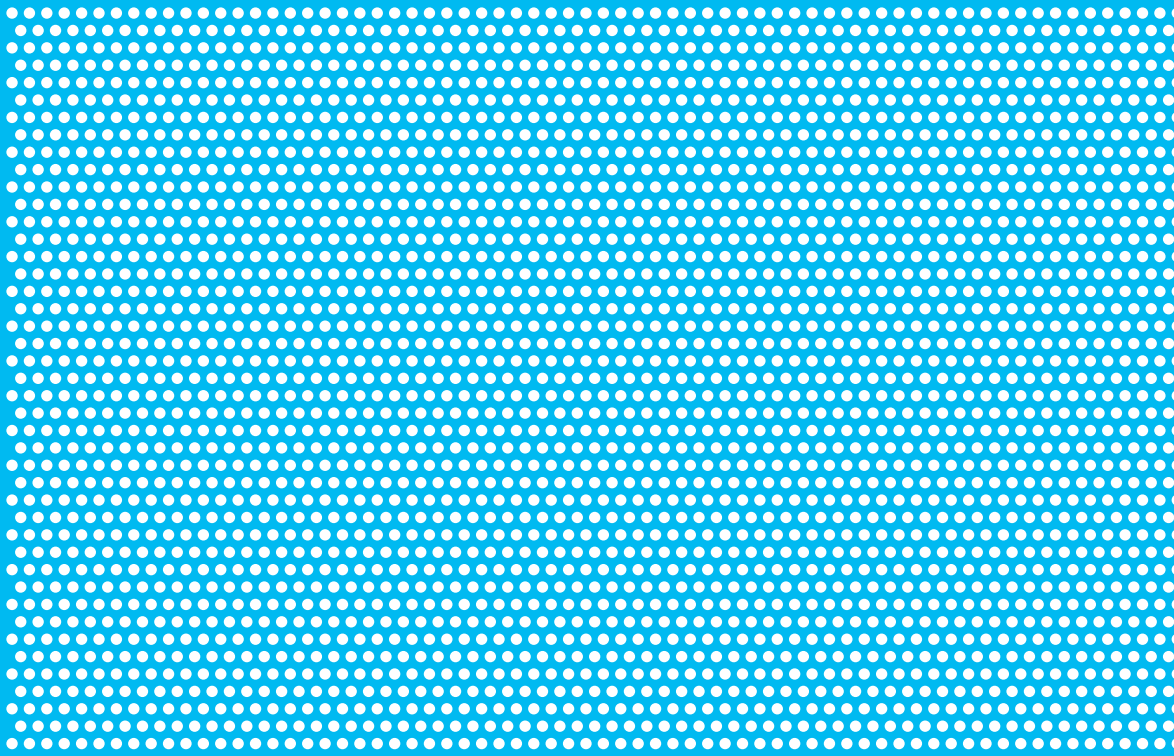
ISSN 2432-2792

平成28年度版

総合研究院年報 No.34

ANNUAL REPORTS Number34

Research Institutes for Science and Technology



2016

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

序

本年報は、平成 28 年 4 月から平成 29 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 28 年度には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、現代代数学と異分野連携研究部門新設に伴い、平成 28 年度末時点で 7 研究センター、22 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 29 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 ……7

総合研究院組織図 ……8

総合研究院組織一覧表（平成 29 年 3 月 31 日現在） ……9

ハイライト ……35
火災科学研究センター……36
赤外自由電子レーザー研究センター……37
キラリティー研究センター……38
光触媒国際研究センター……39
トランスレーショナルリサーチセンター……40
イメージングフロンティアセンター……41
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……42
創薬フロンティア研究部門……43
長万部地域社会研究部門……44
先端情報通信研究部門……45
マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門……46
ナノカーボン研究部門……47
バイオオルガノメタリクス研究部門……48
未利用熱エネルギー研究部門……49
界面科学研究部門……50
分子連関相乗系研究部門……51
先端都市建築研究部門……52
アカデミック・ディテーリング・データベース部門……53
医理工連携研究部門……54
数理モデリングと数学解析研究部門……55
再生医療と DDS の融合研究部門……56
太陽光発電技術研究部門……57
先端 EC デバイス研究部門 ……58
アグリ・バイオ工学研究部門……59

ものこと双発研究部門……60
大気科学研究部門……61
超分散知能システム研究部門……62
脳学際研究部門……63
インテリジェントシステム研究部門……64
先進農業エネルギー理工学研究部門……65
現代代数学と異分野連携研究部門……66

研究センター・研究部門別の研究報告 ……67
火災科学研究センター……69
赤外自由電子レーザー研究センター……81
キラリティー研究センター……91
光触媒国際研究センター……99
トランスレーショナルリサーチセンター……113
イメージングフロンティアセンター……127
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‥139
創薬フロンティア研究部門……153
長万部地域社会研究部門……163
先端情報通信研究部門……169
マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門……177
ナノカーボン研究部門……183
バイオオルガノメタリクス研究部門……193
未利用熱エネルギー研究部門……203
界面科学研究部門……217
分子連関相乗系研究部門……227
先端都市建築研究部門……239
アカデミック・ディテーリング・データベース部門……247
医理工連携研究部門……255
数理モデリングと数学解析研究部門……269
再生医療と DDS の融合研究部門……277
太陽光発電技術研究部門……291
先端 EC デバイス研究部門 ……299
アグリ・バイオ工学研究部門……309
ものこと双発研究部門……319
大気科学研究部門……325
超分散知能システム研究部門……337
脳学際研究部門……349
インテリジェントシステム研究部門……361

先進農業エネルギー理工学研究部門……373
現代代数学と異分野連携研究部門……383

研究者別の研究業績……393
阿部　真典（アベ　マサノリ）……395
阿部　正彦（アベ　マサヒコ）……395
荒木　光典（アラキ　ミツノリ）……396
梅澤　雅和（ウメザワ　マサカズ）……396
Ishwor　Khatri（カトリ　イズール）……397
川﨑　平康（カワサキ　タカヤス）……397
黒田　玲子（クロダ　レイコ）……397
小鍋　　哲（コナベ　サトル）……398
坂本　勇貴（サカモト　ユウキ）……399
佐藤　享平（サトウ　キョウヘイ）……399
髙柳　英明（タカヤナギ　ヒデアキ）……399
竹内　公平（タケウチ　コウヘイ）……399
寺島　千晶（テラシマ　チアキ）……399
中嶋　武尚（ナカジマ　タケヒサ）……401
中林　志達（ナカバヤシ　ユキヒロ）……401
野島　　雅（ノジマ　マサシ）……401
深井　尋史（フカイ　ヒロフミ）……402
福西　美香（フクニシ　ミカ）……402
堀場　達雄（ホリバ　タツオ）……402
松永　朋子（マツナガ　トモコ）……402
渡部俊太郎（ワタナベ　シュンタロウ）……403

総合研究院フォーラム開催報告……405

事業開催記録……407

総合研究院研究設備……415
火災科学研究センター……417
赤外自由電子レーザー研究センター……420
キラリティー研究センター……422
光触媒国際研究センター……424
トランスレーショナルリサーチセンター……426
イメージングフロンティアセンター……427
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…428

バイオオルガノメタリクス研究部門……429
界面科学研究部門……430
医理工連携研究部門……431
再生医療と DDS の融合研究部門……432
先端 EC デバイス研究部門 ……433
大気科学研究部門……435

関係規程 ……437
東京理科大学研究推進機構規程……439
東京理科大学総合研究院規程……442
東京理科大学研究審議部会規程……449
東京理科大学研究評価部会規程……451
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……453

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。

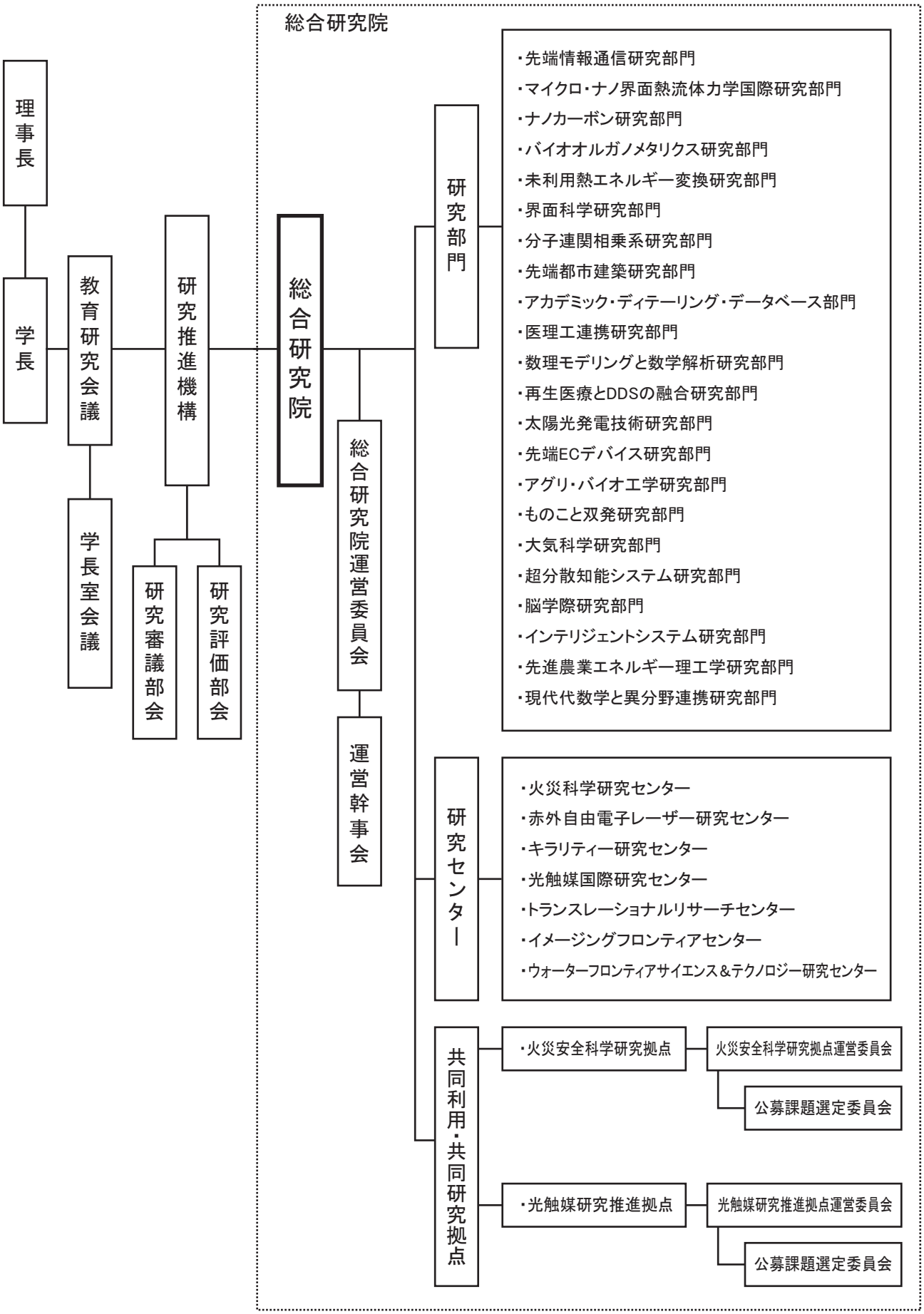
平成 16 年 3 月 31 日付け「東京理科大学における研究所等のあり方について(答申)」がまとめられ、それをふまえて平成 17 年 4 月 25 日「東京理科大学総合研究機構設立の提案（東京理科大学総合研究所等将来計画の最終答申)」が提示された。平成 17 年 11 月 10 日に「東京理科大学総合研究機構設立準備委員会報告書」がまとめられ、それに基づき総合研究機構が発足した。

(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 28 年 4 月より研究懇談会の活動も認められている。

また、研究推進機構では、教員からの申請による研究プロジェクトが研究センター・研究部門等に相当するかを審査する「研究審議部会」、研究センター・研究部門等の成果を評価する「研究評価部会」がある。これらの連携により、総合的な研究推進体制が構築されている。

総合研究院組織図



平成29年3月31日

総合研究院組織一覧表

（平成29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 29 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
辻本　誠	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
椎名　勇	キラリティー研究センター長
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
伊丹　誠	先端情報通信研究部門長
上野一郎	マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門長
山本貴博	ナノカーボン研究部門長
鍛冶利幸	バイオオルガノメタリクス研究部門長
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
谷内利明	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
田中芳夫	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
福島　章	研究戦略・産学連携センター長
安盛敦雄	光触媒国際研究センター副センター長
森口泰孝	研究推進機構長
井手本康	研究機器センター長
江角浩安	生命医科学研究所長
亀山亜土	研究推進部長

総合研究院組織一覧表

総合研究院運営幹事会

（平成 29 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
辻本　誠	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
須田　亮	イメージングフロンティアセンター長
山本貴博	ナノカーボン研究部門長
西尾圭史	未利用熱エネルギー変換研究部門長
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
福島　章	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
黒田玲子	研究院	教授
髙柳英明	研究院	教授
武田健	研究院	教授
堀場達雄	研究院	教授
松原美之	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
鈴木孝宗	研究院	助教
松永朋子	研究院	助教
Avinash Bhadani	研究院	助教
DAHBI Mouad	研究院	助教

プロジェクト研究員
荒木光典
今井貴之
梅澤雅和
川﨑平康
田中芳治
崔錦丹
佐藤享平
中里智治
中田時夫
中野正貴
深井尋史
Ishwor Khatri
Nguyen Duc Tuyen
Sakiat Hossain

技術者
岡田正人
沖永誠治
智原久仁子
福西美香
丁鐘珍

ポストドクトラル研究員
岩端一樹
坂本勇貴
竹内公平
土屋好司
中林志達
花俣繁
松村充敏
松本勇記
洪正洙
Nitish Roy
Ranjeet Kumar
Yeroslavsky.Gil

火災科学研究センター

センター長　辻　本　誠		
本務教員		
関　澤　愛	研究院	教　授
池　田　憲　一	研究院	教　授
小　林　恭　一	研究院	教　授
松　原　美　之	研究院	教　授
併任教員		
森　田　昌　宏	理　1	教　授
秋　津　貴　城	理　2	教　授
倉　渕　隆	工　1	教　授
庄　野　厚	工　1	教　授
辻　本　誠	工　2	教　授
河　野　守	工　2	教　授
衣　笠　秀　行	理　工	教　授
大　宮　喜　文	理　工	教　授
須　川　修　身	諏訪理大	教　授
松　山　賢	国際火災	教　授
水　野　雅　之	国際火災	准教授
兼　松　学	理　工	准教授
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		
萩　原　一　郎		

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	講　師
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		
設楽哲夫		
Stephen C. Ross		
鈴木俊法		
客員研究員		
吉田光宏		
鳥海実		

キラリティー研究センター

センター長　椎名勇		
併任教員		
椎名勇	理　1	教　授
硎合憲三	理　1	教　授
築山光一	理　1	教　授
宮村一夫	理　1	教　授
斎藤慎一	理　1	教　授
杉本裕	工　1	教　授
松本有正	理　1	講　師
殿井貴之	理　1	講　師
客員教授		
朝日透		
林雄二郎		
山下俊		
客員准教授		
川崎常臣		

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
併任教員		
工藤昭彦	理1	教授
駒場慎一	理1	教授
池北雅彦	理工	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
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
根岸雄一	理1	准教授
有光晃二	理工	准教授
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
渡邊康之	諏訪理大	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
遠藤健司	理工	助教
石田直哉	理工	助教
古谷昌大	理工	助教
鈴木孝宗	研究院	助教
ポストドクトラル研究員		
Nitish Roy	研究院	
洪正洙	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	
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	
上塚洋	

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
濵 田 知 久 馬	工　1	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
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
西 山 千 春	基 礎 工	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
松 隈 大 輔	理　1	助　教
河 野 弥 生	薬　学	助　教
恒 岡 弥 生	薬　学	助　教
小 川 祥 二 郎	薬　学	助　教
岩 田 倫 太 朗	薬　学	助　教
堀 江 一 郎	薬　学	助　教
八 代 拓 也	基 礎 工	助　教
リサーチ・アシスタント		
水 之 江 雄 平	薬　学	
成 田 匠	薬　学	
三 浦 亮 介	基 礎 工	

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	
鈴 木 英 雄	
客員研究員	
沖 田 直 之	
深 澤 征 義	
森 亮 一	
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
大谷直子	理工	教授
曽我公平	基礎工	教授
石黒孝	基礎工	教授
青木伸	薬学	教授
中村岳史	生命研	教授
後飯塚僚	生命研	教授
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		
客員准教授		
桧垣匠		
客員研究員		
篠田陽		
来須孝光		
石川雅也		

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
併任教員		
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
由井宏治	理1	教授
中井泉	理1	教授
大塚英典	理1	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
酒井秀樹	理工	教授
上野一郎	理工	教授
伊藤哲明	理1	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
塚原隆裕	理工	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		

創薬フロンティア研究部門

部門長　田沼靖一		
併任教員		
田沼靖一	薬学	教授
鍜冶利幸	薬学	教授
内呂拓実	薬学	教授
岡淳一郎	薬学	教授
樋上賀一	薬学	教授
古市貞一	理工	教授
菅原二三男	理工	教授
松永幸大	理工	教授
村上康文	基礎工	教授
秋本和憲	薬学	准教授
内海文彰	薬学	准教授
諸橋賢吾	理工	准教授
髙澤涼子	薬学	講師
佐藤聡	薬学	助教
客員教授		
内山真伸		
近藤格		
塩川大介		
客員研究員		
黄成		

長万部地域社会研究部門

部門長　友岡康弘		
併任教員		
鳥越秀峰	理1	教授
中井泉	理1	教授
友岡康弘	基礎工	教授
向後保雄	基礎工	教授
古江広和	基礎工	教授
石黒孝	基礎工	教授
三浦成敏	基礎工	教授
本田宏隆	基礎工	教授
榎本一之	基礎工	教授
竹内謙	基礎工	教授
野沢肇	基礎工	教授
川向正人	理工	教授
新井健	理工	教授
和田直之	理工	教授
村上学	基礎工	准教授
田村早苗	基礎工	准教授
清水公徳	基礎工	准教授
秋山好嗣	基礎工	講師
客員教授		
古屋仲秀樹		

先端情報通信研究部門

部門長　伊 丹 誠		
併任教員		
伊　丹　誠	基 礎 工	教　授
藤 代 博 記	基 礎 工	教　授
相 川 直 幸	基 礎 工	教　授
長谷川幹雄	工　1	教　授
樋 口 健 一	理　工	教　授
客員准教授		
藤 井 雅 弘		
渡 邊 一 世		

マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門

部門長　上 野 一 郎		
併任教員		
上 野 一 郎	理　工	教　授
酒 井 秀 樹	理　工	教　授
元 祐 昌 廣	工　1	准 教 授
塚 原 隆 裕	理　工	講　師
金 子 敏 宏	理　工	助　教
プロジェクト研究員		
Mu Lizhong		
客員教授		
Narayanan, Ranga		
Kutter, Jorg Peter		
Faghri, Mohammad		
Zoueshtiagh, Farzam		
客員准教授		
洪　定　杓		
Jakirlic, Suad		

ナノカーボン研究部門

部門長　山本貴博			
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	1	准教授
田中優実	工	1	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			

バイオオルガノメタリクス研究部門

部門長　鍛冶利幸			
併任教員			
斎藤慎一	理	1	教授
浜田典昭	理工		教授
鍛冶利幸	薬学		教授
宮崎智	薬学		教授
内呂拓実	薬学		教授
今堀龍志	工	1	講師
髙澤涼子	薬学		講師
佐野明	薬学		講師
客員教授			
佐藤雅彦			
内山真伸			
宮崎剛			
山本千夏			
安池修之			
藤原泰之			
客員准教授			
木村朋紀			
客員研究員			
中寛史			
藤代瞳			
篠田陽			

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
大塚英典	理1	教授
河合武司	工1	教授
佐々木信也	工1	教授
近藤行成	工1	教授
後藤了	薬学	教授
牧野公子	薬学	教授
酒井秀樹	理工	教授
松本睦良	基礎工	教授
根岸雄一	理1	准教授
橋詰峰雄	工1	准教授
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
佐竹彰治	理2	教授
秋津貴城	理2	教授
青木伸	薬学	教授
河合英敏	理1	准教授
根岸雄一	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1	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		
宇野求	工1	教授
伊藤裕久	工1	教授
高橋治	工1	教授
郷田桃代	工1	教授
河野守	工2	教授
今本啓一	工2	教授
伊藤香織	理工	教授
栢木まどか	工2	准教授
安原幹	理工	准教授
熊谷亮平	工1	講師
濱定史	工1	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
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
客員教授		
寺下真人		
杉平直子		
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		
小林宏	工1	教授
山本誠	工1	副学長・教授
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
寺部慎太郎	理工	教授
青木伸	薬学	教授
菊池明彦	基礎工	教授
相川直幸	基礎工	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
元祐昌廣	工1	准教授
竹村裕	理工	准教授
坂井教郎	理工	准教授
市村志朗	理工	准教授
髙嶋隆太	理工	准教授
秋本和憲	薬学科	准教授
山本隆彦	理工	講師
月本光俊	薬学	講師
柳田信也	理工	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
池口徹	工　1	教　授
佐々木文夫	工　1	教　授
平場誠示	理　工	教　授
横田智巳	理　1	准教授
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　1	講　師
吉井健太郎	理　1	助　教
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
池北雅彦	理　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
後藤　了	薬　学	教　授
田沼靖一	薬　学	教　授
大島広行	薬　学	教　授
菊池明彦	基礎工	教　授
江角浩安	生命研	教　授
入山聖史	理　工	講　師
伊豫田拓也	薬　学	講　師
堀江一郎	薬　学	助　教
河野弥生	薬　学	助　教
堀口道子	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
石原　量	基礎工	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　谷内利明		
併任教員		
趙　新為	理　2	教　授
荒川裕則	工　1	教　授
谷内利明	工　2	教　授
平田陽一	諏訪理大	教　授
永田衞男	工　1	准教授
杉山睦	理　工	准教授
近藤潤次	理　工	准教授
渡邊康之	諏訪理大	准教授
植田譲	工　1	講　師
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	准教授
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
石川仁	工1	教授
松永幸大	理工	教授
朽津和幸	理工	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	准教授
有村源一郎	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　田中芳夫		
併任教員		
田中芳夫	イノベーション研	教授
坂本正典	イノベーション研	教授
佐々木隆文	経営	教授
石垣綾	理工	准教授
大沼宏	経営	准教授
山根里香	経営	講師
客員教授		
沼尾雅之		
横澤誠		
関孝則		
横塚裕志		
小西一有		
本村陽一		
美濃輪智朗		
二宮祥一		
清水時彦		
梶本一夫		
客員准教授		
山下隆		
客員研究員		
沙魚川久史		
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
兼務		
西川雅高	管財	
客員教授		
五十嵐康人		
大河内博		
速水洋		
畠山史郎		
向井人史		
青木一真		
三偶良平		
財前祐二		
客員准教授		
長田和雄		
加藤俊吾		
小林拓		
松木篤		
客員研究員		
矢吹正教		
浅野比		
櫻井達也		
岩本洋子		
植竹淳		
齊藤伸治		
當房豊		

超分散知能システム研究部門

部門長　滝本宗宏		
併任教員		
滝本宗宏	理工	教授
大和田勇人	理工	教授
朽津和幸	理工	教授
小島尚人	理工	教授
堂脇清志	理工	教授
木村真一	理工	教授
西山裕之	理工	准教授
竹村裕	理工	准教授
諸橋賢吾	理工	准教授
原田拓	理工	講師
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
池口徹	工1	教授
古市貞一	理工	教授
岡淳一郎	薬学	教授
相川直幸	基礎工	教授
中村岳史	生命研	教授
西山裕之	理工	准教授
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
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
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		
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
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
渡邊康之	諏訪理大	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		
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
地嵜頌子	理工	助教

共同利用・共同研究拠点

火災安全科学研究拠点

拠点長		
辻　本　誠	工　2	教　授
技術者		
沖　永　誠　治	研　究　院	
丁　鐘　珍	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	備考
組織名	27	28	29	30	31	32	
◆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			■	■	■	■	
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
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

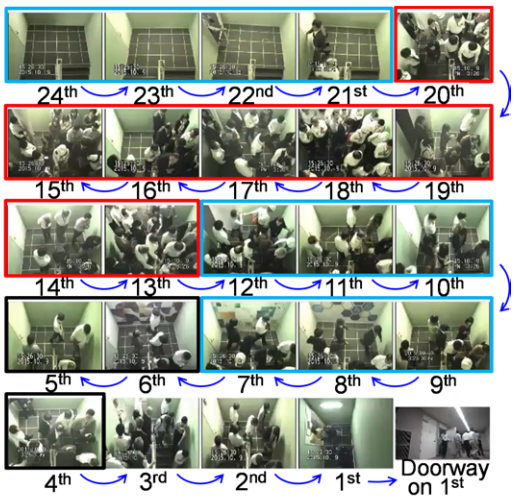
■研究成果ハイライト 超高層避難における心理負荷の最適化！

■ 人間社会科学領域：超・超々高層建築物の全館避難性状

➢ 背景
- アジアの諸都市で超高層建築物が林立
- 外装の燃焼に起因した上階延焼火災
- テロや地震（長周期による揺れ）対応
- 1時間を超える避難（滞留時間の延長）

➢ 目的
- 実用的階段避難流動予測手法の構築
- 順次避難シナリオの最適化

➢ 研究成果
- 25階建てオフィスビル避難訓練の調査
- 階段部の流動量に着目した避難流動モデルの構築と妥当性確認
- 避難指示の待機時間と避難中の滞留時間の心理負荷の把握とその最適化



➢ 発表論文
- 水野雅之，田中教之，仙道英剛，関澤愛，門倉博之，藤井皓介，佐野友紀：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15 ー順次避難における階段室内の避難流動や滞留に関する分析ー，日本火災学会研究発表会梗概集，pp.38-39，2016年5月
- M. Mizuno, et al.: Development of Flow Model in Staircase by Considering Mechanism of Flow Stop by Congestion with People, Proc. Vol. 2, Interflam2016, pp.1641-1643, July 2016

■研究成果ハイライト 消火（散水）に伴う生成ガスの評価！

■ 材料科学領域：FTIRによる建材毒性試験方法

➢ 背景

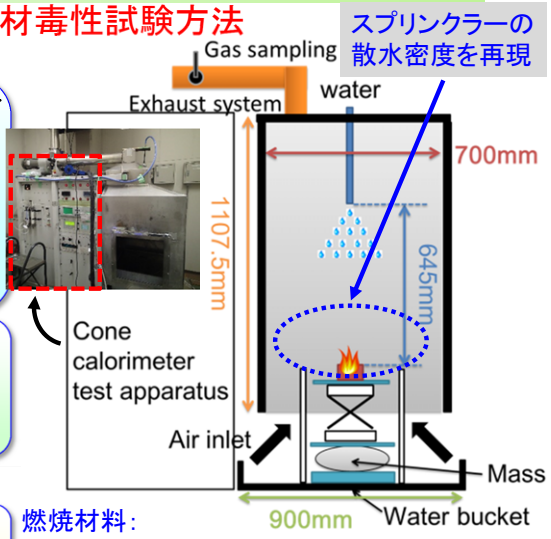
燃焼生成ガスは，{有機材料の構成原子 / 雰囲気酸素濃度 / 反応温度} により異なる

火災時には，・・・・・＜避難の妨げにも＞
- 様々な有機材料（物品）が燃焼
- 消火のため水による冷却

散水により燃焼生成ガスが変化！？

- 散水による{火災抑制性能 / 燃焼生成ガス}の把握は不十分
- 材料燃焼下への散水を伴う生成ガス分析の手法はない

➢ 目的
- 「散水を伴う燃焼材料からの生成ガス」の分析手法の一提案
- 「材料別の散水時の燃焼挙動」の把握



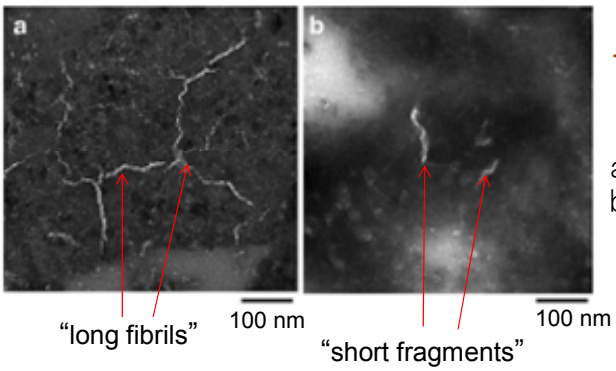
燃焼材料：
Wood, PMMA, PE, PP, PVC, Nylon, Urethane

ガス分析（酸素O_2消費→発熱速度も含む）：
HCl, C_3H_4O , HCHO, NO, NO_2, HCN, CO, CO_2, Vapor

➢ 発表論文
- 緑川翔悟，水野雅之，大井川岳：自由燃焼下の有機高分子材料への散水に伴う生成ガスの分析，日本火災学会研究発表会梗概集，pp.318-319，2016年5月

研究ハイライト①　レーザー治療技術の開発に向けたFELの利用研究

（医学分野への貢献）



アミロイドーシス疾患原因物質
（アミロイド線維）の効率的分解

a: インスリンのアミロイド線維
b:アミドI（波長6.17μm）でのFEL照射後

有機溶剤・高温加熱を必要としない
新規赤外レーザーによる分解方法

将来像

FEL-TUS
光発振専門研究員
光利用支援専門研究員

＋

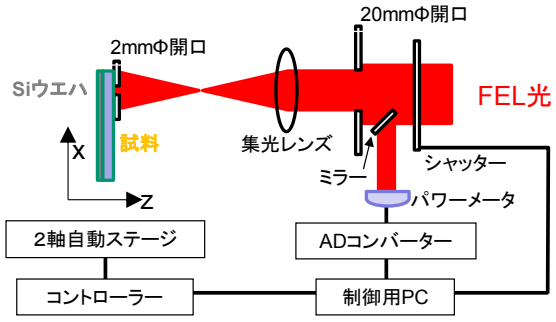
医学系（大学）
外部ユーザー

⇒

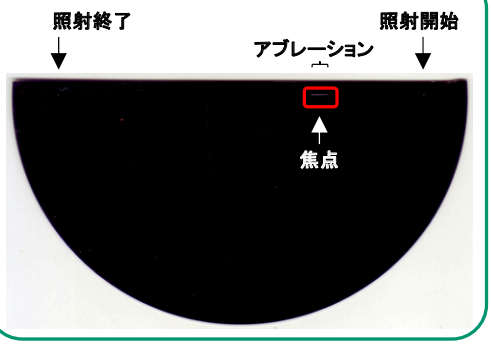
新規レーザー治療機器
の開発

研究ハイライト② レジスト材料のアブレーション特性

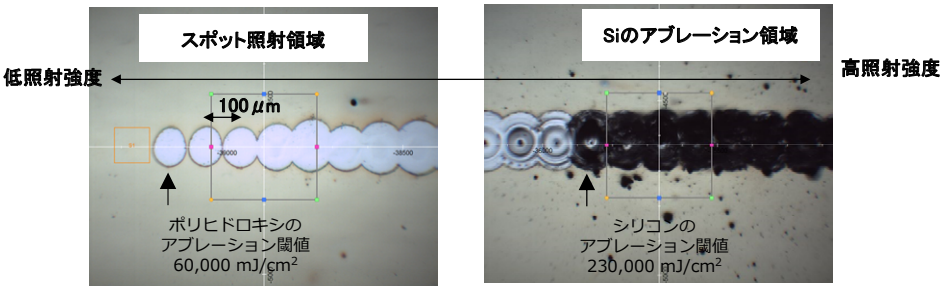
実験装置



実験結果：ウエハ全面の照射領域



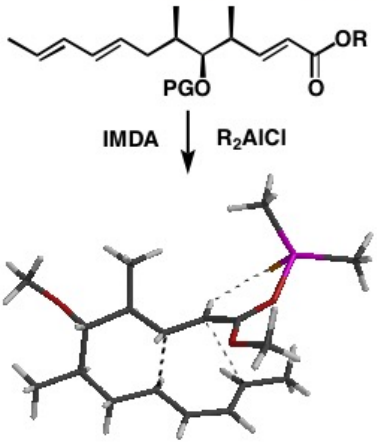
実験結果：アブレーション領域



研究成果ハイライト①

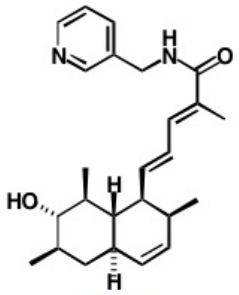
抗がん剤 M-COPA の高効率キラル全合成

椎名G



総工程 14 steps
総収率 19% →

平均収率 88.8%
$(0.888)^{14} = 0.19$
$(0.80)^{14} = 0.04$
$(0.70)^{14} = 0.007$
$(0.60)^{14} = 0.0008$



Favorable transition structure

M-COPA

立体選択的
有機合成手法を
駆使することにより、
望む構造を持つ唯一の
異性体を大量合成する
ことに成功。

Diels–Alde反応の異性体数
2^4 ＝ 16種類

左部の異性体数
2^3 ＝ 8種類

全異性体数
2^7 ＝ 128種類

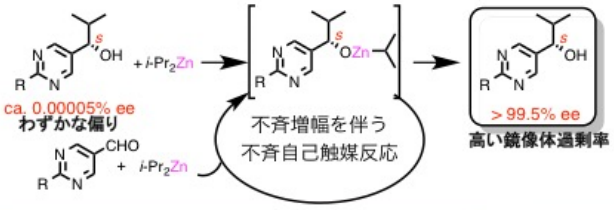
カルボアニオン技術（椎名-佐藤連携）、IMDA反応（椎名-齊藤(隆)連携）、不斉アルキル化（椎名-硤合連携）、不斉アルドール反応（椎名-殿井-林連携）、構造解析（椎名-由井連携）、企業連携（A-STEP）

研究成果ハイライト②

不斉自己触媒反応を用いる不斉の起源解明

そ合，松本，川崎（福井大）朝日（早稲田大）連携

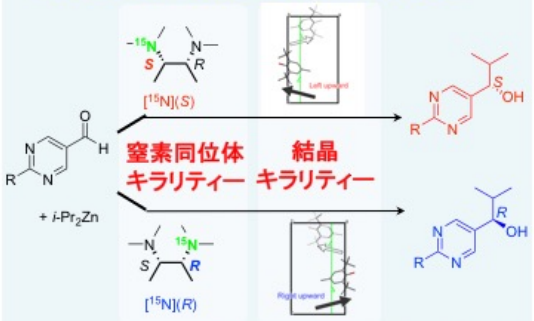
不斉自己触媒反応



僅かな不斉の偏りであっても
反応の進行に伴って一方の鏡像異性体で
占められるようになる

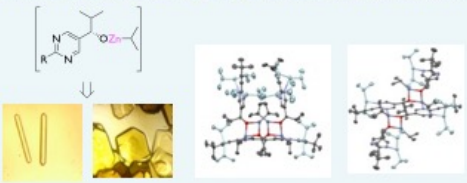
**生体分子のホモキラリティーに
至る過程のモデルとなる**

様々な不斉源と
不斉自己触媒反応による分子不斉の発生



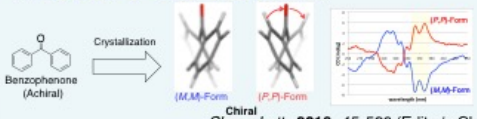
Tetrahedron: Asymmetry, **2016**, *27*, 943.
Angew. Chem. Int. Ed., **2016**, *in press* (Very Important Paper).

X線結晶構造解析による不斉自己触媒のメカニズム研究



Angew. Chem. Int. Ed. **2015**, *54*, 15218.
Bull. Chem. Soc. Jpn, **2016**, *in press*. 526 (Selected Paper).

結晶キラリティーとスペクトルの相関



Chem. Lett., **2016**, *45*, 526 (Editor's Choice).

ー光触媒国際研究センター　ハイライトー

「水分解に活性な新規光触媒の開発に関する研究」

$Ba_2In_2O_5$（BG 3.0 eV）および$Ca_{1.46}Ti_{1.38}Nb_{1.11}O_7$（BG 3.6 eV）が紫外光照射下で水分解に活性を示す新規材料であることを見いだした。$Ba_2In_2O_5$にLaを置換することで、そのBGは2.8eVまで狭窄化し、可視光照射下におけるメタノール水溶液からの水素生成を示すことを見いだした。

「放射光X線を用いた酸化物光触媒材料の結晶・電子構造解析に関する研究」

光触媒に極微量添加した添加物を検出するために、SPring-8の大強度放射光X線を使用し、放射光X線回折による結晶構造解析により、PdO_xを被覆したWO_3とRh置換した$SrTiO_3$について測定を実施した。さらに、TEMを用いることで、微量な添加物の被覆状態が明らかとなった。

「界面化学的手法を用いた新規光触媒材料の調製に関する研究」

様々なナノ形態を有する金／チタニア－プラズモニック光触媒を調製し、その紫外光・可視光照射下での光触媒活性を2-プロパノールの気相酸化分解反応により評価した。コロイダルシリカ微粒子に金をナノコーティングし、さらにチタニアを種々の厚さでコーティングした金シェル／チタニア積層粒子は、可視光照下においても高い光触媒活性を示し、その活性はチタニアの厚さが約10nmの時に最大となることを見いだした。

「光触媒の殺菌メカニズム解析とその応用研究」

細菌に光触媒反応を行うと、膜損傷、コロニー形成能とATP量の低下、呼吸活性の低下という順で影響が及ぶことが示唆され、ペプチドグリカン層が光触媒反応による不活化に関与する可能性も示唆された。また、光触媒およびBDD電極を浄化システムには耐性菌の存在が示唆された。さらに、日光社寺の漆材表面に発生するカビ対策の基礎的な実験も行い、34株の真菌を分離した。

「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」

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。

「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バイオマスの光触媒分解による有用糖生成、②植物灰添加による可視光応答型光触媒の高活性化、③金属イオン添加光触媒を用いた抗菌・抗ファージ、④種子発芽率の向上、⑤藍藻類の除去、⑥ダイヤモンド電極による人工光合成

「イオン液体を用いたジルコニアナノシートの合成」

前駆体（NH_4ZrF_9）を焼成してジルコニア多孔体シートを作製し、メチレンブルーの脱着試験により光触媒活性評価を行った。400℃で焼成した試料が最も活性が高かく、長波長の光を吸収できること、結晶内にフッ素がドープされていること、Zr-OHの結合が存在することがわかった。

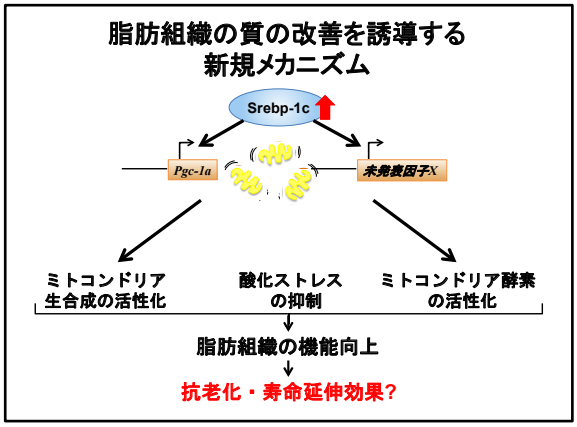
ートランスレーショナルリサーチセンター　ハイライトー

ハワイ大学がんセンター（UHCC）との国際共同研究プロジェクトの進捗

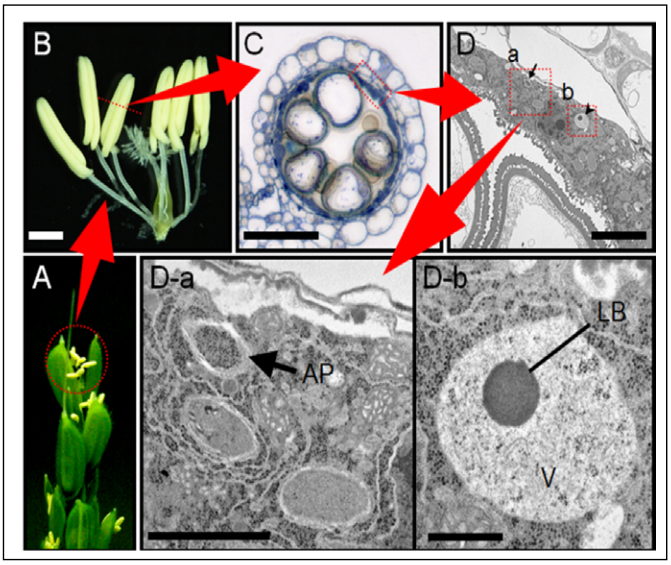
平成 27 年度より開始した「(1) 新規 PARP 阻害剤の開発」、「(2) 次世代核酸医薬技術による膀胱癌治療薬の開発」という 2 つのテーマで共同研究が進んでいる。その進捗状況の報告会もかねて、平成 28 年 6 月 25 日にハワイ大学がんセンターから 4 名、国立がん研究センターから 2 名の演者を招待し、国際シンポジウムを開催した。その席上、(1) に関しては、理科大側から PARP1 分解作用を有する Nutlin3a が TP53 に変異のないホルモン受容体陽性かつ Her2 陰性の一部の乳癌において有効であること、また UHCC 側から乳癌以上に Nutlin3a が TP53 に変異のない悪性黒色腫や腎細胞癌に有効ではないかとの可能性が示された。(2) に関しては、UHCC 側で膀胱癌の治療戦略として PAI1 発現の阻害が重要であること、理科大側では、PAI1 を標的とした今までの核酸に比べてより安定なアンチセンス核酸を作製し、UHCC に提供した旨、報告された。今後、(1)、(2) に新たなテーマを加え、共同研究を加速化および深化させていくことで合意した。

脂肪組織の質の制御

白色脂肪組織(WAT)は過剰なエネルギーを貯蔵する場としてだけではなく、近年ではアディポネクチンや炎症性サイトカインなど液性因子を分泌する重要な内分泌臓器であり、その質は全身の代謝や老化、寿命制御に重要であることが明らかとなってきた。そこで、肥満症やその対極にある抗老化・寿命延伸作用のあるカロリー制限マウスの脂肪組織を解析し、以下の点を明らかにした。肥満症脂肪組織では、カテプシン L の活性低下とそれに伴う代償的なカテプシン B 発現の増加が関わるリソソーム機能不全が生ずること、このようなカテプシン異常により、オートファゴソームの蓄積、細胞老化の亢進やインフラマソームの活性化、さらに脂質代謝異常が生ずることを報告した。一方、カロリー制限による寿命延伸効果に脂肪酸の合成に関わる転写因子 Srebp-1c が必要であること、カロリー制限により脂肪組織においてのみ、Srebp-1c 依存性に脂肪酸合成関連タンパク質やミトコンドリア関連タンパク質の発現が亢進すること、酸化ストレスが抑制されること、その一部に Srebp-1c 制御性 Pgc1 α 発現やミトコンドリアの質の制御に関わると考えられる未発表因子 X 発現亢進が関わることを明らかにした。



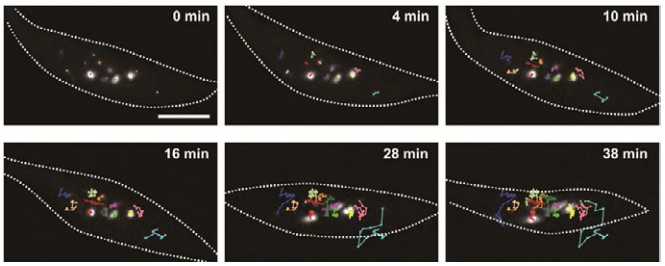
イネの葯の花粉形成過程におけるオートファジーのイメージング



イネの葯で花粉が形成される際には、葯の最内層に位置するタペート細胞がプログラム細胞死を起こすことにより、花粉に栄養を供給することが知られている。この過程で、タペート細胞内において、オートファジー(細胞内自食作用)が誘導されることを見出した。
(Kurusu *et al.* 2016)

植物のDNAを生きたまま観察できる手法を開発

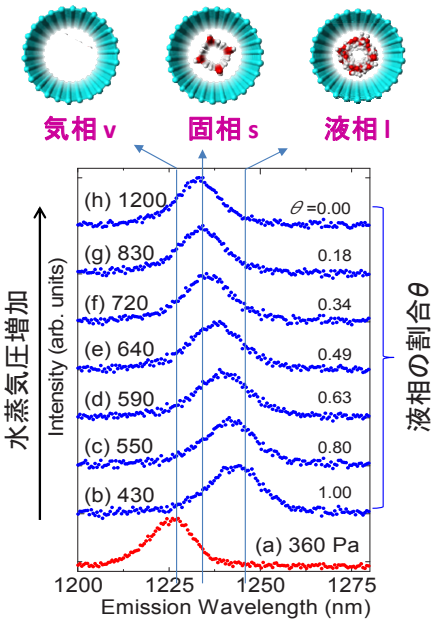
～ゲノム編集のハサミをランプに替えることで作物のゲノム育種に貢献～
モデル植物であるシロイヌナズナを用いて、植物のDNAを生きた植物の組織や器官で検出するTALE-FP法を開発しました。ゲノム編集技術で用いられているキサントモナス菌由来のTranscription activator like effector (TALE)のDNA結合ドメインに蛍光タンパク質を連結させたTALE-FPを植物体内で発現させました。TALE-FPを検出することで、特定のDNA配列の動態を植物の様々な組織や器官で解析することに成功しました。これにより、特定の分裂組織から染色体標本作製することなく、DNA配列の位置や分布を検出することが可能になりました（Fujimoto et al. 2017）。



細胞内を動き回る TALE-FP。白い点線は細胞核を示す。細胞核内をテロメアを認識する TALE-FP が動き回っていることがわかる。TALE-FP のそれぞれの輝点をトラッキングしたラインを示している。

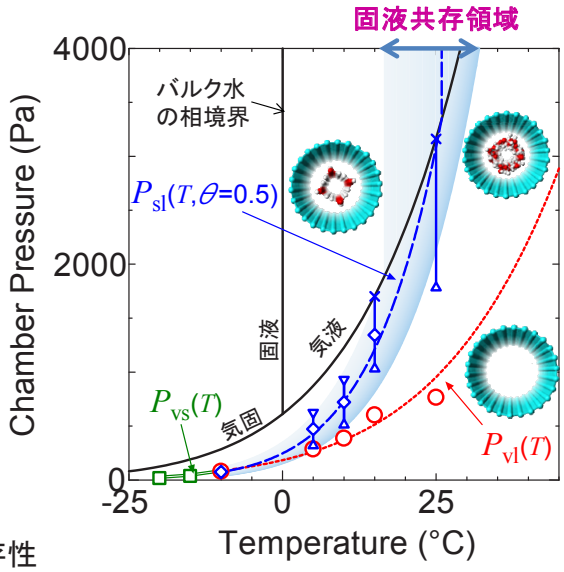
CNTナノ空間内の水の状態図を解明

CNT（直径 1nm）内部の水の状態計測



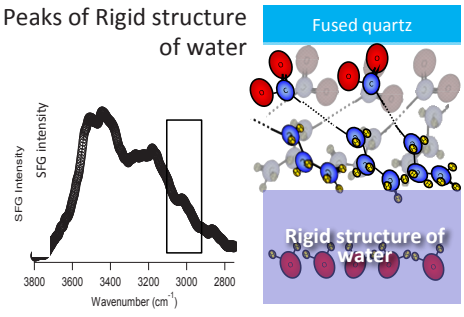
CNTの発光スペクトルの水蒸気圧依存性

- ✓ ナノ空間の水の特異な状態図を解明
- ✓ 固液相転移の消失を観測
- → 1次元系の熱力学の構築

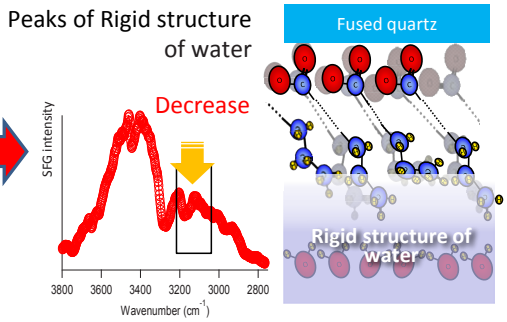


摩擦摺動・加圧環境下にある固体表面ナノ空間における ダイナミックな水の構造変化を観測可能に

静的な環境



動作環境 ⇐ Sliding ⇒



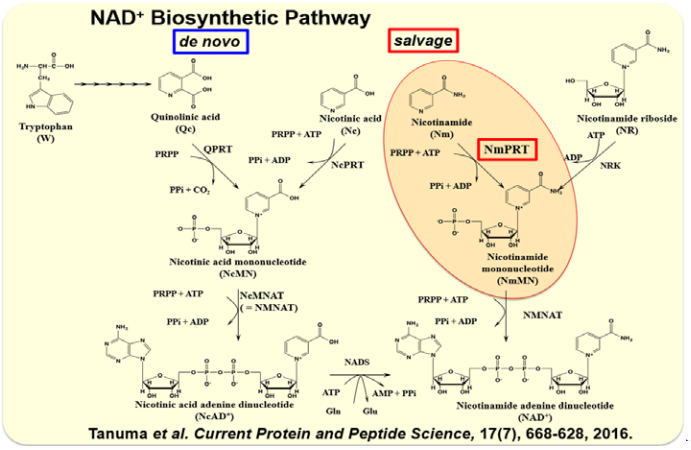
水 & ステアリン酸の系

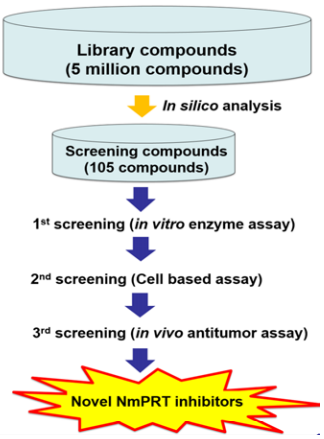
水を用いた優れた摩擦特性を実現する材料表面の開発へ貢献
→省エネルギー化を推進・環境にやさしいグリーンテクノロジーへ

ー創薬フロンティア研究部門　ハイライトー

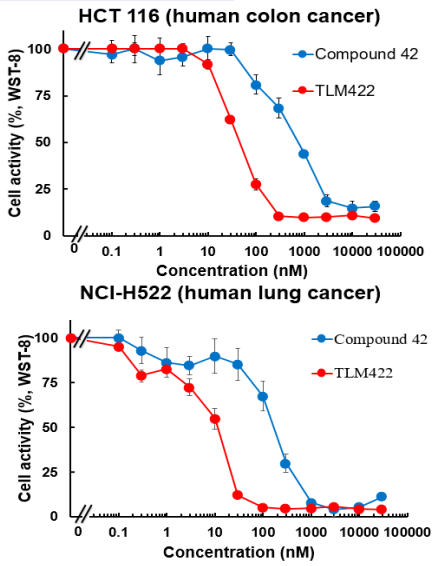
背景・目的

NAD⁺は、細胞の酸化還元反応及びADP-リボースを転移する反応、例えばポリ(ADP-リボース)ポリメラーゼやサーチュインなどの基質となる生体にとって必須な物質である。哺乳類のNAD⁺ 生合成経路には、tryptophan (W)を前駆体とする*de novo*経路とnicotinamide (Nm)、またはnicotinic acid (Nc)を前駆体とする2つの*salvage*経路が知られている。これらのNAD⁺ 生合成経路は、それぞれquinolinic acid phosphoribosyltransferase (QcPRT)、nicotinamide phosphoribosyltransferase (NmPRT/NAMPT)、nicotinic acid phosphoribosyltransferase (NcPRT)、により緻密に制御されている。これらの3つの酵素の内、がん細胞の主要なNAD⁺生合成経路と考えられているNmを前駆体とした*salvage*経路の律速酵素であるNmPRTは、多くのがん細胞において高発現していることから、重要ながん分子標的として期待されている。私はこれまでに*in silico*創薬手法から見出したNmPRT阻害候補化合物について、その阻害活性の評価を行い新規のNmPRT阻害剤としてTLNM422を創製したので報告する。



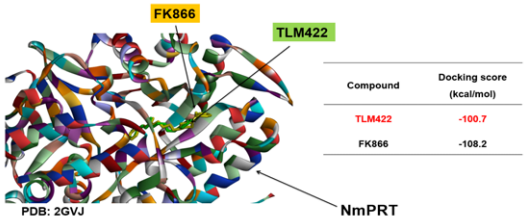


TLM422の制がん効果



TLM422は複数のがん細胞に対して制がん効果を示した。

TLM422/ NmPRT結合予測様式



Compound	Docking score (kcal/mol)
TLM422	-100.7
FK866	-108.2

結論

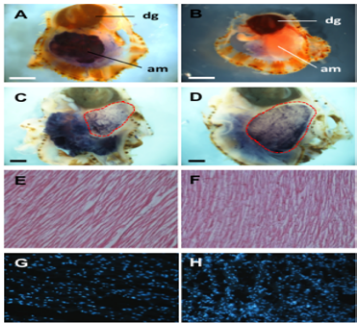
・TLM422は効果的な新規抗がん剤候補化合物であり、アポトーシス性細胞死を誘導する。

・TLM422はNmPRTを標的とした新規制がん剤開発のリード化合物となり得る可能性がある。

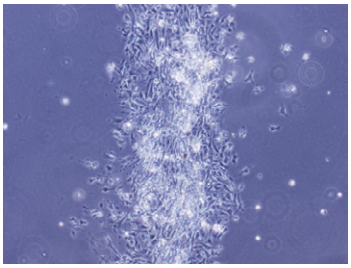
ー長万部地域社会研究部門　ハイライトー

ホタテ貝柱の生物学

TGFb受容体阻害剤

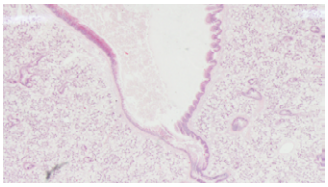


中腸腺、生殖巣、貝柱の初代培養に成功→不死化で株細胞樹立

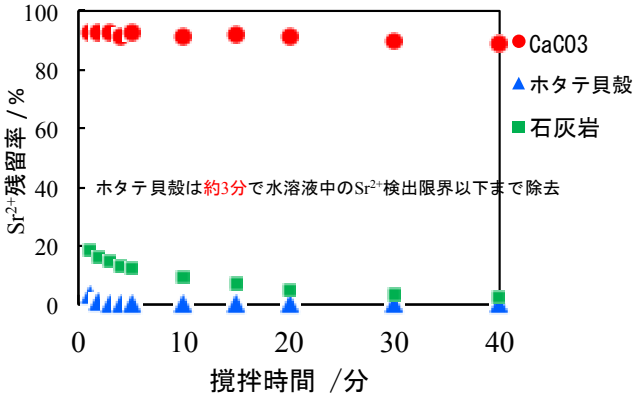


カドミウム（Cd）の蓄積部位の決定（スプリング8使用）

- 内部の細胞（実質細胞
  - ⇨ 一部で Cd 濃集
- 腸管の上皮細胞
  - ⇨ 全体的に Cd 存在
- 胃壁の上皮細胞
  - ⇨ Cd 少ない

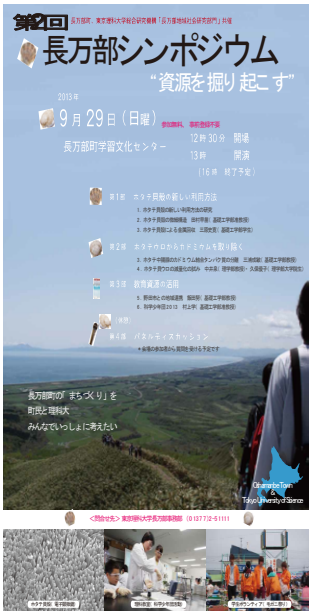


ホタテ貝殻のSr^{2+}濃度10 mg/Lにおける除去性能



「長万部シンポジウム」の開催

部門の意義：大学と町の共存共栄
研究活動の報告と提言
町民との交流を深める
少子高齢化•過疎化の状況を自覚



“長万部町を「理科の町」に”

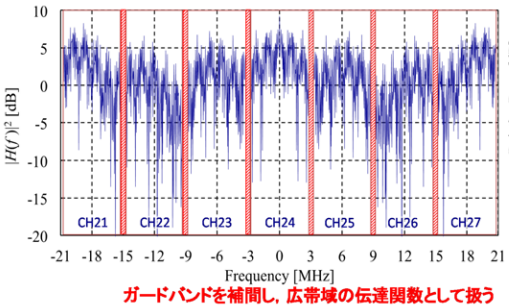
小学生•中学生を対象とした理科（科学）実験教室の新設
理科実験教室「Scientia（すきえんちあ）」（理科大生もTAとして参加）
「理学の普及をもって」という本学の理念に応じた継続的な教育活動

長万部町と理科大学の共催

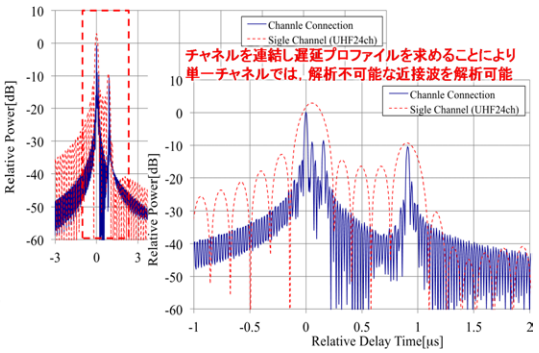
研究成果ハイライト①

チャネル連結による高精度遅延プロファイル測定

- TVチャネル(5.57MHz), ガードバンド(429kHz)が交互に配置
- 7チャネルを連結することで，帯域幅は約7.5倍に拡張可能



ガードバンドを補間し，広帯域の伝達関数として扱う



チャネルを連結し遅延プロファイルを求めることにより
単一チャネルでは，解析不可能な近接波を解析可能

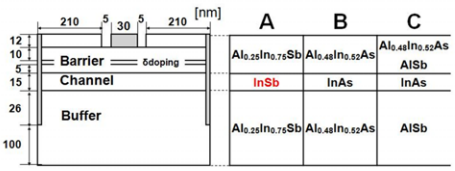
簡易な受信装置を利用して高精度の遅延プロファイルの測定する手法を確立した．

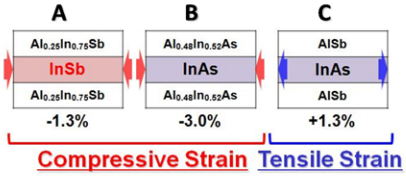
伝搬状況を正確に把握することで，通信速度の更なる向上，サービスエリアの拡大，詳細な設計が可能になり，今後実現が期待される8K/4Kシステムへの適用が期待される．

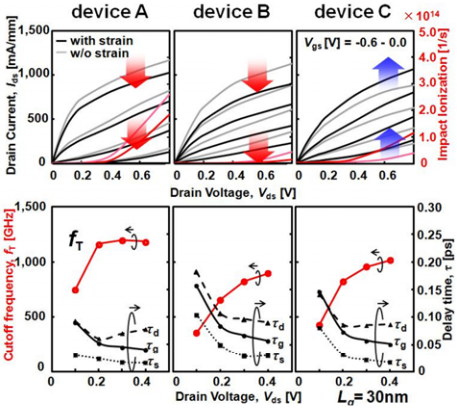
- 更なる，高精度化，アルゴリズムの簡略化を引き続き進めていく計画である．
- **詳細な伝搬路を得ることでネットワークにおける通信リソースおよび最適なデバイスの設計が可能になる．**

研究成果ハイライト②

次世代ミリ波・テラヘルツ波トランジスタの開発







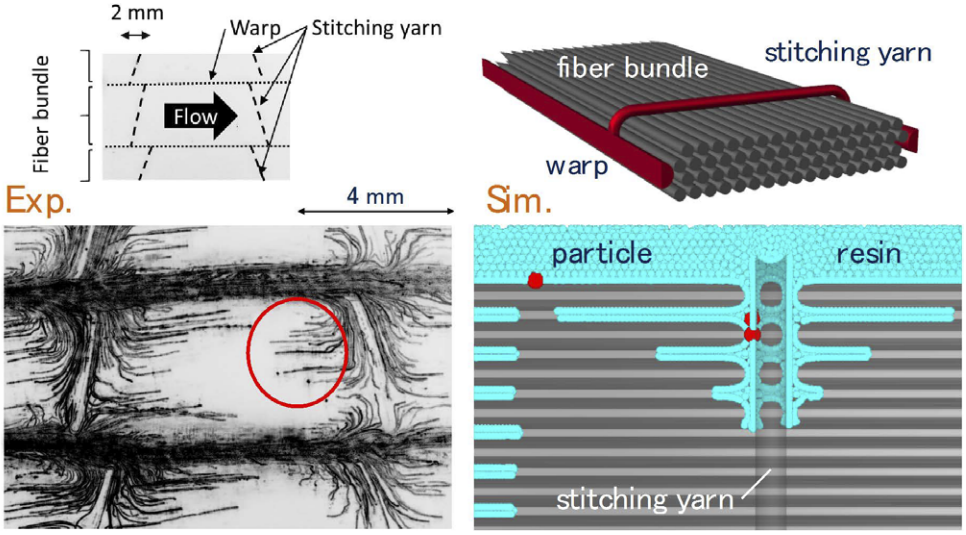
歪みを考慮した量子補正モンテカルロ計算により、InSb高電子移動度トランジスタ(HEMT)の構造設計と特性予測を行い，1THzを超える遮断周波数f_Tが得られることを確認した。

研究成果ハイライト[1]

Multiphase flows in complex media

Related publications (selected)
[1] Kazuno, N., Tsukahara, T. & Motosuke, M., Transitional structures in annular Poiseuille flow depending on radius ratio, Euro. J. Phys. Special Topics, accepted.
[2] Fei, L, Ikebukuro, K., Katsuta, T., Kaneko, T., Ueno, I. & Pettit, D. R., Effect of static deformation on basic flow patterns in thermocapillary-driven free liquid film, Microgravity Sci. Technol., accepted.
[3] Gotoda, M., Melnikov, D. E., Ueno, I. & Shevtsova, V., Experimental study on dynamics of coherent structures formed by inertial solid particles in three - dimensional periodic flows, Chaos 26, 073106, 2016.
[4] Ando, J., Horiuchi, K., Saiki, T., Kaneko, T. & Ueno, I., Transition process leading to microbubble emission boiling on horizontal circular heated surface in subcooled pool, Int. J. Heat Mass Transfer 101, 240-250, 2016.

e.g., Impregnation process of particle-laden resin in fiber bundles
for applications in processing of high-quality composite materials

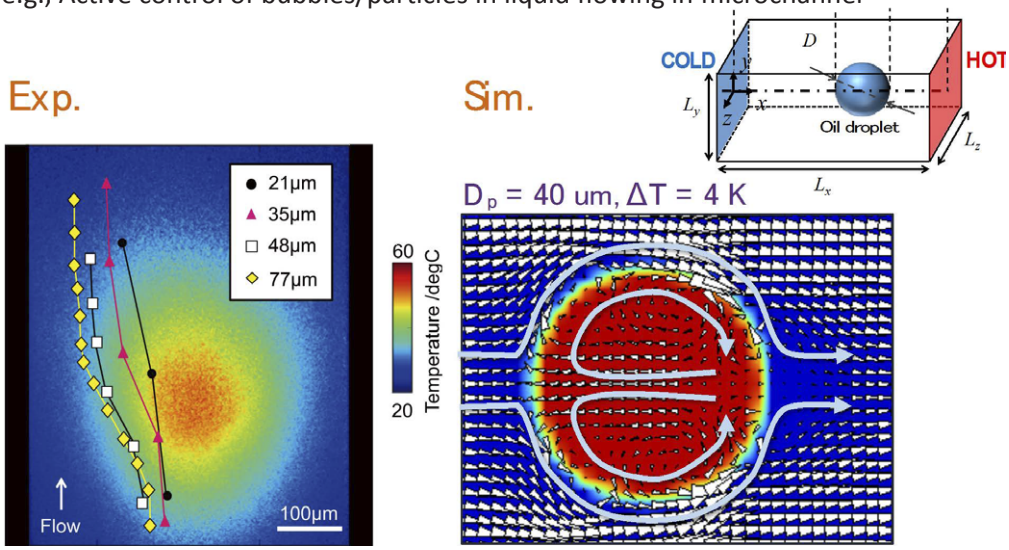


研究成果ハイライト[2]

Surface/interfacial tension-driven convection

Related publications (selected)
[1] Muto, M., Yamamoto, M. & Motosuke, M., A Noncontact Picolitor Droplet Handling by Photothermal Control of Interfacial Flow, Analytical Sciences 32, 49 - 55, 2016.
[2] Kudo, M., Akiyama, Y., Takei, S., Motegi, K. & Ueno, I., Effect of ambient air flow on thermocapillary convection in a full-zone liquid bridge, Interfacial Phenomena and Heat Transfer 3, 231-242, 2016.
[3] Ichikawa, Y., Motosuke, M., Kameya, Y., Yamamoto, M. & Honami, S., Three-dimensional flow characterization of a square array of multiple circular impinging jets using stereoscopic PIV and heat transfer relation, J. Visualization 19, 89–101, 2016.
[4] Kotari, H. & Motosuke, M., Simple applications of microparticle transportation by tender optical scattering force, Microfluidics and Nanofluidics 18, 549–558, 2015.

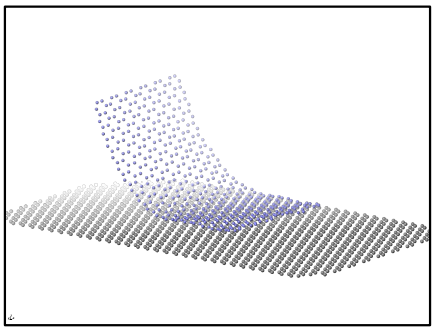
e.g., Active control of bubbles/particles in liquid flowing in microchannel



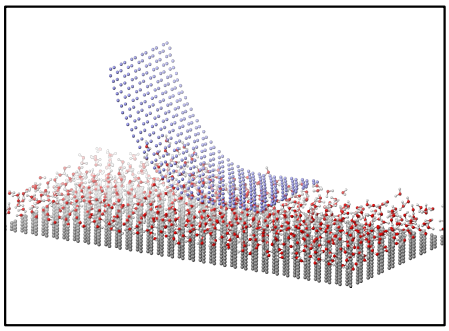
ナノカーボンを舞台とした摩擦の科学

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

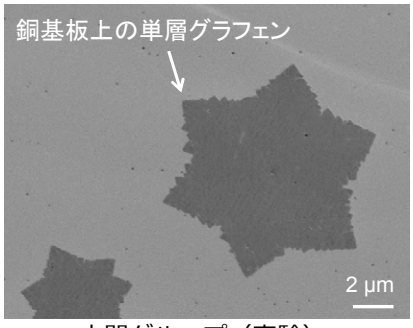
共同研究：ウォーターフロンティアサイエンス部門、電通大ナノトライボロジー研究ステーション

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

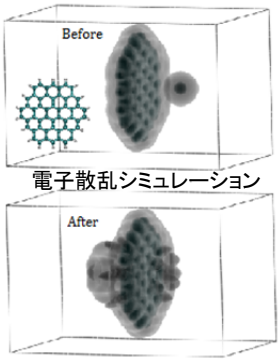
単原子層物質グラフェンを用い、実験・理論の連携によりアプローチ

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



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

元素戦略からバイオ元素戦略へ

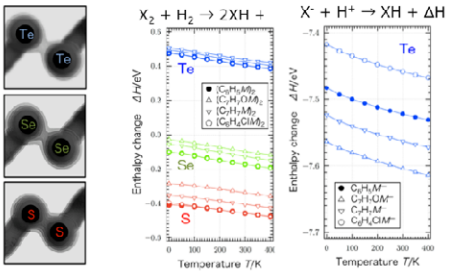
元素戦略：「物質の特性・機能を決める特定元素の役割を理解し有効活用する」

- 物質・材料の革新的な特性や機能の創出
  - 機能性新物質
  - レアメタルの低減とユビキタスメタルへの代替
  - 視点は「資源・エネルギー・環境問題」

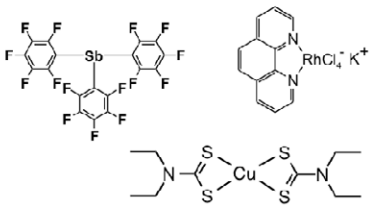
バイオ元素戦略：「物質の特性・機能を決める特定元素の役割を理解し生命科学に活用する」

- 有機-無機ハイブリッド分子を生命科学に活用
  - その生物活性における特定元素の役割を理解
  - 生体機能解析のツールや創薬のシードとして
  - 必要であれば，ハイブリッド分子から有機化合物への変換
  - 視点は「細胞の中におけるハイブリッド分子の新機能」

バイオ元素戦略による新しい研究の展開

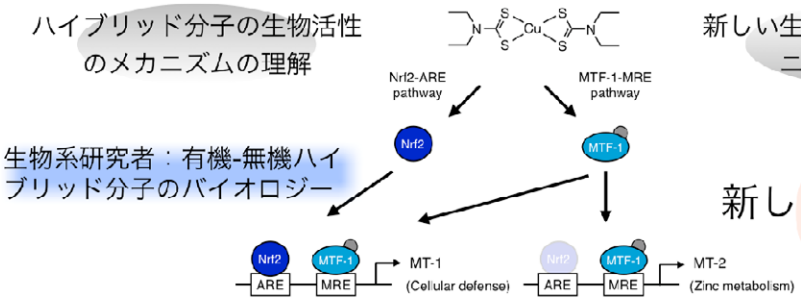


物理系研究者：有機-無機ハイブリッド分子の物性解析



化学系研究者：機能性有機-無機ハイブリッド分子の創製

ハイブリッド分子の生物活性のメカニズムの理解



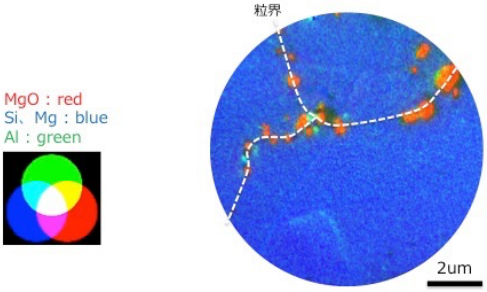
新しい生体機能調節のメカニズムの発見

生物系研究者：有機-無機ハイブリッド分子のバイオロジー

新しい科学の発展

ー未利用熱エネルギー研究部門　ハイライトー

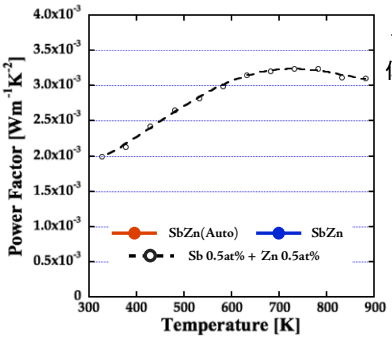
SPring-8 PEEM による熱電材料Mg_2Si の構造解析



光電子顕微鏡を用いた熱電材料Mg_2Siの界面電子状態解析

熱電変換効率の向上に向け、価電子帯の電子状態を空間分解解析
（温度依存性を系統的に追跡）

Mg_2Si にZn + Sb を同時添加した試料での熱電特性の向上

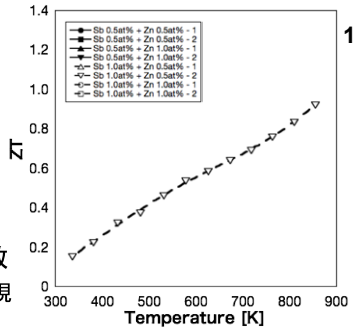


パワーファクター

低温度領域で特性向上

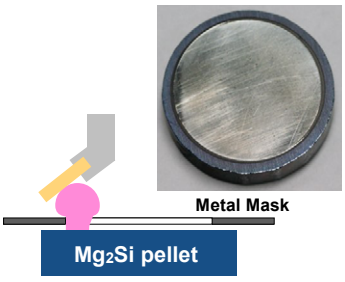
無次元性能指数

最大値1.26を実現



1.26

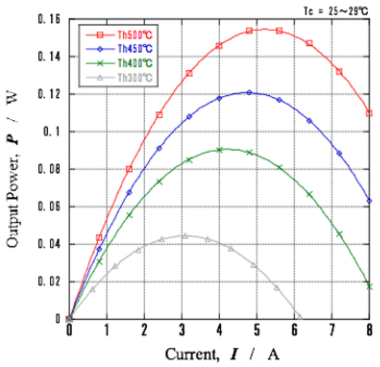
電極作製：ペーストスクリーン印刷法



動作温度での耐久性(600℃空気中)

Holding time	0 h	100 h	500 h	1000 h
Mg_2Si Resistivity [×10⁻⁶ Ω・m]	3.36 3.60	3.97 3.96	3.75 4.04	3.85 3.69
Contact Resistivity [×10⁻⁹ Ω・m²]	**1.52** **1.56**	**1.03** **1.47**	**1.41** **1.68**	**1.55** **1.58**

耐久性のあるNi/Mg_2Si電極界面



温度差間での出力特性（600℃/100℃）

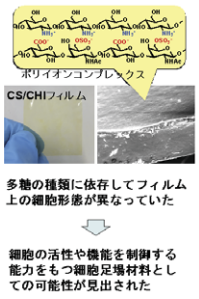
	P_{max} [mW]	$P_{density}$ [W/cm²]	Efficiency [%]	Internal Resistance [mΩ]	Contact Resistivity [×10⁻⁹ Ω・m²]
Monobloc Sintering	110	1.20	3.0	7.0	0.264
Screen Printing	157	1.62	3.5	5.6	1.52

Ni/Mg_2Si 界面での低抵抗により十分な出力密度
～160 mW (1.62 W/cm²)を実現

研究成果ハイライト①

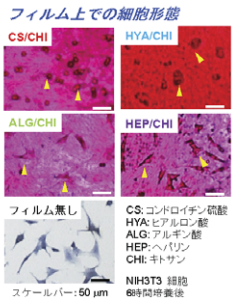
表面改質による機能化

多糖複合フィルムの細胞足場材料としての応用

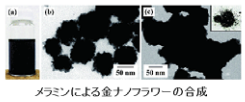


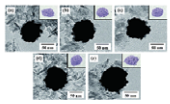
多糖の種類に依存してフィルム上の細胞形態が異なっていた

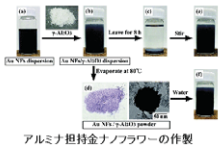
細胞の活性や機能を制御する能力をもつ細胞足場材料としての可能性が見出された

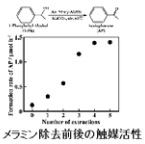


金ナノフラワーの表面被覆分子の除去による触媒能の向上

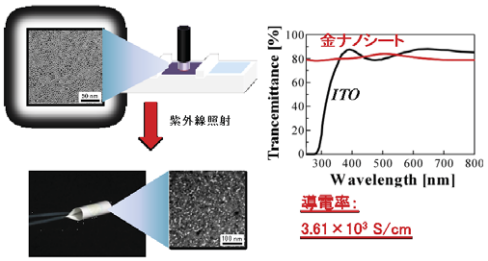






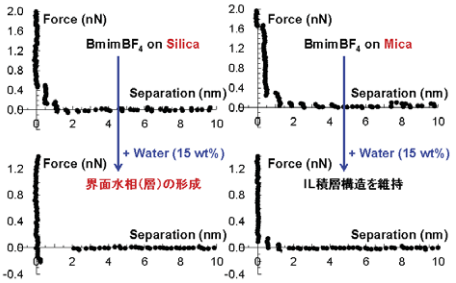


フレキシブルな透明導電性超薄膜



膜厚: 3.5 nm

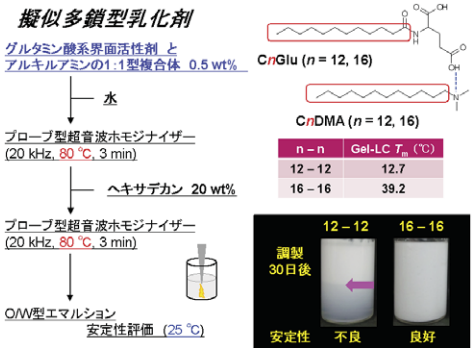
固体／イオン液体界面への水の吸着



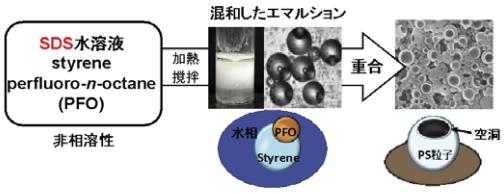
研究成果ハイライト②

エマルションの高機能化と応用

擬似多鎖型乳化剤

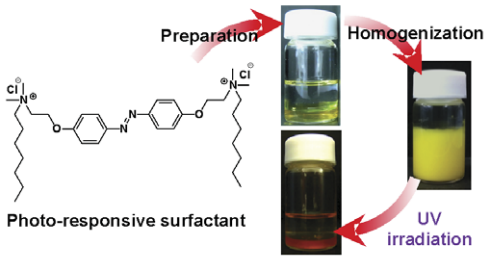


水/炭化水素系油/フッ化炭素系油の同時乳化と重合



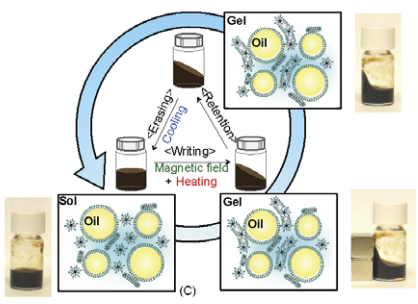
加熱撹拌のみによってボウル型ポリマー粒子を作製

UV照射による光誘導解乳化



➢ 光誘導解乳化の高速化が課題

O/W エマルションの磁性流動による形状記憶材料



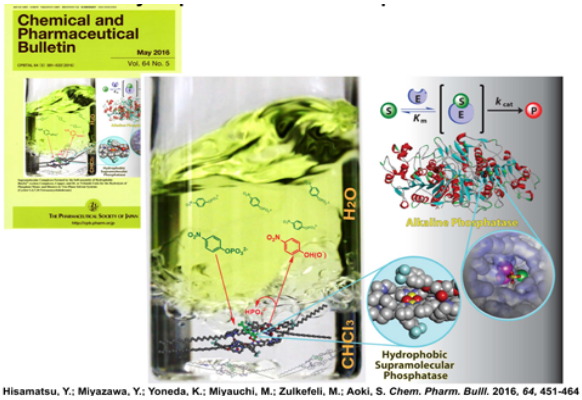
ー分子連関相乗系研究部門　ハイライトー

1　分子の自己集積による超分子触媒の開発

青木らは、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。

しかし、触媒回転が認められなかったため、本研究では、長鎖アルキル基を導入した二核亜鉛錯体を設計・合成し、水/有機溶媒の二相系でリン酸モノエステルの加水分解を検討した。その結果、触媒回転は認められなかったが、二相系反応にも関わらず、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)。本論文が、Chem. Pharm. Bull. 2016 年 5 月号の cover picture に選出された。

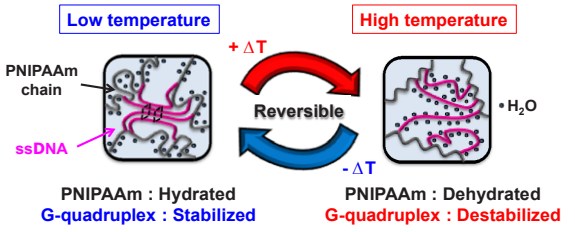
本研究は、本研究部門の報告会でにおけるディスカッションで生まれたアイデアでよることを付記しておく。



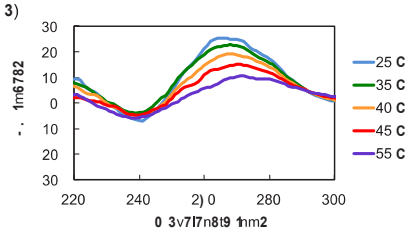
Hisamatsu, Y.; Miyazawa, Y.; Yoneda, K.; Miyauchi, M.; Zulkefeli, M.; Aoki, S. *Chem. Pharm. Bull.* 2016, *64*, 451-464

2．ハイドロゲルの CD スペクトル

総合研究院の黒田玲子教授らは東京大学工学部吉田亮教授/秋元文講師との共同研究で gel の CD スペクトルにより、25-55℃ の温度変化に応答する、ハイドロゲル内の DNA4 重螺旋構造変化の可逆的ダイナミクスを初めて追跡できた。異方性の大きい凝集状態の試料の CD スペクトルを正しく測定することは一般に不可能であるが、黒田教授らが開発した Universal Chiroptical Spectrophotometer(UCS)-1 と特殊なサンプルフォルダー(ともに特許保持)により、測定が可能となった。*Chem. Commun.*, **53**:3142-3144 (2017)



Schematic illustration of ssDNA-crosslinked thermo-responsive gel system gel



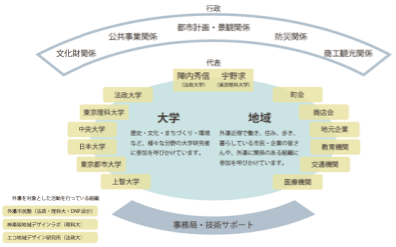
ー先端都市建築研究部門　ハイライトー

2016年度研究成果ハイライト①　サステナブル

■「外濠再生懇談会」設置、第1回 懇談会 開催
@法政大学、2016 0127

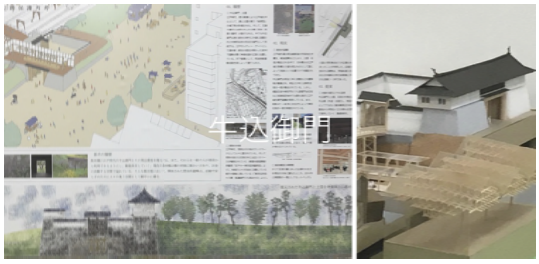
外濠再生に関するビジョン、都市計画など、意見交換と検討協議

地域区民（新宿区、千代田区）、在勤都民区民、地域町会、地域団体および区都国などの行政職員、大学教員など



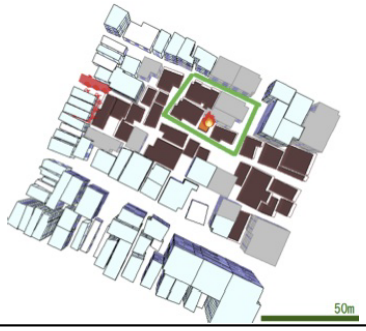
外濠再生懇談会推進体制 （2016 0127）

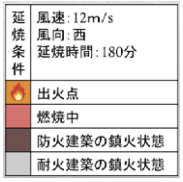
東京の地域特性を継承する計画手法検討と合意形成の枠組みの設置



牛込御門復元、神田明神周辺他の修復スタディ 2015年度後期 → 地元、地域に公開　意見・評価を収集　2016 春夏期

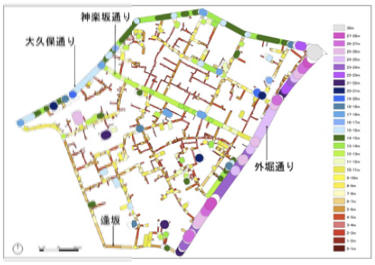
2016年度研究成果ハイライト②　レジリアント





神楽坂かくれんぼ横丁の実況（河野研）2015

神楽坂地域の都市性能の調査と計測

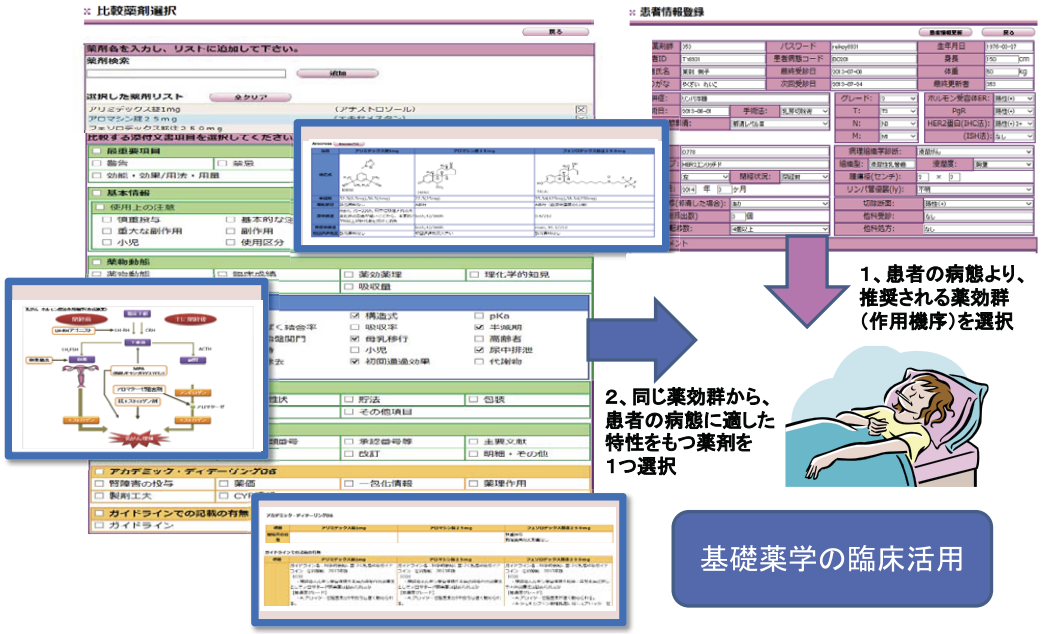


神楽坂地域の都市性能（計画）の調査計測と可視化（郷田研）2015

研究成果ハイライト①

薬剤の基礎薬学的視点から比較を可能にするシステムの開発

○添付文書情報やインタビューフォームから、構造式、物理化学的特徴、薬物動態的特徴など、比較したい情報をチェックすることで、一覧表示を可能とした。



研究成果ハイライト②

患者安全を目指したがん薬物治療管理 ～多職種Patient Care Ordersシステムの開発～

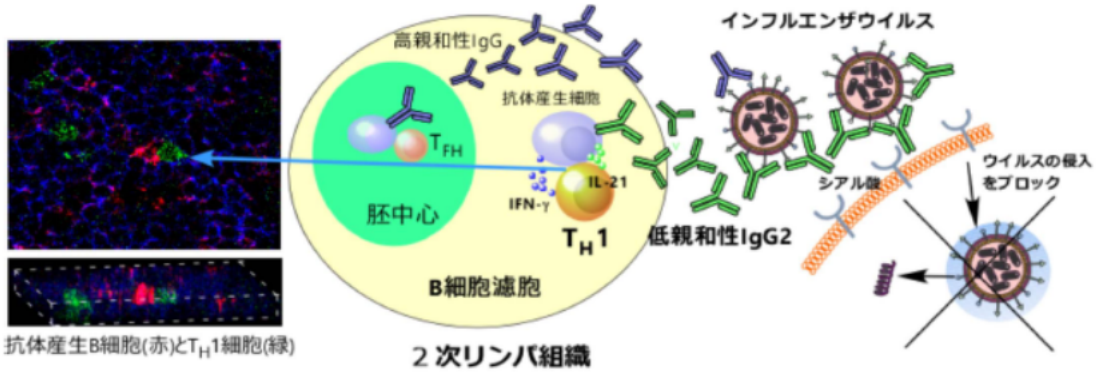
図1　添付文書を患者ケアに活用するイメージ（エベロリムス錠添付文書例）

特に**投与前の薬剤適正使用に着目**し、多職種が総力を挙げて患者を守るために行う薬学的視点の患者ケア（以下、薬学的患者ケア）の実践を支援する**多職種Patient Care Orders**システムを開発した

ー医理工連携研究部門　ハイライトー

インフルエンザワクチンにおける抗体産生制御機構

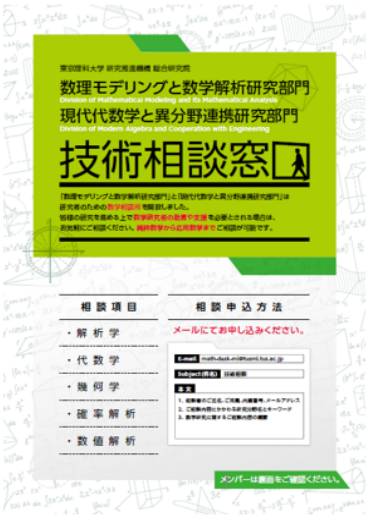
ワクチンは感染症に対して最も有効な防御手段として使われている。特に現行使われているインフルエンザウイルス全粒子を不活化したワクチンであり、他の型のインフルエンザウイルスに効果のある交差反応性を獲得することはできないが、非常に強い中和活性を誘導することが可能である。インフルエンザワクチンでは、ヒト・マウスを問わず INF γ 依存性の IgG2 クラスの抗体が有意に誘導され、中和活性も高いことからこのクラスの抗体の有効性が注目されている。我々はこのウイルスワクチンによって誘導される IgG2 抗体には、T_{FH} 細胞に依存する抗体産生系と T_H1 細胞に依存する産生系から構成され、T_H1 依存性の IgG2 抗体が優位であることを明らかにした。T_{FH} 細胞依存性 IgG2 抗体は、胚中心における体細胞変異により抗原に対して高い親和性を獲得するのに対して、T_H1 依存性の IgG2 抗体は、胚中心とは無関係のため、低頻度の体細胞変異を有する低親和性の抗体であった。我々は、$Bcl6^{f/f}$CD4-cre/$Bcl6^{f/f}$mb1-cre を作製して、T_{FH} 細胞を欠損させた状態で T_H1 依存性の IgG2 抗体の中和活性を検討した。その結果、この IgG2 抗体は低親和性ではありながら、強力な中和活性を有していた。また、このウイルス特異的 IgG2 抗体を制御する T_H1 細胞は、INF γ とともに IL-21 を共産生するユニークな細胞であった。また、これまで INF γ する TFH 細胞は、T_H1 より分化したサブセットと考えられてきたが、ウイルス特異的 T_H1 を用いた移入実験から、T_H1 が T_{FH} 細胞へと分化することはないことが示された。以上のことから、ワクチン投与によって誘導される T_H1 依存性 IgG2 中和抗体は、低親和性であっても充分にウイルスに対する中和活性を持つことが明らかにされた。



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

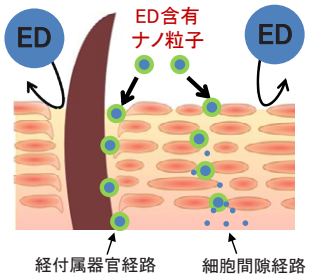
をメールアドレス

math-desk-mlあっとtusml.tus.ac.jp

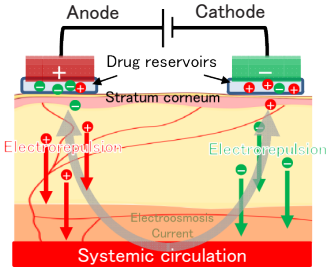
に、
Subject: 技術相談
と記入の上、電子メールでお送りください。

骨粗鬆症治療のためのエストラジオール(ED)含有経皮吸収型ナノ粒子製剤の開発

経皮吸収型ナノ粒子製剤



イオントフォレシス(IP)



新規ED含有ナノ粒子

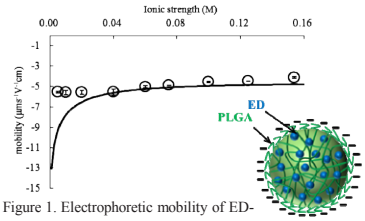


Figure 1. Electrophoretic mobility of ED-loaded PLGA nanoparticles. Solid line is theoretical results calculated with zN = -5.1 × 10^{-2} M and 1/λ = 2.51 nm (n = 3).

Non-coated nanoparticle

● **SD ラット大腿骨海綿骨骨密度の経時変化**

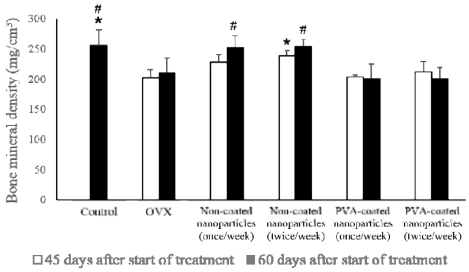
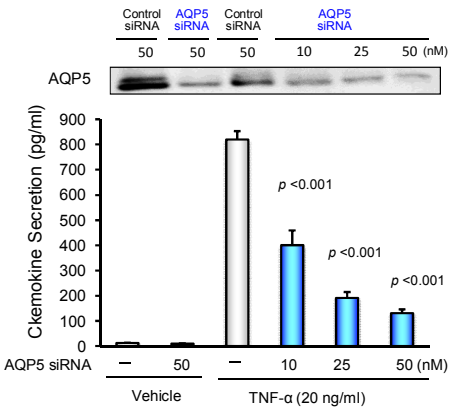


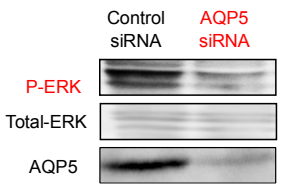
Fig. 2. 投与45日後および60日後の海綿骨骨密度 (n ≥ 3, mean ± S.D.,*:p<0.05 compared with OVX of 45 days after ovariectomy, #:p<0.05 compared with OVX of 60 days after ovariectomy).

- **新規ED含有ナノ粒子とIPを併用した週2回投与群では、治療開始45日後において骨密度減少抑制効果が確認された。**
- **新規ED含有ナノ粒子とIPを併用した週1回投与群および週2回投与群では、長期投与により骨密度が回復する傾向があることが示唆された。**

薬学部　牧野公子、竹内一成



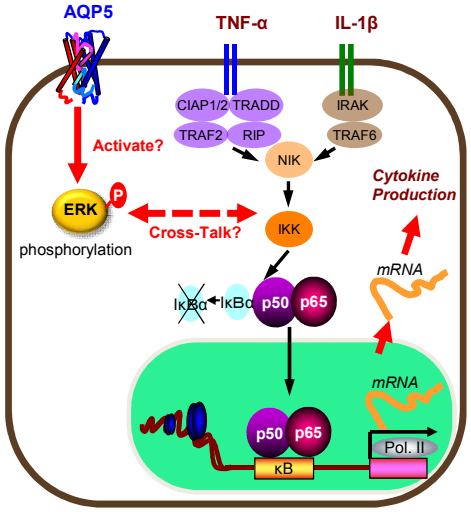
内因性AQP5をもつMLE12細胞のAQP5をsiRNAでノックダウンすると，TNF-αで誘発したケモカイン産生が抑制された



MLE12細胞のAQP5のノックダウンで，steady levelのERKリン酸化が低下した

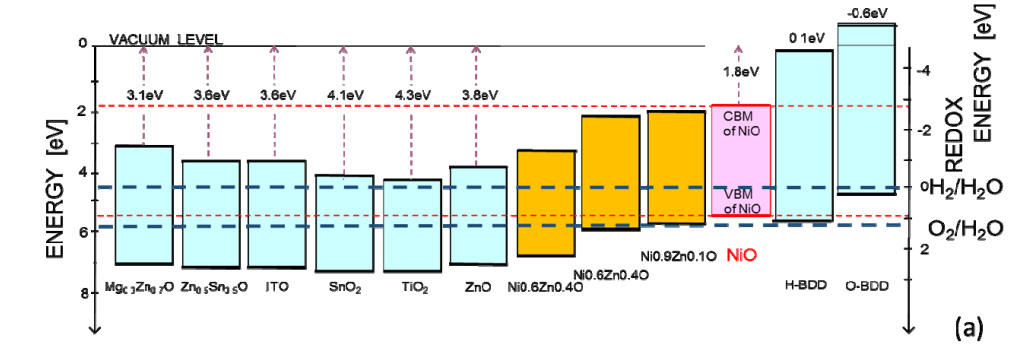
薬学部　礒濱洋一郎、堀江一郎

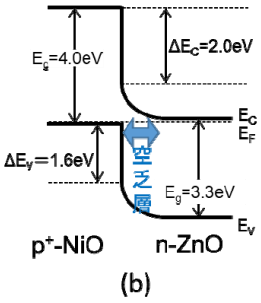
水チャネルAquaporin (AQP)の新機能：
肺上皮細胞や外分泌腺上皮細胞に存在するaquaporin 5は細胞内のERKのリン酸化とケモカイン産生を亢進する

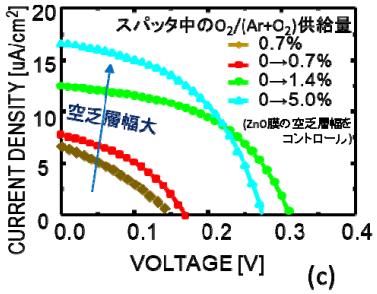


この新機能の阻害により，AQP5存在部位特異的に炎症反応を抑制する薬理学的概念に繋がる可能性！

酸化物半導体のバンドラインナップの実験的見積もりと透明太陽電池の試作



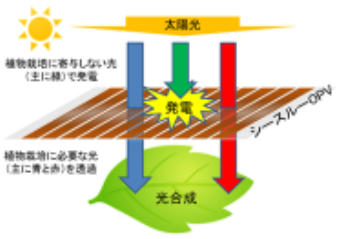




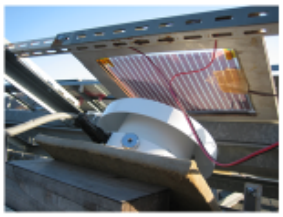
(a)PYS測定により実験的に算出した、各種酸化物半導体のバンドラインナップと、(b)それを基に推測した、NiO/ZnO透明太陽電池のバンド構造(ZnO側の空乏層厚さが発電に重要であることが分かる)、および(c)ZnO側の空乏層厚さを変化させて作製したNiO/ZnO透明太陽電池の電流電圧測定結果。ZnO側の空乏層幅が大きくなるに従って、短絡電流が増加した。

応物多元2016 P-17, J. Appl. Phys., 116 (2014) 163108, MRS 2014 Spring mtgs. E15.17, 応物2014秋 19a-PB2-10. etc.

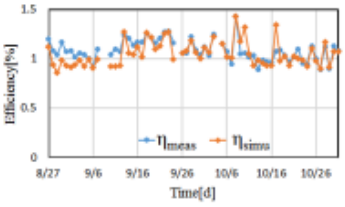
農業用シースルー有機薄膜太陽電池開発の基礎検討



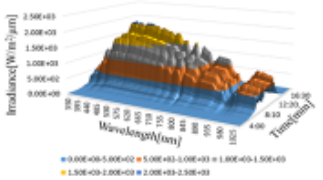
(a)シースルー有機薄膜太陽電池の透過光を用いた農作物栽培



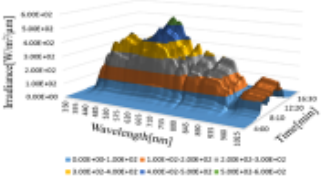
(b)透過型有機薄膜太陽電池の発電特性及び入射光・透過光スペクトル測定風景



(c)透過型有機薄膜太陽電池の日別積算変換効率の実験値とシミュレーション値



入射光スペクトル



透過光スペクトル

(d)有機薄膜太陽電池の入射光と透過光スペクトルの時間に対する変化

(1)I-Vメータを使用し、屋外暴露状態の透過型有機薄膜太陽電池の日別積算変換効率の測定値η_{meas}を求めた。また、太陽光スペクトル分布の測定データから日別積算変換効率のシミュレーション値η_{simu}も求めた。実測した透過型有機薄膜太陽電池の変換効率の値は、太陽光スペクトル分布の測定データからのシミュレーション値に追従する傾向がある。

(2)分光放射計を使用し、透過型有機薄膜太陽電池の入射光と透過光スペクトル分布を分析した。晴天日における有機薄膜太陽電池への入射光及び透過光のスペクトル分布の時刻別データを3次元グラフで示した。一日を通して緑色の波長域が吸収されていることが確認できた。

(3)発電機能を備え、光を透過するフィルム状透過型有機薄膜太陽電池の電気特性、透過光特性を分析した。発電機能を確認するとともに、植物に有効な光のスペクトル分布が透過されていることが確認できた。

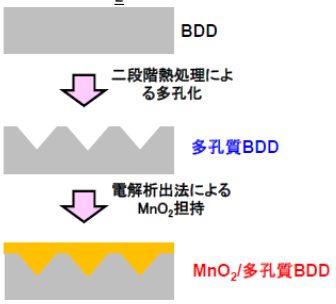
複合機能を有する有機薄膜太陽電池の出力評価及び透過光評価, 飯野太智, 沼津倫也, 松岡佳吾, 平田陽一, 大橋昇, 渡邊康之, 平成28年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同研究発表会

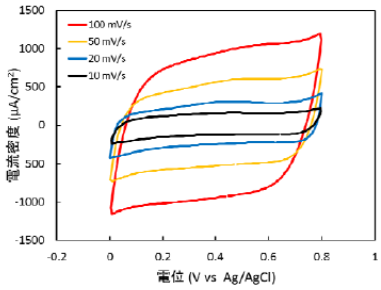
キャパシタに関するハイライト

MnO_2/多孔質ダイヤモンド電極の作製

・ボロンドープダイヤモンド（BDD）電極の利用 → **作動電圧の向上**
・MnO_2の担持 →**（擬似）容量の増大**

電解析出法によるMnO_2の担持





MnO_2/多孔質BDD電極のCV.

MnO_2のナノシートの作製

ナノシートの作製法

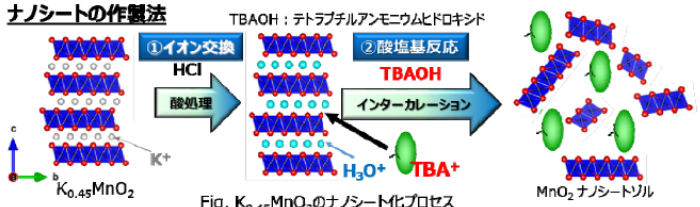
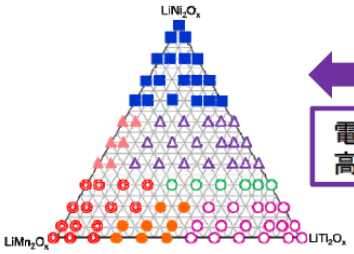


Fig. $K_{0.45}MnO_2$のナノシート化プロセス
① 酸水溶液中で振とうし、層間のアルカリ金属イオンをH_3O^+に交換②
高高い塩基溶液中で振とうして層間を更に拡大し、単層に剥離

リチウムイオン二次電池に関するハイライト

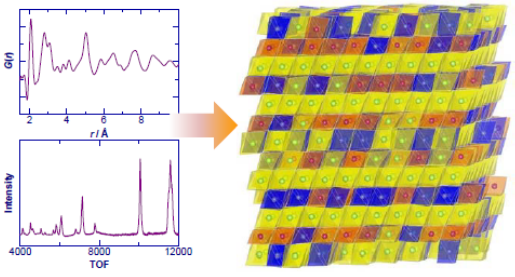
高速材料合成



$LiNi_2O_x$－$LiMn_2O_x$-$LiTi_2O_x$の反応図

電極材料の高効率設計

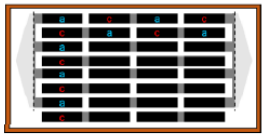
高効率原子配列解析

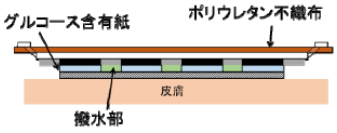


$LiNi_{0.5}Mn_{0.5}O_2$の原子配列

燃料電池に関するハイライト

体液中の乳酸や糖分を燃料として発電しながら
体液中の成分を測定可能な
自己駆動ヘルスケアデバイスの開発

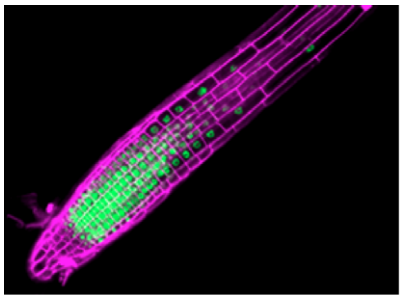




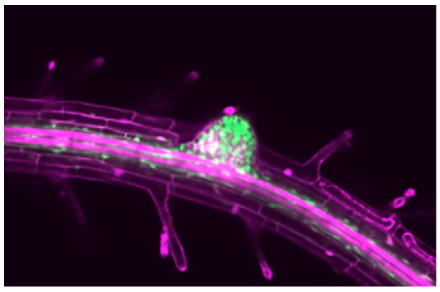
絆創膏型電池

4x4 cells are arrayed (1mW)

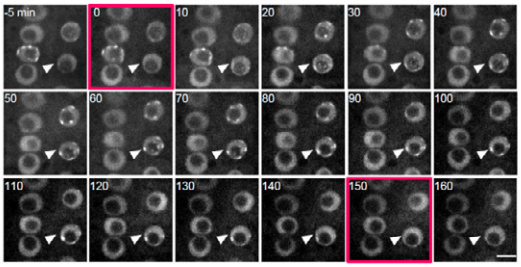
生きたまま植物のDNA合成を解析する方法：PCNA法の開発



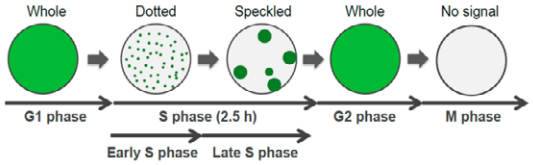
根の分裂領域の蛍光像
PCNAーsGFPの緑色の蛍光が細胞分裂が盛んな
分裂領域で観察できる。マジエンタは細胞壁を示す。



側根原基の蛍光像
PCNAーsGFPの緑色の蛍光が細胞分裂が盛んな
側根原基で観察できる。マジエンタは細胞壁を示す。



植物のDNA合成のタイムラプス像
10分間隔で撮影したDNA合成する細胞。PCNAの核内
パターンから150分間、DNA合成していることがわかった。
スケールバーは5ミクロン。

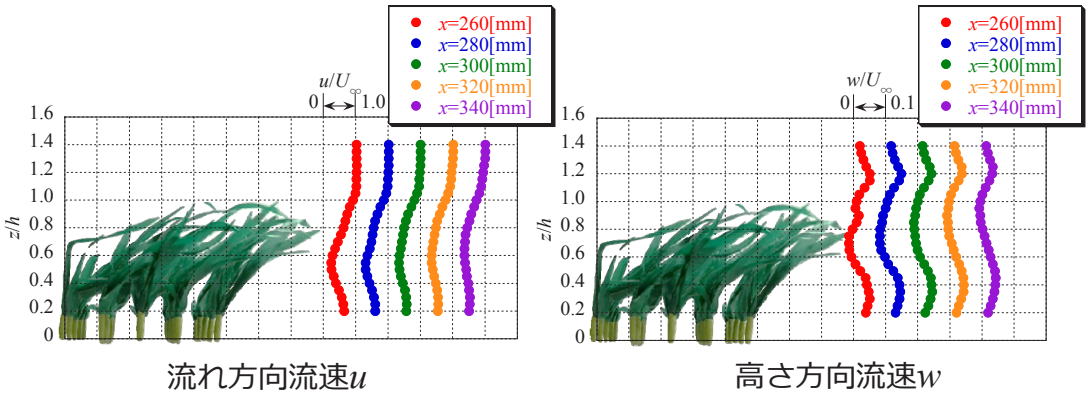


植物のDNA合成モデル
細胞核内にドット状に固まった後に、斑点状になり
再び分散することがわかった。PCNAの局在を緑色で示す。

Yokoyama et al. (2016) *Sci. Rep.* 6, 29657

Copyright : Matsunaga Lab, TUS

イネ群周囲の速度分布

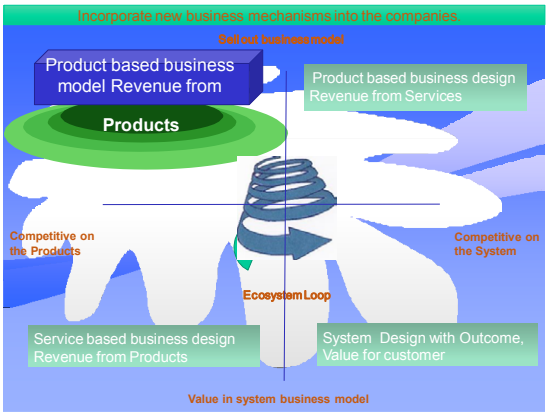


流れ方向流速u　　高さ方向流速w

- z/h=0.6~1.1の広範囲に速度勾配
  ➡　葉身部に透過性がある分，特徴的な厚いせん断層が形成
- z/h<0.4で、主流の60%程度の流れ　➡　イネ群葉鞘部における透過流れ
- 葉身部上方の上昇流　➡　イネ群上部の形状に沿った流れ
- 葉鞘部の上昇流　➡　uの減速領域に引き込まれた流れ

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”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。

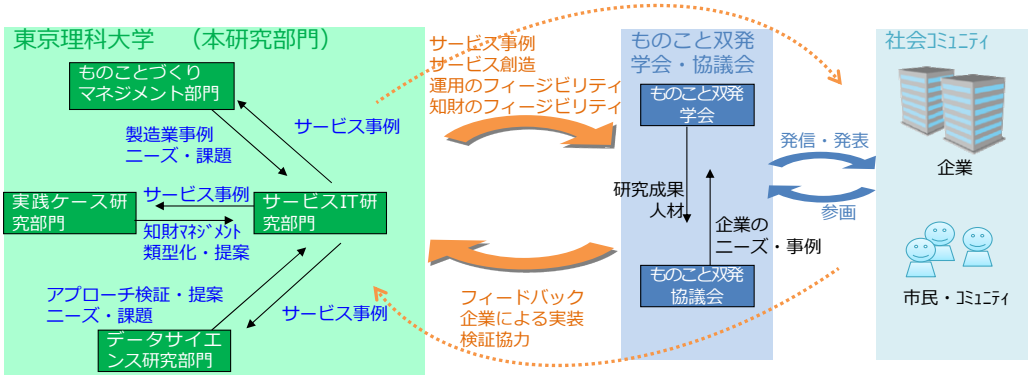
<研究テーマ>

- **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。
- **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。
- **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。
- 実践ケース　：サービスや継続ビジネスなど“ことづくり”に視座をおいたの実践ケースを調査。
- **Design 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にな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。

【研究成果ハイライト】

<研究組織>

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
  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、多面から検討した。
- 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し、実践的にものこと双発によるビジネスを創造することによって、異業種による創造的な出会いを創出、推進する仕組みを設計した。
- 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ぐし、組織のあり方、マネジメントの仕方なども関連づけて体系化した。

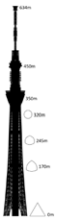
研究成果ハイライト①エアロゾルの気候影響

「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、岩本、永野（東京理科大）、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）

都市大気
スカイツリー

輸送　トレーサー：ラドン濃度!
（永野）　シミュレーション

山岳大気
富士山



新粒子生成（三浦）

成長

エアロゾル!
粒径分布（三浦）　電顕（岩本）

雲凝結核（岩本）

成長

雲粒（岩本）

垂直分布

ゾンデ観測
（三浦）
ライダー観測
（矢吹）

研究成果ハイライト②エアロゾルの健康影響

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）

問題の背景と研究の必要性 ①

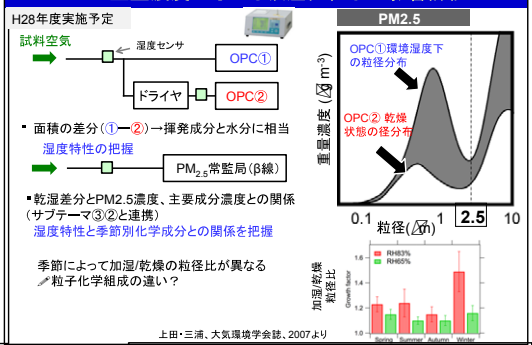
・$PM_{2.5}$の年平均濃度：6割近くが環境基準を越え、首都圏、中部圏、近畿圏、瀬戸内海沿岸、九州などに分布。

港湾部～都市域にかけて高濃度イベントが頻発

港湾部の影響や都市域で生成されるPM2.5の発生要因と発生源寄与の解明が必要

サブテーマ（4）（東京理科大学、岩本・三浦・西川・永野）
PM2.5重量濃度に与える吸湿性粒子の影響評価

H28年度実施予定



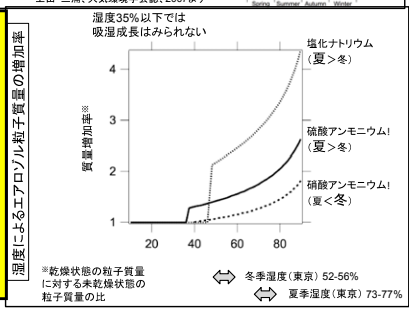
上田・三浦、大気環境学会誌、2007より

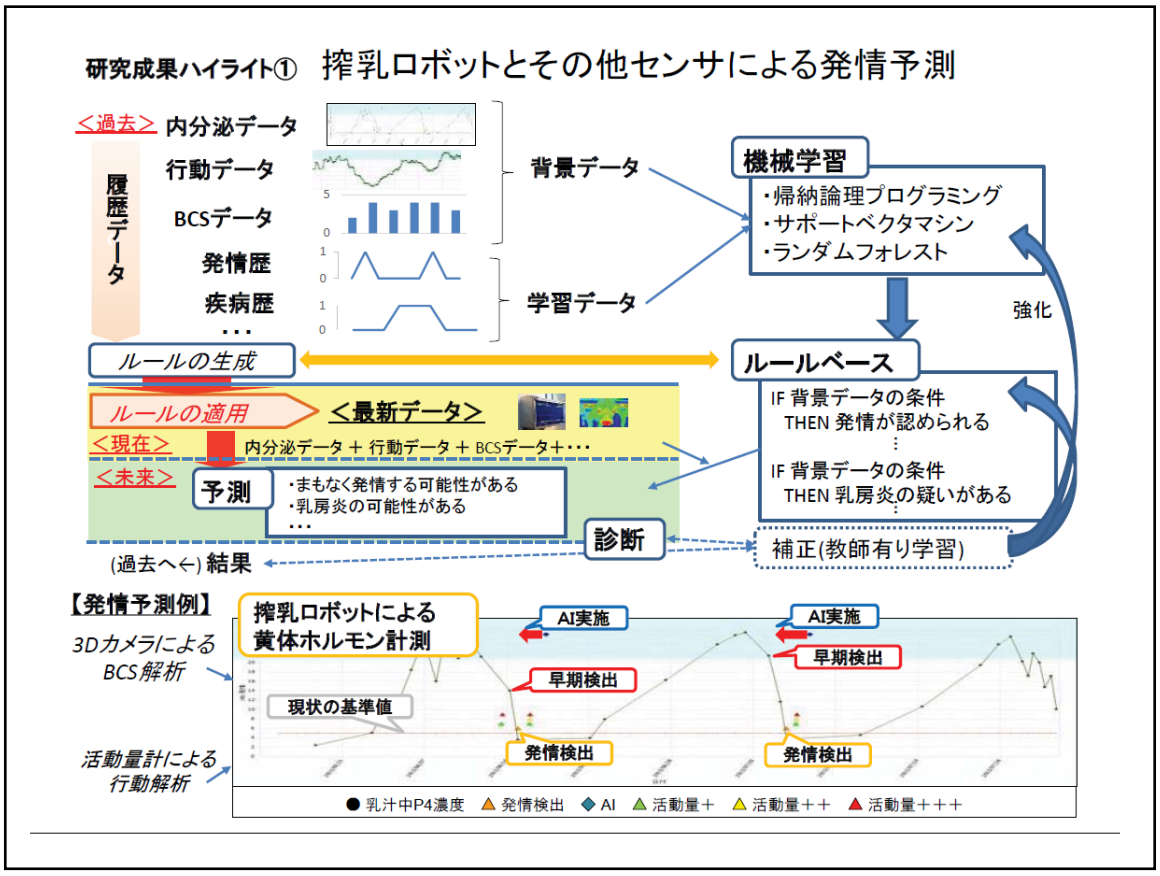
（S1）「ガス状・粒子状のアンモニアと硝酸に関する研究」
名古屋大学大学院環境学研究科　長田和雄（代表）

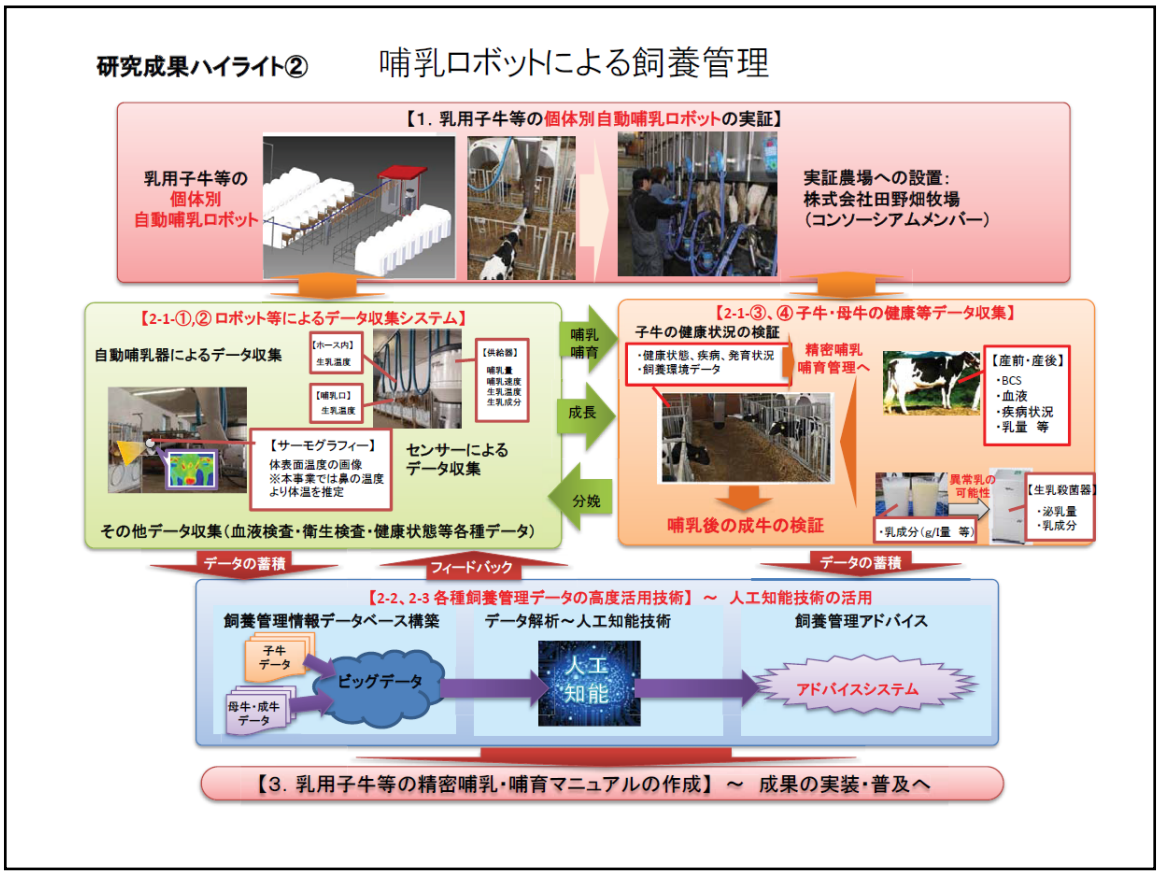
（S2）「濃尾平野の都市型PM2.5発生要因に関する研究」
名古屋市環境科学調査センター　山神真紀子

（S3）「関東平野の都市型PM2.5発生要因に関する研究」
東京都環境科学研究所　斉藤伸治

（S4）「PM2.5質量濃度に与える吸湿性粒子の影響評価」
東京理科大学理学部第一部　岩本洋子・三浦和彦




研究成果ハイライト①　搾乳ロボットとその他センサによる発情予測
＜過去＞
履歴データ
内分泌データ
行動データ
BCSデータ
発情歴
疾病歴
背景データ
学習データ
機械学習
・帰納論理プログラミング
・サポートベクタマシン
・ランダムフォレスト
強化
ルールの生成
ルールベース
IF 背景データの条件
THEN 発情が認められる
IF 背景データの条件
THEN 乳房炎の疑いがある
ルールの適用
＜最新データ＞
＜現在＞
内分泌データ ＋ 行動データ ＋ BCSデータ＋・・・
＜未来＞
予測
・まもなく発情する可能性がある
・乳房炎の可能性がある
診断
補正(教師有り学習)
(過去へ←) 結果
【発情予測例】
3Dカメラによる
BCS解析
活動量計による
行動解析
搾乳ロボットによる
黄体ホルモン計測
AI実施
AI実施
早期検出
早期検出
現状の基準値
発情検出
発情検出
● 乳汁中P4濃度　▲ 発情検出　◆ AI　▲ 活動量＋　▲ 活動量＋＋　▲ 活動量＋＋＋


研究成果ハイライト②　哺乳ロボットによる飼養管理
【1. 乳用子牛等の個体別自動哺乳ロボットの実証】
乳用子牛等の
個体別
自動哺乳ロボット
実証農場への設置：
株式会社田野畑牧場
（コンソーシアムメンバー）
【2-1-①,② ロボット等によるデータ収集システム】
自動哺乳器によるデータ収集
【ホース内】
生乳温度
【哺乳口】
生乳温度
【供給器】
哺乳量
哺乳速度
生乳温度
生乳成分
【サーモグラフィー】
体表面温度の画像
※本事業では鼻の温度
より体温を推定
センサーによる
データ収集
その他データ収集（血液検査・衛生検査・健康状態等各種データ）
哺乳
哺育
成長
分娩
【2-1-③、④ 子牛・母牛の健康等データ収集】
子牛の健康状況の検証
・健康状態、疾病、発育状況
・飼養環境データ
精密哺乳
哺育管理へ
【産前・産後】
・BCS
・血液
・疾病状況
・乳量　等
哺乳後の成牛の検証
異常乳の
可能性
【生乳殺菌器】
・泌乳量
・乳成分
・乳成分（g/l量　等）
データの蓄積
フィードバック
データの蓄積
【2-2、2-3 各種飼養管理データの高度活用技術】 ～ 人工知能技術の活用
飼養管理情報データベース構築
データ解析～人工知能技術
飼養管理アドバイス
子牛
データ
母牛・成牛
データ
ビッグデータ
人工
知能
アドバイスシステム
【3. 乳用子牛等の精密哺乳・哺育マニュアルの作成】 ～ 成果の実装・普及へ

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

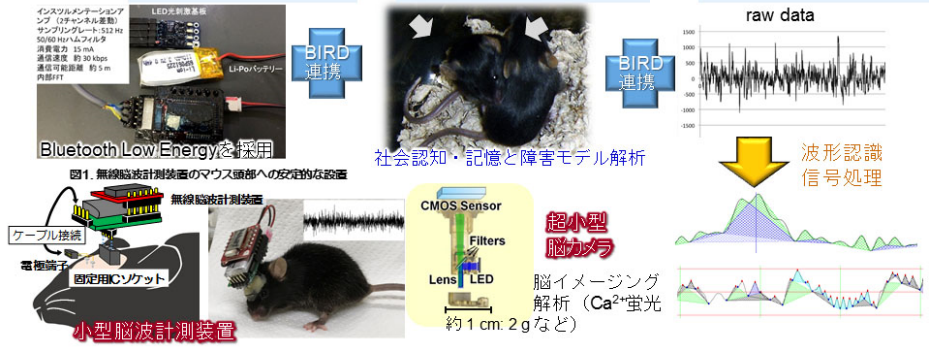
①発達障害者などの社会性認知計測　②認知心理学実験　③生体機械工学的歩行計測

【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。この成果を平成29年度に国際会議において公表予定である。

課題2

①小型ウェアラブル脳計測装置開発　②疾患モデルマウスの認知・記憶行動解析　③脳波信号の時系列情報解析

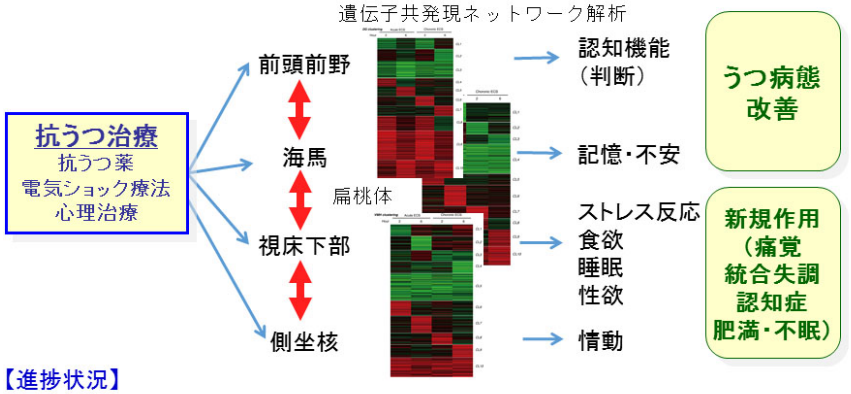


【進捗状況】

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。

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



【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

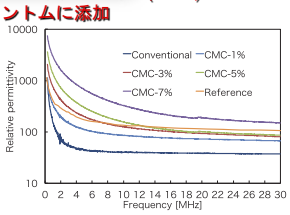
・人体のモデル化

・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

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

カーボンマイクロコイル(CMC)をファントムに添加

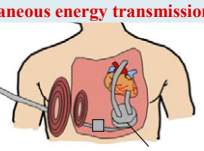


・ケーブルによる電力供給

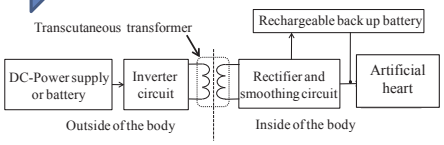
・柴グループ

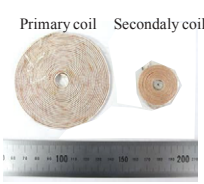
経皮エネルギー伝送
(Transcutaneous energy transmission : TETS)

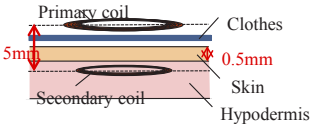
非接触で電力供給



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

研究成果ハイライト②

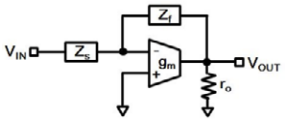
低電圧演算増幅器の高利得化・ロバスト化

・兵庫グループ

研究背景

☺演算増幅器は、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

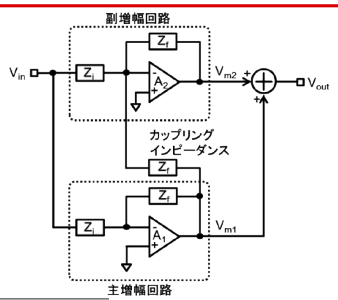
☹低電源電圧下では利得低下

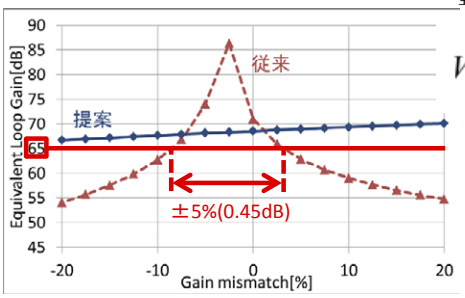


$$V_{OUT} = \frac{-1}{\beta}\left(1 - \frac{1}{\beta A} + \left(\frac{1}{\beta A}\right)^2\right) V_{IN}$$

$$\beta = \frac{Z_f}{Z_s} \qquad A = g_m r_o$$

並列化・誤差補正





$$V_{out} = -\frac{V_{in}}{\beta}(1 - \epsilon_1 \epsilon_2')$$

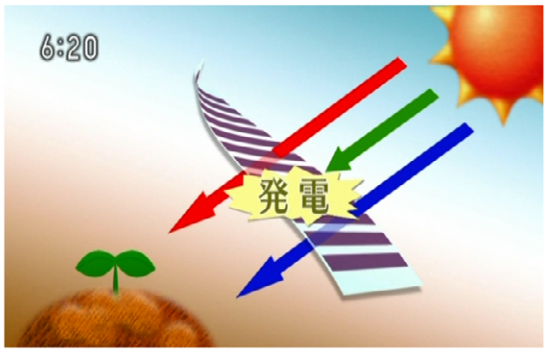
小

☺新たな並列化手法により**利得向上とロバスト化に成功**

ー先進農業エネルギー理工学研究部門　ハイライトー

＜研究成果ハイライト①＞

長野県との共同研究（NHKイブニング信州/2016年6月29日）



＜研究成果ハイライト②＞

キックオフ会＠諏訪東京理科大学
2016年07月27日

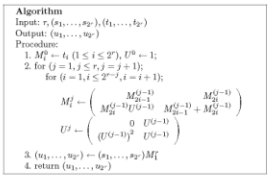
REIFふくしま2016

ふくしま復興・再生可能エネルギー産業フェア2016
2016年10月19日（水）・20日（木）

部門発足に至った基盤的研究成果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

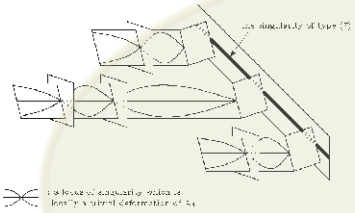
応用数学：Artin-Schreier拡大塔を利用した巨大有限体の構成



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

部門発足に至った基盤的研究成果２



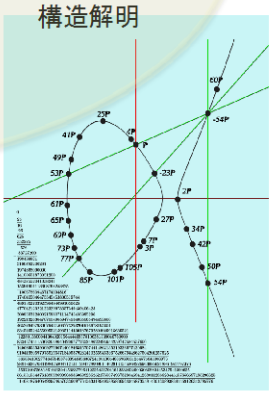
正標数特異点理論の整備

特異点 → Groebner基底 → 計算機代数、数式処理

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



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。

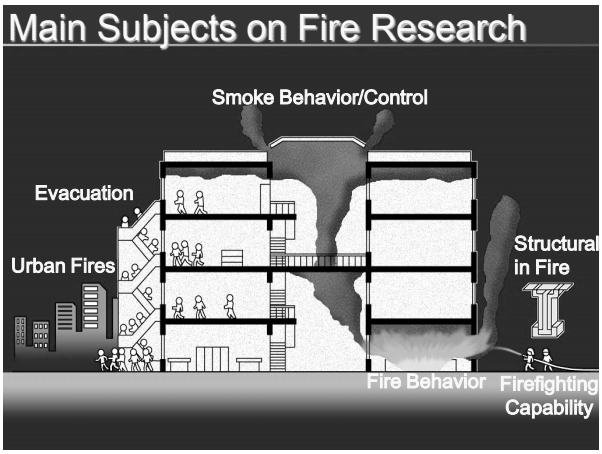


図 1　建築火災安全工学研究のイメージ

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）

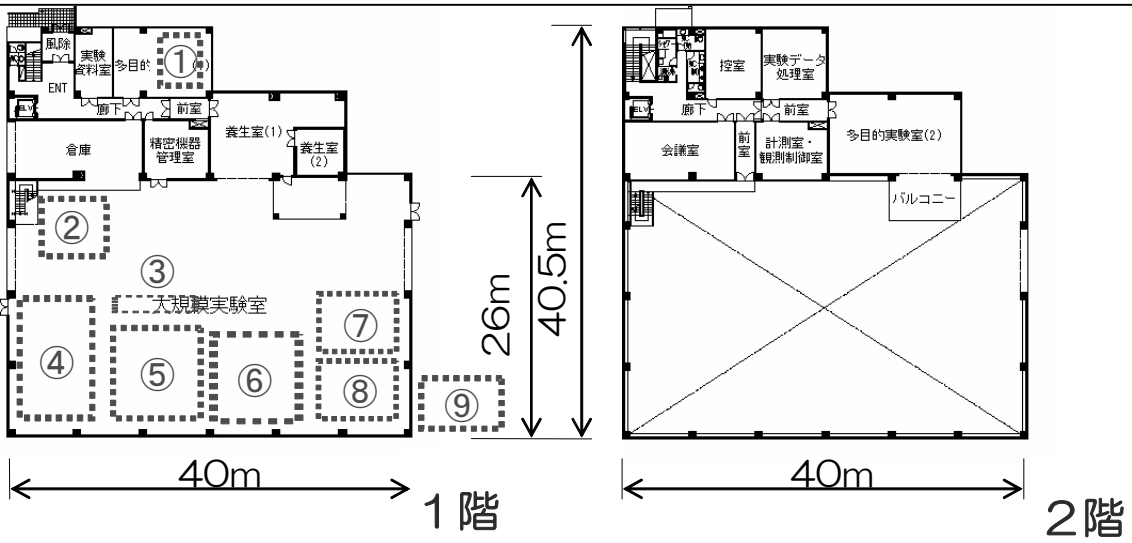
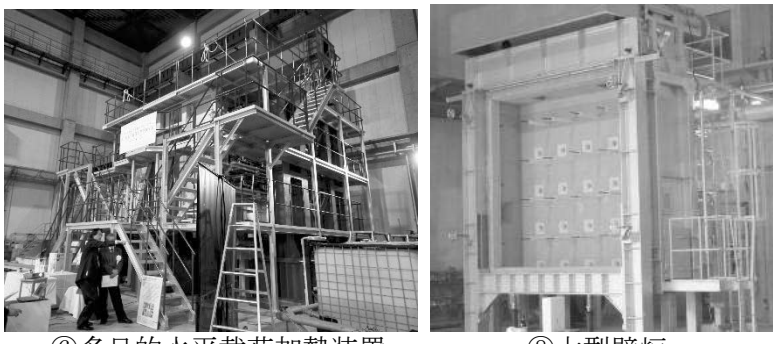


図 3　大規模実験棟平面図と各種設備



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

ウレタンの燃焼面の配置条件に応じた火災成長と燃焼生成ガスに関する研究：

近年、急速に経済成長する国では都市化と多様な空間利用が進み、中には火災安全の視点から材料の使い方に問題がある場合がある。材料の選定が不適切で、燃焼性の高い可燃性の内装材料が使用され、その燃焼拡大によって被害が拡大した火災が多数発生している。例えば、可燃性内装材料の燃焼に起因して多大な人的被害を出した火災事例として、ナイトクラブでの火災が上げられ、不特定多数の在館者が使用している中での火災により多くの死者数を出した（ナイトクラブ火災事例：2004 年 12 月 30 日アルゼンチン・ブエノスアイレス・死者 194 名、2009 年 12 月 6 日ロシア・ウラル・死者 112 名、2013 年 1 月 27 日ブラジル・サンタマリア・死者 239 名）。可燃性内装材料の火災危険性について、火災拡大性状のみならず避難に支障を来す生成ガスの影響も定量的に評価する必要があると考えられる。本研究では、中規模の筒状の両側が開放された区画模型内で内装材料としてウレタンフォームを用いた燃焼実験を行い、配置条件に応じた火災成長と毒性ガスの生成について分析し、その燃焼危険性を評価することを目的とした。

実験結果を分析し次のように考察した。ウレタンフォームが厚い方（30mm よりも 50mm）が、CO イールドが開放面に垂れ壁を設けた条件で比較すると、燃焼面が床・壁共に 3 割増加した。厚い方が各部の燃焼時間が長く同時燃焼範囲が広くなり、可燃性ガスに対する空気の混合が低下し、不完全燃焼の割合が高まったと考えられる。壁面燃焼では、CO イールドが床面燃焼と比較して概ね 3 倍となったことから不完全燃焼に至りやすかったと考えられる。HCN イールドは、壁・天井面での燃焼は、厚さ 30mm で垂れ壁ありの条件を除き、床面燃焼と比較して 6 倍以上大きくなった。英国の内装材料に関する SBI 試験での火災成長率 FIGRA（最大発熱速度をその着火からの到達時間で除した値）の考え方を用いた a-FIGRA を算定し、火災成長率に関する分類 Euroclass に倣って整理した。ウレタンフォームの厚さの影響としては 30mm よりも 50mm が少なくとも 4 倍大きな値を示した。

3. 2. 避難安全グループについて

超高層集合住宅における全館避難訓練の調査：

東京の湾岸エリアには多数の超高層集合住宅が林立しており、その一つの管理組合から調査依頼があり、日本火災学会火災時の避難行動専門委員会での活動の一環として全館避難訓練の調査を実施した。

1997 年に容積率の上限が 600%まで規制緩和されたことなどを受けて、超高層集合住宅の建設機運が高まり、東京都心や湾岸地域等での開発が急速に進められてきた。最近 10 年間は、国内の超高層集合住宅での火災件数は毎年 100 件前後で推移している。2016 年 2 月に発生した所沢市の 31 階建て集合住宅での火災では、初期消火に失敗し出火住戸を焼損するまで火災が拡大したため、住民 230 名が建物から避難する事態となった。こうした超高層集合住宅には高齢者や乳幼児も多数居住しており、低層以外の階からの階段避難は困難であると考えられる。

本調査では、訓練時の住民避難の様子の撮影や火災避難の知識や不安に関するアンケートを実施し、一連の調査を通じて、この超高層集合住宅での火災時避難の課題とその解決策を検討した。

訓練時には、4 階おきに階段室内にビデオカメラを設置して避難の様子を撮影した。その結果、乳幼児を連れて階段を下りる際に、手つなぎ、抱きかかえ、背負いのパターンが確認された。手つなぎは、乳幼児の移動速度に従うため、遅い場合もあったが、基本的に内側にのみ設置された手すりを使用しての移動を原則とすることで追い抜きに伴う危険の回避が可能であると考えられる。一方、抱きかかえや背負いは、親が両手が塞がった状態となるため、転落の危険性が指摘できる。片手での抱きかかえが困難な幼児は前述の手つなぎ避難を励行すべきであろう。

アンケートでは、訓練の前後での当初の印象と体験した印象の比較を行った。避難の状況については、当初混雑やそれに伴う将棋倒しなどの危険性、長時間要することを懸念した割合が 4〜6 割程度を占めたが、体験の結果 1 割以下にとどまる回答となった。実際に混雑は見られなかった

ためであるが、参加者数は 392 人で 1 世帯 3 人の居住者を想定すると、全 600 世帯の約 1/3 の参加率となり、前述の通り、移動の遅い居住者をスムースに階段内で追い抜くための工夫が必要であると考えられる。

3. 3. 構造耐火グループについて

防耐火ガラスに関するアジアの防耐火性能評価等の調査報告：

欧州（英独）におけるガラスを用いた防火戸、屋根、並びに耐火間仕切り壁に関する法規、試験炉、試験法、認定手順等について、ガラスに関する防火法規や試験方法などを整理し、日本の防火法規との比較を行った。例えば、防火区画には遮熱型のガラスが使用される部位が日本より多いことや、試験方法としてガラス寸法の拡大の考え方が、比較的柔軟に対応できる情報などが得られた。

アジア諸国に目を向けると、近年急速に成長を遂げている国も多い。中でもシンガポールは地震や台風の影響が少ない国であり、建築意匠もユニークな建物が多い。一方で、台湾は日本と同様に、地震・台風などの事前災害が多い国であることは周知の通りである。

調査項目として、防火地域・準防火地域、防火対象範囲、防耐火性能評価試験、試験設備、認定手順、防耐火ガラスを設定しヒアリング調査を現地の試験機関や大学を訪問し実施した。

防火地域・準防火地域の指定は、日本では都市不燃化等を推進するために規定されているが、シンガポールや台湾（以下、両国）では防火上の地域区分は設定されていない。延焼の恐れのある部分と防火区画（防火対象範囲）は、日本では外壁と防火区画の要求性能は異なっているが、両国では内壁と外壁の区分はない。どの国でも延焼の恐れのある部分の規定はあるが、隣地境界線からの距離は異なっていた（シンガポール：1m 以下、台湾：1.5m 以下、日本：1 階は 3m 以下、2 階以上は 5m 以下)。また、認証試験は、両国では自国だけでなく他国で実施した試験でも認証を受けることができる。また、防火認定には有効期間があり、数年に 1 度の抜き取り検査があることが分かった。

4. 研究活動の展望

火災現象・設計火源グループでは、外装試験装置を用いた噴出熱気流の性状や木外装の燃焼実験などを実施してきた。また、FTIR ガス分析計を用いた研究として、高分子材料の可燃物条件やその設置状況である燃焼環境が異なることによる毒性ガスの生成量の相違、散水を伴う高分子材料の燃焼による毒性あるいは刺激性のガスの生成量を把握する分析を継続する。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、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できる研究成果をあげ、さらに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計画である。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、セミナー開催などを通じて交流を図る。2016 年度は、台湾においてフォーラムを開催したが、同国では台北 101 という 101 階建てのシンボリックな超高層ビルがあると共に、高齢化に伴う関連施設での火災危険の顕在化が社会的な問題となっていた。日本においては、施設規模に関わらずグループホーム施設へのスプリンクラーの設置を義務づけるなど、経済性や労働人口比率などの観点からソフト面での対応が困難な状況も勘案してハード面での対策を義務づけたが、こうした

取り組みは近い将来のアジア諸国の火災安全対策にも生かされるであろう。

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 28 年度分）

学術論文

１．Information and Communication Technology in Disaster Mitigation Technology, Yoshiyuki MATSUBARA, IEICE TRANSACTIONS ON FUNDAMENTALS OF ELECTRONICS COMMUNICATIONS AND COMPUTER SCIENCES, E99-A 巻 8 号 1504-1509 頁, 2016 年 8 月（査読有）

２．接地面上の円柱電荷による電位と電界の計算，浅野和俊，田村裕之，松原美之，静電気学会誌，30 巻 6 号 291-296 頁，2006 年 12 月（査読有）

３．接着系注入方式あと施工アンカーの火災後の残存付着耐力に関する研究，大和征良，池田憲一，日本建築学会構造系論文集，Vol.81，No.728 巻 1753-1760 頁，2016 年 10 月（査読有）

４．ISO12949 に基づいたベッドマットレスの燃焼実験　その 6 区画内での煙性状に関する実験結果と BRI2002 の解説結果の比較，Kye-Won Park，丁鐘珍，水野雅之，大宮喜文，池田憲一，日本建築学会大会学術講演梗概集 2016 年度大会（九州），p371-p372 頁，2016 年 8 月（査読無）

５．長期部材接合を想定した接着系注入方式あと施工アンカーの高温履歴後(火災後)の残存付着強度試験方法の提案，大和征良，池田憲一，p274-p275 頁，2016 年 5 月（査読無）

６．ISO12949 に基づいたベッドマットレスの燃焼実験 その 5 ポケットコイル式ベッドマットレス(日本製)の場合，丁鐘珍，水野雅之，Kye-Won Park，大宮喜文，池田憲一，林吉彦，平成 28 年日本火災学会研究発表会概要集，p182-p183 頁，2016 年 5 月（査読無）

７．東北地方太平洋沖地震被災共同住宅の防火機能維持に着目した被害調査及び居住者の対応－高層共同住宅における地震後火災に対する安全性評価手法の構築 その 1－，花井 英枝，河野 守，髙橋 済，北後 明彦，村田 明子，日本建築学会環境系論文集，81 巻 722 号 345-355 頁，2016 年 4 月（査読有）

８．Fire performances of timber-cold formed thin steel plate composite beam, B. Izumi, A. Tani, N. Toba, K. Nakashima, M. Koshihara, T. Yamanashi, M. Kohno, W. Winter, World Conference on Timber Engineering (WCTE 2016), 2016 年 8 月（査読有）

９．東京都区部の共同住宅の地震後防火対策の課題，花井英枝，河野守，日本建築学会大会学術講演梗概集（防火），401-402 頁，2016 年 8 月（査読無）

10．形状及び素材特性を考慮した鋼製スリットダンパーの疲労性能評価 その 1 破断条件，齋藤真美，窪田大祐，焦瑜，河野守，日本建築学会大会学術講演梗概集（構造），111-112 頁，2016 年 8 月（査読無）

11．L-valine and salicylaldehyde derivative Schiff base Zn(II) complexes as UVA sunscreen, N. Yoshida, T. Shimada, H. Hiroki, M. Takase, T. Akitsu, Jacobs Journal of Inorganic Chemistry, 1 巻 1 号 6 頁，2016 年 12 月（査読有）

12．Synthesis, spectral elucidation, electrochemistry and DFT interpretation of manganese (II)-thioalkyl-arylazoimidazole complex, S. Nandi, K. Das, A. Datta, D. Banerjee, S. Roy, T. K. Mondal, D. Mandal, P. K. Nanda, T. Akitsu, S. Tanaka, C. Sinha, JOURNAL OF MOLECULAR STRUCTURE, 1133 巻 574-579 頁，2017 年 1 月（査読有）

13．広幅員空間における開口幅が開口部の流動性状に与える影響　避難群集の歩行特性と空間形状の関係，藤井皓介，山口純一，大宮喜文，丹下学，城明秀，佐野友紀，日本建築学会計画系論文集，82 巻 733 号 601-612 頁，2017 年 3 月（査読有）

14．空間条件が群集歩行性状に与える影響に関する実験的研究 群集流に基づく流動係数の変化，城明秀，大宮喜文，佐野友紀，丹下学，山口純一，藤井皓介，日本建築学会計画系論文集，82 巻 732 号 291-300 頁，2017 年 2 月（査読有）

15．複数色マーカーを用いた多人数歩行者群の画像解析と群集避難実験への応用，丹下学，今西美音子，佐野友紀，大宮喜文，日本建築学会計画系論文集，81 巻 730 号 2645-2652 頁，2016 年 12 月（査読有）

16．横長開口から噴出する熱気流の鉛直壁面近傍温度分布，大宮喜文，申易澈，野秋政希，姜昇具，日本建築学会環境系論文集，81 巻 730 号 1055-1063 頁（査読有）

17. Conference Proceedings of Interflam2016, 14th International Fire Science and Engineering Conference, J. Jeong, M. Mizuno, Y. Ohmiya, Y. Shin, K. Park, M. Delichatios, Conference Proceedings of Interflam2016, 14th International Fire Science and Engineering Conference, 1巻269-280頁, 2016年7月（査読有）
18. Relationship between Specific Flow and Opening Width Considering Pedestrian's Shoulder Twist Effect, M. Imanishi, T. Sano, Y. Omiya, Conference Proceedings of Interflam2016, 14th International Fire Science and Engineering Conference, 2巻1609-1620頁, 2016年7月（査読有）
19. An Experimental Study For The Radiant Heat Reduction Effect About The Low-E Coating Glass In Fire, K. Suzuki, T. Hisada, Y. Ohmiya, Conference Proceedings of Interflam2016, 14th International Fire Science and Engineering Conference, 1巻523-528頁, 2016年7月（査読有）
20. Study on mechanism of fire spread between rooms -Simple temperature prediction model for two rooms, Y. Shin, Y. Yoo, K. Park, Y. Ohmiya, K. Tashima, K. Himoto, Conference Proceedings of Interflam2016, 14th International Fire Science and Engineering Conference, 1巻559-564頁, 2016年7月（査読有）
21. Experimental Study On Suppression Of Fire Spread By Water, M. Noaki, T. Shimizu, A. Saito, T. Sato, S. Hayashi, T. Akieda, R. Serizawa, Y. Ohmiya, J. Yamaguchi, M. Delichatsios, Conference Proceedings of Interflam2016, 14th International Fire Science and Engineering Conference, 1巻571-576頁, 2016年7月（査読有）
22. Effect of Acute Yaw Angles With Sight Line on Visibility of Emergency Sign through Fire Smoke, K. Fujii, T. Sano, Y. Ohmiya, Conference Proceedings of Interflam2016, 14th International Fire Science and Engineering Conference, 1巻583-588頁, 2016年7月（査読有）
23. Study On Smoke Behavior In the Station Underpass, S. Mafune, O. Suzuki, D. Sato, Y. Ohmiya, Conference Proceedings of Interflam2016, 14th International Fire Science and Engineering Conference, 1巻709-714頁, 2016年7月（査読有）
24. Experimental Study Of The Crowd Flow Affected By A Bottleneck And A Junction, A. Jo, T. Sano, Y. Ohmiya, Conference Proceedings of Interflam2016, 14th International Fire Science and Engineering Conference, 1巻799-804頁, 2016年7月（査読有）
25. Validating the Function of Absorber Plates for Autosprinkler System Activation, K.C. Tsai, Y. Yamauchi and K. Matsuyama, Proceedings of the 10th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, 851-857頁, 2016年10月（査読有）
26. An Experimental Study on the Smoke-logging Phenomenon using Sprinkler for Performance-Based Evacuation Safety Design, D.G. Seo, U.G. Yoon, I.H. Koo, B.C. Kim, D.E. Kim, K. Matsuyama and Y.J. Kwon, Proceedings of the 10th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, 859-867頁, 2016年10月（査読有）
27. Algebraic Equations for Calculating Surface Flame Spread and Burning of a Cubical-shaped Polyurethane Foam Block, K. Ido, K. Harada, Y. Ohmiya, K. Matsuyama, M. Noaki and J. Ji, Proceedings of the 10th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, 427-435頁, 2016年10月（査読有）
28. 耐火性能検証法への確率統計論的手法の導入，水上点睛，新谷祐介，水野雅之，田中哮義，日本火災学会論文集，66巻2号13-19頁，2016年8月（査読有）
29. 金融市場の開示資料調査による不動産の証券化が既存建築物の遵法性に与える影響に関する研究，竹之内 哲次，水野 雅之，辻本 誠，日本建築学会計画系論文集，81巻722号1001-1010頁，2016年4月（査読有）
30. Experimental Study on the Effect of Frame Height of Bed Mattress upon Fire Behavior in Compartment, Kye-Won Park, Jong-Jin Jeong, Masayuki Mizuno, Yoshifumi Ohmiya, Kenichi Ikeda, and Yoshihiko Hayashi, The Proceedings of 10th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, 397-407頁, 2016年10月（査読有）

31. Analysis of Combustion Expansion and Heat Release Rate During Combustion of Mattress Installed at Different Heights, Jong-Jin Jeong, Kye-Won Park, Masayuki Mizuno, Yoshifumi Ohmiya, and Kenichi Ikeda, The Proceedings of 10th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, 409-418頁, 2016年10月（査読有）
32. Analysis of Heat Release Rate of Bed Mattress Installed at Different Heights, Jong-jin Jeong, Kye-won Park, Masayuki Mizuno, Yoshifumi Ohmiya, Yi-Chul Shin, Michael A. Delichatios, Proceedings of the fourteenth international fire science and engineering conference (INTERFLAM 2016), 1巻261-280頁, 2016年7月（査読有）
33. Development of Flow Model in Staircase by considering Mechanism of Flow Stop by Congestion with People, Masayuki Mizuno, Hidetaka Sendo, Noriyuki Tanaka, Hiroyuki Kadokura, Kousuke Fujii, Tomonori Sano and Ai Sekizawa, 2巻1641-1643頁, 2016年7月（査読有）

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。

辻本　誠

「車両火災に関する研究」

鉄道車両の火災現象について、主たる可燃物である座席部分に注目し、個別の座席の自由空間における発熱量から車両空間で隣接する座席に延焼するか、結果としてフラッシュオーバーを起こすかどうかを判定するためのモデル化を行った。このモデルを利用して、乗客の避難安全の判定に用いることが出来る。

松山　賢

「テラヘルツ電磁波を利用した火災安全工学分野への応用」

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

「布団の燻焼による一酸化炭素危険性に関する研究」

日本の住宅火災で死者が発生した発火源と着火物の組み合わせで最も多いのは、たばこと布団である。背景には寝たばこが疑われるが、燻焼時に発生する一酸化炭素（CO）の空間内の濃度分布が特徴的な傾向を示すことが危険性を高めている可能性がある。すなわち、鼻口近傍での局所的に高濃度な CO の存在や、空間上部に形成された比較的温かい空気層の下に CO 濃度の高い層が形成されることなどであり、これらを実験により調査する。

「車いす介助による階段降下避難の可能性の検討」

車いす利用者の火災時避難を考える上で、一つは安全に利用できる避難用のエレベータを提供することであるが、比較的規模の小さい建物ではそうした防災設備を整備することは現実的ではない可能性が高い。また、階段降下避難用の車いすや搬送装置等も製品化されているが、乗せかえの手間などもあるため、本研究では一般の車いすによる階段降下避難の可能性を検討し、効果的な方法や介助者に求められる条件などを調査する。

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

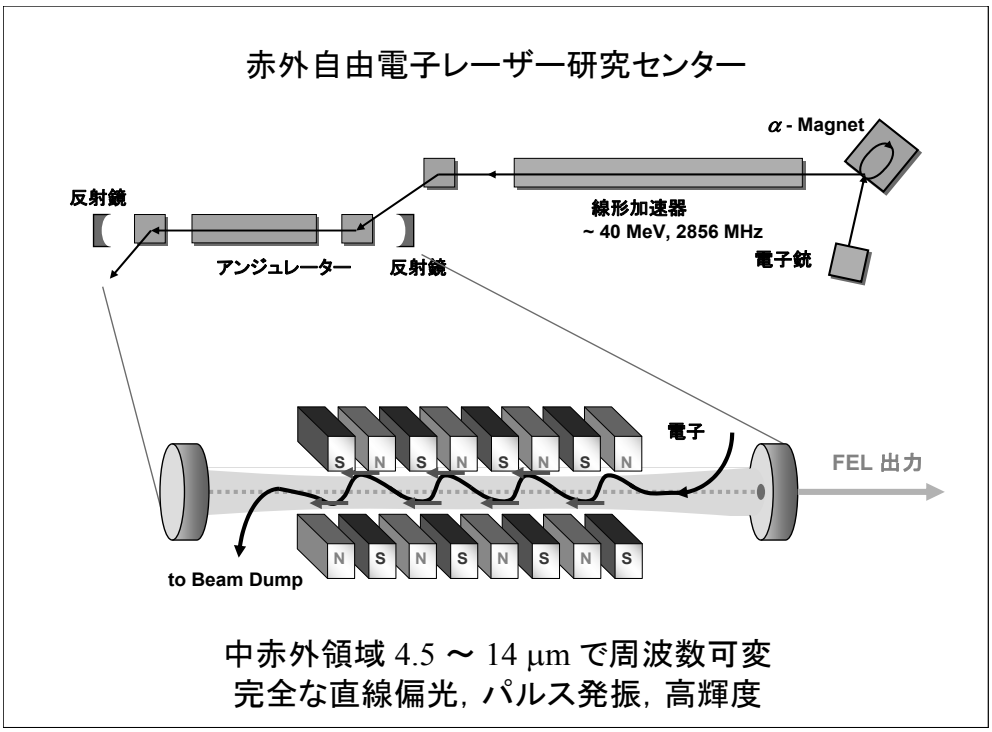
1. 概要

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 160 m^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 5-methyl-2,3-dihydrofuran 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などの光学現象を誘起できる。それ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、2,3-ジヒドロフラン（2,3-DHF）に FEL を直接照射すると、熱反応と同様の異性化が起こることが報告されている。一方、2,3-DHF に光増感剤としてクロロトリフロロメタン（$CClF_3$）を添加し FEL 光増感反応を行うと脱水素化が起こる。しかし、この直接励起と増感剤付与による反応性の違いが、他の化学種でも起こる普遍的な現象なのか不明であった。そこで本研究では、2,3-DHF に類似した 5-メチル-2,3-ジヒドロフラン（5M-2,3-DHF）でも同様の傾向が見られるか実験を行った。

ステンレス製セル（長さ:125 mm、内径:10 mm、窓材:BaF_2）に試料と CF_3Cl をそれぞれ 0.2Torr ずつ封入し、1080 cm^{-1} の FEL（5 Hz, 6-7 mJ/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 = 200 mm）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ム質量分析計を用いた。

右図に、増感剤を添加した 2,5-DHF および 5M-2,3-DHF の系に対する、FEL 照射前後のガスクロマトグラムを示す。どちらの系でも光増感反応において Furan への脱水素反応が起こることが確認された。それに対して FEL を直接照射した場合は、ガスクロマトグラムに変化は見られなかった。量子化学計算（B3LYP/6-31G (d,p)）から脱水素反応の障壁は 49.5 kcal/mol と見積られる。以上のことから今回の環状エーテル系では、FEL を直接吸収した場合は反応障壁を越えられないが、光増感剤を介してエネルギーを十分に受け取ることで、障壁を越え脱水素化することが明らかになった。

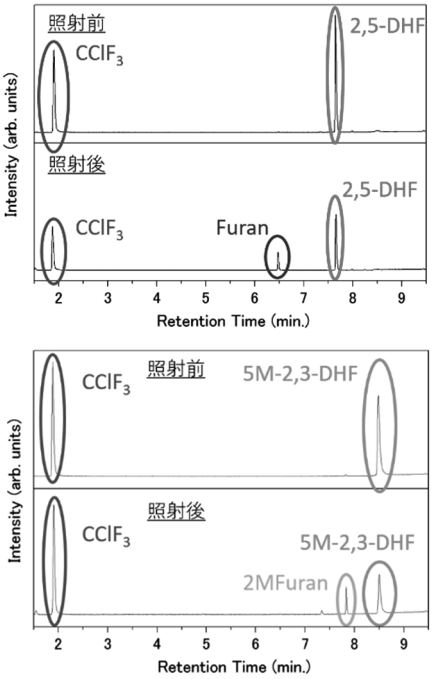
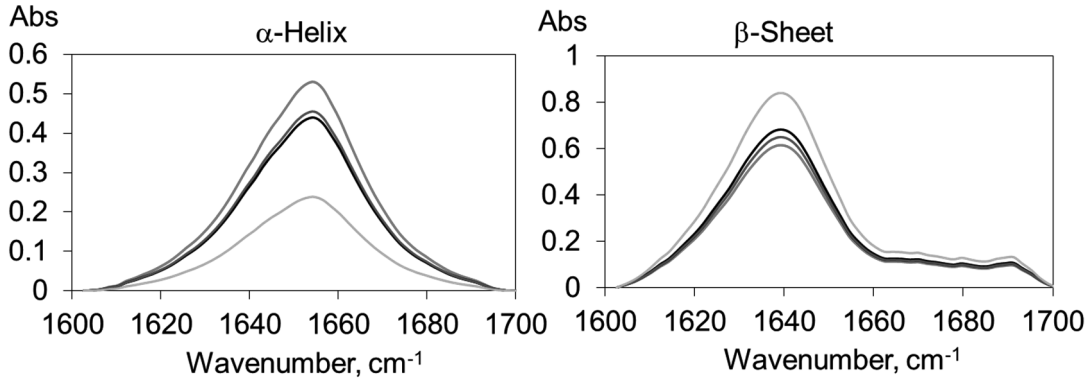


図　$CClF_3$ 添加したサンプルに対する照射前後ガスクロマトグラム。上:2,5-DHF、下: 5M-2,3-DHF。

3. 2. 生命科学への応用

生命科学分野において、タンパク質の立体構造を改変する方法としては、アミノ酸変異法やタンパク質架橋法などが用いられている。単なる加熱処理や溶液 pH とイオン強度の変化によってもタンパク質高次構造は大きく影響を受ける。一方、これら既存の方法とは全く異なる原理に基づくタンパク質構造改変方法として、FEL によるアミド結合励起法を見出した。この方法を用いることにより様々なアミロイド線維の凝集構造をモノマーにまで解離できることが判明した。しかし、FEL 照射によるタンパク質自体のコンフォメーション変化については不明であった。今回、凝集していないネイティブ状態のリゾチームに対してアミド結合特異的波長（6.19μm）で FEL を照射した結果、FT-IR のスペクトル解析から β-sheet の割合が減少し、α-helix の割合が増加することが判明した（次頁図、red line）。この時のリゾチーム溶菌活性はネイティブタンパクの活性よりも約半分に低下していた。また同等のレーザー強度で赤外吸収の無い波長（5.50μm）での照射では構造変化が顕著ではなく（blue line）、90℃の加熱処理では、β-sheet の割合が増大しα-helix の割合が減少する結果が得られた（green line）。以上の結果

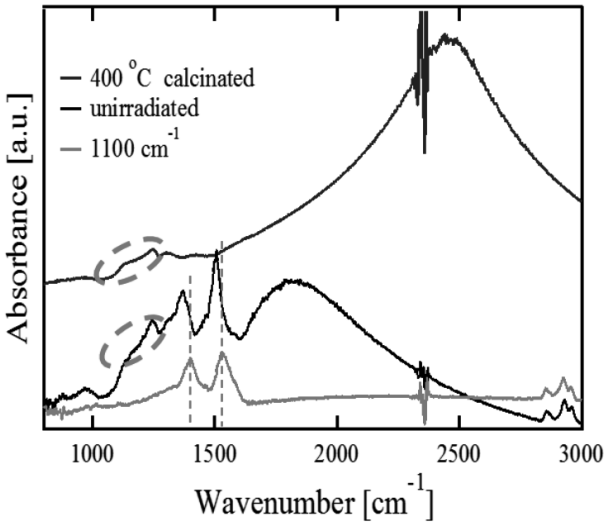
から、FEL によるアミド結合選択的な励起エネルギーの供与によって単なる熱的変性とは異なる構造変化が活性部位を含むタンパク質自体の構造に起こるものと結論できる。今後、FEL を用いたタンパク質の光学的構造改変方法の開発が期待される。



Deconvolution of the amide I band to α-helix (left) and β-sheet (right). Black curve: native lysozyme before irradiation; red curve: lysozyme after irradiation at 6.05μm; blue curve: lysozyme after irradiation at 5.50μm; green curve: lysozyme after heating at 90℃.

3. 3. FEL を活用した物質創製に関する取り組み

広範で多彩な機能物性を示す金属酸化物膜の作製手法は多岐に渡るが、有機金属化合物を出発材料とし、有機物の分解を経て目的とする酸化物を得る、MOCVD（有機金属気相成長）法や MOD（有機金属化合物分解）法が、高品質な膜形成手法として数多くの場面で用いられている。主な有機物分解法としては熱分解があげられるが、熱処理温度ならびに熱処理時間のみをパラメータとした分解過程においては材料設計の自由度に制限があり、意図しない異相析出や組成ずれが問題となる。そこで、このような問題を解決する手段として、熱処理の代わりに FEL を用いた有機金属化合物の分解に注目している。FEL は、近紫外から遠赤外の波長領域において高出力な発振が可能な放射光であり、材料の構造や運動性理解に関する有力な手法として幅広い実績がある。一方で、その高いエネルギー密度を活用すれば、対象分子中の多光子吸収によって、熱分解とは異なる分解反応を、波長選択性を持たせながら誘起することができると考えられている。右図は、代表的な酸化物強誘電体である Pb(Zr, Ti) O_3 の前駆体物質に FEL を照射した後の FT-IR スペクトルの変化を示したものである。波長 1100 cm^{-1} にて FEL を照射した試料においては、1500 cm^{-1} 付近のピーク（CH_3 変角）が長波数側にシフトし、未照射膜や熱処理膜に見られる 1200cm^{-1} 付近のピーク（C-O 伸縮）が消失していることから、熱分解とは異なる反応が誘起されていることがわかる。さらにこれらの反応を連続的かつ 3 次元的に行うため、2 軸動作可能な成膜・照射同時実験装置を開発した。本装置を用いて、構造制御された金属酸化物の 3 次元造形の可能性を検討中である。



図：波長 1100 cm^{-1} の FEL 照射後の Pb（Zr, Ti）O_3 前駆体膜の FT-IR スペクトル

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。

利用者について

平成 29 年 2 月 1 日に外部・内部ユーザーによる FEL-TUS 光利用ワークショップが開催された。プログラムは以下のようであり、走っている研究課題は学外 3 テーマ、学内 7 テーマである。今後も引き続き外部・内部ユーザーの獲得に力を入れていく。

FEL-TUS光利用ワークショップ2016
日時 2017年2月1日(水) 14:30～
場所 森戸記念館 2階 第3会議室

14:30～14:40	FEL-TUS利用者懇談会の開催趣旨 築山光一　赤外自由電子レーザーセンター長	
14:40～15:00	中赤外FELの生命医科学への応用 －in vitroからin vivoへの展開－ 川崎平康(FEL-TUS) 中村和裕（群馬大学大学院保健学研究科）	生命科学系
15:00～15:15	PM2.5胎児期曝露により出生児の脳に起こるアストログリオーシスの赤外顕微分析 小野田淳人(薬／学振DC)、梅澤雅和(総研院／基礎工・材料工)	
15:15～15:30	赤外自由電子レーザーを用いた口腔細菌に対する殺菌効果の検討 古谷田泰徳　(神奈川歯科大学)　藤岡 隼(FEL-TUS)	
15:30～15:45	赤外放射光施設を利用した頭髪化粧品メーカーの取り組み 伊藤 廉　株式会社ミルボン 中央研究所	
15:45～16:00	赤外多光子吸収による光化学反応 小山貴裕　理学部第一部化学科	光化学系
16:00～16:10	Intermission	
16:10～16:20	蛋白質―金属錯体複合系への赤外線自由電子レーザー照射 秋津貴城　理学部第二部化学科	材料科学系
16:20～16:35	自由電子レーザーミクロパルスを用いたポンプ-プローブ分光システムの開発 宮島颯祐　理学部第一部応用物理学科	
16:35～16:50	赤外自由レーザー照射による強誘電体前駆体膜の分解 中嶋宇史　理学部第一部応用物理学科	
16:50～17:05	赤外自由電子レーザーによるレジスト用高分子のアブレーション 鳥海 実　境界科学技研	
17:05～17:35	遠赤外FELによる利用研究 入澤明典　大阪大学産業技術研究所	
17:35～	意見交換	

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。

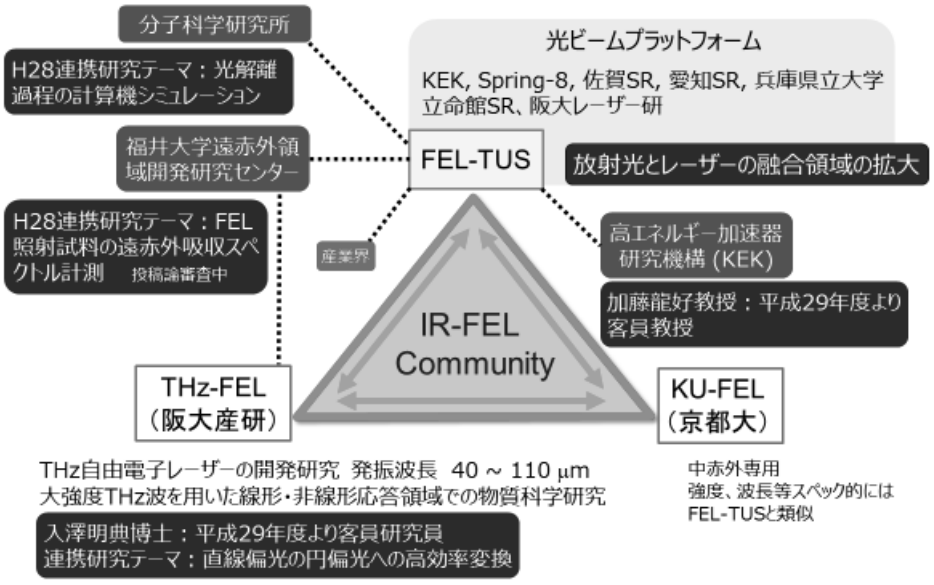
センターの運営について

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。

平成 28 年度利用料金表

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

他機関との連携について以下の図にまとめた。大阪大学産業技術研究所には 40～110μm すなわち THz 領域において周波数可変な自由電子レーザーが設置されている。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 28 年度分）

学術論文

1．Infrared light as a potential therapeutic approach for neurodegeneration, K. Nakamura and T. Kawasaki, *Biomed. Res. Clin. Prac.* **2** (1), 1-4 (2017). DOI: 10.15761/BRCP.1000130
2．Dissociation of Protein Aggregates by Mid-infrared Laser, T. Kawasaki, K. Nakamura, *Electronic J. Biol.* **12** (4), 363-366 (2016)
3．Picosecond pulsed infrared laser tuned to amide I band dissociates polyglutamine fibrils in cells, T. Kawasaki, G. Ohori, T. Chiba, K. Tsukiyama, K. Nakamura, *Lasers Med. Sci.* **31**, 1425-1431 (2016). DOI: 10.1007/s10103-016-2004-x
4．Perivascular Accumulation of β-Sheet-Rich Proteins in Offspring Brain following Maternal Exposure to Carbon Black Nanoparticles, A. Onoda, T. Kawasaki, K. Tsukiyama, K. Takeda, and M. Umezawa, *Front. Cell. Neurosci.* **11**:92 (2017), DOI: 10.3389/fncel.2017.00092
5．超微小粒子の胎児期曝露に伴う脳血管周辺異常の赤外顕微法による可視化，小野田淳人，川﨑平康，築山光一，武田健，梅澤雅和，バイオイメージング **25** (1): 1 (2016)(招待原稿)
6．Collision induced state-to-state energy transfer dynamics between the 2_u ($^1D_2$) and 2_g ($^1D_2$) ion-pair states of I_2, S. Hoshino, Y. Nakano, M. Araki, T. Ishiwata and K. Tsukiyama, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **18**, 14292-14298 (2016), DOI: 10.1039/C6CP00222F
7．Infrared amplified spontaneous emission from the 0_g^+ ($^3P_0$) and 0_g^+ ($^1D_2$) ion-pair states of molecular bromine, S. Hoshino, M. Araki, T. Ishiwata and K. Tsukiyama, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **18**, 19464-19471 (2016), DOI: 10.1039/C6CP02117D
8．Precise observations of the $^{12}C/^{13}C$ ratios of HC_3N in the low-mass star-forming region L1527, M. Araki, S. Takano, N. Sakai, S. Yamamoto, T. Oyama, N. Kuze, and K. Tsukiyama, *Astrophys. J.*, 833, 291 (2016), DOI: 10.3847/1538-4357/833/2/291
9．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* (2017) in press. DOI: 10.1016/j.nimb.2017.04.093
10. Y. Takeuchi and T. Akitsu, “Anthraquinone Derivative Chiral Schiff Base Copper (II) Complexes for Enzyme Type Bio-Fuel Cell Mediators”, Journal of Electrical Engineering, 4, 189-195 (2016).
11. E. Tsuda, Y. Mitsumoto, K. Takakura, N. Sunaga, T. Akitsu, T. Konomi, and M. Katoh, “Electrochemical tuning by polarized UV light induced molecular orientation of chiral salen-type Mn (II) and Co (II) complexes in an albumin matrix” *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, **2**, 53-59 (2016).
12. Optical transitions from the lowest to higher exciton and biexciton Rydberg states in CuCl, K. Miyajima, K. Sakaniwa and M. Sugawara, *Phys, Rev.* B94, 195209 (2016)

招待講演・依頼講演

1．Impact of Mid-Infrared Free-Electron Laser on Molecular Structures of Bio-related Compounds, Takayasu Kawasaki, 第 7 回京都大学エネルギー理工学研究所 国際シンポジウム The 7th International Symposium of Advanced Energy Science -Frontiers of Zero Emission Energy-, 2016.9.6, 京都大学吉田キャンパス 百周年記念ホール
2．生命科学分野への FEL の応用研究，川﨑平康　第 30 回日本放射光学会年会・放射光化学合同シンポジウム，2017 年 1 月 7-9 日，神戸芸術センター（神戸）（企画講演）
3．海外・国内 IR/THz-FEL 利用の現状，築山光一，第 30 回日本放射光学会 企画講演 IR/THz-FEL の現状と今後の展望，2017 年 1 月 8 日
4．赤外自由電子レーザー利用研究の現状，築山光一，レーザー学会東京支部セミナー 第 18 回先進レーザー応用技術セミナー，2016 年 11 月 22 日
5．中赤外自由電子レーザー利用研究の現状，築山光一，日本分光学会関西支部講演会，2016 年 11 月 18 日

6．Anthraquinone derivative Schiff base copper (II) complexes as mediators including laccase for cathode of biofuel cells, 竹内祐人, 須永将光, 秋津貴城, Advances in Functional Materials Conference 2016, 済州, 2016
7．XRD analysis, non-linear optics, and spectroscopic studies on composites with chiral metal complexes, 秋津貴城, BIT's 3rd Annual World Congress of Smart Materials 2017, バンコク, 2017

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

「キラル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」

キラルシッフ塩基金属錯体と蛋白質 HSA（生体高分子）を構成要素とする有機 - 無機複合材料に FEL-TUS により発生させた偏光 IR 紫外光照射後の変化を、偏光 UV-vis スペクトルや偏光 IR スペクトルで議論した。今回用いたキラルシッフ塩基亜鉛（II）錯体は紫外光を照射すると蛍光を発し、結合切断の可能性もあるので、IR 照射を試みた。蛋白質 HSA への IR 照射は、主に水素結合が形成する高次構造に影響を及ぼしうる。

宮島　顕祐

「ポンプ・プローブ分光システムの構築」

FEL 光のミクロパルスを用いた、狭線幅かつ超短パルス光での、中赤外域ポンプ-プローブ分光システムの構築を目指した。この光学系を構築できれば、例えば、半導体におけるナノ微粒子中の量子化準位間遷移の高速電子緩和過程を捉えることなどが可能となる。ミクロパルスをビームスプリッタで 2 つに分け、光路差を調整して再び重ねる系を構築した。ミクロパルスの時間幅は、0.42 ps であることを明らかにした。

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」

有機金属化合物を出発材料とし、有機物の分解を経て目的とする金属酸化物を得る手法が知られているが、熱処理などをベースした分解反応においては、材料設計の自由度に制限がある。本研究では、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微構造、価数、配向性を任意に制御可能な手法の確立に取り組んでいる。また、赤外自由電子レーザーの高いエネルギー密度を活用し、膜形成と分解反応を交互に行うことで、構造制御された金属酸化物の 3 次元造形の可能性も検証する

今井　貴之

「FEL 装置高性能化に関する研究」

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

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、実験室および天文観測により、可視・赤外・電波光領域で星間分子の観測を行っている。炭素鎖分子 HC_3N の ^{13}C 同位体の天文観測を行い、その同位体比を精密に決定した。その結果、星間空間で、炭素鎖分子が二個の炭素を単位とした反応機構において生成していることを明らかにした。また、C_7H、C_6H、CH_3C_4H など長い炭素鎖分子を星間空間で検出した。今後は、類似分子について、実験室での吸収スペクトの測定を行う。

川崎　平康

「生命科学への FEL の応用研究」

タンパク質の構造と機能に及ぼす FEL の照射効果について研究を行っている。タンパク質のポリペプチド鎖同士が弱い結合によって会合したタンパク質凝集体に FEL を照射した場合、アミドバンドでの共鳴波長において凝集構造が解離しモノマー体が生成する現象を見出した。またアミド結合特異的な FEL 照射によって、凝集体のみならずタンパク質自体の活性部位のコンフォメーションも変化を受けることが示唆された。将来、タンパク質の立体構造を改変するための新規な光学的ツールとして FEL が利用されることを期待している。

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。

キラリティー研究センター

キラリティー研究センターについて

1. 概要

生体関連化合物には、L-アミノ酸やD-糖質に見られるように、2つの鏡像異性体のうち一方のみが存在する場合が多い。従って、キラル化合物の不斉の起源は科学の根源的な問いの一つである。また鏡像異性体間で生物活性が異なるため、鏡像異性体を選択的に合成する不斉合成反応の開発は化学における重要な課題の一つである。本研究ではこれら重要な課題である不斉の起源の解明と、不斉触媒反応の開発を大きな研究の柱として研究を行う。不斉の起源が解明できれば現在の自然観を深化させる非常に重要な知見になる。優れた不斉触媒反応を開発する事ができれば、医薬品等が安価に簡便に合成でき我々の生活の質を向上させることが期待される。我々は、平成19-23年度私立大学高度化推進事業ハイテクリサーチセンター「キラルマテリアル研究センター」において、サイエンス誌2報を含む計480報の論文を発表し、意義深い研究成果を挙げた。本研究はこれを一層発展させ、私立大学戦略的研究基盤形成支援事業としてキラリティーの起源・増幅や不斉合成を集中的に研究する事により、世界的なキラリティーの研究センターを構築し、もって人類のキラリティーに関する自然観を深め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、平成 24 年度に発足したもので、不斉合成法の開発・応用グループと不斉の起源の解明・解析グループの 2 グループからなる。構成員は 13 名でセンター長は椎名勇教授（総合化学研究科総合化学専攻)、総合化学研究科総合化学専攻と他大学の教授・准教授から成り立っている。施設は神楽坂校舎 11 号館別館である。本センターで 24 年度に購入した設備装置は、ガスクロマトグラフ質量分析計、反応解析 IR、飛行時間型質量分析計システムであり、25 年度には核磁気共鳴測定装置(500 MHz NMR)を購入した。なお、同施設には単結晶 X 線構造解析装置、円二色性分散計(CD)があり、その他の測定機器を併せて有効に利用して研究の推進を計る。

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 不斉合成法の開発・応用グループについて

キラル化合物合成法の提供や不斉合成、ヘテロ原子を用いる不斉合成、金属錯体における不斉発現、キラル機能分子の提供など、不斉合成法の開発や応用に関する研究をすすめている。

核磁気共鳴装置(500 MHz)

3. 2. 不斉の起源の解明・解析グループについて

不斉の起源と増幅反応の解明、キラル計測法の開発、生命の起源の解明と新規不斉誘導材料の開発、キラリティーの発現機構の理解を深めるなど不斉の起源の解明や解析に関する研究をすすめている。

4. 研究活動の展望

平成 28 年 11 月 30 日に国際シンポジウムである第 15 回 Symposium on Chemical Approaches to Chirality を開催した。平成 24 年に発足後、構成員がそれぞれ各自の研究テーマで研究を推進してきた。これまでにキラリティー研主催のシンポジウムを 5 回開催してきた。平成 24 年 9 月 26 日に国際シンポジウムである第 11 回 Symposium on Chemical Approaches to Chirality、平成 25 年 11 月 27 日に第 12 回 Symposium on Chemical Approaches to Chirality、平成 26 年 11 月 12 日に第 13 回 Symposium on Chemical Approaches to Chirality、平成 27 年 11 月 18 日に第 14 回 Symposium on Chemical Approaches to Chirality も開催してきた。その際、各メンバーの

研究内容に関して十分な討議を行い、センターとしての研究の推進を図った。

キラリティーは科学のいろいろな分野に関与するキーワードであり、本研究では、有機不斉合成、分子不斉化学、結晶化学、表面化学、計測化学などの様々な専門家が結集し、連携しつつ活発に研究することにより、キラリティーに関する総合的な研究を押し進める。本研究を通して、鏡像体過剰率が増幅する不斉自己触媒反応により、不斉の起源について知見を得る事ができれば、不斉の起源に関する我々の自然観を深淵化する事ができる。

また、高い反応性と、高い不斉識別能を合わせ持つ優れた不斉触媒を用いて、強力な生物活性を有する化合物の合成を行っていく。

近年開発された医薬品はキラリティーを持つ構造のものが多く、キラル化合物を触媒的不斉合成する本研究はキラル医薬品を製造する基礎技術となることが期待される。

5. むすび

キラリティー研究センターは、平成 24 年度に発足し、各種の受賞（椎名勇が平成 24 年度日本化学会学術賞、26 年度に井上学術賞、27 年度に文部科学大臣表彰科学技術賞、市村学術賞・功績賞、佐藤毅が平成 25 年度東京都技術振興功労者表彰、硤合憲三が平成 29 年 3 月に「東レ科学技術賞」、平成 27 年 9 月に名誉博士号 Pannonia 大学、ハンガリー、平成 24 年 4 月紫綬褒章を受賞した。）で表されるように、確固たる研究成果を挙げた。今後も各研究の推進を最優先させ、優れた研究成果を挙げることが重要である。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

1．Kinetic Resolution of Racemic 2-Hydroxyacetals by Asymmetric Esterification Using a Mixed Anhydride Protocol, Kenya Nakata, Eri Tokumaru, Takahiro Saitoh, Takayoshi Nakahara, Keisuke Ono, Takatsugu Murata, and Isamu Shiina, Heterocycles, 2016, 95, 277-289.(査読有)

2．Expeditious Synthesis of Carboxylic Esters and High-yielding Macrolactones Using Trifluoromethyl-substituted Benzoic Anhydrides with 4-(Dimethylamino)pyridine: an Evaluation of The Reactivities of Aromatic Acid Anhydrides as Dehydration Reagents Compared with 2-Methyl-6-nitrobenzoic Anhydride, Isamu Shiina and Takayuki Tonoi, Heterocycles, 2017, 94, 255-275.(査読有)

3．Synthesis of Tricyclic Benzazocines by Aza-Prins Reaction Katamura, T.; Shimizu, T.; Mutoh, Y.; Saito, S. Org. Lett. 2017, 19 (1), 266-269.(査読有)

4．Carbon Dioxide-Derived Immortal Brush Macromolecules with Poly(propylene carbonate) Side Chains. S. Handa* and H. Sugimoto*, Macromolecules, 49 (18), 6810-6816 (2016). (査読有)

5．Asymmetric Induction by Nitrogen 14N/15N Isotopomer in Conjunction with Asymmetric Autocatalysis. A. Matsumoto, H. Ozaki, S. Harada, K. Tada, T. Ayugase, H. Ozawa, T. Kawasaki, K. Soai, Angew. Chem. Int. Ed., 2016, 55, 15246-15249 (VIP paper). Front cover.(査読有)

6．Can the Analyte-Triggered Asymmetric Autocatalytic Soai Reaction Serve as a Universal Analytical Tool for Measuring Enantiopurity and Assigning Absolute Configuration? C. J. Welch, K. Zawatzky, A. A. Makarov, S. Fujiwara, A. Matsumoto, K. Soai, Org. Biomol. Chem., 2017, 15, 96-101. Front cover.(査読有).

7．Structural Discrimination between Aβ(1-40) and Aβ(1-42) Peptides in Films with Vibrational Circular Dichroism Spectroscopy, Toshinori Morisaku and Hiroharu Yui, Analytical Sciences, 33, 79-82 (2017).(査読有).

8．Surface Structures Formed by Copper(II) Complex of Alkyl-Derivatized Indigo, Akinori Honda, Keisuke Noda, Yoshinori Tamaki, and Kazuo Miyamura, Materials, 9, 837-845 (2016) (査読有).

9．Precise observations of the 13C isotopic ratio of HC3N in the low-mass star forming region L1527, M. Araki, S. Takano, N. Sakai, S. Yamamoto, N. Kuze and K. Tsukiyama, Astrophys. J., 833: 291 (2016) (査読有).

著書

1．CO_2とジオールからの直接プラスチック合成, 田村 正純, 中川 善直, 杉本 裕, 冨重 圭一, *プラスチックスエージ*, **63 (1)**, 印刷中 (2017).

招待講演

1．椎名 勇,「不有機分子触媒による高効率脱水縮合反応の確立ならびに薬理活性化化合物の立体選択的合成法の開発」第 5 回 JACI/GSC シンポジウム, ANA クラウンプラザホテル神戸, 2016 年 6 月 3 日.

2．K. Soai, “Asymmetric Autocatalysis and the Origin of Homochirality”, University of Milano, Milano, Italy, December 14, 2016.

3．硤合 憲三,「不斉自己触媒反応とホモキラリティーの起源」, 東京工業大学大学院理学院, 東京, 2016 年 12 月 21 日.

4．築山 光一,「海外・国内 IR/THz-FEL 利用の現状」第 30 回日本放射光学会 企画講演 IR/THz-FEL の現状と今後の展望 2017 年 1 月 8 日

広報

１．椎名 勇,「がん研究会と東京理科大、エーザイ、RTK 増幅癌治療標的にゴルジ体、人工合成 M-COPA で RTK 陽性胃癌の増殖を抑制」が日経バイオテク ONLINE, 2016 年 5 月 11 日付（トップ記事）に掲載された。

２．斎藤 慎一らの論文（J. Org. Chem. 2016, 81, 3479-3487）が Featured Article, ACS Editors' Choice, そして cover art に採用された。

３．硤合 憲三, 松本 有正らの論文(Angew. Chem. Int. Ed., 2016, 55, 15246-15249)が Front Cover に採用された。

４．硤合 憲三, 松本 有正らの論文(Org. Biomol. Chem., 2017, 15, 555-558)が Chemistry World に News として取りあげられた。

受賞

１．硤合 憲三, 東レ科学技術賞 平成 29 年 3 月 15 日.

研究課題（研究者別）

不斉合成法の開発・応用グループ

椎名　勇

「不斉触媒を活用した光学活性有機化合物の創製」

イブプロフェンやナプロキセン等の汎用 NSAIDs の光学活性体を高い鏡像体過剰率で得るために、DKR と KR を組み合わせて用いる手法（DKR/KR 法）を立案した。すなわち、ラセミ体を一旦 DKR によりほぼ定量的にキラル変換し、ついで KR を実施することで光学的に純粋な薬剤を得る手段である。これにより、ラセミ体の NSAIDs から最大限の効率で目的とする(*S*)型化合物を大量に生産することが可能となった。

斎藤　慎一

「ユニークなキラリティーを持つ有機分子の創製」

［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、この手法を応用することにより、類例のない構造を有するキラル［2］ロタキサンを合成し、エナンチオマーの分割を行った。さらに単離したホモキラルな［2］ロタキサンのラセミ化反応についても精査した。

杉本　裕

「キラル機能性分子の設計とその触媒利用」

新規キラル機能性分子を設計、合成し、様々な有機化合物の不斉合成を実現する触媒としての利用を試みる。特に、二酸化炭素とエポキシドの交互共重合により合成される脂肪族ポリカーボネートの主鎖繰り返し構造を立体選択的に制御するための触媒開発を中心に進める。そして新たな触媒を用いて合成される立体規則的脂肪族ポリカーボネートの諸物性を取得し、従来型の非規則的ポリカーボネートの物性と比較する。

殿井　貴之

「(3*S*,16*E*,20*E*,23*S*)-ユーシェアリライドの不斉全合成」

ユーシェアリライドは、2006 年に単離された抗菌活性化合物であり、24 員環ラクトン部位を含む大環状構造を有している。本研究では、鎖状立体制御法を駆使することでセコ酸を効率的に構築し、さらにその環化反応を鍵工程として(3*S*,16*E*,20*E*,23*S*)-ユーシェアリライドの不斉全合成を達成した。合成品の各種スペクトルは天然物と完全に一致したことからユーシェアリライドの絶対立体配置の決定に成功した。

不斉の起源の解明・解析グループ

硤合　憲三

「不斉自己触媒反応と不斉の起源研究」

生体関連化合物はＬアミノ酸やＤ糖類に見られるように、一方の鏡像異性体から構成されている。不斉の起源の解明は生命の成り立ちを考察する上で極めて重要な課題である。我々はキラルな生成物が自己を合成する不斉触媒として作用する不斉自己触媒反応を見出している。本反応ではじめに極微小の不斉の偏りがあれば、自己増殖しながら一方の鏡像異性体にキラリティーが増幅する。本反応によりキラル化合物の不斉起源を探究する。

由井　宏治

「振動円二色性分光法によるキラル分子溶液・材料の構造機能と反応計測」

振動円二色性分光法を用いて、アミロイドβ蛋白質（Aβ）40 と 42 の微細な構造差異を検出した。Aβ40 では 1630cm^{-1}付近に右円偏光活性を有するアミドⅠバンド、Aβ42 では同波数位置に反対の極性、つまり左円偏光活性を有するアミドⅠバンドを観測した。その波数位置から、Aβ40 と Aβ42 はどちらも主にβシート構造を形成しているが、それぞれの二次構造は反対の光学活性を有していることを明らかにした。

宮村　一夫

「アキラル分子が示す二次元キラリティーに関する研究」

キラルな分子であっても、プロキラルな分子は表面に吸着する面の違いによって、表面構造はキラリティーを示す。さらにプロキラルな分子でなくても分子相互の配列によって、キラルな構造をもつドメインが生じることがある。本研究では、平板状の色素分子を中心に表面で生じる二次元キラリティーの構造およびその動的な挙動を解析する。

築山　光一

「赤外自由電子レーザーによる有機分子の光解離反応」

分子に高強度赤外レーザーを照射すると多光子吸収(IRMPD)を起こし、解離反応や異性化反応が誘起される。IR-FEL による有機分子へのエネルギー供給は、分子選択的・励起振動モード選択的である。将来的には円偏光レーザー光を用いることによりキラル分離への道が拓かれるのではないかと考えられる。常温で蒸気圧をもつ有機分子の IRMPD 反応素過程、例えば波長依存性や解離効率等を解明することはその下地となる。

松本　有正

「不斉自己触媒反応を用いる超高感度不斉識別」

不斉自己触媒反応は低い鏡像体過剰率のキラル化合物が自己増殖しながら量および鏡像体過剰率を著しく増幅されるものである。従って識別が困難である不斉要因存在下で不斉自己触媒反応を行い、生じる極微小の不斉の偏りを増幅させ、これにより超高感度不斉識別を行うことが可能である。不斉自己触媒反応を用いて窒素 14 と窒素 15 による同位体キラル化合物の不斉識別を行った。

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科学技術として、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する。「酸化分解力」は消臭、抗菌、防汚などに、「超親水性」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が、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

写真 光触媒国際研究センターの外観

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 2,600m^2 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。

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

平成 27 年度の活動内容と研究成果をまとめた年報を作成し平成 28 年 7 月に発行した。以下に、各グループの顕著な共同研究成果をまとめた。

3. 1. 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。そこで本グループでは、学内の化学・材料・機械系分野の教員の研究を基本に、光触媒分野で優れた実績のある学外研究機関、および光触媒の製品化で実績のある企業を加え、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、研究を進めている。平成 28 年度は、学内教員 10 名、学外教員 2 名でグループを構成した。主な研究内容は、光触媒微粒子の形態制御、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)、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であり、分野横断による協力体制で研究活動を行った。

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、光触媒が菌などの微生物へ与える影響についての本質的な理解を深めるため、光触媒から発生した活性酸素種がグラム陽性菌のペプチドグリカン層を通過できるのかについて検討した。実際には、乳酸菌のプロトプラストを作製し未処理の乳酸菌との不活化効率の違いに着目することでペプチドグリカン層に対する光触媒反応の影響を探った。その結果、ペプチドグリカンは光触媒反応によって構造変化を起こし、新たな活性酸素種の生成に関与している可能性があることが示された。一方、光触媒を用いた芽胞形成菌の不活化に関する検討も行った。金属担持光触媒を用いることで従来の光触媒を使用した場合よりも短時間で芽胞形成菌を不活化できることが明らかになった。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、光触媒を用いることでキキョウやシュンギク等の種子の発芽率向上が観察された。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進められた。

3. 3. 人工光合成グループについて

人工光合成グループでは、世界が注目している半導体光触媒による水分解と二酸化炭素還元を中心に、国内外の学会発表だけではなく国際一流誌への論文発表を精力的に行った。その中の幾つかは本センターのメンバーが共著となっている。詳細は各メンバーの研究業績に掲載しているが、本項では特に著書について取り上げる。平成 28 年度は本グループから成果をまとめた最新の研究紹介だけではなく、人工光合成の基礎から発展に至る内容を盛り込んだ、以下の著書を発行した。中田・寺島・勝又・藤嶋・栄長による“二酸化炭素と海水からのホルムアルデヒド合成”二酸化炭素を用いた化学品製造技術, *S&T 出版*, 2016 年 4 月、寺島・中田・藤嶋らによる“Hydrogen and CO_2 Reduction Reactions: Mechanisms and Catalysts”Photoelectrochemical Solar Fuel Production(分担), *Springer*, 2016 年 5 月、工藤“人工光合成への道筋(3) 6-1 半導体光触媒で水素を作る”人工光合成とは何か(分担), *講談社ブルーバックス*, 2016 年 8 月、工藤“人工光合成”理工系の基礎　教養化学(分担), *丸善出版*, 2016 年 9 月、工藤・岩瀬ら“バンドエンジニアリングによる酸化物半導体光触媒の開発”光触媒/光半導体を利用した人工光合成（分担）*エヌ・ティー・エス*, 2017 年 1 月。

4. 研究活動の展望

本センターが始動して 4 年が終了した。平成 29 年度から 5 年目に突入し、総括の年と捉えており、これまで以上にメンバー間の連携を密にして、本センターを発展させなければならない。幸いなことに、本センターを母体とした光触媒研究推進拠点が平成 27 年度より文部科学省より特色ある共同利用・共同研究拠点に認定された。認定期間は平成 27 年 4 月 1 日から平成 33 年 3 月 31 日までの 6 年間である。また、この認定に合わせて、平成 27 年度から 3 年間、文部科学省からスタートアップ支援の補助事業にも採択され、補助金の交付による拠点整備の推進にも取り組んでいる。光触媒のメッカを目指した本センター・本拠点を更に活発化させ、光触媒を社会に普及するための社会実装を目的とし、スタートアップ支援後も拠点活動を更に強化するために、文部科学省の機能強化支援事業への申請を検討する。これは本センター内のメンバーならびに国内外の光触媒コミュニティの連携研究が必須であり、それを目指した研究活動を展開する。

5. むすび

本センターの活動が認められ、文部科学大臣より共同利用・共同研究拠点として認定された。採択にあたっては、卓越したリーダーを中心として、我が国が先導する光触媒研究の加速的な推進と光触媒技術の発展・普及を目指し、省エネルギー・環境配慮型社会の実現にも資する意欲的な構想となっている点が評価され、光触媒研究を牽引する次世代の優れた研究者の人材輩出が期待されている。本センターのみに整備された光触媒性能評価装置等を共同利用に開放し、優れた研究者コミュニティの集結による共同研究の推進によって、光触媒の中核機関となることを目指す。認定された「光触媒研究推進拠点」を基盤に共同利用・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展開していく。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

1．Water Splitting and CO_2 Reduction under Visible Light Irradiation Using Z-Scheme Systems Consisting of Metal Sulfides, CoO_x-Loaded $BiVO_4$, and a Reduced Graphene Oxide Electron Mediator, A. Iwase, S. Yoshino, T. Takayama, Y. H. Ng, R. Amal, A. Kudo, *J. Am. Chem. Soc.*, 138, 10260-10264, 2016（査読有）

2．Sustainable Oleic and Stearic Acid Based Biodegradable Surfactant, A. Bahadani, K. Iwabata, K. Skai, S. Koura, H. Sakai, M. Abe, *RSC advances*, 7, 10433-10442, 2017（査読有）

3．Atomic-Configuration Analysis on $LiNi_{0.5}Mn_{0.5}O_2$ by Reverse Monte Carlo Simulation, N. Kitamura, N. Ishida, Y. Idemoto, *Electrochemistory*, 84, 789-792, 2016（査読有）

4．Crystal Structure Analysis in the Charge and Discharge Process of Li-ion Battery Cathode-material $LiNi_{0.8}Co_{0.2}O_2$, Y. Idemoto, A. Horie, N. Ishida, N. Kitamura, *Electrochemistry*, 84, 797-801, 2016（査読有）

5．Sodium and Manganese Stoichiometry of P2-Type $Na_{2/3}MnO_2$, S. Kumakura, Y. Tahara, K. Kubota, K. Chihara, S. Komaba, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 55, 12760-12763, 2016（査読有）

6．Origin of Stabilization and Destabilization in Solid-State Redox Reaction of Oxide Ions for Lithium Batteries, N. Yabuuchi, M. Nakayama, M. Takeuchi, S. Komaba, Y. Hashimoto, T. Mukai, H. Shiiba, K. Sato, Y. Kobayashi, A. Nakao, M. Yonemura, K. Nakayama, K. Mitsuhara, T. Ohta, *Nature Commun.*, 7, 13814, 2016（査読有）

7．Structures and surface properties of “cyclic” polyoxyethylene alkyl ethers: unusual behavior of cyclic surfactants in water, Y. Hirose, T. Taira, K. Sakai, H. Sakai, A. Endo, T. Imura, *Langmuir*, 32, 8374-8382, 2016（査読有）

8．Sustainable oleic and stearic acid based biodegradable surfactants, A. Bhadani, K. Iwabata, K. Saki, S. Koura, H. Sakai, M. Abe, *RSC Advances,* 7, 10433-10442, 2017（査読有）

9．Investigation of porous structure formation of catalyst layers for proton exchange membrane fuel cells and their effect on cell performance, T. Suzuki, H. Tanaka, M. Hayase, S. Tsuhima, S. Hirai, *Int. J. Hydrog. Energy*, 41, 20326-20335, 2016（査読有）

10. Hierarchically nanostructured boron-doped diamond electron surface, T. Kondo, K. Yajima, T. Kato, M. Okano, C. Terashima, T. Aikawa, M. Hayase, M. Yuasa, *Diam. Relat. Mat.*, 72, 13-19, 2017（査読有）

11. Ionic-Liquid-Assisted Selective and Controlled Electrochemical CO_2 Reduction at Cu-Modified Boron-Doped Diamond Electrode, N. Roy, Y. Shibano, C. Terashima, K. Katsumata, K. Nakata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, *ChemElectroChem*, 3, 1044-1047, 2016（査読有）

12. Boron-doped Diamond Powder (BDDP)-based Polymer Composites for Dental Treatments Using Flexible Pinpoint Electrolysis Unit, T. Ochiai, S. Taga, M. Hayashi, K. Hirota, T. Kondo, K. Satomura, A. Fujishima, *Electrochem. Commun.*, 68, 49-53, 2016（査読有）

13. Charge Separation in TiO_2/BDD Heterojunction Thin Film for Enhanced Photoelectrochemical Performance, C. Terashima, R. Hishinuma, N. Roy, Y. Sugiyama, S. S. Latthe, K. Nakata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 8, 1583-1588, 2016（査読有）

14. Acid amplifying microcapsules: preparation and application to cationic UV curing, K. Arimitsu, S. Amano, M. Furutani, *RSC Advances*, 6, 7893-7896, 2016（査読有）

15. A non-linear organic reaction of malonate derivative as a base amplifier to generate imidazoles without producing gas, *RSC Advances*, 6, 38388-38390, 2016（査読有）

16. Boron-doped diamond semiconductor electrodes: Efficient photoelectrochemical CO_2 reduction through surface modification, N. Roy, Y. Hirano, H. Kuriyama, P. Sudhagar, N. Suzuki, K. Katsumata, K. Nakata, T. Kondo, M. Yuasa, I. Serizawa, T. Takayama, A. Kudo, A. Fujishima, C. Terashima, *Sci. Rep.*, 6, 38010, 2016 (査読有)
17. Sporicidal performance induced by photocatalytic production of organic peroxide under visible light irradiation, Y. Yamaguchi, T. Shimodo, N. Chikamori, S. Usuki, Y. Kanai, T. Endo, K. Katsumata, C. Terashima, M. Ikekita, A. Fujishima, T. Suzuki, H. Sakai, K. Nakata, *Sci. Rep.*, 6, 33715, 2016 (査読有)
18. Combinatorial Synthesis of Epitaxial $LiCoO_2$ Thin Films on $SrTiO_3$(001) via on-Substrate Sintering of Li_2CO_3 and CoO by Pulsed Laser Deposition, S. Maruyama, O. Kubokawa, K. Nanbu, K. Fujimoto, Y. Matsumoto, *ACS Comb. Sci.*, 18, 343-348, 2016 (査読有)
19. K-Al-based mixed oxides as high-capacity carbon dioxide adsorbents, K. Ikeue, M. Suzuki, M. Sakai, T. C. Vagvala, V. Kalousek, *Chem. Phys. Lett.*, 677, 55-59, 2017 (査読有)
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 (査読有)
21. Green Processing of Carbon Nanomaterials, M. Kawamoto, P. He, Y. Ito, *Adv. Mater.*, *in press*.(査読有)
22. An Autonomous Actuator Driven by Fluctuations in Ambient Humidity, H. Arazoe, D. Miyajima, K. Akaike, F. Araoka, E. Sato, T. Hikima, M. Kawamoto, T. Aida, *Nature Mater.*, 15, 1084-1089, 2016 (査読有)
23. Fabrication and Functionalization of Inorganic Materials Using Amphiphilic Molecules, H. Shibata, *J. Oleo Sci.*, 66, 103-111, 2017 (査読有)
24. Yasushi IDEMOTO, Ayano HORIE, Naoya ISHIDA, and Naoto KITAMURA, Crystal Structure Analysis in the Charge and Discharge Process of Li-ion Battery Cathode-material $LiNi_{0.8}Co_{0.2}O_2$, *Electrochemistry*, 84(10), p.802-p.807 (2016).(査読有)

著書

１．“人工光合成”理工系の基礎 教養化学(分担), 工藤昭彦, 丸善出版, pp.242-243, 2016
２．“Photocatalysis”, Contemporary Catalysis; Science, Technology and Applications (分担), A. Kudo, Royal Society of Chemistry, 2016.
３．“半導体光触媒で水素を作る”, ブルーバックス「人工光合成とは何か」第六章人工光合成への道筋 (3) 6-1(分担), 工藤昭彦, 光化学協会編, 講談社, pp.152-170, 2016.
４．“バンドエンジニアリングによる酸化物半導体光触媒の開発”,光触媒/光半導体を利用した人工光合成 第三編半導体的アプローチ第一章(分担), 工藤昭彦, 岩瀬顕秀, 髙山大鑑, (株)エヌ・ティー・エス, pp.125-132, 2017.
５．“現場で役立つコロイド・界面現象の測定ノウハウ”, 阿部正彦　編著, 柴田裕史他, 日刊工業新聞社, pp.1-29, pp.125-137, pp139-142, pp.165-180, 2016.
６．“Stimuli-Responsible Viscoelastic Surfactant solutions” in “Stimuli-Responsive Interfaces, Fabrication and Application”, H, Sakai, K. Tsuchiya, K. Sakai (T. Kawai, M. Hashizume Ed.), Springer, pp.19-36, 2017.
７．“バブルテンプレート法を用いたシリカ中空粒子の調製” 土屋好司, 酒井秀樹(分担執筆), 中空粒子の合成と応用(藤正督 監修),シーエムシー出版, pp.99-106, 2016.
８．“界面活性剤が形成する光刺激応答性粘弾性水溶液” 酒井秀樹(分担執筆), 低分子ゲルの開発と応用 (鈴木正浩 監修), シーエムシー出版, pp.105-114, 2016.
９．“エポキシ樹脂における UV 硬化制御”, 有光晃二, エポキシ樹脂の○○化／機能性の向上, サイエンス＆テクノロジー株式会社, pp.176-187, 2016.
10.“二酸化炭素と海水からのホルムアルデヒド合成”, 中田一弥, 寺島千晶, 勝又健一, 藤嶋昭, 栄長泰明, S&T 出版, 2016.

11. “Hydrogen and CO_2 Reduction Reactions: Mechanisms and Catalysts”, P. Sudhagar, N. Roy, R. Vedarajan, A, Devadoss, C. Terashima, K. Nakata, A. Fujishima, Springer International Publishing, 2016.

招待講演

1. Effects of Sodium Ions on Crystallization and Photocatalytic Properties of Titania Thin Film Coated on Glass Substrate, A. Yasumori, K. Iwasaki, T. Suzuki, M. Tsuji, Y. Nakamura, The 21th International Conference on Semiconductor Photocatalysis and Solar Energy Conversion (SPASEC-21), Atlanta, 2016.
2. Photocatalytic water splitting and CO_2 reduction using metal oxide and sulfide materials, A. Kudo (Planary), The 2nd International Workshop on Graphene and C_3N_4-based Photocatalysts (IWGCP), Wuhan, 2017.
3. 非 DDS としてのリポソームとセルロースを原料とするバイオ発電（グルコース直接型燃料電池), 阿部正彦, 第 55 回日本油化学会年会, 奈良, 2016 年
4. Defect-Structure Analysis of Lanthanum-Containing Oxides with Oxide-Ion Conduction by Reverse Monte Carlo Simulation, N. Kitamura, Rare Earths 2016, Hokkaido, 2016.
5. Photo-Response Surfactant Molecular Assemblies- Micelles, Worm-like Micelles, and Vesicles, H. Sakai, The 21st International Symposium on Surfactants in Solution, Jinan, 2016.
6. Pt Nanoparticle-Supported Boron-Doped Diamond Powder for a PEFC Cathode Catalyst, T. Kondo, M. Kikuchi, F. Katsumata, T. Aikawa, M. Yuasa, The 22nd China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics (SIEMME’22), Suzhou, 2016.
7. Diamond Electrodes for Sensitive Electrochemical Detection, T. Kondo, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (PRiME 2016), Honolulu, 2016
8. Application to Photoreactive Materials of Photochemical Generation of Superbases with High Efficiency, K. Arimitsu, RedTech Asia 2016, Tokyo, 2016.
9. Recent Progress in Photocatalysis International Research Center, C. Terashima, International Conference on Advances in Materials Science (ICAMS 2016), Jath, 2016.
10. Photoelectrochemical Reduction of Carbon Dioxide at Silver Modified Diamond Semiconductor, C. Terashima, N. Roy, Y. Hirano, N. Suzuki, K. Nakata, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, The 22nd China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics (SIEMME’22), Suzhou, 2016.
11. Applications of Photocatalysis in Biology, K. Nakata, The 22nd China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics (SIEMME’22), Suzhou, 2016.
12. Combination Effects of high-throughput bulk preparation system and high-pressure process, K. Fujimoto, M. Gibu, Y. Yamaguchi, A. Aimi, 41st International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2017), Daytona Beach, 2017.
13. Synthesis of Zirconia Nanosheets by Ionothermal Method, K. Katsumata, T. Yamada, J. Hong, K. Nakata, C. Terashima, N. Matsushita, A. Fujishima, The 22nd China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics (SIEMME’22), Suzhou, 2016.
14. Fabrication of Functional Mesostructured Photocatalysts, H. Shibata, EMN Meeting on Mesoporous Materials 2017, Kaohsiung, 2017.
15. Effective Design for Environmental and Medical Application of TiO_2 Photocatalysts and Boron-doped Diamond Electrodes, T. Ochiai, A. Fujishima, 2016 the International Symposium on Energy and Environmental. Photocatalytic Materials (EEPM 2), Wuhan, 2016.

16. Boron-doped Diamond Powder-based Composites for Dental Treatment Using Flexible Pinpoint Electrolysis Unit, The 22nd China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics (SIEMME'22), Suzhou, 2016.

特許

1．阿部正彦, Avinash Bahadani,「生分解性カチオン界面活性剤」, 国内優先出願 No.20126-103709,2016.
2．金井良博, 類家竜司, 松本勇記, 坂口謙吾, 菅原二三男, 阿部正彦, 中田一弥,「光触媒反応によるアルドテトロース（四炭糖）の製造方法」特願 2016-223604, 10 月 29 日, 2016.
3．金井良博, 類家竜司, 松本勇記, 坂口謙吾, 菅原二三男, 木戸茂, 阿部正彦, 中田一弥, 藤嶋昭「光触媒反応による糖アルコールからの希少糖製造法」特願 2016-243773, 11 月 30 日, 2016.
4．寺島千晶, 平野裕衣里, ロイニティッシュ, 鈴木孝宗, 中田一弥, 勝又健一, 藤嶋昭, 湯浅真, 近藤剛史, 栗山晴男, 芹澤和泉,「二酸化炭素還元装置および還元方法」特願 2016-150546, 7 月 29 日, 2016.
5．寺島千晶, 本多楓, 藤嶋昭, 中田一弥, 勝又健一, 鈴木孝宗, 湯浅真, 近藤剛志,「プラズマ発生装置、窒素源製造装置、養液供給装置、育成システム、植物栽培システム、窒素源を製造する方法及び二酸化炭素を還元する方法」特願 2016-123733, 6 月 22 日, 2016.
6．池宮範人, 夏井敬介, 栄長泰明, 中田一弥「導電性ダイヤモンド電極を用いたギ酸製造方法及び装置」特願 2017-037580, 2 月 28 日, 2017.

広報

1．工藤昭彦, 岩瀬顕秀 2016 年 6 月 21 日化学工業日報朝刊に「高効率な水分解光電極」の見出しで太陽光による水分解を高効率化するナノコンポジットを開発されたことが掲載（東大物性研, 名大, KEK, 理科大の共同研究成果）
2．阿部正彦,「星発見、未来拓く期待のベンチャー - アクテイブ：注目集める環境対応製群」, 化学工業日報, 2016.5.11.
3．阿部正彦, アクテイブ(株),「摩擦強度 2 倍、建材表面覆う化粧シート」, 日経産業新聞, 2016.6.6.
4．阿部正彦, アクテイブ(株),「化粧シート、耐傷：防汚性が向上、ナノカプセル添加」, 化学工業日報, 2016.6.7.
5．阿部正彦, アクテイブ(株),「最新フロア材化粧シート、ナノ化技術を融合」, コンバーテック（雑誌）, 2016.7 月号
6．阿部正彦, アクテイブ(株),「サトーHD の CO_2 を抑える素材、味の素、食品外装に採用」, 日経産業新聞, 2017.2.20.
7．中田一弥, 第 15 回 GSC 賞発表, 化学工業日報 2016 年 5 月 16 日.
8．中田一弥, 光触媒の高活性化 自在に, 化学工業日報 2016 年 5 月 26 日.
9．中田一弥, 光エネルギーを用いた新規機能性無機材料による環境浄化、バイオ・農業応用、有用物質生産に関する研究, JACI News Letter 4, 2016.
10．中田一弥, GCS 通信 2017.

受賞

1．高山大鑑, 工藤昭彦, 岩瀬顕秀, 第 5 回 JACI/GSC シンポジウム GSC ポスター賞, 公益社団法人新化学技術推進協会, 2016 年 6 月
2．本間一光, 工藤昭彦, 岩瀬顕秀, 第 118 回触媒討論会, 優秀ポスター賞, 2016 年 9 月
3．工藤昭彦, 平成 28 年度触媒学会賞（学術部門）, 2017 年 3 月
4．髙山大鑑, 岩瀬顕秀, 工藤昭彦, 日本化学会第 97 春季年会 優秀講演賞(学術), 2017 年 3 月
5．北村 尚斗, 井手本 康, 研究進歩賞, 粉体粉末冶金協会, 2016
6．椎熊 寛生, 石田 直哉, 北村 尚斗, 井手本 康, 優秀ポスター賞, 電気化学会関東支部主催第 34 回夏の学校, 2016

７．酒井秀樹，東京理科大学優秀研究者特別賞，2017 年 1 月
８．南原涼太・遠藤健司・酒井健一・酒井秀樹， リン脂質吸着膜上での摩擦力測定：相状態の影響，第 67 回コロイドおよび界面科学討論会 ポスター賞，2016 年 9 月
９．鈴木大輝，赤松允顕，土屋好司，遠藤健司，酒井健一，酒井秀樹，新規両親媒性ロフィンダイマーのフォトクロミック特性，2016 年度色材研究発表会，2016 年 9 月
10．櫻井悠生，原田洋平，宮坂和弥，寺島千晶，上塚 洋，鈴木孝宗，中田一弥，勝又健一，近藤剛史，湯浅 真，藤嶋 昭， マイクロ波液中プラズマ法における原料溶媒のダイヤモンド合成に与える影響，日本材料科学会　第 4 回メゾスコピック研究会講演会若手奨励賞，2016 年 11 月 30 日
11．原田洋平，櫻井悠生，宮坂和弥，寺島千晶，上塚洋，鈴木孝宗，中田一弥，勝又健一，近藤剛史，湯浅真，藤嶋昭， マイクロ波液中プラズマ法によるホウ素ドープダイヤモンドの高速合成，第 30 回ダイヤモンドシンポジウム優秀ポスター賞，2016 年 11 月 17 日
12．下戸貴仁，山口友一，臼杵翔，寺島千晶，勝又健一，大和屋健二，池北雅彦，藤嶋昭，鈴木智順，中田一弥， 可視光応答型光触媒による過酸化物生成と Bacillus subtilis 芽胞の不活化，日本防菌防黴学会 第 43 回年次大会ポスター賞，2016 年 9 月 27 日
13．田部井麗奈，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，結晶性酸化チタンの成膜を目指した大気圧プラズマジェット法の開発， 平成 28 年度日本材料科学会学術講演大会 若手奨励賞（ポスター発表部門），2016 年 6 月 29 日
14．山口友一，下戸貴仁，近森紀誉，臼杵翔，金井良博，寺島千晶，勝又健一，鳥越幹二郎，酒井健一，酒井秀樹，鈴木智順，藤嶋昭，中田一弥，可視光応答型光触媒による過酸化物生成と芽胞形成菌の不活化，日本化学会第 96 春季年会(2016)学生講演賞，2016 年 5 月 19 日
15．中田一弥，グリーン・サステイナブル・ケミストリー(GSC)賞・奨励賞，2016 年 6 月 2 日
16．Jeongsoo Hong, Nobuhiro Matsushita, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, Ken-ichi Katsumata, Materials Challenges in Alternative & Renewable Energy: Best Poster Award, 2017 年 2 月 20 日.

研究課題（研究者別）

藤嶋　昭

「光触媒およびボロンドープダイヤモンドを用いたエネルギー生成と環境浄化に関する研究」

光触媒およびボロンドープダイヤモンド電極を用いて、次のような研究を行った：①電気化学的および光電気化学的手法を用いた二酸化炭素の還元によるソーラーフューエルの生成、②光触媒およびダイヤモンド電極を用いた化学的・生物学的水浄化システムの開発、③太陽光導入システム「光道管」の研究開発、④セルフクリーニング用光触媒外装材および内装材の開発。

安盛　敦雄

「ガラスクロスの多孔化制御およびチタニア担持後の光触媒特性の評価」

酸処理により多孔化したガラスファイバクロスを吸着材としたチタニア光触媒複合体の、強度を維持した作製方法の確立および温度、湿度の光触媒活性への影響を明らかにすることを目的とした。多孔化時の割れが強度低下の原因であることを明らかにし、強度の維持に必要な熱処理・酸処理条件を見出した。また 2-プロパノールガスに対する吸着特性および光触媒分解活性への温度・湿度の影響を、吸着サイトの観点から明らかにした。

「スクリーン印刷法を用いたチタニアーゼオライトーガラス複合光触媒の作製」

チタニアーゼオライトーガラス（TZG）複合光触媒を、スクリーン印刷法を用いてガラス基板上に作製し、吸着・光触媒活性を明らかにすることを目的とした。ZG の量比と熱処理条件を検討し、高表面積を維持できる作製条件を明らかにした。また ZG 複合膜の 2-プロパノールガスに対する吸着特性および光触媒分解活性を調査し、ゼオライトの選択吸着性により、中間生成物であるアセトンの放出が抑制できることを明らかにした。

「ソーダ石灰ガラス基板上に形成したチタニア薄膜の機械特性評価」

ソーダ石灰ガラス基板からの Na 成分の拡散によるチタニア薄膜の光触媒活性低下を防ぐため、基板の酸処理を行い、その処理がチタニア薄膜の機械的強度に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。酸処理ガラスとシリカガラス基板上のチタニア薄膜に対するナノインデンテーション法を用いた試験より、チタニア薄膜の硬さはガラス基板の酸処理時間によって増加し、シリカガラス基板上の薄膜の硬さに近づくことを明らかにした。

「チタニアコーティングを用いたソーダ石灰ガラス水冷窓材の作製」

Na 成分の拡散を防ぐために酸処理したソーダ石灰ガラス基板にチタニア薄膜を形成した窓材を用いて、チタニア光触媒の超親水性を利用した散水冷却効果を明らかにすることを目的とした。紫外光照射により超親水性の発現が確認され、酸処理時間の増加に伴い紫外光照射後の水の接触角が減少することがわかった。また酸処理した基板を用いた場合、超親水性により散水した水が効果的に広がることで、高い散水冷却効果を示した。

工藤　昭彦、岩瀬　顕秀

「水分解に活性な新規光触媒の開発に関する研究」

ペロブスカイト類似構造を有する $Ba_2In_2O_5$（BG 3.0 eV）およびパイロクロア構造を有する $Ca_{1.46}Ti_{1.38}Nb_{1.11}O_7$（BG 3.6 eV）が紫外光照射下で水分解に活性を示す新規材料であることを見いだした。$Ba_2In_2O_5$ に La を置換することで、その BG は 2.8eV まで狭窄化し、可視光照射下におけるメタノール水溶液からの水素を生成に活性を示すことを見いだした。

池北　雅彦

「光触媒と生物学の融合に関する研究」

光触媒と生物学の融合に関する研究として下記を行った：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植物灰の添加による可視光応答型光触媒の高活性化、③特殊な金属イオンを有する光触媒を用いた抗菌・抗ファージに関する研究、④光触媒から発生する活性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

阿部　正彦

「光触媒を用いた希少糖リキソース大量生産法の開発」

希少糖リキソースの大量生産法を実用レベルに引き上げるために、糖分解反応および反応液回収・濃縮工程について省エネルギー化した反応設備を構築し、製造コストの削減を目指した。光源の最適化選定を行い、光源を反応容器の中心に設置する改良を行った。光源の位置を改良した反応容器で光源エネルギーコストの削減ができ、加えて、光源を増やすことで高濃度の原料糖から製造可能となったため、希少糖の単位 g あたりの反応液の回収・濃縮エネルギーも削減できる結果となった。

「環境に優しい（生分解する）カチオン界面活性剤に関する研究」

昨今の洗浄市場、特にヨーロッパでは、洗濯後に使われる柔軟剤（カチオン界面活性剤）に生分解性が求められている。しかし、カチオン界面活性剤は殺菌作用があるためにバクテリアを死滅させることはできるが、バクテリアによって界面活性剤自身を分解することは不可能であるとされてきた。ごく最近、我々はアニオン界面活性剤と同様に生分解できる従来にはないジェミニ型カチオン界面活性剤を開発した。

「バイオ発電（直接形グルコース燃料電池）の開発研究」

種々の再生利用エネルギーの研究が注目を集めている。我々は、バイオマスを原料とする再生利用エネルギーに関する研究を行っており、ごく最近、セルロースの酵素分解によりグルコースを生成させ、さらに酸化分解過程でグルコン酸やグルコノラクトンを生成するとき、同時に発電することを見出した。さらに、その発電量は、触媒等を工夫することにより、メタノール燃料電池の約 80%までに達することを見出した。

井手本　康、北村　尚斗、石田　直哉

「放射光 X 線を用いた酸化物光触媒材料の結晶・電子構造解析に関する研究」

光触媒活性は極微量な添加物によって顕著に向上することが知られているが、そのメカニズムは不明な部分が多い。極微量な添加物を検出する上で、SPring-8 の大強度放射光 X 線は、実験系の X 線発生装置では検出不可能な情報を提供する。本研究では放射光 X 線回折による結晶構造解析により、PdO_x を被覆した WO_3 と Rh 置換した $SrTiO_3$ について測定を実施した。さらに、TEM を用いることで、微量な添加物の被覆状態が明らかとなった。

駒場　慎一

「次世代ナトリウムイオン蓄電池およびカリウムイオン電池の電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、ナトリウムイオン電池やカリウムイオン電池に着目した。これら蓄電池の長寿命と高容量を実現するために、炭素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。

酒井　秀樹、遠藤　健司

「界面化学的手法を用いた新規光触媒材料の調製に関する研究」

様々なナノ形態を有する金／チタニア-プラズモニック光触媒を調製し、その紫外光・可視光照射下での光触媒活性を 2-プロパノールの気相酸化分解反応により評価した。コロイダルシリカ微粒子に金をナノコーティングし、さらにチタニアを種々の厚さでコーティングした金シェル／チタニア積層粒子は、可視光照下においても高い光触媒活性を示し、その活性はチタニアの厚さが約 10nm の時に最大となることを見いだした。

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。本リアクターを用いて汚染水のシミュラントであるメチレンブルー(MB)溶液を浄化させる実験を行った。浄化実験において、最初に充填するビーズの担持方法、材質を変化させた時の MB 溶液の反応速度について実測した。

早瀬　仁則

「微細溝への光触媒埋込みに関する研究」

光触媒の耐摩耗性を向上させることを念頭に、象嵌細工と同様の方法で、μm スケールの溝に光触媒を埋込んだ構造の作製を試みている。昨年度、小さい領域ながらも形成できたため、今年度は、より広い範囲に形成するための最適化を進めた。具体的には、光触媒溶液のディップコーティング後の乾燥工程を低温と高温の 2 段階とすることで、ひび割れを抑制でき、より広い範囲にわたり光触媒層を形成できるようになった。

近藤　剛史、湯浅　真

「導電性ダイヤモンドパウダーの機能性電極への応用」

導電性ダイヤモンドパウダー（BDDP）の電気化学分析への応用を目的として、基材粒子径の最適化を検討した。基材粒子径が 1600nm 以上の場合、sp^2 不純物炭素の少ない高品質な BDDP が得られることがわかった。高品質 BDDP を用いた印刷電極は、アスコルビン酸の電解検出における感度が高く、またタンパク質の直接電解検出も可能であったことから、電気化学分析用電極に適することがわかった。

有光　晃二、古谷　昌大

「ポリシランの光開裂を利用した化学修飾チタニア微粒子の調製と光機能」

光触媒作用を有する酸化チタン(TiO_2)微粒子をそのまま有機樹脂中に混合すると、粒子どうしの凝集や樹脂の分解が起こり、膜が劣化する。そこで本研究では、ポリメチルフェニルシラン(PMPS)の光ラジカル開裂を利用した TiO_2 微粒子の化学修飾、および修飾微粒子のシロキサン樹脂中への分散固定化を検討した。さらに、得られた樹脂膜が光触媒活性を有することを確認した。

鈴木　智順

「光触媒の殺菌メカニズム解析とその応用研究」

大腸菌に対して光触媒反応を作用させると、まず膜損傷が起こり、コロニー形成能と ATP 量の低下、呼吸活性の低下という順で影響が及ぶことが示唆され、ペプチドグリカン層が光触媒反応による不活化に関与する可能性も示唆された。また、光触媒および BDD 電極を浄化システムには耐性菌の存在が示唆された。さらに、日光社寺の漆材表面に発生するカビ対策の基礎的な実験も行い、34 株の真菌を分離した。

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。

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植物灰の添加による可視光応答型光触媒の高活性化、③特殊な金属イオンを有する光触媒を用いた抗菌・抗ファージに関する研究、④光触媒から発生する活性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ダイヤモンド電極による人工光合成

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複合酸化物の NOx 浄化能」

TiO_2およびWO_3の酸化物ナノシートを積層させ、その光触媒能を調査している。現状、石英ガラス基板上へ(TiO_2)／(WO_3)＝5/0, 1/4, 2/3, 2/3, 1/4, 0/5 となるナノシート積層体を作製し、紫外光照射前後の接触角測定をしたところ、(TiO_2)／(WO_3)＝5/0 では 60°→20° を示し、WO_3ナノシートの積層数(TiO_2)／(WO_3)＝0/5 では照射前後で 20° と変化が見られなかった。WO_3がナノシート化しきれていない可能性があり、技術的改良が必要な状況である。ホーランダイト型複合酸化物については$K_2Ga_2Sn_6O_{16}$ 粉末について様々な空燃費における触媒能を調べるために、反応系における酸素濃度を 0～10%と制御し、室温から 650℃までの範囲で還元剤となるプロピレンの転化率を測定したところ、酸素濃度に依存しないことが分かった。今後、腐食性ガスを交えて触媒能を調査する。

勝又　健一

「イオン液体を用いたジルコニアナノシートの合成」

前駆体(NH_4ZrF_9)を 400, 500, 600, 700, 800℃ と温度を変化させ焼成してジルコニア多孔体シートを作製した。その後、メチレンブルーの脱着試験により光触媒活性評価を行った。最も活性が高かかった試料は 400℃ で焼成した試料であり UV-vis, XPS, FT-IR などの解析を行った結果、UV-Vis から長波長の光を吸収できること、XPS からは結晶内にフッ素がドープされていること、FT-IR から Zr-OH の結合が存在することがわかった。

「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）をメタノール水溶液中に分散して光を照射したところ、pH2 で高い水素生成能を示し、酸化チタン（P-25）と比べて高い活性を示した。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した。メタノール以外のエタノール、プロパノール、ヘキサノールなどのアルコールを用いた場合でも水素が得られることが分かった。

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。今回は野生の薬用植物であるオケラのほか、野生のオオバギボウシ、オオイタドリの種子を採取して、光触媒効果を調べた。その結果、これらの種子では逆に発芽率が 1 割程度減少してしまった。光触媒の条件や実際に畑に種子を播く条件での検討をさらに続ける予定である。

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 $SrTiO_3$ ナノ粒子を二酸化炭素吸着材上に担持した光触媒－吸着材複合体の創製について検討した。共連続構造のメソ細孔を有する多孔質二酸化炭素吸着材の表面に約 30nm の 1 次粒子径をもつ $SrTiO_3$ を高分散状態で担持することができた。吸着材の性能は光触媒ナノ粒子担持後も維持していた。この光触媒－二酸化炭素吸着材複合体を用いて二酸化炭素の水素による還元反応を行った結果、一酸化炭素の生成が確認された。

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」

白金－n 型半導体ポリマーからなるハイブリッドナノ薄膜の作製に成功した。光学顕微鏡、電界放出走査顕微鏡観察より、得られた薄膜はシートサイズが 10-30μm、膜厚が 80 nm のヤヌス型構造を示すことがわかった。また、調製条件の検討をおこない、白金層をナノ粒子化する手法の開発に成功した。今後、ヤヌス型構造が電荷分離に及ぼす効果や光触媒活性について検討する。

鈴木　孝宗

「BDD 基板上に成膜した多孔性酸化チタン薄膜の浄水能に関する研究」

両親媒性の界面活性剤を有機鋳型としたゾルゲル法により、ボロンドープダイヤモンド（BDD）基板上に多孔性酸化チタン薄膜を作製した。適切な熱処理を施すことで、BDD 電極の導電性に影響を及ぼすことなく、酸化チタン薄膜の多孔性構造保持と骨格結晶化を同時に達成した。得られた薄膜は良好な光触媒活性を示したことから、p/n ヘテロ界面に起因する光キャリア分離の促進が示唆された。

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、プラズマ処理などと組み合わせたシナジー効果と、その環境浄化効果を測定・評価し、空気清浄機等として製品化を進めている。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低コストフレキシブル電気化学センサなどとして応用展開を検討中である。また、学長が主宰している光触媒等の医療への応用に関する研究会（隔月開催）の連絡調整も行っている。

柴田　裕史

「両親媒性分子を用いた光触媒の機能化に関する研究」

両親媒性分子存在下において光触媒材料の合成を行うことで、両親媒性分子の特性に由来した様々な形状を有する粒子を得ることが可能である。両親媒性分子存在下において酸化亜鉛単結晶粒子の合成およびその光触媒活性能について評価を行っている。また、酸化チタンの光誘起超親水化現象に着目し、光照射による酸化チタン表面の濡れ性の制御に基づいた新しい生体材料の調製についても検討を行っている。

森戸　祐幸、横田　大佑

「液体ライトガイドの開発と応用」

太陽光の紫外線から可視光までの光エネルギーを効率よく、屋内に導入するシステムを開発することを目的とし、液体ライトガイドを利用する事を検討した。塩化カルシウムなどをコア液体として透過光の波長特性および光透過率を評価した。無機系コア液体に比べて有機液体ライトガイドは、広い波長範囲で透過率がよかった。液体ライトガイドの中に発光する試薬を微量加えて 4π に広がる光の伝送特性を検討した。長さと濃度により光の強度の減衰が観察された。

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、現在、本学の教員計 25 名、リサーチ・アシスタント 3 名、外部の医療機関から 10 名の基礎系客員研究員および 19 名の臨床系客員研究員が参加している(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。

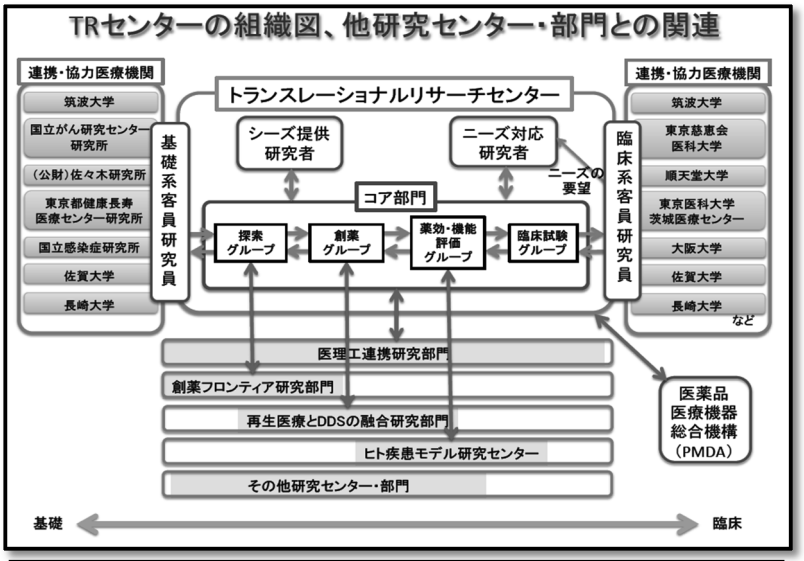


図 1　TR センターの組織図と他研究センター･部門との関連

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、小児がんの進行性神経芽腫のよご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でき、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再確認した。更に、TNIIIA2 とは別の因子は ATRA に非依存的に N-Myc 分解を誘導できることを見出し、マウス病態モデルに対する治療効果も確認した。また、極めて悪性度の高い脳腫瘍である神経膠腫の悪性化進展に、同がん組織で高発現するテネイシン C に由来するペプチド TNIIIA2 が、そのインテグリン活性化作用に基づいて関与するとの知見に基づき、インテグリン不活性化因子 FNIII14 が神経膠腫の過増殖・移動能を強く抑制する抗腫瘍効果を確認した。更に、FNIII14 には本腫瘍治療の第一選択薬 TMZ に対する耐性を解除することを見出した。秋本は、乳癌幹細胞の生存機構に関わる候補分子を複数同定した。さらに細胞レベルや臨床データ解析により、これら候補分子のうち、c-Met と GLO1 が診断マーカーや創薬標的として有望な分子であることを明らかとした。秋本と佐藤（圭）らは、ゲノムデータベースに情報論的アプローチを適用して、2 つの遺伝子 KMT2C および SLC20A1 の発現レベルが、エストロゲン受容体陽性患者の生存期間に関連することを明らかにした。

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、樹状細胞の遺伝子発現制御を解析し、単球系細胞の PU.1 が時に単量体として、時にパートナー分子の発現制御を介して二量体として、また時にマスターレギュレーターの発現誘導を介して、様々に標的遺伝子を制御する仕組みを見出した。さらに、その抑制により T 細胞応答を調節し得ることを細胞並びにマウス個体にて検証した。化合物や食品成分、腸内細菌由来成分から免疫反応の制御物質探索を行った結果、脂肪酸やポリフェノール、ビタミン類など複数の候補分子を得ており、受容体の同定やマウス病態モデルでの効果検証を進めた。

3）代謝性疾患に関する研究：水之江は、リソソームの機能障害特にカテプシン L の活性低下とカテプシン B の活性増加が肥満症脂肪組織でのオートファゴソームの蓄積、細胞老化の亢進、インフラマソームの活性化、トリグリセリド分解の障害など初期病態に関わることを明らかにした。また、天然に存在する二糖類であるトレハロースやスクロースが肝細胞株や脂肪細胞株において、オートファジー促進作用、Nrf2 の核内移行を介した酸化ストレス抑制作用を示すことを見出した。しかし、その効果の程度はそれぞれ細胞株によって異なることを明らかにした。

3. 2. 創薬グループについて

金属錯体を連鎖状に配した高分子型遷移金属錯体が低分子遷移金属錯体に比べ、より効率的に DNA の開裂反応を引き起こすことを見出し、金ナノ粒子を用いた DDS 手法によって効率的な高分子錯体の細胞内導入を達成し、また、抗癌活性相関を明らかとした（大塚)。

水溶性薬物及び脂溶性薬物を含有した際のフランツ型拡散セルを用いて薬物放出挙動及び皮膚透過性の比較を行い、水溶性薬物と脂溶性薬物では異なる薬物の放出挙動が認められ、医薬品の放出制御可能な経皮吸収製剤として応用可能であることを明らかにした（花輪、河野)。

創傷治癒に関与する遺伝子に結合して発現を抑制するアンチセンス核酸を 2 型糖尿病モデルマウスの傷口に塗布したところ、傷口の面積を 2 週間後に約 40%にまで減少させることができた。一方、膀胱癌のバイオマーカーである遺伝子に結合して発現を抑制するアンチセンス核酸を膀胱癌細胞株に投与したところ、非常に低い用量(2nM)のアンチセンス核酸で、標的遺伝子の発現を約 30%にまで減少させることに成功した（鳥越)。

siRNA 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（ODAGlc4)、オリゴジアミノマンノース(ODMan4）に続き、オリゴジアミノガラクトース 4 量体（ODAGal4）を合成した。ODAGal4 はこれまでに合成した ODAGlc4 や ODAMan4 よりもさらに効果的に siRNA 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)。

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、以下の薬効評価ならびに評価系開発を行った。**1）精神神経疾患治療・診断薬の開発：**岡・恒岡・濱田は、抗うつ作用や認知障害改善作用を示す神経ペプチドを、経鼻投与により中枢移行させて作用を発現させる誘導体化法について米国と EU に特許出願した。また、釣藤散と天然化合物 neoechinulin A が抗うつ作用及び学習記憶改善作用を示すことを明らかにした。東・小川は、ミルタザピンが脳内アロプレグナノロンレベルを上昇させる SBSS であることを見出した。前年までに SBSS として報告したオランザピンやミアンセリンとともにジベンゾアゼピン構造を有しており、構造活性相関の点からも興味深い知見を得た。吉澤は、アロプレグナノロン（ALLO）の生合成亢進を標的とした抗不安薬を探索し、ベンゾチアゼピン骨格を有する降圧薬ジルチアゼムに抗不安作用があること、さらにその作用が ALLO 合成阻害下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、カロリー制限による白色脂肪組織でのミトコンドリアの品質の向上に重要と考えられる Mipep ノックダウン株を用いて、Mipep の機能を解析した。その結果、Mipep は Sirt3 のみでなく他のミトコンドリアタンパク質を 2 段階切断していることが明らかとなった。さらにスプライシングバリアントが存在する可能性も示唆された。また、前年から進めている Mipep 欠損マウスの作製は最終段階にある。**3）ショーグレン症候群における抗アクアポリン 5 自己抗体の役割の解明：**礒濱は、ドライアイやドライマウスなど乾燥症状を呈するシェーグレン症候群患者約 6 割の血清中に水チャネル AQP5 に対する自己抗体を見出した。また、その一部には AQP5 に対する中和活性が認められ細胞膜水透過性を低下させること、本抗体が AQP5 の機能を阻害することで、外分泌機能異常を惹起する可能性を示した。

以上のように、グループ内で大きく 3 つに分かれた分野での研究を進めており、この中でアロプレグナノロンに関するグループ内共同研究が進んでいる。また、和漢薬を用いたドラッグリポジショニングに関する共同研究も始まっている。

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、体内曝露に起因する副作用報告のためイベルメクチン内服治療が禁止されている妊婦や 15kg 未満の小児においても有用であることを示した。

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おいて、イベルメクチンローションに対する臨床研究を実施した。その結果、薬剤耐性アタマジラミ症に対して既存薬に比べてイベルメクチンローションの顕著な優位性を証明した。

3）臨床研究のデザインと統計解析に関する方法論の研究：がん臨床研究における遺伝子データ解析において、罰則付き回帰による生存時間予測モデルを構築した。また、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、スタチン治療のアドヒアランスと予防的検査との関連を検討するコホート研究を行った。そして、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、がん発症リスクを検討するコホート研究を行った。

3. 5. 客員研究員について

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、客員研究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研究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、山本 哲哉（筑波大学大学院人間総合科学研究科脳神経外科学）
　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）
漢方薬のがん悪液質やがん関連口内炎治療薬への応用（薬学部・樋上 賀一）
○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）
○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 27 日に実施されたアドバイザリー委員会では､以下３つの重要な指摘があった。(1) 研究内容が雑駁であり集約化が必要である、(2) 理科大ならではの TR とは何か熟慮が必要である、(3) 早めに企業や医療機関と連携すべきである。(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、客員研究員にも加わってもらい共同研究を開始した。(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 3 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。残りの 2 年間は、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、また客員研究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ン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、海外出張や海外での短期・中期研修を可能とする学内外の予算を獲得し、若手研究者の国際学会発表や海外での研修を通じて、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 28 年度分）

学術論文

1．The hematopoietic cell-specific transcription factor PU.1 is critical for expression of CD11c, Yashiro, T., …, Nishiyama, C., Int. Immunol., 29, pp.87-94, 2017（査読有）
2．Critical role of transcription factor PU.1 in the function of the OX40L/TNFSF4 promoter in dendritic cells, Yashiro, T., …, Nishiyama, C., Sci. Rep., 6, pp.34825, 2016（査読有）
3．Role of PU.1 in MHC class II expression via CIITA transcription in plasmacytoid dendritic cells, Miura, R., …, Yashiro, T., Nishiyama, C., PLoS One, 11, pp.e0154094, 2016（査読有）
4．Coadministration of the FNIII14 Peptide Synergistically Augments the Anti-Cancer Activity of Chemotherapeutic Drugs by Activating Pro-Apoptotic Bi, Iyoda, T., …, Fukai, F., PLoS One, 11, pp.e0162525, 2016（査読有）
5．Stereocontrolled Solid-phase Synthesis of Phosphate/Phosphorothioate (PO/PS) Chimeric Oligodeoxyribonucleotides on an Automated Synthesizer Using an Oxazaphospholidine-phosphoramidite Method, Nukaga, Y., Oka, N., Wada, T., J. Org. Chem., 81, pp.2753-2762, 2016（査読有）
6．One-pot conversion reactions of glycosyl boranophosphates into glycosyl phosphate derivatives via acyl phosphite intermediates, Sato, K., Wada, T., Org. Biomol. Chem., 14, pp.11092-11095, 2016（査読有）
7．Double-stranded RNA-binding artificial cationic oligosaccharides stabilizing siRNAs with a low N/P ratio, Hara, R. I., Maeda, Y., Sakamoto, T., Wada, T., Org. Biomol. Chem., 15, pp.1710-1717, 2017（査読有）
8．Healing effects of irsogladine maleate on acetic acid-induced oral stomatitis in 5-fluorouracil-treated and -untreated syrian golden hamsters, Satoh, M., …, Kawano Y., Hanawa, T., Research & Reviews in Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 5, pp.18-22, 2016（査読有）
9．Antidepressant-like effects exerted by the intranasal administration of a glucagon-like peptide-2 derivative containing cell-penetrating peptides and a penetration-accelerating sequence in mice, Sasaki-Hamada, S., …, Oka, J.-I., Peptides 87, pp.64-70, 2017（査読有）
10. Neoechinulin A induced memory improvements and antidepressant-like effects in mice, Sasaki-Hamada, S., …, Oka, J.-I., Prog. Neuro-Psychopharmacol. Biol. Psychiatry, 71, pp.155-161, 2016（査読有）
11. Sterol regulatory element-binding protein-1c orchestrates metabolic remodeling of white adipose tissue by caloric restriction, Fujii, N., …, Higami, Y., Aging Cell, 16, pp.508-517, 2017（査読有）
12. Involvement of lysosomal dysfunction in autophagosome accumulation and early pathologies in adipose tissue of obese mice, Mizunoe, Y., …, Higami, Y., Autophagy, 13, pp.642-653, 2017（査読有）
13. Effect of high fat meal intake on the pharmacokinetic profile of ivermectin in Japanese patients with scabies, Miyajima, A., …, Komoda, M., J. Dermatol., 42, pp. 87-89, 2016（査読有）

著書

1．Integrin-dependent Cell Regulation and its Clinical Application, in Encyclopedia of Biocolloid and Biointerface Science, Iyoda, T., Matsunaga, T., Fukai, F., edited by Ohshima, H., Chapter 24, pp.313-323, John Wiley and Sons, 2016

２．Biocompatible Interface Responsive to an Environment Change in the Living Body, in Stimuli-Responsive Interfaces: Fabrication and Application, Matsukuma, D., Otsuka, H., Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2017
３．Strategies of Metal Nanoparticles for Nanobiologye, in Encyclopedia of Biocolloid and Biointerface Science, Matsukuma, D., Otsuka, H., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2016

招待講演

１．Role of the TNIIIA2 Site in Tenascin-C in the Progression of Atherosclerosis, Iyoda, T., Fukai, F., The 4th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences 2016, Noda, Japan, 2016
２．Cell Regulation through Control of Integrin Activation, Fukai, F., International Symposium of Tokyo University of Science, Translational Research Center, Tokyo, 2016
３．Development of new molecular technologies for oligonucleotide therapeutics, Wada, T., FISNA2016, Hyogo, Japan, 2016
４．New molecular technologies for stabilization and activation of oligonucleotide therapeutics, Wada, T., A3RONA&CPRH Fukuoka2016, Fukuoka, Japan, 2016
５．Artificial cationic oligopeptides that stabilize and activate nucleic acid therapeutics, Wada, T., International symposium for the drug-discovery of the pyrrole-imidazole polyamides as novel biomedicines, Tokyo, Japan, 2017
６．Novel strategy to treat anxiety disorders by manipulating extinction and reconsolidation of fear memory: Searching for an ideal drug for co-administration with exposure therapy, Yamada, M., …, Oka, J.-I., 第 90 回日本薬理学会年会, 長崎, 2017
７．Aquaporins Provide New Insights into the Molecular Mechanisms to Maintain Water Homeostasis and to Decrease Inflammatory Response, as a Target of Oriental Medicine, Isohama, Y., Horie, I, IBMI 2017, Taipei, 2017

特許

１．深井文雄, 伊豫田拓也, 細胞の転移または浸潤抑制剤, JP2014-057592, 2016
２．深井文雄, 兒玉浩明, 抗がん剤の活性増強剤, 特許第 5924593, 2016
３．深井文雄, 山本哲哉, 兒玉浩明, PDGF 依存性細胞増殖抑制剤, PDGF 依存性細胞増殖の抑制法, 細胞分散抑制剤, 細胞分散の抑制法, テモゾロミド活性増強及び抗腫瘍剤, PCT/JP2015/067651, 2016
４．和田猛, 吉野怜次郎, 岩田倫太朗, 額賀陽平, RNA ハイブリッド形成用核酸オリゴマー, 特願 2016-046181,2016
５．和田猛, 齋藤竜也, 石井友香, 額賀陽平, 重合性化合物、化合物、及び、ボラノホスフェートオリゴマーの製造方法, 特願 2016-221656, 2016
６．大塚英典, 松隈大輔, 自己組織化ペプチド修飾キトサンナノ会合体の合成とプロテインデリバリーへの応用, WO2016/075977, 2016
７．Yamashita, C., Oka, J.-I., Horiguchi, M., Hamada, S., Centrally-Acting Peptide Derivative, and Pharmaceutical Composition, EP 出願番号: 15837573.3, 2017
８．Yamashita, C., Oka, J.-I., Horiguchi, M., Hamada, S., Centrally-Acting Peptide Derivative, and Pharmaceutical Composition, 米国出願番号: 15/507, 2017

広報

１．相楽博典, 入船和典, 礒濱洋一郎, 鼎談　漢方の臨床と薬理[第 6 階]咳治療における麦門冬湯と清肺湯の薬理, 漢方医薬学雑誌, 2016
２．鹿村恵明, 小茂田昌代, 2 アカデミック・ディテーリングと処方提案, 薬剤師のためのお役立ち情報～動画コンテンツのご紹介～ 疑義照会と処方提案, 第一三共エスファ株式会社, 2017

受賞

1．内田万紀子，…，八代拓也，西山千春，　第 39 回日本分子生物学会年会優秀ポスター賞，日本分子生物学会，2016
2．南島治，…，秋本和憲，学生優秀発表者賞，日本薬学会 137 年会，2017
3．笹田学，大塚一樹，伊豫田拓也，深井文雄，優秀発表賞，第 60 回日本薬学会関東支部大会，2016
4．秋元俊希，濱田幸恵，伊豫田拓也，梅澤雅和，岡淳一郎，若手優秀発表賞，第 135 回日本薬理学会関東部会，2016
5．堀田瑞希，…，礒濱洋一郎，優秀発表賞，第 33 回和漢医薬学会学術大会，2016
6．村上一仁，堀江一郎，礒濱洋一郎，優秀発表賞，第 33 回和漢医薬学会学術大会，2016
7．窪田佑紀，…，礒濱洋一郎，優秀発表賞，第 135 回日本薬理学会関東部会，2016
8．菅澤真澄，堀江一郎，浅田善久，礒濱洋一郎，優秀発表賞，日本薬学会第 137 年会，2017

研究課題（研究者別）

西山　千春

「樹状細胞の遺伝子発現における転写因子 PU.1 の機能解析に関する研究」

樹状細胞マーカー分子 CD11c のプロモーター解析を行い、PU.1 がパートナー分子 IRF4 の発現を誘導し PU.1/IRF4 のヘテロ 2 量体として CD11c 遺伝子の転写活性化を行っていることを報告した。東京医科大学との共同研究で PU.1 が眼科領域の自己免疫疾患においてバイオマーカーとなること、その抑制により T 細胞応答が制御できることを報告した。

「アレルギー疾患に関わるエフェクター細胞制御」

これまでにヒトマスト細胞では PU.1 siRNA がα発現を低下させる結果、Fc ε RI の発現や機能が有意に抑制されることを報告した。今回、細胞内シグナル伝達分子群を解析し、ヒト・マウス共に PU.1 が Syk 遺伝子の転写活性化を行っていること、PU.1 siRNA や免疫調節薬ポマリドマイドが PU.1 タンパク質量の減少と、引き続いて Syk の発現低下をもたらすこと、更にこれらの処理がマスト細胞依存的なアレルギー反応を顕著に抑制することを *in vivo*、*in vitro* で検証した。

マスト細胞機能を調節する食品成分として、短鎖脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、ポリフェノール、ビタミンなどに複数の候補分子を得ており、その作用点となる受容体の同定や生理的条件下での有効性を検証している。

八代　拓也

「樹状細胞機能に重要な分子群の遺伝子発現に対する PU.1 の役割」

これまでに転写因子 PU.1 の機能解析から、標的遺伝子を直接転写活性化するケースや、マスターレギュレーターの発現を介して下流の遺伝子発現を引き起こすケースなど、様々な転写活性化機構を見出して来ている。今回、アレルギー疾患の治療標的である共刺激分子 OX40L に着目し、本分子が PU.1 単量体により転写活性化されることを報告した。

「樹状細胞機能制御に有効な標的分子探索の研究」

核内受容体型転写調節因子 NR4A3 は、他の NR4A ファミリー分子と共に制御性 T 細胞分化に寄与することが知られていたが、樹状細胞活性化に伴い引き起こされる遺伝子発現に関わることを見出し、NR4A3 が樹状細胞機能に影響を及ぼす結果、制御性 T 細胞分化に寄与することを明らかにした。この NR4A3 発現が PU.1 制御下にあることも確認しており、PU.1 ノックダウン形質の一部が NR4A3 のノックダウンを反映したものであると考えられ、より特異性の高い樹状細胞機能制御への利用が期待される。

食品由来微量成分や放線菌由来新規アミノ酸に、樹状細胞機能を修飾する作用を見出しており、分子機構の解明とマウス病態モデルでの効果検証を進めている。

秋本　和憲

「癌幹細胞の維持機構の解明とそれを基盤とした創薬展開にむけた研究」

秋本らは、乳癌患者 1904 名のゲノムデータ解析から Basal-like 型乳癌で c-Met と ALDH1A3 発現が相関し、c-Met/ALDH1A3 共発現患者は予後不良で ALDH1 陽性乳癌幹細胞の生存に c-Met が重要な役割を果たすことを明らかとした。また解糖系分子 GLOI が ALDH1 陽性癌幹細胞の生存に関わることを明らかとした。さらに aPKC が解糖系分子 X の遺伝子発現制御を介して ALDH1 陽性癌幹細胞の生存に関わることを明らかとした。加えて、Basal-like 型乳癌で aPKC と X の遺伝子発現が相関し、aPKC、X、ALDH1A3 共発現患者が予後不良であることを明らかにした。

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」

生存率の改善がみられない小児がん・進行性神経芽腫の原因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再確認した。更に、TNIIIA2 とは別の因子は ATRA に非依存的に N-Myc 分解を誘導できることを見出し、マウス病態モデルに対する治療効果も確認した。

「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」

最も悪性度の高い脳腫瘍である神経膠芽腫の悪性形質の予後不良の主因である旺盛な増殖能と移動・浸潤能が、本腫瘍で高発現するテネイシン C 由来のペプチド TNIIIA2 のインテグリン活性化作用に基づいている可能性を示してきた。この知見に基づき、我々が見出しているインテグリン不活性化因子である FNIII14 の作用を解析した結果、神経膠芽腫の過増殖・移動能をいずれも強く抑制する抗腫瘍効果が確認された。更に、FNIII14 には本腫瘍治療の第一選択薬 TMZ に対する耐性を解除する作用も見出された。

佐藤　圭子

「情報尺度に基づく乳がん予後因子の特定」

大量の遺伝子発現データから ER（エストロゲンレセプター）陽性乳がん患者の生存に対する予後因子を見つけるために、そして、その予後因子によって患者を分類するために、情報論的アプローチを適用した。その結果、2 つの遺伝子 KMT2C および SLC20A1 の発現レベルは、ER 陽性患者の生存期間の違いに著しく関わっていることを明らかにした。

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」

これまで合成が困難であった、リン原子の立体が制御されたボラノホスフェート DNA の立体選択的合成法を確立し、その性質を明らかにした。また、siRNA の主溝に選択的に結合し、siRNA を安定化するオリゴジアミノガラクトース(ODAGal)の合成に成功した。ODAGal 四量体を siRNA と結合させると、RNase A による siRNA の分解が、ほぼ完全に抑制されることを明らかにした。

大塚　英典

「組織構築を促す三次元ゲル足場に関する研究」

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。汎用のアテロコラーゲンゲルと比べて、前年度以上に優れた軟骨組織再生を促すことを見出した。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

「2 型糖尿病における皮膚創傷治癒改善や膀胱癌治療を指向したアンチセンス核酸の開発」

ホスホロチオエート骨格を有する、転写因子の遺伝子に特異的なアンチセンス核酸を 2 型糖尿病マウスの傷口に塗布すると、傷口の面積が 2 週間で 40%に減少した。骨格に BNA 修飾を更に導入したが、皮膚創傷治癒効果の更なる改善は見られなかった。一方、ホスホロチオエート骨格と BNA 修飾を有する、膀胱癌関連遺伝子に特異的なアンチセンス核酸を膀胱癌関連細胞に投与すると、膀胱癌関連遺伝子の発現が顕著に減少した。

花輪　剛久、河野　弥生

「生体適合性ハイドロゲル製剤の開発に関する研究」

生体適合性を有する高分子を用いて電子線照射及び凍結融解法によりハイドロゲルを調製し、その物性を比較した。特に凍結融解法により調製したハイドロゲルは臓器付着性を有し、電子線照射により発生する残留ラジカルの問題もないことから、臓器付着製剤として応用可能であることを明らかにした。さらに、熱応答性高分子を用いた熱応答性ゲルの検討も行っており、現在は薬物を含有させ放出挙動等の物性の評価を行っている。

岡　淳一郎、恒岡　弥生、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」

抗うつ作用や認知障害改善作用を示す神経ペプチドを、経鼻投与により中枢移行させて作用を発現させる誘導体化法について米国と EU に特許出願した。この過程で、既知とは異なる経路で中枢移行すること、ヒト大うつ病バイオマーカーが動物モデルでも同様の変化を示し、GLP-2 誘導体で改善されることを見出した。また、釣藤散と天然化合物 neoechinulin A が抗うつ作用及び学習記憶改善作用を示すことを明らかにした。

樋上　賀一

「ミトコンドリアシグナルペプチダーゼによるミトコンドリア品質管理機構の解明」

カロリー制限による抗老化・寿命延伸効果には、白色脂肪組織でのミトコンドリアの品質管理に重要な Sirt3 の 2 つのミトコンドリアシグナルペプチダーゼ（Mpp と Mipep）による 2 段階のプロセッシングが重要である可能性、Mipep の発現が Srebp-1c に制御される可能性を発見した。この仮説を証明するために Mipep 欠損マウスを作製し、検証している。

「オートファジー機構を介した代謝改善の試み」

リソソームの機能障害が肥満症脂肪組織の初期病態にかかわること、天然に存在する二糖類であるトレハロースやスクロースが、オートファジー促進作用に加え、Nrf2 の核内移行を促進し、酸化ストレスを抑制することを見出だした。また、その作用の効果は細胞種により異なることが明らかとなった。

東　達也、小川　祥二郎

「GABA 作動性ニューロステロイドのレベル変動計測に基づくドラッグリポジショニング研究」

脳内アロプレグナノロンのレベルを上昇させる化合物（SBSS）は抗不安薬候補となり得る。そこで、独自に開発した ICD-LC/ESI-MS/MS アッセイ法を用いて SBSS の探索を行い、ミルタザピンをその新たな候補として見出した。本薬物は、前年までに SBSS と報告したクロザピン、オランザピン、ミアンセリンと共にジベンゾアゼピン構造を有しており、構造活性相関の点からも興味深い知見が得られた。

吉澤　一巳

「脳内ニューロステロイド産生を指標とした抗不安薬の研究」

脳内ニューロステロイドの一つであるアロプレグナノロン（ALLO）生合成を亢進させる薬物の候補としてベンゾチアゼピン骨格を有する降圧薬ジルチアゼムの抗不安作用を検討した。その結果、ジルチアゼムの投与により抗不安作用が認められた。さらに、この抗不安作用は 5α-還元酵素阻害薬フィナステリドの前処置により抑制されたことから、ジルチアゼムの抗不安作用は ALLO 生合成亢進によるものと考えられた。

礒濱　洋一郎

「ショーグレン症候群患者血清中の抗アクアポリン 5 自己抗体の存在とその意義に関する研究」

乾燥症状を主徴とする自己免疫疾患であるシェーグレン症候群の患者の血清中に、水チャネルの一種 aquaporin-5 に反応する自己抗体が存在することをこれまでに見出してきた。今年度はこの抗 AQP5 自己抗体の抗体価を定量的に解析する方法として in cell ELISA を確立した。本法により著明な抗 AQP5IgG 陽性の患者は約 70%であることが判明した。

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有効性・安全性に関する臨床試験が終わり、全症例で問題なく有効性が得られた。

「アタマジラミ症治療薬整備に向けた臨床研究」

本邦では未承認のイベルメクチンローション 0.5%の日本への導入を目的として、まずは 12 症例において探索的な検討を行った。さらに採取したアタマジラミの薬剤抵抗性の有無について遺伝子解析を行った。

濵田　知久馬

「医薬研究におけるデザインと統計解析に関する研究」

遺伝子データは、被験者数よりも考慮する遺伝子数が多いため、罰則付き回帰分析が近年よく用いられているが、がん臨床研究の目的並びに遺伝子データの種類に応じて、さらなる研究が求められていた。本研究では、罰則付き回帰による生存時間予測モデルを構築した。また罰則付き回帰を用いた用量の個別化について研究を行った結果、罰則付き回帰分析を行うことで、最適な用量を選択できる確率が高くなることを示した。

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、日本医療データセンターのレセプトデータベースを利用し、スタチン治療のアドヒアランスと予防的検査との関連を検討するコホート研究を行った。その結果、日本では、調整困難な healthy adherer bias は存在しないことが示唆された。

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

近年の生命科学分野の発展には、生体内の分子の動態やそれらの相互作用を生きたまま解析するイメージング・計測技術の開発が必須である。イメージングフロンティアセンターでは、光源技術、蛍光プローブ技術、計測・情報科学、さまざまな生物種・細胞のライブイメージングの研究者が連携して異分野融合研究を展開し、生命科学のさまざまな重要課題にブレークスルーをもたらす革新的イメージング・解析システムの開発を推進する。理工学と生命科学の連携を大きく前進させて、最先端の研究成果を世界に向けて発信すること、豊かな多様性に富んだ多くの優れた若手研究者を育成すること、ひいては研究拠点としてこの分野の発展に寄与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
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
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）
【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
青木　伸　薬学部生命創薬科学科・教授
由井宏治　理学部第一部化学科・教授
政池知子　理工学部応用生物科学科・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
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
大谷直子　理工学部応用生物科学科・教授
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
桧垣　匠　東京大学大学院新領域創成科学研究科・特任准教教（客員准教授）
篠田　陽　東京薬科大学薬学部・講師（客員研究員）
来須孝光　東京工科大学応用生物学部・助教（客員研究員）
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 3 階細胞動態解析室に超高解像度顕微鏡レーザーバイオイメージングシステム（ZEISS 社製 ELYRA P.1）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 3 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 3 つの研究グループで活動している。

3. 1. 観察障害排除グループについて

組織や器官内部の細胞や構造を解析するために、光の散乱防止、透過率向上、自家蛍光の排除が必要となる。そこで本グループは顕微鏡観察時における障害の排除する方法を開発することに取り組んでいる。本年度は、植物の自家蛍光を排除した農作物イメージングシステムの開発として、短時間で植物の組織や器官をまるごと透明化する方法 TOMEI(Transparaent plant Organ MEthod for Imaging)についてグループ内で連携しながら解析を進め、垂直透過率の測定を実施した。また、組織や器官の形態を保ったまま、クロマチン動態を解析できる TALE-FP 法を開発した。ゲノム編集技術で用いられているキサントモナス菌由来の Transcription activator like effector(TALE)の DNA 結合ドメインに蛍光タンパク質を連結させた方法である。この方法を用いることで、従来、細胞核を取り出したり、細胞を押しつぶして解析されていた細胞核内のクロマチン局在を生きたまま解析できるようになった。また、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べく研究を進めた。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技術の開発を進めた。

3. 2. 多次元情報可視化グループについて

このグループでは、極微小空間での反応・温度・硬さなどの多次元情報を測定する技術開発を行っている。リン酸を結合すると蛍光強度が増加する性質をもつ蛍光標識リン酸結合蛋白を調製し、水溶液の液滴をガラス基板上にアレイ状に並べるデバイスを用いて、極微小空間における少数個酵素による触媒反応の可視化に成功した。測定結果は通常体積で測定した溶液系の多分子測定の結果とほぼ一致した。また生体透過性が高く水の吸収が小さい近赤外光を用いたレーザー誘起表面変位顕微鏡を開発して細胞 1 個における膜の粘弾性を計測した。細胞からのパワースペクトルの取得のために、検出系として透過型および反射型の二つの配置を検討した。前者の配置では、細胞内に形成された熱レンズに依る信号が支配的だった。さらに、有機ホウ素クラスターである o-carborane が中性水溶液中で Cu^{2+}イオンによって酸化的に分解され 10 分子のホウ酸を生成することに基づく Cu^{2+}の ^{11}B MRI の開発を行った。交叉励起を回避することと、散乱が少なく生体深部を観察することを目指して、生きた個体で使用可能な FRET センサーの開発を進めており、Green-Red 蛍光蛋白質ペアを用いた JNK センサーを作製し、二光子顕微鏡での観察条件を確立した。

3. 3. 応用展開グループについて

このグループは、基盤技術開発の各グループで開発される基盤イメージング技術の進展を統合的に把握するとともに、革新的基盤技術を応用した新たなイメージング技術や装置を創出することを目的としている。今年度は、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領域とがんの領域を抽出可能であることを明らかにした。

植物･農作物の新規イメージング技術の開発を狙いとして、植物組織内の水の凍結過程のイメージング、イネの花粉形成過程のオートファジーのイメージング、新規発光レシオメトリックプローブを用いた植物細胞内 Ca^{2+}イメージングに取り組んだ。

また、以下のようなセミナー、シンポジウムを開催した。
○イメージングフロンティアセンター William S. Price教授特別講義
日時：2016年4月11日 14:50-16:20
場所：野田キャンパス講義棟K205教室
講師:William S. Price(Univ. Western Sydney)「核磁気共鳴イメージング(magnetic resonance imaging; MRI)の生物学への応用」
○イメージングフロンティアセンター 講演会
日時：2016年6月22日 9:00-10:30
場所：野田キャンパス講義棟K704教室
講師：石川雅也（東京電機大)「植物の凍結挙動のイメージング解析と凍結を制御するメカニズム」
○イメージングフロンティアセンター 講演会
日時：2016年6月29日 9:00-10:30
場所：野田キャンパス講義棟K704教室
講師：桧垣匠（東京大学新領域創成科学研究科)「気孔開閉を調節する膜交通因子のイメージング解析」
○イメージングフロンティアセンター「力とレオロジーのイメージング」ワークショップ
日時：2016年7月23日 13:00-16:30
場所：葛飾キャンパス講義棟102教室
○イメージングフロンティアセンター シンポジウム
日時：2016年12月10日 10:00-17:20
場所：野田キャンパス講義棟K103教室
特別講演：鈴木宏明（中央大学理工学部）「人工細胞膜システムの細胞らしい挙動」
佐甲靖志（理化学研究所)「細胞内1分子イメージング：生理学から薬理学へ」
坂無英徳（産業技術総合研究所)「機械学習と画像認識による医療診断支援」
○イメージングフロンティアセンター 特別セミナー
日時：2017年1月18日 13:10-14:30
場所：野田キャンパス計算科学研究センター4階大会議室
講師：小関泰之（東京大学工学系研究科)「誘導ラマン顕微鏡による生体の無標識観察」

4. 研究活動の展望

イメージングフロンティアセンターとして活動を開始して 2 年が経過した。これまで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 28 年度分）

学術論文

1．Yuan-Hsiang Chang, Hideo Yokota, Kuniya Abe, Chia-Tong Tang, Ming-Dar Tasi, “Automated Detection and Tracking of Cell Clusters in Time-Lapse Fluorescence Microscopy Images”, *Journal of Medical and Biological Engineering* 37, pp 18-25, 2017.

2．Kurusu T, Hanamata S, Kuchitsu K, “Quantitative live cell imaging of autophagic flux and roles of autophagy in reproductive development in plants”, *Bioimages* 24, 1-11, 2016.

3．Yoshikawa, F., Sato, Y., Tohyama, K., Akagi, T., Furuse, T., Sadakata, T., Tanaka, M., Shinoda, Y., Hashikawa, T., Itohara, S., Sano, Y., Ghandour, SM., Wakana, S., and Furuichi, T., “Mammalian-specific central myelin protein Opalin is redundant for normal myelination: structural and behavioral assessments”, *PLoS ONE* 11, e0166732, 2016.

4．Yokoyama, T., Nakatake, M., Kuwata, T., Goitsuka, R., Tsutsumi, S., Aburatani, H., Valk, P. J. M., Delwel, R. and Nakamura, T. “Tranactivation of Styl1/Slp1 by Meis1 promotes CXCL12/CXCR4 signaling and myeloid leukemogenesis in vivo”, *J. Clin. Invest.* 126, 1664-1678, 2016.

5．Yokoyama, R., Hirakawa, T., Hayashi, S., Sakamoto, T., and Matsuaga, S., “Dynamics of plant DNA replication based on PCNA visualization”, *Sci. Rep.* 6, 29657, 2016.

6．Masao Kamimura, Taiki Matsumoto, Satoru Suyari, Masakazu Umezawa, Kohei Soga, “Ratiometric Near-Infrared Fluorescence Nanothermometry in the OTN-NIR (NIR II/III) Biological Window Based on Rare-Earth Doped β-NaYF4 Nanoparticles”, *Journal of Materials Chemistry* B 5, 1917-1925, 2017.

7．Sugawa, M., Okazaki, K., Kobayashi, M., Matsui, M., Hummer, G., Masaike, T., Nishizaka, T. “F_1-ATPase conformational cycle from simultaneous single-molecule FRET and rotation measurements”, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100, 14731-14736, 2016.

8．Tomohiro Tanaka, Yukiko Nishiura, Rikita Araki, Takaomi Saido, Ryo Abe and Shin Aoki, “^{11}B NMR Probes of Copper (II): Finding and Implications of the Cu^{2+}-Promoted Decomposition of *ortho*-Carborane Derivatives” *European Journal of Inorganic Chemistry,* (12), 1819-1834, 2016

9．Haruka Ai, Naoto Moriya, Takuji Ube, Takashi Harumoto, Yoshihiro Arai, Kazuyoshi Murata and Takashi Ishiguro,“In-situ TEM observation of rock salt crystal precipitation in liposome”, *MRS Advances,* DOI 10.1557/adv.2016.277, 2016

10. Tze Mun Loo, Fumitaka Kamachi, Yoshihiro Watanabe, Shin Yoshimoto Hiroaki Kanda, Yuriko Arai, Yaeko Nakajima-Takagi, Atsushi Iwama, Tomoaki Koga, Yukihiko Sugimoto, Takayuki Ozawa, Masaru Nakamura, Miho Kumagai, Koichi Watashi, Makoto M Taketo, Tomohiro Aoki[10], Shuh Narumiya, Masanobu Oshima, Makoto Arita, Eiji Hara and Naoko Ohtani.“Gut microbiota promotes obesity-associated liver cancer through PGE_2-mediated suppression of antitumor immunity”, Cancer Discovery 7. 522-538, 2017.

11. Higaki T, Kutsuna N, Akita K, Takigawa-Imamura H, Yoshimura K, Miura T, “A theoretical model of jigsaw-puzzle pattern formation by plant leaf epidermal cells”, *PLOS Comput Biol* 12, e1004833, 2016.

12. Motohiro Banno, Hiroharu Yui,“Stimulated Raman scattering interferometer for molecular-selective tomographic imaging”, *Appl. Spectrosc.* published online, DOI: 10. 1177/0003702817693232.

著書

1．植物学の百科事典，日本植物学会編 日本育種学会編集協力 朽津和幸他著，丸善出版，全802ページ，2016
2．後飯塚僚（共著分担）:「獣医臨床のための免疫学」，学窓社，2016年7月27日
3．Chronic Inflammation (Msayuki Miyasaka and Kiyoshi Takatsu Editors) Naoko Ohtani, Part III No 15. Cellular Senescence as a Novel Mechanism of Chronic Inflammation and Cancer Progression
4．Eiichi Kimura, Tohru Koike, and Shin Aoki, "Evolution of Zn^{II}-Macrocyclic Polyamines to Biological Probes and Supramolecular Assembly Elements", in *Macrocyclic and Supramolecular Chemistry: How Izatt-Christensen Award Winners Shaped the Field,* (Reed M. Izatt, Ed., John Wiley & Sons), pp 417-445, 2016.

招待講演

1．Hideo Yokota, Patient Specific Surgical Simulation achieved by Multi Dimensional Medical Imaging Processing, International Functional Reconstruction of the Hand (IFRH2017), 28-29, April, 2017, Nagoya, Japan
2．Regulation of plant development and defense responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy, 朽津和幸, Comparative Aging Research Center Seminar, 大邱広域市（韓国），2016
3．T. Furuichi. Enhancing Brain Transcriptome Database by Neural Gene Ontology 第39回日本神経科学大会，神奈川県横浜市・パシフィコ横浜，2016年7月20日～7月22日
4．後飯塚僚：間葉系ストローマ細胞による造血制御とその応用，第6回家畜感染症学会シンポジウム「基礎と臨床を結ぶ」～基礎研究の最前線で活躍する獣医師から学ぶ～，国立科学博物館，東京，2016年6月3日
5．佐野良威，メモリーアロケーションの神経基盤 ～これから起きる出来事はどの神経細胞に保存されるのか？～ 第159回日本獣医学会学術集会，2016年9月7日
6．Sachihiro Matsunaga, Kazuki Kurita, Noriyoshi Yagi, Yuki Sakamoto, Kaori Sako, Takashi Murata, Mitsuyasu Hasebe, Hiroshi Kimura, Motoaki Seki, Takuya Sakamoto (2016) Live imaging of epigenetic modifications in plant cells. International Symposium on Environmental Stress Adaptation & Memory in Plants (Yokohama, Japan).
7．Shin Aoki, "Development of Convenient and Efficient Methods for Detection and Collection of Anomalous Cells from Blood", 2017 International Biomedical Interface Symposium (ISBM2017), 3/4-3/5, 2017, Taipei, Taiwan
8．Kohei SOGA, Masao KAMIMURA, ″Luminescent Probe Design for Biophotonics in the OTN-NIR (NIR II/III) Biological Window″, International Symposium on Luminescence, Spectroscopy and Applications (Phosphor Safari 2016) (Hong Kong Baptist University, Hong Kong, 2016年11月28日～12月1日).
9．Ohtani N. The role of gut microbiota for obesity-associated liver cancer progression. International Symposium of the Center for Animal Disease Models 2016 -Metabolic disease and Aging- Tokyo, Japan July, 16, 2016.
10．リソソーム分解経路を制御するマシナリーの働きを可視化する，中村岳史，Center for Development of Advanced Medicine for Dementia Seminer，愛知，2016年7月
11．細胞動態を理解するための画像解析とモデル解析，桧垣 匠，日本植物学会第80回大会，沖縄，2016
12．"Time-resolved optical diagnostics of solution plasma formed with graphite electrodes in aqueous solution" Motohiro Banno, Hiroharu Yui, The 4th International Workshop on Solution Plasma and Molecular Technologies (SPM-4), Pilsen, 2016. 6.

特許

１．梅村和夫, 政池知子, 佐藤玄実, 横田龍一, G01N 21/00, 蛍光検出方法及び蛍光検出装置, №2017-044186, 2017

２．Naoko OHTANI, Fumitaka KAMACHI, Tze Mun LOO, Shinichi KOIZUMI, Takako OKUMURA, Use of EP4 receptor antagonists for the treatment of NASH-associated liver cancer, New U.S. Patent Application No.15/343,999, 出願日：2016 年 11 月 4 日

３．青木 伸, 安盛敦雄, 特願 2016-165889, 細胞分離方法及び細胞分離装置（平成 28（2016）年 8 月 26 日出願）

広報

１．朽津和幸, 植物組織の凍結制御活性の検索, 日刊工業新聞, 2016

２．松永幸大, 日経産業新聞（2016 年 10 月 20 日）生きた植物 DNA 観察 東京理科大 ゲノム編集で発光

受賞

１．松永幸大, 平瀬賞, 日本植物形態学会, 2016

２．Masao Kamimura, “奨励賞”, 第 26 回日本 MRS 年次大会, 横浜開港記念館,(2016)

３．来須孝光, ベストイメージング・オリンパス賞, 第 25 回日本バイオイメージング学会学術集会, 2016

研究課題（研究者別）

石黒　孝

「生命関連物質の水溶液中・透過赤外分光」

前年までの透過赤外分光光装置の改良、実験条件の検討を基に、乳酸、ATP 等の水溶液中の透過赤外分光を行った。細胞内においては pH が変化するので、酸性からアルカリ性の pH 広範囲での計測を行い、分子の媒質との相互作用および解離状態の変化を把握できることが分かった。

「生きている細胞のその場透過赤外分光観察」

細胞を生かしたままその代謝を透過赤外分光法により評価することを目的として、装置改良と生存条件の検討を行った。これにより正常細胞およびがん細胞の細胞周期に亘る観察が可能となり細胞レベルでのがん診断の可能性が示された。

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」

神経機能分子の分泌制御タンパク質 CAPS、脳特異的 RasGEF タンパク質 very-KIND/KNDC1、哺乳類中枢神経特異的ミエリンループ膜 Opalin/Tmem10 について、主に脳内分布のイメージング解析や活性のイメージング解析を行い以下のことを明らかにした。CAPS：透過型電顕の連続切片像の 3 次元再構築解析やシナプス開口放出のタイムラプス蛍光イメージング解析により、CAPS1 が、マウス成熟海馬神経回路においてグルタミン酸シナプス小胞の開口放出制御機構にも必須の役割を果たすことを解明した。Very-KIND：免疫組織化学的解析と電顕解析により、very-KIND が小脳ニューロンにおける神経突起とシナプスの適切な発達に関与することを KO マウスで明らかにした。Opalin：同様の解析により、通常時のミエリンの全体的な形成には重要ではないが、一部の行動発現に関係することを KO マウスで明らかにした。

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」

二次リンパ組織である脾臓の胎仔原基に由来する間葉系細胞の分化運命について Cre-loxP システムを用いてレポーターである tdTomato の発現を指標に解析した。成体脾臓を CUBIC 法により透明化した後、光シート顕微鏡で観察した結果、血管周皮細胞マーカーである α-SMA 陽性の細胞が tdTomato 強陽性であり、赤血球産生や破壊に関与する赤脾髄領域にも広範に弱い発現が認められ、脾臓の血管構造と関連することが示唆された。今後、血管内皮細胞の可視化を行い、脾臓微小環境形成における間葉系細胞の機能を明らかにする予定である。

朽津　和幸

「新規発光レシオメトリックプローブを用いた植物細胞内 Ca^{2+}イメージング」

植物のイメージングでは、測定時の励起光照射により光感受性細胞で応答が誘導されること、光合成色素等の自家蛍光が蛍光イメージングの障害となることなどが問題となる。一方、既存の発光性 Ca^{2+}プローブには、感度が低く、定量的イメージングが困難という問題点があった。これらの問題点を解決するため、細胞内 Ca^{2+}濃度を発光･蛍光両モードでイメージング可能な Ca^{2+}プローブを植物個体に発現させることに成功した。

中村　岳史

「生きた個体で使用可能な FRET センサーの開発」

交叉励起を回避することと、散乱が少なく生体深部を観察することを目指して、一般的に使用される 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。昨年度の検討で、広視野顕微鏡での評価で、対応する CFP-YFP ペアのダイナミックレンジの 7 割弱の性能を持つ Green-Red ペアの JNK センサーを作製できたので、そのセンサーを使って培養細胞を使って二光子顕微鏡での条件検討を行った。その結果、当初の予想と少し異なる 930 nm のレーザー光で励起を行い、ぎりぎりまで光量を落とすことで基礎検討としてはほぼ十分なタイムラプス画像を得ることができた。一方で、深部観察のためにレーザーパワーを上げると、比較的早く蛍光強度の低下が起きるので、蛍光蛋白質の検討や、条件の手直しなどで、深部観察にある程度耐える観察条件を見出すことが次の課題である。

青木　伸（薬学部生命創薬科学科）

「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、細胞内 Ca^{2+}濃度上昇の誘起が細胞死の一因となっていること、そして Ir 錯体のターゲット分子の候補の一つとして、カルモジュリンの Ca^{2+}錯体が同定された（*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た（*Inorg. Chem.* **2017**, *56*, 812-833, 886-899)。

「金属イオン検出を目的とする ^{11}B NMR/MRI プローブの開発」

有機ホウ素クラスターである *o*-carborane が中性水溶液中で Cu^{2+}イオンによって酸化的に分解されて 10 分子のホウ酸を生成することを発見し、Cu^{2+}の ^{11}B MRI (Magnetic Resonance Imaging) を行った（*Eur. J. Inorg. Chem.* **2016**, 1819-1834)。さらに、金属キレーターを導入した *o*-carborane 誘導体を設計、合成し、より迅速な Cu^{2+}選択的 ^{11}B MRI に成功した（*Eur. J. Inorg. Chem.* **2016**, 3330-3337)。また、*o*-carborane などを導入した天然物の新規合成法も開発した(*Chem. Pharm. Bull.* **20167**, in press)。

大谷　直子

「肥満誘導性肝がんに蓄積する脂質の同定とイメージングの試み」

先行研究において、高脂肪食摂取マウスでは肝臓がんの発症が著しく促進されることを見出していた。その肝腫瘍部では脂質の蓄積が顕著であり、まずどのような脂質が有意に蓄積しているか脂質メタボローム解析にて調べた。その結果シクロオキシゲナーゼによるアラキドン酸からの代謝物、PG 類が肝腫瘍部で過剰産生されていた。詳細を検討した結果、PGE2 が抗腫瘍免疫を抑え、がんの進展に関わることが明らかになった。ヒトの肥満関連肝がんである NASH（非アルコール性脂肪性肝炎）関連肝がん症例においても、腫瘍部に脂質蓄積の多い症例において、PGE2 の過剰産生が認められた（Loo et al. Cancer Discovery, 2017)。そこで腫瘍部の過剰な脂質の蓄積という特徴をイメージングする試みを、機械学習の手法を利用して行った。濃度の違う純脂質オレイン酸を教師データとして、脂質の含有量の多い腫瘍部をイメージングできる予備データが得られた。

曽我　公平

「OTN 近赤外ハイパースペクトルイメージングによる生体組織解析」

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

「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。

由井　宏治

「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」

細胞 1 個における膜の粘弾性を計測するために、生体透過性が高くかつ水の吸収が小さい近赤外光を用いた LISD 顕微鏡を開発した。細胞からのパワースペクトルの取得のために、検出系として透過型および反射型の二つの配置を検討した。前者の配置では、細胞内に形成された熱レンズに依る信号が支配的だった。一方、熱レンズの影響を受けない後者の配置で検出を試みたところ、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。

松永　幸大

「植物の観察障害除去に関する研究」

農作物の品質を評価するためには、内部構造を解析する必要がある。植物細胞は細胞壁を持ち、葉緑素を持つ葉緑体や色素を蓄積した液胞などを含み、深部まで観察は困難である。この観察障害を除去する技術 TOMEI (Transparaent plant Organ MEthod for Imaging)の改良を進めた。また、ゲノム編集技術で用いられているキサントモナス菌由来の Transcription activator like effector(TALE)の DNA 結合ドメインに蛍光タンパク質を連結させた TALE-FP 法によりクロマチン動態解析法を開発した。

政池　知子

「極微小空間における少数個酵素による触媒反応の可視化」

リン酸を結合すると蛍光強度が増加する性質をもつ蛍光標識リン酸結合蛋白を調製し、水溶液の液滴をガラス基板上にアレイ状に並べるデバイスを用いて、個々の目的タンパク質から解離するリン酸の蓄積を画像化することに成功した。測定結果は通常体積で測定した溶液系の多分子測定の結果とほぼ一致することから、検出した蛍光のシグナルは ATP 加水分解活性を示すことが示唆される。また、水滴に含まれると見積もられるタンパクの分子の個数はポアッソン分布に従うことも示された。

「回転分子モーターの 1 分子局所構造変化検出」

世界最小の回転分子モーターF_1-ATPase のシリンダー部分について、構造変化が予想される数か所の部位に蛍光プローブを標識し、これを目印として構造変化測定を行った。統計的なデータはまだまとまっていないものの、いくつかの部位について中心軸の回転に伴った有意かつ反復する構造変化が検出された。

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」

生体組織透過性が高い近赤外光励起によって、可視および近赤外蛍光を発する希土類含有セラミックスナノ粒子の表面に、可視光に応答して活性酸素を発生する光増感剤と生体機能性ポリマーを導入することで、近赤外蛍光イメージングと光線力学療法のためのナノプローブを作製した。このプローブは、近赤外光照射下で強い近赤外蛍光を示すと同時に、高い細胞毒性を示すことが明らかになった。今後、このプローブを用いて、in vivo におけるイメージング能および制癌活性の評価を進める。

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

「認知行動を担うセルアセンブリの可視化」

学習や記憶形成および記憶想起等の認知機能の基盤となる神経活動様式を解明するためにシステムの立ち上げを行った。今年度は、蛍光顕微鏡の基本的な性質を集約した脳内視微小顕微鏡を作製し、脳内に GRIN レンズを埋め込む手法を確立した。そして、マウスの行動記録と海馬神経細胞で発現する蛍光タンパク質のシグナルの記録を同期的に行うことに成功した。また、認知行動中の神経活動を微小顕微鏡で可視化するために、細胞内 Ca^{2+}濃度変化を蛍光強度の変化で可視化可能な GCaMP6f を用いる。その為、GCaMP6f を発現する AAV を作製した。今後、GCaMP6f を海馬に感染させ、微小蛍光顕微鏡を用いて認知行動中の神経活動を解析する。

横田　秀夫

「画像処理による生命現象の可視化・解析に関する研究」

バイオイメージに対する画像処理研究として、複数の大学にまたがる画像処理クラウドシステムを開発し、多拠点からの計算を実現した。さらに、東京理科大学と理化学研究所の間で専用の通信に基づく仕組みを構築し、画像処理システム VCAT5 に CT 再構成プログラムを組み込み、近赤外線蛍光 CT の検討を実施した。

桧垣　匠

「気孔の発生と開閉機能に関する研究」

葉や茎の表面に分布する気孔は植物のガス代謝や水分調節を担っており、植物の生存に欠かすことができない器官である。気孔の開閉機能は気孔を形成する一対の孔辺細胞の膨圧運動により実現されており、環境変化に応じてその密度や開度を適切に調節する。本研究では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。

来須　孝光

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

植物の花粉への栄養供給組織であり、PCD モデルの 1 つである葯内のタペート細胞を中心にオートファジーの多様な機能を検証した。解析の結果、花粉発達に必須な植物ホルモンであるジベレリンの葯内の生合成制御にオートファジーが関与することが判明した。併せて、タペート細胞特異的オートファジー可視化イネによるイメージング手法を用いて、転写ネットワークと活性酸素シグナルを介したオートファジー制御に関する研究を進めている。

篠田　陽

「ドーパミン分泌機構に関する研究」

ドーパミン(DA)は動物の行動に強い影響を与えているが、その分泌制御機構はあまり知られていない。CAPS2 はシナプス小胞分泌への寄与や、神経栄養因子の分泌を促進しており、DA 作動性ニューロンが分布する黒質および腹側被蓋野に強く発現している。そこで DA 作動性ニューロンにおける CAPS2 の機能的役割に注目し、CAPS2 依存的な DA の速度論的分泌メカニズムをイメージングにより明らかにする。

石川　雅也

「植物の凍結制御機構の解析と物理化学的可視化法の開発」

MRI や赤外線サーモビュア等のイメージング技術を駆使して植物の凍結様式や凍結過程の非破壊可視化解析法を開発し、凍結温度での組織の挙動の多様性やその動態を解析する。また、植物組織の凍結を制御するメカニズムとして重要な組織の氷核活性や過冷却安定化能、不凍活性などを明らかにする。

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、材料の機能を大きく左右している。しかし、表面・界面水の選択的計測や理論的扱いの難しさから、水の影響の理解及びその積極的利用が進んでいない。そこで、平成 27 年 4 月に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、その制御に基づく低摩擦・低摩耗表面の創出や、生体適合性の高い再生医療材料などへ展開し、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理論・シミュレーション、③計測分析の三位一体体制で構築される。一方、研究対象や出口という観点から、センター内に小回りのきく機能集団であるグループ(G)を置き、統一されたテーマのもと、効率的な討議を行える単位とする。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)水環境分析応用の 6 つとなる。

研究センターとして、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、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、生体適合性・高機能材料の開発の切り口からこの任にあたる。しかし従来の延長線上では革新的な技術・材料は生まれてこない可能性も高い。そのためより統合された基礎学術の深堀を行うために **G3、G4** がそれぞれ、濡れと流れの基礎科学の発展、スケールを跨ぐ理論・シミュレーションの発展、の観点からこの任にあたる。そして、物質・材料と水、という観点から、新しい応用展開性、また健康で持続可能な社会に貢献する技術の創成として **G5、G6** が、それぞれ、新規機能性マイクロ流路デバイスの創出と材料開発・医療診断応用デバイスの創成を、また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やデータベースを開発する。

施設・設備に関しては、H28 年度に、以下の①一体型フェムト秒再生増幅装置・パラメトリック波長可変器と②雰囲気制御走査型プローブ顕微鏡を導入した。前者は水の存在する材料表面や摺動界面において発現する物性や機能の起源を、ナノメートルスケールの水の構造から明らかにすることを目的とした装置である。当該装置は、表界面近傍の水の構造計測に有用な表界面選択的振動分光法である和周波発生（SFG）分光法の光源として使用する。後者は材料が使用される実環境下、すなわち、温度や湿度を実際の動作環境と同じ状態に保持し、材料表面の水吸着層を維持した状態で材料表面の原子間力や摩擦力の測定を行うことができ、材料表面特性に及ぼす水の影響を多面的に評価することを目的している。

3. 各研究グループの活動報告

本センターは H28 年 11 月 22 日に発足したので、センター発足後の研究活動報告をグループ(G1,G2,G4,G6)、センター発足以前のウォーターフロンティアサイエンス研究部門時から H28 年度における研究活動報告のハイライトを（G3,G5）以下に述べる。

3. 1. 物質・材料表面グループについて

ナノ多孔質結晶やカーボンナノチューブ（CNT）の内部空間に束縛された 1 次元ナノ構造水、CNT やグラフェンの表面に存在する 2 次元ナノ構造水、さらに固体表面上の吸着水を対象に、ナノ表面領域に拘束された水の温度、圧力に対する構造の変化（相図）を構築することを目標として、分光計測や原子間力顕微鏡を用いた計測技術の高度化に関する研究を推進している。

摩擦表面においては、表面に吸着した水の存在およびその構造によって、マクロな摩擦・摩耗特性を大きく支配されると考えられている。そこで、局所的な高温、高圧、高せん断場に曝される摩擦表面に存在する水の状態を明らかにするため、和周波発生分光法（SFG）を、図 1 に示すような摩擦試験装置に組み込み、摩擦界面における水の構造変化を In-situ 分析するための装置を開発し、計測の可能性を確認することができた。なお、せん断に伴う水の構造変化に関する解析は、今後のさらなる詳細な検討が必要である。

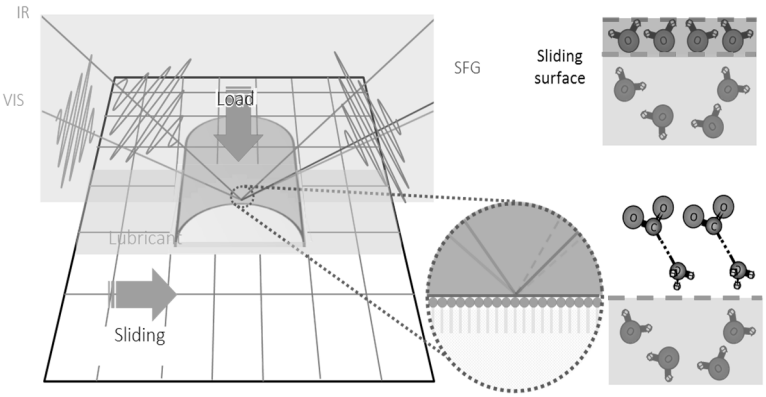


図 1　SFG 法による摩擦界面その場観察装置の概略

3. 2. バイオ界面グループについて

エチレングリコール重合体修飾表面の骨格構造に依存した水和挙動とタンパク質吸着抑制能の相関について研究を行った。ethylene glycol(EG)ユニットの繰り返しから成る高分子 poly(ethylene glycol)（PEG)を固定化した表面は、非特異的吸着に対する高い抑制能を示すことが知られている。生体内において PEG を修飾した材料は、タンパク質や細胞の吸着を抑制し、結果として高い生体適合性を付与する。PEG 表面の生体適合性は、PEG の修飾密度や高分子鎖長に強く依存するだけでなく、EG の骨格構造によって、その生体適合性を変化させることが報告されている。しかしながら、連鎖構造が精密に制御された EG 誘導体修飾表面の物性検討に関する報告例は少ない。したがって、EG の骨格構造に基づく物性が生体適合性に及ぼす影響は未だ明らかになっていない。

そこで本研究では、同一 EG ユニット数で構成された異なる骨格構造を有するブロック共重合体を新規に合成し、高分子修飾表面の水和挙動の観察と生体適合性の相関について検討した。具体的には、EG が直鎖状に連鎖した Linear type と、くし型に連鎖した Comb type からなる EG 修飾表面をそれぞれに構築し（図 2 参照）、修飾密度に依存的な表面水和構造の物理化学的計測とタンパク質吸着挙動について特異な現象を解明した。

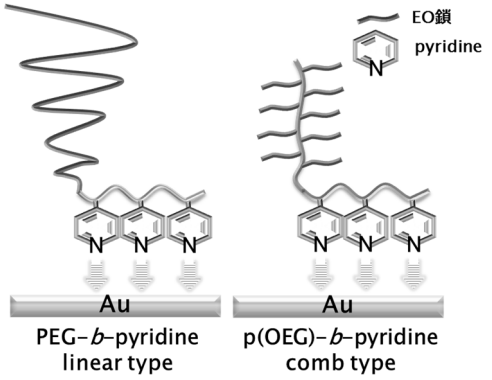


図2 直鎖状(左)とくし形(右)EG修飾表面

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、とくに、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。この現象を理解するためには、サブナノメートルから数ナノメートルの厚みを有する「先行薄膜」と呼ばれるミクロスケールな現象から、巨視的に観察しうる固液気 3 相境界線の移動や接触角といった液体全体の濡れ拡がりに係るマクロスケールな挙動まで、極めて広いレンジのダイナミクスを体系的に扱う必要がある。分子動力学シミュレーションによるミクロスケールからボトムアップしていく現象理解、直接数値解析により連続体となるマクロスケールからトップダウンしていく現象理解に加え、レーザ分光を駆使したミクロスケールの高精度観測、理論モデルの構築を目指していく。図 3 は、固体基板上を濡れ拡がる液滴前縁部が、基板上に静置した微小球形粒子と相互作用をすることで、その前縁部移動速度が約 10 倍ほど増加する実験例を示している。実験で得

られた粒子回りの液膜形状（図 3 左）に対し、先行薄膜を考慮した濡れモデルの導入（図 3 中央）により粒子回りに形成される液膜形状の理論予測を行い、実験とよく一致（図 3 左）することを示している。また、基板上粒子との相互作用を利用し、液滴の濡れ拡がりを自在に制御することにも成功している（図 3 右）。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。

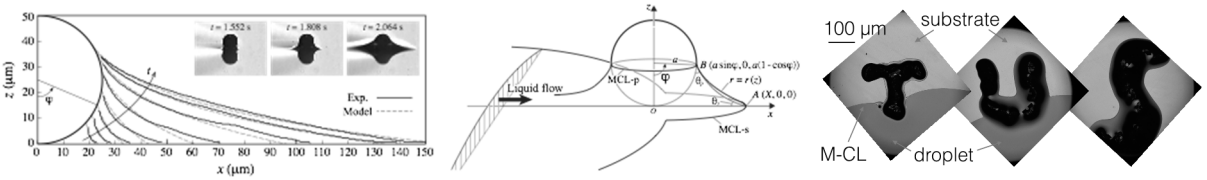


図3 固体基板上を濡れ拡がる液滴前縁部と基板上に静置した微小球形粒子との相互作用

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を理解・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、三位一体型の学祭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) 流体力学的相互作用を取り入れた分子シミュレーション
(3) 濡れ性を取り入れた厳密な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く振動解析するためのシミュレーション技術を開発・応用し、データベース化を目指す（図 4：グラフェン表面の水の様子）。(2)では、脂質二重層（図 5）の形成など、バイオマテリアルの形成プロセスにおける水の影響（特に流体力学的相互作用の効果）を明らかにすることで、バイオマテリアルの合成の制御に資するデータの提供を目指す。(3)では、親水表面と疎水表面での水の動力学的挙動を、厳密な流体力学的シミュレーションによって明らかにすることで、材料表面の洗浄等に資するデータを提供することを目的とする（図 6：球状の疎水性物質を液体に落下させた際の様子）。

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目指す。

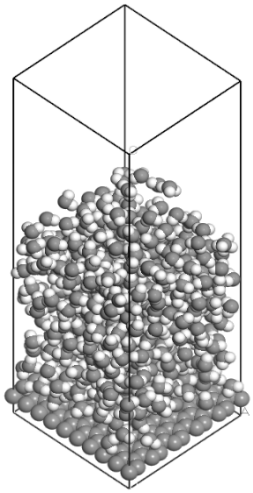


図 4：グラフェン上の水

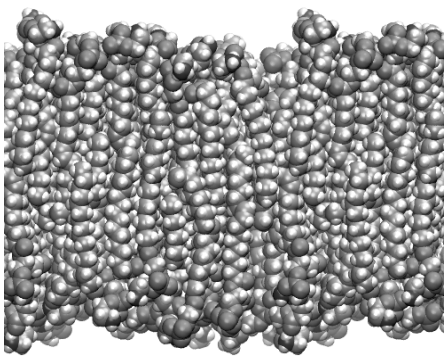


図 5：脂質二重層

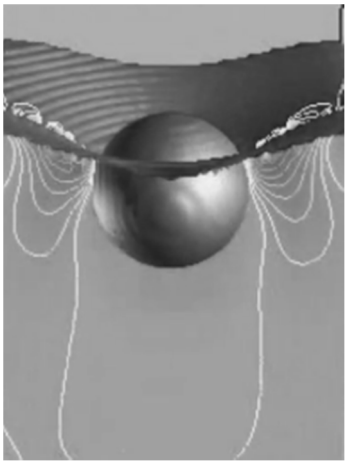


図 6：液体に沈む疎水性球体

3. 5. 流体計測・制御技術グループについて

材料表面・界面における水の関わりについて、流れが非常に重要な役割を果たすことは知られている。本グループでは、表面・界面近傍における流体計測技術を高度化し、これを制御する手法を開発することを目的としている。壁面近傍の 3 次元流速計測を通して、界面に作用するせん断応力を求めることができ、本研究では、独自に構築した非点収差顕微光学系を用いて、壁面 10μm 領域の速度分布を求め、壁面せん断応力を計測する手法およびアルゴリズムを開発した（図 7 参照）。本手法では、壁面位置を特定する必要がないため、柔らかい界面などへ適用可能である。理論値との比較を行った結果、不確かさ 5%以内での計測が可能なことを示した。今後、流体計測の分解能をさらに小さくし、マイクロ流体技術と、超解像光熱顕微鏡などの本グループで開発中の計測技術と組み合わせて、より高度な流体計測技術を確立していく。

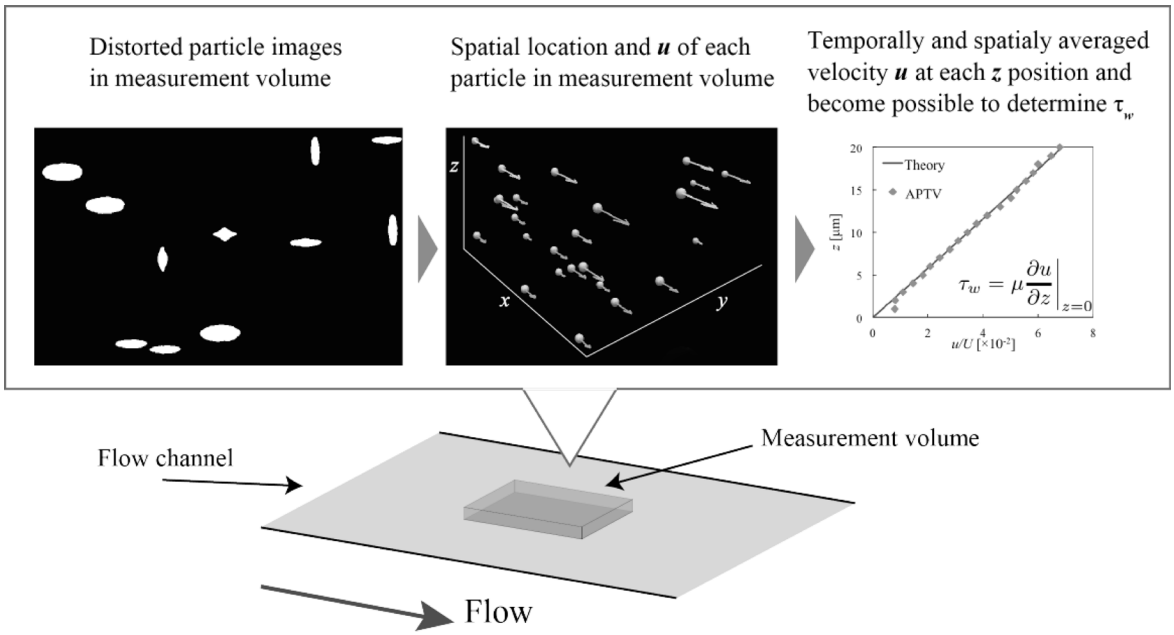


図 7　3 次元流速分布計測を用いた壁面せん断応力測定の概念図

3. 6. 水環境分析応用グループについて

中井は、水および関連物質の起源分析技術の開発を行い、日本酒については水素同位体比による産地判別の可能性を明らかにした。また新たに、木材の微量元素分析を開始し、栃木県の木材で高濃度の Cs の存在を明らかにした。小嗣は、水を中心とする様々な反応過程、またはその非平衡状態の解析を目的に SPring-8 の軟 X 線放射光を活用し、固液界面の電子状態解析を実施し、光電子顕微鏡を用いてグラフェン水溶液とレジスト剤の界面近傍の電子状態を解明した。三浦は雲生成に関する研究で、2016 年 6 月に東京スカイツリー458m において、都市大気の雲凝結核数濃度を初めて測定することができた。雲粒濃度と比較したところ、富士山頂で見られるような正の相関は見られなかったが、これは都市大気中の雲凝結核数濃度が高いためと考えられる。寺島はマイクロ波液中プラズマ法を用いた多結晶ダイヤモンド薄膜の合成手法を新規に開発した。マイクロ波をアルコール等の炭化水素溶媒に導入することで、成膜速度は気相合成法に比べ 100 倍以上高速となり、溶媒種及びプラズマ発生条件を最適化することで再現性よくダイヤモンド合成することに成功した。白藤は、大容量化可能な独自の高効率液中プラズマ生成法に、新たにマイクロバブルを援用することにより、これまでの難点であった放電可能液体導電率の上限を、従来の 200μS/cm から 500μS/cm に引き上げた。また、液面上プラズマによる機能性薄膜合成にも成功した。

4. 研究活動の展望

平成 28 年度の 11 月末に新センターが発足し、設備備品が年度末の 3 月に無事導入された。また具体的な研究素材・対象などの検討も進み、いよいよ本格的な研究始動となる。グループ内、

またグループ間の連携を密にし、研究を遂行したい。また基礎学術の深化はもちろん、産業界との連携・具体的な出口イメージを明確にすべく、主に産業界との合同研究会（「産学連携研究会」（仮名）を開催して、具体的な応用事例・期待される学術的課題を念頭におきながら、研究を遂行していく。

5. むすび

以上、当該センターの H28 年度の活動報告となる。部門からセンターへ発展・改組されたこと、また東京理科大学のブランディング事業の中核研究機関として、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て、引き続き研究を遂行していきたい。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文（査読有）

1．Improvement of Spatial Resolution for Nonlinear Raman Microscopy by Spatial Light Modulation", **Selected as a "Hot Article"**, Motohiro Banno, Konosuke Onda, Hiroharu Yui, *Anal. Sci.* **33**, 69-74, 2017.

2．Strain effect of cellulose-wrapped single-walled carbon nanotubes measured by photoluminescence and Raman scattering spectroscopy, Masahiro Ito, Hirofumi Yajima, Yoshikazu Homma, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **55**, 075101-1-5, 2016.

3．Analysis of the Interfacial Molecular Behavior of a Lubrication Film of n-Dodecane Containing Stearic Acid under Lubricating Conditions by Sum Frequency Generation Spectroscopy, Seiya Watanabe, Miki Nakano, Koji Miyake, Shinya Sasaki, *Langmuir,* **32**, 13649-13656, 2016.

4．Dipole-Driven Self-Organization of Liquid-Crystalline N-Heteroacene Derivatives Showing Redox-Properties, K. Isoda, I. Kawamoto, A. Seki, M. Funahashi, and M. Tadokoro, *Chemistry SELECT*, **2**, 300-303, 2017 DOI: 10.1002/slct.20160190

5．Characterizing Solid/Ionic Liquid Interfaces in the Presence of Water and Nonionic Surfactants, Kenichi Sakai, Kosuke Okada, Takshi Misono, Takeshi Endo, Masahiko Abe, Hideki Sakai, *Colloids and Surfaces A*, 509, 433-439, 2016.

6．Grand canonical Monte Carlo and molecular dynamics simulations of capillary condensation and evaporation of water in hydrophilic mesopores, Kyohei Yamashita, Kentaro Kashiwagi, Ankit Agrawal and Hirofumi Daiguji, *Mol. Phys.* **115**, 328-342, 2017.

7．UCST-type phase transition driven by protein-derived polypeptide employing gelatin and chitosan, Matsukuma, D., Sambai, T., and Otsuka, H. *Polym. Adv. Technol.*, in press.

8．Surface Functionalization of Polymer Substrates with Hydroxyapatite Using Polymer-Binding Peptides, Kazutoshi Iijima, Hiroumi Nagahama, Akari Takada, Toshiki Sawada, Takeshi Serizawa, and Mineo Hashizume, *J. Mater. Chem.* B, **4**, 3651-3659, 2016 **(Selected as Back cover of the issue)**.

9．Selection of the Rotation Direction for a Camphor Disk Resulting from Chiral Asymmetry of a Water Chamber, Satoshi Nakata, Hiroya Yamamoto, Yuki Koyano, Osamu Yamanaka, Yutaka Sumino, Nobuhiko J. Suematsu, Hiroyuki Kitahata, Paulina Skrobanska, and Jerzy Gorecki, *J. Phys. Chem. B*, **120**, 9166-9172, 2016.

10. Effect of static deformation on basic flow patterns in thermocapillary-driven free liquid film, L. Fei, K. Ikebukuro, T. Katsuta, T. Kaneko, I. Ueno & D. R. Pettit, *Microgravity Sci. Tech.* **29**, 29-36, 2017.

11. Application of mid-infrared free electron laser tuned to amide bands fordissociation of aggregate structure of protein, T. Kawasaki, T. Yaji, T. Ohta and K. Tsukiyama, *J. Synch. Radiation*, **23**, 152-157, 2016.

12. Laplace pressure versus Marangoni convection in photothermal manipulation of micro droplet, Nobuo Kazuno, Takahiro Tsukahara, Masahiro Motosuke, The European Physical Journal Special Topics, **226**, 1337-1348, 2017.

13. Thermodynamics of Macromolecular Association in Heterogeneous Crowding Environments: Theoretical and Simulation Studies with a Simplified Model, Ando, T., Yu, I., Feig, M. and Sugita, Y., *J. Phys. Chem. B* **120**, 11856-11865, 2016.

14. A noncontact picolitor droplet handling by photothermal control of interfacial flow, M. Muto, M. Yamamoto, M. Motosuke, *Analytical Sciences*, **32**, 49-55, 2016.

15. Anomalously large electro-optic Pockels effect at the air-water interface with an electric field applied parallel to the interface, Yuto Suzuki, Kengo Osawa, Shunpei Yukita, Takayoshi Kobayashi, and Eiji Tokunaga, *Appl. Phys. Lett.* **108**, 191103-1-5, 2016.

16. Water and organic solvent dispersible gold nanorods that are pH responsive. Yoshiro Imura, Kunihiro Fukuda, Clara Morita-Imura, and Takeshi Kawai, *Chemistry Select*, 1, 5404-5408, 2016.
17. Studying the Provenance of Pottery from Boğazköy, Turkey, using Heavy Mineral Analysis, K. Hashimoto, K. Yokoyama, and I. Nakai, Istanbuler Mitteilungen, 65, 37-58, 2017
18. 蛍光差分イメージング法：もう１つの超解像顕微法，小林孝嘉，光アライアンス，**27(6)**，17-21，2016（査読無し）.

招待講演

１．Time-resolved optical diagnostics of solution plasma formed with graphite electrodes in aqueous solution, Motohiro Banno, Hiroharu Yui, The 4th International Workshop on Solution Plasma and Molecular Technologies (SPM-4), Pilsen, 2016.
２．Interaction of Molecules with Single-Walled Carbon Nanotube Probed by Photoluminescence and Raman Spectroscopy, Yoshikazu Homma, 229th Electrochemical Society Meeting, San Diego, USA, 2016.
３．Sustainable Tribology, S.Sasaki, MITC2016, Kuala Lumpur, Malysia, 2016.
４．Anomalous Water Molecules and Mechanistic Effects of Water Nanotube Clusters Confined to Molecular Porous Crystals, Makoto Tadokoro, International Symposium on Pure & Applied Chemistry (ISPAC) 2016, Borneo Convention Center Kuching, Malaysia, 2016.
５．バイオミネラリゼーションにおける水の振る舞い，橋詰 峰雄，日本表面科学会 関東支部第５回セミナー「表面・界面の水が拓くものづくりの未来」，東京大学理学部化学本館，2016.
６．放射光Ｘ線で物質の起源を探る，中井泉，日本分析機器工業会／日本科学機器協講演会，東京理科大学１号館 日科協会（2016）
７．放射光を用いた顕微分光研究，小嗣真人，CORE ラボ研究課題「次世代エネルギーデバイスの放射光オペランドナノ顕微分光解析成果報告会，24，Mar.(2017) 仙台
８．Onset of microbubble emission boiling (MEB) on horizontal circular heated surface in subcooled pool, Ichiro Ueno, 1st Asian Conference on Thermal Sciences 2017 (26th-30th March 2017, Jeju, Korea) (keynote).
９．Interface of liquid at nanoscale: molecular dynamics of wetting and solid-liquid friction, Y. Yamaguchi, 6th International Symposium on Micro and Nano Technology, ISMNT-6, Fukuoka, Japan, (2017) (keynote).
10. Time- and space-resolved OES on plasma in contact with water, T. Shirafuji, K. Obana, and S. Kito, The 4th International Workshop and The 3rd International Mini Workshop on Solution Plasma and Molecular Technologies, (Plzen, Czech Republic), 2016.

広報

１．小林孝嘉，電通大開発の光熱顕微鏡で超解像イメージングに成功，科学新聞，2017 年２月 24 日
２．中井 泉，ETV 特集「曜変～陶工・魔性の輝きに挑む～」2016 年６月 11 日（TV 報道）
３．中井 泉，「土がうそをみやぶります」，朝日小学生新聞 2016 年５月 12 日（1 面カラー）

特許

１．大塚英典，松隈大輔，WO2016/075977（JP2015/073745），織化ペプチド修飾キトサンナノ会合体の合成とプロテインデリバリーへの応用，2016/5/19.
２．寺島千晶，本多楓，藤嶋昭，中田一弥，勝又健一，鈴木孝宗，湯浅真，近藤剛史，「プラズマ発生装置，窒素源製造装置，養液供給装置，育成システム，植物栽培システム，窒素源を製造する方法及び二酸化炭素を還元する方法」特願 2016-123733，2016 年６月 22 日.
３．白藤 立，高井 治，齋藤 永宏，西村 芳実，堀部 博志，杉原 雅彦，柿谷 真一，荒木 学，特許，液中プラズマ発生法，液中プラズマ発生装置，被処理液浄化装置及びイオン含有液体生成装置，特願 2012-81750・特許第 6008359 号，2012.

研究課題（研究者別）

安藤　格士

「細胞内分子混雑に関する理論、およびシミュレーションによる解析」

細胞内は生体高分子が混雑しており、分子の安定性や動態が希薄溶液中とは異なる。今回、粗視化モデルを用いた分子シミュレーション、及び、剛体球流体の理論により、細胞内混雑が分子の結合反応に与える影響を評価した。両者の結果は数値誤差以内でよい一致を示した。現在は、複雑な環境下における分子の動態を解析するため、流体力学的相互作用を考慮できる粗視化分子動力学シミュレーション法の開発を行っている。

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。

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。

大塚　英典

「高分子表面の生体適合性に関する研究」

高分子表面の生体適合性は、高分子の修飾密度や鎖長だけでなく、骨格構造にも強く依存するものと考えられる。本研究では、同一のエチレングリコールモノマーユニット数で構成された異なる骨格構造を有するブロック共重合体を新規に合成し、これら表面間の生体適合性の相違について検討した。Linear type に比べて Comb type は特に高密度化されるときに優れたタンパク質吸着抑制能を示したが、この結果は高分子表面の含水率に起因する水和構造の安定性と関与が深いことを明らかにした。

河合　武司

「気水界面を利用したポリマー粒子の回折限界を超える UV ナノ加工技術」

本研究の目的は、高分子ナノ粒子に紫外線を照射すると中空化する現象において、望みの粒径・空孔径・組成を持つ中空ナノ粒子の迅速・簡便な作製法の確立と中空ナノ粒子の生成過程の解明を目的としている。本年度は、光照射波長と照射時間の影響および最適条件の解明、空孔化プロセスにおける酸素、水および OH ラジカルの必要性の実証、さらに粒子の媒体の屈折率が空孔位置に影響を与えることを明らかとした。

小嗣　真人

「高輝度放射光を活用した顕微分光解析」

我々は水を中心とする様々な反応過程、またはその非平衡状態の解析を目的に SPring-8 の軟 X 線放射光を活用し、固液界面の電子状態解析を実施している。本年度は光電子顕微鏡を用いてグラフェン水溶液とレジスト剤の界面近傍の電子状態の解析を行った。

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」

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。

酒井　秀樹

「非水溶媒／固体界面に形成されるナノ水吸着層：摩擦特性と反応場としての応用」

水を溶解させた非水溶媒と固体との界面に形成されるナノスケールの厚さの水吸着層に着目して、以下の検討を行った。イオン液体／シリカ界面に形成される水吸着層に関して AFM によるナノトライボロジー測定を行った結果、摩擦係数は水中ならびにイオン液体中での値よりも減少することを見いだした。さらに、この吸着水を反応場としたゾルゲル反応により、数〜数十 nm の厚さのチタニア超薄膜を調製することにも成功した。

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」

固体同士が相対運動を行いながら相互作用を及ぼしあう摩擦表面においては、表面に吸着した水の存在およびその構造によって、マクロの摩擦・摩耗特性が大きく支配されると考えられている。そこで、局所的な高温、高圧、高せん断場に曝される摩擦表面に存在する水の状態を明らかにすることにより、トライボロジー現象との関係を解明する。

白藤　立

「液体と接するプラズマの材料プロセスへの応用とその高効率化」

大容量化可能な独自の高効率液中プラズマ生成法に新たにマイクロバブルを援用することにより、これまでの難点であった放電可能液体導電率の上限を、従来の 200 μS/cm から 500 μS/cm に引き上げた。また、液面上プラズマによりナノ粒子含有薄膜の合成に成功した。更に、液中生成物の分析により水中有機物の分解過程や、水中での二次的な OH ラジカルの生成過程をモデル化した。

住野　豊

「化学反応によるレオロジー変化のもたらすパターン形成に関する研究」

本年度はダルシー則に従う条件下でのパターンダイナミクス、特に液液界面近傍で化学反応が生じレオロジーが大きく変化する系に関して研究を進めた。ここでは溶液の注入速度を変化させると藻型・殻型・枝型の 3 つの異なるパターンが現れることを明らかにした。また中でも特徴的な枝型に関してパターンダイナミクスを説明する簡易な数理モデルを構築した。本系は、アメーバ型細胞の運動様相や地盤改良プロセスを模倣した系といえる。

大宮司　啓文

「多孔質材料内部の水の吸着・移動現象の研究」

ナノ空間に内包された水の吸着・移動特性を理解するためには、ナノ空間の性質と内包された水の性質を同時に考えなければならない。材料合成と吸着等温線、吸着緩和曲線の計測技術の高度化、分子シミュレーションによる吸着・移動のメカニズムの解明を進め、様々な条件下における、ナノ空間内の水の吸着・移動特性の予測に取り組む。

田所　誠

「分子性ナノ細孔を利用した水クラスターの電解質ナノ流体と人工ガスハイドレートの機能性」

分子の自己組織化を利用した 1 次元ナノ多孔質結晶に閉じ込められた水クラスターは、外壁との相互作用でバルク水とは異なった性質をもつことが知られている。このような多孔質界面の性質を受けた水の特性として、閉じ込められた電解質のイオン伝導性やメタン・あるいは水素などのエネルギーガスを取り込んだ人工ガスハイドレートの常温常圧での安定化を目指して研究したいと考えている。

塚原　隆裕

「マイクロ液滴の光熱マニピュレーションに関わる熱流動シミュレーション」

マイクロ液滴の非侵襲・能動的操作として、レーザ光熱が誘起する熱的マランゴニ対流を利用した液滴駆動方法がある。本研究では、当該熱流動現象を模した 3 次元 2 液体の系を対象に、直接数値シミュレーション（DNS）を行った。液滴表面の温度勾配と駆動速度の関係は実験とも良い一致を示し、妥当な解析であることを確認した。さらに、μｍサイズの液滴駆動においては、マランゴニ効果よりもラプラス圧の（温度差による）不均衡が駆動力を支配的に誘起していることを見出した。

築山　光一

「赤外自由電子レーザーによる局所温度計測」

赤外自由電子レーザー(FEL-TUS)を光源とし、高分子材料の振動モードを選択的に励起した際の局所的・瞬間的な温度上昇および下降の時間分解測定をおこなった。シングショット条件下では、温度ジャンプは高分子(acrylic resin)の吸光度に比例することが示された。一方、マルチショット条件下では、表面温度が一定値に漸近する現象がみられ、レーザーによる温度上昇と熱の散逸が平衡になっていることが示された。

寺島　千晶

「マイクロ波液中プラズマ法を用いたダイヤモンド合成」

多結晶ダイヤモンド薄膜の合成手法を新規に開発した。マイクロ波をアルコール等の炭化水素溶媒に導入し、液体の中でプラズマを発生させ、基板上に多結晶ダイヤモンドの合成を行った。成膜速度は気相合成法に比べ 100 倍以上高速となり、溶媒種及びプラズマ発生条件を最適化することで再現性よくダイヤモンド合成することに成功した。溶媒への水添加の影響を検討することで、非ダイヤモンド成分の効率よいエッチング効果を検証し、更なる高品質化を目指す。

徳永　英司

「気液界面の水のポッケルス効果の研究」

精製水界面に垂直な電場印加による界面垂直入射の白色光の透過率変化スペクトルを測定することで、気水界面のポッケルス効果を検出し、その大きさを評価する。発生メカニズムを解明できれば、界面水の物性評価法として使える。現在の実験結果によれば、そのポッケルス係数は 10^5 pm/V 以上と見積もられ、電極界面の水のそれよりも 3 桁大きい。界面水分子の束縛が少ないというだけでは説明困難で、信号増強因子を明らかにしていく必要がある。

中井　泉

「水に関する起源分析技術の開発研究」

水関連試料の微量元素組成および同位体組成に着目して、農林産物、食品の起源分析技術の開発をめざしている。水については、平成の名水の微量元素による特性化の可能性を探索した。木材については、微量元素の地質との相関の可能性をあきらかにした。日本酒については、同位体比分析装置を導入し、水素同位体と産地との関係、炭素同位体比によるアルコール添加の判別法について考察した。

橋詰　峰雄

「体液類似環境における表面修飾高分子フィルム表面へのアパタイト複合化の研究」

人工骨材料開発および骨形成における水の挙動の解明という視点から、ポリイミドフィルム表面への体液類似環境下でのアパタイト析出について検討した。アパタイト析出を誘起するためフィルム表面に酸性官能基をもつ別の高分子を熱プレス法により固定化することを考え、それを実現した。この表面修飾フィルムを擬似体液に浸漬したところ、固定化した高分子が不均一核形成の足場として働きフィルム表面にアパタイト層が形成された。

本間　芳和

「ナノカーボン制限空間に存在する水の構造と物性の評価」

カーボンナノチューブ（CNT）やグラフェンの表面に存在する 2 次元ナノ構造水や CNT の内部空間に存在する 1 次元ナノ構造水を対象に、分光計測および原子間力顕微鏡を用いた計測技術の高度化を進め、束縛水の構造および物性を調べる。特に、ナノ構造水の相図の構築により、熱力学的特性を解明する。

松井　広志

「水分子ケージ、及び生体高分子フィルムの超広帯域プロトン伝導ダイナミックス」

親水性ナノ細孔に内包された 18 面体水分子ケージは、プロトン伝導性を示す。ケージ内へのXe、及びメタンガスの吸蔵過程と、水和物形成に伴うプロトン伝導への影響を研究している。食品廃棄物から抽出されたコラーゲン、キチンなどで作製した生体高分子フィルムは、燃料電池電解質の機能性を有する。フィルム中の水分子とプロトン伝導との関係について研究を進めている。

三浦　和彦

「都市大気および山岳大気における雲生成に関する研究」

放射強制力に与える雲調整効果に関しては、いまだ大きな不確かさを持っており科学的理解度が低いため、さまざまな地域で雲凝結核特性を測定する必要がある。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。都市大気で初めて測定した雲凝結核数濃度は富士山頂に比べて高かったため、富士山頂で見られるような雲粒濃度との正の相関は観測されなかった。

元祐　昌廣

「界面近傍における流体温度・速度計測に関する研究」

水と固体壁面との界面近傍の流れを制御することにより、多様な反応促進が期待できる。本研究では、界面近傍の流体温度や速度分布を計測する手法を開発する。そして、開発した手法をもって、プラズモン基板マイクロ流路における光加熱による局所的な温度分布、流れ制御下での抗原抗体反応の促進効果、血球細胞と血管内皮細胞上の分泌物質との相互作用などの定量的な評価に適用していく。

山口　康隆

「固体表面・界面における濡れとすべりの分子動力学解析」

SiO_2 やモデル化した固体結晶面に接する単成分の水、水とアルコールの混合物、および単純液体であるアルゴンの液滴や液膜の分子動力学シミュレーションを行う。界面エネルギー、界面近傍での応力場の抽出などを通して、接触線における力のつり合いをマクロスケールで記述する Young の式が分子スケールで成立するかについて検討し、濡れの物理の理解を目指す。また固液間の摩擦や速度滑りについて解析する。

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。

由井　宏治

「水溶液中放電プラズマを用いたナノ材料合成」

水溶液中に固定した電極にパルス電圧を印加することで発生する放電プラズマをナノ材料合成に応用する。電極や水溶液中の電解質として、異なる金属種をプラズマ反応場に導入することで、合金ナノ粒子を合成する。特に、金属として金とパラジウムを用い、電解質水溶液の濃度を変えることで組成比を制御し、さらに生成した粒子の呈する共鳴プラズモンピーク波長を連続的に可変とすることで、機能性材料への応用展開を目指す。

創薬フロンティア研究部門

創薬フロンティア研究部門について

1. 概要

先進医療として、個々人のゲノム診断に基づく「ゲノム医療」の実現が求められているが、それには、ヒトゲノム情報に基づく理論的な「個別化創薬」を確立する必要がある。創薬フロンティア研究部門では、特にコンピュータシミュレーション技術を活用して、理論的な*in silico*ゲノム創薬プラットホームの構築と実践を進めてきた。ここでは、学際的研究を推進するために、学内メンバーに加え、国立がん研究センターや東京大学などの学外メンバーによる連携体制が構成されている。最近、製薬企業では上市に至る新規医薬品の減少や、相次ぐ大型医薬品の特許切れなどが問題となっている。このような現状をふまえ、当研究部門では、新規医薬品開発のためのリード化合物の創成をゴールに設定し、独自の創薬標的分子の同定と*in silico*創薬手法を活用したリード創成の実践的な研究を進めてきた。当研究部門は、新規医薬品を創出する基盤を構築することによって、人類の健康と福祉の増進に寄与することを目標とする。

2. 部門の構成

当研究部門では、*in silico*ゲノム創薬科学を基礎学問として、に実践的な創薬研究を実施するために、以下の3つの研究グループを設置した。ここでは、学内外で創薬研究に強い関心を持つ研究者を中核としている。さらに、細胞やモデル生物を利用した研究からヒトへの臨床応用までを視野に入れ、ヒト検体での解析を実際に実施している臨床サイドの研究者も客員メンバーとして参加している。

① 創薬標的探索グループ（村上・秋本・内海・松永・諸橋）
新規創薬標的分子の探索を主な目的としたグループである。

② 創薬リード創成グループ（田沼・内呂・高澤・佐藤）
新規創薬標的分子に対して、医薬品の出発物質であるリード化合物の創成を目指すグループである。

③ 機能解析評価グループ（古市・鍛冶・岡・樋上）
創薬標的分子の機能解析やリード化合物の薬効評価などを実施するグループである。

④ これらのグループと連携して研究に参加する外部研究者
国立がん研究センターの研究者二名および東京大学及び中国復旦大学から客員メンバー各一名が参加している。ヒト臨床サンプルによる解析や、独創的な化学合成手法によるオリジナリティの高い化合物の合成を目指す。

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 創薬標的探索グループ

新規創薬標的分子を探索するために、合成されて間もない新生 mRNA をブロモウリジンで標識した後、抗体カラムを用いて濃縮するヒト遺伝子発現の網羅的解析を確立した。この手法は、従来の DNA マクロアレイと比べて格段に高い感度で遺伝子発現変動をとらえることが可能であり、創薬標的分子の探索において、今後大いに活用されるものと考えられる。この方法に関しては論文発表・学会発表などを行った。また、さまざまな生命現象及び病態の解析に応用して行く予定である。新規標的分子として、ショウジョウバエの遺伝子機能をノックダウンする RNA 干渉系統システムを用いて、aPKC, c-Met, Notch などの 情報伝達系から数種の新規創薬標的分子が同定される。
（村上・秋本・内海・松永・諸橋）

3. 2. 創薬リード創成グループ

がん細胞の多くは酸素存下でも解糖系に依存したエネルギー代謝を行っている(Warburg効果)。これを可能にしているがん細胞特異的な代謝酵素がGlyoxalase I(GLO I)であり、これに対する特異的阻害剤を分子設計・化学合成し、(TLSC702) その効果を検討した。その結果、TLSC702は、ヒトGLO I に対して高い阻害効果を示した。また、GLO I 依存性肺がん細胞株にアポトーシスを誘導することが明らかとなった。さらに、TLSC702は、癌幹細胞に対しても強いアポトーシス誘導能があることも判明した。また、がん細胞がその生存のために依存するNAD^+生合成サルベージ経路の律速酵素NmPRTの阻害剤として強力な制がん剤効果を示す新規化合物の創製に成功した。
（田沼・内呂・高澤・佐藤）

3. 3. 機能解析評価グループ

分子標的探索及び創薬リード創成グループによって開発される創薬標的分子及びリード化合物について、RAGE 阻害剤に関しては、敗血症モデルマウス(CLP)実験系でその有効性が認められた。神経変性疾患に対しては、マウスの神経培養細胞を用いて、その影響を解析した。また、神経精神疾患モデルにおける作用を解析することを目的として、様々な評価系の確立を目指して研究を実施する予定である。新規有機金属化合物の体内動態などの検討については、引き続いて行っている。
（古市・鍛冶・岡・樋上）

3. 4. 外部研究者との連携

東京大学薬学部とは、メタロハイブリッド化合物を制がん剤として開発するための基礎研究として、種々のメタロハイブリッド化合物の合成を行った。国立がんセンター研究所とは、大腸癌や肝細胞癌などにおいて新規バイオマーカーの探索研究を共同で実施した。さらに、NEDO の競争的研究費の獲得や、中国復旦大学との共同研究プロジェクトが展開している。

4. 研究活動の展望

平成 28 年度は最終年度であり、各研究者の情報交換と具体的な共同研究の実践をまとめた。上記 3 グループの有機的な連携によって、いくつかの新規リード化合物の創成に成功した。今後はさらに医学分野とのトランスレーショナルリサーチを通して、臨床応用へ発展させていきたいと考えている。

5. むすび

創薬フロンティアの独自のプラットホームとなる新しい創薬方法論とその実装手法の開発を基盤に、実践的な創薬研究を協力して行い、研究者間の交流も進んだ。今後、各メンバーの研究向上と連携を一層深めて、当研究部門のゴールである新薬リード化合物の創成研究をさらに展開し、製薬企業との新薬共同開発を期待したい。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

1．Structural insight into the active site of mushroom tyrosinase using phenylbenzoic acid derivatives. Oyama T, Yoshimori A, Takahashi S, Yamamoto T, Sato A, Kamiya T, Abe H, Abe T, Tanuma SI. Bioorg Med Chem Lett. 2017.[Epub ahead of print](査読有)

2．Discovery of a new type of scaffold for the creation of novel tyrosinase inhibitors. Oyama T, Takahashi S, Yoshimori A, Yamamoto T, Sato A, Kamiya T, Abe H, Abe T, Tanuma S. Bioorg Med Chem, 24(18):4509-15. 2016.(査読有)

3．Establishing a screening system for new O^6-methylguanine-DNA methyltransferase inhibitors to develop combination chemotherapy for temozolomide-resistant glioblastoma. Shindo M., Sato A., Yamamoto Y., Arai T., Akasaki Y., Ichimura K., Tanuma S. Tokyo Jikeikai Medical Journal, 131(5), 141-147, 2016.(査読有)

4．Piceatannol, a natural trans-stilbene compound, inhibits human glyoxalase I. Bio Takasawa R, Akahane H, Tanaka H, Shimada N, Yamamoto T, Uchida-Maruki H, Sai M, Yoshimori A, Tanuma SI. org Med Chem Lett. 27(5):1169-1174. 2017.(査読有)

5．Impact of Acetazolamide, a Carbonic Anhydrase Inhibitor, on the Development of Intestinal Polyps in Min Mice. Noma N, Fujii G, Miyamoto S, Komiya M, Nakanishi R, Shimura M, Tanuma SI, Mutoh M. Int J Mol Sci. 18(4). pii: E851. 2017.(査読有)

6．Cationic Amphiphilic Tris-Cyclometalated Iridium(III) Complexes Induce Cancer Cell Death via Interaction with Ca^{2+}-Calmodulin Complex. Hisamatsu Y, Suzuki N, Masum AA, Shibuya A, Abe R, Sato A, Tanuma SI, Aoki S. Bioconjug Chem. 28(2):507-523. 2017.(査読有)

7．Antidepressant-like effects exerted by the intranasal administration of a glucagon-like peptide-2 derivative containing cell-penetrating peptides and a penetration-accelerating sequence in mice, Sasaki-Hamada S, Nakamura R, Nakao Y, Akimoto T, Sanai E, Nagai M, Horiguchi M, Yamashita C, Oka J-I, Peptides 87, 64-70, 2017.(査読有)

8．LARETH-25 and β-CD improve central transitivity and central pharmacological effect of the GLP-2 peptide, Nakao Y, Horiguchi M, Nakamura R, Sasaki-Hamada S, Ozawa C, Funane T, Ozawa R, Oka J-I, Yamashita C, Int J Pharmaceutics 515, 37-45, 2016.(査読有)

9．Neoechinulin A induced memory improvements and antidepressant-like effects in mice, Sasaki-Hamada S, Hoshi M, Niwa Y, Ueda Y, Kokaji A, Kamisuki S, Kuramochi K, Sugawara F, Oka J-I, Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiatry 71, 155-161, 2016.(査読有)

10. The infralimbic and prelimbic medial prefrontal cortices have differential functions in the expression of anxiety-like behaviors in mice, Suzuki S, Saitoh A, Ohashi M, Yamada M, Oka J-I, Yamada M, Behav Brain Res 304, 120-124, 2016.(査読有)

11. 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.(査読有)

12. 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. Neurosci. Lett. 639: 88-93, 2017.(査読有)

13. Mammalian-specific central myelin protein Opalin is redundant for normal myelination: structural and behavioral assessments. Yoshikawa F, Sato Y, Tohyama K, Akagi T, Furuse T, Sadakata T, Tanaka M, Shinoda Y, Hashikawa T, Itohara S, Sano Y, Ghandour SM, Wakana S, Furuichi T. PLoS ONE 11(11): e0166732, 2016(査読有)

14. Galacto-N-biose is neuroprotective against glutamate-induced excitotoxicity in vitro. Shinoda Y, Nakajima Y, Iguchi, H, Tatsumi S, Kitaoka M, Nakajima M, Takahashi T, Fujiwara M, Furuichi T. Eur. J. Pharmacol. 791: 711-717, 2016(査読有)

15. CAPS1 stabilizes the state of readily releasable synaptic vesicles to fusion competence at CA3-CA1 synapses in adult hippocampus. Shinoda, Y., Ishii, C., Fukazawa, Y., Sadakata, T., Ishii, Y., Sano, Y., Iwasato, T., Itohara, S., and Furuichi T. Scientific Reports 6:31540, 2016(査読有)
16. Low doses of the mycotoxin citrinin protect cortical neurons against glutamate-induced excitotoxicity. Nakajima, Y., Iguchi, H., Kamisuki, S., Sugawara, F., Furuichi T., Shinoda, Y. J. Toxicol. Sci., 41:311-319, 2016(査読有)
17. Total Synthesis of GKK1032A2 via Direct 13-Membered Macrocyclization Using a Nucleophilic Aromatic Substitution of an (η6-Arene)Chromium Complex, Hayato Sugata, Kensuke Inagaki, Toshiaki Ode, Tomoki Hayakawa, Yuki Karoji, MotoakiBaba, Ryo Kato, Daiju Hasegawa, Tetsu Tsubogo, Hiromi Uchiro, *Chem. Asian J.*, 12(6), pp.628-632, 2017(査読有)
18. Ullmann C-O Coupling of Sterically Hindered Secondary Alcohols Using Excess Amount of Strongly Coordinating Monodentate Ligands, Hayato Sugata, Tetsu Tsubogo, Yoshitaka Kino, Hiromi Uchiro, *Tetrahderon Lett.*, 58(10), pp.1015-1019 (2017) (査読有)
19. Sterol regulatory element-binding protein-1c orchestrates metabolic remodeling of white adipose tissue by caloric restriction. Fujii N, Narita T, Okita N, Kobayashi M, Furuta Y, Chujo Y, Sakai M, Yamada A, Takeda K, Konishi T, Sudo Y, Shimokawa I, Higami Y. Aging Cell. 16:508-517, 2017(査読有)
20. Development of ghrelin resistance in a cancer cachexia rat model using human gastric cancer-derived 85As2 cells and the palliative effects of the Kampo medicine rikkunshito on the model. Terawaki K, Kashiwase Y, Sawada Y, Hashimoto H, Yoshimura M, Ohbuchi K, Sudo Y, Suzuki M, Miyano K, Shiraishi S, Higami Y, Yanagihara K, Hattori T, Kase Y, Ueta Y, Uezono Y. PLoS One. 12:e0173113, 2017(査読有)
21. 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. 2017 13:642-653, 2017(査読有)
22. Visualization of specific repetitive genomic sequences with fluorescent TALEs in *Arabidopsis thaliana*. Fujimoto, S., Sugano, S. S., Kuwata, K., Osakabe, K and Matsunaga S. J. Exp. Bot., 67, 6101-6110. (2016) (査読有)
23. Plant Aurora kinases interact with and phosphorylate transcription factors. Takagi M, Sakamoto T, Suzuki R, Nemoto K, Obayashi T, Matsunaga T. M, Hirakawa T, Kurihara D, Nariai Y, Urano T, Sawasaki T, Matsunaga S. J. Plant Res, 129, 1165-1178.(2016) (査読有)
24. Dynamics of plant DNA replication based on PCNA visualization. Yokoyama R, Hirakawa T, Hayashi S, Sakamoto T, Matsunaga S. Sci. Rep, 6, 29657.(2016) (査読有)
25. Expression Levels of KMT2C and SLC20A1 identified by information-theoretical analysis are powerful prognostic biomarkers in ER-positive breast cancer. Sato, K. and Akimoto, K. *Clinical Breast Cancer*, *in press* (査読有)
26. Induction of syndecan-4 by organic-inorganic hybrid molecules with a 1, 10-phenanthroline structure in cultured vascular endothelial cells. Hara, T., Kojima, T., Matsuzaki, H., Nakamura, T., Yoshida, E., Fujiwara, Y., Yamamoto, C., Saito, S. and Kaji, T. Int. J. Mol. Sci., 18, 352, 2017.(査読有)
27. Toxicology of organic-inorganic hybrid molecules: Bio-organometallics and its toxicology. Fujie, T., Hara, T. and Kaji, T. J. Toxicol. Sci., 41, SP81-SP88, 2016. (査読有)

28. Transcriptional induction of metallothionein by tris(pentafluorophenyl)stibane in cultured bovine aortic endothelial cells. Fujie, T., Murakami, M., Yoshida, E., Yasuike, S., Kimura, T., Fujiwara, Y., Yamamoto, C. and Kaji, T. Int. J. Mol. Sci., 17: 1381, 2016.(査読有)

著書

1．植物の透明化技術 TOMEI，坂本勇貴，松永幸大，顕微鏡，51(3) 150-153，2016
2．植物細胞核内の動的空間を見る，松永幸大，日経バイオテク，12，36-38，2016
3．短時間で植物組織の内部を観察する手法 TOMEI，長谷川淳子，松永幸大，バイオサイエンスとインダストリー，74(5) 406-408，2016
4．目で見るバイオ 植物の内部を切片化せずに観察，長谷川淳子，松永幸大，バイオサイエンスとインダストリー，74(5) 378-379，2016
5．生体組織・器官の透明化イメージング，坂本勇貴，松永幸大，ケミカルエンジニヤリング，61(7) 32-36，2016
6．生細胞におけるクロマチン配置の可視化法，藤本聡，松永幸大，ケミカルエンジニヤリング 61(2) 100-103，2016
7．理工系の基礎 生命科学入門，池北雅彦，武村政春，鳥越秀峰，田村浩二，水田龍信，橋本茂樹，太田尚孝，鞆達也，和田直之，松永幸大，吉澤一巳，鈴木智順，秋本和憲，丸善出版，pp285(全)，2016
8．Possible roles of a duplicated GGAA motif as a driver *cis*-element for cancer-associated genes. In Understand Cancer - Research and Treatment (ISBN 978-1-922227-386) (iConcept Ed.) Uchiumi F, Larsen S, Tanuma S. iConcept Press Ltd., Hong Kong, pp.1-25, 2016 (査読有)

招待講演

1．Mitsuhiko Yamada, Kie Akagi, Akiyoshi Saitoh, Misa Yamada, Jun-Ichiro Oka, Novel strategy to treat anxiety disorders by manipulating extinction and reconsolidation of fear memory: Searching for an ideal drug for co-administration with exposure therapy, 第 90 回日本薬理学会年会，長崎，2017.
2．斎藤顕宜，鈴木聡史，早田暁伸，赤木希衣，山田美佐，岡淳一郎，山田光彦，マウスの不安様行動における内側前頭前野の役割を脳内微小透析法で探る，第 55 回 日本生体医工学会大会，富山，2016.
3．分泌小胞関連タンパク質 CAPS 遺伝子改変マウスが示すシナプスの形態と生理の異常および社会行動障害について，古市貞一，第 122 回日本解剖学会総会・全国学術集会，長崎市・長崎大学坂本キャンパス，2017
4．Databasing brain gene expression information. Furuichi T. 4th INCF Japan Node International Workshop Advances in Neuroinformatics 2016 and 14th INCF Nodes Workshop. RIKEN Suzuki Umetaro Hall, Wako, Japan. 2016
5．Enhancing Brain Transcriptome Database by Neural Gene Ontology. Furuichi T. 第 39 回日本神経科学大会，神奈川県横浜市・パシフィコ横浜，2016 年
6．Live imaging of epigenetic modifications in plant cells. Sachihiro Matsunaga, Kazuki Kurita, Noriyoshi Yagi, Yuki Sakamoto, Kaori Sako, Takashi Murata, Mitsuyasu Hasebe, Hiroshi Kimura, Motoaki Seki, Takuya Sakamoto International Symposium on Environmental Stress Adaptation & Memory in Plants (Yokohama, Japan), 2016
7．難治性乳がんの新規予後予測および創薬標的分子の探索と評価，秋本和憲，「文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」総合研究院トランスレーショナル(TR)センター第 6 回シンポジウム 東京，2017.
8．The role of atypical protein kinase C (aPKC) in glycolysis of breast cancer stem cell, Akimoto, K., International Symposium of Tokyo University of Science, Translational Research (TR) Center, Tokyo, Japan, 2016

９．乳がん幹細胞の解糖系代謝における atypical protein kinase C (aPKC)の役割, 秋本和憲, がんプロ研究シンポジウム 東京, 2016

特許

１．Chikamasa Yamashita, Jun-Ichiro Oka, Michiko Horiguchi, Sachie Hamada, Centrally-Acting Peptide Derivative, and Pharmaceutical Composition, 米国出願番号: 15/507,403; 米国移行日: 2017/02/28.

広報

１．松永幸大　科学新聞（2016 年 10 月 28 日）生きたまま植物 DNA 解析　TALE-FP 法 東京理科大グループが開発
２．松永幸大　日経バイオテク ONLINE アカデミック版（2016 年 10 月 27 日）理科大と京大，名大，徳島大，生きた植物の核内 DNA を解析できる TALE FP 法 － ゲノム編集ツールで植物のエピゲノム育種にも貢献
３．松永幸大　フジサンケイビジネスアイ（2016 年 10 月 26 日）植物の DNA を生きたまま観察できる手法を開発　東京理科大学
４．松永幸大　化学工業日報（2016 年 10 月 20 日）東京理科大など 蛍光たんぱく ゲノム編集で配置 － 植物 DNA を生きたまま観察 作物育種技術に応用期待
５．松永幸大　日経産業新聞（2016 年 10 月 20 日）生きた植物 DNA 観察 東京理科大 ゲノム編集で発光
６．松永幸大　科学新聞（2016 年 7 月 29 日）植物の DNA 合成 リアルタイム観察 ～理科大が「PCNA 法」開発～
７．松永幸大　化学工業日報（2016 年 7 月 20 日）植物の DNA 合成 生きた細胞から解析 東京理科大・JST
８．松永幸大　日刊工業新聞（2016 年 4 月 6 日）植物の細胞核と細胞のサイズ比例，葉表皮の限定現象－東大など発見
９．Protection from DNA-damage with the natural compound resveratrol. <http://atlasofscience.org/protection-from-dna-damage-with-the-natural-compound-resveratrol/ > Uchiumi F, Tanuma S. Atlas of Science, May 7, 2016

受賞

１．秋元俊希，濱田幸恵，伊豫田拓也，梅澤雅和，岡淳一郎，若手優秀発表賞，第 135 回日本薬理学会関東部会，2016.
２．松永幸大，平瀬賞，日本植物形態学会，2016
３．松永幸大，ポスター最優秀賞，日本植物学会，2016
４．南島治，片山鈴花，小野寺佑佳，野崎優香，柳川拓哉，佐藤圭子，神保美穂，原泰志，安部良，今井美沙，田沼靖一，大野茂男，川上隆雄，秋本和憲，学生優秀発表者賞，日本薬学会 137 年会，2017
５．佐藤聡，平成 28 年度日本薬学会関東支部奨励賞，日本薬学会関東支部，2016

研究課題（研究者別）

田沼　靖一

「NmPRT を標的とした新規制癌剤の創製」

現在、新規制癌剤開発の分子標的として NAD^+ 生合成経路の律速酵素である NmPRT が注目されている。そこで、*in silico* 創薬手法により、NmPRT の構造解析から、新規制癌リード化合物 TLM422 を創製した。TLM422 の癌細胞に対する EC_{50} は約 10nM であり、担癌モデルマウスにおいて制癌効果を示すことを明らかにした。

鍛冶　利幸

「創薬のシードとしての有機-無機ハイブリッド分子を活用」

有機-無機ハイブリッド分子は有機化合物と無機化合物の両方の特性を併せ持つ分子であり、純粋な有機化合物や無機化合物では不可能あるいは極めて困難な生物活性を発現することが期待される。そこで有機-無機ハイブリッド分子を血管内皮細胞機能の解析ツールとして活用し、血管内皮細胞機能の制御を通じた創薬シードを獲得する研究を行う。

村上　康文

「創薬標的分子の探索法に関する研究」

現在、抗体医薬の新規標的分子の探索をめざして研究を進めている。既に、膜タンパク質に対する抗体の作製法を確立済みであるため、しんき膜タンパク質標的の探索を実施している。大腸癌や乳癌などに由来した細胞株を用いて、癌細胞の浸潤に関与する分子の探索を進めている。

古市　貞一

「脳神経系の発達とその障害における創薬標的分子の評価に関する研究」

3 つの神経機能分子の機能を明らかにした。①分泌制御タンパク質 CAPS1 がマウス成熟海馬神経回路においてシナプス小胞の開口放出に必須である；②脳特異的 RasGEF タンパク質 very-KIND が小脳ニューロンの神経突起とシナプスの適切な発達に関与する；③哺乳類中枢神経特異的ミエリンループ膜 Opalin は通常時のミエリン形成には重要ではないが、一部の行動発現に寄与する。これらが創薬標的になるかさらに解析する。

内呂　拓実

「テロメラーゼ阻害活性を有する UCS1025A の全合成」

2000 年に協和発酵工業（株）の研究グループによって見出された UCS1025A は、新規抗がん剤のリード化合物として注目を集めている。本化合物の全合成を目的として、α，β-不飽和ラクタム上で Michael 反応と retro Michael 反応を繰り返す独自の戦略に基づいて検討を行った結果、極めて効率的な経路による全合成を達成した。現在、本化合物の安定型類縁体の構造活性相関について検討している。

「プロテアソーム阻害剤 Pyrrolizilactone の全合成研究」

2013 年に理化学研究所の長田らのグループによって見出された Pyrrolizilactone は、プロテアソームのトリプシン様活性を強力に阻害することが知られている。そこで、本化合物の不斉全合成を目的として検討を行った結果、三環性化合物のシリルエノールエーテル部位を立体選択的にメチル化する手法の開発に成功し、橋頭位に第四級不斉炭素原子をもつ *cis*-デカリン骨格を構築することができた。

秋本　和憲

「癌幹細胞の維持機構の解明とそれを基盤とした創薬展開にむけた研究」

秋本らは、乳癌患者 1904 名のゲノムデータ解析から Basal-like 型乳癌で c-Met と ALDH1A3 発現が相関し、c-Met/ALDH1A3 共発現患者は予後不良で ALDH1 陽性乳癌幹細胞の生存に c-Met が重要な役割を果たすことを明らかとした。また解糖系分子 GLOI が ALDH1 陽性癌幹細胞の生存に関わることを明らかとした。さらに aPKC が解糖系分子 X の遺伝子発現制御を介して ALDH1 陽性癌幹細胞の生存に関わることを明らかとした。加えて、Basal-like 型乳癌で aPKC と X の遺伝子発現が相関し、aPKC, X, ALDH1A3 共発現患者が予後不良であることを明らかにした。

岡　淳一郎

「新規神経精神疾患治療薬の開発を目指した基盤研究」

本年度は、抗うつ作用を示す神経ペプチド GLP-2 を経鼻投与により中枢移行させて作用を発現させる製剤化法及び誘導体化法について報告し、誘導体化法は国内・米国・EU に特許出願した。また、天然化合物 neoechinulin A が抗うつ作用と学習記憶改善作用を示すことを明らかにした。さらに、不安形成における内側前頭前野の部位特異性について報告した。

樋上　賀一

「新規 PARP1 分解機構に関する研究」

マウス線維芽細胞株でみられた Nutlin3a による p53 およびプロテアソーム依存性 PARP1 分解機構が乳がん細胞株においても観察されるか検討した。その結果、p53 野生型、エストロゲン受容体陽性、プロゲステロン受容体陽性、Her2 陰性、Brca 野生型の細胞株においてのみ、プロテアソーム依存性 PARP1 分解作用が見られた。

内海　文彰

「TATA レスプロモーターに存在する重複 GGAA エレメントに関する研究」

本プロジェクトでは、ヒト遺伝子プロモーター領域中の重複 GGAA 配列の働きを探求してきた。本年度は、HeLa S3 細胞をレスベラトロール処理すると細胞周期 G1→S 進行制御に関わるタンパク質をコードする *HELB* 遺伝子プロモーター活性の増大した結果を発表した。そして、プロモーター領域中に重複 GGAA 配列を含む、*TP53* や *TERT* 等ヒト遺伝子の発現が天然化合物レスベラトロールに応答する現象を総説としてまとめ、発表した。

松永　幸大

「ライブセルイメージングによる細胞分裂メカニズムの研究」

ライブイメージングシステムを用いて、細胞の分裂メカニズムを研究した。細胞分裂の画像を自動分類し、細胞活性を指標に化学物質の毒性評価やタンパク質の機能解析を人工知能 CARTA を用いて進めた。

諸橋　賢吾

「制癌剤ゲフィチニブ標的蛋白質の網羅的単離」

ゲフィチニブ(製品名イレッサ)は分子標的薬として上皮成長因子受容体を標的として開発されたが、日本では間質性肺炎などの重篤な副作用がみられ、その発症割合は欧米と比較して極めて高かった。本研究ではゲフィチニブの副作用解明を目的として、標的蛋白質を網羅的に同定するために次世代ファージディスプレイ法を適用した。その結果、約 150 個のファージクローンが統計的に有意に濃縮された。現在は、濃縮度の高いファージクローンから遺伝子をクローニングし結合の有無を調査している。

高澤　涼子

「がん細胞に高発現する代謝酵素 Glyoxalase Ⅰを標的とした制がん剤の創製に関する研究」

Glyoxalase Ⅰ(GLO Ⅰ)は、がん治療薬開発の有望なターゲットである。我々は、*in silico* 設計による新規 GLO Ⅰ阻害剤リード化合物創製を目的として研究を行い、高い GLO Ⅰ阻害効果をもつスチルベン化合物 piceatannol を見出した。piceatannol は、GLO Ⅰ高依存性がん細胞に methylglyoxal を蓄積させてアポトーシスを誘導することが判明した。piceatannol と GLO Ⅰの予測結合様式から新規ファーマコフォアを構築し、阻害剤の構造最適化を進めている。

佐藤　聡

「Nicotinamide phosphoribosyltransferase を標的とした新規制がん剤の創製」

NAD^+生合成経路の主要酵素である NmPRT は、がん細胞において高発現していることから、がん分子標的として注目されている。我々は、新規 NmPRT 阻害剤の創製を目的に研究を行い、既知 NmPRT 阻害剤 FK866 と同等の制がん活性を示す化合物 TLM118 を創製した。今後、本化合物をシード化合物として、さらなる構造最適化を行い、新規制がん剤の創薬に繋げたい。

長万部地域社会研究部門

長万部地域社会研究部門について

1. 概要

本部門は長万部キャンパスと長万部町の共存共栄を目指し、地域社会に東京理科大学がどのように貢献できるかという問題について、自然科学的･社会科学的に研究活動を行ってきた。昨年度開催された「長万部地方創生サミット」に引き続き、今年度は 8 月 27 日に「長万部フォーラム」(長万部町と長万部キャンパスのこれまでの取り組みとこれからを考える）が開催された。また同時並行して基礎工学部 30 年記念として「長万部ウイーク」(8 月 23～28 日）が開催された。本部門の最終年度を飾るにふさわしいイベントが続いた。

2. センターの構成と施設設備

本部門の構成員
秋山 好嗣（基礎工学部）新井 健（理工学部）石黒 孝（基礎工学部）榎本 一之（基礎工学部）川向 正人（理工学部）向後 保雄（基礎工学部、副部門長）清水 公徳（基礎工学部）竹内 謙（基礎工学部）田村 早苗（基礎工学部）友岡 康弘（基礎工学部、部門長）鳥越 秀峰（理学部）中井 泉（理学部）野沢 肇（基礎工学部）古江 広和（基礎工学部）古屋仲 秀樹(学外）本田 宏隆（基礎工学部）三浦 成敏（基礎工学部）村上 学（基礎工学部）和田 直之（理工学部）
専用の施設を持たず、個々の研究室と長万部町の協力を得て研究活動を行ってきた。

3. 各研究グループの活動報告

本年度は主に水産業と教育に関する活動を行ったので報告する。

3. 1. ホタテ貝中腸線のカドミウム(Cd)の結合タンパク質の同定と中腸腺細胞の培養化（三浦、中井、友岡）

ホタテ貝は中腸腺に Cd を海洋中の約 100 万倍の濃度に濃縮し、蓄積している。Cd の結合タンパク質の単離を行い、生化学的に解析した。約 35 と 7kDa のペプチドに Cd の結合が確認された。部分配列を大腸菌に発現させ、その抗体を作成した。この抗体を用いて、中腸腺内の結合タンパク質の分布調査を行う予定である。

中腸腺細胞の Cd の蓄積メカニズム解析のために、不死化細胞株樹立を目指して初代培養系の改良を行った。培地 199 を SEALIFE（日本化成）で薄め、Reef Energy (Red Sea, Israel)添加により細胞接着の改善が確認された。

3. 2. ホタテ貝生殖腺の生物学（藤井、友岡）

生殖腺細胞の株化を目指し、初代培養条件の改良を継続した。酵素を用いた細胞単離方法や培地の改善を試みた。その結果、DNA 合成期(mitotic)への誘導率が～4%程に上昇した。株細胞樹立のためには不死化遺伝子を DNA 合成期に細胞のゲノムに導入する必要がある。従って～4%へ誘導できたことは株化へ近づいたことになる。導入後の細胞選択･生存維持に耐えうる培地の改良が不可欠となる。今後はこの点に集中して研究を行い、今年度中に株化を目指す。

3. 3. ホタテ貝貝柱の生物学（和田、友岡）

貝柱の筋細胞の株化を目指し、初代培養条件の改良を継続した。これまでは採取した貝柱をカミソリ刃で裁断し、小組織片を培養皿上に播き、付着した筋細胞を初代培養の始まりとしていた。今回、カミソリ刃を用いた砕片化を貝柱の長軸方向に沿って行い、小片を培養器皿に播いた。この変更により、皿に付着する筋細胞が大幅に増加した。ほ乳動物の株細胞樹立のためには不死化遺伝子として c-myc 用いる。そこで *Patinopecten yessoensis c-myc (Pyc-myc)*をクローニングを行い、株化の準備が整った。今年度中に筋細胞の株化を目指す。

3. 4. ホタテ貝殻の有効利用に関する研究（秋山、石黒、向後、竹内、田村、本田）

ホタテ貝は年間約50万トンが水揚げされ､その内20万トンの貝殻が産業廃棄物となっている。ホタテガイ養殖量の多い北日本において、貝殻の処理には大きな問題であり、その利用法を模索する必要がある。ホタテ貝殻の一部は炭酸カルシウムの原料としてチョークや土壌改良剤等に使われている。しかし、年間 2 億トンが産出されている石灰岩がすでに炭酸カルシウムの原料として用いられているため、貝殻由来の製品は普及が進んでいない。本研究グループは、ホタテ貝殻が水溶液中の金属イオンを除去できる新奇特性を見出した。この特性を用いて、福島第一原発の事故で生じた汚染水の中のストロンチウム除去に応用することを目的に、除去特性の基礎的知見を得た。

試薬炭酸カルシウムとホタテ貝殻、それぞれの粉末をストロンチウム水溶液に加えてストロンチウム除去性能を比較した。試薬炭酸カルシウムの場合、撹拌 40 分後の試薬炭酸カルシウム残留濃度は 90%程度と高い値を示し､ほとんど試薬炭酸カルシウムが除去されていない。一方でホタテ貝殻はわずか 3 分の撹拌で、ストロンチウムを原子吸光光度計の検出限界以下まで、除去できることが分かった。今後は、中性散乱測定、および高エネルギーX 線散乱測定などを行う事で、このホタテ貝殻のストロンチウム除去機構の解明を目指す。

3. 5. 大学と地域の連携に関する研究（榎本、古江、村上）

本グループでは、長万部町と大学の連携による地域社会の活性化を目指し、長万部キャンパス在学生と、そこでの教育資源、そして基礎工学部卒業生の活用について検討を行う。
基礎工学部創設 30 年記念事業の「大同窓会」や記念誌編纂を通して､「町民から見た大学」と「学生(卒業生)から見た長万部町」の双方の視点から、大学と町の連携の過去、現在の状況を確認した。

また、卒業生－大学－長万部町のネットワーク構築の方法として Facebook を利用し､「東京理科大学長万部」のページを 2012 年 9 月に開設した。これまで、長万部の現状紹介や本研究部門の活動報告（新聞記事含む)、基礎工創設 30 年記念行事報告などを行って来た結果、卒業生を中心に 100 人を超えるフォロワーが得られた。

教育面では、勉強サークル「ピタゴラス」の活動を通して、学生と地域社会の新しい交流の可能性を模索した。さらに今年度も小学生向けの理科実験教室（全 5 回）と中学生向け科学実験教室（全 4 回）を実施した。本年度の新しい試みは、学生の教育機会として、日程の調整、使用備品の調整などのマネジメントの一部を担当学生に委ね、小学校、中学校と交渉させた。小学校と中学校の協力により、次善のアポイント、日程交渉などの社会的コミュニケーションの訓練としても地域連携が有効であり教育機会になることが確認できた。また、昨年度に引き続き 120 名程の小学生相手に「大理科実験教室」の実施を試み、そのノウハウを蓄積した。実験好きの子どもを育成するために、理科大学がどの程度の貢献ができるかどうかは、引き続き子の試みを続け実証的に確認を進めたい。

4. 研究活動の展望

平成 28 年 9 月末にて本部門の 5 年間の活動は終了した。この部門に参加した方々は、夫々の分野で活動を展開した。長万部町の調査、町民からの聞き取り、漁業関係者との共同研究、町長を始めとする行政関係者との共同作業等、多岐にわたる。町側から“大学は敷居が高い”との声があったが、交流が盛んとなりその敷居は消失した。本部門が終了してもこれまでの活動は継続される。例えば、町の小中学校生を対象にした実験教室は恒例化すると思われる。また本学-長万部町の関係が新たな局面を迎えれば、本学の有志が集い、新たな活動が展開される事を期待する。

5. むすび

平成 28 年 9 月末にて本部門の 5 年間の活動は終了した。この間に「地方都市消滅」を予言した本が出版され、また「地方創生大臣」が誕生した。このような状況変化により、活動開始当初は変わった部門との印象を与えたが、現在では本学の地域貢献の重要項目の 1 つとなった。長万部

町の町長を始めとする行政と、我々が開催したシンポジュームを介して“仲間”となった町の有志の方々と本学･本部門の共働が動き出した。これからは本学（基礎工学部長万部キャンパスを中心とした）と町（行政と町民）とがこの流れを加速させ、その成果が期待される。
新たな胎動が始まりつつある。「毛蟹養殖研究」である。かつて長万部は“毛蟹の町”であったが、乱獲のためか、噴火湾の毛外漁獲量は激減し、その後低迷している。この新たな研究プロジェクトがスタートし、本学の「理学の総合力」をもって長万部町の創性発展に寄与することが期待される。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

１．Sex Reversal and Analyses of Possible Involvement of Sex Steroids in Scallop Gonadal Development in Newly Established Organ-Culture Systems. Ayano Otani, Tadaaki Nakajima, Tomomi Okumura, Shiro Fujii and Yasuhiro Tomooka, Zoological Science, 34(2):86-92.（査読有）

先端情報通信研究部門

先端情報通信研究部門について

1. 概要

近年、携帯電話を代表する移動無線通信技術の進歩は目覚ましく、100Mbps を超える伝送速度が日常的に利用可能な状況が実現されつつある。さらに、スマートフォンなどの高機能汎用情報端末の急速な普及により、身近に無線通信を使用する機会が大幅に増えつつある。今後ユビキタスという言葉に代表されるように、無線通信技術はますます身近なものとなり、その重要性はますます大きくなってくると考えられる。オフィスにおける情報機器・家電機器・センサーデバイスなどのワイヤレス化の要求はますます大きくなりそれらがシームレスに連携して情報交換が行えるような環境の実現が期待されている。そのためには、近距離での高速・高信頼な通信技術の開発が必須であり、その要求は今後ますます大きくなるもの考えられる。

本研究部門は近距離高速無線通信技術を主要なターゲットとして、研究を行っていく。近距離超高速通信を実現するためには、そのための周波数帯域の確保が前提となるが、実際に使用可能な周波数帯域は極めて限られており、割り当てられた周波数帯域をできる限り効率よく使用する通信方式の開発が必要となる。そのため本部門では通信方式・信号処理の専門家が連携して、周波数利用効率の良い高速・高信頼な通信方式の研究・開発を行う。また、開発された通信方式を実現するためにはデバイス技術のサポートが必要であり、必要な要求を実現できる高速・小型・低消費電力な高機能デバイスの開発が必要となってくる。実用的なデバイスの実現のためには通信方式の開発とデバイス開発が相互にニーズとシーズを確認しながら連携して行われていくことが必須である。また、近距離無線通信においては非常に多数の通信端末が相互に接続されることが想定されるため、ユーザの利便性の向上、効率の良い情報伝達を行うためにはネットワーク技術との連携が必要である。また、実際のアプリケーションでは携帯電話などを含めた広域ネットワークとの連携も必須であり、アプリケーションの要求に適した最適なネットワークをシームレスに実現するための研究を行う。

2. 研究部門の構成と施設設備

先端情報通信研究部門は図 1 のように「通信方式・信号処理グループ」、「ネットワークグループ」、「ICT デバイスグループ」の 3 グループから構成されている。各グループではそれぞれの要素技術の研究を行なっている。さらに、各グループが連携してシステムを実現するための研究開発を行っている。

研究設備に関しては、現在は各構成メンバーが従来から保有する計算機・計測器等を使用して、理論検討、シミュレーション、実験などを行っている。グループ間で連携しながら、適宜必要となる設備等導入を行う。

図 1　先端情報通信研究部門のグループ構成

3. 各研究グループの活動報告

各研究グループを中心に要素技術の高度化のための個別の研究を中心に行い、種々の研究成果を挙げることができた。今後、要素技術の研究・開発は引き続き積極的に行っていくが、今後はグループ間での連携を進め、グループ間でニーズおよびシーズの情報を交換し、具体的なシステムを想定した、高度な近距離無線通信技術の研究を行なっていくためにグループ間でのディスカッションを進めている。

3. 1. 通信方式グループについて

通信方式・信号処理グループでは高度な受信機を実現するための、信号処理技術、ブラインド伝送路推定技術、インパルス雑音環境下での高精度で効率のよい伝送路推定技術などの研究開発を行い、それらの有効性を示した。また、高度な短距離無線通信を実現するための干渉キャンセラ、干渉コーディネーションによる干渉制御の検討を行っている。さらに、UWB 通信における、簡易で特性の優れた受信機の検討、偏波共用型広帯域 UWB アンテナの設計と試作を行い、種々の基盤となる要素技術の提案を行った。

3. 2. ICT デバイスグループについて

ICT デバイスグループでは NICT との連携により、高速なデバイス実現のためのシミュレーションおよびデバイス作成を行い、従来のデバイスを上回る高速デバイスの実現の可能性を示した。

3. 3. ネットワークグループについて

限られた資源を有効に利用し、ネットワークのスループットを向上するためコグニティブ無線ネットワークや D2D などにおける最適化あるリズムの研究開発を行い、それらの有効性を実証した。

4. 研究活動の展望

研究業績に示すとおり、各研究グループは活発な研究開発を行い多くの基盤となる研究成果が得られている。グループ内での連携に対して、グループ間で強調した研究は必ずしも十分に行われていない状況である。現実のシステムを実現するためには、通信方式のみならずそれを実現するための基盤となるデバイス技術、アプリケーションの基盤となるネットワーク技術の連携が必須であり、これら 3 つの研究分野を融合したシステムの研究を今後積極的に進める必要があると考えられる。近距離無線通信技術はオフィスや家庭における高度な情報の伝送、医療、ITS(Intelligent Transport Systems)、防犯、情報センシングなどさまざまな分野への適用が期待され、さまざまなニーズが存在し、本グループでの研究成果を融合しニーズにマッチしたシステムを実現することを目指して、今後の活動の方向性を検討していきたい。

5. むすび

5 年間の研究活動を通じて、各研究グループにおいて高度な通信を行うための種々の要素技術の開発を行い、研究成果を揚げてきたが、部門全体としてのプロジェクトとしてはシナジー効果が必ずしも得られてはいなかった、平成 28 年度で部門の活動は一度終了するが、今後は具体的な IoT などのアプリケーションを想定した、新たな展開のための体制について検討を行っていきたい。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

１．阻止域において L_p 近似特性を有する直線位相帯域通過最大平たん FIR ディジタル微分器の設計，濱本清志郎，吉田嵩，相川直幸，電子情報通信学会論文誌，Vol. j99-A no.8 pp 280-286, 2016（査読有）

２．A design Method for 2-D Low-Pass Maximally Flat FIR Digital Filter to realize Various Passband Shapes, Taiki Shinohara,Yasuyuki Nishida, Naoyuki Aikawa, The 41nd IEEE industrial Electronics Conference,2016（査読有）

３．Design, Fabrication, and Measurement of Constant Gain UWB Planar Antenna using FSS-based reflectors, Rabia Yahya, Akira Nakamura, Makoto Itami, Tayeb A. Denidni, IEICE TRANSACTIONS ON FUNDAMENTALS OF ELECTRONICS COMMUNICATIONS AND COMPUTER SCIENCES, vol.E100-A, no.1, pp.194-199, Jan 2017（査読有）

４．Dual-polarized Ultra-wideband antenna with Improved Polarization Purity, Rabia Yahya, Akira Nakamura, Makoto Itami, Tayeb A. Denidni, ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.4, No.4, pp.363-368, Oct. 2016（査読有）

５．Low profile UWB Frequency Selective Surface based antenna, Rabia Yahya, Akira Nakamura, Makoto Itami, ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.4, No.4, pp.369-374, Oct. 2016（査読有）

６．Multipath Compensation Technique for Pulse-based Ultra-Wideband System using Multi-band Pulse with RAKE Reception, Kohei Ohno, Makoto Itami, Tetsushi Ikegami, ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.4, No.4, 375-385, Oct. 2016（査読有）

７．Planar, 3D, Switchable UWB Frequency Selective Surfaces, Rabia Yahya, Akira Nakamura, Makoto Itami, IEICE Communications Express, Vol.5, No.8, pp.278-283, Jun. 2016（査読有）

８．Efficient Channel Estimation Scheme under Impulsive Noise Environment, Hirotomo Yasui, Akira Nakamura, Makoto Itami, ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.4, No.2, pp.177-185, Apr. 2016（査読有）

９．Investigation on Power Control Algorithm in Joint Control Method of Autonomous Cell Association and Power Control for Heterogeneous Networks, Soya Matsui, Kota Ito, Kenichi Higuchi, Journal of Signal Processing, vol.20, no.4, pp.191-195, July 2016（査読有）

10. A Study on Online Transmission Power Control of Base Stations Based on Observed System Throughput in Heterogeneous Networks, Takahiro Saito and Kenichi Higuchi,The 13th IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS2016), Tokyo, Japan, 25-26 Aug. 2016（査読有）

11. On the Range in Inter-Base Station Information Exchange in Online Probabilistic Activation Control of Base Stations Based on Observed System Throughput, Kosuke Takahashi and Kenichi Higuchi, The 13th IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS2016), Tokyo, Japan, 25-26 Aug. 2016（査読有）

12. Joint Power and Frequency-Domain Inter-Cell Interference Coordination in Heterogeneous Networks, Sho Takano and Kenichi Higuchi, The 13th IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS2016), Tokyo, Japan, 25-26 Aug. 2016（査読有）

13. Blind Channel Estimation by EM Algorithm for OFDM Systems, Hirokazu Abe, Masahiro Fujii, Takanori Iwamatsu, Hiroyuki Hatano, Atsushi Ito, Yu Watanabe, IEICE Transactions on Fundamentals, vol. E100-1, no.1, pp.210-218, 2017（査読有）

14. 車車間通信システムのための分散協調方式における伝送性能解析，藤井 雅弘，情報処理学会論文誌，vol.58, no.1, pp.88-109, 2017（査読有）

15. ARIB STD-T109 に基づいた車車間通信のためのアクセス制御方式の効率化に関する研究，横森 崇宏，藤井 雅弘，羽多野 裕之，伊藤 篤，渡辺 裕，情報処理学会論文誌，vol.58，no.1，pp.88-109，2017（査読有）
16. Electron transport properties of novel InSb/GaInSb composite channel high electron mobility transistor structures, J. Takeuchi, S. Fujikawa, Y. Harada and H. I. Fujishiro, Proc. 35th Electronic Materials Symposium (EMS35)（査読有）
17. Electron Transport Properties of InSb/GaInSb Composite Channel, S. Fujikawa, J. Takeuchi, Y. Harada, and H. I. Fujishiro, Proc. 19th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (MBE2016)（査読有）
18. InSb-based HEMTwith Over 300 GHz-fT using Al0.25In0.75Sb/Al0.15In0.85Sb stepped buffer layer for strain reduction, S. Fujikawa, K. Isono, Y. Harada, I. Watanabe, Y. Yamashita, A. Endoh, S. Hara, A. Kasamatsu, and H. I. Fujishiro, Proc. 19th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (MBE2016)（査読有）
19. Comparative study on noise characteristics of As and Sb-based high electron mobility transistors, T.Takahashi, S.Hatsushiba, S.Fujikawa, H.I.Fujishiro, PHYSICA STATUS SOLIDI A-APPLICATIONS AND MATERIALS SCIENCE, 214巻 3号 p.1600599（査読有）
20. Low-Profile Terahertz Radar Based on Broadband Leaky-Wave Beam Steering, K. Murano, I. Watanabe, A. Kasamatsu, S. Suzuki, M. Asada, W. Withayachumnankul, T. Tanaka, Y. Monnai, IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology, Vol.7, No.1, pp.60-69, January 2017（査読有）
21. Compact 141-GHz Differential Amplifier with 20-dB Peak Gain and 22-GHz 3-dB Bandwidth, S. Hara, K. Katayama, K. Takano, I. Watanabe, N. Sekine, A. Kasamatsu, T. Yoshida, S. Aamakawa, M. Fujishima, IEICE Transactions on Electronics, Vol.E99-C, No.10, pp.1156-1163, October 2016（査読有）
22. Power Processing for Advanced Power Distribution and Control, Ryo TAKAHASHI, Shun-ichi AZUMA, Mikio HASEGAWA, Hiroyasu ANDO, and Takashi HIKIHARA, IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, Vol.E100-B, No.6, pp.941-947, Jun. 2017（査読有）
23. Improving Performance of Heuristic Algorithms by Lebesgue Spectrum Filter, Mikio Hasegawa, IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, Vol.E99-B, No.11, pp.2256-2262, 2016（査読有り，招待論文）
24. Joint Downlink and Uplink Interference Management for Device to Device Communication Underlaying Cellular Networks, Thong Huynh, Tomoyuki Onuma, Kaori Kuroda, Mikio Hasegawa, Won-Joo Hwang, IEEE Access, Vol.4, pp.4420-4430, 2016（査読有）
25. Synchronization of Chaotic Oscillators Using Natural Environmental Noises, Hiroyuki Yasuda, Mikio Hasegawa,“Journal of Signal Processing, Vol.20, No.4, pp.129-132, 2016（査読有）

著書

１．ネットワーク・カオス，長谷川幹雄，中尾裕也，合原一幸，コロナ社，2017（編集中）

招待講演

１．将来セルラシステムに向けたNOMAの検討，樋口健一，電子情報通信学会技術報告，コミュニケーションクオリティ研究会CQ2016-16，福岡県福岡市，May 2016
２．NOMA for Future Cellular Systems, Kenichi Higuchi,IEEE 84th Vehicular Technology Conference (VTC2016-Fall), Montréal, Canada, Sept. 2016
３．高度道路交通システムの動向，藤井 雅弘，一般社団法人KEC関西電子工業振興センター，次世代ワイヤレス通信講座，2017
４．アンチモン系トランジスタおよび関連技術に関する研究開発，渡邊一世，山下良美，遠藤聡，原紳介，赤羽浩一，笠松章史，辻大介，町田龍人，竹鶴達哉，戸田隆介，磯野恭佑，藤川紗千恵，藤代博記，電気学会「次世代化合物半導体デバイスの機能と応用」調査専門委員会，2016

５．Research and development of InP, GaN and InSb-based HEMTs and MMICs for terahertz-wave wireless communications, I. Watanabe, Y. Yamashita, A. Endoh, S. Hara, A. Kasamatsu, I. Hosako,H. Hamada, T. Kosugi, M. Yaita, A. E. Moutaouakil, H. Matsuzaki, O. Kagami,T. Takahashi, Y. Kawano, Y. Nakasha, N. Hara,D. Tsuji, K. Isono, S. Fujikawa, and H. I. Fujishiro, 2016 IEEE Compound Semiconductor IC Symposium, 2016
６．Watanabe, Y. Yamashita, A. Endoh, S. Hara, A. Kasamatsu, I. Hosako, H. Hamada, T. Kosugi, M. Yaita, A. E. Moutaouakil, H. Matsuzaki, O. Kagami, T. Takahashi, Y. Kawano, Y. Nakasha, N. Hara, D. Tsuji, K. Isono, S. Fujikawa, H. I. Fujishiro “Research and development of InP, GaN and InSb-based HEMTs and MMICs for terahertz-wave wireless communications (INVITED PAPER)”, 2016 IEEE Compound Semiconductor Integrated Circuit Symposium (Austin, USA), October 2016
７．コグニティブ無線ネットワークにおける機械学習と最適化，長谷川幹雄，電子情報通信学会技術研究報告（スマート無線研究会），Vol.116，No.409，pp.33-36，松山，2017
８．情報ネットワーク科学とカオス，長谷川幹雄，電子情報通信学会，ソサイエティ大会，BI-3-4，北海道札幌市，2016

受賞

１．斉藤隆太（指導教官：樋口健一），電子情報通信学会無線通信システム研究会初めての研究会優秀発表賞，電子情報通信学会無線通信システム研究専門委員会，June 2016
２．松本裕貴（指導教官：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 2017
３．高野将（指導教官：樋口健一），NCSP’16 Student Paper Award，March 2017
４．伊藤匡哉，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，2016
５．村田浩治，渡邊一世，笠松章史，田中敏幸，門内靖明，優秀論文賞，第 21 回パターン計測シンポジウム（第 98 回パターン計測部会研究会），2016 年 11 月 19 日
６．Mikio Hasegawa, Certification of Appreciation, Korea Multimedia Society, 2016 年 10 月 21 日
７．長谷川幹雄，電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ 貢献賞，電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ，2016 年 9 月 21 日
８．長谷川幹雄，電子情報通信学会 NOLTA ソサイエティ 貢献賞，電子情報通信学会 NOLTA ソサイエティ，2016 年 9 月 21 日

研究課題（研究者別）

相川　直幸

「通信効率の計測・評価に関する研究」

高効率通信を行うためには、従来とは異なった新しいディジタルフィルタの諸条件を検討する必要がある。そこで、通信装置全体の通信効率の計測方法や評価方法を確立し、ディジタルフィルタに必要な諸条件を導く。

「高効率通信のためのディジタル微分器の設計に関する研究」

高効率通信を行うためのディジタル微分器の設計アルゴリズムを数理最適化問題に基づき開発する。さらに、そのアルゴリズムの高速化やディジタル微分器のハードウェアによる実現方法について検討する。

伊丹　誠

「偏波共用超広帯域 UWB アンテナの設計・試作と ITS への応用の検討」

3GHz－10GHz の帯域全体を用いて通信を行う UWB 通信のための広帯域アンテナの設計と試作を行った。電波暗室での測定の結果設計どおりの特性が得られることが確認され、従来型のアンテナよりも特性の工場が確認された。さらに垂直および水平偏波の共用型のアンテナの設計も行い、偏波間の干渉を抑え高速な伝送を行うためのアンテナが実現可能であることを実証した。また、アンテナの放射方向を制御するためのコントローラブルな反射板(FSS)の設計も行いその特性を評価した。これらを組み合わせることによって、ITS 車車通信向けのモジュールの設計も行いその特性を評価し車載アンテナとして有効であることを確認した。これらの成果は、ITS における安全運転支援および自動運転の実現のための要素として期待される。

「UWB による歩行者位置の高精度推定方式の特性向上」

交差点などにおける歩行者の安全の支援のために、UWB を用いて歩行者の位置をリアルタイムに検出し、危険な状態にある歩行者の情報を速やかに車両に伝達することによって、重大な事故を未然に防ぐためのシステムの検討を行った。歩行者の測位方式を従来方式と比べてより特性の優れたものに改善を行い、測位性能の向上を図った。また、非常に多くの歩行者が存在する環境下の特性を評価し、個々の歩行者の追跡が可能であることを示した。

樋口　健一

「干渉キャンセル及びコーディネーションを用いた高速・高信頼度無線通信に関する研究」

近距離無線通信では、多数の通信リンクが不規則にオーバレイするため、リンク間の干渉制御が非常に重要となる。そこで、高速大容量かつ高信頼度な近距離無線通信システムを実現するため、リンク間の干渉キャンセラ及び干渉コーディネーションを用いた干渉制御を、大容量マルチアンテナ伝送や高信頼度化のための高機能誤り制御及び複数通信ノード間の協力通信機能と高度に融合させた無線通信法の確立を目指して検討を進めている。

藤井　雅弘

「OFDM システムにおける周波数オフセット推定に関する研究」

送受信器での発信周波数誤差に起因する周波数オフセットにより OFDM 受信信号のキャリア間の直交性が崩れ、キャリア間干渉が発生する。IEEE802.11 に準拠する OFDM 信号での連続する 2 つのロングトレーニング信号の特徴を利用して、最尤規範に基づきこのオフセットを推定する手法として Moose アルゴリズムが知られている。本研究では、Moose アルゴリズムの性能を理論的に解析し、Moose アルゴリズムを反復することでオフセット推定精度の改善が可能であることを解析的に示した。さらに、提案する反復推定手法により高い推定精度を達成できるオフセットレンジを拡大することが出来る事を示し、数値計算機シミュレーションによってその性能評価を行った。

「車車間通信システムにおける伝送性能解析に関する研究」

本研究では、ARIB STD-T109 に準拠する ITS 通信のためのメディアアクセス制御の性能解析に関する新しい手法について提案し、その有効性を評価した。ARIB STD-T109 での車車間通信システムでは CSMA/CA とランダムバックオフに基づく分散協調によるアクセス制御が採用されている。これまで、無線LANの標準規格であるIEEE 802.11やそのITS向けの規格であるIEEE 802.11p/WAVEに関する性能解析は行われてきているが、ARIB STD-T109 に基づくシステムでの十分な性能解析はまだない。ARIB STD-T109 は基本的にこれらの規格に準拠しているので、従来の解析手法を応用することが可能である。本研究では従来の解析で考慮されていなかった事象を正確に扱うことでより頑強な解析手法を提案し、その精度をネットワークシミュレータを用いて計測した結果と比較するとこで、その有効性を示した。

藤代　博記

「THz 領域極限性能トランジスタに関する研究」

InSb は III-V 族化合物半導体の中で最も電子有効質量(m^*)が小さく、最も高い電子移動度(μ)を示すため、InSb をチャネルとする高電子移動度トランジスタ（High Electron Mobility Transistor：HEMT）は、ミリ波・サブミリ波帯で動作可能な高周波・低消費電力デバイスとして期待されている。本研究では、ステップバッファ層により InSb チャネルに印加される圧縮歪みを低減して、17,700 cm^2/Vs の電子移動度を実現した。また蒸着 SiOx 膜により成膜中のプロセスダメージを低減した。これによりドレイン電圧(V_{ds}) = 0.5 V の低電圧において、最大遮断周波数(f_T)が 302 GHz（ゲート長(L_g) = 50 nm)、最大発振周波数(f_{max})が 186 GHz（L_g = 100 nm)、最大相互コンダクタンス(g_m)が 1.03 S/mm（L_g = 200 nm)の特性を得た。

渡邊　一世

「ミリ波・テラヘルツ波デバイスおよび特性評価技術に関する研究」

ミリ波・テラヘルツ波帯利用技術の確立および超高周波センシングシステムへの適用を目指し、InSb および GaN-HEMT を作製、デバイス特性を評価した。InSb-HEMT ではゲート長（L_g）50 nm で遮断周波数（f_T）302 GHz を、L_g = 200 nm では相互コンダクタンス（g_m）1.03 S/mm をそれぞれ達成し、InSb-HEMT の世界最高の g_m と同一の値を得るとともに、GaN-HEMT では 3 nm 厚の InAlN バリア層を有する MES-HEMT において、L_g = 45 nm で最大発振周波数（f_{max}）271 GHz を達成した。なお、これら成果を IEEE CSICS2016 で招待講演した。

長谷川　幹雄

「無線ネットワークの最適化に関する研究」

周波数利用効率を改善するコグニティブ無線や Device-to-Device(D2D)などにおける最適化アルゴリズムの開発を進めている。今年度は、カオス写像による低相互相関系列の理論を整理し、電子情報通信学会情報ネットワーク科学シリーズ第 4 巻「ネットワーク・カオス」を執筆した。無線通信における最適化問題を解く複数のアルゴリズムを開発し、シミュレーションだけでなく実機によって有効性を確認した。

マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門

マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門について

1. 概要

本研究部門は 2012 年に設立し、地球に優しい低エネルギー消費・低環境汚染を実現するにあたり不可欠な課題となる微小領域における高効率な熱物質輸送技術の確立を目指し研究活動に取り組んでいる。特に、固液気 3 相界面の移動、いわゆる「濡れ」という現象、狭小領域内における連続および不連続流れ、そして、移動・変形を伴う界面を介した熱物質輸送制御という事象において、従来のマクロ領域におけるダイナミクスとマイクロ・ナノ領域におけるダイナミクスの橋渡しの実現を目標としている。

低エネルギー消費・低環境汚染を実現する技術確立は、第 3 世界における生活レベルの爆発的向上に伴う地球規模の社会的問題の解決に直結するものだけでなく、洗浄・塗布・コーティング・印刷・反応制御・伝熱と広範多岐に亘る産業で直面する重要な課題であると言える。

このような社会的・産業的課題を解決するため、マルチスケール・マルチフェーズにおいて巨視的な現象にまで影響をおよぼす微視的な固液気 3 相界面近傍でのメゾスコピック・ダイナミクスの理解とその工学的応用を、国内外の代表的な研究者とともに目指していく有機的な体制を有することも本研究部門の特徴である（図 1)。

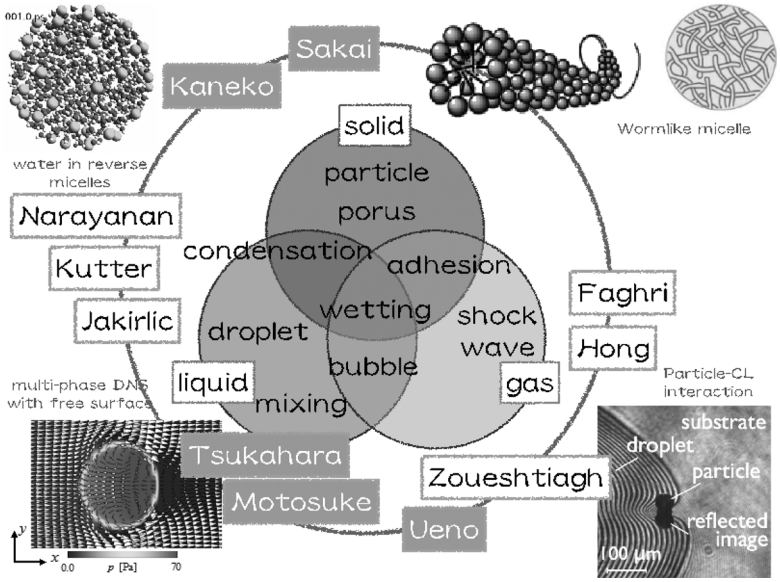


図 1　固液気 3 相各相および相間で主要な素因子として現象を構成する項目と、
各相間現象を研究対象としてきた研究者の関係。

2. センターの構成と施設設備

本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。

（学内メンバー）

上野　一郎	理工学部 機械工学科	教授	メゾスコピック界面熱流体力学、宇宙環境利用熱流体科学
酒井　秀樹	理工学部 工業化学科	教授	表面・界面科学、界面活性剤
元祐　昌廣	工学部 機械工学科	准教授	マイクロ熱流体工学、マイクロデバイス
塚原　隆裕	理工学部 機械工学科	准教授	数値熱流体力学、乱流力学
金子　敏宏	理工学部 機械工学科	助教	分子熱流体工学
Mu Lizhong	研究推進機構 総合研究院	プロジェクト研究員	界面熱流体力学、生体熱流体工学

(学外メンバー)

洪　定杓	鹿児島大学大学院理工学研究科	准教授	マイクロ熱流体工学、圧縮性熱流体力学
Faghri, Mohammad	Univ. Rhode Island (USA)	Professor	MEMS、マイクロ流体力学
Jakirlic, Suad	Technische Univ. Darmstadt (Germany)	Professor	数値流体力学、2 相流
Kutter, Jorg Peter	Univ. Copenhagen(Denmark)	Professor	マイクロ・ナノ流体力学
Narayanan, Ranga	Univ. Florida (USA)	Professor	界面流体力学、輸送現象
Zoueshtiagh, Farzam	CNRS/ Univ. Lille (France)	Professor	マイクロ流体力学、界面流体力学

3. 各研究グループの活動報告

最終年度となる 2016 年度においても、セミナー（i²plus Seminar）等の開催を通じて研究者間交流や共同研究発展に向けた活動を行ってきた。海外から講師を招いて講演をしていただくi²plus セミナーを計 5 回行った。界面熱流体力学分野の著名な海外研究者を本学に招き、最新の研究動向の紹介をしていただくとともに、部門研究活動における共同研究への展開を目指して議論を重ねた。研究者のみならず大学院生も活発に議論に参加し、若手研究者育成という観点からも意義のあるイベントとなった。詳細を下記に示す。

また、当部門の活動を中心に継続している共同研究においては、工学研究科機械工学専攻の博士後期課程学生を 1 名リール第 1 大学（フランス）に約 2 ヶ月派遣し、新規共同研究実現に向けて研究活動を実施してきた。また、理工学研究科機械工学専攻の修士課程学生 1 名がブリュッセル自由大学（ベルギー）に約半年間、同じく 1 名がパリ南大学（フランス）に約 2 ヶ月間滞在し、これまでの研究成果を交換するとともに、今後の共同研究活動を発展するべく活動を実施してきた。

【実施した研究活動】

i²plus Seminar（回数は部門設立時から通算）

第 17 回（2016 年 4 月 20 日 15:00-16:30, 東京理科大学野田校舎）
講演者：Farzam Zoueshtiagh 教授（CNRS/Univ. Lille 1, France）
第 18 回（2016 年 7 月 15 日 16:30-17:30, 東京理科大学葛飾校舎）
講演者：小原洋志 特任講師（東京大学医科学研究所）
第 19 回（2016 年 9 月 13 日 15:00-16:30, 東京理科大学野田校舎）
講演者：工藤正樹 准教授（都立産業技術高等専門学校）
第 20 回（2016 年 12 月 13 日 14:00-15:30, 東京理科大学野田校舎）
講演者：Michael Baudoin 教授（CNRS/Univ. Lille 1, France）
第 21 回（2017 年 3 月 22 日 11:00-12:30, 東京理科大学野田校舎）
講演者：Georg Dietze 博士（CNRS/Univ. Paris-Sud, France）

4. 研究活動の展望およびむすび

部門間での交流も本格化し、マイクロ・ナノスケールでの混相・界面熱流体力学への貢献を目的として境界領域の研究をさらに推進していく。2016 年 8 月にアドバイザリー委員会を実施し、学外有識者から高い評価をいただいた。委員会にていただいた助言を反映しつつ、より多重なスケール間で発現する界面熱流体現象に注目して 2017 年度から『マルチスケール界面熱流体力学研究部門』（部門長：元祐昌廣准教授（工学部機械工学科））として新たな活動を開始する予定である。これまでの活動を基盤とし、新たに物理系の人員を加えてこれまでの『マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門』で蓄積・展開してきた研究・発表・国際交流活動だけでなく、より多重なスケール間での相互作用をも視野に入れた有機的な研究体制を構築していく。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文(全て査読有)

１．Masaaki Akamatsu, Hirokazu Komatsu, Atsuki Matsuda, Taizo Mori, Waka Nakanishi, Hideki Sakai, Jonathan P. Hill and Katsuhiko Ariga, Visual Detection of Cesium Ions in Domestic Water Supply or Seawater using a Nano-optode, Bulletin of the Chemical Society of Japan 90, 678-683, 2017.

２．N. Kazuno, T. Tsukahara, M. Motosuke, Laplace pressure versus Marangoni convection in photothermal manipulation of micro droplet, The European Physical Journal Special Topics, 226, 1337-1348, 2017.

３．Kosuke Motegi, Masaki Kudo and Ichiro Ueno, Linear stability of buoyant thermocapillary convection for a high-Prandtl number fluid in a laterally heated liquid bridge, Phys. Fluids 29, 044106, 2017 (DOI: 10.1063/1.4979964) (accepted 20170327)

４．Aro Toyama, Masakazu Gotoda, Toshihiro Kaneko and Ichiro Ueno, Existence conditions and formation process of second type of spiral loop particle accumulation structure (SL-2 PAS) in half-zone liquid bridge, Microgravity Science and Technology 29 (4), 263-274, 2017. (accepted on 20170309) (doi:10.1007/s12217-017-9544-y).

５．Taira, T.; Yanagimoto, T.; Sakai, K.; Sakai, H.; Endo, A.; Imura, T., Synthesis of Surface-Active N-Heterocyclic Carbene Ligand and Its Pd-Catalyzed Aqueous Mizoroki-Heck Reaction, Tetrahedron 72, 4117-4122, 2016.

６．高野晋, 金子敏宏, 上野一郎, 境界層を有する極薄液膜の撥水過程, 混相流学会誌 29, pp 477-484, 2016.

７．Linhao Fei, Koichi Ikebukuro, Takeshi Katsuta, Toshihiro Kaneko, Ichiro Ueno and Donald R. Pettit, Effect of static deformation on basic flow patterns in thermocapillary-driven free liquid film, Microgravity Science and Technology 29, 29-36, 2017.(Feb).(accepted on 20161013)

８．Y. Kameya, H. Yamaki, R. Ono, M. Motosuke, Fabrication of micropillar TiO_2 photocatalyst arrays using nanoparticle-microprinting method, Materials Letters 175, 262-265, 2016.

９．Y. Kameya, T. Hayashi, M. Motosuke, Stability of platinum nanoparticles supported on surface-treated carbon black, Applied Catalysis B: Environmental 189, 26-31, 2016.

10. 武藤真和, 星麻美, 山本誠, 元祐昌廣, 光熱界面流れによる微小液滴の操作, 可視化情報学会論文集 36, 219-225, 2016.

11. Y. Kameya, T. Hayashi, M. Motosuke, Oxidation-resistant graphitic surface nanostructure of carbon black developed by ethanol thermal decomposition, Diamond & Related Materials 65, 26-31, 2016.

12. M. Muto, M. Yamamoto, M. Motosuke, A noncontact picolitor droplet handling by photothermal control of interfacial flow, Analytical Sciences 32, 49-55, 2016.

13. Y. Ichikawa, M. Motosuke, Y. Kameya, M. Yamamoto, S. Honami, Three-dimensional flow characterization of a square array of multiple circular impinging jets using stereoscopic PIV and heat transfer relation, J. Visualization 92, 89-101, 2016.

14. Masakazu Gotoda, Denis E. Melnikov, Ichiro Ueno, Valentina Shevtsova, Experimental study on dynamics of coherent structures formed by inertial solid particles in three-dimensional periodic flows, Chaos 26, 073106, 2016 (July). http://dx.doi.org/10.1063/1.4955271

15. Jun Ando, Kazuna Horiuchi, Takahito Saiki, Toshihiro Kaneko & Ichiro Ueno, Transition process leading to microbubble emission boiling on horizontal circular heated surface in subcooled pool, International Journal of Heat and Mass Transfer 101, pp.240-250, 2016. (http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.05.050)

16. Masaki Kudo, Yuuki Akiyama, Shogo Takei, Kosuke Motegi and Ichiro Ueno, Effect of ambient air flow on thermocapillary convection in a full-zone liquid bridge, Interfacial Phenomena and Heat Transfer 3, pp.231-242, 2015 (Apr).(DOI: 10.1615/InterfacPhenomHeatTransfer.2016013392)

招待講演

1．M. Motosuke, M. Muto, Dynamics of microfluidic droplet under optically-induced tension gradient, Energy Materials Nanotechnology Meeting on Droplets,(2016/5/9-13, San Sebastian, Spain).

研究課題（研究者別）

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、(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。

元祐　昌廣

「光・電気によるマイクロ熱流動利用新規熱物質輸送手法の開発」

光や電気を用いたナノ・マイクロスケールでの界面での温度分布、流れ挙動、イオン流動などを局所的に制御することで発生する熱流動を駆使した新規熱物質輸送手法、並びにこれを実現するマイクロデバイスの開発を行っている。また、上記の熱流動を高い時空間分解能で計測する新しいセンシング手法の開発も行っている。

塚原　隆裕

「複雑流路（多孔質体）内対流場と粒子流動・堆積挙動解明に向けた数値解析コードの構築」

次世代材料や電力発生装置、熱交換器の高性能化や新規開発に向け、解明が不可欠で共通的な問題として挙げられるのが、多孔質構造を有する物体中における濡れ過程である。本研究では、その多孔質構造内の熱流動特性や粒子流動・堆積過程を解明するため、大型並列計算機等を用いた大規模 3 次元直接数値シミュレーションを実現し、熱流体力学の観点から高機能性材料の開発に向けた制御指針を提案することが目的である。

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（逆紐状ミセル）は、その三次元的な絡み合いにより溶媒に粘性を付与できるため、香粧品や流動特性制御などに応用されている。本研究では、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

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」

微小領域における高効率な熱物質輸送技術実現を目指して、界面を有する系や相変化を伴なう系での熱物質移動メカニズムを分子論的描像から解明する。具体的には (i) 熱物性値の正確な予測のための分子動力学法における新規手法開発、(ii) 固体表面上に分子レベルの障害物が存在する系での動的濡れ過程の解明、(iii) 分子の形状の違いによって表面張力が変化する機構の解明、などを研究対象にしている。

ナノカーボン研究部門

ナノカーボン研究部門について

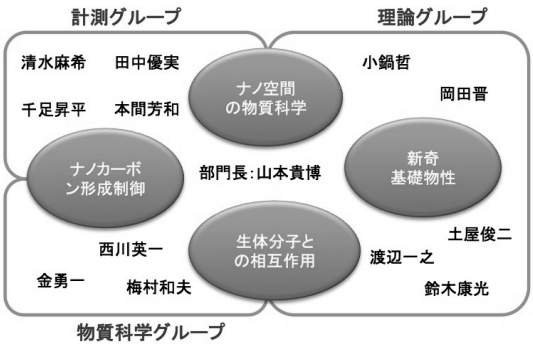
1. 概要

ナノカーボン研究部門は、カーボンナノチューブ、グラフェンに関わる新奇物性の解明とともに、ナノチューブのナノ空間を利用した物質科学およびナノチューブと生体分子との相互作用を利用した物質科学の構築を目指している。ナノカーボンに関して、先進的な研究を行っている物性理論、物性実験、電気工学、熱工学、生物物理それぞれの分野の専門家が、相互の情報交換および連携によりナノカーボンに関する基礎から応用までの研究を推進することを特色とする。

2. 部門の構成

ナノチューブ・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。



ナノカーボン研究部門の構成

・新奇物性の解明：第一原理計算、分子動力学計算等の理論的研究と単一ナノチューブ計測技術、グラフェン計測技術の連携によりナノチューブ、グラフェンの電子物性、高速電子との相互作用、超伝導性、磁性に関する新奇物性を解明する。

3. 各研究グループの活動報告

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。平成 27 年度は「2 次電子の物理」勉強会 2 回（第 1 回、第 2 回）、ナノカーボンセミナー 2 回（第 6 回、第 7 回）、『ナノ表面界面を介したエネルギー・物質輸送の計測とシミュレーション研究の最前線』（日本表面科学会関東支部と共催）、研究部門ワークショップ、若手合同発表会「表面・界面現象の新展開：吸着・物質移動・エネルギー散逸」（ウォーターフロンティアサイエンス部門・電気通信大学 ナノトライボロジー研究ステーションと共催）を開催し、学内外の研究者を招いたディスカッションやメンバー間の情報交換を通して、部門内の連携の醸成を図っている。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

・ナノチューブの熱物性の近赤外蛍光分光法を用いた計測を試みた。蛍光発光波長の温度依存性を利用し、ナノチューブの軸方向に現れる温度分布の計測に成功し、それに基づき軸方向の熱伝導率の計測を行った（千足）。
・内部に水を閉じ込めたカーボンナノチューブからの蛍光発光の温度や圧力依存性を明らかにすることで、内部の水のナノ空間での相変化を観測した。ナノチューブ内部は理想的な 1 次元空間であり、その 1 次元性を反映した特異な相変化を現すことを明らかにした（本間・千足・山本・小鍋）。

・白金/カーボン系酸素還元（ORR）触媒の活性に及ぼすカーボン担体の影響を明らかにすべく、多層カーボンナノチューブおよび多層グラフェン担体上にボトムアップ形成した白金ナノ粒子の性状と ORR 活性との関係を定量的に評価し、カーボン担体との相互作用に起因して導入された白金ナノ粒子の格子歪みが ORR 活性の向上に寄与する可能性を示した（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、Ni や Cu 上の単層及び数層グラフェンの 2 次電子像形成機構を検討した。これら金属上のグラフェンではそれ自体の 2 次電子収率が低いため、金属中で発生した 2 次電子を減衰させる効果が主に像形成に寄与していること、それゆえ、グラフェン中のπ＋σ*電子遷移に対応する 15 eV 程度の 2 次電子において、層数コントラストが最大になることを明らかにした（本間・清水）。
・ナノチューブのカイラリティ制御合成法の開発を目指し、クローニング合成技術の開発を行った。結晶性水晶基板上に配向成長させたカーボンナノチューブを切断し、切断部からの再成長を行った。再成長率が成長温度や圧力等に強く依存することを明らかにした（千足）。

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、日本茶およびカテキン希薄溶液の抗酸化作用を光測定によって計測した。カーボンナノチューブからの蛍光色素の脱離を、蛍光顕微鏡観察により直接計測した（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。グラフェンの面内振動である G モードに関しては、チューブの軸方向の G+モードと円周方向の G-モードについて正確な偏光依存性を取得した。また、中間の波数帯（300-500 cm^{-1}）に現れるラマンピークの波数が CNT 直径に反比例して変化することを見出した（本間・清水）。
・カーボンナノチューブ薄膜の熱電特性のキャリア注入による変調に向け、薄膜の形成条件の最適化と膜厚制御を行った。界面活性剤の種類を変化させて膜厚 100nm 程度の薄膜の成膜に成功し、キャリア注入の兆候を得ることができた（本間・清水）。
・二層グラフェンの電子透過率のエネルギー依存性が、積層構造で大きく異なることを見出した。単層グラフェンからの二次電子放出機構とスペクトル構造を明らかにした。レーザーと静電界を印加した二層ベンゼンからの層剥離機構を明らかにした Si クラスターからの電界蒸発するイオンの電荷状態のダイナミクスを明らかにした。レーザー照射したシリセンナノリボンからの電子放出を多光子吸収と電子励起のダイナミクスから明らかにした。レーザー場の $H2^+$の原子核ダイナミクスに対してボーム量子ポテンシャルは重要な効果を及ぼすことを見出した。Li, O 吸着 Fe（100）磁性表面にある陽電子消滅寿命を決定した。水吸着カーボンナノチューブの誘電関数計算から、フォトルミネッセンススペクトルピークのレッドシフトは水吸着によるエネルギーバンドギャップ減少が原因であることを結論した（渡辺・鈴木）。
・グラフェンナノリボンやグラフェン類似原子層材料である単層黒リンの熱電特性を理論的に調べ、欠陥や引張を制御することで熱電特性を飛躍的に向上させることが可能であることを明らかにした（山本・小鍋）。
・カーボンナノチューブの電気伝導特性がバリスティック伝導から拡散伝導へと遷移する様を、超大規模量子シミュレーションによって解明した（山本・小鍋）。
・カーボンナノチューブ薄膜の電気伝導特性について、チューブ密度と配向依存性を調査し、シート抵抗を最小にする最適パラメータを模索した（山本）。
・グラフェン、遷移金属ダイカルコゲナイドにおける新奇超伝導状態の可能性及びその性質について研究を行った。これまでの研究においてクーパー対が有限の重心運動量を持つバレー内ペアリング状態が出現する可能性を指摘した。バレー内ペアリング状態における集団モードの性質について解析を行い、秩序パラメータの空間変調に伴う特有の集団モードの存在について検討を行った。またヒッグスモードが存在する一般的な条件が粒子-正孔対称性であることを明らかにし、グラフェンなどのディラックフェルミオン系では必ずヒッグスモードが存在することを予言した（土屋）。

・六方晶窒化ホウ素（h-BN）中に埋め込まれた三角形型のグラフェンフレーク（フェナレニル分子）からなるヘテロ構造の電子状態の解明を行った。h-BN に埋め込まれたグラフェンフレーク間のスピン-スピン相互作用は反強磁性的で、相互作用の大きさは、フレーク間距離が 0.5nm の下 25meV で最大となり、フレーク間の増加に伴い速やかに減少し、1nm を越えると厳密にゼロとなることを明らかにした。また、分極したスピンの分布は境界を形成する原子種、すなわち B/C 境界、N/C 境界に依存して、境界における異種原子のπ軌道の混成にいより、異なる振る舞いを示すことが明らかにした（岡田）。
・化学官能基（ケトン（-O）、カルボニル（-COH）、カルボキシル（-COOH）、水酸基（-OH））により端が修飾されたグラフェンリボンの、仕事関数と電子構造の変調を量子論に立脚した計算科学の方法を用いて調べた。グラフェンの端の電子構造と仕事関数は、吸着された化学官能基種に強く依存することが明らかになった（岡田）。
・FET 構造中の CNT 薄膜がマット状構造（互いに絡まったシート状構造）を有していることから、CNT が交差した薄膜構造への電荷蓄積機構の解明をおこなった。その結果、ある種の CNT の組み合わせの下では、CNT の電子構造の違いを反映し、印加した外部電界に対して逆向きの電界が誘起されることを明らかにした（岡田）。
・種々の端形状を有する h-BN のリボンを用いて、その端の安定性と電子状態を密度汎関数理論と有効遮蔽媒質法を組み合わせた第一原理電子状態計算の手法を用いて計算した。その結果、端のエネルギー、すなわち、端の安定性は水素終端されたリボンでは、端の形状依存性はみられず、清浄端（水素等が付いていない端）では、アームチェアと呼ばれる端形状が最も安定で、ジグザグに近づくにつれて単調に不安定性が増加することが明らかになった（岡田）。
・フェナレニルと呼ばれる 3 個のベンゼン環が 3 角形状に並んだ炭化水素を蜂の巣格子状に配置し、その間をフェニル（ベンゼン環）でつないだ 2 次元のネットワークの電子状態を研究した。計算の結果、この炭化水素ネットワークは、非常に傾きの小さいディラックコーンを有するゼロギャップの半導体で、かつ、ディラックコーンの上下にカゴメ平坦バンドを有することが明らかになった。また、ディラックコーンの傾きが小さいことから、シートはフェナレニルユニットに局在したスピンによる、種々の磁性状態を有することが明らかになった（岡田）。

4. 研究活動の展望

今年度のターゲットであった 2 つの研究課題「2 次電子の物理」と「ナノトライボロジー」に対して、学内外の共同研究が発展したことは大きな成果である。特に、「ナノトライボロジー」に関しては、電気通信大学・ナノトライボロジー研究センターと共同研究会を開催（2017 年 3 月 8 日）するなど、学外への成果発信を行うことが出来たことは大きい。

また今年度は、7 件の学生受賞を受賞するなど、教育面でも多くの成果を残すことができたことは特記に値する。

5. むすび

今年度の重点研究課題の 1 つに掲げた「ナノトライボロジー（ナノ摩擦学）」は軌道に乗りつつあるので、来年度にはもう 1 つの重点研究課題である「2 次電子の物理」に注力し、共同研究を展開したい。また来年度は最終年度であるので、ナノカーボン部門の新たな発展的方向を見出したい。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文（61 報）

1. Carrier Localization Length in Edge-Disordered Graphene Nanoribbons with Sub-100 nm Length, K. Takashima, S. Konabe, and T. Yamamoto, J. Appl. Phys.119, 024301 (2016).(査読有)
2. Edge-Disorder-Induced Optimization on Thermoelectric Performance of Finite-Length Graphene Nanoribbons, T. Izawa, K. Takashima, and T. Yamamoto, Surf. Interface Anal. 48, 1210-1213 (2016).(査読有)
3. Thermoelectric properties of bilayer phosphorene under tensile strain, S. Konabe, S. Kawabata, and T. Yamamoto, Surf. Interface Anal. 48, 1231-1234 (2016).(査読有)
4. Edge-disorder effects on electric transport in metallic graphene nanoribbons at finite temperature, K. Takashima, S. Konabe, and T. Yamamoto, Surf. Interface Anal. 48, 1214-1216 (2016).(査読有)
5. Modulations of thermal properties of graphene by strain-induced phonon engineering, K. Tada, T. Funatani, S. Konabe, K. Sasaoka, M. Ogawa, S. Souma and T. Yamamoto, Jpn. J. Appl. Phys. 56, 025102 (2017).(査読有)
6. 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)
7. Mechanism of electron excitation and emission from a nanoribbon under pulsed laser irradiation: time-dependent first-principles study, S. Miyauchi and K. Watanabe, J. Phys. Soc. Jpn. 86, 035003-1～2 (2017).(査読有)
8. First-principles study of the dielectric functions of carbon nanotubes with adsorbedwater, D. Iwasaki, Y. Suzuki, and K. Watanabe, Appl. Phys. Express 10, 045101-1～4 (2017).(査読有)(Selected as "Spotlights 2017".)
9. Electron transmission through bilayer graphene: A time-dependent first-principles study, H. Miyauchi, Y. Ueda, Y. Suzuki, and K. Watanabe, Phys. Rev. B 95, 125425-1～5 (2017).(査読有)
10. Quantum dynamics of secondary electron emission from nanographene, Y. Ueda, Y. Suzuki, and K. Watanabe, Phys. Rev. B94, 035403-1～5 (2016).(査読有)
11. Positron States at Li- and O-adsorbed Fe (001) Ferromagnetic Surfaces Studied by Two-Component Density Functional Theory, S. Hagiwara and K. Watanabe, J. Phys. Soc. Jpn. 85, 114703-1～6 (2016).(査読有)
12. Bohmian mechanics in the exact factorization of electron-nuclear wave functions, Y. Suzuki and K. Watanabe, Phys. Rev. A 94, 032517-1～9 (2016).(査読有)
13. Electrostatic-field-enhanced photoexfoliation of bilayer benzene: A first-principles study, K. Uchida, E. P. Silaeva, and K. Watanabe, Appl. Phys. Express 9, 065101-1～4 (2016).(査読有)
14. Cooperon condensation and intra-valley pairing states in honeycomb Dirac systems, S. Tsuchiya, J. Goryo, E. Arahata, and M. Sigrist, Phys. Rev. B 94, 104508 (2016).(査読有).
15. Energetics and electronic structure of h-BN nanoribbons, A. Yamanaka and S.Okada, Sci. Rep. 6, 30653,(2016).(査読有)
16. Probe Microscopic Studies of DNA Molecules on Carbon Nanotubes. K. Umemura, K. Izumi, and S. Oura. Nanomaterials, 6, 180, (2016).(査読有)
17. Un-uniform binding of single-stranded DNA binding proteins on to hybrids of single-stranded DNA and single-walled carbon nanotubes studied by atomic force microscopy in air and in liquid. K. Umemura, K. Ishizaka, D. Nii, K. Izumi. Applied Surf. Sci., 388, 381-384,(2016).(査読有)

18. Protein adsorption on hybrids of thermoresponsive polymers and single-walled carbon nanotubes. K. Umemura, K. Izumi, Y. Kumashiro, S. Oura, T. Okano. International Journal of Polymer Science, Volume 2016, Article ID 3539609, 5 pages,(2016).(査読有)
19. Removal of excess polymer from a suspension containing hybrids of thermoresponsive polymer and carbon nanotubes using aggregation phenomena. K. Izumi, Y.Kumashiro, S. Oura, T. Okano, K. Umemura. Jpn. J. Appl. Phys. 55, 095003 (2016).(査読有)
20. Physisorption of DNA molecules on chemically modified single-walled carbon nanotubes with and without sonication. K. Umemura, Y. Ishibashi, and S. Oura. European Biophysics Journal with Biophysics Letters, 45, 6, 483-489 (2016).(査読有)
21. Atomic Force Microscopy of DNA-wrapped Single-walled Carbon Nanotubes in Aqueous Solution. T. Hayashida, K. Umemura. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 143, 526-531 (2016).(査読有)
22. Strain effect of cellulose-wrapped single-walled carbon nanotubes measured by photoluminescence and Raman scattering spectroscopy, M. Ito, H. Yajima, and Y. Homma, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 075101-1-5,(2016).(査読有)
23. Artifact-Metrics Using Photoluminescence Imaging of Single-Walled Carbon Nanotube Composite Paper, M. Ito, Y. Homma, M. Akiba, and T. Oya, e-J. Surf. Sci. Nanotech. 14, 185-188,(2016).(査読有)
24. Raman imaging of millimeter-long carbon nanotubes grown by a gas flow method, K. Kihara, A. Ishitani, T. Koyama, M. Fukasawa, T. Inaba, M. Shimizu, and Y. Homma, Appl. Phys. Express 10, 025103-1-4, (2017).(査読有)
25. Conjugates between photosystem I and a carbon nanotube for a photoresponse device, D. Nii, M. Miyachi, Y. Shimada, Y. Nozawa, M. Ito, Y. Homma, S. Ikehira, H. Nishihara, and T. Tomo, Photosynthesis Research,(2016).(査読有)

他 36 報

著書（1 件）

1．カーボンナノチューブ・グラフェンの応用研究最前線，丸山茂夫監修，SEM 観察／PL 分光，本間芳和，119-126，エヌ・ティー・エス，2016

招待講演（11 件）

1．Transmission electron microscopy analysis of platinum catalysts deposited on various nanocarbon supports, K. Miyazawa, M. Yoshitake, Y. Tanaka, BIT's 5th Annual Conferene of Analytix-2017, Fukuoka, Japan (2017).
2．Tips for China-Japan collaboration in science and technology fields, K. Umemura. Forum on High-Level Modern Vocational-Education Plus Made in China 2025 and Industry 4.0, Shenzhen Technology University(Gemdale Lyatt Hotel Shen Zhen), Shenzhen, China, December 4-6,(2016).
3．Unique responses of carbon nanotubes wrapped with biomolecules, K. Umemura. The 5rd International Conference on Nanostructures, Nanomaterials and Nanoengineering (ICNNN 2016), Singapore, October 29-31,(2016).
4．Nanoscopic study of hybrid of biomolecules and carbon nanotubes, K. Umemura. EMN Meeting on Smart and Multifunctional Material-2016, Mövenpick Hotel Berlin, August 23-26,(2016).
5．Interaction of Molecules with Single-Walled Carbon Nanotube Probed by Photoluminescence and Raman Spectroscopy, Y. Homma, 229th Electrochemical Society Meeting, San Diego, USA, June 2,(2016).
6．Microscopic Analysis of Graphene and Carbon Nanotube Growth, Y. Homma, 7th International Symposium on Practical Surface Analysis, Daejeon, Korea, October 20,(2016).

他 5 件

特許（2 件）

１．田中優実，宮澤薫一，吉武優，国内優先出願，白金ナノ粒子と炭素系担体との複合体，及びその製造方法，No.2017-37661，2017.

２．梅村和夫，政池知子，佐藤玄実，横田龍一，国内優先出願，蛍光検出方法及び蛍光検出装置，№2017-044186，2017.

広報（2 件）

１．科学雑誌 Newton 2017 年 3 月号「シリーズ 炭素の科学 第 1 回」 桜井 弘／山本貴博

２．山形県立東桜学館高等学校での第一回探究基礎（2016 年 6 月 8 日）山本貴博

受賞（7 件）

１．紅谷篤史，分子動力学法によるグラフェンの摩擦シミュレーション，ナノトライボロジー研究センター開設シンポジウム 優秀発表賞，電気通信大学ナノトライボロジー研究センター，2017 年 3 月 8 日（指導教員：本間芳和，山本貴博）

２．加藤高士，蛍光分光法により観察した単層カーボンナノチューブ内包水の相，第 41 回（2016 年秋季）応用物理学会講演奨励賞，応用物理学会，2017 年 3 月 14 日（指導教員：山本貴博）

３．石関圭輔，Million-Atom Simulation on Quantum Transport in Nanostructures: Application to the Crossover from Quantum to Classical Transport Characteristics of Carbon Nanotubes，第 26 回日本 MRS 年次大会 奨励賞，2017 年 2 月 1 日（指導教員：山本貴博）

４．石関圭輔，カーボンナノチューブの量子輸送における位相緩和現象：量子バリスティック輸送から古典オーミック輸送，日本物理学会（領域 7）優秀ポスター賞，2016 年 9 月 15 日（指導教員：山本貴博）

５．井澤哲美，端欠陥によるグラフェン熱電性能の最適化，第 4 回 TIA ナノエレクトロニクス・サマースクール奨励賞，2016 年 9 月 1 日（指導教員：山本貴博）

６．髙島健悟，端欠損を含んだグラフェンナノリボンの電気伝導特性シミュレーションとデバイス設計，日本表面科学会 講演奨励賞，2016 年 5 月 21 日（指導教員：山本貴博）

７．石関圭輔，実寸大のカーボンナノチューブの量子輸送シミュレーション ～量子抵抗からオームの法則まで～，日本表面科学会関東支部 第 1 回講演大会 学生講演奨励賞，2016 年 4 月 9 日（指導教員：山本貴博）

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。ナノカーボンを用いて日本茶の抗酸化作用を微量計測する。ナノカーボン表面からの蛍光色素 1 分子の脱離を直接計測する。

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の合成および応用に関する研究」

結晶度の高い多層カーボンナノチューブ（MWNT）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。今年度はナノカーボンを利用した薄膜を作製し太陽電池や有機 EL などのデバイスの作製を目指す。

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

「ナノカーボンの新奇な物性に関する理論的研究」

カーボンナノチューブ・グラフェン・グラフェン類似原子層材料の電子物性・光物性・熱物性について理論的・計算科学的に明らかにする。また、カーボンナノチューブ・グラフェン・グラフェン類似原子層材料と他の材料との複合構造が示す新奇物性を解明・予言する。

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物性を解明していく。

清水　麻希

「カーボンナノチューブを用いた熱電デバイス作製と評価」

カーボンナノチューブ薄膜の熱電特性は、カーボンナノチューブの長さやモルフォロジーによって大きく変化し、キャリア注入によって制御できるはずである。これらのパラメータについて溶液に分散する界面活性剤や分散時間の最適化を行い、性能向上を目指す。

鈴木　康光

「ナノ構造体における励起状態電子・原子核相関ダイナミクスの第一原理シミュレーション手法の開発と応用」

ナノ物質が外場と相互作用することにより誘起される励起状態電子・原子核相関ダイナミクスを、正確にシミュレーションするための第一原理計算手法の開発を行う。また、時間依存密度汎関数法を用いてナノ構造体における電子散乱過程を計算するための、適切な交換相関項の研究と開発を行う。また、様々なナノカーボン物質の光物性のメカニズムに対して、第一原理多体摂動論に基づく励起子状態計算を用いてその解明を行う。

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、原子層物質の担持基盤として注目されている、グラフェンと類似構造を有する六方結窒硼素のナノ断片の構造安定性と電子状態の解明を行った。また、電界効果トランジスタ構造中のグラフェン薄膜や CNT 薄膜へのキャリア蓄積現象の解明をおこなった。

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。本年度は昨年度にその存在を指摘したバレー内ペアリング状態の集団モードの性質について解析を行い、 秩序パラメータの空間変調に伴う特有の集団モードの存在について検討を行った。またヒッグスモードが存在する一般的な条件が粒子-正孔対称性であることを明らかにした。

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」

ナノダイヤモンド、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ための標準試料の作製を試みる。ナノカーボンは理想的な形状、特異な物性をそれぞれが示す。SEM 像形成のメカニズムとこれらの性質との関係を明らかにして、新試料の考案をめざす。

バイオオルガノメタリクス研究部門

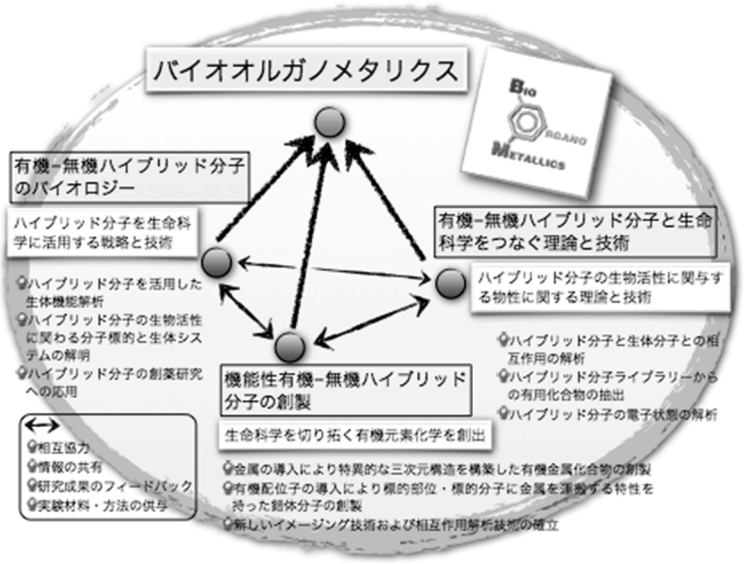
バイオオルガノメタリクス研究部門について

1. 概要

化合物には有機化合物と無機化合物があるが、その両方の特性を有する化合物を有機–無機ハイブリッド分子（以下、ハイブリッド分子）と呼ぶ。Grignard や Wittig などの先駆的研究者がハイブリッド分子を合成化学の領域で活用したことを契機として、有機元素化学目覚ましく発展している。しかしながら、ハイブリッド分子の有用性は未だにほとんどが合成試薬としての評価であり、生命科学への貢献はきわめて不十分な状況にある。

本研究部門は、バイオオルガノメタリクス（ハイブリッド分子のバイオロジー）の研究を本格的に開始し展開する。ハイブリッド分子の持つ優れた特性を活かし、これらの分子によって生体分子・生体システムの活性を制御する研究や、金属の持つ活性を標的分子・標的組織で特異的に発現させる研究、さらにはそれらの基盤となる有機元素化学や理論計算科学などの研究とそれらの有機的な共同研究を実施し、生命科学研究に新しい領域と技術を創り出したいと考えている。

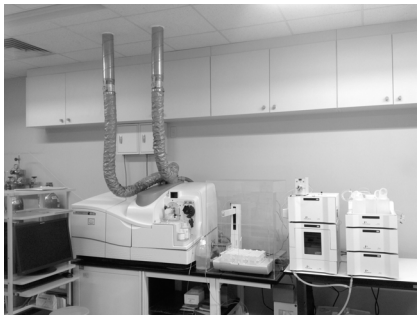
生命科学から見たハイブリッド分子の特性は、以下の通りである。(1) 金属原子が分子の三次元構造を変化させる。(2) 分子構造が金属原子の体内動態と生物活性を制御する。(3) 金属原子が分子構造の電子状態を変化させる。このような特性を活かし、ハイブリッド分子を、例えばケミカルバイオロジーの分子プローブのような生体機能解析のツールとして活用したり、創薬のシード／リード化合物として活用することを想定している。さらに、生物活性と化合物の電子状態の関係を解析するツールとしても活用したいと考えている。



以上の活動の拠点として本研究部門は設立され、現在、「ハイブリッド分子の生物活性を決める特定元素の役割を理解し生命科学研究に活用する」バイオ元素戦略として研究を展開している。

2. 研究部門の構成と施設設備

本研究部門は、物理系、化学系、および生物系の研究者から構成されているが、一体となって共同研究を行っているために、特にグループとして研究者を組織することはしていない。しかしながら、専門に鑑みた担当位置としては、研究者は以下のように分けられる。


HPLC-ICP 質量分析システム

（1）機能性有機–無機ハイブリッド分子の創製

斎藤慎一（理学部第一部化学科教授）
内呂拓実（薬学部生命創薬科学科教授）
内山真伸（客員教授・東京大学大学院薬学系研究科教授）
安池修之（客員教授・愛知学院大学薬学部教授）
今堀龍志（工学部工業化学科講師）
中　寛史（客員研究員・名古屋大学物質科学国際研究センター助教）

（2）有機–無機ハイブリッド分子のバイオロジー

鍛冶利幸（薬学部薬学科教授）
佐藤雅彦（客員教授・愛知学院大学薬学部教授）
山本千夏（客員教授・東邦大学薬学部教授）
藤原泰之（客員准教授・愛知学院大学薬学部准教授）
木村朋紀（客員准教授・摂南大学薬学部准教授）
佐野　明（薬学部薬学科講師）
高澤涼子（薬学部薬学科講師）
篠田　陽（理工学部応用生物学科助教）
藤代　瞳（客員研究員・徳島文理大学薬学部助教）

（3）有機–無機ハイブリッド分子と生命科学をつなぐ理論と技術

宮崎　剛（物質・材料研究機構）
宮崎　智（薬学部生命創薬科学科教授）
浜田典昭（理工学部物理学科教授）

研究設備としては、今年度、HPLC-ICP 質量分析システムが野田校舎 15 号館に設置された。有機–無機ハイブリッド分子の定量分析や生物学的代謝分析等の研究に活発に活用されている。

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 機能性有機–無機ハイブリッド分子の創製

機能性有機–無機ハイブリッド分子の創製を行う化学系研究者は、それぞれの専門を活かしながら周期表における幅広い元素をバイオオルガノメタリクスに活用するためのライブラリーを構築し、生物系研究者との共同研究を行い、その結果をもとに生命科学研究に有用な有機–無機ハイブリッド分子ライブラリーを構築した。別に、バイオオルガノメタリクスの化学の基礎的研究として、金属配位子を内包した新規生理活性物質の合成研究も行われた。

3. 2. 有機–無機ハイブリッド分子のバイオロジー

有機–無機ハイブリッド分子のバイオロジーを担当する生物系研究者は、化学系研究者が構築した有機ビスマス／アンチモン化合物ライブラリー、亜鉛／銅錯体分子ライブラリー、ロジウム錯体ライブラリーなどを、それぞれの専門を活かして生体機能解析のツール、創薬ターゲットを探索するツール、および創薬のシード化合物設計のためのツールとして活用する研究を行った。

3. 3. 有機–無機ハイブリッド分子と生命科学をつなぐ理論と技術

有機–無機ハイブリッド分子と生命科学をつなぐ理論と技術を担当する研究者は、有機–無機ハイブリッド分子の創薬への活用について問題となる毒性について、電子状態がこれに深く関わることを解明するとともに、バイオインフォマティクスの手法を用いて有機–無機ハイブリッド分子と生体分子の相互作用を解明するための基礎的研究を行った。

4. 研究活動の展望

本研究部門は平成 29 年 3 月末日をもって終了となった。4 年半の設置期間中、それまでは想像すらできなかった物理系・化学系・生物系研究者の共同研究が実施され、有機–無機ハイブリッド分子を仲立ちとして新しいタイプの研究による具体的成果を得ることができた。この成果を引き継ぎ、4 月以降はバイオ元素戦略懇談会が発足した。バイオオルガノメタリクス研究のコアメンバーを中心にさらに新領域の共同研究をさらにしっかりした形で展開することになる。

5. むすび

本研究部門の活動において、異分野の学内外の教員が共同研究を行ったことは意義深いものであるが、その中で論文だけでなく、科研費の獲得や博士課程修了者を複数名出せたことはきわめて意義深い。バイオオルガノメタリクスは、既存にある特定の研究領域を発展させようとするものではなく、物理系・化学系・生物系に広く存在する研究成果を新しい視点で融合させることによって、従前の方法論ではなし得ない研究成果を獲得していこうという新しい研究戦略を提起した。したがって、バイオオルガノメタリクスを「有機-無機ハイブリッド分子を対象とする多様な科学とそれらの共同研究として展開される新しいバイオ元素戦略」として発展させる。

参考文献

(1) Fujie, T., Hara, T. and Kaji, T. Toxicology of organic-inorganic hybrid molecules: Bio-organometallics and its toxicology. *J. Toxicol. Sci.*, **41**, SP81-SP88, 2016.

(2) The cytotoxicity of organobismuth compounds with certain molecular structures can be diminished by replacing the bismuth atom with an antimony atom in the molecules. Kohri, K., Yoshida, E., Yasuike, S., Fujie, T., Yamamoto, C. and Kaji, T. *J. Toxicol. Sci.*, **40**, 321-327, 2015.

(3) Murakami, M., Fujie, T., Matsumura, M., Yoshida, E., Yamamoto, C., Fujiwara, Y., Yasuike, S. and Kaji, T. Comparative cytotoxicity of triphenylstibane and fluorine-substituted triarylpnictogens in cultured vascular endothelial cells. *Fundam. Toxicol. Sci.*, **2**, 61-66, 2015.

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

1．Hara, T., Kojima, T., Matsuzaki, H., Nakamura, T., Yoshida, E., Fujiwara, Y., Yamamoto, C., Saito, S. and Kaji, T. Induction of syndecan-4 by organic-inorganic hybrid molecules with a 1,10-phenanthroline structure in cultured vascular endothelial cells. *Int. J. Mol. Sci.*, **18**, 352, 2017.(査読有)（下線は学外メンバー，二重下線は学内メンバー．以下同じ）

2．Hara, T., Yoshida, E., Shinkai, Y., Yamamoto, C., Fujiwara, Y., Kumagai, Y. and Kaji, T. Biglycan intensifies ALK5-Smad2/3 signaling by TGF-β_1 and downregulates syndecan-4 in cultured vascular endothelial cells. *J. Cell. Biochem.*, **118**, 1087-1096, 2017.(査読有)

3．Hara, T., Yoshida, E., Fujiwara, Y., Yamamoto, C. and Kaji, T. Transforming growth factor-β_1 modulates the expression of syndecan-4 in cultured vascular endothelial cells in a biphasic manner. *J. Cell. Biochem.*, in press (査読有)

4．Fujie, T., Murakami, M., Yoshida, E., Tachinami, T., Shinkai, Y., Fujiwara, Y., Yamamoto, C., Kumagai, Y., Naka, H. and Kaji, T. Copper diethyldithiocarbamate as an activator of Nrf2 in cultured vascular endothelial cells. *J. Biol. Inorg. Chem.*, **21**, 263-273, 2016.(査読有)

5．Fujie, T., Murakami, M., Yoshida, E., Yasuike, S., Kimura, T., Fujiwara, Y., Yamamoto, C. and Kaji, T. Transcriptional induction of metallothionein by tris (pentafluorophenyl) stibane in cultured bovine aortic endothelial cells. *Int. J. Mol. Sci.*, **17**, 1381, 2016.(査読有)

6．Fujie, T., Segawa, Y., Uehara, A., Nakamura, T., Kimura, T., Yoshida E, Yamamoto, C., Uchiyama, M., Naka, H. and Kaji, T. Zinc diethyldithiocarbamate as an inducer of metallothionein in cultured vascular endothelial cells. *J. Toxicol. Sci.*, **41**, 217-224, 2016.(査読有)

7．Fujie, T., Segawa, Y., Yoshida, E., Kimura, T., Fujiwara, Y., Yamamoto, C., Satoh, M., Naka, H. and Kaji, T. Induction of metallothionein isoforms by copper diethyldithiocarbamate in cultured vascular endothelial cells. *J. Toxicol. Sci.*, **41**, 225-232, 2016.(査読有)

8．Hara T., Matsuzaki, H., Nakamura, T., Yoshida, E., Ohkubo, T., Maruyama, H., Yamamoto, C., Saito, S. and Kaji, T. Cytotoxicity of zinc, copper and rhodium complexes with 1,10-phenanthroline or 2,9-dimethyl-1,10-phenanthroline in cultured vascular endothelial cells. *Fundam. Toxicol. Sci.*, **3**, 109-113, 2016.(査読有)

9．Suzuki, A., Arai, T., Ikenaga, K., Mutoh, Y., Tsuchida, N., Saito, S. and Ishii, Y. A ruthenium tellurocarbonyl (CTe) complex with a cyclopentadienyl ligand: Systematic studies of a series of the chalcogenocarbonyl complexes [CpRuCl(CE)(H_2IMes)] (E = O, S, Se, Te). *Dalton Transactions*, **46**, 44-48, 2016.(査読有)

10. Sugata, H., Inagaki, K., Ode, T., Hayakawa, T., Karoji, Y., Baba, M., Kato, R., Hasegawa, D., Tsubogo, T. and Uchiro, H. Total synthesis of GKK1032A2 via direct 13-membered macrocyclization using a nucleophilic aromatic substitution of an (η6-arene)chromium complex. *Chem. Asian J.* **2017**, 628-632, 2017.(査読有)

11. Akoshima, K., Kondo, Y. and Miyazaki, S. Comparative genome analysis of p38α MAPK substrates based onto regulatory regions. *J. Genom. Bioinform.*(査読有)

12. Natori, Y., Imahori, T. and Yoshimura, Y. Development of stereoselective synthesis of biologically active nitrogen-heterocyclic compounds: Applications for natural product synthesis and organocatalyst. *J. Syn. Org. Chem. Jpn.*, **74**, 335-349, 2016.(査読有)

13. Takasawa, R., Akahane, H., Tanaka, H., Shimada, N., Yamamoto, T., Uchida-Maruki, H., Sai, M., Yoshimori, A. and Tanuma, S.I. Piceatannol, a natural trans-stilbene compound, inhibits human glyoxalase I. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **27**, 169-1174, 2017.(査読有)

14. Shinoda, Y., Ishii1, C., Fukazawa, Y., Sadakata, T., Ishii1, Y., Sano, Y., Iwasato, T., Itohara, S. and Furuichi, T. CAPS1 stabilizes the state of readily releasable synaptic vesicles to fusion competence at CA3-CA1 synapses in adult hippocampus. *Sci. Rep.*, **6**, 31540, 2016.

15. Templeton, D.M. and Fujishiro, H. Terminology of speciation - An IUPAC perspective. *Coord. Chem. Rev.* in press.
16. Kato, R., Cui, H-B., Tsumuraya, T., Miyazaki, T. and Suzumura, Y. Emergence of the dirac electron system in a single-component molecular conductor under high pressure. *J. Am. Chem. Soc.* **139**, 1770-1773, 2017.

招待講演

１．有機-無機ハイブリッド分子の血管毒性学，鍜冶利幸，プラズマ分光分析研究会第 99 回講演会，東京，2017.
２．メチル水銀の病理に関わる分子的基盤，第 43 回日本毒性学会学術年会 シンポジウム，鍜冶利幸，名古屋，2016.
３．重金属の毒性学からバイオ元素戦略の毒性学への展開，鍜冶利幸，第 43 回日本毒性学会学術年会 学会賞受賞講演，名古屋，2016.

受賞

１．鍜冶利幸，日本毒性学会 学会賞，2016 年 7 月

研究課題（研究者別）

鍛冶　利幸

「生体機能解析のツールとしての有機-無機ハイブリッド分子に関する研究」

有機-無機ハイブリッド分子は有機化合物の分子構造に金属が組み込まれた構造を有している。そのため、分子構造および無機金属では不可能あるいは困難な生物活性を発現することが期待されており、実際、そのような活性がいくつか見出されている。そこで、すでに血管内皮細胞に対して興味深い生物活性を示すことが明らかになった有機アンチモン化合物および銅錯体のライブラリーを内皮細胞の機能調節を解明するツールして活用する。

斎藤　慎一

「生物活性を有する有機-無機ハイブリッド分子の合成とその構造活性相関」

有機-無機ハイブリッド分子の生物活性、あるいは構造活性相関に関しては未知の点が多い。そこで当研究室における有機分子、ならびに金属錯体の合成に関する知見を活用し、様々な有機-無機ハイブリッド分子の合成を行い、その生物活性の評価、構造活性相関、あるいは作用機序の解明につながるような分子ツールを供給する。また、活性評価の結果をふまえてさらなる高活性、かつ有用な有機-無機ハイブリッド分子を開発する。

宮崎　智

「有機-無機ハイブリッド分子と生命科学をつなぐバイオインフォマティクス」

分子動力学の力場の改良や、量子力学計算の実装によって、計算機内での低分子化合物とタンパク質の相互作用 のシミュレーション精度が格段している。本研究では、こうした技術基盤を駆使して、金属の導入による特異な 3 次元構造や有機配位子の導入により標的部位に金属イオンを運ぶ化合物群についての特異性を計算化学的に特徴付けるとともに、ゲノム配列情報に蓄積されているタンパク質群との 網羅的な相互作用計算の評価法を考案する。

浜田　典昭、宮崎　剛

「有機-無機ハイブリッド分子の電子状態と機能に関する研究」

有機-無機ハイブリッド分子の電子状態を第一原理電子状態計算プログラムを用いて計算し、水や生体物質との相互作用を明らかにする。特に、分子に含まれる金属原子を置換したときの分子の性質の変化を量子化学計算プログラム GAMESS などを用いて明らかにし、生体への影響に関する知見を得る。

内呂　拓実

「金属配位子を内包する生物活性天然有機化合物の合成とその構造的展開」

分子内に金属配位子となる部分構造をもち、これが主要なファーマコフォアとなっていることが予想される天然由来生物活性物質を化学的に合成し、その分子機能の解明を通じて、創薬の可能性を追求する。また、生体内の酵素反応において重要な役割を担っている金属原子の周辺領域を標的部位として設定し、金属原子を模倣した部分構造をもつ新規化合物を設計・合成することにより、従来とは異なる作用様式に基づく酵素阻害剤を創出する。

佐野　明

「有機ビスマス及びアンチモン化合物の分離分析法開発に関する研究」

生理活性有機ビスマス及びアンチモン化合物群の生体内動態を評価する上でアッセイ系の開発が望まれている。本研究ではこれら各化合物群について実用的な HPLC 分析系の構築を目指す。一方、有機ホウ素化合物による活性酸素種の蛍光定量に関する研究の一環として、より有用な有機ホウ素試薬の開発も試みる。

今堀　龍志

「刺激応答性有機金属化合物の創成に関する研究」

外部刺激によって構造変換し、金属錯体の会合状態を含めた錯体反応空間を三次元的に変化させることで生物活性を切り替える刺激応答性有機金属化合物の開発を行う。生物活性に必要な構造と構造変換を誘起する刺激応答性ユニットを融合させたハイブリット分子を創生し、刺激応答性によって、適時適所で作用する生物活性有機金属化合物へと展開する。

高澤　涼子

「銅キレート化合物の XIAP に対する阻害能に関する研究」

内在性アポトーシス抑制タンパク質 XIAP は、制がん剤創製のターゲットである。本研究では、銅を含む有機化合物に着目し、新規骨格をもつ XIAP 阻害剤の探索を目的として、銅キレート化合物の XIAP 阻害能について検討を行った。その結果、in vitro で XIAP 阻害効果を示す銅キレート化合物が数種見出された。これらの化合物は、培養ヒト肺がん細胞の生存率を低下させた。今後、これらの化合物の XIAP 特異性について調べていく。

篠田　陽

「新規化合物の神経細胞グルタミン酸毒性に対する保護効果に関する研究」

グルタミン酸興奮毒性は細胞外に過剰なグルタミン酸が存在することにより神経細胞が過剰に興奮し神経細胞死が惹起される現象として知られており、アルツハイマー病といった神経変性疾患の原因の可能性が示唆されている。グルタミン酸興奮毒性を阻害する薬剤の開発は神経変性疾患の予防薬として利用出来る。本研究では金属・有機金属化合物を含む化合物ライブラリーを用いてグルタミン酸興奮毒性保護効果について検討している。

内山　真伸

「アート錯体を基軸とした新反応開発研究」

空軌道（Lewis 酸性)を有する金属錯体は、アニオン種と結合してアート錯体と呼ばれる有機金属塩を形成する。アート錯体は構造的特徴として、金属の種類・配位子の数や種類など、反応性を制御し得る要因を数多く有する。実験と理論計算を組み合わせることによってアート型金属錯体を効率的かつ合理的に設計し、芳香環上での直接的・化学選択的メタル化反応とそれに続く官能基化反応の開拓を行った。

佐藤　雅彦

「口腔粘膜炎に対する有機-無機ハイブリット分子を活用した抗炎症作用」

がん化学療法による副作用として口腔粘膜の炎症があり、患者の QOL を著しく低下させている。抗炎症作用を有する金属結合タンパク質メタロチオネインを予め口腔粘膜細胞内で誘導合成させることができれば、抗がん剤による口腔粘膜炎を予防できる可能性がある。そこで、メタロチオネイン誘導能が高く、しかも低毒性の有機-無機ハイブリット分子を特定して、口腔粘膜炎に対する新たな予防法の確立を目指して研究を進めている。

山本　千夏

「ケミカルバイオロジーの分子プローブとしての有機-無機ハイブリッド分子の活用」

動脈硬化病変抑止に関与する血管内皮／平滑筋細胞の機能解明のツールとしての有機-無機ハイブリッド分子の活用動脈硬化病変には血管内皮／平滑筋細胞の様々な機能異常が関係しているが、内皮細胞においては線溶活性が、血管平滑筋細胞においてはプロテオグリカンの合成調節が特に重要である。しかしながら、その調節機構には不明な点が多いので、有機-無機ハイブリッド分子を活用してその解明を目指す。

安池　修之

「生物科学的機能の解明を指向した典型高周期元素化合物の創製に関する研究」

本課題は、14-16 族高周期典型元素化合物ライブラリーのデザイン・合成を主任務としている。本年度は、アミド結合を持つ新規な有機アンチモン(Sb)ならびにビスマス(Bi)化合物を主に合成した。得られた化合物の立体構造から 15 族高周期原子とアミド酸素間に超原子価結合が存在することを明らかとした。さらに抗腫瘍活性を調べたところ Sb よりも Bi 化合物に強い活性が見られること、Bi 化合物はシスプラチンよりも高い活性を示すことなどが明らかとなり、その構造活性相関用の化合物群の合成を行なった。

藤原　泰之

「有機–無機ハイブリッド分子による生体防御システムの発現調節に関する研究」

本研究課題では、有機–無機ハイブリッド分子ライブラリーを活用し、生体防御因子の一つであるメタロチオネイン(MT)を血管組織において恒常的に増加させる低毒性な化合物を見出すこと、並びにその化合物の作用発現機構を解明することを目的としている。さらに、その化合物を活用することにより様々なストレスに対する血管組織の抵抗性を高めることを通じて動脈硬化症などの血管病変の防御に寄与することを目指している。

木村　朋紀

「亜鉛欠乏に応答するエピジェネティック制御の分子機構に関する研究」

近年、DOHaD(成長過程における栄養障害や環境因子の作用に起因する疾患の発生)という概念が提唱されており、必須微量元素の過不足や有害金属曝露に関しても、胎仔期の経験が成獣へと成長した後の遺伝子発現応答や免疫応答に影響を及ぼす例が報告されている。本研究では、亜鉛欠乏という亜鉛動態撹乱によってもたらされるエピジェネティックな変化とその分子機構を解析することで健康への影響を調べた。

中　寛史

「金属ジアルキルジチオメート錯体の機能」

金属ジアルキルカーバメート錯体を中心とした化合物ライブラリーを作成し、その生理活性を評価した。その結果、銅および亜鉛ジエチルジチオカーバメート錯体が血管内皮細胞においてメタロチオネインを強く誘導すること、さらに銅ジエチルジチオカーバメート錯体は Nrf2 の活性化剤として働くことを見出した。

藤代　瞳

「腎臓近位尿細管細胞におけるカドミウム輸送に関する研究」

マウス腎臓近位尿細管 S1, S2, S3 領域由来不死化細胞を用いて Cd 輸送を解析した。S1, S2, S3 細胞の管腔側、血管側それぞれにおける Cd^{2+}の輸送能を調べ、ZIP8, ZIP14 が特に S3 領域における Cd^{2+}の取り込みに関与している可能性を明らかにした。今後この細胞を用いてバイオオルガノメタリクス研究において見出した金属輸送体の阻害剤候補化合物の効果を検討する。

未利用熱エネルギー研究部門

未利用熱エネルギー研究部門について

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。

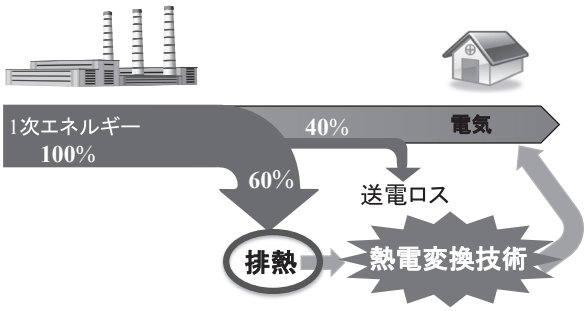


図 1　1 次エネルギーの効率と排熱

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。

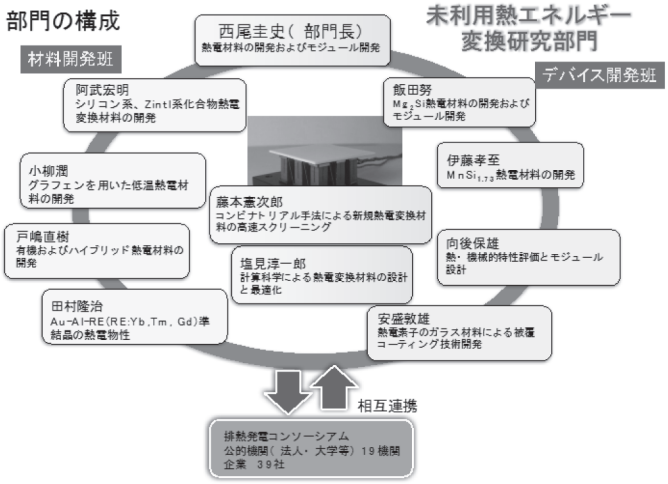


図 2　部門の構成

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

「シリサイド系熱電素子用電極材料の開発」

中高温域の熱電発電モジュールに関する多くの研究開発報告ではマグネシウムシリサイドや高マンガンシリサイド（HMS）などの中・高温域で使用が期待される熱電発電材料の電極にはニッケルが主に用いられているが、高温域では電極であるニッケルとシリサイドが反応し、ニッケルシリサイドを形成、体積変化や熱膨張係数変化によりクラックが発生し、破断することが問題となっている。これを改善するために、電極材料としてニッケルシリサイドを合成し、電極材料への応用を検討したところ、高い電気伝導性とマグネシウムシリサイドとほぼ同等な熱膨張係数であることから、有望な伝教材料であると期待できる。しかし、HMS に対しては熱膨張係数が倍近くあることから、熱応力による破断が懸念される。現在、電極接合時に、HMS とニッケルシリサイドの混合層を傾斜化して導入することによる熱応力の低減を検討し、改善を進めている。

「コバルト層状化合物の耐環境性の向上」

金属酸化物熱電材料として強相関電子構造を有するコバルト層状化合物が期待されており、その中でもナトリウムコバルタイトは高い熱電性能を示すことで知られている。しかし、この物質は潮解性を示すことから耐環境性に乏しく、応用がなされていない。そこで、ナトリウムコバルタイトと同様な構造を持つ耐環境性が高いが、熱電性能の低いリチウムコバルタイトをナトリウムコバルタイト構造へ導入した $NaLiCo_2O_{4-x}$ 構造の化合物の創成を試みた。ナトリウム相とリチウム相を交互に積層した構造を構築することに成功し、耐環境性の改善も大幅に見られる結果を得たが、キャリア濃度の大幅な減少に伴い熱電性能が低下したことから、現在はコバルトサイトへ異原子価原子を導入することでキャリア濃度の増加に取り組んでいる。

「チタン酸ストロンチウムのナノキューブ化による構造制御」

チタン酸ストロンチウムは高いゼーベック係数を持つ熱電変換材料として期待されるが、多結晶体であるセラミックスでは粒界におけるバンドのズレからキャリアの移動度が非常に低いために電気伝導度が低く、十分な性能を引き出すことが出来ていない。チタン酸ストロンチウム単結晶をナノキューブとして形態制御し、規則正しい配列とすることでこの問題を解消できると考え、界面活性剤を保護剤として、水熱合成法により作製した。その結果、一辺が数十から数百ナノメートル程度の立方体として合成することに成功したことから、このナノキューブによる形態制御に今後取り組むこととしている。

「n 型ペロブスカイト型複合酸化物多元素置換体」

コンビナトリアル技術などにより絞り込んだ $Ca_{1-x}Bi_xMn_{1-y}Ni_yO_{3-\delta}$ ($0\leq x, y\leq 0.1, 0\leq y\leq 0.01$)について、当該技術の基盤手法である静電噴霧堆積法によりスケールアップした微粒子を作製し、焼結体へ加工したものの熱電特性を調査した。対象となる試料群についてはコンビナトリアル探索と同様に全てにおいてペロブスカイト構造の単相を示したが、現状での相対密度が 90%前後となり最適化に向けて課題を残している状況である。このような状態でゼーベック係数、電気導電率、熱起電力測定の評価を実施した。本研究課題では、B サイト（Ni）無置換かつ A サイト（Bi）を 5%まで置換した組成を測定することができた。

ここでは最大の *PF* 値を示した Bi5%置換体と、参考として無置換体について、高温熱電特性測定、ホール測定および発電効率測定について説明する。$Ca_{1-x}Bi_xMnO_{3-\delta}$ (x = 0, 0.05)について、次ページの図 1 左上はゼーベック係数 S の温度(T)依存性を、図 1 右上は電気伝導率 σ の温度(T)依存性を、図 1 左下は $\log(\sigma T)$ vs $1000/T$ プロットを、図 1 右下出力因子 PF の温度(T)依存性をそれぞれ示す。

無置換体は高温になるにつれてゼーベック係数 S($\mu V\cdot K^{-1}$)の絶対値$|S|$は減少した。これは、温度上昇により電子が励起されキャリアの濃度増加したためである。一方 Bi5%置換体は高温になるにつれてゼーベック係数 S($\mu V\cdot K^{-1}$)の絶対値$|S|$は増加した。

無置換体は高温になるにつれて電気伝導率 σ(S･cm^{-1})は増加した。これは、温度上昇により電子が励起されキャリア濃度が増加したためである。一方Bi5%置換体は高温になるにつれて σ(S･cm^{-1})は減少した。これはキャリア濃度が増大したことでホッピング伝導機構から金属的な伝導機構に変化し、それによって温度上昇によるフォノン散乱の影響を大きく受けたためと考えられる。

電気伝導率と温度の依存性はMottとDavisらによって〇式で表される。

$$\sigma = \left(\frac{C}{T}\right)\exp\left(\frac{-E_a}{k_B T}\right) \quad \cdots〇式$$

ここで Cは散乱機構、Eaは活性化エネルギー、k_Bはボルツマン定数(=8.6173×10^{-5} eV･K^{-1})、Tは絶対温度である。この式は△式のように変形し、ln(σT)と 1000/Tの傾きよりEaが算出される。

$$\ln(\sigma T) = \frac{-E_a}{k_B T} + \ln C \quad \cdots△式$$

△式から無置換体はEa=0.21 eV、Bi5%置換体はEa=0.05 eVと求まった。これはBiを置換したことで、伝導体の付近に不純物準位を形成したためであると考えられる。

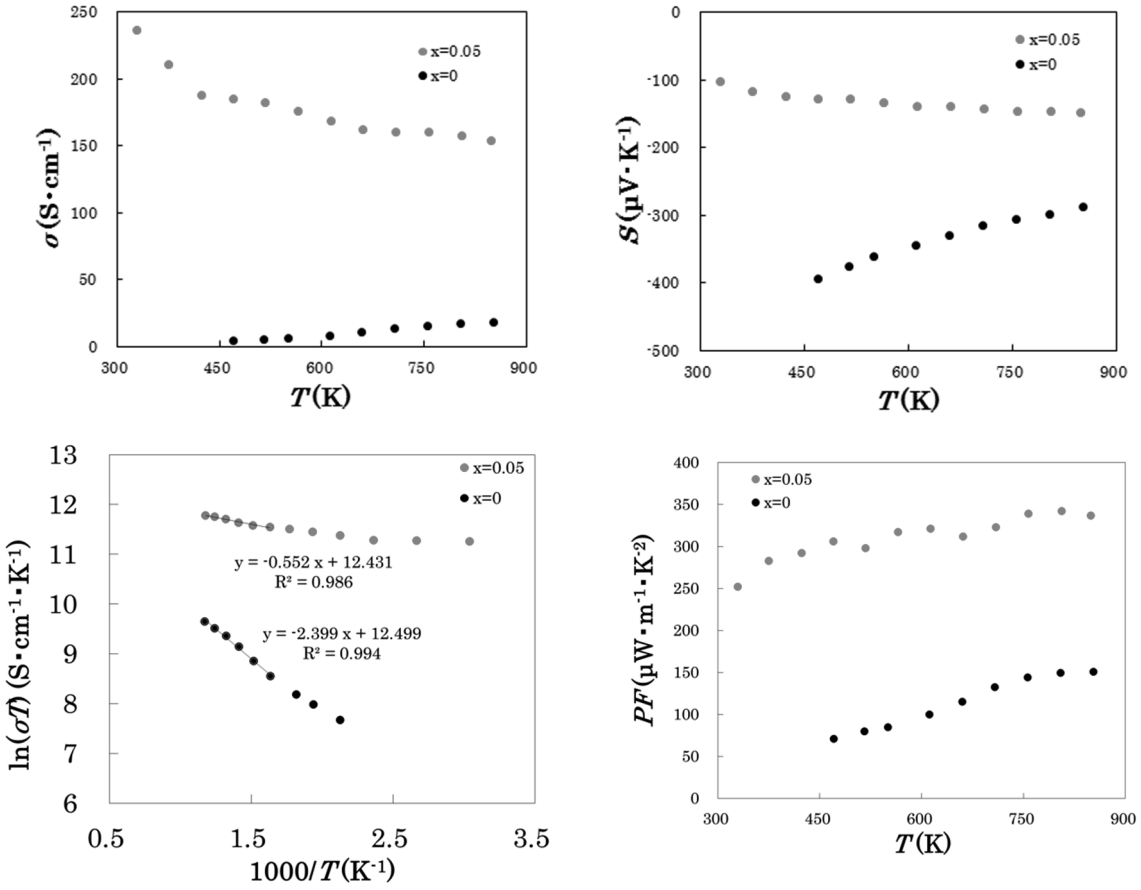


図1　$Ca_{1-x}Bi_xMnO_{3-\delta}$ (x = 0, 0.05)の S, σ, log (σT) vs 1000/Tプロット, PFの温度依存性

無置換体およびBi5%置換体共に高温になるにつれて出力因子 PF の値は上昇し、Bi5%置換体は823 Kにおいて最大の PF 値 PF_{max} = 340 μW･m^{-1}･K^{-2}を示し、中高温域(～873 K)にかけ、無置換体の約2～5倍の高いPFを示した。この値はKabirら[4)]の報告する873 Kにおける$Ca_{0.97}Bi_{0.03}MnO_3$の400 μW･m^{-1}･K^{-2}に次ぐ値となった。

また、ホール測定の結果、$Ca_{0.95}Bi_{0.05}MnO_{3-\delta}$のキャリア濃度($n$)は5.9×10^{20} cm^{-3}であり、無置換体の7.1×10^{18} cm^{-3}を二桁上回る値となった。以上より、Bi置換によりキャリア濃度が増加したことで、σ の値が大きく増加し、それにより PF値が増加したことが明らかになった。

図 2 は発電効率測定の結果を示す。温度差が大きくなるにつれて出力は増大し、最大温度差500℃において $Ca_{0.95}Bi_{0.05}MnO_{3-\delta}$ の出力密度の値(625 mW･cm^{-2})は無置換体の値(57 mW･cm^{-2})の 10 倍以上を示した。同じ温度域で報告例がある n 型 Mg_2Si の 1.43 W･cm^{-2} には及ばないが、$CaMnO_{3-\delta}$ は高温で安定な構造であるためより大きな温度差を利用できる可能性がある。また、メリーランド大学 Oded Rabin 氏、Ichiro Takeuchi 氏らにより van der Pauw 法に基づく方法で同様の物性評価を行ったところ *PF* が 800 μW･m^{-1}･K^{-2} に達した。今後、Bi 置換量をより細かく調整した試料に着目していく必要がある。

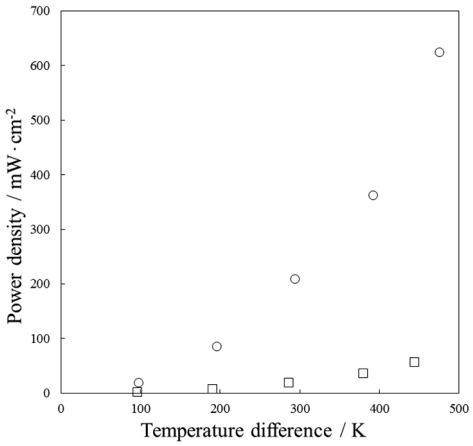


図 2　$CaMnO_{3-\delta}$ および $Ca_{0.9}5Bi_{0.05}MnO_{3-\delta}$ の出力密度温度依存性

3. 2. デバイス開発グループについて

SiC 粒子分散 Mg_2Si 複合材料作製の第一段階として、SiC 粒子を粒界に分散した複合材料を試作した。その際、SiC 粒子として平均粒径 2.5 μm と 35nm の二種類を用い、1vol%ならびに 5vol%分散させることとした。得られた焼結体は相対密度 98.0%以上であり、十分な緻密化が達成された。図 5 は SiC 粒子を 5vol%添加した SiC 粒子分散 Mg_2Si 複合材料の断面組織を示す。(a)に示す平均粒径 2.5 μm に比べ、(b)の 35nm の場合には、より均一に SiC 粒子が分散していることが観察された。

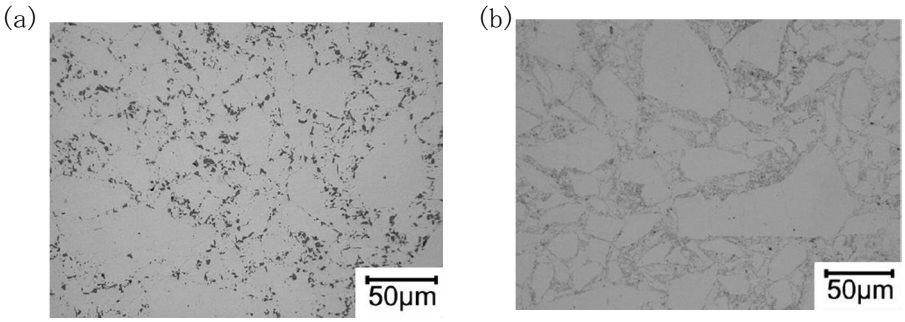


図 3　SiC 粒子を 5vol%分散した Mg_2Si 複合材料の断面組織
(a) 平均 SiC 粒径 2.5 μm, (b) 平均 SiC 粒径 35 nm

得られた複合材料の破壊靭性試験の結果、図 4 に示すように、35nm の SiC 粒子を粒界に 5vol%分散させることで、およそ 1.7MPa$\sqrt{m}$ の破壊靭性値を達成することができた。現時点では、Mg_2Si の粒径制御が十分でなく、粒径のばらつきに起因すると考えられる靭性値のばらつきがあるため、今後は粒径制御によりこれを低減させる。熱電性能については、35nm の SiC 粒子を 5vol%添加した Mg_2Si を測定したところ、母材の性能を損ねることなく同等の熱電性能が得られた。このことは、複合化が高靭性で高い熱電特性を有する Mg_2Si を作成する手法として有効であることを示している。

一方、結晶粒内にSiC粒子を分散させることを目的として、SiC粒子とMg_2Si粒子の混合粉末を不活性雰囲気で溶融・凝固させた材料の作製を試みている。図5は試作したインゴットの外観と断面を示す。現時点では、蒸気圧の高いMgの蒸発を避けるため、短時間での溶融・凝固を試みたが、時間が短いため、インゴットの底に近粉末が一部溶融した状態にある。今後、溶融部分についてはSiCの分散状況を確認する。さらに、今後はMgの蒸発を避けるため、封止した状態で溶融合成することを試みる。

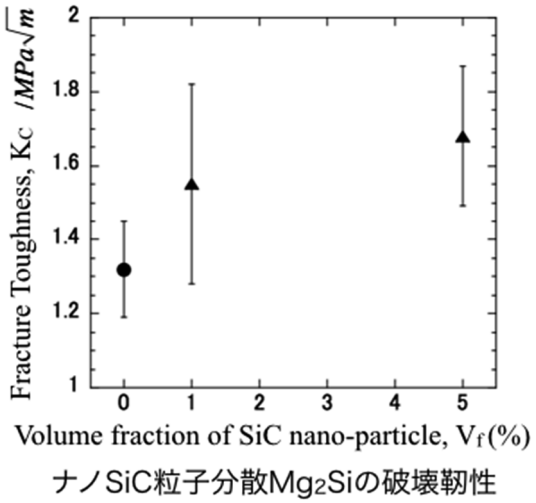


図4　SiCナノ粒子を分散したMg_2Siの破壊靭性値

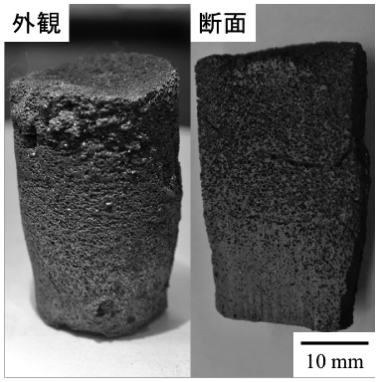


図5　SiCナノ粒子とMg_2Si溶融合成

4. 研究活動の展望

項目3にて示したように、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。さらに材料開発としてグラフェンと有機化合物の複合材料の開発などを精力的に進め、高い熱電性能を示す材料開発を行っていく。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。モジュールの利用時には過酷な環境での使用が予測されることから、機械強度を向上させることが必要となっている。機械強度の向上には粒径を制御することによる材料自身を変えることなく強度を高める手法と、ドーピングなどによる強度の向上化を目指してきた。これらのデータを複合化させることにより更に高強度材料の開発を目指す。また、自動車エンジンなどの複雑な振動環境における破壊メカニズムと耐破壊技術の確立を目指す。結晶粒径微細化とセラミックスナノ粒子との複合化を組み合わせることで、入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2 MPa$\sqrt{m}$以上の破壊靭性を実現することを目標として素子開発を進める。また、モジュール構造の信頼性評価に向けて、電極、配線を接合した基本構造を作成し、静的機械試験や振動試験を実施予定である。

次年度は部門の最終年度となることから、材料、モジュール、応用など、様々な新しい提案の創出を目指す。

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いる。今年度はこれらの異分野研究者グループを材料開発班とモジュール班に大別し、さらにこの班を超えた連携研究を進めることでこれまでの連携研究に加えて、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、研究開発速度を速めることが可能となった。次年度は部門の最終年度に当たることから、これまでの研究成果をとりまとめ、最終報告会などを開催し、部門メンバーを中心とした新たな取り組みを検討したいと考えている。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

1. Thermoelectric Properties of Al-doped Mg_2Si Compounds Prepared via Three Kinds of Process for Grain Refinement, Takashi Itoh, Akira Tominaga, MRS Advances, 1(60), pp 3989-3995, 2016（査読有）
2. Cobalt and Iron Doping Effects on Thermoelectric Properties of Higher Manganese Silicides Prepared by Mechanical Milling and Pulse Discharge Sintering, Takashi Itoh, Shinya Uebayashi, J. Jpn Soc. Powder and Powder Metallurgy, 63(7), pp 491-496, 2016（査読有）
3. Influence of Pulverization and CaO Nanoparticles Addition on Thermoelectric Properties and Grain Growth of Mg_2Si Based Compound, Takashi Itoh, Akira Tominaga, Materals Transactions, 57(7), pp 1088-1093, 2016（査読有）
4. Phase relation and thermoelectric property of $Ca_{1-x}Bi_xMn_{1-y}Ni_yO_3$ ($0 \leq x$, $y \leq 0.1$), Kenjiro Fujimoto, Minoru Gibu, Yuki Yamaguchi and Keishi Nishio, *MRS Advances* (2016) online（査読有）
5. *In-situ* observation of nitrogen monoxide adsorption on perovskite-type $MTiO_3$ (M = Sr, Ba), Kenjiro FUJIMOTO, Yuto ISHIDUKA and Yuki YAMAGUCHI, *Journal of the Ceramic Society of Japan* 124[5] (2016) 579-583.（査読有）
6. Influence of temperature and humidity on the electrical sensing of Pt/WO_3 thin film hydrogen gas sensor, Yuki Yamaguchi, Shunji Imamura, Keishi Nishio and Kenjiro Fujimoto, *Journal of the Ceramic Society of Japan* 124[6] (2016) 629-633.（査読有）
7. Combinatorial Synthesis of Epitaxial $LiCoO_2$ Thin Films on $SrTiO_3$(001) *via* on-Substrate Sintering of Li_2CO_3 and CoO by Pulsed Laser Deposition, Shingo Maruyama, Osamu Kubokawa, Kohei Nanbu, Kenjiro Fujimoto, Yuji Matsumoto, *ACS Combinatorial Science*, 18(6)(2016) 343-348（査読有）
8. Novel Room Temperature Synthesis process of $SrTiO_3$ fine particles and its photocatalytic property, Yuki YAMAGUCHI, Daiki ANDO, Shigeru ITO, and Kenjiro FUJIMOTO, *Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy* 63(7)(2016) 559-562.（査読有）
9. Electrode Property of Spinel-type $LiNi_{0.5}Mn_{1.5-x}Ti_xO_4$ ($0 \leq x \leq 1.5$) Prepared by Electrostatic Spray Deposition, Kenjiro FUJIMOTO, Mami YOSHIMURA, Yuta SHIMONISHI, Shigeki KOMINE and Yuki YAMAGUCHI, *Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy* 63(7)(2016) 679-683.（査読有）
10. Elastocaloric effect in CuAlZn and CuAlMn shape memory alloys under compression, Suxin Qian, Yunlong Geng, Yi Wang, Thomas E. Pillsbury, Yoshiharu Hada, Yuki Yamaguchi, Kenjiro Fujimoto, Yunho Hwang, Reinhard Radermacher, Jun Cui, Yoji Yuki, Koutaro Toyotake, Ichiro Takeuchi, *Philosophical Transactions of the Royal Society A-Mathematical Physical and Engineering Sciences* 374 (2016) 20150309（査読有）
11. Preparation and Characterization of $Ca_3(Co,M)_4O_{9+\delta}$ Type Thermoelectric Materials Using the Electrostatic Spray Deposition Method, Kenjiro FUJIMOTO, Takuto ISA, Haruka SAKURAI, Yuki YAMAGUCHI, Shigeru ITO and Keishi NISHIO, *Materials Transaction*, 57(9) (2016) 1482-1488.（査読有）
12. 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) (2017) in print.（査読有）
13. Three-dimensional porous graphene-based ultra-lightweight aerofoam exhibiting good thermal insulation, Woo Sik Kim, Moon Sook Young, Jun Koyanagi, Toshio Ogasawara, Advanced Composite Materials, Vol.25 (2016), pp.105-113.（査読有り）

14. Electrical conductivity and interlaminar shear strength enhancement of carbon fiber reinforced polymers through synergetic effect between graphene oxide and polyaniline, Xiuyan Cheng, Tomohiro Yokozeki, Lixin Wu, Haopeng Wang, JinMeng Zhang, Jun Koyanagi, Zixiang Weng, Qingfu Sun, Composites Part A, Vol.90 (2016), pp.243-249.(査読有り)
15. Estimation of the highest surface temperature for CFRP ablator by raman analysis, Transaction of Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Jun Koyanagi, Ken-ichi Hirai, Akiko Nakazato, Ryo Inoue, Takuji Ube, Transactions of The Japan Society for Aeronautical and Space Science, Vol.59 (2016), 364-370.(査読有り)
16. Measurement of discontinuous displacement/strain using mesh based digital image correlation, Satoru Yoneyama, Jun Koyanagi, Shuichi Arikawa, Advanced Composite Materials, Vol.25 (2016) pp.329-343.(査読有り)
17. X-ray computed tomography used to measure fiber orientation in CFRP laminates, Akinori Yoshimura, Ryohei Hosoya, Jun Koyanagi, Toshio Ogasawara, Advanced Composite Materials, Vol.25 (2016), pp.19-30.(査読有り)
18. Time dependence of mesoscopic strain distribution for triaxial woven carbon-fiber-reinforced polymer under creep loading measured by digital image correlation, Jun Koyanagi, Nagayama H, Yoneyama S, Aoki T, Mechanics of Time-Dependent Materials, Vol.20 (2016), pp.219-232.(査読有り)
19. Highly conductive Graphene Oxide/Polyaniline hybrid polymer nanocomposites with simultaneously improved mechanical properties, Xiuyan Cheng, Vipin Kumar, Tomohiro Yokozeki, Teruya Goto, Tatsuhiro Takahashi, Jun Koyanagi, Lixin Wu, Rui Wang, Composites Part A, Vol.82 (2016), pp.100-107.(査読有り)
20. Improvement of stability of n-type super growth CNTs by hybridization with polymer for organic hybrid thermoelectrics, Keisuke Oshima, Yuki Yanagawa, Hitoshi Asano, Yukihide Shiraishi, Naoki Toshima, Synthetic Metals, Volume 225, pp 81-85, 2017.(査読有)
21. Recent progress of organic and hybrid thermoelectric materials, Naoki Toshima, Synthetic Metals, Volume 225, pp 3-21,2017.(査読有)
22. Thermoelectric properties of PEDOT/PSS-haloysite nanotubes (HNTs) hybrid films, Shin-Jun Luo, Ping Zhang, Yin-Ang Mei, Jun-Biao Chang, Shoko Ichikawa, Keisuke Oshima, Naoki Toshima, Hu Yan, Current Nanoscience, 13, pp 130-135, 2017. (査読有)
23. Electro-Optic Function of Liquid Crystal Displays Doped with Poly(γ-cyclodextrin)-Protected ZrO_2/Au Nanoparticles, Yukihide Shiraishi, Chiyomi Watanabe, Hiroya Sawai, Hitoshi Asano, Naoki Toshima, Macromolecular Symposia, Special Issue: Macromolecular Complexes Part II, Volume 364, pp 56-61,2016.(査読有)
24. Hybrid-Type Organic Thermoelectric Materials Containing Nanoparticles as a Carrier Transport Promoter, Keisuke Oshima, Junta Inoue, Shifumi Sadakata, Yukihide Shiraishi, Naoki Toshima, Journal of Electronic Materials, 2016, published on line (DOI:10.1007/s11664-016-4888-4).(査読有)
25. Influence of supporting salts to shape of the microstructures formed during the electropolymerization of pyrrole, Ai-Lin Li, Satoshi Ariyoshi, Naoki Toshima, Hu Yan, Recent Patents on Materials Science, Volume 9, pp 127-130, 2016.(査読有)
26. Fast Response of Liquid Crystal Devices Doped with Poly(cyclodextrin)-Stabilized ZrO_2/Ag Hybrid Nanoparticles, Yukihide Shiraishi, Takahito Kanzaki, Hiroya Sawai, Hitoshi Asano, Yukou Du and Naoki Toshima, Bulletin of The Society of Scientific Photography of Japan, Volume 26, No.2, pp 14-17, 2016.(査読有)
27. Preparation and Catalytic Activity for Aerobic Glucose Oxidation of Crown Jewel Structured Pt/Au Bimetallic Nanoclusters, Haijun Zhang, Liqiong Wang, Lilin Lu, and Naoki Toshima, Scientific Reports, Volume 6, pp 30752/1-10, 2016.(査読有)

28. Thermoelectric Properties of Hybrid Thin Films of PEDOT-PSS and Silver Nanowires, Akihito Yoshida, Naoki Toshima, Journal of Electronic Materials, Volume 45, pp 2914-2919, 2016.(査読有)
29. Hiroaki Anno, Takahiro Ueda, Kazuya Okamoto,"Effects of Codoping with Ga and P on Thermoelectric Properties of $Ba_8Al_{16}Si_{30}$ Clathrate System", Journal of Electronic Materials, Vol.46, Issue 3, 1730-1739 (2017). (査読有)
30. Probing of the pseudogap via thermoelectric properties in the Au-Al-Gd quasicrystal approximant, A Ishikawa, Y Takagiwa, K Kimura, R Tamura, Phys. Rev. B 95, 104201 (2017)(査読有)
31. A new superlattice structure in the $Al_{2.\ 75}Ir$ and $Al_{2.\ 63}Rh$ 1/0 approximants Kazue Nishimoto, Natsumi Yamaguchi and Ryuji Tamura, J. Phys.: Conf. Ser. 809 012010 (2017)(査読有)
32. Fumihiro Mihara, Ken Takeuchi, Sanae Tamura, Yasushi Idemoto, and Yasuo Kogo: "The Use of Scallop Shell Powder as a Method of Extracting Strontium", *MRS Advances*, *1(52) (2016), 3525-3532.* (査読有)
33. Yutaro Arai, Ryo Inoue, Hiroki Tanaka, Yasuo Kogo, Ken Goto: "*In-situ* Observation of Oxidation Behavior in ZrB_2-SiC-ZrC Ternary Composites up to 1500°C Using High-temperature Observation System", *Journal of the Ceramic Society of Japan*, 124(9) (2016), 890-897.

著書

1．"Encyclopedia of Biocolloid and Biointerface Science", Yukihide Shiraishi and Naoki Toshima, Syntheses of Metallic Nanocolloids and the Quenching Abilities of Reactive Oxygen Species (2V Set), pp 784-789, WILEY, 2016.(査読有)
2．「ナノ材料解析の実際」, 戸嶋直樹, 第 28 章 カロリメトリー, pp.307-315, 講談社サイエンティフィク, 東京, 2016.(査読有)

招待講演

1．Numerical Simulation Analysis on Thermoelectric Properties of Mg_2Si/Ni Laminated Composites with Slanted Lamination Plane, Takashi Itoh, Japan and Korea Joint Workshop on Thermoelectric Materials and Devices, 東京, 2017
2．数値シミュレーションによる傾斜積層 Mg_2Si/Ni 複合材料の熱電特性の予測評価, 伊藤孝至, 粉体粉末冶金協会第 34 回技術・品質評価委員会, 名古屋, 2017
3．High-throughput cathode materials exploration by combinatorial technolog, Kenjiro FUJIMOTO, 11th Japan-France Joint Seminar on Batteries, Nantes, France 2016.09.22
4．コンビナトリアルウェットプロセスによる機能性セラミックス探索に対する問題と挑戦, 藤本憲次郎, 第 26 回 日本 MRS 年次大会 横浜市 万国橋会議センター 2016.12.21
5．Combination Effects of high-throughput bulk preparation system and high-pressure process, Kenjiro FUJIMOTO, M. Gibu, Y. Yamaguchi, A. Aimi, 41st International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2017), Daytona Beach, Hilton Daytona Beach Resort and Ocean Center 2017.1.23
6．有機およびハイブリッド熱電材料の最近の進歩, 戸嶋直樹, 第 13 回日本熱電学会学術講演会, 東京, 2016.
7．Organic Hybrid Thermoelectric Materials of Defective SG-CNTs and Polymers, Naoki Toshima, Keisukre Oshims, Junya Inoue, Shifumi Sadakata, Yukihide Shiraishi, 2016 MRS Fall Meeting & Exhibit (Symposium ES4: Thermoelectric Polymers and Composites-Nontraditional Routes to High Efficiency), November 27-December 2, 2016, Boston, Massachusetts, USA.

8. Alignment of Conducting Polymers by Stretching to Improve Thermoelectric Properties, Naoki Toshima, Shoko Ichikawa, Keisuke Oshima, Yukihide Shiraishi, 2016 MRS Fall Meeting & Exhibit (Symposium EM4: Structure-Property Relationships of Organic Semiconductors), November 27-December 2, 2016, Boston, Massachusetts, USA.
9. Hiroaki Anno, “Rattling silicide: Ba-Al-Si-based clathrate for thermoelectric materials”, Japan and Korea Joint Workshop on Thermoelectric Materials and Devices (Morito Memorial Hall, Tokyo University of Science, Kagurazaka 4-2-2, Shinjuku-ku, Tokyo, January 18, 2017), JP-5 (2017.1.18). [Invited, Oral]

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」

半導体シリコンクラスレート系材料において遷移金属元素を含む多元素同時ドーピングにより、n 型から p 型までのキャリア濃度の制御に成功し、熱電性能指数 *ZT* を従来の $Ba_8Al_{16}Si_{30}$ 系クラスレートの約 1.8 倍に向上させた。

有機熱電変換素子開発において熱電特性の異方性は重要な評価項目である。ポリチオフェン系熱電材料膜における熱伝導率の異方性を交流法により測定して膜の面内・面直方向の値を明らかにした。

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

「シリサイド系熱電材料に関する研究」

Al-doped Mg_2Si 化合物を 3 種類の方法で結晶粒を微細化して熱電性能の変化を調査し、結晶粒の微細化で熱電性能は向上するが、高温長時間保持すると結晶粒が成長し熱電性能は劣化した。それを抑制するためには、少量の CaO ナノ粒子の均一分散が効果的であった。また、HMS(高マンガンシリサイド)に、Co や Fe をドープさせたところ、少量の Fe ドープで熱電性能が向上することが判明した。

「熱電発電モジュールに関する研究」

傾斜積層 Mg_2Si/Ni 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開始した。

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 ナノ粒子と Mg_2Si の複合材料を作製することで、熱電性能を落とすことなく 1.7 $MPa\sqrt{m}$ を実現することができた。一方、様々な粉砕プロセスを試行することで、サブミクロンの結晶粒径の Mg_2Si 粉体を得ることができた。この焼結体は 2.5 $MPa\sqrt{m}$ 以上という高い破壊靭性を有する事が確認されたが、熱電性能は従来材に比べ大きく低下し、その要因が MgO 形成であった。粉砕時の溶媒に起因することが懸念され、その改善を進めている。

小柳　潤

「常温領域で高効率に稼働するグラフェン/ポリアニリン熱電材料の開発」

還元-酸化グラフェンとポリアニリンの複合材料による常温領域で効率良くエネルギーを回収できる熱電材料の開発に取り組んでいる。16 年度は TEM を用いてグラフェンの撮影を行い、グラフェンの質の確保を行うことができた。また、ポリアニリンと混合した複合材料の熱電性能を測定した。パワーファクターで 2.5μW/mK^2 という値を得た。この値は文献値の 55μW/mK^2 という最高値には届かないが、その理由はグラフェンの凝集にあると考えられる。次年度は分散性の良いグラフェン/ポリアニリン複合材料を創製して、熱電性能の向上を狙う。

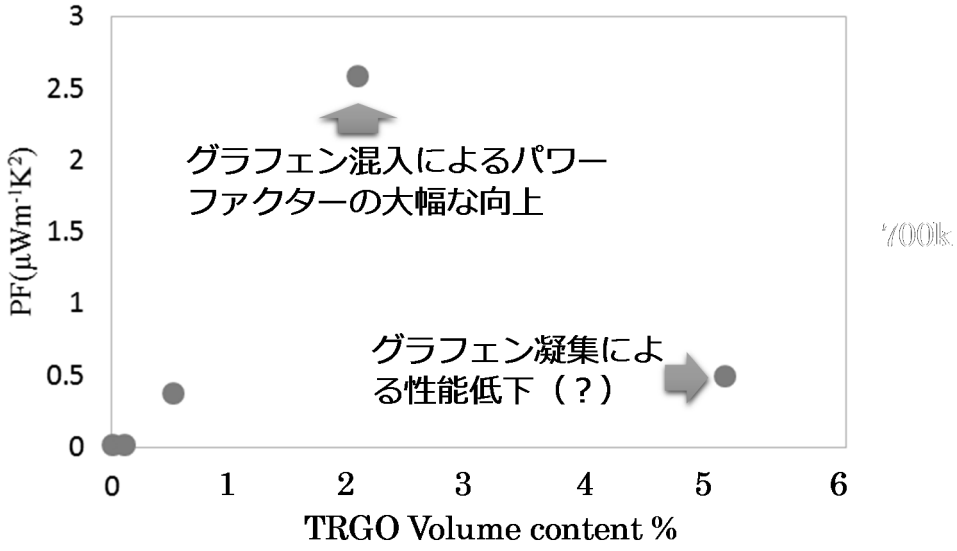


図　グラフェン–ポリアニリン複合熱電材料のパワーファクターの体積依存性

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、微細構造を伴った擬ギャップ中にフェルミ準位がある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、その中でも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、物質パラメーターを連続的に変えることでフェルミ準位を連続的に変化させ、スペクトル伝導率のフェルミ準位位置依存性を明らかにすること、および、それに基づいて擬ギャップ中の微細構造を利用して準結晶関連物質で高 ZT 値を実現することを目的として研究を行っている。

戸嶋　直樹

「ナノ粒子を用いたカーボンナノチューブの熱電特性の改善に関する研究」

大量生産可能なスーパーグロースカーボンナノチューブ(SGCNT)を用いた、有機/無機ハイブリッド熱電材料を開発した。SGCNT は、活性点が多いため熱電特性が低い。そこで、金属ナノ粒子を CNT 表面に修飾する化学還元集積法で熱電特性を改善した。また、CNT は、高い熱電性能を持つ一方で、不溶で分散が難しい材料である。本研究では、この CNT の分散を促進する高分子錯体ナノ粒子を用いることで、塗布プロセスによるデバイス化技術を可能にした。

西尾　圭史

「層状コバルト酸化物の耐環境性の向上」

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潮解など、耐環境性の低さが問題となっていることから、アルカリ金属相にリチウムを導入し、耐環境性の向上を検討した。その結果、大気中でのヒートサイクル下における劣化は大幅に抑制することができた。しかし、アルカリ金属欠陥濃度が減少し、これに伴いキャリア濃度の低下が生じることが明らかとなった。今後はキャリア濃度の増加を目指す。

「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が多くの研究者により検討されているが、ニッケルはシリサイドと反応してニッケルシリサイドを形成することによるモジュールの破断が問題とされる。この問題を解決するためにニッケルシリサイドを合成し、シリサイド系熱電変換材料の電極としての応用を検討した。

藤本　憲次郎

「多元系酸化物熱電材料の探索」

前年度までにコンビナトリアル技術を駆使して絞り込んだ $Ca_{1-x}Bi_xMn_{1-y}Ni_yO_{3-\delta}$ ($0\leq x, y\leq 0.1$, $0\leq y\leq 0.01$)の組成範囲について、静電噴霧堆積技術により微粒子を作製し、焼結体へ加工したものの熱電特性を調査した。緻密焼結体への最適化条件については今後の検討が必要なものの、B サイト（Ni）無置換かつ A サイト（Bi）を 3～5%置換した組成が熱電特性として優れていることを示すことができた。

安盛　敦雄

「Mg_2Si 熱電素子用いる耐酸化ガラスセラミックスコーティングの熱的挙動」

熱電素子用 Mg_2Si チップ上に、耐酸化膜としてディップコーティング法により結晶化ガラス膜の形成を行い、適切なガラス組成および粒子径、コーティング条件等を詳細に検討した。その結果、顕著な結晶析出もボイドも生じない均質なコーティング膜の形成が可能であり、稼働温度域において耐酸化膜として有効であることを明らかにした。さらに交流インピーダンス法を用いて、コーティングの膜質の評価が可能であることを示した。

界面科学研究部門

界面科学研究部門について

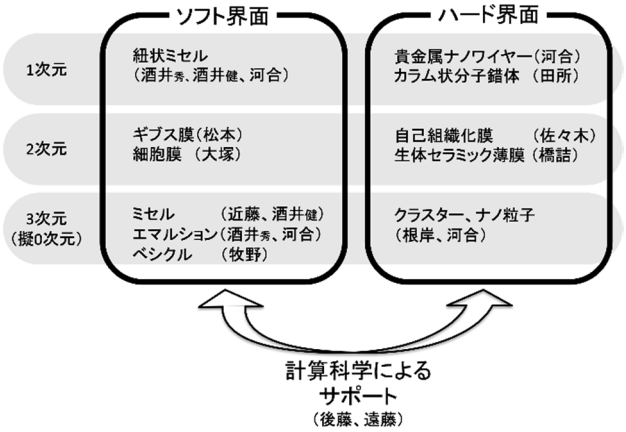
1. 概要

“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。

・8/5 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：松隈大輔博士（理学部第一部応用化学科助教）「ポリエチレングリコールとピリジンからなる両親媒性高分子の酸化還元機能」、上村真生博士（基礎工学部材料工学科助教）

「近赤外蛍光 *in vivo* イメージングのためのナノ粒子プローブの設計」、髙橋裕博士（工学部工業化学科助教）「刺激応答性エマルションの解乳化」。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。午後の後半は学内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. Lakshml V. Nair (Postdoctoral Research Fellow, Tokyo University of Science)“Versatile Approach for Early Stage Disease Diagnosis and Treatment Using Thiolate Protected Gold Nano Cluster”, Dr. Chanchal Chakraborty (Post-Doctoral Researcher, NIMS). 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。

・昨年度から継続して、部門メンバーが運営の中心となり 2017 年 9 月に理科大神楽坂キャンパスで開催予定の油化学会年会およびアジア国際シンポジウム（ACOS2017）の準備を進めてきた。開催概要を確定し、ホームページ（http://www.jocs.jp/nenkai56_acos2017/）を公開した。

・河合部門長を中心として刺激応答界面に関する専門書（洋書)“Stimuli-Responsive Interfaces: Fabrication and Application”(Springer 社）の作成を進めた。部門メンバーはもとより学外の関連分野で活躍する研究者からも原稿を集め、編集作業を経て 2017 年 1 月に発行した。

・3/15 に平成 28 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今年度の成果報告に加え、学外の研究者 3 名による招待講演を行った。うち 2 名は日本化学会年会における招待講演のために来日した外国人研究者に講演を行ってもらうことができた。講演者と講演題目：生方俊准教授（横国大院理工)「フォトクロミック化合物を用いた表面レリーフ形成」、Prof. Ling Chao (National Taiwan University, Taiwan)“Development of Lipid Bilayer Platforms for Performing Various Separation Processes to Purify Cell Membrane Bound Species”, Prof. Rico Tabor (Monash University, Australia)“Photoswitchable surfactants for light-controlled colloidal dispersions”. 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する。さらに、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る。主な対象物質は以下の通りであるが、界面構成分子は様々な化合物を用いる。部門長の河合はソフト界面とハード界面の両方を取り扱っているので両者の橋渡しを行う。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する。

① ソフト界面
- 1 次元：界面活性剤による紐状ミセル形成および物性
- 2 次元：気水界面の界面活性剤単分子膜（Gibbs 膜および Langmuir 膜)、細胞膜
- 3 次元：ジェミニ界面活性剤系ミセル、刺激応答性ミセル、長寿命ミセル（擬 0 次元）
  ナノエマルション、粘弾性エマルション

② ハード界面
- 1 次元：Au, Pd, Ni ナノワイヤーの合成と機能化（触媒能など）
  分子性錯体によるナノポアーの創製とゲスト分子の物性・構造評価
- 2 次元：自己組織化単分子膜修飾による固体表面のトライボロジー特性制御
  生体適合性アパタイト薄膜の作製
- 3 次元：金クラスター、半導体量子ドット、貴金属ナノ粒子（擬 0 次元）
  無機酸化物ナノ粒子、デンドリック金ナノ粒子

また、部門メンバーの河合、田所、大塚、佐々木、酒井、橋詰は平成 28 年 11 月に発足した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り、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る。

5. むすび

最終年度となる平成 29 年度は、刺激応答界面の構築を中心とした、メンバー間の専門を融合させた共同研究、および他センター、部門との共同研究を更に推進する。特にウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジーセンターとの連携に重点を置く。これまでの活動の成果と年度後半における活動予定をふまえ、総括を開始し、それを基に次期部門についての検討および申請を行う。夏季シンポジウムにおいて若手研究者の交流や学生の英語力向上に継続して取り組むほか、著名な研究者が来学する機会を活用して部門セミナーを開催する。9 月に理科大で開催する予定の油化学会年会およびアジア国際会議の実行委員会の中心メンバーとして学会を成功に導くとともに、宣伝活動を通じて部門のアクティビティーの高さを国内外に発信する。7 月～10 月に開催予定のアドバイザリー委員会における助言も参考に、部門活動のまとめを行い、年度末に国際シンポジウムの形で最終シンポジウムを開催する。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

1. Dendritic Gold Nanowires Supported on SiO_2 Nanoparticles Fabricated by a Seed Growth Method. C. Morita-Imura, T. Mori, Y. Imura, T. Kawai, New J. Chem., 40(8), 7048-7052 (2016).(査読有)
2. Water and Organic Solvent Dispersible Gold Nanorods that Are pH Responsive. Y. Imura, K. Fukuda, C. Morita-Imura, T. Kawai, Chem. Select, 1(17), 5404-5408 (2016).(査読有)
3. Dipole-Driven Self-Organization of Liquid-Crystalline N-Heteroacene Derivatives Showing Redox-Properties. K. Isoda, I. Kawamoto, A. Seki, M. Funahashi, M. Tadokoro, Chem. Select, 2(2), 300-303 (2017).(査読有)
4. UCST-Type Phase Transition Driven by Protein-Derived Polypeptide Employing Gelatin and Chitosan. D. Matsukuma, T. Sambai, H. Otsuka, Polym. Adv. Technol.,in press, (査読有)
5. Synthesis of PEGylated Poly(Amino Acid) Pentablock Copolymers and Their Self-Assembly. M. Iijima, D. Ulkoski, S. Sakuma, D. Matsukuma, N. Nishiyama, H.Otsuka, C. Scholz, Polym. Int., 65, 1132-1141 (2016).(査読有)
6. Development and Performance of a Magnetic Ionic liquid for Use in Vacuum-Compatible Non-Contact Seals. T. Okabe, D. Moritaka, M. Miyatake, Y. Kondo, S. Sasaki, S. Yoshimoto, Precision Eng., 47, 97-103 (2017).(査読有)
7. Demulsification of Redox-Active Emulsions by Chemical Oxidation. Y. Takahashi, N. Koizumi, Y. Kondo, Langmuir, 32, 7556-7563 (2016).(査読有)
8. Photoinduced Formation of Threadlike Micelles from Mixtures of a Cationic Surfactant and a Stilbene Amphiphile. Y. Takahashi, M. Kishimoto, Y. Kondo, J. Colloid Interface Sci., 470, 250-256 (2016).(査読有)
9. PEGylated Liposomes Prepared with Polyborane Instead of Cholesterol for BNCT: Characteristics and Biodistribution Evaluation. I. Takeuchi, K. Tomoda, K. Matsumoto, H. Uchiro, K. Makino, Colloid Polym. Sci., 294, 1679-1685 (2016).(査読有)
10. Dibucaine Inhibits Ketoprofen Photodegradation via a Mechanism Different from that of Antioxidants, A. Takara, K. Kobayashi, S. Watanabe, K. Okuyama, Y. Shimada, S. Goto, J. Photochem. Photobiol. A, 333(15), 208-212 (2017).(査読有)
11. Preparation and Properties of Nonionic Vesicles Prepared with Polyglycerol Fatty Acid Esters Using the Supercritical Carbon Dioxide Reverse Phase Evaporation Method, S. Yamaguchi, Z. Kimura, T. Misono, K. Tsuchiya, K. Sakai, M. Abe, H. Sakai, J. Oleo Sci., 65(3), 201-206 (2016).(査読有)
12. Structural Features and Surfactant Properties of Core-Shell Type Micellar Aggregates Formed by Gemini Piperidinium Surfactants. A. Bhadani, T. Okano, T. Ogura, T. Misono, K. Sakai, M. Abe, H. Sakai, Colloids Surf. A, 494, 147-155 (2016). (査読有)
13. Structures and Surface Properties of “Cyclic” Polyoxyethylene Alkyl Ethers: Unusual Behavior of Cyclic Surfactants in Water. Y. Hirose, T. Taira, K. Sakai, H. Sakai, A. Endo, T. Imura, Langmuir, 32, 8374-8382 (2016).(査読有)
14. Calcination-Free Micropatterning of Upconversion Luminescent Layers Consisting of Rare-Earth-Doped Ceramic Nanoparticles on Wettability-Patterned Flexible Plastic Sheets by Soft-Liquid Phase Adsorption, S. Watanabe, Y. Ishii, K. Soga, M. Matsumoto, Colloid Surf. A, 506, 210-219 (2016).(査読有)
15. Understanding and Practical Use of Ligand and Metal Exchange Reactions in Thiolate-Protected Metal Clusters to Synthesize Controlled Metal Clusters. Y. Niihori, S. Hossain, S. Sharma, B. Kumar, W. Kurashige, Y. Negishi, Chem. Rec. (Personal Accounts), (2017) in press.(Invited "Personal Accounts") (査読有)

16. Separation of Glutathionate-Protected Gold Clusters by Reversed-Phase Ion Pair High-Performance Liquid Chromatography. Y. Niihori, Y. Kikuchi, D. Shima, C. Uchida, S. Sharma, S. Hossain, W. Kurashige, Y. Negishi, Ind. Eng. Chem. Res., 56, 1029-1035 (2017). Invited Article as "A Winner of Best Presentation Award at 251th ACS Meeting", Highlighted in "Outside Front Cover" and "Virtual Special Issue" (査読有)
17. Precise Synthesis, Functionalization and Application of Thiolate-Protected Gold Clusters. W. Kurashige, Y. Niihori, S. Sharma, Y. Negishi, Coord. Chem. Rev., 320-321, 238-250 (2016). Invited "Review" to "Special Issue" (査読有)
18. Kinetic Analysis of Molecular Permeabilities of Free-standing Polysaccharide Composite Films. K. Iijima, T. Kimura, R. Sato, T. Takahashi, M. Hashizume, Macromol. Chem. Phys., 218(3), 1600391 (7 pages) (2017).(査読有)
19. Hot-Press-Assisted Adhesions between Polyimide Films and Titanium Plates Utilizing Coating Layers of Silane Coupling Agents. M. Hashizume, S. Fukagawa, S. Mishima, T. Osuga, K. Iijima, Langmuir, 32(47), 12344-12351 (2016).
20. Characterizing Solid/Ionic Liquid Interfaces in the Presence of Water and Nonionic Surfactants, K. Sakai, K. Okada, T. Misono, T. Endo, M. Abe, H. Sakai, Colloids Surf. A, 509, 433-439 (2016).(査読有)
21. Analysis of Valence XPS and AES of (PP, P4VP, PVME, PPS, PTFE) Polymers by DFT Calculations Using the Model Molecules. K. Endo, S. Shimada, N. Kato, T. Ida, J. Mol. Struct., 1122,341-349 (2016).(査読有)

著書

1. Stimuli-Responsive Interfaces: Fabrication and Application, T. Kawai, M. Hashizume (Eds.), Springer Nature Singapore, 313 pages, 2017.(7 of 17 chapters are written by the division members)
2. 理工系の基礎 教養化学, 田所誠, 大塚英典 他, 教養化学編集委員会, 丸善出版株式会社, 254 ページ, 2016.
3. Strategies of Metal Nanoparticles for Nanobiologye, D. Matsukuma, H. Otsuka, In “Encyclopedia of Biocolloid and Biointerface Science”, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, Published Online: 24 SEP 2016.
4. Utilization of Biological Polysaccharides as Eco-Friendly Structural Materials, M. Hashizume, K. Iijima, In “Nanomaterials in Energy and Environmental Applications”, J. He, ed., Pan Stanford, Singapore, Chapter 10, pp.413-427, 2016.

招待講演

1. Anomalous Water Molecules and Mechanistic Effects of Water Nanotube Clusters Confined to Molecular Porous Crystals, Makoto Tadokoro, International Symposium on Pure & Applied Chemistry (ISPAC) 2016, Borneo Convention Center Kuching, Malaysia, 2016.
2. Photo-Responsive Surfactant Molecular Assemblies – Micelles, Worm-like Micelles, and Vesicles, Hideki Sakai, The 21st International Symposium on Surfactants in Solution, Jinan, China, June 5-11, 2016.
3. Depth Profile Assignments in nm and μm Ranges for Chitosan Film Modified with Kr^+ Ion Beam Bombardments by Quantum Chemical Calculations, Kazunaka Endo, XPS・EDS ユーザーズフォーラム (サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社) 2016 特別講演, 東京コンファレンスセンター・品川, 2016 年 7 月 6 日

広報

1. 橋詰 峰雄, 本学教員が開発したフィルム材料について日経産業新聞が紹介, 東京理科大学ホームページ TUS Today, 2016.09.13.

受賞

１．酒井秀樹，東京理科大学優秀研究者特別賞，2017 年 1 月

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。本年度は長鎖アゾベンゼン誘導体を導入することによって光応答機能の付与について検討した。その結果、長鎖アゾベンゼン誘導体を溶解するためにアセトンを加えた系でも発色現象が観測されることおよびアゾベンゼンの光異性化にともなって発色温度領域を制御できることを証明した。

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」

両親媒性金属錯体の金ナノ粒子を利用した DDS 機能向上のためには、体内での生体適合性(細網内皮系組織(RES)からの捕捉回避)・腫瘍集積性・細胞膜通過性のいずれにも優れたナノ粒子の設計が必要である。本研究では、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 3 ケタ特異性の高い細胞内取り込みを促進し、より安全な癌療法を提供する。

近藤　行成

「光応答性界面活性剤を利用した乳化系の光誘導解乳化に関する研究」

アゾベンゼン基を有する界面活性剤を合成し、これを用いて水/オクタンからなる O/W エマルションを調製した。このエマルションは 1 ヶ月以上安定であったが、紫外光を照射すると解乳化が進行し、光によって能動的に水とオクタンを相分離させることに成功した。岩盤の隙間に浸透した石油は、その回収でエマルションの状態で地上に現れるため、本研究は石油の高次回収における基盤技術として有益なものと考えられる。

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」

摩擦によるイオン液体の分解および表面への吸着過程を、四重極質量分析計(Q-MS)および摺動後の試験表面分析により分析した。その結果、アニオンが摩擦面に吸着することにより潤滑特性を支配していることがわかった。また、カチオンが分解特性に影響を与えており、分解しやすいカチオンを用いることにより、アニオンの表面への吸着を促進し、潤滑特性を向上できることが示唆された。

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

「ケモインフォマティクス解析を用いた薬品混合物の非破壊的な分離分析」

固体薬品混合物を非破壊的に分析することは薬物間相互作用の解明やサンプル内の化合物濃度を確認することにおいて非常に有効である。紫外可視スペクトルにおいて特異値分解法や主成分分析といったケモインフォマティクス解析は実現可能となった。本研究では非破壊分析であるFTIR 分光法やテラヘルツ波などの、各薬品やその反応物のシグナル分離が難しい複雑な薬品混合物のスペクトルにたいしてケモインフォマティクス解析を適用する。

酒井　秀樹

「新規光応答性界面活性剤の開発とフォトクロミズム反応の高速化」

昨年度までは、アゾベンゼンや桂皮酸などの *trans/cis* 光異性化反応を示す部位を導入した界面活性剤を用いた界面物性の光制御について報告してきた。本年度は、新たに「ロフィンダイマー」に親水基を導入した新規光応答性界面活性剤を合成した。その結果、紫外光の照射下でのみ色調が変化し、光を遮断すると直ちに元の色に戻ることを確認し、水溶液中でのフォロクロミック反応の高速化を達成した。

松本　睦良

「混合 LB 膜中の相分離に関する研究」

これまで長鎖カルボン酸とハイブリッドカルボン酸からなる相分離混合LB膜の構造制御を疎水基の構造制御により行ってきた。親水基間の相互作用の強さが相分離構造に与える効果を明らかにするために長鎖カルボン酸、長鎖アルコール、長鎖ホスホン酸とハイブリッドカルボン酸からなる混合 LB 膜の構造を検討したところ、親水基が線張力に与える効果を考慮することによりドメインの形状を説明することができた。

根岸　雄一

「白金クラスター（$Pt_{17}(CO)_{12}(PPh_3)_8$）の精密合成とその電子・幾何構造」

本研究では、一酸化炭素（CO）やホスフィン（PR_3）によって保護された白金クラスターを原子精度で精密に合成することに取り組んだ。その結果、$Pt_{17}(CO)_{12}(PPh_3)_8$を合成し、単結晶 X 線構造解析によりクラスターの幾何構造を決定した。また、紫外可視吸収分光により、得られた白金クラスターが離散的な電子構造を有していることも明らかとなった。

橋詰　峰雄

「水溶液系における多糖複合フィルムの物質透過性」

相反する電荷をもつ多糖同士のポリイオンコンプレックスから作製した自己支持性フィルムの物質透過膜としての特性評価を行った。種々の水溶性色素の透過挙動を解析した結果、1 価の低分子色素に関しては、色素の電荷はフィルムの透過パラメータに大きな影響を与えなかった。一方置換基由来の 4 価の電荷をもつポルフィリン誘導体の場合では、負電荷をもつ誘導体の透過性が大きく抑制された。透過性は媒体の pH にも影響された。

酒井　健一

「擬似多鎖型両親媒性物質による乳化物の調製」

グルタミン酸系の界面活性剤にアルキルアミンを複合化させることで、pH 感受型のひも状ミセル水溶液を調製できる。今年度はその発展として、アシルグルタミン酸・アルキルアミン複合体を安定化剤とする乳化系を構築した。複合体のゲル液晶相転移温度以上で撹拌し、その後、相転移温度以下まで放冷することで、耐合一性に優れた乳化系を得ることができた。またその安定性は、pH の影響を顕著に受けることも見出した。

遠藤　一央

「物質の表面・界面における電子状態に関する研究」

GAUSSIAN ソフトによる DFT 計算から EuZn 複核錯体の電子状態及び水分子から水クラスターのIR について追究し、実験データを説明できる結果を得た。

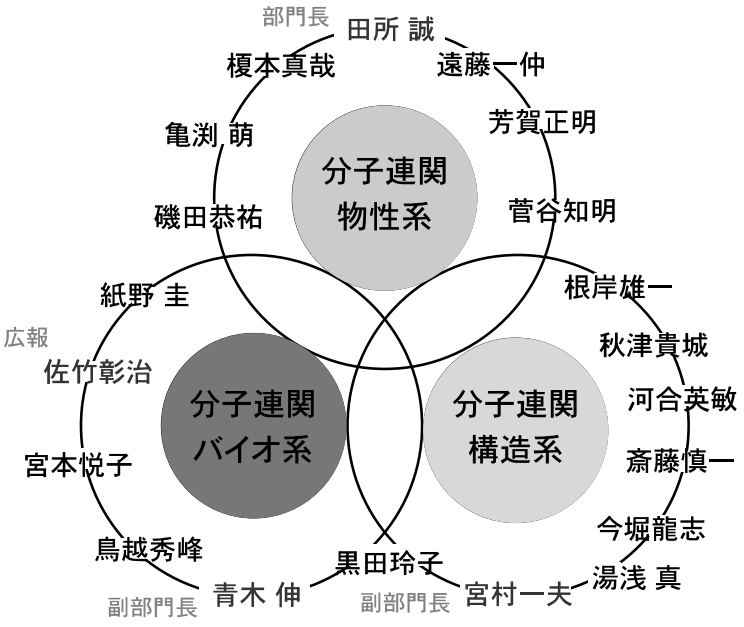
分子連関相乗系研究部門

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堂に集まっていることも特徴的である。

2. センターの構成と施設設備



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-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。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。(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。

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。(4)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。

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がに 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 28 年度分）

学術論文

1．“Detailed Mechanism of the Reaction of Phenylboronic Acid Derivatives with D-Fructose in Aqueous Solution: A Comprehensive Kinetic Study”, Yota SUZUKI, Mika SHIMIZU, Takuya OKAMOTO, Tomoaki SUGAYA, Satoshi IWATSUKI, Masahiko INAMO, Hideo D. TAKAGI, Akira ODANI, Koji ISHIHARA, *ChemistrySelect* 2016, *1*, 5141-5151.(査読有)

2．“Photoresponsive Molecular Memory Films Composed of Sequentially Assembled Heterolayers Containing Ruthenium Complexes”, T. Nagashima, H.Ozawa, T. Suzuki, T. Nakabayashi, K. Kanaizuka, M. Haga, *Chem. Eur. J.*, 22, 1658-1667 (2016).(Hot Paper) (査読有)

3．“Efficient Synthesis of Tris-Heteroleptic Iridium (III) Complexes Based on the Zn^{2+}-Promoted Degradation of Tris-Cyclometalated Iridium (III) Complexes and Their Photophysical Properties”, Tamura, Y.; Hisamatsu, Y.; Kumar, S.; Itoh, T.; Sato, K.; Kuroda, R.; Aoki, S, Inorg. Chem., 812-833 (2017).(査読有)

4．“Diaphanous gene mutation affects spiral cleavage and chirality in snails, R. Kuroda, Fujikura, M. Abe, Y. Hosoiri, S. Asakawa, M. Shimizu, S. Umeda, F. Ichikawa and H. Takahashi”, *Scientific Reports*, 6, 34809 (2016);.(査読有)

5．Tomohiro Tanaka, Yasuhiro Sawamoto, and Shin Aoki,“Concise and Versatile Synthesis of Sulfoquinovosyl Acyl Glycerol Derivatives for Biological Applications”, Chemical and Pharmaceutical Bulletin, in press, 2017 (査読有) (”Highlighted paper selected by Editor-in-Chief”(2017 年 6 月号)に選出)

6．Takashi Otani, Ami Tsuyuki, Taiki Iwachi, Satoshi Someya, Kotaro Tateno, Hidetoshi Kawai, Takao Saito, Kyalo Stephen Kanyiva, Takanori Shibata,“Facile Two-Step Synthesis of 1,10-Phenanthroline-Derived Polyaza[7]helicenes with High Fluorescence and CPL Efficiency”, Angew. Chem. Int. Ed., 56, 3906-3910 (2017).(査読有)

7．Ohashi, H. and Miyamoto-Sato, E.“Cell-free technologies for proteomics and protein engineering” Protein Pept. Lett., 23(9), 819-827, 2016.(査読有)

8．H. Takano, M. Takase, N. Sunaga, M. Ito, T. Akitsu,“Viscosity and intermolecular interaction of organic/inorganic hybrid systems composed of chiral Schiff base Ni(II), Cu(II), Zn(II) complexes having long ligands, azobenzene and PMMA”, Inorganics, 4, 20-29 (2016).(査読有)

9．Y. Mitsumoto, N. Sunaga, and T. Akitsu, “Polarized light induced molecular orientation in laccase for chiral azosalen Mn(II), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) mediators toward application for biofuel cell”, SciFed Journal of Chemical Research, 1, 1 (12page)(2017).(査読有)

10. Journal of Molecular Structure,‘Analysis of valence XPS and AES of (PP, P4VP, PVME, PPS, PTFE) polymers by DFT calculations using the model molecules’ K. Endo and Coworkers, 1122, 341-349(2016).(査読有).

11. Synthesis of Tricyclic Benzazocines by Aza-Prins Reaction, T. Katamura, T. Shimizu, Y. Mutoh, S. Saito. *Org. Lett.* **2017**, *19,* 266-269.(査読有)

12. A ruthenium tellurocarbonyl (CTe) complex with a cyclopentadienyl ligand: systematic studies of a series of chalcogenocarbonyl complexes [CpRuCl(CE)(H_2IMes)] (E = O, S, Se, Te), A. Suzuki, T. Arai, K. Ikenaga, Y. Mutoh, N. Tsuchida, S. Saito, Y. Ishii, *Dalton Transactions* **2017**, *46,* 44-48.(査読有)

13. Surface Structures Formed by Copper(II) Complex of Alkyl-Derivatized Indigo, Akinori Honda, Keisuke Noda, Yoshinori Tamaki, Kazuo Miyamura, Materials, 9 巻 pp 837-845, 2016 (査読有)

14. Understanding and Practical Use of Ligand and Metal Exchange Reactions in Thiolate-Protected Metal Clusters to Synthesize Controlled Metal Clusters, Y. Niihori, S. Hossain, S. Sharma, B. Kumar, W. Kurashige, Y. Negishi, *Chem. Rec. (Personal Accounts)*, (2017) in press., Invited ″Personal Accounts″ (査読有)

15. $[Pt_{17}(CO)_{12}(PPh_3)_8]^{n+}$ (n = 1, 2): Synthesis and Geometric and Electronic Structures, L. V. Nair, Hossain, S. Wakayama, S. Takagi, M. Yoshioka, J. Maekawa, A. Harasawa, B. Kumar, Y. Niihori, W. Kurashige, Y. Negishi, *J. Phys. Chem. C*, (2017) in press., Invited Article to "Special Issue" (査読有)
16. "Dynamical Behavior of the Charge Transfer Phase Transition in Dithiooxalato-Bridged Iron Mixed Valence System", Masaya Enomoto, Isao Watanabe, Norimichi Kojima, Current Inorganic Chemistry, 6, 49-60 (2016).(査読有)
17. Dipole-Driven Self-Organization of Liquid-Crystalline N-Heteroacene Derivatives Showing Redox-Properties, K. Isoda, I. Kawamoto, A. Seki, M. Funahashi, and M. Tadokoro, Chemistry SELECT, 2017, 2巻, 2号, pp.300-303.(査読有) DOI: 10.1002/slct.20160190

著書

1. Eiichi Kimura, Tohru Koike, and Shin Aoki, "Evolution of ZnII-Macrocyclic Polyamines to Biological Probes and Supramolecular Assembly Elements", in Macrocyclic and Supramolecular Chemistry: How Izatt-Christensen Award Winners Shaped the Field, (Reed M. Izatt, Ed., John Wiley & Sons), pp 417-445, 2016.
2. 青木 伸, Robert R. Crichton "生物無機化学" (邦訳), 塩谷光彦監訳, 東京化学同人 (ISBN: 978-4-8079-0887-5), pp 175-188, 2016.
3. 青木 伸, スタンダード薬学シリーズ II-3 "化学系薬学 II. 生体分子・医薬品の化学による理解" 日本薬学会編 (ISBN: 978-4-8079-1706-8), 東京化学同人, pp 26-50, 2016
4. 青木 伸, "フロンティア生物無機化学" (錯体化学会フロンティア選書) 錯体化学会編, 三共出版 (ISBN: 978-4-7827-0756-2 C3043), pp 364-397, 2016, 総ページ数 535
5. "Chapter 7. Barnacle Underwater Attachment", Kei Kamino, in *Biological Adhesives 2nd Ed.*, Andrew M. Smith, Ed., Springer, pp 153-176, 2016
6. 田所 誠 (共著),「理工系の基礎～教養化学」, 丸善出版, 2016 年 8 月 30 日(ISBN:978-4-621-30041-1)

招待講演

1. 「π-相互作用を活用した自己集積型サレン錯体の開発」, 今堀龍志, 分子科学研究所研究会「若い世代がつくる次世代型分子触媒の開発とその展望」, 岡崎, 2016 年 11 月 10-11 日
2. 「芳香族分子の特性を活かした動的反応空間を基盤とする機能性分子触媒開発」, 今堀龍志, 平成 28 年度化学系学協会東北大会 有機化学コロキウム, いわき, 2016 年 9 月 10-11 日
3. 「適応型化学反応制御を指向する π 相互作用を活用した自己集積型サレン錯体の開発」, 今堀龍志, 日本化学会 第 97 春季年会, 日吉, 2017 年 3 月 16-19 日
4. "Coordination Chemistry Approach to Molecular Functional Devices on Surface", Masa-aki Haga, Karlsruhe Institute for Technology, June 30, 2016 (GdCh lecturer)
5. "Development of phosphorescent Iridium Cyclometalated Complexes with Bis (benzimidazolyl) benzene or pyridine", Masa-aki Haga, 42th International Conference on Coordination Chemistry(42th ICCC),(Brest, France), July 7, 2016 (Invited talk)
6. "Functions of Hetero-layered Molecular Films based on Redox-active Complexes", Masa-aki Haga, ICMM2016 Satellite Meeting 'Molecular Technology for Functionalities' (Tokyo) September 3 (2016)
7. How does chirality information transfer in mollusk development? R. Kuroda, Keynote presentation, 4th International Integrative Biology, Berlin, 18-20 July, 2016.
8. Proteins that determines chirality, R. Kuroda, Proteins & Peptides, 2016 Conference, Structure, Function and Biotechnology, Geneva, 22-25 July, 2016.
9. Left and Right - why does it matter?" R. Kuroda, Keynote presentation (75 min.), ESOF 2016 (European Science Open Forum), Manchester, 23-27, July, 2016.
10. Left and Right - why does it matter?" R. Kuroda, Molecular Frontier Symposium, Tokyo, 9-10, Oct, 2016.

11. 右と左ーキラリティーを巡って 物理学から生物学へ, 黒田玲子, 基調講演 国際日本文化研究センター稲賀班 2016.07.31-08.1 京都 国際日本文化研究センター
12. カイロモルフォロジー研究と分光学, 黒田玲子, 特別講演, 日本化学会春季年会, 特別企画講演, 日吉, 2017.3.16
13. 河合英敏,「分子マシン SF の世界から現実へ！（ノーベル化学賞解説講演)」, 科学ライブショー「ユニバース」, 東京, 2016 年 11 月 26 日
14. Hidetoshi Kawai, "Thermo-Responsive Switching in Imine-Bridged Rotaxanes", Conférence en Ecole Européenne de Chimie, Polymères et Matériaux, Strasbourg, France, 2016 年 6 月 21 日
15. Hidetoshi Kawai,"Imine-Bridged Rotaxanes", Conférence en Facalté de Chimie Strasbourg, Strasbourg, France, 2016 年 6 月 16 日
16. Hidetoshi Kawai,"ORIGAMI Models for understanding Highly Strained World-Record Compounds", Conférence en Maison Universitaire France-Japon, Strasbourg, France, 2016 年 6 月 9 日
17. Chiral salen type Mn (II), Co (II), Ni (II), Cu (II), Zn (II) complexes having azo groups in laccase toward application to biofuel cell, 秋津貴城, Advances in Functional Materials Conference 2016, 济州,2016
18. XRD analysis, non-linear optics, and spectroscopic studies on composites with chiral metal complexes, 秋津貴城, BIT's 3rd Annual World Congress of Smart Materials 2017, バンコク, 2017
19. 遠藤一央, 材料物質のスペクトルシミュレーションへの目覚め, 第 60 回 固体 NMR・材料フォーラム 2016 特別講演, 金沢市, 2016 年 10 月 21 日(金)
20. 生物の水中接着を考える, 紙野 圭, 海中工学講演会, 平成 28 年 10 月 14 日
21. 日本水産学会平成 29 年度春季大会シンポジウム,水圏生物タンパク質科学の新展開, Ⅱ. 特殊機能タンパク質と立体構造 8. 付着生物の接着タンパク質, 紙野 圭, 平成 29 年 3 月 26 日
22. Anomalous Water Molecules and Mechanistic Effects of Water Nanotube Clusters Confined to Molecular Porous Crystals, 田所誠, The 66th JSCC Symposium, Fukuoka, 2016
23. Anomalous Water Molecules and Mechanistic Effects of Water Nanotube Clusters Confined to Molecular Porous Crystals, 田所誠, International Symposium on Pure & Applied Chemistry (ISPAC) 2016, Borneo Convention Center Kuching, Malaysia, 2016

特許

1．青木 伸, 安盛敦雄, 特願 2016-165889, 細胞分離方法及び細胞分離装置（平成 28（2016）年 8 月 26 日出願）
2．学校法人東京理科大学；発明者：宮本悦子, 小沢正晃「p53 タンパク質又は p53 複合体分解誘導分子及び医薬組成物」特願 2016-222681（出願日 2016 年 11 月 15 日）
3．学校法人東京理科大学；発明者：宮本悦子, 小沢正晃「分子動態評価方法」特願 2016-222682（出願日 2016 年 11 月 15 日）
4．学校法人東京理科大学；発明者：宮本悦子, 小沢正晃「Ras タンパク質分解誘導分子及び医薬組成物」特願 2016-222683（出願日 2016 年 11 月 15 日）

広報

1．黒田玲子, Developmental Biology, 11th edition (June, 2016), Sinauer 出版, S. Gilbert, J.F. Barresi 著, 8 章の扉写真は理科大黒田研 HP より転載。P.258 に我々の研究成果が紹介されている。
2．青木 伸,「2016 年のノーベル化学賞「分子機械」について」 化学と教育, 65(2), 86-89, 2017.
3．青木 伸,「2016 年ノーベル化学賞紹介【分子機械の設計と合成】, 理大科学フォーラム, 394, 42-43, 2017.

４．宮本悦子，JST プレスリリース（2016 年 11 月 8 日），国立研究開発法人科学技術振興機構 機構報 第 1223 号：研究成果展開事業 大学発新産業創出プログラム（START）（平成 28 年度第 3 サイクル審査分）
５．田所 誠，分子研レターズ 75「分子研出身者の今」分子科学研究所（2017 年 3 月 1 日）15-16

受賞

１．小山健太・林 勇介・土井雅人・入江 亮・桑原 穣・栗原清二・今堀龍志，第 6 回 CSJ 化学フェスタ 優秀ポスター発表賞，日本化学会，2016 年 11 月 14-16 日
２．吉岡泰鵬・亀渕 萌・田所 誠，pH 依存性希土類錯体を用いた発光性透明フィルムの開発とプロトンによる発光色の制御，第 66 回錯体学会討論会ポスター賞，錯体学会　福岡 2016 年 9 月 10〜12 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

「キラルシッフ塩基金属錯体とアゾ色素の複合材料の理論解析」

キラルシッフ塩基金属錯体、分散あるいは配位子内の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など高分子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した。実験面では、二核錯体の合成や生体高分子蛋白質マトリックスへの導入評価の改良や、IR-FEL 光や光渦 UV 光照射にも着手した。理論的解析面について、新たに MD 計算などを検討した。

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

「π電子系 2 価カチオンを用いた新奇ジチオオキサラト錯体の構造と磁性に関する研究」

ピリジン環を部分構造に持つ 2 価のカチオンを用いて、鉄とアルカリ土類金属(Ba, Sr)がジチオオキサラト（$C_2O_2S_2$ = dto）配位子により交互に配列した、新しい三次元的ネットワーク構造を持つ新奇ジチオオキサラト錯体を合成し、その磁性について調べた。得られた 4 種類の錯体は、互いに同形構造を持つものの、結晶構造から推定される磁性とは異なる磁気挙動を示すことから、錯体内の Fe サイト周囲の環境と磁性との相関に興味がもたれる。

遠藤　一央

「DFT 計算による EuZn 複核錯体の電子状態及びπ共役系高分子の NMR シフトに関する研究」

GAUSSIAN ソフトによる DFT 計算から EuZn 複核錯体の電子状態及びπ共役系高分子の固体 NMR 化学シフトについて、実験データを説明できる結果を得た。

紙野　圭

「生物水中接着の解読と、水中接着剤の開発に関する研究」

機能未知のフジツボ 68kDa 水中接着タンパク質の機能解析を進めた。本組み換えタンパク質の吸着特性解析の過程で、機械的な刺激で自己会合する傾向を見いだした。C 末端の領域を除去すると、界面への結合能は低減したが、機械的刺激による自己会合性は維持されていた。一方、類似のアミノ酸組成を有する 19kDa タンパク質は同様の条件では自己会合性は見られなかった。68kDa タンパク質は水中の被着体表層に他の水中接着タンパク質をリクルートする役割を担うものと推察された。その界面への結合は主に C 末端領域が担い、N 末端領域は自己会合に重要であると思われた。また、8-quinolinol との接合による水中接着分子デザインに用いる骨格タンパク質や、バイオマス分解に光エネルギーを活用するために porphylin と接合する骨格酵素 LPMO の組み換え発現系などを構築した。

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

「新規水素結合モチーフとしての縮環マロナミド：次元制御構造の構築」

8本の水素結合形成能を有する縮環マロナミドに基づく1次元ナノチューブ、2次元シート、3次元多孔性構造の構築を行った。π骨格の2次元配列を目的とし、Diels-Alder反応による共役拡張が可能な汎用性ユニットを合成した。また、立体障害を導入することにより水分子を内包した一次元チューブ状構造や螺旋構造の構築に成功した。分子の両端に2つのマロナミドを組込んだ3次元格子構造では、溶媒分子の吸脱着が可能なことを見出した。

斎藤　慎一

「インターロック化合物における動的挙動に関する研究」

[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)錯体の発光メカニズム解明とその発光特性を利用した高感度光応答性材料の系統的創出」

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、単一の励起波長から複数の励起状態へと遷移可能となる発光性イリジウム錯体を構築する。複数の励起状態を取りうるような配位子をデザインし、さらに他の分子種との分子間相互作用可能な部位を導入することで、様々な分子や環境に対して鋭敏な光応答分子システムを創出する。

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$Re^{III}Re^{IV}$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

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

G 塩基に富む 4 本鎖核酸とヘミンの複合体はペルオキシダーゼ活性を発現する。本研究では、標的遺伝子とこれに結合する G 塩基に富む複数の DNA 断片が集合して形成する 4 本鎖 DNA とヘミンの複合体がペルオキシダーゼ活性を 10 μM Pb^{2+}存在下で発現したが、10 μM Na^{+}, K^{+}存在下で発現しなかった。標的遺伝子の濃度に比例したペルオキシダーゼ活性を発現し、標的遺伝子の濃度を検出できる可能性が示された。

根岸　雄一

「カルコゲナート配位子が金 25 量体クラスターの電子・幾何構造に与える影響の解明」

チオラート（SR）保護金 25 量体クラスター（$Au_{25}(SR)_{18}$）にセレン（Se）やテルル（Te）から成るカルコゲナートを導入する上では、配位子交換反応が有効である。一方で、導入配位子がいずれのチオラートと置換されているのかを決定することは、配位子と物性及び幾何構造との相関について、より深い理解を得ることに繋がる。そこで本研究では、単結晶 X 線構造解析により、導入配位子の置換サイトについて決定した。

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」（平成 28 年 12 月～）に採択された。

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 28 年度（2016 年度）まで 3 年間の研究活動を行ってきた。今日の都市環境、都市生活に関わる諸課題の多くは、近代化と産業化が分野ごとに高度に進行した結果、複合的な事象に相関的に起因するため、理科大の建築学研究分野から、防災・材料・構法・計画・デザイン・歴史の各研究分野から構成される研究体を編成し、分担と連携を図りながら、大都市都心部のエッジ地域を研究対象として、都市建築の研究活動を行なってきた。1 年目は、研究対象地域を神楽坂・外濠とし、2 年目は、それ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仕組みづくりにコミットしてきたところである。概ね、研究計画どおりに進行しているが、地域研究を還元し、また情報をフィードバックするための仕組みである「外濠再生懇談会」の設置に時間を要し、そのため海外都市への展開が当初計画から遅れている。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（図 1）し、海外展開については北京と上海の 2 都市に潰え情報交換（北京工大、同済大学）を行った。

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く、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いる。

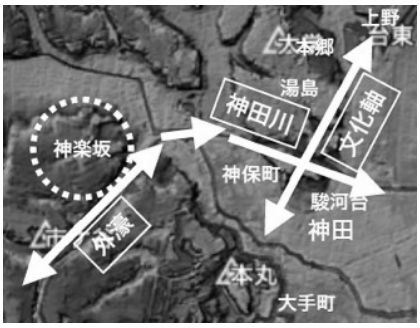


図 1　2015 年度研究対象地域の展開

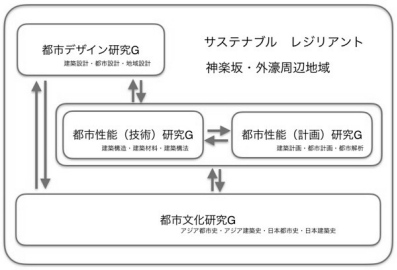


図 2　研究部門を構成する研究グループとその相互関係

3. 各研究グループの活動報告

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。

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。次年度は、都市中心域の水辺について検討を進める。

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：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を研究する。

・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、総体として、地域街区防災性能の向上に資する都市計画の制度および方法を検討する。

3. 3. 都市デザイン研究グループについて

宇野求（主任）、安原幹、高佳音：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を開発するとともに、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いる。

4. 研究活動の展望

先端都市建築研究部門は、設置から 3 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。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も遅れが出ている。今年度の主な活動は以下の通りで、残り 2 年間にこれらをまとめて成果とすることになる。

1）2016 年 1 月、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。2017 年 1 月には、第 2 回「外濠再生懇談会」を開催。2016 年度に 3 回実施した外濠の活用法を開拓、広報するための実験的プログラム「外濠ラン」が報告された。今年度の計画としては、「外濠ラン」の展開をはかり都心の広大なパブリックスペースの役割の検証を行う。また「外濠市民塾」と連携して外濠の活用の仕方を掘り起こすワークショップを開催する。

2）2016 年度、「粋な神楽坂まちづくり促進委員会」の活動は休止していたが、当該地域の課題については、2016 年秋に設立された「神楽坂文化振興倶楽部」（通称：神楽坂おかみさん会）のまちづくり活動の支援を行ってきた。具体的には、1）「文学にゆかりのある神楽坂紹介ビデオ」の作成と上映、2）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、物品を展示、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を行った。地域要望を受けて、工学的建築学的な神楽坂の建築および街区の調査診断を実施した。空間・景観・環境デザインの質の向上、および防火防災性能の向上について調査研究を行った。神楽坂らしさと地域文化の継承のために、文化財的価値のある料亭木造建築の実測調査などを行う計画である。これらの研究活動成果の公開展示を実施し、公開シンポジウムを企画する予定である。

3）2015 年度に行った、中央大学、法政大学、日本大学、東京理科大学、東京大学による 5 大学連続シンポジウムを受けて、2016 年度には「外濠市民塾」と連携、新宿区、千代田区の町会、高校、大学、企業などとワークショップを開催した。また、夏には、東京都議会の都民ホールで開催されたシンポジウムに参加、合わせて都民ギャラリーで「水循環都市東京」に関する理科大の研究活動の展示を行った。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。

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」を設立したという一定の成果はあったと言うことができる。以後の 2 年間は、都市の性能向上に着目して、1）適切で合理的な空間活用の評価手法と計画手法、2）災害に備えるための防災性能の評価手法と性能向上の工学的提案、3）これらを統合する建築・都市環境のデザイン方法の研究として応用実践的成果を上げて、5 年間にわたる幅広い成果をまとめて、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する。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

１．明治以降における江戸城見付桝形の取壊しの経緯と目的に関する考察, A STUDY ON DEMOLITION PURPOSE AND PROCESS OF MITSUKE-MASUGATA OF EDO CASTLE IN THE MEIJI AND TAISHO ERA, 山中謙介・伊藤裕久・濱定史, 2016 年 08 月, 日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 歴史･意匠, pp.403-404

２．近代都市河川流域の景観および土地利用の変遷に関する考察, -神田川流域を対象として-, A STUDY ON THE CHANGING PROCESS OF LANDSCAPE AND LAND USE BY MODERN URBAN RIVER -A case study of Kanda river basin, 伊藤 元希, 2017 年 01 月, 卒業論文

３．明治・大正・昭和における神楽町・若宮町の土地所有者の変遷と建築, Transition and Architecture of Landowners in Kagura-cho / Wakamiya-cho in Meiji, Taisho and Showa, 森本浩平, 2017 年 01 月, 卒業研究

４．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, 2016 年 11 月, 卒業論文

５．「神楽坂らしさ」をめぐるまちづくりと組織体制, KAGURAZAKA-NESS：PRESERVING REGIONAL IDENTITY THROUGH URBAN DEVELOPMENT AND ORGANIZATIONAL FRAMEWORK, 有賀 彩花, 17 年 02 月, 修士論文

６．空隙利用からみた木造密集市街地における防災性能 －新宿区神楽坂地域を対象として－, USE OF VOID AS DISASTER PREVENTION IN HIGHLY CONGESTED AREAS WITH WOODEN BUILDINGS -In Kagurazaka, Shinjuku-ku area, 上原龍太郎, 2017 年 02 月, 修士論文

７．風と建築 -斑（ムラ）のある環境を擁するジム-, WIND AND ARCHITECTURE Sports gym with a variable environment, 二宮颯佑, 2017 年 02 月, 修士設計

８．街路歩行時に高齢者が感じる負担：シルバーカーの有無による差異, The Perceived Burdens Felt by Elderly Pedestrians in Street Environments: Differences Between Trips with and without Rollators, 柴田史奈・丹羽由佳理・大家弘也・伊藤香織, 2017 年 02 月, 査読付論文, 日本建築学会計画系論文集, vol.82, No.732, pp.451-458

９．オープンスペースでの規制行為の年代と面積による差異：千代田区を対象として, 落合みずほ・植木規喬・伊藤香織・丹羽由佳理, Differences by Age and Area in the Regulated Activities of Open Spaces: A Case Study of Chiyoda Ward, Tokyo, 2016 年 08 月, 日本建築学会学術講演梗概集, 都市計画, pp.505-506

10．高齢者が感じる街路歩行時の負担：シルバーカーの有無による差異 柴田史奈・大家弘也・丹羽由佳理・伊藤香織, Elderly Pedestrians's Perceived Burdens in Street Environments: Differences between Trips with and without Rollators, 2016 年 08 月, 日本建築学会学術講演梗概集, 都市計画, pp.783-784

11．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, 2016 年 11 月, 卒業論文

12．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, 2016 年 11 月, 卒業論文

13．延焼シミュレーションを利用した神楽坂木造密集地域の延焼危険分析と延焼遮断対策, THE SPREAD OF THE RANGE OF FIRE AND PERFORMANCE PREVENTION FROM EARTHQUAKE FOR TIGHTLY PACKED BY WOODEN BUILDINGS, 成山隆司・田中俊成, 2017 年 02 月, 卒業論文

14．葛飾区内の災害時活動困難地域を対象とした市街地延焼危険度の分析, THE SPREAD OF THE RANGE OF FIRE AND PERFORMANCE PREVENTION FROM EARTHQUAKE FOR TIGHTLY PACKED BY WOODEN BUILDINGS, 黒須建太朗, 2017 年 02 月, 卒業研究

15. 木造住宅密集地域の防火性能分析 -葛飾区東四つ木の延焼シミュレーション-, THE ANALYSIS OF THE SPREAD OF FIRE FOR THE AREAS TIGHTLY PACKED BY WOODEN BUILDINGS, -The simulation of the spread of the fire for Higashiyotsugi Katsushika, 本田琢朗, 2017年02月, 卒業論文
16. 重要文化財勝興寺江戸中期木部材の材料性能評価のための非/微破壊的手法の適用性に関する研究, Applicability of non/minor destructive test method for evaluation of material properties of Shoko temple as important cultural property, 南川貴明, 今本啓一, 2017年02月, 日本建築学会関東支部研究発表会
17. 内部が劣化した既存木造部材を想定した欠陥探査と樹脂充填による補強方法に関する実験的研究, Experimental study on detection of internal defect and reinforcement of existing timber structure, 五郎丸修平, 今本啓一, 2017年02月, 日本建築学会関東支部研究発表会
18. 環境条件が木材の腐朽性状に与える影響, Effect of environmental condition on decay of timber, 武田優之, 2017年01月, 卒業研究
19. 住商混在型木密地域におけるリノベーション構法とその集積効果, 熊谷亮平, 稲坂晃義, 濱定史, 渡邊史郎, RENOVATION METHOD AND AGGLOMERATION EFFECT IN DENSE RESIDENTIAL AND COMMERCIAL MIXED USE AREAS OF WOODEN HOUSES, 2017年03月, 住総研研究論文集, 2016年度, No.42
20. 応急危険度判定制度の改善に関する研究－ボランティア体験からみえてきた制度の実情－ STUDIES ON THE IMPROVEMENT OF EMERGENCY RISK EVALUATION SYSTEM, -Actual situation of the system observed from volunteer activities, 馬場貴志, 2016年11月, 卒業論文
21. 建築制振用新型バネ付きオイルダンパーの開発に関する実験的研究および実建物に装着した場合の解析的研究－実物の制振ダンパーの構造的特性の把握と実建物での構造設計での実用化の提案, EXPERIMENTAL RESEARCH ON DEVELOPMENT OF NEW OIL DAMPER WITH SPRING FOR ARCHITECTURAL VIBRATION CONTROL AND ANALYTICAL RESEARCH ABOUT ACTUAL BUILDING, -Investigation on structural characterization of damper for vibration control and proposal for application in structural design of actual building, 芦田浩明, 2017年01月, 卒業論文
22. 繊維および塗料の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, PRACTICAL STUDY REGARDING POSSIBILITIES OF WOODEN BEARING WALL USING NEW HIGH-STRENGTH FIBER AND PAINT, 増田陸, 2017年01月, 卒業論文
23. 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, A PRACTICAL RESEARCH FOR A DESIGN OF STRUCTURE MADE OF CARBON FIBER REINFORCED PLASTIC HEADING TOWARDS IMPLEMENTATION, 岩垂芳佳, 2017年01月, 卒業論文
24. 高機能繊維ロープを用いた建築構造部材の具現化に関する実践的研究 －耐震ブレース，テンセグリティ，免震ロープへの実用化を模索して－, PRACTICAL STUDY TO REALIZE BUILDING STRUCTURAL MEMBERS USING HIGH-PERFORMANCE FIBER ROPE, Survey on practical application for seismic brace, tensegrity, seismic isolation rope, 安井菜月, 2017年01月, 卒業論文

著書

１.「神楽坂と都市活動－通りと路地－」, 郷田桃代, 理大科学フォーラム, 2015 年 8 月号, pp.16-19, 2015

広報

１.「外濠再生懇が初会合 産官学住連携し提言へ」日刊建設産業新聞, 2016年1月18日
２.「外濠再生懇談会が発足 水質浄化や景観改善目指す」日建建設工業新聞, 2016年1月18日

研究課題（研究者別）

宇野　求、安原　幹、高　佳音
「神楽坂・外濠及び周辺地域に関する都市建築デザイン研究」
旧市街地と旧郭外を隔てる「外濠」周辺地域の地形、歴史的変遷、建築の形式と配列について構造的に分析を加え、要素技術、専門知見を統合して優れたデザイン案を実現するための手法研究。

伊藤　裕久、濱　定史
「神楽坂・外濠及び周辺地域に関する都市史・建築史研究」
江戸城周囲に配置された見附のうち実証的資料がよく残されている牛込御門の復元計画に取り組んだ。また旧市街地の周辺地域に見られる祭礼行事に着目して文化資産の発掘を試みている。地域競争力を維持するためにも歴史的伝統及び地域固有性を調査し文化資産の保全を図っている。

郷田　桃代、伊藤　香織、藤井　健史
「神楽坂・外濠及び周辺地域に関する都市計画・建築計画の解析及び評価手法研究」
公共空間を適切な形で残しながら、新宿区立津久戸小学校を含む街区更新の都市計画及び建築計画的な技法を用いた検討を行った。歩行者密度の変化を調べ神楽坂の賑わいについて計測の試み、高齢者が感じる街路歩行時の負担についての検討など、街路横丁路地の評価を行っている。また、防災時の避難計画の評価も検討。

河野　守
「神楽坂・外濠及び周辺地域の都市防火・防災性能に関する研究」
当該地域の街区と同種の木造密集街区を対象地域として、その防火性能の分析をおこなった。延焼シミュレーションにより建築単体の防火性能に加え建築群としての街区の性能の判定を行った。

高橋　浩
「神楽坂・外濠及び周辺地域に建つ建築物の建築構造の性能に関する研究」
当該研究者は、建築構造エンジニアであり、本研究部門にこの春、参加したところである。制振構造、免震構造をテーマとして、今後当該地域に建つ制振構造建築の調査と評価検討を行う。

今本　浩一
「神楽坂・外濠及び周辺地域に建つ建築物の建築材料の性能に関する研究」
近代都市に移行する過程で旧市街の外郭地域に建造された築 100 年ほどの鉄筋コンクリート造の調査を行い構法及び健全性について研究を行っている。

熊谷　亮平
「神楽坂・外濠及び周辺地域の建築構法に関する研究」
当該地域である神楽坂地域に高い密度で集合する戦後木造建築について、その外観及び構法的特徴を分析。また、当該地域の街区と同種の木造密集街区を対象地域として、避難経路形成のためのまちづくりについて可能性の検討を行っている。

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。

2. センターの構成と施設設備

医薬品の有効性や副作用に影響すると考えられる基礎薬学を中心とする領域を物理（花輪）、化学（望月・根岸）、生物（高澤）、薬理（青山）、薬剤（小茂田・真野）、病態・薬物治療（吉澤）、副作用（小茂田）、EBM（嶋田・佐藤）の８領域に分け、領域ごとに客観的な医薬品情報のデータバンクとして、アカデミック・ディテーリング・データベースの構築を開始した。また、インターフェイス設計グループ（後藤・宮崎）は、情報を活用するための処方支援システムの開発を開始した。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メディカルデータベース株式会社の医薬品マスター、薬効マスターなどの活用と統合を行った。

アカデミック・ディテーリング・データベース部門

3. 各研究グループの活動報告

本年度は今までに作成した各分野のマスターテーブルやインターフェイス設計を統合し、アカデミック・ディテーリング支援システムとしての形を目指す。さらに乳がん分野にこだわらず、汎用化を目指し、他分野においても処方提案を示すためのエビデンス活用についても引き続き検討を行った。

3. 1. 物理グループについて（花輪・河野）

医療現場で使用されている医薬品を製剤学的な視点から評価した。今年度は医薬品添付文書、インタビューフォームなどから製剤の味、匂い、製剤方法などに関する情報を整理し、医薬品業界の開発動向などを見出す試みに取り組んだ。

3. 2. 化学グループについて（望月・根岸）

化学構造の違いが有効性や安全性につながる情報について収集を行った。アロクロスのデータを基に同じ薬効の構造式の一覧表示を可能とした。さらに同じ構造を持つ薬がピックアップできるように検討した。

3. 3. 生物グループについて（高澤）

腫瘍用薬の遺伝子多型に関する情報収集を進めている。現時点で、データベースに載せるべきレベルに遺伝子多型に関する情報が蓄積されてきているものとしては、イリノテカンが挙げられる。それ以外のものについては、引き続き情報収集を行っていく。添付文書に遺伝子多型の影響が記載されている項目をピックアップし、遺伝子多型情報テーブルの作成を行った。さらに同じ薬効の薬剤を遺伝子多型に関する情報として抽出し、一覧表示を可能とした。

3. 4. 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* 実験を開始した。

3. 5. 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。薬学的介入の指標として、相互作用のリスクを、D:併用を避ける、C:併用を避けることが望ましい、B:処方変更を考慮、A:要経過観察と 4 段階のカテゴリーとした。リスクのカテゴリー化は、阻害の強さ、代謝における CYP 酵素の寄与率、安全域の狭さの 3 要素を用いて新たなアルゴリズムを考案した。

3. 6. 病態・薬物治療グループについて（吉澤）

メディカルデータベース株式会社の所有する医薬品の添付文書情報を用いて医薬品の適応症や用法用量について検索できるようになった。さらに同効薬の適応症を一覧表示させ、比較できるようにした。

3. 7. 副作用グループについて（小茂田）

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。

3. 8. EBM グループについて（嶋田・佐藤）

様々なガイドラインを薬剤名や症状などで検索できるシステム開発を行った。

3. 9. インターフェイスグループについて（後藤）

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行った。情報を検索する際に関連用語も含めた検索を可能とする使いやすい検索システムの開発を行った。

3. 10. 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。

4. 研究活動の展望

・他部門との交流を深め、より連携することにより、本部門がアカデミック・ディテーリング情報を発信するデータベース･センターとして基盤となるとともに､他大学も巻き込んでコンソーシアムを作るよう発展させる。
・基礎薬学情報の臨床活用し、公正中立な医薬品比較情報を医師に発信するアカデミック・ディテーリング・スキルを薬学教育に盛り込む必要があり、現場の薬剤師向けにも生涯研修が必要である。

5. むすび

オーストラリアでは製薬会社からの情報に頼って処方を行う医師に対し、アカデミック・ディテーラーの活動は医師の処方を適正化し、医療費の削減の大きな経済効果をもたらしている。日本では、まずはアカデミック・ディテーリングの小さなトライアルを行い、成功例を示し、行政を動かすことが必要である。

研究課題（研究者別）

小茂田　昌代

「スマートフォンを活用した患者日誌の開発～外来薬剤師の CINV 対策充実に向けて～」

本研究では患者日誌の電子化により、患者自身がスマートフォン等で簡単に入力できる点が特徴である。さらに薬剤師は個々の患者の日誌の詳細が閲覧可能であること、複数の患者の制吐状況を一覧で表示できることから、薬剤師が優先的に対応する必要がある患者を容易に明確化でき、担当患者の CINV 症状モニタリングや制吐剤の有効性評価を効率よく行うことを可能とした。さらにガイドラインや制吐剤の特徴の比較表示をアカデミック・ディテーリング支援システムにより、可能としたことで、薬剤師が患者の問題点解決に向けた薬学的ケアを支援すると考える。

「患者安全を目指したがん薬物治療管理～多職種 Patient Care Orders システムの開発～」

多職種 Patient Care Orders システムは、薬剤師だけでなく医師、看護師が行う薬剤ごとに必要なケアについても包括的にシステム化を行ったところに独自性がある。このシステムを活用することで、安全な薬物治療を実施する際に、職種別に、またタイミング別に、ケア項目を一覧表示させることを可能とし、添付文書に求められた薬剤ごとの適正な使用、または副作用の早期回避など患者安全につながる項目を漏れなく効率良く実施できると考える。

青山　隆夫

「医薬品と健康食品おける薬物相互作用に関する研究」

複数の疾患に罹患して数多くの医薬品や健康食品を服用（摂取）する患者において、薬物相互作用により治療が失敗することがある。これらを解明して適切な薬物療法を構築することを目的とした。抗血小板作用を目的とした低用量アスピリンや非ステロイド性抗炎症薬、骨粗鬆症治療薬の経口ビスホスホネート薬、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。

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、河野　弥生

「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。

望月　正隆

「環境内発がん性 N-ニトロソ化合物の活性化に関する研究」

N-ニトロソ化合物はヒト体内でも生成する強力な発がん物質であるが、一方で N-ニトロソ化合物が分解して生成する一酸化窒素は血管拡張作用などの様々な生理作用に関与している。N-ニトロソジアルキルアミンの酸化還元的性質、代謝系における活性化および不活性化、一酸化窒素放出能などの化学的根拠を明らかにして、発がん性および制がん性との相関を見出し、発がん予防と制がんへの方策を検討している。

「ビタミン C および E を規範とした新規抗酸化剤の開発」

がん周辺の正常組織の炎症や線維化など放射線による副作用を効果的に予防できれば、さらに放射線治療の普及が進むと期待されている。放射線の間接作用で生成するフリーラジカルは反応性が高く、生体内物質と反応し、細胞障害を引き起こすと考えられている。本研究ではフリーラジカルを消去する化合物に着目し、ビタミン E を化学修飾することにより、放射線防御剤の候補化合物の開発を目指す。

「塩基特異的配列認識性 DNA クロスリンク剤の開発」

代表的な抗がん剤のシスプラチンは DNA クロスリンク剤であり、がん細胞に対し有効であるものの、重金属である白金原子を含むことや DNA への選択性が低いことから種々の副作用が報告されている。本研究では、DNA クロスリンク形成に必須な二官能性置換基を、高い DNA 親和性をもつインターカレーターに結合させ、さらには塩基配列を認識するマイナーグルーブバインダーを導入することで、がん細胞を特異的に攻撃する化合物の創製を目指す。

真野　泰成

「大規模医療データベースを用いたアドヒアランスに関する研究」

後発医薬品への切り替えに伴うアドヒアランスの評価について、レセプトデータを用いた後ろ向きコホート研究を行った。アトルバスタチン先発品が新規に開始になった患者のうち、後発品「切替群」、先発品「継続群」を解析の結果、調査期間中の処方日数の割合および治療継続期間について両群間で差が認められなかった。アトルバスタチンの後発医薬品への切り替えによりアドヒアランスに影響を及ぼさないことが示唆された。

嶋田　修治

「DPP-4 阻害薬の追加療法の有効性と安全性に関する研究」

インスリン療法で血糖コントロールが不十分な成人 2 型糖尿病患者に対する DPP-4 阻害薬の追加療法の有効性と安全性を、メタアナリシスの手法で評価した。研究に関連する 7 報のランダム化比較対照試験を解析したところ、インスリン療法への DPP-4 阻害薬の追加療法は、低血糖プロフィールに影響を与えずに血糖コントロールを改善できることが示された。

根岸　健一

「オランザピン単回投与における血糖値上昇のメカニズム」

緊急安全性情報にて、オランザピンの血糖値上昇による糖尿病性ケトアシドーシス及び糖尿病性昏睡の重篤な副作用が発出された。このメカニズムに関しては、ラットにて検討を行った結果、オランザピンは、ドパミンやセロトニン受容体に加えて多くの受容体に拮抗作用を持つが、今回我々は、オランザピンによる急性の血糖値上昇にエピネフリンが関与している事を示唆するに至った。また、この血糖値上昇は、β遮断薬の併用により予防できる可能性を示す事ができた。

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」

抗がん剤治療中の患者のうち、6 割以上は抗がん剤による副作用として食欲不振を呈することが報告されている。本研究では、シスプラチン誘発食欲不振モデルマウスに対する糖質主体栄養剤および脂質主体栄養剤の影響を検討し、糖質の投与によりシスプラチンの投与によって生じた体重減少が軽減されることを見出した。

高澤　涼子

「制がん剤ターゲット human Glyoxalase Ⅰ阻害剤リード化合物の創製に関する研究」

がん特異的に働く代謝酵素 Glyoxalase Ⅰ (GLO Ⅰ)は、新しいがん治療薬開発のターゲットとして有望視されている。本研究では、新規 GLO Ⅰ阻害剤リード化合物として、TLSC702 と piceatannol を見出し、それらのがん細胞への効果の検討や、GLO Ⅰ結合様式の in silico 解析を行った。得られた知見に基づき、さらに GLO Ⅰ阻害能が高く、かつ GLO Ⅰ選択的に作用する化合物へと最適化を進めていく。

「腫瘍用薬に関する遺伝子多型の薬物効果への影響に関する報告の調査研究」

腫瘍用薬に関する遺伝子多型の薬物効果への影響について、添付文書および論文等の報告を調べた。現時点で、データベースに載せるべきレベルに遺伝子多型に関する情報が蓄積されてきているものとしては、イリノテカンが挙げられる。それ以外のものについては、引き続き情報収集を行っていく。

佐藤　嗣道

「患者向医薬品ガイド改善の試みと理解度調査」

患者向医薬品ガイドの改善を目的に、昨年度に続き、新たに次の 10 種類の医薬品について医薬品ガイドの改定版を作成した：内服薬 8 種類（アクトス®、チャンピックス®、ワーファリン®、ユリノーム®、メインテート®、サイトテック®、マイスリー®、イルトラ®)、外用薬 2 種類（アドエア®[吸入剤・エアゾール]、エパテック®[ゲル・クリーム・ローション])。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。

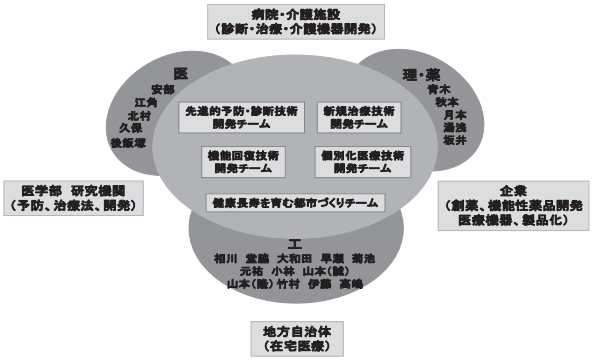
医理工連携研究部門

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。

健康長寿社会の実現（図１）



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. 研究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、脳動脈瘤の成長診断、ステント治療やバイパス手術の効果予測、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。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着実に進展している。また、血液中に含まれるがん細胞を捕らえる試みでは、1ml 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ほぼ終了している。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筋量抑制因子レベルが高い傾向にあることが判明し、加齢性筋萎縮モデルとしての応用について筋力などの検討に取り掛かった。

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。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、8-quinolinol 誘導体の 7 位に芳香族を付加した化合物に放射線防護活性が見出された。
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。今後は、リンカーの光分解によるがん細胞回収効率の向上を目指す。クラスター状 CTC が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、この分子が実際に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。

ジスルフィド化合物にヨウ素の反応により、薬物によく使用されるベンゾチオフェン誘導体の高収率かつ一段階合成を開発した。抗酸化酵素(SOD)模倣体である金属ポルフィリン誘導体のがん細胞への取り込み検討し、葉酸修飾リポソームががん細胞への取り込み向上を実現した。生分解性と温度応答性を併せ持つ新規な高分子とそのハイドロゲルを合成した。このハイドロゲルは、温度変化に応答して水中で膨潤-収縮変化し、アルカリまたは酸の存在下完全に分解水溶性化することを明らかにした。新規な薬物キャリア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。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結果、ペプチドと MHC の結合と T 細胞の IFN-γ 産生との間には相関性が認められなかった。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。さらに、また、個別がん治療をめざした腫瘍浸潤 B 細胞培養による抗腫瘍抗体作成法の開発を進めている。その他、食事に関する情報として、抗酸化力を含む栄養素との関係の見える化について検討した。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。

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）

本チームは本年度途中より創設された研究チームであり本格的な活動に向けて流山市の都市計画部、健康福祉部、野田市の保健福祉部の担当者と今後の会合を重ねているところである。また、両市の在宅医療連携拠点事業の介護への参加や、外部講師による公開セミナー、勉強会などを行った。

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。本年度に設立された「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 28 年度分）

学術論文

1．Haniuda, K., Fukao, S., Kodama, T., Hasegawa, H. and Kitamura, D. Autonomous membrane IgE signaling prevents IgE-memory formation. *Nature Immunol.* 17 (9): 1109-1117, 2016.

2．Miyauchi, K., Sugimoto-Ishige, A., Harada, Y., Adachi, Y., Usami, Y., Kaji, T., Hasegawa, H., Watanabe, T., Hijikata, A., Fukuyama, S., Maemura, T., Ohara, O., Kawaoka, Y., Takahashi, Y., Takemori, T., and Kubo, M. : Protective neutralizing influenza antibody response in the absence of T follicular helper cells. *Nature Immunol.* **17**, p1447-1458, 2016

3．Kubo, M., Innate and adaptive type 2 immunity in lung allergic inflammation. ***Immunolgical Review***, in press 2017

4．Hierarchically nanostructured boron-doped diamond electrode surface, Takeshi Kondo, Keita Yajima, Tsuyoshi Kato, Masahiro Okano, Chiaki Terashima, Tatsuo Aikawa, Masanori Hayase, Makoto Yuasa, *Diamond and Related Materials*, **72**, pp.13-19, (2017) (査読有)

5．Investigation of porous structure formation of catalys layers for proton exchange membrane fuel cells and their effect on cell performance, Takahiro Suzuki, Hiroki Tanaka, Masanori Hayase, Shohji Tsuhima, Shuichiro Hirai, *Intl. J. or Hydrogen Energy*, **41**(44), pp.20326-20335, (2016) (査読有)

6．Hara, Y., Obata, Y., Horikawa, K., Tasaki, Y., Suzuki, K., Murata, T., Shiina, I., and Abe, R. M-COPA suppresses endolysosomal Kit-Akt oncogenic signalling through inhibiting the secretory pathway in neoplastic mast cells. *PLOS ONE,* 2017 https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175514 (査読有)

7．村松慶紀，所 晃史，小林 宏，マッスルスーツの開発と評価（表面筋電図を用いた補助動作の評価），日本機械学会論文集，Vol.83 (2017) No.847 p.16-00078 (査読有)

8．Yokoyama, T., Nakatake, M., Kuwata, T., Couzinet, A., Goitsuka, R., Tsutsumi, S., Aburatani, H., Valk, P. J. M., Delwel, R. and Nakamura, T.: Meis1-mediated tranactivation of synaptotagmin like 1 promotes CXCL12/CXCR4 signaling and leukemogenesis. ***J. Clin. Invest.,*** 2016, 126:1664-1678 (査読有)

9．渡辺泰子，堂脇清志；農産物の新たな複合的環境指標の提案，第 12 回日本 LCA 学会研究発表会 講演要旨集，pp.150-151, 2017(査読無)

10. Extracting Lifestyle Rules for Reduction of Body Fat Mass Using ILP., Sho Ushikubo, Katsutoshi Kanamori and Hayato Ohwada, *IJMLC*, 2016 (In press)

11. ILP を用いた体脂肪量減少につながる生活習慣規則の抽出，牛窪翔，金盛克俊，大和田勇人，情報処理学会第 78 全国大会 2016 (査読無)

12. Indium-Catalyzed Reductive Dithioacetalization of Carboxylic Acids with Dithiols: Scope, Limitations, and Application to Oxidative Desulfurization, Nishino, K.; Minato, K.; Miyazaki, T.; Ogiwara, Y.; Sakai, N. *J. Org. Chem.*, ***82***, 3659-3665, 2017. (査読有)

13. Radiosensitizing Effect of P2X7 Receptor Antagonist on Melanoma in Vitro and in Vivo. Tanamachi K, Nishino K, Mori N, Suzuki T, Tanuma SI, Abe R, Tsukimoto M. *Biol Pharm Bull.*. **40**(6), 878-887, 2017 (査読有)

14. 街路歩行時に高齢者が感じる負担：シルバーカーの有無による差異，柴田史奈，丹羽由佳理，大家弘也，伊藤香織，日本建築学会計画系論文集，82(732), 451-458, 2017.(査読有)

15. Takuya Koriyama, Taka-Aki Asoh, Akihiko Kikuchi, Preparation of a thermoresponsive polymer grafted polystyrene monolithic capillary for the separation of bioactive compounds, COLLOIDS AND SURFACES B-BIOINTERFACES, 147, 408-415 (2016).

16. Keiko Sato and Kazunori Akimoto, “Expression Levels of KMT2C and SLC20A1 identified by information-theoretical analysis are powerful prognostic biomarkers in ER-positive breast cancer”, Clinical Breast Cancer, 17, e135-e142 (2017) (査読有)
17. Atsushi Matsumoto, Shin Aoki, Hayato Ohwada, “Comparison of Random forest and SVM for Raw Data in Drug Discovery:Prediction of Radiation Protection and Toxicity Case Study”, *International Journal of Machine Learning and Computing*, *6* (2), 145-148, 2016 (査読有)
18. Yosuke Hisamatsu, Nozomi Suzuki, Abdullarh-Al Masum, Ai Suzuki, Ryo Abe, Akira Sato, Sei-ichi Tanumra, and Shin Aoki, “Cationic Amphiphilic Tris-Cyclometalated Iridium (III) Complexes Induce Cancer Cell Death via Interaction with Ca^{2+}-Calmodulin Complex” *Bioconjugate Chemistry, 28* (2), 507-523, 2017 (査読有)

著書

1．久保允人：マスト細胞・好塩基球欠損マウスシステムの構築とサイトカイン産生能 アレルギー 65 (7) 926-931, 2016
2．久保允人：システムズバイオロジーを用いた皮膚恒常性制御機構の解明 「炎症と免疫」vol. 25 no.1, 3-10, 2017
3．Eiichi Kimura, Tohru Koike, and Shin Aoki, “Evolution of Zn^{II}-Macrocyclic Polyamines to Biological Probes and Supramolecualr Assembly Elements”, in *Macrocyclic and Supramolecular Chemistry: How Izatt-Christensen Award Winners Shaped the Field,* 2016, pp 417-445 (Reed M. Izatt, Ed., John Wiley & Sons)
4．Robert R. Crichton “生物無機化学”(邦訳), 塩谷光彦監訳, 東京化学同人 (ISBN: 978-4-8079-0887-5), pp 175-188, 2016.
5．スタンダード薬学シリーズ II-3“化学系薬学 II. 生体分子・医薬品の化学による理解”日本薬学会編 (ISBN: 978-4-8079-1706-8), 東京化学同人, pp 26-50, 2016
6．“フロンティア生物無機化学”(錯体化学会フロンティア選書) 錯体化学会編, 三共出版 (ISBN: 978-4-7827-0756-2 C3043), pp 364-397, 2016, 総ページ数 535
7．秋本和憲,“がんと治療”理工系の基礎 生命科学入門, 丸善出版, 17 章 219-227, 2016, 総ページ数 267

招待講演

1．久保允人, The 13th International Workshop on Autoantibodies and Autoimmunity (IWAA2016), Role of T follicular helper (TFH) in humoral immunity, 11 to 13 October, 2016, in Kyoto, Japan
2．久保允人, 第 65 回日本アレルギー学会学術大会 教育講演 8『アレルギーにおける自然免疫と獲得免疫のクロストーク』2016 年 6 月 18 日 (土) 東京国際フォーラム 東京
3．小林宏, 日本ブランド発信事業：社会福祉におけるロボットシステムによるイノベーション, 平成 29 年 3 月 4 日～3 月 10 日 於：ヨルダン, アラブ首長国連邦
4．Shin Aoki,“Development of Convenient and Efficient Methods for Detection and Collection of Anomalous Cells from Blood”, 2017 International Biomedical Interface Symposium (ISBM2017), 3/4-3/5, 2017, Taipei, Taiwan (invited lecture)
5．Shin Aoki,“Findings of Selective Reactions and Assembly of Metal Complexes and Their Application to Biological and Material Sciences”, Joint Seminar of Academia Sinica and the Institute of Chemistry, 3/6, 2017, Taipei, Taiwan (invited lecture).
6．Akihiko Kikuchi, Shuuhei Komatsu, Satomi Ishida, Yui Ikedo, Ryo Ishihara, Taka-Aki Asoh, Preparation of biodegradable particles and hydrogels for biomedical applications, 2017 International Biomedical Interface Symposium, Taipei, Taiwan, Taipei Medical University, 2017.3.4-5.
7．月本光俊, 膜タンパク質を標的とした新規放射線増感剤の可能性 (第 10 回日本緩和医療薬学会年会, 静岡県浜松市・アクトシティ浜松, 2016 年 6 月 5 日)

特許

１．北村大介，馬渡達也，中石智之，北寛士，北野光昭「B 細胞集団の製造方法，及びそれを用いたモノクローナル抗体の製造方法」特願 2017-004860（出願日 2017 年 1 月 16 日）
２．青木 伸，安盛敦雄，特願 2016-165889，細胞分離方法及び細胞分離装置（平成 28（2016）年 8 月 26 日出願）
３．小林宏，「腰部補助装置」，特願 2017-25570（出願日2017年2月15日）

広報

１．久保允人，科学新聞 2016年11月18日,「ウイルスワクチンの新戦術 インフルエンザの感染を防ぐ新たな機構発見」
２．久保允人，ビジネスアイ 2016年11月21日,「抗インフルエンザ抗体が作られる新しい仕組みを発見」
３．久保允人，薬事日報，2016 年 12 月 05 日,「ワクチン開発に新たな戦略 インフル感染防御機構発見」
４．小林 宏,『めざましテレビ』フジテレビ 2016.10.27
５．青木 伸,「2016 年のノーベル化学賞「分子機械」について」 化学と教育，65(2)，86-89，2017.

受賞

１．柳田信也，東京理科大学優秀研究者奨励賞，2016

研究課題（研究者別）

山本　誠

「CFD による脳血管疾病の診断・治療に関する研究」

本研究は、脳動脈瘤など脳血管系に生じる各種疾患を対象とし、CFD（数値流体力学）を活用して、その診断および治療に関する知見を得ることを目的として実施されたものである。平成 28 年度は、脳動脈瘤の成長・破裂に関する多変量診断基準パラメータの探索、脳動脈に対するバイパス手術効果の解明、フローダイバータステントの材料力学特性と血行力学の関係性解明、脳動脈瘤のコイリング手術後の再開通に関する原因解明および手術方針の提案、脳動脈瘤菲薄部の血行力学的予測、などについて研究を実施した。

元祐　昌廣

「流動制御と計測に関する研究」

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を開発した。また、電磁ポンプとシリンジポンプを組み合わせて、任意の拍動流を付与することが可能な送液装置を開発した。他に、細胞分析用マイクロデバイス内での流動・細胞位置の制御を行うべく、様々なマイクロ流体デバイスを製作し、その性能を評価した。

早瀬　仁則

「血中循環腫瘍細胞捕捉に関する研究」

昨年度、マイクロ流体デバイスの並列化により高速化を進め、全血 1ml 分を恒常的に処理できるようになった。このデバイスを用いて、健常者の血液から大きめの細胞を分離し、後段の遺伝子検査や蛍光解析を進めた。健常者の血液においても、ノイズとして遺伝子変異が検出されることが予想されたため、こうしたバックグラウンドデータの蓄積を進めた。同時に、臨床検体を使用できるよう、プロトコル作成を進めた。

相川　直幸

「ノイズに対してロバストな高精度空間微分器の設計に関する研究」

実環境において画像のクラスタリングや所望の物体を抽出するためには、計測や環境ノイズを取り除くことが必要不可欠である。ノイズを取り除くための設計条件や抽出精度向上のための条件を明らかにした。さらに、その条件を満足する高精度空間微分器の設計法を確立し、実環境への適用を試み、提案する空間微分器の有効性を確認した。

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。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」

開発した短下肢装具を用いて内反摂動によるよろめきからの回復動作と前後方向の摂動を与えた先行研究の回復動作との差異を検証した。摂動後の右の歩隔が通常の歩行時に比べ有意に変化したが、内反摂動後のステップ長さとステップ時間は前後方向摂動後のそれらのパターンと同様の傾向を示した。複数の下腿筋での筋活動パターンが前後方向摂動後と内反摂動後の回復動作では異なる事を示し、歩行訓練への可能性を示唆した。

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）のモデル動物の作製を昨年度に引き続き行っている。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 を骨格筋細胞特異的に欠損するマウスを作製し、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。その結果、Meis1、pKnox1 単独欠損マウスでは対照群と比較し、有意な差は認められなかったが、Meis1 と pKnox1 二重欠損マウスでは有意な走行距離の低下がみられた。現在、成熟骨格筋細胞だけでなく、より未分化な筋芽細胞の段階から Meis1 と pKnox1 を欠損するマウスを作成中であり、今後、それらを用いて筋力・運動能力の評価を行う予定である。

青木　伸

「血中循環がん細胞の捕捉・回収法の開発研究」

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、光照射で分解するリンカーを合成し、CTC を生きたまま捕捉、回収するシリコン基盤と磁気ビーズを開発した。また、ガラスビーズフィルターを用いた CTC 捕捉と濾去の検討を行った。

湯浅　真

「ドラッグデリバリーシステム(DDS)における薬剤とドラッグキャリアの開発研究」

DDS における薬剤としては抗酸化酵素(SOD)模倣体である金属ポルフィリン誘導体を、そのキャリアとしては葉酸修飾リポソーム、双極子-双極子相互作用リポソーム、デュアルカプセル型キャリア等を検討した。特に、薬剤を導入した葉酸修飾リポソームではがん細胞への取込みが増し、マウスにおける抗癌実験もコントロール、リポソームに比べ有意な抗癌作用を示した。

坂井　教郎

「創薬を指向したヨウ素による炭素-水素官能基化を経たジベンゾチオフェン合成法の開発」

ジベンゾチオフェン骨格は、医薬品の重要な基本骨格の一部を構成しているものが非常に多い。今回、ジスルフィド化合物に、ヨウ素を添加し、加熱処理すると有用なベンゾチオフェン誘導体が高収率かつ一段階で合成できることを明らかにした。また、本手法は、硫黄の同族元素であるセレンにも適用でき、ジセレニド化合物を同様に処理するとジベンゾセレノフェン誘導体が合成できることも新たに見出した。

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、これまでにプリン受容体阻害薬が Radiosensitizer となる可能性を見出している。今年度は、悪性黒色腫に高発現する P2X7 受容体の阻害薬が *in vitro* および *in vivo* において放射線治療増強作用があることを明らかにし、新たな Radiosensitizer としての有効性を見出した。

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」

体内に埋植して用いられる材料は求める役割を果たした後は分解・排泄されることが望ましい。本研究では、ラジカル重合により加水分解可能なエステル基を主鎖に有する感温性ハイドロゲルを調製した。本ハイドロゲルは、温度変化に応答して高温で収縮し、酸またはアルカリ環境で完全に分解し水溶性化することを明らかにした。

秋本　和憲

「CTC の検出マーカーに関する研究」

CTC の検出には、CTC で特異的もしくは過剰に発現している分子の同定が重要となる。我々は、クラスター状 CTC が予後不良であることに着目し、CTC のクラスター形成に関わると期待される細胞間接着分子の同定をオミックス解析により試みた。その結果、細胞間接着関連分子 X を同定した。さらに *in vitro* の CTC クラスターモデル系を用いて、この X が癌細胞のクラスター形成に重要な役割を果たしていることを明らかとした。現在、分子 X 陽性 CTC を検出するのに用いる抗体を作成中である。

安部　良

「マスト細胞腫に対する新規治療法の開発」

がん化したマスト細胞、マスト細胞腫には現在のところ有効な分子標的薬は開発されていない。本年度、我々は、理学部化学科の椎名教授との共同研究のもと、小胞体からゴルジ体への細胞内輸送をよくせいする M-COPA がマスト細胞腫の増殖を抑制することを見出した(Hara et al. PLOS, ONE)。本研究は、これまで、分子標的薬治療での問題である、二次、三次変異による薬物耐性形成に対する有効な治療法として期待される。

江角　浩安

「オミックス情報を利用した個別化医療」

昨年度はメタボロミクス解析により、アルクチゲニンが癌組織の代謝を予想に反し好気的に転換することを見出した。これを端緒とし、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で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」

最近の創薬のためのスクリーニング法は機械学習を用いるのが主流である。これに対して、本研究では ILP(Inductive Logic Programming)という論理モデル生成型の機械学習方式に注目し、従来法で高性能な SVM(Support Vector Machine)との融合を図る。具体的には、SVM による分類と ILP による分類を組み合わせ、ある閾値の設定のもので、コミッティ学習のような判別アルゴリズムを用い、精度の高い分類法を提案した。さらに、ILP が生成するモデルは視覚的に表すことが可能で、どのような分類基準で判別したかがわかる。これにより、判別方法のさらなる精錬が期待される。

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。昨年度は、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」

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。肺腺がんの網羅的トランスクリプトーム、エピゲノム解析のため、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が作製している流体デバイスで捕捉し、次世代シークエンサー（NGS）により遺伝子変異解析ができるプラットフォームを確立した。さらに、次世代シークエンサー（NGS）により遺伝子変異解析ができるプラットフォームを確立した。

堂脇　清志

「食品ロスの低減と機能性農産物の見える化指標の提案」

平成 28 年度より、食品ロスの低減ならびに環境性への貢献を目標に、野菜や果物のもつ機能性を消費者に向けた指標づくりを行った。本年度においては、リーフレタスを対象に、購入時における健康に気にする栄養素を年代別に調査し（レタスの場合、食物繊維)、各栄養素の重み付けをした 1 つの指標を作成し、また、味覚の見える化（呈味成分）と植物工場または露地栽培における環境影響指標とを組み合わせた複合化指標を作成した。なお、環境情報、嗜好情報、及び健康情報をわかりやすい形で提案する指標の提案を行った。なお、次年度以降はリンゴ等の果物についても、健康に関する機能を組み入れた複合指標の提案とその妥当性について検証していく。

伊藤　香織

「高齢者の生活圏と活動」

外出して歩きたくなるまちづくりで健康増進に寄与したり、社会参画を通して生きがいを感じられる地域づくりをするなど、都市計画分野でも高齢者の地域での生活について検討すべきことは多い。本研究では、シニアを対象に外出行動調査を行い、移動手段選択の理由や優先度を探った。今後は、公共交通サービスレベルや都市形態の影響を探っていく。

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されることによって、地域の交通状況がどのように変化するかについて、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。バスについては定時性の向上が見込まれること、自転車については危険と感じる箇所が分布している様子が分かった。

高嶋　隆太

健康長寿、安全安心な都市づくりを目的として、本年度は主に、救命医療システムの設置の評価や最適化に焦点を当て、基礎評価モデルの構築、また、モデル分析による基礎的検討を行った。救命医療システムの評価については、本システムの支払意志額を測定するためアンケート調査を行い、支払意志額を便益に変換することで、費用便益分析を行った。また、血液製剤の在庫、廃棄に関する最適化については、安定供給下で廃棄量と融通量が最小になるような採血量・スケジュールを決定する基礎的な分析モデルを構築し、廃棄量と地域間融通量の関係を明らかにした。

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・立案することを通じて、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ることを行なっている。具体的には、学生主体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）の企画など進める。

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」

日常的な身体活動量の増加は、ロコモティブシンドロームやがんをはじめとした生活習慣病予防のために重要である。そこで、我々は高活動/低活動動物モデルを用いて、さまざまな遺伝的要因、環境要因およびその相互作用を実験的に操作し、日常的な身体活動量を増加させる因子を探索している。これまでにその成果として、いくつかの脳内因子の関与を明らかにした。

市村　志朗

「年齢と身体活動状態が運動後の骨格筋再酸素化時間に与える影響について横断的な研究」

年齢と身体活動状態が運動後の骨格筋再酸素化時間に与える影響について横断的な研究を行った。年齢の増加に伴い、運動後の骨格筋再酸素化時間は遅延するが、その遅延の程度は習慣的な運動習慣を有する者で抑制されることが明らかになった。また、全身有酸素能の指標である最高酸素摂取量が 28ml/kg/min を下回ると運動後の骨格筋再酸素化時間が急激に遅延することがあきらかになった。

数理モデリングと数学解析研究部門

数理モデリングと数学解析研究部門について

1. 概要

本研究部門は、本学の数理科学分野の研究を推進するため、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. センターの構成と施設設備

本研究部門は、平成 28 年度は、本学の専任教員 25 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

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、Ting Zhang(張 挺)教授（浙江大学)、Thierry Colin 教授(Institut de Mathématiques de Bordeaux)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。

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、今年度に得られた結果として、昨年度に本部門が招へいしたS.Siltanen教授（ヘルシンキ大学）のグループとの共同研究組織を構築し、これまでに得られた、電気インピーダンストモグラフィを用いたき裂の再構成の問題についての理論的結果の数値実験を行った。現在はその結果を共著論文としてまとめ、国際専門雑誌への投稿準備中である。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。今後は研究グループを構築し、問題解決に臨む予定である。

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。本年度は、数理生物モデルの定性理論に関するワークショップを9月に開催し、年齢構造を持つ感染症モデル、植物群落モデル、ロジスティック方程式やprey-predatorモデルの専門家を国内外から招聘した。上記の活動等を通して、数理生物モデルの研究における今後の課題や新たな応用についても議論した。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。
それと並行して、積極的に学内の研究者と連携することを目的として、学内から数学に関する相談を受け付ける「技術相談窓口」を開設した。5件程の相談が寄せられたが、どの相談もハイレベルなものであった。今後、共同研究に発展すればと希望している。

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、「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。今年度の活動を基点として、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。

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.

主要な研究業績（平成 28 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., Accepted (査読あり).
2．Strong instability of standing waves for nonlinear Schrödinger equations with a delta potential, Masahito Ohta, Takahiro Yamaguchi, RIMS Kôkyûroku Bessatsu, B56 巻 pp 79-92, 2016 (査読有)
3．Computation of eigenvectors for a specially structured banded matrix, Hiroshi Takeuchi, Kensuke Aihara, Akiko Fukuda, Emiko Ishiwata, Lecture Notes in Computational Science and Engineering (LNCSE), Accepted (査読有)
4．Monotonic convergence to eigenvalues of totally nonnegative matrices in an integrable variant of the discrete Lotka-Volterra system, Tobita Akihiko, Akiko Fukuda, Emiko Ishiwata, Masashi Iwasaki, Yoshimasa Nakamura, Lecture Notes in Computational Science and Engineering (LNCSE), Accepted (査読有)
5．A pairwise independent random sampling method in the ring of p-adic integers, Hiroshi Kaneko, Hisaaki Matsumoto, Osaka Journal of Mathematics, 53 巻, 3 号 pp 775-798, (2016).(査読有)
6．CAPACITARY ESTIMATE ON THE SPACE OF ENDS OF TREE BASED ON ORLICZ NORM, Ryutaro, Iijima, Hiroshi Kaneko, Facta Universitatis, Series Physics, Chemistry and Technology, 14 巻, 3 号 pp 120-127, Special issue, (2016).(査読有)
7．Mechanism of electron excitation and emission from a nanoribbon under pulsed laser irradiation: time-dependent first-principles study, S. Miyauchi and K. Watanabe, J. Phys. Soc. Jpn. 86, 035003-1～2 (2017). (査読有)
8．Quantum dynamics of charge state in silicon field evaporation, E.P. Silaeva, K. Uchida, and K. Watanabe, AIP Advances 6, 085202-1～10 (2016).(査読有)
9．Quantum dynamics of secondary electron emission from nanographene, Y. Ueda, Y. Suzuki, and K. Watanabe, Phys. Rev. B94, 035403-1～5 (2016).(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. Global existence and asymptotic stability of solutions to a two-species chemotaxis system with any chemical diffusion, Masaaki Mizukami, Tomomi Yokota, Journal of Differential Equations, 261 巻, 5 号, pp.2650-2669, (2016) (査読有)
13. On singularities in 2D linearized elasticity, Hiromichi Itou, Mathematical Analysis of Continuum Mechanics and Industrial Applications -Proceedings of the International Conference CoMFoS15- (Mathematics for Industry Volume 26), Itou, H., Kimura, M., Chalupecky, V., Ohtsuka, K., Tagami, D., Takada, A. (Eds.), Springer Singapore, pp. 35-47, 2017 (査読有)
14. The borderline of the short-range condition for the repulsive Hamiltonian, Atsuhide Ishida, Journal of Mathematical Analysis and Applications, pp 267-273, (2016) (査読有)
15. Gobal analysis of a multi-group SIR epidemic model with nonlinear incidence rates and distributed moving delays between patches, Yoshiaki Muroya, Toshikazu Kuniya, Yoichi Enatsu, Electron. J. Qual. Theory Differ. Equ., Proc. 10th Coll. Qualitative Theory of Diff. Equ., No.16, pp.1-36,(2016) (査読有)
16. Reconsideration of r/K selection theory using stochastic control theory and nonlinear structured population models, Ryo Oizumi, Toshikazu Kuniya, Yoichi Enatsu, PloS One, Vol.11, No.6, doi:10.1371/journal.pone.0157715,(2016) (査読有)

17. Asymptotic expansion of solutions to the drift-diffusion equation with fractional dissipation, Yamamoto Masakazu, Yuusuke Sugiyama, NONLINEAR ANALYSIS-THEORY METHODS & APPLICATIONS, 141 巻, pp.57-87 (2016) (査読有)

著書

1. Mathematical Analysis of Continuum Mechanics and Industrial Applications -Proceedings of the International Conference CoMFoS15- (Mathematics for Industry Volume 26), Itou, H., Kimura, M., Chalupecky, V., Ohtsuka, K., Tagami, D., Takada, A. (Eds.), Springer Singapore, 213pp., 2017

招待講演

1. Singularities for Schrödinger equations with principal part of variable coefficient, 加藤圭一, 信州大学偏微分方程式研究集会, 松本, 2017.
2. Strong instability of standing waves for nonlinear Schrödinger equations with a harmonic potential, Masahito Ohta, Mathematical Analysis for Stability in Nonlinear Dynamics - in honor of Professor Vladimir Georgiev on his 60th birthday -, 札幌, 2016
3. Boundedness in a quasilinear parabolic-parabolic Keller-Segel system via maximal regularity, Tomomi Yokota, The 11th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, Orlando, USA, 2016
4. On reconstruction of a welding area and the enclosure method, Hiromichi Itou, Group Seminar of IPMI at Johann Radon Institute for Computational and Applied Mathematics (RICAM), Linz(Austria), 2016
5. On Reconstruction of a Cavity In a Three Dimensional Linearized Viscoelasticity from Transient Boundary Data, Hiromichi Itou, 2nd East Asia Section of IPIA-Young Scholars Symposium at The National Center for Theoretical Sciences (NCTS), Taipei(Taiwan), 2016
6. Propagation property and inverse scattering for the factional power of negative Laplacian, 石田敦英, RIMS 研究集会「スペクトル・散乱理論とその周辺」, 京都, 2016
7. Propagation property and inverse scattering for the fractional power of negative Laplacian, 石田敦英, RIMS 研究集会「偏微分方程式の逆問題とその周辺」, 京都, 2016
8. Stability of equilibria for epidemiological models with temporary acquired immunity, Yoichi Enatsu, The 11th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Application, Orlando, Florida(United States of America), 2017
9. Effect of waning immunity on asymptotic behavior of epidemic models, Yoichi Enatsu, 2016 CMS Summer Meeting, Edmonton(Canada), 2016
10. Degeneracy in finite time of 1D quasilinear wave equations, Yuusuke Sugiyama, Workshop on Partial Differential Equations, Hangzhou(China), 2016

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陽にわかるので、これを用いた効率的な数値計算法を模索中である。

太田　雅人

「非線形シュレーディンガー方程式の定在波解の不安定性」

デルタ関数ポテンシャルや調和ポテンシャルなど外場ポテンシャルを含む非線形シュレーディンガー方程式の定在波解のまわりの解の挙動について研究を進める。特に、基底状態の強不安定性、すわなち、基底状態のどんな近くにも有限時間で爆発する解が存在するかという大域的な問題について取り組む。

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。

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、フェムト秒レーザーが照射したナノリボンでの多光子吸収による電子励起とそれに続いて生じる電子放出スペクトル特性のミクロ機構と、同レーザーがシリコンクラスターに照射したときの原子蒸発に伴う電子移動ダイナミクスを明らかにした。

二国　徹郎

「冷却原子気体の超流動ダイナミクス」

冷却原子超流動気体のダイナミクスを理論的に研究した。特に、異方的な調和ポテンシャルに閉じ込められた Bose 凝縮体の集団励起を Gross-Pitaevskii 方程式を用いて解析し、実験的に観測されていた非線形振動のメカニズムを解明した。また、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）の性質を、Bogoliubov-de Gennes 方程式を数値的に解くことにより明らかにした。

横田　智巳

「走化性モデルに関する研究」

走化性をもつ 2 種の生物に関する走化性モデルの解の時間大域的存在と漸近挙動(時間が十分経過するにつれて解が定数定常解に収束すること)について、拡散係数に制限のない結果を初めて示すことに成功し、その成果をまとめた論文を専門誌において公開した。また、拡散付きの SIR モデルの解の漸近挙動についても新しい結果を得て論文としてまとめ投稿準備中である。

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」

流体や弾性体の運動を記述する p-system と呼ばれる双曲型保存則系の可解性及び解の挙動について研究を進めた。特に、杭州師範大学の Yunguang Lu 教授と共同で p-system の時間大域解構成のための新しい評価を研究中である。多孔媒質中の流体の運動を記述する摩擦項付きの p-system の解の爆発現象を研究した論文もいくつか準備中である。

再生医療とDDSの融合研究部門

再生医療と DDS の融合研究部門について

1. 概要

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

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

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

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

2. センターの構成と施設設備

本研究部門は､学内外の研究員 39 名(学内研究員 26 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

主な研究を行う野田キャンパス内
薬学部 DDS 研究センター棟

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。

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）は体内の水代謝に関わる水チャネルであるが、その他に胞増殖促進などの機能を併せもつことが知られるようになってきた。本グループでは、肺胞および腺上皮細胞に存

在する AQP5 に注目し、自然免疫性のサイトカイン産生の亢進とアレルギーに関わる Th2 サイトカイン反応の抑制という新たな機能を見出した。これらの AQP 類の新機能にはアイソフォーム選択性があり、本作用の薬理学的調節により、部位特異的な免疫反応の調節という新たな概念の提唱に繋がる可能性がある。

3. 2. 基剤開発グループについて

新規な化学構造と薬理学的特徴を併せもつ薬剤の開発を目的として検討を行った結果、分子内に高度に歪んだ 13 員環構造を有する抗腫瘍性物質 GKK1032A2 の世界初の不斉全合成を達成することができた。また、A/B-*cis* 型のデカヒドロフルオレン骨格をもち、MRSA などの多剤耐性菌にも有効な抗菌性物質 Pyrrocidine A の全合成にも取り組んだ結果、ケタール型の架橋構造をもつ前駆体の分子内 Diels-Alder 反応を利用することにより、デカヒドロフルオレン骨格部位の合成を達成することができた。一方、これらの生物活性物質を生体内の標的部位に安全かつ確実に送達させるためには、生分解性に優れた革新的な製剤化基剤を開発することが必須の要件となる。そこで、2-メチレン-1,3-ジオキセパン(MDO)のラジカル重合体の可能性に着目し、ナノ粒子の合成と抗がん剤の放出挙動について検討するとともに、生分解性温度応答性ハイドロゲルの調製を試みた結果、予期した通り、上述の基剤が薬物放出能と生分解性を併せもつことを示唆する結果が得られた。

3. 3. 製剤設計と物性評価グループについて

慢性閉塞性肺疾患治療用吸入製剤の作製に関する研究を中心に、肺疾患全体に関する血管再生を検討していく予定である。また、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)の開発を行う予定である。

3. 4. DDS 製剤の生理活性評価グループについて

現在本部門が研究対象とする「血管」に対し、病態形成の機序に関する基礎的検討を進めている。代表的な炎症性血管疾患の 1 つに動脈硬化があり、本病態領域には炎症性細胞外マトリックス分子・テネイシン(TN)-C が高発現するが、その病態形成における役割は不明である。TN-C 分子構造内には生理活性領域 TNIIIA2 が存在し、当該領域の表出は炎症の進行に伴う TN-C の限定分解によって初めて実現されるが、今回本グループでは *in vitro* において、TNIIIA2 領域が炎症調節の主役であるマクロファージの泡沫細胞化を亢進することで、動脈硬化病態の形成促進に働く可能性を見出した。さらに *in vivo* においても、TNIIIA2 領域の生理活性を打ち消す薬剤の動脈硬化モデル動物への投与により、生ずる病態形成が有意に抑制されるとの観察も得た。これらの結果は本病態の形成過程における新たな機序を示すとともに、当該疾患に対する新規アプローチを提示するものである。また、加齢性疾患をはじめとする各種病態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・マクロファージの TN-C/TNIIIA2 領域を介した新規機能調節機構」は、再生治療時の血管系再構築における患者側基礎病態のコントロールという視点において標的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 研究をも併せて行っている。

また、本部門も発足後 3 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、2016 年 12 月 26 日には「第 2 回再生医療と DDS の融合研究部門シンポジウム」を「第 14 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、2017 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 28 年度分）

学術論文

1．Phase Solution and Solution Recrystallization Equilibrium Constants of Hydroxypropyl-beta-cyclodextrin Complexes with Nifedipine and Nicardipine Hydrochloride, Yingpeng Li, Satoru Goto, Yohsuke Shimada, Kimiko Makino, Journal of Pharmaceutical Science and Technology, Japan, 76(4), RA2015-03 (2016) (査読有)

2．PEGylated liposomes prepared with polyborane instead of cholesterol for BNCT: characteristics and biodistribution evaluation, Issei Takeuchi, Keishiro Tomoda, Koji Matsumoto, Hiromi Uchiro, Kimiko Makino, Colloid and Polymer Science, 294, 1679-1685 (2016) (査読有)

3．Okada T., Minehira D., Esumi H., et al Synthesis of new tricyclic thiolactams as potent antitumor agent for pancreatic cancer. Bioorganic Med Chem Lett. 26, 2577-25-79, 2016.

4．Nguyen, H. K., Esumi, H. et al. Chemical Constituents of Mangifera indica and Their Antiausterity Activity against the PANC-1 Human Pancreatic Cancer Cell Line. J Nat Prod 79, 2053-2059, 2016

5．Approximate analytic expression for the pH-dependent electrophoretic mobility of soft particles, H Ohshima, Colloid Polym. Sci., 294, 1997-2003, 2016 (査読有).

6．Electrophoresis of diffuse soft particles with dielectric charged rigid core grafted with charge regulated inhomogeneous polymer segments, PP Gopmandal, S Bhattacharyya, M Banerjee, H Ohshima, Colloids Surfaces A: Physicochem. Engin. Aspects 504, 116-125, 2016 (査読有).

6．Structural insight into the active site of mushroom tyrosinase using phenylbenzoic acid derivatives. Oyama T, Yoshimori A, Takahashi S, Yamamoto T, Sato A, Kamiya T, Abe H, Abe T, Tanuma SI. Bioorg Med Chem Lett. 2017. [Epub ahead of print] (査読有)

7．TLSC702, a Novel Inhibitor of Human Glyoxalase I, Induces Apoptosis in Tumor Cells. Takasawa R, Shimada N, Uchiro H, Takahashi S, Yoshimori A, Tanuma S. Biol Pharm Bull. 39(5):869-73. 2016. (査読有)

8．Total Synthesis of GKK1032A2 via Direct 13-Membered Macrocyclization Using a Nucleophilic Aromatic Substitution of an (η6-Arene)Chromium Complex, Hayato Sugata, Kensuke Inagaki, Toshiaki Ode, Tomoki Hayakawa, Yuki Karoji, MotoakiBaba, Ryo Kato, Daiju Hasegawa, Tetsu Tsubogo, Hiromi Uchiro, *Chem. Asian J.*, 12(6), pp.628-632, 2017 (査読有)

9．Ullmann C-O Coupling of Sterically Hindered Secondary Alcohols Using Excess Amount of Strongly Coordinating Monodentate Ligands, Hayato Sugata, Tetsu Tsubogo, Yoshitaka Kino, Hiromi Uchiro, *Tetrahderon Lett.*, 58(10), pp.1015-1019 (2017)(査読有)

10. Dibucaine Inhibits Ketoprofen Photodegradation via a Mechanism Different from that of Antioxidants, Ayaka Takara, Kenshiro Kobayashi, Shimpei Watanabe, Keisuke Okuyama, Yohsuke Shimada, and Satoru Goto, Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry, 2017, 333(15), 208-212. (査読有)

11. 漢方薬のユニークな薬理作用を担う薬理学的表的分子，礒濱洋一郎，小児疾患の身近な漢方治療 14, 6-30, 2016 (査読有)

12. Hydrogel adhesion with wrinkle formation by spatial control of polymer networks, Masatoshi Kato, Yasuyuki Tsuboi, Akihiko Kikuchi, Taka-Aki Asoh, JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B, 120(22), 5042-5046 (2016)

13. Redox-responsive minimized fragmentation of three-armed oligo(ethylene glycol) gels for protein release, Koya Yamawaki, Taka-Aki Asoh, Akihiko Kikuchi, COLLOIDS AND SURFACES B-BIOINTERFACES, 146, 343-351 (2016)

14. Coadministration of the FNIII14 peptide synergistically augments the anti-cancer activity of chemotherapeutic drugs by activating proapoptotic Bim. Iyoda, T., Nagamine, Y., Nakane, Y., Tokita, Y., Akari, S., Otsuka, K., Fujita, M., Itagaki, K., Takizawa, Y., Orita, H., Owaki, T., Taira, J., Hayashi, R., Kodama, H., and Fukai, F., PLoS One. 11(9), e0162525, 2016 (査読有)
15. The promoting effect of 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., and Fukai, F., Int. J. Mol. Sci.. 18(1), pii: E181, 2017 (査読有)
16. Effects of temperature ramp rate during the primary drying process on the properties of amorphous- based lyophilized cake, Part 1: Cake characterization, collapse temperature and drying behavior. Ryo Ohri, Chikamasa Yamashita. Journal of Drug Delivery Science and Technology. 39:131-139. 2017.3.(査読有)
17. Kawano, Y, Ishii, N, Shimizu, Y., and Hanawa, T., Development and characterization of a suspension containing nanoparticulated rebamipide for a mouth wash for stomatitis, J. Pharm. Sci. Tech. Jpn., 77(2), 104-115 (2017).(査読有)
18. Kawano, Y., Imamura, A., Nakamura, T., Akaishi, M., Satoh, M., and Hanawa, T., Development and characterization of oral spray for stomatitis containing irsogladine maleate, Chem. Pharm. Bull., 64(12), 1659-1665 (2016).(査読有)
19. S. Iriyama, M.Ohya, Quantum turing machine and brain model represented by Fock space, Int. J.Quantum Inform. 14, 1640008 (2016)(査読有)

著書

1．製剤機械技術学会誌 2016 vol.25 No.4 ナノ DDS 製剤の開発, 牧野公子, 竹内一成, 一般社団法人製剤機械技術学会, p.54-58, 2016
2．“Integrin-dependent Cell Regulation and its Clinical Application”in“Encyclopedia of Biocolloid and Biointerface Science”edited by Ohshima, Iyoda, T., Matsunaga, T., and Fukai F., H., Wiley, Chapter 24, September 2016
3．NEW パワーブック 物理薬剤学・製剤学 第 3 版「第 3 章ドラッグデリバリーシステム」, 山下親正, 廣川書店, 357-392, 2017.3
4．第 17 改正 日本薬局方解説書 製剤総則「5.気管支・肺に適用する製剤」, 山下親正, 廣川書店, 102-108, 2016.4.
5．医療薬学 III. 薬理・病態・薬物治療学 (3), 池田広記, 礒濱洋一郎ほか, 日本薬学会編, 東京化学同人, 1-26, 2016

招待講演

1．Preparation of biodegradable particles and hydrogels for biomedical applications, Akihiko Kikuchi, Shuuhei Komatsu, Satomi Ishida, Yui Ikedo, Ryo Ishihara, Taka-Aki Asoh, 2017 International Biomedical Interface Symposium, Taipei Medical University, Taipei, 2017.3.4-5
2．Thermoresponsive core-corona type nanoparticles for diagnosis and controlled phagocytosis, Akihiko Kikuchi, Takuya Matsuyama, Takuma Suzuki, Takehiro Yamada, Ryo Ishihara, Taka-Aki Asoh, 3rd International Conference on Biomaterials Science in Tokyo (ICBS2016), Tokyo, 2016.11.28-30
3．柔らかい粒子の電気泳動と静電相互作用, 大島広行, 第 67 回コロイドおよび界面化学討論会, 平成 28 年 9 月 23 日, 北海道教育大学旭川校, 旭川市
4．吸入剤試験法に関する三極調和の現状と課題, 山下親正, 日本薬剤学会経肺経鼻投与製剤 FG 研究会, 名古屋城ドーム前キャンパス(名古屋市), 2017 年 1 月 20 日
5．十全大補湯の免疫賦活作用と骨髄由来免疫抑制細胞, 堀江一郎, 礒濱洋一郎, 第 67 回日本東洋医学会学術総会シンポジウム, 香川, 2016

６．アクアポリンの多彩な機能に対応した五苓散の調節作用，礒濱洋一郎，第 13 回日本病院総合診療医学会学術総会，東京，2016
７．がん化学療法における副作用に対する「患者に優しい製剤」の開発，花輪剛久，河野弥生，日本薬学会第 137 年会，仙台，2016
８．S.Iriyama, M.Ohya, Adaptive dynamics and its application for quantum algorithm, New Trends in Mathematical and Theoretical Physics, Moscow, Russia 10/3-10/7, 2016
９．Crystallinity measurement of pharmaceutical materials by usage of terahertz spectroscopy, I. Takeuchi, K. Shimakura, H. Kuroda, T. Nakajima, S. Goto, K. Makino, International Symposium of Functional Molecules for Biomedical Applications, Taiwan, 2016

特許

１．Chikamasa Yamashita, Jun-Ichiro Oka, Michiko Horiguchi, Sachie Hamada, Centrally-Acting peptide Derivative and Pharmaceutical Composition, EP 1583573.3 (2017.3).
２．山下親正，岡淳一郎，堀口道子，濱田幸恵，中枢作用性ペプチド誘導体及び医薬組成物，WO2016/035820 A1

研究課題（研究者別）

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材料は薬物放出後、また再生医療では組織再生とともに分解消失する。しかし合成反応に基づく機能化に制限があるため、本研究ではラジカル重合で機能性ポリマーをあたえる 2-メチレン-1,3-ジオキセパン(MDO)に注目し、ナノ粒子の合成と抗がん剤の放出制御に関する研究、並びに生分解性温度応答性ハイドロゲルの調製を行った。いずれも薬物放出と分解性を併せ持つ材料となることが示唆された。

礒濱　洋一郎

「アクアポリンの新機能の調節に関する薬理学的研究」

肺胞上皮や腺組織に存在するアクアポリン 5（AQP5）には TNF-α刺激によるケモカイン産生を転写レベルで亢進する一方で、IL-4 刺激による応答を抑制する新機能があることを見出した。前者には、ERK の活性化亢進と転写因子 NF-κB の活性化賀重要であった。一方、Th2 反応の抑制は、STAT6 の活性化の低下と相関した。AQP5 が部位特異的に自然免疫/獲得免疫バランスを調節する標的分子となり得る。

入山　聖史

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い最適な粒子形状を求める。

伊豫田　拓也

「テネイシン-C 分子内 TNIIIA2 領域によるマクロファージ機能調節機構の解析」

動脈硬化病態局所に高発現するテネイシンＣの一部領域から成る生理活性ペプチド TNIIIA2 が、そのインテグリン活性化作用を介してマクロファージ（Mϕ）に貪食亢進や脂質排出輸送体発現抑制をもたらし、動脈硬化病態形成の基盤となる泡沫細胞化（細胞内脂質過剰蓄積）を誘導することを明らかにした。さらに TNIIIA2 の生理活性を打ち消す薬剤の動脈硬化モデル動物への投与が、病態形成を有意に抑制するとの観察を得た。

内呂　拓実

「抗腫瘍性物質 GKK1032A2 の不斉全合成」

近年、高度に歪んだ 13 員環構造を有する天然由来生物活性物質が相次いで見出され、その興味ある生物活性から注目を集めている。前年度までの研究を通じて、η^6-アレーン型クロム錯体の芳香族求核置換反応を利用する方法により、GKK1032A2 の高度に歪んだ 13 員環構造を構築することに成功していたが、この成果に基づいてさらに研究を進めた結果、世界初となる不斉全合成を達成することができた。

「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」

デカヒドロフルオレン骨格の AB 縮環部が *cis* 配置となっている天然由来生物活性物質は、その炭素骨格の構築が困難であることから、全合成を達成した例は未だ報告されていない。そこで、抗菌性物質 Pyrrocidine A の不斉全合成について検討した結果、AB 縮環部が *cis* 配置のデカヒドロフルオレン骨格を構築することに成功した。現在、架橋構造として導入したケタール部位の脱酸素化による除去について検討している。

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。

「アルクチゲニンによる腫瘍血管網の Normalization の発見」

アルクチゲニン投与による腫瘍組織の代謝制御と血管新生因子遺伝子発現制御による血管網の正常化を発見した。

「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た。

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、さらに、新しい理論として、①pH 依存を考慮した柔らかい粒子の電気泳動の理論および②イオンサイズを考慮した剛体粒子の界面電気現象理論を構築した。Encyclopedia of Biocolloid and Biointerface Science（全 2 巻）を Wiley 社から発刊した。

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」

抗癌剤投与量の減少による副作用の軽減を目指し、DNA と強固に結合し、複製阻害を著しく誘導する高分子の創製を行った。昨年までに報告した白金と安定に錯体形成した Bpy-Pt を銅錯体 DPA-Cu に改変し、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))は白金錯体を凌ぐ細胞膜透過と核移行を示し、顕著な細胞死を誘導することが明らかとなった。

河野　弥生

「口内炎発症予防および治癒を目的としたイルソグラジンマレイン酸の有効濃度の検証」

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イルソグラジンマレイン酸(IM)スプレー剤の調製と評価を行った。スプレー剤としての物性、および口内炎発症モデル動物への投与によりその効果を確認済みであったが、直接塗布した際の有効濃度の検証を HaCaT 細胞およびヒト繊維芽細胞による WST アッセイおよびスクラッチアッセイにて検証した。現在は創傷への適応についても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材料は薬物放出後、また再生医療では組織再生とともに分解消失する。しかし合成反応に基づく機能化に制限があるため、本研究ではラジカル重合で機能性ポリマーをあたえる 2-メチレン-1,3-ジオキセパン(MDO)に注目し、ナノ粒子の合成と抗がん剤の放出制御に関する研究、並びに生分解性温度応答性ハイドロゲルの調製を行った。いずれも薬物放出と分解性を併せ持つ材料となることが示唆された。

後藤　了

「ケモインフォマティクス解析を用いた薬品混合物の非破壊的な分離分析」

固体薬品混合物を非破壊的に分析することは薬物間相互作用の解明やサンプル内の化合物濃度を確認するうえで非常に有効である。紫外可視スペクトルにおいて特異値分解法や主成分分析といったケモインフォマティクス解析は実現可能となった。本研究では非破壊分析である FTIR 分光法やテラヘルツ波などの各薬品やその反応物のシグナル分離が難しい複雑な薬品混合物のスペクトルに対してケモインフォマティクス解析を適用する。

「抗酸化剤・局所麻酔薬によるケトプロフェンの光分解に対する抑制メカニズムの検討」

湿布剤として広く用いられているケトプロフェンは光線過敏症の重篤な副作用がある。これまでに、ケトプロフェンの光分解反応は一次反応で進行すること、および抗酸化剤や局所麻酔薬の添加によりケトプロフェンの光分解は抑制されることを明らかにした。本研究では、この光分解反応のメカニズムの解明を目的とし、ESR を用いたラジカル種の同定と定量、反応経路の決定、紫外線照射時のケトプロフェンの分解反応経路の予測を行う。

島田　洋輔

「シクロデキストリン誘導体によるインドメタシンの水溶性の向上」

インドメタシン（IND）は難水溶性のためバイオアベイラビリティが低い。一方、β-シクロデキストリン誘導体(HP-β-CD)は疎水性薬物を空洞部分に取り込み包接化合物を形成することや、薬物を非晶質化することでその水溶性を向上させる。本研究では、HP-β-CD による IND の非晶質化は溶解速度に影響することが示唆された。今後はこの系における非晶質化と溶解速度の関係を明らかにする。

「イブプロフェン・リドカイン複合体による膜透過性への影響」

イブプロフェン（IBU）は NSAIDs の一つで消炎・鎮痛薬として広く用いられているが、その物理化学的性質は複雑で特徴的である。IBU は局所麻酔薬リドカインと混合し、両薬物が複合体を形成することで溶液中のみならず結晶の融解においても複雑な挙動を示した。複合体を形成する分子間相互作用がそれぞれの薬効への影響を示唆したことから、生体膜のモデルとしてマウス皮膚を用いて薬物の膜透過性に与える影響を検討する。

竹内　一成

「骨粗鬆症治療のための経皮投与型ナノ粒子製剤の開発」

骨粗鬆症治療における患者の QOL 向上のために、製剤の徐放化が有用だ。本研究では、閉経後骨粗鬆症治療薬であるエストラジオール含有 PLGA ナノ粒子を調製し、卵巣摘出ラットを用いた治療実験を行った。イオントフォレシスを併用することで、治療開始 50 日後に皮質骨の骨密度が有意に増加したことから、本製剤の有用性が確認された。今後は、海綿骨の骨密度を回復させることを目的に研究を進める。

田沼　靖一

「神経膠芽腫の TMZ 耐性規定因子 MGMT の阻害剤創製と DDS」

神経膠芽腫は最も難治性の高い癌であり、第一選択薬として TMZ がある。しかし、MGMT 高発現癌細胞では、脱アルキル化作用によって、TMZ の効果は減弱される。本研究では、MGMT 発現の有無に関わらず神経膠芽腫にアポトーシスを誘発できる新規制癌剤の創製を行った。

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、1 当量のヨウ化銅と単座配位子を用いることにより、目的化合物の一つである 8 員環状エーテルが良好な収率で得られた。現在、触媒量のヨウ化銅を用いて 8 員環状エーテルの効率的合成を目指してさらに検討を行っている。

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」

溶液中でアーク放電を利用してナノチューブだけでなく、金属微粒子を内包したカーボンナノチューブを合成できることも確認できた。金属微粒子を内包させたカーボンナノマテリアル合成条件の確立を目指す。内包した物質の応用に関する研究を進める。

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を試みた。その結果、異なる分子量のヒドロキシプロピルセルロースと難溶性薬物を種々の比率で混合し、かつ、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得られ、溶解性の改善が認められた。現在はボール径やボールの個数等の粉砕条件を変化させて検討している。

深井　文雄

「フィブロネクチン分子内の反接着性部位 FNIII14 の膜受容体としての eEF1A のがん細胞の移動・浸潤への関与」

フィブロネクチン分子内の機能部位 FNIII14 の反接着活性を媒介する膜受容体として、eEF1A が細胞膜上で機能していることを見いだした。この膜 eEF1A の反接着受容体としての病態生理学的役割として、細胞の移動・浸潤への関与を解析し、高転移性メラノーマの高い移動浸潤能発現に、フィブロネクチンからの FNIII14 の表出とその膜受容体 eEF1A との結合が深く関与することを明らかにした。

「テネイシン-C 分子内 TNIIIA2 領域によるマクロファージ機能調節機構の解析」

動脈硬化病態局所に高発現するテネイシン C の一部領域から成る生理活性ペプチド TNIIIA2 が、そのインテグリン活性化作用を介してマクロファージ（Mφ）に貪食亢進や脂質排出輸送体発現抑制をもたらし、動脈硬化病態形成の基盤となる泡沫細胞化（細胞内脂質過剰蓄積）を誘導することを明らかにした。さらに TNIIIA2 の生理活性を打ち消す薬剤の動脈硬化モデル動物への投与が、病態形成を有意に抑制するとの観察を得た。

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。

堀口　道子

「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。そこで、本研究では、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、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たものを新規粉末吸入システムへの適用を行っている。

牧野　公子

「肺がん治療を目的とした制癌剤含有 PLGA/アミノ酸ナノコンポジット微粒子の調製」

非小細胞肺がんを標的としたナノ粒子製剤の開発に着手した。粒子径を変化させて肺がん細胞(A549 細胞)及び正常肺上皮細胞(L2 細胞)へナノ粒子を投与したところ、取込量は L2 細胞の方が多くなった。また、両細胞とも粒子径が小さいほどエキソサイトーシスによる粒子排泄効果の影響を受けやすいことが確認された。

「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。

「テラヘルツ分光法を用いた製剤原料分析法の確立」

テラヘルツ分光法を用いた固体分散体結晶化度の測定方法の確立を行った。ニフェジピンーポリビニルピロリドン固体分散体の結晶化度の経時変化を、テラヘルツ分光法と X 線回折法を用いて測定した。両者の結果に相関性が確認されたことから、検量線法を用いることでテラヘルツ分光法を利用した結晶化度の経時変化測定が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」

骨粗鬆症治療における患者の QOL 向上のために、製剤の徐放化が有用だ。本研究では、閉経後骨粗鬆症治療薬であるエストラジオール含有 PLGA ナノ粒子を調製し、卵巣摘出ラットを用いた治療実験を行った。イオントフォレシスを併用することで、治療開始 50 日後に皮質骨の骨密度が有意に増加したことから、本製剤の有用性が確認された。今後は、海綿骨の骨密度を回復させることを目的に研究を進める。

「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」

前年までに平均粒子径 100nm のインドメタシン含有 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、本年度はさらに効果を発揮できる高帯電 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を用いることで分散安定剤の必要ない安定なナノ粒子を調製することが可能となり、皮膚透過性試験でも従来のナノ粒子より透過量を飛躍的に向上させることに成功した。

「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、ヒト肺胞上皮幹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、数種類の新規のヒト肺胞上皮幹細胞分化誘導剤を見出した。現在、これら肺胞修復効果を有する薬物の能力を最大限に引き出すために、細胞動態を考慮した DDS の構築を行っている。

「分化誘導を基盤とした肺がん治療薬の根治治療薬の開発とその DDS の構築」

COPD 患者の約 4 割が肺がんを併発しており、両疾患を効果的に治療可能な薬剤の開発が求められている。そこで、分化誘導を基盤とした COPD 治療およびが肺がん治療に対する根治療法の確立を目指した。本研究では、がん幹細胞の分化誘導による肺がん治療の可能性について研究を進めている。さらに、がん幹細胞に特異的に発現している抗原を認識する抗体を表面修飾したリポソームを用いた有効性の向上を目指した研究も合わせて進めている。

「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。そこで、本研究では、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、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たものを新規粉末吸入システムへの適用を行っている。

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 2015 年末には原子力発電所 200 基以上に相当する 228GW に達している[(1)]。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 28 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。6 月 29 日～7 月 1 日にパシフィコ横浜で開催された PV-Japan2016 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。また、8 月 29 日～30 日には諏訪東京理科大学セミナーハウスで部門夏季セミナーを開催し、6 研究室 75 名の部門メンバーおよびその研究室所属学生によりワークショップでの意見交換や親睦を図った。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。毎年開催している部門シンポジウムについては、平成 29 年 1 月 30 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 7 回目を開催した。4 名の国内第一線の研究者による招待講演と学生による 31 件のポスター研究発表を行った。参加者は 80 名強に上った。平成 28 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

<u>部門の構成</u>

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
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
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
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
平田陽一　　諏訪東京理科大・工・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　　諏訪東京理科大・工・電気電子工学科　教授　有機薄膜太陽電池
荒川裕則　　工学部　工業化学科　教授　色素増感太陽電池
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
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
I. 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、太陽電池セル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

昨年度より部門内で太陽電池セル作製メンバーが連携し、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 エピ膜の下地(Mo 電極)との界面・粒界・格子欠陥を TEM/EDS により評価した。更に 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。

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 発電量推定法などの検討を進めた。

平田は、光透過形有機薄膜太陽電池を用いて、その入射光と透過光スペクトルを測定し、入射光は有機薄膜太陽電池の変換効率を評価でき、透過光は光合成に有効な赤と青の光を透過していることを確認した。谷内は、ソーラシェアリングに適したモジュール構成として植物の葉序を模した 3 次元太陽光発電モジュール（FPM）構成法の検討を進め、FPMを構成する太陽電池パネル内のセル直列接続数に伴い発電量の減少が見られるが、DC-DCコンバータの変換効率を加味するとその減少量が緩和されることを明らかにした。また、多数のFPMを平面上に配置する構成ではハニカムパタンで配置することが有効であることを示した。

3. 3. 太陽電池システムグループについて

大量の太陽光発電システムが導入されるに至り、太陽光発電システムの故障診断を適切に行うことが重要となっている。近藤は、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の精度について評価した。また、PV アレイ内に接続される逆流防止ダイオードの機能と損失について、実験に基づく分析を行った。植田は NEDO プロジェクトに参画し、HEMS により取得された発電量データと気象衛星データから推定した日射量を用いて住宅用太陽光発電システムの発電性能を遠隔診断する手法を開発し、実証研究を行っている。日陰の影響を受け、時間によって発電量が低下するシステムにおいても、日陰を不具合と誤検出することなく、また故障模擬実験においては数%の出力低下を遠隔診断により発見可能とするなど、実用化に向けて着実な成果を得ている。

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 8 回シンポジウム開催や PV-Japan2017 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、アドバイザリー委員会を開催し、本研究部門のこれまでの活動の総括と今後の進め方について議論し、今後の研究計画を明確にする。

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。

参考文献

(1) Trends 2016 in Photovoltaic Applications, Report IEA PVPS T1-30:2016, Chapter 2, 2016

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

1．Arrengement of Fibonacci Sequence Photovoltaic Modules for Power Generation Forest, Akiko Takahashi, Toshihiro Nishiwaki, and Toshiaki Yachi, The Proceedings of ICRERA (IEEE Xplore), pp 193-197, 2016（査読有）
2．Electric Power Leveling of the Microgrid System with PV Power Generation Estimationand Power Demand Estimation, Hiroshi Awata, and Toshiaki Yachi, The Proceedings of ICRERA (IEEE Xplore), pp 353-357, 2016（査読有）
3．Influence of Annealing Temperature on Mn-doped ZnO Diluted Magnetic Semiconductor Thin Films., Yu Zhang, Naho Nasu, and Xinwei Zhao, Journal of Physics: Conference Series 2016.(査読有)
4．Characteristics of Cu-doped amorphous NiO thin films formed by RF magnetron sputtering, Kazuya Sato, Sangcheol Kim, Shuji Komuro, and Xinwei Zhao, Japanese Journal of Applied Physics, Vol.55, No.6S1 (2016).(査読有)
5．Evaluation of remote diagnoses performance by using Operating Performance Index at different measurement intervals for residential PV systems, Masato Ajisaka, and Yuzuru Ueda, 32nd European Photovoltaic Solar Energy Conference Proceedings, 5.BV.2.28, pp.1952-1955, 2016（査読有）
6．Detection Method of the Number of Failure Module in the string by Using Module Voltage and String Current in PV Array, Ayato IIDA, and Yuzuru Ueda, 26th International Photovoltaic Science & Engineering Conference (PVSEC-26), #5.2.2d, 2016（査読有）
7．Electrical properties of undoped and Li-doped NiO thin films deposited by RF sputtering without intentional heating, Mutsumi Sugiyama, Hiroshi Nakai, Gaku Sugimoto, Aika Yamada, and Shigefusa F. Chichibu, Japanese Journal of Applied Physics, 55, p.088003, 2016（査読有）.
8．Effect of Na on sulfurization growth of SnS thin films and solar cells using NaF/Sn-S precursor, Mutsumi Sugiyama, Tsubasa Yokoi, Akihiko Henmi, and Takashi Asano, Thin Solid Films, 615, pp.25-28, 2016（査読有）.
9．Analyses of String Current and Loss in Blocking Diodes in PV Power System, Yuusuke Kanesaka, Kei Iida, and Junji Kondoh, The 19th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS 2016)(IEEE Xplore), DS4G-4-13, pp.1-4, 2016（査読有）
10. Influence of Diffuse Radiation on PV Power Variation, Junji Kondoh, Yohei Irami, Kohei Mochizuki, Hiromi Karasawa, and Yusuke Kameda, The International Conference on Electrical Engineering (ICEE) 2016 Proceedings, 90413, pp.1-2, 2016（査読無）
11. Reliability Evaluation of Failure Diagnosis for I-V Curve Obtained by Advanced Technique, Youichi Hirata, Takumi Aoki, Keigo Nakashima, and Satoru Miyazawa, Journal of the Japan Institute of Energy, 95, 441-447, 2016（査読有）
12. 複合機能を有する有機薄膜太陽電池の出力評価及び透過光評価，飯野太智，沼津達也，松岡佳吾，平田陽一，大橋昇，渡邊康之，平成 28 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同研究発表会，No.96，pp.341-344，2016（査読無）
13. 農業生産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，渡邊康之，大橋 昇，小林 心，平成 28 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同研究発表会，No.96，pp.339-340，2016（査読無）
14. 透過型太陽電池を利用した栽培，ソーラマッチングの実証試験，大橋 昇，西澤 悟，百瀬拓真，桑野航平，小林 心，渡邊康之，平成 28 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同研究発表会，No.96，pp.461-462，2016（査読無）
15. The Application of Dye-Sensitized Solar Cells for Energy Harvesting, Hironori Arakawa, Journal of Japan Solar Energy Society, 42, 3-10, 2016（査読無）

16. 色素増感太陽電池－展望と課題－, 荒川裕則, 日本エネルギー学会機関誌, えねるみくす, 96, pp.163-171, 2017（査読無）
17. Investigation of the Potassium Fluoride Post-deposition Treatment on Cu(In,Ga)Se_2 Thin Films and Solar Cells, Ishwor Khatri, Hirofumi Fukai, Hiroshi Yamaguchi, Mutsumi Sugiyama, and Tokio Nakada, Solar Energy Materials and Solar Cells, 155, pp.280-287, 2016（査読有）.
18. Effects of combined additional indium deposition and potassium fluoride post-deposition treatments on Cu(In,Ga)Se_2 thin film solar cells, Ishwor Khatri, Mutsumi Sugiyama, and Tokio Nakada, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 10.1002/pip.2892, 2017（査読有）.
19. Site selective doping of Zn for the p-type Cu(In,Ga)Se_2 thin film for solar cell application, Sho Shirakata, Phys. Status Solidi C, pp 1600170(1)- 1600170(5),2017（査読有）

著書

１．近藤潤次, 亀田裕介：「近隣の太陽光発電システムの発電電力の比較による異常検知」, スマートグリッド, Vol.7, No.1, pp.27-32, 2017

招待講演

１．Earth abundant and environmentally acceptable SnS-based thin film heterojunctions for solar cell applicatione, Ramakrishna K.T. Reddy, Mutsumi Sugiyama, International Conference on Smart Materials and Applications, Bhubaneswar, India, 2016.
２．Earth abundant and environmentally benign SnS-based polycrystalline thin film solar cells, Ramakrishna K.T. Reddy, Mutsumi Sugiyama, International Scientific Conference on "Actual Problems in Solid State Physics", Minsk, Belarus, 2016.

広報

１．近藤潤次：「全国理系学び舎紀行：需給の乱れ, HP で解消」, 電気新聞, 2016.11.22

受賞

１．第 13 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム イノベイティブ PV 奨励賞
鯵坂 優仁, 植田 譲, "住宅用 PV システムの遠隔診断に向けた運転性能指数の算出方法の開発", 第 13 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム予稿集 pp.284-285(#M-34) 2016 年 5 月
２．平成 28 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同研究発表会 奨励賞
飯野太智, 沼津達也, 松岡佳吾, 平田陽一, 大橋昇, 渡邊康之,“複合機能を有する有機薄膜太陽電池の出力評価及び透過光評価”, 平成 28 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同研究発表会, No.96, pp.341-344, 2016.

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」

フィボナッチ数列に基づく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。これまでに実験とシミュレーションで得られた結果を基に、各構造定数と発電特性との関係を続けて体系化すると共に、FPM を複数配置する発電樹林の配置パタンと発電特性との関係についても継続して検討する。また革新的スマート農業の確立に向け、曲面太陽電池パネル上での発電量推定法の精度向上を続けて進める。

趙　新為

「透明型太陽電池に関する研究」

昨年度は p 型 NiO 導電膜を作製し、NiO/ZnO ヘテロ構造を持ち、可視光透過率 80%を有する太陽電池を作成できた。特に p 型導電膜では、アモルファス薄膜の電気特性を最適化し、室温で作成できるプロセスを確立させ、紫外光照射での発電を確認した。しかし、発電効率がまだ低く、ZnO への不純物添加や並列抵抗の軽減が次のポイントとなる。これからは作成プロセスの最適化や発電効率の向上を進めていきたい。

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く、光透過性が高いため活用が期待されている。本研究では 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、発電効率が向上することを確認した。

植田　譲

「太陽光発電システムに関する研究」

太陽光発電システムの不具合検出や劣化分析など、システムの設計から運用までに適用可能なシステム技術の開発を行っている。住宅用太陽光発電システムの遠隔診断では 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、日陰による出力低下を故障と誤検出しない診断手法の開発を行っている。また、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。

杉山　睦

「Earth abundant 材料を用いた次世代太陽電池に関する研究」

SnS や Cu_2SnS_3 など Earth-abundant 系太陽電池の変換効率向上を目指し、各種 p 型光吸収層材料に適した n 型バッファ層および裏面電極材料の検討を行なった。バッファ層材料を従来の CdS から Zn 系材料に変更することで、pn 界面における再結合が低減し、解放電圧が向上することが確認された。また、従来用いられている Mo 裏面電極と光吸収層の界面に、MoS_2 層を形成させることで、良好なオーミック接触になり発電効率が向上することが確認された。

近藤　潤次

「太陽光発電システムにおける散乱光の影響と逆流防止ダイオードの効果に関する評価」

PV システムでは快晴時よりも曇り時の方が発電出力が高くなる現象がある。この原因が散乱光にあることを観測結果から明らかにした。また、太陽電池アレイでは複数のストリングを並列接続する際に、各ストリングに逆流防止ダイオードを直列接続するが、逆流防止ダイオードが機能する機会はあまりないこと、および全回路損失の中で逆流防止ダイオードでの損失の割合が高くなり得ることを、実システムでの計測結果から明らかにした。

平田　陽一

「複合機能を有する有機薄膜太陽電池の出力評価及び透過光評価」

光を透過する有機薄膜太陽電池を用いて、その複合機能を評価した。この太陽電池は、表面で発電し、植物に有効な波長の光を透過するという複合機能を有している。まず、表面側の太陽光スペクトル分布を測定し、分光感度から発電効率をシミュレートし、実測値とほぼ一致することを確認した。また、透過光の太陽光スペクトル分布を分析したところ、光合成に有効な赤と青が出射していることが確認された。

渡邊　康之

「植物栽培及び燃料生成を可能とするシースルー有機系太陽電池の開発」

各種 p 型材料を用いた OPV セルの耐熱試験とシースルー小型 OPV モジュールの作製および農業利用に向けて検討を行った。今後、逆構造の適用や耐湿・耐光試験等を実施して、実用化に資する耐久性があるかを見極める必要がある。シースルーモジュールの農業利用については、まずは各農作物についての遮光性と植物栽培に与える影響の基礎データを収集し、今後の発電材料の選択にフィードバックを掛けていくことが必要である。

荒川　裕則

「色素増感太陽電池に関する研究」

色素増感太陽電池は、従来の太陽電池には見られない、シースルー、カラフル、フレキシブルなどの特徴を有する。これらの、特異な特徴を生かし、住宅やビルなどの窓やサンルーフ、ファーサッドなどに適用可能な、高性能で耐久性のある色素増感太陽電池の実用化の可能性を検討する。本年度は、色素増感太陽電池の環境発電への展開について調査し、また世界の色素増感太陽電池開発の動向を調査した。

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」

CIGS エピタキシャル薄膜を作製し、格子欠陥、結晶粒界などがデバイス特性へ及ぼす影響を多結晶 CIGS セルと比較検討することで、CIGS 太陽電池/モジュールの高性能化指針の解明を行っている。29 年度は成膜プロセスを見直し、従来より高温で 3 段階法を行うことにより、高品質 CIGS エピ膜を得ることができた。また、CIGS エピ膜の下地とのエピ関係および粒界・格子欠陥を TEM/EDS により評価し、発電効率に影響する裏面 Mo 上に生成する MoSe2 の配向性を調べた。

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」

三段階法を工夫した 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。CIGS 層の深さ方向の Zn のドーピングプロファイルを 4 通り変化させた CIGS 薄膜を作製した。後段プロセスは、愛媛大学および東京理科大学の中田・杉山研で行った。セル特性として最大で η=14%, V_{OC}=0.70V が得られ、4 種のセル特性の比較結果は AMPS-1D のシミュレーション結果と良い一致をみた。この結果は CIGS 層に Zn ドーピングプロファイル制御による Back Surface Field の効果が有用であることを示唆している。

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のため、KF（フッ化カリウム）を CIGS 製膜後に添加し、光熱照射することで開放電圧の改善を試みた。これまで明らかにされていなかった、アルカリ金属添加後の光熱照射プロセスが、加熱でアルカリ金属の移動度が高くなり、かつ光照射による蓄積電荷の電界によりアルカリ金属が CIGS 表面側に拡散し、In_{Cu}（ドナー）の In と置換することで中性化し、相対的にアクセプタ濃度が増加し V_{oc} が向上することを明らかにした。

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（理工学部工業化学科 教授・グループリーダー）
郡司 天博（理工学部工業化学科 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（理工学部工業化学科 准教授）
四反田 功（理工学部工業化学科 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（理工学部工業化学科 教授・グループリーダー）
酒井 秀樹（理工学部工業化学科 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（理工学部工業化学科 准教授）
近藤 剛史（理工学部工業化学科 講師）
酒井 健一（理工学部工業化学科 講師）

(3) リチウムイオン二次電池グループ
井手本 康　（理工学部工業化学科 教授・グループリーダー）
藤本 憲次郎（理工学部工業化学科 准教授・サブグループリーダー）
北村 尚斗　（理工学部工業化学科 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ており、現在、より高い出力を実現する電池デザインの検討を行っている。また、今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のプロトタイプを開発した。

3. 2. 電気化学キャパシタグループについて

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、導電性ボロンドープダイヤモンド（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。

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、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をみることができた。今後、積層形態に着目するし、緻密積層体とポーラス堆積物との相違を調査したい。

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。そこで平成 28 年度において、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。また、全年度に引き続き、コンビナトリアル合成による材料スクリーニングを行った。得られた成果を以下に記す。

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。従来、合成した試料の結晶構造解析が精力的に行われてきたが、当グループでは充放電の作動温度の影響を調べるため、室温および高温（60℃）で充放電試験した後の電極について、中性子あるいは放射光 X 線を用いた平均・局所構造解析を行った。その結果、充電後に Li 層の Ni 占有率（カチオンミキシング）が大きくなり、この傾向は高温作動で特に顕著に見られることがわかった。また、Pair

distribution function(PDF)解析の結果、作動温度によりNi周辺の歪みが大きく変化しており、特に室温作動においてはLi層に移動したNi周辺の歪みが大きいことが明らかになった。

また、リチウム過剰層状遷移金属酸化物としてCoを含まない$Li_{1.2}Mn_{0.6}Ni_{0.2}O_2$に着目し、モンテカルロアルゴリズムに基づく実験データのフィッティング(逆モンテカルロシミュレーション)を行った。その結果、合成条件がカチオンの分布に影響を及ぼしており、その分布の変化が電極特性と相関関係があることが明らかになった。また、局所的なNiOのナノドメインを形成していることも示唆された。

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た。その結果、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、今後の機械学習・深層学習に対する記述子の候補を絞り込むことができた。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。

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、各グループ間での連携により、新しいコンセプトに基づくレドックスキャパシタの開発にも着手しており、現在は作製プロセスの最適化を検討している。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28年度は10月28日に成果報告会を開催し、お互いの研究の進捗状況を確認するとともに、新たな共同研究の可能性を模索した。また、学外の先生を講師として招いた先端ECデバイス講演会を開催し、積極的な交流と外部発信を行っている。平成28年度より新たに電気電子情報工学科の片山講師にもメンバーとして加わっていただき、よりデバイス化に重点を置いた研究に着手している。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

1．Screen-printed, Paper-based, Array-type, Origami Biofuel Cell, I. Shitanda, S. Kato, S. Tsujimura, Y. Hoshi, M. Itagaki, *Chemistry Letters*, in press.(査読有)

2．Structual Features and Surfactant Properties of Core-Shell Type Micellar Aggregates Formed by Gemini Piperidinium Surfactants, A. Bhadani, T. Okano, T. Ogura, T. Misono, K. Sakai, M. Abe, H. Sakai, *Colloids Surf. A*, **494**, 147-155, 2016.(査読有)

3．Surface Adsorption and Micelle Formation of Polyoxyethylene-type Nonionic Surfactants in Mixtures of Water and Hydrophilic Imidazolium-type Ionic Liquid, T. Misono, K. Okada, K. Sakai, M. Abe, H. Sakai, *J. Oleo Sci.*, **65**, 499-506, 2016.(査読有)

4．Hierarchically Nanostructured Boron-doped Diamond Electrode Surface, T. Kondo, K. Yajima, T. Kato, M. Okano, C. Terashima, T. Aikawa, M. Hayase, M. Yuasa, Diamond and Related Materials, **72**, 13-19, 2017.(査読有)

5．Development of Electrochemical Oxygen Demand Measurement Cells Using a Diamond Electrode, T. Kondo, M. Hoshino, T. Watanabe, T. Aikawa, M. Yuasa, Y. Einaga, *Analytical Sciences*, **32**, 1381-1384, 2016.(査読有)

6．Syntheses of Cage Octasilicate Polymers, T. Gunji, T. Igarashi, S. Tsukada, Y. Abe, *J. Sol-Gel Sci. & Tech.*, **81**, 21-26, 2017.(査読有)

7．Crystal and electronic structure analysis and thermodynamic stabilities for electrochemically or chemically delithiated $Li_{1.2-x}Mn_{0.54}Ni_{0.13}Co_{0.13}O_2$, N. Ishida, N. Tamura, N. Kitamura, Y. Idemoto, *J. Power Sources*, **319**, 255-261, 2016.(査読有)

8．Combinatorial Synthesis of Epitaxial $LiCoO_2$ Thin Films on $SrTiO_3$(001) via on-Substrate Sintering of Li_2CO_3 and CoO by Pulsed Laser Deposition, S. Maruyama, O. Kubokawa, K.Nanbu, K. Fujimoto, Y. Matsumoto, *ACS Combinatorial Science*, **18**, 343-348, 2016 (査読有)

9．Electrode Property of Spinel-type $LiNi_{0.5}Mn_{1.5-x}Ti_xO_4$ ($0 \leq x \leq 1.5$) Prepared by Electrostatic Spray Deposition, K. Fujimoto, M. Yoshimura, Y. Shimonishi, S. Komine, Y. Yamaguchi, *J. Jpn Soc. Powder Powder Metall.*, **63**, 679-683, 2016.(査読有)

10. Hierarchical meso/macro-porous carbon fabricated from dual MgO templates for direct electron transfer enzymatic electrodes, H. Funabashi, S. Takeuchi, S. Tsujimura, *Sci. Rep.*, **7**, 45147, 2017.(査読有)

11. Lowering the potential of electroenzymatic glucose oxidation on redox hydrogel-modified porous carbon electrode, A. Suzuki, N. Mano, S. Tsujimura, *Electrochim. Acta*, **232**, 581-585, 2017.(査読有)

12. Reductive Amination/Cyclization of Keto Acids Using a Hydrosilane for Selective Production of Lactams versus Cyclic Amines by Switching of the Indium Catalyst, Y. Ogiwara, T. Uchiyama, N. Sakai, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **55**, 1864-1867, 2016.(査読有)

13. Acid amplifying microcapsules: preparation and application to cationic UV curing, K. Arimitsu, S. Amano, M. Furutani, *RSC Advances*, **6**, 7893-7896, 2016.(査読有)

14. Single crystal synthesis, crystal structure and electrochemical property of spinel-type $LiCoMnO_4$ as 5 V positive electrode materials , Y. Hamada, N. Hamao, K. Kataoka, N. Ishida, Y. Idemoto, J. Akimoto, *J. Ceram. Soc. Japan*, **124**, 706-709, 2016.(査読有)

15. Stabilization Effect on Hydrogen Pressure for Fuel Cell Fueled by Sodium Tetrahydroborate With Multiple Power Converter Control, K. Tomoda, Y. Aisaka, T. Fukuzawa, N. Hoshi, N. Katayama, A. Yoshizaki, and K. Hirata, *IEEE Trans. on Ind. Applicat.*, **53**, 1200-1209, 2017.(査読有)

16. A Proposal of a Highly-efficient Purification System for Hydrogen Production to Achieve a Lower LCCO2 Level., K. Dowaki, T. Nagaishi, K. Koido, M. Kameyama, *Journal of the Japan Institute of Energy*, **95**, 615-620, 2016. (査読有)

17. Investigation of porous structure formation of catalys layers for proton exchange membrane fuel cells and their effect on cell performance, T. Suzuki, H. Tanaka, M. Hayase, S. Tsuhima, S. Hirai, *Intl. J. Hydrogen Energy*, **41**, 20326-20335, 2016（査読有）
18. Wavelet Transformation to Determine Impedance Spectra of Lithium-ion Rechargeable Battery, Y. Hoshi, N. Yakabe, K. Isobe, T. Saito, I. Shitanda, and M. Itagaki, *J. Power Sources*, **315**, 351-358, 2016（査読有）

著書

１．ウェアラブル電源としてのバイオ電池（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, シーエムシー出版, pp.133-140, 2017.
２．再生可能エネルギーによる水素製造, 堂脇 清志, S&T 出版, pp.50-60, 2016.
３．Stimuli-Responsive Interfaces, Chapter 3: Stimuli-Responsive Viscoelastic Surfactant Solutions, H. Sakai, K. Tsuchiya, K. Sakai, Springer, pp 19-36, 2017.

招待講演

１．High-throughput cathode materials exploration by combinatorial technolog, K. Fujimoto, 11th Japan-France Joint Seminar on Batteries, Nantes, France, 2016.
２．Combination Effects of high-throughput bulk preparation system and high-pressure process, K. Fujimoto, M. Gibu, Y. Yamaguchi, A. Aimi, 41st International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2017), Daytona Beach, Hilton Daytona Beach Resort and Ocean Center, 2017.
３．Printable Paper-based Wearable Diaper-type and Adhesive Bandage-type Biofuel Cells for Urine Sugar and Sweat Lactate Monitoring, I. Shitanda, PRiME 2016, Hawaii Convention Center, 2016.
４．Electrochemical Impedance Analysis of Printable Porous Carbon Electrode for Realization of High-power Biofuel Cell and Wearable Self-powered Biosensor, I. Shitanda, Y. Hoshi, M. Itagaki, PRiME 2016, Hawaii Convention Center, 2016.
５．Pt Nanoparticle-Supported Boron-Doped Diamond Powder for a PEFC Cathode Catalyst, T. Kondo, M. Kikuchi, F. Katsumata, T. Aikawa, M. Yuasa, The 22nd China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics (SIEMME'22), Suzhou, China, 2016.
６．Diamond Electrodes for Sensitive Electrochemical Detection, T. Kondo, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (PRiME 2016), Honolulu, USA, 2016.
７．Development of Titanium Phosphonate Clusters as Element Blocks, T. Gunji, S. Tsukada, The 2nd International Symposium on Polymeric Materials Based on Element-Blocks, Kyoto Institute of Technology, 2017.
８．Highly Stable Oil-in-Oil Emulsions Stabilized by Ion Complexes, H. Sakai, K. Sakai, Energy Materials Nanotechnology Meeting on Droplets, San Sebastian, Spain, 2016.
９．Photo-Responsive Surfactant Molecular Assemblies – Micelles, Worm-like Micelles, and Vesicles, H. Sakai, The 21st International Symposium on Surfactants in Solution, Jinan, China, 2016.
10. Enzymatic biofuel cell based on porous carbon materials (Keynote), S. Tsujimura, PRiME2016, Honolulu, HI, USA, 2016.
11. Application to Photoreactive Materials of Photochemical Generation of Superbases with High Efficiency, K. Arimitsu, RadTech Asia 2016, Hilton Tokyo Odaiba, Tokyo, 2016.

特許

１．四反田功，辻村清也“発電デバイス，発電方法及び濃度測定方法”，特願 2016-195054.
２．堂脇直城， 亀山光男， 堂脇清志， 小井土賢二， 大久保 塁， 特許登録， 水素回収方法，第 6055920 号，2016.
３．早瀬仁則，白井領，「触媒層付きシリコン基体，燃料電池及び触媒層付きシリコン基体の製造方法」，特願 2016-159735，2016.

広報

１．四反田功，JST 広報誌，”さきがける科学人”，2016 年 12 月号.

受賞

１．北村尚斗，井手本康，研究進歩賞，粉体粉末冶金協会，2016.

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のプロトタイプを開発した。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 2.5 mW 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、効率的にホスホン酸をフェニレン基を介してシルセスキオキサン部とアルキレン基で連結した構造を有する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。燃料電池のセルを用いて、発電できることを確認した。

堂脇　清志

「HAS-Clay を用いたバイオ水素精製に関する技術開発」

Blue Tower（BT）ガス化プロセスによる Bio-H_2 製造について検討している。本年度は、合成ガス中に含まれる不純物除去を非晶質アルミニウムケイ酸塩と粘土の複合体（HAS-Clay）の吸着剤により、化学吸着及び物理吸着の性能について検証した。本研究では、HAS-Clay による不純物除去と CO_2 成分の選択的吸着を実験的に確認し、その結果、LCA 指標（非生物系資源枯渇及び地球温暖化）においては従来ケースに比して、88.7%及び 65.4%の改善が見られることとなった。

坂井　教郎

「電極前駆体となる有機高分子の効率的合成を指向した水中で駆動可能な金属触媒の開発」

電気化学デバイスへの応用が期待されているナノポーラス材料に着目し、その前駆体となる高分子界面活性剤を水中で効率的に合成できる金属触媒の開発を目指す。前駆体となる界面活性剤は、多くの場合、水-有機混合溶媒系で合成されている。しかし、水共存下で有機分子を効率的に合成する金属触媒は、ほとんど例がないのが現状である。本研究では、水-有機溶媒混合系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」

我々が提案してきた電力変換回路を用いて交流インピーダンス診断を実現する手法を実用化に近づけるために、燃料電池スタックを内のセルごとの測定と、リチウムイオン電池の SoC の推定の検討を行った。燃料電池スタック内の各セルの電圧を求めるために、マルチプレクサと差動増幅器による回路を追加し、各々のセルのインピーダンスの測定を可能にした。一方、リチウムイオン二次電池については提案手法により SoC 推定を可能にした。

辻村　清也

「酵素燃料電池に関する研究」

酵素燃料電池の高性能化にむけて、物質輸送性に優れたマクロ孔と酵素の担持に適したメソ孔の階層構造が制御された酸化マグネシウム鋳型多孔質炭素を開発した。酵素を修飾することで $16mAcm^{-2}$ もの非常に大きな酸素還元電流を達成した。レドックスハイドロゲルをベースとした酵素の固定化方法について、ポリマー、酵素、炭素材料が活性および安定性に及ぼす影響を明らかにし、グルコースアノードの高性能化を達成した。

湯浅　真、近藤　剛史

「ダイヤモンド電極の電気化学キャパシタ応用に関する研究」

水系電気二重層キャパシタ用電極材料への応用を目的として、導電性ダイヤモンドパウダー(BDDP) の電気化学特性評価を行った。水系電解質、対称 2 電極系において BDDP 電極では活性炭電極（0.8 V）よりも大きな作動電圧（1.5 V）を印加できることがわかった。また、BDDP 電極は充放電の時定数が比較的小さいことから、高速充放電時に高エネルギー密度・高出力密度を示すデバイスへの応用が期待される。

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を合成し、その相挙動および重合挙動を評価した。その結果、水との二成分系でラメラ液晶が形成されることを見出し、その重合固定化も達成した。今後はヘキサゴナル液晶の形成領域を探索し、その重合固定化を試みる。

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。昨年度、銅に代えて水素の UPD による Pt 堆積が出来、これにより Pd-Pt 触媒を形成できるようになった。今年度は、この H-UPD-SLRR による Pd-Pt 触媒の性能評価を進めた。一例として、100ppm の一酸化炭素を含有した水素燃料を用いた発電試験では、1 時間程度の発電では被毒による性能低下は見られなかった。

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ポリアニリン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次世代正極材料として期待されているリチウム過剰層状遷移金属酸化物に着目し、量子ビームと透過型電子顕微鏡を用いることにより原子配列の観点から材料スクリーニングを行った。その結果、一部の試料については原子の分布が不均一であり、局所的なドメインを形成していることが示唆された。また、充放電過程における正極の平均・局所構造は作動温度に依存することが明らかになった。

藤本　憲次郎

「多元系リチウムイオン電池正極材探索に関する研究」

前年度に続き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、オリビン構造の新規候補材について調査を進めている。当該年度では放射光施設も活用し、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、今後の機械学習・深層学習に対する記述子の候補を絞り込むことができた。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。

秋本　順二

「リチウム二次電池電極材料酸化物に関する研究」

次世代のリチウム二次電池においては、更なる高容量化、低コスト化、長寿命化が求められており、新しい正極材料、負極材料などの酸化物材料の材料開発、化学組成・結晶構造の精密解析、物性評価を進めている。特に正極材料としては 5V 級材料に着目し、$LiCoMnO_4$ の単結晶を合成した。また、その結晶構造と電極特性を解明した。

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

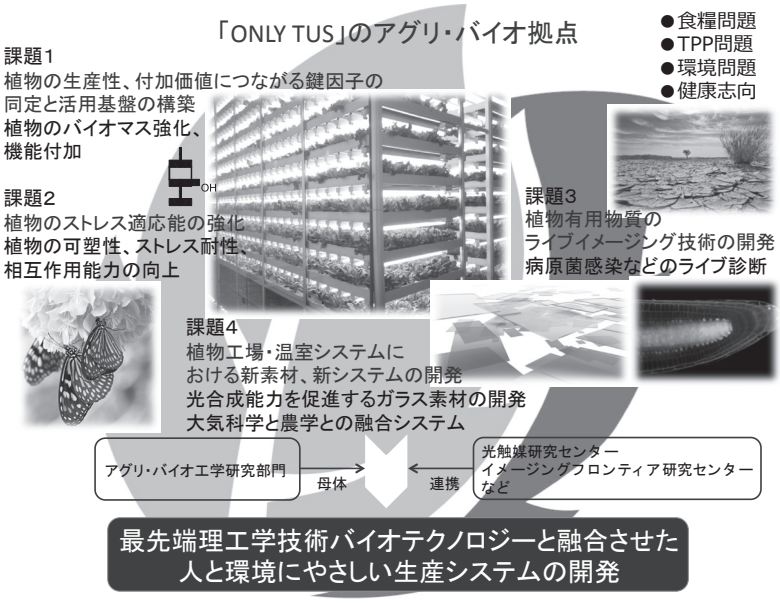
1. 概要

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. センターの構成と施設設備

Only TUS のアグリ・バイオ拠点を構築するための研究を実施している。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

3. 1. 公開シンポジウム（7 月 28 日＠葛飾キャンパス図書館ホール）

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、西山真「アミノ基キャリアタンパク質を介する生合成」(東京大学)、諸橋賢吾「植物遺伝子発現制御ネットワークのダイナミクス」(東京理科大学理工学部)、岡田憲典「化学防御物質を利用した植物の巧みな生存戦略とその進化」(東京大学)、今村智弘「植物を利用した効率的な有用物質生産システムの構築に向けて」(石川県立大学)、梅基直行「毒を作らないジャガイモ」(理化学研究所)、高野誠「スギ花粉症などの経口免疫療法への応用も期待」(農研機構)。このあと講師を招いた懇親会を実施した。

3. 2. 国際シンポジウム（7 月 10 日、11 日＠葛飾キャンパス図書館ホール）

日本学術振興会主催の国際シンポジウム「植物ゲノム編集技術の最前線」を共催した。講演は英語で行われた。演者は、B. Hohn (Fiedrich Miesher Inst., Switzerland), T. Hohn (Friedrich Miescher Inst., Switzerland), O. Abudayyer (MIT, USA), M. Cigan (Dupont Pioneer, USA), C. Gao (Chinese Academy of Science), J-S. Kim (Seoul National Univ., Korea), O. Nureki (Univ. Tokyo), H. Puchta (Karlsruher Institute fur Technol. Germany), D. Voytas (Univ. Minnesota, USA)。

3. 3. 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。全体会議と勉強会（4 月 28 日)、公開セミナー（6 月 20 日）講師：澤崎達也博士（愛媛大学）「医学・農学ケミカルバイオロジーに向けたコムギ無細胞基盤薬剤開発」、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」。

3. 4. その他

長万部キャンパスとの連携を強化するために古宮裕子講師をメンバーに招いた。これに伴い、長万部キャンパスの実験室の整備のための器具類の購入を行った。生物系、材料系、電子系、機械系のクロスオーバーによる新しい研究課題が稼働した。植物を題材とした新しい発想の研究課題であり、極めて学際的な色彩の強い研究である。

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。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 28 年度分）

学術論文

1．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. (2016) 440-450, doi: 10.1093/pcp/pcw217（査読有）

2．H. Kusano, H. Onodera, M. Kihira, H. Aoki, H. Matsuzaki, H. Shimada. A simple Gateway-assisted construction system of TALEN genes for plant genome editing. Scientific Reports, 6, Article number: 30234 (2016) doi: 10.1038/srep30234（査読有）

3．Yokoyama, R., Hirakawa, T., Hayashi, S., Sakamoto, T., and Matsunaga, S.(2016) Dynamics of plant DNA replication based on PCNA visualization. Scientific Reports, 6, 29657.(査読有)

4．Katagiri, Y., Hasegawa, J., Fujikura, U., Hoshino R., Matsunaga, S. and Tsukaya, H. (2016) The coordination of ploidy and cell size differs between cell layers in leaves. Development, 143:1120-1125.(査読有)

5．Ozawa R., Endo H., Iijima M., Sugimoto K., Takabayashi T., Gotoh T., Arimura G. Intraspecific variation among Tetranychid mites for ability to detoxify and to induce plant defenses, Scientific Reports, 7, 43200（査読有）(2016)

6．Noriyuki Unno, Shuichiro Nakata, Shin-ichi Satake, Jun Taniguchi. Three-dimensional particle tracking around microstructures in water via total internal reflection fluorescence microscopy and refractive-index-matching method, Experiments in Fluids (2016) 57: 120. doi:10.1007/s00348-016-2205-x（査読有）

7．K. Tamura. Toward the 'new century' of handedness in biology: In commemoration of the 100th anniversary of the birth of Francis Crick, J. Biosci., 41, 169-170, 2016（査読有）

8．T. Hamoya, M. Shingo, S. Tomono, G. Fujii, R. Nakanishi, M. Komiya, S. Tamura, J. Toshima, Keiji Wakabayashi, Michihiro Mutoh: Anti-intestinal tumorigenesis effects of a macrolide antibiotic, erythromycin. J. Clin. Biochem. Nutrition., in press, (2017)(査読有)

9．K. Ueno, M. Nagano, S. Shimizu, J. Y. Toshima, J. Toshima. Lipid droplet proteins, Lds1p, Lds2p, and Rrt8p, are implicated in membrane protein transport associated with ergosterol., Biochem. Biophys. Res. Commun., 475:315-321,(2016).(査読有)

10. Piskurewicz U, Iwasaki M, Susaki D, Megies C, Kinoshita T, Lopez-Molina L. Dormancy-specific imprinting underlies maternal inheritance of seed dormancy in Arabidopsis thaliana. eLIFE Dec 22;5 (2016) 査読有

11. Hashida S-N., Yoshihara, T.Disparate radiocesium leaching from two woody species by acceleration of litter decomposition using microbial inoculation., J. Env. Radioactivity 162-163: 319-327 (2016)(査読有)

12. Hyodo K, Hashimoto K, Kuchitsu K, Suzuki N, Okuno T (2017) Harnessing host ROS-generating machinery for the robust genome replication of a plant RNA virus. Proc Natl Acad Sci USA. 114: E1282-E1290, 2017.

著書

1．Arimura G. Plant specialized metabolism: genomics, biochemistry, and biological functions, Maffei M.E., CRC Press, pp.376, 2016

2．Arimura G., Pearse I. From the lab bench to the forest: ecology and defence mechanisms of volatile-mediated "talking trees". In Advances in Botanical Research vol.82. Communication between Plants, and between Plants and Other Organisms, Elsevier, pp 3-17, 2017

３．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）
４．Yoshihara, T., Fujimaki S. 他. Measurement of environmental radioactivity using a cumulative gamma radiation dosimeter: Fertilization-induced changes in young fruit trees., Proc. ENVIRA2015, New challenges with new analytical technologies. (Eds. Ioannidou, A., Povinec, P.P.)21-25 Sep.2015, Thessaloniki, Greece, pp.134-137 (2016).
５．坂本勇貴，松永幸大（2016）植物の透明化技術 TOMEI，顕微鏡，51(3) 150-153.
６．長谷川淳子，松永幸大（2016）短時間で植物組織の内部を観察する手法，TOMEI，バイオサイエンスとインダストリー，74(5) 406-408.
７．坂本勇貴，松永幸大（2016）生体組織・器官の透明化イメージング，ケミカルエンジニヤリング，61(7) 32-36.
８．池北雅彦，武村政春，鳥越秀峰，田村浩二，水田龍信，橋本茂樹，太田尚孝，鞆達也，和田直之，松永幸大，吉澤一巳，鈴木智順，秋本和憲（2016）理工系の基礎 生命科学入門
９．長野真，十島純子，十島二朗（分担執筆）：メンブレントラフィック（福田光則・吉森保編）／化学同人 14 章　酵母を用いたメンブレントラフィック研究（2016）
10. 朽津和幸他，植物学の百科事典，日本植物学会編 日本育種学会編集協力丸善出版，全 802 ページ，2016

招待講演

１．S. Matsunaga, K. Kurita, N. Yagi, Y. Sakamoto, K. Sako, T. Murata, M. Hasebe, H. Kimura, M. Seki, T. Sakamoto. Live imaging of epigenetic modifications in plant cells. International Symposium on Environmental Stress Adaptation & Memory in Plants, Yokohama 2016.
２．朽津和幸，Regulation of plant development and defense responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy, Comparative Aging Research Center Seminar, 韓国大邱広域市，2016
３．朽津和幸，Regulation of Plant Development and Stress Responses by the ROS-Ca^{2+} Signaling Network and Autophagy, 2nd Symposium on Plant Environmental Sensing, 中国杭州市，2016
４．有村源一郎，上村卓矢，澤崎達也，植物虫害応答の初期シグナル伝達機構，第 5 回植物二次代謝フロンティア研究会，山口，2016
５．田村浩二，地球型生命のホモキラリティーの起源，日本アストロバイオロジーネットワーク 2016 年年会，東北大学 片平さくらホール，2016 年 9 月 23 日
６．J. Toshima, J. Y. Toshima: Live cell imaging of the interaction between endocytic vesicles, endosomes and the actin cytoskeleton in the budding yeast. 14th International Congress on Yeasts. Workshop “Imaging technology” Sep. 14^{th} 2016, Hyogo

広報

１．松永幸大，科学新聞（2016.10.28）生きたまま植物 DNA 解析，TALE-FP 法，東京理科大グループが開発
２．松永幸大，日経バイオテク ONLINE アカデミック版（2016.10.27）理科大と京大，名大，徳島大，生きた植物の核内 DNA を解析できる TALE FP 法 － ゲノム編集ツールで植物のエピゲノム育種にも貢献
３．松永幸大，フジサンケイビジネスアイ（2016.10.26）植物の DNA を生きたまま観察できる手法を開発，東京理科大学
４．松永幸大，化学工業日報（2016.10.20）東京理科大など，蛍光たんぱく ゲノム編集で配置 － 植物 DNA を生きたまま観察 作物育種技術に応用期待
５．松永幸大，日経産業新聞（2016.10.20）生きた植物，DNA 観察，東京理科大，ゲノム編集で発光

６．松永幸大，科学新聞（2016.7.29）植物の DNA 合成，リアルタイム観察，～理科大が「PCNA 法」開発～
７．松永幸大，日刊工業新聞（2016.4.6）植物の細胞核と細胞のサイズ比例，葉表皮の限定現象－東大など発見
８．木下 哲，木原生物学研究所の紹介と研究内容について，日経産業新聞，2016 年
９．朽津和幸，植物組織の凍結制御活性の検索，日刊工業新聞，2016

受賞

１．松永幸大：平瀬賞，日本植物形態学会，2016
２．松永幸大：ポスター最優秀賞，日本植物学会，2016
３．長野真，十島純子，十島二朗：ポスター賞，第 39 回日本分子生物学会，2016
４．来須孝光，花俣繁，瀬良ゆり，澤田隼平，朽津和幸，ベストイメージング賞，日本バイオイメージング学会，2016
５．H. Yamashita, H. Kobayashi, D. Kawada, M. Nagano, J. Y. Toshima, J. Toshima: ポスター賞，14th International Congress on Yeasts. 2016

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示唆された。植物のゲノム編集技術の改良を行った。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った。

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。本研究では、ミントの近傍で生育したダイズにおける防御遺伝子の発現解析を行ったところ、ミントの香りには受容植物の防御遺伝子の発現を誘導する能力が備わることが示された。防御遺伝子のプロモーター領域周辺のクロマチン構造のアセチル化が深く関わることが考察される。

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」

植物の DNA 合成を検出するために、PCNA(増殖細胞核抗原)に蛍光タンパク質を連結させ植物体内に発現させることで、DNA を合成している細胞を判別する方法を開発した。
また、ゲノム編集技術で用いられる Transcription activator like effector (TALE)の DNA 結合ドメインに蛍光タンパク質を連結させた TALE-FP を植物体内で発現させクロマチンの動態を植物の様々な組織や器官で解析することに成功した。

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。昨年、私達は出芽酵母を用いたスクリーニングにより、液胞での分解に関わる約 200 種類の遺伝子を同定した。本年度は、これら 200 種の遺伝子欠損変異体について様々な解析を進め、液胞内への分解タンパク質の輸送にアクチン細胞骨格が重要な働きをしていることを明らかにした。

朽津　和幸

「病原体に対する植物の抵抗性を向上させる新規化合物の作用機構に関する研究」

タバコ BY-2 細胞の活性酸素種(ROS)生成を指標とした簡便なスクリーニング系(特許第 5885268 号)を構築し、新規抵抗性誘導剤候補化合物の探索を進めた。抗菌活性は持たず、シロイヌナズナのトマト斑葉細菌病菌に対する耐病性、微生物分子パターン flg22 誘導性の ROS 生成や応答性遺伝子発現を亢進し、既存剤と異なるサリチル酸非依存的な機構で植物の基礎的抵抗性を高める効果を持つ化合物を同定した。

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」

乱流中の渦の優れた物質輸送特性を利用して CO2 を積極的に作物に供給し、生育を向上させる基礎実験を行った。造花のイネモデルを作成し、イネ群周囲流れの速度場・圧力場計測及び乱流エネルギー収支を風洞実験により求めた。風洞は出口寸法 250[mm]×250[mm]の吹き出し型風洞であり、供試体のイネモデル 25 本を 20[mm]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。主流流速を U∞=10[m/s]、流れのレイノルズ数は Re=5.0×104 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、葉身部に透過性を有することに起因する厚みを持った特徴的な速度せん断層が発達していること、葉身上部及び葉鞘部（＝茎の部分）後方においては、上昇流が発生していることが確認できた。また、高速流の存在する領域では、物質の混合に寄与する大きな乱れも確認できた。乱流運動エネルギー収支の算出結果より、葉身先端後方において、渦の発生と同時にエネルギーの熱への散逸が発生していることが確認できた。さらに、パワースペクトルの算出により、イネ群後流には明確な卓越性は見られなかったが、2 次元物体からの放出渦に対応するストローハル数を確認することができた。このことにより実際にイネ群においても、物質輸送に役立つ乱流渦が形成されていることが示唆された。

石黒　孝

「光合成反応の透過赤外分光」

植物のエネルギー生産を評価する場合、従来法は個体ごとの評価であり個体差が大きく統計的誤差が必然的に生ずる。そこで前年度に引き続き葉緑体のオルガネラレベルで分離し光合成反応をその場観察可能な透過赤外分光システムを構築し、ほうれん草の葉緑体についてその光合成反応を測定し、グルコース生成効率の見積もりを行った。加えて反応の中間生成物 NADPH と思われる吸収ピークを初めてとらえることに成功した。

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 添加および Fe 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を目的とした。再現性の確認と成長状況の新たな調査を行い、Co 添加試料では初期の花茎および葉柄の伸長促進効果が、Fe 添加試料では葉の数および面積の増大促進効果が確認できた。これらの結果から、複合コーティングによる植物の成長制御の再現性が認められた。

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。

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。2016 年度は特にスギにおけるリターと生葉のそれぞれについて降下後 5 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に取り組み、山林や河川敷などにおける土壌の集積・移動に伴う空間線量の動態観察に応用出来ることを示した。

河地　有木

「植物 RI イメージング技術による炭酸同化産物の動態解明研究」

flo2 変異体と WT のシロイヌナズナを用いて、個体の生育と光合成によって固定された炭素の動態に及ぼす影響を植物 RI イメージング技術で解析した。その結果、新鮮重あたりの CO_2 固定量の差は見られなかったが、flo2 変異体では WT に比べてシンク器官への転流率が減少していた。これによって、シンク器官でのスクロースの浸透圧上昇がソース器官との濃度勾配の減少として表れたとする、炭酸同化産物の新たな転流モデルが示唆された。

藤巻　秀

2016 年 4 月に、これまでの「植物 RI イメージング研究」の現場から、所属機関の移管・統合により新しく発足した「国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構」本部に異動したことに伴い、同機構が国内に有する多様な実験施設や、新たに始動した「量子生命科学」等のトピックといった研究リソースと、本アグリ・バイオ工学部門の研究の橋渡しをする視点から、企画検討を進めた。

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。また種子発芽時の胚乳においてもインプリンティングが存在し、種子休眠に関与することを国際共同研究により明らかにした。

相馬　亜希子

「微細藻類のオルガネラ tRNA のコドン認識機構の解析」

オルガネラは独自のタンパク質合成系を有し、tRNA のアンチコドンによるコドンの認識機構はバクテリアに似ているが例外も多く、一般的なワトソン・クリック対合やゆらぎ説に従わない例も知られている。植物細胞のオルガネラにおけるコドン認識機構を理解するため、原始的な特徴をもつ単細胞紅藻に着目し、オルガネラ由来の tRNA のアンチコドン 1 文字目の修飾の解析を行い、細胞質と比較した。その結果、細胞質では大部分の tRNA がアンチコドンに修飾を受けている一方、オルガネラの tRNA は未修飾塩基のままであった。オルガネラでは修飾 tRNA と未修飾 tRNA を共存させることで、少ない tRNA 遺伝子によるコドン認識を可能にしていると予想される。

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

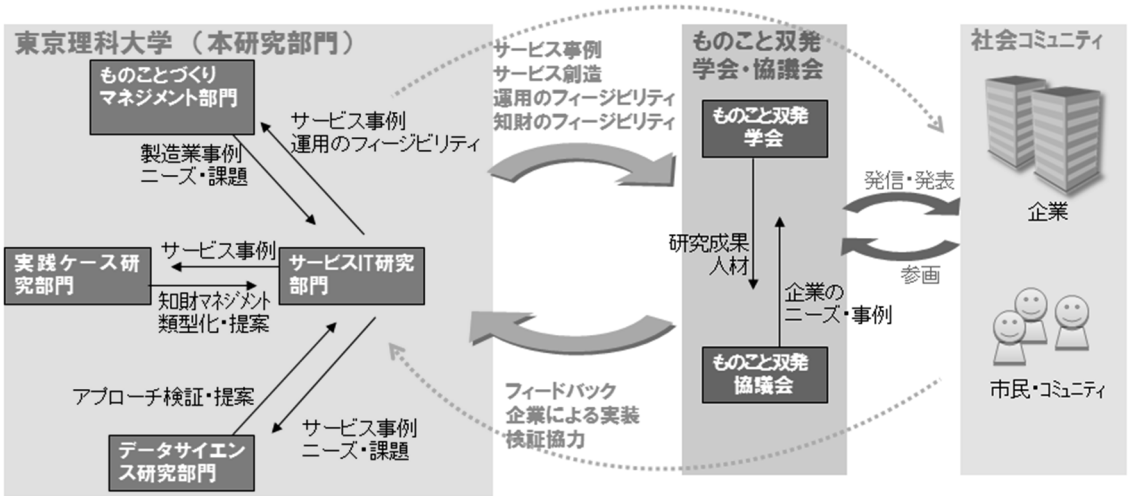
“ものづくり”主体の産業構造から“もの・ことづくり”へと変革発展させるあり方を製造・サービス・IT の観点から調査・研究し、広く社会に啓蒙して新しいビジネスデザインを提案することが当研究部門の目的である。

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. 研究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 :** 付加価値を創造しこれまでにな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。



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 29 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 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、2017 年 3 月 25 日、ものこと双発学会（後援）「2016 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。各社の事例から、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た。①では、全ての事例において新たなものことが生まれるきっかけとなったのは、市場や顧客など企業の取り巻く環境変化に対する危機感であった。②では、新たな“ものこと”を生み出すための技術の取り入れ方には、自社のコア技術を活かす、新たな技術を取り入れる の 2 つのパターンが見られた。さらに③では、新たな“ものこと”を推進するためには強力なリーダーシップが必要であることが分かり、最後に④では新たなものことは、1 社ではなかなか生み出せないことが、各社の事例から示された。

（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、2016 年 3 月まで 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。

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。

(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、一昨年度までの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、組織内の人材に必要な特性、スキルなどについて事例を研究することにより、共通項を見出し整理してきた。一昨年度は、ものこと双発に必要な、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が明らかになった。本年度はさらにそれを機能させるチーム内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た。最終的に、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。

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28年度は2016年5月と2017年1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MIRAIのビジネス創出方法を考えるものです。本フォーラムを機に、様々な業種の坩堝たる関西から多くの化学反応が生まれることを期待する。

・近畿経済産業局/一般財団法人アジア太平洋研究所（共催）
「IoT時代の未来志向のビジネスモデル」
日時：2016年5月30日（月）14：00～16：30
会場：ナレッジキャピタル　コングレコンベンションセンター

『明日を拓く』日本を元気にする産業技術会議「ものことづくりによる製造業のサービス化」と題して産業技術総合研究所との共催にてシンポジウムを開催した。

・産業技術総合研究所（共催）「ものことづくりによる製造業のサービス化」
日時：2017年1月31日（火）13：30～17：30
会場：日経カンファレンスルーム

3. 4. Design Thinkingについて

Grenoble Ecole de Management, a triple-accredited French business school（フランス）においてDesign Thinkingに関する議論を行い、双方のこれまでの研究成果や人材育成に関する情報を共有した。さらに、今後はDesign Thinkingワークショップ等にて定期的に双方の交流を図ることで同意した。

3. 5. Fintechについて

Fintechに関する研究成果は、2017年3月25日、ものこと双発学会（後援）「2016年度年次研究発表大会」内において報告された。講演タイトルは下記の通りである。
「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」

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。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を融合して新しい洞察を生むような研究、Fintechやそれに関連したESG(Environment, Social, Governance)の視点などを、3つのワークグループの中でもテーマとしてとりあげて、さらにICTの新しいAIの波なども考慮に入れて、後半の研究成果につなげていきたい。

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、“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 28 年度分）

学会・シンポジウムによる議論発信

１．ものこと双発学会・協議会（共催）「IoT 時代の未来志向のビジネスモデル」, 2016.05
２．産業技術総合研究所（共催）「ものことづくりによる製造業のサービス化」, 2017.01
３．ものこと双発学会（後援）「2016 年度年次研究発表大会」, 2017.03

招待講演

１．OISPG「Open Innovation 2.0 Conference 2016」, 2016.05
２．Profuture「HR Summit 2016」, 2016.05
３．経済産業省 近畿経済産業局「IoT 時代の未来志向のビジネスモデル」, 2016.05
４．Global Forum「Shaping the Future 2016」, 2016.09

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 月に大気科学研究部門として活動を始めた。当初、学内 6 名、学外 14 名で発足したが、山岳大気のほか都市大気、海洋大気と対象を広め学内外の研究者に併任、客員をお願いした。

まず、学内では水文気象学をご専門とする理工学部土木工学科の仲吉信人先生に併任をお願いした。4 月から長田和雄先生が代表する環境省環境研究総合推進費が始まり、共同研究者である東京都環境科学研究所の齊藤伸治先生に客員をお願いした。また、5 月 1 日、「東京スカイツリーを利用した雲とエアロゾルに関する研究」に関し、防災科研、極地研と共同研究の契約を結び、東京スカイツリーの 458m で雲の観測を開始した。これを機に防災科研の三隅良平先生、極地研の當房豊先生、植竹淳先生に客員をお願いした。2 月 1 日付けで岩本洋子先生が広島大学に異動となった。そのため、岩本先生には 3 月 1 日から客員をお願いした。このため、3 月 28 日現在、学内 6 名、学外 19 名の大所帯となった。

また、部門は 1 年目、3 年目、最終年にアドバイザリー委員会を開催し、学内外のアドバイザリー委員の先生のアドバイスを受けることになった。学外のアドバイザリー委員の先生がたは部門長が推薦したメンバーから院長が選出するしくみである。今年度は、植松光夫先生、中島映至先生、藤田慎一先生にお願いした。3 年目のアドバイザリー委員会で高い評価を得、5 年まで継続できるよう、積極的に共同研究を進め、成果を出していきたい。

2. 部門の構成（2017 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院講師
橋本 巖　　東京理科大学理学部第一部嘱託教授
（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　気象研究所気象研究所
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　気象研究所気象研究所
畠山 史郎　東京農工大学農学部教授
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）
加藤 俊吾　首都大学東京都市環境学部准教授
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
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助教
岩本 洋子　広島大学理学部第一部助教

植竹 淳　　国立極地研究所・特任研究員
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20日　第1回大気科学シンポジウム[1)]
　　(個々の研究者の研究紹介15件、部門評価委員の先生からのコメント)
5月29日　富士山大気観測打合せ（共催）
5月29日　特別講演会「富士山頂で暮らす」(共催、講師：岩崎 洋)
6月1日　東京スカイツリー観測開始
7月5日～15日　　新青丸KS-16-8航海（吉末乗船）
7月14日～8月21日　富士山観測
7月31日～8月3日　太郎坊集中観測
8月1日　三浦和彦, 野村渉平, 向井人史, 加藤俊吾, 永淵修, 永野勝裕, 大河内博, 鴨川仁, 「科学フォーラム特集 山岳域における大気観測」, 2-23, 東京理科大学
8月31日　日本エアロゾル学会@大阪府大で部門紹介
9月　　アドバイザリー委員会
10月　　東京スカイツリー観測開始
11月21日　総合研究院フォーラム@野田
11月27日　Hatakeyama, S., H. Mukai, S. Kato, H. Okochi, K. Miura, et al., Mount Fuji Research Station: Ten Years of Research at the Highest Laboratory in Japan, Ed. Y. Dokiya and Y. Nakayama, NPO Mount Fuji Research Station, 2016.11.27, ISBN 978-4-909297-00-6
12月21日　推進費打合せ、スカイツリーデータ検討会
12月26日　富士山観測データ検討会（共催、口頭発表19件）
1月9日　第1回大気科学セミナー「大気エアロゾルの測定」(講師：青木 一真, 矢吹 正教, 長田 和雄)
1月9日　第1回ACPM実行委員会
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）
2月8日～3月5日　　みらいMR16-8航海（吉末乗船）
2月28日　藤田 慎一, 三浦 和彦, 大河内 博, 速水 洋, 松田 和秀, 櫻井 達也「越境大気汚染の物理と化学 改訂増補版」, pp 292, 成山堂書店, ISBN 978-4-425-51362-8
3月5日　NPO主催第10回成果報告会[2)]（共催）
3月28日　「南関東の大気エアロゾル」(講師：関根 広貴、植松 光夫)
3月28日　大気科学研究部門第1回成果報告会[3)]（主催、口頭発表16件、ポスター発表35件）

(第1回大気科学シンポジウム)[1)]
東京理科大学総合研究院大気科学研究部門の紹介　三浦 和彦
【大気汚染】
富士山頂での夏季の O_3,CO,SO_2 観測　加藤 俊吾
富士山を用いた自由対流圏および大気境界層における越境大気汚染の観測　大河内 博
山岳観測の日台協力　畠山 史郎
立山・鳥取・名古屋での大気観測計画　長田 和雄
山口県山陽小野田市における大気中粒子状物質　浅野 比

NH3 排出量の削減が及ぼす PM2.5 濃度の低減効果の算定　櫻井 達也
大気エアロゾルに関する認証標準物質　西川 雅高
エアロゾル一つの重量は測れるだろうか？　野島 雅
【健康影響、大気電気】
地中ラドン濃度の変動　永野 勝裕
大気放射能汚染に関わる放射性エアロゾル　五十嵐 康人
福島原発事故後の大気電気変動　鴨川 仁
【気候影響】
太陽放射観測からわかる大気科学研究　青木 一真
都市大気、山岳大気における雲生成過程　三浦 和彦
関東における 2 次エアロゾルの生成・成長と雲凝結核　財前 祐二
太平洋南北断面観測で得られた海洋大気エアロゾルの性状　岩本 洋子
【部門への期待】
富士山観測と NPO の国際集会　土器屋 由紀子
酸性雨から越境大気汚染　藤田 慎一
山と街と海の大気の出合い　植松 光夫

（大気科学研究部門第 1 回成果報告会）[3)]
口頭発表
大気科学研究部門 2016 年度活動報告　三浦 和彦
【山岳・遠隔大気】
富士山におけるラドン濃度の日変動　永野 勝裕
山岳大気および都市大気における雲生成に関する研究　三浦 和彦
富士山体を利用したガス・エアロゾル・雲水の環境化学観測　大河内　博
偏光 OPC による観測ネットワークを用いた越境輸送イベント抽出法の検討　小林 拓
富山におけるエアロゾルの光学的特性の経年変化　青木 一真
富士山麓太郎坊におけるライダーおよびラジオゾンデの同時観測　矢吹 正教
2015 年秋季の黒潮域における大気微量成分の連続観測　岩本 洋子
放射性セシウム再浮遊から考えた森林由来バイオエアロゾル　五十嵐 康人
【都市大気】
都心（神楽坂）と郊外（南大沢）の揮発性有機化合物の比較　加藤 俊吾
夏季の関東を対象とした Ox 高濃度事象の構造解析　櫻井 達也
大気エアロゾル中に見つかった酸化鉄粒子の電子顕微鏡分析　足立 光司
ブラックカーボン粒子の湿性除去メカニズムの観測的研究　森 樹大
偏光 OPC による視程再現の試み　財前 祐二
名古屋における PM2.5 濃度の変動要因に関する研究　長田 和雄
東京スカイツリーで観測された下層雲の雲粒粒径分布の特徴　三隅 良平
メソ気象モデルにおける都市・大気のスカラー交換過程のモデル化　仲吉 信人
ポスター発表
【山岳・遠隔大気】
太郎坊におけるラドン・トロン娘核種の変動と気象との関係　鈴木 康太
富士山頂における新粒子の生成と成長　片岡 良太
2015-2016 年の富士山における新粒子生成に関する考察　小西 理愛
2015, 2016 年夏季の富士山頂における雲凝結核の特性　佐藤 光之介
富士山で捕集した大気エアロゾルのバルク／個別粒子分析　土井 瀬菜
富士山体を利用した自由対流圏の雲水化学特性の解明　中村 恵
2016 年夏季における富士山と箱根における火山ガスの観測　山地 達也
福島原発事故起源地表沈着放射能によって生じた大気電気の広域的変動　石川 智也
大気エアロゾル中 Sr, Nd, Pb 同位体比を用いた大気汚染物質の起源推定　加藤 祥生
山口県のエアロゾル無機成分　浅野 比

夏期の伊豆諸島周辺海域において捕集した海洋性エアロゾルの個別粒子分析　吉末 百花
物理計測による海水起源エアロゾル中の有機物の割合の推定　上野 祐尉子
首都圏小規模森林における酸性物質と微量金属元素の森林フィルター効果(1)　永岡 玲奈
首都圏近郊山間部における渓流水を通じた微量金属元素の流出挙動と大気沈着の影響評価 (2)　西村 寿々美
首都圏近郊山間部における渓流水の化学特性と大気沈着の影響評価 (2)　真庭 護

【都市大気】
関東平野における PM2.5 高濃度化現象について　齊藤 伸治
観測及びモデル解析に基づく大気アンモニアの動態解析　鈴木 健
フィルタ法による粒子状炭素成分捕集におけるアーティファクトの通年観測　齋野 広祥
2015 年 12 月上旬に観測された都市上空の大気質の解析　田中 清敬
東京スカイツリーで観測された新粒子生成　佐藤 丈徳
東京スカイツリーにおける大気エアロゾルの雲凝結核特性　前田 麻人
東京スカイツリーと神楽坂で捕集したエアロゾル粒子の個別分析　菊地 将貴
地上と気柱全体におけるエアロゾルの粒径分布の比較　桃井 裕広
神楽坂における都市大気エアロゾルの光学特性　新田 雅人
南関東における大気エアロゾルの湿度特性　関根 広貴
熱環境・生理量の同時測定による温熱感覚決定メカニズムの調査　板倉 拓哉
可搬型 MRT 計測に向けたグローブ風速放射センサのパラメータ同定手法の検討　中島 健
暑熱対策設備の効果検証　山森 賢也
暑熱緩和のための都市オアシス適切配置に向けた実験的検討　菊池 悠馬
東京駅周辺における暑熱環境測定　仲吉 信人
平成 28 年 6 月 20 日からの豪雨の数値再現実験　金子 凌
現地観測とアメダスデータ解析による四万十市江川崎の高温要因解明及び海風効果の検証　仲吉 信人
長期連続計測による人体温熱生理研究の試み　仲吉 信人
コンピュータビジョンに基づく測風気球の空間位置算定による新たな風速測定手法の開発　仲吉 信人
Chemical Speciation of Trace Metals in Urban Particulate Matter and its Health Risk Assessment　楊　謙

4. 研究活動の展望

富士山での観測は、認定 NPO 法人「富士山測候所を活用する会」として活動している。気象庁から旧測候所を借りているが、2018 年度から継続申請をしなくてはならない。11 月に Symposium on Atmospheric Chemistry and Physics at Mountain Sites を御殿場で開催する。

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の継続のため、環境省 地球環境保全試験研究費(代表三隅良平（防災科学技術研究所))（平成 30 年度～34 年度）を申請している。また、今年度の科研費基盤研究 A が不採択だったので、来年度も申請する予定である。

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 1 回大気科学シンポジウム予稿集, 東京理科大学総合研究院大気科学研究部門, pp 24, 2016
2) 第 10 回成果報告会講演予稿集, NPO 法人富士山測候所を活用する会, pp 63, 2017
3) 第 1 回成果報告会講演予稿集, 東京理科大学総合研究院大気科学研究部門, pp 91, 2017

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

1．Number-size distribution of aerosol particles and new particle formation events in tropical and subtropical Pacific Oceans, Ueda, S., K. Miura, et al., *ATMOSPHERIC ENVIRONMENT*, 142, 324-339, doi:10.1016/j.atmosenv.2016.07.055, 2016（査読有）
2．山岳大気の研究，三浦和彦，理大　科学フォーラム，33 巻，8 号，pp 2-3，2016（査読無）
3．富士山頂での CO_2 の測定，野村渉平，向井人史，同上，pp 4-5，2016（査読無）
4．山岳オゾン，一酸化炭素の測定-富士山など-，加藤俊吾，同上，pp 6-7，2016（査読無）
5．富士山頂におけるラドンの観測，永野勝裕，同上，pp 10-11，2016（査読無）
6．山岳域におけるエアロゾルの化学分析，大河内博，同上，pp 12-15，2016（査読無）
7．山岳域におけるエアロゾルの物理計測，三浦和彦，同上，pp 16-18，2016（査読無）
8．海風挙動に及ぼす都市幾何の影響評価，金子凌，仲吉信人，土木学会論文集 B1（水工学），73，I_445-I_450，2017（査読有）
9．西川雅高，早崎将光，森育子，大西薫，清水厚，日下部正和：日本で捕集した典型的な黄砂エアロゾルの化学組成，大気環境学会誌，51(5)，218-229，2016（査読有）
10. Development of a mass spectrometer using two rota4ng electric fields, Nojima, M. et al., J. Vacuum Science and Technology, B 34(3) 03H132-1, 2016（査読有）
11. Mochizuki, T., K. Kawamura, K. Aoki, and N. Sugimoto, Long-range atmospheric transport of volatile monocarboxylic acids with Asian dust over a high mountain snow site, central Japan, Atmos. Chem. Phys., 16, 14621-14633, doi:10.5194/acp-16-14621-2016, 2016（査読有）
12. Adachi, K., N. Moteki, Y. Kondo, Y. Igarashi (2016), Mixing states of light-absorbing particles measured using a transmission electron microscope and a single-particle soot photometer in Tokyo, Japan, J. Geophysical Research Atmosphere, 121, 9153-9164, doi:10.1002/2016JD025153.(査読有)
13. Polarization properties of aerosol particles over western Japan: classification, seasonal variation, and implications for air quality, Pan, X., Uno, I., Hara, Y., Osada, K., Yamamoto, S., Wang, Z., Sugimoto, N., Kobayashi, H., and Wang, Z., Atmospheric Chemistry and Physics, 16, 9863-9873, 2016（査読有）
14. 都心上空と地上の大気質観測による PM2.5 等の高濃度時の立体解析 －2015 年 12 月上旬の事例－，田中清敬，速水 洋，齋野 広祥，三浦 和彦，板橋 秀一，齊藤 伸治，大気環境学会誌，52(2)，51-58，2017（査読有）
15. P.C.,Shakti, R. Misumi et al., Acuracy of quantitative precipitation estimation using operational weather radars: A case study of heavy rainfall on 9-10 September 2015 in the East Kanto region, Japan, *J.Disaster Research*, 11, 1003-1016, 2016（査読有）
16. Nomura, S., Mukai, H., Terao, Y., Machida, T. and Nojiri, Y. Six years of atmospheric CO_2 observations at Mt. Fuji recorded with a battery-powered measurement system. Atmos. Meas. Tech. 10, 667-680, doi:10.5194/amt-10-667-2017, 2017（査読有）
17. Atmospheric CO, O_3, and SO_2 measurements at the summit of Mt. Fuji during the summer of 2013. S. Kato, Y. Shiobara, K. Uchiyama, K. Miura, H. Okochi, H. Kobayashi, S. Hatakeyama, *Aerosol and Air Quality Research*, 16, 2368-2377, 2016（査読有）
18. Optical properties of mixed aerosol layers over Japan derived with multi-wavelength Mie-Raman lidar system, Hara, Y., Nishizawa, T., Sugimoto, N., Matsui, I., Pan, X., Kobayashi, H., Osada, K., Uno, I., *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 188, 20-27, 2017（査読有）
19. K. Oshima, Y. Yanagawa, H. Asano, Y. Shiraishi, N. Toshima, Improvement of Stability of n-type super growth CNTs by hybridization with polymer for organic hybrid thermoelectrics, Synthetic Metals, (2017), DOI: 10.1016/j.synthmet.2016.12.019（査読有）

20. Simultaneous measurement of CCN activity and chemical composition of fine-mode aerosols at Noto Peninsula, Japan, in autumn 2012, Iwamoto, Y., Kinouchi, K., Watanabe, K., Yamasaki, N. and Matsuki, A., Aerosol and Air Quality Research, 16, 2107-2118, 2016（査読有）
21. Uetake, J., S. Tanaka, T. Segawa, N. Takeuchi, N. Nagatsuka, H. Motoyama, and T. Aoki, Microbial community variation in cryoconite granules on Qaanaaq Glacier, NW Greenland. FEMS Microbiology Ecology:1-10, 2016（査読有）
22. Nakashima, Y., Sadanaga, Y., Saito, S., Hoshi, J., Ueno, H., Contributions of vehicular emissions and secondary formation to nitrous acid concentrations in ambient urban air in Tokyo in the winter. Science of the Total Environment, 592, 178-186, 2017（査読有）
23. Tobo, Y. An improved approach for measuring immersion freezing in large droplets over a wide temperature, *Sci. Rep.*, 6, 32930, 2016（査読有）
24. Yabuki, M., M. Matsuda, T. Nakamura, T. Hayashi, T. Tsuda, A scanning Raman lidar for observing the spatio-temporal distribution of water vapor, J. Atmospheric and olar- errestrial Physics, 150, 21-30, 2016（査読有）

著書

1．Mount Fuji Research Station: Ten Years of Research at the Highest Laboratory in Japan, Ed. Y. Dokiya and Y. Nakayama, NPO Mount Fuji Research Station, 2016.11.27, ISBN 978-4-909297-00-6
2．越境大気汚染の物理と化学 改訂増補版，藤田慎一，三浦和彦，大河内 博，速水 洋，松田和秀，櫻井達也，成山堂書店，pp 292，2017，ISBN 978-4-425-51362-8
3．黄砂沈着量，長田和雄，鳥取大学乾燥地研究センター（監修），黒崎泰典/黒沢洋一/篠田雅人/山中典和（編），「黄砂- 健康・生活環境への影響と対策」，p.60-63，丸善出版，2016.
4．Chapter 1 “Gaseous Species”, Hatakeyama, S., in “Air Pollution Impacts on Plants in East Asia” Edited by T. Izuta, Springer Japan, Tokyo, 3-20, 2017, ISBN 978-4-431-56436-2
5．雪と氷の世界を旅して: 氷河の微生物から環境変動を探る（フィールドの生物学），植竹淳，東海大学出版，pp 191，2016

招待講演

1．三浦和彦，富士山頂における大気観測～大陸からの越境大気汚染を監視する～，東京理科大学公開講座，葛飾キャンパス講義棟 1 階 10 教室，2016.6.26
2．Aoki, K., Effects of Aerosol optical properties measured by ground-based remote sensing, ISEE-ISES AC2016, Sapporo, Japan, 2016.6.28
3．五十嵐康人，財前祐二，大河内博ら，放射性セシウム再浮遊から見る森林由来バイオエアロゾルの重要性，第 10 回大気バイオエアロゾルシンポジウム（2017 年 2 月）石川県金沢市
4．S. Hatakeyama, K. Miura, H. Okochi, H. Mukai, S. Kato, et al., Standpoint of Mount Fuji Research Station and its use for observation of trans-boundary air pollution, The Fourth International Symposium on Atmospheric Observations and Advanced Measuring Techniques in Remote Areas (Taoyuan, Taiwan) (2016/6/14)
5．當房豊：鉱物エアロゾル粒子の表面状態の変化：吸湿性や氷核活性に与えうる影響，気候物質科学セミナー，東京大学本郷キャンパス，2016.11.18
6．Ox 高濃度化 立体構造把握とそのモデル再現を目指して，櫻井達也，第 59 回大気環境学会都市大気モデリング分科会，北海道，2016/9
7．「大気・海洋環境中に存在する微粒子の化学分析」，岩本洋子，日本分析化学会中国四国支部広島地区分析技術研究会，広島大学東広島キャンパス，2017.3.31

広報

１．三浦和彦，私見創見，デーリー東北，2016.4.26，6.7，7.26，9.6，10.25，12.6
２．西川雅高,「黄砂」，東京新聞サンデー版世界と日本大図解シリーズ，2017 年 2 月
３．青木一真，KNB news「every.(2016 年 4 月 19 日)」：立山・室堂平の積雪調査
４．五十嵐康人，牧輝弥，北和之,「野生のキノコ介しセシウム再飛散か（福島・浪江で調査 健康被害なし)」，朝日新聞 2017 年 3 月 7 日火曜日，37，社会，14 版
５．畠山史郎,「中国の PM2.5 高濃度の発生と日本への影響について説明」，TBS テレビ 朝チャン，2016/12/20
６．岩本洋子,「波の花」特集，北陸放送，2016.12.1
７．植竹 淳，スカイツリーで微生物探れ，朝日新聞（朝刊)，2016.12.15

受賞

１．Fu, P., K. Kawamura, K. Usukura, K. Miura, Highly Cited Research, Dicarboxylic acids, ketocarboxylic acids and glyoxal in the marine aerosols collected during a round-the-world cruise, Marine Chemistry, 2016.12.21
２．西川雅高，松井一郎，森育子，D. Batdorj，E. Sarangerel，大西薫，清水厚，杉本伸夫，高橋幹二賞，日本エアロゾル学会，2016 年

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新粒子生成、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。都市大気で初めて測定した雲凝結核数濃度は富士山頂に比べて高かったため、富士山頂で見られるような雲粒濃度との正の相関は観測されなかった。

仲吉　信人

「都市大気間のスカラー・運動量交換過程の解明および都市気象モデルの精度向上」

都市の気象はそこに住む市民の健康、生命、財産に関連する。都市の気象問題を適切に予測、対策、評価できる気象モデルの構築は重要な課題である。当該研究者は、都市・大気間のスカラー・運動量交換の素過程を解明し、それを気象モデルに反映させることでモデル精度を向上させることを行っている。

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粒径分布を見ると PM2.5 領域に 1-2 割が存在する。それゆえ黄砂飛来量が多い日は、PM2.5 環境基準値を超える地点が西日本を中心にしばしば観測される。PM2.5 領域に存在する微小黄砂が大気汚染物質と輸送気塊中でどのように混合し相互反応するのか解明するために都市部、非都市部などでフィールド観測研究を行ってきた。今まで蓄積してきた一次観測データを元に大気科学的解析をしている。

野島　雅

「エアロゾル単一重量計測に関する研究」

ピエロバランス粉塵系などエアロゾル重量測定においてはマイクログラムが検出限界である。本研究においては、エアロゾルの単一重量計測技術の開発を目的とする。本学独自に開発した二段型の回転電場質量分析器は、その原理からマスレンジに限界がなく、小型化ポータブル化が可能である。本研究は、開発中の新規質量分析器を用いてマスアナリシスによるエアロゾルの新たなキャラクタリゼーション技術の開発を目指す。

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 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・エアロゾル太陽放射観測や気象観測などを行っている。これら観測サイトにより高度差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ている。また、立山・室堂平(標高 2450m)において、積雪断面調査も行い、山岳地域で大気・雪氷変動研究を行っている。

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

「自由対流圏大気および都市大気におけるガス・エアロゾル・雲・降水の環境化学観測」

大気境界層上層から自由対流圏下層における無機および有機化合物の観測を行い、日本上空の気相・固相・水相に含まれる大気汚染物質の自由対流圏バックグランド濃度、アジア大陸からの広域輸送、大気水相を介した大気化学変質過程の解明を目指している。また、都市域におけるゲリラ豪雨の化学および同位体組成を明らかにすることにより、ゲリラ豪雨の生成機構の解明を目指している。

長田　和雄

「立山での大気エアロゾルと冬季積雪からみた越境汚染に関する研究」

立山・室堂平（標高 2450m）に設置したパーティクルカウンターによる大気エアロゾルモニタリングを、1999 年から継続している。2016 年度も、測器の定期点検を行い、観測を継続した。また、冬～春季に同所周辺に堆積した山岳積雪を 17 年 3 月に採取した。得られた雪試料については、ダスト粒子やイオン成分などについて解析を行う。

財前　祐二

「人為起源エアロゾルの発生・成長・混合過程に関する研究」

新粒子生成により生成された超微粒子が凝集・凝縮により成長する過程で、バイオマス燃焼や自動車起源の粒子・気体成分と混合する過程を、モニタリングや電子顕微鏡によるサンプル分析により解明することを試みている。

畠山　史郎

「東アジア域の山岳観測による越境大気汚染の研究」

健康影響が懸念されている越境大気汚染の実態解明をするため、東アジア諸国と連携し、島嶼地域と山岳域における国際共同観測のネットワークを構築した。その山岳地域の観測所の一つとして富士山旧測候所を活用し、台湾と共同して越境大気汚染の観測を行ってきた。本年度は富士山頂において本研究グループがエアロゾルの粒径別成分濃度測定を行い、台湾のグループは VOC と Hg の測定を行った。

速水　洋

「都市大気汚染 鉛直構 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

「東京スカイツリーで観測された下層雲の雲粒粒径分布の特徴」

雲粒の粒径分布は、放射過程や降水形成過程に影響する重要なパラメーターであるが、日本の都市域における観測例は極めて少ない。東京スカイツリーの高度 458m 地点に雲粒スペクトロメーターを設置して、下層雲の雲粒粒径分布を測定した。その結果、東京における下層雲の雲粒数濃度、雲水量、レーダ反射因子の特性が明らかになった。

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。

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」

富士山頂の富士山測候所において 2007 年より夏季の一酸化炭素、オゾン、二酸化硫黄の自動連続測定を行っている。一酸化炭素およびオゾンが濃度上昇したときは、後方流跡線の計算結果から汚染大気が輸送されてきたことが分かる。また、二酸化硫黄も主に石炭の燃焼により放出され汚染大気の輸送時に濃度増加が予想される。しかし、夏季においては大気からの除去速度が速いためか、汚染大気輸送と考えられる高濃度は見られなかったが、国内の火山由来の高濃度が観測された。

小林　拓

「偏光光散乱式粒子計測器による越境輸送微粒子のネットワーク観測」

人為起源微粒子や黄砂などの大気エアロゾルが越境輸送され、気候や環境へ影響を及ぼすことが懸念されている。そこで、越境輸送された大気エアロゾルの動態を明らかにするため、山岳域を含め東アジア各地に設置された微粒子の組成別大気濃度を測定可能な偏光光散乱式粒子計測器をネットワーク化した観測を実施する。

櫻井　達也

「関東地域における二次生成物質の高濃度化メカニズムに関する研究」

国内の固定発生源や自動車排ガスに対する規制が進む中、昨今の大気汚染問題では二次粒子や光化学オキシダントといった「二次生成物質」への対策が急務である。その広域輸送や季節変動を評価することを目的として、大気中における様々な物理・化学過程を精巧に模擬した数値モデル（大気質モデル）の構築を行う。

松木　篤

「能登半島における大気エアロゾルの長期観測」

能登半島先端は中部日本に飛来するバックグラウンドエアロゾルを特性化する上で優れた地域代表性を持つと考えられ、西日本の島嶼域や中部山岳域での観測との比較対象地域としてもよい相互補完関係にある。現在、山岳大気研究部門の多くのメンバーの協力を得ながら、能登半島で観測される大気エアロゾルの物理・化学的特徴と季節変化の解析を行っている。

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

「都市・山岳・海洋における大気エアロゾルの物理的性状に関する研究」

大気エアロゾルの気候影響を理解するためには様々な環境における大気エアロゾルの粒径分布、吸湿・雲凝結核特性などの物理的性状を知る必要がある。都市大気エアロゾルの物理的性状を調べるため、東京スカイツリーH458 における雲凝結核特性と粒径分布の観測、野田と江東における PM2.5 の吸湿特性の観測を新たに開始した。また、これまで得られた山岳および海洋大気エアロゾルの粒径分布と雲凝結核特性に関するデータをまとめた。

植竹　淳

「東京都内の大気微生物に関する研究」

大気微生物は生態系や人々の健康に影響を与えたり、雲の形成を促して気象を変えていますが、連続観測を行った研究例はほとんどなく、その実態は不明でした。そこで東京スカイツリーにおいて 8 月から 2 月初旬まで、大気中の微生物を採取し、バクテリアの 16S rRNA 遺伝子の季節変化を調べました。シャノン多様度指数は 9 月頃に低く、1-2 月に高い傾向みられ、統計的に湿度と比較的強い関連性があることがわかりました。

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、東京湾岸部(江東区)と内陸部(野田)において観測体制を整備･強化し､PM2.5 及び関連物質の連続測定を開始した。両地点の濃度変化は季節によらず良く一致しており、夏は江東、冬は野田のほうが高い傾向が見られた。高濃度事例については成分分析等によって高濃度化に寄与する主要成分の挙動を把握した。

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」

氷晶核（氷形成能力を有するエアロゾル粒子）の存在は、極微量であっても、雲形成の初期過程に多大な影響を及ぼす。しかし、その計測は技術的に難しいとされており、観測データが非常に不足している。そこで本研究では、氷晶核計測用の実験系（CRAFT：Cryogenic Refrigerator Applied to Freezing Test）を独自に開発し、さらにこの技術を用いて、東京スカイツリー（高度 458 m 地点）での氷晶核の数濃度のモニタリング観測を 2016 年 8 月から開始した。

矢吹　正教

「ライダーによる富士山麓太郎坊上空エアロゾル鉛直分布観測」

エアロゾルや雲精緻な空間分布情報、大気成分拡散・輸送特性や変質過程理解において重要である。本課題で、ミー散乱ライダーによる鉛直分布観測と、ラジオゾンデによる気象要素観測を基礎として、山岳地域における大気境界層や自由対流圏内エアロゾル層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

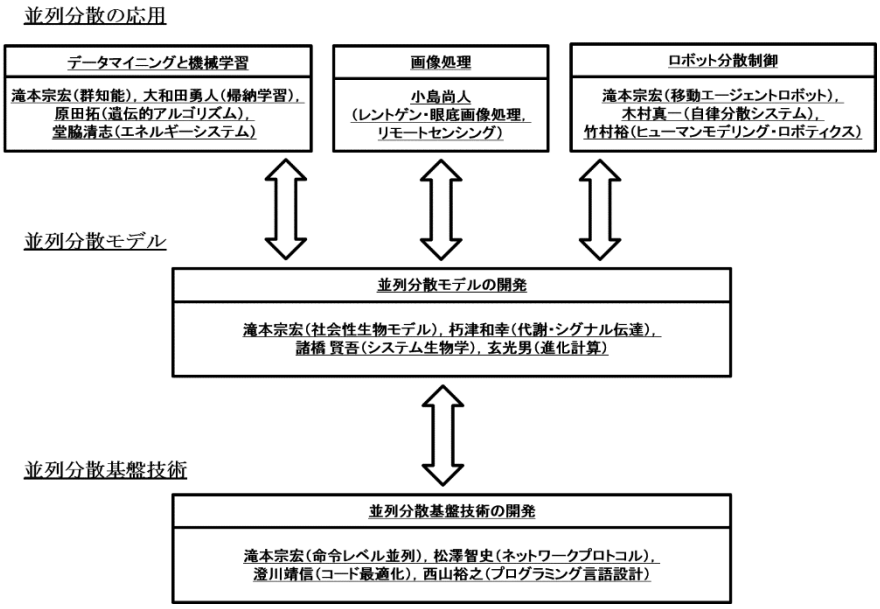


図 1　超分散知能システム部門の構成

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 x 1, CPU：6Core x 2）x 3、Pascal Titan X（GPU：Titan X, CPU：6Core x 2）x 2 を導入している。現在、GPU 上で並列学習が可能な ILP を目指して、本サーバ上での実現を進めている。

3. 各研究グループの活動報告

平成 28 年度は、本部門発足最初の年度であったので、7/13（水）にキックオフミーティングを行った他、9/16(月)に、学外から、玉井哲雄先生と野寺 隆先生の有識者 2 人を招いて、アドバイザリー委員会を開催した。また、共同研究の出発点にするために、国内外から様々な分野の研究者を招いて、計 4 回の講演会を実施した。年度の終り（3/27（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 28 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を受け、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」グループについて

革新的技術開発・緊急展開事業（先導プロジェクト）として、「次世代型ロボットによる視覚・体内から捉える飼養管理高度化システムの開発～搾乳ロボット及びセンシング技術の活用による個体情報高度活用システムの開発に向けて」の研究を開始した。平成 28 年度の成果としては、乳牛の生乳の分析結果が理科大に収集

されるようになり、帰納論理プログラミング（ILP）によって、モデルを生成できるようになった。また、各乳牛を自動認識するために、彩色首輪を用いる方法を開発した。

3. 2.「哺乳ロボットを用いた飼養高度化」グループについて

革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト)「酪農生産基盤強化に向けた個体別哺乳ロボットと飼養管理データの高度活用による乳用子牛等の精密哺乳・哺育システムの開発・普及」の研究を開始した。平成 28 年度の成果としては、協力牧場に哺乳ロボットの設置が完了し、牧場、理科大間の専用ネットワークの設置も新年度早々に完了予定である。

4. 研究活動の展望

農林水産省からの 2 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、分子通信の分野について、専門家を呼び、議論を深める予定である。また、エネルギープラントの適切なモデル作成に、農林水産省受託研究で得られた成果を応用できないか、検討していく予定である。

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。今後、新しい研究グループを増やし、実現した技術の相互利用を促進して行く必要がある。

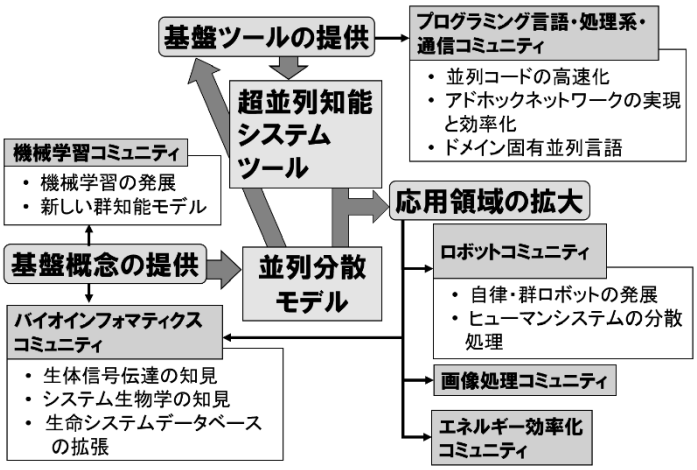


図 4　研究コミュニティの相互関係

参考文献

(1) 平成 28 年度超分散知能システム研究部門研究成果概要集

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学術論文

1．A Proposal of a Highly-efficient Purification System for Hydrogen Production to Achieve a Lower LCCO2 Level., Kiyoshi DOWAKI, Taira NAGAISHI, Kenji KOIDO, and Mitsuo KAMEYAMA, Journal of the Japan Institute of Energy, Vol.95, No.8, pp.615-620, 2016（査読有）

2．Fate of sulphur during simultaneous gasification of lignin-slurry and removal of hydrogen sulphide over calcium aluminate supported nickel oxide catalyst., Kenji Koido, Yutaro Watanabe, Tomoyuki Ishiyama, Teppei Nunoura, and Kiyoshi Dowaki, Journal of Cleaner Production, Vol.141, pp.568-579, 2017（査読有）

3．A system analysis of storage alloy for Bio-H2 in consideration of the purification performance, Kiyoshi Dowaki, Noboru Katayama, Taira Nagaishi, Shohei Kuroda and Mitsuo Kameyama, 4th Asian Conference on Biomass Science (ACBS2016b), pp.158-165, 2016（査読無）

4．2 段 PSA と酸化金属を用いた複数段でのバイオ水素の低温脱硫システムの設計，黒田祥平，永石平，堂脇清志，亀山光男， 第 12 回バイオマス科学会議発表論文集，pp.101-102， 2017（査読無）

5．バイオマスガス化水素精製を目途とした two-step PSA における非定常モデル解析，永石平，近藤頌大，黒田祥平，堂脇清志，亀山光男， 第 12 回バイオマス科学会議発表論文集，pp.5-6，2017（査読無）

6．Bio-H2 における 2-stepPSA に関するエクセルギー解析，近藤頌大，永石平，黒田祥平，堂脇清志，亀山光男，第 12 回バイオマス科学会議発表論文集，pp.99-100，2017（査読無）

7．植物への CO2 施用を考慮した PSA の LCA 評価，永石平，井手啓介，亀山光男，堂脇清志，第 12 回日本 LCA 学会研究発表会 講演要旨集，pp.320-321，2017（査読無）

8．“Fusion” in Fertilization: Interdisciplinary Collaboration among Plant and Animal Scientists, Yamato KT, Kuchitsu K, *J Plant Res* 130: 419-421, 2017

9．Autophagy, programmed cell death and reactive oxygen species in sexual reproduction in plants. Kurusu T, Kuchitsu K, *J Plant Res* 130:491-499, 2017

10. Hyodo K, Hashimoto K, Kuchitsu K, Suzuki N, Okuno T (2017) Harnessing host ROS-generating machinery for the robust genome replication of a plant RNA virus. *Proc Natl Acad Sci USA*. 114: E1282-E1290, 2017.

11. Kurusu T, Hanamata S, Kuchitsu K (2016) Quantitative live cell imaging of autophagic flux and roles of autophagy in reproductive development in plants. *Bioimages* 24: 1-11.

12. Ishikawa M, Ide H, Yamazaki H, Murakawa H, Kuchitsu K, Price WS, Arata Y, Freezing behaviours in wintering *Cornus florida* flower bud tissues revisited using MRI. *Plant Cell and Environment* 39:2663-2675, 2016

13. Puli MR, Rajsheel P, Aswani V, Agurla S, Kuchitsu K, Raghavendra AS, Stomatal closure induced by phytosphingosine-1-phosphate and sphingosine-1-phosphate depends on nitric oxide and pH of guard cells in *Pisum sativum*. *Planta* 244: 831-41, 2016

14. Yanagawa Y, Yoda H, Osaki K, Amano Y, Aono M, Seo S, Kuchitsu K, Mitsuhara I, Mitogen-activated protein kinase 4-like carrying an MEY motif instead of a TXY motif is involved in ozone tolerance and regulation of stomatal closure. *J. Exp. Bot.* 67(11):3471-9, 2016

15. 朽津 和幸, オートファジー(細胞内自食作用)のメカニズム *科学フォーラム* 394: 44-45, 2017

16. ハイパースペクトルデータを用いた植生指標画像作成支援を目的としたバンド選定アルゴリズムの一提案，小島尚人，日本リモートセンシング学会誌，Vol.36，No.2，pp.136～151，2016 年 4 月（査読有）

17. コンクリート表面ひび割れ初期発見支援を目的とした錯視誘発画像特徴合成動画の有効拡大率，山下剛史，広田健一，勝尾伸一，小島尚人，大和田勇人，大屋 優，日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集，pp.25～26，2016 年 5 月（査読無）
18. 地すべり危険箇所広域推定支援を目的とした素誘因影響図の提案，関根洋佑，小島尚人，土木学会第 71 回年次学術講演会講演概要集，第Ⅲ部門，pp.765～766，2016 年 9 月（査読無）
19. UAV によるコンクリート表面点検支援を目的とした錯視誘発画像特徴合成動画の適用性，山下剛史，広田健一，勝尾伸一，小島尚人，大和田勇人，中村和弘，日本リモートセンシング学会第 61 回学術講演会論文集，pp.25～26，2016 年 11 月（査読無）
20. 斜面崩壊形態別・素誘因影響図の提案と一対比較戦略，関根洋佑，小島尚人，日本リモートセンシング学会第 61 回学術講演会論文集，pp.63～64，2016 年 11 月 8（査読無）
21. Document Base Programming System to Realize Seamless Linking between On-board Software and Ground Operating System, Shinichi Kimura, Yuki Asakura, Hiroaki Doi, Yasuhiro Nakamura, Proceedings of The International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Automation in Space 2016(i-SAIRAS 2016)(査読有)
22. Hardware and Software Modularized Approach for On-board Processing Capabilities of Small Satellites, Shinichi Kimura, Hiroaki Doi, Masahiro Nakamura, Takayuki Ueno, Yuki Asakura, Proceedings of The 7th Nano-Satellite Symposium (査読無)
23. Multi-platform use of Command Centric Architecture, a software framework for small satellites, Masahiro NAKAMURA Shinichi KIMURA Shintaro NAKAJIMA and Satoshi IKARI, Proceedings of the 12th International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2016 (ICSANE 2016) (査読無)
24. ROBUST ON-ORBIT OPTICAL POSITION DETERMINATION OF NON-COOPERATIVE SPACECRAFT, Tomohiro Narumi, Daisuke Tsukamoto and Shinichi Kimura, ADVANCES IN THE ASTRONAUTICAL SCIENCES, Vol.158, pp.3251-3263, 2016 (査読有)
25. Recent Advances in Hybrid Evolutionary Algorithms for Multiobjective Manufacturing Scheduling, Mitsuo Gen, WQ Zhang, L Lin, and YS Yun, *Computers & Industrial Engineering*, in printing. DOI: doi.org/10.1016/j.cie.2016.12.045.(査読有)
26. Dynamic joint construction and optimal strategy of multi-objective multi-period multi-stage government-enterprise reverse logistics network: A case study of lead battery in Shanghai, JQ Guo, XY Wang, SY Fan, and Mitsuo Gen, *Computers & Industrial Engineering,* vol.106, pp.351-360.(査読有)
27. Logistics network optimization considering balanced allocation and vehicle routing, 3. SW Cho, YH Lee, DW Cho and Mitsuo Gen, *Maritime Economics & Logistics*, vol.18, no.1, pp.41-60.(査読有)
28. GA による階級型熟練度を伴う作業者配置スケジューリング問題の一解法，高野 大生，井田憲一，玄 光男，日本設備管理学会誌，第 28 巻 第 2 号，pp.53-58.(査読有)
29. Machine Learning to Detect Drowsy Driving by Inductive Logic Programming using a 3D Camera, Hiroyuki Nishiyama, Yusuke Saito, and Hayato Ohwada, *Proc. of the 2016 International Symposium on Semiconductor Manufacturing Intelligence (ISMI2016)*, PaperID42, 2016.(査読有)
30. Yet Another Parallel Hypothesis Search for Inverse Entailment, Hiroyuki Nishiyama and Hayato Ohwada, *CEUR Workshop Proc. of the Late Breaking Papers of the 25th International Conference on Inductive Logic Programming*, Vol.1636, pp.86-94, 2016.(査読有)
31. Extracting rules to detect cognitive distractions through driving simulation, Fumio Mizoguchi, Hayato Ohwada, Hiroyuki Nishiyama, Akira Yoshizawa and Hirotoshi Iwasaki, *CEUR Workshop Proc. of the Late Breaking Papers of the 25th International Conference on Inductive Logic Programming*, Vol.1636, pp.79-85, 2016.(査読有)
32. Machine-Learning Approach to Analysis of Driving Simulation Data, Akira Yoshizawa, Hiroyuki Nishiyama, Hirotoshi Iwasaki and Fumio Mizoguchi, *The 15th IEEE International Conference on COGNITIVE INFORMATICS & COGNITIVE COMPUTING: ICCI*CC 2016*, 2016.(査読有)

33. Access Log Analysis for Increasing the Number of Applicants Using LCS at Recruitment Site, Yutaro Kanno, Katsutoshi Kanamori and Hiroyuki Nishiyama, *the 32h International Conference on Computers and Their Applications (CATA-2017)*, pp.23-26, 2017.3.(査読有)
34. Detecting Cognitive Distraction using Random Forest by Considering Eye Movement Type, Hiroaki Koma, Taku Harada, Akira Yoshizawa, Hirotoshi Iwasaki, International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence, Vol.11, No.1, pp.16-28 (2017).(査読有)
35. Real-time Outpatient Scheduling Considering Lateness, Naoki Ike, Taku Harada, Aya Ishigaki, Hiroyuki Nishiyama, Kenichi Negishi, Proceedings of 2016 International Symposium on Semiconductor Manufacturing Intelligence, pp.1-5 (2016).(査読有)
36. Scheduling Problem of Order Picking Operations considering the Last Parcel Pickup Time, Shoya Yamada, Aya Ishigaki, Tetsuo Yamada, Taku Harada, Northeast Decision Sciences Conference (2016).(査読有)
37. インスタンスベース政策最適化を用いた株式取引におけるインスタンス設計に関する一考察, 梁川 靖弘, 原田 拓, 電気学会システム研究会, ST-16-050, pp.47-51, (2016).(査読無)
38. Masahiro Shigeta, Akira Sawatome, Hiroko Ichikawa, Hiroshi Takemura, ″CORRELATION BETWEEN PERSONALITY AND HESITANT AVOIDANCE WHILE WALKING″, Northwest Biomechanics Symposium 2017 (NWBS2017), 2017.(査読無)
39. 重田 将宏, 竹村 裕, 大和田 勇人, ”三次元点群データを用いた乳牛のボディコンディションスコアの自動計測”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス 2017 (ROBOMECH2017) 講演論文集, pp.2A2-N09(CD-ROM), 2017. (査読無)
40. Multi-Agent Approach for Evacuation Support System, Shouhei Taga, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi, Proceedings of the 9th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, Vol.1, pp.220-227, 2017(査読有)
41. An Implementation of an Ad Hoc Mobile Multi-agent System for a Safety Information, Yasushi Kambayashi, Takushi Nishiyama, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Information Systems Architecture and Technology: Proceedings of 36th International Conference on Information Systems Architecture and Technology,Vol.430 pp 201-213, 2016(査読有)
42. A Guidance System for Wide-area Complex Disaster Evacuation based on Ant Colony Optimization, Hirotaka Goto, Asuka Ohta, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi, Masayuki Takeda, Proceedings of the 8th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, Vol.1, pp.262-268, 2016 (査読有)
43. Multi-agent Approach for Return Route Support System Simulation, Shouhei Taga, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi, Proceedings of the 8th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, Vol.1, pp.269-274, 2016(査読有)
44. 澄川 靖信, Jatowt Adam, Düring Marten,″過去を参照するマイクロブログに関する分析″, 第 15 回日本データベース学会年次大会, 2017.(査読無)

著書

１．柴田 善朗, 石原 顕光, 太田 健一郎, 児玉 竜也, 木村 元昭, 加納 純也, 堂脇 清志, 平田 好洋, 鮫島 宗一郎, 下之薗 太郎, 中島田 豊, 石原 達己, 松本 広重, 曽根 理嗣, 杉山 正和, 泉 康雄, 佐山 和弘, 野地 智康, 近藤 政晴, 神 哲郎, 丹後 佑斗, 村上 範武, 石本 寛伍, 田嶋 智之, 高口 豊, 北島 正治, 櫻井 英博, 井上 和仁, 増川 一, 三宅 淳, 比護 拓馬, 小河 脩平, 関根 泰, 井口 昌幸, 姫田 雄一郎, 川波 肇, 花田 信子 ; 再生可能エネルギーによる水素製造, S&T 出版, pp.50-60(総ページ:193), 2016
２．テイツ／ザイガー植物生理学・発生学 原著第 6 版, L.テイツ, E.ザイガー, I. M.モーラー, A.マーフィー編 西谷和彦／島崎研一郎監訳, 朽津和幸他訳, 講談社, 全 832 ページ, 2017

３．植物ホルモンの科学第３版，浅見忠男，柿本辰男編著，朽津和幸他著，講談社，全192ページ，2016
４．植物学の百科事典，日本植物学会編 日本育種学会編集協力 朽津和幸他著，丸善出版，全802ページ，2016

招待講演

１．植物と活性酸素：明らかになりつつある活性酸素生成酵素の多彩な機能，朽津和幸，医理工学際セミナー，千葉，2016
２．イネの生殖･免疫･代謝制御におけるオートファジーの役割，朽津和幸，第10回オートファジー研究会，新潟，2016
３．宇宙における人間と植物：人間のパートナー「植物」を理解し，共に生きる，朽津和幸，宇宙教育プログラム，千葉，2016
４．Regulation of plant development and defense responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy，朽津和幸，Comparative Aging Research Center Seminar,大邱広域市（韓国），2016
５．Reactive Oxygen Species, Programmed Cell Death and Autophagy as Double-Edged Swords in Plant Life: Roles in Morphogenesis and Adaptation，朽津和幸，QBIC Workshop，千葉，2016
６．Regulation of plant development and defense responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy，朽津和幸，Viikki Plant Science Seminar, Helsinki, Finland, 2016
７．Regulation of plant development and defense responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network and autophagy，朽津和幸，Centre of Excellence in Integrative Photosynthesis and Bioactive Compound Research at Systems Biology Level Seminar, Turku, Finland, 2016
８．Regulation of plant development and defense responses by the ROS-Ca^{2+} signaling network. Finnish-Japanese symposium 2016“Integration of photosynthesis with cellular metabolism: towards sustainable bioeconomy”Saariselkä, Finland2016
９．植物の生き方を学び，活かす～環境・食糧・エネルギー問題の基礎として～，朽津和幸，東京都生物教育研究会，東京，2016
10. Regulation of Plant Development and Stress Responses by the ROS-Ca^{2+} Signaling Network and Autophagy，朽津和幸，The 2nd Symposium on Plant Environmental Sensing，杭州市，中国，2016
11. Recent Advances in Hybrid Metaheuristics for Stochastic Manufacturing Scheduling, Mitsuo Gen, Tutorial Talk; 2016 *International Symposium on Semiconductor Manufacturing Intelligence*, Hsinchu, Taiwan, Aug. 7-9, 2016.
12. 2. Network Model and Optimization: Multiobjective Genetic Algorithm Approach, Tutorial Course, Graduate School of Management, Asia University, Taichung, Taiwan, Aug. 15-17th, 2016.
13. 3. Advances in Hybrid Metaheuristics for Stochastic Manufacturing Scheduling, Mitsuo Gen, Keynote Talk; The 10th I*nternational Conference on Management Science and Engineering Management,* Baku, Azerbaijan, Aug. 31-Sept. 2, 2016.
14. 4. Recent Advances in Hybrid Metaheuristics for Stochastic Manufacturing and Logistics Optimization, Mitsuo Gen, Keynote Talk; The 46th *International Conference on Computers & Industrial Engineering*, Tianjin, China, Oct. 28-31, 2016.
15. 5. Recent Advances in Metaheuristics for SCM, Logistics and Manufacturing, Mitsuo Gen, Invited Talk; *Industrial & Management Engineering, Graduate School of Engineering, HanYang University,* Ansan, Korea, May 18th, 2016.
16. 6. Hybrid Evolutionary Algorithms for Stochastic Manufacturing Optimization, Mitsuo Gen, Invited Talk; *Dept. of Mathematical Sciences, Graduate School of Science, Tsinghua University*, Beijing, China, Sept. 16th, 2016.

17. 7. Multiobjective Hybrid Evolutionary Algorithm for Scheduling Problems, Mitsuo Gen, Invited Talk; *School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University*, Beijing, China, Sept. 30th, 2016.
18. 8. Multiobjective Hybrid Genetic Algorithm for HDD and TFT-LCD Manufacturing Scheduling, Mitsuo Gen, Invited Talk; *BOE University, BOE Technology Group Co. Ltd.*, Beijing, China, Sept. 30th, 2016.
19. 9. Advances in Hybrid Evolutionary Algorithm for Semiconductor Manufacturing Scheduling, Mitsuo Gen, Invited Talk; Dept. of Systems Engineering, Graduate School of Engineering, Northeastern University, Shenyang, China, Nov. 26th, 2016.

特許

1．堂脇直城，亀山光男，堂脇清志，小井土賢二，大久保 塁，特許登録，水素回収方法，第 6055920 号，2016
2．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
3．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
4．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
5．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
6．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
注）上記 1)，3)～5)の特許については，特許実施許諾を 2 社（各契約日：2016 年 10 月 18 日，2016 年 12 月 26 日）と契約.

広報

1．**朽津和幸，**植物組織の凍結制御活性の検索，日刊工業新聞，2016

受賞

1．来須孝光，花俣繁，瀬良ゆり，澤田隼平，朽津和幸，ベストイメージング賞，日本バイオイメージング学会，2016
2．朽津和幸，2016 年度研究助成〈一般助成〉【食品工業】，一般財団法人旗影会，2016
3．朽津和幸，第 25 回植物研究助成，新技術開発財団，2016
4．小島尚人 論文奨励賞（公社）土木学会 1993 年 5 月
5．小島尚人 論文奨励賞（一社）日本リモートセンシング学会 1996 年 5 月
6．小島尚人 論文賞（公社）土木学会 1997 年 5 月
7．小島尚人 論文賞（公社）土木学会 2003 年 5 月
8．小島尚人 論文賞（一社）日本リモートセンシング学会 2006 年 11 月
9．小島尚人 感謝状（一社）日本リモートセンシング学会 2012 年 5 月
10. 小島尚人 他，9 件：優秀論文発表賞，優秀講演者賞，感謝状
11. Mitsuo Gen, The Grand Prize, *The Tenth International Conference on Management Science & Engineering Management*, Aug. 29th - Sept. 1st, 2016, Baku, Azerbaijan.

研究課題（研究者別）

滝本　宗宏

「ACO に基づくモデル検査の匂い情報を用いた効率化」

モデル検査は、グラフ構造で表現できる事象が、仕様を満たすどうかを自動的に検査する手法である。従来、モデル検査では、グラフ上の経路を網羅的に検査していたが、仕様を満たすかどうかを知るだけなら、アリの振舞いに基づく ACO アルゴリズムを用いて、効率的に結果を求めることができる。本研究では、アリが餌を探す際に用いる匂い情報を ACO に付加することによって、さらに効率的な手法を実現した。

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」

乳牛の搾乳量を多く保つためには、乳牛を常に妊娠した状態にしておくことが重要である。本研究では、搾乳後に乳成分を自動分析する搾乳ロボットを用いて、発情期とホルモン量の関係を ILP によって明らかにする。これまでに、移動する乳牛の個体識別手法を実現し、ILP に用いる事例の収集を進めた。

堂脇　清志

「バイオマスガス化水素精製を目途とした two-step PSA に関する研究」

バイオマス資源からガス化プロセスを経て、水素製造を行う場合、PSA(圧力スウィング吸着法)によって、水素濃度は 99.99%以上にするように運転圧力 1.0MPa で行われる。しかしながら、この操作に係る動力は、プラント全体の 6 割程度を占めているため、2 段階 PSA を開発し、原料ガス中に含まれる CO_2 を取り除き、運転圧力の低減を行うことによって、3 割程度の動力削減に成功した。また、その挙動に関し性能評価するためのプログラムを開発した。

朽津　和幸

「植物の活性酸素種生成酵素の Ca^{2+} による活性化機構の分子進化に関する研究」

陸上植物の分散処理型情報処理システムにおいて、活性酸素種と Ca^{2+} は、素子として重要な役割を果たす。植物の活性酸素種生成酵素は Ca^{2+} により活性化され、両者のクロストークポイントに位置づけられる。多数の植物の本遺伝子の塩基配列を比較･系統解析を行った結果、この Ca^{2+} 結合ドメインは、陸上植物に高度に保存され、植物の進化において緑藻類が陸上化する直前段階で獲得されたものである可能性が示された。

小島　尚人

「地すべり危険箇所推定のための素誘因影響比較分析支援策」

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」を提示し、その解釈の問題とともに有用性の有無について検討する。

「UAV によるコンクリート表面点検支援を目的とした錯視誘発画像特徴合成動画の適用性」

本研究では、コンクリート表面のリアルタイム点検支援を目的として、UAV（Unmanned Aerial Vehicle）動画に対する錯視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。特に、FC 動画によるリアルタイム処理を通して、ひび割れ（幅 0.2mm 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 システムは特許技術 4 件で構成されており、産学連携活動の一環として、VIS システムの実用化へ向けた設計・開発を進める。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。国際宇宙ステーション補給機「こうのとり」に搭載する高機能カメラを開発し、宇宙ステーションへのランデブー過程での実験画像を取得する事に成功した。また、SH-4 を活用した高機能小型計算機 BoCCHAN-1 を小型ロケット実験に応用した。

玄　光男

「先端的多目的進化算法に関する研究」

本研究は先端的進化算法(Advanced Evolutionary Algorithm)の開発と生産スケジューリング問題への応用研究のために、ハイブリッドサンプリング戦略(HSS)ベースの多目的進化算法(MoEA)に差分進化(Differential Evolutionary)法を融合した HSS-MoEA-DE を昨年 10 月の国際会議で発表し、今年 3 月にハイブリッド型進化算法と多目的生産スケジューリングに関する総括の論文を国際誌に掲載した。来年度は不確実環境下のスケジューリング問題を解くために進化算法の研究として、先端的進化計算法に基づく実践的生産計画・スケジューリング問題の研究を目指す。

「進化算法の生産計画・スケジューリング問題への応用研究」

半導体デバイス、HDD や液晶ディスプレイ等の生産や半導体素子最終検査等のスケジューリング問題では、それぞれ適合した進化算法にファジィロジック機能を融合した応用研究を国際会議で招待講演等を行った。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応用研究では、それぞれの問題に適合したハイブリッド型進化算法の活用を提案最良解の有効性向上や計算時間短縮を評価する。

「進化算法の物流配送・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リバースロジスティクス問題が注目されている。再使用、再生産、リサイクリングの 3 種類のネットワークモデル反映したリバースロジスティクスの事例研究の発表と論文を掲載した。来年度は迅速に高精度の Pareto 最適解を効率的に求める多目的進化算法のロジスティクス問題への応用研究を目指す。

西山　裕之

「論理型並列機械学習器の設計と実装に関する研究」

本研究では、帰納論理プログラミングに基づく機械学習の処理時間を短縮させるための並列処理システムの設計および実装を行った。本システムは、並列処理中に負荷の大きい学習器から負荷の少ない学習器にタスクを分散するだけでなく、並列中の学習器間で学習進捗状況を共有することで無駄な学習処理を削減した。本システムを用いて 30 台の計算機を用いた並列実験を行った結果、約 48 倍という台数以上の時間短縮に成功した。

原田　拓

「電力融通ネットワークにおけるエージェント行動のシミュレーション解析に関する研究」

電力ネットワークにおいて、太陽光発電による余剰電力が電力系統へ販売された場合、逆潮流による電力ネットワークの不安定化が懸念される。この問題に対して、電力ネットワーク内で電力を融通することで、電力系統とのやり取りを抑えることができる。本研究では、電力融通ネットワーク内で電力取引を行うことのマルチエージェントシミュレーションを行い、市場価格など市場の状態を解析する。

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の可能性を検討した。

諸橋　賢吾

「異分野融合データサイエンスアプローチによる高付加価値農作物安定供給のためのプラットフォーム構築」

農作物である植物は薬剤だけでなく、食品として日常的に摂取することで疾病を予防する効果を示す代謝産物（特価代謝物）を多く含むものも多い。しかしながら、特価代謝物は農作物個体間で大きくばらつくことが知られている。本研究では高い付加価値を持つ農作物を質・量ともに、ばらつきなく安定供給させるためのプラットフォームを、分子生物学分野、人工知能分野、統計学分野という異分野を融合させたデータサイエンスアプローチによって構築することを目指す。

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 の患者を対象に試験運用が実施されている。

澄川　靖信

「時系列デジタルアーカイブの大規模分析に関する研究」

現代の Web にはデータを時系列に並べられているものがあり、それらを用いた歴史学習支援や未来予測を行うマイニングの研究が行われている。しかし、このようなデータには構造化されていないものが存在する。平成 28 年度は、Web 上に蓄積されている時系列データを収集し、マイニングするために必要なメタ情報を付与するための機械学習の手法を実現し、それらの分析結果をまとめた。

脳学際研究部門

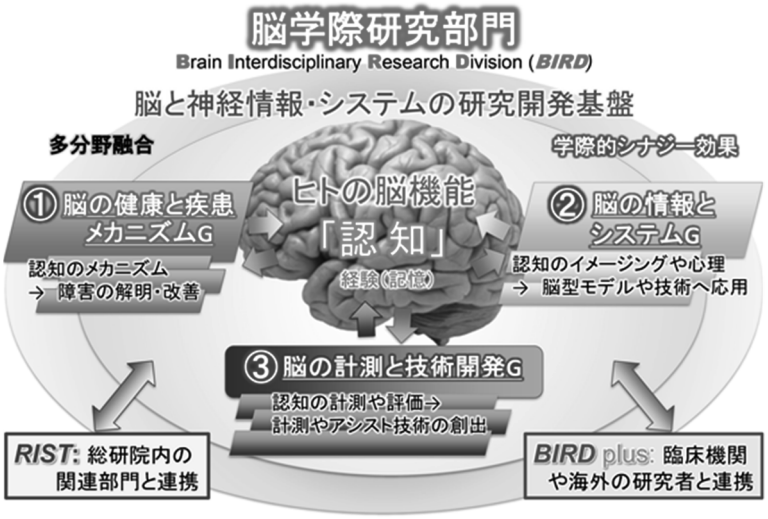
脳学際研究部門について

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、H28 年度に設立した。設立年度である今年度は、部門キックオフミーティングや部門セミナー（8 回）の開催、3 つの連携研究課題の遂行、HP の開設などの活動を行い、順調に部門の立ち上げに成功した。

2. 部門の構成と施設設備

本部門は、脳の認知機能に着目し、その神経機構と病態の実験による解明、モデル化・シミュレーションなどの情報分析による理解、およびそれらの研究を加速し応用する関連技術開発をめざす3つのグループから構成され、これらのグループ間の相乗効果で創発的な成果を生み出すことを追求する。部門メンバーは、理工学部（古市、西山、竹村、市川）、薬学部（岡）、生命研（中村）、理学部（荒木、浦川）、工学部（池口）、基礎工学部（相川、瀬木）の11名に、学外2名：福島県立医大（橋本）、高知工科大（木村）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

設立年度にあたる H28 年度は、部門セミナーやグループ内での勉強会を通して、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、特定研究助成金に応募して採用され、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。「発達障害」関連では、病態に関わるタンパク質 CAPS1（シナプス小胞放出に関連）が、海馬の興奮性シナプスで機能する新たなメカニズムを動物モデルで初めて示した（古市・橋本）。「うつ病」関連では、抗うつ作用神経ペプチドの経鼻投与を可能にする誘導体化法について報告し、国内・米国・EU に特許出願するとともに（岡）、抗うつ治療による海馬での網羅的遺伝子発現解析から新

たなうつ治療標的として複数の神経発達関連因子を見出した（瀬木・西山)。「認知症」関連では、変性疾患に先行する軸索での物質輸送異常について、アミロイドｂの取り込みにおける Rab5（輸送制御因子）の活性化機構を明らかにした（中村)。

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。H28 年度は、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開始した。竹村による歩行計測から、市川による性格特性の評価の間の差異を計測する技術開発をめざし、外部から観察可能なヒトの歩行運動と、生体内部の脳活動に由来する性格特性の差異の関連を検討した。荒木と浦川は、動物の行動と認知を対応づけることを検討した。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。この成果を平成 29 年度に国際会議において公表予定である。

3. 4. 部門全体の活動について

部門キックオフミーティング

4 月 5 日に開催。内容：セレモニー（浅島総研院院長)/トークセッション（5 演題)/ポスターセッション（42 題)。メンバー間の研究交流・情報交換が行われ、共同研究の考案につながった。

部門 BIRD セミナー

- 第 1 回（5 月 25 日）小黒－安藤麻美（英国 Univ Med Center Utrecht)「自閉症候補遺伝子の機能解析～ヒト遺伝子研究からモデルマウスまで～」
- 第 2 回（7 月 8 日）安田光祐（つくばウェルネスリサーチ)「新たな機序に基づく統合失調症モデルマウスの確立」
- 第 3 回（8 月 3 日）北村貴司（米国 MIT)「エピソード記憶を司る脳神経回路の研究」
- 第 4 回（10 月 13 日）藤澤茂義（理研脳センター)「海馬における自己と他者の場所表現」
- 第 5 回（10 月 28 日）木村展之（国立長寿医療研)「Traffic Jam 仮説：細胞内輸送系の障害とアルツハイマー病態」
- 第 6 回（12 月 16 日）岡本秀彦（生理研)「脳の可塑性とその応用」
- 第 7 回（3 月 13 日）片山順一（関西学院大)「ERP と集団意志決定時の結果の評価」

・第 8 回（3 月 24 日）森本 淳（ATR 脳情報研）「脳活動データ解析による病態理解に向けた精神疾患判別と脳活動を用いたリハビリテーションロボットの制御」
多分野の最先端で活躍する研究者から関連情報を提供してもらい、連携研の発展の構想や学生教育において成果があった。

部門アドバイザリー委員会

8 月 31 日に開催。当部門の関連分野の現状把握と将来展望について貴重なアドバイスを受け、部門を発展させる方向性を示してもらうことができた。学外有識者委員の岡本 仁先生（国立研究開発法人理化学研究所脳科学総合研究センター副センター長)、柿木隆介先生（大学共同利用機関法人自然科学研究機構生理学研究所教授）より、関連分野における現状と理科大発の研究展開について貴重なアドバイスを頂いた。もう一人の学外有識者委員の笠井清澄先生（東京大学医学部教授）は他のご予定のためご欠席であった。また、学内委員の鍛冶利幸先生（薬学部教授)、田口速男先生（理工学部教授）より、学内における当部門の在り方などについて有益なアドバイスを頂いた。

部門ホームページの開設

URL: http://www.rs.tus.ac.jp/bird/
部門の情報の発信と交流の場が確立された。

H28 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（H28-H29 の継続課題）が採択され、3 つの連携研究を実施し、H28 年度は以下の研究成果を得た。

【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。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。この成果を平成 29 年度に国際会議において公表予定である。

【課題②】脳波計と脳カメラの小型無線装置を開発し、認知・記憶行動の脳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。無線には汎用的な Bluetooth Low Energy を採用することで、装置の軽量化・低消費電力化（長時間計測）・無線障害への耐性を備える装置が開発できた。この装置を用いて、自由行動下のマウス頭部から脳波を安定的に測定する実験系の立ち上げを行った。無線化により計測中のマウスの行動範囲の制約を大幅に低下させることに成功した。一方、装置装着で頭部への重量負荷が自由行動の妨げになる懸念があり、装置の重心の変更や順応期間の設定などを工夫し、十分な脳波測定が可能となった。(※動物実験は、佐野良威（理工応生）の協力を得た)。脳波の実時間解析の方法についても検討した。今後はさらに連携して社会行動時の脳波パターンを明らかにする。

【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。類似して発現変化する遺伝子群を機能分類(Gene Ontology 解析)したところ、神経発生に関わる遺伝子群が有意に検出された。そこで神経発達が未成熟である遺伝子改変マウスの海馬発現のデータベースと発現パターンを比較したところ、有意に類似しており、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。

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特徴があり、設立年度の H28 年度は、相互理解と相互交流を深めることを重点に活動した。今後は、理科大ならではの独創的、創発的な研究開発をめざす。

【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－情報－電気電子－機械工学などの多分野の研究者がお互いの関連情報の学習と交流を進め、共同研究の可能性を広げる。
【公開シンポジウム】
関連分野で先端的研究を展開している外部の研究者を招いて、部門主催の公開シンポジウムの開催を計画する。
【連携・共同研究】
特定研究助成金で現在進行中の 3 つの連携研究をさらに推進し、一定の成果につなげる。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 の活用で情報の発信や共同研究の呼び込みをめざす（スマホ対応に更新する）。
【特定研究助成金の継続課題】
次につながる研究成果をあげることを目標とする。
【課題①】H28 年度は倫理審査に時間を要し、研究の取り掛かりが遅れた。来年度は本年度行った計測を精査し、より詳細な検討を行っていく。
【課題②】動物の自由行動時の脳神経活動の計測に最適な無線脳波計測装置へさらに改良する。特に、動物への装着に伴う改良・計測ソフトウェアの改善を行い、より実用的な計測技術の開発を行う。また、特定の社会行動と関連した脳波（事象関連電位）を明らかとするため、行動の動画撮影と同期して脳波を計測する手法の開発を行う。
【課題③】今回同定した遺伝子群の発現パターンを他の解析方法（タンパク質レベルなど）でも検証し、また、うつ治療時の遺伝子発現動態の機能的な意義を明らかにする必要がある。遺伝子発現の膨大な情報から意味のある情報を抽出する数理統計学を駆使して、さらにうつ治療に関わる分子メカニズムの解明と創薬の分子ターゲットの探索を進める。
※これら 3 課題の研究成果を統合させ、今後の脳研究に生かせる技術開発とする。

5. むすび

今後は、アドバイザリー委員会で示された部門として目玉となる、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 28 年度分）

学術論文

1. Involvement of visual change detection in facilitating the perceptual alternation of the bistable image. Urakawa, T., Bunya, M., Araki, O., Cogn Neurodyn, in press. (査読有)
2. 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.(査読有)
3. 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. Neurosci. Lett. 639: 88-93, 2017.(査読有)
4. Rapid and lasting enhancement of dopaminergic modulation at the hippocampal mossy fiber synapse by electroconvulsive treatment. Kobayashi K., Imoto Y., Yamamoto F., Kawasaki M., Ueno M., Segi-Nishida E., Suzuki N. J Neurophysiol, 117(1):284-289, 2017.(査読有)
5. Rapid and stable changes in maturation-related phenotypes of the adult hippocampal neurons by electroconvulsive treatment. Imoto Y., Segi-Nishida E.*, Suzuki H., Kobayashi K* Mol Brain, 10:8, 2017 (*, corresponding authors).(査読有)
6. Role of actin filaments and microtubules on the viscoelastic properties of the pklasma membrane in a fibroblast cell studied with the laser-induced surface deformation microscope. Morisaku T, Wada W, Nakamura T., Yui, H., Analyst. in press. 2017.(査読有)
7. Cell-cycle-independent transitions in temporal identity of mammalian neural progenitor cells. Mayumi Okamoto, M., Takaki Miyata, T., Daijiro Konno, D., Ueda, R. H., Kasukawa, T., Hashimoto, M., Matsuzaki, F., Kawaguchi, A. Nature Communications, 7, 11349, 2016.(査読有)
8. Mammalian-specific central myelin protein Opalin is redundant for normal myelination: structural and behavioral assessments. Yoshikawa, F., Sato, Y., Tohyama, K., Akagi, T., Furuse, T., Sadakata, T., Tanaka, M., Shinoda, Y., Hashikawa, T., Itohara, S., Sano, Y., Ghandour, SM., Wakana, S., and Furuichi, T. PLoS ONE 11(11): e0166732, 2016. (査読有)
9. Galacto-N-biose is neuroprotective against glutamate-induced excitotoxicity in vitro. Shinoda, Y., Nakajima, Y., Iguchi, H., Tatsumi, S., Kitaoka, M., Nakajima, M., Takahashi, T., Fujiwara, M., and Furuichi, T. Eur. J. Pharmacol. 791: 711-717, 2016.(査読有)
10. CAPS1 stabilizes the state of readily releasable synaptic vesicles to fusion competence at CA3-CA1 synapses in adult hippocampus. Shinoda, Y., Ishii, C., Fukazawa, Y., Sadakata, T., Ishii, Y., Sano, Y., Iwasato, T., Itohara, S., and Furuichi, T. Scientific Reports 6:31540, 2016.(査読有)
11. Low doses of the mycotoxin citrinin protect cortical neurons against glutamate-induced excitotoxicity. Nakajima, Y., Iguchi, H., Kamisuki, S., Sugawara, F., Furuichi, T., Shinoda, Y. J. Toxicol. Sci., 41:311-319, 2016.(査読有)
12. Interaction of Ca^{2+}-dependent activator protein for secretion 1 (CAPS1) with septin family proteins in mouse brain. Hosono, M., Shinoda, Y., Hirano, T., Ishizaki, Y., Furuichi, T., Sadakata, T. Neurosci. Lett. 617: 232-235, 2016.(査読有)
13. 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, 橋本光広, レーザー研究, 第 44 巻 第 4 号 240-243, 2016.(査読有)

14. Antidepressant-like effects exerted by the intranasal administration of a glucagon-like peptide-2 derivative containing cell-penetrating peptides and a penetration-accelerating sequence in mice, Sasaki-Hamada S, Nakamura R, Nakao Y, Akimoto T, Sanai E, Nagai M, Horiguchi M, Yamashita C, Oka J-I, Peptides 87, 64-70, 2017.(査読有)
15. LARETH-25 and β-CD improve central transitivity and central pharmacological effect of the GLP-2 peptide, Nakao Y, Horiguchi M, Nakamura R, Sasaki-Hamada S, Ozawa C, Funane T, Ozawa R, Oka J-I, Yamashita C, Int J Pharmaceutics 515, 37-45, 2016.(査読有)
16. Neoechinulin A induced memory improvements and antidepressant-like effects in mice, Sasaki-Hamada S, Hoshi M, Niwa Y, Ueda Y, Kokaji A, Kamisuki S, Kuramochi K, Sugawara F, Oka J-I, Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiatry 71, 155-161, 2016.(査読有)
17. The infralimbic and prelimbic medial prefrontal cortices have differential functions in the expression of anxiety-like behaviors in mice, Suzuki S, Saitoh A, Ohashi M, Yamada M, Oka J-I, Yamada M, Behav Brain Res 304, 120-124, 2016.(査読有)
18. Machine Learning to Detect Drowsy Driving by Inductive Logic Programming using a 3D Camera, Hiroyuki Nishiyama, Yusuke Saito, and Hayato Ohwada, Proc. of the 2016 International Symposium on Semiconductor Manufacturing Intelligence (ISMI2016), PaperID42, 2016.(査読有)
19. Yet Another Parallel Hypothesis Search for Inverse Entailment, Hiroyuki Nishiyama and Hayato Ohwada, CEUR Workshop Proc. of the Late Breaking Papers of the 25th International Conference on Inductive Logic Programming, Vol.1636, pp.86-94, 2016.(査読有)
20. Extracting rules to detect cognitive distractions through driving simulation, Fumio Mizoguchi, Hayato Ohwada, Hiroyuki Nishiyama, Akira Yoshizawa and Hirotoshi Iwasaki, CEUR Workshop Proc. of the Late Breaking Papers of the 25th International Conference on Inductive Logic Programming, Vol.1636, pp.79-85, 2016.(査読有)
21. Machine-Learning Approach to Analysis of Driving Simulation Data, Akira Yoshizawa, Hiroyuki Nishiyama, Hirotoshi Iwasaki and Fumio Mizoguchi, The 15th IEEE International Conference on COGNITIVE INFORMATICS & COGNITIVE COMPUTING: ICCI*CC 2016, 2016.(査読有)
22. Culture shapes 7-month-olds perceptual strategies in discriminating facial expressions of emotion, Geangu, E.*, Ichikawa, H.*, Lao, C.*, Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., Caldara, R.*, & Turati, C.* *Joint first and last authors, Current Biology, vol.26 pp R663-R664, 2016 (査読有)
23. 発達障害研究への応用―スパースモデリングによるNIRSを用いた脳活動計測におけるチャネル選択, 市川寛子, 仲渡江美, 島村圭一, 金沢創, 山口真美, 作田亮一, 柿木隆介, 電子情報通信学会誌, 99巻, pp 428-433.2016 (査読無)
24. Tagging motor memories with transcranial direct current stimulation allows later artificially-controlled retrieval, Nozaki, D., Yokoi, A., Kimura, T., Hirashima, M., Orban de Xivry, J., eLIFE, e15378, 2016 (査読有)

招待講演

1. Novel strategy to treat anxiety disorders by manipulating extinction and reconsolidation of fear memory: Searching for an ideal drug for co-administration with exposure therapy, Mitsuhiko Yamada, Kie Akagi, Akiyoshi Saitoh, Misa Yamada, Jun-Ichiro Oka, 第90回日本薬理学会年会, 長崎, 2017.
2. マウスの不安様行動における内側前頭前野の役割を脳内微小透析法で探る, 斎藤顕宜, 鈴木聡史, 早田暁伸, 赤木希衣, 山田美佐, 岡淳一郎, 山田光彦, 第55回 日本生体医工学会大会, 富山, 2016.
3. 「神経軸索の再生」における基本問題, 中村岳史, 東京理科大学医学研究シンポジウム, 千葉, 2016年5月

４．リソソーム分解経路を制御するマシナリーの働きを可視化する，中村岳史，Center for Development of Advanced Medicine for Dementia Seminer，愛知，2016 年 7 月
５．Wnt7b 欠損による小脳変性・自閉症様病態・22q13 欠損症候群（Phelan-McDermid syndrome）との関連，橋本光広，第 122 回日本解剖学会総会･全国学術集会，長崎市･長崎大学坂本キャンパス，2017 年 3 月 28 日～3 月 30 日
６．分泌小胞関連タンパク質 CAPS 遺伝子改変マウスが示すシナプスの形態と生理の異常および社会行動障害について，古市貞一，第 122 回日本解剖学会総会・全国学術集会，長崎市・長崎大学坂本キャンパス，2017 年 3 月 28 日～3 月 30 日
７．Correlation between Personality and Hesitant Avoidance while Walking. M. Shigeta, A. Sawatome, H. Ichikawa and H. Takemura. 2017 Northwest Biomechanics Symposium (NWBS2017), 2017 年 5 月.
８．小脳プルキンエ細胞の発生時期（誕生日）を指標とすることで明らかとなった、マウス小脳内領域の形成過，橋本光広，第 121 回日本解剖学会，郡山，2016 年
９．Databasing brain gene expression information. Furuichi, T. 4th INCF Japan Node International Workshop Advances in Neuroinformatics 2016 and 14th INCF Nodes Workshop. RIKEN Suzuki Umetaro Hall, Wako, Japan. 2016 年 5 月 28 日～5 月 29 日
10. Enhancing Brain Transcriptome Database by Neural Gene Ontology. Furuichi, T. 第 39 回日本神経科学大会，神奈川県横浜市・パシフィコ横浜，2016 年 7 月 20 日～7 月 22 日
11. iPad による無線脳波記録と光刺激，橋本光広，第 39 回日本神経科学大会，神奈川県横浜市・パシフィコ横浜，2016 年 7 月 20 日～22 日

特許

１．Chikamasa Yamashita, Jun-Ichiro Oka, Michiko Horiguchi, Sachie Hamada, Centrally-Acting Peptide Derivative, and Pharmaceutical Composition, EP 出願番号: 15837573.3; EP 移行日: 2017/03/24
２．Chikamasa Yamashita, Jun-Ichiro Oka, Michiko Horiguchi, Sachie Hamada, Centrally-Acting Peptide Derivative, and Pharmaceutical Composition, 米国出願番号: 15/507,403; 米国移行日: 2017/02/28.

受賞

１．秋元俊希，濱田幸恵，伊豫田拓也，梅澤雅和，岡淳一郎，若手優秀発表賞，第 135 回日本薬理学会関東部会，2016.

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」

海馬の興奮性シナプスにおけるシナプス小胞開口放出の分泌制御関連タンパク質 CAPS1 が寄与する新たなメカニズムの存在を動物モデルで初めて示した。また、自由行動時のマウス頭部に掲載できる微小の脳波計測装置と脳カメラの開発をめざして、それぞれ橋本（福島医大）と竹村（理工）らと共同研究を実施した。脳波計測装置では一定の脳活動を記録できるレベルまで近づき、自由行動下の小動物の脳活動を記録できるめどが立った。

岡　淳一郎

「認知情動障害の病態解明と治療戦略の構築」

抗うつ作用や認知障害改善作用を示す神経ペプチドを経鼻投与により中枢移行させて作用を発現させる誘導体化法について報告し、国内・米国・EU に特許出願した。この過程で、ヒト大うつ病バイオマーカーが動物モデルでも同様の変化を示し、経鼻投与用誘導体で改善されることを見出した。また、経鼻投与後の中枢移行経路が、従来とは異なることも示唆した。さらに、不安形成における内側前頭前野の部位特異性について報告した。

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。

西山　裕之

「論理型機械学習器を用いた居眠り運転検知ルールの生成に関する研究」

本研究では、論理型機械学習器を用いて居眠り運転を検知可能なルールを生成するための研究を実施した。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。本実験では運転中の表情情報を、三次元カメラを用いて収集した。表情情報の中で目と口の状態遷移の時系列データに対する機械学習を行うことで、居眠りを検知可能なルール生成に成功した。

相川　直幸

「臨床医を模擬した脳波の時間領域解析に関する研究」

脳波の実時間解析の一手法を示し、電気学会 C 部門大会にて「藤森法を用いた睡眠紡錘波の自動抽出法」を発表した。また、8th バイオメディカルインタフェース・ワークショップにて「藤森法を用いた睡眠紡錘波の検出精度向上に関する検討」を発表した。脳波の実時間解析の精度向上について示した。

浦川　智和

「曖昧画像知覚形成に関わる脳内視覚情報処理の検討」

一見して何が描画されているのか分からない曖昧画像に対する探索的な視知覚形成について、この脳内機序の解明を試みる。特に、視覚ミスマッチ処理と呼ばれる脳内処理に着目し、この処理が探索的な視知覚形成に関わっているのか、心理実験および脳波実験を複合的に用いることで検討する。

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」

機序の異なる 2 種類の抗うつ治療を与えたマウス脳内から海馬歯状回を単離し、網羅的な発現解析を行い、機序の異なる抗うつ治療で、その発現パターンが有意に類似していることを見出した。類似して発現変化する遺伝子群を Gene Ontology による機能分類によって、神経発生に関わる遺伝子群が有意に検出された。そこで神経発達が未成熟である遺伝子改変マウスの海馬発現のデータベースと発現パターンを比較したところ、有意に類似しており、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。

荒木　修

「認知機能の数理モデルの構築に関する研究」

視知覚、注意、行動の準備と実行の認知機能に関わる脳神経回路網の数理モデルの構築によって、脳の情報処理メカニズムの解明を目指す。脳波測定などの認知心理学的な実験を実施し、得られた実験データを分析することによって、非線形ダイナミクスによって機能創発する数理モデルの構築を行う。

池口　徹

「ニューロンモデルの非線形解析に関する研究」

脳を情報システムとして解明するには、神経回路網を構成するニューロンの非線形ダイナミクスを理解することが鍵となる。我々は、ニューロンモデルの非線形ダイナミクスを定量化する手法について検討する。

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」

サルの顔認知課題遂行時に側頭葉の単一細胞記録を行ったデータを、スパースモデリングによって再解析し、その成果を北米神経科学会および国内学会で発表した。また、ヒトの顔認知課題遂行時の側頭部の近赤外分光法計測を行ったデータを、スパースモデリングによって再解析し、その成果を含むレビューを電子情報通信学会誌にて公刊した。

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。無線には、遮蔽物による無線障害に強く、汎用的に使用されており、消費電力が低い Bluetooth Low Energy を使用した。これにより、装置の軽量化・低消費電力化（長時間計測）・無線障害への耐性を備える装置が開発できる。その装置からの無線で送られてくるデータを収録できる専用ソフト iApp を製作した。これらの装置を、実際にマウスに装着し、無線で脳波が計測できることを確認した。

木村　岳裕

「非侵襲的脳刺激法による運動学習記憶の連合と操作の研究」

非侵襲的にヒトの脳神経を刺激可能な経頭蓋磁気刺激法(TMS)や、経頭蓋直流電気刺激法(tDCS)を用いた神経科学研究を進めている。脳波計測と tDCS を用いた認知神経科学研究や、TMS を用いたヒト一次運動野の体部位支配領域間の連携機能の調査に着手している。

インテリジェントシステム研究部門

インテリジェントシステム研究部門について

1. 概要

インテリジェントシステム研究部門の起源は、1983 年 4 月に発足したバイオシステム研究部門にあり、その後、1988 年 4 月に「工学的システムにインテリジェンスをもたせる」を理念に必要な基礎分野から応用分野にいたる幅広いテーマに関する研究を遂行することを目的としたインテリジェントシステム研究部門に発展的に引き継がれた。

2005 年 11 月に総合研究所が総合研究機構に組織改変されたのにともない、インテリジェントシステム研究部門は、新たに掲げた「ソフトウェア応用・ネットワーク分野、ハードウェア分野、エネルギー環境分野、基礎理論分野の相互連携・融合により、人に優しいヒューマンライクなインテリジェントシステムの実現を目指す」を理念として 2010 年度末までの 5 年間の活動を行った。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ことを目標に 2015 年度末までの 5 年間の活動を行った。そして、2016 年 4 月からは、前回の研究内容をもとに「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」をさらに進めるべく、部門所属研究者 18 名を要して新たに 5 年間の再設置が認められ活動を開始した。

インテリジェントシステム研究部門は、これまでに多数の貴重な研究成果を挙げ、422 編の査読つき論文、540 編以上の査読なし論文を著し、19 件の特許出願と 63 件の論文賞等を受賞した(2006 年～2017 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ている。

また、2016 年 11 月 21 日（月）に開催された、総合研究院フォーラム 2016（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。2017 年 3 月 3 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 9 件、ポスターセッション 44 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）。

当部門は、平成 28 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・数情・2 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 4 名の合計 18 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。

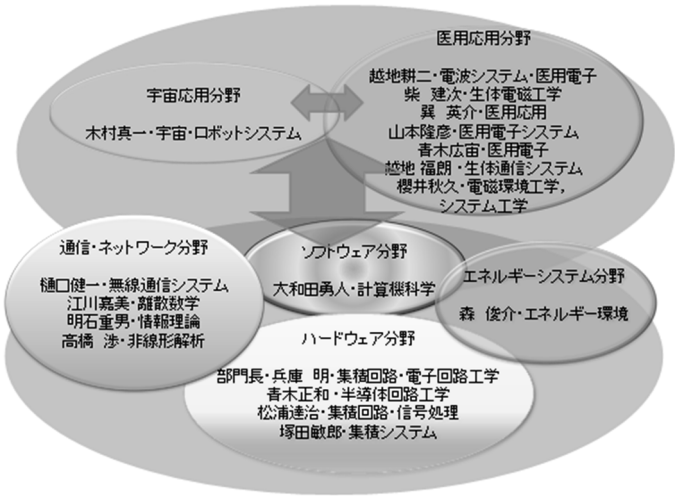


図 1　インテリジェントシステム部門の構成

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)。

表 1　ベクトル信号発生器の仕様

メーカ名	アジレント・テクノロジー
型名	E8267D
周波数範囲	250kHz～20GHz
分解能（CW）	0.001Hz

図 3　ベクトル信号発生器 E8267D

本測定装置は、理工学部電気工学科（関根・兵庫研究室）卒業生の小島（旧姓山﨑）優様とお父上の山﨑舜平様よりご寄贈頂いたものである。

(3) オシロスコープ（TDR 機能付き）

超高周波信号伝送路、超高速差動信号伝送路などの特性評価や反射源位置測定（TDR）を行う際に、周波数帯域が 20GHz 程度までの波形観測装置は不可欠である。通常の信号波形観測をはじめ、レーダや医用応用を目指したマイクロ波イメージングの研究に有用である（図 4)。

表 2　オシロスコープ（TDR 機能付き）の仕様

メーカ名	アジレント・テクノロジー
型名	86100C/54754A
チャンネル数	2ch
周波数帯域	20GHz
TDR ノーマライズ機能	10psec－5sec
TDR パルスフラットネス	5%
VNA との接続性	PLTS:SW で時間、周波数変換

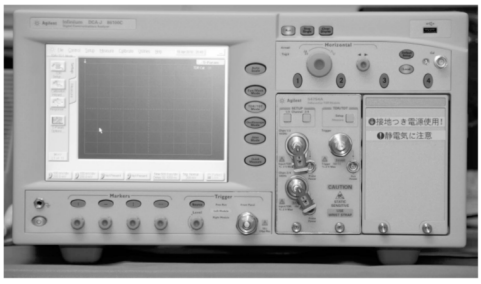


図 4　オシロスコープ（TDR 機能付き）86100C/54754A

3. 各研究グループの活動報告

当部門では研究活動に際し明確なグループ分けを行っていない。以下に各研究室の主要研究課題を示す。各課題の研究成果は、平成 28 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. 異方性を有する高含水ゲルファントムに関する研究
2. 4 端子法を用いた生体試料の電気定数測定における電圧用電極挿入深度に関する検討
3. 人体通信システムにおける電磁界解析に用いる簡易人体モデルの形状に関する基礎的検討
4. 体内埋込型人工心臓に対する経皮電力情報同時伝送を目指した 8 の字ループアンテナの設計
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スロットアンテナの改善
6. スパイダーコイルを用いた人工心臓用経皮電力伝送システムの高周波化と伝送効率改善

3. 2. 兵庫・松浦グループ

1. 出力電流増加に対する一定 on 時間制御型降圧コンバータの応答性に関する検討
2. ZVZCS 回路の出力電圧範囲の拡張に関する検討
3. 負帰還バイアスを用いた C 級カレントリユース型発振器
4. BLE 向け LNA、VCO カスコード接続による低消費電力化に関する研究
5. 差動型整流回路の広範囲高効率化の研究
6. サイクリック＋逐次比較一体型 A/D 変換器の構成検討について
7. 逐次比較型 AD 変換器における容量誤差の推定と補正に関する研究
8. センサ向け Noise-Coupled Hybrid (CT/DT) ΔΣ 変調器に関する検討
9. Sturdy-MASH 構造を用いたΔΣADC の安定信号入力範囲の拡大に関する研究

3. 3. 大和田グループ

1. テキストマイニングと機械学習による転職サイト利用者の行動解析

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. 宇宙用小型近赤外線カメラ開発のための民生イメージセンサ放射線耐性評価
2. 宇宙用高 bit 深度カメラ実現のための民生 24bit デシリアライザの放射線耐性評価
3. 搭載機器の変更に柔軟な超小型衛星搭載ソフトウェア検証環境を構築するシステム
4. 推進系による軌道制御を考慮した衛星搭載ソフトウェア検証システムの構築

3. 6. 樋口グループ

1. 大規模 MIMO 伝送におけるビームフォーミング法の検討
2. 大規模 MIMO 伝送における高効率・高精度なチャネル状態情報フィードバック法の検討
3. 大規模 MIMO-OFDM 伝送におけるチャネルのヌル空間を用いた適応ピーク電力抑圧法の検討
4. スモールセルを用いるヘテロジーニアスネットワークにおける接続セル選択法の検討
5. スモールセルを用いるヘテロジーニアスネットワークにおける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の検討
6. スモールセルを用いるヘテロジーニアスネットワークにおける適応的な基地局の ON/OFF 制御の検討
7. スモールセルを用いるヘテロジーニアスネットワークにおける適応的な基地局送信電力制御の検討
8. 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

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. 人工心臓用体外結合型経皮エネルギー伝送システムの同期整流回路の設計
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. 人工心臓用体外結合型経皮エネルギー伝送システムの共振を用いた放射電磁ノイズの抑制
7. 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. グラフの連結度に関する研究

3. 9. 明石・高橋グループ
1. OSI 参照モデルに基づくネットワーク脅威の分類とインテリジェントシステム的対応策

3. 10. 越地（福）グループ
1. 三組の不平衡ダイポールアンテナを Y 字に配置した 3 次元形状の広帯域アンテナ －アンテナ試作による VSWR 特性評価－
2. 半円台形不平衡ダイポールアンテナにおける放射素子の折り曲げによる小型化の検討
3. EBG 構造を利用したアンテナ間相互結合の低減
4. スパイラルコイルを利用する近距離ワイヤレス通信における人体手部のコイル近接時の伝送特性変動
5. 金属壁面上に配置された電極と腕部装着型ウェアラブル電極間の人体通信の検討

3. 11. 大田グループ
1. 筋電位を用いた管楽器吹奏時の身体活動の解析
2. 心拍変動を用いた映像ストリーミングサービスの品質の評価
3. 非負値行列因子分解による音源分離を用いた多重音解析
4. ドラム音に着目したテンポ解析
5. 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
6. 感情音声の合成に関する研究

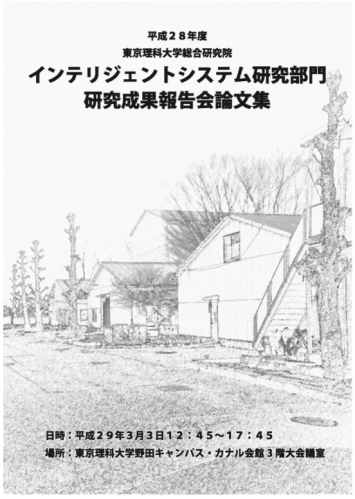


図 5 平成 28 年度研究成果報告会論文集

4. 研究活動の展望

2017 年 3 月 3 日に、例年と同様に研究成果報告会を開催し、櫻井秋久氏（日本 IBM）による「数値気象予測の実用化とビッグデータ」、愛場吉子氏（Q-Leap）による「国際会議での効果的な発表方法および e-learning 英語教材開発秘話と効果的な活用法」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 9 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。

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 28 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 28 年度分）

学術論文

1. A Replica-Amp Gain Enhancement Technique for an Operational Amplifier with Low Mismatch Sensitivity and High Voltage Swing, Junya Matsuno, Masanori Furuta, Tetsuro Itakura, Tatsuji Matsuura, Akira Hyogo, IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E99-A, No.2, pp.547-554, Feb. 2016（査読有）
2. Recent Progress on CMOS Successive Approximation ADCs (Invited Review Paper) Tatsuji MATSUURA, IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, IEEJ Trans 2016; 11: 535-548 Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI:101002/tee.22290（査読有）
3. Document Base Programming System to Realize Seamless Linking between On-board Software and Ground Operating System, Shinichi Kimura, Yuki Asakura, Hiroaki Doi, Yasuhiro Nakamura, Proceedings of The International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Automation in Space 2016 (i-SAIRAS 2016)(査読有)
4. Hardware and Software Modularized Approach for On-board Processing Capabilities of Small Satellites, Shinichi Kimura, Hiroaki Doi, Masahiro Nakamura, Takayuki Ueno, Yuki Asakura, Proceedings of The 7th Nano-Satellite Symposium（査読無）
5. Multi-platform use of Command Centric Architecture, a software framework for small satellites, Masahiro NAKAMURA Shinichi KIMURA Shintaro NAKAJIMA and Satoshi IKARI, Proceedings of the 12th International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2016 (ICSANE 2016)(査読無)
6. ROBUST ON-ORBIT OPTICAL POSITION DETERMINATION OF NON-COOPERATIVE SPACECRAFT, Tomohiro Narumi, Daisuke Tsukamoto and Shinichi Kimura, ADVANCES IN THE ASTRONAUTICAL SCIENCES, Vol.158, pp.3251-3263, 2016（査読有）
7. Investigation on Power Control Algorithm in Joint Control Method of Autonomous Cell Association and Power Control for Heterogeneous Networks, Soya Matsui, Kota Ito, Kenichi Higuchi, Journal of Signal Processing, vol.20, no.4, pp.191-195, July 2016.
8. NOMA for Future Cellular Systems, Kenichi Higuchi, IEEE 84th Vehicular Technology Conference (VTC2016-Fall), Montréal, Canada, 18-21 Sept. 2016.(査読有)
9. Performance Evaluation of Joint Power and Frequency-Domain Inter-Cell Interference Coordination in Heterogeneous Networks, Sho Takano, Kenichi Higuchi, RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing 2017 (NCSP'17), Guam, U.S.A., 28 Feb.-3 Mar. 2017.(査読有)
10. 体内埋込医療機器への容量結合型ワイヤレス電力伝送-受電電極の極性を考慮した受電電圧の測定-, 柴 建次, 日本 AEM 学会誌, Vol.24, No.3, pp.130-135, Sep.2016 （査読有）
11. Analysis of Specific Absorption Rate and Internal Electric Field in Human Biological Tissues Surrounding an Air-core Coil-type Transcutaneous Energy Transmission Transformer, Kenji Shiba, Nur Elina Binti Zulkifli, Yuji Ishioka, Journal of Artificial Organs, pp.1-7, Nov. 2016（査読有）
12. S. Akashi and W. Takahashi, Weak convergence theorem for an infinite family of demimetric mappings in a Hilbert space, Journal of Nonlinear and Convex Analysis, vol.17 (2016), no.10, 2159-2169. http://www.ybook.co.jp/online2/jncav16-4.html
13. S. Akashi, The embedding problem of reproducing kernel Hilbert spaces included by L2[0,1], Fixed Point Theory and Applications, 21 (2016), 428-439.(査読有) https://fixedpointtheoryandapplications.springeropen.com/articles
14. 明石重男,藤枝俊輔, TCP 接続回線切断時点での logout 機能とセッションハイジャック持続性, Cisco Networking Academy Instructors' Meeting 2016 講究録.
15. 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)

16. 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)
17. 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)
18. 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)

著書

1．Q. H. Ansari, **S. Akashi**, A. Alotaibi and J. C. Yao, Special Issue on Variational Analysis and Fixed Point Theory, Fixed Point Theory and Applications, Springer, 250 pages.
2．S. Akashi, D. S. Kim, T. H. Kim, G. M. Lee, W. Takahashi and T.Tanaka, Proceedings of the Third Asian Conference on Nonlinear Analysis and Optimization, Yokohama Publishers, 385 pages. http://www.ybook.co.jp/online2/jncav16-4.html
3．音響学入門ペディア，日本音響学会編，**大田健紘**他共著，コロナ社，pp.144-147，2016
4．音響キーワードブック，日本音響学会編，**大田健紘**他共著，コロナ社，pp.388-389，2016

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．体内埋込型医療機器へのワイヤレスエネルギー伝送・情報伝送，JPCA show 2016 & 2016 エレクトロニクスショー，JIEP 最先端実装技術シンポジウム，**柴 建次**，東京ビックサイト.
3．**S. Akashi**, Mathematics-oriented skills which may be abused for cybercrimes related to the networking systems, International Conference for Leading and Young Computer Scientists 2017, Okinawa Convention Center, Ginowan City, Okinawa, Japan, Feb. 25th-28th, 2017 (基調講演)(Best Research Presentation Award).
4．**S. Akashi** and S. Kodama, The embedding problem on the ranges of a Hilbert space under the compact positive operators, The 9th International Conference on Nonlinear Analysis and Convex Analysis, Chiang Rai University, Chiang Rai, Thailand, Jan. 21st-25th, 2016.

特許

1．特許出願，特願 2016-97766，出願日；平成 28 年 5 月 16 日，電子機器、及び無線給電システム，発明者：**柴 建次**　他 1 名，権利者：東京理科大学　他 1 社.
2．特許取得，特許第 6066259 号，体内局所加温装置，登録日；29 年 1 月 6 日，発明者：**柴 建次**，権利者：東京理科大学
3．特許出願，特願 2016-200421，出願日：平成 28 年 10 月 11 日，A/D 変換器，発明者：**松浦達治**，**兵庫明**，他 3 名，特許出願人：東京理科大学，他 1 社.

受賞

1．高野将（指導教官：**樋口健一**），NCSP'16 Student Paper Award, March 2017
2．松本裕貴（指導教官：**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 2017

３．石岡裕司（指導教員：**柴建次**），除細動を目的とした 8 の字コイルの提案-コイル間距離の変化による心臓内の誘導電界分布変化の解析と SAR の評価-，日本機械学会茨城講演会 優秀発表賞受賞，2016 年 9 月 20 日．
４．**明石重男**，国際会議 International Conference for Leading and Young Computer Scientists 2017(IC-LYCS2017)における Best Presentation Award 受賞，授賞団体 Asia Pacific Society for Computing and Information Technology. http://www.apscit.org/
５．**明石重男**，平成 28 年度優秀インストラクタ賞，授賞団体 Training Center Japan, Cisco Networking Academy.

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。

「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。

「RFID タグを用いた実験用小動物トラッキングシステムの開発」

現代の主要な健康課題の一つにメンタルヘルスの維持・増進が挙げられる。日常的な運動量の低下は健康を阻害と高い関連性を有していると指摘されている。本研究では、RFID タグを用い、実験動物であるラットにとってストレスの少ない集団飼育下において個別運動量の計測を行うシステムの開発を行っている。

木村　真一

「宇宙システムのインテリジェント化に関する研究」

衛星搭載画像取得処理技術を応用し、国際宇宙ステーション補給機「こうのとり」に搭載する高機能カメラを開発し、ステーションへのランデブー過程の実験画像を取得する事に成功した。衛星搭載計算機の高度化を目指して開発してきた SH-4 を活用した高機能小型計算機 BoCCHAN-1 が小型ロケット実験ペイロードに搭載された。打ち上げ失敗により軌道上での実証はできなかったが、次年度再度打ち上げが行われることになった。

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 26 年度は、5 可縮辺も 5 可除辺ももたない 5 連結グラフの平均次数に関する最良の結果を発表した。

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

「体内から体外への電極を用いた新しい情報伝送に関する研究」

体内深部に埋めた小型医療機器に 2 枚の電極を付け、人体表面につけた 2 枚の電極に情報伝送を行う方法を検討する。模擬生体中に沈めた小型送信機から体外に置いた受信機に向けて、デジタルデータを高速転送する方法を開発する。受信機内のフィルタ回路の改良を行い、電磁誘導型経皮電力伝送との同時動作の実現を目指す。

「体内埋込型人工心臓用経皮エネルギー伝送システムに関する研究」

完全埋込型補助人工心臓に、非侵襲でエネルギーを伝送するために、経皮トランスを体表面に装着する必要がある。患者の QOL の向上を目指し、生体安全性の検討、出力電圧の安定化、小型・高効率化の検討、低ノイズ化を図る。実用化を考慮した経皮エネルギー伝送システムを試作する。

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。

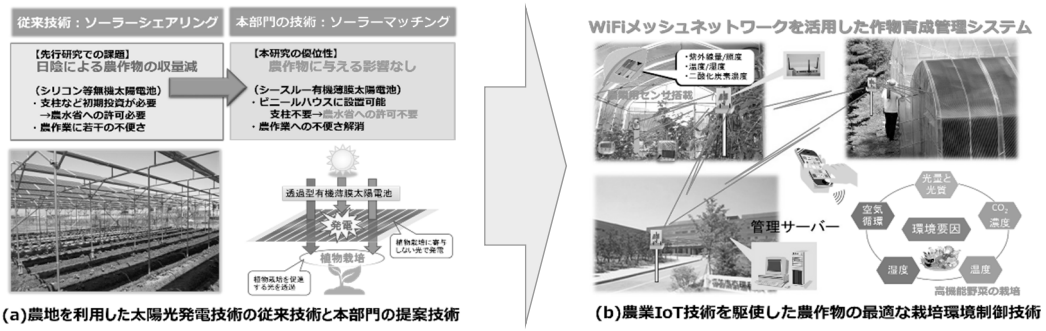
先進農業エネルギー理工学研究部門

先進農業エネルギー理工学研究部門について

1. 概要

本研究部門では、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る。

2. 部門の構成と施設設備



(a)農地を利用した太陽光発電技術の従来技術と本部門の提案技術　　(b)農業IoT技術を駆使した農作物の最適な栽培環境制御技術

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）

(a) 部門の部屋の入口付近の様子　(b) 人工気象機による栽培設備　(c) 高輝度LEDによる栽培設備

(d) 藻類培養実験システム　(e) シースルー太陽電池を搭載したビニールハウス　(f) 農業IoT用実験システム

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ている。また、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植物栽培について、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と量子情報理論による議論を行った。

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、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、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）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た。なお、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試作に向けて検討中である。

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）開発の次期テーマとなる発光するビニールハウス（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、可視光で透明かつ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。また、光合成に有効は青と赤で発光する有機半導体材料の探索を行った。

なお、2017 年度から新メンバーとして参画している下田達也教授については、2016 年度の成果はないため記載を割愛する。

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 技術開発に向けて低消費電力で通信可能な Wi-SUN を用いたメッシュネットワークのシステムについて、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にアンテナを学内に 2 か所設置し学内で安定な通信を行うためのセンサネットワークを設置した。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、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。

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。今

後、本技術を基盤に圃場や太陽光利用型植物工場等の施設園芸における作物の収穫量向上技術を開発するために必要な栽培環境に関するデータを取得し解析するための農業 IoT 技術を開発し、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

商用電力のない農地での農業 IoT 技術普及の切り札である農業生産と発電を両立する光過型有機薄膜太陽電池を用いた蓄電・通信システムの更なる発展に向けて、本学の先進農業エネルギー理工学研究部門が貢献できるよう、優れた研究開発成果の発信を続けていきたいと考えている。本部門は 1 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、部門のこれからの展開を加速する時期に来ている。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たので、引き続き、研究部門として研究活動ができるよう準備していきたい。

主要な研究業績（平成 28 年度分）

学会発表

１．Radovan Kukobat, Takuya Hayashi, Noboru Ohashi, Yasuyuki Watanabe, Katsumi Kaneko, “Sol-gel dispersant-derived transparent and conductive SWCNT films”, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, E13a-D62-5 (2016 年 9 月 13 日)

２．Noboru Ohashi, and Yasuyuki Watanabe, Novel approach of semi-transparent solar cells for plant growth toward the “solar matching”, The 16th International Symposium on Advanced Organic Photonics (ISAOP-16) (invited talk).

３．Shin Kobayashi, Hirohiko Fukagawa, Kazuhiro Kudo and Yasuyuki Watanabe,“Low operating voltage vertical organic light-emitting transistor using oriented molecular thin film”, Society for Information Display “The 22nd International Display Workshops”, December 9～11, 2015, Japan (Outstanding Poster Paper Award Winners)

４．Noboru Ohashi, Shin Kobayashi, Kazuki Yoshida, Kohei Kuwano, and Yasuyuki Watanabe, “Structural Analysis of Electrospray-deposited P3HT:PC61BM Films by GIXD for Organic Solar Cells”, KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016, PR-202 (sep. 5, 2016).

５．Shin Kobayashi, Noboru Ohashi, Junpei Ueno, Mutsumi Sugiyama, Kazuhiro Kudo, and Yasuyuki Watanabe,“Structural analysis of gate electrodes in the vertical organic transistor”, KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016, PS-014 (sep. 5, 2016).

６．大橋昇他：“農業用太陽電池へ向けた最近の取り組み”, 東京理科大学総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 6 回シンポジウム, 2016.

７．大橋 昇他：“電界塗布法により製膜された P3HT:PC61BM 粒子の構造解析”, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 2016.

８．Radovan Kukobat, et al.:“Sol-gel dispersant-derived transparent and conductive SWCNT films”, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 2016.

９．Noboru Ohashi, et al.:“Structural Analysis of Electrospray-deposited P3HT:PC61BM Films by GIXD for Organic Solar Cells”, KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics, Fukuoka, 2016.

10．飯野太智他：“複合機能を有する有機薄膜太陽電池の出力評価及び透過光評価”, 平成 28 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会 合同研究発表会, 松山市総合コミュニティセンター, 2016.

11．飯野大智他：“透過型有機薄膜太陽電池の出力評価及び透過光評価”, 東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 7 回シンポジウム 太陽電池・発電技術の最新動向, 2017.

12．沼津達也他：“有機薄膜太陽電池の出力特性”, 東京理科大学 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 第 7 回シンポジウム 太陽電池・発電技術の最新動向, 2017.

著書

１．渡邊康之, アグリビジネス新規参入の判断と手引き, 第 11 項 有機薄膜太陽電池を用いた発電するビニールハウスの取り組み事例, 2016

招待講演

１．Noboru Ohashi, et al.:“Novel approach of semi-transparent solar cells for plant growth toward the“solar matching””, The 16th International Symposium on Advanced Organic Photonics (ISAOP-16) (invited talk), Kanazawa, 2016.

特許

１．渡邊康之他, “透過型薄膜太陽電池”, 特願 2016-10051

広報

１．先進農業エネ理工学研究部門　諏訪東理大に 4 月新設，長野日報，2015.11.28.
２．諏訪東京理科大の農業工学拠点，来年 4 月設置決定，信濃毎日新聞，2015.11.28.
３．太陽電池付ハウス 発電と作物栽培を両立 諏訪東京理科大 多くの光天井透過， 日経産業新聞，2015.12.9
４．諏訪東京理科大 有機薄膜太陽電池を利用 発電するビニールハウス 収穫量に影響せず， 化学工業日報，2016.1.27
５．諏訪東京理科大 発電するビニールハウス 透過型 OPV を活用， 電子デバイス産業新聞，2016.2.4
６．フィルム状太陽電池農業への活用 諏訪東京理大と県が共同研究へ，信濃毎日新聞，2016.3.2
７．光通す薄膜の太陽電池，日本経済新聞，2016.4.15
８．フィルム状の太陽電池，長野県など産学官で開発，日本産業新聞，2016.4.18
９．発電ハウス開発へ，日本農業新聞，2016.4.22
10．フィルム太陽電池開発へ 農業用ハウスに活用，長野日報，2016.4.22
11．ブドウ栽培と両立フィルム状太陽光発電 19 年度までに試作品開発，信濃毎日新聞，2016.4.22
12．フィルム太陽電池，日本経済新聞，2016.4.27
13．発電する農業用ハウス 県など，ビニール機能の太陽電池開発中，中日新聞，2016.4.28

受賞

１．Shin Kobayashi, Hirohiko Fukagawa, Kazuhiro Kudo and Yasuyuki Watanabe,“Low operating voltage vertical organic light-emitting transistor using oriented molecular thin film”, Society for Information Display “The 22nd International Display Workshops”, December 9～11, 2015, Japan (Outstanding Poster Paper Award Winners)
２．飯野太智他：“複合機能を有する有機薄膜太陽電池の出力評価及び透過光評価”，平成 28 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会 合同研究発表会，松山市総合コミュニティセンター，2016.(学生奨励賞受賞)

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

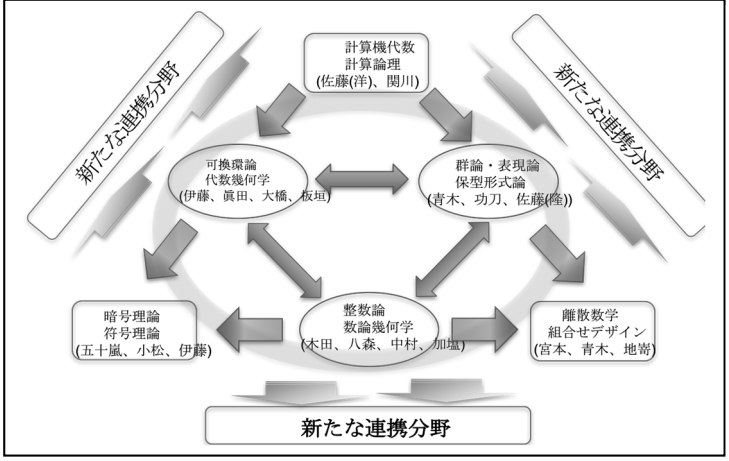
1. 概要

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. センターの構成と施設設備

本研究部門は、学内に散らばる整数論、数論幾何学、代数幾何学、可換環論、表現論、保型形式論、代数的位相幾何学などの代数学中心の研究者に加え、離散数学、組合せデザイン、計算機代数学、計算論理学、暗号理論、符号理論、応用代数学などの代数学ベースの応用研究を扱う研究者から構成され、研究者の重複はあるが、大きく基礎グループ、応用グループに分かれて研究している。

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



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。

3. 各研究グループの活動報告

本研究部門の研究推進スタイルは

a) 幅広く相互の専門に近い内容を深く学び最新の研究成果を共有した上で、それぞれが追求している問題解決に有用な方法を取り入れている方法と

b) 一つの問題やテーマに集中的に議論を重ね、連携することで問題解決を行う方法

の二つのパターンがあり、基礎グループおよび応用グループ両者ともに両方の研究スタイルを用いている。2016 年度はスタート年度でもあり、各グループの専門化が進んでいないため、a) b)両方のスタイルを共有する形で研究を行った。

研究スタイル a)の方法で研究を推進するために、2016 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神楽坂キャンパスにて、2016 年 5 月、10 月、2017 年 1 月の合計 3 回開催した。このうち 2 回は外部講師によるものである。
2) 野田代数セミナーを野田キャンパスにおいて 2016 年 5 月、2017 年 1 月の 2 回開催し、部門内の若手研究員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、2016 年 6 月、10 月、11 月、12 月、2017 年 1 月に合計 6 回行い、7 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
   a) 国際会議、第 19 回整数論オータムワークショップ「Archimedean local theory of automorphic forms」
   b) 国内研究集会、2016 年度整数論サマースクール「保型形式の p 進 family 入門」において中心的役割を果たした。
2) また、伊藤、大橋が部門の援助を受け、
   c) 野田代数幾何学シンポジウム(2017 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 8 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、
   d) 国内研究集会「実験計画法と符号および関連する組合せ構造」

を世話人として開催した。

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 月に発足した新しい部門であり、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。初年度の活動としては、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、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、新年度からは外国人 PD1 名、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、アドバイザリー委員会が開催されることから、そ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 28 年度分）

学術論文

1．On Siegel paramodular forms of degree 2 with small levels, Aoki, H., Int. J. Math. 27-2,2016.（オンラインのためページ数無し）（査読あり）
2．Computational results for regular difference systems of sets attaining or being close to the Levenshtein bound, S. Chisaki and N. Miyamoto, J. Combin. Designs., Volume 24, 553-568, 2016.（査読有り）
3．The particular third-order differential characteristics of Midori64 block cipher, Yusuke Takahashi, Yasutaka Igarashi, Toshinobu Kaneko, Proc. of 2016 International Symposium on Information Theory and Its Applications, p.560, 2016 年,（査読有り）
4．The peculiar third-order differential characteristics of Midori64 block cipher(II), Yusuke Takahashi, Yasutaka Igarashi, Toshinobu Kaneko, Proc. of 2017 International Conference on Recent Advances on Signal Processing, Telecommunications & Computing, pp.199-204, 2017 年,(査読有り)
5．The 12th-order differential attack on the 10-round variants of Midori64 block cipher, Yusuke Takahashi, Yasutaka Igarashi, Toshinobu Kaneko, Proc. of The 31st IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, 2017.(査読有り)
6．On the Hochschild (co)homology of a monomial algebra given by a cyclic quiver and two zero-relations, Tomohiro Itagaki, Communications in Algebra, 45 (5), 2052-2073, 2017,(査読有り)
7．On the involutions on the Riordan group. Kida, Masanari, Funct. Approx. Comment. Math. 54,no.1, 19-23, 2016.(査読あり)
8．Imaginary quadratic fields whose ideal class groups have 3-rank at least three, Yasuhiro Kishi and Toru Komatsu, Journal of number theory, 170 巻 46-54 頁, 2017 年 1 月,(査読有)
9．An infinite family of pairs of imaginary quadratic fields with ideal classes of a given order, Toru Komatsu, International Journal of Number Theory,13 巻 2 号, 253-260 頁, 2017 年 3 月.(査読有)
10. Brauer indecomposability of Scott modules, Hiroki Ishioka, Naoko Kunugi, J. Algebra 470, 441-449, 2017.(査読あり)
11. A construction and decomposition of orthogonal arrays with non-prime-power numbers of symbols on the complement of a Baer subplane, Kohei Yamada and Nobuko Miyamoto, Des. Codes and Cryptogr., 80, 283-294, 2016.(査読有)
12. Hurwitz-Lerch zeta and Hurwitz-Lerch type of Euler-Zagier double zeta distributions, T. Nakamura, Infinite Dimensional Analysis, Quantum Probability, 19, no.4,1650029, 12 pp. 2016.(査読あり)
13. On complex zeros off the critical line for non-monomial polynomial of zeta-functions, T. Nakamura and Lukasz Pankowski, Mathematische Zeitschrift, 284, no.1-2, 23-39, 2016.(査読あり)
14. Real zeros of Hurwitz-Lerch zeta functions in the interval (-1,0), T. Nakamura, Journal of Mathematical Analysis and Applications. 438, no.1, 42-52, 2016.(査読あり)
15. Real zeros of Hurwitz-Lerch zeta and Hurwitz-Lerch type of Euler-Zagier double zeta functions, T. Nakamura, Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. 160, no.1, 39-50, 2016.(査読あり)
16. Value distribution for the derivatives of the logarithm of L-functions from the Selberg class in the half-plane of absolute convergence, T. Nakamura and Lukasz Pankowski, Journal of Mathematical Analysis and Applications. 433, no.1, 566-577, 2016.(査読あり)

17. Enriques surfaces of type II and an elliptic modular surface, 大橋久範, 射影多様体の幾何とその周辺報告集, 2017.(査読なし)
18. On the Hochschild cohomology ring of integral cyclic algebras, Masamitsu Shimakura and Katsunori Sanada, SUT Journal of Mathematics, Vol.52, No.2, 2016 (査読あり)
19. 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, 1750099, 1-31, 2017.(査読あり)
20. Improving a CGS-QE Algorithm Ryoya Fukasaku, Hidenao Iwane, Yosuke Sato, Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences 6th International Conference, MACIS 2015, Berlin, Germany, November 11-13, 2015, Revised Selected Papers, Lecture Notes in Computer Science Series Volume 9582, pp 231-235 2016/5 (査読有)
21. On the Implementation of CGS Real QE Ryoya Fukasaku, Hidenao Iwane, Yosuke Sato Proceedings of the 6th International Congress on Mathematical Software (ICMS 2016), Lecture Notes in Computer Science Volume 9725, pp 165-172 2016/7 (査読有)
22. CGSQE/SyNRAC: a real quantifier elimination package based on the computation of comprehensive Groebner systems, Ryoya Fukasaku, Hidenao Iwane, Yosuke Sato ACM Communications in Computer Algebra, Volume 50 Issue 3, pp 101-104, 2016/9 (査読有)
23. On Simple Representation of Locally Closed Sets, Yosuke Sato, Ryoya Fukasaku, Katsusuke Nabeshima Proceedings of the 21st Asian Technology Conference in Mathematics(ATCM 2016) pp 190-199 2016/12 (査読有)
24. Parallel and Distributed Boolean Groebner Bases Computation in SageMath Akira Nagai, Yosuke Sato, Proceedings of the 21st Asian Technology Conference in Mathematics(ATCM 2016) pp 269-278 2016/12 (査読有)
25. 論理関数処理による論理式の簡易化 -包括的グレブナー基底系を利用した限量記号消去法-, 岩根秀直, 深作亮也, 佐藤洋祐, 数式処理 Vol.22, No 2, pp31-34, 2016/5 (査読無)
26. Quantum Fourier transform over symmetric groups---improved result, Yasuhito Kawano, Hiroshi Sekigawa, Journal of Symbolic Computation, Vol.75, pp.219-243, 2016.(査読あり)
27. 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, 2017.(査読なし)
28. An algorithm for symbolic-numeric sparse interpolation of multivariate polynomials whose degree bounds are unknown, Dai Numahata and Hiroshi Sekigawa, ACM Communications in Computer Algebra, 2017.(査読あり)

著書

1．群の表示 (大学数学スポットライトシリーズ, 第6巻), 佐藤 隆夫, 近代科学社, 192ページ, 2017年2月28日, ISBN-13: 978-4764905337.

招待講演

1．On the structure of Hilbert modular forms with discriminant 5, Aoki, H., Oberseminar Modulfunktionen, Heidelberg University (Heidelberg, Germany), 2016.
2．A remark on the structure of mixed weight Hilbert modular forms, Aoki, H., Seminar on automorphic forms in Mannheim University, Mannheim University (Mannheim, Germany), 2016.
3．On wild group scheme quotient singularities, Ito, H., 代数幾何ミニ研究集会, 2017/3/6, 埼玉大学大学院理学研究科
4．On quasi-hyperelliptic fibrations, Ito, H., The 15th Affine Algegraic Geometry Meeting, 2017/3/5, Kwansei University, Osaka, JAPAN.
5．Wild group scheme quotient singularities, Workshop on Higher Dimensional Algebraic Geometry, Holomorphic Dynamics and Their Interactions, 2017/1/9, Institute for Mathematical Science, National University of Singapore, Singapore

６．Wild group scheme quotient singularities, TSUDA COLLEGE AND OIST JOINT WORKSHOP ON CALABI-YAU VARIETIES : ARITHMETIC, GEOMETRY AND PHYSICS, 2016/8/1, Tsuda College, Tokyo, Japan
７．「4 次巡回体の部分体におけるイデアル類の位数について」小松亨, 新潟代数セミナー, 新潟大学, 2016 年 11 月「4 次巡回体とその 2 次部分体におけるイデアル類の位数について」, 2017 早稲田整数論研究集会, 早稲田大学, 2017 年 3 月
８．Universality of the Riemann zeta function in the region of absolute convergence, T.Nakamura, 8-th Internitinal Symposium on Natural Science, Incheon National University, 2016, 11.3.
９．主に 2 重ゼータ又は L 値と関数について、自分の古い結果を中心に, T.Nakamura, 第 10 回多重ゼータ研究集会 & 第 34 回関西多重ゼータ研究会 (共同開催), 近畿大学, 2017. 2.19.
10. On the cohomology groups of the IA-automorphism groups of free groups of rank three, 佐藤隆夫, 表現論による諸問題への新しいアプローチを目指して (第 3 回), 電気通信大学, 2016 年 11 月 11 日.
11. On the cohomology groups of the IA-automorphism groups of free groups of rank three, 佐藤隆夫, 変換群論シンポジウム 2016, 2016 年 11 月 17 日.
12. On the cohomology groups of the IA-automorphism groups of free groups of rank three, 佐藤隆夫, 群作用と位相, 城崎健康福祉センター, 2016 年 12 月 5 日.
13. On some families of Enriques surfaces parametrized by rational modular curves, Hisanori Ohashi, Rationality and self-maps algebraic varieties, Kyoto university, 2016
14. On Enriques surfaces of type II and some elliptic modular surfaces, Hisanori Ohashi, Calabi-Yau manifolds: arithmetic, geometry and physics, Tsuda college, 2016
15. On some families of Enriques surfaces parametrized by rational modular curves, Hisanori Ohashi, On explicit description of holomorphic symplectic varieties, Onuma International seminar house, 2016
16. Enriques surfaces of type II and an elliptic modular surface, 大橋久範, 射影多様体の幾何とその周辺 2016, 高知大学, 2016

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、特にヒルベルト保型形式についていくつかの進展があり、それらを研究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。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の研究」

虚二次体の不分岐岩澤加群の岩澤代数 Λ 上の加群の構造の同型類を判定することを目標として、本年度は特性多項式 f(T) を持つ Λ 加群の同型類の集合 M(f) の研究を行った。具体的には M(f)の元をいくつかの有限加群とそれらの間の写像の組によって分類する Jakoblev の結果を用いて M(f)の位数の上限を得た。現れうる加群や写像に課される制限をさらに考慮に入れることで、位数の上限の改良を試みている。また、Murakami による同型類の新たな不変量についても研究をすすめた。

五十嵐　保隆

「ブロック暗号アルゴリズム Midori64 の安全性評価の研究」

Midori64 の暗号解読に結びつくが今までに知られていなかった新たな特異な高階差分特性を初めて発見した。そして、これを理論的に解析し、その存在を証明した。この特異な特性を解読識別子として利用することにより今までよりも効率的に解読できることを定量的に明らかにした。

板垣　智洋

「中山多元環のホッホシルトコホモロジー環に関する研究」

多元環のホッホシルトコホモロジーは導来同値の不変量であり、環構造やリー代数構造など様々な代数的構造をもっている。しかしながら、一般にそれらの情報を得ることは難しく、例えば、ホッホシルトコホモロジー環が有限生成であるための必要十分条件は一般に知られていない。本研究では、巡回クイバーと 2 つの道で与えられる中山多元環のクラスに対して、そのホッホシルトコホモロジー環が有限生成であるかどうかを決定した。

伊藤　浩行

「正標数商特異点に関する研究」

正標数の体上定義された商特異点について、群の位数を標数が割り切る、野生的状況の場合には、未だに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。また、位数が標数に等しい巡回群による作用と、長さが標数と等しい有限平坦群スキームによる作用を変形によって繋ぐことにより、野生的特異点の族の構成に成功し、種々の応用を得た。

加塩　朋和

「多重ガンマ関数とその p 進類似に関する研究」

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.にアクセプトされた。さらにこの p 進類似が成り立つことを示しプレプリントを準備中である。

木田　雅成

「冪零拡大の構成とその数論の研究」

クラス 2,3 の冪零群をガロア群にもつ拡大を分岐条件付きで構成することを研究した。またそのような拡大のガロア群の線形表現の分類を行い、その線形表現に対して、Artin L 関数の計算を行った。

小松　亨

「代数体のイデアル類群に関する研究」

本年度は、与えられた崩壊過程をもつイデアルが存在するガロア体とその部分体の構成について研究を行った。巡回型のガロア 4 次体に関する問題については山本の方法を相対拡大でも使えるように改良した。具体的に構成する 4 次体のモデルとして上原健氏の研究成果が使えるか考察し、実際に利用できることが分かった。また上原のモデルでは必要以上に膨らんだもののように考えられるのでスリム化して扱いやすいモデルに改良した。

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」

有限群のブロック間の森田同値、導来同値を誘導する両側傾斜複体の構成に必要となる Scott 加群の Brauer 直既約性に関する研究を行い、非可換なバーテックスをもつ Scott 加群の Brauer 直既約性に関する結果を得た。また、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。

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。可変長光直交符号の構成に有用な orbit disjoint という性質を有する巡回差集合族の集まりを、有限射影空間の組合せ構造を用いて与えることを目的とする。

中村　隆

「ゼータ関数の零点についての研究」

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。(1). 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。(2). 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。(3). 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。2016 年度は(2)の方向についての研究が進展した。

大橋　久範

「エンリケス曲面の自己同型のエントロピーについての研究」

距離空間の自己全射に対し、位相的エントロピーはその力学系としての複雑さを表す量である。K3 曲面の自己同型については、小木曽、McMullen らにより、最小エントロピーがわかっている。9 月に来日した、Slawomir Rams 氏（Jagiellonian university, Poland）と一緒に、この最小エントロピー問題のエンリケス曲面版を考えた。後に名古屋大学の松本雄也氏に精密化のアイデアをもらい、現在も発展中である。

眞田　克典

「整係数巡回多元環のホッホシルトコホモロジー環の研究」

整係数多元環は整数環の非可換版として捉えることができ、そのホッホシルトコホモロジー環は、加群圏の不変量として、多元環の表現論において重要な研究対象である。よく知られた有理整数係数の四元数環のホッホシルトコホモロジー環は完全に決定されている。本研究の目的は、その一般化として、任意の巡回多元環のホッホシルトコホモロジー環の構造を決定することとしているが、今年度は、素数の 2 乗のランクをもつ巡回多元環に対して、そのホッホシルトコホモロジー環の構造を決定することができた。

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

「限量子記号消去アルゴリズムに関する研究」

限量子記号消去(QE)は数式処理システムの基盤をなす最重要ツールの一つである。われわれはここ数年、包括的グレブナー基底系を利用した QE アルゴリズムを提案し、研究を続けている。われわれが開発したアルゴリズムは、私が数学グループのメンバーとして協力している、国立情報学研究所の「人工頭脳プロジェクトーロボットは東大に入れるか」で採用され、高性能なプログラムを実現している。

関川　浩

「(1) 最近接多項式、(2) 数値的誤差を含む多変数多項式の補間、(3) 量子情報処理、に関する研究」

(1) 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 変数複素係数多項式で、着目している性質 f(z)=0 である場合（z は指定された点)、高々n 次の 1 変数複素係数多項式 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。指定する零点が二つの場合の結果までが既知であったが、本年度は二つの場合の結果を簡略化し、三つの場合にも結果を得た。

(2) 値を入力すると関数値を得られるが、式が不明な関数をブラックボックスと呼ぶ。本研究で扱う多変数多項式の補間は、複素係数の多変数多項式 f から定まる関数のブラックボックスが与えられたとき、f を求める問題である。本年度は、Ben-Or と Tiwari による基本的なアルゴリズムをブラックボックスの出力が誤差を含む場合に拡張したアルゴリズムに着目し、それらでは必要であった次数の上界の入力を不要とするアルゴリズムを提案した。

(3) 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、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。

研究者別の研究業績

阿部　真典

学術論文

1. Diaphanous gene mutation affects spiral cleavage and chirality in snails, R. Kuroda, K. Fujikura, M. Abe, Y. Hosoiri, S. Asakawa, M. Shimizu, S. Umeda, F. Ichikawa and H. Takahashi, Scientific Reports, 6, 34809, 2016.（査読有）
2. 巻貝の殻に隠れている動物の左右性形成メカニズムの謎, 阿部真典, 黒田玲子, 日本物理学会誌, 71, 80-86, 2016.（査読有）

阿部　正彦

学術論文

1. Cationic Gemini Surfactants with Pyridibium Headgroup: Recent Advances, Accounts of Materials and Surface Research, 1, Sukhprit Singh Avinash Bahadani, Masahiko Abe, pp 19-30, 2016（査読無）
2. Structual feaures and surfactant properties of core-shell type micellar aggregates formed by gemini piperidium surfactants, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects,Avinash Bahadani, Tomoaki Okano, Taku Ogura, Takeshi Miso, Kenichi Sakai, Masahiko Abe, Hideki Sakai, 494, pp 147-155, 2016（査読有）
3. Potent in vivo anticancer activity and stability of liposomes encapsulated with semi-purified job's tear（Coix lacryma-jobi Linn.）extracts from different preparation methods on 5 human cáncer cell lines, Journal of Ethnopharmacology, Aranya Manosroi, Mathukorn Sainakham, Charinya Chankhampan, Masahiko Abe, Worapaka Manosroi, Jiradej Manosroi, pp.281-292, 2016（査読有）
4. Potent in vivo anticancer activity and stability of liposomes encapsulated with semi-purified job's tear（Coix lacryma-jobi Linn.）extracts on human colon ardecarcinoma（HT-29）xenografted mice, Mathukorn Sainakham, Aranya Manosroi, Masahiko Abe, Worapaka Manosroi, Jiradej Manosroi, Drug Delivery, pp.1-9, 2016（査読有）
5. Surface Adsorption and Micelle Formation of Polyexylene-type Surfactants in Mixtures of Water and Hydrophilic Imidazolium-type Ionic Liquid, Journal of Oleo Science, Takeshi Misono, Kohei, Okada, Kenichi Sakai, Masahiko Abe, Hideki Sakai, 65, pp.499-506, 2016（査読有）
6. pH-sensitive Wormlike Micelle and Hydrogel Formation by Acylglutamic Acid-Alkylamine Complex, Kenichi Sakai, Masahide Sawa, Kazuyuki Nomura, Takeshi, Endo, Koji Tshuchiya, Kazutami Sakamoto, Masahiko Abe, Hideki Sakai, Chemistry Letters,45, pp.655-657, 2016（査読有）
7. リポソームの物理化学的研究とその超臨界二酸化炭素流体を用いた短時間･大量製造, Accounts of Materials and Research, Masahiko Abe, 2, pp.44-61, 2016（査読無）
8. Strucural Diversity, Physicochemical Properties and Application of Imidazolium Surfactants: Recent Advances, Advances in Colloid and Interface Science, Avinash Bahadani, Takeshi Misono, Suldprit Singh, Kenichi Sakai, Hideki Sakai, Masahiko Abe, pp.36-56, 2016（依頼原稿のため査読無）
9. Characterizing Solid/Ionic Liquid Interfaces in the Presence of Water and Nonionic Surfactants, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Kenichi Sakai, Kohei Okada, Takeshi Misono, Takeshi Emdo, Masahiko Abe, Hideki Sakai, 509, pp.433-439, 2016（査読有）
10. Pt-Au金属ナノ粒子触媒を用いた直接グルコース形燃料電位の開発, Material Technology, 高橋昌利, 岩端一樹, 結城智晴, 片山昇, 鳥越幹二郎, 土屋好司, 小浦節子, 中田一弥, 坂口謙吾, 酒井秀樹, 阿部正彦, 34, pp.166-176, 2016（査読有）
11. Effects of Stabilizer Concentration on the Electrochemical Performance of Au-Pt Anode Catalysts for Direct Glucose Fuel Cell, Journal of the Japan Society of Colour Material, Masatoshi Takahashi, Kazuki Iwabata, Kanjiro Torigoe, Takeshi Endo, Kengo Sakaguchi, Hideo Sakai, Masahiko Abe, 90, pp.1-6, 2017（査読有）
12. Sustainable Oleic and Stearic Acid Based Biodegradable Surfactant, RSC Advances, Avinash Bahadani, Kazuyuki Iwabata, Kenichi Sakai, Setsuko Koura, Hideki Sakai, Masahiko Abe, RSC Advances, 7, 10433-10442, 2017（査読有）
13. Adsolubilization-Induced Structural Change in Adsorbed Surfactant Aggregates: Equilibrium and Kinetics Monitored by AFM and QCM-D, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineeribg Aspects, K. Sakai, K. Koizumi, Y. Maeda, T. Endo, S. Sasaki, M. Abe, H. Sakai, 520, 231-238, 2017（査読有）

著書

1. 現場で役立つコロイド･界面現象の測定ノウハウ, 阿部正彦 編著, 日刊工業新聞社, pp.1-29, pp.125-137, pp.165-180, 2016年4月
2. Ioonic Liquid-Based Surfactant Acience–Formulation, Characterization and Applications, Kenichi Sakai, Takeshi Misono, Masahiko Abe, Hideki Sakai, Wiley, pp.47-62, 2016年

招待講演

1. 非DDSとしてのリポソームとセルロースを原料とするバイオ発電（グル越す直接形燃料電池） 阿部正彦, 第55回日本油化学会年会, 奈良, 2016年９月

特許

1. 阿部正彦, Avinash Bahadani, 国内優先出願, 生分解性カチオン界面活性剤, №20126-103709, 2016

広報

1. 阿部正彦「新星発見, 未来拓く期待のベンチャー - アクテイブ:注目集める環境対応製群」化学工業日報, 2016.5.11
2. 阿部正彦, アクテイブ（株）「摩擦強度2倍, 建材表面覆う化粧シート」日経産業新聞, 2016.6.6
3. 阿部正彦, アクテイブ（株）「凸版印刷, 東京理科大学のナノ化技術を活用」凸版印刷 ニュースリリース, 2016.6.6
4. 阿部正彦, アクテイブ（株）,「化粧シート, 耐傷:防汚性が向上, ナノカプセル添加」化学工業日報, 2016.6.7
5. 阿部正彦, アクテイブ（株）,「最新フロア材化粧シート, ナノ化技術を融合」コンバーテック（雑誌）, 2016.7月号
6. 阿部正彦, アクテイブ（株）「矢吹町にごみ袋1万枚寄贈」福島民報, 2016.8.29
7. 阿部正彦, アクテイブ（株）「サトーHDのCO_2を朝得る素材, 味の素, 食品外装に採用」日経産業新聞, 2017.2.20
8. 阿部正彦, アクテイブ（株）,「Change: Embracing Diversity to Power Japan's Economy」政府内閣府広報向け広報TV番組（CNBC→2017.3.18放送, Bloomberg→2017.3.25放送）

受賞

1. EY Entrepreneur of the year 2016 Japan, 第15回東北地方大会, Challenging Sprit部門, ファイナリストとして表彰された

荒木　光典

学術論文

1. Mitsunori Araki, Shuro Takano, Nami Sakai, Satoshi Yamamoto, Takahiro Oyama, Nobuhiko Kuze, and Koichi Tsukiyama, "Precise observations of the $^{12}C/^{13}C$ ratios of HC_3N in the low-mass star-forming region L1527", Astrophysical Journal, 833, 291 (2016). DOI: 10.3847/1538-4357/833/2/291
2. Shoma Hoshino, Mitsunori Araki, Takashi Ishiwata, and Koichi Tsukiyama, "Infrared amplified spontaneous emission from the $0_g^+(^3P_0)$ and $0_g^+(^1D_2)$ ion-pair states of molecular bromine", Physical Chemistry Chemical Physics, 18, 19464-19471 (2016) DOI: 10.1039/C6CP02117D
3. Shoma Hoshino, Yukio Nakano, Mitsunori Araki, Takashi Ishiwata, and Koichi Tsukiyama, "Collision induces state-to-state energy transfer dynamics between the $2_u(^1D_2)$ and $2_g(^1D_2)$ ion-pair states of I_2", Physical Chemistry Chemical Physics, 18, 14292-14298 (2016) DOI: 10.1039/C6CP00222F

招待講演

1. "Detection of CH_3CN in Diffuse Cloud by Hot Axis Effect as a Neighbor of Origin Molecules of Diffuse Interstellar Bands", Seminar, The University of Chicago (2016.6.27)
   http://astro.uchicago.edu/events/special-seminar.php#id749

梅澤　雅和

学術論文

1. Umezawa M, Onoda A, Takeda K: Developmental Toxicity of Nanoparticles on the Brain. Yakugaku Zasshi, 137, 73-38, 2017（査読有）
2. Onoda A, Kawasaki T, Tsukiyama K, Takeda K, Umezawa M: Perivascular Accumulation of β-sheet-rich Proteins in Offspring Brain following Maternal Exposure to Carbon Black Nanoparticles. Frontiers in Cellular Neuroscience, 11, 92, 2017（査読有）

3. Kamimura M, Matsumoto T, Suyari S, Umezawa M, Soga K: Ratiometric Near-Infrared Fluorescence Nanothermometry in the OTN-NIR (NIR II/III) Biological Window Based on Rare-Earth Doped β-$NaYF_4$ Nanoparticles. Journal of Materials Chemistry B, 5, 1917-1925, 2017(査読有)
4. Onoda A, Takeda K, Umezawa M: Dose-Dependent Induction of Astrocyte Activation and Reactive Astrogliosis in Mouse Brain following Maternal Exposure to Carbon Black Nanoparticle. Particle and Fibre Toxicology, 14, 4, 2017(査読有)
5. Ide H, Umezawa M, Ohwada H: Function Prediction of Disease-Related Long Intergenic Non-Coding RNA Using Random Forest. Proceedings of the 7th International Conference on Computational Systems-Biology and Bioinformatics, pp.58-62, 2016(査読有)
6. Shaheen HM, Onoda A, Shinkai Y, Nakamura M, El-Ghoneimy AA, El-Sayed YS, Takeda K, Umezawa M: The ceramide inhibitor fumonisin B1 mitigates the pulmonary effects of low-dose diesel exhaust inhalation in mice. Ecotoxicology and Environmental Safety, 132, 390-396(査読有)
7. 梅澤雅和, 立花研, 小野田淳人, 武田健: 大気中ナノ粒子の健康影響. 環境技術(環境技術協会), 45(11), 11-16, 2016(査読無)
8. 梅澤雅和, 新海雄介, 小野田淳人, 武田健, 上村真生, 曽我公平: 動物体内におけるナノ粒子の未知なる動態メカニズムと検出技術改善のニーズ. バイオイメージング(日本バイオイメージング学会), 25(11), 22-27, 2016(査読有)
9. 小野田淳人, 川崎平康, 築山光一, 武田健, 梅澤雅和：超微小粒子の胎児期曝露に伴う脳血管周囲異常の赤外顕微法による可視化. バイオイメージング(日本バイオイメージング学会), 25(11), 1, 2016(査読無)

招待講演

1. Umezawa M: Nanoparticle impacts on developing fetus. 11th International Particle Toxicology Conference (IPTC2016), Singapore, 27-Sep-2016
2. 梅澤雅和 : 次世代の健康, 次世代のための科学. 日本幼小児健康教育学会第35回大会(春季:世田谷大会), 東京, 2017年3月5日

受賞

1. 立花研, 新海雄介, 梅澤雅和, 武田健: 田邊賞(日本毒性学会), 2016年6月

Ishwor Khatri

学術論文

1. Effect of potassium fluoride post-deposition treatment on Cu(In,Ga)Se_2 thin films and solar cells fabricated onto sodalime glass substrates, Ishwor Khatri, Hirofumi Fukai, Hiroshi Yamaguchi, Mutsumi Sugiyama and Tokio Nakada, Solar Energy Materials and Solar Cells, 155, pp 280-287, 2016 (査読有).

川﨑 平康

学術論文

1. Dissociation of Protein Aggregates by Mid-infrared Laser, Takayasu Kawasaki, Kazuhiro Nakamura, Electronic Journal of Biology, 12(4) pp 363-366, 2016 (査読有)
2. Picosecond pulsed infrared laser tuned to amide I band dissociates polyglutamine fibrils in cells, Takayasu Kawasaki, Gaku Ohori, Tomoyuki Chiba, Koichi Tsukiyama, Kazuhiro Nakamura, Lasers in Medical Science, 31 pp 1425-1431, 2016(査読有)
3. 超微小粒子の胎児期曝露に伴う脳血管周辺異常の赤外顕微法による可視化, 小野田淳人, 川崎平康, 築山光一, 武田健, 梅澤雅和, バイオイメージング 25(1): 1, 2016(査読無)

黒田 玲子

学術論文

1. Solvatochromic property switching of a naphthoquinone pigment: 2-Methyl-3-arylthio-1,4-naphthalenedione, H. Akiyama, Sako, A.; Tajima, N.; Shizuma, M.; Kuroda, R.; Imai, Y. Tetrahedron 2016, 72(17), 2109-2115 April 2016. (査読有)

2. Diaphanous gene mutation affects spiral cleavage and chirality in snails, R. Kuroda, Fujikura, M. Abe, Y. Hosoiri, S. Asakawa, M. Shimizu, S. Umeda, F. Ichikawa and H. Takahashi, Scientific Reports, 6, 34809 (2016);. (査読有)
3. β-mercaptoethanol assists efficient construction of sperm bacterial artificial chromosome library, K. Fujikura, M. Abe and R. Kuroda, J. Biological Methods, 4(1), e63 (2017). (査読有)
4. Efficient Synthesis of Tris-Heteroleptic Iridium (III) Complexes Based on the Zn^{2+}-Promoted Degradation of Tris-Cyclometalated Iridium (III) Complexes and Their Photophysical Properties, Tamura, Y.; Hisamatsu, Y.; Kumar, S.; Itoh, T.; Sato, K.; Kuroda, R.; Aoki, S, Inorg. Chem., 812-833 (2017). (査読有)

招待講演

1. How does chirality information transfer in mollusk development? R. Kuroda, Keynote presentation, 4th International Integrative Biology, Berlin, 18-20 July, 2016.
2. Proteins that determines chirality, R. Kuroda, Proteins & Peptides, 2016 Conference, Structure, Function and Biotechnology, Geneva, 22-25 July, 2016.
3. Left and Right – why does it matter?" R. Kuroda, Keynote presentation (75 min.), ESOF 2016 (European Science Open Forum), Manchester, 23-27, July, 2016.
4. Left and Right – why does it matter?" R. Kuroda, Molecular Frontier Symposium, Tokyo, 9-10, Oct, 2016.
5. 右と左 – キラリティーを巡って 物理学から生物学へ, 黒田玲子, 基調講演 国際日本文化研究センター稲賀班 2016.07.31-08.1 京都 国際日本文化研究センター
6. カイロモルフォロジー研究と分光学, 黒田玲子, 特別講演, 日本化学会春季年会, 特別企画講演, 日吉, 2017.3.16

広報

1. Developmental Biology, 11th edition (June, 2016), Sinauer出版, S. Gilbert, J.F. Barresi著, 8章の扉写真は理科大黒田研HPより転載, P.258に我々の研究成果が紹介されている

小鍋　哲

学術論文

1. Carrier localization length in edge-disordered graphene nanoribbons with sub-100 nm length, K. Takashima, S. Konabe and T. Yamamoto, Journal of Applied Physics 119, 024301 (2016) (査読有).
2. Modulation of electrical potential and conductivity in an atomic-layer semiconductor heterojunction, Y. Kobayashi, S. Yoshida, R. Sakurada, K. Takashima, T. Yamamoto, T. Saito, S. Konabe, T. Taniguchi, K. Watanabe, Y. Maniwa, O. Takeuchi, H. Shigekawa, and Y. Miyata, Scientific Reports 6, 31223 (2016) (査読有).
3. Screening effects due to carrier doping on valley relaxation in transition metal dichalcogenide monolayers, S. Konabe, Applied Physics Letters 109 073104 (2016) (査読有).
4. Thermoelectric properties of bilayer phosphorene under tensile strain, S. Konabe, Shiro Kawabata and T. Yamamoto, Surface and Interface Analysis 48 1231 (2016) (査読有).
5. The Effect of Edge Disorder on Electronic Transport in Metallic Graphene Nanoribbons at Finite Temperatures, K. Takashima, S. Konabe and T. Yamamoto, Surface and Interface Analysis 48 1214 (2016) (査読有).
6. Modulations of thermal properties of graphene by strain-induced phonon engineering, K. Tada, T. Funatani, S. Konabe, K. Sasaoka, M. Ogawa, S. Souma and T. Yamamoto, Japanese Journal of Applied Physics 56 025102 (2017) (査読有).
7. 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 (2017) (査読有).

招待講演

1. トポロジカル金属における表面プラズモンポラリトン, 小鍋哲, ナノトライボロジー研究センター開設シンポジウム, 東京, 2017年

坂本　勇貴

学術論文

1. Inter-species hormonal control of host root morphology by parasitic plants, Thomas Spallek, Charles W. Melnyk, Takanori Wakatake, Jing Zhang, Yuki Sakamoto, Takatoshi Kiba, Satoko Yoshida, Sachihiro Matsunaga, Hitoshi Sakakibara, Ken Shirasu, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, in press（査読有）
2. Live imaging of H3K9 acetylation in plant cells, Kazuki Kurita, Takuya Sakamoto, Noriyoshi Yagi, Yuki Sakamoto, Akihiro Ito, Norikazu Nishino, Kaori Sako, Minoru Yoshida, Hiroshi Kimura, Motoaki Seki, Sachihiro Matsunaga, Scientific Reports, in press（査読有）

著書

1. 坂本勇貴, 松永幸大“植物の透明化技術TOMEI”顕微鏡, 51巻, 150-153（2016）（査読有）
2. 坂本勇貴, 松永幸大“生体組織･器官の透明化イメージング”ケミカルエンジニヤリング, 61巻, 500-504（2016）

受賞

1. 坂本勇貴, 優秀ポスター賞, 日本分子生物学会, 2016

佐藤　享平

学術論文

1. Efficient Synthesis of Tris-Heteroleptic Iridium(III) Complexes Based on the Zn^{2+}-Promoted Degradation of Tris-Cyclometalated Iridium(III) Complexes and Their Photophysical Properties, Y Tamura, Y Hisamatsu, S Kumar, T Itoh, K Sato, R Kuroda, S Aoki, Inorganic chemistry, 56, 812-833, 2016（査読あり）
2. Optical Resolution, Determination of Absolute Configuration, and Photoracemization of cis-RuL2（CN）2（L= 2, 2′-Bipyridine and Its Analogues）, Yusuke Aihara, Kyohei Sato, Kazuteru Shinozaki, Inorganic chemistry, 55, 8387-8395,（2016）（査読あり）

髙柳　英明

学術論文

1. Magnetic field imaging of a tungsten carbide film by scanning nano-SQUID microscope, Y. Shibata, S. Nomura, R. Ishiguro, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, Y. Nago, H. Takayanagi, SUPERCONDUCTOR SCIENCE & TECHNOLOGY, 29-10 pp 104004-104008, 2016（査読有）
2. Direct penetration of spin-triplet superconductivity into a ferromagnet in $Au/SrRuO_3/Sr_2RuO_4$ junctions, M. S. Anwar, S. R. Lee, R. Ishiguro, Y. Sugimoto, Y. Tano, S. J. Kang, Y. J. Shin, S. Yonezawa, D. Manske, H. Takayanagi, T. W. Noh, Y. Maeno, Nature Communications, 7 pp13220-1-7, 2016（査読有）
3. Evolution of supercurrent path in $Nb/Ru/Sr_2RuO_4$ dc-SQUIDs, Y. Nago, R. Ishiguro, T. Sakurai, M. Yakabe, T. Nakamura, S. Yonezawa, S. Kashiwaya, H. Takayanagi, and Y. Maeno, Phys. Rev. B, 94 pp 054501-054504, 2016（査読有）

竹内　公平

共著論文

1. Regulation of molecular clock oscillations and phagocytic activity via muscarinic Ca^{2+} signaling in human retinal pigment epithelial cells. Rina Ikarashi, Honami Akechi, Yuzuki Kanda, Alsawaf Ahmad, Kouhei Takeuchi, Eri Morioka, Takashi Sugiyama, Takashi Ebisawa, Masaaki Ikeda, Masayuki Ikeda, 2017, Scientific Reports 7, 44175.（査読あり）

寺島　千晶

学術論文

1. $WO_3/W:BiVO_4/BiVO_4$ graded photoabsorber electrode for enhanced photoelectrocatalytic solar light driven water oxidation, J. Choi, P. Sudhagar, J. H. Kim, J. Kwon, J. Kim, C. Terashima, A. Fujishima, T. Song, and U. Paik, Phys. Chem. Chem. Phys., 19,4648-4655, 2017（査読有）

2. Systematic studies of TiO_2-based photocatalysts anti-algal effects on Chlorella vulgaris, N. Suzuki, T. Sanada, C. Terashima, T. Suzuki, T. Arai, S. Saitou, T. Kawashima, A. Mizutani, T. Saitou, K. Nakata, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, and A. Fujishima, J. Appl. Electrochem., 47, 197-203, 2017(査読有)
3. α-Fe_2O_3/TiO_2 3D hierarchical nanostructures for enhanced photoelectrochemical water splitting, H. Han, F. Riboni, F. Karlicky, S. Kment, A. Goswami, P. Sudhagar, J. Yoo, L. Wang, O. Tomanec, M. Petr, O. Haderka, C. Terashima, A. Fujishima, P. Schuki, and R. Zboril, Nanoscale, 9, 134-142, 2017(査読有)
4. Hierarchically nanostructured boron-doped diamond electrode surface, T. Kondo, K. Yajima, T. Kato, M. Okano, C. Terashima, T. Aikawa, M. Hayase, and M. Yuasa, Diamond Relat. Mater., 72, 13-19, 2017(査読有)
5. Fabrication of Efficient Visible-light-responsive TiO_2-WO_3 Hollow Particle Photocatalyst by Electrospray Method, Y. Yamaguchi, B. Liu, C. Terashima, K. Katsumata, N. Suzuki, A. Fujishima, H. Sakai, and K. Nakata, Chem. Lett., 46, 122-124, 2016(査読有)
6. Boron-doped diamond semiconductor electrodes: Efficient photoelectrochemical CO_2 reduction through surface modification, N. Roy, Y. Hirano, H. Kuriyama, P. Sudhagar, N. Suzuki, K. Katsumata, K. Nakata, T. Kondo, M. Yuasa, I. Serizawa, T. Takayama, A. Kudo, A. Fujishima, and C. Terashima, Scientific Reports, 6, 38010/1-38010/9, 2016(査読有)
7. Sporicidal performance induced by photocatalytic production of organic peroxide under visible light irradiation, Y. Yamaguchi, T. Shimodo, N. Chikamori, S. Usuki, Y. Kanai, T. Endo, K. Katsumata, C. Terashima, M. Ikekita, A. Fujishima, T. Suzuki, H. Sakai, and K. Nakata, Scientific Reports, 6, 33715/1-33715/7, 2016(査読有)
8. Different hollow and spherical TiO_2 morphologies have distinct activities for the photocatalytic inactivation of chemical and biological agents, Y. Yamaguchi, T. Shimodo, S. Usuki, K. Torigoe, C. Terashima, K. Katsumata, M. Ikekita, A. Fujishima, H. Sakai, and K. Nakata, Photoch. Photobio. Sci., 15, 988-994, 2016(査読有)
9. Ionic-liquid-assisted selective and controlled electrochemical CO_2 reduction at Cu-modified boron-doped diamond electrode, N. Roy, Y. Shibano, C. Terashima, K. Katsumata, K. Nakata, T. Kondo, M. Yuasa, and A. Fujishima, ChemElectroChem, 3, 1-5, 2016(査読有)
10. 層状複水酸化物を用いた光触媒材料の作製, 勝又健一, 中田一弥, 寺島千晶, 藤嶋昭, 姜浩陽, 松下伸広, 会報光触媒, 50, 48-51, 2016(査読有)
11. 液中プラズマ処理による酸化チタンの光触媒活性向上, 鈴木孝宗, 寺島千晶, 中田一弥, 勝又健一, 藤嶋昭, 会報光触媒, 50, 52-55, 2016(査読有)
12. 光触媒の医療現場への応用, 中田一弥, 寺島千晶, 勝又健一, 池北雅彦, 藤嶋昭, 表面技術, 67, 290-293, 2016(査読有)
13. 酸化チタンの水中プラズマ処理による高光触媒活性, 寺島千晶, 科学フォーラム, 384, 6-9, 2016(査読有)

著書

1. "Hydrogen and CO_2 Reduction Reactions: Mechanisms and Catalysts", Photoelectrochemical Solar Fuel Production, P. Sudhagar, N. Roy, R. Vedarajan, A. Devadoss, C. Terashima, K. Nakata, and A. Fujishima, Springer, 2016
2. "二酸化炭素と海水からのホルムアルデヒド合成", 二酸化炭素を用いた化学品製造技術, 中田一弥, 寺島千晶, 勝又健一, 藤嶋昭, 栄長泰明, S&T出版, 2016

招待講演

1. "ダイヤモンド薄膜の合成と応用", 寺島千晶, 機能性フィルム研究会, 招待講演, 国内会議, 東京・機械振興会館, 2017年1月19日
2. "ダイヤモンド高速成長を可能とするマイクロ波液中プラズマ法の開発", 寺島千晶, 将来めっき技術検討部会第27回例会, 招待講演, 国内会議, 東京・回路会館, 2017年1月17日
3. "Recent Progress in Photocatalysis International Research Center", C. Terashima, International Conference on Advances in Materials Science (ICAMS 2016), 招待講演, 国際会議, Raje Ramrao College, Jath, India, 2016年12月7日
4. "Photoelectrochemical Reduction of Carbon Dioxide at Silver Modified Diamond Semiconductor", C. Terashima, N. Roy, Y. Hirano, N. Suzuki, K. Nakata, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, The 22nd China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials & Molecular Electronics (SIEMME'22), 招待講演, 国際会議, Element Suzhou Science and Technology Town, Suzhou, China, 2016年9月23日

特許

1. 寺島千晶, 平野裕衣里, ロイニティッシュ, 鈴木孝宗, 中田一弥, 勝又健一, 藤嶋昭, 湯浅真, 近藤剛史, 栗山晴男, 芹澤和泉,「二酸化炭素還元装置および還元方法」特願2016-150546, 2016年7月29日
2. 寺島千晶, 本多楓, 藤嶋昭, 中田一弥, 勝又健一, 鈴木孝宗, 湯浅真, 近藤剛史,「プラズマ発生装置, 窒素源製造装置, 養液供給装置, 育成システム, 植物栽培システム, 窒素源を製造する方法及び二酸化炭素を還元する方法」特願2016-123733, 2016年6月22日

受賞

1. 櫻井悠生, 原田洋平, 宮坂和弥, 寺島千晶, 上塚 洋, 鈴木孝宗, 中田一弥, 勝又健一, 近藤剛史, 湯浅 真, 藤嶋昭, マイクロ波液中プラズマ法における原料溶媒のダイヤモンド合成に与える影響, 日本材料科学会 第4回メゾスコピック研究会講演会若手奨励賞, 2016年11月30日
2. 原田洋平, 櫻井悠生, 宮坂和弥, 寺島千晶, 上塚洋, 鈴木孝宗, 中田一弥, 勝又健一, 近藤剛史, 湯浅真, 藤嶋昭, マイクロ波液中プラズマ法によるホウ素ドープダイヤモンドの高速合成, 第30回ダイヤモンドシンポジウム優秀ポスター賞, 2016年11月17日
3. 下戸貴仁, 山口友一, 臼杵翔, 寺島千晶, 勝又健一, 大和屋健二, 池北雅彦, 藤嶋昭, 鈴木智順, 中田一弥, 可視光応答型光触媒による過酸化物生成とBacillus subtilis芽胞の不活化, 日本防菌防黴学会 第43回年次大会ポスター賞, 2016年9月27日
4. 田部井麗奈, 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, 結晶性酸化チタンの成膜を目指した大気圧プラズマジェット法の開発, 平成28年度日本材料科学会学術講演大会 若手奨励賞(ポスター発表部門), 2016年6月29日
5. 山口友一, 下戸貴仁, 近森紀誉, 臼杵翔, 金井良博, 寺島千晶, 勝又健一, 鳥越幹二郎, 酒井健一, 酒井秀樹, 鈴木智順, 藤嶋昭, 中田一弥, 可視光応答型光触媒による過酸化物生成と芽胞形成菌の不活化, 日本化学会第96春季年会(2016)学生講演賞, 2016年5月19日

中嶋　武尚

学会発表

1. 「Crystallinity measurement of pharmaceutical materials by usage of terahertz spectroscopy」, Issei Takeuchi, Kemmaro Shimakura, Hideki Kuroda, Takehisa Nakajima, Satoru Goto, Kimiko Makino, International Symposium of Functional Molecules for Biomedical Applications, 2016年7月22日
2. 「Pulmonary drug delivery for treatment of tuberculosis: impact of the motion of PLGA molecules in the feed solution on FPF of spary dried microparticles」, Teruki Nii, Issei Takeuchi, Takehisa Nakajima, Kimiko Makino,International symposium on drug delivery and pharmaceutical sciences: beyond the history, 2017年3月9日～3月10日

中林　志達

学術論文

1. Compositing effects of $CuBi_2O_4$ on visible-light responsive photocatalysts, Masami Nishikawa, Soichiro Yuto, Takahiro Hasegawa, Wataru Shiroishi, Yukihiro Nakabayashi, Yoshio Nosaka, Nobuo Saito, Elsevierの商業誌 Materials Science in Semiconductor Processing, 57巻 pp 12-17, 2017 (査読有)
2. Hydroxyl Radical Formation on Monoclinic $BiVO_4$ during Photo-Electrochemical Water Oxidation(論文名) Yukihiro Nakabayashi, Masami Nishikawa, Nobuo Saito, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, American Chemical Society の学会誌 Journal of Physical Chemistry C (査読中)

野島　雅

学術論文

1. Development of a mass spectrometer using two rotating electric fields Masashi Nojima, Yuki Anai, Masanao Hotta, Satoshi Kurumi, Kaoru Suzuki, Tatsuya Adachi, Takashi Kusanagi, Kosuke Moritani Journal of Vacuum Science and Technology B34(3) 03H132-1 (2016)(査読有)
2. Development of Mass Spectrometer Using Two Rotating Electric Fields for Separation of High-Mass Ions Yuki Anai, Masashi Nojima, Masanao Hotta, Satoshi Kurumi, Kaoru Suzuki, Tatsuya Adachi, Takashi Kusanagi, Kosuke Moritani Surface and Interface Analysis 14号 161-164頁 (2016)(査読有)

深井　尋史

学術論文

1. Effect of potassium fluoride post-deposition treatment on Cu(In,Ga)Se_2 thin films and solar cells fabricated onto sodalime glass substrates, Ishwor Khatri, Hirofumi Fukai, Hiroshi Yamaguchi, Mutsumi Sugiyama, Tokio Nakada, Solar Energy Materials & Solar Cells, 155 pp280-287, 2016（査読有）

福西　美香

学術論文

1. Combination of solid state NMR and DFT calculation to elucidate the state of sodium in hard carbon electrodes, R. Morita, K. Gotoh, M. Fukunishi, K. Kubota, S. Komaba, N. Nishimura, T. Yumura, K. Deguchi, S. Ohki and T. Shimizu, Journal of Materials Chemistry A, 4巻, pp 13183-13193, 2016（査読有）
2. Impact of the Cut-Off Voltage on Cyclability and Passive Interphase of Sn-Polyacrylate Composite Electrodes for Sodium-Ion Batteries, M. Fukunishi, N. Yabuuchi, M. Dahbi, J.-Y. Son, Y. Cui, H. Oji and S. Komaba, The Journal of Physical Chemistry C, 120巻, pp 15017-15026, 2016（査読有）
3. Black Phosphorus as a High-Capacity, High-Capability Negative Electrode for Sodium-Ion Batteries: Investigation of the Electrode/Electrolyte Interface, M. Dahbi, N. Yabuuchi, M. Fukunishi, K. Kubota, K. Chihara, K. Tokiwa, X.-f. Yu, H. Ushiyama, K. Yamashita, J.-Y. Son, Y. Cui, H. Oji and S. Komaba, Chemistry of Materials 28巻, pp 1625-1635, 2016（査読有）

堀場　達雄

学術論文

1. Cycle deterioration analysis of 0.6 Ah-class lithium-ion cells with cell chemistry of $LiNi_{0.6}C0_{0.2}Mn_{0.2}O_2$-based/graphite, Naoki Kimura, Eiji Seki, Hiroaki Konishi, Tatsumi Hirano, Shin Takahashi, Atsushi Ueda, Tatsuo Horiba, Journal of Power Sources, 332, 187-192（2016）（査読有）
2. 投稿中:Synthesis of hard carbon from argan shells for Na-ion batteries, Mouad Dahbi, Manami Kiso, Kei Kubota, Tatsuo Horiba, Tarik Chafik, Kazuo Hida, Takashi Matsuyama and Shinichi Komaba, Journal of Material Chemistry A,（査読有）

招待講演

1. 自動車用二次電池の現状と展望, 堀場達雄, 自動車技術会 将来自動車用動力システム委員会 第7回委員会, 公益社団法人自動車技術会（東京）, 2016年
2. 自動車用二次電池の現状と展望, 堀場達雄, 自動車技術会 関東支部2016年度第7回講演会, 株式会社小野測器本社（横浜）, 2017年

松永　朋子

学術論文

1. Plant Aurora kinases interact with and phosphorylate transcription factors., Takagi M, Sakamoto T, Suzuki R, Nemoto K, Obayashi T, Matsunaga TM, Hirakawa T, Kurihara D, Nariai Y, Urano T, Sawasaki T, Matsunaga S., Journal of Plant Reseach, 129(6), pp 1165-1178, 2016（査読有）

受賞

1. 岡村枝里佳, 松永朋子, 坂本卓也, 黒岩常祥, 松永幸大, ポスター賞最優秀賞, 日本植物学会第80回大会, 2016

渡部　俊太郎

学術論文

1. “High-resolution three-dimensional spin-and angle-resolved photoelectron spectrometer using vacuum ultraviolet laser light” Koichiro Yaji, Ayumi Harasawa, Kenta Kuroda, Sogan Toyohisa, Mitsuhiro Nakayama, Yukiaki Ishida, Akiko Fukushima, Shuntaro Watanabe, Chuangtian Chen, Fumio Komori, and Shik Shin, Review of Scientific Instruments, Vol. 87, No.5, 053111-1-6 (2016)（査読有）
2. “Phase-matched frequency conversion below 150nm in $KBe_2BO_3F_2$” Tomoharu Nakazato, Isao Ito, Yohei Kobayashi, Xiaoyang Wang, Chuangtian Chen, and Shuntaro Watanabe Opt. Express, Vol. 24, No. 15, 17149-17158 (2016)（査読有）
3. “Attosecond streaking measurement of extreme ultraviolet pulses using a long-wavelength electric field” Nariyuki Saito, Nobuhisa Ishii, Teruto Kanai, Shuntaro Watanabe & Jiro Itatani Scientific Reports, Vol. 6, 35594-1-5 (2016)（査読有）
4. “Characteristics of pulse width for an enhanced second harmonic generation” Yun Zhang, Masaharu Hyodo, Yoshiko Okada-Shudo, Yun Zhu, Xiaoyang Wang, Yong Zhu, Guiling Wang, Chuangtian Chen, Shuntaro Watanabe, Masayoshi Watanabe Optics Communications, Vol. 387, 241-244(2017)（査読有）

総合研究院フォーラム開催報告

「総合研究院フォーラム2016」を開催（11/21・開催報告）

2016年11月21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2016 Only at TUSを目指して」が開催されました。当日は303名の皆さまにご出席いただき、大盛況となりました。

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、若手教員から学長まで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

東京理科大学　総合研究院フォーラム2016

Only at TUSを目指して

東京理科大学総合研究院は、本学における分野横断的横型研究の活性化、学内・外の壁を取り払った共同研究の推進、並びに社会との連携の強化等を実現することを目的として設置されました。
本フォーラムでは、各研究センター、研究部門、共同利用・共同研究拠点および総合研究院の本務教員が最新の研究成果を発表します。これについて徹底した意見交換を行い、更なる連携の可能性を探り、「日本の理科大から世界の理科大へ」躍進を始めた大学の研究組織としてグローバルな視点に立ち、意欲的な研究活動の発展を目指します。

開催日　**2016年11月21日（月）**

場所　**東京理科大学　野田キャンパス　カナル会館3階会議室（交流会：同会館１階食堂）**

対象　**本学教職員・学生**　※学外の方も参加できます　※講演会・交流会ともに参加費無料

問合せ　ＴＥＬ:04-7122-9151(平日8:30-17:00)
ＦＡＸ:04-7123-9763
Email:rsc-ml@tusml.tus.ac.jp
東京理科大学　研究推進課(野田)

午前の部

No.	時間	研究部門・研究センター等	講演者
#	9:00～9:10	挨拶　学長	藤嶋 昭
[領域]創薬・バイオ			
1	9:10～9:20	脳学際研究部門	古市 貞一
2	9:20～9:30	アグリ・バイオ工学研究部門	島田 浩章
3	9:30～9:40	再生医療とＤＤＳの融合研究部門	牧野 公子
4	9:40～9:50	医理工連携研究部門	安部 良
5	9:50～10:00	アカデミック・ディテーリング・データベース部門	小茂田 昌代
6	10:00～10:10	バイオオルガノメタリクス研究部門	鍜冶 利幸
7	10:10～10:20	創薬フロンティア研究部門	田沼 靖一
8	10:20～10:30	トランスレーショナルリサーチセンター	樋上 賀一
9	10:30～10:40	キラリティー研究センター	椎名 勇
Ⅰ	10:40～10:55	[領域]創薬・バイオ　質疑応答	
#	10:55～11:05	（休憩）	
[領域]構造材料・機械・流体・建築 および [領域]基礎・計測			
10	11:05～11:15	マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門	塚原 隆裕
11	11:15～11:25	赤外自由電子レーザー研究センター	築山 光一
12	11:25～11:35	イメージングフロンティアセンター	松永 幸大
13	11:35～11:45	数理モデリングと数学解析研究部門	加藤 圭一
14	11:45～11:55	現代代数学と異分野連携研究部門	伊藤 浩行
Ⅱ	11:55～12:10	[領域]構造材料・機械・流体・建築 、基礎・計測　質疑応答	
#	12:10～13:00	（昼食）	

午後の部

No.	時間	研究部門・研究センター等	講演者
[領域]物質・材料			
15	13:00～13:10	先進農業エネルギー理工学研究部門	渡邊 康之
16	13:10～13:20	先端ＥＣデバイス研究部門	板垣 昌幸
17	13:20～13:30	太陽光発電技術研究部門	杉山 睦
18	13:30～13:40	ウォーターフロンティアサイエンス研究部門	本間 芳和
19	13:40～13:50	分子連関相乗系研究部門	田所 誠
20	13:50～14:00	界面科学研究部門	河合 武司
21	14:00～14:10	未利用熱エネルギー変換研究部門	西尾 圭史
22	14:10～14:20	ナノカーボン研究部門	山本 貴博
23	14:20～14:35	光触媒国際研究センター、光触媒研究推進拠点	安盛 敦雄
Ⅲ	14:35～14:50	[領域]物質・材料　質疑応答	
#	14:50～15:05	（休憩）	
[領域]環境・情報・社会			
24	15:05～15:20	火災科学研究センター、火災安全科学研究拠点	辻本 誠
25	15:20～15:30	大気科学研究部門	三浦 和彦
26	15:30～15:40	超分散知能システム研究部門	滝本 宗宏
27	15:40～15:50	インテリジェントシステム研究部門	兵庫 明
28	15:50～16:00	長万部地域社会研究部門	友岡 康弘
29	16:00～16:10	先端情報通信研究部門	伊丹 誠
30	16:10～16:20	先端都市建築研究部門	宇野 求
31	16:20～16:30	ものこと双発研究部門	石垣 綾
Ⅳ	16:30～16:45	[領域]環境・情報・社会　質疑応答	
[総合研究院本務教員]			
32	16:45～16:53	総合研究院・阿部 正彦教授	坂口 謙吾（代理）
33	16:53～17:01	総合研究院・髙柳 英明教授	髙柳 英明
34	17:01～17:09	総合研究院・渡部 俊太郎教授	渡部 俊太郎
35	17:09～17:17	総合研究院・野島 雅講師	野島 雅
36	17:17～17:25	総合研究院・黒田 玲子教授	黒田 玲子
37	17:25～17:33	総合研究院・武田 健教授	武田 健
Ⅴ	17:33～17:45	総合研究院・本務教員　質疑応答	
#	17:45～17:55	講評 副学長・研究推進機構長	森口 泰孝
#	17:55～18:10	まとめ 総合研究院長	浅島 誠
#	18:15～	（交流会）	

アクセス
〒278-8510 千葉県野田市山崎2641
■東武野田線（東武アーバンパークライン）「運河」駅下車、徒歩5分

- 東京駅 —JR山手線 約5分— 秋葉原駅 —つくばエクスプレス 約26分— 流山おおたかの森駅 —東武野田線 約10分— 運河駅
- 新宿駅 —JR総武線 約14分— 秋葉原駅 —つくばエクスプレス 約26分— 流山おおたかの森駅 —東武野田線 約10分— 運河駅
- 千葉駅 —JR総武線 約15分— 船橋駅 —東武野田線 約45分— 運河駅
- 大宮駅 —東武野田線 約52分— 運河駅

RIST TUS
Research Institute for Science & Technology

事業開催記録

No	事　業　概　要
1	脳学際研究部門　キックオフミーティング 開催日：平成28年4月5日(火) 13:00～20:00 場　所：葛飾キャンパス　504教室、図書館前ホール、TUS食堂2階
2	イメージングフロンティアセンター　William S.Price教授特別講義 開催日：平成28年4月11日(月) 14:50～16:20 場　所：野田キャンパス　講義棟K205教室
3	マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門　17th i^2plus seminar(第17回i^2plusセミナー) 開催日：平成28年4月20日(水) 15:00～ 場　所：野田キャンパス　機械工学科会議室　2号館2階
4	大気科学研究部門　第1回大気科学シンポジウム 開催日：平成28年5月20日(金) 13:30～17:20 場　所：神楽坂キャンパス　PORTA神楽坂7階　第3会議室
5	脳学際研究部門　RIKADAI Neuroscience Seminar Series 開催日：平成28年5月25日(水) 17:00～18:00 場　所：野田キャンパス　計算科学フロンティア4階会議室
6	大気科学研究部門　特別講演会 開催日：平成28年5月29日(日) 14:00～16:00 場　所：神楽坂キャンパス　PORTA神楽坂7階　第3会議室
7	超分散知能システム研究部門　講演会 開催日：平成28年5月30日(月) 9:00～10:30 場　所：野田キャンパス　講義棟K201教室
8	ものこと双発研究部門　緊急フォーラム【後援】 開催日：平成28年5月30日(月) 14:00～16:40 場　所：ナレッジキャピタル　コングレコンベンションセンター　グランフロント大阪
9	火災安全科学研究拠点　平成27年度共同利用・共同研究成果発表会 開催日：平成28年6月3日(金) 14:00～16:00 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館第1会議室
10	ナノカーボン研究部門　「水と摩擦の科学」勉強会 開催日：平成28年6月9日(木) 16:00～18:30 場　所：葛飾キャンパス　講義棟505教室
11	アグリバイオ工学研究部門　セミナー 開催日：平成28年6月20日(月) 16:00～17:00 場　所：葛飾キャンパス　講義棟505教室
12	エネルギー創成科学懇談会　第4階懇談会 開催日：平成28年6月21日(火) 16:10～20:30 場　所：葛飾キャンパス　管理棟6階・第3会議室

No	事　業　概　要
13	イメージングフロンティアセンター　講演会 開催日：平成28年6月22日(水) 9:00～10:30 場　所：野田キャンパス　講義棟K704教室
14	ナノカーボン研究部門　第3回「2次電子の物理」勉強会 開催日：平成28年6月22日(水) 16:00～18:00 場　所：神楽坂キャンパス　2号館242教室
15	トランスレーショナルリサーチセンター　国際シンポジウム 開催日：平成28年6月25日(土) 10:00～19:00 場　所：葛飾キャンパス　101教室
16	イメージングフロンティアセンター　講演会 開催日：平成28年6月29日(水) 9:00～10:30 場　所：野田キャンパス　講義棟K704教室
17	ナノカーボン研究部門　第4回「2次電子の物理」勉強会 開催日：平成28年6月29日(水) 16:00～18:00 場　所：神楽坂キャンパス　2号館242教室
18	太陽光発電技術研究部門　PVJapan2016【出展】 開催日：平成28年6月29日(水)～7月1日(金) 場　所：パシフィコ横浜
19	先端ECデバイス研究部門　セミナー 開催日：平成28年7月4日(月) 15:00～16:00 場　所：野田キャンパス　10号館1階ホール
20	超分散知能システム研究部門　講演会 開催日：平成28年7月6日(水) 16:30～18:00 場　所：野田キャンパス　講義棟K506教室
21	脳学際研究部門　セミナー 開催日：平成28年7月8日(金) 17:30～18:30 場　所：野田キャンパス　計算科学研究センター4階会議室
22	光触媒国際研究センター　平成27年度研究成果報告会 開催日：平成28年7月9日(土) 10:00～17:30（懇親会17:30～） 場　所：葛飾キャンパス　図書館棟大ホール
23	アグリバイオ工学研究部門　国際シンポジウム 開催日：平成28年7月10日(日)～11日(月) 17:00～ 場　所：葛飾キャンパス　図書館ホール
24	ウォーターフロンティアサイエンス研究部門　第20回X線分析講習会 開催日：平成28年7月11日(月)～13日(水) 9:00～17:30 場　所：神楽坂キャンパス　東京理科大学記念講堂、大会議室 1号館17階

No	事　業　概　要
25	超分散知能システム研究部門　講演会 開催日：平成28年7月13日(水) 13:10～14:40 場　所：野田キャンパス　講義棟K209教室
26	超分散知能システム研究部門　キックオフミーティング 開催日：平成28年7月13日(水) 16:30～20:00 場　所：野田キャンパス　10号館1階ホール、第3食堂2階
27	超分散知能システム研究部門　講演会 開催日：平成28年7月14日(木) 9:30～12:10 場　所：野田キャンパス　講義棟K702教室
28	マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門　セミナー 開催日：平成28年7月15日(金) 16:30～17:30 場　所：葛飾キャンパス　講義棟K508教室
29	イメージングフロンティアセンター　ワークショップ 開催日：平成28年7月23日(土) 13:00～16:30 場　所：葛飾キャンパス　講義棟102教室
30	先進農業エネルギー理工学研究部門　キックオフ会 開催日：平成28年7月26日(金) 14:00～16:15 場　所：諏訪キャンパス　7号館1階アセンブリーホール
31	アグリバイオ工学研究部門　公開シンポジウム 開催日：平成28年7月28日(木) 13:00～17:30 場　所：葛飾キャンパス　図書館ホール
32	脳学際研究部門　Seminar 開催日：平成28年8月3日(水) 17:30～18:30 場　所：野田キャンパス　計算科学研究センター4階会議室
33	界面科学研究部門　2016夏季シンポジウム 開催日：平成28年8月5日(金) 10:00～16:30 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館　第2フォーラム
34	トランスレーショナルリサーチセンター　第5回シンポジウム 開催日：平成28年8月27日(土) 13:00～19:30 場　所：神楽坂キャンパス　富士見校舎
35	エネルギー創成科学懇談会　第5回エネ懇 開催日：平成28年8月31日(木) 12:55～20:30 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館　第一フォーラム
36	アカデミック・ディテーリング・データベース部門　シンポジウム 開催日：平成28年9月10日(土) 14:00～17:30 場　所：野田キャンパス　16号館1611教室

No	事　業　概　要
37	マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門　セミナー 開催日：平成28年9月13日(火) 15:00～17:00 場　所：野田キャンパス　2号館2階　機械工学科会議室
38	脳学際研究部門　セミナー 開催日：平成28年10月13日(木) 17:30～18:30 場　所：野田キャンパス　講義棟K406教室
39	先端ECデバイス研究部門　研究成果報告会 開催日：平成28年10月28日(金) 13:00～15:30 場　所：野田キャンパス　10号館1階ホール
40	脳学際研究部門　セミナー 開催日：平成28年10月28日(金) 16:30～17:30 場　所：野田キャンパス　講義棟　K407教室
41	火災科学研究センター　FORUM 開催日：平成28年11月3日(木)～4日(金) 9：00～ 場　所：台湾中央警察大学校
42	医理工連携研究部門　セミナー 開催日：平成28年11月18日(金) 15:00～18:00 場　所：野田キャンパス　10号館1階ホール
43	ウォーターフロンティアサイエンス研究部門　シンポジウム 開催日：平成28年11月26日(土) 10:00～17:00 場　所：東京大学理学部化学館　5階講堂
44	キラリティー研究センター　シンポジウム 開催日：平成28年11月30日(水) 10:30～18:00 場　所：神楽坂キャンパス　1号館17階
45	光触媒国際研究センター　シンポジウム 開催日：平成28年12月2日(金) 10:30～16:30 場　所：葛飾キャンパス　図書館大ホール
46	分子連関相乗系研究部門　研究会議 開催日：平成28年12月9日(金) 14:00～18:00 場　所：神楽坂キャンパス　10号館1012室
47	イメージングフロンティアセンター　シンポジウム 開催日：平成28年12月10日(土) 10:00～17:20 場　所：野田キャンパス　講義棟K103教室
48	マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門　第20回　i^2plusセミナー 開催日：平成28年12月13日(火) 14:00～16:00 場　所：野田キャンパス　2号館2階　機械工学科会議室

No	事　業　概　要
49	脳学際研究部門　セミナー 開催日：平成28年12月16日(金) 10:00～12:00 場　所：葛飾キャンパス　講義棟308教室
50	数理モデリングと数学解析研究部門　セミナー 開催日：平成28年12月16日(金) 17:00～18:30 場　所：神楽坂キャンパス　7号館751ゼミ室
51	再生医療とDDSの融合研究部門　シンポジウム 開催日：平成28年12月26日(月) 10:20～18:30 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
52	ナノカーボン研究部門　セミナー 開催日：平成28年12月26日(月) 13:00～14:20 場　所：神楽坂キャンパス　8号館831教室
53	大気科学研究部門　富士山大気観測2016データ検討会 開催日：平成28年12月26日(月) 13:00～18:00 場　所：神楽坂キャンパス　PORTA 7階第3会議室
54	エネルギー創成科学懇談会　第5回エネルギー創成科学懇談会 開催日：平成28年12月27日(火) 16:30～21:00 場　所：神楽坂キャンパス　2号館　2会222教室、1号館13階URA会議室②
55	未利用熱エネルギー変換研究部門　合同ワークショップ 開催日：平成29年1月18日(水) 10:30～17:30 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館
56	イメージングフロンティアセンター　特別セミナー 開催日：平成29年1月18日(水) 13:10～14:30 場　所：野田キャンパス　計算科学研究センター4階大会議室
57	トランスレーショナルリサーチセンター　第6回シンポジウム/研究交流会 開催日：平成29年1月21日(土) 13:00～19:30 場　所：神楽坂キャンパス　富士見校舎
58	太陽光発電技術研究部門　第7回シンポジウム 開催日：平成29年1月30日(月) 13:00～17:45 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館
59	ものこと双発研究部門 「明日を拓く」日本を元気にする産業技術会議 開催日：平成29年1月31日(火) 13：30～ 場　所：日経セミナールーム2
60	赤外自由電子レーザー研究センター　FEL-TUS光利用ワークショップ2016 開催日：平成29年2月1日(水) 14:30～ 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館2階第3会議室

No	事　業　概　要
61	数理モデリングと数学解析研究部門　ワークショップ 開催日：平成29年2月24日(金) 14:00～17:00 場　所：神楽坂キャンパス　7号館4階742教室
62	光触媒国際研究センター　2017 International Conference 開催日：平成29年3月2日(木)～5日(日) 場　所：立命館大学朱雀キャンパス
63	アカデミック・ディテーリング・データベース部門　異分野5部門交流会 開催日：平成29年3月2日(木) 15：00～17：30 場　所：野田キャンパス　10号館1階ホール
64	ナノカーボン研究部門・エネルギー創成科学懇談会　Spring-8ユーザー共同体顕微鏡ナノ材料科学研究会・日本表面科学会放射光表面科学研究部会合同シンポジウム 開催日：平成29年3月2日(木)～3日(金) 場　所：葛飾キャンパス
65	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29年3月3日(金) 12：45～17：45 場　所：野田キャンパス　カナル会館3階大会議室
66	大気科学研究部門　富士山観測第10回成果報告会 開催日：平成29年3月5日(日) 10：00～17：50 場　所：神楽坂キャンパス　2号館212教室、222教室
67	バイオオルガノメタリクス研究部門　第3回研究交流会 開催日：平成29年3月7日(火) 10：00～20：00 場　所：神楽坂キャンパス
68	エネルギー創成科学懇談会　AIST-eF TUS 第2回研究交流会 開催日：平成29年3月7日(火) 14：00～19：40 場　所：産総研つくば第一事業所　共用講堂
69	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 電気通信大学ナノトライボロジー研究センター開設シンポジウム 開催日：平成29年3月8日(水) 9：00～17：40 場　所：電気通信大学　B棟2階201教室
70	医理工連携研究部門　研究報告会 開催日：平成29年3月9日(木) 場　所：野田キャンパス　講義棟1階　K102教室
71	ナノカーボン研究部門　ワークショップ2016 開催日：平成29年3月13日(月) 12：55～18：05 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館第2フォーラム
72	脳学際部門　第7回　BIRD脳科学セミナー 開催日：平成29年3月13日(月) 13：10～14：30 場　所：野田キャンパス　2号館2階　機械工学科会議室

No	事　業　概　要
73	先進農業エネルギー理工学研究部門　講演会「太陽エネルギー利用技術と農林水産業の融合」 【後援】 開催日：平成29年3月14日(火) 13：00～18：00 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館第1会議室
74	界面科学研究部門　平成28年度シンポジウム 開催日：平成29年3月15日(水) 10：30～17：10 場　所：神楽坂キャンパス　2号館1階　211教室
75	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2017 開催日：平成29年3月22日(水)～23日(木) 10：30～ 場　所：野田キャンパス　4号館3階　数学科セミナー室
76	マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門　第21回i^2plusセミナー 開催日：平成29年3月22日(水) 11：00～15：00 場　所：野田キャンパス　2号館2階　機械工学科会議室
77	脳学際部門　第8回　BIRD脳科学セミナー 開催日：平成29年3月24日(金) 15：00～16：30 場　所：野田キャンパス　2号館2階　機械工学科会議室
78	医理工連携研究部門　筑波大学東京理科大学合同リトリート 開催日：平成29年3月25日(土) 場　所：野田キャンパス　セミナーハウス
79	ものこと双発研究部門　ものこと双発学会年次研究発表大会 開催日：平成29年3月25日(土) 10：00～17：30 場　所：神楽坂キャンパス　PORTA神楽坂5階
80	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　キックオフミーティング 開催日：平成29年3月27日(月) 13：00～16：35 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館　第一フォーラム
81	超分散知能システム研究部門　研究フォーラム 開催日：平成29年3月27日(月) 13：30～18：00 場　所：野田キャンパス　10号館1階　ホール
82	先進農業エネルギー理工学研究部門　第1回シンポジウム 開催日：平成29年3月28日(火) 13：00～18：00 場　所：神楽坂キャンパス　森戸記念館　第二フォーラム
83	大気科学研究部門　第1回成果報告会 開催日：平成29年3月28日(火) 13：00～18：15 場　所：神楽坂キャンパス　2号館1階212教室、2階222教室
84	分子連関相乗系研究部門　平成28年度成果報告会 開催日：平成29年3月31日(金) 13：00～18：40 場　所：神楽坂キャンパス　2号館1階　211教室

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 FT/IR-615
　　Q-mass Stanford Research System RGA-300
　　TEA-CO2 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-CO2 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 ＜ 10Hz 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　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）
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１mL 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。

キラリティー研究センターにおける主要な研究機器

ガスクロマトグラフ質量分析計

１．型式　　GCMS-QP2010SE（島津サイエンス東日本株式会社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 11 号館別館 2 階　試料測定室（キラリティー研究センター）
３．性能・特徴

ガスクロマトグラフ質量分析計（以下「本装置」と略す）はガスクロマトグラフを用いて分離した化合物の質量を直接分析することができる装置である。本装置を用いることにより、さまざまな試料を合成する際の中間体、あるいは最終生成物であるキラル化合物をガスクロマトグラフィーの手法を利用して分離することができる。また、ガスクロマトグラフィーの結果から合成した試料の純度を知ることができる。さらに、分離した化合物を質量分析計をもちいて解析することにより、分離した化合物（主生成物や夾雑物）の構造についての情報が簡便に得られる。本装置は非常に高感度であるため、解析を行う際にはごく微量の試料しか必要としない点も本装置の大きな特色の一つである。

反応解析 IR

１．型式　　ReactIR TM 45m（メトラー・トレド株式会社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 11 号館別館 3 階　試料調製室 3（キラリティー研究センター）
３．性能・特徴

ReactIR は FTIR に中赤外ファイバーとダイヤモンド ATR センサーを利用することにより、実際の反応条件下における IR 情報をリアルタイムで測定することを目的とした装置である。一般的な FTIR ではオフラインのサンプリング（測定対象を取り出す）を必要とするため、高温高圧条件、毒物や腐食性物質などの測定は不可能である。本装置ではそのような条件化においてもサンプリングすることなく、リアルタイムに測定が可能であるため、従来不可能であった反応速度の追跡や中間体の観察、不安定で反応の早い化合物の検知も容易に行うことが可能である。実際の反応条件下でのリアルタイム IR 情報を得ることで反応プロセスの検討や最適化条件の検討に、非常に有用である。

飛行時間型質量分析計システム

１．型式　　AccuTOF JMS-T100LP 型（JEOL 日本電子株式会社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 5 号館地下 2 階化学系機器分析センター
３．性能・特徴

質量分析装置は、化合物の質量を精密に測定する装置である。合成した化合物の構造を明らかにするためには必須である。またその化合物が、どのような会合状態をとっているかを調べるにも必要な機器である。化合物同士の弱い相互作用は、化学では多くの現象に関わっている重要な課題の一つであり、その弱い相互作用の検出するに、質量分析法は重要な手法である。

特に、今回導入した質量分析装置は、コールドスプレーイオン源を用いるため、従来の ESI 法では困難であった不安定化合物のイオン化が可能となり、金属錯体、生体分子、反応中間体、ホストゲスト化合物、溶液中の各種会合体などの分析が可能となる。これらは他の分析法では観測するのが困難であったものがあり、分子の情報に関して、各段に精密なかつ新規な情報が得られる。キラリティーを研究するのに、弱い分子の相互作用を解析することが必須であり、研究には不可欠な機器である。

また、その他にも反応中間体、合成物を迅速に質量分析出来る DART イオン化法は従来のイオン化法とは違い、クロマトを介さず直接分析が可能なため、合成物の分子量確認作業がより効率的に行える。

様々な化合物の分子量や構造等の情報を明らかにするために、飛行時間型質量分析計は ESI 法、CSI 法、DART イオン化法といった幅広いイオン化法を持つ。

単結晶Ｘ線回析装置

１．型式　　Smart APEXII ULTRA（ブルカー社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 11 号館別館 2 階 試料測定室（キラリティー研究センター）
３．性能・特徴

ローターと集光光学系による高輝度の X 線発生装置と、大面積の CCD 検出器を装備した最新鋭の単結晶 X 線回折装置。単結晶中の分子構造をキラリティーなどの立体構造も含めて決定することができる。従来の装置に比べて、金属板を回転させるローターによって冷却効率が向上し、大電流の電子線照射が可能となり、照射する X 線の発生量が向上するとともに、集光光学系を使っているため、従来よりも微小な領域に X 線を集中させて高輝度が実現している。検出系も大面積の CCD 検出器を用いて S/N の向上を図った結果、従来の 1/10 の大きさの単結晶で解析ができるようになった。また、異常分散を利用してキラリティー（絶対配置）の決定もできるため、キラルマテリアルの解析には必須の装置である。

円二色性分散計装置

１．型式　　J-820 型（日本分光株式会社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 11 号館別館 2 階 試料調製室 1（キラリティー研究センター）
３．性能・特徴

対象分子のキラリティーなどを判別するための CD スペクトロスコピー装置。真空紫外域(163nm) から近赤外波長域まで(1100nm)までを高い S/N 比と安定性でカバーする仕様。最高スキャンスピードが 10,000nm/min、最大 4 チャンネルの同時データ取り込みが可能。CD、蛍光同時測定システム、CD、ORD 同時測定システム等の特殊仕様も準備されている。大型試料室は、ストップトフローや MCD などを装着でき、自動滴定装置や温度プログラムを始めとするオプションプログラムも完備され、幅広いアプリケーションに対応可能な装置。試料室は窒素パージの効率をはかるために、二重構造になっており、真空紫外域での高スループット測定が可能。本体正面には、インジケータが装備され、装置の様子を簡単に把握できるなどのユーザーフレンドリーな設計が特徴。

核磁気共鳴装置（500 MHz NMR）

１．型式　　JNM-ECA500 型（日本電子株式会社）
２．設置場所　　神楽坂校舎 11 号館別館 1 階 NMR 室第 1（キラリティー研究センター）
３．性能・特徴

様々なキラル分子を扱いそれらの物性を評価する目的で、物質の構造を分析し、スペクトル解析をするための装置である。化合物の精密な構造決定にはスペクトルの活用が有効である。NMR により、スペクトルからキラル分子に含まれる水素原子や炭素原子の位置関係を割り出すことが可能で、キラリティーに加え高次の三次元構造までも推定できる。

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-TOF2（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：NH3, CO, H2, O2, NO など
測定ポート：電気炉部；50℃～1100℃、トラップ部；LN2, 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（N2,77K）、0.0005m^2/g 以上（Kr,77K）
測定検体数：3 検体（同時測定）
前処理用ヒーター：max.450℃
特徴：比表面積、細孔分布、蒸気吸着そして化学吸着測定が 1 台で可能。

形状測定レーザーマイクロスコープ

１．型式　　VK-X200（キーエンス社製）
２．設置場所　　光触媒国際研究センター 1 階顕微鏡測定室
３．性能・特徴
総合倍率：×200～×24,000
観察・測定用光学系：ピンホールによる共焦点光学系
高さ測定表示分解能：0.0005μm
測定用レーザー波長：バイオレットレーザ 408nm

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。

コンフォーカル顕微鏡システム

１．型式　　FV1200（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
　低いレーザー出力で、光毒性とブリーチングを最小限に抑えることができるコンフォーカル顕微鏡システムである。FV1200 は、スキャナーのスループットを向上させ、冷却高感度検出器を搭載し、自動化された倒立型リサーチ顕微鏡である。専用の光刺激スキャナーは、イメージングと光刺激を同時にリアルタイムで行うことができ、高速な細胞応答の計測が可能である。

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。

超高解像度顕微鏡レーザーバイオイメージングシステム

１．型式　　ELYRA P.1（ZEISS 社製）
２．設置場所　　野田校舎 6 号館 3 階細胞動態解析室
３．性能・特徴
　ELYRA P1 は、従来の光学顕微鏡の理論限界である約 200nm の空間分解能を大きく超えた、20nm の空間分解能を実現する新型の光学顕微鏡である。また、TIRF モードを用いることで Z 軸の空間分解能も 50nm で観察可能である。現在 405nm、488nm 及び 561nm のレーザーを備え、1 分子のイメージングから細胞の動態にいたるまで、幅広いアプリケーションを可能としている。

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

一体型フェムト秒再生増幅装置・パラメトリック波長可変器

１．型式　　Astrella-USP-1K/OPerA Solo System（COHERENT 社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 1 号館 5 階 0501 室
３．性能・特徴

本研究センターでは、水の存在する材料表面や摺動界面において発現する物性や機能の起源を、ナノメートルスケールの水の構造から明らかにすることを目的としている。本装置は、表界面近傍の水の構造計測に有用な表界面選択的振動分光法である、和周波発生（SFG）分光法の光源として使用する。本機器の出力パルス光は、スペクトル幅 400cm^{-1} 以上と広く、時間幅 30fs と短いため、広いスペクトル領域を高い信号強度で一度に取得できるマルチプレックス計測が可能である。さらに、本装置の持つ短パルス性、高出力性、赤外～紫外領域にわたる波長可変性によって、各種分光計測に応用できる。

Astrella 出力：7W、パルス幅：30fs、OPerA Solo 波長可変域：240～15,000 nm

雰囲気制御走査型プローブ顕微鏡

１．型式　　SPM-9700HT/WET SPM（島津製作所社製）
２．設置場所　　神楽坂校舎 1 号館 5 階 0501 室
３．性能・特徴

走査型プローブ顕微鏡法は物質・材料表面の構造・形態をナノメートルオーダーでイメージングする強力な測定手段である。さらに、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、材料が使用される実環境下、すなわち、温度や湿度を実際の動作環境と同じ状態に保持し、材料表面の水吸着層を維持した状態での計測が不可欠である。雰囲気制御走査型プローブ顕微鏡は、温湿度の制御を通じて材料表面の水吸着を制御した状態で原子間力や摩擦力の測定を行うことができるので、材料表面特性に及ぼす水の影響を多面的に評価できる。

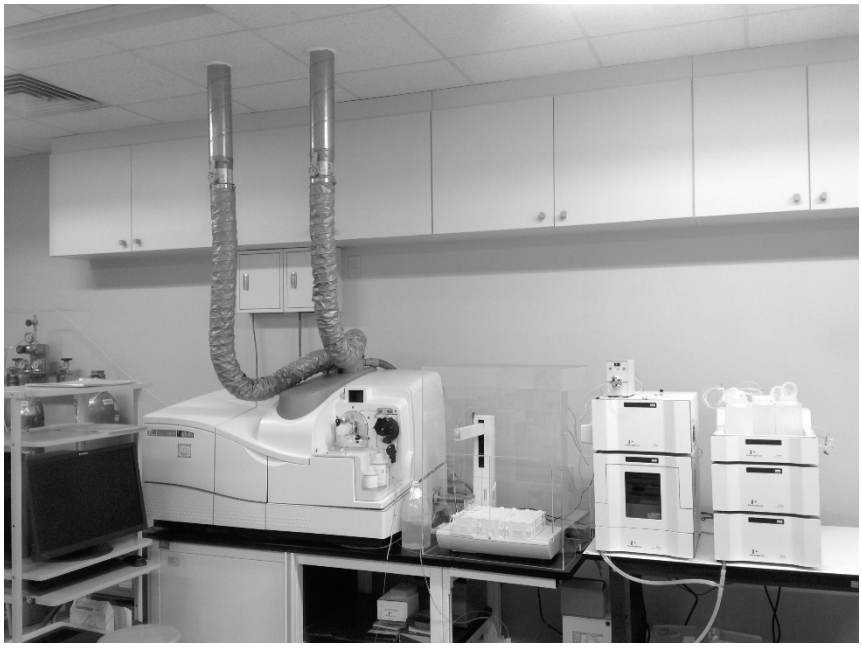
雰囲気制御チャンバー　温度：-90℃（真空中）～300℃、湿度：0～95%

バイオオルガノメタリクス研究部門における主要な研究機器

HPLC-ICP 質量分析システム

1．型式　　NexION300S ICP 質量分析システム（パーキンエルマー社製、KJP011035）
　　形態別分析用 HPLC システム（パーキンエルマー社製、N8120194）、他
2．設置場所　　野田校舎 15 号館 1 階 15113 共通機器室
3．性能・特徴

ICP（Inductively Coupled Plasma）によってイオン化された元素を質量分析に導入することで、周期表上のほとんどの元素を高いスループットで且つ超高感度に分析することが可能である。このような定性・定量分析に加え、質量分析によって同位体比測定も可能になり、さらに液体クロマトグラフィーを接続することによって元素の化学形態別分析も可能となっている。多元素・高感度・高速・化学形態別分析によって、得られるデータの科学的有用性とデータの集積速度が飛躍的に高まるため、研究の高度化・高速化につながることが大いに期待される。



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。

医理工連携研究部門における主要な研究機器

生体反応エネルギー解析システム

１．型式　　iTC200 システム（GE ヘルスケア社製）
２．設置場所　　生命医科学研究所 1 階 機器室 1
３．性能・特徴

生体高分子同士や、生体高分子と低分子化合物（情報伝達分子や薬物）が相互作用して複合体を生成する時には、殆ど必ずと言ってよいほど熱量変化が生じ、それを測定できれば、それらの分子間相互作用を熱力学的に定量できる。ただし、それらの相互作用から生じる熱量は非常に小さいため、極めて繊細な高感度測定を行う必要がある。本装置は、そのような生体分子間および生体分子－薬剤間相互作用を、試料を固定化したりラベル化することなく直接測定、定量分析する装置である。102-109 M-1 の結合定数（解離定数で表すと mM～nM オーダー）と、複合体生成に伴う熱力学パラメータをダイレクトに決定することが可能である。

速度論的生体分子集積解析システム

１．型式　　Chirascan（アプライドフォトジックス社製）
２．設置場所　　生命医科学研究所 1 階 機器室 2
３．性能・特徴

本「速度論的生体分子集積解析システム」は、がんに関わるタンパク質－タンパク質間、タンパク質－核酸間、抗体－抗原間、薬物－タンパク質間の相互作用を速度論的に定量評価するために最も有効な手法を提供する。これらの生体高分子の殆ど全ては光学活性な化合物であり、その立体構造（二～四次構造）を反映した円二色性(CD)スペクトルを与える。また、薬物との複合体生成に伴ってその構造と CD スペクトルが変化する。その変化を速度論的に定量解析できる装置である。

高速原子間力顕微鏡装置

１．型式　　高速原子間力顕微鏡（生体分子計測研究所社製）
２．設置場所　　総研機構 1 階 機器室 3
３．性能・特徴

原子間力顕微鏡(AFM)は、細い先端をもつプローブで試料表面をなぞり形状を測定するが、通常、柔らかい材料表面を測定することは難しい。本装置は、短い探針による高い共振と、試料台の高速駆動により、最大毎秒 14 画像を捉えることが出来、柔らかい材料に対して高い分解能をもつことを特徴としている。具体的には下記のような利用が期待される。

1. 生体分子反応：抗原・抗体反応の直接観察。DNA とたんぱく質の相互作用。細胞膜上の出現分子の観察。等
2. 高分子の挙動：燃料電池触媒における高分子電解質の観察。界面活性剤の吸着形状、凝集挙動の観察。等
3. 化学反応：原子レベルのリアルタイム腐食・めっき観察。微細加工清浄表面の酸化等の経時変化。等

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) 本学が助成を行う研究課題等に関する事項
(4) センター等の設置及び改廃に関する事項
(5) センター等の事業計画に関する事項
(6) 機構、センター等の予算に関する事項
(7) 総合研究院の研究部門の設置及び改廃に関する事項
(8) 総合研究院の研究センターの設置に関する事項
(9) 総合研究院の研究センターの評価に関する事項
(10) 機構、センター等に関する諸規程等の制定及び改廃の発議に関する事項
(11) その他機構、センター等の管理・運営に関する事項

3 会議は、次に掲げる委員をもって組織し、学長がこれを委嘱する。
(1) 機構長
(2) 研究戦略・産学連携センター長
(3) 総合研究院長
(4) 生命医科学研究所長
(5) 研究機器センター長
(6) 機構長が各学部長と協議のうえ指名する教授　各学部1人

4 前項に規定するもののほか、第2項第3号、第7号及び第9号に掲げる事項を審議するにあたり、機構長が必要と認めた場合は、機構長が指名する者を委員に加えることができる。

5 第3項第6号及び前項に規定する委員の任期は、2年以内とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

6 会議は、機構長が招集し、その議長となる。ただし、議長に事故のあるときは、議長があらかじめ指名した委員がその職務を代理する。

7 議長が必要と認めたときは、会議に委員以外の者の出席を求め、意見を聴くことができる。

8 会議の議事は、出席した委員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

（幹事会）

第7条　会議の下に、前条に規定する審議事項の具体的事案に速やかに対応するため、研究推進機構会議幹事会（以下「幹事会」という。）を置く。

2 幹事会は、次に掲げる委員をもって組織する。
(1) 機構長
(2) 会議委員のうちから機構長が指名する者　若干人

3 幹事会の委員長は、機構長をもって充てる。

4 委員長が必要と認めたときは、幹事会委員以外の者の出席を求め、意見を聴くことができる。

（部会）

第8条　会議の下に、専門的事項を審議するため、次の部会を置く。

（1）医療・生命科学部会

（2）物質・材料科学部会

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。

附　則

（施行期日）

1　この規程は、平成29年4月7日から施行し、平成29年4月1日から適用する。

（廃止規程）

2　東京理科大学研究審議部会規程（平成27年規程第62号）及び東京理科大学研究評価部会規程（平成27年規程第63号）は、廃止する。

○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。以下「研究推進機構規程」という。）第3条第2項の規定に基づき、東京理科大学総合研究院（以下「総合研究院」という。）に関し必要な事項を定めるものとする。

（目的）

第2条　総合研究院は、本学の特色ある高度な研究活動の展開及びそれに基礎を置いた人材育成を通じて、本学の研究・教育向上に寄与することを目的とする。

（研究部門等）

第3条　総合研究院に、研究部門及び研究センター（以下「研究部門等」という。）を置く。

2　研究センターに関する規程は、別に定める。

3　必要に応じ、研究部門等に研究グループを置くことができる。

（総合研究院長等）

第4条　総合研究院に、総合研究院長（以下「院長」という。）を置き、東京理科大学研究推進機構長（以下「機構長」という。）の命を受けて、総合研究院に関する事項を掌理する。

2　院長は、本学の学長（以下「学長」という。）が機構長と協議の上選出し、東京理科大学教育研究会議の議を経て決定し、理事長に申し出て、理事長が委嘱する。

3　総合研究院に、副院長を置くことができる。

4　前項に規定する副院長は、院長の職務を補佐する。

5　副院長は、機構長が院長と協議し、候補者を選出の上、学長に推薦し、学長は東京理科大学学長室会議の議を経て決定し、理事長に申し出て、理事長が委嘱する。

6　院長及び副院長の任期は、2年以内とし、再任を妨げない。

第4条の2　削除

（共同利用・共同研究拠点）

第4条の3　国全体の学術研究の更なる発展に資することを目的とし、総合研究院に共同利用・共同研究拠点（以下「研究拠点」という。）を置く。

2　研究拠点は、学校教育法施行規則（昭和22年文部省令第11号）第143条の2の規定に基づき、共同利用・共同研究拠点として文部科学大臣の認定を受けた場合に限り、その認定期間において設置することができる。

3　研究拠点に関する規程は、別に定める。

（部門長）

第5条　研究部門に部門長を置き、部門長は、当該研究部門の活動を統括する。

2　部門長は、原則として本学の専任又は嘱託の教授又は准教授で、当該研究部門に所属するもののうちから選出した者について院長が第7条に規定する東京理科大学総合研究院運営委員会（以下「運営委員会」という。）に諮って機構長に推薦し、機構長の決定により、理事長が委嘱する。

3　部門長の任期は、2年以内とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

（研究センター長）

第6条　研究センターに研究センター長を置き、研究センター長は、当該研究センターの研究を統括する。

2　研究センター長は、本学の専任又は嘱託の教授又は准教授のうちから院長が第7条に規定する運営委員会に諮って機構長に推薦し、機構長の決定により、理事長が委嘱する。

3　研究センター長の任期は2年以内とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

（拠点長）

第6条の2　研究拠点に、拠点長を置き、拠点長は、当該研究拠点の活動を統括する。

2　拠点長は、本学の専任又は嘱託の教授又は准教授のうちから院長が第7条に規定する運営委員会に諮って機構長に推薦し、機構長の決定により、理事長が委嘱する。

3　拠点長の任期は2年以内とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

（特例措置）

第6条の3　第5条第2項、第6条第2項及び第6条の2第2項に定める者のほか、機構長の申出により、学長が特に必要と認めた場合は、専任又は嘱託の教授又は准教授以外の者が部門長、研究センター長又は拠点長になることができる。

（運営委員会）

第7条　総合研究院に、総合研究院の運営に関する事項を審議するため、運営委員会を置く。

2　運営委員会は、次に掲げる事項を審議する。

(1) 研究拠点の設置、改廃に関する事項

(2) 研究部門等における研究グループの設置に関する事項

(3) 総合研究院の人事に関する事項

(4) 総合研究院の事業計画に関する事項

(5) 総合研究院に関する研究スペース、設備の管理に関する事項

(6) 総合研究院の予算及び決算に関する事項

(7) 総合研究院に関する諸規程等の制定及び改廃の発議に関する事項
(8) その他総合研究院の管理・運営に関する事項

3　運営委員会は、次に掲げる委員をもって組織する。
(1) 院長
(2) 副院長
(3) 研究部門長
(4) 研究センター長
(5) 研究戦略・産学連携センター長

4　運営委員会は、院長が招集し、その議長となる。ただし、議長に事故のあるときは、議長があらかじめ指名した委員がその職務を代理する。

5　議長が必要と認めたときは、運営委員会に委員以外の者の出席を求め、意見を聴くことができる。

6　機構長は、運営委員会に出席し、意見を述べることができる。

7　運営委員会は、委員の総数の3分の2以上が出席しなければ、これを開くことができない。

8　運営委員会の議事は、出席した委員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

（本務教員）

第8条　総合研究院に、総合研究院を本務とする専任又は嘱託の教育職員（以下「本務教員」という。）を置くことができる。

2　本務教員は、院長が運営委員会に諮って、機構長を通じて、学長に推薦し、学長の申出により理事長が委嘱する。

（併任教員）

第9条　総合研究院に、併任の教育職員（以下「併任教員」という。）を置くことができる。

2　併任教員は、本学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　研究センターは、研究推進機構規程第6条第1項に規定する研究推進機構会議における評価を受けなければならない。
2　研究部門は、アドバイザリー委員会による報告を基に、院長が評価を行う。
3　アドバイザリー委員会に関する詳細は、別に定める。

（廃止）
第17条　研究部門等の廃止は、東京理科大学総合研究院における研究センター及び研究部門の設置並びに改廃に関する規程（平成17年規程第72号）の定めるところによる。

（事務）
第18条　総合研究院の事務は、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。

附　則

この規程は、平成29年4月7日から施行し、平成29年4月1日から適用する。

○東京理科大学研究審議部会規程

平成27年3月18日
規程第62号

（設置）

第1条　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2項の規定に基づき、東京理科大学（以下「本学」という。）研究推進機構に、本学の研究戦略により、本学の研究組織を常にダイナミックでかつ高度に活性化された組織とし、学術研究を格段に発展させる研究プロジェクト及び研究課題等を選定するため、東京理科大学研究審議部会（以下「部会」という。）を置く。

（審議事項）

第2条　部会は、次に掲げる事項について審議する。

(1) 本学総合研究院（以下「研究院」という。）の各研究センターの設置及び改廃に関する事項
(2) 研究院の各研究部門の設置及び改廃に関する事項
(3) 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業申請に関する事項
(4) 特定研究助成金及び特別設備の選定に関する事項
(5) 本学が配分する予算による東京理科大学ポストドクトラル研究員の選定に関する事項
(6) その他部会が必要と認めた事項

（組織）

第3条　部会は、次に掲げる者をもって組織する。

(1) 研究推進機構長
(2) 研究推進機構長が指名する本学の学部長及び研究科長　若干人
(3) 研究推進機構長が指名する本学の専任教員　若干人

2　部会に部会長を置き、研究推進機構長をもってこれに充てる。

（任期）

第4条　前条第1項第2号及び第3号に規定する委員の任期は2年とし、1年ごとに半数を交代する。ただし、再任を妨げない。

2　補欠による委員の任期は、前任者の残任期間とする。

（部会の招集）

第5条　部会は、部会長が招集し、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。

2　部会の議事及び運営に関して必要な事項は、部会において定める。

（事務処理）
第6条　部会の事務は、研究推進部研究推進課（神楽坂）において処理する。

附　則
（施行期日）
1　この規程は、平成27年4月1日から施行する。
（規程廃止）
2　東京理科大学研究審議委員会規程（平成17年規程第70号）は、廃止する。

附　則
この規程は、平成28年4月1日から施行する。

○東京理科大学研究評価部会規程

平成27年3月18日
規程第63号

（設置）

第1条　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2項の規定に基づき、東京理科大学（以下「本学」という。）研究推進機構に、本学における研究活動とその成果に対して、客観的な評価を行うため東京理科大学研究評価部会（以下「部会」という。）を置く。

（評価対象）

第2条　部会は、次に掲げる事項を評価対象とする。

(1) 本学総合研究院（以下「研究院」という。）の研究センターの当該研究プロジェクトの研究成果、研究実績及び研究の達成度

(2) 本学が選定した学内外の競争的研究資金の採択研究の研究成果、研究実績及び研究の達成度

(3) 学内の研究費である重点課題特別研究推進費の研究課題の研究成果、研究実績及び研究の達成度

(4) その他本学の研究活動を活性化させるための活動

（評価方法）

第3条　部会は、次に掲げる評価方法により評価する。

(1) 研究院の研究センター長又は各種研究資金受領者が作成した研究の進捗状況、成果、自己評価等に関する報告書による評価

(2) その他ヒアリングによる評価、研究現場の視察等による評価

（組織）

第4条　部会は、次に掲げる者をもって組織する。

(1) 本学の学部長経験者又は研究科長経験者のうち若干人

(2) 研究院のセンター長経験者のうち若干人

(3) 本学の専任教員のうち若干人

2　前項に規定するもののほか、評価する研究分野に応じて、当該分野の学識経験者を委員に加えることができる。

3　第1項各号に規定する委員は、研究推進機構長が指名する。

4　部会に部会長を置き、委員の互選によってこれを定める。

（任期）

第5条　前条第1項に規定する部会委員の任期は2年とし、1年ごとに半数を交代する。ただし、再任を妨げない。

2　補欠による委員の任期は、前任者の残任期間とする。
3　前条第2項に規定する部会委員の任期は、当該評価が終了するまでの期間とする。

（部会の招集）
第6条　部会は、部会長が招集し、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。
2　部会の議事及び運営に関して必要な事項は、部会において定める。

（事務処理）
第7条　部会の事務は、研究推進部研究推進課（神楽坂）において処理する。

附　則
（施行期日）
1　この規程は、平成27年4月1日から施行する。
（規程廃止）
2　東京理科大学総合研究評価委員会規程（平成17年規程第71号）は、廃止する。

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28年度版　総合研究院年報　No.34

発　行　日　　平成29年12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)