薬組成物」, EP17871163.6, 2019.6.12
7. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（韓国出願）,「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」, KR10-2019-7016647, 2019.6.11
8. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（韓国出願）,「分子動態評価方法及びスクリーニング方法」, KR10-2019-7016654, 2019.6.11
9. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（韓国出願）,「p53分解誘導分子及び医薬組成物」, KR10-2019-7016648, 2019.6.11
10. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（インド出願）,「分子動態評価方法及びスクリーニング方法」, IN201917022561, 2019.6.7
11. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（インド出願）,「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」, IN201917021213, 2019.5.29
12. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（インド出願）,「p53分解誘導分子及び医薬組成物」, IN201917021216, 2019.5.29
13. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（オーストラリア出願）,「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」, AU2017361155, 2019.5.20
14. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（ニュージーランド出願出願）,「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」, NZ753723, 2019.5.20
15. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（オーストラリア出願）,「分子動態評価方法及びスクリーニング方法」, AU2017361156, 2019.5.20
16. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（オーストラリア出願）,「p53分解誘導分子及び医薬組成物」, AU2017361157, 2019.5.20
17. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（イスラエル出願）,「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」, IL266632, 2019.5.14
18. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（カナダ出願）,「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」, CA3043805, 2019.5.14
19. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（フィリピン出願）,「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」, PH1-2019-501064, 2019.5.14
20. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（米国出願）,「分子動態評価方法及びスクリーニング方法」, US16/349,694, 2019.5.14
21. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（カナダ出願）,「分子動態評価方法及びスクリーニング方法」, CA3043806, 2019.5.14
22. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願（米国出願）,「p53分解誘導分子及び医薬組成物」, US16/349,708, 2019.5.14

23. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願(カナダ出願),「p53分解誘導分子及び医薬組成物」, CA3043812, 2019.5.14
24. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願(中国出願),「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」, CN201780070141.2, 2019.5.13
25. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願(シンガポール出願),「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」, SG11201904296R, 2019.5.13
26. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願(中国出願),「分子動態評価方法及びスクリーニング方法」, CN201780070116.4, 2019.5.13
27. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願(シンガポール出願),「分子動態評価方法及びスクリーニング方法」, SG11201904284Q , 2019.5.13
28. 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学, 国外出願(中国出願),「p53分解誘導分子及び医薬組成物」, CN201780070135.7 2019.5.13

広報

1. 大学発新産業創出プログラム（プロジェクト支援型）事後評価結果：S,「標的タンパク質分解によるケミカルノックダウン(CiKD)創薬基盤技術の事業化」, 国立研究開発法人 科学技術振興機構 産学連携展開部 START事業. 2020.2.12
2. 理科大発ベンチャー企業「FuturedMe」, 世界を変えるSTORY－阻害から分解へ発想の転換で革新的創薬に挑む, JSTnews, 2019.12
3. 理科大発ベンチャー企業「FuturedMe」,「日本の起業家BEST10決定！2020年版スタートアップ200-200社一挙掲載！日本のスタートアップ大図鑑」, ForbesJapan, 2019.11.25
4. 理科大発ベンチャー企業「FuturedMe」,「がん関与たんぱくを分解～新薬候補創製5年後治験へ」, 化学工業日報, 2019.8.20
5. 理科大発ベンチャー企業「FuturedMe」,「シャペロン薬や蛋白分解薬に低分子薬の新たな可能性」(日経バイオテク主催セミナーへ参加・講演の模様), 日経バイオテクONLINE, 2019.6.10
6. 理科大発ベンチャー企業「FuturedMe」, ベンチャー7大全2019-2020, 日経バイオテク発行, 2019.6.28
7. 理科大発ベンチャー企業「FuturedMe」,＜理科大発のFuturedMe、シリーズAで7億円調達、蛋白質分解開発へ＞, 日経バイオテクONLINE, 2019.6.7
8. 理科大発ベンチャー企業「FuturedMe」,＜膵臓がん「分解」新手法に挑む-理科大発、原因たんぱく質に的＞ 日経産業新聞, 2019.6.6

総合研究院フォーラム開催報告

「総合研究院フォーラム 2019」を開催（11/25・開催報告）

2019 年 11 月 25 日（月）野田キャンパス 7 号館において、「総合研究院フォーラム 2019 Only at TUS を目指して」が開催されました。当日は約 260 名の方にご出席いただき、盛会のうちに終わりました。

フォーラムでは、「物質・材料」、「構造材料・機械・流体・建築」、「創薬・バイオ」、「環境・情報・社会」、「基礎・計測」の領域毎の研究センター・研究部門による最新の研究成果発表が行われました。

質疑応答の時間においては、多数の研究者による活発な議論が繰り広げられ、研究センター・研究部門の枠を越えた本学独自の研究活動の今後の展開が期待できる有意義なフォーラムとなりました。

今年度は各研究センター・研究部門および懇談会によるポスター発表も行われました。

また、フォーラム終了後に場所を変えて引き続き開催された交流会においては、普段は交流の機会が少ない教員同士の忌憚のない意見交換が行われました。

以上

～ 光触媒の新用途開発に向けた取り組み ～

研究推進機構　総合研究院　光触媒国際研究センター/光触媒研究推進拠点

▶ 研究概要

酸化チタンに光を当てると、「強い酸化分解力」と「超親水性」を発揮し、多方面で実用化されています。

新規領域において、光触媒の優れた性質に基づく利用法を見いだすことで、光触媒の更なる普及が見込まれます。

本センター/拠点では、基礎科学的な興味に基づいた研究の他、光触媒の市場活性化も念頭に置いた研究を推進しています。

光触媒の実用例

防汚	建築外壁 / テント材（東京駅 グランルーフ）等
防曇	自動車ミラー / 建築用板ガラス等
抗菌	手術室（壁）/ トイレ（内壁・床）等
脱臭	トイレ（内壁・床）/ 空気清浄機 等
大気浄化	内装材 / 道路・舗道・防音壁 等

▶ 研究開発成果

日光の社寺の保存に向けた取り組み

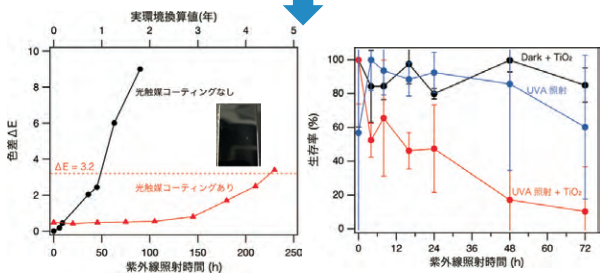
日光社寺文化財保存会との共同研究

漆塗り建造物の経年劣化

紫外線による漆の退色

膠による真菌の発生

漆材に酸化チタンコーティング

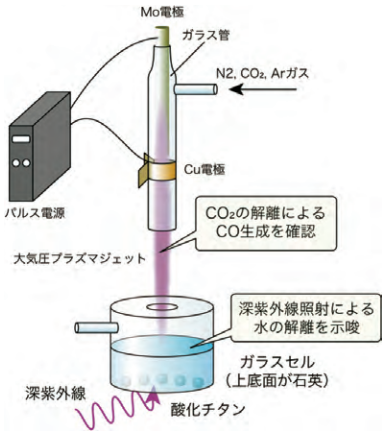


- 漆の意匠性を保ちつつ、紫外線から保護
- 光触媒活性による殺菌効果を発現

カーボンリサイクルに向けた取り組み

今年に入り、カーボンリサイクルの動きが活発化

- ダボス会議における安倍首相の基調講演での発言
- 2月1日に資源エネルギー庁にカーボンリサイクル室が設置



- 大気圧プラズマジェットと深紫外線を組み合わせた複合システムの構築

▶ 今後の展開

- 新たな光触媒の利用法を開拓し、社会実装に向けて研究を深化
- 光触媒を核としたカーボンリサイクルシステムを構築し、二酸化炭素の再資源化を実現

【お問い合わせ】
東京理科大学　総合研究機構　総合研究院
光触媒国際研究センター
https://www.rs.tus.ac.jp/pirc/
東京理科大学　光触媒研究推進拠点
https://www.pirc.tus.ac.jp/
E-mail: PIRC@rs.tus.ac.jp

2

東京理科大学 TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

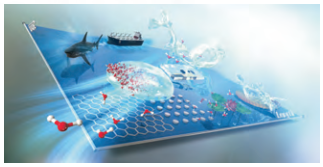
RIST TUS Research Institute for Science & Technology

東京理科大学 Since 1881 140th Road to 2021

～ 物質・材料表面における水のミクロ構造からマクロ物性・挙動発現の理解へ～

研究推進機構　総合研究院
ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター

▶ 研究概要

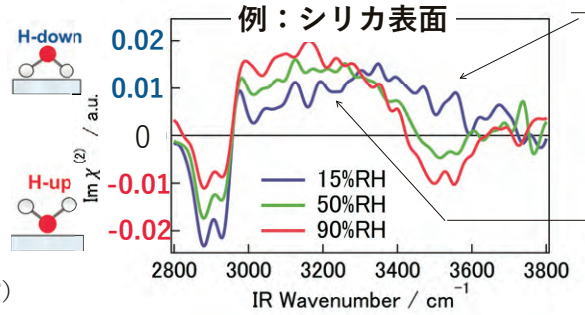


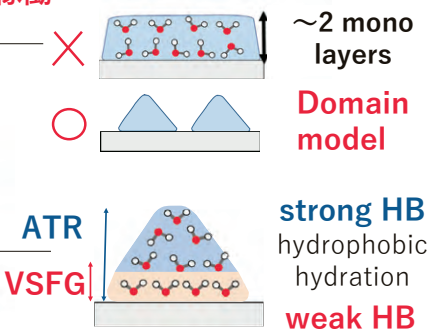
○ 物質・材料表面における水の構造・動態研究に集中特化した国際研究拠点
○ 水の分子構造から流体挙動を繋げるスケール階層・分野横断的研究
○ センター内にとどまらない全学的な共同研究・産学共同研究の促進

▶ 研究開発成果①　全学的な共同研究・利用に向けて

計測　**ヘテロダイン検出 振動和周波発生（HD-VSFG）分光装置の稼働**

左上：浦島周平（総研院）
左下：由井宏治（理・化）
右：HD-VSFG装置（神・１号館）





物質・材料表面における分子スケール第１層・第２層の選択的化学状態・分子配向計測の実現

▶ 研究開発成果②　吸着・濡れ・流れ。水のスケール横断的なふるまいの理解に向けて

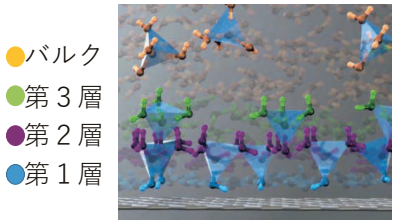
理論・シミュレーション　**水の構造・挙動を分子スケールから流体スケールまでシミュレート・解析**

分子スケール
山本貴博（工・教養）

メゾスケール
安藤格士（基礎工・電子）

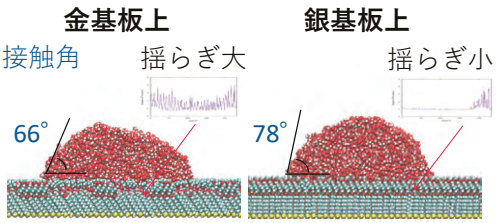
流体スケール
塚原隆裕（理工・機械）

パーシステントホモロジー解析



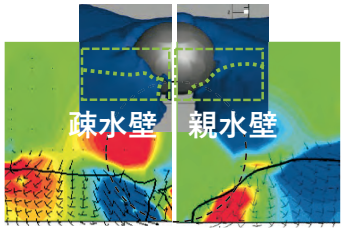
表面・界面に特徴的な水素結合ネットワーク構造の抽出

分子動力学法・統計解析



表面修飾分子の構造揺らぎや表面濡れ性（接触角）の定量解析

固気液三相数値流体力学解析



表面疎水・親水を考慮した微粒子周辺の濡れ広がり・流れの解析

▶ 今後の展開

① 共同研究　センター内にとどまらない全学的な共同研究・産学連携研究の促進
② セミナー　企業若手研究者向けの技術フォーラムの開催
③ 学会発表　環太平洋国際化学会議（Pacifichem2020)における研究成果発表・広報
④ 出版物　Springer Nature社から洋書Water on Material Surfaces の発行

連絡先　由井宏治（センター長）yui@rs.kagu.tus.ac.jp

3

東京理科大学 TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

RIST TUS Research Institute for Science & Technology

東京理科大学 Since 1881 140th Road to 2021

～ 太陽光発電の材料探索から発電システム開発まで ～

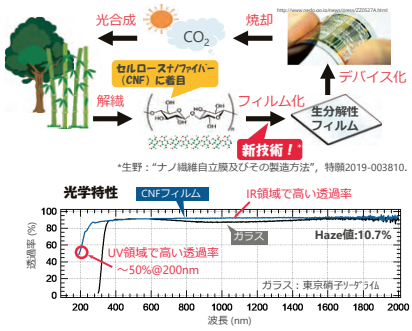
研究推進機構　総合研究院　太陽光発電技術研究部門

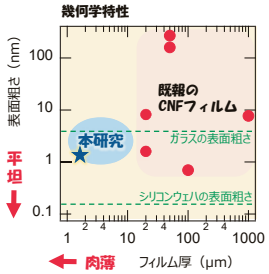
▶ 研究概要

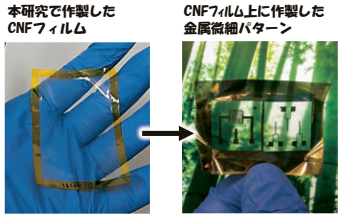
世界における太陽光発電システムの累積設備導入量は2018 年末に約500GW に達しています(標準的な原発1基=1GW)。
このため、電力インフラスとして従来に比べてより安全で環境に極めて優しい太陽光発電技術の研究開発がさらに求められています。
本部門は、究極の環境軽負荷太陽光発電技術開発に的を絞り、インフラとしての太陽光発電の確立等を目指し研究活動を行っています。

▶ 研究開発成果

太陽電池材料研究の一例）　IoT向け透明フレキシブル太陽電池の提案





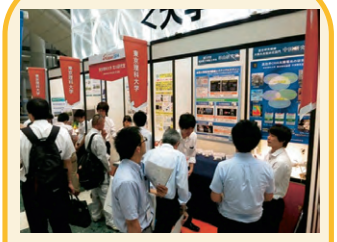


●肉薄・透明・平坦なCNFフィルムを創製
●各種薄膜を形成可能

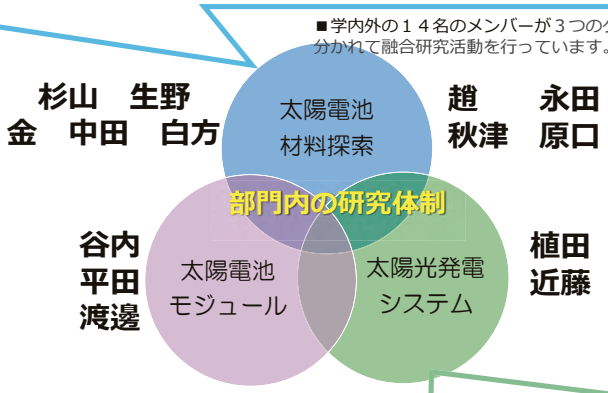
●透明太陽電池の電力で駆動する一体型透明CO2センサ
(電極はあえて着色しています)

■超平坦肉薄セルロースフィルムの開発に成功し、透明薄膜太陽電池を実装しています。

■学内外の１４名のメンバーが３つのグループに分かれて融合研究活動を行っています。

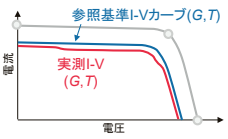


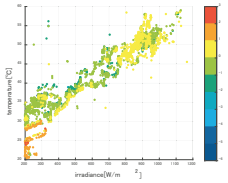
毎年、太陽電池・システムに関する日本最大規模の展示会「PV-Japan」にて研究成果を展示・発表



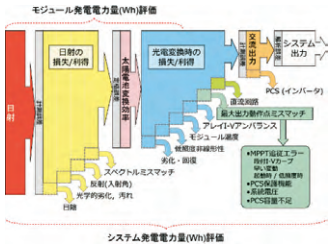
毎年、企業・研究者向けのセミナーを開催
(毎回定員を上回る参加者)
↓
今年度は2020年1月27日に森戸記念館で開催

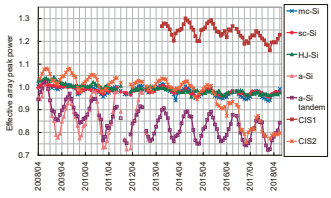
モジュール・システム研究の一例）太陽光発電の大量導入を支えるシステム技術





・銘板値のみから屋外測定I-Vカーブに対して参照基準を作成

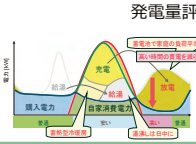




・メガソーラ発電特性と長期劣化特性の高度解析

■住宅用からメガソーラまで、より安く、より多く、より長期間、より価値のある電力を供給するためのシステム技術開発を通じて、太陽光発電システムの大量導入に貢献しています。

・得られた研究成果を活かして発電量評価支援ツールを開発中



・太陽光発電の電力系統への統合を目指した需要家側エネルギーマネジメント技術

▶ 今後の展開

- 太陽光に限定した部門から、広く再生エネルギーを扱う部門に改組
- 風力・熱電等と太陽光発電とのエネルギー融合
- 更なる部門内連携や他部門との連携を推進
- 学生や社会への再生可能エネルギーに関する情報発信・教育を実施

共同研究・部門参加などの連絡先

杉山睦　（理工・電情）
mutsumi@rs.noda.tus.ac.jp

～ Only at TUSの先端ECデバイスおよび解析手法の開発 ～

研究推進機構　総合研究院　先端ECデバイス研究部門

▶ 研究概要

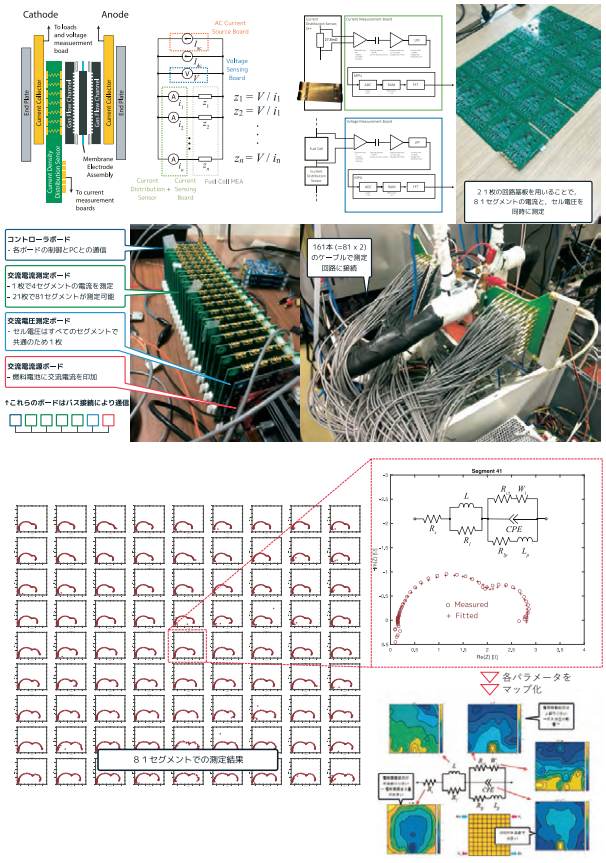
先端ECデバイス研究部門では、**「燃料電池」「電気化学キャパシタ」「リチウムイオン二次電池」**について新しいコンセプトに基づく材料開発と、それを用いた**「Only at TUS」**のECデバイスの創製を目指しています。また、デバイス化された電池の寿命・安全性を予測できるシステムの構築についても検討しています。

▶ 研究開発成果

燃料電池G/評価・解析G

インピーダンス分布測定システムの開発

固体高分子形燃料電池（PEFC）の性能低下を解析する手法として、インピーダンス分布測定システムを新規に開発しました。PEFC面内の電解質膜抵抗・電荷移動抵抗・電気二重層容量の分布を得ることに成功しました。

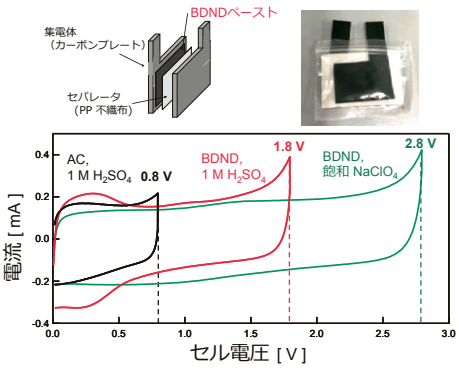


【共同研究】D18106 PEM水電解セル用高速インピーダンス解析手法の構築、D18094 電流・インピーダンス分布計測手法を用いた PEFC セルの不純物影響解析(計測手法の高度化)
【特許】特願2019-119813 出願日2019年6月27日、特願2019-143253 出願日2019年8月2日

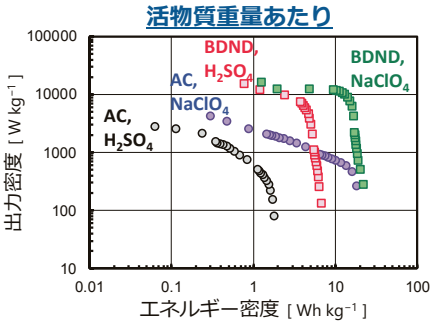
電気化学キャパシタG

導電性ダイヤモンドナノ粒子を用いた水系EDLCデバイスの開発

高比表面積かつ導電性を有するボロンドープナノダイヤモンド（BDND）を開発しました。BDNDを用いて作製した水系電気二重層キャパシタ（EDLC）デバイスは高エネルギー密度・高出力密度を示しました。



水系電解液中のCV（２電極系）．走査速度 10 mV/s.



BDNDを用いる水系EDLCは、**高エネルギー密度**（10 Wh/kg）**かつ高出力密度**(10^4 W/kg)を示した。

【共同研究】D18773 革新的蓄電デバイスへの応用を目指した導電性ナノダイヤモンドパウダーの開発、D19162 溶媒中のボロンドープダイヤモンド表面の電気二重層容量、電圧特性の向上
【特許】特願2019-040843 出願日2019年3月6日

▶ 今後の展開

【燃料電池G】ウェアラブルデバイス用バイオ燃料電池の高性能化および実用化を目指します
【電気化学キャパシタG】導電性ダイヤモンドを用いたキャパシタの高エネルギー密度化および試作セルを用いた実用を想定した評価試験を実施します
【リチウムイオン二次電池G】高エネルギー密度を実現する新規正極材料の探索を目的とし、高度な解析技術と機械学習を組み合わせた評価基盤の構築を目指します

連絡先：板垣昌幸（itagaki@rs.noda.tus.ac.jp）、片山 昇（katayama@rs.tus.ac.jp）、近藤剛史（t-kondo@rs.noda.tus.ac.jp）

～ 農作物生産と太陽光発電を両立するスマート農業技術開発 ～

研究推進機構　総合研究院　先進農業エネルギー理工学研究部門

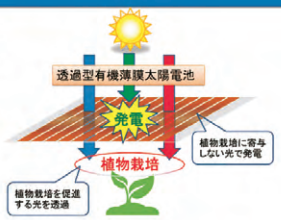
▶ 研究概要

本研究部門では、東京理科大学が持つ理工薬学の技術と公立諏訪東京理科大学が持つ農業関連の工学技術を融合させ、「ソーラーマッチング」による農業 と発電の両立による農業 IoT 技術を普及させ、農業生産性向上技術やAI(人工知能) による革新的な農業工学技術を社会に実装する。また、スマート農業に関する農理工学際研究の成果を世界に発信し、今後世界が抱える地球温暖化や人口爆発に起因するエネルギー・環境・食料問題に対して一石を投じることを目的とし研究を遂行する。

▶ 研究開発成果

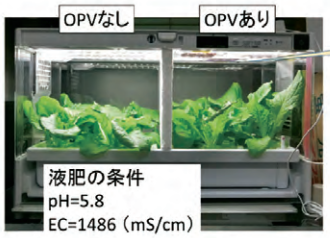
はじめに

農作物の栽培には太陽光が必要だが、光の多くは栽培に使用していない。この余剰光を太陽光発電に回すソーラーシェアリングが近年注目されている。[1,2]ここから一歩進め、完全に光を遮るSi太陽電池を使用せず、作物の光合成に必要な波長を透過する有機太陽電池(OPV)を使用したソーラーマッチングを本研究では提唱している。[3]本報告では、小型水耕栽培器による照度依存性実験と、実際の農業用ビニールハウスを用いた実証実験の結果について報告する。



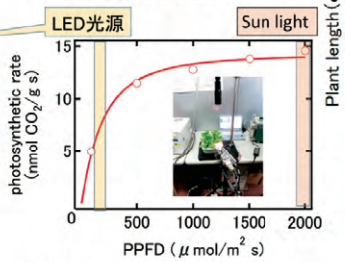
ソーラーマッチングの概念図

小型水耕栽培器による基礎実験

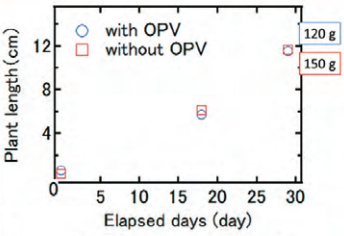


チマサンチュの水耕栽培
(*UH-A01E1*、ユーイング)

光律速領域での栽培[4]



チマサンチュの光-光合成曲線
(光源はソーラーシミュレーターを使用)



チマサンチュの栽培結果

収穫量のまとめ

	OPVあり (g)	OPVなし (g)	OPVあり / OPVなし (%)
PPFD (μ mol/m^2/s)	181	261	69
生鮮重 (g)	120	150	80
乾燥重量 (g)	7.8	10.6	74

・草丈はほぼ変わらず
・収穫量は2割減少(光量は3割減)
・光律速領域では光量≒収穫量

＜まとめ＞小型水耕栽培器による基礎実験
- チマサンチュの光-光合成曲線を測定
- 光律速領域にてチマサンチュを栽培
- OPVありで20%減収したが、光量の減少と比べて小さい

ビニールハウスでのフィールドテスト

実験条件

栽培試験室(ビニールハウス)の外観

実験結果

土壌診断結果[5](黒ボク土)

収穫量のまとめ

		OPVあり (g)	OPVなし (g)	OPVあり / OPVなし (%)
葉菜	ほうれん草	749	642	117
根菜	ジャガイモ	5460	4570	119
果菜	トマト	2386	2595	92
穀物	そば	47	140	34

必要光量

・成長に必要な光量が高い作物ほど、減収量が大きい
・果菜、穀物では減収の収穫量(光律速領域)
・葉菜、根菜では増収(光飽和領域)
・増収の原因は、光阻害、または加熱を防いだためと考えられる[7]

▶ 今後の展開

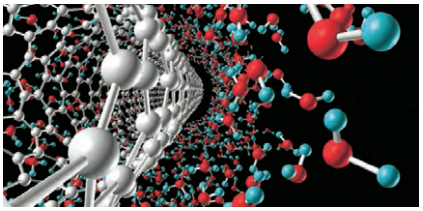
□光合成に必要な光を通す有機薄膜太陽電池材料の探索
□有機薄膜太陽電池の高効率化・耐久性向上技術の検討
□光合成評価装置を用いた定量的な評価手法の開発

【連絡先】
公立諏訪東京理科大学　工学部　　教授　渡邊康之
Mail : watanbey@rs.sus.ac.jp

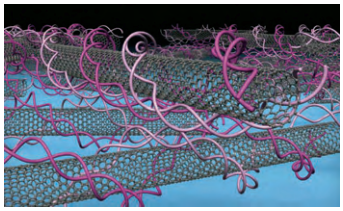
～ ナノカーボン研究部門における共同研究の現状～

研究推進機構　総合研究院　ナノカーボン研究部門

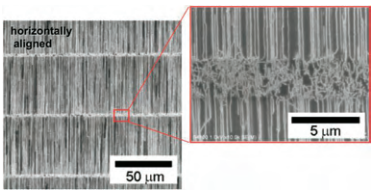
研究課題



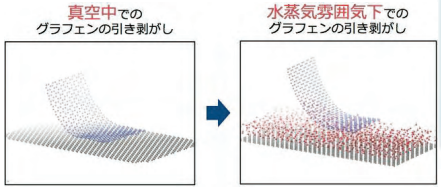
SWCNTの外壁への水の凝集



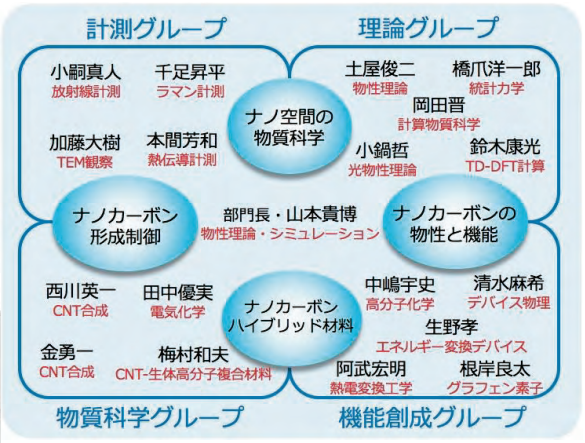
CNTとDNAの複合薄膜



水平配向ナノチューブ



ナノカーボンに凝集した水とトライボロジー



研究テーマとメンバー

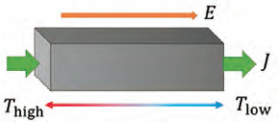
▶ 研究開発成果

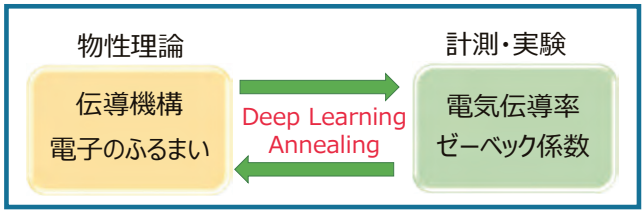
CNT熱電

CNT熱電現象の解明に向けたDeep Learning の活用

熱電現象：温度差から電力を得る

どんな物質がよいのか？
どんな特徴が重要なのか？





■ 機械学習によって観測可能量から物性理論への橋渡し・原理究明を可能にした

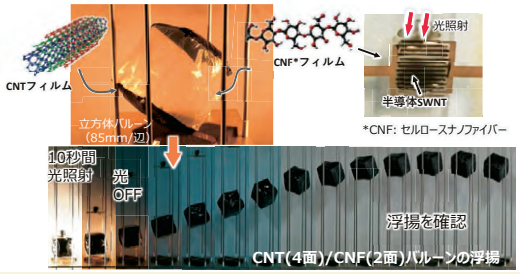
CNTバルーン

センサーデバイスを搭載した光で浮かぶCNTバルーンを開発

屋内向けドローンのニーズ
- 植物工場の受粉・モニタリング
- 老朽化インフラの管理・監視
- 防犯・高齢者・幼児みまもり,等

従来のドローンの課題
・騒音・風の発生
・落下時の危険性

■CNTの特異性を利用した新規ドローンの開発に成功



*CNF: セルロースナノファイバー

■CNTとCNFから構成された光浮揚バルーンの作製に成功
■CNF上にSWNT薄膜光センサーを作製・動作を確認

▶ 今後の展開

- 高度な計測技術と理論を融合したナノカーボン研究の推進
  - 機械学習を用いた熱電物性の予測
  - 貴金属ナノクラスター、金属ナノ微粒子の機能化
- CNTとセルロースを用いたオンペーパーエレクトロニクス研究の推進
- フレキシブル熱電デバイスの特性向上と社会実装に関する研究

連絡先：
山本貴博（部門長）
takahiro@rs.tus.ac.jp

ナノカーボン
研究部門HP

～ 界面科学研究部門で行われている先端界面計測の紹介 ～

研究推進機構　総合研究院　界面科学研究部門

研究概要

界面科学研究部門

界面　→「異分野を融合した時空間的な機能発現の場」
↓
新規な物性・機能・理論を創造
↓
新規機能性材料を開発

特徴
部門員の専門分野：化学・物理・バイオ・機械工学・先端計測・理論科学など広範

重点テーマ
「界面のダイナミクス」、「刺激応答界面」、「先端界面計測」
↓
部門員相互の情報交換および連携によって、界面現象に関する基礎から応用までの先端研究を実施

企業との連携、部門が中心になっての国際会議開催なども、積極的に実施

本発表
各種界面現象の解析、ならびにそれらを用いたonly at TUSの材料開発に欠かせない「先端界面計測」に関する部門員の研究事例について紹介

研究開発成果

液体中に分散されている粒子界面の姿を捉える！：Cryo-TEM （酒井秀樹）

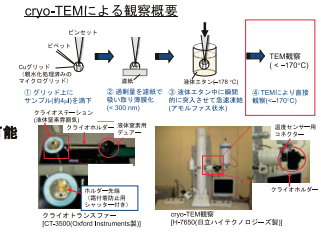
Cryo-TEMとは？

急速凍結により水溶液中の構造体をアモルファス状氷中に固定化させた後、凍結状態のままTEMによる直接観察

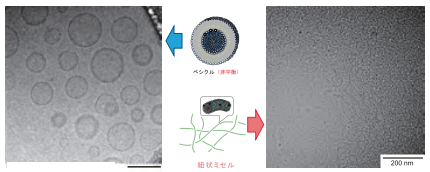
急速凍結直前に水溶液中に形成していた構造体を直接観察可能（より“生きた”像を観察できる）

従来のTEM観察法の問題点
1. 試料の乾燥が必要
2. 重金属による染色が必要
} 水溶液中の構造体が変化する恐れ

cryo-TEMによる観察概要



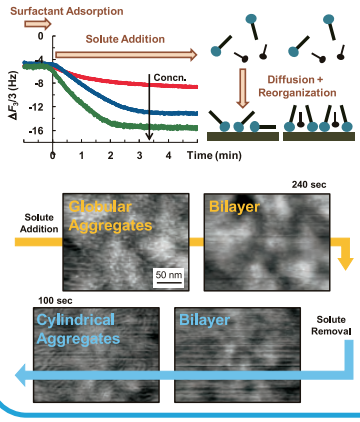
界面活性剤が形成する種々の分子集合体のCryo-TEM像



ベシクルのCryo-TEM像　紐状ミセルのCryo-TEM像

膜, **2019**, *2*, 76-84 （総説）

固／液界面の構造変化を高速で追跡：QCM-D + High Speed AFM （酒井健一）



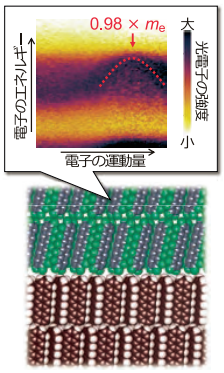
水晶振動子マイクロバランス（QCM-D）
多成分混合系による分子吸着膜の形成過程を「その場」解析

Colloids Surf. A **2017**, *520*, 231

高速原子間力顕微鏡（HS-AFM）
分子吸着膜の構造変化をリアルタイム解析

Chem. Commun. **2017**, *53*, 13172

高性能な有機半導体界面を「つくり」「はかる」：ARPES + GIXD (GIWAXS)（中山泰生）



角度分解光電子分光法（ARPES）
高秩序に整列した有機半導体結晶の「波」の状態を帯びた電子の「重さ」（＝どれだけ素早く動けるか）を計測

微小角入射X線回折法（GIXD）
有機半導体単結晶の表面上にエピタキシャル成長させた厚さ数分子の有機半導体薄膜の界面結晶構造を精密計測
（SPring-8 産業利用ビームラインの利用）

J. Phys. Chem. Lett. **2019**, *10*, 1312; プレスリリース→

今後の展開

・各部門メンバーが得意とする「界面科学的手法を用いたものづくり」に対して、上記や他の「先端界面計測」技術を適用することにより、only at TUSの技術として実用化に繋げて行きたい。

連絡先（部門長）：　理工学部先端化学科　酒井秀樹
E-mail: hisakai@rs.noda.tus.ac.jp

～ 遺伝子改変マウスの作製・供給・解析 ～

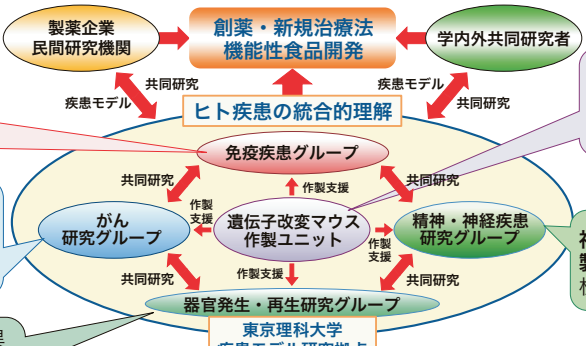
研究推進機構　総合研究院　ヒト疾患モデル研究センター

▶ 研究概要

キーワード

- 疾病関連遺伝子
- 遺伝子改変マウスの作製
- 疾患モデル動物の開発、供給
- 新規治療法、発症予防法の開発

ヒト疾患モデル研究センターの研究組織と役割



サイトカインや自然免疫受容体、シグナル伝達因子などの遺伝子欠損マウスを利用して、**自己免疫やアレルギー**に対する治療薬や機能性食品の開発を目指します。

疾病の発症に関与する可能性のある**遺伝子の遺伝子改変マウスの作製**を行ったり、**疾患モデル動物の供給**を行います。

がんの発生機序を分子、細胞、個体レベルで**解析**し、**発症に関与する遺伝子改変マウスを作製**し、遺伝子機能を解明する事により、治療法の開発を目指します。

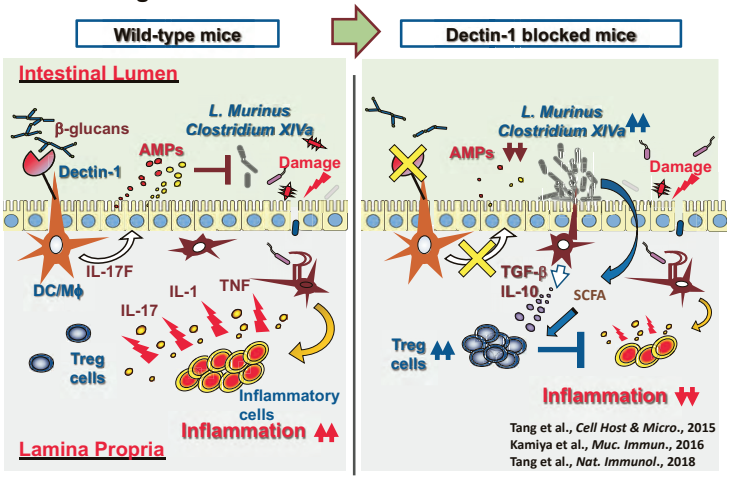
神経回路形成関連遺伝子改変マウス作製による精神・神経疾患発症機構の解析を行い、治療への応用を目指します。

器官形成と維持、**細胞小器官の運動**、及びその異常による**癌化プロセスに関与する遺伝子の改変マウスを作製**することにより、これらの遺伝子の機能解析を行い、治療への応用を目指します。

学内外の専門家から、センターの運営や、研究方針、個別の研究内容などについて**指導・助言**を受けます。

▶ 研究開発成果

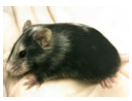
Dectin-1-IL-17Fシグナルを抑制すると腸内細菌叢が変化し、Treg細胞が増加するために、大腸炎が抑制される



ヒト疾患モデル研究センターの実績

遺伝子改変マウスの供給実績

	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度
国内	34件	22件	11件	26件	26件	24件
海外	49件	30件	40件	31件	17件	24件



発生工学研究支援事業実績

	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度
遺伝子改変マウス作製	1系統	9系統	10系統	9系統	14系統	2系統
凍結保存	25系統	25系統	48系統	28系統	27系統	50系統
凍結胚復元	14系統	7系統	9系統	3系統	13系統	4系統
SPF化	16系統	9系統	4系統	10系統	11系統	23系統

本学（薬学部、理工学部、基礎工学部）、東京大学、九州大学、鹿児島大学、佐賀大学、東北大学、三重大

▶ 今後の展開

疾病関連遺伝子の遺伝子改変マウスを作製 ➡ 疾病病理の理解と新規治療法や発症予防法の開発

フォーカスする領域 ： 癌、自己免疫、アレルギー、精神神経疾患の発症機構、器官形成と癌化
上記疾患と常在微生物叢との関連に注目

手法 ： 遺伝子、細胞、個体のレベルの解析に、遺伝子発現解析、単一細胞解析を取り入れる

学内外の研究者と連携を図りたいと考えていますので、お気軽にご連絡下さい。

センター長　生命医科学研究所 教授　岩倉 洋一郎
E-mail : iwakura@rs.tus.ac.jp, Phone : 04-7121-4104

～再生医療とDDSの融合研究～

研究推進機構　総合研究院　再生医療とDDSの融合研究部門

▶ 研究概要

【再生医療とDDSの融合研究部門の目的】

「新たな再生医療戦略の基盤を構築する」

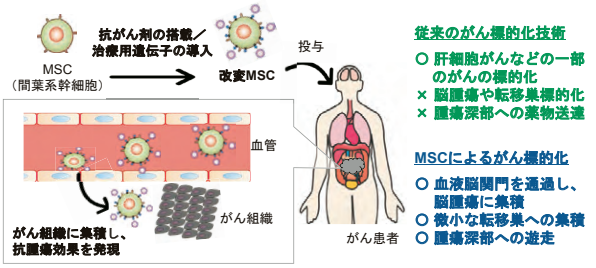
当部門では、さまざまな原因による不可逆性の臓器の損傷に対して、生物学･医学的知見と工学的技術を組み合わせることで、再生医療を用いた治療をより効果的に行う事が出来るようになるための戦略基盤を構築することを目指しています。

【再生医療とDDSの関係性】

- 再生医療は、自己組織中で細胞の増殖・分化を的確に誘導し、正常細胞や臓器を再生させる試み
- DDS（Drug Delivery System, 薬物送達システム）は薬物の患部への標的化と薬物の放出速度の制御を主として行うシステム
- 細胞増殖因子などの生物作用の発現には、標的部位に増殖関連因子を送達して徐放化するDDSが必要

▶ 研究開発成果

細胞表面修飾による間葉系幹細胞の機能化とがん標的治療法への応用



【研究目的】間葉系幹細胞を抗がん剤で修飾することによりがん抑制機能を付与し、細胞を利用したがん標的治療法を開発する。

Fig. 1. ABC法によるMSC表面への化合物修飾

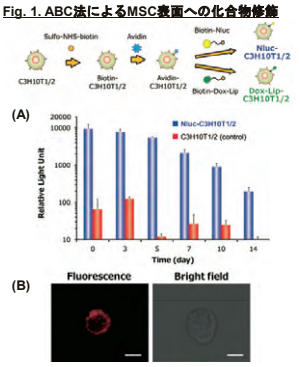


Fig. 1. アビジン―ビオチン複合体（ABC）法を利用したマウス間葉系幹細胞株C3H10T1/2細胞への化合物修飾。(A) ビオチン化NanoLuc ルシフェラーゼ（Nluc）を利用し、14日間の持続的なNluc修飾に成功した。(B) ビオチン化ドキソルビシンリポソーム（Dox-Lip）修飾の共焦点画像。Doxの赤色が細胞表面で観察された。

Fig. 2. Dox-Lip修飾MSCの抗腫瘍効果

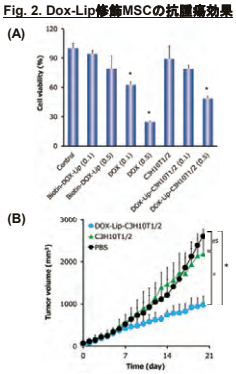
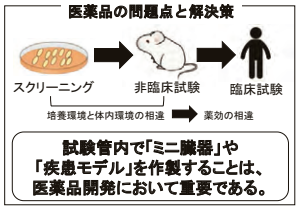
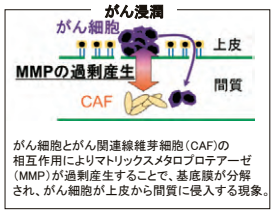


Fig. 2. Dox-Lip修飾MSCの抗腫瘍効果。(A) ルシフェラーゼ発現マウス結腸癌細胞株colon26/luc細胞をDox-Lip-C3H10T1/2細胞と共培養することで、colon26/luc細胞の生存率は有意に低下した。(B) Dox-Lip-C3H10T1/2細胞を腫瘍内投与したcolon26/luc担癌マウスにおけるがんの増殖は有意に抑制された。

ABC法を利用して抗がん剤封入リポソームを修飾した間葉系幹細胞はがん治療に有用であることが示された。

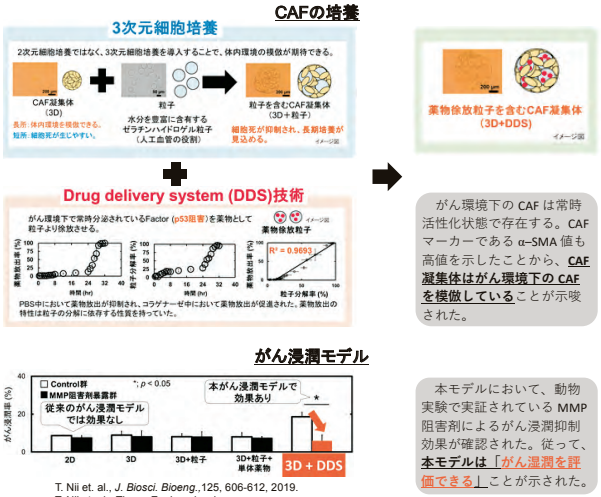
「細胞を元気づける」DDS技術と組織工学技術を融合させた抗がん剤スクリーニングモデルの創製





がん細胞とがん関連線維芽細胞（CAF）の相互作用によりマトリックスメタロプロテアーゼ（MMP）が過剰産生することで、基底膜が分解され、がん細胞が上皮から間質に侵入する現象。

【研究目的】がんの浸潤を試験管内で再現したモデルを作製し、抗がん剤スクリーニングに応用させる。



がん環境下の CAF は常時活性化状態で存在する。CAF マーカーである α–SMA 値も高値を示したことから、**CAF 凝集体はがん環境下の CAF を模倣している**ことが示唆された。

本モデルにおいて、動物実験で実証されている MMP 阻害剤によるがん浸潤抑制効果が確認された。従って、**本モデルは「がん浸潤を評価できる」**ことが示された。

T. Nii et. al., *J. Biosci. Bioeng.*,125, 606-612, 2019.
T. Nii et. al., *Tissue Engineering*, in press
特願2019-170706

がん浸潤を評価できるモデルの作製に成功した。

▶ 今後の展開

- 皮膚透過性を改善した経皮投与用微粒子製剤の開発
- 感温性微粒子の開発
- ナノ構造化核酸を基盤とする疾患治療システムの開発
- 鼻粘膜を介した新規中枢デリバリー技術の開発
- 難治性の気道粘産生亢進に関する研究
- 薬剤耐性解除作用を有する天然有機化合物の合成
- ハイドロゲル製剤の開発
- 医薬品共結晶に関する研究

TEL：04-7121-4157
FAX：04-7121-4159
e-mail：ddsj@rs.noda.tus.ac.jp
部門長：牧野　公子

～ 理工学的知見を基盤とする新たな農業システムの構築 ～

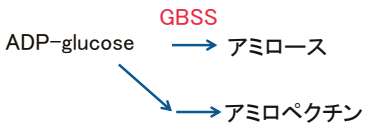
研究推進機構　総合研究院　アグリバイオ工学研究部門

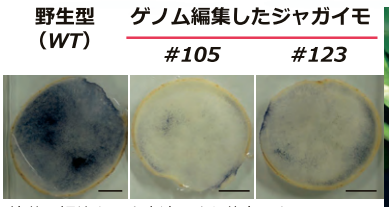
▶ 研究概要

持続的で安定的な穀物生産を目指し、細胞レベル、個体レベル、集団レベルの観点で植物機能を検証し、生産性に関わる諸因子の機能向上を図った。このための鍵となる技術開発を実施した。ここでは、ゲノム編集技術の開発とそれを活用した新しい作物の開発、植物と生産環境に生息する様々な生物種との相互作用を活用した環境負荷の少ない農業システムの開発について述べる。

▶ 研究開発成果

ゲノム編集によって作出した低アミロース・ジャガイモの作出
-- 生物工学科・島田浩章

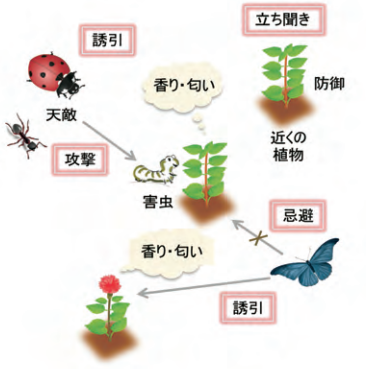




塊茎の切片をヨウ素液により染色した。
ヨウ素デンプン反応によりアミロース量を調べた。

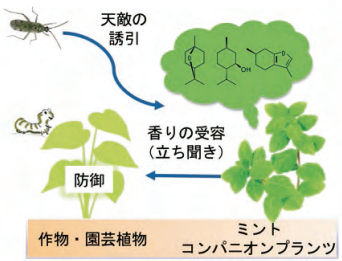
GBSSを破壊すると低アミロース変異体（アミロース含量が減少したデンプンを産生する）となる。ジャガイモのゲノム編集方法を改良し、高効率で変異体を作出した。その結果、モチモチしたジャガイモができた。

生物間コミュニケーションを活用した植物防御システムの開発
-- 生物工学科・有村源一郎



ミントをコンパニオン植物として利用した生産システムの開発

ペパーミントから放出される
香気成分を活用したアブラナ科野菜の害虫防除技術
（特許出願番号：2017-214231）



健康増進効果をもつ二次代謝化合物を生産する植物の開発

具体例
・ペタレイン（植物色素）を大量に含むトマトの抗炎症機能
・シソ香気成分による腸内環境の改善

食害された植物は、天敵を誘引する匂い物質を発散する。ミントが放出する物質は害虫を忌避するとともに、天敵を誘引する。ミントと一緒に育てた作物は害虫による食害が抑えられることがわかった。また、植物が作る香気成分は我々の健康を増進する効果を有することもわかった。

▶ 今後の展開

・ゲノム編集作物の実用化
　工業用途、育種素材としての開発　→→　食品としての利用へ
　そのための性能評価と安全性評価、社会実装にむけた様々な取り組みを実施する予定である
・アグリ・アロマ植物、メディカル・アロマ植物の実用化
　農業現場へ展開し、高付加価値作物としての市場性を付与する

部門長　基礎工学部　生物工学科　島田　浩章
Mail : shimadah@rs.tus.ac.jp

～ 脳学際研究部門における基礎研究の現状 ～

研究推進機構　総合研究院　脳学際研究部門

設置期間：
2016年4月1日～2021年3月31日

▶ 研究概要

神経科学（脳科学）は、21世紀に飛躍的な発展が期待されている科学分野である。

- **脳を知る→心の成り立ちの理解へ**
- **脳の健康を守る→超高齢化社会における生活の質の向上へ**
- **脳の情報処理の仕組みを活かす→革新的な技術の創出へ**

本部門は，神経科学を追究する学内の研究者が強力に連携し，理科大発の創造性あふれる研究成果の発信をめざす。

脳と神経情報・システムの多分野融合型研究開発基盤

① 脳の健康と疾患メカニズム　② 脳の情報とシステム　③ 脳の計測と技術開発

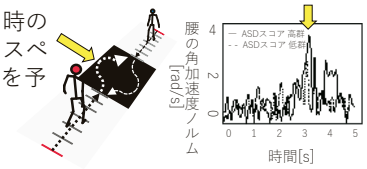
BIRD 東京理科大学 脳学際研究部門
Brain Interdisciplinary Research Division (BIRD)
HP http://www.rs.tus.ac.jp/bird/

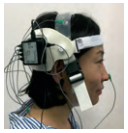
▶ 研究開発成果

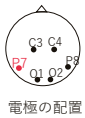
1．歩行時の内因的な基本動作の認証・認識による個人の性格特性の検出

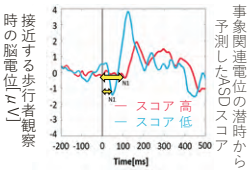
連携研究：市川（理工教養）・竹村（理工機械工）・浦川/荒木（理一応物）

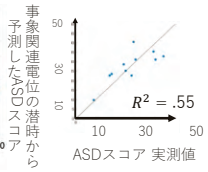
●**これまでの成果**：すれ違い時の腰の角加速度の増加が、自閉スペクトラム症ASDの診断スコアを予測できることを解明
→しかし，そのしくみは？




ワイヤレス脳波計





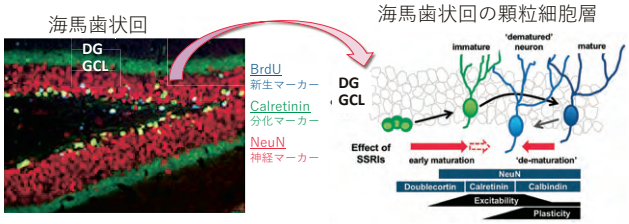


●**実験：歩行動作の個人差は脳活動の個人差に由来することを解明**
歩行動作の個人差は接近する他者を知覚することの遅れに起因するか脳波計を装着して解析し，自閉症特性が高いと接近運動への反応が遅いことを解明した。

2．抗うつ治療薬の海馬記憶神経回路への作用機序と新規情動治療薬の創薬

連携研究：瀬木（基礎工生物工）・斎藤/山田（薬学）

海馬歯状回(DG)の顆粒細胞層(GCL)は，新しい体験や環境等の刺激で神経新生が起きる場（新しい細胞が誕生する場）で，この現象は記憶や認知に重要ある。



●**実験１：抗うつ薬の海馬神経回路における作用機序（遺伝子発現とDG顆粒細胞の神経新生の変化）を解明**

●**実験２：オピオイドδ受容体の作動原理を解析し，新規抗うつ/抗不安薬の創薬へ**

▶ 今後の展開

【問合せ先】部門長：古市（理工） tfuruichi@rs.tus.ac.jp

1．脳の発達，記憶・認知，及び情動の基本メカニズムの解明とその疾患の治療戦略
【キーワード】脳発達と障害，うつ病，アルツハイマー型認知症，海馬神経回路，シナプス可塑性，記憶の形成と想起，海馬神経新生，細胞内輸送，抗うつ治療，オピオイド受容体，抗不安・抗うつ薬，創薬

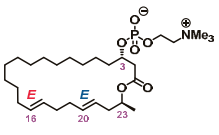
2．認知の神経情報処理機構の解明と数理モデルの構築
【キーワード】視覚認知，脳波計測，曖昧画像の視知覚形成，視覚ミスマッチ処理，機械学習，居眠り運転検知，線形ダイナミクス，認知神経回路の数理モデル，ニューロンモデル，非線形ダイナミクス

3．脳内部状態と行動表出の関連解析，および計測・評価の技術開発
【キーワード】内因的な基本動作の認証，性格特性の検出，脳内血流動態，スパースモデリング解析，経頭蓋磁気刺激法，一次運動野の領域間連携，睡眠紡錘波，無線小型脳光刺激装置，無線脳波計測装置

～天然マクロライドの人工合成による新規抗菌性物質群の創製～

実践的有機合成を基盤としたケミカルバイオロジー研究部門

▶ 研究概要



(3S,16*E*,20*E*,23S)-(+)-eushearilide

Eupenicillium shearii
(Isolated by Hosoe *et al.*
J. Antibiot. **2006**, *59*, 597-600.)

【背景】 ユーシェアリライドは2006年に星薬科大学の細江らにより、青かびから単離・構造決定された天然マクロライドである。病原性真菌に対する抗真菌活性が見出されていたが、正確な分子構造が不明であったため、創薬展開は難航していた。

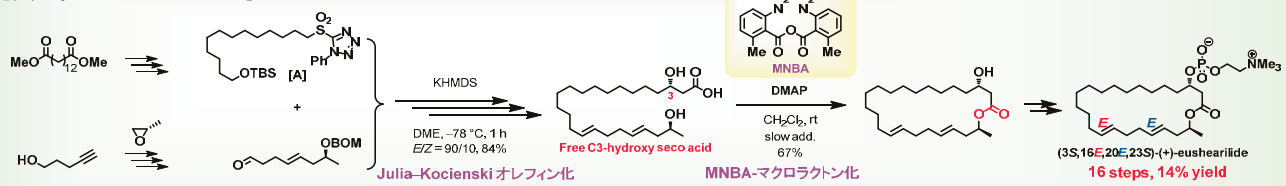
【目的】 ユーシェアリライドの全合成法を確立することで、類縁物質の量的供給ならびに創薬展開を可能とする。

【結果】 効率性に優れた全合成法を開発し、絶対構造の決定に成功した。合成したユーシェアリライド類縁物質の中に天然物の活性を凌駕する化合物を見出した。これら物質群は今後の創薬展開のリード化合物として有用である。

▶ 研究開発成果

（2-1）ユーシェアリライドの全合成と絶対構造の決定

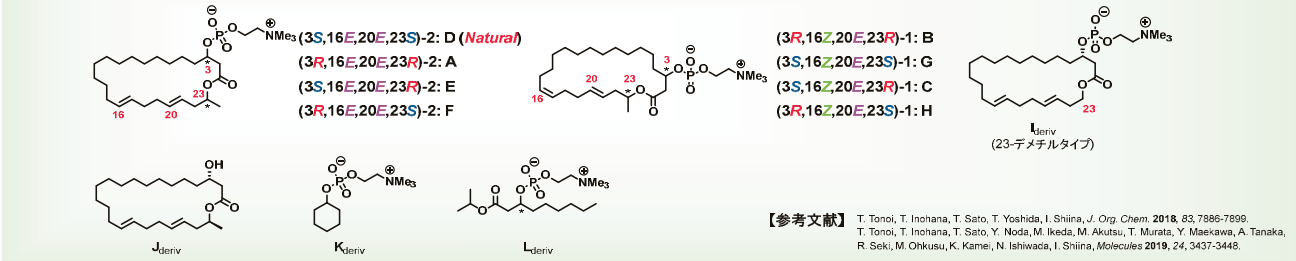
【収束的なユーシェアリライドの全合成】



【参考文献】 T. Tonoi, R. Kawahara, Y. Yoshinaga, T. Inohana, K. Fujimori, I. Shiina, *Tetrahedron Lett.* **2015**, *56*, 1356-1359.
T. Tonoi, R. Kawahara, T. Inohana, I. Shiina, *J. Antibiot.* **2016**, *69*, 697-701.

（2-2）ユーシェアリライド類縁物質の合成と抗菌活性評価

【合成されたユーシェアリライド類縁物質】



【参考文献】 T. Tonoi, T. Inohana, T. Sato, T. Yoshida, I. Shiina, *J. Org. Chem.* **2018**, *83*, 7886-7899.
T. Tonoi, T. Inohana, T. Sato, Y. Noda, M. Ikeda, M. Akutsu, T. Murata, Y. Maekawa, A. Tanaka, R. Seki, M. Ohkusu, K. Kamei, N. Ishiwada, I. Shiina, *Molecules* **2019**, *24*, 3437-3448.

【抗菌活性評価結果】

	concentration (MIC)[a] (μg/mL)								
真菌類	A	B	C	D	E	F	G	H	I_{deriv}
Candida albicans IFM 60662 (カンジダ菌)	8< (24 h)	8 (48 h)	4 (48 h)	8 (24 h)	8 (24 h)	8< (24 h)	2 (48 h)	8 (48 h)	8 (24 h)
Candida albicans IFM 60663 (カンジダ菌)	8< (24 h)	4 (48 h)	4 (48 h)	8 (24 h)	8 (24 h)	8 (24 h)	4 (48 h)	4 (48 h)	8 (24 h)
Candida albicans IFM 60664 (カンジダ菌)	8< (24 h)	4 (48 h)	4 (48 h)	8 (24 h)	8 (24 h)	8< (48 h)	4 (48 h)	4 (48 h)	8 (24 h)
Cryptococcus neoformans H99 (担子菌)	4 (72 h)	4 (72 h)	2 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	8< (72 h)
Cryptococcus neoformans T46 (担子菌)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	8< (72 h)
Cryptococcus neoformans B4500 (担子菌)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	4 (72 h)	8< (72 h)

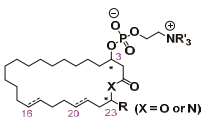
[a]The concentration of the antibiotic that are necessary to inhibit the growth of the microorganism.

	concentration (MIC)[a] (μg/mL)											
細菌類	A	B	C	D	E	F	G	H	I_{deriv}	J_{deriv}	K_{deriv}	L_{deriv}
MRSA 0603（メチシリン耐性菌）	16	16	16	32	16	16	16	16	32	64<	64<	64<
MSSA 0702（メチシリン感受性菌）	32	16	16	16	16	16	64<	64<	16	64<	64<	64<
MSSA 1504（メチシリン感受性菌）	32	16	16	16	16	16	16	16	16	64<	64<	64<
GAS 1102（A群溶連菌）	4	64<	64<	16	16	8	64<	64<	16	64<	64<	64<
GBS 15012（B群溶連菌）	32	64<	64<	32	32	16	64<	64<	64	64<	64<	64<
SP 16P62（肺炎連鎖球菌）	ND[b]	32	32	ND[b]	ND[b]	ND[b]	32	32	32	64<	64<	64<

[a]The concentration of the antibiotic that are necesssary to inhibit the growth of the microorganism.
[b]Not Done.

- ユーシェアリライドは、白癬菌やカビ等の**真菌類**のみならず、黄色ブドウ球菌や腸球菌等の**細菌類**に対しても強い抗菌活性を示すことを見出した。
- **メチシリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）、VRE（バンコマイシン耐性腸球菌）**ならびに**A群連鎖球菌（GAS）**等の重要な**病原性細菌類に対する活性**が初めて見出された。

▶ 今後の展開



ユーシェアリライド類縁体の構造式

- ☑ ユーシェアリライド類縁物質の合成ならびに活性評価を進める。
  ① 23位置換タイプ、② 16位、20位飽和・不飽和タイプ、
  ③ 16位、20位酸化タイプ、④ 環拡大・環縮小タイプ、⑤ ラクトン・ラクタムタイプ
- ☑ 構造活性相関研究による構造最適化、さらに臨床前段階までの薬理評価を一貫して実施することで、臨床使用に耐え得る抗菌性医薬品の迅速な創出を目指す。

[連絡先]
東京理科大学理学部応用化学科　教授
ケミカルバイオロジー研究部門　部門長
椎名 勇

〒162-8601 東京都新宿区神楽坂1の3
Tel: 03-5228-8263（直通）
Fax: 03-3260-5609（直通）
E-mail: shiina@rs.kagu.tus.ac.jp

日本の薬物治療を変えるアカデミック・ディテーリング
～基礎薬学を臨床につなぎ最適処方を提案～

研究推進機構　総合研究院　アカデミック・ディテーリング・データベース部門

▶ 研究概要

1. アカデミック・ディテーリングとは

◆コマーシャルベースではない公正中立な根拠に基づく医薬品の情報提供を医師に対して行うことであり、海外ではアカデミック・ディテイラーとして薬剤師が活躍しています。

2. アカデミック・ディテーリング支援医薬品比較システムの開発

◆米国では医薬品情報を活用しやすく加工した配信システムが整備され、薬剤師はベッドサイドでシステム活用により、医薬品を比較し処方提案しています。日本でもアカデミック・ディテーラーが活用できるわかりやすいシステムを開発しています。

図１．医薬品検索画面

添付文書比較

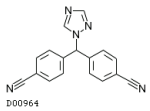
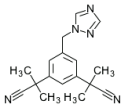
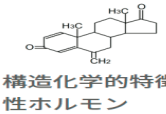
項目	フェマーラ錠２．５ｍｇ	アリミデックス錠１ｍｇ	アロマシン錠２５ｍｇ
構造式			
	D00964	D00960	構造化学的特徴：性ホルモン
半減期 hr	68.6(2.5mg)	52.5(0.5mg)，56.3(1mg)	22.5(25mg)

図２．医薬品の比較情報を一覧表示

3. アカデミック・ディテーリング養成プログラムの開発

◆日本版アカデミック・ディテーリングは、基礎を臨床につなぐ科学的視点を強化することを特徴とし、さらにエビデンスを活用した公正中立な医薬品比較情報を、能動的に発信する新たな医薬品情報提供アプローチです。

◆医薬品比較システムをアカデミック・ディテーリングに活用

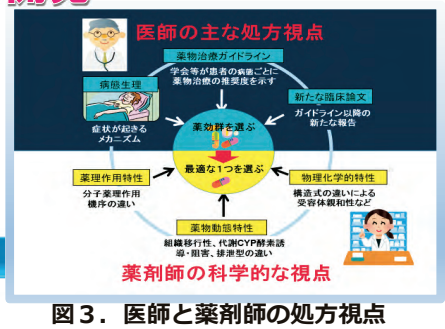


図３．医師と薬剤師の処方視点

▶ 研究開発成果

◆本邦初アカデミック・ディテーラー輩出

アカデミック・ディテーリング効果に関する研究

◆医師にアカデミック・ディテーリングを行うことにより、医師の処方行動にどのような影響を与えるか研究を行います。

★研究のゴール

アカデミック・ディテーリングの普及により、最適な処方につなげ、日本の薬物治療の質の向上に貢献する。

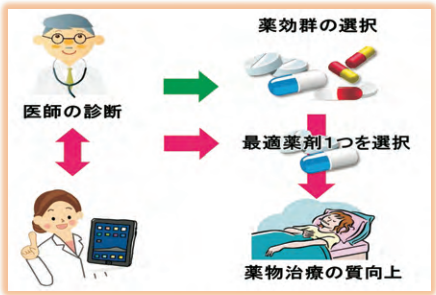


図４．日本のアカデミック・ディテーリング・イメージ

▶ 今後の展開

創薬データベースを医薬品につなぎ、アカデミック・ディテーリング支援システムの充実を図る

研究問い合わせ先：東京理科大学薬学部　小茂田昌代 (Email: komo1207@rs.noda.tus.ac.jp)

～ 核酸創薬研究部門における基礎研究の現状 ～

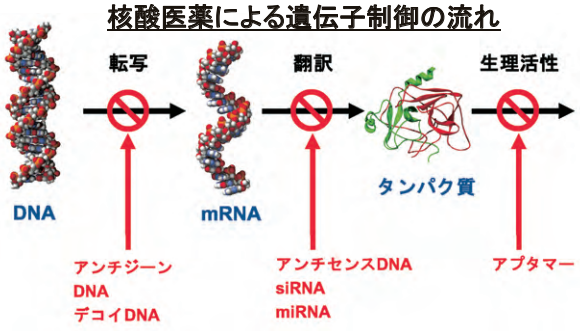
研究推進機構　総合研究院　核酸創薬研究部門

▶ 研究概要

核酸医薬は、低分子医薬、抗体医薬に次ぐ次世代の医薬として注目されています。本部門では主に、
(1) 核酸医薬の本体となる人工核酸として有望な、ボラノホスフェートDNAの立体選択的合成
(2) 核酸ナノ構造体の形成を通じた、核酸医薬の効率的なデリバリー技術の開発
を通じて、理科大発の核酸医薬の開発を目指しています。

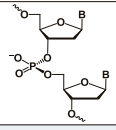
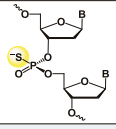
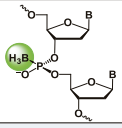
(学術雑誌)
Hara, R. I.; Saito, T.; Kogure, T.; Hamamura, Y.; Uchiyama, N.; Nukaga, Y.; Iwamoto, N.; Wada, T. *J. Org. Chem.* **2019**, *84*, 7971-7983.
Komura, F.; Takahashi, Y.; Inoue, T.; Takakura, Y.; Nishikawa, M. *Nucleic Acid Ther.* **2019** *in press*
(特許出願)
PCT/JP2017/040469

核酸医薬による遺伝子制御の流れ

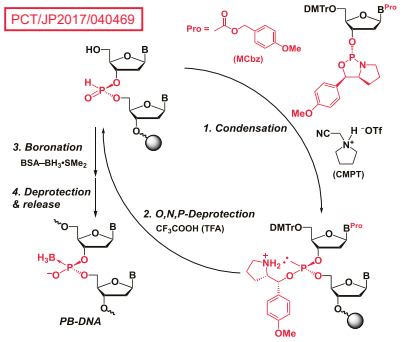


▶ 研究開発成果

(1) 安定性向上と副作用低減を実現する新たな人工核酸の創製

	PO-DNA 天然型	PS-DNA 核酸医薬のスタンダード	PB-DNA 新規核酸医薬候補分子
化学構造式			
標的遺伝子への結合能	++	+	+
遺伝子抑制活性	++	+	+
生体内での安定性	- -	+	++
タンパク質との相互作用	+	++ (副作用の原因)	- -

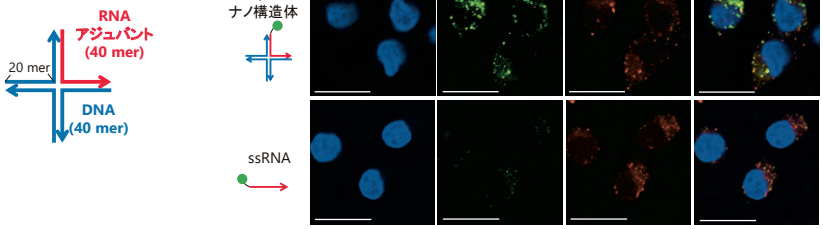
核酸医薬として魅力的な性質を有するPB-DNAに注目



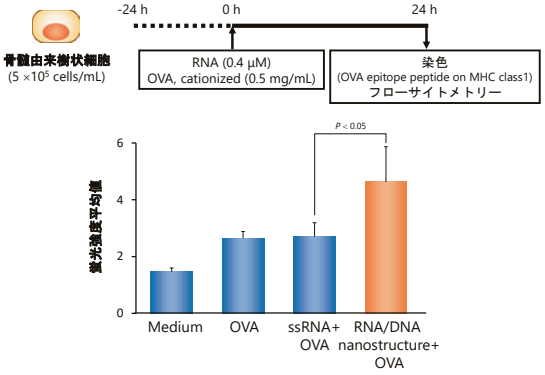
PB-DNAが持つ二つの立体異性体を作り分ける手法を確立

Hara, R. I.; Saito, T.; Kogure, T.; Hamamura, Y.; Uchiyama, N.; Nukaga, Y.; Iwamoto, N.; Wada, T. *J. Org. Chem.* **2019**, *84*, 7971-7983.

(2) 効率的なDDSを実現する核酸ナノ構造体



RNA/DNAナノ構造体とすることで、細胞取り込み効率が向上



RNA/DNAナノ構造体により、樹状細胞の抗原提示性が向上

Komura, F.; Takahashi, Y.; Inoue, T.; Takakura, Y.; Nishikawa, M. *Nucleic Acid Ther.* **2019** *in press*

▶ 今後の展開

- ボラノホスフェートDNAを用いた細胞、動物実験レベルでの遺伝子抑制効果、副作用の評価
- 核酸ナノ構造体を用いた各種モダリティーへの展開
- 具体的な標的（乳がん、皮膚創傷など）を定めたメンバー間での共同研究

お問合せ先：東京理科大学薬学部生命創薬科学科　和田猛：twada@rs.tus.ac.jp　佐藤一樹：kazuki_sato@rs.tus.ac.jp

～進化の過程では生まれなかった新しい細胞を作る～

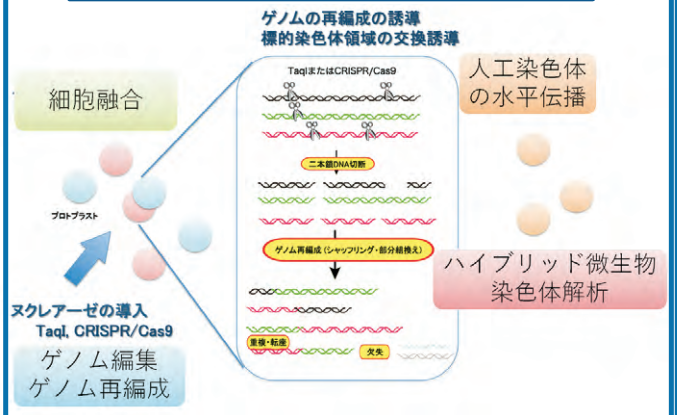
研究推進機構　総合研究院　合成生物学研究部門

▶ 研究概要

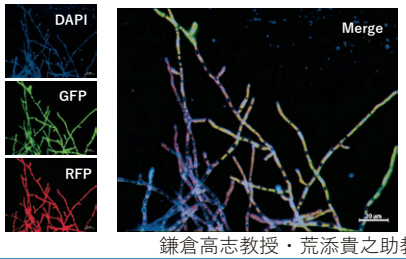
- 植物ゲノムモジュールを動物ゲノムに移植することで、動物細胞に新機能を付与する。
- ゲノム工学や細胞融合により、有用物質生産を可能にするゲノムハイブリッド細胞を創成する。
- ゲノムハイブリッド細胞によりスフェロイドやオルガノイド作製を促進する。

▶ 研究開発成果

細胞融合とゲノム編集により新種微生物を創り出す

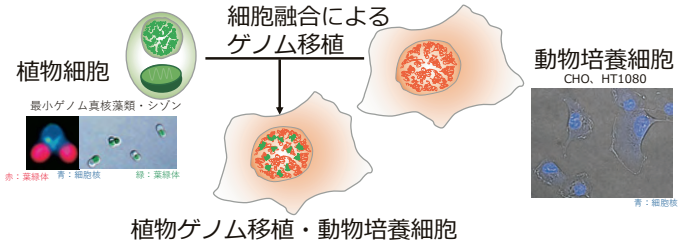


いもち病菌をモデルとした細胞融合系の確立

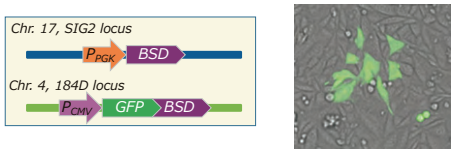


鎌倉高志教授・荒添貴之助教　研究成果

16億年前に分かれたゲノムを植物界から動物界に移植する

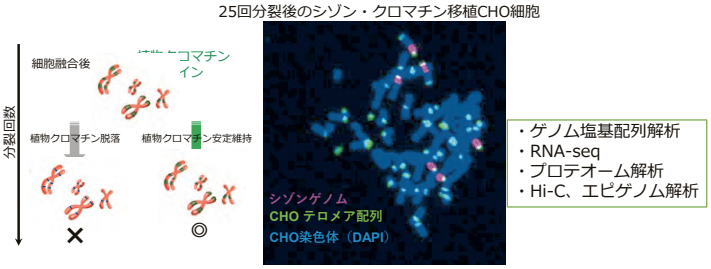


植物ゲノム移植・動物培養細胞



シゾン・クロマチン
移植CHO細胞

25回分裂後のシゾン・クロマチン移植CHO細胞



松永幸大教授・坂本卓也助教　研究成果

▶ 今後の展開

- 動物細胞内で光合成を作動させて、従属栄養生物を独立栄養生物に変換する技術を開発する。
- ゲノムハイブリッド法により有用物質を生産する新しい微生物を創り出す。
- 幹細胞を用いたゲノムハイブリッド細胞を作製して、人工臓器作成に貢献する。

【連絡先】
理工学部応用生物科学科　松永幸大
電話: 04-7124-1501（内線4650）

～ 界面熱流体現象の理解と応用 ～

研究推進機構　総合研究院　マルチスケール界面熱流体力学研究部門

部門長：工学部 機械工学科 元祐昌廣

▶ 研究概要

＜研究部門の位置付け＞

- 移動・変形を伴う界面が関係する熱流体現象は多重スケール階層性を含み，学術体系が未確立
- 本部門は，界面熱流体を扱う随一の研究拠点の確立を目指して設立
- 国内外の研究者との相互派遣を継続しつつ，有機的な連携体制の下，研究を推進

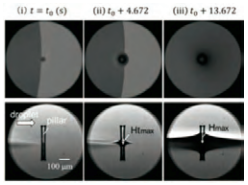
＜研究内容＞

- 微小物体との干渉を含んだ「動的濡れ」における固気液3相境界ダイナミクスの解明 → 親水・疎水複合状態における動的濡れの学理構築（成果1）
- 物性分布が存在する系における流動現象を利用した液滴や粒子の制御
- 流れ中での細胞とタンパク質との結合と動態の評価と応用 → 赤血球細胞膜タンパクと抗体との結合現象と凝集体の検出（成果2）

▶ 研究開発成果

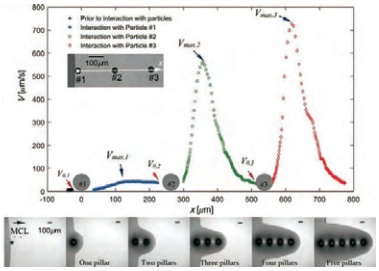
1. 界面進展（濡れ拡がり）の促進挙動の解明　（上野，塚原，元祐）

親水面上に疎水性の微小構造体が存在すると「動的濡れ」は局所的に著しく促進される

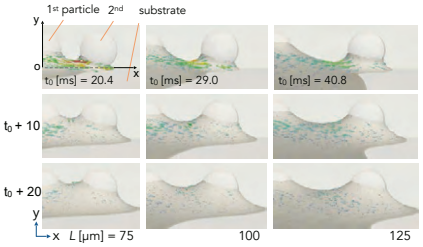


→ 新規液体ポンピング技術への期待

複数の構造体と動的濡れの挙動

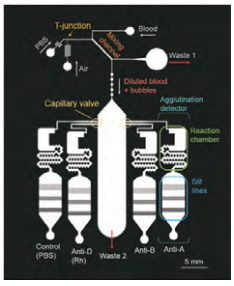


数値計算コードの開発



2. 界面制御を駆使した血液型判定チップ　（元祐，山本）

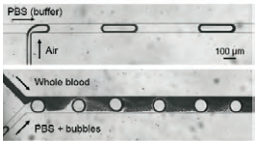
オンチップ血液型判定用マイクロ流体デバイスの開発



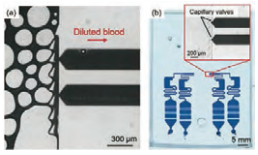
＜特徴＞

- 希釈，混合，反応，検出をワンチップで実現
- 血液導入から数分で結果
- 目視で判定可能
- 結合体を幅の異なるスリットで捕捉して検出
- 血球の凝集度合も識別

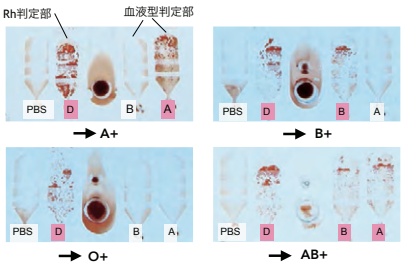
気泡流を用いた混合・撹拌



キャピラリーバルブによる流体制御



検証実験結果



→ 目視で判定可能（判定精度100%）

▶ 今後の展開

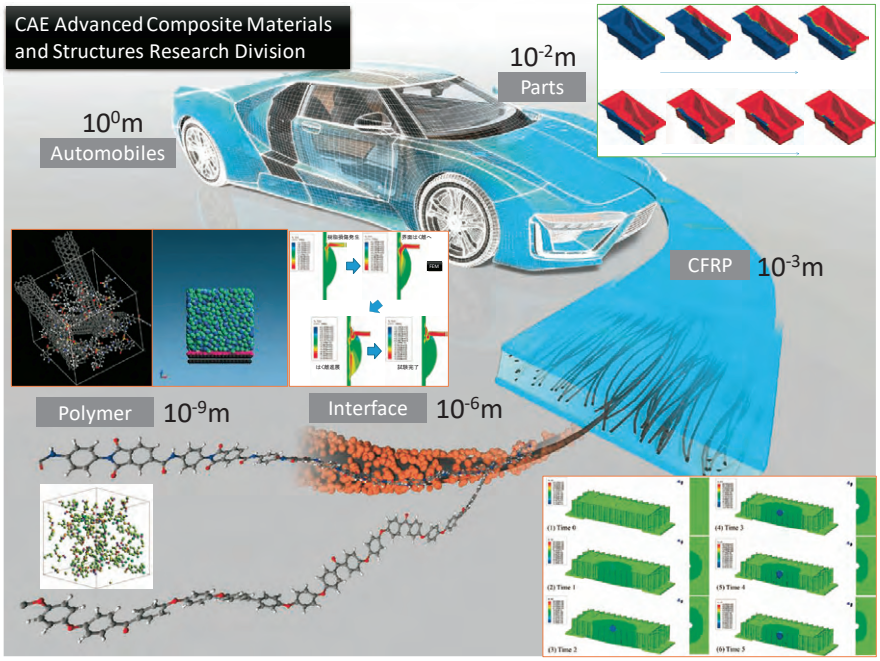
- より大きなスケールへの階層性や相変化を含んだ問題への展開
- メンバー間の連携によるシナジー効果のさらなる促進
- 学内他部門・センターとの連携強化

連絡先：i2plus@rs.tus.ac.jp

～次世代自動車部品への適用を目指すCFRPのマイクロメカニクス～

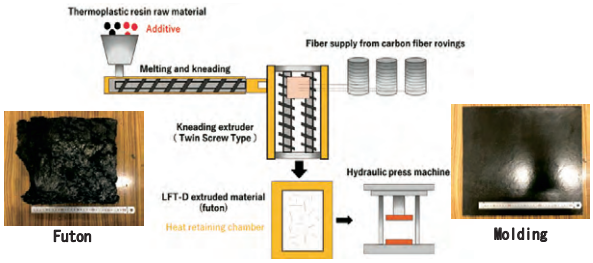
研究推進機構　総合研究院　先進複合材料・構造CAE研究部門

▶ 研究概要

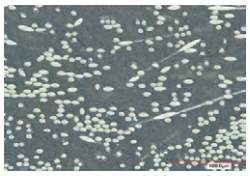


部門のコンセプト：

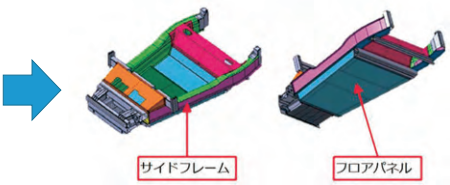
- 21世紀の材料と言って過言ではない炭素繊維強化プラスチック（CFRP）を題材とする。
- 近年主流の一つとなったCAE技術を用いた工学研究を実施する。
- 共同研究を通して，産業と強い連携を構築する
- 「手に職」をモットーに近年需要が増えてきたCAE技術者を育成し，産業へ輩出する。
- 成型～破壊までに関して、マルチスケール解析を駆使し、分子レベル～構造レベルまでを取り扱う。
- 数値シミュレーションを活用して、実験コストを大幅カット！



次世代自動車のパーツの健全性をマイクロスケールから調査



CFRP顕微鏡写真



▶ 研究開発成果

- 名古屋大学NCC（ナショナルコンポジットセンター）、金沢工業大学ICC（イノベーティブコンポジットセンター）、重工メーカー、自動車メーカー、CFRPメーカー、建設会社、シミュレーションソフトメーカー、部品メーカー等との共同研究
- 自動車への熱可塑CFRP適用を目的としたCFRPの評価を実施
- ボルトレス接合を目指した熱可塑CFRPの超音波溶着に関する数値解析を実施
- CFRP製の高強度ロープの力学特性に関する研究を実施

▶ 今後の展開

- 上記の中規模な共同研究を継続しながら，一つの大きな研究に着手．内容は熱可塑CFRPの成形に関する研究．大型設備を野田に導入，産業との連携を図りながらCAE技術を駆使して高効率なCFRP成形手法を確立する．
- 研究グループ全体での年間獲得予算6000万円を目指し（現在約4000万）、到達した段階で研究センターの立ち上げを図る。

連絡先：部門長：荻原慎二教授　理工学部　機械工学科　ogihara@rs.noda.tus.ac.jp (04-7124-1501)
幹事：小柳潤准教授　基礎工学部　材料工学科　koyanagi@rs.tus.ac.jp　(03-8567-1411)

～ 火災科学研究所における建築・都市の火災科学研究 ～

研究推進機構　総合研究院　火災科学研究所

火災の科学は総合的な研究
＝　幅広い領域の研究を
　　“火災”という視点から統合する

国内・アジア随一の火災実験施設を
活用した共同利用・共同研究を推進
＜火災安全科学研究拠点＞

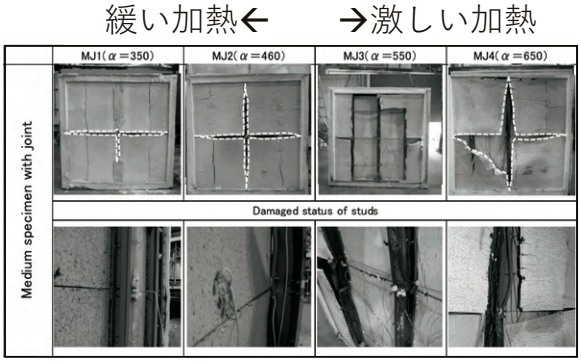
▶ 研究概要

建築・都市の火災リスクを低減する研究
- 高層建築物等における避難安全
- 火災による倒壊防止、上階延焼の防止等の性能評価・設計

潜在的火災リスクを探求する研究
- 太陽光発電、原子力施設などエネルギー関連の火災安全
- 高速輸送（新幹線，航空等）の軽量化に伴う火災危険

▶ 研究開発成果

①火災による多様な火熱を受けた乾式間仕切壁の耐火性能の予測



強化せっこうボードの熱収縮の影響

②消防隊員の熱中症予防技術

（東京消防庁との共同研究）

▶ 今後の展開

- 性能的な火災安全設計に資する研究開発
- 共同利用・共同研究による技術開発の促進
- 建築基準法に基づく指定性能評価機関としての業務

連絡先：萩原一郎
ihagiwra@rs.tus.ac.jp

～極限的な閉鎖環境において人間が長期間滞在するために必要な技術～

研究推進機構　総合研究院　スペース・コロニー研究センター

▶ 研究概要

宇宙で暮らすための技術

地上の様々な分野での技術を集結させ、宇宙で快適に暮らすにはどうすればいいかを研究。
また、宇宙で活用できる技術は地上でも有用な技術となり、災害や食料など様々な地上の問題も解決する。

▶ 研究開発成果

■人間らしく暮らす

↳ **スペースQOL・システムデザインチーム**

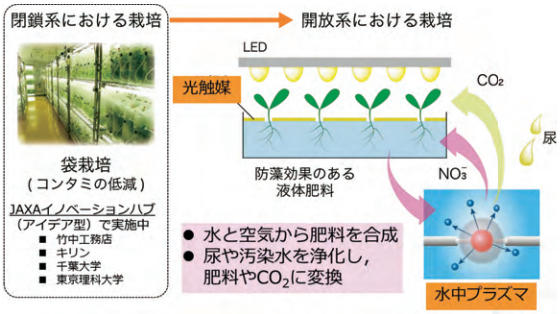
宇宙で長期間滞在中の健康管理や、快適に生活するために必要なシステム設計、必要技術の抽出

2019年7月東京理科大学、清水建設(株)、JAXA
共同でスペースコロニーデモモジュールを設置
今後はモジュール内での実証実験を検討中

■食

↳ **スペース・アグリ技術チーム**

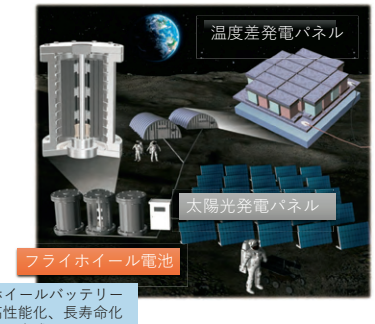
水中プラズマ技術と光触媒技術を併用し、資源が欠乏する閉鎖空間でも自給自足でき、かつ衛生面に配慮したスペースアグリ要素技術の開発



■電気

↳ **創・蓄エネルギー技術チーム**

放射線耐久性に優れた材料による高効率かつ高出力な太陽電池、夜間にも発電可能な室内外温度差での熱電池発電システム及び太陽電池・熱電池に連携したフライホイール型高エネルギー密度蓄電システムの開発

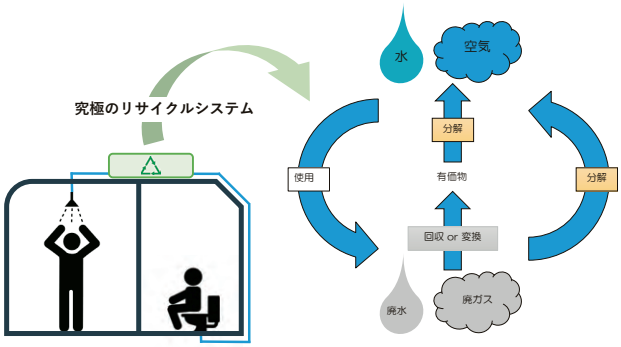


CFRPフライホイールバッテリーシステムの高性能化、長寿命化に対する試作品完成

■環境維持リサイクル

↳ **水・空気再生技術チーム**

閉鎖空間内で利用される水や空気に含まれる人体や装置等から排出された物質を、光触媒等の機能性材料を用いて分離・変換し再生利用することで、閉鎖空間内の環境維持を行うシステムの開発



▶ 今後の展開

・地上の社会問題を解決するために、技術を民間企業に移転し社会実装

・月面都市(ルナ・シティー)をモデルとした、地球・月(宇宙)での持続可能な社会基盤構築研究

【お問い合わせ】
東京理科大学　研究推進機構　総合研究院
スペース・コロニー研究センター
E-mail : rcsc@rs.tus.ac.jp
最新情報はこちらから
https://www.tus.ac.jp/rcsc/

～ ものこと双発のコンセプト創造と5G世代への展開 ～

研究推進機構　総合研究院　ものこと双発研究部門

▶ 研究概要

◎　ICT の進化➔ 有形／無形の価値提供システム(共創・提供)を現出
　　これらはもはや従来の産業構造では分類できない
◎　日本の得意とする(従来型）ビジネスモデル➔　品質・コスト・大量供給（QCD）
　　新興勢力の台頭で苦戦を強いられる。　　その一方で
◎　新たな仕組や価値提供をする企業がグローバルに台頭（GAFA等)。
　　日本国内企業・産業は　ICT による新しいビジネス展開の波に乗り切れてないため
　　新たな暮らし、ビジネスのあり方を提案に至らず　　その結果
◎　他国先導のICT インフラを部分的に享受する“ものづくり”に停留

そこで

◎　製品（もの）は総合的な価値提案の中の一要素に過ぎない！
　　新しい“こと”を届ける➔ 新しい“もの”が必要　新しい“もの” を創る➔ 新しい“こと”が必要
　　“ものづくり”＆“ことづくり”　“もの”と“こと”による協働
　　多くの事業者同士が協業するスキームの創造　現実に即した「実学としての議論」の場創造

▶ 研究開発成果

１）ものこと双発研究会の立ち上げ　(実学としての議論の場創造)

ものこと双発学会・協議会と連携し、各社企業人を中心に参画を得て「ものこと双発研究会」を延べ50回開催。“もの”と“こと”による協働を推進するための、ものことネイティブ人材の育成と組織設計、ビジネスデザイン、顧客想定と価値提供などのテーマで議論を行い、ものこと双発学会で研究発表。研究会参加者のべ1500人。学・協会研究発表会で5年間論文発表総計約120件。

２）シンポジウム等の開催共催パネル参加、欧州コンファレンスでの招待講演など

コーポレート・ベンチャー＆新規事業開発カンファレンス、　経団連21世紀シンポジウム　他

▶ 今後の展開

１）5G技術を「ものこと双発」のビジネスチャンスと捉えたコンセプト創造
　　(　総務省も 5G利活用アイデアコンテストでアイデア募集中、「もの」から「ものこと」への思潮が社会に広がってきている　)

２）5年間の活動の総括。

【問合せ先】部門長　坂本 正典　sakamoto@rs.kagu.tus.ac.jp

～大気エアロゾル粒子の気候影響と健康影響～

研究推進機構　総合研究院　大気科学研究部門

▶ 研究概要

1. エアロゾル粒子の気候影響として、雲調整効果がありますが、自由対流圏と都市大気では雲生成プロセスが異なりますので、その影響について研究しています。
2. PM2.5の高濃度原因として、大陸からの長距離輸送とローカルな発生があります。南関東のPM2.5の環境基準達成率はいまだ高くありません。常時監視データの補正法について研究しています。

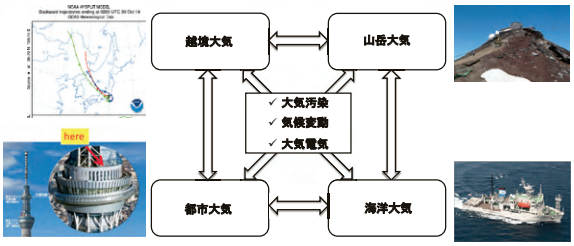


図１　研究分野の相互関係

▶ 研究開発成果

研究成果ハイライト①エアロゾルの気候影響

「都市大気および山岳大気における雲生成に関する研究」
三浦、森、永野（東京理科大）、岩本（広大）、三隅（防災科研）、矢吹（京大）

図２　放射強制力（IPCC2013）

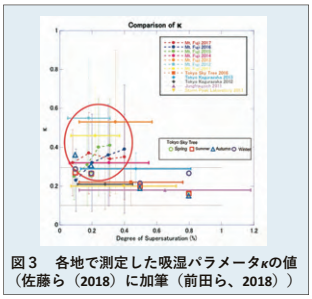
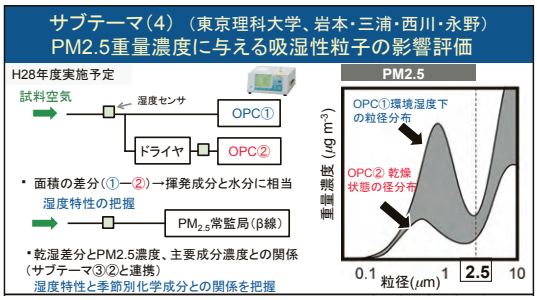


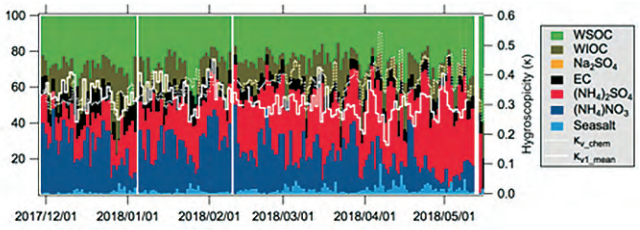
図３　各地で測定した吸湿パラメータκの値（佐藤ら（2018）に加筆（前田ら、2018））

富士山頂の吸湿成長パラメータ（κ）の値は0.4程度で、他の山岳地帯や都市大気より大きく、雲になりやすいことが示唆された。
κの値は過飽和度SSに依存する。
富士山頂ではSSが大きくなるとκの値が大きくなるが、スカイツリーでは小さくなった。すなわち、SSが大きくなると活性する小さい粒子の吸湿特性が富士山頂と都市では異なることがわかった。

研究成果ハイライト②エアロゾルの健康影響

「PM2.5質量濃度に与える吸湿性粒子の影響評価」
三浦、森、西川、永野（東京理科大）、岩本（広大）、斎藤（都環研）、長田（名大）
環境省 環境研究総合推進費　(2016-2018年度)





← 図4 PM2.5化学成分データから求めた吸湿成長パラメータ

体積成長率よりもとめた吸湿成長パラメータκ_vと、PM2.5化学成分データから求めた吸湿成長パラメータκ_{chem}を比較した：
- 冬季：κ_v～ κ_{chem}
- 3月以降：κ_v < κ_{chem}
- κ_{chem}の増減は、化学成分に占める海塩の割合の増減と良く一致。
  → 季節により、補正係数を変える必要があることがわかった。

▶ 今後の展開

【問合せ先】部門長　三浦和彦　miura@rs.kagu.tus.ac.jp

- 山岳大気、越境大気：認定NPO法人富士山測候所を活用する会と連携をとって活動。
  早稲田大学、広島大学、気象研究所、山梨大学と共同研究
- 都市大気：東京スカイツリー、東京都環境科学研究所で観測。
  防災科学技術研究所、国立極地研究所、広島大学、東京都環境科学研究所、早稲田大学、京都大学と共同研究

→ 学内外の研究者の輪を広め部門終了後は継続性を持つ全国レベルの新たな学術コミュニティを形成

～ 超分散知能システム研究部門における研究の現状 ～

研究推進機構　総合研究院　超分散知能システム研究部門

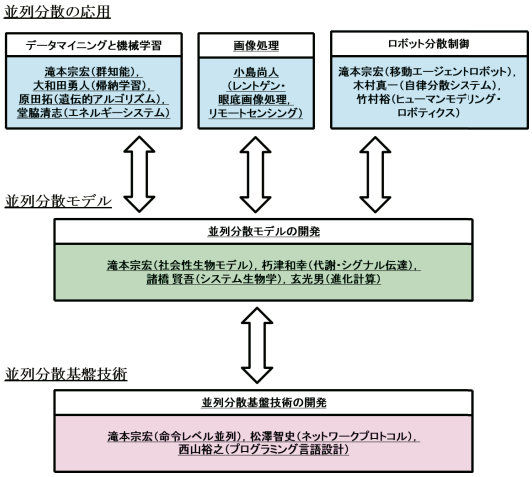
研究概要

超分散知能システム研究部門は，次の３層が関連しあいながら研究を進めている．

■ 並列分散基盤技術
言語処理系、並列分散アルゴリズム、ネットワークプロトコルといった基盤部における効率化を進める．

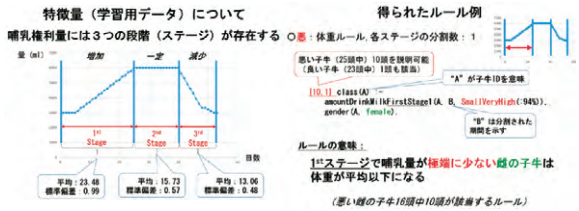
■ 並列分散モデル
生物の内部システムや社会性生物から得られる知見を基にした発見的手法に基づく新しい並列分散モデルを開発する．

■ 並列分散の応用
データマイニングを含め、画像処理、機械学習、ロボットシステム、ソフトウェア工学ツールといった多方面への応用を目指す．

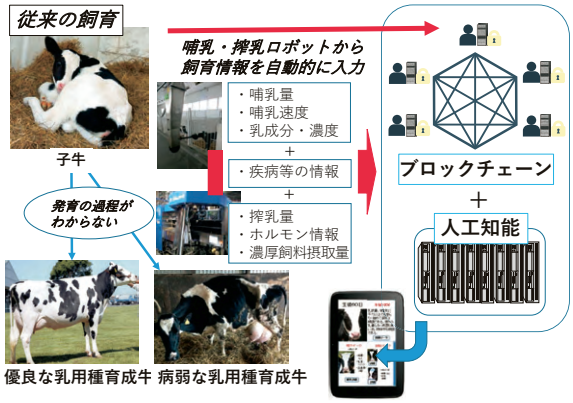


研究開発成果

うち地域戦略プロジェクト：哺乳ロボットによる飼養管理



畜産振興事業：哺乳子牛と搾乳牛のトレーサビリティの高度化

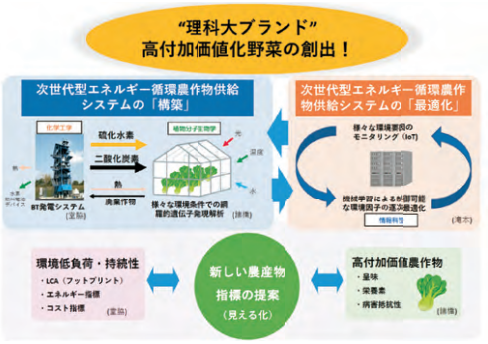


今後の展開

■ 並列分散応用の研究推進
化学プラントなどの大規模モデルのシミュレーションの実現や，A.I.の応用を進める．

■ 並列分散モデルの研究推進
「進化計算」、「生物の内部システム」、「システム生物学」の知見を基にした、基盤技術と応用をつなぐ新しい並列分散モデルの開発を進める．

■ 並列分散基盤技術の研究推進
帰納論理プログラミングに基づくA.I.手法を，GPU上で並列化し，より高速化することによって，安心安全なA.I.基盤技術を確立する．



連絡先
代表：理工学部情報科学科教授　滝本　宗宏
TEL：04-7124-1501 ext. 3328
E-mail：　mune@rs.tus.ac.jp

～ インテリジェントシステム研究部門における研究の現状 ～

研究推進機構　総合研究院　インテリジェントシステム研究部門

▶ 研究概要

インテリジェントシステム研究部門の設置目的

種々の工学技術と理学の融合・相互連携によりヒューマンライクで自律性を持つ人に優しいインテリジェントシステムの医療、宇宙応用に向けての研究開発を行う

医療

宇宙

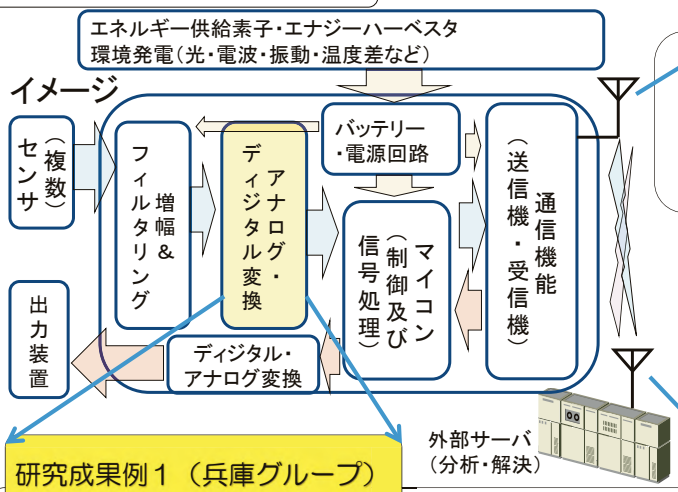
鍵はIoT
（Internet of Things）

主要研究テーマ

- **医療応用に向けた基礎研究**：体内診断用システムや体内埋め込みシステムなどの医用生体機器の実現
- **宇宙システムの自律化に向けた研究**：小型衛星や衛星搭載機器の高性能化への検討
- **ハードウェアに関する研究**：ハードウェアの再構成や特性可変に関する検討
- **通信方式とネットワークに関する研究**：無線通信方式や解析手法に関する検討
- **エネルギーシステムに関する研究**：エネルギーの効率的利用に関する検討
- **ソフトウェアおよび理論の研究**：推論システムなどに関する検討

▶ 研究開発成果

IoTデバイスの基本構成



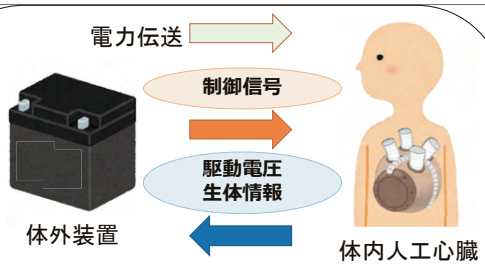
研究成果例１（兵庫グループ）

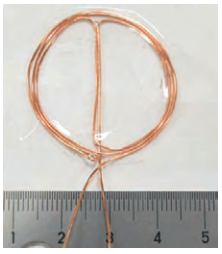
自然界とデータ世界を繋ぐIoTデバイスの心臓部
アナログ・ディジタル変換回路（ADC）の
高精度化、高速化、低消費電力化

２進数からβ進数（1<β<2）へ
β変換を用いた自己校正可能な高速パイプライン型ADCの提案

研究成果例２（山本グループ）

IoTデバイスと外界を繋ぐ
- **人工心臓とのデータ通信と電力伝送技術**
- **人体の模擬（高精度ファントムの実現）**





電力伝送と情報伝送を同時に可能とする
８の字形コイル
を開発

▶ 今後の展開

【問合せ先】部門長　兵庫明（理工・電電）hyogo@ee.noda.tus.ac.jp

- 個々の要素技術：より洗練されたものに **Brush up**
- 部門内・外との共同研究・産学連携の推進：要素から **System への展開、さらなるブレインストーミングによる相乗効果を謳る**

～江戸東京の旧周縁･水辺地域における都市及び建築の維持に関する総合研究～

研究推進機構　総合研究院　先端都市建築研究部門

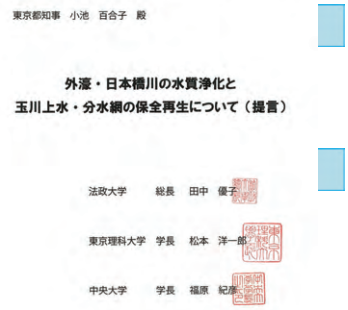
▶ 研究概要

- 江戸東京（外濠・神楽坂）の「持続可能な都市東京」の再生
- 江戸東京（外濠・神楽坂）を生きた題材とした
  「伝統と革新に軸足を置いた建築防災」の展開

▶ 研究成果

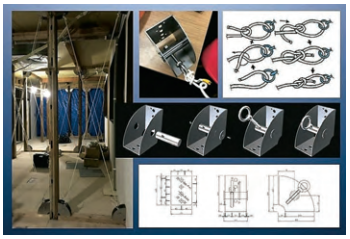
1. ①シンポジウムの開催（2019.3.25）　②提言（2019.9.17）

- 大学・研究機関・市民(団体)から社会へ

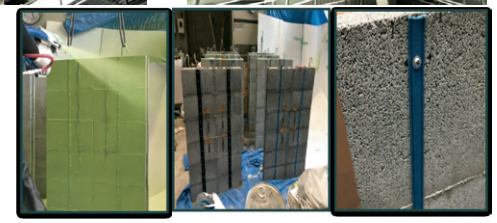


2. 新素材・新構造システムを用いた防災技術

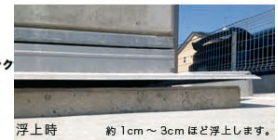
①**高強度アラミドロープ**は、耐熱性、耐薬品性にも優れたアラミド繊維で、**ワイヤーロープと同じ太さで同等の引張強度**をもち、**重さは1/6程度**と軽い。施工性や運搬性が良好で、工場屋根面や木造建築物の耐震補強に使用できる。



②**ポリウレア樹脂**は、吹き付けると即効で硬化し、**材料の靭性を発揮できる効果**をもち、**生卵に吹き付けても割れなくなる**と軽い。コンクリートブロック塀や煉瓦造の耐震補強に使用している。



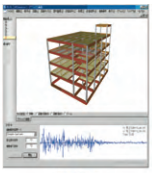
③**空気浮上免震**は、**地震発生から約0.4秒で空気を建物下部に瞬時に送り込み、建物全体を浮上**させる。建物と地面は切り離されるため、地震の影響をほとんど受ける事が無い。**一般的な免震システムに比べローコストで究極の地震対策が可能**である。



④**緊急被災度判定**
加速度計を使って常時微動計測を行い、**建物の耐震性から地震後の被災状況の予測、被災度速報を算出。**応急危険度判定予測に活用することができる。

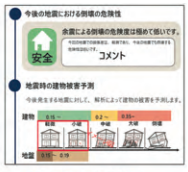
常時微動測定

建物と地盤の常時微動を測定します。常時の建物の固有周期と地盤の卓越周期を算出します。



解析

地震時の揺れ方を振動解析によってシミュレーションします。建物と地盤で行います。



被害度判定

常時の建物の健全性、地震時における建物の損傷度、共振現象の危険性を診断することができます。

▶ 今後の計画と要望

部門長　工学部建築学科　髙橋 治　Mail: o.taka@rs.tus.ac.jp

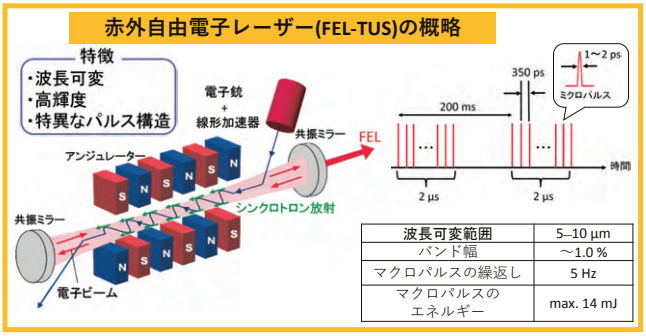
建築の様々な分野の**スペシャリスト**が連携し、そのシナジー効果を理科大基幹の**外濠・神楽坂**で展開実施していく。

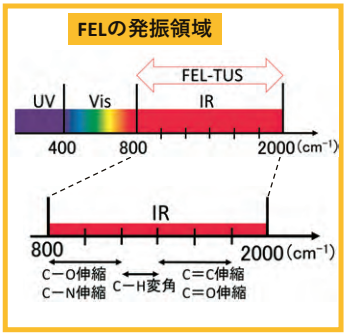
赤外自由電子レーザーによる生体材料の構造加工

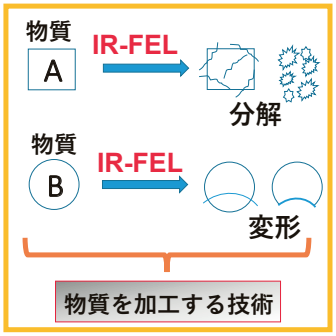
研究推進機構　総合研究院　赤外自由電子レーザー研究センター

▶ 研究概要

赤外線の波長領域：5–10 μmは、分子の指紋領域と呼ばれ、炭素—水素、炭素—酸素、炭素—炭素、炭素—窒素結合等の伸縮振動や変角振動に共鳴する波長が多数含まれている。赤外自由電子レーザー(infrared Free-Electron Laser, FEL)は、この波長領域で波長可変の、高輝度・高出力の短パルスレーザーであり、分子結合に対する振動励起エネルギーの供与により、モード選択的化学反応を引き起こす。本発表では、生体由来の固体材料に対する照射効果について紹介する。



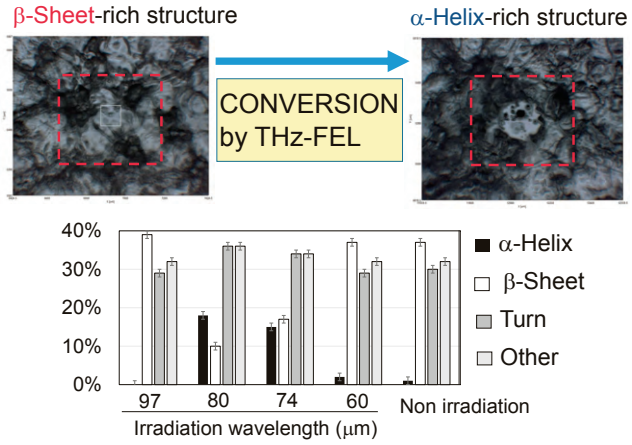




▶ 研究開発成果

①ペプチド線維の凝集解離

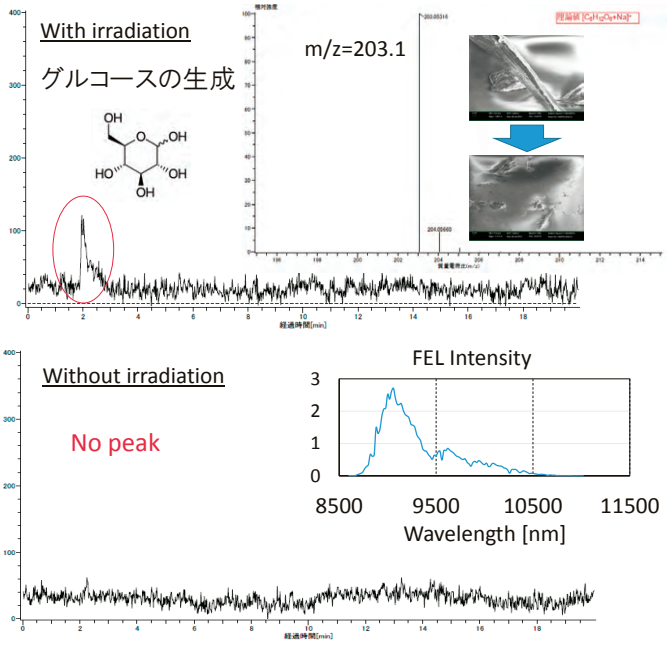
テラヘルツFELによるファイバー構造の破壊
⇒ **バイオマテリアルの新規加工法を提案**



"Dissolution of a fibrous peptide by terahertz free electron laser"
Takayasu Kawasaki, Koichi Tsukiyama, Akinori Irizawa
Sci. Rep. (2019) **9**:10636.

②セルロースの光分解

FEL照射によるグリコシド結合の解離 ⇒ **多糖類に対する新規分解法を提案**



▶ 今後の展開

- **産業上有用な樹脂やバイオプラスチックなどの機能性材料に対する照射効果の検討**
- **放射光施設並びにレーザー機器メーカとの共同研究の推進**

連絡先　築山光一 (tsuki@rs.kagu.tus.ac.jp; (内) 71+5729), 川崎平康(kawasaki@rs.tus.ac.jp; (内) 6200)

～ 革新的イメージング技術の開発と応用展開 ～

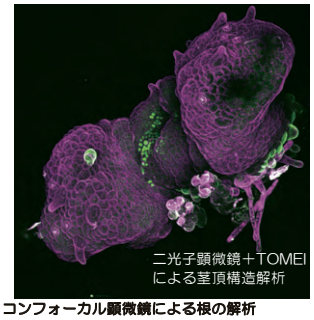
研究推進機構　総合研究院　イメージングフロンティアセンター

▶ 研究概要

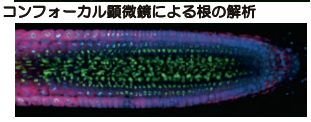
- 文科省平成27年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「極微小空間の反応・温度・力学特性を測定する高度イメージング技術開発拠点の形成」に採択されたことを機に発足。今年度が最終年度。
- 「観察障害排除」，「多次元情報可視化」，「応用展開」の３グループ構成により，生命科学の発展に資する新規イメージング技術の開発を進めている。

▶ 研究開発成果

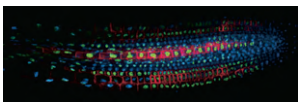
【透明化試薬の開発】



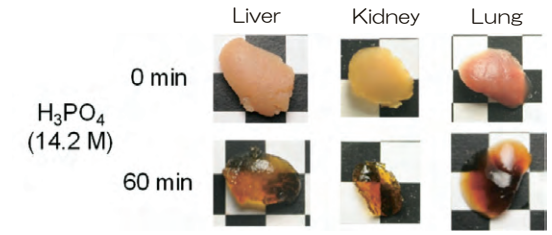
コンフォーカル顕微鏡による根の解析

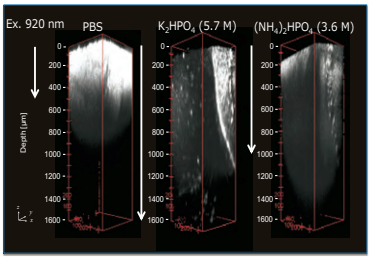


二光子顕微鏡＋TOMEIによる根の内部構造解析



動物組織をわずか1時間で透明化

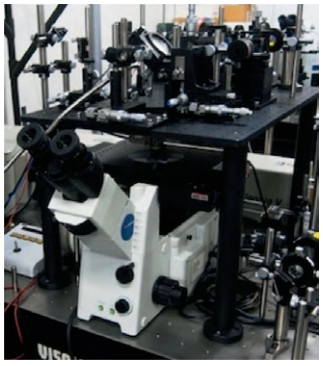




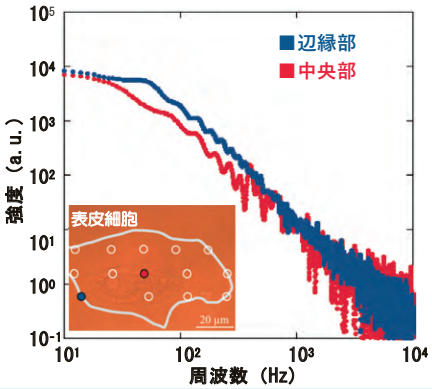
散乱を抑制し，生体組織の深部観察を可能とする。

M. Umezawa, et al., RSC Adv. (2019) 15269.

【細胞膜の動的粘弾性計測　～レーザー誘起表面変位顕微鏡～ 】



光圧による表面変位の周波数特性



- 従来の計測時間 20分に対して，20秒で計測可能に（60倍の高速化）

辺縁部の方がより高周波数側で傾きが変化
→ 中央部に比べ，変形しやすい

- 多点計測へ展開
- 近赤外光を用いて深部計測

T. Morisaku et al., in preparation.

▶ 今後の展開

イメージングフロンティア研究部門に改組し（申請中） 活動を継続する。

- 極微小空間の計測技術を活用したイメージング装置の高度化
- 連携研究の促進および技術・情報交流によりイメージング研究の裾野を拡げる。
- 学内外の研究者がイメージング技術を必要とするときに，簡便に相談し，利用できる基本技術へのアクセス環境を整備する。

Imaging Frontier Center IFC Tokyo University of Science

連絡先：センター長　須田 亮
asuda@rs.tus.ac.jp

～ 数学解析の他分野への応用の試み～

研究推進機構　総合研究院　数理モデリングと数学解析研究部門

▶ 研究概要

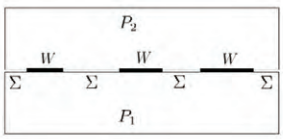
数学の１分野である解析学を他分野へ応用することが目的である.

解析学の中心課題である微分方程式の研究と他分野との連携を図ることが研究の中心で，以下のテーマで研究している.
・シュレーディンガー方程式の解の新しい計算法
・数学的逆問題の他分野への応用
・感染症流行の数理モデルによる流行の予測

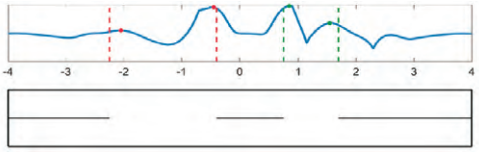
▶ 研究開発成果

数学的逆問題の他分野への応用

ＥＩＴ（Electrical Impedance Tomography）による亀裂の再構成の逆問題：物体内に電流を流し、電圧を表面で測定する。そのデータから内部のインピーダンス変化（導電率分布）を推定する手法



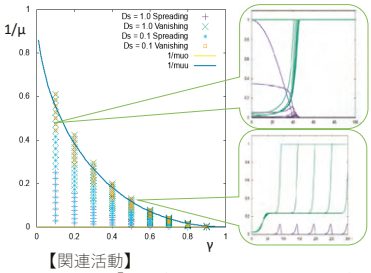
２次元の２枚の導電体板 P_1, P_2の界面にある線分亀裂Σを再構成するアルゴリズムを構築し、その数値実験を行った. 下の図で赤い点と緑色の点が数値実験で得られた亀裂の位置である.

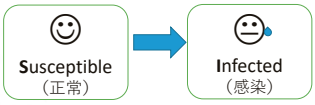


感染症流行の数理モデル

$$
\begin{aligned}
S_t &= dS_{xx} - SI, && -\infty < x < \infty, t > 0,\\
I_t &= I_{xx} + SI - \gamma I, && -\infty < x < h(t), t > 0,\\
I(x,t) &= 0, && x \geq h(t), t > 0,\\
h'(t) &= -\mu I_x(h(t),t), && t > 0,\\
S(x,0) &= S_0(x), && -\infty < x < \infty,\\
I(x,0) &= I_0(x), && -\infty < x \leq h(0).
\end{aligned}
$$

進行波の存在と非存在について





S(x,t)：正常な個体，I(x,t)：感染した個体

$d > 0$ diffusion　$\gamma > 0$ Recovery rate
$h_0 > 0$ Initial front position for I at $t = 0$
$\mu > 0$ moving coefficient

Y. Enatsu, E. Ishiwata, T. Ushijima*, Traveling wave solution for a diffusive simple epidemic model with a free boundary, submitted.

左上の図：γ と μ が小さいとき人の移動より感染症が収まるのが速いことを表している.
左下の図：γ と μ が大きいとき人の移動により感染症が流行していくことを表している.

【関連活動】
・神楽坂「感染症にまつわる数理」勉強会，2018年2月～.
感染症に関連する数学・統計学・生物学・医学・薬学・工学などの幅広い分野の研究者の講演による勉強会（数か月おきの定期開催）
・神楽坂「応用数理にまつわる研究集会 2018」，2018年9月29日.
・神楽坂「応用数理にまつわる研究集会 2019」，2019年10月19日.

▶ 今後の展開

・本研究部門で開発したシュレーディンガー方程式の解の表現を用いて，長時間安定な数値計算スキームを開発し，具体的な計算を行うこと.

・数学的逆問題の応用
３次元の亀裂の問題についての考察を行うこと.
実際のデータを用いた解析を行うこと.

・感染症の数理モデル
移流を考慮した方程式の解析や spreading speed の評価などの精密な解析を行うこと.
感染症の再感染を考慮した SIS, SIRS などの方程式系へ応用すること.
中長期の流行を見るために，個体の出生と死亡を考慮した場合の解析を行うこと.
感染個体に加えて，感受性個体の拡散も考慮して，進行波の存在と非存在の解析を行うこと.

理学部第一部　数学科　加藤　圭一
Mail : kato@rs.tus.ac.jp

～ 代数学とその連携～

研究推進機構　総合研究院　現代代数学と異分野連携研究部門

代数学をベースとして理論から実践まで多くの分野をつなげる研究部門　2016年10月スタート

◆数学内部の理論研究により純粋数学の発展に寄与

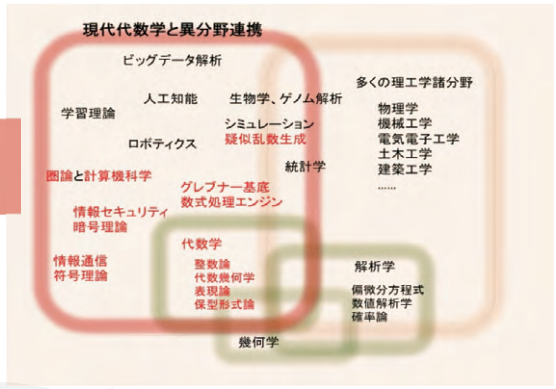
◆代数学を基礎とした連携分野の研究を深化

◆未来へ向けた未知の領域の構築(数学イノベーション)

個(基礎)を大切にしながら
連携・融合(応用)へ
～幅広い視野で～

数学・数理科学分野を結集した理科大ならではの研究拠点形成へ

「多変数保型形式の明示的・構成的研究」
「組合せデザインの構成に関する研究」
「岩澤加群のより精密な構造の探求の研究」
「ブロック暗号アルゴリズムMidori64の安全性評価の研究」
「中山多元環のホッホシルトコホモロジー環に関する研究」
「正標数商特異点に関する研究」
「多重ガンマ関数とそのｐ進類似に関する研究」
「冪零拡大の構成とその数論の研究」
「代数体のイデアル類群に関する研究」
「有限群のブロックの森田同値および導来同値についての研究」
「可変長および可変重み光直交符号の構成法に関する研究」
「ゼータ関数の零点についての研究」
「エンリケス曲面の自己同型のエントロピーについての研究」
「整係数巡回多元環のホッホシルトコホモロジー環の研究」
「自由群のIA自己同型群の2次元コホモロジー群の研究」
「限量子記号消去アルゴリズムに関する研究」
「(1) 最近接多項式、(2) 数値的誤差を含む多変数多項式の補間、(3) 量子情報処理、に関する研究」



研究成果

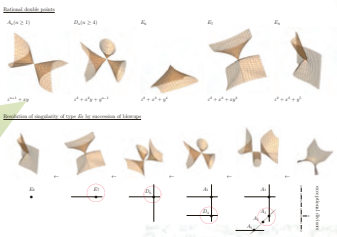
代数多様体(代数方程式の解空間)が主対象の研究成果(抜粋)

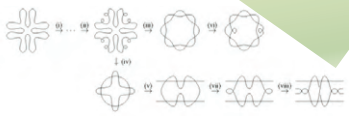
- **正標数特異点理論の整備**
- **正標数代数多様体の病理的現象の究明**
- **数論的多様体の構造究明、保型形式の深い理解、ゼータ関数の零点の挙動解明**
- **Enriques 曲面の対称性に関する新たな知見**

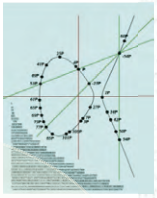
Groebner基底・計算機代数・
数式処理・データサイエンス

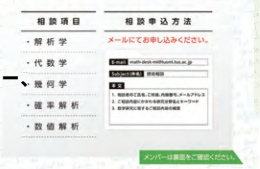
数理物理学
未知の連携領域

Kummer's quartic surface
(実値点の概形)




Enriques 曲面の自己対合の特殊化図式





研究活動

研究拠点形成のための2018～2019年度活動

- **国際会議「Japanese-European symposium on Symplectic Varieties and Moduli Spaces」を開催**
- **セミナー・講演会開催～野田代数セミナー、神楽坂代数セミナー、特異点・トポロジーセミナー、整数論講演会等々多数開催**
- **「医療画像診断における逆問題」セミナー開催**

今後の展開

個の研究のさらなる推進
代数学分野の研究教育拠点形成へ
- **東北大学数理科学連携研究センターとの連携協力(予定)**
- **関連国際会議の定期開催**

代数学ベースの異分野との連携研究の推進
イノベーションへ未知の領域の発掘

お問い合わせ ito_hiroyuki@rs.tus.ac.jp (部門長・伊藤浩行)

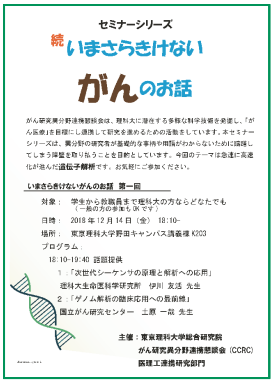
～異分野研究者間の連携へ向けた取り組み～

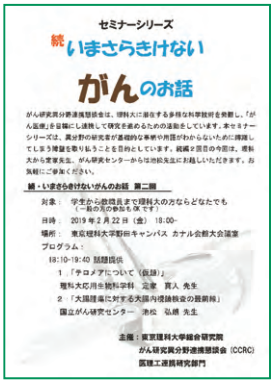
がん研究異分野連携懇談会

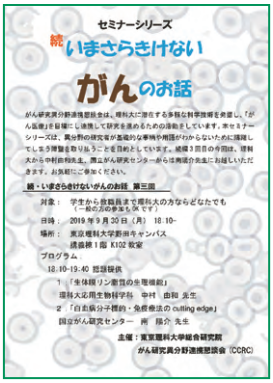
目　的

がん研究を中心として養ってきた連携研究ネットワークを発展させるために、一回り若い様々な分野のがん関連研究に興味のある教員達を誘い、理科大の英知を結集しうる新たな連携研究の種を議論する場とすることを目指す。特に、国立がん研究センターとは、築いてきた信頼関係を強化する。そして、「新たながん対策構築」を目指して、本学の英知を結集し得る連携研究課題となりうるものを議論する。

いまがん　セミナー





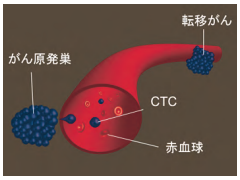


異分野間の敷居を超えやすくしてあらたな連携研究課題を見出するために、国立がん研究センターから講師を招き、また、理科大内の若手研究者からチュートリアル的な講演会を企画。

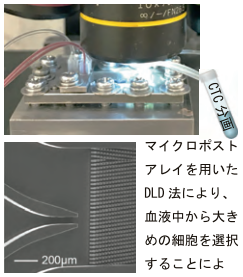
第１回：ゲノム利用の最前線
第２回：内視鏡の最前線
第３回：白血病免疫療法の cutting edge

CTC研究会

がん病巣部から血管に漏れ出すがん細胞（ＣＴＣ）を捕らえ、治療に役立てる試み。国立がん研究センター東病院、筑波大学病院にて、臨床検体を用いた実験を開始。



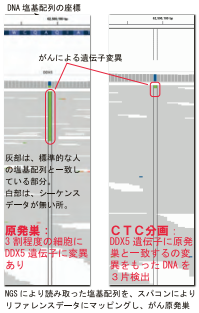
がん原発巣から血管にもれだす循環腫瘍細胞（CTC）。CTC が遠隔部で増殖することで転移が生じると考えられている。CTC は、通常の血球細胞よりも大きくて硬い傾向があると言われている。



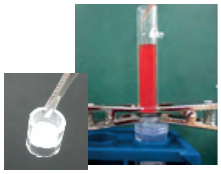
マイクロポストアレイを用いた DLD 法により、血液中から大きめの細胞を選択することにより、CTC を濃縮する。

CTC 分画から DNA を抽出。解析プラットフォームの最適化を進める。

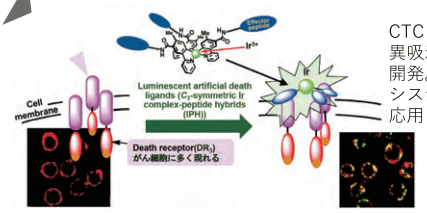
DNA シーケンスにより、CTC 濃縮の実証を確実にした後、RNA シーケンスとデータ解析により、がんのマーカー物質を探索。



NGS により読み取った塩基配列を、スパコンによりリファレンスデータにマッピングし、がん原発巣の遺伝子変異を特定した後、CTC 分画で同じ変異を検出。CTC



ガラスビーズフィルターによる CTC 分離も検討。



CTC に多く現れる DR3 に特異吸着し、発光する化合物開発。これにより、アポトーシスが誘導され、治療への応用も期待される。

今後の展開

「いまがん」セミナーは学生からの評判も良く、今後も続けていく。自由に議論できる信頼関係の醸成はかなり進んでおり、共同での科研費申請などもいくつか行われた。資金獲得の有無にかかわらず、検討・進行中の共同作業をすすめ、新たながん対策構築を目指す。

連絡先：
（座長）早瀬 仁則
理工学部機械工学科
mhayase@rs.tus.ac.jp

事業開催記録

No	事 業 概 要
1	【共催】数理モデリングと数学解析研究部門 神楽坂解析セミナー（臨時） 開催日：2019 年 4 月 2 日（火） 場　所：神楽坂校舎　8 号館 851 教室
2	【共催】ナノカーボン研究部門 日本表面真空学会 2019 年度　関東支部学術講演大会 開催日：2019 年 4 月 13 日（土） 場　所：葛飾キャンパス　講義棟 202 教室、201 教室
3	【主催】脳学際研究部門 第 20 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：2019 年 4 月 15 日（月） 場　所：野田キャンパス　計算科学研究センター　4 階会議室
4	【主催】ナノカーボン研究部門 ナノカーボンセミナー 開催日：2019 年 4 月 19 日（金） 場　所：神楽坂校舎　835 教室
5	【主催】マルチスケール界面熱流体力学研究部門 第 6 回 I²plus ワークショップ -Wetting and related phenomena- 開催日：2019 年 5 月 9 日（木） 場　所：葛飾キャンパス　講義棟 306 室
6	【主催】数理モデリングと数学解析研究部門 第 7 回 神楽坂「感染症にまつわる数理」勉強会 開催日：2019 年 5 月 10 日（金） 場　所：神楽坂校舎　8 号館　851 教室
7	【主催】インテリジェントシステム研究部門 実習型測定器講習会（オシロスコープ） 開催日：2019 年 5 月 15 日（水） 場　所：野田キャンパス　講義棟 K606 教室
8	【主催】現代代数学と異分野連携研究部門 神楽坂代数セミナー 開催日：2019 年 5 月 16 日（木）／5 月 17 日（金） 場　所：神楽坂校舎　3 号館 3 階 343 教室／8 号館 3 階 831 教室
9	【共催】現代代数学と異分野連携研究部門 代数学講演会 開催日：2019 年 5 月 24 日（金） 場　所：野田キャンパス　4 号館　3 階理工学部数学科セミナー室
10	【主催】現代代数学と異分野連携研究部門 有限群表現論セミナー 開催日：2019 年 5 月 25 日（土） 場　所：神楽坂校舎　8 号館 4 階 844 教室
11	【共催】現代代数学と異分野連携研究部門 代数学講演会 開催日：2019 年 5 月 31 日（金） 場　所：野田キャンパス　4 号館 3 階理工学部　数学科セミナー室
12	【共催】大気科学研究部門 特別講演会 開催日：2019 年 6 月 2 日（日） 場　所：神楽坂校舎　1 号館　17 階　大会議室

No	事 業 概 要
13	【主催】火災安全科学研究拠点 2018 年度共同利用・共同研究成果発表会 開催日：2019 年 6 月 5 日（水） 場　所：神楽坂校舎　223 教室
14	【共催】数理モデリングと数学解析研究部門 理工学部数学科における「談話会」(講演会) 開催日：2019 年 6 月 7 日（金） 場　所：野田キャンパス　4 号館　数学科セミナー室
15	【共催】スペース・コロニー研究センター SOI コンソーシアム設立記念研究会 開催日：2019 年 6 月 7 日（金） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　第 1 フォーラム
16	【主催】スペース・コロニー研究センター 2019 年度 第 5 回スペース・コロニー講演会 開催日：2019 年 6 月 11 日（火） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　第 2 フォーラム
17	【主催】エネルギー創成科学懇談会 エネルギー創成科学懇談会 開催日：2019 年 6 月 14 日（金） 場　所：葛飾キャンパス　講義棟 3 階 302 教室
18	【主催】合成生物学研究部門 第 1 回 合成生物学研究部門シンポジウム 開催日：2019 年 6 月 19 日（水） 場　所：野田キャンパス　10 号館 1 階ホール
19	【主催】赤外自由電子レーザー研究センター FEL-TUS Chemical Physics Seminar 開催日：2019 年 6 月 28 日（金） 場　所：神楽坂校舎　1012 ゼミ室
20	【主催】マテリアルズインフォマティクス懇談会 第 3 回 研究会 開催日：2019 年 7 月 1 日（月） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　第 1 フォーラム
21	【共催】数理モデリングと数学解析研究部門 解析学講演会 開催日：2019 年 7 月 4 日（木） 場　所：野田キャンパス　4 号館　数学科セミナー室
22	【主催】脳学際研究部門 第 21 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：2019 年 7 月 5 日（金） 場　所：葛飾キャンパス　講義棟 503 教室
23	【主催】脳学際研究部門 第 22 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：2019 年 7 月 11 日（木） 場　所：野田キャンパス　計算科学研究センター　4 階会議室
24	【共催】ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター／ナノカーボン研究部門 材料表面での水のミクロ構造と物性に関する研究会 開催日：2019 年 7 月 12 日（金）～7 月 14 日（日） 場　所：黒部宇奈月温泉　サン柳亭

No	事 業 概 要
25	【主催】スペース・コロニー研究センター 2019 年度 第 6 回スペース・コロニー講演会 開催日：2019 年 7 月 24 日（水） 場　所：野田キャンパス　10 号館 1 階ホール
26	【主催】アグリ・バイオ工学研究部門 アグリ・バイオ公開シンポジウム 開催日：2019 年 7 月 25 日（木） 場　所：葛飾キャンパス　図書館ホール
27	【主催】数理モデリングと数学解析研究部門 第 8 回 神楽坂「感染症にまつわる数理」勉強会 開催日：2019 年 7 月 26 日（金） 場　所：神楽坂校舎　PORTA 神楽坂　7 階　第 3 会議室
28	【主催】核酸創薬研究部門 第 1 回 核酸創薬セミナー（Chris Meier 教授講演会） 開催日：2019 年 7 月 26 日（金） 場　所：野田キャンパス　14 号館　1442 教室
29	【主催】界面科学研究部門 界面科学研究部門 2019 夏季シンポジウム 開催日：2019 年 8 月 5 日（月） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　第 1 フォーラム
30	【共催】脳学際研究部門（Brain Interdisciplinary Research Division） 第 23 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：2019 年 8 月 16 日（金） 場　所：野田キャンパス　計算科学研究センター　4 階会議室
31	【主催】数理モデリングと数学解析研究部門 数理物理講演会 開催日：2019 年 8 月 23 日（金） 場　所：神楽坂校舎　8 号館 3 階 834 教室
32	【共催】数理モデリングと数学解析研究部門 若手研究集会「波動・振動・流れの制御と逆問題 －理論と数値計算－」 開催日：2019 年 8 月 26 日（月）～8 月 27 日（火） 場　所：神楽坂校舎　8 号館 4 階 844 教室
33	【共催】エネルギー創成科学懇談会 AISTUS「構造材料電子論的エンジニアリング」第 1 回研究会 開催日：2019 年 8 月 27 日（火） 場　所：野田キャンパス　講義棟 3 階 303 教室
34	【主催】現代代数学と異分野連携研究部門・数理モデリングと数学解析研究部門 「医療画像診断における逆問題」セミナー 開催日：2019 年 9 月 7 日（土） 場　所：野田キャンパス　講義棟 3 階 K307 教室
35	【主催】核酸創薬研究部門 核酸創薬研究部門第一回シンポジウム／研究交流会 開催日：2019 年 9 月 7 日（土） 場　所：神楽坂キャンパス　富士見校舎 101 教室
36	【主催】がん研究異分野連携懇談会 続いまさらきけないがんのお話 開催日：2019 年 9 月 30 日（月） 場　所：野田キャンパス　講義棟 1 階 K102 教室

No	事 業 概 要
37	【主催】先進複合材料・構造 CAE 研究部門 第 7 回先進複合材料・構造 CAE セミナー 開催日：2019 年 10 月 4 日（金） 場　所：野田キャンパス　7 号館 7407 教室
38	【主催】先端 EC デバイス研究部門 先端 EC デバイス研究部門セミナー 開催日：2019 年 10 月 4 日（金） 場　所：野田キャンパス　10 号館　1 階ホール
39	【主催】脳学際研究部門 第 24 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：2019 年 10 月 10 日（木） 場　所：野田キャンパス　7 号館　7404 室
40	【主催】アグリ・バイオ工学研究部門 公開セミナー「微生物の遺伝暗号翻訳機構の多様性」 開催日：2019 年 10 月 15 日（火） 場　所：葛飾キャンパス　研究棟 11 階　生物工学科　ゼミ室 1
41	【主催】赤外自由電子レーザー研究センター FEL-TUS Chemical Physics Seminar 開催日：2019 年 10 月 22 日（火） 場　所：神楽坂キャンパス　1012 ゼミ室
42	【主催】数理モデリングと数学解析研究部門 第 9 回 神楽坂「感染症にまつわる数理」勉強会 開催日：2019 年 10 月 25 日（金） 場　所：神楽坂キャンパス　2 号館 2 階　221 教室
43	【共催】数理モデリングと数学解析研究部門 解析学講演会 開催日：2019 年 10 月 28 日（月） 場　所：野田キャンパス　4 号館 3 階　数学科セミナー室
44	【主催】アグリ・バイオ工学研究部門 公開セミナー「祖先アミノアシル tRNA 合成酵素の復元と初期翻訳系の進化」 開催日：2019 年 10 月 29 日（火） 場　所：葛飾キャンパス　研究棟 11 階　生物工学科　ゼミ室 1
45	【主催】アグリ・バイオ工学研究部門 公開セミナー「化学防御物質を駆使した植物の巧みな生存戦略」 開催日：2019 年 10 月 30 日（水） 場　所：葛飾キャンパス　講義棟　408 教室
46	【主催】界面科学研究部門 界面科学研究部門 2019 特別シンポジウム 開催日：2019 年 10 月 31 日（木） 場　所：野田キャンパス　講義棟　K203
47	【主催】スペース・コロニー研究センター 第 7 回スペース・コロニー講演会 開催日：2019 年 11 月 1 日（金） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　第 1 フォーラム
48	【主催】マテリアルズインフォマティクス懇談会 第 4 回研究会 開催日：2019 年 11 月 1 日（金） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　第 2 フォーラム

No	事 業 概 要
49	【共催】数理モデリングと数学解析研究部門 解析学とその周辺 開催日：2019 年 11 月 1 日（金） 場　所：野田キャンパス　4 号館 3 階　数学科セミナー室
50	【主催】ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター 第 2 回材料表面での水のミクロ構造と物性に関する研究会 開催日：2019 年 11 月 1 日（金）～3 日（日） 場　所：黒部宇奈月温泉　サン柳亭
51	【共催】ナノカーボン研究部門 第 2 回材料表面での水のミクロ構造と物性に関する研究会 開催日：2019 年 11 月 1 日（金）～3 日（日） 場　所：黒部宇奈月温泉　サン柳亭
52	【主催】先進複合材料・構造 CAE 研究部門 第 8 回先進複合材料・構造 CAE セミナー 開催日：2019 年 11 月 6 日（水） 場　所：野田キャンパス　7 号館 7407 教室
53	【主催】アグリ・バイオ工学研究部門 公開セミナー「植物はなぜ香りをつくるのか～葉の香りによる生存戦略～」 開催日：2019 年 11 月 6 日（水） 場　所：葛飾キャンパス　講義棟　501 教室
54	【共催】エネルギー創成科学懇談会 AISTUS-SMee「構造材料電子論的エンジニアリング」第 2 回研究会 開催日：2019 年 11 月 7 日（木） 場　所：産業技術総合研究所　つくば中央　2-1 棟 8 階 D814 会議室
55	【主催】現代代数学と異分野連携研究部門 神楽坂代数セミナー 開催日：2019 年 11 月 8 日（金） 場　所：神楽坂キャンパス　8 号館 3 階 831 教室
56	【共催】現代代数学と異分野連携研究部門 整数論講演会 2019 November 開催日：2019 年 11 月 11 日（月） 場　所：野田キャンパス　4 号館　3 階理工学部数学科セミナー室
57	【主催】マルチスケール界面熱流体力学研究部門 第 32 回 I²plus ワークショップ 開催日：2019 年 11 月 12 日（火） 場　所：葛飾キャンパス　講義棟 305 室
58	【主催】界面科学研究部門 界面科学研究部門 2019 特別シンポジウム 開催日：2019 年 11 月 12 日（火） 場　所：神楽坂キャンパス　10 号館　1012 教室
59	【主催】合成生物学研究部門 合成生物学部門セミナー 開催日：2019 年 11 月 12 日（火） 場　所：野田キャンパス　10 号館　1 階会議室
60	【主催】サイエンスフェス 2019 in 大分　実行委員会（ナノカーボン研究部門） サイエンスフェス 2019 in 大分 開催日：2019 年 11 月 16 日（土） 場　所：J:COM　ホルトホール大分

No	事 業 概 要
61	【主催】教育支援機構教養教育センター（科学・技術と人文学・社会科学懇談会） 第 6 回 知のフロンティア 開催日：2019 年 11 月 18 日（月） 場　所：野田キャンパス　講義棟 2 階　K201 教室
62	【主催】赤外自由電子レーザー研究センター FEL-TUS 医工連携シンポジウム 開催日：2019 年 11 月 20 日（水） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　第 2 フォーラム
63	【主催】総合研究院 光触媒国際研究センター The 3rd International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis 開催日：2019 年 11 月 29 日（金）～ 11 月 30 日（土） 場　所：葛飾キャンパス　図書館ホール
64	【主催】数理モデリングと数学解析研究部門 数理物理学連続講義 開催日：2019 年 11 月 29 日（金）～ 11 月 30 日（土） 場　所：神楽坂キャンパス　11 号館 11-3 教室
65	【主催】ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター 技術フォーラム：「材料表面・界面の水に関する計測，シミュレーションの基礎と応用」 開催日：2019 年 12 月 3 日（火）～ 4 日（水） 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館
66	【主催】知的財産教育・研究懇談会 知的財産教育のあり方－東京工業大学の現状を踏まえて 開催日：2019 年 12 月 5 日（木） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　第 2 フォーラム
67	【主催】脳学際研究部門 第 3 回公開シンポジウム「脳の理科～脳の謎を探る」 開催日：2019 年 12 月 7 日（土） 場　所：野田キャンパス　7 号館 6 階講堂，2 階共創エリア
68	【主催】ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター ドイツ・イエーナ大学病院 Dr.Adrian Press 氏による講演会 開催日：2019 年 12 月 13 日（金） 場　所：神楽坂キャンパス　11 号館　地下 1 階 11-3 教室
69	【主催】イメージングフロンティアセンター イメージングフロンティアセンター シンポジウム 開催日：2019 年 12 月 14 日（土） 場　所：野田キャンパス　7 号館　6 階　ホール、ホワイエ
70	【共催】大気科学研究部門 富士山大気観測 2019 データ検討会 開催日：2019 年 12 月 14 日（土） 場　所：神楽坂校舎　PORTA 神楽坂　7 階　第 3 会議室
71	【主催】再生医療と DDS の融合研究部門 第 5 回再生医療と DDS の融合研究部門シンポジウム 第 17 回 DDS 研究センターシンポジウム 開催日：2019 年 12 月 18 日（水） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　第 1 フォーラム、第 1 会議室
72	【主催】脳学際研究部門 第 25 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：2019 年 12 月 18 日（水） 場　所：野田キャンパス　7 号館　7404 室

No	事 業 概 要
73	【主催】異分野交流懇談会 第3回研究会「流山市議に聞く、産学連携・教育連携」 開催日：2019年12月20日（金） 場　所：野田キャンパス　7号館2階　共創エリア
74	【共催】アカデミック・ディテーリング・データベース部門 第3回アカデミック・ディテーラー養成プログラムAコース 開催日：2019年12月21日（土） 場　所：神楽坂キャンパス　3号館　7階
75	【共催】現代代数学と異分野連携研究部門 整数論講演会2019 December 開催日：2019年12月23日（月） 場　所：野田キャンパス　4号館　3階 理工学部数学科セミナー室
76	【主催】現代代数学と異分野連携研究部門 符号理論セミナー 開催日：2019年12月23日（月） 場　所：神楽坂キャンパス　7号館5階 7507教室
77	【主催】エネルギー創成科学懇談会 熱電変換材料の科学と工学の新展開 開催日：2019年12月25日（水） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　1階　第2フォーラム
78	【主催】ナノカーボン研究部門 熱電変換材料の科学と工学の新展開 開催日：2019年12月25日（水） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　1階　第2フォーラム
79	【主催】数理モデリングと数学解析研究部門 第10回 神楽坂「感染症にまつわる数理」勉強会 開催日：2019年12月26日（木） 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館　第1会議室
80	【主催】数理モデリングと数学解析研究部門 セミナー「逆問題と機械学習」 開催日：2020年1月21日（火） 場　所：神楽坂校舎　1号館　3階　136教室
81	【主催】核酸創薬研究部門 核酸創薬研究部門第2回シンポジウム／研究交流会 開催日：2020年1月25日（土） 場　所：神楽坂キャンパス　富士見校舎101教室
82	【主催】ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター 2019年度研究成果報告会 開催日：2020年1月25日（土） 場　所：葛飾キャンパス　図書館ホール
83	【主催】太陽光発電技術研究部門 第10回シンポジウム太陽電池・発電技術の最新動向 開催日：2020年1月27日（月） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館
84	【主催】先端ECデバイス研究部門 2019年度研究成果報告会 開催日：2020年1月27日（月） 場　所：野田キャンパス　10号館　1階ホール

No	事 業 概 要
85	【主催】数理モデリングと数学解析研究部門 数理物理学講義 開催日：2020 年 1 月 31 日（金） 場　所：神楽坂校舎　3 号館　362 教室
86	【主催】マルチスケール界面熱流体力学研究部門 I²plus Special Lecture 開催日：2020 年 2 月：17 日～ 20 日、25 日～ 26 日、28 日　 3 月：2 日、4 日 場　所：野田キャンパス　2 号館　2 階　機械工学科会議室
87	【主催】スペース・コロニー研究センター 2019 年度成果報告会 開催日：2020 年 2 月 28 日（金） 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館　第 1 フォーラム
88	【主催】現代代数学と異分野連携研究部門 整数論講演会 2020 March 開催日：2020 年 3 月 3 日（火） 場　所：野田キャンパス　4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
89	【主催】数理モデリングと数学解析研究部門&現代代数学と異分野連携研究部門 東北大学数理科学連携研究センターとの連携研究協定キックオフミーティング 開催日：2020 年 3 月 4 日（水） 場　所：神楽坂キャンパス　11 号館　11-6 教室
90	【主催】現代代数学と異分野連携研究部門 代数幾何学連続講演会 2020 March 開催日：2020 年 3 月 5 日（木）～ 3 月 7 日（土） 場　所：野田キャンパス　4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
91	【共催】知的財産教育・研究懇談会 講演会「途上国から世界に通用するブランドをつくる」 開催日：2020 年 3 月 5 日（木） 場　所：神楽坂キャンパス　富士見校舎　306 号室
92	【主催】界面科学研究部門 界面科学研究部門　2019 年度報告会 開催日：2020 年 3 月 16 日（月） 場　所：神楽坂キャンパス　211 教室
93	【主催】科学・技術と人文学・社会科学懇談会 「科学・技術と人文学・社会科学」懇談会第 2 回セミナー 開催日：2020 年 3 月 16 日（月） 場　所：葛飾キャンパス　管理棟 6 階　第 3 会議室
94	【主催】ものこと双発研究部門 ものこと双発学会・協議会 2019 年度 年次研究発表大会 開催日：2020 年 3 月 21 日（土） 場　所：神楽坂キャンパス　富士見校舎 3F 教室
95	【共催】知的財産教育・研究懇談会 日本知財学会知財人材育成研究分科会第 36 回例会 開催日：2020 年 3 月 24 日（火） 場　所：神楽坂校舎　森戸記念館　第 2 フォーラム
96	【主催】脳学際研究部門 第 26 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：2020 年 3 月 25 日（水） 場　所：野田キャンパス　2 号館　2 階　機械工学科会議室

No	事 業 概 要
97	【主催】合成生物学研究部門 第 1 回 合成生物学研究部門シンポジウム 開催日：2020 年 3 月 27 日（金） 場　所：野田キャンパス　10 号館　2 階　会議室

総合研究院研究設備

火災科学研究所における主要な研究機器

コーンカロリーメーター

１．型式　　C3（東洋精機製作所製）
２．設置場所　火災科学研究センター実験棟 1 階コーンカロリー室
３．性能・特徴
　熱放射のある場での建築材料の着火性を調べるための装置で、円錐形の電気ヒータの下に試験体を置き、ヒータから熱放射を加えつつ試験体表面上 10mm のところにパイロット炎を当てる。熱放射は 50kW/m^2 までの範囲に設定でき、それぞれの熱放射での着火時間を測定する。

PIV 燃焼場測定システム

１．型式　　（日本レーザー社製）
２．設置場所　火災科学研究センター実験棟 1 階精密機器室
３．性能・特徴
　燃焼場や煙流動場のような流れ場の瞬間的かつ微細な速度の計測を行うことができるシステムである。具体的には、トレーサー（追跡用微細粒子）を流体に流し、ストロボやレーザーなどの光源を打ち込み、その反射を超高速カメラで撮影することで瞬時に測定対象流れ場の速度 2 次元情報を得る。

二次燃焼炉

１．型式　　（東和耐火工業社製）
２．設置場所　火災科学研究センター実験棟外部
３．性能・特徴
　燃焼実験により発生する黒煙を含む燃焼ガスをフードにて捕集・排煙ファンで吸引して、二次燃焼炉で 800℃に再加熱し完全燃焼させて消煙する設備。加熱用バーナーは 4 台で 480 万 kcal/h の容量がある。

5M 角燃焼実験フード

１．型式　　（東和耐火工業社製）
２．設置場所　火災科学研究センター実験棟
３．性能・特徴
　室内の家具・備品等を燃焼させ、その燃焼ガスを捕集・分析し、燃焼特性を解析する設備。ダクト内に燃焼ガスの流量測定及びサンプリング装置を装備している。設計上の測定発熱量は最大 2MW を想定しており、最大 600m^3/min の吸煙量を設定できる。

大型壁炉

１．型式　　（東和耐火工業社製）
２．設置場所　火災科学研究センター実験棟
３．性能・特徴
　建築の外壁材の火災における耐火性能を試験評価する設備であり、ISO834 に定められた標準加熱温度及び炉内圧力が制御できる加熱設備。壁面に 20 台のバーナーを配置して、急加熱及び均一な温度分布を確保している。

移動型 4M フード基本形

１．型式　　（東和耐火工業社製）
２．設置場所　火災科学研究センター実験棟
３．性能・特徴
　限られた実験棟スペースでは、固定された実験装置は効率がよくない。スペースの有効利用の為には移動式装置として必要な時期に必要な試験が出来るように計画された。屋外保管も可能なように、車輪式としている。

ルームコーナー試験装置

１．型式　　ISO 9705 に準拠
２．設置場所　火災科学研究センター実験棟
３．性能・特徴
　幅 2.4m×奥行き 3.6m×高さ 2.4m(約 6 畳)の室内に、幅 0.8m×高さ 2m の開口を設けた装置であり、家具や壁紙等を配して室内の初期火災から盛期火災を再現することが可能である。また室内全体が短時間で火炎に包まれるフラッシュオーバー現象も再現可能で、その時の燃焼ガス濃度、温度分布、室内映像も測定できる。

放射パネル（ICAL）

１．型式　　（東和耐火工業社製）
２．設置場所　火災科学研究センター実験棟
３．性能・特徴
　本装置は、一定の熱流束を放射熱伝達で与えた状態において、可燃物の燃焼挙動を把握する装置である。パネルヒーター部は、1750(W)×1380(H)の加熱面積を有し、表面温度を 950℃に上昇させることにより、50kW/m^2 の熱流束を可燃物に与えることができる。

多目的水平載荷加熱装置

１．型式　　（東和耐火工業社製）
２．設置場所　火災科学研究センター実験棟
３．性能・特徴
　外部加力を与えながら耐火試験を行うことが可能な装置である。建築物の水平部材「梁、床、屋根」及び垂直部材「柱、壁」などのあらゆる建築構造部材について、ISO834（建築構造部材の耐火性試験）に規定されている標準火災加熱試験、さらには RABT の急加熱火災試験による耐火性能試験が可能である。加熱寸法は幅 3m×長さ 4m で、深さ 3.5m を有し、相対する二壁面に各 16 台（合計 32 台）のエクセスエア式ガスバーナーを設置し、最大定格燃焼熱量約 2,900 万キロジュール/時間の加熱能力を有する。

外装材加熱試験装置

１．型式　　（東和耐火工業社製）
２．設置場所　火災科学研究センター実験棟
３．性能・特徴
　ISO 13785-2 (Reaction-to fire tests for facades-Part2: Large-scale test) として規格化されているもので、幅 3m×高さ 5.7m のファサード面に、幅 1.2m×高さ 5.7m の袖壁部を取り付けて入隅部を設けた L 型の形状の試験体について、火災時のフラッシュオーバー現象後の開口部からの火炎の噴出を再現して、外装材料への影響及び上階への燃焼性状を把握する試験が可能である。

FTIR ガス分析装置(ISO19702)，発煙性試験装置

１．型式　　FTIR:(GASMET 社製)，発煙性試験装置：(東京システムバック社製)
２．設置場所　　火災科学研究センター実験棟
３．性能・特徴
　燃焼性・発煙性試験装置に接続して、燃焼ガス分析を拘束連続測定が可能なように開発された装置である。短時間間隔（5～10 秒）での測定値を更新することが可能となっており、測定対象ガスを火災燃焼発生特有のガス種に対応したものとしている。

赤外自由電子レーザー研究センターにおける主要な研究機器

ミクロ照射・顕微 FT-IR 装置

１．型式　　FT-IR 日本分光社 FT/IR-6000
　　赤外顕微鏡 日本分光社 IRT-7000
２．設置場所　赤外自由電子レーザー研究センター第 2 実験室
３．性能・特徴

本装置は FT-IR および赤外顕微鏡から構成されている。両者を連結するジョイント部分には、ミクロ照射用の FEL 光導入機構を内蔵しているが、前者は独立して通常のマクロ測定に使用することができる。FT-IR から干渉計を通った赤外光は、顕微鏡内部の切り替えミラーで透過と反射光路が切り替えられ、試料に照射された後 MCT 検出器に入る。試料の観察は CCD カメラによる TV モニターシステムを使用する。試料ステージは XYZ 方向に操作でき、測定ソフトによりマッピング測定(格子状)や多点測定が可能である。本装置によって、例えば生体組織切片や複合材料等への FEL 光照射実験では、試料の光学顕微鏡像を観察して照射部位を確定し、その部位に FEL 光を絞って照射し、その効果を顕微赤外分光法で調べる道が開かれる。

生物顕微鏡

１．型式　　マイクロスコープ Area PIII-FX(エスケーエレクトロニクス)
２．設置場所　赤外自由電子レーザー研究センター第 2 実験室
３．性能・特徴

本装置は、フリーアングルスタンドと、高倍率レンズ（270-2700 倍）及び CCD カメラ部分から成り、主に、固体、液体試料の顕微鏡観察に適している。CCD カメラ部分には、1200 万画素カメラ及び、高精度 CMOS カメラ(HAS-L1C)の 2 種類が取り付け可能である。また、高精度ストロボ照明装置も完備されており、微小な試料を明確に観察することが可能である。特に、金属材料の表面観察、生体試料の形態観察に威力を発揮している。

光触媒国際研究センターにおける主要な研究機器

電界放出形走査電子顕微鏡

１．型式　　JSM-7600F（日本電子社製）
２．設置場所　光触媒国際研究センター 1 階 顕微鏡測定室
３．性能・特徴
二次電子像分解能：1.0nm(15kV), 1.5nm(1kV)
倍率：×25～×1,000,000
加速電圧：0.1kV～30kV
プローブ電流：1pA～200nA
特徴：セミレンズ方式の高分解能 SEM で、エネルギー分散型 X 線分析装置を搭載し、高分解能観察だけではなく元素分析においても安定した高速・高精度分析が可能である。試料にバイアス電圧を印加して電子ビームが照射できるので、数百 eV の入射電子においても試料最表面を高分解能で観察できる。

マトリックス支援レーザー脱離イオン化飛行時間型質量分析計

１．型式　　AXIMA-TOF_2（島津製作所社製）
２．設置場所　光触媒国際研究センター 2 階 構造解析測定室
３．性能・特徴
測定質量範囲：リニアモード；1～500,000Da, リフレクトロンモード；1～80,000Da
質量分解能：リニアモード；5,000, リフレクトロンモード；20,000
質量精度：リニアモード；30ppm, リフレクトロンモード；5ppm, MS/MS；150ppm
感度：リニアモード；250amol (Glu-1-Fibrinopeptide B), リフレクトロンモード；250amol (Glu-1-Fibrinopeptide B), MS/MS；2.5fmol (Glu-1-Fibrinopeptide B)

レーザーラマン分光光度計

１．型式　　NRS-5100（日本分光社製）
２．設置場所　光触媒国際研究センター 2 階構造解析測定室
３．性能・特徴
本体に内蔵された高解像度 CMOS カメラで観察したい試料表面を高倍率で顕微画像を取りながらラマン分光を測定できる。レーザー光源には波長が 532nm と 785nm の 2 つを搭載し、蛍光の発生を抑える等、試料によって使い分けを可能としている。

X 線回折装置

１．型式　　Ultima IV（リガク社製）
２．設置場所　光触媒国際研究センター 2 階構造解析測定室
３．性能・特徴
X 線発生部：最大定格出力；3kW、定格管電圧；20kV～50kV、3 定格管電流；2mA～60mA、管球；ショート Cu 管球
ゴニオメータ部：方式；試料水平保持型ゴニオメータ
特徴：試料を水平に保持したまま測定が可能。また、粉末試料の定性・定量分析などの強度を優先する集中光学系用のダイレクトビームと粉末試料の高精度プロファイル解析や配向度測定、薄膜試料の測定、逆格子マップ、ロッキングカーブなどの測定に用いられる放射面多層膜ミラーを用いた単色平行ビームをスリットの交換だけで簡単に切り替え可能。

触媒分析装置

１．型式　　BELCAT-B（マイクロトラックベル社製）
２．設置場所　光触媒国際研究センター 3 階セルフクリーニング研究室
３．性能・特徴
測定方式：流通型吸着量／脱離量測定
検出器：4 素子 TCD、四重極分析計
吸着ガス：NH_3, CO, H_2, O_2, NO など
測定ポート：電気炉部；50℃～1100℃、トラップ部；LN_2, 77K
応用例：アンモニア TPD、二酸化炭素 TPD、金属分散度（金属表面積、昇温酸化／還元温度、昇温反応）

高精度ガス/蒸気吸着量測定装置

１．型式　　BELSORP-max-12-N-VP（マイクロトラックベル社製）
２．設置場所　光触媒国際研究センター 2 階構造解析測定室
３．性能・特徴
細孔分布：0.35nm～500nm（直径）
比表面積：0.01m^2/g 以上（N_2,77K）、0.0005m^2/g 以上（Kr,77K）
測定検体数：3 検体（同時測定）
前処理用ヒーター：max.450℃
特徴：比表面積、細孔分布、蒸気吸着そして化学吸着測定が 1 台で可能。

形状測定レーザーマイクロスコープ

１．型式　　VK-X200（キーエンス社製）
２．設置場所　光触媒国際研究センター 1 階顕微鏡測定室
３．性能・特徴
総合倍率：×200～×24,000
観察・測定用光学系：ピンホールによる共焦点光学系
高さ測定表示分解能：0.0005μm
測定用レーザー波長：バイオレットレーザ 408nm

イメージングフロンティアセンターにおける主要な研究機器

InSight DeepSee 搭載二光子可視化システム

１．型式　　FVMPE-RS（オリンパス社製）
２．設置場所　野田校舎 10 号館 3 階実験室 4
３．性能・特徴

この二光子可視化システムは市販品では最高レベルの超広帯域レーザーInSight DeepSee を搭載しており、最速 438fps の高速レゾナントスキャナとガルバノスキャナ、正立型電動顕微鏡、冷却高感度検出器である GaAsP PMT などから構成される。特に、4 軸自動補正により、煩雑なレーザービーム位置補正と入射角補正が不要であるなど、ユーザーフレンドリーなインターフェースを含め、多様なユーザーでの使用に適した特徴を備えている。また装着されている 25 倍の水浸対物レンズは NA 1.05 と非常に集光力が高く、広い範囲の用途について十分な観察が可能である。

超高解像度顕微鏡レーザーバイオイメージングシステム

１．型式　　ELYRA P.1（ZEISS 社製）
２．設置場所　野田校舎 6 号館 3 階細胞動態解析室
３．性能・特徴

ELYRA P1 は、従来の光学顕微鏡の理論限界である約 200nm の空間分解能を大きく超えた、20nm の空間分解能を実現する新型の光学顕微鏡である。また、TIRF モードを用いることで Z 軸の空間分解能も 50nm で観察可能である。現在 405nm、488nm 及び 561nm のレーザーを備え、1分子のイメージングから細胞の動態にいたるまで、幅広いアプリケーションを可能としている。

スペース・コロニー研究センターにおける主要な研究機器

触媒試験用高速・多機能 FTIR ガス分析装置

１．型式　　FTIR 排出ガス分析装置（可搬型）FAST-1300（岩田電業株式会社製）
２．設置場所　野田校舎 光触媒国際研究センター 2 階 製品耐久性研究室
３．性能・特徴

本研究設備は、フーリエ変換赤外分光法を利用した触媒試験用高速・多機能 FTIR ガス分析を可能とし、クロマトグラフィーでは測定が困難な窒素酸化物等のガス種を直接、サブ ppm から%レベルまでの広い濃度範囲で測定することができる。

そのため、本プロジェクトで行う水と空気から窒素肥料をその場で作り出す研究において、活性の高い反応ガス種を周囲雰囲気に晒すことなく迅速に測定することが可能となる。また、オンフローで非破壊かつ前処理を必要としないことから、連続的なリアルタイムモニタリングが可能であり、生成ガスを未反応のままモニタリングすることができ、触媒反応を正確に把握することが可能になる。

人工衛星搭載機器温度試験設備

１．型式　　超低温恒湿器 PG-4J 小型冷熱衝撃装置 TSE-12-A（エスペック株式会社製）
２．設置場所　野田校舎 3 号館 2 階 理事会管理室 3
３．性能・特徴

本試験設備は、軌道上で遭遇する様々な温度条件での搭載機器の適合性について評価を行うことを目的としている。100cm 立方の宇宙機搭載実験装置について、-70℃から 150℃の広い温度範囲の温度適合性を評価する温度試験装置と、宇宙実験装置を構成するデバイスや基板などの電子部品について、日陰から日照など急激な温度変化による熱衝撃に対する適合性を評価する熱衝撃試験装置から構成されている。両試験装置をネットワークで接続し、PC によって記録管理し集中制御を実現する。

ウェアラブルセンサ開発用高精度界面観察システム

１．型式　　デジタルマイクロスコープ VHX-6000 シリーズ（株式会社キーエンス製）
２．設置場所　野田校舎 10 号館 4 階 実験室 5
３．性能・特徴

本研究設備は、カメラのフレームレートが最速 1 秒でフルフォーカス画像を取得でき、観察したい箇所にステージを移動しレンズを上下するだけでピント情報を認識し、フルフォーカスで拡大観察が可能となる。

また、単波長の光を使った超解像画像とシャッタースピードを変えた画像を複数取得し、高階調の画像を取得する HDR 機能を同時に作動させることで高精細かつ高コントラストな観察が可能になり、従来では観ることができなかった観察が可能となる。

再生医療と DDS の融合研究部門における主要な研究機器

プラズマイオン化定量装置

１．型式　　ICPE-9000（島津製作所製）
２．設置場所　野田校舎 DDS 研究センター 1 階 共通機器室
３．性能・特徴

ICP（高周波誘導結合プラズマ）は発光分光分析法の一つの手法である。分析試料にプラズマのエネルギーを外部から与えると含有されている成分元素（原子）が励起される。その励起された原子が低いエネルギー準位に戻るときに発光線が（スペクトル線）放出され、光子の波長に相当する発光線を測定する方法である。発光線の位置から成分元素の種類を判定し、その強度から各元素の含有量を求める。特にこの型式は自動波長選択システムを採用しており、分光干渉、感度などを考慮して定量分析に最適な波長を自動選択することで正確な測定値を得ることができる。

フローサイトメーター

１．型式　　CyAn ADP（ベックマン・コールター社製）
２．設置場所　野田校舎 DDS 研究センター 2 階 薬学共同実験室
３．性能・特徴

本研究装置は、細胞に標識された蛍光の強度を測定することができる。すなわち、細胞に取り込まれた微粒子や細胞に発現している特定のタンパク抗原を測定でき、細胞の機能変化を捉えることができる装置である。通常、細胞は 4℃の条件下でなければ機能変化が起こるが、本装置では測定データのバラツキを回避し、4℃の状態にある細胞を高速で測定できる。さらに、96well および 384well のマルチウエルプレートに対応したサンプリングが可能であり、ハイスループット性が高い。また、細胞懸濁液が流れるシース液流路へかかる圧力が低く、圧力により破壊された細胞のデブリが生じないという利点もある。

粉体性状測定装置

１．型式　　ELSZ2PDDS（大塚電子社製）
２．設置場所　野田校舎 DDS 研究センター 3 階 製剤設計研究室 2
３．性能・特徴

本研究装置は、コロイド粒子の分散・凝集性、相互作用、表面改質の指標となるゼータ電位および粒子径・粒子径分布（粒径・粒径分布）を、動的及び電気泳動光散乱法で測定する装置である。特に ELSZ2PDDS は、溶媒中の粒子のゼータ電位を-200mV～200mV の範囲で測定可能であり、標準セル以外にも希薄系・濃厚系に対応した光学系を持つため、0.001～40%の幅広いサンプル濃度や、3.5%程度の食塩水・MEK 等の有機溶媒中といった条件下での電位測定も可能である。また、電気浸透流を実測することで信頼性の高いゼータ電位測定が可能となっており、平板試料用セルを用いた平板・フィルム状サンプル測定に対応している。

先端 EC デバイス研究部門における主要な研究機器

固体高分解能核磁気共鳴装置

１．型式　　ECP-300（日本電子社製）
２．設置場所　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 2
３．性能・特徴
　分子量数百の有機低分子から分子量数千のタンパク質等の有機高分子までの固体試料が測定可能。有機合成化学、有機金属化学、高分子化学、生体機能関連化学等の分野で適用される。

高分解能核磁気共鳴装置

１．型式　　ECP-500（日本電子社製）
２．設置場所　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 2
３．性能・特徴
　有機･高分子化合物の構造決定に活用できる。^{1}HNMR や ^{13}CNMR をはじめとする各種多核測定や NOE 測定が可能である。

核磁気共鳴装置(AL300)

１．型式　　AL-300（日本電子社製）
２．設置場所　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 2
３．性能・特徴
　有機･高分子化合物の構造決定に活用できる。^{1}HNMR や ^{13}CNMR をはじめとする各種多核測定や NOE 測定が可能である。

GC/LC/FAB 質量分析計

１．型式　　JMS-MS700（日本電子社製）
２．設置場所　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 5
３．性能・特徴
　EI、CI、FAB、ミリマス（但し CI 不可）の各種方法を用いて有機化合物の質量を測定することが可能である。測定可能質量範囲 m/z ～2400(10kV);分解能 60000 まで測定できる。

ESI 質量分析計

１．型式　　JMS-T100LP/CS（日本電子社製）
２．設置場所　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 5
３．性能・特徴
　ソフトなイオン化法として知られる ESI 法を低温条件で適用することにより、微弱な分子間力を切断することなくイオン化でき、TOF 方式で質量分析を行うため DNA やタンパク質などの生体高分子と有機低分子間の複合体の分子量や金属錯体等の分子量の精密質量測定が可能である。

オールインワンX線回折装置

１．型式　　Empyrean（PANalytical製）
２．設置場所　野田校舎10号館研究機器センター機器室1
３．性能・特徴
　高分解能の粉末X線回折データを簡便かつ高速に測定できる。汎用性が極めて高く、通常の集中光学系の回折実験に加えて、平行光学系の低角入射X線回折測定、微小部の回折測定、液体窒素を冷媒とする低温測定、1200℃までの高温測定、極点図・逆格子マッピング等の薄膜評価もアタッチメント交換のみで実施できる。さらに、2体分布関数（Pair Distribution Function）の評価も付帯装置で可能である。

ナノ界面構造解析システム

１．型式　　AXIS-NOVA SP（KRATOS Analytical Limited.製）
２．設置場所　野田校舎10号館研究機器センター機器室1
３．性能・特徴
　大型モノクロメータX線銃を搭載しており、高エネルギー分解能のスペクトル測定が可能である。さらに、絶縁物測定に必要なレンズ同軸型均一帯電中和機構の搭載により、試料の帯電の影響を除去できる。また、XPSイメージングは空間分解能3μm以下を達成している。

高周波グロー放電発光分析装置

１．型式　　JY 5000 RF（堀場製作所製）
２．設置場所　野田校舎10号館研究機器センター機器室8
３．性能・特徴
　グロー放電領域内で導電性、非導電性膜を高周波スパッタリングし、スパッタされた原子のArプラズマ内における発光線を連続的に分光することにより、薄膜の深さ方向の元素分布を測定できる。

大気科学研究部門における主要な研究機器

走査型モビリティーパーティクルサイザー

１．型式　　SMPS 3936（TSI 社製）
２．設置場所　神楽坂校舎 1 号館 5 階三浦研究室
３．性能・特徴
　2.5～1000nm というサブミクロン領域の粒子を、トータル 167 チャンネルの高分解能で連続的に計測する自動連続粒径分布計測装置です。この装置の大きな特徴として、DMA（電気移動度分級装置）と CPC（凝縮粒子カウンター）を研究目的に応じ自由に組み合わせることができます。これにより、より詳細で目的に添った粒径情報を得ることが可能です。さらに、DMA が組み込まれたモデル 3080 静電分級器と CPC はそれぞれ単体で、単分散粒子発生器と粒子個数濃度計測装置として使用することも可能です。

雲凝結核カウンター

１．型式　　CCN-100（DMT 社製）
２．設置場所　神楽坂校舎 1 号館 5 階三浦研究室
３．性能・特徴
　過飽和状態のカラム中に試料空気を吸引することにより、雲粒の核となる雲凝結核濃度を連続的に自動測定する装置です。カラム内の温度を設定することにより、過飽和度 0.07%からの任意の過飽和度を 6 段階に設定できます。DMA と組み合わせることにより、粒径別にエアロゾル粒子数に対する雲凝結核数の割合を求めることができます。

脳学際研究部門における主要な研究機器

超高解像度顕微鏡レーザーバイオイメージングシステム

１．型式　　ELYRA P.1（ZEISS 社製）
２．設置場所　　野田校舎 6 号館 3 階細胞動態解析室
３．性能・特徴

ELYRA P1 は、従来の光学顕微鏡の理論限界である約 200nm の空間分解能を大きく超えた、20nm の空間分解能を実現する新型の光学顕微鏡である。また、TIRF モードを用いることで Z 軸の空間分解能も 50nm で観察可能である。現在 405nm、488nm 及び 561nm のレーザーを備え、1分子のイメージングから細胞の動態にいたるまで、幅広いアプリケーションを可能としている。

核酸創薬研究部門における主要な研究機器

核磁気共鳴装置(400MHz)

１．型式　　JNM-ECZ400S（JEOL 社製）
２．設置場所　野田校舎 15 号館 1 階核磁気共鳴分析室
３．性能・特徴
　本装置は、400MHz の核磁気共鳴装置である。^{1}H、^{13}C に加え、^{11}B、^{19}F、^{31}P などの核種も測定が可能である。さらに、COSY、HMQC、HMBC などの 2 次元スペクトルや、NOE 測定も行っており、合成サンプルのみならず複雑な構造を有する天然物の構造解析に有用である。

質量分析装置

１．型式　　SCIEX X500R QTOF（SCIEX 社製）
２．設置場所　野田校舎 15 号館 1 階質量分析室
３．性能・特徴
　本装置は、エレクトロスプレーイオン化法（electrospray ionization,ESI）によって試料をイオン化し、質量電荷数比(m/z)の測定を行う質量分析装置である。高分解能質量分析、MS/MS による分析が可能。

関 係 規 程

○東京理科大学研究推進機構規程

平成 27 年 3 月 18 日
規程第 61 号
改正　平成 27 年 12 月 22 日規程第 192 号
平成 28 年 3 月 31 日規程第 57 号
平成 28 年 9 月 29 日規程第 86 号
平成 29 年 4 月 7 日規程第 53 号
平成 30 年 3 月 30 日規程第 82 号
平成 30 年 10 月 29 日規程第 125 号
平成 31 年 3 月 18 日規程第 26 号

（趣旨）

第 1 条　この規程は、東京理科大学学則（昭和 24 年学則第 1 号）第 62 条の 2 第 4 項の規定に基づき、東京理科大学研究推進機構（以下「機構」という。）に関し必要な事項を定めるものとする。

（目的）

第 2 条　機構は、わが国における科学技術政策や大学への社会的・経済的要求を踏まえ、東京理科大学（以下「本学」という。）における学術研究の将来構想及び戦略を提示し、研究組織の活性化を図るとともに、その学術的水準を向上させ、世界の学術的動向及び我が国の社会的動向を適切に先導し、かつ、協働することを目的とする。

（センター等）

第 3 条　機構に、次に掲げるセンター、研究院及び研究所（以下「センター等」という。）を置く。

(1) 研究戦略・産学連携センター
(2) 総合研究院
(3) 生命医科学研究所
(4) 研究機器センター
(5) データサイエンスセンター

2　センター等に関する事項は、この規程に定めるもののほか、別に定める。

（機構長）

第 4 条　機構に、東京理科大学研究推進機構長（以下「機構長」という。）を置き、機構長は、本学の学長（以下「学長」という。）の命を受けて、機構の運営に関する事項を掌理する。

2　機構長は、本学の副学長のうちから学長が決定し、理事長に申し出て、理事長が委嘱する。

（センター長等）

第 5 条　センター等に、それぞれセンター長、研究院長及び研究所長（以下「センター長等」と

いう。）を置き、センター長等は、機構長の命を受けて、当該センター等に関する事項を掌理する。

2　センター長等の資格、任期等については、別に定める。

（会議）

第 6 条　機構に、機構の運営に関する事項を審議するため、研究推進機構会議（以下、「会議」という。）を置く。

2　会議は、次に掲げる事項を審議する。

(1) 本学の学術研究の将来構想に関する事項

(2) 本学の学術研究及び産学連携における研究戦略の策定に関する事項

(3) 本学が助成を行う研究課題等に関する事項

(4) センター等の設置及び改廃に関する事項

(5) センター等の事業計画に関する事項

(6) 機構、センター等の予算に関する事項

(7) 総合研究院の研究部門の設置及び改廃に関する事項

(8) 総合研究院の研究センターの設置に関する事項

(9) 総合研究院の研究センターの評価に関する事項

(10) 機構、センター等に関する諸規程等の制定及び改廃の発議に関する事項

(11) その他機構、センター等の管理・運営に関する事項

3　会議は、次に掲げる委員をもって組織し、学長がこれを委嘱する。

(1) 機構長

(2) 研究戦略・産学連携センター長

(3) 総合研究院長

(4) 生命医科学研究所長

(5) 研究機器センター長

(6) データサイエンスセンター長

(7) 機構長が各学部長と協議のうえ指名する教授　各学部 1 人

4　前項に規定するもののほか、第 2 項第 3 号、第 7 号及び第 9 号に掲げる事項を審議するにあたり、機構長が必要と認めた場合は、機構長が指名する者を委員に加えることができる。

5　第 3 項第 7 号及び前項に規定する委員の任期は、2 年以内とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

6　会議は、機構長が招集し、その議長となる。ただし、議長に事故のあるときは、議長があらかじめ指名した委員がその職務を代理する。

7　議長が必要と認めたときは、会議に委員以外の者の出席を求め、意見を聴くことができる。

8　会議の議事は、出席した委員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

（幹事会）

第 7 条　会議の下に、前条に規定する審議事項の具体的事案に速やかに対応するため、研究推進機構会議幹事会（以下「幹事会」という。）を置く。

2　幹事会は、次に掲げる委員をもって組織する。

(1) 機構長

(2) 会議委員のうちから機構長が指名する者　若干人

3　幹事会の委員長は、機構長をもって充てる。

4　委員長が必要と認めたときは、幹事会委員以外の者の出席を求め、意見を聴くことができる。

（部会）

第 8 条　会議の下に、専門的事項を審議するため、次の部会を置く。

(1) 医療・生命科学部会

(2) 物質・材料科学部会

(3) 数理・情報科学部会

2　部会に関する規程は、別に定める。

（報告義務）

第 9 条　センター長等は、当該年度における活動経過及び次年度における事業計画を機構長に報告しなければならない。

（事務）

第 10 条　機構の運営に関する事務は、研究推進部研究推進課において処理する。

2　センター等の運営に関する事務は、それぞれのセンター等に関する規程において定める。

附　則

この規程は、平成 27 年 4 月 1 日から施行する。

附　則

この規程は、平成 27 年 12 月 22 日から施行し、平成 27 年 11 月 1 日から適用する。

附　則

この規程は、平成 28 年 4 月 1 日から施行する。

附　則

この規程は、平成 28 年 9 月 29 日から施行し、平成 28 年 8 月 1 日から適用する。

附　則

（施行期日）

1　この規程は、平成 29 年 4 月 7 日から施行し、平成 29 年 4 月 1 日から適用する。

（廃止規程）

2　東京理科大学研究審議部会規程（平成 27 年規程第 62 号）及び東京理科大学研究評価部会規程（平成 27 年規程第 63 号）は、廃止する。

附　則

この規程は、平成 30 年 4 月 1 日から施行する。

附　則

この規程は、平成 30 年 10 月 29 日から施行し、平成 30 年 10 月 1 日から適用する。

附　則

この規程は、平成 31 年 4 月 1 日から施行する。

○東京理科大学総合研究院規程

平成 17 年 11 月 16 日
規程第 68 号
改正　平成 18 年 7 月 26 日規程第 121 号
平成 18 年 9 月 27 日規程第 137 号
平成 18 年 11 月 28 日規程第 142 号
平成 19 年 3 月 28 日規程第 63 号
平成 19 年 4 月 20 日規程第 140 号
平成 19 年 12 月 25 日規程第 197 号
平成 20 年 2 月 13 日規程第 16 号
平成 21 年 3 月 11 日規程第 30 号
平成 21 年 10 月 19 日規程第 91 号
平成 22 年 3 月 19 日規程第 38 号
平成 23 年 3 月 30 日規程第 34 号
平成 24 年 3 月 29 日規程第 80 号
平成 25 年 3 月 27 日規程第 52 号
平成 26 年 3 月 29 日規程第 90 号
平成 26 年 4 月 1 日規程第 97 号
平成 27 年 3 月 18 日規程第 40 号
平成 27 年 8 月 24 日規程第 172 号
平成 28 年 3 月 31 日規程第 55 号
平成 28 年 3 月 31 日規程第 57 号
平成 28 年 7 月 27 日規程第 82 号
平成 29 年 4 月 7 日規程第 51 号
平成 30 年 3 月 28 日規程第 47 号
平成 30 年 3 月 28 日規程第 56 号
平成 30 年 3 月 29 日規程第 67 号
平成 30 年 3 月 30 日規程第 82 号

（趣旨）

第 1 条　この規程は、東京理科大学研究推進機構規程（平成 27 年規程第 61 号。以下「研究推進機構規程」という。）第 3 条第 2 項の規定に基づき、東京理科大学総合研究院（以下「総合研究院」という。）に関し必要な事項を定めるものとする。

（目的）

第 2 条　総合研究院は、本学の特色ある高度な研究活動の展開及びそれに基礎を置いた人材育成を通じて、本学の研究・教育向上に寄与することを目的とする。

（研究部門等）

第3条　総合研究院に、研究部門及び研究センター（以下「研究部門等」という。）を置く。

2　研究センターに関する規程は、別に定める。

3　必要に応じ、研究部門等に研究グループを置くことができる。

（総合研究院長等）

第4条　総合研究院に、総合研究院長（以下「院長」という。）を置き、東京理科大学研究推進機構長（以下「機構長」という。）の命を受けて、総合研究院に関する事項を掌理する。

2　院長は、本学の学長（以下「学長」という。）が機構長と協議の上選出し、東京理科大学教育研究会議の議を経て決定し、理事長に申し出て、理事長が委嘱する。

3　総合研究院に、副院長を置くことができる。

4　前項に規定する副院長は、院長の職務を補佐する。

5　副院長は、機構長が院長と協議し、候補者を選出の上、学長に推薦し、学長は東京理科大学学長室会議の議を経て決定し、理事長に申し出て、理事長が委嘱する。

6　院長及び副院長の任期は、2年以内とし、再任を妨げない。

第4条の2　削除

（共同利用・共同研究拠点）

第4条の3　国全体の学術研究の更なる発展に資することを目的とし、総合研究院に共同利用・共同研究拠点（以下「研究拠点」という。）を置く。

2　研究拠点は、学校教育法施行規則（昭和22年文部省令第11号）第143条の2の規定に基づき、共同利用・共同研究拠点として文部科学大臣の認定を受けた場合に限り、その認定期間において設置することができる。

3　研究拠点に関する規程は、別に定める。

（部門長）

第5条　研究部門に部門長を置き、部門長は、当該研究部門の活動を統括する。

2　部門長は、原則として本学の専任又は嘱託の教授又は准教授で、当該研究部門に所属するもののうちから選出した者について院長が第7条に規定する東京理科大学総合研究院運営委員会（以下「運営委員会」という。）に諮って機構長に推薦し、機構長の決定により、理事長が委嘱する。

3　部門長の任期は、2年以内とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

（研究センター長）

第6条　研究センターに研究センター長を置き、研究センター長は、当該研究センターの研究を統括する。

2　研究センター長は、本学の専任又は嘱託の教授又は准教授のうちから院長が第7条に規定する運営委員会に諮って機構長に推薦し、機構長の決定により、理事長が委嘱する。
3　研究センター長の任期は2年以内とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

（拠点長）
第6条の2　研究拠点に、拠点長を置き、拠点長は、当該研究拠点の活動を統括する。
2　拠点長は、本学の専任又は嘱託の教授又は准教授のうちから院長が第7条に規定する運営委員会に諮って機構長に推薦し、機構長の決定により、理事長が委嘱する。
3　拠点長の任期は2年以内とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

（特例措置）
第6条の3　第5条第2項、第6条第2項及び第6条の2第2項に定める者のほか、機構長の申出により、学長が特に必要と認めた場合は、専任又は嘱託の教授又は准教授以外の者が部門長、研究センター長又は拠点長になることができる。

（運営委員会）
第7条　総合研究院に、総合研究院の運営に関する事項を審議するため、運営委員会を置く。
2　運営委員会は、次に掲げる事項を審議する。
(1) 研究拠点の設置、改廃に関する事項
(2) 研究部門等における研究グループの設置に関する事項
(3) 総合研究院の人事に関する事項
(4) 総合研究院の事業計画に関する事項
(5) 総合研究院に関する研究スペース、設備の管理に関する事項
(6) 総合研究院の予算及び決算に関する事項
(7) 総合研究院に関する諸規程等の制定及び改廃の発議に関する事項
(8) その他総合研究院の管理・運営に関する事項
3　運営委員会は、次に掲げる委員をもって組織する。
(1) 院長
(2) 副院長
(3) 研究部門長
(4) 研究センター長
(5) 研究戦略・産学連携センター長
4　運営委員会は、院長が招集し、その議長となる。ただし、議長に事故のあるときは、議長があらかじめ指名した委員がその職務を代理する。
5　議長が必要と認めたときは、運営委員会に委員以外の者の出席を求め、意見を聴くことができる。

6　機構長は、運営委員会に出席し、意見を述べることができる。
7　運営委員会は、委員の総数の 3 分の 2 以上が出席しなければ、これを開くことができない。
8　運営委員会の議事は、出席した委員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

（本務教員）
第 8 条　総合研究院に、総合研究院を本務とする専任又は嘱託の教育職員（以下「本務教員」という。）を置くことができる。
2　本務教員は、院長が運営委員会に諮って、機構長を通じて、学長に推薦し、学長の申出により理事長が委嘱する。

（併任教員）
第 9 条　総合研究院に、併任の教育職員（以下「併任教員」という。）を置くことができる。
2　併任教員は、本学所属の専任又は嘱託の教授、准教授、講師及び助教のうちから充てる。
3　併任教員は、院長が運営委員会に諮って機構長に推薦し、機構長の決定により、理事長に申し出て、理事長が委嘱する。
4　前項の場合において、本学以外の教育職員を併任教員とする場合は、学長は、当該教育職員が所属する当該大学学長の了承を得た上で、理事長に申し出て、理事長が委嘱する。
5　併任教員の任期は、2 年以内とし、再任を妨げない。ただし、嘱託である者については、嘱託としての委嘱期間内とする。

（プロジェクト研究員）
第 9 条の 2　総合研究院に、プロジェクト研究員を置くことができる。
2　プロジェクト研究員の資格、選考手続等は、東京理科大学プロジェクト研究員の取扱いに関する規程（平成 18 年規程第 138 号）の定めるところによる。

第 10 条　削除

（技術者）
第 10 条の 2　総合研究院に、技術者を置くことができる。
2　技術者は、教育研究のための支援並びに技術の開発及び普及並びに学生への技術指導を行う。
3　技術者に係る取扱いについては、東京理科大学ポストドクトラル研究員規程（平成 30 年規程第 19 号。以下「PD 規程」という。）の規定を準用する。ただし、PD 規程第 6 条第 1 項に規定する有期雇用契約の更新による通算契約期間の上限は 5 年を 3 年と読み替えるものとし、資格、手当等については別に定める。

（客員教授等）

第 11 条　総合研究院に、学外の教育研究機関等から招へいする客員教授、客員准教授及び客員研究員（次項において「客員教授等」という。）を置くことができる。

2　客員教授等の資格、選考手続等は、東京理科大学客員教授等規則（昭和 53 年規則第 5 号）の定めるところによる。

（受託研究員及び共同研究員）

第 12 条　総合研究院に、受託研究員及び共同研究員を受け入れることができる。

2　受託研究員及び共同研究員は、学外の教育機関等を本務とする者につき選考するものとし、その手続等は、東京理科大学受託研究員規程（昭和 43 年規程第 7 号）及び学校法人東京理科大学共同研究契約取扱規程（平成 21 年規程第 7 号）の定めるところによる。

（PD）

第 13 条　総合研究院に、東京理科大学ポストドクトラル研究員（以下「PD」という。）を置くことができる。

2　PD の資格、選考手続等は、PD 規程の定めるところによる。

（RA）

第 14 条　総合研究院に、東京理科大学リサーチ・アシスタント（以下「RA」という。）を置くことができる。

2　RA の資格、選考手続等は、東京理科大学リサーチ・アシスタント規程（平成 13 年規程第 9 号）の定めるところによる。

（その他職員等）

第 14 条の 2　総合研究院に、第 8 条から前条までに規定する者のほか、理事長又は学長が特に必要と認めた場合に限り、学校法人東京理科大学業務規程（平成 13 年規程第 6 号）第 3 条に規定する者を置くことができる。

（報告義務）

第 15 条　研究部門長、研究センター長及び拠点長は、年度ごとに研究部門等又は研究拠点の活動経過及び事業計画を院長に報告しなければならない。

（評価）

第 16 条　研究センターは、研究推進機構規程第 6 条第 1 項に規定する研究推進機構会議における評価を受けなければならない。

2　研究部門は、アドバイザリー委員会による報告を基に、院長が評価を行う。

3　アドバイザリー委員会に関する詳細は、別に定める。

（廃止）

第 17 条　研究部門等の廃止は、東京理科大学総合研究院における研究センター及び研究部門の設置並びに改廃に関する規程（平成 17 年規程第 72 号）の定めるところによる。

（事務）

第 18 条　総合研究院の事務は、野田統括部野田研究推進課において処理する。ただし、神楽坂地区及び葛飾地区に設置する研究部門等に係る事務は、研究推進部研究推進課及び葛飾統括部葛飾研究推進課においてそれぞれ処理する。

附　則

（施行期日）

1　この規程は、平成 17 年 11 月 16 日から施行し、平成 17 年 11 月 1 日から適用する。

（廃止規程）

2　東京理科大学総合研究所規程（昭和 55 年規程第 5 号）は、廃止する。

（任期の特例）

3　当初の第 4 条、第 5 条、第 6 条並びに第 7 条第 3 項第 2 号及び第 5 号に規定する者に係る任期については、それぞれ第 4 条第 3 項、第 5 条第 3 項、第 6 条第 3 項及び第 7 条第 4 項の規定にかかわらず、平成 19 年 9 月 30 日までとする。

附　則

この規程は、平成 18 年 7 月 26 日から施行し、平成 17 年 11 月 1 日から適用する。

附　則

この規程は、平成 18 年 9 月 27 日から施行し、平成 18 年 4 月 1 日から適用する。

附　則

この規程は、平成 18 年 11 月 28 日から施行し、平成 18 年 10 月 1 日から適用する。

附　則

この規程は、平成 19 年 4 月 1 日から施行する。

附　則

この規程は、平成 19 年 4 月 20 日から施行し、平成 19 年 4 月 1 日から適用する。

附　則

この規程は、平成19年12月25日から施行し、第3条、第5条、第7条（第2項第4号を除く。）及び第18条の規定については、平成19年7月1日から適用し、第4条の2及び第7条第2項第4号の規定については、平成20年1月1日から適用する。

附　則

この規程は、平成20年2月13日から施行し、平成20年1月1日から適用する。

附　則

この規程は、平成21年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成21年10月19日から施行し、平成21年7月1日から適用する。

附　則

この規程は、平成22年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成23年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成24年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成25年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成26年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成27年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成27年9月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成28年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成 28 年 7 月 27 日から施行し、平成 28 年 4 月 1 日から適用する。

附　則

この規程は、平成 29 年 4 月 7 日から施行し、平成 29 年 4 月 1 日から適用する。

附　則

この規程は、平成 30 年 4 月 1 日から施行する。

○東京理科大学総合研究院における研究センター及び研究部門の設置並びに改廃に関する規程

平成 17 年 11 月 16 日
規程第 72 号
改正　平成 21 年 6 月 11 日規程第 65 号
平成 23 年 11 月 10 日規程第 88 号
平成 27 年 8 月 6 日規程第 162 号
平成 28 年 7 月 27 日規程第 83 号
平成 29 年 4 月 7 日規程第 52 号
平成 29 年 10 月 11 日規程第 81 号

（趣旨）

第 1 条　この規程は、東京理科大学総合研究院における研究センター及び研究部門の設置、継続、廃止等に関し必要な事項を定めるものとする。

（研究センターの設置）

第 2 条　研究センターの設置は、国、地方公共団体、産業界等（以下「学外諸機関」という。）が実施している助成事業に選定された場合に限り、東京理科大学研究推進機構会議（以下「機構会議」という。）の議を経て、学長が決定する。

2　設置の期間は、当該学外諸機関により定められた助成対象期間とする。

（研究センターの設置の継続）

第 3 条　学長は、研究センターが次の各号のいずれかに該当する場合は、機構会議の議を経て、当該研究センターの設置を継続することができる。

(1) 学外諸機関が実施している助成事業に新たに選定された場合
(2) 共同利用・共同研究拠点（以下「研究拠点」という。）として文部科学大臣の認定を受けた場合
(3) 研究センターの設置期間の最終年に行われる機構会議による研究評価が優れており、かつ東京理科大学（以下「本学」という。）独自の研究として、当分の間、継続することが望ましいと判断された場合

2　前項の規定により研究センターの設置を継続する際の継続期間は、それぞれ次の各号に定めるとおりとする。

(1) 前項第 1 号の場合　当該学外諸機関の定めた助成対象期間が終了するまで
(2) 前項第 2 号の場合　研究拠点の認定期間が終了するまで
(3) 前項第 3 号の場合　学長が、機構会議の議を経て決定した期間

（設置期間の上限）

第 3 条の 2　研究センターの設置期間は、原則として、第 2 条第 2 項に定める設置期間及び前条第 2 項に定める継続期間の通算が 10 年を超えないものとする。ただし、次条に定める設置期間を定めない研究センターの設置期間は、この限りではない。

（設置期間を定めない研究センター）

第3条の3　学長は、第2条第2項に定める設置期間又は第3条第2項に定める継続期間の最終年に行われる機構会議による研究評価が特に優れており、かつ本学独自の研究として継続することが望ましいと判断する場合には、教育研究会議の議を経て、当該研究センターを、設置期間を定めない研究センターとすることができる。

2　前項に規定する研究センターは、研究所と称することができる。

3　第1項に規定する研究センターは、機構会議により5年ごとに研究評価を受けるものとする。

4　学長は、前項の規定による研究評価の結果により、教育研究会議の議を経て、当該研究センターを廃止することができる。

（研究センターの廃止及び研究部門への移行）

第4条　第2条第2項又は第3条第2項に規定する設置期間が終了した研究センターは、当該研究センターを廃止するものとする。

2　前項の規定にかかわらず、本学における研究者からの申請を受け、機構会議の議を経て、当該研究センター又はそのプロジェクトの一部を総合研究院に研究部門を設置することにより移行し、引続き組織的研究活動を行うことができる。

（研究部門の設置及び廃止）

第5条　研究部門の設置は、本学における研究者からの申請を受け、機構会議の議を経て、学長が決定する。

2　研究部門の設置期間は3年間とする。ただし、総合研究院長から申出があった場合は、機構会議の議を経て、最長2年を限度に延長することができる。

3　前項の規定にかかわらず、研究部門は当該研究部門の部門長の申出又は機構会議の決定により廃止することができる。

4　研究部門の設置及び廃止に係る申請に必要な書類は、別に定める。

（研究センターに係る設備、装置等の取扱い）

第6条　研究センターはその設置時において、当該研究センターに係る当初計画の範囲内で必要な設備、装置等を整備することができる。整備した設備、装置等については、当該研究センターにおける研究者が優先的に使用するものとする。

2　研究センターの設置期間が終了し、第4条第2項の規定により移行した研究部門又は新たに設置された研究部門においては、東京理科大学研究機器センター運営委員会（以下「研究機器センター運営委員会」という。）の承認を得た上で、当該研究センターの研究設備、装置等を、引続き管理し、使用することができる。この場合において可能な範囲で、全学的利用を行うこととする。

3　前2項に規定する設備、装置等のうち、研究機器センター運営委員会が適当と判断した場合には、東京理科大学研究機器センターへ移管するものとする。

（規程の改廃）

第7条　この規程の改廃は、機構会議の議を経て、行うものとする。

附　則

この規程は、平成17年11月16日から施行し、平成17年11月1日から適用する。

附　則

この規程は、平成21年6月11日から施行する。

附　則

この規程は、平成23年11月10日から施行し、平成23年10月1日から適用する。

附　則

この規程は、平成27年8月6日から施行し、平成27年4月1日から適用する。

附　則

この規程は、平成28年7月27日から施行し、平成28年4月1日から適用する。

附　則

この規程は、平成29年4月7日から施行し、平成29年4月1日から適用する。

附　則

この規程は、平成29年10月11日から施行し、平成29年10月1日から適用する。

2019年度版　総合研究院年報　No.37

発　行　日　　2021年3月

編集・発行　　東京理科大学　研究推進機構　総合研究院
〒278-8510　千葉県野田市山崎2641番地
電話　04-7124-1501（代）