ISSN 2432-2792

平成29年度版

総合研究院年報 No.35

ANNUAL REPORTS Number35

Research Institutes for Science and Technology

2017

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

序

本年報は、平成 29 年 4 月から平成 30 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、平成 17 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平成 27 年 4 月研究推進機構設置と共に改称されたものです。平成 29 年度にはスペース・コロニー研究センター、マルチスケール界面熱流体力学研究部門新設に伴い、年度末時点で 7 研究センター、19 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平成 22 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「領域専門部会」により領域固有の課題についての意見交換の機会となっています。一方、平成 26 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。

平成 30 年 3 月

東京理科大学

総合研究院(RIST)

院長　浅島　誠

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（平成 30 年 3 月 31 日現在） ……7

ハイライト ……31
火災科学研究センター ……32
赤外自由電子レーザー研究センター ……33
光触媒国際研究センター ……34
トランスレーショナルリサーチセンター ……35
イメージングフロンティアセンター ……36
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 ……37
スペース・コロニー研究センター ……38
ナノカーボン研究部門 ……39
未利用熱エネルギー変換研究部門 ……40
界面科学研究部門 ……41
分子連関相乗系研究部門 ……42
先端都市建築研究部門 ……43
アカデミック・ディテーリング・データベース部門 ……44
医理工連携研究部門 ……45
数理モデリングと数学解析研究部門 ……46
再生医療と DDS の融合研究部門 ……47
太陽光発電技術研究部門 ……48
先端 EC デバイス研究部門 ……49
アグリ・バイオ工学研究部門 ……50
ものこと双発研究部門 ……51
大気科学研究部門 ……52
超分散知能システム研究部門 ……53
脳学際研究部門 ……54
インテリジェントシステム研究部門 ……55

先進農業エネルギー理工学研究部門……56
現代代数学と異分野連携研究部門……57
マルチスケール界面熱流体力学研究部門……58

研究センター・研究部門別の研究報告 ……59
火災科学研究センター……61
赤外自由電子レーザー研究センター……71
光触媒国際研究センター……81
トランスレーショナルリサーチセンター……97
イメージングフロンティアセンター……109
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…121
スペース・コロニー研究センター……135
ナノカーボン研究部門……147
未利用熱エネルギー変換研究部門……157
界面科学研究部門……167
分子連関相乗系研究部門……175
先端都市建築研究部門……185
アカデミック・ディテーリング・データベース部門……195
医理工連携研究部門……207
数理モデリングと数学解析研究部門……221
再生医療と DDS の融合研究部門……229
太陽光発電技術研究部門……243
先端 EC デバイス研究部門 ……253
アグリ・バイオ工学研究部門……263
ものこと双発研究部門……277
大気科学研究部門……283
超分散知能システム研究部門……299
脳学際研究部門……313
インテリジェントシステム研究部門……325
先進農業エネルギー理工学研究部門……339
現代代数学と異分野連携研究部門……347
マルチスケール界面熱流体力学研究部門……359

研究者別の研究業績 ……369
阿部　正彦（アベ　マサヒコ）……371
梅澤　雅和（ウメザワ　マサカズ）……372
川﨑　平康（カワサキ　タカヤス）……372
小鍋　　哲（コナベ　サトル）……372

坂本　勇貴（サカモト　ユウキ）……373
佐々木崇宏（ササキ　タカヒロ）……373
髙柳　英明（タカヤナギ　ヒデアキ）……373
寺島　千晶（テラシマ　チアキ）……373
中林　志達（ナカバヤシ　ユキヒロ）……375
萩原　一郎（ハギワラ　イチロウ）……376
松永　朋子（マツナガ　トモコ）……376
松原　美之（マツバラ　ヨシユキ）……376

総合研究院フォーラム開催報告……**377**

事業開催記録……**379**

総合研究院研究設備……**387**
火災科学研究センター……389
赤外自由電子レーザー研究センター……392
光触媒国際研究センター……394
トランスレーショナルリサーチセンター……396
イメージングフロンティアセンター……397
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…398
スペース・コロニー研究センター……399
界面科学研究部門……400
再生医療と DDS の融合研究部門……401
先端 EC デバイス研究部門……402
大気科学研究部門……404

関係規程……**405**
東京理科大学研究推進機構規程……407
東京理科大学総合研究院規程……410
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……417

総合研究院の沿革と現況

(1)総合研究院の目的・特徴

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

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

(2)総合研究院の変遷

平成 27 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。平成 17 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。

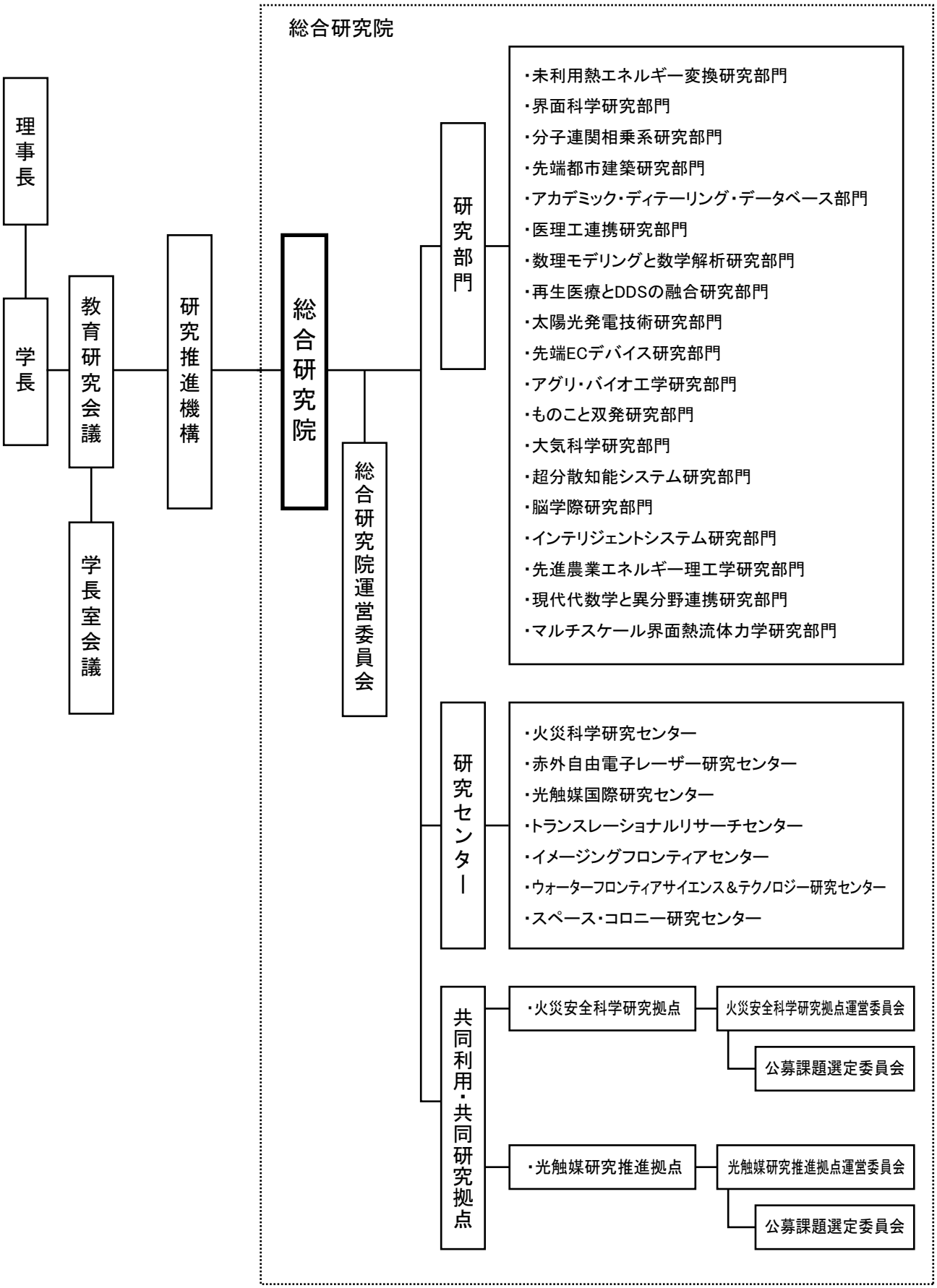
総合研究所は発足後、本学唯一の分野横断的な総合研究組織として活躍し、多くの実績を残した。25 年間に 17 の研究部門が設置され、本学における分野横断型の研究グループの草分けとして、多くの研究組織を生み出す母体として重要な役割を果たしてきた。平成元年にはバイオシステム研究部門から生命科学研究所が発足し、平成 8 年には計算力学研究部門が母体となって情報科学教育・研究機構が発足した。

平成 16 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、それをふまえて平成 17 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。平成 17 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。さらに平成 29 年度には私立大学研究ブランディング事業の一つとして、日本国内初の女性宇宙飛行士をセンター長とするスペース・コロニー研究センターが立ち上がった。

総合研究院組織図



※懇談会は組織図に含めない。

平成30年3月31日

総合研究院組織一覧表

（平成30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

（平成 30 年 3 月 31 日現在）

氏　名	職　名
浅島　誠	総合研究院長
本間芳和	総合研究院副院長
松原美之	火災科学研究センター長
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
樋上賀一	トランスレーショナルリサーチセンター長
須田　亮	イメージングフロンティアセンター長
由井宏治	ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター長
向井千秋	スペース・コロニー研究センター長
西尾圭史	未利用熱エネルギー変換研究部門長
河合武司	界面科学研究部門長
田所　誠	分子連関相乗系研究部門長
宇野　求	先端都市建築研究部門長
小茂田昌代	アカデミック・ディテーリング・データベース部門長
安部　良	医理工連携研究部門長
加藤圭一	数理モデリングと数学解析研究部門長
牧野公子	再生医療とＤＤＳの融合研究部門長
杉山　睦	太陽光発電技術研究部門長
板垣昌幸	先端ＥＣデバイス研究部門長
島田浩章	アグリ・バイオ工学研究部門長
関　孝則	ものこと双発研究部門長
三浦和彦	大気科学研究部門長
滝本宗宏	超分散知能システム研究部門長
古市貞一	脳学際研究部門長
兵庫　明	インテリジェントシステム研究部門長
渡邊康之	先進農業エネルギー理工学研究部門長
伊藤浩行	現代代数学と異分野連携研究部門長
元祐昌廣	マルチスケール界面熱流体力学研究部門長
古賀義人	研究戦略・産学連携センター長

総合研究院　本務教員

本務教員		
阿部正彦	研究院	教授
安藤正海	研究院	教授
池田憲一	研究院	教授
黒田玲子	研究院	教授
小林恭一	研究院	教授
関澤愛	研究院	教授
髙柳英明	研究院	教授
萩原一郎	研究院	教授
堀場達雄	研究院	教授
松原美之	研究院	教授
山本学	研究院	教授
渡部俊太郎	研究院	教授
勝又健一	研究院	准教授
寺島千晶	研究院	准教授
小鍋哲	研究院	講師
野島雅	研究院	講師
阿部真典	研究院	助教
笹岡健二	研究院	助教
鈴木孝宗	研究院	助教
堀内秀真	研究院	助教
松永朋子	研究院	助教
Avinash Bhadani	研究院	助教

プロジェクト研究員
荒木光典
梅澤雅和
児玉賢史
崔錦丹
佐々木崇宏
佐藤享平
田中芳治
中里智治
深井尋史
Mu Lizhong
Sakiat Hossain

技術者
安藤宗徳
岡田正人
斎藤裕佑
福西美香

ポストドクトラル研究員
岩端一樹
土屋好司

火災科学研究センター

センター長　松 原 美 之		
本務教員		
松 原 美 之	研 究 院	教 授
関 澤 愛	研 究 院	教 授
池 田 憲 一	研 究 院	教 授
小 林 恭 一	研 究 院	教 授
萩 原 一 郎	研 究 院	教 授
併任教員		
森 田 昌 宏	理 1	教 授
秋 津 貴 城	理 2	教 授
倉 渕 隆	工 学	教 授
庄 野 厚	工 学	教 授
河 野 守	工 2	教 授
辻 本 誠	工 2	教 授
衣 笠 秀 行	理 工	教 授
大 宮 喜 文	理 工	教 授
兼 松 学	理 工	教 授
市 村 志 朗	理 工	教 授
松 山 賢	国際火災	教 授
須 川 修 身	諏訪理大	教 授
水 野 雅 之	国際火災	准 教 授
柳 田 信 也	理 工	講 師
リサーチ・アシスタント		
姜 昇 具	国際火災	
客員教授		
田 中 哮 義		
長 谷 見 雄 二		
M. A. Delichatsios		
李 克 欣		
佐 野 友 紀		
原 田 和 典		
清 水 直 文		
KIM WOONHYUNG		

客員准教授	
福 井 潔	
山 田 茂	
岡 泰 資	
山 内 幸 雄	
若 月 薫	
中 村 祐 二	
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
徳 永 英 司	理 1	教 授
宮 島 顕 祐	理 1	准 教 授
中 嶋 宇 史	理 1	講 師
小 山 貴 裕	理 1	助 教
プロジェクト研究員		
今 井 貴 之	研 究 院	
川 﨑 平 康	研 究 院	
客員教授		
加 藤 龍 好		
Stephen C. Ross		
客員研究員		
入 澤 明 典		
鳥 海 実		

光触媒国際研究センター

センター長　藤嶋昭		
本務教員		
阿部正彦	研究院	教授
寺島千晶	研究院	准教授
勝又健一	研究院	准教授
鈴木孝宗	研究院	助教
併任教員		
工藤昭彦	理1	教授
駒場慎一	理1	教授
根岸雄一	理1	教授
酒井秀樹	理工	教授
井手本康	理工	教授
湯浅真	理工	教授
有光晃二	理工	教授
早瀬仁則	理工	教授
佐竹信一	基礎工	教授
安盛敦雄	基礎工	教授
渡邊康之	諏訪理大	教授
鈴木智順	理工	准教授
藤本憲次郎	理工	准教授
中田一弥	理工	准教授
和田浩志	薬学	准教授
岩瀬顕秀	理1	講師
四反田功	理工	講師
近藤剛史	理工	講師
北村尚斗	理工	講師
石田直哉	理工	助教
古谷昌大	理工	助教
ポストドクトラル研究員		
Ｎｉｔｉｓｈ　Ｒｏｙ	研究院	
中林志達	研究院	

客員教授	
森戸祐幸	
栄長泰明	
花田信弘	
上塚洋	
里村一人	
客員准教授	
川本益揮	
堀越智	
池上啓太	
落合剛	
柴田裕史	

トランスレーショナルリサーチセンター

センター長　樋上賀一		
併任教員		
鳥越秀峰	理1	教授
大塚英典	理1	教授
浜田知久馬	工学	教授
西山千春	基礎工	教授
樋上賀一	薬学	教授
深井文雄	薬学	教授
岡淳一郎	薬学	教授
小茂田昌代	薬学	教授
西川元也	薬学	教授
花輪剛久	薬学	教授
東達也	薬学	教授
和田猛	薬学	教授
礒濱洋一郎	薬学	教授
佐藤圭子	理工	准教授
秋本和憲	薬学	准教授
真野泰成	薬学	准教授
吉澤一巳	薬学	講師
佐藤嗣道	薬学	講師
伊豫田拓也	薬学	講師
小川祥二郎	薬学	講師
八代拓也	基礎工	助教
河野弥生	薬学	助教
原倫太朗	薬学	助教
小林正樹	薬学	助教
堀江一郎	薬学	助教
リサーチ・アシスタント		
成田匠	薬学	
多森翔馬	薬学	
野崎優香	薬学	
笹田学	薬学	
星野駿介	薬学	
石川昇平	総合化学	

客員教授	
関谷剛男	
松永卓也	
上園保仁	
兒玉浩明	
野口雅之	
大河内信弘	
島野仁	
谷中昭典	
松村明	
原田義則	
兵頭一之介	
松崎靖司	
佐々木敬	
大草敏史	
重本和宏	
朝長修	
下川功	
江口晋	
山本哲哉	
石井健	
野口満	
客員准教授	
山本紘司	
土谷智史	
堀本義哉	
中川嘉	
武藤倫弘	
森亮一	
鈴木英雄	
客員研究員	
沖田直之	
深澤征義	
濱田幸恵	

イメージングフロンティアセンター

センター長　須田亮		
併任教員		
須田亮	理工	教授
朽津和幸	理工	教授
古市貞一	理工	教授
松永幸大	理工	教授
青木伸	薬学	教授
曽我公平	基礎工	教授
石黒孝	基礎工	教授
中村岳史	生命研	教授
後飯塚僚	生命研	教授
伴野元洋	理1	講師
政池知子	理工	講師
佐野良威	理工	助教
北畑信隆	理工	助教
上村真生	基礎工	助教
ポストドクトラル研究員		
坂本勇貴	研究院	
Yeroslavsky. Gil	研究院	
竹内公平	研究院	
Ranjeet Kumar	研究院	
花俣繁	研究院	
客員教授		
横田秀夫		
大谷直子		
客員准教授		
桧垣匠		
小関泰之		
客員研究員		
石川雅也		
磯部圭佑		

ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター

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

スペース・コロニー研究センター

センター長　向 井 千 秋		
本務教員		
寺 島 千 晶	研 究 院	准 教 授
勝 又 健 一	研 究 院	准 教 授
鈴 木 孝 宗	研 究 院	助 教
併任教員		
木 村 真 一	理 工	教 授
上 野 一 郎	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
幸 村 孝 由	理 工	准 教 授
中 田 一 弥	理 工	准 教 授
杉 山 睦	理 工	准 教 授
後 藤 田 浩	工 学	准 教 授
阪 田 治	工 学	准 教 授
小 柳 潤	基 礎 工	准 教 授
水 野 雅 之	国際火災	准 教 授
四 反 田 功	理 工	講 師
立 川 智 章	工 学	講 師

ナノカーボン研究部門 (平成29年9月30日現在)

部門長　山 本 貴 博		
本務教員		
小 鍋 哲	研 究 院	講 師
併任教員		
本 間 芳 和	理 1	教 授
渡 辺 一 之	理 1	教 授
梅 村 和 夫	理 2	教 授
西 川 英 一	工 2	教 授
山 本 貴 博	工 学	准 教 授
田 中 優 実	工 学	准 教 授
鈴 木 康 光	理 1	助 教
清 水 麻 希	理 1	助 教
金 勇 一	工 2	助 教
客員教授		
岡 田 晋		
客員准教授		
土 屋 俊 二		
千 足 昇 平		
客員研究員		
加 藤 大 樹		

未利用熱エネルギー変換研究部門

部門長　西尾圭史		
併任教員		
西尾圭史	基礎工	教授
飯田努	基礎工	教授
向後保雄	基礎工	教授
安盛敦雄	基礎工	教授
田村隆治	基礎工	教授
藤本憲次郎	理工	准教授
小柳潤	基礎工	講師
客員教授		
戸嶋直樹		
阿武宏明		
客員准教授		
伊藤孝至		
塩見淳一郎		

界面科学研究部門

部門長　河合武司		
併任教員		
田所誠	理1	教授
根岸雄一	理1	教授
大塚英典	理1	教授
酒井秀樹	理工	教授
河合武司	工学	教授
近藤行成	工学	教授
橋詰峰雄	工学	教授
佐々木信也	工学	教授
後藤了	薬学	教授
牧野公子	薬学	教授
酒井健一	理工	講師
客員教授		
遠藤一央		

分子連関相乗系研究部門

部門長　田所誠		
本務教員		
黒田玲子	研究院	教授
併任教員		
田所誠	理1	教授
斎藤慎一	理1	教授
鳥越秀峰	理1	教授
宮村一夫	理1	教授
根岸雄一	理1	教授
佐竹彰治	理2	教授
秋津貴城	理2	教授
湯浅真	理工	教授
青木伸	薬学	教授
河合英敏	理1	准教授
宮本悦子	生命研	准教授
榎本真哉	理1	講師
今堀龍志	工学	講師
亀淵萌	理1	助教
客員教授		
紙野圭		
遠藤一央		
芳賀正明		
客員研究員		
磯田恭佑		
菅谷知明		

先端都市建築研究部門

部門長　宇野求		
併任教員		
伊藤香織	理工	教授
宇野求	工学	教授
伊藤裕久	工学	教授
高橋治	工学	教授
郷田桃代	工学	教授
河野守	工2	教授
今本啓一	工2	教授
安原幹	理工	准教授
熊谷亮平	工学	准教授
栢木まどか	工2	准教授
高佳音	工学	助教
客員教授		
篠原修		

アカデミック・ディテーリング・データベース部門

部門長　小茂田昌代		
併任教員		
小茂田昌代	薬学	教授
青山隆夫	薬学	教授
花輪剛久	薬学	教授
望月正隆	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
江角浩安	生命研	教授
嶋田修治	薬学	准教授
根岸健一	薬学	准教授
真野泰成	薬学	准教授
鈴木立紀	薬学	准教授
山根里香	経営学	准教授
佐藤嗣道	薬学	講師
吉澤一巳	薬学	講師
髙澤涼子	薬学	講師
河野弥生	薬学	助教
河野洋平	薬学	助教
尾関理恵	薬学	助教
客員教授		
寺下真人		
杉平直子		
山本美智子		
客員研究員		
大野逸子		

医理工連携研究部門

部門長　安部良		
併任教員		
早瀬仁則	理工	教授
大和田勇人	理工	教授
堂脇清志	理工	教授
湯浅真	理工	教授
伊藤香織	理工	教授
岩岡竜夫	理工	教授
寺部慎太郎	理工	教授
市村志朗	理工	教授
山本誠	工学	教授
小林宏	工学	教授
菊池明彦	基礎工	教授
相川直幸	基礎工	教授
青木伸	薬学	教授
安部良	生命研	教授
北村大介	生命研	教授
久保允人	生命研	教授
後飯塚僚	生命研	教授
江角浩安	生命研	教授
竹村裕	理工	准教授
坂井教郎	理工	准教授
髙嶋隆太	理工	准教授
元祐昌廣	工学	准教授
月本光俊	薬学	准教授
秋本和憲	薬学	准教授
山本隆彦	理工	講師
柳田信也	理工	講師
小川修平	生命研	講師
小幡裕希	生命研	講師

数理モデリングと数学解析研究部門

部門長　加藤圭一		
併任教員		
加藤圭一	理1	教授
金子宏	理1	教授
石渡恵美子	理1	教授
渡辺一之	理1	教授
太田雅人	理1	教授
二国徹郎	理1	教授
横田智巳	理1	教授
立川篤	理工	教授
平場誠示	理工	教授
池口徹	工学	教授
佐々木文夫	工学	教授
牛島健夫	理工	准教授
田中視英子	理1	講師
伊藤弘道	理2	講師
石田敦英	工学	講師
杉山裕介	理1	助教
江夏洋一	理1	助教
傍島基宏	理工	助教
相木雅次	理工	助教

再生医療とDDSの融合研究部門

部門長　牧野公子		
併任教員		
大塚英典	理　1	教　授
西川英一	工　2	教　授
菊池明彦	基礎工	教　授
牧野公子	薬　学	教　授
深井文雄	薬　学	教　授
内呂拓実	薬　学	教　授
山下親正	薬　学	教　授
花輪剛久	薬　学	教　授
礒濱洋一郎	薬　学	教　授
西川元也	薬　学	教　授
後藤了	薬　学	教　授
大島広行	薬　学	教　授
江角浩安	生命研	教　授
入山聖史	理　工	講　師
秋山好嗣	基礎工	講　師
伊豫田拓也	薬　学	講　師
石原量	基礎工	助　教
堀江一郎	薬　学	助　教
河野弥生	薬　学	助　教
島田洋輔	薬　学	助　教
竹内一成	薬　学	助　教
坪郷哲	薬　学	助　教
秋田智后	薬　学	助　教
草森浩輔	薬　学	助　教
技術者		
中嶋武尚	研究院	

客員教授	
寺田弘	
Kolio Troev	
稲木敏男	
戸井雅和	
小西良士	
首藤紘一	
上野雅晴	
松村明	
岡野光夫	
杉原多公通	
客員研究員	
原利英	
鈴木健一	
柴田聡彦	

太陽光発電研究部門

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
谷内利明	工　2	教　授
平田陽一	諏訪理大	教　授
渡邊康之	諏訪理大	教　授
杉山睦	理　工	准教授
近藤潤次	理　工	准教授
永田衛男	工　学	准教授
植田譲	工　学	准教授
生野孝	基礎工	准教授
原口知之	理　2	助　教
プロジェクト研究員		
Ishwor Khatri	研究院	
中田時夫	研究院	
客員教授		
白方祥		

先端 EC デバイス研究部門

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

アグリ・バイオ工学研究部門

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

ものこと双発研究部門

部門長　関孝則		
併任教員		
関孝則	ｲﾉﾍﾞｰｼｮﾝ研	教授
田中芳夫	ｲﾉﾍﾞｰｼｮﾝ研	教授
坂本正典	ｲﾉﾍﾞｰｼｮﾝ研	教授
石垣綾	理工	准教授
大沼宏	経営	准教授
客員教授		
沼尾雅之		
横澤誠		
横塚裕志		
小西一有		
本村陽一		
美濃輪智朗		
清水時彦		
梶本一夫		
客員准教授		
山下隆		
沙魚川久史		
客員研究員		
片寄裕市		
高田久徳		

大気科学研究部門

部門長　三浦和彦		
本務教員		
野島雅	研究院	講師
併任教員		
三浦和彦	理1	教授
橋本巖	理1	教授
永野勝裕	理工	講師
仲吉信人	理工	講師
森樹大	理1	助教
兼務		
西川雅高	管財	
客員教授		
五十嵐康人		
大河内博		
速水洋		
向井人史		
青木一真		
三偶良平		
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		
客員研究員		
矢吹正教		
浅野比		
岩本洋子		
植竹淳		
齊藤伸治		
工藤玲		
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
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
木村真一	理工	教授
竹村裕	理工	准教授
諸橋賢吾	理工	准教授
原田拓	理工	准教授
松澤智史	理工	助教
澄川靖信	理工	助教
客員教授		
玄光男		

脳学際研究部門

部門長　古市貞一		
併任教員		
荒木修	理1	教授
古市貞一	理工	教授
西山裕之	理工	教授
池口徹	工学	教授
相川直幸	基礎工	教授
岡淳一郎	薬学	教授
中村岳史	生命研	教授
竹村裕	理工	准教授
瀬木恵里	基礎工	准教授
市川寛子	理工	講師
浦川智和	理1	助教
佐野良威	理工	助教
吉田嵩	基礎工	助教
客員研究員		
橋本光広		
木村岳裕		

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
越地耕二	理工	教授
木村真一	理工	教授
樋口健一	理工	教授
大和田勇人	理工	教授
森俊介	理工	教授
明石重男	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
松浦達治	理工	助教
客員教授		
巽英介		
高橋渉		
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		
塚田敏郎		
小澤佑介		
櫻井秋久		

先進農業エネルギー理工学研究部門

部門長　渡邊康之		
併任教員		
鞆達也	理1	教授
朽津和幸	理工	教授
渡邊康之	諏訪理大	教授
松岡隆志	諏訪理大	教授
松江英明	諏訪理大	教授
杉山睦	理工	准教授
山口一弘	諏訪理大	助教
ポストドクトラル研究員		
大橋昇		
客員教授		
下田達也		
表研次		
客員准教授		
中野谷一		
客員研究員		
奥久司		

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		
眞田克典	理1	教授
木田雅成	理1	教授
佐藤洋祐	理1	教授
関川浩	理1	教授
伊藤浩行	理工	教授
功刀直子	理1	准教授
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
宮本暢子	理工	准教授
中村隆	理工	講師
小松亨	理工	講師
加塩朋和	理工	講師
大橋久範	理工	講師
五十嵐保隆	理工	講師
板垣智洋	理1	助教
野村次郎	理2	助教
地嵜頌子	理工	助教
ポストドクトラル研究員		
Purkait Soma		

マルチスケール界面熱流体力学研究部門

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

共同利用・共同研究拠点

火災安全科学研究拠点

拠点長		
松　原　美　之	研　究　院	教　　授
ポストドクトラル研究員		
丘　　仁　　赫	研　究　院	
技術者		
秋　元　行　雄	研　究　院	

光触媒研究推進拠点

拠点長		
藤　　嶋　　昭	理　科　大	学　　長
本務教員		
寺　島　千　晶	研　究　院	准　教　授
勝　又　健　一	研　究　院	准　教　授
鈴　木　孝　宗	研　究　院	助　　教
併任教員		
安　盛　敦　雄	基　礎　工	教　　授
中　田　一　弥	理　　工	准　教　授
鈴　木　智　順	理　　工	准　教　授

総合研究所　組織変遷表

西暦	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
組織名	56	57	58	59	60	61	62	63	元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
◆総合研究所																										昭和 56 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	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	平成 17 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								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	平成 17 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																								■	■	平成 17 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																				■	■	■	■	■		平成 17 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																				■	■	■	■	■		平成 17 年 11 月 総合研究機構へ移行
火災科学研究センター																								■		平成 17 年 11 月 総合研究機構へ移行
DDS 研究部門研究センター																								■		平成 17 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																							■	■	■	平成 17 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																					■	■	■	■	■	平成 17 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																						■	■	■	■	平成 17 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 17	2006 18	2007 19	2008 20	2009 21	2010 22	2011 23	2012 24	2013 25	2014 26	備考
◆総合研究機構											平成 17 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											平成 20 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											平成 27 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											平成 23 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											平成 22 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											平成 26 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											平成 27 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											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行
山岳大気研究部門											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行
量子生命情報研究部門											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行
創薬フロンティア研究部門											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行
長万部地域社会研究部門											平成 27 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											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行
先端情報通信研究部門											平成 27 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											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行
ナノカーボン研究部門											平成 27 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											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行
ヒト疾患モデル研究部門											平成 25 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											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行
界面科学研究部門											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行
分子連関相乗系研究部門											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行
先端都市建築研究部門											平成 27 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											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行
医理工連携研究部門											平成 27 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											平成 19 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											平成 25 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											平成 27 年 4 月 総合研究院へ移行

総合研究院　組織変遷表

西暦	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	備考
組織名	27	28	29	30	31	32	33	
◆総合研究院								平成 27 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	■							平成 27 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	■	■						平成 28 年 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改組
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		■	■	■	■	■		
インテリジェントシステム研究部門		■	■	■	■	■		
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			■	■	■			
研究センター								
赤外自由電子レーザー研究センター	■							平成 19 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
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		■	■	■	■	■		平成 28 年 11 月 私立大学ブランディング事業に採択
スペース・コロニー研究センター			■	■	■	■	■	平成 29 年 11 月 私立大学ブランディング事業に採択
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	■	■	■	■	■	■		

ハイライト

■研究成果ハイライト 高層建物からの全館避難の最適化技術を開発！

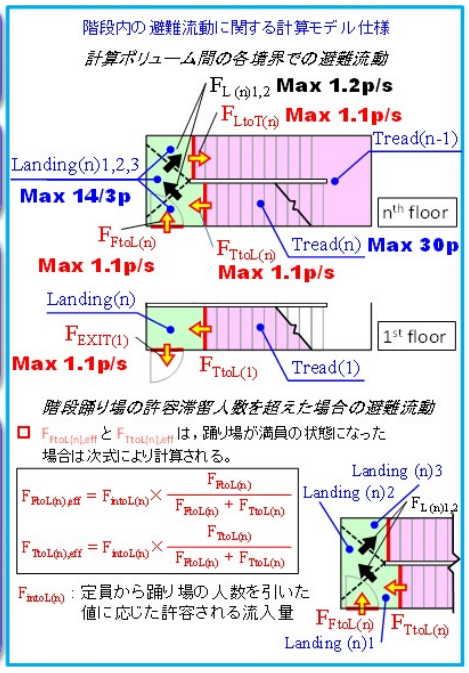
■ 人間社会科学領域：全館避難の階段内混雑を軽減しリスクを最適化

➢ 背景
- 全館避難は想定すべき事象
（上階延焼火災，長周期地震，テロ・・・）

➢ 目的
- 実用的階段避難流動予測手法の構築
- 超高層ビルの全館順次避難シナリオの最適化

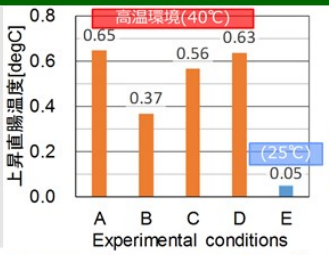
➢ 研究成果
- 25階建て事務所の全館避難訓練の調査
- 階段の避難流動に関する計算モデルの改良
- EVシャフトを介した煙流動に対するリスク低減と混雑回避を実現した順次避難シナリオの最適化

➢ 発表論文
- 名角貫志，水野雅之，田中教之，王福秋，藤井皓介，門倉博之，佐野友紀，関澤愛：高層事務所ビルの全館避難訓練時における階段歩行に関する実測調査とその分析 その１８ －階段での混雑回避を目指した順次避難計画下の避難流動の分析，日本火災学会研究発表会梗概集，pp.158-159，2017.
- M. Mizuno, et al.: Development of Mathematical Model of Evacuation Flow in a Staircase Based on a Survey Result of a Real Evacuation Drill in a High-Rise Office Building, book of abstracts Posters, 12th International Symposium on Fire Safety Science, p.113, 2017.



消防隊員の活動安全基準の設定～熱中症予防の観点から～

Tokyo University of Science



重装備をつけた高温環境での活動は、著しい体温の上昇を引き起こし、熱中症リスクを高める

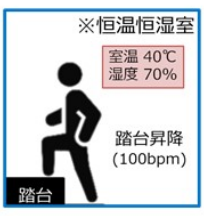
予防法の確立が必要

アイススラリ
- ▶水と微細な氷が混合した飲料（非常にゆるいシャーベット状）
- ▶水成分のみで作成
- ▶温度 1℃

体温上昇を抑制する方法を導入・効果検証

実験の流れ

準備（ブレークリング）※水分補給 → 運動① → 休息 30分 ※水分補給 → 運動②



実験環境
運動室 40℃ 70%RH
休息室 27℃ 70%RH

踏台昇降運動
踏台高さ：20cm
スピード：100bpm

運動の上限（中止基準）
①本人の申出時
②耳内温度 38℃
③心拍数 180bpm

消防活動を模擬した運動を実施．
高温湿度下での活動負荷を測定．

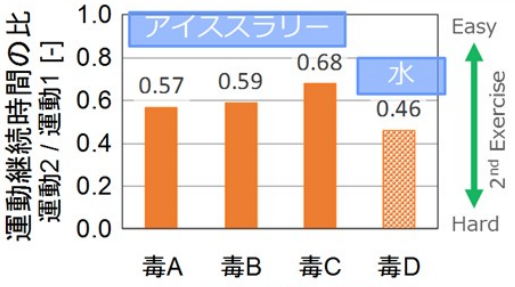


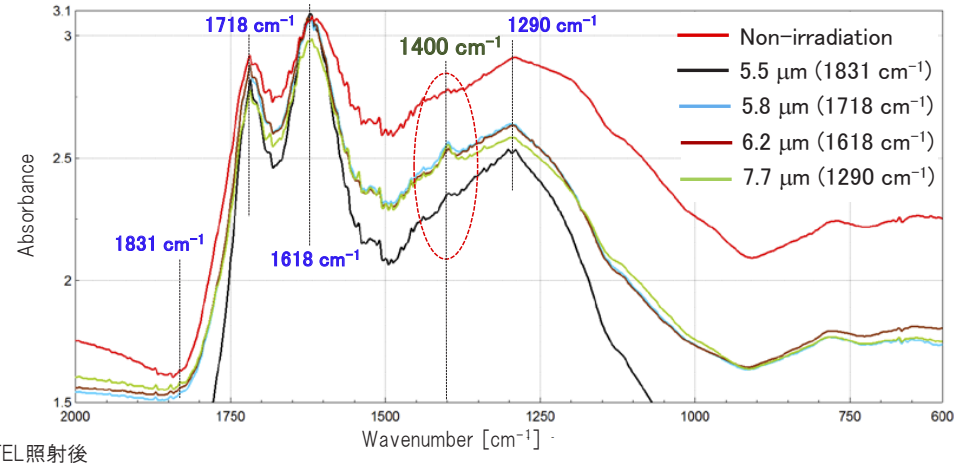
図1 運動継続時間の比
（運動② ÷ 運動①）

アイススラリーを摂取することで体温上昇を抑制し、安全に運動を継続できる

ー赤外自由電子レーザー研究センター　ハイライトー

研究ハイライト①　皮膚成分メラニンに対する光分解効果

皮膚の色素成分であるメラニンは、インドール環を含む強固な立体構造を形成し、メラノサイトーシスを引き起こす。メラノサイトーシスに対する効果的な治療方法は確立していない。
本研究では、MIR-FELによる効果的なメラニン分解方法を見出すことを目的としてFEL照射実験を試みた。



FEL照射後

1400 cm^{-1}の位置に新たなピークが出現。

MALDI-TOF-MSでは、*m/z*=616.2のピークが消失、
新たに*m/z*=563.1のピークが観測された。質量差：53.1 Da

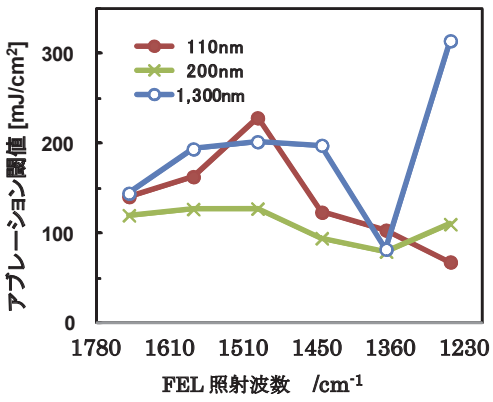
固体^{13}C-NMRスペクトルでは、200 ppm付近にcarbonyl基
150 ppm付近にcarboxyl基の新たなシグナルが出現した。

→ いずれの解析結果もFEL照射後のメラニンの構造変化を示唆している。
波長5.8-7.7 μmで変化が大きい。
今後、^{1}H-NMR等により詳細に構造解析を実施予定。

研究ハイライト②　レジスト材料のアブレーション特性　　半導体用高分子へ応用

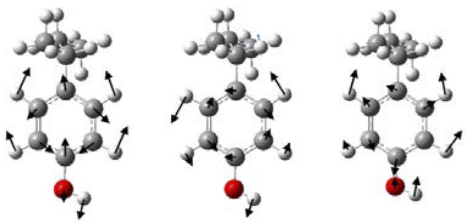
ポリ(ヒドロキシスチレン)のアブレーション閾値は FEL-TUS の照射波数や膜厚に依存性する。波長可変な FEL-TUS により効率や選択比など目的に合わせた最適条件でアブレーションできる。レジストのドライ現像や現像欠陥の除去などの応用が期待される。

ポリ(ヒドロキシスチレン)のアブレーション閾値の FEL 照射波数および膜厚依存性



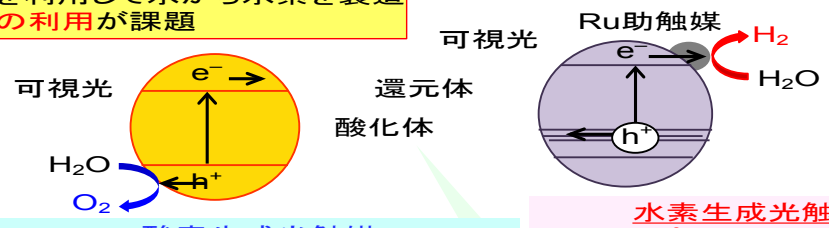
量子化学計算による振動モード解析を行い、FEL-TUS アブレーションと振動モードとの相関を調べている。

ポリ(ヒドロキシスチレン)の 1510 cm^{-1}、1360 cm^{-1} と 1230cm^{-1} の振動モード



可視光水分解のための新規Zスキーム型光触媒の開発

太陽光を利用して水から水素を製造
長波長の利用が課題



酸素生成光触媒
従来
- WO_3 (~450 nm)
- $BiVO_4$ (~520 nm)

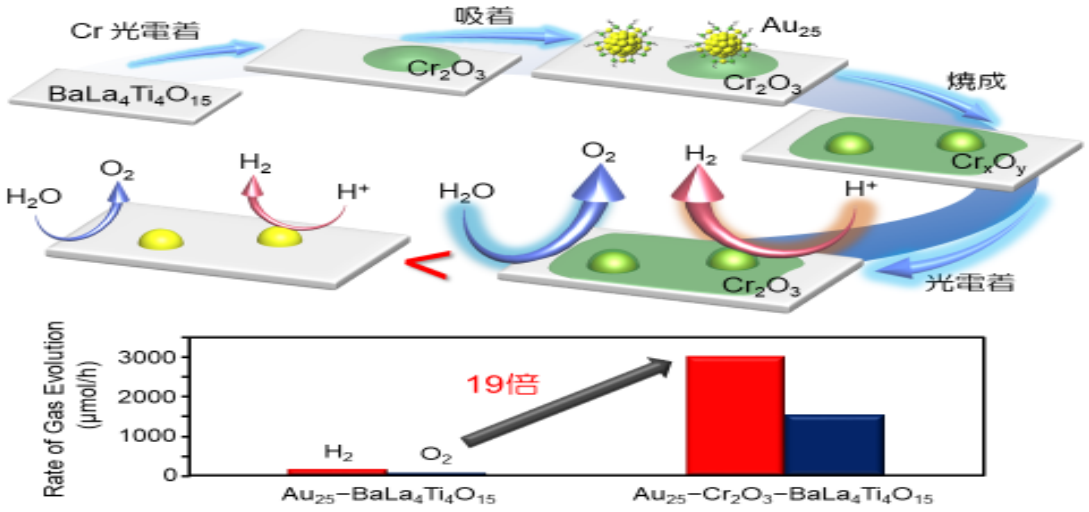
今年度
- IrドープSrTiO₃ (~700 nm)
- $SnNb_2O_6$ (~540 nm)
- Rh,Ba共ドープ$NaNbO_3$ (~500 nm)

水素生成光触媒
RhドープSrTiO₃（~540 nm）

電子伝達剤
$Fe^{3+/2+}$
Co錯体
還元型酸化グラフェン

様々な酸素生成光触媒をZスキーム型可視光水分解系に適用した！
特に，700 nmまでの光を使える光触媒の利用に成功した！

Y. Negishi, *et al.*, *J. Phys. Chem. C*, in press.



光触媒の殺菌メカニズム解析とその応用に関する研究

日光東照宮漆材に発生するカビの特定および光触媒による殺菌効果の解析

漆装飾塗装が施されている文化財の劣化を防護するために、光触媒の殺菌効果を利用した文化財の真菌防除を目指す基礎研究として、真菌叢の解析を行った。
結果、培養法で*Penicillium*属と*Cladosporium*属に近縁な種が確認された。また、非培養法で*Baudoinia*属の存在が確認された。

▲採取の様子

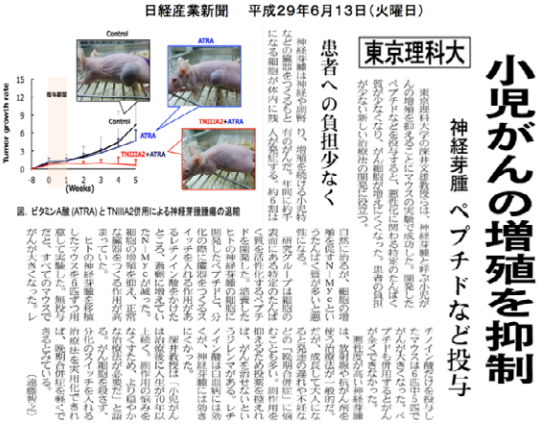
▲真菌による黒変部位

その他の研究成果（メカニズム解析）
細菌：ペプチドグリカン層が殺菌効果を促進する
真菌：メラニンの存在が殺菌効果を抑える
光触媒・BDD電極併用処理浄化槽：環境に負荷を与えることなく有機物を分解し、大腸菌や枯草菌芽胞に対する殺菌効果が認められた

ートランスレーショナルリサーチセンター　ハイライトー

がん原遺伝子産物 MYC タンパク質の分解誘導に基づく小児がんの新規治療薬の開発

神経芽腫は代表的な小児がんの一つで、その半数近くが進行性で、過酷な抗がん剤治療にも係わらず、長期生存率は 30%前後にとどまっている。また、小児においては、抗がん剤の副作用は治療中よりむしろ治療後の成長過程で顕在化する場合が多く、「晩期合併症」として社会問題化しつつある。小児がん治療においては、永い予後の質を保証する、晩期合併症リスクが低く且つ奏功性の高い新たな治療薬の開発が求められる。がん細胞を殺すのではなく正常細胞へと変換させる「分化誘導薬物療法」には期待が高く、ビタミン A 酸による分化誘導が試みられたが、進行性症例では過剰発現するがん原遺伝子産物 N-Myc タンパク質に強力な分化阻害作用があるため、満足な治療効果が得られていない。私達は、接着分子を活性化する因子 TNIIIA2 をビタミン A 酸と併用すると、分化を阻んでいる N-Myc タンパク質の分解が誘導され、その結果、神経芽腫細胞が正常な神経細胞へと分化することを見出した。これは試験管内だけではなく、ヒト神経芽腫患者のがん細胞を移植したマウス病態モデルに対しても強力な治療効果を示した。この新規治療法は、現時点で治療法がない難治がんである小細胞肺がんにも適用の可能性があり、臨床適用を実現させるべく努力を継続している。


日経産業新聞　平成29年6月13日(火曜日)

東京理科大

小児がんの増殖を抑制

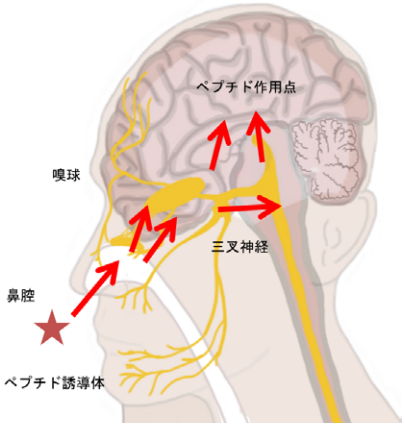
神経芽腫 ペプチドなど投与

患者への負担少なく

図. ビタミンA酸 (ATRA) とTNIIIA2併用による神経芽腫腫瘍の退縮

経鼻投与によるペプチド薬の中枢移行と精神神経疾患改善作用

我々は、神経ペプチド GLP-2 が抗うつ作用を示すこと、GLP-1、neuromedin U 、oxytocin が学習記憶改善作用を示すことを報告している。これらのペプチドは、生体内物質として作用後に速やかに代謝されることと高用量で作用がむしろ弱まる傾向があることにより蓄積による有害作用が発現し難いこと、作用機序が既存薬と異なること等の利点があり、安全性の高い治療薬となる可能性がある。しかし、末梢投与では血液脳関門を通過し難いため、中枢疾患に対する臨床適用は困難であることが考えられる。我々は、臨床適用を目指して経鼻投与で効率良く中枢移行して薬理作用を発現する誘導体化法を考案し、経鼻投与用 GLP-2 誘導体が脳室内投与と同等の抗うつ作用を示すこと、上述の他のペプチド誘導体も、経鼻投与により学習記憶改善作用を示すことを報告した。GLP-2 誘導体の中枢移行経路を検討した結果、嗅神経のほか三叉神経内にも取り込まれて非常に速く中枢へと移行している可能性が示された。ヒトの鼻粘膜の約 98 %は三叉神経支配の呼吸上皮であり，三叉神経を介して中枢移行が可能な本誘導体は、経鼻投与により臨床でも効率良く中枢移行することが期待できる。本誘導体化法は、国内及び米国と EU での特許を出願中である。



ーイメージングフロンティアセンター　ハイライトー

植物ホルモン・オーキシンが増殖細胞の DNA 損傷を減らす効果を持つことをイメージングによって発見しました。細胞核に放射線や化学物質などの外的因子に暴露されると、クロマチンの中の DNA に損傷が起こり生育不全や細胞死が起きます。クロマチンは凝縮と弛緩が可能な動的な構造であり、凝縮した DNA 領域には DNA 損傷が入りにくいことが知られています。今回、松永グループは、オーキシンの有無で植物に生じる DNA 損傷の程度が異なることを発見しました。オーキシンにより、クロマチン凝縮を促進する因子の発現が誘導されて、遺伝子領域のクロマチンが凝縮し、DNA 損傷が入りにくくなることがわかりました。

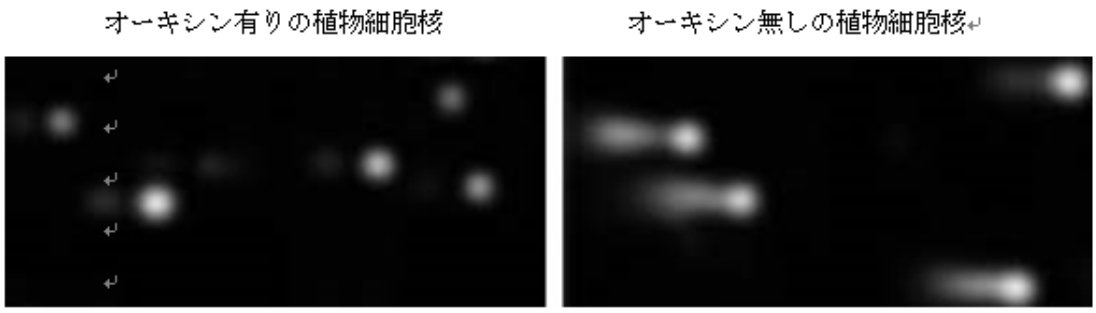
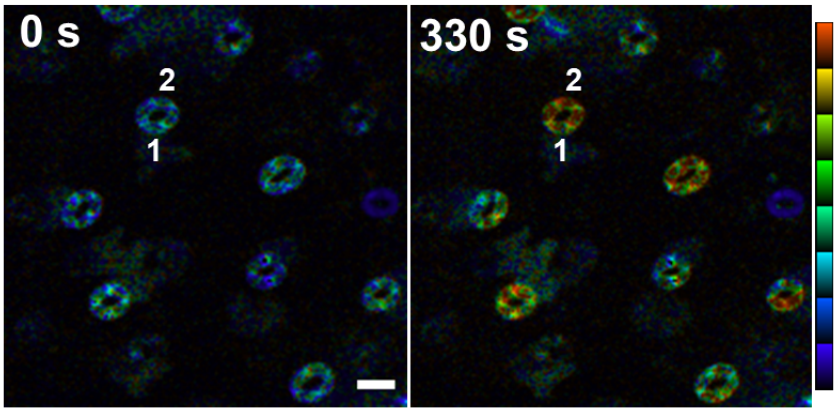


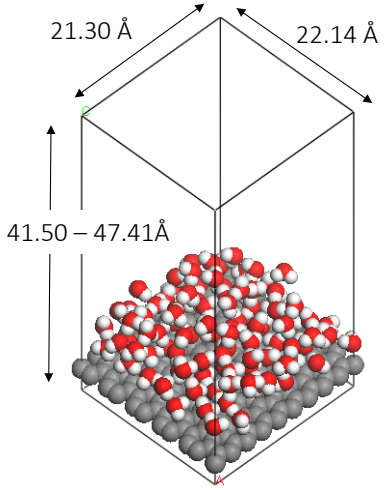
図　放射線照射した植物細胞核の DNA 損傷解析（コメットアッセイ）

植物の細胞内Ca^{2+}濃度変化を1細胞レベルで発光･蛍光両モードでイメージングに成功

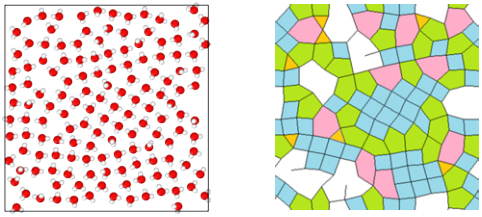


植物の蛍光イメージングでは、光合成色素等による自家蛍光が大きな障害となる。一方、既存の発光性Ca^{2+}プローブでは、定量的測定や一細胞レベルのイメージングが困難だった。これらの問題点を解決するため、新規発光・蛍光Ca^{2+}プローブを植物に発現させ、発光と蛍光の両モードで細胞質のCa^{2+}濃度を測定する実験系を構築した。光を照射した際の細胞レベルのCa^{2+}動態変化を解析することも可能となった。

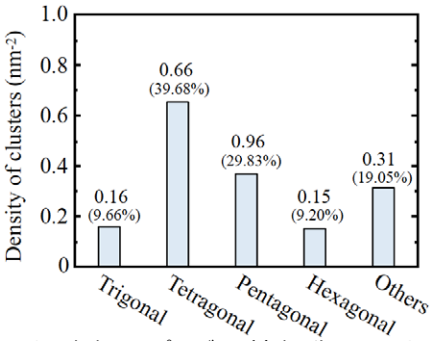
グラファイト表面の水の分子動力学シミュレーション



グラフェイト表面の界面水のMD計算モデル



界面水の分子配置（左）と水素結合ネットワーク（右）

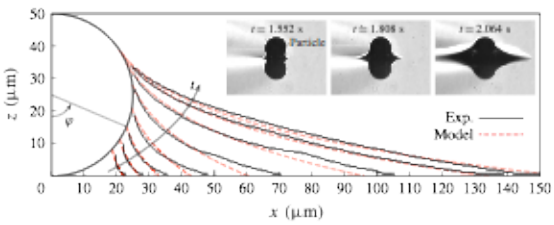


界面水に存在するポリゴン（多角形）のヒストグラム

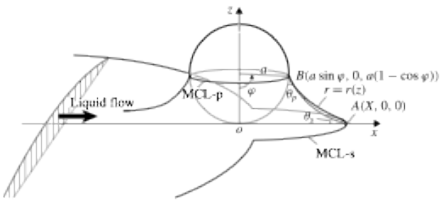
分子動力学シミュレーションにより界面水のミクロな構造を解明

Y. Maekawa, K. Sasaoka, T. Yamamoto,　*Jpn. J. Appl. Phys.* **57**, 035102, 2018.

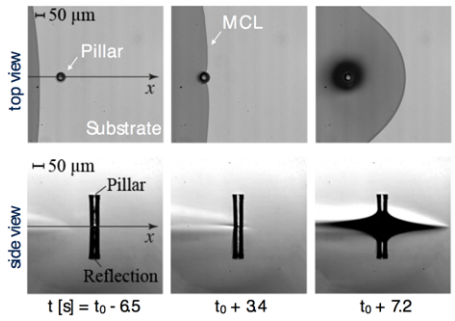
濡れと流れの基礎科学



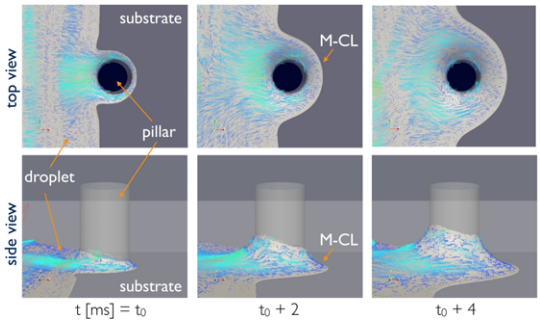
球状構造物まわりの濡れ：実験と理論の比較 [1]



球状構造物まわりの濡れ：理論モデルの構築 [1]



柱状構造物まわりの濡れ：実験



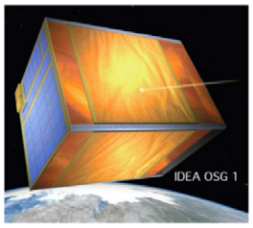
柱状構造物まわりの濡れ：数値解析による再現

微小構造物との相互作用を経た液膜の動的濡れ促進機構を解明

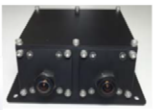
[1] L. Mu,　I. Ueno, et al.　*J. Fluid Mech*. **830**, R1, 2017.

■研究成果ハイライト 民生デバイスを活用した衛星搭載機器が2つの衛星ミッションで打ち上げ

IDEA OSG 1



IDEA OSG 1用
主搭載計算機



IDEA OSG 1搭載
センサ撮像カメラ

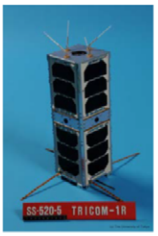
2017年11月28日
打ち上げ

日経産業新聞
2017年11月15日

小型ロケットSS-520
©JAXA

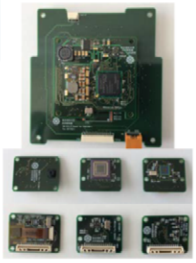
フジサンケイビジネスアイ

TRICOM-1R「たすき」



TRICOM-1R
「たすき」©東京大学

「たすき」搭載
主搭載計算機



「たすき」搭載6方向同時
撮像カメラ

2018年2月3日打ち上げ

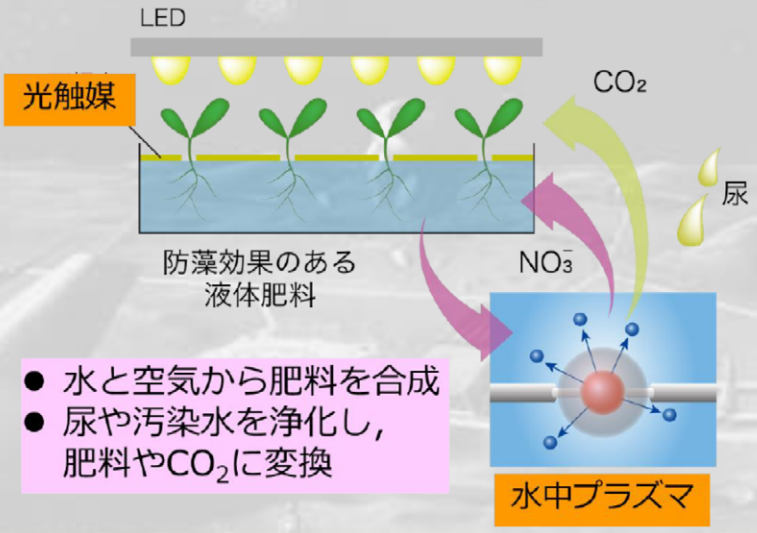
スペースコロニー研究センターでは地上民生技術の宇宙活用に関する研究を進めており、その成果の一部が2017年度打ち上げの2つの衛星、ASTROSCALE社のデブリ計測衛星IDEA OSG1と東京大学の開発による3U CubeSat TRISOM-1R「たすき」に搭載された。

病虫害フリーで自給自足を目指すスペースアグリ技術チーム

閉鎖系における栽培 → 開放系における栽培

袋栽培
（コンタミの低減）

JAXAイノベーションハブ
（アイデア型）で実施中
- 竹中工務店
- キリン
- 千葉大学
- 東京理科大学



- 水と空気から肥料を合成
- 尿や汚染水を浄化し，肥料やCO_2に変換

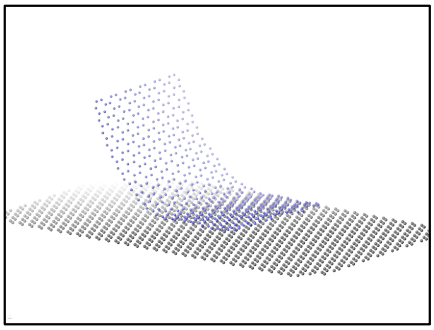
東京理科大学
スペース・コロニー研究センター

東京理科大学

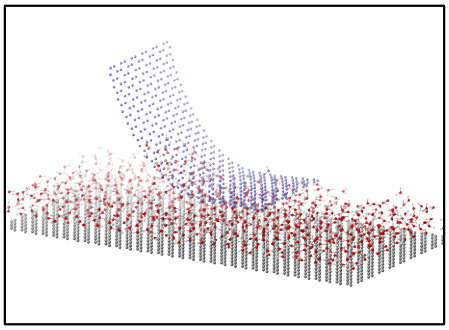
ナノカーボンを舞台とした摩擦の科学

ナノレベルでの摩擦の理解　→　摩擦の制御（超潤滑、超接着の実現など）

真空中での
グラフェンの引き剥がし



水蒸気雰囲気下での
グラフェンの引き剥がし



グラフェン表面に凝集した水和層が摩擦に及ぼす影響の解明を目指す

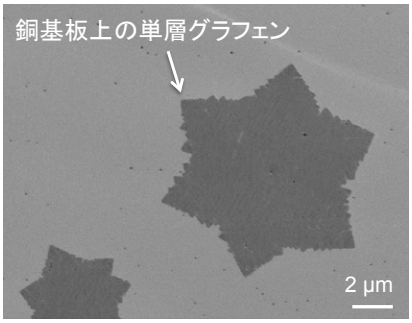
共同研究：ウォーターフロンティアサイエンス部門、電通大ナノトライボロジー研究ステーション

ナノカーボンを舞台とした２次電子の物理

走査電子顕微鏡(SEM)は実用的な表面観察法であるが、その物理は未解明

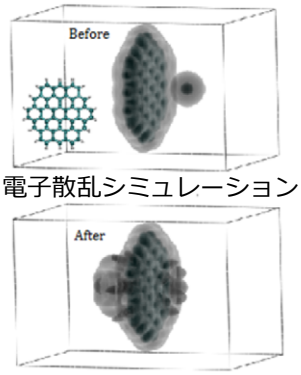
単原子層物質グラフェンを用い、実験・理論の連携によりアプローチ

グラフェンのSEM像
形成支配要因の解明



本間グループ（実験）

ナノグラフェンの2次電子放出機構を
量子動力学計算から解明



電子散乱シミュレーション

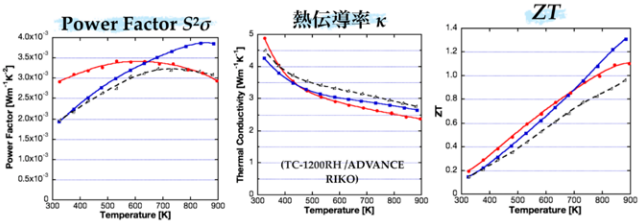
渡辺グループ（理論）

原子レベルでの２次電子像形成機構の解明を目指す

Division of Thermoelectrics for Waste Heat Recovery

Mg_2Si 熱発電素子実用化への取り組み

材料基礎熱電特性の向上（ 不純物添加による発電量向上と熱伝導率の低減）

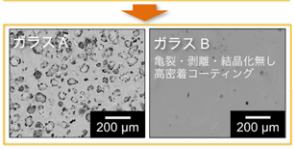


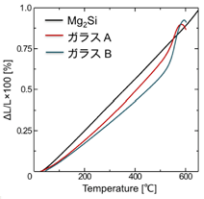
最大ZT (873 K)	
Sb, Zn = 0.16 at%	1.10
Sb, Zn = 0.5 at%	1.26
従来原料 (Sb 0.5 at% + Zn 1.0 at%)	0.96

動作温度時の耐酸化特性の向上（ Mg_2Siに整合した熱酸化防止膜用ガラスの組成設計および物性・ 膜質）

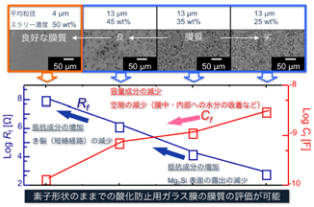
ガラス A: $15Na_2O$-$15K_2O$-$10CaO$-$10Al_2O_3$-$50SiO_2$
CTE 1.5×10^{-5} /K (100–500°C)
ガラス B: $11.5Na_2O$-$11.5K_2O$-$5CaO$-$5MgO$-$5B_2O_3$-$5Al_2O_3$-$57SiO_2$, CTE 1.3×10^{-5} /K
熱電素子: Mg_2Si, CTE 1.6×10^{-5} /K

ディップコーティング＋真空焼成(5～20 Pa)
粉末中心粒径　4～13 μm
粉末質量濃度　25～50 wt%
分散媒　エタノール
引き上げ速度　20 mm/sec
700 °C－1h 焼成

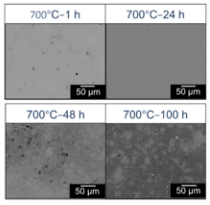




交流インピーダンス法による
ガラス膜の膜質7 価



ガラス膜の700℃保持での
耐久0 7 価



- ガラスの結晶化は僅かに進行している
- 明瞭なMgO析出の増加は認められない
- 明瞭な空隙・細孔・き裂の形成は認められない

作製したガラス膜はMg_2Si 熱電素子の稼働温度域（600°C）において熱酸化防止膜として有効に働く可能性大

RIST TUS Research Institute for Science & Technology

Division of Thermoelectrics for Waste Heat Recovery

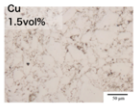
熱的・ 機械的に高耐久なMg_2Siの開発

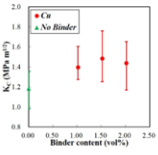
耐久性向上）必要（ 高靭性と発電１力の両立

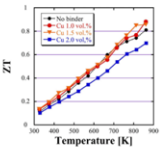
靭性向上手段
①. 粒界への金属バインダー導入
②. Mg_2Siの粒度分布制御
③. Mg_2Siの複合材料化

Mg_2Si結晶粒界への２属バインダー添加

(Binder: Ni, Al, Zn, Cu)

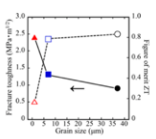






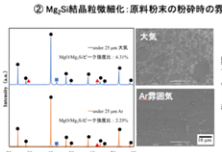
Cu binder
- Increase in toughness
K_c=1.4 ~ 1.5 MPa√m (Large scatter of fracture toughness)
- slight increase in ZT (~ 1.5 vol%)

Mg_2Si結晶粒径微細化(1)

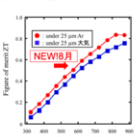


結晶粒微細化
靭性値↑、ZT↓
ZT低下の主要因：MgO形成

② Mg_2Si結晶粒微細化：原料粉末の粉砕時の雰囲気が熱電性能に及ぼす影響



大気及びAr雰囲気で粉砕した焼結体の結晶性、材料組織の比較



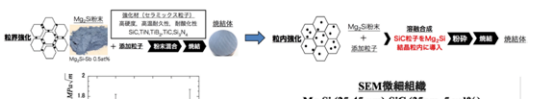
大気及びAr雰囲気で粉砕した焼結体の熱電性能の比較

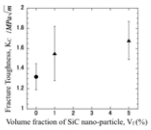
Ar雰囲気(グローブボックス中)で粉砕
☞ 焼結前後のMgO生成を抑制可能
焼結後: 6.31⇒2.25%へ低減 (粒径25μm以下)

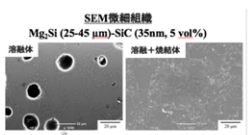
Ar雰囲気(グローブボックス中)で粉砕するだけでも熱電性能向上 (ZTで0.1程度)

今後、全ての粉体をグローブボックス内で操作

Mg_2Si結晶粒径微細化(2)







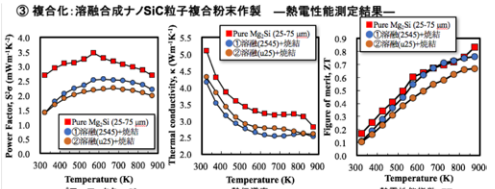
破壊靭性値

通常の焼結体
Mg_2Si (25-75 μm)-SiC (35nm, 5 vol%)
破壊靭性値 = 1.7 MPa√m

溶融処理+焼結
① Mg_2Si (25-45 μm)-SiC (35nm, 5 vol%)
② Mg_2Si (under 25 μm)-SiC (35nm, 5 vol%)
破壊靭性値 = 2.0 MPa√m

溶融処理を施すことで破壊靭性値2.0 MPa√m達成

③ 複合化：溶融合成ナノSiC粒子複合粉末作製　—熱電性能測定結果—



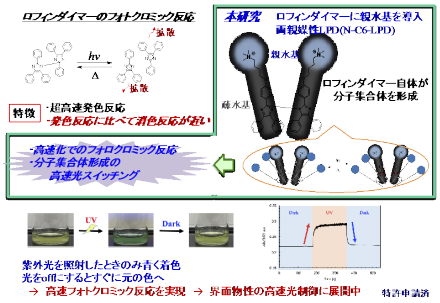
※Mg_2Si＋SiCナノ粒子
・溶融処理を施すことで破壊靭性値2.0 MPa√mの達成
・熱伝導率の高いSiC粒子を添加も、焼結体熱伝導率低下⇒ナノ粒子効果？
・Power Factor低下も、ZTはほぼ同程度を維持

- 熱電性能に悪影響するMgO減量のため、粉末作製工程を全て不活性雰囲気下で実施予定
- Mg_2Si粒径、溶融パラメーター調整

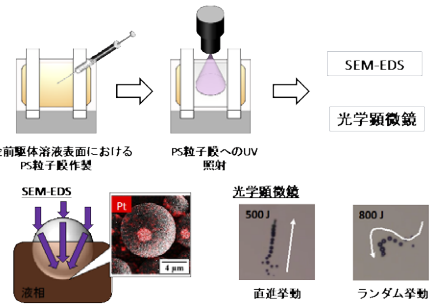
RIST TUS Research Institute for Science & Technology

界面ダイナミックスの解析と応用

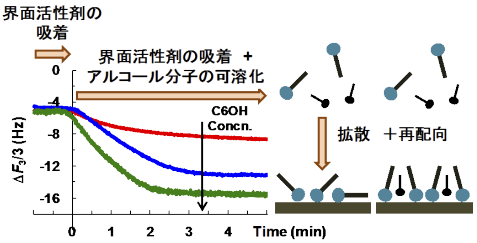
新規両親媒性ロフィンダイマーを用いた水系での高速フォトクロミズム



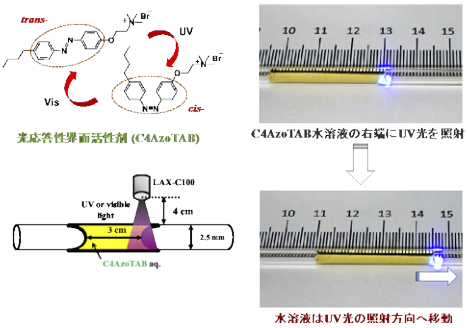
紫外線照射によるPt-ポリスチレンハイブリッド
自走粒子の作製法および自走挙動の制御



水晶振動子マイクロバランス（QCM-D）測定による吸着可溶化現象の解析

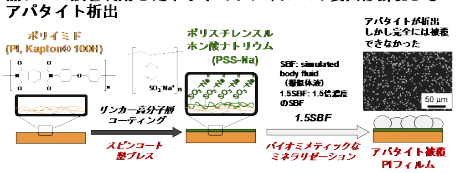


水溶液の光駆動

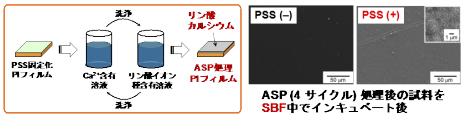


ナノマテリアルの高機能化

熱プレス法を利用したポリイミドフィルムの表面修飾およびアパタイト析出



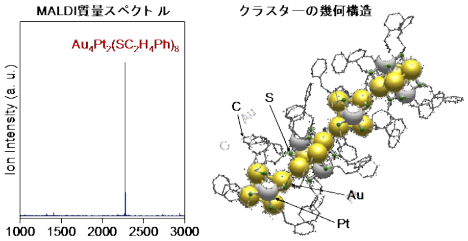
交互浸漬法（alternate soaking process, ASP）の導入



ASP (4 サイクル) 処理後の試料を
SBF中でインキュベート後

PIフィルム表面全面への均質なアパタイト析出に成功

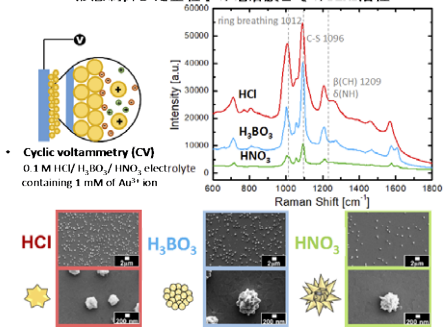
合金クラスター（$Au_4Pt_2(SC_2H_4Ph)_8$）を用いた一次元連結構造体の形成



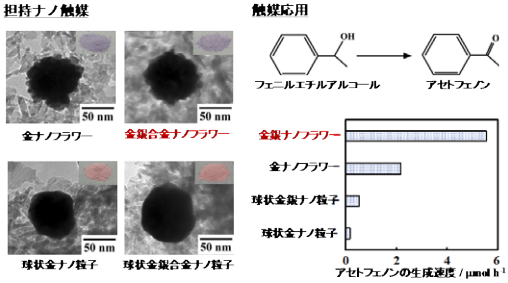
$Au_4Pt_2(SC_2H_4Ph)_8$を単離することに成功した

クラスター同士がAu原子を介して、一次元連結構造体を形成していることが明らかになった

形態制御した金粒子の電着膜とそのSERS活性



高い触媒活性を持つ金銀合金ナノフラワー



Research Highlight (No.1)

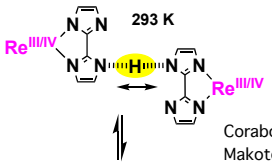
Research Division for Synergetic Supramolecular Coordination Systems in Multiphase

New Type of Mixed-Valence Complex（ Class IV）

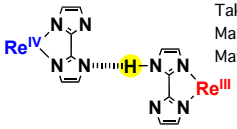
Inorg. Chem. 56, 8513 (2017)

Dielectlisity and Low-Temperature Phase Transition for Proton-Coupled Electron Transfer Mixed Valence State

Disordered phase at 293 K



Ordered phase at 10 K



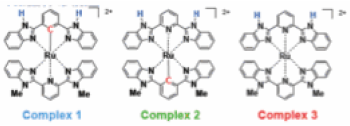
Coraborations:
Makoto Tadokoro
Tomoyuki Akutagawa
Takashi Ohara
Takeji Takui
Masaaki Haga
Matsui Hiroshi

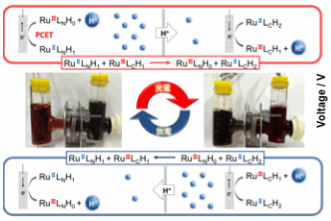
Proton-Coupled Redox Strage Battery

Inorg. Chem. 56, 6419 (2017)

Strage and Solar Battery by Proton-Coupled Electron Transfer

Coraborations:
Makoto Tadokoro
Masaaki Haga

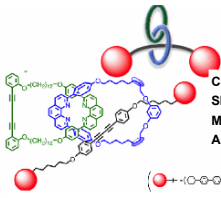




研究門の中の分子連関物性系では、プロトン移動と電子移動を兼ね備えた新たな分子性導電体材料とプロトンの pK_a と酸化還元電位をため込むことができる新しい機構で作用するプロトン共役電子移動電池の開発を行うことができた。この成果は ACS(アメリカ化学会）の雑誌に掲載された。(Inorg. Chem. 56, 8513(2017), and ibid, 56, 6419(2017))

Research Highlight (No.2)

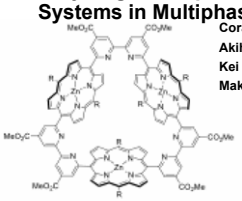
Research Division for Synergetic Supramolecular Coordination Systems in Multiphase



Coraboration:
Shinichi Saito
Makoto Tadokoro
Akiharu Satake

Rotacatenane

Molecular Switch, Independent Molecular Motion

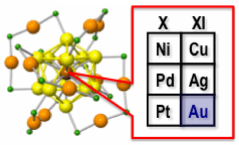


Coraboration:
Akiharu Satake
Kei Kamino
Makoto Tadokoro

Macrocyclic Porphirin Compounds

Photo-catalyst・Molecular Recognition

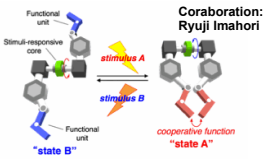
Coraboration:
Yuichi Negishi
Shinichi Saito
MAkoto Tadokoro



Heteroatomic Gold Cluster

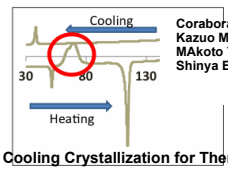
New Functional Design by Doping Hetero Atoms

Nanodevice・Catalysis



Coraboration:
Ryuji Imahori

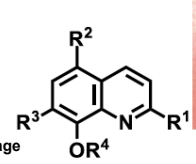
Stimuli-Reponse Molecular Switch, and Catalysis



Coraboration
Kazuo Miyamura
MAkoto Tadokoro
Shinya Enomoto

Cooling Crystallization for Thermal Strage

Liquid-Crystal Thermal-Energy Storage Materials



Shin Aoki
Kei Kamino

Adchesion under Water

本年度の主なトピックをまとめた。本研究部門では、多数のテーマが平衡して走っており、すべてのトピックを紹介することはできないが、主なものをここに示している。

ー先端都市建築研究部門　ハイライトー

2017年度 研究成果ハイライト①　サステナブル

● 第8回 外濠市民塾 2017 0422

「外濠を遊ぶ　未来へつなげる地域の記憶と体験」世代、区境、大学をまたぐ拡大ワークショップ @DNPプラザ市ヶ谷、2017 0422 参加：千代田区町会・新宿区町会、大学(法政、理科大、中央、日大)、高校(三輪田学園)、70名

●シンポジウム「江戸城 外濠と文化」 2017 0725

基調講演、パネルディスカッション@ 東京ガー デンテラス紀尾井町、
主催：「外濠水辺再生懇談会 メディア、IT、印刷、建設ほかの事業を展開する企業による 地域貢献活動　　理科大の「外濠及び神楽坂地域調査研究+地域貢献活動」紹介、100名

●第3回 「外濠再生懇談会」20180322

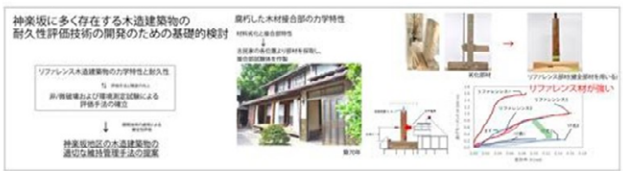
@法政大学 市ヶ谷田町校舎、今年度は、地域行政から千代田区、新宿区から担当課長もオブザーバーで、外濠に接する千代田区、新宿区の地域町会、地域団体、地域に拠点をおく企業、学校（大学、高校）ほか、が参加。各大学からの活動報告、地域の意見交換が続き活発な議論が交わされた　40名

図 ： 地域・学・企業・官 ／地域連携の構図

2017年度 研究成果ハイライト②　レジリアント

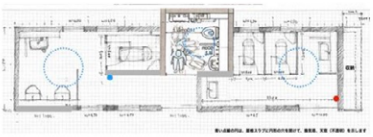
●神楽坂「うを徳」実測調査　2017 03-05

神楽坂の料亭建築 実測調査を実施。終戦直後に建設され文化財的価値のある伝統木造建築のアーカイブ化を目的として、図面化、模型化を実施。



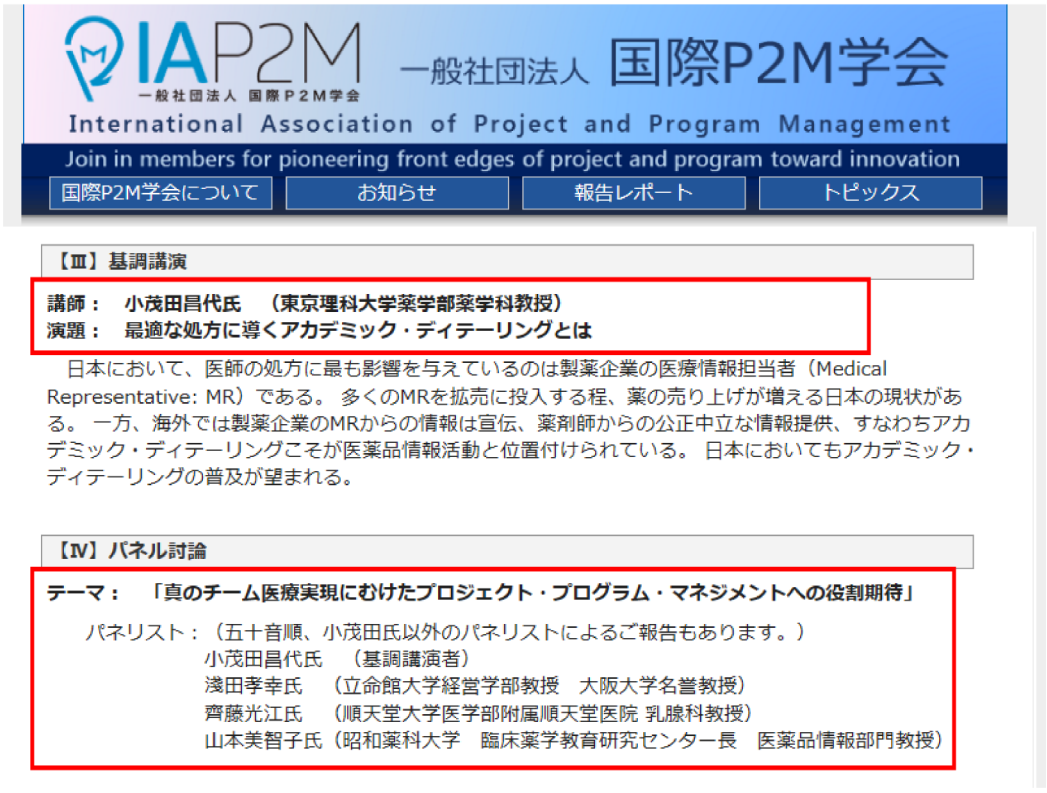
● 神楽坂地域研究の成果展示

理科大森戸記念館（神楽坂）1F、神楽坂おかみさん会展示コーナー
2017 04- 理科大建築のメンバー による神楽坂地域研究を、順次、パネル展示



●牛込見附公衆便所 改修検討 2017 10-

東京オリンピック2020 マラソンコースの景観整備とまちづくりの相互作用を検討、建築学の専門知識、専門技術を備えた大学院生(女子)による「神楽坂文化振興倶楽部」の支援活動及び調査研究



【Ⅲ】基調講演

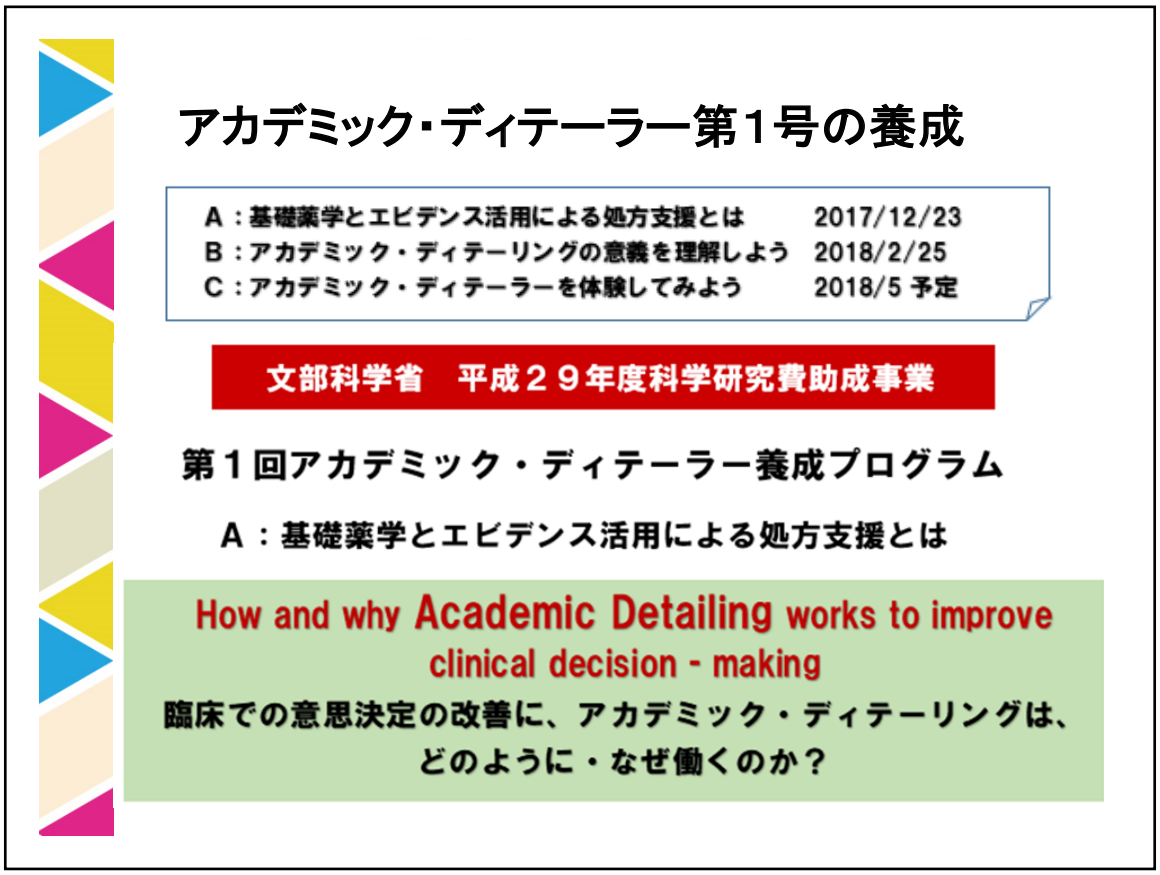
講師：　小茂田昌代氏　（東京理科大学薬学部薬学科教授）
演題：　最適な処方に導くアカデミック・ディテーリングとは

日本において、医師の処方に最も影響を与えているのは製薬企業の医療情報担当者（Medical Representative: MR）である。多くのMRを拡売に投入する程、薬の売り上げが増える日本の現状がある。一方、海外では製薬企業のMRからの情報は宣伝、薬剤師からの公正中立な情報提供、すなわちアカデミック・ディテーリングこそが医薬品情報活動と位置付けられている。日本においてもアカデミック・ディテーリングの普及が望まれる。

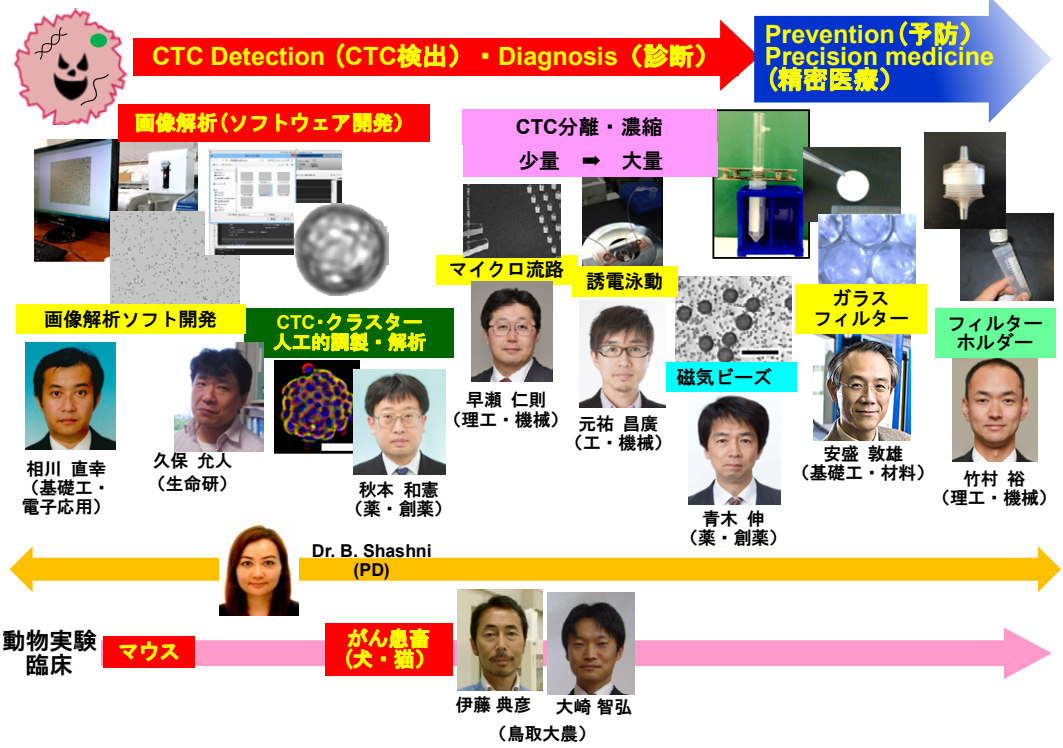
【Ⅳ】パネル討論

テーマ：　「真のチーム医療実現にむけたプロジェクト・プログラム・マネジメントへの役割期待」

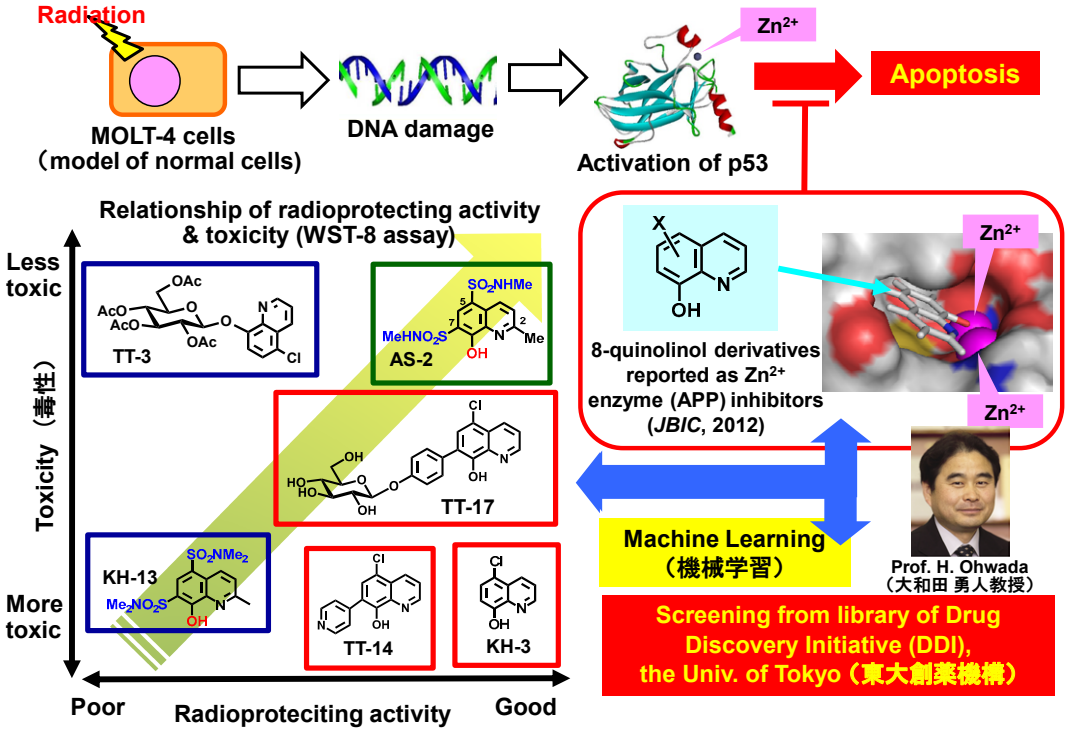
パネリスト：（五十音順、小茂田氏以外のパネリストによるご報告もあります。）
小茂田昌代氏　（基調講演者）
淺田孝幸氏　（立命館大学経営学部教授　大阪大学名誉教授）
齊藤光江氏　（順天堂大学医学部附属順天堂医院 乳腺科教授）
山本美智子氏（昭和薬科大学　臨床薬学教育研究センター長　医薬品情報部門教授）



血中循環がん細胞（CTC）の検出・分析・除去システムの開発



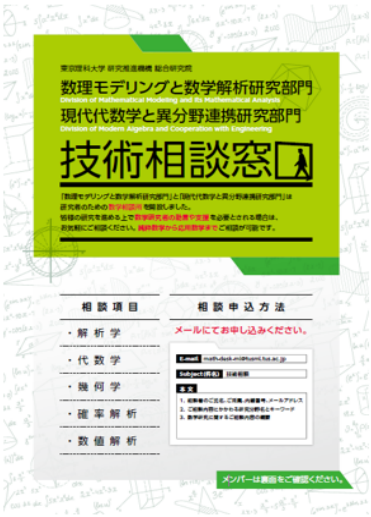
放射線治療用の放射線防護剤の開発（機械学習＋ランダムスクリーニング）



ー数理モデリングと数学解析研究部門　ハイライトー

設置目的

本学の数学解析に関連する
研究者の結集



主な研究テーマ

1．数理物理モデル：
シュレディンガー方程式の解の表現
の物性物理への応用
2．数理工学モデル：
偏微分方程式の逆問題の
他分野への応用
3．数理生物モデル：
感染症の数理モデル の
理論的研究，数値シミュレーション
および感染症流行の予測

部門間連携活動

・数学に関する相談窓口(現代代数学と異分野連携研究部門と合同)
相談窓口メールアドレス：math-desk-ml@tusml.tus.ac.jp

東京理科大学 研究推進機構 総合研究院

数理モデリングと数学解析研究部門、現代代数学と異分野連携研究部門　技術相談窓口

「数理モデリングと数学解析研究部門」と「現代代数学と異分野連携研究部門」は研究者のための合同の数学相談所を開設しました。
皆様の研究を進める上で数学研究者の助言や支援を必要とされる場合は、お気軽にご相談ください。
純粋数学から応用数学までご相談が可能です。現在のところ，解析学，代数学，幾何学，確率解析，数値解析についての相談を受け付けています。

技術相談をご希望の方は、以下の事項

1. 相談者の御氏名、御所属、内線番号、電子メールアドレス
2. 御相談内容にかかわる研究分野名とキーワード
3. 数学研究に関する御相談内容の概要

をメールアドレス

math-desk-mlあっとtusml.tus.ac.jp

に、
Subject: 技術相談
と記入の上、電子メールでお送りください。

研究成果ハイライト①　臓器再生グループより

レバミピド含有口腔粘膜用製剤の開発

花輪　剛久，河野　弥生（薬学部・薬学科）

背景・目的

- がん化学療法や放射線療法の副作用の一つである口腔粘膜炎は口腔粘膜のびらんにより激しい痛みを伴い、摂食障害や睡眠障害を引き起こす。
- RBは難水溶性であり、含嗽液は懸濁液として調製されているため、使用前に再分散が必要となる。
- 本研究では、RB、水溶性高分子(HPC) 及び界面活性剤(SLS)の三成分系の湿式粉砕によりRBを微粒子化し、RBの分散安定性および粘膜付着性を評価した。

Table 1. Particle size, zeta potential and solubility of ground RB using various dispersing media

Sample No.	Dispersing media			Particle size	Zeta potential	Viscosity	Solubility
	Polymer	%	Surfactant %	Mean (nm) ±S.D.	(mV)	(mPa・s)	(μg/mL)
L-0.25	HPC-L	0.25	SLS 0.1	167.2 ±0.7	-20.74	0.93	24.27
L-0.5		0.5		143.9 ±0.6	-18.07	0.91	29.28
L-1.0		1.0		141.7 ±1.3	-12.68	0.93	39.55
SL-0.25	HPC-SL	0.25		188.5 ±1.5	-22.48	0.96	22.91
SL-0.5		0.5		144.3 ±1.5	-18.20	0.94	39.33
SL-1.0		1.0		133.0 ±1.1	-13.65	0.96	50.91
SSL-0.25	HPC-SSL	0.25		191.4 ±0.7	-20.68	0.94	33.28
SSL-0.5		0.5		133.7 ±2.0	-20.67	0.93	33.37
SSL-1.0		1.0		126.6 ±0.7	-15.39	0.95	54.15

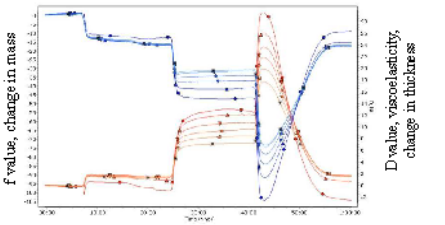


Fig. 1 Amount of SSL-0.5 solution remaining on the QCM-D sensor

結果

- いずれのHPCを用いた系においても、RBのナノ粒子化が認められた (Table 1)。
- 得られたナノ粒子懸濁液は、粘膜付着性を有することが明らかとなった (Fig. 1)。

本研究で得られたナノ懸濁液は、口腔粘膜用製剤として適応可能である。

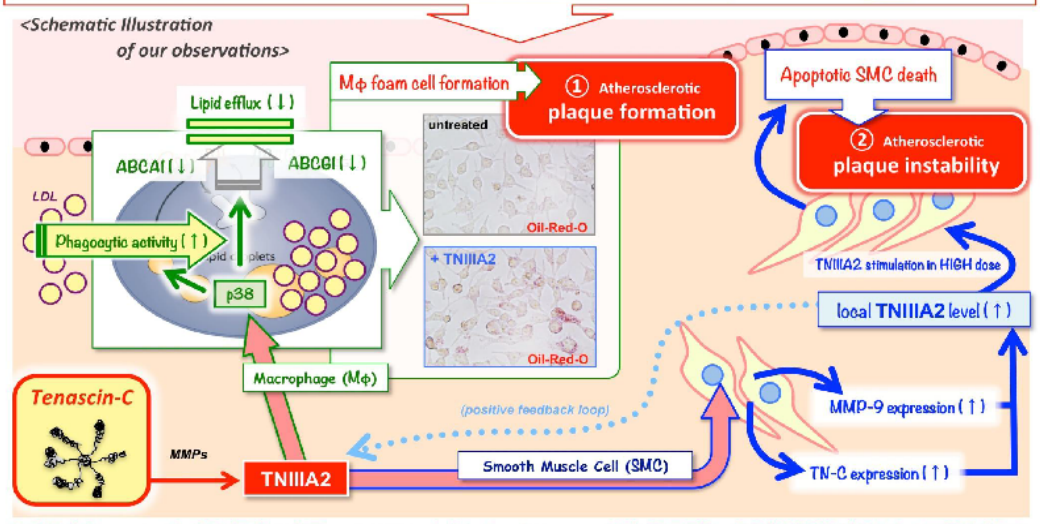
研究成果ハイライト②　DDS製剤の生理活性評価グループより

細胞外マトリックス（ECM）環境の変化による細胞機能調節を基盤とした炎症関連疾患進展機構の理解と新規治療法の開発

伊豫田　拓也，深井　文雄（東京理科大学・薬学部・生命創薬科学）

1. 種々加齢性疾患の根底には慢性炎症があると理解されている
2. 炎症応答調節には、マクロファージが中心的に関与している
3. 炎症局所に特異的な発現を示す ECM タンパク質の 1 つに Tenascin(TN)-C がある
4. 我々はこれまでに、TN-C 分子内生理活性領域・TNIIIA2 の存在を見出した。
5. TNIIIA2 領域は、炎症性プロテアーゼによる TN-C 限定分解によりはじめて表出する

〈仮説〉
マクロファージをはじめとする
病態関連細胞の
TNIIIA2 による機能調節が、
種々加齢性疾患の基盤となる ???



加齢性疾患の 1 つである動脈硬化の進展に、TNIIIA2 を介したマクロファージ/血管平滑筋の細胞機能調節が鍵となる可能性がある

3次元太陽光発電モジュールFPM発電電力推定法と発電特性

植物の9割以上がフィボナッチ数列に基づいた葉の付き方（葉序）に従う

葉序＝F_n/F_{n+2}＝周回数/葉数

図1　ウラジロチチコグサ（2/5葉序）

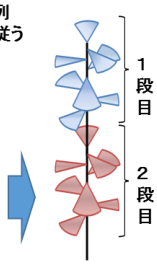


図2　3/8葉序FPM

葉序に倣った3次元太陽光発電モジュールFPM（Fibonacci Number PV Module)を提案

実用化に当たってFPM発電力の推定が必要

（課題）

・太陽電池パネル同士の影の影響の把握

・パネル傾斜面の直達光および散乱光の把握

・発電電力のパネル内セル直並列接続依存性の把握

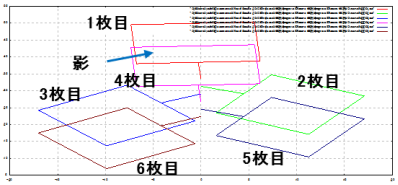


図3　投影法による見かけのパネル面積

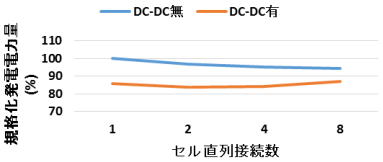


図4　発電電力量のパネル内セル直列接続数依存性

（1）太陽光を平行光線として見かけの直達日射面積を求める投影法（図3）によるFPM発電電力Pの推定式を導出。

$P = S_1 \cdot (I_d/\sin\phi) \cdot \eta + S_2 \cdot (I_s/\sin\phi) \cdot \eta$

S_1；直達日射面積、S_2；太陽電池パネル面積、I_d；水平面直達日射量、I_s；水平面散乱日射量、η；太陽電池効率、ϕ；太陽電池パネル傾斜角

（2）1/3葉序2段構成FPMにおいて太陽電池パネル内セルの直列接続数を増加すると影の影響で発電電力量が低下するが、8直列接続では1直列接続に比較して僅か5%の低下。この電力量の差異はDC-DCコンバータ接続時には緩和。（図4）

（3）1/3葉序2段構成FPMを複数配置する発電樹林において、ハニカム稠密配置では平面型設置に比較して設置面積当たりで約2倍の発電電力量。（図5）

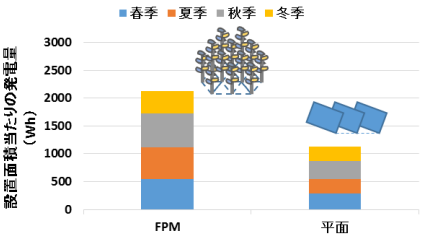
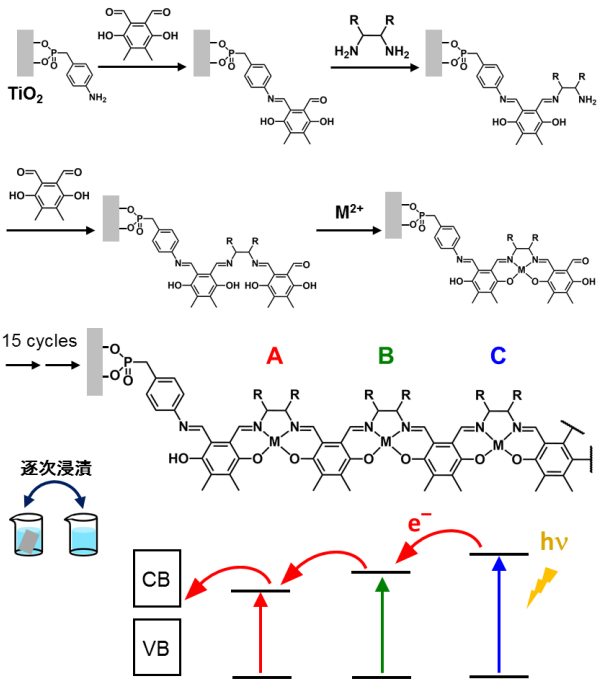


図5　1/3葉序2段構成FPMの単位面積当たり発電量

The Proc. of International Conference Renewable Energy Research and Applications 2017, San Diego, Nov. 5-8, pp.126-130, pp.378-382.

金属錯体ナノワイヤーの逐次構築と評価



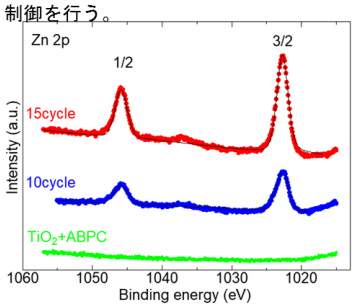
電子の一方向輸送システムを構築し、広い範囲の波長の光を利用する

(a) まず、M = Zn, R = H のみの構成要素において15サイクル浸漬操作を行うことでナノワイヤーを逐次構築した。

(b) 下図に示すXPSスペクトルからZn錯体ナノワイヤーが形成していることが示唆された。

(c) エリプソメトリー測定から膜厚約３nmの薄膜として基板上に構築されていることが確認できた。

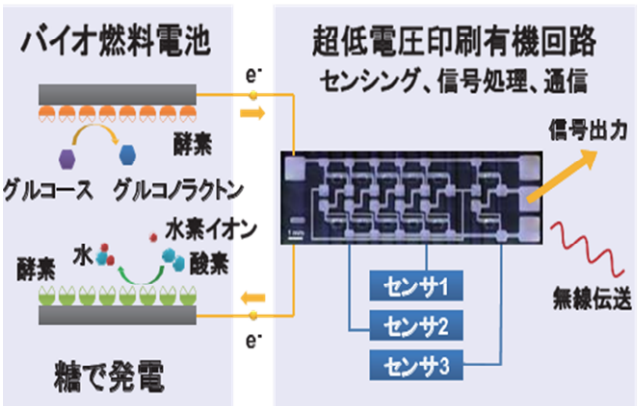
(d) 今後は構成要素を変えていくことで階層的に構造とHOMO/LUMOのエネルギー準位の制御を行う。

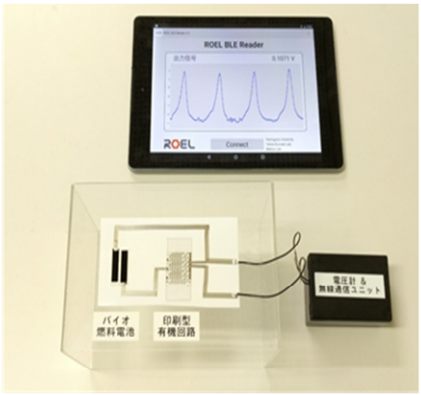


ー先端 EC デバイス研究部門　ハイライトー

燃料電池に関する研究成果ハイライト

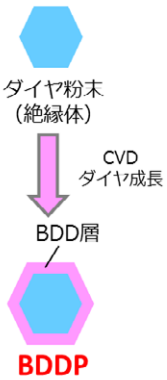
印刷型紙基盤糖バイオ燃料電池を用いた超低電圧印刷有機回路の駆動に成功 (PE展にて展示)

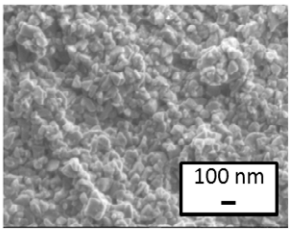




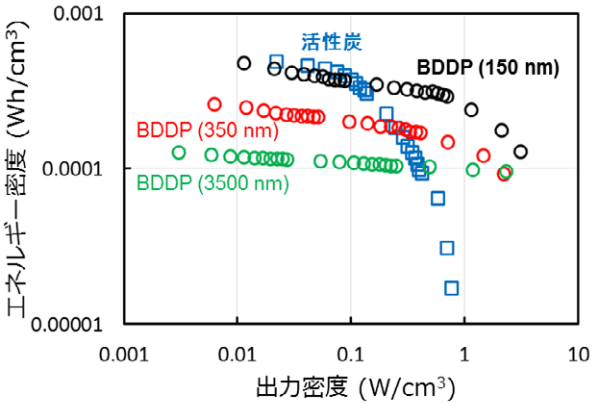
キャパシタに関する研究成果ハイライト

ボロンドープダイヤモンドパウダー（BDDP）の水系電気二重層キャパシタへの応用



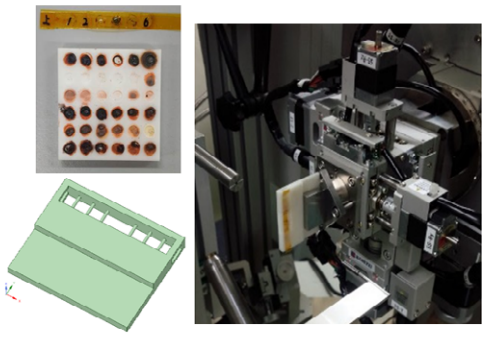


BDDP (150 nm)のSEM像.



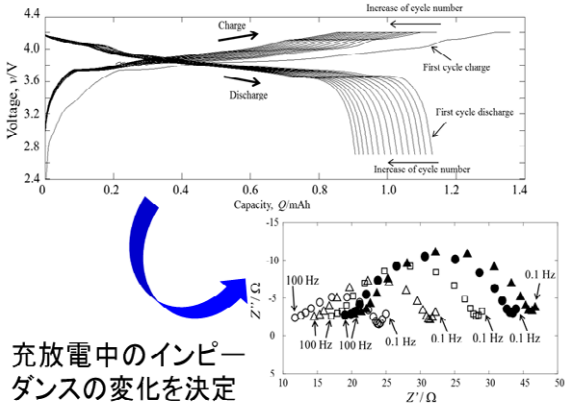
リチウムイオン二次電池に関する研究成果ハイライト

高効率回折測定・構造決定法の開発



回折データを効率的に測定

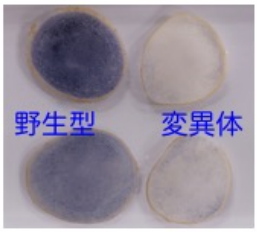
電池の劣化機構を解明



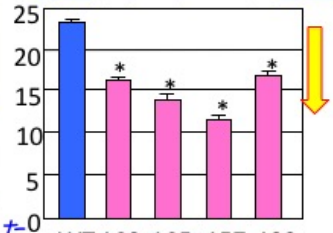
充放電中のインピーダンスの変化を決定

ゲノム編集で低アミロースジャガイモが得られた

2017.7.3　読売新聞夕刊で紹介された

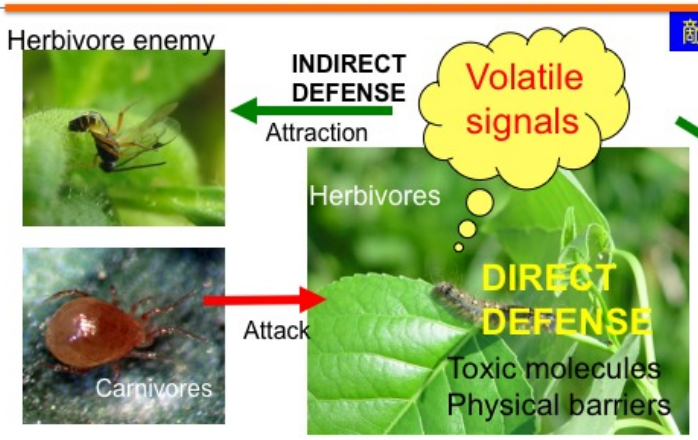


塊茎のアミロース含量



塊茎の切片をヨウ素デンプン反応により染色した

敵の敵は味方：天敵を呼ぶ方法



実験と数値計算を用いた稲穂☒ 剛性モデリングと穂波シミュレーション

スマート農業　→ロボット技術や情報通信技術を活用した農業

様々な生育データの生育や分析

植物の揺動シミュレーション

流体個体
連成問題

揺動のパターンを決めるもの
風の強さ、向き、
配置、密度
植物の力学的特性

広範囲・多数のほ場ごとの作物の生育状況に応じて田面水位や地下水位を自動で遠隔制御

流体シミュレーション（流体力学）
＋
植生シミュレーション
（材料力学、振動力学）

公開シンポジウム

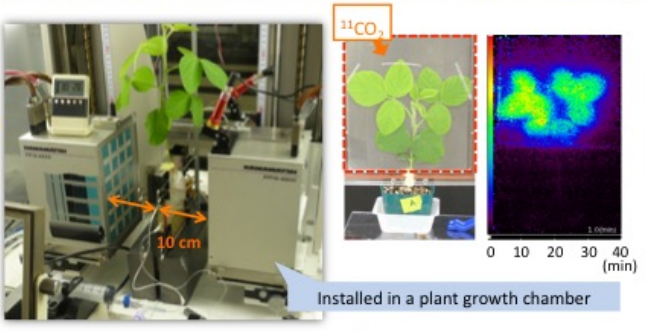
アグリ・バイオ公開シンポジウム
Division of Agri-biotechnology

アグリバイオに関するトピックスの紹介と研究成果の発表・討論

炭酸ガスの動態を可視化する技術

Positron-emitting Tracer Imaging System (PETIS) 8/14

PETIS provides live-images of positron-emitting radioisotopes in intact plants.

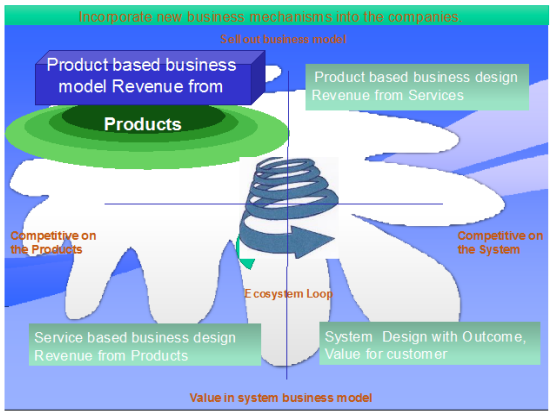


Installed in a plant growth chamber

- pixel size　1.1 mm×1.1 mm
- field of view　12.0 cm×18.6 cm

ーものこと双発研究部門　ハイライトー

【設立目的・研究テーマ】



【設置目的】
“ものづくり”主体の” 業構造から“もの・ことづくり”へと変革発展させるあり方を製造・サービス・ITの観点から調査・研究し、広く社会C 啓蒙して新しいビジネスデザインを提案することを設置目的とする。

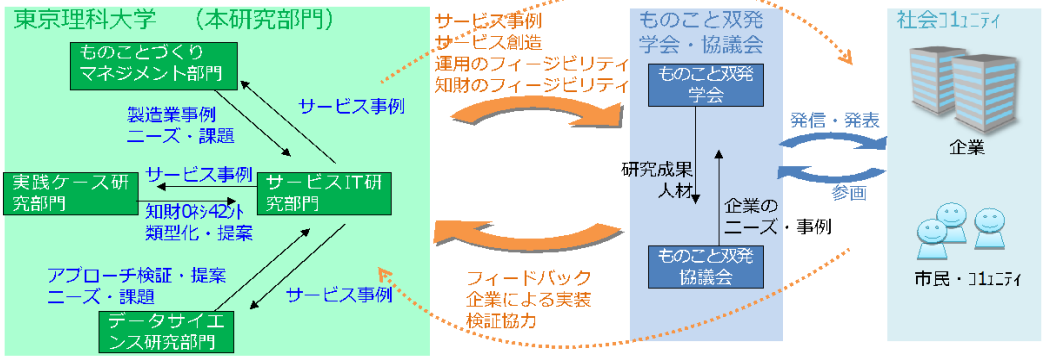
これまでの事例研究は、製造業視点のものが中心となっており“ことづくり”C 視座をおい: 実践的な研究事例はほとT ど見られない。” 業界C とって、新: な競争力を獲得する仕組I づくりC ついて、製造、サービス、ICTの観点から調査・研究を行い、広く社会C 啓蒙し提案していく必要がある。

<研究テーマ>

- **サービスIT** ：社会のサービス化全般C ついて、製造／サービス問わず効率化・情報化・価値均質化C ついて検証。
- **ものことづくりD ネジメント** ：グローバル展開へと変容が進む昨” のマネジメントシステム転換のプロセスないし人材／組織C ついて技術経営面から研究。
- **コンピF ータ・データサイエンス** ：データと人間社会との関係性C ついて、システムの相互運用性・データ解析・セキュリティ／プライバシー・現実世界へのフィードバック手法などを対象C 研究。
- **実I ケース** ：サービスや継続ビジネスなど“ことづくり”C 視座をおい: の実践ケースを調査。
- **esign Thinking** :デザイン思考アプローチを調査。
- **Fintech** ：付加価値を創造しこれまでC ない金融サービスを顧客C 提供する: めのパラメータ調査。

【研究成果ハイライト>

2014年4月に本研究部門メンバーなどで設立した「ものこと双発学会・協議会< と連携・協働しながら、産業界や社会との情報交換、発信の場作りを行う。



<研究WG>

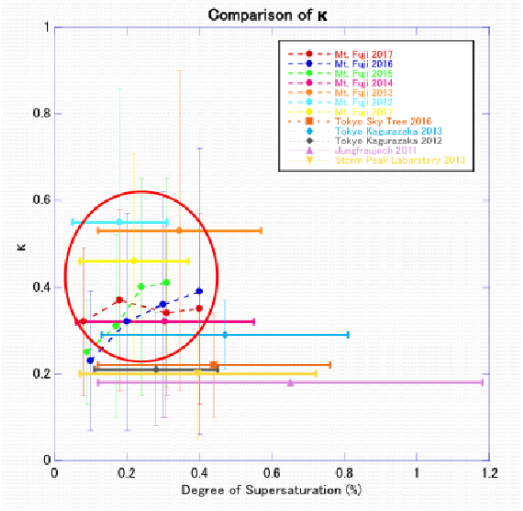
- ものこと双発におけるイネーブラー
  ものこと双発を起こすための実現要素（イネーブラー）を技術、 社会、ビジネスなど、多面から検討。ー昨年度、変化に対する危機感、技術、リーダーの情熱、コラボレーションをイネーブラーとしT 整理したが、新たにコンセプト、価値、仕組みの重要性についT 発見があった。
- 仮想会社で見るものこと双発
  バーチャルカンパニーを設定、実践的にものこと双発ビジネスを創造することで、異業種の出会いを創出、推進する仕組みを設計。昨年度は健康ビジネスから真の消費者ニーズとビジネスモデルをさI った。
- ものこと双発ネイティブ人材の育成
  ものこと双発に必要な人材の能力を事例から解きほI し、組織のあり方、マネジメントの仕方なども関連づけT 体系化した。昨年度は、デジタル変革の各社取り組みヒストリー、その際の人と組織、さらに変革の手法についT 体系化した。

研究成果ハイライト①エアロゾルの気候影響

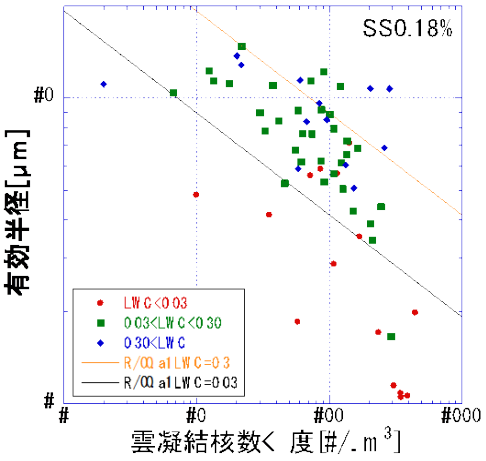
「 都市大気および山岳大気における雲生成に関する研究」

三浦、森、永野（ 東京理科大）、岩本（ 広大）、三隅（ 防災科研） 、矢吹（ 京大）

東京理科大学特定研究助成金共同研究助成金（ 2016-2017年度）



富士山頂の吸湿成長パラメータ(κ)の値は0.4程度で、他の山岳地帯や都市大気より大きく、雲になりやすいことが示唆された。



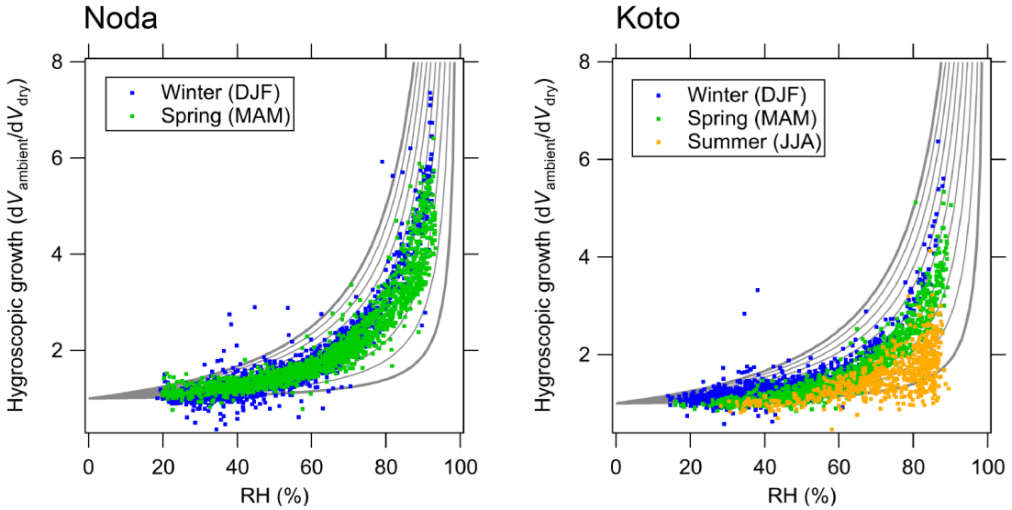
山頂では雲凝結核数濃度が小さいほど雲粒の有効半径が小さくなることが確認された。この関係はκには依存せず雲水量(LWC)に依存した。

研究成果ハイライト②エアロゾルの健康影響

「PM2.5質量濃度に与える吸湿性粒子の影響評価」

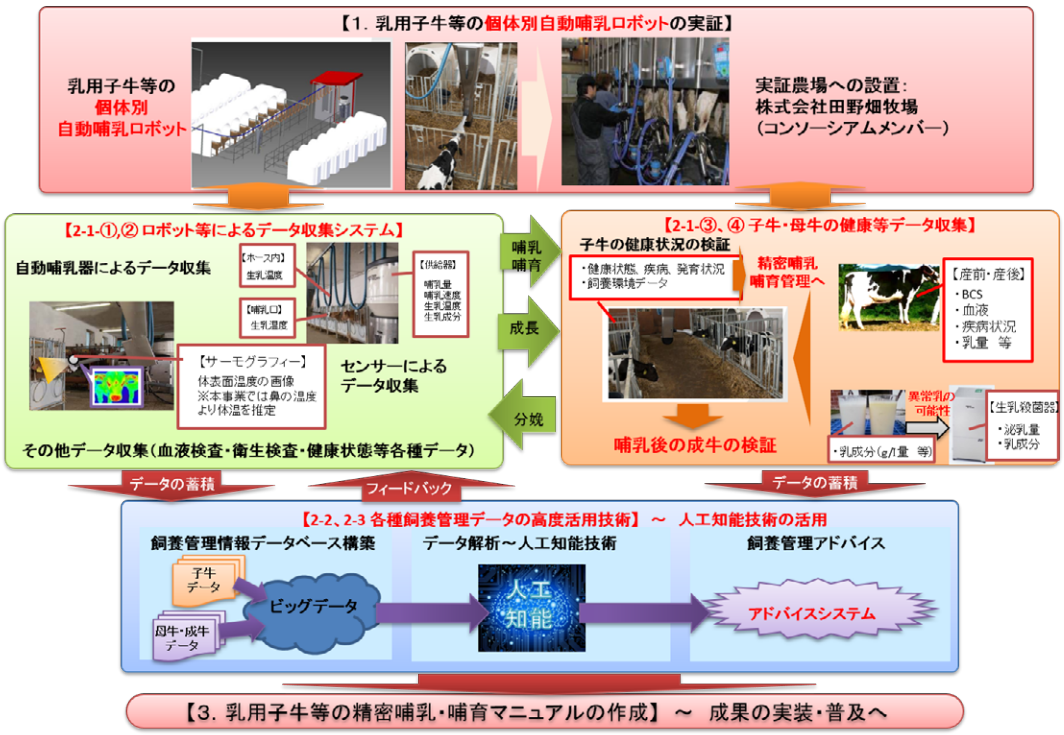
三浦、森、西川、永野（東京理科大）、岩本（広大）

都市型PM2.5の高濃度化現象の原因解明と常時監視データ補正法
環境省 環境研究総合推進費 （2016-2018年度）

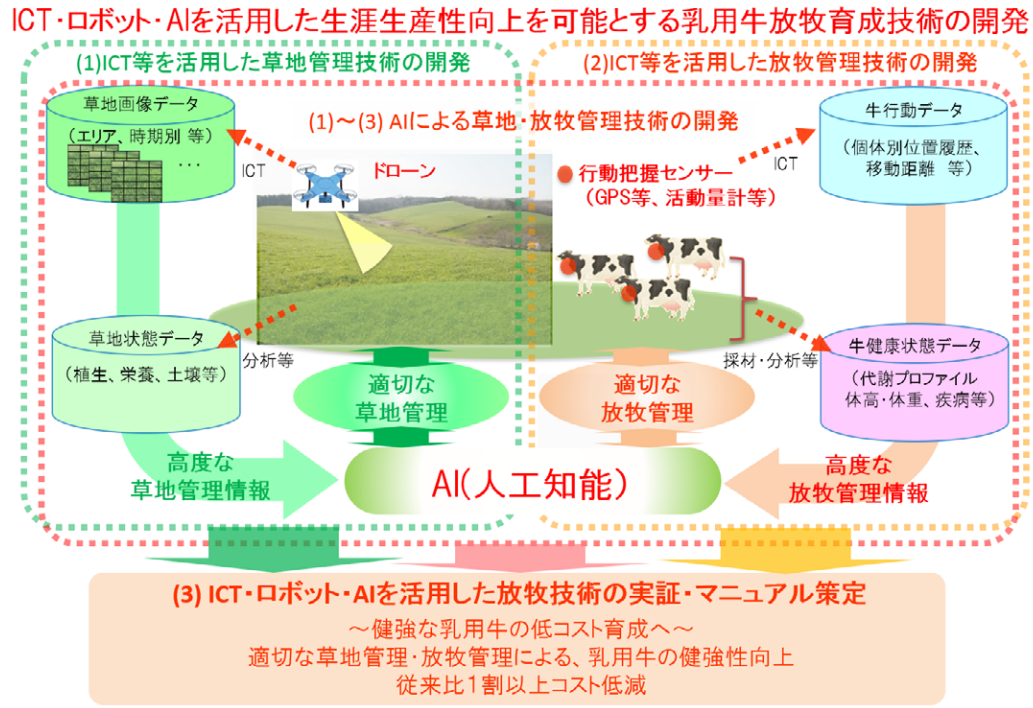


野田および江東における相対湿度(RH)と吸湿成長率の関係は季節によって異なる。
夏季は光化学反応によって生成される新鮮な酸化の影響を受けていない有機物の寄与が大きいことが、夏季の小さい吸湿成長率の原因の一つであるかもしれない。

うち地域戦略プロジェクト：哺乳ロボットによる飼養管理



うち経営体強化プロジェクト：ロボット・AIによる放牧育成技術

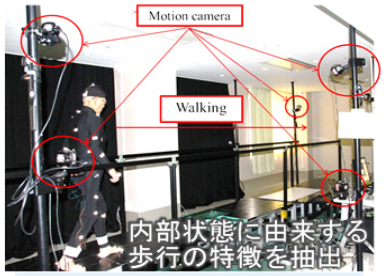


ー脳学際研究部門　ハイライトー

課題１　歩行運動はヒトの内部状態を表す ⇒ 歩行運動情報より脳内部から由来する性格や精神状態を予測

①発達障害者などの社会性認知計測

BIRD連携



②生体機械工学的歩行計測

BIRD連携

③認知心理学実験

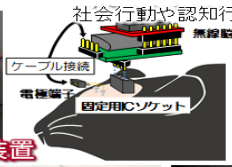
【進捗状況】

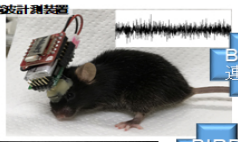
歩行計測から性格特性の差異を計測する技術の開発をめざし，歩行計測および性格特性の質問紙検査を行った。計測の結果，性格特性の差は，歩行時の腰の動きと関連が強いことが分かった。この成果は2017年度に国際誌に論文として公刊された。今後は、脳波計測を行い、歩行から脳活動を推定する技術の開発を目指す。

課題２　①小型ウェアラブル脳計測装置開発　超小型脳波計→脳波計測　超小型脳顕微鏡→神経活動可視化　②疾患モデルマウスの認知・記憶行動解析

超小型脳波計測装置

社会行動や認知行動時の脳波を計測



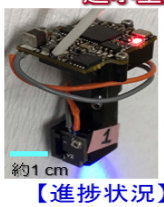


BIRD連携

社会認知・記憶障害モデル

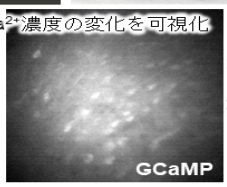
BIRD連携

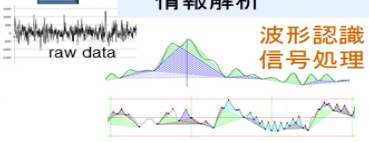
③脳波信号の時系列情報解析



超小型脳顕微鏡

神経活動による細胞内Ca^{2+}濃度の変化を可視化





【進捗状況】

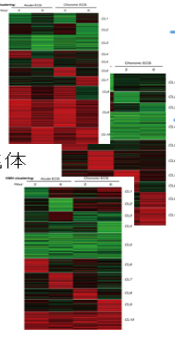
小動物のマウスに適用可能で軽量化・低消費電力化（長時間計測）・無線障害への耐性を備える無線脳波計測装置を作製した。この装置を用いて、認知行動時のマウス頭部から脳波を安定的に測定する系を立ち上げた。脳波の実時間解析も検討した。また超小型脳顕微鏡を試作し、神経活動依存的な細胞内Ca^{2+}イメージング等を行った。

課題３　①部位同定と遺伝子発現　BIRD連携　②ネットワーク変化の関連性　BIRD連携　③分子機能変化の関連性

遺伝子共発現ネットワーク解析

抗うつ治療
抗うつ薬
電気ショック療法
心理治療

前頭前野
海馬
扁桃体
視床下部
側坐核



認知機能（判断）
記憶・不安
ストレス反応
食欲
睡眠
性欲
情動

うつ病態改善

新規作用（痛覚統合失調認知症肥満・不眠）

【進捗状況】

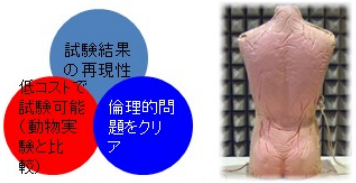
機序の異なる２種類の抗うつ治療のマウスモデルを作製し、海馬歯状回における網羅的な遺伝子発現解析を行い、神経発生に関わる遺伝子群を有意に検出し、抗うつ治療が海馬神経の発達・成熟に関わる機能を調節していることを示唆した。

研究成果ハイライト①

人工心臓用経皮エネルギー伝送システムに関する検討

医用応用関係

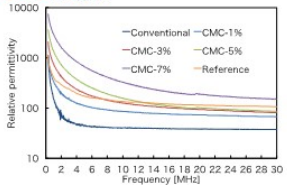
・人体のモデル化　・越地・山本グループ



ファントム内にコイルを埋込む
実効容量の増加＝＞忠実度を向上

カーボンマイクロコイル(CMC)をファントムに添加

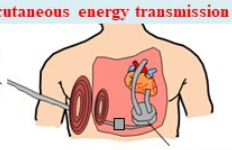
$$C^* = \frac{C}{1-\omega^2 LC}$$



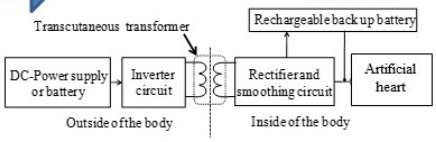
・ケーブルによる電力供給　・柴グループ

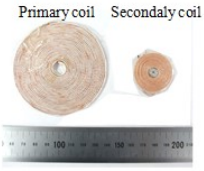
経皮エネルギー伝送
(Transcutaneous energy transmission : TETS)

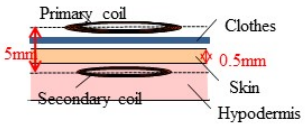
非接触で電力供給



補助人工心臓







高周波を用いた小児体内に埋め込み可能な小型の経皮トランスを検討し、実現の見通しを得た

1

研究成果ハイライト②

アナログ・ディジタル変換器（ADC）の高速化・高精度化

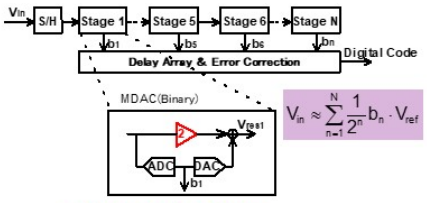
・兵庫グループ

研究背景

☺ADCは、医療機器や宇宙機器さらには、IoTなどの実現のために不可欠の基礎要素回路

☹ADCの高速化と高精度化の両立は困難

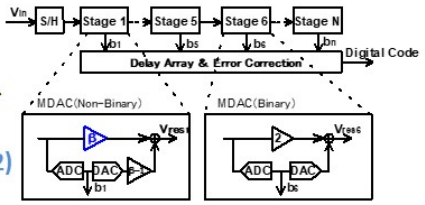
従来の高速パイプライン型ADC



$$V_{in} \approx \sum_{n=1}^{N} \frac{1}{2^n} b_n \cdot V_{ref}$$

2倍を正確に実現するのが困難

提案する高速パイプライン型ADC



β変換・誤差補正

(1<β<2)

$$V_{in} \approx \left(\frac{\beta_1 - 1}{\beta_1} b_1 + \frac{\beta_2 - 1}{\beta_1\beta_2} b_2 + \frac{\beta_3 - 1}{\beta_1\beta_2\beta_3} b_3 + \frac{\beta_4 - 1}{\beta_1\beta_2\beta_3\beta_4} b_4 + \frac{1}{\beta_1\beta_2\beta_3\beta_4\beta_5} b_5 + \frac{1}{\beta_1\beta_2\beta_3\beta_4\beta_5} \sum_{6}^{N} \frac{1}{2^{n-5}} b_n\right) \cdot V_{ref}$$

冗長性を用いて誤差を補正

☺β変換を用いた新たな複合化手法により**高精度・高速化への可能性**

ー先進農業エネルギー理工学研究部門　ハイライトー

＜ハイライト①＞

長野県果樹試験場との共同研究成果

農業生産と両立する太陽光発電装置の開発

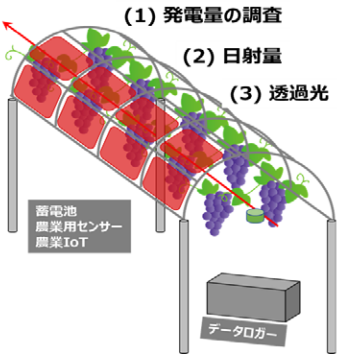
長野県との取り組み：農業と工業分野の産・学・官が連携して課題解決!

開発に取り組む背景

ぶどう栽培では雨除け栽培の導入が進んでいます。現在開発中のフィルム状の太陽光発電装置は、雨除けや遮光も兼ね、スプリンクラー等のかん水装置や害虫防除のＬＥＤランプ等への電力供給が可能となり、ぶどうの低コスト安定生産につながると期待されます。

コンソーシアムに参画する企業・研究機関

諏訪東京理科大学（茅野市）[フィルム型太陽光発電装置の開発]
(株)イデアルスター（仙台市）[フィルム型太陽光発電装置の試作]
県果樹試験場[ぶどう園地におけるフィルム型太陽光発電装置の実証]



＜ハイライト②＞

NEDO プロジェクト研究成果

農業IoTソーラーチューニング方法の開発

＜得られた研究開発成果＞

☑植物栽培と太陽光発電を両立するソーラーチューニング法の開発を達成した。OPVについては、有機発電材料種の選択とモジュール構成の検討で、農作物に必要な光波長と光量を透過するOPVを試作した。

＜OPV発電量実測データと曲面シミュレーション解析＞

☑OPVの発電量及び透過光の測定結果を基盤とし、ビニールハウスの曲面上への展開を勘案した発電量解析を行った。
（次ページのスライドで説明）

＜技術ノウハウと特筆すべき成果と今後の課題＞

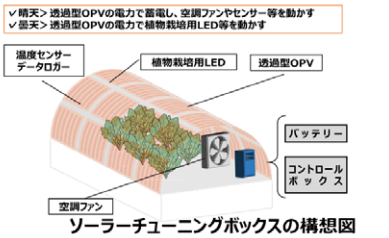
☑OPVの透過光での作物栽培の実証を行うと共に光合成測定等により作物栽培に関する基礎データを得た。

※今後はさらに光合成測定により定量的なデータを構築し、様々な環境下においても発電と農作物を両立するデータを取得する必要がある。

晴天時はOPVで発電しながらサラダ菜を栽培（蓄電池に充電）

曇天時はOPVで得られた電力でLEDを照射しサラダ菜を栽培

試作した農業IoTソーラーチューニングボックスでの植物栽培実証



ソーラーチューニングボックスの構想図

試作したソーラーチューニングボックス

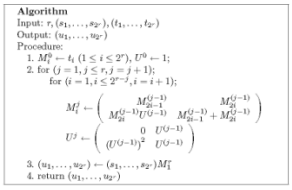
基盤的研究成果１

純粋数学

代数多様体の数論的性質 ⇔（相互作用） 代数的整数論 岩澤理論 ⇔（相互作用） 保型形式論 表現論

応用数学

Artin-Schreier拡大塔を利用した巨大有限体の構成

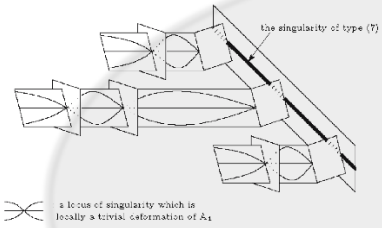


連携分野

代数的符号 公開鍵暗号

新しい疑似乱数生成器ASTの構成
- 長大な周期を持つ疑似乱数を生成可能
- MersenneTwistorを超える性能の期待

基盤的研究成果２



正標数特異点理論の整備

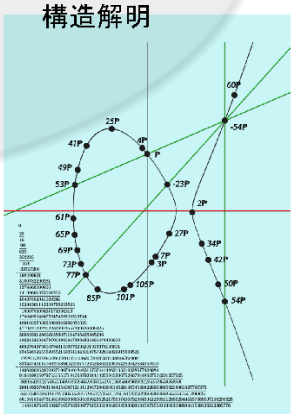
代数多様体
代数方程式の解空間

モジュライ空間

K3曲面やEnriques曲面の
モジュライ理論の究明

有理点

(準)楕円曲線の
有理点のなす群の
構造解明



特異点

Groebner基底

計算機代数、数式処理

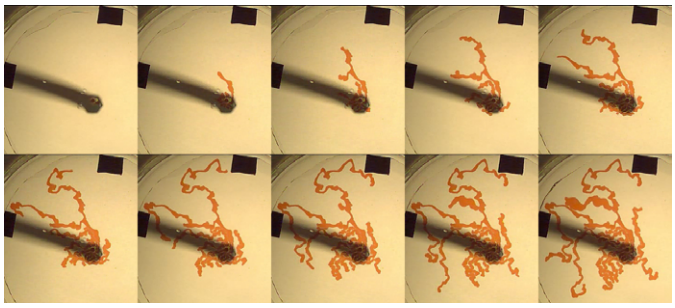
分類論

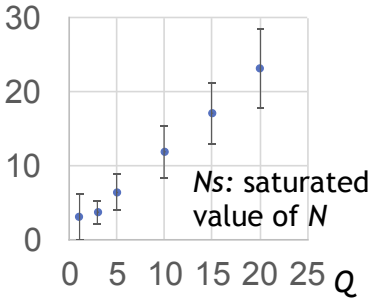
正標数代数多様体の
病理的現象の究明

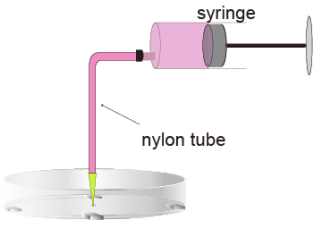
未知の連携領域

研究ハイライト1

Pattern of injected fluid in a confined geometry induced by solidification of front



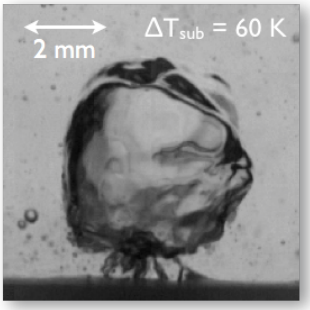


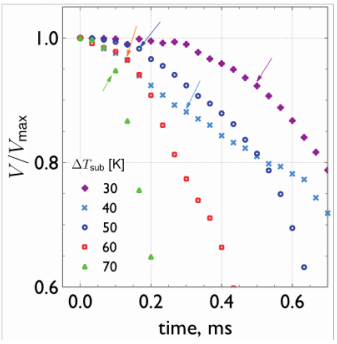


Essential features of filament meandering and splitting can be reproduced

研究ハイライト2

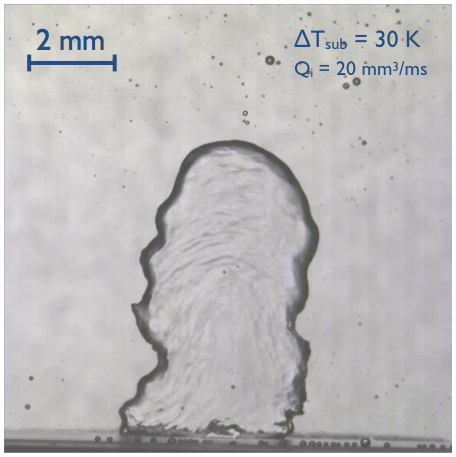
Condensation of vapor bubble in subcooled pool





Effect of entrainment of ambient liquid on condensation

➡Source of disturbance + roll as condensation nuclei



研究センター・研究部門別の研究報告

火災科学研究センター

火災科学研究センターについて

1. 概要

火災科学研究センターは、前身の総合研究所火災科学研究部門を核とする組織が、平成 15 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、本センターは平成 20 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。

こうした活動を通じて、新たに平成 25 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。近年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について、潜在的な火災リスクの増大が懸念されると共に、それが顕在化したことでその脅威を科学的に分析すると共に適切な対策を施すことが求められる。こうした課題に対して、本研究では、アジア諸都市を対象として火災危険事象の抽出を、インターネットを最大限に活用して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を担ってきた本学の研究成果も活用して火災リスクを減じ、都市で生活する人々の安全向上を図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、本センターは、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、その手法としてインターネットを通じてアジアの関係者が連携することで火災工学のグローバル展開を実現するもので、従来の組織にはない意義がある。

また、平成 21 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。

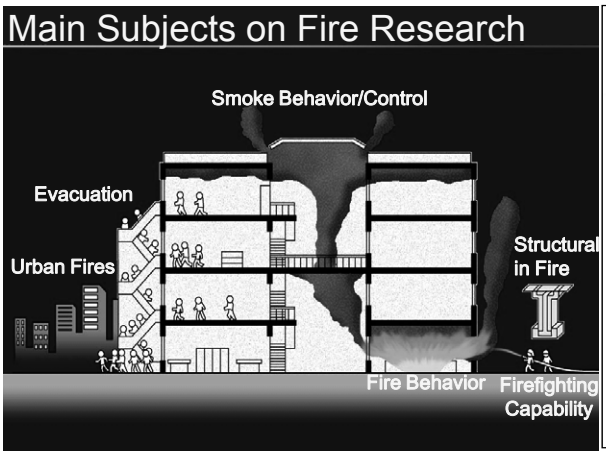


図 1　建築火災安全工学研究のイメージ

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）

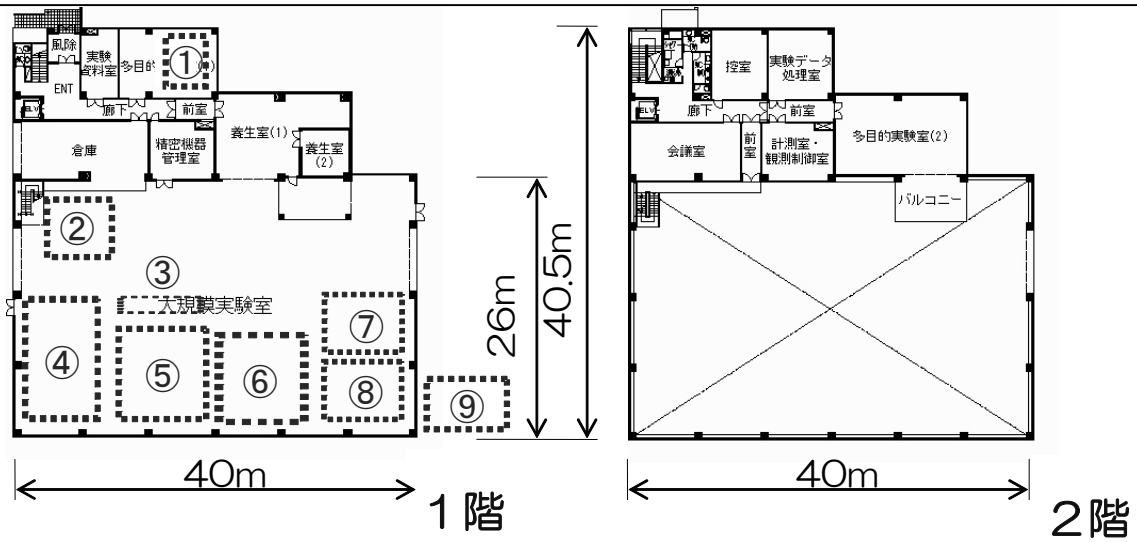
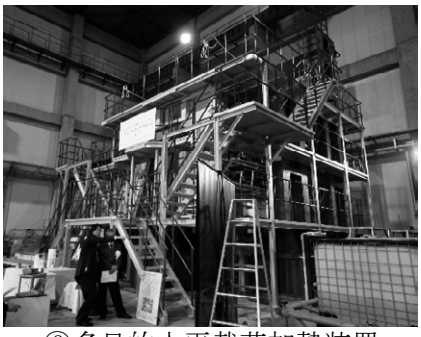
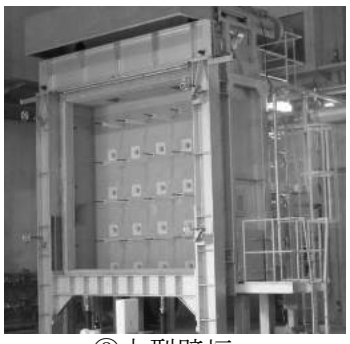


図 3　大規模実験棟平面図と各種設備



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. 各研究グループの活動報告

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

3. 1. 火災現象・設計火源グループについて

プラスチックを取材としたプリンターの燃焼特性に関する研究：

実態に即した建築物の火災安全性を検討する際、可燃物の種類や配置状況を踏まえた火災荷重を考慮することが望ましい。このような火災荷重を設定するためには建築物の用途ごとの積載物品のデータに加え、単一可燃物の燃焼特性、単一可燃物を校正する材料の割合と可燃物を校正する単位材質の燃焼特性に関する情報等が必要である。代表となる燃焼特性は可燃物の火災成長率、最大発熱速度と総発熱量がある。本研究では、プラスチックを取材としたプリンターを用いた燃焼実験を行い、燃焼特性の把握及び火災荷重を算出する際に参考となる火災成長率、最大発熱速度、火災荷重と燃焼熱など、基礎データの蓄積を目的とした。

試験体は、重量 6.8～54.5kg の範囲で有り、インクトナーやドラムは含まれている。実験に使われたプリンター12 台の嵩体積 V_{bulk} と初期重量 W_0 の関係を調べ、W_0=317.96Vbulk の関係式が得られた。燃焼実験では、プロパンガスによる平均発熱速度 5.71kW の火源をプリンターのコーナーに 20 分間加熱し着火した。観察の結果、レーザープリンター（モノクロ及びカラー）の燃焼過程は成長まで比較的長い時間が必要で、インクジェットプリンターは、側面からの火炎伝播により燃焼の拡大が早くなる傾向が見られ、顕著に燃焼が開始するのは着火から約 4 分程度であった。燃焼過程を整理すると、前者は、①バーナーにより加熱された部分が溶融、②溶融した付近からプリンター内部の材料が燃焼（区画火災のような燃焼性状）、③内部の燃焼により上部面が徐々に溶融し、火炎が上部面から噴出、④燃焼面が上部面全体に拡大、⑤側面へ燃焼拡大という様相を呈した。後者は、①バーナーにより加熱される部分が溶融し燃焼、②徐々に横方向に燃え拡がり、用紙フォルダーの部分が溶融して机に落下、③短時間で試験体の全体に燃え拡がるという様相を呈した。また、上記以外に複合機も燃焼実験したが、方式が同じインクジェットプリンターと同様の燃焼性状を示した。

印刷方式、嵩体積や初期重量が異なる様々なプリンターを用いて、ガスバーナーを火源とする燃焼実験を行った結果、次のような結果が得られた。1）プリンターの印刷方式により燃焼性状と燃焼熱が異なることが分かった。インクジェットプリンターは加熱から短時間で発熱速度が増加し、レーザープリンターは発熱速度の増加開始時間が 15 分以上と遅かった。2）燃焼熱はインクジェットプリンターの場合 31.7MJ/kg（主材質 PS-HI）、レーザープリンターの場合 24.7MJ/kg（主材質 ABS-FR(40)）となった。3）火災荷重はインクジェットプリンターとレーザープリンターに分けて、初期重量と火災荷重との関係式、体積と火災荷重との関係式を整理した。

3. 2. 避難安全グループについて

群集階段避難性状の実験的研究：

被験者約 180 名により実際の階段を用いて系統的な階段避難実験を行い、これを画像解析技術を用いて詳細に分析することで、避難安全設計に活用できる階段歩行性状のモデル化を目指すものである。

実験は全 9 パターンで実施した。アルファベットの 2 文字目の U は上り、D は下りの条件を示している。実験 SU・SD：一連の実験の基礎データとして、各被験者が群集の影響を受けずに一人ずつ階段内を歩行した場合の歩行能力を把握。上り方向に 4 層歩行実験 SU、下り方向に 6 層歩行実験 SD。実験 DU・DD：一般的な避難計算では、歩行距離などによらず歩行速度や密度、流動係数を一定と仮定することが多いが、階段歩行では歩行距離や移動方向の影響を受けることが予想される。2 層からの合流を生じさせることで、合流点で 3 人/m^2 程度の高密度群集を生じさせ、これを上りに 4 層 DU、下りに 6 層 DD 歩行させた場合の性状を把握。実験 MU・MD：階段周りの避難では、複数階から同時に階段に避難者が流入する状況が考えられる。このときの階段内の流動量や密度、及び各階から階段への合流率を把握する。また、実験 DU・DD との比較により合流が無い場合と比較する。実験 FU・FD：一般的な避難計算の考え方によると、ネック幅×流動係数により流動量が決まる。階段においては、階段幅×階段での流動係数と階段出口幅×階段出口の流動係数のいずれか小さい方に流動量が支配されることが予想される。階段入口・出口扉幅を 1.2m～0.6m

に変化させた上で、階段を 1 層分歩行させ、階段内と階段出口の流動量を把握する。実験 NC：例えば、避難階において、上階からの避難に加え、下階からの避難者が 1 カ所の階段出口の前にて合流し、個々を通過して階段から流出する状況がある。このような場合において階段出口の幅と階段の幅の違いによる階段出口の流動量を把握する。

実験 DU・DD より、流動量及び流動係数、速度を調査した。階段内で合流した後、合流点より補酵素進めるほどに流動量が低下する傾向を、上り及び下り共に確認した。また、階段の出入口幅をパラメーターとした群集実験により、出口幅/階段幅比が 0.67 以上の場合は階段内の流動がネックとなり、同比が 0.5 の場合は出口がネックとなることが分かった。

3. 3. 構造耐火グループについて

<u>火災を受けたコンクリートの劣化深さの推定に関する基礎的研究：</u>

コンクリートの劣化現象の一つに加害がある。被災した建物の加害診断時では劣化深さの特定が重要となる。火害診断では、コンクリートの残存強度を確認するために抜き取ったコンクリートコアの圧縮強度試験が実施される。火害を受けたコンクリートは、表面から深さ方向に劣化の程度が異なることから、圧縮強度試験では劣化深さを特定することは難しい。また、静弾性係数を測定する場合では、表面付近の縦ひずみを測定範囲としないため、表面からの劣化を捉えることは不可能である。そこで、本研究では、ガス加熱炉により火災による劣化を模擬したコンクリート試験体を作製し、この試験体から採取したコアに対して圧縮強度試験を行い、コア長手方向のひずみ分布から、劣化深さを推定する方法について検討した。

試験体は、長さ及び幅共に 900㎜、厚さ 250㎜ の直方体のコンクリートを、室内集中養生した後、材齢 7 日で脱型し、加熱試験に供するまで屋内で静置した。加熱する表面から 0，25，50，100㎜ の位置に K 熱電対を設置した。加熱表面にある熱電対の平均温度が 500℃に到達するまで ISO834 の標準加熱曲線に沿うように炉内温度を上昇させ、その後 500℃を 60 分間保持するように調整し加熱を終了した。

コンクリートの表面温度が 500℃の温度を受けると、圧縮強度及び静弾性係数は低下することを改めて確認した。また、圧縮試験時に縦ひずみを表面から深さ方向に連続して測定することにより、火災を受けたことによる劣化深さを把握できた。火害を受けたコンクリートから採取したコアの圧縮試験における最大荷重時の各深さの縦ひずみは、加熱面に近づくほど大きくなる。これは、圧縮試験の開始直後に顕著に見られた。圧縮強度試験の際、加圧面の端部拘束が生じる箇所であっても、火害を受けた位置に縦ひずみの増加が大きかった。

4. 研究活動の展望

火災現象・設計火源グループでは、可燃物の燃焼実験や可燃物量のばらつきを考慮した複数室間延焼時の火災室温度予測について検討する。避難安全グループでは、引き続き近代都市に見られる超高層ビルの安全計画、多人数が集中する公共空間の火災リスク、高齢化社会の研究課題を推進する。構造耐火グループでは、構造架構全体の火災時挙動に関する研究課題も検討対象としつつ、火害診断も含めた構造材料や区画壁の耐火性能に関する研究課題を推進する。こうした火災安全評価・設計体系の高度化に寄与する先端研究を推進し、大規模実験棟を活用した受託研究等により研究成果を社会へフィードバックする。

5. むすび

本研究センターは、文部科学省が推進した 2 つの COE プログラムを遂行し、平成 25 年度より新たに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－）を推進している。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。その一環として、アジア火災安全フォーラムを形成し、インターネットを活用した情報共有と共に、セミナー開催等を通じて交流を図る。2017 年度は、韓国・湖西大学でフォーラムを開催し多くの関係者が参加した。

また、本研究センターが運営する「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。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1．局所火災時における柱の受熱量に及ぼす散水設備の影響 －火源に囲まれた実大規模の隅柱の入射熱流束および温度分布－，野秋政希，大宮喜文，鈴木淳一，日本火災学会論文集，Vol.67，No.1，pp.17-30，2017（査読有）
2．加圧煙制御における給気方式の差異が遮煙性能に与える影響に関する研究 －測定面に直交する風速成分および温度分布－，岸上昌史，山口純一，沖永誠治，松山 賢，松下敬幸，日本火災学会論文集，Vol.67，No.1，pp.31-38，2017（査読有）
3．加圧煙制御における給気方式の差異が遮煙性能に与える影響に関する研究 －実大模型を用いた常温給気実験による測定面に直行する風速成分および動圧存在下での静圧と遮煙性能の関係－，岸上昌史，山口純一，沖永誠治，松山 賢，松下敬幸，日本火災学会論文集，Vol.67，No.1，pp.39-48，2017（査読有）
4．火災加熱を受ける耐熱強化ガラスに関する実験的研究 ～ガラス保有強度と温度差の関係～，鈴木一幸，久田隆司，佐藤明憲，大宮喜文，日本建築学会環境系論文集，Vol.82，No.735，pp.385-394，2017（査読有）
5．標準加熱を受ける方立方式ノックダウンアルミカーテンウォールの方立の挙動に関する実験的研究，江口純子，池田憲一，千葉文彦，大宮喜文，菅原進一，日本建築学会構造系論文集，Vol.82，No.738，pp.1287-1297，2017（査読有）
6．Advanced Active Imaging System for Fires Based on Terahertz Electromagnetic Waves: Experimental Study of Effectiveness in Smoky and High-temperature Environments, Matsuyama, K., Shimizu, N. and Okinaga, S., FIRE SAFETY JOURNAL, Vol.91, pp.1051-1058, 2017（査読有）
7．Analysis of Response Behaviour of People in Fire Incidents Where Residential Fire Alarms Successfully Worked, Ai Sekizawa, and Masayuki Mizuno, FIRE AND MATERIALS, Vol.41, pp.441-453, 2017（査読有）
8．Study on Mass Evacuation during Fire Drills in a Stairwell of Super High-rise Buildings, Guan-Yuan Wu, Masayuki Mizuno, Chao-Kuan Ke, Bulletin of Japan Association for Fire Science and Engineering, Vol.67, No.2, pp.57-69, 2017（査読有）
9．火災統計に基づく小火特性に関する研究，北堀純，池畠由華，山口純一，大宮喜文，日本火災学会論文集，Vol.67，No.3，pp.139-148，2017（査読有）
10. Heat release rate of wooden cribs with water application for fire suppression, Masaki Noaki, Michael A. Delichatsios, Jun-ichi Yamaguchi, Yoshifumi Ohmiya, FIRE SAFETY JOURNAL, Vol.95, pp.170-179, 2018（査読有）
11. 散水による可燃物の熱分解および着火の遅延効果に関する研究，野秋政希，山口純一，大宮喜文，日本建築学会環境系論文集，Vol.83，No.744，pp.107-117，2018（査読有）

受賞

1．水野雅之ほか，Judges Choice Outstanding Poster，The 12th IAFSS Symposium，International Association for Fire Safety Science，2017

研究課題（研究者別）

池田　憲一

「あと施工アンカーの耐火性能に関する研究」

コンクリート構造物の耐震補強対策としてコンクリートの壁等の耐震要素を既存建物に設置する方法がある。この方法に使用されるアンカーの方法のひとつに「樹脂系あと施工アンカー」がある。この樹脂系のアンカーは火災時の性能がわからないため、使用に大きな制限がある。本研究はこのアンカーの耐火性能を明らかにすることによって、耐震補強の選択肢を増やし、安全で容易な耐震補強を可能とする。

「免震・制振用オイルダンパーの火災時挙動に関する研究」

地震国である日本では、免・震制振建物が建設されることが多くなってきている。これらの建物には地震のエネルギーを吸収するためにシリンダー内に可燃物であるオイルを満たしたダンパーが使用されているが、火災時のこれらのダンパーの挙動に対する知見は全くない。本研究は、実際のダンパーを用いた燃焼実験・爆発に対する過加圧をすることによって、火災時の同ダンパーの安全性を明らかにするために実施する。

「アルミカーテンウォールの耐火性能に関する研究」

超高層建物で頻繁に使用されるアルミカーテンウォールは、その耐火性能が不足すると火災時に上階延焼の原因となる。本研究ではアルミカーテンウォールの材料の耐火性能と部材の構成を確認し、実大実験を実施することにより、カーテンウォールとしての耐火性能評価を可能とすることを目的とする。

大宮　喜文

「建築物の内・外装材に関する研究」

建築物の内装や外装に関する性能を実験的に考察を行う。ISO に示された外装試験装置等を使用し、材料や構造方法の仕様の違いにより、火炎伝播速度や火炎長さ等への影響を定量的に把握し、内・外装材の火災安全性能の評価方法を提案する。

衣笠　秀行

「アルミカーテンウォールの耐火性能に関する研究」

損傷がもたらす深刻度の評価は一般的に修復に必要な費用を貨幣単位により計測・表示することで行われている。しかしながらこの方法は、貨幣価値変動や物価変動の影響を受けることから、工学的性能評価の深刻度評価法としては適当とは言えない。本研究は損傷深刻度の工学単位による定量的評価法の提案と、これに基づく、損傷がもたらす経済的深刻度を設計目標とした性能評価型設計法の構築を試みるものである。

倉渕　隆

「業務用厨房の排気捕集性能の評価に関する研究」

業務用厨房機器から発生する高温の排ガス・汚染空気を捕集する排気フードの性能評価を通常天井高さの実験室にて確認する手法の開発研究を行っている。フードに直接捕集される成分と、フードからあふれて再捕集される成分を分離するため、捕集率測定のためのトレーサガス注入を停止後の排気ダクト内の濃度変化を分析する方法である。同手法の妥当性検証のために CFD による詳細な気流・汚染拡散性状の確認を合わせて行っている。

「住宅改修による省エネルギー性能、健康性能向上に関する研究」

昭和 40～50 年代に建設された集合住宅に対し、設備面や窓サッシ、ドア、躯体の断熱性能を改修することにより、どの程度省エネルギー性能や、快適性、居住性能が向上し、ひいては居住者の医療コストに関連する健康性向上につながるかについて、実際の住宅の改修を行ない、温熱環境の計測と被験者による居住調査により解明することを目指している。検討結果から優先的に取り組むべき改修メニューの提案を目指す。

河野　守

「火災時における鋼構造架構の梁の伸び出しに関する研究」

実大規模の RC 床付き鉄骨梁の加熱実験を行い、RC 床及び周辺架構の効果により火災に曝される被覆鉄骨梁の伸び出し量が自由膨張のそれより抑制されることを定量的に明確にし、耐火設計において梁の伸び出し量を適切に評価した鋼構造架構の安定性評価法構築に向けて検討している。

須川　修身

「冷媒の性能、安全性評価に関する研究」

地球温暖化係数 GWP が小さな R32 や R1234yf は、オゾン層保護のみならず、冷媒による直接的な地球温暖化効果を大幅に低減させる冷媒として期待されている。その反面、微燃性を有するため、着火・爆発特性などの、安全性について評価と対策が必要不可欠である。A2L 冷媒が空調機冷媒として使用される場合の火災リスクを評価するために、漏洩時の火災・爆発事故による人的・物的危害度（フィジカルハザード）を評価する。

「ニオイによる火災感知に関する研究」

可燃物が燃焼する際に煙や炎の他にニオイが発生する。このニオイは「きな臭いニオイ」などと表現され、ニオイにより火災を発見するケースも多い。そこで、プラスチックや木材などの身近にある可燃物が酸化熱分解時にどのようなニオイを発生するのかを実験的に明らかにしてきた。ニオイの測定には、におい識別装置を用い、ニオイの質および強さがどのように変化をするのかを明らかにした。今後は、実規模実験への応用を考えている。

「ニオイによる油性成分の検出に関する研究」

身近にある可燃性液体として、灯油、ガソリンなどがある。火災時には、これらの可燃性液体が関与した可能性の判断をする際に、燃焼残渣物中の可燃性液体の検出には GC/MS が使用されている。また、捜査員や調査員により、火災現場では、灯油やガソリンのニオイを感じて、化学分析が行われることが多い。そこで、人が感じているニオイをにおい識別装置により、GC/MS よりも簡易的な手法で、可燃性液体の検出を目指している。

「消火水の空中散布に関する研究」

近年、世界的に大規模な林野火災が頻繁に発生する傾向が見られ、人命、財産および森林資源に多大な損害を与えている。このような林野火災の発生した際は、地上から消火が困難な場合が多く、ヘリコプターによる空中消火による消火活動が重要となる。現状では、消火水の確保および燃料に限りがあるため、空中散布回数が限られてしまう。そこで、少ない回数で効果的な消火を行うためのシステムおよび消火薬剤の開発を目指している。

「火災事案の法工学的な解明に関する研究」

火災は、最も身近な災害であり、一般家庭から大規模工場まで火災が発生する可能性がある。様々な火災事故原因の解明は、火災安全対策を取る上で重要となる。材料の燃焼性が評価できるコーンカロリーメータ試験装置や家具などの燃焼性を実験的に明らかにし、さらにこれらの実験データを基に、火災シミュレーション（Fire Dynamics Simulator）により燃焼や発生ガスの流動解析を行っている。

萩原　一郎

「用途分類に基づく避難規定のあり方に関する研究」

建築基準法では、建築物の用途・規模に応じて建築物に必要な耐火性能や避難施設等に関する規制がされている。しかし、近年、新しい用途が出現、また利用形態が大きく変化しており、このような用途において火災被害が発生している状況を考えれば、防火・避難規定とともに用途分類のあり方を見直すことが必要である。本研究では用途による防火・避難規定の違いに注目し、用途による違いや避難安全に関する効果について検討を行う。

「居室における出口配置の避難安全性能評価に関する研究」

避難安全設計では火災時の避難安全を確保するため、ある程度の大きさの居室になると 2 つ以上の出口が必要とされる。出口の近くで火災が発生した場合でも他方の出口が利用できるようにするため、2 以上の出口をできるだけ離して設けることが重要となる。しかし、このような出口配置に関する基準については根拠が明らかではい。本研究では 2 方向避難を確保する観点から、居室の出口配置を評価する手法について検討を行う。

松山　賢

「テラヘルツ電磁波を利用した火災安全工学分野への応用」

THz 波は、光とミリ波の間の周波数を持つ、光の空間分解能とミリ波と同等の物質透過能力を併せ持ち、さらにまた、ガスそれぞれに固有の吸収線があることから様々な分野で注目されている。火災時の消防活動支援を目的に、この周波数帯を用いた新しいイメージングやセンシングの火災安全工学分野における応用を目指し、サブ THz 波の煙霧中での透過特性および特定有毒ガスの吸収特性を明らかにすることを中心に行う。

「機械換気による制限換気条件下の区画内火災性状に関する研究」

機械換気により負圧管理が行われるような空間では、火災性状予測モデルの有効性が十分とは言い難い。このような制約換気条件下の区画内火災では、給排気量が火災に伴う圧力上昇に強く依存することから、複雑な熱・物質輸送過程を考慮する必要が生じる。昨年度の結果を踏まえ、今年度は、給排気位置の違いによる燃焼性状への影響に関して基礎的知見を得るべく、実験的な検討を行う。

水野　雅之

「高層オフィスビルの全館順次避難に関する研究」

都内にある高層オフィスビルの全館順次避難のシナリオを採用した避難訓練を対象に、階段内の流動性状について調査する。階段内での合流に伴う流動性状の挙動や、扉の開閉角度に伴う合流状態の違い、階段途中に警備員を配置した場合の流動量の変化など、全館避難時の階段内の流動性状を効率化かつ安定化させる手法の効果について分析を行う。これらの結果から、全館順次避難のシナリオ策定の方策を導出する。

「グループホームにおける火災時の避難誘導に関する研究」

グループホームはスプリンクラーの設置が義務化されるなど、火災安全対策が強化されている。しかし、水道直結型スプリンクラーは、散水は継続されるが、その水圧はポンプで制御されたものより弱く、散水量も劣る。従って、従業員による避難誘導のソフト面も不可欠である。そこで、夜間 1 ユニット 9 名の入所者を、従業員 1 名が効果的に避難誘導するための水平避難対策のあり方も含めた分析を、避難訓練調査を通じて実施する。

赤外自由電子レーザー研究センター

赤外自由電子レーザー研究センターについて

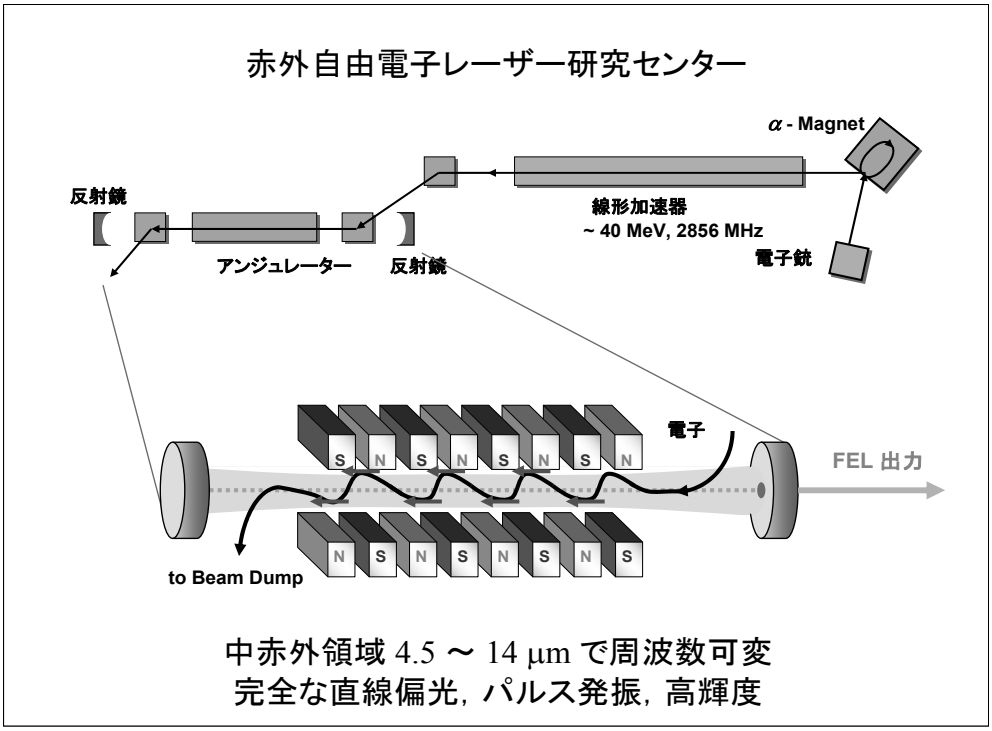
1. 概要

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

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

2. センターの構成と施設設備

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



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

3. 活動報告

3. 1. 赤外自由電子レーザーによるβ-プロピオラクトンの光増感反応

FEL はその特異なパルス構造から赤外多光子吸収（IRMPA）などの光学現象を誘起できる。我々はこれを光増感反応に応用した研究を行っている。具体的には、光増感剤として添加したクロロトリフルオロメタン($CClF_3$) を IRMPA によって高振動励起状態にし、$CClF_3$ から目的分子へのエネルギー移動によって、反応を実現している。例えば、2,3-ジヒドロフラン（2,3-DHF）の場合、上述の光増感反応を用いることで FEL を直接照射した際と比べ、反応障壁の高い反応を確認することができた。つまり、FEL 光増感反応を用いれば、反応障壁の高い反応も実現できると示唆される。IRMPA を利用した同位体分離に用いられるβ-プロピオラクトン(BPL) の反応経路を図 1 に示す。先行研究では、FEL を直接照射することで赤いルートで示した C_2H_4 および CO_2 への解離反応が進行すると報告されている。本研究では BPL に対し、光増感反応を行うことで、より反応障壁の高い、青いルートで示した CH_2CO および CH_2O への解離反応が進行するか実験を行った。

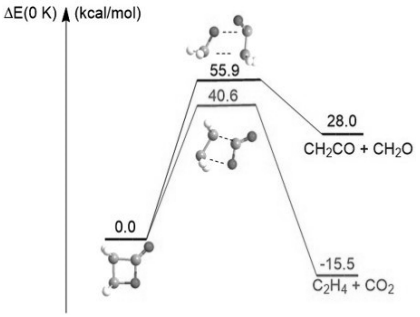


図 1　BPL の反応経路

ステンレス製セル（長さ:125mm、内径:10mm、窓材:BaF_2）に BPL と $CClF_3$ をそれぞれ 0.2 Torr ずつ封入し、1080cm^{-1} の FEL（5Hz、6-7mJ/pulse）を 30 分間照射した。このときの照射波数は $CClF_3$ の赤外吸収スペクトルから決定した。FEL は BaF_2 レンズ（f=200mm）を用いて集光してからセルに導入した。試料の分析にはガスクロマトグラフ質量分析計を用いた。

図 2 に FEL 照射前後のガスクロマトグラムを示す。C_2F_6 は $CClF_3$ が CF3 ラジカルに解離し結合したものと考えられる。BPL からは CO_2 が生成物として確認されたが、CH_2CO および CH_2O は確認されなかった。今回狙った反応の障壁は 55.9 kcal/mol であり、2,3-DHF の光増感反応で確認され脱水素化の障壁、88.1kcal/mol よりも低い。それにも関わらず反応が確認されなかったことから、光増感剤が与えることができるエネルギーは反応物によって異なる可能性があると示された。

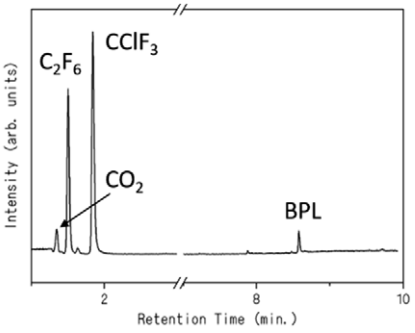


図 2　サンプルに FEL を照射した後のガスクロマトグラム

3. 2. 生命科学への応用

皮膚や毛髪に含まれるメラニン色素は、メラノサイトーシスと呼ばれる良性母斑や悪性の皮膚癌メラノーマの発症に深く関与している。良性母斑の治療方法としては可視光線を用いてメラニン色素を分解するレーザー治療方法が用いられているが、完治しないケースが多々ある。またメラノーマは転移し易い癌であるため治療技術は確立されていない。そこで、メラニンに対して特異性が高く効果的に皮膚病を治療する方法として FEL の可能性を見出すことを目的とし、メラニンへの照射実験を実施した。約 10mg のメラニン粉末をスライド基板上に塗布し、垂直方向から FEL を様々な波長で照射した後、FT-IR、MALDI-TOF-MS、^{13}C-NMR、光学顕微鏡等による分析を行った。その結果、以下に示す変化が観測された。

1）FT-IR 測定結果から、C-N 伸縮振動を含む 1000-1500 cm^{-1} のバンドに大きな変化が観測された(図 3)。特に、波長 5.8μm、6.2μm、7.7μm での照射により、1400cm^{-1} の位置に新たなピークが出現し、O-H 伸縮振動を示す 3000-3500cm^{-1} の 2 本のブロードピークの内、高波数側のピークの強度が照射により増大した。
2）MALDI-TOF-MS による分析結果から、照射前に観測された m/z=616.2 のピークが波長 5.8μm の照射後には消失し、m/z=563.1 の新たなピークが観測された。その質量差は、53.1Da である。
3）^{13}C-NMR による構造解析の結果、波長 5.8μm での照射により新たにカルボキシル基とカルボニル基、及び水酸基に結合する炭素に由来するシグナルが観測された。
4）光学顕微鏡による観察結果から、波長 5.8μm の照射によりメラニンが黒色から褐色へと変化することが判明した。

現段階では FEL 照射後のメラニンの詳細な構造変化について不明だが、可能性としてフラグメント化あるいは官能基転位が生じたと考えられる。今後、メラニンに含まれる構造の明確な低分子化合物（インドール酢酸等）に対して FEL 照射を行い、^{1}H-NMR 等を用いて構造解析することにより、メラニンの構造変化を解明する予定である。

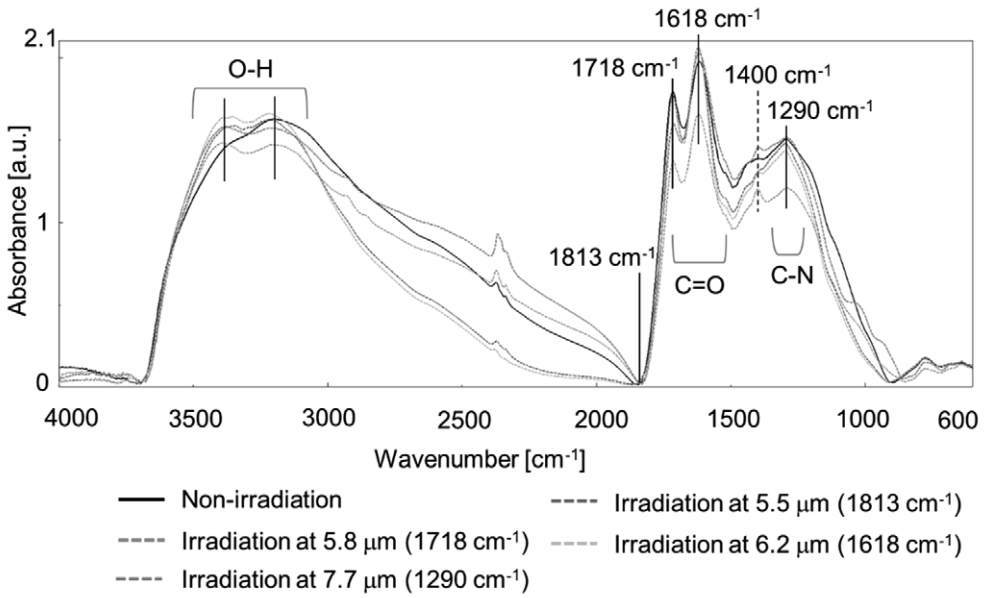


図 3　メラニンの FT-IR 吸収スペクトル（KBr 錠剤法による透過モード測定）

3. 3. FEL を活用した材料科学

エキシマーレーザーによる高分子薄膜のアブレーションは、半導体用レジストのドライ現像として注目され、基礎研究も含めて多くの研究が行われている。これらのアブレーション光源には、エキシマーレーザーや Nd:YAG レーザーの高調波などが使用されており、材料選択性などの研究は少ない。そこで、FEL-TUS の特徴である、材料に固有の指紋領域の吸収ピークに合わせて、材料選択的なアブレーションの可能性を探るために、半導体用高分子の薄膜の FEL-TUS アブレーションを行っている。レジストの標準高分子であるポリ（ヒドロキシスチレン)(PHOST) は図 4 の中赤外吸収ピークがある。これらのピークに FEL-TUS の発振波長を合わせ、アブレーション実験を行った。シリコン（Si）基板上の膜厚 110nm の PHOST 薄膜がアブレーション除去されて、下地の Si 基板が確認できるエネルギーを閾値として、その照射波数依存性を、Si の閾値およびそれらの比と共に図 5 に示す。PHOST のアブレーション閾値は FEL-TUS の波長選択で 3 倍以上変化し、PHOST を効率的にアブレーションしたり、下地基板のアブレーションによる損傷を少なくして PHOST アブレーションしたり、下地基板と PHOST の選択比を大きくしたり、いろいろ制御できる。FEL-TUS を活用することにより制御性に優れた効率的なアブレーション技術を提供できる可能性がある。

また、PHOST の吸収のない 1780cm^{-1} でもアブレーションが起こることからも分かるように、多光子吸収過程のアブレーション現象である。試料膜厚依存性や高分子材料依存性などの実験と共に、量子化学計算による振動モード解析なども進めている。

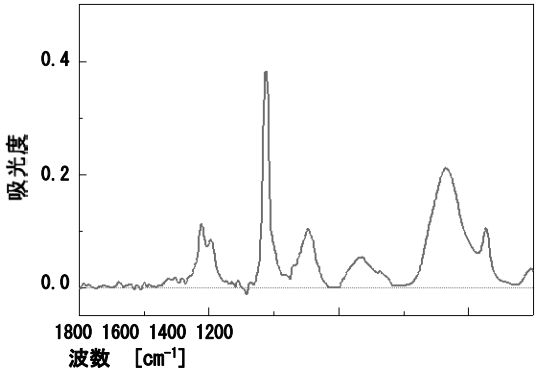


図 4　PHOST の中赤外吸収スペクトル

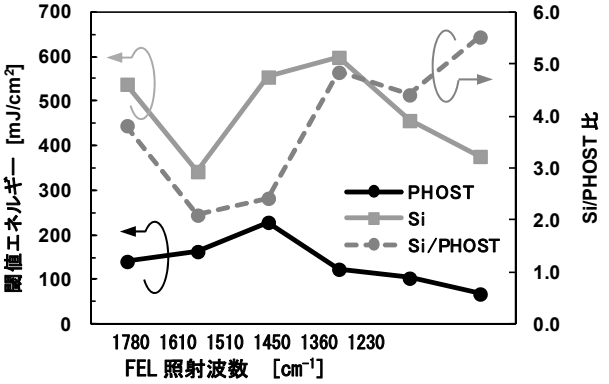


図 5　PHOST と Si のアブレーション閾値エネルギーと比

次世代リソグラフィー技術として極端紫外線（EUV）リソグラフィーが期待されており、EUV リソグラフィー用高感度レジストとしてメタルレジストが注目されている。メタルレジストは金属酸化物をコアと有機酸をシェルとするコアシェル構造である。(株) 先端ナノプロセス基盤開発センター（EIDEC）との共同研究を行い、EIDEC 製のジルコニウム酸化物とメタクリル酸のコアシェル構造のモデルレジストのコアに配位したメタクリル酸シェル分子を FEL-TUS で選択的励起することによりメタルレジストの高感度化の原因を調べた。

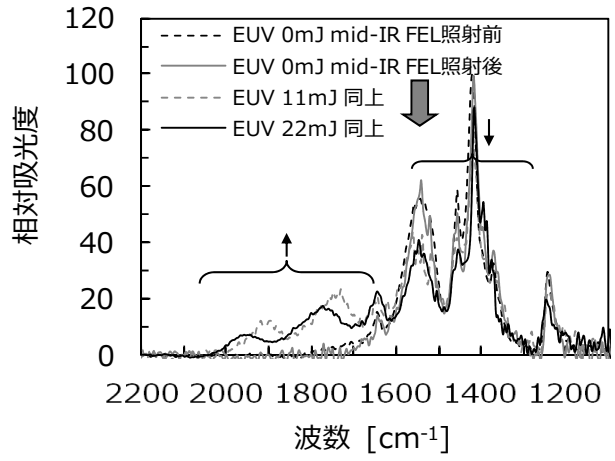


図 6　EUV 露光前後のメタルレジストの波数 1,550cm^{-1} の FEL-TUS 照射による光応答性

モデルメタルレジスト試料に 11mJ/cm^2 と 22mJ/cm^2 の露光量で EUV 露光して、波数 1,550cm^{-1} の FEL-TUS の光を照射し、IR スペクトル測定し、その光応答を調べた。左図に、EUV 未露光、FEL-TUS 未照射の IR スペクトルを黒色破線で示し、FEL-TUS 照射後の IR スペクトルを灰色実線で示し、EUV 光を 11mJ/cm^2 と 22mJ/cm^2 露光した試料に FEL-TUS の波数 1,550cm^{-1} の光を照射した後の IR スペクトルを灰色破線と黒色実線で示した。EUV 未照射試料では、波数 1,550cm^{-1} の FEL-TUS の照射に対して配位子は変化せずに、IR スペクトルは一定である。1,550cm^{-1} の振動スペクトルは、ジルコニウム酸化物コアに配位したメタクリル酸の非対称振動モードであるが、コアに安定に配位していると考えられる。しかし、EUV 光を 11mJ/cm^2 と 22mJ/cm^2 露光すると、波数 1,550cm^{-1} の FEL-TUS 光照射で 1,550cm^{-1} と 1,430cm^{-1} の振動ピークが減少することから、EUV 露光することにより、ジルコニウム酸化物コアに配位したメタクリル酸が非対称振動で容易に脱離し易くなると考えられる。また、1,700cm^{-1} から 2,000cm^{-1} に幅広い吸収が現れた。ジルコニウム酸化物コアに高いエネルギーモードでメタクリル酸が配位すると考えられる。吸収帯がブロードであることから、種々の配位状態が混合していると考えられる。EUV 露光により配位子の光応答性が生じている。EUV 露光でジルコニウム酸化物コアに配位しているメタクリル酸が動きやすくなり、コアからの配位子脱離と再配位が起こっていると考えられる。

コアに配位したメタクリル酸シェル分子の他の振動ピークに関しても FEL-TUS 光応答性を調べ、EUV 露光により配位子の反応性が高まることが明らかになり、メタルレジストの高感度化に影響していると考えられる。

4. 研究活動の展望とむすび

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

光ビームプラットフォームについて

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

- 阪大、理科大の過去のユーザーの利用事例を分析し、放射光利用との連携によりより高度な解析ができる分野や研究例などを把握
- 既得ユーザーに対して積極的に放射光利用の斡旋勧誘活動
- 放射光ユーザーの取り込みのためのアピール、チャネルの構築　利用できる設備の詳細情報のパンフレットの作製
- レーザーと放射光の活用をテーマとした研究会の立ち上げ

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

センターの運営について

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

利用料金表（2018 年 4 月現在）

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

ハードウェアについて

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

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

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

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1．Perivascular accumulation of β-sheet-rich proteins in offspring brain by maternal exposure to carbon black nanoparticle, A. Onoda, T. Kawasaki, K. Tsukiyama, J. Takeda and M. Umezawa, Front. Cell. Neurosci., 11:92 (2017)
2．Time resolved temperature measurement of polymer surface irradiated by mid-IR free electron laser, M. Araki, T. Chiba, T. Oyama, T. Imai, and K. Tsukiyama, Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res. B 405, 11-14 (2017)
3．Antimicrobial effect of blue light using Porphyromonas gingivalis pigment, A. Yoshida, H. Sasaki, T. Toyama, M. Araki, J. Fujioka, K. Tsukiyama, N. Hamada, F. Yoshino, Sci. Rep., 7:5225 (2017)
4．Dissociation of β-Sheet Stacking of Amyloid β Fibrils by Irradiation of Intense, Short-Pulsed Mid-infrared Laser, T. Kawasaki, T. Yaji, T. Ohta, K. Tsukiyama, K. Nakamura, Cell. Mol. Neurobiol., 05 Feb (2018). https://doi.org/10.1007/s10571-018-0575-8
5．T. Akitsu, “Constructing Negative Database: Uv or Ir Light Irradiation to Keratin with Sunscreens”, EC Pharmacology and Toxicology, ECO.01 25-26 (2018).
6．Characterization of metal resist for EUV lithography using Infrared free electron laser, Minoru Toriumi, Takayasu Kawasaki, Takayuki Imai, Koichi Tsukiyama, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani, SPIE Advanced Lithography, Advances in Patterning Materials and Processes XXXV, San Jose, California, United States, 13 March 2018, 査読付き Proceedings: Proc. SPIE 10586, Advances in Patterning Materials and Processes XXXV, 105860E (2018); doi: 10.1117/12.2297156
7．Resist-polymer ablation by midinfrared-free-electron laser, Minoru Toriumi, Takayasu Kawasaki, Mitsunori Araki, Takayuki Imai, Koichi Tsukiyama, SPIE Advanced Lithography, Advances in Patterning Materials and Processes XXXV, San Jose, California, United States, 13 March 2018, 査読付き Proceedings: Proc. SPIE 10586, Advances in Patterning Materials and Processes XXXV, 1058613 (2018); doi: 10.1117/12.2297163

招待講演・依頼講演

1．Irradiation of IR-FEL to hybrid materials of HSA protein and Schiff base zinc(II) complexes, International Conference On Spectroscopy Of Bio-Molecules & Advanced Materials 2017 (ICSBAM 2017), T. Akitsu, H. Aizawa, T. Haraguchi, T. Kawasaki, K. Tsukiyama, Christian College, Chengannur, Kerala, India 2017/10/4～2017/10/7
2．赤外自由電子レーザーを利用した基礎・応用研究の現状, 築山光一, 日本赤外線学会　第 77 回定例研究会（大阪), 2017 年 5 月 26 日
3．赤外自由電子レーザーと新しい応用の可能性 －多光子吸収による光化学反応と生命科学への応用－, 築山光一, 日本フォトニクス協議会, アカデミック・パートナー・ゼミナール(東京), 2017 年 5 月 24 日
4．Functional Properties of Ferroelectric Polymer and its Device Application, 中嶋宇史, EM-NANO 2017, Fukui/Japan, 2017 年 6 月 20 日

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。

秋津　貴城

「アミノ酸シッフ塩基金属錯体と蛋白質の複合材料への偏光 IR 照射」

アミノ酸誘導体キラルシッフ塩基金属錯体と蛋白質ケラチンを構成要素とする有機 - 無機複合材料に FEL-TUS で発生させた偏光 IR 紫外光照射後の変化を、偏光 UV-vis や IR スペクトルで議論した。今回の錯体は UVA 領域の紫外光を強く吸収し、日焼け止め化粧品の応用可能性が期待され、UV との比較のため IR 照射を試みた。錯体の複合により UV のダメージは軽減したが、IR は膜状の蛋白質へのダメージ自体が小さく、全く異なる結果が得られた。この研究は、平成 30 年度スガウェザリング技術振興財団の研究助成に採択された。

中嶋　宇史

「FEL を利用した有機金属化合物の選択的分解と機能性酸化物材料の創製」

熱処理の代わりに波長可変性のある赤外自由電子レーザーを用いて、有機金属化合物の化学結合を選択的に切断し、最終生成物としての金属酸化物の構造を任意に制御可能な手法を確立することを目的とした研究を推進している。照射によって、有機金属化合物の分解は可能であり、照射波長によって、複合的な分解が起こる場合と、単一の官能基の選択的分解が起こる場合とを制御できる可能性があることが明らかになった。これらの分解を複数の過程で用いることで、より精密な構造制御に応用できる可能性が示された。

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。

荒木　光典

「星間分子の可視・赤外・電波分光」

星間空間に存在する未知の分子を発見するため、実験室分光および天文観測により、可視・赤外・電波の領域で星間分子の研究を行っている。これまで、長い直線炭素鎖分子は星形成領域には少ないとされてきたが、そこに疑問を持ち実態調査を行った。そして、星形成領域 L1527 において、長い直線炭素鎖分子である C_7H、C_6H_2、C_6H、CH_3C_4H を発見した。特に、C_7H は分子雲で初の検出となった。この C_7H は奇数個の炭素を持つクムレンの中では現時点で最長の星間分子である。よって、星形成領域にも炭素鎖分子が豊富に存在することを見出した。

川﨑　平康

「生命科学への FEL の応用研究」

病気の原因物質を FEL によって破壊する方法が研究テーマである。今年度は、皮膚がんやアザ・シミの原因となるメラニンをターゲットとした。現在の医療技術では、可視光レーザーによってメラニン色素を分解できる病変は限られており、今後は広範囲なメラノサイトーシスや転移しやすい難病のメラノーマに対する新規レーザー治療方法の開発が望まれる。そこで FEL をこれらの皮膚病に対する治療技術として応用するための基礎研究を実施した。NMR や MALDI-TOF-MS 等を用いて解析した結果、メラニンの構造が波長 6-8μm の FEL 照射によって劇的に変化することが明らかとなった。今後はメラノーマに対する FEL の照射効果について検討する予定である。

小山　貴裕

「FEL で誘起される特異な化学反応の解明」

FEL はその特異なパルス構造から赤外多光子吸収などの光学現象を誘起できる。これに光増感剤などを組み合わせることにより、特異な化学反応を引き起こすことが可能である。例えばジヒドロフランに増感剤を添加した上で FEL を照射すると、水素脱離反応が起こることが明らかになった。しかし、その脱離部位と解離機構についてはまだ不明な点が多い。そこで本年度は特定の部位を重水素化したサンプルを用いて、脱離部位と解離機構を明らかにする予定である。また、FEL 光増感反応は今のところ $CClF_3$ でしか確認されていない。そこで SF_6 を増感剤として用いて実験を行い、$CClF_3$ との反応性の違いを明らかにする。

鳥海　実

半導体用材料へ FEL 応用を検討している。レジスト用高分子薄膜におけるアブレーションの材料選択性などの基礎データを測定している。このような薄膜特性は、高解像度レジストなど半導体材料開発で重要なデータである。また、FEL 強度分布やアブレーションを高精度で効率良く測定できる計測技術も検討している。

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・フジシマ効果による水の水素、酸素への完全分解（人工光合成）はクリーンエネルギーの観点から、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、平成 25 年 4 月にスタートした。

2. センターの構成と施設設備

光触媒国際研究センターは平成 25 年 4 月に野田キャンパスにオープンし、学内外の教員および研究者 40 名強を中心にスタートした。地上 4 階建ての延床面積 2,600㎡の建屋には 22 の研究室を配置し、大型の分析装置を始め、この中でほとんどの実験が行えるように研究設備を導入している。また、学部・大学院生だけではなく外国からのポスドク研究員も加わり、活発な研究活動を行っている。本センターでは、光触媒に関連する要素技術を便宜上 3 つのユニットに分けているが、各ユニットで開発した要素技術を集積し、光触媒の高性能化、さらには新機能創成にむけた開発を進めるべく、それぞれのユニットが連携を取り合っている。エネルギー・環境問題の解決に向けたサイエンス・テクノロジーの展開を成果目標に掲げ、社会貢献も積極的に行っている。さらに、公的機関や民間企業にも参画していただき、光触媒産業の活性化のための市場開拓も行えるような体制を整えている。

写真　光触媒国際研究センターの外観

研究開発設備については、本センター内に以下のような施設設備を設置している。

材料作製機器

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

材料評価機器

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

光触媒機能評価装置

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

バイオ関連機器

植物細胞培養装置、動物細胞培養装置、微生物培養装置、植物工場

3. 各研究グループの活動報告

光触媒国際研究センターは主に 3 つのグループで研究活動を行っている。各グループの顕著な共同研究成果を以下にまとめた。

3. 1. 人工光合成ユニットについて

本ユニットメンバーが研究代表者等でかかわった人工光合成に関する大型国家プロジェクトは2017年度までに成功裏に終了を迎えた。1 つは、JST 戦略的創造研究推進事業 ACT-C であり、二酸化炭素の削減と資源化を目指した研究を推進してきた（藤嶋・中田)。もう 1 つは、文部科学省科学研究費補助金　新学術領域研究「人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換：実用化に向けての異分野融合」であり、これは 2017 年度から同じく新学術領域研究「光合成分子機構の学理解明と時空間制御による革新的光-物質変換系の創製」として次のステージに昇華している(工藤)。これらの成果は、多数の基調講演・招待講演ならびに研究論文と総説記事等を発表し、国内外に広く研究活動を周知した。寺島・鈴木(孝)は JSPS 二国間交流事業により、人工光合成テーマを 2 年間、英国と開始することとなった。工藤は日本セラミックス協会賞を受賞し、金属酸化物・硫化物を用いた人工光合成光触媒の開発と題した受賞講演を行った。岩瀬は還元型酸化グラフェンと光触媒を組み合わせた人工光合成系の開発が評価され、触媒学会奨励賞を受賞した。根岸は精密合成した助触媒の探索を精力的に進め、一方、井手本・北村・石田は量子ビームを用いた酸化物材料の平均・局所・電子構造解析により、材料合成の研究を後方支援した。駒場はカリウムイオン電池の開発が成功し、人工光合成反応で得られたエネルギーを蓄電する立場から連携を図った。川本は光触媒研究推進拠点の公募課題で半導体ポリマーナノシートを用いた可視光応答水素発生光触媒の開発を進めた。池上はやまぐち産業創造センターの助成により、二酸化炭素の変換技術に関する研究を民間企業と共同研究を開始した。なお、2017 年 7 月 22 日には人工光合成ユニットミーティングを開催し、情報交換と連携について議論した。

3. 2. 環境浄化グループについて

環境浄化グループでは、下記の重点項目について検討を行った。抗菌・抗ウイルス分野については、酸化タングステン光触媒とエタノールを組み合わせた芽胞形成菌の不活化に関する検討を行った。その結果、酸化タングステンを懸濁させたエタノール水溶液に可視光を照射することで過酸化物が発生し、芽胞の不活化が確認された。また光触媒反応後の溶液を HPLC を用いて過酸化物の検出を試みたところ、その生成を確認した。これにより酸化タングステンを用いた場合ではエタノールの酸化分解による過酸化物が生成し、不活化に寄与したと推察された。また、真菌は細菌に比べて光触媒による殺菌に対する耐性が高いため、その理由を解明するために光触媒反応が真菌に対して及ぼす様々な影響の解析や、メラニンが光触媒効果に与える影響について検討した。その結果、A. niger 胞子を用いた実験では、その細胞壁に存在するメラニンによって紫外線の吸収や、OH ラジカルの捕捉が起こり、胞子の損傷を防いだことが明らかになった。脱臭・水処理装置の分野については、文部科学省私立大学研究ブランディング事業の一環として、スペース・コロニー研究センターとの共同研究として宇宙の閉鎖空間内における水・空気再生技術の開発を進めており、光触媒やボロンドープダイヤモンド電極、多孔質ガラスを用いた水・空気処理技術の開発を進めている。植物工場の分野では、光触媒を用いた種子の発芽率の向上に関する検討を行った結果、光触媒から発生した活性酸素種が種子内の植物ホルモンや細胞壁などに影響を与えて種子の発芽率を向上させることが明らかになった。その他、光触媒を用いることで天然に豊富な糖から希少糖を合成する技術を発見した。上記の成果はグループ間の連携により成果が得られた。

3. 3. セルフクリーニンググループについて

光触媒セルフクリーニングは、主に酸化チタンが紫外光照射下で発現する「酸化・分解」と「超親水性」の 2 つの機能を利用したもので、広く応用展開されている。しかし、有機ガラスや車輌への高耐久性光触媒被膜の形成や、室内光源の変化（蛍光ランプから白色 LED ランプ）への対応など、重要な課題が多い。そこで平成 29 年度は、以下の重点項目について検討を行った。光触媒微粒子の形態制御(中空粒子)、コーティング基材の検討(形状加工、無機・有機基材の探索など)、

有機系基材への低温成膜、機能材料との複合化の検討（有機高分子・ガラスとの複合化、スクリーン印刷など）、可視光応答型光触媒材料の探索などを行い、外装・内装材用セルフクリーニング材料、光触媒材料の塗装・コーティング技術などの実現を目指して研究を進めることができた。

4. 研究活動の展望

個々のユニットでの研究を深化させるとともに、ユニット間の連携による新技術の創出を目指すことで、光触媒科学の発展に貢献する。また、これらの活動を通して、積極的に研究成果を外部発信し、光触媒国際研究センターならびに光触媒研究推進拠点を光触媒のメッカと位置付けるように、十分な研究成果を創出する活動を行う。光触媒研究推進拠点では、文部科学省の機能強化支援事業にも採択されたため、国内外の研究者との共同研究を深く、数多く推進し、研究成果の実績を残し、国際共著論文等をまとめ、本学と本センターの国際化の一躍を担う。

一方、私立大学研究ブランディング事業で採択され、2017 年度よりスタートした、スペース・コロニー研究センターとの連携を密にし、光触媒技術の宇宙での利活用を推進することにも積極的に取り組む。月面農場や閉鎖環境下での快適空間を構築するために光触媒技術を導入したシステム開発を行う。また、光触媒工業会が推進している「きれい JAPAN」活動と協働し、光触媒の普及と本センターの広報を行い、研究内容の社会還元と本学知名度・ブランドを向上させる取り組みも実施する。

5. むすび

本センターは平成 27 年度より光触媒研究の加速的な推進と光触媒技術の発展・普及を目指す研究ネットワークの中核として、文部科学省より「共同利用・共同研究拠点」に認定されているが、共同利用・共同研究拠点としてのこれまでの活動が認められ、文部科学大臣より平成 30 年度「特色ある共同研究拠点の整備推進事業～機能強化支援～」に採択された。今後も、本センターのみに整備された光触媒性能評価装置等を広く開放し、優れた研究者コミュニティの集結による共同研究を推進することで、光触媒研究の中核機関として役割を果たす。また、認定された「光触媒研究推進拠点」を基に共同利用・共同研究を推進することで、日本発の技術の宣伝とこれを契機としたより一層の光触媒技術の発展を先導する活動を引き続き展開していく。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文（すべて査読あり）

1. Citrate-capped hybrid Au-TiO_2 nanomaterial for facile and enhanced electrochemical hydrazine oxidation, N. Roy, K. Bhunia, C. Terashima, A. Fujishima and D. Pradhan, ACS Omega, 2, 1215-1221,(2017)
2. Series of M_xWO_3/ZnO (M=K, Rb, NH_4) nanocomposites: Combination of energy saving and environmental decontamination functions, Xiaoyong Wu, Junting Wang, Gaoke Zhang, Ken-ichi Katsumata, Kazumichi Yanagisawa, Tsugio Sato, Shu Yin, Appl. Catal. B -Environ., 201, 128-136 (2017)
3. Influence of Surface Morphology and Conductivity on Photocatalytic Performance of Solution-Processed Zinc Oxide Film, Jeongsoo Hong, Nobuhiro Matsushita, Takashi Shirai, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, Ken-ichi Katsumata, Chem. Asian J., 12, 2480-2485 (2017)
4. Selective Inactivation of Bacteriophage in the Presence of Bacteria by Use of Ground Rh-Doped $SrTiO_3$ Photocatalyst and Visible Light, Yuichi Yamaguchi, Sho Usuki, Yoshihiro Kanai, Kenji Yamatoya, Norihiro Suzuki, Ken-ichi Katsumata, Chiaki Terashima, Tomonori Suzuki, Akira Fujishima, Hideki Sakai, Akihiko Kudo, Kazuya Nakata, ACS Appl. Mater. Interfaces, 9, 31393-31400 (2017)
5. Enhanced UV-Vis photocatalytic performance of the $CuInS_2/TiO_2/SnO_2$ hetero-structure for air decontamination, Alexandru Enesca, Yuichi Yamaguchi, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, Kazuya Nakata, Anca Duta, J. Catal., 350, 174-181 (2017)
6. Novel dodecahedron $BiVO_4$:YVO_4 solid solution with enhanced charge separation on adjacent exposed facets for highly efficient overall water splitting, W. Fang, Z. Jiang, L. Yu, H. Liu, W. Shangguan, C. Terashima, A. Fujishima, J. Catalysis, 352, 155-159 (2017)
7. Ice-water Quenching Induced Ti^{3+} Self-Doped TiO_2 With Surface Lattice Distortion and the Increased Photocatalytic Activity, Baoshun Liu, Kai Cheng, Shengchao Nie, Xiujian Zhao, Huogen Yu, Jiaguo Yu, Akira Fujishima, Kazuya Nakata, J. Phys. Chem. C, 121, 19836-19848 (2017)
8. Significance for hydroxyl radical in photo-induced oxygen evolution in water on monoclinic bismuth vanadate, Y. Nakabayashi, M. Nishikawa, N. Saito, C. Terashima, A. Fujishima, J. Phys. Chem. C, 121, 25624-25631 (2017)
9. Origin of Thermally Stable Ferroelectricity in a Porous Barium Titanate Thin Film Synthesized through Block Copolymer Templating, Norihiro Suzuki, Minoru Osada, Motasim Billah, Zeid Adbullah Alothman, Yoshio Bando, Yusuke Yamauchi, Md. Shahriar A. Hossain, APL Mater., 5, 076111 (2017)
10. Water-treatment reactors using titanium dioxide-modified polymer beads with an identical refractive index to water, Masataka Kuniyasu, Noriyuki Unno, Shin-ichi Satake, Kazuhisa Yuki, Yohji Seki, J. Photochem. Photobiol. A-Chem., 338, 8-12 (2017).
11. Green Processing of Carbon Nanomaterials, Masuki Kawamoto, Pan He, Yoshihiro Ito, Adv. Mater., 29, 1602423 (2017)
12. Direct Aqueous Dispersion of Carbon Nanotubes Using Nanoparticle-Formed Fullerenes and Self-Assembled Formation of p/n Heterojunctions with Polythiophene, Zha Li, Pan He, Hui Chong, Akihiro Furube, Kazuhiko Seki, Hsiao-hua Yu, Keisuke Tajima, Yoshihiro Ito, Masuki Kawamoto, ACS Omega, 2, 1625-1632 (2017)
13. Effect of operating temperature on local structure during first discharge of $0.4Li_2MnO_3$-$0.6LiMn_{1/3}Ni_{1/3}Co_{1/3}O_2$ electrodes, Yasushi Idemoto, Takuya Hiranuma, Naoya Ishida, Naoto Kitamura, J. Power Sources, 378, 198-208 (2017)

14. Crystal Structure Analysis and Electrochemical Properties of Chemically Delithiated $Li_{0.13}Mn_{0.54}Ni_{0.13}Co_{0.13}O_{2-d}$ as Cathode Material for Rechargeable Mg Batteries, Naoya Ishida, Ryuta Nishigami, Naoto Kitamura, Yaushi Idemoto, Chem. Lett., 46, 1508-1511 (2017) (Editor's choice)
15. P'2-$Na_{2/3}Mn_{0.9}Me_{0.1}O_2$ (Me = Mg, Ti, Co, Ni, Cu, and Zn) : Correlation between Orthorhombic Distortion and Electrochemical Property, Shinichi Kumakura, Yoshiyuki Tahara, Syuhei Sato, Kei Kubota, Shinichi Komaba, Chem. Mater., 29, 8958-8962 (2017)
16. A Screen-printed Circular-type Paper-based Glucose/O_2 Biofuel Cell, Isao Shitanda, Saki Nohara, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, Seiya Tsujimura, J. Power Sources, 360, 516-519 (2017)
17. Toward Wearable Energy Storage Devices: Printable Paper-based Biofuel Cells by Rational Design, Isao Shitanda, Misaki Momiyama, Naoto Watanabe, Tomohiro Tanaka, Seiya Tsujimura, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, ChemElectroChem, 4, 2460-2463 (2017)
18. Simultaneous Determination of Electrochemical Impedance of Lithium-ion Rechargeable Batteries with Measurement of Charge-discharge Curves by Wavelet Transformation, Masayuki Itagaki, Masaki Ueno, Yoshinao Hoshi, Isao Shitanda, Electrochim. Acta, 235, 384-389 (2017)
19. Influence of dissolved ions on the water purification performance of TiO_2-impregnated porous silica tubes, Hayashi, M.; Ochiai, T., Tago, S., Tawarayama, H.; Hosoya, T.; Yahagi, T.; Fujishima, A., Catalysts, 7, 158 (2017)
20. Low-cost Ni-complex/graphitic carbon nitride photocatalyst for hydrogen evolution, V. Kalousek, K. Kikuta, T. C. Vagvala, K. Ikeue, Mater. Lett., 199, 65-67 (2017)
21. Platinum Nanoparticle-embedded Porous Diamond Spherical Particles as an Active and Stable Heterogeneous Catalyst, Takeshi Kondo, Tatsumi Tsujimoto, Takuji Morimura, Tatsuo Aikawa, Makoto Yuasa, Sci. Rep., 7, 8651 (2017)
22. Enhanced activity for methanol oxidation of platinum particles supported on iridium oxide-modified boron-doped diamond powder, Loredana Preda, Takeshi Kondo, Tanta Spataru, Mariana Marin, Mihai Radu, Petre Osiceanu, Akira Fujishima, Nicolae Spataru, ChemElectroChem, 4, 1908-1915 (2017)
23. Boron Doped Diamond Paste Electrodes for Microfluidic Paper-Based Analytical Devices, Siriwan Nantaphol, Robert Channon, Takeshi Kondo, Weena Siangproh, Orawon Chailapakul, Charles Henry, Anal. Chem., 89, 4100-4107 (2017)
24. Physicochemical Evaluation of Micellar Solution and Lyotropic Phases Formed by Self-Assembled Aggregates of Morpholinium Geminis, Avinash Bhadani, Ananda Kafle, Setsuko Koura, Kenichi Sakai, Hideki Sakai, Masahiko Abe, ACS Omega, 2, 5324-5334 (2017)
25. Real-Time Observation of Solubilization-Induced Morphological Change in Surfactant Aggregates Adsorbed on a Solid Surface, Keito Koizumi, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, Shinya Sasaki, Hideki Sakai, Chem. Commun., 53, 13172-13175 (2017)
26. Thermoelectric properties of Bismuth-substituted Calcium Manganite $Ca_{1-x}Bi_xMnO_{3-\delta}$ prepared via the electrostatic spray deposition method, Kenjiro Fujimoto, Minoru Gibu, Yuki Yamaguchi, Akihisa Aimi, Keishi Nishio, Oded Rabin, Ichiro Takeuchi, J. Ceram. Soc. Jpn., 125, 308-312 (2017).
27. Solar Water Splitting Utilizing a SiC Photocathode, a $BiVO_4$ Photoanode, and a Perovskite Solar Cell, A. Iwase, A. Kudo, Y. Numata, M. Ikegami, T. Miyasaka, N. Ichikawa, M. Kato, H. Hashimoto, H. Inoue, O. Ishitani, and H. Tamiaki, ChemSusChem, 10, 4420-4423 (2017)
28. Development of Ir and La-codoped $BaTa_2O_6$ photocatalysts using visible light up to 640nm as an H_2-evolving photocatalyst for Z schematic water splitting, A. Iwase and A. Kudo, Chem. Commun., 53, 6156-6159 (2017)

29. Sodium-doped carbon nitride nanotubes for efficient visible light-driven hydrogen production, Longshuai Zhang, Ning Ding, Muneaki Hashimoto, Koudai Iwasaki, Noriyasu Chikamori, Kazuya Nakata, Yuzhuan XuJiangjian, ShiHuijue Wu, Yanhong Luo, Dongmei Li, Akira Fujishima, Qingbo Meng, Nano Res., 11, 2295-2309 (2018)
30. Enhanced Photocatalytic Activity of Mesoporous Carbon/C_3N_4 Composite Photocatalysts, Ning Ding, Longshuai Zhang, Muneaki Hashimoto, Kodai Iwasaki, Noriyasu Chikamori, Kazuya Nakata, Yuzhuan Xu, Jiangjian Shi, Huijue Wu, Yanhong Luo, Dongmei Li, Akira Fujishima, J. Colloid Interface. Sci., 512, 474-479 (2018)
31. Solution Plasma Process-Derived Defect-Induced Heterophase Anatase/Brookite TiO_2 Nanocrystals for Enhanced Gaseous Photocatalytic Performance, Sudhagar Pitchaimuthu, Kaede Honda, Shoki Suzuki, Akane Naito, Norihiro Suzuki, Ken-ichi Katsumata, Kazuya Nakata, Naoya Ishida, Naoto Kitamura, Yasushi Idemoto, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Osamu Takai, Tomonaga Ueno, Nagahiro Saito, Akira Fujishima, Chiaki Terashima, ACS Omega, 3, 898-905 (2018)
32. Photocatalytic reduction of CO_2 on Cu_2O-loaded Zn-Cr layered double hydroxides, Haoyang Jiang, Ken-ichi Katsumata, Jeongsoo Hong, Akira Yamaguchi, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Nobuhiro Matsushita, Masahiro Miyauchi, Akira Fujishima, Appl. Catal. B-Environ., 224, 783-790 (2018)
33. Stable and Highly Efficient Electrochemical Production of Formic Acid from Carbon Dioxide Using Diamond Electrodes, Keisuke Natsui, Hitomi Iwakawa, Norihito Ikemiya, Kazuya Nakata, Yasuaki Einaga, Angew. Chem., Int. Ed., accepted (2018)
34. Enhancement of CO_2 reduction activity under visible light irradiation over Zn-based metal sulfides by combination with Ru-complex catalysts, T. M. Suzuki, T. Takayama, S. Sato, A. Iwase, A. Kudo, T. Morikawa, Appl. Catal. B: Environ., 224, 572-578 (2018)
35. Unraveling the role of doping in selective stabilization of $NaMnO_2$ polymorphs: combined theoretical and experimental study, Maxim Shishkin, Shinichi Kumakura, Syuhei Sato, Kei Kubota, Shinichi Komaba, Hirofumi Sato Chem. Mater., in press (2018)
36. Electrochemistry and Solid-State Chemistry of $NaMeO_2$ (Me＝3d Transition Metals), Kei Kubota, Shinichi Kumakura, Yusuke Yoda, Kazutoshi Kuroki, Shinichi Komaba, Adv. Energy Mater., in press (2018)

著書

1．「第一人者が明かす光触媒のすべて」, 藤嶋昭, (2017)
2．“CO_2 Reduction by Photocatalysis on TiO_2”, D. Luo, W. Ma, L. Wu, K. Nakata, Advanced Solid Catalysts for Renewable Energy Production, IGI Global: 2017.
3．“Stimuli-Responsive Viscoelastic Surfactant Solutions” Chapter 3, Stimuli-Responsive Interfaces, Hideki Sakai, Koji Tsuchiya, Kenichi Sakai, pp.19-36, 2017. Springer.
4．「小学館の図鑑 NEO 危険生物」, 塩見 一雄, 山内 健生, 森哲, 成島 悦雄, 小野 展嗣, 和田 浩志, 仲谷 一宏, 吹春 俊光, 松井 正文, 篠原 現人, 小松 浩典 (以上 著・監修), 夏秋 優, 上里 博, 松浦 啓一, 大和田 守 (以上 著), 小学館, pp52-61, pp72-75 (2017)

招待講演

1．“Photocatalytic Activities of TiO_2 Nanoparticles Treated by In-liquid Plasma Processing”, Chiaki Terashima, International Conference on Small Science (ICSS2017), NH Collection Aranzazu, San Sebastian, Spain, 2017.5.9
2．“Nanostructured TiO_2 with oxygen vacancies for the decomposition of organics”, Chiaki Terashima, Nano-Micro Conference 2017, Shanghai Marriott Hotel Riverside, Shanghai, China, 2017.6.19
3．“Solution Plasma with Nitrogen Stream for Plant Factory”, Chiaki Terashima, The 15th International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM 2017), Yoshida Campus, Kyoto University, Kyoto, Japan, 2017.8.27

4．“Nitrogen gas assisted solution plasma for the surface treatment of TiO_2 nanoparticles”, Chiaki Terashima, The 4th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP 2017), Busan, Haeundae Grand Hotel, 2017.11.5
5．“Solution plasma treatment of TiO_2 materials for enhancing the photocatalytic activities”, Chiaki Terashima, International symposium on Surface Treatment and Modification Technologies (STMT2017), Jeju, Jeju National University, 2017.11.21
6．“Solution Plasma Processing with Tubular Type of Tungsten Electrode for Modifying the Photocatalytic TiO_2 Nanoparticles”, Chiaki Terashima, The 6th International Symposium on Materials Science and Surface Technology 2017 (MSST2017), Odawara, Kanto Gakuin University, 2017.12.8
7．“Applications of Photocatalysis in Biology”, Kazuya Nakata, The 15th International Conference on Advanced Materials, Kyoto, Kyoto University, 2017.
8．“Applications of Photocatalysis in Biology”, Kazuya Nakata, The Asian Conference on Oleo Science 2017, Tokyo・Tokyo University of Science, 2017.
9．“Applications of Photocatalysis in Biology”, Kazuya Nakata, The 4th International Symposium on Hybrid Materials and Processing, Busan, Haeundae Grand Hotel, 2017.
10. “Applications of Photocatalysis in Biology”, Kazuya Nakata, International symposium on Surface Treatment and Modification Technologies, Jeju, Jeju National University, 2017.
11. “Synthesis of FeOOH by Solution Process and Their Photo-functional Property”, Ken-ichi Katsumata, International Union of Materials Research Society-International Conference of Advanced Materials (IUMRS-ICAM) 2017, Kyoto, 2017.
12. “Hydrogen production of FeOOH with photo-self-reduction”, Ken-ichi Katsumata, IUMRS International Conference in Asia 2017, Taiwan, 2017.
13. “Synthesis of Nanosheet Photocatalysts and Their Application” Ken-ichi Katsumata, International Congress on Pure & Applied Chemistry (ICPAC) 2018, Cambodia, 2018.
14. “Fabrication of Mesoporous Titania Thin Film on P-type Semiconductor Substrate Toward Efficient Wastewater Purification”, Norihiro Suzuki, Akihiro Okazaki, Haruo Kuriyama, Izumi Serizawa, Chiaki Terashima, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Akira Fujishima, International Union of Materials Research Societies - The 15th International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM 2017), Kyoto, 2017.8.30
15. “Attempt to enhance the photocatalytic performance on mesoporous TiO_2 thin film”, Norihiro Suzuki, Akihiro Okazaki, Haruo Kuriyama, Izumi Serizawa, Chiaki Terashima, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Akira Fujishima, Second International Conference on Advances in Materials Science (ICAMS-2017), Jath, India, 2017.12.22 (Keynote)
16. “Investigation of Solid Electrolytes for Solid Oxide Fuel Cell by Electrochemical Impedance Spectroscopy and Density Functional Theory Calculation”, Naoto Kitamura, Yasushi Idemoto, 2nd Asian Symposium on Electrochemical Impedance Spectroscopy, Tokyo, 2017
17. “Defect Structure Modeling of Crystalline Oxide-Ion Conductors by the Pair Distribution Function Analysis”, Naoto Kitamura, IUMRS-ICA2017, Taipei, 2017
18. “Effective Design for Environmental and Medical Application of TiO_2 Photocatalysts and Boron-doped Diamond Electrodes”, Tsuyoshi Ochiai, International Workshop on Semiconductor Photocatalysis, Jinling Hotel, Changchun, P.R.China, 2017.7.30
19. “Development of a TiO_2-coated Plastic Optical Fiber and Its Photocatalytic Activity”, Tsuyoshi Ochiai, Takuya Sato, Rei Furukawa and Morio Nagata, 17th International Symposium on Advanced Organic Photonics (ISAOP-17), University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai, P.R.China, 2017.10.11

20. “Boron-doped Diamond Powder-based Polymer Composites for Flexible Electrolysis Unit”, Tsuyoshi Ochiai, Shoko Tago, Mio Hayashi, Takeshi Kondo, Akira Fujishima, The 23rd International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air and Soil (AOTs-23), Holiday Inn Hotel & Suite-Clearwater Beach, Florida, USA, 2017.11.13
21. “Photocatalysis: fundamentals and medical applications”, Tsuyoshi Ochiai, Akira Fujishima, 2nd NRW-Fukushima Joint Symposium on Advances in Medicine, Southern TOHOKU Research Institute for Neuroscience, Southern TOHOKU General Hospital, Fukushima, 2017.12.02
22. “Photocatalytic hydrogen production from water using Ni-complex/C_3N_4 under visible light”, Vit Kalousek, T. C. Vagvala, K. Ikeue, Mini-Symposium “Photocatalytic Systems” -Based on Organic Dye Molecules-, Yamaguchi, 2017
23. “Fabrication and Electrochemical Application of Boron-Doped Diamond Powder”, Takeshi Kondo, Tatsuo Aikawa, Makoto Yuasa, 2nd Asian Symposium on Electrochemical Impedance Spectroscopy (AEIS2017), Tokyo, 2017
24. “Biofuel Cell and Self-powered Biosensing System”, Isao Shitanda, PowerMEMS School 2017, Kanazawa Bunka Hall, Kanazawa, Japan, 2017.11.13
25. “Electrochemical Impedance Analysis of Mesoporous Carbon Electrode for Wearable Paper-based Self-powered Biosensor”, Isao Shitanda, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, Seiya Tsujimura, 2nd Asian Symposium on Electrochemical Impedance Spectroscopy, Morito Memorial Hall, Tokyo, Japan, 2017.12.7
26. “Artificial photosynthesis using powdered metal oxide and sulfide materials”, A. Kudo, The 2017 MRS Spring Meeting and Exhibit, The Phoenix Convention Center, USA, 2017.4.21
27. “Development of Z-Scheme Systems for Water Splitting and CO_2 Reduction using Powdered Metal Sulfide Photocatalysts”, A. Iwase, A. Kudo, 8th International Conference on Hydrogen Production (ICH2P-2017), Brisbane, Australia, 2017.7.
28. “Photocatalyst Materials for Artificial Photosynthesis”, A. Kudo, International Symposium on Energy Conversion and Storage Materials, Brisbane, Australia, 2017.8.1 (Plenary)
29. “CO_2 reduction over metal oxide and sulfide photocatalysts using water as an electron donor”, A. Kudo, 2017 Catalyst and Catalysis Forum (CCF2017), Gold Coast, Australia, 2017.8.4 (Keynote)
30. “Photocatalytic and Photoelectrochemical Water Splitting and CO_2 reduction as Artificial Photosynthesis”, A. Kudo, 232th Electrochemical Society (ECS) Meeting, Washington, DC, USA, 2017.10.2 (Keynote)
31. “Oxide and sulfide materials for Artificial Photosynthesis”, A. Kudo, International Conference on Functional Nanomaterials and Nanotechnology (ICFNN-2017), Hotel Yak & Yeti Kathmandu, Nepal, 2017.10.11 (Keynote)
32. “Photocatalytic Water Splitting and CO_2 Reduction”, A. Kudo, The 3rd International Conference on Nanoenergy and Nanosystems 2017 (NENS2017), Beijing, China, 2017.10.22
33. “Photocatalytic water splitting and CO_2 reduction using metal oxide and sulfide materials” A. Kudo, Mini-International Symposium on Energy Materials, Sogang University, Seoul, Korea, 2017.11.9
34. “Photocatalytic CO_2 reduction using water as an electron donor”, A. Kudo, Joint Symposium of The 2nd International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis & The 23rd China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics, Katsushika campus, Tokyo University of Science, 2017.12.2
35. “Artificial Photosynthesis using Photocatalyst Materials”, A. Kudo, The International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN 2018), University of Wollongong, Australia, 2018.1.31

36. “Novel Photo-Switchable Surfactant Molecular Assemblies – Micelles, Wormlike Micelles, and Admicelles-”, Hideki Sakai, Taiki Suzuki, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, 254th ACS National Meeting, Washington D.C., 2017.8.
37. “ベンチャースピリット”, 森戸祐幸, 総合科学セミナー, 慶応義塾大学理工学部 矢上キャンパス, 2017.4.21

特許

1．鈴木孝宗, 寺島千晶, 中田一弥, 勝又健一, 藤嶋昭, 岡崎晟大, 栗山晴男, 芹澤和泉,「浄化装置、浄化方法、炭素材の製造方法および炭素材」, 特願 2017-124255, 2017.6.26
2．川本益揮, 伊藤嘉浩, 国内優先出願 「カルバゾール誘導体及びビフェニル誘導体の製造方法並びに新規ビフェニル誘導体」, 特願 2017-163885, 2017
3．阿部正彦ら,「バイオ燃料発電装置」, 特願 2017-207936
4．阿部正彦ら,「貴金属元素内部担持メソポーラスチタニアおよび貴金属元素内部担持メソポーラスチタニアの製造方法並びに貴金属元素担持酸化チタンを用いた希少糖の選択的製造方法」, 特願 2017-089486
5．阿部正彦ら,「甘味料およびその利用方法」, 特願 2017-190389
6．阿部正彦ら,「生分解性カチオン界面活性剤」, 特願 2017-210426
7．岡本裕司, 岡本拓巳, 藤本憲次郎,「窒素酸化物吸蔵材料、その製造方法、及び排気ガス浄化触媒」, 特願 2017-232761, 2017.12.4
8．上塚洋, 原田洋平, 寺島千晶, 櫻井悠生, 宮坂和弥, 鈴木孝宗, 近藤剛史, 湯浅真, 藤嶋昭, 中田一弥, 勝又健一,「ダイヤモンド製造方法及び液中プラズマ処理装置」, 特願 2017-251689, 2017.12.27
9．池上啓太, タルン チャンド バグバラ, 芝田勝, 伊藤朋香, 国内優先出願「化合物及び光触媒用助触媒」, 特願 2018-27663, 2018
10. 森戸祐幸ら,「放射線励起型線状蛍光体」, 特願 2016-115814, 特開 2017-219492
11. 森戸祐幸ら,「感光剥離性接着フィルム」, 特願 2016-197180, 特開 2017-039943

広報

1．読売新聞 2017 年 4 月 6 日付夕刊, 最先端の研究領域現状と展望を探っていく「リサーチフロント」のコーナーにおいて「人工光合成」が紹介された。その中で、工藤教授のコメントと当研究室の光触媒に関する研究について掲載された。同じく 4 月 20 日には、工藤教授が紹介された。
2．実験で理科へ関心 諏訪で子ども向けセミナー, 長野日報, 2017.7.10
3．阿部 正彦, アクテイブ（株）「キノコ廃培地から糖量産」, 日刊工業新聞, 2017.9.13
4．阿部 正彦, アクテイブ（株）「使用済み培地で「希少糖」を量産」, 信濃毎日新聞, 2017.9.13
5．井手本 康,「正極材を 2 種開発 マグネシウム電池向け」, 電子デバイス産業新聞, 2017.11.23
6．井手本 康,「電池高容量化へ新材料」, 化学工業日報, 2017.11.30
7．井手本 康,「マグネシウム電池 充電繰り返せる正極材」, 日経産業新聞, 2017.12.07
8．井手本 康,「目指すは脱リチウム」, 日経産業新聞, 2017.12.21
9．中田 一弥, 第 342 回オプトフォーラム通信 2017.
10. 池上 啓太,「二酸化炭素の資源化研究」, 山口新聞, 2017
11.「私立大、独自研究に活路」, 読売新聞 くらし教育面, 2018.1.12
12. 石田 直哉, TBS テレビ「未来の起源」に出演, 2018.3.4

受賞

1．古谷昌大, 有光晃二 他, 材料技術研究協会 論文賞, 2017.4.22
2．岩瀬顕秀, 触媒学会奨励賞, 業績:「還元型酸化グラフェンと光触媒を組み合わせた人工光合成系の開発」, 2018.3.22
3．岩瀬顕秀, 東京理科大学優秀研究者奨励賞
4．勝又健一, The Editor-in-Chief Award of Distinguished Reviewer 2017, 日本セラミックス協会, 2017

５．Y. Harada, Y. Sakurai, K. Miyasaka, C. Terashima, H. Uetsuka, N. Suzuki, K. Nakata, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Silver Young Scholar Award DCM2017, 28th International Conference on Diamond and Carbon Materials, 2017.9.6
６．Botchan Lab Tokyo（東京理科大学坊ちゃんLab），石川千遥，多賀歩，田邉美紗樹，中山南，比留間千尋，本間航平，本間莉乃，伊藤拓海，笠原拓己，河西勇輝，舟橋汰樹，朽津和幸，倉持幸司，中田一弥，古屋俊樹，諸橋賢吾，iGEM 2017（International Genetically Engineered Machine Competition；国際合成生物学大会）Bronze Award（銅賞），The International Genetically Engineered Machine（iGEM）Foundation，2017.11.13
７．Takahiro Adachi, Chiaki Terashima, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Norihiro Suzuki, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Akira Fujishima, STMT2017 Best Poster Presentation Award, STMT2017, 2017.11.24
８．原愛我，寺島千晶，鈴木孝宗，中田一弥，勝又健一，近藤剛史，湯浅真，藤嶋昭，日本材料科学会 第5回メゾスコピック研究会講演会若手奨励賞，日本材料科学会，2017.11.24
９．Kodai Iwasaki, Yuichi Yamaguchi, Kenji Yamatoya, Norihiro Suzuki, Ken-ichi Katsumata, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, Hideki Sakai, Kazuya Nakata, Photocatalysis 2 & SIEMME'23 Young Poster Award, Joint Symposium of the 2nd International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis & the 23rd China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics (Photocatalysis 2 & SIEMME'23), 2017.12.2
10. Yukihiro Nakabayashi, Yuiri Hirano, Yusei Sakurai, Akihiro Okazaki, Haruo Kuriyama, Nitish Roy, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Akira Fujishima, Chiaki Terashima, Photocatalysis 2 & SIEMME'23 Young Poster Award, Joint Symposium of the 2nd International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis & the 23rd China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics (Photocatalysis 2 & SIEMME'23), 2017.12.2
11. K. Miyasaka, Y. Sakurai, Y. Harada, C. Terashima, H. Uetsuka, N. Suzuki, K. Nakata, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Best Oral Award, Second International Conference on Advances in Materials Science (ICAMS-2017), 2017.12.23
12. S. Suzuki, K. Honda, C. Terashima, K. Nakata, N. Suzuki, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Best Oral Award, Second International Conference on Advances in Materials Science (ICAMS-2017), 2017.12.23
13. R. Tabei, C. Terashima, N. Suzuki, K. Nakata, K. Katsumata, K. Arimitsu, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Best Oral Award, Second International Conference on Advances in Materials Science (ICAMS-2017), 2017.12.23
14. 川越 康太郎，石田 直哉，北村 尚斗，井手本 康，優秀ポスター賞 受賞，化学電池材料研究会第40回講演会・夏の学校（2017）
15. Hiroki Shiikuma, Naoya Ishida, Naoto Kitamura, Yasushi Idemoto, Student Poster Session Award, Honorable Mention, The Electrochemical Society, 232nd ECS Meeting (2017)
16. 石崎 翔，北村 尚斗，石田 直哉，井手本 康，燃料電池研究会 ポスター賞，電気化学会第85回大会（2018）
17. 吉野隼矢（修士2年/指導教員：工藤昭彦），第36回「光がかかわる触媒化学シンポジウム」優秀ポスター賞，触媒学会光触媒研究会，2017.6.30
18. 渡邊健太（修士2年/指導教員：工藤昭彦），第6回GSCシンポジウムポスター賞，2017.7.4
19. 金子真士（修士1年/指導教員：工藤昭彦），第120回触媒討論会学生ポスター発表賞，2017.9.14
20. 宇田川雄平（修士1年/指導教員：工藤昭彦），第7回CSJ化学フェスタ優秀ポスター賞，2017.11.13
21. S. Yoshino, A. Iwase, and A. Kudo, Young Poster Award,Joint Symposium of The 2nd International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis & the 23rd China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics (Photocatalysis 2 & SIEMME'23), 2017.12.2

22. Sari Fujiwara, Megumi Kaji, Kenichi Sakai, Hideki Sakai, Best Poster Award, 7th Asian Conference on Colloid and Interface Science, Kuala Lumpur, 2017.8.
23. 田中克哉, 赤松允顕, 酒井健一, 酒井秀樹, ポスター賞, 日本化学会コロイドおよび界面化学部会討論会, 2017.9.
24. 勝海由華, 笹倉寛生, 赤松允顕, 酒井健一, 酒井秀樹, Best Poster Award, 第56回日本油化学会年会, 2017.9.
25. Ananda Kafle, Takeshi Misono, Avinash Bhadani, Kenichi Sakai, Chihiro Kaise, Teruhisa Kaneko, Hideki Sakai, Student Award, 2nd Asian Conference of Oleo Science, Tokyo, 2017.9.
26. 半澤将希, 大日向秀収, 川野伸一, 赤松允顕, 酒井健一, 酒井秀樹, 優秀ポスター発表賞, 第7回CSJ化学フェスタ2017, 2017.10.

その他

１．深紫外線用フッ化マグネシウム単結晶製造技術輸出, 東北大学ベンチャー㈱福田結晶技術研究所と連携（8月), 森戸祐幸
２．TMiPをエッチング法よりエキスパンドメタルに切り替え指導, 中国のAnping市の下請けと提携（8月), 森戸祐幸
３．東洋紡（イーモリ）と提携, 脱臭繊維、抗菌繊維の光触媒との組み合わせを野田研究室に指示（9月), 森戸祐幸
４．液体ライトガイドの改良を指示, Lumatec（競合品）に比べての評価指示（10月), 森戸祐幸
５．光ファイバ歯ブラシの試作, サンスターにて評価依頼（11月), 森戸祐幸
６．太陽集光器を理化学研究所の小豆島プロジェクトに3基納入, 後に不具合（ソフト）あり, 海外からの技術者招聘により解決（12月), 森戸祐幸
７．水浄化用銀嘆持セラミックビーズ（Clairify）を信州大学工学部, 宇佐美教授に評価依頼(2018年1月), 森戸祐幸
８．津田駒の菱沼社長の依頼により繊維織機用糊付けサイジングの接着/剥離用光触媒、UV硬化についてDICに依頼（1月), 森戸祐幸

研究課題（研究者別）

中田　一弥

「光触媒のバイオ応用に関する研究」

光触媒のバイオ応用として下記の研究を行った：①光触媒を用いた糖質バイオマスの分解による有用糖生成、②光触媒を用いた過酸化物生成による芽胞不活化、③タンパク質を基質とする人工酵素としての光触媒の開発、④光触媒から発生する活性酸素種を用いた種子発芽率の向上、⑤光触媒を用いた藍藻類の除去、⑥光触媒反応により生成した希少糖による動物細胞、植物種子、藍藻類への影響

酒井　秀樹

「ベシクルをテンプレートとしたチタニア中空粒子の調製と光触媒への応用」

カチオン界面活性剤が形成するナノサイズのベシクルをテンプレートして用い、また水中での安定性が高い水溶性チタン錯体を前駆体として用いたチタニア中空粒子の調製を試みた。反応時の pH を中性として、加水分解・重縮合反応速度を制御することにより中空粒子の調製が可能となった。さらに、ベシクルを同様にテンプレートとして用い、シリカ／チタニアの順に積層することにより、高分散性中空粒子を得ることができた。

和田　浩志

「光触媒を利用した薬用植物栽培に関する研究」

種子発芽率が低いとされる薬用植物に対し、光触媒を活用して種子発芽率の向上、発芽日数や栽培年数の短縮化、品質の安定化をめざす方法を探っている。今回は、中国原産の薬用植物で日本でも栽培されているトウスケボウフウの種子について、光触媒効果を調べた。その結果、通常の方法で光触媒処理しても発芽率は向上しないが、種子を水につけて乾燥した後に光触媒処理すると、発芽率が約 2 倍向上することがわかった。

近藤　剛史、湯浅　真

「電解水処理への応用を目指した塗布型ダイヤモンド電極の開発」

低コストかつ大面積の電解用ダイヤモンド電極の作製を目的として、塗布型ダイヤモンド電極の開発を行った。金属基板上に導電性ダイヤモンドパウダーを含む樹脂層を塗布することにより、塗布型ダイヤモンド電極を作製した。水溶液中での電解において塗布型ダイヤモンド電極上での OH ラジカルの発生を確認し、有機物分解に有効であることが示唆された。樹脂の最適化により長時間の高電位印加に対する耐久性の高い電極が得られた。

駒場　慎一

「次世代蓄電池の高容量負極表面被膜に関する研究」

太陽光発電の有効利用を促進するには大型蓄電技術が欠かせない。毒性元素や希少資源を必要としない大型蓄電池として、リチウム、ナトリウムおよびカリウムイオン電池に着目してきた。これら蓄電池の長寿命と高容量を実現するために、合金系負極上に生成する表面被膜の組成や構造の結着剤や電解質による差異を各種表面分析によって解明し、電池特性との相関を明らかにした。

勝又　健一

「光触媒を用いた蚊取り器の開発」

蚊（ヒトスジシマカ）の誘引因子として光触媒反応により発生する CO_2 ガスの効果を調査したところ、紫外線照射下において光触媒がある方に蚊が誘引されることが分かった。さらに光触媒だけではなく誘引物質を加えることで、より多くの蚊を誘引できることが分かった。

「オキシ水酸化鉄の光自己還元により発現する新規機能の開拓」

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

池上　啓太

「二酸化炭素固定化用光触媒の開発」

本研究では、昨年度開発した $SrTiO_3$ ナノ粒子を CO_2 吸着材上に担持した光触媒－吸着材複合体の高機能化について検討した。高表面積化を目的として吸着材の焼成温度を最適化した結果、450℃焼成の時、最も高い表面積および CO_2 吸着量を示した。最適化後の複合体光触媒の助触媒担持効果を検討したところ、Pt 担持が最も効果であり、光触媒活性は昨年度検討した試料と比べて約 2 倍向上することを見いだした。

井手本　康、北村　尚斗、石田　直哉

「放射光 X 線と透過型電子顕微鏡を用いた光触媒材料の平均・局所構造解析」

光触媒活性と平均・局所構造の関係を検討するため、植物灰を用いた処理を行った WO_3 について放射光 X 線と透過型電子顕微鏡を用いた解析を行った。その結果、植物灰を用いた処理により Ca が均一に分散され、$CaWO_4$ が若干生成することが明らかになった。また、Rietveld 法による平均構造解析より、WO_6 八面体の歪みが減少することが明らかになった。

工藤　昭彦、岩瀬　顕秀

「可視光水分解のための新規 Z スキーム型光触媒の開発に関する研究」

Rh ドープ $SrTiO_3$(2.3 eV)を水素生成光触媒として、様々な酸素生成光触媒および電子伝達剤と組み合わせた Z スキーム系の開発を行った。その結果、$SnNb_2O_6$(2.3 eV)、Ba および Rh 共ドープ $NaNbO_3$(2.5 eV)および Ir ドープ $SrTiO_3$(1.6 eV)が、$Fe^{3+/2+}$, Co 錯体および還元型酸化グラフェン電子伝達剤と組み合わせたときに酸素生成光触媒として働くことを見いだした。

佐竹　信一

「水浄化リアクターの最適化に関する基礎的研究」

本研究では、純水と同じ屈折率を持つメックスフロンビーズに酸化チタンを担持し FEP 管に充填することで UV 光のビーズ表面における反射や屈折を限りなく低減させた水処理リアクターを開発し、その有用性について検討した。リアクター性能を上げるためにリアクター本数を増やした実験を行った。その結果、反応が向上した。また、表面積に比例するだけでなくリアクターロッドの連結方法の違いによる反応率の変化も得ることができた。

四反田　功

「光触媒反応を利用したスクロースバイオセンサに関する研究」

スクロースは唾液中に存在し、唾液中のスクロース濃度が高濃度になるとう蝕の危険性が高くなる。初期段階のう蝕は痛みが伴わないため、早期発見が困難である。そこで簡便かつ定期的に診断が可能な新規のスクロースセンサの開発が求められている。本研究では、酸化チタンを用いることで、スクロースのグルコースへの分解反応を利用した新たなスクロースセンサの開発を試みた。印刷によって紙基板上に酸化チタン層およびグルコースバイオセンサを形成した。作製したバイオセンサは、スクロース濃度 0-10mM において線形性が得られた。

川本　益揮

「半導体ポリマーフィルムを用いた可視光応答水素発生光触媒の開発に関する研究」

n 型半導体ポリマーに白金層を蒸着した、シートサイズが 10-30μm、膜厚が 100nm のヤヌス型ナノ薄膜を作製した。ナノ薄膜と犠牲試薬を水に加え、半反応における可視光応答水素発生挙動を検討した。ナノシートの分散濃度や光照射波長を変え、光触媒挙動を確認したものの、水素を検出することができなかった。今後、比表面積の増大に伴う反応性の向上を期待し、白金ナノ粒子-ポリマーナノシートからなるハイブリッドナノ薄膜を作製する。

落合　剛

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

光触媒については、酸化チタン担持多孔質シリカガラス管などの環境浄化への応用を企業との共同研究として展開した。また、工学部工業化学科の永田研究室や鶴見大学と共同で、可視光応答光触媒による水素発生や硫化水素分解、色素増感太陽電池、歯科材料への抗菌性能付与なども検討した。BDD については、BDD 含有塗料を考案し、歯科治療用ピンポイント電解器具やフレキシブル電気化学センサとして応用展開を検討中である。

寺島　千晶

「高効率二酸化炭素変換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料に着目した。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

「多孔性酸化チタン/BDD 電極による浄水能向上に関する研究」

ボロンドープダイヤモンド（BDD）電極に多孔性酸化チタン薄膜を成膜し、オゾン生成と光触媒反応を同時に実現できる電極を作製した。メチレンブルー（MB）水溶液を用いた浄水実験を行ったところ、本電極を用いた光電気化学的反応において、光触媒反応単体、オゾン酸化単体により分解される MB の総和量より多くの MB が分解された。このことから、光触媒反応とオゾン酸化の相乗効果により、高効率な浄水が達成できることが明らになった。

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」

細菌については、ペプチドグリカン層が殺菌効果を促進することが示唆された。真菌については、メラニンの存在が殺菌効果を抑えることが示唆された。また、光触媒・BDD 電極併用処理浄化槽は環境に負荷を与えることなく、有機物を分解し、大腸菌や枯草菌芽胞に対する殺菌効果が認められた。さらに、日光東照宮の漆材に発生するカビの同定を行い、培養法では Penicillium 属、Cladosporium 属に近縁な種、非培養法では主に Baudoinia 属であることが分かった。

根岸　雄一

「合金クラスターの光触媒上への精密担持とそれによる水分解光触媒活性の向上」

本研究では、疎水性チオラートによって保護された合金クラスターを助触媒の前駆体として用いることで、微小合金クラスター助触媒が担持された $BaLa_4Ti_4O_{15}$ を作製した。その結果、金クラスター助触媒に白金を一原子ドープすることで、水分解活性は向上することが明らかとなった。さらに水分解活性は、SMSI 効果を利用し、助触媒表面を Cr_2O_3 膜でコーティングすることで、更に向上することも明らかとなった。

藤本　憲次郎

「酸化物ナノシート積層体の光触媒能およびホーランダイト型酸化物の NO 浄化能に関する研究」

TiO_2 と WO_3 を複合化させた光触媒に着目し、酸化物ナノシートを用いてこれらの積層体を創り、その光親水性を調査した。積層順番を制御した 4 層積層体について、最表面が WO_3 ナノシートの積層膜は TiO_2 ナノシートの場合よりも接触角が小さい傾向が、また紫外光照射後は全ての積層膜で 5° 以下となった。ホーランダイト型複合酸化物の NO 選択還元触媒能では酸素 1%環境下で C_3H_6 の転化率が向上することが確認された。

有光　晃二、古谷　昌大

「光照射によりポリシランを表面修飾した酸化チタンを含む UV 硬化膜の作製と光機能に関する研究」

光化学的にポリシランを表面修飾した酸化チタン粒子を分散した UV 硬化膜を作製し、このときの三次元架橋構造と膜表面の形状を制御することで、トレードオフの関係にある「優れたセルフクリーニング特性」と「膜の耐久性向上」の両立を目的とする。

森戸　祐幸

「紫外・可視光応答型光触媒フィルタ TMiP の開発」

TMiP の低コスト化および可視光応答化の検討を行った。低コスト化は、形状をエッチングタイプからエキスパンドメタルに変更することにより、コストを抑えることに成功した。可視応答化は、試作したすべてのサンプルについて、照射波長 375 又は 405nm で、わずかな脱臭性能を示した。また、本研究にて開発した光触媒フィルタを搭載した小型脱臭機の開発を行い、アセトアルデヒドなど、3 種の悪臭物質に対して高い脱臭性能を有していた。

トランスレーショナルリサーチセンター

トランスレーショナルリサーチセンターについて

1. 概要

本学には、長年の多岐にわたる優れた基礎研究により未来の医療に貢献しうる多くの貴重な創薬シーズが集積している。しかし、医学部や附属病院がないために、基礎研究の成果を臨床現場に充分に還元するのが困難な状況にある。本学の持つ膨大な基礎研究の成果を社会に還元し、またトランスレーショナルリサーチ（TR）に関わる人材の育成のために、2009 年、医療機関と連携した橋渡し研究を推進する研究拠点として、TR 部門が発足した。この TR 部門は、2014 年に私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の助成を受けて、5 年間の予定で『医薬資源の実用化を目指した橋渡し研究拠点の形成』というプロジェクトを推進するために、TR センターとして再出発することとなった。その使命は、以下の 2 点に集約される。1）医療機関と連携・協力して、本学が保有するシーズ、医療機関が望むニーズ、ドラッグリポジショニング候補薬物に対する TR を実施する。2）将来 TR やレギュラトリーサイエンスを担う若手研究者、学生を育成する。そして、医療機関を持たない薬系･理工系大学における基礎研究に立脚した新しい TR 拠点形成のモデルケースとなることを目指すものである。

2. センターの構成と施設設備

本センターは、『1.探索グループ』、『2.創薬グループ』、『3.薬効・機能評価グループ』、および『4.臨床試験グループ』と 4 つのグループから組織され、平成 29 年度 4 月現在、本学の教員計 25 名、リサーチ・アシスタント 6 名、外部の医療機関から 16 名の基礎系客員教員および 15 名の臨床系客員教員が参加している（図 1）。また、10 号館 3 階の実験室 5 を TR センターの共同実験室として利用している。この実験室には､イメージングシステム、プレートリーダー、リアルタイム PCR システムを設置し､主として生物系実験が可能な状態となっている｡加えて､薬学部動物舎に蛍光･発光 in vivo イメージングシステム（Bruker BioSpin 社 Xtreme B1 4MP）、さらに薬学部 15 号館に生体-マテリアル相互作用解析システム（メイワフォーシス社 Q-Sense Pro 8 チャンネルフルオートモデル）が設置されている。

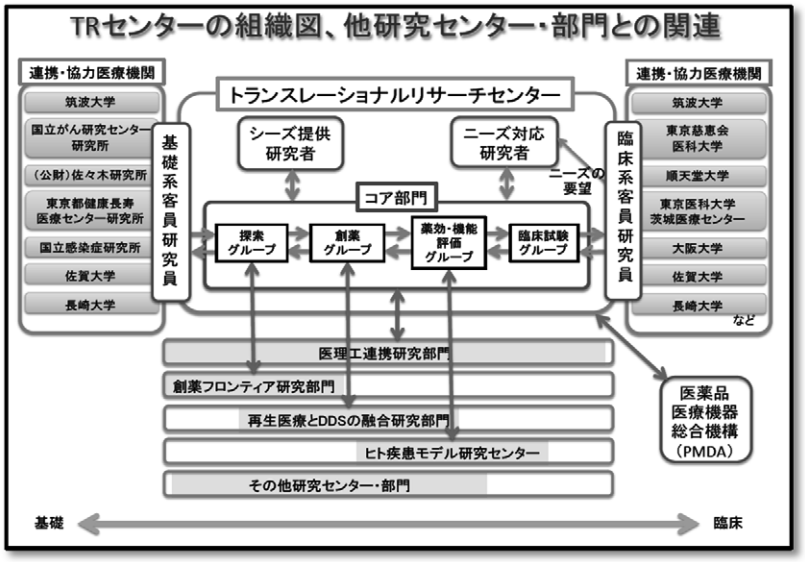


図 1　TR センターの組織図と他研究センター･部門との関連

3. 各研究グループの活動報告

新規創薬ターゲット分子の探索、核酸やペプチドを用いた新規創薬、ドラッグリポジショングによる既存薬の適応拡大、という 3 つの研究テーマを中心に、下記 4 つの研究グループにより、活発な研究活動が行われ、3 年間で計 22 件の特許を申請・取得した。また、他大学（筑波大学、長崎大学、慈恵会医科大学）や研究所（がんセンター研究所、佐々木研究所）との共同研究体制は確立され、ハワイ大学癌センターとの共同研究も進捗している。

3. 1. 探索グループについて

本グループでは、1）悪性腫瘍、2）アレルギー疾患・自己免疫疾患、3）代謝性疾患に対する新規性の高い治療薬を開発するため、創薬ターゲット分子の探索を行っている。

1）悪性腫瘍に関する研究：深井・伊豫田は、進行性神経芽腫の予後不良因子 N-Myc について、従来取り組んで来たインテグリン活性化因子 TNIIIA2 とレチノイン酸 ATRA との併用に加え、インテグリン不活化因子 FNIII14 へも研究を展開した。FNIII14 が ATRA の併用無しに N-Myc タンパク質分解を引き起こす結果、抗腫瘍治療が可能となることをマウス病態モデルで示し、N-Myc 分解機構の多様な仕組みを解き明かし、治療標的としての有効性を明らかにした。また、深井・伊豫田は、脳腫瘍・神経膠芽腫の悪性化にインテグリン不活化因子 FNIII14 が第一選択薬 TMZ との併用により飛躍的に治療効果を上昇させることを xenograft モデルで明らかにした。秋本と佐藤(圭)は、難治性乳癌の早期発見と分子標的治療開発に向けての基盤形成のために重要である臨床情報を含む患者ゲノムデータベースの解析に従事している。情報論的手法を用いて乳癌ゲノムデータベースの解析を行い、KMT2C,SLC20A1 および c-Met を難治性乳癌の新規予後予測マーカー候補として同定した。さらに c-Met が ALDH1 陽性乳癌幹細胞の治療標的として有望であることを明らかとした。

2）アレルギー疾患・自己免疫疾患に関する研究：西山・八代は、樹状細胞やマスト細胞の機能調節に有効な標的分子として PU.1 をはじめとする複数の転写因子に着目し、遺伝子発現制御機構の詳細な解析を進めると共に、核酸医薬や阻害剤の有効性検証を in vitro、in vivo 実験系で検証している。本年度は、PU.1 siRNA がアレルギーや自己免疫疾患、リンパ腫で共通の標的となる Syk の発現に決定的であることや、PU.1 制御下にある NR4A4 が樹状細胞活性化抑制に寄与することなどを明らかにし、核酸医薬開発に向けて知見を蓄積した。一方、植物や微生物の代謝産物からの物質探索では、短鎖脂肪酸によるアレルギー反応制御について新たな仕組みを発見しただけでなく抗アレルギー剤探索に有効な標的分子として GPCR を特定した。低分子化合物からの探索では、数百の試料から絞り込んだ候補物質について作用機序の解析とマウス病態モデルでの効果を進めている。

3）代謝性疾患に関する研究：小林は、抗老化・寿命延伸作用を示すカロリー制限による白色脂肪組織のリモデリングに、mitochondrial signal peptidase の一つである mitochondrial intermediate peptidase による SIRT3 タンパク質のプロセシング亢進が関わることを明らかにして、報告した。

3. 2. 創薬グループについて

A型二本鎖核酸に選択的に結合し、生体内における安定性を顕著に向上させるカチオン性人工オリゴ糖として、これまでに報告したオリゴジアミノグルコース（ODAGlc）、オリゴジアミノマンノース（ODMan）、オリゴジアミノガラクトース（ODAGal）に続き、オリゴグアニジノガラクトース（ODGGal）を合成した。ODGGal3 は DNA/RNA ヘテロ二本鎖核酸（HDO）の RNase A 耐性を向上させることができ、核酸医薬の安定化に極めて有効であることを明らかにした（和田、原）。

細胞親和性網目としての自己組織化ペプチドゲルと、力学強度の支持網目としての合成高分子に分解性を付与した共有結合ゲルを構成成分としたインジェクタブル型相互侵入高分子網目（IPN）ゲルを開発した。さらに、遺伝子やタンパク質などの細胞刺激因子をリリースする手段としてのナノキャリアの設計と合成にも成功した（大塚）。

2 本鎖 DNA に 1 本鎖核酸を加えると遺伝子発現制御領域で 3 本鎖核酸が形成され、転写制御因子が結合できず、転写活性が制御される可能性がある。一方、3 本鎖核酸結合蛋白質は 3 本鎖核酸形成を促進する。T7 プロモーター配列の下流に 3 本鎖核酸形成可能配列を導入したプラスミドを構築し、転写活性を解析した。転写時に 3 本核酸形成用 1 本鎖核酸を加えると転写活性が阻害され、3 本鎖核酸結合蛋白質を更に加えると転写活性が更に阻害された（鳥越）。

温度変化に伴い性状が変化する温度応答性高分子 Poloxamer に着目し、創部の湿潤環境を保持しつつ体温付近でゲル化する製剤の開発を行なっている。種々の濃度の Poloxamer 水溶液の物性を評価するため、示差走査熱量測定によりミセル化温度を、動的粘弾性測定によりゲル化温度および複素弾性率を測定した。Poloxamer 濃度の増加に伴いミセル化温度およびゲル化温度は低下した一方、複素弾性率は上昇することが明らかとなった。現在は薬物を含有させ、放出挙動等の評価を行っている（花輪）。

免疫細胞表面に発現するマンノース受容体を介する選択的かつ効率的な核酸医薬のデリバリーを目的に、マンノース修飾オリゴデオキシヌクレオチド（ODN）を合成した。マンノース修飾を施した免疫刺激性 CpG ODN は、修飾後も免疫活性を保持していることを見出した（西川）。

3. 3. 薬効・機能評価グループについて

本グループでは、実用化が有望な分子・化合物に関して、以下のように薬効評価ならびに評価系開発を行った。とくに、アロプレグナノロンと neuromedin U に関するグループ内共同研究が進んでいる。

1）精神神経疾患治療・診断薬の開発：岡・濱田・吉澤は、経鼻投与で抗うつ作用を示す神経ペプチド GLP-2 誘導体の中枢移行メカニズムについて、鼻粘膜の神経末端からマクロピノサイトーシスで取り込まれ細胞質内を移動して中枢神経に達する可能性を示した。さらに、この誘導体化法を適用した neuromedin U も経鼻投与で認知障害改善作用を発現することを報告した。東・小川・吉澤は、昨年度に引き続きラット脳内 allopregnanolone レベルを上昇させる向精神薬の探索を行った。吉澤は、ナトリウムチャネル阻害作用を標的とした神経障害性疼痛治療薬の探索を目的とし、ナトリウムチャネル開口薬であるベラトリンの足蹠投与により痛覚過敏反応が生じること、さらにその反応がナトリウムチャネル阻害作用を併せ持つ抗うつ薬の前処置では認められなくなることを明らかにした。

2）代謝制御による抗老化機序に関与する分子の探索：樋上は、非還元性二糖類であるトレハロースやあらゆる臓器に存在する含硫アミノ酸誘導体であるタウリンが分化した脂肪細胞においてオートファジーを亢進することを明らかにして報告した。

3）和漢薬を用いたドラッグリポジショニング：礒濱・堀江は、がん補完療法としての漢方薬の薬理学的合理性について報告した。

3. 4. 臨床試験グループについて

1）疥癬患者を対象としたイベルメクチン全身浴法の安全性と有効性を検討する臨床試験を実施した。その結果、実施した全 6 症例において安全性、有効性とも確認され、さらに患者の角層濃度の測定と解析を行った。

2）既存のアタマジラミ症に対する薬剤に対して 100%近く薬剤耐性率を示す沖縄地区に引き続き、本州地区として筑波大学附属病院の協力を得て、イベルメクチンローションとフェノトリンローションの有効性、安全性に対する臨床研究を開始した。また、アタマジラミ症に罹患経験のある市民ボランティアを対象にアタマジラミ症治療の現状調査として、インターネットアンケート調査を行った。

3）がん予防剤を開発するため既存薬の脂質異常症治療薬スタチンに着目し、大規模医療情報データベースであるレセプトデータベース・健康診断データを利用したビッグデータ解析を行い、がん発症の予防の関係を明らかにするためにコホート研究を行った。

3. 5. 客員教員について

本センターに所属する研究者の研究プロジェクトの実現のために関連テーマで研究に取り組む外部の研究者に客員として本センターの活動に参加を依頼している。また、今後は、客員教員からの研究テーマを募集し、そのカウンターパートとなりうる学内研究者の参加も公募する予定である。これまで具体的テーマで本センターへ参加している客員教員と内部共同研究者は以下の通りである。

○兵頭一之介、鈴木英雄、谷中昭典（筑波大学大学院人間総合科学研究科消化器内科学）、武藤倫弘（国立がん研究センター中央研究所がん予防基礎研究プロジェクト）
　ペプチド製剤による炎症性腸疾患、大腸腫瘍制御（薬学部・深井文雄、伊豫田拓也）

○松村明（筑波大学大学院人間総合科学研究科脳神経外科学）、山本哲哉（横浜市立大学医学部脳神経外科学）
　ペプチド製剤による神経膠芽腫制御（薬学部・深井文雄、伊豫田拓也）

○佐々木敬（東京慈恵会医科大総合医科学研究センター、沖田直之（(公財）佐々木研究所付属佐々木研究所）
　ペプチド製剤による β 細胞機能調節（薬学部・深井文雄、伊豫田拓也、樋上賀一）

○土谷智史（長崎大学医歯薬学総合研究科外科学）
　ペプチド製剤による脱細胞化・再細胞化の制御（薬学部・深井文雄、伊豫田拓也）
○上園保仁（国立がん研究センター研究所がん患者病態生理研究分野）
　漢方薬のがん病態への応用（薬学部・樋上賀一、礒濱洋一郎、吉澤一巳）
○江口晋（長崎大学医歯薬学総合研究科外科学）、土谷智史（長崎大学医歯薬学総合研究科外科学）、野口満（佐賀大学医学部泌尿器科学）、沖田直之（(公財）佐々木研究所付属佐々木研究所）
　新規 PARP1 阻害剤の適応疾患の検討（薬学部・樋上賀一）
○島野仁、中川嘉（筑波大学大学院人間総合科学研究科内分泌・代謝内科学）
　新規代謝改善薬、肥満症、動脈硬化治療薬の開発（薬学部・樋上賀一、深井文雄、伊豫田拓也、小林正樹）
○重本和宏（東京都健康長寿医療センター研究所老年病研究チーム）
　サルコペニア治療法の開発（薬学部・樋上賀一）
○大河内信弘（筑波大学大学院人間総合科学研究科外科学）
　肝組織内星細胞へのターゲット用キャリアの開発（理学部・大塚英典、松隈大輔）
○森亮一（長崎大学医歯薬学総合研究科病理学）
　損傷治癒へのアンチセンス核酸の応用（理学部・鳥越秀峰、薬学部・花輪剛久）
○武藤倫弘（国立がん研究センター研究所がん予防基礎研究プロジェクト）
　レセプト情報や医薬品の製造販売後の調査等を利用した我が国発のがん化学予防剤を開発するためのビッグデータ解析（薬学部・真野泰成）

4. 研究活動の展望

平成 28 年 8 月に実施されたアドバイザリー委員会で指摘された 3 項目、(1) 研究の集約化、(2) 理科大ならではの TR の推進、(3) 早めの企業や医療機関との連携、のうち (1) に関しては、国際性の高い研究テーマ、実用化に近づいている研究テーマ、シナジー効果の高い研究テーマという観点から、①ハワイ大学との国際共同 TR、②創傷治癒促進薬の開発、③漢方薬の有効利用に繋がる TR、④難治性乳がん制圧に関する TR、⑤自己免疫・アレルギー疾患の発症機序解析と治療法開発、⑥オートファジー/細胞老化を標的とした新規治療薬の開発、の 6 テーマを選定し、客員教員にも加わってもらい共同研究を開始し、業績が上がりつつある。(2) に関しては未だ明確な回答を持っていない。しかし、臨床試験グループを中心とした学内での TR プラットホームが構築された。このプラットホームにより本学においても介入研究で侵襲性の低い探索的臨床研究は、医療機関との連携により可能となった。さらに様々な探索的介入研究や検証的な臨床研究の実施に向けて、筑波大学つくば臨床医学研究開発機構やハワイ大学がんセンターと連携した TR プラットホームが構築されつつある。医療機関を持たない事で、前述の 3 つの TR プラットホームを課題の特徴によって使い分けることができることが、理科大、さらには医療機関をもたない理工系総合大学の優位性の 1 つではないかと考える。(3) に関しては、本学 URA と連携して、また TR センター自体が学内研究グループや学外の医療機関との連携の窓口になるべく、活動していきたい。

5. むすび

部門からセンターに発展的に改組されて 4 年が経過した。センター内の雑駁な研究課題は 6 課題に集約された。最後の 1 年で、4 つの研究グループが上記 22 件の特許や集約した 6 課題において創薬の上流から下流まで様々な形で絡み、また客員教員を含めたセンターメンバーの総力を挙げて、研究を加速化する。そして、3 種の TR プラットホームをケースバイケースで使い分けることにより実用化に近づけるという実績を積み上げて、医療機関をもたない理工系総合大学におけるトランスレーショナルリサーチの優位性を証明していきたい。加えて、引き続き、シンポジウム・研究発表交流会、国際シンポジウムなどを開催すると同時に、RA など若手研究者がハワイ大学がんセンターでの 2〜3 ヶ月間の研修を可能とする学内の予算を獲得できたので、この予算を利用して、若手研究者の育成、国際化を推進していきたい。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1. The effect of PU.1 knockdown on gene expression and function of mast cells, Oda, Y., Kasakura, K., Fujigaki, I., Kageyama, A., Okumura, K., Ogawa, H., Yashiro, T., Nishiyama, C., Sci. Rep., 8, 2005, 2018（査読有）
2. The orphan nuclear receptor NR4A3 is involved in the function of dendritic cells. Nagaoka, M., Yashiro, T., Uchida, Y., Ando, T., Hara, M., Arai, H., Ogawa, H., Okumura, K., Kasakura, K., and Nishiyama, C., J. Immunol., 199, 2958-2967, 2017（査読有）
3. Expression Levels of KMT2C and SLC20A1 Identified by Information-theoretical Analysis Are Powerful Prognostic Biomarkers in Estrogen Receptor-positive Breast Cancer, Sato, K., Akimoto, K., Clinical Breast Cancer, 17 (3), e135-e142, 2017（査読有）
4. Correlation between c-Met and ALDH1 contributes to the survival and tumor-sphere formation of ALDH1 positive breast cancer stem cells and predicts poor clinical outcome in breast cancer, Nozaki, Y., Tamori, S., Inada, M., Katayama, R., Nakane, H., Minamishima, O., Onodera, Y., Abe, M., Shiina, S., Tamura, K., Kodama, D., Sato, K., Hara, Y., Abe, R., Takasawa, R., Yoshimori, A., Shinomiya, N., Tanuma, S.I., Akimoto, K., Genes & Cancer, 8 (7-8), 628-639, 2017（査読有）
5. The Promoting Effect of the Extracellular Matrix Peptide TNIIIA2 Derived from Tenascin-C in Colon Cancer Cell Infiltration., Suzuki, H., Sasada, M., Kamiya, S., Ito, Y., Watanabe, H., Okada, Y., Ishibashi, K., Iyoda, T., Yanaka, A., Fukai, F., Int. J. Mol. Sci., 18 (1), pii: E181, 2017
6. Stereocontrolled Synthesis of P-Modified N-Acetylmannosamine-α-1-phosphate Analogs, Iwata Hara, R., Ogawa, Y., Noro, M., Wada, T., Chem. Lett, 46, pp 1051-1053, 2017（査読有）
7. Synthesis and properties of 2-deoxy-2-fluoromannosyl phosphate derivatives, Iwata Hara, R., Kobayashi, S., Noro, M., Sato, K., Wada, T., Tetrahedrons, 73, pp 4560-4565, 2017（査読有）
8. Synthesis of 2'-O-monohaloethoxymethyl-modified RNAs and their duplex formation ability, Iwata Hara, R., Kageyama, M., Arai, K., Uchiyama, N., Wada, T., RSC Advances, 7, pp 41297-41303, 2017（査読有）
9. Solid-Phase Synthesis of Oligopeptides Containing Sterically Hindered Amino Acids on Nonswellable Resin Using 3-Nitro-1,2,4-triazol-1-yl-tris（pyrrolidin-1-yl）phosphonium Hexafluorophosphate (PyNTP) as the Condensing Reagent, Iwata Hara, R., Mitsuhashi, Y., Saito, K., Maeda, Y., Wada, T., ACS Combinatorial Science, 20 (3), pp 132-136, 2018（査読有）
10. Artificial cationic oligosaccharides for heteroduplex oligonucleotide-type drugs, Iwata Hara, R., Hisada, Y., Maeda, Y., Yokota, T., Wada, T., Sci. Rep., 8, 4323, 2018（査読有）
11. UCST-type phase transition driven by protein-derived polypeptide employing gelatin and chitosan, Matsukuma, D., Sambai, T., Otsuka, H., Polymer. Adv. Technol., 28 (12), pp.1636-1641, 2017（査読有）
12. Preparation and Evaluation of Physicochemical Properties of Isosorbide Gel Composed of Xanthan Gum, Locust Bean Gum and Agar for Improving the Patient's Adherence, Kawano, Y., Kiuchi, H., Haraguchi, T., Yoshida, M,. Uchida, T. and Hanawa, T., International J. Med. Pharm., 5 (1), 18-32, 2017（査読有）
13. In vitro and in vivo stimulation of Toll-like receptor 9 by CpG oligodeoxynucleotides incorporated into polypod-like DNA nanostructures, Takahashi, Y., Maezawa, T., Araie, Y., Takahashi, Y., Takakura, Y., Nishikawa, M., J. Pharm. Sci., 106, pp.2457-2462, 2017（査読有）.

14. Retardation of antigen release from DNA hydrogel using cholesterol-modified DNA for increased antigen-specific immune response, Umeki, Y., Saito, M., Takahashi, Y., Takakura, Y., Nishikawa, M., Advanced Healthcare Materials, 6, 2017 (査読有).
15. Reconstruction of Toll-like receptor 9-mediated responses in HEK-Blue hTLR9 cells by transfection of human macrophage scavenger receptor 1 gene, Ohtsuki, S., Takahashi, Y., Inoue, T., Takakura, Y., Nishikawa, M., Sci. Rep., 7, pp.13661, 2017 (査読有).
16. DNA nanotechnology-based composite-type gold nanoparticle-immunostimulatory DNA hydrogel for tumor photothermal immunotherapy, Yata, T., Takahashi, Y., Tan, M., Nakatsuji, H., Ohtsuki, S., Murakami, T., Imahori, H., Umeki, Y., Shiomi, T., Takakura, Y., Nishikawa, M., Biomaterials, 146, pp.136-145, 2017 (査読有).
17. Using size-controlled multicellular spheroids of murine adenocarcinoma cells to efficiently establish pulmonary tumors in mice, Nishikawa, T., Tanaka, Y., Kusamori, K., Mizuno, N., Mizukami, Y., Ogino, Y., Shimizu, K., Konishi, S., Takahashi, Y., Takakura, Y., Nishikawa, M., Biotechnology Journal, 12, 2017 (査読有).
18. Intranasal administration of neuromedin U derivatives containing cell-penetrating peptides and a penetration-accelerating sequence induced memory improvements in mice, Sasaki-Hamada, S., Funane, T., Nakao, Y., Sasaki, R., Nagai, M., Ueta, Y., Yoshizawa, K., Horiguchi, M., Yamashita, C., Oka, J.-I., Peptides 99, 241-246, 2018 (査読有)
19. Neuroprotection by chotosan, a Kampo formula, against glutamate excitotoxicity involves the inhibition of GluN2B-, but not GluN2A-containing NMDA receptor-mediated responses in primary cultured cortical neurons, Sasaki-Hamada, S., Suzuki, A., Sanai, E., Matsumoto, K., Oka, J.-I., J. Pharm. Sci. 135, 134-137, 2017
20. Serotonergic and dopaminergic systems are implicated in the antidepressant-like effects of chotosan, a Kampo formula, in mice, Sasaki-Hamada, S., Suzuki, A., Ueda, Y., Matsumoto, K., Oka, J.-I., J. Pharm. Sci. 133, 110-113, 2017 (査読有)
21. Mitochondrial intermediate peptidase is a novel regulator of sirtuin-3 activation by caloric restriction. Kobayashi, M., Takeda, K., Narita, T., Nagai, K., Okita, N., Sudo, Y., Miura, Y., Tsumoto, H., Nakagawa, Y., Shimano, H., Higami, Y., FEBS Lett., 591, pp 4067-4073, 2017 (査読有)
22. Involvement of lysosomal dysfunction in autophagosome accumulation and early pathologies in adipose tissue of obese mice. Mizunoe, Y., Sudo, Y., Okita, N., Hiraoka, H., Mikami, K., Narahara, T., Negishi, A., Yoshida, M., Higashibata, R., Watanabe, S., Kaneko, H., Natori, D., Furuichi, T., Yasukawa, H., Kobayashi, M., Higami, Y., Autophagy, 13, pp 642-653, 2017 (査読有)
23. Pharmacokinetics of ivermectin applied topically by whole-body bathing method in healthy volunteers, Miyajima, A., Hirota, T., Tashiro, M., Noguchi, W., Kawano, Y., Hanawa, T., Kigure, A., Anata, T., Yamamoto, Y., Yuasa, N., Koshino, M., Shiraishi, Y., Yuzawa, K., Akagi, K., Yoshimasu, T., Makigami, K., Komoda, M., J. Dermatol., 44, 406-413, 2017

著書

1. Biocompatible Interface Responsive to an Environment Change in the Living Body, Stimuli-Responsive Interfaces: Fabrication and Application, Matsukuma, D., Otsuka, H., Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2017
2. Chapter 15, Nanofabrication technologies to control cell and tissue function for biomedical applications, Nanobiomaterials Nanostructured Materials for Biomedical Applications, Ishikawa, S., Iijima, K., Otsuka, H., Ed. Roger Narayan, pp 385-410, Elsevier, 2017
3. Chapter 3, Fabrication of Stimuli-Triggered Polypeptide-Based Hybrid Biomaterials for Biomedical Application, Advances in Chemistry Research, Volume 45, Ishikawa, S., Iijima, K., Yahagi, Y., Otsuka, H., Ed. James C. Taylor, Nova Science Publishers, USA, 2018

招待講演

1．An Information-theoretical Approach to Identify Biomarkers in Estrogen Receptor-positive Breast Cancer, Sato, K., Akimoto, K., BIT's 6th Annual International Symposium of Drug Delivery Systems-2017, Prague, Czech Republic
2．Stereocontrolled synthesis and properties of boranophosphate DNA, 和田猛, FISNA2017, 兵庫, 2017
3．Guidance of ICH E2E "Pharmacovigilance Planning", Sato, T., 14th DIA Japan Annual Meeting 2017, Tokyo, 2017

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, WO 2017/033941 A1, 2017
2．Otsuka, H., Matsukuma, D., SYNTHESIS OF NANO AGGREGATE OF CHITOSAN MODIFIED BY SELF-ASSEMBLING PEPTIDE ANDA APPLICATION THEREOF TO PROTEIN DELIVERY, Application No.: 15/526, 633, 2017

広報

1．樋上賀一, カロリー制限で寿命制御, 新規メカニズム解明, 脂肪組織の質が重要, 理科大グループがマウスで実証, 科学新聞, 2017

受賞

1．Kudo, C., Iyoda, T., Fumio, F., JSMBM 2017 Young Investigator Award, The 49th Annual Meeting of the Japanese Society for Matrix Biology and Medicine, 2017
2．花輪剛久, 河野弥生, 日本薬剤学会永井財団学部学生七つ星薬師奨励賞共同受賞, 日本薬剤学会, 2017
3．花輪剛久, 河野弥生, 日本薬剤学会永井財団大学院学生スカラシップ共同受賞, 日本薬剤学会, 2017
4．西川 元也, 第 17 回 DDS 学会永井賞, 日本 DDS 学会, 2017

研究課題（研究者別）

西山　千春

「アレルギー制御に関する分子栄養学的研究」

腸内細菌の代謝産物である短鎖脂肪酸 SCFAs が免疫応答を調節する仕組みが近年次々と報告されているが、マスト細胞に対する SCFAs の作用は不明であった。SCFAs の中からマスト細胞の即時型反応を抑制する脂肪酸を複数見出し、特に GPR109A シグナルにより PGs や IL-10 発現が誘導されオートクラインにマスト細胞活性化が抑制されること、吉草酸がマウスのアレルギー反応抑制に有効であることなどを明らかにした。

「免疫担当細胞特異的な転写調節因子の機能制御」

造血系細胞特異的な転写調節因子である PU.1 が樹状細胞やマスト細胞の分化や遺伝子発現に寄与する分子機構の解析を進めている。がん疾患や自己免疫疾患、アレルギー疾患の治療標的キナーゼ Syk の発現が PU.1 制御下にあることを発見し、転写調節機構の詳細を明らかにした。

八代　拓也

「樹状細胞機能を制御する転写調節因子の研究」

核内受容体型転写因子 NR4A3 は普遍的でありながら、樹状細胞の分化や TLR 依存的活性化に寄与することを見出し、その分子機構として IKKβや IRF4、IRF8 の発現調節に関わる仕組みを見出した。NR4A3 は PU.1 制御下にあることから、PU.1 抑制による樹状細胞機能制御の一部はこのような NR4A3 の機能によって説明され得ると考えられる。なお、NR4A3 ノックアウトマウスの解析から、特定の樹状細胞群の分化や機能に NR4A3 が必須であることを発見しており、現在詳細な解析を進めている。一方、PU.1 について、これまでに見出してきた MHC II や CD80、CD86、IX40L、CD11c などに加え、ケモカイン Ccl22/MDC や Aldh1a2/RALDH2 酵素の発現に重要であること並びにその分子機構を明らかにした。これらの成果は、PU.1 を標的とする核酸医薬開発に繋がる重要な知見である。

「食品成分による免疫応答調節の研究」

植物や微生物の二次代謝産物から、免疫細胞機能、特に樹状細胞-T 細胞応答について調節作用を有する物質の探索を進めており、ポリフェノールや脂肪酸類の候補物質を複数得ている。現在、作用機構の解析を進めると共に、マウス病態モデルを用いて自己免疫疾患や炎症性疾患の病態緩和効果を検証している。

秋本　和憲

「分子生物学的手法による創薬標的の探索」

難治性乳癌の早期発見、そして分子標的治療の開発に向けての基盤を形成するために、患者の臨床情報を含む患者ゲノムデータベースの解析が重要となる。そこで、情報論的手法を用いて乳癌ゲノムデータベースの解析を行い、KMT2C, SLC20A1 および c-Met を難治性乳癌の新規予後予測マーカー候補として同定した。さらに c-Met が ALDH1 陽性乳癌幹細胞の治療標的として有望であることを明らかとした。

深井　文雄、伊豫田　拓也

「N-Myc 発現調節・分解誘導に基づく神経芽腫の悪性形質低下誘導療法に関する研究」

昨年度までに、進行性神経芽腫の予後不良因子であるがん遺伝子産物 N-Myc が、レチノイン酸(ATRA) とインテグリン活性化因子 TNIIIA2 併用によってプロテアソーム分解誘導できること、これに基づいて抗腫瘍治療が可能であることをマウス病態モデルを用いて明らかにした。本作用は TNIIIA2 単独では観られず、ATRA との併用が必須であるが、今年度、TNIIIA2 と全く逆にインテグリンを不活性化する FNIII14 の場合には、ATRA 無しの単独で N-Myc 分解誘導が可能であること、更にマウス病態モデルに対する治療効果も確認した。本作用は N-Myc タンパク質のプロテアソーム分解のみならず、オートファジー系も関与していることも示された。

「神経膠芽腫の悪性化進展におけるテネイシンＣの関与及びそれに基づく新規治療法に関する基礎的研究」

昨年までに、極めて悪性度の高い脳腫瘍・神経膠芽腫の悪性形質獲得に TNIIIA2 によるインテグリン活性化が深く関与すること、従ってインテグリンを不活性化する FNIII14 には、神経膠芽腫の悪性形質獲得抑制作用が在ること、更に本疾患の第一選択薬である TMZ 耐性に関与する MGMT 発現抑制により耐性解除作用が在ること等を報告した。本年度は更に、TMZz に FNIII14 を併用投与することで、TMZ の抗腫瘍効果が飛躍的に上昇することが xenograft モデルによって示された。

佐藤　圭子

「情報尺度に基づく乳がん予後因子の特定」

難治性乳がんの早期発見、そして分子標的治療の開発に向けての基盤を形成するために、多くの患者の臨床情報、および、2 万種類を超える大量の遺伝子の発現データや変異データをどう扱い、どう解析すればよいのかを考えることは非常に重要である。そこで、情報論的手法を活用し、疾患の転帰に影響を与える予後因子の特定に関する研究を進めている。

小林　正樹

「抗老化・寿命延伸効果のあるカロリー制限（CR）模倣薬創出のための標的分子の探索」

CR の分子メカニズムとして、脂肪酸合成関連転写因子 Srebp-1c を介した白色脂肪組織（WAT）におけるミトコンドリア生合成の亢進などを含む代謝リモデリングが重要であることを明らかにした。また、CR により Srebp-1c 依存的にミトコンドリアの機能や品質管理に重要な脱アセチル化酵素である Sirt3 をはじめとする複数のミトコンドリアタンパク質発現は亢進するが、この発現増加に mitochondrial signal peptidase の一つである mitochondrial intermediate peptidase (Mipep) によるプロセシングの亢進が関わることを示した。

和田　猛

「新規な構造を有する核酸医薬およびキャリア分子の創製」

核酸医薬に用いる新規核酸誘導体として、2'-O-ハロエトキシメチル RNA 誘導体を合成し、その性質を評価した。また、核酸医薬として有用な DNA/RNA ヘテロ二本鎖核酸（HDO）に結合し、HDO を安定化するオリゴジグアニジノガラクトース（ODGGal）の合成に成功した。ODGGal は、RNase A による RNA 鎖の分解を抑制する一方、RNase H の活性にはほとんど影響を及ぼさないことを明らかにした。

大塚　英典

「細胞治療を促す三次元ゲルマトリックスに関する研究」

細胞親和性網目としての自己組織化ペプチドゲルと、力学強度の支持網目としての合成高分子に分解性を付与した共有結合ゲルを構成成分としたインジェクタブル型相互侵入高分子網目（IPN）ゲルを開発した。さらに、遺伝子やタンパク質などの細胞刺激因子をリリースする手段としてのナノキャリアの設計と合成にも成功した。

鳥越　秀峰

「3 本鎖核酸形成と 3 本鎖核酸結合蛋白質による人工的遺伝子発現制御法の開発」

2 本鎖 DNA に 1 本鎖核酸を加えると遺伝子発現制御領域で 3 本鎖核酸が形成され、転写制御因子が結合できず、転写活性が制御される可能性がある。一方、3 本鎖核酸結合蛋白質は 3 本鎖核酸形成を促進する。T7 プロモーター配列の下流に 3 本鎖核酸形成可能配列を導入したプラスミドを構築し、転写活性を解析した。転写時に 3 本核酸形成用 1 本鎖核酸を加えると転写活性が阻害され、3 本鎖核酸結合蛋白質を更に加えると転写活性が更に阻害された。

花輪　剛久、河野　弥生

「温度応答性ゲル製剤の開発」

温度変化に伴い性状が変化する温度応答性高分子 Poloxamer に着目し、創部の湿潤環境を保持しつつ体温付近でゲル化する製剤の開発を行なっている。種々の濃度の Poloxamer 水溶液の物性を評価するため、示差走査熱量測定によりミセル化温度を、動的粘弾性測定によりゲル化温度および複素弾性率を測定した。Poloxamer 濃度の増加に伴いミセル化温度およびゲル化温度は低下した一方、複素弾性率は上昇することが明らかとなった。現在は薬物を含有させ、放出挙動等の評価を行っている。

西川　元也

「核酸を基盤とする DDS 開発に関する研究」

DNA ナノテクノロジーを利用することで、任意に設計した複雑な構造の核酸構造体が形成可能である。これまでに、部分的に相補的な配列の短い DNA 鎖を複数設計することで多足型構造核酸(polypodna)を開発し、これが構造依存的に免疫細胞に効率よく取り込まれることを見出した。本研究では、polypodna を基本骨格とする新規核酸構造体を作製し、標的部位への効率的デリバリーを可能にする核酸 DDS を開発する。

岡　淳一郎、濱田　幸恵

「中枢神経系に作用する新規神経ペプチド薬の開発」

経鼻投与で抗うつ作用を示す神経ペプチド GLP-2 誘導体の中枢移行メカニズムについて、鼻粘膜の神経末端からマクロピノサイトーシスで取り込まれ細胞質内を移動して中枢神経に達する可能性を示した。さらに、この誘導体化法を適用した neuromedin U と oxytocin でも効率良く中枢移行して認知障害改善作用を発現することを示した。また、釣藤散の抗うつ作用及び学習改善作用の作用機序に関して報告した。

樋上　賀一

「抗老化・寿命延伸効果のあるカロリー制限（CR）模倣薬の探索」

非還元二糖類であるトレハロースがオートファジーを亢進するとともに、Keap1/NRF2 経路を活性化して抗酸化能を亢進することを明らかにした。また、あらゆる臓器に存在する含硫アミノ酸誘導体であるタウリンが分化した脂肪細胞においてオートファジーを亢進すること、さらにマウスに投与すると脂肪組織や肝臓を中心に種々の代謝改善効果を示すことを明らかにした。

吉澤　一巳

「ナトリウムチャネル阻害作用に基づく神経障害性疼痛治療薬の探索に関する研究」

ナトリウムチャネル阻害作用を標的とした神経障害性疼痛治療薬の探索を目的とし、ナトリウムチャネル開口薬であるベラトリンの足蹠投与により痛覚過敏反応が生じること、さらにその反応がナトリウムチャネル阻害作用を併せ持つ抗うつ薬の前処置では認められなくなることを明らかにした。また、この痛覚過敏反応は、ナトリウムチャネルのサブタイプの一つである Nav1.7 の選択的阻害薬によって抑制されることがわかった。

小茂田　昌代

「イベルメクチン全身浴の有効性・安全性に関する研究」

患者を対象としたイベルメクチン全身浴の臨床試験が終わり、全症例で有効性が得られ、皮膚角層中のイベルメクチン定量を行った。

「アタマジラミ症治療薬整備に向けた臨床研究」

アタマジラミ症治療薬整備に向け、筑波大学附属病院と臨床試験を開始した。さらにアタマジラミ治療の実態調査として、市民向けインターネット調査を行った。

真野　泰成

「レセプトデータベースを用いたがん発症リスクについて比較検討する後ろ向きコホート研究」

対象は2005年1月から2015年12月の期間中に40歳以上で脂質異常症と診断された患者とし、スタチンが処方された患者を「スタチン群」、スタチン以外の脂質異常症薬が処方された患者を「非スタチン群」、脂質異常症かつがんと診断されていない患者を「コントロール群」とし、患者背景因子を調整し解析の結果、スタチン群はコントロール群に比べてがん発症リスクの有意な減少が認められた（調整ハザード比：0.83（95%信頼区間：0.72-0.96, p=0.012)。

佐藤　嗣道

「生活習慣病患者における薬物治療の開始・継続と各種疾患発生の関係に関する薬剤疫学研究：レセプトデータベースを用いた”healthy user bias”の検討」

日本でのスタチン使用を曝露とする薬剤疫学研究において healthy adherer bias が生じ得るかを検討するため、スタチン治療のアドヒアランスと外傷の発生との関連を検討するコホート研究を行った。

「病院情報システムを用いた入院患者を対象とする薬剤疫学研究の実施可能性」

病院の医療情報データベースの利点を活かした入院患者を対象とする薬剤疫学研究の実施可能性と手法を明らかにすることを目的に、腎障害をアウトカムとする検証的コホート研究の対象となりうる薬剤を探索的に検討した。

イメージングフロンティアセンター

イメージングフロンティアセンターについて

1. 概要

生命系の複雑な振る舞いや生命現象の普遍的なメカニズムの理解を進めるにはイメージング・計測技術の開発が不可欠である。今日では形態や動態の観察と同時に分子の局在や濃度・活性などその機能まで可視化することが求められ、さらに、力や温度などの物理的特性をも取得し、細胞機能や疾患との関連性を明らかにすることに大きな期待が寄せられている。本センターでは、多様な専門領域をカバーする本学の特長を生かし、生物学、生命科学、薬学、物理学、化学、情報科学などの分野を融合することで、生物学・生命科学の発展に資するイメージング技術を開発し、応用研究を展開することを目的とする。

2. センターの構成と施設設備

本センターは、「極微小空間の反応・温度・力学特性を測定する高度イメージング技術開発拠点の形成」のプロジェクトが文部科学省平成 27 年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に採択されたことを機にスタートした。研究体制は、顕微鏡観察において障害となる光の散乱や自家蛍光などを排除する方法を開発する「観察障害排除グループ」、反応・温度・硬さなどの多次元情報を可視化する技術を開発する「多次元情報可視化グループ」、開発された基盤技術を応用した新たなイメージング技術や装置を創出する「応用展開グループ」からなる。各グループのメンバーは下記の通りである。

【観察障害排除グループ】
松永幸大　理工学部応用生物科学科・教授（グループリーダー）
石黒　孝　基礎工学部材料工学科・教授
須田　亮　理工学部物理学科・教授（センター長）
横田秀夫　理化学研究所光量子工学研究領域・チームリーダー（客員教授）
磯部圭佑　理化学研究所光量子工学研究領域・研究員（客員研究員）
【多次元情報可視化グループ】
中村岳史　生命医科学研究所・教授（グループリーダー）
青木　伸　薬学部生命創薬科学科・教授
政池知子　理工学部応用生物科学科・講師
伴野元洋　理学部第一部化学科・講師
【応用展開グループ】
曽我公平　基礎工学部材料工学科・教授（グループリーダー）
古市貞一　理工学部応用生物科学科・教授
後飯塚僚　生命医科学研究所・教授
朽津和幸　理工学部応用生物科学科・教授（副センター長）
北畑信隆　理工学部応用生物科学科・助教
上村真生　基礎工学部材料工学科・助教
佐野良威　理工学部応用生物科学科・助教
大谷直子　大阪市立大学大学院医学研究科・教授（客員教授）
小関泰之　東京大学大学院工学系研究科・准教授（客員准教授）
桧垣　匠　熊本大学国際先端科学技術研究機構・准教授（客員准教授）
石川雅也　東京電機大学・TDU 研究員（客員研究員）

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

実験室なども利用して活動している。加えて、野田キャンパス 6 号館 1 階電顕室に可視高感度カメラ（浜松ホトニクス社製 ImagEM X2-1K）を設置している。

3. 各研究グループの活動報告

本センターでは、反応・温度・硬さを多次元情報として可視化するシステム、生体情報や組織・臓器・血管等のネットワークをリアルタイムで可視化するシステム、植物の自家蛍光を排除した農作物イメージングシステムの三つの新規イメージング技術の創出と開発を目的として、顕微鏡観察において障害となる光の散乱や自家蛍光などを排除する方法を開発する「観察障害排除グループ」、反応・温度・硬さなどの多次元情報を可視化する技術を開発する「多次元情報可視化グループ」、開発された基盤技術を応用した新たなイメージング技術や装置を創出する「応用展開グループ」の三つの研究グループで活動している。

3. 1. 観察障害排除グループについて

観察障害排除グループでは、イメージングにおける観察障害を排除する技術開発に取り組んでいる。具体的には、植物組織や器官を透明化して観察障害を排除して深部観察する技術として、短時間で植物の組織や器官をまるごと透明化する方法 TOMEI（Transparaent plant Organ MEthod for Imaging）を開発してきた。本年度はその改良版の作成を推進した。また、マイクロリアクターに反応流路と入射光計測用流路を形成し、リニアアレー検出器を搭載した赤外顕微鏡に導入し、二か所を同時測光・逐次規格化することにより、装置の時間的ドリフトに関係なく瞬間瞬間の吸光度を求めることが可能な逐次赤外分光顕微鏡を作製した。現在まで、その安定性評価を行うとともに、生命・材料科学に係る基本反応の予備実験を実施した。さらに、広帯域スペクトルを有する励起光を制御した二光子蛍光イメージングシステムおよび、時空間集光法を用いた広視野二光子蛍光顕微鏡の構築を進めた。

3. 2. 多次元情報可視化グループについて

多次元情報可視化グループでは、極微小空間での反応・温度・硬さなどの多次元情報を測定する技術開発を行っている。二光子励起による in vivo FRET イメージングを汎用的に実現する障害のひとつである交叉励起を回避するために、FRET センサーで一般的に使用されている CFP-YFP ペアから緑色蛍光蛋白質-赤色蛍光蛋白質ペアへの置き換えを試みて、mNeonGreen と mRuby2 を用いたリン酸化酵素 JNK の活性を可視化するセンサーを作製して、培養細胞の系でその能力を実証した。細胞 1 個における細胞膜の動的粘弾性を非接触かつマイクロメートルオーダーの空間分解能で計測可能な手法として、レーザー誘起表面変位（LISD）顕微鏡を開発した。また、LISD 顕微鏡を使って薬剤処理により特定の細胞骨格を壊した繊維芽細胞において膜粘弾性を計測して、裏打ちアクチン膜骨格は、細胞内アクチン繊維が脱重合した状態でさえ、脱重合していないレベルに細胞膜の弾性を保持する働きをもつこと、細胞内アクチン繊維または微小管の脱重合は、細胞膜の粘性的性質を高めることを明らかにした。レーザー光による細胞ダメージの軽減と、組織中に埋もれた細胞の深部計測を目指して、励起光の波長を従来の可視光から近赤外光に切り替えた近赤外 LISD 顕微鏡を開発し、表皮細胞 1 個からのパワースペクトルの検出に成功した。さらに、カチオン性ペプチドを導入したシクロメタレート型イリジウム錯体など新たな機能性発光金属錯体の開発や、PDMS 樹脂製マイクロチャンバーなどで作った極微小空間でのリン酸濃度の定量技術の開発についても、計画どおりの成果を挙げた。

3. 3. 応用展開グループについて

このグループは、基盤技術開発の各グループで開発される基盤イメージング技術の進展を統合的に把握するとともに、革新的基盤技術を応用した新たなイメージング技術や装置を創出することを目的としている。今年度は、昨年度に引き続き、曽我・大谷を中心として脂質とがん組織のハイパースペクトルイメージングによる鑑別の具体的な実験に移行し、ハイパースペクトルイメージングと機械学習の組み合わせにより脂質の種類ごとの領域を抽出可能であることを明らかにした。朽津は、桧垣、来須、花俣らと共同して、農作物を含む植物における新規イメージング技術の開発に取り組んだ。植物は、動物と比べて、1）動物細胞にはない厚い細胞壁を持つため、

イメージングプローブを細胞内に導入することが困難;2）動物細胞と大きく異なり、細胞体積の大部分を液胞が占めているため、細胞内の液胞以外の細胞質、核等のイメージングが困難であると同時に、細胞内に導入したイメージングプローブが液胞の中に入ってしまうと、さらにイメージングが困難;3）葉緑体、細胞壁、液胞等に強い自家蛍光を持つ物質が蓄積されているため、蛍光イメージングが困難、等、数々のイメージング研究を困難にしている要因がある。それを克服するために、近赤外光を用いた新規イメージング技術、新規発光イメージング技術等の開発を進めた。また、植物細胞内のオートファジー（細胞内自食作用）や活性酸素種等のイメージング解析、植物組織中の氷晶形成のイメージング解析（客員研究員の石川と共同研究）等を進め、植物分子細胞生物学研究の新展開に導いた。多次元情報可視化研究グループの伴野らと共同で、レーザー誘起表面変位顕微鏡を用いて植物細胞表層のレオロジーを計測する手法を世界に先駆けて開発しつつある。客員研究員の小関らと共同で、誘導ラマン散乱顕微鏡を用いた植物細胞の新規イメージング手法の開発を進めた。北畑は、植物のケミカルバイオロジーの専門家として、朽津と共同してイメージング技術を用いた新規ケミカルスクリーニング手法の開発に取り組んだ。

3. 4. 国際シンポジウム“International Symposium on Imaging Frontier 2017 (ISIF 2017)”の開催

2017 年 7 月 8 日-9 日、葛飾キャンパス図書館大ホールにおいて、文部科学省科学研究費補助金新学術領域研究「共鳴誘導で革新するバイオイメージング」､「植物の成長可塑性を支える環境認識と記憶の自律分散型統御システム」､「脂質クオリティが解き明かす生命現象」の三領域との共催により開催した。

初日は本センターが企画し、2 日目は新学術領域研究の三領域がそれぞれ企画したシンポジウムで構成した。これにより、最先端のバイオイメージング関係者が集う国際会議として、150 名を超える参加者を迎えて盛大に行われた。本センターと新学術領域研究の三領域は、いずれも 5 年間のプロジェクトのちょうど中間点を迎え、成果発表と今後の展開に関わる情報交換を行うことでバイオイメージング研究拠点としての国内における地位を確立するとともに、海外からのトップレベルの招待講演者の招聘によりグローバルに認知度を向上させることができた。

また、11 社の民間企業が参画し、ブース展示やランチョンセミナーなどの企画を通じて民間企業とのコミュニケーションを図ることができた。本センターの研究成果の波及効果が期待される。さらに、本学の大学院生にとっては英語でコミュニケーションする国際学会に参加することにより、コミュニケーションスキルの実践的向上の機会を得るのみならず、世界のトップレベルの研究者と対話する稀有な機会を得ることができた。

4. 研究活動の展望

本センターが設置されてから 3 年が経過した。上記の 3 つの研究グループからなる体制により、主に基盤技術の開発を進めてきた。個々の課題は概ね順調に進捗しており、今後はそれらを統合して目標とするイメージングシステムの開発を進めていく予定である。一方で、イメージング分野は新規技術の参入により移り変わりが速いことから、プロジェクトを迅速に進めると同時に次の展開を見据えた取り組みが重要である。シンポジウム、セミナーなどを通して研究者相互の理解を深め、それをもとに連携をより強固にして新技術の開発とその応用研究を進めて行きたいと考えている。

5. むすび

本センターの研究拠点としての役割はプロジェクト研究を推進することで最先端のイメージング技術を創出することであるが、加えて、技術・情報交流を通してイメージング研究に携わる学生や若手研究者を支援し、この分野の裾野を広げることである。また、既存の技術を学内外へ普及させるための連携ネットワークの形成も重要であり、今後これらの点にも注力して活動していきたい。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1．T. Ube, Y. Yoneyama, and T. Ishiguro,“In situ Measurement of the pH-dependent Transmission Infrared Spectra of Aqueous Lactic Acid Solutions”, Anal. Sci. vol.33, pp.1395-1400, 2017.(査読有)
2．K. Kurita, T. Sakamoto, N. Yagi, Y. Sakamoto, A. Ito, N. Nishino, K. Sako, M. Yoshida, H. Kimura, M. Seki, and S. Matsunaga, “Live imaging of H3K9 acetylation in plant cells”, Sci. Rep., vol.7, 45894, 2017.(査読有)
3．H. Saito, H. Nishizumi, S. Suzuki, H. Matsumoto, N. Ieki, T. Abe, H. Kiyonari, M. Morita, H. Yokota, N. Hirayama, T. Yamazaki, T. Kikusui, K. Mori and H. Sakano, “Immobility responses are induced by photoactivation of single glomerular species responsive to fox odour TMT”, Nature Commun., vol.8, 16011, 2017.(査読有)
4．K. Toda, K. Isobe, K. Namiki, H. Kawano, A. Miyawaki, and K. Midorikawa, “Temporal focusing microscopy using three-photon excitation fluorescence with a 92-fs Yb-fiber chirped pulse amplifier”, Biomed. Opt. Express, vol.8, pp 2796-2806, 2017.(査読有)
5．S. Koinuma, K. Takeuchi, N. Wada, and T. Nakamura, “cAMP-induced activation of protein kinase A and p190B RhoGAP mediates down-regulation of plasmalemmal TC10 GTPase activity and neurite outgrowth”, Genes Cells, vol.22, pp.953-967, 2017.(査読有)
6．T. Tanaka, Y. Sawamoto, and S. Aoki, “Concise and Versatile Synthesis of Sulfoquinovosyl Acyl Glycerol Derivatives for Biological Applications”. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, vol.65, pp.566-572, 2017.(査読有)
7．M. Banno, T. Kondo, and H. Yui, “Development of molecular-selective differential interference contrast microscopy utilizing stimulated Raman scattering”, Opt. Lett. Vol.43, pp.1175-1178, 2018.(査読有)
8．K. Hayashi, A. Furuya, K. Sakamaki, T. Akagi, Y. Shinoda, T. Sadakata, T. Hashikawa, K. Shimizu, H. Minami, Y. Sano, M. Nakayama, and T. Furuichi, “The brain-specific RasGEF very-KIND is required for normal dendritic growth in cerebellar granule cells and proper motor coordination”, PLoS ONE, vol.12, e0173175, 2017.(査読有)
9．T. Kurusu, T. Koyano, N. Kitahata, M. Kojima, S. Hanamata, H. Sakakibara, and K. Kuchitsu,“Autophagy-mediated regulation of phytohormone metabolism during rice anther development”, Plant Signaling & Behavior, vol.12, e1365211, 2017.(査読有)
10. M. Kamimura, A. Omoto, H.-C. Chiu, and K. Soga, “Enhanced Red Upconversion Emission of $NaYF_4$: Yb^{3+}, Er^{3+}, Mn^{2+} Nanoparticles for Near-infrared-induced Photodynamic Therapy and Fluorescence Imaging”, Chem. Lett., vol.46, pp.1076-1078, 2017.(査読有)
11. Y. Kawai, A. Oda, Y. Kanai, and R. Goitsuka, “Germ cell-intrinsic requirement for the homeodomain transcription factor PKnox1/Prep1 in adult spermatogenesis”, PLoS ONE, vol.13, e0190702, 2018.(査読有)
12. A. Takahashi, T. M. Loo, R. Okada, F. Kamachi, Y. Watanabe, M. Wakita, S. Watanabe, S. Kawamoto, K. Miyata, G. N. Barber, N. Ohtani, and E. Hara, “Downregulation of cytoplasmic DNases is implicated in cytoplasmic DNA accumulation and SASP in senescent cells”, Nature Commun., vol.9, 1249, 2018.(査読有)

著書

1．T. Miyagishima, S. Matsunaga, N. Sato, H. Nozaki, K. Tanaka, and O. Misumi, “Cyanidioschyzon merolae: A New Model Eukaryote for Cell and Organelle Biology”, edited by Kuroiwa, Springer, 2018.
2．Y. Sekiguchi, A. Kobayashi, Y. Takayama, M. Oide, A. Fukuda, T. Yamamoto, K. Okajima, T. Oroguchi, T. Hirakawa, Y. Inui, S. Matsunaga, M. Yamamoto, and M. Nakasako, “Coherent X-ray Diffraction Imaging of Cyanidioschyzon merolae”, in Cyanidioschyzon merolae: A New Model Eukaryote for Cell and Organelle Biology, Springer, 2018.

3．A. Webb, K. Kuchitsu, J. M. Kwak, Z. M. Pei, and H. Iida, “Sensors and Sensing in Plants”, Oxford University Press, 2017.
4．K. T. Yamato, and K. Kuchitsu, “Fusion in Fertilization: Interdisciplinary Collaboration among Plant and Animal Scientists”, Springer, 2017.

招待講演

1．石黒孝,“水中反応　その場観察”, 平成 29 年度第一回過熱水蒸気新技術研究会, 大阪科学技術センター, 2017.
2．松永幸大,“植物クロマチン動態解析への挑戦”, 2017 年度生命科学系学会合同年次大会, 神戸, 2017.
3．S. Aoki,“Development of Functionalized Iridium Complexes for Biological and Material Sciences”, 6th Asian Conference on Coordination Chemistry(ACCC6), Melbourne, Australia, 7/23-28, 2017.
4．T. Masaike,“Imaging movements and reactions of biomolecules”, 5th International Symposium on Bioimaging / Joint Symposium on Bioimaging between Singapore and Japan, Mechanobiology Institute, National University of Singapore, 2017 年 5 月 20 日.
5．T. Furuichi,“Brain development and its disorder”, 4th Japan-Lithuania Joint Science Symposium on Natural and Life Sciences. Tokyo University of Science, Kagurazaka-Campus, Tokyo, Japan, Oct.10, 2017.
6．K. Kuchitsu, J. Sawada, T. Fukunaga, S. Hanamata, S. Ono, K. Nonomura, T. Kurusu, “Reactive oxygen species, autophagy and programmed cell death in plant reproduction”, 第 59 回日本植物生理学会国際シンポジウム “New Trends of Plant Reproduction Emerging from Cell Biological Approaches”, 札幌, 2018.
7．M. Kamimura and K. Soga,“Over-1000nm Near-Infrared(OTN-NIR)(NIR-II/III) Fluorescence in vivo Imaging”, 18th International Union of Materials Research Societies International Conference in Asia(IUMRS-ICA), Taipei Nangang Exhibition Hall, Taipei, Taiwan, 2017 年 11 月 5-9 日.
8．N. Ohtani,“Gut Microbiota Promotes Obesity-associated Liver Cancer Development: a collaborative role of lipoteichoic acid and deoxycholic acid”, The 4th JSGE (Japanese Society of Gastroenterology) International Topic Conference, Tokyo, April 21, 2017.
9．小関泰之,“誘導ラマン散乱顕微鏡応用に向けた 9 の字型ファイバーレーザーの開発”, 第 38 回レーザー学会年次大会, 2018 年 1 月 25 日.
10. 桧垣 匠,“葉表皮細胞のジグゾーパズル型形態形成”, 文部科学省委託事業 AIMaP 研究会「反応拡散系と実験の融合」, 金沢, 2018.

特許

1．松永幸大, 杉本薫, 石原弘也, 植物物体の生産方法及び植物体, 特願 2017-146145, 2017.
2．松永幸大, 杉本薫, 勝山雄喜, 植物体の生産方法及び植物体, 特願 2017-146146, 2017.
3．松永幸大, 杉本薫, 勝山雄喜, 植物体の生産方法, 特願 2017-146147, 2017.

広報

1．松永幸大, びっくり！新技術 植物を透明化 葉の裏側まで丸見え, 東京新聞, 2017.
2．松永幸大, イオン照射で染色体変異 構造変化を初証明 植物作出「別の種の性質」, 科学新聞, 2017.
3．朽津和幸他,「魔女の雑草」枯らせ, アフリカ 農作物 1 兆円被害, 東京理科大･東大が駆除物質, 日本経済新聞, 2017.
4．上村真生, 曽我公平, ナノ粒子で患部特定・攻撃, 日経産業新聞, 2017.

受賞

1．松永幸大, 日台国際植物学会・ショートトーク賞, Taiwan-Japan Plant Biology 2017, 2017.

２．朽津和幸，日本生態系協会賞，日本生態系協会，2018.
３．上村真生，新世紀新人賞，日本分析化学会関東支部，2018.
４．M. Kamimura，Asian Polymer Association Young Researcher Award 2017，Asian Polymer Association，2017.
５．大谷直子，第 1 回日本癌学会女性科学者賞，平成 29 年 9 月 30 日

研究課題（研究者別）

石黒　孝

「マイクロリアクターを組込んだ逐次赤外分光顕微鏡の創製」

水中で刻々と変化する化学反応をリアルタイムで定量評価可能な新しい赤外顕微鏡の作製に着手した。測定系のゆらぎや時間的ドリフトに影響されずに吸光度を評価するために、マイクロリアクターに反応流路と入射光計測用流路を形成し、リニアアレー検出器を搭載した赤外顕微鏡に導入し、二か所を同時測光・逐次規格化する顕微鏡を立ち上げ、予備実験を行い、その性能を評価した。

古市　貞一

「神経機能分子の脳内分布と活性のイメージングに関する研究」

海馬神経回路における分泌小胞の開口放出制御について、関連タンパク質 CAPS1 と CAPS2 の遺伝子改変マウスを用いて解析した。細胞内 Ca^{2+}イメージング解析によって、CAPS1 タンパク質が Ca^{2+}濃度レベルに依存した 2 種類のシナプス小胞の開口放出制御機構が存在することを明らかにし（低 Ca^{2+}レベルは CAPS1 依存的な制御、高 Ca^{2+}レベルは CAPS1 非依存的な制御)、日本神経科学大会や米国 Society for Neuroscience 年会で発表した。CAPS2 KO マウスの海馬歯状回-CA3 シナプスの電子顕微鏡微細形態イメージング解析により、CAPS2 の欠損はシナプス小胞と有芯小胞の数および密度、プレシナプスとポストシナプスの形態に異常をもたらすことを突き止めた。

須田　亮

「励起光の時空間位相を制御した多光子励起蛍光イメージング」

フーリエ変換非線形分光法を用いて各種蛍光タンパク質の光褪色スペクトルを測定し、その結果をもとに光褪色を抑制した多光子励起の指針を示す。さらに、多光子励起蛍光イメージングにおいて、励起パルスに振幅・位相制御を施すことにより、プローブ分子の蛍光発光と光褪色を制御し、高解像な深部観察を可能とする。

後飯塚　僚

「免疫応答における免疫細胞・分子の四次元イメージングシステムの開発」

グラム陰性細菌感染症では、その内毒素である LPS によって脾臓において髄外造血が起こることが知られている。転写因子 Tlx1 を発現する間葉系細胞において Tlx1 遺伝子を欠損させると、Tlx1 発現細胞の傍濾胞領域への集積、Tlx1 発現細胞における造血制御因子の発現上昇が消失し、髄外造血も誘導されないことから、脾臓髄外造血は間葉系細胞における Tlx1 の発現によって制御されることが明らかになった。

朽津　和幸

「新規プローブを用いた植物の細胞内 Ca^{2+}濃度変化の 1 細胞レベルの発光・蛍光イメージング」

植物の蛍光イメージングでは、光合成色素等による自家蛍光が大きな障害となる。一方、既存の発光性 Ca^{2+}プローブでは、定量的測定や一細胞レベルのイメージングが困難だった。これらの問題点を解決するため、新規発光・蛍光 Ca^{2+}プローブを植物に発現させ、発光と蛍光の両モードで細胞質の Ca^{2+}濃度を測定する実験系を構築した。光を照射した際の細胞レベルの Ca^{2+}動態変化を解析することも可能となった。

中村　岳史

「生きた個体で使用可能な FRET センサーの開発」

交叉励起を回避すること、生体深部を観察することを目指し CFP-YFP ペアに代えて Green-Red 蛍光蛋白質ペアへの置き換えを試みている。実用に近い系で条件検討を行うために、動物細胞に JNK-RC/RN を発現させて刺激で JNK を活性化するという系で実験した。交叉励起と二光子励起効率の間にトレードオフがあり励起波長の選択が困難だが、930nm での励起が最も有望であり、技術の基本部分の実証に目途がついた。

青木　伸

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

特定のカチオン性ペプチドを導入したシクロメタレート型イリジウム（Ir）錯体が、がん細胞（Jurkat 細胞）の細胞死を誘導することを発見した。また、導入するペプチドの種類や、ペプチド導入位置によって、細胞死のタイプが制御されることを見出した（Bioconjugate Chem. 2017, 28, 507-523)。さらに、3 つの異なる配位子を有するシクロメタレート型 Ir 錯体の選択的合成法を開発し、従来困難であった発光色を有する化合物を得ることに成功した（Inorg. Chem. 2018, 57, 4571-4589）

曽我　公平

「OTN 近赤外ハイパースペクトルイメージングによる生体組織解析」

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

「OTN 近赤外蛍光イメージングにおける各種情報イメージング蛍光プローブ」

蛍光の強度、波長、広がりには蛍光体のおかれる周囲のイオン濃度、pH、温度といった多角的な情報が反映されている。本研究ではこれらの環境パラメータとスペクトルの相関を探ることにより、蛍光イメージングから情報マッピングを引き出すためのプローブの作製に、希土類含有セラミックスナノ粒子を中心として取り組む。

松永　幸大

「植物の観察障害排除に関する研究」

短時間で植物の組織や器官をまるごと透明化する方法 TOMEI（Transparent plant Organ MEthod for Imaging）を開発したが、更なる改良を進めた。具体的には、蛍光タンパク質の消光を防ぐ方法の開発、チオジエタノール代替物質の探索、固定法の改良を進めた。順調に開発を進め、特許出願のためのデータを取得することができた。

政池　知子

「極微小空間における 1 分子酵素からのリン酸解離反応の可視化」

研究室で最適化した方法で作成した蛍光標識リン酸結合蛋白(PBP)を μM 桁の濃度で数十 fL の水滴チャンバーのアレイに封入して油で隔離し、各チャンバーには確率的に平均 1 分子以下が封入される濃度条件で ATP 加水分解蛋白質 F_1-ATPase を閉じ込めた。その結果 1 分子の F_1-ATPase が触媒する ATP 加水分解反応に伴って生成したリン酸の濃度増加を PBP の蛍光強度増加として画像化することに成功しつつある。

「極微小体積における微小管の動的不安定性」

PDMS でできた体積数十 fL 程度の円筒チャンバーアレイに微小管のシードと遊離チューブリンを封入し、微小管の動的不安定性を調べた。この極微小体積での反応においてはチューブリンの実効的な濃度が高いか、或いは閉じ込められたチャンバー内で 1 本の微小管が一旦重合を始めるとその極小体積における微小管の濃度が高くなるため、μL 桁の体積における重合よりも重合速度が高くなったと考えられる。

「分子モーター1 分子のヒンジ領域変異体の回転トルク測定」

世界最小の回転分子モーターF_1-ATPase の触媒サブユニットにあるヒンジ領域について、非触媒サブユニットの相同配列に置換した変異体の回転トルク測定を行った。これまでのところ、この変異体はトルクが低下していることが示唆されている。この研究を通じて、研究室においてゆらぎの定理を用いたトルク測定の実験系が確立したといえる。

伴野　元洋

「レーザー誘起表面変位（LISD）顕微鏡の開発と細胞膜の粘弾性計測への応用」

レーザー光による細胞損傷の軽減と、組織中に埋もれた細胞の深部計測を目指して、励起光の波長を従来の可視光から近赤外光に切り替えたLISD顕微鏡を開発し、植物細胞に応用した。LISD計測により、細胞内の活性酸素の生成量が減少すると、ゼニゴケの仮根先端の細胞壁は、大局的には弾性が増加し、局所領域では粘性は弱まることを明らかにした。活性酸素が細胞壁の架橋構造の解離に寄与することを支持する結果を初めて得た。

上村　真生

「生体機能性高分子を軸とする近赤外光イメージング材料の開発」

組織透過性が極めて高い近赤外光励起・発光が可能な、無機発光ナノ粒子や低分子蛍光色素を生体機能性ポリマーと複合化し、近赤外蛍光プローブを作製した。これらの近赤外蛍光プローブをマウスの体内に投与し、血流や臓器の位置を観察することに成功した。さらに、近赤外光照射に応答してナノ粒子表面から活性酸素を放出し、がん治療を行う技術への応用も試みた。今後、これらの蛍光プローブのin vivoにおけるイメージング能および制癌活性のさらなる高性能化を進める予定である。

北畑　信隆

「イメージング技術を基盤とした植物免疫活性化剤スクリーニング系の構築」

現代農業において、殺菌剤・殺虫剤などの農薬は必要不可欠である一方で、その殺菌・殺虫活性により、圃場の生態系への悪影響も懸念されている。植物免疫活性化剤は、植物自身の免疫力を高める薬剤であり、既存農薬の問題点を克服できる可能性がある。植物免疫活性剤開発の基盤となるリード化合物を高効率で選抜するため、イメージング技術を用いた化合物スクリーニング系の構築を目指す。

佐野　良威

「認知を担う神経細胞群の可視化と分子細胞機構の解明」

記憶形成の基盤となる神経活動様式を明らかとするため、自由行動下で神経活動を可視化する脳内視微小蛍光顕微鏡を構築した。また、記憶を保存する細胞群が領域間の相互作用により決定されることを示唆する結果を得た。さらに、学習および記憶形成にCAPS1タンパク質が関与することを明らかとした。本成果は、日本薬学会、日本神経科学大会、米国Society for Neuroscience年会で発表した。

横田　秀夫

「画像処理に関する研究」

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

大谷　直子

「肥満誘導性肝がんに蓄積する脂質の同定と近赤外線スペクトルイメージングの試み」

高脂肪食摂取によって発症しやすくなるマウスモデルの肝臓がんでは、腫瘍部に著しく脂質が蓄積しており、一部のヒトのNASH肝がんでも同様の現象が認められる。脂質解析を行ったところ、オレイン酸やアラキドン酸が腫瘍部に有意に多く蓄積していた。そこで、機械学習を応用した脂質の近赤外線スペクトルイメージングを試み、オレイン酸を多く含むマウスの肝腫瘍部の濃度依存的イメージングに成功している。現在、他の脂質のイメージングにも取り組んでいる。

小関　泰之

「誘導ラマン散乱顕微法のためのレーザー光源に関する研究」

高速・無標識生体イメージング法として注目を集める誘導ラマン散乱（SRS）顕微法において、我々は非線形偏波回転型ファイバーレーザーパルスのスペクトルフィルタリングに基づく波長可変ピコ秒パルス光源を用いた分光イメージングの有効性を実証し、その応用を進めている。しかし、上記レーザーは大型（0.6ｍ×0.6ｍ）である上、室温等の環境変動によって動作が不安定になり、長期安定性が確保できないという実用上の課題を抱えていた。本研究では、偏波保持型ファイバーレーザーを開発し、小型化（0.3×0.5ｍ）および長期安定動作の実現を図った。スペクトル広帯域化およびスペクトルフィルタリングによって波長可変ピコ秒パルスを発生し、チタンサファイアレーザーと同期させ、ポリマービーズや生細胞の高速分光イメージングに成功した。本顕微鏡システムの実現によって、様々な医学・生物学応用研究を加速できると考えている。

桧垣　匠

「気孔の発生と開閉機能に関する研究」

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

磯部　圭佑

「深部超解像イメージングに関する研究」

本年度は、広視野 3 光子蛍光顕微鏡の空間分解能を向上させる研究を行った。広視野 3 光子蛍光顕微鏡に超解像イメージング技術のひとつである構造化照明法を組み合わせた顕微鏡を構築した。構築した顕微鏡を用いることによって、背景蛍光の影響を抑制し、深さ 100μｍでも 106nm の空間分解能を得ることに成功した。本手法をマウスの大脳皮質内における核のイメージングに応用し、その有用性を確認できた。

石川　雅也

「植物の凍結様式の可視化解析と凍結制御機構の解明」

植物は水分が多いため凍結は最も危険なストレスである。植物が組織の凍結をどう統御しているかは重要な耐寒性機構であるが、詳細は不明である。本機構解析のため、MRI や赤外線サーモビュア 等による凍結挙動の非破壊可視化法を開発し、組織凍結の詳細を可視化解析し、凍結挙動の動態・秩序と多様性解明を行っている。組織の凍結制御機構に関わる内生氷核活性や凍結バリア、過冷却安定化能等を解明し、凍霜害防除や凍結制御物質の基礎・応用研究展開を目指している。

ウォーターフロンティアサイエンス＆テクノロジー研究センター

ウォーターフロンティアサイエンス＆テクノロジー研究センターについて

1. 概要

ウォーターフロンティアサイエンス＆テクノロジー研究センターは、本学の私立大学ブランディング事業「材料表面・界面における水の学際研究拠点の形成」を推進するため、平成 28 年 11 月 22 日に発足した。日常の生活環境下では、材料表面には必ずと言ってよいほど水が吸着しており、材料の物性や機能を大きく左右している。しかしその選択的計測や理論的扱いの難しさから、水の物性や機能への影響の理解、ならびにその積極的利用が進んでいない。そこで本センターの前身となるウォーターフロンティアサイエンス研究部門を平成 27 年 4 月に立ち上げ、材料表面・界面における水の吸着、濡れ、流れといった挙動を体系立てて理解できる学理の創成をめざして研究を進めてきた。本研究センターでは、さらにその応用として環境・エネルギー、医療分野への貢献を意識し、材料開発、理論・シミュレーション、計測分析分野の三位一体体制のもと、材料表面・界面の水の学際的な研究をより強力に推進する。材料表面・界面の水の基礎科学の理解と、その制御に基づく省エネルギー材料や再生医療材料などの開発に展開し、その研究成果を世界に広く発信することで、学術界・産業界への幅広い貢献を目指す。

2. センターの構成と施設設備

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

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

施設・設備に関しては、H29 年度に、①小型研究開発用スパッタリング装置、②高速度・高感度カメラシステム、③Ti-U 手動 TIRF システムの 3 つの研究設備を新たに導入した。①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られる。②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用いられる。③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用いられる。昨年度に導入した一体型フェムト秒再生増幅装置を用いて H29 年度は、広帯域和周波発生分光装置を作製、無事、広帯域和周波発生スペクトルが取得できる段階に達した。また雰囲気制御走査型プローブ顕微鏡も問題なく稼働し、湿度を変化させた際のグラフェン表面の計測など、その運用を開始した。

3. 各研究グループの活動報告

H29 年度における各グループのごとの研究活動報告のハイライトを以下に述べる。

3. 1. 物質・材料表面グループについて

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

まず、新しい潤滑剤として期待されているイオン液体を対象に、水が及ぼす効果を検討した。イオン液体には多くの種類があるが、その中でもシアノ系イオン液体は材料表面に吸着膜を形成し、摩擦低減をもたらすと考えられている。しかしながら、大気中の水により摩擦特性が損なわれることが報告されている。このため、シアノ系イオン液体の固体表面吸着構造に及ぼす水の影響を、周波数変調方式 AFM (FM-AFM) を用いて調べた。シアノ系イオン液体はマイカ表面上に数層からなる吸着構造を形成するが、水の添加により吸着構造が乱れる様子の観察に成功した（図 1)。同時に、マクロな摩擦挙動にも影響が現れることが確認されたことから、今後は、イオン液体の吸着構造と摩擦挙動との相関について検討を進める予定である。

一方、材料表面・界面の水吸着層自体が摩擦特性に及ぼす影響は、湿度、温度によって複雑に変化する。このため、環境制御下で摩擦特性を計測することが必要である。前年度に導入した雰囲気制御 AFM を用いて、SiO_2 上のグラフェンの摩擦特性に対する水吸着の影響を評価し、湿度の増加とともに摩擦力が低下する結果を得た。湿度増加に伴いグラフェン表面及び SiO_2 との界面ともに吸着層が形成されるので、それぞれの影響を分光測定と併せて解明することが必要である。

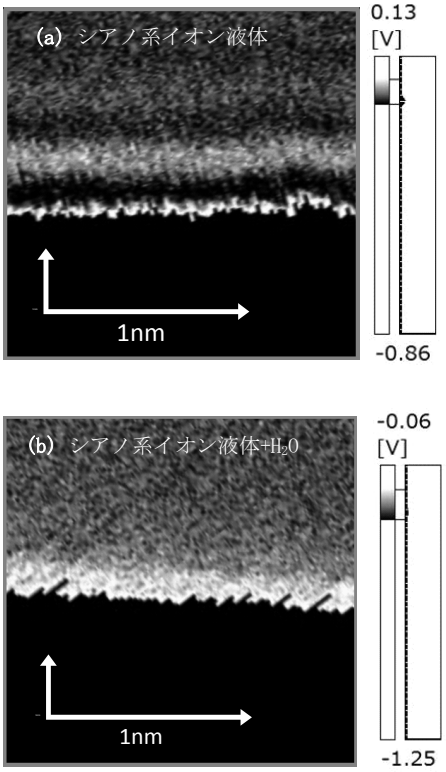


図 1　マイカ上のシアノ系イオン液体の吸着構造（水の有り無しでの比較（a）なし（b）あり）

3. 2. バイオ界面グループについて

親水性高分子が集団となって形成する水和構造が生体適合性表面形成に深く関与すると考え、高分子による表面修飾密度が異なるモデル基板を作成し、ある表面密度以上で水の含有量変化が増大することを見出した (図 2)。これはある密度以上に集まると高分子は新たな水和構造を作ることを示しており、実際にタンパク吸着挙動など生体材料としての機能への影響も確認された。さらに計測、シミュレーション班と本材料を共有の上、再生医療材料創製の観点から、軟骨再生材料構築に不可欠となる表面の摩擦や潤滑の理解も進めている。さらに上記知見を加味し、軟骨組織再生材料として、実軟骨組織構造と類似した相互侵入高分子網目 (IPN) ゲルを作成し、軟骨の再生を顕著に促すことに成功している。また生体を模倣したプロセスによる骨類似ヒドロキシアパタイト (HAp) 被覆材料の開発において、材料表面の化学状態の制御と HAp 成長の相関を水溶液中でのプロセスという視点から理解し、かつ骨再生に有用な材料を得るための検討も進めた。組織工学で有用な細胞の三次元培養のための担体としてシリカ不織布に注目し、その内壁面への効率よいアパタイト被覆を実現し、現在細胞実験を進めている。

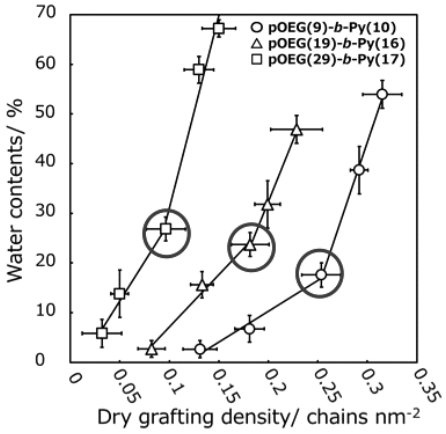


図 2　オリゴエチレングリコール (OEG)高分子表面密度と含水量との相関

3. 3. 濡れと流れの基礎科学グループについて

動的な濡れ、特に、固液気 3 相境界線近傍流体の挙動に着目した研究を進めている。これまでの研究により、基板上に存在する微小構造物と液滴前縁部の相互作用により、相互作用がない場合の数倍～10 倍程度の加速を実現している。国際共同研究により実験・理論・数値計算によるアプローチによって本現象の解明を目指す。図 3 は、固体基板上を濡れ拡がる液滴前縁部が、基板上に静置したピラー状構造物と相互作用をすることで、その前縁部移動速度が約 10 倍増加する実験例を示している。実験で得られた構造物回りの液膜形状（図 3(a)）に対し、変形・移動を伴う自由界面を扱う数値計算を実施し、実験とよく一致する現象を再現することに成功した(図 3(b))。これらの固体基板上構造物との相互作用に関するマルチスケール・ダイナミクスの解明を目指して、学内外の共同研究体制により研究を推進していく。

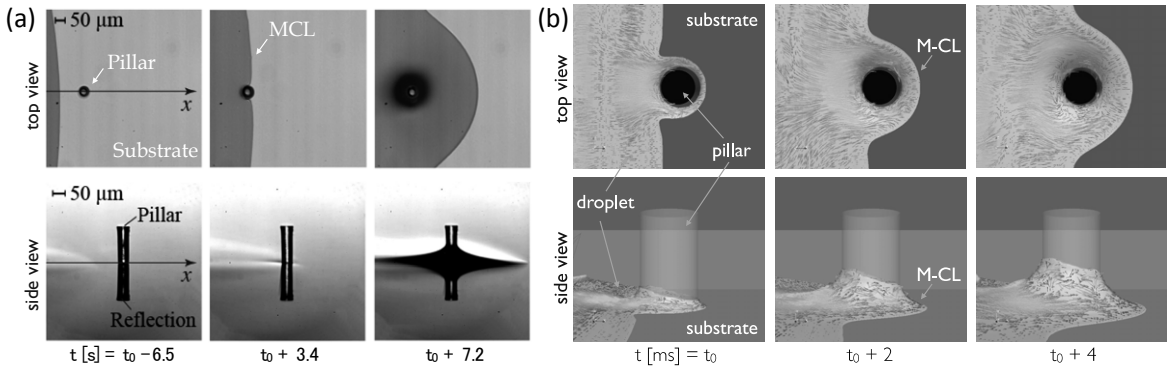


図 3　固体基板上に設置したピラー状構造物と基板状を濡れ拡がる液滴前縁部間相互作用
(a)実験、および(b)数値解析結果。液滴は図中左から右に進んでいる。

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

本グループでは、分子スケールでの水のシミュレーション（第一原理電子状態シミュレーション、分子動力学シミュレーションなど）から連続体スケールでの水のシミュレーション（流体力学シミュレーションなど）を駆使して、物質表面・界面での水の構造と挙動の理解・制御を目指す。本グループで得られたシミュレーション結果は、本センター内の計測分析班と材料合成班へ速やかに提供することで、三位一体型の学際融合研究に貢献する。本グループがターゲットとするシミュレーションの具体例としては、

(1) 材料表面・界面の水の構造と振動スペクトルシミュレーション
(2) 自己組織化単分子膜界面の分子シミュレーション
(3) 濡れ性と（光応答による）物性変化を取り入れた流体力学シミュレーション

などがある。(1)の計算例としては、グラフェン表面に凝集した水の水素結合ネットワーク構造を分子動力学計算によって調査するとともに、グラフェン表面凝集水の赤外吸収スペクトルを第一原理電子状態計算に基づいて振動解析するためのシミュレーション技術を開発とその応用を行った（図 4 (a)：グラフェン表面の水の様子)。(2)では、各種自己組織化単分子膜を原子レベルでモデル化し、その界面の化学的性質と水の構造・動態との関連を分子動力学法により解析できる系を構築した。これらデータを計測分析グループと共有し、分光スペクトルを原子・分子のレベルで可視化、解釈することを目指す（図 4 (b)：自己組織化単分子膜のモデル)。(3)では、光異性化界面活性剤水溶液を模擬するように、特定の空間領域では物性（濡れ性に関わる接触角と界面張力）変化および異性体分子の異流拡散を再現して、実験観測結果に近い円管内液柱駆動の流体力学的シミュレーションを実現した。これは、非接触・非侵襲のマイクロ流体マニピュレーションの高度化に資するようなデータ提供を目的とする（図 4 (c))。また、これらのシミュレーション技術を統合化することで、物質表面・界面での水の統合シミュレータの開発を進めている。

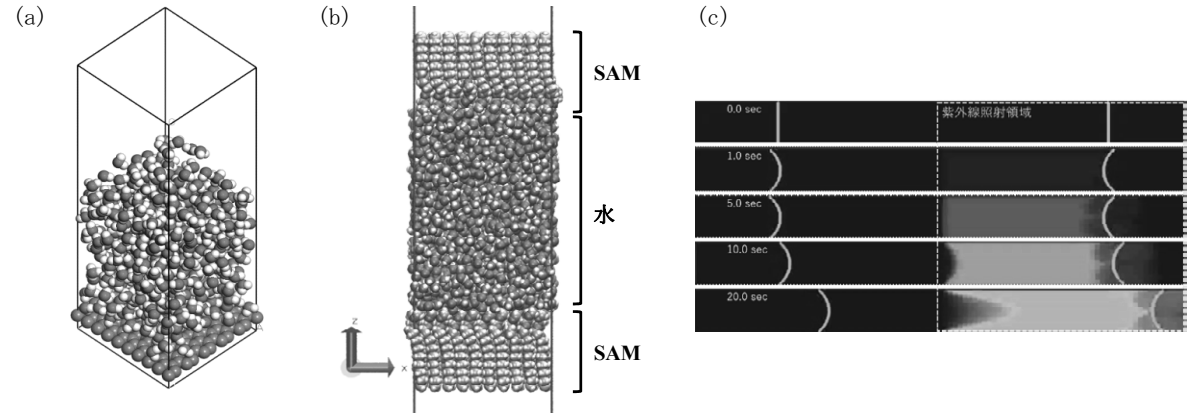


図 4　(a)グラフェン上の水、(b)自己組織化単分子膜のモデル、(c)光異性化水溶液液柱の数値シミュレーション

3. 5. 流体計測・制御技術グループについて

本グループでは、材料表面・界面における水に関し、表面・界面近傍の流れの計測・制御を用いた新しい付加価値の創出を目的としている。研究例として、局所加熱によって誘起される流動を用いた集積反応表面の創生、を取り上げる。流動の発生源には固体基板上に固定化された金ナノ粒子の光吸収による表面共鳴プラズモンを使用してナノスケールの発熱を引き起こし、温度勾配が誘起する界面流れ（固液、気液）による物質輸送促進、さらには物資集積・反応促進を行うことを目的としている。そのために、まずは評価用マイクロヒータ基板を作成して、通電加熱による気泡生成を確認した（図 5 (a)）。続いて、直径約 20 nm の金ナノ粒子を固定化した基板にレーザ光を集光してプラズモン加熱を発生させて気泡を生成すると、液中に分散させた微粒子が気泡と固体基板との界面周辺へと集積される様子を確認した（図 5 (b)）。この現象は非常に高速で高い集積度が得られることを予備的に確認しており、現在開発途中の界面流や液体温度分布の測定システムと組み合わせて、その動的挙動を詳細に明らかにしていくとともに、今後はナノヒータ基板の開発、およびマイクロ流路と組みわせた微粒子の供給や、界面反応場の分析へとつなげていき、より高度な界面流体制御技術の確立を目指す。

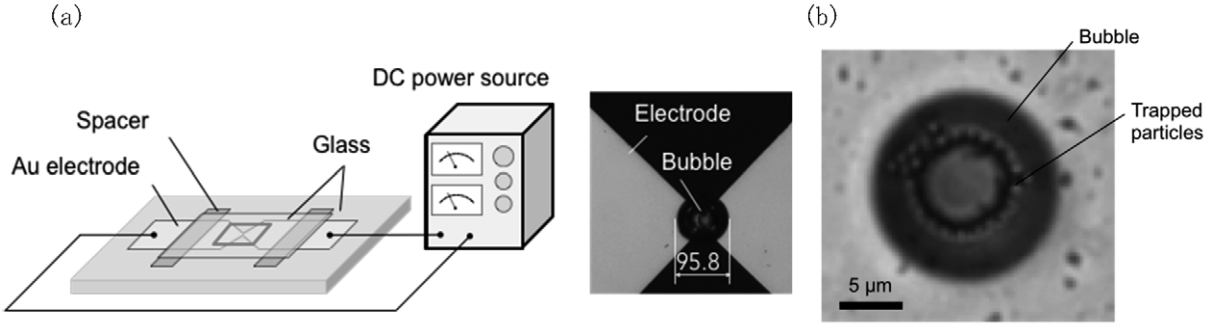


図 5　(a) 評価用マイクロヒータ基板による微小気泡の生成　(b) 固気界面への微粒子の集積

3. 6. 水環境分析応用グループについて

各メンバーの主要な成果を紹介する。中井は、水鳥の羽毛の産地偽装が蔓延していることから、新たな羽毛の産地判別法の開発を目指した。中国産・フランス産・ハンガリー産の羽毛について、微量元素濃度比と $\delta^{13}C$ と $^{87}Sr/^{86}Sr$ を複合して、正準判別分析を試みた結果、各産地の誤判別率が 11%と高い精度での判別に成功した。小嗣は、TiO_2/水界面の高効率解析を実施することを目的に、マルチドットアレイのコンビナトリアル作成装置の開発を行った。LED プロジェクタを用いたマスクレスフォトリソグラフィーとモーター駆動 XY ステージを組み合わせて、任意のパターンおよび露光時間で試料作製可能な環境を構築した。三浦は、都市大気と山岳大気の雲凝結核特性を調べるために、東京スカイツリー 458m と富士山頂気象庁旧測候所において観測した。山頂で測定した吸湿パラメータの値は約 0.4 となり、スカイツリーや他の山岳サイトに比べて高く、雲粒にな

りやすいことがわかった。寺島は水中で発生させたグロー放電の水中プラズマ反応場を利用した低温還元処理法を構築した。ナノサイズの酸化チタンを分散させた水中プラズマ反応場によって、酸化チタン光触媒の表面改質を行い、高活性光触媒材料の創出に成功した。本結果は、2018 年 1 月、ACS Omega に掲載された（ACS Omega 2018, 3, 898-905）。白藤は、液面上プラズマによって初めて合成された薄膜の詳細な分析を行い、比較的粒径が揃った金ナノ粒子を多数含有するポリマーメンブレン（図 6）であることを明らかにし、温熱療法用メンブレンや燃料電池メンブレンなどへの応用可能性を示した。

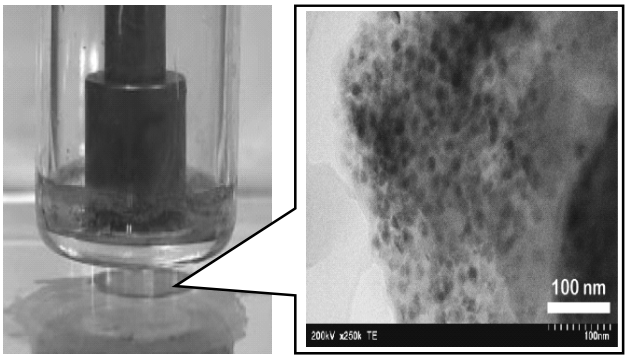


図 6　液面上大気圧プラズマによる金ナノ粒子含有ポリマー膜形成の様子とその膜構造の透過電子顕微鏡写真

4. 研究活動の展望

センター発足 2 年目あたり、表面水和構造・濡れ・流れを制御するための材料表面の作製、新たな表面作製・計測装置の導入・整備、用いる理論とアルゴリズムの検討が概ね順調に進んでいる。私立大学研究ブランディング事業の中核研究組織として PDCA サイクルを適正に回すため、年度内に 2 回の公開研究成果報告会、ならびに 1 回の学内での成果報告会を実施した。またイノベーション・ジャパン 2017 におけるプレゼンテーションやブース展示、10 回以上に及ぶ産学連携研究会や一般市民向け公開講座「そこが知りたい身の回りの水と最先端の科学」を開くなど、産学連携活動並びに広報活動も実施した。引き続き、学部学科の垣根を越えて、材料創成、計測分析、理論解析の三位一体の取り組みを推し進め、物質・材料表面の水との関りの学理の深化、並びに、産学連携研究会を通じて、外部企業との共同研究の実施を加速していく。

5. むすび

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、学術の深化と、産業界への出口の両面を意識した共同研究が始動している。本学が刊行している一般の科学教養誌「理大科学フォーラム」（ISSN 1346-1206）2017 年 10 月（401 号）においても、本センター取り組みが物質・材料表面「水の研究」最前線として特集された。今後とも世界的にみても独自色のある「物質・材料表面の水の学際研究拠点」として、本センターの研究活動を推進し、学術界・産業界への幅広い貢献を目指していく。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文（査読有）

1. Development of molecular-selective differential interference contrast microscopy utilizing stimulated Raman scattering, M. Banno, T. Kondo, H. Yui, Opt. Lett.43, 1175-1178, 2018.
2. Effect of Interfacial Water Formed Between Graphene and SiO_2/Si Substrate, T. Koyama, T. Inaba, K. Komatsu, S. Moriyama, M. Shimizu, and Y. Homma, Appl. Phys. Express 10, 075102 (1-3), 2017.
3. Lubricating mechanism of cyano-based ionic liquids on nascent steel surface, S. Kawada, S. Watanabe, C. Tadokoro, R. Tsuboi, and S. Sasaki, Tribol. Int. 119, 474-480, 2018.
4. Synchronized Collective Proton-Assisted Electron Transfer in Solid State by Hydrogen-Bonding Ru (II) /Ru (III) Mixed-Valence Molecular Crystals, M. Tadokoro 他 10 名, INORG. CHEM. 56, 8513-8526, 2017.
5. Effects of Sodium β-sitosteryl Sulfate on the Phase Behavior of Dipalmitoylphosphatidylcholine, A. Kafle, T. Misono, A. Bhadani, K. Sakai, C. Kaise, T. Kaneko, H. Sakai, Colloids Surf. B, 161, 59-66, 2018.
6. Design and performance evaluation of a multilayer fixed-bed binder-free desiccant dehumidifyer for hybrid air-conditioning systems: Part I - Experimental, J. A. Shamim, W. L. Hsu, K. Kitaoka, S. Paul, H. Daiguji, Int. J. Heat and Mass Transfer 116, 1361-1369, 2018.
7. Osteogenic Differentiation of Bone Marrow-Derived Mesenchymal Stem Cells in Three-Dimensional Silica Nonwoven Fabrics, K. Iijima, S. Ishikawa, K. Sasaki, M. Hashizume, M. Kawabe, and H. Otsuka, Biomater. Sci., 2018. in press.
8. Pattern of a confined chemical garden controlled by injection speed, S. Wagatsuma, T. Higashi, Y. Sumino, A. Achiwa, Phys. Rev. E 95, 052220, 2017.
9. Effect of Protein Adsorption Layers and Solution Treatments on Hydroxyapatite Deposition on Polystyrene Plate Surfaces in Simulated Body Fluids, K. Iijima, A. Iizuka, R. Suzuki, H. Ueno-Yokohata, N. Kiyokawa, and M. Hashizume, J. Mater. Sci.: Mater. Med. 28, 193 (10 pages), 2017.
10. Sharp acceleration of a macroscopic contact line induced by a particle, L. Mu, D. Kondo, M. Inoue, T. Kaneko, H. N. Yoshikawa, F. Zoueshtiagh & I. Ueno, J. Fluid Mech. 830, R1, 2017.
11. Acceleration of the macroscopic contact line of a droplet spreading on a substrate after interaction with a particle, D. Kondo, L. Mu, F. de Miollis, T. Ogawa, M. Inoue, T. Kaneko, T. Tsukahara, H. N. Yoshikawa, F. Zoueshtiagh, I. Ueno, Int. J. Microgravity Sci. and Appl. 34, 340405, 2017.
12. Time resolved temperature measurement of polymer surface irradiated by mid-IR free electron laser, M. Araki, T. Chiba, T. Oyama, T. Imai, and K. Tsukiyama Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res. B 405, 11-14, 2017.
13. Structure of water clusters on graphene: A classical molecular dynamics approach, Y. Maekawa, K. Sasaoka, T. Yamamoto, J. Appl. Phys. 57, 035102 (2018).
14. Molecular dynamics analysis of the friction between a water-methanol liquid mixture and a non-polar solid crystal surface, S. Nakaoka, Y. Yamaguchi, T. Omori, L. Joly, J. Chem. Phys. 146, 174702 (1-7), 2017.
15. Near-hydrophobic-surface flow measurement by micro-3D PTV for evaluation of drag reduction, Y. Ichikawa, K. Yamamoto, M. Yamamoto, M. Motosuke, Phys. Fluid. 29, 092005, 2017.
16. Giant Pockels effect of polar organic solvents and water in the electric double layer on a transparent electrode, H. Kanemaru, S. Yukita, H. Namiki, Y. Nosaka, T. Kobayashi, and E. Tokunaga, RSC Adv. 7, 45682-45690 (2017).

17. Chirality-controlled syntheses of double-helical Au nanowires, M. Nakagawa and T. Kawai, J. Am. Chem. Soc., 140, 4991-4994, 2018.
18. 微量元素組成及び軽元素同位体比による日本酒の化学的キャラクタリゼーション, 笹本 なみ, 阿部 善也, 高久 雄一, 中井 泉, 分析化学 66 (8) 591-597 (2017).
19. Study of element selectivity in SHG of $GaFeO_3$ by soft X-ray free electron laser, Sh. Yamamoto, M. Kotsugi, I. Matsuda (他 21 名) Phys. Rev. Lett. accepted. 2018.
20. Solution plasma process-derived defect-induced heterophase anatase/brookite TiO_2 nanocrystals for enhanced gaseous photocatalytic performance, S. Pitchaimuthu, A. Fujishima, C. Terashima (他 14 名), ACS Omega, 3, 898-905, 2018.
21. Au-nanoparticle-embedded cross-linked gelatin films synthesized on aqueous solution in contact with dielectric barrier discharge, Tatsuru Shirafuji, Yusuke Nakamura, Shiori Azuma, Naoya Sotoda, Toshiyuki Isshiki, Jpn. J. Appl. Phys. 57, 0102BE (1-8), 2018.

著書

1．Vapor Bubble Behaviors in Condensation, I. Ueno, T. Osawa, Y. Hattori, T. Saiki, J. Ando, K. Horiuchi and Y. Koiwa, Chap. 6.8 in Boiling Research and Advances (eds., Yasuo Koizumi, Masahiro Shoji, Masanori Monde, Yasuyuki Takata and Niro Nagai), Elsevier, Amsterdam, 562-581, 2017 (21st june 2017)(ISBN:978-0-08-101010-5).
2．イオン液体, 川田将平　佐々木信也, 数値解析と表面分析によるトライボロジーの解明と制御, 佐々木信也監修, 297-302, テクノシステム, 2018.
3．DNA Engineering -Properties and Applications-, Hiroshi Matsui, Pan Stanford Publishing, pp.43-58 and pp.213-220, 2017.
4．特集 物質・材料表面「水の研究」最前線, 由井宏治, 田所誠, 山本貴博, 本間芳和, 渡部誠也, 佐々木信也, 理大科学フォーラム, 2-23, vol.401, 2017 (10)(ISSN:1346-1206).

招待講演（国際会議）

1．Synthesis of Nano Aggregate of chitosan Modified by Self-assembling Peptide and Application Thereof to Protein Delivery, Hidenori Otsuka, Daisuke Matsukuma, Application No.:15/526,633, Filed: May 12, 2017.
2．Novel Photo-Switchable Surfactant Molecular Assemblies - Micelles, Wormlike Micelles, and Admicelles-, Hideki Sakai, Taiki Suzuki, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, 254th ACS National Meeting, Washington D.C., 2017.8.
3．Water transport in confined nanospace, The 9th US-Japan Joint Seminar on Nanoscale Transport Phenomena, Hirofumi Daiguji, Tokyo, Japan, July 3, 2017.
4．Proton Conduction and Tunneling of Hydrogen-Bonding Systems in Nanopores, Hiroshi Matsui, 1st Forum on Bionics (The 67th Forum on Solid State Ionics), Neyagawa, 2018.3.

受賞特集

1．Verification of the correlation between heat flux and vapor bubble behavior in transition process of microbubble emission boiling, Shu Miyashita, Kentaro Anju, Toshihiro Kaneko and Ichiro Ueno, Best Poster Presentation Award, 10th International Conference on Boiling and Condensation Heat Transfer (2018.3.12-15, Nagasaki, Japan)
2．ペプチド繊維と糖鎖から形成される相互侵入高分子網目 (IPN) ゲルへの生分解性付与と組織再生足場への応用, 2017.9, 若手口頭公演賞, 石川昇平, 飯島一智, 松隈大輔, 橘詰峰雄, 飯島道弘, 大塚英典, 第 68 回コロイド・界面化学討論会, 神戸大学
3．FM-AFM を用いたイオン液体の潤滑メカニズムの解明, 川田将平, 佐々木信也, 優秀ポスター賞, 電気通信大学ナノトライボロジー研究センター第二回シンポジウム, 2018.3.7.
4．山本貴博, 優秀研究者特別賞, 学校法人 東京理科大学

研究課題（研究者別）

由井　宏治

「マルチプレックス型和周波発生分光装置の開発と材料表面水の構造計測」

材料物性を左右する、表面水の構造を計測し、水のミクロ構造とマクロ物性との相関解明を目指す。その目的達成のため、材料表面と水との界面近傍の厚さ数ナノメートルの領域から選択的に信号を得ることのできる和周波発生分光装置を開発する。水のミクロ構造を鋭敏に反映するブロードな OH 伸縮振動バンドを、光源の波長掃引なしに短時間（秒オーダー）で計測可能なマルチプレックス型計測を採用し、試料の経時変化を追跡する。

本間　芳和

「ナノカーボン制限空間に存在する水の構造と物性の評価」

カーボンナノチューブ（CNT）やグラフェンの表面に存在する 2 次元ナノ構造水や CNT の内部空間に存在する 1 次元ナノ構造水を対象に、分光計測および原子間力顕微鏡を用いた計測技術の高度化を進め、束縛水の構造および物性を調べる。本年度は、CNT 内部束縛水の相図を完成する。また、雰囲気制御原子間力顕微鏡を用い、温度・湿度制御化におけるグラフェン表面・界面構造水の計測を行う。

佐々木　信也

「トライボロジー現象に及ぼす界面に存在する水の影響に関する研究」

表面に吸着した水の構造が、マクロな摩擦特性に及ぼす影響について明らかにするため、イオン液体中における水の含有量を制御した潤滑環境において、マクロな摩擦挙動と固体表面吸着分子構造との関係を、FM-AFM を用いて調べる。

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イディクス」

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

酒井　秀樹

「非水溶媒/固体界面に形成される水吸着層の構造・物性と反応場としての利用」

固体表面とイオン液体の界面に形成される水吸着層の構造を、原子間力顕微鏡を用いたフォースカーブ測定ならびに摩擦力顕微鏡により評価した。イオン液体としてイミダゾリウム塩(BmimPF6)を用い、基板としてシリカを用いた場合は、少量の水の添加により数ナノメートルの水吸着層が形成され、摩擦係数が低下することがわかった。また、更に非イオン界面活性剤を添加すると、界面活性剤が優先的に界面に吸着することも明らかにした。

伊藤　哲明

「1 次元ナノ空間中構造水の NMR によるダイナミクス解明」

カーボンナノチューブ等の 1 次元ナノ空間に閉じ込められた水分子のダイナミクスを NMR 測定により解明する。特に 1 次元空間中の水の固－液変化は、通常の 3 次元空間の固－液相転移とは様相が異なるはずである。この点を明らかにするべく、室温から極低温まで温度制御できる NMR 測定系を用い、緩和率（T_1^{-1}, T_2^{-1}）ならびにスペクトル測定から、ナノ空間水ダイナミクスの凍結の過程を明らかにすることを目指す。

大宮司　啓文

「ナノ空間材料に内包された水の吸着・移動の熱制御」

本研究では、珪素系多孔質材料、炭素系多孔質材料、金属有機構造体の 3 種類のナノ空間材料に内包された水の吸着・移動を熱によって制御することに取り組む。材料合成、実験計測、および理論解析の技術開発を行う。また、原子スケールからマクロスケールまで熱、物質の移動を解析するソフトウエアを開発し、ナノ空間材料を用いて空気中の湿分制御を高効率に行う新技術を創出する。

松井　広志

「水分子ケージにおける水分子とガスの拡散、及びコラーゲンの水和状態の研究」

18 面体水分子ケージにおけるプロトン伝導は、相対湿度に強く依存し、水和量に関係することが分かった。赤外吸収スペクトルから、Xe 吸蔵に伴い、水分子もケージ中に取り込まれることが判明した。ケージ内部に Xe 水和物として存在することが示唆される。コラーゲンにおいて、水和量とプロトン伝導性の関係を調べ、1 分子ユニット当たり 4 個以上水和すると、プロトン伝導性が著しく増大することが分かった。

大塚　英典

「高分子表面の生体適合性に関する研究」

親水性高分子が集団となって形成する水和構造が生体適合性表面形成に深く関与すると考え、高分子によるブラシ密度、表面修飾密度がそれぞれ異なるモデル基盤を作成して評価した。ある表面密度以上で水の含有量変化が増大することが確認され、これはある密度以上に集まると高分子は新たな水和構造を作ることを示しており、実際にタンパク吸着挙動など生体材料としての機能への影響も確認された。さらに計測、シミュレーション班と材料を共有の上、再生医療材料創製の観点から、軟骨再生材料構築に不可欠となる表面の摩擦や潤滑の理解を進めた。

橋詰　峰雄

「シリカ不織布内壁へのアパタイト層形成とそこでの細胞機能評価」

前年度の検討課題とあわせて、新たに基板として再生医療における細胞足場として期待されている多孔質担体を用いた検討を行う。具体的には生体適合性のシリカ不織布を用い、適切な前処理ののち多孔性を保持したまま不織布内壁に均質で緻密なヒドロキシアパタイト（HAp）層の作製を実現する条件を見出す。また得られた HAp 被覆シリカ不織布を用いた細胞実験についても検討する。

住野　豊

「界面での凝集体生成のもたらす水のマクロな流動パターン形成」

局所部分で凝集体が生成される際に誘起される水のマクロな流動パターンを解析する。このような系は地盤改良の際など工学的に重要であるものの、その場観察が困難なため書斎には解析されていない。このようなプロセスをその場観察するため、透明で薄いヘレショウセル中に、混合により凝集体を生成する 2 種の粘性溶液を導入する系を構築する。また、この系において一方の溶液の注入速度を制御しパターンダイナミクスを制御する。

上野　一郎

「3 相接触界線近傍流体における熱・物質輸送現象に関する研究」

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

築山　光一

「赤外自由電子レーザーによる高分子薄膜アブレーション計測」

シリコン上にスピンコートした高分子薄膜のレーザーアブレーション閾値を決定する。具体的には、赤外自由電子レーザー（FEL-TUS）の中赤外スペクトル領域における周波数可変性を利用しモード選択的振動励起を誘起することで、振動モード別のアブレーション閾値を計測し、学術的にはアブレーションの分子論的機構（赤外多光子過程や局所的温度上昇の影響等）を解明し、実用的には高分子材料選択的な中赤外レーザーアブレーションを目指す。

塚原　隆裕

「温度勾配・濃度勾配を有する界面を伴う液膜・液滴の直接数値シミュレーション」

光応答異性化による cis 体の濃度上昇、それに伴う物性変化を再現し、円管内の液滴が光照射で駆動されることのシミュレーションを行った。これにより、駆動メカニズムの解明や実験の裏付けが行える。また、二自由界面の液膜について、界面張力によるラプラス圧と界面変形、および温度差マランゴニ対流を考慮したシミュレーションを行い、薄膜内流れの再現に成功し、界面変形を考慮したことにより 3 次元流れが発生する条件も調べた。

山本　貴博

「材料表面・界面での水の構造と物性に関するシミュレーション研究」

第一原理電子状態計算や分子動力学計算などの分子レベルでのシミュレーション技術を駆使して、親水性表面ならびに疎水性表面での水のミクロスコピックなネットワーク構造と分子振動スペクトルを解析し、各種材料表面での水の構造と物性の理解と制御を目指す。特に今年度は、グラフェン表面の水の水素結合ネットワークのポリゴン解析を実施し、界面水の新しい様態を発見することに成功した。

安藤　格士

「自己組織化単分子膜のシミュレーションモデル構築」

自己組織化単分子膜（SAM 膜）は、固体表面の制御と機能付与を可能とする。SAM 界面の物性、例えばタンパク質の吸着は、SAM 分子のわずかな化学構造の違いによって大きく変わることが知られているものの、そのメカニズムは未だ不明な点が多い。本研究では、分子動力学シミュレーションにより SAM 界面の物性を解析することを目指す。本年度は、計算モデルを原子レベルで構築した。

山口　康隆

「固体面上の液滴の濡れのミクロとマクロの物理」

固体面の液滴を対象として、分子動力学解析からマクロの物性量である応力の空間分布を抽出することで濡れ現象の物理的解釈を目指す。本年度はピニングの存在しない平滑とみなせる固体面上における界面張力について上記応力解析に基づく力学的解釈に加え、熱力学積分による解釈を示し、それらの対応関係を明らかにする。

元祐　昌廣

「界面近傍流れの 3 次元制御と反応促進」

免疫アッセイやタンパク質検出では、液体中に分散したナノ物質と固体表面分子との結合が重要となり、分子拡散と流れの制御の双方が寄与する。本研究では、流路内に設置した電極の形状を最適化することで、基板の特定箇所へと電磁誘起流れを集束させるような 3 次元的流動を制御し、表面反応を促進させる。この流動を測定する装置を開発し、壁面せん断応力を速度分布計測より求める実験システム・解析アルゴリズムを構築する。

徳永　英司

「気水界面の水のポッケルス効果の計測とメカニズム解明、水溶液中の光誘起高効率分子会合」

反転対称性が破れた気水界面の特性を反映した水の 1 次の電気光学効果であるポッケルス効果の大きさの評価とそのミクロのメカニズムの解明を目指す。また、水溶液中の 1 nm オーダーのサイズの分子が、光誘起力によって理論的に予想されるよりも 10000 倍も高効率に分子会合する現象を発見した。この効率はアルコール溶液中だと桁違いに小さくなる。この不思議な現象の普遍性の検証とメカニズム解明を目指す。

河合　武司

「気水界面と紫外線照射を利用した自走マイクロ粒子の作製とその自走挙動の制御」

水面上に浮かべたポリスチレン（PS）粒子に白金触媒粒子の位置選択的担持法を開発し、母体粒子の自走挙動の制御を目指す。白金を担持させた PS 粒子を過酸化水素水に加えてカメラ付き顕微鏡を用いて自走挙動を観察した。自走挙動は白金サイズに大きく依存し、サイズを減少させることによって自走をランダムな挙動から直進的な挙動にスイッチできることがわかった。

小林　孝嘉

「高感度多色超解像顕微鏡の開発とその細胞生理病理過程の解明への応用」

昨年度に引き続き、高感度で高空間分解能のポンプ-プローブ顕微鏡の開発を進めている。通常のレーザー顕微鏡はラマン顕微鏡を除き全て試料の蛍光を計測する方式であり、蛍光染色を必要とする。本研究で開発している顕微鏡は無蛍光性の物質でもイメージングが可能である。ポンプ光を、標識物質が吸収する波長のものにすることで、標識物質のみが選択的に加熱され、それに依る空間構造情報をもつ屈折率変化を高感度でプローブ光により検出する。超解像イメージングに成功した。最近マウス脳の出血部分のグリア細胞、特にアストログリア、ミクログリアの光熱顕微イメージングを行った。アストログリアが活性化アストログリアに変化しているイメージを撮ることが出来た。

中井　泉

「可搬型粉末 X 線回折計の開発と、北斎の波の分析」

絵画のオンサイト分析に適した、粉末 X 線回折計を開発した。ゴニオメータを用いる $\theta-\theta$ 駆動方式を採用した可搬型回折計は世界でもまれで、実用性の高い市販の可搬型装置はない。開発した回折計は、X 線源の Cu/Cr 管球を自由に交換できることが特徴で、三脚を利用すれば壁画の分析にも適し実用性の高い装置が完成した。同装置を用いて、北斎の板絵「男浪、女浪」を分析し、オスロの国立美術館では、ムンクの叫びを分析し絵の具の特性化に成功した。

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。そこで、都市大気に関しては東京スカイツリー 458m で、山岳大気に関しては富士山頂にある気象庁旧測候所において観測した。山頂で測定した吸湿パラメータの値は約 0.4 となり、スカイツリーや Jungfraujoch などの他のサイトに比べて高いことがわかった。

小嗣　真人

「固液界面の顕微分光解析に向けたマテリアルズインフォマティクス」

固液界面の電子状態を代表例に、放射光顕微分光計測は高精度ではあるが、スループットの低さが以前より課題となっていた。本年度は近年発展の著しいマテリアルズインフォマティクスを顕微分光解析に応用するため、高効率解析の基幹技術を整備した。具体的にはマスクレスフォトリソグラフィー装置と XY モーターを組み合わせることで、マルチドットアレイを一括して作成することを行った。

寺島　千晶

「水中プラズマ反応場を利用した酸化チタンナノ粒子の表面処理と高活性光触媒材料の創出」

水中で発生させたグロー放電の水中プラズマ反応場は、低温で還元雰囲気を作り出すことができる。本研究では、ナノサイズの酸化チタンを分散させた水中プラズマ反応場によって、ナノ粒子の表面処理を行い、酸化チタン光触媒の改質による高活性光触媒の創出を目指す。蛍光灯等の可視光下においても揮発性有機物の完全分解を達成する新規光触媒材料の開発を行う。

白藤　立

「液体が関与するプラズマを用いた液中及び液面上の物質合成」

集積化マイクロソリューションプラズマによる過酸化水素の合成を行う。これによりオンサイト・オンデマンドの高効率過酸化水素合成デバイスの実現を目指す。マイクロバブルを援用することにより、液中プラズマによる分解や合成の適用範囲の拡大や効率向上を試みる。液面上プラズマを用いることにより、これまでに例のない液面上での機能性薄膜合成を試みる。

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。

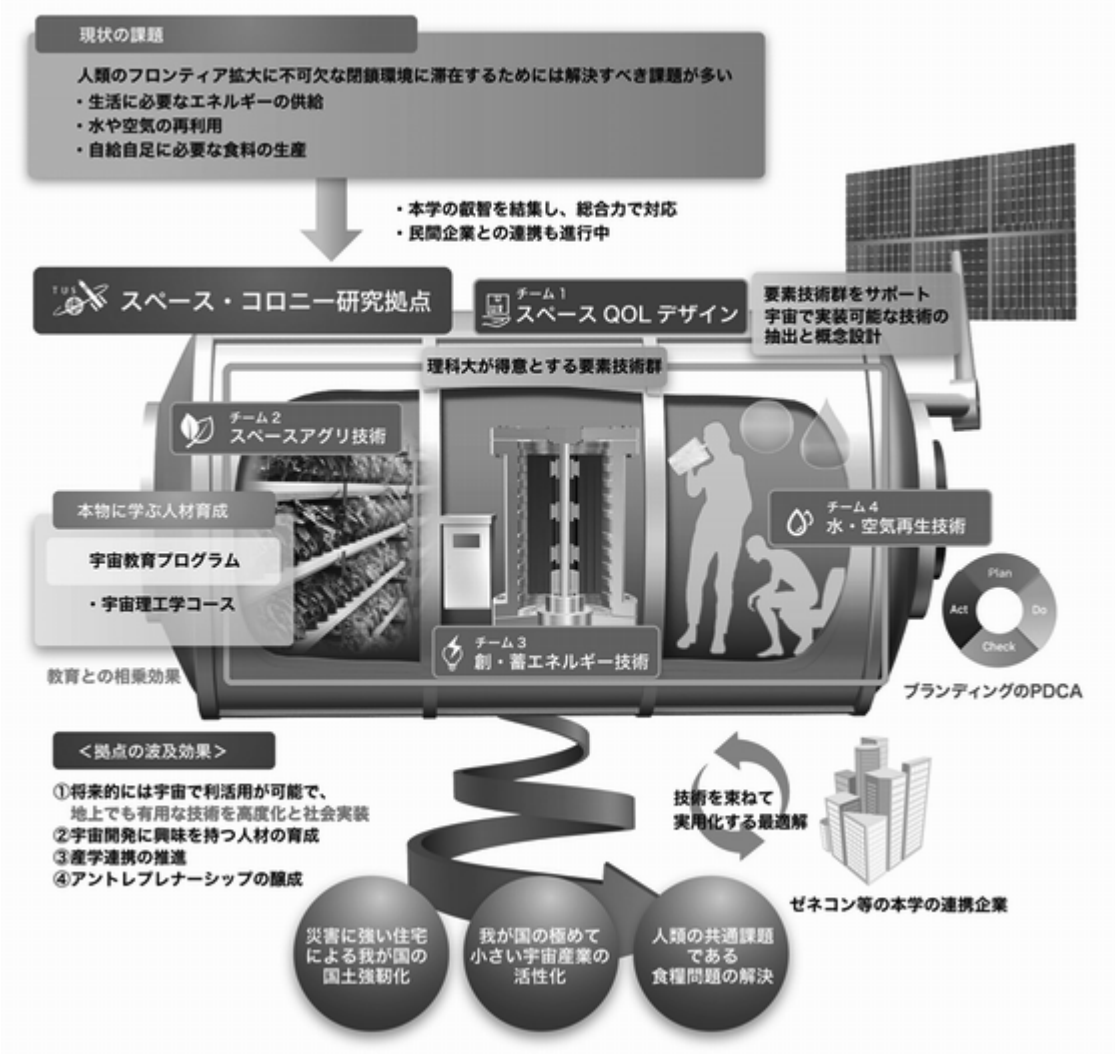


図 1　スペース・コロニー研究センターで推進する事業のイメージ図

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 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。

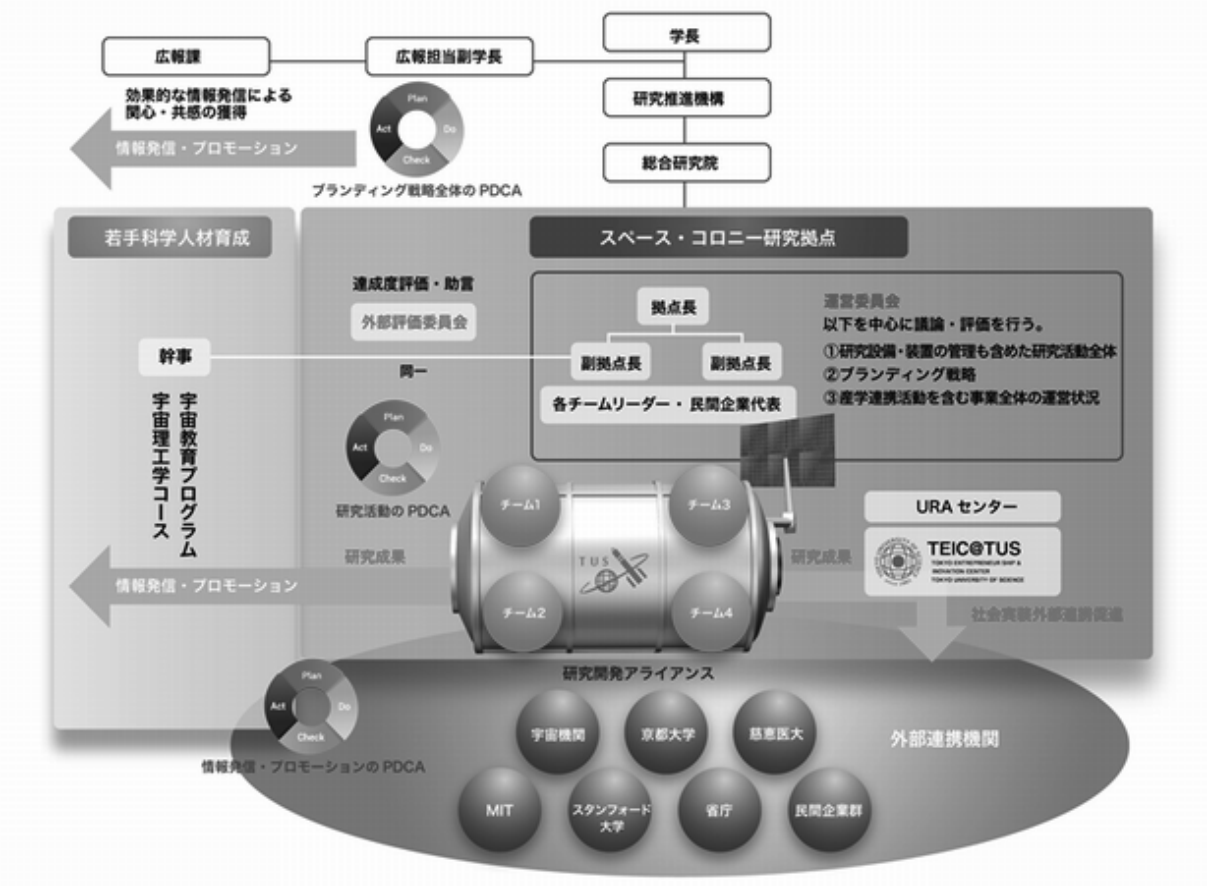


図 2　スペース・コロニー研究センターの体制図と本学及び外部連携機関との関係

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、必要技術の抽出を行うことを目的に活動を推進している。

2017 年度は、理科大内の QOL 関連技術について整理し、宇宙環境での長期居住での QOL を維持する上で重要となる要素技術を抽出するとともに、宇宙環境での利用可能性について検討した。宇宙居住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について概念設計を行った。宇宙環境を意識した居住空間設計について基礎検討を開始し、宇宙環境適合性評価を行う設備を構築した。

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を推進している。

2017 年度は、宇宙等の閉鎖環境で長期滞在する際に要求される栄養素のうち、高カロリー作物としてジャガイモ栽培を選定し、水耕栽培技術をコアとした人工光型植物工場を立ち上げた。水中プラズマによる空気と水から防藻効果のある液体肥料の開発を進め、ある条件下において防藻効果が発現することを特定した。また、液体肥料を効率よく合成するため、触媒試験用高速・多機能 FTIR ガス分析装置を設置し、さらに育成した作物に含まれるたんぱく質、脂質、炭水化物、全窒素やエネルギーを測定する準備を進め、元素分析装置の導入も行った。

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及び太陽電池・熱電池に連携したフライホイール型高エネルギー密度蓄電システムの開発を目的に活動を推進している。

2017 年度は、高効率宇宙用太陽電池実現に向け、Mo 電極をコーティングした超軽量ポリイミド基板を開発し、各種太陽電池の基材として使用できる放射線耐性を有することを明らかにした。高性能長寿命 CFRP フライホイールバッテリーシステムの構築を目指して、CFRP 回転体の応力解析を実施し、高性能化、長寿命化に対する CFRP の概念設計を行った。温度差環境実証装置の基本設計を実施した。

3. 4. 水・空気再生技術チームについて

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

2017 年度は、メタン処理を行うための新規光触媒の探索を行った。その結果、光触媒である酸化チタンに対する金属化合物担持は、光触媒反応により引き起こされるメタン分解に対して影響を与える知見を得た。またメタン分解を定性・定量できるようガスクロマトグラフ質量分析計の調整・整備を行った。

4. 研究活動の展望

本研究センターでは、本学が伝統的に得意とする物理・化学の分野のうち、光触媒、創・蓄・省エネルギー、IoT といった要素技術を集積・高度化し、将来的には宇宙という人間のフロンティアを拡大する際に不可欠な閉鎖空間で長期滞在できる技術の確立を目指すものである。この技術は、災害によって周囲から物資やエネルギーといったライフラインが絶たれた被災地でも利用可能であるため、災害に強い住宅を作るという観点で、我が国の国土強靭化といった社会的課題にも貢献するものである。本学は既に複数の大企業と連携しているが、研究開発をする技術はこれらの連携企業に速やかに技術移転し、企業の実用化技術として昇華する力を使って社会実装することを目指す。現状で我が国の宇宙関連産業は世界シェア 1%の 3,000 億円程度と言われ他産業と比べて極めて小さいが、本センターでの取組みを通じて、この宇宙産業の活性化に貢献することもできる。研究開発は 4 つのチームが相互に連携しながら研究を進め、将来的には本学に成果を実証する建築物を設置して、技術の実証とブランド化の象徴とする。

5. むすび

本センターでは、スペースアグリ技術、創・蓄エネルギー技術、水・空気再生技術が一体となり、スペース QOL デザインチームが事業を統括する体制で 5 年間の研究を実施する。これらの研究開発による技術の蓄積は大学の研究力の基盤となるものであり、本拠点が培った知見や技術を大学の資産として活用するため、事業終了後も研究拠点を継続・発展させる。

本センターは、学内の研究者は勿論のこと、広く社会へ開かれたものとして、産業界等のニー

ズを反映しつつ開発を行う。国内外を問わず学外の企業や研究機関との共同研究等に活用することで、実学と技術移転の宇宙研究といえば東京理科大学と認識されることを目指し、本学の「中期計画」にも掲げる「世界の理科大」の一翼を担う研究拠点へと継続的に発展することを目指す。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1. Quick Report on On-Board Demonstration Experiment for Autonomous-Visual-Guidance Camera System for Space Debris Removal, Shinichi Kimura, Yuta Horikawa, and Yasuhiro Katayama, The 31st ISTS Special Issue of Transaction of JSASS, Aerospace Technology Japan,(in press)(査読有)
2. Temperature Measurement of Super-Cooled Droplet in Icing Phenomenon by Means of Dual-Luminescent Imaging, M. Tanaka, K. Morita, H. Mamori, N. Fukushima and M. Yamamoto, Journal of Thermal Science, Vol.26, No.4,(2017_7), pp.316-320 DOI:10.1007/s11630- 017-0944-5 (査読有)
3. Examination of Sub-stroke and Face Authentication for e-Testing, Taisuke Kawamata, Takako Akakura, Proceedings of the 2017 IEEE Region 10 Conference (TENCON), pp123-126, 2017, DOI:10.1109/TENCON.2017.8227848 (査読有)
4. Daichi Kondo, Lizhong Mu, Frédérick de Miollis, Tetsuya Ogawa, Motochika Inoue, Toshihiro Kaneko, Takahiro Tsukahara, Harunori N. Yoshikawa, Farzam Zoueshtiagh & Ichiro Ueno, Acceleration of the macroscopic contact line of a droplet spreading on a substrate after interaction with a particle, Int. J. Microgravity Science and Application 34, 340405, 2017 (査読有)
5. ″Toward Wearable Energy Storage Devices: Printable Paper-based Biofuel Cells by Rational Design″, Isao Shitanda, Misaki Momiyama, Naoto Watanabe, Tomohiro Tanaka, Seiya Tsujimura, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, ChemElectroChem, 4 (10), 2460-2463 (2017).(査読有)
6. Solution Plasma Process-Derived Defect-Induced Heterophase Anatase/Brookite TiO_2 Nanocrystals for Enhanced Gaseous Photocatalytic Performane, Sudhagar Pitchaimuthu, Kaede Honda, Shoki Suzuki, Akane Naito, Norihiro Suzuki, Ken-ichi Katsumata, Kazuya Nakata, Naoya Ishida, Naoto Kitamura, Yasushi Idemoto, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Osamu Takai, Tomonaga Ueno, Nagahiro Saito, Akira Fujishima, Chiaki Terashima, ACS Omega, 3, 898-905, 2018 (査読有)
7. Selective Inactivation of Bacteriophage in the Presence of Bacteria Using Ground Rh-Doped $SrTiO_3$ Photocatalyst and Visible Light, Yuichi Yamaguchi, Sho Usuki, Yoshihiro Kanai, Kenji Yamatoya, Norihiro Suzuki, Ken-ichi Katsumata, Chiaki Terashima, Tomonori Suzuki, Akira Fujishima, Hideki Sakai, Akihiko Kudo, Kazuya Nakata, ACS Appl. Mater. Interfaces, 9, pp 31393-31400, 2017. (査読有)
8. Influence of Surface Morphology and Conductivity on Photocatalytic Performance of Solution-Processed Zinc Oxide Film, Jeongsoo Hong, Nobuhiro Matsushita, Takashi Shirai, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, Ken-ichi Katsumata, Chemistry - An Asian Journal, 12, pp 2480-2485, 2017. (査読有)
9. “Oxidation behavior of carbon fiber-dispersed ZrB_2-SiC-ZrC triple phase matrix composites in oxyhydrogen torch environment”, Ryo Inoue, Yutaro Arai, Yuki Kubota, Ken Goto, Yasuo Kogo, Ceramics International, 44 (7)(2018) 8387-8396.(査読有)
10. Local out-of-plane deformation of CFRP ablator under rapid heating, Jun Koyanagi, Fukuda Y, Yoneyama S, Hirai K, Yoshimura A, Aoki T, Ogasawara T, Advanced Composite Materials, Vol.26 (2017), pp.23-34.
11. Low-light color image enhancement via iterative noise reduction using RGB/NIR sensor, Hiroki Yamashita, Daisuke Sugimura, Takayuki Hamamoto, SPIE Journal of Electronic Imaging, Vol.26, No.4, pp.043017-1-043017-13, 2017 (査読有)

12. Soft X-ray Imager aboard Hitomi (ASTRO-H), Tanaka, T., Uchida, H., Nakajima, H., Tsunemi, H., Hayashida, K., Tsuru, T.G., Dotani,T Nagino, R., Inoue, S., Katada, S., Washino, R., Ozaki, M., Tomida, H., Natsukari, C., Ueda, S., Iwai, M., Mori, K., Yamauchi, M., Hatsukade, I., Nishioka, Y., Isoda, E., Nobukawa, M., Hiraga, J.S. Kohmura, T., Murakami, H., Nobukawa, K., K. Bamba, A., and Doty, J.P., Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems, Volume 4, id. 011211, 2018 (査読有)
13. Wireless Network Optimization Method based on Cognitive Cycle using Machine Learning, Koji Oshima, Takumu Kobayashi, Yuki Taenaka, Kaori Kuroda, Mikio Hasegawa, IEICE Communications Express, doi.org/10.1587/comex.2018XBL0061, 2018.(査読有)
14. A Proposal of Objective Evaluation Measures Based on Eye-Contact and Face to Face Conversation for Videophone, Keiko Masuda, Ryuhei Hishiki, Seiichiro Hangai, Proceedings of International Conference on Image Analysis and Processing, vol.2, pp 343-350, 2017 (査読有)
15. “Investigation of $LaVO_3$ based compounds as a photovoltaic absorber”, M. Jellite, J.-L. Rehspringer, M. A. Fazio, D. Muller, G. Schmerber, G. Ferblantier, S. Colis, A. Dinia, M. Sugiyama, A. Slaoui, A. Minj, D. Cavalcol, T. Fix: Solar Energy, 162 (2018) 1-7.
16. K. Takagi, H. Gotoda, I. T. Tokuda, and T. Miyano, Physical Review E, vol.96, 052223 (7 pages), 2017 (査読有).

著書

1．実践的CFD（数値流体力学）入門, 総監修:山本誠, pp.1-288, メディカ出版, (2017_3)
2．Ichiro Ueno, Tomohiro Osawa, Yasusuke Hattori, Takahito Saiki, Jun Ando, Kazuna Horiuchi and Yusuke Koiwa, Chap.6.8 Vapor Bubble Behaviors in Condensation, in Boiling Research and Advances (eds., Yasuo Koizumi, Masahiro Shoji, Masanori Monde, Yasuyuki Takata and Niro Nagai), Elsevier, Amsterdam, 562-581, 2017 (20170621) (ISBN: 978-0-08-101010-5)
3．CO_2 Reduction by Photocatalysis on TiO_2, D. Luo, W. Ma, L. Wu, K. Nakata, Advanced Solid Catalysts for Renewable Energy Production, IGI Global: 2017.
4．Jun Koyanagi and Mio Sato, Chapter xx (TBD) Time and Temperature Dependence of Transverse Tensile Failure of Unidirectional Carbon Fiber Reinforced Polymer Matrix Composites, in ″Creep and fatigue in polymer matrix composites Ed. 2″ edited by R. M. Guedes, Published from Woodhead Publishing Limited (Under edited 2017)
5．ネットワーク・カオス －非線形ダイナミクス，複雑系と情報ネットワークー，中尾裕也，長谷川幹雄，合原一幸，電子情報通信学会監修 情報ネットワーク科学シリーズ第4巻（コロナ社創立90周年記念出版）コロナ社，2018.1.15.

招待講演

1．“印刷技術を利用した酵素バイオ燃料電池の開発と自己駆動型ウェアラブルヘルスケアデバイスへの応用”，四反田功，2017年生命化学系学会合同年次大会（ConBio2017），2017.12.6，神戸国際会議場.
2．Attempt to enhance the photocatalytic performance on mesoporous TiO2 thin film, Norihiro Suzuki, Akihiro Okazaki, Haruo Kuriyama, Izumi Serizawa, Chiaki Terashima, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Akira Fujishima, Second International Conference on Advances in Materials Science (ICAMS-2017)(Jath, Dec., 2017)(Keynote)
3．Applications of Photocatalysis in Biology, 中田一弥, The 15th International Conference on Advanced Materials, Kyoto・Kyoto University, 2017.
4．特異ナノ構造の合成と光触媒への応用展開，勝又健一，第12回新機能無機物質探索研究センターシンポジウム，仙台，2017.
5．ニューラルネットワークによる最適化と無線リソース割当への応用，長谷川幹雄，電子情報通信学会 総合大会，東京，2018.

特許

1．金成主，長谷川幹雄，黒田佳織，加藤拓樹，公開特許公報，チャネル選択方法，特開 2017-130778，2017

2．長谷川幹雄，安田裕之，本田悠貴，中尾裕也，堀尾喜彦，合原一幸，“デバイス同士を同期する自律同期システム及び、自律同期方法”，(2018.4.23 特許査定)

広報

1．向井千秋，寺島千晶，私立大独自研究に活路　宇宙、地域振興 18 歳人口減少、ブランド協会へ，読売新聞，2018 年 1 月 12 日朝刊

2．向井千秋，長期宇宙滞在技術 5 年で実用化へ「スペース・コロニー研究センター」発足，日刊建設工業新聞，2018 年 3 月 14 日

3．向井千秋，木村真一，寺島千晶，飯田努，中田一弥，″Out of this world:Inside Japan's space colony centre″，AFP (France，news agency)，2018 年 3 月 30 日

4．実験で理科へ関心 諏訪で子ども向けセミナー，長野日報 2017 年 7 月 10 日.

5．中田一弥，第 342 回オプトフォーラム通信 2017.

受賞

1．Hitoshi Sasaki，Takako Akakura，IEEE Education Society 2017 Chapter Achievement Award，IEEE，2017

2．Aunee Azrina Zulkifli，Kaori Kuroda and Mikio Hasegawa，ASON Best Paper，The Fifth International Symposium on Computing and Networking，2017.

3．長谷川幹雄，活動功労賞，電子情報通信学会 通信ソサイエティ，2017.

4．菅原護，雨車和憲，半谷精一郎，電子情報通信学会画像工学研究会 IE 賞，電子情報通信学会 2018.3

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・技術開発を推進する。

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」
推進システムにおいて安全上問題となるマルチフィジックス現象に対して、モデル化、予測手法の開発、現象の数値的解明、実験による検証データ取得を進めている。2017 年度に取り組んだ現象は、サンドエロ―ジョン、着氷、粒子付着などである。

半谷　精一郎
「低伝送容量通信路に対応する対面画像通信に関する研究」
宇宙空間における対面画像通信においては、既存の MPEG よりも少ない符号量の新しい符号化方式が要求される。そこで、モノクロかつ低解像度の画像からカラーの高解像度画像の合成方法である非線形超解像処理の提案を行ない、実証実験によりその効果を定量的に明らかにする。

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。さらに、取得したマルチバンドの情報から、人間のストレス等の健康状況を把握するために必要となる特徴量を抽出した上で、被験者の健康状況をリアルタイムで認識する方式について検討する。

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、よる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

「顔情報と筆記情報を用いた精神状態の推定に関する研究」

宇宙閉鎖空間での QOL の向上を目指すためには、まず現在の状態を把握することが重要である。しかしながら、逐次的経時的に健康状態をチェックしたりすれば、そのこと自体がストレスとなる可能性がある。そこで、対象者に特別の動作や操作を求めなくても取得できるデータを用いて精神的健康状態を把握することを目的として、タブレット PC を使って日誌等を記すときの筆記情報（筆圧、筆速、ペンの傾き、座標等）やカメラから得られた顔情報を用いて精神状態を推定するモデルを構築する。

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。

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」

宇宙施設における微小重力下での人の移動は、手で周壁の手すりなどを捕まりながらの移動が求められる。一方、宇宙施設においては、デブリの衝突や火災等の様々なハザードの出現に対して空間の移動が求められるが、通常ハッチを経由して隣接空間などに移動しなければならない。こうした緊急時の移動に対して、空間及びハッチにおける効果的な手すり配置などを提案する。

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、センシング素子の開発（印刷型イオンセンサのプラットフォーム開発）を行った。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・評価した。

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

「排泄水の浄化・再資源化を目指した簡易水処理システムの開発」

宇宙での定住計画を実現するためには、排泄水の浄化・再資源化が必要不可欠である。地上では様々な浄水技術が既に実用化されているが、設備が大規模なため宇宙ステーション規模での有限空間内での使用には適さない物も多い。本研究では、光触媒とオゾンを併用した小型水処理システムを作製し、難分解性有機物の分解実験によりその有用性を確認した。今後は、尿の再資源化を想定した尿素水からの液肥作製に取り組みたい。

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

「耐放射線特性を有する軽量・高効率な宇宙用太陽電池の開発」

化合物太陽電池 Cu_2ZnSnS_4 や、酸化物半導体を用いた透明太陽電池に対し、電子線・陽子線を照射し、放射線劣化メカニズムを検討した。これらの太陽電池は、放射線照射による内因性欠陥の総量が余り変化しないため、一般的な Si 系太陽電池よりも数十～数百倍の耐性があることを明らかにした。また、軽量太陽電池実現のため、ポリイミド薄膜上に各種太陽電池の裏面電極に用いる Mo を堆積した基材の耐放射線特性を検討した。

小柳　潤

「高性能長寿命 CFRP フライホイールバッテリーシステムの構築」

地球外で汎用的に利用できる高性能長寿命 CFRP フライホイール蓄電システムの構築を行う。化学電池はエネルギー密度の観点では優れているが、使用環境に制限があり地球外で汎用的に使用するには困難を伴う一方、フライホイール蓄電システムではこの弱点を補うことが可能であり、将来の人類の宇宙進出には欠かせない技術である。高エネルギー密度・超長寿命を満たす CFRP 回転体を新しく開発することで当研究課題を推進する。

水・空気再生技術チーム

中田　一弥

「光触媒を利用した閉鎖空間内の環境浄化」

閉鎖空間内に存在するメタンを分解するための新規光触媒の探索を行った。その結果、光触媒に担持した金属化合物は、光触媒反応に大きな影響を与えることがわかった。また光触媒反応を利用してメタンから殺菌剤となる過酸化物の生成を計画した。

勝又　健一

「多孔質ガラスを用いた水質浄化」

ガラスファイバーを多孔質化することで対象成分の吸着を促進し、水中からの除去を目指す研究である。多孔質ガラスファイバーを作製することができたので、次に、排尿に含まれるアンモニウムイオン、硝酸イオン、リン酸イオンの選択的吸着除去について評価を行っていく。

ナノカーボン研究部門

ナノカーボン研究部門について

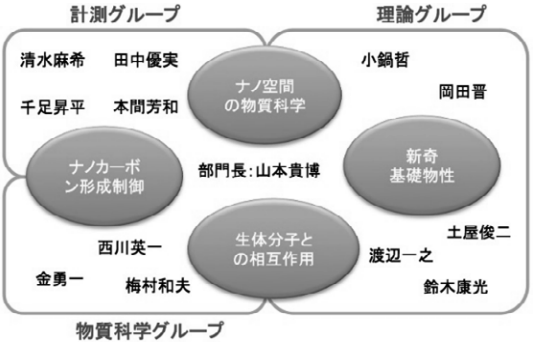
1. 概要

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

ナノチューブ・グラフェンに関わる広い分野の中で、主に以下の分野を対象として特徴ある研究を展開する。

・ナノカーボン形成制御：ナノチューブの位置制御、グラフェンの大面積化等、ナノカーボンを応用するために必要な形成制御技術を確立する。
・ナノ空間の物質科学：ナノチューブの表面や内部空間に局在化された物質の状態およびその新奇物性を解明する。また、ナノ空間における物質の状態図を明らかにする。
・ナノチューブと生体分子との相互作用：DNA・ナノチューブ複合体の光物性を解明する。また、ナノチューブによる生体分子認識技術を確立する。
・新奇物性の解明：第一原理計算、分子動力学計算等の理論的研究と単一ナノチューブ計測技術、グラフェン計測技術の連携によりナノチューブ、グラフェンの電子物性、高速電子との相互作用、超伝導性、磁性に関する新奇物性を解明する。



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

メンバーは上記の 4 つの研究分野に関して、個別トピックスごとに適宜連携研究を実施しており、リジッドなグループは形成していない。全体のイベントとしては、平成 29 年度は、第 11 回ナノカーボンセミナーを開催する他、最終報告会を兼ねて「ナノカーボン研究部門ワークショップ 2017」を催した。各分野における主な成果を以下に示す。

3. 1. ナノ空間の物質科学

グラファイト骨格内に Pt 原子を埋め込む手法に基づいた Pt/カーボン系酸素還元（ORR）触媒の高活性化の可能性を検証すべく、グラッシーカーボン（GC）担体を用いたモデル系を中心に、Pt ナノ粒子をアークプラズマ蒸着（APD）法によって堆積させる際の放電エネルギーと GC 基板の性状変化および白金粒子の ORR 活性との関係を評価した。結果、APD 後の GC ディスクのダメージが大きいほど Pt ナノ粒子の面積比活性が大きくなる傾向にあることが分かり、カーボン骨格中に埋め込まれた白金原子とカーボンとの相互作用が白金ナノ粒子の ORR 活性に寄与する可能性が示された。（田中）

3. 2. ナノカーボンの形成制御

2 次電子に対するハイパスフィルタを用いて、Pd, Cu, Ni 上に単層グラフェンを被覆したことによる 2 次電子スペクトルの変化を調べた。Pd, Cu では単層グラフェン被覆による変化はピークエネルギーが僅かに低エネルギー側にシフトするだけであったが、Ni では数 eV 低エネルギー側にシフトした。シフトの大きさはそれぞれの金属基板から発生する 2 次電子のピークエネルギー

と相関があり、基板からの 2 次電子のエネルギーが高いほど、グラフェンから低速の二次電子が生成されることを示している。(本間・清水)

多層カーボンナノチューブ (VGCF) を用いてろ過法により MWNT 薄膜を作製し、熱電特性評価測定 (ZEM) したところ、高いゼーベック値 (70μV/K) となることがわかった。(西川・金)

3. 3. 生体分子との相互作用

DNA で被覆したカーボンナノチューブをセンサーとして用い、さまざまな色素の消光現象について定量解析した。DNA のカーボンナノチューブへの吸着を定量計測するために、蛍光消光現象を利用した新規な手順を考案した。(梅村)

3. 4. 新奇基礎物性

単一架橋 CNT をラマン分光法で計測することにより、ラマンスペクトルの標準データを取得している。CNT の G モードに関して、チューブの軸方向の G+モードと円周方向の G-モードそれぞれのラマンテンソルを決定した。また、中間の波数帯 (300-500cm^{-1}) に現れる IFM が D モードと同様に欠陥導入により強度が増加することを明らかにした。(本間・清水)

カーボンナノチューブ薄膜の熱電特性を測定した。膜厚や薄膜のモルフォロジーを変化させたが大きな変化がみられずフェルミエネルギーの位置が問題であることがわかった。ゲート電圧による変調と低温での測定にむけて、測定系のチェックを行っている。(本間・清水)

単層グラフェンと二層グラフェンの弾性電子散乱透過率の実験結果を時間依存第一原理計算 (TDDFT 法) によるシミュレーションによって説明、解釈することができた。単層グラフェンと単層シリセンからの角度分解 2 次電子放出スペクトルを TDDFT 法によって決定し、原子層に属する非占有軌道のうち特徴的なエネルギー準位から 2 次電子が放出されることを突き止めた。CNT に照射するフェムト秒レーザーの入射角度によって放射電流が大きく変化することが実験で報告されたが、我々は TDDFT 法による数値解析によって、レーザー照射角度とプラズモン励起確率の間の強い相関を明らかにし、放出電流特性を理論検証した。先端形状の異なるナノスケール対向電極間に交流電圧が印加されたときに整流効果が現れることを数値的に明らかにした。一次元の二電子散乱問題を数値的に解くことによって、密度汎関数理論で最も重要な項である交換相関ポテンシャルの厳密形状を、限定された系についてであるが、数値的に決定することに成功した。(渡辺、鈴木)

熱電変換材料としてのカーボンナノチューブの可能性を明らかにすべく、久保理論と温度グリーン関数法に基づく熱電応答理論を完成させ、その理論を不純物ドープしたカーボンナノチューブに応用し、1 次元材料であるカーボンナノチューブに特有バンドエッジ効果による巨大熱電出力が起こることを明らかにした。(山本)

グラフェン表面に凝集した界面水のミクロスコピックな構造を明らかにした上で、界面水がグラフェンの電子状態に及ぼす影響を調べた。(山本)

欠陥を有する 2 層のグラフェン FET において、電界効果による電荷蓄積現象を欠陥の電極に対する相対配向、欠陥構造の観点から明らかにした。その結果、欠陥種やその配向により電荷蓄積が抑制される場合があることを予言した。(岡田)

zigzag 端を有する BN リボンにおいて、その端における極性が歪みや端の水素終端により変調されることを第一原理計算から明らかにした。すなわち、歪みと水素終端により極性の反転が起こり得ることを示した。(岡田)

sp_2炭素を構造体として種々の 2 次元炭素共有結合ネットワークの物質設計を行った。一つはラジカルを有する炭化水素分子を蜂の巣格子状にならべ、それらの間をアセンで結合した 2 次元シートでは、アセンに起因するカゴメ平坦バンドとラジカル分子の作るディラックバンドがフェルミレベ近傍に出現し、両者の競合により特異な電子物性が期待されることを示した。(岡田)

近年の vdW ヘテロ構造合成技法の発展を受けて、vdW 補正を考慮に入れた DFT を用いて、C_{60}薄膜とグラフェンからなるヘテロ薄膜の安定構造と電子物性の解明を行った。特に歪み印加により両者の間の束縛エネルギーが変化し、特に圧縮歪みにおいてグラフェンから C_{60} への電荷移動がおこり、炭素のみからなる電荷移動系が実現されることを予言した。(岡田)

4. 研究活動の展望

本研究部門では今年度、エネルギー創成科学懇談会（通称：エネ懇）と連携して生み出した研究テーマ「ナノカーボン熱電発電」に取り組み始めた。この研究課題は、徹底した省エネ社会の実現や IoT 社会の実現を支える基盤技術となり得る重要な研究課題である。部門の研究期間の後半から開始したこともあり、当然、期間内で目標達成するような課題ではなく、今後さらに学内での共同研究を強化して進めていくべき重要課題である。また今年度は、本部門メンバーおよび学生が国際会議・学会等で 20 件もの賞を受賞したことからも分かるように、本部門の研究成果が学外で高く評価されていることは特記に値する。

5. むすび

ナノカーボン研究部門は平成 29 年 9 月 30 日に期間満了で終了したが、4. で述べた新規研究テーマ「ナノカーボン熱電発電」を引き続き活性化させることを 1 つの目標に、平成 30 年 4 月 1 日から再スタートすることになった。再スタートしたナノカーボン研究部門では、是非とも本研究テーマを発展させ、理科大ならではの研究成果を世間に広く発信していきたい。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文（57 報）

1．Crossover of 2D graphene and 3D carbon island growth on Cu-In alloy surface, Y. Hoshi, J. Takahashi, H. Wang, H. Kato, and Y. Homma, Surf. Sci. 670, 72-75 (2018)(査読有)
2．Monitoring the antioxidant effects of catechin using single-walled carbon nanotubes: Comparative analysis by near-infrared absorption and near-infrared photoluminescence, Y. Ishibashi, M. Ito, Y. Homma, and K. Umemura, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 161, 139-146 (2018)(査読有)
3．ナノカーボン表面の濡れ，本間芳和，山本貴博，理大 科学フォーラム 401, 16-19 (2017)(査読無)
4．Microscopic Analysis of Graphene and Carbon Nanotube Growth, Y. Homma, J. Surf. Anal. 24, 151-158 (2017)(査読有)
5．Formation Mechanism of Secondary Electron Contrast of Graphene Layers on a Metal Substrate, K. Shihommatsu, J. Takahashi, Y. Momiuchi, Y. Hoshi, H. Kato, and Y. Homma, ACS Omega 2, 7831-7836 (2017)(査読有)
6．Effect of interfacial water formed between graphene and SiO_2/Si substrate, T. Koyama, T. Inaba, K. Komatsu, S. Moriyama, M. Shimizu, and Y. Homma, Appl. Phys. Express 10, 075102-1-3 (2017)(査読有)
7．Time-dependent first-principles study of angle-resolved secondary electron emission from atomic sheets, Y. Ueda, Y. Suzuki, K. Watanabe, Phys. Rev. B 97, 075406-1～7 (2018).(査読有)(Featured as an Editors' Suggestion)
8．Exact Time-Dependent Exchange-Correlation Potential in Electron Scattering Processes, Y. Suzuki, L. Lacombe, K. Watanabe, N.T. Maitra, Phys. Rev. Lett.119, 263401-1～6 (2017).(査読有)
9．Virtual substrate method for nanomaterials characterization, B.D.J. Liu, M. Yamamoto, Y. Ueda, K. Watanabe, N.T. Cuong, S. Li, K. Tsukagoshi, H. Yoshikawa, H. Iwai, S. Tanuma, H. Guo, Z. Gao, X. Sun,a and Z. Ding, Nat. Commun. 8, 15629-1～9 (2017).(査読有)
10. Morphology Dependence of the Thermal Transport Properties of Single-Walled Carbon Nanotube Thin Films, S. Yoshida, Y. Feng, C. Delacou, T. Inoue, R. Xiang, R. Kometani, S. Chiashi, E. Kauppinen, S. Maruyama, Nanotechnol. 28, 185701-1-185701-7 (2017).(査読有)
11. Extended alcohol catalytic chemical vapor deposition for efficient growth of single-walled carbon nanotubes thinner than (6,5), B. Hou, C. Wu, T. Inoue, S. Chiashi, R. Xiang, S. Maruyama, Carbon 119, 502-510 (2017).(査読有)
12. Water-assisted self-sustained burning of metallic single-walled carbon nanotubes for scalable transistor fabrication, K. Otsuka, T. Inoue, Y. Shimomura, S. Chiashi, S. Maruyama, Nano Research 10, 3248-3260 (2017).(査読有)
13. Macroscale Tribological Properties of Fluorinated Graphene, K. Matsumura, S. Chiashi, S. Maruyama, J. Choi, Appl. Surf. Sci. 432, 190-195 (2018).(査読有)
14. The Effect of Water Temperature on Diameter of Carbon Nanotubes Synthesized Using Under Arc Discharge, Y. Kim, E. Nishikawa and Y. Watanabe, Vacuum and Surf. Sci. 61, 157-161 (2018).(査読有).
15. Localized Higgs modes of superfluid Bose gases in optical lattices: A Gutzwiller mean-field study, S. Tsuchiya and I. Danshita, Phys. Rev. A 96, 043606 (2017).(査読有)
16. Structure of water clusters on graphene: A classical molecular dynamics approach, Y. Maekawa, K. Sasaoka, T. Yamamoto, J. Appl. Phys. 57, 035102 (2018).(査読有)

17. Possible High Thermoelectric Power in Semiconducting Carbon Nanotubes ~A Case Study of Doped One-Dimensional Semiconductors~, Takahiro Yamamoto and Hidetoshi Fukuyama, J. Phys. Soc. Jpn. 82, 024707 (2018).(査読有)
18. Detuning dependence of higher-order harmonic generation in monolayer transition metal dichalcogenides, T. Tamaya, S. Konabe and S. Kawabata, Japanese Journal of Applied Physics (掲載可)
19. Piezoelectric coefficients of bulk 3R transition metal dichalcogenides, S. Konabe and T. Yamamoto, Japanese Journal of Applied Physics 56, 098002-1-3 (2017).(査読有)
20. Super-micron-scale Atomistic Simulation for Electronic Transport with Atomic Vibration: Unified Approach from Quantum to Classical Transport, K. Ishizeki, K. Sasaoka, S. Konabe, S. Souma and T. Yamamoto Phys. Rev. B 96, 035428-1-8 (2017).(査読有)
21. Direct comparison of single- and multi-walled carbon nanotubes in fluorescence quenching phenomenon, S. Oura, K. Umemura, Jpn. J. Appl. Phys. 57, 03EK04 (2018).(査読有)
22. Sublattice site dependence of local electronic states in superstructures of CO built on a Cu (111) surface, M. Nantoh, K. Takashima, T. Yamamoto, K. Ishibashi, Phys. Rev. B 96, 035424 (2017).(査読有)
23. Transport phenomena of electrons at the carbon nanotube interface with molecular adsorption, Takuya Kokabu, Kengo Takashima, Shuhei Inoue, Yukihiko Matsumura and Takahiro Yamamoto, J. Appl. Phys. 122, 015308 (2017).(査読有)
24. Optimization of Thermoelectric Power Factor and Deviation from Mott's formula of Edge-disordered Semiconducting Graphene Nanoribbons, T. Izawa, K. Takashima, S. Konabe and T. Yamamoto, Synthetic Metals 225, 98-102 (2017).(査読有)
25. Using a fluorescence quenching method to detect DNA adsorption onto single-walled carbon nanotube surfaces, K. Umemura, S. Sato, G. Bustamante, J.Y. Ye, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 160, 201-206, 2017 (査読有)
26. Adsorption of DNA binding proteins to functionalized carbon nanotube surfaces with and without DNA wrapping, Y. Ishibashi, S. Oura, K. Umemura, European Biophysics Journal with Biophysics Letters 46 (6), 541-547 (2017).(査読有)
27. Development of non-platinum oxygen reduction catalysts prepared from metal-organic framework using 4,4'-bipyridine as a bridging ligand, Y. Shimbori, H. Shiroishi, R. Ono, S. Kohsaka, M. Saito, T. Yoshida, H. Katagiri, K. Miyazawa, Y. Tanaka, Materials Science & Engineering B 228,190-197 (2018).(査読有)
28. Characterization of the platinum nanoparticles deposited on C60 fullerene nanowhiskers, K. Miyazawa, M. Yoshitake, Y. Tanaka, Surface Engineering, DOI: 10.1080/02670844.2017.1396779 (2017.11) 6 pages (査読有)
29. K. Miyazawa, M. Yoshitake, Y. Tanaka, HRTEM analyses of the platinum nanoparticles prepared on graphite particles using coaxial arc plasma deposition, J. Nanoparticle Rresearch, 19[6] 191, DOI 10.1007/s11051-017-3895-6 (2017.5) 9 pages (査読有)
30. Fermi level pinning for the carrier accumulation in bilayer graphene with atomic defects by an external electric field, K. Kishimoto and S. Okada, Appl. Phys. Lett. 110, 011601 (2017).(査読有)
31. Effect of a charged impurity on carrier accumulation into graphene by an external electric field, M. Matsubara and S. Okada, Appl. Phys. Express 10, 025101 (2017).(査読有)
32. Polarity control of h-BN nanoribbon edges by strain and edge termination, A. Yamanaka and S. Okada, Phys. Chem. Chem. Phys. 19, 9113-9117 (2017).(査読有)
33. Electrostatic potential barrier for electron emission at graphene edges induced by the nearly free electron states, Y. Gao and S. Okada, Appl. Phys. Express 10, 055104 (2017).(査読有)

34. Strain-induced charge transfer and polarity control of a van der Waals heterosheet comprising C60 and graphene, Y.A. Saucier, S. Okada, and M. Maruyama, Appl. Phys. Express 10, 095101 (2017).(査読有)

他 23 報

招待講演（20 件）

1．山本貴博, 福山秀敏,“窒素ドープされたカーボンナノチューブでのパワーファクターの理論”, 日本物理学会 第 73 回年次大会（2018 年), 東京理科大学・野田キャンパス（千葉県野田), 2018 年 3 月 23 日

2．山本貴博,“柔らかな界面における熱・電荷輸送：はじめに”, 日本物理学会 第 73 回年次大会(2018 年), 東京理科大学・野田キャンパス（千葉県野田), 2018 年 3 月 22 日

3．山本貴博,“熱電材料としてのカーボンナノチューブ”, 電気通信大学ナノトライボロジー研究センター第二回シンポジウム「物性科学から工学へ」, 電気通信大学（東京都調布), 2018 年 3 月 7 日

4．福山秀敏, 山本貴博,“ゼーベック係数の線形応答理論とその応用 -Beyond Boltzmann”, 東北大学金属材料研究所共同利用・共同研究ワークショップ「多自由度・多階層性が協奏する物質材料システムの科学」, 東北大学金属材料研究所講堂（仙台), 2017 年 12 月 4 日

5．山本貴博,“熱電変換材料としてのカーボンナノチューブ～理論研究を中心に～”, 日本学術振興会「炭素材料第 117 委員会」324 回研究会, 東京大学（東京都文京区), 2017 年 12 月 21 日

6．山本貴博,“熱電変換材料としてのカーボンナノチューブ”, 日本学術振興会「先端ナノデバイス・材料テクノロジー第 151 委員会」平成 29 年度 第 4 回研究会「ナノ構造体材料のエネルギーデバイス応用」, 理化学研究所（東京都和光), 2017 年 11 月 14 日

7．K. Takashima and T. Yamamoto,“Influence of edge disorder on device characteristics of graphene-ribbon FETs”, Collaborative Conference on Materials Research (CCMR) 2017, Jeju island, South Korea, 2017 年 6 月 28 日

8．K. Ishizeki, K. Sasaoka, S. Konabe, S. Souma and T. Yamamoto,“Million-Atom Simulation on Inelastic Electronic Transport in Carbon Nanotubes”, Collaborative Conference on Materials Research (CCMR) 2017, Jeju island, South Korea, 2017 年 6 月 29 日

9．千足昇平, 本間芳和,“分光計測を用いた孤立架橋単層カーボンナノチューブにおける熱物性計測”, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 早稲田大（新宿区), 2018 年 3 月 19 日

10. 本間芳和, 齋藤裕太, 田中湧一郎, 清水麻希, 千足昇平, “二次元シートとしてみた単層カーボンナノチューブ”, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 早稲田大（新宿区), 2018 年 3 月 18 日

11. Y. Homma and S. Chiashi,“Measurements of Thermodynamic Properties on Nano-Scale by Single Carbon Nanotube Spectroscopy”, 2017 International Conference on Functional Carbons (ICFC), National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan, 2017 年 11 月 2 日

12. Y. Homma and S. Chiashi,“Single Carbon Nanotube Spectroscopy”, The 15th International Conference on Advanced Materials (IUMAS-ICAM 2017), Kyoto, Japan, August 30, 2017

13. 小鍋哲,“ナノカーボン・原子層材料の物性物理”, 第 7 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン若手研究会, 京都大学, 2017 年 9 月

14. 小鍋哲,“ワイル半金属における表面プラズモンポラリトン～アクシオンプラズモニクスへ向けて～”, 日本学術振興会「光エレクトロニクス第 130 委員会」第 307 回研究会, 東京理科大学, 2017 年 5 月

15. K. Umemura,“Oxidation/reduction of carbon nanotubes monitored by near-infrared photoluminescence and absorbance”, 6th International Conference on Nanostructures, 6th International Conference on Nanostructures, Nanomaterials and Nanoengineering, Tokyo University of Science, Tokyo, Japan, 2017 年 10 月

16. K. Umemura,“Biophysics is a junction between bioscience and nanotechnology”, 19th SPVM National Physics Conference, 2017 ASEAN Conference on Advanced Functional Materials and Nanotechnology, and 5th International Meeting on Complex Systems, University of San Carlos in Cebu City, Philippines, 2017年10月
17. K. Umemura,“Fundamental studies on carbon nanotubes with biological applications”, 19th SPVM National Physics Conference, 2017 ASEAN Conference on Advanced Functional Materials and Nanotechnology, and 5th International Meeting on Complex Systems, University of San Carlos in Cebu City, Philippines, 2017年10月
18. K. Miyazawa, Y. Tanaka, Y. Nemoto, T. Konno, T. Wakahara,“High-resolution transmission electron microscopy characterization of hexagonal C60 fullerene nanowhiskers”, 2017 Sustainable Industrial Processing Summit and Exhibition, Fiesta Americana Condesa Cancun, Mexico, 2017年10月
19. K. Miyazawa, M. Yoshitake, Y. Tanaka,“HRTEM characterization of platinum nanoparticles deposited on various novel nanocarbons using coaxial arc plasma deposition and nanocarbon supports”, 2017 Sustainable Industrial Processing Summit and Exhibition, Fiesta Americana Condesa Cancun, Mexico, 2017年10月
20. Y. Tanaka, M. Mori, Y. Nakajyo, Y. Nishizawa, Y. Aoyama, K. Miyazawa, M. Yoshitake, “Effect of carbon support on ORR activity of Pt/MWCNTs catalyst”, IUMRS-ICA2017, Kyoto, 2017年8月

受賞（7件）

1．山本貴博，東京理科大学 優秀研究者特別賞，2018年2月19日
2．曽澤祥卓（工学研究科 電気工学専攻 山本研究室・M2),“多結晶マグネシウムシリサイドの熱電特性に及ぼす界面の影響”，ポスター賞，第14回日本熱電学会学術講演会優秀，日本熱電学会，2017年9月13日
3．福田美実（東京理科大学グローバルサイエンスキャンパス発展コース，洗足学園高等学校2年生),“垂直配向カーボンナノチューブを用いた最大静止摩擦係数の測定”，奨励賞，第14回日本物理学会Jr.セッション，日本物理学会，2018年3月23日
4．石川諒（東京理科大学グローバルサイエンスキャンパス発展コース，青山学院高等部2年),“カーボンナノチューブのオゾンによる損傷の評価”，奨励賞，第14回日本物理学会Jr.セッション，日本物理学会，2018年3月23日
5．福田美実（グローバルサイエンスキャンパス発展コース，洗足学園高等学校 2 年生),“垂直配向カーボンナノチューブを用いた最大静止摩擦係数の測定”，奨励賞，第14回日本物理学会Jr.セッション，日本物理学会，2018年3月23日
6．黒木泰道（理学部第一部 物理学科 本間研究室・B4),“グラファイト上 MoS_2 のすべり特性”，電気通信大学ナノトライボロジー研究センター第二回シンポジウム，電気通信大学，2018年3月7日
7．四本松康太（理学部研究科 物理学専攻 本間研究室・M2),“Elementary Excitation of Secondary Electron in Graphene on Nickel”, Student Award, 11th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices’17, 2017年12月4日

研究課題（研究者別）

山本　貴博

「ナノ空間・ナノ表面の新規物性に関する理論研究」

カーボンナノチューブに特有のナノ空間とナノ界面に束縛された水の構造と物性（濡れ性や摩擦）を分子動力学シミュレーションによって調べる。また、第一原理計算にもとづいてグラフェンとその関連物質の電子物性や電子輸送現象を調べる。さらに、ナノカーボン物質による熱電変換の可能性を計算科学の立場から調査する。

本間　芳和

「ナノカーボンからの光および 2 次電子放出に関する研究」

単一カーボンナノチューブ（CNT）の分光計測を利用して、CNT 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、その場走査電子顕微鏡法によるグラフェンの観察を通じて、原子層物質に対する 2 次電子像形成機構を解明する。

渡辺　一之

「ナノカーボンと類似物質の電子放射、電子散乱、電子励起の理論」

ナノカーボンや類似物質がレーザーや強電界に晒された時の電子－原子系の応答を理論的に理解する目的で、非平衡励起状態ダイナミクスを追跡する第一原理電子論的手法あるいは半古典論的手法による数値解析を行う。これにより、実験的に報告されている電界電子放射、レーザー駆動電界電子放射、二次電子放出、電子散乱、プラズマ振動励起現象の理論検証と機構解明を目指す。

梅村　和夫

「生体分子との相互作用」

種々の生体分子とナノカーボンの複合体を作製し、その構造物性を明らかにする。ナノカーボンを担体として用いて、生化学反応、特に生体分子認識メカニズムの解明に資する計測技術を開発する。原子間力顕微鏡を用いて、ナノカーボンと生体分子の相互作用を直接計測する。ナノ測定のための独自な光学セルを設計・作製する。

西川　英一

「カーボンナノマテリアルの応用に関する研究」

カーボンナノチューブへの微粒子内包やナノワイヤ内包の研究を行う。具体的には、アーク放電による CNT の合成条件（放電環境を含む）を変化させて CNT 及び物質内包 CNT の合成条件の確立を行う。またカーボンの供給源を代えた新しいカーボンマテリアルの合成方法を探究する。

金　勇一

「カーボンナノマテリアル合成および各種デバイスへの応用に関する研究」

結晶度の高い多層カーボンナノチューブや各種金属ナノカプセルなどのナノカーボン複合体を作製しこれらの物性評価およびデバイスの作製を行う。今年度は多層カーボンナノチューブの薄膜を作製しゼーベック素子や有機太陽電池などの作製を目指す。

田中　優実

「Pt 系酸素還元触媒の活性に及ぼすカーボンの担体効果に関する研究」

白金が具備する重要な機能の一つに、酸素還元反応（ORR）に対する触媒活性がある。本研究では、カーボンナノチューブやグラフェンに代表される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、ナノ粒子の形成過程やカーボンの性状がナノ粒子表面の電子状態や ORR 活性に及ぼす影響について研究している。

小鍋　哲

「ナノカーボン物質・原子層物質の新奇基礎物性に関する研究」

2 次元原子層物質の遷移金属ダイカルコゲナイドの非線形光学応答、特に高次高調波について理論的な研究を行った。その結果、光の偏光方向と高次高調波の次数の間にこの物質特有の関係が成り立つことを明らかにした。また、遷移金属ダイカルコゲナイドのバルク物質の圧電定数、密度汎関数理論に基づく第一原理計算により求め、データベースを作成した。

千足　昇平

「単層カーボンナノチューブの新規構造の構築とその物性評価」

単層カーボンナノチューブ（SWCNT）の構造制御合成技術、SWCNT と他のナノ材料とを組み合わせた新たなナノ構造体の構築、およびそれらの新規物性の探求・解明を目指す。SWCNT においてはカイラリティ制御合成法の開発、グラフェン等のナノ材料についてはその大面積化や高品質化を、さらにこれらナノ材料の光学的分析手法の開発を進める。同時にナノスケールでの特異な現象を見出し、それらを解明していく。

清水　麻希

「カーボンナノチューブの低温における熱電特性」

半導体、金属分離を行ったカーボンナノチューブ（CNT）の熱電特性の温度依存性をフェルミエネルギーを変えながら測定を行う。CNT の長さやモルフォロジーによって、熱電特性がどのように変化するか、明らかにする。

鈴木　康光

「時間依存密度汎関数法（TDDFT）の交換相関項開発と低次元物質の物性解明への応用」

時間依存密度汎関数法（TDDFT）を用いて低次元物質の光物性・輸送特性・電子散乱特性を解明するための、適切な交換相関項の開発研究とその応用計算を行う。特に、様々なナノカーボン物質の光電変換および熱電変換材料への応用の可能性を第一原理計算アプローチにより探る。

岡田　晋

「ナノスケール炭素物質複合構造体の電子物性」

量子論に立脚した計算物質科学の手法を用いて、種々のナノスケール炭素物質複合構造体の電子物性の解明を行った。特に、構造的な不完全性や不均一性を有するナノ炭素物質複合構造への電界効果による電荷蓄積現象の理論的解明を行った。また、sp2 炭素を主たる骨格とした新しい共有結合ネットワーク物質の物質設計とその電子物性の解明を行い、ネットワークトポロジーの制御による特異な電子物性デザインの可能性の提示を行った。

土屋　俊二

「ナノカーボンの超伝導状態」

本研究はグラフェンなどの炭素系物質の超伝導の可能性とその特性について理論的に解明することを目的とする。前年度までの研究で、超伝導体中には超伝導の秩序パラメタの振幅の揺らぎに伴うヒッグスモードと呼ばれる集団励起が存在することがわかった。本年度は、特に超伝導体の不純物の近傍ではヒッグス束縛状態と呼ばれる局在した励起状態が存在することを明らかにし、グラフェンにおける観測可能性について検討した。

加藤　大樹

「ナノカーボン材料を利用した電子顕微鏡用標準試料の作製」

カーボンナノチューブ、グラフェンを用いて走査電子顕微鏡（SEM）の多様な電子検出器、分析器を定量的に評価する。SEM におけるナノカーボン物質の信号形成メカニズムを明らかにし、その知見を基に、他の材料と組み合わせたパターン基板型標準試料の作製を試みる。

未利用熱エネルギー変換研究部門

未利用熱エネルギー変換研究部門について

1. 概要

現在、世界各国で新たな電力創成システムの開発が急務となっている。特に資源小国である本国においては有害排出物を伴わない新エネルギー安定供給の確保が強く望まれる。化石燃料源からのエネルギーはその 70%以上が排熱として捨てられており、この排熱を電気エネルギーに変換しリユースすることは熱の再資源化を現実のものとする。また、2020 年には欧州での自動車の燃費向上に係る規制として CO_2 排出量を 95g/km 以下とすると言う値を掲げ、この値をクリアするために欧州各国、米国を初めとする世界各国で熱電発電の研究開発に盛んに取り組み、多くのプロジェクトが立ち上がっているが、本国での研究開発においては国策としても大幅に立ち後れている。早期排熱発電産業化に向けて、Mg_2Si による発電モジュール製作への国内外からのニーズが非常に高まっている。極近未来に創設される国際的 CO_2 排出量取引市場では、CO_2 の値段の高騰が既に予想されており、環境低負荷・安価・簡易方式な Mg_2Si 排熱発電モジュールの早期実用化、並びに化石燃料源への依存度の高い BRICs 諸国への排熱発電システム供給をとおして、環境イノベーションおよび国際競争力へ十分な寄与を創出することを目的としている。

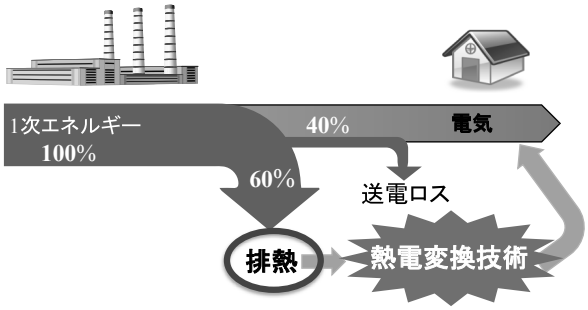


図 1　1 次エネルギーの効率と排熱

2. 部門の構成と施設設備

本研究部門では異分野を専門とする研究者により熱密度の高い中・高温域作動型排熱発電システムの構築を目的とし、それぞれの持つ知識と技術を集結することにより材料設計、材料合成、分析及び評価、ならびに高出力排熱発電モジュールの開発を異分野研究者で構成されたグループにより行うことを目的とし、迅速な研究進行を目指している。これらのグループは材料開発班とデバイス班に大別し、連携研究を行っている。また、本研究部門は東京理科大学を中心とした排熱発電コンソーシアムと連携を行い、産官学連携研究推進を進めている。排熱発電コンソーシアムは国内外企業 39 社、国内外の公的研究機関ならびに大学 19 機関で構成されており、国際的な研究推進の基盤を形成しつつある。

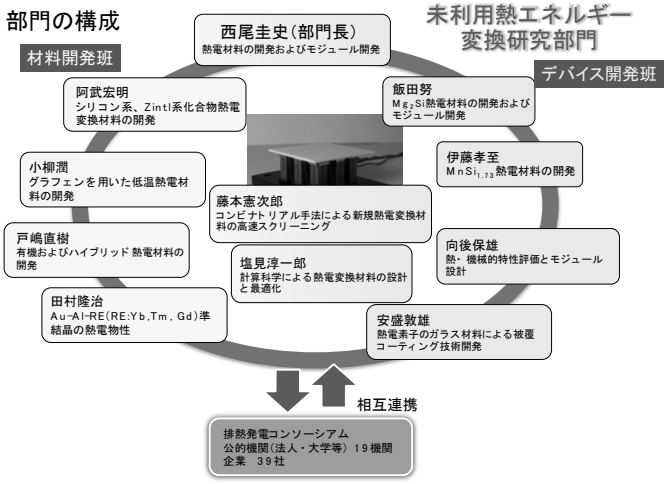


図 2　部門の構成

研究施設として、葛飾キャンパス研究棟 2 階に部門共同研究室を設置している。

3. 各研究グループの活動報告

本部門内の研究グループは必要に応じて逐次形態を変化させながら研究を推進している。材料開発班は（1）理論計算グループ、（2）材料合成グループ、（3）各種物性評価グループ、デバイス班は（1）応用のための改質材料および技術開発グループ、（2）熱電発電モジュール作製および評

価グループ、(3) 耐環境性向上の為の材料及び加工グループに細分化され、それぞれのグループおよび構成メンバーが横断的に技術開発を進めている。以下に本年度の主要な成果を列記する。

3. 1. 材料開発グループについて

「グラフェン/ポリアニリン複合材料熱電素材に関する研究」

熱電性能の高いグラフェンを有機熱電材料であるポリアニリンに混ぜて複合材料化することにより、常温～200℃近辺までで高効率に稼働する熱電材料の開発に取り組んだ。従来の研究で同様の取り組みは多方でなされているが、本研究ではグラフェンの質向上によりオリジナリティを見いだした。すなわち、ハマーズ法によってグラフェンを生成するのが一般的であるが、本研究では、超音波分散を常に行いながらハマーズ法を実施し、質の高い単層グラフェンを大量に得ることができた。この質の高いグラフェンを熱還元し、ポリアニリンとカンファスルホン酸に混入させることにより、従来報告されているグラフェン/ポリアニリン熱電材料より、4 倍のパワーファクター（214 μW・mK^{-2}）を発現することができた。グラフェンの混入割合を増やしていき、パーコレーション閾値の存在も確認できた。一方で、分子シミュレーションを実施し、グラフェンの分散性の良い悪いも検討した。しかし、結果として得られたパワーファクターでは実用化には遠く、さらに 4 倍程度のパワーファクターが必要と考えられる。引き続きグラフェン/ポリアニリンによる熱電素子の開発を継続する。

「シリサイド系熱電素子用電極材料の開発」

シリサイド系熱電素子材料として n 型材料はマグネシウムシリサイド、p 型材料として高マンガンシリサイドが有望とされてきているが、これらの材料を用いた p-n 接合モジュールは熱膨張係数が倍程度異なる材料で構成されるために、加熱時に発生する応力による破壊が問題となっている。このため、熱膨張係数がほぼ等しい p 型と n 型のマグネシウムシリサイドによるホモ p-n 接合モジュールが要望されている。高い熱電変換性能を持つ p 型マグネシウムシリサイドの実現を目指し、アルカリ金属ドープマグネシウムシリサイドの開発を行った。リチウムドープマンガンシリサイドの合成に成功し、無次元性能指数 0.4 を実現した。今後は無次元性能指数 1 を目指し、更なる改良を進めることとする。

「ニッケルシリサイド電極の開発とシリサイド系熱電変換素子への接合」

中・高温熱電変換モジュール用電極として幅広く利用されているニッケルはマグネシウムシリサイドと反応相を形成し、遊離したマグネシウムが酸化物となることで電極素子界面での破断が生じることが問題となっている。このため、電極材料としてニッケルシリサイドの応用とその接合技術開発を行った。ニッケルとシリコンの化合物であるニッケルシリサイドを電極として用いることによりマグネシウムシリサイドとの反応相形成を抑制することに成功した。一方、p型半導体である高マンガンシリサイドはニッケル及びニッケルシリサイドと反応相を形成することが明らかとなった。この反応相が熱電変換性能に与える影響は明確では無いことから、今後は詳細な分析及び改良を行っていく必要がある。

3. 2. デバイス開発グループについて

等方的で優秀な熱電特性を有する Mg_2Si 系化合物を金属と複合化して熱電特性に異方性を与えることで非対角熱電効果(横方向熱電効果)に基づいた熱電モジュールの開発について取り組んだ。Mg_2Si 系化合物と Ni を 2 種類の形態で熱電特性に異方性を付与できる複合材料を検討し、熱電発電に関する有限要素シミュレーションを実施した。検討した 2 種類の複合材料は、傾斜積層 Ni/Mg_2Si 複合材料と、傾斜棒状 Ni/Mg_2Si 複合材料であった。これらのモデルを用いて所定の温度差を与えた熱電発電シミュレーションでは、Ni 材の傾斜角度と体積分率を様々に変化させた場合の熱電特性や熱電性能について詳しく調査し、Ni 材の傾斜角度や体積分率の最適条件を見出した。また、自動車の排気ガスの熱を利用した熱電発電を想定して、熱流体からの受熱部、熱電モジュールとヒートシンクから構成される熱電発電ユニットの設計を、熱流体解析、伝熱、熱電発電を連携させたシミュレーションを用いて実施した。

SiC ナノ粒子（平均粒径は 35nm）を Mg_2Si 粒子を 1、5、10vol%の体積含有率となるよう調整し、混合・圧粉した後、Mo 箔に包み石英管封入した。石英管封入された圧粉体を Mg_2Si の融点近傍で

熱処理を行い、Mg_2Si 粒子内に第二相である SiC ナノ粒子を取り込んだインゴットを作製した。得られたインゴットを再度粉砕し、PAS によって焼結した。図 3 は SiC 粒子を 5vol%添加した SiC 粒子分散 Mg_2Si 複合材料の鏡面研磨後の光学顕微鏡写真を示している。比較のため、同様の体積率となるよう調整し、焼結した焼結体の光学顕微鏡写真を示す。両者とも SiC 粒子を単分散させることは困難であった。しかし、粒内に SiC ナノ粒子を取り込んだ粉末を使用した方が、比較的よく分散されているように見える。さらに、粒界型複合材料に比べ、結晶粒径が小さいように見える。

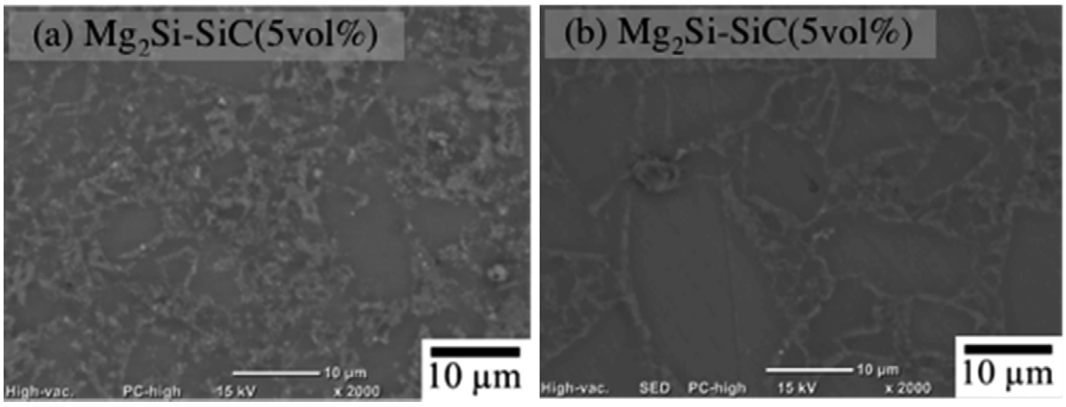


図 3　SiC 粒子を 5vol%分散した Mg_2Si 複合材料の断面組織
(a) 粒内強化型, (b) 粒界強化型

得られた複合材料の破壊靭性試験の評価を行った結果、図 4 に示すように、破壊靭性は SiC 粒子の添加量が大きくなるほど大きくなり、母材に対して最大 1.8 倍の値を示すことが明らかになった。熱電性能測定の結果、図 5 に示すように、SiC 粒子の添加量が大きくなるほど熱電性能は低下することがわかった。本研究で作製した複合材料は、これまで報告されている複合材料に比べて第二相の体積含有率が高く、クラックの偏向やブリッジングを効果的に作用させることができる。一方、熱電性能については 5%で約 20%程度低下した。これらの結果は、複合化は高靭性な Mg_2Si を作製する手法として有効であることを示しているが、熱電性能の低下は不可避であることを意味している。ただし、本研究では溶融処理を施しており、通常のプロセスに比べ粒界での酸化物（MgO）の形成量が多く、熱電性能が低下したと考えられた。現在、原料の製造段階で SiC 粒子を導入し、MgO の形成を抑制することで破壊靭性と熱電性能をこれまでにないレベルで両立した複合材料の実現を試みている。

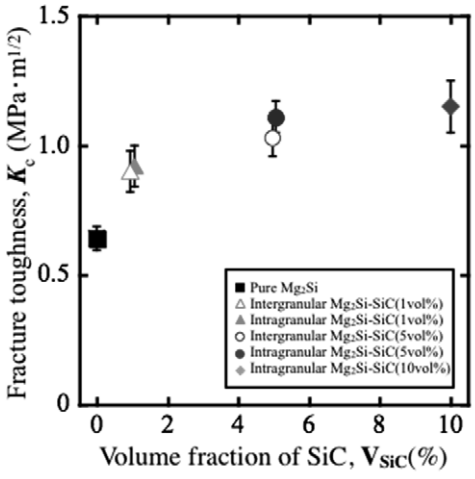


図 4　SiC ナノ粒子を分散した Mg_2Si の破壊靭性値

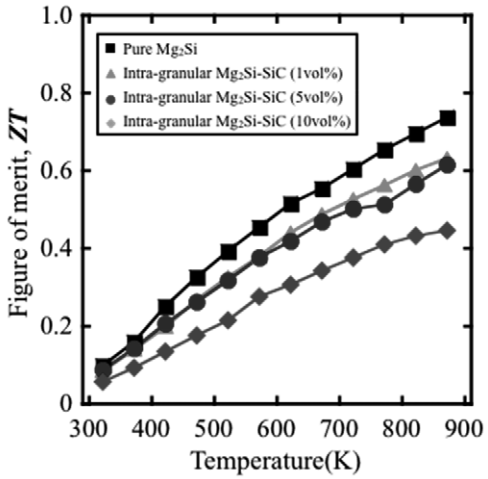


図 5　SiC ナノ粒子と Mg_2Si 溶融合成

4. 研究活動の展望

これまでに各種熱電材料の開発、電極材料の開発及び接合技術の検討、複合化によるシリサイド系材料の機械強度の向上などに関して開発を進めてきた。今後は各研究者間の連携研究により低温ならびに中温域熱電発電用材料開発およびモジュール開発を進め、実用化に向けた取り組みを行っていくこととする。

材料開発グループでは低温熱電変換材料としてグラフェンと有機化合物の複合材料の開発、中温域熱電材料としてシリサイド系熱電変換材料、高温熱電変換材料として金属酸化物の開発を精力的に進め、さらに、これらの材料を組み合わせたモジュールを構築する。また、モジュール作製には必要不可欠である電極材料開発および接合技術開発を進めることとする。特に、シリサイド系熱電変換材料は各種金属電極材料との反応性が高いことから、新たな材料の開発も視野に入れた研究活動が重要となる。

デバイス開発グループでは、セラミックスナノ粒子による粒内に取り込み複合化することで、従来の熱電性能を落とすことなく構造用セラミックス並の $2MPa\sqrt{m}$ 以上の破壊靭性を持つ素子開発を継続して進める。また、モジュール構造の信頼性評価に向けて、電極と配線を接合した素子を用いて、信頼性評価を行う。静的機械試験や振動試験の手法、基礎的な解析手法は既に確立済みであり、これまで得た知見やノウハウを活用し随時遂行する予定である。

5. むすび

本研究部門は未利用熱エネルギーを有効活用すべく、熱電発電に焦点を絞り異分野研究者により構成され、相互協力により研究開発速度の高速化、高性能化を目指してきた。平成 29 年度で本部門は終了となったが、今後は更に異分野研究者と連携研究を進めることでこれまでの部門における研究成果を発展させ、従来の単独型研究に比べて多くの成果を創出すると共に、研究開発速度を更に速めることを目指し、熱電発電の実用化に向けた取り組みを行うこととする。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1. Analysis of Thermoelectric Properties and Performance of Mg_2Si/Ni Tilted Multilayer Composite Using Finite Element Simulation, Takashi Itoh, J. Jpn Soc. Powder and Powder Metallurgy, 64,(9), pp 501-509, (2017)(査読有)
2. Finite Element Simulation on Thermoelectric Performance of Tilted Mg_2Si/Ni Multilayer Composites, Takashi Itoh, J. Jpn Soc. Powder and Powder Metallurgy, 65 (3), pp 154-157, 2018.(査読有)
3. Oxidation behavior of carbon fiber-dispersed ZrB2-SiC-ZrC triple phase matrix composites in an oxyhydrogen torch environment, Ceramics International, Ryo Inoue, Yutaro Arai, Yuki Kubota, Yasuo Kogo, & Ken Goto, 44 (7), pp 8387-8396, https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.02.031,(2018)(査読有)
4. Initial oxidation behaviors of ZrB2-SiC-ZrC ternary composites above 2000℃, Ryo Inoue, Yutaro Arai, Yuki Kubota, Yasuo Kogo, Y., & Ken Goto, Journal of Alloys and Compounds, 731, pp 310-317. https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.10.034 (2018)(査読有)
5. Oxidation behavior of ZrB2-SiC-ZrC in oxygen-hydrogen torch environment, Yuki Kubota, Mamoru Yano, Yutaro Arai, Ryo Inoue, Yasuo Kogo, & Ken Goto, Journal of the European Ceramic Society, 38 (4), pp 1095-1102.(2018)(査読有)
6. Takashi Nakamura, Ryo Inoue, Syuhei Hasegawa, Yasuo Kogo, Tsutomu Iida, Mechanical Properties and Fracture Behavior of Mg_2Si after Heat Exposure, MRS Adv.(2017) 1-7. doi:10.1557/adv.2017.441.(査読有)
7. Thermoelectric properties of Bismuth-substituted Calcium Manganite $Ca_{1-x}Bi_xMnO_{3-\delta}$ prepared via the electrostatic spray deposition method, Kenjiro FUJIMOTO, Minoru GIBU, Yuki YAMAGUCHI, Akihisa AIMI, Keishi NISHIO, Oded RABIN, Ichiro TAKEUCHI, Journal of the Ceramic Society of Japan 125 (4), pp 308-312.(2017)(査読有)
8. 市販粉末を用いたTi_3SiC_2系配向体の作製とその力学特性, 打田 雄一, 森田 孝治, 鈴木 達, 西村 聡之, 藤本 憲次郎, 目 義雄, Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy 64 (10), pp 552-557.(2017)(査読有)
9. Fabrication and mechanical properties of textured Ti_3SiC_2 systems using commercial powder, Yuichi Uchida, Koji Morita, Tohru S. Suzuki, Toshiyuki Nishimura, Kenjiro Fujimoto and Yoshio Sakka, Materials Transactions 59 (5), pp 829-834 (2018)(査読有)
10. Jun Koyanagi, Keita Takeguchi, Kazuki Murai, Kazuhiro Furue, Nobuyuki Masuda, Monte Carlo Simulations for Blue-Phase Structure in Liquid Crystals, Molecular Crystals and Liquid Crystals, 656, pp 54-65 (2017)(査読有り)
11. 喜多村竜太, 影山友哉, 小柳 潤, 荻原慎二, 分子動力学法によるポリプロピレンの二軸引張シミュレーション, 日本複合材料学会誌, 43 (2017), pp 142-148.(査読有り)
12. X. Cheng, T. Yokozeki, M. Yamamoto, H. Wang, L. Wu, Jun Koyanagi, Q. Sun, The decoupling electrical and thermal conductivity of fullerene/polyaniline hybrids reinforced polymer composites, Composites Science and Technology, 144 (2017), pp 160-168.(査読有り)
13. Niuchi T, Koyanagi Jun, Inoue R, Kogo Y, Molecular dynamics study of the interfacial strength between carbon fiber and phenolic resin, Advanced Composite Materials, 26 (2017), pp 569-581.(査読有り)
14. Angular dependence of coercivity derived from alignment dependence of coercivity in Nd-Fe-B sintered magnets, Yutaka Matsuura, Tetsuya Nakamura, Kazushi Sumitani, Kentaro Kajiwara, Ryuji Tamura, and Kozo Osamura, AIP Advances 8, 015226,(2018) (査読有)
15. Angular dependence of coercivity in isotropically aligned Nd-Fe-B sintered magnets, Yutaka Matsuura, Tetsuya Nakamura, Kazushi Sumitani, Kentaro Kajiwara, Ryuji Tamura, and Kozo Osamura, AIP Advances 8, 056236,2018 (査読有)

16. Novel Preparation of Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)-Poly(styrenesulfonate)-Protected Noble Metal Nanoparticles as Organic-Inorganic Hybrid Thermoelectric Materials, Shinichi Hata, Taku Omura, Keisuke Oshima, Yukou Du, Yukihide Shiraishi, Naoki Toshima, Bull. Soc. Photogr. Imag. Japan, volume 27, no,2, pp 13-18,(2017). (Open Access)(査読有)
17. Thermostability of Hybrid Thermoelectric Materials Consisting of Poly(Ni-ethenetetrathiolate), Polyimide and Carbon Nanotubes, Keisuke Oshima, Shifumi Sadakata, Hitoshi Asano, Yukihide Shiraishi, Naoki Toshima, Materials, volume 10, no.7, pp.824/1-824/9,(2017) (査読有)
18. Improved thermoelectric behavior of poly(3,4-ethylenedioxythiophene)-poly(styrenesulfonate) using poly(N-vinyl-2-pyrrolidone)-coated GeO_2 nanoparticles, Yukihide Shiraishi, Shinichi Hata, Yosuke Okawauchi, Keisuke Oshima, Hiroaki Anno, Naoki Toshima, Chemistry Letters, volume 46(7), pp 933-936,(2017)(査読有)
19. Laser Speckle Reduction using Nanoparticle-Embedded Liquid Crystals, Kai-Han Chang, Yukihide Shiraishi, Naoki Toshima, Shunsuke Kobayashi, Hirokazu Furue, Liang-Chy Chien, Digest of Technical Papers - Society for Information Display International Symposium, 48(1), pp 804-807,(2017).(査読有)
20. Three-Component Hybrid Thermoelectric Film of Containing Carbon Nanotubes, Poly(nickel ethenetetrathiolate) and Polyimide, Yukihide Shiraishi, Shifumi Sadakata, Keisuke Oshima, Hitoshi Asano, Naoki Toshima, Chemistry Letters, 46(7), pp.933-936, (2017)(Open Access)(査読有)
21. Influence of native defects on structural and electronic properties of magnesium silicide, Naomi Hirayama, Tsutomu Iida, Keishi Nishio, Yasuo Kogo, Kenji Takarabe, and Noriaki Hamada, JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, doi:10.7567/JJAP.56.05DC05 (2017)(査読有り)
22. Carrier generation in a p-type oxide semiconductor: $Sn_2(Nb_{2-x}Ta_x)O_7$, Naoto Kikuchi, Akane Samizo, Shintaro Ikeda, Yoshihiro Aiura, Ko Mibu and Keishi Nishio, PHYSICAL REVIEW MATERIALS, 021601-1-021601-6 (2017)(査読有り)
23. Preparation of $NiSi_2$ and application to thermoelectric silicide elements used as electrodes, Kentaro Yamamoto, Tomoyuki Nakamura, Kenjiro Fujimoto, Ryuji Tamura, Keishi Nishio, MRS Advances, DOI:10.1557/adv.2018.152 (2018)(査読有り)
24. Thermoelectric properties of Cr-doped higher manganese silicides prepared using spark plasma sintering, Tomoyuki Nakamura, Kentaro Yoshioka, Ryuichi Arai, Jun-ichi Nishioka, Mikiyasu Hirakawa, Kenjiro Fujimoto, Ryuji Tamura, and Keishi Nishio, MRS Advances, DOI:10.1557/adv.2018.175 (2018)(査読有り)

著書

1．「フレキシブル熱電変換材料の開発と応用」, 戸嶋直樹, 第1章 有機系熱電変換材料研究の歴史と現状、そして展望, pp.1-15, シーエムシー出版, 東京/大阪, 2017.(査読有)

招待講演

1．H. Anno, R. Maejima and K. Okamoto, “Thermoelectric Properties of Si-Based Multinary Clathrate Systems”, The International Union of Materials Research Society-International Conference of Advanced Materials 2017 (IUMRS-ICAM 2017), (Kyoto University), 3295 I31-018,(August 31, 2017) [Invited, Oral]
2．数値シミュレーションによる Mg_2Si/Ni 傾斜積層複合材料の熱電特性の解析, 伊藤 孝至, 第28回新構造・機能制御と傾斜機能材料シンポジウム, 名古屋, 2017
3．ホーランダイト型複合酸化物によるNOx還元反応, 日本セラミックス協会 2018年年会 サテライトプログラム「次世代排ガス処理のための機能材料研究会」, 東北大学川内キャンパス 2018.3.15

４．Magnetism of Tsai-type approximants, Ryuji Tamura, Asuka Ishikawa, Open space betweenaperiodic order and strong electronic correlations, June 19-22, Anncecy, France, 2017
５．正 20 面体クラスター固体の磁気転移，田村隆治，日本物理学会第 73 回年次大会，東京理科大学野田キャンパス，2018 年 3 月 22 日
６．Organic Hybrid Thermoelectric Materials Involving Nanomaterials, Naoki Toshima, 2nd International Conference on Organic and Hybrid Thermoelectrics(ICOT 2018), Valencia, Spain, January 29-February 1, 2018.(Plenary Lecture)
７．Thermoelectric Nanomaterial Hybrids for Energy Conversion, Naoki Toshima, Keisuke Oshima, Yukihide Shiraishi, International Conference on Functional Nanomaterials and Nanotechnology (ICFNN-2017), Kathmandu, Nepal, Oct 10, 2017.(Keynote Lecture)
８．Design of Organic Hybrid Thermoelectric Materials Based on the Concept of Macromolecular Complexes, Naoki Toshima, Keisuke Oshima, Yukihide Shiraishi, The 17th IUPAC International Symposium on Macromolecular Complexes (MMC-17), August 28-31, 2017, Waseda, Tokyo, Japan.(Invited Talk)
９．ハイブリッド高分子熱電変換材料，戸嶋直樹，高分子学会無機高分子研究会 第 36 回無機高分子シンポジウム（未踏革新技術に挑戦する材料開発 －エネルギー変換材料－），2017 年 6 月 23 日，東京理科大学神楽キャンパス 1 号館記念講堂，東京,(依頼講演)

研究課題（研究者別）

阿武　宏明

「シリコン系クラスレートならびに有機系熱電変換素子材料の開発に関する研究」

遊星ボールミルを用いてシリコン系クラスレート $Ba_8Ga_{16}Si_{30}$ の微細化とその微細粉末の放電プラズマ焼結のプロセスを開発した。また、有機系熱電変換素子材料として硫化物ナノ粒子・カーボンナノチューブ・ポリチオフェン導電性高分子からなる複合膜を調製し、その膜面内方向の熱電特性を調べ、カーボンナノチューブ膜やポリチオフェン導電性高分子膜と比べて高い熱電性能指数を有することを明らかにした。

飯田　努

「環境低負荷材料による固体素子形排熱発電に関する研究」

温室効果ガスの増加による地球規模の気候変動対策として、熱電変換モジュールを用いた固体素子型熱電気直接変換発電による排熱発電システムの開発を行う。熱電変換として変換効率(～10%)が期待される環境低負荷型熱電変換材料 Mg_2Si：シリサイド環境半導体を開発し、300～700℃領域の自動車排熱・工業炉排熱発電システムを構築する。

伊藤　孝至

「熱電発電モジュールに関する研究」

2 種類の形態の傾斜 Ni/Mg_2Si 複合材料の傾斜角度と積層割合を変化させて熱電発電シミュレーションを実施して熱電素子としての最適な構造条件を見出した。また、自動車の排気ガスの熱を利用した熱電発電を想定して、熱流体からの受熱部、熱電モジュールとヒートシンクから構成される熱電発電ユニットの設計を、熱流体解析、伝熱、熱電発電を連携させたシミュレーションを用いて実施した。

向後　保雄

「複合化と結晶粒径制御による Mg_2Si の機械的特性と熱電性能の最適化に関する研究」

SiC ナノ粒子を Mg_2Si 粒子内に分散した粒内強化型の複合材料を作製することで、母材に対して 1.8 倍の破壊靭性を達成できた。一方、熱電性能は低下傾向にあるが、現在報告されている値と比較すると高いレベルで両者を兼ね備えているといえ、MgO の形成を抑制すれば国際的にも最高レベルの性能を持つ阻止を実現できる。熱電デバイスの信頼性評価技術の基礎を確立し、実際に作製した基本構造のデバイス、二素子のデバイスに適用予定である。

小柳　潤

「グラフェン/ポリアニリン複合材料熱電素材に関する研究」

熱電性能の高いグラフェンを有機熱電材料であるポリアニリンに混ぜて複合材料化することにより、常温～200℃近辺までで高効率に稼働する熱電材料の開発に取り組んだ。従来の研究で同様の取り組みは多方でなされているが、本研究ではグラフェンの質向上によりオリジナリティを見いだした。すなわち、ハマーズ法によってグラフェンを生成するのが一般的であるが、本研究では、超音波分散を常に行いながらハマーズ法を実施し、質の高い単層グラフェンを大量に得ることができた。この質の高いグラフェンを熱還元し、ポリアニリンとカンファスルホン酸に混入させることにより、従来報告されているグラフェン/ポリアニリン熱電材料より、4 倍のパワーファクター（$214\,\mu W \cdot mK^{-2}$）を発現することができた。グラフェンの混入割合を増やしていき、パーコレーション閾値の存在も確認できた。一方で、分子シミュレーションを実施し、グラフェンの分散性の良い悪いも検討した。しかし、結果として得られたパワーファクターでは実用化には遠く、さらに 4 倍程度のパワーファクターが必要と考えられる。引き続きグラフェン/ポリアニリンによる熱電素子の開発を継続する。

田村　隆治

「準結晶関連物質の熱電特性に関する研究」

準結晶関連物質は、擬ギャップ中にフェルミ準位があること、および擬ギャップが微細構造を伴うことから熱電材料として高いポテンシャルを有している。本研究では、この物質群の中でとりわけ広い単相域を有する Tsai 型正 20 面体クラスター固体に着目し、組成の制御によりフェルミ準位を連続的に変化させることで、擬ギャップおよび擬ギャップ中の微細構造を利用した高い ZT 値の実現を目的として研究を行った。

戸嶋　直樹

「金属および半導体ナノ粒子を用いた有機/無機ハイブリッド熱電変換材料の開発」

導電性の優れた有機材料として、導電性高分子 PEDOT-PSS または大量生産されたスーパーグロースカーボンナノチューブ（SGCNT）を用い、これらと、金属ナノ粒子、または有機または無機の半導体ナノ粒子とを組み合わせて、有機/無機ハイブリッド材料を調製した。PEDOT-PSS にナノ粒子を少量加えることで、導電性を上げ、熱電特性を改善することができた。SGCNT に有機半導体または金属のナノ粒子を加えることでそれぞれ熱電特性を改善することに成功した。

西尾　圭史

「層状コバルト酸化物の耐環境性の向上」

潮解性をもつ金属酸化物熱電反感材料の代表的存在であるナトリウムコバルタイトはアルカリ金属相にリチウムを導入することで耐環境性向上に成功したが、キャリア密度の低下が問題となっていた。4 価のコバルトサイトに二価の銅を固溶することでキャリア生成を行ったところ、電気伝導度の向上並びにフォノン散乱を誘起することで熱伝導の低下に成功した。

「ニッケルシリサイド電極材料の開発」

シリサイド系熱電変換材料の電極としてニッケルシリサイドを通電焼結法により接合することに成功した。Mg_2Si においては反応相を形成すること無く接合が可能であったが、高マンガンシリサイドはニッケルおよびニッケルシリサイド共に反応相を形成することが明らかとなった。この反応相が熱電特性へ与える影響についての詳細な分析は今後の課題となる。

藤本　憲次郎

「多元系酸化物熱電材料の探索」

継続して取り組んできた $Ca_{1-x}Bi_xMn_{1-y}Ni_yO_{3-\delta}$（$0\leq x,\ y\leq 0.1,\ 0\leq y\leq 0.01$）についての組成範囲について、実試料群の詳細な構造精密化や Bi 固溶量について調査を進めてきた。緻密焼結体は Bi 量が仕込み組成の約 2 割が揮発している可能性があり、それが 90%という相対密度に起因していると考えられた。格子定数については実際の固溶量に応じた直線的な格子定数変化を示した。熱電特性において、出力因子の値は Ni 無置換体が Ni 置換体を上回り、Bi の置換量が 5%程度から顕著な上昇が見られた。また出力測定では、約 400 K の温度差において Bi 6%置換の組成で最大の出力密度 58.6 $mWcm^{-2}$ が得られた。並行して、今後の熱電材料のインフォマティクスを活用した材料予測に向けて、放射光施設において回折および XAFS の高速・高効率測定が可能な治具を開発した。

界面科学研究部門

界面科学研究部門について

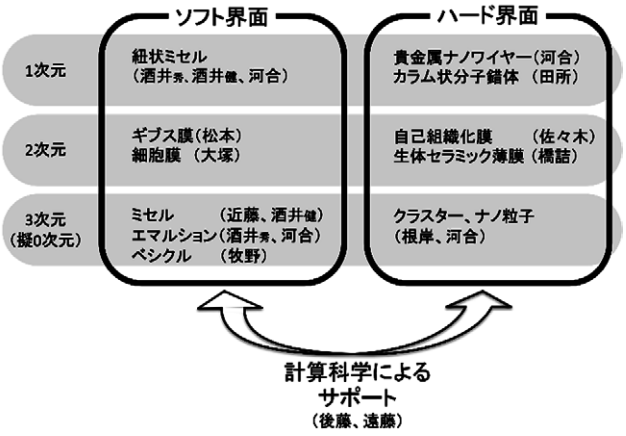
1. 概要

“界面科学研究部門”の前身は、1981 年に東京理科大学の各学部に所属していた界面科学者が創立した東京理科大学界面科学部門である。このような界面科学者からなる界面研究施設がある大学は国内外を通じてほとんど皆無で、これまでに界面科学分野の国内外学会の主催や主要なジャーナルのエディターを勤めるなど世界に対する情報発信基地として、界面科学研究の第一線を常にリードしてきた歴史がある。また 2008 年(H20)から平成 20 年度文科省戦略的研究拠点形成支援事業に「ナノ・バイオ界面技術の創成とその応用」のテーマで申請したプロジェクトが採択され、界面科学研究センターとして 5 年間活動した。同センターでは、バイオ界面、バイオマテリアル、ナノマテリアル、ナノスペース、界面理論・解析の各グループが界面を機能発現の場として捉え、新規な物性・機能・理論の創出を目指し、多くの界面科学の専門家の他に無機材料・物理化学・表面科学・超分子科学・理論化学を専攻したヘテロ分野の有能なスペシャリストの集団によって研究を推進した。新たなメンバーで 2013 年度（平成 25 年度）から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、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いる。ここでいうソフト界面とハード界面とは、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）の入れ替わりがなく（厳密な意味では正しくないが）リジッドな界面で、例えば金属ナノ粒子が該当し、有機分子錯体が形成するナノポーラス材料も本範疇に入る。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。さらに、これまで界面近傍の水分子の重要性は各分野で認識されていたが、様々な界面の水について総合的に研究を実施することも目的とする。

2. 部門の構成と施設設備

当研究部門は、ナノサイエンス・物理化学・無機化学・バイオサイエンス・理論化学的な側面から界面科学を主題に研究を行っている専門家が、「動的・静的挙動」と「対象の次元性」を意識しながら、相互の情報交換および連携によって界面現象に関する基礎から応用までの研究を実施する構成となっている。各部門メンバーの主な担当は右図に示す通りである。

装置としては、生体分子間の相互作用を高感度でモニタリングできる表面プラズモン共鳴装置システムと、溶液やゲルなどの粘性・弾性特性を評価できる粘弾性測定装置を共有している。



部門メンバーと主な担当

3. 各研究グループの活動報告

今年度の主な活動として以下のものがある。

- 7/4 に 5 年目（最終年度）のアドバイザリー委員会を行った。学外のアドバイザリー委員として加藤直教授（首都大院理工)、芹澤武教授（東工大物質)、北本大博士（産総研）にご出席頂いた。部門の歴史、設置の目的や体制、これまでの成果、活動、今後の課題等について説明し、学内外のアドバイザリー委員および本間副院長（浅島院長がご都合により欠席のため）から講評、助言を頂いた。報告書を作成し今後の活動方針等を併せて示した。

- 8/2 に夏季シンポジウムを開催した。午前中に学内の若手教員 3 名による招待講演を行った。講演者と講演題目：藏重亘博士（理学部第一部応用化学科助教)「SMSI 効果を利用した微小金クラスター助触媒の Cr_2O_3 コーティングによる水分解光触媒の高活性化」、飯島一智博士（工学部工業化学科助教)「ペプチド・タンパク質を利用した高分子材料表面へのヒドロキシアパタイト複合化」、中山泰生博士（理工学部先端化学科講師)「有機エレクトロニクス材料のヘテロ界面：電子構造と結晶構造」。午後の前半には部門メンバーの研究室に所属する大学院生の英語による研究発表を行った（15 名)。午後の後半は学外の外国人若手研究者による招待講演（英語）を行った。講演者と講演題目：Dr. Ahram Kim (Postdoctoral Researcher, Nagasaki Lab., Grad. Sch. Pure Appl. Sci., Univ. of Tsukuba)“Intracellular Delivery of Antibodies by Polyion Complex Micelle”, Dr. Jo-Ann Chuah (Postdoctoral Researcher, Numata Lab., RIKEN CSRS Enzyme Research Team, RIKEN)。講師およびメンバー間で議論を行い、また交流を深めた。学生も積極的に参加し、英語力向上の機会として有意義なものとなった。
- 部門メンバーが運営の中心となり 2017 年 9 月 11 日～13 日に理科大神楽坂キャンパスで The Asian Conference of Oleo Science (ACOS2017) および第 56 回日本油化学会年会 (http://www.jocs.jp/nenkai56_acos2017/) を開催した。部門による展示や広告掲載も行い、部門の活動を国内外の参加者（約 600 名）に広くアピールした。
- 12/4 に部門主催で界面活性剤の相挙動やエマルションに関する世界的な研究者である Prof. Conxita Solans 教授 (Spanish Council for Scientific Research (CSIC)) によるセミナーを野田キャンパスで開催した（講演タイトル: Nano-Emulsions:Overview of Formation by Low-Energy Methods and Advanced Applications)。
- 3/5 に平成 29 年度界面科学研究部門シンポジウムを開催した。部門メンバーによる成果報告に加え、学外の研究者 2 名による招待講演を行った。講演者と講演題目：桑折道済准教授（千葉大院工）「人工メラニンを用いる構造色材料の開発」、吉田真明准教授（山口大院創成科学)「オペランド分光法による水分解触媒の観測」、メンバー同士の研究交流に加え、講師から専門的知識の提供を受け、また参加者同士の議論や情報交換を通じて部門活動の活性化へとつなげた。

4. 研究活動の展望

ソフト界面（動的界面）とハード界面（静的界面）をもつ材料を取り扱う研究グループがそれぞれ協力して、両界面の次元性による相違等を明らかにし、また次元毎によるソフト界面とハード界面の比較検討や、計算化学のサポートを得ながら動的界面現象についての知見を深めてきた。特に、部門の特色である「刺激応答界面」をキーワードとした、より高速あるいは高感度なシステム構築のためのメンバー間の共同研究を推進してきた。

現体制での部門は今年度で終了となるが、新しい部門（後述）における研究活動面での展望として、新たにメンバーに加わった物理系の研究者とともに、界面現象の原理・ダイナミックスの解明や新規計測法の導入などにより研究を深化させる。さらに、土台である物理的な基本原理の解明研究を通して、新規材料などの共同研究を促すことを目指したい。また、部門メンバーの複数名が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のメンバーでもあることを活用し、同センターでの研究成果や知見を、当部門において対象とする様々な界面における水に関する研究へとフィードバックさせたい。

5. むすび

5 年間の部門活動を通じて十分な研究業績を積み上げただけでなく、2 回の学会の実質的な主催や英語著書の出版、学生の英語教育の充実なども実現できた。酒井秀樹教授を部門長として新しい体制での界面科学研究部門の設置が認められ、今後も伝統ある部門として継続して活動を行う。新規部門の活動方針としては、部門活動の基盤である研究成果に力を注ぐことは言うまでも無いが、アドバイザリー委員会での指摘や助言を基に、上述の研究の底上げに加え、共同研究（化粧品などに絞った部門／企業のコンソーシアムを作り、その場を利用して共同研究（教員間＋企業

間）を促進する)、人材育成（学生の発表会（英語）は高い評価を頂いているので、今後も継続する。物理系の教員・学生も加わることにより、専門用語（英語）や考え方も多様化し、教育効果がさらに高くなることが期待される)、などの項目についても取り組んでいきたい。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1．pH-Responsive supported and unsupported gold nanocrystals. Y. Imura, Y. So, C. M.-Imura, T. Kawai, Chem. Select 2, 5695-5700 (2017).(査読有)
2．One-pot fabrication of multiporous polymer particles by phase inversion in emulsions. S. Ichikawa, T. Kawai, Colloids Surf., A. 532, 570-577 (2017).(査読有)
3．Possible Tomonaga-Luttinger spin liquid state in the spin-1/2 inequilateral diamond-chain compound $K_3Cu_3AlO_2(SO_4)_4$, M. Fujihala, H. Koorikawa, S. Mitsuda, K. Morita, T. Tohyama, K. Tomiyasu, A. Koda, H. Okabe, S. Itoh, T. Yokoo, S. Ibuka, M. Tadokoro, M. Itoh, H. Sagayama, R. Kumai, Y. Murakami, Sci. Rep.7, 16785 (1-9)(2017).(査読有)
4．Energy-storage applications for a pH gradient between two benzimidazole-ligated ruthenium complexes that engage in proton-coupled electron-transfer reactions in solution, D. Motoyama, K. Yoshikawa, H. Ozawa, M. Tadokoro, M. Haga, Inorg. Chem. 56, 6419-6428 (2017).(査読有)
5．UCST-type phase transition driven by protein-derived polypeptide employing gelatin and chitosan. D. Matsukuma, T. Sambai, H. Otsuka, Polym. Adv. Technol. 28(12), 1636-1641 (2017).(査読有)
6．Fabrication of hollow polymer particles using emulsions of hydrocarbon oil/fluorocarbon oil/aqueous surfactant solution, M. Kano, N. Yanagisawa, Y. Takahashi, Y. Kondo, J. Fluorine Chem. 197, 34-41 (2017).(査読有)
7．Effects of alkyl chain length of sulfate and phosphate anion-based ionic liquids on tribochemical reactions, S. Kawada, S. Watanabe, C. Tadokoro, S. Sasaki, Tribology Lett.66 (2018).(査読有)
8．Lubricating mechanism of cyano-based ionic liquids on nascent steel surface, S. Kawada, S. Watanabe, C. Tadokoro, R. Tsuboi, S. Sasaki, Tribology Int. 119, 474-480 (2018).(査読有)
9．Effects of L-leucine on PLGA microparticles for pulmonary administration prepared using spray drying: fine particle fraction and phagocytotic ratio of alveolar macrophages, I. Takeuchi, Y. Taniguchi, Y. Tamura, K. Ochiai, K. Makino, Colloids Surf., A 537, 411-417, 2018.(査読有)
10. Detailed biodistribution of liposomes prepared with polyborane instead of cholesterol for BNCT: effects of PEGylation, I. Takeuchi, Y. Ishizuka, H. Uchiro, K. Makino, Colloid Polym. Sci. 295, 1455-1461 (2017).(査読有)
11. Drug release behavior of hydrophobic drug-loaded poly (lactide-co-glycolide) nanoparticles: Effects of glass transition temperature, I. Takeuchi, S. Yamaguchi, S. Goto, K. Makino, Colloids Surf., A 529, 328-333 (2017).(査読有)
12. Melting process of the peritectic mixture of lidocaine and ibuprofen interpreted by site percolation theory model, H. Kataoka, Y. Sakaki, K. Komatsu, Y. Shimada, S. Goto, J. Pharmaceutical Sci. 106(10), 3016-3021 (2017).(査読有)
13. Accelerated recombination of lophyl radicals solubilized in micelles, M. Akamatsu, T. Suzuki, K. Tsuchiya, J. Masaki, K. Sakai, H. Sakai, Chem. Lett.47(2), 113-115 (2018).(査読有)
14. Physicochemical evaluation of micellar dolution and lyotoropic phases formed by Self-Assembled Aggregates of Morpholinium Geminis, A. Bhadani, A. Kafle, S. Koura, K. Sakai, H. Sakai, M. Abe, ACS Omega, 2(9), 5324-5334, 2017.(査読有)
15. Au_{25}-loaded BaLa4Ti4O15 water-splitting photocatalyst with enhanced activity and durability produced using new chromium oxide shell formation method. W. Kurashige, R. Kumazawa, D. Ishii, R. Hayashi, Y. Niihori, S. Hossain, L. V. Nair, T. Takayama, A. Iwase, S. Yamazoe, T. Tsukuda, A. Kudo, Y. Negishi, J. Phys. Chem. C, in press. (査読有)

16. High-performance liquid chromatography mass dpectrometry of gold and alloy clusters protected by hydrophilic thiolates. Y. Niihori, D. Shima, K. Yoshida, K. Hamada, L. V. Nair, S. Hossain, W. Kurashige, Y. Negishi, Nanoscale 10, 1641-1649 (2018).(査読有)
17. Photo-induced H_2 evolution from water via the dissociation of excitons in water-dispersible single-walled carbon nanotube sensitizers. K. Ishimoto, T. Tajima, H. Miyake, M. Yamagami, W. Kurashige, Y. Negishi, Y. Takaguchi, Chem. Commun. 54, 393-396 (2018).(査読有)
18. Control of cell adhesion and proliferation utilizing polysaccharide composite film scaffolds. K. Iijima, Y. Tsuji, I. Kuriki, A. Kakimoto, Y. Nikaido, R. Ninomiya, T. Iyoda, F. Fukai, M. Hashizume, Colloids Surf., B 160, 228-237 (2017).(査読有)
19. Oil-in-water emulsions stabilized by acylglutamic acid-alkylamine complexes as noncovalent-type double-chain amphiphiles, T. Tojinbara, M. Akamatsu, K. Sakai, H. Sakai, Langmuir 34 (1), 268-272 (2018).(査読有)
20. Real-time observation of solubilization-induced morphological change in surfactant aggregates adsorbed on a solid surface, K. Koizumi, M. Akamatsu, K. Sakai, S. Sasaki, H. Sakai, Chem. Commun. 53(98), 13172-13175 (2017).(査読有)
21. Nanoscopic structure of fydrophilic and hydrophobic molecules in artificial clathrate hydrates, Y. Suzuki, T. Ida, K. Endo, M. Tadokoro, M. Mizuno, J. Mol. Struct., in press.(査読有)

著書

1．Chapter 3 “Fabrication of Stimuli-Triggered Polypeptide-Based Hybrid Biomaterials for Biomedical Application″ in “Advances in Chemistry Research, Volume 45″, S. Ishikawa, K. Iijima, Y. Yahagi, and H. Otsuka (Ed. James C. Taylor), Nova Science Publishers, USA (2018), ISBN:978-1-53613-838-2.
2．数値解析と表面分析によるトライボロジーの制御，佐々木信也監修，テクノシステム，1024ページ，2018

招待講演

1．Chirality-controlled synthesis of double-helical Au nanowires templated by twisted ribbon-like molecular self-assembly, Takeshi Kawai, 7th ACCIS 2016, Kuala Lumpur, Malaysia, 2017.
2．Novel Photo-Switchable Surfactant Molecular Assemblies - Micelles, Wormlike Micelles, and Admicelles-, Hideki Sakai, Taiki Suzuki, Masaaki Akamatsu, Kenichi Sakai, 254th ACS National Meeting, Washington D.C., 2017.8.
3．Analysis of valence XPS and AES of 2nd periodic atom-containing substances by DFT calculations using the model molecules, Kazunaka Endo, 7th JCS Symposium, Prague, May 22th, 2017

特許

1．生分解性インジェクタブルゲル，大塚英典，松隈大輔，松田範昭，WO 2017/033941 A1.

受賞

1．○石川昇平，飯島一智，松隈大輔，橋詰峰雄，飯島道弘，大塚英典，若手口頭講演賞，第68回コロイドおよび界面化学討論会，神戸大学，2017年9月
2．Ananda Kafle, Takeshi Misono, Avinash Bhadani, Kenichi Sakai, Chihiro Kaise, Teruhisa Kaneko, Hideki Sakai, Student Award, 2nd Asian Conference of Oleo Science, Tokyo, 2017.9.
3．Sari Fujiwara, Megumi Kaji, Kenichi Sakai, Hideki Sakai, Best Poster Award, 7th Asian Conference on Colloid and Interface Science, Kuala Lumpur, 2017.8.

研究課題（研究者別）

河合　武司

「長鎖アミドアミン誘導体を基材とした刺激応答発色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。本年度は紫外線を照射すると発色する色素を導入することによって、光と温度に応答する発色エマルションの開発について検討した。その結果、温度によって構造色が発現し、さらにその色彩が紫外線照射によって変化するエマルションの開発に成功した。

田所　誠

「キラルナノ細孔に閉じ込められた PEG-M^+のイオン伝導性多孔質結晶の研究」

分子性ナノキラル多孔質結晶に集積される錯体分子素子を用いて、この多孔質空間にポリエチレングリコール(PEG)とアルカリ金属イオン複合体を取り込んだイオン伝導性結晶の構築を行う。この多孔質結晶の基礎物性を明らかにするとともに、結晶が 273K 以上で不安定であり、PEG 誘導体を用いて高温でも安定な超イオン伝導性結晶を目指す。

大塚　英典

「両親媒性金属錯体の医用材料としての応用」

高分子金属錯体を修飾した金ナノ粒子表面に静電的かつ細胞膜レセプター特異的に腫瘍集積可能な表面修飾を付与し、従来技術より高い体内での生体適合性（細網内皮系組織（RES）からの捕捉回避）を達成した。さらに、細胞膜通過性にも優れたナノ粒子であり、高分子金属錯体を細胞核に効率的にデリバリーできることを確認した。

近藤　行成

「金属光沢有機シートの創製」

これまでに当研究グループでは、金色および銀色を呈する有機結晶を見出している。本年度は折り曲げられる金属光沢有機シートの創製に取り組んだ。従来の金属光沢結晶を形成する分子を柔軟な鎖で結合させ、新たな分子を合成したところ、金色および銀色を呈するシートが得られた。このシートは折り紙のように曲げることができ、自由曲面に貼り付けることもできた。インクや塗料の顔料として、また、電波通信機器のアンテナ部を金属色で装飾することも可能とする材料として期待される。

佐々木　信也

「イオン液体の摩擦分解と潤滑特性に関する研究」

ハロゲンフリーイオン液体の摩擦による分解および表面への吸着過程を四重極質量分析計(Q-MS) および XPS や ToF-SIMS などにより分析するとともに、固－液界面におけるイオン液体の吸着構造を FM-AFM を用いて測定した。マクロな摩擦特性はアニオンの吸着によって支配されること、また、カチオンの摩擦分解がアニオンの吸着を促進することを明らかにした。さらに、イオン液体はマイカ表面に数層の整列した吸着構造を形成しており、不純物の水の存在によりその構造が乱されることが判った。

牧野　公子

「「柔らかい粒子」における微粒子間相互作用と外場の影響に関する研究」

生分解性高分子を用いて調製した「柔らかい粒子」の物性と外場から受ける影響の関係について、イオントフォレシスを用いた経皮投与実験により、電気泳動移動度の観点から研究した。マウスを用いた in vivo 試験を行うことで、「柔らかい粒子」の体内動態について調査した。

後藤　了

「医薬品混合物の相転移における赤外分光とケモメトリックスを用いた分子間相互作用の研究」

医薬品混合物における薬物間相互作用の解明やサンプル内の化合物を定量することは重要である。本研究では、準安定状態に相転移した医薬品混合物を示差走査熱量分析装置 Thermo Plus 8230、粉末 X 線回折装置 RINT-2000 および赤外分光器 Nicolet is5 により評価した。準安定状態の医薬品混合物の相転移における相互作用を赤外スペクトルに基づきケモメトリックスを用いることによって調査した。

酒井　秀樹

「刺激応答性界面活性剤の新展開」

新規光応答性界面活性剤ならびに重合性界面活性剤を合成し、界面物性に及ぼす光照射または重合反応の影響について検討した。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は、紫外光照射時にのみモノマーラジカルに解離し、界面物性が変化することを明らかにした。親水基近傍に重合性基を導入した H-type 重合性界面活性剤は、様々なリオトロピック液晶を形成し、その構造を重合固定化できることを見出した。

根岸　雄一

「単結晶 X 線構造解析による $Au_{24}Pt(SC_2H_4Ph)_{18}$ の幾何構造の決定」

本研究では、フェニルエタンチオラート保護三成分クラスター（$Au_{24}Pt(SC_2H_4Ph)_{18}$）の幾何構造を、単結晶 X 線構造解析により決定することに取り組んだ。Ag 原子を含む 25 原子クラスターについてはこれまで、Ag 原子がクラスター内の様々なサイトで分布をもって存在していた。一方で $Au_{24}Pt(SC_2H_4Ph)_{18}$ については Ag 原子が、ある特定のサイトに高い割合で存在していることが明らかになった。

橋詰　峰雄

「分子鎖間相互作用を利用した異種高分子固定化による汎用高分子フィルムの機能化」

これまで汎用高分子基材の表面に別の高分子層を堆積させたのち熱プレス処理を行うことで、両層の界面において高分子鎖同士の絡み合いが起こり、高分子の固定化が実現できることを示してきた。本年度はポリイミドフィルム表面にナフィオンや PEDOT/PSS のような導電性高分子の固定化について検討した。種々の表面解析により固定化を確認し、また作製した複合フィルムが表面伝導性を獲得したことを明らかにした。

酒井　健一

「高速原子間力顕微鏡による吸着可溶化現象の解析」

高速原子間力顕微鏡（HS-AFM）を用いて、吸着可溶化（固／液界面に形成された界面活性剤の吸着層に難水溶性の有機化合物が可溶化される現象）の解析を行った。その結果、吸着可溶化に伴う界面活性剤吸着層のモルフォロジー変化は難水溶性物質が注入されてからわずか数百秒のうちにおこり、その変化は非可逆的であることを見出した。この解析結果は、水晶振動子マイクロバランス（QCM-D）測定によっても裏づけられた。

遠藤　一央

「物質の表面･界面における電子状態の研究」

GAUSSIAN 及び deMon ソフトによる DFT 計算から「Nanotube-water Cluster 中の溶媒分子と cluster 水分子との相互作用」及び「第二周期原子を含む物質の XPS 及び AES の分光解析」の研究を纏めた。

分子連関相乗系研究部門

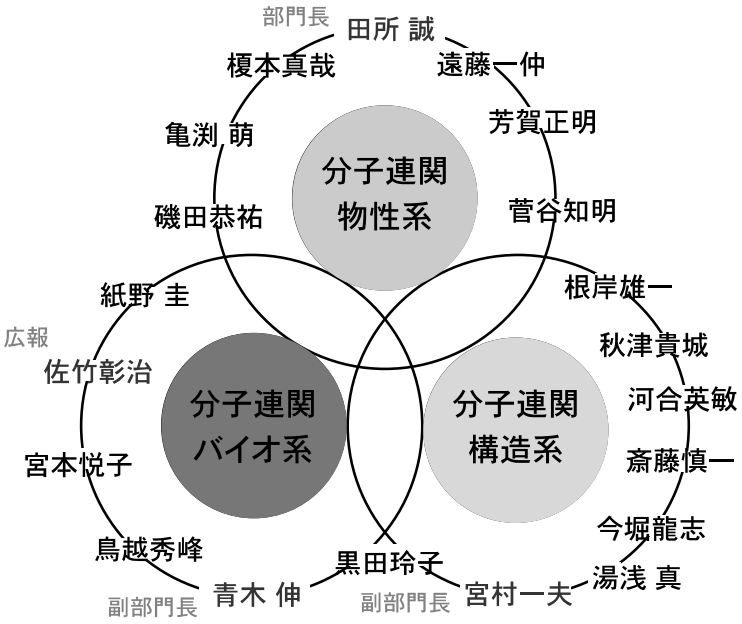
分子連関相乗系研究部門について

1. 概要

これまで単一分子機能性に着目してきた無機･有機複合分子科学を目指す研究者を一同に集めて、分子と分子の相互作用や機能性を取り扱う新しい化学を扱う部門を設置した。この部門では単一分子では発現しにくい複雑な機能性を創造し、複合分子によるシナジー効果を目的としている。また、分子機能発現のため、分子構造制御・分子配列制御・表面配列制御・結晶構造制御などの研究者が一同に集まっていることも特徴的である。

2. 部門の構成と施設設備

分子連関相乗系研究部門のメンバー研究部門の設立から4年目を終えた。3つの分子連関系は部門長・副部門長を責任者として、それぞれで独自の分子物性や分子物質の研究を行ってきた。それぞれの分子連関系からは、新たなカテゴリーをもったPCET混合原子価錯体、プロトンー電子連関電池、ヘテロ金クラスター、ロタカテナン、光合成系モデル触媒、水中接着剤など世界的にも類をみない優れた分子科学が発展しつつある。しかし、理科大を代表するようなプロジェクトを推進するためには、アドバイザリー委員会でも指摘されたように3つの分子連関系をまとめる大きな「仕掛け」が必要不可欠である。



その大きな流れとして「分子エネルギーの貯蔵･移動･変換」や「分子ロボット構築のためのパーツ化学」などの新しい分子システムを考えて、この部門で構築していきたいと考えている。共通研究設備は、蛍光発光寿命の測定装置を有している。

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 分子連関物性グループについて

本研究グループでは、分子系化合物のプロトン（イオン）移動と電子移動（PCET反応）に注目した研究グループを構成している。すでに生体分子では、電子移動とともにプロトンを同時に動かすことによって、効率的な電子移動反応や触媒反応、あるいはプロトンの活動電位を利用した高エネルギー化合物の合成など、様々な生体反応が利用されている。混合原子価を利用したPCET反応（田所・亀渕・遠藤)、光駆動によるPCET反応（芳賀・菅谷)、イオン移動共役型電子移動反応（榎本・磯田）に分けて、それぞれ研究を行っている。トピックスとしては（1）金属錯体の電子移動反応においてClass I～IIIまでの3つに分類されているが、プロトン移動と電子移動が同時に起きる新しいClass IVタイプの混合原子価状態を見いだした。(2) 生体分子などはプロトンの濃度勾配によって電位をため込み、種々の反応に利用している。芳賀らは金属錯体のプロトンの吸脱着による酸化還元反応の電位変化を利用して、プロトンを付加した錯体と脱プロトン化した錯体で、プロトン移動を媒体としたPCET電池の合成に成功した。(Inorg.Chem.57,(2017)) (3) リン光発光する水素結合型Ir^{III}錯体は、通常水素結合部位で励起エネルギーが散逸してしまうため、発光寿命や量子収率が下がることが知られている。しかし、設計したPCET型Ir^{III}錯体

は、発光寿命や量子収率が単核錯体のものより、2 倍近く増加しているものを合成した。相補的な水素結合することによって発光寿命や量子収率が増加するメカニズムについて明らかにしていきたいと考えている。(4) 田所らは、ナノ多孔質分子結晶固体中で電気化学的に PCET 反応を引き起こすことに成功し、これらの伝導性媒体が $Ru^{II}Ru^{III}$ の混合原子価状態であることを見出した。この事実に基づいて、PCET 反応によるプロトン電子連動性伝導体結晶を合成することに成功した。水素結合が新しい電子媒体になれることを示した初めての論文である。(Inorg.Chem.57,(2017))

3. 2. 分子連関構造グループについて

構造グループでは、従来知られていない構造を与える分子連関系の探索を主な研究対象としている。そのため、まずは各人が得意とする分子連関系の探索を進めており、その成果は春季の最終報告において内容発表を行っている。すでに、固体状態で構造変化を示す結晶、ナノ空間における分子の新規挙動、特殊な冷結晶化融解挙動を示す分子連関系が見つかってきている。また、この構造系では、物理的なエネルギーを分子の運動エネルギー・機械エネルギー・分子変換エネルギーに変換するテーマも行っている。(1) 1 つの分子系であるが 3 つの独立した運動モードを行うことができるロタカテナンの開発、(2) 小分子レベルで生体酵素特有なアロステリックな運動系を実現できる分子系の開発。(3) 金クラスターの 1 原子レベルの合成手法を開発し、しかも Pd などを含むヘテロな超精密金属クラスター系を実現し、触媒反応を行うことを目指した。(3) フォトクロミックな分子を用いて、触媒反応系を付加し、光スイッチによる分子変換反応の ON-OFF を行う。このようなユニークな運動系を開発することに成功した。秋津らは本研究部門の遠藤らと共同で、キラルシッフ塩基金属錯体、光応答性有機色素のアゾベンゼン及びポリメタクリル酸メチルを構成要素とする有機-無機複合材料に偏光紫外光照射後の性状を議論する中で、理論的解析面を進展させた。秋津らは、酸素還元金属酵素の立体構造との分子認識を議論するため、フォトクロミックなアゾベンゼン部位を有する新規マンガン 4 核錯体の構造を報告した。

3. 3. 分子連関バイオグループについて

本グループは①水中接着剤の開発、②自己集積型超分子の機能開発などを主な目的としている。①接着剤は日常生活から医療、交通、防災などいたるところで必要不可欠な基材である。ところが、水中で物質の表面同士に機能する接着剤は殆ど知られていない。一方、フジツボ（節足動物）やムラサキイガイ（軟体動物）などは、濡れている岩場などでも、固体上にしっかり結合しており、水中（または親水条件下）での接着をいとも簡単に実現している。これらの接着には、カテコールの金属イオンへの配位などが使われている。そこで本年度は、8-quinolinol のキレート能力を利用した水中接着剤の合成を行い、その機能を検討した。亜鉛などの金属イオンの存在下で、非存在下よりもガラス同士の接着が強力になることを確認した。②生体は無数の分子の非共有結合による自己集積体であるといっても過言ではない。それを人工分子によって再現し、単独の分子にはない構造と機能を生み出すのが超分子化学である。青木らは、シクロメタレート型イリジウム（Ir）錯体が、塩酸などのブレンステッド酸や、亜鉛イオンのようなルイス酸で分解し、一つのリガンド分子が遊離した-錯体が生成することを見出した(Inorg. Chem. 2017, 56, 812-833)。しかも、二つの異なるリガンドを有する Ir 錯体を亜鉛イオンと反応させると、数が少ないリガンドの方が選択的に除去され、その生成体である錯体に 3 つ目の異なる配位子を導入することによって、三つの異なる配位子を有する Ir 錯体の選択的合成を実現した。さらに、本研究部門の斎藤、河合らが合成したリガンドを導入した Ir 錯体の中に、緑色と赤色の両方の発光を示す Dual luminescent 化合物が見出された。また、Ir 錯体の求電子置換反応を用いることで、三つの異なる配位子を有する Ir 錯体の合成が可能であることを報告した（Inorg. Chem. 2017, 56, 886-899)、さらに、本研究部門の斎藤、河合らが合成したリガンドを導入した Ir 錯体の中に、緑色と赤色の両方の発光を示す Dual luminescent 化合物が見い出された。

4. 研究活動の展望

分子連関相乗系研究部門は、主に理学系グループが結集したものである。分子連関物性系、分子連関構造系、分子連関バイオ系として、それぞれ独自に活動を行ってきた。年 1 回の報告会では、各の研究成果をもちよって、3 つの連関系を結集するような大きな共同研究テーマを創造で

きないか議論を重ねてきた。その中の議論で、分子エネルギーという概念による「分子エネルギーの貯蔵･移動･変換」は、分子自身を新しいエネルギーの塊とみなして、触媒のような分子変換を最終的な目標にするだけではなく、分子を動かすメカニカルな運動についても、分子エネルギーの帰結として考える新しい概念に至った。一方、「分子ロボット構築のためのパーツ」という考え方も、分子ロボットを動かすために、分子機械で動く種々のパーツを分子でつくるという考え方である。これは特に物理的・化学的な相互作用を、分子のメカニカル運動に連結するようにパーツを合成し、それぞれを統合することで、より複雑な動きを分子レベルで操作できるような化学を目指す。このような新しい科学は、東京理科大学独自の科学の 1 つとして発展できるのではないかと考えている。

5. むすび

本研究部門は発足以来、最終年度を迎えようとしている。理学部化学系の研究者が中心となって行っているプロジェクトであるが、アウトプットとしてどのような分子系を共同で構築できるか必要になってきた。もともと、全学的に「錯体化学」というキーワードで繋がった研究者が共同研究を進めるために、設立した部門である。現在の総研の研究部門の目的とは異なって、お金を取りにいくプロジェクトで設立された部門とは異なる。そして、東京理科大学の総合研究院では工学系の研究者による即戦力的なお金の稼げる研究成果が求められ、優遇されていることが現状である。世界的な流れとして、「シーズの枯渇」が問題視されている。もし、東京理科大学の独自の研究成果を創出するためには、目先の成果ではなく、理学部→理工学部または基礎工学部→工学部または薬学部の連携が必要になってくるのではないだろうか。最も各学部で共通な認識を持てるようなテーマと研究資金が必要である。本部門での「共同研究」というキーワードには、十二分に目的を達成できたと考えている。5 年のプロジェクト研究であるが、5 年後からの研究成果を期待されたい。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1．“Synthesis and Photophysical Properties of Porphyrin Macrorings Composed of Free-Base Porphyrins and Slipped-Cofacial Zinc Porphyrin Dimers”, Y. Kuramochi, Y. Kawakami, A. Satake, Inorg. Chem. 2017, 56, 11008-11018.(査読有)
2．Journal of Molecular Structure, ‘Nanoscopic Structure of Hydrophilic and Hydrophobic Molecules in Artificial Clathrate Hydrates’, Y. Suzuki, T. Ida, K. Endo, M. Tadokoro, M. Mizuno, (to be published)(2018).(査読有).
3．Synthesis of Mechanically Planar Chiral rac-[2]Rotaxanes by Partitioning of an Achiral [2]Rotaxane: Stereoinversion Induced by Shuttling, Y. Mochizuki, K. Ikeyatsu, Y. Mutoh, S. Hosoya, S. Saito, Org. Lett. 2017, 19(16), 4347-4350.(査読有)
4．Synthesis of [2]Catenanes by Intramolecular Sonogashira-Type Reaction, K. Ito, Y. Mutoh, S. Saito, J. Org. Chem. 2017, 82 (12), 6118-6124.(査読有)
5．“Dibenzopyrrolo[1,2-a][1,8]naphthyridines: Synthesis and Structural Modification of Fluorescent L-Shaped Heteroarenes”, K. Tateno, R. Ogawa, R. Sakamoto, M, Tsuchiya, N, Kutsumura, T, Otani, K, Ono, H, Kawai, T. Saito, J. Org. Chem., 83, 690-702(2018).(査読有)
6．“Synthesis of Heterocyclic Compounds with Adamantane-like Cage Structures Consisting of Phosphorus, Sulfur, and Carbon”, N. Kutsumura, R. Ohshita, J. Horiuchi, K. Tateno, N. Yamamoto, T. Saitoh, Y. Nagumo, H. Kawai, H. Nagase, Tetrahedron, 73, 5214-5219 (2017).(査読有)
7．N. Shida, Y. Suzawa, M. Inaba, A. Okazawa, N. Kojima and M. Enomoto, “Magnetic Properties of V-Substitution Effect in an Iron Mixed Valence Complex”, Polyhedron, 136, 143-148,(2017).(査読有)
8．″Synchronized Collective Proton-Assisted Electron Transfer in Solid-State by Hydrogen Bonding Ru(II)/Ru(III) Mixed-Valence Molecular Crystals″, M. TADOKORO, H. HOSODA, T. INOUE, A. MURAYAMA, K. NOGUCHI, A. IIOKA, R. NISHIMURA, M. ITOH, T. SUGAYA, H. KAMEBUCHI, M. HAGA, Inorg. Chem., 2017, 56, 8513-8526.(査読有)
9．Crystal Structures of Bis (diphenylglyoximato)-Nickel (II) Complex with Varying Alkoxy Chain Lengths, K. Ueji, K. Nomoto, S. Ichimura, S. Shinozuka, K. Abe, K. Tomono, Y. Tamaki, K. Miyamura, Bulletin of the Chemical Society of Japan, 90 巻 pp 684-688, 2017 (査読有)
10. Formation of Two Kinds of Columnar Crystal Structures of Saddle-Shape Metal Complex [Ni(tmtaa)] Induced by Halogen Substitution, S. Ichimura, M. Saeki, K. Ueji, Y. Tamaki, K. Tomono, K. Nomoto, and K. Miyamura, Bulletin of the Chemical Society of Japan, 90 巻 pp 863-891, 2017 (査読有)
11. “Energy-Storage Applications for a pH Gradient between Two Benzimidazole-Ligated Ruthenium Complexes That Engage in Proton-Coupled Electron-Transfer Reactions in Solution”, D. Motoyama, K. Yoshikawa, H. Ozawa, M. Tadokoro, and M. Haga, INORG. CHEM.56, 6419-6428, (2017)(査読有)

著書

1．Takashiro Akitsu,“Lecture Notes:d,f-Block Inorganic Chemistry”(ISBN 978-620-2-30609-6), Scholars’ Press (Riga, Latvia)(2018).

招待講演

1．“Analysis of valence XPS and AES of 2nd periodic atom-containing substances by DFT calculations using the model molecules”, Kazunaka ENDO, 7th JCS Symposium (プラハ) May 22th, 14:00-14:25 OC19
2．「超分子コポリマー形成におけるアロステリック会合能の効果」, 河合英敏, 第66回高分子討論会, 松山市, 2017年9月20日
3．“Self-assembly salen catalysts toward adaptive catalysis”, Tatsushi Imahori, 第67回錯体化学会討論会, 札幌, 2017年9月16-19日
4．「謙虚さ×観察力×適応力×好奇心＝動的分子触媒化学＋α」, 今堀龍志, 東北大学大学院薬学研究科分子変換化学講座講演会 ～分子変換の深化～, 仙台, 2018年3月31日
5．“Hybrid chiral Schiff base metal complexes with polarized light irradiation and spectroscopy”, Takashiro Akitsu, International ″Science Seminar″ (Indian Chemical Society), Burdwan Raj College, Burdwan, India, 2017年10月10日
6．Cold Crystallisation of Alkyl Substituted Nickel(II) Complexes Capable of Storing Heat Energy, K. Miyamura, International Congress on Pure & Applied Chemistry 2018, Siem Reap, Cambodia (2018)
7．“擬一次元親水性ナノ細孔をもつ分子結晶に閉じ込められた巨大クラスターの構造と機能化”, 田所誠, 第2回有機・バイオニクス研究会第69回固体イオニクス研究会, 摂南大学 (大阪府寝屋川市), 2018年3月12日

特許

1．【欧州出願】2018年1月17日, EP16811671.3,「タンパク質分解誘導タグ及びその用途」, 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学 (JST大学等知財基盤強化支援, ベンチャー創出型知財支援)
2．【米国出願】2017年12月13日, US15/736,089,「タンパク質分解誘導タグ及びその用途」, 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学 (JST大学等知財基盤強化支援, ベンチャー創出型知財支援)
3．【日本出願】2017年11月16日, JP2017-525270,「タンパク質分解誘導タグ及びその用途」, 宮本悦子, 小沢正晃, 学校法人東京理科大学

広報

1．Top Researchers (2017年5月30日),「タンパク質分解現象を活用し、創薬の可能性を広げる」 http://top-researchers.com/?p=621
2．ACS Publications Research Highlights from Japan (Oragani/Inorganic)(Web site) に以下の論文が取り上げられた, Synthesis and the Shuttling Behavior of [2]Rotaxanes with Pyrrole Moiety, Y. Matsuoka, Y. Mutoh, I. Azumaya, S. Kikkawa, T. Kasama, S. Saito, J. Org. Chem. 2016, 81, 3479-3487.
3．柴田高範, 大谷卓, 河合英敏,「市販品試薬からわずか2工程、らせん状低分子有機化合物の合成法を開発」, 早稲田大学プレスリリース (https://www.waseda.jp/top/news/52473), 2017年7月11日

受賞

1．渡辺 拓真 (指導教員：斎藤慎一), 第64回有機金属化学討論会 ポスター賞, 2017年9月26日
2．絹張茂実 (指導教員：小野公輔, 河合英敏), 74回有機合成化学協会関東支部シンポジウム若手講演賞, 有機合成化学協会関東支部, 2017年11月19日
3．神出啓義, 今堀龍志, 第7回CSJ化学フェスタ 優秀ポスター発表賞, 日本化学会, 2017年10月17-19日
4．“6つのイミダゾールが配位したRu(III)錯体の水素結合型結晶の構造と性質”, 伊藤雅季, 第26回有機結晶シンポジウム 優秀ポスター賞, 公益社団法人日本化学会有機結晶部会, 2017年11月15日

研究課題（研究者別）

青木　伸

「複核金属錯体、有機分子ブロック、金属イオンの自己集積による超分子触媒の開発」

2,2'-bipyridyl リンカーもつ二核亜鉛錯体とバルビタール誘導体、銅イオンの三者が、中性 pH 水溶液中で自己集積して 2 対 2 対 2 超分子を生成すること、そしてこの超分子がリン酸モノエステルを加水分解することを報告した（Chem. Asian J.. 2014, 9, 2831-2841)。さらに、長鎖アルキル基を導入した二核亜鉛錯体が、水/有機溶媒の二相系でリン酸モノエステルを加水分解すること、その反応が酵素反応と同様に、Michaelis-Menten の速度論に従うことを見出した（Chem. Pharm. Bull. 2016, 64, 451-464)。現在、これまで実現していなかった触媒的な加水分解反応を検討中である。

秋津　貴城

「キラルシッフ塩基錯体とアゾベンゼンの複合材料の数理的解釈」

キラルシッフ塩基銅（II 錯体とアゾベンゼンを PMMA 膜に複合した有機無機複合材料に偏光紫外光を照射することにより、ワイゲルト効果による光学異方性の誘起や磁気特性変化を観測した。また、偏光スペクトル測定の実測データのばらつきをベイズ統計法により評価したり、分子動力学計算を援用して PMMA 膜中での溶質の分子間相互作用を議論したり、数理的解釈を加えた。

今堀　龍志

「動的分子触媒空間による化学反応の時空間制御に関する研究」

酵素様の刺激応答性の構造変換による動的な反応空間を有する分子触媒を設計開発し、化学反応を時空間で制御することで、効率的な化学変換の実現を目指している。従来の分子触媒は単一構造・単一反応性のものがほとんどであり、触媒機能を切り替える触媒はこれまでにほとんど開発されていない。空間と共に時間軸で化学反応を制御することで、反応する位置、立体、化学変換の種類、順序を操り、高度な化学変換を実現する。

榎本　真哉

「バナジウム希釈系混合原子価鉄錯体の誘電測定による電荷移動挙動の検出に関する研究」

Fe^{II}-Fe^{III} 間で特異な電荷移動挙動(CTPT)を示すジチオオキサラト架橋鉄混合原子価錯体では、金属置換によりその電荷移動現象を制御でき、その挙動は磁化率や誘電率測定に現れるヒステリシスの有無により検出可能である。Fe^{III}→V^{III} 置換を行った場合には従来の金属置換系と異なり、CTPT の抑制と共に非置換の Fe^{II} サイトでスピンクロスオーバーが同時に起こり、後者に由来したヒステリシスが磁化率のみに現れることが明らかとなった。

遠藤　一央

「超分子化合物の電子状態の研究」

GAUSSIAN 及び deMon ソフトによる DFT 計算から「Nanotube-water Cluster 中の溶媒分子と cluster 水分子との相互作用」及び「第二周期原子を含む物質の XPS 及び AES の分光解析」の研究を纏めた。

紙野　圭

「生物接着とバイオマス分解酵素からの蛋白質材料の創成」

まだ機能が特定されていないフジツボの水中接着蛋白質 cp を対象として、界面での性状解析における再現性の問題を、サンプル調整方法を最適化することで解決することに成功した。水中の界面で速やかに膨潤した吸着層を形成することが明らかとなり、接着プライマーに似た機能を担っていることが示唆された。

亀渕　萌

「ナフィオンのプロトン伝導を利用した透明発光フィルムの発光色制御」

ナフィオン（Nafion）は陽イオン交換膜およびプロトン伝導膜として有名であり、機械的強度が極めて高い透明フィルムである。このナフィオンに、酸性条件で緑色に光るテルビウム（III）錯体[$Tb^{III}_2(PBA)_6$]と塩基性条件で赤色に光るユーロピウム錯体[$Eu^{III}_2(PBA)_6$]を Nafion へ導入し、外部電圧を印加してプロトンを流すことで透明フィルムの発光色を制御することに成功した。

河合　英敏

「軸分子上での環と環とのすれ違いが可能なロタキサン分子の構築」

環の位置制御が可能なロタキサン分子シャトルは多くの例が構築されてきたが、複数の環が互いにすり抜けて入れ替わることが可能なロタキサン分子シャトルは報告例がない。本研究では環同士の相互スリッピングが可能な新規ロタキサン分子シャトルの構築を目指し、軸上に 3 つの環を有するイミン架橋型ヘテロ[4]ロタキサンを構築した。イミン結合の加水分解により大きな環が小さな環を乗り越えて移動できることを明らかにした。

斎藤　慎一

「インターロック化合物における動的挙動と立体化学に関する研究」

[2] ロタキサンの軸構造に大きさの異なる原子団を導入することにより、環構造の運動の制御が行えることを明らかにした。また、キラルなロタキサンの物性についても解明した。さらに、新規な構造を有するハーフサンドイッチ型ルテニウム錯体や、3 環性の含窒素化合物の合成について検討した。

佐竹　彰治

「環状ポルフィリン二量体の効率的製法と機能に関する研究」

ビス（クロロピリジル）ニッケルポルフィリンの還元的カップリング反応では環状ポルフィリン二量体が主要な生成物として得られ、亜鉛系で環状三量体が主となるのとは異なった。高機能シリカゲル上での特異的な保持現象では、保持能が外周部のエステル基に影響されることを見出した。この精製法を用いると環状ポルフィリン二量体が簡便に調整できる。また環状二量体内部に有機パラジウム錯体を 2 分子導入することにも成功した。

菅谷　知明

「二重発光性イリジウム（III）錯体を用いた Al^{3+}イオンの高選択的検出」

二重発光性物質は、2 つの発光帯を有することから、発光強度の自己較正が可能となり、より正確な分析対象物質の定量が期待される。本研究では、ビピリジンジオール配位子を有する二重発光性イリジウム錯体と様々なカチオン性金属イオンを反応させた。その結果、Al^{3+}イオンを添加した場合のみ発光強度が大きく増加することが確認された。これは、ビピリジンジオール部位が Al^{3+}と高選択的に反応していることを示唆している。

田所　誠

「水素結合型プロトン移動と混合原子価電子移動を同時に行う PCET 分子結晶の創成」

強く水素結合した混合原子価金属錯体は、分子間の混合原子価電子の移動に伴ってプロトンが同時に移動できることを明らかにしてきた。本研究では結晶固体中でのプロトン共役型電子移動（PCET）を行ういくつかの $Re^{III}Re^{IV}$ と $Ru^{II}Ru^{III}$ の金属錯体を合成し、そのプロトン共役型電子移動のメカニズムについて明らかにすることを目指す。一方、これらの結晶の内いくつかは、電場に対して応答し、誘電物性を示すことを明らかにしている。テラヘルツで応答できるような分子誘電体が合成できないかどうか、調査研究することも目標に挙げた。

鳥越　秀峰

「亜鉛イオン存在下で形成されるスプリット 4 本鎖 DNA とヘミンの複合体のペルオキシターゼ活性による標的遺伝子検出」

複数の DNA 断片が金属イオン存在下で集合して形成する、スプリット 4 本鎖 DNA とヘミン（中央に Fe(III) を含むポルフィリン）の複合体について、420nm における吸光度の時間変化による追跡などを用いることによって、ペルオキシターゼ活性による標的遺伝子が検出できるか、共存する金属イオンの種類で標的遺伝子検出能が変化するかを検討した。2 種類のプローブを共存させることが適することが明らかになった。

根岸　雄一

「高速クロマトグラフィーを駆使した合金クラスターの超精密組成制御技術の確立」

金属合金クラスターはドープ数に分布を持つクラスターとなりやすいため、合成が困難で物性が不明である。そこでチオラート保護金クラスターにおける異原子ドープの効果を詳細に調査するため、高速液体クロマトグラフィーを用いて得られた合金クラスター混合物を組成ごとに精密分離するための技術を確立することができた。その結果、金への銀 1 原子ドープによる電子構造への影響を評価に成功した。

芳賀　正明

「電極表面へのレドックス活性な錯体分子ユニットの逐次積層化」

電極表面へのレドックス活性な錯体分子ユニットの逐次積層化ならびにレドックス活性なプルシアンブルー（PB）のナノ結晶化法およびその構造内へのイオン移動について検討した。電子とイオン伝導をコントロールすることで、錯体ユニットの逐次積層により拡張性のあるプロトン電池を作成した。また、PB ナノ結晶との分子接合では電子・イオンの蓄積による大きなヒステリシスを持たせることでメモリ機能を発現できた。

宮村　一夫

「長いアルキル基を導入した色素分子の冷結晶化」

冷結晶化とは冷却時に、過冷却液体やガラス状態といった過冷却状態をとった分子を加熱した際に、発熱を伴って結晶化が起こる現象である。アゾ色素に 3 種類の長鎖アルキル基を導入して、示差走査熱量測定および可変ステージ付属の光学顕微鏡によって観察したところ、アルキル鎖長 10 の分子において、冷結晶化が発現することが明らかになった。一方、ジケトピロロピロール色素分子では、ファンデルワールス力がアゾ色素とは異なるために、アルキル鎖長 10～14 の分子において冷結晶化が発現した。

宮本　悦子

「機能性分子の設計と創成による生体分子の同定と制御に関する研究」

全たんぱく質の 75%が、薬を創ることが困難な標的タンパク質と言われている（アンドラッガブル問題)。生体の分解工場であるプロテアソームを利用して、創薬困難な標的タンパク質を「阻害」するのではなく「分解」する「機能性分子」を設計合成する「ケミカルノックダウン (Chemical interaction and Knockdown:CiKD)法」の確立を目指している。本年度は、合成した機能性分子が標的を生体内で分解できることを証明し、JST の「START 宮本プロジェクト」(28 年 12 月～）に採択された。

黒田　玲子

「単結晶状態で起きるダイナミックな結晶変換」と「固体状態でのタンパクの構造変換」

2-(2-bromo-phenylsulfanyl)-3-methyl-cyclohex-2-enone は、5 種の多形結晶を生成する。固相状態で加熱により空間群 $P2_12_12_1$ の結晶から複数の空間群 $P2_1$ 結晶に、キラリティー情報を保って変換することを丁寧な単結晶構造解析法で追跡し、結晶内でダイナミックな変化が起きていることを明らかにした。また、膜状態の蛋白が蒸気により簡単に構造変化することを、自ら開発したキラル分光装置（UCS-1）で初めて明らかにした。この論文は専門誌 Chirality（Wiley）の表紙を飾った。

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 29 年度（2017 年度）まで 4 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。それは、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。

1 年目は、研究対象地域を「外濠及び神楽坂」とし、2 年目は、対象地域を外濠の下流域に当たる神田川周辺地域への展開を図った。3 年目は、「水循環都市東京宣言」、「外濠再生懇談会」、「外濠市民塾」など、研究成果を社会に還元しつつ、現代の都市環境形成にかかる街づくり活動と仕組みづくりにコミットして、都市計画の意思決定について調査研究を進めた。4 年目は、さらに、江戸東京の成立と発展にとって最も重要な社会基盤であった隅田川流域にまで対象地域を広げ、河川、水路に沿った地域、つまり東京の水辺地域に光をあてる調査とデザイン・スタディへと展開してきた。

概ね、研究計画どおりに進行してきたが、地域研究を地域貢献として社会と地域に還元して街づくりと都市計画にフィードバックする仕組みとして設置された「外濠再生懇談会」の組織化に、思いの外、時間を要し、そのため当初計画にあった海外都市での調査研究が遅れている。対象地域としては、外濠を下り神田川周辺から東京近代化のプロセスで重要な役割を果たしてきた駿河台、湯島地域へと展開、さらに隅田川及びその周辺地域の調査とデザイン・スタディへと展開（図 1）し、海外展開については北京と上海の 2 都市について情報交換（北京工大、同済大学）を行ってきた。最終年度は、スペインから建築家で都市研究者を招聘して、21 世紀の東京をリセットして、グローバル時代のサステナブルでレジリアントな巨大都市として再構成するための調査研究を行い、研究部門の研究成果を総括する計画である。

2. 部門の構成と施設設備

部門の構成は、本研究部門設置時と変更はない。先端都市建築研究部門は、工学部、工学部第二部、理工学部、国際火災科学研究科の 4 ファカルティに所属する有志で構成され、幅広い専門分野の研究者集団である点に特徴がある。研究体は、3 研究分野（都市文化研究、都市性能研究、都市デザイン研究）から成り、研究分担者の相互関係は、都市文化研究を基盤として都市性能研究・都市デザイン研究の相互連携によっている。

「都市文化研究グループ」は、地域に固有の価値を維持創出するための伝統と都市文化に関する建築学の基礎研究、「都市性能研究グループ」は、都市機能について計画的および工学的性能（特に防災性能）の向上を図る応用研究、「都市デザイン研究グループ」は、他の 2 グループと連携して建築及び地域更新モデルのデザイン・スタディを行う応用研究である。グループ相互の関係を図 2 に示す。

施設は、神楽坂キャンパス内に「東京理科大学神楽坂地域デザイン・ラボ」を設け、通信機器、製図資料作成のための機器類を設置、そこを拠点として「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。なお、平成 30 年（2018 年）4 月からは、神楽坂通りの奥に位置する若宮町に場所を移設して室名を「外濠及び神楽坂地域調査研究促進室」と新たにして、地域調査研究の発表、会合、セミナーなどを展開する予定である。

3. 各研究グループの活動報告

文化研究（主任:伊藤裕久教授（都市史））は、地域文化・建築史の立場から基礎研究であり、都市性能研究（計画系主任:郷田桃代教授（都市計画、建築計画）、防災系主任:河野守教授（都市防災））は、地域計画・建築計画の合理的な計画手法の研究、及び都市防災の工学的性能向上を目指した応用研究である。都市デザイン研究（主任:宇野求教授（都市設計・建築設計）は、文化研究と性能研究の成果を加味した、フィールドワークに基づくデザイン研究を行っている。

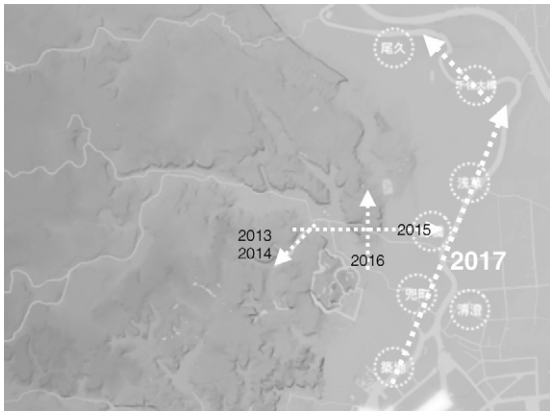


図 1　2017 年度 研究対象地域の展開

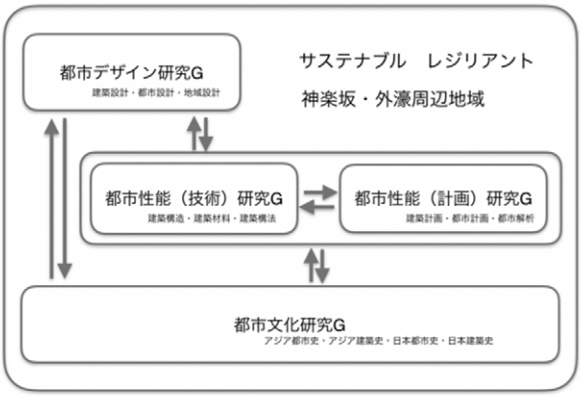


図 2　研究部門を構成する研究グループとその相互関係

3. 1. 都市文化研究グループについて

伊藤裕久（主任：研究分担者）：21 世紀の都市計画では、都市文化研究、なかんずく都市遺産・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引き続き基礎研究を行う。都市中心域の水辺について検討を進めきたが、最終年度は、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まとめる。

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）、宇野求、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ンにもユニークな特性を見いだすことができて、総体として、世界的にみて特徴的な都市空間が形成されている。都市計画、都市デザイン、建築設計に資する、この地域の建築と都市の計画条件を明らかにするとともに、災害に抗するレジリアンスの評価方法などの研究をまとめて提言を行う。

・技術グループ（都市防災・都市防火）

河野守（主任)、今本啓一、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、最終年度には、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について

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計画である。

4. 研究活動の展望

先端都市建築研究部門は、設置から 4 年間が過ぎた。研究計画の進捗は、概ね、当初予定通り進められているが、主な研究対象地である神楽坂でのまちづくり活動および「外濠再生懇談会」の設置が、諸般の外在的な事由によって、やや遅れたため、他都市への展開、外国都市への研究の展開については遅れている。海外への展開及びさらなる地域貢献に向けた地域研究のためは、中長期に及ぶ研究体制の構築が必要であり、今年度には、そうしたことについてもその可能性を探っていきたい。

2017 年度（平成 29 年度）の主な活動は以下の通り。最終年度である 2018 年度（平成 30 年度）に、これらをまとめて成果とする。

4. 1. 外濠再生、調査研究に関する活動

1） 2018 年 3 月、第 3 回「外濠再生懇談会」を、法政大学市ヶ谷田町校舎にて開催。外濠に接する千代田区、新宿区の地域町会、地域団体、学校（大学、高校）ほか、が参加。千代田区、新宿区からのオブザーバー及び「外濠水辺再生協議会」(地域の企業連合による地域貢献活動）の参加が加わり、各大学からの活動報告、地域の意見交換が続き活発な議論が交わされた。(参加者 40 名）(2017 年 1 月、第 2 回「外濠再生懇談会」を開催。2016 年 1 月、第 1 回「外濠再生懇談会」を開催。理科大と法政大学が幹事大学となり、地域区民、在勤都民市民、地域町会、地域団体、区都国など行政が外濠再生についての都市計画の情報共有と意見交換の場として「外濠再生懇談会」が設立された。）

2） 2017 年 4 月、第 8 回外濠市民塾「外濠を遊ぶ　未来へつなげる地域の記憶と体験」開催、@DNP プラザ市ヶ谷、千代田区側と新宿区側の町会・自治会、大学（法政、理科大、中央、日大)、高校（三輪田学園）が参加。世代、区境、大学をまたぐ拡大ワークショップを実施した。地域から社会に向けて、外濠の使い方・遊び方が提案された。(参加者 70 名）

3） 2017 年 7 月、シンポジウム「江戸城外濠と文化」にて、先端都市建築研究部門長として基調講演、パネルディスカッションに登壇。東京ガーデンテラス紀尾井町にて開催。主催は、「外濠水辺再生協議会」（外濠周辺の企業 10 数社による協議会）出版・メディア、IT、印刷、建設ほかの事業を展開する企業連合がローカルな地域貢献を目指して活動するための組織）理科大による外濠及び神楽坂地域研究・地域貢献活動を紹介。(参加者 100 名）

4） 2017 年 12 月－2018 年 3 月、神田川・隅田川水辺の更新の発表と展示、主催　工・建築学科+先端都市建築研究部門、外濠の下流域の水辺について建築とランドスケープの更新をテーマに 7 エリア（尾久、千住、浅草、蔵前・両国、清澄、兜町、築地）についてリサーチ、デザイン・

スタディ、現地でのプレゼンテーションを行なった。なお、これらの図面と模型について、2018 年 4 月より新設される「外濠及び神楽坂地域調査研究促進室」にて展示、公開していく計画である。

4. 2. 神楽坂調査研究に関する活動

「神楽坂文化振興倶楽部」(通称:「神楽坂おかみさん会」) のまちづくり活動支援を行ってきた。昨年度の展示（森戸記念館内展示コーナー:「文学にゆかりのある神楽坂紹介ビデオ」の作成と上映、理科大森戸記念館内に神楽坂の歴史と伝統に関わる写真、物品展示、理科大建築で作成した「牛込御門復元計画」の模型とパネル展示）に引き続き、文化財的価値のある料亭木造建築「うを徳」の実測調査を行い、保存すべき建築文化のアーカイブに向けた情報として、図面化、模型制作の研究及び作成作業を行った。

1） 2017 年 3 月、「神楽坂文化振興倶楽部」（＝神楽坂おかみさん会）の依頼による神楽坂の料亭建築の実測予備調査を実施。
2） 2017 年 5 月、神楽坂「うを徳」木造建築本調査を実施。
3） 2017 年 4 月から、先端都市建築研究部門及び工学部建築学科研究室による神楽坂地域研究の成果展示（森戸記念館内展示コーナー）を順次行なっている。理科大建築のメンバーによる神楽坂地域研究の一端をパネル展示した。神楽坂の文化を紹介する写真と資料、文化的な価値を毀損しない方法で建築と路地と街区の防火性能防災性能を高める研究を紹介。地域研究を通じた地域貢献を推進している。
4） 2017 年 5 月　工・建築 同窓会による展示見学会を実施。(参加者 50 名)
5） 2017 年 7 月－「新宿区立牛込見附公衆便所」の改修検討、まちづくり文化イベント支援など、建築学の専門知識、専門技術を備えた大学院生（女子）による神楽坂文化振興倶楽部の活動を支援及び調査研究を継続。

4. 3. 関連活動

2017 年度には、「江戸東京博物館」でのシンポジウム及び研究成果展示に参加、提言の実現に向けて、引き続き、調査研究および広報活動を展開する。(2015 年度、「5 大学連続シンポジウム」(主催：中央大学、法政大学、日本大学、東京理科大学、東京大学）を受けて、2016 年度、東京都議会棟「都民ホール」における国際シンポジウム（共催：5 大学）に参加、「都民ギャラリー」で「水循環都市東京」に関して外濠及び日本橋川に関する理科大建築による研究活動の展示を実施(共催：5 大学))

5. むすび

3 年目を終えた「先端都市建築研究部門」は、5 年間の時限的組織であり研究の押し返し点を過ぎた。振り返れば、地域文化、地域性能、地域デザインの基礎となる合意形成のためのプラットフォーム作りに前半の 3 年間で多大な時間とエネルギーを費やすこととなった。これまでに例のない行政区をまたがる「外濠再生懇談会」を設立し、地域研究成果を地域貢献に具体的に還元する道筋の目処がついたという点で、一定の成果があったと言うことができよう。最終年度の今年度は、1）適切で合理的な空間活用の評価手法と計画手法に向けた提言、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技術的提言、3）これらを統合して、当該地域の建築・都市環境のビジョン提言を作成、応用学として当該地域の現実の課題に有効な策を提言することを目標としてきた、5 年間にわたる当研究部門の成果としてまとめる計画である。

最終年度以降の展望について

1）「理科大地域デザイン・ラボ」(先端都市建築研究部門 地域拠点）が神楽坂コート 1 階の「外濠及び神楽坂地域研究推進室」に移設され、工・建築と国際火災科学専攻を軸に、「グローバル時代の地域研究を通じた地域貢献」を推進する。東京都心部の伝統地域における都市計画、都市デザイン、環境とエコ、防災とライフスタイルの調査研究及び社会貢献がテーマである。

2) 「外濠再生」のためには水の浄化、水質の向上が必要であることが、これまでの各種実証研究で明らかとされている。本質的かつ根本的には、水流をつくる以外に水質向上を実現することができないことが明らかとなっている。また、下流域の神田川、日本橋川の水質向上には、外濠の水質向上が条件であることもわかっている。これらの研究成果と水流の実現のための提言について、広く情報発信、情報提供していくことが望まれる。
3) 2018 年度は、5 年目をむかえる先端都市建築研究部門の成果を取りまとめるが、当研究部門の扱う研究領域では、現地における継続性のある長期にわたる調査研究及び地域活動が必須であり、当研究部門の成果を継承して継続的に地域研究を行い当該地域に貢献できる枠組みをつくることが望まれる。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

１．神田川における連続景観の分析－「神田川クルージング」の視点場から－, Analysis of Sequential scenery in Kanda River, Tokyo -From the “Kandagawa Cruise”-, 佐藤 祐斗, 2017 年 11 月, 卒業研究論文
２．東京トポフォリアー外堀で展開されるランドスケープを再発見する船旅の提案－, Tokyo Topophilia -A proposition of boat cruises to re-find a developing landscape along the Sotobori-, 佐藤 祐斗, 2018 年 01 月, 卒業制作
３．老舗ブランドと建築－神楽坂おかみさん会とまち・みせ・しな－, Relationships between long-established store brands and architecture -Activities of Kagurazaka Okami-san club for the town, shops and goods-, 高橋 りり子, 2018 年 02 月, 修士論文
４．光と影にみる都市体験と建築, Urban spatial experience and architecture through light and shadow, 寺田 繁史, 2018 年 02 月, 修士設計
５．神楽坂通り商店街の景観－チェーン店とローカル店における地域性－, CITYSCAPE OF KAGURAZAKA SHOPPING STREET -Characteristics defined by chain stores and local stores-, 富田夏乃子, 宇野求, 高佳音, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2017 年 8 月, pp.627-628
６．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－神楽坂地域を対象として－, QUANTITATIVE ANALYSIS OF STREETSCAPE FOCUSING ON MATERIALS AND COLORS OF BUILDING FAÇADES -A case study on Kagurazaka area-, 大薗憲竜, 2018 年 02 月, 修士論文
７．神楽坂地域における袋小路の形態と建物のアクセシビリティに関する分析, Analysis of Form of Dead End Streets and Accessibility of Buildings In Kagurazaka Area, 金森勇樹, 郷田桃代, 藤井健史, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2017 年 8 月 31 日, pp.315-316
８．細街路の更新に伴う景観変化のシミュレーション分析－新宿区神楽坂 3・4 丁目を対象として－, Simulation analysis on changes of streetscape associated with renewal of buildings along narrow streets -Case study on Kagurazaka area in Shinjyuku-ku-, 伊藤翔治, 郷田桃代, 藤井健史, 2017 年 9 月 1 日, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.739-740
９．親水公園の成立過程に関する研究：江戸川区の古川親水公園を対象として, Study on the Establishment Process of Water Parks: A Case Study of Edogawa Ward, 落合みずほ, 2018 年 02 月, 修士論文
10. 皇居周辺ランニングステーションの利用実態と評価構造, Users’ Behavior and Evaluation of the Running Stations around the Imperial Palace, 西山貴史, 伊藤香織, 丹羽由佳理, 2017 年 04 月, 査読付論文 都市計画論文集 52(1), pp.48-54.
11. The Visualization of Tourist Movement Based on Data from Micro-blogging Sites: A comparison of Twitter and Weibo Users in Central Tokyo, Andrew I. Burgess, Xinyue Song and Kaori Ito, 2017 年 11 月, 査読付プロシーディングス 2017 International Symposium of IAG’I, pp.108-109.
12. 牛込御門復元計画, Reconstruction Planning of Ushigome-Gomon (City Gate of Castle Town) in Edo-Tokyo, 山本祥史, 山崎美樹, 松原悠希, 2017 年 11 月 19 日, 歴史的空間再編コンペティション 2017：第六回「学生のまち・金沢」設計グランプリ（準グランプリ受賞）
13. 江戸東京の都市形成と見附枡形門の変容過程の関係性に関する考察, A STUDY ON RELATIONSHIP BETWEEN THE URBAN FORMATION OF EDO-TOKYO AND THE CHANGING PROCESS OF MITSUKE- MASUGATAMON, 山中謙介, 2018 年 02 月, 修士論文
14. 制振材を添加したポリウレア樹脂の減衰性能の評価に関する実験的研究, EXPERINENTAL STUDY BY DAMPING PERFORMANCE OF POLYUREA RESIN WITH DAMPING MATERIAL ADDED, 池田 椋, 2018 年 01 月, 卒業論文
15. 常時微動を用いた、木造家屋の危険度判定予測手法に関する研究,－熊本地震 2016 における木造家屋の調査を例として－, A STUDY OF METHOD TO ASSESS THE RISK CAUSED BY EARTHQUAKES OF WOODEN HOUSE, 千葉 祐輔, 2018 年 01 月, 卒業論文

16. 空気浮揚システムを活用した3次元免震装置（Air 断震）の開発に関する研究－3 次元試験機による性能評価とロッキング有無についての実大試験－, A research on the development of the three dimension seismic ISOLATION System floated by air, 中条 愛奈, 2018 年 01 月, 卒業論文
17. 高強度新素材を活用した木造耐力壁の可能性に関する実践的研究－新たな木造耐力壁の実用化を目指して－, PRACTICAL STUDY ON WOODEN SHEAR WALL USING HIGH STRENGTH NEW MATERIAL -Aiming to put a new wooden load bearing wall into practical use-, 三橋 弘行, 2018 年 01 月, 卒業論文
18. ポリウレア樹脂の建築構造部材への適用に関する実施的研究－ポリウレア樹脂を活用した仮設住宅の提案－, A PRACTICAL STUDY ON APPLICATION OF POLYUREA ELASTOMER TO ARCHITECTURAL STRUCTURAL -Proposal of temporary house utilizing polyurea elastomer-, 塩澤雄用, 2018 年 02 月, 修士論文
19. 高機能繊維の建築構造部材への適応に関する研究, A STUDY ON THE ADJUSTMENT TO STRUCTURAL MEMBERS USING HIGH-PERFORMANCE FIBER, 山口界堂, 2018 年 02 月, 修士論文
20. 炭素繊維強化プラスチックによる建築物の実現化に向けた設計に関する実践的研究 その 1. 直交異方性及び局部座屈を考慮した一方向強化材材料特性の把握, A PRACTICAL RESEARCH FOR A DESIGN OF STRUCTURE MADE OF CARBON FIBER REINFORCED PLASTIC HEADING TOWARDS IMPLEMENTATION Part 1. Specifying the material properties in consideration of orthotropic material properties and local buckling stress, 佐藤 有輝, 2017 年 08 月, 2017 年度日本建築学会（中国）
21. 炭素繊維強化プラスチックによる建築物の実現化に向けた設計に関する実践的研究 その 2. 材料特性を考慮したフレームの設計及び耐力評価, A PRACTICAL RESEARCH FOR A DESIGN OF STRUCTURE MADE OF CARBON FIBER REINFORCED PLASTIC HEADING TOWARDS IMPLEMENTATION Part 2. Design of a frame that can utilize the characteristic of CFRP and the evaluation of the ultimate stress, 岩垂 芳佳, 2017 年 08 月, 2017 年度日本建築学会（中国）
22. 高機能繊維の建築構造部材への適用に関する研究 その 3. クサビ型接続金具の検討, Study on Application of High Performance Fiber for Structural Members Part 3. Consideration of Wedge Type Connection Fitting, 安井 菜月, 2017 年 08 月, 2017 年度日本建築学会（中国）
23. 高機能繊維の建築構造部材への適用に関する研究 その 4. 結び目実験及び新築への適応性, Study on Applicability to Structural Member Using High Performance Fiber Part 4. Knot test and applicability to New-Build, 山口 界堂, 2017 年 08 月, 2017 年度日本建築学会（中国）
24. 伝統木造住宅保存修理工事における構造補強手法の特徴, FEATURES OF TECHNIQUE ASSOSIATED WITH STRUCTURAL REINFORCEMENT IN CONSERVATION AND RESTORATION WORKS OF TRADITIONAL WOODEN HOUSES, 樋口惠, 2018 年 1 月, 卒業論文
25. 蟻害劣化した木材の補強方法の開発, Strengthening of timber suffered from termite's damage, 近藤 豊, 2018 年 1 月, 卒業論文
26. 非/微破壊的手法による既存木造建築物の部材強度推定に関する研究, Strength evaluation of existing timber structure with non/minor destructive test methods, 澤田 将光, 2018 年 1 月, 卒業論文
27. 内部劣化した既存木造建築物への欠陥探査と樹脂充填による補強方法の提案, A proposal of assessment and strengthening with resin of internally deteriorated existing timber structure, 五郎丸 修平, 2018 年 2 月, 修士論文
28. 非/微破壊試験による既存木造建造物の耐久性評価に関する研究, Durability evaluation of existing timber structure with non/minor destructive test methods, 南川 貴明, 2018 年 2 月, 修士論文
29. 市街地延焼シミュレーョンを利用した東四つ木 3･4 丁目の延焼被害分析と避難対策, ANALYSIS OF SPREAD OF FIRE DAMAGE AND EVACUATION MEASURES IN 3 AND 4 CHOME, HIGASHI-YOTSUGI USING FIRE SPREAD SIMULATION, 宮崎進, 2018 年 02 月, 卒業論文

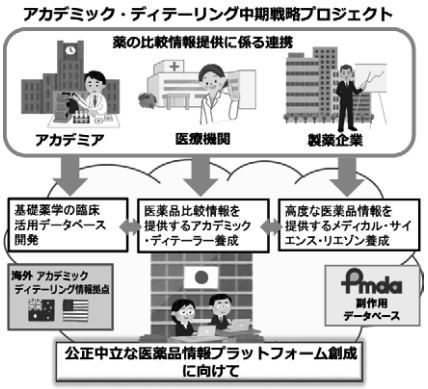
30. 市街地延焼シミュレーションを利用した東四つ木3･4丁目の延焼危険分析と丁目の延焼危険分析と対策による延焼棟数の削減検討, ANALYSIS OF DANGER OF CITY FIRE USING A CITY FIRE SIMULATION AND THE STUDY TO REDUCE THE BURNED NUMBER OF HOUSES, 中屋 諒介, 清 将大, 2018年02月, 卒業論文
31. 市街地延焼シミュレーションによる東京都葛飾区四つ木3･4丁目の被害分析と避難対策及び棟数削減検討, CONSIDERATION OF DAMAGE ANALYSIS, EVACUATION MEASURES AND REDUCTION OF BUMBER OF FIREBURNS BY FIRE IN THE CITY AREA SIMULATION IN KATSUSHIKA-KU, TOKYO, 飛鷹 晶子, 河野 守, 2018年09月, 日本建築学会大会（東北）梗概集, (受理済み)

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する。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。さらにアカデミック・ディテーラー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行う。



2. 部門の構成と施設設備

システム開発は、すでに共同研究契約を取り交わしている株式会社ユニケソフトウェアリサーチのアロクロスシステムと子会社である株式会社メディカル・データベースの医薬品マスター、薬効マスターの活用と統合を行った。

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 医薬品比較システムの開発（小茂田、宮崎、和田）

基礎薬学データを比較できるインターフェイス設計と、基礎薬学データをわかりやすく比較でき、使い分けポイントがわかるアカデミック・ディテーリング用画面設計を行い、システムの開発を委託した。

3. 2. 薬理グループについて（青山・河野洋）

マスター一覧を作成して薬理作用の図式化を行い、ホルモン療法、化学療法、分子標的療法の 3 つに分類している。今後は副作用の発症機序を図式化することを検討する予定であるが、困難であることが予想される。また、乳がんに対するシスプラチン/カフェイン併用療法の開発を目的として、in vitro 実験と in vivo 実験を開始している。

3. 3. 薬剤グループについて（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. 4. 副作用グループについて（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. 5. インターフェイスグループについて（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. 6. データベーススキーマ構築グループについて（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. 7. アカデミック・ディテーラー養成

米国 NaRCAD のアカデミック・ディテーリング研修のカリキュラムとプラクティスに準じた卒後研修プログラムを開発し、ワークショップを開始した。平成 29 年 12 月に第 1 回アカデミック・ディテーラー養成ワークショップ A コース「基礎薬学を臨床に活かす」、平成 30 年 2 月に B コース「アカデミック・ディテーリングの意義」を開催した。30 年度は C コース「アカデミック・ディテーリングの実践」を開催する。

3. 8. アカデミック・ディテーリング効果に関する研究

地域診療所、保険薬局へのヒヤリング、海外のアカデミック・ディテーリングを視察し、日本に最適なアカデミック・ディテーリングの研究デザインを検討した。効果を検証する方法としてアカデミック・ディテーリング介入前後の処方変化をどのように処方箋調査するか検討する予定である。

3. 9. 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。

3. 10. アカデミック・ディテーリング普及に向けた活動

日本医薬品情報学会シンポジウム企画「アカデミック・ディテーリングを実践しよう！～公正中立な医薬品情報活動の推進～」医師、病院薬剤師、保険薬局薬剤師、薬学部教員をシンポジストとして、薬剤師の基礎薬学の臨床活用について総合討論を行った。第 27 回日本医療薬学会年会（千葉）シンポジウムを企画「アカデミック・ディテーラーが処方行動を最適化する～次世代薬剤師の意識改革へ～」医師、厚生労働省、製薬会社、薬学部教員をシンポジストとして総合討論を行った。第 138 年会日本薬学会（金沢）シンポジウムを企画「最適処方に導くアカデミック・ディテーリング～基礎薬学とエビデンス活用による処方支援～」医師、製薬企業、病院薬剤師、基礎系教員をシンポジストとして総合討論を行った。医療現場の薬剤師が参加する学会でシンポジウムを企画することで、アカデミック・ディテーリングの意義を現場に届けることができたと考える。

4. 研究活動の展望

医薬品の特性に関するデータベースをもとに開発した医薬品比較システムを実装して今後の運用を検討する。アカデミック・ディテーラーの養成については、ABC の 3 コース終了と日本アプライドセラピューティクス学会文献評価 WS 参加により、アカデミック・ディテーラー第 1 号を輩出する。さらに第 2 回アカデミック・ディテーラー養成を保険薬局を中心に行う。

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や薬局において実施し、アカデミック・ディテーリングの実施前後の処方を比較する研究を行う。

5. むすび

部門の活動として、データベース開発の基盤整備が終わり、今後は企業や行政を動かして国家プロジェクトとしての医薬品情報プラットフォームの創成が必要であるため、外部資金の獲得を図るとともに部門の継続を図る。アカデミック・ディテーラー 1 号を輩出し、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。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1．荒井里実，池谷有紀子，中谷友美，坂田将貴，高橋あずさ，齋藤舞，小茂田昌代：エラーは起きると想定した取り間違い発見ツールの試行ー在庫照合の有用性と課題ー，日本薬剤師会雑誌 69:25-31，2017（査読有）

2．Ishii N, Kawano Y, Sakai H, Hayashi S, Akizuki N, Komoda M, Hanawa T. Effects of a Rebamipide Mouthwash on Stomatitis Caused by Cancer Chemotherapy-Evaluation of the Efficacy by Patients Themselves. Yakugaku Zasshi 137:1027-1034, 2017（査読有）

3．大野逸子，鈴木信世，河原栞，鹿村恵明，真野泰成，佐藤嗣道，嶋田修治，赤木圭太，重野芳，齋藤光江，杉平直子，小茂田昌代：薬剤師の処方提案を支援する診療ガイドライン活用システムの開発 乳癌の薬物治療に着目して，日本医薬品情報学会 医薬品情報学 19-2:50-58, 2017.8（査読有）

4．Shimada N, Takasawa R, Tanuma S. Interdependence of GLO I and PKM2 in the Metabolic shift to escape apoptosis in GLO I-dependent cancer cells. Arch. Biochem. Biophys. 638:1-7, 2018.(査読有)

5．Nozaki Y, Tamori S, Inada M, Katayama R, Nakane H, Minamishima O, Onodera Y, Abe M, Shiina S, Tamura K, Kodama D, Sato K, Hara Y, Abe R, Takasawa R, Yoshimori A, Shinomiya N, Tanuma S, Akimoto K. Correlation between c-Met and ALDH1 contributes to the survival and tumor-sphere formation of ALDH1 positive breast cancer stem cells and predicts poor clinical outcome in breast cancer. Genes & Cancer. 8: 628-639, 2017.(査読有)

6．Takasawa R, Akahane H, Tanaka H, Shimada N, Yamamoto T, Uchida-Maruki H, Sai M, Yoshimori A, Tanuma S. Piceatannol, a natural trans-stilbene compound, inhibits human glyoxalase I. Bioorg. Med. Chem. Lett. 27: 1169-1174, 2017.(査読有)

7．Masao S, Tomomi I, Miho S, Yasunari M and Ken T, Mast Cell Infiltration and Leukotriene Receptor Expression in Colorectal Adenoma: Preventive Application of Malignant Transformation Based on Common Pathological Findings, Canc Therapy & Onco Int J. 2017; 7(4): 555718 (査読有)

8．Toyohito Oriyama, Takehito Yamamoto, Yoshitsugu Yanagihara, Katsuhiko Nara, Toshihide Abe, Katsuyoshi Nakajima, Takao Aoyama and Hiroshi Suzuki, Evaluation of the permeability of antineoplastic agents through medical gloves with varying materials, surface treatments, and thickness., Journal Pharmaceutical Health Care and Sciences, 2017, 3：13 (2 May 2017)(査読有)

9．Chikara Kikuchi, Murakami Miyako, Hitoshi Shimomura, Shuji Shimada, Takao Aoyama, Influence of drug lag on new drug label revisions, Therapeutic Innovation & Regulatory Science, 2018, in press (査読有)

10. Sasaki-Hamada S, Funane T, Nakao Y, Sasaki R, Nagai M, Ueta Y, Yoshizawa K, Horiguchi M, Yamashita C, Oka JI: Intranasal administration of neuromedin U derivatives containing cell-penetrating peptides and a penetration-accelerating sequence induced memory improvements in mice. Peptides. 2018, 99:241-246.(査読有)

11. Higashi T, Watanabe S, Tomaru K, Yamazaki W, Yoshizawa K, Ogawa S, Nagao H, Minato K, Maekawa M, Mano N: Unconjugated bile acids in rat brain: Analytical method based on LC/ESI-MS/MS with chemical derivatization and estimation of their origin by comparison to serum levels. Steroids. 2017, 125:107-113.(査読有)

12. Yoshizawa K, Okumura A, Nakashima K, Sato T, Higashi T: Role of allopregnanolone biosynthesis in acute stress-induced anxiety-like behaviors in mice. Synapse. 2017, 71(8):syn.21978.(査読有)

13. Sugamata Ma, Ihara T, Sugamata Mi, Mano Y, Takeda K, Mast Cell Infiltration and Leukotriene Receptor Expression in Colorectal Adenoma: Preventive Application of Malignant Transformation Based on Common Pathological Findings, Cancer Therapy & Oncology International Journal. 2017, 7, 555718, DOI: 10.19080/CTOIJ.2017.07.555718. (査読有)
14. 金澤幸江, 金澤大介, 真野泰成, 水上勝義, 中学校におけるくすり教育の実施実態と学校薬剤師に求められる役割について, 社会薬学, 37, 2018. in press (査読有)
15. Hara I R, Ogawa Y, Noro M, Wada T. Stereocontrolled Synthesis of P-Modified N-Acetylmannosamine-α-1-phosphate Analogs. Chem. Lett.46, 1051-1053, 2017.(査読有)
16. 和田猛：薬として働く人工生体分子の合成, 理大 科学フォーラム 6: 26-27, 2017
17. Hara I R , Kobayashi S, Noro M, Sato K, Wada T. Synthesis and properties of 2-deoxy-2-fluoromannosyl phosphate derivatives, TETRAHEDRON 73, 4560-4565, 2017.(査読有)
18. Hara I R, Kageyama M, Arai K, Uchiyama N, Wada T. Synthesis of 2'-O-monohaloethoxymethyl-modified RNAs and their duplex formation ability, RSC Advances 7, 41297-41303, 2017. (査読有)
19. Hara I R, Mitsuhashi Y, Saito K, Maeda Y, Wada T. Solid-Phase Synthesis of Oligopeptides Containing Sterically Hindered Amino Acids on Nonswellable Resin Using3-Nitro-1,2,4-triazol-1-yl-tris (pyrrolidin-1-yl) phosphonium Hexafluorophosphate (PyNTP) as the Condensing Reagent. ACS Combinatorial Science 20, 3, 132-136, 2018.(査読有)
20. Hara I R, Hisada Y, Maeda Y, Yokota T, Wada T. Artificial cationic oligosaccharides for heteroduplex oligonucleotide-type drugs. Scientific Reports 8, 2018.(査読有)

著書

1．新ビジュアル薬剤師実務シリーズ上 薬剤師業務の基本 知識・態度 (羊土社)(2017), 青山隆夫ら執筆 (青山担当, pp.231-233)
2．新ビジュアル薬剤師実務シリーズ下 調剤業務の基本 技能 (羊土社)(2017), 青山隆夫ら執筆 (青山担当, pp.164-204)
3．真野泰成, 第 24 章:眠気防止薬, 中島恵美, 伊東明彦(編), 今日の OTC 薬 解説と便覧 (改訂第 4 版), 南江堂, pp.468-485 (2018).
4．真野泰成, 大井一弥, 今日から使える！高齢者の薬の使い方：経口ステロイド薬, 副作用リスク軽減のためのモニタリングと予防, 調剤と情報, じほう, 23(4), 419-421, 2017.
5．中分子創薬に資するペプチド・核酸・糖鎖の合成技術 (シーエムシー出版)(2018), 和田猛ら執筆 (和田担当, pp.139-149)

招待講演

1．小茂田 昌代, 基調講演, 最適な処方に導くアカデミック・ディテーリングとは, 第 23 回 国際 P2M 学会研究発表大会, 2017.5.13, 13:45～14:45, 東京
2．小茂田 昌代, 公開講座, 患者参加のがん治療を目指して, 2017 年度 東京理科大学セミナーハウス 地域公開講座, 2017.6.24, 13:30～15:00, 東京理科大学野田キャンパス
3．小茂田 昌代, 山本 美智子, シンポジウム, アカデミック・ディテーリングを実践しよう！ ～公正中立な医薬品情報活動の推進～, 第 20 回日本医薬品情報学会総会・学術大会, 2017.7.8, 15:40～17:40, 東京
4．小茂田 昌代, 特別講演, 薬剤師の患者安全への貢献, 平成 29 年度山形県薬剤師会・山形県病院薬剤師会合同研修会, 2017.7.9, 11:00～12:10, 山形
5．小茂田 昌代, 基礎薬学を臨床に活用するアカデミック・ディテーリング～副作用リスクの最小化に向けて～, 第 25 回 日本乳癌学会学術総会, 2017.7.13, 福岡
6．小茂田 昌代, 尾関 理恵, 古野 喬志, 重篤副作用早期回避のためのシミュレーション PBL～在宅・病棟のリアル症例で学ぶ～, 第 3 回日本医薬品安全性学会学術大会, 2017.7.22, 熊本
7．尾関 理恵, 薬剤師から見たプロブレムリストのあり方, 第 39 回日本 POS 医療学会大会, 2017.8.19, 東京

８．小茂田 昌代，尾関 理恵，石井 杏奈，西岡 佐和子，一條 萌乃，木村 沙織，がん患者のセルフケアを支援する電子患者日誌の開発， 第1回東京理科大学薬学部・獨協医科大学越谷病院 学術講演会，2017.9.15，埼玉
９．小茂田 昌代，医薬品比較システムを活用したアカデミック・ディテーリングの実践，第27回日本医療薬学会年会，2017.11.3，千葉
10. 小茂田 昌代，薬の問題解決に向けた臨床研究を実践しよう！，第27回日本医療薬学会年会，2017.11.4，千葉
11. 小茂田 昌代，尾関 理恵，古野 喬志，多彩な薬による転倒リスクを防ぐチームコミュニケーション，第12回医療の質・安全学会学術集会，2017.11.25，千葉
12. 小茂田 昌代，薬剤師が身に着けておきたい知識・技能研修「副作用にいち早く気付くための実践演習」～こんな時、薬剤師としてあなたはどうする？～，千葉県病院薬剤師会 薬剤業務・学術情報委員会，2018.1.27，千葉
13. 和田 猛，化学構造式から見たアカデミック・ディテーリング，シンポジウム51 最適処方に導くアカデミック・ディテーリングー基礎薬学とエビデンス活用に基づく処方支援， 日本薬学会第138回年会，2018.3.28，金沢
14. 小茂田 昌代，真野 泰成，根岸 健一，尾関 理恵，日本版アカデミック・ディテーリング研修プログラム，シンポジウム51 最適処方に導くアカデミック・ディテーリングー基礎薬学とエビデンス活用に基づく処方支援，日本薬学会第138回年会，2018.3.28，金沢
15. 青山隆夫，医療現場のニーズに対応する医薬品情報学の研究，平成29年度第3回 JASDI フォーラム，東京，Jan，2018
16. 青山隆夫，クリーンベンチでのTPN混合調製の実践，平成29年度千葉県薬剤師会無菌製剤処理実務研修会，野田，Jan，2018
17. 青山隆夫，注射剤調剤と投与における有効性および安全性の確保ー注射薬と医療器具との相互作用ー，栃木県病院薬剤師第62回臨床実例報告会・シンポジウム，宇都宮，Mar，2018
18. 和田猛，核酸医薬への有機化学的アプローチ，第2回 LiHub フォーラムーアカデミア創薬イノベーションー，2017.6.6，東京
19. 和田猛，核酸医薬の安定化と高活性化に向けた新しい分子技術の開発，第17回 CBSM 2017，2017.6.30，静岡
20. 和田猛，リン原子修飾核酸の立体選択的合成と医薬への応用，第3回日本筋学会学術集会，2017.8.5，東京
21. 和田猛，核酸医薬品の安定化と高活性化へ向けた分子技術の開発，BioJapan2017，2017.10.13，神奈川
22. 和田猛，核酸医薬の安定化と高活性化を実現する分子技術，第36回日本認知症学会学術集会，2017.11.24，石川
23. 和田猛，核酸医薬の安定化と高活性化へ向けた分子技術の開発，大塚有機合成シンポジウム2017，2017.11.28，徳島
24. 和田猛，RNAi医薬の安定化と活性化に向けた新分子技術の開発，2017年度 生命科学系学会合同年次大会 ConBio2017(第40回分子生物学会年会，第90回日本生化学会大会)，2017.12.7，兵庫
25. 小茂田 昌代，真野 泰成，根岸 健一，尾関 理恵，日本版アカデミック・ディテーリング研修プログラム， シンポジウム51 最適処方に導くアカデミック・ディテーリングー基礎薬学とエビデンス活用に基づく処方支援，日本薬学会第138回年会，2018.3.28，金沢
26. 青山隆夫，医療現場のニーズに対応する医薬品情報学の研究，平成29年度第3回 JASDI フォーラム，東京，Jan，2018
27. 青山隆夫，クリーンベンチでのTPN混合調製の実践，平成29年度千葉県薬剤師会無菌製剤処理実務研修会，野田，Jan，2018
28. 青山隆夫， 注射剤調剤と投与における有効性および安全性の確保ー注射薬と医療器具との相互作用ー，栃木県病院薬剤師第62回臨床実例報告会・シンポジウム，宇都宮，Mar，2018
29. 真野泰成，JJDIと私の考えるJASDI，日本医薬品情報学会20周年記念フォーラム「これからの医薬品情報学とJASDI」，2017.12.23，東京

30. 真野泰成，エビデンスを発信しよう！－薬剤師が行う臨床研究の実例－，関信地区国立病院薬剤師会，第 29 年度第 5 回臨床研究推進研究会，2018.1.27 東京

研究課題（研究者別）

小茂田　昌代

「診療ガイドライン活用システムの開発」

最適な薬物療法を提案する上で科学的根拠に基づいて作成される診療ガイドライン（以下 GL）の活用は重要と考えられ、2015 年 5 月現在 135 件の GL が存在する。しかし GL の形式は各学会で異なり、推奨グレードも GL 毎に多少の違いがある。また、GL で記述される薬剤は多様であり、どの GL で推奨されているかを網羅的に検索することは難しい。そこで、乳癌分野において薬剤師の処方提案の支援を目的とした GL 活用システムを開発した。

「添付文書を活用した適正使用プロトコール作成システムの開発」

医師と事前に作成した適正使用プロトコールに基づき、薬剤師が薬学的介入を行う「プロトコールに基づく薬物治療管理（Protocol-Based Pharmacotherapy Management）」の有効性が注目されている。がん薬物治療の安全性の向上と医師業務の負担軽減を目的として「副作用マネジメント」も含むレジメン適正使用プロトコール作成システムを開発した。

「処方提案に活かす臨床試験データベースの開発」

乳癌診療ガイドラインで参照されている臨床試験をデータベース化するために、対象者条件と結果の項目立てを行った。一方、日々の病棟、外来での患者の病態変化や薬物治療を記録する薬学的管理記録のデータベース化も行い、実際に使用した薬剤の有効性や副作用なども記録できるデータベースとした。そして、薬学的管理記録 DB の患者病態と臨床試験 DB の対象者条件が一致した臨床試験の結果を抽出できるシステムを開発した。

根岸　健一

「副作用を起こす同系統の医薬品群の構造解析」

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。

吉澤　一巳

「シスプラチン誘発食欲不振に対する栄養療法に関する研究」

抗がん剤治療により生じる食欲不振は、二次性サルコペニアの要因となり、さらに予後不良因子となることが問題視されている。そこで本研究では、シスプラチン誘発食欲不振モデルマウスが呈するサルコペニアに対するオメガ 3 系脂肪酸の影響を検討した。その結果、エイコサペンタエン酸がシスプラチンの投与によって生じた骨格筋量および筋力の低下を軽減することを見出した。

髙澤　涼子

「がん細胞に高発現する代謝酵素 Glyoxalase Ⅰの一塩基多型（SNP）に関する研究」

Glyoxalase Ⅰ（GLO Ⅰ）は、がん治療薬開発の有望なターゲットである。GLO Ⅰには、アミノ酸置換を伴う SNP（GLO Ⅰ 332A/C）があり、その存在比は人種間で異なることが知られている。本研究では、これら 2 つの GLO Ⅰのリコンビナントタンパク質を作製し、比活性および阻害剤感受性について検討した。その結果、両者の活性に違いがないこと、当研究室で見出した新規 GLO Ⅰ阻害剤 TLSC702 が両 GLO Ⅰを同等に阻害することを明らかにした。

青山　隆夫

「薬物相互作用の解明と相互作用を利用した薬物療法の開発に関する研究」

複数の疾患に罹患して数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。低用量アスピリンや非ステロイド性抗炎症薬、結核におけるリファンピシン、MAC 症におけるクラリスロマシンに関連する相互作用をメカニズムから検討した。さらに、トリプルネガティブ乳がん（TNBC）に対するカフェイン併用化学療法の開発研究を行なっている。

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。薬理学的視点、薬が肝臓や腎臓を経て尿や糞に排泄される体内動態の特徴、肝臓で薬が代謝される際の酵素の種類と患者の持っている酵素の能力の差による薬の効果や副作用への影響などの生物学的特徴を検討した。

後藤　了

「類似医薬品探索のための医薬品添付文書における形態素解析の適用」

文書中の単語とその出現頻度から文書をベクトル表現することを形態素解析という。この目的に用いられる MeCab によって医薬品の添付文書の解析を行うことでベクトル空間モデルを構築し、潜在意味インデックス化を用いて添付文書を表す特徴ベクトルを抽出した。得られた添付文書ベクトル間の距離に基づいてクラスター分析を行い、モデルデータセットを解析したところ、薬効別にクラスター分類されることを確認した。

花輪　剛久

「骨粗鬆症患者における経口ビスホスホネート製剤服薬実態に関する研究」

骨粗鬆症患者における経口 BP 製剤の服薬に関する潜在的な問題を明らかにするために、本調査を実施した。637 例を解析対象とし、70 歳以上の患者が 74%であり、1 日 1 回製剤服用患者が 42 例、週 1 回製剤服用患者が 313 例、月 1 回製剤服用患者が 282 例であった。また、口腔乾燥を抱えている患者は全体の 14%を占め、薬剤の飲み込みに問題があった経験を有する患者が 11%であった。更に患者の 40%から、過去に経口 BP 製剤を飲み忘れた経験があるとの回答を得た。

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。

江角　浩安

「アルクチゲニンを用いたがん組織特異的治療法の開発研究」

低酸素低栄養が最も顕著ながん腫は膵臓がんであり、かつ膵臓がんには有効な抗がん剤が極めて限られているため、ゴボウシの生薬としての使用で治験を行うことを計画した。まずアルクチゲニンを高い含量で含むエキスの調整法の開発から始め、クラシエ製薬の協力を得て、患者に投与可能な GMP グレードの GBS-01 を調整し、これを用いた薬効試験、プレクリニカル毒性試験を行った。その後にゲムシタビン耐性膵がん患者を対象とした PhaseI/II 試験を行った。

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。

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。

真野　泰成

「レセプトデータを用いた高齢入院患者の不適切処方の実態と副作用調査」

高齢者に対する不適切処方（PIMs:Potentially Inappropriate Medications）への介入は薬物有害事象回避のために重要である。大規模医療情報データであるレセプトデータを用いた研究によって､高齢入院患者における PIMs の実態および PIMs 発生の影響因子について明らかになった。さらに、副作用との関連性について解析中である。

山根　里香

「リーダーシップのスタイルとマネジメント・システムに関する研究」

リーダーシップのスタイルに応じて、利用するマネジメント・システムがどのように変化するのかに関する研究を行った。

医理工連携研究部門

医理工連携研究部門について

1. 概要

我が国の平均寿命は男性も 2013 年にはついに 80 歳を超え（80.2 歳）、女性は 81.6 歳と世界屈指の長寿国である。しかし一方で、健康上の問題なく日常生活が送れる状態を示す健康寿命は男性が 71.2 歳、女性が 74.2 歳とされ、この差によって男性で 9 年、女性は 12.4 年は介護など何らかの手助けが必要な期間となっている。いくら平均寿命が延びても、晩年は寝たきりという社会は我々が望む社会ではない。最も大事なことは高齢になっても、健康で活動的に天寿を全うする社会を作り上げることである。

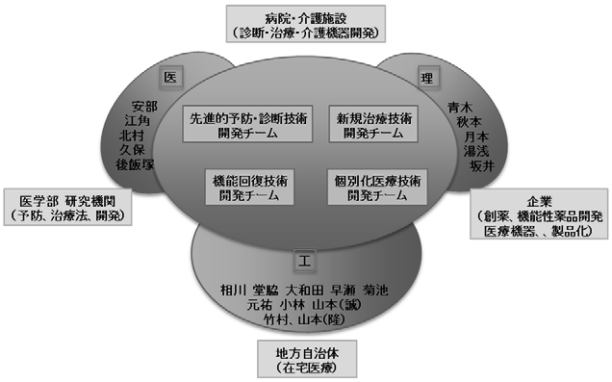


図 1　健康長寿社会の実現

高齢者の活動を制限する大きな要因はロコモ症候群や、サルコペニア、関節疾患などのいわゆる運動障害を伴う疾患である。また、我が国の死因の上位を占めるがん、心疾患、脳血管障害、感染症も加齢関連疾患である。さらには、他の先進国と同様、アレルギーや自己免疫疾患の罹患率の急激な増加も大きな社会問題となっている。これらの疾患の予防、早期診断や治療の開発には、医学、生命科学以外の先端技術や知識が必要とされる。本学は理工系総合大学として、理学、工学分野で優れた研究者や技術者を育成し、大きく社会に貢献してきた。しかし、医学部や病院を持たないことから、個々の研究者による医療機関との共同研究を除いては、医学、医療の分野での組織的な取り組みがなされず、本学の持つ、理・工の知識、技術、人財の医学、医療の分野への貢献が十分なされてこなかった。そのような認識のもとに、本学の中長期計画の中に設定された 4 つの戦略的に研究を推進する重点課題の中で、「新たな強みとするべく取り組む重点課題」として医療・生命科学が取り上げられ、取り組む課題として「健康長寿社会の実現」が設定された。それを受けて、本研究部門は、本研究グループの前身である「がん医療基盤科学技術研究センター」で培った医理工連携ネットワークの維持・拡大、及び現在、学内で進行中の医療関連研究・開発の継続・発展と外部医療機関と連携して得られた研究成果の実用化を目指して医療・生命科学分野の研究拠点として活動する。研究分野としては健康長寿社会の実現のために必要な事項において本学の研究者が優位性を持って取り組める技術開発を設定する。

2. 部門の構成と施設設備

本研究部門は、理工薬学の研究の場と、医療、介護、健康維持に取り組む現場とのネットワークにより、健康長寿社会の実現の基盤となる先端科学技術の創出、育成と応用の拠点を形成するとともに、異分野研究者ネットワーク型プロジェクトの実施拠点を形成することを目的とする。本研究部門内に以下のチームを作り、ロボット工学、微細加工、流体力学、画像処理、電子制御などの機電領域、医用高分子、無機、ナノ粒子などの材料分野、機械学習、ビックデータ、バイオインフォマティックスなどの情報科学、創薬、有機化学、生命科学、医学などの医・薬学の専門家が異分野連携を前提とした基幹プロジェクトに取り組む。

先進的予防・診断技術開発チーム

リキッドバイオプシーや未開拓診断光を利用した早期病変発見技術の開発、脳動脈瘤の成長・破裂にかかわる因子の測定システムによる病態予測、また、病気を予防する生活環境作りを目指す。

機能回復技術開発チーム

在宅医療・介護ロボットの開発、新素材・新技術による人工臓器・治療機器、およびその補助システムの開発、機能回復、再建を目指した再生医療技術の開発を目指す。

新規治療技術開発チーム

がん・免疫性疾患（アレルギー・リウマチ）・感染症の治療のための化合物や生物製剤の開発、複合画像診断による 3 次元情報を活用した治療システムの開発、難治性がんに対するホウ素中性子捕捉療法（BNCT）の臨床導入に向けて、安全性、有効性の向上に取り組む。

個別化医療技術開発チーム

大規模臨床オミクス情報を利用した個別化医療技術の開発、計算科学による経過予想、治療法選択技術創成、誘導性抗体産生細胞によるオーダーメイドがん治療法の開発、新規インフルエンザワクチンの開発、そして経営工学に基づく医療システム開発を行う。

健康長寿を育む都市づくりチーム

高齢社会が急速に進む中、今後、ロコモ症候群や認知症患者の増加や、死亡数の大幅な増加が見込まれるが、それに見合った病床数の増加は見込めず、病院での長期療養や看取りには限界があることから、地域自治体と連携して、住み慣れた地域で安心して暮らせる街づくり、システムの整備に取り組む。

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 先進的予防・診断技術開発チーム（山本(誠)、元祐、早瀬、相川）

脳動脈瘤の破裂診断から始まった慈恵医大との連携は、現在は、脳動脈瘤の初生・成長・破裂の診断、ステント治療やコイリング手術の効果予測、血流の粘度や非ニュートン性の影響解明などに幅広く拡大している。CFD（数値流体力学）を活用し、診断および治療に関する知見は着実に獲得されており、様々な予測を進めている。さらに、CFD を駆使することにより、多数のパラメータを統計的に解析・統合し、新たな診断パラメータの構築にも取り組んでいる。脳動脈瘤モデル内部の血流状態を計測するシステムを構築するため、スキャニングステレオ PIV を用いた自動計測システムの開発も進み、拍動により変形する龍モデルの時系列計測が可能になった。また、血液中に含まれるがん細胞を捕らえる試みでは、1 ml 分の全血処理を恒常的に出来るようになり、国立がん研究センターでの臨床実験に向け、臨床プロトコルを作成した。今年度は、広い年齢層からの健常者血液を用いたバックグランドデータ取得が終了している。一方、悪性度が高いといわれるクラスター状のがん細胞を血中から選別する検討を進めた結果、マイクロ流体デバイス中で血栓が生じ、障害となることが分かり、今後の課題となった。

3. 2. 機能回復技術開発チーム（小林、竹村、後飯塚）

老化や障害により、歩行や排便といった運動機能に制約が生じた場合に、この損失を補う方法の検討を進めている。外部の補助装置であるマッスルスーツの高度化や、マッスルスーツを用いたリハビリ／機能回復訓練を実施し、極めて有効であることを確認した。また、開発した短下肢装具の足の骨の動作を考慮および制御する運動療法へ適用可能である事を示唆した。さらに作製した骨格筋特異的遺伝子欠損マウスでは高齢期になると、トレッドミルを用いた走行テストで有意な走行距離の減少が認められ、筋力が低下していることが示唆された。

3. 3. 新規治療技術開発チーム（青木、湯浅、坂井、秋本、菊池、月本、安部）

放射線治療用の薬剤として、治療効果向上のための放射線増感剤と、副作用を抑える放射線防護剤の開発を行っている。放射線増感剤としては、プリン受容体阻害薬が放射線治療の効果を増強させることを見出した。特に、癌で高発現するプリン受容体の 1 つ、P2X7 受容体の阻害薬 BBG は、悪性黒色腫の放射線障害修復を抑制し、細胞・担癌動物レベルにおいて放射線治療効果を増強することを見出した。また、放射線治療時の皮膚炎症の新規メカニズムとして照射された表皮細胞からの炎症性サイトカイン IL-6 産生に ATP 放出と P2Y11 受容体活性化が関与することを明

らかにした。一方、放射線治療における正常細胞の細胞死を抑制する放射線防護剤として、これまで 8-quinolinol 誘導体に放射線防護活性が見出されていたが、さらに化合物のバリエーションを増やす必要性があった。そこで本年度は、東大創薬機構の化合物ライブラリーから放射線防護活性を有する化合物を見出し、その化合物および誘導体の合成に成功した。

血液中やリンパ液を循環している血中循環腫瘍細胞（CTC）を捕捉、回収するガラスビーズフィルターと磁気ビーズを開発した。ガラスビーズフィルターによって、ウシ血清中に混合したがん細胞の効率的捕捉、培養に成功した。また、担がんマウスの血液からの CTC 捕捉、培養にも成功した。クラスター状 CTC がヒトがんの予後を悪化させることに着目し、CTC のクラスター形成に関わると期待される細胞間接着関連分子を同定するとともに、この分子が、乳がん細胞のクラスター形成に重要な役割を果たすことを明らかとした。さらに、この分子を過剰発現したヒト乳がん細胞が転移しやすいことをマウスを用いた in vivo 実験系で明らかにした。

また、マスト細胞腫や消化管間質腫瘍（GIST）に加え、ミエローマや急性骨髄性白血病でチロシンキナーゼ型受容体、Kit の活性型変異体がエンドリソゾームや ER、Golgi などの細胞小器官での恒常的活性化シグナルにより腫瘍化が誘導されることを明らかにした。

ジスルフィド化合物とヨウ素の反応により、薬物によく使用されるジベンゾチオフェン誘導体の一段階合成法を開発した。本手法はより高度な四環性ジベンゾチオフェン誘導体合成にも適用できることを明らかにした。

高選択的スーパーオキサイド配位性を有する新規ピケットフェンスおよびポケットポルフィリンを合成した。合成した新規ポルフィリンを評価するために現在、修飾電極の作製を行っている。細胞表層への薬剤送達への応用を視野に入れた新規ボロン酸含有脂質膜を合成した。この脂質膜は糖の濃度、結合定数と相関をもって相互作用することを同定した。アルキルスルホベタイン（SB_n）によるリン脂質二分子膜の凍結乾燥保護効果の検討を行った。SB_nを添加することにより凍結乾燥後において膜の多重化を抑制し、再水和後に粒子系を維持できることを明らかにした。さらにこのハイドロゲル表面で細胞の接着と増殖を確認し、新規な薬物キャリアや再生医療のための足場材料としての特性を有すると考えられる。

3. 4. 個別化医療技術開発チーム（江角、北村、久保、大和田、堂脇）

オミクス情報を利用した個別化診断法および治療法を開発することを目標として研究を進めている。本チームは肺腺がん由来の循環型腫瘍細胞を先進的予防・診断技術開発チームとの共同で、決定論的横置換（Deterministic Lateral Displacement:DLD）法を用いたマイクロ流体デバイスを利用した CTC 捕捉システムの構築を目指している。捕捉した細胞を CTC と特定するため、次世代シークエンサー（NGS）を使い PMDA および網羅性の高い NimbleGen の造腫瘍性遺伝子リストを基盤に作成したターゲットパネル 596 遺伝子に対して変異遺伝子解析を確立した。Lofreq, MuTect, Varscan2 の 3 つの独立のプログラム出力を統合的に解釈した「集合知」的アプローチにより、シーケンシングエラーの中から真の体細胞変異を検出できるシステムを確立した。また、がん特異抗原に対する抗体で標識したビーズと決定論的横置換法組み合わせた DLD 法を用いたマイクロ流体デバイスを同時に立ち上げている。これらシステムを基盤として、国立がん研究センター先端医療開発センターにて、肝がん患者を対象とした臨床試料での試験が開始されている。まだ、わずかな検体数であるが、がん患者の血液 1m より 500 個程度の上皮系がん細胞が発現するがん抗原 EpCAM を有する細胞の分離濃縮に成功している。

一方、ワクチンプロジェクトに対しては、前年度作製したインフルエンザヘムアグルチニン（HA）抗原のペプチドライブラリーを使い、T 細胞抗原受容体レパトワ解析を行った。インターフェロンγ（IFN-γ）産生を指標に、in silico 解析から想定されるペプチドと主要適合性抗原（MHC）の結合能特性と T 細胞反応性を解析した。現在、T 細胞抗原受容体レパトワと T 細胞の機能の関係を解析する目的で TCR データベースを構築している。

大量のデータからの機械学習を行うための、ILP と呼ばれるモデル生成型の学習方法を開発しているので、これをデータベース解析に活用していくことを目指している。個別健康維持を目的として、日々の被験者の生活習慣データに対して ILP を適用し、体脂肪量減少につながるルールを抽出する手法を検討した。また、個別がん治療をめざして腫瘍浸潤 B 細胞の長期培養とその抗体産生誘導方法を確立し、腫瘍組織に結合する抗体を探索している。がん組織の低酸素は、重要な治療効果決定因子である。我々が開発しているアルクチゲニンが癌組織の低酸素を改善すること

を見出した。化学療法、放射線療法と共に免疫療法の併用療法開発を目指している。その他、食事に関する情報として、栄養素の向上方策とその見える化について検討した。

3. 5. 健康長寿を育む都市づくりチーム（高嶋、柳田、市村、伊藤、岩岡、寺部）

流山市、野田市と介護医療マネジメントに関する共同研究を実施するとともに、今後、地域との連携を考えている交通行動に関する研究を実施した。流山市介護支援課との共同研究プロジェクトにおいては、医療介護の需給予測、訪問介護サービスの最適マネジメントの 2 つの研究を実施した。医療介護の需給予測においては、要介護認定者・認定率の増加具合を確認し、将来必要となる医療供給量をモデルから得られた推計値と厚生労働省等で公表している公開データとを比較し、有効であるかどうかを示した。その結果、利用率の高い医療供給と利用率の低い医療供給とでモデルを組み直す必要があり、それはアンケート等の詳細なデータを用いることで改善の可能性があることがわかった。特に、在宅での医療ニーズの高まり、訪問医療の多角化・多様化の問題を抱える訪問看護ステーションに対し、医師との密接な連携が保てる訪問看護を行う病院・診療所の増設、医師と訪問看護ステーション同士の相互理解等の対策を行う必要があることが明らかとなった。訪問介護サービスの最適マネジメントにおいては、訪問介護員の在宅ヘルスケアのルーティングとスケジューリングの数理計画モデルの提案を行い、流山市役所と事業所の 2 つの立場の重みを変化させることでスケジューリングへの影響を考察した。そのモデルを用いて、訪問事業者へのアンケートを参考に数値分析を行った。その結果、流山市役所と訪問事業所の立場によって、それぞれ異なるスケジュールを選択することが明確になった。本研究の検証では、両者にとって最善のスケジュールを 1 つに決定することは難しく、お互いに妥協が必要であることが分かった。しかしながら、アンケート結果から最終的にスケジュールを決定するのは事業所であることが示されており、採用されるスケジュールは、事業者の効用を優先にする方策が講じられる可能性が高い。

野田市介護保険課との介護保険事業の費用便益分析に関する協同研究においては、仮想評価法を用いて、千葉県野田市が計画している介護保険事業の支払意思額の推定とその決定要因に関する分析を行った。その結果、支払意思額が最も高かったのは、1,989 円の「病院等への移動外出の支援が含まれたケース」であった。次いで、「生活援助が含まれた場合」、「保健師等による居宅での相談、指導が含まれた場合」、「現状維持」という結果が得られた。また、保険料の増額を考慮すると全ての WTP で正味の便益は負の値をとった。すなわち、新しい施策に対する投資費用を考えた場合、「現状維持」が最良の策であることが明らかとなり、本研究結果をもとに、野田市議会において「現状維持」が採択された。今後、野田市等の地域連携を考えた研究においては、郊外地域での自動車依存が健康阻害の一員になるという視点から、野田市の居住者に対する交通行動アンケートによって、自動車交通から公共交通等に転換する可能性について調査・分析を行った。また、野田市介護保険課とは介護予防における運動実践や啓蒙活動でも連携をしており、運動習慣形成に向けた施策を共同で検証している。

4. 研究活動の展望

本研究部門は本研究グループの前身である「がん医療基盤科学技術研究センター」で培った医理工連携ネットワークによる先進科学技術を集結し、国立がん研究センター、南東北病院グループ、慈恵医科大学等の外部医療機関と連携して、「健康長寿社会を目指した先進科学技術集積のための医理工連携拠点」の形成を目指している。本研究部門は、この拠点活動の主体として「先端医療科学技術研究センター（Center for Medical Innovation Technology：CMIT)(仮称)」の学内中核組織となる「医理工連携部門」として学内の医理工連携研究の発展を目指して活動する。また、本研究部門の活動の中で、医療・健康に関する公開セミナーや医療・介護施設との交流の機会を設定し、医療・介護分野の現状や将来の展望、更には臨床現場でのニーズなどの理解を学内に拡げる。これらの活動を通じて部門参加メンバーのみならず新たなメンバーを加えて“医理工連携研究者ネットワーク”を形成し、研究課題の絞り込みや、異分野共同研究体制の構築をはかる。昨年度設立された「健康長寿を育む都市づくりチーム」は流山市、野田市の在宅医療・介護の支援を担当する部門と今後の連携についての話し合いを始めており、具体的な取り組みを開始する予定である。

5. むすび

上記したように様々な研究成果をあげており、研究部門として活動は順調に行われている。また、本研究部門で行われている研究が、重点課題特定研究助成金の対象プロジェクトとして選定された。来年度は研究グループ内の連携をさらに深化させていくとととともに、研究成果の社会への還元を目指す。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1. Tomohiro Tanaka, Yasuhiro Sawamoto and Shin Aoki,“Concise and Versatile Synthesis of Sulfoquinovosyl Acyl Glycerol Derivatives for Biological Applications” Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 65(6), 566-572, 2017(査読有)(”Highlighted paper selected by Editor-in-Chief” (2017 年 6 月号)に選出)
2. Akinori Morita, Ippei Takahashi, Megumi Sasatani, Shin Aoki, Bing Wang, Shinya Ariyasu, Kaoru Tanaka, Tetsuji Yamaguchi, Akiko Sawa, Yurie Nishi, Tatsuro Teraoka, Shohei Ujita, Yosuke Kawate, Chihiro Yanagawa, Keiji Tanimoto, Atsushi Enomoto, Mitsuru Nenoi, Kenji Kamiya, Yasushi Nagata, Yoshio Hosoi, Toshiya Inaba,“A Chemical Modulator of p53 Transactivation that Acts as a Radioprotective Agonist” Molecular Cancer Therapeutics, 17(2), 432-442, 2017 (査読有).
3. Kenta Yokoi, Yosuke Hismaatsu and Shin Aoki,“Design, Synthesis and Anticancer Activity of Cyclometalated Tris (ppy) Iridium (III) Complexes Having the Cationic Peptides at the 4’-Position of Ppy Ligand (ppy = 2-phenylpyridine)” European Journal of Inorganic Chemistry (a thematic issue on ″Luminescent Materials″), (44), 5295-5309, 2017 (査読有)
4. Kota Nishino, Yohei Ogiwara, Norio Sakai,“Green Preparation of Dibenzothiophene Derivatives Using 2-Biphenylyl Disulfide in the Presence of Molecular Iodine and Its Application to Dibenzoselenophene Synthesis”European Journal of Organic Chemistry, 5892-5895, 2017 (査読有)
5. Airi Ohsaki, Yuki Miyano, Rei Tanaka, Sei-ichi Tanuma, Shuji Kojima, Mitsutoshi Tsukimoto, A Novel Mechanism of γ-Irradiation-Induced IL-6 Production Mediated by P2Y11 Receptor in Epidermal Keratinocytes. Biological Pharmaceutical Bulletin. 41 (6), 925-936, 2018 (査読有) (“Highlighted paper selected by Editor-in-Chief” (2018 年 6 月号), ”Featured Article”に選出)
6. Kenta Nomura, Shinichi Kosugi, Yasuhito Tanaka, Hiroshi Takemura, “Calculation of Talocrural Joint Axis Motion by Approximating Trochlea Tali with Conical Side Surface”, Journal of Biomedical Engineering and Medical Imaging, vol.4 no.2, 2017. (査読有)
7. Kawai, Y., Oda, A., Kanai, Y., and Goitsuka, R.: Germ cell-intrinsic requirement for the homeodomain transcription factor PKnox1/Prep1 in adult spermatogenesis. PLosOne, 2018, 13(1): e0190702.(査読有)
8. Owa, T, Taya S, Miyashita, S, Yamashita, M, Adachi, T, Yamada, K, Yokoyama, M, Aida, S, Nishioka, T, Inoue, YU, Goitsuka, R, Nakamura, T, Inoue, T, Kaibuchi, K and Hoshino, M.: Meis1 coordinates cerebellar granule cell development by regulating Pax6 transcription, BMP signaling and Atoh1 degradation. J. Neurosci., 2018, 38(5):1277-1294. (査読有)
9. 小田朗永, 後飯塚僚：成体脾臓における髄外造血ニッチとその構成要素,「医学のあゆみ」, 第 264 巻 3 号, 258-259, 2018 (査読無)
10. Li, X., Gadzinsky, A., Gong, L., Tong, H., Calderon, V., Li, Y., Kitamura, D., Klein, U., Langdon, W. Y., Hou, F., Zou, Y. R. and Gu, H. Cbl ubiquitin ligases control B cell exit from the germinal-center reaction. Immunity 48(3):530-541, 2018.(査読有)
11. Jiménez-Alcázar, M., Rangaswamy, C., Panda, R., Bitterling, J., Simsek, Y.J., Long, A.T., Bilyy, R., Krenn, V., Renné, C., Renné, T., Kluge, S., Panzer, U. Mizuta, R., Mannherz, H.G., Kitamura, D., Herrmann, M., Napirei, M. and Fuchs, T.A. Host DNases prevent vascular occlusion by neutrophil extracellular traps. Science 358 (6367): 1202-1206, 2017 (査読有)
12. Haniuda, K., Nojima, T. and Kitamura, D., In vitro-induced germinal center B cell culture system. Methods Mol. Biol. 1623:125-133, 2017.(査読有)

13. Obata, Y., Horikawa, K., Takahashi, T., Akieda, Y., Tsujimoto, M., Đonathan Alfred Fletcher, Esumi, H., Nishida, T. and Abe, R., Oncogenic signaling by Kit tyrosine kinase occurs selectively on the Golgi apparatus in gastrointestinal stromal tumors. Oncogene, 36(26) 3661-3672, 2017 (査読有)
14. Tatsuo Aikawa, Hazuki Okura, Takeshi Kondo, and Makoto Yuasa,"Comparison of Carboxybetaine with Sulfobetaine as Lipid Headgroup Involved in Intermolecular Interaction between Lipids in the Membrane" ACS Omega, 2(9), 5803-5812, 2017 (査読有).
15. Tatsuo Aikawa, Kanta Sato, Hiroki, Okado, Yukako, Takahashi, Takeshi Kondo, and Makoto Yuasa,"Lyoprotective effect of alkyl sulfobetaines for freeze-drying 1,2-dipalmitoyl-sn-glycero-3-phosphocholine liposomes" Journal of Oleo Science, 66(11), 1277-1284, 2017 (査読有).
16. Tatsuo Aikawa, Yusuke Nezu, Koji Tsuchiya, Takeshi Kondo, and Makoto Yuasa,"Synthesis and diol-responsiveness of a boronic lipid" Chemistry Letters, 46(3), 293-295, 2017 (査読有).
17. Shirota, H., Klinman, D.M., Ito, S., Ito, H., Kubo, M., Ishioka, C.,: IL4 from T Follicular Helper Cells Downregulates Antitumor Immunity. Cancer Immunology Research, 5(1):61-71, 2017 (査読有).
18. Akihiro Hosoi, Kazuyoshi Takeda, Koji Nagaoka, Tamaki Iino, Hirokazu Matsushita, Satoshi Ueha, Koji Matsushima, Kubo, M., Teppei Morikawa, Kazutaka Kitaura, Ryuji Suzuki and Kazuhiro Kakimi, Increased diversity with reduced evenness of tumor infiltrating T-cells for the successful cancer immunotherapy. Scientific Report 8, 1058, 2018 (査読有).
19. Syuuhei Komatsu, Taka-Aki Asoh, Ryo Ishihara, Akihiko Kikuchi, Facile preparation of degradable thermoresponsive polymers as biomaterials: Thermoresponsive polymers prepared by radical polymerization degrade to water-soluble oligomers, Polymer, 130, 68-73, 2017 (査読有).
20. Yuna Seo, Keisuke Ide, Nobutaka Kitahata, Kazuyuki Kuchitsu, Kiyoshi Dowaki; Environmental impact and nutritional improvement of elevated CO_2 treatment: A case study of spinach production, Sustainability, 9(10), 1854(9 pages), 2017 (査読有)
21. Yeachan Kim, Yi Zhang, Masanori Hayase, Fiber-based temperature microsensor by using three-dimensional photomask, Japan Journal of Applied Physics, 56, 06GG13, 2017 (査読有)
22. Takeshi Kondo, Keita Yajima, Tsuyoshi Kato, Masahiro Okano, Chiaki Terashima, Tatsuo Aikawa, Masanori Hayase, Makoto Yuasa, Hierarchically nanostructured boron-doped diamond electrode surface, Diamond and Related materials, 72, pp 13-19, 2017 (査読有)

Proceedings

1. Masataka Kimura, Shin Aoki, Hayato Ohwada,"Prediction Radiation Protection and toxicity of p53 Targeting Radioprotectors Using Machine Learning"2017 IEEE Conference on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology, 1-6, 2017 (DOI: 10.1109/CIBCB.2017.8058540)
2. Masahiro Shigeta, Akira Sawatome, Hiroko Ichikawa, Hiroshi Takemura,"Correlation between Personality and Hesiant Avoidance while Walking", Northwest Biomechanics Symposium 2017 (NWBS2017), 2017.
3. Tetsushi Moriguchi, Maiko Nakahara, Shiro Ichimura, Jun Fukuda, Toshihiro Ito, Yasunobu Suzuki, Takahiro Adachi, Mamoru Tanaka and Alexandru Acsinte. Factors Affecting Deceleration and Reacceleration in Handball Players: Effect of Catching while Running on Change of Direction and Reacceleration. 2017 4th EHF Scientific Conference Scientific Approach to the Player's Environment From Participation to the Top, p.159-162, 2017.(ISBN 978-3-9503311-3-4)

招待講演

1．Shin Aoki:“Development of New Methods for Diagnosis and Treatment of Cancer in Chemistry, Biochemistry and Material Sciences - Multidisciplinary Approach in Tokyo University of Science-”5th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences 2017 (iPoPS2017), 5/17～18, 2017, Puncak Alam, Malaysia (Plenary lecture).
2．Shin Aoki:“Development of Functionalized Iridium Complexes for Biological and Material Sciences”, 6th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC6), 7/23～28, 2017, Melbourne, Australia (Invited lecture).
3．青木 伸, 血中循環がん細胞(CTC)の分離システムの開発, BioJapan, 2017年10/11～10/13, 横浜市
4．Shin Aoki:“Design and Synthesis of Diverse Supramolecular Hosts and Catalysts by Assembly of Metal Complex Modules, Organic Building Blocks and Metals”, Pure and Applied Chemistry International Conference 2018 (PACCON 2018), 2/7～2/9, 2018, Hat-Yai, Songkhla, Thailand (Invited lecture).
5．青木 伸, 異分野連携研究による血液中のがん細胞の検出・捕捉・培養・細胞死誘導法の開発(昭和薬科大学私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「生体分子コバレント修飾の革新的解析拠点形成」シンポジウム) 2018年2/25, 東京都 (昭和薬科大学)
6．Shin Aoki, Babita Shashni, Hidehiko Matsuura, Takuma Hirata, Takuto Maeda, Shota Shiina, Abdullah-Al Masum, Kenta Yokoi, Kana Naito, Kazunori Akimoto, Hiroshi Takemura, Atsuo Yasumori, Naoyuki Aikawa, Tomohiro Ohsaki, and Norihiko Itoh,“Molecular and Material Approach to Cancer Theranostics”2018 International Biomedical Interface Symposium (2018IBMI), 3/10-3/11, 2018, Naha, Okinawa
7．Ryo Goitsuka: Myeloproliferative diseases triggered by the leukemogenic niche in the spleen. Third International BioMedical Interface Symposium, Okinawa Prefectural Museum & Art Museum, Naha, 2018年3月10－11日
8．Ryo Goitsuka: The role of transcription factor Tlx1 in converting cell fate of dorsal pancreatic to spleen mesenchymal progenitors. International Symposium on Imaging Frontier 2017, Katsushika Campus, Tokyo University of Science, Tokyo, Japan, 2017年7月8－9日
9．北村大介：B細胞クローン法のヒトB細胞への応用, 第45回日本臨床免疫学会総会, 東京, 2017年9月28日

特許

1．発明人：小林宏, 発明の名称：「腰および腕用アシスト装置」, 出願前譲渡：譲渡先 大学発ベンチャー株式会社イノフィス
2．発明人：小林宏, 発明の名称：「足首・足指双方の機能訓練装置」, 出願前譲渡：譲渡先 大学発ベンチャー株式会社イノフィス

広報

1．青木 伸:「生命に学ぶ生物有機化学・超分子化学－有機・錯体化学から生命科学・創薬科学へ－」理大科学フォーラム, 薬学部生命創薬科学科特集, 2017, 397, 4-5.
2．柳田 信也:「シリーズ・介護予防10年の計 筋肉の話」市報のだ, 2017年4月から毎月連載中

研究課題（研究者別）

山本　誠
「3 次元血流評価システムの開発に関する研究」
診断サポートツールとしての脳動脈瘤モデル内部の血流状態を評価する自動計測システムの開発を行い、医療画像から 3D プリンターを用いて作成した脳動脈瘤モデル内部の血流、ならびに壁面せん断応力の評価に成功した（投稿準備中）。

元祐　昌廣
「血中循環腫瘍細胞の電気的分離に関する研究」
血中循環腫瘍細胞の早期検出は、がんの転移の迅速な発見と治療につながるために注目されている。本研究では、正常細胞とがん細胞を、電気的な特性の違いに基づく分離を行うためのマイクロ流体デバイスの開発に関する研究を行っている。流路壁や電極への細胞付着の問題を回避するために、壁面に触れずに細胞を誘導する技術を開発し、分離効率の向上を可能にした。

早瀬　仁則
「血中循環腫瘍細胞捕捉に関する研究」
CTC が血球細胞よりも大きい傾向があることから、血中から大きめの細胞を濃縮するマイクロ流体デバイスの開発を進めてきた。培養細胞での実績から、2018 年 2 月から国立がん研究センターにて、臨床実験を開始できることになった。一方で、流路上のマイクロポストアレイ部でつまりが発生することがしばしば見られ、つまり解消が課題であった。今年度、いくつかの抗凝固剤や血栓溶解剤解消を使用したがつまりは解消できなかった。しかし、マイクロポストの上流側での流体のよどみ点において、粒子が予想以上に滞留することが分かり、プレフィルターが有効であることが示唆された。

相川　直幸
「多数の細胞の顕微鏡画像から特定の細胞を検出する画像解析技術の開発」
血液中やリンパ液を循環している血中循環腫瘍細胞（CTC）を検出するために、CTC を含む多数の細胞の顕微鏡写真の中から、細胞の大きさをもとに CTC を検出するコンピューターソフトウェアを開発した。特に、がん細胞と同じサイズの正常細胞（白血球など）とがん細胞を識別するソフトウェアの開発に成功した。

小林　宏
「自立を実現するための歩行、排泄、嚥下に関する研究」
老化や障害により、歩行や排便などの損失された運動機能を補う方法の開発を行った。補助装置であるマッスルスーツの高度化や、マッスルスーツを用いたリハビリ／機能回復訓練を実施し、極めて有効であることを確認した。また、マッスルスーツの定量的な評価方法として、新たに重心の移動軌跡長などを提案した。

竹村　裕
「ロコモ症候群の予防・改善に関する研究」
足首関節の可動領域、間接軸の中心移動を計測、制御可能な装置の研究・開発を行った。開発した装置は、人の足首関節の可動領域を十分に包括可能であり、複雑に絡みある足首関節の移動を忠実に計測、制御することが可能となる。今後、精度評価、被験者実験を行い足首運動機能の改善と足関節可動状況との関連性を検証していく。

後飯塚　僚

「ロコモ症候群モデルマウスの作成と解析」

加齢性筋萎縮（サルコペニア）のモデル動物作製のために、骨格筋の増殖やミトコンドリア代謝に関与する転写因子ファミリーである Meis1 と pKnox1/Prep1（Meis4）を骨格筋細胞特異的に欠損するマウスを作製した。20 週齢時にトレッドミルを用いた運動負荷試験を行い、筋力・運動能力を評価した結果、Meis1、pKnox1 単独欠損マウスでは対照群と比較し、有意な差は観察されなかったが、Meis1 と pKnox1 二重欠損マウスでは有意な走行距離の低下が認められたことから、本マウスは加齢による運動・筋力低下モデルとして応用可能であることが示唆された。

青木　伸

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

特定のカチオン性ペプチドを導入したシクロメタレート型イリジウム（Ir）錯体が、がん細胞（Jurkat 細胞）の細胞死を誘導することを発見した。また、導入するペプチドの種類や、ペプチド導入位置によって、細胞死のタイプが制御されることを見出した（Bioconjugate Chem. 2017, 28, 507-523）。さらに、3 つの異なる配位子を有するシクロメタレート型 Ir 錯体の選択的合成法を開発し、従来困難であった発光色を有する化合物を得ることに成功した（Inorg. Chem. 2018, 57, 4571-4589）。

「細胞のサイズと形状に基づくがん細胞の画像解析技術の開発」

血液中やリンパ液を循環しているがん細胞を、血中循環腫瘍細胞（CTC）という。我々は、血液中に混ぜたがん細胞を、粒度分布計によって、その大きさと形状によって正常細胞（赤血球など）と識別、検出する手法を開発した（Biol. Pharm. Bull. 2018, 41, 487-503）。また、ガラスフィルターによって CTC を捕捉、培養、回収することに成功した（投稿中）。

湯浅　真

「細胞表層への薬剤送達を目的とする新規ボロン酸含有脂質膜の合成」

細胞表層への薬剤送達への応用を視野に入れた新規ボロン酸含有脂質膜を合成した。この脂質膜は糖の濃度、結合定数と相関をもって相互作用することを同定した。アルキルスルホベタイン（SB_n）によるリン脂質二分子膜の凍結乾燥保護効果の検討を行った。SB_nを添加することにより凍結乾燥後において膜の多重化を抑制し、再水和後に粒子系を維持できることを明らかにした。

坂井　教郎

「創薬を指向した 2-ビフェニルイルジスルフィドの分子内環化によるジベンゾチオフェン骨格の高効率構築法の開発」

芳香族ジスルフィド化合物をヨウ素と反応させることで、高い生理活性が期待できるジベンゾチオフェン誘導体が一段階で高効率に合成できる手法を新たに開発した(Eur. J. Org. Chem. 2017, 5892-5895)。本手法は、硫黄－硫黄結合の切断と炭素－硫黄結合の再結合というこれまでに例の無い反応経路を経由していることを明らかにした。

月本　光俊

「放射線治療効果を向上させる新規 Radiosensitizer の開発研究」

放射線治療効果向上のために放射線による殺癌効果を増強する Radiosensitizer の開発が重要視されており、これまでに P2X7 受容体阻害薬が新たな Radiosensitizer となる可能性を報告しているが（Biol. Pharm. Bull. 2017, 40(6), 878-887）、さらにアデノシン受容体阻害薬はがん細胞選択的に放射線増感効果があることを明らかにしつつある。一方、放射線治療の副作用の軽減も重要な課題であるが、放射線治療時の皮膚炎症の新規分子メカニズムとして、照射された表皮細胞からの炎症性サイトカイン IL-6 産生に P2Y11 受容体活性化が関与することを明らかにした（Biol. Pharm. Bull. 2018, 41(6), 925-936.）。

菊池　明彦

「生体認識分子を固定した感温性ナノ粒子の開発」

ハイドロゲル表面で細胞の接着と増殖を確認し、新規な薬物キャリアや再生医療のための足場材料としての特性を有すると考えられる。

秋本　和憲

「CTC の検出マーカーに関する研究」

クラスター状 CTC がヒトがんの予後を悪化させることに着目し、CTC のクラスター形成に関わると期待される細胞間接着関連分子を同定するとともに、この分子が、乳がん細胞のクラスター形成に重要な役割を果たすことを明らかとした。さらに、マウスを用いた in vivo 実験系で、この分子を過剰発現したヒト乳がん細胞が転移しやすいことを明らかとした。

安部　良

「マスト細胞腫に対する新規治療法の開発」

マスト細胞腫や消化管間質腫瘍（GIST）に関して、ミエローマや急性骨髄性白血病でチロシンキナーゼ型受容体、Kit の活性型変異体がエンドリソゾームや ER, Golgi などの細胞小器官での恒常的活性化シグナルにより腫瘍化が誘導されることを明らかにした。

江角　浩安

「オミックス情報を利用した個別化医療」

以前発見した、アルクチゲニンによる癌組織代謝の好気性転換をもとにして、MRI、光イメージング、光音響、超音波など臨床応用可能な技術によって、癌組織の低酸素を定量化し、アルクチゲニンによる低酸素の現象と治療効果が相関することを明らかにした。

大和田　勇人

「SVM と ILP を組み合わせたバーチャルランダムスクリーニング法の研究」

放射線防護機能と毒性に関する回帰モデルを機械学習を用いて作成し、得られた予測値を用いて候補化合物をランキングする手法に関する研究を行った。毒性と放射線防護機能を表す実数値については専門家の意見を参考に実験データから作成し、学習に用いた特徴は、3D モデリングソフトウェアの Discovery Studio によって算出された 217 の特徴量を用いた。回帰モデルの作成にはリッジ回帰、サポートベクトル回帰、ランダムフォレスト回帰を用いた。またランキング手法として 3 つの手法を提案し、そのうちの 2 つは専門家の意見を反映した候補化合物ランキングを作成することが可能なものであった。ランキングの予測精度として最も高いものは、スピアマンの順位相関係数が 0.6316 となった。本研究成果はアメリカで行われる国際学会 ACM-BCB2018 に「Ranking Methods of Candidates for p53 Inhibitors Considering Cytotoxicity Using Machine Learning」というタイトルで論文投稿した。

北村　大介

「B 細胞を用いたがん免疫療法の開発」

腫瘍浸潤 B 細胞（TIBC）は腫瘍抗原に反応して活性化し、腫瘍周囲に 3 次濾胞を形成している。このような TIBC をわれわれ独自の培養法でクローン化し、その中から腫瘍細胞を認識する抗体を産生する TIBC を見出し、有用な抗腫瘍抗体のシーズを創出することを目標としている。ヒト B 細胞の培養・クローン化法を確立した。また、モデル実験として腸がんモデルマウスのがん組織から TIBC を単離し、B 細胞クローンを作製した。

久保　允人

「個別化診断法および治療法の開発」

決定論的横置換法による CTC 分離デバイスの開発とがん細胞と同定するための遺伝子解析システムの確立。T 細胞抗原受容体レパトワと T 細胞の機能の関係を解析目的とする TCR データベースの確立。

堂脇　清志

「食品の低減と機能性農産物の見える化指標の提案」

食事に関して、栄養素の向上方策とその見える化について検討した。

伊藤　香織

「野田市住民の交通手段の変化に伴う変化の調査」

郊外地域での自動車依存が健康阻害の一員になるという視点から、野田市の居住者に対する交通行動アンケートによって、自動車交通から公共交通等に転換する可能性について調査・分析を行った。

寺部　慎太郎

「健康都市づくりを念頭に置いた交通状況変化の把握」

道路や鉄道などの社会基盤施設が整備による地域の交通状況への影響について、首都圏外郭環状道路千葉区間沿線の高校を対象に、交通手段や交通行動に関する調査を行った。バスの定時性の向上が見込まれること、自転車通路の危険箇所の分布を明らかにした。

高嶋　隆太

「流山市、野田市と介護医療マネジメントに関する共同研究」

医療介護の需給予測、訪問介護サービスの最適マネジメントの 2 つの研究を実施した。医療介護の需給予測において、要介護認定者・認定率の増加具合を確認し、将来必要となる医療供給量をモデルから得られた推計値と厚生労働省等で公表している公開データとを比較した。その結果、利用率の高い医療供給と利用率の低い医療供給とでモデルを組み直す必要があり、アンケート等の詳細なデータを用いることで改善の可能性があることがわかった。

岩岡　竜夫

「地域レガシーの再発見と利活用にかかわるイヴェントの促進」

大学キャンパスに隣接する土木遺産（＝利根運河）の様々な利活用の方法を企画・立案し、大学と地方自治体の連携や、学生と地域住民との交流を図った。学生による野外フェスティバル（利根運河シアターナイト）への後援、両岸のプロムナードを結ぶ新たな歩道橋に対するデザインコンペ（夢の架橋）の企画などを支援した。

柳田　信也

「日常的な身体活動量を規定する脳内因子の探索」

げっ歯類を用いた既往研究において測定不可能だった、集団飼育環境下での身体活動量の測定方法の開発と生理学的指標の同時測定を目指して研究を行った。特に、赤外線個体識別（RFID）や超小型加速度センサーによる行動解析法を確立した。

市村　志朗

「運動習慣のある健常者の走能力に関する研究」

方向転換を含む走運動時に方向転換直前に外乱を与えたときの走能力がどのように変化するのかを検討した。その結果、外乱を与えない場合と比較して、外乱を与えたときには、方向点前の減速区間（5m）のタイムは短縮し、方向転換後の再加速区間のタイムは遅延した。また再加速区間（5m）に対する減速区間（5m）のタイムの比でも外乱を与えた条件のほうが有意に高値であった。この結果より、方向転換直前の外乱は、方向転換のための減速活動を妨げ、その影響は再加速時にさらに大きくなることが明らかとなった（2017 4th EHF Scientific Conference, p.159-162, 2017）。

数理モデリングと数学解析研究部門

数理モデリングと数学解析研究部門について

1. 概要

本研究部門は、本学の数理科学分野の研究を推進するため、平成 27 年 4 月に発足した。現在の主要な研究テーマは次の 3 つである。

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

b) 数理工学モデル
逆問題の数学理論を非破壊検査等に応用すること。

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

d) 確率解析モデル
確率解析をネットワークの末端境界値問題に応用する。また、それをビッグデータの処理に応用すること。

以上の小グループでの研究の他に、当部門で学内向けに数学に関する相談窓口を開設している。

2. 部門の構成と施設設備

本研究部門は、平成 29 年度は、本学の専任教員 21 名（理学部第一部数学 12 名理学部第一部物理 2 名、理学部第一部数理情報 2 名、理学部第二部数学 1 名、工学部建築 1 名、工学部経営工学 1 名、工学部教養 1 名、理工学部数学 5 名）により、構成されており、テーマごとにいくつかのグループを作り研究活動を行っている。

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
d) 確率解析モデルグループ

グループでの研究に加えて、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解説している。相談の担当者は、当部門メンバーに、代数および幾何の専門家を加えて、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.ma.kagu.tus.ac.jp/k-seminar/soudan.html（平成 30 年 9 月まで）
平成 30 年度 10 月より、以下に変更。
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ー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、ドイツの若手研究者 C. Cuenin 氏（ドイツ LMU Munich）による数理物理による講演会を行い、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。現在、波束変換を用いたシュレーディンガー方程式の解の表現公式に関して、数値計算の方法をいくつか試みている。

(参考文献(1)) Representation of Schrödinger operator of a free particle via short-time Fourier transform and its applications, Keiichi Kato, M. Kobayashi and S. Ito, Tohoku Math. J., (2012), 64, pp.223-231.

3. 2. 数理工学モデルグループ～偏微分方程式の逆問題の他分野への応用

生体における非侵襲的な検査や材料における非破壊検査に由来する媒質中に潜む不連続性（空洞、き裂、介在物や障害物など）の位置や形状の情報を観測データから抽出する問題に対して、それらの数学解析の他分野への応用が目的である。本年度は海外からの専門家を招聘する等により、今後の研究の方向性や応用の可能性について議論した。また、地震学者等との研究討論を行い、地震学における強振動予測や観測地震波形を用いた震源過程解析の逆問題などへの応用を検討した。来年度は、逆問題に関する国際研究会を本学で開催する予定である。

3. 3. 数理生物モデルグループについて

感染症流行を記述する感染症モデルや癌の浸潤現象等を記述する走化性モデルをはじめとする、時間発展に伴う生物個体数の増減を調べるための数理生物モデルの解の漸近挙動の解析を行った。本年度 2 月に、第 1 回神楽坂「感染症にまつわる数理」勉強会として、明治大学の俣野博先生をお招きして。数理生物モデルに関する講演会を開いた。この研究会は、来年度も継続して開く予定である。また、感染個体の生息領域の拡大を記述した自由境界問題についても、研究打ち合わせを継続的に設けることで、今後の関心ある応用テーマとして検討した。

3. 4. 確率解析モデルグループ～ネットワークの末端境界値問題

末端境界値として取得されたデータの活用について、金子研究室修士課程二年の大学院生とともに、考察に取り組んだ。その結果修士論文として得られた結果を一つの裏付けに含む形で、学外の企業の研究者と連絡を取り合うなどの対外的交流がなされた。

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。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の推進すること、および、昨年に引き続き、「技術相談窓口」への対応を通じて他部門および学内の研究者との連携することを中心に活動を行った。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（平成 29 年度分）

学術論文

1．Remark on characterization of wave front set by wave packet transform, Keiichi Kato, Masaharu Kobayashi and Shingo Ito, Osaka J. Math., 54 巻, 2 号, pp 209-228 (2017). (査読有)
2．Error analysis of splitting methods for semilinear evolution equations, Masahito Ohta, Takiko Sasaki, Applications of Mathematics, 62 巻 4 号 pp 405-432 (2017)(査読有)
3．A unified method for boundedness in fully parabolic chemotaxis systems with signal-dependent sensitivity, Masaaki Mizukami, Tomomi Yokota, Mathematische Nachrichten, 290 巻, 16 号, pp.2648-2660 (2017). (査読有)
4．Partial regularity results for non-autonomous functionals with Φ-growth conditions, Flavia Giannetti, Antonia Passarelli di Napoli, Astsushi Tachikawa, Annali di Matematica Pura ed Applicata, Vol.196, No.6, pp 2147-2165, 2017.(査読有)
5．Time-dependent first-principles study of angle-resolved secondary electron emission from atomic sheets, Y. Ueda, Y. Suzuki, and K. Watanabe, Phys. Rev. B 97, 075406-1～7 (2018).(Featured as an Editors' Suggestion.) (査読有)
6．Exact Time-Dependent Exchange-Correlation Potential in Electron Scattering Processes, Y. Suzuki, L. Lacombe, K. Watanabe, and N. T. Maitra, Phys. Rev. Lett. 119, 263401-1～6 (2017). (査読有)
7．Virtual substrate method for nanomaterials characterization, B. Da, J. Liu, M. Yamamoto, Y. Ueda, K. Watanabe, N. T. Cuong, S. Li, K. Tsukagoshi, H. Yoshikawa, H. Iwai, S. Tanuma, H. Guo, Z. Gao, X. Sun, Z. Ding, Nat. Commun. 8, 15629-1～9 (2017). (査読有)
8．Higgs Mode in a Trapped Superfluid Fermi Gas, Jun Tokimoto, Shunji, Tsuchiya, Tetsuro Nikuni, Journal of Low Temperature Physics, 187, 765 (2017).(査読有)
9．Density and spin modes in imbalanced normal Fermi gases from collisionless to hydrodynamic regime, 51, 055202 (2018).(査読有)
10. Higgs Mode in a Trapped Superfluid Fermi Gas, Jun Tokimoto, Shunji, Tsuchiya, Tetsuro Nikuni, Journal of Low Temperature Physics (2017), in press. (査読有)
11. Nonlinear mixing of collective modes in harmonically trapped Bose-Einstein condensates, Takahiro Mizoguchi, Shohei Watabe, Tetsuro Nikuni, Physical Review A (2017), in press. (査読有)
12. Degeneracy in finite time of 1D quasilinear wave equations II, Yuusuke Sugiyama, Evolution Equations and Control Theory, 6 巻, 4 号, pp.615-628, 2017 (査読有)
13. The fictitious domain method with H1-penalty for the Stokes problem with Dirichlet boundary condition, Guanyu Zhou, Applied Numerical Mathematics, 123 巻, pp.1-21, 2018 (査読あり)
14. The fictitious domain method for the Stokes problem with Neumann/free-traction boundary condition, Guanyu Zhou, Japan J. Indust. Appl. Math. 34 巻, pp.585-610, 2017 (査読あり)

著書

1．理工系の基礎 物理学 II, 齋藤晃一, 半澤克郎, 渡辺一之, 二国徹郎, 丸善出版, pp 124-206, 2018.
2．理工系の基礎 数学 I, 小谷佳子, 伊藤弘道, 加藤圭一, 矢部博, 江川嘉美, 太田雅人, 横田智巳, 眞田克典, 関川浩, 丸善出版, pp 17-36, 89-143.

招待講演

1．Wave packet transform and singularities of solutions to Schrödinger equations I〜IV (4回の連続講演)， 加藤圭一， RIMS共同研究（グループ型)「微分方程式の解の伝播構造」，京都，2017.
2．Application of wave packet transform to dispersive equations，加藤圭一，第13回非線形の諸問題，鹿児島，2017.
3．Wave packet transform and its application to Schrödinger equations with time dependent potentials，加藤圭一，広島微分方程式研究会，東広島，2017.
4．Wave packet transform and wave front set of solutions to Schrödinger equations，加藤圭一，RIMS workshop ″Spectral, Scattering Theory and Related Topics″，京都，2017.
5．Wave packet transform and its application to Schrödinger equations，加藤圭一，2017 Taiwan-Japan Workshop on Dispersion, Navier Stokes, Kinetic, and Inverse Problems，台南（台湾)，2017.
6．Strong instability of standing waves for nonlinear Schrödinger equations with a partial confinement, Masahito Ohta, Third Workshop on Nonlinear Dispersive Equations, IMECC-UNICAMP, Campinas, Brazil, 2017.
7．Asymptotic stability in a two-dimensional two-species chemotaxis-Navier-Stokes system with competitive kinetics, Misaki Hirata, Shunsuke Kurima, Masaaki Mizukami, Tomomi Yokota, Equadiff 2017, Slovak University of Technology, Bratislava, Slovakia, 2017
8．Some regularity results for energy minimizing maps into Finsler manifolds, Atsushi Tachikawa, Seminario di Analisi (Napoli大学における公開セミナー)，2017年11月22日，ナポリ フェデリコⅡ世大学，数学科.
9．Partial regularity results for minimizers of a class of functionals with nonstandard growth，立川篤，松山解析セミナー2018，2017年2月3日，愛媛大学理学部数学科.
10. Blow-up and estimates of the lifespan of solutions to the 1D compressible Euler equation with variable damping coefficient, Yuusuke Sugiyama, 国際研究集会「Nonlinear Partial Differential Equations for Future Applications Session of“Hyperbolic and Dispersive PDE」，東北大学，仙台，日本，2017

研究課題（研究者別）

加藤　圭一

「シュレーディンガー方程式の解の伝播構造に関する研究」

波束変換を用いたシュレーディンガー方程式の解の表現を 2011 年頃に得た。これを物性物理学に応用することが課題である。我々の解の表現を用いるとシュレーディンガー方程式の解が対応する古典軌道に沿って伝播することが容易にわかるので、これを用いた数値計算法の開発を行っている。

太田　雅人

「ポテンシャルを伴う非線形シュレーディンガー方程式の定在波解の不安定性」

部分的な束縛ポテンシャルを伴う非線形シュレーディンガー方程式の定在波解の強い不安定性について研究を行い、安定な定在波解が存在するための非線形項における臨界冪を明らかにした。また、引力的クーロン・ポテンシャルを伴う場合の研究も行っている。

金子　宏

「木構造に基づく確率過程論の研究」

木構造のなかで、特に末端からなる空間がその理想協会として捉えられ、末端からなる空間に木構造から自然に定まる完全正規直交系が備わる場合について、関数空間を用いた確率過程論の展開、逆問題的な観点に沿った統計的アプローチなどを研究する。

横田　智巳

「走化性モデルに関する研究」

シグナル依存型感応性関数をもつ走化性方程式系の解の有界性について、新しいテスト関数を導入することにより、既存の結果を改良するとともに、統一的な証明を与えることができた。また、準線形退化型ケラー・シーゲル系の解の有限時刻爆発について、新しい結果を得た。以上の成果は、論文としてまとめ専門誌に掲載済または掲載が決定している。

立川　篤

「変分問題の解の正則性に関する研究」

変分問題の解の正則性の問題は、Standard growth と呼ばれるタイプの汎関数に対してはすでに多くの結果が得られているが、Non-standard growth と呼ばれる汎関数に対しては未解決な部分が多く残されている。この、Non-standard の汎関数のうち、Φ-growth と呼ばれるもの、さらにはこれと p(x)-growth を組み合わせたタイプの問題をイタリアの研究者たちと研究し、満足すべき結果を得ることができた。

渡辺　一之

「時間依存密度汎関数法の数値解と応用」

時間に依存した密度汎関数理論（TDDFT）に基づくシミュレーションによって、電子がグラフェンに衝突したときの透過確率と放出二次電子の角度分解スペクトルを計算した結果、それぞれ実験値とよい一致を示した。また、一次元における二電子散乱のシミュレーションから厳密な交換相関ポテンシャルを求めることができた。それによって、断熱近似の問題点が明らかになった。

二国　徹郎

「冷却原子気体の超流動ダイナミクス」

Fermi 超流動気体における Higgs mode（秩序変数の振幅が振動する集団モード）を Bogoliubov-de Gennes 方程式を数値的にシミュレートし、BCS-BEC クロスオーバー全領域における Higgs モード振動数と減衰の振る舞いを明らかにした。また、正常相（非超流動状態）における Fermi 混合気体の集団励起を Boltzmann 方程式を用いて解析し、二成分間の粒子数インバランスや質量インバランスが集団励起に及ぼす影響を明らかにした。

伊藤　弘道

「囲い込み法を用いたき裂の再構成とその数値実験についての研究」

構造物の非破壊検査に関わるき裂の再構成の研究を行った。本研究は工学的にも構造物の安全性に直接影響を及ぼすため非常に重要である。そこで、これまでに得られた池畠優（広島大学）氏との共同研究による理論的結果の検証のため、ヘルシンキ大学のS. Siltanen教授やA. Hauptmannドクター研究員と研究グループを構築し、その数値実験を行った。現在は、電気インピーダンストモグラフィーによるスポット溶接部の再構成の数値実験も行っている。

石田　敦英

「分数冪ラプラシアンについての逆散乱理論の研究」

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

江夏　洋一

「感染免疫の損失を考慮した感染症モデルの解の安定性に関する研究」

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

杉山　裕介

「双曲型保存則系の大域的挙動の分類」

有限時間で方程式が双曲性を失う現象「方程式の退化」に着目し、解の長時間挙動の研究を行った。一般に退化後は、解は滑らかさを失うが、弱解を導入し、解の延長を試みた。この結果は、杭州師範大学のYun-guang Lu氏との共著論文として投稿中である。また、退化する解の正則性理論の構築を同じく杭州師範大学のYanbo Hu氏と研究中である。消散項を持つ準線形波動方程式の古典解の挙動の分類を行い、それについての論文が最近出版された。

周　冠宇

「仮想領域法の数値解析に関する研究」

境界が時間に依存する偏微分方程式を有限要素法によって離散化を行う場合、境界と適合するメッシュの構築は非常に手間がかかり、計算時間を大幅に増やす。仮想領域法では、元の領域を含む仮想領域を導入して、問題を再定式化する。それによって、数値解法の実装が簡単化し、計算時間も大幅に減少する。しかし、収束解析などの数学的研究は、実はほとんどなされておらず、仮想領域法の信頼性は十分に保障されていなかった。我々はStokes問題に対して、新たな解析手法を提案し、仮想領域法の解析理論を確立した。

再生医療とDDSの融合研究部門

再生医療と DDS の融合研究部門について

1. 概要

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

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

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

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

2. 部門の構成と施設設備

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

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

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

主な研究を行う野田キャンパス内
薬学部 DDS 研究センター棟

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 臓器再生グループについて

アクアポリンの新機能を利用した局所的炎症反応調節

アクアポリン（AQP）は体内の水分代謝を調節する水チャネルであるが、これまでに AQP が単に細胞膜を通過する水分子の輸送を促進するだけでなく、種々の細胞機能を調節することが明らかになってきている。特に我々は、複数の AQP 類が AQP 自然免疫系の刺激応答を亢進し、一方で Th2 サイトカイン応答は減弱させることを見出している。本機能を利用した免疫系選択的な調節に繋がる可能性がある。

3. 2. 基剤開発グループについて

再生医療に役立つ新たな薬物放出素材を開発することを目的として、2-メチレン-1,3-ジオキセパン(MDO)のラジカル重合によって得られるポリカプロラクトン誘導体の研究に取り組んだ結果、温度刺激に応答して形成されたコアセルベート液滴の表面に無機微粒子を集積・結晶化させた機能性有機-無機ハイブリッドカプセルの調製に成功した。今後は、このカプセルの薬物放出挙動について検討を行う予定である。一方、このような薬物放出素材に内包させる新規薬剤として、多剤耐性菌に対して高い有効性を示すPyrrocidine Aや次世代抗がん剤のリード化合物として注目されているテロメラーゼ阻害剤UCS1025Aに着目し、その全合成研究に取り組んだ結果、前者では主要骨格の構築法を確立することに成功するとともに、後者では不斉全合成とエーテル型安定化類縁体の合成を達成することができた。現在、構造活性相関の解明に向けてさらなる検討を行っている。

3. 3. 製剤設計と物性評価グループについて

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

3. 4. DDS製剤の生理活性評価グループについて

本部門が研究対象として掲げる「血管」に対し、その病態形成の機序に関する基礎的検討を継続している。代表的な炎症性血管疾患である動脈硬化が研究標的であり、本病態領域に高発現する炎症性細胞外マトリックス分子・テネイシン-C（TNC）分子構造内に存在する生理活性領域TNIIIA2が、病態形成とその進展に果たす役割の解明が目標である。過去に本グループでは、TNIIIA2領域による刺激がマクロファージ（Mφ）に泡沫化を誘導し、動脈硬化における病態形成の端緒となる可能性を見出してきたが、本年は血管平滑筋細胞を新たな標的細胞とした。本細胞は動脈硬化プラークを構成する細胞としてMφと同等に重要である。異常増殖がプラーク形成の、細胞死が病態末期のプラーク脆弱化とそれに続く遠心性の血栓形成の、それぞれ端緒となる。本年度の成果として、TNIIIA2領域が血管平滑筋の増殖には影響を及ぼさないものの、TNIIIA2親分子であるTNCの発現亢進をもたらすことを見出した。またこの結果構築されることが容易に推察される高濃度TNIIIA2環境下においては、血管平滑筋細胞にはアポトーシスによる細胞死が誘導されるとの観察も得た。これらの結果はTNIIIA2が、動脈硬化の進行に伴うプラーク脆弱化においても、その基盤となる可能性を示している。またin vivo解析においては、TNIIIA2領域の生理活性をキャンセルする薬剤の投与により、動脈硬化モデルマウスにおける病態形成が顕著に抑制可能であることを示した。この結果は、本病態の根幹にTNIIIA2を介した病態調節機構が存在すること、TNIIIA2が動脈硬化治療法の新たな標的となることを示している。動脈硬化をはじめとする各種加齢性疾患の根底には慢性炎症が存在するが、今回その存在が明らかとなった「炎症調節細胞・マクロファージを始めとする病態構成細胞のTN-C/TNIIIA2領域を介した機能調節機構」の存在は、再生治療時に問題となる血管系再構築における患者側基礎病態のコントロールのみならず、炎症病態全般の新たな標的機構となる可能性がある。

4. 研究活動の展望

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

DDS 研究や全身および局所を標的とした経皮 DDS の開発をも併せて行っている。

また、本部門も発足後 4 年目を迎え、アドバイザリー委員会やシンポジウム等を通してより実用的な再生医療への展開を検討し、共同研究等も引き続き推進していく予定である。

なお、2017 年 12 月 18 日には「第 3 回再生医療と DDS の融合研究部門シンポジウム」を「第 15 回東京理科大学薬学部 DDS 研究センターシンポジウム」と共同で開催した。このシンポジウムは毎年開催しており、DDS 関連分野の研究者から大きな期待を寄せられているものである。部門での研究成果報告を兼ねて、2018 年度も継続して開催することを予定している。

5. むすび

再生医療と DDS の融合研究部門では、1）DDS に対する新しい概念の提起、2）基本概念に基づく新たな DDS 開発、3）その実用化を行いたい。今後は、臨床試験までも視野に入れた DDS 開発を行っていく予定である。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1. Drug release behavior of hydrophobic drug-loaded poly (lactide-co-glycolide) nanoparticles: Effects of glass transition temperature, I. Takeuchi, S. Yamaguchi, S. Goto, K. Makino, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 529, 328-333, 2017 (査読有)
2. Effects of physicochemical properties of poly (lactide-co-glycolide) on drug release behavior of hydrophobic drug-loaded nanoparticles, I. Takeuchi, K. Tomoda, A. Hamano, K. Makino, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 520, 771-778, 2017 (査読有)
3. Change in plasma lactate concentration during arctigenin administration in a phase I clinical trial in patients with gemcitabine-refractory pancreatic cancer.(in press), Esumi H, Fujioka R. et al., PLoS One, 2018 (査読有)
4. Effects of nitrous acid exposure on baseline pulmonary resistance and Muc5ac in rats. Masayuki Ohyama, Ichiro Horie, Yoichiro Isohama, Kenichi Azuma, Shuichi Adachi, Chika Minejima, Norimichi Takenaka,Inhalation Toxicolog, 31, in press, 2018 (査読有)
5. Preparation and Evaluation of Physicochemical Properties of Isosorbide Gel Composed of Xanthan Gum, Locust Bean Gum and Agar for Improving the Patient's Adherence, Kawano, Y., Kiuchi, H., Haraguchi, T., Yoshida, M,. Uchida, T. and Hanawa, T., International Journal of Medicine and Pharmacy, 5(1), 18-32, 2017 (査読有)
6. A Chirality-Returning Sequence for the Synthesis of an Unnatural Isomer of Hirsutellone B, Hayato Sugata, Ryo Kato, Tetsu Tsubogo, Hiromi Uchiro, Asian J. Org. Chem., 6(5), pp.609-618, 2017 (査読有)
7. Facile preparation of degradable thermoresponsive polymers as biomaterials: Thermoresponsive polymers prepared by radical polymerization degrade to water-soluble oligomers, Syuuhei Komatsu, Taka-Aki Asoh, Ryo Ishihara, Akihiko Kikuchi, Polymer, 130, pp.68-73, 2017 (査読有)
8. Directed Assembly of Gold Nanorods by Terminal-Base Pairing of Surface-Grafted DNA, Guoqing Wang, Yoshitsugu Akiyama, Naoki Kanayama, Tohru Takarada, Mizuo Maeda, Small, in press.(査読有)
9. Identification and characterization of a novel adenomatous polyposis coli mutation in adult pancreatoblastoma. Yamaguchi S, Fujii T, Izumi Y, Fukumura Y, Han M, Yamaguchi H, Akita T, Yamashita C, Kato S, Sekiya T. Oncotarget. 9(12):10818-10827. 2018 (査読有)
10. Mechanisms underlying changes in indomethacin solubility with local anesthetics and related basic additives, Yohsuke Shimada, Ryo Tateuchi, Hitoshi Chatani, Satoru Goto, JOURNAL OF MOLECULAR STRUCTURE, 1155, pp.165-170, 2018 (査読有)
11. Interaction between two parallel plates covered with a polyelectrolyte brush layer in an electrolyte solution, H. Ohshima, J. Biomater. Sci., Polymer Edition, 28, 913-924, 2017 (査読有)
12. Long-term drug modification to the surface of mesenchymal stem cells by the avidin-biotin complex method. Yukiya Takayama, Kosuke Kusamori, Mika Hayashi, Noriko Tanabe, Satoru Matsuura, Mari Tsujimura, Hidemasa Katsumi, Toshiyasu Sakane, Makiya Nishikawa, Akira Yamamoto. Scientific Reports, 7 巻, pp.16953, 2017 (査読有)
13. 水中アーク放電によるカーボンナノチューブの合成における，水温がカーボンナノチューブの直径に及ぼす影響，金勇一，西川英一，渡邊康之，表面と真空，61 巻，pp.157-161，2018 (査読有)
14. UCST-type phase transition driven by protein-derived polypeptide employing gelatin and chitosan, Daisuke Matsukuma, Taketomo Sambai, Hidenori Otsuka, Polymer. Adv. Technol. Volume28, Issue12, December 2017, Pages 1636-1641. (査読有)

15. Chaos Amplification Process Can Be Described by the GKSL Master Equation, K. Furusho, S. Iriyama, Open Systems & Information Dynamics Vol.24, No.02, 1750008, 2017 DOI: /10.1142/S1230161217500081（査読有）
16. Control of cell adhesion and proliferation utilizing polysaccharide composite film scaffolds. Iijima, K., Tsuji,Y., Kuriki, I., Kakimoto, A., Ninomiya, R., Iyoda, T., Fukai, F., and Hashizume, M., Colloids and SUrfaces B: Biointerfaces 160, pp 228-237, 2017（査読有）

著書

1．新しい疾患薬理学，礒濱洋一郎，南江堂，pp 359-385，2018.
2．「1.25-dihydroxyvitamin D3 の自己吸入式径肺投与により、慢性閉塞性肺疾患モデルマウスにおいて肺胞再生効果が誘導される」，秋田智后，山下親正，Drug Delivery System，32-5:354，2017 年
3．“Biocompatible Interface Responsive to an Environment Change in the Living Body” in “Stimuli-Responsive Interfaces: Fabrication and Application”, Matsukuma, D., and Otsuka, H., Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2017. ISBN 978-981-10-2461-0, DOI 10.1007/978-981-10-2463-4
4．Deregulation of platelet-derived growth factor (PDGF)-dependent cell proliferation through potentiated and sustained activation of β1-integrin, induced by tenascin-C-derived peptide TNIIIA2, Iyoda, T., and Fukai F., Advances in Medicine and Biology, vol.123, Chaptor 5, Nova publishers, 2017-3rd quarter

招待講演

1．がん代謝を切り口としたがん治療戦略の現状と課題，江角浩安，第 17 回日本抗加齢医学会総会，東京，2017.
2．利水作用とアクアポリン，礒濱洋一郎，第 21 回大阪漢方研究会，大阪，2017.
3．製剤学的手法に基づくがん化学療法によって発生する口内炎治療薬の開発，河野弥生，佐藤光利，花輪剛久，第 11 回日本緩和医療薬学会年会，札幌，2017.
4．基礎から学ぶ粒子分散，大島広行，第 68 回コロイドおよび界面化学討論会，神戸，2017.
5．デカヒドロフルオレン骨格を有する天然由来生物活性物質の全合成，内呂拓実，北里大学薬学部第 33 回白金セミナー，東京，2017.
6．Thermoresponsive and Transformable Core-corona Type Nanoparticles for Controlled Cellular Uptake, Akihiko Kikuchi, 3rd International BioMedical Interface Symposium, Naha Okinawa, 2018.
7．「分化誘導を基盤とした COPD 根治治療薬の開発とその DDS の構築」，山下親正，東京理科大学・日本医科大学 第 4 回合同シンポジウム（東京理科大学 森戸記念館），2017 年
8．核酸を基盤とする DDS 開発，西川 元也，東京医科歯科大学第 52 回大学院医科学総合研究科大学院セミナー，東京，2017.
9．Non-Crosslinking Phenomena of Double-Stranded DNA-Functionalized Gold Nanoparticles: Approach to Nanomaterials Science, Yoshitsugu Akiyama, Tohru Takarada, Maeda Mizuo, The 15th International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM2017), Kyoto, 2017.

特許

1．江角浩安，土原一哉，川島孝則，国内特許登録，抗癌剤，放射線増感剤および食品組成物，特許第 6197077 号，2017.
2．Chikamasa Yamashita, Jun-Ichiro Oka, Michiko Horiguchi, Sachie Hamada, Centrally-Acting peptide Derivative and Pharmaceutical Composition, EP 3 190 129 A1.2017.（出願中）
3．入山聖史，木原眞紀，特許出願番号 2017-246716，暗号データ処理システム、及びプログラム（日本）

広報

１．菊池明彦，本学教員ら研究グループが開発した、ドラッグデリバリーシステムに用いるゲルを日経産業新聞が紹介，日経産業新聞，2017
http://www.tus.ac.jp/today/archive/20170913001.html

２．大島広行，Asian Scientist 100-2017(2017 年度アジアの科学者 100 人)，The Asian Scientist Magazine (Singapore)，2017.

受賞

１．西川元也，第 17 回 DDS 学会永井賞，日本 DDS 学会，2017.

２．花輪剛久，河野弥生，日本薬剤学会永井財団学部学生七つ星薬師奨励賞共同受賞，日本薬剤学会，2017.

研究課題（研究者別）

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

近年、がん治療において、正常細胞とがん細胞の生体リズムの差を利用して抗がん剤の投与時刻を調節する、時間治療の有用性が報告されている。呼吸器疾患に関しては、喘息治療に対し、概日リズムを利用した時間治療が臨床で用いられているが、COPDでは未だ臨床応用されておらず、治療効果に対する概日リズムの関与は明らかにされていない。本研究では、COPD の分化誘導療法における時間治療の適用を目指し検討を進めている。

秋山　好嗣
「DNA 担持金ナノ粒子の界面特性を利用したトポイソメラーゼ阻害剤の目視探索」

DNA の開裂・結合を触媒するトポイソメラーゼ（TOPO）の活性を特異的に阻害する抗がん剤の目視探索を目的としたアッセイ系の構築を試みた。モデル実験として、カンプトテシン共存下で TOPO の活性が阻害された際にリリースされる短鎖 DNA（化学合成品）を DNA 固定化金ナノ粒子（DNA-AuNP）上で二重鎖形成させた。粒子は高塩濃度下で自発的に凝集を起こし、鮮やかな色調変化をもたらすことを実証した。

石原　量
「生分解性を有する新規バイオマテリアルに関する研究」

ポリ乳酸などの生分解性高分子の機能化は末端官能基に制限される。そこで本研究ではラジカル重合でポリカプロラクトン誘導体を与える 2-メチレン-1,3-ジオキセパン（MDO）に注目した。温度刺激に応答してコアセルベート液滴を形成し、この表面に無機微粒子の集積と結晶成長を行い、機能性有機－無機ハイブリッドカプセルの調製に成功した。このカプセルや薬物放出や再生医療に役立つものと考えられる。

礒濱　洋一郎
「水チャネルアクアポリンの新機能としての炎症反応調節作用に関する研究」

気道系に存在するアクアポリン 5（AQP5）は TNF-α等の自然免疫系刺激応答を亢進する一方、IL-4 などの Th2 サイトカイン応答を減弱させることを見出している。この新機能の意義追求のため、気道上皮に AQP5 過剰発現する Tg マウス作製に着手した。気道上皮選択的に発現させるための CCSP プロモーター下流に AQP5 を組み込んだ DNA コンストラクトをマウス受精卵へ注入し、新生マウスの表現型を解析中である。

入山　聖史
「DDS におけるナノ製剤の形状推定に関する研究」

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

伊豫田　拓也
「動脈硬化病態においてテネイシン-C 分子内 TNIIIA2 領域が果たす病態促進的役割」

動脈硬化病態にはテネイシン C（TNC）分子が高発現する。TNC は MMP による分解を経て生理活性領域 TNIIIA2 を表出させるが、本領域による刺激が動脈硬化病態を構成する血管平滑筋細胞に、TNC 及び MMP の発現亢進を導くことを見出した。さらに本現象の結果構築される高濃度 TNIIIA2 環境においては血管平滑筋細胞死が生ずるとの観察をし、これが病態末期に生ずるプラーク不安定化の一部機構と推察している。

内呂　拓実

「デカヒドロフルオレン骨格を有する天然由来生物活性物質の不斉全合成」

AB 縮環部が cis 配置のデカヒドロフルオレン骨格をもつ抗菌性物質 Pyrrocidine A の世界初の不斉全合成の達成に向けて検討を行った結果、立体配座規制型の Diels-Alder 反応を利用して四環性骨格をもつ中間体を得た後、その架橋部位に Lewis 酸の存在下でチオールを作用させることにより、AB-cis 型のデカヒドロフルオレン化合物に導くことに成功した。全合成の達成に向けてさらに検討を行っている。

「新しい Covalent Drug の創出を志向したテロメラーゼ阻害剤 UCS1025A 類縁体の合成」

UCS1025A はがん細胞の不死化に関与するテロメラーゼを強力に阻害する化合物であり、分子内共役付加反応によってマスキングされた Michael acceptor を部分構造として有する興味深い化合物である。この構造の反応性を制御することにより、新規 Covalent Drug の創出が可能になるものと考え、UCS1025A の全合成およびその新規エーテル型アナログの合成について検討を行い、これを達成した。

江角　浩安

「代謝に基づくがん治療薬の開発とがん・サルコペニアの予防を目指した機能性食品の開発」

「栄養飢餓耐性制御薬としてのアルクチゲニンの臨床開発」

アルクチゲニン高含有牛蒡子エキスを用いた膵がん患者での医師主導治験の実施およびその最終報告を準備している。

「アルクチゲニンによる微小環境工学とその臨床応用の開発」

アルクチゲニンが異常血管を正常化しがん微小環境を正常化するために抗がん剤や放射線への感受性を腫瘍組織特異的に増強することを見いだし、これを臨床応用するための前臨床試験を実施し論文化のための追加実験中である。

大島　広行

「界面電気現象の理論的研究」

前年度に引き続き、微粒子の界面電気現象の理論の展開を行い、とくに、イオンサイズを考慮したコロイド粒子の界面電気現象理論を発展させた。

大塚　英典

「細胞親和性と抗癌活性に優れたバイオマテリアルに関する研究」

親水性連鎖ブロックに糖鎖高分子（poly-Lac）を連結した（poly-Lac-b-(DPA-Cu)）を修飾した金ナノ粒子表面は静電的かつ細胞膜レセプター特異的に腫瘍集積可能であることを、従来技術より高い体内での生体適合性（細網内皮系組織(RES)からの捕捉回避）より確認した。さらに、細胞膜通過性にも優れたナノ粒子であり、高分子金属錯体を細胞核に効率的にデリバリーできることを確認した。

河野　弥生

「ヒアルロン酸を含有する創傷治療用外用剤に関する研究」

ヒアルロン酸は生体内において皮膚、眼球および軟骨に多く存在し、創傷治癒効果が報告されているが、分子量の違いによる創傷治癒効果への影響については不明な点が多い。そこで、本研究では生体外から得られるヒアルロン酸の分子量や濃度が創傷治癒過程に及ぼす影響について基礎的研究を行った。現在はヒアルロン酸を含有する外用剤の検討を行なっている。

菊池　明彦

「生分解性を有する新規バイオマテリアルに関する研究」

ポリ乳酸などの生分解性高分子の機能化は末端官能基に制限される。そこで本研究ではラジカル重合でポリカプロラクトン誘導体を与える 2-メチレン-1,3-ジオキセパン(MDO) に注目した。温度刺激に応答してコアセルベート液滴を形成し、この表面に無機微粒子の集積と結晶成長を行い、機能性有機－無機ハイブリッドカプセルの調製に成功した。このカプセルや薬物放出や再生医療に役立つものと考えられる。

草森　浩輔

「細胞治療の最適化研究」

近年の細胞培養や分化誘導技術の目覚ましい発展とともに、厳密に分化誘導した細胞を移植することによる疾患治療が可能になりつつある。しかしながら、移植した細胞の生存期間が短いことなどを理由に、移植細胞の機能が体内で十分に発揮されていないことが示唆されている。そこで本研究では、細胞移植による疾患治療の最適化を目的に、ドラッグデリバリーシステムを応用することで体内に移植した細胞の動態や機能の制御を試みる。

後藤　了

「ジクロフェナクの局所麻酔薬との相互作用に関する研究」

抗がん剤治療などにおいて多剤併用療法が増加しており、相互作用を十分に考慮しなければならない。本研究では、ジクロフェナクと窒素系複素環を有する塩基性物質との相互作用による分配係数や溶解性への影響を調査した。これらの相互作用を示差走査熱量分析装置 Thermo Plus 8230 (Rigaku)、粉末 X 線回折装置 RINT-2000 (Rigaku) を用いて分子レベルで解明する試みを行った。

島田　洋輔

「フリーラジカルによるケトプロフェン光分解反応に関する研究」

非ステロイド性抗炎症薬の 1 種であるケトプロフェン(KP) は、臨床現場では貼付剤として広く用いられている。KP は紫外線照射により分解して光線過敏症を引き起こすことが問題とされている。本研究では、電子スピン共鳴装置 JES-FA (JEOL Co., Japan) を用いて光分解に関わるラジカル種を特定し、KP の光分解抑制方法を調査した。

竹内　一成

「生分解性高分子を利用ナノ粒子製剤の物理化学的性質が薬物放出挙動に与える影響」

DL-乳酸・グリコール酸共重合体および L-乳酸・グリコール酸共重合体の物理化学的性質が、それらをキャリアとしたナノ粒子からの薬物放出挙動に与える影響を調査した。乳酸・グリコール酸共重合体を用いたナノ粒子製剤の放出挙動には、使用する高分子のガラス転移点が大きな影響を与えることが示唆された。また、両者を物理的に混合することで、ナノ粒子からの薬物放出挙動を制御可能であることが示された。

「骨粗鬆症治療のための経皮投与型ナノ粒子製剤の開発」

これまでの研究で、閉経後骨粗鬆症治療薬であるエストラジオールを含有させた PLGA ナノ粒子とイオントフォレシスを併用した治療方法が骨粗鬆症における皮質骨の骨密度回復に有用であることが示唆されている。そこで海綿骨の骨密度を回復させるべく、よりイオントフォレシスに好適なナノ粒子を調製し、治療実験を行った。治療開始 60 日後に卵巣摘出ラットの海綿骨の骨密度が有意に増加したことから、本製剤の有用性が示された。

坪郷　哲

「Ullmann 型カップリング反応を基盤とした中員環状エーテル化合物の合成研究」

中員環状エーテル化合物の効率的合成法の確立は、医薬等の有用化合物を創出する上で極めて重要な課題である。そこで、分子内 Ullmann 反応を利用する新たな方法の確立を目指して検討を行った結果、触媒量のヨウ化銅と単座配位子を用いることにより、目的化合物である 8 員環状エーテル化合物が良好な収率で得られた。さらに、Heliannuol A を含めたこれら類縁体の効率的合成を達成した。

西川　英一

「カーボンナノマテリアルの DDS への応用に関する研究」

泡中でのアーク放電により泡中に分散された微粒子、例えば鉄粉などをカーボンのカプセルで包むことが、確認できた。本年は、金属微粒子だけでなく高分子の粉などを包むことができるか研究を進める。

西川　元也

「エクソソームの体内動態制御システムの開発に関する研究」

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

花輪　剛久

「乾式粉砕による難溶性薬物の可溶化に関する研究」

難溶性薬物の溶解性向上を目的として、卓上型ボールミルを用いた乾式粉砕により、水溶性高分子と難溶性薬物の 2 成分系および水溶性高分子、界面活性剤および難溶性薬物の 3 成分系の混合粉砕により検討した。いずれの系においても粉砕時間を種々変化させ混合粉砕することで、難溶性薬物の非晶質化が認められ、溶解性の改善が認められた。今後は得られた微粒子の膜透過性の検討を行っていく予定である。

「難溶性薬物の微粒子化に関する研究」

がん化学療法、放射線療法による口内炎の発症予防および治癒を目的としたレバミピド含嗽液で課題となっている分散安定性の良い新規製剤の調製を試みた。レバミピドは難溶性薬物であることから、湿式粉砕法によりレバミピドのナノ粒子化に成功した。また、得られたナノ懸濁液の分散安定性は良好であった。さらに、口内炎発症モデル動物へのナノ懸濁液の投与により、その効果を確認している。

深井　文雄

「フィブロネクチン分子内の反接着性部位 FNIII14 の膜受容体 eEF1A の生理学的意義」

フィブロネクチン分子内機能部位 FNIII14 の反接着活性を媒介する受容体として、eEF1A が細胞膜上で機能する。今回 eEF1A の膜移行に鍵となる酵素 PCYT2 を特定し、さらに FNIII14 との相互作用に携わる eEF1A 分子内領域を見出した。また、過剰な細胞増殖に伴って生ずる増殖の接触阻止とそれに続く細胞脱着が PCYT2 発現抑制により阻害され、がん悪性形質の 1 つである重層化増殖に至るとの観察も得た。

「動脈硬化病態においてテネイシン-C 分子内 TNIIIA2 領域が果たす病態促進的役割」

動脈硬化病態にはテネイシン C（TNC）分子が高発現する。TNC は MMP による分解を経て生理活性領域 TNIIIA2 を表出させるが、本領域による刺激が動脈硬化病態を構成する血管平滑筋細胞に、TNC 及び MMP の発現亢進を導くことを見出した。さらに本現象の結果構築される高濃度 TNIIIA2 環境においては血管平滑筋細胞死が生ずるとの観察をし、これが病態末期に生ずるプラーク不安定化の一部機構と推察している。

堀江　一郎

「慢性気道炎症における骨髄由来免疫抑制細胞の機能調節に関する研究」

慢性閉塞性肺疾患や気管支喘息といった難治性の気道炎症に関わる新たな因子として免疫抑制系の中心をなす骨髄由来免疫抑制細胞（MDSC）に注目した。本研究では、気管支喘息マウスにおいて炎症に伴いMDSCが増加すること、このMDSCを阻害すると喘息病態が増悪することを見出している。この結果はMDSCが過剰な炎症を抑制する生体防御の役割を担い、慢性気道炎症における新たな創薬標的となる可能性を示唆している。

牧野　公子

「肺疾患治療を目的とした蓄肺投与製剤の蓄肺性向上検討」

肺疾患治療用の蓄肺投与製剤の開発を行った。肺内は湿度100%であるため、高湿度下でも安定したエアロゾル特性を持つ製剤の調製条件を検討した。賦形剤としてアルギニンとロイシンを添加し、ロイシンの含有量を増加させることで高湿度下でも高いエアロゾル特性を持つ製剤の開発に成功した。

「生分解性高分子を利用ナノ粒子製剤の物理化学的性質が薬物放出挙動に与える影響」

DL-乳酸・グリコール酸共重合体およびL-乳酸・グリコール酸共重合体の物理化学的性質が、それらをキャリアとしたナノ粒子からの薬物放出挙動に与える影響を調査した。乳酸・グリコール酸共重合体を用いたナノ粒子製剤の放出挙動には、使用する高分子のガラス転移点が大きな影響を与えることが示唆された。また、両者を物理的に混合することで、ナノ粒子からの薬物放出挙動を制御可能であることが示された。

「骨粗鬆症治療のための経皮投与型ナノ粒子製剤の開発」

これまでの研究で、閉経後骨粗鬆症治療薬であるエストラジオールを含有させたPLGAナノ粒子とイオントフォレシスを併用した治療方法が骨粗鬆症における皮質骨の骨密度回復に有用であることが示唆されている。そこで海綿骨の骨密度を回復させるべく、よりイオントフォレシスに好適なナノ粒子を調製し、治療実験を行った。治療開始60日後に卵巣摘出ラットの海綿骨の骨密度が有意に増加したことから、本製剤の有用性が示された。

「ナノ微粒子の生体内分布」

種々のサイズ（15～100nm）の金ナノコロイドを作成して、静脈内投与24時間後の生体内分布を測定した。粒子径が変化することで臓器への金蓄積量が変化することが確認され、50nm以下は脳にも蓄積することが確認された。

「経皮吸収ナノ製剤の開発」

これまでの研究で、PLGAナノ粒子にイオントフォレシスを適用させると皮膚透過性が向上することが確認された。本年度は更なる皮膚透過性の向上を目指し、より粒子径の小さな高帯電PLGAナノ粒子の開発を行った。貧溶媒拡散法と優先的溶媒和の条件を検討することで平均粒子径50nmのナノ粒子が調製可能となり、本ナノ粒子は従来のものと比べて、より効率的に薬物を皮内に送達できることが示唆された。

「新規高分子の合成及び高分子ミセル製剤の開発」

生体適合性が高く、生体内分解性を有する新規両親媒性高分子を用いた高分子ミセル製剤の開発を行った。側差にある程度のヒドロキシ基を導入することで高電解質溶液下でも凝集しない安定な高分子ミセルを作成することに成功した。このミセルにホウ素クラスターであるカルボランを含有させて腫瘍担持マウスへ静脈投与したところ、EPR効果による腫瘍選択的なホウ素蓄積性を向上させることに成功した。

山下　親正

「分化誘導を基盤とした慢性閉塞性肺疾患の根治治療薬の開発とその DDS の構築」

慢性閉塞性肺疾患（COPD）は肺胞の不可逆的構造破壊による慢性的な呼吸閉塞を呈する難治性疾患である。本研究では、新規 COPD 治療標的分子の探索のため、未分化肺細胞に対する分化誘導剤を同定し、COPD モデルマウスにおける肺胞修復効果を評価した。その結果、破壊された肺胞を修復する数種類の新規分化誘導剤を見出した。現在、肺胞修復効果を最大限に引き出すために、細胞動態を考慮した DDS の構築を進めている。

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

近年、がん治療において、正常細胞とがん細胞の生体リズムの差を利用して抗がん剤の投与時刻を調節する、時間治療の有用性が報告されている。呼吸器疾患に関しては、喘息治療に対し、概日リズムを利用した時間治療が臨床で用いられているが、COPDでは未だ臨床応用されておらず、治療効果に対する概日リズムの関与は明らかにされていない。本研究では、COPD の分化誘導療法における時間治療の適用を目指し検討を進めている。

「新規慢性閉塞性肺疾患治療薬の臨床適用可能な粉末吸入製剤の開発」

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

太陽光発電技術研究部門

太陽光発電技術研究部門について

1. 概要

21 世紀の人類最大の課題として地球温暖化の抑制が挙げられる。産業革命以降の温度上昇を、2℃を大きく下回ることを目標としたパリ協定が 2016 年 11 月 4 日に発効した。東日本大震災後の原子力発電依存度の低下を受け、地球温暖化の抑制には、太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーの大幅な導入が求められる。再生可能エネルギーの中でも風力発電と並び環境に優しい太陽光発電の導入が期待されており、太陽光発電システムの設備導入量はうなぎ登りに伸びて、世界の累積設備導入量は 2016 年末には約 306GW に、そのうち日本国内の累積導入量は約 43GW に達している。このため太陽光発電技術の研究開発は、電力インフラストラクチャとして従来以上に安全で環境に極めて優しいことが求められる。

このような背景の下、研究を究極の環境軽負荷太陽光発電技術開発に的を絞り、電力インフラストラクチャとしての太陽光発電の確立を目指して、本研究部門が 2015 年 4 月に設立された。学内の太陽光発電関連研究の活性化を図り、国内外にその研究成果を発信し、地球温暖化問題の解決に努めている。本研究部門は、物理、化学、電気・電子、材料、システムを専門分野とする多様なメンバーで構成されており、太陽エネルギー利用技術の開発を目的として議論を深め、シナジー効果による大きな発展を目指す体制としている。メンバー間のコラボレーション研究を促進して、環境に優しい太陽電池、環境に優しいモジュール、環境に優しい太陽光発電システムの実現に努めている。平成 29 年度は、新たに 3 名の教員が加わり、今まで以上に共同研究や、大型装置の共用使用などが活発になった。

平成 29 年度は上記研究課題に取り組むと共に以下の活動を行った。7 月 5 日～7 日にパシフィコ横浜で開催された PV-Japan2017 では、太陽光発電技術部門の研究成果報告や作製した太陽電池の展示を行い、3 日間で 400 名余りのブース来場者と意見交換を行った。毎年開催している部門シンポジウムについては、平成 30 年 1 月 29 日に東京理科大学森戸記念館で「太陽電池・発電技術の最新動向」と題して第 8 回目を開催した。3 名の国内第一線の研究者による招待講演と 2 名の総研部門教員の口頭発表、および学生による 34 件のポスター研究発表を行った。参加者は約 100 名と盛況であった。技術分野が材料・デバイスから回路・システムに亙る当部門で、部門内共同研究の活性化や学生同士のシナジー効果を生かした研究開発を進展させる体制作りに大いに役立てることができた。平成 29 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。

谷内利明	工学部第二部　電気工学科	教授	エネルギー変換工学、太陽光発電システム
趙　新為	理学部第二部　物理学科	教授	半導体ナノ材料工学、薄膜太陽電池
秋津貴城	理学部第二部　化学科	教授	錯体化学、有機無機複合材料
平田陽一	諏訪　工学部　電気電子工学科	教授	太陽光発電システム、複合利用
渡邊康之	諏訪　工学部　電気電子工学科	教授	有機薄膜太陽電池
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
植田　譲	工学部　電気工学科	准教授	太陽光発電システム
近藤潤次	理工学部　電気電子情報工学科	准教授	太陽光発電システム
杉山　睦	理工学部　電気電子情報工学科	准教授	半導体材料工学、薄膜太陽電池
生野　孝	基礎工学部　電子応用工学科	准教授	ナノエネルギー変換材料、光電変換素子
原口知之	理学部第二部　化学科	助教	錯体化学、色素増感型太陽電池
白方　祥	愛媛大学　大学院理工学研究科	教授	CIGS 系太陽電池、半導体光物性
中田時夫	総合研究院　プロジェクト研究員		CIGS 系太陽電池、半導体材料工学
Ishwor Khatri	総合研究院　プロジェクト研究員		薄膜太陽電池、半導体材料工学

施設設備

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

3. 各研究グループの活動報告

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

3. 1. 太陽電池セルグループについて

部門内で太陽電池セル作製メンバーが連携し、各種共同研究を実施している。10 号館 4 階の部門研究室を拠点とし、中田、杉山、Khatri らが研究開発している透明導電膜を、渡邊が研究開発している有機薄膜太陽電池や永田が研究開発しているペロブスカイト系太陽電池、白方が研究開発している CIGS 太陽電池への応用を見据え、各メンバーの研究室学生が中心となって実験進めている。永田は、ペロブスカイト系太陽電池の陽極電極に、杉山が研究している NiO をホール輸送層として用いることで、逆構造型のペロブスカイト太陽電池を作成した。NiO はペロブスカイトに対してバンドギャップの整合性が高く、光透過性が高いため活用が期待されている。更に NiO への Li の添加によりバンドギャップの調整が可能であるだけなく、ペロブスカイト層の結晶性が向上することにより、発電効率が向上することを確認した。これらの成果は、部門内連携・共同研究が進展しただけでなく、学生に対する大きな教育的効果ももたらした。

杉山、中田、Khatri らは、NEDO「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」に関し、高温 3 段階法により高品質 CIGS 薄膜のエピタキシャル薄膜を得ることができ、CIGS エピ膜を用いた太陽電池を試作し、TEM/EDS 分析により、CIGS エピ膜/CdS 界面では Voc に関係する Cd の CIGS 中への拡散が粒界を介さずに、結晶粒内で起こることを確認した。白方は学部 4 年生 2 名とともに、Zn をドーピングした CIGS：Zn 太陽電池の後段プロセスを中田・杉山研で行った。太陽電池特性であるソーラーシミュレータによる I-V 特性および量子効率スペクトル測定を行い、愛媛大学でプロセスを行い作製した CIGS：Zn 太陽電池と比較して変換効率で 2%程度高い変換効率の太陽電池が作製された。秋津・原口は、杉山研究室との共同研究で、金属錯体を色素とする DSSC セル組み立てやソーラーシミュレータによる I-V 特性評価を行った。

3. 2. 太陽電池モジュールグループについて

平成 28 年度からソーラマッチングを基軸として新たに革新的スマート農業技術の研究を進めている。渡邊、平田、谷内らがフレキシブルで軽量な光透過型有機薄膜太陽電池（OPV）をビニールハウスの屋根に設置することで、作物栽培に影響することなく効率的な太陽光発電ができる技術開発を進めている。ソーラマッチングの検証を行うと共に、透過光発電量測定や曲面上設置 OPV の発電量推定法を明らかにした。また、太陽電池パネル屋根面設置のビニールハウスでは年間発電量のハウス設置方位依存性が小さいことを示した。

渡邊は、光透過型太陽電池開発の要となる有機半導体／透明電極界面の電子状態制御に着目し、可視光領域を選択的に吸収・透過し、高効率化及び高耐久性化に向けた下記の検討を行った。具体的には、ホールバッファ層の PEDOT:PSS が強酸性であるため、IZO を劣化させる課題があるため、本研究では、PEDOT:PSS の代替材料として NiO、WO_3 または MoO_3 の酸化物半導体材料を用いてデバイス作製を行い、光透過型 OPV の発電効率向上に向けた知見を得た。平田は、ミニビニールハウスに透過形有機薄膜太陽電池を曲面設置し、各方位別に出力特性を測定した。その結果、ビニールハウスを南北設置した場合、太陽電池のセルの方向が太陽の軌跡にとった東西方向の方が、南北方向のものに比べ発電量が高いことを確認した。谷内は、ソーラシェアリングに適したモジュール構成として植物の葉序を模した 3 次元太陽光発電モジュール（FPM）の検討を進め、1/3 葉序 2 段構成 FPM を複数配置する発電樹林において、ハニカム稠密配置とすることで平面型設置に比較して設置面積当たりで 2 倍の発電量が得られることを示した。また FPM の発電量シミュレーションにおいては、実験で求めた散乱光と直達光の比がパネル傾斜角に依存しないことを新たに加えシミュレーション精度の向上を図った。

3. 3. 太陽電池システムグループについて

大量の太陽光発電システムが導入されるに至り、太陽光発電システムの故障診断を適切に行うことが重要となっている。近藤は、近隣の PV システムの発電出力を比較することで故障診断を行う新しい手法について、散乱光の影響を除くと精度が向上することを示した。また、一般住宅用 PV システムから見た系統インピーダンスを有効・無効電力変動時の電圧変動から推定する手法に関して、他の影響が無ければ誤差数%で推定可能であることを示した。植田は NEDO プロジェクトに参画し、北杜メガソーラの設備運用開始から 9 年間の運転特性の分析を行い、各種太陽電池モジュールの劣化率や故障発生状況を明らかにした。不具合の発生が無い結晶シリコン系太陽電池を用いたシステムの平均的な経年劣化による出力低下は 8 年間で約 3.2%であり、多くのシステムが安定的に発電性能を維持していることを確認した。

4. 研究活動の展望

本研究部門の設置目的である、材料・デバイスから回路・システムに亙る技術の垂直統合による、シナジー効果を生かした環境軽負荷太陽光発電システムの研究開発を続けて進める。透明導電性膜作製技術や太陽電池評価技術、スマート農業技術などで部門内共同研究を継続すると共に、技術ロードマップを作成し次世代太陽光発電システムの斬新なコンセプトの創出を図る。また、第 9 回シンポジウム開催や PV-Japan2018 への出展を行い、本部門の研究成果を社会にアピールすると共に、太陽光発電に関する技術情報を交換し今後の研究に資する。さらに、部門合同ゼミ合宿を行い、学生間の連携を強め、共同研究の推進に向けた環境づくりを行う。

5. むすび

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

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1. Yuki Mochizuki and Toshiaki Yachi,“Relationship between power generated and series/parallel solar panel configurations for 3D Fibonacci PV modules”, The Proceedings of ICRERA (IEEE Xplore), pp 126-130, 2017 (査読有).
2. Rissyu Sei, Toshiaki Yachi, Yoichi Hirata, and Yasuyuki Watanabe,“Power generation estimate of flexible PV panel for a solar matching house”, The Proceedings of ICRERA (IEEE Xplore), pp 310-314, 2017 (査読有).
3. Sujun Guan, Liang Hao, Hiroyuki Yoshida, Yun Lu, and Xinwei Zhao,“A safe and efficient approach to fabricate black carbon-doped rutile titania by substitution of oxygen at carbon sites in titanium carbide film”, Materials Express, 7, (2017) pp.509-515 (査読有).
4. Mariko Murayama, Yushi Yanagida, Shuji Komuro, and Xinwei Zhao,“Effect of doping concentration on Nd-related photoluminescence in TiO_2 with Al co-doping”, Journal of Physics: Conference Series, 864 (2017) pp.012068 (査読有).
5. K. Takahashi, S. Tanaka, M. Yamaguchi, Y. Tunoda, T. Akitsu, M. Sugiyama, R. K. Soni, and D Moon,“Dual purpose Br-containing Schiff base Cu(II) complexes for DSSC dyes and polymer flame retardants”, Journal of the Korean Chemical Society, 61(2017) pp.129-131 (査読有).
6. S. Yamane, Y. Hiyoshi, S. Tanaka, S. Ikenomoto, T. Numata, K. Takakura, T. Haraguchi, M. A. Palafox, M. Hara, M. Sugiyama, T. Akitsu,“Substituent Effect of Chiraldiphenyl Salen Metal (M = Fe(II), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II)) Complexes for New Conceptual DSSC Dyes”, J. Chem. Chem. Eng., 11(2018) 135-151 (査読有).
7. 飯野太智, 平田陽一, 大橋昇, 渡邊康之,“透過型有機薄膜太陽電池をビニールハウスに適用した時の出力および透過光特性”, 平成 29 年度 合同研究発表会 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会 講演論文集(2017) pp.421-424 (査読なし).
8. 平田陽一, 飯野太智, 渡邊康之, 谷内利明,“透過型有機薄膜太陽電池の方位別曲面出力積算量評価”, 平成 30 年電気学会全国大会, P2(2018) No.7-009 (査読なし)
9. Kazuya Hosokawa, Toshiaki Yachi, Yoichi Hirata, and Yasuyuki Watanabe,“First step for power generation amount estimation of solar matching system”, IEEE Electronic Publication Agreement Receipt Publication:44th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (2017).
10. 平田陽一, 飯野太智, 大橋昇, 渡邊康之,“Output and transmitted radiation evaluation of organic photovoltaic module with combined functions”,27th International Photovoltaic Science and Engineering Conference,(2017) 4ThPo.134.
11. Kyohhei Kamono, Yuzuru Ueda,“Real Time Estimation of Areal Photovoltaic Power using Weather and Power Flow Data”IEEE Transactions on Sustainable Energy, Available online (IEEE Xplore), DOI: 10.1109/TSTE.2017.2760012 (査読有).
12. 河瀬 貴俊, 植田 譲,“北杜およびニューメキシコサイトの屋外測定データを用いた PV モジュール劣化傾向の解析”, 平成 29 年度 日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 公演論文集,(2017) pp.31-34 (査読無).
13. Yuya Takekuma, Tsuyoshi Ochiai, and Morio Nagata,“Immobilization of Rhodamine B Isothiocyanate on TiO_2 for Light Harvesting in Zinc Phthalocyanine Dye-Sensitized Solar Cells”, Chemistry Letters, 47 (2018) pp 225-227 (査読有).
14. 櫛田悠太, 兼坂友輔, 近藤潤次,“パワーコンディショナによる系統インピーダンスの推定”, 平成 29 年電気学会電力・エネルギー部門大会, P59 (2017) pp.117-118 (査読無).
15. 櫛田悠太, 兼坂友輔, 近藤潤次,“パワーコンディショナによる系統インピーダンス推定の精度向上”, 電気学会新エネルギー・環境研究会, FTE-18-10 (2018) pp.61-64 (査読無).

16. Naoyuki Shibayama, Yiwen Zhang, Tetsuo Satake, and Mutsumi Sugiyama,“Modelling of an equivalent circuit for Cu_2ZnSnS_4- and $Cu_2ZnSnSe_4$-based thin film solar cells”, RSC Advances, 7 (2017) pp.25347-25352 (査読有).
17. Mutsumi Sugiyama, Satoru Aihara, Yosuke Shimamune, and Hironori Katagiri,“Influence of electron and proton irradiation on the soaking and degradation of Cu_2ZnSnS_4 solar cells”, Thin Solid Films, 642 (2017) 311-315 (査読有).
18. M. Yamaguchi, Y. Tsunoda, S. Tanaka, T. Haraguchi, M. Sugiyama, S. Noor, and T. Akitsu,“Orbital and molecular design of new naphthyl-salen type transition metal complexes toward DSSC dyes”, JOURNAL OF THE INDIAN CHEMICAL SOCIETY, 94 (2017) 761-772 (査読有).
19. T. Haraguchi, K. Otsubo, H, Kitagawa,“Emergence of Surface- and Interface-Induced Structures and Properties in Metal-Organic Framework Thin Films”, Eur. J. Inorg. Chem. in press, DOI:10.1002/ejic.201701234 (査読有).
20. J. Matsuura, K. Shudo, I. Khatri, M. Sugiyama, and T. Nakada,“Tunable Carrier Concentration of NaF-Treated CIGS Solar Cells Using Heat-Light Soaking and Subsequent Heating”, Phys. Status Solidi RRL (2018), 1800053 (査読有).
21. Ishwor Khatri, Kosuke Shudo, Junpei Matsuura, Mutsumi Sugiyama, and Tokio Nakada,“Impact of heat-light soaking on potassium fluoride treated CIGS solar cells with CdS buffer layer”, Progress in Photovoltaics：Research and Applications, DOI: 10.1002/pip.2962, 2017 (査読有).
22. Ishwor Khatri, Kosuke Shudo, Junpei Matsuura, Mutsumi Sugiyama and Tokio Nakada,“Comparative study of water and ammonia rinsing processes of potassium fluoride-treated $Cu(In,Ga)Se_2$ thin film solar cells”, Japanese Journal of Applied Physics, 56, 08MC12 (1-6), 2017 (査読有).
23. Ishwor Khatri, Mutsumi Sugiyama, and Tokio Nakada,“Effects of combined additional indium deposition and potassium fluoride post-deposition treatments on $Cu(In,Ga)Se_2$ thin film solar cells”, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 25, 871, 2017 (査読有).

著書

1．“Photovoltaic Modeling Handbook” with Wiley Scrivener, Chapter 8, Edited by Monika Freunek Müller, Hirata Youichi, Yuzuru Ueda, Shinichiro Oke, Naotoshi Sekiguchi (2018).
2．“農業と発電を両立する光透過型フィルム状有機薄膜太陽電池の開発：機能性農業用フィルムの開発と市場 第８章”, 渡邊康之, シーエムシー出版, (2017).

招待講演

1．Xinwei Zhao, Mariko Murayama, Sujun Guan, Kensaku Yoda, Keita Shiraishi, Takahiro Ishii, and Shuji Komuro,“Photoluminescence and structural analysis of samarium doped TiO_2 thin films and their applications to visible LEDs”, IEEE Nanotechnology Materials and Devices Conference (NMDC2017), October 2-4 (2017).
2．Takashiro Akitsu,“Hybrid materials of chiral Schiff base metal complexes towards theoretical treatments”, 6th International Conference on Chemical and Process Engineering (ICCPE 2017),(2017).
3．Takashiro Akitsu,“Application for UVA sunscreen: Light absorption of Schiff base metal complexes with TiO_2”,13th International Conference and Exhibition on Cosmetic Dermatology and Hair care 2017 (2017).
4．Takashiro Akitsu,“Hybrid chiral Schiff base metal complexes with polarized light irradiation and spectroscopy”, International ″Science Seminar″ (Indian Chemical Society),(2017).

５．Takashiro Akitsu, H. Aizawa, T. Haraguchi, T. Kawasaki, K. Tsukiyama,“Irradiation of IR-FEL to hybrid materials of HSA protein and Schiff base zinc(II) complexes”, International Conference On Spectroscopy Of Bio-Molecules & Advanced Materials 2017 (ICSBAM 2017),(2017).
６．Tomoyuki Haraguchi, Kazuya Otsubo, Osami Sakata, Akihiko Fujiwara, Hiroshi Kitagawa, “Interface-induced Novel Spin Crossover in Metal-organic Framework Heterojunction Thin Film”, 3rd Japan-Korea Joint Symposium on Hydrogen in Materials, Fukuoka,(2017).
７．白方 祥,“Cu(In,Ga)Se_2薄膜への Zn のサイト選択ドーピングと太陽電池特性”, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 17a-F310-8,(2018).

広報

１．MRS-J NEWS,“研究所紹介 東京理科大学総合研究院太陽光発電技術研究部門” Vol.29 No.3 (2017) pp.2-3.

受賞

１．PVSEC-27 Young Researcher Paper Award：Ayumu Iio, Yuzuru Ueda,“DAY AHEAD PLANNING OF PV POWER GENERATION TO MINIMIZE IMBALANCE COST CONSIDERING SOLAR RADIATION FORECAST ERROR”, 27th International Photovoltaic Science & Engineering Conference (PVSEC-27), 9Tu08.6 (2017).

研究課題（研究者別）

谷内　利明

「3 次元太陽光発電モジュールに関する研究」

植物の葉の付き方を真似た 3 次元太陽電池モジュール FPM を提案し、その開発を進めている。実験とシミュレーションの結果を基に各構造定数と発電特性との関係を体系化すると共に、1/3 葉序 2 段構成 FPM を複数配置する発電樹林において、ハニカム稠密配置とすることで平面型設置に比較して設置面積当たりで 2 倍の発電量が得られることを示した。また革新的スマート農業の確立に向け、曲面上太陽電池パネルでの発電量推定法を明らかにした。

趙　新為

「透明型太陽電池に関する研究」

有機半導体/酸化物半導体のハイブリッド型透明太陽電池を試作し、可視光透過率が 60%を超えるまでに向上した。この成果はナノ材料の国際会議で発表した。また、酸化物半導体として用いた ZnO 薄膜の高品質化を図り、確かな効果が見られて、結晶サイズの増加と電気特性の改善が主な成果となっている。来年度は、この新しい品質の ZnO 薄膜を用いて転換効率の向上を図りたい。なお、来年度は青色領域をもカバーする純透明な太陽電池も試作したい。

秋津　貴城

「アゾ色素を有するキラルサレン型金属錯体の新規合成」

アゾ色素を有するキラルサレン型金属錯体を、DFT 計算で分子設計した後、合成・同定、物性評価した。アゾベンゼン部位の導入で吸収波長が長波長シフトし、400nm 付近に極大吸収をもつ。金属置換すると Mn 錯体が最も長波長側に幅広く吸収を示した。Mn 錯体の 2 番目に大きな振動子強度を持つ波長 371.5nm の遷移は HOMO-1 から LUMO+4 への遷移であり、Mn 側から COOH 基側への強い電荷移動遷移である。

永田　衛男

「ペロブスカイト太陽電池に関する研究」

NiO はペロブスカイトに対してバンドギャップの整合性が高いため活用が期待されている。NiO をホール輸送層として用いることで、逆構造型のペロブスカイト太陽電池を作成した。NiO への Li の添加によりバンドギャップの調整が可能であるだけなく、ペロブスカイト層の結晶性が向上することにより、変換効率が向上した。また、ナノ構造型では、作成法の検討をし、9%の変換効率を得た。

植田　譲

「太陽光発電システムに関する研究」

太陽光発電システムの不具合検出や劣化分析など、システムの設計から運用までに適用可能なシステム技術の開発を行っている。大規模な発電システムにおける性能評価では、NEDO プロジェクトにおいて山梨県北杜市に設置されているメガソーラの発電データを用いて、各種太陽電池の劣化状況を明らかにした。住宅用システムの不具合診断では同じく NEDO プロジェクトにおいて HEMS による計測データと気象衛星データから算出した日射データをもとに全国の住宅用 PV システムの発電性能を自動診断可能な手法を開発した。

近藤　潤次

「太陽光発電システムの出力比較時の散乱光の影響と系統インピーダンス推定に関する研究」

PV システムの異常検知のため、近隣システムとの出力比較を行う場合、比較値に最大 10%の誤差が生じる問題があった。この原因が散乱光にあることを、発電出力を直達光及び散乱光寄与分に分離した解析結果から明らかにした。また、一般住宅用 PV システムでは、出力変動がどの位電圧変動を引き起こすかを知るうえで、系統インピーダンスを把握することが有用である。系統インピーダンスを有効・無効電力変動時の電圧変動から推定する手法に関して、他の影響が無ければ誤差数%で推定可能であることを明らかにした。

杉山　睦

「Earth abundant 材料を用いた次世代太陽電池に関する研究」

Earth-abundant 系太陽電池の一つ、Cu_2ZnSnS_4(CZTS) 太陽電池の、長期信頼性検討と故障診断法の開発を行った。一般的な Si 系太陽電池と比較して、CZTS 太陽電池は放射線耐性が非常に高く(Si より100-1000 倍)、宇宙用太陽電池として適した材料であることを明らかにした。また、電気化学インピーダンス法を用いることで、製造時・使用時の裏面電極付近や pn 接合界面付近の欠陥を分離して検討できるようになり、故障診断や初期不具合の検討に応用できることを明らかにした。

生野　孝

「低次元材料ハイブリッドを用いた次世代太陽電池に関する研究」

低次元層状構造をもつ遷移金属ダイカルコゲナイド（TMDC）のひとつである WS_2 は、種々の化合物半導体材料と比較すると、採掘可能指数と発電量指数の観点から低発電コスト太陽電池の光吸収材料に相応しいことを計算により明らかにした。さらに、酸化タングステン前駆体を硫化することで WS_2 を低温作製することができた。また、低次元複合材料をもちいた色素増感型太陽電池の非線形電流電圧特性の起源解明に向け、複合材料界面にメゾスコピック伝導モデルを適用することにより、非線形性が得られることを確認した。

平田　陽一

「透過型有機薄膜太陽電池をビニールハウスに適用した時の出力および透過光特性」

光を透過する有機薄膜太陽電池をビニールハウスに曲面設置し、その発電特性と透過光特性を評価した。この太陽電池は、両面発電のため、ミニビニールハウスの床面を黒くし発電特性を評価した。そして、曲面設置した太陽電池の裏面に分校放射計を設置し、透過光の太陽光スペクトル分布を測定した。その結果、南北設置のビニールハウスについて、太陽電池のセルの長辺方向が東西方向の太陽の軌跡と同じ時の太陽電池出力が最大であることが確認された。透過光スペクトルは、赤と青の放射照度特性が測定された。

渡邊　康之

「窓発電や農業ビニールハウス発電に向けたシースルー有機系太陽電池の開発」

有機薄膜太陽電池の応用展開として、「窓発電」や農業ハウスでの利用が注目されており、実用化に向けての課題として、可視光領域を選択的に吸収・透過し、高効率化及び高耐久性化に向けた設計指針を得る必要がある。現状の素子構造においては、ホールバッファ層の PEDOT:PSS が強酸性であるため、IZO を劣化させる課題がある。そこで本研究は、PEDOT:PSS の代替材料として NiO、WO_3 または MoO_3 の酸化物半導体材料を用いてデバイス作製を行い、光透過型 OPV の発電効率向上に向けた知見を得た。

原口　知之

「金属錯体ナノワイヤーの逐次構築と評価」

TiO_2 基板を各構成要素の溶液に順に浸漬する操作を繰り返すことで、サレン錯体を基盤とするナノワイヤーを逐次構築し、その同定を行った。XPS スペクトルから Zn 由来のピークが観測され、Zn 錯体ナノワイヤーの形成が示唆された。さらに、エリプソメトリー測定から約 3nm の薄膜として構築されていることが確認された。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 TiO_2 へと輸送する色素増感型太陽電池を目指す。

白方　祥

「サイト選択 Zn 不純物ドープ法による CIGS 太陽電池の高性能化に関する研究」

Zn の In サイトへの選択ドーピングによる p 形 CIGS 薄膜のキャリア濃度の増加と太陽電池特性向上を試みた。バンドギャップ 1.15eV の CIGS:Zn 薄膜を作製し太陽電池の作製と評価を行った。Zn 源は、220, 227, 240℃の三通りとし、第一段階全周期でドーピングしたものと第一段階の前半の半周期のみドーピングしたものを作製した。全ての CIGS:Zn で、一桁以上のキャリア濃度の増加が確認された。また、Znドーピングによる太陽電池特性の再現性と均質性に向上がみられた。

中田　時夫

「エピタキシャル成長を利用した CIGS 太陽電池の高性能化に関する研究」

高品質 CIGS エピ膜を作製し、結晶粒界・欠陥、接合界面がセル特性へ及ぼす影響を、従来の多結晶 CIGS セルと比較検討した。その結果、アルカリ不純物のないエピ成長 CIGS 太陽電池の性能は多結晶太陽電池より優れており、CIGS 膜の大粒径化やヘテロ界面の高度化が CIGS 太陽電池の高効率化に有効であることを示唆した。また、TEM/EDS 分析から、CdS/CIGS/Mo 各接合界面はエピ成長しており、接合界面でのキャリア再結合の低減が予想され、エピ CIGS 太陽電池が基本的に優れている要因の 1 つと考えられる。

Ishwor　Khatri

「不純物添加による CIGS 太陽電池の高性能化に関する研究」

CIGS 太陽電池の更なる高効率化を目的として、CIGS 製膜後に CsF（フッ化セシウム）後処理を行った CIGS 太陽電池について、熱・光照射することで変換効率の改善を試みた。熱・光照射では CIGS 光吸収層内のアクセプタ濃度が増加し、開放電圧が向上するが、短絡電流が低下するという問題があった。この解決策として、暗時アニーリングによりアクセプタ濃度が減少することを見出し、これを組み入れた複合処理により、短絡電流の低下が減少し、変換効率の向上に成功した。

先端 EC デバイス研究部門

先端 EC デバイス研究部門について

1. 概要

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

2. 部門の構成

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

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

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

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

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

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 燃料電池グループについて

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

平成 27 年度は、ウェアラブル電源として利用することを想定し、糖を燃料として発電可能な高出力薄膜型バイオ燃料電池の開発を行った。さらにこれを元に紙を基板とした尿によって発電する新たな介護用デバイスのプロトタイプ（最高出力 600μW）を開発した。平成 28 年度はデザインを改良することにより糖（燃料）の効率的な供給を実現した。さらに、有限要素法による電気化学シミュレーションに着手し、より高い出力を実現する電池デザインを検討した。平成 29 年度は、紙を基板とした乳酸によって発電する新たなヘルスケアデバイスを開発した。これは、人汗中の乳酸によって発電し、その発電量から疲労度をモニタリングできるというコンセプトで設計されている。現時点で最大出力約 4.3mW の乳酸電池の開発に成功した。

3. 2. 電気化学キャパシタグループについて

導電性ボロンドープダイヤモンド（BDD）電極は、水溶液系電解質中での電位窓が広いため、これを水系電気二重層キャパシタ（EDLC）の電極材料として利用できれば、高出力密度かつ高エネルギー密度のデバイス作製が期待できる。平成 27 年度では、BDD 電極の高比表面積化を目的として、マイクロ波プラズマ CVD 法により作製した BDD 薄膜に二段階熱処理法による孔形成および反応性イオンエッチングによるナノウィスカー形成を施した高比表面積 BDD 電極を作製した。平成 28 年度は、集電体や電極の形状に自由度を持たせることのできる導電性ダイヤモンド粉末（BDD パウダー）を新たに用いた。BDD パウダーを用いた対称 2 電極系セルにおいて、水系で 1.5V の作動電圧印加が可能であることが確認され、また高速充放電に適した応答を示すことがわかった。平成 29 年度は、BDD パウダーよりも大きな容量が期待できるボロンドープナノダイヤモンド(BDND)を開発した。BDND は、比較的大きな比表面積（約 500 m^2/g）を有することがわかり、水系電解質を用いた対称 2 電極セルにおいて 1.8V の作動電圧を示したことから、BDD パウダーよりも高エネルギー密度を示すことがわかった。

また、平成 27 年度は BDD 電極をベースとした高容量キャパシタ作製を目的として、リチウムイオン二次電池のグループと連携して擬似容量を示す酸化物材料の探索も行っており、電解析出により MnO_2 を担持した BDD 電極の容量を調べたところ、最大で 17mF/cm^2 の高容量が得られた。平成 28 年度は新たに MnO_2 およびその Ni,Co,Ti 置換体のナノシートの作製を試みた。ナノシート母構造となる $K_{0.45}MnO_2$ および 5％Ni,Co,Ti 置換体を作製し、イオン交換・酸塩基反応によりナノシートコロイドの作製に成功した。また、BDD 電極表面に MnO_2 ナノシートコロイドと PDDA（ポリジアリルジメチルアンモニウム）による交互積層膜を形成することで、ナノシート積層数と容量の相関（積層数の増加につれて容量の比例的増加）をみることができた。平成 29 年度は、5 および 10% Ni,Co,Ti 置換された MnO_2 ナノシートを BDD 電極表面へ積層させ、それらのキャパシタ特性を評価した。置換体および無置換体ナノシート積層体は概ね BDD 電極のみの容量より増加していたが、ナノシート積層体のなかで比較すると、無置換体 MnO_2 ナノシート積層体が高容量を示した。また、問題点として繰り返し測定をすることで容量が BDD 電極のみの値に減少し、すなわち積層体は測定回数が増えるにつれて剥離してしまう傾向が観察された。この問題点は平成 30 年度において解決法を見出したい。また高比表面積 BDDP へのナノシート積層（包み込み）についても検討し、積層体の容量の増加が確認された。

3. 3. リチウムイオン二次電池グループについて

リチウムイオン二次電池の用途の拡大に伴い、デバイスの作動条件や安全性を考慮した正極材料の創製が期待されている。そこで当グループでは特に正極材料に着目し、平成 28 年度に各種作動環境（温度など）における正極材料の原子配列の評価と安全性に優れたポリアニオン系正極材料の開発を行った。平成 29 年度では新たに充放電サイクルに伴う原子配列の変化や充放電時の電流密度の影響を詳細に検討した。具体的な成果を以下に記す。

平成 28 年度までの研究に引き続き、高エネルギー密度を実現する新規正極材料としてリチウム過剰層状遷移金属酸化物 $Li(M,Li)O_2$ (M:遷移金属）に着目し、原子配列の観点から材料スクリーニングを行った。今年度は主に充放電サイクルに伴う原子配列の変化に着目し、中性子・放射光 X 線を用いた回折・全散乱測定を行った。得られたデータを解析した結果、初期サイクルでは放電に伴い遷移金属の配列の変化が見られたが、充放電が進むと変化が小さくなっており、可逆安定相が形成されていることが示唆された。また、酸素については、初期充電で脱離、初期放電で再挿入することが明らかになったが、可逆安定相の形成が示唆された後は酸素の挙動に大きな変化は見られなかった。

また、当グループでは多元系材料から高効率で材料探索をする手法としてコンビナトリアル技術に着目し、一般的なリチウムイオン二次電池の正極として用いられる層状岩塩型構造、スピネル構造、オリビン構造の材料について材料スクリーニングを行ってきた。その結果、これまでの研究において、溶液プロセスにける層状岩塩型 $Li(Ni,Co,Fe,Ti)O_2$、スピネル型 $Li(Ni,Mn,Ti)_2O_4$ の固溶領域を確認し、前者では含まれる遷移金属の種類によりカチオンミキシングの影響、サイクル特性の良し悪しが現れる相関が見いだされた。また後者においても同型構造のなかで電池特性として望ましい組成を示すことができた。これらの研究と並行して、平成 29 年度はコンビナトリアル技術により得られた粉体試料群の詳細な構造評価に用いる放射光測定冶具の開発を進め、高効率な結晶構造解析と機械学習による物性予測をするための評価基盤を構築した。具体的には粉末 X 線回折測定におけるキャピラリーへの封入の手間を省くプロセスを提案・構築し、それから得られる回折データが構造精密化にある程度耐えうるものであることを確認できたこと、そして開発の副産物として、その治具により従来では BN 粉体による長時間の混合作業を不要にできる XAFS 測定も可能になったことである。また、この冶具開発と並行して、構造精密化のための計算作業の自動化プログラムの開発も進めており、これらを活用して機械学習による材料および物性予測につなげていく予定である。

4. 研究活動の展望

本研究部門の目的は「Only at TUS」の EC デバイスの創製であり、既に各グループ内で EC デバイスの開発と新しい材料合成・評価方法の確立が行われている。また、評価・解析グループが有する技術をもとに、各デバイスの高性能化が進められている。この方針を更に発展させることにより、新機軸の先端 EC デバイスの開発を試みる。

5. むすび

本部門はエコシステム研究部門（H22.4～H27.3）を改組したものであり、社会情勢を踏まえた課題の整理統合と連携体制の強化により、新規 EC デバイスの開発を目指している。

平成 29 年度は 10 月 25 日に成果報告会を開催し、各グループの進捗状況の確認と研究方針に関する議論を行った。また、本部門の部門長を実行委員長とし、2nd Asian Symposium on Electrochemical Impedance Spectroscopy を 12 月 7～8 日に開催した。同会議には本部門の構成員を多く参加し、先端 EC デバイスの評価・解析技術に関する意見交換と国際交流を行った。これらの活動により得られた成果をもとに、新機軸の先端 EC デバイスの提案とそのデバイスを実現するための材料開発を推進していく。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1．“Simultaneous Determination of Electrochemical Impedance of Lithium-ion Rechargeable Batteries with Measurement of Charge-discharge Curves by Wavelet Transformation”, Masayuki Itagaki, Masaki Ueno, Yoshinao Hoshi, Isao Shitanda, Electrochimica Acta, 235, pp.384-389, 2017. (査読有)

2．“A Screen-printed Circular-type Paper-based Glucose/O_2 Biofuel Cell”, Isao Shitanda, Saki Nohara, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, Seiya Tsujimura, Journal of Power Sources, 360, pp.516-519, 2017.(査読有)

3．“Effect of operating temperature on local structure during first discharge of $0.4Li_2MnO_3$-$0.6LiMn_{1/3}Ni_{1/3}Co_{1/3}O_2$ electrodes”, Yasushi Idemoto, Takuya Hiranuma, Naoya Ishida, Naoto Kitamura, J. Power Sources, 378, pp.198-208, 2017.(査読有)

4．“Platinum Nanoparticle-embedded Porous Diamond Spherical Particles as an Active and Stable Heterogeneous Catalyst”, Takeshi Kondo, Tatsumi Tsujimoto, Takuji Morimura, Tatsuo Aikawa, Makoto Yuasa, Scientific Reports, 7, 8651, pp 1-10, 2017.(査読有)

5．“Accelerated Recombination of Lophyl Radicals Solubilized in Micelles”, M. Akamatsu, T. Suzuki, K. Tsuchiya, J. Masaki, K. Sakai, H. Sakai, Chem. Lett., 47(2), pp.113-115, 2018 (査読有)

6．“Preparation and properties of organic-inorganic hybrid materials using titanium phosphonate cluster”, R. Hayami, K. Wada, I. Nishikawa, T. Sagawa, K. Yamamoto, S. Tsukada, T. Gunji, Polymer J., 49, pp.665-669, 2017.(査読有)

7．“Study on Metal Hydride Performance for Purification and Storage of Bio-H_2”, Saori Ashida, Noboru Katayama, Kiyoshi Dowaki, Mitsuo Kameyama, Journal of the Japan Institute of Energy, 96, pp.300-306.(査読有)

8．“A System Analysis of Storage Alloy for Bio-H_2 in Consideration of the Purification Performance”, K. Dowaki, N. Katayama, T. Nagaishi, S. Kuroda, M. Kameyama, Journal of the Japan Institute of Energy, 96, pp.266-272, 2017.(査読有)

9．“Fiber-based temperature microsensor by using three-dimensional photomask”, Yeachan Kim, Yi Zhang, Masanori Hayase, Japan Journal of Applied Physics, 56, 06GG13, 2017.(査読有)

10. “Thermoelectric properties of Bismuth-substituted Calcium Manganite $Ca_{1-x}Bi_xMnO_{3-\delta}$ prepared via the electrostatic spray deposition method”, Kenjiro Fujimoto, Minoru Gibu, Yuki Yayaguchi, Akihisa Aimi, Keishi Nishio, Oded Rabin, Ichiro Takeuchi, Journal of the Ceramic Society of Japan, 125(4), pp.308-312, 2017.(査読有)

11. “Dithioacetalization of Carboxylic Acids with Dithiols: Scope, Limitations, and Application to Oxidative Desulfurization”, Kota Nishino, Kohei Minato, Takahiro Miyazaki, Yohei Ogiwara, Norio Sakai, J. Org. Chem., 82, pp.3659-3665, 2017.(査読有)

12. “Anionic UV curing of epoxy resins containing dispersed scaly silica modified with base-amplifying groups”, Koji Arimitsu, Saori Sugioka, Koji Watanabe, Masahiro Furutani, Progress in Organic Cocatings, 113, pp.185-188, 2017.(査読有)

13. “Tuning the Redox Potential of Vitamin K3 Derivatives by Oxidative Functionalization Using Ag(I)/GO Catalyst”, S.I. El-Hout, H. Suzuki, S.M. El-Sheikh, H.M.A. Hassan, F.A. Harraz, I.A. Ibrahim, E.A. El-Sharkawy, S. Tsujimura, M. Holzinger, Y. Nishina, ChemComm, 53, pp.8890-8893, 2017.(査読有)

14. “Toward Wearable Energy Storage Devices: Printable Paper-based Biofuel Cells by Rational Design”, Isao Shitanda, Misaki Momiyama, Naoto Watanabe, Tomohiro Tanaka, Seiya Tsujimura, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, ChemElectroChem, 4(10), pp.2460-2463 (2017).(査読有)

著書

1．“ウェアラブル電源としてのバイオ燃料電池”, ヘルスケア・ウェアラブルデバイスの開発, 辻村清也, 四反田功（分担執筆）, シーエムシー出版, pp.133-140, 2017.
2．“メタロキサンの合成”, 幸塚広光編「ゾル-ゲルテクノロジーの最新動向」, 郡司天博, CMC, pp.15-23, 2017.
3．“Functional Electrodes for Enzymatic and Microbial Bioelectrochemical Systems”, V. Flexer, and N. Brun (Eds.). World Scientific Publishing Europe Ltd., ISBN 978-1-78634-353-6, S. Tsujimura, Chap.10, Carbonaceous electrodes featuring tunable mesopores for use as enzyme electrodes. pp.381-399.

招待講演

1．“Electrochemical Impedance Analysis of Mesoporous Carbon Electrode for Wearable Paper-based Self-powered Biosensor”, Isao Shitanda, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, Seiya Tsujimura, 2nd Asian Symposium on Electrochemical Impedance Spectroscopy, Morito Memorial Hall, Tokyo, Japan, 2017.
2．“Defect Structure Modeling of Crystalline Oxide-Ion Conductors by the Pair Distribution Function Analysis”, Naoto Kitamura, IUMRS-ICA2017, Taipei, 2017.
3．“Porous carbon materials for enzymatic biofuel cells”, Seiya Tsujimura, XXIV International Symposium on Bioelectrochemistry and Bioenergetics, BES2017, Lyon, 2017.
4．“Meso/macro porous carbon for enzyme electrode”, Seiya Tsujimura, Energy and electron transfers in molecular engineered materials, Strasbourg, 2017.
5．“印刷技術を用いたバイオ燃料電池を搭載した自己駆動型センシングシステム”, 四反田功, 日本分析化学会第66年会, 東京理科大学葛飾キャンパス, 2017.
6．“導電性ダイヤモンドの電気化学応用”, 近藤剛史, 炭素材料学会 次世代の会 第4回定例会, 桐生, 2017.
7．“ゾル・ゲル法による白金担持メソポーラスシリカの調製”, 郡司天博, 鈴木遥, 塚田学, 日本セラミックス協会 第30回秋季シンポジウム, 神戸大学, 2017.(招待講演)
8．“機能性界面制御の科学”, 酒井秀樹, 2017年度材料技術研究協会討論会（小石眞純賞受賞講演）, 千葉, 2017.
9．“分子増殖反応を利用した高感度フォトレジスト材料の開発”, 有光晃二, 電気化学会第85回大会, 東京理科大学葛飾キャンパス, 2018.
10．“ホーランダイト型複合酸化物によるNOx還元反応”, 藤本憲次郎, 日本セラミックス協会2018年年会 サテライトプログラム「次世代排ガス処理のための機能材料研究会」, 東北大学川内キャンパス, 2018.

特許

1．“ポリシルセスキオキサン系化合物を含む組成物、その製造方法、並びに当該組成物を含む封止材及びフィルム”, 出願人 スタンレー電気株式会社, 東京理科大学, 発明人 伊藤功三郎, 多田励起, 郡司天博, 特願2017-141907.
2．“膜電極接合体、燃料電池および膜電極接合体用電解質膜”, 早瀬仁則, 櫛田優太, 澤田明日香, 山口猛央, 大柴雄平, 河野公一, 特許出願2017-165579.
3．“窒素酸化物吸蔵材料、その製造方法、及び排気ガス浄化触媒”, 岡本裕司, 岡本拓巳, 藤本憲次郎, 特願2017-232761, 2017年12月4日.
4．“クレアチニンセンサ”, 辻村清也, 兼田 悠, 村瀬陽介, 特願2017-162219, 2017年8月25日.

広報

1．井手本 康, マグネシウム電池 充電繰り返せる正極材, 日経産業新聞, 2017.
2．坂井教郎, 荻原陽平, “Copper-Catalyzed Production of Diaryl Sulfides Using Aryl Iodides and a Disilathiane”の研究, Thieme出版社, News-Archive 2017として紹介

受賞

１．辻村清也，農芸化学奨励賞，日本農芸化学会，2018.

研究課題（研究者別）

板垣　昌幸、四反田　功
「印刷型ウェアラブル乳酸バイオ燃料電池に関する研究」
本研究では、ウェアラブル・デバイス用のフレキシブルかつ小型で高出力なバイオ燃料電池の実用化を目指している。今年度は前年度に引き続き紙を基板とした乳酸によって発電する新たなヘルスケアデバイスを開発した。これは、人汗中の乳酸によって発電し、その発電量から疲労度をモニタリングできるというコンセプトで設計されている。現時点で最大出力約 4.3mW の乳酸電池の開発に成功した。

郡司　天博
「ポリシロキサン系プロトン伝導材料の開発」
高分子電極燃料電池のプロトン伝導膜の原料となるポリシルセスキオキサンを合成し、その薄膜化と発電性能の評価を行った。エンーチオール反応を用いることにより、アルキレン基を介してホスホン酸を導入したポリシルセスキオキサンを合成し、その熱硬化により自立膜を調製した。この自立膜を用いて燃料電池のセルを組み立てて、水素と酸素を流通して加熱することにより高分子膜型の燃料電池として稼働することを確認した。

堂脇　清志
「HAS-Clay によるバイオ合成ガスからの H_2S を含む不純物除去システムの設計」
本研究は、燃料電池の出力低下を招く不純物、特に、H_2S の除去を HAS-Clay により物理吸着を行うことを想定した研究である。この場合、効率的な吸着条件としては、高温や高圧の条件が求められるが、ここでは、0.4MPaG 及び 30℃の条件で、活性炭とほぼ同等である 0.046 mol/kg の吸着能力が確認され、低温、低圧化の可能性が確認された。この性能をもとに、水素精製機構の検討を行った結果、水素精製効率が約 80%、H_2S の濃度を 0.1ppm 以下となることが示された。

坂井　教郎
「電極前駆体となる含硫黄有機高分子ポリマーの効率的合成を指向した金属触媒の開発」
電気化学デバイスへの応用が期待されている含硫黄有機高分子ポリマーに着目し、その前駆体となる低分子を効率良く合成できる金属触媒の開発を目指す。含硫黄有機低分子は、遷移金属触媒を用いて合成されている場合が一般的である。しかし、硫黄を含む分子はその硫黄部位が触媒毒なり反応促進を阻害しているのが現状である。本研究では含硫黄有機低分子の合成でも効率良く駆動する有機金属触媒の開発を目指す。

片山　昇
「電力変換回路を用いたインピーダンス診断」
これまで我々が開発してきたしてきた電力変換回路を用いた交流インピーダンス診断を蓄電システム内のリチウムイオン電池に適用することを検討した。蓄電システム内のリチウムイオン電池は大電流かつ直列に複数接続されているため、交流を印加するための回路として電力変換回路を用いることと、リレーで切り替えながら測定することを検討した。これまでのところ模擬的なインピーダンスを測定することに成功している。

辻村　清也
「酵素燃料電池に関する研究」
酵素燃料電池の高性能化にむけて、酵素を効率よく担持することのできる酸化マグネシウムを鋳型とする多孔質炭素の開発にむけて、細孔サイズが酵素電極（グルコース脱水素酵素、ヒドロゲナーゼ、ビリルビンオキシダーゼ）の性能に及ぼす影響を検討した。酵素の種類、固定化方法、酵素電極間電子移動メカニズム、燃料によって最適な構造があることが明らかになり、最適な構造をデザインすることが可能になった。

湯浅　真、近藤　剛史

「ダイヤモンド電極の電気化学キャパシタ応用に関する研究」

高エネルギー密度かつ高出力密度を示す水系電気二重層キャパシタへの応用を目的として、ボロンドープナノダイヤモンド（BDND）を開発した。BDND は、比較的大きな比表面積（約 500 m^2/g）を有し、水系電解質を用いた対称 2 電極セルにおいて 1.8V の作動電圧を示すことから、活性炭よりも高エネルギー密度を示すことがわかった。また、細孔を持たない構造により BDND は出力特性にも優れることがわかった。

酒井　秀樹、酒井　健一

「ナノポーラスカーボンの新規調製法の開発」

電気化学デバイスの電極材料に適したナノポーラスカーボン粒子を、界面化学的手法により合成することが本研究の目的である。今年度はナノポーラスカーボンの前駆体として用いる重合性ジェミニ型界面活性剤の相挙動と重合挙動を評価した。その結果、非重合性モノメリック型界面活性剤と混合することで、ラメラ液晶相と両連続キュービック液晶相を得た。また、一部の構造が崩壊するものの、両液晶相の重合固定化も確認された。

早瀬　仁則

「微細加工による燃料電池の小型化に関する研究」

白金使用量の削減および耐 CO 性の向上へ向けて、Pd-Pt 触媒に注目しているが、多孔質 Pd が水素の吸放出に伴い崩壊する現象に悩まされていた。そこで、基材として多孔質 Au を用いて、この Au 上に Pd および Pt を堆積させた多層触媒の作製を目指すことにした。このために、今年度は、電気化学的原子層堆積 H-UPD-SLRR により、多孔質ではなく Au 線上に Pd-Pt 堆積を行い、基礎的知見の獲得を進めた。この結果、Au 上に原子 5 層程度の堆積により Pd 的性質が得られることが分かった。

有光　晃二

「導電性ポリマーを用いたフレキシブルな透明電極の作製」

導電性高分子を透明導電膜として利用するには目的に応じた形状にパターニングする必要がある。これまでの導電性高分子のパターニング法には、フォトエッチング法やスクリーン印刷法などがあるが、それぞれ工程が複雑、得られる線幅が大きいといった問題があった。そこで本研究では、光酸発生剤と酸増殖剤を用いた簡便な PEDOT/PSS 系の乾式光パターニング法について検討し、溶媒現像を用いない高効率な光パターニングが可能であることを示した。

井手本　康、北村　尚斗

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

リチウムイオン電池の高エネルギー密度化を実現するため、正極材料としてリチウム過剰遷移金属酸化物に着目し、合成条件や充放電条件が原子配列に及ぼす影響を検討した。その結果、充放電過程における正極の平均・局所構造が充放電時の電流密度に依存することが明らかになった。また、不規則岩塩型構造を有する正極材料においても、局所的な原子配列の秩序構造があることが示唆された。

藤本　憲次郎

「リチウム二次電池正極材の劣化挙動に関する研究」

リチウムイオン二次電池正極材の探索と並行し、充放電における劣化挙動の高速評価手法について検討をスタートした。既報の強力な酸化剤に代わる酸化剤の種類・濃度・浸漬時間・浸漬温度を制御した結果、酸化剤に適する条件が見出され、浸漬時間および浸漬温度による化学酸化状態の制御が可能であることが分かった。並行して、粉体試料群の詳細な構造評価に用いる放射光測定冶具の開発も進めた。

秋本　順二

「リチウムイオン伝導性材料の導電特性と結晶構造に関する研究」

リチウムイオン二次電池への応用が期待されるリチウムイオン伝導性を示す結晶について、部分置換がリチウムイオン伝導性に及ぼす影響を検討した。さらに、結晶構造解析により Li への配位環境と導電特性の関係を明らかにした。

アグリ・バイオ工学研究部門

アグリ・バイオ工学研究部門について

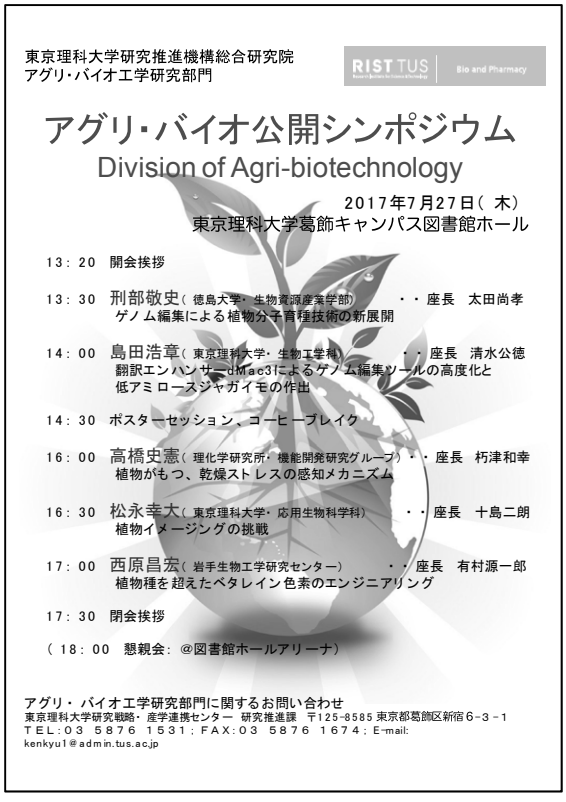
1. 概要

とめどない人口増や温暖化などの地球レベルでの環境変化に対応するために、食糧の安定供給と持続的な農業生産を行うためのシステム構築が求められている。人口の減少と少子高齢化にともなうライフスタイルの変化が起こっている。食品に関しても消費者のさまざまなニーズに応じたきめ細やかな品物の提供が求められており、良食味・機能性食品などの開発が必要とされている。一方、農業生産の場では、以前から就農者の減少と超高齢化が著しい。農場は国土保全の役割をも担っており食糧の安定供給が可能な持続的な農業生産を行うためのシステム構築が必要である。このためにはスマート農業、第 6 次産業化などのアグリイノベーションを図ることが求められている。また、バイオマスエネルギーやバイオリファイナリーなどの用途に植物バイオマスの需要が高まりつつある。この研究プロジェクトでは、これらの需要を満たすアグリイノベーションを図る。この目的で幅広い視点に基づくバイオマス生産性の向上を目指す様々な観点からの理工学的研究を実施する。これにより持続的な穀物生産をもたらすアグロバイオシステムの構築を行う。このために、植物機能の向上を細胞レベル、個体レベル、集団レベルの観点で検証し、鍵となる技術を開発する。すなわち、遺伝情報（DNA）から生産環境に至る範囲を俯瞰し、光合成、ソース機能、転流、分配、シンク機能などに関わる鍵因子の同定、遺伝子機能制御、進化工学やゲノム編集などによる遺伝子機能の向上、センシング、物質移送の可視化、効率的な栽培方法の検討などに関する諸因子を解析しその利活用を図る。

2. 部門の構成と施設設備

Only at TUS のアグリ・バイオ工学の拠点を構築する。すなわち、植物の生産性や付加価値の増加をもたらす鍵となる因子の同定とその活用、環境ストレス応答の遺伝因子の同定とその利活用、植物の内部で起こっている様々な事象の可視化とライブイメージング、植物生産性に関わる諸因子の同定とこれの改善に関わる新素材や IT 技術を活用した新技術の開発、等を実施する。また、植物機能の向上を細胞レベル、個体レベル、集団レベルの観点で検証し、鍵となる技術を開発する。DNA から生産環境に至る様々な場面における生産性に関わる諸因子の機能向上を図る。組換え DNA 技術やゲノム編集技術などの利活用、ゲノム情報を活用した品種改良も試みる。これらの研究により、sustainable で安定的な穀物生産性を目指す。また、栽培システムの活性化・効率化に向けた基盤的知見を得ることを大きな目的とする。

研究部門の共同研究を実施する場として葛飾キャンパスの実験室を使用している。この実験室にそれぞれの研究者が研究に必要な機材を持ち寄り、研究を遂行している。部門独自の機器は保有しない。



3. 研究グループの活動報告

○ 公開シンポジウム（7 月 27 日＠葛飾キャンパス図書館ホール）

昨年度に引き続き、公開シンポジウムを開催した。参加者はおよそ 200 名。関連する国内の研究者を招いて講演を行うとともに、研究センターのメンバーによる成果報告を行った。活発な議論がなされ、研究推進に役立つとともに、我々の研究

成果を広く伝えることができた。招待講演は、刑部敬史「ゲノム編集による植物分子育種技術の新展開」(徳島大学)、島田浩章「翻訳エンハンサーdMac3 によるゲノム編集ツールの高度化と低アミロースジャガイモの作出」(東京理科大学)、高橋史憲「植物がもつ感想ストレスの感知システム」(理化学研究所)、松永幸大「植物イメージングの挑戦」(東京理科大学)、西原昌宏「植物種を超えたベタレイン色素のエンジニアリング」(岩手生物工学研究所)。このあと講師を招いた懇親会を実施した。

○　部門内研究討論会および公開セミナー

成果：それぞれのメンバーに関連する話題を提供し、分野を超えた研究討論会を実施した。

公開セミナー（7 月 21 日）講師：佐々木篤朗博士（広島大学)「癌における GTP 代謝リプログラムと新たな治験戦略」、公開セミナー（9 月 19 日）講師：白石充典博士（九州大学)「タンパク質工学が可能にする次世代創薬研究」、公開セミナー（10 月 3 日）講師：富田武郎博士（東京大学)「微生物由来の生合成酵素の構造機能解析」、公開セミナー（10 月 10 日）講師：岡村大治博士(近畿大学)「材料を知って未来を創る」、公開セミナー（10 月 17 日）講師：宮川信一博士（和歌山県立医大)「性と生殖を司る性ホルモン作用の分子基盤」、公開セミナー（10 月 24 日）講師：大河原美静博士（名古屋大学)「細胞間でやり取りされる分泌型シグナル因子の役割」、セミナー(1 月 22 日）講師：庄子和博先生（電力中央研究所)「高演色 LED+IR カットフィルターによるトマト苗栽培」。

○　アドバイザリー委員会

2017 年 7 月 7 日に葛飾キャンパスにおいてアドバイザリー委員会を開催した。参加者は総研副院長の本間先生、外部委員の関先生（理研)、土岐先生（農研機構)、篠崎先生（東大)、学内委員の友岡先生（基礎工学部)、向後先生（基礎工学部）および研究部門代表者（島田、佐竹、石川ほか)、URA メンバー。部門の設置目的、研究活動状況、研究成果等について報告し、委員よりアドバイスをいただいた。

○　その他

2017 年度研究戦略推進費が認められた。研究テーマは「植物の生長戦略に関わる鍵因子の解明」で、代表者は島田浩章、分担者は古宮裕子、清水公徳。葛飾キャンパスと長万部キャンパスとの連携を強化することを図った。

4. 研究活動の展望

2017 年度も 2016 年度と同様に公開シンポジウム、セミナー、部門内研究討論会を開催し、部門内の研究者の交流を深める予定である。また、部門内のメンバーによる共同研究が本格的に動き始めた。すでに部門内部での共同研究の成果が得られつつあり、これに関する学会発表、論文発表がなされている。来年度以降はこれらが目に見えるものとなると期待される。今後はこれらの成果を積極的に発信していきたいと考えている。

5. むすび

東京理科大学で唯一のアグリ・バイオ工学に関する研究部門である。これまでほとんど交流がなかった生物系と材料系、工学系の研究者、および客員として招いた外部の農学系の研究者が一同に集まり、新しい発想での研究課題が生まれている。また、それぞれが求めるニーズが明確となった。大学の戦略的の研究の重点項目である農水・食品分野に担う中心的な組織となるべく、研鑽を続けていきたい。今後はこれらの研究の芽が大きく育つよう、さらなる連携を図りたいと考えている。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文（査読有）

1．T. Imamura, C. Obata, K. Yoneyama, M. Ichikawa, A. Ikura, H. Mutsuro-Aoki, T. Ishikawa, M. Kawai-Yamada, T. Sasaki, H. Kusano, H. Shimada. A homologue of dihydrosphingosine C4 hydroxylase gene family member, DSH5, that shows spatial expression in rice; its ectopic expression leads to a lethal phenotype. Gene. Gen. Sys., in press (2018)

2．M. Ueda, A. Matsui, T. Nakamura, T. Abe, Y. Sunaoshi, H. Shimada, M. Seki. Versatility of HDA19-deficiency in increasing the tolerance of Arabidopsis to different environmental stresses. Plant Signal. Behav., in press (2018)

3．M. Ueda, A. Matsui, M. Tanaka, T. Nakamura, T. Abe, K. Sako, T. Sasaki, J.-M. Kim, A.o Ito, N. Nishino, H. Shimada, M. Yoshida, M. Seki. The distinct roles of class I and II RPD3-like histone deacetylase in salinity stresss response. Plant Physiol. 175, 1760-1773 (2017)

4．H. Takeda, M. Niikura, A. Narumi, H. Aoki, T. Sasaki, H. Shimada. Phosphorylation of rice sucrose synthase isoforms promotes the activity of sucrose degradation. Plant Biotechnol. 34, 107-113 (2017)

5．M. Kihira, K. Taniguchi, C. Kaneko, Y. Ishii, H. Aoki, A. Koyanagi, H. Kusano, N. Suzui, Y.-G. Yin, N. Kawachi, S. Fujimaki, H. Shimada. Arabidopsis thaliana FLO2 is involved in efficiency of photoassimilate translocation, which associates with leaf growth and aging, yields, and seed quality. Plant Cell Physiol. 58, 440-450 (2017)

6．梅基直行，島田浩章，草野博彰，村中俊哉，特集：未来の食卓が変わる！有用植物のゲノム編集（土岐精一編），3.四倍体であり栄養生殖するジャガイモへのゲノム編集技術の適用，アグリ・バイオ（北隆館)1(1): 23-26 (2017)

7．Nakayasu M., Shioya N., Shikata M., Thagun C., Abdelkareem A., Okabe Y., Ariizumi, T., Arimura G., Mizutani M., Ezura H., Hashimoto T., Shoji T. (2018) JRE4 is a master transcriptional regulator of defense-related steroidal glycoalkaloids in tomato. Plant J., in press

8．Uemura T., Yashiro T., Oda R., Shioya N., Nakajima T., Hachisu M., Kobayashi S., Nishiyama C., Arimura G. (2018) Intestinal anti-inflammatory activity of perillaldehyde. J. Agri. Food Chem. 66:3443-3448

9．Nemoto K., Ramadan A., Arimura G., Imai K., Tomii K., Shinozaki K., Sawasaki T. (2017) Tyrosine phosphorylation of the GARU E3 ubiquitin ligase promotes gibberellin signalling by preventing GID1 degradation. Nature Comm. 8:1004

10. Yazaki K., Arimura G., Ohnishi T.(2017) “Hidden”terpenoids in plants: their biosynthesis, localization and ecological roles. Plant Cell Physiol. 58:1615-1621

11. T. Harumoto, Y. Ohnishi, K. Nishio, T. Ishiguro, J. Shi, Y. Nakamura. In-situ X-ray diffraction study of hydrogen absorption and desorption processes in Pd thin films: Hydrogen composition dependent anisotropic expansion and its quantitative description, 7(6) 065108-1-065108-9, 10.1063/1.4986214, AIP Advances, 2017

12. T. Ube, Y. Yoneyama, T. Ishiguro. In situ Measurement of the pH-dependent Transmission Infrared Spectra of Aqueous Lactic Acid Solutions, 33 (12) 1395-1400, org/10.2116/analsci.33.1395, 2017

13. Kurita, K., Sakamoto, T., Yagi, N., Sakamoto, Y., Ito, A., Nishino, N., Sako, K., Yoshida, M., Kimura, H., Seki, M., Matsunaga, S. Live imaging of H3K9 acetylation in plant cells., Sci. Rep., 7, (9 pages), 2017

14. Spallek, T., Melnyk, C., W., Wakatake, T., Zhang, J., Sakamoto, Y., Kiba, T., Yoshida, S., Matsunaga, S., Sakakibara, H., Shirasu, K. Interspecies hormonal control of host root morphology by parasitic plants., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 114, pp.5283-5288, 2017

15. Matsunaga, T. M., Ogawa, D., Taguchi-Shiobara, F., Ishimoto, M., Matsunaga, S., Habu Y. Direct quantitative evaluation of disease symptoms on living plant leaves growing under natural light., Breed. Sci., 67, pp.316-319. 2017
16. Kim, J. M., To, T., Matsui, A., Tanoi, K., Kobayashi, N., Matsuda, F., Habu, Y., Ogawa, D., Sakamoto, T., Matsunaga, S., Bashir, K., Rasheed, S., Ando, M., Takeda, H., Kawaura, K., Kusano, M., Fukushima, A., Endo, T., Kuromori, T., Ishida, J., Morosawa, T., Tanaka, M., Torii, C., Takebayashi, Y., Sakakibara, H., Ogihara, Y., Saito, K., Shinozaki, K., Devoto, A., and Seki, M. Acetate-mediated novel survival strategy against drought in plants., Nature Plants, 3, (7 pages), 2017
17. Sakamoto, N. A., Thuong Lan, V. H., Fujimoto, S., Matsunaga, S, Tanaka A. An ion beam-induced Arabidopsis mutant with marked chromosomal rearrangement., J. Rad. Res., 58, 772-781 (2017)
18. Nishida, H., Tanaka, S., Handa, Y., Ito, M., Sakamoto, Y., Matsunaga, S., Betsuyaku, S., Miura, K., Soyano, T., Kawaguchi, M., and Suzaki, T. A NIN-LIKE PROTEIN mediates nitrate-induced control of root nodule symbiosis in Lotus japonicus., Nature Commun., 9, (14 pages), 2018
19. H. Suzuki, A. Kaneko, T. Yamamoto, M. Nambo, I. Hirasawa, T. Umehara, H. Yoshida, S.-Y. Park, K. Tamura. Binding Properties of Split tRNA to the C-terminal Domain of Methionyl-tRNA Synthetase of Nanoarchaeum equitans, J. Mol. Evol., 84, 267-278, 2017
20. T. Yokosawa, R. Enomoto, S. Uchino, I. Hirasawa, T. Umehara, K. Tamura. A step into the RNA world: Conditional analysis of hydrogel formationof adenosine 5'-monophosphate induced by cyanuric acid, Biosystems, 162, 53-58, 2017
21. K. Tanizawa, S. Uchida, E. Kurihara, T. Umehara, K. Tamura. The Kiss Switch Brings Inactive R3C Ligase Ribozyme Back to Life, Biology, 7, 7, 2018
22. Frost JM, Kim Y, Park GT, Hsieh PH, Nakamura M, Lin S, Yoo H, Choi J, Ikeda Y, Kinoshita T, Choi Y, Zilberman D, Fischer RL. The FACT complex is required for DNA demethylation at heterochromatin during reproduction in Arabidopsis. PNAS, doi: 10.1073/pnas.1713333115.(2018)
23. Tonosaki K, Sekine D, Ohnishi T, Ono A, Furuumi H, Kurata N, Kinoshita T. Overcoming the species hybridization barrier by ploidy manipulation in the genus Oryza. Plant J., 93, 534-544.(2018)
24. Takamatsu T, Baslam M, Inomata T, Oikawa K, Itoh K, Ohnishi T, Kinoshita T, Mitsui T.(2018) Optimized Method of Extracting Rice Chloroplast DNA for High-Quality Plastome Resequencing and de Novo Assembly. Front Plant Sci. 2018 Feb 28;9:266. doi: 10.3389/fpls.2018.00266.
25. Kinoshita T. Tug-of-war: a plant seed version. Nature Plants News & Views in press (2018)
26. Tonosaki K, Kinoshita T. Endosperm Development. eLS, DOI: 10.1002/9780470015902.a0020098.pub2 (2018)
27. イネ群周りの乱流構造について，山田真輝，河野一輝，青野 光，石川 仁，日本流体力学会年会 2017 講演論文集 (USB)，2017 (査読無)
28. T. Yabe, M. Komori, T. Toshito, M. Yamaguchi, N. Kawachi, S. Yamamoto. Estimation and correction of produced light from prompt gamma photons on luminescence imaging of water for proton therapy dosimetry. Physics in Medicine & Biology, 63(4), 04NT02-1-04NT02-8, 2018-02, DOI:10.1088/1361-6560/aaa90c
29. M. Yamaguchi, Y. Nagao, K. Ando, S. Yamamoto, M. Sakai, P. R. kumar, K. Arakawa, N. Kawachi. Imaging of monochromatic beams by measuring secondary electron bremsstrahlung for carbon-ion therapy using a pinhole x-ray camera. Physics in Medicine & Biology, 63(4), 045016-1- 045016-12, 2018-02, DOI:10.1088/1361-6560/aaa17c

30. Konoplev A., Golosov V., Wakiyama Y., Takase T., Yoschenko V., Yoshihara, T., Parenyuk O., Cresswell A., Ivanov M., Carradine M., Nanba K., Onda Y. Natural attenuation of Fukushima-derived radiocesium in soils due to its vertical and lateral migration, J. Env. Radioactivity 186: 23-33 (2018)
31. S. Hiromoto, A. Soma. Processing pathway of disrupted tRNAs in a primitive red alga Cyanidioschizon merolae. (2017) Viva Origino
32. W. Yamamoto, S. Wada, M. Nagano, K. Aoshima, D. E. Siekhaus, J. Y. Toshima, J. Toshima: Distinct roles for plasma membrane PtdIns(4)P and PtdIns(4,5)P_2 during yeast receptor-mediated endocytosis. J. Cell Sci., 131: jcs207696. doi: 10.1242/jcs.207696.
33. T. Hamoya, S. Miyamoto, S. Tomono, G. Fujii, R. Nakanishi, M. Komiya, S. Tamura, K. Fujimoto, J. Toshima, K. Wakabayashi, M. Mutoh: Chemopreventive effects of a low-side-effect antibiotic drug, erythromycin, on mouse intestinal tumors. J. Clinic. Biochem. Nut., 60:199-207,(2017).
34. 佐藤陽子, 太田尚孝, 食材を扱う化学実験におけるアレルギー対応型教材の開発－イムノクロマトグラフ法による小麦代替食材の分析と教材化－, 化学と教育 65(10) 530-531 (2017)
35. 佐藤陽子, 太田尚孝, 花のつくりの観察教材としての百合花茶の検討, 理科教育学研究, 2017, 58(3) 251-259
36. Kurusu T, Koyano T, Kitahata N, Kojima M, Hanamata S, Sakakibara H, Kuchitsu K. Autophagy-mediated regulation of phytohormone metabolism during rice another development, Plant Signaling & Behavior 12, e1365211, 2017
37. Seo Y, Ide K, Kitahata N, Kuchitsu K, Dowaki K. Environmental impact and nutritional improvement of elevated CO_2 treatment: A case study of spinach production, Sustainability 9, pp.1854, 2017
38. Jeon EJ, Tadamura K, Murakami T, Inaba J-I, Kim BM, Sato M, Atsumi G, Kuchitsu K, Masuta C, Nakahara KS. rgs-CaM Detects and Counteracts Viral RNA Silencing Suppressors in Plant Immune Priming, J. Virol., 91, pp e00761-17, 2017
39. Gayatri G, Agurla S, Kuchitsu K, Anil K, Podile AR, Raghavendra AS, Stomatal Closure and Rise in ROS/NO of Arabidopsis Guard Cells by Tobacco Microbial Elicitors: Cryptogein and Harpin, Frontiers in Plant Science, 8, 1096, 2017
40. Webb A, Kuchitsu K, Kwak JM, Pei ZM, Iida H. Sensors make sense of signalling, Plant Cell Physiol., 58, 1121-1125, 2017
41. Yamato KT, Kuchitsu K. "Fusion" in fertilization: interdisciplinary collaboration among plant and animal scientists, J. Plant Res. 130, 419-421, 2017
42. Kurusu T, Kuchitsu K, Autophagy, programmed cell death and reactive oxygen species in sexual reproduction in plants, J. Plant Res. 130, 491-499, 2017

著書

１．有村源一郎, 西原昌宏 (2018), 植物のたくらみ－香りと色の植物学, ペレ出版 (東京), pp.159
２．水中反応 その場観察, 平成29年度 第一回過熱水蒸気新技術研究会, 大阪科学技術センター, 2017
３．"Cyanidioschyzon merolae: A New Model Eukaryote for Cell and Organelle Biology" edited by Kuroiwa, T., Miyagishima, S., Matsunaga, S., Sato, N., Nozaki, H., Tanaka, K., and Misumi, O., Springer, 365 pages, 2018
４．Chapter 10 Coherent X-ray Diffraction Imaging of Cyanidioschyzon merolae., Sekiguchi, Y., Kobayashi, A., Takayama, Y., Oide, M., Fukuda, A., Yamamoto, T., Okajima, K., Oroguchi, T., Hirakawa, T., Inui, Y., Matsunaga, S., Yamamoto, M., and Nakasako, M. In "Cyanidioschyzon merolae: A New Model Eukaryote for Cell and Organelle Biology", Springer, pp.153-173, 2018

５．Chapter 14 Double-Membrane-Bounded Organelles: Recent Findings Regarding Division, Inheritance, Structure, and Evolution of the Nucleus, Mitochondria, and Chloroplasts., Yoshida, Y., Sakamoto, Y., Iwasaki, K., Maruyama, S., and Matsunaga, S. In ″Cyanidioschyzon merolae: A New Model Eukaryote for Cell and Organelle Biology″, Springer, pp.205-233, 2018
６．The Origin and Evolution of the Genetic Code:100th Anniversary Year of the Birth of Francis Crick, Koji Tamura (Editor), MDPI, 2018
７．Leaf Ecology and Radiocesium Contamination in Trees/Forests. In:Zubaida Yousaf(Eds.), Plant Ecology - Traditional Approaches to Recent Trends, Yoshihara, T., pp.1-25 (2017)
８．Sensors and Sensing in Plants (Special Focus Issue of Plant & Cell Physiology), Webb A, Kuchitsu K, Kwak JM, Pei ZM, Iida H編, Oxford University Press, 2017
９．Fusion in Fertilization:Interdisciplinary Collaboration among Plant and Animal Scientists (Special Issue of Journal of Plant Research), Yamato KT, Kuchitsu K編, Springer, 2017

招待講演

１．藤巻 秀, 放射線技術が食のためにできる３つ目のこと ーRI イメージングによる「核農学」ー, 日本食品照射研究協議会 第 53 回大会・教育講演会, 東京都立産業技術研究センター本部 東京イノベーションハブ（東京都・江東区), 2018 年 1 月
２．Deep and live imaging in plants, Sachihiro Matsunaga, International Symposium on Imaging Frontier 2017, 千葉, 2017
３．植物クロマチン動態解析への挑戦, 松永幸大, 2017 年度生命科学系学会合同年次大会(ConBio2017), 神戸, 2017
４．「植物種子の栄養を巡るオス，メスゲノムのせめぎ合い」, 木下哲, 第 41 回日本産婦人科栄養・代謝研究会, 国際フォーラム甍, 奈良, 2017 年 8 月 18 日
５．「種の障壁とエピジェネティック制御」, 木下哲, 第 1 回東京理科大学-横浜市立大学合同シンポジウム, 東京理科大学神楽坂キャンパス, 2017 年 9 月 16 日
６．「胚乳における種の障壁の帳尻合わせとその謎」木下哲, 2017 年国立遺伝学研究所研究集会「イネ分子遺伝学の方向性」, 国立遺伝学研究所（三島市), 2017 年 11 月 24 日
７．“Genetic basis for hybridization barrier in rice endosperm” Kinoshita, T, Seed Institute Annual Meeting, UCLA, USA, 2017 年 4 月 23 日
８．“Setting up chromatin state before DNA demethylation” Kinoshita, T, The plant epigenetics consortium in Japan- Second Meeting. National Institute of Genetics, Mishima, 2017 年 9 月 1 日
９．“Balancing between maternal and paternal genomes toward successful seed development” Kinoshita, T, 4th CSRS-ITBM Joint Workshop with Kihara, Yokohama, 2018 年 1 月 15 日
10. 草野博彰, 堀江峻晃, 市野澤大, 小野寺瞳, 大沼万里子, 青木裕美, 福本こう, 紀平望帆, 浅野賢治, 野田高弘, 島田浩章, 翻訳エンハンサーdMac3 によるゲノム編集ツールの高度化と低アミロースジャガイモの作出, 2017 年度アグリ・バイオ公開シンポジウム, 2017 年 7 月 27 日, 東京理科大学葛飾キャンパス図書館ホール
11. Akiko Soma and Saori Hiromoto “Expression of variously disrupted tRNA genes in C. merolae”, 15TH ASIAN CONFERENCE ON TRANSCRIPTION 2017 (ACT-XV 2017), Penang, July, 2017
12. Reactive oxygen species, autophagy and programmed cell death in plant reproduction, Kazuyuki Kuchitsu, Jumpei Sawada, Togo Fukunaga, Shigeru Hanamata, Seijiro Ono, Ken-ichi Nonomura, Takamitsu Kurusu, 第 59 回日本植物生理学会国際シンポジウム “New Trends of Plant Reproduction Emerging from Cell Biological Approaches”, 札幌, 2018
13. Stories of Oxygen and Active Molecular Species in Photosynthetic Organisms, Kazuyuki Kuchitsu, 第 59 回日本植物生理学会国際シンポジウム “Stories of Oxygen and Active Molecular Species in Photosynthetic Organisms”, 札幌, 2018

14. Multiple roles of ROS-generating enzymes, MpRbohA and MpRbohB, in growth, development and stress responses in Marchantia polymorpha, Kenji Hashimoto, Kazuyuki Kuchitsu, 第 59 回日本植物生理学会国際シンポジウム “Stories of Oxygen and Active Molecular Species in Photosynthetic Organisms”, 札幌, 2018
15. ROS-Mediated Regulation Development and Stress Responses in Plant; towards the Control of Growth and Quality of Crops by Plasma Technology, Kazuyuki Kuchitsu, 2nd International Workshop On Plasma Agriculture, 高山, 2018
16. Regulation of Development and Stress Responses by the ROS-Ca^{2+} Signaling Network in plants, Kazuyuki Kuchitsu, Marchantia Workshop 2017-Renaissance of Marchantia polymorpha-the genome and beyond-, 岡崎, 2017
17. 朽津和幸, 日本植物学会第 81 回大会シンポジウム,“植物オートファジー研究の第二の夜明け”, 野田, 2017
18. イネの生存戦略におけるオートファジーの重要性, 来須孝光, 朽津和幸, 日本植物学会第 81 回大会シンポジウム,“植物オートファジー研究の第二の夜明け”, 野田, 2017
19. Regulation of plant development and stress responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy, Kazuyuki Kuchitsu, 3rd Symposium on Plant Environmental Sensing, 山西師範大学, 中華人民共和国, 2017
20. Visualizing the regulation of plant development and stress responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy, Kazuyuki Kuchitsu, International Symposium on Imaging Frontier, 東京, 2017
21. Regulation of plant development and stress responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy, Kazuyuki Kuchitsu, Plant Signaling & Behavior 2017, 松江, 2017
22. 活性酸素-Ca^{2+}シグナルネットワーク・オートファジーによる植物の免疫・発生・生殖の制御, 朽津和幸, 生物生産フロンティアセミナー, 秋田, 2017

広報

1．島田浩章,「遺伝子改変でジャガイモの粘りアップ･･･接着剤に」読売新聞, 2017.7.3.夕刊および Web news
2．有村源一郎, 日本農業新聞 (2018.05.08), シソ香り成分に腸炎緩和の効果, 東京理科大など発見
3．有村源一郎, 東京ビジネスアイ (2018.04.24), シソ香り成分で腸炎を緩和
4．有村源一郎, 日本種苗新聞 (2018.04.21), 利用範囲が広い「匂い」ミントと混栽で抵抗性獲得
5．有村源一郎, 科学新聞 (2018.04.13), シソの香りで腸炎緩和 理科大と東大 マウス実験で判明
6．有村源一郎, 化学工業日報 (2018.04.10), シソ香気 腸内炎症を緩和 東京理科大 トクホ開発へ
7．有村源一郎, フジサンケイビジネスアイ (2017.06.21),「よくわかるバイオ」植物の香りを介した植物間コミュニケーション
8．有村源一郎, BS フジ ガリレオ X (2017.06.11,18), 植物が会話する！？匂いで伝えるコミュニケーション
9．松永幸大, 遺伝子活性化で光, 東京理科大, 生きた植物で観察, 日経産業新聞, 2017
10. 松永幸大, びっくり！新技術 植物を透明化 葉の裏側まで丸見え, 東京新聞, 2017
11. 松永幸大, イオン照射で染色体変異 構造変化を初証明 植物作出「別の種の性質」, 科学新聞, 2017
12. 木下哲, 植物の遺伝子発現スイッチの初発イベントを解明 (Proceeding of the National Academy of Science に掲載), 横浜市立大学, https://www.yokohama-cu.ac.jp/news/2018/20180501kinoshita.html
13. 朽津和幸他,「魔女の雑草」枯らせ アフリカ, 農作物 1 兆円被害 東京理科大･東大が駆除物質 日本経済新聞, 2017

受賞

１．松永幸大，日台国際植物学会・ショートトーク賞，Taiwan-Japan Plant Biology 2017，2017
２．Plant Biotechnology 論文賞「Hiroaki Kusano, Yohei Arisu, Jun Nakajima, Mitsuhiro Yaeshima, Kao-Chih She, Hiroaki Shimada. Implications of the gene for F1-ATPase β subunit(AtpB)for the grain quality of rice matured in a high-temperature environment. Plant Biotechnol. 33, 136-175 (2016)」2017 年 8 月 30 日（植物細胞分子生物学会）
３．松澤みのり，堀込知佳，長野真，十島純子，十島二朗：アクチン調節因子 Srv2p とプロフィリンによるクラスリン被覆小胞形成の制御機構，第 50 回酵母遺伝学フォーラム研究報告会（ポスター賞），2017 年 9 月 11 日，東京
４．東京理科大学野田キャンパス（朽津和幸が代表として受賞），日本生態系協会賞，日本生態系協会，2018

特許

１．松永幸大， 杉本薫， 石原弘也， 特願， 植物物体の生産方法及び植物体， 特願 2017-146145, 2017
２．松永幸大， 杉本薫， 勝山雄喜， 特願， 植物体の生産方法及び植物体， 特願 2017-146146, 2017
３．松永幸大，杉本薫，勝山雄喜，特願，植物体の生産方法，特願 2017-146147，2017

研究課題（研究者別）

島田　浩章

「植物バイオマス資源の生産性とゲノム編集技術開発に関する研究」

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

有村　源一郎

「生物間相互作用に関する研究」

害虫に食害された植物は匂いを大気中に放出する。近くの健全な植物はこれらの匂いを「立ち聞き」することで、防御能力を高めることができる。本研究において、ミントの近傍で生育した植物における防御形質を検証したところ、ミントの匂いに曝された植物では防御遺伝子がエピジェネティクス制御により活性化されることが示された。

松永　幸大

「クロマチン動態解析による植物の発生分化メカニズムの解明」

クロマチン動態に影響を及ぼす因子が植物のシュート形成に関与することを見つけた。また、植物の胚軸を切断して胚を形成する体細胞胚形成のシステムにおいて、その胚形成における遺伝子群を明らかにし、種子や生殖を伴わない植物生産技術の開発に道筋をつけた。

田村　浩二

アグリ・バイオ研究では、目的となる有用なタンパク質をいかにして効率よく生産するかが極めて重要な課題になる。本研究では、タンパク質生合成の根幹となる tRNA のアミノアシル化反応、およびリボソーム上でのペプチド結合生成反応の詳細なメカニズムを明らかにし、その知見をもとに、安定で確実なタンパク質合成システムの構築を目指す。

十島　二朗

「植物の生産性を制御する分子機構に関する研究」

植物の生産性の制御にはタンパク質の生成と分解のバランスが大きく関わっており、植物での分解は液胞とよばれる細胞内器官で行われている。本年度、私達は液胞でのタンパク質の分解に細胞膜成分であるイノシトールリン脂質が重要なはたらきをしていることを明らかにした。また、この中でも PI(4)P と PI(4,5)P2 は異なる役割を果たしており、それぞれの産生が低下した変異体ではタンパク質の分解能が著しくて以下することを明らかにした。

朽津　和幸

「植物の生殖における活性酸素種・オートファジー（細胞内自食作用）の役割」

植物の花粉成熟過程において、葯の最内層のタペート細胞にプログラム細胞死（PCD）が誘導され、花粉に表面構造や栄養が供給される。イネのタペート細胞のオートファジー動態の可視化系を構築し、定量解析した結果、PCD 開始期である小胞子一核期のタペート細胞内でオートファジーが急激に誘導されることが明らかとなった。タペート細胞の PCD 制御に重要な役割を果たす転写因子 EAT1 を中心とする転写制御ネットワーク、活性酸素種（ROS）生成酵素 NADPH oxidase や ROS シグナル制御因子を介した ROS 蓄積とオートファジーとの関連の解析を進めている。イネの葯特異的に発現する ROS 生成酵素の欠損変異体は類似の雄性不稔形質を示し、花粉形成不良が観察された。

佐竹　信一

「実験と数値計算を用いた稲稈の剛性モデリングと穂波シミュレーション」

穂波のシミュレーション技術構築のための基礎研究として、稲の動特性モデリング技術の確立を目指す。稲稈の曲げこわさを計測するとともに振動数も計測した。また稲稈だけでなく、今年度はシチトウイの曲げこわさも計測した、また断面形状を明らかにし緩やかにテーパーが存在することを画像より明らかにした。

石川　仁

「乱流の物質輸送特性を利用したイネの生育向上に関する研究関する研究」

本研究では、乱流中の渦の優れた物質輸送特性を利用して CO_2 を積極的に作物に供給し、生育を向上させるための基礎実験を行った。造花のイネモデルを作成し、イネ群周囲流れの速度場・放出渦の様子を風洞実験により測定した。風洞は出口寸法 250[㎜]×250[㎜]の吹き出し型風洞であり、供試体のイネモデル 25 本を 20[㎜]間隔で配列することで 5 行×5 列のイネ群を作成、風洞中に設置した。本年度では、風洞出口に抵抗体を設置し、実際の圃場と同じく大気境界層速度分布が発達する条件で実験を行い、一様流の速度分布の結果と比較を行った。主流流速を U_∞=5[m/s]、流れのレイノルズ数は $Re=3.3\times10^4$ とした。速度場計測により、イネ群葉身部（＝葉の部分）後方においては、葉身部の流体透過性に起因する、厚みを持った速度せん断層が発達することがわかった。その厚さは大気境界層の速度分布の方が一様流のそれにくらべ厚くなることが明らかになった。また、葉身上部後方に見られる上昇流は一様流の方が顕著であることがわかった。周囲流れの乱れ成分に関しては、イネモデルに与える運動量が大きい一様流の方が大気境界層分布よりも大きくなることがわかった。これらのことより一様流の運動量が、イネ葉身部の振動を促進し乱れそのものが大きくなること、またその結果レイノルズ応力の生成も促進され、乱流による物質輸送も活発になる結果が示唆された。

石黒　孝

「逐次赤外分光顕微鏡及び LED 光照射赤外分光顕微鏡の創製」

光合成をはじめとする水中生命化学反応変化を逐次定量評価するために、マイクロリアクタに反応流路と入射光計測用流路を形成したマイクロリアクタを作製し、リニアアレーによる同時刻計測を実現させた逐次赤外分光顕微鏡を試作し予備実験を行った。加えて赤外分光顕微鏡の長時間安定計測を可能とする検出器冷却を実現し、試料への紫外光 LED 照射可能なアタッチメントを作製しその特性評価を行った。

安盛　敦雄

「着色ガラス－高分子複合コーティングによる植物の成長制御の研究」

昨年度と同様に Co 添加着色ガラスと生分解性高分子（PVA）の複合コーティングを用いて、自然光の波長選択透過によるシロイヌナズナの成長制御について評価した。成長状況の比較をより明確に行うために、光スペクトルの変化に加えて光量（TPPF：光合成有効透過率）を変化させたコーティング窓を作製し、植物生育実験を行った。その結果 Co を添加した青色窓を用いて育成したシロイヌナズナは花芽形成直後において花茎および葉柄の顕著な伸長促進効果が確認され、一定以上成長すると何も添加していない無着色窓と同程度の伸長速度を示すことが分かった。また TPPF：60～80%の範囲で光量を変化させた窓を用いた比較実験からは有意な伸長速度の変化は確認されなかった。

古宮　裕子

「両生類を用いた水質モニタリングシステムの開発」

水田に生息する水生動物が雑草の成長抑制や土壌の性質変化を引き起こすため、水田の生態系を維持することは稲の生産性向上のために重要である。しかし、近年、水田に生息する動物、特に両生類の減少が報告されている。これは両生類が水陸両方で生活し、表皮から様々な物質を取り込むため環境変化の影響を受けやすいからである。本研究ではアフリカツメガエルの幼生（オタマジャクシ）をモデルに農地の水質モニタリングシステムの開発し、水田の生態系維持への貢献を目指した。

太田　尚孝

「シアノバクテリアの酸性ストレス環境下における細胞肥大化、および細胞外タンパク質 Sll1951 の輸送と機能に関する研究」

シアノバクテリア Synechocystis は、酸性ストレス下において細胞の肥大化が見られることが報告されている。しかし、その細胞肥大化の原因および、その生理的な意義は不明である。そこで、肥大化に関与する遺伝子の同定とその原因究明することで、生理的な意義を解明することを目的とした。酸性ストレス環境下において、隔壁形成に関与する FtsZ が減少することにより細胞の肥大化を引き起こすことを明らかにした。シアノバクテリア Synechocystis の酸耐性に関わる ABC トランスポーターである Sll1180,Sll1181 および外膜タンパク質 Slr1270 がバイオフィルム形成に関わる Sll1951 の輸送に関わることを明らかにした。Sll1951 過剰発現株を用いた解析により、Synechocystis は、バイオフィルムを形成することで、酸耐性能を向上させることが明らかとなった。

吉原　利一

「植物の非必須元素吸収・耐性機構に関する研究」

福島第一原子力発電所の事故由来の放射性 Cs の推移について、特に樹木/森林における動態を中心に追跡調査を行っている。2017 年度は特にサクラにおけるリターと生葉のそれぞれについて降下後 7 年間の推移をとりまとめ、減衰曲線から今後の推移の予測を行った。また、積算線量計を用いた簡易測定手法の開発などを継続した。特に山林における土壌の集積・移動に伴う空間線量の経時的測定に応用した結果、林内では ^{137}Cs の物理的壊変に伴う減衰率を上回って線量が低下していることや、降雨との関連性（降雨時に線量が低下するが好天時に元の線量に戻ること）を明らかにした。また、このことは、林内から外部環境への ^{137}Cs の流出の可能性についても否定できないが、主に樹体からの落葉・落枝等の堆積によるものと推察された。

河地　有木

「植物 RI イメージング技術による炭酸同化産物の動態解明研究」

物質貯蔵に関与する遺伝子ファミリーである FLO2・FLL1・FLL2 の機能解明を、RI イメージング技術を用いて進めてきた。シロイヌナズナ flo2・fll1・fll2 変異体は、葉が大型化する表現型を持つため、葉において代謝の変化が起きていると推測し、高速液体クロマトグラフィーを用いて可溶性糖の含量を定量した。その結果、グルコースとフルクトースのピークの間の未同定の糖が全ての変異体において増加していることを見出した。この未同定の糖に FLO2・FLL1・FLL2 の機能特定のカギが含まれていると考え、現在解析を進めている。

藤巻　秀

「新たな学術領域『量子生命科学』の立ち上げ」

先端的な量子技術（量子センサー、量子イメージング、放射光・中性子・イオンビーム等）と量子科学の知見・視点を積極的に導入することにより、広く生命科学全般（アグロバイオ工学分野を含む）に躍進をもたらそうとする新たな学術領域「量子生命科学」の立ち上げに注力した。

木下　哲

「種子形成過程におけるエピゲノム制御機構の解明」

生殖過程での DNA 脱メチル化によるエピゲノム情報のリプログラミングは、種子サイズを制御しているが、その分子機構は未解明な部分が多い。本年度は、FACA ヒストンシャペロン、DNA 脱メチル化酵素の変異体を用いて、胚と胚乳の微量組織エピゲノム解析を行い、両者の標的が重複することなどエピゲノム制御の実態を明らかにした（PNAS 2018）。また、倍数性操作により種間の障壁が打破できることを論文として報告しプレスリリースを行った。

相馬　亜希子

「単細胞藻類の細胞質およびオルガネラにおける tRNA のプロセシング機構の解析」

植物の tRNA のプロセシング機構はほとんど研究が進んでおらず、特に splicing tRNA や permuted tRNA など高度分断化 tRNA の成熟化過程は不明である。極限環境微細藻類の tRNA を用いて解析を行った結果、既知とは異なる経路で成熟化していることが明らかとなった。また、オルガネラでは少数の tRNA で翻訳を行っているが、当該生物ではアンチコドンの部分的な転写後修飾によるコドン認識能の拡張の可能性を見出した。

ものこと双発研究部門

ものこと双発研究部門について

1. 概要

“ものづくり”主体の産業構造から“もの・ことづくり”へと変革発展させるあり方を製造・サービス・IT の観点から調査・研究し、広く社会に啓蒙して新しいビジネスデザインを提案することが目的である。

これまでの事例研究は、製造業視点のものが中心となっており“ことづくり”に視座をおいた実践的な研究事例はほとんど見られない。産業界にとって、新たな競争力を獲得する仕組みづくりについて、製造、サービス、ICT の観点から調査・研究を行い、広く社会に啓蒙し提案していく必要がある。

平成 28 年度は新たに“ものこと”という概念のツールとなる金融市場のあり方や ESG（Environment, Society, Governance）投資のあり方を上場会社の報告書を元に投資実績の予測を含めて行なう部門を設立し、“もの・ことづくり”によって新しいビジネスへと導くプロセスの検討を始めた。

2. 部門の構成と施設設備

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

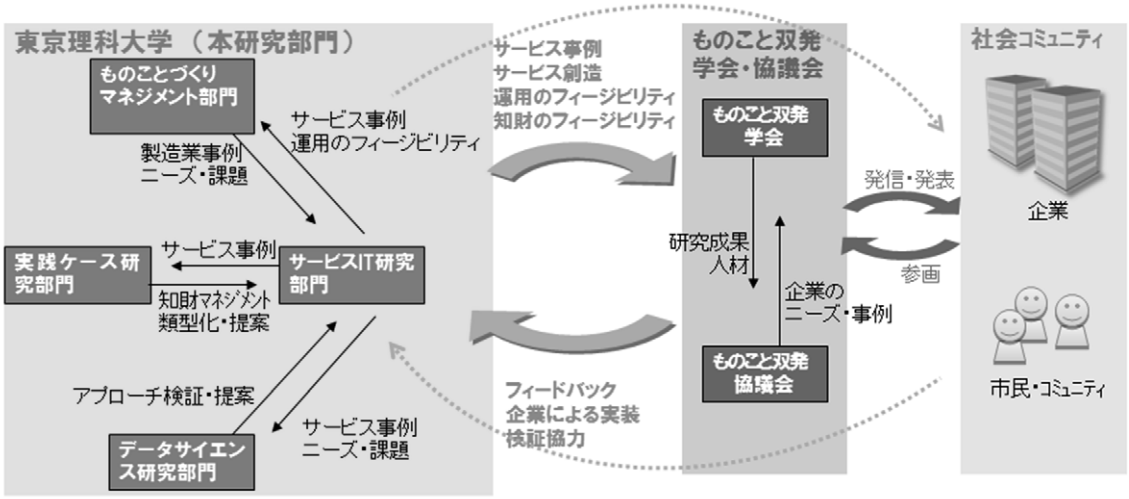


図 1　研究部門の構成

3. 活動報告

サービス IT、ものことづくりマネジメント、コンピュータ・データサイエンス、実践ケースに関する研究は、主に「ものこと双発学会・協議会」大学教員、国立研究所員、企業経営者・研究開発技術者・企画部門などの幅広い有識者と協働して行われ、日本の産業構造を考えていく仕組み

について検討した。この枠組みの中で、広く産業界のマネージャクラスが参加する月例の研究会を運営しており、社会ないし産業界の環境変化や課題、事例などを議論しながら協働できる場作りを行っている。さらに、2 回のシンポジウムを共催で実施しており、積極的に成果の発信を行っている。平成 28 年度に立ち上げた Design Thinking と Fintech に関する研究については国内外の有識者と協働して行われており、平成 30 年度も引き続き検討が行われる。

3. 1. 月例研究会について

毎月第 2 水曜日に産業界のマネージャクラスが参加して各社の「ことづくり」を議論する研究会を開催している。研究会では（1）ものこと双発におけるイネーブラー、(2) 仮想会社で見るものこと双発、(3) ものこと双発ネイティブ人材の育成、の 3 つのワーキンググループを設置し、それぞれのグループに分かれて議論を行った。

3. 2. WG 成果報告会について

ワーキンググループで議論した研究成果は、2018 年 3 月 24 日、ものこと双発学会（後援）「2017 年度年次研究発表大会」内において報告された。それぞれの成果は、以下の通りである。

（1）ものこと双発におけるイネーブラー：

本ワーキンググループは、将来に向けて、事業の中で“ものこと双発”を起こしていくための実現要素（イネーブラー）を技術、社会、ビジネスなど、多面から検討することが目的である。人びとの需要（要望）が満たされた現在、わずかな“ものこと”では消費者に振り向いてもらうのは難しい。すなわち、これまで以上にインパクトのある“ものこと”、より高度な“ものこと”を生み出さなければ競争に勝てない時代となっている。そこで、ワーキングメンバーが所属する企業の成功事例から、“ものこと双発”「イネーブラー」をとは何かを検討した。2016 年 3 月まで各社の事例の分析から、4 つの共通項：①変化に対する危機感、②技術、③リーダーの情熱、④コラボレーションが見つかっていた。これらは主に環境要因と言えるが、2017 年度はさらに事例調査を広げ、新たなイネーブラーの切り口として、3 つのビジネス要因、①コンセプト、②価値、③仕組み、を見出した。①のコンセプトは、自分の身の回りの困り事、望む事から発想することで共感を広め、多くの参画企業を産むことができる。②の価値は、コンセプトをより顧客など関係者の価値に転換することで、具体的な必要な機能などに落としていくことができる。③の仕組みは、共栄と進化の 2 つの視点があり、共栄の仕組みによって参加企業のエコシステムを形成でき、進化の仕組みによって持続性をもつことができる。このように、イネーブラーが環境要因だけでなく、対象とするビジネスの作り方とも言える要因を埋め込んでいくことが重要であることが事例とともに示された。

（2）仮想会社で見るものこと双発：

ものこと双発協議会では、3 つのワーキンググループに分かれ、メンバー企業の事例をもとにビジネスにおける「きっかけ」を「気づき」に転換する仕組み、技術革新における既存事業者の考えるべき事柄、ものことを起こすための組織設計、について議論してきた。そこで、本ワーキンググループでは、実践的に“ものこと双発”を行った際に起こりうる課題を検討し、さらに新たな視点で“ものこと”を捉えるためにバーチャルカンパニーを設定し、“ものこと双発”によるビジネスをシミュレートした。さらに、これまでに得られた知見を総合的に生かし、ものこと双発によるビジネス創造について検討した。

2016 年 3 月までワーキングではバーチャルカンパニーのテーマとして「見本市」を取り上げ、インターネット空間にバーチャルの“ものこと展示会”を運営すると同時に、その成果を発展させるために定期的なビジネス見本市やイベントの企画を行い、異業種によって新しいビジネスを立ち上げる機会（創造的な出会い）を創出、推進する仕組みを設計した。それに引き続き 2017 年度では、そこに健康ビジネスというモデルを持ち込んで、さらに見本市プラットフォームとして、比較的健康に興味のないと思われる大学生とのコラボレーションを実施した。そこでは一見、健康ビジネスの消費者となりえない層であっても、そこに歴史的人物など興味を持つ視点を入れて、歴史体験のエンターテイメント要素を入れることで健康ビジネスにつながるユニークなビジネスモデルを創出することができた。これらはイネーブラーグループでのコンセプト段階で多様な参加企業の参画をえらえるという分析と符合する部分がある。

(3) ものこと双発ネイティブ人材の育成：

本ワーキンググループでは、2016 年 3 月までものこと双発を起こす組織特性やデザインという視点をより深掘りするために、事例を研究することにより共通項を見出し整理し、組織特性として組織全体から各サブ組織やチームまで、顧客視点、マーケティング視点を相似形で共有するフラクタル的組織の特性を明らかにした。また人材の各ロールの能力という側面にフォーカスして、チームリーダーに必要な増幅型リーダー特性、各メンバーに必要な顧客視点を常にもって設計にあたる Design Thinking、Lean development などの能力が必要になることを明らかにし、ネイティブ人材のスキル特性を、今までの I 型から T 型、さらにはπ型人材という形で表現できることが確認できた。2017 年度は、そういった組織と人材特性の上で、特に、ものこと双発とも言えるデジタル変革の特性の異なる各社の取り組みを事例分析し、組織での変革のヒストリー、その組織づくり、そして変革の手法について整理、考察した。そこでは変革のための範囲、変革させるリーダーシップがボトムアップかトップダウンか、また全体リーン的かバイモーダル的か、さらに手法については、プラットフォーム、伝道師、共創の場といった多様なものが見つかり、それらを企業風土に応じてどのように組み合わせデザインするかが重要ということが明らかになった。

3. 3. シンポジウムについて

ものこと双発研究部門では、研究会のワーキンググループで議論した研究成果を社会に報告するとともに、産業界の著名な登壇者より最新の動向を発信するシンポジウムを年に数回開催している。平成 29 年度は 2017 年 12 月と 2018 年 3 月に開催された。

これらの活動から分かった方法論や課題について問いかけ、また、モノ・サービスが融合した新ビジネス創出を志向する先進企業からのメッセージから、共にこれからのビジネス創出方法を考えるものである。これらのシンポジウムを機に、様々な業種の多くの化学反応が生まれることを期待する。

日本における ESG 投資のこれから（アムンディ・ジャパンとの共催）
日時：2017 年 12 月 1 日（月）
会場：東京理科大、PORTA 神楽坂

ものこと双発学会 - 2017 年度 年次研究発表大会（後援）
日時：2018 年 3 月 24 日（土）
会場：東京理科大、PORTA 神楽坂

3. 4. Design Thinking について

2016 年度から Design Thinking に関しては、Grenoble Ecole de Management, a triple-accredited French business school（フランス）との Design Thinking に関する議論やワークショップ等での交流、ものこと双発協議会の各ワークグループでの議論で多数触れられてきた。ものこと双発活動において広く Design Thinking が影響を与えて価値を生み出していることが確認された。

3. 5. Fintech について

Fintech に関する研究成果は、2017 年 12 月 1 日、日本における ESG 投資のこれから（アムンディ・ジャパンとの共催）内において報告された。研究部門からの主な発表タイトルは下記の通りである。

「オープン・イノベーションの観点から見た ESG」
「ESG ファクターリターンの推定と ESG パフォーマンスについての研究」
「環境経営と株式資本コスト」
「環境保全活動が租税負担削減行動に与える影響」

3. 6. アドバイザリー委員会の開催について

ものこと双発部門のアドバイザリー委員会が以下のように学外委員、学内委員を招いて開催された。活発な議論を通して、委員から以下のような示唆が得られた。

ものこと双発部門アドバイザリー委員会
日時：2017 年 10 月 18 日（水）10:00-12:00
会場：東京理科大、森戸記念会館、第三会議室

・相対価値より絶対価値をめざした製品・サービス開発の経営の方針
・製品のデジタル化ができても会社のデジタル化を如何にするかの課題
・時間軸など大企業人材はベンチャー的なスピードをマネジメントできない課題
・ベンチャー的になれない中小企業を産学などの仕組みでクラスター化して価値に
・失敗の分析からの、ものことの方法の学びのアプローチ
・参加企業を中心に企業内への、ものこと発信、実現をよりめざしていくアプローチ

4. 研究活動の展望

協議会、学会という企業との対話と議論の場のワーキンググループを、イネーブラー、人材、仮想会社という 3 つに分解して、部門の構成要素を随時、研究の材料として研究をすすめてきた。また Fintech やそれに関連した ESG（Environment, Social, Governance）の視点などを、平行してテーマとしてとりあげて、アムンディなどともに研究をすすめてきた。これから部門研究の後半に向かう中で、3 つに分解されたもの、または ESG などの観点などを融合して新しい洞察を生むような研究をすすめ、社会/産業界に発信していきたい。一部では、ものこと双発協議会などを通して、企業内で実践を試みている動きがあるが、後半の研究成果として加速していきたい。

5. むすび

ICT の進化が、今までにない新しい価値提供のシステムとして共創・提供され、従来の産業分類やビジネスモデルの枠組みを変えている。我が国の産業の強みであった品質・コスト・大量生産のベストプラクティスはそのままでは通用しない分野で、このままでは海外勢の ICT ベンダーや、それらと共に変革をおこした多様な企業の後塵を拝することになりつつある。本研究部門では、今後も多様性ある産学官との議論を繰り返しながら、新しい波として訪れている Fintech や AI などもいちはやく議論の中に取り組み、その本質を研究し、“ものづくり”と“ことづくり”の融合を新たな学際分野として確立したいと考えている。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学会・シンポジウムによる議論発信

１．日本における ESG 投資のこれから（アムンディ・ジャパンとの共催），2017.12
２．ものこと双発学会（後援）「2017 年度年次研究発表大会」，2018.03

招待講演

１．OISPG,“Open Innovation 2.0 Conference 2017”,2017.05
２．Profuture,“HR Summit 2017”, 2017.09
３．Global Forum,“Welcome to the shape new future”, 2017.03
４．JASA, Embedded Technology West/IoT Technology West, 2017.07

大気科学研究部門

大気科学研究部門について

1. 概要

2011 年 4 月から 5 年間活動してきた山岳大気研究部門を発展的に改組し、2016 年 4 月に活動を始めた大気科学研究部門も 2 年目を終えようとしている。今年度は畠山史郎先生と植竹淳先生が客員をお辞めになったが、森先生に併任教員を、鴨川先生、足立先生、竹谷先生、中島孝先生に客員をお願いした。3 月 9 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。

今年度の主な活動は、11 月に御殿場で認定 NPO 法人富士山測候所を活用する会と共催で、山岳域における大気化学・物理に関する国際会議を開催した。部門からも 16 件の発表を行い、学生発表賞を 3 件受賞した。また 1 月には神楽坂キャンパスで日本大気電気学会を開催した。

2. 部門の構成（2018 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
（学内分担者）
仲吉　信人　理工学部土木工学科講師
永野　勝裕　東京理科大学理工学部教養講師
西川　雅高　東京理科大学環境安全センター副センター長
野島　雅　東京理科大学総合研究機構講師
橋本　巖　東京理科大学理学部第一部嘱託教授
森　樹大　東京理科大学理学部第一部・嘱託助教
（客員教授）
青木　一真　富山大学大学院理工学研究部教授
五十嵐康人　気象研究所室長
大河内　博　早稲田大学創造理工学部教授
長田　和雄　名古屋大学大学院環境科学研究科教授
財前　祐二　気象研究所応用気象研究部室長
中島　孝　東海大学情報デザイン工学部教授
速水　洋　電力中央研究所環境科学研究所上席研究員
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
向井　人史　国立環境研究所地球環境研究センターセンター長
（客員准教授）
足立　光司　気象研究所応用気象研究部主任研究官
加藤　俊吾　首都大学東京都市環境学部准教授
鴨川　仁　東京学芸大学准教授
小林　拓　山梨大学大学院医学工学総合研究部准教授
櫻井　達也　明星大学准教授
竹谷　文一　海洋研究開発機構主任研究員
松木　篤　金沢大学准教授
（客員研究員）
浅野　比　山陽小野田市立山口東京理科大学工学部講師
岩本　洋子　広島大学生物圏科学研究科助教
工藤　玲　気象研究所気候研究部研究官
齊藤　伸治　東京都環境科学研究所研究員
當房　豊　国立極地研究所助教
矢吹　正教　京都大学助教

（アドバイザリー委員）
植松　光夫　東京大学大気海洋研究所国際連携研究センター センター長
中島　映至　宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター センター長
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

5月28日　富士山大気観測打合せ@ポルタ神楽坂（共催）
5月28日　NPO特別講演会「富士山ライダーネットワーク構想 －気象・環境情報計測拠点への新展開－」@ポルタ神楽坂（共催), 講師：小林喬郎（レーザレーダ研究会会長、福井大学名誉教授）
7月3日～6日　Asia Aerosol Conference @Jeju, 韓国
7月14日～8月22日　富士山頂観測
7月25日　第3回大気科学セミナー「都市型PM2.5の高濃度化現象」講師：長田和雄（名大教授）
8月3日　日本エアロゾル学会@芝浦工大、遠隔大気シンポジウムで部門紹介
8月5日～8日　太郎坊集中観測
10月　東京スカイツリー観測開始
11月6日～10日　2017 Symposium on Atmospheric Chemistry and Physics at Mountain sites @御殿場（共催）
11月14日～30日　白鳳丸KH-17-5航海（乗船者：桃井）
11月20日　総合研究院フォーラム@野田
12月4日　環境省推進費アドバイザリー委員会@名大
12月11日　第4回大気科学セミナー「大気エアロゾルの光学特性」講師：工藤 玲（気象研究所研究官）
12月16日　富士山観測データ検討会@森戸記念館（共催、口頭14）
1月6日～7日　日本大気電気学会第96回研究発表会@神楽坂223教室（共催）
1月19日　「大気－海洋境界層における大気物質の役割－数値計算の視点から」@森戸記念館（共催、口頭3、ポスター31)、日本エアロゾル学会「海洋大気エアロゾル研究会」主催
1月23日　第12回立山研究会（主催：富山大学大学院理工学研究部青木研究室、後援）
3月22日　大気科学研究部門第2回成果報告会（主催、口頭17、ポスター26）[1)]
3月25日　認定NPO主催第11回成果報告会（共催）[2)]

3. 1. 大気科学研究部門第2回成果報告会[1)]

口頭発表

【大気境界層～自由対流圏】

広角カメラを用いたBalloon trajectory velocimetryの拡張	仲吉　信人
二次粒子のモデル再現性に対するNH_3排出構造の不確実性評価	櫻井　達也
FY2013-2016における山口県山陽小野田市の大気中粒子状物質の経年変化	浅野　比
東アジア下流域で長期地上観測したBC湿性沈着フラックスの季節変動	森　樹大
高い雲粒数濃度をもつ下層雲における降水形成	三隅　良平
富士山頂のラドン濃度の日変動の代表性とそのラドンの起源	永野　勝裕
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
自由対流圏大気中揮発性有機化合物に対する航空機排ガスの影響評価	皆巳　幸也
UAEから日本に至る自由対流圏で観測されたエアロゾルの特徴	財前　祐二

【海洋大気】

秋季の東シナ海および本州南岸沖で採取された金属元素を含む粒子の形態と混合状態	岩本　洋子
北極海・ベーリング海上での大気エアロゾル船上観測	竹谷　文一
北極ニーオルスンで採取したエアロゾル粒子の電子顕微鏡分析	足立　光司

【光学特性・放射】

偏光 OPC 観測ネットワークによる 2017 夏期観測結果及び精度向上のための検討
小林　拓

SKYNET 観測網によるエアロゾル組成の地上リモートセンシング　工藤　玲

エアロゾルの光学的特性の時空間変化　青木　一真

太郎坊上空における大気境界層高度の特徴～2015-2017 年夏期ライダー観測より～
矢吹　正教

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推定への展開
中島　孝

ポスター発表

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　野島　雅

名古屋都市域の南北 2 地点における光学的黒色炭素濃度の時間変化　長田　和雄

能登半島における新粒子生成イベントの季節的特徴　松木　篤

環境大気中の水素濃度測定　加藤　俊吾

都内における PM2.5 の濃度変動要因に関する研究　齊藤　伸治

東京スカイツリーを利用した氷晶核のモニタリング観測：初期解析の結果　當房　豊

2010 年夏季に首都圏で発生したオキシダント高濃度事象のモデル解析　吉岡　実里

地熱発電所建設に係る環境影響評価のための RANS モデル適用可能性の検討　辻本　優一郎

海表面温度データ改良による気象シミュレーションの精度向上実験　金子　凌

2015～2017 年夏季の富士山頂における雲凝結核の特性　佐藤　光之介

東京都心部におけるガス状・粒子状物質の鉛直濃度分布に関する検討　田中　清敬

西部北太平洋で捕集した海塩粒子の物理化学特性　吉末　百花

2016-2017 年の東京スカイツリーで観測された新粒子生成の季節変化　佐藤　丈徳

2016-2017 年南関東における大気エアロゾルの吸湿特性に関する研究　関根　広貴

東京スカイツリーで測定した大気エアロゾルの雲凝結核特性と雲粒特性　前田　麻人

天空輝度を用いた水蒸気波長のセルフキャリブレーション法の開発　桃井　裕広

富士山におけるラドン娘核種の変動と山谷風の関係　横山　慎太郎

太陽直達光を用いた雲除去手法の開発　安齊　真央

富士山頂における新粒子生成の経年変化　五十嵐　博己

2017 年南関東における大気エアロゾルの吸湿特性　岩田　拓己

2016-2017 年における富士山麓の新粒子生成　大塚　拓弥

2017 年夏季の富士山頂におけるエアロゾルの雲粒特性　小菅　愛加里

富士山頂・太郎坊で捕集したエアロゾル粒子の個別分析　児玉　真一

福井県越前岬における BC とイオン湿性沈着フラックスの季節変化　鈴木　佑果

南関東の地域的な輸送における大気エアロゾル粒子の変質　瀬野尾　碧

2017 年に観測された南関東の都市部と郊外におけるエアロゾルの光学特性の比較
土方　諒

4. 活動の概要 [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

三浦和彦（東理大・理），森樹大（東理大・理），片岡良太（東理大・理），五十嵐博己（東理大・理），佐藤光之介（東理大・理），佐藤丈徳（東理大・理），前田麻人（東理大・理），永野勝裕（東理大・理工），加藤俊吾（首都大学東京），小林拓（山梨大学），青木一真（富山大学），矢吹正教（京都大学），大河内博（早稲田大学），岩本洋子（広島大学），速水洋（電中研），三隅良平（防災科研），宇治靖（防災科研），當房豊（極地研），植松光夫（東大・大気海洋研）

4. 1. はじめに

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（IPCC 2013）。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東京スカイツリーで観測している。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。

4. 2. 方法

山頂、富士山測候所（標高 3776m）において、夏期のみであるが、2006 年から粒径分布を、2010 年から CCN 濃度（NCCN）を、2013 年からフォグモニターにより霧粒（雲粒）を測定している。1 号庁舎 2 階の窓から外気を引き、拡散ドライヤーで 20%以下に乾燥させ、走査型移動度分析器(SMPS)と光散乱式粒子計数器（OPC）を用いて 4.4～5000nm にわたる粒径分布（五十嵐ら、2018）と NCCN (DMT,CCN-100)(佐藤光之介ら、2018）を測定した。フォグモニターを 3 号庁舎西面に設置し、雲粒濃度を連続測定した（小菅ら、2018)。また、東京スカイツリー458m においては、2016 年 6 月から粒径分布、CCN、雲粒の通年観測を始めた（佐藤丈徳ら、2018；前田ら、2018)。

4. 3. 結果と考察

粒子数濃度の経年変化

図 1 に富士山頂で測定した粒子濃度の経年変化を示す。上から全粒子、核生成粒子、Aitken 粒子、累積粒子の個数濃度である。若干、核生成粒子の減少が見られる（Kataoka et al., 2017)。また、図 2 に東京スカイツリーで測定した粒径分布の経年変化を示す。左の柱が全期間、右の柱が NPF イベントの観測された期間である。冬季に低く、夏季に高い傾向がある。左より右の柱が高いことから、NPF が高濃度の原因であることがわかる（佐藤丈徳ら、2018)。

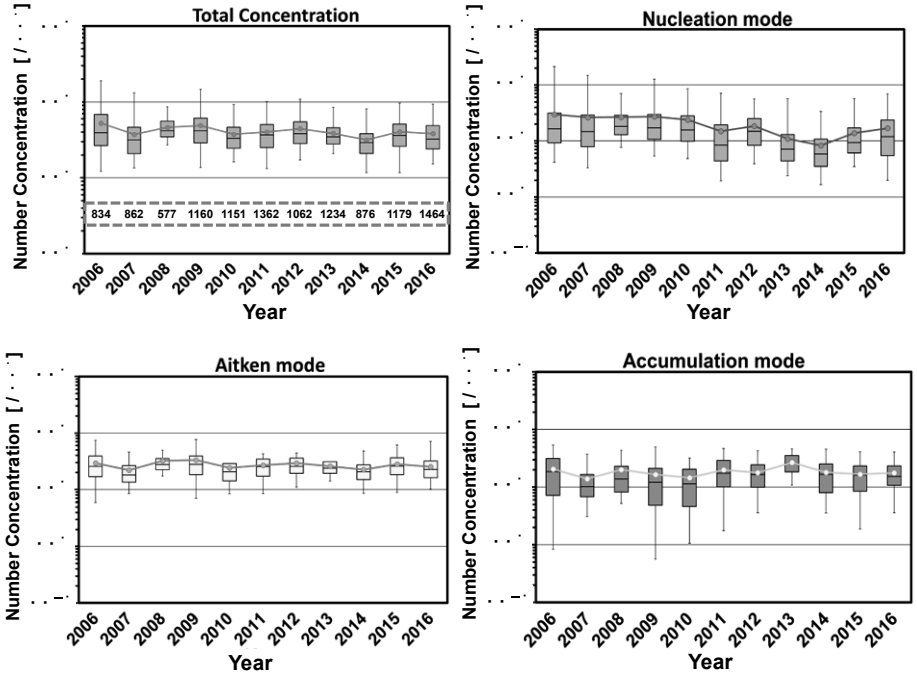


図 1　富士山頂で測定した全粒子，核生成粒子，Aitken 粒子，累積粒子の個数濃度の経年変化

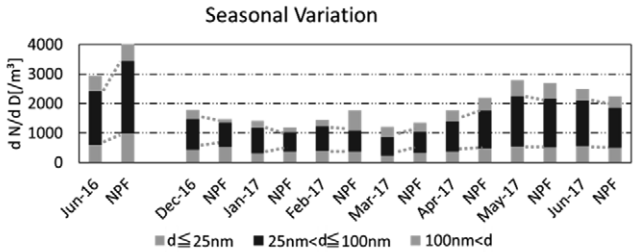


図 2　東京スカイツリーで測定した粒径分布の経年変化
左の柱が全データ、右の柱が NPF イベント時のデータ

新粒子生成（NPF）

2011 年～2017 年の 7 年間に山頂で観測されたデータを再解析し、以下の結果を得た。(a) NPF イベントは、夏季観測期間 217 日中 176 回観測された。イベントの観測率は、日中（4～18 時）は 52.3%、夜間（19～翌 3 時）は 47.7%であった。夜間のイベントの割合が徐々に減少している。日中イベントは 8 時に、夜間イベントは 20～21 時に多く観測された。後方流跡線解析の結果、日中も夜間も大陸を経由した空気塊でイベントが多く発生していた。(b) NPF がいつどこで発生したかを推定するため、25nm 以下の粒子の成長率から 1nm の時刻と場所を推定した。その結果、夜間発生したイベントの割合は減少したものの、まだ数例確認され、光化学反応の他に暗反応によっても発生した NPF が起こる可能性が示された。発生時刻を推定することができた 30 例は、後方流跡線解析の結果、日本の陸地上空で発生したものであることが示された（五十嵐ら、2018)。

2016 年冬から 2017 年夏季に太郎坊で観測されたデータを解析し、以下の結果を得た。(a) 141 日のうち NPF イベントが発生した日は 90 回（60.8%）であり、全て日中観測された。2017 年夏期はイベントが観測されなかったが、機器のトラブルと降雨のためである。(b) イベントのタイプを分類したところ、4 時間以上成長が続く Banana Clear（BC）型が一番多く 46 回、ばらつきが大きく成長率を求められない Banana Unclear（BU）が 35 回、2～4 時間の Banana Short（BS）型が 8 回、2 時間以下の Apple (A) 型が 1 回観測された。また BC 型は冬季と春季に多かった（大塚ら、2018)。

東京スカイツリー458m では 219 日中 NPF イベントが 99 回あり全て日中に発生していた。その内 BC 型が 36.4%、BS 型が 22.2%、A 型が 25.3%、BU 型が 16.1%であった。冬季とその他の季節とで NPF イベントの観測時刻が異なり、要因の一つとして日出時刻が考えられる。日出時刻とイベント開始時刻との関連から NPF イベントの要因の一つは光化学反応によって起こることが示された。また、冬季とその他の季節とでは卓越している大気成分が異なり、季節によって代表的な化学反応が異なる可能性が示された（佐藤丈徳ら、2018)。

雲凝結核濃度

東京スカイツリーでは NCN は日中に高く、夜間に低くなる傾向があり、κ も同様な日変化を示した（図 3)（前田ら、2018)。一方、富士山頂では明瞭な日変化は観察されなかった（図 4)(佐藤光之介ら、2018)。

2015 年～2017 年に山頂で観測した CCN 濃度を解析した結果、以下の結果を得られた。(a) CCN 特性はエアマスの輸送起源ごとに異なり、CCN 活性比は過飽和度によらず大陸起源で最大となった。これは、長距離輸送によるエアロゾルのエイジングのため粒径分布が大きい方へシフトし、CCN になりやすくなったためと考えられる。(b) 吸湿パラメータ κ の値は 0.4 程度となり、東京（前田ら、2018）や Jungfraujoch などの他のサイトに比べて高いことがわかった（図 5)。(c) CCN 活性比を用いて実大気中のピーク過飽和度を推定したところ 0.3%程度となり、Jungfraujoch など富士山と似た条件の山岳域において層雲が形成される際の過飽和度に近い値であることがわかった（佐藤光之介ら、2018)。

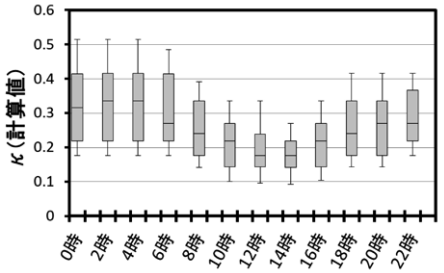


図 3　スカイツリーで測定した
吸湿パラメータの日変化

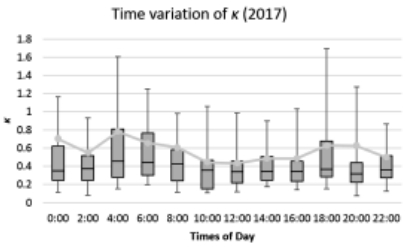


図 4　富士山頂で測定した
吸湿パラメータの日変化

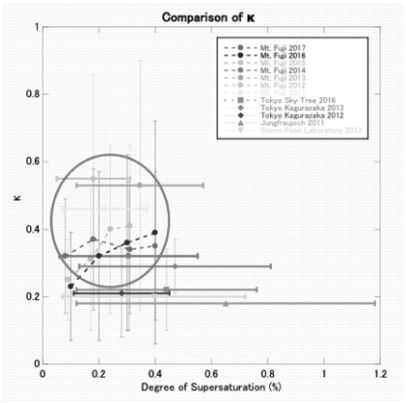


図 5　様々な場所で測定した
吸湿パラメータ

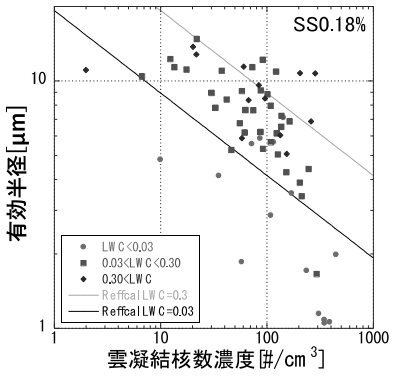


図 6　雲凝結核数濃度と雲粒の有効半径との関係
実線は LWC=0.03，0.3 の時の理論値

雲粒濃度

2017 年夏季の山頂における雲粒濃度の観測結果から以下の結果を得た。(a) 山頂でできる雲の過飽和度 0.1～0.2%であることが多かった。(b) 雲凝結核数濃度が小さいほど雲粒の有効半径が小さくなることが確認された。この関係は吸湿性パラメータには依存せず雲水量 (LWC) に依存した。理論値と比較することにより LWC の値は 0.03～0.3g/cm^3 であることが示された (図 6) (小菅ら、2018)。

個別粒子分析

2017 年夏に山頂と太郎坊においてインパクターで捕集した個別粒子を透過型電子顕微鏡とエネルギー分散型 X 線分析器を用いて、個別粒子の形態観察と元素分析を行った。鉱物は山頂、海塩類は太郎坊でよく見られた。太郎坊は海からの輸送の影響が大きいと考えられる。また、両地点とも硫酸塩の割合が多かった。特に山頂は硫酸塩と鉱物が混合したものが多かった (児玉ら、2018)。今後、新粒子イベント時に捕集したい。

謝辞

本観測は、認定 NPO 法人「富士山測候所を活用する会」が富士山頂の測候所施設の一部を気象庁から借用管理運営している期間に行われた。本研究の一部は、科研費科研費基盤研究 A(17201007 代表 五十嵐康人，2005～2007 年度)、基盤研究 C (22510019，25340017) (2010～2015 年度)、東京理科大学総合研究院山岳大気研究部門・大気科学研究部門活動経費・活動補助費 (2011～2017 年度)、東京理科大学特定研究助成金共同研究助成 (2013～2014，2016～2017 年度) の助成により行われた。

参考文献

1) Kataoka R. et al., ACPM2017, 2017
2) 五十嵐博己ら，第 2 回成果報告会要旨集，2018
3) 大塚拓弥ら，第 2 回成果報告会要旨集，2018

4）佐藤光之介ら，第 2 回成果報告会要旨集 ,2018
5）小菅愛加里ら，第 2 回成果報告会要旨集，2018
6）児玉真一ら，第 2 回成果報告会要旨集，2018
7）佐藤丈徳ら，第 2 回成果報告会要旨集，2018
8）前田麻人ら，部門第 2 回成果報告会要旨集，2018

5. 研究活動の展望

富士山での観測は、認定 NPO 法人「富士山測候所を活用する会」として活動している。気象庁から旧測候所を借りているが、2018 年度から継続申請する。

都市大気での観測は、環境省環境研究総合推進費（代表長田和雄（名古屋大学））が 2018 年度まで採択されている。東京スカイツリーでの観測は防災科学技術研究所、国立極地研究所、金沢大学との共同研究である（平成 31 年度まで)。

研究費を確保し、より一層の共同研究を進め、部門終了後に継続させたい。

参考文献

1）第 2 回成果報告会要旨集，東京理科大学総合研究院大気科学研究部門，pp86，2018
2）第 11 回成果報告会講演予稿集，認定 NPO 法人富士山測候所を活用する会，pp73，2018

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文（査読あり）

1．Misumi, R., Y. Uji, Y. Tobo, K. Miura, J. Uutake, Y. Iwamoto, T. Maezawa, and K. Iwanami,, Characteristics of Droplet Size Distributions in Low-Level Stratiform Clouds Observed from Tokyo Skytree, Journal of the Meteorological Society of Japan, (印刷中)

2．和田龍一，加藤俊吾，大河内博，岩本洋子，三浦和彦，小林拓，鴨川仁ら，山岳地域における NOx 酸化物質（NOz）計測手法の開発と実大気への応用，分析化学，(印刷中)

3．中島健，仲吉信人：定点観測と移動観測による複数の平均放射温度測定手法の精度検証，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.74，No.4，pp.I-241-I-246,2018.

4．Nojima, M., Imaging mass spectrogram using rotating electric fields mass spectrometer, Global Journal of Nanomedicine, 2 (5) 555596 01-03 (2017)

5．Sinha, P. R., T. Mori, et al., Seasonal progression of the deposition of black carbon by snowfall at Ny-Ålesund, Spitsbergen. J Geophys. Res. Atmos., 123, DOI. 10.1002/2017JD028027, 2018.

6．Uchiyama, R.; Okochi, H.; Katsumi, N.; Ogata, H. (2017) The impact of air pollutants on rainwater chemistry during "Urban-induced heavy rainfall" in downtown Tokyo, Japan, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, DOI:10.1002/2017JD026803.

7．Kinase, T., Kita, K.; Igarashi, Y., Adachi, K., Okochi, H., Zaizen, Y., et al., (2018) The seasonal variations of atmospheric 134, 137Cs activity and possible host particles for their resuspension in the contaminated areas of Tsushima and Yamakiya, Fukushima, Japan, Progress in Earth and Planetary Science, 2018 5:12 https://doi.org/10.1186/s40645-018-0171-z

8．長田和雄ら，大気中アンモニア濃度の急増イベントー雨滴や露の蒸発との関係ー，大気環境学会誌，2018，印刷中.

9．財前祐二ら，冬季から初春季につくばで測定されたエアロゾル吸湿パラメータ κ の変化，エアロゾル研究，33，5-11

10. Oishi, Y., T. Y. Nakajima, et al., 2017: The impact of different support vectors on GOSAT-2 CAI-2 L2 cloud discrimination. Remote Sensing, 9., doi:10.3390/rs9121236.

11. Adachi, K., et al., (2018) Volume changes upon heating of aerosol particles from biomass burning using transmission electron microscopy. Aerosol Science and Technology: 52:1, 46-56, DOI: 10.1080/02786826.2017.1373181

12. Nakayama, T., S. Kato, et al., Missing Ozone-Induced Potential Aerosol Formation at a Suburban Deciduous Forest, Atmospheric Environment, 171, 91-97, doi:10.1016/j.atmosenv.2017.10.014, 2017

13. Wang, Z., H. Kobayashi, et al., Significant impacts of heterogeneous reactions on the chemical composition and mixing state of dust particles: A case study during dust events over northern China, Atmospheric Environment, 159, doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.03.044 83, 91, 2017.

14. T. Sakurai, T. Suzuki, M. Yoshioka: Model Evaluation based on a Relationship Analysis between the Emission and Concentration of Atmospheric Ammonia in the Kanto Region of Japan, Journal of Atmospheric Environment, Vol.12, No.1, pp 59-66 (2018)

15. Miyakawa, T., F. Taketani, et al., Alteration of the size distributions and mixing states of black carbon through transport in the boundary layer in east Asia, Atmos. Chem. Phys.(2017),17, 5851-5864, doi.org/10.5194/acp-17-5851-2017.

16. Schmale, J., Iwamoto, Y., Matsuki, A., et al.,(2018) : Long-term cloud condensation nuclei number concentration, particle number size distribution and chemical composition measurements at regionally representative observatories, Atmospheric Chemistry Physics, 18, 2853-2881, 2018.

17. Asano H., et al., Highly Time-Resolved Atmospheric Observations Using a Continuous Fine Particulate Matter and Element Monitor, ACS Earth and Space Chem., 1, 580-590, 2017
18. Kudo, R., K. Aoki, et al., Remote sensing of aerosol optical properties and solar heating rate estimated by the combination of sky radiometer and lidar measurements, International Radiation Symposium, International Radiation Symposium, AIP Conference Proceeding 1810, 060002 (2017), 2017, doi:http://dx.doi.org/10.1063/1.4975518
19. DeMott, P. J., Y. Tobo, et al., Comparative Measurements of Ambient Atmospheric Concentrations of Ice Nucleating Particles Using Multiple Immersion Freezing Methods and a Continuous Flow Diffusion Chamber, Atmospheric Chemistry and Physics, 17, 11227-11245, 2017.
20. L. Kantha, M. Yabuki, et al., Shigaraki UAV-Radar Experiment (ShUREX2015) : Overview of some preli minary results, Progress in Earth and Planetary Science, 4:19, doi:10.1186/s40645-0 17-0133-x, 2017.

著書

1．空気中に浮遊する放射性物質の疑問, 五十嵐康人, 長田直之, 福津久美子, 日本エアロゾル学会編（編集委員長, 三浦和彦), 成山堂書店, pp 148, 2017.12.8
2．三隅良平, 雨はどのような一生を送るのか：降る前から降った後までのメカニズム, ベレ出版, pp 307, 2017.6.25

招待講演

1．野島 雅：日本発・新型質量分析器について, 2017 年度 WECS 会, 早稲田大学 西早稲田キャンパス 55 号館 N 棟 1 階大会議室, 2017 年 6 月 17 日
2．大河内 博：2017 年 11 月 22 日, 中部大学・公益財団法人日比科学技術振興財団主催「公開講演会」『世界遺産・富士山頂で地球大気環境を調べる』
3．櫻井 達也：「船舶排ガス規制による大気質改善効果の評価」自動車技術会大気環境技術・評価部門委員会（2017 年 11 月）
4．Matsuki, A., Iwata, A., Tadokoro, K., Ito, K. and Mizukami, T., Investigation on the ice nucleation activity of Asian dust. Symposium: Frontiers of Atmospheric Aerosol Studies: Toward the Understanding of the Health and Climatic Effects, Nagoya University, Nagoya, Japan (2018.1.23-24).

広報

1．三浦和彦：RESEARCH AT THE TOP OF MOUNT FUJI, HIGHLIGHTING Japan, CABINET OFFICE OF JAPAN, Vol.116, 22-23, JANUARY 2018
2．西川雅高：TBS ラジオ「セッション 22」(2017 年 5 月 12 日）に出演
3．森 樹大：山の施設の教育活動, 実業之富山 2 月号, P34-35, 2018 年 2 月 5 日
4．青木一真（2017, 2018), 大学教授のひとりごと①～⑪ 実業之富山, 第 72, 73 巻
5．大河内 博：2018 年 2 月 15 日, BS ジャパン・科学ミチル・『ゲリラ豪雨に挑む』に出演
6．中島孝：日経産業新聞取材,「テクノトレンド」気候変動予測のカギ（2017/4/14 掲載）
7．三隅良平：「東京スカイツリー, 実は世界が注目する観測拠点だった 雨・雷データ収集」, 日刊工業新聞, 2017.8.21, https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00439901
8．松木 篤：北國新聞 2018 年 3 月 7 日に黄砂の氷晶核能に関する研究成果を紹介する記事掲載
9．岩本洋子：2018 年 1 月 25 日, 広島大学の若手研究者に聞く「研究テーマはエアロゾル（微粒子)」, ザ・ウイークリー・プレスネット, p.11

受賞

1．野島 雅, 堀田昌直：第 23 回 榊技術賞 新しい原理を用いた回転電場質量分析器の開発, 日本学術振興会マイクロビームアナリシス 第 141 委員会, 2017 年 8 月 29 日

２．齋野広祥（速水研 D2），速水洋，三浦和彦 大気環境学会論文賞（学生・若手部門）2017 年 9 月 7 日，大気環境学会誌，51（3），153-160，2016「微小粒子状物質中の炭素成分分析における正のアーティファクトの影響評価」
３．吉末百花（三浦研 M2）日本地球惑星科学連合 2017，Outstanding Student Presentation Award in the Atmospheric and Hydrospheric Sciences Section，2017 年 5 月 23 日@横浜「北太平洋とその縁辺海で採取された海洋性エアロゾルの個別粒子分析」
４．佐藤光之介（三浦研 M2）The 10th Asiasn Aerosol Conference，Excellent Poster Presentation Award，2017 年 7 月 5 日@済州島“Characteristics of Cloud Condensation Nuclei at the Summit of Mt. Fuji（Japan，3776m a.m.s.l.）During Summer Season”
５．吉末百花（三浦研 M2）The 10th Asiasn Aerosol Conference，Excellent Poster Presentation Award，2017 年 7 月 5 日@済州島“Individual Particle Analysis of Marine Aerosols Collected over the North Pacific around the Izu Islands during Summer”
６．桃井裕広（三浦研 M1）2017 Symposium on Atmospheric Chemistry and Physics at Mountain Sites，Outstanding Student Research Award，2017 年 11 月 10 日@御殿場，“Observation of columnar aerosol optical properties by Sky-radiometer from 2014 to 2016 at the middle of Mt. Fuji，Japan”
７．中村恵（早大大河内研 M2）2017 Symposium on Atmospheric Chemistry and Physics at Mountain Sites，Outstanding Student Research Award，2017 年 11 月 10 日@御殿場，“Observation of cloud water chemistry in the free troposphere and the atmospheric boundary layer on Mt. Fuji（4）”
８．吉末百花（三浦研 M2）AGU fall meeting Student Travel Grant，American Geophysical Union fall meeting 2017，2017/12/11-15

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。そこで、都市大気に関しては東京スカイツリー458m で、山岳大気に関しては富士山頂にある気象庁旧測候所において観測した。山頂で測定した吸湿パラメータの値は約 0.4 となり、スカイツリーや Jungfraujoch などの他のサイトに比べて高いことがわかった。

仲吉　信人

「都市気象の測定システムの開発」

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

永野　勝裕

「富士山頂に輸送されるラドンの起源とその変動要因」

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

西川　雅高

「黄砂をはじめとする長距離輸送エアロゾルの化学的特徴」

日本に飛来する黄砂の発生源は北東アジア地域の砂漠乾燥地帯である。発生源表層土中の化学組成と日本に飛来した黄砂エアロゾルの化学組成を比較し、その類似性を探った。タクラマカン砂漠、ゴビ砂漠など複数の発生源土壌において Al 相対濃度のばらつきが小さい元素は Ba であり、Ba は 10 例以上の黄砂エアロゾルにおいても同様にばらつきが少ない元素であることが判った。黄砂エアロゾルの新指標元素と考えられた。

野島　雅

「エアロゾルのような巨大質量を対象とした質量分析器の開発」

本研究は、野島らが開発してきた回転電場型質量分析器を巨大質量分析に応用することを目的する。飛行時間を用いた質量分析法は、イオン励起源あるいは励起イオンをパルス化する必要がある。これには、パルス時間に対して数 1,000～100,000 倍以上のイオン飛行時間が必要であるため、計測時間が、実質上ほぼ飛行時間に費やされている。したがって、巨大質量の迅速な構造解析を実現する質量分析法の開発を推進している。

森　樹大

「東アジア下流域で長期地上観測した BC 湿性沈着フラックスの季節変動」

ブラックカーボン（BC）粒子は太陽光を効率よく吸収し大気を加熱するため、BC 質量濃度の時空間分布を明らかにすることは重要である。特に東アジア域は、BC 粒子の大放出源であることから、本研究では東アジアの汚染空気塊の下流域において大気中と降水中 BC 質量濃度の長期同時観測を行った。沖縄県辺戸岬では春季に最も BC 粒子が降水除去される一方、日本海側に位置する越前岬や八方尾根では冬季に最も除去された。

橋本　巌

「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」

富山大学屋上、立山・浄土山南峰山頂付近（標高 2839m）にある富山大学立山施設などにおいて、雲・エアロゾルの太陽放射観測や気象観測などを行っている。これらの観測サイトにより高低差の 3000m の観測から越境する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

「福島県内の放射性汚染の観測研究」

福島県内の放射性汚染の大きな地域において大気中の放射性セシウム（Cs）の季節変動や発生源の変化について研究を進めている。その結果、人為活動が減少している立ち入り制限区域では、土ぼこりによる Cs 再浮遊が不利な夏季に Cs 濃度上昇が見出され、その発生源を追及している。その結果、森林生態系に広く分布し Cs を濃縮する真菌類が胞子放出によって Cs 再浮遊に寄与するのではないかという仮説に到達している。

大河内　博

「都市大気および山岳大気におけるガス-エアロゾル-雲-降水相互作用に関する研究」

ガス-エアロゾル-雲-降水相互作用の解明は、大気汚染物質の動態、エアロゾル間接効果、山間部および都市型豪雨の生成を解明する上で重要である。そこで、都市大気は早稲田大学西早稲田キャンパス 51 号館屋上（70m）で、山岳大気は富士山頂および富士山南東麓で観測した。富士山麓で酸性物質のガス、エアロゾル、雲分配を調べたところ、硝酸成分では平均 8 割が雲に取り込まれていることが分かった。また、都市域における局地的短時間大雨の生成には二次生成粒子が関与していることが分かった。

長田　和雄

「都市域および非都市域、立山での大気エアロゾルに関する研究」

都市域としては名古屋と東京でアンモニアや硝酸ガスとエアロゾル成分濃度の通年観測を、非都市域としては鳥取で粒径別エアロゾル質量濃度の連続観測とテープろ紙への試料採取、立山では粒径別エアロゾル個数濃度の長期連続観測をそれぞれおこなっている。広域でのエアロゾル濃度変化を鳥取や立山での観測により捉えつつ、都市域での濃度上昇時に越境汚染がどのように影響しているか明らかにしたいと考えている。

財前　祐二

「エアロゾルの生成・成長と雲生成への影響に関する研究」

雲核として作用するエアロゾルの多くは、大気中で生成される２次粒子であるが、新粒子生成から雲核能をもつにいたるには、サイズで 1-2 桁、体積で 3-4 桁の成長が必要である。この過程での、エアロゾル粒子の物理的性質や化学組成、混合状態の変化はよくわかっていない。氷晶核については、さらに未解明な点が多い。この研究では、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等により調査を行った。新粒子生成は夏季に活発であるが、冬季にも頻繁に起こっていること、微小な 2 次粒子の吸湿特性はばらつきが大きいが、成長するにつれて、κ の値は 0.2-0.3 程度に近づく傾向があることなどがわかった。

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」

近年の大気リモートセンシング技術の発展は目覚ましい。物理手法を用いることにより衛星観測値から雲特性を推定することが可能になり、また得られた雲特性を元に地上に到達する日射量を計算することが可能になった。「ひまわり」衛星を用いた日射量推定においては、RMSE=45-108W/m^2の精度で日射量が推定できることが分かった。また、雲移動ベクトル手法を用いることで、6時間程度先までの日射量の予測を行った。今後は予測日射量の検証を行う予定である。

速水　洋

「都市大気汚染鉛直構造に関する研究」

東京スカイツリーを利用して地上と上空2地点で大気質の連続観測を行い、鉛直構造の把握と形成要因を解明する。

三隅　良平

「東京スカイツリーを利用した下層雲の雲粒粒径分布に関する研究」

雲粒スペクトロメータを東京スカイツリーの高度458mに設置して、下層雲の雲粒粒径分布の連続観測を行っている。ドリズルを含まない下層雲における雲粒数濃度（N_c）、雲粒平均直径、雲粒有効直径の平均値はそれぞれ213cm^{-3}、7.3μm、9.5μmであり、過去に報告された大陸性下層雲の値に近いことがわかった。

向井　人史

「富士山頂での二酸化炭素の測定」

2009年7月から毎日JST22-24時に富士山頂の大気中CO_2濃度測定を行っている。これまで得られた約7年間の観測結果と、北半球のCO_2濃度平均値と考えられるMauna loaで観測されたCO_2濃度、ならびに民間旅客機を利用して大気中CO_2濃度の観測を行っているCONTRAILで得られた富士山頂付近のCO_2濃度との比較を行い、富士山頂のCO_2濃度について論じた。

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は発生源や移送過程に応じて様々な組成、形態、混合状態をしており、その個別粒子の詳細な状態はエアロゾルの気候や気象影響にとって重要である。そのため、様々な環境で採取されたエアロゾル粒子を主に電子顕微鏡を使った分析を行い、その環境影響を研究している。

加藤　俊吾

「富士山頂での夏季における一酸化炭素・オゾン・二酸化硫黄濃度の観測」

富士山頂で夏季に大気微量成分の観測をおこなった。越冬観測やポータブルシステムにしての観測に向けたテストとして、小型･小電力のセンサーによる大気微量成分の測定も同時に行った。小型センサーでの測定は富士山頂においてもオゾンと一酸化炭素は大よそ可能であった。二酸化硫黄については検出が困難であるが、火山性ガスの影響をうける大涌谷での観測から、近傍からの火山性ガスは検出できることが分かった。

小林　拓

「偏光OPC観測ネットワークによる越境輸送微粒子の観測」

大気エアロゾルは自由対流圏を通じ越境輸送され、地球の放射収支や人間の健康に影響を与えることが示唆されている。そのため、自由対流圏中の越境輸送微粒子の量や組成などの動態を把握することが求められている。時間的空間的に規模の大きい越境輸送イベントを捉えるためには、多地点での観測が有効である。そこで、自由対流圏の観測に適した富士山頂および木曽駒ヶ岳千畳敷カールにおいて偏光OPCを用いた観測を実施した。

櫻井　達也

「大気アンモニアを対象とした排出構造と大気中濃度の相互関係に基づくモデル再現性評価」

本研究室では首都圏の 5 か所においてパッシブサンプラーによる同時観測を実施している。2015 年度の観測値を対象に行ったモデル再現計算では、モデルは観測されたアンモニア濃度を夏季に過大、冬季に過小評価する傾向を示した。そのため、夏季の排出強度を農業起源および人為起源ともに過大評価している可能性が示唆された。アンモニアの再現性は二次粒子の再現性に大きく関与するため、今後、アンモニア排出量に含まれる不確実性を評価することが必要と考えた。

竹谷　文一

「北極海上におけるブラックカーボン船上観測」

北極域において、ブラックカーボン（BC）がその光吸収特性から、大気を加熱する効果に加え、雪氷上に沈着し、氷融解を促進する可能性が指摘され、北極域の環境変動に大きく寄与する可能性が示唆されているが、その情報が乏しい。我々は 2017 年の 9 月に研究船「みらい」で洋上観測を実施した結果、北緯 70 度以上の BC の平均質量濃度は 3.2±5.5ng/m^3 であった。過去 3 年間（2014-2016 年）の同時期で観測では BC 質量濃度は 1.0ng/m^3 程度であり、今年度はこれまでの観測値の平均よりも高いことが明らかとなった。

松木　篤

「能登半島における大気エアロゾルの長期観測」

中部日本に飛来するバックグラウンドエアロゾルを観測する上で優れた地域代表性を持つと考えられる能登半島先端において長期的な観測を行っている。文科省の共同利用・共同研究拠点でもある能登の観測拠点を通じ、外部研究機関との共同研究推進に力を入れている。能登で複数年にわたり観測された大気エアロゾルの粒径分布を解析した結果、新粒子生成の発生頻度に季節性がみられ、特に 5 月と 11 月に高い傾向が明らかになった。

浅野　比

「山口県山陽小野田市におけるエアロゾルの研究」

山口県はアジア大陸と近く、越境汚染の影響を受けやすい場所にある。粒子状物質や PM2.5 について質量濃度測定は連続的に行われているが、エアロゾルの影響についてより詳細な議論をするためには、その成分についても分析する必要がある。本研究では山口県山陽小野田市にて大気中の粒子状物質を捕集し、イオンクロマトグラフィーなどによる成分分析を行い、越境汚染やローカルな影響について調査する。

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」

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を行っており、これまでの研究航海で得られた海洋大気エアロゾルの粒径分布・雲核特性に関するデータ解析や個別粒子分析を行った。外洋域の大気エアロゾルの雲核特性は、無機塩だけでなく、吸湿性の低い有機物を考慮しないと説明できない場合があることがわかった。アジア大陸の風下にあたる東シナ海や本州南岸域では、硫酸塩と内部混合した鉄含有粒子が偏在することがわかった。

工藤　玲

「エアロゾル組成の地上・衛星リモートセンシングに関する研究」

エアロゾルは、砂漠や都市等の地域によって、また森林火災等のイベントによって、排出される種類が異なる。このような変動を捉えるため、地上分光放射観測や、衛星ライダー・イメージャによって、エアロゾルの組成を推定するリモートセンシング手法を開発した。つくば市の地上観測では、春にダスト、冬に黒色炭素の比率の増加が見られた。また、衛星の全球解析では、砂漠域のダスト、森林火災に伴う黒色炭素等の分布が得られた。

齊藤　伸治

「関東平野の都市型 PM2.5 発生要因に関する研究」

都市を中心に発生する PM2.5 高濃度化現象の実態把握と原因解明を目指し、東京湾沿岸部（江東）と内陸部（野田）において PM2.5 及び関連物質の連続観測を実施した。秋冬においてはガス状、粒子状の硝酸とアンモニアの観測を実施し、平衡濃度積との比較により硝酸アンモニウムの生成条件について検討した。

當房　豊

「東京スカイツリーを利用した都市大気中での氷晶核のモニタリング観測」

大気中における氷晶核の存在は、氷点下で形成される雲の光学的特性や寿命などに非常に大きな影響を及ぼす。都市大気中でのエアロゾル粒子の氷晶核特性について明らかにするため、2016 年 8 月より東京スカイツリー（高度 458m 地点）にて、氷晶核のモニタリングを開始した。2016 年のデータを解析したところ、10～12 月になると、－15℃以上の温度条件下において活性を示す氷晶核の数濃度が増加する傾向が確認された。

矢吹　正教

「地上リモートセンシングによる山岳域・森林域上空の大気の鉛直構造の観測」

大気成分の拡散・輸送過程の理解において大気の鉛直構造を把握することは重要である。本課題では、ライダー等によるエアロゾル・雲や気象要素の鉛直分布観測を基礎として、山岳域・森林域上空の大気境界層や自由対流圏内の大気層構造の特徴について調べた。

超分散知能システム研究部門

超分散知能システム研究部門について

1. 概要

本研究部門の前身である次世代データマイニング研究部門では、応用分野を医療・生命系に絞り、人工知能や統計学を専門とする研究組織の下で次世代データマイニングソフトウェアの研究開発を進めてきた。その過程で、これらのソフトウェアの性能を十分発揮するためには、従来の処理方法では限界が見えてきた。ビッグデータをより効率的に処理し、新たな技術革新を生み出すためには、一層の並列化と分散化を進める必要がある。超分散知能システム研究部門では、次世代データマイニング研究部門の成果を発展させるとともに、これから生じた性能上の問題を基に、新しい並列分散処理法を開発する。具体的には、言語処理系、並列分散アルゴリズム、ネットワークプロトコルといった基盤部における効率化を進めるとともに、生物の内部システムや社会性生物から得られる知見を基にした発見的手法に基づく新しい並列分散モデルを開発し、データマイニングを含め、画像処理、機械学習、ロボットシステム、ソフトウェア工学ツールといった多方面への応用に取り組む。

2. 部門の構成と施設設備

2. 1. 部門の構成

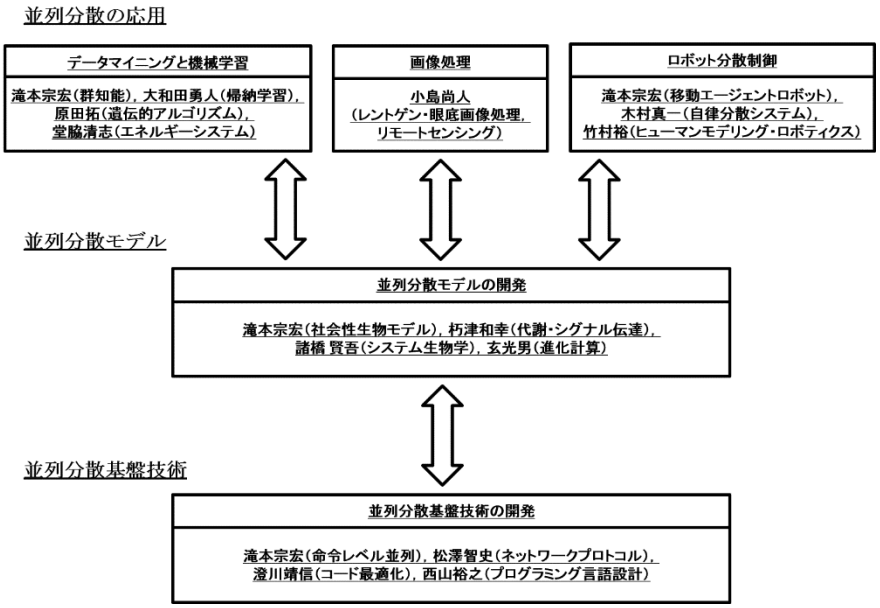


図 1　超分散知能システム研究部門の構成

本部門は、次世代データマイニング研究部門の成果と協力関係を引き継ぐとともに、新しい応用を設定し、これらの性能上の問題を探りながら、高度な並列分散処理の実現を進める。その際、並列分散の問題に、図 1 に示す「応用」、「モデル」、「基盤技術」の 3 階層の立場から取り組み、知見を統合した最良の解決法を与えることを目指す。

(1) 並列分散の応用

応用の階層では、「データマイニングと機械学習」、「画像処理」、「ロボット分散制御」の 3 つの並列分散システムを、応用として設定し、それぞれのシステムに精通した研究部門研究者（滝本、大和田、小島、木村、堂脇、竹村、原田）がもつ知見から性能上の問題点を探り、応用から並列分散処理の課題を探る。

(2) 並列分散の基盤技術

基盤技術の階層では、「プログラミング言語」、「言語処理系」、「ネットワーク」の 3 つの分野に精通した研究部門研者（滝本、松澤、西山、澄川）によって、並列分散処理の基盤技術における直接的な性能向上を進める。

(3) 並列分散モデル

モデルの階層では、基盤技術によって得られた成果を応用に適用するとともに、研究部門研究者（滝本、玄、朽津、諸橋）の「進化計算」、「生物の内部システム」、「システム生物学」の知見を基にした、基盤技術と応用をつなぐ新しい並列分散モデルの開発を進める。

2. 2. 施設設備

(1) 分散サーバ

革新的技術開発・緊急展開事業（先導プロジェクト）で、乳用牛のホルモン量や活動量と発情期の関係を解析するために、分散計算サーバとして、高性能 PC（CPU：Core i7 6Core）を 30 台導入している。現在、分散学習可能な ILP システムが、稼働しており、発情期予測に向けて、データ解析を進めている。

図 2　GPGPU 並列計算サーバマシン

(2) GPGPU 並列計算サーバ

革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）で、乳用子牛の哺乳方法と成長の度合いの関係を解析するために、計算用サーバとして、高性能 GPGPU マシン 5 台、Pascal Tesla P100（GPU：P100×1, CPU：6Core×2)×3、Pascal Titan X (GPU：Titan X, CPU：6Core×2)×2 を導入している。現在、GPU 上で並列学習が可能な ILP を目指して、本サーバ上での実現を進めている。

3. 各研究グループの活動報告

平成 29 年度は、マサチューセッツ大学ボストン校の Jun Suzuki 先生をお招きして講演会を実施した。年度の終り(3/26(月))には、超分散知能システム研究フォーラムを開催し、研究部門メンバの平成 29 年度成果報告を行い、研究成果概要集（図 3）としてまとめるとともに、今後の共同研究の可能性を検討した。

研究活動としては、農林水産省からの大型受託研究として、搾乳ロボットおよび哺乳ロボットを用いた乳牛の飼養高度化の研究を進めるとともに、新たにドローンを用いた放牧高度化の研究を開始した。

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」グループ

革新的技術開発・緊急展開事業（先導プロジェクト）として、「次世代型ロボットによる視覚・体内から捉える飼養管理高度化システムの開発～搾乳ロボット及びセンシング技術の活用による個体情報高度活用システムの開発に向けて」の研究を進めている。平成 29 年度の成果としては、乳牛の生乳の分析結果への帰納論理プログラミング（ILP）の適用によって、学習を進め、発情期予測精度を向上させた。また、3 次元データから各乳牛の体型を取得し、基準と照合することによって、BCS（ボディ・コンディション・スコア）を自動認識するシステムを実現した。

3. 2.「哺乳ロボットを用いた飼養高度化」グループ

革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）「酪農生産基盤強化に向けた個体別哺乳ロボットと飼養管理データの高度活用による乳用子牛等の精密哺乳・哺育システムの開発・普及」の研究を進めている。平成 29 年度の成果としては、協力牧場に設置済みの哺乳ロボットにサーモグラフィを取り付けることによって拡張した。今後、サーモグラフィから得られる子牛の体温情報と哺乳状況を、健康状態と関連づけることによって、早期に体調悪化を検出するシステム実現する予定である。

3. 3.「ドローンを用いた放牧育成高度化」グループ

革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）「ICT・ロボット・AI を活用した生涯生産性向上を可能とする乳用牛放牧育成技術の開発」の研究を、平成 29 年度から開始した。

4. 研究活動の展望

農林水産省からの 3 つの受託研究を確実に進めるとともに、新しい共同研究の枠組みを探る。特に、情報と応用生物の間で共同研究の可能性がある、現在は、応用生物における問題を人工知能技術で解明する方向の研究を主に行っているが、分子通信分野のように、応用生物の知見を情報科学に応用する点についても議論を深める必要がある。また、農林水産省受託研究で得られた成果は、エネルギープラントのモデル作成に応用できる可能性がある。

5. むすび

本研究部門では、3 階層に分かれた研究開発を進めながら、図 4 に示す相互に結びついた研究コミュニティによって、他の階層の成果や知見を互いに利用し、複数階層に渡る一体化した問題解決や性能向上を目指している。現在、応用領域での協調は進んでいるものの、基盤技術やモデル領域における協調が深まっていない状況である。今後、外部から異なるアプローチによる知見を導入しながら、より広い見地から協調の可能性を探って行かなければならない。

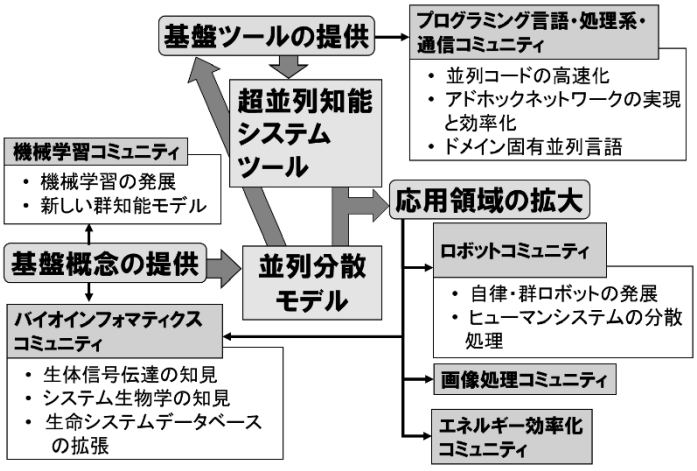


図 4　研究コミュニティの相互関係

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1. Study on Metal Hydride Performance for Purification and Storage of Bio-H_2, Saori Ashida, Noboru Katayama, Kiyoshi Dowaki and Mitsuo Kameyama, Journal of the Japan Institute of Energy, Vol.96, pp.300-306 (査読有)
2. A System Analysis of Storage Alloy for Bio-H_2 in Consideration of the Purification Performance, Kiyoshi Dowaki, Noboru Katayama, Taira Nagaishi, Shohei Kuroda and Mitsuo Kameyama, Journal of the Japan Institute of Energy, Vol.96, pp.266-272 (査読有)
3. Hybrid Evolutionary Optimization with Learning for Production Scheduling: State-of-the-Art Survey on Algorithms and Applications, L. Lin and M. Gen: International J. of Production Research, vol.56, no.1-2, 193-223, 2018.(査読あり)
4. Hybrid particle swarm optimization combined with genetic operators for flexible job-shop scheduling under uncertain processing time for semiconductor manufacturing, T. Jamrus, C-F Chien, M. Gen, and K. Sethanan: IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, vol.31, no.1, pp.32-41, 2018.(査読あり)
5. Recent Advances in Hybrid Evolutionary Algorithms for Multiobjective Manufacturing Scheduling, Mitsuo Gen, W. Q. Zhang, L. Lin, and Y. S. Yun, Computers & Industrial Engineering, vol.112, pp.616-633, 2017.(査読あり)
6. Effective multiobjective EDA for bi-criteria stochastic job-shop scheduling problem, X.C. Hao, M. Gen, L. Lin and G.A. Suer, 2017: Journal of Intelligent Manufacturing, vol.28, no.3, pp.833-845.(査読あり)
7. Embedding ant system in genetic algorithm for re-entrant hybrid flow shop scheduling problems with time window constraints, C. Chamnanlor, K. Sethanan, M. Gen and C-F Chien, 2017: Journal of Intelligent Manufacturing, vol.28, no.8, pp.1915-1931.(査読あり)
8. An effective hybrid evolutionary algorithm for stochastic multiobjective assembly line balancing problem, W. Q. Zhang, W. T. Xu, G. Liu and M. Gen, 2017: Journal of Intelligent Manufacturing, Vol.28, No.3, pp.783-790.(査読あり)
9. Optimal Path Planning Considering Robustness Based on the Form of the Travel Time Function, Kensuke Takami, Taku Harada, Proceedings of the SICE Annual Conference 2017, pp.45-50, 2017.(査読有)
10. Document-based Programming System for Seamless Linking of Satellite Onboard Software and Ground Operating System, Shinichi Kimura, Yuki Asakura, Hiroaki Doi and Masahiro Nakamura, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.29, No.5, pp.801-807 (査読有)
11. Quick Report on On-Board Demonstration Experiment for Autonomous-Visual-Guidance Camera System for Space Debris Removal, Shinichi Kimura, Yuta Horikawa, and Yasuhiro Katayama, The 31st ISTS Special Issue of Transaction of JSASS, Aerospace Technology Japan, (in press) (査読有)
12. Space Education Program of the Tokyo University of Science: A trial for hands-on space education by using realistic materials, Shinichi Kimura, Ichiro Ueno, Hideyuki Suzuki, Tomoaki Tatsukawa, Kozo Fujii, Makoto Yamamoto, and Chiaki Mukai, 68th International Astronautical Congress (IAC), Adelaide, Australia, IAC-17,E1,3,10. (査読有)
13. Sensitivity and reliability analysis on estimation procedures of unobserved trigger factor for landslide hazard mapping, Hirohito Kojima, Yosuke Sekine, Tomoya Tsuruta and Syoma Miyano, Proceedings of The International Symposium on Remote Sensing 2017, p.328～331, 2017.5.(査読無)

14. Autophagy-mediated regulation of phytohormone metabolism during rice another development, Kurusu T, Koyano T, Kitahata N, Kojima M, Hanamata S, Sakakibara H, Kuchitsu K, Plant Signaling & Behavior 12巻 pp e1365211, 2017 (査読有)
15. Environmental impact and nutritional improvement of elevated CO_2 treatment: A case study of spinach production, Seo Y, Ide K, Kitahata N, Kuchitsu K, Dowaki K, Sustainability 9巻 pp 1854, 2017 (査読有)
16. rgs-CaM Detects and Counteracts Viral RNA Silencing Suppressors in Plant Immune Priming, Jeon EJ, Tadamura K, Murakami T, Inaba J-I, Kim BM, Sato M, Atsumi G, Kuchitsu K, Masuta C, Nakahara KS, Journal of Virology, 91巻 pp e00761-17, 2017 (査読有)
17. Stomatal Closure and Rise in ROS/NO of Arabidopsis Guard Cells by Tobacco Microbial Elicitors: Cryptogein and Harpin, Gayatri G, Agurla S, Kuchitsu K, Anil K, Podile AR, Raghavendra AS, Frontiers in Plant Science, 8巻 pp 1096, 2017 (査読有)
18. Sensors make sense of signalling, Webb A, Kuchitsu K, Kwak JM, Pei ZM, Iida H, Plant & Cell Physiology, 58巻 pp 1121-1125, 2017 (査読有)
19. "Fusion" in fertilization: interdisciplinary collaboration among plant and animal scientists, Yamato KT, Kuchitsu K, Journal of Plant Research, 130巻 pp 419-421, 2017 (査読有)
20. Autophagy, programmed cell death and reactive oxygen species in sexual reproduction in plants, Kurusu T, Kuchitsu K, Journal of Plant Research, 130巻 pp 491-499, 2017 (査読有)
21. Information Exchange on MANET for Efficient Evacuation, Asuka Ohta, Tomofumi Matsuzawa, Masayuki Takeda, Journal of Communications and Network (CN), Scientific Research Publishing, Vol.10 No.8, August 2017.(査読有)
22. Parallel Inductive Logic Programming System for Superlinear Speedup, Hiroyuki Nishiyama and Hayato Ohwada, Inductive Logic Programming, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), LNAI10759, pp.112-123, 2018.(査読有)
23. Status Discrimination of Dairy Cows using Activity Meter and Machine Learning, Yusuke Ono, Hayato Ohwada and Hiroyuki Nishiyama, Proc. of the 33rd International Conference on Computers and Their Applications (CATA-2018), pp.15-20, 2018.(査読有)
24. A Labeling Method Using EEG for Dozing Prediction by Facial Expression Recognition Technology, Daichi Naito, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama, Proc. of the 33rd International Conference on Computers and Their Applications (CATA-2018), pp.75-79, 2018.(査読有)
25. Server Failure Detection System Based on Inductive Logic Programming and Random Forest, Takuma Shimada, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama, Proc. of the 33rd International Conference on Computers and Their Applications (CATA-2018), pp.158-162, 2018.(査読有)
26. Estimation of Cognitive Distraction from Driver Gazing, Akira Yoshizawa, Hirotoshi Iwasaki, Hiroyuki Nishiyama, Fumio Mizoguchi, International Journal of Software Science and Computational Intelligence, Vol.9, Issue 2, pp.50-60, 2017.(査読有)
27. Automatic Measurement and Determination of Body Condition Score of Cows Based on 3D Images Using CNN, Masahiro Shigeta, Reiichirou Ike, Hiroshi Takemura, and Hayato Ohwada, Journal of Robotics and Mechatronics Vol.30 No.2, pp.206-213, 2018.(査読有)

著書

1．“Proceedings of the Eleventh International Conference on Management Science and Engineering Management”, J.P. Xu, M. Gen, A. Hajiyev, and F. Lee, Eds, pp 1871, Springer, Cham, Switzerland, 2017.
2．“Cellular Manufacturing Systems: Recent Development, Analysis and Case Studies”, G. Suer and M. Gen, Eds., pp 615, Nova Science Publishers, New York, 2018.

３．理工系の基礎，土木工学，土木工学編集委員会，東京理科大学・理工学部土木工学科・全教員共著，全 191 頁，丸善出版，2018 年 3 月
４．Sensors and Sensing in Plants (Special Focus Issue of Plant & Cell Physiology), Webb A, Kuchitsu K, Kwak JM, Pei ZM, Iida H 編, Oxford University Press, 2017
５．Fusion in Fertilization: Interdisciplinary Collaboration among Plant and Animal Scientists (Special Issue of Journal of Plant Research), Yamato KT, Kuchitsu K 編, Springer, 2017

招待講演

１．“Advances in Hybrid Genetic Algorithms for Intelligent Transport Systems”, Mitsuo Gen, Plenary talk at the Sixteenth International Conference on Information and Management Sciences, Urumqi, China, Aug.4-8, 2017.
２．“Hybrid Metaheuristics for Semiconductor Scheduling”, Mitsuo Gen, Tutorial talk at the 11th International Conference on Simulated Evolution and Learning (SEAL 2017), ShenZhen, China, Nov.10-13, 2017.
３．“Hybrid Evolutionary Algorithm for Semiconductor Manufacturing Scheduling”, Mitsuo Gen, Invited talk at the 43th Conference on Uncertainty Theory, Tsinghua University, Beijing, China, Dec.9-10, 2017.
４．“Advances in Hybrid Evolutionary Optimization with Learning for Manufacturing Scheduling”, Mitsuo Gen, Keynote talk at International Symposium on Semiconductor Manufacturing Intelligence, National Tsing Hua University, Hsinchu, Taiwan, Feb.7-9, 2018.
５．“Hybrid Multiobjective Evolutionary Algorithms and Dynamic Train Scheduling”, Mitsuo Gen, Invited talk at SOFT ECOmp 研究会 九州工大天神オフィス, Feb.28, 2018.
６．“Solving Train Scheduling Problem by using Parallel Multiobjective Genetic Algorithm with pyCUDA”, K. Nitisiri, M. Gen, & H. Ohwada, International Conference on Advancing Frontiers in Operational Research: Forward Toward Sustainable World, pp.152.1-152.7, Kolkata, India, 2017.
７．“Solving Train Scheduling Problem by using pyCUDA Parallel Multiobjective Genetic Algorithm with Hybrid Sampling Strategy”, K. Nitisiri, M. Gen, & H. Ohwada, International Symposium on Semiconductor Manufacturing Intelligence & IEEE International Conference on Smart Manufacturing, Industrial & Logistics Engineering, pp.36.1-36.6, Hsinchu, Taiwan, Feb.7-9, 2018.
８．Reactive oxygen species, autophagy and programmed cell death in plant reproduction, Kazuyuki Kuchitsu, Jumpei Sawada, Togo Fukunaga, Shigeru Hanamata, Seijiro Ono, Ken-ichi Nonomura, Takamitsu Kurusu, 第 59 回日本植物生理学会国際シンポジウム “New Trends of Plant Reproduction Emerging from Cell Biological Approaches”, 札幌, 2018
９．Stories of Oxygen and Active Molecular Species in Photosynthetic Organisms, Kazuyuki Kuchitsu, 第59回日本植物生理学会国際シンポジウム “Stories of Oxygen and Active Molecular Species in Photosynthetic Organisms”, 札幌, 2018
10．Multiple roles of ROS-generating enzymes, MpRbohA and MpRbohB, in growth, development and stress responses in Marchantia polymorpha, Kenji Hashimoto, Kazuyuki Kuchitsu, 第59回日本植物生理学会国際シンポジウム “Stories of Oxygen and Active Molecular Species in Photosynthetic Organisms”, 札幌, 2018
11．ROS-Mediated Regulation Development and Stress Responses in Plant; towards the Control of Growth and Quality of Crops by Plasma Technology, Kazuyuki Kuchitsu, 2nd International Workshop On Plasma Agriculture, 高山, 2018
12．Regulation of Development and Stress Responses by the ROS-Ca^{2+} Signaling Network in plants, Kazuyuki Kuchitsu, Marchantia Workshop 2017-Renaissance of Marchantia polymorpha-the genome and beyond-, 岡崎, 2017

13. 植物オートファジー研究の第二の夜明け, 朽津和幸, 日本植物学会第 81 回大会シンポジウム“植物オートファジー研究の第二の夜明け”, 野田, 2017
14. イネの生存戦略におけるオートファジーの重要性, 来須孝光, 朽津和幸, 日本植物学会第 81 回大会シンポジウム“植物オートファジー研究の第二の夜明け”, 野田, 2017
15. Regulation of plant development and stress responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy, Kazuyuki Kuchitsu, 3rd Symposium on Plant Environmental Sensing, 山西師範大学, 中華人民共和国, 2017
16. Visualizing the regulation of plant development and stress responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy, Kazuyuki Kuchitsu, International Symposium on Imaging Frontier, 東京, 2017
17. Regulation of plant development and stress responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy, Kazuyuki Kuchitsu, Plant Signaling & Behavior 2017, 松江, 2017
18. 活性酸素-Ca^{2+}シグナルネットワーク・オートファジーによる植物の免疫・発生・生殖の制御, 朽津和幸, 生物生産フロンティアセミナー, 秋田, 2017
19. バイオマスガス化水素燃料の実用化（再生可能エネルギー水素の導入促進に向けて), 堂脇清志, 第 36 回無機高分子シンポジウム, 東京, 2017
20. Steam based biomass gasification process for syngas and hydrogen production, Kiyoshi Dowaki, APEC Workshop on Bio-pellet Production, Handling and Energy Utilization, Tokyo, 2017
21. LCA（ライフサイクルアセスメント）視点によるものつくり～燃料電池に使用する希少金属と環境影響の見える化～, 堂脇清志, 平成 29 年度日本セラミックス協会 資源・環境関連材料講演・討論会, 東京, 2017

特許

1．小島尚人, 画像判読支援動画生成方法、プログラム、及び画像判読支援動画生成装置, 特許第 4868509 号, 2011 年 11 月 25 日
2．小島尚人, 井端啓人, プログラム、画像間変化箇所判読支援動画生成方法、及び画像間変化箇所判読支援動画生成装置, 特許第 5046119 号, 2012 年 7 月 27 日
3．小島尚人, 永倉佑一, 画像特徴合成動画生成装置、画像特徴合成動画生成方法、及びプログラム, 特許第 5246770 号, 2013 年 4 月 19 日
4．小島尚人, 金子和弘, 二宮建, 広田健一, 画質改善画像生成装置、画像の画質改善方法、及びプログラム, 特許第 5769295 号, 2015 年 7 月 3 日
5．小島尚人, 重岡匠, 広田健一, 動画視認性定量評価装置、動画視認性定量化方法、及びプログラム, 特許第 6021053 号, 2016 年 10 月 14 日

広報

1．東京理科大学理工学部土木工学科・地球環境工学研究室(小島研), 日本システムウェア(株), ひび割れ点検支援システム「Crack Mapping System」を提供開始, 日経産業新聞, 2017 年 5 月 9 日
2．東京理科大学理工学部土木工学科・地球環境工学研究室(小島研), 日本システムウェア(株), 画像解析技術を活用, 各種診断サービスを強化, 電波新聞, 2017 年 5 月 10 日
3．朽津和幸他,「魔女の雑草」枯らせ アフリカ, 農作物 1 兆円被害 東京理科大・東大が駆除物質 日本経済新聞, 2017

受賞

1．東京理科大学野田キャンパス (朽津和幸が代表として受賞), 日本生態系協会賞, 日本生態系協会, 2018
2．池 玲一郎, 優秀プレゼンテーション賞, The 2nd Robotics Ongoing Breakthroughs(ROOB2017), 2017

3．“Career Award”, Mitsuo Gen, The 47th International Conference on Computers & Industrial Engineering, Universidade NOVA de Lisboa, Lisbon, Portugal, Oct.10-13, 2017.

研究課題（研究者別）

滝本　宗宏

「GPU を用いた帰納論理プログラミングの高速化」

人工知能の一つである帰納論理プログラミングは、複数の事象の関係を仮説としてモデル化する手法である。仮説の生成は、さまざまな可能性の中から、正例を満たし、負例を満たさないものを発見する作業なので、大きなコストを必要としていた。本研究では、仮説発見仮定を、表同士の関係操作を用いることによって、GPU 上で並列に実行できる手法を実現した。

大和田　勇人

「搾乳ロボット及びセンシング技術の活用による飼養管理高度化に関する研究」

乳牛の健全性と生産性を向上させるために、搾乳後リアルタイムに乳成分を自動分析する搾乳ロボットのデータを活用して、人工授精適期と潜在的疾病を予測する AI システムの開発を進めた。

堂脇　清志

「HAS-Clay/Zeolite を用いたバイオ水素中の H_2S を含む不純物除去システムの設計」

バイオマスガス化による合成ガスから燃料電池用の水素（H_2）燃料の精製に関する研究を実施している。ここでは、本研究で開発した 2 段式圧力スウィング吸着による水素精製能力、及び H_2S を含む不純物除去に関して、その動的性能を把握するため、プログラミング言語 gPROMS にてダイナミックシミュレーターを開発した。この結果、H_2S を 0.1ppm 以下まで分離することが可能であるとし、H_2 の精製効率も純度 98.2%ときに 78.1%で回収できることが分かった。

朽津　和幸

「ゼニゴケの長距離情報伝達･細胞の体積制御の分子機構に関する研究」

植物は、脳のような中央統御型情報処理システムを持たず、環境変化を巧みに察知して、自らの体を移動させることなく体を再構築して適応する独自の分散処理型情報処理システムを進化させて来た。細胞レベルでも、細胞壁と液胞とを巧みに操り体積を制御する、独自の機構を高次機能発現に活用している。ゼニゴケをモデルとして、感染･環境ストレス刺激の長距離情報伝達や細胞の体積制御の分子機構を解明する実験系を構築した。

小島　尚人

「斜面崩壊危険箇所評価支援を目的とした素誘因影響図の提案と評価精度の向上」

本研究は、地すべり危険箇所推定支援を目的として、素因影響と誘因影響の比較分析支援策について検討する。筆者らが開発した素誘因影響分析モデルから得られる素因影響図と誘因影響図間の差画像の情報量の不足を指摘した上で、素因影響値と誘因影響値を四分位群に分け、素誘因影響値を比較する上での全ての組合せ事象を分析できる「素誘因影響図」を提案する。さらに、有効素因選定問題にも取り組み、評価精度の向上を目指す。

「ハイパースペクトルデータに対する錯視誘発画像特徴合成動画の適用性」

本研究では、ハイパースペクトルデータに対する錯視誘発画像特徴合成動画（Feature Composite moving image inducing visual illusion：FC 動画)」の適用性について検討する。コンクリート表面の点検支援を検討対象として、ハイパースペクトルキューブ動画（観測波長帯別ハイパースペクトル画像の連続表示）に対して、リアルタイムで FC 動画を表示し、ひび割れ（幅 0.2㎜以下）探索精度、コンクリート表面のテクスチャ特徴の強調・判読支援効果の有無について検討する。

「コンクリート表面ひび割れ点検支援を目的とした錯視誘発･画像特徴強調支援システムの構築」

本研究では、コンクリート表面のひび割れ点検支援を目的として、錯視誘発・画像特徴強調支援システム（VIS システム:VISibility evaluation system of feature composite moving image inducing visual illusion）を構築する。VIS システムは特許取得 4 件で構成されており、産学連携活動の一環として、VIS システムの製品化が完了、提供中にある。本年度は、実利用へ向けた研究を進める。ソフトウェアの技術移転に関わる検討課題を整理するとともに、これら諸課題に対して検討する。

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、宇宙機の高知能化と並列処理による高信頼性確保を同時に実現する。SH-4 を活用した高機能小型計算機 BoCCHAN-1 を JAXA の小型ロケット SS-520 により打ち上げられたTRICOM-1R「たすき」、及び、同じ計算機システムは ASTROSCALE 社の開発したデブリ計測衛星 IDEA OSG 1 に搭載された。

玄　光男

「先端的進化算法の研究開発」

半導体素子、液晶ディスプレイデバイス、ハードディスクデバイス等の各種半導体製品の生産工程は、実時間ベースで製造されており、各素子には所定の時間制約内での加工処理が要求される。この時間制約内で所定の処理が実行できなかった場合には不良品として取り扱われ、生産効率に大きく影響を及ぼす。一般に半導体素子の最適生産スケジューリング問題は大規模な混合整数計画（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、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、数値実験によって提案手法の有効性を国際会議で発表し、国際誌等で研究論文を掲載した。

「生産計画・スケジューリング問題への応用研究」

進化算法にファジィロジック機能を融合した先端的進化算法による生産計画・スケジューリング問題に関する応用研究を国際会議で基調講演を行った。生産・物流システムの製造・配送過程で発生する各種資源の不確実的要因を伴う不確定スケジューリング問題への研究では、それぞれの問題に適合したハイブリッド型進化算法の活用を発表した。

「物流配送・ルーチング問題への応用研究」

近年の環境保護、企業価値創出、競争力を高めるためのリサイクルとしてのリバース・ロジスティクス問題を取り扱うために、再使用・再生産・リサイクルのモデルを統合したリバース・ロジスティクスの事例研究に先端的進化算法を活用した研究を発表した。

「高速列車スケジューリング問題への応用研究」

近年、インドネシアやタイ国等では高速列車の新設に向けで、高速列車に関連するスケジューリング問題、例えば列車時刻管理や乗組み員配置等の最適化問題に高速な NVIDIA 社製の GPU ユニットを組み込んだ PC 環境上で先端的進化算法を活用した研究が注目されている。本研究では多目的列車時刻管理モデルを作成し、pyCUDA を活用して多目的進化算法によるシミュレーションの研究成果を国際会議等で発表した。

西山　裕之

「分散人工知能に基づく並列論理型機械学習器の高速化に関する研究」

本研究では、台数効果を得ることが困難であった論理型機械学習器（ILP）の高速化を実現するために、分散人工知能技術を応用することで、論理型機械学習器に対する世界初の台数効果超えを実現するとともに、頑健性と安定性を保持する並列論理型機械学習システムの設計と実装を行った。その運用実験として、理科大保有の計算機群だけでなく、学外のレンタルクラウド上でも同様の学習実験を実施し、その有効性を確認した。

原田　拓

「リカレントニューラルネットワークを用いた株価予測に関する研究」

動的に変動する株価を予測することは、様々な要因が関係するために難しい。本研究では、株価予測のためにリカレントニューラルネットワークを適用した。この適用において、時系列データとしての 2 つの株価の類似性を Dynamic Time Warping を用いて評価し、その評価指標に基づいて、予測する株価とは別の銘柄の株価を選択し、予測する株価に加えて、これら選択した株価を入力データとする方法を提案した。

竹村　裕

「乳牛のボディコンディションスコア（BCS）の自動計測に関する研究」

乳牛の体型が許容範囲内に収まるよう飼養することで、繁殖性低下や難産、周産期、疾患のリスクが低減すると言われている。乳牛の体型が許容範囲内にあるかどうかを知ることは、酪農家の経営改善や競争力強化に直接的に寄与する。現在、BCS は訓練された検定員の目視観察により算出されるため、人員的に困難である。本研究は BCS 自動計測装置開発へ向けて、基礎的・先導的なデータを取得し、3 次元点群の深層学習による自動判別するシステムを構築した。

諸橋　賢吾

「遺伝子制御ネットワークに着目した新規植物免疫活性化剤の作用機構の解析」

農作物の全収量の約 3 割は病害によって失われている。そのため、植物本来の病害に対する防御能を、植物免疫活性化剤を用いて高める手法は農作物の収量を上げる魅力的なアプローチである。しかし、現在の植物免疫活性化剤はその種類や作用機序が限定されている。我々のグループでは、これまでに新規植物免疫活性化剤（CY 化合物）を見出してきた。CY 化合物の作用機序を明らかにすることは、植物の病害低減だけでなく、感染防御応答の分子機構解明にもつながる。本研究では、CY 化合物の効果、特にゲノムレベルでの網羅的な検討を行った。具体的には、3 種の CY 化合物を別々に処理したシロイヌナズナ芽生え対し、トランスクリプトーム解析を行った。その結果、既存植物免疫活性化剤である BTH と 3 種の CY 化合物が影響を与える共通の遺伝子制御ネットワーク（GRN）が存在することが示唆された。この GRN うち、CY 化合物が共通して影響を与える遺伝子群に着目したところ、サリチル酸（SA）とジャスモン酸（JA）/エチレン（ET）経路の防御マーカー遺伝子群が共通して影響を受けていることが分かった。一方、CY 化合物特異的に影響を与える GRN も見出すことが出来た。今後は、見出した様々な GRN を元に、CY 化合物が植物の防御能を高める機構を解明する。

松澤　智史

「災害時における避難誘導に関する研究」

東日本大震災などの自然災害時では、多くの場合、ネットワーク通信のインフラが破壊され、通信が困難になる。我々は無線基地局などの通信インフラを必要としない Mobile Ad hoc Network（MANET）の研究を行っており、被災者の持つ携帯端末同士間でネットワークを構成し、そこに安全な避難ルートを提示する避難誘導システムの開発研究を行う。

「がん患者支援システムの研究」

がん患者(主に外来)を対象としたタブレット等を利用した自宅での支援システムの研究を行っており、患者個人または全体の蓄積データを元に、統計処理または機械学習（深層学習）で最適な運動や警告（医療指示）を患者に提示しつつ、患者の日常データを収集するシステムの開発を進めている。本研究はNCGMの患者を対象にデータ収集目的の運用が実施されている。

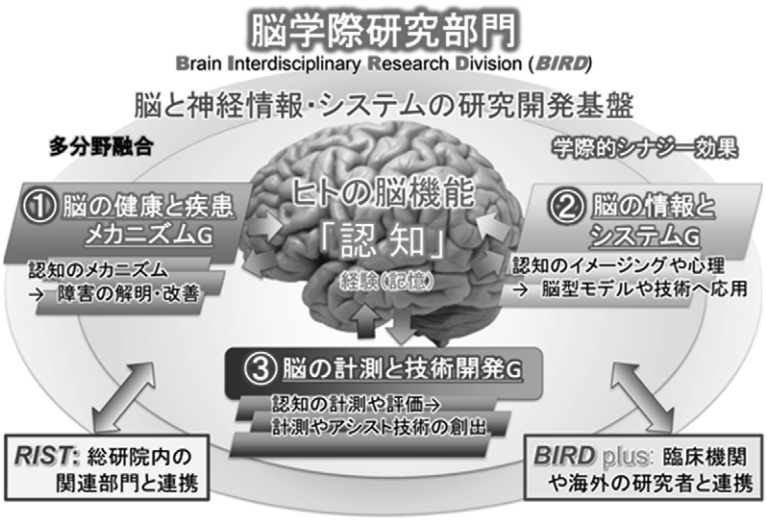
脳学際研究部門

脳学際研究部門について

1. 概要

神経科学（脳科学）は、21 世紀に飛躍的な発展が期待されている生命科学分野である。それに加え、脳の健康を保持することにより高齢化社会における生活の質の向上が見込めること、さらには脳で行われる情報処理の仕組みを応用することで革新的な技術の創出が見込まれることから、社会・産業界からも熱い視線が送られている分野でもある。本部門は、学内に点在する神経科学に関連する優れた多分野・異分野（実験系、情報系、システム系、機械工学系など）の研究者が強力に連携・協同する基盤を構築して、マクロ～ミクロスケールでの脳機能を解明し、理科大発の創造性あふれる学術的・社会的に有益で革新的な研究成果を発信することを目的として、2016 年度に設立した。2017 年度は、公開シンポジウムや部門セミナー（8 回）の開催、3 つの連携研究課題の遂行、部門 HP のスマホ対応による発信力の強化など、活発に部門活動を行った。

2. 部門の構成と施設設備



本部門は、脳の認知機能に着目し、その神経機構と病態の実験による解明、モデル化・シミュレーションなどの情報分析による理解、およびそれらの研究を加速し応用する関連技術開発をめざす 3 つのグループから構成され、これらのグループ間の相乗効果で創発的な成果を生み出すことを追求する。部門メンバーは、理工学部（古市貞一、西山裕之、竹村 裕、市川寛子、佐野良威）、薬学部（岡淳一郎）、生命研（中村岳史）、理学部（荒木 修、浦川智和）、工学部（池口 徹）、基礎工学部（相川直幸、瀬木(西田)恵里、吉田 嵩）の 13 名に、学外 2 名：福島県立医大（橋本光広）、高知工科大（木村岳裕）を加えた計 13 名の学際的な神経科学関連分野の研究者からなる。

現在、部門として所有する施設設備はない。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

2017 年度は、第 1 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、学外講師 6 名による部門セミナー（通称、BIRD セミナー）、およびグループ内での勉強会などを通して、互いの専門分野の現状や課題について認識を共有することで、理科大独自の学際的に大きなインパクトを持つテーマを発掘することも目指した。また、特定研究助成金の継続課題が採用され、3 つの連携研究課題を実施して研究成果をあげることができた。

3. 1.「脳の健康と疾患」グループについて

本グループは、ライフステージで特徴的な疾患である「発達障害」(社会的認知)、「うつ病」(悲観的認知)、「認知症」（老人性認知症）における認知の分子機構解明と障害改善をめざしている。古市と佐野は、自閉症スペクトラム障害を代表とする社会的認知の障害、アルツハイマー病で見られる認知や記憶の障害に関連する分子・神経基盤の解明をめざしている。主にモデルマウスを用いた分子・細胞・生理レベルから、神経回路、行動のレベルまで総合的な解析を行っている。

2017 年度にはシナプス伝達と可塑性に関わる CAPS1 タンパク質の機能、神経ペプチドの分泌と CPAS2 の機能を明らかにしてきた。岡は、経鼻投与による抗うつ作用や認知障害改善作用を示す神経ペプチド誘導体の中枢移行経路の解明をめざしている。2017 年度は、鼻粘膜の神経末端からマクロピノサイトーシスで取り込まれ細胞質内を移動して中枢神経に達する可能性を示した。また、同様の誘導体化法による oxytocin 誘導体も経鼻投与で効率良く中枢移行して学習記憶改善作用を示した。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。2017 年度は、抗うつ治療が海馬の成熟神経に対して機能的若返りを引き起こすこと、また新生した神経の生存や分化を促進することを見出した。中村は、脊髄損傷からの回復などと関連する「損傷軸索の再生」では、G 蛋白質 TC10 のノックアウトマウスの解析を進め、培養皿レベルでの神経突起伸展が低下するのに対して、個体脳での軸索伸長には大きな変化がないこと、末梢神経系と中枢神経の双方で損傷後の軸索再生が有意に低下することを明らかにした。西山は、簡易脳波測定器と機械学習を用いた居眠り運転検知ルールの生成をめざしている。簡易脳波測定器と人工知能技術の機械学習器を用いることで、脳波による居眠り検知を可能なルールの生成を行った。

3. 2.「脳の情報とシステム」グループについて

本グループは、ヒトの視知覚に着目した脳内情報処理について、脳機能イメージング法、認知心理実験、脳型アルゴリズムなどの多次元的研究を遂行し、情報処理システムのモデルや理論の構築を目指している。主に浦川・荒木らは、物理的には同一であるが多義的な知覚を形成する曖昧画像を用いて、認知心理実験および脳波実験を行った。曖昧画像呈示と共に視覚ミスマッチ処理を駆動させる実験パラダイムを用いて脳波計測を行ったところ、視覚ミスマッチ処理を反映する脳活動の増大に伴って知覚変化が誘引されやすくなっていることが明らかになった。この結果は、視覚ミスマッチ処理という前注意的な情報処理が、知覚を不安定化させ、探索的知覚を誘引する情報処理に関与していることを示す。これは、今後の認知機能の数理モデル構築において、重要なヒントとなる知見である。一方、池口らは、Izhkevich ニューロンモデルを構成要素としたニューラルネットワークに対する STDP 学習を用いて、Infra-Slow Oscillation の再現に関する検討を行った。また、同モデルの応答に関する分岐解析を行った。さらにギャップジャンクション結合させた場合に生じるカオス同期について解析した。また、木村らは、被験者に右腕の到達運動を行わせながら、一次運動野に陽極と陰極刺激の経頭蓋直流電気刺激を交互に与えた。このとき陽極刺激時は右向きの外力、陰極刺激時は左向きの外力を与え、刺激極性と力場方向を関連付けて運動学習をさせた。学習量の評価時に刺激極性を切り替えた結果、極性に応じた力発揮が確認された。脳に人工的な二つの異なる運動記憶が形成されたこと、状況を再現した際に自動的に運動記憶が想起されることを示唆した。

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。H29 年度は、昨年に続き、言語報告が可能なヒトにおいて行動と脳の内部状態を対応づける研究を行った。竹村は二者のすれ違い歩行時の歩行計測を行った。歩行における個人差を説明するため、市川は歩行者の性格特性や自閉性症状の強さを質問紙によって計測した。計測の結果、性格特性の差は、歩行時の腰の動きと関連が強いことが分かった。この成果は 2017 年度に国際誌に論文として公刊された。また、荒木と浦川は、ヒトの脳波計測からヒトにおける認知を支える脳基盤を検討しており、今後は脳波計測と歩行動作の対応を検討する。

3. 4. 部門全体の活動について

第 1 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

10 月 21 日に葛飾キャンパス・図書館大ホールにて開催した。

外部講師 4 名（大泉匡史先生・株式会社アラヤ、岡本仁先生・理研脳センター、西田眞也先生・NTT コミュニケーション科学基礎研、松原仁先生・はこだて未来大）による講演、部門メンバーによる口頭発表 5 件、ポスター発表 35 件を行い、最新の研究成果の情報交流と人的交流ができ盛会であった（参加者 133 名、うち学内 117 名、学外 11 名)。

部門 BIRD セミナーの開催

・第 9 回（4/26）斉藤貴志先生（理研脳センター）「アルツハイマー病研究のこれから」
・第 10 回（8/3）佐藤正晃先生（埼玉大理工）「マウスのバーチャル空間認識の脳内メカニズム」
・第 11 回（11/24）戸島拓郎先生（理研脳センター）「膜交通による神経成長円錐の運動制御機構」
・第 12 回（2/27）野村泰伸先生（大阪大基礎工）「ヒト立位姿勢・歩行のニューロメカニクス-立って歩く神経制御メカニズムとその医工学応用」
岩城達也先生（広島国際大）「感情状態に対応した脳は活動の探索」
・第 13 回（3/16）平石広典先生（足利工業大）「スポーツにおけるルーティーンの集中度の定性的解析とトレーニングツールの設計」

多分野で活躍する 6 名の研究者を招へいし、関連分野における基礎から最新の情報まで講義を受けることで、共同研究や連携研究の発展や学生教育において成果があった。

部門ホームページのスマートフォン対応版の開設

URL: http://www.rs.tus.ac.jp/bird/
スマートフォンやタブレットを利用した部門情報の発信や交流の場が確立された。

H29 年度特定研究助成金課題「神経関連活動の計測技術の開発と数理統計解析に関する多分野連携研究」

部門で申請した研究計画（2017 年度継続課題）が採択され、3 つの連携研究を実施し、以下の研究成果を得た。

【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、歩行計測および性格特性の質問紙検査を行った。竹村、市川（各理工）、荒木、浦川（各応用物理）らは共同研究を行い、計測の結果、性格特性の差は、歩行時の腰の動きと関連が強いことが分かった。二者が歩行中にすれ違う際の身体動作が人の性格特性によって異なることを、機械工学と心理学の学際融合研究から明らかにした。本研究成果は、国際会議で発表したほか、国際誌 Advanced Biomedical Engineering にて 2018 年 2 月に公刊した。今後、既に始まっている学際融合研究をさらに加速させる。また、学外の研究者との議論を通じ、共同研究に発展させるとともに、研究成果の社会への波及を目指す。

【連携課題②】小型無線脳波計と脳カメラを開発し、認知行動を担う脳活動計測から数理統計までの異分野融合研究

認知行動時の脳神経活動を計測するため、小動物のマウスに適用可能な無線脳波計測装置を作製した。作製した小型・無線脳波計測装置を用いてマウスの脳波を測定した。測定の結果、無線データ転送に起因すると考えられるデータ落ちが存在することが明らかとなり、無線小型脳波測定装置を改良し、miniSD カード書き込み型の小型脳波測定装置に改良した。記録される脳波の解析のため、藤森法による脳波の時系列解析を考案し、社会的認知機能おける脳波の連なりパターンを解析した。また、認知機能の基盤となる神経活動様式を明らかとするため、自由行動下のマウス頭部に設置可能な脳内視微小蛍光顕微鏡を作製した。また、神経活動を可視化する為、Ca^{2+} indicator である GCaMP6 を神経細胞に発現させ、その蛍光シグナルを微小顕微鏡で検出した。また、記憶を保存する細胞群の活動様式を学習時、および記憶想起時に解析するため、転写因子 CREB を疎らな細胞群に高レベルで発現させ、それらの細胞群を顕微鏡下で同定後に Ca^{2+}イメージングを行うための手法を構築した。

【連携課題③】うつ病関連の神経回路における分子動態と遺伝子発現のデータマイニングに関する連携研究

2 種類の抗うつ治療のマウスモデルを作製し、海馬歯状回における網羅的な遺伝子発現解析を行い、機序の異なる 2 種類の抗うつ治療で発現パターンが有意に類似していることを見出した。これら同定した遺伝子群の発現パターンをタンパク質レベルで検証し、海馬・視床下部で類似した変化するペプチドホルモンや海馬特異的な変化を示す接着関連因子・成長因子シグナル関連因

子を見出した。これら因子のうち、細胞質での情報伝達や小胞輸送に関わるものについて、細胞内での解析を行った。さらに海馬や視床下部で機能する抗うつ作用を示す神経ペプチドが、鼻粘膜の神経末端からマクロピノサイトーシスで取り込まれ細胞質内を移動して中枢神経に達する可能性を示した。

4. 研究活動の展望

本部門は、融合型の連携・共同研究を推進するために、学内外の多分野・異分野を専門とする学際的な研究者により構成されている。多分野・異分野の知恵と技術力を結集することで、脳を基軸とした理科大ならでは多分野・異分野融合型の独創的な基礎研究と応用研究を開拓し、多様化社会から求められる創発的な研究成果を産み出すことを目指す。

【部門 BIRD セミナー】
各方面の専門家を招いて月例の頻度で部門セミナー開催し、当部門が特徴とする生物科学ー情報ー電気電子ー機械工学などの多分野の研究者がお互いの関連情報の学習と交流を進め、共同研究の可能性を広げる。

【公開シンポジウム】
第 2 回公開シンポジウム「脳の理科(サイエンス)～脳の謎に挑む」を開催する計画である。関連分野で先端的研究を展開している研究者を招いて、公開シンポジウムの開催を計画する。
理科大が強みとして打ち出せるような学際的脳神経科学に関連する公開シンポジウムを開催する。海外講演者を含むことから準国際的なシンポジウムとなる。国内外で活躍する先端的な研究者による招待講演セッション、部門分担研究者による研究活動発表セッション、および学生・院生によるポスター発表セッションなどから構成された公開シンポジウムの予定である。産業界から脳関連事業で注目される企業によるショートトークも盛り込むことで、産学連携に向けた交流をもつ。これによって、学内における当部門のプレゼンスを高め、様々な切り口からの脳関連分野の研究を掘り起こし異分野融合型の学際的連携を発展させるとともに、将来を担う若手をエンカレッジする。

【連携・共同研究】
2016-2017 年度特定研究助成金で行った 3 つの連携研究をさらに発展させて研究成果につなげる。また、部門の目玉となる理科大ならではのこの分野のテーマを創案し、部門内外における連携・共同研究を強力に推進することをめざす。

【広報と情報交流】
HP の活用で部門情報の発信や共同研究の呼び込みをめざす（昨年度は情報提供や開発協力等に関する問合せを数件受けた)。

【アドバイザリー委員会】
第 2 回のアドバイザリー委員会を開催し､部門の成果と今後の計画について評価と助言を受ける。

5. むすび

部門の目玉となる、競争力のある大きな研究テーマの設定を取り組み、理科大ならではの研究へと発展させるとともに、個別の独創的な研究も統合させ、「脳と神経情報・システムの研究開発拠点」をめざす。また、理工系の学際的な総合力とシナジー効果で、また医学部や病院とも連携して、研究成果につなげる。さらに、関連研究者の連携によって学内の脳科学、神経科学の研究教育を充実させ、次世代の人材育成をする。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1. RNG105/caprin1, an RNA granule protein for dendritic mRNA localization, is essential for long-term memory formation. Nakayama K., Ohashi R., Shinoda Y., Yamazaki M., Abe M., Fujikawa A., Shigenobu S., Futatsugi A., Noda M., Mikoshiba K., Furuichi T., Sakimura K., and Shiina N. eLife 6: e29677, 2017.
2. CAPS2 deficiency affects environmental enrichment-induced adult neurogenesis and differentiation/survival of newborn neurons in the hippocampal dentate gyrus. Yagishita K., Suzuki R., Mizuno S., Katoh-Semba R., Sadakata T., Sano Y., Furuichi T., and Shinoda Y. Neuroscience Letters 661: 121-125, 2017
3. Deltamethrin increases neurite outgrowth in cortical neurons through endogenous BDNF/TrkB pathways. Ihara D., Fukuchi M., Katakai M., Shinoda Y., Katoh-Semba R., Furuichi T., Ishikawa M., Tabuchi A., Tsuda M. Cell Structure and Function 42 (2) : 141-148, 2017
4. The brain-specific RasGEF very-KIND is required for normal dendritic growth in cerebellar granule cells and proper motor coordination. Hayashi K, Furuya A, Sakamaki Y, Akagi T, Shinoda Y, Sadakata T, Hashikawa T, Shimizu K, Minami H, Sano Y, Nakayama M, and Furuichi T. PLoS ONE 12 (3): e0173175, 2017
5. Analysis of gene expression in Ca^{2+}-dependent activator protein for secretion 2 (Cadps2) knockout cerebellum using GeneChip and KEGG pathways. Sadakata T., Shinoda Y., Ishizaki Y., and Furuichi T. Neuroscience Letters 639: 88-93, 2017
6. cAMP-induced activation of protein kinase A and p190B RhoGAP mediates down-regulation of plasmalemmal TC10 GTPase activity and neurite outgrowth. Koinuma S, Nanao N, Wada N, Nakamura T. Genes Cells. 22, 953-967. 2017
7. ALS2 activates Rab5 on macropinosomes and subsequent Rab5 inactivation through ALS2 detachment requires active Rab7. So Morishita, Naoyuki Wada, Mitsunori Fukuda, and Takeshi Nakamura (under revision).
8. Intranasal administration of neuromedin U derivatives containing cell-penetrating peptides and a penetration-accelerating sequence induced memory improvements in mice. Sasaki-Hamada S, Funane T, Nakao Y, Sasaki R, Nagai M, Ueta Y, Yoshizawa K, Horiguchi M, Yamashita C, Oka J-I. Peptides 99, 241-246 (2018).（査読有）
9. Post-reexposure administration of riluzole attenuates the reconsolidation of conditioned fear memory in rats. Akagi K, Yamada M, Saitoh A, Oka J-I, Yamada M. Neuropharmacology 131, 1-10 (2018).（査読有）
10. The delta opioid receptor agonist KNT-127 in the prelimbic medial prefrontal cortex attenuates veratrine-induced anxiety-like behaviors in mice. Saitoh A, Suzuki S, Soda A, Ohashi M, Yamada M, Oka J-I, Nagase H, Yamada M. Behavioural Brain Research 336, 77-84 (2018).（査読有）
11. Administration of riluzole into the basolateral amygdala facilitates the extinction of fear memory in rats. Sugiyama A, Yamada M, Saitoh A, Oka J-I, Yamada M. Behavioural Brain Research 336, 8-14 (2018).（査読有）
12. Neuroprotection by chotosan, a Kampo formula, against glutamate excitotoxicity involves the inhibition of GluN2B-, but not GluN2A-containing NMDA receptor-mediated responses in primary cultured cortical neurons. Sasaki-Hamada S, Suzuki A, Sanai E, Matsumoto K, Oka J-I. Journal of Pharmacological Sciences 135, 134-137 (2017).
13. Post-reexposure administration of D-cycloserine facilitates reconsolidation of contextual conditioned fear memory in rats. Saitoh A, Akagi K, Oka J-I, Yamada M. Journal of Neural Transmission 124, 583-587 (2017).（査読有）

14. Administration of riluzole into the basolateral amygdala has an anxiolytic-like effect and enhances recognition memory in the rat. Sugiyama A, Saitoh A, Yamada M, Oka J-I, Yamada M. Behavioural Brain Research 327, 98-102 (2017).(査読有)
15. Serotonergic and dopaminergic systems are implicated in the antidepressant-like effects of chotosan, a Kampo formula, in mice. Sasaki-Hamada S, Suzuki A, Ueda Y, Matsumoto K, Oka J-I. Journal of Pharmacological Sciences 133, 110-113 (2017).(査読有)
16. Parallel Inductive Logic Programming System for Superlinear Speedup, Inductive Logic Programming. Hiroyuki Nishiyama and Hayato Ohwada. Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), LNAI10759, pp.112-123, 2018.(査読有)
17. A Labeling Method Using EEG for Dozing Prediction by Facial Expression Recognition Technology. Daichi Naito, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama. Proc. of the 33rd International Conference on Computers and Their Applications (CATA-2018), pp.75-79, 2018.(査読有)
18. Server Failure Detection System Based on Inductive Logic Programming and Random Forest. Takuma Shimada, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama. Proc. of the 33rd International Conference on Computers and Their Applications (CATA-2018), pp.158-162, 2018.(査読有)
19. Estimation of Cognitive Distraction from Driver Gazing. Akira Yoshizawa, Hirotoshi Iwasaki, Hiroyuki Nishiyama, Fumio Mizoguchi. International Journal of Software Science and Computational Intelligence, Vol.9, Issue 2, pp.50-60, 2017.(査読有)
20. Exogenously-driven perceptual alternation of a bistable image: From the perspective of the visual change detection process. Urakawa, T., Aragaki, T., Araki, O., Neuroscience Letters 653: 92-96, 2017.(査読有)
21. Involvement of visual change detection in facilitating the perceptual alternation of the bistable image. Urakawa, T., Bunya, M., Araki, O., Cognitive Neurodynamics 11(4): 307-318, 2017.(査読有)
22. Izhikevich ニューロンモデルにおけるカオス応答とカオス同期. 内木楓, 島田裕, 藤原寛太郎, 池口徹, 電子情報通信学会論文誌 A, J100-A (5):195-204, 2017.(査読有)
23. Reproducing Infra-Slow Oscillations with Dopaminergic Modulation. Kobayashi, T., Shimada, Y., Fujiwara, K., Ikeguchi, T., Scientific Reports 7:2411, 2017.(査読有)
24. Effect of connectivity weights of inhibitory neurons in neuronal avalanches. Aoki, M., Shimada, Y., Fujiwara, K., Ikeguchi, T., Proceedings of the 2017 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2017):152-155, 2017.(査読有)
25. Correlation between Autistic Traits and Gait Characteristics while Two Persons Walk Toward Each Other. Shigeta, M., Sawatome, A., Ichikawa, H., & Takemura, H. Advanced Biomedical Engineering, vol.7, pp.55-62, 2018.(査読有)
26. The effect of serotonin-targeting antidepressants on neurogenesis and neuronal maturation of the hippocampus mediated via 5-HT1A and 5-HT4 receptors. Segi-Nishida E. Front. Cell. Neurosci. 11:142, 2017.(査読有)
27. Expression of tissue inhibitor of metalloproteinases and matrix metalloproteinases in the ischemic brain of photothrombosis model mice. Hirono J, Sanaki H, Kitada K, Sada H, Suzuki A, Lie LK, Segi-Nishida E, Nakagawa K, Hasegawa H. Neuroreport 29 (3):174-180. 2018.(査読有)

著書

1．脳学際研究部門－脳神経をキーとして異分野統合で切り拓く研究開発，古市貞一，理大科学フォーラム 特集：脳学際研究の現状と今後，8月号，pp2-3，2017
2．うつ治療の分子機構解明から創発的な治療戦略をめざす，瀬木(西田)恵里，理大科学フォーラム 特集：脳学際研究の現状と今後，8月号，pp4-7，2017

3．リアルタイムイメージングと活動操作からひもとく認知の神経基盤，佐野良威，理大科学フォーラム 特集：脳学際研究の現状と今後，8月号，pp8-11，2017
4．ヒトを対象とした曖昧画像知覚の脳研究，浦川智和，理大科学フォーラム 特集:脳学際研究の現状と今後，8月号，pp12-15，2017
5．運転時の注視や表情情報を用いた自動車雲煙の危険回避，西山裕之，理大科学フォーラム 特集：脳学際研究の現状と今後，8月号，pp16-17，2017
6．スパースモデリングの脳神経活動計測への応用，市川寛子，理大科学フォーラム 特集:脳学際研究の現状と今後，8月号，pp18-21，2017
7．行動の表現から性格特性の検出－回避動作に現れる性格特性－，竹村 裕，重田将宏，市川寛子，理大科学フォーラム 特集：脳学際研究の現状と今後，8月号，pp22-23，2017

招待講演

1．Brain development and its disorder. T. Furuichi. 4th Japan-Lithuania Joint Science Symposium on Natural and Life Sciences. Tokyo University of Science, Kagurazaka-Campus, Tokyo, Japan. October 10, 2017
2．Visually dissecting Rab switch in macropinocytosis. Takeshi Nakamura, So Morishita, Sayaka Yasuda, Naoyuki Wada, and Mitsunori Fukuda. International Symposium for Imaging Frontier 2017, 東京, 2017.7.8-7.9
3．Selection of Memory Cells. Yoshitake Sano. International Symposium of the Center for Animal Disease Models 2017 INNER COSMOS OF THE BODY. Tokyo Garden Palace, Tokyo, Japan. October 21, 2017
4．経鼻投与用ペプチド誘導体の中枢作用：基礎研究から TR へ，岡淳一郎，濱田幸恵，恒岡弥生，堀口道子，秋田智后，山下親正，トランスレーショナルリサーチ(TR)センター第8回シンポジウム，東京，2018.
5．新規向精神薬開発のモデル薬物オピオイドδ受容体作動薬 KNT-127 の情動調節機序の検討，斎藤顕宜，鈴木聡史，早田暁伸，大橋正誠，山田美佐，萱島修平，吉澤一巳，岡淳一郎，長瀬博，山田光彦，第28回 マイクロダイヤリシス研究会，東京，2017.
6．認知・情動行動における神経ペプチドの機能解明とペプチド医薬品の創出，岡淳一郎，脳学際第1回シンポジウム，東京，2017.
7．恐怖記憶の消去と再固定化を制御する新規薬物療法の開発，山田光彦，赤木希衣，山田美佐，川島義高，斎藤顕宜，岡淳一郎，第39回日本生物学的精神医学会・第47回日本神経精神薬理学会，札幌，2017.
8．幼若期発症1型糖尿病に伴う認知情動障害とその治療戦略，岡淳一郎，濱田幸恵，恒岡弥生，岩井孝志，第19回応用薬理シンポジウム，東京，2017.
9．記憶を保存する細胞群を決める機構の解明，佐野良威，第1回 東京理科大学脳学際研究部門公開シンポジウム「脳の理科(サイエンス)～脳の謎に挑む」，東京理科大学，葛飾キャンパス，2017年10月21日

受賞

1．萱島修平，斎藤顕宜，早田暁伸，長瀬博，吉澤一巳，岡淳一郎，山田光彦，若手優秀発表賞受賞，第138回日本薬理学会関東部会，2018.
2．重田将宏，澤留朗，市川寛子，竹村裕，The 2nd Robotics Ongoing Breakthroughs(ROOB2017)，優秀プレゼンテーション賞

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」

海馬神経回路における神経伝達物質放出制御にCAPS1タンパク質が関与する機構を解析した。また、佐野委員、橋本委員および相川委員と共同でマウスに適用できる微小脳波計測装置の開発と脳波データ解析法の検討を継続中である。海馬神経回路における新しいシナプス伝達の分子機構が明らかになり、日本神経科学大会や米国Society for Neuroscience年会で発表した。神経科学と電気計測工学と情報科学を連携することで、小型モデル動物の行動と脳活動を連動して解析できるシステムの開発を行い、一定の脳波計測が可能な段階となった。今後さらに改良を重ねて、認知や記憶時の行動と脳活動との関連について理解を進める。

岡　淳一郎

「認知情動障害の病態解明と治療戦略の構築」

経鼻投与で抗うつ作用や認知障害改善作用を示す神経ペプチド誘導体の中枢移行メカニズムについて、鼻粘膜の神経末端からマクロピノサイトーシスで取り込まれ細胞質内を移動して中枢神経に達する可能性を示した。この誘導体化法は現在国内外（EU、米国）に特許出願中で、さらに別のペプチド誘導体でも効率良く中枢移行して作用を発現することを示した。また、恐怖記憶の消去学習促進及び再固定阻害に関して報告した。

中村　岳史

「神経変性疾患の発症に関わるtraffic jamでのRab分子活性制御の研究」

アルツハイマー病など変性疾患に先行する軸索でのtraffic jamにおいて、細胞内輸送の制御分子であるRab5やRab7の活性は正常な状態とどう異なるかを解析している。細胞外アミロイドβはマクロピノサイトーシスで取り込まれるが、ここでのRab5の一過性活性化はALS2（ALSの責任因子）が担うことを明らかにした。また、TC10G蛋白質がcAMP依存性の神経突起伸長に大きな役割を果たすことを、そのシグナル経路を明らかにした。cAMPは神経軸索損傷時の再生を促進する代表的因子であり、個体レベルでの軸索再生を解析する際の有力な手がかりを得ることができた。

西山　裕之

「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。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、三次元カメラを本研究に併用することにより、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た。

相川　直幸、吉田　嵩

「臨床医を模擬した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。

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めざす。これまでに、曖昧図形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、行動実験を用いて明らかにした。また、荒木らは当該情報処理を再現する数理モデルを構築した。当該行動実験の成果は、国際会議（Psychonomic Society）の年次大会で発表し、英文原著論文として Neuroscience Letters 誌に受理された。数理モデルの成果についても、国際会議（AROB）の年次大会で発表し、査読付きプロシーディングとして受理されている。

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」

抗うつ治療が海馬の成熟神経に対して機能的若返りを引き起こすこと、また新生した神経の生存や分化を促進する一方で、後期の成熟プロセスを抑制することを見出し、抗うつ治療により、より未成熟な性質を持った神経集団が増えることを示唆した。当該成果をまとめ、Front. Cell. Neurosci.誌に出版するとともに、この結果を第 47 回日本神経精神薬理学会で発表した。

荒木　修

「認知機能の数理モデルの構築に関する研究」

視知覚、注意、行動の準備と実行の認知機能に関わる脳神経回路網の数理モデルの構築によって、脳の情報処理メカニズムの解明を目指す。脳波測定などの認知心理学的な実験を実施し、得られた実験データを分析することによって、非線形ダイナミクスによって機能創発する数理モデルの構築を行う。浦川と共に、曖昧図形の脳内情報処理を再現する数理モデルを構築した。当該行動実験の成果は、国際会議（Psychonomic Society）の年次大会で発表し、英文原著論文として Neuroscience Letters 誌に受理された。数理モデルの成果についても、国際会議（AROB）の年次大会で発表し、査読付きプロシーディングとして受理されている。

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。

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、歩行動作や視線行動などヒトの行動指標を解析した。いずれも、外部から観察可能なヒトの行動をもとに、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。また、行動と脳由来の認知処理の関連を検討するために用いた全状態探索法という解析手法に関するレビュー論文を執筆した。

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」

記憶形成の基盤となる神経活動様式を明らかとするため、自由行動下で神経活動を可視化する脳内視微小蛍光顕微鏡とウイルスベクター系を構築した。また、記憶を保存する細胞群が領域間の相互作用により決定されることを示唆する結果をえた。さらに、記憶の獲得過程、および正常な神経活動の維持に CAPS1 タンパク質が関与することを明らかとした。また、古市委員、橋本委員および相川委員と共同でマウスに適用できる微小脳波計測装置の開発と脳波データ解析法の検討を継続中である。当該行動実験の成果は、日本薬学会、日本神経科学大会、米国 Society for Neuroscience 年会で発表した。

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

「非侵襲的脳刺激法による運動学習記憶の連合と操作の研究」

ヒトの運動の多様性を支える神経機能に着目しており、腕の運動課題と一次運動野への経頭蓋磁気刺激を連動させ、腕の筋肉における皮質脊髄路の興奮性の変化を電気生理学的に評価した。その結果、一次運動野内の体部位支配領域間の連携機能を確認した。当該成果は第 11 回 Motor Control 研究会で発表した。

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（2017 年度末現在は 20 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、447 編の査読つき論文、550 編の査読なし論文を著し、21 件の特許出願と69 件の論文賞等を受賞した（2006 年～2016 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～2017 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、2017 年 11 月 20 日（月）に開催された、総合研究院フォーラム 2017（野田校舎 カナル会館 3 階会議室）において当部門の現状と課題について紹介した。2018 年 3 月 2 日（金）には毎年恒例の主要行事であるインテリジェントシステム研究部門研究成果報告会を開催し、特別講演 2 件、各研究グループの代表者による研究概要の紹介 10 件、ポスターセッション 56 件の発表演題により、活発な質疑応答が行われた。同時に研究成果報告会論文集を刊行した。

2. 部門の構成と施設設備

2. 1. 部門の構成

インテリジェントシステム研究部門では、ハードウェア分野、ソフトウェア分野、通信・ネットワーク分野、エネルギーシステム分野、ヒューマンライクで自律性を持つ人に優しいインテリジェントシステムの医療、宇宙応用に向けての研究開発を行っている(図 1)。

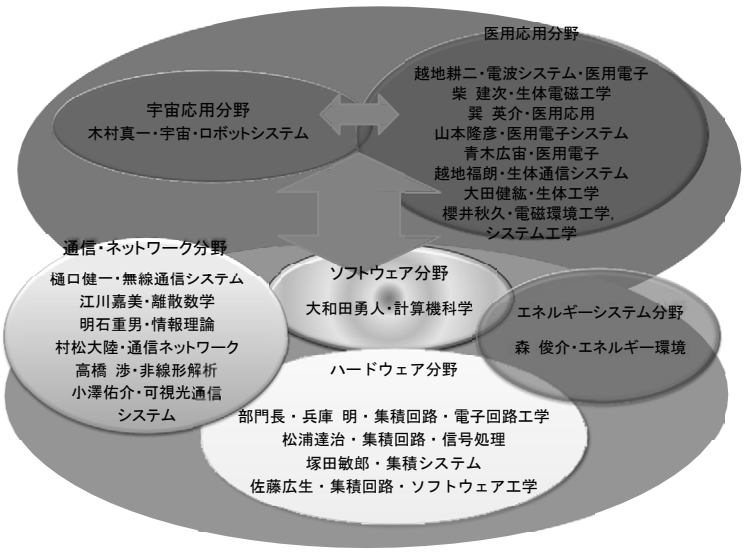


図 1　インテリジェントシステム部門の構成

当部門は、2017 年度は、本学の専任教員 11 名（内訳、理工・電情 6 名、理工・経営 2 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 2 名、客員准教授 1 名、客員研究員 6 名の合計 20 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 10fA 以下と非常に小さく、微少電流の測定が可能である。測定解析部であるSパラメータ／ネットワークアナライザ部はアジレント・テクノロジー8753ES が受け持っており、測定精度 0.04dB（300k～6GHz）である。

図 2　アナログ集積回路チップ解析設備
（左：電圧電流検出部、右：測定解析部）

(2) ベクトル信号発生器

大出力で、低位相雑音、I/Q 変調機能を備えたシンセサイズド信号発生器であり、高周波での基準信号源などとして必要不可欠の測定装置である（図 3)。

図 3　ベクトル信号発生器 E8267D

表 1　ベクトル信号発生器の仕様

メーカ名	アジレント・テクノロジー
型名	E8267D
周波数範囲	250kHz～20GHz
分解能(CW)	0.001Hz

本測定装置は、理工学部電気工学科（関根・兵庫研究室）卒業生の小島（旧姓山﨑）優様とお父上の山﨑舜平様よりご寄贈頂いたものである。

(3) オシロスコープ（TDR 機能付き）

超高周波信号伝送路、超高速差動信号伝送路などの特性評価や反射源位置測定（TDR）を行う際に、周波数帯域が 20GHz 程度までの波形観測装置は不可欠である。通常の信号波形観測をはじめ、レーダや医用応用を目指したマイクロ波イメージングの研究に有用である（図 4)。

表 2　オシロスコープ（TDR 機能付き）の仕様

メーカ名	アジレント・テクノロジー
型名	86100C/54754A
チャンネル数	2ch
周波数帯域	20GHz
TDR ノーマライズ機能	10psec－5sec
TDR パルスフラットネス	5%
VNA との接続性	PLTS:SW で時間、周波数変換

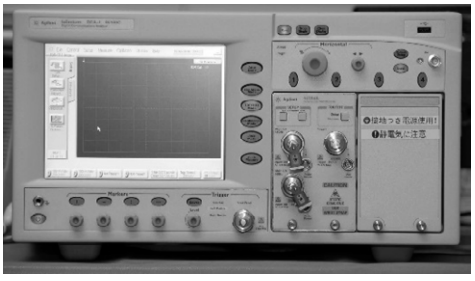


図 4　オシロスコープ（TDR 機能付き）86100C/54754A

3. 各研究グループの活動報告

当部門では研究活動に際し明確なグループ分けを行っていない。以下に各研究室の主要研究課題を示す。各課題の研究成果は、平成 29 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

1. 低周波用電磁ファントム開発に向けた生体組織の電気化学インピーダンス測定に関する検討
2. 高含水ゲルファントムの異方性付与に関する基礎的検討
3. 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 8 の字形コイルの設計
4. 複数人人体通信における簡易腕モデルの形状に関する検討
5. 電磁界解析を用いたマイクロ波プラズマ装置におけるシースを考慮したモデルの検討
6. マイクロ波加熱を用いた服の乾燥に関する研究

3. 2. 兵庫・松浦グループ

1. 遅延を考慮した 3 次 Sturdy-MASH ΔΣADC の分解能劣化の改善に関する検討
2. SAR-ADC における容量誤差の推定と復元波形の補正に関する研究
3. インクリメンタル NS-SAR 型 ADC に関する研究
4. 超小型乱数発生器の出力パルス間隔の測定に関する研究
5. ランダムスイッチング制御型降圧コンバータの出力リプルに関する研究
6. テールフィードバック型 LC 発振器の性能改善に関する研究
7. Adaptive hysteresis band を用いたヒステリシス制御 DC-DC コンバータの負荷過渡応答改善に関する研究
8. 逐次比較型 ADC を用いた 3V 入力 ADC から 0.7V 入力 ADC への入力信号の変換方法の研究
9. E 級電力増幅器のインダクタの小型化に関する研究

3. 3. 大和田グループ

1. ニュース原稿自動生成システムの開発

3. 4. 森・澤口グループ

1. 宇宙太陽光発電の世界多地域エネルギー供給源の研究

3. 5. 木村グループ

1. 宇宙ゴミの除去に関してシンガポールの ASTROSCALE 社と共同研究契約のもと、デブリ観測衛星 IDEA 用の搭載計算機並びにカメラシステムの開発を完了し、2018 年 11 月 28 日にロシアボストーチヌイ宇宙基地からソユーズによって打ち上げられた。残念ながらロケットの不具合により、軌道投入されなかったが、民政デバイスを活用した高度な搭載機器開発は、報道等で紹介された。
2. 東京大学を中心に開発する超小型衛星 TRICOM-1 の搭載計算機および地球観測カメラシステムを開発し、2 月 3 日に国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）が開発した SS-5205 号機により、内之浦から打ち上げられ、ミッションに成功した。
3. 宇宙教育プログラムと連携し、東京理科大学における宇宙開発のプロモーションを展開するとともに、理工学研究科の枠組みとして宇宙理工学コースを発足した。さらに、スペースコロニー研究センター設立に協力した。

3. 6. 樋口グループ

1. MIMO チャネル状態情報の繰り返し時間領域圧縮法における適応初期補間ベクトル設定法
2. チャネル復号前情報を用いた低遅延ハイブリッド ARQ 法の一検討
3. ホタルアルゴリズムを用いた Massive MIMO ビームフォーミング制御の検討
4. 固有モード Massive MIMO-OFDM 伝送におけるチャネルのヌル空間を用いた適応 PAPR 抑圧法の評価

5. システムスループットを最大化するサービスチャネル間の最適周波数帯域幅配分法の検討
6. ヘテロジーニアスネットワークにおける瞬時チャネル状態に基づく接続セル選択と時間・周波数領域スケジューリングの同時最適化法
7. ヘテロジーニアスネットワークにおけるシステムスループット観測値に基づく基地局間独立オンライン型周波数ブロック毎適応送信電力制御法
8. システムスループットを最大化する瞬時チャネル状態を考慮したサービスチャネル間の動的周波数帯域割り当て法
9. IDMA を用いたランダムアクセスにおける干渉キャンセラ構成の検討

3. 7. 柴グループ
1. 逆流性食道炎モニタリングデバイスのための経皮電力伝送システムの開発
2. 逆流性食道炎モニタリングデバイスのための経皮情報通信システムの開発
3. 容量結合を用いた体内深部ワイヤレス情報伝送システムの復調回路の設計
4. 容量結合を用いたペースメーカや補助人工心臓のためのワイヤレス電力伝送システムの設計
5. 人工心臓用体外結合型経皮エネルギー伝送システムの漏れ電流の測定
6. 100kHz 帯の生体組織の比誘電率の非接触測定

3. 8. 江川グループ
1. Graph grabbing game に関する研究

3. 9. 明石・高橋グループ
1. 冤罪型 DoS 攻撃と DNS サーバリフレクション DoS 攻撃の共通性

3. 10. 越地（福）グループ
1. ウェアラブル機器と据え置き型機器間の人体通信における近接電極への結合の検討
2. 多層プリント配線板で構成するパラボラアンテナにおける反射器の検討
3. 磁界共振結合を利用する近距離ワイヤレス通信における SAR の検討
4. 5GHz 帯遮断帯域を有するスリット装荷 UWB アンテナの検討
5. 人体通信を用いた脈拍信号伝送の検討
6. UWB 用広帯域アンテナの立体形状化による放射パターンの改善と小型化の検討
7. ウェアラブルコイルを利用する磁界結合型人体周辺通信
8. 人体通信時における体内埋込型心臓ペースメーカ電極への電磁的誘導の検討

3. 11. 大田グループ
1. 口唇周囲の筋電位を用いた管楽器吹奏初級者の支援システムの開発
2. ウェーブレット変換を用いた拡張 PCP による和音推定
3. 非負値行列因子分解 NMF を用いた楽器多重音の分離について
4. 楽曲の周波数帯域に着目したテンポ推定
5. 手首屈伸筋の共収縮水準の比較によるドラム打叩運動メカニズムの解明

3. 12. 小澤グループ
1. 高速可視光通信のための高密度 LED アレイを用いたデジタル制御型変調技術の研究
2. 照明機能制御を有した照明可視光通信の研究

4. 研究活動の展望

2018 年 3 月 2 日には、例年と同様に研究成果報告会を開催し、中村明宏氏（イグアス 3D システム事業部）による「3D デジタルで変革するモノづくりと社会活動」、九頭龍雄一郎氏（Triple W Japan）による「排泄ケアデバイス DFree 開発の裏側」の 2 件の特別講演と、各研究グループ代表者による研究活動紹介 10 件、ポスター発表 44 件の講演が行われ、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)

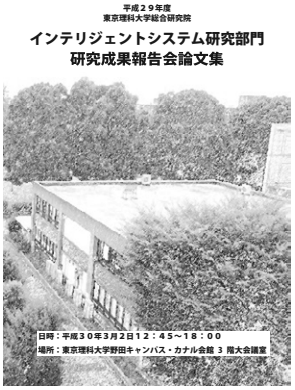


図 5　平成 29 年度研究成果報告会論文集

5. むすび

当部門は、ソフトウェア応用・ネットワーク、ハードウェア、エネルギー環境、基礎理論の各分野グループにおいて、インテリジェントシステムの要素となる技術の研究成果を多数創出してきているが、インテリジェントシステムを構築するには、各分野の要素技術の成果を融合するための部門内、部門間の共同研究体制が重要であり、今後もより一層の協調が必要である。

参考文献

平成 29 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

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1．Non-binary Cyclic and binary SAR Hybrid ADC, Kota Inoue, Tatsuji Matsuura, Akira Hyogo, Hao San, IEEE 24th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems, pp.105-109, 2017/6/23（査読有）
2．2.4GHz 帯 LNA-VCO カレントリユース手法による低消費電力化に関する検討，村岡 丈裕，兵庫 明，松浦達治，電気学会研究会資料，ECT-17-63，pp.43-46，2017（査読無）
3．Cuk DC/DC コンバータのゼロ電圧スイッチングに関する検討，佐々木弘恵，兵庫明，松浦達治，電気学会研究会資料，ECT-17-105，pp.59-64，2017（査読無）
4．アダプティブバイアスを用いた C 級カレントリユース型 LC 発振器の動作範囲拡大の提案，冨塚直也，兵庫明，松浦達治，電気学会研究会資料，ECT-18-009，pp.45-50，2017(査読無)
5．3 次 Sturdy-MASH ΔΣADC の性能改善に関する検討，吉田浩志，兵庫明，松浦達治，電気学会研究会資料，ECT-18-002，pp.7-10，2017（査読無）
6．Expansion of Bartlett's Bisection Theorem Based on Group Theory, Yoshikazu Fujishiro, Takahiko Yamamoto and Kohji Koshiji, IEICE Transaction on fundamentals of electronics communications and computer sciences, Vol.E100-A, No.8, pp.1623-1639（査読有）
7．Document-based Programming System for Seamless Linking of Satellite Onboard Software and Ground Operating System, Shinichi Kimura, Yuki Asakura, Hiroaki Doi and Masahiro Nakamura, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.29, No.5, pp.801-807（査読有）
8．Quick Report on On-Board Demonstration Experiment for Autonomous-Visual-Guidance Camera System for Space Debris Removal, Shinichi Kimura, Yuta Horikawa, and Yasuhiro Katayama, The 31st ISTS Special Issue of Transaction of JSASS, Aerospace Technology Japan,(in press)(査読有)
9．Space Education Program of the Tokyo University of Science (T-SEP): A trial for hands-on space education by using realistic materials, Shinichi Kimura, Ichiro Ueno, Hideyuki Suzuki, Tomoaki Tatsukawa, Kozo Fujii, Makoto Yamamoto, and Chiaki Mukai, The 24th Session of the Asia-Pacific Regional Space Agency Forum (APRSAF-24), Bengaluru, India（査読無）
10. Performance Evaluation of Joint Power and Frequency-Domain Inter-Cell Interference Coordination in Heterogeneous Networks, Sho Takano, Kenichi Higuchi, Journal of Signal Processing, vol.21, no.4, pp.149-153, July 2017.(査読有)
11. Decentralized Iterative User Association Method for (p, α)-Proportional Fair-Based System Throughput Maximization in Heterogeneous Cellular Networks, Kenichi Higuchi, Yasuaki Yuda, IEICE Trans. Commun., vol.E100-B, no.8, pp.1323-1333, Aug.2017.(査読有)
12. Joint Optimization of User Association and Inter-cell Interference Coordination for Proportional Fair-Based System Throughput Maximization in Heterogeneous Cellular Networks, Yoshitaka Ikeda, Shozo Okasaka, Kenichi Higuchi, IEICE Trans. Commun., vol.E100-B, no.8, pp.1334-1342, Aug.2017.(査読有)
13. The existence of a path-factor without small odd paths, Y. Egawa and M. Furuya, Electronic J. Combin., Vol.25 (2018), 1-40.
14. On star-packings having a large matching, Y. Egawa and M. Furuya, Austral. J. Combin., Vol.70 (2018), 336-339.
15. 補助人工心臓用体外結合型経皮エネルギー伝送システム －漏れインダクタンスとコンデンサの共振による放射妨害波低減－，柴建次，日本 AEM 学会会誌，Vol.25，No.4，pp.395-402，2017（査読有）
16. Measurement of Energy Transmission Efficiency of Air-Core Transcutaneous Energy Transformer in NaCl Solution for Ventricular Assist Devices by Reducing Common-Mode Current in the Range of 200-1500 kHz, Tadashi Kaga, Kenji Shiba, Proceedings of the IEEE Biocas conference 2017, pp.604-607, 2017（査読有）

17. 体内深部－体外間の容量結合型無線情報伝送システム －電磁ノイズ環境下における通信特性の測定－, 新郷航希, 柴建次, 原一裕, 坪木光男, 伊藤雅一, 日本 AEM 学会会誌, 全８ページ, pp.152-159, Vol.26, No.1, 2018.
18. 体内留置逆流性食道炎モニタリング装置への無線電力伝送 －解析による最適巻数と周 波数の検討－, 勝山晃吉, 加我正, 柴建次, 日本 AME 学会誌, pp.145-151, Vol.26, No.1, 2018.
19. Evaluation of ground loop through the floor in human body communication, K. Sasaki, N. Arai, D. Muramatsu, F. Koshiji, International Journal of Wireless Information Networks, Issue 2, Vol.24, pp.78-90, 2017.(査読有)
20. Biomedical signal transmission using human body communication, F. Koshiji, R. Urushidate, K. Koshiji, The IEEE 36th International Performance Computing and Communications Conference (IPCCC 2017), pp.1-2, 2017.(査読有)
21. 大田健紘, 筋電位計測装置, 日本音響学会誌, 72(9), pp.574-575, 2016.(査読無)
22. Tsutomu Mitsui, Takefumi Hiraguri, Kentaro Nishimori, Shunya Yokoyama, Kenko Ota, Tomomi Hiraguri, Yoshiaki Morino and Naoki Honma, Experimental evaluation of MIMO transmission on between human bodies communication, IEICE Communications Express, Vol.5 (No.8), pp.272-277, 2016.(査読有)
23. Kenko Ota, Kohei Yoshida, A Study on Acoustic Features Affecting Speaker Similarity Between Recorded and Synthesized Voice, The Journal of the Acoustical Society of America, 140, p.2964, 2016.(査読無)
24. Kenko Ota, Takuya Ichigo, Takahiro Shirasawa, An Application of Multiple-stage Non-negative Matrix Factorization to Music Analysis, The Journal of the Acoustical Society of America, 140, p.3426, 2016.(査読無)
25. Hybrid PWM/DPAM Dimming Control for Digital Color Shift Keying Using RGB-LED Array, Jumpei Okumura, Yusuke Kozawa, Yohtaro Umeda, Hiromasa Habuchi, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.35, No.1, pp.45-52, 2018 年 (査読有)
26. Improved synchronization scheme for indoor visible-light differential on-off keying, Yuta Asano, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp.1-5, 2017 年 (査読有)
27. Proposal of optical wireless turbo coded APPM system, Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, 2017 27th International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC), pp.1-5, 2017 年 (査読有)
28. SCDMA capability of high-density code-shift keying using dual MPOMs in optical-wireless channel, Takashi Tokunaga, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, Ran Sun, 2017 27th International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC), pp.1-5, 2017 年 (査読有)
29. Inverse pulse position modulation schemes for simultaneous visible light wireless information and power transfer, Ryota Kimoto, Yusuke Kozawa, Yohtaro Umeda, Hiromasa Habuchi, 2017 27th International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC), pp.1-6, 2017 年 (査読有)
30. Impact of framed-DOOK optical wireless system using error correcting codes, Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, 2017 Eighth International Workshop on Signal Design and Its Applications in Communications (IWSDA), pp.99-102, 2017 年 (査読有)
31. New two-layered pseudo-noise code for optical-wireless code-shift keying/SCDMA, Takashi Tokunaga, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, 2017 Eighth International Workshop on Signal Design and Its Applications in Communications (IWSDA), pp.149-153, 2017 年 (査読有)
32. A theoretical analysis of visible-light variable N-parallel code-shift-keying in LOS indoor environments, Keisuke Osawa, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, 2017 Eighth International Workshop on Signal Design and Its Applications in Communications (IWSDA), pp.44-48, 2017 年 (査読有)

33. Quadrature-modulation envelope-pulse-width-modulation transmission system using quadrature polarized waves, Ryo Sakai, Tomoaki Mgrita, Yohtaro Umeda, Yusuke Kozawa, 2017 IEEE 60th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS), pp. 1142-1145, 2017 年（査読有）

著書

1．LED を使った可視光通信とはなにか，小澤佑介，電気書院-月刊電気計算（第 85 巻第 5 号），2017 年 5 月.
2．ヘルスケア・ウェアラブルデバイスの開発，人体通信技術のウェアラブルデバイスへの活用，越地福朗，シーエムシー出版，March 2017.
3．ウェアラブル機器の開発とマーケット・アプリケーション・法規制動向～ヘルスケア分野を中心として～，モバイル・ウェアラブル機器用アンテナの設計・実装技術，越地福朗，R&D 支援センター出版，pp.83-93，July 2017.

招待講演

1．Integrated CMOS ADC, Tutorial review on resent hybrid SAR-ADCs, Tatsuji Matsuura, 24th International Conference on Mixed Design of Integrated Circuits and Systems, MIXDES 2017, Bydgoszcz, Poland 22-24 June 2017（招待講演）.
2．人体通信用ウェアラブル電極の周波数特性と生体安全性，越地福朗，藤田佑輔，越地耕二，電子情報通信学会 2017 年ソサイエティ大会，東京，2017

特許

1．柴建次，国内優先出願，電気装置，特願 2017-145694，2017
2．西村隆，柴建次，増澤徹，巽英介，岸上兆一，柳園宜紀，香川拓也，一ノ瀬高紀，国内優先出願，皮下埋込型通電ポート，特願 2018-31660，2018

受賞

1．松本裕貴（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最優秀発表賞，電子情報通信学会無線通信システム研究専門委員会，June 2017
2．川田真之（指導教員：樋口健一），電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会奨励賞，電子情報通信学会東京支部，March 2018
3．鈴木幹人（指導教員：樋口健一），電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会奨励賞，電子情報通信学会東京支部，March 2018
4．松田勇介（指導教員：小澤佑介），NCSP'18 Student Paper Award，March 2018.
5．松田勇介（指導教員：小澤佑介），電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会学生奨励賞受賞，2017 年 10 月
6．島崎勇登，越地福朗，越地耕二，JPCASHOW2017 アカデミックプラザ賞，エレクトロニクス実装学会・日本電子回路工業会，2017

研究課題（研究者別）

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その配向性制御を行うことによって、低周波数帯域において筋肉組織などにみられる異方性も模擬した高機能電磁ファントムの開発を行っている。

「体内埋込型人工心臓用経皮エネルギー・情報伝送システムに関する研究」

埋込型人工心臓装着患者の QOL 向上には駆動用エネルギーや制御用情報の伝送を非侵襲に行うことが不可欠である。本研究では、経皮エネルギー伝送システムをシンプルな構成で高効率化・高機能化するための E 級増幅器やハーフアクティブ整流器の適用、情報伝送機能の付加のための 8 の字形情報伝送コイルの適用などについて研究を行っている。

「マイクロ波プラズマ源用スロットアンテナの特性改善」

マイクロ波プラズマはプラズマプロセスにおいて、幅広く用いられている。マイクロ波を導波管により伝送させ導波管内に設けたスロットアンテナよりチャンバーに向けて放射するプラズマ装置において、スロットアンテナの特性改善を検討している。スロットアンテナのスロットの形状を三日月形にした上で各部寸法を検討したところ、共鳴吸収に適したアンテナを設計することができた。

木村　真一

「衛星搭載機器のインテリジェント化に関する研究」

放射線環境や熱真空環境、打ち上げ時の振動環境など宇宙利用する際の適合性を評価することで、最先端の民生用デバイスの宇宙利用の可能性を開拓することで、衛星搭載機器の能力を向上し、宇宙機器のインテリジェント化を実現する。また、ソフトウェアリソースの再利用性の向上と評価環境を整備することで、宇宙機器の搭載ソフトウェアの生産性と信頼性向上を実現する。

兵庫　明、松浦　達治

「RF 回路、発振回路の低消費電力化に関する研究」

RF 回路に用いられる高周波発振回路（VCO）や、低雑音アンプ（LNA）など、IoT の時代を迎えて電池駆動のセンサーデータを低電力無線でセンターに送る、など極低電力の RF 用回路が要求されている。我々は VCO の構成を工夫してカレントリユース、つまりバイアス電流を再利用して電力を低減した発振回路や、LNA や VCO の電流を共用化してバイアス電流を半減するなどの回路工夫を行って低電力 RF システムを提案している。今後の IoT の進展に従ってこれらの研究はますます重要性が増していくと考えられる。

「β 変換サイクリック A/D 変換器に関する研究」

誤差を補正できる A/D 変換（ADC）方式として、β 変換を用いた ADC 方式を研究している。サイクリック ADC では比較器を用いて入力電圧を上位ビットから決定してゆくが、あるビットを決定後の量子化誤差の演算で、容量比の誤差、および OP アンプの利得不足があると A/D 変換精度が劣化する。そこで $1<\beta<2$ の重みを使って、そのβ値を推定して、これらの誤差を補正して高精度化するβ変換 A/D 変換器方式を我々は研究している。今回、下位ビットを逐次比較 A/D 変換方式で実現することを検討し、高精度・低電力に回路が設計できることを確認した。

「正帰還およびフィードフォワードを用いたリングアンプの高利得・広帯域化の研究」

近年、CMOS 素子が微細化されるにつれ、トランジスタの出力抵抗が下がるためチップに内蔵した OP アンプの利得が取れなくなってきている。そこでインバータを 3 段にしたリングアンプが研究されている。しかしながら利得を高く取り、しかも帯域を広く設計することは難しかった。今回、疑似差動リングアンプに正帰還を掛けて利得を高め、かつフィードフォワード補償を使うことによりアンプの帯域を広げることに挑戦しうまく設計できることを確認した。

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。

江川　嘉美

「グラフの連結度に関する可縮辺の研究」

k 可縮辺をもつ k 連結グラフの性質は、可縮辺を縮約することにより、より小さい k 連結グラフの性質に帰着して調べることができる。そこで、k 可縮辺をもたない k 連結グラフの研究が重要になるが、k が 4 以下の場合はそのようなグラフは完全に決定されている。当研究室では、k が 5 の場合について研究を行っており、平成 29 年度は、5 可縮辺をもたない 5 連結グラフの部分グラフの構造に関する結果を得た。

越地　福朗

「ウルトラワイドバンド通信用超広帯域アンテナの小型化に関する研究」

近年、ユビキタスネットワーク社会を実現するための有力な通信技術として、Ultra Wideband (UWB) 通信技術が注目されている。UWB 通信システムは、モバイル機器などの小型機器に搭載されることが想定され、アンテナの小型化は重要課題のひとつである。本研究では、アンテナのさらなる小型・薄型化を目指し、電磁界解析およびアンテナ試作による実験検討を行っている。

「UWB 通信用超広帯域アンテナの電子機器実装に関する研究」

Ultra Wideband (UWB) 通信では、3～10.6GHz の広い周波数帯全体でアンテナ性能を確保する必要があるため、従来の狭帯域アンテナの実装に比べて難易度が高く、UWB 機器普及の妨げとなっている。本研究では、UWB 用アンテナの実装方法をあきらかにすべく、小型携帯端末などをターゲットに、電子機器実装に関する検討を行っている。

「金属筐体開口を利用した電子機器組み込みアンテナに関する研究」

アンテナを内蔵する通信機器に金属筐体を利用することは、アンテナと金属筐体との近接による放射インピーダンス変動や電波遮蔽などのアンテナ実装上の難しい課題があり、高密度実装が要求される携帯型電子機器などの小型・薄型化の妨げになっている。本研究では、アンテナが金属筐体に近接することによるアンテナ特性への影響を低減するために、金属筐体自体をアンテナとする新しい電子機器組込アンテナに関する研究を行っている。

「人体近傍通信（ボディエリアネットワーク）に関する研究」

人体近傍通信や人体内外間通信などを含むボディエリアネットワークシステムでは、生体に近接または接触するアンテナや電極が効率的な通信を実現するための課題となっている。本研究では、人体近傍にのみ電磁界を分布させ、人体周辺において高効率かつ高セキュリティな信号伝送が可能となるアンテナや電極の構造・配置などについて、電磁界シミュレーションおよび実験によって検討を行っている。

柴　建次

「人工心臓用体外結合型経皮エネルギー伝送システムの高周波漏れ電流の測定」

補助人工心臓用経皮エネルギー伝送システムは電磁誘導を用いて体外から体内に電力伝送する方法であるが、体内に埋め込まれる部分から漏れ電流が人体に流れる可能性がある。本研究では模擬人体中に、漏れていく漏れ電流を実測している。

「生体組織やパッケージを含めた経皮トランスの等価回路の作成」

トランス周辺に生体組織があると、渦電流が流れ効率が低下する。さらに、コイルの表面には絶縁フィルムがあるが、容量的に結合が生じる。このため、これらの損失や容量を含めた等価回路の作成が必要になる。本研究では、一次側に、トランスと並列に、抵抗-容量を直列接続した回路を挿入し、模擬生体に漬けた経皮トランスを模擬できないか検討している。ネットワークアナライザによる効率の実測値と、等価回路から計算した理論推定値を比較したところ、誤差 2.3%の範囲で一致することを確認している。

大和田　勇人

「物語を生成する知能システム」

人工知能研究において”創造”を実現することは最も困難な課題の一つである。近年人工知能技術の発展に伴い多くの応用例が報告されているが、コンピュータ自身が創造的な処理を行う技術報告は極めて稀である。本課題においては物語の生成という創造的タスクに対して物語の自動生成手法の開発、検討を行っている。本年度は物語の表層上の階層構造と、物語の意味内容が内在する論理構造に基づく物語の生成手法を提案した。

「機械学習を用いた顧客の解約予測に関する研究」

定期的に契約更新が行われる製品に対して、機械学習による顧客の解約予測モデルの構築に関する研究を行っている。本年度は機械学習とマルチエージェントシミュレーション（MAS）を組み合わせた新たな方法論を提案した。機械学習による予測モデルは精度の高い予測を実現するが、個々の顧客に対する行動の評価や分析が難しい。一方で MAS は個々の顧客の行動をシミュレートするので、より詳細な分析が可能となることが期待される。

「土地被覆分類のための再帰的アンサンブル学習」

衛星画像等を用いて、未調査の土地に対して植生領域を自動的に検出する方法論の研究を行っている。通常、精度の高いカメラによる衛星画像は入手が難しいため、本研究では限られた衛星画像を用いて、再帰的に機械学習を繰り返すことにより精度の高い土地被覆分類を実現するアルゴリズムを提案した。本手法は再帰的に仮想的な教師用データを作成することで、実際の教師用データが少ない場合においても精度の高い分類予測を実現する。

森　俊介

「地域分散型エネルギーシステムに関する研究」

地球温暖化と震災以降のエネルギー問題解決の重要な要素として、スマートタウンなど分散型電源等を含む新しい地域エネルギーシステムによる低炭素社会の実現が不可欠である。しかし、従来は技術的な可能性に力点が置かれ、現実に企業や消費者が受けるメリットが明確ではなく、普及を遅らせる一因となっている。本研究では地域の細分化と天候の不確実性を考慮して太陽発電導入と評価がどのように変化するかを見る。

「多地域エネルギー供給システムとしての宇宙太陽光発電の評価」

宇宙太陽光発電（SPSS）は次世代のエネルギー供給設備として研究がすすめられているが、日本に対する供給のみではメリットが小さい現実がある。これに対し静止軌道だけでなく準天頂角軌道をとった場合は電力供給の不足する世界のほか地域への供給が見込める。本研究では衛星の軌道計算と地表への送電可能時間帯等から、アフリカへの供給の寄与を評価した。

高橋　渉、明石　重男

「非線形解析学によって初めて可能となる自然現象のモデル化と解析」

理想気体の状態方程式や振り子の周期測定に例を見るように、自然現象の多くは本質的に非線形性を有している。しかし従来から行われている「非線形現象の線形モデルによる近似」という手法では、不都合が生じることが指摘されている。その具体例として、微分係数を平均変化率で置き換え、微分方程式の解を差分方程式の解として近似することにより発生する「差分化による微分方程式数値解法の不安定化現象」が存在する。このような問題の存在故に、「非線形現象の解析には非線形モデルを作製してから研究することが重要である」という考え方が認識されている。非線形解析学は、上記問題点を研究する現代解析学の一分野であり、凸解析学は、物理学や経済学からの要請に応じて、非線形性の代表例である凸性を研究する応用数学の一分野である。そして現在、非線形解析学と凸解析学により生み出された手法は、上記学術領域以外の領域でも用いられており、物理学との関係では「エルゴード定理の非線形拡張」、計算機科学との関係では「非凸形状物体の形状認識」等が存在する。その一方で、非線形解析特有の重要な未解決問題も明らかにされており、それらを解決する数学的手法の確立と、今後の発展を担う若手研究者の育成が急務となっている。このような理由に基づき、本研究集会を通じて、非線形現象を理論と応用の両面から、多角的に研究することを目的としている。

大田　健紘

「生体情報を用いた心理・動作の解析に関する研究」

本研究は、筋電や心拍などの生体情報から人間の心理状態や身体動作を解析するのに必要となる測定方法や解析方法を開発することを目的としている。本年度、筋電に関してはフルート・トランペット吹奏時における口唇周囲の筋活動を対象とし、電極の小型化及び貼付位置の検討を行った。心拍に関しては、品質に劣化のある映像ストリーミングサービス視聴時の視聴者のストレス状態と心拍変動の関係を検討した。

「音楽音響信号を対象とした多重音解析及びテンポ解析に関する研究」

本研究では、複数の楽器音が混合された音楽音響信号を対象として、自動採譜を行う技術開発を行っている。その要素技術として多重音からの基本周波数抽出技術及びテンポ解析技術の開発を行っている。多重音からの基本周波数抽出の場合、基本周波数抽出の前処理として音源分離を行うことで抽出精度の向上が見込める。そのため、前処理として半教師あり非負値行列因子分解(SSNMF)を用いて音源分離を行うことを検討した。テンポ解析に関しては、ドラムスのハイハット音を用いた解析精度向上を検討した。

「オペアンプの違いによる音質の違いの定量化に関する研究」

本研究では、音響機器の部品の一つであるオペアンプの違いによる音質変化に関する主観印象の変化を定量化する技術を検討した。具体的には、主観評価による結果と収録した音の物理的特徴量との関係を明らかにすることで技術の確立を目指している。

「感情音声の合成に関する研究」

本研究では、過去に録音した音声を加工することで任意の文章及び任意の感情の音声を合成することを目的としている。その要素技術として、大げさな感情表現を含む演技音声に注目し、ある感情の音声に聞こえるために必要となる音響的特徴を主観評価実験により検討している。

小澤　佑介

「マルチカラーLED アレイを用いた照明可視光通信の高度化に関する研究」

インテリジェントシステムに必要となる大容量化・高信頼性な近距離無線通信実現のためにマルチカラーLED アレイを用いた照明可視光通信の提案を行っている。マルチカラーLED を用いることで通信速度の高速化及び照明機能の高度化（ちらつき軽減、調光機能、調色機能）、LED アレイを用いることで LED 非線形発光効果を低減し送信信号精度の大幅な改善効果の実現を目指している。

先進農業エネルギー理工学研究部門

先進農業エネルギー理工学研究部門について

1. 概要

研究部門では、東京理科大学が持つ理工薬学の技術と諏訪東京理科大学が持つ農業関連の工学技術を融合させ、「ソーラーマッチング」による農業と発電の両立による農業 IoT 技術の普及による農業の生産性の向上、AI（人工知能）による「革新的な農業工学技術」を社会に実装し、スマート農業に関する農理工学際研究の成果を世界に発信することを目的としています。

2. 部門の構成と施設設備

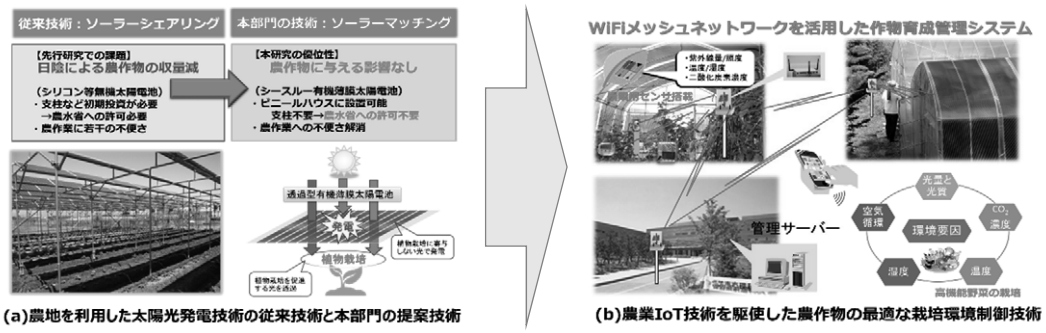


図 1　本部門の研究内容（左：発電と栽培を両立するソーラーマッチング、右：農業 IoT 技術）

図 2　本部門の研究設備（屋内：(a)～(d)、屋外：(e)～(f)）

部門の構成

本研究部門の構成メンバーとその専門分野は以下のようになっている。

表 1　先進農業エネルギー理工学研究部門の各グループと研究テーマ

グループ	氏名	役職	所属	研究テーマ
光合成学際領域	朽津 和幸	教授	[2]	(副部門長) 植物生理学による農作物成分分析
	鞆 達也	教授	[2]	藻類光合成タンパク質を用いた光電変換技術
	松岡 隆志	教授	[1]	光合成数理モデルの構築
農業用デバイス	渡邊 康之	教授	[1]	(部門長) 農業用太陽電池・センサーの開発
	大橋 昇	博士研究員	[1]	太陽電池と光合成を両立するための理論解析
	表 研次	客員教授	[5]	農業用有機薄膜太陽電池の開発
	杉山 睦	准教授	[2]	農業用透明センサーの開発
	中野谷 一	研究員	[4]	植物栽培用有機 LED 技術の開発
※新メンバー	**下田 達也**	**客員教授**	**[6]**	**プリンテッドエレクトロニクスによる農業 IoT デバイス**
農業 IoT 技術	松江 英明	教授	[1]	WiSUN メッシュネットワークによる農業 IoT 技術開発
	山口 一弘	助教	[1]	農業 IoT 技術を用いたセンサネットワークの構築
実践農業	奥 久司	研究員	[3]	先進農業技術の実践農業への展開

※所属　[1]諏訪東京理科大学、[2]東京理科大学、[3]八ヶ岳中央農業実践大学校、[4]九州大学、[5]株式会社イデアルスター、[6]北陸先端科学技術大学院大学

本研究部門の部門独自の施設設備を図 2 に示し、下記に図中の(a)～(f)についての概略を記す。

(a) 部門の部屋：諏訪東京理科大学 7 号館 1 階に先進農業エネルギー理工学部門の部屋を設置
(b) 人工気象機：ピンクシートを用いた光合成促進の基礎実験が可能
(c) ハイエネライト：有機薄膜太陽電池の透過光に対する栽培実験が可能
(d) 藻類培養実験システム：同一光源を用いた 6 種類の光スペクトル変化に対する藻類培養実験が可能
(e) シースルー有機太陽電池搭載ビニールハウス：太陽光発電と栽培実験の両立に関する評価が可能
(f) 農業 IoT 実験システム：上記ハウス内に各種センサーを設置し、温度等のデータを学内 LAN 通信

3. 各研究グループの活動報告

本研究部門では、シースルー有機薄膜太陽電池の透過光を用いた植物栽培における光合成に関する評価等を行う光合成学際領域グループ、農作物栽培用シースルー有機薄膜太陽電池の開発等を行う農業用デバイスグループ、シースルー有機薄膜太陽電池で得られた電力等で農作物栽培に最適な環境を制御する農業 IoT グループ、さらにシースルー有機薄膜太陽電池や農業 IoT を用いた農作物栽培の実証を行う実践農業グループで構成される。下記にそれぞれのグループの活動報告を記す。

3. 1. 光合成学際グループについて

蛍光材料を用いた波長変換シート（通称：ピンクシート）による光合成促進効果に関する評価については、朽津和幸教授と共にクロロフィル蛍光測定器（JUNIOR-PAM）による光合成活性の評価や植物光合成総合解析システム（LI-6400XT）による光合成速度の評価を行った。特に、後者の光合成速度に関する評価は東京大学理学系研究科生物科学専攻の矢守航准教授との共同研究を遂行した。また、電源開発株式会社との共同研究「微細藻類を用いたピンクシート及びシースルー有機薄膜太陽電池の透過光を用いた植物栽培」に先立ち、鞆達也教授に各種微細藻類の培養時に

必要な光のスペクトル等について情報交換を行った。なお、光合成数理モデルの構築に向け、光と物質の相互作用について松岡隆志教授を中心とし量子情報理論によるセミナーを開催した。

3. 2. 農業用デバイスグループについて

光透過型有機薄膜太陽電池の発電効率向上に向けて、独立行政法人 産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター 有機系薄膜チーム及び株式会社イデアルスターと産学官連携体制の下、博士研究員の大橋昇氏が中心となり、シースルー有機薄膜太陽電池モジュールを試作し、NEDO プロジェクト「ベンチャー企業等による新エネルギー技術革新支援事業」に採択され、「光透過型太陽電池を活用した農業 IoT ソーラーチューニング方法の開発」を行った。

また、光透過型有機薄膜太陽電池を用いた農作物栽培実証については、長野県果樹試験場（長野県須坂市）及び株式会社イデアルスター（宮城県仙台市）と共に研究を展開し、長野県果樹試験場において、光透過型有機薄膜太陽電池の下でも従来のブドウ栽培が可能であることを実証し、得られた電力において鳥獣対策として有用な電気柵の稼働に成功した。本研究は、長野県産業イノベーション推進本部のタスクフォースの一つとして、多分野・多業種とタッグを組み、農業における様々な課題解決のための「信州農業を革新する技術開発推進事業」（多分野連携研究）として進めているプロジェクトである。

次に、農業用透明センサーの開発については、杉山睦准教授と酸化物系透明半導体を用いた透明トランジスタや二酸化炭素センサーに関する実験を共同で行い、その成果として農業ビニールハウスに光透過型太陽電池や各種光透過型センサー等を搭載した「インテリジェントビニールハウス」を研究課題とする外部資金獲得に向けて展示会用デモ機を試作した。

さらに、発電するビニールハウス（光合成に寄与しない光で発電する光透過型太陽電池）で得られた電力で駆動可能な光合成蛍光測定デバイス開発に向けて、可視光で透明かつ青色発光可能な有機 EL 及び赤色蛍光を受光する光電変換素子開発に向けた有機半導体材料の探索を行った。

なお、新メンバーとして参画している下田達也教授とは印刷技術による農業用デバイス開発に向けて、インクジェット印刷技術に関連する環境整備の構築を行った。

3. 3. 農業 IoT グループ＆実践農業グループについて

次世代農業 IoT 技術開発に向けてソニーと協力して低消費電力かつ長距離通信可能な LPWA を用いた農業 IoT 技術について、松江英明教授と山口一弘助教が中心となり諏訪東京理科大学内にせ理科大農場有機薄膜太陽電池を搭載したビニールハウス内において無線通信の実証を行った。また、八ヶ岳中央農業実践大学校では、奥久研究員指導の下、農業 IoT システムを構築し、温度等のデータ通信について、ガラスハウスから約 300 メートル離れた校舎内でハウス内の温湿度を常時閲覧できるようにし、栽培に必要な各種データを蓄積している。

4. 研究活動の展望

農地の上に隙間を開けて太陽光パネルを設置する「ソーラーシェアリング」に注目が集まっているが、図 1 に示すようにパネルの影による農作物のへの影響や高い設置コスト等の課題がある。上記課題に対し、農作物栽培に必要な光（青と赤）を透過し、それ以外の光（主に緑）で発電可能な有機薄膜太陽電池を用いた「ソーラーマッチング（農業用 OPV)」を提案し、農作物栽培と太陽光発電の両立が可能なことを長野県果樹試験場及び諏訪東京理科大学内の農場にて実証した。その結果、曇天時などの光不足の場合においては農作物の収穫量の減少、収穫時期の長期化が課題となった。今後、本技術を基盤に曇天時には太陽光発電で得られた電力を用い LED で補光する新たシステム「ソーラーチューニング」の実証に向け、天候に左右されず最適な農作物栽培環境を工学技術で制御するための科学的検証を行う。

5. むすび

本部門と公立諏訪東京理科大学に新設予定の地域連携研究開発機構・農業理工学研究部門との連携を強化し、優れた研究開発成果の発信を続けてゆきたいと考えている。本部門は 2 年目を終了したが、今後の研究を遂行するための実験設備及び研究体制が整いつつある。次年度以降に向

けて、東京理科大学重点課題でもある農水・食品分野についてさらなる展開を加速するための戦略を練る時期に来ている。これまでの部門活動に加え、東京理科大学野田キャンパスの農理工学連携コースとも連携を深めており、工学と農学分野の研究活動が広く認識されてきており、研究センターとして研究活動ができるよう準備してゆきたい。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1．N. Ohashi, S. Kobayashi, M. Hikasa, Y. Nakayama, and Y. Watanabe, Electronic Structures of bis (1,2,5-thiadiazolo) -p-quinobis (1,3-dithiole) (BTQBT) and Electrode Interface Measuring by Photoelectron Spectroscopy, The 6th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies, Jun.20, 2017

2．Kazuya Hosokawa, Toshiaki Yachi, Yoichi Hirata, Yasuyuki Watanabe, First step for power generation amount estimation of solar matching system, 44th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Jun.25, 2017

3．Y. Hirata, T. Iino, N. Ohashi and Y. Watanabe, First step for power generation amount estimation of solar matching system, 27th International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Nov.12, 2017

4．大橋 昇，堤 若菜，近松 真之，吉田 郵司，渡邊 康之，光透過型有機薄膜太陽電池を用いた農業用センサシステム，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会，2017/9/1

5．飯野太智，平田陽一，大橋昇，渡邊康之，透過型有機薄膜太陽電池をビニールハウスに適用した時の出力および透過光特性，平成 29 年度 合同研究発表会 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会，2017/10/1

6．平田陽一，飯野太智，渡邊康之，谷内利明，透過型有機薄膜太陽電池の方位別曲面出力積算量評価，平成 30 年電気学会全国大会，2018/3/1

7．小林 心，深川 弘彦，工藤 一浩，大橋 昇，渡邊 康之，分子配向薄膜を利用した縦型有機発光トランジスタ，電気学会論文誌 C，138 巻 4 号 p.381-386，2018

研究課題（研究者別）

朽津　和幸

「植物生理学による農作物成分分析に関する研究」

蛍光材料を用いた波長変換シート（通称：ピンクシート）による光合成促進効果に関する評価について、クロロフィル蛍光測定器（JUNIOR-PAM）による光合成活性の評価や植物光合成総合解析システム（LI-6400XT）による光合成速度の評価を行った。特に、光合成速度に関する評価は東京大学理学系研究科生物科学専攻の矢守航准教授との共同研究を遂行している。上記の研究は、東京理科大学 研究戦略中期計画 重点課題の一つとしてさらに発展させる計画である。

鞆　達也

「藻類光合成タンパク質を用いた光電変換技術の研究」

生体物質である藻類光合成タンパク質と無生物物質であるカーボンナノチューブを用いた光電変換デバイスにおける光と電子の相互作用について、透明電極材料 ITO の表面処理にける仕事関数制御技術について検討を行った。さらに、次年度からの研究を計画している微細藻類を用いたピンクシート及びシースルー有機薄膜太陽電池の透過光を用いた藻類培養実験について、各種微細藻類の培養時に必要な光のスペクトル等について検討を行った。

松岡　隆志

「光合成数理モデルの構築の研究」

光合成は光エネルギーを利用して CO_2 を糖にする代謝経路である。光合成速度は様々な環境の影響を受ける。例えば、気孔コンダクタンスや葉肉コンダクタンスによって葉緑体への CO_2 供給能力が決まる。このような複雑な過程は物理・生化学に基づいて数理モデル化することができる。本研究では、光合成速度の環境依存性における光と電子の相互作用を光量子情報理論により定量的に解析するための検討を行っている。

渡邊　康之

「農業用太陽電池・センサーの開発の研究」

シースルー有機薄膜太陽電池モジュールを試作し、発電した電力で温度センサー、人感センサーを駆動し無線通信可能なことを実証した。また、光透過型有機薄膜太陽電池を用いた農作物栽培実証については、長野県果樹試験場（長野県須坂市）において光透過型有機薄膜太陽電池の下でも従来のブドウ栽培が可能であることを実証した。さらに、農業用透明センサーの開発については、杉山睦准教授と酸化物系透明半導体を用いた透明トランジスタ等の共同研究を行った。

大橋　昇

「太陽電池と光合成を両立するための理論解析の研究」

光透過型有機薄膜太陽電池の発電効率向上に向けて、独立行政法人 産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター 有機系薄膜チーム及び企業（株式会社 MORESCO、日本航空電子工業株式会社）と産学官連携体制の下、シースルー有機薄膜太陽電池モジュールを試作し、発電した電力で温度センサー、人感センサーを駆動し無線通信可能なことを実証した。また、諏訪東京理科大学内のビニールハウスにおいて発電と光合成を両立するための理論解析を行った。

表　研次

「農業用有機薄膜太陽電池の開発の研究」

植物栽培に必要な光を透過する光透過型太陽電池を利用し、光透過型太陽電池の透過と吸収をチューニングして植物栽培と発電を両立し、さらに透過率の制御と、発電した電力による LED 照明で光量をチューニングして植物に適した光環境を維持可能なソーラーチューニング方法を開発する。さらに、農業用センサーで栽培環境をモニタリングして栽培環境を制御する光透過型太陽電池付ソーラーチューニングハウスの実用化を目指す。

杉山　睦

「農業用透明センサーの開発の研究」

本部門と東京理科大学総合研究院太陽光発電技術研究部門（部門長：杉山睦）との部門間の連携研究として、有機半導体の可視光領域の光波長選択性及び酸化物半導体の可視光領域の透過性を融合させた新奇なデバイスを開発し、農業ビニールハウスに光透過型太陽電池や各種光透過型センサー等を搭載した「インテリジェントビニールハウス」を研究課題とする外部資金獲得に向けて展示会用デモ機試作に向けて検討を行った。

中野谷　一

「植物栽培用有機 LED 技術の開発の研究」

有機 EL のフレキシブル、軽量、光透過性を活かした発光するビニールハウス開発に向けて、研究の第一段階として、光合成に必要な光を発光する光透過型有機 EL 開発に向けて調査検討中である。予備実験として、電圧を無印加下時は可視光で透明で、電圧を印加すると緑色に発光する有機 EL 素子において、蛍光色素による光合成に寄与する赤で発光する素子を試作した。

松江　英明

「WiSUN メッシュネットワークによる農業 IoT 技術開発の研究」

本研究では WiSUN システムを用いた伝送特性を農業現場で評価した。通信経路の見通しが完全にあるエリア、見通しが林などに一部さえぎられるルーラルエリア、そして市街地エリアの 3 つの場合において、それぞれのエリアにおける受信電力特性と伝送の可否特性を実験的に評価した。実験場所は、実践的な農業現場である八ヶ岳中央農業実践大学校で行った。

山口　一弘

「農業 IoT 技術を用いたセンサネットワークの構築の研究」

農業 IoT、つまり IoT を活用した農業分野への活用例として、従来構築していた WiFi ネットワークを用いたものに加えて、新たに生産場からの温度などの環境情報を管理場において遠隔監視・遠隔制御可能なシステムを WiSUN システムにて構築した。実証実験は、大学外及び諏訪東京理科大学内で継続しており、それらのデータから農業 IoT 全般において必要な電力の監視も行う。

奥　久司

「先進農業技術の実践農業への展開の研究」

八ヶ岳中央農業実践大学校において、通信システムの構築に着手した。実践大学校のセロリ苗を育てる 1 棟のガラスハウス内にセンサーを、ハウス外部に中継用アンテナを設置。約 300 メートル離れた校舎内の図書室までを Wi-Fi で接続し、職員室のパソコンでハウス内の温湿度を常時閲覧できるようにし、栽培に必要な各種データを蓄積している。

現代代数学と異分野連携研究部門

現代代数学と異分野連携研究部門について

1. 概要

代数学内部の相互連携による代数学研究の深化と、20 世紀後半からの代数学ベースの新しい応用分野との連携を発展させると共に、未来へ向けた新しい連携分野を発掘することを目的として、2016 年 10 月からスタートした。数学内部の理論研究により純粋数学の発展に寄与すると共に、代数学ベースの連携分野の研究を深化させ、理科大ならではとなる研究拠点を目指しているものである。

2. 部門の構成と施設設備

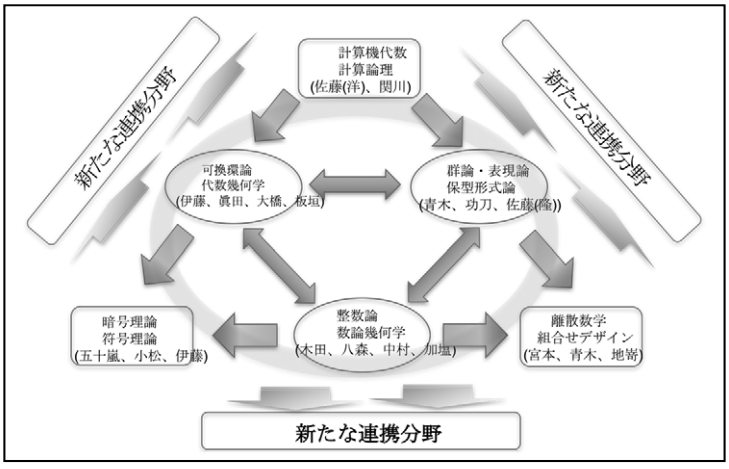
本研究部門は、学内に散らばる整数論、数論幾何学、代数幾何学、可換環論、表現論、保型形式論、代数的位相幾何学などの代数学中心の研究者に加え、離散数学、組合せデザイン、計算機代数学、計算論理学、暗号理論、符号理論、応用代数学などの代数学ベースの応用研究を扱う研究者から構成され、研究者の重複はあるが、大きく基礎グループ、応用グループに分かれて研究している。

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

応用グループはこれら基礎分野の各研究グループと関連する形で計算機代数・計算理論研究グループ、離散数学・組合せデザイン研究グループ、暗号理論・符号理論研究グループの 3 つに細分されている。

施設設備は特になく、研究院が神楽坂地区と野田地区に分かれて所属しているため、それぞれのキャンパスにおいてセミナーやワークショップ、シンポジウムを開催しているのが現状である。

所属	職位	氏名	学位	主な研究分野
理工学部数学科	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
理学部第一部数理情報科学科	教授	佐藤洋祐	Ph.D	計算機代数・計算論理
理学部第一部数理情報科学科	教授	関川浩	博士(数理科学)	計算機代数
理工学部数学科	准教授	青木宏樹	博士(理学)	保型形式
理工学部数学科	准教授	八森祥隆	博士(数理科学)	代数学・整数論
理工学部情報科学科	准教授	宮本暢子	博士(経営工学)	離散数学・組合せデザイン
理学部第一部数学科	准教授	功刀直子	博士(理学)	有限群の表現論
理学部第二部数学科	准教授	佐藤隆夫	博士(数理科学)	代数的位相幾何学
理工学部教養	講師	中村隆	博士(数理学)	数論・確率論
理工学部数学科	講師	小松亨	博士(理学)	代数的数論・数論幾何学
理工学部数学科	講師	加塩朋和	博士(理学)	整数論
理工学部数学科	講師	大橋久範	博士(理学)	代数幾何学
理工学部電気電子情報工学科	講師	五十嵐保隆	博士(学術)	理論的暗号解読
理学部第一部数学科	嘱託助教	板垣智洋	博士(理学)	多元環の表現論
理工学部情報科学部	嘱託助教	地嵜頌子	博士(理学)	離散数学



3. 各研究グループの活動報告

本研究部門の研究推進スタイルは

a) 幅広く相互の専門に近い内容を深く学び最新の研究成果を共有した上で、それぞれが追求している問題解決に有用な方法を取り入れている方法

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。2017 年度は活動も軌道に乗り、a) b) それぞれのスタイルで研究を行った。特にグループ毎に部門内のみならず国内外の研究者との研究交流を積極的に行った。

研究スタイル a）の方法で研究を推進するために、2017 年度はグループ共通で以下のセミナーを開催した。

1） 特異点・トポロジーセミナーを野田キャンパスにて、2017 年 7 月に行い、外部講師 2 名による最新の研究成果について発表してもらった。
2） 野田代数セミナーを野田キャンパスにおいて 2017 年 4 月、2017 年 6 月の 3 回開催し、部門内の若手研究員及び外部の若手研究者により最新の研究成果について発表してもらった。
3） 神楽坂代数セミナーを神楽坂キャンパスにて、2017 年 4 月、6 月、7 月、10 月、11 月、2018 年 1 月に合計 7 回行い、8 名の外部講師により最新の研究成果について発表してもらった。

一方、研究スタイル b）の方法により研究を推進するために、

1） 保型形式のテーマに関して青木が世話人として国際会議、3rd Japanese-German Number Theory Workshop, Max-Planck-Institut fuer Mathematik (Germany), November 2017.を主催した。
2） また、伊藤、大橋が部門の援助を受け、野田代数幾何学シンポジウム（野田キャンパス・2018 年 3 月）を開催し、国際的に活躍している代数幾何学者、特に若手からその分野を先導する研究者まで 6 名の講演者による講演および討論を行った。
3） 宮本、地嵜は、研究集会「実験計画法と符号および関連する組合せ構造」（湯河原・2017 年 11 月）を世話人として開催した。
4） 八森は部門の援助を受け、「代数的整数論研究集会」（野田キャンパス・2017 年 6 月）を主催した。研究集会では学外研究者を中心とした代数的整数論、特に岩澤理論や類対論に関する多くの報告により活発な議論がなされた。
5） 中村は、「多重ゼータ関数の諸相」（名古屋大学・2017 年 8 月）を世話人の一人として開催した。
6） 佐藤隆夫は、「Algebraic Topology focused on Transformation Groups」（京都大学数理解析研究所・2017 年 5 月）を世話人の一人として開催した。
7） 佐藤洋祐は、「23rd Conference on Applications of Computer Algebra」（Jerusalem College of Technology・2017 年 7 月）において、Parametric Polynomial Systems のセッションをオーガナイズした。

これらセミナーや研究集会、シンポジウム等を通して、部門内の研究成果の共有を行うと共に、学外からの多くの研究者を交えた成果共有、問題解決に至るアイディアや手法の情報共有、そして研究連携が行われた。

また、異分野連携へ向けた試みとして、数理モデリングと数学解析研究部門と連携して、技術相談窓口をリニューアルした。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、両部門会わせて 34 名の部門メンバーによる相談体制を構築した。年度末にはパンフレットを理科大専任教員全員に配布し周知を図った。

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。2 年目の活動としては、部門内の各分野の有機的繋がりを求めて、研究者の研究内容を深く共有し、同時に学外からの研究者も交えて研究テーマの検討を行った。今後は、より一層の共有を加速し、それぞれのグループにおける大きなテーマについて連携研究を推進する。また、基礎グループと応用グループとの連携を一層進めていく。新年度は、大きな国際会議を含む多くのシンポジウムやセミナー、ワークショップが計画されており、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。

尚、新年度からは助教 1 名をメンバーに追加しより充実した体制をつくる予定である。また前年度のアドバイザリー委員会の助言を積極的に取り入れて部門にフィードバックしていこうと考えている。

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。次年度は部門の機能が有効に働くよう、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（平成 29 年度分）

学術論文

1．On Jacobi forms of real weights and indices, Aoki H., Osaka J. Math. 54-3 (2017), 569-585.(査読有り)
2．MILP-Aided Bit-Based Division Property for M6 and M8, Tadashi Sasaki, Yasutaka Igarashi, and Toshinobu Kaneko, Advanced Science Letters, 24 巻, 3 号, 1571-1574 頁, 2018 年,(査読有り)
3．ブロック暗号 Few の新しい高階差分特性, 芝山直喜, 五十嵐保隆, 金子敏信, 2018 年 暗号と情報セキュリティシンポジウム予稿集, 2C1-2 号, 2018 年,(査読無し)
4．6.5段の"超軽量"ブロック暗号QTL-128に対する零相関線形攻撃, 林浩成, 五十嵐保隆, 金子敏信, 2018 年 暗号と情報セキュリティシンポジウム予稿集, 2C1-3 号, 2018 年,(査読無し)
5．MILP によるブロック暗号 HIGHT の差分マルチパスの解析, 工藤昌士, 五十嵐保隆, 金子敏信, 2018 年 暗号と情報セキュリティシンポジウム予稿集, 2C1-4 号, 2018 年,(査読無し)
6．軽量型ブロック暗号 Halka の差分パス解析, 中澤 俊, 五十嵐 保隆, 金子 敏信, コンピュータセキュリティシンポジウム 2017 論文集, 2E4-1 号, 2017 年,(査読無し)
7．ブロック暗号 SHipher の選択平文解読と既知平文解読, 藤山雄輔, 五十嵐保隆, 金子敏信, コンピュータセキュリティシンポジウム 2017 論文集, 2E4-2 号, 2017 年,(査読無し)
8．ブロック暗号 Few の高階差分特性, 芝山直喜, 五十嵐保隆, 金子敏信, 信学技報, 117 巻, 39 号, 37-42 頁, 2017 年,(査読無し)
9．On the algebraicity of some products of special values of Barnes' multiple gamma function, Tomokazu Kashio, American Journal of Mathematics (電子版), 2017,(査読有)
10. Stark's conjecture over the rational number field and CM-periods of Fermat curves, Tomokazu Kashio, RIMS Kôkyûroku Bessatsu, B64, 93-106, 2017,(査読有)
11. On two-dimensional Galois representations with squarefree conductor, Kida Masanari and Sudo Yusuke, SUT J. Math. 53 (2017) 73-85.(査読有)
12. On Artin L-functions of certain central extensions, Kida, Masanari and Namura, Norihiko, Journal of Number Theory 173 (2017) 147-169.(査読有)
13. Two-sided tilting complexes for Brauer tree algebras, Yuta Kozakai, Naoko Kunugi, Journal of Algebra and Its Applications (掲載決定),(査読有)
14. Decomposition of Diagonals-Parameter Symmetry Model Using the Diagonal Uniform Association Symmetry Model for Square Contingency Tables, Kouji Tahata, Nobuko Miyamoto and Sadao Tomizawa, Journal of Statistics Applications & Probability Letters, 5, p.1-5, 2018,(査読有)
15. Selberg's orthonormality conjecture and joint universality of L-functions, Y. Lee, T. Nakamura and Ł. Pańkowski, Mathematische Zeitschrift. 286 (2017), no.1-2, 1-18.(査読有)
16. Zeros of polynomials of derivatives of zeta functions, T. Nakamura, Proc. Amer. Math. Soc.145 (2017), no.7, 2849-2858.(査読有)
17. Effective version of self-approximation for the Riemann zeta-function, T. Nakamura and Ł. Pańkowski, Mathematische Nachrichten. 290 (2017), no.2-3, 401-411.(査読有)
18. Joint universality for Lerch zeta-functions, Y. Lee, T. Nakamura and Ł. Pańkowski, Journal of the Mathematical Society of Japan. 69 (2017), no.1, 153-161.(査読有)
19. Integrality of Stickelberger elements attached to unramified extensions of imaginary quadratic fields, Jiro Nomura, Journal of Number Theory, Volume 187, 332-343, 2018.(査読有り)
20. On automorphisms of Enriques surfaces and their entropy, Y. Matsumoto, H. Ohashi, S. Rams, Mathematische Nachrichten, To appear.(査読有り)
21. Hecke algebras, new vectors and newforms on $\Gamma_0(\mathfrak{m})$, E. M. Baruch, S. Purkait Mathematische Zeitschrift 286 (2017), no.1-2, 705-733. (査読有り)

22. Newforms of half-integral weight, S. Purkait, WINJ10 Conference proceedings, October 2017, 95-104.(査読有り)
23. On presentations of Hochschild extension algebras for a class of self-injective Nakayama algebras, Hideyuki Koie, Tomohiro Itagaki, Katsunori Sanada, SUT Journal of Mathematics, Vol.53, No.2, pp.135-148, 2018年3月発行,(査読有り)
24. On the universal SL_2-representation rings of free groups, Takao Satoh, Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society (2) 60 (2017), no.4, 973-1001.(査読有)
25. On the Andreadakis conjecture restricted to the "lower-triangular" IA-automorphism groups of free groups, Takao Satoh, Journal of Algebra and Its Applications, Vol.16, No.5 (2017), 1750099, 1-31.(査読有)
26. 飽和イデアル計算なしのCGS-QE, 深作 亮也, 岩根 秀直, 佐藤 洋祐, 数理解析研究所講究録2019, pp113-123, 2017/4.(査読無)
27. X不等式制約をもつ論理式に対する包括的グレブナー基底系を利用した限量記号消去の出力の簡単化, 深作 亮也, 岩根 秀直, 佐藤 洋祐, 数理解析研究所講究録2019, pp124-142, 2017/4.(査読無)
28. 包括的グレブナー基底系を利用した限量子消去における包括的グレブナー基底系計算, 深作亮也, 岩根秀直, 佐藤洋祐, 数式処理, Vol.23, No.2, pp116-119, 2017/5.(査読無)
29. 不等式制約をもつ論理式に対する包括的グレブナー基底系を利用した限量記号消去の出力の簡易化, 岩根秀直, 深作亮也, 佐藤洋祐, 数式処理, Vol.23, No.2, pp120-123, 2017/5.(査読無)
30. 限量子記号消去アルゴリズムとその計算の現状について, 佐藤洋祐, 数理解析研究所講究録2050, pp162-167, 2017/10.(査読無)
31. On Real Roots Counting for Non-radical Parametric Ideals, Ryoya Fukasaku, Yosuke Sato, Proceedings of MACIS2017 (7th International Conference on Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences) LNCS Vol.10693, pp258-263, 2017/12.(査読有)
32. On Possible Use of Quantifier Elimination Software in Upper Secondary Mathematics Education, Yosuke Sato, Ryoya Fukasaku, Proceedings of ATCM2017, pp198-207, 2017/12.(査読有)
33. The nearest polynomial to multiple given polynomials with a given zero in the real case, Hiroshi Sekigawa, Theoretical Computer Science, Vol.681, pp.167-175, 2017/6, DOI: 10.1016/j.tcs.2017.03.033.(査読有)
34. 2根を指定した場合の最近接多項式, 櫻井優太, 関川浩, 京都大学数理解析研究所講究録 2054 数式処理とその周辺分野の研究, pp.162-167, 2017/10.(査読無)

著書

1．「理工系の基礎　数学I」, 小谷佳子, 伊藤弘道, 加藤圭一, 矢部博, 江川嘉美, 太田雅人, 横田智巳, 眞田克典, 関川浩, 丸善出版, 2018年1月30日発行
2．「理工系の基礎　数学II」, 小池直之, 山川大亮, 金子宏, 黒沢健, 宮岡悦良, 瀬尾隆, 石渡恵美子, 相原研輔, 関川浩, 周冠宇, 丸善出版, 2018/1

招待講演

1．On mixed weight Hilbert modular forms and their structure theorem, Aoki, H., 保型形式の解析的・数論的研究 (京都, 2018)
2．On the structure of mixed weight Hilbert modular forms, Aoki, H., Seminar Aachen-Bonn-Koeln-Lille-Siegen on Automorphic Forms, Max-Planck-Institut fuer Mathematik (Germany), 2017.
3．ヤコビ形式の簡単な紹介, Aoki, H., 神楽坂代数セミナー, 東京理科大学, 2017.
4．簡単な代数学の知識だけで進むヒルベルト保型形式の話, Aoki, H., 九大代数学セミナー, 九州大学, 2017.

５．Functional equations and positively ramified extensions, Yoshitaka Hachimori, Low dimensional topology and number theory X, 九州大学産学官連携イノベーションプラザ(AiRIMaQ), 2018年3月28日.
６．ポジティブ分岐拡大の岩澤理論と関数等式, 八森祥隆, 代数的整数論研究集会, 東京理科大学理工学部, 2017年6月17日.
７．BV-algebra structures on the Hochschild cohomology of self-injective Nakayama algebras, 板垣智洋, Seminar at East China Normal University, 華東師範大学, 2017年.
８．On 2-dimensional group scheme quotient singularities, Ito, H., ミニワークショップ「正標数の特異点, 基本群, 分岐」, 大阪大学大学院理学研究科数学専攻, 2017年12月8日
９．Group scheme quotient singularities in dimension 2, Ito, H., 正標数の代数幾何とその関連する話題, 法政大学理工学部, 2018年2月1日
10. A note on special values of the gamma function, 加塩朋和, 坂内研究室プロジェクト研究集会, 箱根町・箱根太陽山荘, 2018.
11. On a relation between CM periods, Stark units, and multiple gamma functions, Tomokazu Kashio, Workshop “Special values of automorphic L-functions, periods of automorphic forms and related topics”, 大阪市立大学, 2017.
12. On a refinement of the reciprocity law on Stark units, 加塩朋和, 京都大学談話会, 京都大学数学教室, 2017年5月.
13. 3次巡回体のある単数方程式について, 小松亨, 北陸数論セミナー, 金沢大学, 2017年6月
14. イデアル類群のガロア加群としての構造について, 小松亨, 学習院整数論研究集会, 学習院大学, 2017年8月
15. On simultaneous divisibility of the class numbers of imaginary quadratic fields, 小松亨, International Conference on class groups of number fields and related topics-2017, Harish-Chandra Research Institute (インド), 2017年9月
16. 類数の整除性をみたす虚2次体の組の無限族について, 小松亨, 日本数学会2017年度秋季総合分科会, 山形大学, 2017年9月
17. 3次巡回体の単数の差について, 小松亨, 愛知数論セミナー, 愛知工業大学, 2017年9月
18. Selberg's orthonormality conjecture and joint universality of L-functions, T. Nakamura, 3rd Japanese-German Number Theory Workshop, Max Planck Institute for Mathematics, 2017, 11.20.
19. On zeros of derivatives of the prime zeta-function, T. Nakamura, Number Theory Week 2017, Adam Mickiewicz University, 2017, 9.7.
20. Automorphisms of Enriques surfaces of order 4, 大橋久範, 第5回代数幾何学研究集会ー宇部ー, 宇部高専, 2018/1/6
21. On automorphisms of Enriques surfaces and their entropy, Hisanori Ohashi, K3 surfaces and related topics, 名古屋大学, 2017/12/19
22. On automorphisms of Enriques surfaces and their entropy, 大橋久範, 葉層構造の幾何学とその応用, 京都教育大学, 2017/12/17
23. エンリケス曲面の自己同型とエントロピーについて, 大橋久範, 東工大・数論・幾何学セミナー, 東京工業大学, 2017/10/27
24. エンリケス曲面の自己同型とエントロピーについて, 大橋久範, 東京電機大学数学講演会, 東京電機大学, 2017/10/27
25. On automorphisms of Enriques surfaces and their entropy, Hisanori Ohashi, Japanese-European symposium on symplectic varieties and moduli spaces -2nd edition-, 2017/9/19
26. On automorphisms of Enriques surfaces and their entropy, Hisanori Ohashi, workshop on Calabi-Yau manifolds -arithmetic, geometry and physics-, 2017/8/7
27. On automorphisms of Enriques surfaces and their topological entropy, Hisanori Ohashi, Hakodate workshop on arithmetic geometry 2017, 2017/5/29
28. エンリケス曲面の自己同型の性質と、エントロピーについて, Hisanori Ohashi, 第15回代数曲面ワークショップat秋葉原, 首都大学東京秋葉原サテライト, 2017/5/20

29. Local Hecke algebra and newforms of half-integral weight, S. Purkait, Automorphic forms/representaions on covering groups, Okayama University, 23/03/2018.
30. Local Hecke algebra and newforms, S. Purkait, Analytic Number Theory Seminar, RIKEN, Wako, 13/03/2018.
31. Local Hecke algebra and Newforms I, II, S. Purkait, Department of Mathematics, POSTECH, Korea, 24/10/2017, 25/10/2017.
32. Minus space of $S_{k+1/2}(4M)$, S. Purkait, Waseda Number Theory seminar, Waseda University, 19/05/2017
33. Local Hecke algebra and newforms, S. Purkait, 11th Young Mathematicians Conference on Zeta Functions", Ehime University, 22/02/2018
34. Minus space of half-integral weight, S. Purkait, RIMS Workshop on Modular forms and Automorphic Representation, RIMS, 17/01/2018.
35. The ordinary quivers of Hochschild extension algebras for self-injective Nakayama Algebras, 眞田克典, 代数学・数論研究所研究セミナー, シュツットガルト大学（ドイツ), 2017年8月16日
36. 限量子記号消去アルゴリズムとその計算の現状について, 佐藤洋祐, 日本数学会2017年度秋季総合分科会日本数学会, 数学基礎論および歴史 特別講演, 山形大学, 2017/9/14
37. On the Andreadakis conjecture of the automorphism groups of free groups. Takao Satoh, Colloquium talk at the Faculty of Mathematics and Computer Sciences, Adam Mickiewicz University, Poznan, Poland, 17 October 2017.
38. The Commutator Calculus. Seminar at the Faculty of Mathematics and Computer Sciences, Takao Satoh, Adam Mickiewicz University, Poznan, Poland, 20 October 2017.
39. On the Andreadakis conjecture of the automorphism groups of free groups, Takao Satoh, Algebraic Topology seminar, The University of Strasbourg, France, 28th November, 2017.
40. On the Johnson homomorphisms of the automorphism groups of free groups, Takao Satoh, Topology of Arrangements and Representation stability, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Deutschland, 18 January 2018.
41. On the Andreadakis conjecture of the automorphism groups of free groups, Takao Satoh, Representation spaces, Teichmuller theory, and their relationship with 3-manifolds from the classical and quantum viewpoints, The Centre International de Rencontres Mathematiques, Universite d'Aix-Marseille, Marseille, France, 29. 1. 2018.
42. On the Johnson homomorphisms of the automorphism groups of free groups, Takao Satoh, Seminaire Topologies, Montpellier University II, Montpellier, France, 8 March 2018.
43. 限量子記号消去ソフトウエアの中等教育における活用の可能性について, 佐藤洋祐, 東京理科大学数学教育研究会 月例会, 東京理科大学神楽坂キャンパス, 2017/10/7

研究課題（研究者別）

青木　宏樹

「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、特にヤコビ形式およびヒルベルト保型形式について研究を進め、いくつかの研究集会で報告するなどした。

地嵜　頌子

「組合せデザインの構成に関する研究」

組合せデザインの構成とその応用に関する研究を行っている。特に、difference set、difference family、DSS などの要素間の差について条件を持った組合せデザインを扱っている。例えば、difference family は特定のパラメータを持つとき、最適な光直交符号を構成することが知られている。また、difference family の条件を緩和した difference packing の存在は周波数ホッピング系列の構成と同値な問題である。このように組合せ論を用いた情報通信のための符号の構成についても研究を行っている。

八森　祥隆

「岩澤加群のより精密な構造の探求に関する研究」

虚二次体上の岩澤加群の、岩澤代数上の加群としての同型類を判定することを目標に、固定された特性多項式を持つ加群の同型類の集合、特性多項式の分かっている加群の同型類をより精密に判別する新たな不変量（たち）を見出すこと、それを加群の情報から明示的に計算する方法、などについて研究を行った。

五十嵐　保隆

「ブロック暗号の解読の研究」

Few は 2014 年に Manoj らによって提案された 64 ビットブロック暗号である。これまでに Few には観測用変換を用いた 8 ラウンドの 48 階差分特性が存在し、この特性を利用することによって、鍵長が 128 ビットのとき、13 ラウンドの Few に対して高階差分攻撃が可能であることが報告されている。本研究では、Few の新しい高階差分特性として、計算機探索により、観測用変換を用いた新しい 7 ラウンドの 28 階差分特性を発見した。また、制御用変換の適用により得られる 9 ラウンドの高階差分特性を明らかにした。

板垣　智洋

「自己入射中山多元環のホッホシルトコホモロジーの BV 構造に関する研究」

ホッホシルトコホモロジーは導来同値における不変量であり、Gerstenhaber algebra の構造をもっている。近年、対称多元環や一部のフロベニウス多元環に対して、そのホッホシルトコホモロジーが Batalin-Vilkovisky algebra 構造（BV 構造）を持っていることが示された。しかしながら、具体計算例がほとんどないため、今年度はフロベニウス多元環である自己入射中山多元環に対して、そのホッホシルトコホモロジーの BV 構造を具体的に決定した。

伊藤　浩行

「正標数商特異点に関する研究」

複素代数幾何学における商特異点理論を、正標数の体上定義された場合に拡張するために、有限群による商特異点のみならず、群スキームによる商まで考えて一般論の構築を目指している。特に、野生的状況の場合には、十分な一般的理論構築がなされていない。本年は、有限平坦群スキームによる商として得られる特異点について多くの興味深い結果を得たとともに、同時に、最も基本的でかつ重要な 2 次元特異点である、有理二重点に関してそれらが標数とは無関係に何らかの群スキーム商であることを示すべく研究を行った。有理二重点に関しては特に低標数で全貌が解明されていないが、いくつかの結果を得た。

加塩　朋和

「多重ガンマ関数とその p 進類似に関する研究」

多重ガンマ関数とその p 進類似に関する研究。概要：吉田敬之氏は 1998 年頃の論文で、総実体上のイデアル類 c に付随する不変量 exp (X(c)) を、多重ガンマ関数の特殊値によって定義し良い性質をもつことを示した。特に虚数乗法論において重要な働きをする CM 周期を exp (X(c)) 達の積で表す明示式を予想している。これに関し、私はあるペア c, c'に対し積 exp (X(c)) exp (X(c')) が代数的数になることを示し、この論文が今年度 Amer. J. Math.で掲載された。さらにこの結果の p 進類似に関する論文を三本投稿中、一本準備中である。

木田　雅成

「同質類による非アーベル拡大の分類の研究」

Galois 群の同質類による分類に関する研究を行った。群の同質類は群の同型類より弱い分類概念であるが、数論的に重要な情報を十分含んでいることが明らかになって来た。Namura-Kida の論文はその先駆けとなるものであり、位数 8 の二面体群に同質なガロア群をもつ拡大について、数論的には統一した扱いが可能であることをしめした。また Kida-Sudo の論文はそのガロア表現への応用としての一端を示したものである。

小松　亨

「代数体のイデアル類群と単数群に関する研究」

本年度は、ある特徴的な単数方程式に着目し、代数体の単数群を分析する方法を提案し論文を執筆中である。単数群はイデアル類群と並び代数体の重要な不変量の一つである。イデアル類群と単数群は反比例的な関係をもつのでイデアル類群が大きいことと単数群が小さいことは対応し、イデアル類群だけを研究する方法とは別の視点からの考察になり効果的である。

功刀　直子

「有限群のブロックの森田同値および導来同値についての研究」

巡回シロー部分群をもつ有限群のブロックの導来同値の構成に関連し、与えられた Brauer 樹木多元環と星型 Brauer 樹木多元環の間の導来同値を与える片側傾斜複体の両側化に取り組み、新しい両側傾斜複体を構成した。また、有限群のブロックの導来同値を利用した Loewy 列の長さに関する研究に取り組んだ。

宮本　暢子

「可変長および可変重み光直交符号の構成法に関する研究」

光直交符号とは光ファイバーを介した符号分割多元接続に用いられる符号であり、特に可変長光直交符号は異なる通信速度が要求されるマルチメディアサービスに対応するため提案された符号である。λ-compatible という性質を満たす巡回差集合族の集まりが有限射影空間の直線集合から得られることを示し、可変長光直交符号の構成手法を与えた。

中村　隆

「多重ゼータ関数の値の明示公式・値の関係式・関数関係式、ゼータ関数の値分布・主に普遍性、ゼータ関数の零点、ゼータ関数と無限分解可能性」

2017年度は主にゼータ関数の値分布・普遍性と、ゼータ関数の零点について研究成果を得た。

ゼータ関数の普遍性とは、任意の零点を持たない正則関数はRiemannゼータ関数の虚部方向の平行移動$\zeta(s+i\tau)$により一様に近似でき、さらに近似できるτの密度は正になるという定理である。この定理は1975年にVoroninにより証明された。

Riemann ゼータ関数の零点は1859年のRiemann自身の論文による論文が発端となり、現在ではRiemann予想と呼ばれ、現代数学で最も重要な未解決問題として認識されている。ゼータ関数の零点に関する研究は現在大まかに3つの流れがあると考えている。

Riemann 予想を支持するような命題を証明する、例えばRiemann ゼータ関数の零点の多くは臨界線上にある、などを示す。

Riemann ゼータ関数ではないが、ゼータ関数と呼ばれる零点を研究する。例えばHurwitz ゼータ関数の零点を調べるなどがある。

Riemann 予想を仮定してRiemann ゼータ関数の零点についてさらに詳しい性質を調べる。例えば相関予想などの研究がある。これまでに主にゼータ関数と呼ばれる零点の研究を行っている。

野村　次郎

「非可換ガロワ拡大に対する数論的予想の精密化の研究」

代数体のガロワ拡大に対して定式化される非可換Brumer-Starky予想の精密化に関する研究を行った。非可換Brumer-Stark予想はStickelberger元がイデアル類群を消すことを主張するが、それ以上に、イデアル類群のFitting invariantをStickelberger元を用いて完全に記述する研究を行った。

大橋　久範

「K3曲面に関連した代数多様体について、自己同型の研究」

(1) エンリケス曲面の無限位数自己同型（力学系）について研究を行った。まず、エンリケス曲面の一般の自己同型に対して、その局所系係数のコホモロジーへの作用の位数が有限であることを示し、その位数の可能性を具体的に列挙した。次にこの事実を応用して、可能なエントロピー値について多くの必要条件を見出した。Y.Matsumoto、S.Ramsとの共同研究。

(2) エンリケス曲面上の位数4の自己同型について位相的な分類を行った。対合の場合には伊藤・大橋による分類があり、今回の結果はその拡張にあたる。証明には基本的な道具立ての他に、退化した楕円曲線の双対化加群を実際に使ったり、目新しい格子理論が現れるのがおもしろい。モジュライの記述には至っていないが、いろいろな点で改良の余地があると考えている。H.Itoとの共同研究。

Soma　Purkait

Newforms play significant role in the study of modular forms and automorphic representation. In a joint project with Prof. E.M. Baruch, we are looking at the theory of newforms via local Hecke algebras. In a previous work we used the local Hecke algebra approach to characterize the space of newforms of integral weight as common -1 eigenspace of certain finitely many pairs of conjugate operators for each prime dividing the level. This essentially removes the “Petersson inner product” criterion.

We are now extending our study to local Hecke algebra of the metaplectic group $\widetilde{SL_2(Q_p)}$, the Kubota extension of $SL_2(Q_p)$ by 1/pm, corresponding to certain open compact subgroups and genuine central characters. This idea is motivated by the work of Loke and Savin where they interpreted Kohnen's plus space (at level 4) representation theoretically by studying local Hecke algeba for $\widetilde{SL_2(Q_p)}$, corresponding to $\overline{K_0(4)}$ $\overline{K_0(p^n)}$ here denotes the full inverse image of subgroup of $SL_2(Z_p)$ with (2,1)-entry in p^nZ_p. We have so far described the local Hecke algebras of $\widetilde{SL_2(Q_p)}$ corresponding to $\overline{K_0(p^n)}$ and certain genuine characters of $\overline{K_0(p^n)}$ for the case p odd, n=1 and the case p=2, n=3 and

obtained “local Shimura correspondence” in these cases. Consequently, we gave a newform theory for the full space of half-integral weight forms of level 4M and 8M for M odd and square-free and characterized the newspace as a common -1-eigenspace of certain pairs of conjugate operators for each prime dividing 2M. This is completely analogous to the characterization we obtained in the integral weight setting.

眞田　克典、鯉江　秀行、板垣　智洋
「自己入射的中山多元環のホッホシルト拡大の研究」
代数的閉体上の多元環に対するホッホシルト拡大環の箙表示および環構造に関する研究を行った。我々は、自己入射的中山多元環に対するホッホシルト拡大環の環構造を決定した。

眞田　克典、臼井　智
「フロベニウス多元環の完備ホッホシルトコホモロジー環の BV 構造の研究」
フロベニウス多元環の完備ホッホシルトコホモロジー環に対して、その Gerstenhaber 構造及び Batalin-Vilkovisky 構造などの導入に関する研究を行った。

佐藤　隆夫
「自由群の IA 自己同型群の 2 次元コホモロジー群の研究」
組み合わせ群論や最高ウェイト理論を用いて、自由群の IA 自己同型群の 2 次元コホモロジーの研究を行った。特に、階数 3 の場合の考察を重点的に行った。

佐藤　洋祐
「自由群の自己同型群の Andreadakis 予想に関する研究」
自由群の自己同型群の Andreadakis-Johnson フィルトレイションが、IA 自己同型群の降中心列に一致するかどうかという未解決問題に関して、自由群の階数が 3 の場合に、次数 3 部分に関して予想が正しいことを示した。

「自由群の自己同型群の高次元ねじれ係数コホモロジー群の研究」
IA 自己同型群の 1 次元コホモロジーのカップ積の GL 既約分解に現れる既約表現の双対表現を係数とする、自由群の自己同型群の 2 次元コホモロジーに、各既約表現の重複度の分だけ非自明な有理コホモロジー類が存在することが証明できた。

関川　浩
「最近接多項式」
与えられた多項式 f に一番近く、着目している性質を満たす多項式を最近接多項式という。f が n 次の 1 変数実係数多項式で、着目している性質が f(z)=0 である場合（z は指定された実数)、高々n 次の 1 変数実係数多項式 g のうち、g(z)=0 かつ g-f の係数ベクトルのノルムがもっとも小さいものが最近接多項式となる。本年度は、ノルムが 2 ノルムで、指定された実数が任意個の場合に、最近接多項式 g の具体的な表示、および、g-f の 2 ノルムの簡潔な表示を得た。

「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り、応用数学科の佐藤教授らを中心とするグループで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。報告者はその中で、アルゴリズムの効率化の根拠となる、多変数多項式系の共通零点の、係数に関する連続性を、ある条件下で証明した。

「量子情報処理」
古典コンピュータでは多項式時間で解くのは難しいと考えられているが量子コンピュータでは多項式時間で解くことができる問題を探索している。本年度は昨年度に引き続き、そういった問題の候補である最短ベクトル問題について考察し、いくつかの条件の下で、量子コンピュータによる多項式時間アルゴリズムの可能性について研究を行った。

マルチスケール界面熱流体力学研究部門

マルチスケール界面熱流体力学研究部門について

1. 概要

マルチスケール界面熱流体力学研究部門は、2017 年に設立された研究部門で、移動・変形を伴う異相界面の熱・物質輸送現象に関する基礎研究の推進と応用技術の開発、さらには我が国随一の界面熱流体力学の国際研究拠点の構築を目指している。界面科学や熱流体現象に関して先進的な研究を行なっている、各種専門家が集まり、相互の情報交換および連携を進めながら、多重な時空間スケールを包含する先端的な界面熱流体現象に関する研究を推進する。

2. 部門の構成

本部門の構成は以下の通りである。前身部門である「マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門（2012～2017)」の特色である、若手研究者主体の組織、活発な国際共同研究の遂行、の軸はそのまま維持し、分野やスケールのスペクトルを広げられるよう、前身部門からの継続メンバーに加えて新たに 4 名の学内メンバーを追加した。学外の客員メンバーは全員が国外の研究機関に所属する研究者で、それぞれのメンバーとの共同研究を軸に、他の部門メンバーとのコラボレーションも拡大するような相互コミュニケーションを取る機会を確保するように行事などを企画している。

	氏名	所属	研究分野
学内	元祐 昌廣	工学部 機械工学科	熱流体計測、マイクロデバイス
	上野 一郎	理工学部 機械工学科	メゾスコピック界面熱流体力学
	塚原 隆裕	理工学部 機械工学科	熱流体力学、数値流体力学
	酒井 秀樹	理工学部 先端工学科	応用界面化学
	山本 憲	工学部 機械工学科	混相流体力学
	住野 豊	理学部 応用物理学科	非平衡ソフトマター物理
	後藤田 浩	工学部 機械工学科	非線形動力学、燃焼反応流
	安藤 格士	基礎工学部 電子応用工学科	計算生物物理
	金子 敏宏	理工学部 機械工学科	分子シミュレーション、熱物性
学外（客員）	Zoueshtiagh, Farzam	リール第１大学（フランス）	界面流体力学、混相流
	Pierlot, Christel	リール第１大学（フランス）	界面活性剤、相図
	Narayanan, Ranga	フロリダ大学（アメリカ）	輸送現象、界面流体力学
	Kutter, Jorg Peter	コペンハーゲン大学（デンマーク）	分析化学、マイクロ/ナノ流体力学
	Yoshikawa Harunori	ニース ソフィア アンチポリス大学（フランス）	電磁流体力学、非線形物理
	Goerg, Dietz	Laboratoire FAST, CNRS（フランス）	流体物理

各構成メンバーが主に研究対象とする空間スケールは図 1 に示す通りである。分子スケールからマクロスケールまで、各スケールをまたぐようにメンバーが存在し、有機的な共同研究によって界面熱流体力学に関する研究を推進する。

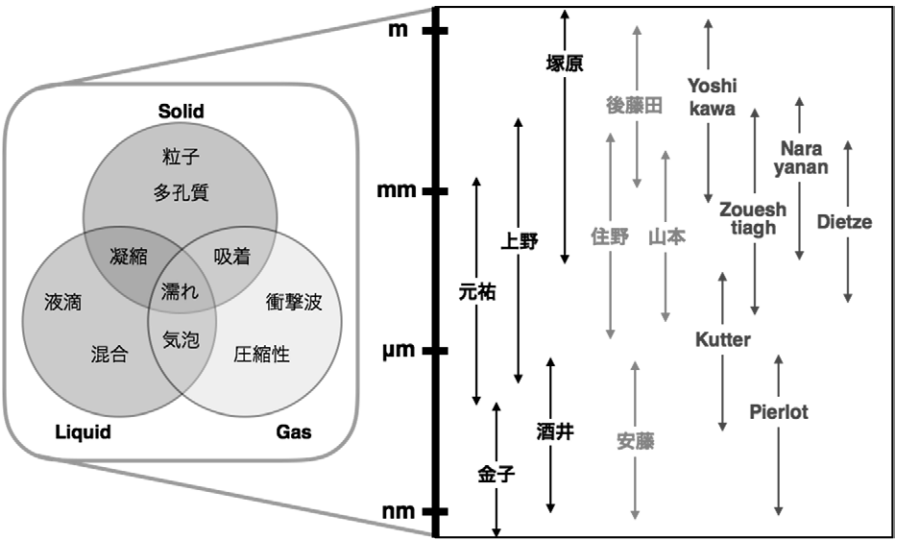


図 1　固・気・液の 3 相界面にて生じる熱流動現象を構成する項目と、部門構成員が研究対象とするスケールの相関。黒字は本学のメンバー（前身部門より継続）、薄いグレー文字は本部門より参画した本学のメンバー（前身部門より継続）、濃いグレー文字は海外所属の客員メンバー。

3. 各研究グループの活動報告

研究においては、各メンバーの強みを最大限に活用できるように積極的に共同研究を進めている。前身部門より進めてきている、物体との相互作用を伴う動的な濡れに関する研究や、界面張力勾配の光操作による液滴移動に関する研究においては、部門メンバーが共著者となる論文が各テーマにおいて複数本採択されるなど、活発な共同研究体制の下で研究を実施することができており、今後もよりインタラクティブな共同研究を進めていきたい。

行事としては、2017 年度には、キックオフシンポジウム 1 件、国際シンポジウム（I^2plus International Symposium on Interfacial Thermofluid Dynamics）1 件、ワークショップ（I^2plus Workshop）1 件、講演会（I^2plus Seminar）5 件を開催した。国内外の著名な、あるいは新進気鋭の界面熱流体力学に関連する研究者を招聘し、最新の研究動向の紹介や近年特に注目される研究領域の紹介をしていただくとともに、部門メンバーとの研究活動への展開を目指して議論を重ねている。教員だけでなく大学院生も積極的に議論に参加することを推奨し、若手研究者育成、高度な研究主体の教育環境の涵養、という観点からも意義深い体験となるよう配慮した。以下に部門行事と概要を簡単に示す。

2017 年 4 月 5 日
第 22 回 I^2plus セミナー（野田キャンパス）
講演題目：Micro heat pipe technology and its application
講師：Prof. S. Wang (South Chia Univ. Tech., 中国)

2017 年 4 月 10 日
第 23 回 I^2plus セミナー（野田キャンパス）
講演題目：Direct silver micro circuit patterning on transparent polyethylene terephthalate film using laser-induced photothermochemical synthesis
講師：Prof. Ming-Tsang Wang (National Chung Hsing Univ., 台湾)

2017 年 4 月 22 日
キックオフシンポジウム（葛飾キャンパス）
講演数：8 件
概要：学内部門メンバーがそれぞれの研究を紹介し、意見交換を行った。

2017 年 7 月 5 日
第 4 回国際シンポジウム（葛飾キャンパス）
講演数：口頭発表 7 件、ポスター発表 14 件
概要：国内外の研究者（海外客員メンバー含む）が、界面熱流体力学に関する最新の研究発表を行い、意見交換を行った（図 2)。

2017 年 7 月 10 日
ワークショップ（葛飾キャンパス）
講演数：5 件
概要：「Physico-chemical view of nonequilibrium pattern formation」のワークショップタイトルの下、国内外の若手研究者が、自己組織化や不安定流動などに関する最新の研究発表を行い、議論を深めた。

2017 年 9 月 20 日
第 24 回 I^2plus セミナー（葛飾キャンパス）
講演題目：蒸発や凝縮を伴う液膜の線形・非線形解析
講師：金谷 健太郎（東京工業大学）

2018 年 3 月 23 日
第 25 回 I^2plus セミナー（野田キャンパス）
講演題目：Multiphase flows at ultra-high resolutions: world of unparalleled scientific beauty
講師：Prof. P. Valluri (Univ. Edinburgh, イギリス)

2018 年 3 月 30 日
第 26 回 I^2plus セミナー（野田キャンパス）
講演題目：界面液体力学に及ぼす種々の物理化学効果の影響
講師：長津 雄一郎（東京農工大学）

図 2　I^2plus 第 4 回国際シンポジウム（I^2plus 4th International Symposium on Interfacial Thermofluid Dynamics)(2017 年 7 月 5 日, 於 東京理科大学葛飾キャンパス）の様子。行事の通算回数は前部門から継続。

また、共同研究先を中心とした海外研究機関との相互人材受け入れを積極的に行っており、2017 年度には、教員 1 名（フランス)、学生 2 名（台湾、スペイン）を受け入れ、教員 2 名（フランス)、学生 2 名（ベルギー、フランス）に派遣した。滞在中には、これまでに継続している共同研究の推進の他にも、新規共同研究の実現も含めた議論を行うことができ、より活発な国際共同研究が行われている環境における学生教育の充実、がある程度は実現できていると考えている。今後もこのような相互人材受け入れ活動は継続的に行っていく予定である。

4. 研究活動の展望

今年は本部門が設立されて 1 年目ではあるが、前身部門での活動を継続しつつ、新しい研究部門の確立という観点から、より深い共同研究や議論を継続的に実施することで、世界随一の界面熱流体力学に関する研究拠点の形成、を目指していきたい。そのためにも、部門内外メンバーとの共同研究の推進だけでなく、継続的な研究資金確保や、核となる研究テーマの創出、拠点形成に向けた検討を進めていきたい。

5. むすび

前身部門で確立した、分子スケールからマイクロスケールにおける熱流体実験・解析環境をさらに拡充して、マクロスケールまでの階層的なスケールの多重化を実現し、さらに関連した国際連携研究教育体制のさらなる推進を目指すべく、本部門は設立された。今後も研究を進め、界面熱流体分野を世界的に有数な本学の強みとして確立すべく活発な研究活動を展開していきたい。

主要な研究業績（平成 29 年度分）

学術論文

1. Near-hydrophobic-surface flow measurement by micro-3D PTV for evaluation of drag reduction, Y. Ichikawa, K. Yamamoto, M. Motosuke, Physics of Fluids, Vol.29, No.9, 092005, 2017（査読有）
2. Laplace pressure versus Marangoni convection in photothermal manipulation of micro droplet, N. Kazuno, T. Tsukahara, M. Motosuke, European Physics Journal, Vol.226, pp.1337-1348, 2017（査読有）
3. Photochemical migration of liquid column in a glass tube, M. Muto, Y. Ayako, K. Yamamoto, M. Yamamoto, Y. Kondo, M. Motosuke, European Physics Journal, Vol.226, pp.1199-1205, 2017（査読有）
4. Difference in vascular response between sirolimus-eluting- and everolimus-eluting stents in ostial left circumflex artery after unprotected left main as observed by optical coherence tomography , Y. Fujino, G. F. Attizzani, S. Tahara, T. Naganuma, K. Takagi, H. Yabushita, W. Wang, K. Tanaka, T. Matsumoto, H. Kawamoto, Y. Yamada, S. Amano, Y. Watanabe, T. Warisawa, T. Sato, S. Mitomo, N. Kurita, H. Ishiguro, K. Hozawa, T. Tsukahara, M. Motosuke, H. G. Bezerra, S. Nakamura, S. Nakamura, International Journal of Cardiology, Vol.230, pp.284-292, 2017（査読有）
5. Acceleration of the macroscopic contact line of a droplet spreading on a substrate after interaction with a particle, D. Kondo, L. Mu, F. de Miollis, T. Ogawa, M. Inoue, T. Kaneko, T. Tsukahara, H. N. Yoshikawa, F. Zoueshtiagh, I. Ueno, International Journal of Microgravity Science and Application, Vol.34, 340405, 2017（査読有）
6. Flow patterns induced by thermocapillary effect and resultant structures of suspended particles in a hanging droplet, T. Takakusagi, I. Ueno, Langmuir, Vol.33, No.46, pp.13197-13206, 2017（査読有）
7. Sharp acceleration of a macroscopic contact line induced by a particle, L. Mu, D. Kondo, M. Inoue, T. Kaneko, H. N. Yoshikawa, F. Zoueshtiagh, I. Ueno, Journal of Fluid Mechanics, Vol.830, pp.R1-1-12, 2017（査読有）
8. Turbulent bifurcations in intermittent shear flows: From puffs to oblique stripes, T. Ishida, Y. Duguet, T. Tsukahara, Physical Review of Fluids, Vol.2, No.073902, pp.1-18, 2017（査読有）
9. Laminar-turbulent patterns with rough walls, T. Ishida, G. Brethouwer, Y. Duguet, T. Tsukahara, Physical Review of Fluids, Vol.2, No.073901, pp.1-24, 2017（査読有）
10. Analysis of an organized turbulent structure using a pattern recognition technique in a drag-reducing surfactant solution flow, S. Hara, R. Ii, T. Tsukahara, Y. Kawaguchi, International Journal of Heat and Fluid Flow, Vol.63, pp.56-66, 2017（査読有）
11. Sustainable Oleic and Stearic Acid Based Biodegradable Surfactants, A. Bhadani, K. Iwabata, K. Sakai, S. Koura, H. Sakai, M. Abe, RSC Advances, Vol.7, pp.10433-10442, 2017（査読有）
12. Pattern of a confined chemical garden controlled by injection speed, S. Wagatsuma, T. Higashi, Y. Sumino, A. Achiwa, Physical Review E, Vol.95, No.5, 05220, 2017（査読有）
13. Relationship between the size of a camphor-driven rotor and its angular velocity, Y. Koyano, M. Gryciuk, P. Skrobanska, M. Malecki, Y. Sumino, H. Kitahata, J. Gorecki, Physical Review E, Vol.96, No.1, 012609, 2017（査読有）
14. Chaotic versus stochastic behavior in active-dissipative nonlinear systems, H. Gotoda, M. Pradas, S. Kalliadasis, Physical Review Fluids, Vol.2, 124401, 2017（査読有）
15. Estimation of the degree of dynamical instability from the information entropy of symbolic dynamics, T. Miyano, H. Gotoda, Physical Review E, Vol.96, 042203, 2017（査読有）

16. Nonlinear dynamics of a buoyancy-induced turbulent fire, K. Takagi, H. Gotoda, I. T. Tokuda, T. Miyano, Physical Review E, Vol.96, 052223, 2017（査読有）
17. GENESIS 1.1: A hybrid-parallel molecular dynamics simulator with enhanced sampling algorithms on multiple computational platforms, C. Kobayashi, J. Jung, Y. Matsunaga, T. Mori, T. Ando, K. Tamura, M. Kamiya, Y. Sugita, Journal of Computational Chemistry, Vol.38, No.25, pp.2193-2206, 2017（査読有）

招待講演

1．Potential of flow modulation for advanced functionality in Lab-on-a-Chip systems, M. Motosuke, Microfluidics, Liquid Handling and Lab on a Chip, Mumbai (India), 2017
2．Flexible microfluidic control for highly functionalized LOAC platform, M. Motosuke, Lab-on-a-Chip & Microfluidics, Point-of-Care Diagnostics & Global Health Asia 2017, Taipei (Taiwan), 2017
3．On wetting of superhydrophobic surfaces by the droplet impact, K. Yamamoto, M. Motosuke, S. Ogata, EMN Droplet 2017, Orlando (USA), 2017

受賞

1．櫻井 亮介，マイクロ流体デバイスにおける液滴の流動を利用した分散微粒子の輸送，ベストプレゼンテーションアワード，混相流シンポジウム 2017，2017.8.20（指導教員：元祐昌廣，山本憲）
2．櫻井 亮介，マイクロチャネルにおける液滴の流入を利用した懸濁液濃度の能動制御，優秀発表賞，マイクロ・ナノシステム学会第 36 回研究会，2017.10.5（指導教員：元祐昌廣，山本憲）
3．酒井 大輝，Development of sensitive optical detection system of particles using heterodyne interferometry，若手優秀講演フェロー賞，日本機械学会，2017.11.2（指導教員：元祐昌廣，山本憲）
4．Ananda Kafle, Effects of β-sitosteryl sulfate on the phase behavior and hydration properties of phosphatidylcholines, Student Award, 第 56 回油化学会年会，2017.9.20（指導教員：酒井秀樹）
5．中島 敬祐，Polymerization of self-assemblies formed by a H-type polymerizable gemini surfactant, Student Award, 第 56 回油化学会年会，2017.9.20（指導教員：酒井秀樹）
6．藤原 沙璃，O/W emulsions prepared by amphiphilic random copolymer, Best Poster Award, 7th Asian Conference on Colloid and Interface Science (ACCIS2017), 2017.8.11（指導教員：酒井秀樹）
7．石井 熙，Preparation of highly stable oil in oil type emulsions，優秀ポスター賞，第 56 回油化学会年会，2017.9.12（指導教員：酒井秀樹）
8．勝海 由華，Influence of ethanol addition on dispersion stability of O/W type emulsions stabilized by polyglycerol fatty acid ester，優秀ポスター賞，第 56 回油化学会年会，2017.9.12（指導教員：酒井秀樹）

研究課題（研究者別）

元祐　昌廣
「光・電気・熱によるマイクロ熱流動の制御に関する研究」
光や電気、熱を用いてナノ・マイクロスケールでの界面での温度分布、濡れ挙動、イオン流動などを局所的に制御することが流動を発生させ、これを駆使した新たな物質輸送手法を開発する。あわせて、これらの外部刺激によって誘起させる流動を利用したマイクロデバイス開発も行う。

上野　一郎
「固液気 3 相境界線近傍流体の動力学に関する研究」
本研究では、先行薄膜形成過程でのダイナミクス、固液 2 相混合状態での先行薄膜形成メカニズムとマクロ的な動的濡れ現象、固体表面の微小物質との相互作用が存在する系での濡れメカニズムの解明と制御、狭小領域での動的濡れ、などに関する研究に取り組んでいる。

塚原　貴裕
「複雑流路内対流場と界面近傍の流動に関する直接数値シミュレーション技術の開発」
多孔質構造内部での流動場や、界面と微粒子との相互作用を含んだ濡れ過程など、大型並列計算機等を用いた大規模な 3 次元直接数値シミュレーションを実現するべく、流体シミュレーション技術の高度化に関する研究を行う。

酒井　秀樹
「水系・有機溶媒系での流動特性の光制御に関する研究」
界面活性剤が水溶液中・有機溶媒中で形成する紐状ミセルを形成する界面活性剤に光応答性を付与することにより、溶液の流動特性を光照射によりスイッチングできる系を構築する。さらに、これらの系を利用した溶存物質の揮発速度制御やインクの滲み抑制についても検討を行う。

山本　憲
「液滴界面と固体との相互作用の解明およびその利用に関する研究」
液滴界面と微粒子や固体表面の相互作用の影響を受けた動的な挙動を解明し、マイクロ流路中の液滴・気泡周りの界面流動を利用して、微小スケールにおいて困難な混合の制御が可能なデバイスを開発し、これを応用したマイクロデバイスについて検討する。

住野　豊
「アクティブコロイド系の作成と制御」
コロイド粒子に電場や磁場、集束光を印可することで粒子を能動的に運動させることが可能であり、このような能動運動するコロイド粒子系を作成しその集団挙動に着目して観察するとともに、数理モデルによる再現を行う。更にはこの知見を応用することで自己組織的に構造を作るマイクロデバイスを考案する。

後藤田　浩
「複雑系科学の基礎理論と数理技術を用いた反応界面流の制御に関する研究」
高温高速の反応界面流の一つとして知られる燃焼流を対象に、記号力学、複雑ネットワーク、同期理論を用いて、燃焼反応面の不安定状態を検知・制御する。サポートベクトルマシーンやリザーバーコンピューティングなどの機械学習を組み込んだ検知・制御システムの開発も行う。

安藤　格士
「モデリング・シミュレーションによるソフトマターの構造・機能・動態解析」
高分子、コロイド、生体膜、生体高分子などのソフトマターは、機能性材料として極めて重要な位置を占める。分子モデリング・シミュレーションの技術を用い、ソフトマターの構造・機能・動態をナノのレベルから理解し、マクロな物性を説明、さらには予測することを目指す。

金子　敏宏

「界面を介した熱物質移動における分子論的描像の理解」

界面を有する系や相変化を伴う系での熱物質輸送のメカニズムを、分離論的描像から解明するべく、熱物性予測のための新規分子動力学手法の開発、固体表面状に障害物が存在する系での動的濡れ過程の解明、分子形状の違いと表面張力の変化機構の解明、などを対象とする。

研究者別の研究業績

阿部　正彦

学術論文

1. Physicochemical Evaluation of Micellar Solution and Lyotropic Phases Formed by Self-Assembled Aggregates of Morpholinium Geminis, Avinash Bhadani, Ananda Kafle, Setsuko Koura, Kenichi Sakai, Hideki Sakai, Masahiko Abe, ACS Omega 2017, 2, 5324-5334, 2017（査読有）
2. Nitric Oxide Production-Inhibitory Activity of Limonoids from Azadirachta indica and Melia azedarach, Toshihiro Akihisa, Yuki Nishimoto, Eri Ogihara, Masahiro Matsumoto, Jie Zhang, Masahiko Abe, CHEMISTRY & BIODIVERSITY 2017, 14, e1600468, 2017（査読有）
3. Melanogenesis-Inhibitory and Cytotoxic Activities of Limonoids, Alkaloids, and Phenolic Compounds from Phellodendron amurense Bark, Toshihiro Akihisa, Satoru Yokokawa, Eri Ogihara, Masahiro Matsumoto, Jie Zhang, Takashi Kikuchi, Kazuo Koike, Masahiko Abe, CHEMISTRY & BIODIVERSITY 2017, 14, e1700105, 2017（査読有）
4. 環境に優しい樹脂の開発とその技術の適応性，長濱正光，佐藤彰，山崎学，小浦節子，阿部正彦，Material Technology Vol.35, No.2 pp.31-36, 2017（査読有）
5. Sustainable oleic and stearic acid besed biodegradable surfactants, Avinash Bhadani, Kazuki Iwabata, Kenichi Sakai, Setsuko Koura, Hideki Sakai, Masahiko Abe, ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 2017, 7, 10433-10442, 2017（査読有）
6. Adsolubilization-Induced Structural Change in Adsorbed Surfactant Aggregates: Equilibrium and Kinetics Monitored by AFM and QCM-D, K. Sakai, K. Koizumi, Y. Maeda, T. Endo, S. Sasaki, M. Abe, H. Sakai, COLLOIDS AND SURFACES A-PHYSICOCHEMICAL AND ENGINEERING ASPECTS, 520, 231-238, 2017（査読有）
7. Biological Activities of Phenolics from the Fruits of Phyllanthus emblica L.（Euphorbiaceae）, Jie Zhang, Dan Miao, Wan-Fang Zhu, Jian Xu, Wen-Yuan Liu, Worapong, Kitdamrongtham, Jiradej Manosroi, Masahiko Abe, Toshihiro Akihisa, Feng Feng, CHEMISTRY & BIODIVERSITY 2017, 14, e1700404, 2017（査読有）
8. Anti-inflammatory and Other Bioactivities of Triterpene Esters in Shea Butter, Jie ZHANG, Masahiko ABE, Toshihiro AKIHISA, Accounts of Materials & Surface Reseach 2017, Vol.2（No.5）, 127-136, 2017（査読有）
9. Potential cancer chemopreventive and anticancer constituents from the fruits of Ficus hispida L.f.（Moraceae）, Jie Zhang, Wan-fang Zhu, Jian Xu, Worapong Kitdamrongtham, Aranya Manosroid, Jiradej Manosroi, Harukuni Tokuda, Masahiko Abe, Toshihiro Akihisa, Feng Feng, Journal of Ethnopharmacology 214（2018）37-46, 2018（査読有）
10. Small Angle X-ray Scattering and Electron Spin Resonance Spectroscopy Study on Fragrance-Infused Cationic Vesicles Modeling Scent-Releasing Fabric Softeners, Taku Ogura, Takaaki Sato, Masahiko Abe, Tomomichi Okano, Journal of Oleo Science, 67,（2）177-186, 2018（査読有）

招待講演

1. 私流の環境フレンドリーと再生利用エネルギー －非DDSリポソームとグルコース直接形燃料電池－，阿部正彦，第63回日本油化学会総会記念講演，東京，2017年4月24日

特許

1. バイオ燃料発電装置，特願2017-207936
2. 貴金属元素内部担持メソポーラスチタニアおよび貴金属元素内部担持メソポーラスチタニアの製造方法並びに貴金属元素担持酸化チタンを用いた希少糖の選択的製造方法，特願2017-089486
3. 甘味料およびその利用方法，特願2017-190389
4. 生分解性カチオン界面活性剤，特願2017-210426

広報

1. 阿部正彦，アクテイブ(株)「キノコ廃培地から糖量産」日刊工業新聞，2017.9.13
2. 阿部正彦，アクテイブ(株)「使用済み培地で「希少糖」を量産」信濃毎日新聞，2017.9.13

梅澤　雅和

学術論文

1. Pretreatment with N-Acetyl Cysteine Suppresses Chronic Reactive Astrogliosis following Maternal Nanoparticle Exposure during Gestational Period, Onoda A, Takeda K, Umezawa M, Nanotoxicology 11(8): 1012-1025, 2017(査読有)
2. Proposal of Application Method of Inductive Logic Programming to Microarray Data, Ide H, Umezawa M, Ohwada H, Proceedings of the 8th International Conference on Computational Systems-Biology and Bioinformatics (CSBio '17): 50-55, 2017(査読有)
3. Efficacy of α-Lipoic Acid against Cadmium Toxicity on Metal Ion and Oxidative Imbalance, and Expressoin of Metallothionein and Antioxidant Genes in Rabbit Brain, Saleh HM, El-Sayed YS, Naser SM, Eltahawy AS, Onoda A, Umezawa M, Environ. Sci. Pollut. Res. Int.: 24(31), 24593-24601, 2017(査読有)
4. Applications of Antioxidants in Ameliorating Drugs and Xenobiotics Toxicity: Mechanistic Approach, Abdel-Daim MM, Moustafa YM, Umezawa M, Ramana KV, Azzini E, Oxid. Med. Cell Longev., 2017: 4565127, 2017 (査読有)
5. Efficacy of α-Lipoic Acid against Cadmium Toxicity on Metal Ion and Oxidative Imbalance, and Expressoin of Metallothionein and Antioxidant Genes in Rabbit Brain, Umezawa M, Nakamura M, El-Ghoneimy AA, Onoda A, Shaheen HM, Hori H, Shinkai Y, El-Sayed YS, El-Far AH, Takeda K, Food Chem. Toxicol., 111: 284-294, 2018 (査読有)
6. In-Ovo Exposed Carbon Black Nanoparticles Altered mRNA Gene Transcripts of Antioxidants, Proinflammatory and Apoptotic Pathways in the Brain of Chicken Embryo, Onoda A, Takeda K, Umezawa M, Chem. Biol. Interact, pii: S0009-2797(17)31246-2. doi: 10.1016/j.cbi.2018.02.031, 2018(査読有)
7. Dysregulation of Major Functional Genes in Frontal Cortex by Maternal Exposure to Carbon Black Nanoparticle is Not Ameliorated by Ascorbic Acid Pretreatment, Onoda A, Takeda K, Umezawa M, Sci. Total Environ., 634: 1126-1135, 2018(査読有)

招待講演

1. ナノ粒子の妊娠期曝露と次世代健康影響、その予防, 梅澤雅和, 小野田淳人, 武田健, 第8回 日本小児禁煙研究会学術集会, 東京, 2018

川﨑　平康

学術論文

1. Dissociation of β-Sheet Stacking of Amyloid βFibrils by Irradiation of Intense, Short-Pulsed Mid-infrared Laser, Takayasu Kawasaki, Toyonari Yaji, Toshiaki Ohta, Koichi Tsukiyama, Kazuhiro Nakamura, Cellular and Molecular Neurobiology, 05 Feb, 2018. https://doi.org/10.1007/s10571-018-0575-8(査読有)

小鍋　哲

学術論文

1. T. Tamaya, S. Konabe and S. Kawabata: Detuning dependence of higher-order harmonic generation in monolayer transition metal dichalcogenides. Japanese Journal of Applied Physics (掲載受理済)
2. S. Konabe and T. Yamamoto: Piezoelectric coefficients of bulk 3R transition metal dichalcogenides. Japanese Journal of Applied Physics 56, 098002-1-3 (2017) (査読有)
3. K. Ishizeki, K. Sasaoka, S. Konabe, S. Souma and T. Yamamoto: Super-micron-scale Atomistic Simulation for Electronic Transport with Atomic Vibration: Unified Approach from Quantum to Classical Transport. Physical Review B 96, 035428-1-8 (2017) (査読有)

招待講演

1. ナノカーボン・原子層材料の物性物理, 小鍋哲, 第7回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン若手研究会, 京都大学, 2017年9月
2. はじめに, 小鍋哲, 日本物理学会2017年秋季大会シンポジウム「遷移金属カルコゲナイド2次元結晶の新展開」, 岩手大学, 2017年9月

3. ワイル半金属における表面プラズモンポラリトン～アクシオンプラズモニクスへ向けて～, 小鍋哲, 学術振興会光エレクトロニクス第130委員会第307回研究会, 東京理科大学, 2017年5月

坂本　勇貴

学術論文

1. Yuki Sakamoto and Sachihiro Matsunaga "Visualization of fluorescent proteins and staining in Arabidopsis root using TOMEI" Cytologia, 82巻, 221-222 (2017)（査読有）
2. Thomas Spallek, Charles W. Melnyk, Takanori Wakatake, Jing Zhang, Yuki Sakamoto, Takatoshi Kiba, Satoko Yoshida, Sachihiro Matsunaga, Hitoshi Sakakibara, Ken Shirasu, "Inter-species hormonal control of host root morphology by parasitic plants" Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 114巻 5283-5288 (2017)（査読有）
3. Kazuki Kurita, Takuya Sakamoto, Noriyoshi Yagi, Yuki Sakamoto, Akihiro Ito, Norikazu Nishino, Kaori Sako, Minoru Yoshida, Hiroshi Kimura, Motoaki Seki, Sachihiro Matsunaga, "Live imaging of H3K9 acetylation in plant cells" Scientific Reports, 7巻 45894 (2017)（査読有）

著書

1. 坂本勇貴, 松永幸大 "生体組織深部イメージングのための透明化技術" JSMI Report, in press（査読有）
2. Yamato Yoshida, Yuki Sakamoto, Katsuya Iwasaki, Shinichiro Maruyama, Sachihiro Matsunaga "Double-membrane-bounded organelles - Recent findings regarding division, inheritance, structure and evolution of the nucleus, mitochondria and chloroplasts" Cyanidioschyzon merolae :A model for understanding eukaryotic cell, with the complete genome and manipulation tools, Edited by Tsuneyoshi Kuroiwa, in press（査読有）

佐々木　崇宏

学会発表

1. "LINEAR COMBINATION OF DAY-AHEAD CHARGE/ DISCHARGE SCHEDULING TOWARD MULTI-OBJECTIVE ANALYSIS OF EMS", Takahiro Sasaki, Jindan Cui, Yuzuru Ueda, Masakazu Koike, Takayuki Ishizaki, Jun-ichi Imura, 27th International Photovoltaic Science & Engineering Conference (PVSEC-27), 9TuO8.7, Lake Biwa Otsu Prince Hotel, Shiaga, Japan, Nov. 13-17, 2017
2. "PVと蓄電池が設置された住宅群のアグリゲーションにおける予測誤差と蓄電池容量決定に関する一検討", 佐々木崇宏, 崔錦丹, 植田譲, 小池雅和, 石崎孝幸, 井村順一, 大関崇, 電気学会 新エネルギー・環境研究会, FTE-18-004, 名古屋大学, 愛知県名古屋市, 2018年2月2日

髙柳　英明

学術論文

1. (Coexistence of superconductivity and charge density wave in the quasi-one-dimensional material HfTe3) S. J. Denholme, A. Yukawa, K. Tsumura, M. Nagao, R. Tamura, S. Watauchi, I. Tanaka, H. Takayanagi and N. Miyakawa、Scientific Reports, 7巻 45217号 pp1-6, 2017（査読有）
2. (Investigation of the Vortex States of Sr_2RuO_4-Ru Eutectic Microplates Using DC-SQUIDs) D. Sakuma, Y. Nago, R. Ishiguro, S. Kashiwaya, S. Nomura, K. Kono, Y. Maeno, and H. Takayanagi, Journal of the Physical Society of Japan 86巻, pp114708-114711, 2017（査読有）

寺島　千晶

学術論文

1. Efficient photocatalytic degradation of gaseous acetaldehyde over ground Rh-Sb co-doped $SrTiO_3$ under visible light irradiation, Y. Yamaguchi, S. Usuki, K. Yamatoya, N. Suzuki, K. Katsumata, C. Terashima, A. Fujishima, A. Kudo, and K. Nakata, RSC Adv., 85331-5337, 2018（査読有）
2. Solution plasma process-derived defect-induced heterophase anatase/brookite TiO_2 nanocrystals for enhanced gaseous photocatalytic performance, S. Pitchaimuthu, K. Honda, S. Suzuki, A. Naito, N. Suzuki, K. Katsumata, K. Nakata, N. Ishida, N. Kitamura, Y. Idemoto, T. Kondo, M. Yuasa, O. Takai, T. Ueno, N. Saito, A. Fujishima, and C. Terashima*, ACS Omega, 3898-905, 2018（査読有）

3. Positive shift in the potential of photo-electrochemical CO_2 reduction to CO on Ag-loaded boron-doped diamond electrode by an electrochemical pre-treatment, Y. Nakabayashi, Y. Hirano, Y. Sakurai, A. Okazaki, H. Kuriyama, N. Roy, N. Suzuki, K. Nakata, K. Katsumata, A. Fujishima, and C. Terashima*, J. Appl. Electrochem., 4861-73, 2018（査読有）
4. Photocatalytic reduction of CO_2 on Cu_2O-loaded Zn-Cr layered double hydroxides, H. Jiang, K. Katsumata*, J. Hong, A. Yamaguchi, K. Nakata, C. Terashima, N. Matsushita, M. Miyauchi, and A. Fujishima, Appl. Catal. B: Environ., 224783-790, 2018（査読有）
5. Significance for hydroxyl radical in photo-induced oxygen evolution in water on monoclinic bismuth vanadate, Y. Nakabayashi*, M. Nishikawa, N. Saito, C. Terashima, and A. Fujishim, J. Phys. Chem. C, 12125624-25631, 2017（査読有）
6. Selective inactivation of bacteriophage in the presence of bacteria by use of ground Rh-doped $SrTiO_3$ photocatalyst and visible light, Y. Yamaguchi, S. Usuki, Y. Kanai, K. Yamatoya, N. Suzuki, K. Katsumata, C. Terashima, T. Suzuki, A. Fujishima, H. Sakai, A. Kudo, and K. Nakata*, ACS Appl. Mater. Interfaces, 931393-31400, 2017（査読有）
7. Influence of surface morphology and conductivity on photocatalytic performance of solution-processed zinc oxide film, J. Hong, N. Matsushita, T. Shirai, K. Nakata, C. Terashima, A. Fujishima, and K. Katsumata*, Chem. Asian J., 122480-2485, 2017（査読有）
8. Boosting photoelectrochemical performance of hematite photoanode with TiO_2 underlayer by extremely rapid high temperature annealing, D. Wang, Y. Chen, Y. Zhang, X. Zhang*, N. Suzuki, and C. Terashima, Appl. Surf. Sci., 422913-920, 2017（査読有）
9. Novel dodecahedron $BiVO_4$:YVO_4 solid solution with enhanced charge separation on adjacent exposed facets for highly efficient overall water splitting, W. Fang, Z. Jiang, L. Yu, H. Liu, W. Shangguan*, C. Terashima, and A. Fujishima, J. Catalysis, 352155-159, 2017（査読有）
10. Enhanced UV-Vis photocatalytic performance of the $CuInS_2$/TiO_2/SnO_2 heterostructure for air decontamination, A. Enesca*, Y. Yamaguchi, C. Terashima, A. Fujishima, K. Nakata, and A. Duta, J. Catalysis, 350174-181, 2017（査読有）
11. Citrate-capped hybrid Au-TiO_2 nanomaterial for facile and enhanced electrochemical hydrazine oxidation, N. Roy, K. Bhunia, C. Terashima, A. Fujishima, and D. Pradhan*, ACS Omega, 21215-1221, 2017（査読有）

招待講演

1. “Solution Plasma Processing with Tubular Type of Tungsten Electrode for Modifying the Photocatalytic TiO_2 Nanoparticles”, Chiaki Terashima, The 6th International Symposium on Materials Science and Surface Technology 2017 (MSST2017), 招待講演, 国際会議, Odawara, Kanto Gakuin University, 2017年12月8日
2. “Solution plasma treatment of TiO_2 materials for enhancing the photocatalytic activities”, Chiaki Terashima, International symposium on Surface Treatment and Modification Technologies (STMT2017), 招待講演, 国際会議, Jeju･Jeju National University, 2017年11月21日
3. “Nitrogen gas assisted solution plasma for the surface treatment of TiO_2 nanoparticles”, Chiaki Terashima, The 4th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP 2017), 招待講演, 国際会議, Busan･Haeundae Grand Hotel, 2017年11月5日
4. “プラズマ技術を利用した資源循環型環境浄化への試み”, 寺島千晶, 日本セラミックス協会第30回秋季シンポジウム, 招待講演, 国内会議, 神戸大学, 2017年9月19日
5. “Solution Plasma with Nitrogen Stream for Plant Factory”, Chiaki Terashima, The 15th International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM 2017), 招待講演, 国際会議, Yoshida Campus, Kyoto University, Kyoto, Japan, 2017年8月27日
6. “Nanostructured TiO_2 with oxygen vacancies for the decomposition of organics”, Chiaki Terashima, Nano-Micro Conference 2017, 招待講演, 国際会議, Shanghai Marriott Hotel Riverside, Shanghai, China, 2017年6月19日
7. “Photocatalytic Activities of TiO_2 Nanoparticles Treated by In-liquid Plasma Processing”, Chiaki Terashima, International Conference on Small Science (ICSS2017), 招待講演, 国際会議, NH Collection Aranzazu, San Sebastian, Spain, 2017年5月9日
8. “マイクロ波液中プラズマ法によるダイヤモンド合成”, 寺島千晶, 日本学術振興会水の先進理工学第183委員会第36回研究会, 招待講演, 国内会議, 東京・東京理科大学森戸記念館, 2017年4月26日

特許

1. 上塚洋, 原田洋平, 寺島千晶, 櫻井悠生, 宮坂和弥, 鈴木孝宗, 近藤剛史, 湯浅真, 藤嶋昭, 中田一弥, 勝又健一,「ダイヤモンド製造方法及び液中プラズマ処理装置」 特願2017-251689, 2017年12月27日

広報

1. 読売新聞,「私立大、独自研究に活路」, くらし教育面, 2018年1月12日

受賞

1. R. Tabei, C. Terashima, N. Suzuki, K. Nakata, K. Katsumata, K. Arimitsu, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Fabrication of TiO_2 Film by Using of Atmospheric Pressure Plasma Jet and Plasma Polymerization, Best Oral Award, 2017年12月22日
2. S. Suzuki, K. Honda, C. Terashima, K. Nakata, N. Suzuki, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Development of Liquid Fertilizer with Anti-algal Effect for Plant Growth by Solution Plasma Treatment, Best Oral Award, 2017年12月22日
3. K. Miyasaka, Y. Sakurai, Y. Harada, C. Terashima, H. Uetsuka, N. Suzuki, K. Nakata, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Rapid Synthesis of Diamond Electrode Using In-liquid Microwave Plasma CVD Process, Best Oral Award, 2017年12月22日
4. Y. Nakabayashi, Y. Hiranoa, Y. Sakurai, A. Okazaki, H. Kuriyama, N. Roy, N. Suzuki, K. Nakata, K. Katsumata, A. Fujishima, C. Terashima, Positive shift in the Potential for the Photo-Electrochemical CO_2 Reduction into CO on Ag loaded BDD Electrode by the Electrochemical Pre-treatment on the Surface of BDD, Photocatalysis 2 & SIEMME'23 Young Poster Award, 2017年12月2日
5. K. Iwasakia, Y. Yamaguchi, K. Yamatoya, N. Suzuki, K. Katsumata, C. Terashima, A. Fujishima, H. Sakai, K. Nakata, Photocatalytic Production of Rare Sugars with Metal-Ion-Doped TiO_2, Photocatalysis 2 & SIEMME'23 Young Poster Award, 2017年12月2日
6. T. Adachi, C. Terashima, K. Nakata, K. Katsumata, N. Suzuki, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Protection of lacquer surface from UV irradiation using TiO_2/SiO_2 composite photocatalyst, STMT2017 Best Poster Presentation Award, 2017年11月24日
7. 原 愛我, 寺島 千晶, 鈴木 孝宗, 中田 一弥, 勝又 健一, 近藤 剛史, 湯浅 真, 藤嶋 昭, 電解オゾン水生成機構の解析に基づくダイヤモンド電極搭載ECデバイスの開発, 日本材料科学会 第5回メゾスコピック研究会講演会若手奨励賞, 2017年11月24日
8. Y. Harada, Y. Sakurai, K. Miyasaka, C. Terashima, H. Uetsuka, N. Suzuki, K. Nakata, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Effect of solvents on boron-doped diamond synthesis by inliquid microwave plasma CVD process, Silver Young Scholar Award DCM2017, 2017年9月6日

中林　志達

学術論文

1. Positive shift in the potential of photo-electrochemical CO_2 reduction to CO on Ag-loaded boron-doped diamond electrode by an electrochemical pre-treatment, Yukihiro Nakabayashi, Yuiri Hirano, Yusei Sakurai, Akihiro Okazaki, Haruo Kuriyama, Nitish Roy, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Izumi Serizawa, Akira Fujishima, Chiaki Terashima, Ph.D. Springerの商業誌 Journal of Applied Electrochemistry, 48巻, pp 61-73, 2018（査読有）
2. Significance for Hydroxyl Radical in Photo-Induced Oxygen Evolution in Water on Monoclinic Bismuth Vanadate, Yukihiro Nakabayashi, Masami Nishikawa, Nobuo Saito, Chiaki Terashima, Akira Fujishima American Chemical Society（ACS)の学会誌 Journal of Physical Chemistry C, 121巻, pp 25624-25631, 2017（査読有）

広報

1. 中林 志達, 寺島 千晶, 藤嶋 昭, 銀修飾ボロンドープダイヤモンド光電極を用いた二酸化炭素還元, 和文紙「New Diamond」, 一般社団法人ニューダイヤモンドフォーラム, 2018（編集中）

受賞

1. Yukihiro Nakabayashi, Yuiri Hirano, Yusei Sakurai, Akihiro Okazaki, Haruo Kuriyama, Nitish Roy, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Ken-ichi Katsumata, Akira Fujishima, and Chiaki Terashima, ポスター賞（Photocatalysis 2 & SIEMME'23 Young Poster Award）"Positive shift in the Potential for the Photo-Electrochemical CO_2 Reduction into CO on Ag loaded BDD Electrode by the Electrochemical Pre-treatment on the Surface of BDD" Photocatalysis 2 & SIEMME'23 Joint Symposium, Poster no. PP- 1-131, 2018

萩原　一郎

招待講演

1. 既存建築物の火災安全をめぐる課題, 萩原一郎, 日本建築学会大会（中国）防火部門研究協議会, 広島, 2017
2. 防火シャッターの閉鎖障害と不作動の問題, 萩原一郎, 平成29年度火災学会講演討論会, 東京, 2018
3. 建築火災における避難安全, 萩原一郎, 群集マネジメント研究会, 東京, 2018

広報

1. 萩原一郎, ロンドン高層共同住宅火災検証報告会, 理科大, 2017
2. 萩原一郎, 高層マンションの火災安全について, 読売新聞(大阪), 2017
3. 萩原一郎, 高層マンションの火災安全について, 毎日新聞, 2017

松永　朋子

学術論文

1. Direct quantitative evaluation of disease symptoms on living plant leaves growing under natural light., Matsunaga TM, Ogawa D, Taguchi-Shiobara F, Ishimoto M, Matsunaga S, Habu Y. Breeding Science, 67(3) pp 316-319, 2017（査読有）
2. Hi-C revolution: from a snapshot of DNA-DNA interaction in a single cell to chromosome-scale de novo genome assembly., Hoshino A, Matsunaga TM, Sakamoto T, Matsunaga S. Cytologia, 82(3) pp 223-226, 2017（査読有）
3. FISH with padlock probes can efficiently reveal the genomic position of low or single-copy DNA sequences., Matsunaga S, Matsunaga TM. Cytologia, 82(4) pp 337-339, 2017（査読有）

松原　美之

招待講演

1. 気づきを育てる, 松原美之, JOGMEC平成29年度第4回安全環境専門委員会, 2018年2月
2. 着火原因としての静電気, 松原美之, 富山県特設消防連絡協議会総会記念講演, 2017年10月
3. 着火原因としての静電気, 松原美之, 丸善石化語り部企画, 2017年3月

広報

1. 松原美之, サイエンスZERO「大火災に備えよ！消防技術最前線, Eテレ, 2017年7月
2. 松原美之, 解剖 先端拠点「東京理科大学 火災科学研究センター」, 日経産業新聞, 2017年8月
3. 松原美之, ロンドン高層共同住宅火災検証報告会, 理科大, 2017年8月
4. 松原美之, ブレイブ 勇敢なる者[えん罪弁護士], NHK総合, 2017年11月
5. 松原美之, ニュースワイド SAKIDORI 第186回：雑居ビル火災, 私たちができる備え, 文化放送, 2017年12月

総合研究院フォーラム開催報告

「総合研究院フォーラム 2017」を開催（11/20・開催報告）

2017 年 11 月 20 日（月）野田キャンパス カナル会館において、「総合研究院フォーラム 2017 Only at TUS を目指して」が開催されました。

当日は 272 名の方にご出席いただき、盛会のうちに終わりました。

フォーラムでは、「創薬・バイオ」、「構造材料・機械・流体・建築」および「基礎・計測」、「物質・材料」、「環境・情報・社会」の領域毎の各研究センター・研究部門と、総合研究院本務教員による最新の研究成果発表が行われました。

質疑応答の時間においては、多数の研究者による活発な議論が繰り広げられ、研究センター・研究部門の枠を越えた本学独自の研究活動の今後の展開が期待できる有意義なフォーラムとなりました。

また、フォーラム終了後に場所を変えて引き続き開催された交流会においては、普段は交流の機会が少ない教員同士の忌憚のない意見交換が行われました。

以上

事業開催記録

No	事　業　概　要
1	マルチスケール界面熱流体力学研究部門　第 22 回 i^2plus セミナー 開催日：平成 29 年 4 月 5 日（水）15:30 ～ 場　所：野田キャンパス 1 号館 4 階 会議室
2	マルチスケール界面熱流体力学研究部門　第 23 回 i^2plus セミナー 開催日：平成 29 年 4 月 10 日（月）11:00 ～ 場　所：野田キャンパス 2 号館 2 階 機械工学科会議室
3	マルチスケール界面熱流体力学研究部門　キックオフシンポジウム 開催日：平成 29 年 4 月 13 日（木）14:00 ～ 18:00 場　所：葛飾キャンパス 講義棟 3 階 301 教室
4	ナノカーボン研究部門　第 10 回ナノカーボンセミナー 開催日：平成 29 年 4 月 13 日（木）16:10 ～ 17:40 場　所：神楽坂キャンパス 8 号館 3 階 833 教室
5	ナノカーボン研究部門　第 11 回ナノカーボンセミナー 開催日：平成 29 年 4 月 19 日（水）11:00 ～ 12:00 場　所：神楽坂キャンパス 1 号館 3 階 132 教室
6	インテリジェントシステム研究部門　LTspice Users Club 主催 回路シミュレータ LTspice 開発者が語る「What's new in LTspice XVII」 開催日：平成 29 年 4 月 19 日（水）15:00 ～ 16:30 場　所：野田校舎 12 号館 1 階 電気電子情報工学科会議室
7	エネルギー創成科学懇談会　第 6 回エネルギー創成科学懇談会 「熱電変換および温度計測・エネルギー貯蔵材料」 開催日：平成 29 年 4 月 25 日（火）14:20 ～ 20:00 場　所：東京理科大学（神楽坂キャンパス）森戸記念館
8	脳学際研究部門　第 9 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：平成 29 年 4 月 26 日（水）17:00 ～ 18:30 場　所：野田キャンパス 計算科学研究センター 4 階会議室
9	医理工連携研究部門　平成 29 年度医理工連携研究部門 第一回公開セミナー 開催日：平成 29 年 5 月 2 日（火）17:00 ～ 場　所：生命医科学研究所 2 階 大講義室
10	赤外自由電子レーザー研究センター　FEL-TUS Chemical Physics Seminar 開催日：平成 29 年 5 月 8 日（月）16:30 ～ 場　所：神楽坂 1012 ゼミ室
11	ナノカーボン研究部門　新学術領域「ハイブリッド量子科学」第 3 回フォノン勉強会【共催】 開催日：平成 29 年 5 月 10 日（水）13:00 ～ 15:00 場　所：神楽坂キャンパス 森戸記念館第 2 フォーラム
12	現代代数学と異分野連携研究部門　代数幾何学講演会 2017 May 開催日：平成 29 年 5 月 18 日（木）15:00 ～ 17:00 場　所：野田キャンパス 4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室

No	事　業　概　要
13	火災安全科学研究拠点　平成 28 年度共同利用・共同研究成果発表会 開催日：平成 29 年 5 月 22 日（月）14:00 ～ 16:15 場　所：森戸記念館 第 1 会議室
14	大気科学研究部門　特別講演会 開催日：平成 29 年 5 月 28 日（日）15:00 ～ 16:00 場　所：ポルタ神楽坂 7 階第 3 会議室
15	医理工連携研究部門　健康長寿を育む都市づくりチーム第一回勉強会 開催日：平成 29 年 5 月 29 日（月）10:30 ～ 12:00 場　所：野田キャンパス 3 号館 経営工学科会議室
16	現代代数学と異分野連携研究部門　代数的整数論研究集会 開催日：平成 29 年 6 月 17 日（土）9:30 ～ 17:00 平成 29 年 6 月 18 日（日）9:30 ～ 17:00 場　所：野田キャンパス 4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
17	マルチスケール界面熱流体力学研究部門　4th I^2plus International Symposium on Interfacial Thermofluid Dynamics 開催日：平成 29 年 7 月 5 日（水）13:00 ～ 17:30 場　所：葛飾キャンパス 講義棟 503 教室
18	イメージングフロンティアセンター　イメージングフロンティアセンター講演会 開催日：平成 29 年 7 月 7 日（金）9:00 ～ 10:30 場　所：野田キャンパス講義棟 K701 教室
19	光触媒国際研究センター　平成 28 年度光触媒研究推進拠点成果報告会・光機能材料研究会講演会 開催日：平成 29 年 7 月 7 日（金） 場　所：神楽坂キャンパス 森戸記念館第 1 フォーラム
20	イメージングフロンティアセンター　International Symposium on Imaging Frontier 2017 開催日：平成 29 年 7 月 8 日（土）9:20 ～ 22:00 7 月 9 日（日）9:20 ～ 17:00 場　所：葛飾キャンパス図書館ホール
21	マルチスケール界面熱流体力学研究部門　物理化学的視点からの非平衡パターン形成に関する国際ミニワークショップ 開催日：平成 29 年 7 月 10 日（月）13:00 ～ 17:10 場　所：葛飾キャンパス 講義棟 303 教室
22	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講演会 開催日：平成 29 年 7 月 10 日（月）16:30 ～ 18:00 場　所：野田キャンパス講義棟 K704 教室
23	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　講習会「粉末 X 線解析の実際」【共催】 開催日：平成 29 年 7 月 12 日（水）～ 14 日（金） 場　所：神楽坂キャンパス 1 号館 17 階 記念講堂
24	イメージングフロンティアセンター　イメージングフロンティアセンター講演会 開催日：平成 29 年 7 月 12 日（水）13:10 ～ 14:40 場　所：野田キャンパス講義棟 K309 教室

No	事　業　概　要
25	アグリ・バイオ工学研究部門　アグリ・バイオ工学研究部門セミナー 開催日：平成 29 年 7 月 21 日（金）15:00 ～ 16:30 場　所：葛飾キャンパス講義棟 503 教室
26	先進農業エネルギー理工学研究部門　先進農業エネルギー理工学研究部門＆農理工学際連携コース共同シンポジウム 開催日：平成 29 年 7 月 25 日（火）10:40 ～ 12:10（第一部）/14:40 ～ 17:00（第二部） 場　所：諏訪東京理科大学 621 教室
27	アグリ・バイオ工学研究部門　アグリ・バイオ公開シンポジウム 開催日：平成 29 年 7 月 27 日（木）13:20 ～ 20:00 場　所：葛飾キャンパス図書館ホール
28	現代代数学と異分野連携研究部門　整数論講演会 2017 August 開催日：平成 29 年 8 月 1 日（火）16:30 ～ 17:30 場　所：野田キャンパス 4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
29	界面科学研究部門　2017 夏季シンポジウム 開催日：平成 29 年 8 月 2 日（水）10:00 ～ 17:20 場　所：森戸記念館 第 1 フォーラム
30	現代代数学と異分野連携研究部門　代数幾何学講演会 2017 August 開催日：平成 29 年 8 月 2 日（水）15:00 ～ 17:00 場　所：野田キャンパス 4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
31	脳学際研究部門　第 10 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：平成 29 年 8 月 3 日（木）17：30 ～ 18：30 場　所：葛飾キャンパス 講義棟 501 教室
32	エネルギー創成科学懇談会　第 7 回エネルギー創成科学懇談会 / 第 1 回物質・材料科学部会勉強会「マテリアルズ・インフォマティクス」 開催日：平成 29 年 8 月 3 日 15:20 ～ 18:30（第 1 部） 18:35 ～ 20:00（第 2 部） 場　所：森戸記念館地下 1 階第 1 フォーラム（第 1 部） 1 号館 13 階 URA 会議室①（第 2 部）
33	ナノカーボン研究部門　ナノカーボン研究部門ワークショップ 2017 「ナノカーボンの科学と工学の新展開」 開催日：平成 29 年 8 月 31 日（木）10:30 ～ 20:30 場　所：森戸記念館
34	トランスレーショナルリサーチセンター　第 7 回シンポジウム / 研究交流会 開催日：平成 29 年 9 月 2 日（土）13:00 ～ 19:00 場　所：神楽坂キャンパス富士見校舎 101
35	アグリ・バイオ工学研究部門　アグリ・バイオ公開セミナー ①開催日：平成 29 年 9 月 19 日 16:30 ～ 18:00　場所：東京理科大学葛飾校舎講義棟 504 教室 ②開催日：平成 29 年 10 月 3 日 16:30 ～ 18:00　場所：東京理科大学葛飾校舎講義棟 504 教室 ③開催日：平成 29 年 10 月 10 日 16:30 ～ 18:00　場所：東京理科大学葛飾校舎講義棟 507 教室 ④開催日：平成 29 年 10 月 17 日 16:30 ～ 18:00　場所：東京理科大学葛飾校舎講義棟 507 教室 ⑤開催日：平成 29 年 10 月 24 日 16:30 ～ 18:00　場所：東京理科大学葛飾校舎講義棟 407 教室
36	マルチスケール界面熱流体力学研究部門　第 24 回 i^2plus セミナー 開催日：平成 29 年 9 月 20 日（水）16:30 ～ 17:30 場　所：葛飾キャンパス 研究棟 4F 会議室 3

No	事　業　概　要
37	医理工連携研究部門　医理工連携研究部門セミナー 開催日：平成 29 年 9 月 25 日（月）16:00 ～ 17:00 場　所：野田キャンパス 14 号館 4 階 1442 教室
38	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 基盤研究（A)「ナノスケール低次元構造水の相転移と物性の解明」研究会 開催日：平成 29 年 10 月 7 日（土）14:00 ～ 21:00 平成 29 年 10 月 8 日（日） 7:30 ～ 11:00 場　所：草津スカイランドホテル
39	現代代数学と異分野連携研究部門　整数論講演会 2017 October 開催日：平成 29 年 10 月 12 日（水）16:30 ～ 17:30 場　所：野田キャンパス 4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
40	先端 EC デバイス研究部門　先端 EC デバイス研究部門セミナー 開催日：平成 29 年 10 月 19 日（木）13:30 ～ 14:30 場　所：野田キャンパス 3 号館 2 階 卒研ゼミ教室
41	現代代数学と異分野連携研究部門　表現論講演会 2017 October 開催日：平成 29 年 10 月 20 日（金）16:30 ～ 17:30 場　所：野田キャンパス 4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
42	脳学際研究部門　第 1 回 公開シンポジウム 開催日：平成 29 年 10 月 21 日（土）10:00 ～ 18:00 場　所：葛飾キャンパス 大村ホール（図書館 3 階）
43	先端 EC デバイス研究部門　先端 EC デバイス研究部門研究成果報告会 開催日：平成 29 年 10 月 25 日（水）13:00 ～ 14:30 場　所：野田校舎 10 号館 1 階 総合研究院ホール
44	現代代数学と異分野連携研究部門　整数論講演会 2017 November 開催日：平成 29 年 11 月 2 日（木）16:30 ～ 17:30 場　所：野田キャンパス 4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
45	大気科学研究部門　山岳域における大気物理・化学に関する国際シンポジウム 2017 開催日：平成 29 年 11 月 6 日（月）16:00 ～ 11 月 10 日（金）12:30 場　所：静岡県御殿場市 時之栖
46	総合研究院フォーラム 2017 開催日：平成 29 年 11 月 20 日（月）9:00 ～ 19:10 場　所：野田校舎 カナル会館 3 階会議室
47	火災科学研究センター　JST さくらサイエンスプログラム 開催日：平成 29 年 11 月 22 日（水）～平成 29 年 11 月 28 日（火） 場　所：アグネスホテル東京、消防庁消防大学校消防研究センター、日本消防検定協会、 火災科学研究センター実験棟 他
48	火災科学研究センター　The 6th FORUM for Advanced Fire Education/Research in Asia (2017) 開催日：平成 29 年 11 月 23 日（木）～平成 29 年 11 月 24 日（金） 場　所：アグネスホテル東京、消防庁消防大学校消防研究センター、日本消防検定協会

No	事　業　概　要
49	脳学際研究部門　第 11 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：平成 29 年 11 月 24 日（金）16:30 ～ 場　所：野田キャンパス 計算科学研究センター 4 階会議室
50	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　平成 29 年度 研究成果報告会 開催日：平成 29 年 11 月 25 日（土）13:30 ～ 17:35（交流会 17:45 ～） 場　所：神楽坂 森戸記念館
51	現代代数学と異分野連携研究部門　代数幾何学講演会 開催日：平成 29 年 11 月 28 日（火）16:30 ～ 17:30 場　所：野田キャンパス 4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
52	現代代数学と異分野連携研究部門　2017 November 開催日：平成 29 年 11 月 29 日（水）16:30 ～ 17:30 場　所：野田キャンパス 4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
53	ものこと双発研究部門 「日本における ESG 投資のこれから」 開催日：平成 29 年 12 月 1 日（金）14:00 ～ 18:00 場　所：PORTA 神楽坂 5F
54	光触媒国際研究センター、光触媒研究推進拠点　Photocatalysis2 & SIEMME'23 開催日：平成 29 年 12 月 1 日（金）17:00 ～ 19:00 12 月 2 日（土）　9:00 ～ 19:00 12 月 3 日（日）　9:30 ～ 17:00 場　所：葛飾キャンパス図書館棟大ホール
55	先端 EC デバイス研究部門　2nd Asian Symposium on Electrochemical Impedance Spectroscopy 開催日：平成 29 年 12 月 7 日（木）9:00 ～ 17:00 12 月 8 日（金）9:00 ～ 17:00 場　所：森戸記念館
56	現代代数学と異分野連携研究部門　代数幾何学講演会 開催日：平成 29 年 12 月 12 日（火） 場　所：野田キャンパス 4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
57	再生医療と DDS の融合研究部門　シンポジウム 開催日：平成 29 年 12 月 18 日（月）10:20 ～ 18:00 場　所：神楽坂キャンパス 森戸記念館 第 1 フォーラム、第 1 会議室
58	アカデミック・ディテーリング・データベース部門　第 1 回アカデミック・ディテーラー養成プログラム A コース 開催日：平成 29 年 12 月 23 日（土）10:30 ～ 18:00 場　所：神楽坂校舎 3 号館医療薬学教育研究支援センター
59	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　2017 年度 第 1 回 W-FST 研究セミナー 開催日：平成 30 年 1 月 6 日（土）12:30 ～ 18:00 場　所：神楽坂キャンパス 1 号館 3 階 134 教室
60	【共催】 大気科学研究部門　日本大気電気学会第 96 回研究発表会 開催日：平成 30 年 1 月 6・7 日（土・日） 場　所：神楽坂キャンパス 2 号館 2 階 223 教室

No	事　業　概　要
61	エネルギー創成科学懇談会　第 8 回エネルギー創成科学懇談会 / 第 2 回物質・材料科学部会勉強会 「マテリアルズ・インフォマティクス」 開催日：平成 30 年 1 月 9 日 15:00 ～ 18:00（第 1 部）18:10 ～ 20:00（第 2 部） 場　所：神楽坂キャンパス 3 号館 4 階 344 教室（第 1 部）1 号館 13 階 URA 会議室①（第 2 部）
62	【共催】 大気科学研究部門　日本エアロゾル学会「海洋大気エアロゾル研究会」 開催日：平成 30 年 1 月 19 日（金）13:30 ～ 17:40 場　所：森戸記念館 2F 第一会議室
63	トランスレーショナルリサーチセンター　第 8 回シンポジウム / 研究交流会 開催日：平成 30 年 1 月 20 日（土）13:00 ～ 19:30 場　所：神楽坂キャンパス富士見校舎
64	太陽光発電技術研究部門　第 8 回太陽光発電技術研究部門シンポジウム 開催日：平成 30 年 1 月 29 日（月）13:00 ～ 17:45 場　所：東京理科大学森戸記念館
65	アカデミック・ディテーリング・データベース部門　第 1 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：平成 30 年 2 月 25 日（日）10:30 ～ 18:00 場　所：神楽坂校舎 3 号館医療薬学教育研究支援センター
66	脳学際研究部門　第 12 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：平成 30 年 2 月 27 日（火）15:00 ～ 18:30 場　所：葛飾キャンパス 講義棟 505 教室
67	数理モデリングと数学解析研究部門　第 1 回 神楽坂「感染症にまつわる数理」勉強会 開催日：平成 30 年 2 月 28 日（水）15:00 ～ 17:15 場　所：神楽坂キャンパス 8 号館 831 教室
68	数理モデリングと数学解析研究部門　講演会 開催日：平成 30 年 3 月 1 日（木）16:00 ～ 17:00 場　所：神楽坂キャンパス 2 号館 242 教室
69	インテリジェントシステム研究部門　研究成果報告会 開催日：平成 30 年 3 月 2 日（金）12:45 ～ 18:00 場　所：東京理科大学野田キャンパス・カナル会館 3 階大会議室
70	界面科学研究部門　平成 29 年度界面科学研究部門シンポジウム 開催日：平成 30 年 3 月 5 日（月）13:00 ～ 15:00 場　所：森戸記念館 第 2 フォーラム
71	イノベーション創出に向けた異分野融合ネットワーク科学懇談会　INSI special seminar 開催日：平成 30 年 3 月 6 日（火） 場　所：野田キャンパス 講義棟 4 階 K407 教
72	【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 基盤研究（A）「材料表面・界面の水―構造・物性・トライボロジー」研究会 開催日：平成 30 年 3 月 8 日（木）～平成 30 年 3 月 9 日（金） 場　所：KKR ホテル熱海

No	事　業　概　要
73	スペース・コロニー研究センター　キックオフミーティング 開催日：平成 30 年 3 月 13 日（火）13:00 ～ 16:40　17:00 ～（交流会） 場　所：秋葉原 UDX4 階 UDX シアター
74	数理モデリングと数学解析研究部門　2017 年度研究活動報告会 開催日：平成 30 年 3 月 14 日（水）13:00 ～ 17:40 場　所：神楽坂キャンパス 森戸記念館第 1 会議室
75	脳学際研究部門　第 13 回 BIRD 脳科学セミナー 開催日：平成 30 年 3 月 16 日（金）15:00 ～ 16:30 場　所：野田キャンパス 講義棟 K101
76	大気科学研究部門　第 2 回成果報告会 開催日：平成 30 年 3 月 22 日（木）13:30 ～ 18:15 場　所：神楽坂キャンパス 森戸記念館第 1 フォーラム、第 1 会議室
77	マルチスケール界面熱流体力学研究部門　第 25 回 i^2plus セミナー 開催日：平成 30 年 3 月 23 日（金）11:00 ～ 場　所：野田キャンパス 2 号館 2 階 ME 会議室
78	ものこと双発研究部門　ものこと双発学会 2017 年度年次研究発表大会【後援】 開催日：平成 30 年 3 月 24 日（土） 場　所：神楽坂キャンパス PORTA 神楽坂 5 階
79	大気科学研究部門　富士山観測第 11 回成果報告会 開催日：平成 30 年 3 月 25 日（日）13:00 ～ 18:00 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館第 1 フォーラム、第 1 会議室
80	超分散知能システム研究部門　超分散知能システム研究フォーラム 開催日：平成 30 年 3 月 26 日（月）13:30 ～ 20:00 場　所：野田キャンパス 10 号館 1 階ホール
81	現代代数学と異分野連携研究部門　野田代数幾何学シンポジウム 2018 開催日：平成 30 年 3 月 26 日（月）～ 29 日（木） 場　所：野田キャンパス 4 号館 3 階理工学部数学科セミナー室
82	アカデミック・ディテーリング・データベース部門　日本薬学会第 138 回年会シンポジウム企画【後援】 開催日：平成 30 年 3 月 28 日（水） 場　所：日本薬学会第 138 回年会 A 会場 石川県立音楽堂 2F コンサートホール
83	マルチスケール界面熱流体力学研究部門　第 26 回 i^2plus セミナー 開催日：平成 30 年 3 月 30 日（金）16:30 ～ 場　所：葛飾キャンパス 研究棟 4F 会議室 3

総合研究院研究設備

火災科学研究センター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

気体分子多光子解離実験装置

１．型式　　Nd：YAG レーザー　Lotis TII LS-2135
　　色素レーザー　Continuum ND6000
　　リフレクトロン型飛行時間型質量分析計 R.M.Jordan 社
２．設置場所　　赤外自由電子レーザー研究センター第 3 実験室
３．性能・特徴
　YAG レーザー励起の色素レーザーは、550～700nm で波長可変のナノ秒パルスを発生する。繰り返し周波数は 1～10 Hz で可変であり、FEL-TUS（通常 5 Hz で運転）のマクロパルスと電気的に同期させることができる。すなわち FEL によってある特定の振動モードを励起された分子のその後の挙動（エネルギー失活、化学反応等）を pump-and-probe 法によって追跡できる。このとき共鳴多光子イオン化によって生成したイオン種を、リフレクトロン型飛行時間型質量分析計で検出することで、分子を同定しかつ量子状態を選別した高感度な分光計測を行うことができる。

バルク照射実験装置

１．型式　　FT-IR（日本分光社製）FT/IR-615
　　Q-mass Stanford Research System RGA-300
　　TEA-CO_2 レーザー Laser Techniques Blaser 6000 CE
２．設置場所　　赤外自由電子レーザー研究センター第 3 実験室
３．性能・特徴
　FEL を分子に集光照射すると多光子吸収を起こし、その結果分子の高振動励起状態が生成する。このとき分子内に蓄積された全振動エネルギーが充分大きければ、結合の解裂、異性化、イオン化等の反応過程が後続する。本装置は、ステンレス製セル中の気相分子にバルクの状態で FEL を照射し、化学反応によって生成した安定分子を FT-IR および四重極質量分析計によって同定するシステムである。同位体の振動周波数の違いを利用する同位体分離、高振動励起状態からのエネルギー移動、すなわち光増感反応による新規物質の合成等に応用できる。TEA-CO_2 レーザーはマルチモードにおいて、9.3 および 10.6μm 領域で発振する。ミラーのコーティングを変更することで、より狭帯域での発振も可能である。またパルス幅は～100 ns(HWHM)、出力＜5 J/pulse、繰り返し＜10 Hz である。外部電気信号により、FEL のマクロパルスとの同期実験が可能である。

ミクロ照射・顕微 FT-IR 装置

１．型式　　FT-IR（日本分光社製）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。

サーモビューアー

１．型式　　CPA-SC620
２．設置場所　　赤外自由電子レーザー研究センター第 1 実験室
３．性能・特徴
　ビデオカメラ型熱画像計測装置であり、表面温度の熱画像・可視画像の撮影・解析を可能としている。対象物から放出される 7.5～13μm の赤外線を検出し、データは動画として保存される。-40～500℃の範囲での温度測定を可能とし、更に高精度・高分解能を誇る（空間分解能は 0.65mrad、温度分解能は 0.04℃）。本装置によって、FEL 照射時の表面温度変化をリアルタイムで測定し、表面構造の追跡を行う。更に、付属のソフトウェア（ResearchIR）により、温度変化の画像解析を行うことが可能となる。

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。

一滴測定システム

１．型式　　V-630BIO（日本分光社製）
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、紫外・可視吸収スペクトル測定装置である。200～1000 nm までの紫外領域、可視領域の吸収スペクトルをスキャニングでき、波長 1 点での測定も可能である。溶液 1 mL のサンプルセルと微量添加用ガラスプレートが付属されており、生体試料など微量の溶液の場合でも、数マイクロリットルの液滴でタンパク質濃度や核酸濃度の計測が可能である。

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（日本ベル社製）
２．設置場所　　光触媒国際研究センター3階空気浄化研究室
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（日本ベル社製）
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。

X線光電子分光装置

１．型式　　ESCA-3400（島津製作所製）
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
排気能力の高いターボ分子ポンプを搭載しており、デガスの多い試料でもタフに連続分析を行うことができる。また、分析室にカウフマン型高速イオン銃を標準装備し、低エネルギーイオンによる高速深さ方向分析（SiO_2換算 80nm/min以上）が可能。

トランスレーショナルリサーチセンターにおける主要な研究機器

蛍光、発光 in vivo イメージングシステム

１．型式　　Xtreme B1 4MP（Bruker BioSpin 社製）
２．設置場所　　15 号館 1 階　薬学部動物舎　感染実験室
３．性能・特徴

当該装置は生体内の遺伝子発現やタンパク質の挙動を生きたまま体外からモニタリングすることが可能であり、蛍光蛋白や発光試薬を用いることでて動物体内を非侵襲的に観察できる。そのため今まで解剖して確認するしか方法のなかった形態情報を、同一検体を長期にわたって観測することが可能となる。発光、蛍光のどちらも測定が可能であり、癌細胞の増減のモニタリング、薬効評価、遺伝子の転写活性の発光測定、薬物動態評価等幅広いアプリケーション実施例がある。さらに X 線機能搭載のためより正確な位置情報を得られる。またマルチモード動物回転システムの使用によりマウスを自動的に回転させながら様々な角度で撮影することも可能である。

生体-マテリアルインタラクション解析システム

１．型式　　Q-Sense E1（メイワフォーシス株式会社製）
２．設置場所　　15 号館 4 階　薬学部花輪研究室
３．性能・特徴

当該装置は水晶振動子センサーを用いた計測技術で、従来の QCM センサーでは測定できない粘弾性・膜厚変化の D ファクターを測定することが可能であり、粘弾性の高い試料においても正確に質量を算出し、従来の QCM では測定できなかった粘性、弾性、膜厚を定量算出できる装置である。さらに、測定時の温度コントロールと 7 周波数で測定可能な性質を利用して、分子量 300 程度の低分子の吸着から細胞の接着まで幅広い分野での使用が可能である。

イメージングフロンティアセンターにおける主要な研究機器

InSight DeepSee 搭載二光子可視化システム

１．型式　　FVMPE-RS（オリンパス社製）
２．設置場所　　野田校舎総合研究棟 3 階イメージングフロンティアセンター実験室
３．性能・特徴

この二光子可視化システムは市販品では最高レベルの超広帯域レーザーInSight DeepSee を搭載しており、最速 438fps の高速レゾナントスキャナとガルバノスキャナ、正立型電動顕微鏡、冷却高感度検出器である GaAsP PMT などから構成される。特に、4 軸自動補正により、煩雑なレーザービーム位置補正と入射角補正が不要であるなど、ユーザーフレンドリーなインターフェースを含め、多様なユーザーでの使用に適した特徴を備えている。また装着されている 25 倍の水浸対物レンズは NA 1.05 と非常に集光力が高く、広い範囲の用途について十分な観察が可能である。

可視高感度カメラ

１．型式　　ImagEM X2-1K　C9743 248（浜松ホトニクス社製）
２．設置場所　　野田校舎 6 号館 1 階電顕室
３．性能・特徴

自家蛍光が強い問題となる植物等の生物や、動物等の生体深部のイメージングのためには、蛍光イメージング法に加えて発光イメージング法が有効である。本機は、暗箱中のマクロなイメージングと顕微鏡レベルのミクロなイメージングの双方に対応し、微弱な化学発光を検出可能な超高感度カメラシステムである。

近赤外高解像度カメラ

１．型式　　XEVA-CL-FPA-1.7-640-TE3-25Hz（Xenics 社製）
２．設置場所　　葛飾校舎研究棟 9 階曽我研究室
３．性能・特徴

OTN（over-1000-nm）近赤外波長域におけるイメージングは、観察障害となる自家蛍光と光散乱の排除において最も有効な手段の一つであり、本センターの重要基盤技術開発の一つが OTN 近赤外におけるバイオイメージング技術の開発である。OTN 近赤外でのイメージングは従来のシリコンデバイスでは困難であり、現在多くの場合 InGaAs CCD カメラが用いられている。従来用いられてきた InGaAs CCD カメラは解像度が 320×256 であるのに対し、本装置は 640×512 の高解像度であることを特徴とし、また三段電子冷却によりノイズを低減し、高感度を実現している。本装置は、毛細血管や神経などの微細組織のイメージングに用いるほか、蛍光 CT やハイパースペクトルに応用することができる。感度を持つ波長範囲は 900-1700 nm である。

ウォーターフロンティアサイエンス＆テクノロジー研究センターにおける主要な研究機器

小型研究開発用スパッタリング装置

１．型式　　SV-D170（SANVAC 社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 1 号館 12 階　研究機器センター
３．性能・特徴

本研究センターの中心課題である材料表面の水の果たす役割を総合的に解明するには、原子・分子レベルで制御されたモデル基板表面を用いて水和層の解析、観察を行う必要があり、このために制御性の高い成膜技術が不可欠である。本スパッタリング装置は、金属薄膜、絶縁薄膜、酸化薄膜等、多様な薄膜の製膜が可能な高周波（RF）スパッタ方式である。また、3 種類のターゲットを装着できるので、多層膜の製膜も可能である。有効製膜面積はφ5 であり、研究に用いる様々な大きさの試料に製膜できる。現在、金、白金、チタンの製膜が可能である。
ターゲット：φ3（75㎜）×3、基板加熱：350℃
到達真空度：1.0×10^{-4} Pa（ターボ分子ポンプ排気）

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。

界面科学研究部門における主要な研究機器

表面プラズモン共鳴装置

１．型式　　Biacore3000（GE 社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 5 号館 3 階大塚研究室
３．性能・特徴

非標識で生体分子の相互作用をモニタリングするシステムです。リアルタイムで得られる結合データは生体反応を制御するタンパク質と他の生体分子との動的な相互作用を理解するのに不可欠な情報です。検出系には表面プラズモンが金属／液体界面で励起した場合に起こる表面プラズモン共鳴（SPR）の光学現象を採用し、2 分子間の結合と解離に伴ってセンサーチップ表面で生じる微量な質量変化を SPR シグナルとして検出します。縦軸の単位は、0.1 度のシフトを 1,000RU と定義した Resonance Unit（RU）で表しており、生体分子（タンパク質・核酸・脂質）で 1RU は 1pg/mm^2 に相当することが確認されています。

粘弾性測定装置

１．型式　　HAAKE MARS III（Thermo Scientific 社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 5 号館 1 階河合研究室
３．性能・特徴

材料の粘度を測定する装置で、静的な測定と動的な測定の 2 つのモードの測定が可能です。塗料、インク、接着剤、ポリマー等の製造工程や品質管理、さらに性能評価などに有用な粘度、せん断応力および法線応力などの基礎データを得ることができます。特長としては、①ドラグカップの軽量化により、極低慣性を実現、②レスポンスタイプの高速化。微小せん断速度、微小変形による測定が可能、③縦横両方向からの軸受け・エアーベアリングを採用することにより、軸の強固な保持が可能、④ノーマルフォースは、引張り、圧縮の双方向制御と検出が可能、などが挙げられます。

再生医療と DDS の融合研究部門における主要な研究機器

プラズマイオン化定量装置

１．型式　　ICPE-9000（島津製作所製）
２．設置場所　　野田校舎 DDS 研究センター１階 共通機器室
３．性能・特徴
　ICP（高周波誘導結合プラズマ）は発光分光分析法の一つの手法である。分析試料にプラズマのエネルギーを外部から与えると含有されている成分元素（原子）が励起される。その励起された原子が低いエネルギー準位に戻るときに発光線が（スペクトル線）放出され、光子の波長に相当する発光線を測定する方法である。発光線の位置から成分元素の種類を判定し、その強度から各元素の含有量を求める。特にこの型式は自動波長選択システムを採用しており、分光干渉、感度などを考慮して定量分析に最適な波長を自動選択することで正確な測定値を得ることができる。

フローサイトメーター

１．型式　　CyAn ADP（ベックマン・コールター社製）
２．設置場所　　野田校舎 DDS 研究センター２階 薬学共同実験室
３．性能・特徴
　本研究装置は、細胞に標識された蛍光の強度を測定することができる。すなわち、細胞に取り込まれた微粒子や細胞に発現している特定のタンパク抗原を測定でき、細胞の機能変化を捉えることができる装置である。通常、細胞は 4℃の条件下でなければ機能変化が起こるが、本装置では測定データのバラツキを回避し、4℃の状態にある細胞を高速で測定できる。さらに、96well および 384well のマルチウエルプレートに対応したサンプリングが可能であり、ハイスループット性が高い。また、細胞懸濁液が流れるシース液流路へかかる圧力が低く、圧力により破壊された細胞のデブリが生じないという利点もある。

粉体性状測定装置

１．型式　　ELSZ2PDDS（大塚電子社製）
２．設置場所　　野田校舎 DDS 研究センター３階 製剤設計研究室２
３．性能・特徴
　本研究装置は、コロイド粒子の分散・凝集性、相互作用、表面改質の指標となるゼータ電位および粒子径・粒子径分布（粒径・粒径分布）を、動的及び電気泳動光散乱法で測定する装置である。特に ELSZ2PDDS は、溶媒中の粒子のゼータ電位を-200mV～200mV の範囲で測定可能であり、標準セル以外にも希薄系・濃厚系に対応した光学系を持つため、0.001～40%の幅広いサンプル濃度や、3.5%程度の食塩水・MEK 等の有機溶媒中といった条件下での電位測定も可能である。また、電気浸透流を実測することで信頼性の高いゼータ電位測定が可能となっており、平板試料用セルを用いた平板・フィルム状サンプル測定に対応している。

先端 EC デバイス研究部門における主要な研究機器

固体高分解能核磁気共鳴装置

１．型式　　ECP-300（日本電子社製）
２．設置場所　　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 2
３．性能・特徴
　分子量数百の有機低分子から分子量数千のタンパク質等の有機高分子までの固体試料が測定可能。有機合成化学、有機金属化学、高分子化学、生体機能関連化学等の分野で適用される。

高分解能核磁気共鳴装置

１．型式　　ECP-500（日本電子社製）
２．設置場所　　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 2
３．性能・特徴
　有機･高分子化合物の構造決定に活用できる。^{1}HNMR や ^{13}CNMR をはじめとする各種多核測定や NOE 測定が可能である。

核磁気共鳴装置（AL300）

１．型式　　AL-300（日本電子社製）
２．設置場所　　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 2
３．性能・特徴
　有機・高分子化合物の構造決定に活用できる。^{1}HNMR や ^{13}CNMR をはじめとする各種多核測定や NOE 測定が可能である。

GC／LC／FAB 質量分析計

１．型式　　JMS-MS700（日本電子社製）
２．設置場所　　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 5
３．性能・特徴
　EI,CI,FAB,ミリマス（但し CI 不可）の各種方法を用いて有機化合物の質量を測定することが可能である。測定可能質量範囲 m/z～2400（10kV）；分解能 60000 まで測定できる。

ESI 質量分析計

１．型式　　JMS-T100LP/CS（日本電子社製）
２．設置場所　　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 5
３．性能・特徴
　ソフトなイオン化法として知られる ESI 法を低温条件で適用することにより、微弱な分子間力を切断することなくイオン化でき、TOF 方式で質量分析を行うため DNA やタンパク質などの生体高分子と有機低分子間の複合体の分子量や金属錯体等の分子量の精密質量測定が可能である。

オールインワンX線回折装置

１．型式　　Empyrean（PANalytical 製）
２．設置場所　　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 1
３．性能・特徴
　高分解能の粉末 X 線回折データを簡便かつ高速に測定できる。汎用性が極めて高く、通常の集中光学系の回折実験に加えて、平行光学系の低角入射 X 線回折測定、微小部の回折測定、液体窒素を冷媒とする低温測定、1200℃までの高温測定、極点図・逆格子マッピング等の薄膜評価もアタッチメント交換のみで実施できる。さらに、2 体分布関数（Pair Distribution Function）の評価も付帯装置で可能である。

ナノ界面構造解析システム

１．型式　　AXIS-NOVA SP（KRATOS Analytical Limited.製）
２．設置場所　　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 1
３．性能・特徴
　大型モノクロメータ X 線銃を搭載しており、高エネルギー分解能のスペクトル測定が可能である。さらに、絶縁物測定に必要なレンズ同軸型均一帯電中和機構の搭載により、試料の帯電の影響を除去できる。また、XPS イメージングは空間分解能 3μm 以下を達成している。

高周波グロー放電発光分析装置

１．型式　　JY 5000 RF（堀場製作所製）
２．設置場所　　野田校舎 10 号館研究機器センター機器室 8
３．性能・特徴
　グロー放電領域内で導電性、非導電性膜を高周波スパッタリングし、スパッタされた原子の Ar プラズマ内における発光線を連続的に分光することにより、薄膜の深さ方向の元素分布を測定できる。

大気科学研究部門における主要な研究機器

走査型モビリティーパーティクルサイザー

１．型式　　SMPS 3936（TSI 社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 1 号館 5 階三浦研究室
３．性能・特徴
　2.5～1000nm というサブミクロン領域の粒子を、トータル 167 チャンネルの高分解能で連続的に計測する自動連続粒径分布計測装置です。この装置の大きな特徴として、DMA（電気移動度分級装置）と CPC（凝縮粒子カウンター）を研究目的に応じ自由に組み合わせることができます。これにより、より詳細で目的に添った粒径情報を得ることが可能です。さらに、DMA が組み込まれたモデル 3080 静電分級器と CPC はそれぞれ単体で、単分散粒子発生器と粒子個数濃度計測装置として使用することも可能です。

雲凝結核カウンター

１．型式　　CCN-100（DMT 社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 1 号館 5 階三浦研究室
３．性能・特徴
　過飽和状態のカラム中に試料空気を吸引することにより、雲粒の核となる雲凝結核濃度を連続的に自動測定する装置です。カラム内の温度を設定することにより、過飽和度 0.07%からの任意の過飽和度を 6 段階に設定できます。DMA と組み合わせることにより、粒径別にエアロゾル粒子数に対する雲凝結核数の割合を求めることができます。

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

（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) センター等の設置及び改廃に関する事項
(4) センター等の事業計画に関する事項
(5) 機構及びセンター等の人事に関する事項
(6) 機構及びセンター等の予算及び決算に関する事項
(7) 機構及び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
(8) その他機構及びセンター等の管理・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

4　前項第6号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。

5　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。

6　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。

7　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) 研究審議部会
(2) 研究評価部会
(3) 医療・生命科学部会
(4) 物質・材料科学部会

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（神楽坂）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。

○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

（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）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) 研究部門等及び研究拠点の設置、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) 機構長が指名するもの　若干人

4　前項第5号に規定する委員の任期は、2年とし、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。

5　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。

6　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。

7　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。

8　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。

9　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。

10　運営委員会に次に挙げる運営担当幹事によって構成する運営幹事会を置くことができる。
(1) 部門長のうち若干人
(2) 研究センター長のうち若干人
(3) 院長が指名するもの若干人

11　運営幹事会は次に掲げる事項を審議する。
(1) 運営委員会の議事に関する事項
(2) 運営委員会より付託された事項

（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、本学及び諏訪東京理科大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、東京理科大学総合研究院に係るプロジェクト研究員の取扱いに関する規程（平成 18 年規程第 138 号）の定めるところによる。

第10条　削除

（技術者）
第10条の2　総合研究院に、技術者を置くことができる。
2　技術者は、教育研究のための支援並びに技術の開発及び普及並びに学生への技術指導を行う。
3　技術者に係る取扱いについては、東京理科大学ポストドクトラル研究員規程（平成 13 年規程第 58 号。以下「PD 規程」という。）の規定を準用する。ただし、資格、給与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　研究センター及び研究拠点は、東京理科大学研究推進機構規程（平成 27 年規程第 61 号）第 8 条第 1 項第 2 号に規定する研究評価部会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、研究推進部研究推進課（野田）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（神楽坂）及び研究推進部研究推進課（葛飾）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。

○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

（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対し、東京理科大学研究審議部会（以下「研究審議部会」という。）に諮り承認を得た上で、所定の手続により申請し、学外諸機関により選定された場合に限り設置することができる。

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期間の継続）

第 3 条　前条第 2 項に規定する研究センターの設置期間が終了するまでに実施された学外諸機関及び東京理科大学研究評価部会（以下「研究評価部会」という。）による研究評価が特に優れている場合で、かつ、研究審議部会の議を経て所定の手続きにより学外諸機関に申請し、当該申請が選定された場合に限り、当該研究センターの設置を継続することができる。なお、研究センターの継続期間は、当該学外諸機関の定めた助成対象期間の範囲内とし、研究目的到達の状況を勘案の上、適切な継続期間を設定するものとする。

2　前項の規定により継続する研究センターの設置期間は、前条第 1 項により設置された研究センターの設置期間及び前項の規定により設置された継続期間の合算が 10 年を超えないものとする。

（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 項又は前条第 1 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、東京理科大学（以下「本学」という。）における研究者からの申請を受け、研究審議部会の議を経て、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　研究部門の設置については、本学における研究者からの申請を受け、研究審議部会の議を経て、学長の承認により設置される。

2　研究部門の設置期間は 5 年を限度とする。

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研究審議部会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研究スペースの取扱い）
第6条　研究センターの設置時の研究スペースは、総合研究院の既存の研究施設で対応できない場合に限り、当該研究センターに係る当初計画の範囲内で新たに建物を取得することができる。ただし、建物新築に当たっては、将来生じる用途変更の可能性を考慮して、可能な範囲で汎用性をもたせるものとする。
2　当該研究センターのスペースが総合研究院のスペースの範囲内で充足された場合には、その設置期間終了後すべての研究スペースは総合研究院が使用するものとする。
3　第1項において取得した建物を使用する研究センターの設置期間が終了した場合には、研究審議部会の審議を経、理事長と学長が協議した上で、当該研究センターの使用していた研究スペースの2分の1を原則として総合研究院が使用するものとする。

（研究センターに係る設備、装置等の取扱い）
第7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8条　この規程の改廃は、東京理科大学研究推進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。

平成29年度版　総合研究院年報　No.35

発　行　日　　2019年2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）