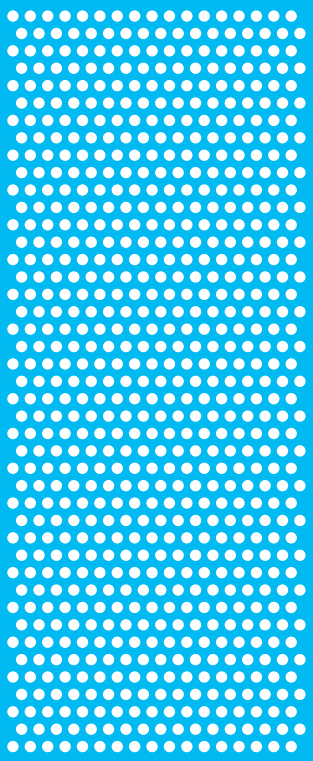
ISSN 2432-2792

2020年度版

総合研究院年報 No.38

ANNUAL REPORTS Number38

Research Institutes for Science and Technology



2020

序

本年報は、2020 年 4 月から 2021 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。2020 年度には、再生可能エネルギー技術研究部門、アンビエントデバイス研究部門、生物環境イノベーション研究部門、統計科学研究部門、技術経営戦略・金融工学社会実装研究部門、数理解析連携研究部門、ナノ量子情報研究部門新設に伴い、年度末時点で 6 研究センター、20 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。

2021 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（2021 年 3 月 31 日現在） ……7

研究センター・研究部門別の研究報告 ……29

火災科学研究所……31
赤外自由電子レーザー研究センター……41
光触媒国際研究センター……49
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…61
スペース・コロニー研究センター……79
ヒト疾患モデル研究センター……97
大気科学研究部門……113
超分散知能システム研究部門……129
脳学際研究部門……143
インテリジェントシステム研究部門……153
現代代数学と異分野連携研究部門……165
ナノカーボン研究部門……175
界面科学研究部門……187
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…195
先進複合材料・構造 CAE 研究部門……203
アカデミック・ディテーリング・データベース部門……211
核酸創薬研究部門……221
先端都市建築研究部門……229
合成生物学研究部門……235
再生可能エネルギー技術研究部門……247
アンビエントデバイス研究部門……259
生物環境イノベーション研究部門……267

統計科学研究部門……275
技術経営戦略・金融工学社会実装研究部門……287
数理解析連携研究部門……291
ナノ量子情報研究部門……299

研究者別の研究業績……307
今西　　哲（イマニシ　サトシ）……309
梅澤　雅和（ウメザワ　マサカズ）……309
川﨑　平康（カワサキ　タカヤス）……310
久保田　圭（クボタ　ケイ）……311
黄　　麗娟（コウ　レイケン）……312
高田　健司（タカダ　ケンジ）……312
田沼　靖一（タヌマ　セイイチ）……313
寺島　千晶（テラシマ　チアキ）……313
西原　　寛（ニシハラ　ヒロシ）……315
萩原　一郎（ハギワラ　イチロウ）……316
福居　直哉（フクイ　ナオヤ）……316
前田　啓明（マエダ　ヒロアキ）……316
松原　美之（マツバラ　ヨシユキ）……317
宮本　悦子（ミヤモト　エツコ）……317

総合研究院フォーラム開催報告……319
光触媒国際研究センター……322
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…323
ナノカーボン研究部門……324
界面科学研究部門……325
再生可能エネルギー技術研究部門……326
アンビエントデバイス研究部門……327
先進複合材料・構造 CAE 研究部門……328
ヒト疾患モデル研究センター……329
脳学際研究部門……330
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…331
アカデミック・ディテーリング・データベース部門……332
核酸創薬研究部門……333
合成生物学研究部門……334
生物環境イノベーション研究部門……335

火災科学研究所……336
スペース・コロニー研究センター……337
大気科学研究部門……338
超分散知能システム研究部門……339
インテリジェントシステム研究部門……340
先端都市建築研究部門……341
統計科学研究部門……342
赤外自由電子レーザー研究センター……343
現代代数学と異分野連携研究部門……344
数理解析連携研究部門……345
ナノ量子情報研究部門……346
再生医療を加速する超細胞・DDS 開発研究懇談会 ……347

事業開催記録 ……349

総合研究院研究設備 ……357
火災科学研究所……359
赤外自由電子レーザー研究センター……362
光触媒国際研究センター……363
スペース・コロニー研究センター……365
脳学際研究部門……366
核酸創薬研究部門……367

関係規程 ……369
東京理科大学研究推進機構規程……371
東京理科大学総合研究院規程……375
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……383

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（2021 年度から先進工学に名称変更）・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。

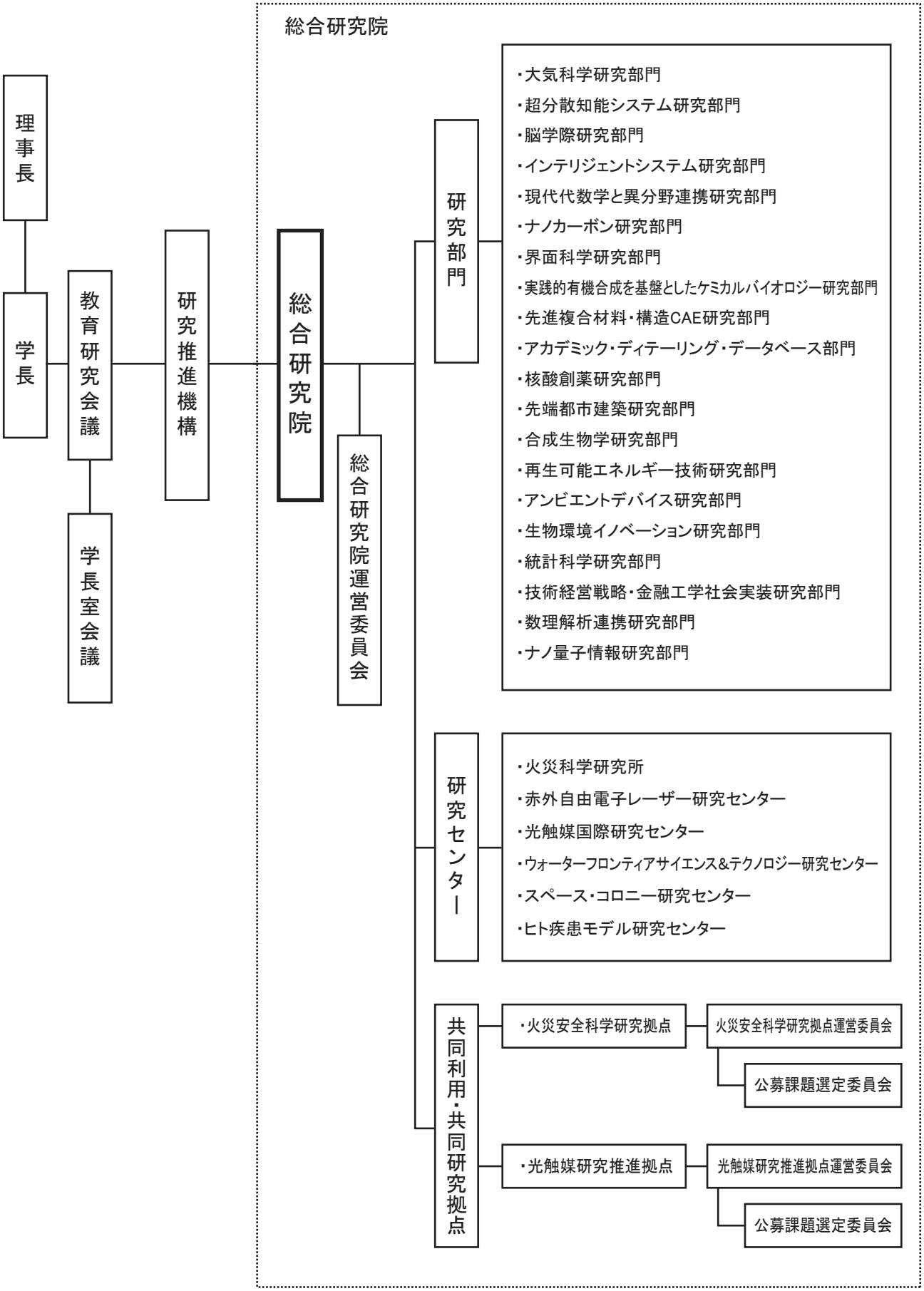
総合研究所は発足後、本学唯一の分野横断的な総合研究組織として活躍し、多くの実績を残した。25 年間に 17 の研究部門が設置され、本学における分野横断型の研究グループの草分けとして、多くの研究組織を生み出す母体として重要な役割を果たしてきた。1989 年にはバイオシステム研究部門から生命科学研究所が発足し、1996 年には計算力学研究部門が母体となって情報科学教育・研究機構が発足した。

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。

2021年3月31日

総合研究院組織一覧表

（2021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

（2021 年 3 月 31 日現在）

氏　名	職　名
髙柳英明	総合研究院長 兼 ナノ量子情報研究部門長
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
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
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
伊藤浩行	現代代数学と異分野連携研究部門長
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
青山隆夫	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
伊川友活	合成生物学研究部門長
杉山睦	再生可能エネルギー技術研究部門長
木下健太郎	アンビエントデバイス研究部門長
有村源一郎	生物環境イノベーション研究部門長
瀬尾隆	統計科学研究部門長
若林秀樹	技術経営戦略・金融工学社会実装研究部門長
加藤圭一	数理解析連携研究部門長
古賀義人	研究戦略・産学連携センター長

総合研究院　本務教員リスト

本務教員		
阿部正彦	総研	教授
池田憲一	総研	教授
小林恭一	総研	教授
関澤愛	総研	教授
髙柳英明	総研	教授
田沼靖一	総研	教授
寺島千晶	総研	教授
萩原一郎	総研	教授
松原美之	総研	教授
宮本悦子	総研	教授
西原寛	総研	教授
久保田圭	総研	准教授
野島雅	総研	講師
今西哲	総研	講師
鈴木孝宗	総研	講師
長島佐代子	総研	講師
西川道弘	総研	講師
黄麗娟	総研	助教
笹岡健二	総研	助教
森作俊紀	総研	助教
堀内秀真	総研	助教
高田健司	総研	助教
福居直哉	総研	助教
前田啓明	総研	助教
Avinash Bhadani	総研	助教
PAL Tigmansu	総研	助教

プロジェクト研究員
梅澤雅和
児玉賢史
立花隆行
田中芳治
鳥越幹二郎
福本敦
Abdulrahman Shahul Hameed
Ramesh Kumar Petla

技術者
安食敏宏
石川明日香
臼杵翔
岡沢美和
岡田正人
河邉宏暢
朽方恒介
工藤元樹
佐々木貴大
田中知二
Chinnasamy Sengottaiyan
TAN Choon Meng

ポストドクトラル研究員
Selezneva Ekaterina

火災科学研究所

センター長　萩 原 一 郎		
本務教員		
萩 原 一 郎	総 研	教 授
関 澤 愛	総 研	教 授
池 田 憲 一	総 研	教 授
小 林 恭 一	総 研	教 授
松 原 美 之	総 研	教 授
併任教員		
森 田 昌 宏	理 1	教 授
秋 津 貴 城	理 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
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
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	総 研	
姜 昇 具	総 研	
福 田 真 紀 子	総 研	
ポストドクトラル研究員		
荒 木 光 典	総 研	
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	
岡 泰 資	
客員准教授	
福 井 潔	
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	総　研	
川　﨑　平　康	総　研	
客員教授		
加　藤　龍　好		
Stephen C. Ross		
客員准教授		
吉　野　文　彦		
客員研究員		
入　澤　明　典		
鳥　海　実		
遠　山　歳　三		

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	総研	教授
寺島千晶	総研	教授
鈴木孝宗	総研	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
四反田功	理工	准教授
勝又健一	基礎工	准教授
北村尚斗	理工	講師
石田直哉	理工	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	総研	
プロジェクト研究員		
Wenwei Lei	総研	
技術者		
堀尾浩司	総研	

客員教授	
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	

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	総研	教授	
笹岡健二	総研	助教	
森作俊紀	総研	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	
山本貴博	理1	教授	
伊藤哲明	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	
上野一郎	理工	教授	
酒井秀樹	理工	教授	
住野豊	理1	准教授	
塚原隆裕	理工	准教授	
元祐昌廣	工学	准教授	
小嗣真人	基礎工	准教授	
安藤格士	基礎工	講師	
浦島周平	理1	助教	
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	総研	教授	
鈴木孝宗	総研	講師	
併任教員			
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	
幸村孝由	理工	教授	
杉山睦	理工	教授	
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	
飯田努	基礎工	教授	
向後保雄	基礎工	教授	
四反田功	理工	准教授	
柳田信也	理工	准教授	
片山昇	理工	准教授	
後藤田浩	工学	准教授	
阪田治	工学	准教授	
立川智章	工学	准教授	
勝又健一	基礎工	准教授	
小柳潤	基礎工	准教授	
月本光俊	薬学	准教授	
水野雅之	国際火災	准教授	
向本敬洋	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			
客員研究員			
井上友博			

ヒト疾患モデル研究センター

センター長　岩倉洋一郎		
併任教員		
古市貞一	理工	教授
西山千春	基礎工	教授
礒濱洋一郎	薬学	教授
秋本和憲	薬学	教授
岩倉洋一郎	生命研	教授
久保允人	生命研	教授
北村大介	生命研	教授
後飯塚僚	生命研	教授
中村岳史	生命研	教授
水田龍信	生命研	教授
松島綱治	生命研	教授
伊川友活	生命研	教授
定家真人	理工	准教授
政池知子	理工	准教授
月本光俊	薬学	准教授
中野直子	生命研	准教授
小園晴生	生命研	准教授
上羽悟史	生命研	准教授
原田陽介	薬学	講師
小川修平	生命研	講師
寺島裕也	生命研	講師
昆俊亮	生命研	講師
櫻井雅之	生命研	講師
鄭琇絢	生命研	助教
プロジェクト研究員		
唐策	生命研	
技術者		
久保幸子	生命研	

大気科学研究部門

部門長　三浦和彦		
本務教員		
野島雅	総研	講師
併任教員		
三浦和彦	理1	教授
橋本巖	理1	教授
永野勝裕	理工	准教授
仲吉信人	理工	准教授
森樹大	理1	助教
小野村史穂	理工	助教
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		
齊藤伸治		
客員研究員		
矢吹正教		
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
松澤智史	理工	講師
客員教授		
玄光男		
客員准教授		
諸橋賢吾		

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
古市貞一	理工	教授
西山裕之	理工	教授
竹村裕	理工	教授
池口徹	工学	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	講師
秦野亮	理工	助教
名取隆廣	基礎工	助教
山田大輔	薬学	助教
鯉沼真吾	生命研	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		

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	准教授
加塩朋和	理工	准教授
中村隆	理工	准教授
板場綾子	理1	助教
野村次郎	理2	助教
松本雄也	理工	助教
榎園誠	理工	助教

ナノカーボン研究部門

部門長　山本貴博		
併任教員		
山本貴博	理1	教授
根岸雄一	理1	教授
本間芳和	理1	教授
梅村和夫	理2	教授
西川英一	工学	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
川脇徳久	理1	助教
ポストドクトラル研究員		
松原愛帆	理1	
客員教授		
岡田晋		
阿武宏明		
丸山茂夫		
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		

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
酒井秀樹	理工	教授
金井要	理工	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
菊池明彦	基礎工	教授
後藤了	薬学	教授
牧野公子	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		
大島広行		
稲木敏男		
鈴木敏幸		
渡辺啓		

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
酒井健一	理工	准教授
真野泰成	薬学	准教授
村田貴嗣	理1	助教
ポストドクトラル研究員		
殿井貴之	理1	
客員教授		
長原礼宗		
亀井克彦		
森田明典		
岡本康司		
鈴木啓介		
客員准教授		
石和田稔彦		
中田健也		
小幡裕希		
諸橋賢吾		

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	工学	講師
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　青山隆夫		
併任教員		
青山隆夫	薬学	教授
小茂田昌代	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
髙澤涼子	薬学	准教授
山根里香	経営学	准教授
佐藤嗣道	薬学	講師
河野洋平	薬学	助教
客員教授		
寺下真人		
杉平直子		
宮﨑美子		
山本美智子		
後藤惠子		
客員研究員		
尾関理恵		
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
後飯塚僚	生命研	教授
八代拓也	基礎工	講師
河野弥生	薬学	講師
櫻井雅之	生命研	講師
佐藤一樹	薬学	助教
草森浩輔	薬学	助教
小林正樹	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		
中川嘉		
大野茂男		
客員准教授		
伊豫田拓也		
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		
伊藤香織	理工	教授
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
熊谷亮平	工学	准教授
栢木まどか	工2	准教授
高佳音	工学	講師
石樽督和	工学	助教
櫻井雄大	工学	助教
清原千鶴	工学	助教
鍋島国彦	工学	助教

合成生物学研究部門

部門長　伊川友活		
本務教員		
森作俊紀	総研	助教
併任教員		
鞆達也	理1	教授
太田尚孝	理1	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
青木伸	薬学	教授
伊川友活	生命研	教授
定家真人	理工	准教授
古屋俊樹	理工	講師
坂本卓也	理工	講師
荒添貴之	理工	助教
客員教授		
松永幸大		
西田敬二		
客員准教授		
風間裕介		
菅野茂夫		
諸橋賢吾		

再生可能エネルギー技術研究部門

部門長　杉山睦		
併任教員		
趙　新為	理　2	教　授
秋津貴城	理　2	教　授
杉山睦	理　工	教　授
植田譲	工　学	教　授
近藤潤次	理　工	准教授
片山昇	理　工	准教授
永田衞男	工　学	准教授
生野孝	基礎工	准教授
原口知之	理　2	助　教
大西悟	理　工	助　教
金胄男	理　工	助　教
小平大輔	理　工	助　教
客員教授		
平田陽一		
渡邊康之		
白方祥		

アンビエントデバイス研究部門

部門長　木下健太郎		
本務教員		
髙柳英明	総　研	教　授
併任教員		
木下健太郎	理　1	准教授
中嶋宇史	理　1	准教授
生野孝	基礎工	准教授
橋爪洋一郎	理　1	講　師
安藤格士	基礎工	講　師
客員教授		
竹谷純一		
客員准教授		
渡邉峻一郎		

生物環境イノベーション研究部門

部門長　有村源一郎		
併任教員		
太田尚孝	理1	教授
朽津和幸	理工	教授
有村源一郎	基礎工	教授
田村浩二	基礎工	教授
佐竹信一	基礎工	教授
島田浩章	基礎工	教授
宮川信一	基礎工	准教授
白石充典	基礎工	准教授
秋山好嗣	基礎工	准教授
古屋俊樹	理工	講師
坂本卓也	理工	講師
古宮裕子	基礎工	講師
櫻井雅之	生命研	講師
橋本研志	理工	助教
出崎能丈	基礎工	助教
客員教授		
松永幸大		
客員准教授		
斉藤拓也		
岡田憲典		
客員研究員		
相馬亜希子		

統計科学研究部門

部門長　瀬尾隆		
併任教員		
瀬尾隆	理1	教授
矢部博	理1	教授
橋口博樹	理1	教授
松崎拓也	理1	教授
宮岡悦良	理2	教授
富澤貞男	理工	教授
寒水孝司	工学	教授
黒沢健	理1	准教授
村上秀俊	理1	准教授
田畑耕治	理工	准教授
塩濱敬之	工学	准教授
渡辺雄貴	教育機構	准教授
下川朝有	理2	講師
篠崎智大	工学	講師
川崎玉恵	理1	助教
八木文香	理1	助教
中川智之	理工	助教
石井晶	理工	助教
安藤宗司	工学	助教
土田潤	工学	助教
客員准教授		
西山貴弘		
小泉和之		

技術経営戦略・金融工学社会実装研究部門

部門長　若林秀樹		
併任教員		
坂本正典	経営	教授
若林秀樹	経営研	教授
Robert Feldman	経営研	教授
日戸浩之	経営研	教授
山崎知巳	経営研	教授
青木英彦	経営研	教授
兼務		
古賀義人	研機構	
飯村亜紀子	研機構	
客員教授		
坂本幸雄		
富田純司		
片寄裕市		
大平亮		
福原正大		
丹下大		
客員研究員		
高田久徳		

数理解析連携研究部門

部門長　加藤圭一		
併任教員		
加藤圭一	理1	教授
太田雅人	理1	教授
石渡恵美子	理1	教授
横田智巳	理1	教授
二国徹郎	理1	教授
山崎多恵子	理工	教授
東平光生	理工	教授
池口徹	工学	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
江夏洋一	理1	講師
相木雅次	理工	講師
側島基宏	理工	講師
石田敦英	工学	講師
米山泰祐	理1	助教
深谷法良	理1	助教
水上雅昭	理1	助教
鈴木俊夫	理1	助教
梶原直人	理工	助教

ナノ量子情報研究部門

部門長　髙 柳 英 明		
本務教員		
髙 柳 英 明	総　研	教　授
併任教員		
蔡　兆 申	理　1	教　授
渡 邉 昇	理　工	教　授
佐 中 薫	理　1	准 教 授
Mark Paul Sadgrove	理　1	准 教 授
入 山 聖 史	理　工	准 教 授
渡 部 昌 平	理　1	講　師
橋 爪 洋 一 郎	理　1	講　師
神 澤 健 雄	理　工	助　教
客員教授		
山　本　剛		
仙 場 浩 一		
齊 藤 志 郎		
荒 川 泰 彦		
樽 茶 清 悟		

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	総　研	教　授

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	総　研	教　授
鈴 木 孝 宗	総　研	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
ポストドクトラル研究員		
Hunge Yuvaraj	総　研	
プロジェクト研究員		
Wenwei Lei	総　研	

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	2024	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					■	■	■				
再生可能エネルギー技術研究部門						■	■	■			
アンビエントデバイス研究部門						■	■	■			
生物環境イノベーション研究部門						■	■	■			
統計科学研究部門						■	■	■			
技術経営戦略・金融工学社会実装研究部門						■	■	■			
数理解析連携研究部門						■	■	■			
ナノ量子情報研究部門						■	■	■			
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。火災科学研究センターでは、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。

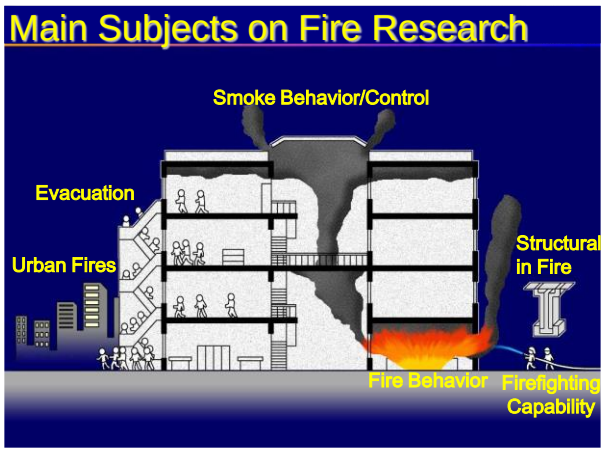


図 1　建築火災安全工学研究のイメージ

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）

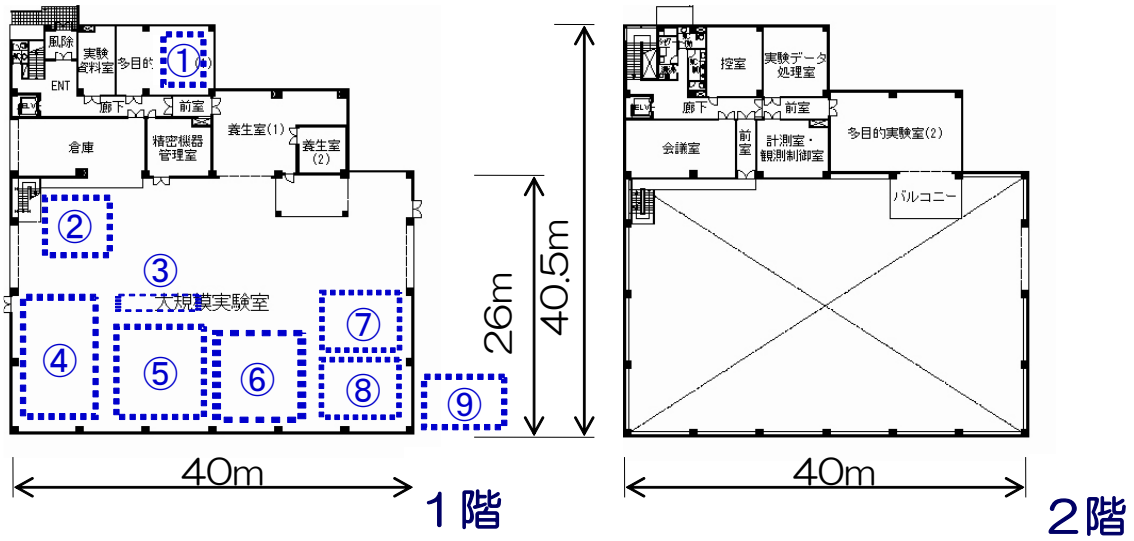


図 3　大規模実験棟平面図と各種設備

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. 研究活動報告

住宅用火災警報器の維持管理・更新を促進する効果的施策に関する研究：

住宅用火災警報器（以下，住警器）の設置義務化から 10 年が経過し，各住宅に設置された住警器が適切に維持管理され，更新されることが必要である。本研究では，アンケート調査により住警器の維持管理の実態や防災意識，効果的な広報方法を明らかにすることを目的とした。

次に「住宅用火災警報器に関するアンケート調査（本調査の有効回答数 n=2,705）」により，住警器の設置状況，維持管理（定期点検）の状況，更新に関する意識等について回答を集計し，結果を分析した。住警器を設置している世帯を対象として，台所，寝室，その他の居室での設置状況は，例えば東京都では順に 81.3%，48.3%，28.2%と台所以外では設置率が低く，また動作していないと認識している住警器の割合は概して 10%程度であることを把握した。住警器の点検は，これまでに 1 回も行っていなかったが 52.2%を占め，1 年に 1 回程度以上は 33.8%に留まり，定期点検をしたことがない人（n=1,412）のうち 28.7%はやらなくて良いと思っていた。住警器の更新の認知度は，2014 年に報告された調査での 38%は上回ったが，51%に留まった。設置更新の意識は 47%が設置期間 10 年を目安に更新すると回答した一方，更新するつもりがないと 12%が回答し，それ以外は故障や電池切れ，消防や自治会等からの知らせに応じて更新すると回答した。

アンケート調査を通じて効果的な広報を分析した。住警器の設置箇所を決めた資料では行政の広報資料（紙媒体）が最も多く 39.8%を占め，住警器の定期交換を知ったメディアとしても同資料が最も多く 27.4%を占めた。また，点検の日や点検キャンペーンの広報があれば半年に 1 回程度点検を実施すると 80.9%が回答し，効果が高いことを明らかとした。住警器の更新の広報に関する情報を得やすいメディアとしてはテレビ・CM が最も多く全体の 69.3%を占め，次に行政の広報紙 40.9%，新聞記事・広告 34.7%，町内会のチラシ 32.6%が続いた。住警器を更新するつもりがないと回答した人（n=336）に，東京消防庁が整理した住警器の効果に関する集計データ（前述の一部）を提示した結果，36.9%は更新に前向きな回答を得た。こうした結果から，住警器の広報施策として，住警器の定期点検に関するキャンペーンの実施，引き続き行政の広報資料を活用すると共に，テレビで取り上げてもらえるような広報活動の展開が効果的であると結論づけた。

高層事務所ビルにおける異なる避難訓練シナリオを採用した避難流動の分析：

本研究は，東京都内の 20 階建ての事務所ビルで行った 2 回の避難訓練の調査結果を比較分析し，避難シナリオのフェイズ数の違いが避難流動に及ぼした影響を考察することを目的とした。

2018 年及び 2019 年の両方で，1 階階段扉の流動状況において避難群集の途切れが生じた。2018 年の前半の途切れは，第 1 フェイズの 12 階の避難者が避難指示より早く避難したために，第 1 フェイズ内と，第 1 と第 2 フェイズとの間に避難流動の途切れが生じた。後半は，第 4 と第 5 フェイズとの間に途切れが生じ，また第 5 フェイズの後ろの途切れは避難完了を電話報告する班長らの階段進入の遅れによって生じた。2019 年は第 1 と第 2 フェイズとの間に避難流動の途切れが生じた。したがって，フェイズ間の避難指示のインターバルを，2018 年は第 4 と第 5 フェイズ間で，2019 年は第 1 と第 2 フェイズ間で縮める必要があったと言える。また，班長の電話報告が避難遅れの原因とならないよう，避難完了見込みの段階で報告する等を採用する余地がある。

階段内の混雑状況は，フェイズ分けが細かい方が大幅に改善された。また，2019 年は上層階ほど階段への避難完了が遅れており，万が一の竪穴を介した煙流動を想定すると，煙の早期伝播の可能性が高い上階ほど避難時間が長いため、リスクが高い階からの避難を優先させる意味でも細かなフェイズ分けの設定が効果的である。

今回の避難訓練では，過去の経験を頼りに避難指示時間を計画し，階段内の防犯カメラによって避難状況を確認していた。結局のところ 1 階階段扉での避難流動の途切れを解消するには，合流による滞留が過度に成長しない程度に，フェイズ毎の避難群集をある程度オーバーラップさせることが肝要である。これには，避難流動モデルや避難シミュレーションを活用し，避難者数や階段進入時間のばらつきも考慮し順次避難計画を立案する必要がある。

避難器具の効果的な配置に関する研究：

避難器具は、在館者が火災時において階段等の主要な避難施設が使用できなくなった際に用いられる脱出手段の一つである。避難器具を効果的に活用することにより、火災時の避難安全を向上させることが期待できる。過去の研究では、避難器具の有効性や各避難器具が持つ性能などについて明らかにしている。また、高齢者など身体機能が低下した自力避難困難者に対する避難器

具の有効利用に関する研究がなされている。しかし、避難器具の効果的な配置に関する研究はほとんどされていない。

火災時の避難器具の利用に係る問題点として主に以下の点が考えられる。

①避難器具が設置されていることを知らない　②避難器具の設置場所を知らない

③火災時に避難器具の設置場所に辿り着けない　④避難器具の使い方がわからない

このうち①、②、④は在館者への周知や教育の問題である。例えば、ホテルや旅館などでは、条例などにより各客室に避難経路図の掲示が義務付けられており、利用者への周知が行われている。一方、③は避難計画として避難器具の適切な設置場所を検討すべき問題である。

避難計画は、直通階段などの通常の避難経路を利用できることが望ましいことはもちろんであるが、万が一階段や階段までの移動経路が火災の影響で使用できない場合には、脱出手段として避難器具が利用できるような状況を実現することが重要である。

消防法施行令では、避難器具を「避難に際して容易に接近することができ、階段、避難口その他の避難施設から適当な距離に」4)設置することを求めている。しかし、この「適当な距離」に関する具体的な指標や判断基準は明確になっていない。

そこで本研究では、避難器具を建築物のどの位置に配置することが最も効果的であるか、またその効果を定量的に明らかにすることを目的とした。

避難器具の配置に関する基準では、具体的な設置場所を定めているものは少なく、火災事例における使用状況からも就寝用途の居室以外には効果的な配置を見出しにくい。また、実態調査からは、必ずしも適切な位置に避難器具を設置できていない場合があることが明らかになった。

本研究において、避難器具を階段との距離に応じた距離効果度による評価 P_D と、避難方向に応じた角度効果度による評価 P_A を考案し、ケーススタディによりその評価手法が適切に評価できているかを確認した。今回のケーススタディでは、簡単な平面を対象としたため一般的に P_D が高いと P_A も高い傾向にあり、P_D の評価基準を優先的に考え、P_D が等しい地点が複数あるような場合には P_D で比較することで、避難器具の効果的な配置を選定できることを確認した。

4. 研究活動の展望

火災現象・設計火源グループでは、エレベータシャフトをスモークタワーとして活用した排煙手法の評価について検討する。避難安全グループでは、VR 技術を活用した避難実験により、大規模避難が実施される状況での出口選択傾向を検討する。構造耐火グループでは、水平開口に設置された横引きシャッターの耐火性能、合成床板の耐火性能を検討する。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実施するため、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 10 月開催に延期し、そのプレミーティングを 2021 年 3 月にオンラインで開催し、次回 10 月開催の方針を議論、決定した。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1．(Editorial) Potential Fire Hazard and Photochemical Tests of Azobenzene of Several Lightning Sources, T. Akitsu and Y. Mitani,Edelweiss Chemical Science Journal, 3, 6-7 (2020). (査読有)
2．(Editorial) Do thermally mild chemical reactions (for avoiding fire accidents) give rise to unexpected products?, T. Akitsu, Y. Onami, N. Katsuumi, Edelweiss Chemical Science Journal, 3, 15-16 (2020). (査読有)
3．Fire at Notre Dame Cathedral and Lead Materials in the Environment, Natsuki Date, Atoki Sato, Kazuya Takeuchi, Toshihiro Mori, Kohei Yokosuka, Yuki Ito, Kenta Shima, Keigo Suzuki, Hideaki Taguchi, Tomohiro Chiyozaki, Kento Yanagawa, Tommy Kenji Giles, and Takashiro Akitsu, International Journal for Fire Science and Technology, 39, 17-37 (2020). (査読無)
4．Effects of Home Confinement on the Intensity of Physical Activity during the COVID-19 Outbreak in Team Handball According to Country, Gender, Competition Level and Playing Position: A Worldwide Study, Souhail Hermassi, El Ghali Bouhafs, Nicola Luigi Bragazzi, Shiro Ichimura, Khaled E. Alsharji, Lawrence D. Hayes and René Schwesig, International Journal of Environmental Research and Public Health 18(8), 2021. (査読有)
5．Falling behavior and control effect on temperature rise under heating condition concerning water film flow on steel shutter surface, Yoshifumi Ohmiya, Manabu Tange, Kohji Nakamura, Yuya Miyazawa, JAPAN ARCHITECTURAL REVIEWVolume 3, Issue 4, p.646-656, 2020.7 (査読有)
6．熊本地震で被災した SRC 共同住宅の調査に基づく住民の心的ストレスを考慮した地震時損傷限界に関する研究, 渡辺美雪,衣笠秀行,向井智久,田沼毅彦,松田頼征,奥山晶貴,日本建築学会技術報告集, Vol.63, pp.555-560, 2020 年 6 月 (査読有)
7．RC ボックス形連層耐力壁の一方向浮き上がり挙動を評価した解析モデルの検討, 保永将矢, 向井智久, 坂下雅信, 衣笠秀行, 日本建築学会構造系論文集, Vol.85, No.778, pp.1599-1609, 2020 年 12 月 (査読有)
8．ウェブに円形孔を有する H 形鋼梁の高温時挙動（その１）：実験による崩壊挙動の分析, 尹 雄起, 村上晴彦, 河野 守, 鈴木淳一, 日本建築学会構造系論文集,85 巻 778 号, pp. 1677-1685,2020.12 (査読有)
9．縮小立体架構の載荷加熱実験結果に基づく鋼架構の火災時応力再配分の評価, 齋藤真美, 岡崎智仁, 河野 守,日本建築学会構造系論文集,86 巻 779号, pp. 169-179,2021.1 (査読有)
10. 建築物が備えるべき消防活動支援性能の分析　その２, 平田真佐喜, 萩原一郎, 日本火災学会研究発表会梗概集, 2020 (査読無)
11. 建築物が備えるべき消防活動支援性能の分析, 萩原一郎, 日本建築学会学術講演梗概集, 防火, 2020 (査読無)
12. 壁面木質ルーバーの火炎伝播性状および燃焼抑制措置, 高瀬 椋, 上川大輔, 長谷見雄二, 松山 賢, 日本建築学会環境計論文集, 第 85 巻, 第 772 号, pp. 401-411, 2020 (査読有)
13. 既存の長屋型木造建築に施工可能な小屋裏界壁の開発, 阿南朱音, 長谷見雄二, 松山 賢, 鍵屋浩司, 大内 渉, 日本建築学会環境計論文集, 第 85 巻, 第 772 号, pp. 435-444, 2020 (査読有)
14. 内部構造を木質化した建築物の延焼防止性能検証　事務所建築物に関するケーススタディ, 茶谷友希子, 竹谷修一, 糸井川栄一, 松山 賢, 樋本圭佑, 村岡 宏, 中村正寿, 木本勢也, 蛇石貴宏, 泉 潤一, 安井 昇, 高橋 済, 日本建築学会技術報告集, 第 27 巻, 第 63 号, pp.591-596, 2020 (査読有)
15. VR 避難シミュレーターの開発と被験者実験への適用に基づく改善策の検討　～仮想地下街での火災避難における出口選択傾向の分析～, 田中俊成, 朴　聖經, 水野雅之, ライフサポート, 32 巻, 3 号, 90-96 頁, 2020 (査読有)

16. 高層事務所ビルの避難訓練時の階段避難流動分析に基づく順次避難の改善　～高層建築物からの全館避難を円滑化するリアルタイム技術の可能性～, 朴聖經, 水野雅之, 藤井皓介, 門倉博之, 佐野友紀, 田中俊成, 関澤 愛, ライフサポート, 32 巻, 4 号, 118-125 頁, 2020（査読有）
17. 消防活動支援システムのための人工磁気導体一体型アンテナの検討, 井熊雄介, 山本隆彦, 柳田信也, 市村志朗, 仲吉信人, 水野雅之, 大宮喜文, 越地耕二, 円谷信一 鈴木 峻, 清水祐二, 清水鉄也, 有海正浩, 第２９回 MAGDA コンファレンス講演論文集, 162-167 頁, 2020（査読無）
18. 高温又は常温環境で模擬活動をする消防隊員の生理指標へのアイススラリー又は水の摂取の影響, 丁 鐘珍, 水野雅之, 柳田信也, 市村志朗, 山本隆彦, 大宮喜文 日本火災学会論文集, 70 巻 2 号, 35-51 頁, 2020（査読有）

招待講演

１．火災時に命を守る避難, 萩原一郎, 第 59 回火災科学セミナー, 日本火災学会, 東京(録画 DVD を配信), 2020
２．過去から令和の時代の建築防火を考える, 大宮喜文, 第 68 回 全国消防技術者会議, 東京, 2020.11
３．Reduction of Cr(VI) ion by photocatalytic Cu complexes and TiO_2, Takashiro Akitsu, Green Engineering(Webinar), Online, 2020
４．(Chiral) interaction between polarized UV light and hybrid materials of azobenzene and Schiff base metal complexes in polymer films, Takashiro Akitsu, 23 International Web Conference on Nanotechnology and Nanomedicine, Online, 2020
５．Interface of multi-functional metal complexes and bioinorganic metalloproteins, Takashiro Akitsu, Online conference of St. Paul’s Cathedral Mission College, Online, 2020
６．Design of metal complexes for mediator of laccase in biofuel cell cathode, Takashiro Akitsu, World Science Congress the 10th International Online Webinar, Online, 2020

広報

１．萩原一郎, 都市型サバイバル読本 Part04 火災の対策と避難, Fielder, Vol.51, 笠倉出版社, 2020
２．萩原一郎, 生命と財産を守る防火の科学　火災から安全に避難するために, 東京理科大オープンカレッジ 2020 秋冬学期, 東京, 2020
３．松山 賢, 使い捨てライターによるゴミ収集車の火災事故, 朝日新聞, 2020
４．松山 賢, ～消えぬ炎、救出阻む　工場火災４人死亡～（静岡市吉田町における工場火災に関する解説）, 中日新聞, 2020
５．松山 賢, 1031 首里城の消防士たち～いま明かされる火災の真実～, 沖縄テレビ, 2020
６．松山 賢, 地震後の火災危険, 北海道新聞, 2020
７．水野雅之, 吉田・倉庫火災、レックが謝罪　「１階南側で爆発音」, 中日新聞, 2020
８．水野雅之, 2020 年 10 月 8 日午後 11 時過ぎに韓国・蔚山で発生した超高層集合住宅火災についての取材対応, フジテレビ「Mr.サンデー」, 2020
９．水野雅之, 金曜アドバンス「ある日, 火事に出会ったら　～もしもの時の危機回避術～」, BS テレ東, 2021

受賞

１．河野　守, 特別功労賞, 一般社団法人石膏ボード工業会, 2020.5
２．松山　賢, 日本火災学会賞, 日本火災学会, 2020
３．柳田信也, 自由課題学術研究優秀入選, 公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団, 2020

研究課題（研究者別）

秋津　貴城

「化学実験中の火災事故に関するテキストマイニング研究」

出火を伴う大学化学実験の事故例のデータをまとめたデータファイルがあった。この文章をAIテキストマイニング(ユーザーローカル)で処理して、単語の出現頻度や単語間の関連性を分析した。「原因と結果」「物質と条件」など化学実験事故について考察できることは何か。統計と化学実験を行う人間の感覚には差異があるだろうか。今後進歩するであろう、AIを使用した計算およびデータ駆動型化学の一環として、調査・考察を行った。

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。

「日本の消防隊員の心疾患についての疫学調査」

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、可燃物条件および建築的条件（庇、バルコニー）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

「地震時の都市機能継続性に関する研究」

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

「断熱材の熱物性解析に関する研究」

軽量断熱材の開発には、断熱性能評価が必要不可欠であり、その中でも熱伝導率は重要な指標の一つである。本研究では、種々の断熱材の熱伝導率を測定し、断熱材の構造（繊維配向性、屈曲度、繊維長、繊維径、空隙率、空隙形状、連続空隙性等）の関係について明らかにすることを目的とする。そのために熱伝導率の測定装置を製作し、測定データの健全性について検討するとともに X 線 CT スキャナを用いた断熱材の内部構造の解析を行った。

萩原　一郎

「避難器具配置の性能評価に関する研究」

本研究で、建物火災時に避難器具をどの位置に配置することが最も効果的であるか、またその効果を定量的に明らかにすることを目的とする。まず、消防法及び建築基準法、地方条例を調査し、配置に関する基準を整理した。海外における避難器具に相当する基準についても調査した。また、実際の建物における避難器具配置について実態調査を行い 63 の事例を収集し、配置に関する問題を整理し、有効利用の観点から評価方法を検討した。

「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、予定していた実験ができなかったが、避難経路に設置されるセキュリティ機構に関する海外の基準を分析した。

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。我が国の消防法による安全確保努力が大規模化学発生を抑止している可能性について、バングラディッシュの法規制との比較分析により明らかにする。

「消火・難燃化と延焼抑制に関する研究」

林野火災・都市延焼火災等の大規模火災の拡大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

「竪穴区画を利用した新たな煙制御手法の確立」

これまでの排煙設備は，初期火災を主な関心の対象にしているが、建築物の超高層化による避難時間の長時間化や火災階に突入する消防隊の支援の観点から、鎮火に至るまでの長期にわたり煙を建物外へ排出する方法が求められている。本研究では、建物内に常設される EV シャフト等の竪穴空間をスモークタワーと見立て、排気・給気ファンに頼らず、効率の良い排煙手法の確立を目指している。

水野　雅之

「高層オフィスビルからの全館避難の計画手法の検討」

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。これまで実施してきた東京都内のオフィスビルでの全館避難訓練の調査結果に基づいて、全館避難シナリオを計画する手法を検討する。

「住宅用火災警報器の点検・交換の促進に関する研究」

住警器は、2006 年に新築住宅，2008～2011 年に既存住宅にも設置が義務づけられ、消防機関の設置促進活動の甲斐もあり、普及率は全国平均で 2020 年 6 月現在 82.6%に達した。機器耐用年数や電池寿命は 10 年が目安で、最近の調査では作動確認時に不作動もあり、適切な維持管理や更新が求められる。そこで、住警器の設置更新状況を分析し、また既存の広報やキャンペーンを参考に効果的な施策を検討する。

柳田　信也

「消防隊員の熱中症予防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。現在は特に、研究ターゲットとして熱中症対策について、実際の火災現場をシミュレーションした環境における暑熱曝露及び身体冷却実験を実践している。

「消防隊員の心身に対する労働負荷の定量」

24 時間交代制など、時間的にも負担が大きい労働環境があるばかりでなく、災害や事故などに対応する消防隊員は極めて心身への労働負荷が高い職業であると考えられる。その労働安全性を保ち、適切な環境を維持することを目的として、生理学的指標を用いた疲労度などの心身の状態の解析を実際の消防隊員を対象として実施している。

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。

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. 生命科学への展開

これまで我々は、アミロイドーシス疾患を引き起こすタンパク質であるアミロイド線維に対してアミドⅠバンド（波長 6.1 - 6.2μm）に相当する FEL を照射することにより β-sheet に富む凝集構造が解離することを実験的に示してきた。アミロイド凝集構造の解離メカニズムを解明することはアミロイドーシス疾患に対する治療法を開発するためにも重要である。そこで実験データを理論計算によって証明することを目的として実験と理論を組み合わせた融合研究を実施した。計算手法として非平衡分子動力学シミュレーション（NEMD）を用い、照射試料として酵母プリオンタンパク質 Sup35 の N 末端のアミノ酸 7 残基（GNNQQNY）から成るペプチドを用いた。理論計算にでは 18 本の GNNQQNY ペプチドを並列に並べた β-sheet を 8 個と、その周囲にランダムな二次構造を持つ GNNQQNY ペプチド 68 個、水分子を 67,565 個配置したモデル構造を構築し、最安定な構造を算出した。FEL のパルス構造に関するパラメータは以下のように設定した：パルス幅 2ps、パルス持続時間 25ps、計 10 パルス、シミュレーション時間 500ps。実験では GNNQQNY のアミドⅠバ

ンドの 2 本のピークのうちβ-sheetに由来する波数 1,631cm^{-1}（波長 6.13μm）を FEL の照射波長に設定した。対照波長はピーク強度の低い波数 2,000cm^{-1}（波長 5.0μm）とした。次に、蛍光色素チオフラビン T、走査型電子顕微鏡（SEM）、広角 X 線散乱（WAXS）による測定を FEL 照射前後で行い、アミロイド線維構造が波長 6.13μm の FEL 照射後には消失したのに対し、波長 5.0μm の照射では特に変化がなかったことを確認した。さらに FEL 照射前のアミロイドではβ-sheetが 68%であったのに対し、波長 6.13μm の FEL 照射後は 11%に低下し、α-helix、β-turn、random coil の割合がいずれも増加傾向を示した（図 1）。

一方、理論計算においては波数 1,675cm^{-1}のレーザー照射を 3 種類の電場強度（E_0 = 1.5、2.0、2.5V/nm）でシミュレーションを行い、アミロイドの構造変化を追跡した。結果として 500ps のシミュレーション後、波数 2,000cm^{-1}の照射の場合にはアミロイド構造には特に変化がなかったのに対し、波数 1,675cm^{-1}において電場強度を高くするほどより多くのβ-sheet構造が壊れる様子が示された(図 2)。その時間変化として、最初にβ-sheetの中央部に解離が発生し、それが両端部に広がっていく様子が観察された。同じ時間経過に対して、WAXS プロファイル、二次構造組成、分子間水素結合数、分子内水素結合数、溶媒接触表面積（SASA）、断面回転半径（Rg）の解析を行い、結果として25ps のパルス照射によって分子間水素結合は減少し SASA 値及び Rg 値が増加する結果が示された。興味深いことに E_0 = 2.0、2.5 V/nm の場合には分子内水素結合数が照射前に比較して1.5倍ほど増加していた。このことは線維構造が崩壊してランダムな構造のペプチド分子が生成したことを示している。以上のシミュレーション結果は、FEL 照射によるアミロイド線維の解離について実験結果を明確に証明するものであると同時に、分子レベルでの詳細な機構を示している。

以上の研究成果は、東京理科大学プレスリリースとして発表され(2020.08.05)、国内外合わせて67以上のメディアに取り上げられた。

3. 2. グリーンテクノロジーへの応用

近年、脱石油社会の実現に向けてバイオエタノールの生産が緊急課題となっている。セルロースは地球上における最大の木質系バイオマスであり、その構成成分であるグルコースやキシロースはバクテリアのエタノール発酵の炭素源として利用できる。また、セルロースファイバーは軽量かつ高強度という特性を有する先端材料として注目され、化粧品、抗菌・消臭シートなどのヘルスケア・医薬品分野や電子デバイス、自動車部品などの工学分野においても幅広い利用が期待されている。従って、セルロースを分解・加工する技術は、糖類を有効活用するエネルギー分野及びマテリアル分野において極めて重要である。しかし、セルロースの構造はグルコースがβ1-4グリコシド結合でつながった強固なポリマー構造であり、水に不溶である。既存の分解方法としては、マイクロ波、イオン液体、超音波、微生物酵素、金属触媒等が知られているが、各方法には汎用性と効率性において一長一短がある。そこで、セルロースに対する効率的な分解方法を開発することを目的して FEL による照射実験を実施した。

FEL の波長を 9.1μm(C-O 伸縮)、7.2μm(H-C-O 変角)、3.5μm (C-H 変角)、3.0μm(O-H 伸縮)に調整し、セルロース粉末に対して大気圧下室温で照射した後、エレクトロスプレーイオン化質量分析法を用いて解析した。LCMS スペクトルにおいて(図 3)、照射なしの場合と波長 3.0μm の照射の場合ではグルコースとセロビオース（二糖）は検出されなかったのに対し、波長 9.1μm での照射の場合、グルコースのピークが確認された。一方、波長 7.2μm→波長 9.1μm の 2 段階照射、波長 3.5μm→波長 9.1μm の 2 段階照射の場合において、グルコース及びセロビオースが顕著に検出された。図 4 にマスプロファイルを示す。波長 7.2μm→波長 9.1μm の 2 段階照射(B)、波長 3.5μm→波長 9.1μm の 2 段階照射(C)の場合において、m/z = 425.1、527.2、587.2、689.2 にそれぞれ脱水(-18 Da)を伴いピークが検出された。これらのピーク群は非照射のサンプルでは検出されていない(A)。興味深いことに、m/z=689.2、527.2 Da はそれぞれ四糖、三糖のナトリウムイオン付加体に相当する。従って、グルコースやセロビオース以外に糖オリゴマーもレーザー照射によって生成したことになる。さらに、放射光赤外顕微分光法による赤外吸収スペクトルの測定を行ったところ、波長 9.1μm の単独照射、波長 7.2μm→波長 9.1μm の 2 段階照射、波長 3.5μm→波長 9.1μm の 2 段階照射のいずれの場合においてもグリコシド結合の C-O 伸縮振動（1050-1100cm^{-1}付近）に対応する吸収ピークが明らかに減少し、グリコシド結合の切断が起きたことが示された。さらに糖のOH基の伸縮振動に対応する吸収ピーク3400cm^{-1}の半値幅が照射なしの場合と波長3.0μmの照射の場合に比べて明らかに狭くなる現象が確認された。また、走査型電子顕微鏡(SEM)

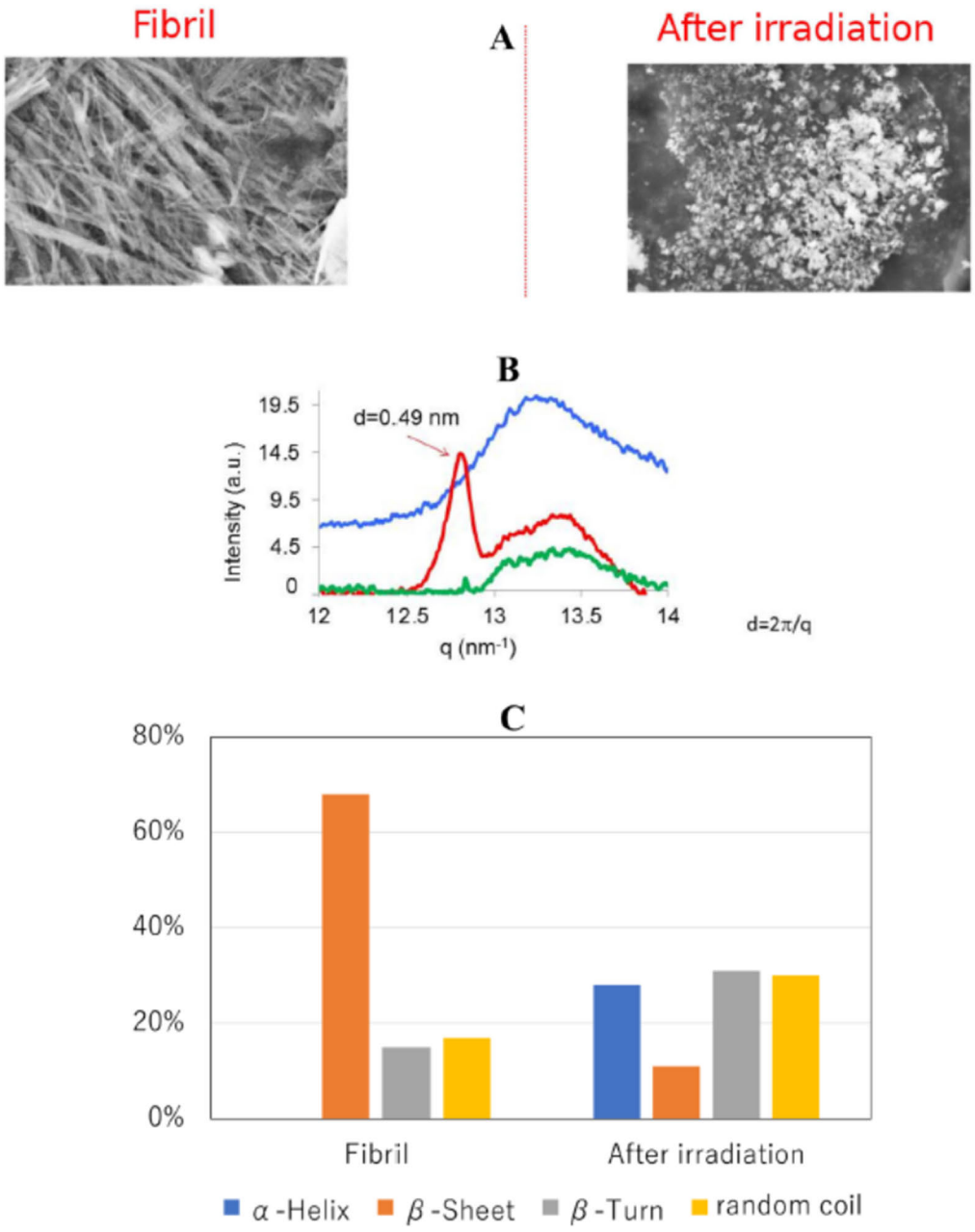


図 1　Experimental results. (A) SEM images. (B) WAXS spectra of pre-fibril (blue), mature-fibril (red) and the irradiated fibril (green). (C) Secondary conformation analysis

で観察したところ、細長いファイバー状のセルロースが、波長 3.5 μm→波長 9.1 μmの2段階照射後、短い断片に変化した様子が観察された。以上の解析結果から、C-O 結合と糖骨格に含まれる C-H 結合に対する振動励起エネルギーの供与によってグリコシド結合が解離し、その結果グルコースやセロビオースが生成したものと考えられる。炭素―酸素結合の振動励起の前に炭素―水素の伸縮モードまたは水素―炭素―酸素の変角モードを励起するとグルコースの生成効率が良くなる。セルロースの凝集構造の形成には糖骨格に含まれる水素と酸素の分子間水素結合が重要な役割を演じているが、波長 3.5 μm は C-H 伸縮振動モードに相当し、波長 7.2 μm は H-C-O 変角振動モードに相当するため、水素結合形成に寄与する官能基に振動励起エネルギーを与えることにより糖鎖間の水素結合が効率よく切断される機構が予想できる。FEL による化学反応は、振動モード特異的な赤外多光子吸収反応に基づき、有機溶媒や高熱、高圧力といった過酷な条件を全く必要としない。従って FEL はバイオマスを分解するための新規グリーンテクノロジーとして期待される。

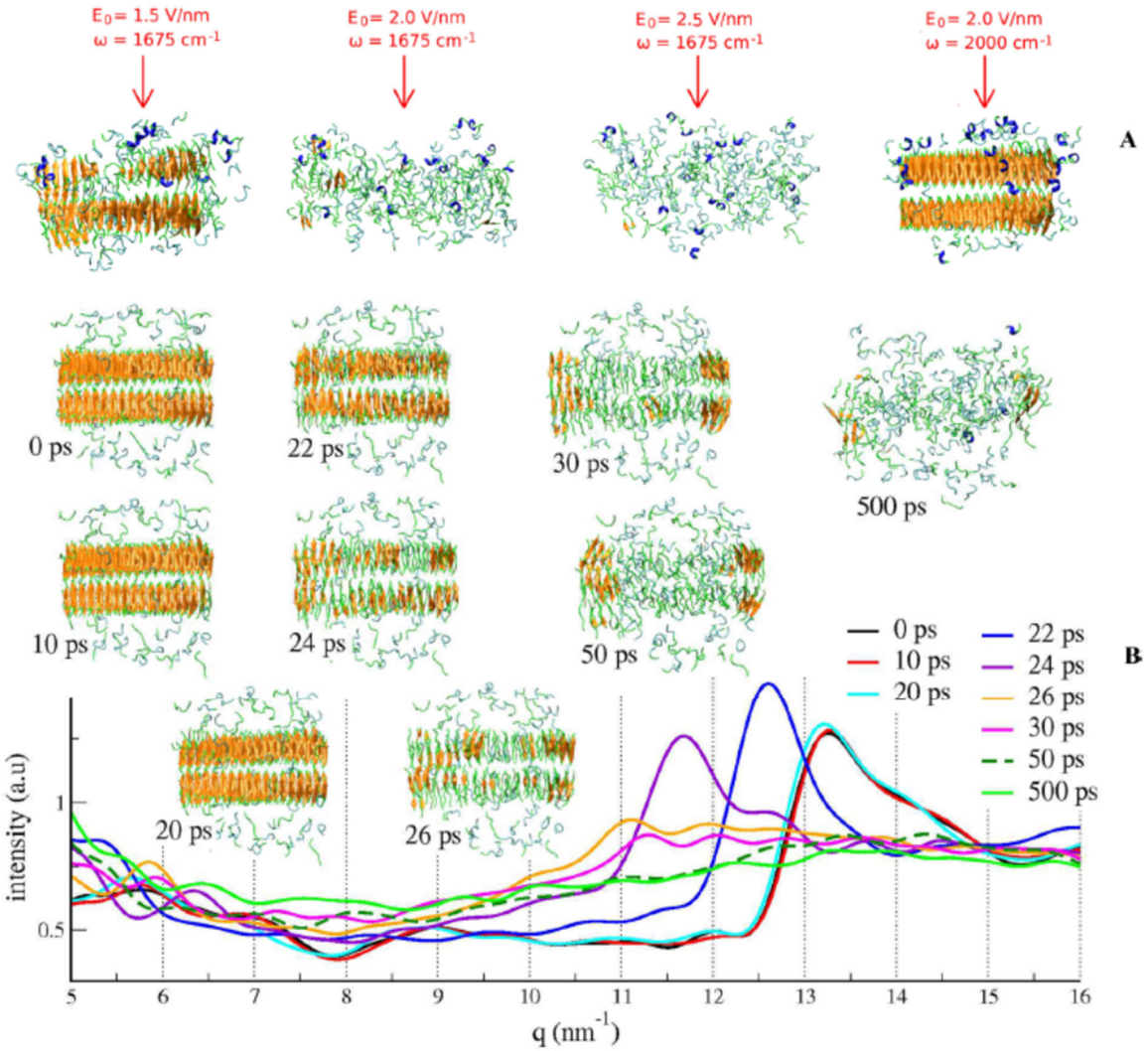


図 2　Molecular simulation results. (A) Final snapshots at 500 ps of NEMD trajectory simulated by different laser intensities and frequencies. (B) WAXS spectra using the laser intensity E_0 = 2.0V/nm and frequency 1675cm^{-1}.

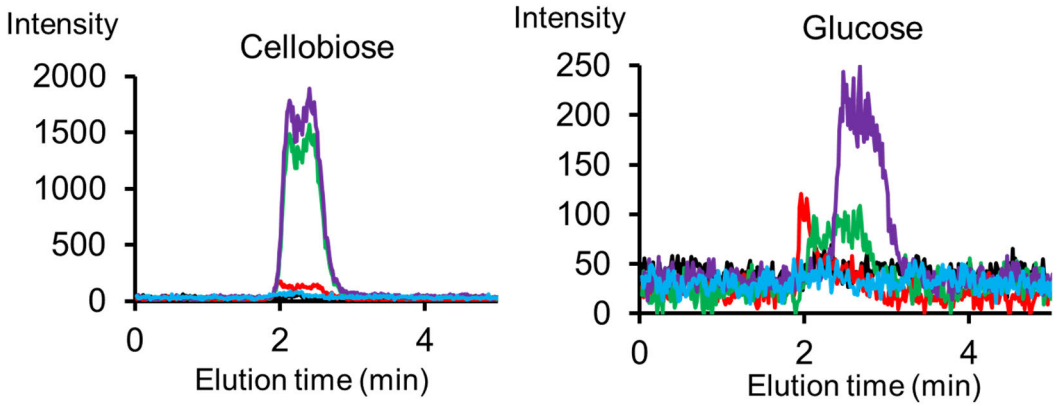


図 3　Mass chromatograms of cellobiose (left) and glucose (right) before irradiation (black) and after irradiation at 9.1 μm (red), 9.1 μm following 7.2 μm (green), 9.1 μm following 3.5 μm (violet), and 3.0 μm (blue). Each mass peak was detected as sodium ion adduct, 365 Da for cellobiose and 203 Da for glucose.

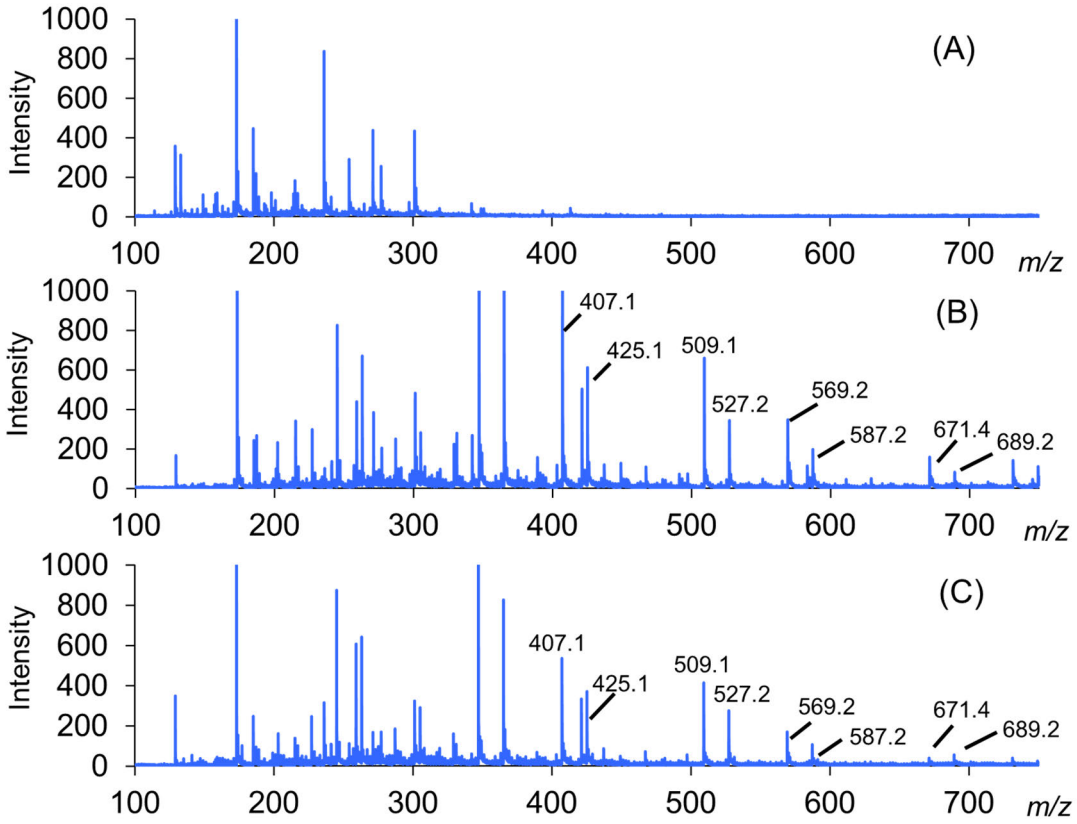


図 4　MS profiles of non-irradiation (A), after serial irradiation at 9.1 μm following 7.2 μm (B), and after serial irradiation at 9.1 μm following 3.5 μm (C).

以上の研究成果は、東京理科大学プレスリリースとして発表され(2020.06.29)、国内外合わせて 38 以上のメディアに取り上げられ、*Energy Fuels* 2020 のジャーナル表紙に採択された。

4. 研究活動の展望とむすび

装置運転を開始してすでに 20 年近く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、またハードウェアの製造元である川崎重工業株式会社が加速器事業から撤退したこともあり、2021 年 3 月 31 日をもって当センターは活動を停止した。20 年前当センターの設立当初、高輝度中赤外周波数可変光源はとして赤外自由電子レーザーにもっとも期待が寄せられていたが、2010 年以降非線形波長変換技術（新規非線形光学結晶の開発を含む）の着実な進歩、ならびに中赤外量子カスケードレーザーの飛躍的な出力増大が実現しつつあることを考慮すれば、分光計測等の分野においては相対的に赤外自由電子レーザーの存在意義は薄れ、今後は高出力卓上型レーザーの開発とその応用研究が一層進むものと思われる。

一方で高輝度（パルス当たりの高い光子数）という点においては、いまだ IF-FEL に軍配が上がる波長帯があることも事実である。国内において稼働している赤外自由電子レーザーは、日本大学電子線利用研究施設所有の NIR-FEL、京都大学エネルギー理工学研究所に設置されている MIR-FEL と大阪大学産業科学研究所に設置されている FIR-FEL の 3 基である。阪大 FEL の発振波長領域は 40～110μm すなわち THz 領域であり、当センターの MIR-FEL 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っている。また現在 KEK において新型赤外自由電子レーザー（発振波長領域：10～25μm）が建設中である。また自由電子レーザー施設ではないものの福井大学には遠赤外領域研究開発センターがあり、これらの高輝度赤外光源施設のプラットフォームを立ち上げ、中赤外から遠赤外に至る周波数帯において高輝度光源による新たな光科学領域を創出していくことは一つの方向となりえる。この点においては、当センターが中心となり各施設の特徴を生かした共用研究を展開しており、大いに貢献できたものと考えている。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1．Application of mid-infrared free-electron laser for structural analysis of biological materials T. Kawasaki, H. Zen, K. Ozaki, H. Yamada, K. Wakamatsu and S. Ito J SYNCHROTRON RAD 28(1), 28-35 (2021). DOI: 10.1107/S160057752001406X

2．Irradiation effect of a submillimeter wave from 420 GHz gyrotron on amyloid peptides in vitro T. Kawasaki, Y. Yamaguchi, T. Ueda, Y. Ishikawa, T. Yaji, T. Ohta, K. Tsukiyama, T. Idehara, M. Saiki and M. Tani BIOMED OPT EXPRESS 11(9), 5341-5351 (2020). DOI: 10.1364/BOE.395218).

3．Cellulose Degradation by Infrared Free Electron Lase T. Kawasaki, T. Sakai, H. Zen, Y. Sumitomo, K. Nogami, K. Hayakawa, T. Yaji, T. Ohta, K. Tsukiyama and Y. Hayakawa ENERGY FUELS 34(7), 9064-9068 (2020). DOI: 10.1021/acs.energyfuels.0c01069

4．Infrared Laser Induced Amyloid Fibril Dissociation: A Joint Experimental/Theoretical Study on the GNNQQNY Peptide T. Kawasaki, V. H. Man, Y. Sugimoto, N. Sugiyama, H. Yamamoto, K. Tsukiyama, J. Wang, P. Derreumaux and P. H. Nguyen J PHYS CHEM B 124(29), 6266-6277 (2020). DOI: 10.1021/acs.jpcb.0c05385

5．Carbon nanoparticles induce endoplasmic reticulum stress around blood vessels with accumulation of misfolded proteins in the developing brain of offspring A. Onoda, T. Kawasaki, K. Tsukiyama, K. Takeda and M. Umezawa SCI REP-UK 10, 10028 (2020). DOI: 10.1038/s41598-020-66744-w

6．Reevaluation of C_4H abundance based on the revised dipole moment T. Oyama, H. Ozaki, Y. Sumiyoshi, M. Araki, S. Takano, N. Kuze and K. Tsukiyama ASTROPHYS J 890: 39 (2020) DOI: 10.3847/1538-4357/ab6a0a

7．Observation and analysis of absorption lines including $J = K$ rotational levels of CH_3CN in the envelope of Sagittarius B2(M) M. Araki, S. Takano, N. Kuze, Y. Minami, T. Oyama, K. Kamegai and K. Tsukiyama MON NOT R ASTRON SOC 497, 1521-1535 (2020) DOI: 10.1093/mnras/staa1754

8．Laboratory optical spectroscopy of vibronic transitions of the thiophenoxy radical H. T. Sato, M. Araki, T. Oyama and K. Tsukiyama ASTROPHYS J 899:32 (2020) DOI: 10.3847/1538-4357/ab9d8a

9．Rotationally resolved optical-optical double resonance study of the $f'\,0^+(^1D_2)$ ion-pair state of $I^{35}Cl$ S. Hoshino, Y. Muto, D. Nishimichi, H. Yamaoka and K. Tsukiyama J MOL STRUCT 1209, 127913 (2020) DOI: 10.1016/j.molstruc.2020.127913

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。

川﨑　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。FEL によるアミロイド線維の解離機構を実験と理論との融合研究によって実証した。日本大学量子科学研究所及び京都大学エネルギー理工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。また、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」に認定された。共同利用・共同研究拠点としての活動が認められ、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、2020年度まで活動を行ってきた。

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た。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、活発な研究活動を実施してきた。

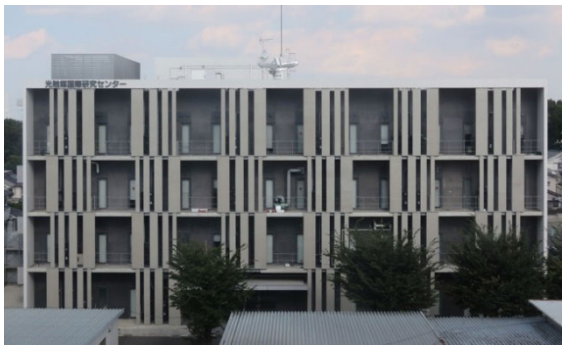


写真　光触媒国際研究センターの外観

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たが、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きた。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た。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た。

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用意した。

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実施してきた。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

2020 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、多孔質ガラス表面への酸化チタン析出制御、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、有機樹脂表面で十分な光誘起親水性を発現できるセルフクリーニング材料、可視光で十分な活性を有する閉鎖空間用の空気浄化光触媒、太陽光を利用した水質浄化を目指した光触媒など、実用化を目指した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

安倍前首相による世界経済フォーラム（ダボス会議）での基調講演以降、二酸化炭素を資源化し再利用するカーボンリサイクル（カーボンニュートラル）事業に対し国が重点的に支援している状況が継続している。寺島は、カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/次世代火力発電技術推進事業/カーボンリサイクル技術の共通基盤技術開発に係わる NEDO プロジェクトに採択され、鈴木（孝）と共にダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中の CO_2 からの基幹物質製造開発事業を開始した。この他、カーボニュートラルの実現に向けては、井手本・北村・石田がマンガン系高容量二次電池正極材料の設計を、駒場が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を実施した。

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。工藤と山口は可視光応答型光触媒による水分解の研究を進めたほか、水を電子源とした CO_2 還元に活性を示す光触媒開発にも成功した。工藤は、水素製造と二酸化炭素資源化に向けたこれまでの人工光合成触媒の研究実績が評価され、令和 2 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰を受賞した。根岸と川脇は助触媒と呼ばれる金属ナノクラスターの研究を推し進め、高活性かつ高安定性を有する水分解光触媒を得ることに成功した。根岸は、分子化学分野において質的に優れた研究業績をあげ、国際的に高く評価されている研究者に授与される第 5 回度分子科学国際学術賞を受賞した。

その他、藤嶋・寺島・鈴木（孝）は勝又・酒井と共に Catalysts に光触媒に関する特集号を企画し、研究発表の場を国際的に提供した。これら一連の活動を通して、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)や有人宇宙システム株式会社(JAMSS)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、光触媒フィルター付きの空気清浄機を用いた空気処理技術を確立した。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。また、ボロンドープダイヤモンド電極を用いた高効率での水処理技術の開発に成功した。特に、導電性ボロン

ドープダイヤモンドパウダー（BDDP）を充填した電解セルを開発し、フロー系電解水処理システムへの応用を検討した結果、セル内の BDDP 充填量にしたがって分解速度が向上し、長期間安定に使用できる連続電解システムに利用できることが示唆された。

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関する検討を行った。また、ペプチドグリカンが光触媒殺菌反応を促進することを見出し、これが二次的な活性酸素種の生成に起因することが分かった。日光社寺文化財表面に発生する真菌叢の分離同定を行い、彩色木片上で光触媒抗菌効果が確認された。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の殺菌効果についても検討が行われた。

光触媒を用いた有用物質の合成については、近年生理活性物質として注目されている希少糖の、光触媒反応により合成する技術についても継続して検討を行った。その結果、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、さらにその系に過酸化水素を共存させて光触媒反応を進行させると、付加価値の高い希少糖であるエリトロースの収率が上昇することを見出した。また、糖質バイオマスを原料とした希少糖の生成が可能であることも見出された。

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

新型コロナウイルス（COVID-19）の世界的流行は未だ収束の兆しが見えず、あと数年は公衆衛生に対する関心が高い状況が続くと思われる。そのため、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。また、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（カーボンニュートラル）に対し国が重点的に支援している時流に乗り、光触媒を核とした二酸化炭素の資源化に関する研究開発を加速していく。

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 2021 年度に統合し、スペースシステム創造研究センターが立ち上がることから、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。産学連携については、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。

コロナ禍の中、国際的な人的交流は依然難しい状況ではあるが、国際学術誌 Catalysts で光触媒研究に関する特集号を企画したように、形を変えた国際連携を積極的に進め、本学のプレゼンス向上に貢献したい。

5. むすび

多くの皆様にご支援頂き、光触媒国際研究センターは 2020 年度の活動終了までに数多くの成果を残すことができた。2021 年度よりスペースシステム創造研究センター内の光触媒国際ユニットとして再出発する事となるが、これまで通り精力的に研究活動を実施していく。また、「共同利用・共同研究拠点」の再認定に向けた準備も進めていく。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文（すべて査読あり）

1．“One-Pot Synthesis of Anatase, Rutile Decorated Hydrogen Titanate Nanorods by Yttrium Doping for Solar H_2 Production” Sovann Khan, Hiroshi Ikari, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, Ken-ichi Katsumata, Vicente Rodríguez-González, ACS Omega, 5 23081-23089 (2020).

2．“One-pot synthesis of (anatase/bronze-type)-TiO_2/carbon dot polymorphic structures and their photocatalytic activity for H_2 generation” Sovann Khan, Yuta Kubota, Wenwei Lei, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Nobuhiro Matsushita, Akira Fujishima, Ken-ichi Katsumata, Appl. Surf. Sci., 526, 146650 (2020).

3．“Fabrication of a Silica Nanoparticle Monolayer Array Nanocomposite Film on an Anodic Aluminum Oxide Substrate and Its Optical and Tribological Properties” Kazutoshi Sekiguchi, Ken-ichi Katsumata, Hiroyo Segawa, Takayuki Nakanishi, Atsuo Yasumori, ACS Appl. Mater. Interfaces, 12, 27672-27681 (2020).

4．“Preparation, characterization, and desulfurization ability of bulk porous silica-supported ZnO” Ryohei Hayami, Masahiro Ohashi, Masahiro, Haruka Suzuki, Yohei Sato, Ibuki Saito, Satoru Tsukada, Kazuki Yamamoto, Kiyoshi Dowaki, Takahiro Gunji, J. Sol-Gel Sci. Technol., 95, 482-491 (2020).

5．“Characterization of a flexible self-cleaning film with photoinduced hydrophilicity comprising phosphonic-acid-modified polysilsesquioxane-anchored titanium dioxide” Wataru Nakamoto, Ryohei Hayami, Shun Aizawa, Yuta Miyase, Shintaro Fujii, Kazuki Yamamoto, Takahiro Gunji, Thin Solid Films, 714, 138395 (2020).

6．“A screen-printed three-electrode-type sticker device with an accurate liquid junction-type reference electrode”, Isao Shitanda, Kaishi Miyazaki, Noya Leow, Ryosuke Esaka, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, Chem. Commun., 57, 2875-2878 (2021) (Back Cover Image Winner).

7．“The Effect of UV Light Irradiation on Fibroblast on Titania/Silica Composite Film Modified with Silane Coupling Agent”, Hirobumi Shibata, Kazushi Shibuya, Masato Amano, Ryota Shinozaki, Nao Sugisaki, Syota Shiba, Kazuaki Hashimoto, Mater. Technol., 38, 97-103 (2020).

8．“Synthesis of a mesoporous titania thin film with a pseudo-single-crystal framework by liquid-phase epitaxial growth, and enhancement of photocatalytic activity” Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Akira Fujishima, RSC Adv., 10, 40658-40662 (2020).

9．“Formation of ammonium ions by electrochemical oxidation of urea with a boron-doped diamond electrode” Norihiro Suzuki, Akihiro Okazaki, Kai Takagi, Izumi Serizawa, Genji Okada, Chiaki Terashima, Ken-ichi Katsumata, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Akira Fujishima, New. J. Chem., 44, 17637-17640 (2020) (Cover Image Winner).

10. “Highly crystalline $Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$ of a photocatalyst valence-bandcontrolled with Bi(III) for solar water splitting” Kenta Watanabe, Yoichi Iikubo, Yuichi Yamaguchi, Akihiko Kudo, Chem. Commun., 57, 323-326 (2020).

11. “Local Structures in Disordered Rocksalt-Type Li_3NbO_4-Based Positive Electrode Materials for a Lithium Ion Battery”, Naoto Kitamura, Yusuke Araki, Naoya Ishida, Yasushi Idemoto, Phys. Status Solidi B, 257, 2000112 (2020) (Back Cover Image Winner).

12. “Research Development on K-ion batterries” Tomooki Hosaka, Kei Kubota, Shahul Hameed, Shinichi Komaba, Chem. Rev., in press (2020).

13. “Gold Nanoclusters as Electrocatalysts: Size, Ligands, Heteroatom doping, and Charge Dependences” Bharat Kumar, Tokuhisa Kawawaki, Nobuyuki Shimizu, Yukari Imai, Daiki Suzuki, Sakiat Hossain, Lakshmi V. Nair, Yuichi Negishi, Nanoscale, 12, 9969-9979 (2020).

14. “Activation of Water-Splitting Photocatalysts by Loading with Ultrafine Rh-Cr Mixed-Oxide Cocatalyst Nanoparticles” Wataru Kurashige, Yutaro Mori, Shuhei Ozaki, Masanobu Kawachi, Sakiat Hossain, Tokuhisa Kawawaki, Cameron J. Shearer, Akihide Iwase, Gregory F. Metha, Seiji Yamazoe, Akihiko Kudo, Yuichi Negishi, Angew. Chem., Int. Ed., 59, 7076-7082 (2020).
15. “Direct Entry of Cell-Penetrating Peptide Can Be Controlled by Maneuvering the Membrane Curvature” Kazutami Sakamoto, Taku Morishita, Kenichi Aburai, Daisuke Ito, Tomohiro Imura, Kenichi Sakai, Masahiko Abe, Ikuhiko Nakase, Shiroh Futaki, Hideki Sakai, Sci. Rep., 11, 31-39 (2021).
16. “Effect of Vesicle Size on the Cytolysis of Cell-Penetrating Peptides (CPPs)” Kazutami Sakamoto, Takeshi Kitano, Haruka Kuwahara, Megumi Tedani, Kenichi Aburai, Shiroh Futaki, Masahiko Abe, Hideki Sakai, Hiroyasu Ohtake, Yuji Yamashita, Int. J. Mol. Sci., 21, 7405-7418 (2020).
17. “Three-dimensional flow measurements around micro-pillars made by UV-NIL in water via micro-digital holographic particle tracking velocimetry (Micro-DHPTV)” Yasuhiro Matsuda, Hiroshi Kigami, Noriyuki Unno, Shin-ichi Satake, Jun Taniguchi, J. Photopolymer Sci. Technol., 33, 557-562 (2020).
18. “The effects of peptidoglycan on the photocatalytic bactericidal activity of titanium dioxide” Ayano Takao, Tomonori Suzuki, Biocontrol Sci., 25, 167-171 (2020).
19. “Analyses of the Effect of Peptidoglycan on Photocatalytic Bactericidal Activity Using Different Growth Phases Cells of Gram-Positive Bacterium and Spheroplast Cells of Gram-Negative Bacterium” Akane Saikachi, Kotone Sugasawara, Tomonori Suzuki, Catalysts, 11, 147 (2021).
20. “Sensitive electrochemical detection of L-Cysteine at a screen-printed diamond electrode” Tomohiro Matsunaga, Takeshi Kondo, Isao Shitanda, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, Toshifumi Tojo, Makoto Yuasa, Carbon, 173, 395-402 (2021).
21. “Ultrathin WS_2 Nanosheets Vertically Aligned on TiO_2 Nanobelts as Efficient Alkaline Hydrogen Evolution Electrocatalyst” Yinxia Xu, Debadrata Chanda, uimin Xing, Xiying Li, Liqun Mao, Kazuya Nakata, Akira Fujishima, Int. J. Hydrogen Energ., 45, 1697-1705 (2020).

著書

1．四反田功・赤倉貴子・阪田 治・長谷川幹雄・水野雅之「宇宙における QOL 向上を目指して」東京理科大学　科学フォーラム, 418, 4-7 (2020 年 8 月)
2．四反田功「スポーツ向け自己駆動型ウェアラブルデバイスについて」東京理科大学　科学フォーラム, 417, 12-15 (2020 年 6 月)
3．藤嶋 昭・井上晴夫・鈴木孝宗・角田勝則「人物で読み解く化学」朝日学生新聞社(2021 年3 月)
4．藤嶋 昭・寺島千晶・鈴木孝宗・角田勝則・落合 剛・濱田健吾・石黒 斉・只 金芳・金 鍾鎬・František Peterka・Henrik Jensen・光触媒ミュージアム事務局 (青木智子・鶴見桃子)「最新情報をやさしく解説　光触媒実験法」北野書店 (2021 年 3 月)
5．工藤昭彦 (分担執筆)「2020 版薄膜作製応用ハンドブック(權田俊一監修)」第 2 節「光触媒」エヌ・ティー・エス
6．根岸雄一・川脇徳久「ナノ金属錯体」第 2 章「合金クラスターの精密制御と複合効果」in press (2020).
7．川脇徳久・根岸雄一 「触媒の劣化対策、長寿命化とその調整技術」第 11 章 第 1 節「溶液中の合金クラスターの動的挙動」および第 2 節「白金クラスター担持アルミナ触媒の創製と酸化触媒性能の評価」技術情報協会 (2020)
8．酒井秀樹 (分担執筆) 「化学便覧 基礎編 改訂 6 版」公益社団法人日本化学会編, 丸善出版 (2021 年 01 月)
9．落合 剛・濱田健吾・青木大輔「光触媒の実用的な性能評価方法　－産業界との対話から－」材料表面, 5, 115-122 (2020).
10. 中田一弥「光機能性材料の開発、機能性電極触媒の開発、バイオ・宇宙分野における環境浄化および有用物質生産」一般社団法人触媒学会(2020)

招待講演

1．Ken-ichi Katsumata“Environmental Purification by Photocatalysts” JAIST World Conference 2020―International Symposium for Innovative Sustainable Materials & The 7th International Symposium for Green-Innovation Polymers (GRIP2020), Online (2020)
2．四反田功「バイオ燃料電池を搭載した次世代型ウェアラブルデバイス」コンバーティングテクノロジー総合展 2021,東京ビックサイト (2020 年)
3．四反田功「バイオ燃料電池とエレクトロニクスの融合によるウェアラブルセンシングデバイス」　第 4 回 TIA-EXA 広域エレクトロニクス融合セミナー ～ウェアラブル・バイオエレクトロニクスの最前線～,Zoom Webinar (2020 年)
4．Isao Shitanda, Yuki. Fujimura, Takanao Kato, Ryo Suzuki, Noya Loew, Yoshinao Hoshi, Hikari Watanabe, Masayuki Itagaki,Seiya Tsujimura “Glucose/Oxygen Wearable Biofuel Cells Based on Poly(glycidyl methacrylate)-Grafted MgO-Templated Porous Carbon” PRiME 2020, Honolulu・HI Hawaii Convention Center & Hilton Hawaiian Village (online) (2020)
5．工藤昭彦「光触媒の固溶形成および合成法検討による水分解および二酸化炭素還元活性の向上」日本化学会第 101 春季年会中長期テーマシンポジウム”人工光合成実現に向けた太陽光エネルギー変換効率向上の戦略”, 2021 年 3 月 19 日（オンライン開催）
6．酒井秀樹「液/液界制御による高分散性エマルションの調製」日本接着学会　粘着研究会第 172 回（9 月度）例会, 2020 年 9 月 11 日（オンライン開催）
7．酒井秀樹「界面における水の特異な振る舞いー現象理解と応用ー」MRM (Materials Research Meeting)フォーラム　水に関する材料技術とその革新, 2020 年 12 月 8 日(オンライン開催)
8．酒井秀樹「化粧品の科学ー肌の上で水・油・粉が織りなす先端技術」東京理科大学オープンカレッジ「科学する楽しみ」 2020 年 10 月 31 日（オンライン開催）
9．近藤剛史「導電性ダイヤモンドのスーパーキャパシターへの応用」第 91 回キャパシタフォーラム,オンライン(2020 年)
10．近藤剛史「導電性ナノダイヤモンド作製と高性能水系 EDLC への応用」日本鉱業協会　2020 年度 第 2 回講演会,オンライン (2020 年)
11．近藤剛史「導電性ダイヤモンドパウダーの作製と水系 EDLC への応用」電気化学会キャパシタ技術委員会　令和３年度第１回研究会,オンライン (2021 年)
12．落合 剛「光触媒の実用的な性能評価方法　ー産業界との対話からー」光機能材料研究会 第 25 回シンポジウム「光触媒の最近の展開」2020 年 11 月 27 日（オンライン開催）
13．Kazuya Nakata “Photocatalysis in bio-related applications” Sixth International Conference on Advances in Materials Science (ICAMS- 2021), Online (2021)
14．Kazuya Nakata “Photocatalytic production of solar chemicals” The 7th International Symposium for Green-Innovation Polymers (GRIP2020), Online (2020)

広報

1．勝又健一「光エネルギーで有機廃液を浄化、同時に水素を取り出す技術開発に成功～持続可能社会に道：どこにでもある物質「鉄サビ」を光触媒として利用～」東京理科大学プレスリリース (2020 年)
2．四反田功「メソ多孔性酵素電極とマイクロ流体デバイスを用いて汗中乳酸の連続測定用バイオセンサを開発」フジサンケイビジネスアイ (2021 年 3 月 26 日)
3．四反田功「汗中乳酸から高出力を生み出す薄膜型ウェアラブルバイオ燃料電池アレイを開発」
電波新聞:https://dempa-digital.com/article/179434
環境展望台:https://tenbou.nies.go.jp/news/jnews/detail.php?i=31435
モノイスト: https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/2104/01/news011.html
4．鈴木孝宗「アンモニウムイオン　尿素から生成　東京理科大　オーク製作所　BDD 電極利用」化学工業日報 (2021 年 1 月 27 日)
5．鈴木孝宗「ボロンドープダイヤモンド電極を用いた電気化学反応により、尿素からアンモニウムイオンを生成することに成功！～宇宙ステーションにおける窒素の持続可能な利用を実現するための技術開発に期待～」東京理科大学プレスリリース (2020 年 12 月 15 日)

6．落合　剛　2020 年 3 月に出版された学術論文「Analysis of Adsorption and Decomposition of Odour and Tar Components in Tobacco Smoke on Non-Woven Fabric-Supported Photocatalysts」が、2021 年 5 月 11 日現在で 3,600 回以上閲覧され、Catalysts 誌に 2020 年に掲載された約 1,500 報の論文の閲覧数ランキングでトップになっている。
https://www.mdpi.com/search?sort=article_viewedby&page_count=10&year_from=2020&year_to=2020&journal=catalysts&view=default
7．中田一弥 「JAMSS 宇宙滞在技術の開発から、地球の新たな環境資源技術を生み出す～中田一弥・東京農工大学大学院 准教授」Top Researchers（2020 年）
8．中田一弥「JAMSS×理科大×農工大、宇宙空間における空気清浄化技術実証開始」PR Times（2021 年 2 月 24 日）

受賞

1．四反田功『Chemical Communication』誌の Outside Back Cover に選出（2020 年）
2．柴田裕史「両親媒性分子を用いた無機材料の機能化に関する研究」オレオマテリアル賞(2020 年 11 月）
3．鈴木孝宗・寺島千晶・勝又健一・近藤剛史・湯浅 真 『New Journal of Chemistry』誌の Cover Image に選出（2020 年 9 月）
4．工藤昭彦，文部科学大臣表彰 科学技術賞 （研究部門）「水素製造と二酸化炭素資源化のための人工光合成光触媒の研究」(2020 年 4 月 7 日）
5．井手本康・石田直哉・北村直人『Physics Status Solidi B』誌の Back Cover に選出（2020 年）
6．根岸雄一，第 5 回分子科学国際学術賞，分子科学会（2020 年）
7．川脇徳久，オンライン優秀講演賞，第 71 回コロイドおよび界面化学討論会（2020 年）

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。一方、溶液中のアルコールは FeOOH により酸化され、有機酸が生成していることが分かった。この有機酸により溶液中のプロトン濃度が上昇し、Fe^{2+}/Fe^{3+}のレドックス反応が起きることが水素の生成に繋がっていることが分かった。

「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が、ゼオライトと TiO_2 光触媒を複合化させることで、吸着した NH_4^+を光照射で脱離できることが分かった。吸着したアンモニア量に対して放出された NO_3^-量は少量であり、光による熱または光触媒表面で発生する局所的な熱により NH_4^+が放出されていることがわかった。

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」

汎用性を高めるためにチタニアナノ粒子を担持するポリシルセスキオキサンの分子構造を変えたセルフクリーニング材料を調製した。この材料に 1 年間に相当する耐候性試験を行うと、基板から有機高分子の剥離が見られたが、チタニアは残存しており、光を照射すると水の接触角に低下が見られた。

四反田　功

「異元素ドープダイヤモンドの合成を目的としたマイクロ波液中プラズマ法の開発」

本研究では低揮発性元素であるリン及び非揮発性の金属元素であるニッケルをドーパントに選択し、異元素ドープダイヤモンドの合成手法の確立を目的とした。XPS による元素分析からダイヤモンド中へバルクまで均一に異元素が導入されていることや電気化学測定から Ni によるグルコース応答を確認したことから揮発性に関わらず、異元素ドープダイヤモンドが合成することが可能であることを確認した。

柴田　裕史

「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」

アニオン界面活性を用いることで、高い光触媒活性能を発現する結晶面である *c* 面配向性の高い六角板状 ZnO 単結晶粒子の調製に成功し、高い光触媒活性能を有することを示した。この粒子をガラス基板上に均一に配列させることで、ZnO 粒子でコーティングするための簡便な方法についても検討を行った。また、チタニア微粒子担持薄膜表面にシランカップリング剤で部分的に表面修飾処理を行うことで、紫外光照射により有機物の吸脱着制御が可能であることを示し、細胞シートの調製についても成功した。

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

「疑似単結晶骨格を有するメソ多孔性酸化チタン薄膜の作製」

両親媒性の界面活性剤ミセルを有機鋳型に用い sol-gel 法と組み合わせた soft-template 法と液相でのエピタキシャル成長を活用することで、$LaAlO_3$ 単結晶基板上に疑似単結晶骨格を有するメソ多孔性酸化チタン薄膜を成膜することに成功した。得られた薄膜はエネルギー的には不安定であるものの高活性な(001)面が露出している上、結晶方位面の制御により電子と正孔の再結合が抑制されたことから、光触媒活性の著しい向上がもたらされた。

工藤　昭彦、山口　友一

「可視光水分解および二酸化炭素還元光触媒の開発」

420nm 付近の可視光まで応答して水を分解できる $Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$ 光触媒の開発に成功した。また、可視光照射下において水素および酸素生成に活性を示す Ru ドーピング $SrTiO_3$（$SrTiO_3$:Ru）光触媒を開発した。さらに、水素還元処理を施した $SrTiO_3$:Ru 光触媒がおよそ 750nm 付近の可視光まで応答して酸素を生成できることを見いだした。一方、水を電子源とした CO_2 還元に活性を示す種々の可視光応答性 Z スキーム型光触媒の開発に成功した。

井手本　康、北村　尚斗、石田　直哉

「平均・電子・局所構造解析によるマンガン系高容量二次電池正極材料の設計」

カーボンニュートラルの達成に向けて、高エネルギー蓄電システムの創成が不可欠である。高容量かつ低コストな二次電池の開発を目標に、マンガン系正極材料に着目して量子ビームを用いた平均・電子・局所構造解析を実施した。その結果、Mn に対して Ni と Ti を置換すると、Ni は局所安定化機能を示しサイクル特性を高め、Ti は Mn 欠陥を維持した高容量発現効果をそれぞれ有することが明らかとなった。

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

「ロジウム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」

液相合成された極微細な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、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、より水素生成反応に有利な元素であるロジウムを用いた際も、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。$BaLa_4Ti_4O_{15}$ 上に、液相合成したロジウムクラスターを担持し、適切な逆反応抑止膜を併用することで、高活性かつ高安定性を有する水分解光触媒を得ることに成功した。

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 2 nm 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 2 nm）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た。白金 35, 51, 66 量体を比較したところ、白金 51 量体が最も高い電極触媒活性を示すことを明らかにした。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繋がる成果を得た。

大古　善久

「光触媒の精密合成と高活性化に関する研究」

プロジェクトリーダーとして先に国際標準化した“光触媒製品の防藻性能評価試験”を国内で工業規格化する事業に参画しており、２０２０年度はその原案が完成した。この方法は、緑色のクロレラを供試菌として、光触媒反応による殺菌作用を、再培養に寄らず、細胞が持つクロロフィルが退色する色変化で判定する。誰もが簡便・迅速に実施できることが確認され、今後光触媒製品の研究開発や普及に役立てることができる。

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、グルコノラクトン水溶液中での光触媒反応による希少糖生成について検討を行い、ルチル型酸化チタンを用いた時に５糖のアラビノースや４糖のエリトロースなどの希少糖が高効率で生成することを見出している。本年度は、光触媒反応時に予め過酸化水素を添加することにより、アラビノースやエリトロースの生成量が増大すること、ならびにこれが光照射時の OH ラジカル生成量の増加に起因していることを見出した。

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。その結果表面が増大し反応率も増大することがわかった。

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反応を促進し、それは二次的な活性酸素種の生成による可能性が示唆された。メラニンを産生しない真菌へのメラニンの添加は、光触媒殺菌に対する抵抗性を与えることを示した。日光社寺文化財表面に発生する真菌叢の分離同定を行い、彩色木片上で光触媒抗菌効果が確認された。光触媒とダイアモンド電極併用汚水処理で、次亜塩素酸生成量が減少し、より酸化力が強い物質の生成が確認された。

近藤　剛史、湯浅　真

「フロー系電解水処理への応用を目指した導電性ダイヤモンドパウダー充填電極の開発」

導電性ボロンドープダイヤモンドパウダー（BDDP）を充填した電解セルを開発し、フロー系電解水処理システムへの応用を検討した。セル内の BDDP 充填量にしたがって電解による水溶液中のメチレンブルー濃度の減少速度が増加したことから、充填した BDDP による電極表面積の増加が確認された。繰り返し使用に対する性能劣化は見られず、長期間安定に使用できる連続電解システムに利用できることが示唆された。

落合　剛

「光触媒をはじめとした機能材料の性能評価および環境・医療分野への応用に関する研究」

本務地である KISTEC 川崎技術支援部にて、光触媒をはじめとした機能材料の性能評価および応用についての研究に従事した。本年度はとくに、光触媒反応や促進酸化処理で発生する活性酸素種の *in situ* 分析方法について研究し、論文として発表した。また、藤嶋栄誉教授と共著で、それらの性能評価方法に関するノウハウもまとめた書籍を出版した。

中田　一弥

「光触媒の宇宙応用に関する研究」

光触媒の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。

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、第一期 5 年間（2021 年 3 月 31 日）を終了し、ウォーターフロンティア研究センターとして、第二期（2021 年 4 月 1 日～）に引き継ぎ、発展させることとなった。本研究センターは、生命の存続にとって欠かせない「水」を研究対象の中心に据え、その物質・材料表面における吸着構造、濡れ・流れといった動態を、ナノスケールから環境を取り巻く巨視的スケールまでを繋ぐように研究する、国際的にみても特徴的な研究拠点である。このような研究を進めるべく、第一期間では、物理・化学・生命科学、材料工学、機械工学を繋ぐように研究を発展させ、産業界とも、分野の壁を跨いだ「面と面」の共同研究の数々を実現してきた。第一期最終年度にあたる 2020 年は、環境・生命・エネルギーなど、持続可能な社会に向けての基礎技術に関わる研究の促進、また、研究手法にデータサイエンス的要素を取り組む点に力点を置いた。

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

2020 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

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。2020 年度は、これまで行ってきたイオン液体の潤滑特性に及ぼす水の影響について、さらなる評価・分析を進めた。昨年度までの結果より、親水性イオン液体においては、周囲雰囲気の相対湿度が上昇するにつれて潤滑特性が悪化することが明らかとなっている。一般に摩擦材料は、金属材料を始めとして水との相互作用が高い材料から構成されている。そのため、イオン液体に水が混入すると、摩擦表面には水が吸着し、イオン液体分子の吸着層形成を阻害するため、潤滑特性の悪化が現れると考察した。そこで、疎水性を示す化学構造を有するイオン液体を用い、湿度が潤滑特性に及ぼす影響について評価した。なお、イオン液体の選択に当たっては、摩擦分解に起因する腐食摩耗の抑制が期待される分子構造も考慮した。その結果、相対湿度が上昇した場合においても高い潤滑特性を示すことが確認された。イオン液体の潤滑特性は摩擦表面への吸着層形成に起因することから、イオン液体に水を混入させた際の固液界面構造を、周波数変調方式原子間力顕微鏡（FM-AFM）を用いて調べた。その結果、親水性イオン液体の場合には水により吸着層形成が阻害されたのに対し、疎水性イオン液体の場合には、図 1 に示すように水による液界面構造への影響は見られなかった。以上より、イオン液体の潤滑性が表面吸着構造の形成に依存すること、そして疎水性イオン液体においては、不純物としての水がイオン液体の吸着構造に影響を及ぼさないことを明らかとした。今後は、原子間力顕微鏡と分光分析手法を組み合わせることで、潤滑特性を支配するイオン液体吸着層の形成過程を摩擦系面において動的観察可能な手法の開発に取り組む予定である。

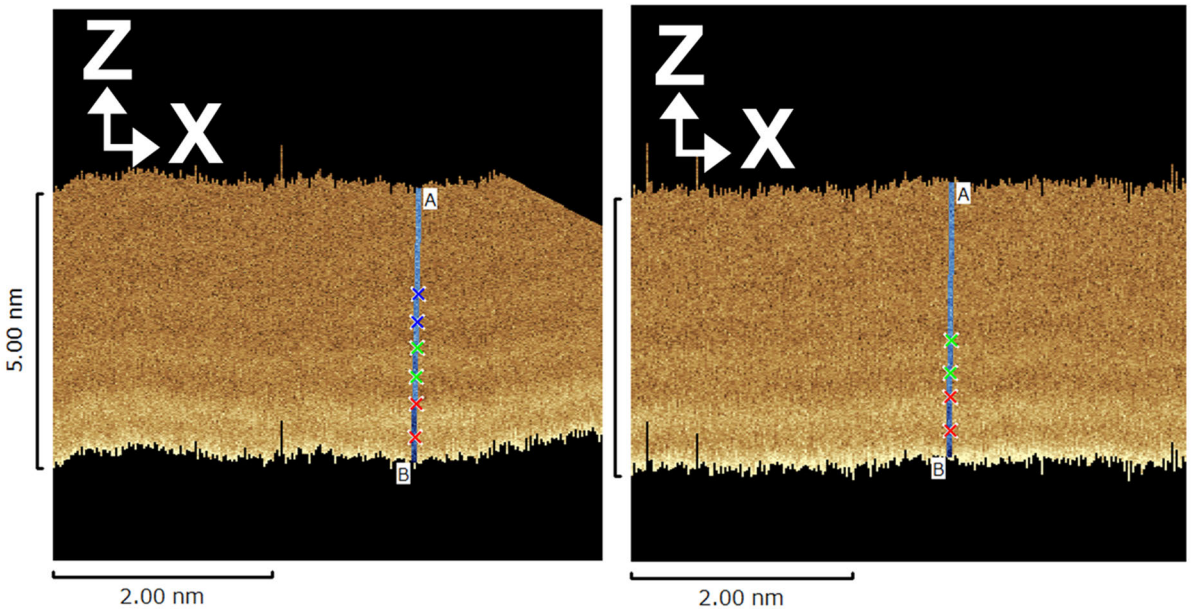


図 1　疎水性イオン液体の固液界面構造
（左図：イオン液体のみ、右図：イオン液体と水 1wt%混合状態）

3. 2. バイオ界面グループについて

関節軟骨再生を目指した組織工学において、Ⅱ型コラーゲンやグリコサミノグリカン(GAG) 等の細胞外マトリックス(ECM) を効率的に産生・組織化するスキャッフォールドの設計が望まれる。我々は、細胞親和性網目としての自己組織化ペプチド(RADA16) ゲルと、力学支持網目としてのキトサン (CS) とポリエチレングリコール (PEG) からなる共有結合ゲル(CS/PEG) を独立のネットワーク成分としたインジェクタブルな相互侵入高分子網目(IPN) ゲル(CS/PEG/RADA16) が有用な軟骨組織再生足場となることを見出した。さらに、本 IPN ゲルに適正な生分解性を付与できれば、合成 ECM 材料を細胞の産生する ECM によって「置換可能」な理想的スキャッフォールドへの進化

が期待できる。そこで本研究では、生分解性分子 Poly(D,L-lactide)（PLA）を導入した PEG-PLA-PEG を架橋剤として用いることで、生分解性 IPN ゲル(CS/PEG-PLA-PEG/RADA16) を新規に作製し、足場分解挙動と細胞機能との相関について調査した。軟骨細胞の三次元培養における分化状態の指標となる GAG 産生量は、分解性 PEG-PLA-PEG (Mn=5,376) を架橋剤としたゲルにおいて、ゲルの分解に伴い向上し、かつ非分解性 PEG5k (Mn=4,583) を架橋剤としたゲルよりも優れていた。さらに、分解性架橋剤を用いた場合、硝子軟骨形成因子である COL2A1 遺伝子の発現が向上した。加えてゲル内染色により、硝子軟骨様の細胞の形成とより優れた軟骨基質の蓄積が認められた。これらの結果は、関節軟骨を構成する硝子軟骨への優先的な分化誘導を強く示唆する。以上より、生分解性を有するハイドロゲルは細胞自身が合成する ECM との置換を可能とする軟骨再生足場材料として期待が大きい。

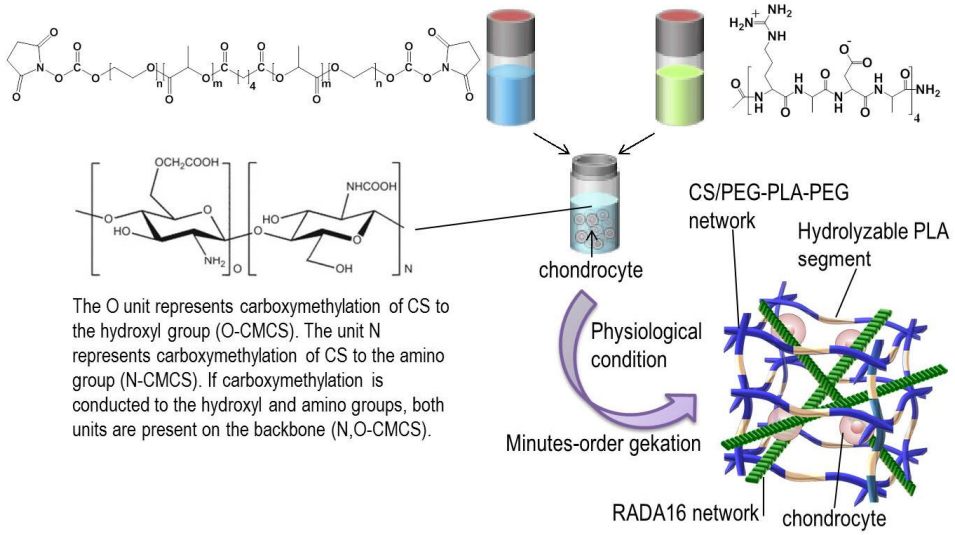


図 2　自己組織化ペプチド、RADA16、カルボキシメチルキトサン、およびスクシンイミド末端分解性架橋剤、NHS-PEG-b-PLA-b-PEG-NHS. からなる相互浸透性ポリマーネットワークを備えたインジェクタブル・生分解性ヒドロゲルの調製の概略図。PLA=poly(DL-lactide)

次に、細胞移植材料には免疫抑制能が求められるため、炎症を防ぐ生体適合性高分子表面の分子構造と水和状態について明らかとした。ethylene glycol (EG) ユニットで構成された有機分子は、水分子との水素結合に基づく高い親水性を示す生体適合性材料の一つである。同一 EG ユニット数で構成された異なる骨格構造を有するブロック共重合体の形成する表面について、水和状態と生体適合性の相関について検討した結果、EG骨格構造に依存した密度依存的水和挙動の違いは、生体適合性に強い相関を持つことが明らかとなった。

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きた。表面張力の温度依存性を利用した微小粒子（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。今年度は微小重力環境下で実現した軌道上実験との比較を通じて、重力加速度の影響および作動流体のプラントル数の影響を明らかにした。また，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)近傍流体の動的濡れの促進現象を扱い、特にその高さの影響（図３）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きた。

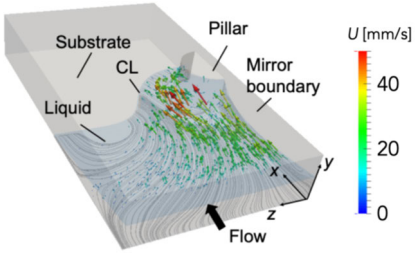


図 3　低ピラーと相互作用後に見られる液膜内速度場。微小構造物との相互作用による『メニスカス・ポンプ』が、背の高い微小構造物のケースと比較して抑制されるという知見を得た。

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。以下、本グループで得られた結果の例である。

(1) 分子動力学などのミクロスコピックな計算から、物質表面上に形成されるミクロな水滴の接触角やその揺らぎなどを解析するためには、水の気液界面を局所的、かつ瞬間的に定義しなければならない。そこで今年度は、先行研究(日本機械学会論文集(B 編)73 巻 725 号、06-0518(2007))で提案された気液界面の局所的・瞬間的定義を用いて、水の気液界面を評価するプログラムの開発を行った。図 4(a)は，その開発したプログラムによって得られた水の局所的・瞬間的な気液界面である。今後、グラフェンなどの基板上に形成された水に開発したプログラムを応用する予定である。

(2) $HS-(CH_2)_{11}-(O-CH_2-CH_2)_3-OCH_3$ で作られる自己組織化単分子層は、基板を金から銀に変えるだけでタンパク質が吸着する。この分子メカニズムを分子動力学法により解析した。その結果、銀基板の SAM 界面は、金基板の場合に比べ水和自由エネルギーの値が高く、不安定であり、タンパク質を強く吸着するアルキル鎖の SAM での値に近くなっていることが明らかとなった。

(3) 界面張力駆動流現象の直接数値シミュレーションとして、局所加熱された基板上に付着する直径 10 μm の気泡について、OpenFOAM を用いた三次元気液二相流の解析を行った。特に、基板と気液界面の接触線(コンタクトライン)における接触角 θ および局所加熱温度 ΔT を系統的に変化させ、マランゴニ対流が見せるそれらへの依存性の再現および解明に成功した(図 4(b))。

(4) 物質表面・界面における水の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。グラフェン、窒化ホウ素等の固体基板表面に水分子を配置、その分子動力学シミュレーションを実行、さらに水素結合ネットワーク、パーシステントホモロジー解析までを可能とする GUI (Graphical User Interface) の大枠を開発した(図 4(c))。今後、量子計算、流体計算のインターフェースも順次導入する予定である。

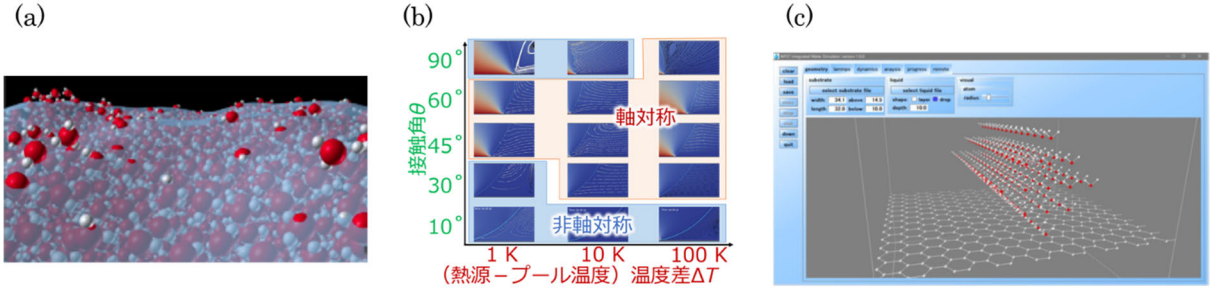


図 4　(a) 開発した手法によって得られた水の気液界面 (b) 局所加熱マイクロ気泡の接触線における熱的マランゴニ対流の接触角・温度差依存性 (c) 統合シミュレータの概観図

3. 5. 流体計測・制御技術グループについて

本グループは、表面・界面近傍の流れの計測・制御を用いた界面現象の理解と高効率反応界面の創出を目的として、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、2020 年度に本グループで得られた結果の一例を紹介する。

2019 年度は、ガラス基板上に金ナノ粒子を固定化することで表面プラズモン共鳴を利用したナノ加熱基板を製作し、数十 mW 程度の光加熱で微小気泡を発生させてその周囲流動を用いることによる微小物質集積を確認した。2020 年度は、電子ビームリソグラフィを用いて金ナノ構造体を製作し、サイズ・形状や配列など、より自由度の高いナノ加熱基板の開発を行った (図 5 (a))。また、微小気泡周りの流動による粒子集積体が非対称になる場合が散見され、その原因究明のために、これまでに開発した気液界面流の熱流体シミュレーションを拡張し、気泡の基部に堆積物 (微小物体) が存在する場合の流動を評価した結果、物体内の熱伝導による温度場の歪みがマランゴニ対流を歪めていることが明らかになった (図 5(b))。この現象は、基板の汚れや、輸送されてきた微小物質の堆積に不均一性が生まれる場合の流動を表現していると考えられ、非対称な粒子堆積の原因と推定される。ナノ構造体のパターンを制御することで流動の非対称性をコントロール

できれば、微小物質集積の制御性を高めることができると期待できる。

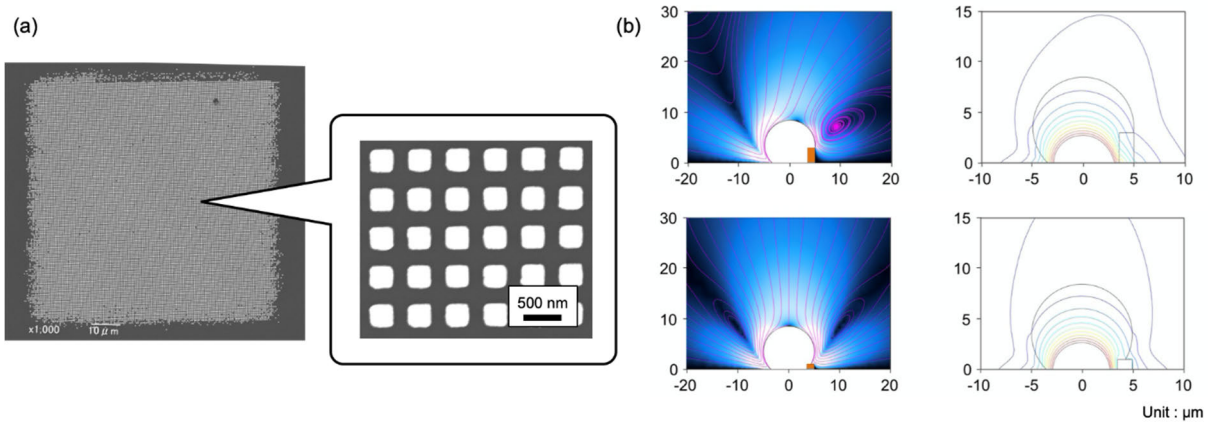


図 5　(a) 金ナノ構造体を用いたナノ加熱基板 (b) 微小気泡の基部に微小物体が存在する場合の熱流体シミュレーション結果

3. 6. 水環境分析応用グループについて

H_2O/TiO_2固液界面を代表例に、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を検討した。その後、教師無し学習である拡張型非負値行列因子分解（NMF-SO）を行いクラスタリング結果の精度向上を試みた。

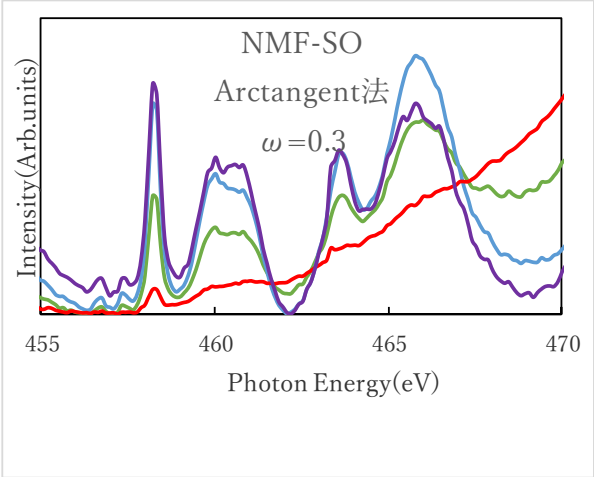


図 6　教師無し学習による大規模顕微分光データのクラスタリング結果。Ti の電子状態を自動的に分類し、顕微鏡画像上で可視化することができた

Arctangent 法によるバックグラウンド処理と NMF-SO によるクラスタリングを行った結果、TiO_2 (brokite)、TiO_2 (Anatase)、TiO_2 (rutile)、In 基板に対応するスペクトルを得ることができた。また TiO_2 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、TiO_2 (brokite)では 0.719、TiO_2 (Anatase) では 0.822、TiO_2 (rutile) では 0.855 の相関係数を得ることができた（図 6）。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。

4. 研究活動の展望

センター発足から 5 年目の最終年度を迎え、「材料表面・界面における水の学際研究拠点」として理科大ならではの成果を打ち出した。材料創成・計測・（理論を含む）シミュレーションの三位一体研究を進めてきた観点からは、例えば材料創成では、患部に注射器で打ち込め、組織再生を助けた後は加水分解で自動的に体内で分解する炎症抑制能の高い「再生医療用ハイドロゲル」の開発、計測分析では、大気中で作動する装置の中では世界で最も高い界面選択性を有する振動分光装置「環境制御型ヘテロダイン和周波発生分光法」の開発、理論・シミュレーションでは、

非専門家にも扱いやすいユーザーインターフェースを有し、データサイエンスの解析モジュールも巧みに取り入れた、材料表面の水の構造・濡れ・流れを統合的に解析できる「統合シミュレータ」の開発など、いずれも理科大発の世界的にみても最先端の優れた研究成果を挙げた。

産学連携に関しは、分野の垣根を超えて、機械系・化学系・物理系の教員がタッグを組み、世界的な企業との「面と面」の共同研究の数々を、昨年度に引き続き最終年度も実現・継続した。最先端の複合的な技術課題には、専門の垣根を超えた共同研究が必要不可欠だが、総合研究院のしくみを最大限活用し、分野の垣根を超えた連合チームを柔軟に結成した。個々の研究者だけでは契約に達しえなかった大型の産学連携研究を複数実施しえた点は、総合研究院のしくみを有する理科大ならではの成果といえる。またコロナ禍での遠隔による変則的な運用になったが、昨年度に引き続き，産学共同研究を促すチュートリアルを MRM-FORUM2020 で実施したり、成果の公表をウォーターサイエンス特論で実施したり、一般市民向け公開講座を実施したりした、PACIFICHEM2020 など、最終年度中に開催予定だった国際会議で 2021 年度以降に延期になったものについては、引き続き、予定通り、センターとしての研究成果を発表・広報予定である。また国際広報の一環として 2022 年度に、洋書「Water on Material Surfaces」を刊行予定である。

5. むすび

最終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、相互に密に連絡を取り合い、先端的な技術を持ち寄り合いながら、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、後続の新生研究センター（ウォーターフロンティア研究センター）も立ち上がった。同センターにおいては、分野の垣根を超えた共同研究や産学連携研究の促進はもちろんのこと、例えば技術フォーラムにおける参加費の収益の一部を、活動運営資金として利用するなど、センターの運営を資金面から効率化する工夫も検討していきたい。また、一般への広報活動は、これまで大学院生や一般社会人向けが主であったが、年齢層を高校生・中学生・小学生などへも幅を広げ、当該研究センターの研究活動を、将来、理科大で学びたいと思われるような広報へと結び付けていきたい。

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、本研究センターで培った研究活動・産学連携研究を、新センターへと継続・発展させ、学術界・産業界・そして教育分野への、さらなる貢献を目指していく。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1．“A hydrogen-bonding structure in self-formed nanodroplets of water adsorbed on amorphous silica revealed via surface-selective vibrational spectroscopy”, S. Urashima, T. Uchida, H. Yui, Phys. Chem. Chem. Phys., 22, 27031, 2020（査読有）
2．“Development of dark-field dynamic light scattering microscopy and its application: Tracking dynamics of particles in condensed slurries spreading on planar/nonplanar substrates”, M. Shiraishi, S. Urashima, T. Morisaku, R. Takahashi, K. Matsuo, H. Yui, J. Colloid Interface Sci., 584, 723, 2020（査読有）
3．“Temperature dependence of photoluminescence spectra from a suspended single-walled carbon nanotube with water adsorption layer”, Yuta Saito, Yuichiro Tanaka, Genta Yamaguchi, Takashi Kato, Satoru Konabe, Shohei Chiashi, and Yoshikazu Homma, J.Appl. Phys. 129, 024302, 2021（査読有）
4．“Characterization of Au intercalation at the interface of graphene/polycrystalline Ni substrate”, Emi Inoue, Kota Shihommatsu, Junro Takahashi, Hiroki Kato, and Yoshikazu Homma, Surf. Sci. 700, 121613, 2020（査読有）
5．“Tribological performances of halogen-free ionic liquids against a-C:H and ta-C films under vacuum”, Shouhei Kawada, Shinya Sasaki, and Masaaki Miyatake, 14, 3, JAMDSM0032, 2020（査読有）
6．“In-situ observation of tribo-decomposition behavior of ionic liquids composed of phosphonium-cation and cyano-anion using quadrupole mass spectrometer”, Shouhei Kawada, Shinya Sasaki, Masaaki Miyatake, TRIBOLOGY INTERNATIONAL, 153, 106547, 2020（査読有）
7．“Development of tuneable green-to-red emitting transparent film based on Nafion with TbIII/EuIII β-diketonate complexes modulated by pH and proton flow, Hajime Kamebuchi, Taiho Yoshiokaa and Makoto Tadokoro, *Materials Advances*, 1, 569-573, 2020（査読有）
8．“Gas Sorption of Nano-Porous Supramolecules Formed by Multi-Hydrogen Bonded Coordination Capsules”, Makoto Tadokoro,* Hironobu Machida, Ryuji Toyofuku, Megumi Murakami, Hajime Kamebuchi, Kyosuke Isoda, Fumiya Kobayashi, Kiyonori Takahashi, Shin’ichiro Noro and Takayoshi Nakamura, Chem. Commun., 57, 2249-2252, 2021 （査読有）
9．“Phase Behavior of the Bilayers Containing Hydrogenated Soy Lecithin and β-Sitosteryl Sulfate”, Ananda Kafle, Masaaki Akamatsu, Avinash Bhadani, Kenichi Sakai, Chihiro Kaise, Teruhisa Kaneko, Hideki Sakai, Langmuir, 36, 6025-6032, 2020（査読有）【Cover Article に選定】
10. “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(4), 986-990, 2020
11. “Superconducting properties of $AgSnSe_2$ studied by ^{77}Se-NMR and ^{119}Sn-NMR”, K. Watanabe, Y. Naijo, K. Hada, T. Furukawa, T. Itou, T. Ueno, K. Kobayashi, and J. Akimitsu, JPS Conf. Proc., 30, 011057, 2020（査読有）
12. “Electronic Griffiths Phase in Disordered Mott-Transition Systems”, R. Yamamoto, T. Furukawa, K. Miyagawa, T. Sasaki, K. Kanoda and T. Itou, Phys. Rev. Lett., 124, 046404, 2020 (Selected as an Editors’ Suggestion) （査読有）
13. “Optimization of parameters for air dehumidification systems including multilayer fixed-bed binder-free desiccant dehumidifier”, Lili Yu, Jubair Ahmed Shamim, Wei-Lun Hsu and Hirofumi Daiguji, International Journal of Heat and Mass Transfer 172, 121102, 2021（査読有）
14. “Molecular dynamics study of water confined in MIL-101 metal-organic frameworks”, Shubo Fei, Wei-Lun Hsu, Jean-Jacques Delaunay and Hirofumi Daiguji, Journal of Chemical Physics 154, 144503, 2021（査読有）

15. “Phonon-assisted proton tunneling in the hydrogen-bonded dimeric selenates of $Cs_3H(SeO_4)_2$”, Hiroshi Matsui, Kazuki Shimatani, Yuka Ikemoto , Takahiko Sasaki , and Yasumitsu Matsuo, J. Chem. Phys. 152 , 154502, 2020 (査読有)
16. “Proton Conduction via Water Bridges Hydrated in the Collagen Film”, Hiroshi Matsui and Yasumitsu Matsuo, J. Funct. Biomater. 11, 61, 2020 (査読有)
17. “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, azuto Hoshi, Shigehito Osawa, Hidenori Otsuka, Chem. Mater, 32(6), 2353-2364, 2020 (査読有)
18. “Enhanced function of chondrocytes in a chitosan‐based hydrogel to regenerate cartilage tissues by accelerating degradability of the hydrogel via a hydrolysable crosslinker”, Shohei Ishikawa, Kazutoshi Iijima, Daisuke Matsukuma, Michihiro Iijima, Shigehito Osawa, Hidenori Otsuka, J. APPL. POLYM. SCI. 137(19), 48893, 2020 (査読有)
19. “Spontaneous deformation and fission of oil droplets on an aqueous surfactant solution”, Masahide Okada, Yutaka Sumino, Hiroaki Ito, Hiroyuki Kitahata, Phys. Rev. E 102, 042603 1-8, 2020 (査読有)
20. “Two floating camphor particles interacting through lateral capillary force”, Yuhei Hirose, Yusuke Yasugahira, Mamoru Okamoto, Yuki Koyano, Hiroyuki Kitahata, Masaharu Nagayama and Yutaka Sumino, J. Phys. Soc. Jpn. 89, 074004 1-8, 2020 (査読有)
21. “Effect of wettability on viscous fluid impregnation in single-layer woven-fibre bundles driven by pressure difference”, Kota Yoshihara, Yo Kamei, Atsuki Mizuno, Haruka Ogaki, Takuma Hori and Ichiro Ueno, Composites Part A, 138, 106049, 2020 (https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2020.106049) ,2020 (査読有)
22. “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)
23. “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 51, 1087-1104, 2020 (査読有)
24. “Enhancement of meniscus pump by multiple particles,” Hayate Nakamura, Victor Delafosse, Georg F. Dietze, Harunori N. Yoshikawa, Farzam Zoueshtiagh, Lizhong Mu, Takahiro Tsukahara, Ichiro Ueno, Langmuir 36(16), 4447-4453, 2020 (査読有)
25. “Carbon nanoparticles induce endoplasmic reticulum stress around blood vessels with accumulation of misfolded proteins in the developing brain of offspring”, A. Onda, T. Kawasaki, K. Tsukiyama, K. Takeda and M. Umezawa, SCI REP-UK 10:10028, 2020 (査読有)
26. “Infrared laser induced amyloid fibril dissociation: A joint experimental/theoretical study on the GNNQQNY peptide”, T.Kawasaki, M. Viet, Y. Sugimoto, N. Sugiyama, H. Yamamoto, K. Tsukiyama, J. Wang, P. Derreumaux and P.Nguyen, J PHYS CHEM B 124, 29, 6266-6277, 2020 (査読有)
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. “G:U-Independent RNA Minihelix Aminoacylation by Nanoarchaeum equitans Alanyl-tRNA Synthetase: An Insight into the Evolution of Aminoacyl-tRNA Synthetases”, Misa Arutaki, Ryodai Kurihara, Toru Matsuoka, Ayako Inami, Kei Tokunaga, Tomomasa Ohno, Hiroki Takahashi, Haruka Takano, Tadashi Ando, Hiromi Mutsuro-Aoki, Takuya Umehara & Koji Tamura, Journal of Molecular Evolution, 88, 501-509, 2020 (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, 10, 11, 2020 (査読有)

30. “Wilhelmy equation revisited: a lightweight method to measure liquid-vapor, solid-liquid and solid-vapor interfacial tensions from a single molecular dynamics simulation,” Y. Imaizumi, T. Omori, H. Kusudo, C. Bistafa, Y. Yamaguchi, J. Chem. Phys. 153, 034701, 2020（査読有）
31. “Numerical study of thermocapillary-driven flow of a micro bubble on locally heated wall”, Shunsuke Fujimura, Ken Yamamoto, Masahiro Motosuke, Takahiro Tsukahara, Heat Transfer Res., 51, 1087-1104, 2020
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. “Electric-Field Induced Shift in the Plasmon Resonance Due to the Interfacial Pockels Effect of Water on a Silver Surface”, Yurina Nishi, Ryosuke Watanabe, Subaru Sasaki, Akihiro Okada, Keisuke Seto, Takayoshi Kobayashi and Eiji Tokunaga, Appl. Sci. 11, 2152, 2021（査読有）
34.“界面ポッケルス効果を用いた巨大光変調と界面物性探索”徳永英司 化学工業 71, 393-400, 2020（査読無）
35. “Primary electronic and vibrational dynamics of cytochrome c observed by sub-10fs NUV laser pulses”, Ying-Kuan Ko, Atsushi Yabushita, Takayoshi Kobayashi, Journal of Physical Chemistry B, 124, 38, 8249-8258, 2020（査読有）
36. “Femtosecond time-evolution of mid-infrared spectral line shapes of Dirac fermions in topological insulators”, Tien-tien Yeh, Chien-Ming Tu, Wen-Hao Lin, Cheng-Maw Cheng, Wen-Yen Tzeng, Chen-Yu Chang, Hideto Shirai, Takao Fuji, Raman Sankar, Fang-Cheng Chou, Marin M. Gospodinov, Takayoshi Kobayashi, Chih-Wei Luo, Scientific Reports, 10.1038/s41598d-020-66720-4 (8 pages), 2020（査読有）
37. “Water-phase synthesis of ultrathin Au nanowires with a two-dimensional parallel array structure”, Naoya Miyajima, Yung-Chen Wang, Makoto Nakagawa, Hiroki Kurata, Yoshiro Imura, Ke-Hsuan Wang, Takeshi Kawai, Bull. Chem. Soc. Jpn., 93, 1372, 2020（査読有）
38. “Synthesis of Water-Dispersible, Plate-like Perovskites and their Core‐Shell Nanocrystals”, Muneharu Minakawa, Yoshiro Imura, Takeshi Kawai, RSC Advances, 10, 5972, 2020（査読有）
39. “日本全国土砂データベースによる埼玉県出土縄文土器の産地推定の試み”,親泊宗一郎, 大屋道則, 阿部善也, 中井 泉, X線分析の進歩, 52, pp.179-198, 2021（査読有）
40. “切子ガラスの蛍光 X 線分析 ― 江戸・明治前期の無色ガラスを中心に”, 井上曉子, 松本 諒, 中井 泉, Glass, No.64, pp.59-74, 2020（査読有）
41. “Seasonal trends of atmospheric ice nucleating particles over Tokyo”, Yutaka Tobo, Jun Uetake, Hitoshi Matsui, Nobuhiro Moteki, Yasushi Uji, Yoko Iwamoto, Kazuhiko Miura, Ryohei Misumi, J. Geophys. Res-Atmos., 125, 1-10, https://doi.org/10.1029/2020JD033658, 2020（査読有）
42. “富士山体を用いた夏季自由対流圏における雲水中揮発性有機化合物の観測”,山脇拓実, 大河内博, 山本修司, 山之越恵理, 島田幸治郎, 緒方裕子, 勝見尚也, 皆巳幸也, 加藤俊吾, 三浦和彦, 戸田 敬, 竹内政樹, 小林 拓, 土器屋由紀子, 畠山史郎, 大気環境学会誌, 55(5), 191-203, 2020（査読有）
43. “High-quality few-layer graphene on single-crystalline SiC thin film grown on affordable wafer for device applications”, N. Endoh, S. Akiyama, K. Tashima, K. Suwa, T. Kamogawa, R. Kohama, K. Funakubo, S. Konishi, H. Mogi, M. Kawahara, M. Kawai, Y. Kubota, T. Ohkochi, M. Kotsugi, K. Horiba, H. Kumigashira, M. Suemitsu, I. Watanabe, H. Fukidome, Nanomaterials accepted, 2021（査読有）
44. “Symmetry prediction and knowledge discovery from X-ray diffraction patterns using an interpretable machine learning approach”,Y.Suzuki, H.Hino, T.Hawai, K.Saito, M. Kotsugi, and K.Ono, Sci. Rep. 10, Article number: 21790, 2020（査読有）

45. “Hierarchical structures hydrogel evaporator and superhydrophilic water collect device for efficient solar steam evaporation”, Wenwei Lei, Sovann Khan, Lie Chen, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Kesong Liu, Akira Fujishima, Mingjie Liu, Nano Research, 14, 1135, 2021（査読有）
46. “Solution plasma boosts facet-dependent photoactivity of decahedral BiVO4”, Guangshun Che, Dandan Wang, Changhua Wang, Fei Yu, Dashuai Li, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, Yichun Liu, Xintong Zhang, Chemical Engineering Journal, 397, 125381, 2020.（査読有）
47.“He ガスのDBD プラズマを用いた気液界面プロセスによるEDOT の重合”, 白藤 立, 平野舜太, 呉 準席, 静電気学会誌 44, 259-260, 2020（査読有）

著書

1．“Novel application of stimulated Raman scattering for high resolution spectroscopic imaging utilizing its phase information”, M. Banno, H. Yui, Chapter 12 in Molecular and Laser Spectroscopy, Advances and Applications, vol.2(V.P. Gupta & Y. Ozaki eds.). pp 415-445, ISBN: 978-0-12-818870-5, 2020
2．“化学便覧 基礎編 改訂 6 版・公益社団法人日本化学会編”, 酒井秀樹（分担執筆）, 丸善出版,2021 年 01 月.
3．“ウェットプロセスを用いた高分子材料表面の改質と無機物との複合化・接着, 橋詰峰雄, in “接着・接合の支配要因と最適化技術”, S&T 出版, 第 4 章 31, pp.211-215, 2021.
4．“膜タンパク質工学ハンドブック（第 3 章　第 3 節　膜タンパク質・膜の粗視化シミュレーション）”, 安藤格士, 津本浩平, 浜窪隆雄 監修, 147-154, エヌ･ティー･エス, 2020
5．“蛍光異方性計測”, 元祐昌廣, マイクロ･ナノ熱工学の進展,「マイクロ･ナノ熱工学の進展」編集委員会編集, エヌ・ティー・エス, 100-107, 2021. 5.9
6．“金ナノフラワーの作製と触媒特性”, 伊村芳郎, 河合武司, 技術情報協, p.430-436, 2020 年
7．“元素は語る”, 中井 泉, ワニブックス PLUS 新書, 全 240 頁, ワニブックス, 2020
8．“越境大気汚染の物理と化学　2 訂版”, 藤田慎一, 三浦和彦, 大河内博, 速水 洋, 松田和秀, 櫻井達也, 成山堂書店, pp294, 2021
9．“気体・液体の輸送現象”, マイクロ・ナノ熱工学の進展, マイクロ・ナノ熱工学の進展編集委員会編（丸山茂夫, 稲田孝明, 塩見淳一郎, 鈴木雄二, 染矢 聡, 大宮司啓文, 高木 周, 竹村文男, 千足昇平, 松田弘文, 宗像鉄雄, 山本 淳）, エヌ・ティー・エス, 第 1 章, 17-27, ISBN: 978-4-86043-722-0 C3042, 2021

招待講演

1．“近赤外レーザー誘起表面変位顕微鏡の開発と生きた植物細胞表面の動的粘弾性計測への展開”, 森作俊紀, 橋本研志, 朽津和幸, 由井宏治, 日本植物学会第 84 回大会, オンライン開催, 2020 年 9 月 20 日.
2．“表面選択的振動分光法によるシリカ表面の化学的均一性の検証”, 浦島周平, 2020 年日本分光学会年次講演会, オンライン開催, 2020 年 10 月 26 日.
3．“励起子分光によるカーボンナノチューブ内部の水の物性計測”, 本間芳和, MRM Forum 2020, Online, 2020 年 12 月 8 日
4．“Phase transition of water confined in carbon nanotube observed by photoluminescence spectroscopy”, Yoshikazu Homma and Shohei Chiashi, The Annual Meeting of the Spectroscopical Society of Japan 2020, Online, November 27, 2020
5．液/液界制御による高分散性エマルションの調製, 酒井秀樹, 日本接着学会　粘着研究会第 172 回（9 月度）例会, 2020 年 9 月 11 日, オンライン開催
6．界面における水の特異な振る舞いー現象理解と応用ー, 酒井秀樹, MRM (Materials Research Meeting)フォーラム　水に関する材料技術とその革新, 2020 年 12 月 8 日, オンライン開催
7．化粧品の科学ー肌の上で水・油・粉が織りなす先端技術, 酒井秀樹, 東京理科大学オープンカレッジ「科学する楽しみ」, 2020 年 10 月 31 日, オンライン開催

８．In situ 逐次架橋に基づくキトサン/ペプチドIPNインジェクタブルゲルのone-pot設計，大塚英典，石川昇平，松隈大輔，大澤重仁，飯島一智，飯島道弘，浅輪幸代，星 和人，第20回日本再生医療学会総会，完全Web開催，2021年3月11－13日．
９．“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,2020．1
10．“Enhancement of local dynamic wetting induced by interaction with tiny obstacle(s) on smooth substrate”，Ichiro Ueno，2020 Dalian University of Technology-Overseas Partner Universities Series Online Exchange Conference: School of Energy and Power，Dalian University of Technology，Clean Energy & Efficient Power Webinar（15th Dec. 2020，online）
11．“Meniscus pump - local acceleration of contact line after interaction with tiny obstacle(s)”，Ichiro Ueno，FAST-LIMSI Seminar of mechanics（organizers: G. Dietze，L. Pauchard，L. Mathelin，M. Pons），Univ. Paris-Saclay（3rd Dec. 2020，online）
12．“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，MRM Forum 2020，Online，2020年12月9日．
13．“粘弾性流体や乱流拡散を対象としたデータ同化と深層学習,”塚原隆裕，第7回複雑熱流体工学シンポジア（7th COFTEC Symposia），神戸，2020年10月19日
14．“ナノカーボン物質表面の水のミクロ構造”，山本貴博，日本物理学会第76回年次大会（オンライン開催），2021年3月14日
15．“カーボン材料表面の水のミクロ構造：計算科学とデータ科学アプローチ”，山本貴博，前川侑毅，笹岡健二，加藤幸一郎，渡辺尚貴，MRM Forum 2020，2020年12月8日
16．“分子動力学シミュレーション１～計算を始めるための基礎知識～”，安藤格士，MRM Forum 2020，Online，2020年12月9日
17．“分子動力学シミュレーション２ ～分子の動きから何が求まるか：液体の物性を中心に～，”山口康隆，MRM Forum 2020，Online，2020年12月9日．
18．“水と材料の織りなす構造と機能 ～濡れ・流れからマイクロデバイスまで～”，元祐昌廣，MRM Forum 2020，Online，2020.12
19．“バイオアッセイのためのマイクロ流体技術”，元祐昌廣，第29回日本MRS年次大会，Online，2020．12．
20．“Coercivity Analysis based on extended Landau free energy landscape”，M. Kotsugi，日本磁気学会学術講演会16，Dec.（2020）Online
21．“擬自由エネルギーを用いた多様な安定相の探索：微細組織構造の情報解析”，M. Kotsugi，応用物理学会，8-11，Spr.（2020），Kyoto

特許

１．大塚英典，松隈大輔，松田範昭，生分解性インジェクタブルゲル，特願2017-536444，WO2017/033941，特許査定，2021年4月27日
２．Hidenori Otsuka，Daisuke Matsukuma，Noriaki Matsuda，Biodegradable Injectable Gel，US 10835637、2020年11月17日付
３．大澤重仁，大塚英典，抗菌・抗ウイルス剤，特願2021-062725，令和３年４月１日
４．白藤 立，呉 準席，“導電性薄膜の製造方法および製造装置”，特願2020-168939，2020

広報

１．大塚英典，大澤重仁，『日経産業新聞』2020年4月14日付朝刊，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紹介
２．大塚英典，大澤重仁，『東京ビジネスアイ』2020年4月28日付，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紹介

受賞

1．川田将平（佐々木研究室），“イオン液体の潤滑特性に周囲雰囲気が及ぼす影響の調査”，奨励賞，日本トライボロジー学会，2020 年 5 月 26 日
2．佐々木信也，“MoDTC 油中における水素含有 DLC 膜の異常摩耗メカニズム”， 日本機械学会論文賞，2020 年 5 月
3．佐々木信也，“In Situ Raman Observation of the Graphitization Process of Tetrahedral Amorphous Carbon Diamond-Like Carbon under Boundary Lubrication in Poly-Alpha-Olefin with an Organic Friction Modifier”，日本トライボロジー学会論文賞，2020 年 5 月
4．Makoto Tadokoro, Chemistry Letters 論文賞 2020 年 11 月 5 日 CSJ, Synthesis of Pyridine-fused 5,6,11,12-Tetraazanaphthacene as a Bis-bidentate Ligand and Electrochemistry of a Ruthenium(II) Dinuclear Complex
5．工藤和樹（大塚研究室),オンライン学生公演賞,日本化学会（コロイドおよび界面化学討論会）,2020 年 9 月 16 日.
6．川口靖夫，原峻 平，塚原隆裕，Andrew J. Maxson，“粘弾性流体の流動と伝熱特性の解明に関する業績,”学術賞，公益社団法人日本伝熱学会，2020 年 6 月
7．Y. Yamaguchi, H. Kusudo, D. Surblys, T. Omori and G. Kikugawa, “Interpretation of Young’s equation for a liquid droplet on a flat and smooth solid surface: mechanical and thermodynamic routes with a simple Lennard-Jones Liquid,” J. Chem. Phys. 150, 044701, (2019) が The Journal of Chemical Physics, 2019 Editor’s choice article (4078 報中の 88 報）に選定（2020 年 3 月).
8．山口康隆，2019 年度（第 58 期）日本伝熱学会学術賞(2020 年 6 月).
9．岩本洋子，関根広貴，齊藤伸治，三浦和彦，西川雅高，永野勝裕，長田和雄，2020 年度論文賞「光散乱式粒子計数器を用いた PM2.5 吸湿特性の連続計測-2016 年 12 月の高濃度事例を交えて-」，日本エアロゾル学会，2020 年 8 月 28 日
10. 矢吹正教，藤井一輝，三浦和彦，速水 洋，2020 年度井伊谷賞「大気エアロゾル立体観測のための車載型ライダーの開発」，日本エアロゾル学会，2020 年 8 月 28 日
11. 五十嵐博己，森 樹大，三浦和彦，岩本洋子，和田龍一，加藤俊吾，大河内博，第 98 回研究発表会学生発表表彰「富士山頂における日中と夜間の新粒子生成イベントの長期観測」，日本大気電気学会，2021 年 1 月 8 日
12. 西尾 直(小嗣研究室),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)

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、材料の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、また水が誘起する動的物性と機能発現の機構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構造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。これを通じて、CNT 外表面吸着水および内包水の相変化に関する熱力学的を構築する。

佐々木　信也

「コンタクトレンズの摩擦挙動に及ぼす水和層の影響に関する研究」

ソフトコンタクトレンズのマクロな摩擦挙動に及ぼす表面水和層の影響を、周波数変調原子間力顕微鏡を用いて摩擦前後のコンタクトレンズ表面を溶液中で直接観察することで調査し、摩擦による水和層厚さの現象が摩擦上昇をもたらすとともに、摩擦後の時間経過に伴い水和層膜厚が回復し、摩擦低減効果も同時に再現されることを明らかにした。

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」

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

「リン脂質／植物性ステロール誘導体混合系で形成するリポソームの膜物性と水和挙動」

リン脂質が形成するリポソームは、内水相に水溶性薬物を保持可能であるため DDS キャリアーや化粧品への応用が行われている。本研究では、リポソームの構造・膜物性に及ぼす植物性ステロール誘導体（β-シトステリスサルフェート:P-SO_4）添加の影響について検討した。飽和リン脂質に対して P-SO_4 を添加するとリポソームのサイズが減少するとともに、二分子膜層間に保持される水溶性薬剤量を増加可能であることを見出した。

伊藤　哲明

「物質中における非自明現象の NMR による実証と解明」

物質中における非自明な現象を考察し、それを NMR 等の実験手法で実証することを目指している。課題の一つとして、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が、通常の 3 次元空間水のダイナミクスとどのように異なるか、を解明することを目標としている。

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

「水ナノチューブとコラーゲンの水和状態とプロトン伝導」

分子性ナノ多孔質結晶に内包された 14 面体水分子ケージからなる水ナノチューブ(WNT)について、室温、相対湿度 50%RH で Xe 加圧してマイクロ波伝導率と赤外分光測定を行い、Xe 水和物の生成過程を調べた。18 面体水分子ケージと異なる結果であり、生成過程が形状と大きさに依存することを突き止めた。燃料電池電解質機能性をもつコラーゲンに水和する水分子数の相対湿度依存性を調べ、プロトン伝導経路の形成と発達の様子を明らかにした。

大塚　英典

「炎症を防ぐ生体適合性高分子表面の分子構造と水和状態に関する研究」

ethylene glycol (EG) ユニットで構成された有機分子は、水分子との水素結合に基づく高い親水性を示す生体適合性材料の一つである。同一 EG ユニット数で構成された異なる骨格構造を有するブロック共重合体の形成する表面について、水和状態と生体適合性の相関について検討した。EG 骨格構造に依存した密度依存的水和挙動の違いは、生体適合性に強い相関を持つことが明らかとなった。

橋詰　峰雄

「高分子基材へのアパタイト複合化と接着力評価」

ポリイミドフィルムに適切な表面処理を施して不均一核形成を促す官能基を提示させたのち、擬似体液を用いた水溶液中の反応によりヒドロキシアパタイト (HAp) 層を複合化させる系について検討を進めた。電子顕微鏡観察や接着力評価の結果より、官能基提示のための表面処理とあわせて、擬似体液に浸漬する前の交互浸漬法によるリン酸カルシウム超薄層の形成がフィルム表面への均質な HAp 層形成に有効であることを見出した。

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きた。

塚原　隆裕

「流体数値シミュレーションによる各種マイクロ界面熱流体現象に関する研究」

前年度に引き続き、「局所加熱マイクロ気泡表面における温度差マランゴニ対流および粒子集積現象」や「二自由表面を有する液膜マランゴニ対流の基本流パターン」の研究を行った。本研究では、オープンツール OpenFOAM を駆使して、Volume-of-Fluid 法により自由界面を追跡し、気泡周囲の流動現象を解析し、基本流の各種条件（接触角、温度差、アスペクト比など）に対する依存性を明らかにした。

築山　光一

「生命関連物質および環境関連物質への FEL の照射研究」

アミロイド線維やセルロース等熱分解が困難な生命・環境関連物質を目標に、振動遷移に共鳴した波長の赤外 FEL を照射することにより凝集構造を解離する。従来の可視・紫外レーザーでは達成できない新奇な物質変換手法として、赤外 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。

山本　貴博

「水のミクロスコピックな接触角ゆらぎ解析に向けた局所的・瞬間的界面作成プログラム開発」

基板に吸着したミクロスコピックな水滴の接触角とその時間揺らぎを解析するには、水の気液界面を定量的に評価する必要がある。そこで、2007 年に提案された界面の局所的・瞬間的定義(日本機械学会論文集(B 編)73 巻 725 号、06-0518(2007))を用いて、局所的・瞬間的界面を数値評価するプログラムの開発を行った。現在、空中に浮遊した水滴の気液界面を評価するまで成功し、今後グラフェン基板上に吸着した水滴に対して本プログラムを応用する予定である。

安藤　格士

「分子動力学シミュレーションによる自己組織化単分子層界面の水和状態解析」

自己組織化単分子層(SAM)とは、固体基板表面に自発的に形成される厚さ 1～2 nm の有機系両親媒性分子の単分子層であり、固体表面の機能付与・制御を可能とする。$HS-(CH_2)_{11}-(O-CH_2-CH_2)_3-R$ の SAM において、R = OH の場合は金・銀の両基板でタンパク質を吸着しないが、$R = OCH_3$ の場合は基板を金から銀に変えるだけでタンパク質が吸着する。我々は分子動力学シミュレーションを用いて、このメカニズムの解明を試みる。

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」

固体面上の液滴の濡れを対象として、分子動力学解析から、応力の空間分布の抽出、あるいは熱力学積分法などの様々な方法により正確に界面張力を求めることで、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

「金ナノ粒子のプラズモン加熱を用いた物質輸送制御」

金ナノ粒子にレーザ光パターンを照射してプラズモン加熱を引き起こし、パターン光に対応した光放射圧や熱泳動を用いて、液中分散ナノ物質を自由に搬送する能動的な輸送制御を行う。ナノ粒子だけでなく、ナノ構造体について試作を行い、粒子を用いた場合と類似の輸送現象を誘起できることを確認し、光パターンと構造体パターンの組み合わせに応じた、よりフレキシブルな輸送制御への可能性を見出した。

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、銀電極界面水のポッケルス係数が酸化物透明電極界面水のポッケルス係数よりも桁違いに小さいことを実証した実験のほか複数の実験で、表面酸化膜がポッケルス効果に重要な役割を果たしている可能性が見えてきた。

小林　孝嘉

「超高速光物性・高速光化学反応の研究」

開発をして来た高性能(時間分解能・スペクトル帯域)超高速分光装置を用いて高速光化学反応・強相関系の超高速光物性研究を更に進めた。また、開発をして来た回折限界を超えた光熱顕微イメージング装置についてもこれを用いた高速光化学反応の研究を更に進めた。

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 粒子膜を回転させながら紫外線を斜めから照射すると、Ｃ字型の膨らみを持った粒子が生成することを明らかとした。また回転速度を調整すると非対称なコンマ型の膨らみとなり、円偏光二色性特性を発現することも示すことができた。

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、今回は埼玉県出土土器を分析して JRS-DB と比較し、土器の産地を推定し、古代における土器の移動、流通の情報を得た。

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 において雲凝結核特性の観測を継続し、吸湿パラメータの日変化を季節別に解析した。その結果、吸湿パラメータの値は明け方から午前中に下がり始め、日中は低くなった。特に冬は他の季節と比べて日変化が遅くなった。この原因の１つとして境界層高度の違いが示された。

小嗣　真人

「放射光顕微分光データの機械学習」

H_2O/TiO_2 の超親水効果を例に、固液界面には興味深い様々な現象が発現する。放射光顕微分光法はこのような界面の状態解析をおこなう上で強力な手法である。その一方で近年の実験の効率化により、得られる実験データは膨大な量となっている。本課題では放射光で得られる物性ビッグデータを対象に、機械学習を用いた自動解析技術を開発した。具体的には多変量解析によるクラスタリングを実施した。その結果、Ti の X 線吸収スペクトルを自動分解することに成功できた。また Mn や Cu などの XAS スペクトルにも水平展開し、手法の有用性を検証できた。

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

「気液界面プラズマによる自立薄膜の液面上合成に向けた研究」

基板を有さない自立導電性高分子膜は，ストレッチャブルエレクトロニクスなどへの適用が期待されている。一般に自立膜は，スピンコートや CVD などによって基板上に堆積された膜を基板から引きはがすという面倒な工程を経て製造されている。本研究では、この製造工程を簡略化する方式に関する研究を行う。具体的には、薄膜原料を仕込んだ液面上でプラズマを生成することにより、液面上に浮遊した自立薄膜をワンポットで合成することを試みる。

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。

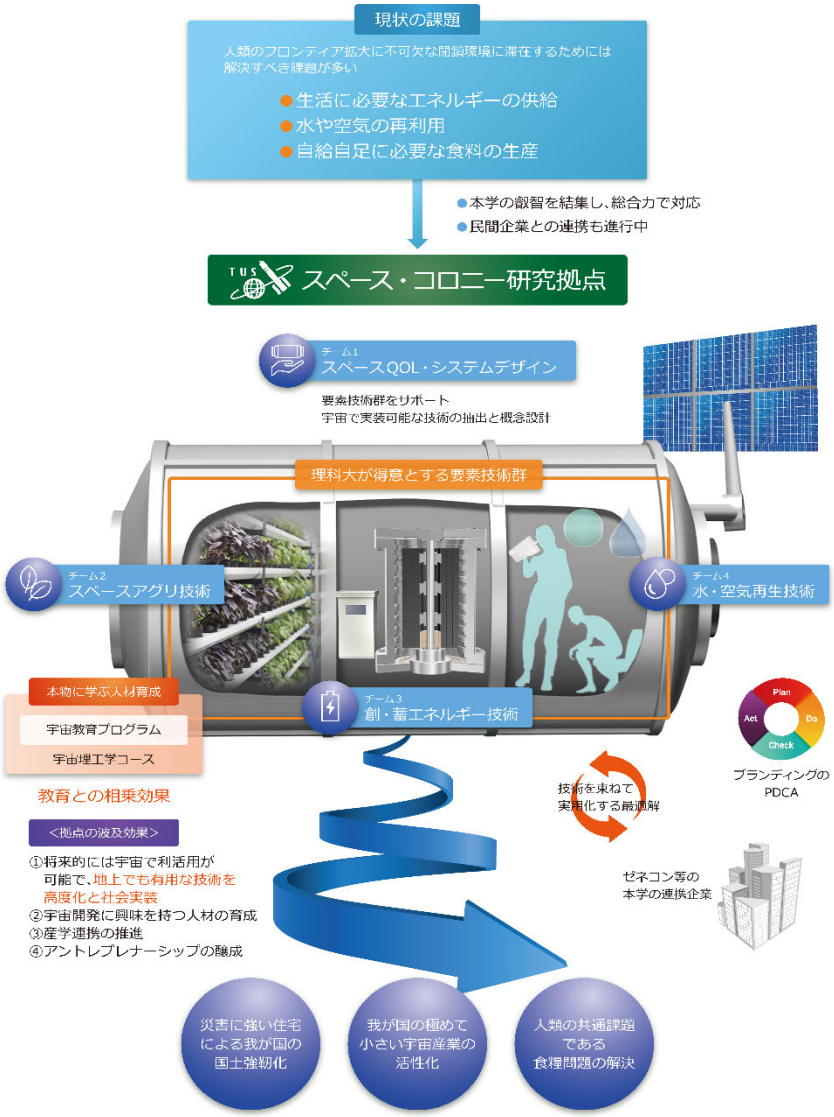


図 1　スペース・コロニー研究センターで推進する事業のイメージ図

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。

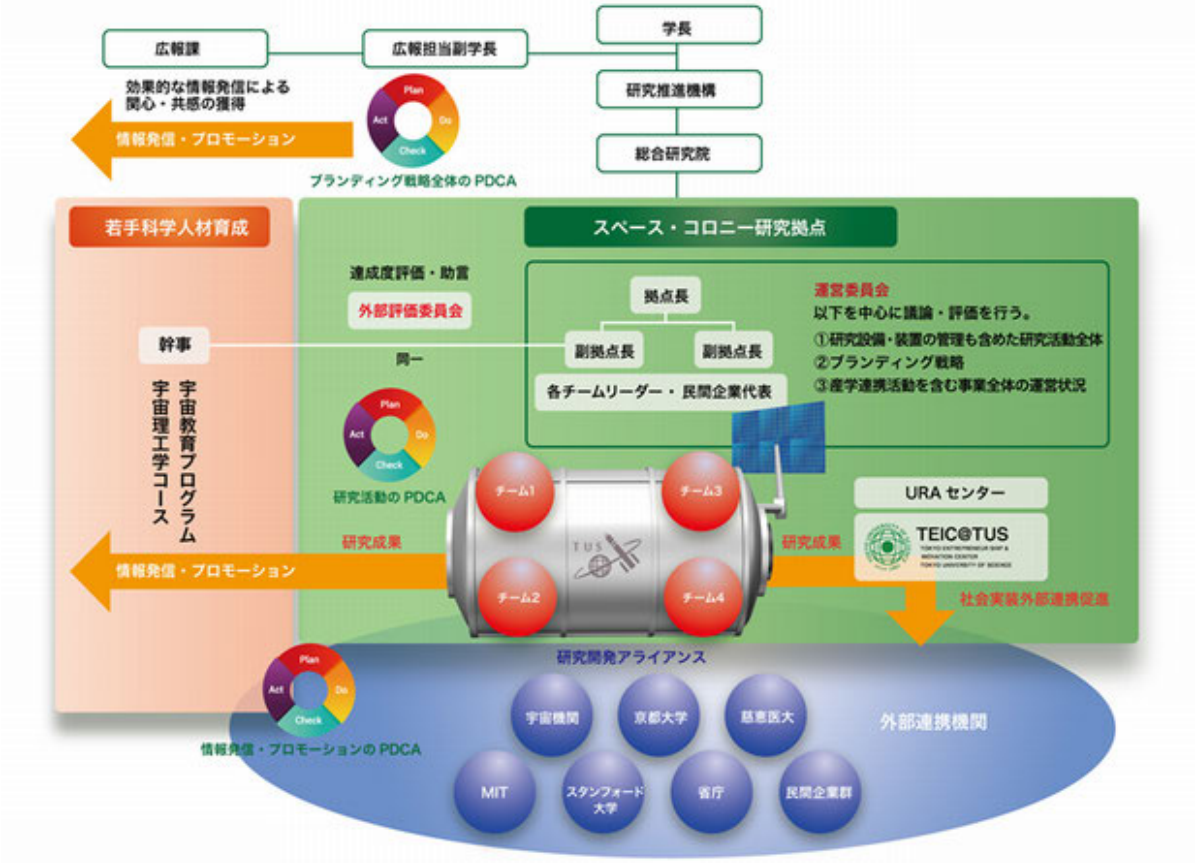


図 2　スペース・コロニー研究センターの体制図と本学及び外部連携機関との関係

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

本チームは、事業の統括を務めるとともに、微小重力や低圧等の特殊な環境条件下に晒される月面に人間が長期間滞在する事を想定し、その滞在中の安全・安心や医療のセーフティネット等、快適に生活するために必要なシステムを設計するとともに、必要技術の抽出を目的に活動を推進している。

2020 年度は、日本有人宇宙システム株式会社殿と共同研究を締結し、水・空気再生技術チームと連携して、光触媒技術を活用した臭い除去実験の国際宇宙ステーションでの実証実験計画を、計画実証試験装置の開発を進めてきた。サイズ・質量・消費電力など様々な制約条件の下、実証実験装置のプロトタイプモデルを完成させ、機能性能評価を実施してきた。

また、デモンストレーションモジュール内での空間投影技術により、閉鎖環境によるストレスの軽減について、コロナ禍で実験実施に制限がかかる中、工夫しつつ研究を進め、基本となるシステムの導入を実現した。

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。

2020 年度は、水中プラズマ法による防藻・殺菌効果を持つ液体肥料の開発において、生物学的知見も考慮し、プラズマ活性水の科学的根拠について検証を行った。理工学部応用生物科学科朽津教授との共同研究を通して、空気と水から合成したプラズマ活性水の有効成分と細胞近傍の pH との相関性から、植物育成への影響がなく殺菌効果が発現する機能機序について解明することに成功した。本成果の一部は、理工学部先端化学科の修士課程学生が国内学会で発表し、学生ポスター賞奨励賞を受賞することができた。

図 3　袋型培養槽におけるリーフレタスの培養状況（左：初期、右：2 週間後）

また、竹中工務店、キリンホールディングス、千葉大学および JAXA との共同研究により、袋培養技術によるウイルスフリーなレタス栽培にも取り組んだ。宇宙空間における微小重力環境においても袋培養技術によって、小ロットでウイルスフリーなレタス栽培が可能となる生産条件を実験的に検証した。

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、昼夜を問わず安定して電力供給可能な燃料電池、及び太陽電池・熱電池・燃料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。

2020 年度は、これまで実施してきた基礎研究を、スペース・コロニーでの実用を視野に入れながら、応用・実践的な研究に徐々にシフトさせた。具体的には、飯田・杉山・Khatri が共同で、太陽光エネルギーを余すこと無く電力に変えるべく、太陽電池と熱電発電素子のハイブリッドデバイス実現に向けた基礎実験を開始した。また、透明・フレキシブルなワイドバンドギャップ半導体を用いた、高放射線耐久性を有する太陽電池や各種センサーなど、スペース・コロニー内外で用いる IoT デバイス実現に向けた基礎技術の開発を杉山・Khatri が、CFRP の周巻き円盤を用いた、従来より高回転に耐えられる高性能フライホイールバッテリーの開発等を小柳が、固体高分子形燃料電池の触媒層開発と、太陽電池・蓄電池を含むエネルギーシステムについて深層強化学習を用いたシミュレーションを片山が実施した。杉山・Khatri が開発した宇宙用太陽電池材料を用いた光触媒効果に関する研究の一部は、理工学部電気工学専攻の修士課程学生が国内学会で発表し、講演奨励賞を受賞することができた。

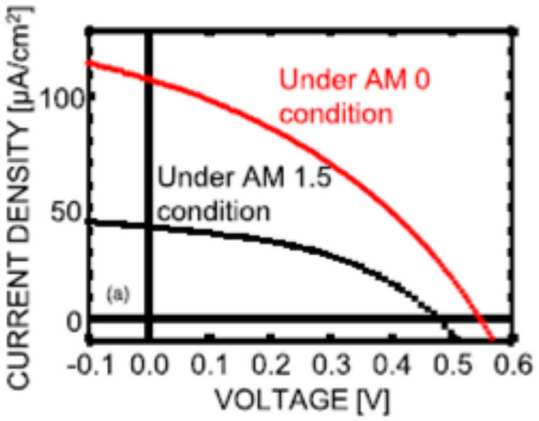


図 4　地上の太陽光スペクトル(AM1.5：黒線)より、宇宙空間の太陽光スペクトル(AM0：赤線)の方が発電量の多い、NiO 系透明太陽電池の電流密度-電圧特性（杉山ら、Jpn. J. Appl. Phys. 60 (2021) 048001.）

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。

2020 年度は、有人宇宙システム㈱と光触媒を利用した空気浄化システムについて共同研究に取り組み、実証試験に向けて開発を進めている。また、JAXA と不要ガスの無害化へ向けて受託研究をスタートし、対象ガスを分解無害化する光触媒の開発を進め、来年度以降も共同で研究を進めることになった。

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。本センターは改組され、2021 年 4 月 1 日より「スペースシステム創造研究センター」内スペース・コロニーユニットとして研究開発を続ける。スペース・コロニーユニットでは新しく「健康維持チーム」「居住環境チーム」「通信・電力チーム」「生命維持チーム」の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「スペースシステム創造研究センター」として研究を継続・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（2020 年度分）

学術論文

1．“Formation of ammonium ions by electrochemical oxidation of urea with a boron-doped diamond electrode” Norihiro Suzuki,* Akihiro Okazaki, Kai Takagi, Izumi Serizawa, Genji Okada, Chiaki Terashima, Ken-ichi Katsumata, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, and Akira Fujishima, New J. Chem., 44 (2020) 17637-17640.

2．“Enhanced solar photothermal catalysis over solution plasma activated TiO2” Fei Yu, Changhua Wang,* Yingying Li, He Ma, Rui Wang, Yichun Liu, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Bunsho Ohtani, Tsuyoshi Ochiai, Akira Fujishima, and Xintong Zhang*, Adv. Sci., 7 (2020) 2000204/1-2000204/11.

3．“Effect of combined treatment of cesium fluoride as precursor and post-treatment on Cu(In,Ga)Se2 thin film solar cell”, Ishwor Khatri, Mutsumi Sugiyama: Applied Physics Letter, 118 (2021) 113901.

4．“Proton irradiation effects on NiO/ZnO visible-light-transparent solar cells for space applications”, Naruhide Kato, Mutsumi Sugiyama: Japanese Jounal of Applied Physics, 60 (2021) 048001.

5．“Electron irradiation resistance of NiO/ZnO visible-light-transparent solar cells”, Naruhide Kato, Mutsumi Sugiyama: Japanese Jounal of Applied Physics, 59 (2020) 101004.

6．“Temperature-Dependent Current-Voltage and Admittance Spectroscopy analysis on Cesium-treated Cu(In1-x,Gax)Se2 Solar Cell before and after Heat-Light Soaking and Subsequent Heat-Soaking Treatments”, Ishwor Khatri, Tzu-Ying Lin, Takahiko Yashiro, Mutsumi Sugiyama: Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 28 (2020) 1158-1166.

7．“Characterization on Proton-irradiation-damaged Interfaces of CIGS-related Multilayered Compound Semiconductors for Solar Cells by Electrochemical Impedance Spectroscopy”, Tzu-Ying Lin, Takahiko Yashiro, Ishwor Khatri, and Mutsumi Sugiyama: Japanese Jounal of Applied Physics, 59 (2020) 058003.

8．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 （査読有）

9．“Enhanced evaporation of porous materials with micropores and high porosity”, Journal of Thermal Science and Technology, Noriyuki UNNO, Kazuhisa YUKI, Ryo INOUE, Yasuo KOGO, Jun TANIGUCHI, Shin-ichi SATAKE: 15(1) (2020), JTST0007.

10. “Phase stability of Yb-Gd-Si ternary alloys at elevated temperature”, Journal of Alloys and Compounds, Hiroki Morigayama, Toshihisa Miyazaki, Syo Usami, Yutaro Arai, Toru Tsunoura, Ryo Inocuo, Takuya Aoki, Ryuji Tamura, Yasuo Kogo: (825) (2020), 154098 - 154108.

11. “Novel validating indices to indicate sexual differences in the horsehair crab Erimacrus isenbeckii (Brandt, 1848)”, Kenji Toyota, Yutaro Arai, Shinichi Miyagawa, Yasuo Kogo, Ken Takeuchi: Aquatic Animals, AA2021

12. A fully screen-printed potentiometric chloride ion sensor employing a hydrogel-based touchpad for simple and non-invasive daily electrolyte analysis,Yusuke Ichimura, Takumi Kuritsubo, Kuniaki Nagamine, Ayako Nomura, Isao Shitanda, Shizuo Tokito, ANALYTICAL AND BIOANALYTICAL CHEMISTRY, 413 巻 pp 1883-1891,2021 (査読有)

13. A screen-printed three-electrode-type sticker device with an accurate liquid junction-type reference electrode, Isao Shitanda, Kaishi Miyazaki, Noya Loew, Ryosuke Esaka, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, CHEMICAL COMMUNICATIONS, 57 巻 pp 2875-2878,2021 (査読有)

14. Polydopamine Coating on Lactate Oxidase- and 1,2-Naphthoquinone-modified Porous Carbon Electrode for Stability Improvement, Isao Shitanda, Kotarou Takamatsu, Yukihiro Yoshihata, Takehisa Nakamura, Tsutomu Mikawa, Masayuki Itagaki, Seiya Tsujimura, CHEMISTRY LETTERS, 50巻4号 pp 593-595,2021 (査読有)
15. Toward self-powered real-time health monitoring of body fluid components based on improved enzymatic biofuel cells, Isao Shitanda, Seiya Tsujimura, Journal of Physics: Energy, 3巻 pp 032002-032010,2021 (査読有)
16. Paper-based lactate biofuel cell array with high power output, Isao Shitanda, Yukiya Morigayama, Risa Iwashita, Himeka Goto, Tatsuo Aikawa, Tsutomu Mikawa, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, Hiroyuki Matsui, Shizuo Tokito, Seiya Tsujimura, JOURNAL OF POWER SOURCES,489巻 pp 229533-229539,2021 (査読有)
17. Cyclic voltammetry and electrochemical impedance simulations of the mediator-type enzyme electrode reaction using finite element method, Noya Loew, Takashi Ofuji, Isao Shitanda, Yoshinao Hoshi, Yuki Kitazumi, Kenji Kano, Masayuki Itagaki, ELECTROCHIMICA ACTA,367巻 pp 137483-137490,2021 (査読有)
18. Analysis of porous carbon biocathodes via three-dimensional impedance spectroscopy using a double channel transmission line model, Isao Shitanda, Hiromichi Inoue, Yukihiro Yoshihata. Noya Loew, MasayukiItagaki, BIOSENSORS & BIOELECTRONICS,178巻 pp 113014-113018,2021 (査読有)
19. Continuous Sweat Lactate Monitoring System with Integrated Screen-Printed MgO-templated Carbon-Lactate Oxidase Biosensor and Microfluidic Sweat Collector, Isao Shitanda, Masaya Mitsumoto, Noya Loew, Yuko Yoshihara, Hikari Watanabe, Tsutomu Mikawa, Seiya Tsujimura, Masayuki Itagaki, Masahiro Motosuke, ELECTROCHIMICA ACTA,368巻 pp 137620-137626,2020 (査読有)
20. Ready-to-use paper biofuel cell driven by water, Isao Shitanda, Misaki Momiyama, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki and Seiya Tsujimura, Journal of Physics：Energy,3巻 pp 016001-016005,2020 (査読有)
21. Paper-based Electrochemical Flow Biosensor Using Enzyme-modified Polystyrene Particles,Noya Loew,Isao Shitanda,Kanako Kishiro,Yoshinao Hoshi and Masayuki Itagaki, CHEMISTRY LETTERS,50巻1号 pp 147-150,2020 (査読有)
22. Wearable glucose/oxygen biofuel cell fabricated using modified aminoferrocene and flavin adenine dinucleotide-dependent glucose dehydrogenase on poly(glycidyl methacrylate)-grafted MgO-templated carbon, Ryo Suzuki, Isao Shitanda, Tatsuo Aikawa, Toshifumi Tojo, Takeshi Kondo, Seiya Tsujimura, Masayuki Itagaki, Makoto Yuasa, JOURNAL OF POWER SOURCES,7753巻20号 pp 228807-228813,2020 (査読有)
23. An Electrochemical Actuator Fabricated by Transfer-printing of a Carbon Electrode onto a Cupric-ion-containing Poly(acrylic acid) Gel Surface, Isao SHITANDA, Ryoma ASANO, Yoshinao HOSHI, Masayuki ITAGAKI, Kazutake TAKADA, ELECTROCHEMISTRY,88巻3号 pp 236-239,2020 (査読有)
24. Analysis on Effectiveness of Surrogate Data-Based Laser Chaos Decision Maker, Norihiro Okada, Mikio Hasegawa, Nicolas Chauvet, Aohan Li, and Makoto Naruse, Complexity, Vol. 2021 No. 8877660 9pages, 2021 (査読有)
25. Arm order recognition in multi-armed bandit problem with laser chaos time series, Naoki Narisawa, Nicolas Chauvet, Mikio Hasegawa, Makoto Naruse, Scientific Reports, Vol. 11, 4459, 2021 (査読有)
26. Optimization by Neural Networks in the Coherent Ising Machine and its Application to Wireless Communication Systems, Mikio HASEGAWA, Hirotake ITO, Hiroki TAKESUE, Kazuyuki AIHARA, IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, Vol. 104.B, No. 3, pp. 210-216, 2021 (査読有)

27. A Reinforcement Learning Based Collision Avoidance Mechanism to Superposed LoRa Signals in Distributed Massive IoT Systems, 1) Takuma Onishi, Aohan Li, Song-Ju Kim, Mikio Hasegawa, IEICE Communications Express, 2021XBL0033, 2021.（査読有）
28. Application of APCMA protocol to power packet networks for multiplexing power packet transmissions, Chiemi Tanaka, Ferdinand Peper, Mikio Hasegawa, Nonlinear Theory and Its Applications, Vol. 11, No. 4, pp. 433-445, 2020（査読有）
29. コヒーレントイジングマシンを用いた組合せ最適化と無線通信への応用，長谷川幹雄，伊藤大赳，武居弘樹，合原一幸，電子情報通信学会　通信ソサイエティマガジン BPlus, vol. 54, 秋号, pp. 119-125, 2020.（査読無）
30. Deep Space In Situ Imaging Results of Commercial Off-the-Shelf Visual Monitoring System Aboard the Hayabusa2 Spacecraft, Shinichi Kimura, Hirotaka Sawada, Takanao Saiki, Yuya Mimasu, Kazunori Ogawa, Yuichi Tsuda, IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, Vol. 36, pp.16-23 (2021)
31. 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. Shirai, 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)
32. Radiation damage effects on double-SOI pixel sensors for X-ray astronomy, Hagino, Kouichi., Yarita, Keigo., Negishi, Kousuke., Oono, Kenji., Hayashida, Mitsuki., Kitajima, Masatoshi., Kohmura, Takayoshi, et al, Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A, Vol 978, article id. 164435.(2020)
33. Low Temperature Deposition of TiO_2 Thin Films through Atmospheric Pressure Plasma Jet Processing, Suresh Gosavi, Rena Tabei, Nitish Roy, Sanjay S. Latthe, Y. M. Hunge, Norihiro Suzuki, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Katsuya Teshima, Akira Fujishima, Chiaki Terashima, Catalysts, 2021, 11, 91（査読有）
34. Evaluation of the correlation between porphyrin accumulation in cancer cells and functional positions for application as a drug carrier, Koshi Nishida, Toshifumi Tojo, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Scientific Reports, 2021, 11, 2046（査読有）
35. Sensitive electrochemical detection of L-Cysteine at a screen-printed diamond electrode, Tomohiro Matsunaga, Takeshi Kondo, Isao Shitanda, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, Toshifumi Tojo, Makoto Yuasa, Carbon, 2020, 173, 395（査読有）
36. Correlations between functional porphyrin positions and accumulation in cancer cells, Toshifumi Tojo, Koshi Nishida, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 2020, 10, 127437 （査読有）
37. エネルギーダイレクターを用いた CFRP の超音波溶着に関する数値シミュレーション，若山耕大，上原光太郎，小柳 潤，武田真一，日本複合材料学会誌，2020（査読有）
38. Analysis of three-phase structure of epoxy resin / CNT / graphene by molecular simulation, S. Naito, Jun Koyanagi, T. Komukai, T. Uno, Polymers, 2020（査読有）
39. Molecular dynamics simulation for the quantitative prediction of experimental tensile strength of a polymer material, Jun Koyanagi, N. Takase, K. Mori, T. Sakai, COMPOSITES PART C, 2020（査読有）

40. Development of PolyParGenv2 Software for Determination of Molecular Dynamics Simulation Parameters for Molecules with Crosslinked or Condensed Ring Structures, Makoto Yabe, Kazuki Mori, Jun Koyanagi, Journal of Computer Chemistry, Japan - International Edition, 2020年（査読有）
41. 電荷状態を考慮した全原子モデルによる炭素繊維/樹脂の界面特性評価, 笠原奨平, 小柳 潤, 森 一樹, 矢部 誠, 日本複合材料学会誌, 2020（査読有）
42. “Effect of Characteristic Phenomena and Temperature on Super-Cooled Large Droplet Icing on NACA0012 Airfoil and Axial Fan Blade”, T.Takahashi, K.Fukudome, H.Mamori, N.Fukushima and M.Yamamoto, Aerospace, Vol.7, 92, (2020_7), pp.1-16（査読有）
43. “Numerical Simulation of the Anti-Icing Performance of Electric Heaters for Icing on the NACA 0012 Airfoil”, S.Uranai, K.Fukudome, H.Mamori, N.Fukushima and M.Yamamoto, Aerospace, Vol.7, 123, (2020_8), pp.1-15（査読有）
44. “Proposal of Novel Icing Simulation Using a Hybrid Grid- and Particle-Based Method”, D.Toba, K.Fukudome, H.Mamori, N.Fukushima and M.Yamamoto, Journal of Mechanics, Vol.36, Issue 5, (2020_8), pp.1-10（査読有）
45. “Computational Study of Wing Tip Effect for the Flow Control Authority of DBD Plasma Actuator”, T.Abe, K.Asada, S.Sekimoto, K.Fukudome, T.Tatsukawa, H.Mamori, K.Fujii and M.Yamamoto, AIAA Journal, Vol.59, No.4, (2020_11), pp.1-14 （査読有）
46. “Evaluation of the Aerodynamic Performance after the Icing Using E-MPS Method”, T.Wada, K.Fukudome, H.Mamori and M.Yamamoto, Heat Transfer Research, Vol.51, Issue12, (2020_12), pp.1135-1149（査読有）
47. “Heat Transfer Enhancement and Torque Reduction by Traveling Wave-Like Blowing and Suction in Turbulent Taylor-Couette Flow”, H.Mamori, K.Fukudome, K.Ogino, N.Fukushima and M.Yamamoto, Journal of Thermal Science and Technology, Vol.16, Issue 1, (2021_1), pp.1-15（査読有）
48. ATP and ADP enhance DNA damage repair in γ-irradiated BEAS-2B human bronchial epithelial cells through activation of P2X7 and P2Y12receptors., Kazuki Kitabatake, Toshiyuki Kaji, Mitsutoshi Tsukimoto*, Toxicology and Applied Pharmacology, Vol. 407, 115240, 2020 （査読有）
49. Image Quality Improvements Based on Motion-Based Deblurring for Single-Photon Imaging, Kiyotaka Iwabuchi, Yusuke Kameda, Takayuki Hamamoto, IEEE Access, vol.9 pp.30080-30094, 2021（査読有）
50. 近赤外マルチスペクトル画像信号の適応的選択による酸素飽和度の測定, 曽根健宏, 前田慶博, 杉村大輔, 浜本隆之, 映像情報メディア学会技術報告, IST2020-33, pp. 45-48, 2020（査読無）
51. Image Quality Improvements Based on Motion-Based Deblurring for Single-Photon Imaging, Kiyotaka Iwabuchi, Yusuke Kameda, Takayuki Hamamoto, IEEE Access, vol.9 pp.30080-30094, 2021
52. レジスタンス運動の三大基本種目における運動後過剰酸素消費　向本敬洋，鈴木立紀，運動とスポーツの科学,26巻　pp 1-10,2020（査読有）

著書

1．“最新情報をやさしく解説　光触媒実験法”, 藤嶋 昭, 寺島千晶, 鈴木孝宗, 角田勝則, 落合 剛, 濱田健吾, 石黒 斉,只 金芳, 金 鍾鎬, František Peterka, Henrik Jensen, 光触媒ミュージアム事務局, 北野書店, 2021年3月6日, ISBN: 978-4-904733-07-3.
2．“ダイヤモンド半導体による CO_2 の光電気化学還元”脱石油に向けた CO_2 資源化技術―化学・生物プロセスを中心に―, 寺島千晶, 中林志達, 手嶋勝弥, 藤嶋 昭, シーエムシー出版, 2020年7月31日, ISBN: 978-4-7813-1510-2.
3．宇宙における QOL 向上を目指して，四反田功，赤倉貴子，阪田 治，長谷川幹雄，水野雅之，東京理科大学　科学フォーラム，　pp4－7,2020
4．スポーツ向け自己駆動型ウェアラブルデバイスについて，　四反田功,東京理科大学　科学フォーラム，　pp12-15,2020

５．Space Debris Mitigation based on Commercial Off-the-Shelf (COTS) Technologies(Chapter 5), Shinichi Kimura, Space Debris Peril : Pathways to Opportunities (CRC Press, Ed. Matteo Madi and Olga Sokolova), pp.115-134 (2020)
６．宇宙ビジネス新規参入の手引き～NewSpace に向けた技術活用・参入検討～, 毛阪大佑, 齊田興哉, 星諒 佑, 大島日向, 中島紳一郎, 栗津昴規, 棚田和玖, 南川弘行, 勝又健一, 石田雄一, 田中大起, 持田則彦, 八亀彰吾, 鈴木健吾, 三戸太郎, 渡邉崇人, 岡部慎司, 塚原保徳, 中ノ瀬翔, 濱口竜平, 織笠光明, 竹内佑介, 佐鳥 新, 澤田弘崇, 北島 岳, 山川弓香, 多田明弘, 近藤千尋, 境谷栄二, 津田真啓, 金岡 亮, 斎藤克弥, 株式会社情報機構, 2020

招待講演

１．“Efficient photocatalytic degradation of acetaldehyde over TiO_2 with hetero-structure”, Chiaki Terashima, International Virtual Symposium on “Photocatalysis for air purification and its Standardization”, 口頭発表（招待・特別）, 国際会議, Zoom, 2020 年 10 月 29 日.
２．“Multi-Physics CFD Simulations in a Jet Engine”, M.Yamamoto, International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences (ICCES2020/2021), (2021_1_7).
３．Environmental Purification by Photocatalysts, Ken-ichi Katsumata, JAIST World Conference 2020―International Symposium for Innovative Sustainable Materials & The 7th International Symposium for Green-Innovation Polymers (GRIP2020), オンライン, 2020
４．“RF スパッタ堆積した酸化物半導体材料と透明インテリジェントデバイスの開発”, 杉山 睦, 西本啓介, 濱田知宏, 加藤匠秀: 2020 年 日本表面真空学会 スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会 第 164 回定例研究会
５．バイオ燃料電池を搭載した次世代型ウェアラブルデバイス, 四反田功, コンバーティングテクノロジー総合展 2021, 東京ビックサイト, 2020
６．バイオ燃料電池とエレクトロニクスの融合によるウェアラブルセンシングデバイス, 四反田功, 第 4 回 TIA-EXA 広域エレクトロニクス融合セミナー ～ウェアラブル・バイオエレクトロニクスの最前線～, Zoom Webinar,2020
７．Glucose/Oxygen Wearable Biofuel Cells Based on Poly(glycidyl methacrylate)-Grafted MgO-Templated Porous Carbon, Isao Shitanda, Yuki. Fujimura, Takanao Kato, Ryo Suzuki, Noya Loew, Yoshinao Hoshi, Hikari Watanabe, Masayuki Itagaki,Seiya Tsujimura, PRiME 2020, Honolulu・HI Hawaii Convention Center & Hilton Hawaiian Village(online),2020
８．月に住んでみたいと思いませんか？（基調講演）, 向井千秋, 朝日教育会議, 2020 年 10 月 17 日

広報

１．寺島千晶 「月面で農業できるかな 地産地消で宇宙生活」に掲載（東京新聞：8/27 付夕刊；長崎新聞：8/27 付朝刊）
２．寺島千晶, 手嶋勝弥 「信州モデルエコハウス 災害・新型コロナ対応活用も」（信濃毎日新聞：1/1 元旦一面記事）
３．フジサンケイビジネスアイ, ３月２６日付, メソ多孔性酵素電極とマイクロ流体デバイスを用いて汗中乳酸の連続測定用バイオセンサを開発
４．汗中乳酸から高出力を生み出す薄膜型ウェアラブルバイオ燃料電池アレイを開発
５．電波新聞, https://dempa-digital.com/article/179434
６．環境展望台 https://tenbou.nies.go.jp/news/jnews/detail.php?i=31435
７．モノイスト：https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/2104/01/news011.html
８．アンモニウムイオン 尿素から生成 東京理科大 オーク製作所 BDD 電極利用,化学工業日報,2021 年 1 月 27 日
９．鈴木孝宗, ボロンドープダイヤモンド電極を用いた電気化学反応により、尿素からアンモニウムイオンを生成することに成功！～宇宙ステーションにおける窒素の持続可能な利用を実現するための技術開発に期待～ 理科大プレスリリース,2020 年 12 月 15 日

10. 木村真一，日経サイエンス「Front Runner 挑む：木村真一：故障を織り込んだ発想で宇宙工学のエキスパートに」2020 年 2 月号
11. 木村真一，学研プラス「未来をつくる仕事図鑑：第１巻　楽しい世界をつくる（未来をつくる仕事図鑑)」
12. 木村真一，日本経済新聞「宇宙で暮らす技術開発」2020 年 9 月 23 日
13. 木村真一，日本経済新聞「月や火星で暮らす」2020 年 12 月 13 日
14. 木村真一，NHK コスミックフロントNEXTサイエンススタジアム2020「宇宙アニメは実現する！？」2021 年 1 月 21 日 BS プレミアム
15. 勝又健一，光エネルギーで有機廃液を浄化、同時に水素を取り出す技術開発に成功～持続可能社会に道：どこにでもある物質「鉄サビ」を光触媒として利用～，東京理科大学プレスリリース，2020
16. 勝又健一，鉄さびで工場廃液を浄化，日経産業新聞，2020
17. 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
18. Ken-ichi Katsumata, Rust and light a possible answer to the conundrum of hydrogen fuel production, EurekAlert!, 2020
19. 勝又健一，夢の人工光合成「光触媒」技術で、宇宙でも地球でも持続可能な社会を実現，TELESCOPE Magazine，2020
20. 向井千秋，CNN「Innovation Japan」2021 年 3 月 28 日

受賞

１．講演奨励賞受賞：令和 2 年 応用物理学会 多元系化合物・太陽電池研究会 年末講演会
２．屋代貴彦，Ishwor Khatri，金 宰男，杉山 睦:“硫化処理した Cu(In,Ga)Se2 薄膜を用いた水分解の検討”(2020 年 12 月)
３．山本誠，部門賞，日本機械学会流体工学部門，（2020_11）
４．四反田功，Chemical Communication 誌 Outside Back Cover，英国王立化学会出版,2021
５．Norihiro Suzuki, Akihiro Okazaki, Kai Takagi, Izumi Serizawa, Genji Okada, Chiaki Terashima, Ken-ichi Katsumata, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Akira Fujishima, New Journal of Chemistry, Cover Image Winner (Sept. 2020)
６．山本 誠，部門賞，日本機械学会流体工学部門，（2020_11）
７．今井陽太朗，大高俊徳，亀田裕介，浜本隆之，IE 特別賞，電子情報通信学会 画像工学研究会,2020

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。このような、民生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。

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）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」

宇宙空間であるスペース・コロニー、あるいは地上等において、高い有用性があり、病気の前状態などの体調確認のできるスーパーオキシドアニオンラジカル（$O_2^{\cdot -}$）すなわち、活性酸素のセンサーについて検討した。特に、以前までの成果を踏まえて、本年度は、生体内のポルフィリン錯体系で、生体内代謝が可能な、さらに、大気中においてより鉄錯体系よりも安定な、コバルトプロトポルフィリン IX（CoPPIX）を用いた $O_2^{\cdot -}$センサーについて検討を加えた。

CoPPIX を合成し、紫外・可視吸収測定(UV・vis)、ESI マススペクトル測定(ESI-MS)等より CoPPIX の生成を確認した次に、CoPPIX を修飾した炭素電極（CoPPIX 修飾電極）の作成については、サイクリックボルタンメトリー（CV）により電解重合の進行を確認し、微分パルスボルタンメトリー（DPV）により CoPPIX の電極への修飾を確認した。なお、本センサーの安定化、長寿命化等のため、本錯体系の軸配位子として、1-メチルイミダゾールを用いている。特に、CoPPIX に対して 1-メチルイミダゾールを xx mol 添加した修飾電極系において、安定化した CoPPIX－$O_2^{\cdot -}$錯体系を構築でき、測定的に対して長寿命な修飾電極系の構築が可能となった。

作製した CoPPIX 修飾電極の $O_2^{\cdot -}$検出能評価をクロノアンペロメトリー(CAM)によって行い、$O_2^{\cdot -}$生

成系において電流応答を検出した。また、$O_2^{\cdot-}$消去系($O_2^{\cdot-}$中和系)においても同様に測定を行ったところ応答電流は検出されなかったことから、CoPP 修飾電極が $O_2^{\cdot-}$を選択的に検出していると考えられる。これより、本センサーを用いて、安定で、選択的で、かつ高速に、$O_2^{\cdot-}$を検出できると考えられる。

本結果を踏まえて、今後、より高機能で、定量性を高め,、かつ、生体に適合した $O_2^{\cdot-}$センサーの構築を検討する。特に、センサーの安定性、応答性、速度論および平衡論な反応性等について、電気化学的な物理化学測定を用いて検討したいと考えている。

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。

月本　光俊

「放射線生物影響の解明と医療への応用、宇宙放射線による細胞ダメージ軽減薬(放射線防護剤)の開発」

月面や宇宙空間において宇宙放射線による生体へのダメージの軽減は重要な課題である。これまでの放射線生物影響の研究において、放射線細胞障害を軽減する分子を解明している。そこで、宇宙放射線障害を軽減する薬剤（宇宙用医薬品）の開発に着手し、これまでにATPやADPなどのヌクレオチドが放射線防護効果を示すことを明らかにしてきている。

柳田　信也

「身体活動量に関連する脳神経機構および生理学的指標の解析」

身体活動は運動と生活活動で成り立っている。一般的にも身体活動量の低下がさまざまな健康問題の原因となっており、少ない負担で効果を発揮するトレーニングに対するニーズは高い。このことは、トレーニングに相当の時間を有する宇宙空間での滞在とオーバーラップする部分が大きく、少ないエネルギー消費で最大限の効果を発揮する身体活動方法の探索を行う。

向本　敬洋

「様々な条件によるレジスタンス運動の生理的応答と有用性に関する研究」

本研究では、大筋群を動員する異なる種目のレジスタンス運動と異なる運動強度によるレジスタンス運動プログラムにおける運動中および運動後数時間の生理的応答を、主に呼気ガス分析と血中乳酸濃度、主観的運動強度などから検討し、様々なレジスタンス運動・トレーニングプログラム立案のための有用な知見を構築することを目指している。次年度は、レジスタンス運動の実施順序および姿勢の変化が運動中および運動後の生理的応答に及ぼす影響について検討する。

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

「BDD電極を用いた電気化学反応による尿素からのアンモニウムイオン生成」

ボロンドープダイヤモンド(BDD)電極を用いた電気化学反応により常温・常圧下で尿素を分解し、無機窒素化合物（アンモニウムイオン、亜硝酸イオン、硝酸イオン）を生成することに成功した。亜硝酸イオン、硝酸イオンに比べアンモニウムイオンの生成が優先されること、また、光触媒反応の併用により、アンモニウムイオンの生成量が増加することを見いだし、尿から液体肥料作製の道筋を示すことができた。

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

「透明な宇宙用太陽電池に関する研究」

ワイドバンドギャップ酸化物半導体を用いた、宇宙空間で使用可能な 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。電子線・陽子線耐性が従来の太陽電池より数万倍高いことを明らかにし、曲げ耐性や宇宙空間を模した熱サイクルに対しても、ある程度の耐性を有していることを明らかにし、実用化に向けて期待できることがわかった。また、IoT デバイスの一つとして、フレキシブル透明二酸化炭素センサーを試作した。

小柳　潤

「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。

片山　昇

「燃料電池、エネルギーデバイス診断、エネルギーマネジメント」

静電噴霧法を用いた固体高分子形燃料電池の触媒層形成について、発電性能の評価および交流インピーダンス法を用いた分析を実施した。エネルギーマネジメントについては、太陽電池・蓄電池を含むエネルギーシステムについて深層強化学習を用いた際の有効性を数値シミュレーションにより評価した。

Ishwor　Khatri

「宇宙用 CGIS 太陽電池に関する研究」

放射線耐性が高く、軽量で安価に作成出来る CIGS 太陽電池の発電効率を向上させるために、Cs を効果的にドーピングすると結晶粒界界面の欠陥等を抑制し、開放電圧が高くなることを実験的に明らかにした。また、電子線や陽子線を照射した CIGS 太陽電池が劣化するメカニズムについて、電気化学インピーダンス測定を行うことで、pn 接合付近の欠陥の振る舞いを明らかにすることができた。

水・空気再生技術チーム

酒井　秀樹

「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。一方、溶液中のアルコールはFeOOHにより酸化され、有機酸が生成していることが分かった。この有機酸により溶液中のプロトン濃度が上昇し、Fe^{2+}/Fe^{3+}のレドックス反応が起きることが水素の生成に繋がっていることが分かった。

「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が、ゼオライトとTiO_2光触媒を複合化させることで、吸着したNH_4^+を光照射で脱離できることが分かった。吸着したアンモニア量に対して放出されたNO_3^-量は少量であり、光による熱または光触媒表面で発生する局所的な熱によりNH_4^+が放出されていることがわかった。

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

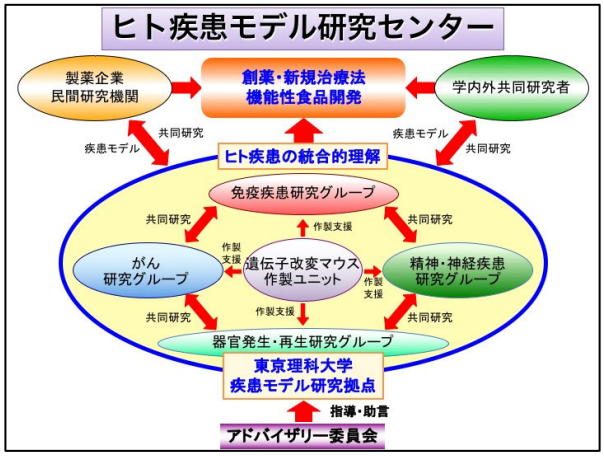
1. 概要

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、2013 年に私学助成金を補助を得て、ヒト疾患モデル研究センターを設立した。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 年に動物実験棟を新築し、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を可能にした。



ヒト疾患モデルセンターの構成

3. 研究支援活動

2020 年度は Crispr/Cas9 法による 4 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 12 研究グループ、国外の 13 研究グループ（内 1 は企業）に延べ 40 系統のマウスを供給した。他に、55 系統 7829 個の胚凍結保存を行うと共に、16 系統の胚の復元、9 系統のマウスの SPF 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>

免疫研究グループでは自己免疫、アレルギー病の発症機構に関する研究や感染症に対するワクチン研究などを行なっており、疾患動物モデルを対象としたメタゲノム解析などを含むオミクス解析などを取り入れ、多様な遺伝子の変化が生み出す病態の複雑系を理解し、新らしい治療への手掛かりを得る試みを行っている。

岩倉研究室では、C 型レクチン受容体の解析を行なっており、ファミリーの一員である DCIR が樹状細胞の分化、増殖、成熟に関与しており、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(Kaifu et al., submitted)。また、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., *Nat. Immunol.*, 2018)、今回、Dectin-1 に加え、Clec12B や Clec1A など他の C 型レクチン受容体ファミリーメンバーも大腸炎や実験的自己免疫性脳脊髄炎において重要な役割を果たしているこ

とを明らかにした。また、韓らはDectin-1欠損マウスが大腸炎だけではなく、アレルギー性の気道炎症に対しても耐性となることを示した(Han et al., *J. Immunol.*, 2021)。さらに、免疫グロブリンファミリーのTARM1が樹状細胞の成熟に重要な役割を果たしていることを見出し、この分子を阻害するとコラーゲン誘導関節炎を抑制できることを示した(Yabe et al., *Nat. Commun.*, 2021)。

北村研究室では、$APC^{min/+}$マウスに発生する腸腫瘍に浸潤するB細胞を独自の系で培養し、それを$APC^{min/+}$マウスに移入すると、産生された抗体が腫瘍成長を抑制するという、新しいがん免疫療法のモデルを示した（Wang et al., *PLoS ONE*, 2021）。また、IgA腎症モデルであるgddYマウスを用いて、腎糸球体に沈着するIgAがメサンギウム蛋白に対する自己抗体であることを見出し、その産生メカニズムを研究している。

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*Hmga2*などの標的遺伝子の発現を抑制することにより、造血幹細胞からB細胞系列への運命決定を制御することを明らかにしてきた。本年度はPCGF1cKOマウス骨髄由来の人工白血球幹細胞（iLS細胞）を用いて、PCGF1がMCM7, RUVBL1などのDNA複製やヌクレオソーム形成に関わるタンパクと相互作用することを発見し、これらを介してB細胞への分化を促進することを明らかにした。

原田研究室では、Foxp3 Bcl6コンディショナルダブルノックアウトマウスの解析から、Treg欠損時に自発的に上昇するIgEが胚中心非依存的に産生されること、その時同時に皮膚炎を発症することを見出した。また、ダブルノックアウトマウスでは皮膚へのヘルパーT細胞及び顆粒球の浸潤が認められ、皮膚の所属リンパ節ではIgEのクラススイッチが亢進していた。IgEの皮膚炎に対するIgEの関与を調べるためにFoxp3 Bcl6 IgEトリプルノックアウトマウスを作成し、解析したところ、皮膚炎の発症および増悪化には影響が見られなかった。これらの結果から、ダブルノックアウトマウスで発症する皮膚炎はIgE非依存的であることが示唆された。

久保研究室では感染症に対するワクチン研究を行なっている。インフルエンザウイルスは、2019年12月に中国武漢で発生したCOVID-19同様、重篤な呼吸器疾患の原因となるウイルスである。ウイルス感染症に対して最も有効な対策はワクチンであるが，ウイルスが持つ回避機構を超えるワクチンが存在しないことが問題点である。久保らは、経鼻から感染によって導入されたウイルスに対する免疫応答と不活化ワクチンによって誘導される免疫反応は大きく異なっている事を見いだした。不活化ワクチンは、ワクチンに使用したウイルス型に対して有効な抗体を誘導するが、その反応性はウイルス型に対して極めて限局的である。活きたウイルスの経鼻導入で起こる抗体応答は比較的柔軟であり、広域反応性の抗体反応が期待できる事を明らかにした(Kubo and Miyauchi, *Trends in Immunol.*, 2020)。今後、ここで開発されたワクチン技術を新型コロナワクチンに対しても活用し、新型コロナ感染症で問題となっている変異に対抗できるワクチンを開発する。

西山研究室では、血球系細胞の分化や機能を制御する遺伝子発現制御機構について解析を行なっており、転写因子PU.1がIRF4とヘテロ2量体を形成することにより転写調節配列EICE配列を介して樹状細胞特異的にPD-L2発現をもたらすこと(Inaba et al., *J. Immunol.*, 2020)、一方で、PU.1はIRF8と協調的に機能した場合には、ヒトマクロファージ特異的にインフラマソームNLRP3発現を誘導すること(Yashiro et al., *Front. Immunol.*,, 2021）を発表した。また、多価不飽和脂肪酸脂肪酸を腸内乳酸菌が代謝することによって産生される脂肪酸がマクロファージや破骨細胞の炎症反応を抑制することや、ポリフェノールの一種であるプテロスチルベンが樹状細胞機能を調節する結果、炎症性腸疾患の病態を改善する可能性があることなど、食と免疫に関する成果を2件発表した。遺伝子多型と疾患との相関について、ドイツ・ポーランドとの共同研究成果として2報の論文を発表した。さらに、後飯塚研究室、岩倉研究室との共同研究により、Mcpt2-Creマウスの作出に成功しており、今後、マスト細胞の機能や遺伝子発現に関するさまざまな解析に展開していく予定である。

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。また、NF-κB シグナルが MMP21 の発現を上流因子として調節していることを突き止め、NF-κB-MMP21 経路ががん変異細胞のびまん性浸潤に重要な役割を担っていることを明らかにした。

政池研究室の本年度の主要な成果については、以下の点が挙げられる。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)の同一試料計測を行った。喘息症状を緩和することが知られるプロカテロールを野生型の健康なマウスに添加したところ、非添加時と比較して繊毛運動周波数が増加し、液流の流速も速くなることがわかった。このことから、繊毛運動の活性化による液流の流速増加がアレルゲン粒子の排出を促進する可能性が示唆された。次に、繊毛軸糸に対して ATP アナログ分子がもたらす影響を調べた結果、非加水分解性の人工的な ATP アナログは ATP と混合すると軸糸ダイニンの滑り運動により発生する軸糸の往復運動を加算的に阻害するはたらきがあることが示唆された。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、外液に添加した異なる濃度の ATP で繊毛運動を制御することができることが分かった。今後これらの手法を用いてさらに繊毛運動のメカニズムを解明していく。

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(Ca^{2+}-dependent activator protein for secretion)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 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。前脳特異的転写因子 Emx1 遺伝子プロモーターの制御下で Cre 組換え酵素遺伝子を発現するマウスと 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，CAPS1 が海馬記憶回路におけるシナプス伝達と可塑性（長期増強現象）に必須であり，欠損すると海馬依存的な学習記憶機能に障害が出ることを明らかにした。一方，CAPS2 は，視床下部におけるプロオピオメラノコルチン(POMC)の分泌制御に関与する可能性を示し，CAPS2 の欠損により摂食行動に影響ができることを明らかにした。また，CAPS2 は視床下部における社会性ペプチドあるいは愛情ホルモンと称されるオキシトシン(OXT)の分泌制御にも関与することを示唆した。実験では，OXT遺伝子にiCreをノックインした OXT-iCre KI マウスと CAPS2-floxマウスを交配することで OXTニューロン特異的 CAPS2 cKO マウスを作出して，CAPS2 の欠損で社会的相互作用が低下し，外来性 OXT の経鼻投与により改善することから，CAPS2 が OXT 依存性の社会行動に寄与することを明らかにした。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し，KO マウスではヒト慢性膵炎様の病態を発症することを明らかにした。

中村研究室では,Rho ファミリーG タンパク質である TC10 の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。当研究室を含む複数グループの in vitro 解析により、神経突起の伸展を促進する TC10 の働きについては多くのことが明らかにされている。しかしながら個体レベルの神経系における TC10 の役割はほとんどわかっていなかった。ノックアウトマウスの解析により「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」ことが明らかになった。TC10 が神経突起伸展を促進するメカニズムとして細胞膜への膜付加があることがこれまでに明らかにされていたが、今回新たに、TC10 には微小管を安定化させて軸索の退縮を低下させる機能があることを見出した。TC10 による微小管の安定化には、成長円錐基部での微小管の束化や微小管のカタストロフ因子の抑制などの経路が関わっている可能性がある。今回の解析に用いた視神経を含む中枢神経系は本来再生能が非常に低く、再生を促進する因子についての知見は限定的であり、TC10 がその促進因子のリストに加わったことには基礎医学的な意義がある。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―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、肺線維芽細胞サブセットに発現する Dcn の GFP-Cre ノックインマウスを作成し、定常状態および肺線維症モデル、皮下腫瘍モデルにおいて線維芽細胞の可視化および介入ツールになることを明らかにした。また CCR2KO, WT マウスのシリカ誘導肺線維化モデルの経時的解析を実施し、CCR2 依存的に浸潤する線維化に防御的に働くマクロファージサブセットのほか、新たに CCR2 非依存的に増殖するマクロファージサブセットの存在を見出し、それらマクロファージを分画するためのマーカー遺伝子を見出し、そのマーカー遺伝子は肺線維化誘導能を有することを見出した。また当該マーカー遺伝子の下流に DTR を発現するマウスの作出に成功した。マウス皮下腫瘍モデルにおいて TCR レパトア解析を行い、様々な免疫チェックポイント阻害剤による $CD8^+$ T 細胞の活性化が、組織内頻度の上位 10 以内の major clone より 11 位以下の中・低頻度クローンの増加が抗腫瘍効果に関わることを見いだした。また、腫瘍内での major clone の誘導には腫瘍における MHC class I 発現が重要であることを明らかにした。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ず、血液中からの回収プロトコールも最適化されていないのが現状である。水田研究室では三つの DNA 切断酵素 DNase1、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て、ネクローシスの場合は主に DNaseγが、またアポトシースの場合は CAD と DNaseγが関与していることが明らかになった。また DNase1 に関しては cfDNA の生成への関与は限定的であり、むしろ cfDNA をさらに細かく分解する役割を担っていることが明らかになった。したがって血液サンプル中の cfDNA の分解を抑え、収量を上げるために

はDNase1活性の抑制が必要であることが示唆された。

中野研究室では、がんに浸潤するメモリー様T細胞が分化する分子機構を明らかにするために、OVA反応性TCRトランスジェニックマウスのCD8T細胞を用いて、分化経路の解析を行った。抗原で活性化したナイーブT細胞は、まずCD62Lのレベルが下がりCD69を発現する細胞に分化し、その後CD44が上昇した。この$CD62L^{intermediate}CD44^{high}$の細胞をソーティングしてマウスに移入すると、がん浸潤メモリー様細胞に分化したが $CD62L\text{-}CD44^{high}$ のエフェクターT 細胞からは分化しなかった。$CD62L^{intermediate}CD44^{high}$の細胞からCD62Lネガティブのエフェクター細胞とCD62Lのレベルが高いT細胞が分化したことから、がんに浸潤したメモリー様T細胞は、CD62Lのレベルが高いセントラルメモリー様T細胞であると考えられた。抗原を認識して活性化したT細胞が1回目の分裂時に不均等分裂してエフェクターT細胞とセントラルメモリーT細胞に分かれるのに対し、不十分な活性化では均等分裂してセントラルメモリーに似た細胞が作られることが報告されていることから、がんや慢性感染時に後者が増えることが示唆された。

櫻井研究室では、哺乳動物が保有するアデノシン脱アミノ化機構とその酵素ADARの研究を進めている。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。また、ADAR変異を原因とするエカルディ・グチエール症候群のモデルを構築するべく、変異体の作製を進めている。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。これまでの知見のうち、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、Nat.Commun.(2021)にて報告した。

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、悪性黒色腫の放射線抵抗性における TRPM8 チャネルの役割を明らかにし、TRPM8 チャネル阻害薬により放射線治療促進効果をを明らかにし、論文発表した。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）の関与をを明らかにし、論文発表した。さらに神経膠芽腫の放射線抵抗性と細胞遊走能にアデノシンA2B受容体と細胞外アデノシン生成酵素CD73の関与を明らかにし、論文発表した。一方、放射線治療時の正常細胞の防護を目指し、気道上皮細胞の放射線障害をATPやADPによるP2X7受容体、P2Y12受容体刺激により減弱できることを明らかにし、論文発表した。また、表皮細胞からのIL-6産生メカニズムでのアデノシン-A2B受容体の関与を明らかにした。これらの研究により、放射線治療を困難にする新たな放射線抵抗性因子を明らかにし、正常細胞の新たな放射線防護剤について明らかにした。

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 $MDA\text{-}MB231\text{-}GFP\text{-}X^{high}$ 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。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。2020年度は、このXの接着機能阻害ペプチドを用いたマウス実験からX高発現が乳がん細胞の肺血管内皮との接着を促進することを明らかとした。これにより、X 高発現が乳がん細胞の血管内での安定化と、血管内皮との接着亢進を促進することで、肺転移を促進することを明らかにするとともにCTCモデルマウスを樹立した。今後は、樹立したCTCモデルマウスを用いて、効率的なCTC検出法やCTCを標的としたがん細胞転移阻害剤の開発に向けた研究を進める。

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（ALT細胞）の増殖を抑制する効果の高い薬剤を単離する目的で、クロマチンリモデリング因子である ATRX を欠損する細胞の増殖を特異的に阻害する化合物のスクリーニングを行った。ALT細胞の90%ではATRXの欠損や核内局在の異常が認められるため、ATRXの欠損や機能喪失はALT細胞の1つのバイオマーカーであると考えられている。本研究では、CRISPR-Cas9のシステムを用いて、HCT-116細胞のATRX遺伝子を破壊し、ATRXノックアウト（ATRX-KO）細胞クローンを得た。このATRX-KO細胞と、親株の両方にそれぞれ作用させ、ATRX-KO細胞の増殖を特異的に阻害する化合物を、約3,000種類の既知薬化合物ライブラリーに求めた（生命医科学

研究所・寺島博士、松島博士との共同研究)。その結果、約 10 個のヒット化合物が得られた。これらのヒット化合物には、核酸合成阻害薬やキレート剤が含まれていたが、今後 ATRX-KO 細胞に対する特異性のメカニズムや、ALT 細胞への特異性の有無の解析など、更なる調査を進める。

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。

6. むすび

ヒト疾患モデル研究センターは 2013 年に私学助成金の支援を得て設立され、2014 年には動物実験棟を新築し、これまで８年間に渡り活動してきたが、2020 年度で一応の活動を終えることになった。この間、544 報の英文原著論文、139 報の和文総説、291 回の招待講演、459 回の学会発表を発表した(2020 年 9 月現在)。これらの論文には Nature Immmunology や Cell Host and Microbe, JCI Inshight, Nat. Communications など high impact の雑誌に掲載されたものも多く、強いインパクトを与えた。また、４回の国際シンポジウム、１回の国内シンポジウムを開催するとともに、22 回のセミナーを主催し、外国演者 30 名、国内演者 41 名を招待した。また、research assistant として 8 名の大学院生に奨学金を支給した。またこの間発生工学研究支援を行い、学内外からの要望に応える形で 66 系統の新たな遺伝子欠損マウスを作製するとともに、250 系統のマウス胚の凍結保存、57 系統の胚の個体復元、102 系統の SPF 化を行なった。また、要望に応じて 297 研究グループ（うち企業６）に対し、延べ 391 系統（国内 169、国外 222）の遺伝子改変マウスを供与した。このように、この間研究センターとしての機能は十分に発揮され、科学研究の進歩に寄与するところは大きく、東京理科大学の存在意義を高めることに貢献できたものと考えている。なお、今後の発生工学研究支援は生命医科学研究所によって引き継がれる予定である。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1．Yabe, R., Chung, S., Murayama, M. A., Kubo, S., Shimizu, K., Akahori, Y., Maruhashi, T., Seno, S., Kaifu, T., Saijo, S., and Iwakura., Y. TARM1 contributes to development of arthritis by activating dendritic cells through recognition of collagens. Nat. Commun., 12, 94 (2021).

2．Han, W., Tang, C., Baba, S., Hamada, T., Shimazu, T., and Iwakura, Y. Ovalbumin-induced airway inflammation is ameliorated in Dectin-1-deficient mice, in which pulmonary regulatory T cells are expanded through modification of intestinal commensal bacteria. J. Immunol., 206, 1991-2000 (2021).

3．Haniuda, K., Fukao, S. and Kitamura, D. Metabolic reprogramming induces germinal center B cell differentiation through Bcl6 locus remodeling. Cell Rep. 33: 108333, 2020.

4．Wang, X., Asami, S. and Kitamura, D. A novel cancer immunotherapy using tumor-infiltrating B cells in the $APC^{min/+}$ mouse model. PLoS ONE 16: e0245608, 2021.

5．Sasaki, T., Yajima, T., Shimaoka, T., Ogawa, S., Saito, T., Yamaoka, K., Takeuchi, T., Kubo, M. Synergistic effect of IgG4 antibody and CTLs causes tissue inflammation in IgG4-related disease. International Immunology. 32(3):163-174, Mar 2020.

6．Kubo, M., Miyauchi, K. Breadth of Antibody Responses during Influenza Virus Infection and Vaccination. Trends in Immunology. 41(5):394-405, May 2020.

7．Kubo, M. Diurnal rhythmicity programs of microbiota and transcriptional oscillation of circadian regulator, NFIL3. Frontiers in Immunology. 11:552188, Sep 2020.

8．Kazuhito Murakami,Ichiro Horie, Mariko Hara-Chikuma,Tomofumi Shimizu,Chinami Matsumoto, Yoichiro Isohama. Goreisan regulates AQP3 expression and improves diarrea. Traditional & Kampo Medicine, 8, 91-99, 2021.

9．Kazuhito Murakami, Ichiro Horie, Yoichiro Isohama. Goreisan inhibits vascular endothelial cell migration and angiogenesis. Traditional & Kampo Medicine, 8, 83-90, 2021.

10. Jumpei Ishibashi, Kana Saito, Takako Ishizaki, Ichiro Horie, Yoichiro Isohama. Ibudilast suppresses MUC5AC mucus production through inhibition of ERK1/2 phosphorylation. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 44, 404-409, 2021.

11. Watanabe A, Miyake K, Nordlund J, Syvänen AC, van der Weyden L, Honda H, Yamasaki N, Nagamachi A, Inaba T, Ikawa T, Urayama KY, Kiyokawa N, Ohara A, Kimura S, Kubota Y, Takita J, Goto H, Sakaguchi K, Minegishi M, Iwamoto S, Shinohara T, Kagami K, Abe M, Akahane K, Goi K, Sugita K, Inukai T*. Association of aberrant ASNS imprinting with asparaginase sensitivity and chromosomal abnormality in childhood BCP-ALL. Blood. 136: 2319-2333, 2020.

12. Yashiro, T., Yamamoto, M., Araumi, S., Hara, M., Yogo, K., Uchida, K., Kasakura, K., and Nishiyama, C. PU.1 and IRF8 modulate activation of NLRP3 inflammasome via regulating its expression in human macrophages. Front. Immunol. in press (2021).

13. Yashiro, T., Yura, S., Tobita, A., Toyoda, Y., Kasakura, K., and Nishiyama, C. Pterostilbene reduces colonic inflammation by suppressing dendritic cell activation and promoting regulatory T cell development. FASEB J. 34: 14810-14819 (2020).

14. Hagiwara, S., Nagata, K., Kasakura, K., Sakata, F., Kishino, S., Ogawa, J., Yashiro, T., and Nishiyama, C. The anti-inflammatory effect of the gut lactic acid bacteria-generated metabolite 10-oxo-cis-6, trans-11-octadecadienoic acid on monocytes. Biochem. Biophys. Res. Commun. 530: 3420347 (2020).

15. Inaba, K., Yashiro, T., Hiroki, I., Watanabe, R., Kasakura, K., and Nishiyama, C. The transcription factors PU.1 and IRF4 regulate the expression of PD-L2 as a direct transactivator and an indirect epigenetic regulator. J. Immunol. 205: 822-829 (2020).

16. Yashiro, T., Takeuchi, H., Kasakura, K., and Nishiyama, C. PU.1 regulates Ccr7 gene expression by binding to its promoter in naïve $CD4^+$ T cells. FEBS Open Bio. 10: 1115-1121 (2020).
17. Miyabe T., Kozono Y., Kasadera K., Matsumiya Y., Sekiguchi H., Okimoto N., Taiji M, Sasaki Y.C., Kozono H.: Dynamical Analysis of Peptide Exchange Mechanism of HLA-DM by Diffracted X-ray Tracking Method. SPring-8/SACLA Research Reports. in press.
18. Iiyama, I., Numoto, N., Ogawa, S., Kuroda, M., Morii, H., Abe, R., Ito, N., Oda, M. Molecular interactions of the CTLA-4 cytoplasmic region with the phosphoinositide 3-kinase SH2 domains. Mol Immunol. 131, 51-59, 2021.
19. Tai, Y., Takano, A., Haga, K., Koshida, K., Harada, Y. Spontaneous antibody production caused by regulatory T cell deficiency occurs through a germinal center-independent manner. Biochem. Biophys. Res. Commun. 527, 909-914, (2020).
20. 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).
21. 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).
22. Kon, S and Fujita, Y. Cell competition-induced apical elimination of transformed cells, EDAC, orchestrates the cellular homeostasis. Developmental Biology, in press, 2021.
23. Mizuno S., Hirota J., Ishii C., Iwasaki H., Sano Y., Furuichi T. Comprehensive profiling of gene expression in the cerebral cortex and striatum of BTBRTF/ArtRbrc mice compared to C57BL/6J mice. Frontier in Cellular Neuroscience. 14: 595607, 2020.
24. Fujima S., Amemiya N., Arima T., Sano Y., Furuichi T. CAPS2 deficiency induces proopiomelanocortin accumulation in pituitary and affects food intake behavior in mice. Neuroscience Letters, 738: 135335, 2020.
25. Koinuma, S., Negishi, R., Nomura, R., Sato, K., Kojima, T., Nishida-Segi, E., Goitsuka, R., Iwakura, Y., Wada, N., Koriyama, Y., Kiryu-Seo, S., Kiyama, H., Takeshi Nakamura. TC10, a Rho family GTPase, is required for efficient axon regeneration in a neuron-autonomous manner. J. Neurochem. doi: 10.1111/jnc.15235, in press. 2020.
26. Nakamura, T., Koinuma, S. TC10 as an essential molecule in axon regeneration through membrane supply and microtubule stabilization. Neural Reg. Res. in press. 2021.
27. Hiroyasu Aoki, Satoshi Ueha, Shigeyuki Shichino, Haru Ogiwara, Kohei Shitara, Manami Shimomura, Toshihiro Suzuki, Tetsuya Nakatsura, Makiko Yamashita, Shigehisa Kitano, Sakiko Kuroda, Masashi Wakabayashi, Makoto Kurachi, Satoru Ito, Toshihiko Doi, Kouji Matsushima. Transient depletion of $CD4^+$ cells induces remodeling of the TCR repertoire in gastrointestinal cancer. Cancer Immunol Res. (in press)
28. Yuka Nozaki, Hitomi Motomura, Shoma Tamori, Yumiko Kimura, Chotaro Onaga, Shotaro Kanai, Yuka Ishihara, Ayaka Ozaki, Yasushi Hara, Yohsuke Harada, Yasunari Mano, Tsugumichi Sato, Keiko Sato, Kazunori Sasaki, Hitoshi Ishiguro, Shigeo Ohno and Kazunori Akimoto, 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, doi.org/10.1371/journal.pone.0235747 (2020).
29. Keiko Sato, Kouji Tahata and Kazunori Akimoto, Five genes associated with survival in patients with lower-grade gliomas were identified by information-theoretical analysis. Anticancer Research, 40, 2777-2785 (2020).

30. Chotaro Onaga, Shoma Tamori, Hitomi Motomura, Ayaka Ozaki, Chika Matsuda, Izumi Matsuoka, Takuma Fujita, Yuka Nozaki, Yasushi Hara, Yohei Kawano, Yosuke Harada, Tsugumichi Sato, Yasunari Mano, Keiko Sato and Kazunori Akimoto, High SLC20A1 expression is associated with poor prognoses in claudin-low and basal-like breast cancers. Anticancer Research, 41, 43-54 (2021).
31. Hitomi Motomura, Ayaka Ozaki, Shoma Tamori, Chotaro Onaga, Yuka Nozaki, Yuko Waki, Ryoko Takasawa, Kazumi Yoshizawa, Yasunari Mano, Tsugumichi Sato, Kazunori Sasaki, Hitoshi Ishiguro, Yohei Miyagi, Yoji Nagashima, Kouji Yamamoto, Keiko Sato, Takehisa Hanawa, Sei-ichi Tanuma, Shigeo Ohno and Kazunori Akimoto, Glyoxalase 1 and protein kinase Cλ as potential therapeutic targets for late-stage breast cancer. Oncology Letters, in press.
32. Gong Y., Suzuki T., Kubo M., Kozono H., and Nakano N. Tumor-infiltrating CD62L+PD-1-CD8 T cells retain proliferative potential via Bcl6 expression and replenish effector T cells within the tumor. PLoS ONE, 15(8):e0237646, 2020.
33. Shiromoto, Y.*, Sakurai, M.* (*Equal contribution as a 1st author), Minakuchi, M.*, Ariyoshi, K., and Nishikura, K.“ADAR1 RNA editing enzyme regulates R-loop formation and genome stability at telomeres in cancer cells.” Nat. Commun., 12(1):1654 (2021). **This work is introduced by Nature communication Editor’s highlight. [https://www.nature.com/collections/bbcaeejggj] (2021 Mar).
34. Yang, Y., Okada, S., and Sakurai, M+(Corresponding Author). “Adenosine-to-inosine RNA editing in neurological development and disease.” RNA Biology. 6:1-15 (2021).
35. Sakurai, M.+(Corresponding Author), Okada, S., Ueda, H., and Yang, Y. “Discovering A-to-I RNA Editing Through Chemical Methodology ″ICE-seq″.” Methods Mol. Biol. 2181:113-148 (2021).
36. Daichi Nomura, Ryo Abe, Mitsutoshi Tsukimoto, Involvement of TRPM8 Channel in Radiation-Induced DNA Damage Repair Mechanism Contributing to Radioresistance of B16 Melanoma. Biological & Pharmaceutical Bulletin 2021 44(5), 1-12.
37. Ken Watanabe, Sei-ichi Tanuma, Mitsutoshi Tsukimoto, Extracellular Adenosine Induces IL-6 Production through Activation of A2B Receptor and Epidermal Growth Factor Receptor in Human Keratinocyte HaCaT Cells. BPB Reports 2021 4(2), 64-68.
38. Kitabatake Kazuki, Kaji Toshiyuki, Mitsutoshi Tsukimoto, Involvement of CD73 and A2B receptor in radiation-induced DNA damage response and cell migration in human glioblastoma A172 cells. Biological & Pharmaceutical Bulletin 2020 44(2), 197-210.
39. Kazuki Kitabatake, Toshiyuki Kaji, Mitsutoshi Tsukimoto, ATP and ADP enhance DNA damage repair in γ-irradiated BEAS-2B human bronchial epithelial cells through activation of P2X7 and P2Y12receptors. Toxicology and Applied Pharmacology 2020 407, 115240.
40. Yuta Tanaka, Takato Takenouchi, Mitsutoshi Tsukimoto. Mesencephalic astrocyte-derived neurotrophic factor is a novel radioresistance factor in mouse B16 melanoma. Biochemical and Biophysical Research Communications 2020 524(4), 869-875.

招待講演

1．Yoichiro Iwakura, The role of Dectin-1 in the homeostasis of the intestinal immune system. 7th Annual Japan-Lithuania Joint Symposium of Life Sciences-New Approach to Life Sciences-, on line, 2020. 12. 18.

2．久保　允人, 第 50 回日本皮膚免疫アレルギー学会総会学術大会スポンサードシンポジウム、AD の病態における IL4/IL13 の役割、AD の病態における IL-4 の重要性　2020年12月 22-24 日、高知市文化プラザかるぽーと(Web 配信)

３．久保　允人，第１回理化学研究所－東京理科大学　合同シンポジウム「理研と理科大がともに描く科学研究の近未来」、新興感染症に対するワクチン戦略、2021 年 3 月 25 日、オンライン開催(Zoom ウェビナー)
４．礒濱洋一郎,漢方薬の作用メカニズムはブラックボックスか？ 利水作用とアクアポリンの関係性，礒濱洋一郎，第 84 回日本循環器学会学術集会　シンポジウム循環器領域における漢方治療の実際と展望，2020 年 8 月 2 日，京都（Web 開催）
５．漢方薬の作用メカニズムに迫る，礒濱洋一郎，第 41 回日本臨床薬理学会 シンポジウム 17 漢方薬の基礎から臨床までを科学する，2020 年 12 月 4 日（福岡，Web 開催）
６．昆 俊亮：Singularity at emergence of cancer cells in normal stroma、第５８回　日本生物物理学会、Web 開催、２０２０年９月１７日
７．昆 俊亮：若手融合がもたらすがん研究ブレークスルー、第７９回　日本癌学会特別シンポジウム、広島、２０２０年１０月２日

受賞

１．横山友香（西山研究室 M1），日本農芸化学会関東支部 2020 年度大会優秀発表,日本農芸化学会関東支部,202
２．村上一仁，LPS で誘発した下痢症状および腸管上皮細胞のアクアポリン 3 発現低下に対する五苓散の作用，優秀発表賞,第 142 回日本薬理学会関東部会,2020 年 6 月 20 日（千葉県船橋市，Web 開催）
３．村上一仁，LPS で誘発した下痢症状および腸管上皮細胞のアクアポリン 3 発現低下に対する五苓散の作用，優秀発表賞,第 37 回和漢医薬学会学術大会，2020 年9月3日(京都，Web 開催)

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いる。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。

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」

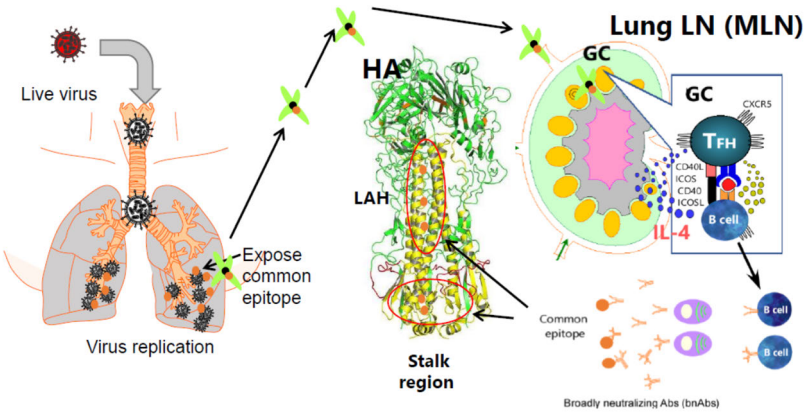
IgA 腎症は、わが国では原発性慢性糸球体腎炎の約半数を占め、その約 40%が末期腎不全に至る重要な疾患である。腎糸球体メサンギウムの増殖と IgA の沈着を特徴とするが、IgA 抗体が糸球体特異的に沈着する理由は不明である。我々は IgA 腎症モデルである gddY マウスを用いて、この病因性 IgA の標的抗原および産生メカニズムを研究している。これまでに、gddY マウスの血清および腎臓に浸潤する形質芽細胞が産生する IgA がメサンギウムタンパクを認識することを見出し、また、この IgA が gddY マウス常在細菌と交差反応することを見出した。

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」

インフルエンザウイルスは、2019 年 12 月に中国武漢で発生した COVID-19 同様、重篤な呼吸器疾患の原因となるウイルスである。ウイルス感染症に対して最も有効な対策はワクチンであるが，ウイルスが持つ回避機構を超えるワクチンが存在しないことが問題点である。我々は、経鼻から感染によって導入されたウイルスに対する免疫応答と不活化ワクチンによって誘導される免疫反応は大きく異なっている事を見いだした。不活化ワクチンは、ワクチンに使用したウイルス型に対して有効な抗体を誘導するが、その反応性はウイルス型に対して極めて限局的である。活きたウイルスの経鼻導入で起こる抗体応答は比較的柔軟であり、広域反応性の抗体反応が期待できる事を明らかにした。本研究から、広域反応性抗体応答には、ウイルス感染時に起こる免疫監視機構から隔離された共通エピトープの暴露と、この共通エピトープを認識する IgG 抗体を作る B 細胞の胚中心（GC）での増幅が重要なステップである事が明らかにされた。特に GC での B 細胞の増幅には、濾胞性ヘルパー（TFH）T 細胞から産生される IL-4 が重要な働きを持つことを示した。

一方、新型コロナワクチンの副作用でも話題に上がっているアナフェラキシーに関する研究にも進展があった。アナフェラキシーの起点は、経皮感作による抗原暴露が原因となることが多く、我々はこのマウスモデルを構築した。このモデルにおいて、経皮感作は上皮から産生されるサトカイン IL-33 や Thymic stromal lymphopoietin（TSLP）を介して T_H2 反応を亢進する。この T_H2 細胞は、抗原感作により可塑的に分化して、TFH と TH2 細胞の両方の特性を併せ持つ新しい TFH サブセット TFH2 になることをみいだした。この TFH2 細胞から産生される IL-13 は、ハプテン NP に対する抗体反応において、高親和性の IgG1 抗体のステップを経ることなく NP に対して高親和性の IgE 抗体を生み出すことができる。本研究は、これまで知られてなかった新しい高親和性 IgE 抗体の産生メカニズムを明らかにする事につながり、TH2 細胞を対象としたアレルギーに対する新しい治療戦略を想定させるものである。



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」

免疫担当細胞に特異的な機能は、その遺伝子発現を制御する転写調節因子の組み合わせによって厳密に制御されている。転写因子 PU.1 は遺伝子上の Ets モチーフへの結合を介して単球やリンパ球系列の分化や成熟に重要な遺伝子群の発現をもたらすが、IRF4 や IRF8 とのヘテロ 2 量体形成によって EICE 配列依存的な遺伝子発現を引き起こして樹状細胞 subtype である cDC2 や cDC1 の分岐にも関わる。一方、赤血球系列に重要な GATA2 と時に協調的に、時に阻害し合いながらマスト細胞の様々な遺伝子発現にも寄与するなど、一つの転写因子だけでも多様な機能を発揮する。我々は、その複雑な様相を解き明かしながら、核酸創薬などのアプローチで免疫関連疾患の治療や緩和に繋げることを目指している。また、食品由来成分や腸内細菌代謝産物の中から、免疫細胞の活性を調節する分子を探索し、その制御機構を解明し、生理的意義を明らかにする研究も展開している。これにより、個人の体質や病態にあった食事条件を科学的根拠を持って提案できることを目指している。

磯濱　洋一郎

「感染性胃腸炎に伴う下痢症状に対する五苓散の作用に関する研究」

感染性胃腸炎に伴う下痢症状は、深刻な脱水をきたし、未だ途上国では多くの子供の命を奪う原因となっている．抗菌薬の処方や点滴治療が有効なことは言うまでもないが、安価な治療法の提案が課題である。そこで，感染性胃腸炎のモデルマウスに生じる下痢症状とこれに対する漢方薬（五苓散）の薬理作用について解析した。LPS の腹腔内投与によって誘発したマウスの消化管炎症に伴う下痢症状および腸管粘膜の損傷は、五苓散の前処理によって著明に抑制され、本作用は抗炎症薬の dexamethasone に匹敵した。しかし、両薬物の作用機序は異なっており、五苓散は炎症反応には影響せず、消化管からの主要な水の吸収ルートであるアクアポリン 3（AQP3）の発現低下の抑制によって止瀉作用および消化管粘膜保護作用を現すことを，AQP3 欠損マウスを用いた実験で示した。本成績は、感染などに伴って生じる炎症性腸疾患に見られる粘膜損傷および下痢などの症状の発症には、基礎となる炎症に加え AQP3 発現の低下に伴う水分吸収の低下が重要であることを示唆し、原著論文として報告した。

伊川　友活

「B 細胞分化メカニズムの解明」

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 Hmga2 などの標的遺伝子の発現を抑制することにより、造血幹細胞から B 細胞系列への運命決定を制御することを明らかにしてきた。本年度は PCGF1cKO マウス骨髄由来の人工白血球幹細胞（iLS 細胞）を用いて、PCGF1 が MCM7, RUVBL1 などの DNA 複製やヌクレオソーム形成に関わるタンパクと相互作用することを発見し、これらを介して B 細胞への分化を促進することを明らかにした。

小園　晴生

「MHC II のユビキチン化による抗原提示の質的変化の解析」

MHC II のユビキチン化と同等の効果を埋め現象として Leishmania による抗原提示細胞からのコレステロール枯渇があり、この二つの条件で TCR と LAG-3 の認識が変化することと、原因として MHCII の分子運動性が高くなることを明らかにした。LAG-3 細胞外ドメインはコンピュータ予測により天然変性タンパク質であることが示唆された。TCR 及び LAG-3 は結合のための核構造を要求し、MHCII の微妙な安定性を検知することが示唆された。

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」

マウス受精卵へのマイクロインジェクション技術を向上させることに成功した。学内の研究者との共同研究により、crRNA 及び tracrRNA、Cas9 タンパク質（ゲノム編集技術 ： CRISPR/Cas9 法）及びドナーDNA を B6 背景の受精卵にマイクロインジェクションし、ノックアウトマウスを 1 系統、ノックインマウスを 3 系統 合計 4 系統の遺伝子改変マウスを作製した。

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」

胎児期に発生･分化するリンパ球の成体での免疫反応における機能を解析するために、リンパ球分化に必須の DNA 組換え酵素 Rag2 遺伝子の翻訳開始コドンにテトラサイクリントランスアクチベーター(tTA)遺伝子をノックインしたマウスをゲノム編集法で作成した。これにより、時間生物的な視点から免疫関連疾患の発症を理解可能なシステム基盤が構築された。

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、またその結果として液流にどのような影響を及ぼすの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」

神経伝達物質や神経ペプチドなどの放出を制御する CAPS タンパク質の神経機能を解析した。前脳特異的な CAPS1 cKO マウスを作出し，CAPS1 が，海馬シナプス伝達と長期増強(LTP)に重要で，海馬依存的な学習行動に必須であることを示唆した。また，オキシトシン神経に特異的な CAPS2 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示唆した。さらに CAPS2 が POMC の分泌制御にも関連し，摂食行動に寄与することも示唆した。

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た。

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」

がんを傷害する CD8T 細胞は、がん免疫応答において中心的な役割を担っている。がんに浸潤している CD8T 細胞には分化過程や活性化状態の異なる多様な集団が存在し、その中にセントラルメモリーT 細胞のマーカーである CD62L や IL7R を発現している T 細胞に注目した。これらの細胞は転写因子 Bcl6 を発現して高い増殖能を有し、エフェクターT 細胞を供給してがんの増殖をコントロールする重要な細胞であることが明らかになった。

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 に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筝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。

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最後の年となった。設立当初からご協力をいただいていた西川雅高先生が 2020 年 3 月 31 日、東京理科大学環境安全センターをご定年のため退会された。4 月 1 日からは東京理科大学理工学部土木工学科の小野村史穂先生に併任をお願いし、3 月 31 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。

2020 年 11 月 4 日にアドバイザリー委員会を行った。また、2021 年 3 月 13 日に新型コロナウイルス対策のためリモートで部門最後の成果報告会、リモート懇親会を盛会に終えることができた。

2. 部門の構成（2021 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准教授　環境放射線科学
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
小野村　史穂　東京理科大学理工学部土木工学科嘱託助教　水文気象学
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　　富山大学学術研究部理学系教授　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　　気象研究所気象予報研究部室長　エアロゾル科学
中島　孝　　東海大学情報理工学部教授　大気物理学
速水　洋　　早稲田大学国際理工学センター教授　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　　山梨大学大学院総合研究部准教授　大気物理学
齊藤　伸治　　東京都環境科学研究所主任研究員　大気化学
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
和田　龍一　　帝京科学大学准教授　大気物理学
（客員研究員）
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５回成果報告会要旨集[1)] に書かれている。ここでは、成果報告会の目次を記す。

東京理科大学総合研究院大気科学研究部門の 5 年間の活動記録	三浦　和彦
大気中の微量な水素濃度の測定	加藤　俊吾
富士山頂における日本上空のラドン濃度の観測	永野　勝裕
山と街での大気エアロゾル粒子とアンモニアの研究	長田　和雄
自由対流圏および首都圏における 10 年間の大気化学観測から分かったこと ～雲水化学，越境大気汚染，火山噴火，都市型豪雨，マイクロプラスチック～	大河内　博
北極圏に沈着した黒色炭素粒子に関する研究	森　樹大
大気中非吸湿性スス粒子の表面接触角と微量付着物に関する研究	上田　紗也子
エアロゾル粒子の形態、組成、混合状態：大気中での変化と地球気候への影響	足立　光司
山岳域における偏光 OPC による大気エアロゾル観測	小林　拓
長期観測からわかるエアロゾルの光学的特性	青木　一真
雲・エアロゾルの地上リモートセンシング手法の開発	工藤　玲
JAXA における衛星雲特性観測の現在，将来	中島　孝
ライダーを用いた山岳・都市大気のエアロゾル空間分布の計測	矢吹　正教
高反射クールルーフによる都市気温低減効果の推定	仲吉　信人
東京の下層雲におけるエアロゾル雲相互作用	三隅　良平
能登半島におけるエアロゾル粒径分布の経年変化	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
日本の酸性雨の行方	藤田　慎一
黄砂および汚染黄砂の同位体分析とキャラクタリゼーション ／ESI イオン化による金属含有エアロゾルの質量分析	野島　雅
日本に飛来した典型的黄砂の発生源地域を推定する方法	西川　雅高
過去 6 年間の山陽小野田市の大気汚染物質変化 - $PM_{2.5}$, SPM, SO_2, NO_2-	浅野　比
黒潮域への大気起源窒素沈着が海洋生態系に与える影響評価	岩本　洋子
都内における $PM_{2.5}$ 中アミン類の測定	齊藤　伸治
2020 年船舶燃料油硫黄分規制強化による SOx・PM 排出量削減効果の算定	櫻井　達也
日本海に沈着する大気窒素化合物が海洋生態系に及ぼす影響評価	竹谷　文一
NO_2 光分解コンバータの開発および富士山頂と太郎坊での観測への応用	和田　龍一
東京スカイツリーで観測された氷晶核粒子の数濃度の季節変化	當房　豊
深層学習による降水予測精度向上に必要な気象要素及び空間解像度の検討	井戸　滉昇
球形温度センサを用いた GRaT 風速測定原理の改良	須崎　貫太
埼玉県における熱中症搬送者の曝露気象条件・生理応答の再現計算および 熱中症リスク指標構築の試み	高橋　淳也
Cloud Image Velocimetry における新たな画像解析手法の開発と適切な カメラ間距離・撮影間隔の検証	原永　知明
太平洋上で捕集した個別エアロゾル粒子の物理・化学的特性に関する研究	吉末　百花
東京スカイツリーで測定した都市上空の雲凝結核特性に関する研究	横山　晶美
船舶燃料に対する硫黄分規制の影響評価	伊賀　悠太
富士山太郎坊における新粒子生成の特徴	平野　至心
2018-2020 年における東京スカイツリーでのエアロゾルの雲粒特性に関する研究	大矢　哲平
東京神楽坂で測定したエアロゾル粒子数濃度の経年変化と気象要素との関係	伊藤　佳樹
富士山頂で観測したエアロゾル粒子の雲凝結核への成長に関する研究	木村　駿

東京神楽坂および富士山麓で測定した気柱全体のエアロゾルの光学特性・微物理特性　齋藤　天眞
都市部で観測された新粒子生成イベントに関する研究　杉本　三咲
東京スカイツリーにおける降水経験の有無によるエアロゾルの吸湿性の違い　田柳　紗英
春季福江島における黒色炭素粒子の湿性沈着に関する研究　前山　若奈
東京における大気エアロゾルの湿度特性　三浦　嘉浩
都市における大気汚染物質の鉛直分布とその形成要因　三ッ木 もも

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[2)]

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. 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。

東京理科大学 1 号館 5 階でも 2019 年 12 月から OPC と SMPS で測定を開始した。

また、都環研で OPC により湿度特性の実験を継続して行なった。

3. 1. 2. 山岳大気

新型コロナウイルス感染拡大防止のため、富士山頂での夏期集中観測は中止となった。代わりに太郎坊での観測を強化し、新たに御殿場市内で OPC の測定を始めた。2014 年～2019 年のデータを用いて、新粒子生成によって増加した粒子がどれ分雲凝結核として寄与するか解析した。

3. 2. 都市大気における粒子の経年変化，新粒子生成

都市大気では、地表付近のローカルな影響を受けにくい東京スカイツリー458m（TST）において 2016 年 6 月から、2019 年 12 月からは地表付近の東京理科大学 1 号館 5 階（地上 22m）（KAG）において SMPS を用いて粒径分布を測定した。また，東京理科大学 1 号館屋上（地上 60m）もしくは 5 階で OPC により 1980 年から 0.3mm 以上の個数濃度を測定している。

図 1 に SMPS で測定した総粒子数濃度、核生成モード，Aitken モード、蓄積モードの経年変化を示す。TST においても 2016 年からの 3 年間で約 3 分の 1 に減少している。冬に数濃度が減少し、夏に高くなる傾向がみられた. これは、夏季は南風が卓越し、船舶や工場等からの排出ガスや粒子が TST まで輸送されやすくなるほか、境界層高度が上昇するため、大気境界層内の影響を他の季節に比べて受けやすいからではないかと考えられる。[3)]

都市上空の TST では,観測期間 320 日中に NPF イベントは 102 回と 31.9%の割合で発生した。日射のある日中に観測されたイベントは全体の 98.0%、夜間に観測されたイベントは全体の 2.0%であった。一方、地表付近の KAG では 259 日中 176 回と 68.0%の割合で発生した。日中に観測されたイベントは全体の 83.0%、夜間に起きたイベントは全体の 17.1%であった。季節別にイベント発生率を見ると TST では夏に多かったが、KAG では明確な違いは見られなかった。これは、TST は夏期には境界層内に入ることもあるが、KAG ではいつも境界層内に存在するためと思われる[4)]。

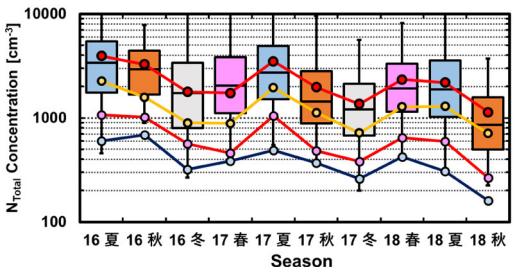


図 1　東京スカイツリー458m で測定した総粒子数濃度の箱ひげ図・平均値（黒枠赤丸）と各モード（核生成（赤）、エイトケン（黄）、蓄積（青））の平均値の経年変化 [3)]

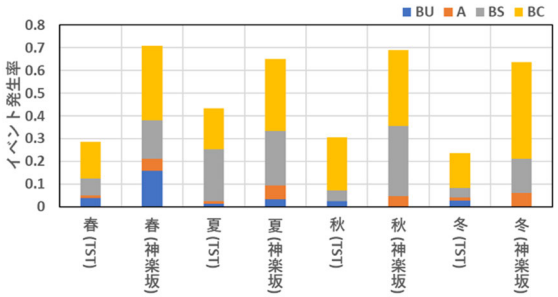


図 2　東京スカイツリーと神楽坂での季節ごとのイベント発生率 [4)]

3. 3. 富士山頂において新粒子生成イベントで生成した粒子の雲凝結核への成長について

五十嵐らは新粒子生成によって核生成モードの粒子が増加すること、また 2006 年以降、イベントの発生が減少していることを示した。

粒子数濃度の増減は直接効果にとって重要であるが、全ての粒子が雲凝結核（CCN）として活性化するわけではない。活性化臨界直径は実大気中の過飽和度において 50～150nm と報告されているが、80nm 以上の粒子数濃度（N_{80}）を CCN チャンバーで測定した実際の CCN 数濃度の代わりに、潜在的な CCN 数濃度として用いられることが多い．図 3 に NPF イベント時の粒径分布の時間変化を示す。イベントの後モード径が 80nm を超えるまで成長している．2014 年以後のデータを解析した結果、イベントの後 N_{80} が増加する例は 81 回のイベント中 34 例、モード径が 80nm を超えたのは 8 例観測された。図 4 にイベント前後の N_{80} の増加数、増加率を示す。富士山頂では増加数は 85～240 個/cm^3 と他の観測点と比較し小さかったが、増加率は 150～350%と他の観測点と同程度であることがわかった（図 4）[5)]。

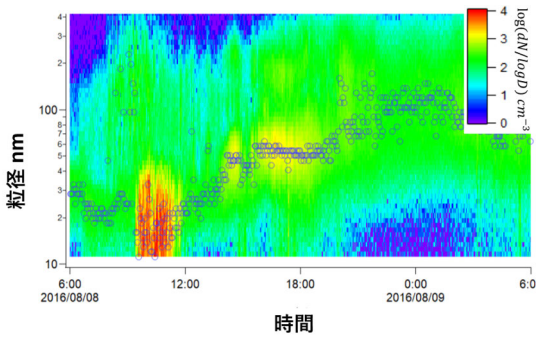


図 3　モード径（〇印）が 80nm まで成長した粒径分布の例 [5)]

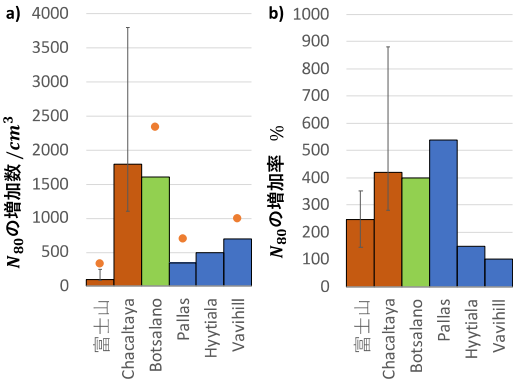


図 4　いくつかの観測点での NPO による N80 の a)増加数と b)増加率の中央値。エラーバーの下限と上限は第四一分位数と第三四分位数を表す [5)]

3. 4. 山岳大気，都市大気における雲生成

CCN の活性化は、水蒸気過飽和度が高い，乾燥粒径が大きい、吸湿性が強いほど大きいが、雲粒生成には粒径分布が最も影響することが示され、化学組成の代表値を用いても雲粒数を推定できる可能性が示された [6)]。　そのため、さまざまな地域で CCN 特性を測定する必要がある。TST、富士山頂とも雲に覆われることが多く、雲生成過程の実験所として最適なプラットホームである。化学組成を表す吸湿パラメータ（k）の値は、富士山頂では約 0.4 であるのに対し、TST では約 0.2 であり、CCN として活性化しやすいことが示された [7)]。TST の 2016 年 6 月から 2020 年 12 月の長期観測の結果を表 1 にまとめた。期間中の平均値は 0.24 となり、富士山の結果より小さかった [8)]。

TST の κ の日変化を季節別に見ると、明け方から午前中に下がり始め、日中は低くなる。冬は他の季節と比べて日変化が遅くなった（図５）。この原因の 1 つとしてシーロメータの測定から推定した境界層高度の違いが示された [8]。境界層高度の違いは NOx 濃度において著しく、観測点が境界層に入ると高くなり境界層の上にあるときには低くなった。一方、SO_2 ではそのような傾向は見られなかった [9]。

$PM_{2.5}$ の化学組成から求めた k_{chem} と粒径分布から求めた k_{ccn} の日変化を比較すると、海塩を含まない k'_{chem} と k_{ccn} の日変化が似ている．このことから k_{ccn} には海塩よりも他の硝酸アンモニウム，硫酸アンモニウム，硫酸ナトリウム，元素状炭素，有機炭素の影響が大きいことが示唆された [8]．一方，OPC を用いた湿度実験では，南風が卓越するときに k の増加が見られ，海塩の影響と考えられた [10]。この違いは対象としている粒径が異なるためである。

表 1　各地の κ の値 [8]

気塊の由来、観測地	κ	
東京スカイツリー(SS0.2%)	0.24±0.17	
東京スカイツリー（春）	0.33±0.21	
東京スカイツリー（夏）	0.17±0.08	
東京スカイツリー（秋）	0.19±0.15	
東京スカイツリー（冬）	0.25±0.13	
東京スカイツリー（FT）	0.45±0.44	
東京スカイツリー（LC）	0.44±0.39	
Continental aerosols	0.3	(Andreae and Rosenfeld, 2008)
Maritime aerosols	0.7	(Andreae and Rosenfeld, 2008)
Jungfraujoch	0.34	(Jura'nyi et al.,2010)
富士山（FT）	0.56±0.40	（渡辺，2014）
富士山（PBL）	0.44±0.31	
東京スカイツリー(SS0.240%)	0.27±0.13	（前田，2016）

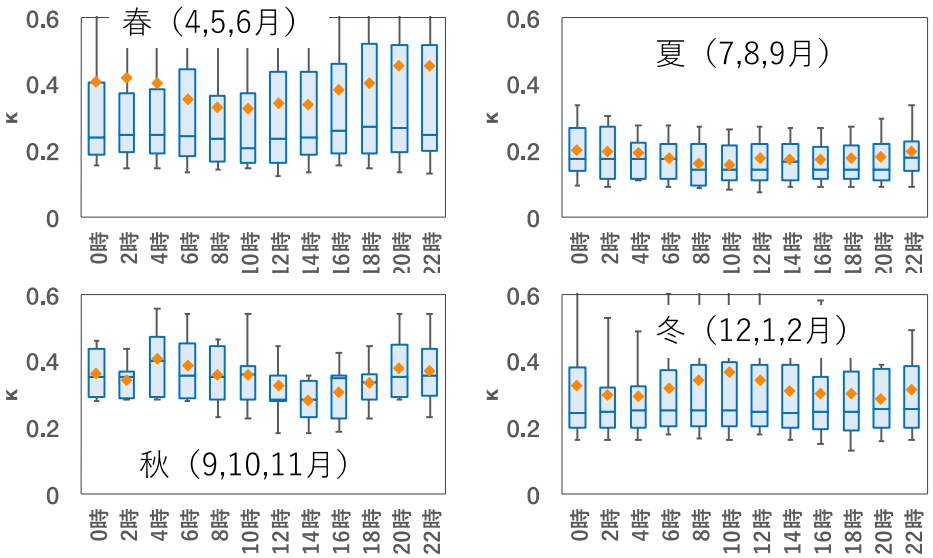


図 5　スカイツリーで測定した k の季節別日変化 [8]

富士山頂では CCNC を用いて 4 つの設定過飽和度（SS=0.08, 0.18, 0.31, 0.40%）で CCN を測定した。各設定過飽和度の CCN 数濃度と CD 数濃度の関係を調べた。CCN 数濃度よりも CD 数濃度が高い場合には、設定過飽和度が実大気中の過飽和度よりも低かったことを表している。逆に CCN 数濃度よりも CD 数濃度が低い場合には、設定過飽和度が実大気の過飽和度よりも高かったと考えられる。これらの結果から富士山頂における大気中の過飽和度は 0.18%前後だと推定された。

大気中の水蒸気量（雲水量；LWC）が一定の時、CCN 数濃度が高い程、CD 有効半径（R_{eff}）が小さくなることが予想される。多くの小さい CD からなる雲は少しの大きい CD からなる雲より散乱強度が強く雲としての寿命も長いので、雲の冷却効果が強くなると言われている（Twomey 効果）。このことが富士山頂でも成立するかどうかを確認するために、過飽和度 0.18%の時の CCN 数濃度と R_{eff}の関係を調べた（図６）。LWC の違いによりデータのマークを変えた。CCN 濃度が大きいほど R_{eff}が小さくなることと、LWC が少なくなるほど R_{eff}が小さくなることが確認できた。図６左には理論計算で求めた LWC=0.03mg/m^3 の時の関係を黒色線、0.3mg/m^3 の時の関係を橙色線で示した。この範囲内に相当する LWC の実測値（緑色）が含まれており、理論値と実測値がおおよそ一致することがわかった [11]。

TST では 4 つの設定過飽和度（SS=0.1, 0.2, 0.3, 0.4%）のうち SS=0.1%の時、一番よく一致した。山頂より過飽和度が小さいことを示している（図６右）[12]。

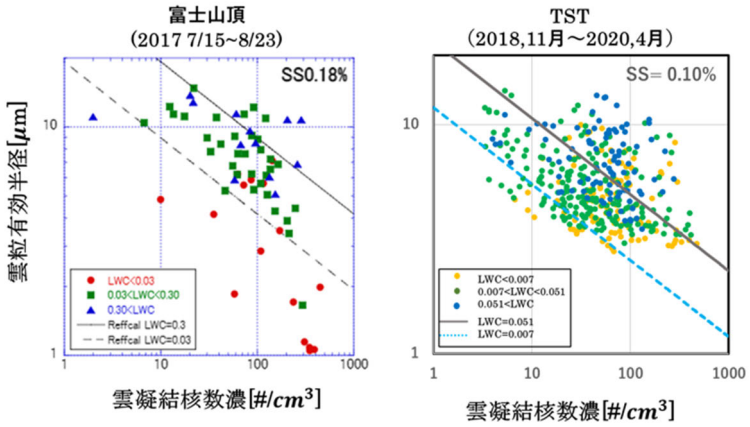


図 6　雲水量別 CCN 数濃度と CD 有効半径の関係
左：**富士山頂**、**右**：TST

4. 研究活動の展望

冷却効果のあるエアロゾル粒子の濃度は都市、山岳にかかわらず減少している。これが二酸化炭素などの温室効果ガスの温暖化にどのように影響するか検討しなくてはならない。また、富士山頂で新粒子生成イベントが頻繁に起こる原因については未だよくわからない。今後とも、粒子濃度のモニタリングが重要である。東京理科大学 1 号館屋上での観測は総研ウォーターフロンティア研究センターの併任教員として理工学部永野先生、京都大学矢吹先生（科研費基盤 B）と共同で行う。富士山関係の観測は NPO 富士山測候所を活用する会の富士山環境研究センターシニアリサーチフェローとして共同観測を行う。東京スカイツリーでの観測は防災科学研究所・広島大学、東京都環境研究所での観測は都環研・名古屋大学と共同で行う。

参考文献

１）大気科学研究部門第 5 回成果報告会講演予稿要旨集, 理科大学総合研究院大気科学研究部門, pp115, 2021
２）三浦和彦ら、 大気科学研究部門第 5 回成果報告会講演予稿要旨集, 53-57, 2021
３）五十嵐博己ら、大気科学研究部門第 4 回成果報告会要旨集, 68-71, 2020
４）杉本三咲ら、 大気科学研究部門第 5 回成果報告会要旨集, 106-107, 2021
５）木村 駿ら、 大気科学研究部門第 5 回成果報告会要旨集, 102-103, 2021
６）渡辺彩水ら、 山岳大気研究部門第 3 回成果報告会要旨集, 46-47, 2014

７）佐藤丈徳ら，　大気科学研究部門第 2 回成果報告会要旨集，59-60，2018
８）横山晶美ら，　大気科学研究部門第 5 回成果報告会要旨集，92-93，2021
９）三ツ木ももら，大気科学研究部門第 5 回成果報告会要旨集，114-115，2021
10）三浦嘉浩ら、　大気科学研究部門第 5 回成果報告会要旨集、112-113、2021
11）小菅愛加里ら、大気科学研究部門第 2 回成果報告会要旨集、77-78、2018
12）大矢哲平ら、　大気科学研究部門第 5 回成果報告会要旨集、98-99、2021

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文（査読あり）

1．Ueda, S., Y. Miki, H. Kato, K. Miura, H. Nakayama, H. Furutani and M. Uematsu, 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

2．Momoi, M., R. Kudo, K. Aoki, T. Mori, K. Miura, H. Okamoto, H. Irie, Y. Shoji, A. Uchiyama, O. Ijima, M. Takano, and T. Nakajima, Development of on-site self-calibration and retrieval methods for sky-radiometer observations of precipitable water vapor, Atmospheric Measurement Techniques, 13, 2635-2658, 2020

3．Yoshizue, M., F. Taketani, K. Adachi, Y. Iwamoto, Y. Tohjima, T. Mori, K. Miura, Detection of Aerosol Particles from Siberian Biomass Burning over the Western North Pacific, Atmosphere, 11, 1175; doi:10.3390/atmos11111175, 2020

4．Tobo, Y., Uetake, J., Matsui, H., Moteki, N., Uji, Y., Iwamoto, Y., Miura, K., Misumi, R., Seasonal trends of atmospheric ice nucleating particles over Tokyo, J. Geophys. Res. Atmos., 125, e2020JD033658, 2020

5．山脇拓実，大河内博，山本修司，山之越恵理，島田幸治郎，緒方裕子，勝見尚也，皆巳幸也，加藤俊吾，三浦和彦，戸田 敬，竹内政樹，小林 拓，土器屋由紀子，畠山史郎，富士山体を用いた夏季自由対流圏における雲水中揮発性有機化合物の観測，大気環境学会誌，55，191-203，2020

6．竹内政樹，並川 誠，岡本和将，小田達也，田中 遥，大河内博，戸田 敬，三浦和彦，田中秀治，富士山南東麓における水溶性酸性ガス及び粒子状物質に含まれる陰イオンのオンライン観測，分析化学，70，65-69，https://doi.org/10.2116/bunsekikagaku.70.65，2021

7．Kawano, K., R. Oda, A. Inagaki, M. Nakayoshi: Evaluation of Human Therma Comfort along a Marathon Course in Tokyo Metropolis, SOLA, 16, 192-197, 2020

8．Nojima, M., Behaviors of 2-(2-butoxyethoxy) ethanol (DEGBE) in vacuum electrostatic spraying state,J. Nanotechnology and Nano Science Research, 1(1) 1 (2021)

9．小野村史穂，堀田 滋，仲吉信人，二瓶泰雄，高解像度地上降雨データ取得に向けた移動観測手法の実験的検討，河川技術論文集，26，157-162，2020

10. Mori, T., et al., Changes in black carbon and PM2.5 in Tokyo in 2003-2017. PJA Ser.B, 96(3), 122-129, 2020.

11. Pokhrel, K. Aoki, et al., Alpine snowpit profiles of polar organic compounds from Mt. Tateyama central Japan: Atmospheric transport of organic pollutants with Asian dust, Atmospheric Environment, 244, 117923, 2021, https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117923.

12. Kita, K., Igarashi, Y., Kinase, T., Hayashi, N., Ishizuka, M., Adachi, K., Koitabashi, M., Sekiyama, T.T. and Onda, Y., Rain-induced bioecological resuspension of radiocaesium in a polluted forest in Japan, Scientific Reports, 10, 15330, 2020

13. Sugo, T., Hiroshi Okochi, R. Uchiyama, E. Yamanokoshi, H. Ogata, N. Katsumi, T. Nakano, The role of humic-like substances as atmospheric surfactants in the formation of summer-heavy rainfall in downtown Tokyo, City and Environment Interactions, 3, 100022, 2020

14. Osada, K., Measurement report: Short-term variation of ammonia concentration in an urban area: contributions of mist evaporation and emissions from a forest canopy with bird droppings, Atmos. Chem. Phys., 20, 11941-11954, 2020.

15. Misumi, R, et al., Modification of raindrop size distribution due to seeder-feeder interactions between stratiform precipitation and shallow convection observed by X-band polarimetric radar and optical disdrometer. Atospheric Science Letters, doi: 10.1002/asl.1034, 2021.

16. Adachi, K., et al., Compositions and mixing states of aerosol particles by aircraft observations in the Arctic springtime, 2018, Atmos. Chem. Phys., 21, 3607-3626, https://doi.org/10.5194/acp-21-3607-2021, 2021.
17. Kudo, R., et al., Optimal use of Prede POM sky radiometer for aerosol, water vapor, and ozone retrievals, Atmos. Meas. Tech., https://doi.org/10.5194/amt-2020-486 (Accepted).
18. 星 純也, 齊藤伸治: レボグルコサンと放射性炭素同位体比を用いた東京都内の大気有機粒子に対する野焼きの寄与推定, 大気環境学会誌, 55, 204-220, 2020.
19. Sakurai, T., Ito, M., Hanayama, S. : Development of air pollutants emission inventories for ships around Japan on a high geographical resolution, Asian Journal of Atmospheric Environment, 15 (1), https://doi.org/10.5572/ajae.2020.096, 2021.
20. 竹谷文一ら, “大気窒素化合物の日本海への沈着が表層クロロフィルａ濃度に及ぼす影響”、エアロゾル研究, 36, 46-54, 2021.
21. El-Aal, M.A., Seto, T. and Matsuki, A., The effects of operating parameters on the morphology, and the SERS of Cu NPs prepared by spark discharge deposition. Appl. Phys. A, 126, 572, 2020.

著書

１．小林 拓, 日本最高所の研究拠点, 松岡憲知, 泉山茂之, 楢本正明, 松本潔編, 山岳科学, 古今書院, 110-111, 2020.
２．藤田慎一, 三浦和彦, 大河内博, 速水 洋, 松田和秀, 櫻井達也, “越境大気汚染の物理と化学 2訂版”, 成山堂書店, pp294, 2021

招待講演

１．大河内博,「Recent research trends in airborne microplastics」, JpGU-AGU Joint meeting 2020, 7月16日, オンライン
２．岩本洋子, 第4回海洋化学奨励賞 (U40) 受賞記念講演「海洋大気エアロゾルの沈着・生成とその気候影響に関する研究」, 海洋化学研究所秋季講演会, 京都大学楽友会館, 2020.11.14.
３．Kunihisa, K., Matsuki, A., et al., Application of Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) on the atmospheric aerosol research, Seminar at School of Civil and Environmental Engineering, Pusan National University, Korea (2021.1.25)
４．Tobo, Y., Variability of aerosols related to cloud formation over the Svalbard region, 11th Ice Nucleation Colloquium, Zurich, Switzerland (online), 2021

広報

１．大河内博, BS日テレ「深層News」, 「プラスチックの雨が降る」, 2020/06/26
２．三隅良平, 日本テレビ「所さんの目がテン！」 (2020/7/19放送) .
３．三浦和彦, デーリー東北「旧富士山測候所が存続ピンチ」 (2020/8/6報道)
４．鴨川 仁, TBSテレビ「林先生の初耳学」 (2020/9/6放送)
５．五十嵐康人ほか, 福島民友新聞朝刊「4大学が発表 真菌類の胞子飛散 降雨後, セシウム濃度上昇」2020年9月30日報道
６．青木一真, KNBラジオ「でるラジゴールデン：山岳遭難から地球温暖化まで」, 2020/10/09放送

受賞

１．岩本洋子, 第4回海洋化学奨励賞(U40), 公益財団法人海洋化学研究所, 令和2年4月25日.
２．岩本洋子, 関根広貴, 齊藤伸治, 三浦和彦, 西川雅高, 永野勝裕, 長田和雄, 2020年度論文賞「光散乱式粒子計数器を用いたPM2.5吸湿特性の連続計測-2016年12月の高濃度事例を交えて-」, 日本エアロゾル学会、2020年8月28日
３．矢吹正教, 藤井一輝, 三浦和彦, 速水 洋, 2020年度井伊谷賞「大気エアロゾル立体観測のための車載型ライダーの開発」, 日本エアロゾル学会、2020年8月28日

4．五十嵐博己，森 樹大，三浦和彦，岩本洋子，和田龍一，加藤俊吾，大河内博，第 98 回研究発表会学生発表表彰「富士山頂における日中と夜間の新粒子生成イベントの長期観測」，日本大気電気学会，2021 年 1 月 8 日
5．藤川真智子「未来のリーダー達による国際海洋プラスチックごみに対する日 ASEAN 協力宣言」，起草学生への選出（英文エッセイ）および代読日本代表，2021/03/16，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 において雲凝結核特性の観測を継続し、吸湿パラメータの日変化を季節別に解析した。その結果、吸湿パラメータの値は明け方から午前中に下がり始め，日中は低くなった。特に冬は他の季節と比べて日変化が遅くなった。この原因の 1 つとして境界層高度の違いが示された。

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。

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。本年は特にエアロゾルの解析法への応用が期待される V-ESI 法における適切な溶媒(2-(2-ブトキシエトキシ)エタノール)の検討を行った。

小野村　史穂

「地上降水移動観測システムの開発」

局地的豪雨による水害が多発する中、正確な地上降水分布の把握が求められている。本研究では、比較的粗な地上降水データを補間する方法として、車両を用いた新たな移動観測手法の開発を行っている。2020 年度は小型の動体検知素子を降雨計測に応用し、定点観測及び移動観測において降雨の変動を的確に捉えていることを確認した。今後は，都市部や山岳域等における観測を目指し、センサの検証や実証実験を行っていく。

森　樹大

「北極域に沈着した黒色炭素粒子に関する研究」

太陽放射を強く吸収する黒色炭素粒子(BC 粒子)は、雪面に沈着すると雪氷面の反射率を下げ、北極圏の温暖化を促進させる。北極圏への気候影響を定量的に理解するため、水中の BC 質量濃度の絶対値を高精度に測定する手法を確立した。更にその手法を用いて、北極圏に沈着した BC 質量濃度の広域分布と北極圏の 2 地点での降水中 BC 質量濃度の季節変化を明らかにした。本結果により北極圏における BC 粒子の放射影響の適切な予測が期待できる。

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」

富山など日本各地において、エアロゾルの太陽放射観測等を行っている。これらの観測により越境大気汚染物質や黄砂現象など時間・空間的変動について研究を進めている。今年度は、新型コロナによる越境大気汚染の影響、夏の日射量減少によるエアロゾルの影響、西之島噴火による日本各地の噴煙の影響を観測した。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」

バイオエアロゾル（主に真菌類胞子）のフラックス評価のため、緩和渦集積法（Relaxed Eddy Accumulation Method, REA 法）による観測と森林内多層大気－植生－土壌モデル（SOLVEG）を用いた数値解析を行い、比較を試みた。質量フラックスは変動が大きかったが全般に正（平均値 2.0 $\pm 1.8\times10^{-2}$ μg $m^{-2}s^{-1}$）となり、Igarashi et al. (2019)の胞子個数フラックスから変換した質量フラックス 0.1-12$\times10^{-2}$ μg $m^{-2}s^{-1}$ とよく一致した。

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」

新型コロナウィルス感染拡大により富士山頂およびカンボジアでの大気観測が行えなかったが、夏季に富士山麓で山間部豪雨の観測、冬季にはドローンによる VOCs 観測に成功した。大気中マイクロプラスチックの粒径別採取を夏季と冬季に行い、富士山麓でも PET が多数存在していることを明らかにした。富士山頂および富士山麓における 2006 年から 2019 年までの長期トレンドを解明した。都市大気として、新宿で新たに大気中農薬の観測に取り組み分析手法を確立し、秋にはフェニトロチオンの観測に成功した。

長田　和雄

「都市域（名古屋・東京）および非都市域（鳥取・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を行った。立山において粒径別エアロゾル個数濃度の長期連続観測をおこなってきたが、2020 年 10 月をもって観測を停止した。また、名古屋におけるアンモニア観測の結果を活かして、エアロゾル粒子の pH の見積もりや、見積もり方法の改良に関する研究も行った。

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。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について、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解析を行った。氷晶核については、さらに未解明な点が多いが、冷却ステージ等を用いて氷晶核として有効に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」

EarthCARE 衛星搭載 MSI センサーの不具合を起因とする雲特性解析の推定精度についての調査を実施した。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 MSI センサーのデータ解析に供している。MSI センサーは設計精度が甘いため Smile effect と呼ばれる現象が発生してしまっている。雲特性推定における Smile effect の影響を定量化するために、放射伝達プログラムを使ったシミュレーションを行なった。

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」

前年度に引き続き、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。またデータの解析から、東京の下層雲における雲粒数濃度や雲粒有効半径が、エアロゾル数濃度にどの程度依存しているかを明らかにした。

浅野　比

「山口県山陽小野田市におけるエアロゾル無機イオン成分分析」

2013 年 3 月から、山口県山陽小野田市にてエアロゾルのサンプリングを行い、イオンクロマトグラフィーによる硫酸イオンなどの無機成分分析を実施してきた。現在まで継続した観測を行っており、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。

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、アマゾンや北極上空などの人為影響が少ない地域において採取した試料を用いて実験を行い、自然起源のエアロゾル粒子の長距離輸送に関するエアロゾル混合メカニズムを示した。その結果、ダスト粒子と海塩粒子の混合や、森林火災由来エアロゾル粒子のエイジングなどに関する知見が得られた。

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」

海洋に沈着する大気エアロゾルの施肥効果を明らかにするため、様々な場所で得られた大気エアロゾルに含まれる窒素やリンの動態を調査した。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。また、東広島における約 3 年の観測から、大気エアロゾル中のリン酸濃度について春に高く冬に低いという明瞭な季節変動を見出した。

加藤　俊吾

「大気中の微量な水素濃度の測定」

水素エネルギー利用の増加による大気質の変動に備えるため、都市大気中の水素濃度の測定を行った。水素・一酸化炭素の濃度変動は同様な挙動をすることが多く、濃度比がおおよそ一定になることから、おそらく車の排気ガスが主要な水素発生源であることが示された。水素濃度だけが高濃度となる場合は千葉方面・埼玉方面であることが多く、また揮発性有機化合物の測定結果と照らし合わせるとアルケン類と同期することが多く、化学工業地域からの影響を受けていることが推測された。

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

「雲・エアロゾルの地上リモートセンシング手法の開発」

雲・エアロゾルの大気放射収支への影響評価は、その多様性のため、観測、モデルともに不確定性が高い。本研究では、スカイラジオメータからエアロゾル組成を導出する手法、スカイラジオメータと全天カメラから不均質に分布した雲の光学的厚さの分布を導出する手法を開発した。感度実験や、他の地上・衛星観測手法との比較により、新しいエアロゾル組成、雲の光学的厚さの分布のプロダクトは、良好な結果であることが示された。

小林　拓

「山岳域における偏光 OPC による大気エアロゾル観測」

自由対流圏中の黄砂を直接観測するため、木曽駒ヶ岳千畳敷において偏光 OPC による連続観測を実施している。雲発生時に偏光 OPC が雲粒を測定してしまうため雲粒を測定したデータをスクリーニングする方法を検討した．雲粒測定時に粒径分布のモード径が大粒子側にシフトする性質を利用する方法を確立した。千畳敷では山谷風や極近傍の舞い上がりによる日変動がみられたため夜間データのみ使用しこの影響を取り除いた。月平均は春に高濃度となり、黄砂が多く飛来する期間とも一致した。年間通じての鉱物粒子の平均値は 5.25 μg/m^3 であった。

齊藤　伸治

「都内における $PM_{2.5}$ 中アミン類の特徴」

2020 年 4 月から 12 月にかけて東京湾沿岸部（江東区新砂）で採取した $PM_{2.5}$ 試料を用い、イオンクロマトグラフ法によりアミン類 （メチルアミン、ジメチルアミン,トリメチルアミン） の定量分析を行った。定期間における平均濃度ではジメチルアミンが最も高く、夏にピークを持つ季節変化を示した。また、7～8 月については,メチルアミンと硫酸イオンとの間に明瞭な相関関係が見られたことから、硫酸塩の形成が示唆された。

櫻井　達也

「都市部の大気汚染に対する発生源感度解析」

都市部のオゾンや $PM_{2.5}$ を対象に、前駆物質の各種発生源が持つ高濃度事象への感度解析に取り組んでいる。2020 年度は環境研究総合推進費 5-1802 の助成のもと船舶排出量データベースを構築し、その成果を論文として取りまとめた。また、オゾンゾンデ観測の結果や $PM_{2.5}$ に対するアンモニア排出量の感度解析の結果を取りまとめて、それらを論文として報告した。

竹谷　文一

「大気沈着の海洋表層生産力に及ぼす影響評価」

西部北太平洋上での大気物質の沈着による海洋表層生産力への影響を現場観測で把握するため、2021 年 2-3 月に研究船「みらい」で洋上観測を行った。西部北太平洋亜熱帯海域でドップラーレーダーを利用した降雨場所を予測し、降雨の有無の状況で表層海水および雨水の取得に成功した。取得した海水および雨水の窒素化合物およびリン酸、栄養塩分析に加え、降雨前後の表層海水の基礎生産力の測定を現在分析中である。

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」

能登半島で観測される新粒子生成の発生頻度には、近年の $PM_{2.5}$ やブラックカーボンの質量濃度に見られるような明確な減少傾向は見られなかった。能登では、春と秋に比較的高いイベント頻度が観測される傾向が見られた。特に秋季は夜間の割合が高く，春の日射とは異なる要因がトリガーになっている可能性が考えられる。日本海側特有の冬季季節風の始まる時季に相当し、イベント開始に先立つ降水イベントとの関連が指摘された。

和田　龍一

「富士山太郎坊における窒素酸化物の観測」

NO_2 濃度は一般に化学発光分析法により計測されるが、化学発光分析法では化学干渉が生じることから正確な NO_2 濃度の計測は難しい．そこで NO_2 を、選択的に LED 光を用いて NO に分解し，生成した NO を化学発光分析法にて計測する分析手法を検討し，富士山中腹の太郎坊観測所での大気計測への応用した．NO_2 光分解効率を，61.6±0.1%と得た．太郎坊観測所にて 2020 年 8 月より NO，NO_2，NO_y，NO_z 濃度の計測を開始した．今後季節変化に関する知見を得る

當房　豊

「東京スカイツリーでの氷晶核粒子の通年観測」

大気中における氷晶核粒子の存在は、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。本研究では，東京スカイツリーの観測所（高度 458m 地点）での通年観測で得られた氷晶核粒子のデータの解析を行ってきた。その結果、東京上空への黄砂の飛来や東京周辺の気象条件（特に相対湿度）の変化に応じて、氷晶核粒子の数濃度が明瞭な変動を示すことを明らかにした。

矢吹　正教

「車載ライダーによる都市大気エアロゾル空間分布の観測」

高層ビル街の中の精緻なエアロゾル空間分布を捉える近傍から観測可能な車載ライダーを構築し、都市域での検証観測を実施した。車載化にあたり、自動運転用の障害物検知ライダーを用いて陸橋などの道路横断物を通過する前に、大気計測用のレーザーを停止させる安全対策を講じた。東京で行った試験観測では、早朝のビル街内における地上付近のエアロゾルの不均一な空間分布や、湾から内陸にかけての境界層高度の変化を捉えた。

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

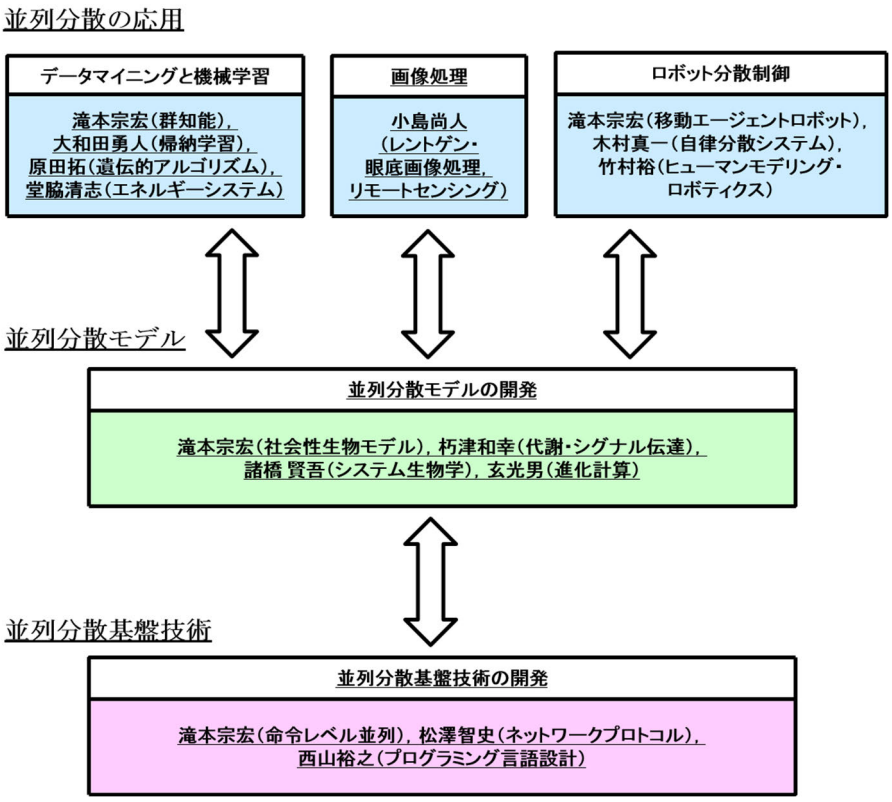


図１　超分散知能システム部門の構成

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 x 1, CPU : 6Core x 2) x 3, Pascal Titan X (GPU : Titan X, CPU : 6Core x 2) x 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

2020 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 2020 年度成果報告は、研究成果概要集（図 3）としてまとめた。

また、次の農林水産省および JRA のプロジェクトをとおして、オリジナルの論理型人工知能の性能を実証するとともに、その結果を用いたシステムを開発した。

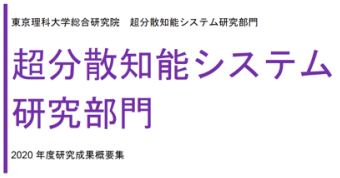


図 3　研究成果概要集

3. 1.「搾乳ロボットを用いた飼養高度化」（農林水産省）グループについて

牛乳の成分分析を自動的に行う搾乳ロボットを用いて、ホルモン値の推移から乳牛の発情期モデルを生成する。正確に発情期を予測することによって、乳牛を確実に妊娠させ、乳量の低減を防ぐことができる。発情期モデルの生成にオリジナルの論理型人工知能を用いている。

3. 2.「哺乳ロボットを用いた飼養高度化」（農林水産省）グループについて

個々の子牛に対して、特定の時間に特定の量を哺乳する哺乳ロボットの運用をとおして、適切な哺乳モデルを生成し、哺乳ロボットの適切な運用マニュアルを作成する。哺乳モデルの生成にはオリジナルの論理型人工知能を用いている。

3. 3.「ロボット・A.I.による放牧技術の開発」（農林水産省）グループについて

ドローンや行動把握センサを用いて、高度な牧草地・放牧管理技術を開発した。

3. 4.「哺乳子牛と搾乳牛のトレーサビリティの高度化」（JRA）グループについて

子牛から乳牛になるまでの、個体情報、生育情報、繁殖情報、生産乳量、疾病状況といった情報を、改竄が困難なブロックチェーン技術によって管理し、その情報を基に、オリジナルな論理型人工知能によって、子牛の将来の生産乳量を予見する。

4. 研究活動の展望

本研究部門から継続する次期研究部門では、本研究部門オリジナルの分散処理に基づく論理型人工知能を、細粒度の並列化によってさらに性能を向上させるとともに、パラメタに経験的な要素を必要とする深層学習を、数理的な立場から定式化し直し、高精度で安心安全な人工知能システムを実現する。さらに，システムから得られた結果を、データに対する統計分析によって妥当性を検証し、信頼性の高い結果を得る一連のビッグデータ処理手法を確立する。

5. むすび

超分散知能システム研究部門では、東京理科大学独自の人工知能システムを改良、拡張しながら、他の機械学習システムと組み合わせて、酪農、生命系、交通システム、災害避難といった現実的な問題に応用を試みてきた。その過程で、これらのシステムの性能を十分発揮し、有効に問題を解決するためには、従来の取組みでは限界があることも見えてきた。ビッグデータをより効率的に、より精密に処理し、新たな技術革新を生み出すためには、新しい理論に基づく人工知能を含むシステムの拡張を進めるとともに、入力データおよびシステムが加工したデータを、数理的に分析し、論理的な根拠を見出し、システムにフィードバックする必要がある。次期研究部門であるデジタルトランスフォーメーション研究部門では、これら新たに明らかになった問題に取り組んでいく予定である。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1. Impact of mammalian two-pore channel inhibitors on long-distance electrical signals in the Characean macroalga Nitellopsis obtusa and the early terrestrial liverwort Marchantia polymorpha. Koselski M, Pupkis V, Hashimoto K, Lapeikaite I, Hanaka A, Wasko P, Plukaite E, Kuchitsu K, Kisnieriene V, Trebacz K Plants 10(4), 647, 2021 （査読有）
2. 近赤外レーザー誘起表面変位顕微鏡の開発と生きた単一植物細胞表面の動的粘弾性計測への展開. 森作俊紀, 橋本研志, 朽津和幸, 由井宏治 Plant Morphology in press, 2021.（査読有）
3. An efficient direct screening system for microorganisms that activate plant immune responses based on plant-microbe interactions using cultured plant cells. Kurokawa M, Nakano M, Kitahata N, Kuchitsu K, Furuya T. Scientific Reports 11: 7396, 2021. （査読有）
4. Guidelines for the use and interpretation of assays for monitoring autophagy (4th edition). Klionsky DJ,..., Kuchitsu K,..., Tong C-K. Autophagy 17(1):1-382, 2021. （査読有）
5. Multicolour chemical imaging of plant tissues with hyperspectral stimulated Raman scattering microscopy. Iino T1, Hashimoto K1, Asai T, Kuchitsu K2, Ozeki Y2. Analyst 146, 1234-1238, 2020. 1co-first authors; 2co-corresponding authors（査読有）
6. Cell cycle-dependence of autophagic activity and inhibition of autophagosome formation at M phase in tobacco BY-2 cells. Hanamata S, Kurusu T, Kuchitsu K. International Journal of Molecular Sciences 21(23), 9166, 2020. （査読有）
7. Plasma Treatment Effect on the Paramagnetic Species of Barley Seed Radical's Intensity: an EPR study. Attri P, Anan T, Okumura T, Tanaka H, Yamashita D, Matsuo K, Itagaki N, Kamataki K, Koga K, Shiratani M, Kuchitsu K, Ishibashi Y. Plasma Medicine 10(3):159-168, 2020. （査読有）
8. Ultrastructural Characterization of Microlipophagy Induced by the Interaction of Vacuoles and Lipid Bodies Around Generative and Sperm Cells in Arabidopsis Pollen. Akita K, Takagi T, Kobayashi K, Kuchitsu K, Kuroiwa T, Nagata N. Protoplasma 258: 29-138, 2020. （査読有）
9. Deep Space In Situ Imaging Results of Commercial Off-the-Shelf Visual Monitoring System Aboard the Hayabusa2 Spacecraft, Shinichi Kimura, Hirotaka Sawada, Takanao Saiki, Yuya Mimasu, Kazunori Ogawa, Yuichi Tsuda, IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, Vol. 36, pp.16-23 (2021)
10. 10.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. Shirai, 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)
11. An LCA and energy analysis of a biomass integrated-pyrolysis gasification/SOFC system with H2S removal, Hiromu Sugihara, Mitsuo Kameyama and Kiyoshi Dowaki, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science Vol.460, 012013, 2020 （査読有）

12. Preparation, characterization, and desulfurization ability of bulk porous silica-supported ZnO, Ryohei Hayami, Masahiro Ohashi, Haruka Suzuki, Yohei Sato, Ibuki Saito, Satoru Tsukada, Kazuki Yamamoto, Kiyoshi Dowaki & Takahiro Gunji, Journal of Sol-Gel Science and Technology, Journal of Sol-Gel Science and Technology, volume 95, pp.482-491, 2020 （査読有）
13. Ammonia Adsorption Properties of Natural Soil Adsorbent for Biohydrogen Purification, Seiya KAKO, Masaya SUZUKI, Mitsuo KAMEYAMA, Yin LONG, Kiyoshi DOWAKI, Journal of the Japan Institute of Energy, Vol. 99 No.9, pp.136-142, 2020 （査読有）
14. An Environmental Analysis of Bio-H2 Production Introducing the 2-step PSA and Waste Heat Recovery, Haruka NAKAYAMA, Mitsuo KAMEYAMA, Yin LONG, Kiyoshi DOWAKI, Journal of the Japan Institute of Energy, Vol. 99 No.9, pp.129-135, 2020 （査読有）
15. Improvement of Power Capacity of Electric-Assisted Bicycles Using Fuel Cells with Metal Hydride, Chiharu Misaki, Daisuke Hara, Noboru Katayama and Kiyoshi Dowaki, Energies, 13(23), 6272(17 pages), 2020 （査読有）
16. Environmental Impacts of Fuel Cell Assisted Bicycles in a Sharing Scheme, Emi HOSOBUCHI, Chiharu MISAKI, Noboru KATAYAMA, Yin LONG, Kiyoshi DOWAKI, Journal of the Japan Institute of Energy, Vol. 99, No.11, pp.230-235, 2020 （査読有）
17. Exergy and Environmental Analysis of a Bio-Hydrogen Supply Chain Using Data Envelope Analysis, Sustainable Production, EcoDesign and Sustainability II, Sustainable Production, Daisuke Hara, Chiharu Misaki, Hiromu Sugihara, Seiya Kako, Noboru Katayama, and Kiyoshi Dowaki, Life Cycle Engineering and Management (e-Book), Chapter 35 Springer, pp.525-540, 2020 （査読有）
18. 同時多発型・異種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一提案、内田一鉱、小島尚人、土木学会論文集 F3（土木情報学）Vol.76、No.1、pp.42～52、2020 年 6 月（査読有）
19. 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外分類アルゴリズムの提案と実用化、渡邉大智、古木宏和、宗像 俊、小島尚人、土木学会論文集 F3（土木情報学）、Vol.77、No.2、pp.Ⅱ_1 ～Ⅱ_12、2021 年 3 月（査読有）
20. Atsushi kakida, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama: VR Sickness Detection based on Electroencephalogram and Heart Rate Data, Proceedings of the 26th International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB2021), 2021. 1. （査読有）
21. Ginpei Yahagi, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama: Prediction of Bovine Mastitis Considering Differences among Dairy Farms using Machine, Proceedings of the 26th International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB2021), 2021. 1. （査読有）
22. Distributed Deep Reinforcement Learning Method Using Profit Sharing for Learning Acceleration, Naoki Kodama, Taku Harada, Kazuteru Miyazaki, IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol.15, No.8, pp.1188-1196, 2020. (査読有)
23. Recurrent Neural Network Based Stock Price Prediction Using Multiple Stock Brands, Shota Rikukawa, Hiroki Mori, Taku Harada, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, Vol.16, No.3, pp.1093-1099, 2020. (査読有)
24. Kaiyu Suzuki, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi: Vector Quantization to Visualize the Detection Process, Agents and Multi-agent Systems: Proceedings of the 13th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, ICAART2021(SDMIS2021), Vol. 1, pp.553-561, Feb 2021.
25. Negishi, K., Morohashi, K.* (2021). Comprehensive transcriptional analysis reveals gene-specific transcriptional variations in a seed plant, Arabidopsis thaliana. The International Conference on Agents and Artificial Intelligence, (ICAART) 2021: 585-590. （査読有り）

26. Kurumisawa, K., Ishizuna, K., Matsuoka, J.-I., Ogawa, T., Morohashi, K., and Aono, T*. (2020). Intercellular and intracellular colonization of Azorhizobium caulinodans in Arabidopsis thaliana under nitrogen deficient conditions, Soil Science and Plant Nutrition 67:71-79. (査読有り)
27. Umeyama, M., Hirose, J., and Morohashi, K*. (2020) UMEPPI: An ultrasensitive detection method for protein- protein interaction. MicroPubl. Biol. 10.17912/micropub.biology.000309. (査読有り)
28. Umeyama, M., and Morohashi, K* (2020) Quantitative insight into the combinatorial interactions within MYBBHLH-WD complex in Arabidopsis thaliana. MicroPubl. Biol. 10.17912/micropub.biology.000293. (査読有り)
29. Okamoto, S., Negishi, K., Toyama, Y., Ushijima, T., and Morohashi, K*. (2020) Leaf trichome distribution pattern in Arabidopsis reveals gene expression variation associated with environmental adaptation. Plants 9:909. (査読有り)
30. "Hybrid multiobjective evolutionary algorithm with fast sampling strategy-based global search and route sequence difference-based local search for VRPTW", W. Zhang, D. Yang, G. Zhang and Mitsuo Gen, Expert Systems with Applications, vol.145, pp. 1-16, 2020. (doi.org/10.1016/j.eswa.2019.113151; 査読あり)
31. "Sustainable Closed-Loop Supply Chain Design Problem: A Hybrid Genetic Algorithm Approach", Y. Yun, A. Chuluunsukh, and Mitsuo Gen, Mathematics, vol.8, pp.1-18, 2020. (doi:10.3390/math8010084; 査読あり)
32. "Research on green closed-loop supply chain with the consideration of double subsidy in e-commerce environment", J. Guo, H. Yu and Mitsuo Gen, Computers & Industrial Engineering, vol.149, 106779, pp.1-11, 2020. (doi.org/10.1016/j.cie.2020.106779; 査読あり)
33. " Comparing various genetic algorithm approaches for multiple-choice multi-dimensional knapsack problem (mm-KP)", A. Syarif, D. Anggraini, K. Muludi, Wamiliana, Mitsuo Gen, Inter. J. Intelligent Engineering & Systems, vol. 13, no. 5, pp.455-462, 2020. (DOI: 10.22266/ijies2020.1031.40; 査読あり)
34. 名取隆廣, 大石佑哉, 築地原里樹, 竹村 裕, 相川直幸"広域放牧牛のための飼育モニタリングシステムの開発" IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems, Vol.141 No.3 pp.281-287, 2021.3 (査読有)
35. Kohei Akimoto, Reiichirou Ike, Kosuke Maeda, Naoki Hosokawa, Toshihiro Takamatsu, Kohei Soga, Hideo Yokota, Daiki Sato, Takeshi Kuwata, Hiroaki Ikematsu, Hiroshi Takemura "Hyperspectral Image based on Deep Neural Network for Tumor Lesion Classification" European Journal of Applied Sciences, Volume 9 No 1,February 2021,pp:273-281. (査読有)
36. Ryo Amma, Genki Hisano, Hiroto Murata, Matthew J. Major, Hiroshi Takemura, Hiroaki Hobara "Inter-limb weight transfer strategy during walking after unilateral transfemoral amputation" Scientific Reports 11, 4793, Feb.(2021). (査読有)
37. Sakata H, Hashizume S, Amma R, Hisano G, Murata H, Takemura H, Usui F, Hobara H "Anterior-posterior ground reaction forces across a range of running speeds in unilateral transfemoral amputees" Sports Biomechanics, Oct., 2020. (査読有)
38. A. Akagi, S. Tsuichihara, S. Kosugi, and H. Takemura, "Development of a Rehabilitation and Training Device Considering the Ankle Degree of Freedom" Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.32, No.3, pp.673-682, 2020. (査読有)
39. Takuya Fujinuma, Hiroshi Takemura, Shinichi Kosugi, Hiroaki Kurokawa, Yasuhito Tanaka and Satoki Tsuichihara, "Quantitative Evaluation Method For Tibiofibular Joint Alignment In Ankle Osteoarthritis Based On 3D Bone Size" Journal of Musculoskeletal Research, Vol.23,No.03,Sept., 2020. (査読有)
40. D. Sato, T. Takamatsu, M. Umezawa, Y. Kitagawa, K. Maeda, N. Hosokawa, K. Okubo, M. Kamimura, T. Kadota, T. Akimoto, T. Kinoshita, T. Yano, T. Kuwata, H. Ikematsu, H. Takemura, H. Yokota, K. Soga"Distinction of surgically resected gastrointestinal stromal tumor by near-infrared hyperspectral imaging", Scientific Reports, Oct., 2020. (査読有)

著書

1．Space Debris Mitigation based on Commercial Off-the-Shelf (COTS) Technologies(Chapter 5), Shinichi Kimura, Space Debris Peril : Pathways to Opportunities (CRC Press, Ed. Matteo Madi and Olga Sokolova), pp.115-134 (2020)
2．“Parallel Genetic Algorithms with GPU Computing”, J. Cheng, Mitsuo Gen, pp.69-93, In Industry 4.0 - Impact on Intelligent Logistics and Manufacturing (ISBN: 978-1-78985-453-4), 2020. (doi.org/10.5772/intechopen.89152; 査読あり)

招待講演

1．Long-distance signal transmission and morphogenesis in plants: roles of Ca^{2+} and reactive oxygen species. Kazuyuki Kuchitsu, Virtual QBIC Workshop 2020, on line, 2020.
2．近赤外レーザー誘起表面変位顕微鏡の開発と生きた植物細胞表面の動的粘弾性計測への展開. 森作俊紀, 橋本研志, 朽津和幸, 由井宏治, 日本植物学会第 84 回大会, on line, 2020.
3．Critical roles of autophagy in pollen maturation/tapetal programmed cell death and seed maturation/endosperm development in rice. Kazuyuki Kuchitsu オートファジー国際会議 ” AutophagyIsComingHome”, on line, 2020.
4．A proposal of assisted bicycle with a fuel cell battery fueling Bio-H2, Kiyoshi Dowaki, The International Conference of Biomass and Bioenergy 2020 (Online Plenary meeting), 2020
5．A proposal of Bio-H2 pathways through the position of “Technology Assessment, Kiyoshi Dowaki, The 9th Joint Conference on Renewable Energy and Nanotechnology (Online Plenary meeting), 2020
6．“Evolutionary Neural Network Structure Search for DNN Pruning and Features Separation”, Z. Wu, L. Lin, G. Gong, R. Xu, Mitsuo Gen, Y. Zhou, Inter. Conf. on Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO), Online presentation, July 8 - 12th, 2020; Proc. of GECCO, pp.157-158. (doi.org/10.1145/3377929.3389970; 査読あり)
7．“Advances in hybrid genetic algorithms with learning and GPU for scheduling problems: Brief survey and case study”, Mitsuo Gen, Invited Keynote talk, The 14th Inter. Conf. on Management Science and Engineering Management, Online presentation, July 30 - Aug. 1st, 2020; Mitsuo Gen, J. Cheng, K. Nitisiri & Hayato Ohwada, Online Presentation; Advances In Intelligent Systems Computing 1190, pp.322-339, Springer. (doi.org/10.1007/978-3-030-49829-0_24; 査読あり)
8．“Robust Optimizing a Multi-period Multi-objective Closed-Loop Supply Chain Network for Perishable Goods Using Hybrid Heuristic Algorithm Under Uncertainty”, Z. Sun, J. Guo, C. Liang, Mitsuo Gen, Inter. Conf. on Resource Sustainability: Sustainable Urbanisation in the BRI Era, Online presentation, Dec. 13-15th, 2020; Proc. of ICRS, pp.15-31. (doi.org/10.1007/978-981-15-9605-6_2; 査読あり)
9．“進化算法によるフレキシブル・ジョブショップスケジュールリング問題の最新状況とその事例研究”, 玄 光男, 林 林, 日本設備管理学会 知能技術応用研究会, 日本大学・生産工学部でのオンライン発表, 2020 年 11 月 30 日.
10．“Advances in Hybrid Evolutionary Algorithms for Fuzzy Flexible Job-shop Scheduling: State-of-the-Art Survey”, Mitsuo Gen, L. Lin and Hayato Ohwada, The 13th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, Online presentation, Feb. 4 - 6th, 2021; Proc. of AART, pp.562-573. (http://www.icaart.org; 査読あり)

特許

1．画像分析装置, 方法, 及びプログラム, 小島尚人, 渡辺大智, 特許第 6742036 号, 2020 年 7 月 30 日

広報

1．朽津和幸，持続可能な開発目標（SDGs）への取組として,「植物の生き方を理解し，21 世紀の食料･環境･エネルギーの危機に向き合う：食料･環境･エネルギー問題解決のヒントは、植物の生存システムに隠されている」，東京理科大学 SDGs 特設ページ，2020
2．日経サイエンス「Front Runner 挑む：木村真一：故障を織り込んだ発想で宇宙工学のエキスパートに」2020 年 2 月号
3．NHK コスミックフロント NEXT サイエンススタジアム 2020「宇宙アニメは実現する！？」2021 年 1 月 21 日 BS プレミアム
4．学研プラス「未来をつくる仕事図鑑:第１巻　楽しい世界をつくる（未来をつくる仕事図鑑)」

受賞

1．萩原雄樹、橋本研志、髙川智弘、井出寿美夏、朽津和幸,ベストイメージング賞,日本バイオイメージング学会，2020
2．Seiya Kako, Masaya Suzuki, Mitsuo Kameyama and Kiyoshi Dowaki, Best Paper 1st, The International Conference of Biomass and Bioenergy 2020, 2020
3．Hiromu Sugihara and Kiyoshi Dowaki, Best Paper 2nd, The International Conference of Biomass and Bioenergy 2020, 2020
4．松澤智史，田中 蘭，綿川日菜，小林正弘，中川智之，田畑耕治，敢闘賞，経営科学系研究部会連合協議会主催データ解析コンペティション(OR 部門)，Feb，2021.
5．鈴木海友，朝生 駿，田中 蘭，深井亮登，駒澤大夢，綿川日菜，村山紘一，中川智之，小林 正弘，田畑耕治，松澤智史，卓球部門優秀賞，第 10 回スポーツデータ解析コンペティション，日本統計学会スポーツ統計分科会，Mar，2021.
6．一般社団法人日本設備管理学会・論文賞：K. Nitisiri, Hayato Ohwada, & Mitsuo Gen: “Hybrid Genetic Algorithm with Auto-tuning Parameters and K-mean Clustering Strategy for Multimodal Optimization”, 設備管理，31 巻 3 号，pp.58-67，2019.
7．“Advancement Prize for MSEM”, Mitsuo Gen, J. Cheng, K. Nitisiri, & Hayato Ohwada; “Advances in hybrid genetic algorithms with learning and GPU for scheduling problems: Brief survey and case study”, The 14th Inter. Conf. on Mgmt. Sci. & Eng. Mgmt. (MSEM)”, July 31 - Aug. 1st, 2020, Chisinau, Moldova.

研究課題（研究者別）

朽津　和幸

「植物の迅速な長距離情報伝達系の分子メカニズムに関する研究」

植物は、傷害、病原体の感染、環境ストレスをはじめとする種々の刺激を感知すると、遠く離れた部位にシグナルを伝達し、全身的な応答を誘導する機構を備えている。被子植物は篩管を介して情報を伝達するが、導管や篩管を持たない苔類ゼニゴケも、カルシウムイオンを介した秒速1 mmを超える迅速な情報伝達系を持つことを発見した。可視化実験系を構築し、ゲノム編集法を用いて、分子メカニズムの解析を進めた。

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に搭載されたカメラは、2020年度に打ち上げられ、軌道上でチェックアウト中である。また、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に搭載されるカメラは、2021年度に打ち上げ予定である。

堂脇　清志

「バイオ水素製造における不純物除去ならびに運用特性に関する研究」

本研究においては、間接熱分解ガス化システムにより、バイオマス原料からの水素製造システムについて、産学連携により研究を実施している。ここでは、ライフサイクル工学の観点から、従来の金属系吸着材から天然資源である鹿沼土による硫化水素等の不純物の除去について吸着試験を行い、その結果から動的な吸着プロセスにおけるモデル化と実機（下水汚泥による実証プラント）との比較検討を行っている。

「水素吸蔵合金を利用した燃料電池アシスト自転車の開発研究」

本研究では、シャアリングサイクルで運用することを想定した水素吸蔵合金を利用した燃料電池アシスト自転車の開発を行っている。Li-ion電池を搭載したアシスト自転車による走行試験により、電力需要等に関するモデル化と、水素吸蔵合金に関して、吸蔵合金の脱着試験結果に基づくCFDモデル（動的流体モデル）によるモデル化により、その性能を把握している。なお来年度、プロトタイプのアシスト自転車の製作を行う予定としている。

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外分類画像の提案」

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、点検候補ランク付け精度の向上を目標とする。

「画像特徴領域内外分析支援システムの設計・開発」

本研究では、超高分解能画像、ハイパースペクトル画像、ドローン動画等を対象として、画像特徴領域内外の分析支援を担うシステムを設計・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。準リアルタイムでTFC画像を表示し、画像特徴領域内外のランク付け評価ができるシステムを設計･開発する。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。

「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。

西山　裕之

「高速論理型機械学習器に基づく哺乳子牛に対する要約情報作成支援に関する研究」

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、哺乳ロボットから得られた各種データを用いて、哺乳子牛の出荷時体重を基準とした論理型ルールの生成を昨年度までに実施した。本年度は得られた論理型ルールを新たな子牛に対して適用し、その育成状況を説明する要約情報を作成するシステムの作成に成功した。本研究では、実際の北海道の競り市においてシステムの実証実験を実施し、その有効性を確認した。

原田　拓

「深層強化学習の効率化に関する研究」

深層強化学習の課題として、多大な試行錯誤回数を要することが挙げられる。そのため、学習を効率化することは、深層強化学習の適用領域を広げるために非常に重要である。そこで、深層強化学習の高速化に関する研究を行っている。本研究では、Profit Sharing という代表的な強化学習手法に着目し、この Profit Sharing の特徴を活かしながら深層強化学習の高速化を実現するためのアルゴリズムを設計した。

松澤 智史

「高速論理型機械学習器に基づく哺乳子牛に対する要約情報作成支援に関する研究」

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

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クス解析技術の開発を含め、植物免疫活性化剤によって誘起される動的遺伝子制御ネットワークの解明および遺伝子発現ばらつき制御機構の解明を行いました。修士学生による研究成果を国際学会において発表いたしました。

「深層学習におけるデータ表現の研究」

近年，様々な分野で高い分類精度を出す深層学習において、深層学習向きのデータの特徴の分析，学習における中間表現の分析を行うことによって、深層学習に適した学習データの生成やその選択方法の知見を得る。また、より精度を高めるニューラルネットワークの構築を目指す。

玄　光男

「フレキシブル・ジョブショップ・スケジューリング問題(FJSP)の調査分析報告」

半導体素子、液晶ディスプレイデバイス(TFT LCD)、ハードディスクデバイス(HDD)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、各素子には所定の処理時間制約内で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。一般に半導体各種デバイスの最適生産スケジューリング問題は大規模な混合整数計画(MIP: 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では数分間の計算時間内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(Flexible Job-shop Scheduling Problem)を効率よく解く事ができるハイブリッド型進化計算法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誌に掲載したが、今年度は研究会や国際会議で共同研究の調査分析を発表した(講演-[4, 5])。

「分散型進化計算と機械学習ベースの最適化アルゴリズム」

従来のパソコンシステムの実行処理を高速化するためにアドオン方式でグラフィック処理ユニット GPU を追加した PC システムが普及している。他方、パネルやハードディスク等の半導体デバイス生産システム等では大量・高速な生産データをリアルタイムベースで対処しており、時間制約内に所定処理を実施しないと不良品となり、そこで高速処理が可能な並列分散型のアルゴリズムによる高性能計算法の開発が要求されでいる。今年度は、GPU ユニットの環境下で高性能な並列型遺伝的アルゴリズム(PGA)の開発状況を紹介した(著書・章-[1])。また、GPU ユニット下で高速処理を実現すべく機械学習の機能を突然変異ルーチンに組み込んだ並列多目的進化アルゴリズムの応用研究例として列車スケジューリング問題を取り上げ、従来の多目的進化アルゴリズム SPEA2 や NSGA II 等と比較実験を行い、有効性を実証した(講演-[2])。更に、最近注目を集めている深層ニューラルネットワーク(DNN)における対象画像の特徴分離や剪定処理問題に進化アルゴリズムによる構造探索法を提案し、マルチカテゴリ分類のデータセット C10 と C100 に応用し、分類精度が-1～+1%内の実験結果を得る事ができ、今後は生産パターン認識手法へ発展させる事である(講演-[1])。

「実時間ベースの配送時間制約付き最適配車計画問題のハイブリッド型進化アルゴリズム開発」

最適配車計画問題(VRP)は巡回セールスマン問題(TSP)と同様に NP 困難な典型的組合せ最適化モデルであり、VRPTW モデルは各配送先の配送時間制約を伴う最適配車計画問題である。この VRPTW での第 1 の目的関数は総配車数を最小化し、第 2 の目的関数は総待ち時間を最小化する多目的関数最適化問題である。筆者らが開発した従来のハイブリッド型多目的進化アルゴリズム(HMoEA-HSS; Zhang-Gen-Jo 2014、 J. of Intelligent Manufacturing)に、 高速サンプリング法ベースのグローバル探査(FSS-GS)とルート順列差異ベースのロカール探索(RSD-LS)を組み込んだ最適化アルゴリズム(HMoEA-GL)を提案し、従来の多目的進化アルゴリズム(NSGA-II, SPEA2, MOEA/D)とVRPTWの12 ベンチマーク Solomon で比較実験を行った。定量的な評価尺度(GD, IGD, HV, Spacing, Spread)を 12 ベンチマークでそれぞれの数値実験の結果, 提案したハイブリッド型多目的進化アルゴリズム(HMoEA-GL)が従来の各手法よりも優れている事を報告した(文献-[1])。

「物流配送とリバース・ロジスティクス問題への応用研究」

近年、環境保護・企業価値創出・競争力を高めるための再利用や持続可能性を目標としたリバース・ロジスティクス問題への先端的進化技術の活用が求められれている。すなわち、再使用・再生産・リサイクルのモデルを統合したリバース・ロジスティクスが、持続可能な開発目標(SDG)の事例研究として注目されている事から、ハイブリッド型遺伝的アルゴリズム(HGA)や粒子群最適化(PSO)をベースにした先端的進化算法を活用した共同事例研究として、2 件の研究論文を国際誌に掲載した(文献-[2, 3]). 文献-[2]はハイブリッド型遺伝的アルゴリズムを活用した持続可能な閉ループ型サプライチェーン(SCLSC)の最適設計に関する研究であり、文献-[2]は遺伝的アルゴリズムと PSO を活用したグリーン型サプライチェーンの e コマース(電子商取引)システムの最適設計に関する研究である。更に、講演-[3]は不確定要素を伴う生鮮品に関する多期間の閉ループ型サプライチェーン(SCLSC)の最適設計に関する問題に遺伝的アルゴリズムと PSO ベースにしたロバスト最適化モデルの設計に関する事例研究の発表である。

竹村　裕

「広域放牧牛のための飼育モニタリング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広大な土地で放牧されている牛の活動量や位置を収集するシステムを開発した。開発したシステムは、(i)GPS モジュールと加速度センサで構成される「牛センサ」と、(ii)無線モジュールと太陽電池で構成される「データ転送システム」である。牛センサを放牧牛に装着し、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。

滝本　宗宏

「帰納論理プログラミングの GPU 並列化に関する研究」

帰納論理プログラミング（ILP）は，その処理の複雑さから GPU 上で並列に実行するのは難しかった。本研究では、ILP の正例の被覆度合いを計算する際の論理計算を、表同士の関係演算処理に変換し、SQL のプログラムを生成することによって、GPU 用の SQL エンジン上で動作させる。さらに、SQL に対して GPU 上特有の最適化を適用することによって、さらに高速な実行を実現することを目指す。

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。2020 年度は、オンラインによる第 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」、「BIRD 脳科学セミナー」（部門セミナー、2 回）、および脳科学特別研究セミナーの開催を行った。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、活発に部門活動も行った。また，本部門は最終年度となるため、第 3 回アドバイザリー委員会を開催し、部門の評価と今後の対応などについて検討した。

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，鯉沼真吾）、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16 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 18 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

2020 年度は、「公開シンポジウムー脳の理科（サイエンス）～脳の謎に挑む」、「BIRD 脳科学セミナー」（部門セミナー）、「脳科学特別研究セミナー」などの開催や，グループ内での勉強会なども通して、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、自閉スペクトラム症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。

2020 年度には，CAPS1 による海馬記憶回路におけるシナプス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、プロオピオメラノコルチン分泌と摂食行動，および膵液分泌制御における機能を明らかとしてきた。また、恐怖記憶の形成における神経細胞の活動状態と記憶担当細胞との関連性，および味覚嫌悪学習における味覚皮質と偏桃体の間の相互作用について明らかにした。 斎藤と山田は、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。2020 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 KNT-127 が、扁桃体のδオピオイド受容体を介して恐怖記憶の消去学習を促進することを明らかにした。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明らかにし、特許を申請するに至った。さらにこの結果をもとに、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。加えて、既存のδ受容体作動薬 SNC80 で問題となっていた痙攣誘発作用には海馬 CA3 領域が関与すること、そして KNT-127 は海馬誘発性痙攣を起こさないことを報告した。 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。2020 年度は、抗うつ治療による海馬での特定の遺伝子変化に着目し、海馬での遺伝子ノックダウンにより神経新生が制御されるとともに、不安行動に影響を及ぼすことを見出した。 中村と鯉沼は、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。 西山と秦野は、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。浦川と荒木らは、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。これら一連の研究では、従来の曖昧画像認知の研究では光が当たってこなかった視覚ミスマッチ処理に着目することにより、これまでになかった曖昧認知に関わる脳情報処理を提案できた。 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

１）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」の開催
12 月 12 日　オンライン開催
・学生を含む若手の口頭発表： 18 題
・参加者：81 名、うち学内 75 名、学外 6 名
・優秀賞（優れた研究内容及びプレゼンを表彰）：3 名
以上、部門メンバーの研究室における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。

２）「BIRD 脳科学セミナー」（部門セミナー）の開催
・第 26 回（2020/11/09）宮坂知宏先生（同志社大学 生命医科学部 医生命システム学科・准教授）
「正常タウの解析から認知症脳におけるタウの異常性を考える」（オンライン開催）
参加者：43 名（学内 44 名，学外 1 名）
・第 27 回（2021/01/12）梅田知宙先生（大阪市立大学 大学院医学研究科 認知症病態学 助教）
「認知症モデルマウスの作製と高認知症薬の開発」（オンライン開催）
参加者：26 名（学内 25 名，学外 1 名）
※脳神経関連分野で活躍する 2 名の研究者を招へいし、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。

３）脳学際研究部門 脳科学特別研究セミナー「脳科学研究の社会貢献・応用の取り組み事例を知る」の開催（協催：ニューロインフォマティクス-ニューロテクノロジー研究会）
12 月 10 日　オンライン開催
・講演１：萩原一平先生（一般社団法人応用脳科学コンソーシアム理事・事務局長）
「脳科学の産業応用を目指す一般社団法人応用脳科学コンソーシアムについて～産学連携による脳科学と人工知能の融合による脳融合型 AI の研究開発～」
・講演２：山川　宏先生（特定非営利活動法人全脳アーキテクチャ・イニシアティブ）
「脳型人工知能の開発を支える脳参照アーキテクチャ（BRA）の構築」
・参加者：44 名（学内 18 名，学外 26 名）

４）第 3 回アドバイザリー委員会
10 月 12 日　オンライン開催
3 名の学外有識者委員，2 名の学内委員による部門活動の審査とアドバイスを受けた。おおむね良好の評価結果ではあったが、改善すべき点を含めて、部門活動の方針と計画を再考して、さらに部門活動の強化を目指した。

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。

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」

（2016～2017 年度採択）
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。その後も本連携研究は継続しており、2020 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、認知および情動機能の基盤となる神経活動様式を明らかとするため、自由行動下で海馬、および大脳皮質の神経活動を解析する手法を構築した。神経活動を可視化するため、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マウス頭部に設置可能な脳内視微小顕微鏡で検出した。味覚嫌悪学習および没頭的な穴掘り行動中の細胞群の神経活動を解析した。

【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今後も目指す。

5. むすび

本部門は、理科大ならではの脳神経研究を発展させるため、3 つの連携研究の推進と個別の独創的な研究を統合させて、「脳と神経情報・システムの研究開発拠点」の構築をめざして活動してきた。最終年度となり、今後とも理工系の学際的な総合力とシナジー効果を追究し、医学部や病院などの臨床機関とも連携することで、学内の脳科学、神経科学の研究基盤をさらに充実・発展させると共に、次世代の人材育成のための教育も実践する。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1. Sugimoto H., Horii T., Hirota JN., Sano Y., Shinoda Y., Konno A., Hirai H., Ishizaki Y., Hirase H., Hatada I., Furuichi T., Sadakata T. The Ser19Stop single nucleotide polymorphism (SNP) of human PHYHIPL affects the cerebellum in mice. Molecular Brain 14(1):52, 2021（査読有）.
2. Mizuno S., Hirota J., Ishii C., Iwasaki H., Sano Y., Furuichi T. Comprehensive profiling of gene expression in the cerebral cortex and striatum of BTBRTF/ArtRbrc mice compared to C57BL/6J mice. Frontier in Cellular Neuroscience. 14: 595607, 2020（査読有）.
3. Fujima S., Amemiya N., Arima T., Sano Y., Furuichi T. CAPS2 deficiency induces proopiomelanocortin accumulation in pituitary and affects food intake behavior in mice. Neuroscience Letters, 738: 135335, 2020（査読有）.
4. Abe K., Kuroda M., Narumi Y., Kobayashi Y., Itohara S., Furuichi T., Sano Y. Cortico-amygdala interaction determines the insular cortical neurons involved in taste memory retrieval. Molecular Brain, 13:107, 2020（査読有）.
5. Shibano N., Yamazaki M., Arima T., Abe K., Kuroda M., Kobayashi Y., Itohara S., Furuichi T., Sano Y. Excitation of prefrontal cortical neurons during conditioning enhances fear memory formation. Scientific Reports, 10(1):8613, 2020（査読有）.
6. Nagase H, Saitoh A. Research and development of κ opioid receptor agonists and δ opioid receptor agonists. Pharmacol. Ther. 205:107427, 2020.（査読有）
7. Takahashi J, Yamada D, Ueta Y, Iwai T, Koga E, Tanabe M, Oka JI, Saitoh A. Oxytocin reverses Aβ-induced impairment of hippocampal synaptic plasticity in mice. Biochem. Biophys. Res. Commun. 528(1):174-178, 2020.（査読有）
8. Fujii H, Uchida Y, Shibasaki M, Nishida M, Yoshioka T, Kobayashi R, Honjo A, Itoh K, Yamada D, Hirayama S, Saitoh A. Discovery of δ opioid receptor full agonists lacking a basic nitrogen atom and their antidepressant-like effects. Bioorg. Med. Chem. Lett. 30(12):127176, 2020.（査読有）
9. Sakamoto K, Yamada D, Yamanaka N, Nishida M, Iio K, Nagase H, Saitoh A. A selective delta opioid receptor agonist SNC80, but not KNT-127, induced tremor-like behaviors via hippocampal glutamatergic system in mice. Brain Res. 1757:147297, 2021.（査読有）
10. Kobayashi K, Mikahara Y, Murata Y, Morita D, Matsuura S, Segi-Nishida E, Suzuki H. Predominant Role of Serotonin at the Hippocampal Mossy Fiber Synapse with Redundant Monoaminergic Modulation. iScience. 23(4): 101025. 2020. doi: 10.1016/j.isci.2020.101025.（査読有）
11. Hohjoh H, Horikawa I, Nakagawa K, Segi-Nishida E, Hasegawa H. Induced mRNA expression of matrix metalloproteinases Mmp-3, Mmp-12, and Mmp-13 in the infarct cerebral cortex of photothrombosis model mice. Neurosci. Lett. 739:135406. 2020.（査読有）
12. Takefusa, M., Kubo, Y., Ohno, M. and Segi-Nishida E. Electroconvulsive seizures lead to lipolytic-induced gene expression changes in mediobasal hypothalamus and decreased white adipose tissue mass. Neuropsychopharmacol Rep. 2021.（査読有）
13. Koinuma S., Negishi R., Nomura R., Sato K., Kojima T., Nishida-Segi E., Goitsuka R., Iwakura Y., Wada N., Koriyama Y., Kiryu-Seo S., Kiyama H., Nakamura T. TC10, a Rho family GTPase, is required for efficient axon regeneration in a neuron-autonomous manner. J. Neurochem., 2020 in press（査読有）.
14. Nakamura T., Koinuma S. TC10 as an essential molecule in axon regeneration through membrane supply and microtubule stabilization. Neural Reg. Res. 2020 in press（査読有）.
15. Hironaga N., Takei Y., Mitsudo T., Kimura T., Hirano Y. Prospects for Future Methodological Development and Application of Magnetoencephalography Devices in Psychiatry. Frontiers in Psychiatry, 11:863, 2020（査読有）.

16. Araki O., Tsuruoka Y., Urakawa T. A neural network model for exogenous perceptual alternations of the Necker cube. Cogn Neurodyn, 14(2):229-237, 2020 (査読有)
17. Hata K., Araki O., Yokoi O., Kusakabe T., Yamamoto Y., Ito S., Nikuni T. Multicoding in neural information transfer suggested by mathematical analysis of the frequency-dependent synaptic plasticity in vivo. Scientific Reports, 10:13974, 2020 (査読有)
18. Araki O., Nakahama Y., Urakawa T. Spatial synaptic modulation through IP3 diffusion triggered by ECB: A computational study with an astrocyte-neurons model. Cogn Neurodyn, in press (査読有)

著書

1．Kojima M., Ishii C., Sano Y., Mizui T., Furuichi T. Journey of brain-derived neurotrophic factor: from intracellular trafficking to secretion. Cell and Tissue Research 382:1256-134, 2020. (査読有)
2．古市貞一(分担執筆)「動物の事典」 末光隆志 (総編集) 第7章7.5.5～7.5.6項, 2020, 朝倉書店

招待講演

1．δオピオイド神経系による情動行動修飾の神経回路メカニズム, 山田大輔, 斎藤顕宜　第30回神経行動薬理若手研究者の集い　シンポジウム 1　恐怖記憶の制御機構を理解する新たな脳内システム, 北海道 (オンライン開催), 2021年3月7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」

神経伝達物質や神経ペプチドなどの放出を制御する CAPS タンパク質の神経機能を解析した。前脳特異的な CAPS1 cKO マウスを作出し、CAPS1 が、海馬シナプス伝達と長期増強(LTP)に重要で、海馬依存的な学習行動に必須であることを示唆した。また、オキシトシン神経に特異的な CAPS2 cKO マウスを作出し、CAPS2 が社会性神経ペプチド・オキシトシンの分泌制御に関連し、オキシトシン依存性の社会的相互行動に寄与することを示唆した。さらに CAPS2 がプロオピオメラノコルチン(POMC)の分泌制御にも関連し、摂食行動に寄与することも示唆した。

斎藤　顯宜、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、鯉沼　真吾

「神経変性疾患の発症に関わる traffic jam での Rab 分子の局在・活性の制御の研究」

神経軸索での traffic jam は神経変性疾患の発症に関わる。Rab7 は分解経路制御のキー分子であることから、traffic jam が起きる状況において Rab7 の局在と活性の異常を検索する系を立ち上げた。本年度はベータアミロイドの取り込みで働くマクロピノサイトーシスの系をモデルとして用いた。定常状態の COS-7 細胞では、GDP 結合型 Rab7 が細胞質だけでなく小胞膜（大部分が初期エンドソームの膜）にも存在する。マクロピノサイトーシスを誘導した系では、Rab7-GDP は初期エンドソーム状態のマクロピノソームにリクルートされた。マクロピノソームが成熟する過程で活性型 Rab5 から活性型 Rab7 へのスイッチングが起きる必要がある。したがって初期エンドソーム状態のマクロピノソームに Rab7-GDP を持ってきておくことで、速やかなスイッチングが可能になると考えている。

西山　裕之、秦野　亮

「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」

うつ治療標的としての海馬神経の機能調節と治療抵抗性の要因探索を明らかにすることを目的とした。うつ治療で発現が減少するNT-3,Calbindinに着目し、海馬での発現をノックダウンした時の海馬の神経新生の変化と発現変化について明らかにした。これら成果を第５０回日本神経薬理学会年会シンポジウムや*Neuropsychopharmacol Rep.*（2021）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、アルツハイマー型認知症のモデルマウスを用いて想起中の神経活動の低下が軽度の学習障害を引き起こすことを示唆した。さらに、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。そして、負の情動による不安様行動が末梢臓器の障害により引き起こされる可能性を見いだした。また、マウスで見られる没頭的な穴掘り行動の分子、細胞基盤を明らかとした。

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

「上肢の運動連携を支える神経機能の神経生理学的指標の特性調査」

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。肘関節の運動が特定の手内筋の皮質脊髄路興奮性を時間特異的に抑制することを確認し、さらにその抑制性作用は肘関節屈曲の主動筋(上腕二頭筋)を疲労させると脱抑制することを確認した。疲労時の運動精度の低下が末梢の疲労以外に、中枢性の疲労も関与することが示唆された。

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（2020 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、552 編の査読つき論文、639 編の査読なし論文を著し、23 件の特許出願と 99 件の論文賞等を受賞した（2006 年～2021 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～2021 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、2020 年 11 月 20 日（月）にオンライン開催された総合研究院フォーラム 2020 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、2021 年 3 月 5 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オンラインにて 2 年ぶりに開催し、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 7 件にくわえ、初めての試みとして学生プレゼンテーションをショットガン形式で行い、優秀な発表を表彰した。部門最終年度ではあるものの、このような新しい取り組みを取り入れ、学生の啓発を行い、部門メンバーの交流をさらに促し、今後の研究課題を発掘した。以上のことから、今後のこの分野の発展と次代への橋渡しにつながる有意義な報告会を行えたといえる。

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）。

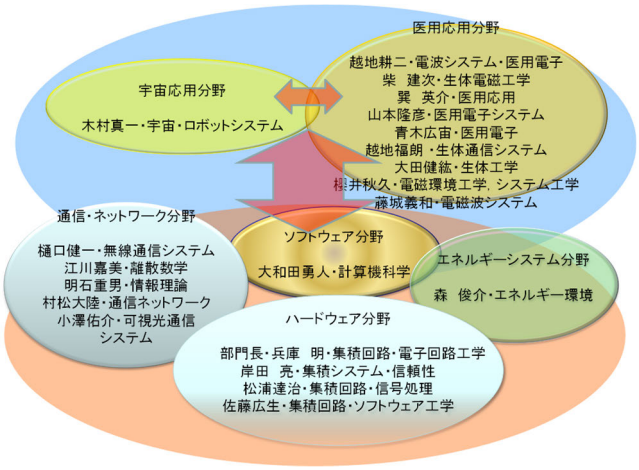


図 1　インテリジェントシステム部門の構成

当部門は、2020 年度は本学の教員 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 10 fA 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 0.04 dB（300 kHz～6 GHz）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)。

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

図３　ベクトル信号発生器 E8267D

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

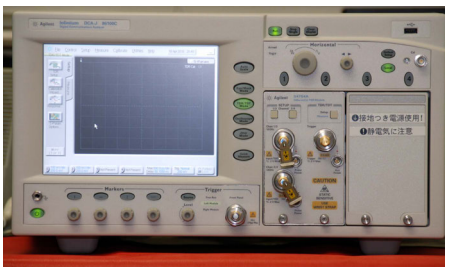


図４　オシロスコープ（TDR 機能付き）
86100C/54754A

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、2020 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の一部を切断した外周２回巻き８の字形コイルの設計
3．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
4．実験用小動物に対する磁界曝露の影響調査
5．実験動物用光刺激装置に対するワイヤレス電力伝送システムに関する検討
6．マイクロ波帯における温度特性を模擬した肝臓等価ファントムの試作

3. 2. 兵庫・岸田・松浦グループについて

1．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
2．三進 SAR ADC を用いた Flash-SAR ADC アーキテクチャの提案
3．エナジーハーベスティング向け低電圧 DC-DC 昇圧コンバータの素子数の削減
4．Correlated Level Shifting 技術による離散時間二次ΔΣA/D 変換器の SQNR 改善
5．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 降圧コンバータのアンダーシュート低減に関する研究
6．携帯機器向け昇降圧型コンバータにおける電流センシング回路の追加によるモード移行の改善
7．Current-Bleeding に Derivative Superposition を用いた高線形ミキサの提案
8．２つのスイッチとコンデンサを追加することによるスタック型ハーフブリッジコンバータの入力電圧範囲の拡大に関する研究
9．ヒステリシス制御 DC-DC 降圧コンバータにおけるスイッチングノイズ低減に関する研究
10. 演算増幅器における出力電圧の微小振幅変動の測定手法に関する研究
11. バックコンバータ制御による単相無停電電源装置のスイッチング損失低減に関する研究
12. 初期しきい値の異なる MOSFET で構成したリングオシレータの測定結果によるしきい値の経年劣化に関する検討
13. スイッチトカレント積分器におけるカスコードカレントミラー接続による精度向上に関する検討
14. MATLAB による ZoomADC の適切なオーバーレンジ係数の推定
15. 電流源を用いたランダムテレグラフノイズのモデル化
16. 二段増幅回路による超広帯域 LNA の低利得偏差に関する研究
17. 省面積型逐次比較型 A/D 変換器である C-C SAR-ADC の省面積化

3. 3. 木村グループについて

1．宇宙ゴミの除去に関して 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）搭載カメラを完成させ、日本時間 3 月 22 日にカザフスタンバイコヌール宇宙基地から打ち上げられた。現在、軌道上において順調にチェックアウトを実施している。
2．Sirin Orbital Systems の Dr. Madi 及びニコン株式会社と共同で、ヨーロッパ宇宙機関（ESA）の研究開発プログラム Open Space Innovation Platform (OSIP)に「Intelligent Space Camera based on COTS Autonomous Visula Guidance & Navigation System for ADR satellites」と言うタイトルで共同提案し、採択された。

3. 4. 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．チャネル復号前情報と再送パケットの非直交多重を用いた低遅延高効率ハイブリッド ARQ 法の検討
3．機械学習を用いた ACK/NAK フィードバックだけに基づく適応リンク制御の検討
4．超多数同時接続実現に向けた NOMA に基づくマルチパケット受信を実現するランダムアクセスの検討
5．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
6．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
7．生体電磁応答に基づく非侵襲血糖値推定法の検討。

3. 5. 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周波化と電磁生体影響解析
2．空心偏平型経皮エネルギー伝送システムから発生する電磁妨害波の抑制
3．空心偏平型経皮エネルギー伝送システムの漏れ電流の測定
4．空心偏平型経皮エネルギー伝送システムの補償回路の設計・試作

3. 6. 森グループについて

1．社会の情報化と家庭／産業／通信トラヒックの変化の分析

3. 7. 越地（福）グループについて

1．腕部上に配置するウェアラブルスパイラルコイルを用いたボディエリアネットワークの伝送特性
2．人体通信用ウェアラブル単一電極が生体内部および周囲につくる電磁界分布の解析
3．衣服に装着された広帯域半円台形不平衡ダイポールアンテナの変形に対する VSWR 特性
4．UWB 用広帯域円偏波不平衡ダイポールアンテナの検討
5．複数阻止帯域を有する広帯域半円台形不平衡ダイポールアンテナの検討
6．透明導電膜を利用するモノポールアンテナの放射効率の解析

3. 8. 大田グループについて

1．1.フルート吹奏時の唇の計測による唇の形状が吹奏音に与える影響の検討
2．口部特徴点に基づいた深層学習による無発声単語認識
3．実環境下における室内の環境音の認識
4．ギターのストローク演奏における上腕及び前腕の筋活動
5．ドラム打叩時の上腕と前腕の筋活動
6．自転車走行動作観察時の自転車競技経験者の視線情報
7．複数方向から取得した骨格情報を用いた夜間における個人認証

3. 9. 小澤グループについて

1．1.最適 CSK 信号点配置を用いた時間分割型水中可視光ワイヤレス給電通信システムに関する一検討
2．照明可視光通信のための正規化知覚光量に基づいた VR-MPPM の平均スペクトル効率向上法に関する一検討
3．複数色 LED を用いた海中イメージセンサ型可視光通信に海水濁りが及ぼす影響に関する一検討

4. 研究活動の展望

2021 年 3 月 5 日には、オンラインにて２年ぶりとなる研究成果報告会を開催し、坂井正人 氏(山形大学・教授)による「ナスカの地上絵研究と AI 活用」、森 俊介 氏（本学名誉教授、科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター）による「社会の情報化と家庭／産業／通信トラヒックの変化の分析」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 7 件、ショットガン

形式の学生プレゼンテーション 64 件の発表が行われ、活発な質疑応答が展開された。同時に研究成果報告会論文集を刊行した。（図５）

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た。新型コロナウイルス感染症の世界的大流行が続く昨今、IoT 技術をはじめとするインテリジェントシステムの重要性は日を追うごとに増し、改めて注目されている。今年度をもってインテリジェントシステム研究部門はいったん終了とすることとなったが、各分野の要素技術の成果を融合し、より一層協調するための新たな共同研究体制を構築することとしている。

参考文献

2020 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　2020 年度研究成果報告会論文集

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1．Digital Calibration Algorithm of Conversion Error Influenced by Parasitic Capacitance in C-C SAR-ADC Based on γ-Estimation, S. Sekine, T. Matsuura, R. Kishida, and A. Hyogo, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, vol. E104-A, no. 2, pp.16-524, 2021/02.（査読有）

2．Mode Transition Improvement by Adding Load Current Sensing Circuit in a Buck-Boost Converter for Mobile Devices, Y. Susa, R. Kishida, T. Matsuura, and A. Hyogo, Workshop on Synthesis and System Integration of Mixed Information Technologies (SASIMI), pp.32-136, 2021/03, Online.（査読有）

3．A K-band High Gain Linearity Mixer with Current-Bleeding and Derivative Superposition Technique, K. Saito, R. Kishida, T. Matsuura, and A. Hyogo, Workshop on Synthesis and System Integration of Mixed Information Technologies (SASIMI), pp. 51-55, 2021/03, Online.（査読有）

4．Correlated Level Shifting 技術による離散時間二次ΔΣA/D 変換器の SQNR 改善，滝田颯人，松浦達治，岸田 亮，兵庫 明，電気学会電子回路研究会，pp.1-84，2020/12/18，オンライン.（査読無）

5　三進 SAR ADC を用いた Flash-SAR ADC アーキテクチャの提案，平井龍吉，岸田 亮，松浦達治，兵庫 明，電気学会電子回路研究会，pp.9-84，2020/10/09，オンライン.（査読無）

6．２つのスイッチとコンデンサを追加することによるスタック型ハーフブリッジコンバータの入力電圧範囲の拡大に関する研究，大嶋佑斗，岸田 亮，松浦達治，兵庫 明，電気学会電子回路研究会，pp.5-78，2020/10/09，オンライン.（査読無）

7．高温又は常温環境で模擬活動する消防隊員の生理指標へのアイススラリー又は水の摂取の影響，丁 鐘珍，水野雅之，柳田信也，市村志朗，山本隆彦，大宮喜文，日本火災学会論文集，Vol.70，pp.35-51，2020（査読有）

8．活性炭素繊維を用いた高含水ゲルファントムの低周波帯における電気的特性向上，豊田聖弥，山本隆彦，越地耕二，日本 AEM 学会誌，Vol.28，pp.51-56，2020（査読有）

9．導電性ゴムを用いた安価な圧力分布可視化装置の検討，大脇健太，山本隆彦，越地耕二，日本 AEM 学会誌，Vol.28，No.2，pp.75-80，2020（査読有）

10. 完全体内埋込型人工心臓用経皮エネルギー伝送システムにおける電力伝送効率向上に関する検討 －スイッチング電源への E 級増幅器の適用と共振および整流方式による評価－，尊田将平，山本隆彦，越地耕二，日本 AEM 学会誌，Vol.28，pp.101-106，2020（査読有）

11. 実験動物用活動量計に対するワイヤレス電力伝送のための送電コイルの検討，中田悠乃，山本隆彦，山田大輔，斎藤顕宜，越地耕二，日本 AEM 学会誌，Vol.28，pp.225-230，2020（査読有）

12. Complexity-Reduced Adaptive PAPR Reduction Method Using Null Space in MIMO Channel for MIMO-OFDM Signals, T. Suzuki, M. Suzuki, Y. Kishiyama, and K. Higuchi, IEICE Trans. Commun., vol. E103-B, no. 9, pp. 1019-1029, September 2020.（査読有）

13. Performance Evaluation of IDMA-Based Random Access with Various Structures of Interference Canceller, M. Kawata, K. Tateishi, and K. Higuchi, IEICE Trans. Commun., vol. E103-B, no. 9, pp. 1030-1037, September 2020.（査読有）

14. Decentralized Probabilistic Frequency-Block Activation Control Method of Base Stations for Inter-cell Interference Coordination and Traffic Load Balancing, F. Ishikawa, K. Shimada, Y. Kishiyama, and K. Higuchi, IEICE Trans. Commun., vol. E103-B, no. 10, pp. 1172-1181, October 2020.（査読有）

15. NOMA-Based Optimal Multiplexing for Multiple Downlink Service Channels to Maximize Integrated System Throughput, T. Shikuma, Y. Yuda, and K. Higuchi, IEICE Trans. Commun., vol. E103-B, no. 11, pp. 1367-1374, November 2020.（査読有）

16. NOMA-Based Inter-Base Station Cooperative Scheduling Method Among Multiple Service Channels to Maximize Integrated System Throughput, T. Shikuma, Y. Yuda, and K. Higuchi, Proc. IEEE VTC2020-Spring, Antwerp, Belgium (Virtual conference), May 2020. (査読有)
17. Parallelly Processed Peak Cancellation Signal-Based PAPR Reduction Method Using Null Space in MIMO Channel for MIMO-OFDM Signals, T. Suzuki, M. Suzuki, Y. Kishiyama, and K. Higuchi, Proc. IEEE VTC2020-Spring, Antwerp, Belgium (Virtual conference), May 2020. (査読有)
18. Interleaver-Linked Receiver Beamforming with Transmitter Channel Equalization in TDD-IDMA-Based Random Access, Y. Muroki, Y. Murakami, Y. Kishiyama, and K. Higuchi, Proc. IEEE VTC2020-Fall, Victoria, Canada (Virtual conference), October 2020. (査読有)
19. User Group Selection Method in Multiuser MIMO-OFDM Transmission with Adaptive PAPR Reduction Using Null Space in MIMO Channel, S. Shin, N. Nonaka, and K. Higuchi, Proc. IEEE VTC2020-Fall, Victoria, Canada (Virtual conference), October 2020. (査読有)
20. PC-Signal-Based PAPR Reduction Using Null Space in MIMO Channel for MIMO-OFDM Signals under Frequency-Selective Fading Channel, L. Yamaguchi, N. Nonaka, and K. Higuchi, Proc. IEEE VTC2020-Fall, Victoria, Canada (Virtual conference), October 2020. (査読有)
21. In Vitro Measurement of Electrical Properties of Human Blood for Non-invasive Glycemia Monitoring, R. Takamatsu, K. Higuchi, and D. Muramatsu, Proc. IEEE EMBC2020, Virtual conference, July 2020. (査読有)
22. Deep Space In Situ Imaging Results of Commercial Off-the-Shelf Visual Monitoring System Aboard the Hayabusa2 Spacecraft, S. Kimura, H. Sawada, T. Saiki, Y. Mimasu, K. Ogawa, Y. Tsuda, IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, Vol.36, pp.16-23, 2021 (査読有)
23. 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. Shirai, 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)
24. 高周波絶縁トランスを用いた空心型経皮エネルギー伝送システムにおける患者漏れ電流の測定 ―生体組織との寄生的結合を考慮した回路解析の提案―, 髙橋俊介, 柴 建次, ライフサポート, 32巻4号, pp.126-130, 2020 (査読有)
25. 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, 日本AEM学会誌, Vol.28, No.2, pp.115-121, 2020 (査読有)
26. 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 ー経皮トランス間距離変化時の放射性妨害波の測定ー, 公塚 景, 柴 建次, 日本AEM学会誌, Vol.28, No.2, pp.44-50, 2020 (査読有)
27. 補助人工心臓用空心型経皮エネルギー伝送システム ー絶縁トランスの巻き方と共振による伝導性妨害波の低減の検討ー, 亀山優希, 三浦大樹, 柴 建次, 日本AEM学会誌, Vol.29, No.2, 2021 印刷中 (査読有)
28. 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―補償回路による負荷変動時の出力電圧の安定化―, 三浦大樹, 柴 建次, 日本AEM学会誌, Vol.29, No.2, 2021 印刷中 (査読有)

29. 中継コイルを用いた伝送距離 500mm の補助人工心臓用経皮エネルギー伝送 －送電コイルの多重化によるエネルギー伝送効率の向上－，明嵐太朗，柴 建次，日本 AEM 学会 MAGDA2020 in 大津講演論文集，pp.434-437，2020（査読無）
30. 空心偏平型経皮トランスから発生する電磁界が生体組織へ及ぼす影響 ―伝送距離 20mm 以上の場合の体内電界の解析―，上地翔大，川嶋渉太，柴 建次，日本 AEM 学会 MAGDA2020 in 大津講演論文集，pp.4-7，2020（査読無）
31. 建物の省エネ化と EV 化および PV 導入による地域民生部門低炭素化の定量評価，森 俊介，桐山恵理子，篠原百合絵，第 39 回エネルギー・資源学会研究発表会，2020（査読無）
32. 情報化技術が家庭部門／産業部門に及ぼす影響の分析－情報トラヒックとテレワークの影響の調査データの分析－，森 俊介，第 37 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス，2021（査読無）

著書

1．『ワイヤレス電力伝送』の特集号にあたって，柴 建次，日本 AEM 学会誌，Vol.28，No.4，pp.1-2，2020

招待講演

1．経皮電力伝送システムの構成と課題，柴 建次，第 49 回人工心臓と補助循環懇話会学術集会，オンライン，2020

受賞

1．鈴木幹人（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活動奨励賞，電子情報通信学会無線通信システム研究専門委員会，May 2020
2．鈴木　拓（指導教員：樋口健一），IEEE VTS Tokyo Chapter Student Paper Award，May 2020
3．井上衆成（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めての研究会優秀発表賞，電子情報通信学会無線通信システム研究専門委員会，July 2020
4．岑　俊成（指導教員：樋口健一），IEEE VTS Tokyo Chapter Young Researcher's Encouragement Award，November 2020
5．室城勇人（指導教員：樋口健一），IEEE VTS Tokyo Chapter Young Researcher's Encouragement Award，November 2020
6．山口令遠（指導教員：樋口健一），IEEE VTS Tokyo Chapter Young Researcher's Encouragement Award，November 2020
7．中田悠乃（指導教員：山本隆彦），日本ＡＥＭ学会　MAGDA2020 優秀講演論文賞，日本 AEM 学会，2020
8．三浦大樹（指導教員：柴 建次），日本ＡＥＭ学会奨励賞，日本 AEM 学会，2020
9．三浦大樹（指導教員：柴 建次），日本ＡＥＭ学会　MAGDA2020 優秀講演論文賞，日本 AEM 学会，2020
10. 三浦大樹（指導教員：柴 建次），ライフサポート学会奨励賞，ライフサポート学会，2021

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、ソフトウエ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エ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、情報伝送機能を有する経皮エネルギー伝送システムの実現のため、外周の一部を切断した外周２回巻き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。本研究ではアンテナ背部の状態に依存せずに送受信可能な人工磁気導体一体型アンテナの研究開発を行っている。

「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）回路の高線形化に関する研究」

高周波（RF）回路に用いられるミキサーなどには、次世代の 5G 通信に向けて高線形であることが要求されている。我々はカレントブリーディングと呼ばれる回路構成を工夫することにより、高線形な RF システムを提案している。今後の次世代通信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」

A/D 変換器は IoT 時代の現代において、様々なセンサで用いられている。A/D 変換器には高い変換精度であることが求められる。

- パイプライン型 A/D 変換器で用いられていた相関レベルシフト技術をΔΣA/D 変換器に適用することで、雑音電力を抑えることができる。信号対量子化雑音比（Signal to Quantization Noise Ratio: SQNR）が 6dB 改善し、高精度な A/D 変換器を実現可能であることを確認した。
- 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。

柴　建次

「人工心臓用空心偏平経皮電力伝送システムの高周波漏れ電流の測定」

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ものであるが、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。しかしながら、まだこの値を測定したものはいない。本研究では空心偏平経皮トランスや整流回路から、人体に漏れていく漏れ電流を実測できるようにし、安全ガイドラインも策定する。

「人工心臓用空心偏平経皮電力伝送システムから発生する電磁妨害波の抑制」

人工心臓用空心偏平経皮電力伝送システムは、磁界を用いてワイヤレスで電力を送るため、漏洩磁界が発生し、これが周辺機器の誤動作を引き起こす可能性がある。医療機器認可のためには、この値を国際規格値以下に抑制する必要がある。2 つの経皮トランスを用いて磁界を打ち消す方法や、磁界シールドによる磁界抑制などを検討する。

森　俊介

「社会の情報化と家庭／産業／通信トラヒックの変化の分析」

情報技術(ICT)の進展により産業・生活も変化すると期待があり、その一方で、これまでの急速な ICT の発展は、データセンターをはじめとする諸設備の電力消費の急激な増加への懸念もある．例えば、Cisco の予測をもととし、科学技術振興機構　低炭素社会戦略センター(2019)は 2016 年における日本のデータセンターの消費電力を 16TWh と見積もり、IP トラヒックは過去年率 24%という成長率を示したことを指摘した．ここでは、まず通信トラヒック需要がどのように増大してきたのかを既存統計から分析する。次いで covid-19 緊急事態宣言により採用が広まったテレワークがどのように情報トラヒックに変化をもたらし、また働き方の変化がどれほどの通勤時間とエネルギー消費に影響を与えたかを定量的に分析する。これにより、情報通信の進展需要が社会をどのように変化させるかを、主に需要面から論じる。

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きた。2020 年度が最終年度であるが、2021 年度より新たに「先端的代数学融合」研究部門として、引き続き活動を行っていく。

2. センターの構成と施設設備

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。

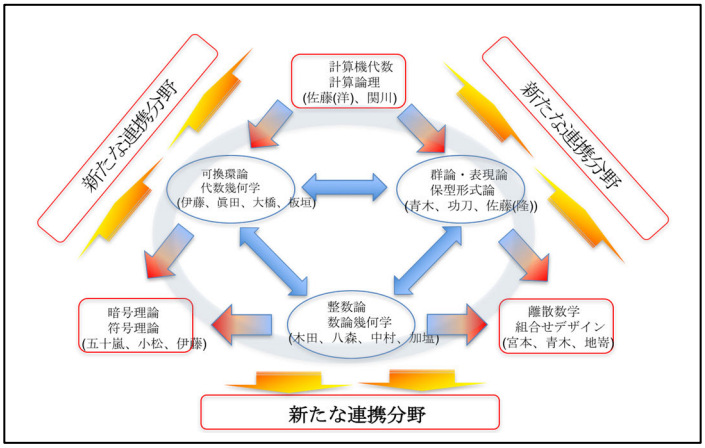
基礎グループは更に可換環論・代数幾何学研究グループ、整数論・数論幾何学研究グループ、群論・表現論・保型形式論研究グループの 3 つに細分され、それぞれがそれぞれの研究分野の主たる問題に取り組みつつ大きな枠組みで理論構築を行っている。また、グループの枠を超えて外部講師を含むセミナーの実施、シンポジウム・ワークショップの開催を行っている。

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。

代数学と異分野連携研究部門 (Modern Algebra and Cooperation with Engineering)

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
理学部第一部数学科	教授	功刀直子	博士(理学)	有限群の表現論
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
理工学部情報科学科	教授	宮本暢子	博士(経営工学)	離散数学・組合せデザイン
理学部第二部数学科	准教授	佐藤睦夫	博士(数理科学)	代数的位相幾何学
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	大橋久範	博士(理学)	代数幾何学
理工学部数学科	准教授	小松亨	博士(理学)	代数的数論・数論幾何学
理工学部数学科	准教授	八森祥睦	博士(数理科学)	代数学・整数論
理工学部教養	准教授	中村睦	博士(数理学)	数論・確率論
理工学部数学科	准教授	加塩朋和	博士(理学)	整数論
理工学部電気電子情報工学科	准教授	五十嵐保睦	博士(学術)	理論的暗号解読
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	榎園誠	博士(理学)	代数幾何学
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



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。2020 年度は a) b) それぞれのスタイルで研究を行ったが、コロナ禍のため研究集会やセミナー等を積極的に行うことはできなかった。

今年度を通して a) については、神楽坂代数セミナー、整数論セミナー、応用代数学講演会を各

1 回開催したにとどまった。しかしながら、応用代数講演会では暗号理論の専門家である企業研究者を講演者に迎え、最先端の研究を紹介していただいたのち、関連するテーマについて、参加者と質疑応答・研究討論を行った。討論では大学研究者のみならず企業所属の研究者も多く参加し活発な討論となり、産学のかかわりについて今後へつながる有意義な意見交換の場となった。

一方 b）の手法では、代数学とその応用に関して、東北大学数理科学連携研究センター主催のミニシンポジウムに参加・講演し、同時に今後の連携研究のあり方を議論し、次の部門へ向けた進展について展望を得た。

また、異分野連携へ向けた試みとして、数学解析連携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。最終年度の活動は、コロナ禍のため思うように展開することができなかったが、今後に向けた方向性の議論については議論があった。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引き続き継続し、今後に向けた話し合いができたことはコロナ禍であったが大きな成果であった。これまでの 4 年半の活動によって、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、引き続き「先端的代数学融合研究部門」として、少し内容を広く取り、また、東北大学数理科学連携研究センターとの連携協力も密に継続し、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から多くの有用なアドバイスをいただいたので、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。本部門は引き続き「先端的代数学融合」研究部門として次年度以降も活動していく予定である。東北大学数理科学連携研究センターとの連携も引き続き行っていく。今後も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（2020 年度分）

学術論文

1．Aoki, H. and Saito, K.,Modular forms from the Weierstrass functions,Pure and Applied Mathematics Quarterly 16-4(2020) 967-980.
2．Aoki, H.,Generalization of the Weierstrass p function and Maass lifts of weak Jacobi forms, Pure and Applied Mathematics Quarterly 16-3(2020) 371-420.
3．“Differential Cryptanalysis of Block Cipher Halka,” Yasutaka Igarashi, Shun Nakazawa, and Toshinobu Kaneko, International Journal of Information and Electronics Engineering, vol. 10, no. 2, pp.40--43, 2020, 査読有
4．ストリーム暗号 Enocoro-128v2 の高階差分特性，芝山直喜，五十嵐保隆，金子敏信，2021 年暗号と情報セキュリティシンポジウム予稿集，1B1-4 号，1 - 7 頁，2021 年，査読無
5．改良された DLBCA ブロック暗号アルゴリズムの Full-Round 差分特性による暗号識別、金川創治郎，五十嵐保隆，金子敏信，2021 年暗号と情報セキュリティシンポジウム予稿集，1B1-3 号，1－3 頁，2021 年，査読無
6．軽量ブロック暗号 MANTRA に対する Bit-BasedDivisionProperty を用いた Integral 攻撃，小松宏輝・五十嵐保隆・金子敏信，電子情報通信学会技術研究報告，120 巻，411 号，45--51 頁，2021 年，査読無
7．ニューラルネットワークを用いた軽量ブロック暗号 PRESENT の解析、勝田耕作，五十嵐保隆，金子敏信，研究報告コンピュータセキュリティ（CSEC），2021-CSEC-92 巻，67 号，1--7 頁，2021 年，査読無
8．（査読あり，出版済）A. Itaba, D. A. Mejia and T. Yorioka, Infinitely generated non projective modules over path algebras and their extensions under Martin’s Axiom, The Journal of Mathematical Society of Japan, 72 (2), 413--433 (2020).
9．（査読あり，出版済）A. Itaba and M. Matsuno, The defining relations of 3-dimensional quadratic AS-regular algebras, Math. J. Okayama Univ., 63, 61--86 (2021).
10．（査読あり，印刷中）A. Itaba and M. Matsuno, AS-regularity of geometric algebras of plane cubic curves, Journal of the Australian Mathematical Society, to appear, (2021) (arXiv:1905.02502).
11．（査読あり，印刷中）A. Itaba and K. Ueyama, Hochschild cohomology related to graded down-up algebras with weights (1,n), Journal of algebras and its applications, to appear (2020) .
12. A period-ring-valued gamma function and a refinement of the reciprocity law on Stark units, Tomokazu Kashio, RIMS Kokyuroku Bessatsu, B83, 169-181, 2020 年, 査読有
13. Kida, Masanari: On CM-types of Galois CM-fields without proper CM-subfields. Annales math¥'ematiques du Qu¥'ebec 44 no.1 (2020) 165-171.
14. Kida, Masanari and Yanai, Hiromichi: CM-types with large index of degeneracy. International Journal of Number Theory , 16 (2020) 235-340.
15. Horiba, Hiroto and Kida, Masanari and Koda, Genki: Galois theoretic study on simultaneous representation of primes by binary quadratic forms. Journal of Number Theory 213 (2020) 370-387.
16. Kida, Masanari and Okano, Ryota and Yokoyama, Ken: On theta functions of binary quadratic forms with congruence condition. Kyushu J. Math. 75 (2021) 41-54.
17. Imaginary multiquadratic number fields with class group of exponent 3 and 5、Juergen Klueners and Toru Komatsu、Mathematics of Computation、90 巻 329 号、1483 頁-1497 頁、2021 年,査読有
18. Combinatorial designs for deep learning, Shoko Chisaki, Ryoh Fuji-Hara and Nobuko Miyamoto, Journal of Combinatorial Designs 28, 633-657, 2020 査読有り
19. T.Nakamura, “Symmetric Tornheim double zeta functions”,(In press) Abhandlungen aus dem Mathematischen Seminar der Universitat Hamburg. 査読付き

20. Durfee-type inequality for complete intersection surface singularities, Makoto Enokizono,Duke Math. J. 170 (2021) 1--21. 査読有
21. Takao Satoh; On the low dimensional cohomology groups of the IA-automorphism group of a free group of rank three, Proc. of the Edinburgh Mathematical Society, to appear.

著書

１．青木宏樹,特集「保型形式を考える　その面白さと魅力」コラム「保型形式と微分作用素」, 数理科学（サイエンス社）692 巻（2021-2 号）, 46-47
２．M.Miyanishi, H.Ito : Algebraic Surfaces in Positive Characteristics, Purly Inseparable Phenomena in Curves and Surfaces, World Scientific, 2020.
３．Hidehiko Mishou, Takashi Nakamura, Masatoshi Suzuki,and Yumiko Umegaki、Various Aspects of Multiple Zeta Functions － in honor of Professor Kohji Matsumoto's 60th birthday［発行所等］Mathematical Society of Japan［発行日付］2020 年 5 月 還暦記念論文集（査読あり）の編集者の一人(中村 隆)
４．Itaba and I. Mori, Quantum Projective Planes Finite over their Centers, submitted (2021) (arXiv:2010.13093).

招待講演

１．Aoki, H.,ワイエルシュトラスの楕円関数から導かれる保型形式について（齋藤恭司氏との共同研究）, 2020 大分整数論研究集会, Zoom meeting, 2020.
２．Y.Hachimori,「岩澤代数Λ上の加群の構造と岩澤理論について」, 八森祥隆, 名城大学談話会, 名城大学(zoom によるオンライン発表）, 2020 年 11 月 19 日.
３．A. Itaba, Characterization of the quantum projective planes finite over their centers, OCAMI 代数セミナー（大阪市立大学）zoom 2020 年 11 月 25 日招待講演
４．伊藤浩行, Rational Double Points in Positive Characteristic, ミニシンポジウム「代数学とその応用」, 東北大学数理科学連携研究センター, 3 月 26 日
５．A note on the monogenity and the unit group、Tomokazu Kashio、Second meeting of Monogenity and power integral bases, Debrecen(online), 2021 年 CM 周期の代数的整数論への応用の紹介, 加塩朋和, プロジェクト研究集会 2020, 慶応義塾大学(online), 2021 年
６．Masanari Kida, Coincidence of L-functions 大分整数論研究集会 (online) 2020 年 10 月 11 日.
７．「虚重 2 次体のイデアル類群の指数について」小松亨, 第 250 回北陸数論セミナー, 金沢大学(Zoom), 2020 年 11 月
８．「指数３と５のイデアル類群をもつ虚重２次体の決定について」小松 亨, 整数論講演会 2020December, 東京理科大学(Zoom), 2020 年 12 月
９．Derivations on K3 surfaces in positive characteristic, 松本雄也, 代数学シンポジウム, 千葉大学, 2020.
10. Linearly Reductive Quotient Singularities, 松本雄也, 東大京大代数幾何セミナー, 東京大学、2020.
11. Linearly Reductive Quotient Singularities, 松本雄也, 代数学とその応用, 東北大学, 2021.
12. 榎園 誠, An integral version of Zariski decompositions on normal surfaces, 第 22 回代数曲面ワークショップ Zoom, オンライン開催, 2020 年 9 月 10 日
13. 榎園 誠,Integral Zariski decomposition on normal surfaces and its applications, Kinosaki algebraic geometry symposium 2020, オンライン開催, 2020 年 10 月 21 日
14. 榎園 誠,Extension theorem of morphisms from divisors on normal surfaces, Degenerations and models of algebraic varieties and related topics, オンライン開催, 2021 年 2 月 17 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、継続して行ってきた研究の成果をまとめた論文２編が出版されるなどした。

榎園　誠

「正規曲面上の整ザリスキー分解とその応用」

Zariski は 1962 年の論文で、代数曲面上の有効因子がネフ Q 因子と負定値な有効 Q 因子に直交分解されることを示した。これは現在ではザリスキー分解と呼ばれ、代数幾何学の研究において基本的な道具になっている。本研究ではこの整数係数の類似を考え、有効因子がある種の正値性を持つ因子と負定値な有効因子への一意的な分解を持つことを示した。この応用として、曲面上のコホモロジーの(従来のものより強力な)消滅定理、随伴線形系に対する Reider の定理の拡張、曲面の因子からの射の拡張定理（Serrano による拡張定理の一般化）を得た。

八森　祥隆

「Iwasawa pairing の研究」

昨年度に引き続き、Iwasawa pairing の定義から派生する有限次代数体上の類似物を考え、それが歪対称性を持つか、自明な pairing となる条件は何か、などについて実例などを見ながら考察した。

五十嵐　保隆

「共通鍵暗号アルゴリズムの解読の研究」

改良された DLBCA ブロック暗号アルゴリズムは 2018 年に提案された軽量ブロック暗号である。DLBCA はブロックサイズ 32 bits、鍵長 80 bits、ラウンド数 32 rounds の Feistel 構造を持つ。本研究では、構造に着目することで Full-Round を確率 1 で伝搬する差分パスを発見した。これにより改良された DLBCA 暗号を識別できるという弱点を明らかにした。

板場　綾子

「中心上有限生成な非可換射影平面の特徴づけの研究」

3 次元 quadratic AS 正則環 A に対応する Beilinson algebra の Auslander-Reiten 理論での振る舞いを考察し,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。また全ての 3 次元 quadratic AS 正則環 A に対して、この研究の意味での非可換射影平面(A に付随する非可換射影スキーム)が中心上有限生成になることと、幾何の自己同型のノルムという概念が有限であることが同値であることを証明し、さらにこれらは A に対応する Beilinson algebra 上の simple regular module が Iyama-herschend-Oppermann の意味での 2-representation tame 型であるかどうかと同値であることも証明した。この研究は静岡大学の毛利出氏との共同研究であり、現在投稿中である。

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研究者向け書籍を出版（2020 年 6 月）した。

加塩　朋和

「代数体の整数環と単数群に関する研究」

整数論の研究対象である代数体の整数環と単数群の研究を行った。フェルマー曲線と円分体の単数群との関係を明らかにした論文が掲載された。本学科 D2 関川隆太郎氏との共同研究で、3 次巡回体の整数環が単生成となる条件を明らかにし、論文の掲載が決定した。本学科 D1 吉﨑彪雅氏との共同研究で、円分 Z2 拡大の相対単数群と類数との関連を調べ、論文を投稿した。

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よって定まる整数論的性質を研究した。とくに複数の代数体の Hecke L 関数が有限個の Euler 因子をのぞいて一致する現象について研究し結果を得た。この結果に基づいて新谷による Shintani 単数の存在定理にガロア理論による説明を与えた。

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。

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論文が雑誌Math Comp に出版された。

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している。

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

「正標数の商特異点に関する研究」

商特異点とは、正則な環の有限群作用による商として得られる環をいい、一般の特異点と比べて良い性質をもつことが知られている。正標数において、有限群を一般化した有限群スキームによる商特異点を考え、群スキームが linearly reductive という条件を満たす場合に良い性質が成り立つことを示した。また、2 次元の最も簡単な特異点である有理二重点のうちどれが（群スキームの意味で）商特異点になるか検討している。

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適用するため定義したドロップアウトデザインと呼ばれる組合せデザイン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持ち、ディリクレＬ関数と全く同じ位置に実零点を持つが、リーマン予想の類似を充たさないＬ関数を具体的に構成した。

野村　次郎

「非可換 Brumer-Stark 予想の解決に向けた研究」

Samit Dasgupta と Mahesh Kakde によって、アーベル拡大に関する Brumer-Stark 予想が（ほぼ）解決がアナウンスされた。これを受けて、「アーベル拡大の Brumer-Stark 予想の貼り合わせ」によって、非可換拡大に関する Brumer-Stark 予想を解決できるのではないかと考えた。基本的な戦略は、Jurgen Ritter と Alfred Weiss による「同変岩澤主予想」の証明をたどることである（彼らもアーベル拡大に関する「岩澤主予想」の貼り合わせを行った）。現在は彼らが証明に用いた「Wall's congruence」の一般化に着手している。

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

「完備ホッホシルトコホモロジー環のリー代数構造の研究」

フロベニウス多元環のホッホシルトコホモロッジー環を負の次元まで拡張した。完備ホッホシルトコホモロジー環に、BV（Batalin-Vilkovisky）構造を導入し、Gerstenhaber によるリーブラケット積によるリー環構造を定義する研究を行なっています。

佐藤　隆夫

「自由群の自己同型群の非安定コホモロジー群の研究」

階数が 3 の自由群の自己同型群のねじれ係数コホモロジーを、Culler-Vogtmann らによって導入された Outer space を用いて計算し、非自明性を示すことができた。

「自由メタアーベル群の Andreadakis 予想の研究」

自由群メタアーベル群の有理 Andreadakis 予想に関して，組み合わせ群論や表現論を用いて研究を行い，計算が進展中である。

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

「数値数式融合計算に関する研究」

二つの異なるメビウス変換 T_1, T_2 が、いずれも単位円板上の自己同型であるとする。このとき、T_1、 T_2 の凸結合 pT_1+(1-p)T_2 に関し、まず p を固定したときの性質、とくに不動点、周期点の所在、力学系について調べ、いくつかの定理を得た。さらに、p を動かしたとき(メビウス変換の係数に誤差がある場合に相当)の挙動についても調べ、いくつかの定理を得た。

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。

① 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。

② ナノカーボン・ハイブリット材料：
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。

③ 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。

④ ナノカーボンの物性と機能：
ナノカーボンを活用したエネルギー変換の物理と材料開発およびデバイスの応用を行う。また、ナノカーボンを活用したペーパーエレクトロニクスの基盤を構築する。

ナノカーボン研究部門の構成

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 計測グループについて

「ナノカーボン物質の特性・構造評価」

グラフェン被覆に伴う金属表面の形態変化のメカニズム解明を目的として、走査電子顕微鏡によりグラフェン被覆をその場観察した多結晶ニッケル表面を用い、その同一視野を電子後方散乱回折による結晶方位の分析、および透過電子顕微鏡による断面観察により解析した。これにより、ステップバンチング表面の結晶構造を正確に同定し、そのデータに基づいてグラフェンとニッケル表面の格子整合性を 0 格子理論により評価した。この結果、グラフェンで覆われたニッケル表面は、良好な格子整合領域と格子整合性の低い領域で構成されていることが分かった。良好な格子整合領域ではステップフローが生じて低指数面が拡大し、排除された原子ステップは、格子整合性の低い領域に密に配置されることを明らかにした。（本間）

「一次元ヘテロ構造について」

単層カーボンナノチューブ(SWCNT)をテンプレートとして、その外層に窒化ホウ素ナノチューブ(BNNT)と MoS2 ナノチューブの CVD 合成を実現した。原子レベルできれいな 1 次元ヘテロナノチューブである。例えば、SWCNT と BNNT とのカイラル角には相関がなく、いわゆるファンデルワールス(vdW)エピタキシャル成長となっている．個々のヘテロ構造を用いたトンネルダイオードの実現や、SWCNT-BNNT 薄膜を用いた高熱伝導薄膜なども実現している。さらに、ヘテロ構造薄膜を用いたペロブスカイト型太陽電池のホール輸送層・電極の利用などの探索も進んでいる。（丸山）

「ナノ光ファイバと SWCNT のキラル結合に関する研究」

In 2020, we focused on the measurement of polarization dependence of Raman scattered light for SWCNTs mounted on the surface of an optical nanofiber. In collaboration with Dr. Irita and Professor Homma, we observed intriguing polarization dependence patterns which differed significantly from previous measurements of single SWCNTS.

Challenges remain in identifying specific nanotube depositions and theoretically explaining the observed polarization dependence. Our long term goal remains the realization of chiral optical devices by interaction of nanotube structural chirality and nanofiber optical chirality. (Sadgrove, Mark)

3. 2. 物質科学グループについて

カーボンナノチューブと生体分子の複合体について、本年度は特に東南アジア特有な生体分子に着目し、ヤシ由来のデタージェントでのカーボンナノチューブ分散が合成界面活性剤とそん色ないこと、条件によってはよりより分散結果を得られることを見出した。また、カーボンナノチューブとパパイン酵素の複合体を作製し、酵素活性が確保できることを示した。(梅村)

「金属クラスター多次元構造体の創製と酸素還元電極触媒に関する研究」

カーボン鎖と水素化された硫黄(SH)を分子構造の末端に持つ、有機化合物「チオラート(SR)」は安定化保護剤である「リガンド」として機能する。金属原子とリガンドの相互作用を利用すると、金属原子が数個から数十個で構成される金属クラスターが得られる。クラスター内のリガンドの相互作用の制御により、異なる構成原子数の白金クラスターをサイズ選択的に合成することに成功した。さらに、これらの白金クラスターを電極触媒として利用することで、市販の白金ナノ粒子触媒に比べて高い酸素還元活性を示すことが明らかとなった。(根岸雄一)

「Pt/カーボン系酸素還元反応触媒の活性に及ぼす担体効果に関する研究」

白金ナノ粒子／グラフェン担体モデルにおいて、白金粒子上の酸素原子吸着挙動及び白金粒子の安定性に及ぼす炭素空孔の影響を第一原理計算に基づいて検討した。結果、白金原子 2～3 層で構成される白金ナノ粒子において、グラフェンに導入した単原子空孔の垂直上部に位置する表面白金原子が、空孔上に位置していない表面白金原子と比して酸素還元反応に有利な（酸素原子の吸着性を低下させるような）電子状態をとることが分かった。また、空孔を導入した系において、導入しない系と比して、グラフェン担体からの白金ナノ粒子の脱離及びカーボン担体上での白金微粒子間の凝集に要するエネルギーが有意に増大することを示した。(田中)

3. 3. 機能創成グループについて

多層グラフェン・多層グラフェンナノリボン材料をチャネルとした電界効果型トランジスタのキャリ輸送特性解析から、多層グラフェンでは層数に関係なく伝導機構が金属的であるのに対して、多層グラフェンナノリボンでは、５層以下において基板上の不純物電荷の影響が大きいアンダーソン局在（トランスポートギャップ）による半導体的特性、６層以上では不純物電荷に対する層間遮蔽効果により金属的な特性が支配的になることを見出した。これは、多層グラフェンナノリボンの一次元性に由来することを明らかにした。本成果は、多層グラフェン材料の電子デバイス・配線応用に向けた構造の設計指針を与えるものである。(根岸良太)

SWCNT の 1 本～数本における熱電物性をナノスケールで形成した電極ならびに走査型プローブ顕微法を用いて評価する手法の開発に取り組んだ。半導体的、金属的な振る舞いならびにその複合的な接点を含む物性を電気伝導度 L_{11}、熱電伝導度 L_{12}、ゼーベック係数Ｓの観点から整理した。また、SWCNT を用いた熱電デバイス応用に関する研究も推進した。Kirigami の 3 次元的な構造を有する紙基板上に SWCNT バッキーペーパーを貼付し、熱電素子としての出力を確認するとともに、有限要素法を用いたシミュレーションにより、構造の最適化を進めた。(中嶋)

カーボンナノチューブとポリジメチルシロキサン(PDMS)との複合体マイクロピラーアレイは、PDMS 単体に比べ、トライボ発電特性が約 18 倍向上することを見出した。発電特性向上は、カーボンナノチューブの添加による静電誘導の促進と、表面テクスチャリングによる帯電量の向上の相乗効果によることを明らかにした。(生野)

3. 4. 理論グループについて

定常電界下における、種々のナノスケール炭素物質の構造ダイナミクスと電子物性の解明を行なった。特に、ナノ炭素物質の電界効果トランジスタ応用／電界効果によるキャリア注入現象に注目し、ナノスケール炭素物質の構造が電界効果によるキャリア注入に及ぼす影響を第一原理的に明らかにした。また、ナノ炭素物質端の形状が端近傍における電界集中に及ぼす影響の解明も行なった。（岡田）

1 次元物質におけるバルク光起電力効果の微視的起源を解明するため，空間反転対称性の破れた窒化ホウ素ナノチューブに着目し，理論的な研究を行った。その結果、励起子とカイラリティがバルク光起電力効果によって生じる光電流の大きさや向きに及ぼす影響を明らかにした。（小鍋）

不純物ドープカーボンナノチューブ(CNT)の熱電性能を最適化する不純物ドープ量を理論的に提示した。また、CNT 薄膜について、RSN モデル理論と電気・熱回路網方程式を組み合わせることで薄膜を構成する CNT の配向性と異方性が熱電特性に与える影響について統計的な調査を行った。（山本・松原）

4. 研究活動の展望

一昨年度から始まった部門内共同研究が活発化し、コロナ禍においてさえも、多くの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。

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。社会実装やベンチャー設立などを視野に入れて、部門活動を進めていく予定である。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文（計 74 報）

1. Characterization of a Weyl semimetal using a unique feature of surface plasmon polaritons, Kota Tsuchikawa, Satoru Konabe, Takahiro Yamamoto, Shiro Kawabata, PHYSICAL REVIEW B, Vol. 102, 035443 - Published 30 July 2020 (査読有)
2. Optimal Thermoelectric Power Factor of Narrow-Gap Semiconducting Carbon Nanotubes with Randomly Substituted Impurities, Manaho Matsubara, Kenji Sasaoka, Takahiro Yamamoto, Hidetoshi Fukuyama, Journal of the Physical Society of Japan, Volume 90, Number 4, 2020 (査読有)
3. Analysis of vibration behavior in single strand DNA-wrapped single-walled carbon nanotubes adhered to lipid membranes, Daisuke Miyashiro, Ryo Hamano, HisaoTaira, Kazuo Umemura, Forces in Mechanics, 2, J100008 (2020) (査読有)
4. Mechanical vibration of single-walled carbon nanotubes at different lengths and carbon nanobelts by modal analysis method, Daisuke Miyashiro, Hisao Taira, Ryo Hamano, Rosario L. Reserva, Kazuo Umemura, Composites Part C: Open Access, 2, 100028, (2020) (査読有)
5. Energetics and electronic structures of single walled carbon nanotubes encapsulated in boron nitride nanotubes, K. Hisama, S. Chiashi, S. Maruyama, and S. Okada, Applied Physics Express 13, 015004 (2020) (査読有)
6. N. Endoh, S. Akiyama, K. Tashima, K. Suwa, T. Kamogawa, R. Kohama, K. Funakubo, S. Konishi, H. Mogi, M. Kawahara, M. Kawai, Y. Kubota, T. Ohkochi, M. Kotsugi, K. Horiba, H. Kumigashira, M. Suemitsu, I. Watanabe, H. Fukidome, “High-quality few-layer graphene on single-crystalline SiC thin film grown on affordable wafer for device applications”, Nanomaterials accepted (2021)
7. T. Kadono, N. Hirayama, T. Nishio, S. Yamazawa, N. Oki, Y. Takahashi, N. Takikawa, A. Yasui, K. Nitta, O. Sekizawa, M. Tokumura, S. Takemoto, T. Iida, *M. Kotsugi, “Investigation of local structures and electronic states of Sb-doped Mg_2Si by fluorescence XAFS and HAXPES”, Appl. Phys. Lett. 117, 143901, (2020)
8. “Thiolate-Protected Metal Nanoclusters: Recent Development in Synthesis, Understanding of Reaction, and Application in Energy and Environmental Field”, T. Kawawaki, A. Ebina, Y. Hosokawa, S. Ozaki, D. Suzuki, S. Hossain, Y. Negishi, Small, (2021) in press. (査読有)
9. “Creation of Active Water-splitting Photocatalysts by Controlling Cocatalysts Using Atomically Precise Metal Nanoclusters”, T. Kawawaki, Y. Kataoka, S. Ozaki, M. Kawachi, M. Hirata, Y. Negishi, Chem. Commun., 57, 417-440 (2021)(査読有)
10. “Understanding and Designing One-Dimensional Assemblies of Ligand-Protected Metal Nanoclusters”, 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, Mater. Horizon, 7, 796-803, (2020)(査読有)
11. Experimental and theoretical studies on the surface morphology variation of a Ni substrate by graphene growth, Junro Takahashi, Tomoyuki Ueyama, Kazuhito Kamei, Hiroki Kato, and Yoshikazu Homma,. Appl. Phys. 129, 02430, 2021 (査読有)
12. Temperature dependence of photoluminescence spectra from a suspended single-walled carbon nanotube with water adsorption layer, Yuta Saito, Yuichiro Tanaka, Genta Yamaguchi, Takashi Kato, Satoru Konabe, Shohei Chiashi, and Yoshikazu Homma, J. Appl. Phys., 129, 014301-1-014301-5, 2021 (査読有)
13. Turbostratic Stacking Effect in Multilayer Graphene on the Electrical Transport Properties, Ryota Negishi, Chaopeng Wei, Yao, Yui Ogawa, Masashi Akabori, Yasushi Kanai, Kazuhiko Matsumoto, Yoshitaka Taniyasu, Yoshihiro Kobayashi, Phys. Status Solidi B., 257 (2020) pp 1900437/1-5 (査読有)

14. S. Yamaura, T. Nakajima, Y. Kamata, T. Sasaki, T. Sekiguchi, “Production of vibration energy harvester with impact-sliding structure using magnetostrictive Fe-Co-V alloy rod”, J. Magn. Magn., 514, 167260 (2020) (査読有)
15. N. Kuriyama, T. Nakajima, R. Ichige, and T. Suzuki, “Piezoelectric Polymer Multilayer Coating Method for Vibration Energy Harvester”, Sens. Mater., 32, 2503 (2020) (査読有)
16. Carbon nanotube/polydimethylsiloxane composite micropillar arrays using non-lithographic silicon nanowires as a template for performance enhancement of triboelectric nanogenerators, C. Pinming, W. Wongwiriyapan, S. Rattanamai, N. Ketama, A. Treetong, T. Ikuno, G. Tumcharern, and A. Klamchuen, Nanotechnology, 32巻 pp 095303, 2020 (査読有)
17. Y. Hashizume, and T. Sugimoto, “A Toy Model Approach to Fractal Nature: Thermodynamics on a Cantor-Lattice Ising Model”, Materials TransactionsMaterials Transactions, 62, 374-379, (2021). (査読有)
18. Enhancement of the electrical conductivity of defective carbon nanotube sheets for organic hybrid thermoelectrics by deposition of Pd nanoparticles, Keisuke Oshima, Yukihide Shiraishi, Takuya Matsumura, Ayumi Kuriyama, Kazuki Taguchi, Junta Inoue, Hiroaki Anno and Naoki Toshima, Materials Advances, 1, 2926-2936 (2020). (査読有)
19. “Non-catalytic heteroepitaxial growth of aligned, large-sized hexagonal boron nitride single-crystals on graphite,”, H. Arai, T. Inoue, R. Xiang, S. Maruyama, S. Chiashi, Nanoscale, 12, 10399-10406 (2020) (査読有)
20. “Dry Drawability of Few-Walled Carbon Nanotubes Grown by Alcohol Chemical Vapor Deposition,”, M. Okada, S. Igimi, T. Inoue, X. Cheng, R. Xiang, S. Chiashi, Y. Inoue, Y. H. Wang, S. Maruyama, J. Phys. Chem. C, 124, 17331-17339 (2020). (査読有)
21. “Cross-sectional structural characterization of the surface of exfoliated HOPG using HRTEM-EELS”, K. Miyazawa, T. Nagai, K. Kimoto, M. Yoshitake, Y. Tanaka, Surface and Interface Analysis, 53[1], pp. 84-89, 2021 (査読有)
22. “Charge storage observation in corona-charged oxy-hydroxyapatite ceramics”, Y. Yasuno, C. Itoga and Y. Tanaka, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 27[5], pp.1415-1421, 2020 (査読有)
23. “Catalytic activity of hybrid platinum nanoparticle-[C60] fullerene nanowhisker composites for 4-nitrophenol reduction”, J. W. Ko, K. Miyazawa, Y. Tanaka, W. B. Ko, Fullerenes Nanotubes and Carbon Nanostructures, 28[10], pp. 794-798, 2020 (査読有)
24. Stability of supercurrents in a superfluid phase of spin-1 bosons in an optical lattice, S. Yamahika, R. Yoshii, and S. Tsuchiya, Phys. Rev. A 103, 043305 (2021) (査読有)

他 50 件

著書（計 7 件）

１．工学へのアプローチ　量子力学, 山本貴博, 裳華房, 2020 年 11 月
２．「第 11 章　第 2 節：白金クラスター担持アルミナ触媒の創製と酸化触媒性能の評価」, 川脇徳久, 根岸雄一,「触媒の劣化対策、長寿命化とその調整技術」, 技術情報協会, 510-516 (2020)
３．「第 11 章　第 1 節：溶液中の合金クラスターの動的挙動」, 川脇徳久, 根岸雄一,「触媒の劣化対策、長寿命化とその調整技術」, 技術情報協会, 505-509 (2020)
４．新訂版 環境発電ハンドブック 2021, 第 3 編 環境発電の材料～IoT 時代に向けて～, 第 1 章 振動発電, 第 5 節 圧電ポリマー, 中嶋宇史, 株式会社エヌ・ティー・エス, 4 pages, 2021
５．ポストグラフェン材料の創製と用途開発最前線,第 3 章・単層遷移金属ダイカルコゲナイドにおける光物性とバレー物性, 小鍋 哲, 株式会社エヌ・ティー・エス,pp29-37,2020

６．“Concepts and Design of Materials Nanoarchitectonics, ch. Atomic-scale characterization of the platinum nanoparticles deposited on C60 fullerene nanowhiskers and related carbon nanomaterials”, K. Miyazawa, M. Yoshitake, Y. Tanaka, Royal Society of Chemistry (UK), 2021

他１件

招待講演（計 20 件）

１．山本貴博,「ナノカーボン物質表面の水のミクロ構造」, 日本物理学会第 76 回年次大会,オンライン, 2021 年 3 月 14 日, 招待講演

２．山本貴博, 前川侑毅, 笹岡健二, 加藤幸一郎, 渡辺尚貴,「カーボン材料表面の水のミクロ構造:計算科学とデータ科学アプローチ」, MRM Forum 2020, オンライン, 2020 年 12 月 8 日, 招待講演

３．Creation of a new research project based on Sakura Science Plan since 2014, 22nd SPVM National Physics Conference: ConVIRTUALisation, Kazuo Umemura, 17th, 24th, and 31th, October, 2020, online, 招待講演

４．Mechanical Force of Single Strand DNA-Wrapped Single-Walled Carbon Nanotubes Acting on Cell Membranes for Drug Delivery, Daisuke Miyashiro, Hisao Taira, Ryo Hamano, and Kazuo Umemura, 22nd SPVM National Physics Conference: ConVIRTUALisation, 17th, 24th, and 31th, October, 2020, online, 招待講演

５．M. Kotsugi, “Coercivity Analysis based on extended Landau free energy landscape” 日本磁気学会学術講演会 16, Dec. (2020) Online

６．Phase transition of water confined in carbon nanotube observed by photoluminescence spectroscopy, Yoshikazu Homma and Shohei Chiashi, The Annual Meeting of the Spectroscopical Society of Japan 2020, Online, November 27, 2020

７．中嶋宇史、「振動エネルギーハーベスティングと機械学習の融合による低消費診断系エッジデバイスの開発」、第 68 回応用物理学会春季学術講演会, オンライン, 2021 年 3 月 18 日

８．半導体カーボンナノチューブにおける励起子熱ふく射, 小鍋 哲, 西原大志, 宮内雄平, 第３０回 MRS 年次大会, オンライン開催, 2020

９．“白金/カーボン系電極触媒の相互作用に基づく電子状態制御と高性能化”, 田中優実, セラミックス協会第 33 回秋季シンポジウム, 2020

10. S. Maruyama, Device Applications of One-Dimensional Van der Waals Hetero-Nanotubes, 2020 Virtual MRS Fall Meeting & Exhibit, online, (2020), F.NM03.07.01.

他 10 件

特許（計 2 件）

１．小野新平、菊池 広, 井上博行, 水野公平, 古川博敏, 中嶋宇史, 岸本孝幸, 特願 2020-175147 (2020.10.19) 「ライブイベント演出補助システム」

２．内田秀樹, 中嶋宇史, 元祐昌廣, 山本貴博, 特願 2021-062105 (2021.3.31) 「熱電変換モジュール」

広報（計 8 件）

１．名古屋大学(則永行庸教授・林瑠美子准教授・町田 洋助教), 東京理科大学(田中優実准教授), 東邦ガス株式会社, 東京大学(伊藤寿浩教授・高松誠一准教授・甘蔗寂樹准教授), 中京大学(山田光男教授・中山恵子教授), 「大気中の CO_2 回収, LNG の冷熱活用」, 日本経済新聞電子版, 日刊工業新聞他, 2021 ※大気中の CO_2 回収､LNG の冷熱活用: 日本経済新聞 (nikkei.com))

2. サイエンスフェス科楽 2020 in 大分（日時：2020 年 9 月 12 日（土）、場所：大分市・J:COM ホルトホール、来客数 850 名）を、大分合同新聞社と共同で開催

3. 山本貴博, 研究代表を務めるプロジェクトが大分合同新聞 (2020 年 11 月 12 日 (木) 朝刊) (2020 年 11 月 27 日 (木) 朝刊) に掲載

4. 「武田双雲展 ～夢叶う～」アート×サイエンス@東京理科大学 山本研究室, 武田双雲氏と共同でミクロの世界を表現, 2020 年 12 月 16 日-22 日,伊勢丹新宿店 本館 6 階 催物場

他 4 件

受賞（計 11 件）

１．根岸雄一，第 5 回分子科学国際学術賞，分子科学会，2020
２．片岡祐紀（根岸研究室,M2），優秀テーマ賞，新学術領域「革新的光-物質変換」第一回若手セミナー，2020
３．川地正将（根岸研究室,M1）,学生ポスター賞奨励賞，光機能材料研究会第 25 回シンポジウム
４．小崎周平（根岸研究室,M2）,学生ポスター賞奨励賞，光機能材料研究会第 25 回シンポジウム
５．海老名彩乃（根岸研究室,M2），優秀ポスター発表賞，CSJ 化学フェスタ 2020，2020
６．鈴木太陽（根岸研究室,M2），優秀ポスター発表賞，CSJ 化学フェスタ 2020，2020
７．岩松侑輝（根岸研究室,M1），優秀ポスター発表賞，CSJ 化学フェスタ 2020，2020
８．川脇徳久（根岸研究室,助教），オンライン優秀講演賞，第 71 回コロイドおよび界面化学討論会，2020
９．川地正将（根岸研究室,M1），オンライン学生講演賞，第 71 回コロイドおよび界面化学討論会，2020
10．吉成朝子（小嗣研究室,B4），　第 29 回日本金属学会・日本鉄鋼協会 奨学賞　(2020)
11．西尾 直（小嗣研究室），　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)

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
「東南アジア特有な生体分子とナノカーボンの複合体作製と評価」
東南アジア特有な生体分子とナノカーボンとの複合体を作製し、複合体の構造物性を評価する。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。

根岸　雄一
「金属クラスター多次元構造体の創製」
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。既にカーボン鎖からなる安定化保護剤である「リガンド」の相互作用を利用して、金属クラスターが連続して数珠上に繋がった一次元構造体を得ている。これらの電子伝導性の評価や、さらに多次元の構造体形成を試みる。

田中　優実
「Pt/カーボン系酸素還元反応触媒の活性に及ぼす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。

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熱電材料 Mg_2Si の機能解析」
アンチモン添加の Mg_2Si はは熱電材料として高い性能を示すことから、次世代の熱電交換材料として注目されている。本研究では、大型放射光施設 SPring-8 で行った高輝度放射光を用いて電子状態の構造変化を解析した。その結果、Sb は Si の位置に置換され、Sb と Mg の原子間距離がわずかに広がることが明らかとなった。さらに、置換した Sb からは価電子がキャリアとして供給され、それが伝導帯に移動するという振る舞いを明らかにできた。本成果は Appl. Phys. Lett. 誌の featured article に選出された。

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。

Mark Paul Sadgrove

「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 ~500 nm. 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」

熱電材料のスペクトル伝導率を推定する際、既存の手法よりロバストに推定するためにどのような学習方法が適しているかを調べた。従来の SA 法・多層ニューラルネット(DNN)・畳み込みニューラルネット(CNN)の測定ノイズに対するロバストさに着目した。結果、事前に化学ポテンシャルをある程度見積もることができる場合には DNN が有効であるが、見積もれない場合には CNN のほうがやや優位であった。

川脇　徳久

「カーボン電極上に担持した白金クラスターの酸素還元電極触媒応用」

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。これまで、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、既存ナノ粒子触媒よりも高い酸素還元活性を示すことを明らかにした。カーボン電極上に担持したサイズの異なる白金クラスターを用いて、特異的に高活性を示す燃料電池用カソード電極触媒を探索する。

松原　愛帆

「カーボンナノチューブの熱電特性の最適化に関する研究」

フレキシブルな熱電材料として期待されている不純物ドープカーボンナノチューブ(CNT)に着目し、その熱電性能の温度依存性を明らかにした。また、不純物ドープ CNT の熱電性能を最適化する不純物ドープ量について理論的な予測を行った。その結果、使用する温度毎に最適な不純物ドープ量が存在し、温度の上昇に伴い最適値は増加することを定量的に示した。今後は、直径の異なる CNT に対しても網羅的な調査を行う。

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）の開発を目指す。無機ナノ粒子、CNT、有機マトリックからなるハイブリッドの創製、ならびに電荷注入型 CNT 熱電素子の創製の２つのアプローチを進める。ｎ型を示す CNT ハイブリッドの安定性向上のための有機マトリックを検討した。電荷注入型 CNT 熱電素子ではｐ型とｎ型においてキャリア注入制御による熱電特性の変化を確認した。

岡田　晋

「電界印加下におけるグラフェンや CNT の電子物性に関する研究」

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、グラフェン等の原子層物質や CNT 薄膜の電子物性に対する電界効果の解明を行なった。本年度は２層グラフェンへの電界効果によるキャリア蓄積が、層間の原子配列の違いに強く依存することを明らかにした。また、六方晶窒化ホウ素のグラフェンデバイスに対する遮蔽能の見積もりも行い、電子ドープに対してロバストでホールドープに対して脆弱であることを明らかにした。さらに、CNT 薄膜において、電解により誘起されるキャリアの浸透が CNT 密度が高いほど高められることを示した。

丸山　茂夫

「１次元ヘテロ構造の創成と応用」

単層カーボンナノチューブ(SWCNT)をテンプレートとして、その外層に窒化ホウ素ナノチューブや遷移金属ダイカルコゲナイドナノチューブを形成した１次元ヘテロ構造が実現している。様々な１次元ヘテロ構造の CVD 合成と合成メカニズムの解明、電子、光学、熱、機械的な物性の解明、様々なデバイス応用などについて検討する

小鍋　哲

「ナノチューブのバルク光起電力効果に関する理論的研究」

ナノチューブの pn 接合構造を必要としない光起電力効果、即ち、バルク光起電力効果について理論的に調べる。特に、窒化ホウ素ナノチューブにおいて、バルク光起電力効果によって生じる光電流の大きさや向きの微視的な起源を明らかにする。

千足　昇平

「ナノカーボン材料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）やグラフェンを始めとするナノカーボン材料の構造制御合成技術や他のナノ材料と組み合わせた新しいナノ物質構築技術を開発し、それらの物性の探求・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進める。同時に、これらナノ物質・ナノ構造体に対する光学的分析手法の開発を進める。

土屋　俊二

「二層グラフェン超伝導のヒッグスモードについての研究」

二層グラフェンは、二層の傾き角が特定の値の時に超伝導を示す。この系の超伝導はフラットバンドに起因すると考えられている。本年度はフラットバンドを持つ超伝導体の集団モード、特にヒッグスモードについて研究を行った。これまで s 波の超伝導体では一種類のヒッグスモードのみが知られていたが、本年度の研究によりフェルミ面上の状態数と等しい数の複数のヒッグスモードが存在することを理論的に明らかにした。

根岸　良太

「乱層積層した多層グラフェン/多層グラフェンナノリボンの創成とキャリア輸送特性に関する研究」

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いる。本研究では、ナノカーボン材料からなる固体成長核を利用した化学気相成長法の開拓により、乱層積層した多層グラフェンの合成法やそのキャリア輸送特性に関する研究を行っている。これにより、グラフェンの最大の魅力であるディラック・フェルミオン物性を活用した電子デバイス応用への構造設計指針を確立する。

加藤　大樹

「ナノカーボン材料の荷電粒子線装置への応用」

カーボンナノチューブ，グラフェンを始めとしたナノカーボン材料を利用して走査電子顕微鏡（SEM）、集束イオンビーム（FIB）装置の評価を行い最適な標準試料作製を目指す。標準試料を得るために（１）FIB による微細加工を実施して特殊なパターンを形成、（２）SEM 検出器と分光器による高倍率の観察・分析、（３）得られた各信号の特性を情報処理によって明らかにする。

界面科学研究部門

界面科学研究部門について

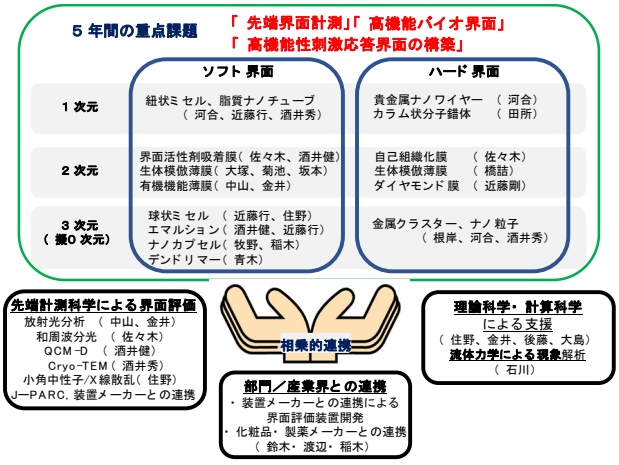
1. 概要

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、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、材料科学・物理・バイオサイエンス・機械工学・先端計測科学・理論科学等の専門を通じて界面科学分野の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り、国外の研究者や企業研究者とも部門レベルでの連携を図っているのが特徴である。

装置としては、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または管理しており、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

「2020 年度界面科学研究部門成果報告会」の開催（コロナウィルス流行により On-line 開催）

開催日：2021 年 3 月 11 日（木）

概　要：成果報告会をコロナウィルス流行により On-line で開催した。参加者は 学内　75 名、学外　34 名、計 109 名であり、多くの参加者を迎え、活発な討論が行われた。
部門全メンバーによる研究報告に加えて、以下の３件の招待講演を実施した。

・外部招待講演者による最新成果講演

1）岡山大学　石田尚之先生
「分散凝集における表面間力:DLVO, non-DLVO and beyond DLVO」

2）関西大学　川崎英也先生
「有機配位子保護金クラスターの機能応用　－ 発光、触媒、センシング、およびバイオメディカル －」

3）大阪工業大学　藤井秀司先生
「機能性高分子粒子の界面吸着現象に基づくソフト分散体材料の創出」

成　果：各メンバーから部門の重点課題について連携した研究の成果が多く発表され、共同での学会発表・論文公表の成果も得られてきた。

「界面科学研究部門第一回産学連携セミナー」の開催

開催日：2020 年 12 月 9 日（水）　　参加者：学内 44 名、学外 79 名,計 123 名

概　要：企業研究者との部門レベルでの連携を図るため、第一回産学連携セミナーを実施した。
部門メンバーならびに企業の最先端で活躍されている研究者による先端開発研究事例を紹介していただいた。
外部講師：株式会社資生堂　渡辺 啓先生、小林分散技研　小林敏勝先生
株式会社コスモステクニカルセンター　小倉 卓先生

成　果：多くの企業研究者に参加していただき、産学交流の良いきっかけとなった。

「PACIFICHEM2021 におけるセッション運営」

開催が 2021 年 12 月に延期された、環太平洋地域の化学系学会の合同国際会議“PACIFICHEM2021”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。

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。従来より毎年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ており、これがきっかけとなり学生が国際会議で堂々と発表できるようになり、結果としてポスター賞や口頭講演賞を多く受賞している。2020 年度はコロナウィルス流行により中止を余儀なくされたが、2021 年度は再開して、研究に携わる学生のポテンシャルをさらに活性化させたい。

2020 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、重点研究を精力的に推進し、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第一回産学連携セミナーの開催など、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。2021 年度は、研究成果の国際誌での公表、国際共同研究など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（2020 年度分）

学術論文

1．A. Kafle, M. Akamatsu, A. Bhadani, K. Sakai, C. Kaise, T. Kaneko, H. Sakai, Phase Behavior of the Bilayers Containing Hydrogenated Soy Lecithin and β-Sitosteryl Sulfate. Langmuir 36, 6025 (2020). (査読有)

2．M. Miyashita, M. Akamatsu, K. Sakai, H. Sakai, Improving Foam Stability of Ethanol/Water Mixture with Anionic Surfactant and Long-chain Alcohol. Chem. Lett. 49, 453 (2020). (査読有)

3．S. Osawa, A. Matsumoto, Y. Maejima, T. Suzuki, Y. Miyahara, H. Otsuka, Direct Observation of Cell Surface Sialylation by Atomic Force Microscopy Employing Boronic Acid-Sialic Acid Reversible Interaction, Anal. Chem. 92, 11714 (2020). (査読有)

4．M. Tadokoro, H. Machida, R. Toyofuku, M. Murakami, H. Kamebuchi, K. Isoda, F. Kobayashi, K. Takahashi, S. Noro, T. Nakamura, Gas Sorption of Nano-Porous Supramolecules Formed by Multi- Hydrogen Bonded Coordination Capsules, Chem. Commun. 57, 2249 (2020). (査読有)

5．T. Kawawaki, Y. Mori, K. Wakamatsu, S. Ozaki, M. Kawachi, S. Hossain, Y. Negishi, Controlled Colloidal Metal Nanoparticles and Nanoclusters: Recent Applications as Cocatalysts for Improving Photocatalytic Water-splitting Activity, J. Mater. Chem. A, 8, 16081 (2020). (査読有)

6．T. Kawawaki, A. Ebina, Y. Hosokawa, S. Ozaki, D. Suzuki, S. Hossain, Y. Negishi, Thiolate-Protected Metal Nanoclusters: Recent Development in Synthesis, Understanding of Reaction, and Application in Energy and Environmental Field, Small in press (2021). (査読有)

7．M. Okada, Y. Sumino, H. Ito, H. Kitahata, Spontaneous Deformation and Fission of Oil Droplets on an Aqueous Surfactant Solution, Phys. Rev. E 102102, 042603, 1 (2020) . (査読有)

8．Y. Hirose, Y. Yasugahira, M. Okamoto, Y. Koyano, H. Kitahata, M. Nagayama, Y. Sumino, Two Floating Camphor Particles Interacting through Lateral Capillary Force, J. Phys. Soc. Jpn. 89, 074004, 1 (2020). (査読有)

9．J. Qi, Y. Kim, K. Takahashi, K. Aoki, I. Hisaki, T. Nakamura, N. Tamaoki, A Series of Bisamide-Substituted Diacetylenes Exhibiting a Terminal Alkyl Odd/Even Parity Effect on Mechanoactivated Photopolymerization, Chem.Eur.J. 27,3832 (2021).(査読有)

10. K. Tsuchiya, Y. Hagiwara, M. Nakagawa, H. Endo, T. Kawai, Magnetic and Thermal Responses of a Nonvolatile Shape Memory Fluid. Mater.Adv. 1, 2712 (2020).(査読有)

11. M. Kuroiwa, T. Nishimura, M. Matsukawa, Y. Imura, K-H. Wang, T. Kawai, Conductive Nanosheets Produced by UV Irradiation of Ag Nanoparticle Monolayer at the Air-Water Interface. RSC Advances, 11, 9693 (2021). (査読有)

12. N. Saito, M. Ono, H. Komatsubara, K. Fukushima, Y. Takahashi, Y. Kondo, Metal-free Functionalized Stilbene Crystals Exhibit Silver Luster, Dyes and Pigments, 179, pp108394-1-108394-4 (2020). (査読有)

13. Y. Yataka, A. Suzuki, K. Iijima, M. Hashizume, Enhancement of the Mechanical Properties of Polysaccharide Composite Films Utilizing Cellulose Nanofibers, Polym. J., 52, 257, (2020). (査読有)

14. M. Hashizume, M. Hirashima, Preparation of Polymer-Immobilized Polyimide Films Using Hot Pressing and Titania Coatings, Langmuir 10.1021/acs.langmuir.1c00605 (査読有)

15. T. Kasai, K. Shiono, Y. Otsuka, Y. Shimada, H. Terada, K. Komatsu, S. Goto, Molecular Recognizable Ion-Paired Complex Formation between Diclofenac/Indomethacin and Famotidine/Cimetidine Regulates Their Aqueous Solubility. Int. J. Pharmaceutics, 590:119841 (2020). (査読有)

16. S. Kawada, S. Sasaki, M. Miyatake, In-situ Observation of Tribo-Decomposition Behavior of Ionic Liquids Composed of Phosphonium-Cation and Cyano-Anion Using Quadrupole Mass Spectrometer, Tribology Int. 153 (2021). (査読有)
17. I. Takeuchi, T. Suzuki, K. Makino, Iontophoretic Transdermal Delivery Using Chitosan-Coated PLGA Nanoparticles for Transcutaneous Immunization, Colloids Surf. A 608, 125607 (2021). (査読有)
18. M. Nakayama, Y. Toyoshima, H. Chinen, A. Kikuchi, M. Yamato, T. Okano, Water Stable Nanocoatings of Poly(N-Isopropylacrylamide)-Based Block Copolymers on Culture Insert Membranes For Temperature-Controlled Cell Adhesion, J. Mater. Chem. B, 8, 7812 (2020). (査読有)
19. T. Kitazawa, K. Yaji, K. Shimozawa, H. Kondo, T. Yamanaka, H. Yaguchi, Y. Ishida, K. Kuroda, A. Harasawa, T. Iwahashi, Y. Ouchi, F. Komori, S. Shin, K. Kanai, Topological Surface State of Bi_2Se_3 Modified By Adsorption of Organic Donor Molecule Tetrathianaphthacene, Adv. Mater. Interfaces 7, 2000524-1-8 (2020). (査読有)
20. M. Kawase, K. Aoyama, Y. Ito, K. Akaike, M. Tamura, K. Kanai, Elucidation of the Enhanced Photoactivity of Melon Calcined with MoO_3, App. Catalysis B: Environmental, 273, 119068 (2020). (査読有)
21. S. Komatsu, M. Tago, Y. Ando, T. Asoh, A. Kikuchi, Facile Preparation of Multi-Stimuli-Responsive Degradable Hydrogels for Protein Loading and Release, J. Controlled Release 331, 1 (2021). (査読有)
22. T. Matsunaga, T. Kondo, I. Shitanda, Y. Hoshi, M. Itagaki, T. Tojo, M. Yuasa, Sensitive Electrochemical Detection of L-Cysteine at a Screen-Printed Diamond Electrode, Carbon, 173, 395 (2020). (査読有)
23. Y. Gunjo, H. Kamebuchi, R. Tsuruta, M. Iwashita, K. Takahashi, R. Takeuchi, K. Kanai, T. Koganezawa, K. Mase, M. Tadokoro, Y. Nakayama, Interface Structures and Electronic States of Epitaxial Tetraaza-Naphthacene on Single-Crystal Pentacene, Materials (Basel), 14, 1088-1 (2021). (査読有)

著書

1．触媒の劣化対策、長寿命化　第 11 章　第 2 節：白金クラスター担持アルミナ触媒の創製と酸化触媒性能の評価，川脇徳久，根岸雄一，技術情報協会，pp. 510-516，2020
2．シランカップリング剤を用いたチタン基板の表面処理によるポリイミドフィルムとの接着，橋詰峰雄，“シランカップリング剤の使い方と応用事例”，サイエンス＆テクノロジー，第 8 章第 1 節，pp. 257-263，2020
3．化学便覧 基礎編 改訂 6 版，酒井秀樹（分担執筆），公益社団法人日本化学会編，丸善出版，2021.

招待講演

1．界面における水の特異な振る舞い－現象理解と応用－，酒井秀樹，MRM (Materials Research Meeting)フォーラム　水に関する材料技術とその革新，2020 年 12 月 8 日，オンライン開催.
2．分子集合形態の制御による多糖複合フィルムの機械的特性の向上，橋詰峰雄，第 30 回日本 MRS 年次大会，オンライン開催，2020 年 12 月

広報

1．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．根岸雄一，第 5 回分子科学国際学術賞，分子科学会（2020）
2．田所誠ほか，Chemical Communications 誌の Back Cover に選出（2020）
3．菊池明彦ほか，The Journal of Controlled Release 誌の Inside Front Cover に選出（2021）

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」

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合成し、この両親媒性分子が水中で高速フォトクロミック反応を示すこと、ならびにフォロクロミック反応に伴いミセル形成を高速で光制御できることを見出した。また、これらの光刺激による分子集合体の構造変化をリアルタイムで計測可能な in situ SANS（小角中性子散乱）システムを、J-PARC との共同研究により構築することができた。

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 273 K 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

「サイズ制御した Pt クラスターの簡便な合成と ORR 触媒活性評価」

ポリオール合成によって、白金クラスターを簡便かつサイズ選択的に合成する方法を確立し、得られた白金クラスターの ORR 活性を評価することで、実用的な白金クラスター触媒の創製に取り組んだ。その結果、大気下にて反応時間を変化させるだけの簡便な操作で白金クラスターをサイズ選択的に大量合成する方法の確立に成功した。得られた白金クラスター担持触媒は、市販の白金ナノ粒子触媒よりも高活性を示すことも明らかになった。

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、長鎖アミドアミンのアルキル鎖の影響を検討したところ、アルキル鎖長を短くすると、発色温度領域の数や色調は変わらないが、発色温度領域が高くなることを明らかとした。また、発色エマルションは低温側の発色領域ではラメラ構造、高温側ではオニオン構造であった。

近藤　行成

「バーコーティング法を使った金色光沢有機結晶の塗布」

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、ジメチルスルホキシドに分散させた。この分散液をバーコーティング法を使ってガラス基板上へ塗布したところ、金色光沢を呈する表面を得ることができた。また、結晶サイズと基板上での金色光沢度との関係についても明らかにした。

橋詰　峰雄

「高分子基材の表面修飾方法がアパタイト複合化に及ぼす影響」

高分子基材への無機層複合化を実現する表面修飾について検討を進めている。ポリイミドフィルムの表面修飾として熱プレスによる親水性高分子の固定化と表面選択的加水分解の 2 つの方法を選択し、アパタイト複合化に及ぼす影響を比較した。いずれの場合も交互浸漬法によりリン酸カルシウムの薄層を形成させておくと擬似体液中で基材表面全面に均質なアパタイト層を形成可能であった。アパタイト層-基材間の接着力の評価も行った。

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

「特異値分解を利用したスペクトルデータや自然言語処理の解析」

特異値分解は系統的なデータにおける共通成分を抽出して、有意なシグナル成分をノイズ成分から分離する。ビッグデータのマイニングに有効で、かつ機械学習のような不可視性がない。高次元ベクトル空間における凸包多様体としてデータを非階層的クラスターに分類できる。UV-VIS スペクトル、ATR-FTIR スペクトル、画像，自然言語など成分要素から構成されるデータへの適応における解釈と利点を探索している。

牧野　公子

「ナノ粒子を用いた経皮免疫療法に関する研究」

食物アレルギーに対する新たな経皮免疫療法の確立を目指し、新規微粒子製剤を開発した。抗原モデルタンパクとして Hen egg lysozyme を用いて調製した平均粒子径 90nm の微粒子は、イオントフォレシス法の利用により抗原の皮内への送達性が向上した。また、アレルギーモデル動物を用いた実験の結果から、抗原のナノ粒子化とイオントフォレシスの利用がアレルギー反応の抑制に有用であることが示唆された。

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」

トポロジカル絶縁体 Bi_2Se_3 表面上に電子供与性分子 Tetrathianaphthacene (TTN)の単分子層を成長させることで Bi_2Se_3 のディラック表面状態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に成功した。また、TTN 単分子層と 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表面に局在した電子状態が出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目的に研究を展開した。フェニルボロン酸(PBA)を微粒子最表面に導入すると、所定温度においてグルコース濃度変化で微粒子の凝集速度が変化することを明らかにした。グルコースーPBA 相互作用に伴う微粒子表面の親水性化が寄与することがわかった。

青木　健一

「デンドリマーを利用した光相転移型接着剤の開発」

近年、アゾベンゼンの光異性化により固／液相転移を起こす新規材料が見出されている。本研究では、大量合成可能なデンドリマーの末端にアゾベンゼン誘導体を局所濃縮することにより、光反応に伴うクロモフォアの会合状態や分子形状の変化を増幅でき、可逆的な光相転移型接着剤として展開できることを見出した。また、相溶性に優れたデンドリマーの性質を利用し、多成分化により接着剤の物性を最適化できることも分かった。

住野　豊

「アクティブ界面を利用した自己駆動系の作成に関する研究」

界面活性剤水溶液を混合した油水界面、あるいは電場を印可した固液界面ではマランゴニ流や電気浸透流のような流動が生じる。これらは物質流，あるいは電場による非平衡な表面流動であり、適切な幾何的条件を課すことで自己駆動する液滴や自己駆動するコロイド粒子を作成することができる。本研究計画ではこうした自己駆動要素の作成に加え、これらの自己駆動要素を集積し、ボトムアップ方式で機能性を示す集団運動系を構築する。

近藤　剛史

「導電性 DLC 電極を用いた血中薬剤濃度測定に関する研究」

血中薬剤濃度をモニタリングするための電気化学測定システムへの応用を目的として、導電性ダイヤモンドライクカーボン（DLC）電極の作製条件と検出特性について検討した。血漿中のテオフィリンの電気化学検出において、sp^3/sp^2 炭素比の大きい DLC 電極では sp^3/sp^2 炭素比の小さい DLC 電極よりもアルブミン吸着によるファウリングが抑制されることから、電流応答が安定しており、有効濃度領域の定量が可能な検出感度を示すことがわかった。

酒井　健一

「環境・生体にやさしい界面活性剤による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、環境や生体にやさしい界面活性剤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 60 vol%）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

「有機半導体単結晶および高秩序結晶界面の電子構造に関する研究」

ドナー性分子とアクセプター性分子とが直に接触する界面は，半導体デバイスにおける「p-n 接合」に相当し，有機太陽電池などの有機エレクトロニクスの機能の根源である。本研究では，ドナー性有機半導体であるペンタセン分子の単結晶表面上において，アクセプター性分子であるテトラアザナフタセンがエピタキシャル成長することを示すとともに，得られた高秩序界面におけるエネルギー準位関係を実測することに成功した。

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

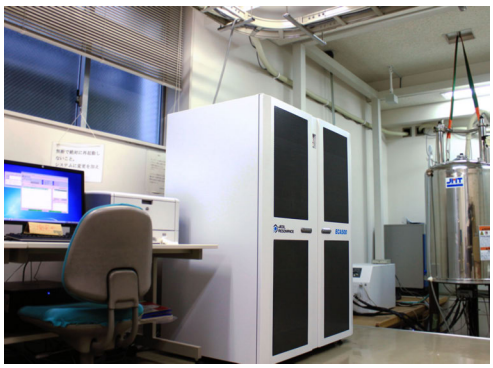
1. 概要

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。本研究部門ではまず第一の課題として、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。本年度の成果の一つとして、2020 年に開発した新反応「Macrolactamization」（マクロラクタミゼーション：大環状アミド化反応）を用い、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の迅速合成法が確立できたことが挙げられる。現在、当研究部門が所有する生物活性評価システムにて肺腺がん細胞株 NCI-H1650［EGFR(Δ746-750)］、NCI-H2228［EML4-ALK］、NCI-H226［EGFR-wt］、A549［EGFR-wt］、PC-9［EGFR(Δ746-750)］ならびに NCI-H1975［EGFR(T790M,L858R)］等の複数 cell ラインにより得られた化合物の細胞増殖阻害能を比較している段階である。後述するように本研究部門ではタンパク質細胞内輸送阻害剤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. 研究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（500 MHz, 300 MHz 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

(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。

(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、新規分子内[4π+4π]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り、2022 年度までプロジェクトの継続が確定した。この期間に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より一層目指す。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1．Total Synthesis of the Antitumor Depsipeptide FE399 and Its S-Benzyl Derivative: A Macrolactamization Approach, Takayuki Tonoi, Miyuki Ikeda, Teruyuki Sato, Takehiko Inohana, Ryo Kawahara, Takatsugu Murata, Isamu Shiina, EUROPEAN JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY, 2020, 32, 5119-5125.（査読有）

2．4-(Dimethylamino)pyridine N-Oxide-Catalyzed Macrolactamization Using 2-Methyl-6-nitrobenzoic Anhydride in the Synthesis of the Depsipeptidic Analogue of FE399, Takayuki Tonoi, Takehiko Inohana, Ryo Kawahara, Teruyuki Sato, Miyuki Ikeda, Miku Akutsu, Takatsugu Murata, Isamu Shiina, ACS Omega, 2021, 6, 3571-3577.（査読有）

3．BRAP2 Inhibits the Ras/Raf/MEK and PI3K/Akt Pathways in Leukemia Cells, Thereby Inducing Apoptosis and Inhibiting Cell Growth, Hiroharu Sakai, Isamu Shiina, Takahisa Shinomiya, Yukitoshi Nagahara, EXPERIMENTAL AND THERAPEUTIC MEDICINE, 2021, 21, 463.（査読有）

著書･総説･解説

1．椎名 勇, YouTube「Title：Newly Synthesized Fungal Compound Can Switch on a Self-destruct Button for Cancer」･Total Synthesis of FE399 Using MNBA: A Macrolactamization Approach, The Shiina Research Group, Tokyo University of Science, 2020 年 6 月 10 日, https://youtu.be/7nNRhX8pSTw

2．椎名 勇, YouTube「タイトル：（英語ナレーション：日本語字幕版）抗がん作用を示す天然物 FE399 の人工合成に成功」・（アニメーション入り一般向け紹介動画）MNBA マクロラクタム化による初の天然物の全合成, 2020 年 6 月 22 日, https://youtu.be/dR4necST5bw

3．椎名 勇, YouTube「タイトル：（日本語吹き替え版）抗がん作用を示す天然物 FE399 の人工合成に成功」・（アニメーション入り一般向け紹介動画）MNBA マクロラクタム化による初の天然物の全合成, 2020 年 7 月 14 日, https://www.youtube.com/watch?v=PeFmziHus_k

招待講演

1．椎名 勇, 不斉エステル化反応の開発, 三重大学大学院工学研究科特別講演会, 2020 年 11 月 16 日, オンライン

2. 椎名 勇, 新規マクロライド系抗菌剤の抗真菌活性ならびに抗細菌活性研究, 2020 年度 国際共同利用･共同研究拠点事業 成果報告会（千葉大学真菌医学研究センター）, 2021 年 3 月 10 日, オンライン

特許

1．椎名 勇, 下仲基之, 長谷川豪, 長原礼宗「BRAP2 Action Enhancer」, 国際出願, WO2021075147, 2020 年 8 月 20 日

2．椎名 勇, 下仲基之, 長谷川豪、長原礼宗「BRAP2 作用増強剤」, 特許(登録), 特願 2019-188943, 特許第 6754125 号, 2020 年 9 月 9 日

広報

1．椎名 勇, 殿井貴之, 村田貴嗣, 「抗がん作用を示す真菌由来の天然物 FE399 の人工合成に成功：MNBA マクロラクタム化による初の天然物の全合成」, プレスリリース, 2020 年 6 月 12 日公開

2．椎名 勇, 殿井貴之, 村田貴嗣, 科学技術振興機構（JST）科学技術の最新情報サイト「サイエンスポータル」ニュース「東京理科大学 庭木のカビ由来の天然物を人工合成 新たな抗がん剤に期待」, 2020 年 7 月 7 日報道

3．椎名　勇, Yahoo! JAPAN Headline News(7/July/2020)（Yahoo! JAPAN）「東京理科大学 庭木のカビ由来の天然物を人工合成 新たな抗がん剤に期待」, 2020 年 7 月 7 日報道

受賞

1．椎名 勇，殿井貴之，村田貴嗣，European Journal of Organic Chemistry (European JOC) Cover Feature Article (Aug/2020)，2020年8月31日，WILEY-VCH社

2．椎名 勇，殿井貴之，村田貴嗣，ACS Omega Cover Feature Article (Feb/2021)，2021年2月12日，アメリカ化学会

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、殿井　貴之、村田　貴嗣
「MNBA マクロラクタム化を利用する抗がん剤の不斉全合成」
FE399 はキャラボクの内生真菌 Ascochyta sp.から産出される天然デプシペプチドであり、ヒト大腸がん細胞をはじめとするさまざまながん細胞および腫瘍細胞に対する増殖抑制効果が報告されていた。我々は、高速脱水縮合剤である MNBA と求核有機触媒の DMAPO を組合わせることで、目的のマクロラクタム化がきわめて迅速に進行することを見出し、本手法を鍵反応として FE399 の全合成に成功した。今後の FE399 を基軸とする新規抗がん剤開発への展開が期待される。

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代表的なキラル化合物の一つであり、L 型と D 型の鏡像異性体のうち L 型のみから構成されている（ホモキラリティ）。生体関連化合物がホモキラリティに至った反応経路の解明を目指した研究では、ストレッカーアミノ酸合成中間体アミノニトリルの不斉発生と増幅メカニズムを解明した。本研究では、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に加え、ある特定のがん細胞に対し選択的に毒性を有する新規化合物も合わせて入手することに成功した。現在、化合物ライブラリーの拡充を図っている。

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、リポプロフェン投与による血中の総コレステロール量の低下とともに、肝臓においてコレステロール取り込みに重要な LDL 受容体の遺伝子発現の増加を確認した。これより、リポプロフェンは肝臓へのコレステロール取り込み亢進を介して、血中コレステロールを低下させることが示唆された.

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、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。さらに、人の皮膚角層に用事一過性の微細孔を開口する経皮投与デバイスである「PassPort® System」を用いた経皮投与後の体内動態についても検証を始めている。

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）モデルを構築した。中でも、セラミド IIIb、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。PassPort® System を本モデルに適用し、局所的に熱が加わった状態での構造変化も評価した。

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。今年度は新しい試みとして、PassPort® System による経皮投与も検討した。その結果、PassPort® System を適用することで、RID-B クエン酸塩の皮膚角層への浸透が促進されることを実証した。

先進複合材料・構造 CAE 研究部門

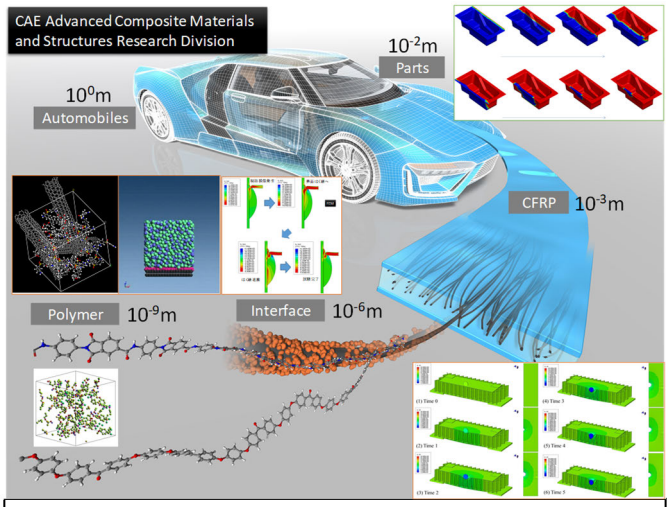
先進複合材料・構造 CAE 研究部門について

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。2020 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

来年度以降の大型研究費獲得を目的として、本年度は基礎研究を進めた。内容は、熱可塑 CFRP の超音波溶着に関するもの、CFRPの強度と耐久性に関するもの、CFRP3D プリンタに関するものが主である。来年度は、NEDO、CREST、未来社会創造事業、科研費基盤 B 以上、その他 1000 万以上の財団に多数応募する予定である。なお、今年度も複数の研究費への応募を行ったが、残念ながら小さいモノ(100 万円以下)を除いてすべて不採択であった。しかし、今年度は基礎研究を進めることができたので、これを用いて来年度の研究費応募は良い結果が得られると期待している。

また今年度は，下記のセミナーを開催した.

第 9 回先進複合材料・構造 CAE セミナー（8/4）

第 10 回先進複合材料・構造 CAE セミナー（9/9）

第 11 回先進複合材料・構造 CAE セミナー（9/28）

なお、本年度は部門発足 3 年目であるため、アドバイザリー委員会を開催した。部門は 2 年の延長を申請し、承認された。しかし 21 年度に資金の獲得に成功すれば、研究センターへ移行する予定である。

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 3 年目を迎えた 2020 年度に本部門は大型資金獲得へのチャレンジを継続している。21-22 年度に大型資金を獲得し、22-23 年度のセンター設立を目指す。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1．Shien Ri, Taiki Takimoto, Peng Xia, Qingha Wang, Hiroshi Tsuda and Shinji Ogihara, Accurate Phase Analysis of Interferometric Fringes by the Spatiotemporal Phase-shifting Method, Journal of Optics, 22, 105703, 2020.10, https://doi.org/10.1088/2040-8986/abb1d1
2．M. J. Mohammad FIKRY and Shinji OGIHARA, Damage behaviors in cross-ply cloth CFRP laminates cured at different temperatures, Mechanical Engineering Journal, Volume 7, Issue 5, Pages 20-00325, DOI https://doi.org/10.1299/mej.20-00383, 2020.10 (13 pages)
3．Jun Koyanagi, K. Hasegawa, A. Otani, T. Sakai, K. Sakaue, Formulation of non-linear Viscoelastic-Viscoplastic constitutive equation for Polyamide 6 resin, Heliyon, Vol. 7 (2021), pp.e06335.
4．Jun Koyanagi, N. Takase, K. Mori, T. Sakai, Molecular dynamics simulation for the quantitative prediction of experimental tensile strength of a polymer material, Composites Part C, Vol. 2 (2020), pp.100041.
5．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.
6．Masahito Ueda, Shun Kishimoto, Masao Yamawaki, Ryosuke Matsuzaki, Akira Todoroki, Yoshiyasu Hirano, Antoine Le Duigou, 3D compaction printing of a continuous carbon fiber reinforced thermoplastic, Composites Part A, 137 (2020), 105985.
7．Antoine Le Duigou, David Correa, Masahito Ueda, Ryosuke Matsuzaki, M Castro, A review of 3D and 4D printing of natural fibres biocomposites, Materials and Design, 194 (2020), 108911.
8．Ryosuke Matsuzaki, Tadahiro Kobara, Ryota Yokoyama, Efficient estimation of thermal conductivity distribution during curing of thermoset composites, Advanced Composite Materials, (2020), in press. DOI: 10.1080/09243046.2020.1801337
9．Ryosuke Matsuzaki, Kenta Mitsui, Yoshiyasu Hirano, Akira Todoroki, Yoshiro Suzuki, Optimization of curvilinear fiber orientation of composite plates and its experimental validation, Composite Structures, 255 (2020), 112956.
10. Antoine Le Duigou, Guillaume Chabaud; Ryosuke Matsuzaki; Mickael Castro, Tailoring the mechanical properties of 3D printed continuous flax/PLA biocomposites by controlling the slicing parameters, 203, Composites Part B, (2020), 108474.
11. Ryosuke Matsuzaki, Hiroki Koshiro, Mesoscale draping simulation of carbon fiber mat for arbitrary weave architecture, Journal of Composite Materials, (2020), in press. DOI: 10.1177/0021998320979745.
12. Hirohide Shiratori, Akira Todoroki, Masahito Ueda, Ryosuke Matsuzaki, and Yoshiyasu Hirano, Compressive strength degradation of the curved sections of 3D printed continuous carbon fibers composites, Composites Part A, 142 (2020), 106244.
13. Ryosuke Matsuzaki, Yusuke Chisaka and Tomohiro Tajiri, Elucidation of high permeability water among VACNFs using molecular dynamics, Scientific Reports, 11 (2021), 554.
14. Yuto Mori, Ryosuke Matsuzaki, Naoya Kumekawa, Variable thickness design for composite materials using curvilinear fiber paths, Composite Structures, 263 (2021), 113723.
15. Morigayama, Hiroki, et al. “Phase stability of Yb-Gd-Si ternary alloys at elevated temperature.” Journal of Alloys and Compounds 825 (2020): 154098.
16. Kubota, Y., Yoko, K., Fujita, T., Inoue, R., & Kogo, Y. (2020). Thermal Protection Performance of Polymethylmethacrylate-Impregnated Porous Carbon Materials with Three Different Densities. Journal of Spacecraft and Rockets, 57(5), 985-994.

17. Unno, N., Yuki, K., Inoue, R., Kogo, Y., Taniguchi, J., & Satake, S. I.(2020). Enhanced evaporation of porous materials with micropores and high porosity. Journal of Thermal Science and Technology, 15(1), JTST0007-JTST0007.
18. Hiroshi Okada, Tatsuro Ishizaka, Akira Takahashi, Koichiro Arai, Yasunori Yusa, 3D J-integral evaluation for solids undergoing large elastic-plastic deformations with residual stresses and spatially varying mechanical properties of a material, Engineering Fracture Mechanics, Volume 236, 107212, 2020.
19. T. Kumagai, A. Takahashi, K. Takahashi, A. Nomoto, Velocity of Mixed Dislocations in Body Centered Cubic Iron studied by Classical Molecular Dynamics Calculations, Computational Materials Science, Vol. 180, 109721, 2020
20. S. Tomaru, A. Takahashi, Three-dimensional Fatigue Crack Growth Simulation of Embedded Cracks Using s-version FEM, International Journal of Structural Integrity, Vol. 11, pp.547-555, 2020
21. M.N.M. Husnain, M.R.N. Akranin, Z.L. Chuan, M.S. Shaari, A. Takahashi, Analysis of stress intensity factor for fatigue crack using bootstrap s-version finite element model, International Journal of Structural Integrity, Vol. 11, pp.579-589, 2020
22. Noriyuki UNNO, Kazuhisa YUKI, Ryo INOUE, Yasuo KOGO, Jun TANIGUCHI, Shin-ichi SATAKE: “Enhanced evaporation of porous materials with micropores and high porosity”, Journal of Thermal Science and Technology, 15(1) (2020), JTST0007.
23. Hiroki Morigayama, Toshihisa Miyazaki, Syo Usami, Yutaro Arai, Toru Tsunoura, Ryo Inocuo, Takuya Aoki, Ryuji Tamura, Yasuo Kogo: “Phase stability of Yb-Gd-Si ternary alloys at elevated temperature”, Journal of Alloys and Compounds, (825) (2020), 154098 – 154108.
24. Kenji Toyota, Yutaro Arai, Shinichi Miyagawa, Yasuo Kogo, Ken Takeuchi: “Novel validating indices to indicate sexual differences in the horsehair crab Erimacrus isenbeckii (Brandt, 1848)”, Aquatic Animals, AA2021
25. T. Ishikawa, R. Usukawa, “Development of precursor ceramics using organic silicon polymer”, International Journal of Applied Ceramic Technology, 17 (2020) 2062-2073.
26. T. Ishikawa, K. Tsujikura, M. Tanaka, N. Nishida, A. Mitani, “Morphological changes and their thermal conductivities of MgO crystals containing various impurities (B, Ca, Si)”, International Journal of Applied Ceramic Technology, (2020) DOI: 10.1111/ijac.13616.
27. R. Usukawa, T. Ishikawa, “Effect of Al contained in polymer-derived SiC crystals on creating stable crystal grain boundaries”, International Journal of Applied Ceramic Technology, 18 (2021) 6-11, DOI: 10.1111/ijac.13627.
28. T. Ishikawa, M. Naito, “A new process for creating a solid-phase sintered body using a unique densification process between powders”, International Journal of Ceramic Engineering & Science, March 2021, Accept.
29. Masahiro Furutani, Daiki Fujihira, Koji Arimitsu, “Photoadhesive Materials Containing 2Mercaptopyridyl Moieties”, J. Photopolym. Sci. Technol., 2020, 33(3), 261-267.
30. 有光晃二、「光塩基発生反応とその増幅」、ネットワークポリマー論文集、2020, 41(5), 207-213
31. Yasuyuki Sanai, Takeru Ninomiya, Koji Arimitsu, “Improvements in the physical properties of UV-curable coating by utilizing type II photoinitiator”, Progress in Organic Coating, 2021, 151, 106038-106052

著書

1．有光晃二, 「第５章　第１節　光ラジカル重合の概要、光吸収と重合反応、照射装置の種類と使い方」, ラジカル重合を中心としたポリマー・微粒子・コーティング材の合成, 応用, トラブル対策, 技術情報協会, 2020, 329-331.
2．有光晃二, 「第５章　第２節　光ラジカル重合開始剤の種類と特性」, ラジカル重合を中心としたポリマー・微粒子・コーティング材の合成, 応用, トラブル対策, 技術情報協会, 2020, 332-335.

３．有光晃二,「第５章　第３節　光誘起レドックス開始ラジカルUV硬化」, ラジカル重合を中心としたポリマー・微粒子・コーティング材の合成, 応用, トラブル対策, 技術情報協会, 2020、336-337.
４．有光晃二,「第５章　第４節　光潜在性チオールと光チオール／エン反応への応用」, ラジカル重合を中心としたポリマー・微粒子・コーティング材の合成, 応用, トラブル対策, 技術情報協会, 2020, 338-342.
５．Tsutomu Iida, Ryo Inoue, Daishi Shiojiri, Naomi Hirayama, Noriaki Hamada, Yasuo Kogo, 2.16 - Silicide materials: Thermoelectric, mechanical properties, and durability for Mg-Si and Mn-Si, Eds: Ryoji Funahashi, In Woodhead Publishing Series in Electronic and Optical Materials, Thermoelectric Energy Conversion, Woodhead Publishing, 2021, Pages 389-427, ISBN 9780128185353,

招待講演

１．Hiroshi Okada, Methodologies to compute fracture mechanics parameters, The 27th International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences, Online, 2021/1/6～2021/1/10. Semiplenary lecture.
２．Methodologies to compute fracture mechanics parameters(A revisit and some applications to large strain elastic-plastic problems), THE 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL METHODS (ICCM2020), Online, 2020/8/9～2021/8/12, Semiplenary lecture.
３．有光晃二,「ネットワークポリマーの基礎」, 第69回高分子討論会(オンライン開催), 2020年9月16日（口頭発表 1V04IL）
４．有光晃二,「高感度フォトポリマーの創製～光反応とその増幅～」, 光化学協会光化学応用講座2020－光化学からの最新フォトポリマーへの展望－, オンライン開催、2021年1月20日（口頭発表）
５．有光晃二,「カスケード式化学で構築する高感度フォトポリマー」, 高分子学会　20－1超分子研究会, オンライン開催, 2021年1月22日（口頭発表）

広報

１．プレスリリース, 2020/12/07

受賞

１．2020年度公益財団法人スズキ財団科学技術研究助成, 高温における三次元ひずみ分布イメージング手法の確立
２．IACM Fellows Award(国際計算力学連合フェロー賞), The International Association for Computational Mechanics (IACM), 2020/7/20.

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

「CAE 技術を用いた複合材料の力学研究」

炭素繊維強化プラスチック（CFRP）などに代表される 21 世紀の材料である先進複合材料を題材に、分子軌道法（MO）や分子動力学法(MD)による分子レベルでの材料開発や、有限要素法（FEM）、粒子法（SPH）、数値流体力学（CFD）を用いた破壊シミュレーション、実構造物の設計、成形シミュレーションや流体解析を通して、CAE 技術を効率的に活用した工学研究を実施している。メーカー等との共同研究として実践的な研究活動を実施し、産業へ直接的に貢献するとともに、これを通して有能な CAE 技術者を育成し産業へ輩出している。

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基準を導き出すには、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。画像相関法と紫外光光源及びCCDカメラを利用することにより、画像のコントラスト比を落とすことなくその場観察できると同時に、二次元でのひずみ分布の測定が可能となった。本年度はステレオ撮影の原理を利用し三次元での測定を実現した。高温で生じる現象の理解のみならず、変形量を精度良く計測することが可能となった。

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」

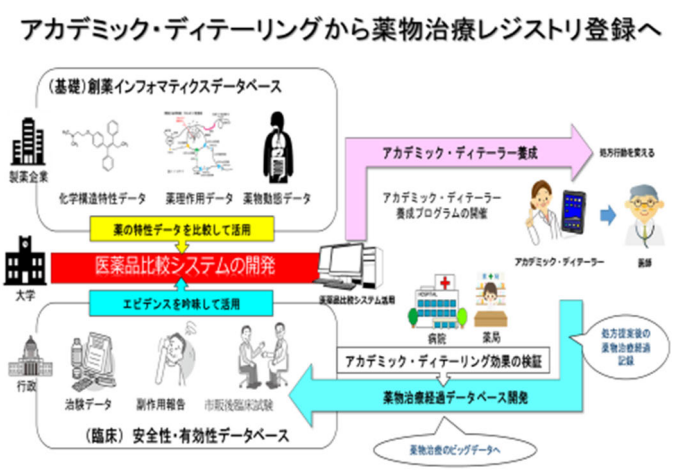
光塩基発生剤、ビスマレイミド樹脂(BMI)、エポキシ樹脂(jER828)からなる混合樹脂膜のアニオン UV 硬化を実施すると、BMI：jER828＝1：1 のときにそれぞれの単体樹脂では得られない高硬度の硬化膜が得られることがわかっている。しかしながら、光照射後に高温長時間の加熱が必要であった。そこで、本系に多官能チオールを添加することで、従来の系より低温・短時間でアニオン UV 硬化が可能となり、単純な熱硬化系に匹敵する硬度が発現することを見出した。

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を行った。また、新規のアカデミック・ディテーリング資材開発として、高血圧治療薬に取り組んだ。



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。さらに CYP 代謝酵素データを基に併用注意を新たに３段階のリスクカテゴリーに分け、相互作用チェックシステムを開発委託した。

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、乳がんに対するホルモン療法、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）

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。2019 年 12 月に第 3 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」、2020 年 9 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。2020 年 11 月 C コース「アカデミック・ディテーリングの実践」を開催した。アカデミック・ディテーリング認定薬剤師/教育サポーターには 14 名が申請を行った。新型コロナウイルスの感染拡大により、Zoom による Web 研修会としての新たなプログラムを開発した。

3. 3. アカデミック・ディテーリング効果に関する研究

アカデミック・ディテーリングの効果を検証する方法としてアカデミック・ディテーリング実施前後の処方変化を入力できる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。引き続き、高血圧治療薬についても研究を進める。

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。今後はアカデミック・ディテーリング研究会を立ち上げて、産学共同コンソーシアムの拠点とする準備を開始した。

3. 5. アカデミック・ディテーリング普及に向けた活動

日本がんサポーティブケア学会新規医療情報委員会の新規薬剤小委員会委員長として、「支持療法としての便秘治療アカデミック・ディテーリング資材開発」を委員会活動として行い、緩和・支持・心のケア 合同学術大会 2020（第 5 回日本がんサポーティブケア学会学術集会）において、委員会報告を行った。2021 年度の第 6 回日本がんサポーティブケア学会学術集会においても「支持療法としての便秘治療アカデミック・ディテーリング」についてのシンポジウムを企画している。

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った。

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ほぼ終わり、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4 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。アカデミック・ディテーラーの養成については、部門終了後もアカデミック・ディテーリング研究会を立ち上げて、継続できるように準備していきたい。

参考論文

1．小茂田昌代，アカデミック･ディテーリングの考え方を知ろう､薬ゼミプラス，薬学ゼミナール，50，28-29，2020
2．小茂田昌代，アカデミック・ディテーリングのすすめ―最適な処方提案のために―，ファーマシストぷらす，37(1)14-15，2020

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1. Yohei Kawano, Maho Katsuyama, Masashi Nagata, Maki Obana, Satoshi Nakamatsu, Ayano Mori, Namiki Sakamoto, Yasunari Mano, Kenichi Negishi, Shuji Shimada, Takao Aoyama. Antiplatelet Effect of Mirtazapine via Co-blocking of 5-HT2A and α2-adrenergic Receptors on Platelets, Bio. Pharm. Bull. 43(2) 238-244 (2021)
2. Katsuya Shibuki, Shuji Shimada, Takao Aoyama. Meta-analysis of 11 heterogeneous studies regarding dipeptidyl peptidase 4 inhibitor add-on therapy for type 2 diabetes mellitus patients treated with insulin. Journal of Diabetes Research, Volume 2020, Article ID 6321826
3. Tomoyo Sakaguchi, Takashi Wada, Takahiro Kasai, Tomoki Shiratoril, Yoshiko Minami, Yohsuke Shimada, Yuta Otsuka, Kazushi Komatsu, Satoru Goto. “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, 190, 110845.
4. Takahashi J, Yamada D, Ueta Y, Iwai T, Koga E, Tanabe M, Oka JI, Saitoh A. (2020) Oxytocin reverses Aβ-induced impairment of hippocampal synaptic plasticity in mice. Biochem Biophys Res Commun 528:174-178.
5. Fujii H, Uchida Y, Shibasaki M, Nishida M, Yoshioka T, Kobayashi R, Honjo A, Itoh K, Yamada D, Hirayama S, Saitoh A. (2020) Discovery of δ opioid receptor full agonists lacking a basic nitrogen atom and their antidepressant-like effects. Bioorgan Med Chem Lett 30:127176.
6. Keiko Goto, Tsugumichi Sato, Yoshiaki Shikamura, Kaori Nomura, Kenichi Negishi, Takehisa Hanawa, Examining the association between the “My Pharmacist” model and the service quality of community pharmacies”. Res Social Adm Pharm. 2020; 16(7):958-966.
7. Sato E, Umezawa M, Miyajima A, Koishi N, Kanaya A, Yamanaka A, Fujimoto M, Ishii Y, Saito A, Inoue S, Mano Y, Suzuki T, Ozeki R, Ishii N, Komoda M, Efficacy and safety of a modified combination regimen of phenothrin and ivermectin lotion in patients with head lice in Tsukuba, Japan. J Cutan Immunol Allergy. Published online 2020 Dec 16. doi: 10.1002/cia2.12149
8. Kazumi Yoshizawa, Mizuho Tabuchi, Saki Ukai, Hidetaka Suzuki, Yohei Kawano, Ryoko Takasawa, The Putative Glyoxalase 1 Inhibitor Piceatannol Exhibits Both Anxiolytic-like and Antitumor Effects in Mice”. Anticancer Research, 2020, 40, 3271-3276.
9. Louvy Lynn Punzalan, Lulu Jiang, Di Mao, Amarjyoti Das Mahapatra, Shinichi Sato, Yasushi Takemoto, Mari Tsujimura, Kosuke Kusamori, Makiya Nishikawa, Lu Zhou, Motonari Uesugi. “Chemoproteomic profiling of a pharmacophore-focused chemical library” Cell Chemical Biology 2020 27(6): 708-718.e10.
10. Yukiya Takayama, Kosuke Kusamori, Chihiro Tsukimori, Yosuke Shimizu, Mika Hayashi, Ikumi Kiyama, Hidemasa Katsumi, Toshiyasu Sakane, Akira Yamamoto, Makiya Nishikawa. Anticancer drug-loaded mesenchymal stem cells for targeted cancer therapy, Journal of Controlled Release, 2021, 329, 1090-1101.
11. Yuuki Akagi, Akiko Iketaki, Haruna Kimura, Yuki Matsudaira, Takami Yoshida, Takahiro Nishimura, Yohei Kawano, Yasunari Mano, Erina Shigematsu, Makoto Ujihara. Risk of hypoglycemia associated with repaglinide combined with clopidogrel, a retrospective cohort study, Journal of Pharmaceutical Health Care and Sciences, 6, 5(2020).
12. Teruyuki Yamamoto, Kenichi Negishi, Yasunari Mano, Mio Aoki, Kohei Miyaso, Naoki Kamimura, Takao Aoyama. The degrees of influences on identification via information on the short-sides of a pharmaceutical packaging box, Japanese Journal of Community Pharmacy, 8, 1-12(2020).

13. Gene Expression Level and Gene Set Enrichment Analysis of Host Genes, Yosuke Kondo, Satoru Miyazaki. Journal of Data Mining in Genomics & Proteomics, 2020, Vol.11, Issue1, 100221.
14. Rintaro Iwata Hara, Reijiro Yoshino, Yohei Nukaga, Yusuke Maeda, Kazuki Sato, Takeshi Wada, Synthesis and properties of DNA oligomers containing stereopure phosphorothioate linkages and C-5 modified deoxyuridine derivatives, RSC Advances, 2020, 10, 34006-34013.
15. Komoda M, Yamaguchi S, Takahashi K, Yanase K, Umezawa M, Miyajima A, Yoshimasu T, Sato E, Ozeki R, Ishii N, Efficacy and safety of a combination regimen of phenothrin and ivermectin lotion in patients with head lice in Okinawa, J Dermatol., 47(7)720-727, 2020.

著書

1．新人薬剤師・薬学生のための医療安全学入門［改訂版］. 小茂田昌代編, 薬ゼミ情報教育センター, 2020, pp 111-116. ISBN: 978-4-904517-96-3 C3047.
2．西川元也. “核酸医薬の体内動態と DDS による制御”日本プランニングセンター　難病と在宅ケア, 26 巻 4 号 pp.1-4 (2020 年 7 月 1 日).
3．和田 猛 他, 核酸科学ハンドブック, “有機化学　核酸の化学合成”講談社, 2020, pp45-52 (2020 年 12 月 22 日). ISBN: 978-4-06-520786-4.
4．小佐野博史, 青山隆夫, 森 雅博, 飯島亮介, 枝川義邦, 三部 篤, 嶋田修治, 高橋真樹, 高柳理早, 手塚 優, 早勢伸正, 油井 聡, 吉澤一巳. 薬物治療学 第 2 版. 朝倉書店. 2020. ISBN: 978-4-254-36269-5.
5．小茂田昌代, 齊藤光江, (川西正祐, 賀川義之, 大井一弥編), みてわかる薬学　図解腫瘍薬学, 南山堂, 534-552 2020 東京

招待講演

1．後藤 了, 伊東理絵. 添付文書の意味を読み取るプログラムによる薬剤師の解釈＝メタ認知, 日本腎臓病薬物療法学会学術大会・総会 2020 Web 開催（徳島）2020 年 12 月 14-20 日
2．Tsugumichi Sato. Prevention of drug-induced sufferings: the mission and role of medical industry professionals、17th DIA Japan Annual Meeting 2020, Tokyo, Nov.8-10 (2020)
3．西川元也. 疾患の予防・治療の最適化に向けた生物薬剤学的アプローチーナノ構造化核酸, 多機能型細胞治療システム, エクソソーム体内動態制御など. 令和元年度メディショナルナノテク研究会第 4 回例会（2020 年 2 月 5 日）東京.
4．真野泰成, 新規心疾患治療薬の開発に向けた体内動態と既存薬のドラッグ・リポジショニング研究, 日本医科大学・東京理科大学 第 7 回合同シンポジウム, web 開催、12 月 5 日 (2020)
5．Takeshi Wada. “STEREOCONTROLLED SYNTHESIS AND PROPERTIES OF P-MODIFIED OLEGONUCLEOTIDE THERAPEUTICS” iPoPS 2020 7th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences, 2/28, 2020, Chiba, Japan.
6．小茂田昌代, 「アカデミック・ディテーリングとは～薬の科学的特徴をフォーミュラリに活かす」, Advanced Pharmacist e-Seminar in 千葉埼玉、日本ベーリンガーインゲルハイム株式会社, 2020.12.17, 千葉 (Zoom)
7．小茂田昌代, 「第 28 回臨床薬剤師のための講習会～アカデミック・ディテーリング～」, アステラス製薬株式会社, 2021.2.14、千葉 (Teams)

研究課題（研究者別）

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。

河野　洋平

「抗うつ薬ミルタザピンの 5-HT2A およびα2 受容体を介した抗血小板作用の解明」

ミルタザピン（MTZ）は、中枢において 5-HT_{2A} およびα$_2$受容体を阻害することで抗うつ作用を示す一方で、近年の臨床研究において出血リスクを高める可能性があることが報告されており、我々はマウス血小板において MTZ がこれらの受容体を介した抗血小板作用を示すことを発見した。さらに、ヒト血小板を用いた *in vitro* 実験により MTZ は、ヒト血小板においても 5-HT_{2A} およびα$_2$受容体を阻害することで抗血小板作用を示し、出血リスクを高める危険性があることを見出した。

小茂田　昌代

「支持療法のアカデミック・ディテーリングを支援する FN 電子患者日誌に関する研究」

がん患者が発熱性好中球減少症（FN）の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；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。

「支持療法の便秘治療薬アカデミック・ディテーリング資材開発に関する研究」

副作用として便秘を起こすがん治療レジメンの場合は、事前の排便コントロールや治療開始後も便秘治療薬を適切に使用しては排便をコントロールすることが重要である。近年、新規の便秘治療薬が発売され、その使い分けを示すアカデミック・ディテーリングは非常に重要となるため、アカデミック・ディテーリングを行うための資材開発を行った。

「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。

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

「前立腺がん発症リスクとサルタン系降圧薬による予防効果の検討」

降圧薬であるアンジオテンシン II 受容体拮抗薬（ARB：Angiotensin II Receptor Blocker）による前立腺がん発症予防効果を検証する目的で、医療ビッグデータである診療データベースを用いた後ろ向きコホート研究を行った。ARB は PSA 値上昇を抑制させ、ARB を長期間使用した場合では、前立腺がん発症予防効果があることが示唆された。本研究結果から、ARB をフィルターとして用いることで、前立腺がん予防システムの構築の可能性を見出した。

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

「地域医療行政サービスの課題分析と今後の対応」

厚生労働省では、地区の行政サービスが生活者にとってどのような状況にあるのかを、アンケート調査しており、その結果を公開している行政がある。そこで、そのアンケート調査結果を利用して、日本全国における行政サービスや地域の活動が、都市部や過疎部による地域性、或いは交通手段や IT 環境の違いから、医薬品関係に関する正確な情報取得や、或いはサービス提供を受けることに偏りがないかどうか、或いは、その原因について考察した結果、地域により明確な差はないが、年齢層に偏りがあると医薬品に関する情報などに偏りが見られる傾向があることが分かった。そこで、限界集落などになる手前の、年齢層に偏りが生じているような地区にある薬局薬剤師が、病気になってから医薬品を使用した薬物治療による貢献だけでなく、日頃からの地域住民の健康維持活動に、もっと貢献していくべきではないかとの考察に至った。

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。2020 年度は、引き続き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

「医薬品情報におけるプロトンポンプ阻害薬の阻害様式についての記述に関する調査研究」

オメプラゾール、エソメプラゾール、ランソプラゾールおよびラベプラゾールは類似の化学構造を有し、同じ非可逆的反応機構でプロトンポンプを阻害する。しかし、ラベプラゾールだけが可逆的という認識が流布している。本研究では、ラベプラゾールのみが可逆的という解釈が広まった原因の解明を目的として、ラベプラゾールの先発・後発品全 24 種の添付文書とインタビューフォームから可逆・非可逆に関する記述を探し、その参考文献を調査した。さらに、4 種の PPI 先発品の添付文書とインタビューフォームの記述を比較する調査を行った。

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

「統合失調症治療への持効性注射導入が処方用量の適正化に及ぼす意義に関する研究」

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、導入前の投与用量を評価することを目的としている。2020 年度は、抽出した対象患者のカルテ情報を解析し、LAI 導入の意義について検討した。

「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。2020 年度は、抽出した対象患者のカルテ情報の解析を継続した。

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。また、今年度は光反応によってスルホキシドの立体化学を制御する方法を開発した。これにより、所望する立体化学のスルホキシドのみを得ることができるようになった。

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。

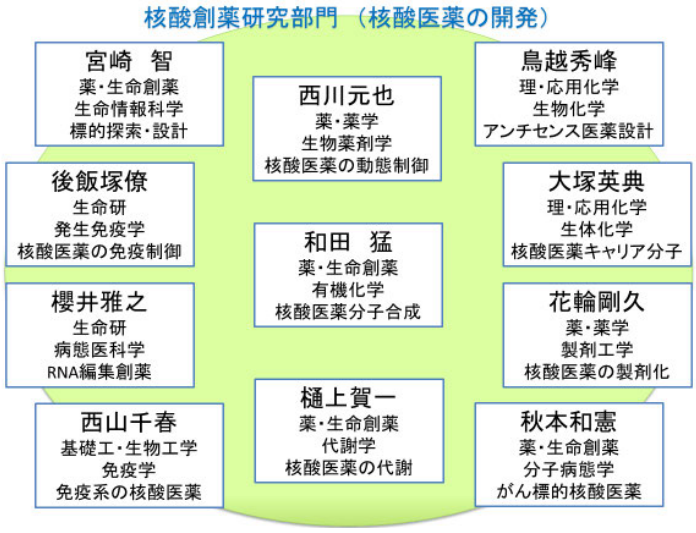
核酸創薬研究部門

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）、核酸医薬の標的探索と設計（宮崎智教授）、RNA 編集創薬（櫻井雅之講師）の各分野に加え、新たに核酸医薬の免疫制御の応用に後飯塚僚教授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

第 3 回核酸創薬研究部門シンポジウム

日時：2020 年 12 月 5 日（土）
場所：オンライン開催
概要：核酸創薬研究部門の第 3 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。シンポジウムを行う中で、メンバー、学生、客員研究員が各々研究内容の相互理解を深め、共同研究体制の強化を図った。また、コロナ禍での開催となったため、今回は初のオンライン開催となった。
招待講演者：程　久美子（東京大学大学院　理学系研究科　准教授）
井上　貴雄（国立医薬品食品衛生研究所　部長）

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、特に緊急性の高いCOVID-19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の分野への展開も進める。また、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、アンチセンス核酸への応用と、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（2020 年度分）

学術論文

1. ADAR1 RNA editing enzyme regulates R-loop formation and genome stability at telomeres in cancer cells., Shiromoto, Y.*, Sakurai, M.* (*Equal contribution as a 1st author), Minakuchi, M.*, Ariyoshi, K., and Nishikura, K. Nat. Commun. 2021 Mar 12;12(1):1654. (2021).
2. Adenosine-to-inosine RNA editing in neurological development and disease., Yang, Y., Okada, S., and Sakurai, M+(Corresponding Author). RNA Biology. Jan. 6:1-15 (2021).
3. An artificial cationic oligosaccharide combined with phosphorothioate linkages strongly improves siRNA stability., Irie, A., Sato, K., Hara, R. I., Wada, T., Shibasaki, F. Sci. Rep. 10:14845(2020)
4. Synthesis and properties of DNA oligomers containing stereopure phosphorothioate linkages and C-5 modified deoxyuridine derivatives., Hara, R. I., Yoshino, R., Nukaga, Y., Maeda, Y., Sato, K., Wada, T. RSC Adv. 10, 34006-34013 (2020)
5. Development of CD40L-modified tumor small extracellular vesicles for the effective induction of anti-tumor immune response., Liu, W., Takahashi, Y., Morishita, M., Nishikawa, M., Takakura Y. Nanomedicine 15, 1641-1652 (2020).
6. DNA density-dependent uptake of DNA origami-based two-or three-dimensional nanostructures by immune cells., Maezawa, T., Ohtsuki, S., Hidaka, K., Sugiyama, H., Endo, M., Takahashi, Y., Takakura, Y., Nishikawa, M. Nanoscale 12, 14818-14824 (2020).
7. Dual roles of PU.1 in the expression of PD-L2: Direct transactivation with IRF4 and indirect epigenetic regulation., Inaba, K.*, Yashiro, T.*, Hiroki, I., Watanabe, R., Kasakura, K., and Nishiyama, C. J. Immunol. 205:822-829. (2020).
   (ア)*; Equal contribution as a 1st author
8. Exposure of the cryptic de-adhesive site FNIII14 in fibronectin molecule and its binding to membrane-type eEF1A induce migration and invasion of cancer cells via β1-integrin inactivation., Itagaki, K., Sasada, M., Miyazaki, S., Iyoda, T., Imaizumi, T., Haga, M., Kuga, A., Inomata, H., Kondo, Y., Osada, S., Kodama, H., Higami, Y., Fukai, F. Am. J. Cancer Res. 10:3990-4004 (2020).
9. Nutlin-3a suppresses poly (ADP-ribose) polymerase 1 by mechanisms different from conventional PARP1 suppressors in a human breast cancer cell line., Kobayashi, M., Ishizaki, Y., Owaki, M., Matsumoto, Y., Kakiyama, Y., Hoshino, S., Tagawa, R., Sudo, Y., Okita, N., Akimoto, K., Higami, Y. Oncotarget. 11:1653-1665 (2020).
10. TC10, a Rho family GTPase, is required for efficient axon regeneration in a neuron-autonomous manner., Koinuma, S., Negishi, R., Nomura, R., Sato, K., Kojima, T., Segi-Nishida, E., Goitsuka, R., Iwakura, Y., Wada, N., Koriyama, Y., Kiryu-Seo, S., Kiyama, H., Nakamura, T. J. Neurochem. doi: 10.1111/jnc.15235 (2020).
11. Effect of Polymers and Storage Relative Humidity on Amorphous Rebamipide and Its Solid Dispersion Transformation: Multiple Spectra Chemometrics of Powder X-Ray Diffraction and Near-Infrared Spectroscopy, Otsuka. Y., Utsunomiya, Y., Umeda D., Yonemochi E., Kawano, Y., Hanawa, T., Pharmaceuticals, 13: 147-165(2020).
12. 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., S Ishikawa, K Iijima, D Matsukuma, Y Asawa, K Hoshi, S Osawa, H Otsuka; Chem. Mater., 2020, 32(6), 2353 - 2364.

著書

1．食と健康を結ぶメディカルサイエンス「短鎖脂肪酸による免疫アレルギー応答制御」（実験医学増刊）， 内田浩二 編集， 西山千春（著者総勢 56 名のうちの 1 名）, 羊土社, pp1676-1682, 2020
2．「RNA サイレンシングと疾患」, 櫻井雅之, 岡田俊平, Medical Science Digest 2020 年 8 月号, ニューサイエンス社, 2020.
3．「感染症に対する TUS の研究」の特集記事， 櫻井雅之， 東京理科大学こうよう会報 浩洋（No.67 2021 年 1 月号） pp24-27, 2021
4．有機化学　核酸の化学合成, 和田 猛, 核酸科学ハンドブック, 講談社, pp45-52, 2020.

招待講演

1．Size regulation of pancreas organoids for the manipulation of their differentiation and fate, Kosuke Kusamori, Philip Lewis, Makiya Nishikawa, James M. Wells iPoPS2020, 2020
2．Caloric restriction-associated improvement of mitochondrial quality in white adipose tissue, Higami Y, 第 43 回日本分子生物学会年会, by Web, 2020
3．New Artificial Biomolecules For Oligonucleotide Therapeutics, Takeshi Wada, 16th Annual Meeting of the Oligonucleotide Therapeutics Society (OTS 2020), Montreal, 2020
4．In situ 逐次架橋に基づくキトサン/ペプチド IPN インジェクタブルゲルの one-pot 設計, 大塚英典, 石川昇平, 松隈大輔, 大澤重仁, 飯島一智, 飯島道弘, 浅輪幸代, 星 和人, 第 20 回日本再生医療学会総会, 完全 Web 開催, 2021 年 3 月 11 - 13 日.

特許

1．和田 猛, 原倫太朗, 佐藤一樹, 他, 核酸送達促進剤, PCT/JP2020/040071, 2020
2．樋上賀一, 小林正樹, 成田 匠, 瀧 加菜里, 平尾勇人, ミトカイン混合物を調製するための間葉系幹細胞及び脂肪細胞, 並びに治療又は予防用医薬, No. 2021-023574, 2021
3．大塚英典, 松隈大輔, 松田範昭, 生分解性インジェクタブルゲル, 特願 2017-536444, WO2017/033941, 特許査定, 2021 年 4 月 27 日
4．Hidenori Otsuka, Daisuke Matsukuma, Noriaki Matsuda, Biodegradable Injectable Gel, US 10835637, 2020 年 11 月 17 日付
5．大澤重仁, 大塚英典, 抗菌・抗ウイルス剤, 特願 2021-062725, 令和 3 年 4 月 1 日

広報

1．西山研究室の研究成果が「科学新聞」に掲載された. 記事タイトル「免疫疾患に重要な役割：PD-L2 分子　発現制御機構解明：理科大グループが成功」
2．西山研究室の PD-L2 発現制御に関する研究成果が TOKYO MX テレビ「MEDICAL NEWS LINE」で報道された.
3．大塚英典, 大澤重仁, 『日経産業新聞』 2020 年 4 月 14 日付朝刊, 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紹介
4．大塚英典, 大澤重仁, 『東京ビジネスアイ』 2020 年 4 月 28 日付、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紹介

受賞

1．八代拓也　日本免疫学会 Tadamitsu Kishimoto International Travel Award
2．尾﨑綾栞　第 64 回日本薬学会関東支部大会優秀口頭発表賞
3．横山友香　日本農芸化学会関東支部 2020 年度大会優秀発表
4．草森浩輔　日本薬学会奨励賞
5．工藤和樹　オンライン学生公演賞,日本化学会(コロイドおよび界面化学討論会), 2020 年 9 月 16 日

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高機能性核酸の創製」

機能性に優れる DNA ナノ構造体の創製を目的に、様々な構造的特徴を有する DNA ナノ構造体を設計・開発した。自然免疫を活性化する CpG オリゴデオキシヌクレオチド(CpG ODN)をマンノース（Man)で修飾した Man-CpG ODN を合成し、これを多足型 DNA ナノ構造体に組み込むことで、免疫細胞からのサイトカイン産生の上昇に　成功した。

「薬物徐放型 DNA ハイドロゲルの開発」

これまでに開発した自己ゲル化核酸技術を基盤として、DNA ハイドロゲルを構成する DNA ユニットの構造最適化を検討した。Palindrome 配列を有する２種類の ODN を設計することで、わずか２種類の ODN で DNA ハイドロゲルが形成できることを見出した。また、レオロジー特性および熱安定性に関する検討により、DNA ユニットが具備すべき条件を明らかにした。今後、各種薬物の DDS としての利用を検討する

草森　浩輔

「細胞を介した核酸デリバリーシステムの開発」

疾患治療を目的とした核酸を細胞内の細胞外小胞（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た。EVs 内膜に高発現するタンパク質とレポータータンパク質の融合タンパク質を発現するプラスミドを設計し、遺伝子導入法を用いて、EVs 内に高効率でレポータータンパク質を封入することに成功した。今後、本法を用いて EVs 内への核酸封入を試みる。

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、転写活性が人工的に制御される可能性がある。アンドロゲン受容体遺伝子やコラーゲン 1A1 遺伝子のプロモーターに結合して 3 本鎖核酸形成可能な、3 本鎖核酸形成用 1 本鎖核酸を、これらの遺伝子を高発現するがん細胞に導入すると、これらの遺伝子の mRNA の発現が人工的に抑制される可能性が示された。

樋上　賀一

「ミトコンドリアシグナルペプチダーゼ MIPEP に関する研究」

MIPEP は、ミトコンドリアタンパク質の成熟に関わるミトコンドリアシグナルペプチダーゼの一つである。我々は、抗老化・寿命延伸効果を有するカロリー制限がこの MIPEP を白色脂肪組織において誘導することを明らかとした。この報告以来、脂肪特異的 MIPEP 欠損マウスの解析、MIPEP 基質の同定を通じて、MIPEP の機能および病態との関連の解明に取り組んでいる。

小林　正樹

「白色脂肪組織における PARIS を介したミトコンドリア制御機構に関する研究」

PARIS は、転写因子としてミトコンドリア生合成に関与する一方で、ミトコンドリアオートファジー（マイトファジー）関連因子群と相互作用することで、ミトコンドリアのクリアランスにも寄与する。我々はこの PARIS のタンパク質発現量が、他組織に比べ白色脂肪組織において顕著に高いことを見出した。これを踏まえ、我々は PARIS が白色脂肪組織において果たす役割について、肥満症との関連も含め研究している。

西山　千春

「免疫担当細胞の機能を制御する転写調節因子」

核酸創薬の標的分子として有効な分子を明らかにするべく、免疫担当細胞のマスター転写因子に関する機能解析を行なっている。本年度は、樹状細胞において転写因子 PU.1 が IRF4 と協調的に免疫チェックポイント分子 PD-L2 の遺伝子と相互作用し転写活性化を行うと共に、エピジェネティック制御にも寄与することを報告した。

「腸内細菌代謝産物による免疫調節作用」

腸内細菌由来の乳酸菌が多価不飽和脂肪酸 PUFA を代謝することにより様々な脂肪酸類が腸管内で合成される。このような脂肪酸類の合成系を確立した京都大学研究チームとの共同研究で、免疫関連疾患への効果を検証している。本年度は、マクロファージや破骨細胞の活性化を効果的に抑制する PUFA 代謝産物を選定し、その作用機序を報告した。

八代　拓也

「ポリフェノールの抗炎症作用」

樹状細胞による炎症反応を抑制するポリフェノールの探索を行った結果、レスベラトロール類縁体であるプテロスチルベンが、樹状細胞の炎症性サイトカイン産生を最も強く抑制する天然物として同定された。プテロスチルベンは、樹状細胞の PU.1 依存的な遺伝子発現を抑制する結果、T 細胞エフェクター化にも影響を及ぼし、Th1 や Th17 の分化が抑制されると同時に、制御性 T 細胞分化が促進されることが判明した。

大塚　英典

「生体内環境を反映した三次元細胞培養担体の開発」

我々の細胞外マトリックス(ECM) は多種多様の高分子ネットワークから構成されており、組織再生には ECM 構造を再現した足場剤の開発が急務である。そのような複合ネットワークを有する足場材として、相互侵入高分子網目(IPN) ハイドロゲルに着目した。IPN は、異種の高分子ネットワークが互いに独立に存在する材料であり、ハイドロゲルの生物学的および物理的な特性を精密に制御かつ相乗的な高機能化が可能である。

花輪　剛久

「創傷治癒を目的とした温度応答性外用剤に関する研究」

創傷に適用する製剤にはその複雑な形状に対して均一に適用できる物性が求められる。本研究では創傷に噴霧すると皮膚温度付近(25～30℃)でゲル化する製剤の調製を目指し、温度応答性 高分子[Poloxamer 407(P407)]を基剤とする温度応答性ゲルを調製した。その結果、PEG や PEO などを添加することによりゲル化温度が制御可能であり、複雑な性状の創傷に適用可能な基剤として応用可能であることが明らかになった。

河野　弥生

「創傷治癒を目的としたクルクミン含有外用剤に関する研究」

クルクミン（CUR）は抗炎症、抗酸化作用および創傷治癒作用を有する。本研究ではCURおよび界面活性作用を有する高分子[Poloxamer 188(P188)]に着目し、P188を粉砕助剤としてCURと混合粉砕し、CURのナノ粒子化を試みた。P188とCURを重量比7:1で混合粉砕した試料ではCURは非晶質化した。粒子径も210nm程度までナノ粒子化できた。この結果を受けて、現在、ナノ粒子化CURを含有するナノゲルの調製に着手している。

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乳癌、神経膠腫/神経膠芽腫、膵臓癌、悪性黒色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。2021年度は、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

「ヒトゲノム配列比較によるRNAウィルス核酸医薬ターゲットの推定に関する研究」

ヒトゲノム全長配列の探索により、遺伝子領域（coding およびnoncoding genes）に存在しない配列があり、ヒトゲノムに存在していない11塩基長の中で、72種の配列がCOVID19ゲノム配列に存在していることを見出した。そこで、これらのデータを用いて、COVID19の全ゲノム配列探索を行い、これらの配列を含む部分領域の保存性や2次構造等を考慮して、COVID19ゲノム配列に特異的かつ保存的がある、核酸医薬のターゲット領域予測法の研究開発を行う。

後飯塚　僚

「母胎環境による免疫リプログラミング機構の解明」

妊娠中の母親の食生活、病気や感染症、環境汚染物質への曝露が、発生過程の胎児に影響を与えることにより、大人になってからの慢性炎症性疾患やがんなどへの感受性を高めることが明らかになってきており、免疫反応の異常が関与していることが示唆されている。そこで、本年度は、母胎環境による胎児免疫系の発生･分化のエピジェネティックな影響（免疫リプログラミング機構）を解析可能とする独自技術の開発を行った。

櫻井　雅之

「細胞内RNA及びDNA核酸塩基修飾の検出・解析技術開発と応用」
「開発:細胞内の核酸塩基修飾の検出・同定・標識・精製方法」

現在は特に二本鎖RNA 中のアデノシンを特異的に基質とする脱アミノ化によるイノシンの検出法を確立し、さらに標識技術の開発を進めている。また同手法を利用して今後は細胞内のDNA を含む全核酸鎖領域におけるイノシンの部位同定・細胞内局在解析・機能解析への利用を進める。

「細胞内RNA及びDNA核酸塩基修飾の検出・解析技術開発と応用」
「解明:DNA:RNAハイブリッド鎖制御機構と破綻による疾患発症機構」

細胞内で形成されるDNA:RNA ハイブリッド鎖とR-loop 構造の形成及び解消を制御する核酸塩基修飾酵素の分子機構の解明。及びその破綻によるDNA 損傷・細胞ストレス・細胞周期異常・炎症応答への分子病態の解明を進めている。

「細胞内RNA及びDNA核酸塩基修飾の検出・解析技術開発と応用」
「応用:内在機構を利用したゲノムDNA及びRNA編集法とその制御」

人為的修飾核酸を細胞に導入し、任意部位のアデノシン脱アミノ化を誘導し、ゲノムDNA 及びRNA 塩基を編集する応用技術開発を進めている。本研究は新規ゲノム変種技術による遺伝子変異疾患への対策とRNA ウイルス感染症への新たな対策技術の基盤となる。

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 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. センターの構成と施設設備

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、旧工学部第二部、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 1 F 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。

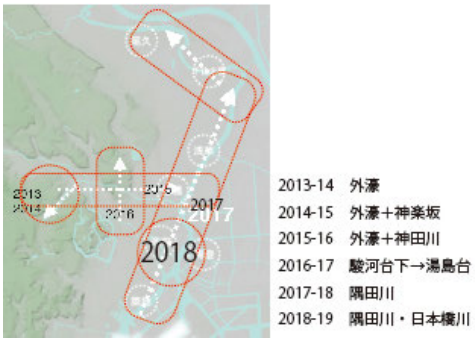


図 1　2018 年度研究対象地域の展開

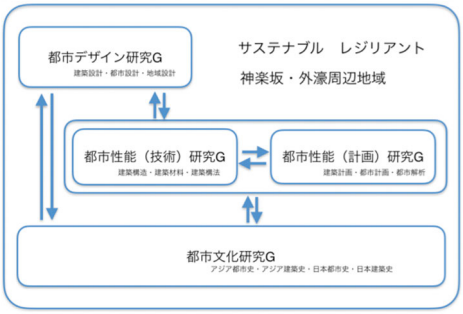


図 2　研究部門を構成する研究グループとその相互関係

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。また、防災に関しても研究を進めている。

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）

高橋 治(主任)、今本啓一、河野 守、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（2020 年度分）

学術論文

1．水の現象を享受する棚田の建築 遷移する空間の設計手法，2020 年 7 月，勝山滉太・郷田桃代，日本建築学会大会建築デザイン発表梗概集，pp.106-107（プロシーディング）
2．高規格堤防整備事業における建築・まちづくりの特性に関する研究，2020.7，冨田深太朗・郷田桃代，日本建築学会大会学術講演梗概集，都市計画，pp.763-764，（プロシーディング）
3．「街並み景観整備事業」による矢掛宿の歴史的街並みの現代的変容に関する考察 A Study on Modern Transformation of Historical Cityscape in Yakage-juku、細山 漠・伊藤裕久・石榑督和 2020.9 修士論文
4．浅草の市における市場空間の利用形態に関する考察－ほおずき市・酉の市・歳の市を対象として－A Study on the Utilization Form of the Market Space in Asakusa: A case study of Hozuki-ichi, Tori-no-ichi and Toshi-no-ichi -、神島優希・伊藤裕久・石榑督和 2020.9 修士論文
5．谷中・根津・千駄木地区における近代市街地形成の特徴－土地所有と土地利用の比較を通して－Characteristics of the City Area Formation in Yanaka-Nezu-Sendagi Area: Through the comparison of land ownership and land use、丹羽玲奈・伊藤裕久・石榑督和 2020.9 修士論文
6．台湾・高雄において日本統治期に開発された都市建築に関する調査研究 その 1　新濱町・山下町・塩埕町の亭子脚について 山口恵里奈・伊藤裕久・石榑督和・栢木まどか・陳穎禎・井手 希，日本建築学会大会，2020.9.
7．台湾・高雄において日本統治期に開発された都市建築に関する調査研究 その 2　塩埕町連鎖街に関する考察 栢木まどか・伊藤裕久・石榑督和・山口恵里奈・陳穎禎・井手 希，日本建築学会大会，2020.9
8．Roberto Torrent, Kei-ichi Imamoto, Rui Neves: Resistance of concrete to carbonation and chloride penetration assessed on site through nondestructive test, Vol. 21, No.4, 2020.9 学術論文
9．Research of Seismic Brace Using Aramid Fiber Rope to Retrofit Building, Yuho Inoue, Osamu Takahashi, Academic Platform Journal of Natural Hazards and Disaster Management, 2020.12 レフェリー付学術論文(電子媒体)
10．現存する煉瓦造建築の活用手法と立地環境に関する考察 春日井桃子，熊谷亮平，本山真一朗，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.1233-1234，2020.9.

招待講演

1．第 26 回「震災対策技術展」横浜，「構造技術で社会をデザインする～産学連携のジレンマ～」，パシフィコ横浜，2021.3，髙橋 治
2．一般社団法人ポリウレア協会，「“ゆっくりと寛いでもらうための住宅構造”～サイエンスが導く未来建築～」，メルパルク東京，2020.10，髙橋 治
3．住宅ビジネスフェア 2020，「“ゆっくりと寛いでもらうための住宅構造”～サイエンスが導く未来建築～」，東京ビッグサイト，2020.9，髙橋 治

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する。本部門は、生物学・医科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る。

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ある。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ある。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った。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、優れた生命科学者が集う本学の強みを活かして部門研究を推進する。

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る。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・協働状況を解析する。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する。

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る。

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る。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ている。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つの研究課題に取り組んでいる。

3. 1. 植物ゲノム移植グループ

鞆 達也（教養教育研究院）、太田尚孝（教養）、坂本卓也（理工）、森作俊紀（総合研究院）、松永幸大（東大）、菅野茂夫（産総研）、風間祐介（福井県立大）、西田敬二（神戸大）

鞆研究室では、光合成のエネルギー変換において重要な役割を果たしているクロロフィル（Chl）に注目して研究を行っている。これまでに、高分解能で構造解析された光化学系に結合しているChl は a, b のみであった。本年度は新たに Chl f を結合した光化学系 I の構造をクライオ電子顕微鏡を用いて明らかにした。Chl f はエネルギー順位が Chl a のそれより低いことから、この構造解析によってエネルギー勾配に逆らった“up-hill”な反応が機能していることを明らかにした。

太田研究室では、シアノバクテリア Synechocystis sp. PCC6803 は、細胞分裂タンパク質である FtsZ が ClpXP によって分解されることが酸性ストレス下における肥大化の原因であることを明らかにした。また、肥大化に関与する因子の探索により、二成分制御系のレスポンスレギュレーターである DivK が酸性ストレス下において clpXP の転写を上方制御することが、肥大化を引き起こすトリガーとなることを明らかにした。

松永研究室では、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実施し、移植した藻類ゲノムを保持する動物培養細胞を

構築することができた。
坂本研究室では、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った。
西田研究室では、これまでに 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った。また、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った。2020 年度は、塩基編集酵素の構造改変により正確性と安全性を大幅に向上させることに成功した。
菅野研究室では、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た。本方法を利用して、動物内で植物の転写因子が働きうるかを調べる実験を行った。また、植物でのノックインを行う研究にも着手した。
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ある。風間研究室では、理化学研究所の重イオンビームを用いて染色体再編成をシロイヌナズナのゲノムに誘発し、遺伝子発現や形質発現、ゲノム高次構造に与える影響についての研究を推進した。

3. 2. 近縁種ゲノム移植グループ

鎌倉高志（理工）、荒添貴之（理工）、清水公徳（先進工）、十島二朗（先進工）
鎌倉・荒添研究室ではゲノム工学や細胞融合により糸状菌ハイブリッド細胞の作出・検出手法を確立した。また、分子遺伝学的解析により新たなゲノム維持・交雑機構を見出し、人為的に制御されたゲノム移植やゲノム再編成誘導手法への応用に取り組んだ。
十島研究室では、G タンパク質共役受容体（GPCR）の一つであるヒトケモカイン受容体 CCR2 に注目し、ヒト CCR2 受容体およびその下流のシグナル伝達タンパク質を出芽酵母に発現させたヒト–酵母ハイブリッド細胞を作成し、リガンド刺激による CCR2 受容体の活性化シグナルの効率的な検出方法の開発を推進した。
清水研究室では、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、合成生物学研究に役立つ研究を推進した。

3. 3. 創薬・医療に繋がる細胞創成グループ

伊川友活（生命研）、定家真人（理工）、諸橋賢吾（Michigan State Univ）、古屋俊樹（理工）、青木 伸（薬）
伊川研究室では、独自に開発した人工白血球幹細胞（iLS 細胞）へ、がん抗原を標的としたキメラ抗原受容体（CAR）を導入し、CAR-iLS 細胞を作製した。また、CAR-iLS 細胞を NK 細胞や T 細胞へ分化誘導することにより、CAR-NK 細胞や CAR-T 細胞を作製する研究に取り組んだ。
諸橋研究室では、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技術の開発を含め、システム生物学・合成生物学に役立つ研究を推進した。
古屋研究室では、希少ポリフェノールをターゲットとした研究では、ジヒドロキシエクオールの合成に成功した。具体的には、位置選択性の異なる二種類の水酸化酵素を発現させた大腸菌を利用して、エクオールを出発物質としたカスケード反応により、ジヒドロキシエクオールの合成を達成した。また、合成したジヒドロキシエクオールは非常に高い抗酸化活性を示すことも明らかにした。本研究成果については、企業と共同で特許出願済みである。
香料化合物をターゲットとした研究では、バニラの甘い香りの主要成分であるバニリンの合成に取り組んでいる。大腸菌内にバニリン合成経路を構築し、本大腸菌をアルギン酸カルシウムゲルで包括固定化することにより、バニリンの連続的生産に成功した。現在、バニリン合成経路を担う酵素の機能改変を進めており、さらなる効率的生産を目指す。
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（ALT 細胞）の増殖を抑制する効果の高い薬剤を単離する目的で、クロマチンリモデリング因子である ATRX を欠損する細胞の増殖を特異的に阻害する化合物のスクリーニングを行った。ALT 細胞の 90%では ATRX の欠損や核内局在の異常が認められるため、ATRX の欠損や機能喪失は ALT 細胞の 1 つのバイオマーカーであると考えられている。
本年度は、CRISPR-Cas9 のシステムを用いて、HCT-116 細胞の ATRX 遺伝子を破壊し、ATRX ノックアウト（ATRX-KO）細胞クローンを得た。この ATRX-KO 細胞と、親株の両方にそれぞれ作用させ、

ATRX-KO 細胞の増殖を特異的に阻害する化合物を、約 3,000 種類の既知薬化合物ライブラリーに求めた（生命医科学研究所・寺島博士、松島博士との共同研究）。その結果、約 10 個のヒット化合物が得られた。これらのヒット化合物には、核酸合成阻害薬やキレート剤が含まれていたが、今後 ATRX-KO 細胞に対する特異性のメカニズムや、ALT 細胞への特異性の有無の解析など、更なる調査を進める。

リン酸化.／脱リン酸化反応や炭素―炭素結合の生成／開裂反応は、細胞内における重要な代謝およびシグナル伝達経路である。青木研究室では、人工化合物の自己集積によって生成する超分子ホスファターゼが、脱リン酸化酵素の人工モデルであることを報告している。本年度は従来の人工酵素の簡便な修飾を目的として、超分子の構成ユニットをルイス酸性官能基で修飾することにより、リン酸加水分解（脱リン酸化）反応の向上を実現した。また、細胞内のグルコース代謝によって生成するアルデヒドを基質とする炭素―炭素結合生成反応を開発するために、キラル亜鉛錯体の設計と合成を行った。

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する。

5. むすび

本研究部門では、細胞工学的に異種ゲノム移植細胞を創生し、有用物質生産や医療技術に貢献することを目指している。本年度は、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実施し、移植した藻類ゲノムを保持する動物培養細胞を構築することに成功した。今後は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、異種ゲノム移植研究を推進したい。なお、本研究を遂行する際には、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したい。また、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。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1. Sakamoto, Y., Sato, M., Sato, Y., Harada, A., Suzuki, T., Goto, C., Tamura, K., Toyooka, K., Kimura, H., Ohkawa, Y., Hara-Nishimura, I., Takagi, S. and Matsunaga, S.* (2020) Subnuclear gene positioning through lamina association affects copper tolerance. Nature Commun. 11, 5914 (12 pages). (査読有り)
2. Ohgo, S.*, Sakamoto, T., Nakajima,W., Matsunaga, S. and Wada, N. (2020) Visualization of extracellular vesicles in the regenerating caudal fin blastema of zebrafish using in vivo electroporation. Biochem. Biophys. Res. Commun., 533, 1371-1377. (査読有り)
3. Kawakubo, H., Kamisuki, S.*, Suzuki, K., Carbonell, J. I., Saito, S., Murata, H., Tanabe, A., Hongo, A., Murakami, H., Matsunaga, S., Sakaguchi, K., Sahara, H., Sugawara, F. and Kuramochi, K. (2021) SQAP, an acyl sulfoquinovosyl derivative, suppresses expression of histone deacetylase and induces cell death of cancer cells under hypoxic conditions. Biosci. Biotech. Biochem., 85, 85-91. (査読有り)
4. Kuroiwa, T.*, Yagisawa, F., Fujiwara, T., Inui, Y., Matsunaga, T. M., Kato, S., Matsunaga, S., Nagata, N., Imoto, Y. and Kuroiwa, H. (2020) Mitotic Karyotype of the Primitive Red Alga Cyanidioschyzon merolae 10D. Cytologia, 85, 107-113. (査読有り)
5. 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)
6. 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)
7. Nishioka, S., Sakamoto, T., and Matsunaga, S.* (2020) Roles of BRAHMA and its interacting partners in plant chromatin remodeling. Cytologia, 85, 263-267. (査読有り)
8. Fujiwara, Y., Matsunaga, S., and Sakamoto, T.* (2020) Next generation sequence-based technologies for analyzing DNA strand breaks. Cytologia, 86, 3-9. (査読有り)
9. Oko, Y., Ito, N., and Sakamoto, T.* (2020) The mechanisms and significance of the positional control of centromeres and telomeres in plants. J. Plant Res., 133, 471-478. (査読有り)
10. Arazoe, T., Kuroki, M., Kamakura, T.* (2020) Cell wall-derived acetic acid may serve as an important messenger for metabolic switching-mediated infection-specific cell differentiation in the rice blast fungus. Fungal Genomics and Biology, 10, 1000167. (査読有り)
11. Kato, S., Motoyama, T., Uramoto, M., Nogawa, T., Kamakura, T., Osada, H.* (2020) Induction of secondary metabolic production by hygromycin B and identification of the 1233A biosynthetic gene cluster with a self-resistance gene. J. Antibiot., 73. (査読有り)
12. Kanda, Y., Nishizawa, Y., Kamakura, T., Mori, M.* (2020) Overexpressed BSR1-mediated enhancement of disease resistance depends on the MAMP-recognition system. Int. J. Mol. Sci., 21, 5397. (査読有り)
13. Arazoe, T.* (2020) Development of genome-editing technologies for plant pathogenic fungi. J. Gen. Plant Pthol., 86, 523-525. (査読有り)
14. Furuyama, Y., Motoyama, T., Nogawa, T., Hayashi, T., Hirota, H., Kioyota, H., Kamakura, T., Osada, H.* Controlling the production of phytotoxin pyriculol in Pyricularia oryzae by aldehyde reductase. Biosci. Biotech. Biochem., 85, 126-133. (査読有り)

15. Vu, B.V., Nguyen, Q., Kondo-Takeoka, Y., Murata, T., Kadotani, N., Nguyen, G.T., Arazoe, T., Ohsato, S., Nakayashiki, H.* (2021) Copy number-dependent DNA methylation of the Pyricularia oryzae MAGGY retrotransposon is triggered by DNA damage. Commun. Biol., 4, 351. (査読有り)
16. Negishi, K., Morohashi, K.* (2021). Comprehensive transcriptional analysis reveals gene-specific transcriptional variations in a seed plant, Arabidopsis thaliana. The International Conference on Agents and Artificial Intelligence, (ICAART) 2021: 585-590. (査読有り)
17. Kurumisawa, K., Ishizuna, K., Matsuoka, J.-I., Ogawa, T., Morohashi, K., and Aono, T*. (2020). Intercellular and intracellular colonization of Azorhizobium caulinodans in Arabidopsis thaliana under nitrogen deficient conditions, Soil Science and Plant Nutrition 67:71-79. (査読有り)
18. Umeyama, M., Hirose, J., and Morohashi, K*. (2020) UMEPPI: An ultrasensitive detection method for protein- protein interaction. MicroPubl. Biol. 10.17912/micropub.biology.000309. (査読有り)
19. Umeyama, M., and Morohashi, K* (2020) Quantitative insight into the combinatorial interactions within MYBBHLH-WD complex in Arabidopsis thaliana. MicroPubl. Biol. 10.17912/micropub.biology.000293. (査読有り)
20. Okamoto, S., Negishi, K., Toyama, Y., Ushijima, T., and Morohashi, K*. (2020) Leaf trichome distribution pattern in Arabidopsis reveals gene expression variation associated with environmental adaptation. Plants 9:909. (査読有り)
21. Sakata RC, Ishiguro S, Mori H, Tanaka M, Tatsuno K, Ueda H, Yamamoto S, Seki M, Masuyama N, Nishida K, Nishimasu H, Arakawa K, Kondo A, Nureki O, Tomita M, Aburatani H, Yachie N. (2020) Base editors for simultaneous introduction of C-to-T and A-to-G mutations. Nature Biotechnology. 38(7):865-869 (査読有り)
22. Komatsu A, Ohtake M, Shimatani Z, Nishida K. (2020) Production of Herbicide-Sensitive Strain to Prevent Volunteer Rice Infestation Using a CRISPR-Cas9 Cytidine Deaminase Fusion. Frontiers in Plant Science. 11:925 (査読有り)
23. Shinozaki Y, Beauvoit BP, Takahara M, Hao S, Ezura K, Andrieu MH, Nishida K, Mori K, Suzuki Y, Kuhara S, Enomoto H, Kusano M, Fukushima A, Mori T, Kojima M, Kobayashi M, Sakakibara H, Saito K, Ohtani Y, Bénard C, Prodhomme D, Gibon Y, Ezura H, Ariizumi T. (2020) Fruit setting rewires central metabolism via gibberellin cascades. Proc Natl Acad Sci U S A. 22;117(38):23970-23981. (査読有り)
24. Hunziker J, Nishida K, Kondo A, Kishimoto S, Ariizumi T, Ezura H. (2020) Multiple gene substitution by Target-AID base-editing technology in tomato. Scientific Reports. 10(1):20471. (査読有り)
25. Nishida K, Kondo A. (2020) CRISPR-derived genome editing technologies for metabolic engineering. Metabolic Engineering. 63:141-147
26. T. Saito, R. Aono, T. Furuya, K. Kino, Efficient and long-term vanillin production from 4-vinylguaiacol using immobilized whole cells expressing Cso2 protein, J. Biosci. Bioeng., 130, 260-264 (2020). (査読有り)
27. M. Kurokawa, M. Nakano, N. Kitahata, K. Kuchitsu, T. Furuya, An efficient direct screening system for microorganisms that activate plant immune responses based on plant-microbe interactions using cultured plant cells, Sci. Rep., in press (2021). (査読有り)
28. Structural basis for the adaptation and function of chlorophyll f in photosystem I, Koji Kato, Toshiyuki Shinoda, Ryo Nagao, Seiji Akimoto, Takehiro Suzuki, Naoshi Dohmae, Min Chen, Suleyman I. Allakhverdiev, Jian-Ren Shen, Fusamichi Akita, Naoyuki Miyazaki, Tatsuya Tomo, Nature Commun, 11, 238 (2020) (査読有り)

29. Determination of the potential of cyanobacterial strains for hydrogen production, Bekzhan D. Kossalbayev, Tatsuya Tomo, Bolatkhan K.Zayadan, Asemgul K.Sadvakasova, Kenzhegul Bolatkhan, Saleh Alwasel, Suleyman I. Allakhverdiev, INT J HYDROGEN ENERG, 45, 4, 2627-2639 (2020) （査読有り）
30. A gold nanoparticle conjugate with photosystem I and photosystem II for development of a biohybrid water-splitting photocatalyst, Kousuke Kawahara, Natsuko Inoue-Kahino, Keisuke Namie, Yuki Kato, Tatsuya Tomo, Yutaka Shibata, Yasuhiro Kashino, Takumi Noguchi, Biomedical Spectroscopy and Imaging, 9, 73-81 (2020) （査読有り）
31. Photoelectric Conversion System Composed of Gene-Recombined Photosystem I and Platinum Nanoparticle Nanosheet, Wenchao Zhu, Raphaël Salles, Mariko Miyachi, Yoshinori Yamanoi, Tatsuya Tomo, Hiromi Takahashi, Hiroshi Nishihara, LANGMUIR, 36, 6429-6435 (2020) （査読有り）
32. Bioprocesses of hydrogen production by cyanobacteria cells and possible ways to increase their productivity, Asemgul K. Sadvakasova, Bekzhan D. Kossalbayev, Bolatkhan K. Zayadan, Kenzhegul Bolatkhan, Saleh Alwasel, Mohammad Mahdi Najafpour, Tatsuya Tomo, Suleyman I. Allakhverdiev, RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, 133, 110054 (2020) （査読有り）
33. Makoto Nagano, Daisuke Hoshino, Jiro Toshima, Motoharu Seiki, Naohiko Koshikawa. (2020) NH2-terminal fragment of ZF21 protein suppresses tumor invasion viain, inhibiting the interaction of ZF21 with FAK. Cancer Science, 111, 4393-4404.（査読有り）
34. Takahiro Hamoya, Gen Fujii, Yosuke Iizumi, Takumi Narita, Masami Komiya, Yui Matsuzawa, Kouhei Miki, Tadashi Kondo, Shinji Kishimoto, Kenji Watanabe, Keiji Wakabayashi, Toshiyuki Sakai, Jiro Toshima, Michihiro Mutoh.(2020) Artesunate Inhibits Intestinal Tumorigenesis through Inhibiting Wnt Signaling. Carcinogenesis, 42,148-158.（査読有り）
35. Characterization of Sll1558 in environmental stress tolerance of Synechocystis sp. PCC 6803. Junji Uchiyama, Yutaro Ito, Ayumi Matsuhashi, Yuta Ichikawa, Mamoru Sambe, Shuichi Kitayama, Yuka Yoshino, Atushi Moriyama, Hidetaka Kohga, Satoru Ogawa, Hisataka Ohta. (2020) Photosynthesis Research, 146: 165-174. （査読有り）
36. The lack of the cell division protein FtsZ induced generation of giant cells under acidic stress in cyanobacterium Synechocystis sp. PCC6803. Hidetaka Kohga, Yoshikazu Saito, Mirai Kanamaru, Junji Uchiyama, Hisataka Ohta. (2020) Photosynthesis Research, Online ahead of print. （査読有り）
37. Sakoda K, Yamori W, Shimada T, Sugano SS, Hara-Nishimura I, Tanaka Y. (2020) Higher Stomatal Density Improves Photosynthetic Induction and Biomass Production in Arabidopsis Under Fluctuating Light. Front Plant Sci., 11:589603.（査読有り）
38. Nakayama S, Sugano SS, Hirokawa H, Mori IC, Daimon H, Kimura S, Fukao Y. (2020) Manganese Treatment Alleviates Zinc Deficiency Symptoms in Arabidopsis Seedlings. Plant Cell Physiol. 61,1711-1723. （査読有り）
39. Sanjaya A, Kazama Y*, Kotaro Ishii K, Muramatsu R, Kanamaru K, Ohbu S, Abe T, Fujiwara MT**(2021). An Argon-ion-induced pale green mutant of Arabidopsis exhibiting rapid disassembly of mesophyll chloroplast grana. Plants 10: 848 (25 pages).（査読有り）
40. Itoh RD*, Nakajima KP, Sasaki S, Ishikawa H, Kazama Y, Abe T, Fujiwara MT (2021) TGD5 is required for normal morphogenesis of non-mesophyll plastids, but not mesophyll chloroplasts, in Arabidopsis. Plant J. In press. （査読有り）
41. Tojo H, Nakamura A, Ferjani A, Kazama Y, Abe T, Iida H* (2021) A method enabling comprehensive isolation of Arabidopsis mutants exhibiting unusual root mechanical behavior. Front. Plant Sci. 12, 313. （査読有り）
42. Sato Y*, Endo H, Oikawa H, Kanematsu K, Naka H, Mogamiya M, Kawano S, Kazama Y*(2020) Sexual difference in the optimum environmental conditions for growth and maturation of the brown alga undaria pinnatifida in the gametophyte stage. Genes 11, 944 (18 pages). （査読有り）

43. Kaya K*, Kazama Y, Abe T, Shiraishi F (2020) Influence of medium components and pH on the production of odd-carbon fatty acids by Aurantiochytrium sp. SA-96. J. Appli. Phycol. 32, 1597-1606. （査読有り）
44. Ochiai K, Yamaoka M, Swaminathan A, Shima H, Hiura H, Matsumoto M, Kurotaki D, Nakabayashi J, Funeyama R, Nakayama K, Arima T, Ikawa T, Tamura T, Sciammas R, Bouvet P, Kundu TK, Igarashi K. Chromatin protein PC4 orchestrates B cell differentiation by collaborating with IKAROS and IRF4. Cell Rep. 33: 108517-108538, 2020（査読有り）
45. Watanabe A, Miyake K, Nordlund J, Syvänen AC, van der Weyden L, Honda H, Yamasaki N, Nagamachi A, Inaba T, Ikawa T, Urayama KY, Kiyokawa N, Ohara A, Kimura S, Kubota Y, Takita J, Goto H, Sakaguchi K, Minegishi M, Iwamoto S, Shinohara T, Kagami K, Abe M, Akahane K, Goi K, Sugita K, Inukai T*. Association of aberrant ASNS imprinting with asparaginase sensitivity and chromosomal abnormality in childhood BCP-ALL. Blood. 136: 2319-2333, 2020（査読有り）
46. Fischer U, Yang JJ, Ikawa T, Hein D, Vicente-Dueñas, Borkhardt A and Sánchez-García I. Cell fate decisions: The role of transcription factors in early B-cell development and leukemia. Blood Cancer Discov. 1: 224-233, 2020（査読有り）
47. Yokoi K, Balachandran C, Umezawa M, Tsuchiya K, Mitrić A, Aoki S*. Amphiphilic Cationic Triscyclometalated Iridium(III) Complex-Peptide Hybrids Induce Paraptosis-like Cell Death of Cancer Cells via an Intracellular Ca^{2+}-Dependent Pathway. ACS Omega. 5: 6983-7001, 2020（査読有り）
48. Rahman AB, Okamoto H, Miyazawa Y, Aoki S*. Design and Synthesis of Supramolecular Phosphatases Formed from a Bis(Zn^{2+}-Cyclen) Complex, Barbital-Crown-K^+ Conjugate and Cu^{2+} for the Catalytic Hydrolysis of Phosphate Monoester. Eur. J. Inorg. Chem. 2021:1213-1223 (2021) （査読有り）
49. Jebiti H, Tamura Y, Yokoi K, Balachandran C, Umezawa M, Tsuchiya K, Yamada Y, Aoki S*. Synthesis and Anticancer Properties of Bis and Mono(cationic peptide) Hybrids of Cyclometalated Ir(III) Complexes: Effect of the Number of Peptide Units on Anticancer Activity. Eur. J. Inorg. Chem. 2021:1796-1814 (2021) （査読有り）
50. Aoki S*, Rahman AB, Hisamatsu Y, Miyazawa Y, Zulkefeli M, Saga Y, Tanaka T. Development of Metallosupramolecular Phosphatases Based on Combinatorial Self-Assembly of Metal Complexes and Organic Building Blocks for Catalytic Hydrolysis of Phosphate Monoesters. Results in Chem.(a joint special issue with Inorg. Chim. Acta) 3:100133 (20 pages) (2021) （査読有り）

書籍

１．荒添貴之「最新のゲノム編集技術と用途展開,第 11 章 糸状菌におけるゲノム編集技術開発,第 11 章 糸状菌におけるゲノム編集技術開発」シーエムシー出版, 2021 年 2 月
２．荒添貴之「ゲノム編集技術を応用した製品開発とその実用化～研究開発動向・課題解決策・技術予測と市場展望～, 第 7 章 11 節 植物病原菌研究を効率化するゲノム編集技術の開発～産業応用と今後の課題」技術情報協会, 2021 年 2 月
３．Arazoe, T.「Reprogramming the Genome: Applications of CRISPR-Cas in Non-mammalian Systems Part A, Chapter Six: CRISPR-based pathogenic fungal genome editing for control of infection and disease」Progress in Molecular Biology and Translational Science (Elsevier), 2021 年 3 月
４．Mani, T., Arazoe, T., Singh, V.「Reprogramming the Genome: CRISPR-Cas-based Human Disease Therapy, Chapter Two: CRISPR-Cas systems for genome editing of mammalian cells」Progress in Molecular Biology and Translational Science (Elsevier), 2021 年 3 月

広報

１．科学新聞　2021 年 1 月 1 日「植物が環境変化に応じ遺伝子の空間配置変化」
２．AZO Life Sciences 2020 年 11 月 23 日「Architecture of cell nucleus can change gene activity in plants」
３．日本経済新聞　2020 年 11 月 20 日「東大・阪大・理研など、環境変化に応じて遺伝子が空間配置を変化させ発現を ON にする仕組みを解明」
４．EurekAlert (AAAS) , Florida News Times 2020 年 11 月 20 日「Alternative gene control mechanism based on organization of DNA within nucleus」
５．“Lighting Up Iridium Complexes” Research Outreach, 2020, 118, 166-169. Journal Website: https://researchoutreach.org/articles/lighting-up-iridium-complexes/ and Video abstract: https://www.youtube.com/watch?v=CTbNlQSMtA4 (YouTube 動画))

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する。

伊川　友活
「iLS 細胞を用いた新規免疫細胞療法の開発」
キメラ抗原受容体（CAR）-T 細胞はがん免疫療法の１つとして注目されている。しかし、患者由来の末梢血リンパ球を利用することから、十分な数にまで増幅することが難しいことや細胞が疲弊・老化することが問題となっている。そこで本研究では、当研究室で開発された多能性造血前駆細胞である iLS 細胞を用いて、がんや感染症を標的とした CAR-NK 細胞や CAR-T 細胞を作製し、機能解析を行う。

十島　二朗
「出芽酵母を用いた GPCR シグナル検出系の開発」
G タンパク質共役受容体（GPCR）はヒトゲノムに 900 種以上存在する創薬の重要な標的タンパク質である。この中でヒトケモカイン受容体 CCR2 はがん細胞の増殖、移動能の亢進に関わる。本年度の研究では、ヒト CCR2 受容体およびその下流のシグナル伝達タンパク質を出芽酵母に発現させたヒト–酵母ハイブリッド細胞を作成し、リガンド刺激による CCR2 受容体の活性化シグナルの効率的な検出方法の開発を推進する。

鞆　達也
「植物ゲノム移植を目指した基盤研究」
光合成による光エネルギー変換は地球環境を支えてきた。この反応の理解に部位特異的アミノ酸置換など摂動を与えて解析する方法は重要な研究手法の一つである。本研究では色素置換という摂動を与えて、その反応機構の解明を推進する。

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る。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する。

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する。

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合成生物学研究に役立つ研究を推進する。

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技術の開発を進め、合成生物学に役立つ研究を推進する。

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。

古屋　俊樹

「新規微生物・酵素の機能解明」

合成生物学的手法により、大腸菌等の微生物内に新たな代謝経路を設計、構築して、有用物質の生産手法を確立する。具体的には、希少ポリフェノールや香料化合物の効率的生産を目指す。

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う。

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う。

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する。

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を可能にする。また、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を可能にする。

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ある。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する。

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する。本方法を利用して、動物内で植物の転写因子が働きうるかを調べる実験を行う。また、植物でのノックインを行うことにも着手する。

青木　伸

「細胞内反応のモデル化、制御および有用化合物の細胞内合成」

リン酸化／脱リン酸化反応や炭素―炭素結合の生成／開裂反応は、細胞内における重要な代謝およびシグナル伝達経路である。そこで、細胞内脱リン酸化反応を触媒するために、人工化合物の自己集積によって生成する超分子ホスファターゼの開発と、細胞内代謝によって生成するアルデヒド基質を用いる炭素―炭素結合生成反応による有用化合物の細胞内合成法の開発を目指す。

再生可能エネルギー技術研究部門

再生可能エネルギー技術研究部門について

1. 概要

本部門の前進は、太陽光発電技術研究部門である。2010 年より途中の改組を含め都合 10 年間、クリーンなエネルギー源として太陽光発電技術に関する研究に注力してきた。しかし現在では太陽光のみならず、風力発電や熱発電など、多岐に渡る「再生可能エネルギー」に関する研究開発が進行している。また前部門発足当時は、原発が安定的に電力を供給し、変動分を火力発電でフォローする単純な電力供給が取られていたが、多くの生成可能エネルギーが系統連系するに従って、電力安定供給のためのシステム・インフラの運用が非常に難しくかつ重要となってきた。本部門は、これまでの太陽光のみを扱ってきた部門を「再生可能エネルギー」全体を扱うように改組することによって、

(i)導入・運用コストを、化石燃料を用いた発電と同等レベルまで下げるための材料開発
→これまで太陽電池研究で得た知見を、他の発電材料（太陽電池・熱電発電用素子・燃料電池など）開発の基盤技術として、部門内で横断的に共同開発

(ii)様々な発電方法で得られた電力の高効率マネージメント技術開発
→系統連系、故障診断技術、AI を活用した最適化など、各発電方法で得られた電力を無駄なく活用する技術を、部門内で縦断的に共同開発

(iii)新材料・新システム技術などの開発
→太陽電池×熱発電の積層シート化、ソーラーシェアリングによる農業との融合、化学系電池・フライホイールなど蓄電技術や、水素製造技術などエネルギー貯蔵技術との融合といった、萌芽技術の部門内開発

ことを目的に、2020 年度に発足した。

再生可能エネルギーは、環境に優しい反面、電力供給が安定しない、導入・ランニングコストが高い、といった、インフラとして重大な課題がある。上記４つの研究目的によって、安定して利用でき低コストな電力を供給する礎を提案し、東京理科大学における再生可能エネルギー利用技術の研究開発を活性化ならびに促進させることを目標としている。2020 年度はコロナ禍で、研究活動が制限された１年であったが、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１回部門シンポジウム「再生可能エネルギー技術の最新動向」
部門主催の再生可能エネルギー技術に関するシンポジウムを、2021 年 1 月 27 日に ZOOM を用いたリモート開催した。脱炭素社会に向けた国などの政策方針、蓄電デバイスや、関連材料の研究開発動向まで、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いた。リモート開催のアドバンテージを活かし、海外の研究者の講演もアレンジすることができた。また、大学内外から約 130 名の参加者があり、前部門のシンポジウム以上の集客があった。以上、東京理科大学に、再生可能エネルギー技術の研究拠点ができたことを発信できた。また、本シンポジウム開催に当たり、招待講演者の謝金に活動補助費を使用した。

○ RENEWABLE ENERGY 2020 発表展示
東京ビックサイト西ホールで 2020 年 12 月 9-11 日に開催された、再生可能エネルギー関連の日本最大級の展示会「第 15 回再生可能エネルギー世界展示会＆フォーラム RENEWABLE ENERGY 2022」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再生可能エネルギー材料システムに関する研究成果・デモ機の展示を、感染症予防対策を十分施した上で行った。また、本展示発表を行うに当たり、チラシの作成や説明要員の交通費に部門活動費を使用した。）

○ 部門オンライン勉強会開催

対面での共同研究が難しかったので、部門所属の教員が、再生可能エネルギーに関するレクチャーを行う「オンライン勉強会」を定期的に行った。学生にとっては、自分が所属する研究室以外の、再生可能エネルギー技術に関する最先端の勉強が出来る良い機会となった。質問などはオンラインで受付け、後日回答することで、継続的な教育効果も高かった。

2020 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	薄膜太陽電池、透明太陽電池、
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・有機無機複合材料の光燃料電池
植田 譲	工学部 電気工学科	教授	太陽光発電システム
永田 衞男	工学部 工業化学科	准教授	有機系太陽電池、人工光合成
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、風力発電、電力系統
片山 昇	理工学部 電気電子情報工学科	准教授	燃料電池、水素貯蔵、デバイス診断
生野 孝	基礎工学部 電子応用工学科	准教授	表面界面、太陽電池、振動発電
原口 知之	理学部第二部 化学科	助教	錯体化学・色素増感太陽電池
大西 悟	理工学部　経営工学科	助教	エネルギー経済学　低炭素都市計画
金 青男	理工学部 電気電子情報工学科	助教	エネルギーハーベスト、ナノ材料
小平 大輔	理工学部 電気電子情報工学科	助教	スマートグリッド、蓄電池制御システム、
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、風力発電、マイクログリッド
渡邊 康之	公立諏訪東京理科大学 工学部	客員教授	有機分子バイオエレクトロニクス
白方 祥	愛媛大学 工学部	客員教授	CIGS 太陽電池、半導体光物性

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

再生可能エネルギー技術の研究開発拠点として、技術の垂直統合により新規再生可能エネルギー材料や発電システムを実現すると共に、次代の研究者を養成する教育や社会への技術の普及を図るために、部門内で概ね「再生可能エネルギー材料グループ」と「エネルギーマネジメントグループ」に分かれて活動している

3. 1. 再生可能エネルギー材料グループについて

導入・運用コストを、化石燃料を用いた発電と同等レベルまで下げるための材料開発を目標に掲げ、これまで太陽電池研究で得た知見を、他の発電材料（太陽電池・熱電発電用素子・燃料電池など）開発の基盤技術として、部門内で横断的に共同開発していく計画のもと、2020 年度は教員・学生の新型コロナ感染リスク低減のために、研究室ごとに活動を行ってきた。

杉山らは、化合物半導体を用いた、安価な太陽電池開発に取り組んできた。硫化物系太陽電池は、エジプト・ナイジェリアの研究者らと共同で、アフリカでも作成可能な簡単な作成プロセスの開発を、酸化物系太陽電池は、衣類やビニールハウス等 IoT デバイスへの応用を目指し、湾曲するフレキシブル透明ビニール上に太陽電池を作成するための低温プロセスを開発した。半導体表面構造の検討など、評価の一部は生野らと共同で行った。趙は、有機/無機半導体薄膜太陽電池の開発を行い、特にヘテロ界面の特性に注目し、電流-電圧特性を改善した。また、透明型太陽電池

の試作において、バルク型量子ドットタイプの有機半導体薄膜を用いて試作を行っている。現時点では、発電がわずか見られる程度であるが、有望なアプローチであり、22 年度は引き続き研究していく予定である。秋津らは、ラッカーゼはバイオ燃料電池のカソードで酸素還元触媒となる。本年度は、シアノ錯イオンやシアノ化合物に関して、各種分光法・電気化学測定・DFT 計算・ドッキング計算等を用いて系統的に検討した。市販試薬の錯体とカワラタケ由来ラッカーゼとの複合体のリン酸バッファー溶液を調製した。各種分析手法から、阻害剤またはメディエータ錯体となる場合の立体・電子的条件を明らかにした。永田は、有機系太陽電池として、光合成タンパク質複合体を NiO 電極と TiO_2 電極上に組み合わせたタンデム型バイオ太陽電池を実証し、高い開放電圧の性能を達成した。人工光合成では、太陽光のうち短波長域の光を光触媒反応に、長波長域の光を熱放射に利用できる CdS/SiC 複合光触媒を開発し、リグノセルロースの光改質を組み合わせることで、クリーンなエネルギー源である水素を生産できる手法を報告した。また、実際の水素生成環境で光触媒間の電子移動を観測することに成功した。生野は、低発電コストが期待できるトライボ発電素子の出力向上に関する研究に取り組んだ。高分子フィルムと金属箔との接触・離間により発電する本素子において、高分子フィルムに負の永久固定電荷を形成することにより、従来の 20 倍の電圧増加を達成することができた。また、渡邉と共同で、生野が開発した低環境負荷高分子フィルム上へ有機 EL 素子を作製・評価した。原口は、金属錯体ナノシートのコロイド溶液を用いて多孔性金属錯体の結晶配向膜を簡便に構築し、色素増感太陽電池などへの応用利用を検討した。本年度はまず窒素の吸着測定から比表面積を求め、膜が多孔性を有していることなどの確認などの基礎的なキャラクタリゼーションを行った。金は、2 次元材料のエネルギー分野への応用に取り組んでいる。安価かつ高性能の水素生成用触媒を開発のため、MoS_2 薄膜の触媒に向けた最適化に関する研究を行って、MoS_2 結晶配向性や表面状態による触媒特性の変化を確認した。また、2 次元材料上液体の流れにより発電する流体発電のメカニズムを調べるため、イオン濃度による MoS_2 薄膜の電気特性の変化を確認した。渡邊は、高配向なポリマー材料を用いた OPV の上部電極にも透明電極である IZO を用いて、可視光透過型の半透明有機薄膜太陽電池(ST-OPV)の作製に成功した。また、折り曲げが可能な OPV の作製を目指して、曲げに強い CNT 電極を用いたフレキシブル OPV を作製した。さらに、低環境負荷型のフレキシブル透明基板として有望視される CNF 基板上への OPV 作製を生野研と共同で試みた。新たな試みとして、半透明有機薄膜太陽電池(ST-OPV)の下に波長変換素子を置き、波長変換素子の蛍光波長と光透過型 OPV の光吸収波長を合わせることにより太陽電池の変換効率が向上する知見を得た。白方は、長波長に感度を有する太陽電池として利用可能なナローギャップのカルコパイライト半導体の単結晶研究に取り組んでいる。$CuInSe_2$ (E_g=1.04eV) と $CuInTe_2$, (E_g=1.03eV) の混晶 $CuIn(Se_{1-x}Te_x)_2$ が x=0.5 付近で最小の E_g=0.88eV のバンドギャップを有することが、薄膜太陽電池で報告され、E_g の低下はバンドギャップボーイングによるとされている。白方は $CuIn(Se_{1-x}Te_x)_2$ のバルク単結晶をノーマルフリージング法により融液を徐冷して成長した。混晶組成 x は 0.1 きざみであり全ての x で単結晶を成長できた。ラマン測定の結果、わずか x=0.1 において Te の振動モードが支配的になることや x=0.5 付近でフォノンモードが非常に複雑になることが分かった。今後、エレクトロリフレクタンス法（電界変調反射分光法）によりバンドギャップの正確な測定を行う。

3. 2. エネルギーマネジメントグループについて

様々な発電方法で得られた電力の高効率マネージメント技術開発や、系統連系、故障診断技術、AI を活用した最適化など、各発電方法で得られた電力を無駄なく活用する技術を、部門内で横断的に共同開発していく計画のもと、2020 年度は教員・学生の新型コロナ感染リスク低減のために、研究室ごとに活動を行ってきた。

植田は、2020 年度より新たに NEDO プロジェクトに参画し、太陽光発電の予測評価技術に関する研究を開始した。太陽光発電の大量導入が進むと電力系統全体における時々刻々の需給バランスの維持に向けて発電量予測が重要となるほか、今後、FIT 外での導入が本格的に始まると、計画値同時同量により卸電力市場において発電計画通りに売電を行うことが重要となるため、このような発電所運用に向けた予測評価技術の開発に着手した。近藤は、地理的に分散した太陽光発電群の短時間(30 分)後の出力変動を予測する手法において，予測誤差の分布が正規分布になっていないこと確認した。また，小形風力発電機群の計測データを用いて，電圧フリッカは定格出力の 75%程度の際に最も大きくなることを 2 箇所の計測結果から明らかにした。片山は深層強化学習に

よるエネルギーマネジメント方法を実証するために群馬県太田市の住宅地で収集された太陽光発電のデータを元にエネルギーマネジメントが可能であるか検討を行った。その結果現実的な学習時間で様々な天候に対しても適切な制御が可能であることがわかった。また，本手法の実機検証を進めるために太陽光発電と蓄電池を組み合わせたシステムを設計した。大西は電力を含む地域のエネルギー需要を推計し、地理的な特性を踏まえた供給システムの在り方を研究した。北九州市、川崎市では、アドバイザーとして参画し、特定の地区でのエネルギー需給マッチングを分析し、ビジネスモデルを検討した。小平は、配電系統における最適なエネルギーマネージメントのための PV の発電量予測や EV の充電量予測技術の開発に取り組んできた。PV の発電量の予測に関しては、地理的に分散した PV から得られる情報に基づく Optical flow を用いた予測と、過去の発電量のデータを用いた機械学習による予測の技術を最適に組み合わせる手法の開発を行った。それぞれ単体の予測よりも組み合わせた手法による予測の方が予測誤差が少ないことを示した。また、EV の充電量予測に関しては、予測区間を確率的に予測するために予測区間の構築に取り組んだ。機械学習に用いるデータ量が少ない場合でも、Bootstrap を用いることで、過去の予測区間策定手法よりも信頼度の高い予測区間が得られる初期的な結果を得た。平田は、災害におけるレジェリンス向上を目指し、災害後に限られたエリアに再生可能エネルギーが供給される可能性を追求した。具体的には、模擬送電線に太陽光発電システムを連系し、太陽光発電からの出力が増えると負荷を連動して増加させ、太陽光発電からの出力が減少すると負荷を減少させることを行った。そうすることで、蓄電池の容量を最小限に収めることを目指した。その結果、系統の電圧をある範囲に収めながら、太陽光発電の出力と負荷を連動させることが確認できた。

4. 研究活動の展望

本研究部門の設置目的である、(i)導入・運用コストを、化石燃料を用いた発電と同等レベルまで下げるための材料開発、(ii)様々な発電方法で得られた電力の高効率マネージメント技術開発、および、(iii)新材料・新システム技術などの開発、を中心として、技術の垂直統合によるシナジー効果を生かした再生可能エネルギー技術の研究開発を続けて進める。部門内共同研究を活性化すると共に、技術ロードマップを作成するなどして将来の再生可能エネルギー技術の斬新なコンセプトの創出を図る。また、シンポジウム開催や展示会への出展を引き続き行い、本部門の研究成果を社会にアピールすると共に、再生可能エネルギー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

再生可能エネルギーは、環境に優しい反面、電力供給が安定しない、導入・ランニングコストが高い、といった、インフラとして重大な課題がある。本研究部門では、専門分野の異なる研究者が積極的に交流することにより、融合的な研究分野やデバイス、プロセスの開発を進めており、安定して利用でき低コストな電力を供給する礎を提案し、東京理科大学における再生可能エネルギー利用技術の研究開発を活性化ならびに促進させていき、再生可能エネルギー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（2020 年度分）

学術論文

1．I. Khatri, M. Sugiyama: “Effect of combined treatment of cesium fluoride as precursor and post-treatment on Cu(In,Ga)Se2 thin film solar cell”, Applied Physics Letter, 118 (2021) 13901(査読有).

2．A. Kanai, M. Sugiyama: “Emission properties of intrinsic and extrinsic defects in Cu2SnS3 thin films and solar cells”, Japanese Jounal of Applied Physics, 60 (2021) 015504. (査読有)

3．I. Khatri, T-Y. Lin, T. Yashiro, M. Sugiyama: “Temperature-Dependent Current-Voltage and Admittance Spectroscopy analysis on Cesium-treated Cu(In1-x,Gax)Se2 Solar Cell before and after Heat-Light Soaking and Subsequent Heat-Soaking Treatments”, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 28 (2020) 1158-1166. (査読有)

4．Sujun Guan, Akihiro Mori, Mikihiro Kato, Xinwei Zhao, Improved crystalline quality of ZnO with inserting multi-buffer layers, J. Mater. Sci-Mater. Electron. 31, 9982-9988 (2020). (査読有)

5．Sujun Guan, Liang Hao, Yaqiang Yang, Hiroyuki Yoshida, Xinwei Zhao, Yun Lu, Significantly enhanced photocatalytic activity of TiO2/TiC coatings under visible light, J. Solid State Electrochem 25, 603-609 (2021). (査読有)

6．Ping Zhang, Lijun Wang, Sujun Guan, Hirofumi Naganuma, Yuri Tamamoto and Xinwei Zhao, Enhancing efficiency in transparent thin‐film ZnO/P3HT solar cells by the improved crystalline quality of ZnO, Phys. Status Solidi A 218, 2000535 (2021). (査読有)

7．K. Kajiwara, S. Pradhan, T. Haraguchi, C. Sinha, R. Parida, S. Giri, G. Roymahaptra, and T. Akitsu, “Photo-Tunable Azobenzene-Anthraquinone Schiff Base Copper Complexes as Mediators for Laccase in Biofuel Cell Cathode”, Symmetry, 12, 1094 (17 pages) (2020).(査読有)

8．K. Kashiwagi, F. Tassinari, T. Haraguchi, K. Banerjee-Gosh, T. Akitsu and R. Naaman, “Electron Transfer via Helical Oligopeptide to Laccase Including Chiral Schiff Base Copper Mediators”, Symmetry, 12, 808 (14 pages) (2020). (査読有)

9．Y. Takiguchi, Y. Onami, T. Haraguchi, T. Akitsu, Crystallographic and Computational Electron Density of dx2-y2 Orbitals of Azo-Schiff Base Metal Complexes Using Conventional Programs, Molecules, 26, 551 (12 pages) (2021) (査読有)

10. Yoshihiro Hishikawa, Michiya Higa, Takakazu Takenouchi, Yuzuru Ueda, Kensuke Nishioka, Tomonao Kobayashi, Takashi Minemoto, Hiroshi Taniguchi, Hajime Wakabayashi, Masahiro Yoshita, “Improved precision of the outdoor performance measurements of photovoltaic modules by using the photovoltaic irradiance sensor”, Solar Energy, Volume 211, November 2020, Pages 82-89, ISSN 0038-092X. (査読有)

11. Yuya Takekuma, Nobuhiro Ikeda, Keisuke Kawakami, Nobuo Kamiya, Mamoru Nango, and Morio Nagata:“Photocurrent generation by a photosystem I-NiO photocathode for a p-type biophotovoltaic tandem cell”, RSC Advances, 10, 15734-15739 (2020) (HOT Article Collection 査読有)

12. Haruki Nagakawa and Morio Nagata: “Photoreforming of Lignocellulosic Biomass into Hydrogen under Sunlight in the Presence of Thermally Radiative CdS/SiC Composite Photocatalyst”, ACS Applied Energy Materials, 4(2), 1059-1062 (2021) (Supplementary Cover 査読有)

13. Haruki Nagakawa and Morio Nagata : “Elucidating the Factors Affecting Hydrogen Production Activity Using a CdS/TiO_2 Type-II Composite Photocatalyst”, ACS Omega, 6(6), 4395-4400 (2021) (Front Cover 査読有)

14. Hikaru Arai, Masaru Irita, Noboru Katayama:“Investigation of Multilayered Catalyst Layers for Polymer Electrolyte Fuel Cells by Electrospray Deposition”, ECS Transactions, 98 (2020) 333. (査読有)

15. Chiharu Misaki, Daisuke Hara, Noboru Katayama, Kiyoshi Dowaki:“Improvement of Power Capacity of Electric-Assisted Bicycles Using Fuel Cells with Metal Hydride”, Energies, 13 (2020) 6272. (査読有)
16. 五井雅登, 片山 昇, 盛田克彦, 大川 浩, 小杉明史, 今井庸二:“畳み込みニューラルネットワークを用いた太陽電池システムの異常種類の判定”, 電気学会論文誌 B, 141 (2021). (査読有, 掲載決定)
17. T. Kure, Y. Miyazaki, J. Kondoh, Y. Kameda, “Comparison in Power-Forecasting Methods for Geographically Distributed PV Power Systems Using Their Previous Datasets”, 4th International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC), pp. 24-28 (2020). (査読有)
18. S. Tamura, J. Kondoh, Y. Kushida, “Influence of voltage measurement accuracy on the impedance estimation by a power conditioning system”, 4th International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC), pp. 44-49 (2020). (査読有)
19. T. Yamamoto, J. Kondoh, “Development of a self-inertia-varying fixed-speed flywheel energy storage system”, 23rd International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), pp. 1169-1172 (2020). (査読有)
20. C.Pinming, W.Wongwiriyapan, S.Rattanamai, N.Ketama, A.Treetong, T.Ikuno, G.Tumcharern, A.Klamchuen,“Carbon nanotube/polydimethylsiloxane composite micropillar arrays using non-lithographic silicon nanowires as a template for performance enhancement of triboelectric nanogenerators”, Nanotechnology 32 (2020) 095303. (査読有)
21. R.Ławrowski, L.Pirker, K.Kaneko, H.Kokubo, M.Bachmann, T.Ikuno, M.Remskar, R.Schreiner, “Field emission from nanotubes and flakes of transition metal dichalcogenides”, J. Vac. Sci. Technolo. B, 38 (2020) 032801. (査読有)
22. N.Katsuumi, Y.Onami, S.Pradhan, T.Haraguchi, T.Akitsu,“Crystal structure and Hirshfeld surface analysis of (aqua-κO)(methanol-κO)[N-(2-oxido-benzyl-idene)threoninato-κ3O,N,O′]copper(II)”, Acta Crystallographica Section E, E76, 1539-1542, 2020.(査読有)
23. M. Yoshito, A. Tsatsuyan, T. Haraguchi, I. Shcherbakov, T. Akitsu,“Photochemical reduction of Cr(VI) compounds by amino acid Schiff base copper complexes with hydroxyl group and titanium oxide composites in aqueous solutions”, New Journal of Chemistry, 44(38), 16665-16674, 2020. (査読有)
24. N.Fujisawa, Y.Onami, T.Kawasaki, T.Haraguchi, T.Akitsu, K.Tsukiyam,“Infrared Free Electron Laser or Polarized Ultraviolet Photolysis of Hierarchical and Chiral Components of Interleukin-6, Alanyl-Alanine and Alanine”, Trends in Peptide and Protein Science, 5, 1-11, 2020. (査読有)
25. 塚﨑紀貴, 呉 大輝, 小平大輔, 近藤潤次, “機械学習を使用した予測と地理的な要因からの予測を組み合わせた太陽光発電出力予測手法,”, 電気学会全国大会, 2021.
26. 鶴崎理子, 小平大輔, 近藤潤次, “ニューラルネットワークを用いた 潮流計算代替手法,”, 電気学会東京支部千葉支所研究発表会講演論文集 2021.
27. 加藤輝一, 小平大輔, 近藤潤次, “アンサンブル学習による電力需要予測,”, 電気学会東京支部千葉支所研究発表会 講演論文集 2021.
28. 平田陽一, 神蛇幹貴, 遊田海渡, 「災害によるレジェリンス強化を想定した再生可能エネルギーによる復旧システム」, 令和３年電気学会全国大会 (2021.3) (査読なし)
29. 平田陽一, 渡邊康之, 「農業用波長変換シートにおける入射光に対する透過光スペクトル評価」, 2020 年度日本太陽エネ学会 (査読なし)

著書

1．S. Yagi, T. Haraguchi, C.-T. Lo, and T. Akitsu, “Polarized Light-Induced Orientaion of Chiral Schiff Base Ni(II) and Zn(II) Complexes Having Substituted Azobenzene Moiety”, The fundamentals of polarized light (A.Terry ed.) 143-166 (2021)
2．T.Akitsu, S.Yagi, S.Kim, M.Yoshida, and T.Haraguchi, “Interaction between Polarized UV Light and Hybrid Materials of Chiral Schiff base Octahedral Cu(II) complexes with Azobenzene”, The fundamentals of polarized light (A. Terry ed.) 119-142 (2021)
3．S.Yamazaki, T.Haraguchi, C.-T. Lo, and T.Akitsu, Polarized Light Induced Chiral Molearular Alignment of Achiral Zn(II) and Zu(II) Complexes for Depth Problem”, The fundamentals of polarized light (A. Terry ed.) 167-192 (2021)

招待講演

1．杉山 睦, 西本啓介, 濱田知宏, 加藤匠秀:“RF スパッタ堆積した酸化物半導体材料と透明インテリジェントデバイスの開発”, 2020年 日本表面真空学会 スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会 第164回定例研究会.
2．Takashiro Akitsu, Reduction of Cr(VI) ion by photocatalytic Cu complexes and TiO_2, Green Engineering(Webinar), Online, 2020.
3．Takashiro Akitsu,(Chiral)interaction between polarized UV light and hybrid materials of azobenzene and Schiff base metal complexes in polymer films, 23 International Web Conference on Nanotechnology and Nanomedicine, Online, 2020.
4．Takashiro Akitsu, Interface of multi-functional metal complexes and bioinorganic metalloproteins, Online conference of St. Paul’s Cathedral Mission College, Online, 2020.
5．Takashiro Akitsu, Design of metal complexes for mediator of laccase in biofuel cell cathode, World Science Congress the 10th International Online Webinar, Online, 2020.
6．生野 孝:“色に応じた出力極性を示す光センサ”, 2021年3月24日 色材協会中部支部色材セミナー
7．大西 悟:共創による地域固有のエネルギーシステムの実現を支援するプラットフォームづくり, 2020年7月, 4DHフォーラム2020年度第1回研究会, on line,
8．Satoshi Ohnishi：Co-design with stakeholders to zero waste city by evolving waste management infrastructure, 2020年6月, The 15th International Conference on Waste Management and Technology (ICWMT 15), on line.
9．渡邊康之：“SDGsに向けたスマート農業実現のための有機薄膜太陽電池”, 2020年　電子情報通信学会ソサイエティ大会 有機エレクトロニクスの実用化へ向けての往古来今シンポジウム

受賞

1. 講演奨励賞受賞：令和2年 応用物理学会 多元系化合物・太陽電池研究会 年末講演会
屋代貴彦, Ishwor Khatri, 金 冑男, 杉山 睦:“硫化処理したCu(In,Ga)Se2薄膜を用いた水分解の検討”(2020年12月),
2. 37th EUPVSEC Poster Award：Kaori Tanina & Yuzuru Ueda, “PV String Fault Detection by Using the Clustering of Module Operating Points for Large-Scale PV Power Plant” 37th European Photovoltaic Solar Energy Conference Proceedings, 5CV.3.15, pp.1528-1530(3pages)(September 2020) Online
3. PRiME 2020 General Student Poster Award：Yuya Takekuma, Morio Nagata “Increased Light Harvesting in Photosystem 1-Based Biophotovoltaics with Artificial Antenna” (2020年10月)
4. 優秀発表賞：9th Joint Conference on Renewable Energy and Nanotechnology (JCREN2020)
金 冑男、高橋和樹、高江洲貴斗、佐藤公輝、船津岳伸、杉山 睦:“Characterization of Vertical Aligned MoS_2 thin film for Hydrogen Evolution Catalyst” (2020年12月),

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、成膜プロセスの検討と、欠陥制御を行った。不純物として Na を効果的にドーピングすることで、空乏層の非輻射再結合中心を抑えることを明らかにしたとともに、2021 年 3 月現在で、CTS 太陽電池の世界最高発電効率を達成することができた。

趙　新為

「透明型太陽電池に関する研究」

本年度は、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、動作の確認と特性の向上を図った。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、電気特性の向上ができた。また、バルク量子ドットタイプの太陽電池を試作し、評価している。来年度は、さらに転換効率の向上を図り、透明太陽電池を試作する。

秋津　貴城

「バイオ燃料電池カソードメディエータを目指したシアノ金属錯体の探索」

ラッカーゼはバイオ燃料電池のカソードで酸素還元触媒となる。昨年度の類似アゾ錯体を利用した光バイオ燃料電池の要素に続き、本年度は、シアノ錯イオンやシアノ化合物に関して、各種分光法・電気化学測定・DFT 計算・ドッキング計算等を用いて系統的に検討した。市販試薬の錯体とラッカーゼとの複合体のリン酸バッファー溶液を調製した。各種分析手法から阻害剤またはメディエータ錯体となる場合の立体・電子的条件を明らかにした。

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発電特性評価・不具合検出・劣化分析などシステムの設計から，電力システムにおける運用まで，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。2020 年度以降は太陽光発電所における発電量予測評価技術開発や、発電電力量に加えて調整力を創出する運用手法について、NEDO プロジェクトに参画し研究を行っている。

永田　衛

「有機系太陽電池および人工光合成に関する研究」

光合成タンパク質を用いたバイオ太陽電池の高効率化を目指して、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行った。人工光合成では、太陽光のうち短波長域の光を光触媒反応に、長波長域の光を熱放射に利用できる CdS/SiC 複合光触媒を開発し、リグノセルロースの光改質を組み合わせることで、クリーンなエネルギー源である水素を生産できる手法を報告し、アメリカ化学会誌の Supplementary Cover に選出された。また、実際の水素生成環境で光触媒間の電子移動を観測することに成功し、アメリカ化学会誌の Front Cover に選出された。

近藤　潤次

「慣性モーメント可変フライホイール電力貯蔵装置に関する研究」

太陽光・風力発電の系統増に伴い火力発電の運転台数が低減するため、電力系統に連系する同期発電機が減少し系統内の慣性が減って周波数変化率(RoCoF)が増加することが問題となっている。この対策として、同期調相機等の回転軸に慣性モーメント可変フライホイールを連結し充放電を行う「慣性モーメント可変フライホイール電力貯蔵装置」を提案している。慣性モーメントを変化させる動力の効率向上のため、自己慣性可変型の装置を試作し、放電運転時に正の電力出力を実現した。

片山　昇

「深層強化学習を用いたエネルギーシステムのマネジメントの研究」

太陽光発電や風力発電、燃料電池などの分散型エネルギー源は多様化しエネルギーマネジメントは複雑化している。エネルギーシステム毎にこれらの制御方法を検討するには非常に労力がかかる。そこで深層強化学習を用いてエネルギーシステムのマネジメントを行うことを提案している。深層強化学習は古典的な強化学習に深層学習を組み合わせたもので試行錯誤を繰り返すことで複雑な制御が可能となっている。本研究ではモデル化したエネルギーシステムを用いて学習を行い、エネルギーシステムの経済性を高める手法について検討を行った。

生野　孝

「低発電コスト振動発電素子に関する研究」

異種物質の接触・離間もしくは摩擦により発電するトライボ発電素子に関する研究開発を実施している。コロナ放電処理により、トライボ発電素子に用いる高分子ポリマーフィルムへ負の永久固定電荷を形成することにより、出力電圧が 20 倍に向上した。今後は、高分子ポリマーの表面処理を実施し、出力電流向上を試みる。

原口　知之

「印刷可能な多孔性金属錯体による結晶配向膜の構築と評価」

金属錯体ナノシートのコロイド溶液を用いて多孔性金属錯体の結晶配向膜を簡便に構築し、色素増感太陽電池などへの応用利用を検討した。本年度はまず窒素の吸着測定から比表面積を求め、膜が多孔性を有していることなどの確認などの基礎的なキャラクタリゼーションを行った。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、高効率に電子を輸送する色素増感型太陽電池を目指す。

「適正な再生エネ導入に向けた経済・技術評価」

産業都市を中心に製造業のエネルギー高効率化に資する地域計画と社会実装を見据えた経済・技術評価を行っている。産業部門の脱炭素化は、適正な再エネの導入が必須となる。その場合、家庭・業務部門、廃棄物処理部門との業種横断型の解決策に期待が集まるが、その中で公民学連携の体制を整備し、各部門のデータを効率的に収集し、経済・技術評価する方法論を構築し、実際の事業者の意思決定を支援しつつある。

金　宵男

「2 次元材用を用いたエネルギーデバイスへの応用」

2 次元材は層状構造を持つと共に一層の膜にある vacancy は高い活性化エネルギーを持っている。その特徴を活かして貴金属の代替材料としての研究を行った。今回は MoS_2 を用いて膜の表面に vacancy の密度を高くするため、基板に対して縦方向に成膜を行った。その成長メカニズムの詳細はまだはっきりできてない部分が多いため、成長メカニズムに関して具体的な検討を行った。また、MoS_2 薄膜の成長具合による水溶生成用触媒の特性の変化を明らかにした。

小平　大輔

「EV の充電需要予測と充電スケジュールの制御による系統安定化」

EV の導入量は 2050 年のカーボンゼロに向けて日本でも増加が見込まれる。海外特に EU 圏では、多数の EV の充電による電力系統の送電容量の圧迫や電圧の変動などの影響が無視できなくなっている。そこで、EV の充電需要を一定の地域(Scotland, Dundee)のデータを使用し、機械学習によって予測の幅（予測区間）を提示することができた。また、少ないデータ量では機械学習による予測精度が向上しない問題を、Bootstrap によって予測区間の精度を向上させることができた。

平田　陽一

「災害によるレジェリンス向上を意図した再生可能エネルギー供給システム」

模擬送電線に太陽光発電システムを連系し、太陽光発電からの出力が増えると負荷を連動して増加させ、太陽光発電からの出力が減少すると負荷を減少させることを行った。そうすることで、蓄電池の容量を最小限に収めることを目指した。その結果、系統の電圧をある範囲に収めながら、太陽光発電の出力と負荷を連動させることが確認できた。蓄電池の容量を抑えながら限られたエリアに再生可能エネルギーを出力できる可能性を示した。

渡邊　康之

「光合成と太陽電池の両立を目指した太陽光高度利用技術開発」

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上への透明電極形成を行うとともに CNT や CNF 基板上への OPV 作製に成功した。また、光透過型 OPV の波長選択性を活用した農業ビニールハウスでの実証試験を継続して行った。また、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、人工太陽光下での培養実験を行い、ボレベルでの実証試験を行った。さらに、OPV の出力特性に適合する低環境負荷型蓄電池開発に向けて、有益な発電―蓄電特性のデータを得た。

白方　祥

「ナローギャップカルコパイライト半導体の研究」

カルコパイライト系 CIGS 太陽電池のタンデムによる高効率化では、ボトムセルのバンドギャップ(E_g)の現状は $CuInSe_2$ の 1.04eV でありさらに E_g を小さくする必要がある。混晶半導体 $CuIn(Se_{0.5}Te_{0.5})_2$ がカルコパイライト系では最小の E_g=0.88 eV を有することが薄膜太陽電池で報告されているが、詳細は不明である。本研究では $CuIn(Se_{1-x}Te_x)_2$ のバルク単結晶を成長し、混晶組成に対する E_g の精密測定を中心とした基礎物性の解明を行っている。また 0.93-1.35 eV の E_g を持つとされている Cu_2SnS_3 単結晶を作製し、結晶構造と E_g の関係を調べている。

アンビエントデバイス研究部門

アンビエントデバイス研究部門について

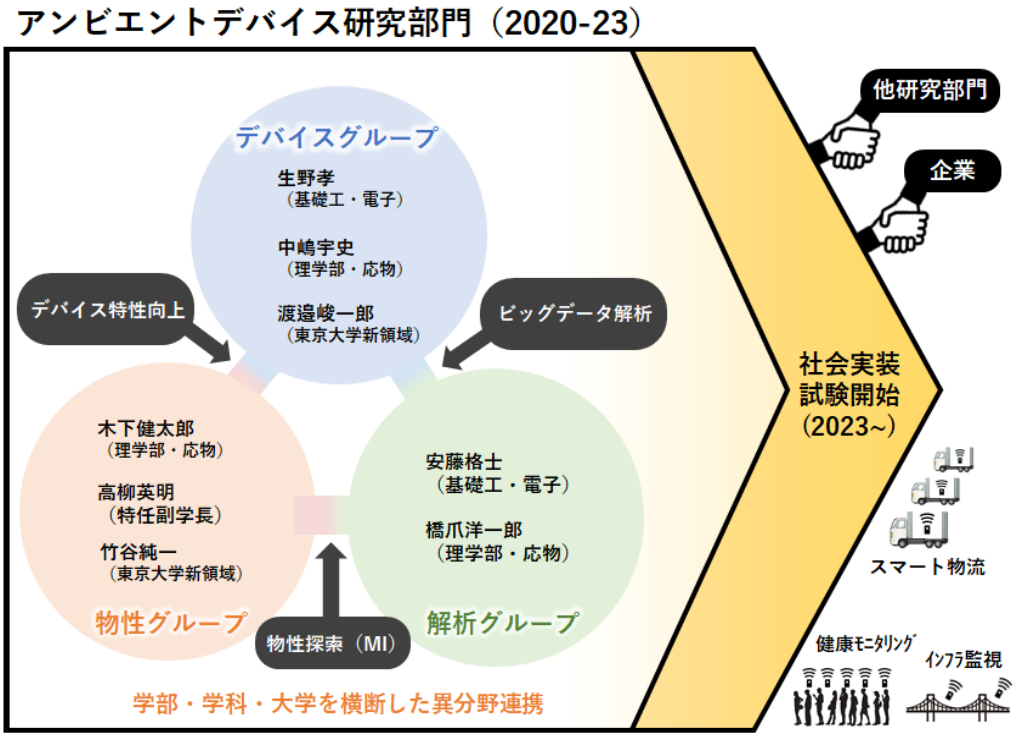
1. 概要

アンビエントデバイス研究部門は、環境に溶け込み、環境情報を抽出するアンビエントデバイスの大量普及時代を見据え、部門設置期間中にアンビエントデバイスに関わる材料物性制御・デバイス創製・取得データ解析の研究を実施し、社会実装を目指す。リサイクルやアップサイクルを含め、デバイスが土に還るまでを考慮した環境にやさしい再生プロセスを検討し、抽出されたデータの利用及び解析手法（AI、確率共鳴等）も研究の対象とする。

2. 部門の構成と施設設備

・構成メンバー

職名	氏名	所属
部門長・准教授	木下　健太郎	理学部第一部応用物理学科
副部門長・准教授	生野　孝	基礎工学部電子応用工学科
副学長	高柳　英明	東京理科大学、総合研究院
准教授	中嶋　宇史	理学部第一部応用物理学科
講師	安藤　格仕	基礎工学部電子応用工学科
講師	橋爪　洋一郎	理学部第一部応用物理学科
客員教授	竹谷　純一	東京大学大学院 新領域創成科学研究科
客員准教授	渡邉　峻一郎	東京大学大学院 新領域創成科学研究科



3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 有機 RFID 混載用無機メモリの研究開発

部門メンバーである東京大学竹谷教授の高性能有機 RFID に搭載するための無機抵抗変化型メモリ $Cu/WO_3/Pt$ 及び $Pt/WO_3/Pt$ の混載プロセスの開発及び長期データ保持の保証を中心とする信頼性向上のための研究に取り組んだ。書き込み電圧、抵抗比（読み出しマージン)、初期リーク歩留まりの評価に基づき、導電性ブリッジメモリとして動作する $Cu/WO_3/Pt$ がより有望であると結論付けた。（木下）

3. 2. 金属有機構造体（MOF)の電子デバイス応用

代表的な MOF である HKUST-1 単結晶の大型化 （mm サイズ)に成功し、これを用いた物性評価を進めた。従来の物性評価に用いられてきたペレット状試料や薄膜試料など、結晶粒界の影響が不可避であった微結晶 （μm サイズ)試料とは異なる評価結果が得られており、HKUST-1 の本質的な物性が明らかになり始めている。特に、HKUST-1 の電気伝導度が湿度に極めて敏感であることを明らかにし、湿度センサーへの応用の可能性を示した。(木下)。

3. 3. 有機 RFID 用定電圧回路および整流昇圧回路の作製・評価

有機半導体を用いた RFID タグにおける電源周辺回路の設計および試作を行った。要求仕様に基づき、有機半導体 RFID タグに相応しい定電圧回路および整流昇圧回路を提案し、要求仕様に対応可能な有機半導体単結晶薄膜を用いた電界効果トランジスタを作製・評価した。これらの研究は、東京大学竹谷研究室と共同で行った。(生野)

3. 4. エネルギーハーベスティングデバイスの作製と評価

圧電素子の振動発電によって供給される電力を用いて間欠的に振動データを無線伝送し、そのデータを機械学習によって解析することによって、コンプレッサーの異常を 80%以上の精度で判定できるシステムを新規に開発した。電池等を不要で半永久的な動作が可能であり、今後は判定精度の向上と多用途への展開を進めていきたいと考えている。（中嶋）

3. 5. 機械学習と振動センサを用いたリアルタイムエンターテインメント応用に関する研究

振動発電素子、加速度センサ、低消費電力無線を用いて、観客ならびに演者の動作を機械学習によってリアルタイムに判別するシステムを開発した。従来手法である画像解析と比べ、高速な解析が可能であり、情報量を少なくすることによって、送信時の遅延を極力減少させることに成功した。今後は、判別対象の拡大と精度向上を達成し、社会実装に向けた取り組みを進めていきたい。（中嶋）

3. 6. ビッグデータの解析

ビッグデータ解析については、物性グループ・デバイスグループおよび企業と協力して解析可能なデータの取得を進めている。ある程度まとまったデータが得られ次第解析を始める計画である。また、これと並行して、主に物性グループとの協働により、確率共鳴を用いたメモリデバイスの検討を始めている。（橋爪）

4. 研究活動の展望

引き続き有機 RFID タグの研究開発を進めると同時に、MOF やイオン液体、カーボンナノチューブ、セルロースナノファイバーといった、これまで部門メンバーが個々に基礎レベルで研究対象としてきた有機或いは無機とのハイブリッド材料について、その特徴を生かしたデバイスの実現を見据え、応用研究を進める。アンビエントデバイスが環境から情報抽出する際の S/N 比の向上を達成するため、確率共鳴現象の利用について検討する。抽出データをデバイス内で処理するため、エッジコンピューティング向け AI デバイスの開発にも取り組む。

5. むすび

デバイス創製から社会実装までの険しい道のりを踏破するには、他部門との連携によるシナジーが不可欠だと考えており、今後、部門間連携を積極的に進めたい。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1．Sang-Gyu Koh, Taiki Koide, Takumi Morita, and Kentaro Kinoshita, “Ionic liquid-loaded metal-organic framework system for nanoionic device applications”, Jpn. J. Appl. Phys, 60, SBBK10.1-6 (2021). (査読有)
2．Yuta Sasaki and Kentaro Kinoshita, “Controlling filament growth mode in resistive random-access memory based on thermal flow”, Jpn. J. Appl. Phys, 60, SBBB01.1-7 (2021). (査読有)
3．C. Pinming, W. Wongwiriyapan, S. Rattanamai, N. Ketama, A. Treetong, T. Ikuno, G. Tumcharern, A. Klamchuen, “Carbon nanotube/polydimethylsiloxane composite micropillar arrays using non-lithographic silicon nanowires as a template for performance enhancement of triboelectric nanogenerators”, Nanotechnology 32, 095303 (2020). (査読有)
4．R.Ławrowski, L.Pirker, K.Kaneko, H.Kokubo, M.Bachmann, T.Ikuno, M.Remskar, R.Schreiner, “Field emission from nanotubes and flakes of transition metal dichalcogenides”, J. Vac. Sci. Technolo. B, 38, 032801 (2020). (査読有)
5．T. R. Venkatesan, M. Wübbenhorst, B. Ploss, X. Qiu, T. Nakajima, T. Furukawa, and R. Gerhard, “The Mystery behind the Mid-Temperature Transition (s) in Vinylidenefluoride-based Homo-, Co-and Terpolymers-Has the Puzzle been Solved?”, IEEE Trans. Dielec. Insul., 27, 1446 (2020). (査読有)
6．S. Yamaura, T. Nakajima, Y. Kamata, T. Sasaki, T. Sekiguchi, “Production of vibration energy harvester with impact-sliding structure using magnetostrictive Fe-Co-V alloy rod”, J. Magn. Magn., 514, 167260 (2020) (査読有)
7．N. Kuriyama, T. Nakajima, R. Ichige, and T. Suzuki, “Piezoelectric Polymer Multilayer Coating Method for Vibration Energy Harvester”, Sens. Mater., 32, 2503 (2020) (査読有)
8．Y. Hashizume,and T. Sugimoto, “A Toy Model Approach to Fractal Nature: Thermodynamics on a Cantor-Lattice Ising Model”, Materials Transactions Materials Transactions, 62, 374-379, (2021). (査読有)
9．“The crystal structure of the tetrameric human vasohibin-1-SVBP complex reveals a variable arm region within the structural core”, Ikeda Akihito, Urata Seia, Ando Tadashi, Suzuki Yasuhiro, Sato Yasufumi, and Nishino Tatsuya, Acta Crystallographica Section D -Structural Biology, 76, 993-1000, 2020. (査読有)
10. Misa Arutaki, Ryodai Kurihara, Toru Matsuoka, Ayako Inami, Kei Tokunaga, Tomomasa Ohno, Hiroki Takahashi, Haruka Takano, Tadashi Ando, Hiromi Mutsuro-Aoki, Takuya Umehara & Koji Tamura, “G:U-Independent RNA Minihelix Aminoacylation by Nanoarchaeum equitans Alanyl-tRNA Synthetase: An Insight into the Evolution of Aminoacyl-tRNA Synthetases”, Journal of Molecular Evolution, 88, 501-509, 2020. (査読有)
11. Senri Ohmori, Marina Wani, Saki Kitabatake, Yuka Nakatsugawa, Tadashi Ando, Takuya Umehara and 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)

招待講演

1．生野 孝,「色に応じた出力極性を示す光センサ」, 色材協会中部支部色材セミナー, 2021 年 3 月 24 日.
2．中嶋宇史,「振動エネルギーハーベスティングと機械学習の融合による低消費診断系エッジデバイスの開発」, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, オンライン, 2021 年 3 月 18 日.
3．安藤格士,「分子動力学シミュレーション１～計算を始めるための基礎知識～」, MRM Forum 2020, Online, 2020 年 12 月 9 日.

著書

１．新訂版 環境発電ハンドブック 2021，第 3 編 環境発電の材料～IoT 時代に向けて～，第 1 章 振動発電，第 5 節 圧電ポリマー，中嶋宇史，株式会社エヌ・ティー・エス，4 pages，2021.

２．膜タンパク質工学ハンドブック（第 3 章　第 3 節　膜タンパク質・膜の粗視化シミュレーション），津本浩平，浜窪隆雄 監修，株式会社エヌ･ティー･エス，pp. 147-154，2020.

特許

１．木下健太郎，高 相圭，島 久，内藤泰久，秋永広幸，特願 2021-089632（2021.5.27）「情報処理装置および情報処理装置の制御方法」.

2. 小野新平，菊池 広，井上博行，水野公平，古川博敏，中嶋宇史，岸本孝幸，特願 2020-175147（2020.10.19）「ライブイベント演出補助システム」.

3. 内田秀樹，中嶋宇史，元祐昌廣，山本貴博，特願 2021-062105（2021.3.31）「熱電変換モジュール」.

研究課題（研究者別）

木下　健太郎

「抵抗変化メモリの有機デバイスへの混載及び AI 応用の研究」

抵抗変化メモリは、陰イオン拡散型、陽イオン拡散型、界面型の 3 種に大別されるが、この全ての研究開発に取り組んできた強みを生かし、混載材料及び使用目的に合った抵抗変化メモリを設計・作製する。抵抗変化メモリのアナログ抵抗変化及び抵抗減衰特性を生かした AI 応用の研究にも取り組む。

「金属有機構造体（MOF）及びイオン液体のデバイス応用」

代表的な MOF である $Cu_3(btc)_2$ の大型単結晶を合成し、$Cu_3(btc)_2$ の本質的な物性を明らかにする。MOF の高密度細孔にイオン液体を充填することで、大気、真空を問わず、固体の様に使える高イオン伝導材料を実現する。

生野　孝

「有機半導体 RFID タグ用電源周辺回路に関する研究」

有機半導体 RFID タグにマッチした有機半導体から構成された電源周辺回路に関する研究を行った。アンテナから受電した高周波電力を整流・昇圧するため、コッククロフトウォルトン回路を採用し、回路シミュレーターによる計算を行った。また、有機半導体単結晶薄膜を用いた電界効果トランジスタを用い動作周波数の見積もりを行った。さらに、有機半導体デバイスを動作させるための定電圧回路の設計を行った。

中嶋　宇史

「フレキシブルエネルギーハーベスティング材料を用いた新規 IoT デバイスの創成」

柔軟性や成形性に優れた圧電、熱電材料を用いて、貼付可能なエネルギーハーベスティングを実現するとともに、微小発電によって自立動作が可能な低消費診断系エッジデバイスの実現を目指した融合的研究に取り組む。

橋爪　洋一郎

「アンビエントデバイスから得られるビッグデータの解析手法の検討」

アンビエントデバイスによって得られる情報をどのように整理するのか。この問いに答えるためにはビッグデータの解析手法としてどのようなものがアンビエントデバイスの活用に適しているのかを明らかにすることが最終的な目標となるが、今年度はデバイスグループと協力して解析できるだけの十分なデータの取得を目指した。

「確率共鳴を利用したアンビエントデバイスの研究」

アンビエントデバイスは多くの素子が想定されるため、ノイズの効果が無視できない。そこで、メモリネットワークにおける確率共鳴現象に着目している。メモリ素子単体へのノイズの導入についての研究は盛んになされていて、ある程度のことは予測できる。一方で、それらが特定の目的のために構造を持つとき、非自明な現象が起こりうる。物性グループ・デバイスグループと協力して実験データを参照可能な状況になってきている。

安藤　格士

「有機半導体 C8-DNBDT-NW の単層膜構造の分子動力学シミュレーション」

有機半導体は柔軟性に優れ、簡便な印刷プロセスによって低コストで製膜できるとことから、次世代電子材料として注目されている。本研究では，分子動力学シミュレーションを用い、有機半導体の一つである C8-DNBDT-NW のナノシートの外部圧力による変形、ナノシート上部での水・イオンの挙動を分子のレベルで解析し、本有機半導体の圧力センサー、イオンセンサーへの応用に関する基礎的研究を行う。

生物環境イノベーション研究部門

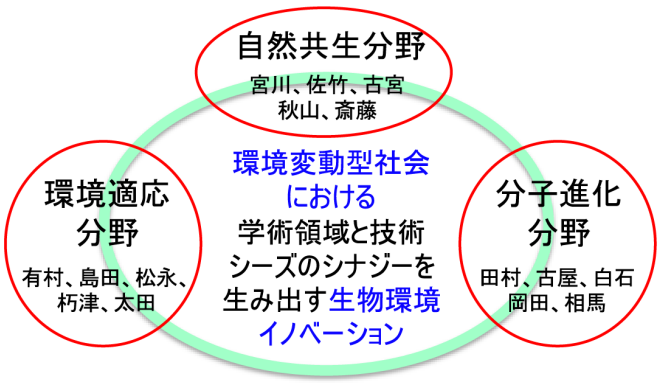
生物環境イノベーション研究部門について

1. 概要

生物環境イノベーション研究部門は、急速に変動する生存圏環境において、ヒトを含めた生命が適応、多様化、分子進化するための作用機序を紐解き、地球環境・生態系・生物多様性の保全のための基盤構築ならびに、食と健康の改善につながる新規技術シーズの開発を目指す研究部門である。本学の基礎工学部、理工学部、理学部、および外部の生命系の研究者に加えて、環境物理学、大気化学分野における研究者が組織横断型に協力し、生命科学と環境科学と融合させた新しい研究領域を開拓する。

2. センターの構成と施設設備

生物の環境適応、相互作用、分子進化、共進化、生態発生の分野で活躍する研究者が、「環境適応分野」「分子進化分野」「自然共生分野」の3つのサブグループを形成している。従来の環境生物学、進化学、生態学の概念や垣根を壊した学術研究分野の創出し、待った無しの地球規模での環境変化の中で人類の存続に資する新しい技術シーズを構築することを目指し、活動に取り組んだ。



本部門の構成と最終目標

＜環境適応分野＞
有村源一郎、島田浩章、朽津和幸、太田尚孝、
出崎能丈、橋本研志、坂本卓也、松永幸大（東京大）

＜分子進化分野＞
田村浩二、古屋俊樹、白石充典、櫻井雅之、岡田憲典（東京大）、相馬亜希子（千葉大）

＜自然共生分野＞
宮川信一、佐竹信一、秋山好嗣、古宮裕子、斉藤拓也（国立環境研）

共通施設設備
葛飾キャンパス実験棟を、動物飼育、植物栽培、生化学実験、分析化学、遺伝子組換え実験のための P1（P1A、P1P）実験室として使用した。当該施設は、遺伝子組換え動物・植物・微生物の生育・実験のための備品の設置、および作業スペースを揃える（飼育・栽培システム、オートクレーブ、バイオクリーンベンチ、遺伝子導入装置等）。実験室の使用計画の内訳は、部屋番号170040302(57.55 ㎡)を動物飼育・植物栽培、170040304(56.30 ㎡)を生化学実験、分析化学、遺伝子組換え実験である。全ての実験は、「遺伝子組換え生物等の規制による生物多様性の確保に関する法律」および東京理科大学における「遺伝子組換え実験実施規則」に従って行われた。高圧ガス（液体窒素、ヘリウムガス等）、動物実験に関しても理科大の安全規定に従って実施された。

3. 各研究グループの活動報告

各研究グループにおいて、各研究領域でイニシアチブをもつ部門員が集合し、「食」や「環境」の面から「世界の理科大」を発信するための基盤研究に取り組んだ。全体における活動として、以下の公開シンポジウムおよびセミナーを開催した。

公開シンポジウム

「～生物進化の立場から生物環境を考える～」 2020.11.12

成果：生物環境イノベーション研究推進のため、今年度は、「分子進化」を一つのキーワードに、第一線の研究者を集めてシンポジウムを開催した。対面とオンラインとの融合形式で実施し、理科大ならではの融合研究のシーズともなり得る良い機会にもなった。

セミナー

「生体膜分子モーターの分子メカニズムを追い求めて」（千葉大学大学院理学研究院　村田武士教授）2020.12.2

「呼吸器感染症を起こすRNAウイルスの細胞侵入および侵入阻害機構」（京都大学ウィルス・再生医学研究所　橋口隆生教授）2020.12.9

「アカデミア創薬開発へ向けた北大創薬科学研究教育センターの取り組み」（北海道大学大学院薬学研究院　前仲勝実教授）2020.12.15

3. 1. 環境適応分野について

生命の環境応答センシングのための作用機序を紐解き、環境ストレス適応型栽培技術等の新技術の開発を目指している。本年度は、そのための学術基盤の構築に取り組んだ。

3. 2. 分子進化分野について

生命の適応・多様化を可能にするためのゲノム進化やセントラルドグマの作用機序を、従来見過ごされてきた進化の観点から解析し、これまでの常識に捕われない新しい生命システム技術の開発を目指している。本年度は、そのための学術基盤を構築した。

3. 3. 自然共生分野について

生態系及び生物多様性の保全とそれに資する科学的知見を集積し、化学物質等の生物へのリスク評価や大気・水・土壌等の環境管理・改善のための技術を開発している。本年度は、そのための学術基盤を構築した。

4. 研究活動の展望

コロナ禍のため、今年度は部門内の横断型共同研究および情報交換が十分にできなかったことを踏まえ、今後は部門研究に関連したセミナーの開催および公開シンポジウムの開催の機会を増やすことで、理科大における生物・環境科学研究の活性化を図りたい。このことは、理科大における当該分野研究の存在意義を広く世の中にアピールするアウトリーチ活動として重要な役割を担い、学内外における学術機関や企業との共同研究の発展につながるものと考える。また、研究部門を起点とした大型予算の獲得および、部門員間の共同研究の成果を学会や学術論文等に発表することを目指す。

5. むすび

今年度の研究成果を踏まえ、今後、様々な生物種の環境適応能力と分子進化のメカニズムを紐解き、環境変動に直面する21世紀において、生態系・生物多様性の保存（＝地球環境/エコシステムの健全化）につながる、さらなるイノベーションを目指す。さらに、環境生物学や生態学といった個別でこれまで発展してきた研究領域を融合した、我が国にこれまで無かった新学術変革領域を創出する。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1. Phytohormone-dependent plant defense signaling orchestrated by oral bacteria of the herbivore Spodoptera litura, Yamasaki Y., Arimura G.（他６名）, New Phytol., in press（査読有）
2. An amino acid ester of menthol elicits defense responses in plants, Tsuzuki C., Hachisu M., Iwabe R., Nakayama Y., Nonaga Y., Sukegawa S., Horito S., Arimura G., Plant Mol. Biol., in press（査読有）
3. Making sense of the way plants sense herbivores, Arimura G., Trends Plant Sci., 26 巻 pp 288-298, 2021（査読有）
4. Soy and Arabidopsis receptor-like kinases respond to polysaccharide signals from Spodoptera species and mediate herbivore resistance. Uemura T., Hachisu M., Desaki Y., Arimura G.（他 13 名）, Commun. Biol., 3 巻 pp 224, 2020（査読有）
5. Evolution of labdane-related diterpene synthases in cereals, Toyomasu T., Shenton M.R., Okada K., Plant Cell Physiol., 61, pp 1850-1859, 2020（査読有）
6. Genomic evidence for convergent evolution of gene clusters for momilactone biosynthesis in land plants, Mao L, Okada K.（他 18 名）, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 117 巻 pp 12472-12480, 2020（査読有）
7. Novel validating indices to indicate sexual differences in the horsehair crab Erimacrus isenbeckii (Brandt, 1848), Toyota K., Arai Y., Miyagawa S., Kogo Y, Takeuchi K., Aquat. Anim., 2021, in press（査読有）
8. Characterization of G protein-coupled estrogen receptors in Japanese medaka, Oryzias latipes, Miyaoku K., Miyagawa S.（他 12 名）, J. Appl. Toxicol. 2020, in press（査読有）
9. Estrogen receptor 1 (ESR1) agonist induces ovarian differentiation and aberrant Müllerian duct development in Chinese soft-shelled turtle, Pelodiscus sinensis, Toyota K., Masuda S., Sugita S., Miyaoku K., Yamagishi G., Akashi H., Miyagawa S., Zool. Stud., 59 巻 pp 54, 2020（査読有）
10. A newly developed genetic sex marker and its application to understanding chemically induced feminisation in roach (Rutilus rutilus), Lange A., Paris J., Gharbi K., Cezard T., Miyagawa S., Iguchi T., Studholme D., Tyler C.R., Mol. Ecol. Resour. 20 巻 pp 1007-1022, 2020（査読有）
11. Aminoacylation of short hairpin RNAs through kissing-loop interactions indicates evolutionary trend of RNA molecules, Mutsuro-Aoki, H., Hamachi, K., Kurihara, R. and Tamura, K., BioSystems, 197 巻 pp 104206, 2020（査読有）
12. G:U-independent RNA minihelix aminoacylation by Nanoarchaeum equitans alanyl-tRNA synthetase: An insight into the evolution of aminoacyl-tRNA synthetases, Arutaki, M., Tamura, K.（他 10 名）, J. Mol. Evol., 88 巻 pp 501-509, 2020（査読有）
13. An efficient direct screening system for microorganisms that activate plant immune responses based on plant-microbe interactions using cultured plant cells. Kurokawa M., Nakano M., Kitahata N., Kuchitsu K., Furuya T., Sci. Rep. 11 巻 pp 7396, 2021,（査読有）
14. Efficient and long-term vanillin production from 4-vinylguaiacol using immobilized whole cells expressing Cso2 protein, Saito T., Aono R., Furuya T., Kino K., J. Biosci. Bioeng., 130 巻 pp 260-264, 2020（査読有）
15. Multicolour chemical imaging of plant tissues with hyperspectral stimulated Raman scattering microscopy. Iino T., Hashimoto K., Asai T., Kuchitsu K., Ozeki Y., Analyst 146 巻 pp 1234-1238, 2020,（査読有）
16. Cell cycle-dependence of autophagic activity and inhibition of autophagosome formation at M phase in tobacco BY-2 cells. Hanamata S, Kurusu T, Kuchitsu K. Int. J. Mol. Sci. 21 巻 pp 9166, 2020,（査読有）

17. Plasma treatment effect on the paramagnetic species ofbarley seed radical's intensity: an EPR study. Attri P., Kuchitsu K., Ishibashi Y. (他9名), Plasma Medicine 10巻 pp 159-168, 2020, (査読有)
18. Ultrastructural characterization of microlipophagy induced by the interaction of vacuoles and lipid bodies around generative and sperm cells in Arabidopsis pollen. Akita K., Takagi T., Kobayashi K., Kuchitsu K., Kuroiwa T., Nagata N., Protoplasma 258巻 pp 29-138, 2020, (査読有)
19. An anchoring complex recruits katanin for microtubule severing at the plant cortical nucleation sites, Yagi, N., Kato, T., Matsunaga, S., Ehrhardt, D. W., Nakamura, M. and Hashimoto T., Nature Commun., 12巻 pp 3687, 2021, (査読有)
20. A live imaging system to analyze spatiotemporal dynamics of RNA polymerase II modification in Arabidopsis thaliana, Shibuta, M. K., Sakamoto, T., Matsunaga, S. (他9名), Commun. Biol., 4巻 pp 580, 2021, (査読有)
21. Thiazoline-related innate fear stimuli orchestrate hypothermia and anti-hypoxia via sensory TRPA1 activation, Matsuo, T., Matsunaga, S., Kobayakawa, K. (他17名), Nature Commun., 12巻 pp 2074, 2021, (査読有)
22. Subnuclear gene positioning through lamina association affects copper tolerance, Sakamoto, Y., Matsunaga, S. (他11名), Nature Commun., 11巻 pp 5914, 2020, (査読有)
23. The formation of perinucleolar bodies is important for normal leaf development and requires the zinc-finger DNA-binding motif in Arabidopsis ASYMMETRIC LEAVES2, Luo, L., Matsunaga, S., Machida, Y. (他11名), Plant J., 101巻 pp 1118-1134, 2020, (査読有)
24. An affinity change model to elucidate the rotation mechanism of V1-ATPase, Arai S., Maruyama S., Shiroishi M., Yamato I., Murata T, Biochem. Biophys. Res. Commun., 533巻 pp 1413-1418, 2020 (査読有)
25. Structural basis of a conventional recognition mode of IGHV1-69 rheumatoid factors, Shiroishi M., Adv. Exp. Med. Biol. 21巻 pp 171-182, 2021, (査読有)
26. Boiling heat transfer enhancement by self-excited vibration, Unno N. , Yuki K., Taniguchi J., Satake S., Int. J. Heat Mass Transfer, 153巻 pp 119588, 2020 (査読有)
27. Enhanced evaporation of porous materials with micropores and high porosity, Unno N., Yuki K., Inoue R., Kogo Y., Taniguchi J., Satake S., J. Thermal Sci. Technol., 15巻 pp JTST0007, 2020 (査読有)
28. Three-dimensional flow measurements around micro-pillars made by UV-NIL in water via micro-digital holographic particle tracking velocimetry (Micro-DHPTV), Matsuda Y., Kigami H., Unno N., Satake S., Taniguchi J., J. Photopolymer Sci. Technol., 33巻 pp 557-562, 2020 (査読有)
29. Turbulent heat transfer for coolant water flow in plasma facing component, Uchiyama J., Seki Y., Kunugi T., Satake S., Fusion Engineering Design, 159巻 pp 111817, 2020 (査読有)
30. evolution of ribosomal protein S14 demonstrated by the reconstruction of chimeric ribosomes in Bacillus subtilis, Akanuma G., Soma A. (他11名), J. Bacteriol. 203巻 e00599-20, 2021 (査読有)
31. 屈折率整合法を用いた微細構造体周りの流れ場の3次元可視化技術及び光触媒リアクターへの新展開, 海野徳幸, 佐竹信一, J. Heat Transfer Soc. Jap., 59巻 pp 52-58 2020 (査読無)

招待講演

1．Long-distance signal transmission and morphogenesis in plants: roles of Ca^{2+} and reactive oxygen species. Kuchitsu K., Virtual QBIC Workshop 2020, on line, 2020
2．Critical roles of autophagy in pollen maturation/tapetal programmed cell death and seed maturation/endosperm development in rice. Kuchitsu K. オートファジー国際会議 “AutophagyIsComingHome”, on line, 2020

広報

1．有村源一郎, Is plant ‘intelligence’ just a human fantasy? Gizmodo, 2020
2．田村浩二, Journal of Molecular Biology 誌の表紙, 2020

受賞

1．萩原雄樹, 橋本研志, 髙川智弘, 井出寿美夏, 朽津和幸, ベストイメージング賞, 日本バイオイメージング学会, 2020

研究課題（研究者別）

秋山　好嗣
「１分子モレキュラービーコン固定化金ナノ粒子の蛍光特性に関する研究」
ステム・ループ構造を有する DNA の両末端に、蛍光色素 Cy5 と金ナノ粒子を導入したモレキュラービーコンを作製した。完全相補な一本鎖 DNA の存在下で著しい蛍光の増大を確認し、かつ配列特異的な蛍光検出を実証した。本ナノ粒子は、ターゲティング素子の導入が可能な構造的な特徴を有していることから、標的細胞内での蛍光イメージングが期待される。

有村　源一郎、出崎　能丈
「生物の相互作用から学ぶ食と環境保全のための基盤研究」
食害された植物では害虫が分泌するエリシターが認識され、害虫に抵抗するための様々な防御応答および他生物とのコミュニケーションが促進される。本研究では、農薬散布等による環境問題や生物多様性の崩壊の解決の糸口として、植物の害虫認識および相互作用のメカニズムを紐解き、農薬に依存しない次世代の有機農法の開発に発展させるための学術基盤を構築した。

太田　尚孝
「シアノバクテリアの酸性ストレス応答機構の解明と応用」
シアノバクテリアは、光エネルギーから二酸化炭素から様々な物質を生産することができるため、環境への負荷が低いバイオ燃料やバイオプラスチックなどを生産するホストとして注目されている。本研究では、シアノバクテリアの酸性ストレスに伴ういくつかの応答機構において役割を担う、脂肪滴の蓄積に関わる遺伝子変異やバイオフィルムの形成に関わる遺伝子を同定した。

岡田　憲典
「植物におけるジテルペン型抗菌性化合物の生合成遺伝子クラスターの進化に関する研究」
イネで発見されたジテルペンファイトアレキシンのモミラクトンはイネゲノム上でクラスターを構成している。本研究課題では、下等植物の蘚類で初となるモミラクトン生合成遺伝子クラスターの存在を、ゲノム科学および生化学的な観点で明らかにした。植物における遺伝子クラスター進化と生物学的な意味を追究する上で重要な発見と言える。

朽津　和幸、橋本　研志
「植物が細胞壁空間に生成する活性酸素種の生理機能と標的因子の探索」
活性酸素種(ROS)は一般に毒性が高い物質だが、植物の酵素 Rboh により積極的に生成される ROS は、さまざまな生理機能に関与する。Rboh を 2 種しか持たない苔類ゼニゴケの欠損変異体を用いた解析により、積極的に生成される ROS が、細胞の伸長･分裂･分化の制御や形態形成に必須なことを明らかにした。変異体では細胞壁の構造･物理的強度が異常となる可能性が示唆され、ROS の標的因子の探索を進めた。

斉藤　拓也
「自然起源の揮発性有機化合物に関する大気化学研究」
揮発性有機化合物（VOC）は、森の香りとして知られる化学物質群で、森林では主に植物のストレス対抗手段として生産・放出される。大気中に放出された VOC は、大気汚染、温暖化、オゾン層破壊をもたらす側面を持つ。 本研究では、VOC の化学的多様性の把握、放出パターンの種による違いやその規定要因の解析などを通して、VOC を介した森林―大気相互作用の解明を試みた。

坂本　卓也、松永　幸大
「環境適応におけるエピジェネティクスとクロマチン変化に関する研究」
銅環境に応答してクロマチン変化が起こることを発見し、その制御メカニズムを核膜裏打ちタンパク質の動態から明らかにした。また、環境刺激によって引き起こされるエピジェネティクス変化を検出するイメージング技術の開発を進めた。

櫻井　雅之

「生物進化適応にみる核酸アデノシン塩基脱アミノ化編集に関する研究」

「生命のセントラルドグマ」における発現制御機構において、4 種の塩基の化学構造を改変する機構が存在する。本研究では、RNA のアデノシン塩基脱アミノ化反応の結果であるイノシン塩基への改変機構の解明を試みている。高精度にイノシンを同定する手法を開発し、ヒト脳転写産物において 1 万 7 千カ所の新規部位を含む 3 万カ所のイノシン部位を 97%の精度で同定した。

佐竹　信一

「実験と数値計算を用いたシチトウイの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。実在のシチトウイからの曲げこわさと振動数を計測した。その値をチャネル乱流コードに適用し等間隔で植えられたシチトウイ圃場を計算機空間内作製し穂波の揺れとその上面の空気の流れを解析した。数秒間の風の流れを計算し動画を作製した。動画より流れと穂波の揺れの相関を見出した。

白石　充典

「ヒト膜受容体ならびに自己抗体における分子認識メカニズムの研究」

膜受容体に関する研究では、ヒスタミン H1 受容体に結合するドキセピン異性体の分析、H3 受容体のクライオ電子顕微鏡による構造解析を目指したサンプル調製を行った。さらに、自己抗体に関する研究では、リウマトイド因子 YES8c と RF-TS1 の Fv-clasp の大量調製系を確立し、親和性解析、ならびに構造解析に向けた結晶化を行った。

相馬　亜希子

「植物オルガネラの翻訳反応を司る tRNA レパートリーの同定と制御機構の探索」

オルガネラは独自の遺伝子発現系を有し、tRNA も各オルガネラゲノムにコードされているが、一般的に、コドンの数に対して tRNA 遺伝子の数や種類が圧倒的に足りない。本研究では単細胞藻類のオルガネラ tRNA のアンチコドンを解析した結果、転写後修飾によってコドン認識能を拡張していることを明らかにした。また、その修飾酵素遺伝子を同定した。

田村　浩二

「生物環境イノベーションの根幹に位置する遺伝暗号の起源と進化に関する研究」

生命の適応・多様化を可能にするためのゲノム進化やセントラルドグマの作用機序を、従来見過ごされてきた進化の観点から解析し、これまでの常識に捕われない新しい生命システム技術の開発を目指す。

宮川　信一

「自然との共生に不可欠な環境と生物の相互作用のメカニズムについての解析」

すべての生物は、常に環境からさまざまな影響を受けている。特に発生途上の動物は、自らの生存と子孫の繁殖の可能性をより高めるために、外部の環境要因を巧みに利用して、表現型を変えることがある。このような現象は表現型可塑性と呼ばれる。本研究は、動物がどのように外部の環境情報を受容し、細胞内のシグナルへと変換するのかを明らかにすることで、生物と環境の相互作用の理解を深める。

古屋　俊樹

「微生物・酵素機能の高度活用に関する研究」

植物免疫活性化微生物は、ワクチンのように植物自身の免疫を高め、病原菌に広く効果を発揮することから、微生物農薬として期待されている。本研究では、微生物の植物免疫活性化能を評価する手法を開発し、新規有用微生物を取得するとともに、その作用機構を明らかにする。また、SDGs の観点からサステイナブルな物質生産手法への関心が高まっており、再生可能資源からの酵素を活用した有用物質生産プロセスの開発に取り組む。

統計科学研究部門

統計科学研究部門について

1. 概要

本研究部門では、研究テーマは異なるが、その背後にある共通理論に関心を持つ研究者が集結し、本質的な理論や手法について研究水準の向上を目指し、データサイエンス時代の新理論の創造や新分野への開拓などを行うことを目的とする。

構成は、２つの研究グループ「数理統計基礎グループ」と「応用統計研究グループ」からなり、東京理科大学データサイエンスセンターとも連携しながら研究を推進していく。

2. センターの構成と施設設備

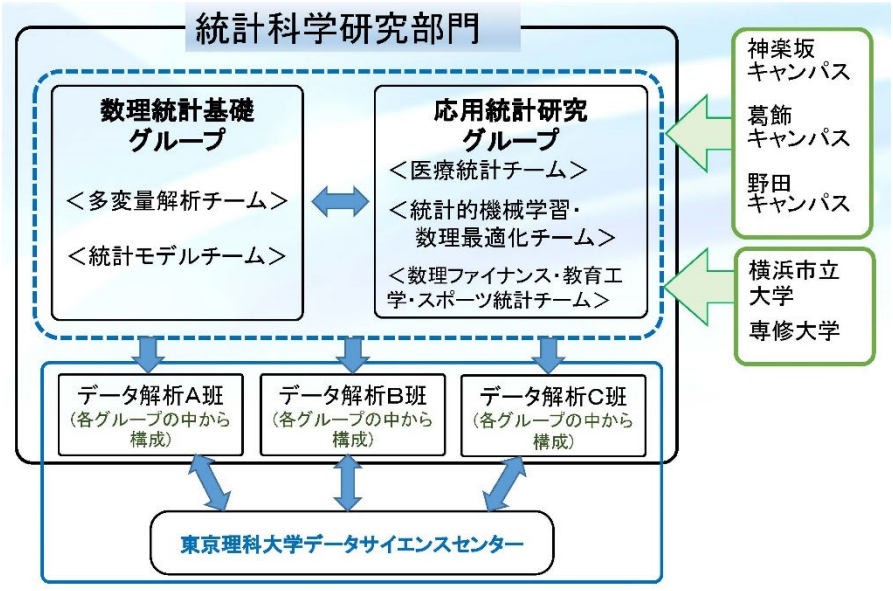
本研究部門は、大きく２つのグループで構成され、以下のような分野について研究を行っている。

１．数理統計基礎グループ（リーダー：橋口博樹教授（理学部第一部応用数学科））

「多変量解析分野」は神楽坂・葛飾・野田キャンパスの各教員と客員准教授で構成され、各教員の既存の研究テーマ「多次元欠測データ解析」、「高次元データ解析」、「ランダム行列論」、「次元圧縮法」を中心に、応用統計研究グループへの発展・融合を視野にいれて研究を行う。「統計モデル分野」は神楽坂・野田キャンパスの教員で構成され、「統計モデリングとモデル選択」、「ノンパラメトリック法」、「分割表統計解析」などのテーマで研究を行う。

２．応用統計研究グループ（リーダー：寒水孝司教授（工学部情報工学科））

「医療統計分野」については、葛飾キャンパスの教員で構成され、医学研究を中心に研究デザインとデータ解析の方法論に関する研究活動を行う。「数理ファイナンス（時系列解析）」については、葛飾キャンパス、「教育工学」における量的分析による教育方法・システムの開発に関する研究については、神楽坂キャンパスの教員を中心に研究を行う。また、近年、「スポーツ統計学」という分野が注目されており、野田キャンパスの教員や客員准教授によりそれぞれ活発に研究が行われており、学生等の交流も交えた共同研究を行う予定である。「統計的機械学習・数理最適化分野」については、神楽坂キャンパスの教員を中心に、「統計・機械学習及び記号モデリングを融合した自然言語処理に関する研究」やビッグデータ解析や機械学習に関連する「大規模な非線形最適化問題の研究」、さらに、「コンピュータによるデータマイニング及びパターン認識の統計的方法の研究」を行う。



3. 各研究グループの活動報告

各グループでは、以下のような活動を行った。

3. 1. 環境適応分野について

第１、３、４回の統計科学セミナーを通して、グループに所属する研究室の研究紹介や最新の研究話題の提供、今後の連携についての意見交換が行なわれた。第１回目のセミナーでは、関数データに対する検定、エントロピーを発展させたエクストロピー、複素数・四元数上の多変量解析の理論等、既存の多変量解析の枠組みを超えた新たな研究分野の紹介が行われた。第３回の統計科学セミナーでは、分割表解析に関する最新の話題提供がなされ、さらに外部講師として、兵頭昌先生（神奈川大学 経済学部）、清水優祐先生（城西大学 理学部)をお招きし、高次元多変量解析における同等性検定問題や確率微分方程式モデルの最新研究成果の講演が行われた。第４回のセミナーでは、ランダム行列理論と複雑ネットワークにおけるコミュニティ検出の関係や打ち切りデータ解析における推定法の検討、多変量標本尖度の漸近的性質が議論された。

3. 2. 分子進化分野について

医療統計チームは３名（寒水孝司、篠崎智大、安藤宗司（工学部情報工学科））で構成され、医学研究を中心に研究デザインとデータ解析の方法論に関する研究を進めている。３名の教員は大学院ゼミ等の時間を使って、研究課題に関する意見交換を進め、第２回統計科学セミナーを実施した。本年度の活動実績を次に示す。

(1) 医学研究の試験デザイン
- 乳がん領域の多群比較臨床試験の試験デザインの調査（Therapeutic Innovation & Regulatory Science 2020）
- 生存時間解析を主解析とする臨床試験の試験期間を予測する方法の構築（Statistics in Medicine 2021）

(2) 医学研究のデータ解析
- Sequential Parallel Comparison Design における治療効果の検定統計量が従う確率分布の導出（Statistics in Biopharmaceutical Research 2021）
- 有害事象のパターン抽出と被験者レベルの予測を行うための非負行列分解に基づく統計モデルの構築（Pharmaceutical Statistics, 2021）
- 対応のある２つのカテゴリカル変数の期待値を比較する尺度の構築（Journal of the Korean Statistical Society, 2021）
- 治療法の切り替わる臨床試験における生存時間データに対する構造ネストモデルの新しい特定化と推定方法の提案（Biometrics, 2020）
- 変数選択を伴う予測モデルの評価指標の推定における複数のオプティミズム補正法の性能評価（BMC Medical Research Methodology, 2021）
- ランダムでない後治療を含む臨床試験データに対する動的治療レジメンを応用した感度解析法の提案（Biometrics, 2021）

その他、数理ファイナンス（時系列解析）・教育工学・スポーツ統計チームについては、３キャンパスの教員および客員准教授によりそれぞれ研究を行った。特に、統計的機械学習・数理最適化チームについては、神楽坂キャンパスの教員を中心に「統計・機械学習及び記号モデリングを融合した自然言語処理に関する研究」やビッグデータ解析や機械学習に関連する「大規模な非線形最適化問題の研究」、さらに、「コンピュータによるデータマイニング及びパターン認識の統計的方法の研究」を行った。

4. 研究活動の展望

広報活動（ホームページの充実）やお互いの理論研究を深く理解し、キャンパス間、学部学科間を超えて院生、卒研生も含めた勉強会（文献研究など）を行う。さらにキャンパス間を超えて他分野の研究室の学生もゼミなどに参加できる環境の構築を行い、共同研究に繋げていくことを検討している。また、国立がん研究センターと東京理科大学生命医科学研究所との連携を進めるとともに、引き続き東京理科大学データサイエンスセンターとの連携も強化していく。

5. むすび

東京理科大学データサイエンスセンターと連携して４回の統計科学セミナーを開催した。今後も、引き続き連携を強化していくとともに、東京理科大学データサイエンスセンター経由で相談のある企業など外部機関への教育活動および共同研究も行っていく予定である。来年度も引き続き、本質的な理論や手法について研究水準の向上を目指し、データサイエンス時代の新理論の創造や新分野への開拓などを行うことを目的とする。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1．Maximum Likelihood Estimators in Growth Curve Model with Monotone Missing Data, Yagi, A., Seo, T., Fujikoshi, Y., American Journal of Mathematical and Management Sciences, 40 巻 1 号 pp 1-16, 2021（査読有）
2．Modified Likelihood Ratio Test for Sub-mean Vectors with Two-step Monotone Missing Data in Two-sample Problem, Kawasaki, T., Seo, T., Austrian Journal of Statistics, 50 巻 pp 88-104, 2021（査読有）
3．New Test Statistics for One and Two Mean Vectors with Two-step Monotone Missing Data, Onozawa, M., Yagi, A., Seo, T., International Journal of Statistics and Probability, 9 巻 6 号 pp 56-75, 2020（査読有）
4．Association of one-leg standing time with discontinuation of injectable medications during hospitalization among patients with type 2 diabetes, Sugimoto, K., Tanaka, Y., Sozu, T., Nishiyama, H., Hoshino, T., Watanabe, Y., Tamura, A., Ohta, S., Yamazaki, T., Suzuki, S., Shimbo, T., Diabetes Therapy, 11 巻 5 号 pp 1179-1190, 2020（査読有）
5．Group cognitive behavioural therapy (GCBT) versus treatment as usual (TAU) in the treatment of irritable bowel syndrome (IBS): A study protocol for a randomized controlled trial, Kikuchi, S., Oe, Y., Sasaki, Y., Ishii, H., Ito, Y., Horikoshi, M., Sozu, T., Seno, H., Furukawa, TA, BMC Gastroenterology, 20 巻 1 号 pp 29, 2020（査読有）
6．Primary endpoints in current phase II/III trials for Alzheimer disease: a systematic survey of trials registered at ClinicalTrials.gov, Takeshima, N., Ishiwata, K., Sozu, T., Furukawa, TA, Alzheimer Disease & Associated Disorders - An International Journal, 34 巻 1 号 pp 97-100, 2020（査読有）
7．Study designs in multi-arm trials for breast cancer: a systematic literature review of major journals, Nomura, S., Miyauchi, Y., Ajisawa, Y., Isogaya, K., Sozu, T., Therapeutic Innovation & Regulatory Science, 54 巻 pp 1185-1191, 2020（査読有）
8．The preventive approach to degenerative aortic stenosis should depart from the approach to atherosclerotic diseases: A Japanese perspective, Yamamoto, K., Koretsune, Y., Kinugasa, Y., Ohigashi, T., Sozu, T., Masuyama, T., European Journal of Preventive Cardiology, 27 巻 19 号 pp 2170-2172, 2020（査読有）
9．Geometric mean type measure of marginal homogeneity for square contingency tables with ordered categories, Nakagawa, T., Takei, T., Ishii, A., Tomizawa, S., Journal of Mathematics and Statistics, 16 巻 pp 170-175, 2020（査読有）
10. Marginal continuation odds ratio model and decomposition of marginal homogeneity model for multi-way contingency tables, Shinoda, S., Tahata, K., Yamamoto K., Tomizawa, S., Sankhya B: The Indian Journal of Statistics, pp 1-21, 2020（査読有）
11. Marginal cumulative logistic model of general order for multi-way contingency tables, Yoshimoto, T., Tahata, K., Tomizawa, S., Austrian Journal of Statistics, 49 巻 pp 53-61, 2020（査読有）
12. Measure of Departure from Cumulative Local Symmetry for Square Constingency Tables having Ordred Categories, Sigusa, Y., Takada, T., Ishii, A., Nakagawa, T., Tomizawa, S., Biometrical Letters:Journal of the Polish Biomeric Society, 57 巻 1 号 pp 23-35, 2020（査読有）
13. Extended diagonal uniform association symmetry model for square contingency tables with ordinal categories, Ando, S., Tahata, K., Tomizawa, S., Statistics & Probability Letters, 169 巻 pp 1-4, 2021（査読有）
14. Heterogeneous hypergeometric functions with two matrix arguments and the exact distribution of the largest eigenvalue of a singular beta-Wishart matrix, Shimizu, K., Hashiguchi, H., Journal of Multivariate Analysis, 183 巻, 2021（査読有）

15. Transformer に基づく英日翻訳器からの単語アラインメント抽出手法の比較, 古澤智博, 松崎拓也, 言語処理学会第 27 回年次大会発表論文集, pp 113-117, 2021（査読無）
16. ストロークデータの圧縮手法の比較と改良, 小林亮太郎, 松崎拓也, 情報処理学会第 83 回全国大会講演論文集, 2021（査読無）
17. Construction of a survival tree based on concordance probability, Shimokawa, A., Miyaoka, E., 62nd World Statistics Congress Proceedings; Contributed Paper Session, 7 巻 pp 155-163, 2020（査読有）
18. Construction of a Survival Tree for Dependent Censoring, Shimokawa, A., Miyaoka, E., Journal of Biopharmaceutical Statistics, 31 巻 1 号 pp 63-78, 2021（査読有）
19. A primal-dual interior point trust-region method for nonlinear semidefinite programming, Yamashita, H., Yabe, H., Harada, K., Optimization Methods and Software, 2020（査読有）
20. Inexact proximal memoryless quasi-Newton methods based on the Broyden family for minimizing composite functions, Nakayama, S., Narushima, Y., Yabe, H., Computational Optimization and Applications, 79 巻 pp 127-154, 2021（査読有）
21. On goodness-of-fit measures for Poisson regression models, Kurosawa, T., Hui, F., Welsh, A.H., Shinmura, K., Eshima, N., Australian & New Zealand Journal of Statistics, 62 巻 3 号 pp 340-366, 2020（査読有）
22. Estimation of finite mixture models of skew-symmetric circular distributions, Miyata, Y., Shiohama, T., Abe, T., Metrika, 83 巻 pp 895-922, 2020（査読有）
23. 東京都公示地価の普遍型クリギングにおける空間バリオグラムの経年変化について, 菅野雄太, 塩濱敬之, 応用統計学, 49 巻 2 号 pp 47-69, 2020（査読有）
24. 地理的加重回帰モデルによる東京都公示地価の分析とその推定値の経年変化について, 菅野雄太, 塩濱敬之, 統計研究彙報, 78 号 pp 55-74, 2021（査読有）
25. Separation of symmetry for square tables with ordinal categorical data, Tahata, K., Japanese Journal of Statistics and Data Science, 3 巻 pp 469-484, 2020（査読有）
26. Canonical correlation analysis of principal component scores for multiple-set random vectors, Ogura, T., Murakami, H., Electronic Journal of Applied Statistical Analysis, 13 巻 pp 47-74, 2020（査読有）
27. The generalized multisample Cucconi test statistic for the location and scale parameters, Nishino, T., Murakami, H., Journal of Statistical Computation and Simulation, 90 巻 pp 2291-2305, 2020（査読有）
28. 高等教育における学生の学習経験レベルの向上，低下，停滞に影響を与える要因の相違, 川本弥希, 石橋嘉一, 渡辺雄貴, 日本教育工学会論文誌, 44 巻 1 号 pp 37-48, 2020（査読有）
29. 高校数学においてアクティブラーニングを意図した異なる指導方略の比較―練り上げとジグソー法の導入期における実践を通して―, 島智彦, 渡辺雄貴, 教育デザイン研究, 12 巻 1 号 pp 145-154, 2021（査読有）
30. 高齢者のヘルスリテラシー向上を目指す情報検索ワークショップ, 森 玲奈, 孫 大輔, 渡辺雄貴, 北村 智, 堀 里子, 日本教育工学会論文誌, 44 巻 Suppl.号 pp 69-72, 2021（査読有）
31. Causal diagrams: pitfalls and tips, Suzuki, E., Shinozaki, T., Yamamoto, E., Journal of Epidemiology, 30 巻 pp 153-162, 2020（査読有）
32. G-estimation of structural nested restricted mean time lost models to estimate effects of time-varying treatments on a failure time outcome, Hagiwara, Y., Shinozaki, T., Matsuyama, Y., Biometrics, 76 巻 pp 799-810, 2020（査読有）
33. Understanding marginal structural models for time-varying exposures: pitfalls and tips, Shinozaki, T., Suzuki, E., Journal of Epidemiology, 30 巻 pp 377-389, 2020（査読有）
34. イベント予測モデルの評価指標, 篠崎智大, 横田 勲, 大庭幸治, 上妻佳代子, 坂巻顕太郎, 計量生物学, 41 巻 pp 1-35, 2020（査読有）
35. Directional index for measuring global symmetry in square tables, Ando, S., Journal of Statistical Theory and Practice, 50 巻 pp 1-8, 2020（査読有）

36. A bivariate index vector to measure departure from quasi-symmetry for ordinal square contingency tables, Ando, S., Austrian Journal of Statistics, 50巻 pp 115-126, 2021（査読有）
37. 単一強スパイク固有値モデルにおける高次元平均ベクトルの2標本検定,石井 晶,矢田和善,青嶋 誠, 応用統計学, 49巻 pp 109-125, 2021（査読有）
38. On Default Priors for Robust Bayesian Estimation with Divergences, Nakagawa, T., Hashimoto, S., Entropy, 23巻1号, pp 29, 2021（査読有）
39. Testing for independence of high-dimensional variables: ρV -coefficient based approach, Hyodo, M., Nishiyama, T., Pavlenko, T., Journal of Multivariate Analysis, 178巻 pp 1-15, 2020（査読有）
40. Simultaneous testing of the mean vector and covariance matrix among k populations for high-dimensional data, Hyodo, M., Nishiyama, T., Communications in statistics - Theory and Methods, 50巻3号 pp 663-684, 2021（査読有）

著書

1．医薬データのための統計解析原著第2版,“Biostatistical Methods: The Assessment of Relative Risks 2nd ed” John M. Lachin 著(2010), 宮岡悦良 監訳, 遠藤 輝, 黒沢 健, 下川朝有, 寒水孝司 訳, 共立出版, 2020
2．日本統計学会公式認定 統計検定準1級対応 統計学実践ワークブック, 寒水孝司, 日本統計学会 編集, 学術図書出版社, pp 85-90 正規分布に関する検定分担執筆, 2020
3．統計実践ワークブック, 橋口博樹（他19名分担執筆）, 学術出版図書, 22章と32章担当, 2020
4．Data Analysis and Applications 4: Financial Data Analysis and Methods, (A. Makrides et al. eds.) Fujii, T., Shiohama, T., Wiley iSTE, pp 33-50 (Chapter 2: Credit portfolio risk evaluation with non-Gaussian one-factor Merton models and its application to CDO pricing を分担執筆), 2020（査読有）
5．Development and evaluation of STEPS, an out-of-class learning planning and monitoring strategy support system for students, Matsuda, T., Kato, H., Kondo, N., Watanabe, Y., Shigeta, K., Science Impact Ltd, 2020

招待講演

1．動物実験代替法の開発における統計学の役割, 寒水孝司, 2020年日化協 LRI 研究報告会, Web開催, 2020
2．非線形半正定値計画問題に対する主双対内点法, 矢部 博, 第32回RAMP数理最適化シンポジウム, 京都大学（オンライン）, 2020
3．Improving g-estimation of structural nested mean models in randomized trials with partial compliance using auxiliary covariates: application to survival data for metastatic breast cancer, Shinozaki, T., The XXXth International Biometric Conference, 2020 IBC Virtual Learning Series, Online, 2020
4．傾向スコア解析の modern view, 篠崎智大, 第14回Biostatistics Network特別講演, オンライン, 2020
5．小泉和之, 横浜からデータサイエンスによるイノベーションを生むために, 新たな時代の人材育成と産学連携～データサイエンスを軸としたイノベーション, 2020

広報

1．瀬尾 隆, 東京理科大学総合研究院統計科学研究部門の紹介, 応用統計学会 information No.1 (2021年3月26日発行), 2021
2．矢部 博, 日本経済新聞, 「UPDATE 知の現場 IT人材育成の「司令塔」東京理科大学データサイエンスセンター」, 2020
3．矢部 博, AERAムック2021 大学院・通信制大学2021, 「めざせ！ダブルメジャー「AI × 専門分野」」, pp. 8-11, 2020
4．小泉和之, プロフェッサービジット「活用進むデータサイエンス」, 朝日新聞, 2020

５．坂巻顕太郎，田栗正隆，小泉和之，横浜市立大学が手がけるデータサイエンティスト育成プログラム「D-STEP」の魅力とは，HOP!ナビ転職，2020

受賞

１．石井伴直，小泉和之，野球部門入賞，第 10 回スポーツデータ解析コンペティション，2020

研究課題（研究者別）

瀬尾　隆

「単調欠測データの下での平均ベクトルや分散共分散行列の検定に関する研究」

本研究は、単調型欠測データの下での平均ベクトルや分散共分散行列の検定に関するものである。特に１標本問題および２標本問題についてホテリング Ｔ２型検定統計量や尤度比検定統計量を基に新たな検定統計量の提案やその帰無分布の漸近展開近似の導出を行っている。さらにカイ二乗近似を改良する変換統計量についても研究している。また部分平均ベクトルの検定についても同様の研究を行っている。

「欠測値をもつ成長曲線モデルにおけるパラメータ推定・検定およびモデル選択に関する研究」

本研究は、成長曲線モデルの中で重要なパラメータである平均パラメータと分散共分散行列について、データが単調型欠測である場合のそれらの MLE（最尤推定量）の導出とその性質に関する研究を行っている。さらに欠測データの下での成長曲線モデルにおける AIC 型モデル選択基準の開発や検定問題への応用についても行っている

寒水　孝司

「臨床試験の効率化と迅速化を実現する統計学的方法の構築」

近年、医薬品開発では、開発費用の高騰、開発期間の長期化、試験治療の有効性が検証できる確率の低さが世界的な問題となっている。本研究では、この問題の解決に向けて、次の 3 つの臨床試験の統計学的方法を構築・発展させる。

(1) 3 群比較臨床試験における 2 段階試験デザインとデータ解析法
(2) 事象時間データを主解析とする臨床試験の試験期間とそのばらつきを評価する方法
(3) 既存データを利用する臨床試験のデザインとデータ解析法。

富澤　貞男

「多元分割表における周辺対称モデルの分解に関する研究」

多元分割表において h 次周辺累積ロジスティックモデルを提案し、そのモデルを用いて、周辺対称モデルが成り立つための必要十分条件を導出した。

橋口　博樹

「特異ランダム行列論に関する研究」

行列変数の超幾何関数は多変量解析の分布論の中でよく現れる重要な関数であり、標本分散共分散行列の固有値の分布などを記述できる。本研究では、次元がサンプル数より大きい特異ケースのベータウィシャート行列の分布論について研究を行なった。行列変数の超幾何関数を特異ケースに対応する関数に拡張し、この関数を用いることでベータウィシャート行列の固有値の同時密度関数や最大固有値の正確分布を導出することができた。

松崎　拓也

「ニューラル言語モデルのメカニズムの理解に関する研究」

BERT を始めとする、文脈に依存した単語埋め込みを行ういわゆるニューラル言語モデルは、種々の言語処理課題においてその有効性が示されている。一方、その学習と動作の原理を合理的に理解することは必ずしも容易でない。このニューラル言語モデルの特性を、機械翻訳におけるアラインメント抽出、英文読解課題、日本語読解課題、常識推論、質問応答などの課題において調査した。

宮岡　悦良

「機械学習を用いたデータ解析手法の研究」

機械学習を用いて、モデル探索、モデル当てはめなど、データ解析をどのように効率的に行えるか。また、データ解析の手法に応じた機械学習の新たな方法を研究している。ビッグデータ解析における新しい統計学の枠組みが必要とされる中、本研究部門が 1 つの拠点となるべくその活動をサポートしていく。

矢部　博

「非線形最適化問題に対する数値解法の研究」

本研究では、大規模な最適化問題を解くための数値計算アルゴリズムを提案してその収束性を証明するとともに、数値実験を通じて提案手法の有効性を検証している。無制約最適化問題については共役勾配法・準ニュートン法について、制約付き最適化問題（非線形半正定値計画問題を含む）については主双対内点法について研究している。また最近では、機械学習などの分野で扱われている近接勾配法についても研究している。

黒沢　健

「一般化線形モデルにおけるモデル評価尺度に関する研究」

線形モデルでは、決定係数に代表されるモデル評価尺度が存在する。一方で一般化線形モデルにおいては、尤度比ベースのモデル尺度が複数存在するが、決定係数とかけ離れた尺度であることや、その値自体に意味を見出せないため、問題を抱えている。その問題を解消する一つの流れとして、相関係数ベースのモデル評価尺度が存在する。特にポアソン回帰モデルにおける相関係数ベースのモデル評価尺度の統計的性質について検討した。

「Type II 打切りデータのベイズ型予測分布に関する研究」

Type II 打切りデータにおいて、打切って未観測となった未観測データの予測分布の評価に関する研究である。単純な予測分布の構成法は、発生分布のパラメータを最尤推定量などで推定し、その値を発生分布のパラメータに plug-in して得られる plug-in 型予測分布である。この plug-in 型予測分布とベイズ型予測分布の優劣を Kullback Leibler を用いた評価尺度で評価した。

塩濱 敬之

「幾何多様体上の統計解析に関する研究」

球面や円周およびトーラスといった幾何的な構造をもつ多様体上に値を取るデータに対する統計手法の開発とデータ解析を行っている。この様な幾何多様体上のデータ解析は方向統計学として知られていて、その重要な応用分野に空間統計モデルにおける共分散構造の異方性を扱ったモデルがある。2020 年度は，シリンダー上のマルコフモデルの推測論や、円周分布の混合モデルの推測論、及び空間統計モデルに関する空間異質性に関する研究を行った。

田畑　耕治

「欠測データの情報を含んだ分割表解析に関する研究」

計算機の発達により大規模で詳細なデータの収集が可能となり、多元分割表データが手軽に得られるようになったが、欠測が多いという特徴もある。これらのデータに対しては、モデルの適合度検定で用いるカイ二乗検定統計量のカイ二乗近似がよくないことが知られている。したがって、その数理的な精度評価と欠測データの影響を考慮した解析法の研究・開発を進めている。

村上　秀俊

「ノンパラメトリック検定統計量の分布に関する研究」

様々なノンパラメトリック検定統計量が提案されているが、極限分布が導出されていない検定統計量も数多く存在する。このような場合、数値的に分布が推定されるが、標本サイズが大きい場合、計算時間が膨大になるという問題も生じる。本研究では、様々な検定統計量の極限分布を導出した。また、精確な分布を導出することが困難であり、かつ極限分布を用いることができない標本サイズに対して、より精緻な近似分布を導出し、複数の論文として発表した。

渡辺　雄貴

「授業支援システムの開発」

学習者中心教育への質的転換に伴い、授業者は相互作用を促す授業展開が求められる。一方、一斉授業内で授業者が学習者の理解度や進捗を把握することは難しい。ICT の普及により学習者の反応を把握できる環境が整いつつあることから、本研究では，授業支援システムを開発し、評価を行った。その結果、学習者がノートテイキングをしようとする意識面と実際に実行する行動面の両方において、ノートテイキングが促されたことが示された。

篠崎　智大

「疫学・臨床データを対象とした統計的因果推論に関する研究」

本研究課題では、臨床試験データのみならず、実験的介入を伴わない観察研究データを統計的因果推論の枠組みで統一的に扱うための方法論、特に潜在アウトカムモデルにもとづく統計モデルの識別性に関して理論面からの研究を行っている。特に、患者に応じた治療方法選択、特に臨床経過に応じて適応的な治療選択を行う「最適な治療レジメン」に対する統計推測理論に関心をもっている。

下川　朝有

「依存性打ち切りを考慮した生存時間解析に関する研究」

生存時間と打ち切り時間の依存性を考慮したモデル構築法の確立を目指し、生存時間と打ち切り時間を表す確率変数の従う分布にワイブル分布を仮定した下で、コピュラ関数に含まれる依存度を表すパラメータの推定方法について検討を行い、シミュレーション及び実データによる解析を行った。

安藤　宗司

「正方分割表におけるモデルと尺度に関する研究」

正方分割表において、データに良く適合し、かつ解釈が容易な統計モデルを提案すること、関心のあるモデルがデータに適合しないとき、そのモデルからの隔たりの程度を測る尺度を提案することは重要な研究分野である。本研究では、既存のモデルを拡張して新たなモデルを提案し、実データ解析により提案モデルの有用性を示した。さらに、関心のあるモデルからの隔たりとその方向性を同時に評価できる尺度を提案した。

石井　晶

「高次元小標本における 2 標本検定に関する研究」

遺伝子発現データなどに代表される高次元小標本データに対し、新たな 2 標本検定を構築した。本研究では、特に厄介となる強スパイク構造をもつノイズを含む高次元小標本データに対し、理論的に高い精度保証を与える検定手法の構築に成功した。強スパイクノイズを除去するデータ変換法を応用し、2 母集団の平均の差異を検出した。提案手法の理論的な精度保証だけでなく、数値解析や実データ解析を用いてその有用性を示した。

川崎　玉恵

「単調欠測データにおける平均ベクトルの仮説検定に関する研究」

欠測値を含むデータについて、欠測構造に単調欠測を仮定し、平均ベクトルや部分平均ベクトルに関する仮説検定を考えた。単調欠測データにおける T^2 型検定統計量や尤度比検定統計量を与え、さらにその近似帰無分布について摂動法や線形補完、自由度調整法を用いて導出し、その有用性をモンテカルロ・シミュレーションによって示した。

土田　潤

「因子分析における解釈容易性を担保するための回転に関する研究」

因子分析は回転の不定性を有することが知られている。因子負荷量を回転をすることで、単純構造とよばれる解釈容易な結果を得られることがある。本研究では、回転の基準として Gini 係数を用いた方法を開発した。この方法は既存法を含み，既存法の拡張である。この成果を日本分類学会第 39 大会で報告した。

中川　智之

「大規模データに対する統計解析手法と漸近性質に関する研究」

高次元データや外れ値を含むデータに対する新たな統計解析手法の提案とそれらの漸近性質を導出した。ダイバージェンスを用いた外れ値にロバストな事後分布に対する Jefferys prior や Moment matching prior などの客観事前分布の導出を行い、ロバスト性を示した。一方で、ユークリッド距離に基づく判別に関する変数選択方法を提案し、高次元データに対しても有効であることを示した。

八木　文香

「欠測値を含む成長曲線モデルにおける統計的仮説検定に関する研究」

成長曲線モデルは経時的な実データのモデル化のひとつとして知られており、このモデルにおいて、扱うデータに欠測がみられる際の統計的推定や仮説検定手法に関して研究している。特に、データの欠測パターンが「単調」である場合について、成長曲線モデルにおける平均パラメータや分散共分散行列の推定についての研究成果を得ることができた。

小泉　和之

「統計・機械学習の理論・応用に関する研究」

データサイエンスの応用研究として、産官学の連携を絡めた応用研究および関連する理論の研究を行う。現在共同研究を進めている企業や行政とは実際の現場で起きている課題を解決するための研究を進めており、それを引き続き行っていく。主な分野としては工学系、スポーツ、マーケティング、行政との連携がある。研究を進める中で理論面での改良が必要な状況も多く、理論的な研究のテーマも並行して進めていく。

西山　貴弘

「多様な状況における統計的仮説検定方式に関する研究」

近年の情報化社会の発展に伴い、日々新しく生まれるデータがますます巨大化し、それらのデータが互いに融合し複雑化する「ビックデータ時代」とよばれる社会になっている。そのため、現実的に起こりうる多種多様な状況に対する新たな統計解析手法の開発の重要性が増している。本研究では、従来の統計理論を適用することができないような様々な状況の下で、特に統計的仮説検定問題についての理論と方法論の開発を行う。

技術経営戦略・金融工学社会実装研究部門

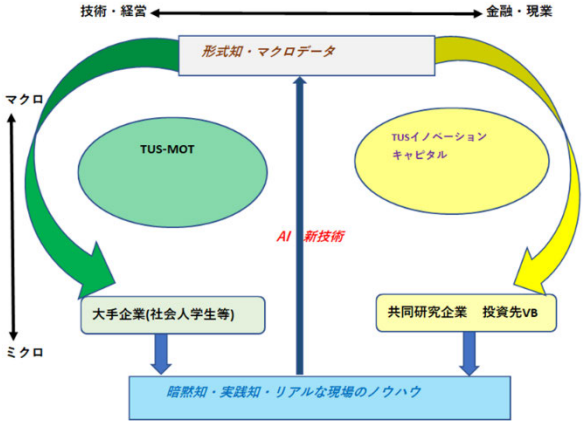
技術経営戦略・金融工学社会実装研究部門について

1. 概要

技術経営において、理論と実践を融合した実践教育を行う MOT と、金融工学をリードする理科大イノベーション・キャピタルが、その組織・人脈を取り囲むネットワークも交流し、多様な理論ツールを試すことで、先進技術、知識情報を活用したプロダクトの開発、新サービスに関する実証研究、社会実装を目的とする。

なお、名称が長いので、MOT-FESI、あるいは FESI と略称する。

2. 研究部門の構成



MOT や理科大 IM に蓄積され眠っている、イノベーションやマネジメント、ベンチャーに関するケーススタディ、ノウハウなどの暗黙知を、体系・データベース化、社会実装、研究テーマ選択やベンチャー投資に資する。目利きのノウハウのデータベース化により、研究テーマ選択、新規事業創出、M&A やベンチャー投資の成功確率を上げることが可能になる。

現在　以下の研究グループがある。担当については、客員教授や客員研究員も、一部、分けている。

① 目利き力
② DAAE 構想(SHIFT 社による)理論化
③ ベンチャーエコシステムの構築に関する調査及びスタートアップ・データベースの構築
④ 国内外のベンチャー投資・支援に関する調査及び研究

3. 各研究グループの活動報告

2020 年度は、コロナ禍もあり、ZOOM 中心の研究会を開催した。目利き力に関しては、FESI 金曜会、DAAE 構想は FESI 木曜会とし、月 1～4 回程度(平均は 2 回)、1 時間程度、実施した。参加者は 10 名程度であり、活発な議論が交わされ、延長する場合も多い。

なお、会議は ZOOM で記録しており、参加できなかったメンバーや、今後の参考としている。

3. 1. 目利き力研究グループについて

研究成果を、2021 年 3 月のものこと双発学会にて、発表を行った。

2020 年度年次研究発表大会　予稿集（2021 年 3 月）
「DX 時代の目利き力の再定義～第 1 報」
若林 秀樹（東京理科大学　経営学研究科技術経営専攻　教授、総合研究院 技術経営戦略・金融工学社会実装研究部門）

また、2 月に、MOT と連携し、ZOOM によるシンポジウム開催、80 名近い参加者があった。

◆「MOT シンポジウム　MOT+RIST」
日時：2021 年 2 月 11 日（木）13:00～16:30
開催方法：オンライン開催（ZOOM）

3. 2. DAAE 構想研究グループについて

研究成果の一部を、MOT と連携して、ZOOM によるシンポジウム開催、60 名近い参加者があった。

◆ MOT シンポジウム 「DX 時代の DAAE 構想とは」

日時：2021 年 5 月 24 日（月）18:00～19:30

開催方法：オンライン開催（ZOOM）

4. 研究活動の展望

今後は、それぞれの研究グループでの深堀りとメンバーの役割分担の中で、目利き力、DAAE 構想それぞれで、10 月の研究イノベーション学会の発表、総合研究院シンポジウム参加を予定している

。

5. むすび

2020 年度は、コロナ禍もあり、ZOOM での開催中心だったが、対面での会議も増やし、学会発表で成果を発表したい。また、引き続き、MOT と連携、シンポジウム開催も行いたい。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

１．「DX 時代の目利き力の再定義～第 1 報」ものこと双発学会 2021 年 3 月予稿集

シンポジウム

１．DX 時代の目利き力とは　MOT シンポジウム　2021 年 2 月
２．DX 時代の DAAE 構想とは　MOT シンポジウム　2021 年 5 月

数理解析連携研究部門

数理解析連携研究部門について

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、「数理モデリングと数学解析研究部門」（2015 年 4 月～2020 年 3 月）を前身とし，2020 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. 当部門の構成と施設設備

本研究部門は、2020 年度は本学の専任教員 17 名（理学部第一部数学 5 名、理学部第一部物理 1名、理学部第一部応用数学 2 名、理学部第二部数学 1 名、工学部情報工学 1 名、理工学部数学 4 名、理工学部土木 1 名，教養教育研究院 2 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。

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、前身の数理モデリングと数学解析研究部門時代の平成 28 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。平成 29 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

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ディンガー方程式の解の表現公式(参考文献(1))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）による数理物理 n 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。

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

本グループの目的は、連続体（弾性体、流体）における様々な現象の数学解析およびそれらの工学を中心とする分野への応用として逆問題の研究を行うことである。2020 年度には、線形弾性体における複数のき裂の逆問題の再構成公式の導出と弾性体における接触や摩擦問題に関する成果が得られた。さらに、地震学者との協働により、自己相似的に拡大する断層破壊において、断層面に距離弱化型摩擦則を課した場合の解析解を導出した。これらの成果はそれぞれ国際専門誌に発表した。また、国際連携として、ＪＳＰＳの二国間共同研究を本研究部門メンバーと実施し

ており、ロシアの研究機関（流体研究所やノボシビルスク州立大学など）と交流している。国際研究集会の開催と共に、Springer 社より Mathematics for Industry シリーズの１つとして Proceedings を刊行した。

3. 3. 数理生物モデルグループについて

当研究グループでは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ている。

当研究グループでは平成 30 年度 2 月より，江夏洋一、牛島健夫、石渡恵美子および加藤圭一（部門長）が世話人となり、神楽坂「感染症にまつわる数理」勉強会を開始し、令和元年度までに、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ている（今までの講演者は、俣野 博先生（明治大学）、梯 正之先生（広島大学）、斎藤正也先生（統数研）、中田行彦先生（青山学院大学）、森田善久先生（龍谷大学）、大泉 嶺先生（人口問題研究所）、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））。令和 2 年度は新型コロナウィルスの感染拡大の影響を受けて開催を見合わせたが、令和 3 年度から再開を予定している。本活動の一環として、令和 2 年度は上記 4 名で科学フォーラムに、新型コロナウィルスに関連した記事(「感染症の数理−流行現象の理解に向けて」(科学フォーラム 422 号 pp. 6-9, (2021. 4)) を寄稿した。さらに、当グループでは、学生の教育を目的として例年秋に研究集会「応用数理にまつわる研究集会」を開催しており、本学学生（理学部・理工学部）を中心に芝浦工業大学・明治大学・青山学院大学等の応用数理系の研究者・学生に研究発表の機会を提供している。令和２年度はオンライン開催となったものの、例年通り多くの参加者を集めた。

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ている。この成果は日本数理生物学会や国際会議で口頭発表され、査読付き国際誌に共著論文（プロシーディングス論文）が令和 2 年度に掲載された。

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

本年度は、研究部門内の研究グループの研究を推進すること、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。今後は、研究部門内の各グループの研究の推進を継続するとともに、他部門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（2020 年度分）

学術論文

1. Simple proof of stationary phase method and application to oscillatory bifurcation problems, Keiichi Kato and T. Shibata, Nonlinear Anal. 190 (2020), 111594, 13 pp. （査読有）
2. Characterization of the ranges of wave operators for Schrödinger equations with time-dependent short-range potentials via wave packet transform, Keiichi Kato and Taisuke Yoneyama, Funkcial. Ekvac. 63(2020), 19-37.(査読有)
3. Singularity for solutions of linearized KdV equations, Keiichi Kato, Masaki Kawamoto and Koichiro Nanbu, J. Math. Phys. 61(2020), 051502, 11 pp. (査読有)
4. Finite-time blow-up in a quasilinear degenerate chemotaxis system with flux limitation, Yuka Chiyoda, Masaaki Mizukami, Tomomi Yokota, Acta Applicandae Mathematicae, 167 巻, pp 231-259, 2020 (査読有)
5. The Boussinesq flat-punch indentation problem within the context of linearized viscoelasticity, Hiromichi Itou, Victor A. Kovtunenko, Kumbakonam R. Rajagopal, International Journal of Engineering Science, 151 巻 103272, 2020 (査読有)
6. Parameter interdependence of dynamic self-similar crack with distance-weakening friction, Shiro Hirano, Hiromichi Itou, Geophysical Journal International, 223 巻 pp. 1584-1596, 2020 (査読有)
7. On an inverse crack problem in a linearized elasticity by the enclosure method, Hiromichi Itou, Hokkaido University Technical Report Series in Mathematics, Hokkaido University, 179 巻 pp. 89-98, 2020 (査読無)
8. Existence and nonexistence of wave operators for time-decaying harmonic oscillators, A.Ishida, M.Kawamoto, Rep.Math.Phys. 85, no.3, pp335-350, 2020. (査読有)
9. Threshold between short and long-range potentials for non-local Schrödinger operators, A.Ishida, K.Wada, Math.Phys.Anal.Geom. 23, no.3, 32, 11pp, 2020. (査読有)
10. Nonexistence result for wave operators in massive relativistic system, A.Ishida, Spectral Theory and Mathematical Physics. Latin American Mathematical Series. Springer, Cham. pp171-178, 2020. (査読有)
11. Critical scattering in a time dependent hamonic oscillator, A.Ishida, M.Kawamoto, J.Math.Anal.Appl. 492, no.2, 9pp, 2020. (査読有)
12. Blow-up and strong instability of standing waves for the NLS-δ equation on a star graph, Nataliia Goloshchapova, Masahito Ohta, Nonlinear Analysis, 196 巻 111753-23pp, 2020 (査読有)
13. Generalized Picone inequalities and their applications to (p,q)-Laplace equations, Vladimir Bobkov, 田中視英子, Open Mathematics, 2020 巻 pp 1030-1044, 2020 (査読有)
14. Noriyoshi Fukaya, Uniqueness and nondegeneracy of ground states for nonlinear Schrödinger equations with attractive inverse-power potential, Communications on Pure and Applied Analysis 20 (2021), no.1, 121--143. (査読有)
15. Noriyoshi Fukaya and Masayuki Hayashi, Instability of algebraic standing waves for nonlinear Schrödinger equations with double power nonlinearities, Transactions of the American Mathematical Society 374 (2021), no.2, 1421--1447. (査読有)
16. 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)
17. Traveling wave solution for a diffusive simple epidemic model with a free boundary, Yoichi Enatsu, Emiko Ishiwata, Takeo Ushijima, Discrete and Continuous Dynamical System, Series S., Vol.14, No.3, 835-850, 2021 (査読有)
18. Leaf Trichome Distribution Pattern in Arabidopsis Reveals Gene Expression Variation Associated with Environmental Adaptation, Shotaro Okamoto, Kohei Negishi, Yuko Toyama, Takeo Ushijima, and Kengo Morohashi, Plants, Vol. 9, No. 5, 2020 (査読有)

著書

1．Mathematical Analysis of Continuum Mechanics and Industrial Applications III - Proceedings of the International Conference CoMFoS18- (Mathematics for Industry Volume 34), Itou, H., Hirano, S., Kimura, M., Kovtunenko, V.A., Khludnev, A.M. (Eds.), Springer Singapore, pp. VIII, 204, 2020

招待講演

1．On an inverse crack problem in a linearized elasticity by the enclosure method, Hiromichi Itou, 第45回偏微分方程式論札幌シンポジウム, オンライン開催, 2020
2．On unilateral indentation problems in viscoelasticity with non-invertible constitutive response, Hiromichi Itou, Critical Exponent and Nonlinear Partial Differential Equations 2021, オンライン開催, 2021
3．分数冪ラプラシアンについてのエンス型伝播評価と逆問題, 石田敦英, 微分方程式セミナー , 大阪大学豊中キャンパス, 2020年10月16日
4．シュタルク効果の下での逆散乱について, 石田敦英, RIMS共同研究（公開型）スペクトル・散乱理論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2020年12月3日（オンライン）
5．Strong instability of standing waves for cubic-quintic NLS with delta potential, 太田雅人, オンラインワークショップ「分散型方程式と実解析」, 大阪大学(オンライン), 2020
6．On the Interaction of a Pair of Coaxial Circular Vortex Filament, 相木雅次, 2020年度 第1回明治非線型数理セミナー, 東京（オンライン）, 2020
7．On the head-on collision of coaxial vortex rings, 相木雅次, Mathematical Analysis of Viscous Incompressible Fluid, 京都（オンライン）, 2020
8．On the Head-on Collision of Coaxial Vortex Rings, 相木雅次, Quasi-linear PDEs in fluids, 大阪（オンライン）, 2021
9．二つのべき乗型非線形項を持つシュレディンガー方程式の多項式減衰する定在波解の不安定性について,深谷法良 Critical Exponent and Nonlinear Partial Differential Equations 2021, オンライン, 2021
10. 移動境界を持つSIRモデルの進行波解について, 江夏洋一, 石渡恵美子, 牛島健夫, 日本応用数理学会, 2020.

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

「非線形シュレディンガー方程式の定在波解の安定性に関する研究」

空間 1 次元で引力的なデルタ関数ポテンシャルと斥力的な 3 次の冪乗型非線形項及び引力的な 5 次の冪乗型非線形項を持つ非線形シュレディンガー方程式の定在波解について研究を行った。特に、この方程式の定在波解をすべて求め、その安定性について研究を行った。デルタ関数ポテンシャルと 3 次の冪乗型非線形項の係数の大小によって、定在波解の安定性が大きく変わることを明確にした。

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有限時刻爆発について、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。

二国　徹郎

「超流動 Fermi 原子気体のダイナミクスの解析」

超流動 Fermi 原子気体における秩序変数のダイナミクスを Bogoliubov-de Gennes 方程式の数値シュミレーションにより解析した。特に、BCS-BEC クロスオーバー全領域において、相互作用定数を急激に変化させることによって Higgs mode（秩序変数の振幅が振動する集団モード）を励起することが可能であることを示した。さらに、Higgs mode を効率的に観測するために最適な実験パラメータを数値シミュレーション結果から明らかにした。

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

「弾性体における接触・摩擦問題と非破壊検査に関わる逆問題の理論解析についての研究」

構成則が陰関数で与えられる弾性体についての剛体圧子の接触問題、および動的な摩擦問題の数学解析を行い、解の存在性などの定性理論を構築した。非破壊検査に関わる弾性体におけるき裂の逆問題の研究を行い成果が得られた。これらの応用として、得られた結果の数値シミュレーションや他分野との連携を検討している。

石田　敦英

「分数冪ラプラス作用素および分数冪相対論作用素についてのスペクトル・散乱理論と逆問題の研究」

相対論的シュレディンガー作用素を含んだ一般的な分数冪微分作用素は、量子力学のみならず、準地溝流方程式や非線形楕円型方程式においてもその姿を現し、計算機の発展とともに理論面から実用面への広がりを見せている。このような豊富な数学的背景を持つ微分作用素に対して、量子力学において基本的なテーマであるスペクトル・散乱理論の研究を進める。またそこで得られた結果を相互作用ポテンシャル関数を決定する逆問題にも応用したい。

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。

相木　雅次

「渦輪の運動に関する研究」

流体の運動は様々なアプローチによって研究されているが、その中でも渦の挙動は流体の運動を理解するうえで最も重要な要素の１つである。本研究では、渦輪と呼ばれる円環状の渦構造の特徴的な運動を数学的に定式化及び解析を行っている。特に、２つの渦輪の相互作用によって引き起こされる様々な運動パターンの解明を目指して数理モデルの構築・特徴的な挙動を示す解の存在証明・特徴的な解の安定性解析を行っている。

深谷　法良

「非線形シュレディンガー方程式の孤立波解の安定性に関する研究」

非線形シュレディンガー方程式の孤立波解の安定性に関する研究を行う。特にポテンシャルを持つ場合や 2 つのべき乗型非線形項を持つ場合など、スケール不変性を持たない方程式を扱い、軌道安定性不安定性の解析を行う。さらに、より詳細な解の大域挙動を解明するため、漸近安定性や強不安定性などの解析も行っている。

梶原　直人

「準定常問題に対する最大 Lp-Lq 正則性理論」

Agmon-Douglis-Nirenberg の楕円型正則性理論や Denk-Hieber-Pruess の放物型正則性理論は、数学解析においてとても強力な道具であることが知られている。本年度は準定常問題という内部が楕円型、境界で時間発展する問題に対し、最大 Lp-Lq 正則性定理を示した。これは線形理論であるが、非線形問題に対して様々な応用が期待される。

ナノ量子情報研究部門

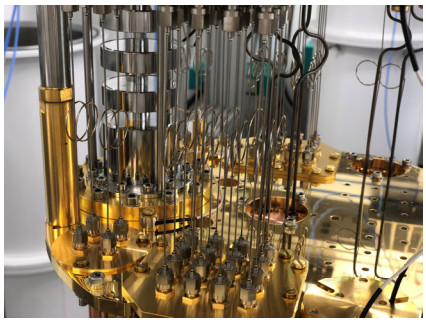
ナノ量子情報研究部門について

1. 概要

研究の中心である超伝導量子ビットには、従来の古典的半導体回路と同じように、エラー（誤り）が発生します。また外部雑音などによって、量子ビットの量子重ね合わせ状態（俗に言う猫状態）が壊れてしまう現象（デコヒーレンス現象）もあり、これもエラーの一要因となります。真の実用化という意味での量子コンピュータと呼ばれるシステムは、このような誤りに対する耐性を持ったシステムです。そこで本研究部門では、超伝導量子ビットを用いた様々な誤り耐性量子回路の開発を実施していきます。世界では 2050 年までに誤り耐性型量子コンピュータの出現が期待されていますが、その実現に向けて本研究部門もその実現に貢献していきます。集積性、操作性という観点から、超伝導素子が量子ビットとして最も適していると考えられています。しかし、超伝導量子ビットにも問題点があります。それはコヒーレンス時間がまだまだ短いという点です。量子ビットの研究の初期から、超伝導以外の物理システム、例えば光とかイオン、冷却原子、半導体といったものが研究されてきました。我々の研究部門でも、超伝導量子ビットだけでなく、スピンや光量子ビットの量子回路を追求していきます。

2. 部門の構成と施設設備

部門は主に、超伝導量子回路の研究グループ、量子光学の研究グループ、量子情報の研究グループ、そして客員グループから構成される。超伝導量子回路の研究グループは、今年度、国家プロジェクトであるムーンショットプロジェクトに蔡教授を代表として採択された。題目は「超伝導共振器を用いたボゾニックコードの研究開発」で蔡、高柳、渡部、橋爪が参加する。このグループには、蔡研究室に２台の希釈冷凍機（右図参照）と、量子ビット測定用の各種パルス発生器や高感度電圧・電流検出器などが揃っている。



極低温を発生する希釈冷凍機
（蔡研究室）

量子光学の研究グループは、単一希土類原子とナノ光ファイバー共振器との結合や、カーボンナノチューブと光ファイバーとの結合を目指している。具体的な研究内用は、次の各グループの活動状況を参照願いたい。

量子情報の研究グループは、故大矢教授を原点として、伝統的に量子情報理論を遂行している。

2020 年度も次に述べるように、この分野の国際会議を開催した。一方、超伝導量子回路の理論的側面をカバーすべく、研究を開始した。

3. 各研究グループの活動報告

上記３研究グループの活動状況を以下に述べる。

3. 1. 超伝導量子回路研究グループについて

このグループ活動の中心は、蔡研究室における超伝導量子回路の実験的研究である。上述のように、国家プロジェクトであるムーンショットプロジェクトに蔡教授を代表として採択された。題目は「超伝導共振器を用いたボゾニックコードの研究開発」で、このプロジェクトでは誤り訂正機能を持った量子回路の研究が主となる。渡部、橋爪は、このプロジェクトの理論面を受け持ち、誤り訂正回路の検討を開始した。

3. 2. 量子光学研究グループについて

東大ナノ量子情報エレクトロニクス研究機構と、本研究部門との間で、ナノ技術とその量子情報およびエレクトロノクスへの応用を目指した共同研究を開始した。共同研究テーマは、以下の2件である。

a. 理学部第一部物理学科 Mark Sadgrive 准教授、テーマ名：カーボンナノチューブ・ナノファイバを用いるキラルなナノフォトニックデバイスの開発
b. 理学部第一部物理学科　佐中薫准教授、テーマ名：単一希土類原子とナノ光ファイバー共振器との結合実験

これまでに３回の共同研究議論を行い、上記２テーマに関して、東大側から大変有益な提案・コメントを得ることが出来た(1 回目：2020 年 7 月 22 日、駒場リサーチキャンパス、2 回目：2020 年 10 月 19 日、Zoom 会議、3 回目：2021 年 1 月 13 日、Zoom 会議)。

Sadgrove 准教授の主な成果は、ナノ光ファイバ・カーボンナノチューブ複合デバイスの実現（世界初）、であり、佐中准教授の主な成果は、ナノ光ファイバー構造中の希土類原子を個別に観測可能な状態に出来たことである。

3. 3. 量子情報研究グループについて

2020 年 10 月 14 日(水)から 10 月 16 日(金)の期間に、東京理科大学とナノ量子情報研究部門の主催で「Virtual QBIC 国際会議 2020」を、Zoom を用いて開催した。今回の国際会議は、理科大セッションと国際セッションとして実施し、国際セッションのオープニングアドレスを本学特任副学長・総合研究院長・ナノ量子情報研究部門長の高柳英明先生が行った。国外の研究者 10 名、学外の研究者 5 名、およびナノ量子情報研究部門の研究者 8 人と理科大の研究者 1 人が招待講演者を行い、本研究部門の研究者の 4 件と理科大の研究者の 2 件のポスター講演が行われ、国内外の多数の参加者があり、量子情報や生命情報に関連し、最新のナノ量子情報研究に係わる様々なテーマの研究発表が活発になされた。

4. 研究活動の展望

国家プロジェクトであるムーンショットプロジェクト「超伝導共振器を用いたボゾニックコードの研究開発」が、2020 年度スタートし、21 年度より５年間にわたって、本格的な活動が実施される。本プロジェクトのテーマは単に理科大だけにとどまらず、国内外の多くの研究機関との共同あるいは競争となる。この辺りをしっかり見据えた研究展望を練る必要がある。

5. むすび

ムーンショットプロジェクトの重要性は無論であるが、東大との量子光学に関する共同研究も大変重要なテーマである。人的・資金的リソースが限られる中、win・win の関係をどのように駆逐するかは、ひとえに選定テーマに依存する。この辺りを戦略的に攻めていくつもりである。

主要な研究業績（2020 年度分）

学術論文

1．“Pseudo-2D superconducting quantum computing circuit for the surfacecode: proposal and preliminary tests”, H. Mukai, K. Sakata, S.J. Devitt, R. Wang, Y. Zhou, Y. Nakajima, and J.S. Tsai, New Journal of Physics, 22 043013, pp 1-10, 2020（査読有）
2．“Photon-Dressed Bloch-Siegert Shift in an Ultrastrongly Coupled Circuit Quantum Electrodynamical System”, S.-P. Wang, G.-Q. Zhang, Y. Wang, Z. Chen, T. Li, J.S. Tsai, S.-Y. Zhu and J.Q. You, Physical Review Applied, 13, 054063, pp 1-13, 2020（査読有）
3．“Gate-based superconducting quantum computing”, S. Kwon, A. Tomonaga, G. Lakshmi Bhai, S.J. Devitt, and J.S. Tsai, Journal of Applied Physics Tutorial, 129, 041102, pp 1-50, 2021（査読有）
4．“A Note on Complexities by Means of Quantum Compound Systems”,N. Watanabe, Entropy, 2020, 3 月 5 日, 22(3), 298, 1-24; https://doi.org/10.3390/e22030298 （査読有）
5．“A Construction of Dynamical Entropy on CAR Algebras” ,K. Ohmura, N. Watanabe, QP- PQ Quantum Probability and White Noise Analysis, Vol. 31, pp.113-128, 2020（査読有）
6．“On Treatment of Gaussian Communication Process by Quantum Entropies”,N. Watanabe, QP- PQ Quantum Probability and White Noise Analysis, Vol. 31, pp.163-176, 2020（査読有）
7．“Order-Stability in Complex Biological, Social, and AI-Systems”,A. Khrennikov and N. Watanabe, Entropy, 2021, Vol.23, 355. pp.1-18, https://doi.org/10.3390/e23030355（査読有）
8．“Proof that graph which laid complete graph with 4 vertices is universal resource”, Y. Maebayashi and N. Watanabe, 信学技報, vol. 120, no. 320, IT2020-110, pp. 265-270, 2021（査読無）
9．“On Formulation of Quantum Fourier Transform based on FTM gate”,M. Nakazato and N. Watanabe, 信学技法, Vol. IEICE- 120, no. 105, IT2020-15, pp. 25-30, 2020（査読無）
10. “Simulating complex quantum networks with time crystals”,M. P. Estarellas, T. Osada,V. M. Bastidas, B. Renoust, K. Sanaka, W. J. Munro, and K. Nemoto, Science Advances, 6 (42),pp.1-8, 2020 （査読有）
11. “Continuous-time quantum-walk spatial search on the Bollobas scale-free network”, T. Osada, B. Coutinho, Y. Omar, K. Sanaka, W. J. Munro, and K. Nemoto, Physical Review A, 101, 022310, 2020 （査読有）
12. “Optical transport of sub-micron lipid vesicles along a nanofiber”,T. Yoshino, D. Yamaura, M. Komiya, M. Sugawara, Y. Mitsumori, M. Niwano, A. Hirano-Iwata, K. Edamatsu, M. Sadgrove, Optics Express 28 (26), 38527-38538 (2020).
13. “Optical detection of nano-particle characteristics using coupling to a nano-waveguide” M. Sugawara, Y. Mitsumori, K. Edamatsu, M. Sadgrove, Optics Express 28 (13), 18938-18945 (2020)
14. “Note on Quantum Algorithm Based on Adaptive Dynamics, S.Iriyama”, Quantum Bio-Informatics VI, pp. 61-71 doi:10.1142/9789811217838_0005（査読有）
15. “Security and Performance of Single Sign-On Based on One-Time Pad Algorithm”, M.Kihara, S. Iriyama, Cryptography 2020, 4(3), 16, 電子ジャーナル; doi:10.3390/cryptography4020016 （査読有）
16. “mplementation of a New Strongly-Asymmetric Algorithm and Its Optimization”, K. Jimbo, S. Iriyama and M. Regoli, Cryptography 2020, 4(3), 21 電子ジャーナル; doi:10.3390/cryptography4030021 （査読有）
17. “Strong connection between single-particle and density excitations in Bose-Einstein condensates”, S. Watanabe, New J. Phys. 22 103010 (2020), （査読有）
18. “A Toy Model Approach to Fractal Nature: Thermodynamics on a Cantor-Lattice Ising Model”, Y. Hashizume and T. Sugimoto, MATERIALS TRANSACTIONS, 62 巻 pp 374 - 379, 2021.（査読有）

招待講演

1．“Superconductingquantum computer, the recent progeresses”, J.S. Tsai, QBIC Workshop, Online,2020
2．“平面実装可能な超伝導量子コンピュータ”, 蔡 兆申, 応用物理学会シンポジュウム, Online, 2021
3．“超伝導量子コンピュータ”, 蔡 兆申, 第 1 回 理化学研究所－東京理科大学 合同シンポジウム, Online, 2021
4．N. Watanabe, A Note on Complexities for Quantum Compound Systems, The QBIC Workshop 2020 (Online), Tokyo University of Science, Noda, Japan, 2020-10-14～10-16 (2020 年 10 月 14 日～10 月 16 日).
5．N. Watanabe, Note on complexity for the quantum compound systems, The Workshop on New Trends in Mathematical Physics (Online), Steklov Mathematical Institute, Moscow, Russia, 2020-11-9～12-11 (2020 年 11 月 9 日～12 月 11 日).
6．N. Watanabe, Note on Complexities of Quantum Compound Systems, The International Symposium on Infinite Dimensional Analysis, Quantum Probability and Related Topics QP41 (Online), United Arab Emirates University, UAE, 2021-3-28～4-1 (2021 年 3 月 28 日～4 月 1 日).
7．Y. Watanabe, S. Watabe, T. Nikuni, “Propagation of dark soliton from superfluid core to Mott-insulator shell and superfluid shell”, APS March Meeting 2021, March 15 (2021) APS March Meeting 2021 (B28.00015)

特許

1．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．木原眞紀，複数サイト安全にログイン，日経産業新聞， 2020 年 10 月 13 日付

受賞

1．蔡 兆申，2020 年度朝日賞，朝日新聞，2021

研究課題（研究者別）

高柳　英明

「超伝導量子素子に関する研究」

蔡研究室で実験されている超伝導量子ビットの動特性の理解を進めている。この超伝導量子ビットは基本的にAl系のトンネル素子であるが、これとは別に半導体２次元電子ガス中に誘起される超伝導性を用いた超伝導素子の量子ビットとしての可能性を追求している。

蔡　兆申

「超伝導量子回路に関する研究」

時間領域での１Dクラスター状態の生成に成功した。2つの物理的量子ビットのみにより、4量子ビットの相当の線形クラスター状態を、59%の高忠実度をもって生成することに成功した。生成された4量子ビットは完全多体エンタングルメント状態にあることを確認した。CNOTの精度を改善し、忠実度0.967を達成した。バファード弗酸（BHF）後処理技術により、量子ビットで約3～4倍、共振器では約5倍の長寿命化を達成した。

渡邊　昇

「複雑量としてのエントロピー型汎関数を用いたGauss通信過程の数理的定式化に関する研究」

通信の入力状態の情報量における、物理的及び情報理論的解釈の困難を克服するために、Gauss通信過程に関する前年度までの研究を元に、チャネルの(1)線形性、(2)トレース保存性、という条件のもとで情報伝送を調べる尺度としてエントロピー型汎関数と相互エントロピー汎関数を定める研究を行った。

「量子通信過程とそれらの複雑性に関する研究」

大矢の力学的エントロピーによって導入された平均エントロピーと平均相互エントロピーを用いて量子通信過程を通した力学系に関する複雑性を調べる研究を行った。さらに、Accardi-大矢-渡邊とAlicki-Fannesを含むより一般的な系に対して定められたKossakowski-大矢-渡邉力学的エントロピーを用いて、完全正値写像の共役として与えられる量子通信過程を通した力学系に関する複雑性を調べる研究を行った。

佐中　薫

「単一希土類原子とナノ光ファイバー共振器との結合実験」

延伸処理により特定のステップ数でモード直径 400nm から 1μm 程度のナノ光ファイバーを複数製作し、30～40倍程度の倍率の顕微鏡を構成してこのサンプルの顕微分光測定を行った。その結果ナノ光ファイバー内部における原子分布が 20～60μm の間隔という、回折限界による光拡がりよりも十分に離れた状態になっていることを確認し、光ファイバー内の単一希土類原子を選択的に励起することが可能であることを確認した。

Mark Sadgrove

「カーボンナノチューブを用いるキラルナノ光学デバイスの研究」

We propose to use SWCNTs coupled to a nanowaveguide (optical nanofiber) to achieve chiral quantum optical devices. In particular, we propose to demonstrate chiral coupling of light between a carbon nanotube and a nanofiber at room temperature for the first time.

入山　聖史

「非可換代数をもとにした暗号理論に関する研究」

量子情報の数学的基礎となる非可換代数をもとにした、安全と利便性を兼ね備えた暗号理論の基礎理論研究と実装を行い、post quantum時代を念頭に置いた情報セキュリティ理論の構築を目指した研究を行う。

渡部　昌平

「量子情報理論とその応用」

small world network や random network の複雑ネットワークにおける量子空間探索について、背後にある統一的なスケーリング則の preliminary な結果を得ることができた。現在解釈を加えつつ論文投稿の準備中である。Loughborough 大学の Zagoskin 教授、産総研の川畑グループリーダーとの共同研究で、大規模量子系の特徴づけを目指した統計力学的手法の枠組みを構築した。

橋爪　洋一郎

「KPO 量子ビットのトモグラフィに関する研究」

2020 年度は KPO 量子ビットの研究に入るための準備段として、KPO の量子状態を扱う基本的事項の情報を収集し、結果として KPO の状態変化をある程度系統的に扱う方法が確立されていることが分かったが、一方で既存の枠組み以外のアプローチが少ないことも分かった。橋爪はこれまでに少数量子系を熱場ダイナミクスや熱的状態距離によって解析する手法を確立しているおり、今後はこれらを KPO に応用する研究を進める。

神澤　健雄

「量子可積分系及び可分性判定についての研究」

量子系の力学は、外界からのノイズの影響により時間依存線型微分方程式で記述される。この様な方程式の解は存在しても一般には閉じた形式は知られていない。解が閉じた形式で記述できる系を可積分系と呼ぶが、新しい量子可積分系のクラスを見出すのが本研究である。更に可分性という性質に注目すると、系をより簡単な系に分割出来る。代数の性質を利用し効果的に判別する指標を量子開放系の解析に適用する研究も行なっている。

研究者別の研究業績

今西　哲

学術論文

1. Effect of the extracellular component of bone marrow mesenchymal stromal cells from healthy donors on hematologic neoplasms and their angiogenesis., Gladkova N, Umezu T, Imanishi S, Kawana C, Ohyashiki JH, Ohyashiki K, Hum Cell., Vol. 33　pp 599-609,2020（査読有）
2. Downregulation of extracellular vesicle microRNA-101 derived from bone marrow mesenchymal stromal cells in myelodysplastic syndrome with disease progression., Saitoh Y, Umezu T, Imanishi S, Asano M, Yoshizawa S, Katagiri S, Suguro T, Fujimoto H, Akahane D, Kobayashi-Kawana C, Ohyashiki JH, Ohyashiki K., Oncol Lett.,Vol 19, pp 2053-2061,2020（査読有）

梅澤　雅和

学術論文

1. Okubo K, Takeda R, Murayama S, Umezawa M, Kamimura M, Osada K, Aoki I, Soga K: Size-controlled bimodal in vivo nanoprobes as near-infrared phosphors and positive contrast agents for magnetic resonance imaging. Science and Technology of Advanced Materials, 21 (1): 160-172 (2021)
2. Umezawa M, Haruki M, Yoshida M, Kamimura M, Soga K: Effects of processing pH on emission intensity of over-1000 nm near-infrared fluorescence of dye-loaded polymer micelle with polystyrene core. Analytical Sciences, 37: 365-370　(2021)
3. Okubo K, Kitagawa Y, Hosokawa N, Umezawa M, Kamimura M, Kamiya T, Ohtani N, Soga K: Visualization of quantitative lipid distribution in mouse liver through near-infrared hyperspectral imaging. Biomedical Optics Express, 12 (2) : 823-835 (2021)
4. Sato E, Umezawa M, Miyajima A, Koishi N, Kanaya A, Yamanaka A, Fujimoto M, Ishii Y, Saito A, Inoue S, Mano Y, Suzuki T, Ozeki R, Ishii N, Komoda M: Efficacy and safety of a modified combination regimen of phenothrin and ivermectin lotion in patients with head lice in Tsukuba, Japan. Journal of Cutaneous Immunology and Allergy, 4 (1) : 4-12 (2021)
5. Wasef L, Nassar AMK, El-Sayed YS, Samak D, Noreldin A, Elshony N, Saleh H, Elewa YHA, Hassan SMA, Saati AA, Hetta HF, Batiha GE, Umezawa M, Shaheen HM: The potential ameliorative impacts of cerium oxide nanoparticles against fipronil-induced hepatic steatosis. Scientific Reports, 11: 1310 (2021)
6. Sato D, Takamatsu T, Umezawa M, Kitagawa Y, Maeda K, Hosokawa N, Okubo K, Kamimura M, Kadota T, Akimoto T, Kinoshita T, Yano T, Kuwata T, Ikematsu H, Takemura H, Yokota H, Soga K: Distinction of surgically resected gastrointestinal stromal tumor by near-infrared hyperspectral imaging. Scientific Reports, 10: 21852 (2020)
7. 梅澤雅和、曽我公平「生体はどうすれば透明になるか?」ぶんせき（日本分析化学会）、2020 (11) : 420-425 (2020)
8. Umezawa M, Sera T, Yokota H, Takematsu M, Morita M, Yeroslavsly G, Kamimura M, Soga K: Computed tomography for in vivo deep over-1000 nm near-infrared fluorescence imaging. Journal of Biophotonics, 13 (8) : e202000071 (2020)
9. Onoda A, Kawasaki T, Tsukiyama K, Takeda K, Umezawa M: Carbon nanoparticles induce endoplasmic reticulum stress around blood vessels with accumulation of misfolded proteins in the developing brain of offspring. Scientific Reports, 10: 10028 (2020)
10. Komoda M, Yamaguchi S, Takahashi K, Yanase K, Umezawa M, Miyajima A, Yoshimasu T, Sato E, Ozeki R, Ishii N: Efficacy and safety of a combination regimen of phenothrin and ivermectin lotion in patients with head lice in Okinawa, Japan. Journal of Dermatology, 47 (7) : 720-727 (2020)
11. Li YJ, Shimizu T, Shinkai Y, Ihara T, Sugamata M, Kato K, Kobayashi M, Hirata Y, Inagaki H, Uzuki M, Akimoto T, Umezawa M, Takeda K, Azuma A, Yamamoto M, Kawada T: Nrf2 lowers the risk of lung injury via modulating the airway innate immune response induced by diesel exhaust in mice. Biomedicines, 8 (10) : 443 (2020)
12. Saleh H, Nassar AMK, Noreldin AE, Samak D, Elshony N, Wasef L, Elewa YHA, Hassan SMA, Saati AA, Hetta HF, Batiha GE, Umezawa M, Shaheen HM, El-Sayed YS: Chemo-protective potential of cerium oxide nanoparticles against fipronil-induced oxidative stress, apoptosis, inflammation and reproductive dysfunction in male white albino rats. Molecules, 25 (15) : 3479 (2020)

13. Yeroslavsky G, Okubo K, Umezawa M, Nigoghossian K, Dung DTK, Miyata K, Nomura K, Kamimura M, Soga K: Energy transfer between rare earth-doped ceramic nanoparticles for gauging strain and temperature in elastic polymers. Journal of Photopolymer Science and Technology, 33 (1) : 129-137 (2020)
14. Dung DKT, Umezawa M, Nigoghossian K, Yeroslavsky G, Okubo K, Kamimura M, Yamaguchi M, Fujii H, Soga K: Development of molecular imaging probe for dual NIR/MR imaging. Journal of Photopolymer Science and Technology, 33 (1) : 117-122 (2020)
15. Nigoghossian K, Miyashita T, Omura A, Yeroslavsky G, Dung DTK, Okubo K, Umezawa M, Kamimura M, Soga K: Infrared to visible upconversion luminescence of trivalent erbium tetrafluoroborate complexes. Optical Materials Express, 10 (7) : 1749-1766 (2020)
16. Yeroslavsky G, Umezawa M, Okubo K, Nigoghossian K, Dung DTK, Miyata K, Kamimura M, Soga K: Stabilization of indocyanine green dye in polymeric micelles for production of a versatile theranostic platform. Biomaterials Science, 8: 2245-2254 (2020)
17. 梅澤雅和、曽我公平「OTN近赤外蛍光イメージングのバイオメディカル分野への応用」画像ラボ（日本工業出版）、別冊「赤外線カメラの基本と検査・解析ソリューション」, pp.23-28 （2020）

著書

1. Soga K, Umezawa M, Okubo K （Eds.): Transparency in Biology: Making the Invisible Visible. Springer（2021）
2. Onoda A, Umezawa M: Carbon nanotubes—Potential of use for deep bioimaging. in: Soga K et al.,（Eds.）"Transparency in Biology: Making the Invisible Visible", Chapter 5, pp.85-107; Published by Springer（2021）
3. Umezawa M, Nigoghossian K: Nanothermometry for deep tissues by using near-infrared fluorophores. in: Soga K et al.,（Eds.）"Transparency in Biology: Making the Invisible Visible", Chapter 7, pp.139-166; Published by Springer （2021）

川﨑　平康 ----------

学術論文

1. "Application of mid-infrared free-electron laser for structural analysis of biological materials", Takayasu Kawasaki, Heishun Zen, Kento Ozaki, Hironari Yamada, Kazumasa Wakamatsu and Shosuke Ito, J. Synchrotron Rad. 28（1）, 28–35（2021）.
2. "Irradiation effect of a submillimeter wave from 420 GHz gyrotron on amyloid peptides in vitro",Takayasu Kawasaki, Yuusuke Yamaguchi, Tomomi Ueda, Yuya Ishikawa, Toyonari Yaji, Toshiaki Ohta, Koichi Tsukiyama, Toshitaka Idehara, Masatoshi Saiki, and Masahiko Tani, Biomed. Opt. Express 11（9）, 5341-5351（2020）.
3. "Cellulose Degradation by Infrared Free Electron Laser", Takayasu Kawasaki, Takeshi Sakai, Heishun Zen, Yoske Sumitomo, Kyoko Nogami, Ken Hayakawa, Toyonari Yaji, Toshiaki Ohta, Koichi Tsukiyama, and Yasushi Hayakawa, Energy & Fuels, 34（7）, 9064-9068（2020）.
4. "Infrared Laser Induced Amyloid Fibril Dissociation: A Joint Experimental/Theoretical Study on the GNNQQNY Peptide", Takayasu Kawasaki, Viet Hoang Man, Yasunobu Sugimoto, Nobuyuki Sugiyama, Hiroko Yamamoto, Koichi Tsukiyama, Junmei Wang, Philippe Derreumaux*, and Phuong H. Nguyen*, The Journal of Physical Chemistry B, 124（29）, 6266-6277（2020）.
5. "Carbon nanoparticles induce endoplasmic reticulum stress around blood vessels with accumulation of misfolded proteins in the developing brain of offspring",Atsuto Onoda, Takayasu Kawasaki, Koichi Tsukiyama, Ken Takeda, Masakazu Umezawa, Sci. Rep. 10, 10028（2020）.

招待講演

1. "Use of Intense Terahertz Waves for Regulation of Amyloid Fibrillation Takayasu Kawasaki, Yuusuke Yamaguchi, Hideaki Kitahara, Akinori Irizawa, and Masahiko Tani, The 8th International Workshop on Far-Infrared Technologies（IW-FIRT 2021）8-9 March, 2021, Online
2. "Degradation of Cellulose Aggregate by using Infrared Free Electron Laser", Takayasu Kawasaki, The 11th Intentional Symposium of Advanced Energy Science, 2020/9/15-16, Kyoto University.
3. 「テラヘルツ波照射による水溶液中のアミロイド線維の構造制御」
川﨑平康, 山口裕資, 石川裕也, 出原敏孝, 築山光一, 入澤明典, 谷 正彦　2020年度日本分光学会年次講演会シンポジウムオンライン開催　2020/10/26-28

4. 「赤外自由電子レーザーの医療・産業応用へ向けた基礎研究」
川崎平康, 第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 赤外・テラヘルツ分野 オンライン開催 2021/1/8-10

広報

1. 川崎平康, Phuong H. Nguyenら
赤外レーザーの照射によるアミロイドタンパク質凝集体の解離機構を解明

～実験と理論計算の融合により難病の治療法開発に新たな光を灯す～｜東京理科大学(tus.ac.jp)
EurekAlert, Medical Express, Medical News, Science Daily, Neuroscience News他67以上のメディア 2020.08.05
2. 川崎平康, 築山光一, 全炳俊, 早川恭史ら
赤外自由電子レーザー照射によりセルロースがグルコースに効率的に分解することを発見

～グリーンプロセスとしてバイオエタノール生産などへの活用に期待～｜東京理科大学(tus.ac.jp)2020.06.29

受賞

1. 川崎平康, 築山光一『Energy & Fuels』誌の表紙に選出された。2020年5月
https://pubs.acs.org/pb-assets/ images/_journalCovers/enfuem/enfuem_v034i007-4.jpg?0.29367236410202824
10.1021/acs.energyfuels.0c01069

久保田 圭 ――――――――――――――――――――――――――――――――

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, Satochi Tominaka, Soshi Shiraishi, Maria Abreu-Sepulveda, Ayyakkannu Manivannan, Kazuma Gotoh, Mika Fukunishi, Mouad Dahbi, Shinichi Komaba, Chem. Mater., 32巻, pp 2961－2977, 2020(査読有)
2. Structural investigation of quaternary layered oxides upon Na-ion deinsertion, Angelo Mullaliu, Kazutoshi Kukroki, Marlou Keller, Kei Kubota, Daniel Buchholz, Shinichi Komaba, Stefano Passerini, Inorg. Chem., 59巻, pp 7408－7414, 2020(査読有)
3. Application of modified styrene-butadiene-rubber-based latex binder to high-voltage operating $LiCoO_2$ composite electrodes for lithium-ion batteries, Hayata Isozumi, Tatsuo Horiba, Kei Kubota, Kazuo Hida, Takashi Matsuyama, Satoshi Yasuno, Shinichi Komaba, J. Power Sources, 468巻, 228332(10 pages), 2020(査読有)
4. Research Development on K-ion batteries, Tomooki Hosaka, Kei Kubota, A. Shahul Hameed Shicnihi Komaba, Chem. Rev., 120巻, pp 6358－6466, 2020(査読有)
5. Development of KPF6/KFSA Binary-Salt Solutions for Long-Life and High-Voltage K-Ion Batteries, Tomooki Hosaka, Tatsuo Matsuyama, Kei Kubota, Satoshi Yasuno, Shinichi Komaba, ACS Appl. Mater. Interfaces, 12巻, 34873－34881, 2020(査読有)
6. Impact of Newly Developed Styrene–Butadiene–Rubber Binder on the Electrode Performance of High-Voltage $LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4$ Electrode, Hayata Isozumi, Kei Kubota, Ryoichi Tatara, Tatsuo Horiba, Kazuo Hida, Takashi Matsuyama, Satoshi Yasuno, Shinichi Komaba, ACS Appl. Energy Mater., 3巻, 7978－7987, 2020(査読有)
7. Application of Ionic Liquid as K-Ion Electrolyte of Graphite//$K_2Mn[Fe(CN)_6]$ Cell, Hiroo Onuma, Kei Kubota, Shotaro Muratsubaki, Tomooki Hosaka, Ryoichi Tatara, Takayuki Yamamoto, Kazuhiko Matsumoto, Toshiyuki Nohira, Rika Hagiwara, Hiroshi Oji, Satoshi Yasuno, Shinichi Komaba, ACS Energy Lett., 5巻, 2849－2857, 2020(査読有)
8. KFSA/glyme electrolytes for 4 V-class K-ion batteries, Tomooki Hosaka, Tatsuo Matsuyama, Kei Kubota, Ryoichi Tatara, Shinichi Komaba, J. Mater. Chem. A, 8巻, 23766－23771, 2020(査読有)
9. Electrochemistry and Solid-State Chemistry of Layered Oxides for Li-, Na-, and K-Ion Batteries, Kei Kubota, Electrochemistry, 88巻, 507－514, 2020(査読有)
10. Elucidating Influence of Mg- and Cu-Doping on Electrochemical Properties of O3-$Na_x[Fe,Mn]O_2$ for Na-Ion Batteries, Yusuke Yoda, Kei Kubota, Kazutoshi Kuroki, Shinya Suzuki, Keisuke Yamana ka, Toyonari Yaji, Shota Amagasa,Yasuhiro Yamada,Toshiaki Ohta, Shinichi Komaba, Small, 16巻, 2006483(9 pages), 2020(査読有)
11. Effect of Particle Size and Anion Vacancy on Electrochemical Potassium Ion Insertion into Potassium Manganese Hexacyanoferrates, Tomooki Hosaka, Taiga Fukabori, Haruka Kojima, Kei Kubota, Shinichi Komaba, ChemSusChem, 14巻, 1166－1175, 2021(査読有)

12. MgO-Template Synthesis of Extremely High Capacity Hard Carbon for Na-Ion Battery, Azusa Kamiyama, Kei Kubota, Daisuke Igarashi, Yong Youn, Yoshitaka Tateyama, Hideka Ando, Kazuma Gotoh, Shinichi Komaba, Angew. Chem. Int. Ed., 60巻, 5114−5120, 2021（査読有）
13. A phosphite-based layered framework as a novel positive electrode material for Na-ion batteries, A. Shahul Hameed, Mirai Ohara, Kei Kubota, Shinichi Komaba, J. Mater. Chem. A, 9巻, 5045−5052, 2021（査読有）
14. $Na_3V_2O_{2x}(PO_4)_2F_{3-2x}$ as a Stable Positive Electrode for Potassium-ion Batteries, P. Ramesh Kumar, Kei Kubota, Yusuke Miura, Mirai Ohara, Kazuma Gotoh, Shinichi Komaba, J. Power Sources, 493巻, 229676 (8 pages), 2021（査読有）
15. Phase evolution of electrochemically potassium intercalated graphite, Hiroo Onuma, Kei Kubota, Shotaro Muratsubaki, Wataru Ota, Maxim Shishkin, Hirofumi Sato, Koichi Yamashita, Satoshi Yasuno, Shinichi Komaba, J. Mater. Chem. A, 9巻, 11187−11200, 2021（査読有）

著書

1. Na-Ion batteries, Kei Kubota, Shinichi Komaba, Encyclopedia of Electrochemistry, A.J. Bard Ed., 64 pages, Wiley, 2020
2. Chapter 4 Layered $NaMO_2$ for Positive Electrode, Kei Kubota, Shinichi Komaba, Encyclopedia of Electrochemistry, L. Monconduit and L. Croguennec Eds., ISTE Ltd, London and Wiley, pp 1-46,New York, 2021

招待講演

1. 層状酸化物正極材料の電気化学的 Li, Na, K インターカレーション反応, 久保田圭, 2020年度第2回関西電気化学研究会 Webinar, オンライン開催, 2020
2. Binary Metal-Substitution in O3-type $NaNi_{1/2}Mn_{1/2}O_2$ Cathodes for Na-Ion Battery, Kei Kubota, 45th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites（ICACC2021 Virtual）Archive, オンライン開催, 2021
3. リチウム・ナトリウム・カリウムイオン蓄電池の電極材料設計, 久保田圭, 第4回岡山大学 次世代電池材料研究会, オンライン開催, 2021
4. リチウム・ナトリウム・カリウム層状酸化物における固体化学と電気化学, 久保田圭, 電気化学会第88回大会, オンライン開催, 3H10, 2021

受賞

1．久保田圭, 年間ダウンロード数上位論文（第六位）, 電気化学会, 2020

黄　麗娟

学術論文

1. In vivo chemical knockdown of RAS using “CANDDY” molecule as multispecific degrader. Huang Lijuan, Imanishi Satoshi, Itakura Shoko, Tsukamoto Megumi, Iwasaki Yoichi, Miyamoto-Sato, Etsuko. Pharmaceuticals, 2021. [査読済、リバイス中]（査読有）
2. In vivo KRAS G12D/V Degradation Mediated by CANDDY Using a Modified Proteasome Inhibitor. Imanishi Satoshi*, Huang Lijuan*, Itakura Shoko, Ishizaka Masamichi, Tsukamoto Megumi, Saito Megumi, Iwasaki Yoichi, Yamaguchi Tomohiro, Miyamoto-Sato Etsuko, Nature, 2021. 査読中（査読有）

高田　健司

特許

1. 高田健司,梁 天賜,アルブレヒト建,柿沼純子,今岡享稔,山元公寿,国内優先出願, フェニルアゾメチン型デンドリマーの金属塩化合物集積体の合成とサブナノ粒子の製造方法, 特開№2020-94041（特願2019-217178）,2019年出願

田沼　靖一

学術論文

1. Extracellular adenosine induces IL-6 production through activation of A2B receptor and epidermal growth factor receptor in human keratinocyte HaCaT cells,Watanabe　K, Tanuma S, Tsukimoto M, BPB Reports, 4(2):64-68, 2021.（査読有）
2. A Unique Anti-Cancer 3-Styrylchromone Suppresses Inflammatory Response via HMGB1-RAGE Signaling, Abe H, Okazawa M, Oyama T, Yamazaki H, Yoshimori A, Kamiya T, Tsukimoto M, Takao K, Sugita Y, Sakagami H, Abe T, Tanuma SI. Medicines (Basel), 8(4):17. 2021, doi:10.3390/medicines8040017.（査読有）
3. Addition of hydrophobic side chains improve the apoptosis inducibility of the human glyoxalase I inhibitor, TLSC702, Azuma M, Inoue M, Nishida A, Akahane H, Kitajima M, N atani S, Chimori R, Yoshimori A, Mano Y, Uchiro H, Tanuma SI, Takasawa R, Bioorg Med Chem Lett, 40:127918. doi:10.1016/j.bmcl.2021.127918, 2021,（査読有）
4. Antinociceptive activity of the novel RAGE inhibitor, papaverine, in a mouse model of chronic inflammatory pain, Yoshizawa K, Takeuchi K, Nakamura T, Ukai S, Takahashi Y, Sato A, Takasawa R, Tanuma SI, Synapse, 75(3):e22188, 2021, doi:10.1002/syn.22188.（査読有）
5. Trimebutine attenuates high mobility group box 1–receptor for advanced glycation end-products inflammatory signaling pathways. Nakajima S, Ogawa N, Yokoue N, Tachibana H, Tamada K, Okazawa M, Sato A, Oyama T, Abe H, Kamiya T, Yoshimori A, Yoshizawa K, Inoue S,　Yokomizo T, Uchiumi F, Abe T, Tanuma S, Biochem Biophys Res Commun. 533(4):1155-1161, 2020, doi:10.1016/j.bbrc.2020.09.126.（査読有）
6. Structural basis of beneficial design for effective nicotinamide phosphoribosyltransferase inhibitors, Tanuma S, Katsuragi K, Oyama T, Yoshimori A, Shibasaki Y, Asawa Y, Yamazaki H, Makino K, Okazawa M, Ogino y, Sakamoto Y, Nomura M, Sato A, Abe H, Nakamura H, Takahashi H, Tanuma N, Uchiumi F. MOLECULES, 25(16):3633, 2020, doi:10,3393/molecules25163633.（査読有）
7. Low levels of brain-derived neurotrophic factor trigger self-aggregated amyloid β-induced neuronal cell death in an Alzheimer's cell model. Tagai N, Tanaka A, Sato A, Uchiumi F, Tanuma S. BIOLOGICAL & PHARMACEUTICAL BULLETIN, 43(7):1073-1080, 2020, doi:10.1248/bpb.b20-00082.（査読有）
8. Insights into the development of effective materials to suppress replication of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). Uchiumi F, Ogino Y, Sato A, Tanuma S. AIMS Bioengineering, 7(3):124-129, 2020, doi:10.3934/bioeng.2020012.（査読有）
9. Effect of the natural compound trans-resveratrol on human MCM4 gene transcription. Uchiumi F, Katsuda C, Akui M, Kusaka M, Tanaka M, Asai M, Tanuma S. ONCOLOGY REPORTS, 44:283-292, 2020, doi:10.3892/or.2020.7598.（査読有）

著書

1. 私たちはどこから来て、どこへ行くのか, 森 達也, 福岡伸一, 諏訪 元, 長谷川寿一, 団まりな, 田沼靖一, 長沼剛, 村上 斉, 藤井直敬, 池谷裕二, 竹内 薫, ちくま文庫, pp197―225,2020
2. 生物大図鑑, 田沼靖一監修, ニュートンプレス, pp205, 202

寺島　千晶

学術論文

1. "Indoor gas phase photoactivity of yttrium modified titanate films for fast acetaldehyde oxidation" Vicente Rodríguez-Gonzalez,* Mao Sasaki, Junki Ishii, Sovann Khan, Chiaki Terashima, Norihiro Suzuki, and Akira Fujishima, Chemosphere, 275(2021)129992/1-129992/10.
2. "Direct dimethyl carbonates synthesis over CeO_2 and evaluation of catalyst morphology role in catalytic performance" Ashif H. Tamboli, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Suresh Gosavi,* Hern Kim,* and Akira Fujishima, Catalysts, 11(2021)223/1-223/16.
3. "Low temperature deposition of TiO_2 thin films through atmospheric pressure plasma jet processing" Suresh Gosavi, Rena Tabei, Nitish Roy, Sanjay S. Latthe, Y. M. Hunge, Norihiro Suzuki, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Katsuya Teshima, Akira Fujishima, and Chiaki Terashima*, Catalysts, 11(2021)91/1-91/10.
4. "Hierarchical structures hydrogel evaporator and superhydrophilic water collect device for efficient solar steam evaporation"Wenwei Lei, Sovann Khan, Lie Chen, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima,* Kesong Liu,* Akira Fujishima, and Mingjie Liu*, Nano Res., 14(2021)1135-1140.

5. “Synthesis of a mesoporous titania thin film with a pseudo-single-crystal framework by liquid-phase epitaxial growth, and enhancement of photocatalytic activity” Norihiro Suzuki,* Chiaki Terashima, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, and Akira Fujishima, RSC Adv., 10(2020)40658-40662.
6. “Hydrogen production using iron oxyhydroxide with light irradiation” Jeongsoo Hong,* Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Kyunghwan Kim, Akira Fujishima, and Ken-ichi Katsumata, Renew. Energy, 164(2020)1284-1289.
7. “Formation of ammonium ions by electrochemical oxidation of urea with a boron-doped diamond electrode” Norihiro Suzuki,* Akihiro Okazaki, Kai Takagi, Izumi Serizawa, Genji Okada, Chiaki Terashima, Ken-ichi Katsumata, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, and Akira Fujishima, New J. Chem., 44(2020)17637-17640.フロントカバー
8. “One-Pot Synthesis of Anatase, Rutile-Decorated Hydrogen Titanate Nanorods by Yttrium Doping for Solar H2 Production” Sovann Khan, Hiroshi Ikari, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, Ken-ichi Katsumata,* and Vicente Rodríguez-González*, ACS Omega, 5(2020)23081-23089.
9. “Fabrication of plate-like Ta3N5 crystals through evaporation–deposition–re-evaporation of alkali halide fluxes onto tantalum substrates” Hajime Wagata, Minori Yanai, Daewook Kim, Sayaka Suzuki, Mirabbos Hojamberdiev, Kunio Yubuta, Chiaki Terashima, and Katsuya Teshima*, CrystEngComm, 22(2020)5723-5730.
10. “Photocatalytic degradation of bisphenol A using titanium dioxide@nanodiamond composites under UV light illumination” Y.M. Hunge, A.A. Yadav, Sovann Khan, Kai Takagi, Norihiro Suzuki, Katsuya Teshima, Chiaki Terashima,* and Akira Fujishima, J. Colloid Interface Sci., 582(2020)1058-1066.
11. “A coral-like hematite photoanode on a macroporous SnO_2: Sb substrate for enhanced photoelectrochemical water oxidation" Chuang Li, Dan Wang, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Yuchun Liu, Akira Fujishima, and Xintong Zhang*, Electrochim. Acta, 360(2020)137012/1-137012/9.
12. "Enhanced solar photothermal catalysis over solution plasma activated TiO_2” Fei Yu, Changhua Wang,* Yingying Li, He Ma, Rui Wang, Yichun Liu, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Bunsho Ohtani, Tsuyoshi Ochiai, Akira Fujishima, and Xintong Zhang*, Adv. Sci., 7(2020)2000204/1-2000204/11.バックカバー
13. “Flux growth of single-crystalline hollandite-type potassium ferrotitanate microrods from KCl flux”Fumitaka Hayashi, Kenta Furui, Hiromasa Shiiba, Kunio Yubuta, Tomohito Sudare, Chiaki Terashima, and Katsuya Teshima*, Frontiers in Chemistry, 8(2020)1-7.
14. “病虫害フリーな植物育成技術の開発”寺島千晶, 後藤英司, 間宮幹士, 布施哲人, 水谷敦司, 科学フォーラム, 418 (2020) 12-15.
15. “Conductive diamond powder inclusion in drop-casted graphene for enhanced effectiveness as electrocatalyst substrate” Nicolae Spătaru, Jose Maria Calderon-Moreno, Petre Osiceanu, Takeshi Kondo, Chiaki Terashima, Monica Popa, Mihai Marian Radu, Daniela Culiţă, Loredana Preda, Marius Alexandru Mihai, Tanţa Spătaru*, Chem. Eng. J., 402(2020)126258/1-126258/10.
16. “One-pot synthesis of(anatase/bronze-type)-TiO_2/carbon dot polymorphic structures and their photocatalytic activity for H_2 generation” Sovann Khan, Yuta Kubota, Wenwei Lei, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Nobuhiro Matsushita, Akira Fujishima, and Ken-ichi Katsumata*, Appl. Surf. Sci., 526(2020) 146650/1-146650/10.
17. “Three-dimensional nanoflower–like hierarchical array of multifunctional copper cobaltate electrode as efficient electrocatalyst for oxygen evolution reaction and energy storage application” A.A. Yadav, Y.M. Hunge, S.B. Kulkarni, Chiaki Terashima, and Seok-Won Kang*, J. Colloid Interface Sci., 576(2020)476-485.
18. “Solution plasma boosts facet-dependent photoactivity of decahedral $BiVO_4$” Guangshun Che, Dandan Wang, Changhua Wang*, Fei Yu, Dashuai Li, Norihiro Suzuki, Chiaki Terashima, Akira Fujishimac, Yichun Liu, and Xintong Zhang*, Chem. Eng. J., 397(2020)125381/1-125381/10.

著書

1. “最新情報をやさしく解説　光触媒実験法”, 藤嶋昭, 寺島千晶, 鈴木孝宗, 角田勝則, 落合 剛, 濱田健吾, 石黒斉, 只 金芳, 金鍾鎬, František Peterka, Henrik Jensen, 光触媒ミュージアム事務局, 北野書店, 2021年3月6日, ISBN: 978-4-904733-07-3.
2. “ダイヤモンド半導体によるCO_2の光電気化学還元” 脱石油に向けたCO_2資源化技術―化学・生物プロセスを中心に―, 寺島千晶, 中林志達, 手嶋勝弥, 藤嶋昭, シーエムシー出版, 2020年7月31日, ISBN: 978-4-7813-1510-2.

招待講演

1. “Efficient photocatalytic degradation of acetaldehyde over TiO_2 with hetero-structure”, Chiaki Terashima, International Virtual Symposium on“Photocatalysis for air purification and it s Standardization”, 口頭発表(招待･特別), 国際会議, Zoom, 2020年10月29日

広報

1. 寺島千晶「月面で農業できるかな　地産地消で宇宙生活」に掲載（東京新聞:8/27付夕刊;長崎新聞：8/27付朝刊）
2. 寺島千晶，手嶋勝弥「信州モデルエコハウス　災害･新型コロナ対応活用も」(信濃毎日新聞：1/1元旦一面記事)

西原　寛

学術論文

1. Reversible Energy Storage in Layered Copper-Based Coordination Polymers: Unveiling the Influence of the Ligand's Functional Group on Their Electrochemical Properties. M. Amores, K. Wada, K. Sakaushi, H. Nishihara, J. Phys. Chem. C 2020, 124, 9215-9224.(査読有)
2. Photoelectric Conversion System Composed of Gene-Recombined Photosystem I and Platinum Nanoparticle Nanosheet. W. Zhu, R. Salles, M. Miyachi, Y. Yamanoi, T. Tomo, H. Takahashi, H. Nishihara, Langmuir 2020, 36, 6429-6435.（査読有）
3. Tailoring the Electrochemical Properties of Two-Dimensional Bis (diimino) metal Coordination Frameworks by Introducing Co/Ni Heterometallic Structures, K.Wada, H. Maeda,T.Tsuji, K.Sakaushi,S.Sasaki, H. Nishihara, Inorg. Chem. 2020, 59 (15), 10604-10610.（査読有）
4. Thermosalience in Macrocycle-Based Soft Crystals via Anisotropic Deformation of Disilanyl Architecture. K. Omoto, T. Nakae,M. Nishio, Y.Yamanoi,Yoshinori,H.Kasai, E. Nishibori, T. Mashimo, T. Seki, H. Ito, K. Nakamura, N. Kobayashi, N. Nakayama, H. Goto, H. Nishihara, J. Am. Chem. Soc. 2020, 142, 12651-12657.（査読有）
5. Selective formation and SHG intensity of non-centrosymmetric and centrosymmetric 1,1,2,2-tetramethyl-1-(4-(N,N-dimethylamino)phenyl)-2-(2'-cyanophenyl)disilane crystals under external stimuli. M. Nishio, M. Shimada,K. Omoto, T. Nakae, H. Maeda, M. Miyachi, Y. Yamanoi, E. Nishibori, N. Nakayama, H. Goto, T. Matsushita, T. Kondo, M. Hattori, K. Jimura, S. Hayashi, H. Nishihara, J. Phys. Chem. C 2020, 124, 17450-17458.（査読有）
6. Cyclization from Higher Excited States of Diarylethenes Having a Substituted Azulene Ring. Y. Hattori, T. Maejima, Y. Sawae, J. Kitai, M. Morimoto, R. Toyoda, H. Nishihara, S. Yokojima, S. Nakamura, K. Uchida, Chem. Eur. J. 2020, 26, 11441-11450.（査読有）
7. Redox-active, luminescent coordination nanosheet capsules containing magnetite. R. Arai, M. Li, R. Toyoda, H. Maeda, H. Nishihara, Sci. Rep. 2020, 10, 13818.（査読有）
8. Excimer emission and magnetoluminescence of radical-based zinc (II) complexes doped in host crystals. S. Kimura, S. Kimura, H. Nishihara, T. Kusamoto, Chem. Commun. 2020, 56, 11195-11198.（査読有）
9. A ground-state-dominated magnetic field effect on the luminescence of stable organic radicals. S. Kimura, S. Kimura, K. Kato, Y. Teki, H. Nishihara, T. Kusamoto, Chem. Sci. 2021, 12, 2025-2029.（査読有）
10. An Open-shell, Luminescent, Two-Dimensional Coordination Polymer with a Honeycomb Lattice and Triangular Organic Radical, S. Kimura, M. Uejima, W. Ota, T. Sato, S. Kusaka, R. Matsuda, H. Nishihara, T. Kusamoto, J. Am. Chem. Soc., 2021, 143, 4329-4338.（査読有）
11. Radical-Based Coordination Polymers as a Platform for Magnetoluminescence, S. Kimura, R. Matsuoka, S. Kimura, H. Nishihara, T. Kusamoto, J. Am. Chem. Soc., 2021, 143, 5610-5615.（査読有）

著書

1. フロンティア機能高分子錯体，　西原 寛, 山元 公寿，　三共出版,550ページ、2020.

招待講演

1. 電気化学と錯体化学の交差点で育んだ配位プログラミングの科学，西原 寛，電気化学会第88回大会加藤記念講演,リモート，2021/3/23.

特許

1. 王 映樵，塚越一仁，　西原 寛，前田啓明，　福居直哉，　国内優先出願，　CONASH結晶膜によるUV検出素子，　特願2021-10496, 2021/1/26.

広報

1. 西原 寛, 新型コロナウィルスと化学教育, 化学と教育 2020, 68, 317.
2. 西原 寛, 日本科学未来館「オンライン化学トーク～研究者に聞く、そんなに化学は面白いの?」2020/10/25.
3. 西原 寛, 東レ科学振興会創立60周年特別企画　子どもたちの心を揺さぶる科学の教材－東レ理科教育賞, 2021/4.

萩原　一郎

学術論文

1. 建築物が備えるべき消防活動支援性能の分析 その２, 平田真佐喜, 萩原一郎, 日本火災学会研究発表会梗概集, 2020（査読無）
2. 建築物が備えるべき消防活動支援性能の分析, 萩原一郎, 日本建築学会学術講演梗概集, 防火, 2020（査読無）

招待講演

1. 火災時に命を守る避難, 萩原一郎, 第59回火災科学セミナー, 日本火災学会,東京（録画DVDを配信）, 2020

広報

1. 萩原一郎, 都市型サバイバル読本　Part04　火災の対策と避難, Fielder, Vol.51, 笠倉出版社, 2020
2. 萩原一郎, 生命と財産を守る防火の科学　火災から安全に避難するために, 東京理科大オープンカレッジ2020秋冬学期, 東京, 2020

福居　直哉

学術論文

1. “Solution-processed organometallic quasi-two-dimensional nanosheets as a hole buffer layer for organic light-emitting devices”, Shihao Liu, Ying-Chiao Wang, Chi-Ming Chang, Takeshi Yasuda, Naoya Fukui, Hiroaki Maeda, Peihua Long, Kazuo Nakazato, Wen-Bin Jian, Wenfa Xie, Kazuhito Tsukagoshi, and Hiroshi Nishihara, Nanoscale, 12, 6983 – 6990, 2020（査読有）
2. “Scattering of topological surface-state carriers at steps on surfaces”, Naoya Fukui, Rei Hobara, Akari Takayama, Ryota Akiyama, Toru Hirahara, and Shuji Hasegawa, Physical Review B, 102, 115418, 2020（査読有）

前田　啓明

学術論文

1. Tailoring the Electrochemical Properties of Two-Dimensional Bis(diimino)metal Coordination Frameworks by Introducing Co/Ni Heterometallic Structures, Keisuke Wada, Hiroaki Maeda, Takuya Tsuji, Ken Sakaushi, Sono Sasaki, Hiroshi Nishihara, Inorganic Chemistry, 59巻　pp 10604-10610, 2020（査読有）
2. Redox-active, luminescent coordination nanosheet capsules containing magnetite, Ryo Arai, Mengjuan Li, Ryojun Toyoda, Hiroaki Maeda, Hiroshi Nishihara, Scientific Reports, 10巻　13818, 2020（査読有）
3. Selective Formation and SHG Intensity of Noncentrosymmetric and Centrosymmetric 1,1,2,2-Tetramethyl-1-(4-(N,N-dimethylamino) phenyl) -2-(2'-cyanophenyl) disilane Crystals under External Stimuli, Masaki Nishio, Masaki Shimada, Kenichiro Omoto, Toyotaka Nakae, Hiroaki Maeda, Mariko Miyachi, Yoshinori Yamanoi, Eiji Nishibori, Naofumi Nakayama, Hitoshi Goto, Tomonori Matsushita, Takashi Kondo, Mineyuki Hattori, Keiko Jimura, Shigenobu Hayashi, Hiroshi Nishihara, Journal of Physical Chemistry C, 124巻, pp 17450-17458, 2020（査読有）
4. XAFSによる配位ナノシートの局所構造の解明, 前田啓明, 松岡亮太, 星子 健, 増永啓康, 佐々木園, 西原 寛, SPring-8/SACLA利用研究成果集, 8巻 pp 282-284, 2020（査読有）
5. Solution-processed organometallic quasi-two-dimensional nanosheets as a hole buffer layer for organic light-emitting devices, Shihao Liu, Ying-Chiao Wang, Chi-Ming Chang, Takeshi Yasuda, Naoya Fukui, Hiroaki Maeda, Peihua Long, Kazuo Nakazato, Wen-Bin Jian, Wenfa Xie, Kazuhito Tsukagoshi, Hiroshi Nishihara, Nanoscale, 12巻, pp 6983-6990, 2020（査読有）
6. Synthesis, structure and properties of a boron-substituted phosphorane bearing N,O-bidentate ligands, Nathan J.O'Brien, Yoichiro Koda, Hiroaki Maeda, Naokazu Kano, Polyhedron, 192巻, pp 114841, 2020（査読有）

7. Determination of Chemical Structure of Bis(dithiolato) iron Nanosheet, Choon Meng Tan, Mami Horikawa, Naoya Fukui, Hiroaki Maeda, Sono Sasaki, Kazuhito Tsukagoshi, Hiroshi Nishihara, Chemistry Letters, in press, 2021（査読有）

著書

1. フロンティア機能高分子金属錯体，前田啓明，西原 寛， 三共出版株式会社, pp 169-186, 2020

特許

1. 王 映樵, 塚越一仁, 西原 寛，前田啓明，福居直哉，紫外線吸収膜及び紫外線電気変換素子, 特願2021-010496, 2021

松原　美之

招待講演

1. 静電気現象と災害・障害，松原美之，東京安全衛生教育センター，2020年10月28日
2. 液体による静電気災害と対策，松原美之，静電気学会，2020年12月8日

広報

1. 生命と財産を守る防火の科学、小林恭一・萩原一郎・松原美之，東京理科大学オープンカレッジ，2020年11月7日

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,査読中
2. In vivo chemical knockdown of RAS using “CANDDY” molecule as multispecific degrader., Huang L., Imanishi, T., Itakura, S., Tsukamoto, M., Iwasaki, Y., Miyamoto-Sato, E. Pharmaceuticals. 2021. [Revising]

特許

1. 宮本悦子，小沢正晃，学校法人東京理科大学，国外登録（南アフリカ），「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」，ZA2019/03657，2020.12.23
2. 宮本悦子，小沢正晃，学校法人東京理科大学，国外出願（欧州），「タンパク質分解誘導タグ及びその用途」，EP20215603.0，2020.12.18
3. 宮本悦子，小沢正晃，学校法人東京理科大学，国外出願（米国），「タンパク質分解誘導タグ及びその用途」，US17/109,187，2020.12.2
4. 宮本悦子，小沢正晃，学校法人東京理科大学，国外公開（米国），「Rasタンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」，US2020/0000927，2020.1.2

広報

1. 株式会社シード・プランニング発行「TPD創薬：PROTACs，SNIPER等の現状と世界市場ポテンシャル～低分子創薬の新潮流～」に東京理科大学宮本悦子教授によって創設された理科大発ベンチャー企業「株式会社FuturedMe」が掲載。2020年7月27日発行。

総合研究院フォーラム開催報告

「総合研究院フォーラム 2020」を開催（11/20・開催報告）

2020 年 11 月 20 日（金）に「総合研究院フォーラム 2020 Only at TUS を目指して」が対面およびオンラインにて開催されました。当日は約 270 名の方にご出席いただき、盛会のうちに終わりました。(会場参加者：17 名、オンライン参加者数 253 名（講演 164 名、ポスターセッション 89 名))

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と各研究センター・研究部門および懇談会によるポスターセッションが行われました。

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。

【プログラム】

10:00　学長挨拶　松本 洋一郎 学長

[領域：物質・材料]

10:10　光触媒国際研究センター、光触媒研究推進拠点
　　藤嶋 昭 センター長

10:25　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
　　理学部第一部化学科 由井 宏治 教授

10:40　アンビエントデバイス研究部門
　　理学部第一部応用物理学科 木下 健太郎 准教授

10:55　界面科学研究部門
　　理工学部先端化学科 酒井 秀樹 教授

11:10　質疑応答

[領域：創薬・バイオ]

11:35　ヒト疾患モデル研究センター
　　研究推進機構生命医科学研究所 岩倉 洋一郎 教授

11:50　生物環境イノベーション研究部門
　　基礎工学部生物工学科 有村 源一郎 教授

12:05　質疑応答

[領域：環境・情報・社会]

13:20　火災科学研究所、火災安全科学研究拠点
　　研究推進機構総合研究院 萩原 一郎 教授

13:35　スペース・コロニー研究センター
　　向井 千秋 特任副学長
13:50　統計科学研究部門
　　理学部第一部応用数学科 瀬尾 隆 教授
14:05　質疑応答

[領域：基礎・計測]および[領域：構造材料・機械・流体・建築]

14:20　赤外自由電子レーザー研究センター
　　理学部第一部化学科 簗山 光一 教授
14:35　ナノ量子情報研究部門
　　髙柳 英明 特任副学長・総合研究院長
14:50　現代代数学と異分野連携研究部門
　　理工学部数学科 伊藤 浩行 教授
15:05　先進複合材料・構造 CAE 研究部門
　　理工学部機械工学科 荻原 慎二 教授
15:20　質疑応答
15:35　講評
　　藤代 博記 副学長・研究推進機構長

15:40　**まとめ**
　　髙柳 英明 特任副学長・総合研究院長

ポスターセッション(Zoom ブレイクアウトセッション)

16:30　　20 分間程のポスターセッションを 2 回実施
17:20 頃　終了

以上

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

新たな世界的課題の解決に向けたセンター/拠点の取り組み

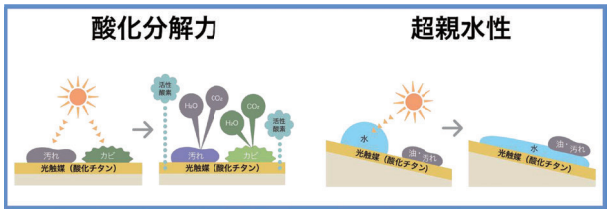
研究推進機構　総合研究院　光触媒国際研究センター/光触媒研究推進拠点

▶ 研究概要

光触媒に光を当てると、「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。

一方、水環境の悪化や地球温暖化に伴う異常気象、新型コロナウイルス感染症など世界規模で早急に解決すべき問題が近年多発しています。

本センター/拠点では、光触媒の優れた性質を活かし、これら諸問題の解決に向けた研究開発を積極的に実施しています。



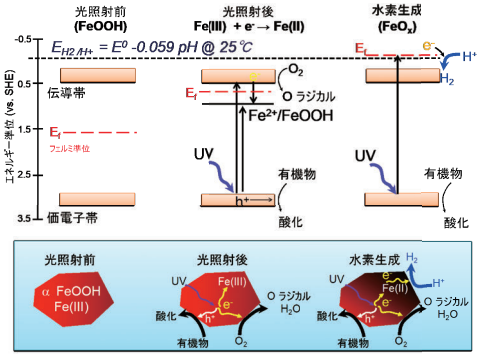
光触媒の実用例

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

鉄さびを利用した水浄化と水素生成

鉄さびの一種であるオキシ水酸化鉄（FeOOH）を用いてアルコール系廃液の浄化と光水素生成に成功。



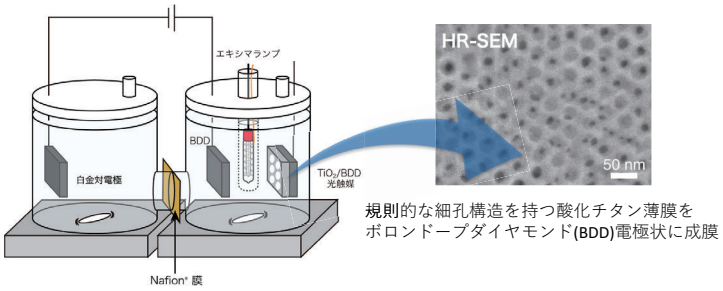
水問題とエネルギー問題の同時解決法を提示

理科大×SDGs

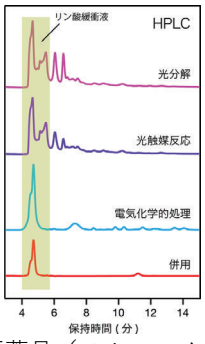
ごく身近にある意外な物質を利用して、水質環境浄化に挑む

簡易水処理システムの開発

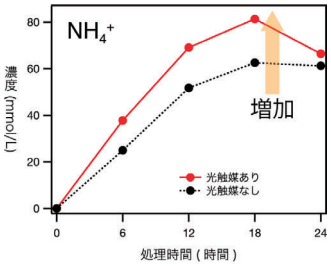
ボロンドープダイヤモンド電極と光触媒を併用した光電気化学的処理により、効率的な水処理を実現。



規則的な細孔構造を持つ酸化チタン薄膜をボロンドープダイヤモンド(BDD)電極状に成膜



残留医薬品（スルファメトキサゾール）を効率的に分解



尿素からアンモニウムイオンを常温・常圧下で生成

▶ 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
- 光触媒に関するこれまでの知見を生かし、社会が直面する新たな問題に対する解決策を提示

【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.pitc.tus.ac.jp
E-mail: PIRC@rs.tus.ac.jp

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

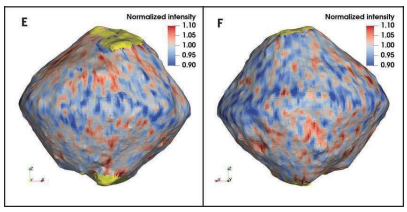
物質表面における水の分光分析ーはやぶさ2のサンプルリターン分析にむけてー

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

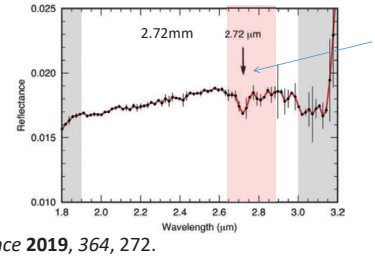
▶ 研究概要

本センターの水環境分析応用グループは、河川、大気、宇宙などにおける水の分析に取り組んでいる。今回は、JAXAが**小惑星リュウグウからサンプルリターンする試料分析**に向けての取り組みを紹介する。

リュウグウに接近するはやぶさ２
（JAXAホームページより）



リュウグウ表面における「水」の分布
K. Kitazato, Y. Tsuda, et al., *Science* **2019**, *364*, 272.



リュウグウ表面における「水」の存在を示す、はやぶさ２搭載の近赤外カメラによる反射吸収ピーク.

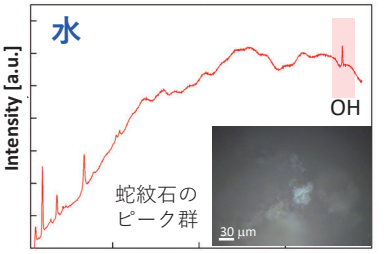
リュウグウ上で、「水」はどのような鉱物に担持されているのか？また生命の起源となる「有機物生成」にどのように関与しているのか？

また物質・材料表面の「水」の計測・解析を助ける**統合シミュレーター**の開発を進めている。

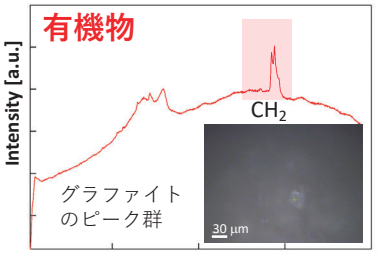
▶ 研究開発成果

▶ リュウグウと類似性を有する，水質変性を受けた炭素質コンドライト（Jbilet Winselwan）隕石表面における「水」と「有機物」の予備的顕微ラマン分光分析の結果と本測定用セルの開発

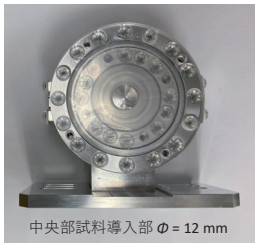
今回測定に用いた
炭素質コンドライト隕石（CM2型）
Jbilet Winselwan 隕石
(2013年, 西サハラで回収)



Ex. 532 nm, x40, 20 mW at sample surface.

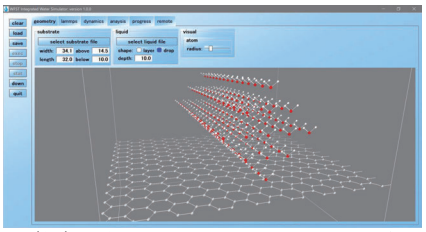


Ex. 532 nm, x40, 6 mW at sample surface.

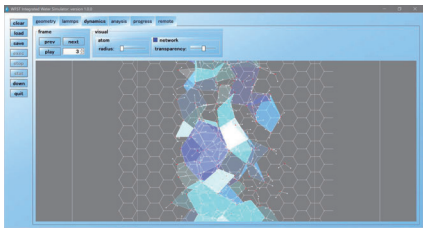


リュウグウから回収された
試料を収めるホルダー
（Horiba製作所（株）設計）

▶ 物質・材料表面における水の存在状態を可視化・解析する統合シミュレーターの開発が進む



（例）グラフェン上の水分子を設定



（例）水分子の水素結合パターンを可視化

（左）みずほ情報総研（株）との共同開発により、**初心者にも分かり易いユーザーインターフェース**を有している。

（右）ユーザーによる基板物質・材料の構造情報入力により、パーシステントホモロジー等の**最新のデーターサイエンス技術に基づき、表面の水の存在状態を解析・可視化**できる。

▶ 今後の展開

⇒ リュウグウのサンプルは，2020年12月中旬にオーストラリアの砂漠に着陸予定。その後，分別・封入により，**我々のグループによる計測は来年6月中旬頃を予定。**放射光 X 線分析，顕微ラマン分析等を行う。

北大　東京電機大　SPring-8
HORIBA　Rigaku

⇒ 統合シミュレーターは物質・材料表面における「水」の構造・動態解析に，**学部・学科間の学術共同研究，面と面の産学連携研究の便利なツールとして活用**していく。

【連絡先】研究センター長（理学部第一部化学科）由井 宏治　yui@rs.tus.ac.jp

東京理科大学 TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

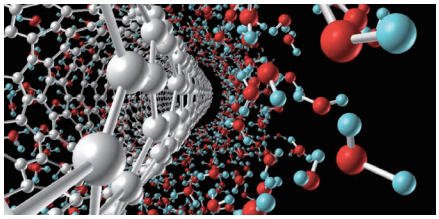
RIST TUS Research Institute for Science & Technology

東京理科大学 Since 1881 140th Road to 2021

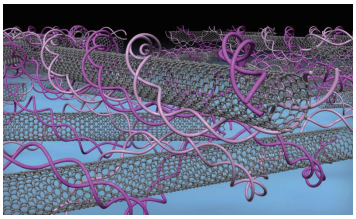
～ ナノカーボン研究部門における共同研究の現状～

研究推進機構　総合研究院　ナノカーボン研究部門

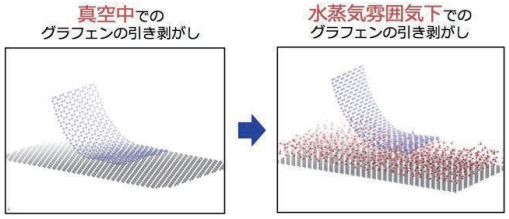
研究課題



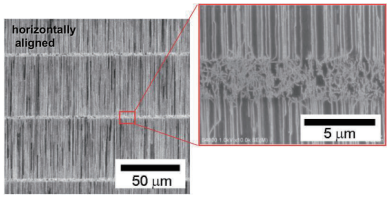
ナノ空間・ナノ表面の物質科学



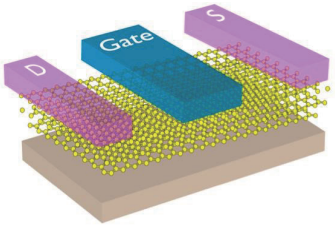
ナノチューブと生体分子との相互作用



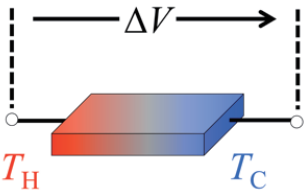
ナノカーボンに凝集した水が及ぼす
トライボロジーへの影響



ナノカーボンの形成制御



グラフェン電界効果トランジスタ



ナノカーボンの熱電物性

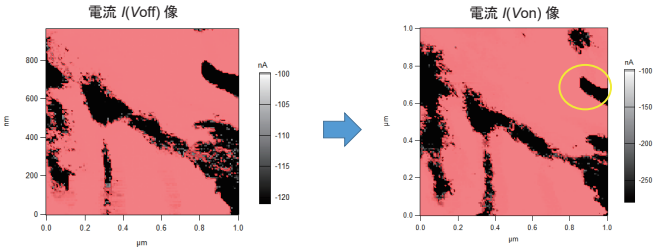
紙と墨のにじみの科学

▶ 研究開発成果

CNT熱電

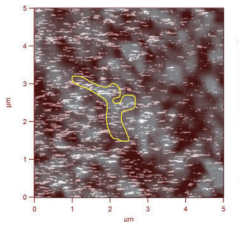
電流測定法を用いたゼーベック係数/L_{11},L_{12}測定

■電圧印加の有無による電流分布の変化

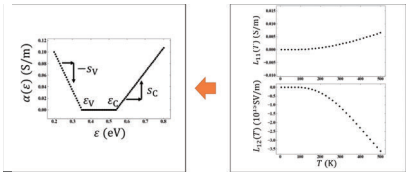


$$I = -\frac{L_{12}}{T}\frac{dT}{dz} \qquad I = \frac{L_{11}}{d}V - \frac{L_{12}}{T}\frac{dT}{dz}$$

■ゼーベック係数の分布



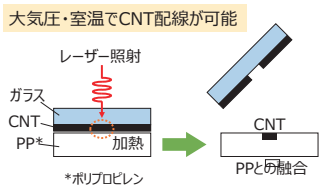
■機械学習でスペクトル伝導率分布の推定へ



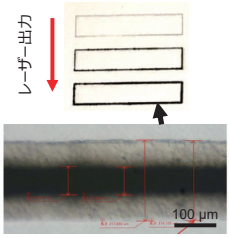
CNT配線描画法の開発

レーザー熱転写法によるﾌﾟﾗｽﾁｯｸﾌｨﾙﾑへのCNT配線描画

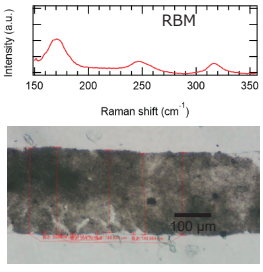
■レーザー熱転写法の開発



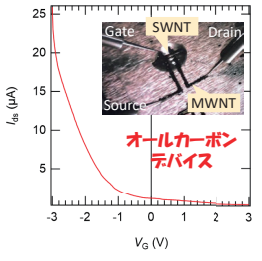
MWNTの転写



SWNTの転写



■トランジスタ動作を確認！



▶ 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
  - 電流測定法・機械学習を用いた熱電特性分布の解明
  - 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

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

光応答性界面とそのダイナミクス

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　（設立１９８１年）

界面　→「時空間的な機能発現の場」

↓

新規な物性・機能・理論を創造

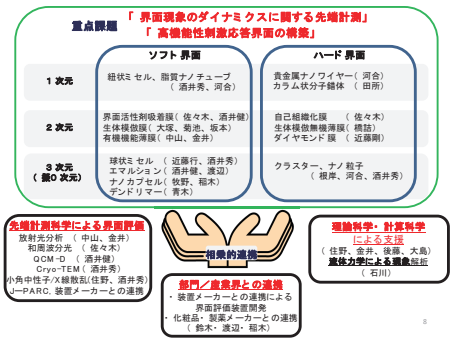
重点テーマ

「界面ダイナミクスの先端計測」「刺激応答界面」「生体界面」

↓

化学・物理・薬学・機械工学など様々な分野を基盤とするメンバーの連携によって、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



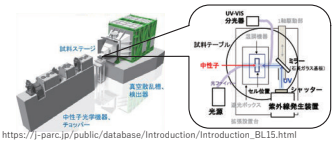
本発表

本部門の重点課題である「光応答界面とダイナミクス」に関する部門員の最新研究事例について紹介

▶ 研究開発成果

両親媒性分子による分子集合体形成を光照射により制御し、そのダイナミクスを解析する　（理工・先端化学・酒井秀樹）

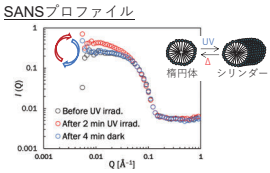
新規に開発した両親媒性ロフィンダイマーが形成する
分子集合体の構造変化を小角中性子散乱により追跡
小角中性子散乱(SANS) @BL-15大観、J-PARC



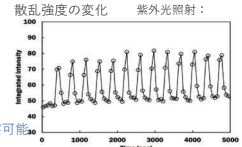
https://j-parc.jp/public/database/Introduction/Introduction_BL15.html

光照射器のドッキングにより、ミセル構造変化のその場観察可能

SANSプロファイル



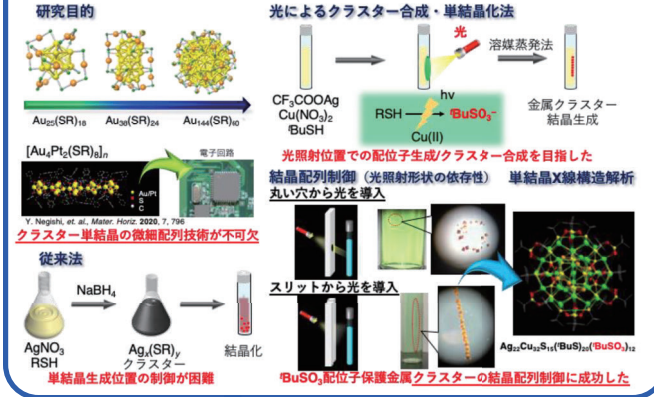
散乱強度の変化　紫外光照射：



光刺激による分子集合体構造変化のダイナミクスが解析可能に！

光誘起金属クラスター合成による単結晶配列制御法

（理・応化　根岸雄一）



光誘起粘性変化を利用した流れ制御手法の研究

（工・機械・石川仁，工・工化・近藤行成）

光により粘度が可逆的に変化するCTAB/C4AzoNa溶液を撹拌容器に入れ，紫外光および可視光照射による，回転流の渦を消失・（再）形成する制御を試みた．

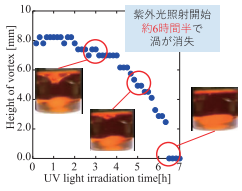


図　渦消失の様子と紫外光照射時間の関係

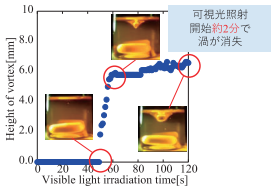
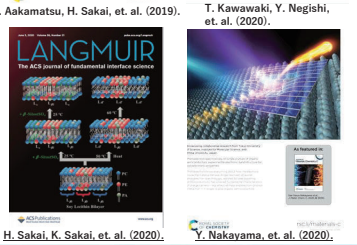


図　渦形成の様子と可視光照射時間の関係

紫外光照射による粘度増加に伴う渦の消失，可視光照射による粘度減少に伴う渦の（再）形成が確認された．
→ 回転流体機械（ターボ機械，トルクコンバータなど）への応用が可能

部門員の発表論文が多数Cover Pageに採用

M. Aakamatsu, H. Sakai, et. al. (2019).
T. Kawawaki, Y. Negishi, et. al. (2020).
S. Osawa, H. Otsuka, et. al. (2020).
H. Kamebuchi, M. Tadokoro. et. al. (2020).



H. Sakai, K. Sakai, et. al. (2020).
Y. Nakayama, et. al. (2020).

部門員が中心となって国際会議を開催

▶ 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、「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。また、部門のアクティビティーを国内外に積極的に発信したい。

【連絡先】部門長（理工学部先端化学科）酒井秀樹
hisakai@rs.tus.ac.jp

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・風力・バイオマスなど、再生可能エネルギーの材料探索からシステム開発まで

研究推進機構　総合研究院　再生可能エネルギー技術研究部門

▶ 研究概要

世再生可能エネルギー技術の研究開発拠点として、２つのグループに分かれ、以下の活動を実施する。

◆再生可能エネルギー材料グループ：

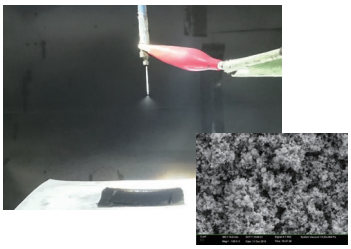
- 薄膜太陽電池/熱電発電素子のタンデム化による超高効率エネルギー変換デバイスの提案
- 太陽電池薄膜を用いた水素製造技術や、高性能な燃料電池の製造技術
- 世界に太刀打ちできるような超安価な太陽電池材料・製造手法の開発や、共通基盤技術の検討

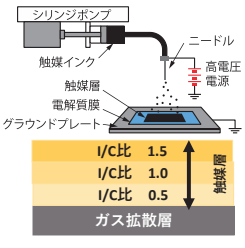
◆エネルギーマネジメントグループ：

- 各エネルギーを口スしないための、故障診断・遠隔診断・発電予測・AI活用技術の開発
- 風力発電×太陽光発電の平滑化技術の開発と、蓄電池やフライホイール等の蓄電技術との融合
- 再エネの農業向けソーラーマッチング、電気自動車、スマートハウス等への応用技術展開

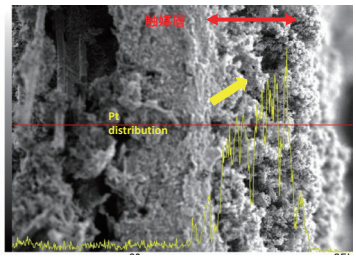
▶ 研究開発成果

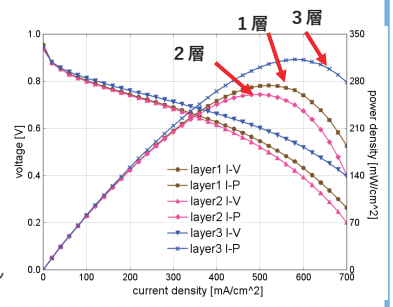
再生可能エネルギー材料グループ研究の一例）　固体高分子形燃料電池の触媒層のマルチレイヤー化





●緻密な触媒層形成が可能な静電噴霧技術を用いることで、白金量が異なるレイヤーを積み重ねた構造を作成





●レイヤー構造を持つ触媒層の作成に成功し燃料電池の性能が向上

■静電噴霧技術により緻密な触媒層構造を制御し固体高分子形燃料電池の性能向上を実現しています。

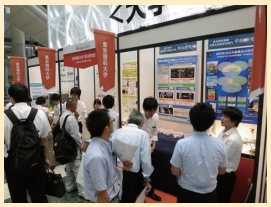
部門内の研究体制

再生可能エネルギー材料グループ

理工・電情　杉山 睦
理二・物理　趙　新為
理二・化学　秋津　貴城
理・工化　永田 衛男
基工・電子　生野　孝
理二・化学　原口　知之
理工・電情　金　宵男
諏訪理科大　渡邊　康之
愛媛大　白方　祥

エネルギーマネージメントグループ

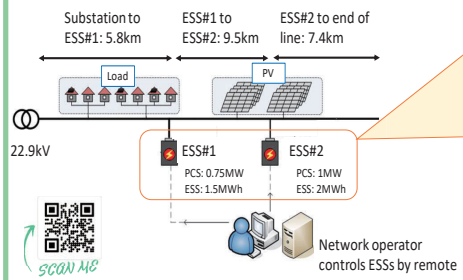
工・電気　植田　譲
理工・電情　近藤　潤次
理工・電情　片山　昇
理工・電情　小平　大輔
理工・経営　大西　悟
諏訪理科大　平田　陽一



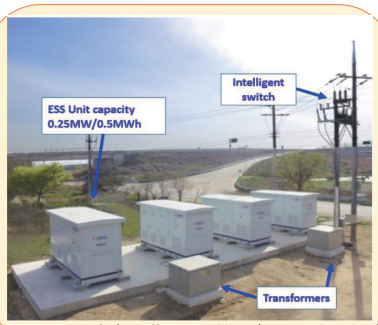
日本最大規模の展示会「PV-Japan」にて研究成果を展示・発表
（今年度は2020年12月に開催予定）

前部門時代から継続して、企業・研究者向けのセミナーを開催
（今年度は2021年1月に実施予定）

エネルギーマネージメントグループ研究の一例）太陽光発電の大量導入を支えるシステム技術



●太陽光発電が大量導入されている配電系統に、２台の蓄電池(ESS)を導入し、太陽光発電の発電を吸収する



実際に導入した蓄電池システム

●電力需要の事前予測に基づいた制御手法を提案し、１年間ESSを運用した。毎日の電力のピークが10%程度低減できることを実際の配電系統のデータを用いて示した。

	従来手法	提案手法	理想値
１日の平均ピーク削減量 [MWh]	-0.47 (-6.8%)	**-0.61 (-9.1%)**	-0.76 (-11.8%)

■蓄電池システムや電気自動車を用いて、太陽光発電の不安定な発電を安定化させ、より多くの太陽光発電の導入を実現しています。

▶ 今後の展開

- ◆ 導入・運用コストが化石燃料を用いた発電と同レベルの発電素材開発
- ◆ 様々な発電方法で得られた電力の高効率マネージメント技術開発
- ◆ 新材料・新システムなどの新技術開発
- ◆ 理科大内研究部門・外部研究機関のコラボレーション、新たな学内連携

共同研究・部門参加などの連絡先

杉山睦　（理工・電情）
mutsumi@rs.tus.ac.jp

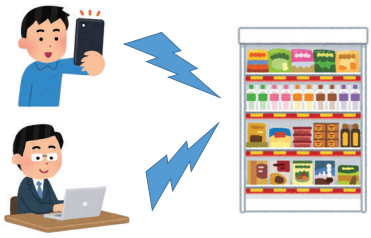
次世代物流用センサ付きRFIDタグの実現を目指して

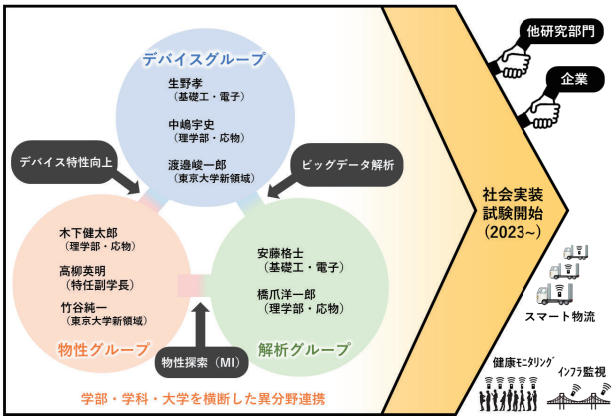
研究推進機構　総合研究院　アンビエントデバイス研究部門

▶ 研究概要

数兆個のセンサ社会
「トリリオンセンサ構想」

「コンビニ電子タグ1000億枚宣言」
（経済産業省）





【アンビエントデバイス】

- 貼付型・バラマキ型センサ
- 環境に溶け込む
- ポストスマホ市場の形成

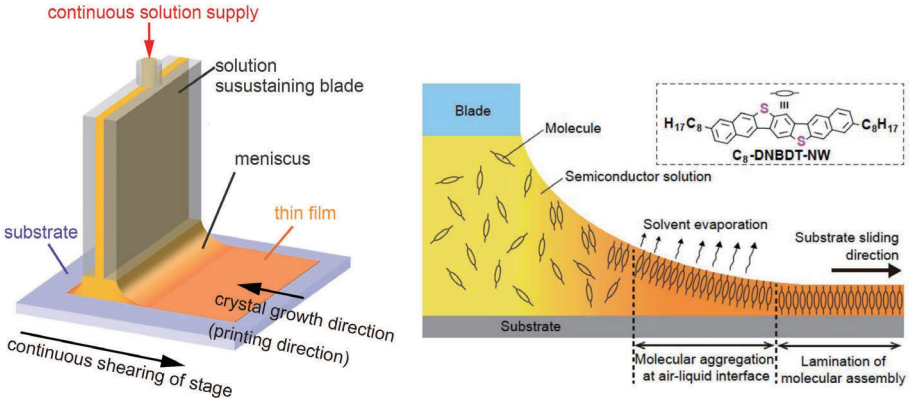
【部門の目的】

材料物性制御
デバイス創製
取得データ解析

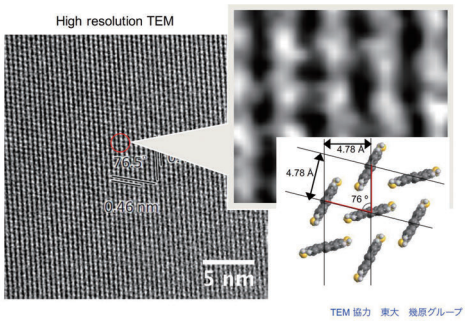
社会実装

▶ 研究開発成果

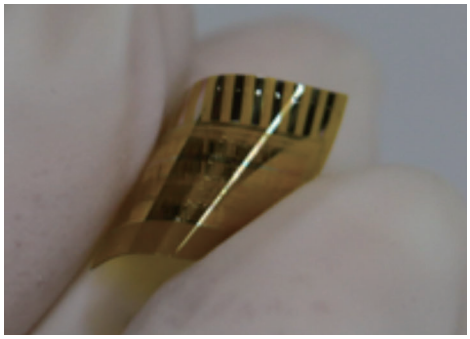
【高移動度有機単結晶薄膜をベースとした有機CMOS回路の作製】



「Edge-cast法による高移動度有機薄膜の連続形成」



「大面積有機単結晶薄膜」



「有機CMOS回路」

- 有機薄膜の単結晶化によりバンド伝導. 40 cm^2/Vsの高移動度.
- 従来のRFIDセンサノードの1/100 の価格 (1 円/ センサノード) 達成の可能性あり.
- センサ及びメモリ混載有機radio frequency identifier (RFID) タグ実現の足掛かりとなる成果.

▶ 今後の展開

- 素子の社会実装を目指し、東京大学 竹谷グループと共同で、さらなるデバイス特性向上に向けた物性制御、デバイス要素技術の構築、収集データの新規解析法の確立を進める。
- 「確率共鳴」の理論に基づき、環境雑音を利用することで、高S/N比のセンシングデバイスを実現。
- 使用済みデバイスを次のデバイスに生まれ変わらせるアップサイクル技術を開発する（生野ら、特許出願準備中）。

【連絡先】部門長（理学部応用物理学科）木下健太郎　email: kkinosita@rs.tus.ac.jp

7

東京理科大学 TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

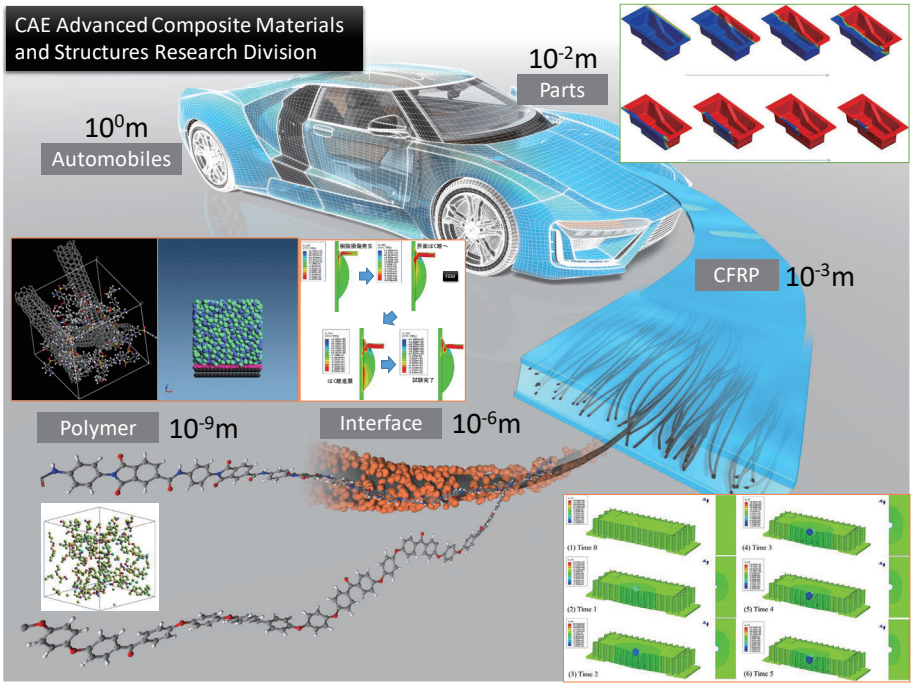
RIST TUS Research Institute for Science & Technology

東京理科大学 Since 1881 140th Road to 2021

～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～

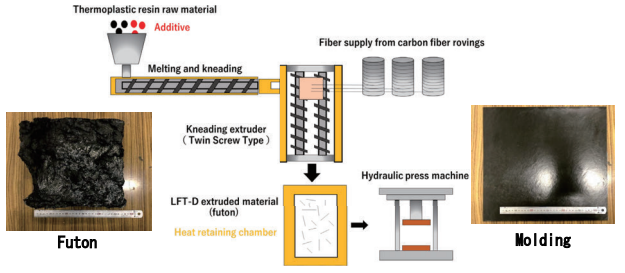
研究推進機構　総合研究院　先進複合材料・構造CAE研究部門

▶ 研究概要

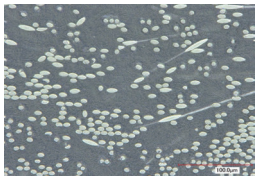


部門のコンセプト：

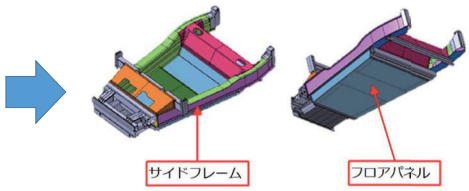
- 21世紀の材料と言って過言ではない炭素繊維強化プラスチック（CFRP）を題材とする。
- 近年主流の一つとなったCAE技術を用いた工学研究を実施する。
- 共同研究を通して，産業と強い連携を構築する
- 「手に職」をモットーに近年需要が増えてきたCAE技術者を育成し，産業へ輩出する。
- 成型～破壊までに関して、マルチスケール解析を駆使し、分子レベル～構造レベルまでを取り扱う。
- 数値シミュレーションを活用して、実験コストを大幅カット！



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.tus.ac.jp (04-7124-1501 ex.3907)
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)

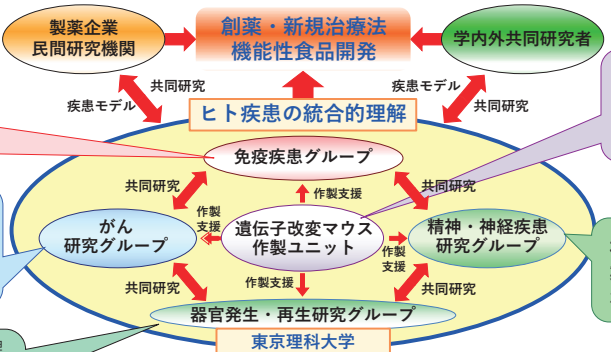
～ 遺伝子改変マウスの作製・供給・解析 ～

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。

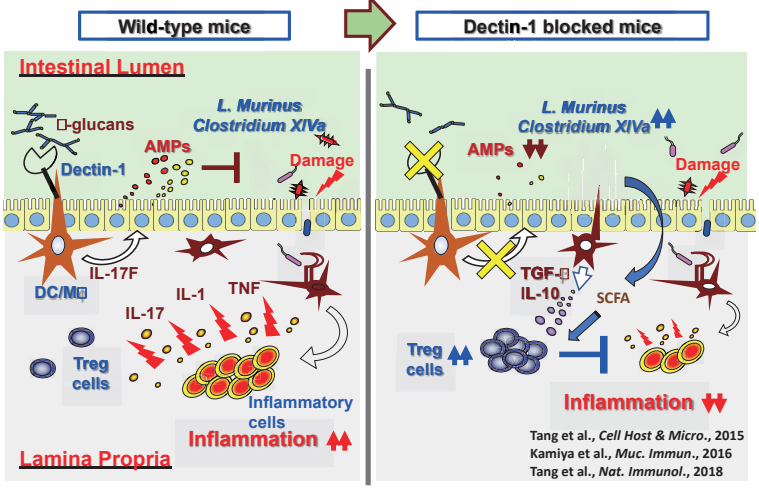
神経回路形成関連遺伝子改変マウス作製による精神・神経疾患発症機構の解析を行い、治療への応用を目指します。

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

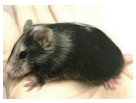
Dectin-1-IL-17Fシグナルを抑制すると腸内細菌叢が変化し、Treg細胞が増加するために、大腸炎が抑制される



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	2014	2015	2016	2017	2018	2019 年度
国内	34件	22件	11件	26件	26件	24件	20件
海外	49件	30件	40件	31件	17件	24件	14件



発生工学研究支援事業実績

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019 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	19系統
凍結保存	25系統	25系統	48系統	28系統	27系統	50系統	23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	12系統
SPF化	16系統	9系統	4系統	10系統	11系統	23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。

【連絡先】 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

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

脳の健康維持とアシスト・脳の情報処理の計測とモデル化をめざして

研究推進機構　総合研究院　脳学際研究部門

▶ 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/

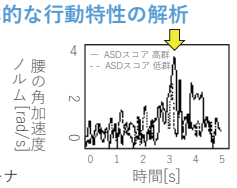
▶ 研究開発成果

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

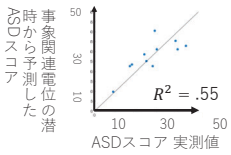
連携研究：市川（理工教養）・竹村（理工機械工）・浦川/荒木（理一応物）

●**これまでの成果**：対面接近時の無意識の行動特性と脳活動を，発達障害自閉症（ASD）の診断スコアと関連して予測できることを初めて解明

①ヒト特有の基本的な行動特性の解析

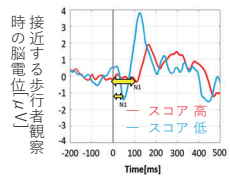


②自閉症スコアの解析



③歩行行動時の脳活動の計測

①歩行行動 ②ASDスコア ③脳活動の → 3情報の統合分析



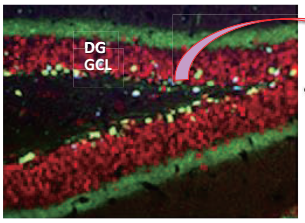
●**意義：歩行などの基本動作における個人差から，無意識あるいは意識に伴う脳内活動や個性を予測可能**

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

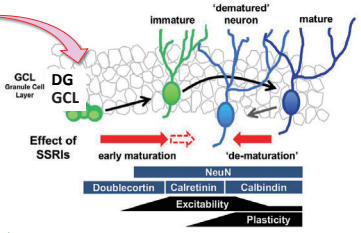
連携研究：瀬木（基礎工生物工）・斎藤/山田（薬学）

●**これまでの成果**：抗うつ薬の海馬神経回路における作用機序（遺伝子発現と神経新生の変化），およびオピオイドδ受容体の抗うつ作用を解明

海馬歯状回の成熟顆粒細胞●と，神経新生●・分化●



海馬歯状回の顆粒細胞層 既存抗うつ薬SSRIの効果



BrdU：新生マーカー　Calretinin：分化マーカー　NeuN：神経マーカー

●**意義：抗うつ過程で機能する標的遺伝子と神経新生の関連因子から次世代型の抗うつ薬の開発，およびオピオイドδ受容体関連抗うつ/抗不安薬の創薬**

▶ 今後の展開

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**
   【共同研究の可能性】脳発達と障害，記憶と認知，抗うつ・抗不安と創薬，アルツハイマー型認知症
2. **認知の神経情報処理機構の解明と数理モデルの構築**
   【共同研究の可能性】視覚認知，居眠り運転，脳波・脳活動計測，機械学習，認知神経回路の数理モデル
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**
   【共同研究の可能性】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

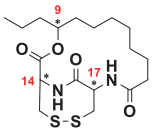
【連絡先】部門長（理工学部応用生物科学科）古市貞一
tfuruichi@rs.tus.ac.jp

抗腫瘍性物質FE399の全合成
～MNBAマクロラクタム化による世界初の合成アプローチ～

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

FE399



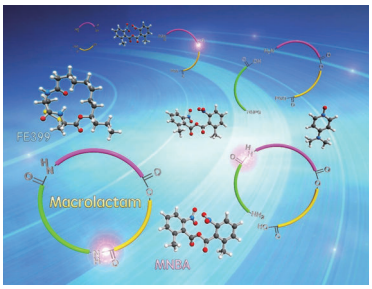
▷ マメ科植物の内生菌から単離・(平面)構造決定された天然物(二環性デプシペプチド)であるが、三次元構造がわかっていなかった。

▷ p53遺伝子変異型ヒト大腸ガン細胞に対する選択的なアポトーシス誘導活性を有する。

Y. Obayashi, T. Yoshimura, Y. Ikenoue, R. Fudo, M. Murata, T. Ando, PCT Int. Appl. WO 9700827 A1 19971127, 1997.

▷ FE399の全合成を達成し、その三次元構造(相対立体配置)を明らかにした。(MNBAマクロラクタム化による天然物全合成の世界初の合成化学的アプローチ)

▷ *European Journal of Organic Chemistry* 誌の Cover Featured Article として掲載された(*Eur. J. Org. Chem.* **2020**, 5119–5125)。

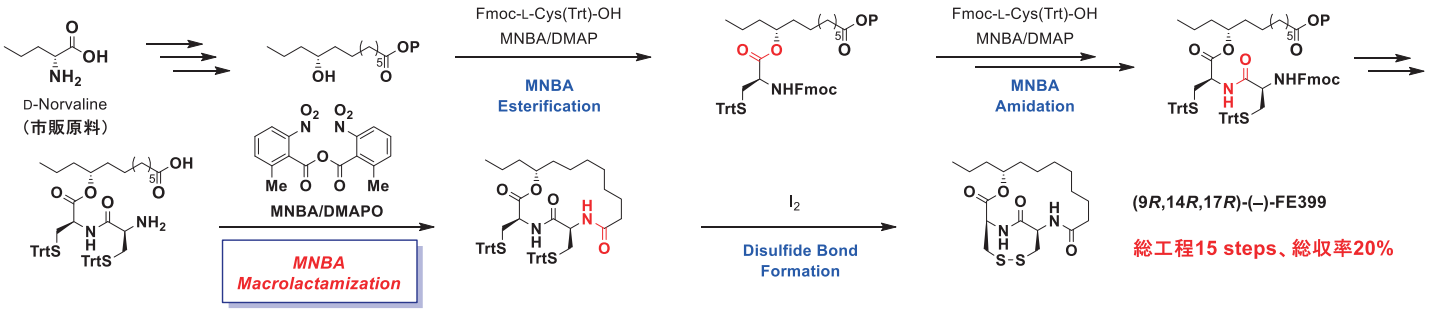


Eur. J. Org. Chem. **2020**, 5119–5125.

研究開発成果

1. 全合成スキーム

MNBAエステル化、アミド化、マクロラクタム化を駆使することで、安価な市販原料から高付加価値を有する抗腫瘍性物質の合成法を確立



総工程15 steps、総収率20%

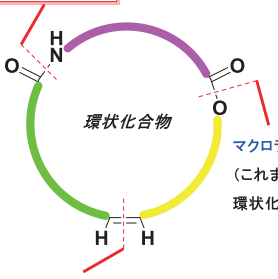
2. MNBAマクロラクタム化の開発

entry	reagent	catalyst	additive	temp. / °C	yield / %
1	**MNBA (1.3 equiv.)**	DMAP (2.6 equiv.)	none	rt	66
2	↑	↑	↑	40	74
3	↑	DMAP (0.2 equiv.)	Et_3N (2.6 equiv.)	↑	45
4	↑	DMAPO (2.6 equiv.)	none	↑	28
5	↑	**DMAPO (0.2 equiv.)**	Et_3N (2.6 equiv.)	↑	**77**
6	**HATU** (1.3 equiv.)	none	$^iPr_2NEt$ (2.6 equiv.)	↑	38

▷ MNBAマクロラクタム化において、MNBA/DMAPO系が既存のウロニウム系縮合剤を凌駕する高い活性を示すことを明らかにした。

MNBAマクロラクタム化反応とは？

新しい マクロラクタム化 反応 (MNBAを用いる高効率な環状化合物の合成法)

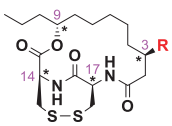


マクロラクトン化反応
(これまで多く用いられてきた環状化合物の一般的な合成法)

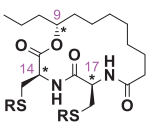
その他の環化反応の例:
ウィッティヒ反応(1979年ノーベル化学賞対象の反応)
オレフィンメタセシス反応(2005年ノーベル化学賞対象の反応)

今後の展開

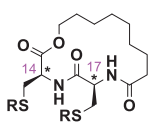
新規抗腫瘍薬開発への創薬展開



R = H (FE399);
R = OH (PM181110)
(9*R*,14*R*,17*R*)-FE399 and its congeners



R = Trt, Bn



R = Trt
Analog of FE399

▷ MNBAマクロラクタム化を基軸とする抗腫瘍性活性物質PM181110の全合成研究

▷ MNBAマクロラクタム化を基軸とするFE399類縁体の合成ならびに構造活性相関研究

[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。

Web site of ACADEMIC DETAILING at Alose Health

2. 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

3. アカデミック･ディテーラー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（図３）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（図４）として、今年度は高血圧のWeb研修プログラムを開発しました。

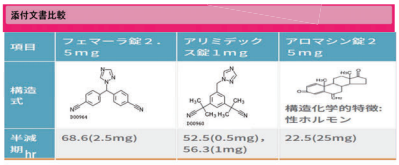


図２．医薬品の比較情報を一覧表示

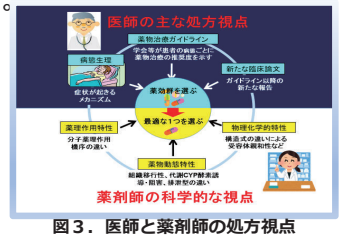


図３．医師と薬剤師の処方視点

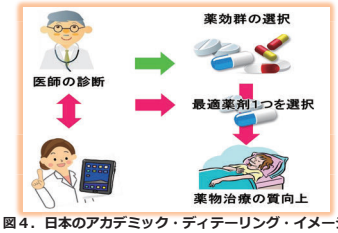


図４．日本のアカデミック・ディテーリング・イメージ

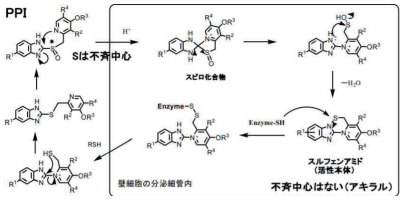


図５．プロトンポンプ阻害薬の阻害様式

4. プロトンポンプ阻害薬のアカデミックディテーリングに関する研究

◆医薬品情報におけるプロトンポンプ阻害薬の阻害様式（図５）はいずれも非可逆的であるが、現場の薬剤師はラベプラゾールのみ可逆的であるという認識がされているため、その情報源を調査しています。

▶ 研究開発成果

本邦初のアカデミックディテーラー25名誕生

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っています。

★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。

▶ 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と共に、アカデミックディテーラー養成プログラムの疾患領域拡大を図る。

【連絡先】部門長（薬学部薬学科）青山隆夫
t-aoyama@rs.tus.ac.jp

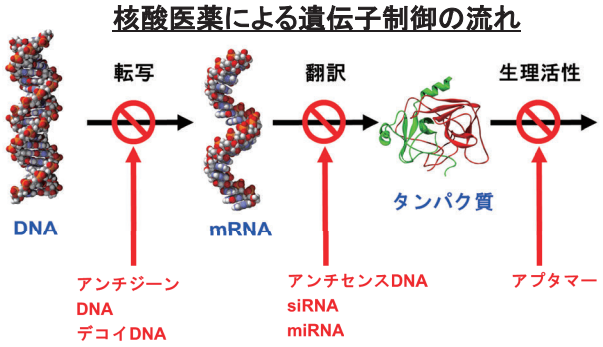
核酸創薬研究部門における基礎研究の現状

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、種々のモダリティーをターゲットに、幅広く核酸医薬に関する研究を行っています。
(各種モダリティーと作用機序に関しては右図参照)
・部門内の総力を結集し、理科大発の核酸医薬の創製を目標に活動を行っています。
・本年度は3本鎖核酸形成による遺伝子発現の抑制 (アンチジーン法)、A-to-I 編集に関する研究成果について紹介します。

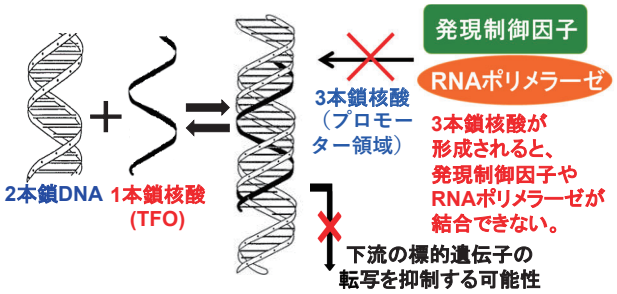
核酸医薬による遺伝子制御の流れ

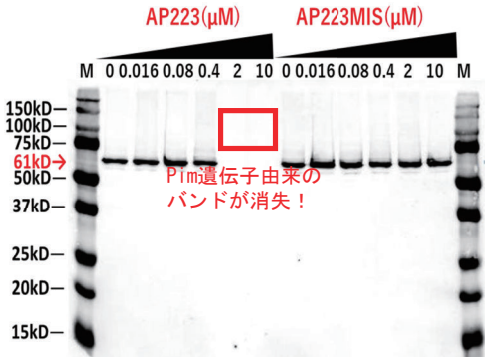


▶ 研究開発成果

1) 3本鎖核酸形成による標的遺伝子発現の人工的制御 (理学部第一部　応用化学科　鳥越秀峰教授)

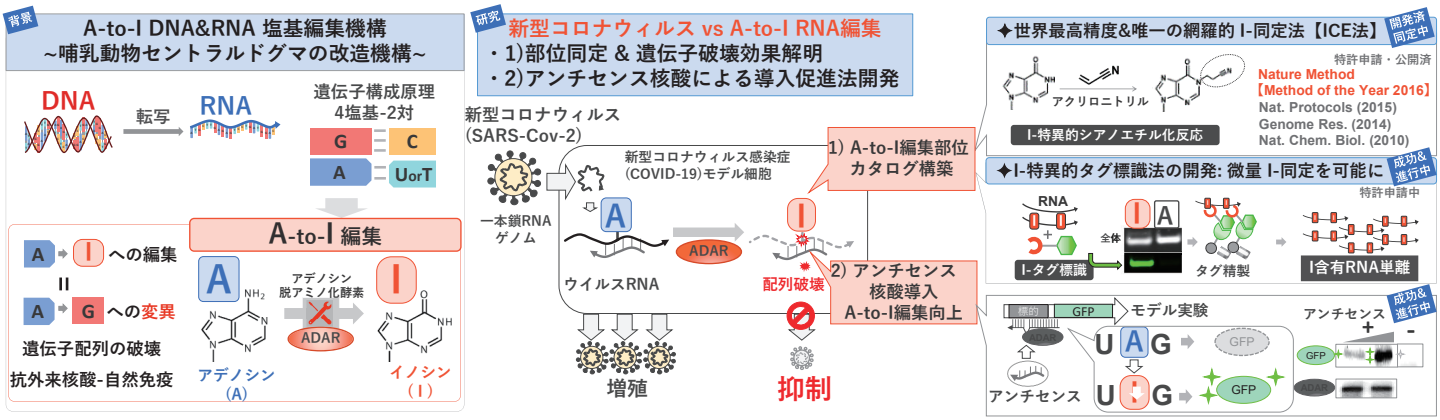
細胞外から加えた1本鎖核酸(TFO)が、標的遺伝子のプロモーターに結合して3本鎖核酸を形成する。TFOの立体障害により発現制御因子やRNAポリメラーゼが結合できず、標的遺伝子の発現が抑制される。





正常細胞と比較して様々な癌細胞で高発現するPim遺伝子のプロモーターに結合して3本鎖核酸を形成するTFO(AP223)を2μM以上の濃度で、細胞外から加えると、Pim遺伝子の発現は抑制される(左図でバンドが消失している)。しかし、3本鎖核酸を形成しないTFO(AP223MIS)を細胞外から加えても、Pim遺伝子の発現は抑制されない(左図でバンドの消失はない)。

2)A-to-I DNA&RNA塩基編集機構の解明と同定法の確立 (生命医科学研究所　櫻井雅之講師)



▶ 今後の展開

・アンチジーン法やA-to-I編集を利用した創薬への応用

・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　教授　和田猛:　twada@rs.tus.ac.jp
助教　佐藤一樹:　kazuki_sato@rs.tus.ac.jp
核酸創薬研究部門HP: https://www.rs.tus.ac.jp/nadd/

～新しい細胞を作り、医療に応用する～

研究推進機構　総合研究院　合成生物学研究部門

▶ 研究概要

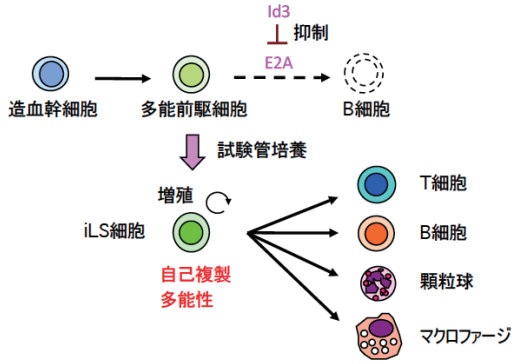
・植物ゲノムモジュールを動物ゲノムに移植することで、動物細胞に新機能を付与する。

・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。

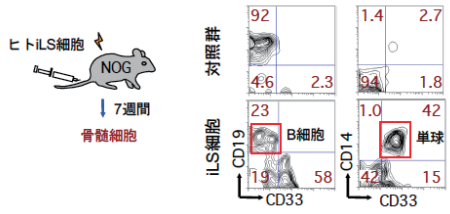
・ヒト人工白血球幹(iLS)細胞を用いて創薬・再生医療に貢献する。

▶ 研究開発成果

人工白血球幹(iLS)細胞を用いて機能的な免疫細胞を作製する



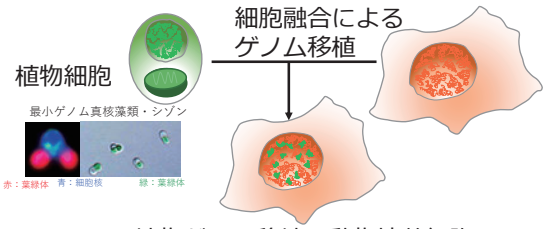
自己複製能と多能性を兼ね備えたiLS細胞



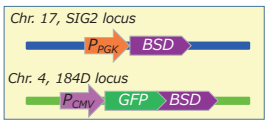
iLS細胞から作られた免疫細胞

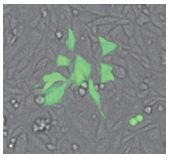
伊川友活教授　研究成果

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



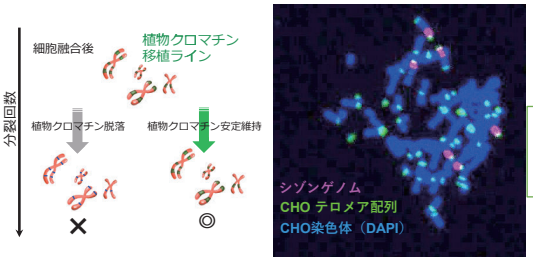
植物ゲノム移植・動物培養細胞





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



・ゲノム塩基配列解析
・RNA-seq
・プロテオーム解析
・Hi-C、エピゲノム解析

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。

・iLS細胞を用いてがん・感染症治療薬や細胞製剤を開発する。

【連絡先】部門長（生命医科学研究所）伊川　友活
ikawa@rs.tus.ac.jp

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

生命の適応、多様化、分子進化の作用機序を紐解く

研究推進機構　総合研究院　生物環境イノベーション研究部門

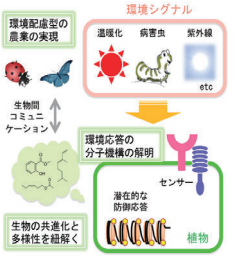
▶ 研究概要

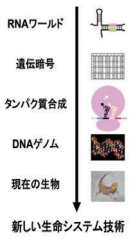
「環境適応分野」「分子進化分野」「自然共生分野」の研究分野が、従来の環境生物学、進化学、生態学の概念や垣根を壊した学術研究分野の創出と、待った無しの地球規模での環境変化の中で人類の存続に資する新しい技術シーズを構築することを目指す。

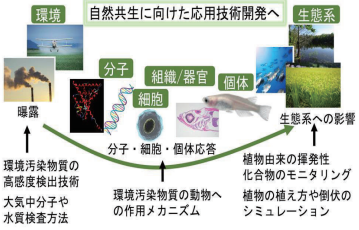
環境適応分野
生命の環境応答センシングのための作用機序を紐解く

分子進化分野
ゲノム進化やセントラルドグマの作用機序を紐解く

自然共生分野
化学物質等の生物へのリスク評価や環境管理・改善のための技術を開発する

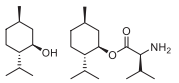






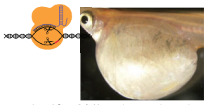
▶ 研究開発成果

植物のコミュニケーション能力を利用した免疫活性化剤の開発

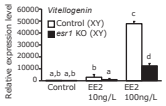


Rim et al. (2020) *Sci. Rep.*; Togashi et al. (2019) *Sci. Rep.*; Sukegawa et al. (2018) *Plant J.*; 特願2019-135612、特開2019-083736

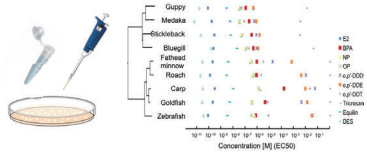
化学物質の生体内標的分子を同定するためのin vivoツール開発



エストロゲン受容体2a (ESR2a) ノックアウトメダカ Ogino et al. (2018) *J Steroid Biochem Mol Biol.*



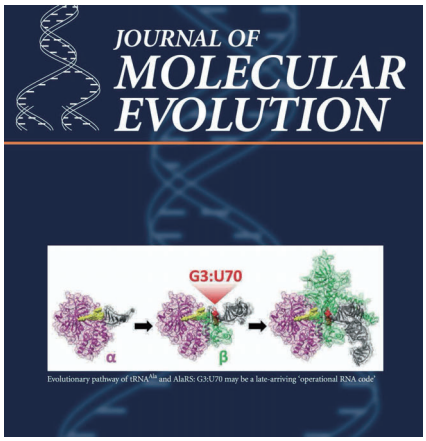
世界で初めてメダカでESR1をノックアウト、Tohyama et al. (2017) *Dev Growth Diff.*



様々な魚種の様々な核内受容体の同定と機能（化学物質に対する応答性）解析→化学物質の生物影響評価法の確立

Medaka ESRs: Miyagawa et al. (2015) *Environ Sci Technol.* Rainbowfish ARs: Bain et al. (2015) *Gen Comp Endocrinol.* Stickleback ARs: Lange et al. (2015) *Aquat Toxicol.* Fish ESRs: Tohyama et al. (2016) *J Steroid Biochem Mol Biol.* Medaka ARs: Ogino et al. (2016) *Mol Biol Evol.* Carp PXRs: Lange et al. (2017) *Toxicol In Vitro.* Zebrafish TRs: Parsons et al. (2019) *Aquat. Toxicol.*; Parsons et al. (2020) *Aquat. Toxicol.* Roach sex marker: Lange et al. (2020) *Mol Ecol Resour.*; GPER (membrane estrogen receptor): Miyaoku et al. In revise

地球上の生命システムの根幹を成す遺伝暗号の進化の手がかりを発見



Arutaki et al., *Journal of Molecular Evolution* **88,** 501–509 (2020)

▶ 今後の展開

環境適応分野
- 生命の共進化と多様性を育んむ作用機序の解明
- 環境ストレス耐性、生物間相互作用に優れた有用植物品種の開発
- 減農薬に資する免疫促進剤やコンパニオンプランツ等を活用した有機栽培技術の開発

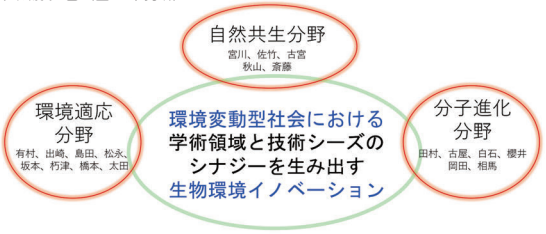
メンバー：有村源一郎、島田浩章、松永幸大（東京大）、朽津和幸、太田尚孝、出崎能丈、橋本研志、坂本卓也

分子進化分野
- 地球生命のタンパク質合成システムの最小構成要素と作用機序の解明とその利用
- RNAテクノロジーを基盤とした新しい生命システム技術の開発

メンバー：田村浩二、古屋俊樹、白石充典、櫻井雅之、岡田憲典（東京大）、相馬亜希子（千葉大）

自然共生分野
- 生物の次世代生産に影響する環境要因と作用機序の解明
- 大気中分子や環境化学物質の分析手法と生物への影響評価手法の開発

メンバー：宮川信一、佐竹信一、秋山好嗣、古宮裕子、斎藤拓也（国立環境研）



【連絡先】部門長
（基礎工学部生物工学科）
有村源一郎
garimura@rs.tus.ac.jp

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

～ 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・設計など

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など

▶ 研究開発成果

①火災時の煙等流動性状の再現実験

旧い木造共同住宅火災において離れた住戸の居住者がCO中毒で死亡
小屋裏を介した煙等の流動性状を実験で検証

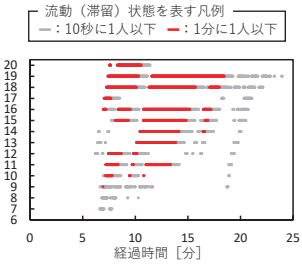
中規模模型で再現実験

天井が早期に燃抜け、小屋裏から煙拡大

②全館避難時の階段流動性状の把握

高層事務所ビルの避難訓練で一斉避難
複数の階で連続的な移動停止が発生
順次避難シナリオにより混雑緩和が必要

5～20階の避難開始から
7分後の階段内状態



階段内の滞留状態

▶ 今後の展開

- 火災リスク評価に基づく性能的な火災安全技術の研究
- 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

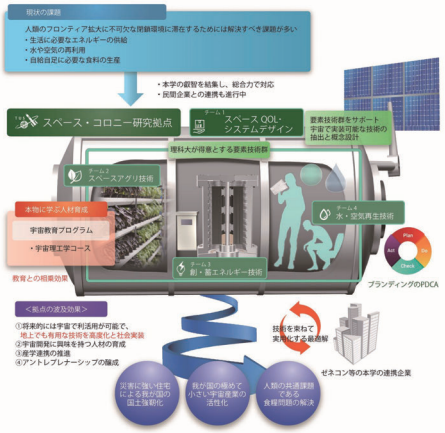
研究推進機構　総合研究院　スペース・コロニー研究センター

▶ 研究概要

宇宙で暮らすための技術

これまで醸成してきた学部・学科横断による異分野融合研究のノウハウを生かしつつ、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、宇宙というフロンティアを拡大する際に不可欠な、閉鎖空間で長期間滞在できる技術の高度化を目指した研究。

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うる。「宇宙-地上Dual開発」をすることにより、災害や食料など様々な地上の問題も解決する。

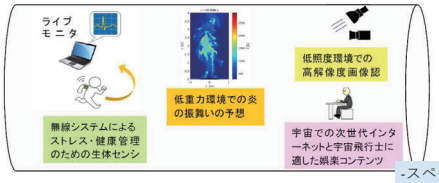


▶ 研究開発成果

■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技術の抽出とシステム設計



-スペースコロニーデモンストレーションモジュール開発。実験実証中

-運動強度・ストレス・脱水症状モニタリングツールとしてウェアラブルイオンセンサを開発

■食

↳ スペース・アグリ技術チーム

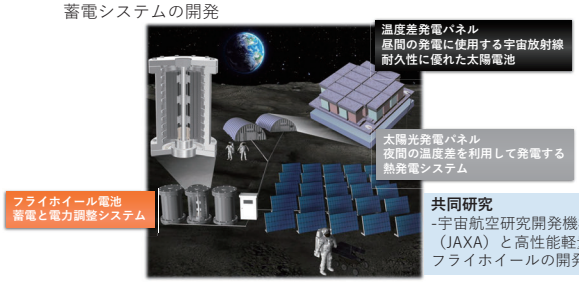
水中プラズマ技術と光触媒技術を活用することで、液体肥料の持続的な供給や、副次的に発生する藻や菌類などを除去について研究。
滅菌効果のある窒素肥料の生成や、衛生的な食糧の自給自足システムを構築するスペースアグリ要素技術の開発

共同研究
-JAXA宇宙探査イノベーションハブ袋培養技術による病虫害フリーレタスの栽培

■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ール型高エネルギー密度蓄電システムの開発

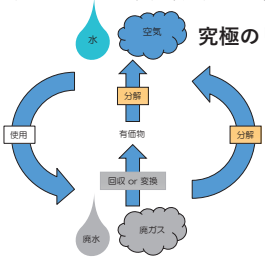


共同研究
-宇宙航空研究開発機構（JAXA）と高性能軽量CFRPフライホイールの開発

■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



究極のリサイクルシステム

共同研究
-宇宙航空研究開発機構（JAXA）との環境制御・生命維持システム(ECLSS)における水・空気再生システムの高度化と廃棄物から有価物への変換

-有人宇宙システム㈱（JAMSS）との光触媒空気浄化装置の実証試験（スペースQOL・システムデザインチームと連携）

-愛媛県産業技術研究所繊維産業技術センター（今治タオル）と光触媒抗菌タオル

▶ 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 現在8社(2020年9月時点)のコンソーシアムの拡大**
- **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**

【連絡先】スペース・コロニー研究センター
rcsc@rs.tus.ac.jp

最新情報はこちらhttps://www.tus.ac.jp/rcsc/

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

本部門は、都市・山岳・海洋・越境大気を対象に、それらの相互作用も含め、主に大気中に浮遊する微粒子（エアロゾル粒子）の大気汚染、気候変動などへの影響について研究する部門で（図１）、2016年4月に発足し、2021年3月まで活動します。本部門は、学内7名、学外22名のメンバーと3名のアドバイザリー委員で構成されています。

エアロゾル粒子の気候影響として、太陽光を直接散乱、吸収することによる直接効果と、雲凝結核として働く雲調整効果があります。

ここでは二つのプロジェクトについて、紹介します。

1. エアロゾル粒子濃度の長期変動の観測例として、富士山頂の粒子濃度と東京理科大学屋上で測定した光学的厚さについて。
2. 雲調整効果として、地球観測衛星から見た雲成長過程について。

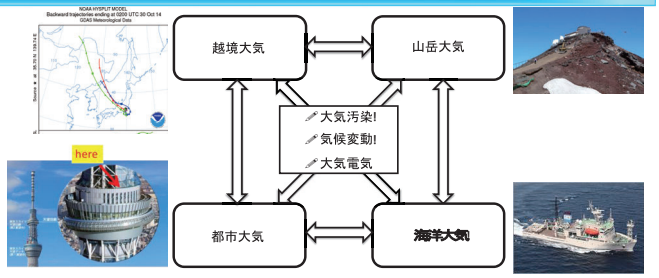


図１　研究分野の相互関係

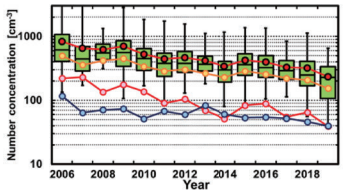
▶ 研究開発成果

温暖化対策の新たな一手、「大気エアロゾル」の研究

大気中に浮かぶ微粒子が地球を冷やす　2020.7.1

三浦和彦（理学部物理学科）

https://www.tus.ac.jp/sdgs/527



図：富士山頂で夏期に測定した粒子個数濃度の経年変化（五十嵐、2020）
2006年～2019年の14年の間に約4分の１に減少

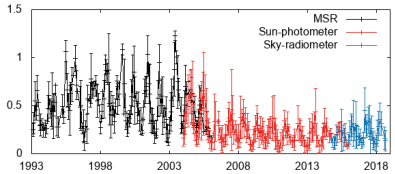


図　神楽坂で測定したエアロゾルの光学的厚さの経年変化
夏季（6～8月）に最大、冬季（11月～1月）に最小をとりながら、いくぶん、減少傾向。2005年を境に減少

・基盤研究(A) 平成17～19年度、研究分担者、分担経費 2,493.2千円
・特定領域研究計画研究、18～22年度、研究分担者、分担経費14,300千円
・理大共同研究助成金平成20年度 研究経費3,700千円
・基盤研究(C)平成22～24年度 研究経費3,400千円
・理大共同研究助成金平成23年度研究経費8,610千円
・基盤研究(C)平成25～27年度 研究経費3,900千円
・理大共同研究助成金、平成25～26年度、研究経費16,169千円
・理大共同研究助成金、平成28～29年度、研究経費13,700千円
・環境省環境研究総合推進費、平成28～30年度　研究分担者、研究経費10,497,693円

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　（東海大学）

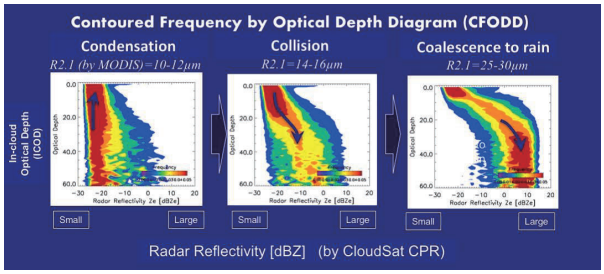


図1 MODISとCloudSatから得られた雲成長過程図（CFODD）

左：雲頂から雲底に至るまで雲粒モード
中央：雲頂　雲粒モード，雲頂から下層　ドリズル（霧粒）モード
右：雲頂からの光学的厚さ30以上の深い場所において，雨粒が卓越

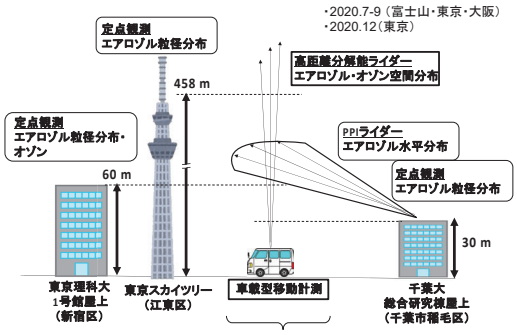
・JAXA EarthCAREミッション(ECF-003)　2016-2020年度　研究費3,565万円
・JAXA GCOM-Cミッション(ER2GCF-201)　2019-2020年度　研究費214万円

▶ 今後の展開

高層ビル街の大気汚染物質立体計測のための高距離分解能ライダーの開発

矢吹正教（京都大学）

車載ライダーの検証実験



地球表層を巡るプラスチック ―アースドクターの診断―

大河内　博（早稲田大学）

讀賣新聞オンライン 2020. 7. 27

環境研究総合推進費（課題調査型研究）申請予定2021-2023年度

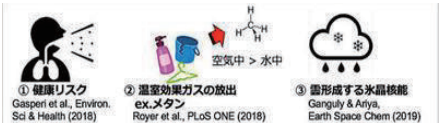


図　大気中マイクロプラスチック健康および環境リスク

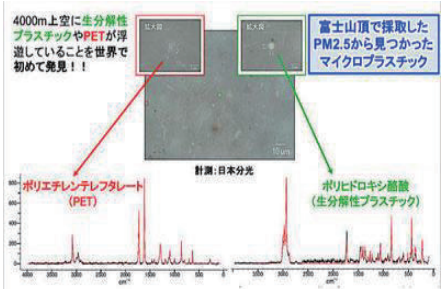


図　富士山頂で見つかった大気中マイクロプラスチックの一例

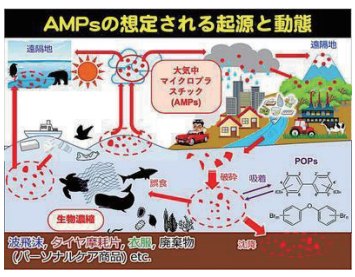


図　大気中マイクロプラスチックの想定される起源と動態

科研費費基盤研究B（2019～2021年度）直接経費（19-20年度）13,500千円
日本エアロゾル学会2020年度井伊谷賞受賞　2020.8.28

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

【連絡先】部門長（理学部物理学科）三浦和彦
miura@rs.tus.ac.jp

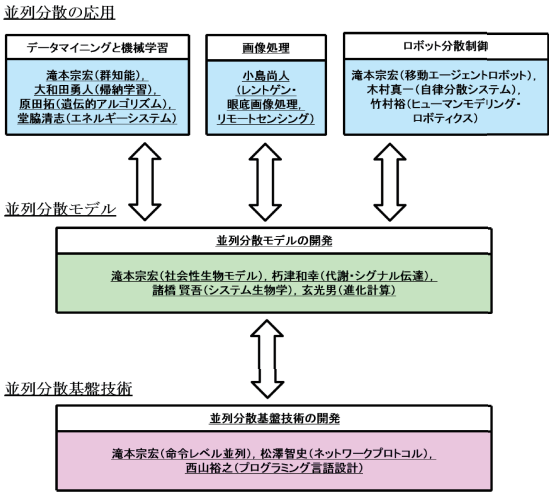
超分散知能システム研究部門における研究の現状

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．

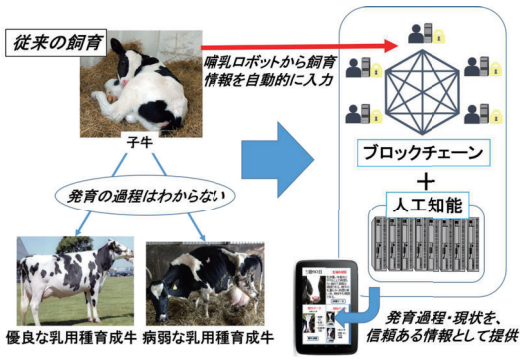
- ■ 並列分散基盤技術
  言語処理系、並列分散アルゴリズム、ネットワークプロトコルといった基盤部における効率化を進める．
- ■ 並列分散モデル
  生物の内部システムや社会性生物から得られる知見を基にした発見的手法に基づく新しい並列分散モデルを開発する．
- ■ 並列分散の応用
  データマイニングを含め、画像処理、機械学習、ロボットシステム、ソフトウェア工学ツールといった多方面への応用を目指す．



▶ 研究開発成果

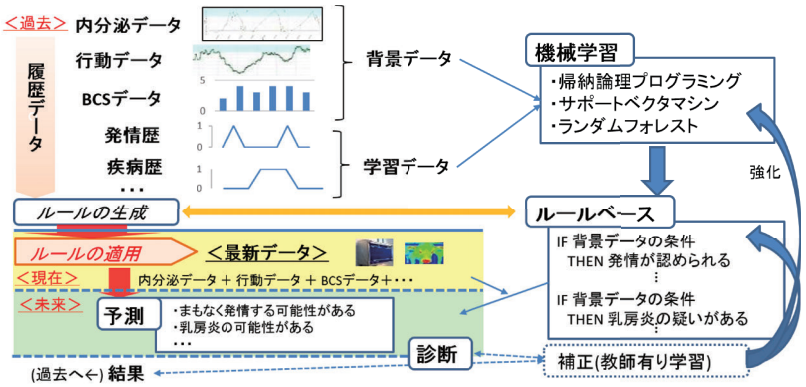
畜産振興事業：哺乳子牛と搾乳牛のトレーサビリティの高度化

子牛から乳牛になるまでの情報を，改竄が困難なブロックチェーン技術によって管理し，人工知能によって，子牛の将来の生産乳量を予測する．



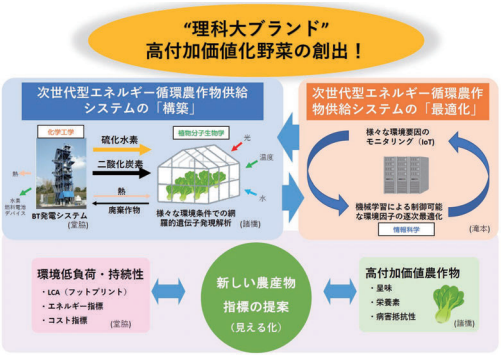
うち先導プロジェクト：搾乳ロボットを用いた飼養高度化

牛乳の成分分析を自動的に行う搾乳ロボットを用いて，ホルモン値の推移から乳牛の発情期を予測し，搾乳量低減を防ぐ．



▶ 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】部門長（理工学部情報科学科）滝本　宏宏
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

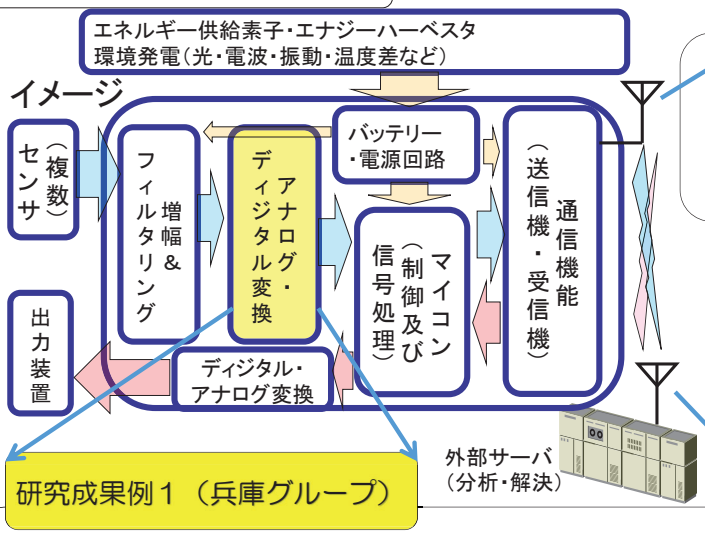
鍵はIoT
（Internet of Things）

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



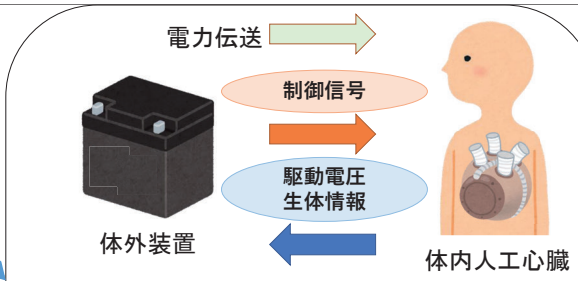
研究成果例１（兵庫グループ）

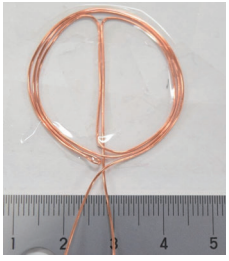
自然界とデータ世界を繋ぐIoTデバイスの心臓部
アナログ・ディジタル変換回路（ADC）の高精度化、高速化、低消費電力化

β変換技術を拡張した自己校正可能な低消費電力で低面積な逐次比較型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

・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謀る**

【連絡先】部門長（理工学部電気電子情報工学科）兵庫　明
hyogo@rs.tus.ac.jp

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

～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）を生きた題材とした　統と革新に軸足を置いた建築防災」の展開

▶ 研究開発成果

①「住宅ビジネスフェア2020」講演（2020.9.25）東京ビッグサイト
② かつしかFM 78.9 ラジオ生出演　（2020.9.11）
③ 日本建築学会　大会　論文　多数エントリー

▶ 今後の展開

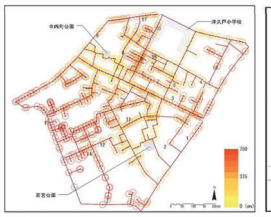
① 大地震時の避難経路の分析モデル
- 建物，塀，擁壁等の実態調査
- 街路ネットワークの設定
- 避難経路シュミレーション
- 倒壊率の算出

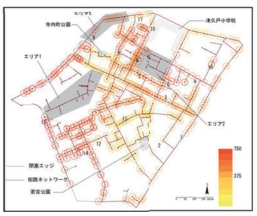
② 東京神楽坂組合（見番）調査
- 建造物現地調査
- 過去の地図での調査分析
- 室内の原寸調査
- 模型作成，納品

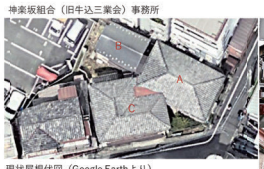
③ 劣化木部材の樹脂充填による補強
- 木造建物の把握
- 樹脂補強による実験
- 補強結果の整理
- 補強方法の確立

④ コンクリートブロック塀の安全性確保
- 被害調査
- 地域での現況調査
- 補強方法の提案と実験
- 補強方法，塗料の全国展開

⑤ 防災携帯アプリによる啓蒙
- 建物調査
- 被害予測手法の確立
- 予測手法のアプリ化
- 全国展開によるアプリ促進


道路閉塞なしの街路ネットワーク・避難距離


道路閉塞ありの街路ネットワーク・避難距離


神楽坂組合（旧牛込三業会）事務所
現状屋根伏図（Google Earthより）
A・B・C三棟の建物を繋いで組合事務所および練習場として使用されている
2019年4月　組合理事会理事長より依頼
2019年6月-7月　現地実測調査実施

樹脂(硬質型エポキシ樹脂)の注入

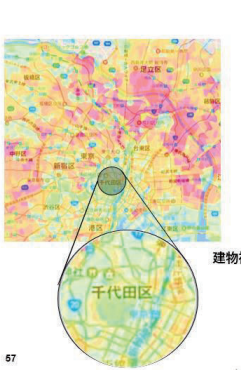
蟻害させた試験体
(和歌山の蟻害フィールドで約1～3ヶ月暴露)

樹脂注入について
- 有機系樹脂は紫外線劣化しやすい
- 蟻害が生じるのは主に湿気の高い土台付近(紫外線が届かない)
- 樹脂の使用は耐久性上有利(不利にはならない)
- よって，構造性能を中心に検討

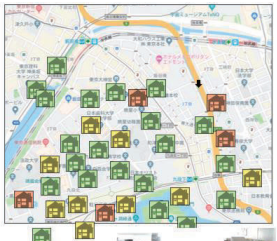
加力状況(加力サイクル：1/450~1/503回ずつ，1/15および 1/10を1回ずつ)

補強方法

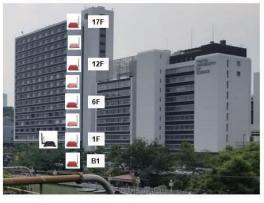
ポリウレア樹脂
■硬化が早く，施工性が良い
■耐水性，耐薬性，耐食性を持つ
アラミド帯
■引張破断耐力2.5tのアラミド繊維の帯
■幅45mmの黒いアラミド帯と幅15mmの青いアラミド帯



建物被災度評価マップ



設置レイアウト案
計測ユニット：B1/1/6/12/17Fの男性用トイレ内
中継ユニット：電波状況に応じて中間階の男子トイレ内
ゲートウエイ：1F男子トイレ内に設置



計測ユニット HM-5013-S
B1・1・6・12・17F床面に設置し振動測定・測量を行い
ゲートウエイにデータ送信する

中継ユニット RP-5013-S
HM-5013-S間の電波を中継する
HM-5013-S以外の階に無線機能に応じて設置

ゲートウエイ GW-5013-S
クラウドサーバへHM-5013-Sのデータを送信する。1Fに設置を想定しているがB1～17F間であれば場所を選ばない

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**で実践および展開実施していく。

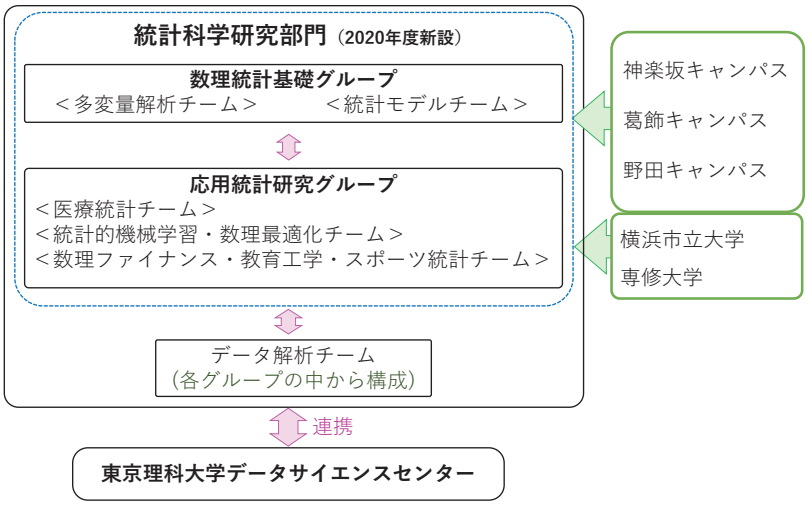
【連絡先】部門長（工学部建築学科）高橋　治
o.taka@rs.tus.ac.jp

数理統計基礎研究と応用統計研究の発展及びその融合

研究推進機構　総合研究院　統計科学研究部門

▶ 研究概要

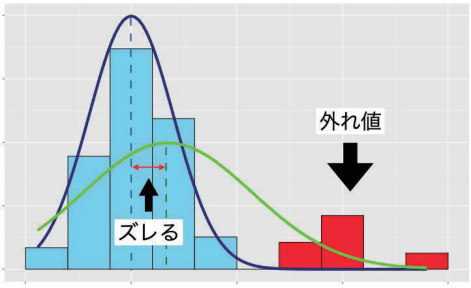
- AI 及びデータサイエンスの研究基盤である統計科学研究において、国内ばかりでなく世界をリードする研究体制を構築し研究拠点を形成する。
- 統計科学に関する分野において、研究テーマは異なるが、その背後にある共通理論に関心を持つ本学の教員が集結し、本質的な理論や新たな統計的手法を開拓する。



▶ 研究開発成果

▶数理統計基礎グループ

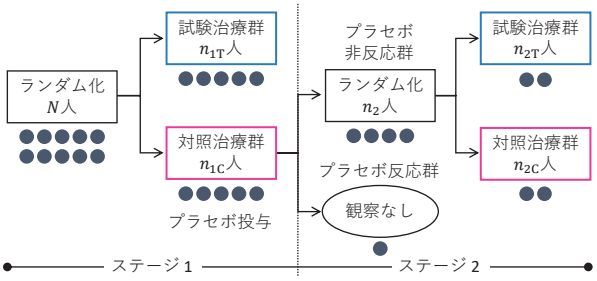
多変量解析チーム



外れ値の混入に影響されないロバストな統計手法の開発や数理的な研究

▶応用統計研究グループ

医療統計チーム



プラセボ効果に対処する臨床試験のデザイン：
SPCD (sequential parallel comparison design)のもとでの新しいデータ解析法（治療効果の推測法）の構築

▶ 今後の展開

- キャンパス間や学部学科間を超えた統計学に携わる教員・学生による共同研究及び研究集会の実施
- 国立がん研究センターと東京理科大学生命医科学研究所との連携及び共同研究
- 東京理科大学データサイエンスセンターと連携し、企業など外部機関との共同研究

【連絡先】部門長（理学部第一部応用数学科）瀬尾 隆
seo@rs.tus.ac.jp

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

赤外自由電子レーザー研究センターにおける基礎研究の現状

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

・赤外自由電子レーザー(Infrared Free-Electron Laser, IR-FEL)は、波長3-20 μmで波長可変の、高輝度・高出力のピコ秒パルスレーザーである。
・分子の指紋領域と呼ばれる赤外波長領域には、炭素ー水素、炭素ー酸素、炭素ー炭素、炭素ー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。
・IR-FELを照射することによって振動モード選択的な化学反応を引き起こすことができる。
・本研究では、
①アミロイド線維を照射ターゲットとし、実験と理論計算の融合研究を実施した。
②セルロース線維に対して近赤外波長と中赤外波長を組み合わせて照射することによってグルコースを効率よく得ることに成功した。

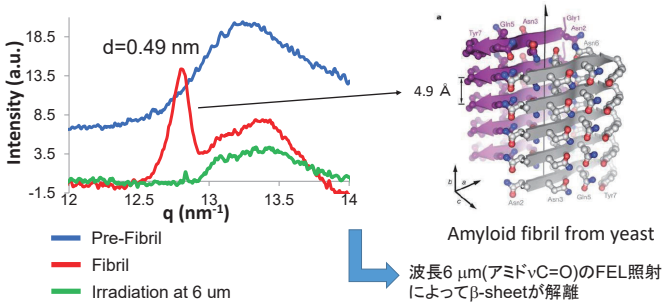
▶ 研究開発成果

① “Infrared Laser-Induced Amyloid Fibril Dissociation: A Joint Experimental/Theoretical Study on the GNNQQNY Peptide”

T. Kawasaki et al., *J. Phys. Chem. B*, **124**(29), 6266-6277 (2020).

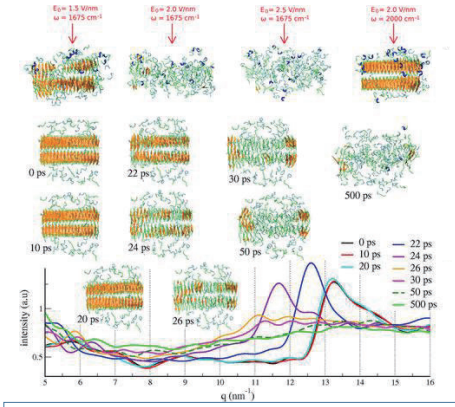
実験と理論を組み合わせることによってアミロイド線維がアミドI波長(6 μm)のFEL照射によって解離することを実証した。

1-1 Experimental study (Synchrotron-radiation X-ray scattering)



波長6 μm(アミドνC=O)のFEL照射によってβ-sheetが解離

1-2 Theoretical study by non-equilibrium molecular simulation



20-500 ピコ秒のFEL照射
⇒線維構造が解離する。

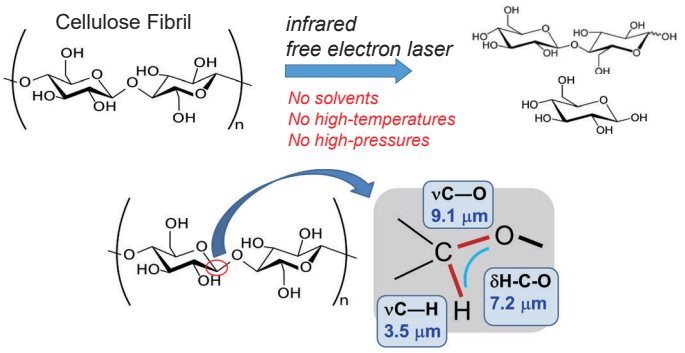
1675 cm^{-1}で解離が起こり、2000 cm^{-1}では起こらない。
⇒振動モード選択性が実証された。

2020.08.05付プレスリリース：
“赤外レーザーの照射によるアミロイドタンパク質凝集体の解離機構を解明 ～実験と理論計算の融合により難病の治療法開発に新たな光を灯す～”

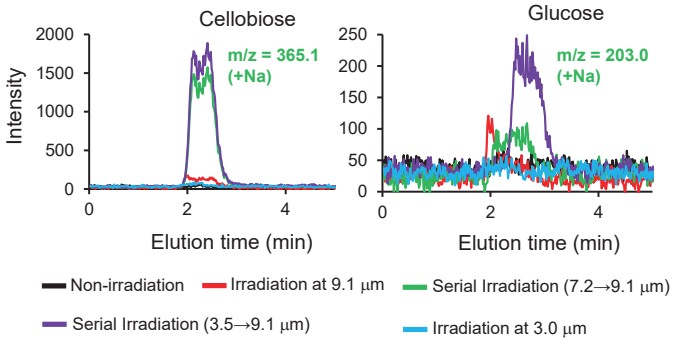
② “Cellulose Degradation by Infrared Free Electron Laser”

T. Kawasaki, et al. *Energy & Fuels*, **34**(7), 9064-9068 (2020).

中赤外及び近赤外の波長のFELを連続的に照射することによってセルロースからグルコースを得ることに成功した。溶媒、高温、高圧を必要としないため、新規グリーンテクノロジーとして期待される。



マスクロマトグラフィー分析



2020.06.29付プレスリリース：
“赤外自由電子レーザー照射によりセルロースがグルコースに効率的に分解することを発見～グリーンプロセスとしてバイオエタノール生産などへの活用に期待～”

▶ 今後の展開

・アミロイドーシス疾患モデルマウスへの照射条件の検討（国立大学保健学部との共同研究）
・木質系バイオマスに対する分解効果のスケールアップ等の検討（環境系企業との共同研究）

[連絡先]　築山光一 (tsuki@rs.tus.ac.jp; (内) 71+5729), 川崎平康(kawasaki@rs.tus.ac.jp; (内) 6200)

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

～ 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

▶ 研究概要

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

▶ 研究開発成果

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 、特に野生的商特異点や正標数有理二重点に新たな知見

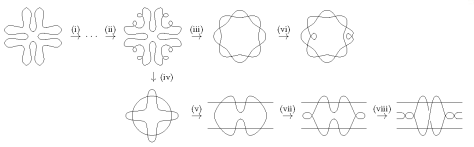
□数論的多様体の構造究明、保型形式の深い理解、ゼータ関数の零点の挙動解明

□正標数代数多様体の病理的現象の究明

□Enriques 曲面の対称性に関する新たな知見

Kummer's quartic surface
(実値点の概形)

Enriques 曲面の自己対合の特殊化図式

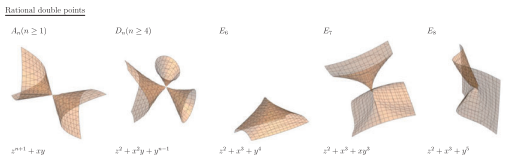


Equisingular loci for even-dimensional simple singularities in characteristic 2

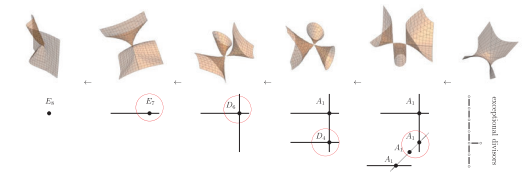
Type	$f(x,y,z)$	Def. $=f(x,y,z)+$	ES
$A_k(k\geq 1)$	$z^{k+1}+xy$	$a_{k-1}z^{k-1}+a_{k-2}z^{k-2}+\cdots+a_0$ (k even) $az^k+a_{k-1}z^{k-1}+\cdots+a_0$ (k odd)	0 $(z^2+\alpha)^m+xy \quad (k+1=2^m)$
$D^0_{2n}(n\geq 2)$	$z^2+x^2y+xy^n$	$\sum_{i=0}^{n-1} a_{iy^i}+\sum_{i=0}^{n-1} b_{ixy^i}+\sum_{i=0}^{n-1} c_{iy^iz}+\sum_{i=0}^{n-1} d_{ixy^iz}$	$z^2+x^2y+x(y+\beta)^n+\sum_{i=0}^{n-1} a_{iy^i}$
$D^r_{2n}(n\geq 2)$ $(1\leq r\leq n-1)$	$z^2+x^2y+xy^n+xy^{n-r}z$	$\sum_{i=0}^{n+r-1} a_{iy^i}+\sum_{i=0}^{n-r-1} b_{ixy^i}+\sum_{i=0}^{n-r-1} c_{iy^iz}+\sum_{i=0}^{n-1} d_{ixy^iz}$	free parameters: $a_{2r},\ldots,a_{n+r-1}$ and β $c_i=0$ for $^\forall i$, others: 0 or func. of the free param.
$D^0_{2n+1}(n\geq 2)$	$z^2+x^2y+y^nz$	$\sum_{i=0}^{n} a_{iy^i}+\sum_{i=0}^{n-1} b_{ixy^i}+\sum_{i=0}^{n-1} c_{iy^iz}+\sum_{i=0}^{n-1} d_{ixy^iz}$	$f(x,y,z)+\sum_{i=0}^{n} a_{iy^i}$
$D^r_{2n+1}(n\geq 2)$ $(1\leq r\leq n-1)$	$z^2+x^2y+y^nz+xy^{n-r}z$	$\sum_{i=0}^{n+r-1} a_{iy^i}+\sum_{i=0}^{n-r-1} b_{ixy^i}+\sum_{i=0}^{n-r-1} c_{iy^iz}+\sum_{i=0}^{n-1} d_{ixy^iz}$	free parameters: $a_{2r+1},\ldots,a_{n+r-1}$ and β $b_i=0$ for $^\forall i$, others: 0 or func. of the free param.
E^0_6	$z^3+x^3+y^4z$	$(a_0+a_2y+a_3x+a_4y)z$ $+a_5xy+a_6y+a_7x+a_8$	$f(x,y,z)+a_{12}$
E^1_6	$z^2+x^3+y^2z+xyz$	$(a_1y+a_2)z+a_3y^3+a_4y+a_5x+a_6$	0
E^0_7	$z^2+x^3+xy^3$	$(a_1y^4+a_2y^3+a_3y^2+a_4xy+a_5y+a_6x+a_7)z$ $+a_8y^4+a_9y^3+a_{10}y^2+a_{11}xy+a_{12}y+a_{13}x+a_{14}$	$f(x,y,z)+a_{13}y^4+a_{10}y^2+a_{13}x+a_{14}$ with $a_{13}=a_5^2=0$
E^1_7	$z^2+x^3+xy^3+y^4z$	$(a_1y^3+a_2y^2+a_3xy+a_4y+a_5x+a_6)z$ $+a_7y^3+a_8y^2+a_9xy+a_{10}y+a_{11}x+a_{12}$	$f(x,y,z)+a_7y^3+a_8y^2+a_{11}x+a_{12}$ with $a_{11}=a_7^2=0$
E^2_7	$z^2+x^3+xy^3+y^3z$	$(a_1y^2+a_2xy+a_3y+a_4x+a_5)z$ $+a_6y^2+a_7xy+a_8y+a_9x+a_{10}$	$f(x,y,z)+a_6y^2+a_9x+a_{10}$ with $a_9=a_{10}$, $a_9=1$
E^3_7	$z^2+x^3+xy^3+xyz$	$(a_1y+a_2)z$ $+a_3y^4+a_4y^3+a_5y^2+a_6y+a_7x+a_8$	$f(x,y,z)+a_3y^4$ with $a_3=1$
E^0_8	$z^2+x^3+y^5$	$(a_1x^3+a_2y^3+a_3xy^2+a_4y^2+a_5xy+a_6y+a_7x+a_8)z$ $+a_9xy^3+a_{10}y^3+a_{11}xy^2+a_{12}y^2+a_{13}xy+a_{14}y+a_{15}x+a_{16}$	$f(x,y,z)+a_{12}y^2+a_{14}y+a_{15}x+a_{16}$
E^1_8	$z^2+x^3+y^5+xy^3z$	$(a_1y^3+a_2xy^2+a_3y^2+a_4xy+a_5y+a_6x+a_7)z$ $+a_8xy^2+a_9y^2+a_{10}y^2+a_{11}xy+a_{12}y+a_{13}x+a_{14}$	$f(x,y,z)+a_{13}y^2z+a_2xy^2z+a_3y^2z+a_4xyz$ $+a_6xz+a_7z+a_{10}y^2+a_{12}y+a_{13}x+a_{16}$ with $a_3=a_{14}a_2$, $a_4=a_2a_3^2$, $a_5=a_1a_3^5$, $a_6=a_3^2$, $a_7=a_{14}a_2^2$, $a_{12}=a_3^4$, $a_{13}=a_2^2$
E^2_8	$z^2+x^3+y^5+xy^2z$	$(a_1y^3+a_2y^2+a_3xy+a_4y+a_5x+a_6)z$ $+a_7y^3+a_8y^2+a_9xy+a_{10}y+a_{11}x+a_{12}$	$f(x,y,z)+a_7y^2z+a_5xz+a_6z+a_{10}y+a_{11}x$ with $a_6=a_7a_5$, $a_{11}=a_5^2$, $a_{10}=a_5^2$
E^3_8	$z^2+x^3+y^5+y^3z$	$(a_1xy+a_2y+a_3x+a_4)z$ $+a_5xy^2+a_6y^2+a_7xy+a_8y+a_9x+a_{10}$	$f(x,y,z)+a_6y^2$ with $a_6=1$
E^4_8	$z^2+x^3+y^5+xyz$	$(a_1y+a_2)z+a_3y^4+a_4y^3+a_5y^2+a_6y+a_7x+a_8$	0

Normal form $=z_{2l}z+\cdots+z_{2l-1}z_1+f(x,y,z)$ $\quad(\dim 2l)$

Rational double points

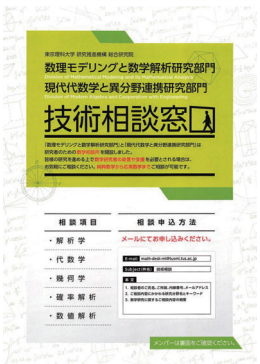


Resolution of singularity of type E_8 by succession of blowups



▶ 今後の展開

- 個の研究のさらなる推進と分野融合の推進
- 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(2020年1月より)
  「数理解析連携研究部門」との協働
- 代数学ベースの異分野との連携研究の推進 (例：代数幾何学の統計理論・学習理論への応用)
- イノベーションへ未知の領域の発掘 (技術相談窓口の拡充)



【連絡先】部門長（理工学部数学科）伊藤 浩行　　ito_hiroyuki@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　数理解析連携研究部門

▶ 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.
・感染症の数理モデルによる，感染症流行動態の解明
・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

▶ 研究開発成果

人の移動を考慮した感染症流行の数理モデル

S:未感染の人の数
I: 感染して感染をうつす可能性のある人の数

感染者がいるのはh(t)より左側
h(t)が右に動けば感染が拡大

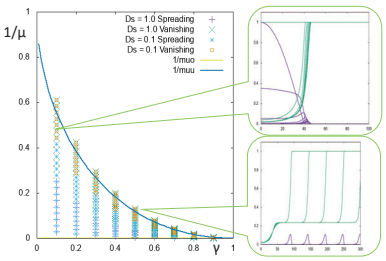
基本再生産数が大（回復率γ小）でも移動係数μ小　→　感染収束
（右図左上）
基本再生産数が小（回復率γ大）でも移動係数μ大　→　感染が拡大
（右図右下）

Y. Enatsu, E. Ishiwata, T. Ushijima*, Traveling wave solution for a diffusive simple epidemic model with a free boundary, to appear in DCDS S.
江夏 洋一，石渡 恵美子，牛島 健夫，移動境界を持つSIRモデルの進行波解について
日本応用数理学会2020年度年会，OS「時間遅れと数理」

$$
\begin{cases}
S_t &= dS_{xx} - SI, & -\infty < x < \infty, t > 0, \\
I_t &= I_{xx} + SI - \gamma I, & -\infty < x < h(t), t > 0, \\
I(x,t) &= 0, & x \geq h(t), t > 0, \\
h'(t) &= -\mu I_x(h(t),t), & t > 0, \\
S(x,0) &= S_0(x), & -\infty < x < \infty, \\
I(x,0) &= I_0(x), & -\infty < x \leq h(0).
\end{cases} \tag{1}
$$

$d > 0$ diffusion　$\gamma > 0$ Recovery rate
$h_0 > 0$ Initial front position for I at $t = 0$
$\mu > 0$ moving coefficient

進行波の存在と非存在について



【関連活動】
・神楽坂「感染症にまつわる数理」勉強会，2018年2月～.
https://www.rs.tus.ac.jp/yenatsu/kids/kids.html
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）

▶ 今後の展開

・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.

・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.

部門長　理学部第一部数学科　加藤 圭一
メール：kato@rs.tus.ac.jp

ナノ技術とその量子情報およびエレクトロニクス応用

研究推進機構　総合研究院　ナノ量子情報研究部門

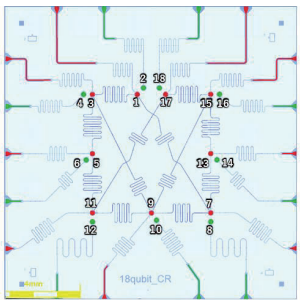
▶ 研究概要

理論・実験両面から、超伝導量子ビット、光量子ビット、スピン量子ビットの最適動作（環境）の解明を目的。

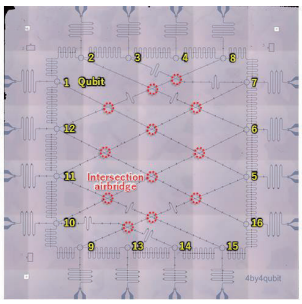
背景　契機：カナダのD-wave systems社の超伝導アニーリングマシン(2011年)
大きな衝撃：汎用タイプであるGoogleがゲートタイプで、量子超越性を達成
➡ ゲートタイプ量子コンピュータの重要性

▶ 研究開発成果

スケーラブル集積超伝導量子コンピュータチップ設計と作成



18ビット一方向計算対応量子チップ

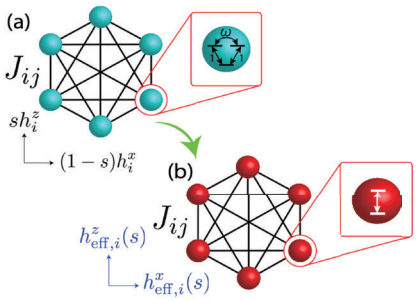


16ビット表面コード対応量子チップ

新規に提案した**「擬2次元ネットワーク」**を使い、集積超伝導量子ビットチップを試作

◆18量子ビットの3 x 3の量子ビットアレー（一方向モデル対応）
◆16量子ビットの4 x 4量子ビットアレー（ゲートモデル対応）

量子情報理論



●縮退二準位系による性能向上の可能性を探索
●量子アニーリングの効率化

●チャネル符号化の定理の量子系への拡張
●非可換代数をもとにした暗号理論と実装
●量子開放系とマスター方程式

▶ 今後の展開

1．**ムーンショット目標6のプロジェクト名「超伝導量子回路の集積化技術の開発」に参画**
（2020年度～2024年度）

●物理量子ビット数低減のための、ボゾニックコードを実証した超伝導量子ビットの開発

2. 東大との共同研究

●単一希土類原子とナノ光ファイバー共振器との結合実験

●カーボンナノチューブとナノファイバー間のカイラルな室温での光学結合

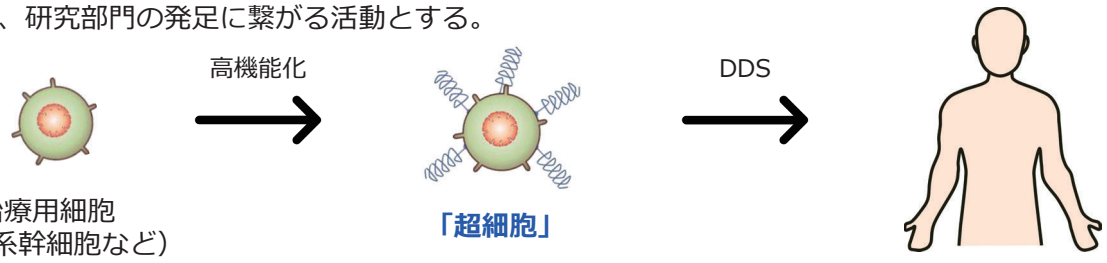
【連絡先】部門長（総合研究院）**髙柳　英明**
h-taka@rs.tus.ac.jp

再生医療を加速する超細胞・DDS開発研究の現状

研究推進機構 総合研究院 再生医療を加速する超細胞・DDS開発研究懇談会

▶ 研究概要

再生医療の加速を目的として、細胞を高機能化することにより「超細胞」を開発するとともに、細胞をはじめとする各種機能性分子の体内動態を精密に制御するDDSを開発し、呼吸器・脳疾患、免疫疾患、がんなどに対する治療法の開発につなげることを目標とする。また、本懇談会の１年間の活動を通してメンバー間での議論を重ねることで、研究部門の発足に繋がる活動とする。



【細胞・臓器再生グループ】

- **礒濱洋一郎**　薬・薬学　臓器機能評価・臓器再生
- **花輪剛久**　薬・薬学　細胞制御基剤開発
- **早田匡芳**　薬・生命創薬科学　骨再生・オルガノイド開発

評価結果 フィードバック ／ 超細胞 DDS 提供

【超細胞・DDS開発グループ】

- **西川元也・草森浩輔**　薬・薬学　超細胞開発・細胞動態制御
- **山下親正・秋田智后**　薬・薬学　脳DDS、肺再生DDS
- **牧野公子・竹内一成**　薬・薬学　細胞スフェロイド・経皮DDS

評価結果 フィードバック ／ 超細胞 DDS 提供

【物性制御・評価グループ】

- **後藤　了・大塚裕太**　薬・生命創薬科学　細胞システム物性評価
- **大島広行**　薬　細胞システム界面科学

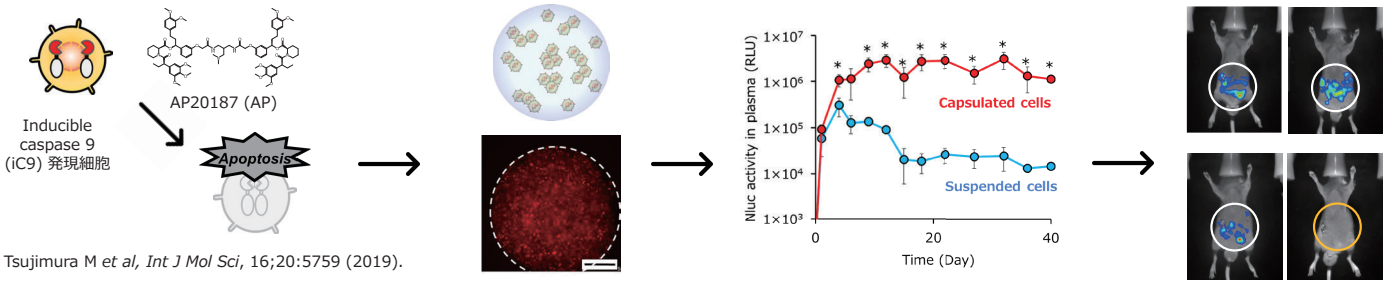
制御システム 提供 ／ 評価結果 フィードバック

【細胞機能制御システム開発グループ】

- **内呂拓実**　薬・生命創薬科学　細胞制御分子設計・開発
- **菊池明彦・小松周平**　基礎工・材料工学　再生医療･細胞制御素材開発
- **秋山好嗣**　基礎工・教養　バイオマテリアル開発

▶ 研究開発成果

【アルギン酸カプセル内包 iC9 発現間葉系幹細胞の機能制御】



Tsujimura M *et al, Int J Mol Sci*, 16;20:5759 (2019).

細胞増殖制御機能搭載細胞の樹立　→　**アルギン酸カプセル化 iC9導入細胞**　→　**カプセル化による移植効率の向上**　→　**移植細胞のAPによる制御**

▶ 今後の展開

懇談会参画メンバー共通の達成目標を設定し、その実現に向けてグループ間での共同研究を推進するとともに、学内・学外の研究者と「**再生医療を加速する超細胞・DDS開発研究**」に関する共同研究体制を構築し、外部資金獲得のための礎を築く。

【連絡先】懇談会座長（薬学部薬学科）西川元也
makiya@rs.tus.ac.jp

事業開催記録

No	事 業 概 要
1	【主催】ナノ量子情報研究部門 ナノ量子情報研究部門セミナー 開催日：2020 年 6 月 18 日（木） 場　所：神楽坂キャンパス　3 号館　322 教室
2	【主催】異分野交流懇談会 第 4 回研究会　LPWA「The Things Network(TTN)」を使用した IoT ネットワークの構築 開催日：2020 年 6 月 26 日（金） 場　所：オンライン開催
3	【主催】非一様物質科学懇談会 構造材料電子論的エンジニアリング　第 3 回研究会 開催日：2020 年 7 月 16 日（木） 場　所：オンライン開催
4	【共催】ナノカーボン研究部門 構造材料電子論的エンジニアリング　第 3 回研究会 開催日：2020 年 7 月 16 日（木） 場　所：オンライン開催
5	【共催】先進複合材料・構造 CAE 研究部門 構造材料電子論的エンジニアリング　第 3 回研究会 開催日：2020 年 7 月 16 日（木） 場　所：オンライン開催
6	【共催】大気科学研究部門 白鳳丸 KH-17-5Leg2 航海データ検討会 開催日：2020 年 7 月 18 日（土） 場　所：オンライン開催
7	【主催】科学・技術と人文学・社会科学懇談会 2020 年度第一回研究会　公衆衛生倫理と社会疫学 開催日：2020 年 7 月 27 日（月） 場　所：オンライン開催
8	【主催】アンビエントデバイス研究部門 アンビエントデバイス研究部門ミーティング 開催日：2020 年 7 月 29 日（水） 場　所：東葛テクノプラザ
9	【共催】大気科学研究部門 みらい MR16-06 航海データ検討会 開催日：2020 年 8 月 2 日（日） 場　所：オンライン開催
10	【主催】先進複合材料・構造 CAE 研究部門 第 9 回　先進複合材料・構造 CAE セミナー 開催日：2020 年 8 月 4 日（火） 場　所：オンライン開催
11	【共催】数理解析連携研究部門＆現代代数学と異分野連携研究部門 談話会 開催日：2020 年 8 月 26 日（水） 場　所：オンライン開催
12	【主催】スペース・コロニー研究センター 第 8 回　スペース・コロニー講演会 開催日：2020 年 8 月 27 日（木） 場　所：オンライン開催

No	事 業 概 要
13	【主催】アンビエントデバイス研究部門 アンビエントデバイス研究部門ミーティング 開催日：2020 年 9 月 2 日（水） 場　所：オンライン開催
14	【主催】先進複合材料・構造 CAE 研究部門 第 10 回先進複合材料・構造 CAE セミナー 開催日：2020 年 9 月 9 日（水） 場　所：オンライン開催
15	【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 B コース 開催日：2020 年 9 月 12 日（土） 場　所：オンライン開催
16	【共催】ナノカーボン研究部門 サイエンスフェス 2020 in 大分 開催日：2020 年 9 月 12 日（土） 場　所：J:COM ホルトホール大分
17	【共催】大気科学研究部門 スカイツリーで観測したデータ検討会 開催日：2020 年 9 月 18 日（金） 場　所：オンライン開催
18	【主催】先進複合材料・構造 CAE 研究部門 第 11 回　先進複合材料・構造 CAE セミナー 開催日：2020 年 9 月 28 日（月） 場　所：オンライン開催
19	【主催】異分野交流懇談会 第 5 回研究会 「はたらくカタチ　起業のカタチ」 開催日：2020 年 10 月 1 日（木） 場　所：オンライン開催
20	【共催】数理解析連携研究部門 談話会 開催日：2020 年 10 月 1 日（木） 場　所：オンライン開催
21	【主催】スペース・コロニー研究センター 第 9 回　スペース・コロニー講演会 開催日：2020 年 10 月 15 日（木） 場　所：オンライン開催
22	【主催】数理解析連携研究部門 数理物理講義 開催日：2020 年 10 月 16 日（金） 場　所：神楽坂キャンパス　3 号館　5 階　353 教室（関係者）、オンライン開催
23	【主催】ナノ量子情報研究部門 ナノ量子情報研究部門研究会 開催日：2020 年 10 月 19 日（月） 場　所：オンライン開催
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 科学する楽しみ―我々の健康で快適な生活を支える水の役割と不思議― 開催日：2020 年 10 月 31 日（土） 場　所：オンライン開催

No	事 業 概 要
25	【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 11 月 9 日（月） 場　所：オンライン開催
26	【主催】生物環境イノベーション研究部門 生物環境イノベーション研究部門シンポジウム 開催日：2020 年 11 月 12 日（木） 場　所：葛飾キャンパス　図書館大ホール（一般参加はオンライン）
27	【主催】統計科学研究部門 第 2 回統計科学セミナー 開催日：2020 年 11 月 16 日（月） 場　所：オンライン開催／野田キャンパス 講義棟 K405
28	【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 C コース 開催日：2020 年 11 月 21 日（土） 場　所：オンライン開催
29	【主催】光触媒国際研究センター 令和元年度 光触媒研究推進拠点 成果報告会／第25回シンポジウム「光触媒反応の最新の展開」 開催日：2020 年 11 月 27 日（金） 場　所：オンライン開催
30	【主催】非一様物質科学懇談会 構造材料電子論的エンジニアリング第 4 回研究会 開催日：2020 年 12 月 2 日（水） 場　所：WEB 会議
31	【共催】ナノカーボン研究部門 構造材料電子論的エンジニアリング第 4 回研究会 開催日：2020 年 12 月 2 日（水） 場　所：WEB 会議
32	【共催】先進複合材料・構造 CAE 研究部門 構造材料電子論的エンジニアリング第 4 回研究会 開催日：2020 年 12 月 2 日（水） 場　所：WEB 会議
33	【主催】生物環境イノベーション研究部門 生物環境イノベーションセミナー 開催日：2020 年 12 月 2 日（水）、9 日（水）、15 日（火） 場　所：オンライン開催
34	【主催】核酸創薬研究部門 核酸創薬研究部門　第 3 回シンポジウム 開催日：2020 年 12 月 5 日（土） 場　所：オンライン開催
35	【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 MRM フォーラム 2020：TS-7「材料機能・物性を理解・制御する表面・界面・ 局所空間における水研究の新しい科学」 開催日：2020 年 12 月 8 日（火）～ 12 月 9 日（水） 場　所：オンライン開催
36	【主催】界面科学研究部門 第 1 回　東京理科大学界面科学研究部門　産学連携セミナー 開催日：2020 年 12 月 9 日（水） 場　所：オンライン開催

No	事 業 概 要
37	【主催】脳学際研究部門 脳学際研究部門脳科学特別研究セミナー 開催日：2020 年 12 月 10 日（木） 場　所：オンライン開催
38	【主催】脳学際研究部門 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」 開催日：2020 年 12 月 12 日（土） 場　所：オンライン開催
39	【共催】現代代数学と異分野連携研究部門 整数論講演会 2020 December 開催日：2020 年 12 月 18 日（金） 場　所：オンライン開催
40	【主催】再生医療を加速する超細胞・DDS 開発懇談会 東京理科大学薬学部 DDS シンポジウム 2020 開催日：2020 年 12 月 19 日（土） 場　所：オンライン開催
41	【共催】現代代数学と異分野連携研究部門 応用代数講演会 2020 December 開催日：2020 年 12 月 21 日（月） 場　所：オンライン開催
42	【共催】大気科学研究部門 認定 NPO 法人富士山測候所を活用する会 開催日：2020 年 12 月 26 日（金） 場　所：オンライン開催
43	【主催】脳学際研究部門 第 27 回　BIRD 脳科学セミナー 開催日：2021 年 1 月 12 日（火） 場　所：オンライン開催
44	【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 成果報告会（ウォーターサイエンス特論集中講義） 開催日：2021 年 1 月 15 日（金）～ 1 月 25 日（月） 場　所：LETUS（非同期オンライン授業）
45	【共催】非一様物質科学懇談会 PCoMS-SMee Multiscale Theory seminar 開催日：2021 年 1 月 19 日（火） 場　所：オンライン開催
46	【共催】ナノカーボン研究部門 PCoMS-SMee Multiscale Theory seminar 開催日：2021 年 1 月 19 日（火） 場　所：オンライン開催
47	【主催】スペース・コロニー研究センター 第 10 回　スペース・コロニー講演会 開催日：2021 年 1 月 26 日（火） 場　所：オンライン開催
48	【主催】再生可能エネルギー技術研究部門 第 1 回シンポジウム 再生可能エネルギー技術の最新動向 開催日：2021 年 1 月 27 日（水） 場　所：オンライン開催

No	事 業 概 要
49	【主催】技術経営戦略・金融工学社会実装研究部門 MOT シンポジウム　MOT+RIST 開催日：2021 年 2 月 11 日（木） 場　所：オンライン開催
50	【主催】合成生物学研究部門 第 2 回合成生物学研究部門シンポジウム 開催日：2021 年 2 月 19 日（金） 場　所：オンライン開催
51	【共催】数理解析連携研究部門 研究集会「Critical Exponent and Nonlinear Partial Differential Equations 2021」 開催日：2021 年 2 月 21 日（日）～ 2 月 22 日（月） 場　所：オンライン開催
52	【主催】スペース・コロニー研究センター 合同シンポジウム　総合研究院研究センター最終報告／第 2 回宇宙シンポジウム 開催日：2021 年 3 月 5 日（金） 場　所：オンライン開催
53	【主催】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成果報告会 開催日：2021 年 3 月 5 日（金） 場　所：オンライン開催
54	【主催】スペース・コロニー研究センター 第 11 回スペース・コロニー講演会 開催日：2021 年 3 月 11 日（木） 場　所：オンライン開催
55	【主催】界面科学研究部門 界面科学研究部門　2020 年度報告会 開催日：2021 年 3 月 11 日（木） 場　所：オンライン開催
56	【共催】ナノカーボン研究部門 ナノカーボン研究部門学生ワークショップ 2020 開催日：2021 年 3 月 11 日（木） 場　所：オンライン開催
57	【主催】幾何学と様々な自然現象の解析懇談会 ワークショップ「幾何学と様々な自然現象の解析」 開催日：2021 年 3 月 12 日（金） 場　所：オンライン開催
58	【主催】大気科学研究部門 大気科学研究部門第 5 回成果報告会 開催日：2021 年 3 月 13 日（土） 場　所：オンライン開催
59	【主催】統計科学研究部門 第 4 回統計科学セミナー 開催日：2021 年 3 月 15 日（月） 場　所：オンライン開催
60	【主催】非一様物質科学懇談会 非一様物質科学懇談会オンライン話題提供会 開催日：2021 年 3 月 16 日（火） 場　所：オンライン開催

No	事 業 概 要
61	【共催】ナノカーボン研究部門 非一様物質科学懇談会オンライン話題提供会 開催日：2021年3月16日（火） 場　所：オンライン開催
62	【主催】ニューロ・ナノ懇談会 ニューロ・ナノ懇談会　公開セミナー 開催日：2021年3月22日（月） 場　所：オンライン開催
63	【主催】火災科学研究所 上杉英樹先生・鈴木弘之先生追悼　耐火構造研究・動向セミナー 開催日：2021年3月22日（月） 場　所：オンライン開催
64	【主催】赤外自由電子レーザー研究センター 第27回FELとHigh-Power Radiation研究会 開催日：2021年3月22日（月）～3月23日（火） 場　所：オンライン開催

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　21 世紀 COE 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　21 世紀 COE 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　21 世紀 COE 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　21 世紀 COE 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　21 世紀 COE 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　21 世紀 COE 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　21 世紀 COE 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　21 世紀 COE 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　21 世紀 COE 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　21 世紀 COE 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　21 世紀 COE 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

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。

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
令和 2 年 3 月 17 日規程第 33 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

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) 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

(7) その他機構長が特に必要と認めた者　若干名

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６号、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。

附　則

この規程は、令和 2 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
令和 2 年 5 月 11 日規程第 86 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規程（平成30年規程第20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、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。

附　則

この規程は、令和2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。

2020年度版　総合研究院年報　No.38

発　行　日　　2022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)