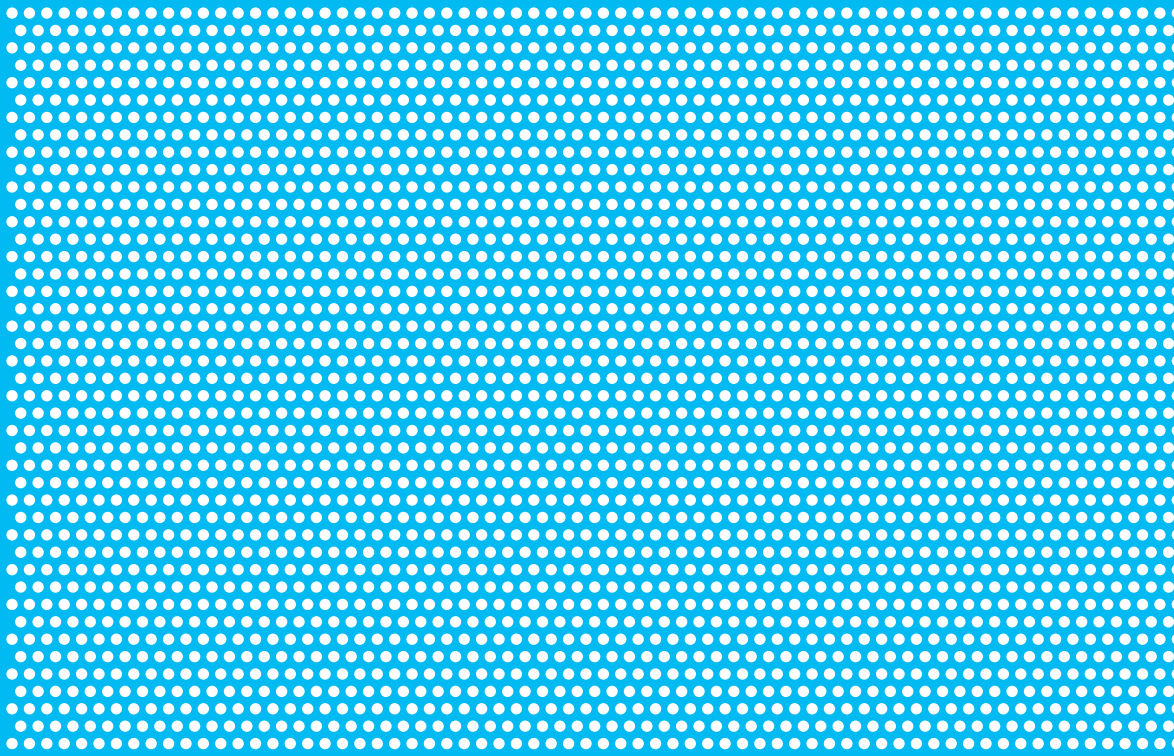
ISSN 2432-2792

平成27年度版

総合研究院年報 No.33

ANNUAL REPORTS Number33

Research Institutes for Science and Technology



2015

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

序

本年報は、平成 27 年 4 月から平成 28 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 27 年度には 1 研究センター、7 研究部門、1 共同利用・共同研究拠点新設に伴い、年度末時点で 8 研究センター、24 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 28 年 3 月
東京理科大学
総合研究院(RIST)
院長　福山　秀敏

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 28 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
戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター ……38
先端ホログラフィ技術研究開発センター ……39
キラリティー研究センター ……40
光触媒国際研究センター ……41
トランスレーショナルリサーチセンター ……42
イメージングフロンティアセンター ……43
次世代データマイニング研究部門 ……44
山岳大気研究部門 ……45
インテリジェントシステム研究部門 ……46
量子生命情報研究部門 ……47
創薬フロンティア研究部門 ……48
長万部地域社会研究部門 ……49
先端情報通信研究部門 ……50
マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門 ……51
ナノカーボン研究部門 ……52
バイオオルガノメタリクス研究部門 ……53
未利用熱エネルギー変換研究部門 ……54
界面科学研究部門 ……55
分子連関相乗系研究部門 ……56
先端都市建築研究部門 ……57
アカデミック・ディテーリング・データベース部門 ……58
医理工連携研究部門 ……59

数理モデリングと数学解析研究部門……60
ウォーターフロンティアサイエンス研究部門……61
再生医療と DDS の融合研究部門……62
太陽光発電技術研究部門……63
先端 EC デバイス研究部門……64
アグリ・バイオ工学研究部門……65
ものこと双発研究部門……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……79
戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター……87
先端ホログラフィ技術研究開発センター……97
キラリティー研究センター……107
光触媒国際研究センター……115
トランスレーショナルリサーチセンター……129
イメージングフロンティアセンター……141
次世代データマイニング研究部門……153
山岳大気研究部門……165
インテリジェントシステム研究部門……175
量子生命情報研究部門……185
創薬フロンティア研究部門……197
長万部地域社会研究部門……207
先端情報通信研究部門……215
マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門……223
ナノカーボン研究部門……229
バイオオルガノメタリクス研究部門……239
未利用熱エネルギー変換研究部門……249
界面科学研究部門……261
分子連関相乗系研究部門……269
先端都市建築研究部門……281
アカデミック・ディテーリング・データベース部門……289
医理工連携研究部門……297
数理モデリングと数学解析研究部門……307
ウォーターフロンティアサイエンス研究部門……315
再生医療と DDS の融合研究部門……325
太陽光発電技術研究部門……339
先端 EC デバイス研究部門……347

アグリ・バイオ工学研究部門……357
ものこと双発研究部門……365

研究者別の研究業績……373
阿部　正彦（アベ　マサヒコ）……375
荒木　光典（アラキ　ミツノリ）……376
石川　雅也（イシカワ　マサヤ）……376
今井　貴之（イマイ　タカユキ）……376
梅澤　雅和（ウメザワ　マサカズ）……377
勝又　健一（カツマタ　ケンイチ）……378
Ishwor Khatri（カトリ　イズール）……379
川﨑　平康（カワサキ　タカヤス）……379
久保田　圭（クボタ　ケイ）……379
久保田夏子（クボタ　ナツコ）……380
黒田　玲子（クロダ　レイコ）……380
小鍋　　哲（コナベ　サトル）……381
坂本　勇貴（サカモト　ユウキ）……381
申　　易澈（シン　イチョル）……381
高柳　英明（タカヤナギ　ヒデアキ）……382
武田　　健（タケダ　ケン）……382
土屋　好司（ツチヤ　コウジ）……383
寺島　千晶（テラシマ　チアキ）……383
中田　時夫（ナカダ　トキオ）……385
深井　尋史（フカイ　ヒロフミ）……386
松原　美之（マツバラ　ヨシユキ）……386
渡部俊太郎（ワタナベ　シュンタロウ）……386

総合研究院フォーラム開催報告……387

事業開催記録……389

総合研究院研究設備……397
火災科学研究センター……399
赤外自由電子レーザー研究センター……402
戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター……404
先端ホログラフィ技術研究開発センター……406
キラリティー研究センター……407
光触媒国際研究センター……409

トランスレーショナルリサーチセンター……411
イメージングフロンティアセンター……412
次世代データマイニング研究部門……413
山岳大気研究部門……415
バイオオルガノメタリクス研究部門……416
界面科学研究部門……417
医理工連携研究部門……418
再生医療と DDS の融合研究部門……419
先端 EC デバイス研究部門 ……420

関係規程 ……423
東京理科大学研究推進機構規程……425
東京理科大学総合研究院規程……428
東京理科大学研究審議部会規程……435
東京理科大学研究評価部会規程……437
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……439

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。

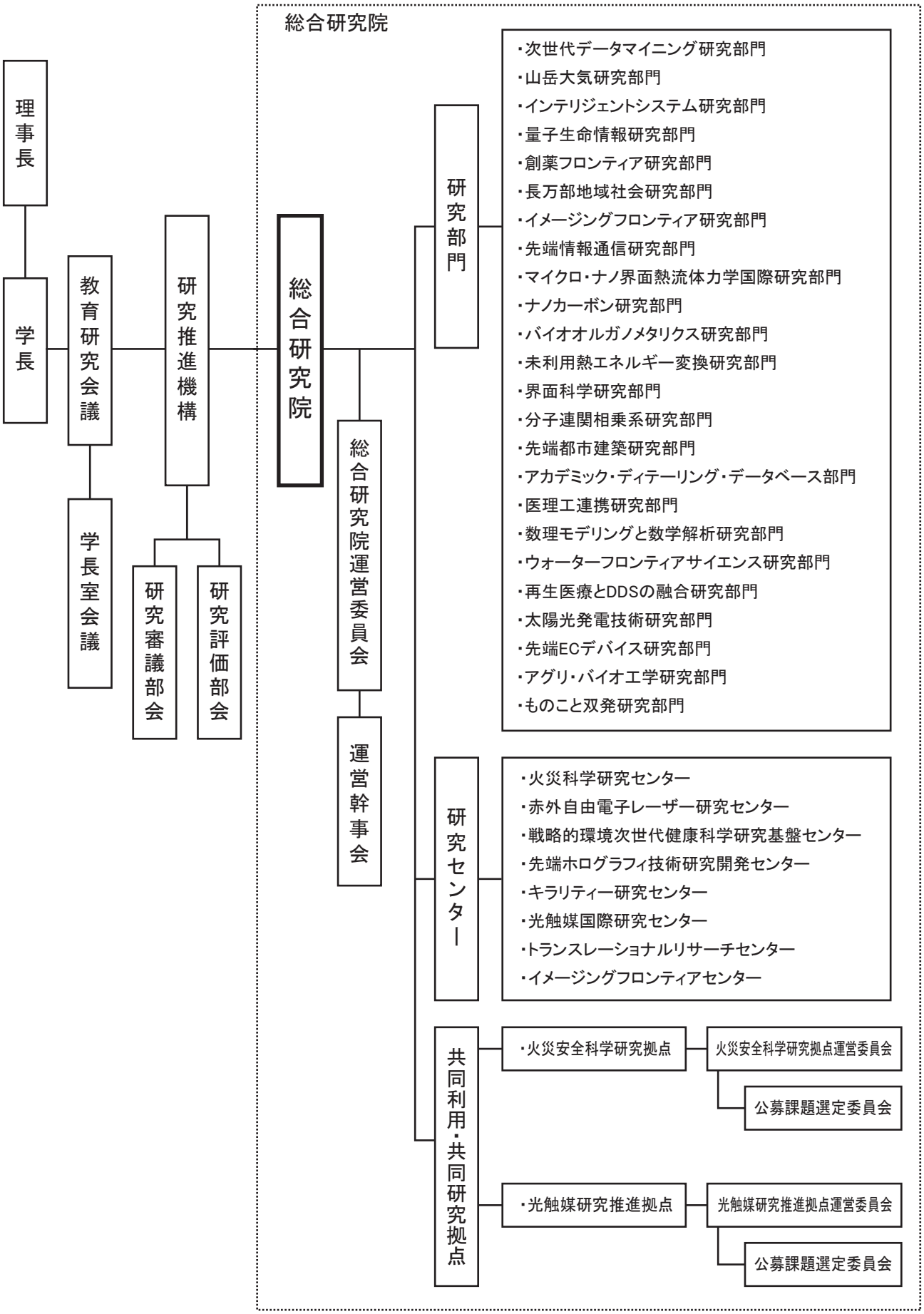
平成 16 年 3 月 31 日付け「東京理科大学における研究所等のあり方について（答申)」がまとめられ、それをふまえて平成 17 年 4 月 25 日「東京理科大学総合研究機構設立の提案（東京理科大学総合研究所等将来計画の最終答申)」が提示された。平成 17 年 11 月 10 日に「東京理科大学総合研究機構設立準備委員会報告書」がまとめられ、それに基づき総合研究機構が発足した。

(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。

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27年4月1日

総合研究院組織一覧表

（平成28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 28 年 3 月 31 日現在）

氏名	職名
福山秀敏	総合研究院長
井手本康 (※)	総合研究院副院長
吉本成香	常務理事
岡村総一郎	担当理事
矢部博	理学部第一部学部長
河合武司	工学部第一部学部長
深井文雄	薬学部長
北村春幸	理工学部長
藤代博記	基礎工学部長
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
武田健	戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター長
山本学	先端ホログラフィ技術研究開発センター長
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
安盛敦雄	光触媒国際研究センター副センター長
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
大和田勇人	次世代データマイニング研究部門長
三浦和彦	山岳大気研究部門長
兵庫明	インテリジェントシステム研究部門長
渡邉昇	量子生命情報研究部門長
田沼靖一	創薬フロンティア研究部門長
友岡康弘	長万部地域社会研究部門長
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
西尾圭司	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
本間芳和	ウォーターフロンティアサイエンス研究部門長
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
福島章	研究戦略・産学連携センター長
安部良 (※)	生命医科学研究所長
井手本康 (※)	研究機器センター長
森口泰孝	研究推進機構長
渡辺賢二	研究戦略・産学連携部長

（※）複数の選出枠で選出

総合研究院組織一覧表

総合研究院運営幹事会

（平成 28 年 3 月 31 日現在）

氏　　名	職　　名
福　山　秀　敏	総　合　研　究　院　長
井　手　本　康	総　合　研　究　院　副　院　長
辻　本　　誠	火　災　科　学　研　究　セ　ン　タ　ー　長
武　田　　健	戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター長
安　盛　敦　雄	光　触　媒　国　際　研　究　セ　ン　タ　ー　副　セ　ン　タ　ー　長
河　合　武　司	界　面　科　学　研　究　部　門　長
本　間　芳　和	ウォーターフロンティアサイエンス研究部門長

総合研究院本務教員

本務教員		
阿部正彦	研究院	教授
池田憲一	研究院	教授
黒田玲子	研究院	教授
小林恭一	研究院	教授
坂口謙吾	研究院	教授
関澤愛	研究院	教授
髙柳英明	研究院	教授
武田健	研究院	教授
松原美之	研究院	教授
安藤正海	研究院	教授
渡部俊太郎	研究院	教授
福山秀敏	研究院	院長・教授
寺島千晶	研究院	准教授
勝又健一	研究院	准教授
梅澤雅和	研究院	講師
小鍋哲	研究院	講師
野島雅	研究院	講師
DAHBI Mouad	研究院	助教
鈴木孝宗	研究院	助教
阿部真典	研究院	助教
久保田圭	研究院	助教

プロジェクト研究員
中田時夫
荒木光典
今井貴之
川崎平康
中野正貴
深井尋史
石川雅也
崔錦丹
Nguyen Duc Tuyen
Sakiat Hossain
Mu Lizhong
Ishwor Khatri

技術者
沖永誠治
中嶋武尚
福西美香
丁鐘珍

ポストドクトラル研究員
久保田夏子
JAYARAMAN THARMALINGAM
Nitish Roy
坂本勇貴
安田さや香
花俣繁
洪正洙
土屋好司
Avinash Bhadani
中里智治

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	国際火災	教　授
池　田　憲　一	国際火災	教　授
小　林　恭　一	国際火災	教　授
松　原　美　之	研　究　院	教　授
併任教員		
森　田　昌　宏	理　1	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
水　野　雅　之	国際火災	准　教　授
松　山　賢	国際火災	准　教　授
秋　津　貴　城	理　2	准　教　授
兼　松　学	理　工	准　教　授
リサーチ・アシスタント		
姜　昇　具	研　究　院	
客員教授		
田　中　哮　義		
長　谷　見　雄　二		
M.A.Delichatsios		
金　相　大		
李　克　欣		
佐　野　友　紀		
原　田　和　典		
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	
川崎平康	研究院	
荒木光典	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		

戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター

センター長　武田健		
本務教員		
武田健	研究院	教　授
梅澤雅和	研究院	講　師
野島雅	研究院	講　師
併任教員		
矢島博文	理　1	教　授
浜田典昭	理　工	教　授
清岡智	理　工	教　授
小島周二	薬　学	教　授
小茂田昌代	薬　学	教　授
田沼靖一	薬　学	教　授
市原学	薬　学	教　授
久保允人	生命研	教　授
曽我公平	基礎工	教　授
市村志朗	理　工	准教授
柳田信也	理　工	講　師
小川修平	生命研	助　教
ポストドクトラル研究員		
久保田夏子	研究院	
JAYARAMAN THARMALINGAM	研究院	
リサーチ・アシスタント		
小野田淳人	薬　学	
客員教授		
菅又昌雄		
石見佳子		
客員准教授		
井原智美		
光永総子		
Hazem Mohammed Ebraheem Shaheen		
客員研究員		
李英姫		
大森清美		
田中貴代子		
Ashraf Ahmed El-Ghoneimy El-Hady Ali		
立花研		
机直美		

先端ホログラフィ技術研究開発センター

センター長　山本学		
併任教員		
由井宏治	理　1	教　授
松田一朗	理　工	教　授
吉本成香	工　1	教　授
佐々木信也	工　1	教　授
山本学	基礎工	教　授
向後保雄	基礎工	教　授
谷口淳	基礎工	教　授
佐竹信一	基礎工	教　授
鈴木康一	山口理大	教　授
結城和久	山口理大	教　授

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
硲合憲三	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
由井宏治	理　1	教　授
杉本裕	工　1	教　授
松本有正	理　1	助　教
殿井貴之	理　1	助　教
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
奈良松範	諏訪理大	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
渡邊康之	諏訪理大	准教授
池上啓太	山口理大	准教授
和田浩志	薬学	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
岩瀬顕秀	理1	助教
吉見陽児	理工	助教
遠藤健司	理工	助教
山口祐貴	理工	助教
石田直哉	理工	助教
古谷昌大	理工	助教
酒井宗寿	山口理大	助教
Vit Kalousek	山口理大	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
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	
落合剛	
柴田裕史	
上塚洋	
客員研究員	
我田元	
柳田さやか	
日本学術振興会外国人特別研究員	
Sanjay Subhash LATTHE	
Sudhagar PITCHAIMUTHU	

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	理学	教授
大塚英典	理学	教授
浜田知久馬	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
廣田孝司	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
松隈大輔	理1	助教
伊豫田拓也	薬学	助教
須藤結香	薬学	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
ポストドクトラル研究員		
濱田幸恵	薬学	
リサーチ・アシスタント		
水之江雄平	薬学	
成田匠	薬学	

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

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		
由井宏治	理1	教授
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
中村岳史	生命研	教授
後飯塚僚	生命研	教授
青木伸	薬学	教授
政池知子	理工	講師
梅澤雅和	研究院	講師
篠田陽	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	
安田さや香	研究院	
花俣繁	研究院	
客員教授		
横田秀夫		
客員研究員		
桧垣匠		
来須孝光		

次世代データマイニング研究部門

センター長　大和田勇人		
併任教員		
青木伸	薬学	教授
大和田勇人	理工	教授
尾島善一	理工	教授
朽津和幸	理工	教授
小島尚人	理工	教授
武田正之	理工	教授
森俊介	理工	教授
鈴木知道	理工	教授
滝本宗宏	理工	教授
佐藤圭子	理工	准教授
西山裕之	理工	准教授
原田拓	理工	講師
安井清一	理工	助教
客員教授		
溝口文雄		
玄光男		

山岳大気研究部門

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
児島紘	理工	教授
永野勝裕	理工	講師
浅野比	山口理大	助教
岩本洋子	理1	助教
兼務		
西川雅高	管財部	
客員教授		
五十嵐康人		
大河内博		
速水洋		
藤田慎一		
畠山史郎		
永淵修		
青木一真		
兼保直樹		
財前祐二		
客員准教授		
長田和雄		
加藤俊吾		
小林拓		
松木篤		
皆巳幸也		
矢島千秋		
鴨川仁		
客員研究員		
矢吹正教		
櫻井達也		

インテリジェントシステム研究部門

部門長　兵庫明		
兼務		
越地耕二	事務総局	
併任教員		
江川嘉美	理1	教授
兵庫明	理工	教授
木村真一	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
樋口健一	理工	准教授
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		
客員研究員		
佐藤広生		
越地福朗		
塚田敏郎		
福田亜希子		

量子生命情報研究部門

部門長　渡邉昇		
併任教員		
渡邉昇	理工	教授
大矢雅則	理工	教授
富澤貞男	理工	教授
戸川美郎	理工	教授
宮崎智	薬学	教授
山登一郎	基礎工	教授
松岡隆志	諏訪理大	教授
井上啓	山口理大	准教授
佐藤圭子	理工	准教授
入山聖史	理工	講師
田畑耕治	理工	講師
田中芳治	理工	助教
客員研究員		
原利英		

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
廣田孝司	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		
副部門長		
向後保雄	基礎工	教授
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
三浦成敏	基礎工	教授
本田宏隆	基礎工	教授
石黒孝	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
古江広和	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	准教授
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
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		
渡辺一之	理1	教授
梅村和夫	理2	教授
本間芳和	工1	教授
西川英一	工2	教授
山本貴博	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		
客員研究員		
千足昇平		

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	工学	講師
髙澤涼子	薬学	講師
佐野明	薬学	講師
篠田陽	理工	助教
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		

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
阿武宏明	山口理大	教授
藤本憲次郎	理工	准教授
小柳潤	基礎工	講師
平山尚美	基礎工	助教
山口祐貴	理工	助教
客員教授		
戸嶋直樹		
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
佐々木信也	工1	教授
河合武司	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
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
秋津貴城	理2	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
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
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			
客員研究員			
稲坂晃義			
川井操			

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	
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	
客員教授			
寺下真人			
杉平直子			

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
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
秋本和憲	薬学	准教授
山本隆彦	理工	講師
柳田信也	理工	講師
月本光俊	薬学	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
立川篤	理工	教授
池口徹	工1	教授
佐々木文夫	工1	教授
横田智巳	理1	准教授
牛島健夫	理工	准教授
平場誠示	理工	准教授
田中視英子	理1	講師
伊藤弘道	理2	講師
吉井健太郎	理1	助教
杉山裕介	理1	助教
石田祥子	理1	助教
江夏洋一	理1	助教
相木雅次	理工	助教

ウォーターフロンティアサイエンス研究部門

部門長　本間芳和		
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
中井泉	理　1	教授
田所誠	理　1	教授
由井宏治	理　1	教授
築山光一	理　1	教授
徳永英司	理　1	教授
三浦和彦	理　1	教授
大塚英典	理　1	教授
河合武司	工　1	教授
上野一郎	理　工	教授
元祐昌廣	工　1	准教授
山本貴博	工　1	准教授
橋詰峰雄	工　1	准教授
住野豊	理　1	講師
塚原隆裕	理　工	講師
客員准教授		
松井広志		
客員研究員		
安藤格士		

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
大矢雅則	理　工	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
廣田孝司	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
佐野明	薬　学	講　師
入山聖史	理　工	講　師
伊豫田拓也	薬　学	助　教
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	
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
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
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
客員教授		
木下哲		
吉原利一		
藤巻秀		
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	ｲﾉﾍﾞｰｼｮﾝ研	教　授
坂本正典	ｲﾉﾍﾞｰｼｮﾝ研	教　授
石垣綾	理　工	准教授
客員教授		
沼尾雅之		
横澤誠		
関孝則		
梶本一夫		
客員研究員		
沙魚川久史		

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

センター長		
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
ポストドクトラル研究員		
洪　正　洙	研　究　院	

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 / 組織名	2015 27	2016 28	2017 29	2018 30	2019 31	2020 32	備考
◆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	■	■	■	■	■		
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	■	■	■	■	■		
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
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　先端技術で防災現場の課題を克服！

- 先端技術測定領域　テラヘルツ電磁波の火災分野への応用

■ 背景・目的

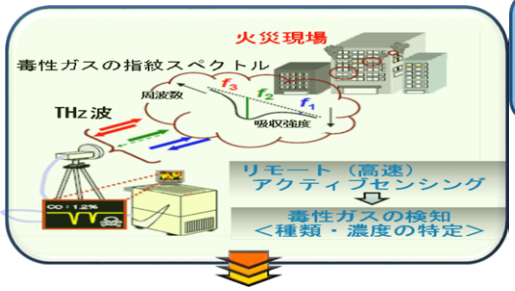
□ 火災現場において，**円滑な救助・検索や消火活動をサポートする技術の実現**

火災現場：**極めて過酷な環境下**（高温場，多量の煙・水蒸気（濃霧））

煙に対して透過性（透明性）の高く，かつ多くの指紋スペクトルを有する**テラヘルツ電磁波**を利用して，火災現場でのイメージングとリモートガスセンシングを実現を目指す。

- イメージング技術は，JST先端計測分析技術・機器開発プログラム[要素技術]（H24-27）にて実施

＜火災現場でのリモートガスセンシング＞



火災現場での消防隊員突入判断の円滑化

＜火災現場での可視化(イメージング)＞



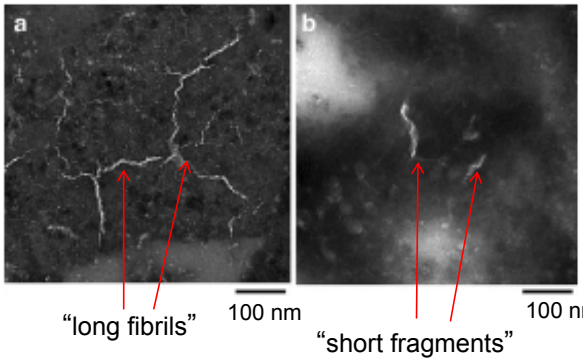


火災現場での逃げ遅れ者・異常感知対応の円滑化

ー赤外自由電子レーザー研究センター　ハイライトー

研究ハイライト①　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6.17 μm）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

⇒

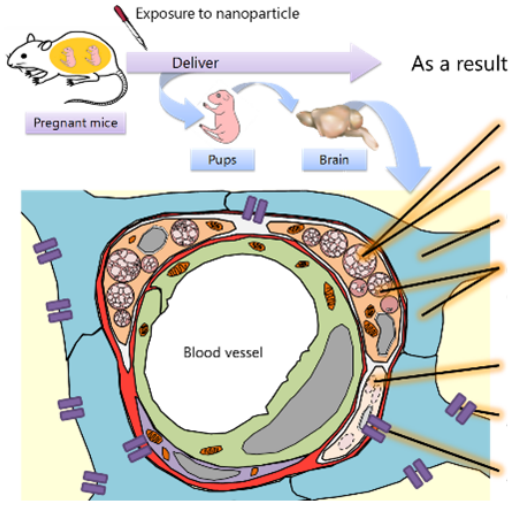
新規レーザー治療機器
の開発

医療機器メーカーとの
コラボレーション

学学連携から産学連携へ

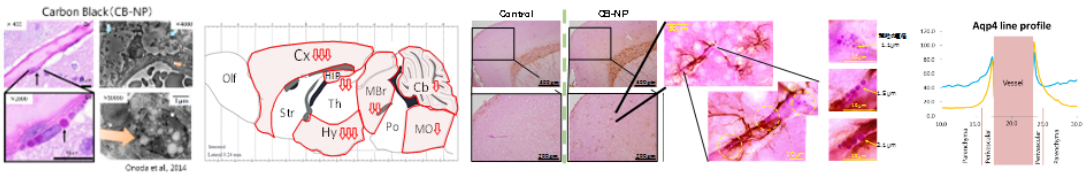
Ref: T. Kawasaki *et al.*, *Lasers in Medical Science*, **29**, 1701-1707 (2014).
T. Kawasaki *et al.*, *Protein J.* **31**, 710-716 (2012).

Sensitive target of maternal exposure to nanoparticle

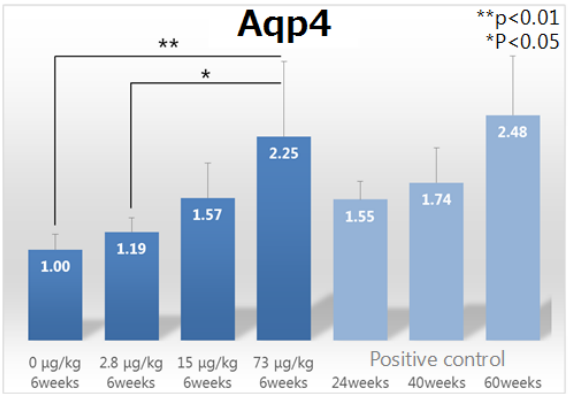


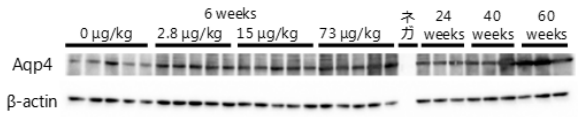
As a result of maternal exposure to carbon black nanoparticle.....

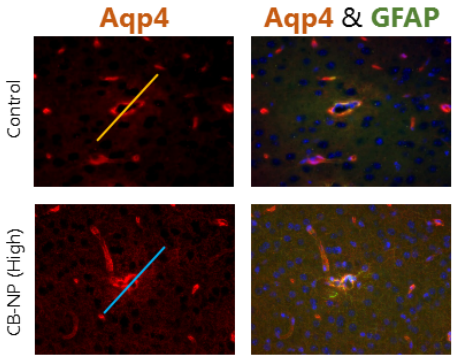
- PVM lysosomal granules were enlarged.
- Honeycomb-like structures were detected in granules.
- GFAP expression level was dose-dependently increased.
- GFAP expression was notably increased in the astrocytic end-foot attached to denatured PVMs.
- PAS-positive PVMs were decreased in wide areas in the brain.
- Aqp4 expression level was increased on the brain parenchyma.
- Aqp4 expression level was not changed surrounding blood vessels.

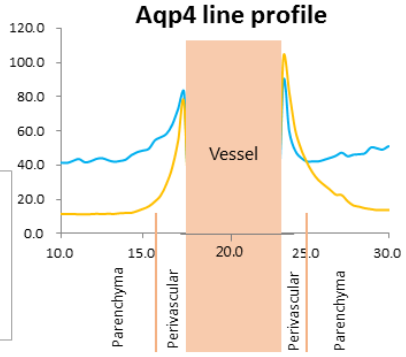


Quantification of Aquaporin4 in the cerebral cortex









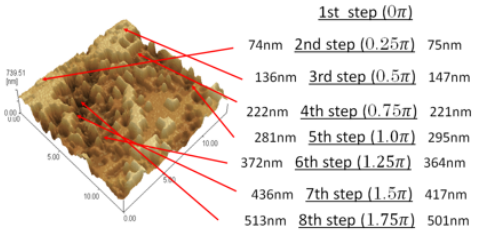
The expression level of Aqp4 was **not increased** in the **perivascular regions** **but** **increased** in the **brain parenchyma** by maternal exposure to CB-NP (carbon black nanoparticle). In particular, the increase in Aqp4 was remarkable at GFAP positive astrocyte.

The condition in the brain of **young mice of CB-NP group** is similar to **advanced aged mice**.

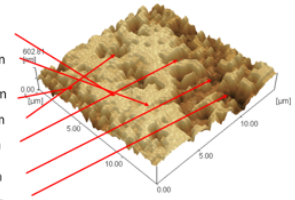
大容量ホログラフィックROMメモリの作製

DOE回折光学計算によりROM原盤の形状を算出

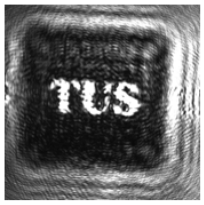
1. 電子ビーム露光によりナノオーダーの深さ階調を持った原盤の作製に成功
2. ROMとして量産するために樹脂への複製技術もナノインプリントにより確立



Master mold



Duplicated Hologram-ROM



再生にも成功

0.3 Tbits/平方インチ

8諧調ROMパターンで多重化手法確立

0.3 Tbits/平方インチ　×　4多重　＝　1.2 Tbits/平方インチ達成

特許出願完了→ 2020年NHK超高精細8K 映像放送に対応
＝東京オリンピックのアーカイブメモリへ

参考文献　Y. Shinonaga, K. Ogino, N. Unno, S. Yoshida, M. Yamamoto, J. Taniguchi, Microelectronic Engineering 141, 102 (2015)

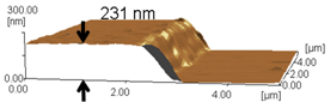
水中用全反射蛍光顕微鏡向け校正プレート

特殊樹脂を用いた薄膜作製技術の確立

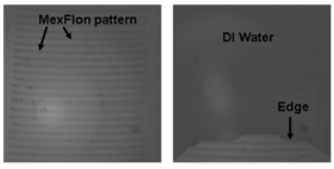




水と屈折率の等しい材料

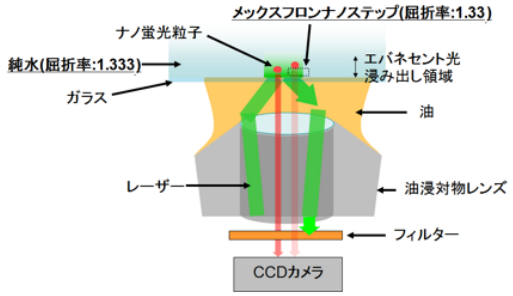


数十nmオーダーにて
膜厚制御可能

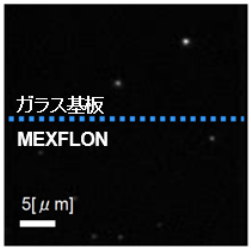


作製した薄膜と水との
インデックスマッチング

全反射蛍光顕微鏡(TIRF)を用いた水中での原理実証



全反射蛍光顕微鏡(TIRF)

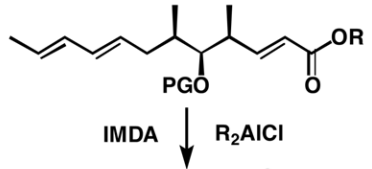


TIRFM撮影像

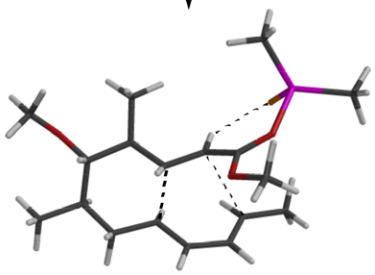
ガラス基板から遠い蛍光粒子が暗く見える
⇒複数のナノステッププレートを用いて奥行き
方向校正が可能

抗がん剤 M-COPA の高効率キラル全合成

椎名G

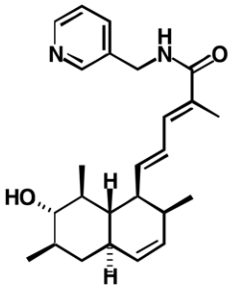


IMDA　R_2AlCl



Favorable transition structure

総工程 14 steps
総収率 19%



M-COPA

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

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）

ー光触媒国際研究センター　ハイライトー

光触媒研究推進拠点と連携した活動を始動

平成 26 年度に文部科学省より特色ある共同利用・共同研究拠点として「光触媒研究推進拠点」が認定された。これは光触媒国際研究センターでの活動および施設・設備が認められた成果であり、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 年間となる。



写真 1 光触媒国際シンポジウムの様子



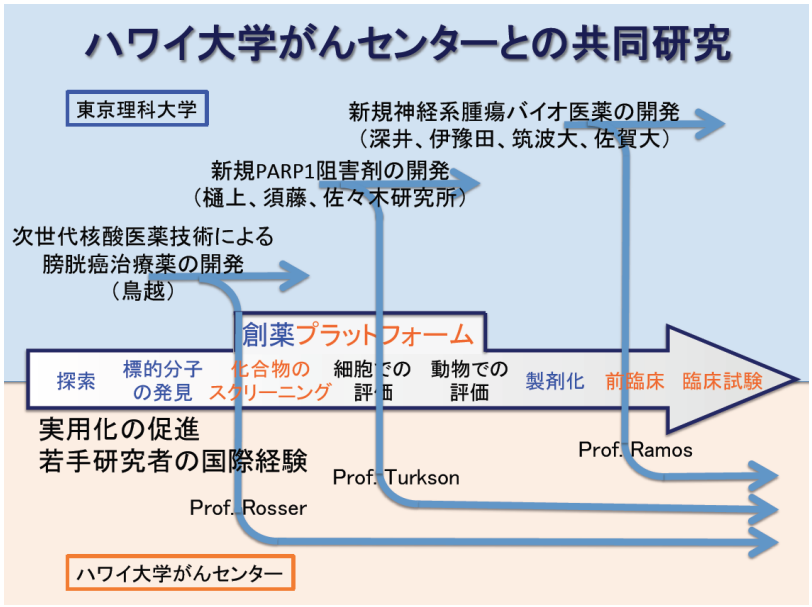
写真 2 グローバルサイエンスキャンパス事業における高校生の受け入れ

その他のトピックスを幾つか報告する。平成 27 年 9 月 3 日～4 日の 2 日間にかけて、平成 26 年度の成果報告を取りまとめた第一回光触媒国際シンポジウムを開催した。2 件の Plenary lecture、1 件の Keynote lecture、および 28 件の口頭発表に加えて 80 件のポスター発表が行われ、参加者およそ 204 名との議論を深めた。また、国際交流を活発に行っており、日本科学技術振興機構（JST）の新規事業である「日本・アジア青少年サイエンス交流事業（さくらサイエンスプラン）」に本センターから 3 件（上海交通大学、北京大学、東南大学）採択され、それぞれの大学との国際交流を進めた。特に北京大学とは優秀な博士課程の学生を 3 名受け入れ、3 週間にわたって共同実験を行った。さらに、次世代若手研究者養成のための国際研究交流プロジェクト支援事業では、中国・武漢理工大学の Baoshun Liu 先生、Jing Jing Yang 氏を招へいし、共同研究を進めた（H27.7.21～8.20、31 日間）。また、平成 27 年 10 月 28 日～11 日 3 日にかけてルーマニアアカデミーを訪問し共同研究の打ち合わせを行い、平成 28 年 1 月 17 日～1 日 26 日にかけてルーマニアカデミーから Dr. Crina と Mr. Mihai が来日し研究に関する議論を行った。本事業の下で本学の大学院生をスペインのジャウメ 1 世大学へ派遣し、それを契機に共著論文および著書の発刊を行うことができた。当センターが高い注目を集めていることは、見学者の数でも計り知れる。平均して月 10 件以上の団体が見学している。一方、海外からの見学者も多数受け入れている。例えば、ベトナム国保健省国立ワクチン・生物製剤品質管理研究所から Dr. Doan Huu Thien 所長、Dr. Pham Van Hung 副所長らを受け入れた（H27.10.29）。これらの活動を通して、研究成果を社会・国民に広く発信し、さらに国際拠点を目指した活動を行っている。JST事業であるグローバルサイエンスキャンパスにおいて、高校生60名ほどの見学会・講演会を行った（H27.9.22）。その他、光触媒技術の普及を目指し、葛飾キャンパスに理科大サイエンス道場を開設する支援を行った。光触媒の基礎原理を理解するための設備だけではなく最先端の応用製品を展示し、専門の研究者だけではなく一般の方々へも光触媒を理解し、さらに議論を深めて新しい製品、概念を創出するための取り組みを支援した。また、光触媒の歴史をわかりやすく、しかも英語によって世界中に発信するために、『光触媒白書（英語名：AUBE Photocatalytic World』の発行にもかかわった。

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

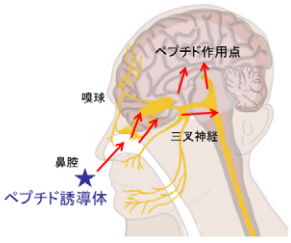
ハワイ大学がんセンターとの国際共同研究プロジェクトのスタート

ハワイ大学がんセンターとの共同研究の可能性を検討するために、平成 27 年 5 月当該センターを訪問して、共同研究提案を行った。そして、「新規 PARP 阻害剤の開発」、「新規神経系腫瘍バイオ医薬の開発」、「次世代核酸医薬技術による膀胱癌治療薬の開発」という 3 つのテーマが選択された。その後、煩雑な事務的作業の末、この 3 つのテーマで共同研究をスタートした。次年度は、ハワイ大学がんセンターの先生方を迎え、国際シンポジウムを開催する予定で、国際共同研究をさらに加速していきたい。また、将来的にはこの共同研究プロジェクトを基盤として、さらに発展させ、国際連携による創薬プラットフォームの構築を目指したい。もし実現できれば、医学部のない本学において、種々の薬剤の実用化が促進できると同時に、若手研究者の国際経験を積む場にもなると期待される。



経鼻投与による新規中枢作用性ペプチド薬の開発

Glucagon-like peptide-2 (GLP-2)は、腸管や脳でプログルカゴンから GLP-1 と同時に産生されるペプチドで、我々は GLP-2 が抗うつ様作用を示すことを報告した。一方、GLP-1 や同じく脳内で産生される neuromedin U (NmU)が炎症誘発性学習記憶障害を改善することも報告している。ペプチドは、一般的に末梢投与では血液脳関門に阻止されて脳内に移行することができず、また末梢組織中の分解酵素により速やかに分解されてしまうため、侵襲性が少なく中枢移行性が良い経鼻投与法に着目して、GLP-2、GLP-1、及び NmU を経鼻投与用に誘導体化し、中枢移行性と中枢作用について検討した。



経鼻投与用 GLP-2 誘導体は、特異的分解酵素で分解されず、経鼻投与後に抗うつ様作用と関連する脳内部位に分布し、治療抵抗性マウスにおいても抗うつ様作用を示した。経鼻投与用 GLP-2 及び NmU 誘導体も、経鼻投与により炎症誘発性学習記憶障害を改善した。

本研究で開発した経鼻投与用誘導体化法については、科学技術振興機構の援助も受けて国内及び PCT 出願を行っている。現在、経鼻投与によるペプチド中枢送達技術について製薬企業と相談を行い、さらに動物実験結果を臨床でも再現できるか否か判断するために、大うつ病バイオマーカーを見出して検査薬開発を行っている企業と共同研究を開始している。



国内特許出願: 特願2014-184436, PCT出願: JP2015/074962
国際公開番号: WO 2016/035820 A1(2016.3.10)

透明作物を短時間で作製する手法“TOMEI”の開発
～作物の内部構造の解析やバイオマス定量解析が可能に～

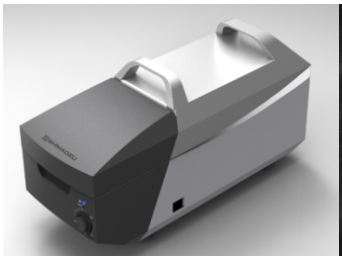
植物の組織や器官は様々な物質を含んでいるため、光を透過せず植物の内部構造を直接観察できません。そのため、植物の内部構造を解析するためには、多大な時間と労力をかけて切片を作製する必要があり、組織・器官構造を保持したまま直接作物の内部構造を解析する手法の開発が待たれていました。日本の代表的な作物であるイネ、モデル植物であるシロイヌナズナなどをわずか数時間のうちに透明化する手法 TOMEI を開発しました。その結果、切片を作製することなく、葉、茎、根の表面から内部までの全細胞の形態や組織深部の維管束や葉肉組織の構造を素早く明瞭に観察することが可能になりました。本成果により、植物の非破壊解析にかかる時間が大幅に短縮でき、作物の品質評価、品種改良、バイオマス定量解析、病害虫感染機構の解明など、農作物研究のスピードアップに大きく貢献することが期待されます。

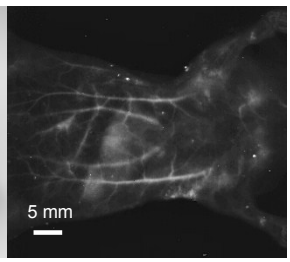
ナノ粒子を用いた近赤外イメージングシステムの開発

1000 nmN 超えM w 赤l OTN-N)-) 波a 域 ⇨ 第2のd 体の窓 second biologic2l window)

観察深i が 数mmD ら 数cmに拡張

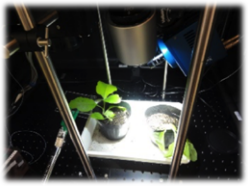
総研生まれのイメージング装置が市場に



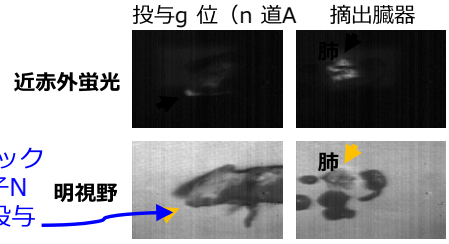


o 津製作m S( )MAD10 SA)-1000（左A H マウU の血管O メーT ンR （右A e い透明i H 鮮明I 画像が特色

植物への応用 ⇒ 植物のb s 蛍光N 排除した農作物O メーT ンR S U テム（開c 中A



ナノ粒子の生体への影響を可視化

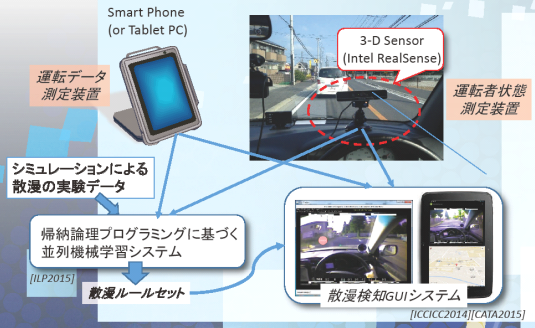


運転者の認知状態を同定する人工知能の開発

運転者の認知状態を同定するデータマイニングツール（帰納論理プログラミングに基づく並列機械学習システム）を開発することで，運転者の安全を守るとともに，新たなサービスを可能にする情報処理技術の創生を目指す。

車内に設置した各種センサ情報を用いたデータマイニング

■システム構成
機械学習により得られたルールを用いた散漫検知



散漫ルール例
{正事例:23,負事例:4}

class(A) :- steering(A, straight), eyeMove(A, small), before_event(A, B), front(B, object).

ステアリング(Steering)が直進状態(straight)で，眼球運動(eyeMove)が微動状態(small)のとき，かつ，現在の状態(A)のひとつ前の状態(B)において，前(front)に物体(object)が有る とき，状態Aでは散漫が認められる.

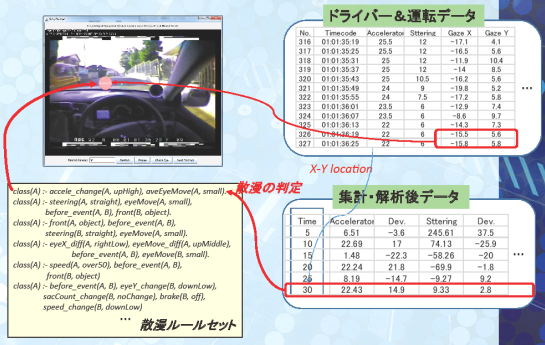
{正事例:21,負事例:3}

class(A) :- front(A, object), eyeMove(A, small), before_event(A, B), steering(B, straight).
前(front)に物体(object)が有り，眼球運動(eyeMove)が微動状態(small)のとき，かつ，現在の状態(A)のひとつ前の状態(B)において，ステアリング(Steering)が直進状態(straight)のとき，状態Aでは散漫が認められる.

正事例:119個，負事例:183個のもとで22個のルールが生成された
[ILP2015]

散漫検知の流れ
■各データにマッチするルールを探し，散漫検知結果を画面に表示





■散漫検知GUIシステム



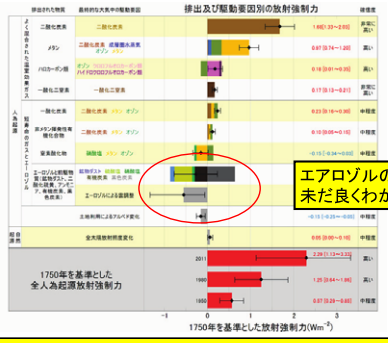
代表的な発表論文リスト

- Hiroyuki Nishiyama, Akira Yoshizawa, Hirotoshi Iwasaki and Fumio Mizoguchi:Cog-Tracker: A New Tool for Detecting Distracted Car Driving Using Eye-Movement and Driving Data on a Tablet PC, 30th International Conference on Computers and Their Applications , 2015.
- Hiroyuki Nishiyama and Hayato Ohwada: Yet Another Parallel Hypothesis Search for Inverse Entailment, ILP2015, 2015.
- Fumio Mizoguchi, Hayato Ohwada, Hiroyuki Nishiyama, Akira Yoshizawa and Hirotoshi Iwasaki: Identifying Driver's Cognitive Distraction Using Inductive Logic Programming, ILP2015, 2015.
- Yotaka Yoshida, Hayato Ohwada and Fumio Mizoguchi: Temporal Discretization and Naive Bayes Classifier for Classifying Car Driver's Cognitive Load, Proc. of the 29th International Conference on Computers and Their Applications, 2014.
- Fumio Mizoguchi, Hiroyuki Nishiyama and Hirotoshi Iwasaki: A New Approach to Detecting Distracted Car Drivers Using Eye-Movement Data, ICCI*CC 2014, 2014.
- Fumio Mizoguchi, Hayato Ohwada, Hiroyuki Nishiyama and Hirotoshi Iwasaki: Identifying Driver's Cognitive Load Using Inductive Logic Programming, Inductive Logic Programming, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), LNAI7842, pp. 166-177, 2013.

研究成果ハイライト①

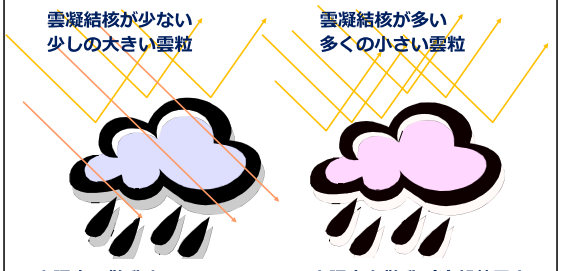
エアロゾルの気候影響　新粒子生成・雲凝結核への成長・雲生成

1750年～2011年のエネルギーバランスの変化　IPCC2013の報告



1750年以降の人間活動が温暖化の効果をもたらした可能性は極めて高い（>95%）

エアロゾルの雲調整（冷却）効果



新粒子生成イベント

- 直径20nm以下の粒子が3時間以上高濃度となるイベントは2006年～2014年の夏期258日間の測定中、139回観測された。
- 日中(48)より夜間(91)の方が多い。

これは富士山頂に固有のものか？

なぜ、夜間に多いのか？

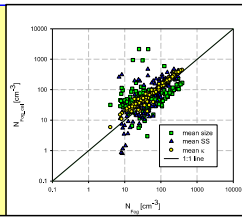
雲凝結核の活性化

- ✧ 水蒸気過飽和度が高い
- ✧ 乾燥粒径が大きい（粒径分布）
- ✧ 吸湿性が強い（化学組成）

雲粒の生成

✧ 粒径分布の寄与が化学組成の寄与より大

渡辺彩水(2015)、修士論文



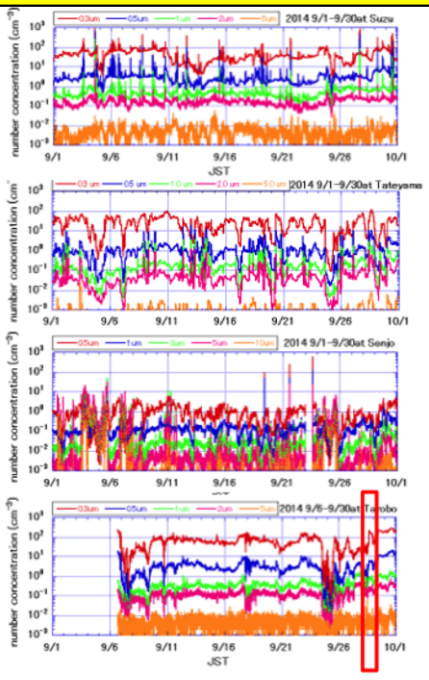
雲粒の実測と計算値の比較

Miura, et al., Symposium on Atmospheric Chemistry and Physics at Mountain Sites, 2014

研究成果ハイライト②

共同観測：富士山頂、木曾駒千畳敷、立山室堂平、珠洲の粒径分布

三浦(東理大)、財前・五十嵐(気象研)、長田(名大)、松木(金沢大)





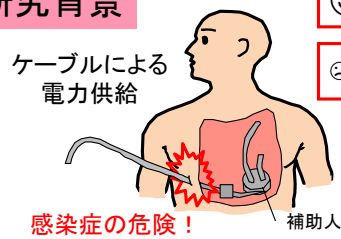
研究成果ハイライト①

人工心臓用経皮エネルギー伝送システムにおける放射磁界低減

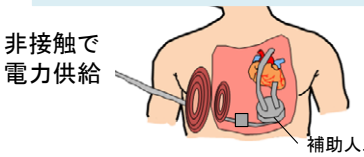
研究背景

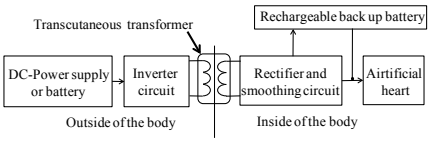
☺電磁誘導による非接触電力供給が有効

☹ 放射磁界による外部ノイズなどの影響

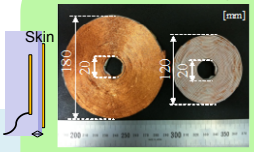


経皮エネルギー伝送
(Transcutaneous energy transmission : TETS)





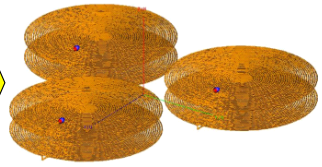
空心偏平型経皮トランス (TET)



利点
○軽薄なため外観が良い
○磁性コアがないため発熱しにくい

欠点
○位置ずれに弱い
○EMC

三相交流型
経皮トランスの実現



○6枚の空心偏平型コイル
○位相が120°ずれた電源
（三相交流電源）

各トランスが発する磁界が互いに打ち消しあうことで遠方での磁界を低減

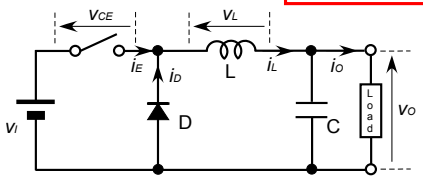
外部への放射エネルギー（ノイズ）の低減に成功：実用化に近づく

研究成果ハイライト②

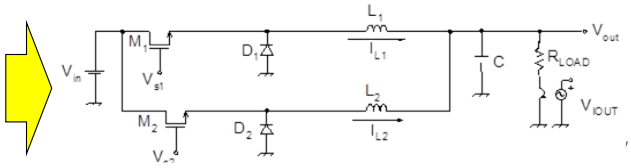
スイッチング電源のインテリジェント化
ー並列数可変制御ー

研究背景

☺スイッチング電源は効率が高く有効

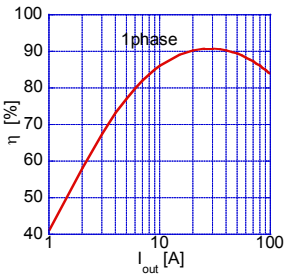


降圧型スイッチング電源



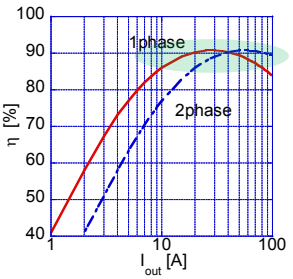
2相化すると高電流域（重負荷）で高効率

☹ 負荷の範囲が広いと効率が低下



マルチフェーズ化

制御回路を工夫し、低電流域では1相、高電流域では2相となるように制御することで**広い範囲で高効率とすることに成功**



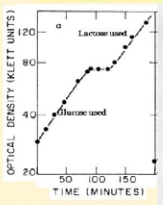
ー量子生命情報研究部門　ハイライトー

研究成果ハイライト①

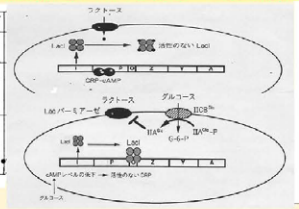
- In Silico Biology or Digital Bioscienceに向けて（セントラルドグマ）

（基礎工学部・生物工学科　山登一郎）

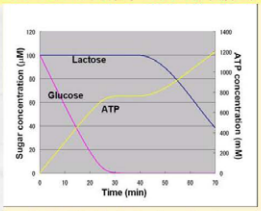
大腸菌の2段階の増殖曲線(diauxie)の適応力学的解析
（1.現象、2.分子機構、3.システムシミュレーション、4.非コルモゴロフ的確率モデル取り扱い）



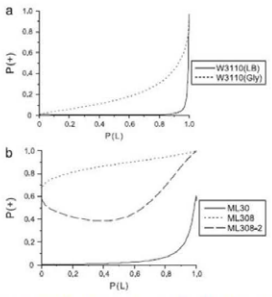
1. 現象（増殖曲線）



2. 分子機構（カタボライトリプレッション）



3. システムシミュレーション



4. 古典確率保存の破れ－＞適応力学による非コルモゴロフ的確率モデルの取り扱い

- ゲノム配列情報からの遺伝子発現制御に関する研究
- （薬学部生命創薬研究科　宮崎　智）

イントロンのncRNAを含む遺伝子（ホスト遺伝子と呼ぶ）DBの作成による
Gene Ontology(GO)とMedical Subject Headings(MeSH)解析
ncRNAが内在するヒトのホスト遺伝子に特有のキーワードが1),2)と関連することを発見
1) cell development, neuron等（GO解析）, 2) BrainおよびTelangiectasia等（MeSH解析）

- P53遺伝子の符号構造解析を行い，乳がん患者の予後を予測するための指標を開発

（理工学部・情報科学科　佐藤圭子，原　利英，大矢雅則）

P53遺伝子の符号構造解析で乳がん患者の予後を予測する指標を開発
本提案指標の適用で「予後の悪い患者群」と「よい患者群」をはっきりと区別可能

- 高精度アライメント法を実装したソフトウェアの開発およびWEB公開

（理工学部・情報科学科　佐藤圭子，原　利英，大矢雅則）

大腸菌はグルコース・ラクトース混合培地で培養すると、まずグルコースを利用し、次にラクトースを利用する。その際利用する糖が切り替わるところで特徴的な2段階の増殖曲線を示す(diauxie)。
（1.現象、2.分子機構、3.システムシミュレーション、4.適応力学による非コルモゴロフ的確率モデルの取り扱い）

① 適応力学の研究 → 量子生命情報論の構築
② 適応力学の研究 → 量子生命情報論の構築

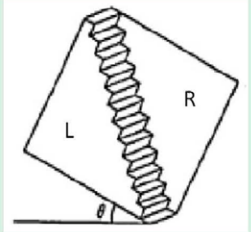
研究成果ハイライト②

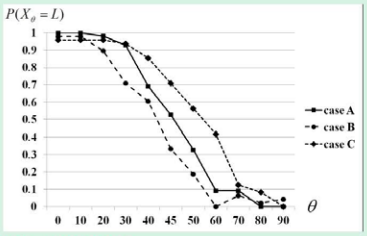
- 正方分割表における対称性と非対称性の研究

（理工学部情報科学科　富澤貞男，田畑耕治）
未知のモデルと尺度の推定量を与え，適合度検定統計量や信頼区間の理論的研究を実施
実際のデータへ適用し，提案したモデルと尺度の有用性を解析

- シュレーダーの階段図形に対する錯視現象

（理工学部情報科学科　田中芳治，大矢雅則）
順序に関する文脈依存性をうまく記述する非コルモゴロフ的確率モデルの提案





- 量子アルゴリズムの研究と情報セキュリティの研究

（理工学部情報科学科　入山聖史，大矢雅則）
1) NP-hard問題に対する多項式時間アルゴリズムの開発、2) GKSLマスター方程式を用いたカオス増幅過程の記述、3) 非可換代数を用いた暗号理論について安全性の検証と速度テスト、4) 新暗号方式を用いた製品開発

- エンタングルメント写像を介した量子相関の研究

（諏訪東京理科大学経営情報学科 松岡隆志，理工学部情報科学科 大矢雅則）

- 1) 複雑量としてのエントロピー型汎関数を用いたGauss 通信過程の数理的定式化の研究
- 2) 量子通信過程とそれらの複雑性に関する研究

（理工学部情報科学科　渡邉　昇）

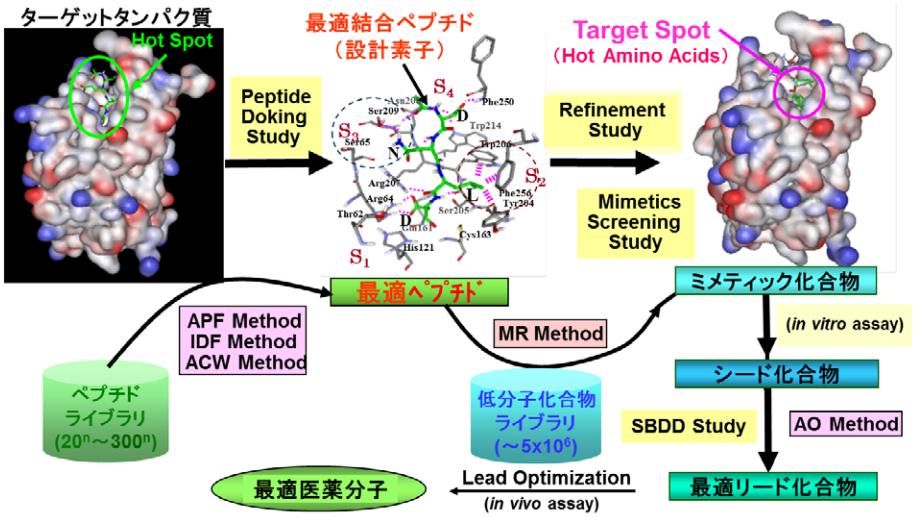
1)　多義図形に対する人間の認知過程は，実験の状況によって大きく影響されることが知られている．
2) ある角度で傾けられたシュレーダーの階段図形を被験者に見せる実験を行い，角度に対する認知傾向の変化について調べた．
3) 被験者を3つのグループA，B，Cに分け，それぞれに対して角度の異なる11の図形を見せた．
Aグループに対しては，図形をランダムな順番でみせた．
Bに対しては時計回り，
Cに対しては反時計回り
の順番で規則的に図形をみせた．
4) これらの実験結果が異なることから，シュレーダーの階段図形に対する人間の認知は，図形を見せる順番に依存することが分かった．
5) 適応力学をベースに、このような順序に関する文脈依存性をうまく記述する非コルモゴロフ的確率モデルを提案した．
参考文献 M.Asano, T.Hashimoto, A.Khrennikov, M.Ohya, Y.Tanaka, ``Adaptive dynamics and Optical Illusion on Schroder's Stair'', selected papers of 7th Int'l conference, Qunantum Interaction 2013, 191-200 (2013)

② 適応力学の研究 → 量子生命情報論の構築
① 適応力学の研究 → 量子生命情報論の構築

ハイライト: 新しい*in silico*PPI創薬方法論: COSMOS法

現在、創薬の宝庫は、タンパク質ータンパク質相互作用（PPI）と言われており、それを標的とした創薬手法の開発が求められている。私共は、PPIを標的とした新たな*in silico*創薬手法としてCOCMOS法を考案した。

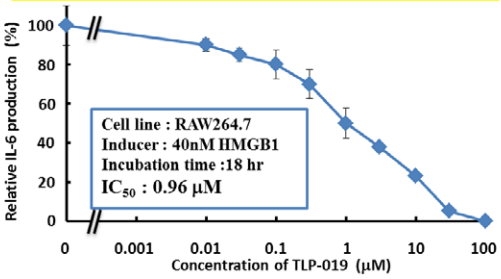
COSMOS: Conversion to small molecules through optimized-peptides strategy



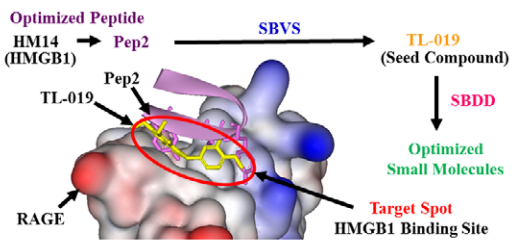
RAGE/HMGB1相互作用を標的とした新規抗炎症リード化合物の創製

RAGE（Receptor for Advanced End Products）/HMGB1（High Mobility Group Box 1）の相互作用は、糖尿病、リウマチ、敗血症などの多くの炎症性疾患の発症の主な作用機序として注目されている。当部門の3つの研究グループの密接な連携(分子設計ー化学合成　ー生物活性)により、RAGEを分子標的とし、COSMOS法により新規抗炎症リード化合物の創製に成功した。

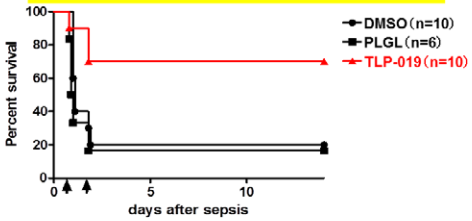
Effect of TLP-019 on HMGB1-induced IL-6 Production



Design of RAGE Antagonistic Small Molecules by COSMOS

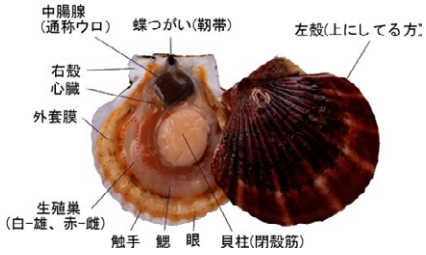


Effect of TLP-019 on CLP-Sepsis Model Mouse



Mice: ICR 6-7w female
CLP: 18G 2 puncture（盲腸結紮穿刺法）
-TLP-019: 20 mg/kg（520 μg/520 μl for 26 g mice）
-PLGL: 5 mg/kg（130 μg/520 μl for 26 g mice）
-Control:（5% DMSO/520 μl for 26 g mice）
Compounds were injected in ip at 1 and 24 hrs after CLP.

ー長万部地域社会研究部門　ハイライトー



ホタテ非可食部

貝殻→産業廃棄物→吸着剤として活用

ウロ　(広義：貝柱を除く全ての臓器)
中腸腺にカドミウムが蓄積→産業廃棄物処理は高額
(現状は肥料•飼料として輸出)
カドミウム(Cd)除去プラント→除去機能せず


Cd除去プラント

中腸腺(狭義のウロ)のCdの除去法の開発
酸処理→ビーズに固定したタンパクにCdにトラップ
Cdの約50%を除去

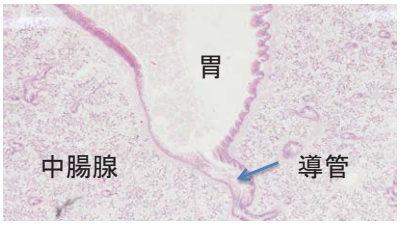
650℃で中腸線を焼成→炭化
生の中腸線1 kg →　3.8 g　(約1/263の重量)
このうちCdは17.9　mg

残りの臓器→再利用(飼料、肥料)アミノ酸発酵(貝の醤油)

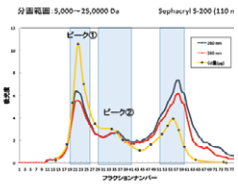
研究成果ハイライト　2

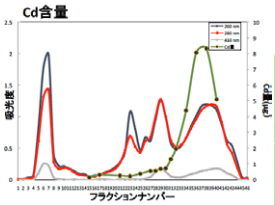
カドミウム(Cd)の蓄積部位の決定

スプリング8(播磨)を用いて決定(準備中)



カドミウム結合タンパクの同定



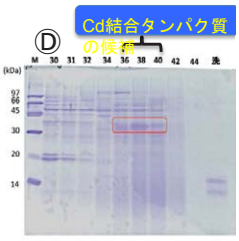


Ⓒ

	分画34	分画36	分画38	分画40
体積(ml)	2	2	2	2
濃度(mg/ml)	0.23	0.26	0.348	0.38
タンパク量(mg)	0.46	0.52	0.696	0.76
Cd濃度(μg/ml)	2.195	4.035	4.165	2.545
Cd量(μg)	4.39	8.07	8.33	5.09
Cd比含量(ppm)	9543	15519	11968	6697

タンパク質当たりのカドミウム比含

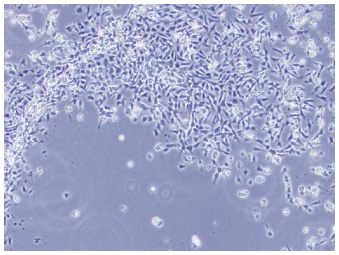
Ⓓ



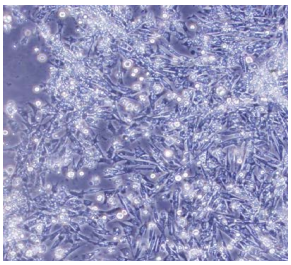
SDS電気泳動

中腸腺細胞の培養法(友岡)

中腸腺細胞の培養：Cd取り込みと蓄積メカニズムの解析



増殖

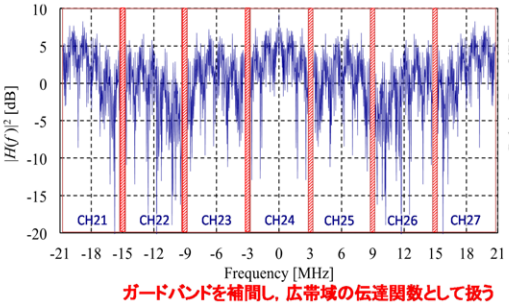


→不死化(株細胞の樹立)

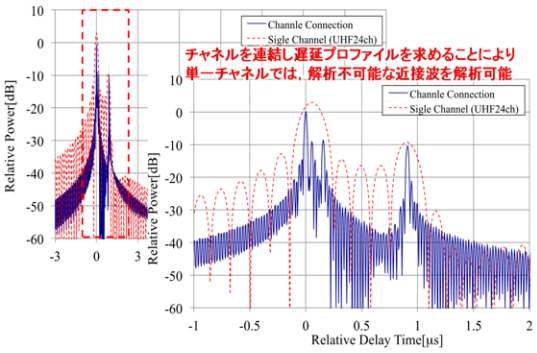
研究成果ハイライト①

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

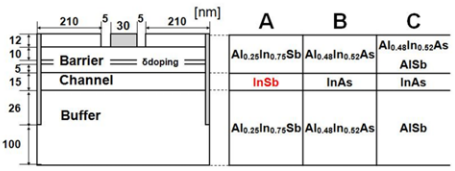
簡易な受信装置を利用して高精度の遅延プロファイルの測定する手法を確立した．

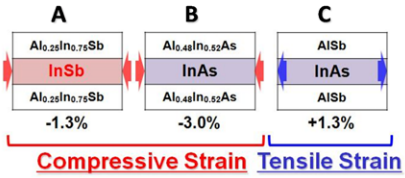
伝搬状況を正確に把握することで，通信速度の更なる向上，サービスエリアの拡大，詳細な設計が可能になり，今後実現が期待される8K/4Kシステムへの適用が期待される．

- 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．

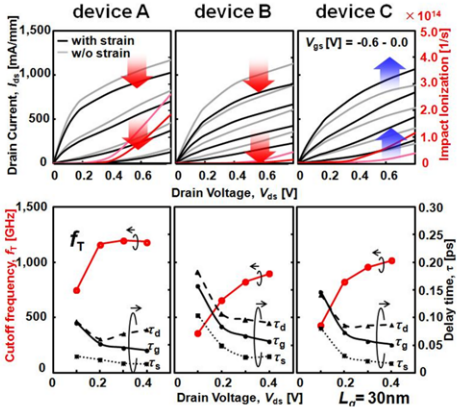
研究成果ハイライト②

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。

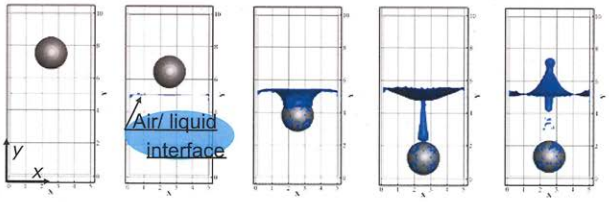


研究成果ハイライト【1】

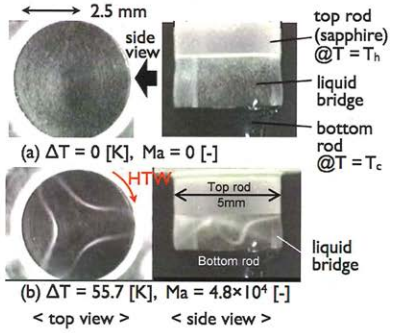
自由表面ー粒子相互作用

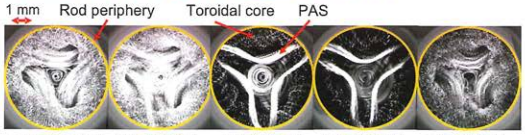
[1] Miyazaki Y., Tsukahara, T. & Ueno, I., Numerical study of dynamic behavior of contact line approaching a micro-scale particle, Bulletin of the American Physical Society (APS) 59 (20), 67th Ann. Meeting APS Division of Fluid Dynamics (23rd – 25th Nov. 2014, San Francisco, CA) , p.206, 2014.
[2] Gotoda, M., Sano, T., Kaneko, T. & Ueno, I., Evaluation of existence region and formation time of particle accumulation structure (PAS) in half-zone liquid bridge, Euro. Phys. Journal Special Topics, accepted.
[3] Kuhlmann, H. C., Mukin, R. V., Sano, T. & Ueno, I., Structure and dynamics of particle accumulation in thermocapillary liquid bridges, Fluid Dyn. Res. 46, 041421, 2014.

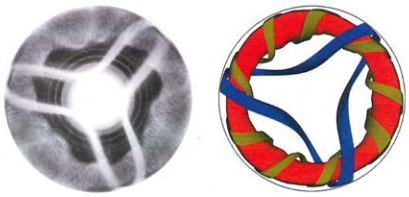
- 粒子の自由界面への落下に関する数値シミュレーション[1]



- 粒子ー自由界面間相互作用による特異構造の形成[2][3]







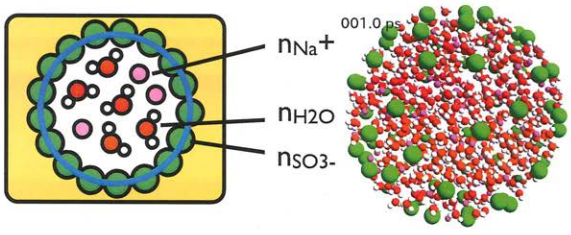
3

研究成果ハイライト【2】

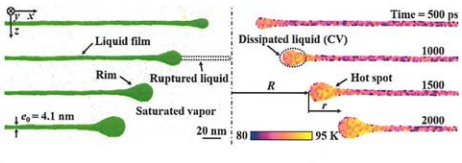
界面熱流体力学と界面化学の融合による界面デザイン

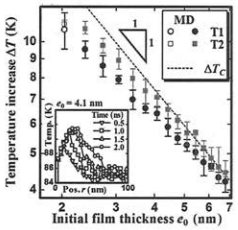
[4] Kaneko, T., Sakai, H. & Ueno, I., Dynamics of water confined in reverse micelles, 4th Euro. Conf. Microfluidics (Limerick, Ireland, 10th - 12th Dec. 2014).
[5] Kono, S., Kaneko, T. & Ueno, I., Elevation of the temperature of liquid films caused by rapid rupturing, Phys. Rev. E. 90, 051004(R), 2014.
[6] 特許 中空シリカ粒子の製造方法（出願日　2014年8月19日）

- 逆ミセル中の水挙動[4]

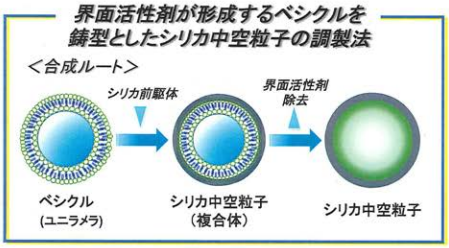


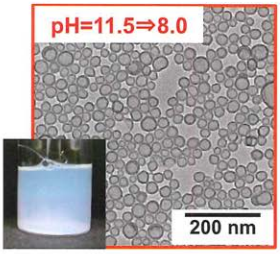
- 極薄液膜の破裂過程[5]





- ナノ中空粒子調製[6]



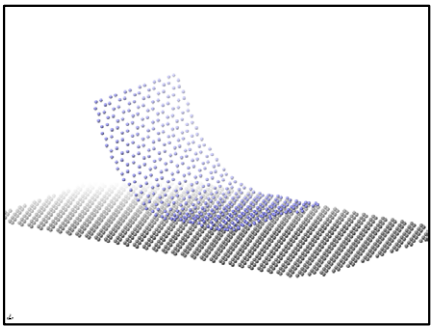


4

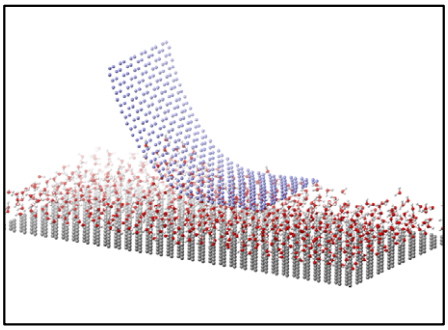
ナノカーボンを舞台とした摩擦の科学

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

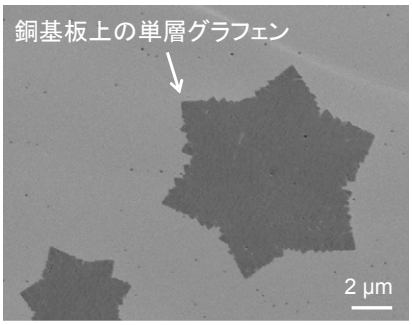
共同研究：ウォーターフロンティアサイエンス部門、電通大ナノトライボロジー研究ステーション

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

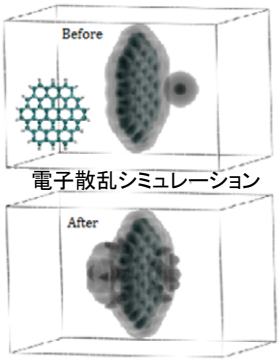
単原子層物質グラフェンを用い、実験・理論の連携によりアプローチ

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

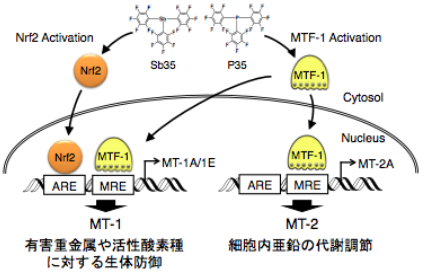
元素戦略：「物質の特性・機能を決める特定元素の役割を理解し有効活用する」

- 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」

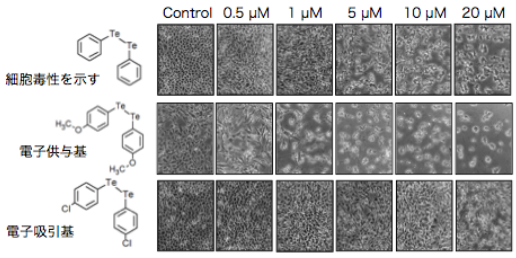
バイオ元素戦略：「物質の特性・機能を決める特定元素の役割を理解し生命科学に活用する」

- 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「細胞内におけるハイブリッド分子の機能の活用」

有機-無機ハイブリッド分子：有機化合物でも無機化合物では困難あるいは不可能なことが可能になる



生体防御タンパク質メタロチオネインアイソフォームに機能分化が存在する可能性を初めて示唆



有機カルコゲン化合物をツールとして，化学物質の細胞毒性に電子状態が関連する可能性を初めて発見

新しい創薬ターゲットを発見するためのツールとして

生体機能解析のツール（ケミカルバイオロジーの分子プローブとして

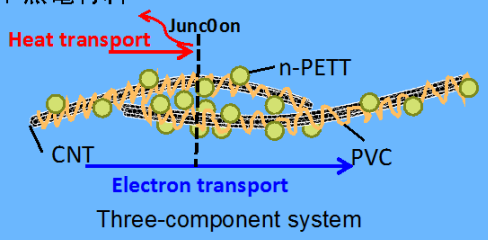
化合物の生物活性と電子状態の関係を解析するツールとして

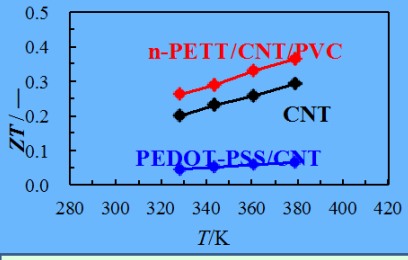
バイオオルガノメタリクス

有機-無機ハイブリッド分子を活用するバイオ元素戦略を多分野の共同研究として展開する

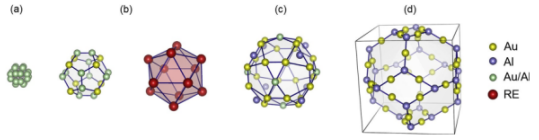
Division of Thermoelectrics for Waste Heat Recovery

ハイブリッド熱電材料

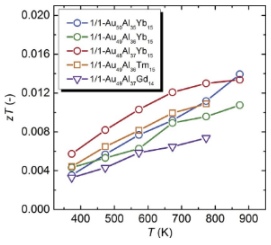


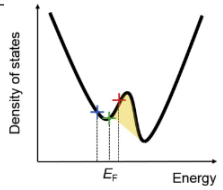


準結晶熱電材料



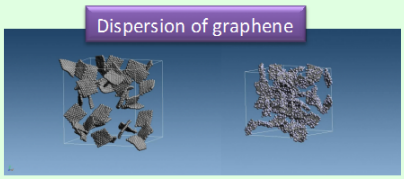
共通のTsai型クラスター

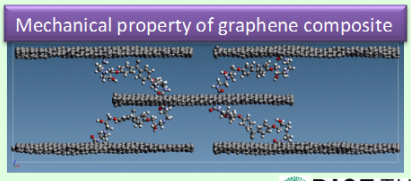




高い電気抵抗とその負の温度係数、熱伝導率の温度　昇などの擬ギャップ系の特徴が観測されている。

グラフェンハイブリッド材料





RIST TUS

Division of Thermoelectrics for Waste Heat Recovery

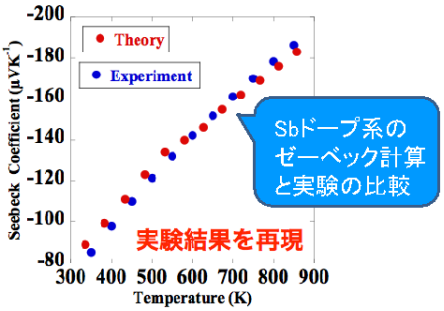
理論計算

第一原理計算により、不純物添加Mg_2Siの構造特性（不純物サイト、形成エネルギー）と輸送特性（n/p伝導性、ゼーベック係数）を解析

(2014年度)

1. 不純物添加系の熱電特性を精度よく扱える理論の検討

ABCAP（FLAPW法 & Boltzmann eq.）を電子状態・熱電計算に使用

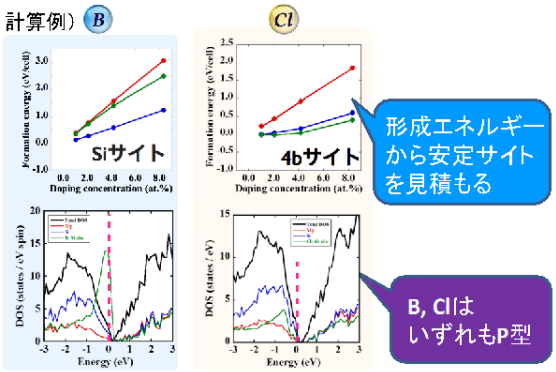


→ ABCAPによる計算は実験を精度よく再現した

(2015年度)

2. p型Mg_2Siの実現を目指したドーパントの探索!

複数の不純物原子について、結晶内の安定サイトを形成エネルギーにより評価



（元素置換型）　（格子間侵入型）

→ その他、9種類の不純物について検討した

RIST TUS

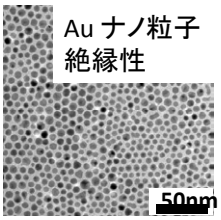
研究成果ハイライト①

光照射によるナノ粒子の薄膜化と中空化

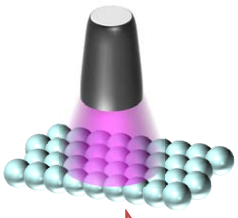
① 金属ナノ粒子系
② 高分子ナノ粒子系

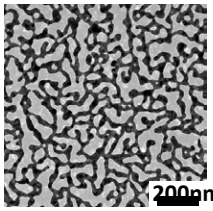
→ 透明導電性ナノシート
中空ナノ粒子

新規なナノ粒子の光ナノ加工技術

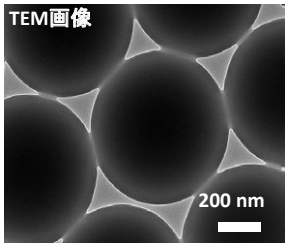


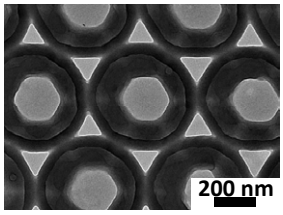
Au ナノ粒子
絶縁性

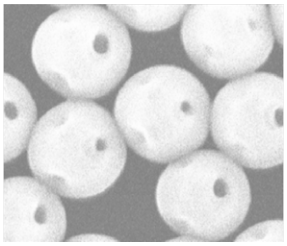




導電性
光の透過率80%以上
100回以上の折り曲げもOK



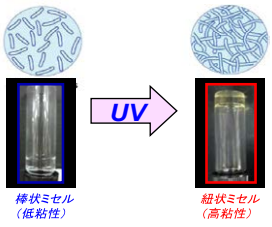


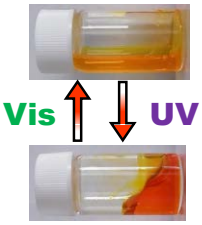


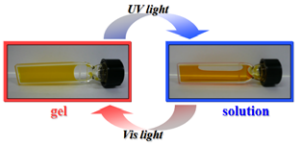
中空高分子粒子
光の回折限界を超えたナノ加工技術
穴の数も自在に変えられる

研究成果ハイライト②

外部刺激によって機能を制御できる両親媒性物質の開発

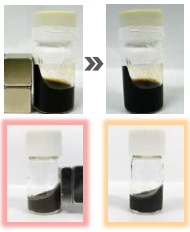






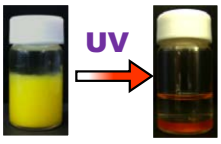
紫外線により、硬くも柔らかくも自在に制御

溶媒選ばす



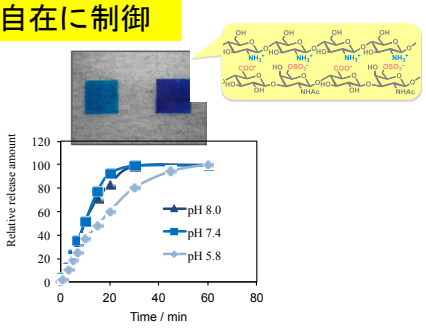
磁石で造形、熱で固化

ソフトな形状記憶材料



能動的な解乳化
（相分離）

高速解乳化剤



薬物の放出速度

薬物の徐放制御剤

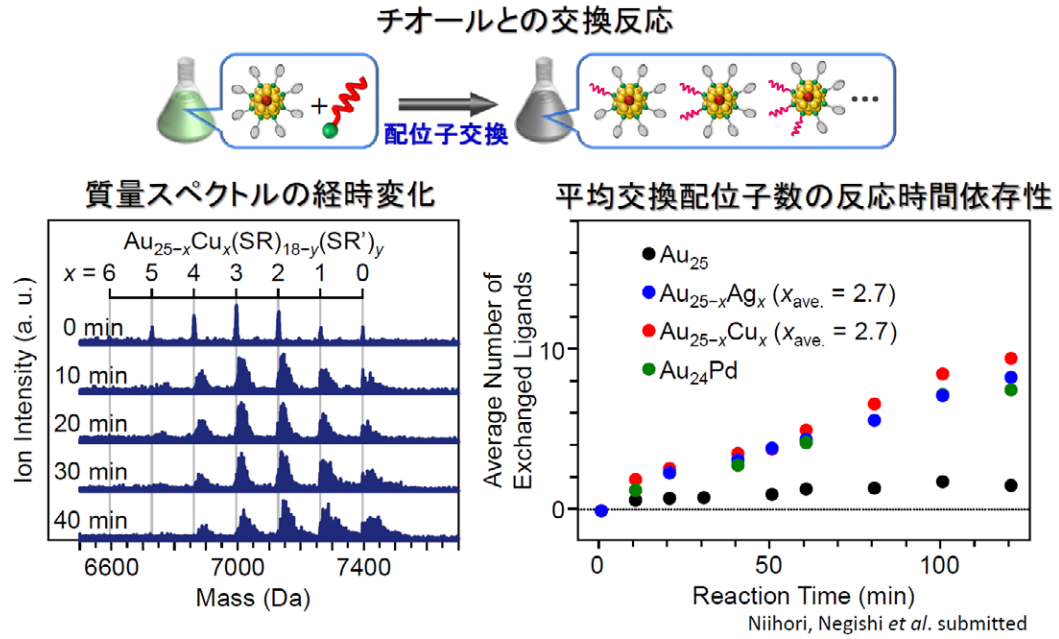
ー分子連関相乗系研究部門　ハイライトー

青木（薬学部）らは、長鎖アルキル基（$C_{22}H_{45}$）を導入した二核亜鉛錯体と、トリフルオロメチルフェニル基などを導入した6員環ジイミド誘導体、銅イオンの自己集積によって生成する疎水性 2:2:2 錯体を設計、合成した。この超分子が有機溶媒／水からなる二相系溶媒中でモノニトロフェニルリン酸（MNP）の加水分解を加速し、Michaelis-Menten 型の反応速度論に従うことがわかった。

この成果を発表した Chemical and Pharmaceutical Bulletin の 2016 年 5 月号の cover picture articleに選出された。



配位子交換反応速度のドープ原子依存性



異原子のドープ数に依存して、配位子交換能が向上することが明らかになった。

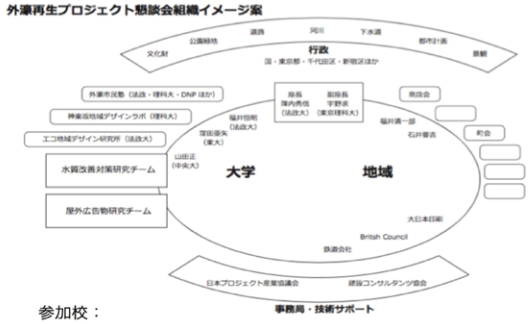
2015年度研究成果ハイライト①

■研究環境の状況　（2014年度に続いて）

「東京理科大学神楽坂地域デザインラボ」(@神楽坂キャンパス、地域研究・地域貢献・地域交流／対象：神楽坂および外濠周辺地域ほか）にて活動／調査、検討、協議、、、

→合意形成のためのロジックとフレームワーク、ラウンドテーブルの設置

■2015 0730
「外濠再生懇談会」準備会開催　@理科大、森戸記念館
地域区民、在勤都民市民、地域町会、地域団体および区都国など行政、大学　外濠再生に関するビジョン、都市計画など、意見交換や検討協議



幹事校：　参加校：
理科大＋法政大学　中央大学、東京都市大学、東京大学

（地域）
新宿区　13町会
千代田区　5町会
JR, メトロ, DNP
5大学
3教育機関（国際）
（行政）
千代田区、新宿区、東京都、国土交通省、環境省
（運営支援）
JAPIC, 建設コンサルタンツ協会、関東地域づくり協会

2015年度研究成果ハイライト②

水循環東京宣言（概要）

三つの視点
一 自然の力を生かした水循環の再構築
二 歴史的な資産の活用
三 身近な水循環の復活

八つの具体策
1 玉川上水に河川水を流す
2 玉川上水からの水の流れを利用し、水都東京への更新を促進
3 河川・下水道一体の実時間観測・浸水予測情報を人々に提供
4 緊急時の水循環システムの構築
5 日本の水循環施設やシステムを訪日者に紹介
6 水都東京にふさわしい歴史・文化・伝統の振興
7 玉川上水などが世界遺産になる努力と準備
8 舟運で周遊できるよう施設を改良、防災船着場を常日頃から開放

イ. 江戸城外濠：歴史的景観の中で水とふれあえ憩える空間の再生
ロ. 日本橋川：世界に誇れ、品格のある水辺空間整備
ハ. 汐留川：都市水路整備
ニ. 神田川下流域：まちづくりと一体となった治水対策
ホ. 新国立競技場：開渠（せせらぎ水路）として復活
ヘ. 玉川分水網：小川再生

シンポジウムと行政の動き

年月日	大学	テーマ	実行委員長	行政の動き
2014.7.1				水循環基本法　施行
2014.12.3	中央大学	玉川上水の機能を活かして水都東京をつくる	山田　正	
2014.12				東京都長期ビジョン　発表
2015.1.6	法政大学	水都東京をつくる外濠の新たなイメージ	陣内　秀信	
2015.3.9	日本大学	自然と歴史を活かし，災害に強い美しい世界一の水都東京を造る	天野　光一	
2015.3				東京都長期ビジョン最新版発表[1]
2015.4.10				総合科学技術・イノベーション会議（2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会に向けた取組状況 発表）[2]
2015.5.26	東京理科大学	水都東京にむけて ー まち・かわ・ほり	宇野　求	
2015.7.10				水循環基本計画　閣議決定[3]
2015.8.4	東京大学	オリンピックと水 ～東京から世界へ～	沖　大幹	

1）3月27日更新されている東京都長期ビジョン：http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/tokyo_vision/vision_index/pdf/honbun3_7_2.pdf
2）総合科学技術イノベーション会議：http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/olypara#/sasi/index.html
3）水循環基本計画：http://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu_junkan/kihon_keikaku.html

神楽坂　粋なまちなみづくり推進委員会





2015 06 21　第１回シンポジウム@森戸記念館
2015 10 04　第２回 シンポジウム@森戸記念館




2015 05 26　第4回シンポジウム@１号館 17階 理科大記念講堂

研究成果ハイライト①

CYP酵素に着目した相互作用チェックから薬剤師の介入を支援するシステムの開発

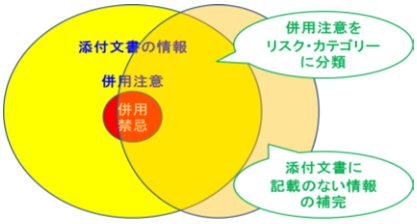
添付文書の問題点
1)併用注意の記載だけでは、どのように判断すべきか分からない。
2)相互作用を起こす可能性があるのに記載がない薬剤や、”〇〇等”と省略されている薬剤がある。

添付文書情報

相互作用
本剤は、主として肝代謝酵素CYP3A4及びCYP2D6により代謝される。
（「薬物動態」の項参照）
併用注意（併用に注意すること）

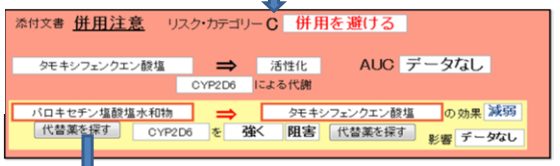
薬剤名等	臨床症状・措置方法	機序・危険因子
選択的セロトニン再取り込み阻害剤（SSRI） パロキセチン等	本剤の作用が減弱するおそれがある。併用により乳癌による死亡リスクが増加したとの報告がある。	CYP2D6阻害作用により本剤の活性代謝物の血漿中濃度が低下したとの報告がある。

図1.タモキシフェンの相互作用の欄（添付文書の抜粋）



相互作用のリスク・カテゴリー案

A「要経過観察」	AUCの変動が1.25倍未満の相互作用
B「処方変更を考慮」	AUCの変動が1.25~5倍の相互作用
C「併用を避ける」	AUCの変動が5倍を上回る相互作用



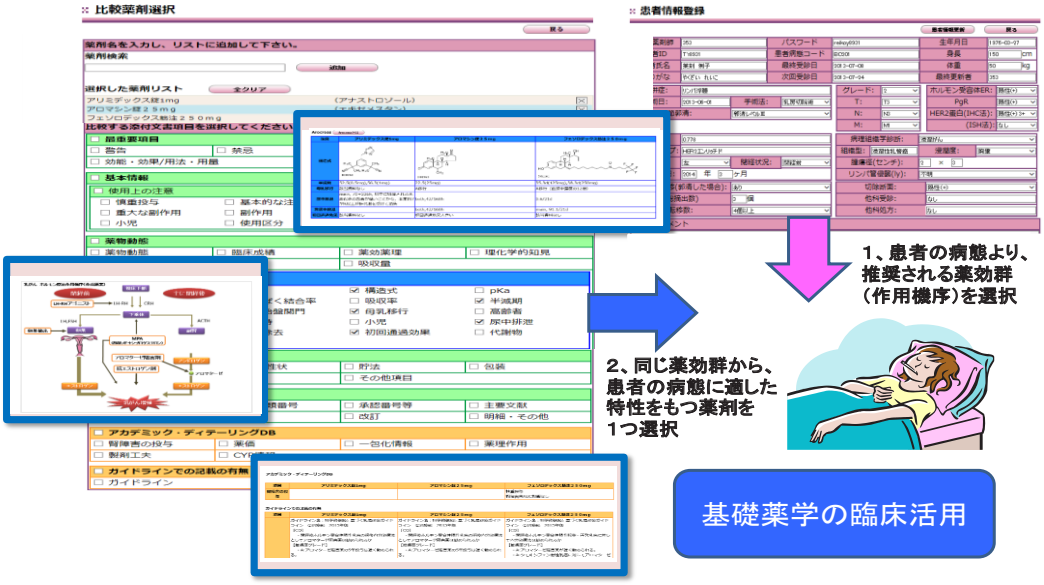
同効薬剤

リスクカテゴリー	一般名	阻害の強度 3A4	1A2	2C19	2C9	2D6	添付文書
C	パロキセチン塩酸塩水和物	+	+	+	+	+++	併用注意
B	塩酸セルトラリン	+	+	+	+	+/++	記載なし
A	フルボキサミンマレイン酸塩	++	+++	+++	++	+	記載なし
A	エスシタロプラムシュウ酸塩	0	0	0	0	+	記載なし

研究成果ハイライト②

薬剤の基礎薬学的特性比較を可能にする処方提案システムの開発

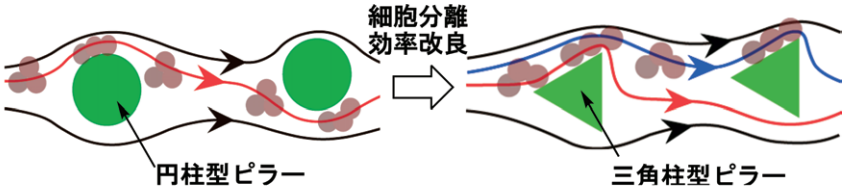
〇添付文書情報やインタビューフォームから、構造式、物理化学的特徴、薬物動態的特徴など、比較したい情報をチェックすることで、一覧表示を可能とした。



ー医理工連携研究部門　ハイライトー

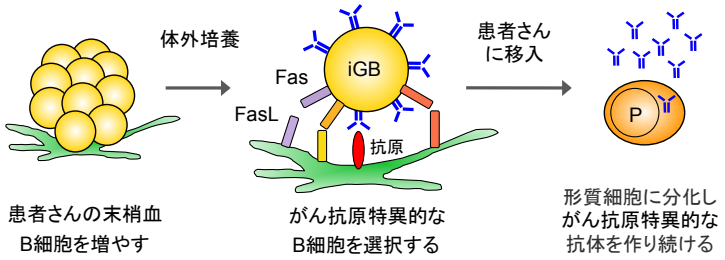
ハイライト①　-血中循環腫瘍細胞の検出・濃縮-

がんの転移・再発には、血中循環腫瘍細胞(Circulating Tumor Cell, CTC)と呼ばれるがん原発巣から血中へ流出したがん細胞の存在が深く関わっており、CTC の理解は、がんの転移、悪性化、耐性出現などのメカニズム解析とがん対策のために有効であると期待される。CTC は、血液細胞中には数十万分の１程度しか存在せず、また、捉えた細胞が CTC であるかを判定する技術も未発達であるため、CTC の生物学的特性は殆ど理解されていない。本研究部門では、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により、担がんマウスからの大きくて硬い細胞である CTC 濃縮を行った（下図)。また、がん細胞に特異的な吸着する EpCAM 等の抗体をコートしたビーズを用いた CTC 捕捉法も開発している。サイズのそろったガラスビーズを用いたフィルターを作製してがん細胞を捕捉した。今後、国立がん研究センターとの共同研究によって、臨床研究へ移行する予定である。



ハイライト②　－ B 細胞を用いたがん免疫療法 －

がん細胞の特定の抗原に対するモノクローナル抗体が、副作用の少ない有効な治療法として注目を浴びている。しかし、この抗体医薬の開発には多大なコストと時間を要する。私たちは、がん患者の血液 B 細胞を独自の方法で培養し、その中から任意のがん抗原に結合する B 細胞を選択・増幅した後、患者に戻すことにより、この B 細胞から産生されるがん特異的抗体による治療が可能であると考え、この免疫細胞療法の開発を目指している。これまでに、仮のがん抗原に特異的な B 細胞を in vitro で選択・増幅し、同じ抗原を発現するがん細胞と同時にそれをマウスに移入すると、がん細胞の増殖が著しく抑制されることを確かめた。今後は、任意のがん抗原に対するヒトの B 細胞を選択・増幅して、ヒト化マウスでその効果を検証したい。



研究テーマ1（数理物理モデル）

励起電子と原子の相関ダイナミクスシミュレーションへの応用

時間依存KS方程式，GP方程式などの物理モデルのシミュレーション

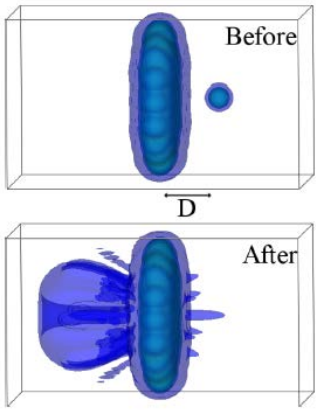
課題：現状の手法では，シミュレーションが有効な時間が短い

波束変換を用いたシュレディンガー方程式の解の新たな表現を用いた計算スキーム

K. Kato, M. Kobayashi and S. Ito, *Journal of Functional Analysis 266(2014)*, 733-753

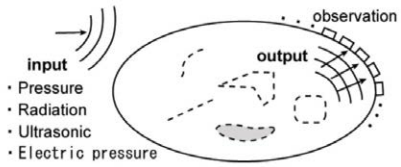
長時間安定シミュレーション

物性研究へ応用



シミュレーションの例

研究テーマ2：数理工学モデル　逆問題の非破壊検査等への応用



逆問題＝外部での観測データから内部の方法を探ること

逆問題の数学的理論 ＋ 数値計算 ＝ 非破壊検査，医療機器（CT,MRI）などへの応用

研究テーマ3：数理生物モデル　感染症流行の数理モデルによる流行の予測

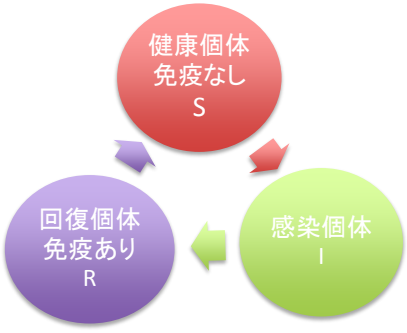
感染症流行の数理モデル
微分方程式

↓

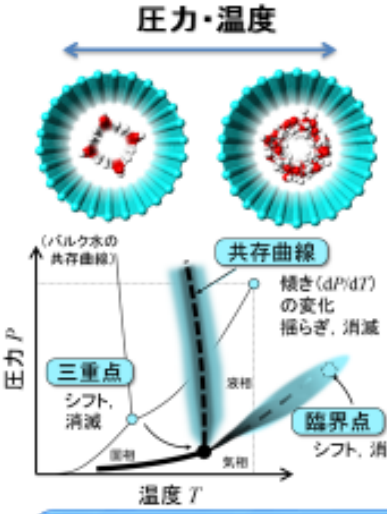
数理モデルの理論的研究と数値シミュレーション

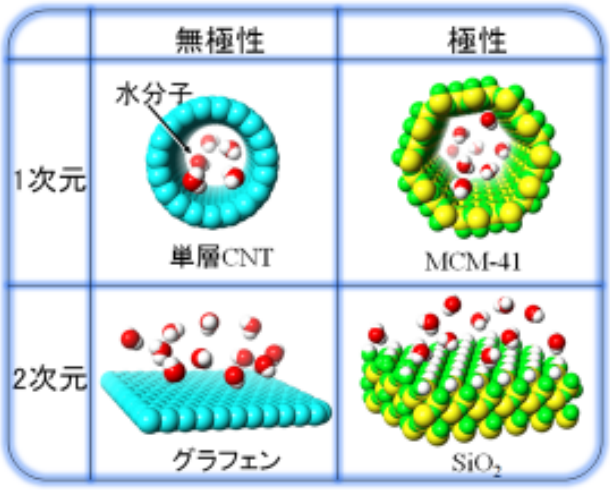
↓

感染症流行メカニズムの理解
流行の予測：パンデミックになるか



低次元構造水の相転移・相図の研究





- 低次元の水に関する熱力学・流体力学の学術の深化
- 革新的なエネルギー貯蓄・低摩擦素材の開発（エネルギー）、再生水製造技術（環境・アグリ）、生体適合材料の開発（バイオ・医療）への寄与

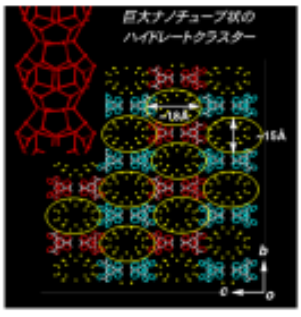
部門内（本間・由井・山本・伊藤）＋部門間（ナノカーボン研究部門：山本・小鍋・千足）連携研究により科研費基盤研究(A)（H28-H30）獲得

常温・常圧下での人工メタンハイドレードの創成

～ 合成・計測・理論の共同研究成果 ～

創る

材料合成

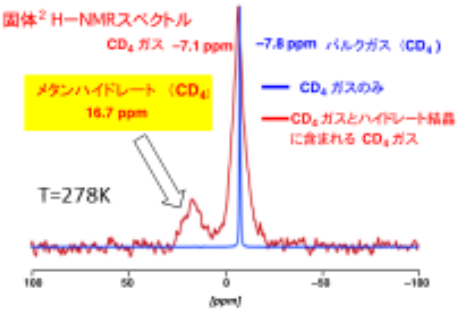


理学部化学科
田所研究室



見る

NMR測定 & 広域分光測定

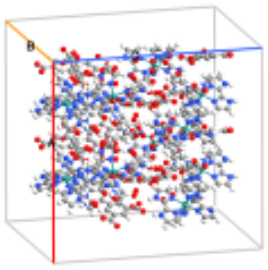


東北大院理・松井研究室
（WFS部門・客員教授）



知る

電子状態計算 &
分子動力学計算



工学部教養
山本研究室

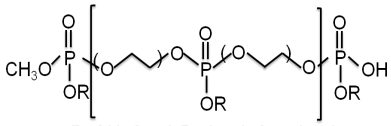


ナノ細孔分子結晶内に常温・常圧でメタンハイドレードの合成に成功！

ー再生医療と DDS の融合研究部門　ハイライトー

基礎工学部菊池教授、Prof. Troev（BAS）

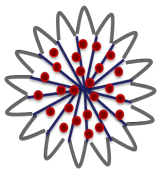
アルキル化ポリ（オキシエチレンホスフェート）の合成とその特性解析を行っている。側鎖のアルキル基が水中で凝集し、フラワーライクミセルを形成することを明らかにした。
疎水性内核には、疎水性モデル薬物であるスダンⅢ、抗がん剤であるドキソルビシンを内包できるだけでなく、中性子捕捉療法に用いられるカルボランも内包可能なことを明らかにしている。
現在、薬物キャリアとしての可能性を追求している。



Alkylated poly(oxyethylene phosphonate)

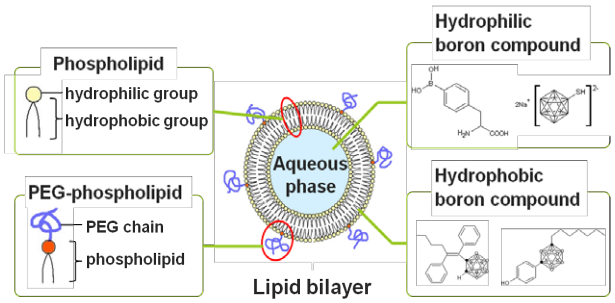


Flower-like micelle structure formation with 100 to 200 nm in diameter



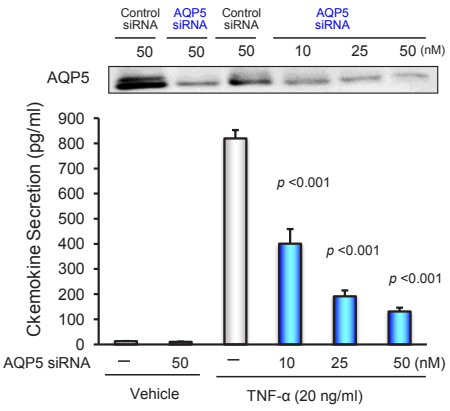
Incorporation of anti-cancer drug

薬学部内呂教授、薬学部牧野教授

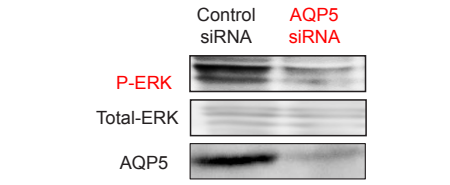


Characteristics

- Biological compatibility and low toxicity
- High entrapment ability of hydrophobic and hydrophilic compound
- Modification on the liposome surface is possible



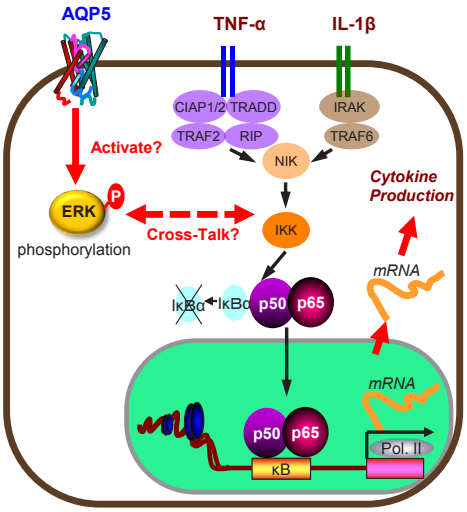
内因性AQP5をもつMLE12細胞のAQP5をsiRNAでノックダウンすると，TNF-αで誘発したケモカイン産生が抑制された



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　磯濱教授、堀江助教

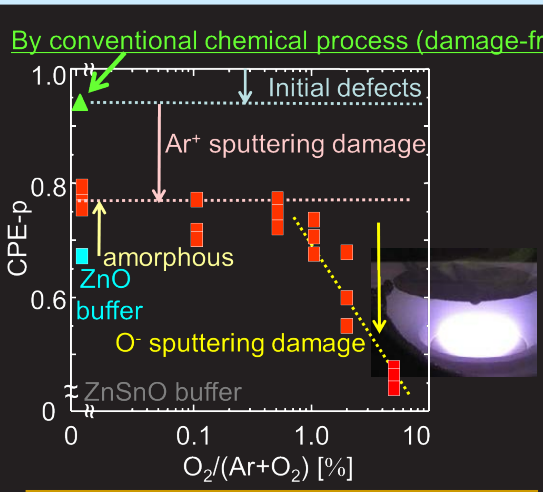
水チャネルAquaporin (AQP)の新機能：
肺上皮細胞や外分泌腺上皮細胞に存在するaquaporin 5は細胞内のERKのリン酸化とケモカイン産生を亢進する



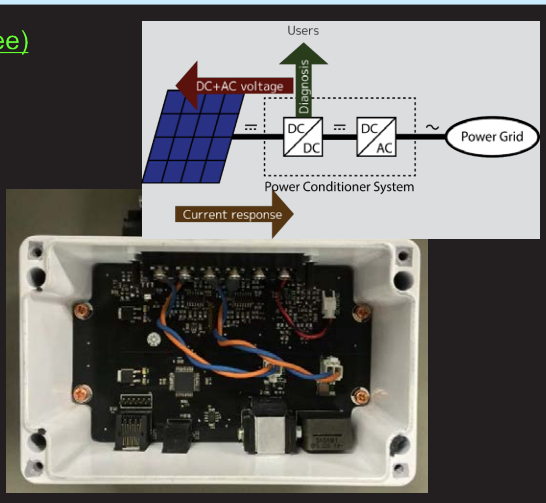
この新機能の阻害により，AQP5存在部位特異的に炎症反応を抑制する薬理学的概念に繋がる可能性！

研究成果ハイライト①

電気化学インピーダンス法を用いた太陽電池故障診断技術



Ar＋O2混合ガスを用いたスパッタ中のダメージ種を分離



パワコン内蔵型の評価装置の提案

◆ 化合物太陽電池の「どこに」「どのような」欠陥があるかを、非破壊かつ短時間測定で明らかに

Thin Solid Films, 535(2014)287. Electrochemica Acta 131(2014) 236, 特願 2014-064326

研究成果ハイライト②

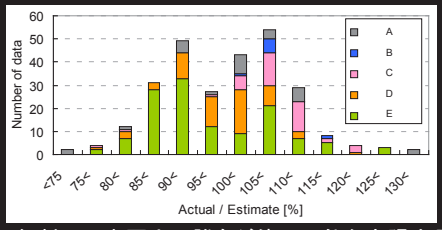
太陽光発電の大量導入を支えるシステム技術

システム性能の診断





インターネットを使った太陽光発電システムの自己診断支援システムを構築

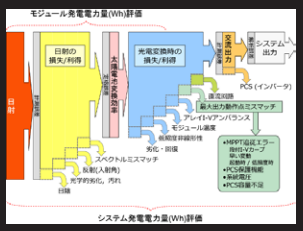


無料で日本国内の誰もが使用可能な太陽光発電システムの健全性を確認するための診断システムの基盤技術を構築し、その有効性を実証

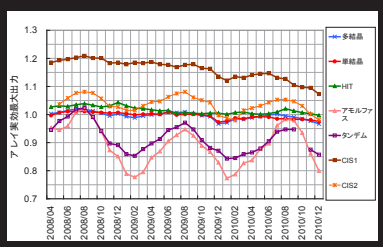
システムの劣化率算出



2008年から継続的に山梨県北杜市のメガソーラの発電性能を高度解析



独自の損失要因分析モデルで劣化を高精度に定量化



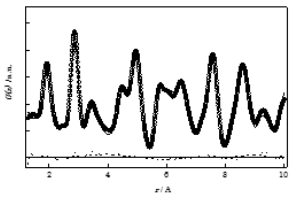
各種材料を用いた太陽光発電システムの実フィールドでの劣化率を算出

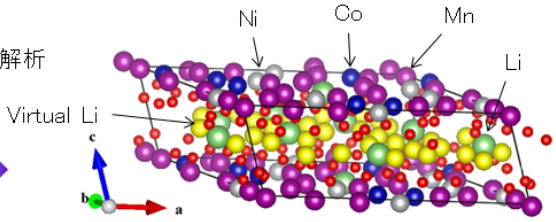
リチウムイオン二次電池に関する研究成果ハイライト

Only at TUSのスクリーニング技術

■ 充放電時の原子配列解析

量子ビームを用いたPair distribution function解析

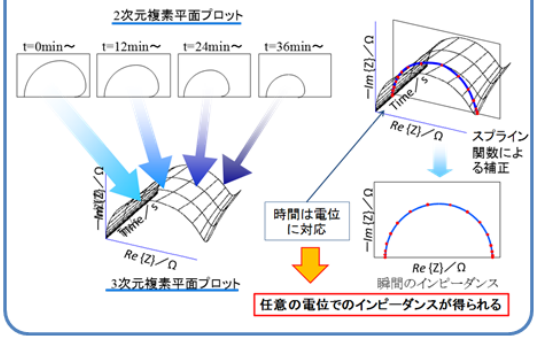




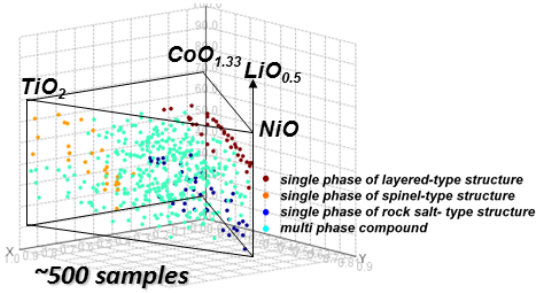
$Li_xMn_{1/2}Ni_{1/6}Co_{1/6}O_2$ at 4.6 V vs. Li/Li^+

Only at TUSの基盤技術

*In-situ*電気化学インピーダンス法



■ 高速材料探索



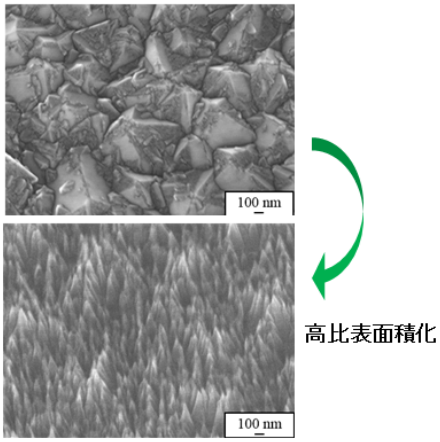
$LiO_{0.5}$–NiO–$CoO_{1.33}$–TiO_2の反応図
(700～1000℃)

キャパシタに関する研究成果ハイライト

Only at TUSの技術を結集し、高エネルギー密度かつ高出力密度の電気化学キャパシタの創製を目指す

ダイヤモンド電気化学キャパシタの開発

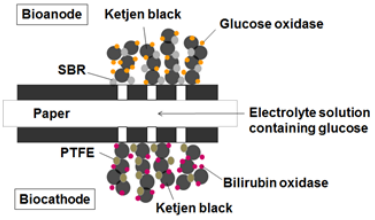
・広い電位窓（溶媒が分解しない電位範囲が広い）
ボロンドープダイヤモンド（BDD）電極
→作動電圧の向上＝エネルギー密度の向上
・イオン移動に優れた水系電解質の使用



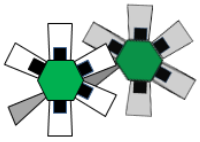
反応性イオンエッチングによるBDD電極の高比表面積化

燃料電池に関する研究成果ハイライト

印刷による多孔質炭素電極の作製



ウェアラブルバイオ燃料電池の開発





扉で発電 紙製電池

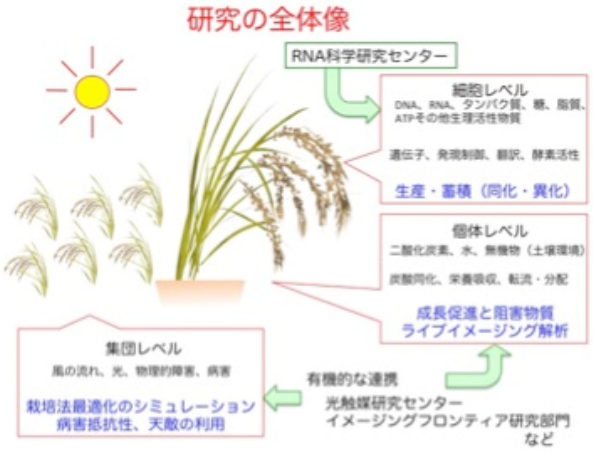
東京理科大

介護向け下着センサー安く

日本経済新聞
2015年5月18日15面

何を目指すか

Sustainableな穀物生産をもたらすアグロバイオシステムの構築を目指して、バイオマス生産性・安定性の向上のための研究を、理工学的な見地から実施する。



研究計画

①細胞レベルでの植物機能の増進
生産性を規定する鍵因子の同定、進化工学的手法による機能増強、植物の大型化や高収量性の獲得、遺伝子発現における分子認識機構の解明と高度化・翻訳量の増強、細胞内のエネルギー供給系の動態解析、モデル系を用いた高機能化

②個体レベルでの植物機能の増進
土壌環境が植物に与える影響の解析と障害克服のための手法の開発、植物免疫機能利用技術の開発、植物の成長過程の可視化技術の開発、炭酸同化産物の移送等のライブイメージング、生産性向上のための鍵因子の利活用

③集団レベルでの植物機能の増進
栽培環境が植物に与える影響の解析（光、風、二酸化炭素の流れ）、シミュレーション手法を利用した圃場環境の把握・最適化、天敵を利用した生産技術の開発

研究方針



理工学的な見地から
穀物の生産性向上を目指した
基盤的な研究を行う

遺伝情報（DNAやRNA）から
生産環境に至る様々な場面での
生産性に関わる諸因子を検証し、鍵となる因子を同定する。

これらの機能向上を図る
（光合成、ソース機能、転流・分配、シンク機能、細胞内の情報伝達と遺伝子発現制御、翻訳制御、進化工学的手法による高機能植物の分子育種、生育環境の適正化・高度化、植物活動の可視化・ライブイメージング、センシング、シミュレーション、植物免疫・天敵の利用）

東京理科大学にアグリバイオ工学の研究拠点を構築する
理工学研究と農学分野との協調による新たな研究の地平を築く

これまでの研究成果





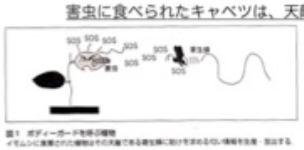
個体レベルでの研究

（松永）

これまでの研究成果

敵の敵は味方？

害虫に食べられたキャベツは、天敵呼ぶ物質を大量放出











キャベツの葉がコナガの幼虫に食べられたときに、
特殊な物質を大量に放出してコナガの天敵のハチを多く呼び寄せる

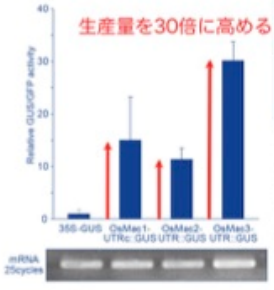
（有村）

研究成果ハイライト②

OsMac3 promotes translation of the downstream ORF



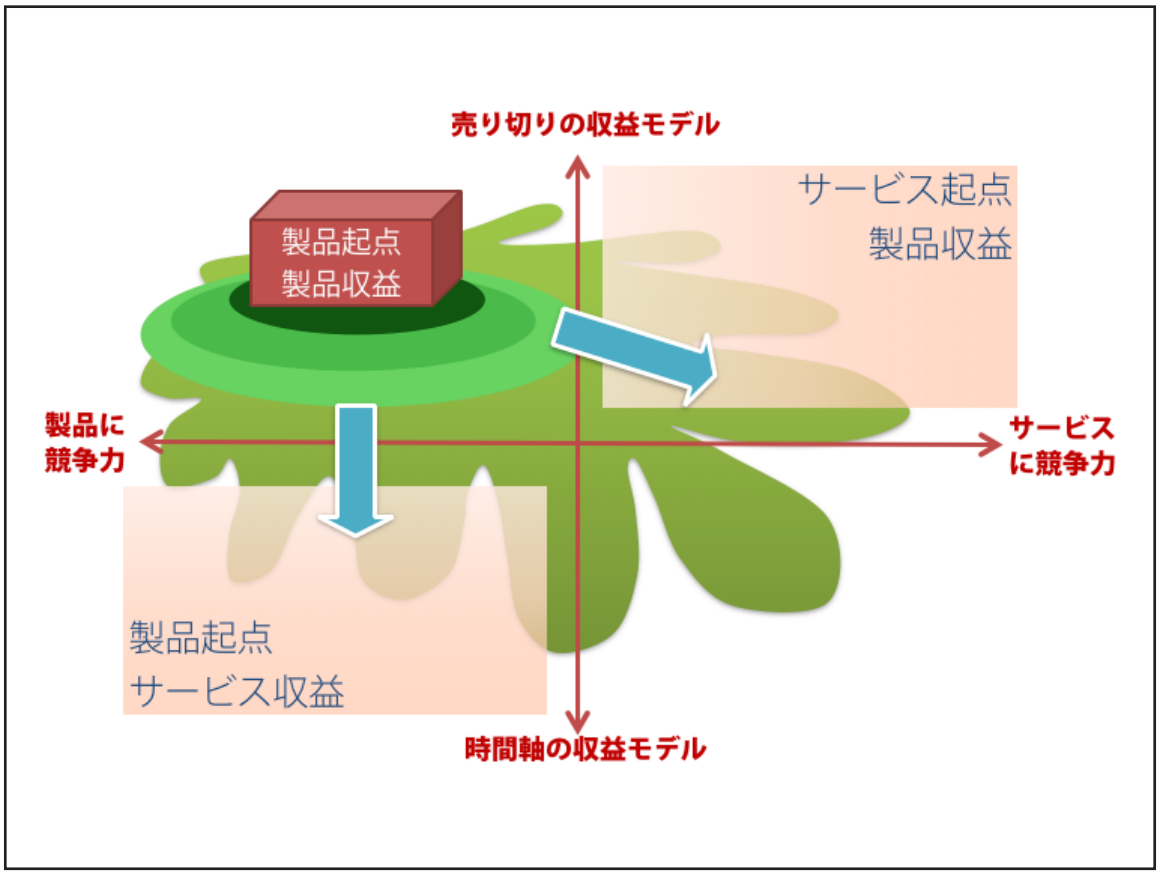
Translation efficiency of the OsMac1, OsMac2 and OsMac3 was determined by GUS activity.

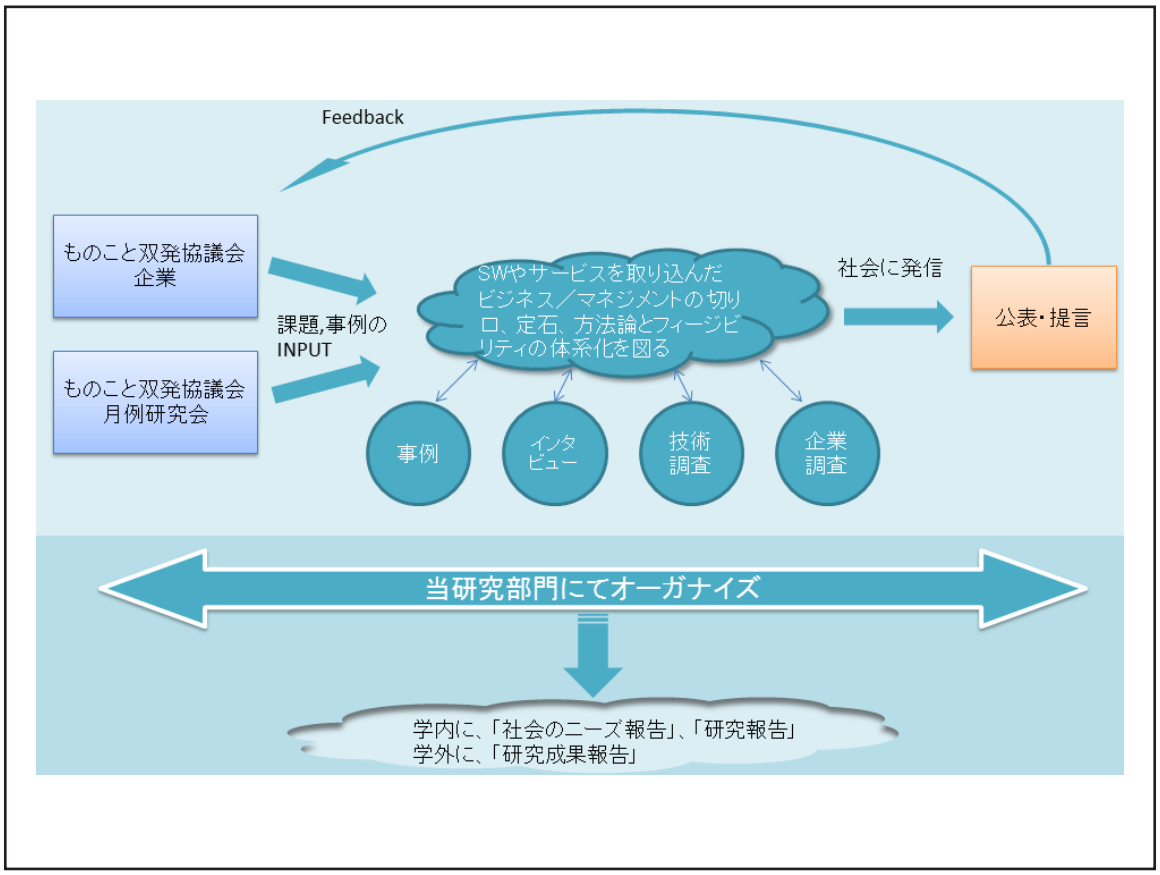


- OsMac3-UTR::GUS was greater than that of OsMac1-UTRc::GUS.
- OsMac2-UTR::GUS also exhibited a high level of GUS activity, which was similar to that of OsMac1-UTRc::GUS and significantly higher than that of 35S::GUS.

H. Aoki, H. Teramura, M. Schepetilnikov, L. A. Ryabova, H. Kusano, H. Shimada. Enhanced translation of the downstream ORF attributed to a long 5' untranslated region in the *OsMac1* gene family members, *OsMac2* and *OsMac3*. *Plant Biotechnology* 31, 221-228 (2014)
H. Teramura, Y. Enomoto, H. Aoki, T. Sasaki, H. Shimada. A long 5' UTR of the rice *OsMac1* mRNA enabling the sufficient translation of the downstream ORF. *Plant Biotechnology* 29, 43-49 (2012).
「翻訳エンハンサー」特許5598899号（H26.8.22）
「翻訳エンハンサー」特願2014-102528（平成26年5月16日）

ーものこと双発研究部門　ハイライトー





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。

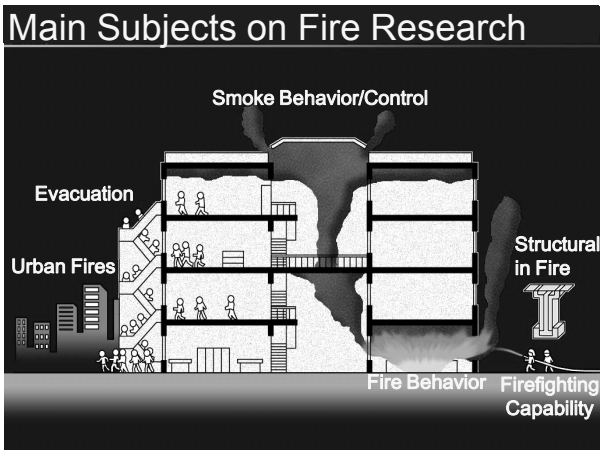


図 1　建築火災安全工学研究のイメージ



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）

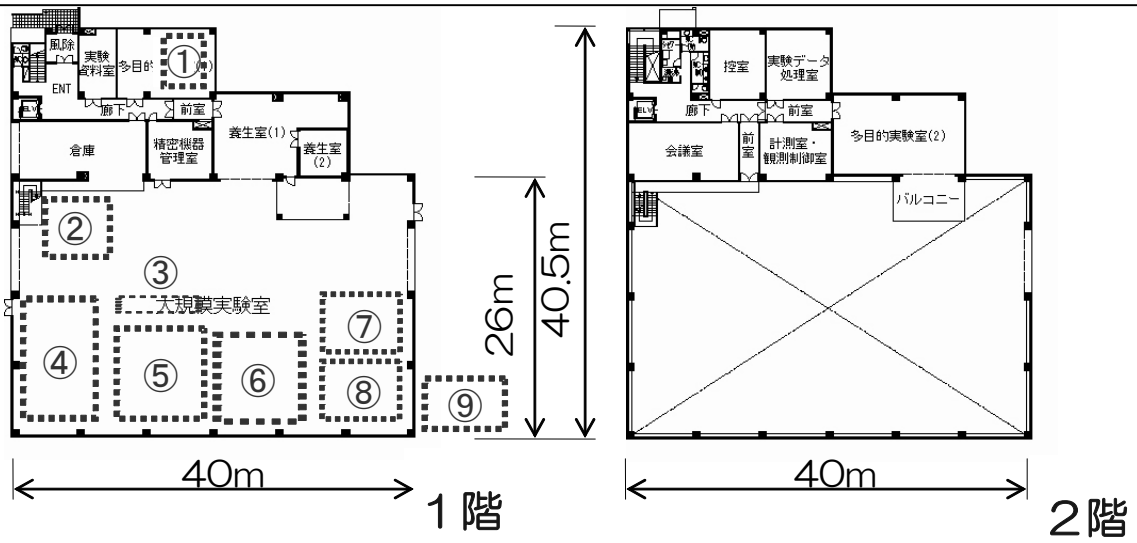
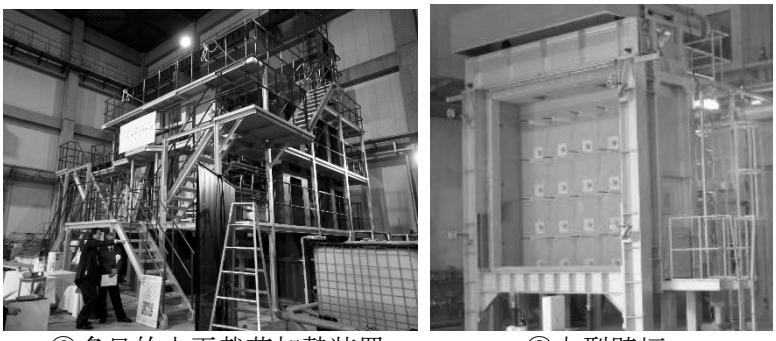


図 3　大規模実験棟平面図と各種設備



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

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：

高分子材料の燃焼が拡大する過程で、スプリンクラーが作動して火災抑制が図られる。スプリンクラーによる散水と一口に言っても、ヘッドにかかる圧力によって散水量も変動するが、近年では小規模福祉施設や専用住宅に設置可能な水道直結式スプリンクラー設備もあり、散水障害等に起因して再燃したりするケースも実験では報告されている。一方で、こうした火災抑制を実現する設備の有効性を考慮した防火設計の考え方も普及しているが、単なる発熱速度抑制の効果のみを考慮するのみでなく、燃焼部分の冷却に伴う刺激性ガスの生成等にも着目した研究が必要であると考える。

既往の研究には、コーンカロリーメータ試験装置で、材料表面に放射熱を加えながら、燃焼面にスプレー散水して生成ガスを分析したものが存在するが、本研究では材料を自由燃焼させて、そこにスプリンクラーSP による散水状況を再現した散水密度と散水量を考慮した散水を行い、その際に生成するガスを FTIR ガス分析計を用いて分析した。実験では、試験体材料として木材 Wd、PMMA、ポリエチレン PE、ポリプロピレン PP、ナイロン Ny、塩化ビニル PVC、ウレタンフォーム UF を選定し、UF を除きクリブを組んで自由燃焼させた。

材料を自由燃焼させて SP と同程度の条件で散水した倍に、PP 等の溶融し燃焼する材料では散水に伴って可燃性液体が水分の蒸発によって一時的に巻き上げられ、本実験では燃焼試験箱の大きさが限られていたこともあり、燃焼雰囲気の酸素濃度の低下が極端に生じ、これを金として CO、HCHO、C_3H_4O が発生した。また、NO_x や HCN は、N を材料の構成原子とするもの以外にも、空気中の N_2 と反応して生じたと考えられ、これは高温下において NO_x が生成する中間生成物として HCN が生じることが報告されており、本実験においては試験箱内での燃焼が散水によって促進された PP で比較的多く NO_x や HCN が生成した。このように一時的に燃焼が促進されることと、それに伴って毒性や刺激性のガスが生じることが確認され、注意を要する場合がある可能性がある。

3. 2. 避難安全グループについて

超高層オフィスでの避難訓練時における階段内の避難性状の把握と順次避難シナリオの分析：

高層建築物の火災時には、初期消火のみならず、拡大してしまった火災に対しても適切な防火対策が施されているため、在館者の火災安全性は確保されるが、拡大した火災の下では一般的に全館避難が求められる。その他にも同様に希なケースではあるものの、全館避難が求められる場合がある。こうした際に世界的に見ても推奨されているのは火災階とその上下階等の火災近傍階からの避難が優先され、その後残りの階からの避難を誘導するのが一般的である。しかしながら、火災階とその近傍階を先に避難誘導した後、どのタイミングで次の避難誘導指示を出せば良いのか、さらに残る全ての階を同時に避難させては階段内のみならず各階の階段手前で滞留が生じ、混雑することが容易に予想される。従って、こうした混雑を軽減させる目的で、火災階とその近傍階のグループの設定も含めて、全階を複数のグループに分け、各グループの避難開始のタイミングを設定する順次避難を採用することが推奨されている。しかしながら、その具体的なシナリオの設定手法が確立されていない。

こうした順次避難シナリオの最適化を図るための計算モデルとして、本研究では階段内の避難者の流動・滞留状況を予測可能な階段内避難流動モデルを開発することを目的として、25 階建てのオフィスビルを対象に 1 階段のみで避難する訓練シナリオを設定した上で 1630 人が避難した訓練における階段内の避難者の移動状況をビデオカメラで収録し調査した。

この調査データから、階段内の流動速度（単位時間当たりに通過する人数）について、各階から踊り場に入る人、各階の踊り場に下りてくる人、踊り場から下りていく人を把握し、また踊り場及び階段のそれ以外の部分（折り返し階段の踊り場と、折り返し部分の踊り場と 2 つの段部）の滞留人数の推移を把握し、前記の階段内避難流動モデルを開発した。今後、このモデルを用いてケーススタディを通して、最適な避難シナリオの設定手法の構築に関する研究を推進する。

3. 3. 構造耐火グループについて

鋼架構のリダンダンシーが崩壊温度のばらつきに与える影響：

建築物の構造体に用いられる鋼材は、JIS 等の規定に適合するように製造されているが、メーカーや製造時期等により、化学成分、熱処理条件、加工履歴等が異なるため、降伏強度や引張強度等の機械的性質はばらつく。鋼構造の耐火設計では、有効降伏強度に基づく設計限界が架構の全体崩壊に対してどの程度の余裕を有しているかについては明確で無く、リダンダンシーを活かした設計法を提案するには至っていないのが実情である。鋼材の高温時強度に関するデータの蓄積には時間とコストを有するが、確率的に鋼材の機械的性質をばらつかせた架構の火災応答解析により、材料のばらつきが架構全体の崩壊温度に与える影響を推定することは可能である。本研究では、鋼材の機械的性質のうち歪 1%時応力、引張強度のばらつきと架構の崩壊温度のばらつきの関係を部材及び架構の火災応答解析に基づき分析した。ここに、作用軸力Pに対する吊り上げ力Fの割合は応力再配分率と定義し、架構の応力再配分能力を表す。作用軸力Pは固定値として取り扱うが、吊り上げ力 F は鋼材のばらつきが考慮され、応力再配分率の平均値を$\bar{F}/P$と表記する。

分析の結果、$\bar{F}/P$<0.5の架構の崩壊温度は、ばらつきが小さく、柱個材の座屈温度のばらつきの範囲と同等である。この範囲では、材料強度に一定の安全率を含んだ理論座屈温度は、架構の全体崩壊温度の設計限界として穏当といえる。一方、$\bar{F}/P$>1.1の架構は崩壊に至らない確率が高く、理論座屈温度を柱の設計限界とすると、実態の架構の耐火性能を過小に評価していることになる。しかし、0.5<$\bar{F}/P$<1.0の架構の崩壊温度のばらつきは大きく、応力再配分を活用した設計限界を見出すには慎重な検討が必要となる。$\bar{F}/P$>1.1となるような部分では、鋼材のばらつきにとらわれない設計や、過剰な耐火被覆を必要としない合理的な設計を採用できる可能性がある。

4. 研究活動の展望

火災現象・設計火源グループでは、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、散水を伴う高分子材料の燃焼実験を通じて、毒性あるいは刺激性のガスの生成量を把握する基礎的研究を実施した。引き続きこれらのテーマを重点的に推進する。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。2015年度は、バングラデシュにおいてフォーラムを開催したが、テロと思われる事件が開催前に発生したため、現地警察による物々しい警護付きで移動するなど細心の注意を払った中での開催となったが、現地でこれまでに多数の死者を出している縫製工場の見学など有意義な情報収集も行うことができた。

次年度以降も一層研究を推進すると共に、国際火災科学研究科での社会人、留学生、一般学生の教育を充実させ、フォーラムを通じてアジアの火災安全に資する活動を積極的に展開する。次年度は、中央警察大学の協力の下に台湾での開催を予定している。

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．花粉粒子に対する室内濃度予測に関する研究 室内居住環境の花粉による汚染防止に関する研究 3，山野裕美，倉渕 隆，安岡正人，日本建築学会環境系論文集，2015 年 6 月，レフェリー付学術論文

２．戸建住宅における窓開放の年推移に関する調査 引違窓の開巾の連続測定法と開巾の年間特性，林 基哉，菅原正則，本間義規，倉渕 隆，日本建築学会環境系論文集，2016 年 1 月，レフェリー付学術論文

３．火災時における RC スラブの面内剛性低下と鉄骨梁の伸び出し長さ評価手法，岡﨑智仁，河野守，日本建築学会構造系論文集，2016 年 2 月，レフェリー付学術論文

４．エポキシ樹脂系注入方式接着系あと施工アンカーの火災時及び火災後の付着破壊強度に関する実験的研究，大和征良，池田憲一，日本建築学会構造系論文集，2015 年 11 月，レフェリー付学術論文

５．散水時の木材クリブの発熱速度－水平投影面積に対する露出表面積の割合をパラメータとした検討－，野秋政希，鈴木稔，山口純一，大宮喜文，日本建築学会環境系論文集，2015 年 6 月，レフェリー付学術論文

６．放射伝熱環境が区画火災性状予測に及ぼす影響，後藤大輔，大宮喜文，日本建築学会環境系論文集，2015 年 10 月，レフェリー付学術論文

７．庇面下の拡散を考慮した開口噴流プルーム流量算定式，大宮喜文，平山貴至，山口純一，申易澈，日本建築学会環境系論文集，2016 年 3 月，レフェリー付学術論文

８．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 (AOSFST2015), 2015 年 10 月，レフェリー付プロシーディングス

９．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 (AOSFST2015), 2015 年 10 月，レフェリー付プロシーディングス

10. Experimental Study on Fire Behavior in a Compartment under Mechanical Ventilated Conditions -the Effects of Air Inlet Position-, K. Matsuyama, S. Okinaga, Y. Hattori and H. Suto, Proceedings of the 10th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology (AOSFST2015), 2015 年 10 月，レフェリー付プロシーディングス

11. Experimental Study on Influence of Air Supply System Difference on Smoke Shielding Performance in Air Pressure Smoke Control, M. Kishiue, J. Yamaguchi, S. Okinaga, K. Matsuyama and T. Matsushita, Proceedings of the 10th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology (AOSFST2015), 2015 年 10 月，レフェリー付プロシーディングス

12. 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 (AOSFST2015), 2015 年 10 月，レフェリー付プロシーディングス

13. CFD 解析を用いた超高層集合住宅バルコニーにおける ガス熱源機設置基準に関する風環境評価，妙木麻紋，倉渕隆，李時桓，上岡弘明，日本建築学会大会学術講演梗概集，2015 年 9 月

14. ウインドキャッチャーによる通風量増加効果の予測手法に関する研究 その 3 通気特性評価法によるウインドキャッチャー周辺の圧力・気流場解析，類家涼司，遠藤智行，倉渕隆，日本建築学会大会学術講演梗概集，2015 年 9 月

15. 制限換気条件下での火災プルームの温度場時空間構造の変調，服部康男，松山 賢，沖永誠治，大沼英司，日本機械学会 熱工学コンファレンス 2015 講演論文集，2015 年 11 月

16. ファサードの防火性能に関する試験方法 ISO 13785-2 と JIS A1310 の比較，野秋 政希，大宮 喜文，水野 雅之，日本火災学会誌「火災」，2015 年 10 月

17. リスク概念に基づくアトリウムの避難安全検証の設計火源，張艾，水野雅之，田中哮義，日本火災学会研究発表会梗概集，2015 年 5 月
18. 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 14，順次避難における階段室内の滞留発生に関する分析，門倉博之，関澤愛，佐野友紀，水野雅之，藤井皓介，和田哲也,日本火災学会研究発表会梗概集，2015 年 5 月
19. 住宅における布団のくん焼火災による人命危険性評価（その 1)，長谷川佳苗，大井川岳，趙晨，水野雅之，辻本誠，日本火災学会研究発表会梗概集，2015 年 5 月
20. 認知症高齢者グループホームの火災安全の観点における課題，江頭大，柴田充，水野雅之，関澤愛，仙道英剛,日本火災学会研究発表会梗概集，2015 年 5 月
21. 認知症高齢者グループホームの職員に対する火災安全に関するアンケート調査，柴田充，水野雅之，関澤愛，仙道英剛，江頭大，日本火災学会研究発表会梗概集，2015 年 5 月

学会発表

１．インターネット報道を用いた東アジアの火災情報の分析，破石英照，辻本誠，日本火災学会研究発表会，2015 年 5 月 16 日～5 月 17 日
２．関東大震災記録映像の整理と火災研究への有用性その 2，田中傑，西田幸夫，川西崇行，佐藤弘樹，田海丞二，福島彩香，辻本誠，日本火災学会研究発表会，2015 年 5 月 16 日～5 月 17 日
３．原子力発電所の火災事例とその分析－高エネルギーアーク故障を対象として－，田坂光司，辻本誠，日本火災学会研究発表会，2015 年 5 月 16 日～5 月 17 日
４．ベッドマットレスの燃焼性状に関する研究 その 1 実験方法と結果，丁鐘珍，水野雅之，Kye-Won Park，大宮喜文，2015 年度日本火災学会研究発表会，2015 年 5 月 16 日～5 月 17 日
５．絶縁材料の異なる電気ケーブルの短絡性状，岩下友安，Michael R. Keller，萩本安昭，須川修身,日本火災学会研究発表会，2015 年 5 月 17 日
６．鉄道車両座席の燃焼性状，亀岡晃，清水滉平，辻本誠，日本火災学会研究発表会，2015 年 5 月 16 日～5 月 17 日
７．米国原子力発電所における火災防護の法規制の変遷，大嶋規代，田坂光司，辻本誠，日本火災学会研究発表会，2015 年 5 月 16 日～5 月 17 日

広報

１．高層集合住宅火災に関する解説『東京新聞』 2015 年 6 月 28 日付，関澤 愛
２．火災煙霧中での視界確保に関する技術『日刊工業新聞』 2016 年 3 月 18 日付朝刊，松山 賢
３．火災煙霧中での視界確保に関する技術『フジサンケイビジネスアイ』 2016 年 3 月 18 日付朝刊，松山 賢
４．震災発生後の避難に関する取り組み『読売新聞』 2016 年 3 月 15 日付朝刊，辻本 誠

受賞

１．平成 27 年度消防防災科学技術賞，総務省消防庁，2015 年 11 月 25 日，大宮 喜文

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

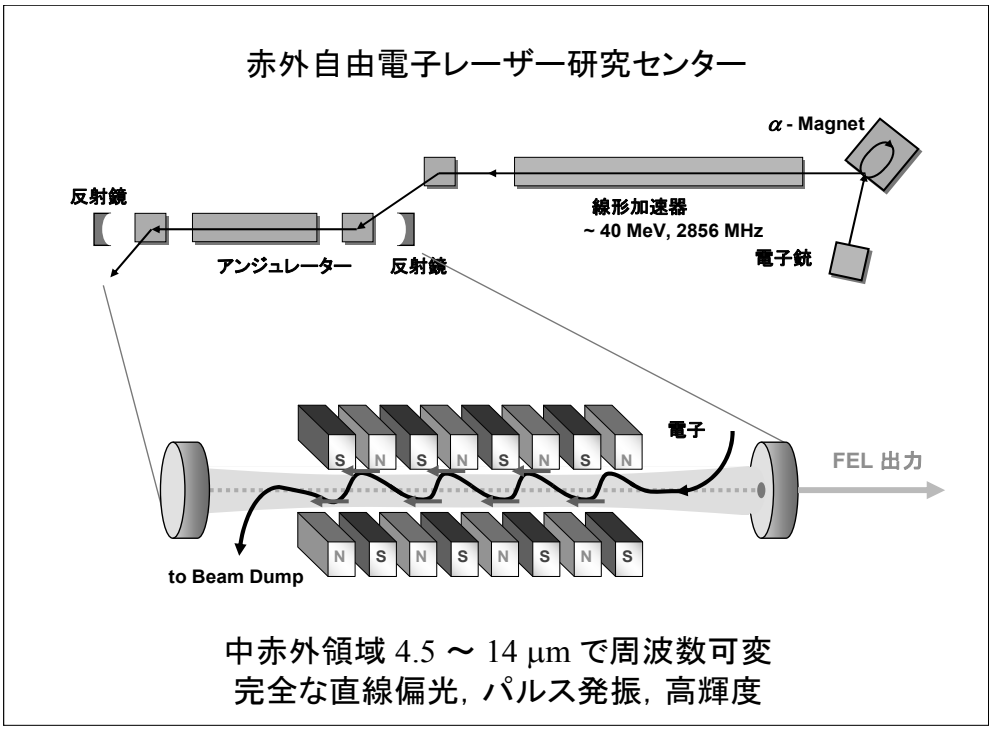
1. 概要

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 593 m^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 10 μm 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照射によるアクリル表面温度上昇の時間分解測定

照射実験における反応が、コヒーレント光によるものか熱によるものかを評価するため、照射面の温度上昇の時間分解測定が求められる。しかし、照射面が小さいこと、パルス光であること、表面であることにより、これまで測定が困難であった。そこで今回、測定方法として放射温度計を採用し、さらに FEL に同期させるシステムを開発した。そしてこのシステムは、単発照射と連続照射の両方で温度上昇が測定できる仕様とした。

開発したシステムの検証のため、アクリルへの FEL 照射とその時間分解温度測定を行った。単発照射により、照射後は熱が伝導と輻射によって緩和することが確認できた（図 1）。この二過程の照射時の最大温度上昇は吸光度に比例することが確認できた（図 2）。また、連続照射による温度上昇も測定を行い、温度上昇の大きさに吸光度依存性がないことを確認できた。このとき、温度上昇はアクリルの厚みに依存することから内部の蓄熱過程（伝導）であることが推定できた。

本研究で開発したシステムにより、照射における温度上昇を計測することが容易に行えるようになった。そして一連の検証実験により、温度上昇と吸光度の依存性が明らかになり、照射における温度上昇を事前に推定することが可能になった。

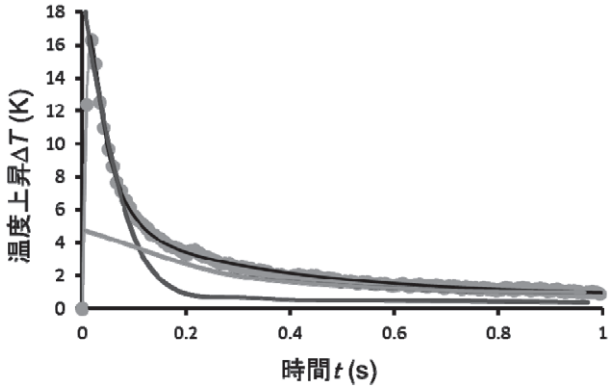


図 1. 単発照射における温度上昇と緩和過程

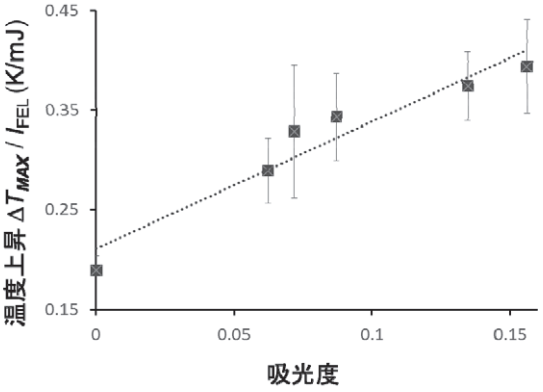
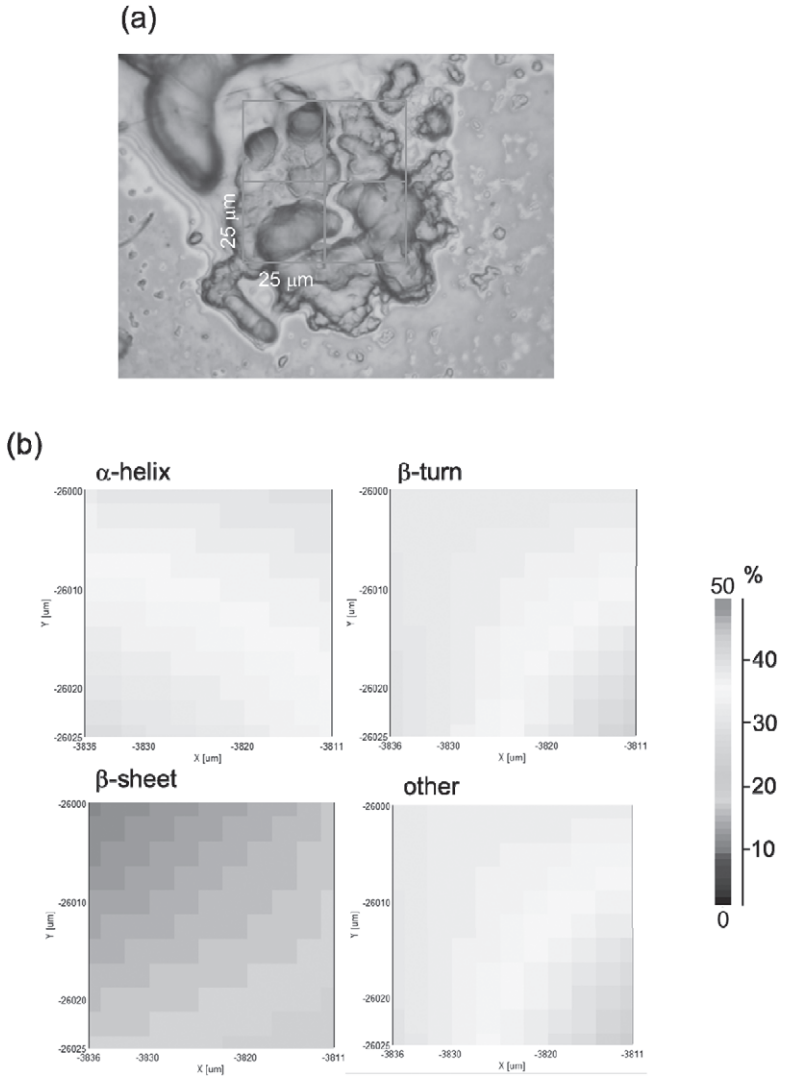


図 2. 吸光度とアクリル表面の温度上昇

3. 2. 生命科学への応用

アミロイド線維と呼ばれるタンパク質凝集体に FEL を照射すると凝集構造が解離する現象について純粋なタンパク質溶液を用いて調べてきたが、今回、アミロイド線維を細胞内に導入した混合系に対して FEL の照射効果を試験したので報告する。脳神経系難病の一種ポリグルタミン病の原因となるグルタミン 69 個の連続配列を蛍光ラベル化し、リン酸緩衝液中でアミロイド線維を形成させた。生成した線維を HEK 細胞に添加し培養を行い、培養ウェル中でアミド I バンドの波長（6.09 μm）の FEL を 40-50 mJ/cm^2 のパワー強度で 30 分間照射した後、赤外顕微鏡を用いてタンパク質二次構造解析を実施した。25 μm 四方の視野下において蛍光ラベル化アミロイド線維が取り込まれた細胞が観察された（図 a）。その視野を含む近辺 4 つの領域において赤外吸収スペクトルを測定し、α-helix、β-sheet、β-turn、other（random coil）の各二次構造の割合を計算し

た結果、β-sheet の割合がその他の割合に比較して極端に低いことが判明した（図 b)。赤外吸収を示さない波長 5.50 μm での照射では照射前と同じく β-sheet よりも α-helix の割合が低かったことから、アミドバンドの FEL によって β-sheet が特異的に減少したと考えられる。今回の結果から細胞共存下においても FEL 照射によってアミロイド線維が減少する可能性が見出されたので、今後マウス脳自体に対する照射実験を試みる予定である。



図：波長 6.09 μm での FEL 照射後の HEK 細胞の顕微鏡画像（a）及び二次構造マッピング（b）

4. 研究活動の展望とむすび

当センターは現在文部科学省補助金「先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業」の支援を受け、積極的に産官学連携を推進している。補助事業名は「赤外自由電子レーザー共用による先端計測分析技術研究拠点形成」であり、この事業では、「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。

利用者について

平成 27 年度新規外部利用者としてミルボン（化粧品関連）および EIDEC（リソグラフィ関係）が参入し、前者は Spring-8 を併用した実験を通じて、後者は KEK 放射光を併用した実験を通じて、基礎研究の段階ではあるが学会発表を行うことのできるレベルでのデータを得た。両利用者とも、継続して FEL の利用研究を希望している。内部利用者については、平成 27～28 年度科研費による材料科学に関わる基礎研究が走っており、内部利用者は増加傾向にある。既に内部・外部利用者による FEL-TUS 利用者懇談会（平成 27 年度は 11 月に開催）が形成されており、今後も利用者間の情報交換や交流を通じて、共同研究や新しい光利用研究の方向を探る方針である。

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 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

当センターの運営は、文部科学省補助金「先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業（平成 25～27 年度）」および学内（主に総合研究機構）資金によって賄われてきた。平成 28 年度については「プラットフォーム形成事業」に関わる事業のみが光ビームプラットフォーム（参画機関：KEK、Spring-8、佐賀 SR、愛知 SR、兵庫県立大学、立命館大学 SR、大阪大学エネルギー学研究センター、東京理科大学）代表機関である高エネルギー加速器研究機構（KEK）に委託される見込みである。このため

・加速器の運転・維持管理を見直し
・学内ユーザーに対する課金を実施

することで対応する予定である。合わせて現在 URA とともに平成 29 年度における外部資金獲得に向けてその可能性を検討する。

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、平成 28 年度については

・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。

主要な研究業績

学術論文

１．Application of mid-infrared free-electron laser tuned to amide bands for dissociation of aggregate structure of protein, T. Kawasaki, T. Yaji, T. Ohta, K. Tsukiyama, *J. Synchrotron Rad.*, 23, 152-157 (2016), DOI: 10.1107/S1600577515020731

２．Isomerization and dissociation of 2,3-dihydrofuran (2,3-DHF) induced by infrared free electron laser, M. Matsubara, F. Osada, M. Nakajima, T. Imai, K. Nishimura, T. Oyama and K. Tsukiyama, *J. Photochem. Photobiol. A*, 322, 53-59 (2016), DOI: 10.1016/j.jphotochem.2016.02.014

３．Infrared radiative decay dynamics from the $\gamma\ 1_u\ (^3P_2)$, $H\ 1_u\ (^3P_1)$, and $1_u\ (^1D_2)$ ion-pair states of I_2 observed by a perturbation facilitated optical-optical double resonance technique, S. Hoshino, M. Araki, Y. Nakano, T. Ishiwata, and K. Tsukiyama, *The Journal of Chemical Physics*, 144, 034302 (2016), DOI:10.1063/1.4939639

４．Laboratory Optical Spectroscopy of the Phenoxy Radical as a Candidate for Diffuse Interstellar Bands, M. Araki, Y. Matsushita and K. Tsukiyama, *Astronomical Journal*, 150, 113 (2015). DOI:10.1088/0004-6256/150/4/113

５．The fluorescence lifetimes of the *gerade* states of HD near the second dissociation limit, K. Tsukiyama and Y. Ogi, *J. Mol. Spectrosc.*, 312, 87-89 (2015), DOI: 10.1016/j.jms.2015.04.001

６．Characterization of metal resist for EUV lithography, M. Toriumi, Y. Sato, R. Kumai, Y. Yamashita, K. Tsukiyama, and T. Itani, Proc. of SPIE, 9779, 97790G-1-7 (2016)

７．赤外自由電子レーザーによるアミロイド線維の光解離，川﨑平康，日本レーザー医学会誌，36(2)，119-122 (2015).

依頼講演

１．紫外・真空紫外レーザーによる気相分子の高励起状態ダイナミクスの研究，築山光一，日本分光学会遠紫外分光部会第 1 回講演会，2016 年 1 月 20 日

２．東京理科大学赤外自由電子レーザー研究センターにおける光利用研究の現状，築山光一，第 22 回 FEL と High Power Radiation 研究会，2016 年 1 月 22 日

３．中赤外自由電子レーザー利用研究の現状，築山光一，分子研研究会「高輝度・高強度赤外光源の現状と展望」，2016 年 2 月 11 日

４．分光実験と量子化学計算による星間分子の電子遷移波長の推定，荒木光典，量子化学探索研究所講演会（東京大学）http://iqce.jp/，2015 年 11 月 29 日

５．Laboratory Optical Spectroscopy of the Thiophenoxy and Phenoxy Radicals as Diffuse Interstellar Bands Candidates，荒木光典，平成 27 年度日本分光学会年次講演会，国際シンポジウム「分光と観測で見る地球大気と宇宙空間」(東京工業大学)，2015 年 6 月 2 日

総説

１．東京理科大学赤外自由電子レーザー研究センターにおける基礎および応用研究，築山光一，オプトロニクス 34，1-7 (2015)

広報

１．現在こそゴールドラッシュの星間分子発見，荒木光典，天文月報，108，5 号，283 (2015)

研究課題（研究者別）

築山　光一

「遠赤外誘導放射過程に関する研究」

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

今井　貴之

「FEL装置高性能化に関する研究」

研究センターで光利用研究に供する、中赤外自由電子レーザー（MIR-FEL）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ており、電子ビームの長寿命化が実現している。パルス安定度向上に関して重要である、電子銃、加速管、RF電源の各冷却水温度制御について、冷却系全体の性能低下を突き止めており、今後改善に着手する。

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。

川﨑　平康

「生命科学へのMid-IR FELの応用」

タンパク質の構造に及ぼすFELの照射効果について調べている。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。この凝集体が細胞のような複雑な混合系に含まれている場合においても、FEL 照射によって凝集体が解離することが判明した。このことは、動物組織内のアミロイド線維をFELによって解離できる可能性を示唆しており、今後は赤外レーザーを用いた疾患治療方法の開発を目指して、生きたマウス体内へのFEL照射実験を実施する予定である。

小山　貴裕

「FELにより駆動される新規メタノール合成反応の研究」

不要な二酸化炭素を燃料であるメタノールに変換するために、FELと触媒を組み合わせた新たな合成反応の実現を目指している。従来の方法では高温、高圧条件が必要であり、コスト的に成り立たないが、分子の運動エネルギーを適切にチューニングすることで、低温の触媒上でも反応が進行することが先行研究で示唆されている。昨年、4.32μmのFELを二酸化炭素と水素が吸着した90Kの触媒に照射することで、この反応が進行することが明らかになった。この波長は、二酸化炭素の反対称伸縮振動の励起に対応する。今後は、二酸化炭素の並進や変角振動についても個別に励起し、何がこの反応に重要なのか明らかにしていく予定である。

戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター

戦略的環境次世代健康科学研究基盤センターについて

1. 概要

近年、人々を取り巻く社会環境や生活環境の変化に伴い、健康に悪影響を及ぼす新たな要因が出てきている。特に環境要因が子どもの成長・発達にもたらす影響は、国内外で議論されている大きな問題であった。環境省では、子どもの健康と環境に関する全国的な疫学調査（エコチル調査、15 年間）が平成 22 年度から開始されている。この調査の目的は、「胎児期から小児期にかけて、環境因子が、妊娠・生殖、先天奇形、精神神経発達、免疫・アレルギー、代謝・内分泌系等に影響を与えているのではないか」という仮説の検証である。

当センターは、大気環境中のナノ粒子をはじめとする環境要因が次世代個体の種々の器官や生体調節系に及ぼす影響を調べ、次世代の子どもが健康に生活できる社会を築くことを目的とし、戦略的研究基盤として形成された。研究の目的はとくに、1）ナノ粒子（ナノマテリアル）が次世代の健康に及ぼす影響、および 2）運動や栄養が子どもの健康や発達に及ぼす影響を解明することとした。

これを実現するために、学内からは薬学研究科をはじめとする各研究科の専攻分野の異なる研究者が参集して環境次世代健康科学研究センターを設立し、連携を始めた。学外からは、以前からの共同研究で実績を挙げた臨床医学や病理学研究者をはじめ多くの研究者が本プロジェクトに参加した。

2. センターの構成と施設設備

2. 1. センター設立の経緯と構成

本研究センターは 2011 年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に採用(*)され、5 年間のプロジェクトとしてスタートした。

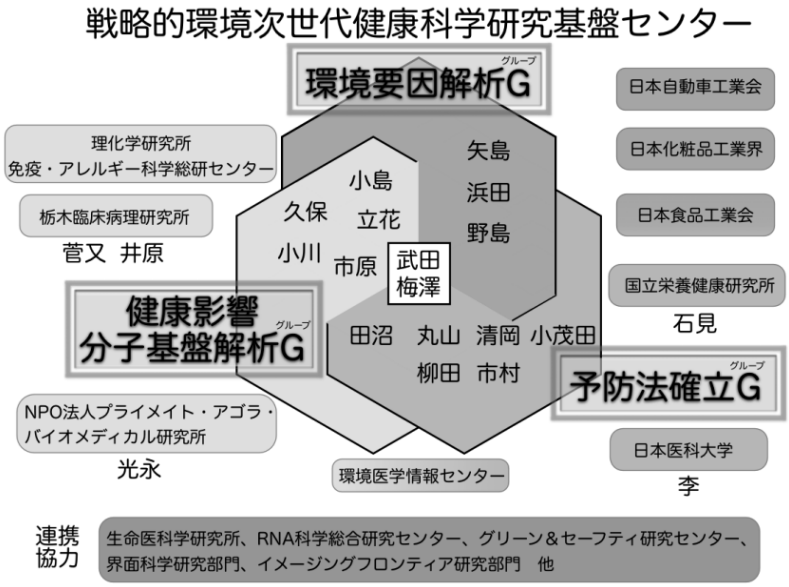
（* S1101015：環境と次世代健康科学―疾患原因解明と予防に向けた先進的研究）

当センター長らは、先に（独）科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 CREST（2001～2005）において、ディーゼル排ガスに含まれる超微小粒子が母マウスから胎仔に移行することと、それが出生後の仔の脳神経系・生殖系という高度な生体内システムに影響を及ぼす可能性を示唆する結果を得た。次いで、文部科学省私学研究助成事業学術フロンティア「ナノ粒子健康科学研究センター」（2006～2010）において、ナノ粒子健康科学に関連する研究を実施した。その結果、環境中に放出されたナノ粒子やナノテクノロジーの基盤材料として生産されるナノマテリアルが妊娠中の母体から仔に移行し、様々な健康影響を及ぼすことを動物実験系により明らかにした。本研究センターは、これまでの研究成果を踏まえ、環境中のナノ粒子をはじめとする環境要因が次世代個体の種々の器官や生体調節系に及ぼす影響を調べることを目的として形成した。

2. 2. 研究組織

当センターは、東京理科大学研究推進機構総合研究院内の他のグループの研究者と、積極的な交流を行いながら活動した。

当センターが掲げた目標は、従来型の医学研究や環境研究を通して達成することはできない。ナノマテリアルの健康科学という基礎的学問（ナノスケールの物性学、化学、分析学、毒性学、病理学、分子生物学）と新たな視点からの次世代健康科学（免疫学、栄養学、運動学、薬学、医学）の学問的融合が必要である。これを実現する過程で、当センターは、総合理工系大学としての東京理科大学の特徴を活かした新しい境界・複合領域の学問の発展と若手研究者の育成を課題とした。



図：当センターの研究組織

2. 3. 自動車排ガス曝露装置

当センターは、先の私立大学高度化推進事業「学術フロンティア」による支援（文部科学省と東京理科大学）により設置されたディーゼル排ガス曝露施設を所有している。これにより、ディーゼル排ガスを実験動物に曝露することができるようになり、非意図的に産生され、呼気から取り込まれるナノ粒子の健康への影響を詳細に検討することが可能にした。この装置には、超微小粒子を除去する高性能フィルターシステムも設置した。

3. 研究成果・活動報告

3. 1. 顕著な研究成果

ナノ粒子を妊娠期に気道から投与すると、次世代個体の脳血管周囲の細胞（血管周囲マクロファージ PVM ならびにアストロサイト）が鋭敏に反応すること、ならびにその作用の程度がナノ粒子の種類によって異なることを明らかにした。一連の研究を通して、ナノマテリアルの定量的安全性評価指標を示した。これは、環境衛生学分野で現在注目されている、ナノ粒子の生体作用に関して重要な知見であると評価された。さらに、ナノ粒子の妊娠期での経気道投与によって生じる、次世代個体の脳血管周辺組織におけるタンパク質組成の変化を、in situ 赤外スペクトル法とタンパク質二次構造解析を用いることで明らかにした。その成果は、環境衛生学分野で注目されているナノ粒子の生体作用に関して、新しいバイオイメージング技術を活用して独創性の高い成果を挙げたものと評価された。（小野田・梅澤ら、本学・赤外自由電子レーザー研究センターとの共同研究、日本バイオイメージング学会・ベストイメージング賞［ニコン賞］、2015 年 9 月）

3. 2. 社会貢献・招待講演・広報

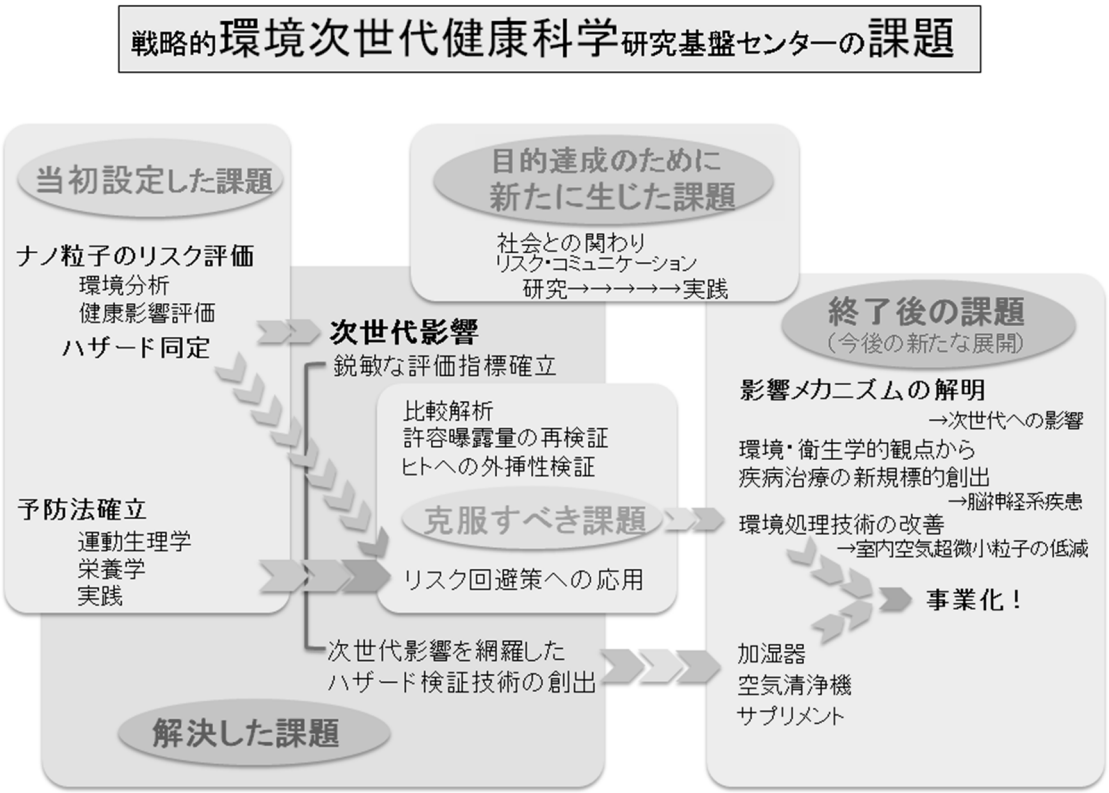
「大気環境中のナノ粒子をはじめとする環境要因が次世代個体の種々の器官や生体調節系に及ぼす影響を調べ、次世代の子どもが健康に生活できる社会を築く」という当センターの最終目的は、環境リスクの問題を様々な人や社会にどのように伝えるかという「リスク・コミュニケーション」の課題解決なしには達成できない。リスク・コミュニケーションの重要性は、2011 年の震災・原発事故以降に大きく取り上げられ、指摘されているものでもある。しかし、情報の受け手のメリットに焦点を置いたコミュニケーションの研究が進む一方で、研究者や情報提供者の懸念に応えるコミュニケーション手法の研究が進んでいない。当センターでは学外の専門家との共同研究とあわせて、情報提供の実践を進めた。そして、2013 年初めから報道でも大きく取り上げられている PM2.5（微小粒子状物質）の健康影響についても、国民一人一人がどのようにそのリスクを回避できるかという視点から情報を発信し、メディアの要請に応えた。また、多数の招待講演に応えた（研究業績を参照）。

3. 3. センター外との共同研究ならびに他国からの研究者受け入れ

当センターの重要な目標の一つは、現在治療・対応の困難な疾病に対する、環境衛生学的観点からの治療標的探索であった。衛生学・次世代健康科学を看板に、分野横断的な共同研究から生まれる知見（学）を活かし、革新技術の持続可能な発展を促す共同研究（産学）ならびにリスク管理スキーム（学官・国際標準化）への提案を進めているほか、種々のシーズとニーズを抱える他国との研究者との共同研究（国際共同研究）を推進した。エジプト国費奨学生の受け入れを起点にして始まった本学（梅澤・小野田・柳田ら）とエジプト・Damanhour 大学との共同研究を、本学・国際共同事業の支援もいただき発展させた。さらに、デンマーク National Research Centre for the Working Environment との共同研究を展開・継続中である。

- 2015 年 5 月 27 日 センター公開セミナー“Seminar for promoting young researchers' leadership – Research for sustainable development of emerging technologies and biomaterials”開催（市原・梅澤ら）

4. 克服すべき課題と展望・むすび



当センターの克服すべき課題は、第一にナノ粒子の生体影響メカニズムの詳細の解明である。疾病の予防や持続可能な革新技術開発を指向する衛生学研究において、とくに用量依存性の検証や、ヒトへの外挿を前提とした動物実験は実験のサイクルが長く、また動物飼育施設・スペースの観点からも大学院生の研究には向かない。この研究は、継続的に研究員を揃えることの可能な総合研究院だからこそ可能な研究と言えると思われる。また、予防医学・薬学研究のような境界領域に関心ある学生や若手研究者がアクセス可能な環境が、彼らに対してその研究の現場・ネットワークを提示できること、さらに幅広い知識や多様な活躍のチャンスを与えられることを当センターは示し、実現している。

当センターの研究成果は、専門ならびに周辺分野の学会企画や、日本学術会議シンポジウムの開催・発表などを通して、学外の評価に堪える形に精錬させるとともに、実際に高い評価を受けてきた。今後も、科学の進展にあわせて変化する時代と分野の要請に耳を傾けつつ、他にない視点で「環境」と「健康」に関わる種々の問題の本質に迫りたい。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1．Nakanishi K, Tsukimoto M, Tanuma S, Takeda K, and Kojima S. (2016) Silica nanoparticles activate purinergic signaling via P2X7 receptor in dendritic cells, leading to production of pro-inflammatory cytokines. Toxicology in Vitro. in press. (査読有)
2．Mitsunaga S, Umezawa M, Takeda K, Nakamura S (2016) Maternal administration of nanomaterials elicits hemoglobin upregulation in the neonatal brain of non-human primates. Journal of Toxicological Sciences 41, in press. (査読有)
3．小野田淳人, 梅澤雅和 (2016), 脳内の老廃物排出に対する睡眠の効果ならびに出生前環境の関わり, 日本幼少児健康教育学会第 34 回大会（春季：青山大会）発表抄録集, 34-35.
4．Yokota S, Oshio S, Moriya N, Takeda K (2016) Social Isolation-Induced Territorial Aggression in Male Offspring Is Enhanced by Exposure to Diesel Exhaust during Pregnancy. PLOS One, DOI:10.1371, 2016. (査読有)
5．Yokota S, Sato A, Umezawa M, Oshio S, Takeda K (2015) In utero exposure of mice to diesel exhaust particles affects spatial learning and memory with reduced N-methyl-D-aspartate receptor expression in the hippocampus of male offspring. Neurotoxicology 50:108-115 (査読有)
6．Umezawa M, Onoda A, Takeda K.(2015) PM2.5 - Role of Oxidative Stress in Health Effects & Prevention Strategy, Chapter 13: Findings Regarding the Hazard Assessment of Nanoparticles and Their Effects on the Next Generation. Nova Science Publishers Inc. pp.159-175. (査読無)
7．Kojima S, Tsukimoto M, Takeda K. (2015) PM2.5 - Role of Oxidative Stress in Health Effects & Prevention Strategy, Chapter 14: Silica Nanoparticles Induce Production of Inflammatory Cytokines through ATP Signaling via Purine Receptors. Nova Science Publishers Inc. pp.177-194. (査読無)
8．Onoda A, Umezawa M, Takeda K. (2015) PM2.5 - Role of Oxidative Stress in Health Effects & Prevention Strategy, Chapter 15: The Potential Protective Effect of Antioxidants on Nanoparticle Toxicity. Nova Science Publishers Inc. pp.197-210. (査読無)
9．Umezawa M, Namba M. (2015) Fine and ultrafine particle risk management: Problems to be solved, "PM2.5 -Role of Oxidative Stress in Health Effects and Prevention Strategy-", Chapter 17, pp.227-239.
10. El-Sayed YS, Shimizu R, Onoda A, Takeda K, Umezawa M. (2015) Carbon black nanoparticle exposure during middle and late fetal development induces immune activation in male offspring mice. Toxicology. 327.53-61. (査読有)

著書

1．Li YJ, Umezawa M, Takizawa H, Takeda K, Kawada T. (2015) PM2.5 -Role of Oxidative Stress in Health Effects and Prevention Strategy-Collaborative editing (Total 257 pages); Published by Nova Science Publishers, Inc. (NY, USA) (査読無)

招待講演

1．Umezawa M, Onoda A, Suyama F, Tachibana K, Takeda K (Feb 27, 2016) Nasal-to-brain route as a potential pathway for drug delivery and environmental exposure to nanoparticles. 4th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences (iPoPS) 2016 (Tokyo University of Science, Noda, Chiba, Japan)
2．Tachibana K, Takayanagi K, Akimoto A, Ueda K, Kawazoe S, Shinkai Y, Umezawa M, Takeda K.(Feb 27, 2016) Disruption of epigenetic regulation and the health effect caused by prenatal nano-sized particle exposure. 4th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences (iPoPS) 2016 (Tokyo University of Science, Noda, Chiba, Japan)

３．梅澤雅和（2016年2月13日）胎児期（産まれる前）の環境・栄養と人の健康，出張研究交流会2016「命を学ぶ」（生化学若い研究者の会中四国支部）神戸学院大学附属高等学校，神戸）
４．Umezawa M（Jan 13, 2016）The nasal route as a potential pathway for both environmental particles and drug delivery. 2nd International Joint Seminar on“Environmental Toxicity & Mental Health”(Damanhour University, Damanhour, Behera, Egypt)
５．李英姫，梅澤雅和，滝澤始，武田健，川田智之（2015年12月12日），PM2.5英文書籍発刊（共同編集）と共同研究進捗，東京理科大学・日本医科大学　第2回合同シンポジウム（東京理科大学葛飾キャンパス，東京）
６．梅澤雅和(2015年11月7日)，微小粒子の健康影響・次世代影響とリスクコミュニケーション，第39回星薬科大学大学院研究科助手会・大学院自治会合同公開セミナー（星薬科大学大谷記念ホール，東京）
７．梅澤雅和（2015年9月27日），ナノ粒子環境問題とSBW（第2の生体の窓）イメージングへの期待，第24回日本バイオイメージング学会学術集会，シンポジウム2「第2の生体の窓～21世紀のバイオイメージングの窓～」（東京理科大学葛飾キャンパス，東京）
８．武田健(2015年8月27日)，特別講演：公立大学法人山陽小野田市立山口東京理科大学の“挑戦”「薬学部へ行こう!! あなたの夢を実現しよう!!」山口県薬剤師会主催「高校生薬剤師体験セミナー」山口市
９．梅澤雅和（2015年7月15日）現代の大気汚染の状況と対策，中央区総合環境講座（中央区立健康情報センター）（東京ガーデンスクエア，東京）
10．梅澤雅和，小野田淳人，川副翔太郎，立花研，武田健（2015年6月30日）ナノ粒子曝露が脳の発達に及ぼす影響－鋭敏なマーカーと毒性学的意義，第42回日本毒性学会学術年会，シンポジウム12「環境化学物質が発達と成熟に及ぼす影響」（ホテル日航金沢，金沢）
11．梅澤雅和（2015年6月28日）miRNAの分析技術とバイオマーカーとしての可能性，第16回日本毒性学会生涯教育講習会（金沢市文化ホール，金沢）
12．梅澤雅和（2015年4月14日）ナノ粒子の次世代影響と予防・リスク管理，知の市場，規範科学事例研究1（放送大学東京文京学習センター，東京）
13．梅澤雅和（2015年4月4日）超微小粒子（ナノ粒子）による健康影響，市川の空気を調べる会・講演会（市川公民館，市川）

広報

１．梅澤雅和，2015 年 5 月 27 日，センター公開セミナー「Seminar for promoting young researchers’leadership -Research for sustainable development of emerging technologies and biomaterials-」企画・開催
２．梅澤雅和，El-Sayed Y，Shaheen H，2016 年 1 月 13 日，エジプト・ダマンフール大学公開セミナー「Environmental Toxicity & Mental Health」企画・開催

受賞

１．小野田淳人，武田健，梅澤雅和，2015 年 9 月 28 日，日本バイオイメージング学会，ベストイメージング賞（ニコン賞）

研究課題 （研究者別）

梅澤　雅和、菅又　昌雄、井原　智美、武田　健

「胎児期ナノ粒子曝露による脳血管周囲への影響の臨床病理学的解析」

ナノ粒子の胎児期曝露を受けた子マウス（成長後）の脳組織を観察した結果、脳血管周囲マクロファージの消化顆粒の構造変化、顆粒の PAS 染色性の変化、これに隣接するアストロサイトにおける GFAP ならびに AQP4 タンパク質の発現亢進を明らかにした。この脳血管周囲所見の周辺領域で起こっている変化を赤外顕微法で分析した結果、β-sheet-rich なタンパク質の蓄積が明らかになり、その臨床病理・毒性学的意義が注目される。

梅澤　雅和

「ナノ粒子の胎児期曝露による免疫系及び血管周囲組織への影響」

ナノ粒子の胎児期曝露が次世代の免疫系、心血管系及び脳血管周囲組織への影響の詳細を明らかにし、抗酸化剤の前投与を行い影響発現機序を検討した。カーボンブラックナノ粒子の胎児期曝露により抗酸化剤の効果に相関して、サイトカイン活性、細胞遊走、成長因子に関連する遺伝子群が発現変動することを明らかにした。影響機序は酸化ストレス亢進に依存せず、細胞遊走や細胞増殖の機序を介している示唆された。

「脂質調整食で成長したマウスに対するナノ粒子曝露の影響」

脂質の生理学的機能に焦点を当ててナノ粒子曝露の影響発現機序を検討した。抗炎症作用を有する ω-3 多価不飽和脂肪酸が欠乏した食餌で成長したマウスでは、ナノ粒子の曝露（カーボンブラックの経肺投与もしくはナノ粒子を多量に含むディーゼル排ガスの吸入曝露）により肝臓に生じる影響が増大した。一方で、短期間の高脂肪食摂取とナノ粒子を同時に与えたマウスでは影響の顕著な増悪は起こらなかった。

「情報提供者・研究者の懸念に応えるリスク・コミュニケーション手法の形式知化」

2011 年の東日本大震災・原発事故以降、リスク・コミュニケーションならびに安全基準への理解の重要性が指摘されている。本研究課題では、様々な場面でのリスクの情報提供の経験者から事例を集めてパターン集とし、これを総研の当研究センターウェブサイト上で公開した。これを基に、環境中微小粒子（粉塵を含む）の環境基準／許容曝露量基準の策定方法について議論を促した。

立花　研、梅澤　雅和、武田　健

「二酸化チタンナノ粒子胎仔期曝露により仔の脳に生じる DNA メチル化異常の解析」

二酸化チタンナノ粒子(TiO_2-NP)胎仔期曝露による健康影響のメカニズム解明に向け、発生過程で確立される DNA メチル化に着目して解析を行った。妊娠マウスに TiO_2-NP を曝露し、産仔の脳における DNA メチル化状態を解析したところ、TiO_2-NP 曝露によりメチル化状態が変化する遺伝子が多数検出された。特に Pdch9 の DNA メチル化を介した遺伝子発現の変化が仔の脳に影響を及ぼす可能性が示唆された。

「二酸化チタンナノ粒子胎仔期曝露が仔の神経幹細胞に及ぼす影響の解析」

ナノ粒子の妊娠期曝露が仔の神経幹細胞に及ぼす影響のメカニズム解明を目指している。妊娠マウスに二酸化チタンナノ粒子を曝露し、1 日齢の産仔の脳から神経幹細胞を単離した。得られた神経幹細胞の分化能について調べたところ、神経方向への分化に影響を及ぼす可能性が示唆された。神経幹細胞の分化に関与すると考えられている遺伝子の発現量に変動が認められており、今後これらの遺伝子について解析が必要である。

曽我　公平、梅澤　雅和

「近赤外蛍光検出系を用いたナノ粒子の生体内動態イメージング」

動物・植物体内での散乱や吸収の少ない近赤外領域の蛍光検出系を用いて、ナノ粒子の体内動態分析を行った。ナノ粒子を葉柄から吸わせたときの葉脈内での動態が、表面修飾（ポリエーテルイミド[PEI]、ポリエチレングリコール[PEG]）の違いにより異なることを明らかにした。また、タバコ道管系のイメージングに有効なナノ粒子懸濁液の濃度範囲を明らかにした。近赤外蛍光粒子は動物実験系で肺内に移行させた粒子の検出にも有効であった。

野島　雅

「新しい原理を用いた回転電場質量分析器の開発」

有機デバイスの開発現場や生命科学の分野では、質量分析において有効マスレンジが広いため、低質量から高質量まで広くカバーできる質量分析器が求められる。本研究では、二段回転電場による質量分析器の開発を行った。本質量分析器は、実効質量走査範囲が極めて広く、連続ビームによる質量分離が可能なため迅速な測定が可能である。本研究では、Ga-FIB に対して二段回転電場による質量分離を行い、Ga のマススペクトルを取得した。

小島　周二

「マウス骨由来樹状細胞（BMDC）におけるシリカナノ粒子の炎症性サイトカイン産生誘導機構の解明」

活性化マウス骨髄由来樹状細胞(BMDC)を用いて、粒径の異なるシリカナノ粒子(SNP-30,70,300)暴露による IL-1β 及び IL-18 産生を ATP-P2X7 受容体経路から詳細に検討した。その結果、SNP30 曝露のみにより顕著な両サイトカイン産生がみられ、これらは ATP 分解酵素および P2X7 受容体阻害薬により顕著に抑制され、本作用が ATP-P2X7 受容体経路を経由している事が明らかとなった。

久保　允人、JAYARAMAN THARMALINGAM、尾見　歩惟

「環境ナノ粒子による気道炎症の分子メカニズムに関する研究」

ナノ粒子が持つ生体への影響を解析するため、気道からナノ粒子を導入した際に起こる生体への影響を理解する目的で、オミクス解析を行った。シリカ、カーボン、亜鉛などナノ粒子の違いによって、好中球の集積を主体とした反応か、好酸球の集積を主体とした反応の大きく分けて 2 つの反応系が誘導されることが示された。シリカでは、好中球の集積を主体とする反応系が誘導され、TLR, RIGI, NFkB, IFN 経路に関連する遺伝子が誘導されていたことから、ウイルスの感染時に惹起される気道炎症と表現系が類似していた。

小川　修平

「GVH 病の動物モデルの発症における CD28 補助シグナルの役割」

移植片対宿主病（GVH 病）は骨髄移植の合併症として依然として問題である。GVH 病の原因はアロ反応性 T 細胞による宿主の傷害である。GVH 病の動物モデルにおいて T 細胞活性化に必要な CD28 シグナルの遮断により GVH 病の発症は抑制される。CD28 細胞内領域の機能的モチーフに変異を導入した T 細胞をドナーとして GVH 病モデルを誘導した結果、YMNM と PYAP モチーフの両方が協調的に働くことを明らかにした。

田沼　靖一

「Omi/HtrA2 特異的阻害剤の創製と神経細胞の保護」

環境ナノ粒子は、特に発生過程の胎児神経細胞に悪影響を及ぼすことが報告されている。私共はこれまでに、神経細胞死において HtrA2 によって GSK-3β が限定分解を受ける「HtrA2- GSK-3β 経路」が、重要な役割を果たしていることを明らかにした。さらに、その阻害剤が神経細胞死を抑制することも示した。本研究では、HtrA2 特異的阻害剤を in silico 創薬手法を用いて最適化し、神経細胞死を抑制できる化合物の創製を試みた。

小茂田　昌代

「副作用早期回避に向けたデータベース構築に関する研究」

在宅医療では多職種協働による地域包括ケアが推進され、医療機関では薬剤師の病棟配置が点数化され、薬剤師の臨床業務には今後さらに期待が高まると予想される。副作用対策は発見の遅れから重症化するおそれがあるため、初期症状に早く気づくことが重要となる。そこで、本研究ではベッドサイドで薬剤師が副作用の初期症状を確認できる Web システム開発を試みた。

「褥孔周囲炎症治療薬重曹シュガー軟膏の発赤評価方法の検討」

皮膚炎症の有効性評価方法として、前回の状態と比較する全般改善度が一般的である。しかし、観察者の記憶に依存した方法であり、観察時の明るさや観察者が変わることによる色彩感覚の違いも評価に大きな影響を与える。そこで、皮膚炎症画像の保存（写真）による評価方法の確立に向けて「皮膚炎症の写真を使った評価方法は、直接観察した炎症改善度の代替法となる」と仮説を立て、評価方法の検討と検証を行った。

柳田　信也

「自発運動量の個体差を規定するセロトニン神経系の役割」

日常的な自発運動量が少ないことは、様々な健康を阻害する因子と関連性が高いことが示唆されており、自発運動量増加は心身の健康増進のキーポイントであると考えられる。我々は、脳内のセロトニン量が自発運動の多寡と関連することを示し、その制御機構に関連するセロトニン関連遺伝子や受容体機能の解析およびセロトニンレベルの薬理的操作による自発運動量の変化について検討を行っている。

清岡　智、市村　志朗、柳田　信也、久保田　夏子

「唾液サンプルを用いた運動のメンタルヘルス改善効果の評価」

近年、ストレス対処行動の問題を有する者の増加が報告されており、生活の中でストレスマネージメント能力の育成が求められている。本研究では、非侵襲的な実験手法である唾液サンプルの解析を用いて、運動のメンタルヘルス改善効果を検討している。そして、動物実験やヒトにおける測定、さらには運動実践への橋渡し研究を発展させることを目指している。

光永　総子、梅澤　雅和

「ナノ物質の霊長類における生体影響及び *in vitro* 評価系の確立」

ナノ物質を投与したサルにおいて、アレルギー関与遺伝子発現が変動した。これら遺伝子には霊長類特異的な免疫応答遺伝子も含まれていた。ナノ物質が霊長類免疫系に及ぼす影響を *in vitro* で評価するスクリーニングテストを確立するため、ヒト単球由来細胞株を有貪食能細胞に分化させ、抗原提示関連遺伝子発現増加を確認した。このシステムを用いてナノ物質生体影響を検討する *in vitro* 評価系の有用性が示唆された。

石見　佳子

「大豆イソフラボンおよび代謝産物エクオールが血管内皮機能遺伝子発現へ及ぼす影響」

大豆イソフラボン（ISO）及び代謝産物エクオール（EQ）の血管内皮機能関連遺伝子発現に対する作用をヒト臍帯静脈内皮細胞において検討した。TNF-α処置による炎症条件下で一酸化窒素合成酵素（eNOS）遺伝子発現が低下したが、ISO および EQ 添加により、それらの低下が抑制される傾向が認められた。ISO および EQ は eNOS を介して血管内皮機能の改善に寄与している可能性が示唆された。

李　英姫、菅又　昌雄、井原　智美、武田　健

「Nrf2 欠損マウスにおけるディーゼル排気粒子の気道・肺への影響」

C57BL/6JWT, Nrf2KO マウスを用い、DE の気道・肺への影響について検討した。DE 曝露により、Nrf2KO マウスの肺組織の II 型上皮細胞の傷害、ラメラ小体の変性がみられた。また、BALF 中の好中球数は Nrf2KO マウスで有意に上昇し、肺組織の抗酸化酵素 mRNA 発現は WT マウスで有意に増多した。Nrf2 は DE の酸化ストレス作用による気道・肺傷害の防御因子である可能性が示唆された。

矢島　博文

「超音波診断用造影微小気泡の物理化学特性評価」

主要へのアクティブターゲティング能に優れた超音波造影微小気泡を開発した。集積モデルとして腫瘍細胞に過剰発現している葉酸受容体をターゲットとし、リガンド分子として葉酸を標識した微小気泡を調製した。本研究で調製した葉酸標識微小気泡は、現在、医療認可されている造影剤よりも微小かつ生体環境下においても安定であった。また、葉酸受容体陽性の腫瘍細胞に対して優れた集積性を有することが分かった。

浜田　典昭

「ナノ粒子の表面構造と電子状態に関する研究」

物質表面の電子状態を GAMESS, Quantum ESPRESSO, CONQUEST などの第一原理電子状態計算パッケージを用いて計算し、ナノ粒子表面と水や生体物質との相互作用を調べる。これによりナノ粒子のどのような性質が生体に及ぼす影響の違いとなって表れるかを明らかにする。

先端ホログラフィ技術研究開発センター

先端ホログラフィ技術研究開発センターについて

1. 概要

本センターは、文部科学省平成 23 年度～平成 27 年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「ホログラフィ技術による次世代記録媒体作製技術および四次元流体計測技術の開発」の採択をもって、H23 年度に発足したセンターである。センター長は山本 学 教授（東京理科大学 基礎工学部 電子応用工学科）である。

このセンターの設立の動機と目的は以下になる。光技術は、21 世紀の情報機器や計測に必要不可欠なものとなっている。例えば、記録媒体では、従来の磁気テープ媒体から大容量性、ランダムアクセス性に優れた CD、DVD などの光記録媒体に置き換わっている。これらの原理は 20 世紀に確立し、既存の情報機器の置き換えという形で市場導入が進められた。今世紀ではさらに光技術の高機能化、大容量化が必要であり、さらなる技術革新が求められる。これを可能にする技術として、光の位相情報を活用するホログラフィ技術がある。この技術により、記録媒体としては DVD を遙かに凌駕する大容量の情報記録が可能となる。また新たに計測分野へ適用することにより流体の四次元情報（X,Y,Z,時間）を得ることができる。

本プロジェクトではメモリ技術と流体計測技術の相互連携を効率よく実施し、高精度なホログラム媒体作製技術、流体計測技術を構築することを目的とする。

2. センターの構成

研究体制は、ホログラフィによる記録媒体の作製、転写、記録・再生を行う「ホログラフィックメモリ構築グループ」と、四次元の流体計測を行う「ホログラフィ応用計測グループ」の 2 グループからなる。前者のグループでは、高精度な ROM（Read Only Memory:読込みのみの記録媒体）の作製を目指して、ナノオーダーの形状創製が可能な電子ビーム露光法により原盤を作製し、これを樹脂へ転写することにより大量生産技術を確立する。媒体作製では高精度な樹脂流動の解明が必要であり、流体計測グループの技術活用が必須である。後者のグループでは、界面付近での流体の流れを観察するために導波路ホログラムを用いた計測技術を確立する。これは、導波路にレーザーを入射させ垂直方向から他媒質へ漏れ出す光を用いたもので、界面の流体計測を可能にする。導波路ホログラムを用いた流体計測では微小領域でのホログラム再生メカニズムの解明が必要であり、メモリ構築グループの技術活用が必須である。

各グループのメンバーと研究テーマを次に示す。

ホログラフィックメモリ構築グループ

山本　学	教授	基礎工・電子応用工：「ホログラフィックメモリ用データ生成」
吉本　成香	教授	工学部第一部・機械工：「電子ビーム露光で用いる真空内ステージの開発」
佐々木 信也	教授	工学部第一部・機械工：「転写原盤表面の摩擦・摩耗特性の評価」
向後　保雄	教授	基礎工・材料工：「離型層の形成と転写性評価」
由井　宏治	教授	理学部第一部・化学科「金型表面の離型層の化学分析」
谷口　淳	教授	基礎工・電子応用工：「電子ビーム露光法による原盤作製技術の確立」

ホログラフィ応用計測グループ

佐竹　信一	教授	基礎工・電子応用工：「導波路ホログラフィ計測技術の確立」
松田　一朗	教授	理工学部・電気電子情報工：「ホログラム画像圧縮に関する研究」
鈴木　康一	教授	山口東京理科大・機械工：「ホログラフィによる沸騰現象の観察」
結城　和久	教授	山口東京理科大・機械工：「ホログラフィ計測用屈折率調合法の開発」

3. 各研究グループの活動報告

本研究開発センターは、5 年かけて従来にないホログラム応用技術を開発し、ホログラムに関する先端技術拠点となることを目指している。発足当時から 5 年後を見据えて高い目標を掲げて

おり、3 年の中間点では、ほぼ計画通りの進捗であった。また最終年まで計画通りに進んだ。ホログラフィックメモリ構築グループの研究開発進捗結果を図 1 に、ホログラフィ応用計測グループの研究開発進捗結果を図 2 に示す。

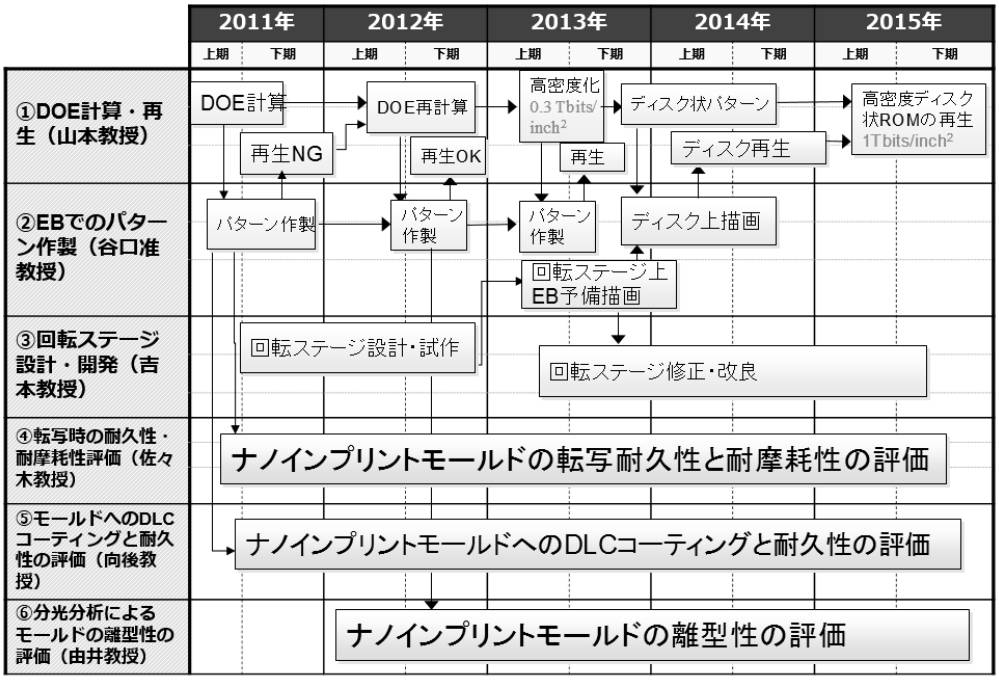


図 1. ホログラフィックメモリ構築グループの研究開発進捗結果

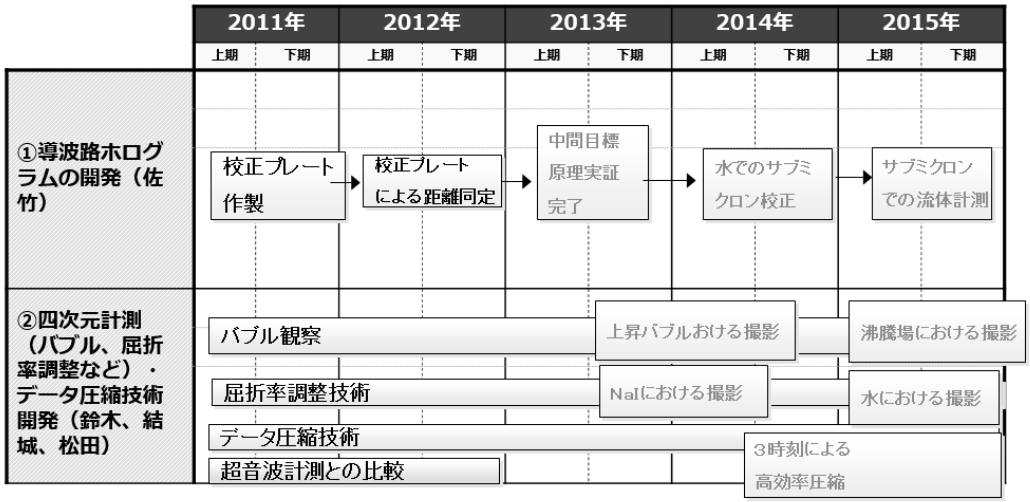


図 2. ホログラフィ応用計測グループの研究開発進捗結果

2013 年度（H25 年度）には、メモリ構築グループでは、0.3 Tbits/inch^2 相当の記録密度が達成できた。最終年度には、4 多重により、1.2 Tbits/inch^2 が達成された。応用計測グループも中間目標を達成しており、最終年度にはサブミクロンでの流体計測も達成した。各グループの本年度の進捗状況を次に示す。

3. 1. ホログラフィックメモリ構築グループについて

昨年度までに、深さ階調が 4 段あるホログラム ROM 原盤の作製に成功した。さらに高密度化を行うためには、8 段の深さ階調を得る必要がある。作製方法は、ROM 原盤を電子ビーム露光のドーズ変調により作製を行った。また、ROM 原盤は電子ビームレジストで作製し、量産を見据えてナノインプリント技術により樹脂への複製を行い、複製 ROM の再生も検討した。

図 3 に ROM 原盤（左）と複製 ROM（右）の原子間力顕微鏡像を示す。

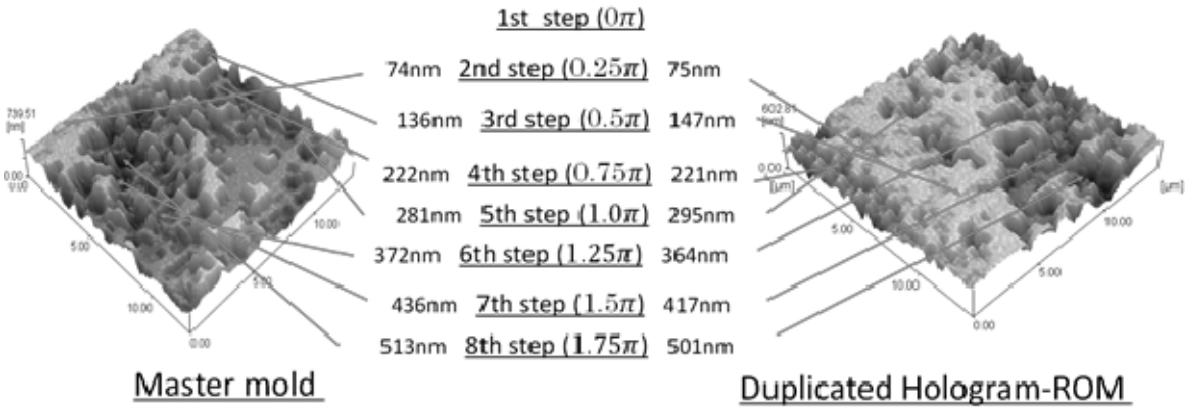


図 3. 電子ビーム露光により作製された ROM 原盤（左）と
ナノインプリントにより複製された ROM（右）

図より、深さ 500nm の間に 8 段の深さ階調構造があることがわかる。また、ナノインプリントにより複製された ROM は、凹凸が逆になっていることがわかる。これらの深さは、DOE 計算されたもので、この複製したホログラフィ ROM でも再生に成功している。この結果は、0.3 Tbits/平方インチの記録密度に相当する。最終年は、8 階調のままで、4 多重（同じ形状から開口を変えて再生することで複数の情報をえること）化に取り組んだ。その結果、4 多重の計算、再生に成功し、記録密度は当初の目標の 1Tbits/inch^2 を達成した。

また、円盤状の ROM 原盤を作製するためには、電子ビーム露光装置内に真空中回転ステージを取り付ける必要がある。中間時には、軸受け部分に真空中でも蒸発しないイオン液体を用いた回転ステージを設計、製作し、静圧型真空対応回転ステージで回転非同期振れ（NRRO）が 30nm 未満を達成した。この装置を用いて、図 4 のように、深さ階調の異なるサブミクロンの描画にも成功した[1]。

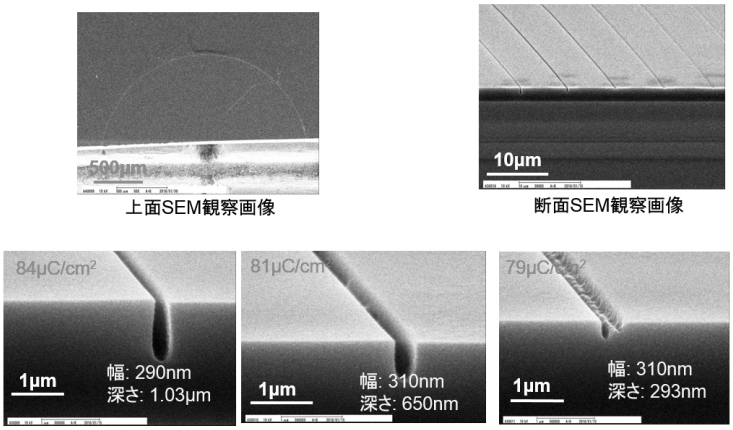


図 4. 深さ変化させた場合の同心円状パターンと断面 SEM 写真

描画したパターンは、同心円状のもので、ステージを回転させながら電子ビームのドーズ（電流×時間）量を変化させて深さの変化を調べた。その結果、線幅は、300 nm 前後で、ドーズ量が多くなるに従い、深さも大きくなる描画技術が達成できた。

3. 2. ホログラフィ応用計測グループについて

界面付近での流体の流れを観察するために導波路ホログラムを用いた計測技術の確立についての進捗は、メックスフロンを用いたナノステップを有する校正プレートの作製に成功した[2]。図 5 では、メックフロン校正プレートの水なし水ありの写真(a)から水をいれるとパターンが全く見えなくなってしまう写真(b)のようになる。これは TIRF 法及びエバネッセント光を用いたホロ

グラム法の校正を水中で用いることができる。このパターンの高さをあらかじめ計測しておけば蛍光粒子の高さが正確に知ることができる。これにより TIRF 法では 3 次元計測を可能にする校正曲線の取得成功しており光軸方向の輝度値を劣化させることなく画像を取得できる。このプレートを用いてエバネッセント光を用いたホログラム法の校正にも成功しており PIV の国際会議である PIV2015 においてアクセプトされ 2015 年 9 月に発表をおこなった[3]。

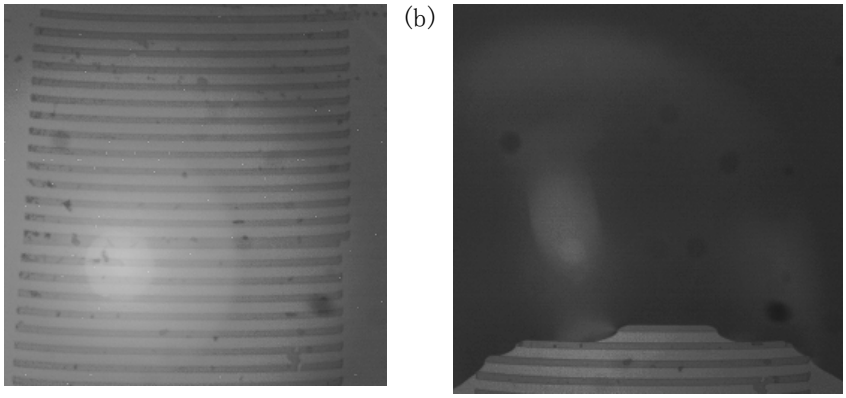


図 5 (a) メックスフロンパターン（水なし), (b) メックスパターン（水あり）

屈折率調合法（Refractive Index Matching（IM）法）は、作動流体と管内部構造物の屈折率をマッチングさせる手法です。この IM 法を用いた進捗は以下のようになる。目標は、世界に先駆けてペブル充填層の複雑 3 次元流動場を計測することを目的としている。特に本研究では、IM 法に DHPTV 法（Digital Holographic PTV）を組み合わせるため、非常に厳しい屈折率の調整が必要となる。水への応用のためにメックスフロン球を用いた可視化実験に成功した。図 6 では、容器内の水なし水ありのメックフロン球の写真から水をいれるとメックスフロン球越しに背後のグラフの升目が歪まずに見えていることがわかる。また NaI を用いるよりも扱いやすく、またアクリル球とも異なり透過度が高いためクリアなホログラム像が得られ取得粒子数が増大した。この結果について国際会議論文[4]で発表済みである。さらに 2 光軸ホログラムで再生精度が向上した[5]。

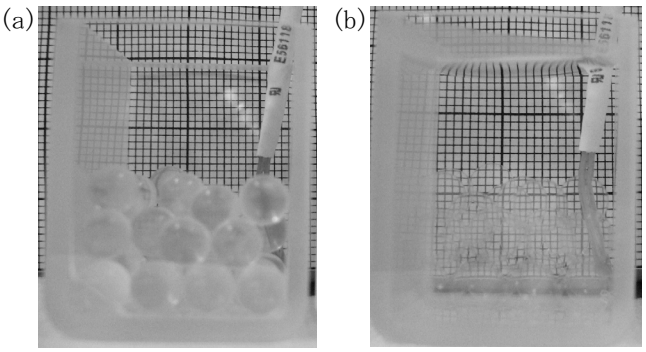


図 6 (a) メックスフロン球（水なし), (b) メックスフロン球（水あり）

4. 研究活動の展望

メモリグループでは、最終目標の 1Tbits/inch^2 インチの記憶容量を達成し、回転ステージに関しても深さに変化をつけた原盤の作製技術を確立した。ただ、ディスク上へホログラムパターンを作製するためには、つながった同心円状のパターンでは無く、離散的なビットパターンを作製する技術が必要となってくる。これは、電子ビームのオンオフをステージの回転に合わせて制御することで達成できると考えている。今後の展望としては、このような実用化対応の開発を進め、実用化を目指していく。流体計測グループは、導波路ホログラフィに関して粒子トラッキングに成功した。また、水中内の構造物に対してインデックスマッチング法をマイクロ・マクロサイズ共に確立することに成功した。

5. むすび

センター設立から H27 年度でプロジェクトが完了した。一から開発してきた手法、装置なども完成し、進捗通りに研究開発が進んだ。これは、各研究者のコラボレーションによるものである。今後もこのコラボレーションを継続させ、さらなる研究開発を進める。また、国際シンポジウムの開催などの外部への発信も行い、ホログラム研究拠点を形成できた。

参考文献

1．“The depth control of circular grooves fabricated by rotational electron beam machining”, Takao Okabe, Kai Ojima, Yuta Shinonaga, Noriyuki Unno, Masaaki Miyatake, Jun Taniguchi, Shigeka Yoshimoto, Shinya Sasaki, Proc. of The 8th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century, 2015 年 10 月(査読有プロシーディング)

2．海野 徳幸, 前田 麻夫, 佐竹 信一, 辻 隆浩, 谷口 淳,″ポリビニルアルコール薄膜への金属パターン転写技術を用いた全反射照明蛍光顕微鏡用校正プレートの作製″, 日本機械学会第 6 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム講演論文集 (2014.10.20-22, 島根)

3．“3D measurement of gold particle via evanescent digital holographic particle tracking velocimetry”, Shin-ichi Satake, Noriyuki Unno, Shuichiro Nakata and Jun Taniguchi, PIV 2015, Santa Barbara, USA, 2015 年 9 月 14 日～9 月 16 日

4．Shin-ichi Satake, Yusuke Aoyagi, Noriyuki Unno, Kazuhisa Yuki, Yohji Seki, Mikio Enoeda,″Three-dimensional flow measurement of a water flow in a sphere-packed pipe by digital holographic PTV″, the 28th Symposium on Fusion Technology (SOFT 2014), San Sebastian, Spain, Kursaal Congress Center, from 29th September to 3rd October 2014.

5．“Digital holographic PTV for complicated flow in a water by two cameras and refractive index-matching method”, Masataka Kuniyasu, Yusuke Aoyagi, Noriyuki Unno, Shin-ichi Satake, Kazuhisa Yuki, Yohji Seki, Optical Review, DOI 10.1007/s10043-016-0203-0, 2016

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1．Fabrication of nanostep for total internal reflection fluorescence microscopy to calibrate in water, Noriyuki Unno, Asao Maeda, Shin-ichi Satake, Takahiro Tsuji, Jun Taniguchi, Microelectron. Eng. 133, pp 98-103, 2015（査読有）
2．Fabrication of eight-step diffractive optical element for hologram-ROM, Yuta Shinonaga, Keito Ogino, Noriyuki Unno, Shuhei Yoshida, Manabu Yamamoto, Jun Taniguchi, Microelectron. Eng. 141, pp 102-106, 2015（査読有）
3．Evaluation of ultraviolet-nanoimprint-lithography release agent properties by using TriboIndenter, Kota Funakoshi, Chiharu Tadokoro, Ian Thomas Clark, Toshiro Okawa, Jun Taniguchi, Shinya Sasaki, Microelectron. Eng. 141, pp 150-154, 2015（査読有）
4．Development of a vacuum-compatible hydrodynamic spindle using an ionic liquid as a lubricant, Takao Okabe, Keita Utsumi, Kei Somaya, Masaaki Miyatake, Shigeka Yoshimoto, Jun Taniguchi, Shinya Sasaki, Precision Engineering, 40, pp.124-130, 2015（査読有）
5．Static Characteristics of Aerostatic Thrust Bearings With Multiple Porous Inlet Ports, Takako Hosokawa, Kei Somaya, Masaaki Miyatake and Shigeka Yoshimoto, Trans. ASME, J. of Tribology, 137-2, pp.021702-1-021702-8, 2015（査読有）
6．Nanosecond time-resolved microscopic spectroscopy for diagnostics of an atmospheric-pressure discharge plasma formed in aqueous solution, Motohiro Banno, Kenta Kanno, Yuu Someya, Hiroharu Yui, Japanese Journal of Applied Physics, 54, 066101, 2015（査読有）
7．ナノ粒子バイポーラス構造膜上での液滴沸騰/蒸発特性，結城和久，杉浦鉄宰，鈴木康一，日本機械学会論文集，81 巻，824 号，2015（査読有）
8．Three-dimensional flow measurement of a water flow in a sphere-packed pipe by digital holographic PTV, Shin-ichi Satake, Yusuke Aoyagi, Takuma Tsuda, Noriyuki Unno, Kazuhisa Yuki, Fusion Engineering and Design, 98-99, pp. 1864-1867, 2015（査読有）
9．Gas-Cooled Divertor Concept with High Thermal Conductivity Porous Media, Kazuhisa Yuki, Makoto Hattori, Koichi Suzuki, Fusion Science and Technology, 2015（掲載決定）（査読有）
10. Lossless Re-encoding of Holographic Images Stored in JPEG Format for 3D Flow Field Measurement, Takayuki Shikakura, Ichiro Matsuda, Yusuke Kameda, Susumu Itoh, Shin-ichi Satake, Proceedings of the 1st International Conference on Advanced Imaging (ICAI 2015), pp.261-264, 2015（査読有）
11. Semi-Automatic 2D-3D Conversion of Still Images Using Partially Designated Depth Information, Yuki Nakamura, Ichiro Matsuda, Yusuke Kameda, Susumu Itoh, Proceedings of the 1st International Conference on Advanced Imaging (ICAI 2015), pp.300-303,2015（査読有）
12. 誘導ラマン散乱光干渉計を用いたメゾスコピックスケールの分子識別的立体・断層画像計測への試み，由井宏治,伴野元洋,近藤隆之,材料の科学と工学:日本材料科学会誌 52, pp 22-25, 2015（査読有）
13. Spectroscopic study of the melting and reconstruction of sodium bis(2-ethylhexyl) sulfosuccinate (AOT) reverse micelles from their frozen states, Akira Suzuki, Hiroharu Yui, Journal of Colloid and Interface Science 443, pp 188-196, 2015（査読有）
14. Electron beam mastering system using a vacuum-compatible hydrodynamic spindle, Takao Okabe, Keita Utsumi, Keito Ogino, Yuta Shinonaga, Masaaki Miyatake, Shigeka Yoshimoto, Jun Taniguchi, Shinya Sasaki, Microelectron. Eng.,142, pp.64-69, 2015（査読有）
15. Durability of DLC release coating in ultraviolet nanoimprint lithography, Jun Taniguchi, Noriyuki Unno, Yasuo Kogo, Masaru Takahashi, Proc. of The 8th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century, 2015 年 10 月(査読有プロシーディング)
16. The depth control of circular grooves fabricated by rotational electron beam machining, Takao Okabe, Kai Ojima, Yuta Shinonaga, Noriyuki Unno, Masaaki Miyatake, Jun Taniguchi,

Shigeka Yoshimoto, Shinya Sasaki, Proc. of The 8th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century, 2015年10月(査読有プロシーディング)

17. Digital holographic PTV for complicated flow in a water by two cameras and refractive index-matching method, Masataka Kuniyasu, Yusuke Aoyagi, Noriyuki Unno, Shin-ichi Satake, Kazuhisa Yuki, Yohji Seki, Optical Review, DOI 10.1007/s10043-016-0203-0, 2016 (査読有)
18. Threshold speed of instability of a herringbone-grooved rigid rotor with a bearing bush flexibly supported by straight spring wires, Kei Somaya, Koki Okubo, Masaaki Miyatake, Shigeka Yoshimoto, ASME TurboExpo 2015, pp.GT2015-43161, 2015 (査読有)
19. Development of direct gas injection system to atmospheric-pressure in-solution discharge plasma for plasma degradation and material syntheses, Motohiro Banno, Kenta Kanno, Hiroharu Yui, RSC Advances 6, 16030-16036, 2016 (査読有)
20. Structural Transition of *Bombyx mori* Liquid Silk Studied with Vibrational Circular Dichroism Spectroscopy, Toshinori Morisaku, Sho Arai, Kohzo Konno, Yu Suzuki, Tetsuo Asakura, Hiroharu Yui, Analytical Science **31**, 763-768, 2015 (査読有)
21. Thermal Denaturation of Type I Collagen Fibrils Investigated with Vibrational Circular Dichroism Spectroscopy, Tosinori Morisaku, Yusuke Sohara, Hiroharu Yui, Kobunshi Ronbunshu 72, 746-751, 2015 (査読有)
22. Two Stage Inter-frame Prediction using Pixel- and Block-wise Motion Compensation, Yusuke Kameda, Junpei Takeichi, Masaki Ishibashi, Ichiro Matsuda, Susumu Itoh, Proceedings of the 22nd International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP 2015), pp.145-148, 2015 (査読有)
23. SIMD implementation of Red-Black Gauss-Seidel Method for Optical Flow Computation with Numerical Stability, Taira Komatsuzaki, Yusuke Kameda, Ichiro Matsuda, Susumu Itoh, Proceedings of the 19th International Workshop on Advanced Image Technology 2016 (IWAIT 2016), No.P.2B-3, pp.9-12, 2016 (査読有プロシーディング)
24. Spatial run-length limited code for reduction of hologram size in holographic data storage, Shuhei Yoshida, Yosuke Takahata, Shuma Horiuchi, Manabu Yamamoto, Opt. Commun. 358, pp.103-107, doi:10.1016/j.optcom.2015.08.088, 2016 (査読有)

研究課題（研究者別）

（ホログラフィックメモリ構築グループ）

山本　学

「回折光学素子を用いたROM型ホログラムメモリに関する研究」

回折光学素子によりROM型ホログラムメモリを実現することを目的とする。回折光学素子は、表面に形成された微細な凹凸による回折現象を利用する機能的光学素子であり、凹凸の深さを多値に調節することで入射波面の位相を任意に変換できる。反復回折法により最適化された凹凸パターンをホログラムとし電子ビーム描画法により作製する。多重ホログラムを作成する反復回折法アルゴリズムと多値階調深さの設計法の確立が研究課題である。

吉本　成香

「高真空対応型高精度案内機構の研究」

真空チャンバ中において高精度な運動機構を達成するためにイオン液体を用いた静圧案内機構の開発を行っている。本年度は静圧軸受に加圧されたイオン液体を送るための超磁歪素子を用いたピストンポンプの開発および静圧ジャーナル軸受を構成するために必要となる磁性イオン液体の開発を行った。開発したピストンポンプにより真空チャンバ内で加圧液体を送ることができること、また磁性を示すイオン液体を開発できることを確認した。

佐々木　信也

「ナノインプリント金型表面のトライボロジー特性評価に関する研究」

ナノインプリント用金型表面に使用する離型剤の性能を簡便な摩擦・摩耗試験によって加速評価する方法について検討を進めている。微小荷重領域での高精度な測定が可能な摩擦・摩耗試験を開発し、これを用いて離型処理したシリコン基板の摺動試験を行った。その結果、摩擦回数がある閾値を超えたところで摩擦係数が急激に増加し摩耗損傷が起こることが明らかとなった。閾値と金型寿命との関係より加速評価が可能であると考えられる。

向後　保雄

「DLCの密着性に関する研究」

DLCは平滑性・離型性に優れることから、型材の表面コーティングとして用いられる。しかしながら、型材とDLCの密着性が低い場合、離型性を十分に発揮できない場合がある。ここでは、DLCの製膜条件と密着性の関係を調査した。スクラッチ試験により、成形条件と密着性の関係を示した。今後は、製膜条件と離型性都の壮観についても検討し、ナノインプリントへの応用を目指す。

由井　宏治

「ナノインプリント金型表面の顕微・位相差レーザー分光分析」

ナノインプリント用金型表面に使用する離型剤について、金型表面における塗付状況や摩擦・摩耗試験後の剥離の進行状況等についてレーザーラマン散乱法等の振動分光法を用いて化学分析する。このとき表面微細加工された金型表面での分析を実現するために顕微技術を組み合わせ、マイクロメートルの空間分解能で行う。また塗付厚み変化等を計測するため光位相差計測技術なども導入し、金型表面の物理・化学状態を多角的に分析する。

谷口　淳

「電子ビーム露光法によるホログラフィックメモリ原盤作製技術に関する研究」

ホログラフィックメモリROM用に深さを変化させたナノパターンを電子ビーム露光法により確立する。また、ROMディスク用に回転させながら、深さ変化させたナノパターンの形成方法についても研究を行う。深さを変える方法は、電子ビームの照射量を変化させる方法と、電子ビームの加速電圧を変化させる方法の二つで行う。

（ホログラフィ応用計測グループ）

佐竹　信一

「エバネッセント光を用いたデジタルホログラム流速計の開発」

エバネッセント光を発生させガラス表面の評点のホログラム像の取得を行った。粒子径及び光量の選定を行った。TIRF 顕微鏡での同定された粒子を用いて原理実証を行った。

松田　一朗

「画像データのロスレス再符号化に関する研究」

画像データの記録・保存にはロッシー符号化技術を用いるのが一般的である。ロッシー符号化では圧縮処理を施すたびに符号化歪が蓄積するという性質があるため、JPEG などの旧世代の方式で保存されている画像データを、最新の符号化技術を用いて再圧縮しようとしても十分な符号化効率を達成できない。本研究では、これまでに JPEG 形式で蓄積されてきた大量の画像データを、無歪のまま更に圧縮する技術の開発を目指す。

鈴木　康一

「沸騰気泡のホログラフィ計測技術の開発に関する研究」

観測対象物と周囲環境の温度が異なる現象、例えば沸騰現象における沸騰気泡と近傍の温度ゆらぎおよび観測体積における気泡密度は、ホログラフィ計測精度に大きく影響することが考えられる。本研究では、水以外の FC72 およびエチレングリコール・混合媒体の対流沸騰を透明容器中に実現し、沸騰気泡のホログラフィ計測技術の開発および測定精度と限界を明らかにし、気泡微細化沸騰現象の解明および高密度熱輸送技術の実用化を目指す。

結城　和久

「屈折率調合デジタルホログラムを用いた充填層流れの可視化」

本研究ではデジタルホログラムを用いた流体計測に屈折率調合法を適用し、従来の可視化技術では困難であった複雑流路の 3 次元流動構造を可視化することを目的としている。屈折率調合法では、水と同じ屈折率を有する材料を管路や構造物として使用する方法と、作動流体の屈折率を構造物の屈折率に適合させる方法がある。本研究では、ホログラム計測に対する屈折率調合法の適応性を評価し、工学的汎用性の高い充填層流れを可視化する。

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 27 年 11 月 18 日に国際シンポジウムである第 14 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 4 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 さらに平成 26 年 11 月 12 日に第 13 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 年度に発足したものであり、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 27 年 9 月に名誉博士号 Pannonia 大学、ハンガリー）および褒章（硤合憲三が平成 24 年 4 月紫綬褒章）で表されるように、確固たる研究成果を挙げつつある。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 27 年度分）

学術論文

1．The First Non-enzymatic Dynamic Kinetic Resolution of Racemic 2-(1*H*-pyrrol-1-yl) alkanoic Acids by the Asymmetric Esterification Using Chiral Acyl-transfer Catalyst, Takayoshi NAKAHARA, Atsushi TENGEIJI, Eri TOKUMARU, and Isamu SHIINA, *Peptide Science*, 2015, 11.（査読有）

2．Total Synthesis of (3*R*,16*E*,20*E*,23*R*)-(-)-Eushearilide and Structural Determination of Naturally Occurring Eushearilide, Takayuki TONOI, Ryo KAWAHARA, Yutaka YOSHINAGA, Takehiko INOHANA, Keiko FUJIMORI, and Isamu SHIINA, *Tetrahedron Letters*, 2015, *56*, 1356-1359.（査読有）

3．Synthesis of a Homochiral [2]Rotaxane from a BINOL-derived Macrocyclic Phenanthroline, Saito, S.; Hirano, Y.; Mutoh, Y.; Kasama, T. *Chem. Lett.* 2015, *44*, 1509-1511.

4．Synthesis of [3]Rotaxanes by the Combination of Copper-Mediated Coupling Reaction and Metal-Template Approach, Hayashi, R.; Mutoh, Y.; Kasama, T.; Saito, S. *J. Org. Chem.* 2015, *80*, 7536-7546.（査読有）

5．Helical mesoporous silica as an inorganic heterogeneous chiral trigger for asymmetric autocatalysis with amplification of enantiomeric excess, T. Kawasaki, Y. Araki, K. Hatase, K. Suzuki, A. Matsumoto, T. Yokoi, Y. Kubota, T. Tatsumi, K. Soai, *Chem. Commun.*, 2015, *51*, 8742-8744. (Front Cover)（査読有）

6．Crystal Structure of Isopropylzinc Alkoxide of Pyrimidyl Alkanol: Mechanistic Insights for Asymmetric Autocatalysis with Amplification of Enantiomeric Excess, A. Matsumoto, T. Abe, A. Hara, T. Tobita, T. Sasagawa, T. Kawasaki, K. Soai, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2015, *54*, 15218-15221.（査読有）

7．Structural Transition of Bombyx mori Liquid Silk Studied with Vibrational Circular Dichroism Spectroscopy, Toshinori Morisaku, Sho Arai, Kohzo Konno, Yu Suzuki, Tetsuo Asakura, and Hiroharu Yui, *Analytical Sciences* 31, 763-768 (2015).（査読有）

8．金属ポルフィリン錯体による二酸化炭素とエポキシドとの交互共重合，杉本裕，*触媒*, 2016, 印刷中.（査読有）

9．The Effects of Noncovalent Interactions on Surface Structures Formed by Diketopyrrolopyrrole Pigment and Its Alkyl-Derivatives on HOPG Substrate, Akinori Honda, Yoshinori Tamaki, Kazuaki Tomono and Kazuo Miyamura, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 88, 969-975 (2015).（査読有）

10. The fluorescence lifetimes of the *gerade* states of HD near the second dissociation limit, K. Tsukiyama and Y. Ogi, *J. Mol. Spectrosc.*, 312, 87-89 (2015).（査読有）

著書

1．不斉エステル化反応を用いたキラル医薬品の合成 －抗炎症剤および抗肥満薬の製造を例として－(Synthesis of Chiral Pharmaceutical Drugs by Using Asymmetric Esterification －Application for the Production of Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs; NSAIDs, and Tetrahydrolipstatin; THL－), 中田健也, 殿井貴之, 椎名 勇, *月刊ファインケミカル* 2016, *45*, 41-49.

招待講演

1．Isamu SHIINA, Enantioconvergent Dynamic Kinetic Resolution of Racemic 2-(1*H*-Pyrrol-1-yl) alkanoic Acids to Provide Chiral Alpha-Amino Acid Derivatives by the Asymmetric Esterification, The 13th International Kyoto Conference New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-13), リーガロイヤルホテル京都, 2015 年 11 月 11 日

2．硤合 憲三,「不斉自己触媒反応とホモキラリティーの起源」モレキュラー・キラリティー 2015, 東京, 2015 年 6 月 12-13 日

３．K. Soai,“Asymmetric Autocatalysis with Amplification of Enantiomeric Excess and the Origin of Homochirality”, Frontiers of Chirality in Organic Chemistry, Pacifichem 2015, Honolulu, HI, USA, December 15-20, 2015.

特許

１．「ユーシェアリライド類の製造方法」, 椎名 勇, 殿井貴之, PCT/JP2015/080469（仮番号), 2015.10.28

広報

１．椎名 勇,「向山アルドール反応を用いた抗がん剤の合成に関する研究（*The Chemical Record* 2014, *14*, 144-183 等)」が“有機化合物　自在に生む”として『読売新聞』の科学面（10 面の半紙面）で報道された。読売新聞, 2015 年 10 月 1 日（木）

２．硤合 憲三, 川崎 常臣, 松本 有正らの論文（*Chem. Commun.*, 2015, *51*, 8742-8744）が Front Cover に採用された。

受賞

１．椎名 勇, 平成 27 年度 文部科学大臣表彰 科学技術賞［開発部門］(The Prize for Science and Technology 2015 [Development Category] (The Commendation for Science and Technology by the Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology))
授賞業績：医薬品と新素材の高効率生産を可能にした脱水縮合反応の開発 (Development of the Dehydration Condensation Reactions for the Effective Syntheses of Pharmaceuticals and New Chemicals)
受賞日：2015 年 4 月 15 日

２．椎名 勇, 平成 26 年度 第 47 回 市村学術賞・功績賞 (The Ichimura Prize in Science FY 2014)
授賞業績：高効率な医薬品製造を可能にした革新的脱水縮合反応の開発 (Development of Innovative Dehydration Condensation Reaction that Enables Highly Efficient Pharmaceutical Manufacturing)
受賞日：2015 年 4 月 23 日

３．硤合 憲三, Doctor Honoris Causa (名誉博士号). University of Pannonia, Vesprem, Hungary, September 4, 2015.

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

「アクチノラクトマイシン全異性体の不斉全合成」

アクチノラクトマイシンは放線菌（*Streptmyces flavoretus*）より単離され、環上に 4 つの不斉炭素を有する飽和型単環性 9 員環ラクトンと考えられていた。我々はこの化合物の合成研究に着手し、不斉アルドール反応ならびに MNBA を用いたラクトン形成反応を活用することで全立体異性体を人造した。しかしながらいずれの化合物も天然物とはスペクトルが一致しなかったことから、提案されたアクチノラクトマイシンの構造は誤りであることを証明した。

斎藤　慎一

「キラルインターロック化合物の創製」

我々は環構造にキラル中心を導入した後にロタキサンへと変換することによりキラル［2］ロタキサンを合成した。また、合成したキラルロタキサンの CD スペクトルを解析することにより CD シグナルがロタキサンの様々な部位で誘起されていることを明らかにした。さらに 3 つのコンポーネントからなるインターロック化合物（ロタカテナンや［3］ロタキサン）を合成した。

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し、様々な有機化合物の不斉合成を実現する触媒として利用する。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。そして新規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 *Eupenicillium shearii* より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することが報告されていた。我々は、鎖状立体制御法を駆使して目的のセコ酸を構築後、MNBA 法による環化反応を鍵工程として本提案構造体の全合成を達成し、さらにその構造修正を実施した。最終的に、(3*S*,16*E*,20*E*,23*S*)-ユーシェアリライドを人工合成することで、天然ユーシェアリライドの正しい立体構造を確定すると同時に研究を完遂した。

（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、I 型コラーゲン繊維が無秩序構造に熱変性する過程を追跡し、繊維が無秩序構造に転移する過程における立体構造変化および中間体構造を明らかにする。さらに、同手法を用いて、家蚕の液状絹水溶液が、脱水和によって絹繊維に構造転移する過程を追跡する。液状絹水溶液の二次構造や、中間体構造を明らかにする。

宮村　一夫

「色素分子が示す二次元キラリティーに関する研究」

色素分子は、通常π電子系が発達した平板状の分子であり、アキラルな分子である場合が多い。しかし、平板状の分子が表面に吸着するとプロキラルであれば、表面での二次元キラリティーを発現する。また分子の被服の溶液によってもキラリティーが発現する。本研究では、その動的挙動も含めて解析する。

築山　光一

「赤外多光子吸収によるキラル分子濃縮・分離」

分子に高強度赤外レーザーを照射すると多段階の光子吸収を起こし、解離反応や異性化反応が誘起される。我々は、中赤外領域において波長可変であり、ピコ秒パルスを有する高輝度光源である東京理科大学赤外自由電子レーザー(FEL-TUS)を光源とし、気体分子(エピクロロヒドリン(C_3H_5ClO)や 2,3-ジハイドロフラン(C_4H_6O)) の赤外多光子吸収による解離反応や異性化反応を追跡したところ、熱反応とは異なる反応経路を見出した

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極微小の不斉を顕著に増幅させることが可能である。
本反応を用いて不斉識別が困難である同位体不斉、アキラル化合物が形成するキラル結晶等を不斉開始剤とする不斉自己触媒反応を行うことにより、生成物の絶対配置を決定し、これにより不斉開始剤の不斉を識別する。

光触媒国際研究センター

光触媒国際研究センターについて

1. 概要

光触媒は日本発の世界をリードする科学技術の一分野であり、エネルギー・環境問題を解決する科学技術として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は「酸化チタン」がある。酸化チタンに太陽光などの光が当たると、「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」効果は防曇、防汚（セルフクリーニング効果）などに有効だ。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、酸素への完全分解は人工光合成の可能性の観点からも、長年活発な研究開発が続けられている。

このような背景のもとに、本センターは、光触媒及び関連分野の競争力強化のために必要な光触媒総合システムの戦略的研究開発と、光触媒によるグリーン・イノベーションを担う優秀なグローバル人材を育成する拠点として、経済産業省「イノベーション拠点立地支援事業（技術の橋渡し拠点整備事業）」に採択され、前身のエネルギー・環境光触媒研究部門を発展的に解組し、平成 25 年 4 月にスタートした。

2. センターの構成と施設設備

光触媒国際研究センターは平成 25 年 4 月に野田キャンパスにオープンし、学内外の教員および研究者 40 名強を中心にスタートした。地上 4 階建ての延床面積 2,600 ㎡の建屋には 22 の研究室を配置し、大型の分析装置を始め、この中でほとんどの実験が行えるように研究設備を導入している。また、学部・大学院生だけではなく外国からのポスドク研究員も加わり、活発な研究活動を行っている。本センターでは当初、光触媒に関連する要素技術を便宜上 3 つのグループに分け、各グループで開発した技術をさらにインテグレートさせるための開発を進めて、より高機能さらには新規機能を有するように、それぞれのグループが連携を取り合っている。それゆえ、研究推進の相乗効果が期待され、成果目標に掲げられたエネルギーと環境の問題解決のためのサイエンスとテクノロジーを展開し社会貢献を行っている。そして、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とっている。



写真 光触媒国際研究センターの外観

研究開発設備については、本センター内に以下のような施設設備を設置している。

材料作製機器

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

材料評価機器

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

光触媒機能評価装置

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

バイオ関連機器

植物細胞培養装置、動物細胞培養装置、微生物培養装置、植物工場

3. 各研究グループの活動報告

平成25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26年6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。

セルフクリーニンググループでは、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27年度は、学内教員12名、学外教員4名でグループを構成した。主な研究内容は、酸化チタン微粒子の形態制御（ナノシート、ナノコイルなど)、コーティング基材の検討（形状加工、有機高分子基材の探索など)、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・メッキ技術など)、可視光応答型光触媒材料の探索（コンビナトリアル技術など）であり、分野横断による協力体制で研究活動を行った。

環境浄化グループでは、下記の重点項目について検討を行った。抗菌・抗ウイルス分野については、酸化タングステン光触媒とエタノールを組み合わせた芽胞形成菌の不活化に関する検討を行った。その結果、可視光照射下でエタノール水溶液の濃度が 80%の場合、芽胞菌の不活化が確認され、最終的に全滅することが分かった。また光触媒反応後の溶液をHPLCを用いて過酸化物の検出を試みたところ、その生成を確認した。これにより酸化タングステンを用いた場合ではエタノールの酸化分解による過酸化物が生成し、不活化に寄与したと推察された。脱臭・水処理装置の分野については、植物灰添加による可視光応答型光触媒の高活性化を検討した。その結果、バジル灰を酸化タングステンに添加することによって高活性化し、アセトアルデヒドの完全分解が達成された。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、JST国際科学技術共同研究推進事業「エネルギー利用の高効率化」領域にて実施され、グループ間の連携により成果が得られた。

人工光合成グループでは、グループ間の連携により人工光合成システムに関わる研究を推進した。水分解光触媒では、可視光応答性硫化物光触媒電極を開発し、還元型酸化グラフェン添加により高性能化されたRu担持Cu_2ZnGeS_4電極を光カソードとしてCBD法によりZnSで表面修飾することで、大きなカソード光電流を得ることに成功した。また、可視光応答性酸化物光アノードの開発にも成功し、Wドープ$BiVO_4$微粒子を塗布して作製した光電極にCoO助触媒を担持することで、アノード光電流の向上とオンセット電位の改善を観察した。この結果はCoO担持未ドープ$BiVO_4$光電極の性能を上回っていた。さらに、助触媒の超微細化を検討し、助触媒のサイズ効果について検討を行った。非常に微細なチオラート保護金クラスター（$Au_n(SR)_m$）を光触媒の助触媒に用いることで、高活性水分解光触媒を創製する上で有効であることを明らかにした。これら酸化物系光触媒材料の局所構造解析において、高分解能TEM測定及びSpring-8で放射光X線全散乱測定を行った。また、最近、無機材料であるダイヤモンド半導体にAgナノ粒子を担持することで、二酸化炭素を高効率で光電気化学的に還元できることを見出した。この結果は、JST 戦略的創造研究推進事業であるACT-Cプログラムで実施しており、H27年度の中間審査を経て、H29年度まで継続することが決定した。その他、文科省新学術領域研究でも「人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換：実用化に向けての異分野融合」研究が進行中である。

以上の成果のいくつかはマスコミに取り上げられ、また賞を授与されるに至った。

4. 研究活動の展望

光触媒は 1,000 億円産業に発展しており、それでもなお社会からはより高度なニーズが多数上っている。セルフクリーニング効果や強い酸化分解力を利用した空気・水浄化によるクリーンな環境、人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換でクリーンなエネルギーなどを創出し、偽物を排除したホンモノ志向の研究活動を推進する。そのため、JIS、ISO 規格及び光触媒性能評価用機器利用を促進し、さらに、最先端プラズマプロセス等の新規合成法を駆使した光触媒材料の開発も支援する。本センターの設備備品を共同利用に公開し、全国の研究者コミュニティとの共同研究を通して、社会のニーズに応える社会実装につながる学術研究へと進展する活動を行う。

5. むすび

トピックスでも紹介したように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及び普及を目指す、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や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的とし、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 27 年度分）

学術論文

1．Creation on giant two-dimensional crystal of zinc oxide nanodisk by method of single-particle layer of organo-modified inorganic fine particles, Qi Meng, Nanami Honda, Saki Uchida, Kazuaki Hashimoto, Hirobumi Shibata, Atrsuhiro Fujimori, Journal of Colloid and Interface Science, 453, pp 90-99, 2015（査読有）

2．In Situ Photoconductivity Kinetic Study of Nano-TiO_2 during the Photocatalytic Oxidation of Formic Acid: Effects of New Recombination and Current Doubling, Jingjing Yang, Baoshun Liu, Huan Xie, Xiujian Zhao, Chiaki Terashima, Akira Fujishima, Kazuya Nakata, J. Phys. Chem. C, 119, pp21711-21722, 2015（査読有）

3．Preparation and hydrophobicity of solid-liquid bulk composite using glass and fluorinated oil, Y. Takada, M. Sakai, T. Isobe, S. Matsushita, N. Nakajima, Journal of Materials Science, 50 巻, pp.7760-7769, 2015 (2015)

4．Modulating the interaction between gold and TiO_2 nanowires for enhanced solar driven photoelectrocatalytic hydrogen generation, P. Sudhagar, T. Song, A. Devadoss, J. W. Lee, M. Haro, C. Terashima, V. V. Lysak, J. Bisquert, A. Fujishima, S. Gimenez, U. Paik, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 17, 19371-19378, 2015（査読有）.

5．光触媒の応用研究と今後の展望，寺島千晶，中田一弥，鈴木智順，勝又健一，森戸祐幸，藤嶋昭，*空気清浄*, 53, 4-12, 2015（査読有）.

6．オウゴンの加工調製法ならびに栽培年数が成分に与える影響と一酸化窒素産生抑制活性について，渕野裕之，新井玲子，田中まなみ，樹下耕太郎，大根谷章浩，和田浩志，熊谷健夫，川原信夫，生薬学雑誌,70 巻 1 号，pp 1-9，2016（査読有）

7．A Green and Biocompatible Magnetically Powered NickelFlagella Nanomotor, Isao Shitanda, Masaki Terashima, Sirilak Sattayasamitsathit, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, Chemistry Letters, 44(3), 300-302 (2015)（査読有）

8．Synthesis of Silica Nanotube Using Myelin Figure as Template and their Formation Mechanism, Fukamachi, T., Endo, T., Yabuki, Y., Ogura, T., Misono, T., Torigoe, K., Sakai, K., Abe, M., Sakai, H., *J. Oleo Sci.* 64, 663-672, 2015.(査読有)

9．Porous ZrO_2 Sheets Synthesized Using an Ionothermal Method and Their Absorption Properties, T. Yamada, K. Katsumata, N. Matsushita, K. Okada, Dalton Transactions, 44, pp 8247-8254, 2015.(査読有)

10. TiO_2-Impregnated Porous Silica Tube and Its Application for Compact Air- and Water-Purification Units. Ochiai, T.; Tago, S.; Hayashi, M.; Tawarayama, H.; Hosoya, T.; Fujishima, A., Catalysts 2015, 5, 1498-1506.(査読有)

11. TMiP による空気清浄機を用いた脱臭性能，豊田 悠也，横田 大佑，細田 和夫，森戸 祐幸，クリーンテクノロジー，日本工業出版社，pp16-19，2015 Vol.25 No.9

12. Effect of Annealing on Crystal and Local Structures of Doped Zirconia Using Experimental and Computational Methods, Takanori Itoh, Masashi Mori, Manabu Inukai, Hiroaki Nitani, Takashi Yamamoto, Takafumi Miyanaga, Naoki Igawa, Naoto Kitamura, Naoya Ishida, Yasushi Idemoto, *The Journal of Physical Chemistry C*, 119, 8447-8458 (2015).(査読あり)

13. Fabrication of nanostep for total internal reflection fluorescence microscopy to calibrate in water, Noriyuki Unno, Asao Maeda, Shin-ichi Satake, Takahiro Tsuji, Jun Taniguchi, Microelectronic Engineering 133 (2015) 98-103（査読あり）

14. Enhanced Sensitivity for Electrochemical Detection Using Screen-Printed Diamond Electrodes via the Random Microelectrode Array Effect, Takeshi Kondo, Ikuto Udagawa, Tatsuo Aikawa, Hironori Sakamoto Isao Shitanda, Yoshinao Hoshi, Masayuki Itagaki, Makoto Yuasa, Anal. Chem., 88, 1753-1759, 2016（査読有）.

15. Single-step electrospun TiO_2-Au hybrid electrodes for high selectivity photoelectrocatalytic glutathione bioanalysis, Anitha Devadoss, Asako Kuragano, Chiaki Terashima, P. Sudhagar, Kazuya Nakata, Takeshi Kondo, Makoto Yuasa, Akira Fujishima, J. Mater. Chem. B, 4, 220-228, 2016（査読有）

16. Preparation of Highly Crystallized Strontium Titanate Powders at Room Temperature, Yuki Yamaguchi, Yoshihiro Kanamaru, Minori Fukushima, Kenjiro Fujimoto, and Shigeru Ito, Journal of the American Ceramic Society 98(10) (2015) 3054-3061.(査読有)
17. New Insight into Structural Evolution in Layered $NaCrO_2$ during Electrochemical Sodium Extraction, Kei Kubota, Issei Ikeuchi, Tetsuri Nakayama, Chikara Takei, Naoaki Yabuuchi, Hiromasa Shiiba, Masanobu Nakayama and Shinichi Komaba, *J. Phys. Chem. C*, 119 (1), 166-175 (2015).(査読有)
18. Electrochemical Lithiation Performance and Characterization of Silicon-Graphite Composites with Lithium, Sodium, Potassium, and Ammonium Polyacrylate Binders, Zhen-Ji Han, Kiyofumi Yamagiwa, Naoaki Yabuuchi, Jin-Young Son, Yi-Tao Cui, Hiroshi Oji, Akinori Kogure, Takahiro Harada, Sumihisa Ishikawa, Yasuhito Aoki, and Shinichi Komaba, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 17, 3683-3795 (2015).(査読有)
19. Updatable Holographic Diffraction of Monolithic Carbazole-Azobenzene Compound in Poly(methyl methacrylate) Matrix, Naoto Tsutsumi, Kenji Kinashi, Kanako Ogo, Takahiro Fukami, Yuuki Yabuhara, Yutaka Kawabe, Kazuhiro Tada, Kodai Fukuzawa, Masuki Kawamoto, Takafumi Sassa, Takashi Fujihara, Takeo Sasaki, and Yumiko Naka, *J. Phys. Chem. C* 2015, *119,* 18567-18572 (査読有)
20. A Unified Framework for Understanding the Structure and Modifications of Atomacally Precise Monolayer Protected Gold Clusters, Natarajan, G.; Mathew, A.; Negishi, Y.; Whetten, R.L.; Pradeep, T. *J. Phys. Chem. C*, 119巻 pp 27768-27785, 2015 (査読有)
21. Photobase Generators Derived from trans-o-Coumaric Acid for Anionic UV Curing Systems without Gas Generation, Koji Arimitsu, Yuri Takemori, Atsushi Nakajima, Ayaka Oguri, Masahiro Furutani, Takahiro Gunji, Yoshimoto Abe, *J. Polym. Sci. A: Polym. Chem.*, 2015, *53*, 1174-1177.(査読有)

招待講演

1. Fabrication of Cell heets Using Titania / Silica Composite Films, Hirobumi Shibata, Energy Materials Nanotechnology Meeting on Photocatalysis, Las Vegas, 2015
2. Photocatalytic activity of sputtered TiO_2 on lightly boron-doped diamond film, C. Terashima, R. Hishinuma, Y. Sugiyama, K. Nakata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015
3. Reduction of carbon dioxide at boron-doped diamond, Kazuya Nakata, The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015.
4. Water Photolysis and Photocatalysis, A. Fujishima, Sol-Gel 2015
5. Bio-inspired Electrochemical Devices -Wearable Biofuel Cell and Nanomotor, Isao Shitanda, Japanese-Chinese Symposium on Photochemistry and Biochemistry, National Taiwan University, Taipei, 2015/10/7.
6. Photocatalytic decomposition of CO_2 by Zn_2Cr layered double hydroxides, K. Katsumata, N. Matsushita, K. Okada, First International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis, Tokyo University of Science (Japan)
7. TiO_2-impregnated porous silica tube and its application for compact air- and water-purification units, Tsuyoshi Ochiai, Shoko Tago, Mio Hayashi, Hiromasa Tawarayama, Toshifumi Hosoya, and Akira Fujishima, The 21st China-Japan Bilateral Symposium on Intellignet Electrohptonic Materials and Molecular Electronics, 2015.9.12, Xiamen, P.R. China
8. Digital holographic-PTV for complicated flow in a water by two cameras and refractive index-matching method, Proc. of OIE'15,, pp. 12-13, Sep. 1-3 , Masataka Kuniyasu, Yusuke Aoyagi, Noriyuki Unno, Shin-ichi Satake, Kazuhisa Yuki, Yohji Seki and Mikio Enoeda, Carelicum, Joensuu, Finland, (2015)
9. 「ダイヤモンドナノ粒子の機能化とその応用」, 近藤剛史, 一般社団法人未踏科学技術協会ナノ粒子・構造応用研究会 第11回公開講演会, 東京, 2015

10. ポリチオフェンナノ粒子の水中における多刺激クロミズム，川本益揮，第 25 回日本 MRS 年次大会，横浜，2015
11.「高感度フォトポリマーの創製」，有光晃二，第 31 回ポリマー光部品（POC）研究会，（独）産業技術総合研究所臨海副都心センター，2015 年 3 月 2 日

特許

1．中田一弥，山口友一，下戸貴仁，寺島千晶，勝又健一，鈴木智順，池北雅彦，藤嶋昭 「消毒剤及び消毒方法」特願 2015-229953，11 月 25 日，2015.
2．寺島千晶，平野裕衣里，中田一弥，藤嶋昭，湯浅真，近藤剛志，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 2015-234066，11 月 30 日，2015.
3．落合 剛，田子祥子，林 美緒，藤嶋 昭，国内優先出願，電極、電極の製造方法，オゾン製造方法，特願 2016-047455
4．森戸 祐幸，藤嶋 昭，国内優先出願，感光剥離性接着フィルム，特願 2015-87210，2015.4.24
5．森戸 祐幸，実用新案，紫外光照射装置，特願実願 2016-538，2016.2.9
6．井手本 康，北村 尚斗，石田 直哉，特許出願，マグネシウム二次電池用正極活物質、マグネシウム二次電池用正極、及びマグネシウム二次電池，No.2015-117810，2015.
7．井手本 康，北村 尚斗，石田 直哉，松本 一，窪田 啓吾，特許出願，マグネシウム二次電池及び充放電方法，No.2015-044810，2015.
8．井手本 康，北村 尚斗，石田 直哉，特許出願，マグネシウム複合酸化物の製造方法，No.2015-044821，2015.

広報

1．藤嶋昭，工藤昭彦，寺島千晶，科学雑誌ニュートン 8 月号「光触媒でクリーンな社会へ」写真入りで紹介，2015
2．藤嶋昭，工藤昭彦，寺島千晶，科学雑誌ニュートン別冊「光触媒でクリーンな社会へ」記事 pp.32-45 の中で研究の紹介，2015
3．工藤、英国王立協会発行の Chemical Society Review（インパクトファクター：30）に 2009 年に掲載された論文"Heterogeneous photocatalyst materials for water splitting"が、Chemical Society Review の 2015 年 4-6・7-9・10-12 のダウンロード数 Top15 に入った。
4．中田一弥，"拓く 研究人"，日刊工業新聞，2015
5.「玉の図鑑」森戸 祐幸／学研プラス，児童福祉文化賞推薦作品，厚生労働省 社会保障審議会，2015.3.30

受賞

1．浅子典弘，岩瀬顕秀，工藤昭彦，「Z-Schematic Solar Water Splitting using Composite of Various Metal Oxides-Loaded SrTiO3:Rh and BiVO4 Photocatalysts」第 1 回光触媒国際シンポジウム若手ポスター賞，光触媒国際研究センター，2015
2．K. Honda, C. Terashima, K. Nakata, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Plant Growth Using of Solution Plasma Treated Water with Nitrogen, Second International Symposium on Advanced Water Science and Technology (ISAWST-2) Best Presentation Award, 2016 年 2 月 16 日
3．英国王立化学会誌（J. Mater. Chem. B）の Front Cover に選定
4．"Single-step electrospun TiO_2-Au hybrid electrodes for high selectivity photoelectrocatalytic glutathione bioanalysis" A. Devadoss, Asako Kuragano, C. Terashima, P. Sudhagar, K. Nakata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, J. Mater. Chem. B, 4, 220-228, (2016)
5．菱沼良太，原田洋平，寺島千晶，上塚 洋，中田一弥，近藤剛史，湯浅 真，藤嶋 昭，液中プラズマを用いたダイヤモンド電極の作製と電気化学特性評価，日本材料科学会 第 3 回メゾスコピック研究会講演会若手奨励賞，2015 年 11 月 25 日
6．Y. Yamamoto, K. Nakata, Y. Kanai, C. Terashima, Y. Yoshimi, K. Sakaguchi, M. Abe, M. Ikekita, A. Fujishima, Photocatalytic Production of Rare Sugars, First International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis, Photocatalysis 1 young poster award, 2015 年 9 月 4 日

７．有機溶媒/固体界面に形成する水吸着層を反応場としたチタニア薄膜の調製および光触媒機能評価，釼持大志朗，遠藤健司，鳥越幹二郎，酒井健一，阿部正彦，酒井秀樹，2015 年度色材研究発表会 最優秀講演賞，千葉工業大学，2015 年 10 月
８．北村 尚斗，日本セラミックス協会賞進歩賞，日本セラミックス協会，2015
９．山口祐貴 Poster Award，7th International Conference on Green and Sustainable Chemistry (GSC-7) and 4th JACI/GSC Symposium 2015 年 7 月 8 日
10．山口祐貴 Best Poster Award ,2015 MRS Fall Meeting & Exhibit 2015 年 12 月 2 日
11．駒場慎一，11．次世代蓄電池用新材料の開発“Development of New Materials for Next Generation Batteries”，ドイツ・イノベーション・アワード ゴッドフリード・ワグネル賞 2015，2015 年 6 月 30 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

「チタニア薄膜の光触媒活性に及ぼすチタニア原料・ガラス基板組成の影響に関する研究」

Na 成分量が異なるガラス基板に、アルコキシドまたはゾル原料を用いてチタニアをコーティングし、チタニア原料およびガラス組成が及ぼす光触媒活性への影響を明らかにすることを目的とした。ガラス基板中の Na 成分量の増加によりチタニアの結晶化と光触媒活性が低下することを示し、アルコキシドから作製した薄膜ではガラスから拡散した Na 成分がチタニアの結晶化過程と光触媒活性に影響することを明らかにした。

工藤　昭彦、岩瀬　顕秀

「硫化物を用いた人工光合成型光触媒反応に関する研究」

硫化物を光触媒として用いる場合には、水中での不安定さゆえに強力な還元剤を必要としてきた。そのような光腐食性のある硫化物を用いた人工光合成型光触媒反応を達成した。具体的には、可視光照射下での水分解および二酸化炭素の還元を達成した。また、紫外光照射下ではあるものの、単一の硫化物光触媒を用いて、エネルギー蓄積型のアンモニア水溶液の分解を達成した。

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

「希少糖の生成を指向した光触媒材料の探索および機能性評価に関する研究」

TiO_2 を光触媒としたグルコースなどの単糖類からのアラビノースなどに代表される希少糖の調製を目指し研究を実施した。これは、阿部正彦研究グループ(金井良博 PD が中心となり)が昨年より行っているグルコース燃料電池の開発過程で見出されてきた希少糖の調製を発展させたもので、種々の光触媒に対して試験を行ったところ白金を担持した酸化チタンが最も効率的にアラビノースを形成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 線を用いた光触媒の結晶・電子構造解析」

光触媒の性能はその結晶・電子構造と密接に関係しており、優れた材料を開発するためには精緻な構造解析が必要である。本研究では放射光 X 線回折による結晶構造解析と X 線吸収微細構造解析により、液中プラズマ処理した TiO_2 と植物灰を用いて改質した WO_3 について結晶・電子構造を検討した。その結果、これらの処理・改質により $Ti\text{-}O_6$ および $W\text{-}O_6$ 八面体の歪みが緩和されることが明らかになった。

駒場　慎一

「リチウムイオン電池およびナトリウムイオン蓄電池の電極界面構造に関する研究」

太陽光発電の有効利用を促進するには蓄電池が欠かせない。希少資源を用いない大型ナトリウムイオン電池に期待が集まっているが、本研究では標記電池の難黒鉛化性炭素負極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 X 線光電子分光法によって詳しく調べ、結着剤ポリマーや電解液中のアニオンによって異なる表面被膜がその電池特性に影響することを明らかにした。

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」

水飽和有機溶媒中で固体との界面に形成される水の吸着層を反応場としてゾルゲル反応を進行させることにより、数 nm の厚さを有する酸化チタン薄膜の調製に成功した。炭酸カルシウム粒子の吸着層を鋳型として形態制御された酸化チタン薄膜を調製し、この薄膜がセルフクリーニング機能と反射防止・防眩機能を併せ持つことを見いだした。他に、酸化チタン粒子表面のパターン化した表面改質などについても検討した。

佐竹　信一

「水浄化リアクタの最適化に関する基礎的研究」

本研究では、循環方式内に光触媒の殺菌効果を用いたリアクタを設置することにより菌を殲滅させる装置の小型化と高効率化を目指す。リアクタ内の光触媒反応を想定した流れの可視化をホログラム流速計を使って行った。ペブル間を 2 台のカメラからのホログラム再生画像を用いてシーディング粒子の 3 次元速度ベクトルを得ることができた。

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、μm スケールの溝に光触媒を埋込んだ構造の検討を進めている。今年度は、シリコン基板上の熱酸化膜に幅 10μm の開口部を設けることで、深さ 500nm の溝を設け、この溝に見仮触媒の埋め込みを行った。象嵌細工と同様に、基板を研磨することで溝部にのみ光触媒が残る構造を完成した。紫外線照射後に水を滴下した際、光触媒がある溝部で液滴が伸長する様子が見られた。メチレンブルー溶液の分解では、寸法が小さいためか溝部での局所的反応ではなく、全体的な脱色反応が見られた。

近藤　剛史、湯浅　真

「導電性ダイヤモンドパウダーの機能性電極への応用」

ボロンドープダイヤモンドパウダー（BDDP）を作製し、機能性電極材料への応用を検討した。表面に白金ナノ粒子を担持した BDDP は、カソード触媒として、従来の Pt/C 触媒よりも耐腐食性に優れることが示唆された。BDDP インクを用いたスクリーン印刷電極では、タンパク質の直接電解電流が観測され、その電気化学検出に利用できることがわかった。また、電解水処理用電極への応用を目指した塗布型ダイヤモンド電極の開発を行った。

奈良　松範

「二酸化チタン光触媒によるに水質汚濁制御に関する研究」

水処理技術として粉体状の二酸化チタンを用いた場合、処理水中に二酸化チタンが残留するために水が白濁し、これ自体が水質汚濁となる。二酸化チタンとマグネタイトのハイブリッド光触媒（ハイブリッド光触媒：HPC という）を製造することにより、光触媒を用いた水処理系の出口に磁石を設置することにより HPC を回収し、再利用する方法を開発した。富栄養化の防止を目的として HPC を用いた脱窒に関する実験的研究を行った。

有光　晃二

「酸化チタンを分散したUV硬化膜の作製とセルフクリーニング特性に関する研究」

面に有機基を有する酸化チタン粒子を分散したUV硬化膜を作製し、このときの三次元架橋構造と膜表面の形状を制御することで、トレードオフの関係にある「優れたセルフクリーニング特性」と「膜の耐久性向上」の両立を目的とする。

鈴木　智順

「光触媒担持チタンメッシュフィルターの細菌に対する殺菌メカニズム解析に関する研究」

細菌に対し光触媒を作用させ、細胞構造への影響を観察・比較することで殺菌メカニズムの解明を目指した。その結果、光触媒効果によって最初に細胞膜損傷が起き、その後、増殖能・細胞内ATP活性が失われ、呼吸活性の低下や細胞表層構造の変化が起こることが明らかになった。このことから細胞死の導入は細胞膜のダメージであり、細胞構造が崩壊する以前に細胞内に影響が及び、細胞死が導かれる可能性が示唆された。

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

根岸　雄一

「微小金クラスター助触媒が水分解光触媒活性に与える影響の解明に関する研究」

本研究では、様々な化学組成のチオラート保護金クラスター（$Au_{25}(SR)_{18}$, $Au_{38}(SR)_{24}$, $Au_{144}(SR)_{60}$, $Au_{329}(SR)_{84}$）を助触媒の前駆体に用いることで、光触媒活性に対する助触媒のサイズ効果について調べた。その結果、金クラスター助触媒が水分解光触媒活性に与える影響は、助触媒の表面積だけではなく、前駆体の性質をも考慮に入れる必要がある可能性が示された。

藤本　憲次郎、山口　祐貴

「NOx吸蔵・選択還元触媒に関する研究」

これまでアルカリ金属を有する複合酸化物にNO吸着特性があることを確認してきたが、アルカリ土類金属を有する酸化物に関しても同様の傾向が見られることが分かった。具体的には強誘電体として知られているペロブスカイト型$BaTiO_3$に関して同様の機能があることを確認した。また、触媒装置を立ち上げ、ホーランダイト型、ペロブスカイト型など、取り扱う材料系において貴金属担持なしで、NOx選択還元触媒活性を有することを確認できた。

藤本　憲次郎、山口　祐貴

「ゾルーゲル法によるWO_3系薄膜の作製と光機能性に関する研究」

WO_3へTiO_2を複合化させ、その積層順序やTiO_2の膜厚制御がフォトクロミック性能・光触媒性能へもたらす影響を調査した。さらに、WO_3へのTi、Zrのドープ量や熱処理温度を制御することにより、従来のWO_3系フォトクロミック薄膜と比較して、高速かつ大きなフォトクロミック着色をしめしながらも、優れた光触媒性能（セルフクリーニング機能）を示す薄膜材料を得ることに成功した。

和田　浩志

「光触媒を利用した薬用植物栽培に関する研究」

薬用植物は種子発芽率が低く、また栽培年数を要する場合が多い。中国などからの輸入生薬が高騰したり入手が困難になるなど、薬用植物の国内栽培が急務となっている。そこで、光触媒を活用して薬用植物の種子発芽率向上、栽培年数の短縮化、品質の安定化をめざす方法を探る。まずは、栽培薬用植物や市販種子・果実生薬を入手するとともに、野生植物の種子を採取して光触媒による効果を検討し、実際に圃場で蒔いて実用化をめざす。

勝又　健一

「イオン液体を用いた単結晶ナノシート合成プロセスの開拓」

イオン液体を用いてジルコニアナノシート合成に取り組んだ。塩素系イオン液体を用いてイオノサーマル処理するとロッド状の粒子が規則正しく配列した前駆体が得られ、焼成することでジルコニアを得ることができた。また、イオン液体の側鎖が長い場合において立方晶、正方晶が得られた。フッ素系イオン液体を用いた場合、$NH_4Zr_2F_9$ のプレートが得られ、アニール処理により、単結晶に近いジルコニアプレートを作製することに成功した。

四反田　功

「バブル駆動型マイクロモーターに関する研究」

マイクロモーターの一つに、バブルを駆動力として、水溶液中を遊泳するマイクロモーターが挙げられる。これは、中空のコニカル型チューブの内壁に担持した触媒により燃料を化学的に分解し発生するバブルを利用している。本研究では新たな光触媒を利用したバブル型マイクロモーターの開発に向けた、フォトリソグラフィと電気めっきを組み合わせた積層型マイクロモーターの作製法の開発を行った。

池上　啓太、酒井　宗寿、Vit Kalousek

「高難度光触媒反応を指向した光触媒ナノ粒子の開発」

本研究では、二酸化炭素の還元固定化に適用可能な光触媒を得ることを目的として、高い光還元性能を有する $SrTiO_3$ のナノ粒子化について検討した。共連続多孔構造を有する高分子モノリス構造体の細孔空間内を利用することにより、約 12 nm の 1 次粒径を有する $SrTiO_3$ ナノ粒子が得られた。さらにその 2 次粒子はモノリス構造体に細孔に由来する多孔構造を有していた。既存の固相反応法で合成した $SrTiO_3$ に比べて高い光触媒活性を示すことがわかった。

川本　益揮

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

n 型半導体ポリマーを用い、高いアスペクト比（シートサイズ: 20 mm × 20 mm、膜厚: 50 nm）を有するフリースタンディングナノシートの作製に成功した。また、スパッタリングによるポリマーナノシートへの白金担持を試みた。走査型電子顕微鏡による断面観察の結果、得られたフリースタンディングナノシートは、表裏がポリマー層、白金層（膜厚: 30 nm）となるヤヌス型構造であることがわかった。

鈴木　孝宗

「酸化チタンを基にする各種光触媒の防藻効果に関する研究」

水耕式植物工場は、食糧問題の解決策として注目されているが、栽培資材に発生する藻による栽培効率低下が問題となっている。そこで、実際の植物工場において発生が観測されたクロレラ類の代表として *Chlorella vulgaris* を選択し、酸化チタンを基にする光触媒の防藻効果を調べた。防藻効果の度合いは光源の種類の他、酸化チタンにドープする（修飾する）元素によって異なり、過酸化水素を発生しやすい条件下で防藻効果が顕著に現れることを見いだした。

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」

光触媒および BDD に関する研究成果をシーズ技術とし、産学公の連携をはかりながら、実用化をめざしている。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 微粒子含有塗料を考案し、歯科治療用ピンポイント電解器具などとして応用展開を検討中である。

柴田　裕史

「両親媒性分子を用いた光触媒の機能化」

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

「液体ライトガイドによる太陽光を用いた光触媒への応用研究」

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。住宅の屋上に集光装置を設置して、3 階分程度の距離を伝送するために必要な長さの液体ライトガイド 5㎜φ×20m について評価を行った。液体ライトガイドを主体とした、太陽光を用いる光触媒への応用は照明、消臭等に利用できることが明確になりました。

トランスレーショナルリサーチセンター

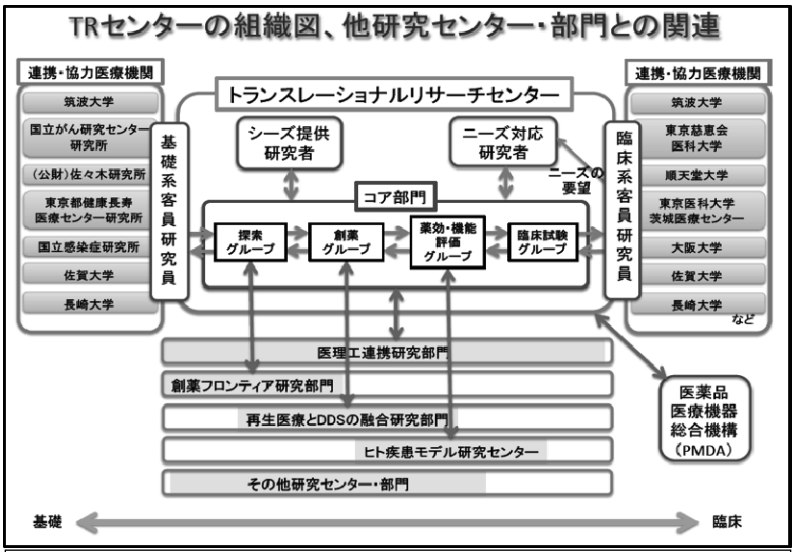
トランスレーショナルリサーチセンターについて

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

本センターには、『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 27 名、リサーチ・アシスタント 2 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）。さらに、H27 年度には学外の医療系機関に所属する客員研究員のニーズに対応するニーズ対応研究者を学内公募し、2 名がメンバーとして加わった。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することができるようになった。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）を設置している。



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、活発な活動が行われている。また、近隣の大学や研究所との連携体制はほぼ確立され（H27 年 3 月 7 日に慈恵会医医科大学臨床研究センターと合同シンポジウムを開催）、さらに医薬品医療機器総合研究機構（PMDA；連携大学院協定締結交渉中）やハワイ大学癌センター（連携協定締結に向けての予備交渉を開始）との連携体制構築に主導的な立場を果たしている。

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、4）インフルエンザ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、代表的な小児がんに関して、その最も重要な予後不良因子であるN-Mycタンパク質のプロテアソーム分解が、レチノイン酸存在下にインテグリンを活性化することによって誘導されることを見出し、治療標的としての可能性を見出した。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ことを明らかにすると共に、インテグリン不活性化因子であるFNIII14が神経膠腫の悪性化を阻害する薬物として利用できる可能性を示した。秋本は、乳癌幹細胞の生存機構に関わる候補分子をオミックス解析により複数同定しており、本年度は細胞レベルや臨床データ解析により、これらの中から診断マーカーや創薬標的として有望な分子を複数選出した。

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、単球系細胞のマスターレギュレーターPU.1 により Th2 サイトカイン遺伝子発現が抑制される仕組みを見出すと共に、形質細胞様樹状細胞においてMHCII発現が誘導される分子機構を明らかにした。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い、複数の候補分子を得た。

3）代謝性疾患に関する研究：須藤・水之江は、リソソームの機能障害が肥満症脂肪組織の初期病態に関わること、天然に存在する二糖類であるトレハ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した。

4）インフルエンザに関する研究：佐藤（圭）は、符号理論をインフルエンザA型ウイルスのヘマグルチニンレセプター結合領域220ループ配列に適用し、同一サブタイプ内において多様な220ループ配列が認められながらもサブタイプ特有の符号構造が維持されていることを見出し、その規則を理解して将来出現可能な220ループ配列を予測した。

3. 2. 創薬グループについて

1）機能性薬物担体の調製と評価：大塚は、効率的な組織再生を実現するために、インシュリン様成長因子(IGF)を担持させたインジェクタブル型相互侵入高分子網目ゲル(CH/PEG/RADA16)を調製し、軟骨細胞応答について検討したところ、長期にわたってIGFの活性を損なうことなく、軟骨細胞の固定化が維持されることを明らかにした。花輪は、経皮吸収型製剤の薬物担体としてハイドロゲルに着目し、電子線架橋する際の照射量を種々変化させたところ、ハイドロゲルの物性が変化し、薬物放出量の制御が可能であることを明らかにした。また、フランツ型拡散セルを用いた皮膚透過試験及びマウスを用いた動物実験の結果から、薬物を含有するハイドロゲルから薬物の放出が認められ、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。

2）核酸医薬の開発：鳥越は、2型糖尿病における皮膚創傷治癒改善を指向したアンチセンス核酸の開発を行い、通常のホスホジエステル骨格からホスホロチオエート骨格に変換したアンチセンス核酸が、標的タンパク質（Foxo1）の有意な発現抑制効果を有することを明らかにした。和田は、ホスフェート結合と立体が制御されたホスホロチオエート結合を適切な場所に配置したPO/PSキメラ型核酸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糖、オリゴジアミノマンノース(ODAMan)の合成に成功した。ODAMan4量体をsiRNAと結合させると、RNase AによるsiRNAの分解が、顕著に抑制されることを明らかにした。

3. 3. 薬効・機能評価グループについて

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、前年度に続いて抗うつ作用をもつ神経ペプチドGLP-2の経鼻投与用誘導体をPCT出願し、さらに認知症改善作用をもつGLP-1及びNeuromedin Uも同様に誘導体して経鼻投与による学習記憶改善作用を示すことを明らか

にした。東・小川は、前年度に開発した ICD-LC/ESI-MS/MS 法を用いて既存の向精神薬を試験し、フロキセチン、クロザピン、オランザピンが脳内アロプレグナノロン濃度を上昇させる SBSS であること、ミアンセリンもその可能性が高いことを明らかとした。吉澤は、ニューロステロイドの一つであるアロプレグナノロンとその類似構造薬であるアルファキサロンの抗不安作用を評価し、アロプレグナノロン合成阻害下での不安様行動の発現およびアルファキサロン（1,3mg/kg）の抗不安作用を高架式十字迷路試験において確認した。

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 が Mpp と Mipep にという 2 種類のミトコンドリアシグナルペプチダーゼにより 2 段階のプロセッシングをうける可能性を明らかにした。この仮説を証明するために Mipep 欠損マウスを作製中である。

3）シェ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、ショーグレン症候群患者の約 6 割が血清中に水チャネル AQP5 の自己抗体をもつことを見出し、その一部に AQP5 に対する中和活性が認められたため、本抗体が外分泌機能異常の原因となる可能性を示唆した。

以上のように、グループ内で複数の分子・化合物を標的とした研究を進めているが、アロプレグナノロンに関するグループ内共同研究も始まっている。今後はさらに各研究者の技術を合わせて実用化に向けて進展させたい。

3. 4. 臨床試験グループについて

1）イベルメクチン全身浴法の有効性と安全性の研究：小茂田は、現場の要望に応え、連続して全身浴を行う際の有効性や安全性、角層採取方法の簡便化について健康成人を対象とした臨床試験を行った。また疥癬患者を対象とした血中・角層濃度の測定と有効性・安全性に関する研究は昨年度に引き続き臨床試験を継続した。

2）アタマジラミ症治療薬整備に向けた研究：小茂田は、琉球大学医学部との共同研究を行い、臨床試験支援システム OpenClinica を活用して Case Report Form を開発し、患者登録や経過記録を電子媒体で効率よくやり取りするシステムを構築した。7 月に倫理審査委員会の承認を得て臨床試験を開始し、目標症例を終了した。薬剤耐性化状況の検討として、患者よりアタマジラミを採取し、遺伝子解析を行った。

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：浜田は PMDA の研究者と共同でがん第 I 相試験の Change-point model を用いた用量探索法について検討した。提案法の動作特性を評価するため、シミュレーション実験により、有効性と毒性の相関を考慮した既存の用量探索法と比較を行った。

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肺神経膠芽腫制御（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・須藤結香）

○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、肥満症治療薬の開発（薬学部・樋上賀一・須藤結香）
○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・須藤結香）
○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）
〇武藤 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

センター内では、本学教員と客員研究員による多数のシナジー効果の高い共同研究活動が行われている。この中から TR センターメンバーを主体とする『自己免疫疾患関連遺伝子解析と核酸医薬による治療法開発』というプロジェクトが学内の競争的研究資金である特定研究助成金に採択された。今後はさらに複数のプロジェクトで学内のみならず外部資金の獲得を目指していく必要がある。

また、特記すべき活動としてハワイ大学がんセンターとの共同研究の可能性を検討するために、平成 27 年 5 月 12 日から 16 日にかけて、TR センターメンバー2 名と URA の職員 1 名とでハワイ大学がんセンターを訪問し、共同研究提案を行った。その結果、「新規 PARP 阻害剤の開発」、「新規神経系腫瘍バイオ医薬の開発」および「次世代核酸医薬技術による膀胱癌治療薬の開発」というテーマで、共同研究開始に向けた事務的作業に入ることが決まった。その後、MTA を締結し、共同研究を開始した。次年度は、ハワイ大学がんセンターの先生方を迎え、国際シンポジウムを開催する予定で、国際共同研究をさらに加速していきたいと考えている。また、将来的にはこの共同研究プロジェクトを基盤として、さらに発展させ、国際連携による創薬プラットフォームの構築を目指したい。このように、今後も、国内外の研究者と連携を深めて、また共同研究へと進め、薬の種を実用化へ近づけていきたいと考えている。

5. むすび

部門からセンターに発展的に改組されて 2 年が経過した。センター内でのシナジー効果の高い共同研究プロジェクトも複数生まれ、また近隣の筑波大学や慈恵会医科大学総合医科学研究センターのみならずハワイ大学がんセンターとの連携も具体化しつつある。今後も、客員研究員を含めたセンターメンバーの総力を挙げて、共同研究プロジェクトを推進すると同時に、実用化に近づいている研究プロジェクトに集約を図り、真の意味でのトランスレーショナルリサーチを実現させるために努力していきたいと考えている。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1．Participation of membrane-type eEF1A in migration, invasion, and metastasis of tumor cells, Imaizumi, T, Kuga, A, Iyoda, T, Fukai, F, Peptide Science 2015, pp.193-196, 2015（査読有）
2．Promotion of macrophage foam cell formation by the peptide derived from tenascin-C, Iyoda, T, Fukai, F, Peptide Science 2015, pp.203-206, 2015（査読有）
3．Membrane expression of eukaryotic protein elongation factor (eEF) 1A and its physiological role, Kuga, A, Imaizumi, T, Iyoda, T, Fukai, F, Peptide Science 2015, pp. 235-238, 2015（査読有）
4．How to prevent contamination with Candida albicans during the fabrication of transplantable oral mucosal epithelial cell sheets, Takagi, R, Kobayashi, S, Yamato, M, Owaki, T, Kasai, Y, Nagai, K, Takeda, N, Fukai, F, Nakao, K, Eguchi, S, Okano, T, Regenerative Therapy, 29 巻, pp 1-4, 2015（査読有）
5．A coding theoretical approach to predict sequence changes in H5N1 influenza A virus hemagglutinin, Sato, K, Hara, T, Ohya, M, Proceedings of the 9th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOSTEC 2016), Bioinformatics, 3 巻, pp 1509-167, 2016（査読有）
6．Synthesis of PEGylated poly(amino acid) pentablock copolymers and their self-assembly, Iijima, M, Ulkoski, D, Sakuma, S, Matsukuma, D, Otsuka, H, Scholz, C, Polymer International, in press（査読有）
7．Immunohistochemical determination of the site of antidepressant-like effects of glucagon-like peptide-2 in ACTH-treated mice, Sasaki-Hamada S, Yuri Y, Hoshi M, Oka J-I, Neurosci, 294 巻, pp 156-165, 2015（査読有）
8．Changes in hippocampal synaptic functions and protein expression in monosodium glutamate-treated obese mice during development of glucose intolerance, Sasaki-Hamada S, Hojo Y, Koyama H, Otsuka H, Oka J-I, Eur J Neurosci, 41 巻, pp 1393-1401, 2015（査読有）
9．Methods for differential and quantitative analyses of brain neurosteroid levels by LC/MS/MS with ESI-enhancing and isotope-coded derivatization, Higashi T., Aiba N., Tanaka T., Yoshizawa K., Ogawa, S., Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 117巻, pp 155-162, 2016（査読有）
10. Kampo medicine improves hydrarthrosis in a rat model of knee osteoarthritis, Fujitsuka N, Tamai M, Tsuchiya K, Iizuka S, Tsuchiya N, Makino B, Hattori T, Kase Y, Isohama Y., Boiogito A, BMC Complement Altern Med, 15 巻, pp 451-548, 2015（査読有）
11. Experimental study of pharmacokinetics of external, whole body bathing application of ivermectin, Miyajima, A, Komoda, M, Akagi, K, Yuzawa, K, Yoshimasu, T, Yamamoto, Y, Hirota, T, J. Dermatol. 42 巻, pp 87-89, 2015（査読有）
12. Effect of high fat meal intake on the pharmacokinetic profile of ivermectin in Japanese patients with scabies, Miyajima, A, Hirota, T, Sugioka, A, Fukuzawa, M, Sekine, M, Yamamoto, Y, Yoshimasu, T, Kigure, A, Anata, T, Noguchi, W, Akagi, K, Komoda, M, J. Dermatol., in press（査読有）

著書

1．“Integrin-dependent cell regulation and its clinical application”in“Encyclopedia of Biocolloid and Biointerface Science”edited by Ohshima, H., Iyoda, T., Matsunaga, T., Fukai F., Wiley, Chapter 24, in press, 2016
2．漢方薬の薬理作用，礒濱洋一郎，成人病と生活習慣病，45，pp 151-159，2015
3．抗浮腫作用をもつ五苓散の薬理作用とアクアポリン，礒濱洋一郎，整形外科漢方処方マニュアル，28，pp 9-14，2015

４．漢方薬のユニークな作用を担う薬理学的標的分子，礒濱洋一郎，小児疾患の身近な漢方処方，14，pp 6-28，2015
５．EBM 皮膚疾患の治療 up-to-date:イベルメクチンは疥癬にどこまで有効か？，石井則久，小茂田昌代，他，中外医学社，373，pp 309-312，2015

招待講演

１．細胞接着分子インテグリンを標的とした新しい抗腫瘍薬の開発の展望，深井 文雄,日本薬学会第 136 年会シンポジウム「がん分子標的治療の発展に貢献する薬学基礎研究，～より有効な分指標的治療戦略のために～，横浜，2016
２．Role of the TNIIIA2 site in tenascin-C in the progression of atherosclerosis，Iyoda，T，and Fukai，F，The 4th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences 2016，Noda，2016
３．細胞外マトリックス由来ペプチドによるマクロファージ機能と動脈硬化病態の調節，伊豫田拓也，深井 文雄，第 133 回日本薬理学会関東支部会，柏，2015
４．Prognostic classification of breast cancer based on information measure，Sato，K，QBIC Workshop 2015，Noda，2015.
５．A coding theoretical approach to predict sequence changes in H5N1 influenza a virus hemagglutinin，Sato，K，Hara，T，Ohya，M，Bioinformatics 2016，7th International Conference on Bioinformatics Models，Methods and Algorithms，Rome，Italy，2016
６．中枢移行性の向上を目指した抗うつ様作用ペプチド GLP-2 点鼻製剤の開発，中尾優介，中村龍治，堀口道子，濱田幸恵，岡淳一郎，山下親正，日本薬剤学会第 30 年会，長崎，2015
７．糖尿病に起因する認知障害の病態解明と治療戦略の構築，濱田幸恵，岡淳一郎，生体機能と創薬シンポジウム 2015，船橋，2015
８．釣藤散の学習記憶障害改善作用及び抗うつ様作用の機序解明，岡淳一郎，濱田幸恵，鈴木あずさ，上野達人，玉城啓太，松本欣三，第 14 回日本臨床中医薬学会学術大会，富山，2015
９．中枢作用性 glucagon-like peptide-2 点鼻製剤の開発，濱田幸恵，堀口道子，中村龍治，中尾優介，山下親正，岡淳一郎，第 133 回日本薬理学会関東部会，柏，2015
10．経鼻投与用 GLP-2 誘導体のペプチド性抗うつ薬としての可能性，岡淳一郎，濱田幸恵，堀口道子，中村龍治，中尾優介，山下親正，第 89 回日本薬理学会年会，横浜，2016
11．漢方薬のユニークな作用を担う薬理学的標的分子，礒濱洋一郎，第 15 回小児漢方懇話会，特別講演，大阪，2015
12．利水作用とアクアポリン，礒濱洋一郎，第 9 回熊本婦人科漢方の集い，特別講演，熊本,2015
13．漢方薬の利水作用を支える分子：アクアポリン，礒濱洋一郎，第 33 回南部漢方学術講演会，特別講演，八戸，2015
14．十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 5 回サイエンス漢方処方研究会，教育講演，東京，2016
15．薬の問題解決に向けた臨床研究の倫理的ポイント，小茂田昌代，第 57 回医療薬学公開シンポジウム，東京，2015
16．疥癬治療ガイドライン～作成作業の総括と討論～②薬理について，小茂田昌代，第 3 回疥癬研究会，東京，2015
17．Open Clinica を使用した薬剤師主導の臨床試験を行って，小茂田昌代，第 25 回日本医療薬学会年会，横浜，2015
18．Clinical Researches To Solve Problems Reletaed To Medications，Komoda，M，Akagi，K，Hirota，T，Makigami，K，Takahashi，K，Yamaguchi，S，Ishii，N，6th International Postgraduate Conference ON Phartmaceutical Sciences，Japan，2016

特許

１．堀口 道子，伊豫田 拓也，山下 親正，深井 文雄，肺胞幹細胞分化誘導剤，医薬組成物，及び肺胞幹細胞分化誘導方法，特願 2014-125484，JP2015/067071.
２．山下親正，岡淳一郎，堀口道子，濱田幸恵，国際特許協力条約(PCT)出願，中枢作用性ペプチド誘導体及び医薬組成物，PCT/JP2015/074962，2015；WO 2016/035820 A1，2016.

広報

１．大村智，小茂田昌代，イベルメクチン関連報道，朝日新聞，福井新聞，岩手日報，岐阜新聞，京都新聞，熊本日日新聞，佐賀新聞，静岡新聞，長崎新聞，日本海新聞，北日本新聞，琉球新報，沖縄タイムス，四国新聞，2015

受賞

１．Asayama, T., Kuga, A., Iyoda, T., Fukai, F., Poster Presentation Award, The 4th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences 2016, 2016
２．萩原 裕，山下 里菜，大澤 琢郎，伊豫田 拓也，深井 文雄，優秀口頭発表賞，第 59 回日本薬学会関東支部会，2015
３．水本遼，岡淳一郎，若手優秀発表賞，第 133 回日本薬理学会関東部会，2015
４．鈴木聡史，岡淳一郎，最優秀発表賞，第 25 回神経行動薬理若手研究者の集い，2016
５．水之江雄平，須藤結香，平岡秀規，沖田直之，樋上賀一，若手奨励賞，第 38 回日本基礎老化学会大会，2015

研究課題（研究者別）

西山　千春、八代　拓也

「樹状細胞制御に関する研究」

樹状細胞（DC）の特徴的遺伝子発現に重要な転写因子 PU.1 が転写因子 GATA3 を抑制することにより Th2 サイトカインを負に制御している仕組みを見出した。形質細胞様 DC では PU.1 が共役因子 CIITA を介して MHC class II 発現に至ること、GM-CSF がその作用を増強することを明らかにした。核内受容体 NR4a3 が、細胞活性化に伴う遺伝子発現や形質変化に関わることを明らかにした。食品成分から細胞機能を制御する物質の探索を行い複数の候補物質を得た。

「アレルギー疾患に関わるエフェクター細胞制御の研究」

ヒトマスト細胞株やマウス培養マスト細胞を用い、化合物ライブラリー（理化学研究所）や食品成分、腸内細菌由来成分から細胞機能制御物質探索を行い、複数の候補分子を得るに至った。ヒット化合物について、引き続き強い活性を示す物質探索系を展開すると共に、作用点の解析を行う。食品等成分については、in vitro 実験系を用いて作用機構を解析すると共に、マウスを用いたアレルギーモデルにて病態改善効果を検証していく。

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」

前年度までに我々は乳癌幹細胞の生存機構に関わると期待される候補分子をオミックス解析により複数同定した。本年度はこれら候補分子が診断マーカーや創薬標的分子となりうるかについて、細胞レベルや臨床データ解析を行った。その結果、幾つかの分子が有望であることを明らかとした。現在、実際の臨床への応用を睨んで、臨床組織検体の解析や創薬展開にむけた基礎的検討を進めている。

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の開発」

神経芽腫は小児で最も高頻度に発症する固形腫瘍で、進行性神経芽腫患者の生存率は未だに30%を下回るが、その予後決定因子は増幅がん遺伝子 NMYC の産物 N-Myc である。我々はペプチド TNIIIA2 によって神経芽腫細胞の β1 インテグリンを活性化した条件下でレチノイン酸（ATRA）刺激すると、N-Myc がプロテアソーム分解が誘導され、神経芽腫細胞の悪性形質が正常レベルまで低下させることを昨年見出した。本知見に基づき、ヒト神経芽腫細胞を移植した病態モデルにおいて、TNIIIA2-ATRA 併用により、腫瘍の退縮が認められ、治療への応用が可能であることが示された。

「神経膠芽腫の悪性化進展におけるテネイシン C の関与及びそれに基づく新規治療法の開発」

最も悪性度の高い脳腫瘍で、高い増殖能・浸潤能のため治癒率は極めて低い神経膠芽腫ではテネイシン(TN)C 発現量と患者予後に正の相関関係がある。我々は、TNC 由来のペプチド TNIIIA2 がインテグリン活性化を介して GBM 細胞の生存、増殖、移動、分散を強く誘導することを見出したが、今年度更に、最近開発された治療薬テモゾロミド耐性に関して、インテグリン活性化調節によって、耐性解除できる可能性を見出した。

佐藤　圭子

「H5N1 インフルエンザ A 型ウイルスヘマグルチニンでの配列変化を予測するための符号論的アプローチ」

インフルエンザ A 型ウイルスのヘマグルチニンレセプター結合領域での変化は、ヒトの免疫系を回避する新しいウイルス株の出現を導く。ヒトに適応した H5N1 ウイルス株に起因する大流行に備えるため、レセプター結合領域の配列に蓄えられた規則を理解することが必須である。私たちは、符号論的配列解析をもとにレセプター結合領域の変異パターンを把握し、将来出現するであろう H5N1 ウイルス株の可能なアミノ酸変化を予測した。

須藤　結香

「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。

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」

ホスフェート結合と立体が制御されたホスホロチオエート結合を適切な場所に配置した PO/PS キメラ型核酸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マンノース(ODAMan)の合成に成功した。ODAMan 四量体を siRNA と結合させると、RNase A による siRNA の分解が、顕著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からなる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)ゲルが、汎用のアテロコラーゲンゲルと比べて、顕著に優れた軟骨組織再生足場として機能することを見出した。本年度は特に、インシュリン様成長因子(IGF)を担持した IPN ゲル足場を最適化することによって更なる高機能化を達成した。

鳥越　秀峰

「2 型糖尿病における皮膚創傷治癒改善を指向したアンチセンス核酸の開発」

皮膚が傷を負った時、2 型糖尿病患者では創傷治癒が遅延するため、創傷治癒改善に効果のある薬剤開発が求められている。本研究は、アンチセンス核酸の骨格を通常のホスホジエステル骨格からホスホロチオエート骨格に変換し、コントロール核酸を 2 型糖尿病モデルマウスの傷口に塗布したが、傷口の面積は変化しなかった。転写因子 Foxo1 に特異的なアンチセンス核酸を塗布すると、傷口の面積が 2 週間で 40%に減少した。

花輪　剛久、河野　弥生

「電子線架橋による経皮吸収型ハイドロゲル製剤の開発に関する研究」

ハイドロゲルは創傷被覆材等に使用されており、架橋剤により調製する化学架橋法の研究事例は多いが、架橋剤および有機溶剤の毒性が問題となっている。我々は、ハイドロゲルは経皮吸収型製剤の薬物担体として応用可能であることを報告した。本研究では、薬物含有ハイドロゲルの皮膚透過試験及び動物実験の結果から、薬物を含有するハイドロゲルから薬物の放出が認められ、経皮吸収製剤として応用可能であることが明らかとなった。

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」

GLP-2 を、新規抗うつ薬として末梢投与で分解されずに中枢移行させるために、経鼻投与に適した構造をもつよう合成した経鼻投与用 GLP-2 誘導体(PCT 出願及び国再公開中)は、経鼻投与後中枢移行して治療抵抗性モデルでも抗うつ様作用を示した。同様の誘導体化法を他の神経ペプチド(GLP-1 及び neuromedin U)にも適用して合成し経鼻投与した結果、中枢移行して学習記憶障害改善作用を示した。

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。

東　達也

「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（isotope-coded derivatization)-LC/ESI-MS/MS アッセイ法を用い、既存の向精神薬 7 種について SBSS として機能するか否かを検討した。その結果、フロキセチン、クロザピン、オランザピンが SBSS であること、ミアンセリンもその可能性が高いことを明らかとした。

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）生合成と不安関連行動との関連性について検討を行った。ALLO の生合成に必須である 5α-還元酵素をフィナステリド前処置により阻害して 2 時間の拘束ストレスを負荷したところ、著明な不安様行動が確認された。また、ALLO 類似構造薬である alfaxalone には抗不安作用が認められ、ALLO の生合成が新規抗不安薬の標的となりうることを示した。

礒濱　洋一郎、堀江　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」

外分泌腺に特異的な異常を生じる自己免疫疾患であるシェーグレン症候群（SjS)の患者血清中の、抗アクアポリン 5（AQP5）自己抗体の有無を調べた。その結果、SjS 患者の約 60%は、抗 AQP5 IgG を保有しており、しかもその一部には AQP5 の阻害作用すなわち中和活性があることが判明した。AQP5 の欠損は外分泌機能の異常が知られている。本抗体は SjS の主徴である乾燥症状と関連する可能性がある。

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」

疥癬治療における唯一の内服薬ストロメクトール®錠(有効主成分;イベルメクチン:IVM)をお湯に溶解して全身を浸す新規投与法（IVM 全身浴法）を考案し、安全性・有効性の検討を行っている。今年度は健康成人の前腕を連続で浸漬する（部分浴）試験を行い、同じ沐浴液に連続して入浴した際の安全性・有効性の検討を行った。被験者の掌・前腕部を連続して浸漬することで、徐々に角層中 IVM 濃度に低下がみられ、治療効果に影響する可能性が示唆された。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は 3 症例試験が終わり、今のところ全症例で問題なく有効性が得られているが引き続き心象試験を継続する。

「アタマジラミ症治療薬整備に向けた臨床研究」

日本のアタマジラミ症治療薬は、一般用医薬品フェノトリン外用剤 0.4%のみであり、特に沖縄では、ピレスロイド抵抗性アタマジラミがほとんどを占め、社会問題となっている。そこで本研究では、疥癬治療薬である高濃度フェノトリンローション 5%のアタマジラミ症への適応拡大を目的として、また FDA では承認されているが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。臨床研究には、Electronic Data Capture である Open Clinica を活用することで琉球大学との効率の良い共同研究を可能とした。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。

浜田　知久馬

「臨床研究のデザインと統計解析に関する方法論の研究」

がん第Ⅰ相試験の Change-point model を用いた用量探索法について検討した。本研究では、臨床試験の実施前に有効性が非単調に増加するという情報が脆弱である場合を想定し、試験中に得られた情報に応じて、change-point model と ordinary logistic model を逐次選択する、モデル選択を伴う用量選択法を提案した。提案法の動作特性を評価するため、シミュレーション実験により、有効性と毒性の相関を考慮した既存の用量探索法と比較を行った。

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」

日本の医療環境下でスタチンの使用を曝露とする薬剤疫学研究において“healthy user bias”が生じ得るかを検討するとともに、健康志向の指標となり得る因子を探索することを目的とするコホート研究を計画した。2015 年度は、研究計画書を完成させるとともに、倫理審査の書類を作成した。2016 年度に本格的なコホート研究を実施する予定である。

真野　泰成

「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」

レセプトデータなどの医療ビッグデータを用いて、既に市販されている既存薬スタチンに着目しがん予防剤の開発を行うことを目的とする。研究デザインとして医療情報データベースを用いた後ろ向きコホート研究を計画した。2015 年度は研究計画書を完成された。2016 年度は倫理審査書類を作成するとともに、本格的は研究を実施する予定である。

松隈　大輔

「タンパク質の高担持効率と長期活性維持を達成する新規ナノゲルを用いた肝繊維化抑制効果の検討」

肝繊維化の責任細胞として知られる肝星細胞は、アデノシンによる活性化抑制が知られており、分子生物学的作用機序が求められるが、アデノシンを選択的かつ高効率に肝星細胞に取り込ませる送達システムの構築が必要となる。本研究では、タンパク質の高担持と活性保持を達成するナノゲル PEG/RADA16-*g*-CS に、レチノイン酸を修飾し、肝星細胞ターゲット性を有するアデノシン送達キャリアの創出と薬理機能評価を目指す。

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

本センターの前身は、平成 22 年に設立された野田イメージングアライアンスに遡る。野田イメージングアライアンスでは、学内外のさまざまな分野の専門家の間で互いの研究活動を把握して共同研究を促進すること、また次世代の担い手である若手・学生を啓発することを目的として懇談会やワークショップを定期的に開催してきた。こうした活動を通じて連携研究を模索したメンバーが中心となり、平成 23 年にイメージングフロンティア研究部門を設立した。その後、約 4 年間の活動を経て、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イメージングフロンティアセンターに改組し、新たなメンバーを交えて「極微小空間の反応・温度・力学特性を測定する高度イメージング技術開発拠点の形成」のプロジェクトをスタートさせた。

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（客員研究員）

多次元情報可視化グループ
- 中村岳史　生命医科学研究所・教授
- 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
- 梅澤雅和　総合研究院・講師
- 篠田　陽　理工学部応用生物科学科・助教
- 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
- 桧垣　匠　東京大学大学院新領域創成科学研究科・特任助教（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）

イメージングフロンティアセンターの共同実験室として、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、図 1)、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。

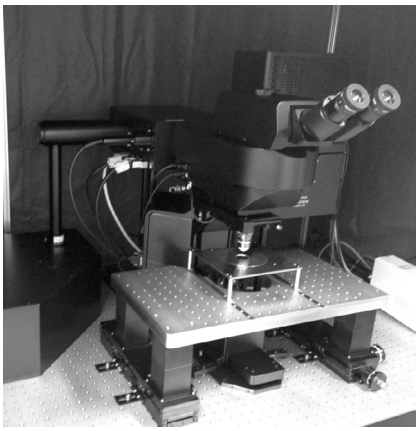


図 1　二光子可視化システム

3. 各研究グループの活動報告

本センターでは、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、下記 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、主に、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に取り組み、自家蛍光を減らし、短時間で植物の組織や器官をまるごと透明化する方法 TOMEI (Transparent plant Organ MEthod for Imaging)の開発に成功した。

3. 2. 多次元情報可視化グループについて

多次元情報可視化グループでは、極微小空間での反応・温度・硬さなどの多次元情報を測定する技術開発を行っている。改良したレーザー誘起表面変位顕微鏡による生細胞 1 個からのパワースペクトルの計測を達成し、細胞の粘弾性の測定への道筋をつけた。また、FRET センサーの新たなデザインを考案して、細胞内分解経路のキー分子である Rab7 の活性を可視化できるセンサーを開発した。さらに、カチオン性ペプチドを導入したシクロメタレート型イリジウム錯体など新たな機能性発光金属錯体の開発や、PDMS 樹脂製マイクロチャンバーなどで作った極微小空間でのリン酸濃度の定量技術の開発についても、計画どおりの成果を挙げた。

3. 3. 応用展開グループについて

応用展開グループは、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、植物学を専門とする朽津・松永を中心として植物や農業への応用の可能性を探るとともに、OTN 近赤外における植物イメージングの基礎実験を実施した。また、がん発症機序を専門とする大谷を中心として肝臓がん発症の機序解明への応用として、脂質イメージングの実施について計画を行った。さらに曽我、後飯塚が東大動物医療センターを訪問し、イメージング技術の獣医学、医学への応用について探索を行った。

4. 研究活動の展望

今年度は本センターの設立初年度であるが、前身であるイメージングフロンティア研究部門において培った下地があり、継続して研究課題に取り組むことができた。そのようなことから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。シンポジウムやセミナー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、次年度以降は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 27 年度分）

学術論文

1. Establishment of monitoring methods for autophagy in rice reveals autophagic recycling of chloroplasts and root plastids during energy limitation, Izumi M, Hidema J, Wada S, Kondo E, Kurusu T, Kuchitsu K, Makino A, Ishida H, *Plant Physiology* 167, pp. 1307-1320, 2015. (査読有)
2. Lack of stress responses to long-term effects of corticosterone in Caps2 knockout mice. Mishima, Y., Shinoda, Y., Sadakata, T., Kojima, M., Wakana, S., and Furuichi, T. *Scientific Reports* 5, 8932, 2015. (査読有)
3. Loss of Homeodomain Transcription Factor Prep1 Perturbs Adult Hematopoiesis in The Bone Marrow, Yoshioka, K., Kawai, Y., Oda, A., Notsu, C. Mabuchi, Y., Suzuki, S., Matsuzaki, Y., and Goitsuka, R. *PLOS ONE* 10, e0136107, 2015.(査読有)
4. Hasegawa, J., Sakamoto, Y., Nakagami, S., Aida, M., Sawa, S. and Matsunaga, S. Three-dimensional imaging of plant organs using a simple and rapid transparency technique. *Plant Cell Physiol.* 57, pp. 462-472, 2016. (査読有)
5. Facile preparation of a photoactivatable surface on a 96-well plate: a versatile and multiplex cell migration assay platform, Masao Kamimura, Olivia Scheideler, Yoshihisa Shimizu, Shota Yamamoto, Kazuo Yamaguchi, Jun Nakanishi, *Physical Chemistry Chemical Physics* 17, pp 14159-14167, 2015. (査読有)
6. フーリエ変換非線形分光法を用いた蛍光タンパク質の光褪色スペクトルの計測, 須田亮, 高橋弘史, 戸田圭亮, *レーザー研究* 43, pp. 213-216, 2015. (査読有)
7. Photochemical Properties of Red-Emitting Tris(cyclometalated) Iridium(III) Complexes Having Basic and Nitro Groups and Application to pH Sensing and Photoinduced Cell Death, Aya Kando, Yosuke Hisamatsu, Hiroki Ohwada, Shinsuke Moromizato, Taiki Itoh, Masahiro Kohno, and Shin Aoki, *Inorga. Chem.* 54, pp. 5342-5357, 2015. (査読有)
8. Refractive index susceptibility of palladium nanoplates with plasmonic resonance in the visible region, Kosuke Sugawa, Daiki Sugimoto, Hironobu Tahara, Takumi Eguchi, Masahiro Katoh, Koji Uchida, Shota Jin, Takuji Ube, Takashi Ishiguro, and Joe Otsuki, *Optical Materials Express* 6(3), pp. 859-867, 2016. (査読有)
9. Surface modification on rare-earth doped ceramic nanophosphors via ligand exchange method, Masao Kamimura, Satoru Suyari, Taiki Matsumoto, Kohei Soga, *JOURNAL OF PHOTOPOLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY* 28, pp. 711-713, 2015 (査読有)
10. Ablation of the $p16^{INK4a}$ tumour suppressor reverses ageing phenotypes of *klotho* mice. Sato S, Kawamata Y, Takahashi A, Imai Y, Hanyu A, Okuma A, Takasugi M, Yamakoshi K, Sorimachi H, Kanda H, Ishikawa Y, Sone S, Nishioka Y, Ohtani N, Hara E. *Nature Commun.* 6, 7035. doi: 10.1038/ncomms8035, 2015. (査読有)
11. Mon1-Ccz1 activates Rab7 only on late endosome and dissociates from lysosome in mammalian cells, Sayaka Yasuda, So Morishita, Akane Fujita, Tomohisa Nanao, Naoyuki Wada, Satoshi Waguri, Giampietro Schiavo, Mitsunori Fukuda, Takeshi Nakamura, *J. Cell Sci.*129, pp. 329-340, 2016 (査読有)
12. Maternal administration of nanomaterials elicits hemoglobin upregulation in the neonatal brain of non-human primates, Mitsunaga S, Umezawa M, Takeda K, Nakamura S, *Journal of Toxicological Sciences* 41(2), pp. 265-271, 2016. (査読有)
13. Real-time imaging of plant cell surface dynamics with variable-angle epifluorescence microscopy, Higaki T, *J. Vis. Exp.* 106, e53437, 2015. (査読有)
14. Nanosecond time-resolved microscopic spectroscopy for diagnostics of an atmospheric-pressure discharge plasma formed in aqueous solution, Motohiro Banno, Kenta Kanno, Yuu Someya, Hiroharu Yui, *Jpn. J. Appl. Phys.* 54, 066101(1-7), 2015. (査読有)
15. 細部を復元するシームレス画像合成法, 吉澤信, 横田秀夫, *情報処理学会論文誌*, 56(6), pp. 1517-1527, 2015. (査読有)

著書

1．Evolution of Zn^{II}-Macrocyclic Polyamines to Biological Probes and Supramolecualr Assembly Elements, E. Kimura, T. Koike, and S. Aoki, Macrocyclic and Supramolecular Chemistry: How Izatt-Christensen Award Winners Shaped the Field, John Wiley & Sons, pp 417-445, 2016.
2．Role of Oxidative Stress in Health Effects and Prevention Strategy-Collaborative, M. Umezawa, H. Takizawa, K. Takeda, T. Kawada, Nova Science Publishers, Inc., 2015.
3．Cell division and cell growth. in Molecular cell biology of the growth and differentiation of plant cells, T. Sakamoto, Y. Sakamoto, and S. Matsunaga, pp.86-88, 2016.
4．広帯域パルスを用いた2光子蛍光顕微鏡，表面・界面技術ハンドブック，磯部圭佑，須田亮，緑川克美，エヌ・ティー・エス，pp.262-268，2016.
5．Programmed cell death in plant immunity: Cellular reorganization, signaling and cell cycle dependence in cultured cells as a model system, in Plant Programmed Cell Death, T. Kurusu, T. Higaki, K. Kuchitsu, Springer, pp.77-96, 2015.

招待講演

1．Brain development transcriptome database and developmental disorder. Teiichi Furuichi. 15th China-Japan-Korea Joint Workshop on Neurobiology and Neuroinformatics (NBNI 2015). Busan, Korea, 2015.
2．膜輸送蛋白等の計測における1分子顕微鏡観察とマイクロデバイスの活用，政池知子，第53回日本生物物理学会年会 金沢，2015.
3．Design and Synthesis of Chiral Zn^{2+} Complexes Inspired by Natural Aldolases for Catalytic Asymmetric Aldol Reactions, Shin Aoki, 4th International Symposium on Energy Challenges and Mechanics-working on Small Scales- (ECM4), Aberdeen, Scotland, 2015.
4．The mechanism of obesity-associated liver carcinogenesis: a co-operation between gut microbial metabolites and lipid, Naoko Ohtani, International Liver Congress, Basic Science Seminar, Barcelona, Spain, 2016.
5．The nasal route as a potential pathway for both environmental particles and drug delivery. M. Umezawa, 2nd International Joint Seminar on “Environmental Toxicity & Mental Health, Damanhour University, Damanhour, Behera, Egypt, 2016.
6．画像解析による生物微細構造の認識，桧垣匠，第 6 回植物電子顕微鏡若手ワークショップ，横浜，2015.
7．レーザー誘起表面変位顕微鏡の開発と単一生細胞における膜の粘弾性特性の非接触計測への応用，森作俊紀，由井宏治，第25回日本MRS年次大会，横浜，2015.
8．Roles of autophagy during male reproductive development and sexual reproduction in rice, Kurusu T, The 79th Annual Meeting of the Botanical Society of Japan, Niigata, 2015.
9．蛍光ライブイメージングと超解像顕微鏡による生命動態学研究の最先端，松永幸大，第 29 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム，千葉，2016.
10. Nanostructure Development for OTN-NIR Biophotonics in Second Biological Window, Kohei Soga, Masao Kamimura, 8th International Conference on Materials for Advanced Technologies of the Materials Research Society of Singapore & 16th IUMRS-International Conference in Asia (ICMAT2015&IUMRS-ICA2015), Singapore, 2015.
11. Regulation of plant stress responses and development by the ROS-Ca^{2+} signaling network, Kazuyuki Kuchitsu, International Plant Physiology Congress 2015, India, 2015.

特許

1．青木伸，サーベンドラ クマール，久松洋介，田村裕一，イリジウム錯体化合物及びイリジウム錯体化合物の製造方法，№ 2015-247777，2015.
2．松永朋子，松永幸大，小川大輔，土生芳樹，画像処理装置及びプログラム，№ 2015-252191，2015.

３．朽津和幸，来須孝光，植物防御活性化物質のための方法，植物防御活性化物質及び免疫応答亢進方法，№ 5885268，2016.

広報

１．松永幸大，植物まるごと透明化，朝日新聞，2016.
２．朽津和幸，イネの葉緑体分解 追跡 自食作用が関与，日経産業新聞，2015.

受賞

１．M. Kamimura, T. Matsumoto, K. Soga, Best Young Investigator Oral Presentation Award, The 5th Asian Biomaterials Congress, Chientan Youth Activity Center, 2015.
２．T. Morisaku, H. Yui, RSC Tokyo International Conference 2015 ～Analytical Technology Towards Life Innovation～ Best poster Award, 2015.

研究課題（研究者別）

石黒　孝

「水溶液中化学反応の透過赤外分光観察」

水は主たる化学反応場であるが赤外線吸収率が大きく透過赤外分光は困難とされてきた。これを薄い行路長のセルを作製することで回避し、細胞の代謝、光合成反応における反応物・生成物の同定の予備実験を行い、解決すべき課題について検討した。

「溶液中反応の透過型電子顕微鏡その場観察」

生命の細胞膜はリン脂質二重層により構成されている。先ずコレステロール添加に伴う相転移の消失を透過赤外分光によりリン脂質二重層強化を確認し、これを基にバンガム法によりリポソームを合成した。この時に水溶液を選択し、合成されたリポソームを透過型電子顕微鏡にて観察しナノ結晶析出の動画撮影に成功した。

古市　貞一

「神経情報伝達機構の分子・細胞イメージングに関する研究」

慢性ストレス負荷時におけるインスリン分泌とストレスホルモン応答に分泌制御タンパク質 CAPS2 が関与することを示唆した。また、KO マウスは膵臓組織に異常を発症することが病理画像解析により明らかとなった。さらに、CAPS1 が低分子量 GTPase の Septin と相互作用することがイメージング解析等によって明らかになり、CAPS1-Septin 複合体が分泌小胞の細胞内輸送を制御する可能性も示唆された。

須田　亮

「多光子過程を制御した蛍光イメージングに関する研究」

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

「植物の細胞内自食作用（オートファジー）のイメージング手法の開発と生理機能の解析」

オートファジーによる細胞質成分の分解は、多くの真核生物の発生・分化や代謝制御、プログラム細胞死(PCD)に重要な役割を果たす。GFP-ATG8 タンパク質発現株を作成し、花粉発達期におけるタペート細胞内のオートファジー動態を生きたままイメージング解析する実験系を構築すると共に、誘導ラマン散乱顕微鏡イメージングにより、タペート細胞内の脂質動態を解析する手法を確立した。

中村　岳史

「生きた個体で使用可能な FRET センサーの開発」

一般的に使用される CFP-YFP ペアの場合、YFP の 2 光子励起スペクトルに大きなサイドピークがあり、CFP を励起する際に YFP も強く交叉励起される。そこで交叉励起を回避するために CFP-YFP ペアから Green-Red ペアへの置き換えを試みている。今年度は、wide-field 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 センサーを作製した。

「分解経路における FRET センサーを使った Rab7 の活性制御機構の研究」

細胞内分解経路においてリソソームの形成と配置の制御が重要である。そのキー分子である Rab7 の FRET センサーを開発して細胞生物学的解析を行った。それにより「後期エンドソームで Rab7 は Mon1-Ccz1 により活性化され、活性型 Rab7 は後期エンドソームとリソソームの融合、およびリソソーム形成に働く。これに対しリソソームでの Rab7 活性化は Mon1-Ccz1 を介さずに起こり、リソソームの核周辺への集積に働く」ことを見出した。

青木　伸（薬学部生命創薬科学科）

「発光性イリジウム錯体によるがん細胞の細胞死誘導と、白色発光材料の開発」

りん光を発するイリジウム錯体の位置選択的な求電子置換反応を発見し、その反応を用いて様々な官能基の導入を行い、pH 応答性プローブやがん細胞死誘導活性を有する化合物を得ることに成功した。また、異なる配位子を導入したイリジウム錯体の中に、青～緑色と赤色の両方の発光を示す化合物を発見した。配位子を適切に選択することによって、白色発光錯体を得ることに成功した。

大谷　直子

「赤外線スペクトルを利用した脂質イメージングの試み」

近赤外線スペクトル解析を画像化する技術を利用して脂質のイメージングを目指す。まず、脂質を種類別にイメージングする目的のため、予備実験として、C18 の純粋脂質で不飽和の数が異なるステアリン酸（飽和脂肪酸）、オレイン酸（不飽和 1 個）、リノール酸（不飽和 2 個）を用いて異なる近赤外線スペクトルパターンを利用して、特異的可視化ができるかどうか、様々な濃度で検討中である。まずは不飽和部の数で近赤外線スペクトルパターンに規則性があるかどうかに着目する。

曽我　公平

「OTN-NIR 波長域を用いた新たなイメージング技術の開発」

1000-nm を超える近赤外波長域では、従来用いられてきた波長域における数ミリメートルをはるかにしのぐ数 cm の観察深度を実現可能である。本研究では、これまでに行ってきた希土類含有セラミックスナノ粒子による OTN-NIR 蛍光イメージングについてはそのナノ温度イメージングへの応用を進める。また、新たにカーボンナノチューブ、蛍光色素を用いたプローブ開発に取り組む。さらには、ハイパースペクトルイメージング装置を作製し、OTN-NIR ハイパースペクトルイメージングの基礎技術の開発と応用展開を狙う。

由井　宏治

「レーザー誘起表面変位顕微鏡の開発と細胞膜の粘弾性計測への応用」

生きた細胞 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源を用いたレーザー誘起表面変位（LISD）顕微鏡を開発する。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する。さらに、近赤外レーザー光源を用いることで、可視レーザー光源に比べて細胞の熱損傷が軽減されるかどうかを評価する。

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、表面だけでなく、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った。この観察障害を除去する技術 TOMEI (Transparaent plant Organ MEthod for Imaging)を開発した。TOMEI により、切断したり傷つけたり孔をあけたりすることなく、数時間以内に、透明作物を作製し、内部構造(維管束や光合成を行う葉肉組織)を解析することが可能になった。

政池　知子

「極小体積チャンバーとリン酸結合蛋白を用いた微小管の少数性生物学」

ヌクレオチド結合タンパク質の作動メカニズムの解明を目標とした。本研究ではまずフェムトリットルの桁の体積をもつ PDMS microchamber や droplet chamber の中に蛍光標識したリン酸結合蛋白を閉じ込めてリン酸センサーとし、極小濃度のリン酸を検出した。これと並行して細長いチャンバーでは微小管の動的不安定性を観察した。今後微小管上のヌクレオチド分布とリン酸解離箇所の特定を目指したい。

「F_1-ATPase の構造変化マッピング」

F_1-ATPase の回転駆動機構を 2 次構造の配置変化で理解するのが目的である。先行研究では、触媒サブユニットβの C 末端の動きを 1 分子レベルで検出してきた。本研究ではβの内部構造変化の要と考えられる異なる複数の箇所に変異を導入し、蛍光分子 1 個の角度変化をモニターすることで構造変化同士の因果関係を明らかにすることを目指した。その結果、中心軸の回転に伴う軸受けの構造変化が複数箇所でみられた。

梅澤　雅和

「経鼻投与により脳に送達可能なナノ粒子の輸送経路可視化」

鼻腔から脳へのナノ物質輸送経路の可視化を目的として、本投与経路で高効率に脳へ送達されるナノ粒子の探索を行った。その結果、オニオンから抽出したナノサイズの多胞体様小胞（細胞膜や小器官の膜から再構成されたものと考えられる）が miRNA を高効率に脳へ送達することを見出した。高深度検出による輸送経路・動態の可視化が課題であり、近赤外蛍光体を用いた標識によるその実現を次の課題とする。

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。

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・発光が可能な、無機発光ナノ粒子や低分子蛍光色素を生体機能性ポリマーと複合化することで、近赤外蛍光プローブを作成した。これらの近赤外蛍光プローブをマウスの血中に投与して観察したところ、血中を流れる蛍光プローブが発する近赤外光を、マウスが生きたまま解剖することなく観察することができた。今後、蛍光プローブ表面に膜透過性ペプチドを導入し、細胞膜透過性の向上を試みる。

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。

横田　秀夫

「画像処理による生命現象の可視化・解析」

イメージング技術の進展に伴い、その取得情報は、2 次元から 3 次元、さらに時間変化を捉えた 4 次元情報に展開している。これらの人が見て理解することが困難な多次元の情報に対して、“人がわかる情報”に作り替えるための画像処理・情報処理の技術を研究開発する。

桧垣　匠

「気孔の発生と開閉機能に関する研究」

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

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とオートファジーの多機能性」

移動出来ない組物は、外部の環境要因の変化を正確に認識し、有限な栄養を自身の成長制御・防御応答に反映させる必要がある。その中核を成すと想定される、オートファジーとプログラム細胞死(PCD)制御に関して、細胞内シグナル動態のイメージングや PCD 制御因子の探索等により、両者の相互関連性や代謝ネットワークへの作用を明らかにし、その多機能性の理解に向けた研究を進めている。

次世代データマイニング研究部門

次世代データマイニング研究部門について

1. 概要

現代の科学技術活動の基盤には、莫大なデータからどのように意味のある情報を抽出し、知識として獲得するかが極めて重要であり、ミクロレベルでは遺伝子・分子設計から、マクロでは地球環境まで、大規模データの収集とそこからの意味の抽出は、今や計算機科学の手を借りなければ一歩も進まない状況となっている。本研究部門の前身である知識インターフェース研究部門は、こうした問題意識のもとで、大規模データの収集から意味の抽出・提示までを研究対象にし、幅広い分野に対して学際的な方法論を展開した。これに対して、今回申請する次世代データマイニング研究部門は、基本的な問題意識は同じであるが、応用分野を医療・生命系に絞り、そこで必要となるデータマイニング技術に焦点を当てて、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を研究開発することが目的である。具体的には、医用画像データベース、生命系データベース、薬物・化合物ライブラリから得られる知見を生かし、そうしたデータベースからの知識や規則性の抽出を行うデータマイニングツールを伝統的な統計的方法と人工知能による高度推論エンジンを組み合わせて開発することで、新しい高度情報処理技術を創生することを目指す。

表１ 構成メンバー

所属	職名	氏　名	主な研究分野
理工学部経営工学科	教授	大和田勇人	人工知能，データマイニング
薬学部生命創薬科学科	教授	青木　伸	創薬，分子ライブラリ
理工学部経営工学科	教授	尾島善一	統計工学
理工学部応用生物科学科	教授	朽津和幸	システム生物学
理工学部土木工学科	教授	小島尚人	画像処理
理工学部経営工学科	教授	鈴木知道	多変量解析
理工学部情報科学科	教授	武田正之	分散コンピューティング
理工学部経営工学科	教授	溝口文雄	人工知能，データマイニング
理工学部経営工学科	教授	森　俊介	時系列解析
理工学部情報科学科	教授	滝本宗宏	コンパイラ
理工学部情報科学科	准教授	佐藤圭子	情報理論
理工学部経営工学科	准教授	西山裕之	プログラミング言語
理工学部経営工学科	講師	原田　拓	遺伝的アルゴリズム
理工学部経営工学科	助教	安井清一	統計工学
一般財団法人ファジィシステム研究所	特別研究員	玄　光男	ファジイロジックシステム

従来から統計的なデータ解析は工業、農業などにおいて広く利用されてきたが、ゲノム情報を代表とするような大規模データに対しては、統計とデータベースを組み合わせたデータマイニング技術が有効であるとされ、様々なマイニングソフトウェアが学術レベル、商用レベルで開発されている。しかしながら、大規模データから意味ある情報を知識として獲得するには、人工知能で扱われている学習機能が不可欠であり、こうした高度な情報処理を前面に出したマイニングソフトウェアは世界的に見てもほとんどない。唯一の例外はインペリアルカレッジ計算機科学科教授である S. Muggleton が提案した帰納的学習法であり、これは述語論理体系での高度な学習機能を実現する。しかしながら、医療・生命系でのスタンダードなデータに対しては適用不能であり、こうした対象にも応用可能とするためには、統計学、情報科学、ソフトウェア工学の専門家の連携によってもたらされる頑健で高性能な情報処理技術を開発する必要がある。こうして開発されたマイニングソフトウェアは現状のものを大幅に超えたものといえ、そのインパクトは多大であるといえる。また、これは現代の科学技術開発を支援する新しいツールを提供するものと言え、その学術的な貢献も非常に大であると考えられる。

2. 次世代データマイニング研究部門の構成と施設設備

本部門は表 1 のように構成されており、人工知能、データマイニング、統計工学、情報工学、システム生物学、薬学、システム工学等を専門とする研究者が集まっている。本研究部門においては、概要に示したよう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行なっている。

本部門は、情報科学研究センター棟（旧情報メディアセンター棟）に活動の拠点があり、ここに情報メディアセンターが保有していたワークステーションを利用しつつ研究活動を行なっていた。なお、2014 年 4 月からは、10 号館 2 階の第 5 実験室に研究拠点を移し、研究活動を継続した。

3. 各研究グループの活動報告

(1) 国際会議発表

平成 27 年度の研究成果の一部として、8 月に京都で開催された国際会議（ILP2015）において本部門の研究成果 4 件の発表を行った（参考論文(1)～(4)）。なお、本国際会議では co-Chairs を本部門長の大和田が担当した。本国際会議のテーマである ILP（Inductive Logic Programming）は我々が着目している帰納的学習法に基づくデータマイニングツールである。ILP は時系列的な要素を含むルールを生成可能であるなど次世代データマイニングに不可欠な特徴を有しているが、問題点として学習時間が莫大なものとなるため、実用的な大規模問題への適用は困難であった。このような問題に対し、我々は ILP 学習器間の協調プロトコルを設計・実装することにより新たな並列 ILP システムを開発し、その学習時間の短縮化を実現した（参考文献(1)）。さらに、収集された自動車運転時の眼球運動および運転データから、本並列 ILP システムを用いることで散漫を検知可能なルールの生成に成功した（参考文献(2)）。その他、本国際会議には発表者として英国インペリアル・カレッジ・ロンドンの S. Muggleton 教授も参加するなど、データマイニングの研究者が一堂に会し、活発な発表および論議が展開された。

(2) 次世代データマイニング研究部門講演会の開催

・2015 年 7 月 9 日(木) 野田キャンパス 3 号館 3 階 IA セミナールーム
講演：玄 光男 氏（一般財団法人ファジィシステム研究所)「Seminar Multi objective Hybrid Genetic Algorithms for Manufacturing Scheduling: HDD & TFT-LCD」
・2015 年 11 月 9 日(月) 野田キャンパス 6 号館 4 階応用生物科学専攻大学院セミナー室
講演：別役 重之 氏（東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻)「ホルモンの空間的相互作用による植物免疫反応場の形成機構」
・2015 年 12 月 21 日(月) 神楽坂キャンパス 1 号館 2 階 127 ゼミ室
講演：窪田 力 氏（鹿児島大学学術研究院農水産獣医学域獣医学系)「次の酪農自動化に向けて」
・2015 年 12 月 21 日(月) 神楽坂キャンパス 1 号館 2 階 127 ゼミ室
講演：有吉 忠広 氏（デラバル株式会社）「搾乳ロボットの現状」

(3) 研究フォーラム及び成果報告会の開催

平成 28 年 3 月 24 日（木）13:30-17:00 野田キャンパス 10 号館 1 階ホールにて「平成 27 年度次世代データマイニング研究フォーラム」というテーマにて成果報告会を実施した。本報告会では、本研究部門内から 8 件の研究報告を実施した。

(4) 成果報告書の作成

計 21 成果、総ページ数 134 頁から成る平成 27 年度研究成果概要集を年度末に作成した。

4. 研究活動の展望

総合研究院次世代データマイニング研究部門は終了するが、総合研究院超分散知能システム部門として継続され、さらなる研究の高度化を図る。さらに、次世代データマイニング研究部門長の大和田が代表として提案した「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固体情報高度活用システムの開発に向けて～」が農林水産省の「革新的技術開発・緊急展開事業（うち先導プロジェクト）」において採択された。本提案は 5 年間に渡る巨大プロジェクトとして注目を集めており、本部門の研究成果を中核とした実用的な適用事例として多大な研究成果が期待される。

5. むすび

本年度は次世代データマイニング研究部門の設立後 5 年目（最終年度）の年であり、これまでの研究テーマに対応した国際会議で発表を行い、広く研究成果を公開した。また、これらの研究成果に基づいた部門内の研究フォーラムを年度末に実施し、今後の研究の方向性および部門内における共同研究体制を研究者間で認識することにも成功している。これらを踏まえて本研究部門は総合研究院超分散知能システム部門として継続され、さらなる研究の高度化を図る。

参考文献

１．Hiroyuki Nishiyama and Hayato Ohwada: Yet Another Parallel Hypothesis Search for Inverse Entailment, 25th International Conference on Inductive Logic Programming, 2015.
２．Fumio Mizoguchi, Hayato Ohwada, Hiroyuki Nishiyama, Akira Yoshizawa and Hirotoshi Iwasaki: Identifying Driver's Cognitive Distraction Using Inductive Logic Programming, 25th International Conference on Inductive Logic Programming, 2015.
３．Tadasuke Ito, Shotaro Togami, Shin Aoki and Hayato Ohwada: In Silico Screening of Zinc(II) Enzyme Inhibitors by ILP, 25th International Conference on Inductive Logic Programming, 2015.
４．Atsushi Matsumoto, Katsutoshi Kanamori, Kazuyuki Kuchitsu and Hayato Ohwada: Extracting the Common Structure of Compounds to Induce Plant Immunity Activation using ILP, 25th International Conference on Inductive Logic Programming, 2015.

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1. Improving Behavior Prediction Accuracy by Using Machine Learning for Agent-Based Simulation, Shinji Hayashi, Niken Prasasti, Katsutoshi Kanamori, Hayato Ohwada, Intelligent Information and Database Systems Volume 9621 of the series Lecture Notes in Computer Science pp 280-289, 2016.(査読有)
2. Recursive Ensemble Land Cover Classification with Little Training Data and Many Classes, Yu Oya, Katsutoshi Kanamori, Hayato Ohwada, Intelligent Information and Database Systems Volume 9621 of the series Lecture Notes in Computer Science pp 521-531, 2016. (査読有)
3. Docking Score Calculation Using Machine Learning with an Enhanced Inhibitor Database, Masato Okada, Tadasuke Ito, Hayato Ohwada and Shin Aoki, Journal of Medical Imaging and Health Informatics, vol.5, No.5, pp 1104-1107, 2015. (査読有)
4. Comparison of Random Forest and SVM for Raw Data in Drug Discovery: Prediction of Radiation Protection and Toxicity Case Study, Matsumoto, Atsushi; Aoki, Shin, Ohwada, Hayato, International Journal of Machine Learning and Computing6.2, pp 145-148, 2016. (査読有)
5. 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, Yanagawa Y, Yoda H, Osaki K, Amano Y, Aono M, Seo S, Kuchitsu K, Mitsuhara I. Journal of Experimental Botany, 印刷中, 2016 (査読有)
6. Stomatal closure induced by phytosphingosine-1-phosphate and sphingosine-1-phosphate depends on nitric oxide and pH of guard cells in Pisum sativum, Puli MR, Rajsheel P, Aswani V, Agurla S, Kuchitsu K, Raghavendra AS. Planta, 印刷中, 2016 (査読有)
7. Guidelines for the use and interpretation of assays for monitoring autophagy, 3rd edition, Klionsky D,..., Kuchitsu K, ...中略..., Zughaier SM, Autophagy, 12: 1-222, 2016 (査読有)
8. Plant signaling networks involving Ca2+ and Rboh/Nox-mediated ROS production under salinity stress, Kurusu T, Kuchitsu K, Tada Y, Frontiers in Plant Science, 6: 427, 2015 (査読有)
9. Autophagy supports biomass production and nitrogen use efficiency at the vegetative stage in rice, Wada S, Hayashida Y, Izumi M, Kurusu T, Hanamata S, Kanno K, Kojima S, Yamaya T, Kuchitsu K, Makino A, Ishida H, Plant Physiology, 16: 60-73, 2015 (査読有)
10. Establishment of monitoring methods for autophagy in rice reveals autophagic recycling of chloroplasts and root plastids during energy limitation, Izumi M, Hidema J, Wada S, Kondo E, Kurusu T, Kuchitsu K, Makino A, Ishida H, Plant Physiology, 167: 1307-1320, 2015 (査読有)
11. イネの生殖器官発達におけるオートファジーの新たな役割, 来須孝光, 小谷野智子, 花俣繁, 朽津和幸, バイオイメージング, 24: 7-11, 2015 (査読有)
12. INFRARED STUDIES ON THE Ca2+-BOUND COORDINATION STRUCTURE OF SYNTHETIC PEPTIDE ANALOGUES OF THE Ca2+-BINDING SITE, Nara M, Morii H, Shimizu T, Kuchitsu K, Miyakawa T, Tanokura M, Proceedings of 19th International Symposium on Calcium Binding Proteins and Calcium Function In Health and Disease, 59, 2015 (査読有)
13. Automated Discovery of Compounds Related to the Plant Immunity Activation by a Logic-based machine learning, Matsumoto A, Kanamori K, Kuchitsu K, Ohwada H, Proceedings of the 6th International Conference on Computational Systems-Biology and Bioinformatics, 2015 (査読有)
14. Extracting the Common Structure of Compounds to Induce Plant Immunity Activation using ILP, Matsumoto A, Kanamori K, Kuchitsu K, Ohwada H, 5th International Conference On Inductive Logic Programming, 2015 (査読有)

15. コンクリート表面のひび割れ・リアルタイム点検支援システムの拡充と現場適用効果，広田健一，勝尾伸一，小島尚人，大和田勇人，山下剛史，土木学会論文集 F3（土木情報学），Vol.71，No.2，pp.I_66～I_77，2016年3月（査読有）
16. 被災時避難誘導に向けたフェロモン調節による改良ACOアルゴリズムの提案，後藤大貴，太田飛鳥，松澤智史，滝本宗宏，神林靖，武田正之，情報処理学会 電子情報通信学会FIT2015（第14回情報科学技術フォーラム）情報科学技術レターズ，RO-007，pp.65-70，Sep，2015（査読有）
17. An improved evacuation guidance system based on ant colony optimization,Asuka Ohta, Hirotaka Goto, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi and Masayuki Takeda, The 19th Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems (IES 2015) Proceedings in Adaptation, Learning and Optimization (PALO), Springer-Verlag, Vo.5, pp.15-27, Nov, 2015（査読有）
18. Design and Implementation of a New Tool for Detecting Distracted Car Driving Using Eye-Movement and Driving Data on a Tablet PC, Hiroyuki Nishiyama, Akira Yoshizawa, Hirotoshi Iwasaki and Fumio Mizoguchi, International Journal of Computers and Their Applications (IJCA), Vol.22, No.3, pp.110-118, 2015.（査読有）
19. An Application of Gamma Distribution to the Income Distribution and the Estimation of Potential Food Demand Functions, Shunsuke Mori, Daichi Nakata, Tomohiro Kaneda, Modern Economy, No.6, pp.1001-1017, 2015（査読有）
20. 中国のエネルギー・環境政策の影響分析 一勤学的多地域多部門統合評価モデルTHERESIAによる，金 丹，森 俊介，北東アジア経済研究，第21号，PP.139-147，2015年8月(査読有)
21. Predicting future uncertainty constraints on global warming projections, H. Shiogama, D. Stone, S. Emori1, K. Takahashi, S. Mori, A. Maeda, Y. Ishizaki1 & M. R. Allen, Scientific Reports, 6:18903 DOI: 10.1038/srep18903, Jan.11, 2016（査読有）
22. A new approach of carbon emission allocation among stakeholders: an expansion of Multiregional and Multisectoral Dynamic Energy-Economic Model THERESIA, Shunsuke Mori, Journal of Economic Structures, Vol.5, No.5, pp.1/22, 2016, DOI 10.1186/s40008-016-0036-9（査読有）
23. Distributed formation control for swarm robots using mobile agents, Ryotaro Oikawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi, IEEE 10th Jubilee International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI2015) pp 111-116, 2015（査読有）
24. Composing Swarm Robot Formations Based on Their Distributions Using Mobile Agents, Yasushi Kambayashi, Ryosuke Shibuya, Munehiro Takimoto, Multi-Agent Systems and Agreement Technologies - 13th European Conference (EUMAS2015), and Third International Conference, Lecture Notes in Computer Science Vol.9571, Springer pp 108-120, 2015（査読有）
25. Ant Colony Optimization Based Model Checking Extended by Smell-like Pheromone, Tsutomu Kumazawa, Chihiro Yokoyama, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi, 9th EAI International Conference on Bio-inspired Information and Communications Technologies (BICT2015) 2015（査読有）
26. Multi-agent Approach for Return Route Support System Simulation, Shouhei Taga, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi, The 8th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART2016) pp 269-274, 2016（査読有）
27. 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, The 8th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART2016) pp 262-268, 2016（査読有）
28. An Improved Evacuation Guidance System Based on Ant Colony Optimization, Asuka Ohta, Hirotaka Goto, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi, Masayuki Takeda, The 19th Asia Pacific Symposium, Intelligent and Evolutionary Systems (IES2015) pp 15-27, 2015（査読有）

29. A Coding Theoretical Approach to Predict Sequence Changes in H5N1 Influenza A Virus Hemagglutinin, Keiko Sato, Toshihide Hara, and Masanori Ohya, Proceedings of the 9th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOSTEC 2016) - Volume 3: BIOINFORMATICS (ISBN: 978-989-758-170-0), pp 1509-167.(査読有)
30. Design of a collaborative method with specified body regions for activity recognition: generating a divided histogram considering occlusion-, Yusuke Saito and Hiroyuki Nishiyama, International Journal of Artificial Life and Robotics, Vol.20, No.2, pp. 129-136, 2015.(査読有)
31. Design of a User Support System for Drivers based on Status Monitoring using Depth Sensor and Smart Phone, Hiroyuki Nishiyama, Yusuke Saito and Hayato Ohwada, The 16th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS 2015), pp. 2080-2084, 2015.(査読有)
32. Design of a Status-Monitoring System with Human Action and Facial Expression, Yusuke Saito and Hiroyuki Nishiyama, The 16th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS 2015), pp.675-681, 2015.(査読有)
33. Research of guidance support system for physically handicapped person in the station, Kei Takeuchi and Hiroyuki Nishiyama, 22th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2016, pp.125-129, 2016.(査読有)
34. インスタンスベース政策最適化による市場の状態変化を考慮したポートフォリオのリバランス, 萩原大地, 原田 拓,電気学会論文誌C, Vol.136, No.3, pp.415-422 (2016).(査読有)
35. An Algorithm of Multi-Subpopulation Parameters with Hybrid Estimation of Distribution for Semiconductor Scheduling with Constrained Waiting Time, H-K Wang, C-F Chien and Mitsuo Gen, IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, vol.28, no.3, pp.353-366, 2015.(査読有)
36. Metaheuristics optimization approaches for two-stage reentrant flexible flow shop with blocking, C. Sangsawang, K. Sethanan, T. Fujimoto and Mitsuo Gen, Expert Systems with Applications, vol.42, pp.2395-2410, 2015.(査読有)
37. Multistage production distribution under uncertainty demands by discrete PSO approaches and extended priority based-HGA, T. Jamrus, C-F Chien, Mitsuo Gen and K. Sethanan,: Fuzzy Optimization and Decision Making, vol.14, pp.265-287, 2015.(査読有)
38. Embedding ant system in genetic algorithm for re-entrant hybrid flow shop scheduling problems with time window constraints, C. Chamnanlor, K. Sethanan, Mitsuo Gen and C-F Chien, Journal of Intelligent Manufacturing, 17pp; DOI: 10.1007/s10845-015-1078-9, 2015.(査読有)
39. Effective multiobjective EDA for bi-criteria stochastic job-shop scheduling problem, X.C. Hao, Mitsuo Gen, L. Lin and G.A. Suer, J. of Intelligent Manufacturing, 13pp; DOI: 10.1007/s10845-014-1026-0, 2015.(査読有)
40. Multi-objective multi-population biased random-key genetic algorithm for the 3-D container loading problem, J-N Zheng, C-F Chien and Mitsuo Gen, Computers & Industrial Engineering, DOI:10.1016/j.cie.2014.07.012, 2015.(査読有)
41. An effective hybrid evolutionary algorithm for stochastic multiobjective assembly line balancing problem, W.Q. Zhang, W.T. Xu, G. Liu and Mitsuo Gen, J. of Intelligent Manufacturing, 8pp; DOI: 10.1007/s10845-015-1037-5, 2015.(査読有)
42. A new model for single machine scheduling with uncertain processing time, K. Hu, X.F Zhang, Mitsuo Gen and J.B. Jo, 2015: J. of Intelligent Manufacturing, 9pp; DOI: 10.1007/s10845-015-1033-9, 2015.(査読有)
43. A bi-objective genetic algorithm for intelligent rehabilitation scheduling considering therapy precedence constraints, L.Z. Zhao, C-F Chien & Mitsuo Gen, J. of Intelligent Manufacturing, 16pp; DOI: 10.1007/s10845-015-1149-y, 2015.(査読有)

44. Logistics network optimization considering balanced allocation and vehicle routing, S.W. Cho, Y.H. Lee, D.W. Cho & Mitsuo Gen, Maritime Economics & Logistics, 20pp. DOI: 10.1057/mel.2015.17, 2015. (査読有)

著書

1．平成 26 年度・国土情報工学研究会報告(13)，大林成行，小島尚人，東京理科大学国土情報工学研究会，全 65 頁，2015 年 3 月
2．コンクリート表面ひび割れを対象としたリアルタイム点検支援システムの構築と現場適用効果，山下剛史，広田健一，勝尾伸一，小島尚人，大和田勇人，大屋 優，平成 27 年度研究成果概要集，東京理科大学研究推進機構・総合研究院・次世代データマイニング研究部門，pp.33～40，2016 年 3 月
3．新澤秀則，森 俊介編，「エネルギー転換をどう進めるか」シリーズ環境政策の新地平 3，序章(P.1/10)および第 1 章(P.11/32)，岩波書店，2015 年 10 月
4．Industrial Engineering, Management Science and Applications 2015, Mitsuo Gen, K.J. Kim, X. Huang & Y. Hiroshi eds., Lecture Notes in Electrical Engineering, vol.349, 1102pp, Springer, 2015.

特許

1．朽津 和幸，来須 孝光，登録番号：特許 第 5885268 号 登録日：2016 年 2 月 19 日，「植物防御活性化物質のための方法，植物防御活性化物質及び免疫応答冗進方法」

広報

1．朽津 和幸，稲の葉緑体再利用を可視化，日本農業新聞，2015
2．朽津 和幸，イネもオートファジーで葉緑体を再利用，ライブセルイメージングで観察，日経バイオテク，2015
3．朽津 和幸，イネもオートファジーで葉緑体を再利用，ライブセルイメージングで観察，日経バイオテク on line，2015
4．朽津 和幸，イネの葉緑体分解 追跡 自食作用が関与，日経産業新聞，2015
5．朽津 和幸，葉緑体の再利用過程を解明，化学工業日報，2015
6．朽津 和幸，オートファジーを可視化：イネ葉緑体の分解過程解明,科学新聞，2015
7．朽津 和幸，人と人を結ぶバイオイメージング，日経バイオテク，2015

受賞

1．陶文紀，花俣繁，来須孝光，朽津和幸，イネ葯の花粉形成過程におけるタペート細胞のオートファジー動態とプログラム細胞死における役割の解析，優秀ポスター賞受賞，イメージングフロンティアシンポジウム 2015，2015
2．Y. Wang, L. Lin, M. Gen, L. Sun & H. Kawakami, Application Award (2nd Runner-Up): A Co-cooperative Evolutionary Algorithm for Flexible Scheduling Problem under Uncertainty, The 2015 International Conference on Complex Adaptive Systems, San Jose, USA, 2015.
3．H-K Wang, C-F Chien and Mitsuo Gen, 2015 IEEE TSM Best Paper Award: An Algorithm of Multi-Subpopulation Parameters with Hybrid Estimation of Distribution for Semiconductor Scheduling with Constrained Waiting Time, IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, vol.28, no.3, 2015.

研究課題（研究者別）

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。

朽津　和幸

「植物の信号伝達素子としての活性酸素種生成制御機構の解析」

植物は細胞膜に活性酸素種(ROS)生成酵素 Rboh を持ち、その活性を制御し、信号伝達素子として活用している。Rboh を異種発現させた動物細胞から得た膜画分を用いた、Rboh による ROS 生成活性の無細胞評価系を確立し、シロイヌナズナの 10 種の RbohA-J について ROS 生成活性の Ca^{2+} 濃度依存性を定量的に解析した。ROS 生成酵素が一種の細胞内 Ca^{2+}センサーとして機能する可能性を提唱した。

小島　尚人

「ハイパースペクトルデータを用いて植生指標画像を作成する場合の有効バンド選定戦略」

本研究は、ハイパースペクトルデータを用いて NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 画像を作成する場合の有効バンド選定アルゴリズムを構築する。因子分析を通して、NIR、RED バンドグループを第 1、第 2 因子負荷量で分離・解釈できる（単純構造化）か否かについて検討する。この結果のもとに、「因子負荷量と共通性」最大基準に基づいて RED、NIR バンドを選定し、NDVI 画像と航空写真等との照合を通して、バンド選定効果の有無を検証する。

「局所的集中豪雨を誘因とする源頭部斜面崩壊・影響領域広域推定支援策」

本研究では、局所的集中豪雨に伴って発生する源頭部斜面崩壊の「影響領域広域推定支援策」を提案する。斜面崩壊危険箇所評価モデル（共分散構造分析法ベース）の教師データとして、「ケース 1：源頭崩壊部（現状型)、ケース 2：斜面中腹部（現状型)、ケース 3：崩壊土砂堆積域（現状型)、ケース 4：源頭崩壊周辺部（規範型)」を設定し、ケース別斜面崩壊危険箇所評価図の違いを抽出した「源頭部斜面崩壊影響図」を提示する。

「コンクリート表面リアルタイム点検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精度の向上を目的として、錯視誘発画像特徴合成動画に対する視認性評価システムを構築し、現場への適用性について検討する。ボックスカルバート、トンネル覆工、橋梁床版等を点検対象とし、コンクリート表面からの距離別ひび割れ検出精度を比較するとともに、高所作業台からのチョークによる描画記録時の「ひび割れ見落とし対策」として寄与できるか否かについて検討する。

「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・画像特徴合成ネガ動画の提案」

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、「ネガ動画」に対する錯視誘発画像特徴合成動画（Feature Composite moving image：FC 動画)を提案する。ネガ動画とポジ動画それぞれに対して FC 動画を作成・比較する。点検動画撮影時の拡大・縮小率の違いに伴うひび割れ発見精度の検証、ひび割れの視認性評価等、現場および管理事務所における点検支援策としてネガ FC 動画の適用性について検討する。

武田　正之

「被災時避難誘導に向けたフェロモン調節による改良 ACO アルゴリズムの提案」

本研究では災害時において、火災や建物の倒壊によって周囲の状況が刻一刻と変化する中で、被害を最小化するために適切な避難誘導を実現する方法を提案する。具体的には、アントコロニー最適化法(Ant Colony Optimization, ACO)による最適経路発見システムを改良して、災害時における避難誘導を目的とした ACO アルゴリズムを提案した。

「An improved evacuation guidance system based on ant colony optimization」

災害発生時、人々が安全な場所に速やかに避難するために、避難者が何らの情報も持たない状態でも避難できるように、避難者間で情報の共有を行いながら避難を行う方法を検討した。シミュレーションの結果、ACO の導入により効率的な避難が実現できることが判明した。また、単純な ACO による誘導では災害時の危険の回避を行わず、安全な避難が実現できないことも明らかになった。

溝口　文雄

「ILP を用いた運転シミュレータ実験時の眼球運動データに基づく散漫検知ルール生成に関する研究」

本研究では、運転シミュレータに対する運転および眼球運動データを用いることにより、認知的散漫運転を検知するルールを生成に関する研究を実施した。散漫ルール生成における学習器として可読ルールを生成可能な ILP（Inductive Logic Programming）を用いた。その結果、シミュレータに対する運転データおよび運転時の眼球運動データから、認知的散漫時の時系列的な意味を含んだルールの生成に成功した。

森　俊介

「地球温暖化対策における科学的知見の不確実性評価に関する研究」

パリ合意以降、世界全体で平均気温上昇を工業化以前と比べ「2℃」以内に押さえるという目標のもと様々な行動が実施されている。この「2℃」目標達成に向け、国際的に大幅な GHG の削減が必要となるが、科学的知見にはなお不確実性が残っており、このもとでどのような削減戦略をとるかは大きな課題となっている。本研究では気候変動対策を不確実性、リスク管理オプション、社会の価値判断を網羅的に考慮した気候変動リスク管理戦略をモデル構築により提示する。

「需要家を細分化した地域分散エネルギーシステムに関する研究」

来る 2020 年東京オリンピック・パラリンピックに向けて、選手村や競技施設等が中央区と江東区に集約され世界中から注目されている。そこで、2 地域を対象に町丁目毎に細分化、ビル単位でのエネルギー用途別需要を推計し、DHC による地域間の熱輸送を考慮した。地域統合化で生じる楽観的な結果を避け、より現実的な数値をもたらす細分化は必要不可欠である。そして、地域分散型エネルギーマネジメントとしての DHC の役割を明らかにした。

「天候の不確実性を考慮した地域分散エネルギーシステムに関する研究」

再生可能エネルギーの中でも太陽光発電は天候によって大きく発電量が異なるため、天候の不確実性を念頭に置いた設備導入と運用が必要となる。そこで本研究では全天日射量を用いて東京電力管内 38 地域における太陽光発電量について天候を晴天と曇天と雨天に分類し推定した上で、民生部門の需要家別エネルギーモデルによる PV 導入評価を行った。結果、天候の不確実性を考慮しない場合と評価は大きく変化し、CGS 導入効果が高まった。

「レアメタルを含む鉱物資源の経済影響に関する研究」

金属鉱物資源の安定供給確保は日本の製造業の基礎を支える上で不可欠である。この安定供給策を評価するには、鉱物種の供給特性と需要の特性を両サイドから評価する必要がある。本研究では、有賀・廣川らの 2010 年に欧州委員会が発表した金属鉱物資源のクリティカリティに関する評価手法を参考にし、41 鉱種（アンチモン、インジウム、ガリウム、等について過去の複数点でのクリティカリティに関する評価を行い、時系列データを解析し動態を解析した。

滝本　宗宏

「GPU 向け分岐発散抑制の研究」

並列処理に用いられる GPU は、その SIMD スタイルの実行形式から、条件分岐の存在によって実行効率が低減する分岐発散を生じる可能性があった。本研究では、条件分岐の異なる分岐経路を融合して分岐発散を低減する分岐融合手法を拡張し、計算の依存関係に沿って命令を並べ替えることによってさらに多くの命令を融合できる手法を提案する。

「移動エージェントを用いた群ロボットに関する研究」

ネットワークを介して、コンピュータ間を自律的に移動する移動エージェントを用いて、多くの単純なロボットを連携して制御する手法を提案する。従来、達成すべきタスクは、個々のロボットに固定に割り当てられていたが、移動エージェントにタスクを割り当てることによって、適切なロボットを選んで、制御することができ、群ロボット全体の実行効率の向上と、消費電力の低減を図ることができる。

「群知能に関する研究」

アリのような社会性生物の振舞いを真似ることによって、効率的に解を求める手法を群知能と言う。本研究では、群知能を、群ロボットの制御、被災者避難、プログラムの性質解析、ネットワークルーティングに応用し、より効率的で精密なシステムを目指す。

佐藤　圭子

「H5N1 インフルエンザ A 型ウイルスヘマグルチニンでの配列変化を予測するための符号論的アプローチ」

インフルエンザ A 型ウイルスのヘマグルチニンレセプター結合領域での変化は、ヒトの免疫系を回避する新しいウイルス株の出現を導く。ヒトに適応した H5N1 ウイルス株に起因する大流行に備えるため、レセプター結合領域の配列に蓄えられた規則を理解することが必須である。私たちは、符号論的配列解析をもとにレセプター結合領域の変異パターンを把握し、将来出現するであろう H5N1 ウイルス株の可能なアミノ酸変化を予測した。

西山　裕之

「帰納論理プログラミング(ILP)に基づく並列学習器の設計に関する研究」

本研究では、可読で時系列的なルールを生成可能な帰納論理プログラミング（ILP）に基づく機械学習の処理時間を短縮させるために、交渉プロトコルに基づく並列処理システムの設計および実装を行った。本プロトコルの特徴は、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ことにより、結果的に各処理時間を均一にすることである。これにより使用した計算機台数に応じた処理時間の短縮を実現した。

原田　拓

「視線データを用いた閲覧支援システムの開発に関する研究」

電子画像を対象として、その閲覧支援のために、視線データを用いたユーザインタフェースシステムを開発する。本システムでは、電子画像に対するユーザの視線座標を計測し、その視線座標の周辺領域を拡大表示することによって閲覧を支援する。その際に、実際の閲覧とは無関係な視線移動をある程度判別する。これにより、本システムのユーザビリティを向上させる。

玄　光男

「進化算法による最適生産・スケジューリング関する研究」

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、更に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を目指すもので、多目的ハイブリッド型進化算法の研究、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、不確実な環境下での生産スケジューリング・資源管理問題の研究からなる。

「多目的ハイブリッド型進化算法の研究」

短時間で最良解が得られる分布推定アルゴリズム(EDA)や粒子群最適化(PSO)の研究開発は、半導体の各種デバイス生産のようなリアルタイムの生産管理におけるスケジューリング問題や不確実環境下における動的なスケジューリング問題に向いている。更に、他のメタヒューリスティクス法を組み合せて新しい多目的進化計算法の研究開発を行い、実践的な生産計画・スケジューリング問題に対する最良解の有効性向上や計算時間短縮を評価する。

「実践的生産計画・スケジューリング問題の研究」

IT 関連製品の基幹素子、例えば半導体デバイス、ハードディスク(HDD)やパネルディスプレイ(TFT-LCD)等の生産スケジューリング問題は、一般に生産完了時間や各種設備稼働時間をそれぞれ最小化する多目的数理計画モデルで定式化されるが、市販のソフトウェアでは解決できない。従って、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を研究開発する。

「不確実な生産スケジューリング・資源管理問題の研究」

生産・物流システムの製造・配送過程で発生する不確実的要因の確率的な処理時間を伴う組立てラインバランシング問題や多目的資源制約付きのプロジェクトスケジューリング問題等は、重要な現実的な課題である。特に、不確実環境下における動的なスケジューリング問題は、複雑な生産設備の予測不可能な故障発生や災害等による生産・物流設備の不稼働状況で発生するもので、迅速な再スケジュールを求める進化算法を開発する。

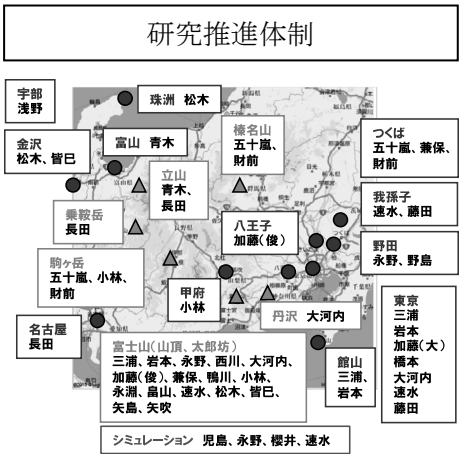
山岳大気研究部門

山岳大気研究部門

1. 概要

最終年度は理学部物理学科の加藤先生が退職され、26 名でスタートしました。昨年度同様、それぞれのメンバーのテリトリーの山岳地域、また対象地域で多くの観測が行われました。富士山では昨年同様太郎坊でライダー、スカイラジオメータによる鉛直分布のリモートセンシングを行い、8 月末の集中観測では太郎坊で気球観測、ゾンデ観測を行いました。10 月に山岳大気シンポジウムを開催し、3 月に NPO 法人富士山測候所を活用する会主催の成果報告会を共催し、多くのメンバーが発表しました。

2. 部門の構成（2016 年 3 月 31 日現在）



三浦　和彦　　東京理科大学理学部第一部教授（部門長）
浅野　比　　山口東京理科大学工学部助教
岩本　洋子　　東京理科大学理学部第一部嘱託助教
児島　紘　　東京理科大学理工学部教養嘱託教授
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副センター長
野島　雅　　東京理科大学総合研究機構講師
橋本　巖　　東京理科大学理学部第一部嘱託教授
青木　一真　　富山大学大学院理工学研究部教授
五十嵐　康人　　気象研究所環境・応用気象研究部室長
大河内　博　　早稲田大学創造理工学部教授
長田　和雄　　名古屋大学大学院環境科学研究科准教授
加藤　俊吾　　首都大学東京都市環境学部准教授
兼保　直樹　　産業総合研究所上席主任研究員
鴨川　仁　　東京学芸大学准教授
小林　拓　　山梨大学大学院医学工学総合研究部准教授
財前　祐二　　気象研究所環境・応用気象研究部主任研究官
櫻井　達也　　明星大学助教
永淵　修　　滋賀県立大学教授
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
藤田　慎一　　電力中央研究所研究顧問
松木　篤　　金沢大学准教授
皆巳　幸也　　石川県立大学生物資源環境学部准教授
矢島　千秋　　放射線医学総合研究所主任研究員
矢吹　正教　　京都大学助教

（外部評価委員）
植松　光夫　　東京大学大気海洋研究所教授
土器屋由紀子　　江戸川大学名誉教授

3. 活動報告

5 月 31 日　富士山観測打合せ

5 月 31 日　特別講演会（共催、主催：NPO 法人富士山測候所を活用する会）
「富士山の噴火」講師　藤井敏嗣（山梨県富士山科学研究所長,火山噴火予知連絡会会長）

7 月 13 日　研究評価部会ヒアリング

7 月 16 日～8 月 21 日　富士山観測
　参加者 11 名（三浦、岩本、大河内、加藤、小林、鴨川、永淵、畠山、松木、皆巳、矢島）

8 月 2 日～5 日　太郎坊立体観測　参加者 3 名（三浦、岩本、矢吹）

10 月 17 日　山岳大気研究部門第 5 回運営委員会　参加者 17 名

10 月 17 日　第 2 回山岳大気シンポジウム（後援：NPO 法人富士山測候所を活用する会）(1)
　口頭発表　17 名、参加者　約 50 名、交流会　約 50 名
「東京理科大学総合研究機構山岳大気研究部門の 5 年間の活動記録」
　三浦 和彦（山岳大気研究部門長）
「富士山頂での夏季の O_3, CO, SO_2 観測」加藤 俊吾（首都大学東京）
「夏期の富士山頂におけるラドンの起源」永野 勝裕（東京理科大学理工学部）
「富士山における大気化学観測：2015 年夏季集中観測結果を中心に」大河内 博（早稲田大学）
「エアロゾルの新粒子生成、成長と雲凝結核に関する研究」三浦 和彦（東京理科大学理学部）
「富士山頂で測定したエアロゾル雲凝結核特性と霧粒特性」岩本 洋子（東京理科大学理学部）
「富士山太郎坊におけるライダーとソーダーの複合観測」矢吹 正教（京都大学生存圏研究所）
「立山における山岳大気観測」青木 一真（富山大学大学院理工学研究部）
「立山でのエアロゾル観測：16 年間のデータで見えてきたこと」長田 和雄（名古屋大学）
「宝達山での大気化学観測」皆巳 幸也（石川県立大学）
「自由対流圏における大気中水銀の動態」永淵 修（滋賀県立大学）
「夏季に四国上空で採取されたエアロゾルの電子顕微鏡分析」
　財前 祐二、五十嵐 康人（気象研究所環境・応用気象研究部）
「山口県山陽小野田市における PM2.5 の高時間分解能分析」浅野 比（山口東京理科大学）
「大気エアロゾルの発生源判別のための古い手法と新しい発想」
　兼保 直樹（産業技術総合研究所）
「二次イオン質量分析法を用いた黄砂の同位体分析」野島 雅（東京理科大学総合研究院）
「2015 年富士山頂における雷・大気電気研究」鴨川 仁（東京学芸大学）
「富士山頂での宇宙線中性子モニタリング」矢島 千秋（放射線医学総合研究所）
（総評、外部評価委員）
　土器屋 由紀子（江戸川大学名誉教授）
　植松 光夫（東京大学大気海洋研究所）

12 月 8 日　富山大学大学院理工学研究部(理学系)主催立山研究会 2015（後援）

12 月 20 日　富士山大気観測 2015 データ検討会（主催）
　口頭発表 22 名、ポスター発表 6 名、検討会参加者 53 名、懇親会参加者 40 名
「富士山頂および富士山麓太郎坊におけるラドンの測定」川口尚輝・三浦和彦（東理大・理）
「富士山頂での夏季の CO, O_3, SO_2 の測定」加藤俊吾（首都大）
「富士山頂における NO_y の計測」小林 雅、和田龍一（帝京科学大）
「富士山頂における窒素酸化物の高時間分解能計測」谷口正浩、和田龍一（帝京科学大）
「2015 年富士山夏季集中観測の概要」大河内 博（早大）
「2015 年の富士山における大気中 PAHs の観測結果」小野一樹（早大）
「2015 年の富士山における大気中超微粒子の観測結果」松永昂樹（早大）
「2015 年の富士山における大気中界面活性物質の観測結果」廣川諒祐（早大）
「2015 年フジサットについて」冨田悠登、東郷翔帆、新田英智、鴨川仁（学芸大）
「2015 年富士山頂から観測された高高度放電発光現象」
　小名木すみれ、鈴木裕子、成嶌友祐、鈴木智幸、鴨川 仁（学芸大）

「雷雲直下強電場における大気電気観測」
　石川朗子、大島燦(学芸大)、三浦和彦（東理大)、鴨川 仁（学芸大）
「データロガー測候所内越冬運用報告」新田英智、東郷翔帆、冨田悠登、鴨川仁（学芸大）
「2014-2015 年フジサット観測について」東郷翔帆、冨田悠登、新田英智、鴨川仁（学芸大）
「2015 年 8 月 13 日の富士山測候所直撃雷」
　大島燦（学芸大)、安本勝（アンテック)、鴨川仁（学芸大）
「太郎坊における福島原発事故起原の放射線スペクトル測定」
　高橋周作（学芸大)、三浦和彦（東理大)、鴨川仁（学芸大）
「富士山頂からのスプライト検知時の VLF 帯電磁波について」成嶌友佑、鴨川仁（学芸大）
「富士山頂から検知された巨大ジェットについて」鈴木裕子、鴨川仁（学芸大）
「積乱雲から飛びあがる雲」岩崎杉紀（防衛大学校）
「2015 年夏季の偏光 OPC 観測結果」小林 拓（山梨大）
「富士山麓におけるエアロゾル気柱積算粒径分布」
　橋口 翔、三浦和彦（東理大)、青木一真（富山大）
「富士山麓太郎坊における粒径分布の測定」
　須藤俊明、監物友幸、片岡良太、岩本洋子、三浦和彦（東理大）
「富士山頂における粒径分布の測定」
　監物友幸、須藤俊明、片岡良太、岩本洋子、三浦和彦（東理大)、加藤俊吾（首都大学東京）
「富士山頂および富士山麓太郎坊における粒径分布の測定」
　片岡良太、監物友幸、須藤俊明、岩本洋子、三浦和彦（東理大)、加藤俊吾（首都大学東京）
「2015 年夏季の富士山頂における雲凝結核の測定」
　佐藤光之介、監物友幸、片岡良太、岩本洋子、三浦和彦（東理大）
「富士山で捕集したエアロゾルの個別粒子分析」土井瀬菜、岩本洋子、三浦和彦（東理大）
「富士山麓太郎坊におけるエアロゾルの鉛直分布と個別粒子分析」
　渡辺詩織、土井瀬菜、岩本洋子、三浦和彦（東理大）
「富士山頂で日単位採取した PM2.5 に含まれる水溶性無機イオンと元素成分の特徴」
　米持真一（埼玉県環境科学国際センター）
「富士山頂におけるエアロゾルの粒径別化学成分」外賀陽春、畠山史郎（東京農工大学農学部）

3 月 22 日　NPO 法人富士山測候所を活用する会主催第 9 回成果報告会（共催）(2)

4. 研究活動の展望

国内での連携体制はすでに確立している。富士山での観測は、NPO 法人「富士山測候所を活用する会」として活動している。次回の Symposium on Atmospheric Chemistry and Physics at Mountain Sites は 2017 年に日本で開催することとなった。2016 年度から大気科学研究部門として活動する。

参考文献

１．第 2 回山岳大気シンポジウム予稿集，東京理科大学総合研究院山岳大気研究部門，pp56，2015
２．第 9 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，pp89，2016

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1．Kato, S., Y. Shiobara, K. Uchiyama, K. Miura, H. Okochi, H. Kobayashi, S. Hatakeyama, Atmospheric CO, O_3, and SO_2 measurements at the summit, of Mt. Fuji during the summer of 2013, *Aerosol and Air Quality Research*, in press.（査読有）

2．Zhu, C., Kawamura, K., Fukuda, Y., Mochida, M. and Iwamoto, Y., Fungal spores overwhelm biogenic organic aerosols in a mid-latitude forest. *Atmos. Chem. Phys.,* in press.(査読有)

3．竹谷文一，金谷有剛，中山智喜，上田紗也子，松見豊，定永靖宗，岩本洋子，松木篤，レーザー誘起白熱法を用いて観測された春季能登スーパーサイトでのブラックカーボン特性，*エアロゾル研究*，in press.（査読有）

4．Iwamoto, Y. Kinouchi, K., Watanabe, K., Yamasaki, N. and Matsuki, A., Simultaneous measurement of CCN activity and chemical composition of fine-mode aerosols at Noto Peninsula, Japan, in autumn 2012, *Aerosol and Air Quality Research*, in press.（査読有）

5．H. Asano, N. Sakura, K. Oshima, Y. Shiraishi, N. Toshima: Development of ethenetetrathiolate hybrid thermoelectric materials consisting of cellulose acetate and semiconductor nanomaterials, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 55 (No.2) (2016), DOI: 10.7567/JJAP.55.02BB02.

6．Ueda, S., Nakayama, T., Taketani, F., Adachi, K., Matsuki, A., Iwamoto, Y., Sadanaga, Y. and Matsumi, Y., Light absorption and morphological properties of soot-containing aerosols observed at an East Asian outflow site, Noto Peninsula, Japan. *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 2525-2541, 2016.（査読有）

7．齋野広祥，速水洋，三浦和彦，微小粒子状物質中の炭素成分分析における正のアーティファクトの影響評価，大気環境学会誌，51(3)，153-160，2016.（査読有）

8．渡辺幸一，山崎暢浩，水落亮佑，岩本洋子，松木篤，定永靖宗，坂東博，岩坂泰信，2012 年 7 月下旬の能登半島珠洲市で観測された高濃度の二酸化硫黄および硫酸塩粒子：桜島の噴煙の影響について，*天気*，62，43-50，2015.（査読有）

9．Nishikawa, M., I. Matsui, I. Mori, D. Batdorj, E. Sarangerel, K. Onishi, A. Shimizu, N. Sugimoto, Chemical Characteristics of airborne particulate matter during the winter season in Ulaanbaatar, *Earozoru Kenkyu*, 30, 126-133, 2015.（査読有）

10. Sugimoto N., A. Shimizu, T. Nishizawa, I. Matsui, Y. Jin, P. Khatri, H. Irie, T. Takamura, K. Aoki, B. Thana, Aerosol characteristics in Phimai, Thailand determined by continuous observation with a polarization sensitive Mie-Raman lidar and a sky radiometer, Environmental Research Letters, 10:065003, doi:10.1088/1748-9326/10/6/065003, 2015（査読有）

11. Igarashi Yasuhito, Mizuo Kajino, Yuji Zaizen, Kouji Adachi, Masao Mikami, Atmospheric radioactivity over Tsukuba, Japan: a summary of three years of observations after the FDNPP accident, *Progress in Earth and Planetary Science 2015*, 2:44, doi:10.1186/s40645-015-0066-1（査読有）

12. 大河内博，黒島碩人，緒方裕子，岸本綾，片岡淳（2015）大震災と放射能汚染：福島県の里山に大気沈着した放射性物質の動態と除染，“震災後に考える”，早稲田大学出版部，pp.160-168.（査読無）

13. Irie, H., T. Nakayama, A. Shimizu, A. Yamazaki, T. Nagai, A. Uchiyama, Y. Zaizen, S. Kagamitani, Y. Matsumi, Evaluation of MAX-DOAS aerosol retrievals by coincident observations using CRDS, lidar, and sky radiometer in Tsukuba, Japan, Atmos. Meas., Tech. Discuss., 8, 1013-1054, 2015.（査読有）

14. Satoshi Irei, Akinori Takami, Yasuhiro Sadanaga, Takao Miyoshi, Tekemitsu Arakaki, Kei Sato, Naoki Kaneyasu, Hiroshi Bandow, and Shiro Hatakeyama, Transboundary Secondary Organic Aerosol in Western 23 Japan: An Observed 24 Limitation of the *f*44 Oxidation Indicator, *Atmos. Environ.*, 120, 71-75, doi:10.1016/j.atmosenv.2015.08.070, 2015.(査読有)

15. 板橋秀一，速水洋：トレーサー法を用いたわが国の硫酸塩濃度に対する国内外の発生源寄与評価，大気環境学会誌，2015，50，138-151.（査読有）
16. Enami, S., Y. Sakamoto, K. Hara, K. Osada, M. R. Hoffmann, A. J. Colussi, "Sizing" Heterogeneous Chemistry in the Conversion of Gaseous Dimethyl Sulfide to Atmospheric Particles, *Environ. Sci. Technol.*, in press, 2016.（査読有）
17. Kamogawa, M., T. Kanaya, Y. Orihara, A. Toyoda, Y. Suzuki, S. Togo, and J.-Y. Liu , Does an ionospheric hole appear after an inland earthquake?, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, doi:10.1002/2015JA021476, 2015.（査読有）
18. 鵜野伊津志，Xiaole Pan，板橋秀一，弓本桂也，原由香里，栗林正俊，山本重一，下原孝章，田村圭，緒方美治，長田和雄，上口友輔，山田早紀，小林拓，九州北部で 2014 年 5 月下旬から 1 週間継続した黄砂と高濃度大気汚染現象のオーバービュー，*大気環境学会誌*,51(1), 44-57，2016.（査読有）
19. 櫻井達也，佐竹晋輔，松田和秀，東京西部における PM2.5 無機イオン成分の測定とそれに基づく大気質モデルの予測性能評価，*エアロゾル研究*，30，134-141，2015.（査読有）
20. Iwamoto, Y., Kamezaki, K., Hattori, S., Miura, K. and Uematsu, M., Spatial variation of atmospheric trace constituents over the Kuroshio Current region, *KH-15-4 Cruise Report*, 2015.（査読無）

招待講演

１．三浦和彦：微粒子が気候を変える－海洋上や富士山頂における PM2.5 の測定－，文化講演会，青森県立八戸高等学校，2015.9.25
２．三浦和彦：大気電気におけるイオン，第 12 回エアロゾル学会若手フォーラム「エアロゾルの電気的性状に迫る」，慶應義塾大学日吉キャンパス，2015.10.14

広報

１．三浦和彦，PM2.5 問題　日中連携で環境改善を，私見創見，デーリー東北，2015.5.3
２．三浦和彦，噴火に備える　準備不足の人災は避けたい，私見創見，デーリー東北，2015.6.7
３．NPO 法人富士山測候所を活用する会，富士山測候所の活用 研究者の熱意変わらず，静岡新聞，2015.6.8
４．鴨川仁，世界遺産・富士山の噴火対策，N スタ＜ホリダス＞，TBS テレビ，2015.7.1
５．三浦和彦，落雷　正しい知識で身を守ろう，私見創見，デーリー東北，2015.7.12
６．三浦和彦，今夏なぜ猛暑「ダイポールモード」が原因？ 私見創見，デーリー東北，2015.8.16
７．三浦和彦，旧富士山測候所を活用 NPO への支援に感謝，私見創見，デーリー東北，2015.9.19
８．NPO 法人富士山測候所を活用する会，雲上の財産，富士山測候所を最高の研究・教育拠点に，ナショナルジオグラフィック，2015.10
９．三浦和彦，エアロゾルの気候影響 富士山頂で観測する意義，私見創見，デーリー東北，2015.10.24
10．鴨川仁，富士山③～人はんぜ富士山頂を目指し続けるのか～，ブラタモリ，NHK テレビ，2015.10.31
11．三浦和彦，COP21 で新枠組み 温暖化防止へ目標設定を，私見創見，デーリー東北，2015.11.28
12．三浦和彦，エルニーニョ現象 要因は温暖化 対策急げ，私見創見，デーリー東北，2016.1.5
13．三浦和彦，大村智博士 至誠天に通ず，私見創見，デーリー東北，2016.2.9
14．三浦和彦，科学者の責任 情報の公開と内容の説明，私見創見，デーリー東北，2016.3.15

研究課題（研究者別）

三浦　和彦

「富士山におけるエアロゾルの新粒子生成、成長と雲凝結核に関する研究」

エアロゾル粒子が増加することにより、雲は大気の負の放射強制力を増し、温暖化を抑制するが、定量的な評価はなされていない。自由対流圏内に位置することが多い富士山頂において、サブミクロン粒子の粒径分布、雲凝結核、雲核の測定をした。実大気中の雲活性には粒径分布、過飽和度、エアロゾルの化学特性の順で寄与が大きいことがわかった。

浅野　比

「山口県山陽小野田市における PM2.5 の高時間分解能分析」

近年、西日本で観測される PM2.5 の 1 時間平均値が日平均環境基準値を超えて観測され、関心が高まっている。特に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。現在、粒子状物質や PM2.5 について重量濃度測定は連続的に行われているが、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の粒径別数濃度測定を行い、さらに、XRF による元素分析を行う。

岩本　洋子

「富士山におけるエアロゾルの雲凝結核能に関する研究」

富士山頂は下層雲である霧の発生頻度が高く、霧粒として活性している CCN を実際に観測できる点で優れた観測サイトである。本研究では、富士山頂で得られたエアロゾルの CCN 特性、霧粒特性などの観測データを用いて、実大気のピーク過飽和度（SSp）を算出した。また、SSp、エアロゾル個数粒径分布、化学組成のうち、どの因子が霧粒数濃度を決定するうえで重要かを調べた。

児島　紘

「富士山頂に山谷風により輸送されるラドンの影響とその変動要因」

ラドンは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、アジアから長距離輸送されてきた物質の観測に適していると考えられるが、気象条件によってはローカルな輸送の影響を強く受けることがある。そこで、富士山頂と富士山南東麓の太郎坊でラドン濃度の観測を行い、富士山頂に山谷風の影響が及ぶ気象条件について研究している。

永野　勝裕

「富士山頂への日本起源のラドンの影響とその変動要因」

ラドンは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、アジアから長距離輸送されてきた物質の観測に適していると考えられるが、気象条件によってはローカルな輸送の影響を強く受けることがある。そこで、富士山頂への日本から発生したラドンの輸送およびその影響が及ぶ気象条件について、モデルシミュレーションにより研究している。

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」

大陸の都市域および砂漠地帯から発生する大気エアロゾルが長距離輸送されることに伴う化学的組成変化について、さまざまな化学計測法により明らかにする。富士山頂で捕集する対流圏エアロゾルの化学的解析を通じ、そのような組成変化を追求する。

野島　雅

「二次イオン質量分析法を用いた黄砂の同位体分析」

大陸から輸送される黄砂の起源解析手法において、後方流跡線解析が主流ではあるが、気象データに基づいたシミュレーションの域を超えない。そこで本研究では、二次イオン質量分析装置(SIMS)を用いて黄砂試料の任意の元素の同位体比からトレースエレメントについて評価し、試料から直接起源情報を得られる解析手法の確立を目的とする。標準試料における Fe の同位体比を求めることで直接起源情報を得られることが分かった。

橋本　巌

「透過型電子顕微鏡を利用したエアロゾル観察手法の検討」

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

青木　一真

「立山における雲・エアロゾルの光学的特性に関する研究」

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において、雲・エアロゾルの太陽放射観測や気象観測などを行っている。近隣の富山市や珠洲市での高度差の観測から越境する大気汚染物質や黄砂現象など時間・空間的変動について研究を進めている。また、立山・室堂平（標高 2450m）において、積雪断面調査も行い、山岳地域での大気・雪氷変動研究を行っている。

五十嵐　康人

「山岳での大気エアロゾルの観測研究」

大気エアロゾルの 3 次元的動態把握や自由対流圏エアロゾルの特徴を把握する目的で、山岳での通年自動観測を継続している。観測地点は 1）榛名山ロープウェイ榛名山頂駅(1365m)と 2）駒ヶ岳ロープウェイ千畳敷駅(2610m)付近である。1)では境界層と自由対流圏中のエアロゾルを、2）では自由対流圏中のエアロゾルを主な対象として、粒径別個数濃度の季節変動やその要因、組成・混合状態について研究を進めている。

大河内　博

「富士山体を利用した自由対流圏高度におけるエアロゾル-雲－降水相互作用」

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・水相に含まれる環境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。富士山頂では夏季のみであるが、酸性物質、重金属、揮発性有機化合物、多環芳香族炭化水素、フミン様物質、陰イオン界面活性物質の観測を、富士山南東麓では通年観測を行っている。

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。2015 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も 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予定である。

加藤　俊吾

「富士山頂での夏季における一酸化炭素・オゾン・二酸化硫黄濃度の観測」

富士山頂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。一酸化炭素は汚染大気輸送のトレーサとして有効である。オゾンは山岳では成層圏からの輸送のトレーサとして有効である。関東付近で都市の影響を受ける前の状態での大気、長距離輸送されてくる大気汚染についての検討を行った。また、石炭燃焼などから発生し酸性雨の原因となる二酸化硫黄についても測定を行った。

兼保　直樹

「微小粒子状物質の広域分布に関する研究」

遠隔地(島嶼域・山岳域)と都市域での微小粒状物質の成分濃度、変動パターンなどの解析を継続するとともに、今年度は光吸収性粒子の沈着フラックス・レコードを過去に遡って調べる方法を開発し、バックグラウンド地点(北海道利尻島)および都市域(札幌市)のデータを分析開始した。また、CMB 法を変則的に適用することでアジア大陸からの長距離輸送分の推定に用いる試みを行った。

鴨川　仁

「富士山頂における雷・大気電気研究」

富士山山頂という高所を活用し雷に関連する諸現象の研究を行っている。2015 年では次の 3 テーマ、1) 対流圏と電離圏間で発生する高高度放電発光現象、 2) 富士山測候所と山麓を繋ぐ接地線に流れる雷電流観測、 3) 福島原発事故に関連する放射線観測を行った。

小林　拓

「偏光光散乱式粒子計測器による自由対流圏中の大気エアロゾルの観測」

人為起源微粒子や黄砂などの大気エアロゾルが自由対流圏を通じ越境輸送され、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、自由対流圏中の大気エアロゾルの動態を明らかにするため、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により、自由対流圏の大気を直接採取可能な富士山頂および木曽駒ヶ岳千畳敷において観測を実施する。

財前　祐二

「個別エアロゾル粒子の組成・混合状態に関する研究」

自由対流圏のエアロゾル粒子を採取し、電子顕微鏡による個別粒子分析を行う。これにより組成、混合状態の季節変化を明らかにする。これまでの研究で、組成の季節変化については断片的な情報は得られているが、事例数を増やすことと、混合状態についてより詳細なデータを得ることを目標とする。

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。

永淵　修

「富士山測候所で観測された汚染大気プルーム中水銀の Hg/CO 比を用いた起源解析」

日本国内の山岳（富士山頂、乗鞍旧コロナ天文台、伊吹山、屋久島山岳部）及び島嶼部（屋久島、対馬、沖縄）において大気中水銀、降水中水銀濃度の観測並びにインパクターによる PM を捕集し、それに含まれる化学種の濃度データを解析することで、大気中水銀の長距離輸送について検討している。ここでは、東アジア大陸起源の水銀を正確に定量化するために富士山測候所において ΔHg(0)/ΔCO 比を検証する。

畠山　史郎

「微小粒子状物質の化学成分に関する研究」

九州地区都市域や島嶼域における越境大気汚染微粒子を粒径別に捕集し、化学成分の粒径依存性による発生源推定や、化学成分濃度データの統計的解析による発生源推定を行い、化学変化プロセスの解析と組み合わせて、越境大気汚染微粒子の動態を調査する。

速水　洋

「富士山周辺大気中の汚染物質の由来解析」

富士山麓（太郎坊）で大気質の通年観測を行い、御殿場など周辺常時監視局のデータと併せて解析することで、富士山周辺における大気汚染物質の挙動を明らかにする。

藤田　慎一

「日本列島における降水組成の経年変化に関する研究」

降水成分の濃度の長期的な変化には、周期や位相の異なるさまざまな要因が重なっている。この研究では、日本列島で 20 年間以上にわたって継続されてきた複数地点の観測データをもとに、非海塩起源の硫酸イオンに対する硝酸イオンの濃度比を指標に用いて、経年変化や地理分布や季節変化の特徴を調べ、アジア地域における先駆物質の排出量の変化との関係について検討を行っている。

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。

皆巳　幸也

「宝達山での大気化学観測」

宝達山は、本州から日本海へ突き出した能登半島の付け根に位置し、近傍には大規模な汚染源も存在しないため、大陸域から大気中を長距離輸送された物質を観測するのに適した位置にある。そうした観点から、演者らは 1998 年以来、山麓にある本学の（旧）経営農場を拠点として、山頂の直下（標高 610m）に至る複数の地点でガスやエアロゾル、降水などの大気化学観測を行ってきた。

矢島　千秋

「富士山頂での宇宙線中性子モニタリング」

（二次）宇宙線による被ばくは自然放射線被ばくの一つである。宇宙線の強度は、高度が上昇するほど増加し、航空機巡航高度（10～12 km）における宇宙線被ばくの実効線量率は平地の数十倍から百倍近くに達すると見積もられている。我々は、宇宙線被ばく研究の一環として、上空の宇宙線変動を把握するため、日本最高地に位置する富士山測候所において宇宙線中性子モニタリングに取り組んでいる。

矢吹　正教

「富士山太郎坊におけるライダーとソーダーの複合観測」

粒子状物質の精緻な空間分布情報は、大気成分の拡散・輸送特性や変質過程の理解において有用である。本課題では、山岳地域における大気物質の時空間変動の特徴を把握するために、太郎坊を拠点として、ライダーによるエアロゾルと雲観測、およびドップラーソーダーによる風速 3 成分の観測を基礎とした、鉛直大気の層構造の時空間変動に着目した研究を行った。

インテリジェントシステム研究部門

インテリジェントシステム研究部門について

1. 概要

インテリジェントシステム研究部門の起源は、1983 年 4 月に発足したバイオシステム研究部門にあり、その後、1988 年 4 月に「工学的システムにインテリジェンスをもたせる」を理念に必要な基礎分野から応用分野にいたる幅広いテーマに関する研究を遂行することを目的としたインテリジェントシステム研究部門に発展的に引き継がれた。

2005 年 11 月に総合研究所が総合研究機構に組織改変されたのにともない、インテリジェントシステム研究部門は、新たに掲げた「ソフトウェア応用・ネットワーク分野、ハードウェア分野、エネルギー環境分野、基礎理論分野の相互連携・融合により、人に優しいヒューマンライクなインテリジェントシステムの実現を目指す」を理念として 2010 年度末までの 5 年間の活動を行った。そして 2011 年 4 月からは、「ヒューマンライクで自律性を持つ人に優しいインテリジェントシステムの医療・宇宙応用に向けての研究開発を行う」ことを理念とし、ハードウェア分野、ソフトウェア分野、通信・ネットワーク分野、エネルギーシステム分野の各分野が相互に連携し豊富な研究成果を集中的に医療や宇宙分野へ応用するため、部門所属研究者 17 名（2015 年度末現在は 18 名）を要して新たに 5 年間の再設置が認められ、以下の様に多くの研究費の獲得と論文等を公開し、多くの成果を挙げて一旦解散をした。

インテリジェントシステム研究部門は、解散までに多数の貴重な研究成果を挙げ、400 編の査読つき論文、530 編以上の査読なし論文を著し、15 件の特許出願と 48 件の論文賞等を受賞した（2006 年～2015 年 3 月末現在）。また、公的資金や民間からの受託研究費等の獲得実績も大きく、2011 年～2017 年 3 月までの間に 4 億円を超える研究活動資金を獲得するなど活発に活動した。

また、2015 年 11 月 23 日（月）に開催された、総合研究院フォーラム 2015（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。2016 年 3 月 4 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 3 件、各研究グループの代表者による研究概要の紹介 7 件、ポスターセッション 50 件の発表演題により、活発な質疑応答が行われた。同時に研究成果報告会論文集を刊行した。

2. 部門の構成と施設設備

2. 1. 部門の構成

インテリジェントシステム研究部門では、ハードウェア分野、ソフトウェア分野、通信・ネットワーク分野、エネルギーシステム分野、ヒューマンライクで自律性を持つ人に優しいインテリジェントシステムの医療、宇宙応用に向けての研究開発を行っている（図 1）。

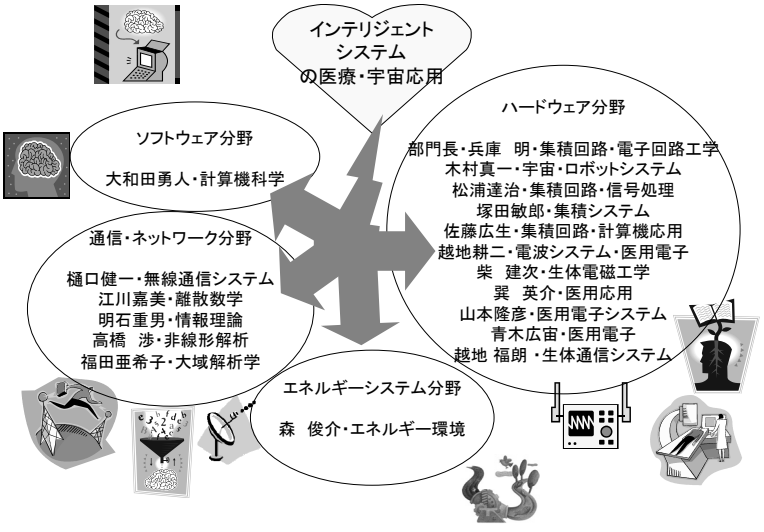


図 1　インテリジェントシステム部門の構成

当部門は、平成 27 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。

2. 2. 施設設備

インテリジェントシステム研究部門の主な研究施設・設備を以下に示す。

（1）アナログ集積回路チップ解析設備

アナログ集積回路チップ解析設備（株式会社日本マイクロニクス製）は、パッケージングされていないベアチップでの集積回路の測定解析が可能であり、電圧電流検出部と測定解析部を有している設備である(図 2)。高周波回路や集積回路の周波数特性などの測定が可能である。電圧電流検出部であるプローバ部はノイズレベルが 10fA 以下と非常に小さく、微少電流の測定が可能である。測定解析部である S パラメータ／ネットワークアナライザ部はアジレント・テクノロジー8753ES が受け持っており、測定精度 0.04dB（300k～6GHz）である。

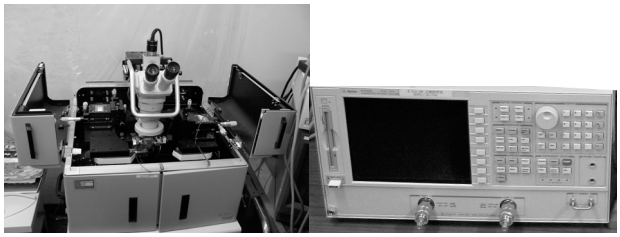


図 2　アナログ集積回路チップ解析設備
（左：電圧電流検出部、右：測定解析部）

（2）ベクトル信号発生器

大出力で、低位相雑音、I/Q 変調機能を備えたシンセサイズド信号発生器であり、高周波での基準信号源などとして必要不可欠の測定装置である(図 3)。



図 3　ベクトル信号発生器 E8267D

表 1　ベクトル信号発生器の仕様

メーカ名	アジレント・テクノロジー
型名	E8267D
周波数範囲	250kHz～20GHz
分解能（CW）	0.001Hz

本測定装置は、理工学部電気工学科（関根・兵庫研究室）卒業生の小島（旧姓山﨑）優様とお父上の山﨑舜平様よりご寄贈頂いたものである。

（3）オシロスコープ（TDR 機能付き）

超高周波信号伝送路、超高速差動信号伝送路などの特性評価や反射源位置測定（TDR）を行う際に、周波数帯域が 20GHz 程度までの波形観測装置は不可欠である。通常の信号波形観測をはじめ、レーダや医用応用を目指したマイクロ波イメージングの研究に有用である(図 4)。

表 2　オシロスコープ（TDR 機能付き）の仕様

メーカ名	アジレント・テクノロジー
型名	86100C/54754A
チャンネル数	2ch
周波数帯域	20GHz
TDR ノーマライズ機能	10psec－5sec
TDR パルスフラットネス	5%
VNA との接続性	PLTS:SW で時間、周波数変換

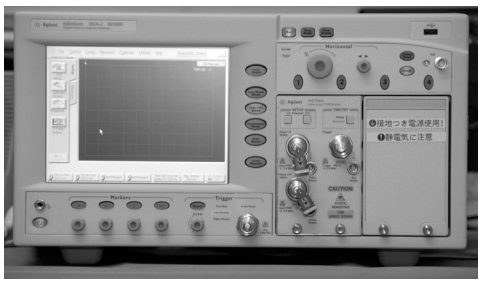


図 4　オシロスコープ（TDR 機能付き）86100C/54754A

3. 各研究グループの活動報告

当部門では研究活動に際し明確なグループ分けを行っていない。以下に各研究室の主要研究課題を示す。各課題の研究成果は、平成 27 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) 人体周辺通信と外部ネットワーク通信間の相互影響を考慮したアンテナの検討
(2) スロットアンテナ付マイクロ波プラズマ源のためのアンテナの特性改善
(3) マイクロ波イメージング技術を用いた乳がん診断法に関する検討
(4) 高含水ゲルファントムの低周波数帯域における電気的特性の改善
(5) 異方性を有する高含水ゲルファントム実現にむけた基礎的検討

3. 2. 兵庫・松浦グループ

(1) スイッチレスで二帯域動作可能な E 級電力増幅回路
(2) D 級動作による CMOS クロスカップル型発振器の低電源電圧化に関する研究
(3) 降圧チョッパ回路の試作及び評価
(4) CLS 技術を用いた SC2 倍増幅回路に関する研究
(5) 多並列ヒステリシス制御型降圧コンバータの並列数自動制御に関する研究
(6) 降圧型 DC-DC コンバータの効率改善の一検討
(7) ΔΣA/D 変換器の入力段にチョッパを用いることによる分解能向上に関する研究
(8) 一定 on/off 時間制御の切り替え型降圧コンバータの小面積化についての検討
(9) 逐次比較 A/D コンバータの低消費電力化に関する研究
(10) 2 次連続時間型ΔΣADC のフィードフォワード構成に関する検討
(11) スイッチまたは回路の多並列構成を用いたプッシュプルコンバータの電力変換効率
(12) カレントリユース型発振器の低消費電力化に関する研究
(13) 2.4GHz 帯 gm boosting LNA の低消費電力化に関する研究

3. 3. 大和田グループ

(1) 物語を生成する知能システム
(2) 機械学習を用いた顧客の解約予測に関する研究
(3) 土地被覆分類のための再帰的アンサンブル学習

3. 4. 森グループ

(1) 天候の不確実性を考慮した分散型電源電力融通を含む東京電力地域のエネルギーシステムの最適化と天候の影響評価
(2) 宇宙太陽光発電による発展途上国への電源としての寄与の評価

3. 5. 木村グループ

(1) 宇宙ゴミの除去に関してシンガポールの ASTROSCALE 社と共同研究契約のもと、デブリ観測衛星 IDEA、デブリ除去実証衛星 ADRAS-1 の開発を進めている。IDEA 搭載計算機及びカメラの開発を実施した。
(2) Seoul National University の超小型衛星 SNUSAT-2 に搭載する地球観測カメラについて、共同開発の打診があり、開発を開始した。
(3) 東京大学を中心に開発する超小型衛星 TRICOM-1 の搭載計算機および地球観測カメラシステムの開発について依頼があり、開発を開始した。
(4) 宇宙教育プログラムと連携し、東京理科大学における宇宙開発のプロモーションを展開した。

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) シリアル干渉キャンセラを用いた非直交多元接続におけるリソース割り当て法の検討

(4) シリアル干渉キャンセラを用いた非直交多元接続の現実的なトラヒックモデル環境下でのシステム性能評価の検討
(5) セルラ環境における受信端末の分布に応じた適応セル間干渉コーディネーション法の検討
(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接続セル選択の検討
(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セル間干渉コーディネーション法の検討
(8) 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

3. 7. 柴グループ

(1) 体内深部に埋め込んだ小型医療機器に、体外から容量結合でワイヤレス電力伝送するシステムを設計・試作した。正確に受電電力を測定する方法を解明した。
(2) 人の筋を模擬した NaCl 水溶液中に小型医療機器を浸漬させ、電磁誘導を用いて体内埋め込み用に開発した電気二重層コンデンサにワイヤレス電力伝送する実験を行った。
(3) 容量結合電力伝送の電磁界解析を行った結果、生体安全性においても問題の無い範囲であることを確認し、IEEE EMBC 2015 で発表した。

3. 8. 江川グループ

(1) グラフの連結度に関する研究

3. 9. 明石グループ

(1) ネットワーク犯罪の基礎となる数学的技術

3. 10. 越地（福）グループ

(1) 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
(2) 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
(3) 金属筐体開口を利用した電子機器組込アンテナに関する研究
(4) 人体近傍通信（ボディエリアネットワーク）に関する研究

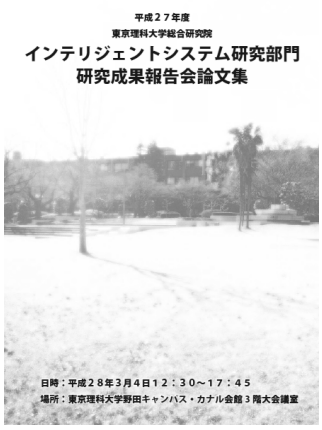


図 5 平成 27 年度研究成果報告会論文集

4. 研究活動の展望

当部門は、平成 18 年度学長扱い重点共通経費予算から 250 万円の予算配分を受け、当部門の各研究者が共通に使用でき、研究活動を行う上できわめて有効なツールとして、MATLAB（15 ライセンス分）およびそれらのライセンス管理用コンピュータ・周辺装置を購入し、その後更新およびツールの強化を行い、これらの使用環境のメンテナンスの実施や利便性の向上に努めてきたが、本学の全学サイトライセンス移行に伴い、本部門ライセンスの休眠登録を行った。

2016 年 3 月 4 日には、例年と同様に研究成果報告会を開催し、花房昭彦教授(芝浦工業大学)による「人体モデルと医療福祉機器評価への応用」、大島 俊氏(日立製作所)による「デジタルアシスト A/D 変換技術の医用応用」、斎藤 直孝氏（ラピスセミコンダクタ）による「オープンプラットフォーム Lazurite の開発ストーリーと折鶴の誕生秘話」の 3 件の特別講演と、各研究グループ代表者による研究活動紹介 7 件、ポスター発表 50 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、5 年間の活動を一旦閉じた。

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 27 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 27 年度分）

学術論文

1．Human Body Communication in Vehicle -Transmission Characteristics between Forearm and Steering, Fukuro KOSHIJI, Takashi MATSUMOTO, Kohji KOSHIJI, International Conference on Electronics Packaging 2014 (ICEP 2014), TE-2-2, pp.349-352, Toyama, Japan, April 2014. (査読有)

2．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 Trans. Fundamentals, Vol.E99-A, No.2, pp.547-554, Feb. 2016. (査読有)

3．Optical Space Equipments Using Commercial Off -the-Shelf Devices, Shinichi Kimura, Tomohiro Narumi, Yoshihide Aoyanagi and Shinichi Nakasuka, Optical Payloads for Space Missions (Shen-En Qian Ed. John Wiley & Sons ISBN: 978-1-118-94514-8), (査読有)

4．Non-orthogonal Multiple Access Using Intra-beam Superposition Coding and Successive Interference Cancellation for Cellular MIMO Downlink, 樋口健一, 岸山祥久, IEICE Trans. Commun., vol.E98-B, no.9, pp.1888-1895, Sept. 2015 (査読有)

5．Non-orthogonal Multiple Access Using Intra-beam Superposition Coding and SIC in Base Station Cooperative MIMO Cellular Downlink, 野中信秀, 岸山祥久, 樋口健一, IEICE Trans. Commun., vol.E98-B, no.8, pp.1651-1659, Aug. 2015 (査読有)

6．Base Station Cooperative Multiuser MIMO Using Block-Diagonalized Random Beamforming with Online Update, 野中信秀, ベンジャブールアナス, 樋口健一, IEICE Trans. Commun., vol.E98-B, no.8, pp.1622-1629, Aug. 2015 (査読有)

7．経皮エネルギー伝送の三相交流化による放射磁界低減－実測と数値解析による基礎的検討－, 橋本一生, 柴 建次, AEM, Journal of the Japan Society of Applied Electromagnetics and Mechanics, 日本 AME 学会誌, pp.163-170, vol.23, no.1, march 2015. (査読有)

8．Electrically Induced Energy Transmission using for Implantable Medical Devices Deep Inside the Body: Measurement of Receiving Voltage in Consideration of Biological Effect, Kenji Shiba, The 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (IEEE EMBC 2015), Milano, Italy, 2015 (査読有)

9．Star-cycle factors of graphs, Yoshimi Egawa, Mikio Kano and Zheng Yan, Discuss. Math. Graph Theory 34 pp 193-198, 2014.

10. 人体通信用ウェアラブル電極のギガヘルツ帯パーソナルエリアネットワーク用アンテナとしての利用の提案と検討, 越地福朗, 越地耕二, 村松大陸, 佐々木健,日本 AEM 学会誌, Vol.23, No.2, pp.288-293, June 2015.(査読有)

11. ウェアラブルコイルの磁界結合を利用した人体周辺通信における腕部折り曲げ時の伝送特性および周辺電磁界分布の検討, 越地福朗, 越地耕二, 村松大陸, 佐々木健, 日本 AEM 学会誌, Vol.23, No.2, pp.294-301, June 2015. (査読有)

12. Improving Behavior Prediction Accuracy by Using Machine Learning for Agent-Based Simulation, Shinji Hayashi, Niken Prasasti, Katsutoshi Kanamori, Hayato Ohwada, Intelligent Information and Database Systems Volume 9621 of the series Lecture Notes in Computer Science pp 280-289. March 2016. (査読有)

13. Shunsuke Mori, Daichi Nakata, Tomohiro Kaneda,“An Application of Gamma Distribution to the Income Distribution and the Estimation of Potential Food Demand Functions”, Modern Economy, No.6, pp.1001-1017, 2015 (査読有)

14. 金 丹, 森 俊介,「中国のエネルギー・環境政策の影響分析 一勤学的多地域多部門統合評価モデル THERESIA による」, 北東アジア経済研究, 第 21 号, PP.139-147, 2015 年 8 月 (査読有)

15. Shigeo Akashi, Yasunori Kimura and Wataru Takahashi, Storong convergent relative methods for generalized split feasibility problems in Hibert spaces, journal of Convex Analysis, vol.22(2015), 917-938. (査読有)

著書

1．4G LTE/LTE-Advanced のすべて，服部武，藤岡雅宣，諸橋知雄監修，樋口健一他共著，丸善，総ページ数(p.544)，分担ページ(pp.87-105)，2015
2．新澤秀則，森 俊介編，「エネルギー転換をどう進めるか」シリーズ環境政策の新地平 3，序章(P.1/10)および第 1 章(P.11/32)，岩波書店，2015 年 10 月
3．非線形解析学と凸解析学の研究，数理解析研究所講究録 1963 巻，京都大学数理解析研究所，2015 年 10 月，234 頁.

招待講演

1．Non-orthogonal Multiple Access (NOMA) for Future Radio Access, 樋口健一, The 4th International Conference on Network, Communication and Computing (ICNCC 2015), 東京, 2015
2．Wireless Body Area Network Using Magnetically-Coupled Wearable Coils, Fukuro KOSHIJI, IEEE CPMT Symposium Japan 2015 (ICSJ 2015), Kyoto, Japan, November 2015.
3．自動車システムにおける電磁界インターフェースーアンテナからワイヤレス電力伝送，人体通信までー，越地福朗,エレクトロニクス実装学会カーエレクトロニクス研究会平成 27 年度第 1 回公開研究会，Tokyo，Japan，July 2015.
4．スマートライフを加速するボディエリア通信技術，越地福朗，エレクトロニクス実装学会マイクロ・ナノファブリケーション研究会第 27 回公開研究会，Tokyo，Japan，December 2015.
5．スマートライフ・ヘルスケアを支える人体通信技術，越地福朗，電気学会 2016 年総合大会，Sendai，Japan，March 2016.
6．体内埋込医療機器への容量結合型ワイヤレス電力伝送 ー受電電極の極性を考慮した受電電圧の測定ー，柴 建次，日本 AEM 学会 第 24 回 MAGDA コンファレンス (MAGDA 2015)，2015 年 11 月 12 日
7．ブロードキャストフレーム解析と MAC アドレス認証突破法，明石重男　シスコネットワーキングアカデミー全国大会 NAIM2015， 学校法人 KBC 学園国際ビジネス専門学校，沖縄県那覇市，2015 年 8 月 21 日.

受賞

1．藤田佑輔（指導教員：越地福朗）ライフサポート学会奨励賞，March 2016
2．樋口健一，平成 27 年度全国発明表彰特許庁長官賞，公益社団法人発明協会，2015
3．木村将裕（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，2015
4．星野拓也（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，2015
5．橋本一生（指導教員：柴建次），経皮エネルギー伝送の三相交流化 ー実測と数値解析による基礎的検討ー，日本 AME 学会奨励賞，日本 AME 学会，2015
6．明石重男 シスコネットワーキングアカデミー優秀インストラクタ賞，Cisco Systems and Trainig Center Japan，2015 年 8 月 21 日.

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。

「マイクロ波イメージングを用いた乳がん診断に関する研究」

マイクロ波イメージングを用いた乳がん検診は、患者の負担が少ない新しい診断法として注目されている。本技術は乳房にマイクロ波を照射し、がんによる反射応答を観測することでがんの有無を特定するものである。本研究では、イメージングにおける多重反射の影響評価、乳腺によるがん検出への影響評価を行い、これらを低減する手法について研究を行っている。

兵庫　明、松浦　達治

「多並列ヒステリシス制御型降圧コンバータの並列数自動制御に関する研究」

近年、環境を配慮した電気自動車が普及してきており、高い電力変換効率を持った車載用降圧コンバータの需要が増加している。車載用降圧コンバータは出力電流が広域であるため、効率は出力電流と並列数の関係に依存する。軽負荷の場合、単列時に高効率となり、重負荷時には、多並列時に高効率となる。本研究では、高い変換効率を維持するために、出力電流の大きさに応じて並列数を可変する回路方式について研究し報告した。

「逐次比較型 AD コンバータの低消費電力化に関する研究」

逐次比較型 AD コンバータの低消費電力化の検討を行った。電力を消費する要素としてキャパシタアレイでのスイッチ切り替えに注目した。低消費電力な SAR ADC の構成として Subranging SAR ADC を対象とし、そのキャパシタアレイでのスイッチ切り替え手法を検討、比較した。従来は Monotonic Capacitor Switching 法が使用されていたが、本研究では Merged Capacitor Switching; MCS 法を適用し、シミュレーションによりその消費電力を確認した。その結果、従来の 24%に消費電力を抑えることができることが分かった。

「スイッチレスで二帯域動作可能な E 級電力増幅回路」

近年、無線通信機における複数の動作において、機能や特性を変えて動作するマルチバンド化が必要とされている。高効率電力増幅回路である E 級電力増幅回路において、スイッチなどによって回路を切り替える必要が出てくる。今回、電源電圧と入力のデューティ比を変化させるだけで、二帯域動作する手法を検討する。理想条件のもと、920MHz/2.4GHz において、ドレイン効率は 10dBm 設計時それぞれ 98.6%、93.8%となることを確認した。

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している。実測用デモ機を作成し、模擬生体を用いてアデジタルデータを転送するデモを行う予定である。送信回路の省電力化が課題である。

「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」

完全埋込型人工心臓において、非侵襲に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。しかしながら、これらの装置は患者の QOL を低下させる要因となるため、できる限り小型化、高効率化、低ノイズが望まれる。実用化を考慮し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。

量子生命情報研究部門

量子生命情報研究部門について

1. 概要

ここ 15 年ほど、生命情報と量子情報に関連する研究が様々な形でなされている。本研究部門の研究者も、これらに関わる研究に長年携わってきたが、お互いの研究について話を交わしているうちに、生命情報の研究と量子情報の研究が深く関わっていることに気づいてきた。現在は、あまりに性急に生命情報と量子情報という新しい学問を“役立てよう”とするために、基本的な問題が蔑ろにされているきらいがある。そこで、これら 2 つの情報分野の原点に立ち戻り、多くの基礎的な問題を整理し、それらを解決するために 2 つの分野の相互乗り入れに真剣に取り組むために QBIC を立ち上げ、5 年間の共同研究プロジェクトを実施してきた。このような研究プロジェクトは、世界でも類がないものとして評価されつつある。しかしながら、本研究課題の最終目標である「生命情報処理を包摂した量子生命情報論」の構築の第一歩が QBIC においてなされたが、まだ研究途上であり更なる継続的な研究が必要である。よって、本研究部門での目的は、QBIC において未だ解決できなかった問題に取り組むことである。

2. 部門の構成

量子生命情報研究センター（以下、QBIC）での研究を踏まえて、その延長上で QBIC と類似の以下の研究テーマを挙げる。ただし、本研究部門では主に QBIC において達成できなかった問題に取り組む。

＜１＞ **塩基配列、アミノ酸配列から生命の謎を解読する数理の構築**
生命情報科学、情報数理、数理統計（大矢雅則、宮崎 智、山登一郎、富澤貞男、戸川美郎、佐藤圭子、田畑耕治、原 利英）

＜２＞ **量子情報伝送過程の研究とその生命情報解読への適用**
量子情報理論、量子通信理論、カオス力学
（大矢雅則、渡邉 昇、松岡隆志、井上 啓、田中芳治）

＜３＞ **量子計算とその生命処理への適用**
量子アルゴリズム、量子物理学、量子情報工学（大矢雅則、入山聖史）

＜４＞ **生命システム理解と量子計算**
生命情報科学、計算科学（大矢雅則、山登一郎、宮崎 智、入山聖史、佐藤圭子、原 利英）

＜５＞ **生命処理を包摂した量子生命情報論の提唱**
全分野と全分担者が協力して理論の構築を目指す。

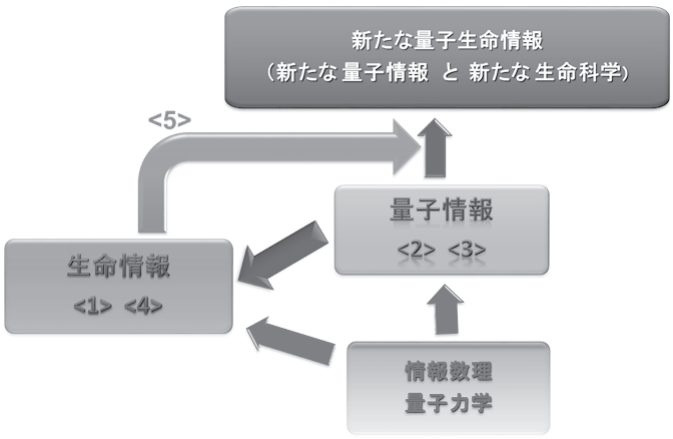


図 1. 量子生命情報学を構築するための道程

3. 活動報告

本年度は、本研究課題に関連したQBIC部門国際ワークショップを主催した。また、国際ワークショップと共同研究のため国内外の研究者を招聘した。

3. 1. QBIC部門活動報告

QBIC国際ワークショップ2015開催

10月17日(土)から10月19日(月)の期間に、量子生命情報研究部門の主催で「QBIC国際ワークショップ2015」を、東京理科大学野田キャンパスの計算科学研究センター4階、会議室で開催し、量子情報や生命情報に関連する様々なテーマの研究発表が活発になされた。QBIC国際ワークショップ2015には、国外の研究者6名、学外の研究者3名、およびQBIC部門と他部門の研究者が講演者として、多数の参加者があった。

10月17日(土)には、ニコラスコペルニクス大学教授のAndrzej Jamiołkowski氏が、開放力学系における時間依存生成子の分解に関するいくつかの効果的な方法について講演を行う。ニコラスコペルニクス大学教授のDariusz Chruściński氏が、ランダムなユニタリー量子ビット発展の許容される記憶核に関するいくつかの方法について講演を行う。東北大学名誉教授の日合文雄氏が、量子ダバージェンスと可逆性について講演を行う。QBIC部門の研究者の松岡隆志氏が、量子符号化に関する相互のエントロピーの構成手法といくつかの性質について講演を行う。QBIC部門の研究者の入山聖史氏が、適応計算の数学モデルとその脳モデルへの応用について講演を行う。徳山工専の浅野真誠氏が、危険の状況における意思決定の量子状モデルと見込み理論に関するいくつかの効果的な方法について講演を行う。D2の三枝君とQBIC部門の研究者の富澤貞男氏、田畑耕治氏の共同研究として、正方分割表における左右対称分解に関するいくつかの結果について講演を行う。

10月18日(日)には、ローマII大学教授Luigi Accardi氏が、量子-ジョルダン-ウィグナー埋め込みと関連するホワイトノイズについて講演を行う。ローマII大学講師のMassimo Regoli氏が、暗号アルゴリズムの新しい族のソフトウェア実現：問題と解決に関する講演を行う。名古屋大学名誉教授の飛田武幸氏が、ホワイトノイズ理論の応用に関するいくつかのトピックについて講演を行う。愛知県立大学名誉教授のSi Si氏が、空間雑音と雑音によって定義される線形系の凸錐について講演を行う。QBIC部門の研究者の山登一郎氏が、生物エネルギー変換と情報生物学に関する原理の提案という講演を行う。QBIC部門の部門長の渡邉 昇氏が、量子力学系のエントロピーに関するいくつかの結果ついて講演を行う。

10月19日(月)には、Linnaeus大学教授のAndrei Khrennikov氏が、意思決定の量子状モデリングに向かって：量子エージェントは見解の相違を認めることができるか？という題目の講演を行う。京都大学数理解析研究所の准教授の小嶋 泉氏が、カテゴリー的の量子場の理論におけるセクター分類空間の幾何学について講演を行う。本学、朽津和幸氏が、植物のシグナリング・ネットワークについて講演を行う。QBIC部門の研究者の佐藤圭子氏が、情報測度に基づく乳がんの予後の分類について講演を行う。QBIC部門の研究者の田中芳治が、適応力学とダブルスリット実験について講演を行う。

また、以下のポスタープレゼンテーションも実施された。

1. Hiromi Ito, Noboru Watanabe, Tokyo University of Science, Japan
   On Construction of Connected Channel and its Quantum Capacity
2. Takaya Suzuki, Noboru Watanabe, Tokyo University of Science, Japan
   On state change of FTM gate by using the orthogonal states
3. Keita Kohira, Noboru Watanabe, Tokyo University of Science, Japan
   On construction of quantum logical gates with a general beam splitting by Fichtner-Freudenberg expression
4. Masahiro Muto, Noboru Watanabe, Tokyo University of Science, Japan
   On construction of KOW entropy and its computation for generalized AOW entropy
5. Takahiro Obuchi, Noboru Watanabe, Tokyo University of Science, Japan
   On construction of FTM gate by using two orthogonal input states
6. Kyouhei Ohmura, Noboru Watanabe, Tokyo University of Science, Japan
   Formulations of Quantum Mean Entropy and Quantum Mean Mutual Entropy and Their Computations

7. Kenji Hashimoto, Shoji Yabuta, Hidetaka Kaya, Nobutaka Kitahata, Toshihide Hara, Keiko Sato and Kazuyuki Kuchitsu, Tokyo University of Science, Japan
Phylogenetic analyses to explore the evolution of enzymes that produce reactive oxygen species in the plant kingdom
8. Bunki Toh1, Takamitsu Kurusu1,2,3, Yozo Okazaki4, Kotaro Nihira1, Shigeru Hanamata1,5, Tomoko Koyano1, Nobutaka Kitahata2, Noriko Nagata6, Kazuki Saito4, Kazuyuki Kuchitsu1,3, Tokyo University of Science, Japan Roles of autophagy during male reproductive development in rice

3. 2. QBIC 部門招へい記録

Andrzej Jamiołkowski（ニコラスコペルニクス大学、ポーランド）

平成 27 年 10 月 14 日から 10 月 25 日の期間、ニコラスコペルニクス大学教授の Andrzej Jamiołkowski 氏を招聘し、平成 27 年 10 月 17 日から平成 27 年 10 月 19 日の期間 QBIC 部門が主催した、国際 QBIC ワークショップ 2015 において、10 月 17 日の 10 時 00 分 から 10 時 50 分に、QBIC 部門メンバーに対して、「On Decompositions of Open Dynamical Systems with Time-Dependent Generators」という題目の講演を行った。さらに、本部門の研究課題に関する研究打ち合わせを実施した。

Luigi Accardi（ローマ II 大学、イタリア）

平成 27 年 10 月 7 日から 10 月 20 日の期間、ローマ II 大学教授の Luigi Accardi 氏を招聘し、平成 27 年 10 月 17 日から平成 27 年 10 月 19 日の期間 QBIC 部門が主催した、国際 QBIC ワークショップ 2015 において、10 月 18 日の 10 時 00 分 から 10 時 50 分に、QBIC 部門メンバーに対して、「Q-Jordan-Wigner embeddings and associated white noises」という題目の講演を行う。さらに、本部門の研究課題に関する研究打ち合わせを実施した。

Massimo Regoli（ローマ II 大学、イタリア）

平成 27 年 10 月 11 日から 10 月 20 日の期間、ローマ II 大学研究員の Massimo Regoli 氏を招聘し、平成 27 年 10 月 17 日から平成 27 年 10 月 19 日の期間 QBIC 部門が主催した、国際 QBIC ワークショップ 2015 において、10 月 18 日の 10 時 50 分 から 11 時 40 分に、QBIC 部門メンバーに対して、「Software implementation of a new family of cryptographic algorithms: problems and solutions」という題目の講演を行った。

小嶋　泉（京都大学数理解析研究所）

平成 27 年 10 月 16 日から 10 月 20 日の期間、京都大学数理解析研究所准教授の小嶋 泉氏を招聘し、平成 27 年 10 月 17 日から平成 27 年 10 月 19 日の期間 QBIC 部門が主催した、国際 QBIC ワークショップ 2015 において、10 月 19 日の 10 時 50 分 から 11 時 40 分に、QBIC 部門メンバーに対して、「Geometry of Sector - classifying Space in Categorical QFT」という題目の講演を行った。

Dariusz Chruściński（ニコラスコペルニクス大学、ポーランド）

平成 27 年 10 月 14 日から 10 月 25 日の期間、ニコラスコペルニクス大学教授の Dariusz Chruściński 氏を招へいし、平成 27 年 10 月 17 日から平成 27 年 10 月 19 日の期間 QBIC 部門が主催した、国際 QBIC ワークショップ 2015 において、10 月 17 日の 10 時 50 分 から 11 時 40 分に、QBIC 部門メンバーに対して、「On Admissible Memory Kernels for Random Unitary Qubit Evolution」という題目の講演を行った。

飛田　武幸（名古屋大学名誉教授、名城大学名誉教授）

平成 27 年 10 月 17 日から 10 月 20 日の期間、名古屋大・名城大名誉教授の飛田武幸氏を招聘し、平成 27 年 10 月 17 日から平成 27 年 10 月 19 日の期間 QBIC 部門が主催した、国際 QBIC ワークショップ 2015 において、10 月 18 日の 14 時 00 分 から 15 時 00 分に、QBIC 部門メンバーに対して、「Some topics on application of white noise theory」という題目の特別講演を行った。

日合　文雄（東北大学名誉教授）

平成 27 年 10 月 17 日の期間、東北大学名誉教授の日合文雄氏を招聘し、平成 27 年 10 月 17 日から平成 27 年 10 月 19 日の期間 QBIC 部門が主催した、国際 QBIC ワークショップ 2015 において、10 月 17 日の 13 時 30 分 から 14 時 20 分に、QBIC 部門メンバーに対して、「Quantum divergences and reversibility」という題目の講演を行った。

Si Si（愛知県立大学名誉教授）

平成 27 年 10 月 9 日から 10 月 22 日の期間、愛知県立大学名誉教授の Si Si 教授を招聘し、平成 27 年 10 月 17 日から平成 27 年 10 月 19 日の期間 QBIC 部門が主催した、国際 QBIC ワークショップ 2015 において、10 月 18 日の 15 時 00 分から 15 時 50 分に、QBIC 部門メンバーに対して、「The space noise and the convex cone of linear systems defined by the noise」という題目の講演を行う。

Andrei Khrennikov（Linnaeus 大学、スウェーデン）

平成 27 年 10 月 17 日から 10 月 25 日の期間、Linnaeus 大学教授の Andrei Khrennikov 氏を招聘し、平成 27 年 10 月 17 日から平成 27 年 10 月 19 日の期間 QBIC 部門が主催した、国際 QBIC ワークショップ 2015 において、10 月 19 日の 10 時 00 分 から 10 時 50 分に、QBIC 部門メンバーに対して、「Towards quantum-like modeling of decision making: Can quantum agents agree to disagree?」という題目の講演を行った。さらに、本部門の研究課題に関する研究打ち合わせを実施した。

4. 研究活動の展望

QBIC センターで未解決の数理的問題に取り組むことを目的に量子生命情報研究部門は組織され、平成 23 年 4 月から 5 年間に渡って以下の研究を実施してきた。1)インシリコ生物学に関する研究、2)タンパク質立体構造の決定と機能解析、3)量子生命情報学の確立と展開、4)乳がん患者の予後と P53 DNA 結合領域の符号構造、5)H5N1 インフルエンザ A 型ウイルスヘマグルチニンレセプター結合領域の符号構造と配列予測、6)多元分割表統計解析における対称性のモデルの研究 7)正方分割表における対称性からの隔たりを測る尺度の研究、8)大腸菌のグルコース選好に関する研究、9)多義図形の錯視に関する研究、10)量子アルゴリズムの数理に関する研究、11)マルチプルアライメントの量子アルゴリズムに関する研究、12)非可換代数を基にした情報セキュリティに関する研究、13)量子確率論を用いたエンタングルド状態の研究、14)量子相互情報量に関する研究、15)複雑量としてのエントロピー型汎関数を用いた Gauss 通信過程の数理的定式化に関する研究、16)量子通信過程とその複雑性に関する研究

量子情報と生命情報をつなげる「量子生命情報学の基礎付け」の研究には、カオスの研究に端を発した、大矢先生による新たな哲理「様々な科学における理解は、理解されるもの（観測量）とその方法（測定法）とが分離不可能であること、従って、ものの存在の理は“あるもの”とそれを“あらしめるもの”を包摂したものでなければならない」に基づく“適応力学（Adaptive Dynamics)”が基本的な役割を果たす。この適応力学には、観測量適応力学と状態適応力学という 2 つのタイプがある。観測量適応力学は、a)測定が観測量の捉え方（見方）に依存する力学系、b) 系の相関（相互作用等）が観測される量の在り方に依存する力学系、で特徴付けられ、状態適応力学は、c) 測定が状態のあり方（見方）に依存する力学系、d) 系の相関が相互作用の起きた時点での状態に依存する力学系、で特徴付けられる。様々な複雑な現象の理解にはこれらを組み合わせることが必要になることもある。この適応力学を使って観測に関わる意志の形やそれを絡ませた認識のあり方などを論ずることができる。たとえば、量子符号化、量子合成状態、量子測定、対称性の破れ、などや、適応型カオス尺度、カオスアルゴリズム、ストキャスティック極限に関わる時間スケールなどが様々な力学系に現れる適応性である。適応力学は、様々な複雑系の解析の新たな有効的研究手法を提供し、生命情報・量子情報・数理情報を横に繋ぐ理論的基礎付けをあたえるものと考えられる。

5. むすび

量子情報では、あらゆる“情報”を量子ビット（2 つの量子状態の重ね合わせ）の列により記述し、それを加工・伝送・制御する仕方を考える。量子情報の数理の展開は、現在確立していない生命科学の数理の構築に役立つと考えられる。生命の情報は、ゲノムにおける 4 つの塩基からなる莫大な長さの列で記述され、その解読、変化などは生命の発現・制御に関わっている。生体における情報の伝送や処理は量子情報におけるそれらよりはるかに速いと考えられるので、生命における情報の処理のメカニズムの理解は量子情報の更なる発展に役立つと考えられる。そこで、生命情報や量子情報の原点に立ち戻り、 1）量子アルゴリズム、2）量子テレポーテーション、3）量子エンタングルメント、4）量子エントロピー、 5）遺伝子やゲノムとその構造、6）分子動力学を駆使した立体構造シミュレーション、7）分子進化や配列情報から見た分類と遺伝子ネットワーク予測の数理、8）遺伝子の符号構造の解明と疾病予測への適用、9）高精度相同性検索法(MTAP)の開発などの基礎的な問題を整理し、それらを解決するためにQBICプロジェクトが開始され、QBICセンターでの活動を踏まえ、我々の未解決な問題に取り組むことが本部門の目的である。文脈依存する適応力学をベースとして、生命情報や量子情報あるいはそれ以外の分野の個々の基礎的問題に取り組み、「量子生命情報学」の構築という夢の実現を目指す。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

１．On Entropy of Quantum Compound Systems,Noboru Watanabe, Foundations of Physics, Vol. 45, Issue 10, DOI:10.1007/s10701-015-9925-2, pp.1311-1329, 2015（査読有）

２．A Note on Entropies for Compound Systems, Noboru Watanabe, Open Systems and Information Dynamics, Vol.22, No.2, DOI:10.1142/S1230161215500109, pp.1550001-1 -1550001-21, 2015（査読有）

３．Masanari Asano, Irina Basieva, Andrei Khrennikov, Masanori Ohya, Yoshiharu Tanaka, Ichiro Yamato: Quantum Information Biology: From Information Interpretation of Quantum Mechanics to Applications in Molecular Biology and Cognitive Psychology. Foundations of Physics 45, No.10, 1362-1378 (2015)（査読有）

４．Masanari Asano, Andrei Khrennikov, Masanori Ohya, Yoshiharu Tanaka, Ichiro Yamato: Three body system metaphor for two slit experiment and E.coli lactose-glucose metabolism. Philosophical Transactions A (Proceedings of The Royal Society) (2016) accepted.（査読有）

５．A Coding Theoretical Approach to Predict Sequence Changes in H5N1 Influenza A Virus Hemagglutinin, Keiko Sato, Toshihide Hara, and Masanori Ohya, Proceedings of the 9th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOSTEC 2016) - Volume 3: BIOINFORMATICS (ISBN: 978-989-758-170-0), pp 1509-167.（査読有）

６．S.Iriyama, M.Ohya, On Efficient Quantum Algorithm Using Classical Amplification Process, Journal of Advanced Mathematics and Applications, Vol.4, 1-9, 2015（査読有）

７．S.Iriyama, M.Ohya, I.V. Volovich, On Quantum Algorithm for Binary Search and Its Computational Complexity, Open Systems and Information Dynamics, Vol.22, No.3, (9 pages), 2015, DOI:10.1142/S1230161215500195（査読有）

８．Quantum Information Biology: from information interpretation of quantum mechanics to applications in molecular biology and cognitive psychology, M.Asano, I.Basieva, A.Khrennikov, M.Ohya, Y.Tanaka, I.Yamato, Foundations of Physics, 45(10), 1362-1378（査読有）

９．Suhaila Rahman, Ichiro Yamato, Shinya Saijo, Kenji Mizutani, Yuuki Takamuku, Yoshiko Ishizuka-Katsura, Noboru Ohsawa, Takaho Terada, Mikako Shirouzu, Shigeyuki Yokoyama, Takeshi Murata: Binding interactions of the peripheral stalk subunit isoforms from human V-ATPase. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry DOI:10.1080/09168451.2015.1135043 (2016)（査読有）

10. Ichiro Yamato, Yoshimi Kakinuma, Takeshi Murata: Operating principles of rotary molecular motors: Differences between F_1 and V_1 motors. Biophysics and Physicobiology 13, 37-44 (2016)（査読有）

11. Kondo Y, Miyazaki S (2015) Protein functional site prediction using a conservative grade and a proximate grade. J Data Mining Genomics Proteomics 6:175.（査読有）

12. Kondo Y and Miyazaki S (2015) Dynamics of the large progenitor toxin complex of Clostridium botulinum, J Comput Sci Syst Biol 9:1 001-005.（査読有）

13. Orthogonal decomposition of symmetry model using the ordinal quasi-symmetry model based on f-divergence for square contingency tables. Saigusa, Y., Tahata, K., and Tomizawa, S. Statistics and Probability Letters, Vol. 101, pp.33-37, 2015,（査読有）.

14. Ordinal quasi point-symmetry and decomposition of point-symmetry for cross-classifications. Tahata, K., and Tomizawa, S. Journal of Statistics: Advances in Theory and Applications, Vol.14, pp.181-194, 2015,（査読有）.

15. An extended marginal homogeneity for square contingency tables with ordered categories. Tahata, K., Amano, N., and Tomizawa, S. Journal of Applied Probability and Statistics, Vol.10, pp.33-40, 2015,（査読有）.

16. 量子系の平均エントロピー及び平均相互エントロピーの定式化とその数値計算，大村京平，渡邉 昇，信学技報，vol.115，no.137，IT2015-29，pp.73-76，2015（査読無）
17. Fichtner-Freudenberg 表現による一般化ビームスプリッターを用いた量子論理回路の定式化について，小平慶太，渡邉 昇，信学技報，vol.115，no.137，IT2015-22，pp.29-34，2015（査読無）
18. KOW エントロピーの定式化と一般化された AOW エントロピーの数値計算について，武藤将弘，渡邉 昇，信学技報，vol.115，no.137，IT2015-28，pp.67-72，2015（査読無）
19. 二つの直交した入力状態を用いた FTM ゲートの定式化について，小淵貴裕，沖 英幸，渡邉 昇，信学技報，vol.115，no.137，IT2015-23，pp.35-40，2015（査読無）
20. 直交状態を用いた FTM ゲートの状態変化について，鈴木貴也，渡邉 昇，信学技報，Vol.114，No.138，IT2014-13，pp.13-16，2014（査読無）

著書

1．Suhaila Rahman, Ichiro Yamato and Takeshi Murata: Function and Regulation of Mammalian V-ATPase Isoforms. In Advs.in Biochemistry in Health and Diesease, Vol.14, Sajal Chakraborti and Naranjan S Dhalla (Eds): Regulation of Ca^{2+}-ATPases, V-ATPases and F-ATPases, Chapter 15, p.283-p.300 (2016), Springer International Publishing AG Switzerland.
2．Masanari Asano, Andrei Khrennikov, Masanori Ohya, Yoshiharu Tanaka and Ichiro Yamato: Quantum adaptivity in biology: From genetics to cognition. p.1-p.173 (2015) Springer Netherlands, Dordrecht.
3．壷とカメレオンー実在と偶然を巡る量子論の新解釈ー，ルイジ・アカルディ 著，大矢雅則 監訳，松岡隆志 訳，牧野書店，402 ページ，2015 年 7 月 10 日

招待講演

1．NOTE ON DYNAMICAL ENTROPY OF QUANTUM COMPOUND SYSTEMS, N. Watanabe, The International Conference on Quantum Theory from foundations to technologies - QTFT, Linnaeus University, Vaxjo, Sweden, 2015-06-8～06-11 (2015 年 6 月 8 日～6 月 11 日).
2．Note on Dynamical Entropies for Compound Systems, N. Watanabe, 47 Symposium on Mathematical Physics, Nicolaus Copernicus University, Torun, Poland, 2015-06-15～06-18 (2015 年 6 月 15 日～6 月 18 日).
3．ON ENTROPY OF QUANTUM DYNAMICAL SYSTEMS, N. Watanabe, 8th International Conference on Science and Mathematics Education for Developing Countries 2015, 40th Anniversary Conference on White Noise Analysis, University of Yangon, Myanmar, 2015-12-5-12-07 (2015 年 12 月 5 日～12 月 7 日)
4．A Coding Theoretical Approach to Predict Sequence Changes in H5N1 Influenza A Virus Hemagglutinin, Keiko Sato, Toshihide Hara, and Masanori Ohya, BIOINFORMATICS 2016 7 th International Conference on Bioinformatics Models, Methods and Algorithms (part of BIOSTEC 2016), Rome, Italy, February, 2016.
5．Entanglement Opearations on Quantum Encoding, Takashi Matsuoka, **8th International conference on** Science and Mathematics Education in Developing Countries, Yangon, 2015
6．S. Iriyama, Mathematical Framework of Generalized Quantum Algorithm and Its Application, 8th ICSME, University of Yangon, 12/4-6, Myanmar, 2015
7．Adaptivity in biology and quantum-like model, Yoshiharu Tanaka, The 8th International Conference on Science and Mathematics Education in Developing Countries, Yangon (Myanmar), 2015

研究課題（研究者別）

渡邊　昇

「量子複合系のエントロピーに関する研究」

量子通信過程の情報伝送の効率を調べるために、量子チャネルや量子系のエントロピーが導入され様々な研究が行われている。量子系の相互エントロピーの研究は、判古典系のチャネルに対する相互エントロピーを元に、本研究では、Gauss 通信過程に関するチャネルの特性をより弱い条件のもとで設定し、首尾一貫して情報伝送の効率を調べられる尺度としてエントロピー型汎関数と相互エントロピー汎関数を定める研究を行った。

「量子情報通信過程と複雑量に関する数理的研究」

本研究では、情報力学(ID)における複雑量(Compleity) の尺度として (1)大矢の力学的エントロピーによって導入された平均エントロピーと平均相互エントロピーを用いて量子通信過程における力学系の示す複雑性を調べる数理的研究を行った。さらに ID の複雑量として、(2)KOW 力学的エントロピーを用いて、一般化された AOW と AF 力学的エントロピーを、完全正チャネルで与えられる量子通信過程を通した力学系の複雑性を調べる数理的研究を行った。

大矢　雅則

「量子アルゴリズムに関する研究」

量子コンピュータにおける量子アルゴリズムについて計算の複雑さを定め、それをもとに言語のクラス分類を行い、NP 完全問題や EXP 時間完全問題等、古典における言語クラスがどのように分類されるかを議論する。また、万能量子チューリング機械の定式化や、判定問題の量子化についても研究を行う。さらに、探索問題についての新しい量子アルゴリズムの計算量について研究する。

「マルチプルアライメントの量子アルゴリズムに関する研究」

マルチプルアライメントは、数種の生物の塩基配列またはアミノ酸配列をコンピュータにより比較しやすいように並び替えることであり、その評価法に用いられるスコアにより NP 完全問題になる場合があることが知られている。

我々は、量子アルゴリズムを用いてマルチプルアライメントを行った場合、計算量がどれくらいになるかということを見積もった。量子アルゴリズムでは、アニーリングの手法と組み合わせることで、入力のアミノ酸配列のサイズの多項式時間で、任意の閾値より小さいスコアのアライメントの存在を判定できることが分かった。

「DDS におけるナノ製剤の形状推定に関する研究」

がん治療の DDS の EPR 効果を考慮した物理モデルを考え、薬剤の運動方程式を平均場からの力、血漿層での粘度、ホワイトノイズなどの雑音等を考慮して定め、計算機において実装し、様々な生体的状況の下で薬剤の最適な粒子形状を求めた。さらにバーチャル DDS として基礎理論を構成し、製薬におけるコスト削減を目指し精密なシミュレーション手法を確立する。

「リフティングを用いた量子相互エントロピーの定式化」

ある系から合成系への写像をリフティングという。これは Accardi と Ohya により導入され、様々な物理過程の記述に用いられている。本研究では、ある条件を持つリフティングを用いて量子相互エントロピーを定式化し、その性質を調べる。これまでの研究により、ある条件の下で、この量子相互エントロピーが Shannon 不等式を満たさない場合があることが分かった。

「量子生命情報学の確立と展開」

量子情報グループとの共同研究として、各種生命現象を構成メンバーの相関により起こる量子絡みの観点から記述した。タンパク質から適応、分化、発生、進化、認知、ゲームなどに適応可能であった。生命現象一般の情報の流れを研究する“情報生物学”を提唱した。また生物のみでなく、一番簡単な複雑系として三体問題を解き、同様に非コルモゴロフ確率による定式化が可能であることを示した。

「量子エンコーディングに関するエンタングルド作用素に関する研究」

二つ以上の系の間に存在する量子系特有の強い干渉性を有する状態は、量子エンタングルド状態と呼ばれる。本研究は、大矢雅則名誉教授等との共同研究であり、量子エンタングルド状態の性質、およびその工学への応用面(量子コンピュータなど)の可能性を、量子確率論や非可換解析などの手法を用いて、厳密に調べることを目的としている。

「H5N1 インフルエンザ A 型ウイルスヘマグルチニンでの配列変化を予測するための符号論的アプローチ」

インフルエンザ A 型ウイルスのヘマグルチニンレセプター結合領域での変化は、ヒトの免疫系を回避する新しいウイルス株の出現を導く。ヒトに適応した H5N1 ウイルス株に起因する大流行に備えるため、レセプター結合領域の配列に蓄えられた規則を理解することが必須である。私たちは、符号論的配列解析をもとにレセプター結合領域の変異パターンを把握し、将来出現するであろう H5N1 ウイルス株の可能なアミノ酸変化を予測した。

山登　一郎

「インシリコ生物学に関する研究」

DNA からタンパク質の構造・機能予測、そしてシステムを計算機内に構築している。ブラウン動力学を用いたタンパク質折り畳み構造予測技術は未達成である。構造に基づく機能予測ソフト FCANAL を拡充、Web 上に公開している。システムシミュレータを C#で作成、代謝システムのシミュレーションに成功した。

「タンパク質立体構造の決定と機能解析」

立体構造・機能予測ソフト開発のモデル材料タンパク質の立体構造解析を進めた。腸球菌ナトリウム依存性液胞型 ATP アーゼ触媒頭部部分の各種部分複合体の X 線結晶構造解析に成功し、ATP 依存の回転機構モデルを提案した。

「量子生命情報学の確立と展開」

量子情報グループとの共同研究として、各種生命現象を構成メンバーの相関により起こる量子絡みの観点から記述した。タンパク質から適応、分化、発生、進化、認知、ゲームなどに適応可能であった。生命現象一般の情報の流れを研究する“情報生物学”を提唱した。また生物のみでなく、一番簡単な複雑系として三体問題を解き、同様に非コルモゴロフ確率による定式化が可能であることを示した。

富澤　貞男

「分割表における対称性のモデルと分解の研究」

行分類と列分類が同じ分類からなる正方分割表の解析において、観測度数の多くが分割表の主対角線付近に集中する傾向にあるため分類間の統計的独立性は多くの場合に成り立たない。分類間の独立性に代わって行分類と列分類に関する未知の確率分布の対称性や非対称性の解析において、

(1) 順序カテゴリ正方分割表において非対称構造を示す拡張パリンドロミック対称モデルを提案した。
(2) 正方分割表において対称性が成り立たない場合、その隔たりの程度を測るワールド型尺度を提案した。
(3) 多元分割表において対称そして非対称性の種々のモデルの関係を示し、また正方分割表において新しく対称モデルの分解定理を与えた。

松岡　隆志

「量子エンコーディングに関するエンタングルド作用素に関する研究」

二つ以上の系の間に存在する量子系特有の強い干渉性を有する状態は、量子エンタングルド状態と呼ばれる。本研究は、大矢雅則名誉教授等との共同研究であり、量子エンタングルド状態の性質、およびその工学への応用面(量子コンピュータなど)の可能性を、量子確率論や非可換解析などの手法を用いて、厳密に調べることを目的としている。

宮崎　智

「情報力学による新たな尺度の導入による、タンパク質活性化部位の特徴を解析」

本研究では、アミノ酸配列情報によるタンパク質の機能部位の新規予測法を提案し、翻訳伸長因子 1A（translation elongation factor 1A）への適用による検証と新たな機能部位の推定を行った。進化トレース法を基礎とし、進化の課程で獲得・保存された変異を考慮してタンパク質機能部を予測するものである。当該分子の多機能化や種分化に応じた変異の違いを考慮した点に高い新規性がある。

佐藤　圭子

「H5N1 インフルエンザ A 型ウイルスヘマグルチニンでの配列変化を予測するための符号論的アプローチ」

インフルエンザ A 型ウイルスのヘマグルチニンレセプター結合領域での変化は、ヒトの免疫系を回避する新しいウイルス株の出現を導く。ヒトに適応した H5N1 ウイルス株に起因する大流行に備えるため、レセプター結合領域の配列に蓄えられた規則を理解することが必須である。私たちは、符号論的配列解析をもとにレセプター結合領域の変異パターンを把握し、将来出現するであろう H5N1 ウイルス株の可能なアミノ酸変化を予測した。

井上　啓

「脳の活動の量子モデルについてーEEG 観測結果の分布と確率点場」

古典確率論に基づいたモデルでは、脳信号の状態は興奮したニューロンの配置を表現しているある確率点場の確率分布と同一視され、EEG-観測の結果はその確率点場の何らかの関数である確率変数と考えられる。一連の観測結果を評価する統計的手法を精緻化するためには、脳の興奮したニューロン配置の時間発展を表現する点配置の確率過程の分布を知る必要がある。本研究では、脳活動を記述するために、ある量子状態の時間発展に関連した確率点場の時間発展を通して、一連の EEG-観測結果の分布を考察した。

入山　聖史

「量子アルゴリズムに関する研究」

量子コンピュータにおける量子アルゴリズムについて計算の複雑さを定め、それをもとに言語のクラス分類を行い、NP 完全問題や EXP 時間完全問題等、古典における言語クラスがどのように分類されるかを議論する。また、万能量子チューリング機械の定式化や、判定問題の量子化についても研究を行う。さらに、探索問題についての新しい量子アルゴリズムの計算量について研究する。

「マルチプルアライメントの量子アルゴリズムに関する研究」

マルチプルアライメントは、数種の生物の塩基配列またはアミノ酸配列をコンピュータにより比較しやすいように並び替えることであり、その評価法に用いられるスコアにより NP 完全問題になる場合があることが知られている。

我々は、量子アルゴリズムを用いてマルチプルアライメントを行った場合、計算量がどれくらいになるかということを見積もった。量子アルゴリズムでは、アニーリングの手法と組み合わせることで、入力のアミノ酸配列のサイズの多項式時間で、任意の閾値より小さいスコアのアライメントの存在を判定できることが分かった。

「DDS におけるナノ製剤の形状推定に関する研究」

がん治療の DDS の EPR 効果を考慮した物理モデルを考え、薬剤の運動方程式を平均場からの力、血漿層での粘度、ホワイトノイズなどの雑音等を考慮して定め、計算機において実装し、様々な生体的状況の下で薬剤の最適な粒子形状を求めた。さらにバーチャル DDS として基礎理論を構成し、製薬におけるコスト削減を目指し精密なシミュレーション手法を確立する。

「リフティングを用いた量子相互エントロピーの定式化」

ある系から合成系への写像をリフティングという。これはAccardi とOhya により導入され、様々な物理過程の記述に用いられている。本研究では、ある条件を持つリフティングを用いて量子相互エントロピーを定式化し、その性質を調べる。これまでの研究により、ある条件の下で、この量子相互エントロピーが Shannon 不等式を満たさない場合があることが分かった。

原　利英

「マルチプルアライメントの量子アルゴリズムに関する研究」

マルチプルアライメントは、数種の生物の塩基またはアミノ酸配列を並び替えることで、NP 完全問題になる場合があることが知られている。量子アルゴリズムでマルチプルアライメントを行った場合の計算量を見積もった。量子アルゴリズムでは、アニーリングの手法と組み合わせることで、入力のアミノ酸配列のサイズの多項式時間で、任意の閾値より小さいスコアのアライメントの存在を判定できることが分かった。

「DDS におけるナノ製剤の形状推定に関する研究」

がん治療の DDS の EPR 効果を考慮した物理モデルを考え、薬剤の運動方程式を平均場からの力、血漿層での粘度、ホワイトノイズなどの雑音等を考慮して定め、計算機において実装し、様々な生体的状況の下で薬剤の最適な粒子形状を求めた。さらにバーチャル DDS として基礎理論を構成し、製薬におけるコスト削減を目指し精密なシミュレーション手法を確立する。

田畑　耕治

「分割表における対称性のモデルと分解の研究」

行分類と列分類が同じ分類からなる正方分割表の解析において、観測度数の多くが分割表の主対角線付近に集中する傾向にあるため分類間の統計的独立性は多くの場合に成り立たない。分類間の独立性に代わって行分類と列分類に関する未知の確率分布の対称性や非対称性の解析において、

(1) 順序カテゴリ正方分割表において非対称構造を示す拡張パリンドロミック対称モデルを提案した。
(2) 正方分割表において対称性が成り立たない場合、その隔たりの程度を測るワールド型尺度を提案した。
(3) 多元分割表において対称そして非対称性の種々のモデルの関係を示し、また正方分割表において新しく対称モデルの分解定理を与えた。

田中　芳雄

「生命現象における適応性とクアンタムーライクーモデルについて」

本研究課題では、量子力学の数理の対象を「微視的物理現象」に限定しないという立場から、生命現象について量子確率論の見直しを行った。その議論を基にして、従来の確率論（コルモゴロフ的確率論）に代わる新しい確率数理を提案することを目的とし、文脈依存・状況依存の系におけるランダム現象などの通常の確率論ではうまく説明できない現象に対する数理の構築ができた。

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

21世紀の医療として、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と、相次ぐ大型医薬品の特許切れやジェネリック医薬品の浸透による販売額の大幅な減少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いる。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している。

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。アルツハイマー病や糖尿病などの多くの疾患の発症には、慢性炎症が関与することが知られているが、その炎症反応の重要なレセプター分子としてRAGEが注目されている。このRAGEに対する特異的な阻害剤の創成を行った。これらの成果をベースに研究をさらに展開させる予定である。
（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27年度は各研究者の情報交換と具体的な共同研究の実践を進めてきた。上記3グループの個々の研究者テーマを有機的に結びつけることによって、新規リード化合物の創成に成功した。今後はさらに異分野との研究香料を通して、効果的に研究を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、製薬企業との共同開発研究にステップアップしていく予定である。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1．New Insights into the Roles of NAD^+-Poly(ADP-ribose) Metabolism and Poly(ADP-ribose) Glycohydrolase. Tanuma S, Sato A, Oyama T, Yoshimori A, Abe H, Uchiumi F. *Current Protein & Peptide Science,* 2016（査読有）*In press.*

2．MicroRNA-351 regulates two-types of cell death, necrosis and apoptosis, induced by 5-fluoro-2'-deoxyuridine. Sato A, Omi T, Yamamoto A, Satake A, Hiramoto A, Masutani M, Tanuma S, Wataya Y, Kim H.-S. *PLOS ONE*, 11:e0153130. 2016.(査読有)

3．Takasawa R, Shimada N, Uchiro H, Takahashi S, Yoshimori A, Tanuma S. TLSC702, a Novel Inhibitor of Human Glyoxalase I, Induces Apoptosis in Tumor Cells. Biol Pharm Bull. 39(5);869-873. 2016,(査読有)

4．Characterization of the 5′-flanking region of the human DNA helicase B (*HELB*) gene and its response to *trans*-Resveratrol. Uchiumi F, Arakawa J, Iwakoshi K, Ishibashi S, Tanuma S. Sci Rep. 6:24510.2016.(査読有)

5．Effects of 3-styrylchromones on metabolic profiles and cell death in oral squamous cell carcinoma cells. Sakagami H, Shimada C, Kanda Y, Amano O, Sugimoto M, Ota S, Soga T, Tomita M, Sato A, Tanuma S, Takao K, Sugita Y. TOXICOLOGY REPORTS, 2;1281-1290.2015,(査読有)

6．Determination of the catalytic activity of LEOPARD syndrome-associated SHP2 mutants toward parafibromin, a bona fide SHP2 substrate involved in Wnt signaling.Noda S, Takahashi A, Hayashi T, Tanuma S, Hatakeyama M. Biochem Biophys Res Commun.469(4):1133-9. 2016（査読有）

7．Characterization of the 5'-flanking region of the human TP53 gene and its response to the natural compound, Resveratrol. Uchiumi F, Shoji K, Sasaki Y, Sasaki M, Sasaki Y, Oyama T, Sugisawa K, Tanuma S. J Biochem. 159(4):437-447.2016（査読有）

8．The hematopoietic regulator, ELF-1, enhances the transcriptional response to Interferon-β of the OAS1 anti-viral gene. Larsen S, Kawamoto S, Tanuma S, Uchiumi F. Sci Rep. 8;5:17497. 2015（査読有）

9．Immunohistochemical determination of the site of antidepressant-like effects of glucagon-like peptide-2 in ACTH-treated mice, Sasaki-Hamada S, Yuri Y, Hoshi M, Oka J-I, Neurosci, 294, 156-165, 2015.(査読有)

10. Changes in hippocampal synaptic functions and protein expression in monosodium glutamate-treated obese mice during development of glucose intolerance, Sasaki-Hamada S, Hojo Y, Koyama H, Otsuka H, Oka J-I, Eur J Neurosci. 41, 1393-1401, 2015.(査読有)

11. Systemic administration of riluzole enhances recognition memory and facilitates extinction of fear memory in rats, Sugiyama A, Saitoh A, Inagaki M, Oka J-I, Yamada M, Neuropharmacology 97, 322-328, 2015.（査読有）

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

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

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

15. 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. (査読有)
16. Comparative cytotoxicity of triphenylstibane and fluorine-substituted triarylpnictogens in cultured vascular endothelial cells. Murakami, M., Fujie, T., Matsumura, M., Yoshida, E., Yamamoto, C., Fujiwara, Y., Yasuike, S. and Kaji, T. *Fundam. Toxicol. Sci.*, 2, 61-66, 2015. (査読有)
17. Regulation of epithelial cell polarity by PAR-3 depends on Girdin transcription and Girdin-Gαi3 signaling. Sasaki, K., Kakuwa, T., Akimoto, K., Koga, H., Ohno, S. JOURNAL OF CELL SCIENCE, 128, 2244-22589 (2015) (査読有)
18. Atypical Protein Kinase C Isoform, aPKCλ, is Essential for Maintaining Hair Follicle Stem Cell Quiescence. Osada, S.-I., Minematsu, N., Oda, F., Akimoto, K., Kawana, S., and Ohno, S., JOURNAL OF INVESTIGATIVE DERMATOLOGY, 135, 2584-2592 (2015). (査読有)
19. Regulation of Asymmetric Division by Atypical Protein Kinase C Influences Early Specification of CD8(+) T Lymphocyte Fates. Metz, P.J., Lopez, J., Kim, S.H., Akimoto, K., Ohno, S., Chang, J.T. Scientific Reports, 電子媒体 10.1038/srep19182 (2016). (査読有)
20. Aberrant expression of the cell-polarity regulator aPKC λ/ι is associated with disease progression in cervical intraepithelial neoplasia (CIN): a possible marker for predicting CIN prognosis. Mizushima, T., Asai-Sato, M., Akimoto, K., Nagashima, Y., Taguri, M., Sasaki, K., Nakaya, M., Asano, R., Tokinaga, A., Kiyono, T., Hirahara, F., Ohno, S., and Miyagi, E. International Journal of Gynecological Cancer, 35, 106-117 (2016) (査読有)
21. 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. *Neuroscience Letters*, 617:232-235, 2016 (査読有)
22. Lack of stress responses to long-term effects of corticosterone in Caps2 knockout mice. Mishima, Y., Shinoda, Y., Sadakata, T., Kojima, M., Wakana, S., and Furuichi, T. *Scientific Reports,* 5:8932, 2015 (査読有)
23. The coordination of ploidy and cell size differs between cell layers in leaves. Katagiri, Y., Hasegawa, J., Fujikura, U., Hoshino R., *Matsunaga, S. and *Tsukaya, H. *Development*, 143, 1120-1125. 2016 (査読有)
24. Three-dimensional imaging of plant organs using a simple and rapid transparency technique. Hasegawa, J., Sakamoto, Y., Nakagami, S., Aida, M., Sawa, S. and Matsunaga, S. *Plant Cell Physiol.*, 57, 462-472. 2016 (査読有)
25. TPR5 is involved in directional cell division and is essential for the maintenance of meristem cell organisation in *Arabidopsis thaliana*. Sotta, N., Shantikumar, L., Sakamoto, T., Matsunaga, S. and Fujiwara, T. *J. Exp. Bot.*, 64, 2401-2411.2016 (査読有)
26. Novel anticancer agent, SQAP, binds to focal adhesion kinase and modulates its activity. Izaguirre-Carbonell, J., Kawakubo, H., Murata, H., Tanabe, A., Takeuchi, T., Kusayanagi, T., Tsukuda, S., Hirakawa, T., Iwabata, K., Kanai, Y., Ohta, K., Miura, M., Sakaguchi, K., Matsunaga, S., Sahara, H., Kamisuki, S., and Sugawara, F. *Sci. Rep.*, 5, 15136. 2015 (査読有)
27. DNA double-strand breaks alter the spatial arrangement of homologous loci in plant cells. Hirakawa, T., Katagiri, Y., Ando, T. and Matsunaga, S. *Sci. Rep.*, 5, 11058 (8 pages) 2015 (査読有)
28. Coherent X-ray diffraction imaging of chloroplasts from *Cyanidioschyzon merolae* by using X-ray free electron laser. Takayama, Y., Inui, Y., Sekiguchi, Y., Kobayashi, A., Oroguchi, T., Yamamoto, M., Matsunaga, S., Nakasako, M. *Plant Cell Physiol.*, 56, 1272-1286. 2015 (査読有)

著書

1．スタンダード薬学シリーズⅡ3 日本薬学会編 化学系薬学Ⅱ．生体分子・医薬品の化学による理解，内呂拓実，東京化学同人，pp178-185，2015
2．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，総ページ 267，2016

招待講演

1．中枢移行性の向上を目指した抗うつ様作用ペプチド GLP-2 点鼻製剤の開発，中尾優介，中村龍治，堀口道子，濱田幸恵，岡淳一郎，山下親正，日本薬剤学会第 30 年会，長崎，2015.
2．糖尿病に起因する認知障害の病態解明と治療戦略の構築，濱田幸恵，岡淳一郎，生体機能と創薬シンポジウム 2015，船橋，2015.
3．釣藤散の学習記憶障害改善作用及び抗うつ様作用の機序解明，岡淳一郎，濱田幸恵，鈴木あずさ，上野達人，玉城啓太，松本欣三，第 14 回日本臨床中医薬学会学術大会，富山，2015.
4．中枢作用性 glucagon-like peptide-2 点鼻製剤の開発，濱田幸恵，堀口道子，中村龍治，中尾優介，山下親正，岡淳一郎，第 133 回日本薬理学会関東部会，柏，2015.
5．Glucagon-like peptide-2 の新展開：末梢への作用，恒岡弥生，西村翼，増渕遼太郎，濱田幸恵，岡淳一郎，第 133 回日本薬理学会関東部会，柏，2015.
6．経鼻投与用 GLP-2 誘導体のペプチド性抗うつ薬としての可能性，岡淳一郎，濱田幸恵，堀口道子，中村龍治，中尾優介，山下親正，第 89 回日本薬理学会年会，横浜，2016.
7．Brain development transcriptome database and developmental disorder. Teiichi Furuichi. 15th China-Japan-Korea Joint Workshop on Neurobiology and Neuroinformatics (NBNI 2015). Busan, Korea, December 21-22, 2015
8．The molecular mechanisms of brain development and disorders. Teiichi Furuichi, Yo Shinoda, Tetsushi Sadakata. International Neuroinformatics Coordinatinf Facility (INCF) Congress Neuroinformatics 2015. Cairns, Australia. August 20-22, 2015
9．Animal models of autism spectrum disorders: CAPS2 is critical for proper brain development and social behavior. Teiichi Furuichi, Yo Shinoda, Tetsushi Sadakata. International Symposium of the Center for Animal Disease Models. Gakushikaikan, Kanda, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan. July 21, 2015
10.「生物活性天然有機化合物の分子機能と合成法を繋ぐ」，内呂拓実，第 13 回東京理科大学薬学部 DDS 研究センターシンポジウム，平成 28 年 1 月 13 日(水)，東京理科大学森戸記念館（東京），2016
11.「有機－無機ハイブリッド分子を活用した血管内皮細胞のメタロチオネイン誘導機構の解明」，鍜冶利幸，第 42 回日本毒性学会学術年会 ワークショップ，金沢，2015.
12.「重金属の血管毒性研究からバイオ元素戦略バイオオルガノメタリクスへ」，鍜冶利幸，第 604 回新潟薬科大学薬学総合セミナー，新潟，2015.
13.「乳癌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 日本薬学会第 136 年会（横浜市、2016 年 3 月）
14.「The Role of Atypical Protein Kinase C (aPKC) in Glycolysis of Breast Cancer Stem Cell」Akimoto, K. 4th international Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences (iPoPS2016)
15.「がん幹細胞制御に関わる分子の探索研究」秋本 和憲 神奈川県立がんセンター研究会議（横浜市，2016 年 1 月）

特許

1．山下親正，岡淳一郎，堀口道子，濱田幸恵，国際特許協力条約(PCT)出願，中枢作用性ペプチド誘導体及び医薬組成物，PCT/JP2015/074962，2015；国際公開番号：WO 2016/035820 A1，2016.
2．「チオアルドヘキソース誘導体及びその製造方法」東京理科大学 特願 2015-027694（出願日 2015/02/16）

広報

1．松永幸大，フジサンケイビジネスアイ（2016 年 3 月 31 日号）大学発 ここにあり！日本を支える研究活動と技術開発：植物を透明にして内部構造を観察する手法の開発
2．松永幸大，文化放送「オトナカレッジ」（2016 年 3 月 15 日）植物の透明化に新たな発見
3．松永幸大，日本経済新聞（2015 年 6 月 29 日）転移がん高精度判定 東京理科大など 画像解析ソフト

受賞

1．水本遼，岡淳一郎，若手優秀発表賞，第 133 回日本薬理学会関東部会，2015.
2．鈴木聡史，岡淳一郎，最優秀発表賞，第 25 回神経行動薬理若手研究者の集い，2016.
3．嶋田 奈実，赤羽 悠，高澤 涼子，田沼 靖一，学生優秀発表者賞，日本薬学会第 136 年会，2016.
4．野田 沙織，高橋 昌史，林 剛瑠，田沼 靖一，畠山 昌則，学生優秀発表者賞，日本薬学会第 136 年会 2016
5．本村瞳，秋本和憲，優秀ポスター賞，第 59 会日本薬学会関東支部大会(2015)
6．Motomura, H., Akimoto, K. Poster Presentation Award, 4th international Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences (iPoPS2016) (2016)

研究課題（研究者別）

田沼　靖一

「HMGB1/RAGE 相互作用を標的とした新規抗炎症薬の創製」

現在、HMGB1/RAGE 相互作用を標的とした抗炎症薬の開発が求められている。そこで、HMGB1 の結合部位の構造解析から、そのペプチドミメティクスとして TLP-019 を創製した。TLP-019 は、HMGB1 刺激によるマクロファージからの IL-6 産生を抑制し、敗血症モデルマウスにおいて生存率を向上させる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」

早期に製薬企業に導出が可能な高分子医薬、とりわけ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きた。一方で、これまでに見いだされた有望な標的分子に関する機能解析研究を合わせて進めている。

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」

ペプチドなどの分泌を制御する CAPS2 の KO マウスは不安行動を示す。今回、慢性ストレス負荷時に CAPS2 KO がインスリン分泌低下とコルチコステロン応答性に異常を示すことを明らかにした。これにより、CAPS2 KO が慢性マイルドストレス時のインスリンやストレスホルモン異常に関連する創薬標的研究に有用であると示唆された。また、CAPS1－Septin の相互作用を見出し分泌機構への関与を示唆した。

内呂　拓実

「抗腫瘍性物質 SUTAF-28 および関連化合物の合成」

我々の研究グループでは、呼吸電子伝達系の Cytochrome bc1 複合体阻害物質である 9-Methoxystrobilurin K の化学構造を基盤とする構造活性相関研究を通じて、p53 欠損型腫瘍細胞に対して強力なアポトーシス誘導活性を示す SUTAF-28 を見出している。そこで、SUTAF-28 の詳細な作用機構の解明を目的として、本化合物の合成法の改良と大量合成を行い、これを達成することができた。

「抗菌活性物質 AB4063-B および関連化合物の全合成研究」

AB4063-B は微生物化学研究所のグループにより見出された多剤耐性菌にも有効な抗菌活性物質である。本化合物の化学構造は北里研究所の大村らによって見出されたマクロファージ泡沫化阻害物質 Spylidone と極めて類似性しており、その構造活性相関に興味がもたれる。そこで、両化合物の全合成を目的として検討を行った結果、*cis*-デカリン骨格の構築法を確立することに成功した。

「MRSA 耐性解除物質 Euvesperin 類の全合成研究」

ごく最近、北里研究所の大村らにより、我々が 2012 年に全合成を達成した血小板凝集阻害物質 PI-091 の不飽和ラクタム部位がエポキシ化された化合物（Euvesperin A）およびこのエポキシド部位とアシル側鎖上の水酸基が環化反応した化合物（Euvesperin B）が見出され、これらがアルベカシン耐性の MRSA に対して耐性解除作用を示すことが報告された。そこで、これらの化合物の全合成研究に着手した。

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」

前年度までに我々は乳癌幹細胞の生存機構に関わると期待される候補分子をオミックス解析により複数同定した。本年度はこれら候補分子が診断マーカーや創薬標的分子となりうるかについて、細胞レベルや臨床データ解析を行った。その結果、幾つかの分子が有望であることを明らかとした。現在、実際の臨床への応用を睨んで、臨床組織検体の解析や創薬展開にむけた基礎的検討を進めている。

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、肥満 2 型糖尿病性学習障害の発症過程におけるシナプス伝達の変化と分子レベルでの機序解明を行い、7 ヶ月後に学習障害とシナプス可塑性変化が生じることを報告した。また、GLP-2 の抗うつ作用機序が視床下部室傍核の抑制と歯状回神経新生促進であることを明らかにした。さらに、リルゾールの恐怖記憶消去学習亢進作用を報告し鉤不安薬としての有用性を報告した。

樋上　賀一

「新規 PARP1 阻害機構を介した乳がん治療法の開発」

Nutlin-3a を含む cis-imidazoline 化合物が p53 およびプロテアソーム依存的に PARP1 を分解することを見出だした。複数の乳がん細胞株において検討したところ、Nutlin-3a による PARP1 分解作用は、ホルモン受容体およぎ野生型 p53 遺伝子を有する乳がん細胞株に限定することが示唆された。

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 IFN 処理すると *OAS1* 遺伝子プロモーター活性が上昇するメカニズムを学術論文として発表した。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遺伝子 *TP53* と *HELB* プロモーター活性の増大する現象も同様に発表した。

松永　幸大

「ミトコンドリア分裂のリン酸化制御メカニズムの解析」

体内でエネルギーを生産するミトコンドリアは、分裂と融合を繰り返す動的なオルガネラである。ミトコンドリア分裂異常は、ガン発症や老化に関与すると考えられているため、その分裂制御の解明は創薬分野においても注目されている。そこで、キナーゼによるミトコンドリア分裂制御メカニズムを明らかにすることを目的として、研究を推進する。

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する。平成 27 年度は次世代シーケンスを行いデータを取得した段階であり、配列解析中である。

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阻害効果をもつ化合物 TLSC702 を見出した。TLSC702 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。現在、TLSC702 類縁体について in vitro 阻害能およびがん細胞への効果を調べ、GLO Ⅰ阻害剤としての構造最適化を進めている。

佐藤　聡

「Nicotinamide phosphoribosyltransferase (NmPRT)を標的とする新規制がん剤の創成研究」

NAD^+生合成経路の中で Nm の *salvage* 経路の律速酵素である NmPRT は、がん細胞で高発現しおり、制がん標的として注目されている。我々は *in silico* 創薬手法及び *in vitro* NmPRT assay を用いてライブラリー化合物をスクリーニングした。阻害活性が見られた化合物は、ヒト培養がん細胞を用いて細胞増殖抑制効果を評価した。本研究から、NmPRT を阻害し、がん細胞の増殖を阻害する化合物を見出した。今後、本化合物について構造最適化を行い、新規制がん剤の創製を進めたい。

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。

毎年研究成果を町民と共に共有し議論を深めるために、「長万部シンポジウム」を開催してきたが、本年度は開催しなかった。替わりに平成 27 年 9 月 5～6 日、「長万部地方創生サミット」が開催された。これは大学と長万部町との共催で開催されたが、これまでの本部門の地道な活動が、大学と地域社会全体を動かしたと自負できるイベントであった。「長万部地方創生サミット」の詳細は本学出版の科学教養雑誌理大の科学フォーラム“長万部地方創生サミット”特集（2015、12 号）を参考にされたい。

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いる。

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)の局在部位の同定（中井、三浦、友岡）

ホタテ貝の内臓の一部である中腸腺は Cd を高濃度に蓄積することが知られている。この Cd は生物に有毒な元素であり、その含有物をそのまま廃棄することは危険であるため、この部位の廃棄には適切な処理が必要となる。効率的な処理方法の開発にはホタテ貝の Cd がどこにどのような状態で蓄積しているかの知見が必要であるが、これは未解明であった。そこで本課題では、ホタテ貝の中腸線における Cd の蓄積形態を解明するため、放射光 XAFS 測定を用いた Cd の化学状態分析を行った。活ホタテ貝から中腸腺を採取し、生の状態のままポリ袋に入れ、測定試料として用いた。また、ホタテ貝から抽出したタンパク質 4 種（内 1 種はメタロチオネイン-Cd と同定、他 3 種は Cd 結合タンパク質）をタンパク質参照試料とし、化学状態が変化しないように冷凍状態にした。その他、XAFS 参照試料として、CdS, CdO, $CdCO_3$, $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$, $Cd(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$, クエン酸-Cd を用いた。放射光 X 線分析では、スリットにより縦 0.2 ㎜×横 5 ㎜ に調整した X 線を用いた。検出器は Rh フィルターとソーラースリットを挟んだ 19 素子 SSD を用いた。XAFS 測定はすべての試料に対して CdK-edge XANES および EXAFS 領域で行い、蛍光法のステップスキャン測定で行った。また、冷凍タンパク質試料に対しては液体窒素吹きかけ装置を用いて凍結状態を維持したまま測定を行った。

本課題では測定試料に生の中腸腺を使用したため、試料中の水分などによる散乱線の妨害が大きかったが、Rh フィルターとソーラースリットを併用して使用することで散乱線の影響を減少させることに成功し、in-vivo での測定が可能となった。本課題の結果から、Cd 結合タンパク質試料 4 種および中腸線試料の XANES 解析より、これらの試料は全て Cd-S 結合を有するタンパク質である可能性が示唆された。さらに EXAFS 解析より、これらのタンパク質試料および中腸線試料の第 1 配位原子間距離が参照試料の Cd-S 結合距離と一致したことから、これらの試料中の Cd は Cd-S 結合の状存在していることが定量的に明らかとなった。今回の測定により、ホタテ貝中腸線中の Cd は Cd-S 結合の状態で存在していることが判明したことから、ホタテ貝は餌と共に取り込んだ Cd を、中腸腺中のメタロチオネインなどの重金属結合タンパク質と結合して、安定に蓄積していることが推察された。

3. 2. ホタテ貝貝柱の生物学（和田、友岡）

ホタテ貝の貝柱は巨大で、古くから「乾燥ホタテ貝柱」として食材と知られており、また生食用として広く流通している。いわばホタテ貝の中心部分である。また二枚貝でありながら、幼生時には一対であった貝柱の片方が退化し、残りの貝柱が巨大化するという、生物学的にも興味深い器官である。そこで貝柱を中心に研究を進めている。

ミオスタチンはほ乳動物の筋肉細胞に影響することが知られており、二枚貝にもその影響が考えられるために、調査した。その結果、ミオスタチンは成体貝の筋繊維形成に栄養を与えることが明らかとなり、貝柱の成長に大きな影響が予想される。

貝柱（筋肉細胞）の初代培養系を開発した。ホタテ貝成体から貝柱を採取し、酵素処理により、細胞塊（50～100μm）を調整した。次に培養液を検討した。昨年度報告した中腸腺細胞の培養液が適していることを確認し、次に培養に適した接着因子、培地浸透圧等を検討した結果、約 1 ヶ月間体外での生命維持を可能にした。しかし増殖因子（ほ乳類由来）等の効果は得られなかった。更に in vitro での DNA 合成は観察されず、成貝（2～3 年）貝柱を構成する筋細胞数の変化は乏しいと考えられる。従って貝柱の筋細胞の株化には、DNA 合成頻度が高いと思われる稚貝（4 月ごろ）を用いたほうが良いと推測される。筋細胞株の樹立により貝柱研究が推進される。

次項で述べるホタテ貝のブランド化商品の開発（安全･安心、美味しいホタテ）を目指し、流通間の貝柱の品質に注目し、指標としてグリコーゲン量の定性的比較を試みた。現在、ブランド化を目指している岩手県産の“泳ぐホタテ”と、築地経由の一般店頭のホタテを比較した。しかし組織化学的には差異は認められなかった。

また冷－解凍の影響を同様に解析したが、差異は認められなかった。“泳ぐホタテ”の輸送用に用いられている海水の水質に関しては表示がないため、その影響は解析できなかった。

3. 3. ホタテ貝の畜養（秋山、竹内）

ホタテ貝と同じ二枚貝の牡蠣は国民的食材である。一般的に流通している牡蠣と異なり、「的矢牡蠣」は生食用ブランド商品として確立されている。現在ホタテ貝のブランド商品として、岩手県産の“泳ぐホタテ”が流通しているだけである。そこでホタテ貝のブランド化商品の開発（安全・安心、美味しいホタテ）を目指した。

ホタテ粉を利用することで海水の浄化システムを構築し、一般生菌数を安全指標とした活ホタテの品質評価を試みた。ホタテ貝殻を粉砕機で砕き、粒子径 25-53μm の粉末を得た。この粉末 300g を脱脂綿で被覆し、浄化フィルターとした。次に、この水槽へ活ホタテ貝を入れて、5℃で短期蓄養した。ホタテ粉フィルター付き水槽で 2 日間蓄養したときの海水の生菌数は減少し、菌の増殖が抑制された結果を得た。

人工海水を用いた短期蓄養からのホタテ貝の呈味性向上を目的として、高塩分海水に収容した活ホタテの味分析を検討した。長万部漁港から採取した海水（35psu）を加熱・濃縮することで 45psu の高塩分海水を得た。この海水を循環型の水槽へ移し、長万部産養殖ホタテ（提供：長万部漁業組合）を 5℃で 1 日蓄養した。その後、塩分濃度の異なるそれぞれの水槽から活ホタテを回収した。そして、取り出した貝柱（5 個を 1 検体）を粉砕し、ろ過したものを標品サンプルとした。HPLC 測定により、ホタテ貝に特徴的な遊離アミノ酸 4 種類の定量を行ったところ、45psu の高塩分海水で蓄養（5℃、1 日）した各種アミノ酸量は、通常の海水（35psu）で蓄養したものよりも増加した。特に、甘味の成分として知られるグリシンは、1400 から 1700(mg/100g)へ増加したことから、甘味を呈するホタテ貝柱となっていることが示唆される。そこで、人工脂質膜を用いた味覚分析装置（Intelligent Sensor Tech.,Inc., SA402B）を用いた味の定量分析[1]を行ったところ、コントロールとして用いた通常の海水で蓄養したホタテ貝柱と比べて、塩分とコク旨みの成分に大きな改善が見られた。

以上の結果から、活ホタテを高塩分環境下（45psu）で短期間蓄養することにより、貝柱の遊離アミノ酸量が増加し、人工味覚センサーによる味分析においても有意に呈味性が向上することがわかった。これまでに、高塩分処理によるホタテ貝の呈味性向上は官能試験といった定性的な分析のみが報告されている[2]。今回、味覚センサーから得られた定量的な味分析においても高塩分海水の有効性が実証された。

高塩分海水は、加熱・濃縮するだけで得られるため簡便性に優れている。したがって、流通過程のしかるべきタイミングで、高塩分海水への活ホタテの短期蓄養を「前処理」として施すことにより呈味性を向上させたホタテ貝柱の提供が可能となる。

3. 4. 理科実験教室（村上、秋山）

本研究では、「地域の中の大学」と呼ぶに相応しい貢献になるにはどのようにしたら良いのかを実験的に検証した。方法としては継続的に「理科実験教室」を開催した。本年度は、(i)これまでの小中学生向けの理科・科学実験教室を同様に実施した。その際、初めて長万部中学校の理科室での開催を試みた。これに加え、(ii)「地域住民向け」実験教室の実施を試みたこと、また、(iii)小学生向けについて 100 人規模の理科教室の実施を企画実行した。その結果、小学生は今回も募集初日で定員が埋まってしまう好評ぶりだった。次年度はこの日程調整について工夫を試みる予定である。

4. 研究活動の展望

本部門がスタートし 4 年が経過した。我々の活動が先駆けとなり、地域社会と大学が動き出したと実感出来るようになった。残された 1 年をどうのように締めくくるか、さらに新たな活動を起こしこの動きを加速させるか、新たな課題である。

5. むすび

日本中で少子高齢化が進み、長万部町の人口も 6,000 人を下回った。昨年町長選挙が実施され、その対策に熱心な候補が当選を果たした。それ以来本部門の活動が注視され、町民の関心も高まり、「長万部地方創生サミット」が開催された。地方創生担当の石破大臣や高橋北海道知事の講演もあり、さらに本学と長万部町との共同プロジェクトもスタートした。本部門の最終年度を迎えるに際し、ふさわしいでイベントであった。

参考文献

１．都甲潔，宮城幸一郎，センサ工学，培風館（1995）.
２．福田裕，渡部終五，沿岸漁獲物の高品質化「短期蓄養と流通システム」，日本水産学会監修，77-88(2012).

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

１．友岡康弘 東京理科大学 科学フォーラム 2015, 12, 頁 2-3「サミット開催の目的と意義」

２．Fumihiro Mihara, Ken Takeuchi, Sanae Tamura, Yasushi Idemoto and Yasuo Kogo, The Use of Scallop Shell Powder as a Method of Extracting Strontium. 2015 MRS Advances, in press

研究課題（研究者別）

友岡　康弘、清水　公徳
「ホタテガイにおける性転換メカニズムの解析」
本研究では、ホタテガイ生殖腺のホルモン添加による影響の解析を目指し、器官・細胞培養系の確立と遺伝子クローニングを行った。実験の結果、ホタテガイ生殖腺の培養に適した培地条件を見出し、この培養液で生殖腺由来の接着細胞も維持できることを見出した。一方、マウス生殖腺で発現する Fox12 に注目し、ホタテガイオーソログの単離を試みた。その結果、近縁種の Fox12 に相同性の高い Fox12 遺伝子を単離できた。

和田　直之
「ホタテ貝の器官形成に関わる遺伝子のクローニング」
ホタテ稚貝外套膜の成長に伴う組織変化に解析した。まず成長過程での眼点数を調べ、その数は稚貝の成長に伴って増え、6 ヶ月齢で成体とほぼ同じ数になった。同時に眼点の直径の増加も認められ、眼点数とサイズは 6 ヶ月齢まで増加することがわかった。一方、動物の視細胞の分化に関わる分子のホタテガイ相同遺伝子の単離を試み、ホタテ Go ロドプシン遺伝子をクローニングした。今後、他の遺伝子のクローニングも試みる計画である。

三浦　成敏
「ホタテ重金属結合タンパク質の研究」
ホタテなどの二枚貝にはメタロチオネイン様の低分子量タンパク質以外に高分子量の Cd イオン結合タンパク質が複数存在することが報告されているが、タンパク質分子としての性状はほとんど何も知られていない。ホタテの重金属結合タンパク質の性状を明らかにすることを目指してホタテの中腸腺よりカドミウムを含む二価金属イオンに親和性の高いタンパク質の分離と精製を行い、カドミウム結合タンパク質の性状を解明する。

鳥越　秀峰
「カドミウムを含むため廃棄物とされてきたホタテの中腸腺を利用できるようにするため、中腸腺からカドミウムを除去する新規手法の開発」
Zn フィンガードメイン(ZF)は、2 個のシステイン残基と 2 個のヒスチジン残基を有し、カドミウムに特異的に結合する。末端を蛍光色素と消光色素で標識した ZF ペプチドは黄緑色を呈する。カドミウムが結合し、ランダムコイルが折り畳まって ZF を形成すると、蛍光色素と消光色素が近接し、黄緑色が退色する。カドミウム濃度の増加に伴う蛍光強度の変化より、カドミウム濃度を推定する方法を検討した。

中井　泉
「ホタテ貝の重金属処理法に関する研究」
ホタテ貝の中腸線に含まれる、有害金属であるカドミウムの分析法と、処理法に関する研究を行う。分析法としては、処理現場での簡易迅速測定が可能なハンドヘルド蛍光 X 線分析装置の導入を試みる。処理法として、中腸線の灰化処理による減量化をめざし、その焼成条件の検討を行っている。また、中腸線を酸で分解したあと、CdS の沈殿として除去する方法について、最適化を行う。

向後　保雄
「ホタテ貝殻の微細構造と力学特性・吸着特性に関する研究」
ホタテ貝殻の微細構造は吸着特性ばかりでなく、力学特性と強く関連しているものと考えられる。そこで、吸着特性と構造体としての力学特性を合わせ持つ材料の成形を目的として研究を行う。吸着特性の評価に加え、微細組織観察ならびに力学特性試験の試験条件について検討した。今後は、長万部キャンパスとさらに密接に連絡をとりつつ、吸着特性と力学的なパラメータとの間の相関関係に関して、定量的に解析していく予定である。

本田　宏隆

「ホタテ貝殻の粉体に関する研究」

粒径が 53μm 以下の焼成ホタテ貝殻粉末に、アルカリ土類金属に対する特に高い吸着能を見いだした。来年度は、10μm 程度の微細な粒径を得るとともに、ハイブリダイザーとマイクロスといった装置を用いて粒子の表面修飾の準備を行う。また、ホタテ貝殻は 3 層構造になっており、その 3 つを分離する為に、粉砕後の貝殻粒子を溶媒中で沈降させ、粒径だけでなく、密度による粒子の分離を行い、吸着実験を行う。

竹内　謙

「ホタテ貝殻の微視的構造に関する研究」

2012 年度に行ったオークリッジ国立研究所にける中性子回折と全散乱中性子散乱測定の結果を仔細に解析し、ホタテ貝殻の結晶の局所構造が、市販の炭酸カルシウム（ホタテ貝殻主成分）とは異なることを見いだした一方で、その結果を SPring-8 での局所構造の専門家にお願いして解析を行った。この結果は、「第 2 回長万部シンポジウム-長万部町の資源を掘り起こす」でも発表した。

田村　早苗

「ホタテ貝殻の金属吸着現象に関する研究」

SEM を用いて、様々な焼成条件に関してホタテ貝殻の表面構造を観察し、貝殻の微細構造を明らかにした。その結果、焼成温度により、貝殻の微細構造は大きくことなることを見いだした。この結果は、「第 2 回長万部シンポジウム-長万部町の資源を掘り起こす」でも発表した。今後は、さらにカキやアワビなどの別種の貝殻の微細構造も観察し、貝種、貝齢、産地による貝殻の微視的構造の解析を行う。

石黒　孝

「ホタテ貝殻の構造評価と機能性材料への展開に関する研究」

昨年度に引き続き、ホタテ貝殻の新たな有効活用のために、その構造評価を行い、各種元素の吸着状態等に対する知見を得ることを目的として、SEM、TEM、FT-IR による実験を行った。また、貝殻粉砕に関しての重要な文献を見いだし、金属イオン吸着に関しての大きな進展を促す結果を得た。今後も、これらについてさらに詳細な解析を行い、機能性材料としての応用技術に関する試行を行う。

古屋仲　秀樹

「ホタテ貝殻の吸着機構に関する研究」

京都大学を退官し Forward Science Laboratory(FSL)を立ち上げ、ホタテ貝殻による吸着現象に関して、30 年以上におよぶ吸着特性の解析のノウハウを駆使して、部門構成員に対して、ホタテ貝殻の吸着特性解析に関しての助言を行うとともに、実際に、金属イオンを含む溶液の液性による吸着能の解析方法を、FSL の研究所内で指導し、吸着機構の解明を開始した。

清水　公徳

「長万部地区の微生物の探索」

長万部では酪農が盛んである。この地域での発酵菌を探索し、地域特有の乳発酵産物の開発を目指す。

榎本　一之

「大学と地域社会の連携に関する研究」

長万部町と大学の連携について、「町民から見た大学」と「学生(卒業生)から見た長万部町」の双方の視点から状況を把握する。そのための調査の方法を検討する。また、小規模な町村における大学と、地域社会との関わりの在り方について考察し、具体的な方法を検討する。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、その結果を評価する。

川向　正人

「大学と地域社会の連携に関する研究」

東京理科大学・小布施町まちづくり研究所が取り組む「住民・行政・大学の協働によるまちづくり」の理念と方法の確立。「公に頼らない住民の自立と互助」によって、既存の素材を最大限活用してまちの活力を引き出す「まちづくり学」の構築。まちづくりの素材となる空き店舗・閉鎖された小学校などの調査分析、既にまちづくり活動している住民グループの実態調査を行い、両要素を組み合わせて中心市街地、周辺農村集落再生を試みる。

新井　健

「大学と地域社会の連携に関する研究」

社会・経済・環境システムの SD モデルを構築し、将来の行政施策や民間プロジェクト実施などの地域社会に与える影響を推計するシミュレーターに構成することを目的として、既にモデルの試作版構築、各セクターに関連する町民、町役場へのヒアリング調査、統計資料の追加収集と解析、セクター間の接続部分の改訂、細区分セクターの構造修正などを行った。本年度は他地域への適用を意図したモデル構造の見直し、改造作業を進めた。

野沢　肇

「大学と地域社会の連携に関する研究」

長万部町について社会学のコミュニティ論の視角から行う。この課題に向けて、住民からの聞き取り調査などを行い、地域社会の問題点や課題を解明するとともに、課題解決のための考察を行う。

古江　広和

「大学と地域社会の連携に関する研究」

長万部町と大学の交流による地域社会の活性化を目指し、大学として何ができるのかを基礎工学部卒業生の活用を含めて検討する。卒業生－大学－長万部町のネットワーク構築の方法を検討した結果、Facebook の利用が適当と判断し、「東京理科大学長万部」のページを 2012 年 9 月に開設した。長万部の現状紹介および本研究部門の活動報告等（新聞記事含む）をした結果、これまで卒業生を中心に約 50 人から反応が得られた。

村上　学

「大学と地域社会の連携に関する研究」

地域の活性化という観点から、幼稚園、小学校、中学校、高校、そして大学が揃っているという長万部町の教育環境をより有効に活用する仕組みを考えていく。(1)町の教育ニーズ・資源の調査・データベース化 (2)各教育機関の連携に関わる協力と効果測定 (3)町の教育活性化における大学の果たせる役割や交流可能性の探求 ＊(2)(3)については小学生及び中学生対象の「理科教室(科学少年団)」を継続実施。

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ます。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。



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、今後の部門の方向性を検討していきたい。

5. むすび

現在までの 4 年間にわたる研究を通して、情報通信研究部門では、通信方式・信号処理、ネットワーク、デバイスの 3 グループによって情報通信システムを実現するための種々の基盤となる技術を確立してきた。最終年度を迎えるにあたり、3 グループの研究成果を融合した形での研究への取り組みおよび、2017 年度以降の研究部門の方向性などについて見当を行っていく計画である。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

１．等リプルな阻止域を有する直線位相帯域通過 FIR 最大平たんディジタル微分器の一設計法，吉田嵩，杉浦陽介，相川直幸，電子情報通信学会論文誌 A，Vol. J98-A，pp 458-466，2015（査読有）

２．低遅延特性を有する低域通過最大平たん FIR ディジタル微分器の伝達関数，吉田嵩，相川直幸，電気学会論文誌 C，Vol.136，pp 157-164，2016.2（査読有）

３．OFDM 伝送におけるレプリカ信号生成と減算によるインパルス雑音の軽減，中村聡，北村卓也，大野光平，伊丹誠，映像情報メディア学会誌，vol.69，No.4，pp J180-J189，2015(査読有)

４．Improving Performance of DS/SS-IVC Scheme Based on Location Oriented PN Code Allocation, Reiki Kusakari, Akira Nakamura, Kohei Ohno, Makoto Itami, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E99-A, No.1, pp 225-234, 2016（査読有）

５．Channel Estimation Scheme under Class A Impulsive Noise Environment, Hirotomo Yasui, Akira Nakamura, Kohei Ohno, Makoto Itami, ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.4, No.1, pp 60-67, 2016（査読有）

６．Design of constant gain UWB planar antenna using FSS-based reflectors, Rabia Yahya, Akira Nakamura, Makoto Itami, IEICE Communications Express, Vol.5, No.1, pp 27-32, 2016（査読有）

７．Compact UWB frequency selective surface with high angular stability, Rabia Yahya, Akira Nakamura, Makoto Itami, IEICE Communications Express, Vol.5, No.2, pp 39-43, 2016（査読有）

８．Non-orthogonal Multiple Access Using Intra-beam Superposition Coding and Successive Interference Cancellation for Cellular MIMO Downlink, 樋口健一, 岸山祥久, IEICE Trans. Commun., Vol.E98-B, No.9, pp 1888-1895, 2015（査読有）

９．Non-orthogonal Multiple Access Using Intra-beam Superposition Coding and SIC in Base Station Cooperative MIMO Cellular Downlink, 野中信秀, 岸山祥久, 樋口健一, IEICE Trans. Commun., Vol.E98-B, No.8, pp 1651-1659, 2015（査読有）

10. Base Station Cooperative Multiuser MIMO Using Block-Diagonalized Random Beamforming with Online Update, 野中信秀, ベンジャブールアナス, 樋口健一, IEICE Trans. Commun., Vol.E98-B, No.8, pp 1622-1629, 2015（査読有）

11. Inter-Cell Interference Coordination Method Based on Coordinated Inter-Cell Interference Power Control in Uplink, 樋口健一, 斉藤佳子, 中尾正悟, IEICE Trans. Commun., Vol. E98-B, No.7, pp 1357-1362, 2015（査読有）

12. Distance Sensor Assistance to GPS Positioning, Yasuhiro Ikeda, Hiroyuki Hatano, Masahiro Fujii, Atsushi Ito, Yu, IARIA International Journal on Advances in Networks and Services, Vol.8, No.3/4, pp 215-225, 2015（査読有）

13. スマートフォンを用いた歩行者デッドレコニングのための進行方向推定に関する研究，星 尚志，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.57，No.1，pp. 25-33，2016（査読有）

14. Distance Estimation based on Statistical Models of Received Signal Strength, Masahiro Fujii, Yuma Hirota, Hiroyuki Hatano, Atsushi Ito, Yu Watanabe, IEICE Transactions on Fundamentals, Vol.E99-A, No.1, pp.199-203, 2016（査読有）

15. Indoor Positioning Based on Fingerprinting Method by Incoming GPS Signals, Masayuki Ochiai, Hiroyuki Hatano, Fujii Masahiro, Atsushi Ito, Yu Watanabe, IEICE Transactions on Fundamentals, Vol.E99-A, No.1, pp.319-322, 2016（査読有）

16. Effects of HCl treatment and predeposition vacuum annealing on Al2O3/GaSb/GaAs metal-oxide-semiconductor structures, T.Gotow, S.Fujikawa, H.I.Fujishiro, M.Ogura, T.Yasuda, and T.Maeda, Jpn J. of Appl. Phy. 54 (2015) 021201.（査読有）

17. Improved electron transport properties of InSbquantum well structure using stepped buffer layer for strain reduction, S.Fujikawa, T.Taketsuru, D.Tsuji, T.Maeda, H.I.Fujishiro, J. of Crystal Growth (2015). (査読有)
18. Effects of Ga-induced reconstructed surfaces and atomic steps on morphology of GaSb islands on Si(100), R.Machida, R.Toda, S.Fujikawa, S.Hara, I.Watanabe, H.I.Fujishiro, Appl. Surf. Sci. 351 (2015) 686-692. (査読有)
19. Effects of Ga-induced Reconstructed Surfaces and Atomic Steps on the Morphology of GaSb Islands on Si(100), Ryuto Machida, Ryusuke Toda, Sachie Fujikawa, Shinsuke Hara, Issei Watanabe, and Hiroki I. Fujishiro, Applied Surface Science, 351 (2015) 686-692. (査読有)
20. Effect of low-temperature-grown GaSb layer on formation of high-density and small GaSb islands on Si(100) substrate, Ryuto Machida, Ryusuke Toda, Sachie Fujikawa, Shinsuke Hara, Issei Watanabe, and Hiroki I. Fujishiro, Physica Status Solidi B, 253 4 (2016) 648-653. (査読有)
21. A Rate Allocation Framework for Multi-Class Services in Software-Defined Networks, Minh-Thuyen Thi, Thong Huynh, Mikio Hasegawa, Won-Joo Hwang, Journal of Network and Systems Management, published online: 22 February 2016 (査読有)
22. Distributed Resource Allocation for D2D Communications Underlay Cellular Networks, Hiep Nguyen, Mikio Hasegawa, Won-Joo Hwang, IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, Vol.20, No. 5, pp.942-945, 2016 (査読無)

著書

1．4K/8K テレビ放送の技術の現状と展望，伊丹誠，O plus E アドコムメディア，Vol.37，No.7，pp 524-527，2015
2．4G LTE/LTE-Advanced のすべて，服部武，藤岡雅宣，諸橋知雄監修，樋口健一他共著，丸善，総ページ数(p.544)，分担ページ(pp.87-105)，2015
3．情報ネットワーク科学入門 (2 章)，長谷川幹雄，コロナ社，2015
4．暮らしを変える驚きの数理工学，合原一幸，占部千由，近江崇宏，阿部力也，長谷川幹雄，鈴木大慈，2015

招待講演

1．電気回路教育とディジタル信号処理，相川直幸，2016 電子情報通信学会年総合大会，九州，2016
2．DSRC(専用狭域通信)の研究開発・標準化動向とアプリケーション，伊丹誠，日経 Automotive セミナー「激変！車載ネットワーク」，東京，2015
3．2020 年に向けた 4K/8K 超高精細度映像放送方式の標準化・研究開発動向，伊丹誠，電気三学会関西支部専門講習会「2020 年に実用化される次世代映像技術」，大阪，2015
4．Non-orthogonal Multiple Access (NOMA) for Future Radio Access，樋口健一，The 4th International Conference on Network, Communication and Computing (ICNCC 2015)，東京，2015
5．小面積 D 帯 CMOS 差動増幅器の設計，原紳介，片山光亮，高野恭弥，渡邊一世，関根徳彦，笠松章史，吉田毅，天川修平，藤島実，電子情報通信学会 電子デバイス研究会，2015

特許

1．金成主，長谷川幹雄，黒田佳織，加藤拓樹，チャネル選択方法，特願 2016-008521，2016

受賞

1．國井良介，濱本清志郎，吉田嵩，相川直幸，回路とシステム研究会 学生優秀賞，2015
2．大坪弘明，中村聡，伊丹誠，放送技術研究会 学生最優秀賞，映像情報メディア学会，2016
3．安井宏友，中村聡，伊丹誠，放送技術研究会 学生優秀賞，映像情報メディア学会，2016
4．樋口健一，平成 27 年度全国発明表彰特許庁長官賞，公益社団法人発明協会，2015

５．木村将裕（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，2015
６．星野拓也（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，2015
７．S. Hara, K. Katayama, K. Takano, I. Watanabe, N. Sekine, A. Kasamatsu, T. Yoshida, S. Amakawa, M. Fujishima, RFIT Award, 2015
８．Hiroyuki Yasuda, Mikio Hasegawa, Best Paper Award, IEICE Communications Society, 2015

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

「インパルス雑音存在下での高精度伝送路特性推定方式の開発」

通信方式・信号処理グループにおいて、昨年度までにインパルス雑音の存在する伝送路における伝送路特性の推定方式を提案し、その特性の評価を行い高精度の伝送路推定が可能であることを示した。2015 年度はさらに推定の効率を上げることを目標とし、前年度までに提案した 2 つの連続する OFDM シンボル 2 を使用した推定方式をさらに改良し、1 つの OFDM シンボルのみで推定を行う方式を提案しその評価を行った。その結果、提案方式を用いることによって理想特性に近い推定精度が得られることが確認された。提案方式は従来方式の半分の数のパイロットシンボルで推定が可能なため、伝送路推定精度を落とすことなく伝送効率を上げることができる。今後さらにこれらを発展させ効率のよい高精度な推定方式の実現を目標に検討していく。

「医療 ICT における簡易で効率の良い UWB 伝送方式の研究」

医療現場において種々のセンサーを無線通信でネットワーク化することによって高度な医療を行うための研究が広く行われている。体内・対外の種々のセンサーを無線接続するためには限られた通信路で多数の通信を効率よく実現する必要がある。また、体の内外に設置するため小型で低消費電力無線デバイスの実現が必要である。本研究では、電力検出によって受信を行う簡易なマルチユーザ多重通信方式の適用を提案し、その最適化を行っている。最適化の結果、通信特性の大幅な向上が得られることが確認され、提案方式の医療アプリケーションへの可能性が確認された。また、伝送特性に重要な影響を与えるアンテナの検討も行い、偏波共用型の広帯域 UWB アンテナを設計試作し、シミュレーション・測定の結果良好な特性が得られることを確認した。

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　雅宏

「OFDM システムにおけるブラインド伝送路推定に関する研究」

本研究課題では、OFDM システムのためのパイロット信号を用いないブラインドでの伝送路推定に関する研究を行った。通常の無線通信システムでは伝送路の影響を受けて信号振幅と位相が変化して受信される。この受信信号を同期検波するためには、受信機で既知のパイロット信号を用いて伝送路の変化を推定し、この推定値を用いて等化処理を行う。しかしながら、パイロット信号はデータ伝送に利用できないので、結果的に伝送効率を劣化してしまう可能性がある。そこで、パイロット信号を用いずに伝送路推定するブラインド推定技術の研究が盛んに行われている。本研究会課題では、これまでのブラインド伝送路推定を多値変調での OFDM システムに拡張し、EM アルゴリズムを用いて伝送路推定を行う手法を提案した。さらに、OFDM システムのマルチキャリアの特性を利用して、隣接キャリア間での伝送路の周波数応答の相関を考慮して伝送路推定を行う手法も提案した。数値計算シミュレーションの結果、提案手法の伝送路推定性能が、パイロットを用いる場合のそれと同等の性能を達成出来ることを示した。

藤代　博記

「サブミリ波・テラヘルツ波デバイスの開発」

プラズマダメージの無い抵抗加熱蒸着により形成した SiOx 表面保護膜をプロセスに導入することにより特性劣化を抑えることに成功した。この改良プロセスを用いて、歪み緩和バッファによりチャネル電子移動度を向上させた InSb HEMT の作製を行った。ドレイン電流が従来より約 1.5 倍増加し、相互コンダクタンス gm = 0.88S/mm を得た。さらにゲート電極長 Lg = 50 nm のデバイスで InSb HEMT の世界記録にほぼ並ぶ遮断周波数 fT = 302 GHz を達成した。

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 InGaAs-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）1.0 S/mm をそれぞれ達成し、InSb-HEMT の世界最高の g_m と同一の値を得た。また InGaAs-HEMT（L_g = 35 nm）の周波数 50 GHz の雑音特性を評価し、同材料系の HEMT で世界最小の雑音指数 0.6 dB（室温）を実現した。

長谷川　幹雄

「無線ネットワークの最適化に関する研究」

モバイルトラフィックの急増に伴い、無線周波数資源の効率的利用が重要となっている。本研究では、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、様々なネットワークにおける無線リソース割り当て最適化の研究を進め、D2D の自律分散型アルゴリズム、SDN における最適化アルゴリズムなどに関しては論文等の成果を挙げた。

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)。

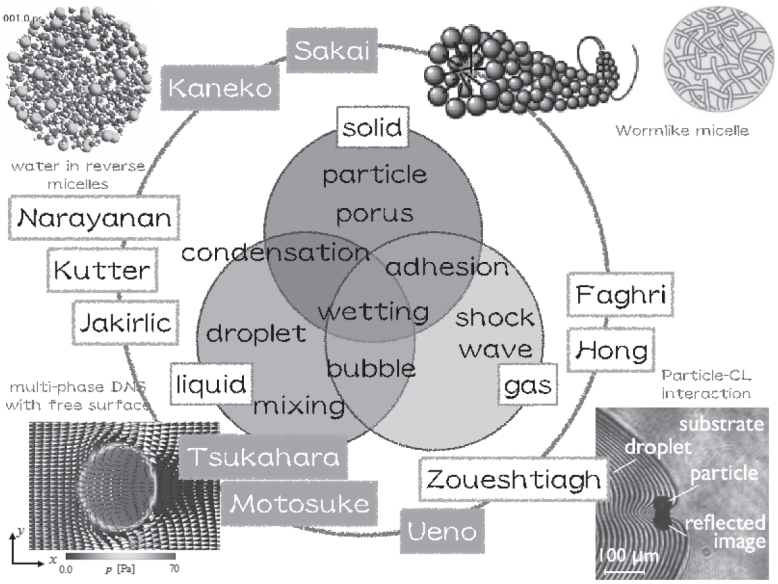


図 1　固液気 3 相各相および相間で主要な素因子として現象を構成する項目と、
各相間現象を研究対象としてきた研究者の関係。

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	講師	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	ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ研究員	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

2015 年度においては、9 月 1 日に総合研究院界面科学研究部門とのジョイント国際シンポジウム（DCIS-i^{2}plus Symposium 2015）を開催した。「界面」の共通キーワードのもと、成果報告と意見交換を行った。特に、本学の若手研究者・大学院生にも口頭発表の機会を設け、議論を通じて知見を得るとともに学際領域研究活動の経験を積む場を提供出来た。

また、セミナー（i^{2}plus 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 i^{2}plus セミナーを計 4 回行った。また、当部門の活動を中心に 2015 年に締結した大学間協定校であるウイーン工科大学との共同研究においては、理工学研究科機械工学専攻の博士後期課程学生を 1 名、2015 年 12 月から約 3 ヶ月派遣し共同研究活動を展開するとともに現地にてミニ・シンポジウムを開催、さらに 2016 年 3 月には本学野田校舎にてミニ・シンポジウム（Cooperation Meeting and Mini Symposium TU Wien-TUS）を実施した（図 2)。化学や材料などを専門とする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。下記に今年度開催した活動を紹介する。

2015 年 12 月には、総合研究院ウォーターフロンティアサイエンス研究部門の第 1 回ウォータフロンティアサイエンスシンポジウムに当部門から参加させていただき、情報交換を行った。

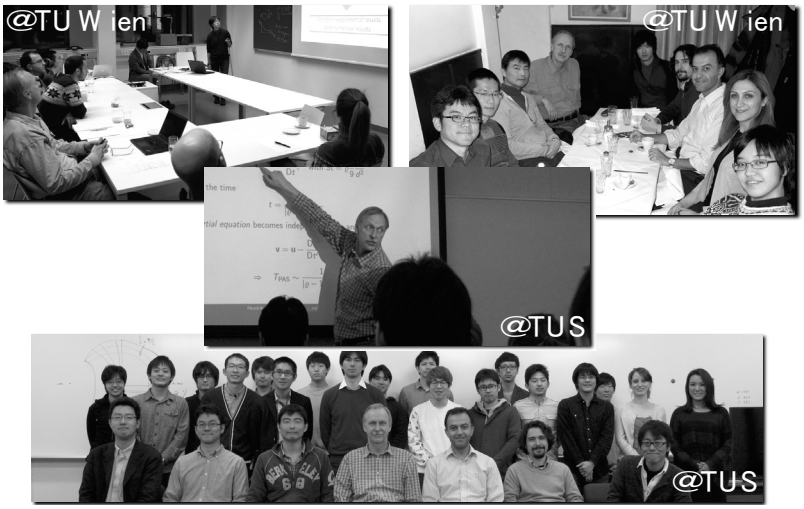


図 2 ウイーン工科大学（TUW）との共同研究展開の一例（上 2 枚：TUW でのミニ・シンポジウムの様子。下 2 枚：本学野田校舎でのミニ・シンポジウムの様子）

【実施した研究活動】
2015 Joint International Symposium (DCIS-i^{2}plus Symposium 2015)
(2015 年 9 月 1 日 10:00～20:00) @葛飾キャンパス

Cooperation Meeting and Mini Symposium TU Wien - TUS
(2016 年 3 月 30 日 10:00～19:00) @野田キャンパス
講演者：Prof. Hendrick Kuhlmann (TU Wien, Austria)
講演者：Francesco Romano (TU Wien, Austria)
講演者：Saeed Masoudi (TU Wien, Austria)
講演者：植村 豪博士 (東工大)
本学からの講演者：住野豊講師 (理・応物)、元祐昌廣准教授 (工・機械) 他

i^{2}plus Seminar (回数は部門設立時から通算)
第 13 回 (2015 年 4 月 7 日 11:00～14:00) @野田キャンパス
講演者：Prof. Harunori Yoshikawa (U. Nice Sophia Antipolis, France)
第 14 回 (2015 年 7 月 2 日 15:00～18:30) @野田キャンパス
講演者：Dr. Manoranjan Mishra (Indian Institute of Technology Ropar, India)
第 15 回 (2015 年 8 月 10 日 15:00～18:00) @野田キャンパス
講演者：Ilyesse Bihi (U. Lille 1, France/U. Florida, U.S.A.)
第 16 回 (2015 年 9 月 24 日 15:00～18:00) @野田キャンパス
講演者：Prof. Serafim Kalliadasis (Dept. Chem. Eng., Imperial College London, U.K.)

4. 研究活動の展望

2015 年度において、国際共同研究がさらに新規で 3 件開始され、2016 年開催予定の国際会議での発表を予定、また、学術誌への投稿を予定しており、国際共同研究のさらなる展開が見込まれる。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 年度においても、部門での研究・発表活動だけでなく、大学間協定をも視野に入れた国際交流活動を充実していき、さらなる国際的な研究体制を構築していく予定である。

5. むすび

界面熱流体力学をキーワードに、今後も国際的な共同研究活動を展開していく。若手研究者や大学院生への国際的研究環境の提供を、部門主催の国際シンポジウムやセミナーを通じて継続して行っていく予定である。また、部門を主体とした共同研究活動を基盤とした大学間協定への展開を目指し、国際的研究・教育環境を大学に還元しながら、さらなる生産的な研究活動を展開していく。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文(全て査読有)

1．Takahiro Tsukahara, Kana Oyagi, Yasuo Kawaguchi, Estimation method to identify scalar point source in turbulent flow based on Taylor's diffusion theory, Environmental Fluid Mechanics 16, pp.521-537, 2016.
2．Takahiro Ishida, Yohann Duguet, Takahiro Tsukahara, Transitional structures in annular Poiseuille flow depending on radius ratio, J. Fluid Mech. 794, R2 (11 pages), 2016.
3．Yoshiyasu Ichikawa, Masahiro Motosuke, Yuki Kameya, Makoto Yamamoto, Shinji Honami, Three-dimensional flow characterization of a square array of multiple circular impinging jets using stereoscopic PIV and heat transfer relation, J. Visualization 19, pp.89-101, 2016.
4．Yuki Kameya, Takuhiro Hayashi, Masahiro Motosuke, Oxidation-resistant graphitic surface nanostructure of carbon black developed by ethanol thermal decomposition, Diamond and Related Materials 65, pp.26-31, 2016.
5．Masakazu Muto, Makoto Yamamoto, Masahiro Motosuke, A noncontact picolitor droplet handling by photothermal control of interfacial flow, Analytical Sciences 32, pp.49-55, 2016.
6．Chungpyo Hong, Taiki Nakamura, Yutaka Asako & Ichiro Ueno, Semi-local friction factor of turbulent gas flow through rectangular microchannels, International Journal of Heat and Mass Transfer 98, pp.643-649, 2016.
7．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.
8．Toshiaki Iwana, Koichi Suenagaa, Hiroya Shirai, Yuki Kameya, Masahiro Motosuke, Shinji Honami, Heat transfer and fluid flow characteristics of impinging jet using combined device with triangular tabs and synthetic jets, Experimental Thermal and Fluid Science 68, pp.322-329, 2015.
9．Yuki Koide, Ryota Sasaki, Yuki Kameya, Masahiro Motosuke, A burst wave-induced plasma actuator for controlling separated flow over a backward-facing step at low Reynolds numbers, Experimental Thermal and Fluid Science 66, pp.72-78, 2015.
10. Hideharu Kotari, Masahiro Motosuke, Simple applications of microparticle transportation by tender optical scattering force, Microfluidics and Nanofluidics 18, pp.549-558, 2015.
11. Chungpyo HONG, Yasuhiro YOSHIDA, Shinichi MATSUSHITA, Ichiro UENO & Yutaka ASAKO, Supersonic micro-jet of straight micro-tube exit, Journal of Thermal Science and Technology 10, JTST0026, 2015.
12. Susumu Kono, Toshihiro Kaneko, Ichiro Ueno, Investigation of temperature increase associated with liquid deformations at the nanometer scale, Physica A 438, pp.107-113, 2015.
13. Taiki Matsugase, Ichiro Ueno, Koichi Nishino, Mitsuru Ohnishi, Masato Sakurai, Satoshi Matsumoto, Hiroshi Kawamura, Transition to chaotic thermocapillary convection in a half zone liquid bridge, Int. J. Heat Mass Trans. 89, pp.903-912, 2015.

招待講演

1. Ichiro Ueno, Linhao Fei, Toshiki Tamura, Toshihiro Kaneko, Donald R. Pettit, Basic flow patterns induced by thermocapillary effect in free liquid film, 6th Int. Symp. Physical Science in Space (ISPS-6) (14-18 Sept. 2015, Kyoto, Japan).

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。

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

- ナノメータースケールの曲率を持つ平面である SWNT 表面上での金原子の振る舞いを解析した。金原子が凝集し SWNT 表面上で微粒子を形成することによって、金微粒子と SWNT 間に熱歪みによる応力が発生することを明らかにした（千足）。
- SWNT 固有の振動モード（radial breathing mode 振動モード）への影響を分析することで、SWNT とその表面に形成した水吸着層との相互作用を明らかにした。これを元に、力学的モデルを構築することで、水吸着層だけでなく、他の SWNT や分子も含む汎用性の高いモデルを得ることに成功した（本間・千足・山本）。
- SWNT の内部空間および表面に存在する水分子に関して、蛍光スペクトル解析から水の相転移に着目し分析を行った。内部空間では、液相－固相相転移に相当すると考えられる発光スペクトル波長の変化の温度依存性を明らかにした（本間・千足・小鍋・山本）。

3. 2. ナノカーボン形成制御

- 結晶性水晶基板表面において得られる水平配向 SWNT に対し、光学的手法および電子顕微鏡による詳細な分析を行うことで、成長する SWNT のカイラリティ分布についての解析を行った（千足）。

・ カーボンナノチューブを利用したデバイスを作製する新たな試みとして、エレクトロスプレー法（電界蒸着法）を利用した CNT 薄膜の合成に成功した。また、CNT 薄膜を利用したデバイス（太陽電池、有機 EL など）の作製および物性評価についても研究を進めている（西川・金）。

3. 3. 生体分子との相互作用

・ カルボキシメチルセルロース(CMC)により CNT を希釈して分散することで、可視光では透明で、CNT に特有の近赤外蛍光を示す薄膜を得ることができた。この透明薄膜中で、CNT は CMC から軸方向に圧縮性の歪を受けていることが蛍光分光から明らかになった（本間・梅村）。
・ CMC 分散 SWNT を紙に保持した場合、そこから SWNT のカイラリティの多様性を利用したイメージング情報を引き出すことができ、それを人工物メトリクス認証の高信頼性化に利用できることを実証した（本間）。
・ DNA で被覆した単層カーボンナノチューブについて、原子間力顕微鏡の複数の測定モード（接触・非接触、大気中・水中）によって同一分子を観察したところ、接触か非接触か、大気中か水中かで観察される直径が大きく変化することがわかった（梅村）。

3. 4. 新奇基礎物性

・ シリコンクラスター（Si_4, Si_{10}）に強電界とフェムト秒レーザーを照射することで生じる電界蒸発現象のダイナミクスを明らかにし、レーザー強度とエネルギーに対する蒸発条件を決定した。(論文出版) 同様な条件下に二層ベンゼンを置いたときに生じる光誘起剥離現象をシミュレーションで捉えた。(論文印刷中) 昨年に引き続き、二層グラフェンフレークへの電子波束散乱シミュレーションを行うことで二次電子放出の証拠を第一原理的に示した。(論文投稿中) 本研究は、いずれも時間依存第一原理計算 (TDDFT 法) の数値解析によるものである(渡辺・鈴木）。
・ 2 次電子に対するハイパスフィルタを作製し、Ni や Pd 上の単層及び数層グラフェンを用いて 2 次電子像形成に対する 2 次電子のエネルギーの影響を調べた。この結果、単層グラフェンの特異なエッジコントラストには低エネルギー成分が寄与しているのに対し、層数の違いを反映したコントラストには高エネルギー成分が寄与していることが明らかになった(本間)。
・ カーボンナノチューブやグラフェンナノリボンの静電界印加下の電子物性の解明を行った。これらナノカーボン物質はそのネットワーク上に分布する電子密度に依存した外部電界遮蔽特性を示すことを明らかにした。また、CNT 薄膜においては、構成する CNT の組み合わせ、注入電荷量に依存して、特異な電界応答特性、すなわち薄膜を構成する CNT 間において外部電界と逆向きの電界が誘起されることが明らかになった。さらに、グラフェンナノリボン(GNR)にリボン横手方向に電界を印加することにより、GNR の外側の真空領域にリボンに沿って 1 次元的に広がった自由電子チャネルが発現することを示した（岡田）。
・ 一般形状を有するグラフェン端のエネルギー論と電子物性の解明を第一原理電子状態計算の手法を用いて行った。その結果、グラフェンの端は armchair もしくは near armchair の端形状がエネルギー論的に安定であり、その端形成エネルギーはほぼ一定であることを明らかにした。一方、ある臨界端角以上においては zigzag 型の端に近づくに連れて端の安定性は単調に減少することを明らかにし、その期限が端に局在するπ状態（エッジ状態）によることを示した。

  2 層グラフェンの片面に各種欠陥を有する複合構想に対して、欠陥と層間相互作用が誘起する電子物性変調の解明を行った。その結果、もう一層は完全な蜂の巣ネットワークを有しているにもかかわらず、層間の相互作用により、このような 2 層グラフェン系は線形分散バンドを有さず、πバンドに有限のギャップを有することが明らかになった（岡田）。
・ 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について研究を行い、次近接サイト間の引力相互作用が強い場合には、重心運動量がゼロのクーパー対を持つ通常の BCS 状態よりも、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安定化されることを指摘し、この超伝導状態の対振幅が空間的に非一様なケクレパターンを持つことを明らかにした。また、このバレー内ペアリング状態の起源がディラックポイントにおけるベリー位相にあることを明らかにした（土屋）。

・ グラフェンナノリボンのエッジに空孔欠陥がランダムにあるような場合に、電子波の干渉効果によってアンダーソン局在が起こることを理論的に示し、様々な幅のグラフェンリボンや様々な空孔欠陥濃度に対して局在長を定量的かつ系統的に評価した（山本）。

4. 研究活動の展望

当初に掲げていたメインテーマ「ナノカーボン表面・ナノ空間での水の特異な構造と物性」に関して、当初の目的を遥かに超える研究成果を挙げたことで、水の研究は、新しい部門「ウォーターフロンティアサイエンス部門」として独立した。次なる研究テーマを設定するため、アドバイザリー委員会で頂いたアドバイスをもとに、部門内で検討会と勉強会を重ね、次なる研究ターゲットを「2 次電子の物理」と「ナノトライボロジー」に設定した。残りの期間で、これら 2 つの研究テーマを中心に、さらなる連携・共同研究を進めていく。

5. むすび

部門発足時に掲げていたメインテーマの 1 つ「カーボンナノチューブの表面と内部空間に束縛された水の熱力学的相図」を実験と理論の部門内連携によって完成することができた。この成果は、基礎物理学としての価値の大きさは言うまでもないが、ナノカーボン表面（例えば、グラフェン表面）の水は、摩擦現象に直接関わるために、エネルギー問題と直結する光学的にも重要なテーマである。そこで、来年度以降の最重要テーマの 1 つに「ナノトライボロジー（ナノ摩擦学)」を掲げた。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文（48 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. Adsorption Effects on Radial Breathing Mode of Single-walled Carbon Nanotubes, S. Chiashi, K. Kono, D. Matsumoto, J. Shitaba, N. Homma, A. Beniya, T. Yamamoto, Y. Homma, Phys. Rev. B, 91, 155415-1-5 (2015). (査読有)
3. Gold deposition effects on photoluminescence and Raman scattering spectra of suspended single-walled carbon nanotubes, A. Ozao, S. Chiashi, S. Watanabe, G. Yamaguchi, H. Kato, Y. Homma, Jpn. J. Appl. Phys., 54, 055102-1-4 (2015). (査読有)
4. Atmospheric ions as the origin of photoinduced degrading of photoluminescence from a single-walled carbon nanotube, T. Inaba and Y. Homma, Appl. Phys. Lett. 107, 071907-1-4 (2015). (査読有)
5. The Effect of DNA Adsorption on Optical Transitions in Single Walled Carbon Nanotubes, M. Ito, Y. Ito, D. Nii, H. Kato, K. Umemura, and Y. Homma, J. Phys. Chem. C. 119, 21141-21145 (2015) (査読有)
6. Re-growth of single-walled carbon nanotube by hot-wall and cold-wall chemical vapor deposition, H. Wang, C. Yamada, J. Liu, B. Liu, X. Tu, M. Zheng, C. Zhou, and Y. Homma, Carbon 95, 497-502 (2015). (査読有)
7. Scanning electron microscopy imaging mechanisms of chemical vapor deposition grown graphene on Cu substrate revealed by in situ observation, H. Wang, C. Yamada, and Y. Homma, Jpn. J. Appl. Phys. 54, 050301-1-4 (2015). (査読有)
8. Energetics and dynamics of laser-assisted field evaporation: Time-dependent density functional theory simulations, E. P. Silaeva, K. Uchida, Y. Suzuki, K. Watanabe, Phys. Rev. B 92, 155401-1-7 (2015). (査読有)
9. Nano-Saturn: Energetics of the Inclusion Process of C60 into Cyclohexabiphenylene, S. Kigure, H. Omachi, H. Shinohara, and S. Okada, J. Phys. Chem. C 119, 8931-8936 (2015). (査読有)
10. Influence of Defects for Carrier Injection In Carbon Nanotubes, U Ishiyama, N. T. Cuong, and S. Okada, Jpn. J. Appl. Phys. 54, 065101 (2015). (査読有)
11. Radical Spin Interaction in One-dimensional Chain of Decamethyl C60, K. Narita and S. Okada, Chem. Phys. Lett. 634, 129-133 (2015). (査読有)
12. Geometric and electronic structures of two-dimensional networks of fused C36 fullerenes, M. Maruyama, N. Thanh Cuong, and S. Okada, J. Phys. Soc. Jpn., 84, 084706 (2015). (査読有)
13. Influence of the Defects on the Electronic Structures of Bilayer Graphene, K. Kishimoto and S. Okada, Surface Science 644, 18-23 (2016). (査読有)
14. Energetics and electronic structures of graphene nanoribbons under a lateral electric field, A. Yamanaka and S. Okada, Carbon 96, 351-361 (2016). (査読有)
15. Influence of electric field on electronic states of graphene nanoribbons under a FET structure, A. Yamanaka and S. Okada, Jpn. J. Appl. Phys., 55, 035101 (2016). (査読有)
16. Single cell analysis using a glass microchamber for studying movement fluctuations of Navicula pavillardii and Seminavis robusta diatom cells. K. Umemura, Y. Sadoya, K. Nagao, R. Oikawa, Y. Hanada, K. Sugioka, and S. Mayama. Micron, 77, 41-43 (2015). (査読有)
17. Preparation of Thermoresponsive Nanostructured Surfaces for Tissue Engineering. M. Sakuma, Y. Kumashiro, M. Nakayam, N. Tanaka, Y. Haraguchi, K. Umemura, T. Shimizu, M. Yamato, T. Okano. J. of Visualized Experiments, 109, e53465 (2016). (査読有)

18. 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)
(他 30 報)

著書（１件）

１．第一原理シミュレーションによる新規フレキシブル熱電材料の探索，山本貴博，小鍋哲，日本熱電学会誌 Vol.11, No.3, 9-16 頁 (2015).

招待講演（20 件）

１．ナノカーボン物質と水と熱，山本貴博，摩擦の科学研究部会，東京，2015
２．ナノカーボンフォノニクスの基礎と応用，山本貴博，科研費 新学術領域「ハイブリッド量子科学」勉強会 ～フォノン物性の基礎と応用～，東京，2015
３．Influence of Edge Roughness on Graphene Nanoribbons Field-Effect Transistors, K. Takashima, T. Yamamoto, Energy, Materials, Nanotechnology (EMN) Bangkok Meeting, Bangkok, Thailand, 2015
４．低次元ナノ構造の伝熱と熱電物性，山本貴博，2015 年真空・表面科学合同講演会，茨城県，2015
５．ナノ材料の非弾性電子輸送シミュレーション ～量子輸送から古典輸送まで～，山本貴博，QuantumWise Japan セミナー，東京，2016
６．2 次元原子層材料における新奇熱電物性の理論的研究，小鍋哲，日本物理学会 2015 年秋季大会，大阪，2015 年
７．原子層材料の第一原理熱電シミュレーション，小鍋哲，第 25 回日本 MRS 年次大会，神奈川，2015 年
８．Microscopic analysis of single walled carbon nanotubes wrapped with DNA molecules. Kazuo Umemura. 3rd International Multidisciplinary Microscopy and Microanalysis Congress (InterM 2015), October 19-23, 2015, Oludeniz, Mugla, Turkey.
９．Geometric and electronic structures of nanocarbon hybrid materials, Susumu Okada, CCTN15:Tenth International Symposium on Computational Challenges and Tools for Nanotubes, June 28, 2015, Nagoya University (Nagoya)
10. Interaction of water molecules with single-walled carbon nanotube, Y. Homma, S. Chiashi, and T. Yamamoto, The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem2015), Honolulu, December 19, 2015
(他 10 件)

特許（１件）

１．山本貴博，中嶋宇史，阿武宏明，小鍋哲，国内優先出願，半導体材料，導電性層にキャリアを生じさせる方法，及び熱電変換素子，特願 2015-205044，2015 年 10 月 16 日

広報（3 件）

１．山本貴博，30 周年直前ミステリー大挑戦！世界三大ミュージアム発 最新ナゾ解きの旅スペシャル「続々と謎が解明!?驚きのナノの世界」TBS「世界ふしぎ発見！」，2016 年 1 月 23 日
２．丸山茂夫，千足昇平，太陽電池－両面の光で発電－，日経産業新聞，2015
３．渡辺一之，水風船破裂実験の解説，TBS「林先生が驚く初耳学！」，2016 年 3 月 20 日.

受賞（11 件）

１．石関圭輔（山本研 M1），若手合同研究会「表面・界面現象の新展開：吸着・物質移動・エネルギー散逸」最優秀ポスター講演賞，2016 年 3 月 14 日
２．髙島健悟（山本研 D1），東京理科大学 学生表彰（TUS Award 2016），2016 年 3 月 3 日
３．髙島健悟（山本研 D1），Excellent Presentation Award of ALC'15，2015 年 10 月 29 日
４．小鍋 哲，Excellent Presentation Award of ALC'15，2015 年 10 月 29 日

５．井澤哲美（工学研究科・電気工学専攻・修士課程 1 年（山本研究室)), Student Award of ALC'15, 2015 年 10 月 27 日
６．高島健悟（山本研 D1), 第 3 回 TIA ナノエレクトロニクス・サマースクール奨励賞, 2015 年 8 月 28 日
７．山本貴博, 第 12 回東京理科大学特定研究助成金 研究成果報告会 優秀賞, 2015 年 6 月 6 日
８．本間直樹（本間研 M2),日本表面科学会 講演奨励賞, 2015 年 5 月 23 日
９．Shohei Chiashi, Poster Presentation Award, The Sixteenth International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT15), Nagoya, July 3, 2015
10. 加藤高士（本間研 M1), Poster Presentation Award, The Sixteenth International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT15), Nagoya, July 3, 2015
11. 小鍋哲, Poster Presentation Award, The Sixteenth International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT15), Nagoya, July 3, 2015

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を用いて調べる。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」
カーボンナノチューブ（CNT）の蛍光発光分光を利用して、CNT と DNA やセルロースなどの生体高分子と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と電子励起の理論」
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、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
「生体分子とナノカーボンとの相互作用の研究」
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。種々の光学測定法を用いてナノカーボンの特異な物性を計測することで、微小な生体反応を検知する技術を開発する。

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。

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。

岡田　晋
「ナノカーボン物質の物質設計と物性解明」
量子論に立脚した計算科学の手法を用いて種々のナノカーボン物質の物質設計と物性解明を行う。また、ナノカーボン複合構造体の物性解明を行い、種々の機能デバイス実現の指針を提示する。

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」

SWCNT の構造制御合成技術および SWCNT と他の物質とを組み合わせた新たなナノ構造体の構築を目指す。架橋構造や基板表面で配向した SWCNT を作製すると同時に、グラフェン等他のナノカーボン材料の開発も行っていく。さらに、SWCNT とガス分子やポリマーなどとの相互作用を主に光学計測手法を用い解析することで、新奇な物性の解明を目指してく。

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、グラフェンにおける新奇超伝導状態の可能性について研究を行い、次近接サイト間の引力相互作用によって通常の BCS 状態よりも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安定化されることを指摘し、この超伝導状態の対振幅が空間的に非一様なケクレパターンを作ることを明らかにした。

清水　麻希

「カーボンナノチューブを用いたデバイス作製と評価」

ゲルにより分離した半導体の SWCNT を核として化学気相成長法により SWCNT 再成長する技術について種に含まれる不純物の影響を評価し、直径が同じ SWCNT が成長しているか検証を行う。SWCNT の薄膜トランジスタ等への応用を行い、PL、EL、ラマン等を用いてカイラリティや純度、薄膜のバンドル形態がトランジスタ特性に及ぼす効果について測定を行う。

鈴木　康光

「ナノ構造体における光誘起電子・原子核相関ダイナミクス」

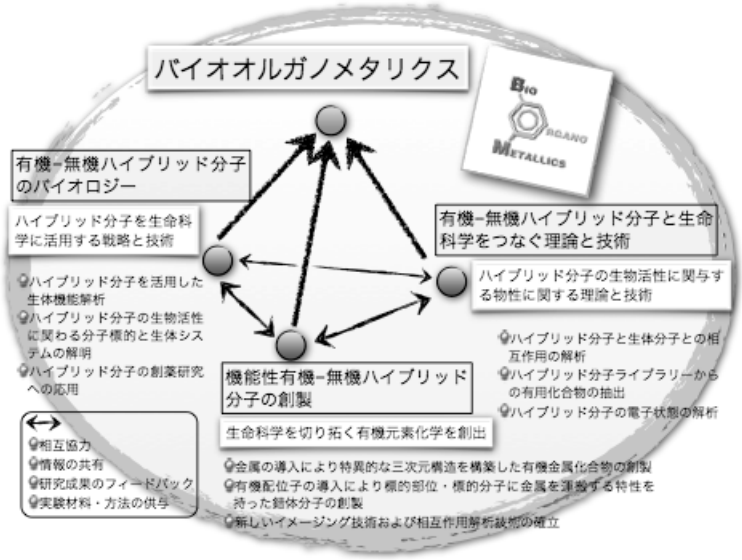
ナノ物質が光と相互作用することにより誘起される励起状態電子・原子核相関ダイナミクスを、正確にシミュレーションするための第一原理手法開発を行う。特にナノカーボン物質表面における電子の散乱過程を計算するための適切な時間依存密度汎関数法の交換相関項の開発を行う。また、カーボンナノチューブが水分子雰囲気下で示す発光スペクトルの変化のメカニズムの解明を目指し、第一原理多体摂動計算を用いた光物性の研究を行う。

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

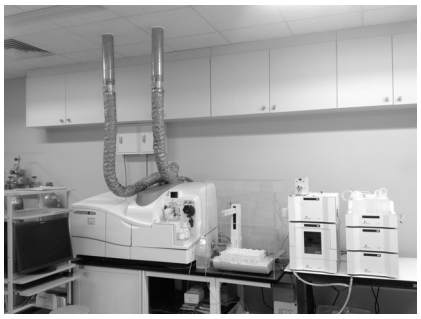
化合物には有機化合物と無機化合物があるが、その両方の特性を有する化合物を有機–無機ハイブリッド分子（以下、ハイブリッド分子）と呼ぶ。Grignard や Wittig などの先駆的研究者がハイブリッド分子を合成化学の領域で活用したことを契機として、有機元素化学目覚ましく発展している。しかしながら、ハイブリッド分子の有用性は未だにほとんどが合成試薬としての評価であり、生命科学への貢献はきわめて不十分な状況にある。
本研究部門は、バイオオルガノメタリクス（ハイブリッド分子のバイオロジー）の研究を本格的に開始し展開する。ハイブリッド分子の持つ優れた特性を活かし、これらの分子によって生体分子・生体シス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

鍜冶利幸（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

浜田典昭（理工学部物理学科教授）
宮崎　智（薬学部生命創薬科学科教授）

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

研究の規模をさらに拡大するとともに、物理・化学・生物のそれぞれの研究者がハイブリッド分子を共通言語として共同研究がより活発に展開されるようにしたい。特に、生命科学研究に物理系と化学系の研究成果を活用する共同研究を実施したい。すなわち、有機－無機ハイブリッド分子を「知る」科学、「つくる」科学、および「使う」科学、を融合させ、分野を超えた共同研究がもたらすシナジー効果によって研究を展開する。

5. むすび

バイオオルガノメタリクスは、既存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するものである。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, 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.

2．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.

3．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.

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1．Heparan sulfate chains potentiate cadmium cytotoxicity in cultured vascular endothelial cells. Fujiwara Y., Yamamoto C., Yoshida E., Kumagai Y., *Kaji T. *Arch. Toxicol.*, 90, 259-267, 2016.（査読有）

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.（査読有）

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

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

5．Synthesis and Shuttling Behavior of [2]Rotaxanes with a Pyrrole Moiety. Y. Matsuoka, Y. Mutoh, I. Azumaya, S. Kikkawa, T. Kasama, S. Saito, *J. Org. Chem.* 2016, *81*, 3479-3487.

6．Sequence-Selective Synthesis of Rotacatenane Isomers R. Hayashi, P. Slavík, Y. Mutoh, T. Kasama, S. Saito, *J. Org. Chem.* 2016, *81*, 1175-1184.

7．Synthesis of [3]Rotaxanes by the Combination of Copper-Mediated Coupling Reaction and Metal-Template Approach. Hayashi, R.; Mutoh, Y.; Kasama, T.; Saito, S. *J. Org. Chem.* 2015, *80*, 7536-7546.

8．Synthesis of interlocked compounds utilizing the catalytic activity of macrocyclic phenanthroline-Cu complexes. Saito, S. *J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem.* 2015, *82*, 437-451.

9．Ferromagnetic instability of interlayer floating electrons in the quasi-two-dimensional electride Y_2C, Takeshi Inoshita, Noriaki Hamada, and Hideo Hosono, *Phys. Rev. B* 92, 201109(R), 2015（査読有）

10. Dynamics of the Large Progenitor Toxin Complex of Clostridium botulinum, Yosuke Kondo, Satoru Miyazaki, Journal of Computer Science & Systems Biology 9, 1-05, 2015（査読有）

11. Protein functional site prediction using a conservative grade and proximate grade. Y. Kondo and S. Miyazaki, Journal of Data Mining in Genomics and Proteomics 6, 1000175, 2015（査読有）

12. Takahiro Kawatsu, Hiroki Tokushima, Yuya Takedomi, Tatsushi Imahori, Kazunobu Igawa, Katsuhiko Tomooka, Ryo Irie,* “Synthesis, Stereochemical Characteristics, and Coordination behavior of 2,2’-Binaphthyl-1,1’-bisisoquinoline as a New Axially Chiral Bidentate Ligand”, *ARKIVOC* 2015, iv, 161-175.（査読有）

13. Atsushi Kato,* Izumi Nakagome, Kasumi Sato, Arisa Yamamoto, Isao Adachi, Robert J. Nash, George W. J. Fleet, Yoshihiro Natori, Yasuka Wasuka, Tatsushi Imahori, Yuichi Yoshimura, Hiroki Takahata and Shuichi Hirono,* “Docking study and biological evaluation of pyrrolidine-based iminosugars as pharmacological chaperones for Gaucher disease”, *Org. Bio. Chem.* 2016, *14*, 1039-1048.（査読有）

14. TLSC702, a Novel inhibitor of human glyoxalase I, induces apoptosis in tumor cells. Takasawa, R., Shimada, N., Uchiro, H., Takahashi, S., Yoshimori, A. and *Tanuma, S. *Biol. Pharm. Bull.*, in press.（査読有）

15. Low doses of the mycotoxin citrinin protect cortical neurons against glutamate-induced excitotoxicity. Nakajima Y, Iguchi H, Kamisuki S, Sugawara F, *Furuichi T and *Shinoda Y. *J. Toxicol. Sci.*, 41(2): 311-319, 2016.（査読有）

16. 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 and Sadakata T. *Neurosci Lett,* 617: 232-235, 2016. (査読有)
17. "Cation-Stitching Cascade": exquisite control of terpene cyclization in cyclooctatin biosynthesis, Hajime Sato, Kazuya Teramoto, Yui Masumoto, Noriyuki Tezuka, Kenta Sakai, Shota Ueda, Yusuke Totsuka, Tetsuro Shinada, Makoto Nishiyama, Chao Wang, Tomohisa Kuzuyama,* and Masanobu Uchiyama*Sci. Rep., 2015, 5, 18471-18471. (査読有)
18. Conjugation between *sigma*- and *pi*-Aromaticity in 1-*C*-Arylated Monocarba-*closo*-dodecaborate Anions, Mai Otsuka, Ryo Takita,* Junichiro Kanazawa, Kazunori Miyamoto, Atsuya Muranaka, Masanobu Uchiyama**J. Am. Chem. Soc.,* 2015, *137*, 15082-15085. (査読有)
19. Stannyl-Lithium: A Facile and Efficient Synthesis Facilitating Further Applications. Dong-Yu Wang, Chao Wang,* and Masanobu Uchiyama* *J. Am. Chem. Soc.,* 2015, *137*, 10488-10491.(査読有)
20. Reversible Near-Infrared/Blue Mechanofluorochromism of Aminobenzopyranoxanthene. Masaru Tanioka, Shinichiro Kamino,* Atsuya Muranaka,* Yousuke Ooyama, Hiromi Ota, Yoshinao Shirasaki, Jun Horigome, Masashi Ueda, Masanobu Uchiyama, Daisuke Sawada, and Shuichi Enomoto* *J. Am. Chem. Soc.,* 2015, *137*, 6436-6439.
21. Involvement of ubiquitin-coding genes in cadmium-induced protein ubiquitination in human proximal tubular cells, Lee J.Y., Tokumoto M., Fujiwara Y., Satoh M., *J. Toxicol. Sci.* 40, 901-908, 2015 (査読有)
22. The enhancement effect of HIST1H4C knockdown on cadmium toxicity in human proximal tubular cells, Lee J.Y., Tokumoto M., Satoh M., *Fundam. Toxicol. Sci.*, 2, 259-262, 2015 (査読有)
23. Palladium-catalyzed cross-coupling reactions of triarylbismuthanes with terminal alkynes under aerobic conditions. M. Matsumura, M. Yamada, T. Tsuji, Y. Murata, N. Kakusawa and *S. Yasuike, *J. Organomet. Chem.*, 794, 70-75 (2015). (査読有)
24. Preparation of acylthiophenes by iron(III) chloride catalyzed reactions of tris (2-thienyl)stibanes with acyl chlorides. *N. Kakusawa, Y. Nakagawa, Y. Toshima, S. Yasuike and J. Kurita, *Heterocycles*, 91, 1170-1175 (2015). (査読有)
25. Synthesis of arylboronates by boron-induced ipso-deantimonation of triarylstibanes with boron trihalides and its application in one-pot two-step transmetallation/ cross-coupling reactions. *S. Yasuike, K. Nakata, W. Qin, M. Matsumura, N. Kakusawa and J. Kurita, *J. Organomet. Chem.*, 788, 9-16 (2015). (査読有)
26. Involvement of ubiquitin-coding genes in cadmium-induced protein ubiquitination in human proximal tubular cells. Lee J.Y., Tokumoto M., Fujiwara Y., *Satoh M. *J. Toxicol. Sci.*, 40, 901-908, 2015. (査読有)
27. Accumulation of p53 via down-regulation of UBE2D family genes in a critical pathway for cadmium-induced renal toxicity. Lee J.Y., Tokumoto M., Fujiwara Y., Hasegawa T., Seko Y., Shimada A., *Satoh M. *Sci. Rep.*, 6, 21968, 2016. (査読有)
28. N-Methylation of Amines with Methanol at Room Temperature, V. N. Tsarev, Y. Morioka, J. Caner, Q. Wang, R. Ushimaru, A. Kudo, H. Naka, *S. Saito, *Org. Lett.* 17, 2530-2533, 2015 (査読有).
29. The Functions of Metallothionein and ZIP and ZnT Transporters: An Overview and Perspective, Tomoki Kimura,Taiho Kambe, *Int. J. Mol. Sci.,* 17 (336) 1-22, 2016 (査読有)

著書

1．篠田陽, ポスドクの現状と問題解決のためのポスドク自身の意識改革 *日本生理学雑誌* (2016)

招待講演

１．有機－無機ハイブリッド分子を活用した血管内皮細胞のメタロチオネイン誘導機構の解明，鍛冶利幸，第 42 回日本毒性学会学術年会 ワークショップ，金沢，2015.
２．有機金属化合物の細胞毒性，第 42 回日本毒性学会学術年会 シンポジウム，山本千夏，安池修之，鍛冶利幸，金沢，2015.
３．重金属の血管毒性研究からバイオ元素戦略バイオオルガノメタリクスへ，鍛冶利幸，第 604 回新潟薬科大学薬学総合セミナー，新潟，2015.
４．重金属の毒性発現における金属輸送体の役割に関する研究，藤代瞳，第 42 回日本毒性学会学術年会，金沢，2015.
５．Investigation of cadmium transport in mouse kidney proximal tubule cells, H. Fujishiro and S. Himeno, 13th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements - ICOBTE 2015 FUKUOKA, 福岡，2015
６．腎臓近位尿細管部位特異的由来細胞を用いたカドミウム輸送機構の探索，藤代瞳，第 10 回トランスポーター研究会，東京，2015
７．The roles of zinc transporters in the transport of cadmium and manganese in their target organs, H. Fujishiro and S. Himeno, BMB2015（第 38 回日本分子生物学会年会、第 88 回日本生化学会大会 合同大会，神戸，2015

特許

１．篠田陽・紙透伸治・古市貞一・菅原二三男・今堀龍志，国内優先出願，中枢神経細胞保護剤，及び中枢神経変性疾患の予防又は治療剤，特願 2015-096688
２．篠田陽・古市貞一・中島将博・今堀龍志，中枢神経細胞保護剤，及び中枢神経変性疾患の予防又は治療剤，特願 2015-096689

受賞

１．斎藤慎一，「Featured Article」論文名：Synthesis and Shuttling Behavior of [2]Rotaxanes with a Pyrrole Moiety. 2016 年 3 月 7 日
２．斎藤慎一，「ACS Editors’ Choice」論文名：Synthesis and Shuttling Behavior of [2]Rotaxanes with a Pyrrole Moiety 2016 年 3 月 20 日

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

「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

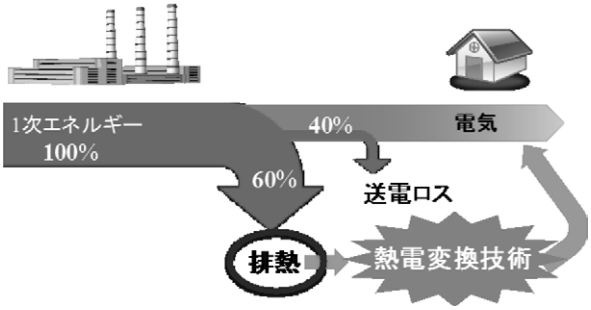
「腎臓近位尿細管細胞におけるカドミウム輸送に関する研究」

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したい。

未利用熱エネルギー変換研究部門

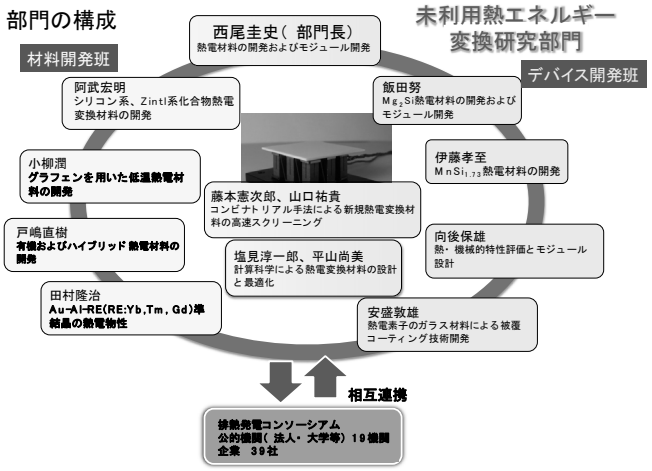
未利用熱エネルギー変換研究部門について

1. 概要



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

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。

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. 材料開発班

(1)グラフェン-ポリマー複合熱電材料の開発

ハマーズ法にて精製した Graphene oxide (GO)および、これを熱還元した Thermally-Reduced-graphene oxide (TRGO)の FT-IR と TGA の測定結果を図 1、2 に示す。GO の 1735 cm^{-1}のピークは C=O(CO-OH)の伸縮振動、1228 cm^{-1}のピークは C-O(C-O-C)の伸縮振動によるものである。TRGO では GO で見られたオキシド基由来のピークが減少しているが、1228cm^{-1} の C-O(C-O-C)ピークが見られる。GO、TRGO の熱重量分析結果では、150℃付近、250℃付近、700℃付近で重量が減少している。これは、それぞれ H_2O、オキシド基、炭素が分解したためであると考えられる。TRGO では、700℃で重量が減少している。これは、炭素が分解したためであると考えられる。これらの結果から、GO と TRGO の作製に成功したと考えられる。

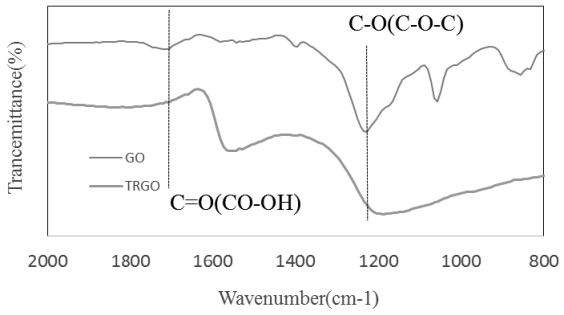


Fig. 1 FT-IR 測定結果

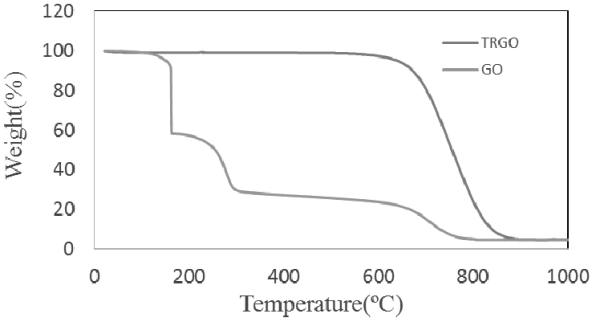


Fig. 2 TGA 測定結果

グラフェン-ポリマー熱電素子の作製に使用したのは、polyaniline (PANI)、Divinylbenzene (DVB)、Dodecylbenzenesulphonic acid (DBSA)、p-toluenesulfonic acid (PTSA)である。使用する試薬の役割は、PANI:導電性ポリマー、DBSA:高導電性ドーパントと DVB の硬化開始剤、DVB:熱硬化性ポリマー、PTSA:室温では反応に寄与せず、高温化では硬化反応とドーピングに寄与している。PANI(0.3 g)、DBSA(0.6 g)、PTSA(0.08 g)、DVB(0.1 g)、TRGO を乳鉢で混合し、それをホットプレートを用いて 40～50℃で 1 h 熱し硬化させた。TRGO の混合量を変えたものを 4 種類(0、0.03、0.05、0.1 g)作製した。

作製した試料の熱電性能の測定結果を表 1 に示した。ゼーベック係数に関して、TRGO 混合量が 0.03 g の時上昇しているが、全体的な傾向を見ると徐々に減少していることがわかる。しかしながら、電気伝導率は、TRGO の混合量が増加するほど多くなり、TRGO 混合量が 0.1 g の時、本実験での最高値 9.0 S/cm を示した。また PF においては、ゼーベック係数が減少しているが、電気伝導率の大幅な上昇によってあまり影響を受けず、上昇傾向にあった。

表 1　各 TRGO 混合量による熱電性能測定値

TRGO	ゼーベック係数	抵抗	表面抵抗率	体積抵抗率	電気伝導率	PF
g	μV/K	Ω	Ω/ϒ	Ω・cm	S/cm	$\mu Wm^{-1}K^{-2}$
0	16.0	6.4×10^{3}	3.3×10^{4}	4.3×10^{3}	2.3×10^{-4}	5.9×10^{-6}
0.03	20.3	3.1×10^{1}	2.8×10^{2}	1.4×10^{0}	7.2×10^{-1}	3.0×10^{-2}
0.05	16.1	6.0×10^{0}	5.0×10^{1}	8.3×10^{-1}	2.2×10^{0}	5.6×10^{-2}
0.1	13.6	2.4×10^{0}	2.1×10^{1}	1.2×10^{-1}	9.0×10^{0}	1.7×10^{-1}

(2)酸化物熱電材料の開発

一方、酸化物系熱電変換材料の探索では n 型候補材のひとつである $CaMnO_{3-\delta}$ の特性向上を目指し、電気伝導率(σ)を増加させるために Ca サイトへ Bi を、ゼーベック係数(S)を増加させるため Mn サイトへ Ni を一部置換させた $Ca_{1-x}Bi_xMn_{1-y}Ni_yO_{3-\delta}$ ($0 \le x,\ y \le 0.1$) の固溶領域調査をコンビナトリアル技術を駆使して実施した。σ および S より算出した出力因子が特に高い組成については、緻密焼結体を作製し、高温熱電特性測定、ホール測定、発電効率測定を行った。

具体的には原料となる金属硝酸塩を混合有機溶媒や希硝酸により 0.2 mol/L へ溶解・調製し、

接地・加熱（400℃）させた基板上へ静電噴霧し、粉体として堆積させた。回収した試料群は、大気雰囲気または酸素雰囲気下 950℃で 1 時間熱処理した。また、電気伝導率測定ではコンビナトリアル高圧反応容器を用いて試料群を一括 CIP 処理(200 MPa, 10 min)した後、酸素雰囲気下 950℃で 1 時間熱処理して粉体の緻密化を行った。

上記組成条件について酸素雰囲気での処理が固溶体の作製に適した。σは Bi 置換量が増加するとともに増加した。これは、Ca^{2+}サイトへBi^{3+}を置換した際、電荷補償のためMn^{4+}が一部キャリア電子を持つMn^{3+}となり、キャリア濃度が増加したことによるものと考えられる。Ni 置換体は置換による|S|値変化に傾向は見られず、σ値は無置換体よりも低い値を示した。最大となる PF 値は Bi2%-Ni2%置換体が PFmax = 43 μW･m^{-1}･K^{-2}を示した。また CIP 後のσ値は測定の際に試料が崩れた組成を除き増加しており、Bi5%置換体がσmax = 63 S･cm^{-1}と、CIP 前のσ値(16 S･cm^{-1})の約 4 倍を示し、その結果 PFmax = 44 μW･m^{-1}･K^{-2}を示した。

さらに詳細な熱電特性の調査のために$Ca_{0.95}Bi_{0.05}MnO_{3-\delta}$緻密焼結体を作製した。室温での PF 値(230μW･m-1･K-2)は無置換体の値(40 μW･m^{-1}･K^{-2})の 5 倍以上を示した。Bi5%置換により|S|値は減少した(315 μV･K^{-1} ⇒90 μV･K^{-1})が、σ値 が著しく上昇した(4 S･cm^{-1} ⇒278 S･cm^{-1})ことが要因であった。高温熱電特性についても、PF 値は中高温域(～600℃)にかけて増加して無置換体の PF 値の約 2～5 倍を示した。最大となる PF 値は 550℃において PFmax = 340 μW･m^{-1}･K^{-2}であり、既報の 600℃における$Ca_{0.97}Bi_{0.03}MnO_3$の 400 μW･m^{-1}･K^{-2}よりは低い。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。

発電効率測定では。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 Bi5%置換体の出力密度(625 mW･cm^{-2}) は無置換体(57 mW･cm^{-2})の 10 倍以上を示した。同じ温度域で既報の 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り、また新規組成の探索や電極の選択等を試みることで、さらなる展望が望める材料であると考えられる。

3. 2. デバイス開発グループ

粒径制御によるMg_2Siの機械的性質と熱電性能の最適化

Mg_2Siの機械的性質と熱電性能の最適化を目指して、結晶粒径制御を行った焼結体に対する特性評価を実施した。実験では、原料粉末の粒度を変化させることで異なる粒径を有するMg_2Siペレットを作製した。これらの材料について、三点曲げ試験による強度特性評価とインデンテーション法による破壊靭性試験を実施した。得られた結果を図 1 に示す。焼結後の平均粒径が 60μm の従来材に比べ、微細化した試験片では強度・靭性が向上し、平均粒径 10μm の試験片では強度が約 100MPa、靭性は 5μm で 1.7MPa$\sqrt{m}$を示した。一方、図 2 に示した熱電特性では、黒線で示した従来材に対し、平均粒径 15μm の試料では、従来材と同等またはやや良い特性を示した。これに対し、10μm 以下の平均粒径では、粒径の減少とともに低下する傾向を示した。

この結果を勘案すると、15μm の平均粒径において熱電性能を低下させる事なく機械的性質を向上させる事が可能となり、強度は平均 83MPa、靭性は平均 1.5 MPa$\sqrt{m}$を実現する事ができた。EDX による表面分析、X 線回折による構造解析の結果、微細化した試験片の結晶粒界に MgO が生成しており、これにより熱電性能が低下した事が推測された

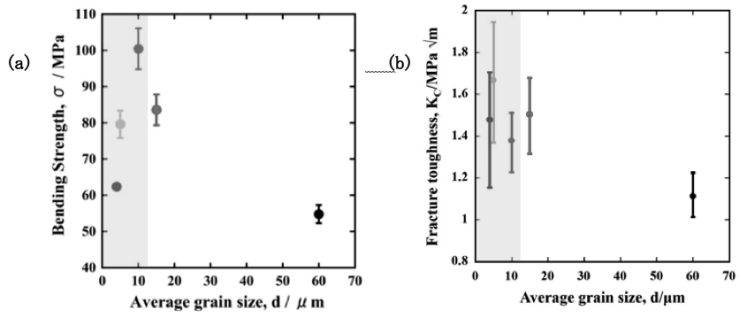


図 1 粒径制御を行ったMg_2Siの機械的特性
(a) 三点曲げ強さ、(b)破壊靭性値

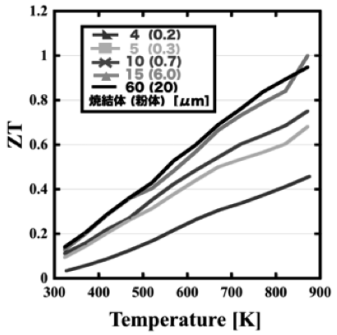


図 2 粒径制御を行った Mg2Si の熱電特性

一方、モジュールを構成する Mg_2Si 熱発電素子の形状最適化についても調査を行い、現時点での最大発電能力を測定した。図 3 に Mg_2Si 熱発電素子の熱発電特性と素子形状との関係について示す。素子作成にかかる導入不純物は、生産を考慮した作製プロセスにおいて現状で最大の出力が期待される Sb と Zn を同時に添加したものを用いた。作製した Mg_2Si:Sb+Zn 発電素子の素子サイズを変化させ、発電特性測定装置にて高温 600℃(873K)と低温 100℃(373K)の温度差環境で発電量を測定した結果では、素子サイズが $5\times5\times5mm^3$ において最大出力密度 $2980mW/cm^2$ を得た。これまで欧州 Tier1 から要求されている熱発電における排気系からの最大熱取り出し密度は～$2000mW/cm^2$ でることから、熱発電素子単体での発電能力は現状で十分なレベルに達している。今後、この熱発電素子をモジュール構築に向けて使用していく。

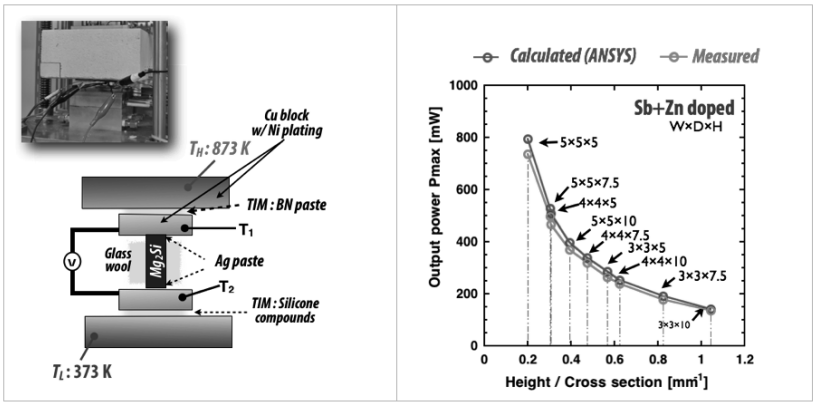


図 3 Mg_2Si 熱発電素子の発電特性測定装置(左図)と熱発電特性の素子形状依存性(右図)

4. 研究活動の展望

本年度実施内容の熱電変換材料開発班ではグラフェンと有機化合物の複合材料の開発を進めてきた。このグラフェン及び有機化合物は還元または酸化により p 形と n 形半導体の作り分けが可能となることから、更なる物性の制御と高効率化を目指し、将来的には p-n 接合モジュールを検討する。また、コンビナトリアル手法を用いた材料開発においては幅広い組成の物質合成を短時間で可能とし、さらには結晶相の同定や熱電物性評価までをコンビナトリアル化している。この技術を用いて、新たな材料合成やドーピングなどによる物性の向上を迅速に進めることができ、今後の材料開発の進度を高められることが期待できる。

また、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。

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。今後は適宜、新メンバーを加え、新しい形態の研究グループ体制を更に構築し、未利用熱エネルギーの有効利用に努めたいと考えている。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1．シリコンクラスレートの熱電特性に及ぼす同時ドーピングの効果，阿武宏明，上田貴大，佐久間裕教，紛体および粉末冶金，Vol 62，pp 194-199，2015（査読有）
2．Novel Hybrid Organic Thermoelectric Materials: Three-Component Hybrid Films Consisting of a Nanoparticle Polymer Complex, Carbon Nanotubes, and Vinyl Polymer, Naoki Toshima, Keisuke Oshima, Hiroaki Anno, Takahiko Nishinaka, Shoko Ichikawa, Arihiro Iwata, and Yukihide Shiraishi, Adv. Mater., Vol.27, pp 2246-2251, 2015（査読有）
3．Mechanical Properties of Thermoelectric $Ba_8Al_{15}Si_{31}$ Clathrate Prepared by Combining Arc Melting and Spark Plasma Sintering Techniques, Hiroaki Anno, Takahiro Ueda, Shusaku Hirata, Tomoki Kameyama, Tsutomu Iida, Yasuo Kogo, Journal of Electronic Materials, Vol.45, pp 1803-1812, 2016（査読有）
4．Thermoelectric properties of crystal aligned higher manganese silicide fabricated by solidification under magnetic field, K. Yamauchi, T. Hagio, T. Mitsuo, K. Iwai, T. Itoh, Japanese Journal of Applied Physics 54 (11), 117102 (6pages), 2015.（査読有）
5．Mechanical Properties of Thermoelectric Ba8Al15Si31 Clathrate, Hiroaki Anno, Takahiro Ueda, Shusaku Hirata, Tomoki Kameyama, Tsutomu Iida, Yasuo Kogo, JOURNAL OF ELECTRONIC MATERIALS, 45 巻 3 号，2016（電子媒体）（査読有）
6．An Enhancement of Water Evaporation on the Phenolic Resin Substrate with a Micro-Pore Size, Shin-ichi Satake, Yuki Matsuda, Noriyuki Unno, Kazuhisa Yuki, Yasuo Kogo, Proc. of the First Pacific Rim Thermal Engineering Conference, PRTEC-14855 頁，2015（電子媒体）（査読有）
7．Study on blue phase liquid crystals using photocurable monomers for nano-structured materials, Hirokazu Furue, Wataru Neyatani, Shuntaro Igari, and Yasuo Kogo, FERROELECTRICS, 495 巻，pp 150-157，2015（査読有）
8．多孔質炭素材料を用いた軽量アブレータの創製，久保田勇希，佐々木駿，向後保雄，青木卓哉，小笠原俊夫，石田雄一，山田哲哉，日本航空宇宙学会論文集，64 巻 2 号，104-112，2016.（査読有）
9．炭素繊維－フェノール樹脂間界面接着強度に関する分子シミュレーション，仁内隆志，小柳潤，井上 遼，向後保雄，日本複合材料学会誌，42 巻 2 号，59-66，2016.（査読有）
10. Spin test of three-dimensional composite rotor for flywheel energy storage system, N. Hiroshima, H. Hatta, M. Koyama, J. Yoshimura, Y. Nagura, K. Goto, Y. Kogo, COMPOSITE STRUCTURES, 136 巻，626-634，2016.（査読有）
11. Durability of DLC release coating in ultraviolet nanoimprint lithography, Jun Taniguchi, Noriyuki Unno, Yasuo Kogo, Masaru Takahashi, Proc. of The 8th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century, 2015（電子媒体）（査読有）
12. The Use of Scallop Shell Powder as a Method of Extracting Alkaline-Earth Metals, Fumihiro Mihara, Ken Takeuchi, Sanae Tamura, Yasushi Idemoto, Yasuo Kogo, ECS Transactions, 66 巻 39 号，pp 9-13，2015（査読有）
13. 位相解析を利用した誘導加熱励起サーモグラフィ法による CFRP 積層板の非破壊検査，石川真志，椎谷有紀，向後保雄，八田博志，羽深嘉郎，福井涼，宇都宮真，日本機械学会論文集，81 巻 829 号，2015.（電子媒体)(査読有）
14. Torsional modulus and internal friction of polyacrylonitrile- and pitch-based carbon fibers, Masashi Ishikawa, Yasuo Kogo, Jun Koyanagi, Fumihiko Tanaka, Tomonaga Okabe, JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE, 50 巻 21 号，pp 7018-7025，2015（査読有）
15. Theoretical analysis of structure and formation energy of impurity-doped Mg_2Si: Comparison of first-principles codes for material properties, N. Hirayama, T. Iida, S. Morioka, M. Sakamoto, K. Nishio, Y. Kogo, Y. Takanashi, N. Hamada, JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, 54 巻 7S2 号，07JC05-1 - 07JC05-6，2015（査読有）

16. First-Principles Study on Structural and Thermoelectric Properties of Al- and Sb-Doped Mg_2Si, Naomi Hirayama, Tsutomu Iida, Hiroki Funashima, Shunsuke Morioka, Mariko Sakamoto, Keishi Nishio, Yasuo Kogo, Yoshifumi Takanashi, Noriaki Hamada, Journal of Electronic Materials, 44巻6号, pp 1656-1662, 2015. (査読有)
17. Optimization of flywheel rotor made of three-dimensional composites, N. Hiroshima, H. Hatta, M. Koyama, K. Goto, Y. Kogo, COMPOSITE STRUCTURES, 131巻, pp 304-311, 2015. (査読有)
18. Mechanical properties of Mg_2Si with metallic binders, Masashi Ishikawa, Takashi Nakamura, Shusaku Hirata, Tsutomu Iida, Keishi Nishio, and Yasuo Kogo, 54巻, pp 07JC03-1-07JC03-7, 2015. (査読有)
19. Masahi Ishikawa, Yasuo Kogo, Jun Koyanagi, Fumihiko Tanaka, Tomonaga Okabe, Torsional modulus and internal friction of polyacrylonitrile- and pitch-based carbon fibers, *Journal of Materials Science*, Vol.50 (2015), pp.7018-7025.
20. Okabe T, Imamura H, Sato Y, Higuchi R, Koyanagi J, Talreja R. Experimental and numerical studies of initial cracking in CFRP cross-ply laminates, *Composites Part A*, Vol.68 (2015), pp.81-89.
21. Thermoelectric properties of Sb-doped $Mg_2(Si_{0.95}Ge_{0.05})$ synthesized by spark plasma sintering, Koya Arai, Asumi Sasaki, Yuto Kimori, Miharu Iida, Tomoyuki Nakamura, Yuki Yamaguchi, Kenjiro Fujimoto, Ryuji Tamura, Tsutomu Iida, Keishi Nishio, *Materials Science and Engineering B-Advanced Functional Solid-State Materials* 195 (2015) 45-49. (査読有)
22. 静電噴霧熱分解法による $Ca_3(Co,M)_4O_{9+\delta}$ 型熱電材料 (M;Al,Cu) の作製と評価, 藤本 憲次郎, 伊佐 拓人, 櫻井 はるか, 山口 祐貴, 西尾 圭史, 伊藤 滋, *Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy* 62(4) (2015) 175-184. (査読有)
23. 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*, in print (査読有)
24. 無機ハイブリッド化を含む有機熱電材料の熱電特性 (特集 熱電発電材料・素子の高性能化の進展), 戸嶋直樹, 金属, 86(3), pp 221-229, 2015 (査読無)
25. Development of ethenetetrathilate hybrid thermoelectric materials consisiting of cellulose acetate and semiconductor nanomaterials, Hitoshi Asano, Naoko Sakura, Keisuke Oshima, Yukihide Shiraishi Naoki Toshima, Jpn. J. Appl. Phys., 55(1), 02BB02-1～02BB02-5 (2016). DOI: 10.7567/JJAP 55.02BB02 (査読有)
26. Dispersion of Carbon Nanotubes by Poly(Ni-ethenetetrathiolate) for Organic Thermoelectric Hybrid Materials, Keisuke Oshima, Hitoshi Asano, Yukihide Shiraishi, Naoki Toshima, Jpn. J. Appl. Phys., 55(1), 02BB07-1～02BB07-5 (2016). DOI: 10.7567/JJAP.55.02BB07 (査読有)
27. (私の本棚から)若手に読んでもらいたい本：戸嶋直樹のおすすめ, 戸嶋直樹, 高分子, 65(1), 35, 2016 (査読無)
28. 躍進する有機熱電材料－ハイブリッド化で排熱からのエネルギー回収を加速－, 戸嶋直樹, 現代化学, 2015年7月号(通巻532号), pp 42-46, 2015 (査読無)
29. 有機ハイブリッド熱電変換材料：カーボンナノチューブ／汎用高分子複合膜のナノ分散高分子錯体による高機能化, 戸嶋直樹, マテリアルステージ, 15(6) (通巻174号), pp 54-58, 2015 (査読無)
30. Poly(nickel 1,1,2,2-ethenetetrathiolate)：Preparation and Hybridization for n-Type of Organic Thermoelectric Materials, K. Oshima, Y. Shiraishi, N. Toshima, Novel Nano-dispersed Polymer Complex, Chem. Lett., 44(9), 1185-1187 (2015) (doi: 10.1246/cl.150328) (査読有)
31. 有機からハイブリッド熱電変換材料への展開, 戸嶋直樹, 応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会会誌, 26(3), pp 157-160, 2015 (8月26日発行) (査読無)

32. Improvement of Thermoelectric Properties of Composite Films of PEDOT-PSS with Xylitol by Means of Stretching and Solvent Treatment, Shoko Ichikawa and Naoki Toshima, Polymer Journal, 47(7), 522-526 (2015). (DOI: 10.1038/pj.2015.28). (査読有)
33. 融合型有機－無機ハイブリッド熱電変換材料, 戸嶋直樹, パターン ダイナミクス紀要, 7(1), pp 24-30, 2015. 9(1), pp 24-30, 2015 (ISSN: 1881-7076) (5 月 7 日発行) (査読無)
34. Thermoelectric Power-Generation Characteristics of PEDOT:PSS Thin-Film Devices with Different Thickness on Polyimide Substrates, H. Anno, T. Nishinaka, M. Hokazono, N. Oshima, N. Toshima, J. Electronic Mater., 44(6), 2105-2112 (2015). DOI: 10.1007/s11664-015-3668-x. (査読有)
35. Novel Hybrid Organic Thermoelectric Materials: Three-Component Hybrid Films Consisting of a Nanoparticle Polymer Complex, Carbon Nanotubes and Vinyl Polymer, N. Toshima, K. Oshima, H. Anno, T. Nishinaka, S. Ichikawa, A. Iwata, Y. Shiraishi, Advanced Materials, 27(13), 2246-2251 (2015). (Published 01/04/2015), DOI: 10.1002/adma.201405463.(査読有)

著書

１．ADVANCED MATERIALS FOR CLEAN ENERGY,“Development of Thermoelectric Technology from Materials to Generators”, Ryoji Funahashi, Chunlei Wan, Feng Dang, Hiroaki Anno, Ryosuke O. Suzuki, Takeyuki Fujisaka, and Kunihito Koumoto, CRC Press, pp. 83-142, 2015
２．環境調和型社会のためのエネルギー科学 (エコトピア科学シリーズ第 3 巻), 伊藤孝至, コロナ社, ISBN 978-4-339-06883-2, pp 136-164, 2015
３．「有機－無機ナノハイブリッド材料の新展開 (新材料・新素材シリーズ)」≪普及版≫ エネルギー・情報関連素材としての金属ナノ粒子ハイブリッド材料, 戸嶋直樹, 西田直人, 中條善樹 監修, シーエムシー出版, 第 13 章, pp 167-176, 2015

招待講演

１．Thermoelectric and mechanical properties of Ba-Al-Si-based clathrates, Hiroaki Anno, International Conference on Thermoelectric Materials Science 2015 (TMS2015), Nagoya, 2015
２．熱電変換材料および発電用モジュールの開発, 粉体加工成形プロセス分科会 2015 年度 第 1 回研究会, 日本塑性加工学会, 名古屋, 2015
３．環境調和型シリサイド系熱電変換材料および発電モジュールの開発, 伊藤孝至, 第 33 回技術・品質評価委員会, 粉体粉末冶金協会,名古屋, 2016
４．地域クラスター形成を目指したナノ粒子応用部材の開発, 戸嶋直樹, 第 62 中国四国産学連携化学フォーラム, 山口, 2015
５．Organic Hybrid Thermoelectric Materials Containing Carbon Nanotubes, International Conference on Thermoelectric Materials Science 2015 (TMS 2015), Naoki Toshima, Keisuke Oshima, Yukihide Shiraishi, ES Hall, Nagoya University, Nagoya, 2015
６．ナノ構造制御による超機能の発現：超高活性金原子触媒とハイブリッド熱電材料, 戸嶋直樹, 第 64 回高分子討論会(特定テーマ:有機無機ハイブリッド材料を超える無機高分子の最前線), 宮城, 2015
７．有機からハイブリッド熱電変換材料への展開, 戸嶋直樹, 応用物理学会 M&BE 分科会 新分野開拓研究会, 東京, 2015
８．フレキシブル熱電デバイスを目指した材料開発, 戸嶋直樹, 第 10 回有機デバイス院生研究会, 大阪, 2015
９．Recent Topics in Nanotechnology: Gold Atom (Crown Jewel) Catalysts and Hybrid Organic Thermoelectric Films, N. Toshima, Seminar at Suzhou University, 2015
10．Recent Topics in Nanotechnology: Gold Atom (Crown Jewel) Catalysts and Hybrid Organic Thermoelectric Films,N. Toshima, Seminar at Wuhan University of Science and Technology, 2015

11. Gold Atom (Crown Jewel) Catalysts and Hybrid Organic Thermoelectric Films, N. Toshima, Recent Topics in Nanotechnology: Seminar at Zhenzhou University, 2015
12. “Thermoelectric and Mechanical Properties of N-type Mg_2Si for Waste-heat- recovery Power Generator”, Tsutomu Iida, International Conference on Advanced Materials, Jeju, Korea, October 28 (2015)

特許

１．戸嶋直樹・白石幸英・浅野比・大島啓祐・井上順太，特願，「熱電変換素子用組成物、金属ナノ粒子が担持されたカーボンナノチューブの製造方法，熱電変換素子用成形体およびその製造方法、並びに熱電変換素子」，特願 2016-006454，2016
２．戸嶋直樹，大島啓佑，大川内陽介，市川章子，特開，「熱電変換材料含有樹脂組成物、及び熱電変換材料含有樹脂組成物からなるフィルム」，特開 2015-170766，2015
３．小林駿介，戸嶋直樹，白石幸英，高津晴義，小谷邦彦，武石健造，山下行也，内藤直弘，特開，「液晶組成物」，得開 2015-105348，2015
４．西尾圭史，山口祐貴，石原量，藤本憲次郎，クロミックシート及びクロミックシートの製造方法，特願 2016-073219，2013.3.31

受賞

１．日本複合材料学会　論文賞（2015年）対象論文：X線CT画像を用いたCFRP積層板の繊維方向測定，日本複合材料学会誌 第40巻4号 pp.146-152 (2014)，著者：吉村 彰記，細谷 亮平，小柳 潤，小笠原 俊夫
２．上田貴大(山口東京理科大学大学院工学研究科工学専攻) 研究指導教員 阿武宏明，2015年度自動車技術会大学院研究奨励賞，公益社団法人自動車技術会，2016

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ける Ga-P 同時ドーピングにより、過剰なキャリア濃度を低減しゼーベック係数を増加させ、さらに熱伝導率の低減によって熱電性能向上に成功した。加えて放電プラズマ焼結法を用いてシリコンクラスレートと金属電極の接合に成功した。

酸化グラフェンの還元処理を検討し、還元処理グラフェン-ポリチオフェン系導電性高分子ハイブリッド材料を作製して、その熱電特性を明らかにした。

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

「マグネシウムシリサイドに関する研究」

アルミニウムをドープした Mg_2Si 化合物の熱電性能評価を実施し、結晶粒微細化と高温長時間保持による熱電性能の変化について調査した。合成化合物を粉砕することで結晶粒の微細化は可能であり、熱電性能も向上する結果が得られた。結晶粒微細化試料の高温長時間保持で、結晶粒は成長し熱電性能は劣化したが、少量の CaO のナノ粒子を均一分散させることで結晶粒成長が抑制され熱電性能の劣化も抑制されることが判明した。

「熱電発電モジュールに関する研究」

非対角熱電効果を応用した Mg_2Si 化合物と金属から構成される熱電発電モジュールに関する研究を実施し、各種条件を変化させて有限要素法に基づく熱電発電シミュレーションを実施するとともに、効率的なモジュールの製造方法についての検討を行った。また、新規のユニレグタイプおよびΠ型タイプのモジュールの熱電発電シミュレーションとモジュール内部に生じる熱応力シミュレーションを実施して有益な知見を得た。

向後　保雄

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

異なる結晶粒径の Mg_2Si 焼結体を作製し、曲げ試験による強度評価とインデンテーション法による破壊靭性試験を行った。また、熱電性能についても評価した。15μm の平均粒径において熱電性能を低下させる事なく機械的性質を向上させる事が可能となり、強度は平均 83MPa、靭性は平均 1.5 $MPa\sqrt{m}$ を実現する事ができた。分析の結果、微細化した試験片の結晶粒界に MgO が生成し、これが熱電性能低下の要因である。

小柳　潤

「グラフェン/ポリアニリンによる低温度域熱電素子に関する研究」

電気伝導率の小さい有機熱電材料にグラフェンを混合することによって、電気伝導率が大幅に上昇したことがわかった。また電気伝導率が上昇した際、ゼーベック係数が減少するのが一般的だが、グラフェンを混合した場合はその減少が見られなかった。その結果、今回最大 PF=0.17 $\mu Wm^{-1}K^{-2}$ を得ることができた。

戸嶋　直樹

「有機ハイブリッド熱電材料に関する研究」

安価に作製できるモジュールを用いて、比較的低温の排熱からのエネルギーの回収を可能にする有機熱電材料に対する期待は大きい。本年度は、n 型熱電特性を示す高分子錯体である poly(nickel ethenetetratiolate) (PETT)をナノ分散可能な形にした nano-PETT の開発に成功した。さらに、この nano-PETT とカーボンナノチューブ (CNT) およびポリ塩化ビニル (PVC) をハイブリッド化することにより、室温で ZT～0.3 という高い熱電変換性能をもつ有機ハイブリッド熱電材料の開発に成功した。

西尾　圭史

「Mg_2Si への Sb,Ge ダブルドープによる物性への影響」

Mg_2Si は 4b サイトへの Mg^{2+}進入により n 形半導体として働くが、キャリア濃度はきわめて低いために Si サイトへ Sb のドープを行っている。しかし、固溶限は低いことから Si サイトへ Ge を添加し、格子を歪ませることによる固溶限の増大とフォノン散乱誘起による熱伝導の減少を試みた。Ge 未添加試料では Sb は 0.5%程度の固溶量であったのに対し、Ge を 5 から 8%程度固溶させることで 0.8%まで増加し、熱伝導、ゼーベック係数、電気伝導度などの熱電変換を評価する因子については向上が見られた。

藤本　憲次郎、山口　祐貴

「多元系酸化物熱電材料の探索」

コンビナトリアル技術により $Ca_{1-x}Bi_xMn_{1-y}Ni_yO_{3-\delta}$ ($0\leq x, y\leq 0.1$)粉末試料群を作製し、酸素雰囲気下 950℃で 1 時間の焼成を行った結果、全てがペロブスカイト構造単相であった。これらの σ (導電率) と S (ゼーベック係数) より出力因子($PF = S^2\sigma$)を算出したところ、Bi5%置換体が優れた傾向を示し、詳細な調査により、無置換体比でキャリア濃度が 2 桁、出力密度が 10 倍以上増加したことが分かった。

安盛　敦雄

「Mg_2Si 熱電素子上への耐酸化結晶化ガラス膜の形成に関する研究」

熱電素子用 Mg_2Si チップ上への耐酸化膜の形成を目的として、ディップコーティング法によりチップ上への結晶化ガラス膜の形成を行った。コーティング膜の結晶化挙動、熱膨張係数への結晶化の影響および加熱・冷却試験を行った。結晶化ガラスの熱膨張係数は、Mg_2Si に近い値となったが、加熱・冷却試験後に表面の一部にボイドが形成された。今後、ガラス組成・コーティングプロセスの最適化を進める予定である。

界面科学研究部門

界面科学研究部門について

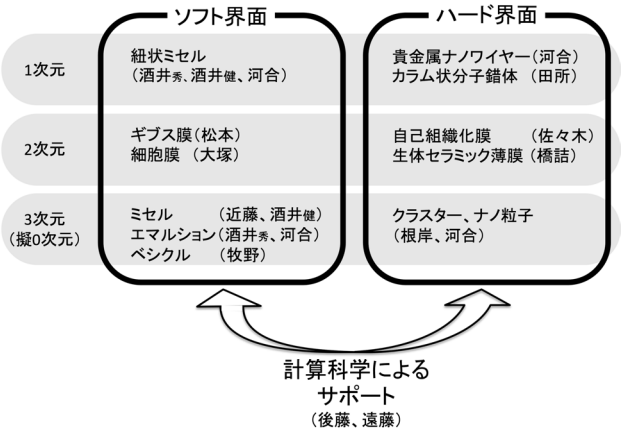
1. 概要

“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。

・7/31 に設置 3 年目としてのアドバイザリー委員会を開催した。学外のアドバイザリー委員として加藤直教授（首都大院理工）、倉田博基教授（京大化研）、北本大博士（産総研）にご出席頂いた。部門設置の目的や体制、これまでの成果等について説明し、学内外のアドバイザリー委員から今後の活動に有益な助言を頂いた。

・9/1 にマイクロ・ナノ熱流体力学国際研究部門との合同国際シンポジウムを開催した。関連分野の専門家（外国人）を講師として招き、英語講演を行って頂くことで最新の情報を収集し、また両部門メンバーによる英語研究発表も行い、講師およびメンバー間で議論を行い、また交流を深めた。講演者と講演題目：Prof. Daniel Citterio (Department of Applied Chemistry, Keio University) “Inkjet Printed Paper-Based Analytical Devices”, Dr. Lok Kumar Shrestha (WPI-MANA, NIMS) “Porous Fullerene Nanomaterials: From Zero to Higher Dimensions”。および大学院生の英語研究発表もプログラムに組み込み、学生の英語力向上の機会としても有意義なものとなった。
・10/21 に界面科学研究部門国際セミナーを開催した。外国籍の若手研究者 2 名に講演を行って頂き、最新の成果に触れると共に交流を深めた。講演者と講演題目：Ms. Delphine Lebrun
・(Department of Solid State Physics, Uppsala University, Sweden) “How to Use Structure to Increase Material Efficiency: The Case Study of Titanium Dioxide”, Dr. Ke-Hsuan Wang (Former Postdoctoral Research Fellow, Department of Chemical Engineering, National Tsing Hua University, Taiwan) “Conformation Control of Globular Proteins by Interfacial Forces at Air-Liquid Interfaces”.
・10 月～11 月に、部門メンバーが運営の中心となり 2017 年に理科大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の準備に関する打合せを行い、またその宣伝を兼ねてアジアコロイド会議（ACCIS2015）において部門活動に関する展示を行った。
・3/22 に平成 27 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。講演者と講演題目：北本大博士（産総研）「バイオサーファクタントの開発と機能展開」、藤本啓二教授（慶大理工）「微粒子を用いた素朴なものづくり」、渡邉正義教授（横国大院理工）「イオン液体と高分子を用いた新しいソフトマテリアルの創成」。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。
・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）の発行にむけた本格的な活動を開始した。コンテンツを決定し、部門メンバーを中心に学外の研究者にも原稿を依頼し、現在原稿の取り纏めを行っている。

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、マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門との研究交流を通じて年度内に具体的な共同研究の実現を目指す。さらに、部門メンバーの河合、田所、大塚、橋詰は平成 27 年度に設置されたウォーターフロンティアサイエンス研究部門のメンバーでもあり、同部門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

平成 28 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、他部門との共同研究を更に推進する。またマイクロ・ナノ熱流体力学国際研究部門との連携による国際シンポジウムの開催を計画し、学生の英語力向上の機会としても活用する。刺激応答界面分野など部門の特色を反映した専門書（洋書）の編集作業を進め、出版する。平成 29 年度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を立ち上げ、開催に向けた準備を進めるとともに、学会の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。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1．pH-Induced Recovery and Redispersion of Shape-Controlled Gold Nanorods for Nanocatalysis. C. Morita-Imura, T. Kobayashi, Y. Imura, T. Kawai, H. Shindo, RSC Advances, 5, 75889-75894 (2015).(査読有)

2．Surface Clean Gold Nanoflower Obtained by Complete Removal of Capping Agent: Active Catalyst for Alcohol Oxidation. Y. Imura, S. Furukawa, K. Ozawa, C. Morita-Imura, T. Kawai, T. Komatsu, RSC Advances, 6(21), 17222-17227 (2016). (査読有)

3．Proton Conduction through the Nanochannel Water in Weak-Acidic Nanoporous Crystals $[Cu_2(phen)_2(AcO)_2(H_2O)_2][Al(OH)6Mo_6O_{18}]M^+(nH_2O)$ ($M^+ = H^+$, Li^+, Na^+, K^+). H. Matsui, M. Tadokoro, Solid State Ionics, 285, 165-169 (2016).(査読有)

4．Transpiration of Water Molecules through Molecule-Based Porous Crystals with One-Dimensional Nanochannels. M. Tadokoro, T. Suda, T. Shouji, K. Ohno, K. Honda, A. Takeuchi, M. Yoshizawa, K. Isoda, H. Kamebuchi, H. Matsui, Bull. Chem. Soc. Jpn., 88, 1707-1715 (2015).(査読有)

5．Gold Nanorod Functionalized with Self-Assembled Glycopolymers for Ultrasensitive Detection of Proteins. H. Otsuka, Y. Muramatsu, D. Matsukuma, Chem. Lett., 44(2), 132-134 (2015).(査読有)

6．Active Demulsification of Photoresponsive Emulsions Using Cationic-Anionic Surfactant Mixtures. Y. Takahashi, N. Koizumi, Y. Kondo, Langmuir, 32(3), 683-688 (2016).(査読有)

7．Electron Beam Mastering System Using a Vacuum-Compatible Hydrodynamic Spindle. T. Okabe, K. Utsumi, K. Ogino, Y. Shinonaga, M. Miyatake, S. Yoshimoto, J. Taniguchi, S. Sasaki, Microelectronic Eng., 142, 64-69 (2015).(査読有)

8．Estimation of Crystallinity of Nifedipine-Polyvinylpyrrolidone Solid Dispersion by Usage of Terahertz Time-Domain Spectroscopy and of X-Ray Powder Diffractometer. I. Takeuchi, K. Shimakura, H. Kuroda, T. Nakajima, S. Goto, K. Makino, J. Pharmaceutical Sci., 104(12), 4307-4313 (2015). (査読有)

9．Enhancement of the 1-Octanol/Water Partition Coefficient of the Anti-Inflammatory Indomethacin in the Presence of Lidocaine and Other Local Anesthetics, R. Tateuchi, N. Sagawa, Y. Shimada, S. Goto, J. Phys. Chem. B, 119(30), 9868-9873 (2015).(査読有)

10. Micelle Structure in a Photo-Responsive Surfactant with and without Solubilized Ethylbenzene from Small-Angle Neutron Scattering. M. Akamatsu, P. FitzGerald, M. Shiina, T. Misono, K. Tsuchiya, K. Sakai, M. Abe, G. G. Warr, H. Sakai, *J. Phys. Chem. B*, 119, 5904-5910 (2015).(査読有)

11. Ternary Phase Behavior of Phytosterol Ethoxylate, Water, and Imidazolium-Based Ionic Liquid Systems - Lyotropic Liquid Crystal Formation over a Wide Range of Composition, T. Misono, R. Sekihara, T. Endo, K. Sakai, M. Abe, H. Sakai, Colloids Surf., A, **472**, 117-123, 2015.(査読有)

12. Hydrogel-Free Alternate Soaking Technique for Micropatterning of Bioactive Ceramics on Wettability-Patterned Substrates around Room Temperature, S. Watanabe, F. Hayashi, M. Matsumoto, Colloid Surf. A, 478, 7-14 (2015). (査読有)

13. 3D Micromolding of Arrayed Waveguide Gratings on Upconversion Luminescent Layers for Flexible Transparent Displays without Mirrors, Electrodes, and Electric Circuits, S. Watanabe, T. Asanuma, T. Sasahara, H. Hyodo, M. Matsumoto, K. Soga, Adv. Funct. Mater., 25, 4390-4396 (2015).(査読有)

14. Understanding Ligand-Exchange Reactions on Thiolate-Protected Gold Cluster by Probing Isomer Distributions Using Reversed-Phase High-Performance Liquid Chromatography. Y. Niihori, Y. Kikuchi, A. Kato, M. Matsuzaki, N. Negishi, ACS Nano, 9, 9347-9356 (2015). (査読有) [Highlighted in “IN NANO”]

15. Hierarchy of Bond Stiffnesses within Icosahedral-Based Gold Clusters Protected by Thiolates. S. Yamazoe, S. Tkano, W. Kurashige, T. Yokoyama, K. Nitta, Y. Negishi, T. Tsukuda, Nat. Common., 7, 10414 (7 pages) (2016).(査読有)
16. Drug Loading and Release Behaviors of Freestanding Polysaccharide Composite Films. M. Hashizume, Y. Murata, K. Iijima, T. Shibata, Polym. J., 48(4), 545-550 (2016).(査読有)
17. Effects of Water on Solvation Layers of Imidazolium-Type Room-Temperature Ionic Liquids on Silica and Mica. K. Sakai, K. Okada, A. Uka, T. Misono, T. Endo, S. Sasaki, M. Abe, H. Sakai, Langmuir, 31, 6085-6091 (2015).(査読有)
18. Kinetic Energies to Analyze the Experimental Auger Electron Spectra by Density Functional Theory Calculations. K. Endo, Russ. J. Phys. Chem., A90, 2, 390-398 (2016).(査読有)

著書

1. Encyclopedia of Biocolloid and Biointerface Science, Chapter 66, Strategies of Metal Nanoparticles for Nanobiology, D. Matsukuma, H. Otsuka, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 15 pages, 2016.
2. Ionic Liquid-Based Surfactant Science: Formulation, Characterization and Applications, Chapter 3: Self-Assembly of Nonionic Surfactants in Room-Temperature Ionic Liquids, K. Sakai, T. Misono, M. Abe, H. Sakai, John Wiley & Sons,47-62, 2015.
3. Protected Metal Clusters: From Fundamental to Applications, Eds. T. Tsukuda, H. Häkkinen, Chapter 3. Controlled Synthesis: Composition and Interface Control, Y. Negishi, Y. Niihori, W. Kurashige, Springer, 39-71, 2015.

招待講演

1. Transparent Conductive Thin Films with High Flexibility Prepared by UV light Irradiation on Langmuir Monolayers of Au NPs, Takeshi Kawai, 14th European Conference on Organized Films, Genova, 2015.
2. Anomalous Water Molecules and Mechanistic Effects of Water Nanotube Clusters Confined to Molecular Porous Crystals, Makoto Tadokoro, PACIFICHEM 2015, Honolulu Convension Center (Hawaii) USA, Dec. 15-20 (2015).
3. Novel Photo-Cleavable Surfactant Generating Amino Acid -Interfacial Chemical Properties and Photochemical Response-, Hideki Sakai, International Conference of Colloids and Interface Science, Taipei, July 22-24, 2015.

広報

1. 根岸 雄一, 本学教員らの Perspective 論文が Physical Chemistry Chemical Physics の Front Cover として掲載, 東京理科大学ホームページ TUS Today, 2016.02.04.

受賞

1. 河合 武司, 学会賞「両親媒性化合物分子集合体の機能開発と構造解析に関する研究」, 日本油化学会, 2015.
2. Makoto Tadokoro, Outstanding Reviewer, ChemPubSoc Europe, the Asian Chemical Editorial Society (ACES), and the publisher, Wiley-VCH, 2015 年 9 月 17 日
3. 酒井 健一, 科学奨励賞「固/液界面に対する機能的な両親媒性物質の吸着挙動解析」, 日本化学会コロイドおよび界面科学部会, 2015.
4. Yuichi Negishi, Best Presentation Award “High-Resolution Separation of Thiolate-Protected Gold Clusters”, 251st ACS National Meeting, March 30, 2016.

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テトラオクチルアンモニウムブロミドと水を加えると、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、トルエンの代わりにスチレン系の発色現象について検討した。その結果、スチレン系でも発色現象が観測され、発色温度と色調はトルエンとスチレンの混合比によって精密に制御できることを明らかとした。また、スチレンの重合によって高分子薄膜作製の可能性を見出した。

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 273 K 以上で不安定であり、PEG 誘導体を用いて高温でも安定な超イオン伝導性結晶を目指す。

大塚　英典

「両親媒性金属錯体の医用材料としての応用」

金属配位部位 DPA(:bis(2-pyridylmethyl)amine)を一セグメントに有する糖鎖高分子で調整した銅錯体は、高分子化効果に基づいて低分子錯体よりも効率的に DNA にインターカレートし、 構造変異を誘導した。さらに金ナノ粒子を利用した DDS 機能は効果的癌細胞膜通過、細胞内還元環境に応答した細胞毒性を示し、低濃度投与でも有効な抗癌活性を示すことが明らかとなった。

近藤　行成

「光応答性界面活性剤を含有した水溶液の光照射による移動制御」

アゾベンゼン基を有する界面活性剤を合成し、この水溶液を石英ガラス管に加えた。水溶液の端に紫外光を照射したところ、水溶液は照射した方向へと移動した。また、*cis* 体の界面活性剤水溶液をあらかじめ調製し、石英ガラス管に入れた。同様に可視光を水溶液の端に照射したところ、水溶液は照射方向と逆の方向へ移動し、光照射によって水溶液の管内移動を制御できることが分かった。

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

「アゾベンゼン、桂皮酸修飾界面活性剤を用いた分子集合体形成の光制御」

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て、油性物質を可溶化したミセル・ベシクルなどの分子集合体の形成／崩壊をスイッチングすることに成功した。特に、アゾベンゼン修飾界面活性剤が形成するミセル、桂皮酸修飾界面活性剤が形成するベシクルの構造・形態に及ぼす光照射の影響を、小角中性子散乱(SANS)により詳細に検討した。

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と長鎖アミンからなる混合 LB 膜の構造を検討したところ、疎水鎖がフッ化炭素の長鎖カルボン酸を用いた場合に相分離が起こることが分かった。

根岸　雄一

「白金クラスターのサイズ選択的合成およびその酸素還元能の評価」

本研究では、高い触媒活性が期待されるサイズ領域（1～2 nm）において、チオラート保護（RS）白金クラスターのサイズ選択的合成に取り組み、合成した白金クラスターの酸素還元触媒能を評価した。その結果、チオラート保護白金クラスターの酸素還元触媒能はサイズと共に連続的に変化するのではなく、特に高い活性を示す化学組成の白金クラスターが存在することが明らかとなった。

橋詰　峰雄

「刺激応答性薬物徐放担体としての多糖複合フィルムに関する研究」

アニオン性多糖とカチオン性多糖のポリイオンコンプレックスを熱プレスすることで自己支持性の水に不溶なフィルムを作製した。このフィルムは種々の薬物モデル分子を担持させることが可能であり、また溶液に浸漬することでそれらを放出した。その放出挙動は溶液の pH により制御可能であることが明らかとなった。フィルムを構成する多糖の電荷、およびフィルムの膨潤性が pH 依存的に変化することが放出の駆動力と考えられた。

酒井　健一

「擬似多鎖型両親媒性物質による pH 感受型粘弾性流体の調製」

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およびハイドロゲルを調製した。昨年度までに複合体のアルキル鎖長および水溶液の pH が増粘作用に及ぼす効果を見出していたので、今年度はこの成果を論文化した。また、新たな取り組みとして、この複合体を安定化剤として活用することで、pH の変化に応じて分散性を能動的に制御できる乳化系の構築に着手した。

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」

物質のオージェ電子スペクトルの新解析法を提言し、第 2 周期元素を含む(LiF,グラファイト,チッ化ガリウム、酸化ケイ素)物質の光電子スペクトル及びオージェ電子スペクトルをシミュレーションし実験スペクトルとの一致からその電子状態を解明した。一部は Chem. Phys.に掲載された。高分子の IR 及び MS スペクトルの量子分子動力学からのシミュレーションも研究展開中である。

分子連関相乗系研究部門

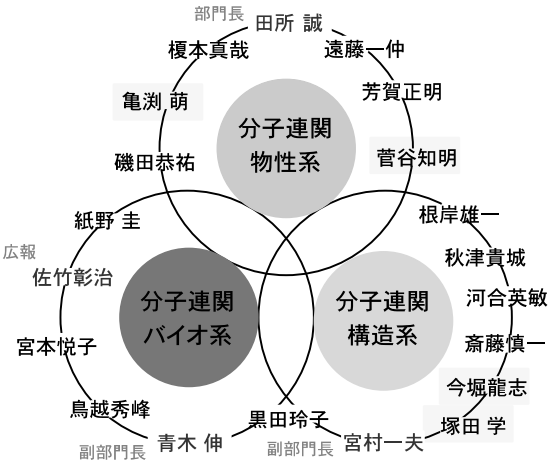
分子連関相乗系研究部門について

1. 概要

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

2. センターの構成と施設設備

研究部門の設立から 3 年目に入っている。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、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･変換の化学」や「分子ロボット構築のためのパーツ化学」などの分子システムをこの部門で構築していきたいと考えている。研究設備は、蛍光発光寿命の測定装置を有している。



分子連関相乗系研究部門のメンバー

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

このグループでは、田所を中心に榎本、芳賀、磯田、亀渕、遠藤が参加して共同研究を行っている。3 年目でようやく共同研究も安定してきた。田所と芳賀は、「プロトンと電子の同期移動をもつ分子材料」について共同研究を行っており、芳賀らによってさらに光の相互座用を加えた系で、「光プロトンレドックス電池」などの開発を行っている。一方、磯田と亀渕らは田所とそれぞれ「イオン移動と電子移動が同期した系」および「スピン軌道相互作用とプロトン移動を同期した系」について共同研究を行っている。一方、遠藤らは理論計算の専門家であるため、「水分子を利用したプロトン伝導や人工ガスハイドレート系」の理論計算で共同研究を行っている。また、榎本とは新しいタイプの有機･無機伝導体について、ミュオンなどを用いた先端研究を行った。このように分子連関物性系では田所を中心に研究を行っているが、他の分子連関系との共同研究も行っており、分子連関物性系、構造系、バイオ系が 1 つになったテーマについても推し進めたいと考えている。

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継続して進めており、その成果は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、この分子連関構造系では、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。

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。本グループでは、例えば複核金属錯体と有機分子、生体内分子、金属イオンなどを水中で混合して生成する自己集積体による機能開発を行っている。今年度は、疎水性金属錯体の自己集積による疎水性超分子による触媒反応の開発を検討した。その中で、リン酸モノエステルの加水分解を加速する超分子を見出した。

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 回の宿泊による発表会を毎年行ってきたが、本年度はアドバイザリー委員のアドバイスがあり、残念ながら中止し、大学内での共同研究に集中することにした。理学は共同研究することが難しいといわれているが、活動や議論を行うことで、3 つの連関系のそれぞれで共同研究が成立しているものと考えられる。3 つの連関系を結集する大きなテーマを創造したいと考えているが、現実問題としてそれぞれの連関系からの共同研究が論文として出てきており、あと 1 歩のところまで来ている。もちろん、最終的には生体分子をまねた分子連関系を作りたいと考えている。

アドバイザリー委員会では、大きな方針転換を求められ話し合いの結果、「光合成関連物質」から我々が求めている科学は「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」という考え方に収束し、この方針に沿って共同研究していくことが認められた。私自身の考えは、理学というものは工学や薬学と異なって「流行りもの」を突き詰めていくのではなく、30 年先の科学を予想して突き進んでいくため、すぐには結果が出ないものと考えている。(よき理解者が必要である)学部を超えた共同研究を集めて、粛々と研究をつないでいくことによって、「理科大 Only」の研究結果が生まれてくるであろう。さて、分子エネルギーという概念は、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考える新しい概念を提供している。一方、「分子ロボット構築のためのパーツ」は、分子ロボットを動かすために、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変換するように分子パーツを合成し、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科学を目指す。このような新しい科学は、分子科学を目指す科学者の金字塔で有り、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、3 年目を迎えた。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構築できるか、考えることが必要で

ある。東京理科大学では工学系の研究者による即戦力的な研究成果が求められ、優遇されていることが現状である。しかし、例えば量子コンピュータのような次世代へのアプローチにも審査する目をもっているのも理科大の強みである。世界的な流れとして、「シーズの枯渇」が問題視されている。理学部系の研究部門として、30 年先の東京理科大学の科学研究をつないでいきたいと考えている。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1．M. Ito, T. Akitsu, and M. A. Palafox,“Theoretical interpretation of polarized light-induced supramolecular orientation on the basis of normal mode analysis of azobenzene as hybrid materials in PMMA with chiral Schiff base Ni(II), Cu(II), and Zn(II) complexes”, *the Journal of Applied Solution Chemistry & Modeling*, 5, 30-47 (2016).(査読有)

2．Takahiro Kawatsu, Hiroki Tokushima, Yuya Takedomi, Tatsushi Imahori, Kazunobu Igawa, Katsuhiko Tomooka, Ryo Irie, *“Synthesis, Stereochemical Characteristics, and Coordination behavior of 2,2’-Binaphthyl-1,1’-bisisoquinoline as a New Axially Chiral Bidentate Ligand”, *ARKIVOC* 2015, iv, 161-175.(査読有)

3．“Modulation of a Molecular p-Electron System in a Purely Organic Conductor that Shows Hydrogen-Bond-Dynamics-Based Switching of Conductivity and Magnetism”, Akira Ueda, Akari Hatakeyama, Masaya Enomoto, Reiji Kumai, Youichi Murakami and Hatsumi Mori, *Chem.-A Euro. J.*, 21, *15020-15028* (2015).(査読有)

4．河合英敏, “動的共有結合を利用した分子マシン”, *化学と教育*, 64, 106-109 (2016). (査読有)

5．Tunability of guest release properties and crystal structures in a supramolecular benzothiophene heterocyclic host complex, T. Wakabayashi, S. Kitamura, H. Tabata, R. Kuroda and Y. Imai, *CrystEngComm*, 17, 3064-3069 (2015).(査読有) Cover Picture

6．A comparison of circularly polarised luminescent BINAP and BINAPO as chiral binaphthyl luminophores, Y. Kono, K. Nakabayashi, S. Kitamura, R. Kuroda, M. Fujiki, and Y. Imai, *Tetrahedron,* 77, 3985-3989 (2015).(査読有) Cover Picture

7．*D*$_3$*h*-Symmetric Porphyrin-Based Rigid Macrocyclic Ligands for Multicofacial Multinuclear Complexes in a One-Nanometer-Sized Cavity, Yohei Ohkoda, Akane Asaishi, Tomoya Namiki, Tomoaki Hashimoto, Midori Yamada, Koichiro Shirai, Yuta Katagami, Tomoaki Sugaya, Makoto Tadokoro and Akiharu Satake, *Chem. Eur. J.* 2015, *21*, 11745-11756.(査読有)

8．Axial ligand effect on the reaction mechanism of head-to-head pivalamidato-bridged Pt(III) binuclear complex containing an equatorial bromide ligand with acetone, Masatoshi KISHI, Takaaki TERADA, Yu KURAISHI, Tomoaki SUGAYA, Satoshi IWATSUKI, Koji ISHIHARA, Kazuko MATSUMOTO, Inorganica Chimica Acta, 433 巻, pp 45-51, 2015 (査読有)

9．The Crystal Structure of a 2’,4’-BNANC[N-Me]-modified Antisense Gapmer in Complex with the Target RNA, Kondo, J., Nomura, Y., Kitahara, Y., Obika, S., Torigoe, H., Chem. Commun., 52 巻 pp 2354-2357, 2016 (査読有)

10. Carbon Monoxide Addition to Ruthenium-Dithiolene Complex and Polysiloxane Hybrid Formation, Satoru Tsukada, Takuya Sagawa, Takahiro Gunji, *Chem. Asian J.*, 10, 1881-1883 (2015).(査読有)

11. 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巻, 1658-1667頁(2016) (Hot Paperに選ばれる) (査読有)

12. “Layer-by-layer grown scalable redox-active ruthenium-based molecular multilayer thin films for electrochemical applications and beyond”, V. Kaliginedi, H. Ozawa, A. Kuzume, S. Maharajan, I. V. Pobelov, N. H. Kwon, M. Mohos, P. Broekmann, K. M. Fromm, M. Haga, T. Wandlowski, *Nanoscale*, 7巻, 17685-17692頁,(2015) (裏表紙に採用された) (査読有)

13. The Effects of Noncovalent Interactions on Surface Structures Formed by Diketopyrrolopyrrole Pigment and Its Alkyl-Derivatives on HOPG Substrate, Akinori Honda, Yoshinori Tamaki, and Kazuo Miyamura, BULLETIN OF THE CHEMICAL SOCIETY OF JAPAN, Vol.88, No.7, pp 969-975, 2015 (査読有)

14. Ohashi, H., Hasegawa, M., Wakimoto, K. and Miyamoto-Sato, E. Next-Generation Technologies for Multiomics Approaches Including Interactome Sequencing. *BioMed Res. Int.*, 2015: Article ID 104209, 2015.(査読有)
15. Proton Conduction through the Nanochannel Water in Weak-Acidic Nanoporous Crystals $[Cu_2(phen)_2(AcO)_2(H_2O)_2][Al(OH)_6Mo_6O_{18}]M^+(nH_2O)$($M^+$= H^+, Li^+, Na^+, K^+), H. Matsui, M. Tadokoro, SOLID STATE IONICS, 285, pp 165-169 (2016) (査読有)
16. Transpiration of Water Molecules through Molecule-Based Porous Crystals with One-dimensional Nanochannels, M. Tadokoro, T. Suda, T. Shouji, K. Ohno, K. Honda, A. Takeuchi, M. Yoshizawa, K. Isoda, H. Kamebuchi, H. Matsui, BULLETIN OF THE CHEMICAL SOCIETY OF JAPAN, 88, pp 1707-1715 (2015) (査読有)
17. Yosuke Hisamatsu, Ai Shibuya, Nozomi Suzuki, Toshinori Suzuki, Ryo Abe, and Shin Aoki,"Design and Synthesis of Amphiphilic and Luminescent Tris-Cyclometalated Iridium(III) Complexes Containing Cationic Peptides as Inducers and Detectors of Cell Death via a Calcium-Dependent Pathway" *Bioconjugate Chem.*, 26, 857-879 (2015).
18. Aya Kando, Yosuke Hisamatsu, Hiroki Ohwada, Shinsuke Moromizato, Taiki Itoh, Masahiro Kohno, and Shin Aoki,"Photochemical Properties of Red-Emitting Tris(cyclometalated) Iridium(III) Complexes Having Basic and Nitro Groups and Application to pH Sensing and Photoinduced Cell Death". *Inorga. Chem.*, 54, 5342-5357 (2015)
19. "Understanding Ligand-Exchange Reaction on Thiolate-Protected Gold Clusters by Probing Isomer Distributions Using Reversed-Phase High-Performance Liquid Chromatography", Y. Niihori, Y. Kikuchi, A. Kato, M. Matsuzaki, Y. Negishi, *ACS Nano*, 9, 9347-9356, (2015). Highlighted in "IN NANO"
20. "A Critical Size for Emergence of Nonbulk Electronic and Geometric Structures in Dodecanethiolate -Protected Au Clusters", Y. Negishi, T. Nakazaki, S. Malola, S. Takano, Y. Niihori, W. Kurashige, S. Yamazoe, T. Tsukuda, H. Häkkinen, *J. Am. Chem. Soc.*, 137, 1206-1212,(2015). Highlighted in "Nature Nanotechnology"

著書

1．竹下由希，秋津貴城,「キラル金属錯体色素による酸化チタンの紫外光カット機能向上」，光老化科学の最前線，第 26 章，241-247，シーエムシー出版 (2015).
2．T. Suzuki, H. Tamaoki, J. Nishida, H. Higuchi, T. Iwai, Y. Ishigaki, K. Hanada, R. Katoono, H. Kawai, K. Fujiwara, T. Fukushima,"Redox-Mediated Reversible σ-Bond Formation/Cleavage", *Organic Redox Systems: Synthesis, Properties, and Applications*, T. Nishinaga Ed., John Wiley & Sons, Inc.,(Hoboken, USA), chapter 2, pp.13-37 (2016).
3．Structures, Physicochemical Properties, and Applications of T-Hg(II)-T, C-Ag(I)-C, and Other Metallo-Base-Pairs, Tanaka, Y., Kondo, J., Sychrovský, V., Šebera, J., Dairaku, T., Saneyoshi, H., Urata, H., Torigoe, H., Ono, A., Chem. Commun., 51, pp 17343-17360, 2015
4．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)
5．Robert R. Crichton "生物無機化学" (邦訳)，塩谷光彦監訳，東京理科大学，2016，pp 175-188，ISBN: 978-4-8079-0887-5 (2016 年).
6．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，東京化学同人，2016，pp 26-50，ISBN: 978-4-8079-1706-8 (2016 年)
7．「Chapter 3. Controlled Synthesis: Composition and Interface Control」**Yuichi Negishi**, Yoshiki Niihori, Wataru Kurashige, Tatsuya Tsukuda and Hannu Hakkinen Eds."Protected Metal Clusters: From fundamental to Applicatiopns", Springer pp.39-71 (2015).
8．「Gold-Based Materials and Applications」Jie Zheng, De-en Jiang, **Yuichi Negishi**, Dongil Lee, Eds. MRS Symposium Proceedings, Volume 1802, Cambridge University Press (2015).

招待講演

1．T. Akitsu,「Hybrid materials of Chiral Metal Complexes for DSSC」(20 分版), MTIC-XVI, Jadavpur University, Kolkata, India, 2015 年 12 月 5 日
2．T. Akitsu,「Polarized light induced molecular orientation of chiral Schiff base metal complexes in hybrid materials」, 4th World Congress of Advanced Materials 2015, Chongqing Yuelai International Conference Center; Chongqing, China, 2015 年 5 月 27 日
3．河合英敏,「アロステリックレセプターの開発とその応用を目指して」, 第 6 回サブウェイセミナー, 中央大学, 東京, 2015 年 8 月 29 日
4．“Chirality in the Solid State, R. Kuroda, The 19th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, Hiroshima, 5-6 March, 2015.
5．Formation, transformation of organic crystals and the characterization, R. Kuroda, Pacifichem, Honolulu, USA, 15-20 Dec., 2015.
6．核酸･金属イオン複合体を基盤とする機能性材料開発のための性状解析, 鳥越秀峰, 物質・デバイス領域共同研究拠点特定研究 次世代メディカル・バイオ機能材料への展開を指向した生体分子素子技術の開発 [B-2] ポストシンポジウムー生体分子素子技術を礎とするメディカル･バイオ研究の最先端シンポジウムー, 仙台, 2016
7．“Development of surface coordination chemistry toward functional devices”, Masa-aki Haga, XXV. International Conference on Coordination and Bioinorganic Chemistry (Smolenice, Slovakia), June 1, 2015 (Plenary talk)
8．宮本悦子: ケミカルノックダウン法に基づく新規創薬プラットフォーム, 日本たばこ産業社内セミナー, 日本たばこ産業 医薬総合研究所 第 2 会議室 (大阪府高槻市), 2015 年 9 月 3 日.
9．Anomalous water molecules and mechanistic effects of water nanotube clusters confined to molecular porous crystals, M. Tadokoro, PACIFICHEM 2015, Honolulu Convension Center (Hawaii) USA, Dec.15～20 (2015).
10. 分子性ナノ多孔質結晶に閉じ込められた巨大水クラスター, 田所 誠, 錯体化学若手の会 夏の学校 2015, 2015 年 8 月 6 日～8 月 8 日, セントコア山口 (山口)
11. 分子性多孔質結晶に閉じ込められた水クラスターの科学, 田所 誠, 第６５回錯体化学会討論会, 2015 年 9 月 21 日～9 月 23 日, 奈良女子大学(奈良)
12. Shin Aoki,“Design and Synthesis of Chiral Zn^{2+} Complexes Inspired by Natural Aldolases for Catalytic Asymmetric Aldol Reactions” 4th International Symposium on Energy Challenges and Mechanics-working on Small Scales- (ECM4), Aberdeen, Scotland, 2015 年 8 月 11-13 日
13. Shin Aoki,“Design and Synthesis of Luminescent Cyclometalated Iridium(III) Complexes for Material and Biomedical Science” 2015 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACICHEM2015), Honolulu, USA, 2015 年 12 月 15-20 日
14. Shin Aoki,“Development of Biological Tools Based on Finding of the Decomposition Reactions－Decomposition Reaction is not Useless－” The 4th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences 2016 (iPoPS 2016), Noda, Japan, 2016 年 2 月 27～28 日
15. Shin Aoki,“Drug Development for Radiation Therapy of Cancer”, 2016 International Biomedical Interface Symposium (IBMI2016), 3/4-3/5, 2016, Taipei, Taiwan, 2016 年 3 月 4～5 日
16. 「金ナノクラスターの構造及び配列と物性」, 根岸雄一, 第 96 回日本化学会春季年会「特別企画講演」同志社大学京田辺キャンパス, 2016 年 3 月 25 日
17. 「魔法数金ナノクラスターの高機能化」, 根岸雄一, 第 96 回日本化学会春季年会「特別企画講演」同志社大学京田辺キャンパス, 2016 年 3 月 25 日
18. 「High-Resolution Separation of Thiolate-Protected Gold Clusters」, Yuichi Negishi, 251th ACS National Meeting San Diego (USA) 2016 年 3 月
19. 「High-Resolution Separation of Thiolate-Protected Gold Clusters」, Yuichi Negishi, PACIFICHEM2015 Sheraton Waikiki (USA) 2015 年 12 月

20.「Toward the Creation of Stable, Functionalized Metal Clusters」, Yuichi Negishi, PACIFICHEM2015 Sheraton Waikiki (USA) 2015年12月
21.「Toward the Creation of Stable, Functionalized Metal Clusters」, Y. Negishi, International Workshop on Topology/Geometry-driven Electron Systems toward New Horizon of Functional Materials Nagoya University 2015年12月
22.「金属ナノクラスターの質量分析」, 根岸雄一, 日本電子MSユーザーズミーティング, 千里ライフサイエンスセンター, 2015年12月2日
23.「Toward the Creation of Stable, Functionalized Metal Clusters」, Yuichi Negishi, International Simposium on Photonics, Applications and Nanomaterials (ISPAN-2015) Thiruvananthapuram, Kerala (India), 2015年10月28日
23.「機能性ナノ物質の創製とそのエネルギー・環境触媒への活用」, 根岸雄一, 高分子学会, 印刷・情報記録・表示研究会および光反応・電子用材料研究会, 東京理科大学 森戸記念館, 2015年10月9日
24.「金ナノクラスターにおける界面構造と物性の相関」, 根岸雄一, 第64回高分子討論会, 東北大学川内キャンパス, 2015年9月16日

特許

１．秋津貴城, 吉田菜々美, 島田知果,「紫外線吸収剤および皮膚外用剤」, COP-15164, 2016.
２．青木 伸, サーベンドラ クマール, 久松 洋介, 田村 裕一 (特願2015-247777)(平成26(2015)年12月18日出願)「イリジウム錯体化合物及びイリジウム錯体化合物の製造方法」

広報

１．黒田玲子, Royal Society of Chemistry (England),“175 faces of Chemistry” to celebrate 175th anniversary of the Royal Society of Chemistry, 2015. http://www.rsc.org/diversity/175-faces/.
２．芳賀正明, Chemistry-A Europearn Journal (*Chem. Eur. J.*, 22巻, 1658-1667頁(2016)に出した論文がHot Paperに選ばれるとともに、Angew Chem Int. EdでWileyのSister JournalのSpotlight注目論文として紹介されました。

受賞

１．黒田玲子, Fellow, TWAS (The World Academy of Scinece), Nov,2015. Vienna, Austlia.
２．斎藤慎一, 以下の論文がACS Editors’ Choiceに選定された。Synthesis and the Shuttling Behavior of [2]Rotaxanes with Pyrrole Moiety Matsuoka, Y.; Mutoh, Y.; Azumaya, I.; Kikkawa, S.; Kasama, T.; Saito, S. *J. Org. Chem.* **2016**, DOI:10.1021/acs.joc.5b02911
３．芳賀正明, 2 015年AAAS (American Association for the Advancement of Science) のフェローに選ばれた。(11月27日付の学術誌「Science」誌上で公開)
４．根岸雄一, Best Presentation Award, ACS National Meeting, ACS, 2016年3月30日
５．根岸雄一, J. Phys. Chem. Lett. Top 5% Valued Reviewer, ACS, 2016年1月20日

研究課題（研究者別）

青木　伸

「疎水性超分子ホスファターゼによるリン酸エステルの加水分解と速度論的解析」

長鎖アルキル基($C_{22}H_{45}$)を導入した二核亜鉛錯体と、トリフルオロメチルフェニル基などを導入した6員環ジイミド誘導体、銅イオンの自己集積によって生成する疎水性 2:2:2 錯体を設計、合成した。この超分子が有機溶媒／水からなる二相系溶媒中でモノニトロフェニルリン酸 (MNP) の加水分解を加速し、Michaelis-Menten 型の反応速度論に従うことがわかった。

秋津　貴城

「キラルシッフ塩基金属錯体とアゾ色素の有機無機複合材料」

シッフ塩基 Ni(II), Cu(II), Zn(II)金属錯体とアゾベンゼンの有機無機複合材料を PMMA キャスト膜として、直線・円偏光 UV 光を照射すると、アゾベンゼンと金属錯体の分子配向が揃うことを偏光電子・IR および CD スペクトルで確認した。PMMA アセトン溶液の濃度変化に伴う溶液粘度と CD 強度との相関を議論し、分子動力学法によるモデリングを援用して、PMMA 中でのアゾベンゼンや金属錯体の分子間相互作用を議論した。

磯田　恭佑

「イオンおよび電子伝導型 π 共役分子の創製と伝導機構の解明に関する研究」

クラウンエーテル(CE)と π 共役分子からなる電子-イオン混合伝導体の構築と高速イオン伝導材料の開発を目的とする。本研究の分子は、イオン伝導部位の CE と電子輸送部位の電子アクセプター性の π 共役分子から構成される。この分子は CE 部位と π 共役部位がそれぞれ積層することで、イオンおよび電子輸送チャネルが共存する電子－イオン伝導体の構築が期待される。この材料で電子と金属イオンの輸送挙動について研究を行う。

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、化学変換の種類を操り、高度な化学変換を実現する。

榎本　真哉

「層状磁性体への機能性分子挿入による新奇物性発現に関する研究」

電子が持つスピン、電荷、光応答性に着目し、その相乗効果を目指して層状磁性体開発を行った。コバルト層状磁性体において、原料物質の対イオンをこれまでより小さなサイズにすることにより、その後の光異性化分子挿入が促進されることを明らかにした。また、鉄混合原子価錯体において、架橋配位子をモノチオオキサラトにした場合の特異な速いスピン平衡状態が、金属置換に対して普遍的に起こることを明らかにした。

遠藤　一央

「超分子の静的・動的構造の解明」

分子は、有機溶媒分子と金属錯体水クラスター形成物を対象とし、量子化学計算からこれら超分子の電子状態を追究した。このクラスターは、自然界でできる水クラスターより水素結合力が弱く、水素結合距離が長いため、溶媒分子は、クラスター内を自由に動き回ることが分かった。

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」

界面で機能するフジツボの水中接着タンパク質 cp20k および cp19k と、フラットな分子面を有するカビ由来セルロース結合ドメイン(CBM)を連結したタンパク質材料組み換え発現系を構築し、フリーのチオール基を介して 8-quinolinol を接合した。またタンパク質精製系を最適化した。今後、接合体の構造確認と界面での機能性および水中接着能の解析を行う予定である。

河合　英敏

「超分子分子足場としてのヒドリンダセン骨格の利用：ロタキサン、分子ギア、分子レセプター」

ヒドリンダセンを利用した超分子開発を目的とし、ウレア基を有するレセプター開発およびアンモニウム誘導体を用いた共同研究への展開を図った。また、イミン架橋型ロタキサンにアゾベンゼンや *p*-ターフェニル型の芳香族イミンステーションの組み込みを行い、加水分解条件下において従来とは異なる温度依存性をもつことを明らかにした。また、ヒドリンダセンユニットが互いに干渉してギア状に回転する分子ギアの構築を検討した。

黒田　玲子

「単結晶から複数の単結晶への固相状態での結晶変換」

2-(2-Iodo-phenylsulfanyl)-3-methyl-cyclohex-2-enone は、多形結晶を生成する。固相状態で加熱により、空間群 *P-1* 結晶から空間群 $P2_1/n$ 結晶に変換することを粉末 X 線回折実験で見出していた。変換しても外見は単結晶状態を保っているが、単結晶を使った回折実験から、実は 1 個の単結晶から、同時に 5 個の $P2_1/n$ 結晶が生じ、その方向性にエピタキシーがないことを明らかにした。粉末 X 線回折実験では明らかにできない現象を、丁寧な単結晶回折実験から明らかにすることができた。

斎藤　慎一

「ユニークなインターロック化合物の合成とその動的挙動」

共有結合を持たないにもかかわらず、幾何学的な制約により解離できない 2 つ以上の部分構造からなる化合物はインターロック化合物とよばれておりロタキサンやカテナンといった化合物が知られている。本研究では [2] ロタキサンの軸コンポーネントに置換基を導入することによりその動的挙動を制御することに成功した。また、ロタカテナン（カテナンとロタキサンの構造を合わせ持つ分子）の合成について検討した。

佐竹　彰治

「環状ポルフィリン三量体の溶液中における配座変換に関する研究」

ポルフィリンを 3 枚環状に連結した環状ポルフィリン三量体がクロロホルム中とピリジン中で吸収・蛍光特性や機能性シリカゲル上での保持特性が全く異なるユニークな現象について検討を行った。その結果、環状ポルフィリン三量体はクロロホルム中ではさまざまな立体配座の混合状態をとっているものが、ピリジン等の配位性窒素分子を添加することにより均質で対称性の高い配座構造に変換されていることが示された。

菅谷　知明

「水素結合により誘起された強発光性イリジウム錯体の発光メカニズムの解明」

「分子間水素結合を誘起する配位子を用いた発光性オルトメタル化イリジウム錯体の構築」を目的とする。2014 年度までに、水素結合により発光挙動が増強される錯体系の構築に成功した。2015 年度は、発光メカニズム解明のために、置換基効果による発光挙動の変化を詳細に検討し、理論化学計算を用いて、実験結果との相関性を比較した。その結果、励起状態におけるプロトン共役型電子移動（PCET）を示唆する結果を得た。

鳥越　秀峰

「複数の DNA 断片が集合して形成する 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の検出」

G 塩基に富む 4 本鎖核酸構造とヘミンの複合体はペルオキシダーゼ活性を発現し得る。本研究では、G 塩基に富む複数の DNA 断片が集合して形成される 4 本鎖 DNA 構造とヘミンの複合体がペルオキシダーゼ活性を発現した。標的遺伝子の非存在下よりも存在下で、顕著に高いペルオキシダーゼ活性が見られ、標的遺伝子を検出できる可能性がある。Na^+含有緩衝液中より K^+含有緩衝液中で、顕著に高いペルオキシダーゼ活性が見られた。

塚田　学

「ニトロゲナーゼの活性部位モデルを目指した鉄－モリブデン二核錯体の合成」

ニトロゲナーゼの活性部位である FeMoco の部分骨格を模倣した金属錯体の合成とその性質を解明することにより、ニトロゲナーゼの反応機構の解明および新たな窒素固定触媒の開発を目指している。本年度は、ベンゼンジチオラートを架橋配位子とした鉄－モリブデン二核錯体の合成と結晶構造解析に成功した。今後は、電気化学測定など種々の物性測定から二核錯体の性質を明らかにしていく。

田所　誠

「水素結合型プロトンと混合原子価電子の同期移動に関する研究」

低い移動障壁の水素結合にあるプロトンと混合原子価状態にある電子が同期した量子固体材料の研究を行っている。このような原子核の移動と電子の移動を伴った新たな機能性材料の設計を行い、プロトン－電子同期移動による伝導体の開発や伝導性ナノ多孔質結晶の創成などを研究している。この物性をもつ分子の基礎研究により、陽子移動と電子移動では極低温で同期移動に質量の違いのため、遅れが生じ新たなデバイスになる可能性を見いだした。

根岸　雄一

「高速液体クロマトグラフィーを駆使したチオラート保護金属クラスターの配位子交換反応メカニズムの解明」

チオラート保護金クラスターに別のチオラート配位子を加える反応（配位子交換反応）によって生成した二種類のチオラートに保護されたクラスターにおいて、高速液体クロマトグラフィーを駆使することにより、位置異性体レベルで精密分離することに成功した。また得られたクロマトグラムから。配位子交換反応のメカニズムを解明することにも成功した。

芳賀　正明

「光・プロトン・電子を利用した光蓄電錯体膜の構築」

光・プロトン・電子の相関を有効利用できる超分子集合体を表面に構築し、エネルギー・物質変換・分子貯蔵・情報伝達など多様な機能性を有する分子システムを構築することを最終的な目標としている。光・プロトン・レドックス活性のある金属錯体としての混合原子価二核錯体の構成単位の性質について報告した。それを逐次積層法によりヘテロ接合した表面集積体を利用したメモリデバイスの構築に成功した。

宮村　一夫

「長鎖アルキル基含有分子の表面配列構造に関する研究」

長鎖アルキル基は脂質などに含まれる疎水性の官能基であり、脂質二分子膜に代表される特徴的な集合構造を形成する。本課題では、このような構造体形成に重要な役割を担っている長鎖アルキル基を導入した錯体や色素分子を表面に自己集合させ、その特徴的な配列構造を走査トンネル顕微鏡を用いて観察・解析を行っている。本課題より得られる知見は、表面上での分子連関による機能発現を達成する上で重要である。

宮本　悦子

「機能性分子の設計と創成による未知生体分子の同定と制御に関する研究」

機能性分子として、(1) 生体分子とその情報（設計図）をもつ融合複合体、(2) 生体分子と相互作用する分子（低分子化合物、抗体、ペプチド、たんぱく質など）と生体分子を制御する分子（低分子化合物、ペプチド等）の融合複合体を設計創成し、未知生体分子の同定のみならず、その制御を目指す。本年度は，融合複合体の機能解析のための汎用的な評価系を確立した。具体的には、生体分子との相互作用の同定、検証、制御についての評価系を確立した。

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

近代化産業化が高度に進行した今日の都市環境、都市生活に関わる諸課題の多くは、複合的相関的な事柄に起因するため、細かく専門分化された研究分野の成果のみで課題を克服し、良好な都市環境を形成、維持、経営することが困難である。

防災、環境、景観、生活文化、歴史伝統を都市環境の基本的カテゴリーとして研究体を組織、サステナブルとレジリアントを研究テーマのキーコンセプトとする「先端都市建築研究部門」が設置された。行政組織、民間企業、NPO など学外から理科大建築系の学術研究成果の社会的還元および社会貢献として期待されている。2015 年度は、研究対象地域を神楽坂・外濠から外濠、神田川周辺地域にまで展開を試みた。(図 1)

2. 部門の構成と施設設備

都市は、物的には無数の建築物で構成されており、いちどに造ることはできない。長い年月をかけて、多くの世代が関わり、造営更新する複合的人工物環境である。

先端都市建築研究部門は、工学部、理工学部、国際火災科学研究科の理科大内 4 ファカルティの有志で構成されている。専門分野も、防災、構造、材料から計画、設計、歴史といった幅広い専門分野の研究者集団であることに特徴がある。3 つの研究分野（A 都市文化研究 B 都市性能研究 C 都市デザイン研究）から成り、研究分担者の相互関係は、A を基盤として BC の相互連携によっている。

A 都市文化研究は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基礎研究、B 都市性能研究は都市機能について計画的および工学的性能の向上をはかる応用研究、C 都市デザイン研究は A を基礎として B との相互関係で展開する実務的応用研究である。(図 2)

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、そこを拠点として地域研究・地域貢献・地域交流の活動を展開している。通信機器、製図資料作成のための軽微な機器類を設置している。



図 1　2015 年度研究対象地域の展開

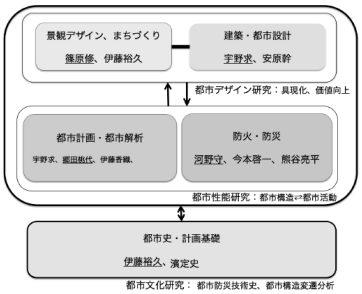


図 2　研究部門を構成する研究分野と研究分担者の相互関係

3. 各研究グループの活動報告

A 都市文化研究は、伊藤裕久教授（都市史）を主任とした地域文化・建築史の立場から基礎研究、
B 都市性能研究は、郷田桃代教授（都市計画、建築計画）を主任とした地域計画・建築計画の合理的な計画手法の研究、及び河野守教授（都市防災）を主任とした都市防災の工学的性能向上を応用研究、
C 都市デザイン研究は宇野求教授（都市設計・建築設計）を主任とした AB 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. A 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）、濱定史（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・街区形成の変容、街区構成と街路形態、近現代の東京の市街地形成、復興再生における祭礼空間、伝統木造構法などの研究蓄積を整理統合、体系化して、都市性能研究および都市デザイン研究の基盤を築きあげることを目的とした基礎研究を行う。

3. 2. B 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、藤井健史：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、それらが集客効果をうみだしている。特徴的とし空間における人の行為行動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、世界的にみても極めて特徴的な都市空間となっている。建築学会の「建築・都市計画のための調査・分析方法」（グループ主任編著）を援用、当該地域の商業集積過程、行動を規定する経路探索型空間情報などを詳細に分析。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、災害に対するデュアラビリティとレジリアンスの評価方法を研究する。

・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. C 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、震災復興にかかる統合中学校設計ワークショップ等の実績をもとに、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、統合する地区試設計を行い、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を開発する。

4. 研究活動の展望

先端都市建築研究部門は、設置から 3 年目を迎えた。研究計画の進捗は、概ね当初の予定通り進めているが、主な研究対象地である神楽坂・外濠のまちづくり懇談会の設置、体制作りについてやや遅れてきたため、他地域への展開は試みたものの、他都市への展開、外国都市への研究の展開がやや遅れている。具体的には、以下の通りである。

1）2015年7月、理科大と法政大学が幹事大学となり、中央大学、東京都市大学ほかとともに、「外濠再生懇談会」の設置準備を行った。2016年1月、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、意見交換の場として設置された。今年度は、この懇談会をプラットフォームにして、これまでの研究成果をもとに外濠再生についての提言を出していく計画である。

2）2015年度も2014年度に引き続き「粋な神楽坂まちづくり促進委員会」に参加して、当該地域の課題について地域要望とともに工学的建築学的な検討を加えて行政機関への提言を用意してきた。また、2016年度は、神楽坂の老舗の女将さんが中心となり「神楽坂文化振興倶楽部」（仮称）を設立する運びと成っている。理科大からも女性教員、女子学生が参加して、まちづくりのソフト面、地域文化資源の掘り起こしとアーカイブ化を進めていく。これらの活動成果の公開展示、公開シンポジウムも予定している。

3）2015 年 5 月、中央大学、法政大学、日本大学、東京理科大学、東京大学の連続シンポジウムを企画。理科大の地域貢献の実績をもとに日本橋と神楽坂の老舗の方々が一同に介して水都東京の再生デザインについて討議、合意形成のためにフレームワークを構築した。続く 2015 年 8 月、「水循環都市東京宣言」を策定。国土交通省に提出した。2016 年度は、これら諸活動の実現に向けてフィールドワークに軸足を置いた研究活動を進める。

5. むすび

3 年目を迎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迎える。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 2 年間で多大な時間とエネルギーを費やした。これまでに例のない懇談会設立や宣言に至ったという一定の成果はあったものと考えられる。

後半の 3 年間は、とくに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な具体的成果を上げることを目標としたい。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

１．「神楽坂地域における歩行者の分布に関する調査分析」，志村亮，郷田桃代，稲坂晃義，日本建築学会大会学術講演梗概集(建築計画)，pp.707-708，2015（査読無）
２．「神楽坂地域における建物の規模及び用途の変遷に関する研究」，高橋侑希，郷田桃代，稲坂晃義，日本建築学会大会学術講演梗概集(都市計画)，pp.577-578，2015（査読無）
３．神楽坂地域における空隙と地形の形態的分析」，中村美香，郷田桃代，稲坂晃義，日本建築学会大会学術講演梗概集(都市計画)，pp.835-836，2015（査読無）
４．街路空間における屋内広告物の可視量分析，藤井健史，山田悟史，及川清昭，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp 1029-1030，2015（査読無）
５．屋内広告物の可視量分析－烏丸通りと御堂筋を例に－，藤井健史，山田悟史，及川清昭，第 38 回情報･システム･利用･技術シンポジウム論文集，pp.253-256，2015 年（査読無）
６．「災害復興における公共建築とアーバンレジリアンス －陸前高田市立高田東中学校（広田・小友・米崎統合中学校）建設プロセスを通して」，宇野求，日野雅司，栃澤摩利，安原幹，川井操，民間都市再生促進機構，01-20 頁，2015 年 6 月，共著（査読無）
７．荒川区伝統技術保持者の住まいと仕事場の空間構成に関する調査研究－桐たんす職人の村井氏，川俣氏を例として，坂本龍・伊藤裕久・濱定史・山岸隆，『日本建築学会大会(関東）学術講演梗概集』建築計画，pp.995-996，2015 年（査読無）
８．荒川放水路開鑿による東京府南葛飾郡の変遷，進藤英明・伊藤裕久・濱定史，『日本建築学会大会(関東）学術講演梗概集』歴史・意匠，pp.89-90，2015 年（査読無）
９．近代和風建築（堀田古城園）の実測調査と空間構成・意匠に関する考察，安藤美咲・伊藤裕久・濱定史，『日本建築学会大会(関東)学術講演梗概集』歴史・意匠，pp.671-672，2015 年(査読無)
10．The Development of Mansions of Wu-Fen Lin Family and the Preservation after 921 Earthquake in Taiwan，Yi-Hsuan Wong，Hirohisa Ito，Madoka Kayanoki，Sadashi Hama，Haruhiko Sunagawa，Jeong Su Park，『日本建築学会関東支部研究報告集』Ⅱ，pp.585-588 2016 年（査読無）
11．「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，2016 年 4 月，(審査有)
12．「火災時における RC スラブの面内剛性低下と鉄骨梁の伸び出し長さ評価手法」，岡﨑智仁，河野守，日本建築学会構造系論文集，2016 年 2 月（審査有）
13．鋼材高温強度にばらつきを有する場合の鋼分解架構の崩壊温度 －火災時鋼架構の崩壊温度のばらつき評価 その 2－」，尾崎文宣，長谷大志，河野守，森保宏，日本建築学会構造系論文集，2016 年 2 月（審査有）
14．「火災加熱を受ける鉄骨梁の伸び出し挙動に関する実験的研究」，岡﨑智仁，長岡勉，河野守，日本建築学会構造系論文集，2015 年 12 月（審査有）
15．「鋼材高温強度にばらつきを有する場合の単純支持梁の崩壊温度 ―火災時鋼架構の崩壊温度のばらつき評価 その 1－」，尾崎文宣，長谷大志，河野守，森保宏，鈴木淳一，日本建築学会構造系論文集，2015 年 6 月（審査有）
16．「鋼材高温強度にばらつきを有する場合の単純支持梁の崩壊温度 ―火災時鋼架構の崩壊温度のばらつき評価 その 1－」，尾崎文宣，長谷大志，河野守，森保宏，日本建築学会構造系論文集，2015 年 6 月（審査有）
17．岩手県における FSB 工法の展開と技術改善に関する事例研究:震災後における地域の木造住宅生産に関する研究 その 1，角倉英明，藤原昭夫，渡邊史郎，熊谷亮平，日本建築学会計画系論文集，80 巻，718 号，pp 2823-2832，2015（査読有）
18．駒込樹林館に所在する築約 100 年の鉄筋コンクリート －木複合構造の蔵の構法的特徴と健全性に関する調査研究，望月美結（審査無）
19．腐食した釘の引抜け特性に関する研究，黒澤善美（審査無）

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
２．「外堀通り（飯田橋～市ヶ谷間）における都市造営技法の開発研究」，宇野求，佐久間勝見，石澤拓郎，野村隆太，吉川正嗣，高木博康，竹内大樹，田島智子，東京理科大学・国際航業，総頁数 30，調査報告書，共著，2015 年 5 月 30 日
３．「水循環都市東京シンポジウム」，宇野求，理科大科学フォーラム，2015 年 3 月号
４．「外濠のそと－神楽坂の「まち」の原景を探る－」，伊藤裕久，『科学フォーラム』第 32 巻第 8 号，東京理科大学，pp.8-13，2015 年
５．建築再生学 考え方・進め方・実践例，松村秀一，角田誠，新堀学，熊谷亮平，金容善，徳田光弘，森田芳朗ほか，市ヶ谷出版社，pp 156-157，172-173，186-187，2015（共著）
６．神楽坂かくれんぼ横丁－防火と構法－，熊谷亮平，東京理科大学科学フォーラム，pp24-25，2015
７．「外濠・神楽坂の防火防災 ～神楽坂かくれんぼ横町の火災延焼シミュレーションから見えること～」，河野守，理大 科学フォーラム，2015 年 8 月
８．「建築の実践と建築教育－日本の建築教育：過去・現在・未来－」，八束はじめ，布野修司，宇野求，日本建築学会 WEB 版建築討論 003 号，2015 年 1 月
９．「これからの防災設備のあり方（第 4 回)」，河野守，JSDA 会報，2015 年 7 月

招待講演

１．江戸東京と日本橋川・神田川，外濠/日本橋と神楽坂，伊藤裕久，第 4 回水環境シンポジウム，水環境都市東京シンポジウム実行委員会，東京（理科大)，2015 年 7 月
２．日本橋からみた水都の構造，伊藤裕久，都市史学会大会シンポジウム「水都史」，都市史学会，東京（法政大学)，2015 年
３．「日本橋～まちと通りと川～」，宇野求，招待講演，水循環都市東京 5 大学連携シンポジウム実行委員会，中央大学，2014 年 12 月 3 日
４．「外濠再生構想をめぐって 建築と土木・都市計画」，宇野求，招待講演，日本建築家協会，2015 年 3 月 6 日
５．「現代的東京 修復と更新」，宇野求，招待講演，北京工業大学，2015 年 11 月 28 日

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

受賞

１．第 17 回まちの活性化・都市デザイン競技（公財)都市づくりパブリックデザインセンター理事長賞，伊藤香織，中畑昌之，丹羽由佳理，飯田遼平，小田健人，草谷悠介，栗田純吾，神田夏子，權田貴之，西山貴史，栗田恵，公益財団法人 都市づくりパブリックデザインセンター，2015.

研究課題（研究者別）

宇野　求、安原　幹、高　佳音、石山　さつき
「神楽坂・外濠及び周辺地域に関する都市建築デザイン研究」
旧市街地と旧郭外を隔てる「外濠」周辺地域の地形、歴史的変遷、建築の形式と配列について構造的に分析を加え、近代都市として展開した際の不整合をすり合わせ整えるデザインワークを行っている。要素技術、専門知見を統合して優れたデザイン案を実現するための手法研究と実践を担当。

伊藤　裕久、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。

先端都市建築研究部門 2015　　Wednesday, May 31, 2015

都市性能研究（計画）

■ **郷田研**

・「可視領域に基づく建築・都市空間の計量的分析手法とその適用」藤井健史、立命館大学、博士論文

・「木造密集市街地における都市防火の手法の提案 ―木造・木質建築を許容する更新の可能性」関根拓哉、修士研究

・「神楽坂地域における景観的特性に関する研究-建物ファサードの特徴と築年代に着目して-」大薗憲竜、卒論

・「神楽坂地域における公私の境界領域に関する研究-建物と街路間の物的構成要素に着目して-」大野智佳、卒論

・「神楽坂地域における来街者の行動と密度分布に関する研究」阿部雄介、卒論

■ **伊藤（香）研**

・「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違い-」 大家弘也、柴田史奈、卒研

・「シビックプライド2 【国内編】：都市と市民のかかわりをデザインする」 伊藤香織、紫牟田伸子（監修）、シビックプライド研究会（編著）

都市性能研究（技術）

■ **河野研**

・「木造住宅密集地域の防火性能分析 ―葛飾区東四つ木及び神楽坂の延焼シミュレーション―」 諸岡大志、卒論

・「木造住宅密集地域の防火性能分析 ―葛飾区金町及び新宿区神楽坂の延焼シミュレーション」青天目勇、卒論

■ **今本研**

・「腐食した釘の引抜け特性に関する研究」、黒澤善美、卒論

・「駒込樹林館に所在する築約100年の鉄筋コンクリート ―木複合構造の蔵の構法的特徴と健全性に関する調査研究」望月美結、卒論

・「岐阜三重塔修復のための材料性能評価に関する研究 」、南川貴明、卒論

■**熊谷研**

・「木造密集地域における避難路形成による防災まちづくりの可能性　―東向島一丁目周辺を対象として―」、小林賢史,卒論

・「神楽坂における戦後木造建築の外観及び構法的特徴」、木下翔夫、卒論

・「市ヶ谷田町計画：人が集い、憩える場へ」、メトロ市ヶ谷駅＋街並み＋外濠整備構想、第一部門設計及び演習、熊谷スタジオ、小川将貴・関優樹・新井琢磨・池原淑恵・磯部一成・伊藤愛・伊藤翔治

都市文化研究

■**伊藤（裕）研**

・「外濠のそと-神楽坂の「まち」の原景を探る-」伊藤裕久、『科学フォーラム』第32巻第8号、東京理科大学、2015年

・「江戸東京と日本橋川・神田川、外濠/日本橋と神楽坂」（招待講演）、伊藤裕久，第4回水環境シンポジウム，水環境都市東京シンポジウム実行委員会，東京（理科大）、2015年

・「江戸における大名屋敷の地形条件と近代移行期の土地利用の変遷に関する研究」臼井智哉、修士研究

・「牛込御門の復元設計と周辺環境の再構築計画」、牛込御門＋周辺整備構想、第一部門設計及び演習、伊藤スタジオ、高林萌・松原悠希・守屋貢志郎・山崎美樹・山本祥史・劉ケンキョウ・林リン

都市建築デザイン研究

■ **郷田研**

・「都市の空白」、津久戸小学校＋大久保通り更新整備構想、第一部門設計及び演習 郷田スタジオ、上月匠、富田夏乃子、永原悠里、西山大貴、野島歩月、蓮田雅実、松崎大和

■ **宇野研**

・「災害復興における公共建築とアーバンレジリアンス－陸前高田市立高田東中学校（広田・小友・米崎統合中学校）建設プロセスを通して」、宇野求、日野雅司、栃澤麻利、安原幹、川井操、民間都市再生機構

・「架ける：履歴・構造・文化」、聖橋＋湯島聖堂＋神田神社および周辺整備構想、第一部門設計及び演習 宇野スタジオ、伊藤まゆみ・猪熊智紀・ウチョウ・遠藤ななみ・小野あずさ・笠原優一・金森勇樹

■ **安原研**

・「西麻布の集合住宅(建築作品)」安原幹、日野雅司、栃澤麻利、日本建築学会作品選集2016

・「災害復興における公共建築とアーバンレジリアンス－陸前高田市立高田東中学校（広田・小友・米崎統合中学校）建設プロセスを通して」、宇野求、日野雅司、栃澤麻利、安原幹、川井操、民間都市再生機構

表 1　2015 年度 各研究室の主な研究タイトル一覧

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）、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株式会社メディカル･データベースの医薬品マスター、薬効マスターの活用と統合を行った。



アカデミック・ディテイリング・データベース部門

3. 各研究グループの活動報告

本年度は昨年度作成した各分野のマスターテーブルを活用するインターフェイス設計を検討した。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検討を行った。

3. 1. 物理グループについて（花輪）

インタビューフォームや添付文書を基に製剤学的特徴をサブテーブルにまとめた。今後の展開として、徐放錠等の製剤学的特徴のマスターを作成しまとめた。

3. 2. 化学グループについて（望月・根岸）

今年度は構想を練るにとどまり、明確な研究業績には至らなかった。化学構造の索引名については IUPAC 構造名と一般名を基準として考えてきたが、薬剤師が現場で探すためには一目で付けられる簡易な構造名称を考える必要がある。

3. 3. 生物グループについて（高澤）

昨年度に引き続き、乳がん治療薬に関する遺伝子多型の薬物効果への影響についての報告を調べたが、現在までに一定の結論に達しているものはなかった。乳がん治療薬について遺伝子多型に関するデータベースを作成するためには、今後の臨床研究データの蓄積が待たれる。なお、腫瘍用薬に関しては、イリノテカンとレトロゾールの 2 種について、添付文書に遺伝子多型の影響が明確に記載されている。来年度以降は、腫瘍用薬全般に範囲を広げ、遺伝子多型に関する情報収集を進めていく予定である。

3. 4. 薬理グループについて（青山）

マスター一覧を作成し、薬理作用の図式化を行った。ホルモン療法、化学療法、分子標的療法の 3 つに分類した。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。

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。我々は既に、CYP 酵素で代謝されて初めて薬効を示すタモキシフェンに注目して、CYP 酵素の基質、阻害や誘導の視点から、相互作用の問題点を示すデータベースの構築を行ってきた。今回はさらに対象薬剤を拡げ、相互作用の問題点表示だけでなく、薬剤師の介入のヒントを示すことを目的としてシステム開発を行った。

3. 6. 病態・薬物治療グループについて（吉澤）

乳がん分野のガイドラインをデータベース化し、病態から適切な薬物療法を提案できるシステム開発を行った。

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）

ガイドラインに引用されている臨床論文を検索できるシステム開発を行った。臨床論文を PDF 化し原文までたどれるようなデータベースとしていく予定である。

3. 9. インターフェイスグループについて（後藤）

構築された医薬品情報データベースを現場の薬剤師や学生が活用する際のインターフェイス設計や支援システム開発を目的とする。設計の第一段階として、言語処理技術を用いた医薬品添付文書の分類に取り組んだ。これについて学会発表を行い、ディスカッションした。

3. 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

生物学的、化学的、物理学的、薬理学的、薬剤学的、薬物治療、EBM（ガイドラインや臨床試験評価）の 8 分野に渡る薬剤情報を集約し、医薬品データベースを構築してきた。しかし、基礎薬学を処方提案に活かす部分はまだ不十分な状況にあり、各データベースを統合し、いかにわかりやすい形で情報を抽出し、処方提案に活用できるシステムにするかが今後の重要な検討項目になる。そして、そのシステムを活用して、実際に診療所や病院の医師に対して、アカデミック・ディテーリングを試行する。

5. むすび

オーストラリアでは 1980 年代にアカデミック・ディテーリングが初めて行われ、現在は医師免許更新の際にアカデミック・ディテーリングを受けることが必須となっている。日本は未だ医師の処方は製薬会社の情報によりしょほうけっていされて依存している現状にある。本部門の日本初アカデミック・ディテーリングが成果を出せるかどうかは、今後の薬剤師の職能に影響を与えるだけでなく、日本の薬物治療の在り方や医療経済に大きく影響すると考える。

参考文献（平成 27 年度分）

学術論文

1．Retrospective Investigation of Combination Therapy with Clarithromaycin and Levofloxacin for Pulmonary Mycobacterium Avium Complex Disease, Hitoshi Shimomura, Airi Ono, Keiko Imamura, Toru Mjima, Hidenori Masuyama, Tsugumichi Sato, Takao Aoyama, Journal of Pharmaceutical Health Care and Sciences, 1 巻 24, 2015（査読有）

2．Serum Concentrations of Clarithromycin and Rifampicin in Pulmonary Mycobacterium Avium Complex Disease: Long-term Changes due to Drug Interactions and thier Association with Clinical Outcpmes, Hitoshi Shimomura, Sena Andachi, Takahiro Aono, Akira Kigure, Yosuke Yamamoto, Atsushi, Miyajima, Takashi Hirota, Keiko Imamura, Toru Majima, Hidenori Masuyama, Koichiro Tatsumi, Takao Aoyama, Journal of Pharmaceutical Health Care and Sciences, 1 巻 32, 2015（査読有）

3．Influence of Food on Rifanpicin Pharmacokinetics in Rats, Hitoshi Shimomura, Rina Nogami, Ayako Shigeno, Syuji Shimada, Takao Aoyama, Bio.Pharm.Bull. 39 巻 pp1-5, 2016（査読有）

4．Interaction between Bisphosphonates and Mineral Water: Study of Oral Risedronate Absorption in Rats, Akihisa Itoh, Yuuki Akagi, Hitoshi Shimomura, Takao Aoyama, Bio. Pharm. Bull. 39 巻, pp.323-328, 2016（査読有）

5．中村修也，小茂田昌代，藤森進，赤倉貴子：講義形式の違いが学生満足度に及ぼす影響とその要因に関する調査・分析，電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report : 信学技報，東京，電子情報通信学会雑誌，7-12，115(223)

6．Antioxidant activity of ascorbic acid analogs containing a nitrogen atom in the ring, S. Nomura, K. Inami, M. Mochizuki, Accepted, Heterocycles, 2016（査読有）

7．Radical scavenging activity of ascorbic acid analogs containing a carbonyl conjugated ene-diol structure, S. Nomura, K. Inami, M. Mochizuki, Heterocycles, 92 (1), pp 86-101, 2015.（査読有）

8．Takasawa R., Shimada N., Uchiro H., Takahashi S., Yoshimori A., Tanuma S. TLSC702, a novel inhibitor of human glyoxalase I, induces apoptosis in tumor cells, Biol. Pharm. Bull. in press (2016).

9．Adherence to changing from brand-name to generic atorvastatin in newly treated patients: a retrospective cohort study using health insurance claims, Yasunari Mano, Shota Fukushima, Hisayuki Kuroda, Hiroyuki Ohshima, Yoshinori Kato, Kaori 13.Ohuchi, Kayoko Maezawa, Yasuyuki Momose, Shunya Ikeda and Mariko Asahi, Journal of Pharmaceutical Health Care and Sciences 2015, 1:12 (1 April 2015)

10. 緩和医療教育における薬学生の認識度および習熟度の変化とその評価，真野泰成，人見理沙，田村怜美，加藤芳徳，大内かおり，廣澤伊織，田島正教，松本 准，前澤佳代子，山田治美，百瀬泰行，旭満里子，医薬品情報学，17(2)，100-105 (2015).

11. 薬局薬剤師の疑義照会による医療費削減効果および医薬分業率との関連性 －全国薬局疑義照会調査－，鹿村恵明，真野泰成，小茂田昌代，根岸健一，佐藤嗣道，宮崎智

12. Makinoshima, H, Takita, M, Esumi H, et al. Signaling through the Phosphatidylinositol 3-Kinase (PI3K)/Mammalian Target of Rapamycin (mTOR) Axis Is Responsible for Aerobic Glycolysis mediated by Glucose Transporter in Epidermal Growth Factor Receptor (EGFR)-mutated Lung Adenocarcinoma. J Biol Chem 290, 17495-17504, 2015.

13. Okada T., Minehira D., Esumi H., et al Synthesis of new tricyclic thiolactams as potent antitumor agent for pancreatic cancer. Bioorganic Med Chem Lett. (in press)

14. Higashi, T., Aiba, N., Tanaka, T., Yoshizawa, K., and Ogawa, S., Methods for differential and quantitative analyses of brain neurosteroid levels by LC/MS/MS with ESI-enhancing and isotope-coded derivatization. J Pharm Biomed Anal. 117, 155-162 (2016).

15. Kawano Y.,Sasatsu M., Mizutani A., Hirose K.,Hanawa T.,Onishi H.,Preparation and Evaluation of Stomatitis Film Using Xyloglucan Containing Loperamide CHEMICAL & PHARMACEUTICAL BULLETIN, 64(6), 1-6(2016).
16. 佐古有紀，桐林東一郎，河野弥生，花輪剛久，宮川信明，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調査，医療薬学，41(10)，750-756(2015).
17. Masashi Negata, Mayumi Nakajima, Yasuyoshi Ishiwata, Yutaka Takahashi, Hiromitsu Takahashi, Kenichi Negishi, and Masato Yasuhara. Mechanism Underlying Induction of Hyperglycemia in Rats by Single Administration of Olanzapine. Biological and Pharmaceutical Bulletin.39(5), 754-761(2016).
18. Nicole Pratt, Esther W. Chan, Nam-Kyong Choi, Michio Kimura, Tomomi Kimura, Kiyoshi Kubota, Edward Chia-Cheng Lai, Kenneth K. C. Man, Nobuhiro Ooba, Byung-Joo Park, Tsugumichi Sato, Ju-Young Shin, Ian C. K. Wong, Yea-Huei Kao Yang, Elizabeth E. Roughead. Pharmacoepidemiol. Drug Saf. 24, 858-864 (2015).

著書

１．吉澤一巳（分担執筆），成田年（監修），疾患薬理学，ネオメディカル，第19章病原微生物（感染症）と薬，pp.681-711（2016）.
２．真野泰成（分担執筆），山崎幹夫（監修），医薬品情報学（第4版），東京大学出版会，第10章 EBMの実践と医薬品情報，p151-165（2016）.
３．佐藤嗣道（分担執筆），山崎幹夫（監修），医薬品情報学（第4版），東京大学出版会，第9章臨床研究デザインと解析，p125-139（2016）.

招待講演

１．吉澤一巳，基礎研究と臨床をつなぐ医薬連携を考える，日本医科大学・東京理科大学第2回合同シンポジウム，東京，12月12日（2015）.
２．真野泰成，薬剤師によるリバーストランスレーショナルリサーチ，第23回 臨床薬剤師のための講習会，金沢，7月19日（2015）.
３．佐藤嗣道，コホート研究の実施可能性と留意点，医療薬学フォーラム2015・第23回クリニカルファーマシーシンポジウム，名古屋，7月4日（2015）.

研究課題（研究者別）

小茂田　昌代

「診療ガイドライン活用システムの開発」

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

「添付文書を活用した適正使用プロトコール作成システムの開発」

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

「処方提案に活かす臨床試験データベースの開発」

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

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フォネート薬、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ィーリングデータベースのスキーマについて、今後必要とされる GUI への連携および CYP 情報や KEGG データベース等の分子生物学的データの統合利用に向けて、改良に着手した。データ量と項目数の増加に伴う、スキーマ変更が柔軟に行えるようなテーブル設計について考察している。

江角　浩安

「アルクチゲニンを用いたがん組織特異的治療法の開発研究」

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

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おり、それにより体重や骨格筋量が減少することで治療の継続が困難になることが問題となっている。本研究では、シスプラチン投与により摂餌量が減少した動物モデルに対して、エイコサペンタエン酸や分枝鎖アミノ酸を投与することで体重および骨格筋量の減少を予防できる可能性が示唆された。

高澤　涼子

「human Glyoxalase Ⅰ の SNP による活性の差異に関する研究」

がん特異的にはたらく代謝酵素 Glyoxalase Ⅰ (GLO Ⅰ)には SNP (332A/C)が存在し、その比率は人種間で異なる。本研究では、両 GLO Ⅰリコンビナントタンパク質 (111Ala, 111Glu) を作製し、酵素活性について検討した。その結果、両リコンビナント GLO Ⅰでは比活性に有意差がなかったことから、この SNP は、GLO Ⅰの酵素活性に影響を与えないことが示唆された。現在、各種阻害剤への感受性の違いについて検討を進めている。

「乳がん治療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」

乳がん治療薬に関する遺伝子多型の薬物効果への影響についての項目立てを行った。それに基づいて、添付文書および論文等の報告を調べたが、乳がん治療薬と遺伝子多型に関しては、現在までに一定の結論に達しているものはなかった。今後も引き続き、データベースに載せられるレベルにまで確定したデータについて調査を進めていく。

佐藤　嗣道

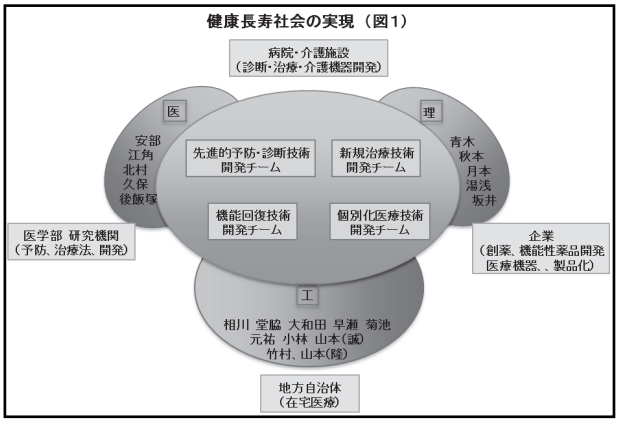
「患者向医薬品ガイド改善の試みと評価」

患者向医薬品ガイドの改善を目的に、シタグリプチンリン酸塩水和物、アレンドロン酸ナトリウム錠、フェンタニル経皮吸収型製剤について患者向医薬品ガイドの改訂案を作成した。重大な副作用については、副作用名と症状を記載し発現部位を図示した。また、重大な副作用とその他の副作用を、発生頻度別・部位別の表にまとめた。そして、一般市民を対象に、既存の患者向医薬品ガイドとその改訂案に対する意見を比較する調査を行った。

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。

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。

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おり、また、3D プリンターを用いた中空透明な能動脈瘤モデルの製造プロセスの開発・評価、3 次元血流測定装置の自動化も行っており、共同研究は順調に進んでいる。

また、血液中に含まれるがん細胞を捕らえる試みでは、1 ml 分の全血処理を恒常的に出来るようになり、国立がん研究センターでの臨床実験に向けた準備が進められている。さらに、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始め、良好な結果が得られてきた。

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歩行訓練への応用の可能性を示した。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、治療効果を向上させる放射線増感剤の開発と、副作用を抑える放射線防護剤の開発を、両面から同時に行っている。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。一方、放射線治療の副作用である造血器官、消化管細胞、生殖細胞の細胞死を抑制する放射線防護剤として、8-quinolinol 誘導体を見出した。例えば、8 Glay の X 線を照射したマウスはほぼ全部死亡したが、本研究で合成された化合物を投与されたマウスは、X 線照射後 3 週間経過しても、全ての固体が生存することがわかった。

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。光分解性リンカーを介して抗体(抗 CD44 抗体)で修飾した磁気ビーズを用いて、LLC 細胞を選択的に捕捉し、光照射後に細胞を回収、再培養することに成功した。本法では、CTC で特異的もしくは過剰に発現している分子の同定も非常に重要である。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複数同定した。

また、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を、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などを用いて検討し、葉酸修飾リポソームががん細胞への取り込みを向上させることを見出した。また、ポルフィリンの構成要素であり、かつ抗がん剤の基本骨格にも数多くみられるピロール骨格の、簡便かつ効率的合成反応を開発した。

マスト細胞のがん化の原因である、レセプター型チロシンリン酸化酵素、C-Kit の突然変異によるがん化メカニズムの研究において、これまで知られていなかった新しい知見が得られた。

種々の診断を可能としうる感温性コア-コロナ型ナノ粒子を調製し、その物性評価を行った。本材料は、感温性コロナの末端に官能基を導入可能であり、この官能基を用いることで種々ターゲット分子の固定と標的細胞の識別が可能になると考えられる。

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 B 細胞移入療法の開発を進めている。その他、個別健康維持を目的として、エアコンによる室内環境の影響について検討した。

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。

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、重点課題と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きたい。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1．Ex vivo engineered immune organoids for controlled germinal center reactions. Purwada, A., Jaiswal, M.K., Ahn, H., Nojima, T., Kitamura, D., Gaharwar, A.K., Cerchietti, L. and Singh, A. *Biomaterials* 63 pp24-34, 2015.（査読有）

2．TCF-1 and LEF-1 are new players that help launch the T_{FH} program. Kubo, M., *Nature Immunology*, 16(9):900-1, 2015（査読有）

3．Enrichment of circulating tumor cells in tumor-bearing mouse blood by a deterministic lateral displacement microfluidic device. Okano, H., Konishi, T., Suzuki, T., Suzuki, T., Ariyasu, S., Aoki, S., Abe, R., Hayase, M., Biomedical Microdevices, 17.3 (2015). 1-11

4．Requirement of Interleukin-7 signaling for anti-tumor immune response under lymphopenic conditions in a murine lung carcinoma model. Suzuki T., Kishimoto H., and Abe, R., *Cancer Immunology, Immunotherapy* 65(3), 341-345, 2016

5．Development of Stewart Platform Type Ankle-Foot Device for Trip Prevention Support, Nomura N., Yonezawa T., Ogitsu T., Mizoguchi, H., Takemura, H., *Proceedings of The 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp.4808-4811, 2015.（査読有）

6．Loss of Homeodomain Transcription Factor Prep1 Perturbs Adult Hematopoiesis in The Bone Marrow. Yoshioka, K., Kawai, Y., Oda, A., Notsu, C. Mabuchi, Y., Suzuki, S., Matsuzaki, Y., and Goitsuka, R. *PLOS ONE*, 10, e0136107, 2015 （査読有）

7．“自動泡洗浄付き介護用トイレシステムの開発とその評価”所 晃史，小林 宏，日本機械学会論文集

8．Signaling through the phosphatidylinositol 3-kinase (PI3K)/mammalian target of signaling through target of rapamycin (mTOR) axis is responsible for aerobic glycolysis mediated by glucose transporter in epidermal growth factor receptor (EGFR)-mutated lung adenocarcinoma. Makinoshima, H., Abe, R., Esumi, H., J. Biol. Chem. 290, 17495-17504, 2015（査読有）

9．CRTAM determines the CD4+ cytotoxic T lymphocyte lineage. Takeuchi, A., Badr, M.E.S., Miyauchi, K., Ishihara, C. Onishi, R., Guo, Z., Sasaki, Y., Ike, H., Takumi, A., Tsuji, N., Murakami, Y., Katakai,T., Kubo, M., and Saito, T., , ***J. Exp. Med.*** 213:123-138, 2016（査読有）

10．TCF-1 and LEF-1 are new players that help launch the T_{FH} program, Kubo, M. ***Nature Immunology***, 16(9):900-1, 2015（査読有）

11．コンジョイント分析手法による住居環境における環境健康影響低減策の検討，塩川健太，堂脇清志，小井土賢二；第 11 回日本 LCA 学会研究発表会 講演要旨集，116-117，2016（査読無）

12．Extracting Lifestyle Rules for Reduction of Body Fat Mass Using ILP., Sho Ushikubo, Katsutoshi Kanamori and Hayato Ohwada, *IJMLC*, 2016（In press）

13．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）

14．Design and Synthesis of Amphiphilic and Luminescent Tris-Cyclometalated Iridium(III) Complexes Containing Cationic Peptides as Inducers and Detectors of Cell Death via a Calcium-Dependent Pathway, Hisamatsu, Y., Shibuya, A., Suzuki, N., Suzuki, T., Abe, R., Aoki, S., *Bioconjugate Chem.,* **26**, 857-879, 2015（査読有）

15．Docking Score Calculation Using Machine Learning with an Enhanced Inhibitor, Database Ito, T., Okada, M., Ohwada, H., Aoki, S., *J. Medical Imag. Health Inform.* **5**, 1-4, 2015（査読有）

16．Reductive Amination/Cyclization of Keto Acids Using a Hydrosilane for Selective Production of Lactams versus Cyclic Amines by Switching of the Indium Catalyst, Ogiwara, Y., Uchiyama, T., Sakai, N., *Angew. Chem. Int. Ed.,* **55**, 1864-1867, 2016.（査読有）

17．Radiosensitizing effect of TRPV1 channel inhibitors in cancer cells, Keisuke Nishino, Tanamachi, K., Nakanishi, Y., Ide, S., Kojima, S., Tanuma, S., Tsukimoto, M., *Biol. Pharm. Bull.* inpress, 2016（査読有）

18. Purinergic signaling is a novel mechanism of the cellular response to ionizing radiation. Mitsutoshi Tsukimoto, *Biol. Pharm. Bull.* 38, 1-9, 2015) (査読有) (Front cover 掲載)
19. Regulation of epithelial cell polarity by PAR-3 depends on Girdin transcription and Girdin-Gαi3 signaling Sasaki, K., Kakuwa, T., Akimoto, K., Koga, H., Ohno, S. *J. Cell Sci.*, 128, 2244-2258, 2015 (査読有)
20. A drug formulation using an alginate hydrogel matrix for efficient oral delivery of the manganese porphyrin-based superoxide dismutase mimic, T. Aikawa, S. Ito, M. Shinohara, M. Kaneko, T. Kondo, M. Yuasa, *Biomater. Sci.* **3**, 861-869, 2015 (査読有)

著書

1．久保允人, 好塩基球による免疫応答制御, 感染・炎症・免疫 vol.45-2 63-67, 2015
2．久保允人, 免疫グロブリンの産生制御機構, 研修ノートシリーズ「膠原病・リウマチ・アレルギー研修ノート」2016
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)

招待講演

1．久保允人, 2015 Fall Conference of The Korean Association of the Immunologists, Innate and acquired immunity in influenza virus infection. Nov. 12-13, 2015, Sejong University Convention Center, Soul, Korea
2．久保允人, The 44th *Annual Meeting* of the *Japanese Society* for *Immunology* (JSI), Humoral Immunity against Influenza virus infection, Nov.18-20, 2015, Sapporo
3．江角浩安, 2016 INTERNATIONAL BIOMEDECAL INTERFACE SYMPOSIUM, March 4-5, 2016, Taipei Medical University, Taipei
4．小林宏, 人間の動作をサポートするロボット技術, 第61回日本リハビリテーション医学会関東地方会教育講演@TKP 大手町ビジネスセンター, 2015年9月12日
5．Shin Aoki, Design and Synthesis of Luminescent Cyclometalated Iridium(III) Complexes for Material and Biomedical Science, 2015 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACICHEM2015), Honolulu, USA, 2015年12月15-20日
6．Shin Aoki, Drug Development for Radiation Therapy of Cancer, 2016 International Biomedical Interface Symposium (IBMI2016), 3/4-3/5, 2016, Taipei, Taiwan, 2016年3月4～5日
7．Mitsutoshi Tsukimoto, The role of purinergic signaling in cellular response to ionizing irradiation, 4th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences 2016 (iPoPS2016), 2016年2月27-28日

特許

1．北村大介, 野嶋卓也, 「抗原特異的B細胞集団の製造方法」 出願 10826677.6, 登録 2495312 (欧州), 2015
2．小林宏, 村松 慶紀, 森下 光,「前傾姿勢サポート装置」, 特願2015-098142, 2015

広報

1．安部良, 免疫力の話 TBSテレビ「健康カプセル！元気の時間」出演 2016.2.24
2．久保允人,「免疫補助細胞 慢性感染で攻撃的に」日刊工業新聞 2015.12.23
3．湯浅 真,「飲む抗癌剤(抗癌剤を封入したカプセルをゲルに埋め込んだ DDS)」日経産業新聞 2015.9.17

受賞

1．小林宏, 2014年度 日本機械学会賞(論文), 日本機械学会, 2015
2．久保允人, 東京理科大学2014年優秀論文特別賞, 2015

研究課題（研究者別）

山本　誠

「CFD による脳血管系疾病の診断・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 26 年度は、脳動脈瘤の成長・破裂に関する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、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、頸動脈狭窄症と脳梗塞の因果関係、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、酵素を血液に分散させることによりマイクロ流路でのつまりを抑制できることが分かり、今年度は並列化により高速化を進め、全血 1 ml 分を恒常的に処理できるようになった。これにより、後段の遺伝子検査や FACS 解析が容易に行えるようになり、臨床実験へ向けた準備を進めた。また、単独の CTC よりもクラスター状で血中に存在するがん細胞の悪性度が高いとの報告を受けて、これらの選別を検討し始めた。当初、細胞クラスターが変形するため、選別できなかったが、マイクロ流路構造を変更することにより、選別できる可能性が得られた。

相川　直幸

「ノイズに対してロバストな高精度微分器の設計に関する研究」

実環境で仕様する時間や空間の信号変化量を抽出するための検出器は、環境ノイズを削除することが必要不可欠で有り、それを取り除くための設計条件を明らかにする。特に、画像のクラスタリングや認識に必要なエッジ抽出に空間信号の変化量が必要で有り、その精度向上のための設計条件を明らかにする。さらに、その条件を満足する高精度微分器の設計法を確立し、実環境への適用を試みる。

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。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。

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」

骨格筋細胞の代謝制御に関わる転写因子を骨格筋特異的に欠損するマウスを作製し、加齢性筋萎縮モデルとしての応用可能性について、筋量を制御する液性因子ミオスタチンの血清濃度ならびに体重を経時的に評価した。その結果、20 週齢時（高齢）にはミオスタチン濃度の上昇、体重低下傾向が認められ、加齢に伴う筋量低下が加速されている可能性が示唆された。今後、トレッドミルを用いた運動負荷時における筋力測定を行う予定である。

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

「創薬を指向したラクタム骨格の高選択的合成法の開発」

環状アミド化合物であるラクタム骨格は、抗がん剤を始めとする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、代表的なケト酸であるレブリン酸と芳香族アミンを組み合わせ、酢酸インジウムとフェニルシランで加熱処理すると一段階でγ-ラクタム骨格が高収率で合成できる手法を新たに開発した。また、還元剤であるフェニルシランの当量数を増やすと同じ反応系でラクタム骨格をピロリジン骨格へスイッチ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いる。これまでに我々はプリン受容体阻害薬が放射線による癌細胞障害作用を増強する Radiosensitizer となる可能性を見出しているが、さらに今年度は、痛み受容体の TRPV1 チャネルが放射線障害からの回復に関与しており、がん性疼痛の鎮痛薬候補である TRPV1 チャネル阻害薬が放射線増感効果も有することを見出した。

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」

ターゲット細胞を認識するタンパク質や糖などを固定したナノ粒子の調製は、迅速診断に重要となっている。我々は、両末端官能性感温性高分子を有する新奇ナノ粒子の設計に成功した。この粒子コロナの末端にグルコースと結合するフェニルボロン酸を固定し、糖濃度に応答してナノ粒子の分散凝集変化を起こすことを見いだした。

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、複数の細胞間接着関連分子を同定した。現在、*in vitro* の CTC クラスターモデル系を用いてこれら分子のクラスター形成における役割を解析している。

安部　良

「消化管間質腫瘍細胞(GIST)のがん化メカニズムの解明」

消化管間質腫瘍細胞(GIST)では、レセプター型チロシンリン酸化酵素である C-Kit や PDGFRα の突然変異が見られ、これらのレセプターを介した恒常的な増殖シグナルが腫瘍化の原因であると考えられてきた。我々は、GIST 患者の腫瘍切片の解析によりこれらのレセプターが細胞表面ではなく Golgi complex で活性化されていることを見いだした。さらに GIST の培養細胞を用いて、Golgi への輸送を阻害する物質により増殖が抑制されることが分かった。現在、GIST の治療においては原発巣の除去後の再発症例に対してはチロシンキナーゼ阻害剤であるイマチニブによる治療が行われるが、長期使用により薬剤耐性が多くの症例で見られ問題となっている。我々の結果は、薬剤耐性の問題を解決する新たな治療戦略の可能性を示すものである。

江角　浩安

「オミックス情報を利用した個別化医療」

1) 現在のがん分子標的薬は、主に遺伝子構造変化に基づくものであるが、これを代謝の面から捉え直すことにより分子標的薬の真の標的をとらえることが出来る。EGFR の遺伝子変化を伴った肺腺がんは EGFR キナーゼ阻害剤に感受性を持つがこのメカニズムを代謝の点から明らかにした。
2) 次世代シークエンサーを用い肺腺がんの網羅的トランスクリプトーム、エピゲノム解析を行った。
3) 肺小細胞がんのゲノム解析により PI3K/mTOR が治療標的となることを明らかにした。
4) 膵がん、胃がんでの解糖系を制御する PFKFB の発現制御を解析した。

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」

患者 B 細胞を独自の方法で培養し、その中から任意のがん抗原に結合する B 細胞を選択・増幅した後、患者に戻すことにより、持続的にがん特異抗体が産生されると期待される。この抗体医薬に代わる免疫細胞療法の開発を目指す。今年度は、制御可能な AID 発現ベクターを培養 B 細胞に導入し、任意に抗体遺伝子に変異を導入して抗体を多様化させることが可能となった。この中からがん抗原に高親和性の B 細胞を選択する方法を確立する。

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する。

堂脇　清志

「コンジョイント分析手法による住居環境における環境健康影響低減策の検討」

平成 27 年度おいては、高齢者における夏場のエアコンに対する健康影響について検討を行った。本研究では、各健康被害リスク算定、環境影響評価及び対策費用算定を行い、また、対象疾患を SHS 及び熱中症として家庭に電力計測器を設置し、空調費用から算出した。この結果をもとに、省エネ行動を行う居住者が支払う可能性がある医療費を健康リスクの金額として評価し、医療費による健康被害リスクは約 4.3 万円となる結果を得た。

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. 研究部門の構成と施設設備

本研究部門は、平成 27 年度は、本学の専任教員 19 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、理工学部数学 4 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

加藤らが開発した波束変換を用いたシュレディンガー方程式の解の表現公式(参考文献(1))を物性物理学に応用することを模索している。今年度は、グループ内メンバーの個別の研究を紹介し、今後の研究の方向を模索した。波束変換を用いたシュレディンガー方程式の解の表現公式に関して、数値解析への応用についての基礎的な研究を行った。

また、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を行うことで、強電界とフェムト秒レーザー下のシリコンクラスターで生じる原子蒸発ダイナミクスと、同様な外場下の二層ベンゼンで生じた光誘起剥離現象を捉えた。さらに、二層ナノグラフェンへの電子波束散乱シミュレーションを行うことで、二次電子放出の証拠を第一原理的に示した。

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。本年度は本学の数学系以外の先生をお招きしてセミナーを開催したり、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、工学への応用ついては、薄板部材の溶接部分の精度評価に関する理論的手法を構築した（研究業績 9.参照)。さらに、その有効性を確かめるべく、数値計算や実験についての検討を行った。今後はそれらを実施していく予定である。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貢献の可能性が考えられることがわかった。よって、今後は研究グループの拡充も検討していきながら地震学関連分野への応用も視野に入れていく予定である。

3. 3. 数理生物モデルグループについて

生物個体数の増減を調べるためのロジスティック方程式、被食者・捕食者型ロトカ・ヴォルテラモデル、感染症流行モデルの解の漸近挙動の解析を行った。また、癌浸潤現象等を記述する走化性モデルの解の挙動について研究した。

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

昨年秋に参加した研究集会、「International Conference on p-adic mathematical physics and its applications」において、金子研究員がビッグデータ解析の専門家と会い、相互の議論をもとに意見を交わした。その中で、固有関数に基づいた、末端境界値として取得されたデータの活用について前向きな討論があり、金子研究室修士課程一年生の大学院生とともに、考察に取り組んだ。研究集会参加が一つの起点となった昨年度の活動状況であった。

4. 研究活動の展望

平成 28 年度以降、まずは、各グループの研究を推進することが第一である。各研究グループを核にして部門としての研究活動を推進していきたい。また、同時並行的に、数学相談窓口を積極的に学内へ広報し、本学の研究活動のバックアップに貢献したいと考えている。

5. むすび

本研究部門は、平成 27 年度 4 月に発足して 2 年目であるため、まだ、部門内の連携がうまく働いていない部分がある。平成 28 年度以降に部門内の連携をより強化し、各研究グループの研究を協力に押し進めて行きたい。また、数学および数理科学は、様々な研究場面で使われるようになってきている。本学の数理科学のまとめ役となれるように、他部門との連携を図っていきたい。

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 27 年度分）

学術論文

１．Wave front set defined by wave packet transform and its application. Nonlinear dynamics in partial differential equations, Keiichi Kato, Masaharu Kobayashi, Shingo Ito, Adv. Stud. Pure. Math., 64, pp 417-425, 2015（査読有）

２．Strong instability of standing waves for nonlinear Schrödinger equations with double power nonlinearity, Masahito Ohta, Takahiro Yamaguchi, SUT Journal of Mathematics, 51 巻 pp 49-58, 2015（査読有）

３．An asymptotic analysis for an integrable variant of the Lotka-Volterra prey-predator model via a determinant expansion technique, Masato Shinjo, Masashi Iwasaki, Akiko Fukuda, Emiko Ishiwata, Yusaku Yamamoto, Yoshimasa Nakamura, Cogent Mathematics, vol.2 pp 1046538, 2015（査読有）

４．Energetics and dynamics of laser-assisted field evaporation: Time-dependent density functional theory simulations, E. P. Silaeva, K. Uchida, Y. Suzuki, K. Watanabe, Phys. Rev. B 92, 155401-1～7 (2015).(査読有)

５．Electrostatic-field enhanced photoexfoliation of bilayer benzene: a first-principles study, K. Uchida, E. P. Silaeva, K. Watanabe, Appl. Phys. Express (in press).(査読有)

６．Spin-polarized annihilation lifetime of positron of d0 ferromagnetism in gallium nitride: A two-component density functional theory simulation, S. Hagiwara,Y. Suzuki, K. Watanabe, Appl. Phys. Express 9, 041001-1～4 (2016).(査読有)

７．Fano resonance through Higgs bound states in tunneling of Nambu-Goldstone modes, Takeru Nakayama, Ippei Danshita, Tetsuro Nikuni, Shunji Tsuchiya, Physical Review A, 9 巻 43610, 2015（査読有）

８．Stabilization in a chemotaxis model for tumor invasion, Kentarou Fujie, Akio Ito, Michael Winkler, Tomomi Yokota, DISCRETE AND CONTINUOUS DYNAMICAL SYSTEMS, 36 巻, 1 号, pp 151-169, 2016（査読有）

９．Fictitious domain method for an equilibrium problem of the Timoshenko-type plate with a crack crossing the external boundary at zero angle, N. P. Lazarev, H. Itou, N. V. Neustroeva, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, Volume 33, Issue 1, pp 63-80, 2016（査読有）

10. The enclosure method for an inverse problem arising from a spot welding, Masaru Ikehata, Hiromichi Itou, Akira Sasamoto, Mathematical Methods in the Applied Sciences, 採録決定（査読有）

11. Nonlinear elasticity with limiting small strain for cracks subject to non-penetration, Hiromichi Itou, Victor A. Kovtunenko, Kumbakonam R. Rajagopal, Mathematics and Mechanics of Solids, 採録決定（査読有）

12. Global stability of a delayed multi-group SIRS epidemic model with nonlinear incidence rates and relapse of infection, Yoshiaki Muroya, Toshikazu Kuniya, Yoichi Enatsu, DISCRETE AND CONTINUOUS DYNAMICAL SYSTEMS SERIES B, 20 巻, 9 号, pp 3057-3091, 2015（査読有）

13. Degeneracy in finite time of 1D quasilinear wave equations, 杉山裕介, SIAM J. Math. Anal, 48 巻 pp 847-870, 2016（査読有）

14. Asymptotic behavior of solutions to the drift-diffusion equation with critical dissipation, 山本征法, 杉山裕介, Annales Henri Poincaré, 17 巻 pp 1331-1352, 2016（査読有）

著書

１．応用数理－基礎・モデリング・解法, 太田雅人, 鈴木 貴, 小林 孝行, 土屋 卓也, 培風館, 223 ページ, 2015

招待講演

１．Wave packet transform and singularities of solutions to Schrödinger equations, 加藤圭一, International conference on partial differential equations, Jinhua, China, 2015
２．Stability of standing waves for a system of nonlinear Schrödinger equations in a degenerate case, 太田雅人, RIMS 共同研究「非線型現象のモデルに潜む未踏査数理構造の探究 -基礎数理と応用の協働-」, 京都大学数理解析研究所, 2015
３．Stability of standing waves for a system of nonlinear Schrödinger equations with cubic nonlinearity, 太田雅人, The 10th International ISAAC Congress, University of Macau, China, 2015
４．Stability of standing waves for a system of nonlinear Schrödinger equations with cubic nonlinearity, 太田雅人, Workshop on ″Quasilinear and nonlocal nonlinear Schrödinger equations″, Wolfgang Pauli Institute Vienna, Austria, 2015
５．An Orlicz space on ends of tree and superposition of nodewise given Dirichlet forms with tier-linkage, Hiroshi Kaneko, International Conference on p-adic mathematical physics and its applications, Belgrade, Republic of Serbia, 2015
６．Boundedness of solutions to a quasilinear degenerate Keller-Segel system with subcritical sensitivity, Tomomi Yokota, The 8th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, China National Convention Center, Beijing, China, 2015
７．On reconstruction of a welding area by means of the enclosure method using a single measurement, Hiromichi Itou, Applied Inverse Problems(AIP2015), ヘルシンキ（フィンランド), 2015
８．On reconstruction of a spot welding area in an electric conductive body, Hiromichi Itou, 8th International Congress on Industrial and Applied Mathematics(ICIAM2015), 北京（中国), 2015
９．On singularities in 2D linearized elasticity, Hiromichi Itou, International Conference: Mathematical Analysis of Continuum Mechanics and Industrial Applications(CoMFoS15), 福岡, 2015
10. Cyclic structures on epidemic models and its stability in view of renewal equations and delay equations, Yoichi Enatsu, The 8th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, China National Convention Center, Beijing, China, 2015
11. Degeneracy in finite time of 1D quasilinear wave equations, 杉山裕介, Seminar on Nonlinear Hyperbolic PDE in Hakodate, 北海道, 2015
12. Large time behavior of solutions to 1D quasilinear wave equations, 杉山裕介, 保存則をもつ偏微分方程式に対する解の正則性・特異性の研究, 京都, 2015

受賞

１．関口真基, 石渡恵美子, 中田行彦, 超離散型ロジスティック方程式における時間遅れの影響, ポスターセッション優秀ポスター賞, MIMS 共同研究集会「可積分系が拓く現象数理モデル」, 2015 年 11 月 6 日.

研究課題（研究者別）

加藤　圭一

「波束変換を用いたシュレディンガー方程式の解の表現の応用に関する研究」

波束変換を用いたシュレディンガー方程式の解の表現を 2011 年頃に得た。これを物性物理学に応用することが課題である。現在のところ、基礎的な研究のみであるが、今年度は、我々の解の表現を用いた数値計算法およびその応用を行う予定である。

太田　雅人

「非線形分散波動方程式の孤立波解に関する研究」

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。また、シュレディンガー方程式と KdV 方程式の連立系の孤立波解の軌道安定性と不安定性についても研究を進める。

石渡　恵美子

「数理生物モデルに由来する差分方程式と数値計算」

1 対 1 の被食・捕食でなく、1 種が多種を捕食する関係を表した可積分な離散ハングリーロトカ・ボルテラ系（差分方程式）に対し、漸近挙動や固有値計算との関連について、共同で解明を進めている。一方、時間遅れをもつロジスティック方程式に対し、可積分系で用いられる、従属変数も離散化する超離散化を行った。解の挙動が可視化しやすくなり、連続型では捉えにくい時間遅れと解の周期性の関係を部分的に解明しつつある。

金子　宏

「木構造に基づく確率過程論の研究」

木構造のなかで、特に末端からなる空間がその理想協会として捉えられ、末端からなる空間に木構造から自然に定まる完全正規直交系が備わる場合について、関数空間を用いた確率過程論の展開、逆問題的な観点に沿った統計的アプローチなどを研究する。

渡辺　一之

「時間依存密度汎関数法の数値解と応用」

ナノスケール物質が光などの外場に晒されたときの電子、陽電子、原子核の非平衡ダイナミクスを、多成分時間依存密度汎関数（TDDFT）方程式を数値的に解くことによって明らかにする研究を進める。電子波束がナノ構造と散乱するときの二次電子放出機構、強電場とフェムト秒レーザーで駆動される原子蒸発と電子放射機構を解明するために、分子動力学（MD）法を組み合わせた TDDFT+MD 法によるシミュレーションを行も行う。今後は、TDDFT+MD 法の高速化のためのプログラム開発も併せて進める。

二国　徹郎

「冷却原子気体における新奇超流動状態に関する研究」

冷却原子気体における超流動体のダイナミクスを、Bose 超流動気体を記述する Gross-Pitaevskii 方程式やおよび Fermi 超流動気体を記述する Bogoliubov-de Gennes 方程式を数値的に解くことにより理論的に研究する。特に、秩序変数の位相欠陥（量子渦、ソリトン）や低エネルギー集団励起に着目し、非一様な超流動原子気体における新奇な超流動ダイナミクスを理論的に探索する。

横田　智巳

「走化性モデルに関する研究」

ある癌浸潤走化性モデルの解の漸近挙動(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)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、石田祥子助教と共に開発した、退化型ケラー・シーゲル方程式に対する最大正則性原理の適用法は本研究分野では独自の視点として認知されており、この研究により退化型モデルの解の有界性に対してほぼ最終的な解答を与えた。

伊藤　弘道

「囲い込み法を用いた溶接部の再構成についての研究」

溶接の精度評価はその構造物の強度や耐久性に直接影響を及ぼすため非常に重要である。そこで、池畠優（広島大学）氏や笹本明（産業技術総合研究所）氏との共同研究によって、電気インピーダンストモグラフィーによるスポット溶接部分の 1 組の観測データによる理論的再構成法を確立した。現在はその有用性を検証するために、数値実験を行っている。

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、基本再生産数が 1 より大きい条件の下で、平衡点の大域安定性条件に関する研究を進めている。免疫損失率が小さい場合と大きい場合に、LaSalle の不変性原理を用いて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ことで、感染平衡点が大域漸近安定であるための新たな十分条件を導出する構えである。

杉山　裕介

「非線形偏微分方程式の解の特異性と長時間挙動」

弾塑性体内を伝わる応力を記述する偏微分方程式の長時間挙動の分類を行っている。有界変動関数を初期値とする弱解の挙動の完全な分類を目標としている。半導デバイスモデルに由来する偏微分方程式の適切性（方程式の正当化）と長時間挙動の研究（新潟大学工学部 山本征法准教授との共同研究）を行っている。今後は、漸近安定性の研究を行う。

ウォーターフロンティアサイエンス研究部門

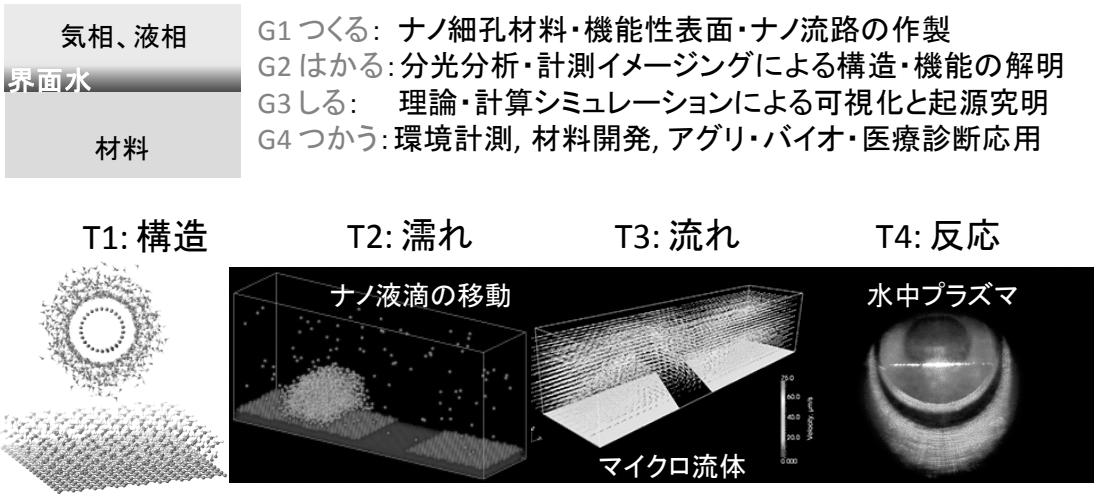
ウォーターフロンティアサイエンス研究部門について

1. 概要

本研究部門は、材料表面やナノ物質・生体物質の制限空間内に存在する界面水を対象に、その構造・機能の探究を通じて新たな水の学理を創成するとともに、ミクロな視点から水が材料表面物性、化学反応や生命現象、アグリ、気象等において果たす役割を統一的に理解し、水の高度利用を推進する研究拠点をつくることをめざしている。空間サイズに対応した水の独自計測技術を有する実験研究者と、水のシミュレーション技術を有する理論研究者が連携し、実験と理論を両輪とした研究を展開すること、および、身近な存在である水に着目し、これを最先端科学の対象とすることに特徴がある。また、水の学理の探求にとどまらず、界面水を利用した革新的なエネルギー貯蓄・低摩擦素材の開発（エネルギー）、再生水製造技術（環境・アグリ）、生体適合材料の開発（バイオ・医療）への寄与をめざす。

2. 部門の構成

物質・材料表面の「水」を「構造」「濡れ」「流れ」「反応」という 4 つ視点から捉え、それぞれをテーマ 1 からテーマ 4（T1～T4）として研究テーマに関するグループを構成する。それぞれのテーマは、材料合成（つくる）、計測（はかる）、理論計算（しる）、応用（つかう）の役割を担う研究者から構成される。全員がこれらの概念とスケールの階層を繋ぐように連携研究を実施することにより、ナノからマイクロスケールにおける物質・材料表面の「水」について、階層を超えて理解できる高次で統合された学理を得ることをめざす。



部門の研究体制：4 テーマ×4 グループ

3. 各研究テーマの活動報告

3. 1. T1 構造について

T1 では「親水/疎水・サイズ制御されたナノ細孔材料の水の構造・物性理解と機能制御」の研究を推進している。

水を内部に含むことのできるナノ細孔材料は、ガスの貯蔵・各種分子フィルター材料・分子ふるい・強誘電メモリなど、環境・エネルギー・医療・分析の分野で欠かせない。このときナノ細孔の直径が数 nm を切りはじめると、内部の水は全て材料壁面からの物理的・化学的影響を受けたものばかりになり、その構造・熱物性はバルク中と大きく異なってくることで、バルクでは実現できなかった安定な溶解や過冷却状態など、新しい機能を引き出し得る。

T1 チームでは、サイズ制御できる親水性の分子ゼオライト・疎水性のカーボンナノ材料を中心研究材料に据えて、これらの細孔内空間や材料表面における統計熱力学や溶液化学を深化させるとともに、物質輸送の観点からナノ流体力学を展開させる。

細孔内の水の構造や熱物性は、そのサイズと、内壁面の親水・疎水制御が大きく影響する。ここではその両方の条件を精密に制御できる親水性分子性ゼオライト（田所）と疎水性カーボンナノチューブ（本間）を 2 つの柱に細孔内内部水の微視的水素結合ネットワーク構造と熱物性、とくに相図の完成を目的として、研究活動を進めていきた。このとき、内部水の構造と物性起源の理解のために、X 線・中性子分光（田所)、振動分光（由井）とともに、分光スペクトルの予測と相互検証可能な分子動力学シミュレーションと理論解析（山本）を行い、細孔壁面界面層水の 1 層・1 層の構造と物性の相関的理解を深めてきた。さらにこれらの細孔材料の機能化を考えた場合、ガスやイオンなどの移動や貯蔵に、内部での水分子の運動性の理解が欠かせないので、これらの材料内部の水の NMR 測定（伊藤）と広帯域誘電緩和分光（松井)、さらにナノ流体力学の観点から分子動力学シミュレーション（大宮司）を新メンバーとして加えた。

3. 2. T2 濡れについて

T2 では、とくに濡れに直結する現象をさまざまな側面から高精度観察することにより、現象の理解とその応用の深化を目指す。たとえば、高密度除熱を実現するために相変化熱伝達、いわゆる沸騰現象の応用が期待されているが、蒸気泡の生成・成長・離脱に繰り返されるように、固液気 3 相境界線近傍流体の熱・物質輸送は除熱機構の鍵を握る素過程となる。ここで、固体基板上での 3 相境界線の移動に伴う熱流体現象の理解を進めるため、分析化学、非線形物理と界面熱流体の知見を融合して研究を行っていく。2015 年 3 月にはウイーン工科大学の研究グループとセミナーを実施し、国内外との共同研究の展開を進めている。

3. 3. T3 流れについて

T3 では、流れを含む系における界面近傍における水の反応の理解および制御、および、これらを駆使したバイオ・医療への応用をターゲットとした研究を実施している。

結晶成長や抗原抗体反応、吸着などの様々な現象は、固体近傍の水が重要な役割を果たすが、その固体近傍への流れによる物質輸送によって、成長や反応の進行を時空間的にコントロールすることが可能であり、高機能材料、あるいは高度センシング、診断デバイスの開発につながる。マイクロ流体デバイス内での流れ制御（元祐)、細胞膜表面のシアル酸分布のナノスケール検出(大塚)、人工骨材料ヒドロキシアパタイト結晶の合成（橋詰)、水表面における異常なポッケルス効果の測定（徳永)、界面流の高精度数値シミュレーション（塚原)、赤外自由電子レーザーを用いた分光計測（簗山）など、各メンバーの長所を生かしつつ、現在は、チーム内メンバー間の共同研究が始まった段階であり、今後、さらに深い共同研究体制を固め、進めていく予定である。また、今年度、バイオ・医療応用への促進をねらいとして、生体高分子に関するシミュレーション（安藤）および界面水に関する分子動力学（山口）を新メンバーとして加え、マルチスケールでの解析が可能な体制を確立した。

3. 4. T4 反応について

T4 では、材料合成と環境分析の観点から研究を進めた。材料合成グループでは、由井は任意の反応ガスを外部から導入できる水中プラズマ反応場を構築した。特に酸素を導入した際の水中の難分解性有機物の分解効率の向上や、ナノ粒子の分散安定性の向上を見出した。寺島は水を水素源とした大気中の窒素から硝酸イオンやアンモニウムイオンを合成するための水中プラズマ技術を開発した。この反応は常温・常圧下において、従来よりも高い反応効率で液体肥料を合成でき殺菌作用にも効果を示すことから、液体肥料をオンサイトで簡単に合成し植物育成に利用できることを実証した。白藤は空孔数の異なる多孔質誘電体を用いた水中プラズマにより粒径分布の異なる金ナノ粒子が得られることを明らかにした。河合は気水界面のポリマー粒子に紫外線を照射するだけで光の回折限界を超える空間分解能で中空化できることを見いだし、水面でのポリマー粒子の浮き具合を粒子サイズおよび粒子の濡れ性によって制御することで、空孔形成の位置が変えられることを見出した。環境分析グループでは、中井は ICP-AES/MS を用いて全国に存在する平成の名水に含まれる微量元素を分析し地域特性化を目指した。その結果、Li, V, Cu において地

質との対応が確認できた。産地特性化への応用として日本酒の起源分析を行い、これらの元素は製品と仕込み水との相関が高かった。三浦は富士山頂におけるエアロゾルの粒径分布、雲凝結核濃度、雲粒濃度の連続測定し自由対流圏における雲生成過程を調査し、日中・夜間を問わず新粒子生成が発生すること、かつ夜間の発生頻度のほうが高いことを明らかにした。

平成 27 年度の活動状況

- 8 月 24 日 WFS アドバイザリー委員会開催 アドバイザー：赤木和人（東北大学)・真庭 豊（首都大学東京)、植松光夫（東京大学）於：神楽坂ポルタ
- 11 月 4 日 新学術領域「ハイブリッド量子科学」勉強会「フォノン物性の基礎と応用」開催 於：神楽坂キャンパス 1 号館 17 階大会議室
- 11 月 13 日 日本表面科学会関東支部 第 2 回関東支部セミナー開催 於：森戸記念館
- 12 月 5 日 第 1 回ウォーターフロンティアサイエンスシンポジウム開催 於：森戸記念館
- 3 月 14 日 合同若手研究会開催（ナノカーボン研究部門、電気通信大学 ナノトライポロジー研究ステーションと共催）於：森戸記念館

4. 研究活動の展望

本研究部門は、ミクロな水の計測技術とシミュレーション技術の連携研究を発展させ、様々な空間サイズにおける水の構造・機能を解明することにより、水が果たす役割を統一的に理解し、水の高度利用を推進する研究拠点をつくることをめざして発足した。一方、ミクロからマクロまで広い空間サイズの水を対象とした場合、研究課題が多岐にわたるため、研究部門としてのシナジー効果を発揮しにくいという問題もあった。そこで、研究テーマの中核を材料表面やナノ物質・生体物質の制限空間内に存在する界面水に絞り、その学理を追及することにおいた。部門内のテーマ・グループもミクロな水を理解するための連携がし易い体制に組み替えた。現在、各テーマ内で様々な連携研究の展開を図っているところである。既に、「構造」については実質的な成果が得られている。平成 28 年度からは、学外のシミュレーション研究者を新たに部門メンバーとして迎え、分子から流体をつなぐシミュレーション研究を強化したので、シミュレーションを核としてテーマを跨いだ連携研究を推進していきたい。また、物理系、化学系、機械系から成る部門の構成を活かす連携研究課題として、水が関わるナノトライボロジーの問題に取り組んでいく。

5. むすび

平成 27 年 4 月に発足した本研究部門は、分子レベルのミクロな視点から水が材料表面物性、化学反応や生命現象等に果たす役割を解明することを目的に活動を開始した。平成 27 年後期からは、「構造」「濡れ」「流れ」「反応」という 4 つの観点から界面水の研究にフォーカスして連携研究を推進している。12 月には第 1 回ウォーターフロンティアサイエンスシンポジウムを開催し、「構造」「濡れ」「流れ」「反応」の観点に関して意識統一を図った。今後、物理系、化学系、機械系の研究者が連携している特徴を生かし、水の学際的融合研究を行う拠点として国際的に認知される組織となることを目指す。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文 査読有（各メンバー1 件のみ記載　その他 42 報）

１．Adsorption Effects on Radial Breathing Mode of Single-walled Carbon Nanotubes, S. Chiashi, K. Kono, D. Matsumoto, J. Shitaba, N. Homma, A. Beniya, T. Yamamoto, and Y. Homma, Phys. Rev. B. Phys. Rev. B 91, 155415-1-5, (2015)

２．Thermoelectric properties of single-wall carbon nanotube films: Diameter and wet-environment effects,D. Hayashi, T. Ueda, Y. Nakai, H. Kyakuno, Y. Miyata, T. Yamamoto, T.Saito, K. Hata, Y. Maniwa, Appl. Phys. Express, 9, 025102 (2016)

３．Proton Conduction through the Nanochannel Water in Weak-Acidic Nanoporous Crystals $[Cu_2(phen)_2(AcO)_2(H2O)_2][Al(OH)_6Mo_6O_{18}]M+(nH_2O)$ ($M^+ = H^+$, Li^+, Na^+, K^+), H. Matsui, M. Tadokoro, SOLID STATE IONICS, 285, pp 165-169 (2016)

４．temperature increase associated with liquid deformations at the nanometer scale, S. Kono, T. Kaneko, I. Ueno, Investigation of Physica A 438, 107-113, 2015. doi.org/10.1016/j.physa.2015.06.026

５．Mechanism of Spontaneous Blebbing Motion of an Oil-water Interface: Elastic Stress Generated by a Lamellar-Lamellar Transition, Y. Sumino, N. L. Yamada, M. Nagao, T. Honda, H. Kitahata, Y. Melnichenko and H. Seto, Langmuir 32, 2891-2899 (2016)

６．Atmospheric CO, O_3, and SO_2 measurements at the summit, of Mt. Fuji during the summer of 2013, Kato, S., Y. Shiobara, K. Uchiyama, K. Miura, H. Okochi, H. Kobayashi, S. Hatakeyama, Aerosol and Air Quality Research, accepted. (2016)

７．Simple applications of microparticle transportation by tender optical scattering force, H. Kotari, M. Motosuke, Microfluidics and Nanofluidics, 18, 4, 549-558 (2015)

８．Noise cancellation with phase-detection technique for pump-probe measurement and application to stimulated Raman imaging, K. Seto, T. Tsukada, Y. Okuda, E. Tokunaga, and T. Kobayashi, Journal of the Optical Society of America A 32 (No.5), 809-821 (2015)

９．Surface Functionalization of Polymer Substrates with Hydroxyapatite Using Polymer-Binding Peptides. K. Iijima, H. Nagahama, A.Takada, T. Sawada, T. Serizawa, and M. Hashizume, J. Mater. Chem. B, in press. DOI: 10.1039/C6TB00624H, (2016)

10. Thermo-responsive Reversible Phase-transition of Alginate Based Semi-IPN Gel through Self-assembly of Interpenetrated Elastin-Like Polypeptide. D. Matsukuma, H. Otsuka, Chem. Lett., 44(1), 26-28, (2015)

11. Characteristic turbulent structure of a modified drag-reduced surfactant solution flow via dosing water from channel wall, Z. Fu, Y. Iwaki, M. Motozawa, T. Tsukahara, Y. Kawaguchi, Int. J. Heat & Fluid Flow, Vol.53, 135-145, (2015)

12. Nanosecond time-resolved microscopic spectroscopy for diagnostics of an atmospheric-pressure discharge plasma formed in aqueous solution, M. Banno, K. Kanno, Y. Someya, H. Yui, Jpn. J. Appl. Phys. 54, 066101(1-7),(2015)

13. pH-induced recovery and redispersion of shape-controlled gold nanorods for nanocatalysis, C.Morita-Imura, T. Kobayashi, Y. Imura, T. Kawai, H. Shindo, RSC Advances, Vol.5, 75889-75894 (2015)

14. レーザーアブレーション－誘導結合プラズマ質量分析装置を用いるヘビノネゴザ中の希土類元素のキャラクタリゼーション，三好 花奈，阿部 善也，高久 雄一，中井 泉，分析化学，64，8，617-624 (2015).

15. Application of mid-infrared free electron laser tuned to amide bands for dissociation of aggregate structure of protein, T. Kawasaki, T. Yaji, T. Ohta and K. Tsukiyama J. Synch. Radiation, 23, 152-157 (2016)

16. 環境浄化をめざした液中プラズマ技術の利用，寺島千晶，中田一弥，勝又健一，藤嶋昭，無機マテリアル学会会誌，22，420-425，(2015)

17. Proton conduction through the nanochannel water in weak-acidic nanoporous crystals $[Cu_2(phen)_2(AcO)_2(H_2O)_2][Al(OH)_6Mo_6O_{18}]M^+(nH_2O)$ ($M^+ = H^+$, Li^+, Na^+, K^+), H. Matsui and M. Tadokoro, Solid State Ionics, Vol.285, pp.165-169, (2016)

受賞

1．河合武司,「両親媒性化合物分子集合体の機能開発と構造解析に関する研究」, 日本油化学会学会賞, 2015 年

招待講演

1．Interaction of water molecules with single-walled carbon nanotube, Yoshikazu Homma, Shohei Chiashi, and Takahiro Yamamoto, The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem2015), Honolulu, December 19, 2015
2．ナノ空間・ナノ表面の水の構造と物性, 山本貴博, 日本表面科学会関東支部（第 2 回関東支部セミナー)「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」, 東京, 2015 年 11 月 13 日
3．Anomalous water molecules and mechanistic effects of water nanotube clusters confined to molecular porous crystals, M. Tadokoro, PACIFICHEM 2015, Honolulu Convension Center (Hawaii) USA, Dec.15～20 (2015).
4．三浦和彦：大気電気におけるイオン, 第12回エアロゾル学会若手フォーラム「エアロゾルの電気的性状に迫る」, 慶應義塾大学日吉キャンパス, 2015.10.14
5．Efficient particle focusing by AC electrokinetic approach, M. Motosuke, AnalytiX 2015, Nanjing(China), 2015
6．Hidenori Otsuka, 生体適合性表面の構築と医療応用 / Nanofabrication of Nonfouling Surfaces for Biomedical Application, 25th Annual Meeting of MRS-J (2015), 国際シンポジウム：Nano-biotechnologies on Interfaces, 波止場会館 Room C (4F), 2015 年 12 月 8-10 日
7．Elasto-inertial turbulence in subcritical regime of wall-bounded flows, T. Tsukahara, Y. Kawaguchi, The 3rd Int. Workshop on Fluid Flow, Heat Transfer and Turbulent Drag Reduction, XJTU, Xi'an, China, 2015.
8．Spectroscopic Analyses of Solution Plasma in Aqueous Environments for Carbon Nanomaterials Syntheses And Their Chemical Modifications, Hiroharu Yui, Kenta Akaike, Takahiro Ohshima, Takuya Chiyoda, Motohiro Banno, Third International Workshop on Solution Plasma and Molecular Technologies (SPM-3), Bangkok, 2015
9．Transparent Conductive Thin Films with High Flexibility Prepared by UV light Irradiation on Langmuir Monolayers of Au NPs, Takeshi Kawai, 14th European Conference on Organized Films, Genova, 2015.
10. 紫外・真空紫外レーザーによる気相分子の高励起状態ダイナミクスの研究, 築山光一, 日本分光学会遠紫外分光部会第 1 回講演会 関西学院大学 2016 年 1 月 20 日
11. Izumi NAKAI “On-site analysis of archaeological artefacts” Kaman XRF Workshop, Kaman, Turkey (2015).

その他の業績

受賞（ポスター賞等）：19 件
著書：11 件
招待講演（その他）：28 件
特許：9 件
広報：17 件

研究課題（研究者別）

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。

山本　貴博

「ナノ空間・界面での水の得意な構造と物性のシミュレーション研究」

SiO_2表面を水素終端した疎水性表面と OH 終端した親水性表面での水の構造の違いを MD シミュレーションに寄って調査した。親水性表面では、無極性のグラフェン表面と同様の二層ハニカム構造の水和層が形成されるのに対して、親水性表面では、この二層ハニカム構造が存在しないことが明らかとなった。これとは別に、分子性ナノ細孔中に形成されたメタンハイドレートのメタンの配置を明らかにし、メタンの高密度貯蔵の可能性を示した。

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。

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。

住野　豊

「水のマクロな非平衡界面ダイナミクスに関する研究」

我々は非平衡条件下で水界面が示すマクロなダイナミクスを研究した。具体的には粉体中での水の結晶成長(霜柱生成)や油水界面での界面活性剤会合体のダイナミクスに関し研究を行った。特に、水－油界面で界面活性剤会合体であるαゲルが生成しマクロな界面運動が見られる系に関し、小角中性子散乱や小角 X 線散乱により生成過程のその場観察を行った。これより、マクロな界面運動とミクロな会合体生成の関連性を明らかにした。

三浦　和彦

「富士山におけるエアロゾルの新粒子生成、成長と雲凝結核に関する研究」

エアロゾル粒子は雲凝結核となるので、雲の放射特性を変えることで気候変化に影響する。粒子数が増加することにより、雲は大気の負の放射強制力を増し、温暖化を抑制するが、定量的な評価はなされていない。自由対流圏内に位置することが多い富士山頂において、サブミクロン粒子の粒径分布、雲凝結核、雲核の測定をした。実大気中の雲活性には粒径分布、過飽和度、エアロゾルの化学特性の順で寄与が大きいことがわかった。

元祐　昌廣

「マイクロデバイスを用いた細胞と内皮細胞表面との相互作用に関する研究」

動脈硬化や炎症、ガン転移の初期段階において、血球細胞と血管内皮細胞との相互作用によるローリング現象が起こる。本研究では、マイクロ流体デバイスの壁面を接着分子であるE-selectinでコーティングし、そこに白血球を流してローリング現象を模擬した。そして、ローリング時の白血球の並進・回転運動を詳細に計測することができる画像処理手法を新たに開発し、ローリング現象の解析を行った。

徳永　英司

「気液界面の水のポッケルス効果の研究」

イオン交換水界面に平行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、その大きさを評価し、発生メカニズムを推定した。そのポッケルス係数は 10^5 pm/V のオーダーと見積もられ、電極界面の水のポッケルス係数よりも 3 桁大きい。これは界面水分子は束縛が少なく電場に応答して動きやすいことを反映していると考えられる。

橋詰　峰雄

「体液類似環境下での高分子基材へのアパタイト複合化に関する研究」

体液類似環境下での材料表面へのアパタイト析出における水の役割を明らかにするため、必要なモデル析出系を構築した。具体的には、ポリエーテルイミド（PEI）に対して強く結合するペプチドの末端にアパタイトの核形成を誘起する配列を連結した誘導体を合成し、PEI フィルム表面にそれらペプチドの吸着層を形成後、擬似体液に浸漬することでアパタイト複合化に成功した。今後本プロセスにおける水の役割を解明していく。

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 の方が優れたタンパク質吸着抑制能を示し、この結果は密度依存的水和挙動の違いに起因することが明らかとなった。

塚原　隆裕

「複雑流体の数値シミュレーションに関する研究」

界面活性剤水溶液は粘弾性レオロジーを有し、壁乱流の乱れ変調や摩擦抵抗低減を起こすが、そのメカニズムを調べるため、直接数値シミュレーション（DNS）により粘弾性流体乱流の調査を行った。特に、回転平面クエット流を対象とすることで規則的な流動構造に対する粘弾性効果の影響を調べた。また、二相／三相界面を伴うニュートン流体の流れ場についての DNS コード開発も進め、混相・非ニュートン流の解析に向けた準備も行ってきた。

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。この結果は、球体近似のレベルであれば、細胞内のような複雑な環境においても、従来の理論により様々な分子混雑効果を見積もることが可能であることを示している。

由井　宏治

「表面・界面における水溶液反応場の時間分解顕微レーザー分光計測」

電極を通じて任意の気体を導入しながら放電することで、組成制御されたプラズマを水溶液中に発生させる系を構築する。さらにプラズマと水溶液との界面反応に着目し、時間分解発光分光計測を行い、プラズマ中におけるラジカル等の反応中間体を捉える。具体的には、酸素導入量と酸化力を持つ OH ラジカルの発生量の相関を調査し、難分解性の有機化合物の分解効率ならびにナノ粒子の表面化学修飾による分散安定性の評価を行う。

築山　光一

「赤外自由電子レーザーによる温度イメージング」

本研究では、中赤外領域において波長可変であり、ピコ秒パルスを有する高輝度光源である東京理科大学赤外自由電子レーザー(FEL-TUS)を光源とし、これにサーモビューアーを組み合わせることにより、赤外光照射によって誘起される局所的な温度上昇とその時間分解測定を行うことのできるようなシステムを構築した。

河合　武司

「気水界面を利用したポリマー粒子の中空化技術に関する研究」

気水界面のポリマー粒子に紫外線を照射するだけで光の回折限界を超える空間分解能で中空化できることを見いだした。本年度は、中空ポリマー粒子作製に及ぼす紫外線の波長・照射強度などの影響について調べ、中空化に必要な最適条件を明らかとした。さらに中空構造に及ぼす粒子サイズおよび光照射条件（入射角および照射媒体）の影響について検討し、中空位置の制御方法を見出した。

中井　泉

「水に関する起源分析技術の開発研究」

水とアグリの関わりに着目し、飲料、農産物、木材などの産地判別技術の開発を行っている。高分解能の ICP-MS を分析手段として用いて、水や食品に含まれる微量元素や Sr 同位体比を分析し、起源を特性化する因子を解明する。本年度は、平成の名水と日本全国 1 級河川の水を対象とし、水と地質との相関を明らかにした。一方、食品として日本酒に着目し、仕込み水、酒米と日本酒について分析し、両者の相関を明らかにし産地判別の指標を探索した。

寺島　千晶

「水中プラズマを用いた液体肥料の合成」

水を水素源とした大気中の窒素から硝酸イオンやアンモニウムイオンを合成するための水中プラズマ技術を開発した。この反応は常温・常圧下において、従来よりも高い反応効率で液体肥料を合成できるだけではなく、水の殺菌作用にも効果を示すことを明らかにした。水に含むイオン種を調整することで簡単に液体肥料をオンサイトで合成し、植物育成に利用できることを実証した。

松井　広志

「水分子ネットワークとプロトンの超広帯域伝導ダイナミックス」

親水性ナノ細孔内に閉ざされた 18 面体水分子ケージに、極めて低圧力で Xe 原子が導入され、かつ、水素結合する水分子ネットワークで生じるプロトン伝導が著しく阻害されることを突き止めた。さらに、赤外分光実験から、Xe ガス吸蔵に伴う、水和状態の変化を明らかにした。また、生体燃料電池電解質のコラーゲンについて、テラヘルツから中赤外域の分光実験を行い、水分子ネットワークの水和状態に関する知見を得た。

再生医療とDDSの融合研究部門

再生医療と DDS の融合研究部門について

1. 概要

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

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

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

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

2. 研究部門の構成と施設設備

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）が参画している。発足当初 5 つの研究グループで活動を行うこととしていたが、アドバイザリー委員会を経て再考し、下記 4 つの研究グループに再編することとした。

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

研究員は相互に連携を保ちながら課題研究を進めている。



主な研究を行う 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 階は管理部門、会議室、共通機器室、電子顕微鏡室、X 線解析室、フリーザー室・超遠心機室などからなり、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」などを行う研究室に割り当てられている。

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。特に自然免疫系の亢進については、その機序として細胞内 ERK の活性化亢進とそれに続く NF-κB の活性化を見出すとともに、これを抑制する薬物も明らかにしている。これらの発見は AQP5 存在部位特異的な抗炎症薬の開発のための新規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

新しい薬理学的特徴をもつ薬剤の開発を目的として検討を行った結果､抗腫瘍性物質 GKK1032A2 の高度に歪んだ 13 員環構造を構築する新たな手法の開発に成功し､この方法を利用することにより、不斉全合成における全収率を飛躍的に向上させることができた。また、NF-kB 阻害作用を有する Embellicine A の合成研究では、分子内 Diels-Alder 反応によって A/B-*cis* 型のデカヒドロフルオレン骨格を構築する方法の確立に成功した。この方法は MRSA などの多剤耐性菌にも有効な抗菌性物質 Pyrrocidine A の合成にも利用可能であることから、早速研究を開始した。さらに、抗腫瘍性物質 Pyrrospirone 類および抗菌性物質 Pyrrocidine C の合成研究にも取り組んだ結果、ニトリルの Dieckmann 環化反応を利用することにより、Pyrrospirone 類の ABCD 四環性骨格の構築を達成することができた。また、GKK1032A2 の合成の際と同様な分子内 Diels-Alder 反応により、Pyrrocidine C の ABC 三環性骨格の構築も達成することができた。これらの生物活性物質は水に溶けにくい性質を有していることから、医薬品としての実用化を実現するためには、新しい薬物キャリアを活用した吸収挙動の調節が不可欠の課題である。そこで、アルギン酸ハイドロゲルのカルボキシル基を長鎖の炭化水素基で修飾したところ、疎水性分子の担持性が向上させることに成功した。また、ゲル表面を親水性ポリマーでコーティングすることにより、内包された疎水性分子の放出挙動を調節しうることを新たに見出した。

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

本部門が再生対象の 1 つとして注目する「血管」に対し、当グループは本年度、その根幹に存在し得る血管病態の形成機序に関する基礎的検討を行った。代表的な炎症性血管疾患である動脈硬化病態では、細胞外マトリックス分子・テネイシン(TN)-C の高発現が認められる。当グループ研究員は過去に、TN-C 分子構造内には生理活性領域 TNIIIA2 があり、本領域が炎症の進行に伴う TN-C の限定分解により表出することを明らかにしてきた。動脈硬化病態形成の端緒は炎症を司るマクロファージ(Mφ)の泡沫細胞化（脂質過剰蓄積）であることから、本年度は TNIIIA2 の Mφへの作用に注目した解析を行い、以下の観察を得た。

(1) TNIIIA2 存在下にある Mφは、脂質の細胞内過剰蓄積を生ずる。
(2) Mφにおける異物取込み能が、TNIIIA2 刺激により促進される。
(3) Mφにおける脂質排出に責を負う輸送体分子の発現が、TNIIIA2 刺激により抑制される。
(4) TNIIIA2 が Mφに誘導する p38 の活性化により、上記(1)～(3)がもたらされる。

これらの成果は、TNIIIA2 が Mφの機能調節を介し、動脈硬化病態の形成およびその進展に関わる可能性を示唆している。近年種々疾患の根底に慢性炎症が存在するとの認識が一般的となったが、TN-C 発現が炎症箇所にて高まる事実と併せ、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、TNIIIA2 を介した Mφの機能調節機構が重要な標的となる可能性が期待される。

4. 研究活動の展望

本研究部門の代表者と併任教員は、昨年度までの 5 年間、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て、肺、ナノ DDS、粘膜吸収に関する共同研究を行ってきた。

これまでの研究で培ってきた、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 研究をも併せて行う。また、これまでに得られた技術や知見を元に、更に再生医療へ展開し、再生医療と DDS の融合へ向けた共同研究を推進していく。

なお、2016 年 1 月 13 日に「再生医療と DDS の融合研究部門発足記念シンポジウム」を「第 13 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、2016 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 27 年度分）

学術論文

1. Multiplex MicroRNA Detection on a Power-Free Microfluidic Chip with Laminar Flow-Assisted Dendritic Amplification, R.Ishihara, K. Hasegawa, K. Hosokawa, M. Maeda, ANALYTICAL SCIENCES, 31, p.573-576, 2015.(査読有)
2. On Quantum Algorithm for Binary Search and Its Computational Complexity, Open Systems and Information Dynamics, S.Iriyama, M.Ohya, I.V. Volovich, Vol.22, No.3, (9 pages), 2015, DOI:10.1142/S1230161215500195 (査読有)
3. On Efficient Quantum Algorithm Using Classical Amplification Process, S. Iriyama, M. Ohya, Journal of Advanced Mathematics and Applications, Vol.4, 1-9, 2015 (査読有)
4. Participation of Membrane-Type eEF1A in Migration, Invasion, and Metastasis of Tumor Cells, Imaizumi, T., Kuga, A., Iyoda, T., and Fukai, F., Peptide Science 2015, 193-196 (2016) (査読有)
5. Promotion of Macrophage Foam Cell Formation by the Peptide Derived from Tenascin-C. Iyoda, T., and Fukai, F., Peptide Science 2015, 203-206 (2016) (査読有)
6. Synthesis of PEGylated poly(amino acid) pentablock copolymers and their self-assembly. Michihiro Iijima, David Ulkoski, Shunya Sakuma, Daisuke Matsukuma, Hidenori Otsuka, Carmen Scholz. Polymer International, in press.(査読有)
7. Hidenori Otsuka, Yuki Muramatsu, and Daisuke Matsukuma, Gold Nanorod Functionalized with Self-assembled Glycopolymers for Ultrasensitive Detection of Proteins. Chem. Lett., 44(2), 132-134, 2015.(査読有)
8. Thermoresponsive hydrophobic copolymer brushes modified porous monolithic silica for high-resolution bioseparation, K. Nagase, J. Kobayashi, A. Kikuchi, Y. Akiyama, H. Kanazawa, T. Okano, RSC Advances, 5, p.66155-66167, 2015.(査読有)
9. Adhesion of poly(vinyl alcohol) hydrogels by the electrophoretic manipulation of phenylboronic acid copolymers, Taka-Aki Asoh, Kohtaroh Takaishi and Akihiko Kikuchi, JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY B, 3, p.6740-6745, 2015.(査読有)
10. Surface-Functionalized Biodegradable Nanoparticles Consisting of Amphiphilic Graft Polymers Prepared by Radical Copolymerization of 2-Methylene-1,3-Dioxepane and Macromonomers, Taka-Aki Asoh, Takahito Nakajima, Takuya Matsuyama, Akihiko Kikuchi, LANGMUIR, 31, p.6879-6885, 2015.(査読有)
11. Enhancement of the 1-Octanol/Water Partition Coefficient of the Anti-Inflammatory Indomethacin in the Presence of Lidocaine and Other Local Anesthetics, Ryo Tateuchi, Naoki Sagawa, Yohsuke Shimada, and Satoru Goto, JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B, 119(30) pp.9868-9873, 2015 (査読有)
12. Study of Intermolecular Interaction of Hydropropyl-beta-cyclodextrin Complexes through Phase Diagrams of the Fusion Entropy: Contrast between Nifedipine and Nicardipine Hydrochloride, Yingpeng Li; Satoru Goto; Yohsuke Shimada; Kazushi Komatsu; Yuusaku Yokoyama; Hiroshi Terada; Kimiko Makino, JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY AND BIOPHYSICS, 5(5) pp.1-8, 2015 (査読有)
13. 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)
14. 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調査, 佐古有紀, 桐林東一郎, 河野弥生, 花輪剛久, 宮川信明, 医療薬学, 41 巻 pp.750-756, 2015 (査読有)
15. 薬物治療を支援する院内製剤-現状と課題-, 花輪剛久, 小口敏夫, YAKUGAKU ZASSHI, 135 巻, pp.929-930, 2015 (査読有)

16. Estimation of Crystallinity of Nifedipine-Polyvinylpyrrolidone Solid Dispersion by Usage of Terahertz Time-Domain Spectroscopy and of X-Ray Powder Diffractometer, Issei Takeuchi, Kemmaro Shimakura, Hideki Kuroda, Takehisa Nakajima, Satoru Goto, Kimiko Makino, Jornal of Pharmaceutical Sciences, 104巻 pp.4307-4313, 2015（査読有）
17. MicroRNA-351 regulates two-types of cell death, necrosis and apoptosis, induced by 5-fluoro-2'-deoxyuridine, Sato A, Omi T, Yamamoto A, Satake A, Hiramoto A, Masutani M, Tanuma S, Wataya Y, Kim H.-S. PLOS ONE,11:e0153130. 2016.（査読有）doi:10.1371/journal.pone.0153130
18. Characterization of the 5'-flanking region of the human TP53 gene and its response to the natural compound, Resveratrol, Uchiumi F, Shoji K, Sasaki Y, Sasaki M, Sasaki Y, Oyama T, Sugisawa K, Tanuma S. J Biochem. 159(4):437-447.2016（査読有）doi:10.1093/jb/mvv126
19. Mechanism for transport of ivermectin to the stratum corneum in rats, Miyajima A, Kigure K, Anata T, Hirota T., Drug Metab. Pharmacokinet. 30:385-390 (2015) doi:10.1016/j.dmpk.2015.07.004（査読有）
20. Enantioselective Pharmacokinetics of α-Lipoic Acid in Rats, Uchida R, Okamoto H, Ikuta N, Terao K, Hirota T., Int. J. Mol. Sci. 16: 22781-22794(2015) doi:10.3390/ijms160922781（査読有）
21. How to prevent contamination with Candida albicans during the fabrication of transplantable oral mucosal epithelial cell sheets. Takagi, R., Kobayashi, S., Yamato, M, Owaki, T., Kasai, Y., Nagai, K., Takeda, N., Fukai, F., Nakao, K., Eguchi, S., and Okano, T. Regenerative Therapy 29: 1-4 (2015)（査読有）
22. Pulmonary Administration of GW0742, a High-affinity Peroxisome Proliferator-activated Receptor Agonist, Repairs Collapsed Alveoli in an Elastase-Induced Mouse Model of Emphysema, Chihiro Ozawa, Michiko Horiguchi, Tomomi Akita, Yuki Oiso, Kaori Abe, Tomoki Motomura, Chikamasa Yamashita, Biological & Pharmaceutical Bulletin, 39(5):1-8, 2016（査読有）
23. The Effect of a Retinoic Acid Derivative on Cell-Growth Inhibition in a Pulmonary Carcinoma Cell Line, Tomomi Akita, Michiko Horiguchi, Chihiro Ozawa, Hiroshi Terada, Chikamasa Yamashita, Biological & Pharmaceutical Bulletin, 39:308-312, 2016（査読有）
24. Pulmonary administration of phosphoinositide 3-kinase inhibitor is a curative treatment for chronic obstructive pulmonary disease by alveolar regeneration, Michiko Horiguchi, Yuki Oiso, Hitomi Sakai, Tomoki Motomura, Chikamasa Yamashita, Journal of Controlled Release, 213:112-119. 2015（査読有）
25. Polyphosphoester-based Paclitaxel Complexes: Biological Evaluation, Keiji Hirota, Tatyana Hristova, Violeta Mitova, Tomoyuki Koda, Masahiro Fushimi, Mika Kuniya, Kimiko Makino, Hiroshi Terada, Rumyana Cherkezova, Shin-Ichi Yusa, Neli Koseva and Kolio Troev, ANTICANCER RESEARCH, 36,1613-1620 (2016)（査読有）

著書

1．Iyoda, T., Matsunaga, T., and Fukai F.,“Integrin-dependent cell regulation and its clinical application”in“Encyclopedia of Biocolloid and Biointerface Science” edited by Ohshima, H., Wiley, Chapter 24, *in press* (2016).
2．スタンダード薬学シリーズⅡ3 日本薬学会編 化学系薬学 Ⅱ.生体分子・医薬品の化学による理解, 内呂拓実, 東京化学同人, pp 178-185, 2015
3．Daisuke Matsukuma, Hidenori Otsuka,“Strategies of Metal Nanoparticles for Nanobiology”, in“Encyclopedia of Biocolloid and Biointerface Science”, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2016.
4．大塚英典, 第5章第1節. 医療用ナノ粒子に必要な表面修飾, 機能化と分散安定化, ナノ粒子表面修飾・分析評価技術～各種表面修飾の方法と修飾状態の分析・評価技術～, (株)情報機構, 2016年1月.

５．Fumiaki Uchiumi, Steven Larsen, Sei-ichi Tanuma, InTech-Open Access Publisher Chapter 5 “Transcriptional regulation of the human genes that encode DNA repair- and mitochondrial function-associated proteins” in ″Advances in DNA Repair″, 2015 年 11 月, pp 483 (129-167)
６．肺胞再生治療の実現に向けて, 堀口道子, 先端医学社, 140(1-3), 2016
７．ナノサイズからセンチメートルサイズの粒子からの薬物放出制御を目的とした製剤設計, 牧野 公子, PHARM TECH JAPAN vol31, p.1189-1194 2015
８．ドラッグデリバリーシステム：抗菌剤の DDS：結核治療を目的とした 肺胞マクロファージ標的経肺吸収型リファンピシン含有微粒子の開発, 稲川裕之, 牧野公子, 日本防菌防微学会誌, p343-348, 2015
９．経皮吸収型製剤：NSAIDs/麻酔 Vol64, 中嶋 武尚, 牧野 公子, 克誠堂出版, p1141-1144, 2015
10．医薬品添加剤の処方設計と物性評価(吸入剤の製剤設計における添加剤の役割), 山下親正, シーエムシー出版, 234(37-43), 2016
11．粉体・微粒子分析(凍結乾燥ケーキのマトリックス構造を壊さずに観察できる蒸着方法), 山下親正, 技術情報協会, 399(114-115), 2015

招待講演

１．Preparation of MicroRNA detection power-free microchip utilizing electron beam-induced graft polymerization tward point-of-care diagnosis, Ryo Ishihara, Yoshitaka Uchino, Kazuo Hosokawa, Mizuo Maeda, Akihiko Kikuchi, 第 37 回日本バイオマテリアル学会大会, 京都・京都テルサ, 2015
２．Mathematical Framework of Generalized Quantum Algorithm and Its Application, S. Iriyama, 8th ICSME, University of Yangon, 12/4-6, Myanmar, 2015
３．伊豫田 拓也, 深井 文雄, 細胞外マトリックス由来ペプチドによるマクロファージ機能と動脈硬化病態の調節, 第 133 回日本薬理学会関東支部会, 柏, 10 月 10 日 (2015).
４．「生物活性天然有機化合物の分子機能と合成法を繋ぐ」, 内呂拓実, 第 13 回東京理科大学薬学部 DDS 研究センターシンポジウム, 平成 28 年 1 月 13 日(水), 東京理科大学森戸記念館(東京), 2016
５．大塚英典, ナノ粒子の表面修飾技術と分散性・機能性付与－生体材料への適用等－, 情報機構セミナー「ナノ粒子・微粒子の表面修飾技術と分散性・機能性付与」, 2015 年 3 月 5 日, [東京・大井町]きゅりあん 5 階第 3 講習室
６．Preparation of thermoresponsive nanoparticles and their biomedical applications, Akihiko Kikuchi, 2016 International Biomedical Interface Symposium, Taipei Medical University, Taipei, Taiwan, ROC, 2016
７．Preparation and Characterization of Thermoresponsive Core-Corona Type Nanoparticles, Akihiko Kikuchi, Takuya Matsuyama, Takuma Suzuki, Taka-Aki Asoh, Ryo Ishihara, The 5th Asian Biomaterials Congress (2015 ABMC5), Taipei, Taiwan, 2015
８．Molecular dynamics calculation of the fusion of lidocaine crystal with indomethacin crystal, Yohsuke Shimada and Satoru Goto, 4th international Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences 2016 (iPoPS2016), Chiba, 2016
９．大学から発進する Evidence-Based Hospital Formulatio, 河野弥生, 花輪剛久, 第 25 回日本医療薬学会, 横浜, 2015
10．Preparation and characterization of sub micron particles prepared by the ternary ground mixtures of cefditoren pivotal, water soluble polymers and non-ionic surfactants, Takehisa Hanawa, Yuichiro Shimizu, Yayoi Kawano, 4th INTERNATIONAL POSTGRADUATE CONFERENCE ON PHARMACEUTICAL SCIENCE, Noda, 2015.
11．深井 文雄, 細胞接着分子インテグリンを標的とした新しい抗腫瘍薬の開発の展望, 日本薬学会第 136 年会シンポジウム「がん分子標的治療の発展に貢献する薬学基礎研究 ～より有効な分指標的治療戦略のために～, 横浜, 3 月 27 日 (2016).

12. 難治性肺疾患に対する分化誘導剤による組織再生効果の評価，堀口道子，がんプロフェッショナル養成基盤推進プラン<ICT と人で繋ぐがん医療維新プラン>トランスレーショナルリサーチセミナー，出雲市(島根大学医学部)，2016 年 1 月 18 日
13. 肺胞の再生を作用点とした COPD 治療薬の開発，堀口道子，日本薬学会関東支部会，船橋市(日本大学)，2015 年 9 月 12 日
14. 肺胞再生治療薬の開発，堀口道子，山下親正，第 14 回肺サーファクタント分子病態研究会，札幌市（札幌医科大学)，2015 年 6 月 6 日
15. 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 5 回サイエンス漢方処方研究会，東京，2016
16. 吸入剤・吸入デバイス開発のおける現状と課題－製剤・デバイス設計から非臨床試験や申請まで，山下親正，第 13 回 神戸ポートアイランド創薬フォーラム，神戸(神戸臨床研究情報センター)，2016 年 1 月 28 日

特許

１．堀口道子，山下親正，伊豫田拓也，深井文雄，国際出願，肺胞幹細胞分化誘導剤 医薬組成物 及び肺胞幹細胞分化誘導方法，PCT/JP2015/067071，2015
２．山下親正，岡淳一郎，堀口道子，濱田幸恵，国際出願，中枢作用性ペプチド誘導体及び医薬組成物，PCT/JP2015/0749622015，2015.
３．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，PCT/JP2015/ 73745，2015/8/24.
４．大塚英典，松隈大輔，村松佑紀，細胞内送達用高分子担体，出願番号；PCT/JP2015/056364，出願日；2015/3/4.

広報

１．牧野公子，入山聖史，山下親正，日経産業新聞，2016 年 2 月 2 日.

受賞

１．石原 量，2015 年度日韓バイオマテリアル学会若手研究者交流 AWARD，2015
２．田辺 貫太，石原 量，内野斐隆，細川和生，前田瑞夫，菊池明彦，ラジカル重合による生体内使用のための分解性感温性ハイドロゲルの合成，第 33 回高分子学会千葉地域活動若手セミナー 最優秀ポスター賞，公益社団法人 高分子学会 関東支部 平成 27 年度 千葉地域活動若手会代表幹事 相川 達男，2016 年 3 月 8 日
３．萩原 裕，山下 里菜，大澤 琢郎，伊豫田 拓也，深井 文雄，優秀口頭発表賞，第 59 回日本薬学会関東支部会（2015).
４．Shuhei Komatsu, Taka-Aki Asoh, Ryo Ishihara, Akihiko Kikuchi, Synthesis of thermos responsive polymer having ester groups in polymer backbone, Outstanding Poster Award, 2015 International Symposium on Chemical and Polyscale Technologies for Biomedical Application and Environmental Sustainability, 2015.9.9

研究課題（研究者別）

石原　量

「難水溶性薬剤の制御放出を指向した疎水性化アルギン酸ゲルの調製」

アルギン酸ハイドロゲルは、生理活性物質を内包し至適なタイミングで投与する薬物キャリアとして有効である一方、難水溶性の薬物の内包は困難であった。そこで、ドデシル基をアルギン酸側鎖のカルボキシ基に縮合し、疎水性コアをゲル内に形成させることで、疎水性分子を安定に担持させることに成功した。さらにゲル表面をポリγグルタミン酸によってコーティングすることによって、ゲルの崩壊に伴う薬物放出の制御が可能であった。

入山　聖史

「DDS におけるナノ製剤の形状推定に関する研究」

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

本教室が見出した生理活性ペプチド TNIIIA2 は炎症局所に一過的な高発現を示すテネイシン C の一部領域であり、貪食の亢進や脂質排出輸送体の発現抑制を介して、Mφに脂質の細胞内過剰蓄積（泡沫細胞化）を誘導する。本年度は本現象が TNIIIA2 によるインテグリン活性化に起因することを明らかとし、さらにインテグリンの不活性化により、TNIIIA2 による Mφ泡沫細胞化を有意に抑制できることを示した。

内呂　拓実

「抗腫瘍性物質 GKK1032A2 の高度に歪んだ 13 員環構造構築法の開発」

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。このような 13 員環構造の直接的な構築法として、既に分子内 Ullmann 反応を利用した独自の方法を開発することに成功しているが、さらに高収率で進行する革新的な方法の確立を目指して検討を行った結果、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優れた方法の開発に成功した。

「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を有する天然由来生物活性物質には、AB 縮環部が *trans* 配置のものと *cis* 配置のものの両方が知られているが、後者については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報告されていない。そこで、分子内 Diels-Alder 反応で AB 環部を構築する際にアセタール結合でジエンの立体配座を規制したところ、AB-*cis* 型の化合物を立体選択的に与えることを見出した。

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。白金と安定に錯体形成した Bpy-Pt と親水性連鎖 PEG からなるブロック型高分子に糖鎖高分子(poly-Lac)を連結した(poly-Lac-PEG-*b*-(Bpy-Pt))は優れた細胞膜透過を示し、錯体モノマーに比して顕著な細胞死を誘導することが明らかとなった。

大矢　雅則

「DDS におけるナノ製剤の形状推定に関する研究」

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

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含有スプレー剤の調製と評価」

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スプレー剤の調製と評価を行った。モデル薬物として胃潰瘍治療薬であるイルソグラジンマレイン酸(IM)を使用した。当該薬物を包接化合物生成により可溶化し、ついで、スプレー剤としての物性、さらに口内炎発症も出る実験動物への投与によりその効果を確認した。現在は細胞を用いた IM の口内炎に対する有効濃度の模索を行っている。

菊池　明彦

「難水溶性薬剤の制御放出を指向した疎水性化アルギン酸ゲルの調製」

アルギン酸ハイドロゲルは、高分子量生理活性物質を内包し至適なタイミングで投与する薬物キャリアとして有効である一方、難水溶性の薬物の内包は困難であった。そこで、ドデシル基をアルギン酸側鎖のカルボキシ基に縮合し、疎水性コアをゲル内に形成させることで、疎水性分子を安定に担持させることに成功した。さらにゲル表面をポリγグルタミン酸でコーティングすることにより、ゲルの崩壊に伴う薬物放出の制御が可能であった。

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。

「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。

佐野　明

「シリカ中空ナノ粒子及びその化学修飾体の作成に関する研究」

ベシクル界面上におけるテトラエトキシシランのゾルゲル反応、次いで水熱処理、焼成を経ることによるシリカ中空ナノ粒子の作成を行った。さらに、シリカ表面のオクタデシルシリル化による疎水化も試みた。これらはクロマトグラフィー用充填剤として有用であることが示唆された。

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）は水に難溶であるためバイオアベイラビリティが低いことが問題となっている。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むことで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ことができる。本研究では、HP-β-CD による IND の非晶質化は溶解度ではなく溶解速度に影響してい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。

「複雑な融解挙動を有するイブプロフェン・リドカイン混合物の速度論解析と熱分析特性」

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。同様に NSAIDs の一つであるインドメタシンでは溶液中に局所麻酔薬であるリドカインなどが存在することで水溶性、疎水性が対化合物濃度依存的に変化することが明らかとなっている。IBU とリドカインでは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、分子間相互作用が薬効へ影響することが示唆される。

竹内　一成

「テラヘルツ分光法を用いた固体分散体結晶化度の測定」

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。

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」

神経膠芽腫は難治性癌であり、TMZ はそれに対して有効性が示されている数少ない制がん剤である。しかし、MGMT 高発現により、TMZ の効果は減弱される。本研究では、TMZ 耐性神経膠芽腫に有効な新規 MGMT 阻害剤の創製と血液脳関門に関する DDS について検討を行う。

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、強配位性の単座配位子として DMAP 誘導体を用いることにより、目的とする 6-8 員環状エーテルが中程度の収率で得られることを見出した。現在、最も合成が困難な 8 員環状エーテルの収率を改善すべく、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。今年度は金属微粒子を内包するカーボンナノマテリアルを合成することを試みる。またそれぞれの合成条件を確立させ、内包した物質を DDS に応用するまでの研究も進める。

花輪　剛久

「湿式ビーズ粉砕による難溶性薬物の微粒子化に関する研究」

難容性薬物の溶解性向上を目的としてジルコニアビーズを用いた液中粉砕を試みた。その結果、ポリエチレンオキサイド、界面活性剤を種々の比率で混合し、かつ、ジルコニアビーズの粒径を種々変化させ、高速回転翼により剪断力を与えるという簡便な方法でナノレベルの粒子径を有する微粉末を調製することができた。現在は種々の水溶性高分子での検討及び粉末化した微粒子化物の再分散性について検討している。

廣田　孝司

「肺気腫モデル動物におけるスタチン系薬剤の肺胞回復効果と薬物動態の検討」

肺気腫は肺胞壁の不可逆的エラスチン障害に起因しその再生/回復は極めて難しい。最近、高脂血症治療薬であるスタチン系薬剤による回復可能性が示唆された。そこで、肺気腫モデルマウスを作成し、スタチン系薬剤の体内動態と肺胞回復効果の関係を検討した。シンバスタチンの肺胞回復効果は体内曝露量に依存し、一定量以上曝露量があれば回復効果が得られ、その曝露量は現在適応が得られている臨床投与量で可能であると考えられる。

「αリポ酸のエナンチオ選択的な体内動態の検討」

ラットにR-およびS-αリポ酸の等量混合液を経口投与し、体内動態を検討した。R体投与後のCmax、AUC共に有意に高い値を示した。一方で、静脈内投与した際には両者に差はなかった。この結果から、吸収過程においてエナンチオ選択的な反応が進行していることが分かった。さらなる詳細な検討から、消化管上皮細胞や肝における代謝の違いにより、αリポ酸のエナンチオ選択的な体内動態が生じていることが明らかになった。

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」

本教室が見出した生理活性ペプチド TNIIIA2 は炎症局所に一過的な高発現を示すテネイシン Cの一部領域であり、貪食の亢進や脂質排出輸送体の発現抑制を介して、Mφに脂質の細胞内過剰蓄積（泡沫細胞化）を誘導する。本年度は本現象が TNIIIA2 によるインテグリン活性化に起因することを明らかとし、さらにインテグリンの不活性化により、TNIIIA2 によるMφ泡沫細胞化を有意に抑制できることを示した。

堀口　道子

「新規肺胞再生治療標的分子の解明」

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。これまでにレチノイン酸誘導体をはじめ新規のヒト肺胞上皮幹細胞分化誘導剤を同定した。現在、肺胞再生の詳細な分子機構について解析を進めている。

「慢性閉塞性肺疾患治療用吸入製剤の作製に関する研究」

近年、慢性閉塞性肺疾患（COPD）に対してレチノイン酸の肺胞修復効果が報告されている。しかし、レチノイン酸を効率的に肺局所に送達させる製剤の開発には至っていない。そこで、本研究ではレチノイン酸の粉末吸入システムの構築を行った。その結果、2 種類の疎水性アミノ酸の添加により肺到達効率約 70%の非常に優れた経肺製剤の作製に成功した。現在、更なる性能の向上と高含量製剤の作製に向けて研究を進めている。

「生体リズムを基盤とした時間放出制御システムの構築」

生体機能の日内リズムは、薬物の投与時刻による効果および副作用に影響を与える重要な要因となっている。本研究では、がん化学療法において抗腫瘍効果に影響を与える p53 タンパク質の日内リズム制御分子機構を明らかにした。現在、時計遺伝子の日内リズムと同調した時間放出システムの構築について検討を進めている。

「新規肺がん幹細胞分化誘導剤の開発」

がん幹細胞は再発・転移の原因となり、がん幹細胞を標的とした治療の確立が急務である。本研究では肺がん幹細胞を標的とした治療法の構築を目指して、肺がん幹細胞を作製し、新規治療薬の開発を行っている。ヒト肺組織から分離培養した肺胞上皮幹細胞をがん細胞の培養液で増殖させ、高い腫瘍形成能を有する肺がん幹細胞を得ることに成功している。現在は作製した肺がん幹細胞の分化を誘導する薬物のスクリーニングを行っている。

堀江　一郎

「慢性気道炎症における骨髄由来免疫抑制細胞の機能調節に関する研究」

慢性閉塞性肺疾患や気管支喘息といった難治性の慢性炎症の病態に関わる新たな因子として免疫抑制系の中心的細胞である骨髄由来免疫抑制細胞（MDSC）に注目した。本研究では、気管支喘息モデルマウスにおいて、炎症の進展に伴ってMDSCが増加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因子として機能しており、慢性気道炎症における新たな創薬ターゲットとなる可能性を示唆している。

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－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。

「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、50 nm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100 nm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の 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 世紀の人類にとって最大の課題である地球温暖化問題の解決には、エネルギーを石炭、石油、天然ガスなどの化石エネルギーから太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーへと大幅にシフトすることが求められている。再生可能エネルギーの中でも太陽光発電が最も期待され、太陽光発電システムの設備導入量は全世界でうなぎ登りに伸びており、累積設備導入量は 2014 年末には原子力発電所 170 基に相当する 177GW に達している(1)。このため、電力インフラストラクチャとして従来に比べてより安全で環境に極めて優しい太陽光発電技術の研究開発がさらに求められている。このような背景の下、平成 22 年 4 月に設立した前身の太陽光発電研究部門では、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取組んできた。地球温暖化問題の解決にさらに貢献するため、前身の太陽光発電研究部門を継承して本研究部門が、研究を究極の環境軽負荷太陽光発電技術の開発に的を絞り、インフラストラクチャとしての太陽光発電の確立を目指して平成 27 年 4 月に設立された。

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、太陽エネルギー利用技術の開発を目的として一堂に会して議論を深め、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。環境軽負荷太陽光発電技術の開発に的を絞り、環境に優しい太陽電池、環境に優しいモジュール、および環境に優しい太陽光発電システムの実現を目指す体制を採っている。

平成 27 年度は研究開発を進めると共に以下の活動を行った。7 月 29 日～31 日に東京ビックサイトで開催された PV-Japan2015 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デバイスの展示を行い、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 6 日には 3 名の学外有識者委員および 2 名の学内委員を迎えてアドバイザリー委員会を開催し、今後の部門の進め方について貴重なアドバイスを受けた。前身の部門から毎年開催しているシンポジウムについては、会場を秋葉原コンベンションセンタから東京理科大学森戸記念館に移し平成 28 年 1 月 21 日に「太陽電池・発電技術の現状と課題」と題して第 6 回シンポジウムを開催した。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 26 件のポスター研究発表を行った。参加者は会場定員一杯の 100 名強に上った。さらに、産総研太陽光発電研究センターとの連携を深めるため 3 月 25 日に産総研第二事業所において打合せおよび施設見学を行った。従来から進めている連携を維持すると共に産総研での学生の研究活動についても今後検討することとした。平成 27 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研究の進め方について大いに示唆を得た。

2. センターの構成と施設設備

部門の構成

本研究部門の構成メンバーとその専門分野は以下の通りである。

谷内利明	工学部第二部電気工学科	教授	エネルギー変換工学、太陽光発電システム
趙　新為	理学部第二部物理学科	教授	半導体ナノ材料工学、薄膜太陽電池
植田　譲	工学部第一部電気工学科	講師	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
渡邊康之	諏訪東京理科大・工・電気電子工学科	准教授	有機薄膜太陽電池
荒川裕則	工学部第一部工業化学科	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

部門内を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けて活動している。

3. 1. 太陽電池セルグループについて

平成 27 年度から新たに部門内でメンバーが連携し、共同研究を実施するための予備実験を進めた。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た。白方は Zn をドーピングした CIGS 薄膜による太陽電池セルでは最大 14.5%の変換効率を得た。趙は、NiO/ZnO 薄膜透明太陽電池を試作し、発電を確認した。これらの成果は、平成 28 年度以降の、本格的な部門内連携に繋がる基盤となっただけなく、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、太陽電池用 CIGS 薄膜のエピタキシャル成長の前段階として、その下地となる Mo エピタキシャル成長を検討した。その結果、低温バッファ層の導入により、再現性良く、表面平坦性に優れたシングルドメインのエピ膜が形成できることを実証した。さらに、CIGS 太陽電池の効率向上に必須な開放電圧の改善については、CIGS 成膜後に KF を添加する方法で改善できることを確認した。

また、荒川は、色素増感太陽電池の研究開発において、ローマ大学 2（Tor Vergata 校）と「窓用に用いられるシースルー型色素増感太陽電池の高性能化研究」について共同研究を行い、変換効率 6.3%、透過率 30%を達成し、実用化が考慮できる段階となった。

3. 2. 太陽電池モジュールグループについて

インフラストラクチャとしての太陽電池システムの実現に向けて、ロードマップの作成を進めると共にソーラマッチングモジュール等の次世代の太陽電池モジュール構成やモジュールの自己診断技術等について研究を進めた。平田は、自己診断技術において、モジュールストリングごとの診断で第 1 象限から第 4 象限の測定を行うことで、精度の高い診断が可能であることを明らかにした。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の構成法を明らかにすると共に、曲面上設置フレキシブル太陽電池パネルの発電量推定式の導出を図った。植田は、山梨県北杜市のメガソーラにおいてシステムの運転開始から 7 年を経過したモジュールの劣化状況を分析し、4 年目以降 7 年目までで見ると結晶系シリコン太陽電池モジュールではほぼ劣化が無視できる程度であったことを明らかにした。

3. 3. 太陽電池システムグループについて

大量の太陽光発電システムが導入されるに至り、太陽光発電システムの故障診断を適切に行うことが重要となっている。近藤は、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を開発した。また、PV 出力に影響を与える日射強度の変動特性について東京電力（関東）及び東北電力（東北）管内のデータを対象に分析を行い、電力系統エリアを超えた系統運用を行った場合の出力変動の平滑化効果を定量的に評価した。植田は HEMS 等を用いて分単位で住宅用 PV システムの発電量を取得した場合のシステム健全性の診断方法を新たに提案した。具体的には、天空を分割して領域毎の発電性能を評価することで、日陰の影響を受けることなくシステムの発電性能を定量的に算出可能な手法を開発し、その有効性を実測データで確認した。

4. 研究活動の展望

本研究部門の設置目的である、材料・デバイスから回路・システムに亙る技術の垂直統合による、シナジー効果を生かした環境軽負荷太陽光発電システムの研究開発を続けて進める。透明導電性膜作製技術や太陽電池評価技術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システムの斬新なコンセプトの創出を図る。また、第 7 回シンポジウム開催や PV-Japan2016 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部門の研究に資する。さらに、部門メンバーの研究室合同での夏季合宿ゼミを開催し、研究室の学生も含めた交流を基に新たな部門共同研究を模索する。

5. むすび

前身の太陽光発電研究部門の活動を継承して、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概ね順調に歩みだすことができた。次世代に向けた太陽光発電技術ロードマップの作成を急ぐと共に、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．IEA-PVPS, Trends 2014 in Photovoltaic Applications, Chapter 2, 2015.

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

１．多角形近似による円筒型フレキシブル太陽電池における発電量の推定，柴崎衛，谷内利明，電気学会論文誌 B(電力・エネルギー部門誌)，135 巻 pp 454-461，2015（査読有）

２．Power Output Estimation of Cylindrical Flexible PV Modules that Can be Mounted to a Telecommunications Pole in Green Base Station, Mamoru Shibasaki, Toshiaki Yachi, The Proceedings of INTELEC, pp 516-520, 2015（査読有）

３．System Performance and Degradation Analysis of Different PV Technologies, Yuzuru Ueda, 4th PV Performance Modeling and Monitoring Workshop, Session6-6, 2015（査読有）

４．Outdoor characterization of spectral-splitting low concentrating PV system for InGaP solar cell and GaAs solar cell, Y.Masud, Y.Ueda, T.Okamoto, S.Miyajima and M.Konagai, The 25th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC25), MSI-O-08, 2015（査読有）

５．Growth of amorphous Zn-Sn-O thin films by RF sputtering for buffer layers of $CuInSe_2$ and SnS solar cells, Shao-Wei Chang, Kaoru Ishikawa, Mutsumi Sugiyama, Thin Solid Films, 589 (2015) pp.408-411（査読有）

６．Estimation of defect activation energy around pn interfaces of $Cu(In,Ga)Se_2$ solar cells using impedance spectroscopy, Hidenori Sakakura, Masayuki Itagaki, Mutsumi Sugiyama, Japanese Journal of Applied Physics, 55 (2016) 012301-1～4（査読有）

７．熱電式日射計の応答遅れの補正，近藤潤次，田口貴一，電気学会論文誌 B(電力・エネルギー部門誌)，136 巻 pp 222-223，2016（査読有）

８．住宅用太陽光発電システムの出力抑制損失のばらつきと改善法，近藤潤次，スマートグリッド，Vol.5，No.3，pp.28-33，2015.7（査読無）

９．*I-V* Characteristic Evaluation of Photovoltaic Modules String from First Quadrant to Fourth Quadrant, Youichi Hirata, 31th EU PVSEC, 4pages, 5BV.2.28, 2015（査読有）

10. Efficient ruthenium sensitizer with an extended π-conjugated terpyridine ligand for dye-sensitized solar cells, H. Ozawa, K. Fukushima, A. Urayama, and H. Arakawa, Inorg. Chem., 54, 8887, 2015.（査読有）

11. Black-dye-based dyesensitized solar cells using the electrolyte solutions containing a quaternary phosphonium iodide with a various alkyl chain length, H. Ozawa, T. Sugiura T. Kuroda, K. Nozawa, and H. Arakawa, Electrochimica Acta, 187, 73, 2016.（査読有）

12. Surface Sulfurization of MBE-Grown CIGS Thin Films and Devices, I. Khatri, I. Matsuyama, H. Yamaguchi, H. Fukai and T. Nakada, Japanese Journal of Applied Physics, 54 (2015) 08KC10, 1-4.（査読有）

13. A comparative study of Cd- and Zn-compound buffer layers on $Cu(In_{1-x},Ga_x)(S_y,Se_{1-y})_2$ thin film solar cells, T. Kobayashi, Z. Jehl Li Ko, T. Kato, H. Sugimoto and T. Nakada, Prog. Photovolt: Res. Appl. 24 (2016) 389-396.（査読有）

14. Photolumoinescence characterization of $Cu(In,Ga)Se_2$ solar cell process, S. Shirakata: Physica Status Solidi B. 252 (2015) 1211-1218（査読有）.

15. Annealing-induced optical-bandgap widening of Cu_2ZnSnS_4 thin films with observation of simultaneous increase in local-structure ordering, T. Toyama1, T. Konishi1, Y. Seo1, R. Tsuji, K. Terai, Y. Nakashima, R. Maenishi, A. Aratashi, S. Yudate, Y. Tsutsumi, and S. Shirakata: Japanese Journal of Applied Physics, 54 (2015) 015503-1～7（査読有）.

著書

１．分散型電源大量導入の技術的問題と対策，電力システム改革と再生可能エネルギー，第 3 章，近藤潤次，日本評論社，pp.89-110，2015.9.20

招待講演

1．Some Thoughts on the Development of Future Photovoltaic Systems, Toshiaki Yachi, 4th International Conference on Renewable Energy Research and Applications, Palermo Italy, November 22-25, 2015
2．Effects of Alkali-metal Incorporation on CIGS Layers and Solar Cells, Tokio Nakada, Workshop on Computational Nano-Materials Design and Realization for Energy-Saving and Energy-Creation Materials,I-33, March 26, 2016.
3．A Systematic Approach toward Efficiency Improvement of Black-Dye-Based Dye-Sensitized Solar Cells, Hironori Arakawa, 1st International Symposium on Energy Chemistry and Materials, Shanghai China, October 29-30, 2015
4．フォトルミネッセンス・マッピング法によるCIGS太陽電池の評価, 白方 祥, 発光イメージングが切り拓く半導体結晶・デバイス評価の明るい未来, 2016年 第63回応用物理学会春季学術講演会, 19p-S011-4, 2016年3月19日

特許

1．柴山直之, 杉山睦, 化合物薄膜太陽電池, 化合物薄膜太陽電池の製造方法, および化合物薄膜太陽電池の検査方法, 特願2016-036417, 2016
2．荒川裕則, 清水亮佑, 小澤弘宜, 山口岳志:「色素増感太陽電池」, 特許5901983号, 2016.3.18
3．渡辺健一, 近藤潤次:「電圧制御装置、電圧制御方法、及び電力調整装置」, 特許第5847927号, 2015.12.4
4．渡辺健一, 近藤潤次:「電圧制御装置、電圧制御方法、電力調整装置、及び電圧制御プログラム」, 特許第5893544号, 2016.3.4

受賞

1．三上俊太郎, 鷲見浩貴, 新島宏文, 相原理, Ishwor Khatri, 杉山睦, 第7回半導体材料・デバイスフォーラム 口頭発表最優秀奨励賞, 2015年11月14日
2．荒川裕則,「色素増感太陽電池の高性能化に関する研究開発」, 日本太陽エネルギー学会・学会賞（学術部門）, 2015
3．荒川裕則, ロールプレス法を用いたフレキシブル色素増感太陽電池(3)メタルマスクを用いたサブモジュールの作製, 日本太陽エネルギー学会・論文賞, 2015

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基礎特性に基づき、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、発電量予測に資するため曲面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」

p-NiO/n-ZnO ヘテロ構造を持つ可視光透明型太陽電池を試作し、発電を確認した。特に、アモルファス NiO 薄膜の良質化を図り、室温プロセスで十分な電気特性を持つ p 型薄膜を開発し、その有用性を明らかにした。この結果の一部を国際会議に発表し、英文論文も掲載している。これから太陽電池の変更効率の向上を図るとともに、プロセスの最適化を図っていく。

植田　譲

「太陽光発電システムに関する研究」

PV モジュール・システムの性能評価技術を中心に研究を進めている。健全性診断では住宅用 PV システムの遠隔診断技術開発として日陰の影響を受けずにシステムの発電性能を算出可能な手法を開発し、実証を行っている。大規模システムでは運転開始から 7 年を経過したシステムの発電特性を継続的に分析し、結晶 Si 系やアモルファスシリコン、化合物等の各種太陽電池モジュールを用いたシステムの発電特性や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」

硫化スズ(SnS)は次世代型太陽電池の光吸収層として期待されているが、良質な結晶が作製出来ないことが問題となっている。15 年度は、SnS にアルカリ金属化合物である NaF を堆積し熱処理することで、SnS の粒形が大きくなり、結晶品質が向上することを明らかにした。また、この SnS 薄膜を用いた太陽電池は、従来法の SnS 太陽電池と比較し解放電圧に大きな差異が無かったものの、短絡電流密度の向上が確認できた。

近藤　潤次

「近隣の太陽光発電システムの発電出力の規格化による故障診断手法の開発」

PV システムに関する既存の診断方法には、診断時に太陽電池を回路から切り離す必要があるものが多い。本研究では稼働状態で故障を診断できる手法を開発した。本手法は、2 つの近隣の PV システムの発電出力を比較する際、方位角や傾斜角が異なるのでそのまま比較できない問題を、提案する規格化処理により取り除いて比較するものである。実験したシステムでは、発電出力が 5%以上低下する故障であれば検出可能なことを確認した。

平田　陽一

「太陽電池モジュールストリング第 1～4 象限カーブの評価に関する研究」

太陽電池モジュールストリングに正常モジュールと劣化モジュールを接続し、その *I-V* カーブを第 1 象限から第 4 象限まで測定した。そして、*I-V* カーブデータをフィッティングし、ダイオードモデルの等価回路から 4 定数、直列抵抗 *Rs*、分路抵抗 *Rsh*、飽和電流 *A*、ダイオード因子 *n* を求めた。その結果、劣化モジュールの混じったストリングは回路定数から劣化モジュールの存在が認められた。

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」

印刷による有機薄膜太陽電池の作製に向け、静電スプレー法による素子の作製を試みた。その結果、従来から研究室で遂行してきたスピンコート法により作製した素子の太陽電池特性と同様の結果を得ることに成功した。さらに、農業用太陽電池に向け、光合成有効波長と素子の透過率を比較し、材料選択への指針を得た。今後はビニールハウス等の曲面による発電量の理論的計算及び実証結果について、検討を行う予定である。

荒川　裕則

「色素増感太陽電池の高機能化に関する研究」

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開発を目指す。

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」

本研究は結晶粒界のない CIGS エピタキシャル成長膜を用い、CIGS 太陽電池の変換効率制限要因の解明を最終目標としている。その前段階として、サファイア単結晶基板上に裏面電極用 Mo 薄膜のエピタキシャル成長を試みてきたが、従来法では完全に結晶粒界をなくすことはできなかった。今回、この問題解決手段として、低温バッファ層を導入することによって、結晶粒界がなく表面平坦性に優れた Mo エピ膜を得ることができた。

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」

両性不純物 Zn のⅢ族サイへの選択ドーピングによる *p* 形 CIGS 薄膜のキャリア濃度増加と太陽電池の開放電圧と変換効率の向上を目的とした。三段階法の第一段階での$(In,Ga)_2Se_3$形成時に Zn をドープし、*p* 形 CIGS 薄膜を得た。低温 PL 測定により Zn_{In} アクセプタの生成が示唆された。中田・杉山研で後段プロセスを行い作製した CIGS:Zn 太陽電池は 14.5%の変換効率を示し、本手法の有効性が示された。

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には、開放電圧の改善が必須である。本研究ではこの対策として、KF（フッ化カリウム）を CIGS 製膜後に添加する方法で、開放電圧を改善できることを確認し、この現象を解明するため各種の機器分析を実施した。その結果、K 添加による CIGS 膜中欠陥の低減、キャリア濃度の増加、CIGS 最表面の Cu 減少に伴う界面再結合の低減などが開放電圧向上の主因であ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 デバイス研究部門は、「Only at TUS」の EC デバイスの創製を目指しており、具体的には「燃料電池」「電気化学キャパシタ」「リチウムイオン二次電池」について新機軸のコンセプトによるデバイス開発を目指している。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）
　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　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

3. 各研究グループの活動報告

3. 1. 燃料電池グループについて

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

このように、酵素バイオ燃料電池は生体内の物質を検知することで発電できることから、生体モニタリングを行うためのウェアラブル電源や体内埋め込み型デバイス等への応用が期待されている。バイオ燃料電池で無線伝送デバイスを駆動しデータを転送することができれば、ワイヤレスでのモニタリングが可能になる。

今年度は、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を開発した。これは、要介護者の尿によって発電し、その発電量から尿漏れのみならず、尿糖値もセンシングできるというコンセプトで設計されている。おむつに搭載することを想定した印刷型バイオ燃料電池アレイをスクリーン印刷によって作製した。スクリーン印刷を用いることで、アレイ化構造をシンプルな設計で簡単に作製することができ、また、小型・薄膜化が可能になる。電池の基板には紙を用いた。紙を用いることで、電解液流出による短絡を防止しつつ、電池への電解液安定供給が可能になった。現時点で最大出力 600μW の尿糖電池の開発に成功した。

3. 2. 電気化学キャパシタグループについて

高エネルギー密度かつ高出力密度の電気化学キャパシタの開発を目指して、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とキャパシタ用電極としての評価・特性解析および擬似容量を示す酸化物材料の探索に関する研究を行った。

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。本研究では、高比表面積 BDD 電極と固体電解質を用いて全固体 EDLC の作製を試みた。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すことにより、高比表面積 BDD 電極が得られた。固体電解質を 2 枚の電極で挟むことにより全固体 EDLC を作製し、サイクリックボルタンメトリー (CV) により特性を評価したところ、1.5 V の作動電圧を維持したまま、電気二重層容量を 30 倍以上向上することができた。電気化学インピーダンス法を用いた特性解析の結果、BDD の高比表面積化を行った後でも充放電の時定数は 0.5ms 程度であり、高速充放電が可能であることが示唆された。

また、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、MnO_2 の電解析出を行った。二段階熱処理法により作製した多孔質 BDD 電極および BDD ウィスカー電極の表面に MnO_2 を電解析出させ CV を測定したところ、それぞれ電解析出前後で容量が 117 倍および 83 倍となった。MnO_2 担持による容量の増加は、MnO_2 の酸化還元反応に基づく擬似容量によるものであるが、多孔質 BDD 電極と BDD ウィスカー電極で同量の MnO_2 担持による効果に差が見られたことから、MnO_2/BDD の界面形態が容量に影響を与えることが示唆された。MnO_2 担持量を変化させて容量を調べたところ、最適値が存在することが明らかとなり、最大で 17mF/cm^2 の高容量が得られた。

3. 3. リチウムイオン二次電池グループについて

リチウムイオン二次電池の用途の拡大に伴い、高エネルギー密度を有する新規正極材料の創製が期待されている。そこで本研究グループでは材料スクリーニングの手法として、充放電過程(電池作動下)における正極材料の原子配列の評価とコンビナトリアル合成に着目した。平成 27 年度

に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。Rietveld 法等の通常の結晶構造解析では、遷移金属層における遷移金属の局所的な(周期性のない)分布や、特定のカチオン周辺の歪みに関する知見が得られないため、量子ビームを用いた Pair distribution function(PDF)解析を実施した。特に、充放電条件(電池作動条件)の観点から最適な正極材料を探索するため、$Li_{1.2}Mn_{0.54}Ni_{0.13}Co_{0.13}O_2$ を異なるレート(電流密度)で充放電サイクル試験を行ったあとの正極について放射光 X 線全散乱データを用いた PDF 解析を行った結果、高速で充電することで遷移金属周辺の歪みが大きくなり、特に Co 周辺の歪みがレートに大きく依存することが示唆された。

また、高効率な PDF データの解析手法の確立を目的として、層状岩塩型構造をもつ $LiNi_{0.5}Mn_{0.5}O_2$ をモデル材料として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、遷移金属層内で Ni と Mn が局所的に秩序化して配列することが明らかになった。

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、遷移金属サイトに Ti を部分固溶させることでサイクル特性が向上する可能性が示唆された。

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。今後は、各グループ間での連携も更に強化し、分野横断型の研究により素材・システム共にブレイクスルーを目指し、新しいコンセプトによる 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 27 年度は 8 月 6 日にキックオフミーティングを開催し、お互いの研究内容および要素技術の共有と、メンバー同士の共同研究のさらなる推進を図った。また、部門のホームページを新たに開設し、積極的な外部発信を行っている。

今後は成果報告会を通じて研究の進捗状況の確認と更なる発展を目指すとともに、産も含めた共同研究の推進により、先端 EC デバイスの創製を目指していく。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

1．Electrochemical Impedance Study of Screen-printed Branch Structure Porous Carbon Electrode using MgO-templated Carbon and MgO Particle and its Application for Bilirubin Oxidase-immobilized Biocathode, I. Shitanda, H. Nakafuji, S. Tsujimura, Y. Hoshi, M. Itagaki, *Electrochemistry*, 83, 329-331, 2015.(査読有)

2．Synthesis of poly(3-(4-ethoxysulfonylphenoxy)-2-methylpropyl)silsesquioxane and its application as a proton-conducting membrane, S. Tsukada, A. Tomobe, Y. Abe, T. Gunji, *Polym. J.*, 47, 287-293, 2015.(査読有)

3．A proposal of purification system of hydrogen production forachieving a lower LCCO2 level and a higher conversion efficiency, K. Dowaki, T. Nagaishi, K. Koido, M. Kameyama, *ACBS2016-3rd Asian Conference on Biomass Science*, 7-11, 2016.(査読無)

4．One-Pot Preparation of Alkyl Iodides from Esters by Indium-Catalyzed Reductive Cleavage of a Carbon-Oxygen Bond, N. Sakai, Y. Matsushita, T. Konakahara, Y. Ogiwara, K. Hirano, *Eur. J. Org. Chem.*, 1591-1595, 2015.(査読有)

5．Electrochemical Oxygen Reduction Catalyzed by Bilirubin Oxidase with the Aid of 2,2'-Azinobis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonate) on a MgO-template Carbon Electrode, S. Tsujimura, K. Murata, *Electrochim. Acta*, 180, 555-559, 2015.(査読有)

6．Enhanced Sensitivity for Electrochemical Detection Using Screen-Printed Diamond Electrodes via the Random Microelectrode Array Effect, T. Kondo, I. Udagawa, T. Aikawa, H. Sakamoto I. Shitanda, Y. Hoshi, M. Itagaki, M. Yuasa, *Anal. Chem.*, 88, 1753-1759, 2016.(査読有)

7．Boron-doped Nanodiamond Powder Prepared by Solid-state Diffusion Method, T. Kondo, N. Okada, Y. Yamaguchi, J. Urai, T. Aikawa, M. Yuasa, *Chem. Lett.*, 44, 627-629, 2015.(査読有)

8．Micelle Structure in a Photo-Responsive Surfactant with and without Solubilized Ethylbenzene from Small-Angle Neutron Scattering, M. Akamatsu, P. FitzGerald, M. Shiina, T. Misono, K. Tsuchiya, K. Sakai, M. Abe, G. G. Warr, H. Sakai, *J. Phys. Chem. B*, 119, 5904-5910, 2015.(査読有)

9．Effects of Water on Solvation Layers of Imidazolium-Type Room-Temperature Ionic Liquids on Silica and Mica, K. Sakai, K. Okada, A. Uka, T. Misono, T. Endo, S. Sasaki, M. Abe, H. Sakai, *Langmuir*, 31, 6085-6091, 2015.(査読有)

10. Effect of blending carbon nanoparticles and nanotubes on the formation of porous structure and the performance of proton exchange membrane fuel cell catalyst layers, T. Suzuki, R. Hashizume, M. Hayase, *J. Power Sources*, 15, 109-117, 2015. (査読有)

11. Investigations on Average and Local Structures of $Li(Li_{1/6}Mn_{1/2}Ni_{1/6}Co_{1/6})O_2$ by the Pair Distribution Function and the Density Functional Theory, Y. Idemoto, K. Akatsuka, N. Kitamura, *J. Power Sources*, 299, 280-285, 2015.(査読有)

12. 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 Metallurgy*, in print.(査読有)

13. Atomic-Configuration Modeling of Ion-Conducting Crystalline Oxide by Diffraction Technique and Theoretical Calculation, N. Kitamura, *J. Ceram. Soc. Japan*, 123, 637-642, 2015.(査読有)

14. Single-crystal synthesis and structure refinement of $La_2Li_{0.5}Al_{0.5}O_4$ with K_2NiF_4-type structure, N. Hamao, K. Kataoka, J. Akimoto, *J. Asian Ceram. Soc.*, 3, 301-304, 2015.(査読有)

15. Photobase Generators Derived from trans-o-Coumaric Acid for Anionic UV Curing Systems without Gas Generation, K. Arimitsu, Y. Takemori, A. Nakajima, A. Oguri, M. Furutani, T. Gunji, Y. Abe, *J. Polym. Sci. A: Polym. Chem.*, 53, 1174-1177, 2015.(査読有)

16. Wavelet Transformation to Determine Impedance Spectra of Lithium-ion Rechargeable Battery, Y. Hoshi, N. Yakabe, K. Isobe, T. Saito, I. Shitanda, M. Itagaki, *J. Power Sources*, 315, 351-358, 2016.(査読有)

著書

1. Ionic Liquid-Based Surfactant Science: Formulation, Characterization and Applications, Chapter 3: Self-Assembly of Nonionic Surfactants in Room-Temperature Ionic Liquids, K. Sakai, T. Misono, M. Abe, H. Sakai, John Wiley & Sons, 47-62, 2015.

招待講演

1. Bio-inspired Electrochemical Devices -Wearable Biofuel Cell and Nanomotor-, I. Shitanda, Japanese-Chinese Symposium on Photochemistry and Biochemistry, National Taiwan University, Taipei, 2015.
2. Synthesis and application of polysilsesquioxanes as element-blocks, T. Gunji, 2015 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM2015), Honolulu, USA, 2015. (依頼講演)
3. Synthesis and Electrochemical Properties of a Novel Titanium Oxide $H_2Ti_{12}O_{25}$ as High Capacity Negative Electrode Materials, J. Akimoto, K. Kataoka, H. Nagai, T. Sotokawa, Y. Kumashiro, The 11th Pacific Rim Conference on Ceramic Societies, Jeju, Korea, 2015.
4. Recent advances in carbon electrodes for the development of enzyme-based biofuel cell, S. Tsujimura, SMOBE-2015, Univ. Antwapen, ベルギー, 2015. (基調講演)
5. Enzymatic biofuel cell based on porous carbon materials, S. Tsujimura, MANA-RSC symposium Materials for Energy Generation and Storage, つくば, 2015. (招待講演)
6. Gemini-Like Surfactants Formed in Aqueous Mixtures of Dicarboxylic Acids and Alkylamine, H. Sakai, The 6th Asian Conference on Colloid and Interface Science, (ACCIS 2015), Sasebo, 2015.
7. Novel Photo-Cleavable Surfactant Generating Amino Acid -Interfacial Chemical Properties and Photochemical Response-, H. Sakai, International Conference of Colloids and Interface Science, Taipei, 2015.

特許

1. 郡司天博, 塚田学, “ゾル状有機酸化ケイ素縮合物の製造方法および有機酸化ケイ素縮合物硬化体の製造方法”, 特願 2015-046203. 国内優先出願.
2. 堂脇清志, 小井土賢二, 大久保塁, 亀山光男, 国内優先出願 (※国際特許出願：国際出願番号：PCT/JP2013/70300, 2013, 国際公開番号：WO2015011826, 2015), 水素回収方法, 特願 2015-528080, 2015.
3. 堂脇直城, 亀山光男, 堂脇清志, 国際特許出願：水素回収法, PCT/JP2015/80452, 2015.
4. 重森康司, 辻村清也, バイオ燃料電池用のガス拡散電極材、及び、ガス拡散電極材の作製方法、ガス拡散電極材を備えるバイオ燃料電池, 特願 2015-224225.

広報

1. 四反田功,「尿から発電するウェアラブルバイオ燃料電池」2015 年 5 月 18 日朝刊　日本経済新聞.
2. 四反田功,「紙基材酵素型バイオ燃料電池をスクリーン印刷で－尿中のグルコースで発電するオムツセンサ開発」2015 年 10 月 15 日発刊 コンバーテック誌.
3. 四反田功,「尿・汗から発電するウェアラブルデバイス」2015 年 11 月 30 日朝刊　化学工業日報.

受賞

１．秋本順二，片岡邦光，外川公志，神代善正，次世代リチウムイオン電池用チタン酸化物負極材料の開発，文部科学大臣表彰 科学技術賞（開発部門），2015.
２．Takahiro Gunji, Takahiro Igarashi, Satoru Tsukada, Yoshimoto Abe, Best presentations in sol-gel meeting, Kyoto.“Synthesis of cage octasilicate polymer”, XVIII International Sol-Gel Conference, Kyoto, Japan, September, 9, 2015.
３．坂井教郎，荻原陽平，SYNFACTS Selected Article，Thieme 出版社，2016 年 1 月.
４．酒井健一，科学奨励賞，日本化学会コロイドおよび界面科学部会，2015.
５．北村尚斗，日本セラミックス協会賞進歩賞，日本セラミックス協会，2015.

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尿によって発電する新たな介護用デバイスのプロトタイプを開発した。これは、要介護者の尿によって発電し、その発電量から尿漏れのみならず、尿糖値もセンシ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 600μW の尿糖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た。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た。特に、エンーチオール反応を用いることにより効率的にトリメトキシシリル基を導入できた。また、熱硬化により調製した自立膜を用いてセルを調製し、高効率に発電できることを確認した。

堂脇　清志
「バイオ水素精製に関する技術開発」
木質等のバイオマス資源による不純物除去を含めた水素精製技術の開発について、ガス化合成ガスによる水素精製時の精製動力の低減システムを検討している。通常、これは圧力スウィング吸着法（PSA）により、加圧されることによって実施されるが、本年度の成果として、非対象ガスである CO_2 分離、及び PSA の動力を約 30%低減し、製品水素濃度 99Vol.%にすることに成功した。

坂井　教郎
「電極作成を指向した界面活性剤モノマーの合成触媒の開発」
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カーボンに着目し、その前駆体となる高分子界面活性剤の合成手法の確立を目指す。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が、水系で効率良く界面活性剤を合成する金属触媒は、ほとんど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機能する有機分子合成触媒の開発を目指す。

辻村　清也
「酵素燃料電池に関する研究」
酵素を電極触媒として用い、糖などから発電する酵素燃料電池の高性能化にむけて、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の開発を行った。また、この多孔質炭素をベースとした充填したグルコース燃料を使い切るタイプの燃料電池を開発した。室温で 2 mW cm^{-2} の最大出力が得られ、定量的に燃料を電力に変換した。また、酵素ーハイドロゲル修飾電極反応の基礎検討を行い、電解質の影響を明らかにした。

湯浅　真、近藤　剛史
「ダイヤモンド電極の電気化学キャパシタ応用に関する研究」
高比表面積ダイヤモンド電極と固体電解質を用いて全固体電気二重層キャパシタを作製した結果、1.5 V の作動電圧を維持しながら、高比表面積化処理前より容量を 30 倍以上向上することができた。また、電解析出法によるダイヤモンド電極表面への MnO_2 担持を検討した。二段階熱処理法により孔形成したダイヤモンド電極に対して担持量を最適化した結果、擬似容量に基づく 17 mF/cm^2 の高容量が得られた。

酒井　秀樹、酒井　健一

「ナノポーラスカーボンの新規調製法の開発」

本研究は、機能性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、界面化学を駆使した新規手法により合成することを目的とする。本年度は、ナノポーラスカーボンの前駆体材料として用いる重合性ジェミニ型界面活性剤の合成を行った。既存の重合性界面活性剤は重合性基を疎水鎖末端に有する Tail 型であったが、本研究では親水基部分にメタクリロイル基を有する Head 型重合性ジェミニ型界面活性剤の合成に成功した。

早瀬　仁則

「微細加工による燃料電池の小型化に関する研究」

白金使用量の削減および耐 CO 性の向上へ向けて、Pd-Pt 触媒に注目している。従来の研究では、Cu を UPD(Underpotential Deposition)により原子層レベルで堆積させたのち、SLRR(Surface Limited Redox Replacement)により Pt を堆積させていた。今年度は、銅に代え、水素の UPD を検討した。この結果、水素の UPD でも Pt 堆積が出来、これにより作製した触媒により耐 CO 性のある触媒層が形成できた。

有光　晃二

「導電性ポリマーを用いたフレキシブルな透明電極の作製」

導電性高分子を透明導電膜として利用するには目的に応じた形状にパターニングする必要がある。これまでの導電性高分子のパターニング法には、フォトエッチング法やスクリーン印刷法などがあるが、それぞれ工程が複雑、得られる線幅が大きいといった問題があった。そこで本研究では、光酸発生剤と酸増殖剤を用いた簡便な PEDOT:PSS 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、原子配列の観点から材料スクリーニングをすることを目的とした。量子ビームを用いた Pair distribution function(PDF)解析により、合成条件や組成が局所構造に与える影響を明らかにした。また、充放電過程の正極についても同様の解析を行い、充電・放電に伴う原子配列の変化を解明した。

藤本　憲次郎

「多元系リチウム二次電池正極材探索」

リチウムイオン二次電池正極材の新規代替材料の創出および材料設計指針の提案へ向け、層状岩塩構造などの遷移金属サイトへの多元素置換体をコンビナトリアル技術により作製し、得られる試料群（ライブラリー）の結晶構造と電極特性の相関を調査している。現状では、層状岩塩構造、スピネル構造、オリビン構造の各材料について、Ti 成分を遷移金属サイトへ一部固溶させることでサイクル特性の向上が見込めることを見出している。

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。今年度は、5V 級正極材料として期待されているリチウムニッケルマンガン酸化物やリチウムコバルトマンガン酸化物などについて、低温合成プロセスの開拓、単結晶合成、結晶構造解析、電極特性の解明について取り組んだ。

アグリ・バイオ工学研究部門

アグリバイオ工学研究部門について

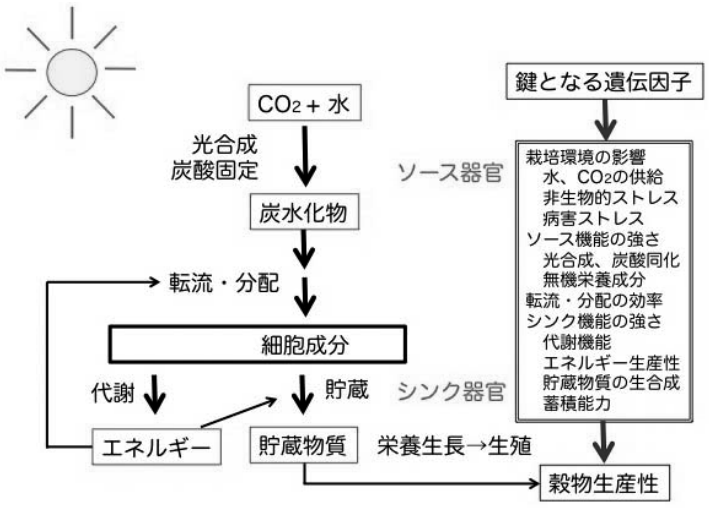
1. 概要

とめどない人口増や温暖化などの地球レベルでの環境変化に対応するために、食糧の安定供給と持続的な農業生産を行うためのシステム構築が求められている。人口の減少と少子高齢化にともなうライフスタイルの変化が起こっている。食品に関しても消費者のさまざまなニーズに応じたきめ細やかな品物の提供が求められており、良食味・機能性食品などの開発が必要とされている。一方、農業生産の場では、以前から就農者の減少と超高齢化が著しい。農場は国土保全の役割をも担っており食糧の安定供給が可能な持続的な農業生産を行うためのシステム構築が必要である。このためにはスマート農業、第 6 次産業化などのアグリイノベーションを図ることが求められている。また、バイオマスエネルギーやバイオリファイナリーなどの用途に植物バイオマスの需要が高まりつつある。この研究プロジェクトでは、これらの需要を満たすアグリイノベーションを図る。この目的で幅広い視点に基づくバイオマス生産性の向上を目指す様々な観点からの理工学的研究を実施する。これにより持続的な穀物生産をもたらすアグロバイオシステムの構築を行う。このために、植物機能の向上を細胞レベル、個体レベル、集団レベルの観点で検証し、鍵となる技術を開発する。すなわち、遺伝情報（DNA）から生産環境に至る範囲を俯瞰し、光合成、ソース機能、転流、分配、シンク機能などに関わる鍵因子の同定、遺伝子機能制御、進化工学やゲノム編集などによる遺伝子機能の向上、センシング、物質移送の可視化、効率的な栽培方法の検討などに関する諸因子を解析しその利活用を図る。

2. 部門の構成と施設設備

穀物の生産性に関わる要素をまとめると図のようになる。すなわち、緑葉などのソース器官（生産する組織）での光合成（炭酸同化）による炭水化物の生産、個体内での物質の移送（転流と分配）、シンク器官（貯蔵する組織）での物質代謝と貯蔵物質の生産と貯蔵である。これらがスムーズに行われることで、高い生産性が維持できると考えられる。図には右側に穀物生産性を規定すると考えられる重要なポイント（要素）を列挙した。これらの要素技術を高めることで高い穀物生産性が達成できると考えている。すなわち、これらの要素に関与する鍵となる遺伝因子が存在すると考えられ、これを突き止めることが穀物生産性向上の第一歩となる。

この研究部門では、以上の観点から、穀物生産性向上にフォーカスした以下の 3 つの項目に関する基盤的研究を実施する。すなわち、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。これにより sustainable で安定的な穀物生産性を目指し、ゲノム編集技術などの New Plant Breeding Technology (NBT) の利活用、ゲノム情報を活用した品種改良や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目的とする。



バイオマス生産性に関わる主要な遺伝的要素

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に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。
以下に研究部門の研究アイテムを記す。

①細胞レベルでの植物機能の増進
穀物生産性をもたらす有用遺伝子を同定し、これを活用するための技術を開発する。そのためにDNA、RNA、蛋白質、ヌクレオチド等を標的とした研究を行う。また、モデル系を用いてその動態を詳細に解析する。
②個体レベルでの植物機能の増進
植物個体における物質の流通、遺伝情報の伝達、細胞間の相互作用などを明らかにする。また、植物の成長過程の可視化技術の開発および炭酸同化産物の移送に関するライブイメージング解析と生産性向上を与える鍵因子の解明を行う
③集団レベルでの植物機能の増進
栽培環境（光、風の流れなど）が植物の生育に与える影響についての解析を行う。基礎的なデータを得る。また、天敵を利用した生産技術の開発を試みる。

3. 研究グループの活動報告

○　公開シンポジウム（7 月 17 日@葛飾キャンパス図書館ホール）

「アグリバイオへの理工学的なアプローチを目指して」と題する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。講演者は、土岐精一（農業生物資源研究所)、藤巻秀（日本原子力研究開発機構)、吉原利一（電力中央研究所)、関原明（理化学研究所)、篠崎和子（東京大学)、藤本聡、北畑信隆（以上、理科大)。このあと講師を招いた懇親会を実施した。

○　公開セミナー

アグリバイオ工学に関連した以下のトピックについて公開セミナーを実施し、研究討論を行い、研究推進に役立てた。
高林純示博士（京都大学生態学研究センター)「植物と昆虫の会話を解読する」11 月 18 日、木下奈津子博士（筑波大学生命環境系)「塩・乾燥ストレス下の植物で機能する低分子 RNA-標的 RNA ペアの探索から香りの研究へ」11 月 25 日、庄子和博博士「LED の光質が葉菜類の生長と有用成分蓄積に及ぼす影響」12 月 24 日

○　部門内研究討論会

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。
アグリバイオ工学キックオフミーティング (5 月 11 日)、技術検討会 (6 月 26 日、9 月 2 日と 3 日)、アグリバイオ研究発表会（9 月 29 日）

○　アドバイザリー委員会(7 月 30 日@葛飾キャンパス）

研究部門のアドバイザリー委員（篠崎和子先生、土岐精一先生）を招き、研究の進捗および今後の進め方等について議論を行った。

○　その他

研究部門の広報活動の 1 つとして、リーフレットおよび web を作製した。また、実験室の整備および運用のための消耗品類の購入を行った。2016 年 7 月に葛飾キャンパス図書館ホールにおいて日本学術振興会との共催で公開シンポジウムを開くこととなり、そのための準備作業を行った。

4. 研究活動の展望

2016 年度も 2015 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新たな共同研究が始まったことから、これらを大きく育てるためのサポートに注力したいと考えている。

5. むすび

東京理科大学内でアグリバイオ工学に関する志のある研究者が集まって、研究部門を立ち上げた。これまでほとんど交流がなかった生物系と材料系、工学系の研究者、および客員として招いた外部の農学系の研究者が一同に集まる機会を設けることができた。この結果、新たな発想での研究が始まった。また、それぞれが求めるニーズが明確となった。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。また、研究プロジェクトとして継続的に実施されるよう研究費を獲得すべく様々なアプローチをしていきたいと考えている。

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

１．Tomohiro Imamura, Ken-Taro Sekine, Tetsuro Yamashita, Hiroaki Kusano, Hiroaki Shimada. Production of recombinant thanatin in watery rice seeds that lack an accumulation of storage starch and proteins. *J. Biotechnol.* 219, 28-33 (2016)（査読あり）

２．Jasmonates induce both defense responses and communication in monocotyledonous and dicotyledonous plants, Okada K., Abe H., Arimura G., Plant and Cell Physiology,56 巻 pp 16-27,2015

３．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.*Double corresponding authors.（査読有）

著書

１．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 丸善

招待講演

１．植物の嗅覚受容，有村源一郎，日本進化学会第 17 回大会ワークショップ ～嗅覚の多様性と進化～哺乳類から植物まで～，東京，2015

特許

１．特願 2015-037195 [H27.2.26]島田浩章，草野博彰「DNA 結合ドメイン組込み用ベクターおよびそのセット，融合タンパク質コーディングベクターおよびそのセットならびにその製造方法，デスティネーションベクター，植物細胞用発現ベクターおよびその製造方法，植物細胞用発現ベクター作製用キット，形質転換方法，ならびにゲノム編集方法」学校法人東京理科大学

広報

１．プレスリリース「細胞が外部から分子を取り込む機構の新しいメカニズムの発見」読売オンライン，朝日新聞オンライン，毎日新聞オンライン，SankeiBiz ほか（2016 年 2 月 27 日）

２．科学新聞（2016 年 3 月 25 日）透明作物を短時間で作製 理科大，熊本大など新たな手法開発

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に関する研究」
イネの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。

有村　源一郎
「植物間コミュニケーションのアグリバイオ技術への活用基盤の構築」
植物から大気中に放出される香り成分は、近くの健全な植物の防衛能力を高めることができる。本研究では、この植物間コミュニケーション能力の高いミント種を選抜し、アグリバイオ技術に活用するための学術基盤を構築する。今年度は、有用ミント種を選抜し、ミントの香りにある一定期間曝された受容植物が、香りに曝されない環境に移された場合、防御遺伝子の活性化状態が維持される有効期間についての詳細な結果が得られた。

石川　仁
「イネ近傍の流れ場構造に関する研究」
人工のイネモデルを作成し、風洞試験により周囲の流れ場構造を調べた。熱線流速計を用いイネ後流の平均速度分や乱れ分布、二酸化炭素の循環に影響を及ぼす渦構造を調べた。その結果、イネ近傍においては高さ方向への上昇流れが顕著であり、それはイネ茎の中央部において最大となることがわかった。流れ方向及び高さ方向の乱れの分布もイネ中央部において最大をとることがわかった。またイネの後流に周期的な渦構造が確認できなかった。

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では個体自体及び置かれている環境による差異が大きく統計的な誤差が必然的に生ずる。これに対し葉緑体のオルガネラレベルで分離し環境を整え光合成反応の物質量の定量化を可能とする透過赤外分光システムの構築の予備実験を行った。

太田　尚孝
「シアノバクテリアの酸性ストレス耐性機構の解明」
化石燃料は、いずれは枯渇する資源であるため、代替エネルギーの一つとして、シアノバクテリアを利用したバイオ燃料の生産が盛んに研究されている。オープンスペースでの培養は、コンタミネーションのリスクを軽減する必要があり、酸性環境のような他の菌が生育しにくい環境で培養することが望ましいが、シアノバクテリアは酸性環境下では生育できないため、この問題を解決する必要がある。我々は、シアノバクテリアの酸耐性に関わる遺伝子を同定した。その中の一つである Sll1951 は、細胞外の S-layer の構成成分のあり、この遺伝子欠損株は、高い酸耐性能を示した。

朽津　和幸
「新規植物免疫活性化剤の作用機構の解析」
病原体の感染に対する植物の感染防御応答を活性化する化合物の新規ハイスループットスクリーニング系を構築し、複数の候補化合物を選抜した。さらに、シロイヌナズナの各種変異株を用いて、その作用機構を解析した。既知の化合物と異なり、サリチル酸シグナル経路とは独立の新規の分子機構で、感染シグナルにより誘導される活性酸素種生成や防御関連遺伝子発現等の植物の感染防御応答を亢進する可能性がある化合物を発見した。

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。葉と茎を別々に仮定した 2 物体連結モデルによるシミュレーションを行った。また LES を使用した波を打つ作物のモデル化を行うために植生の動きを稲 1 本 1 本について常微分方程式を解き、LES とカップリングさせることで、植生の動きと乱流の相関を 3 次元の数値計算で明らかにした。

田村　浩二

「アグリバイオ生産性向上の基盤となるタンパク質生合成に関する研究」

アグリバイオ研究では、目的となる有用なタンパク質をいかにして効率よく生産するかが極めて重要な課題になる。本研究では、タンパク質生合成の根幹となる tRNA のアミノアシル化反応、およびリボソーム上でのペプチド結合生成反応の詳細なメカニズムを明らかにし、その知見をもとに、安定で確実なタンパク質合成システムの構築を目指した。

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。液胞でのタンパク質分解を制御する機構を明らかにするため、モデル生物である出芽酵母を用いて分解制御に関わる遺伝子の同定を試みた。出芽酵母遺伝子欠損変異体ライブラリーを用いて、タンパク質の分解に異常のある変異体のスクリーニングを行った。この結果、機能未知遺伝子を含む約 200 種類の遺伝子を同定し、新しいタンパク質分解制御因子の単離に成功した。

松永　幸大

「農作物のストレス耐性を評価するイメージング･モニタリング研究」

農作物は乾燥･高温ストレスや病虫害の応答している。この応答メカニズムを研究すると共に、ストレス耐性を評価する非破壊的定量解析法を開発することを目指した。イネの乾燥ストレス耐性を葉の色から定量解析する手法を開発し、特許出願した。さらに、病虫害に感染したダイズの葉の色を解析して、病虫害感染部位のみを定量解析することに成功した。

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」

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植物（シロイヌナズナ）の成長制御を試みた。Co 添加試料では遠赤色光が多い光が照射され、葉が上向きに傾き葉柄が長くなる避陰反応が生じた。Fe 添加試料では赤色光が多い光が照射され、葉の展開が促進された。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可能性が認められた。

相馬　亜希子

「微細藻類の RNA プロセシング機構と遺伝子発現抑制法の開発」

植物ゲノムに潜む様々な有用遺伝子を探索するため、植物の遺伝情報の書き込み方式や、それを正しく取り出すための RNA プロセシング機構を理解する必要がある。極限環境に生息する微細藻類 C. merolae をモデルとして tRNA プロセシングを解析した結果、既知の真核生物とは異なるプロセシング経路を同定した。また、この機構を利用した遺伝子発現抑制ツールを構築した。RNAi 経路を持たない C. merolae の利用に大いに役立つと期待される。

木下　哲

「DNA 脱メチル化機構の研究」

エピジェネティック情報のリプログラミングに必須な DNA 脱メチル化に「RNA」が必要であることが予想されているが、その詳細は明らかではない。平成 26 年度の主な成果として、私達の研究グループでは、シロイヌナズナの突然変異体を用いて、DNA 脱メチル化には、ミトコンドリアに端を発する Fe-S クラスターアッセンブリー経路の遺伝子 *AtDRE2* が必要であることを明らかにした。

藤巻　秀

「植物による炭酸固定と転流のライブイメージング研究」

デンプンの貯蔵に関わっている遺伝子が欠損したシロイヌナズナ変異体において、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 RI イメージング技術で解析した。その結果、「炭素を固定する葉とその輸送先の器官の双方で、デンプンの代わりに溜まった多量のショ糖が、転流を減少させ、さらに、葉面積肥大の材料に変換されている」という新しい生理モデルが提案された。

吉原　利一

「環境中の有害元素の挙動と植物を介した循環に関する研究」

樹体等の特定の環境要素に蓄積した放射性 Cs からの γ 線を周辺環境からの BG 線量と識別して精度良く簡易に測定する手法（積算線量計による簡易測定手法）の確立を目途として種々の実験を進め、ある程度、放射性 Cs の樹体内での分布や移動などを測定できることを明らかにした。

ものこと双発研究部門

ものこと双発研究部門について

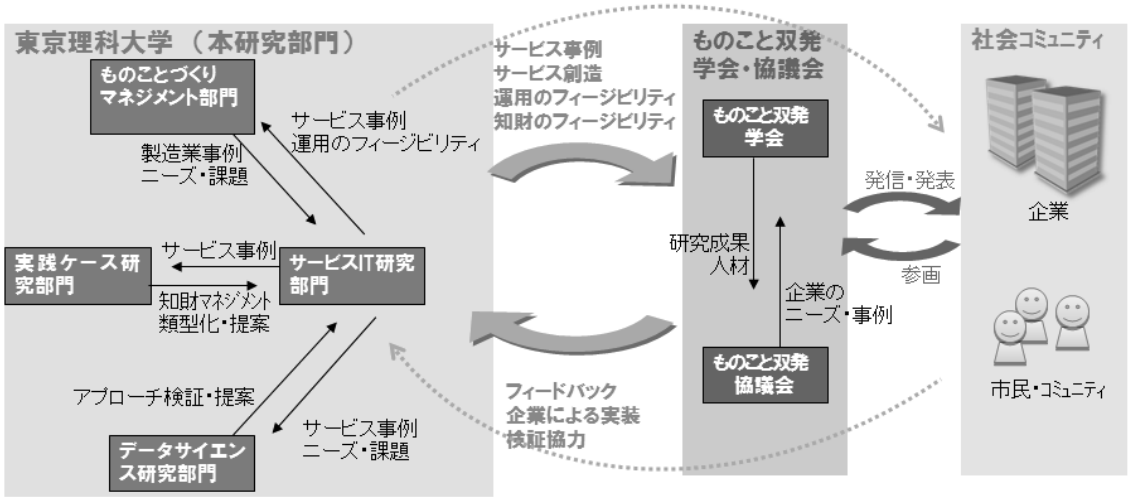
1. 概要

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

2. 部門の構成と施設設備

- サービス IT 研究部門：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部門：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・データサイエンス研究部門：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。
- 実践ケース研究部門：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。



研究部門の構成

3. 活動報告

本研究部門は、「ものこと双発学会・協議会」と協働して大学教員、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日本の産業構造を考えていく仕組みを構築している。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。

3. 1. 産業界の意識調査

月例研究会の参加企業の現状認識を言語化形式化するための“問診票”として、技術担当役員など経営層の回答によるアンケートを行った。有効回答企業数は 20 社である。

(1)「ことづくりの捉え方」について

前節で採り上げたことづくりのさまざまな定義について、参加企業に自社の捉え方に近いものを複数回答ありで選択して貰った結果が図 1 である。選択肢ごとの回答割合を示している。

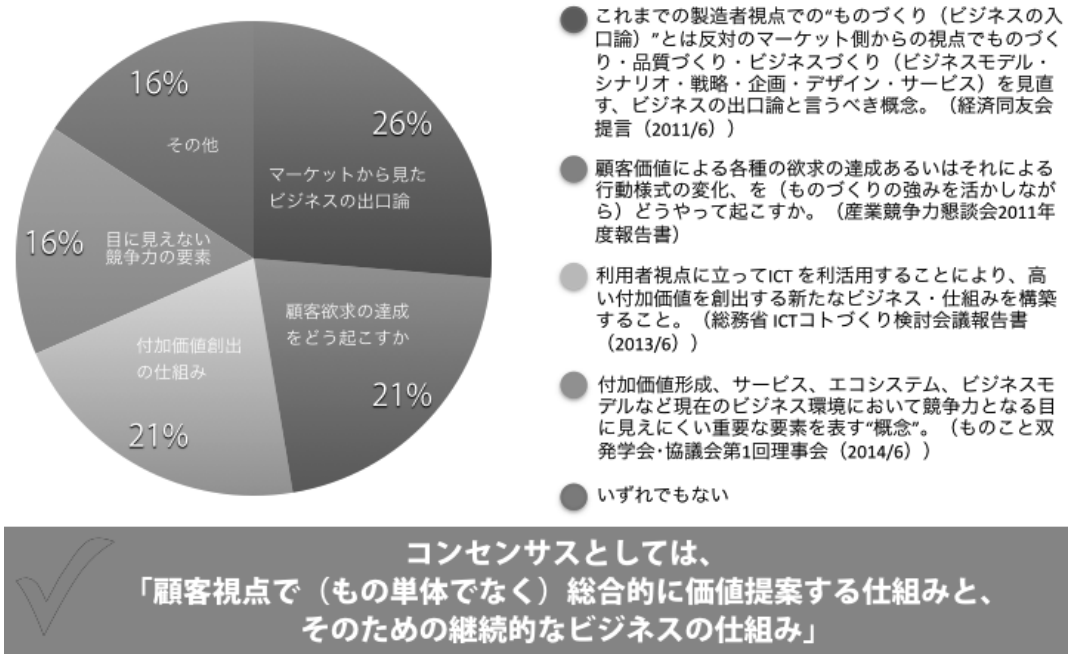


図 1：アンケート回答「ことづくりの捉え方」

図から分かるように、ことづくりに関する企業経営層の認識はさまざまである。各社の事業形態によって“こと”の捉え方は異なり、一致した見解はない。しかしながら、共通項としては「顧客視点で（もの単体でなく）総合的に価値提案する仕組みと、そのための継続的なビジネスの仕組み」というコンセンサスが見られた。顧客価値の視点と、ビジネスとしての視点の双方を内在する概念と言える。

(2)「ものこと双発に至る課題認識」について

2 点目はことづくりをめぐる参加企業の課題認識である。各社がものづくりとことづくりを進める上で、課題と考える要素を複数回答ありで選択して貰った。図 2 に回答割合を示している。

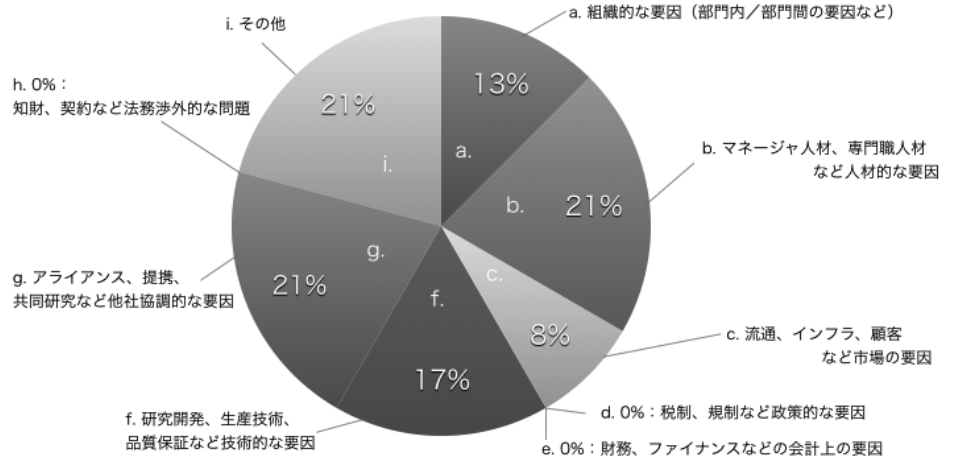


図 2：アンケート回答「ものこと双発に至る課題認識について」

ここでは、多くの企業が〈g.アライアンス・提携・共同研究など他社協調〉に課題を認識していることが一つの特徴となっている。Chesbrough(2003)が、組織外部のイノベーションを活用することでコストと収益機関の合理性を図る、いわゆるオープンイノベーションを提唱してから 10 年が経ち、この間には ICT がすさまじい速度で進歩普及して情報連携の高度化が進んでいるが、未だに多くの企業がこの領域に課題認識を有していることが分かる。一方で、〈h.知財・契約など渉外要素〉に回答がなかったことは留意すべきである。すなわち、オープンイノベーションが進むことで、プレイヤ間で技術や知識が行き来する局面では必ず戦略性ある知財マネジメントが求められる。〈g.〉アライアンスなどに一定の課題を認識しているにも拘らず〈h.〉知財・契約などに認識がない点について、知財部門が知財マネジメント上の優位戦略やリスクについて上手く社内発信できていない可能性がある。

また、〈b.〉マネージャ人材、専門職人材などの人材的な要因についても多くの企業が課題と認識していた。ものづくり人材あるいは組織と、ことづくり人材／組織との異なりについて今後議論が進むものと考えられる。また、〈d.〉〈e.〉といった政策・ファイナンス面に回答が集まらなかったのは、回答者の多くが技術系の最高責任者であるということが影響しているのかもしれない。月例の研究会では、こうした課題認識が見られた領域にワーキンググループを設置して議論を進めている。

3. 2. 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）ものこと双発ビジネスの実例ケース（2）ものこと双発ビジネスの俯瞰（3）ことづくり人材組織、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てきた。主な参加企業は、帝人、富士通、セコム、日立製作所、NEC、コマツ、三菱電機、パナソニック、インテル、資生堂、凸版印刷、セールスフォースドットコム、日本エマソン、日東工業、産総研、理窓ビジネス同友会、東京理科大学、京都大学などである。

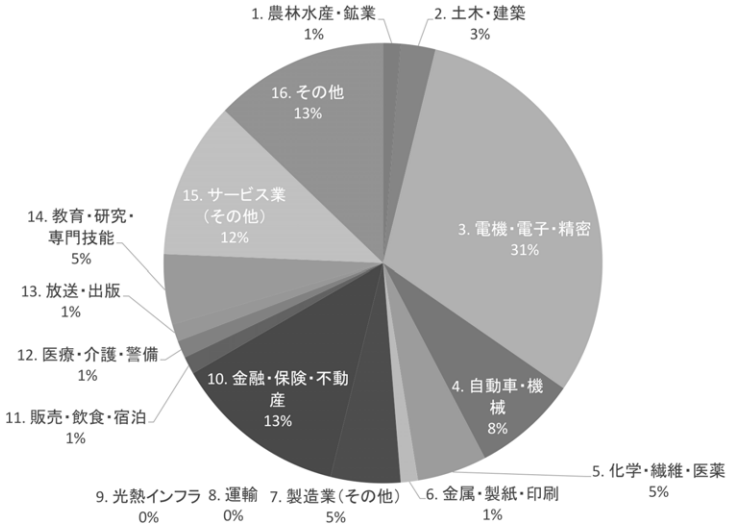


3. 3. シンポジウムについて

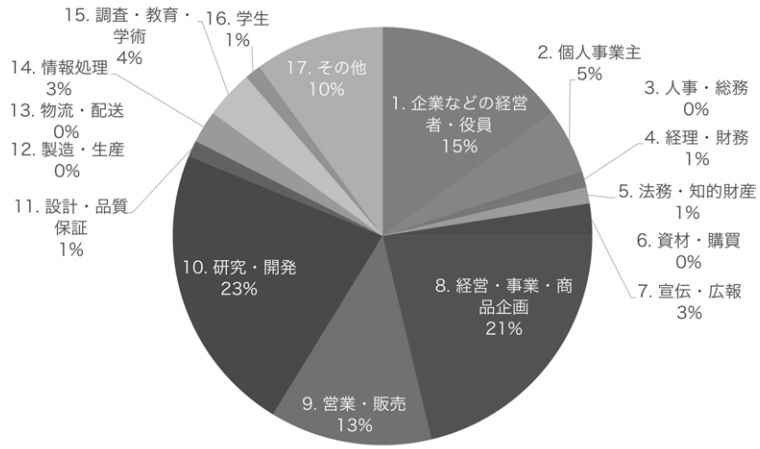
研究会のワーキンググループで議論した研究成果を社会に報告するとともに、産業界の著名な登壇者より最新の動向を発信するシンポジウムを年に 2 回開催している。2015 年度は 10 月に研究会中間報告と基調講演、パネルディスカッションによるシンポジウムを行い、翌 2 月に研究会の年次活動報告と一般研究発表によるシンポジウムを行った。下記にそれぞれ参加者の業種割合と職種割合を示した。何れも、業種としては電気電子精密業が約 3 割となっている外は、まんべんなく多様な業界から参加者がある。電気電子精密業が多いのは、特にこの業界がモジュラー化の影響を受けやすく、製品の差異化が困難になってきているという背景があると考えられる。また、参加者の約 1/6～1/5 が経営層であった。ことづくりを新たな競争力とすることについて、産業界の課題意識は既に一定程度あると言えるだろう。

・2015 年度第 1 回シンポジウム
日時：2015 年 10 月 7 日 13：30-17：30
会場：研究社英語センタービル地下ホール





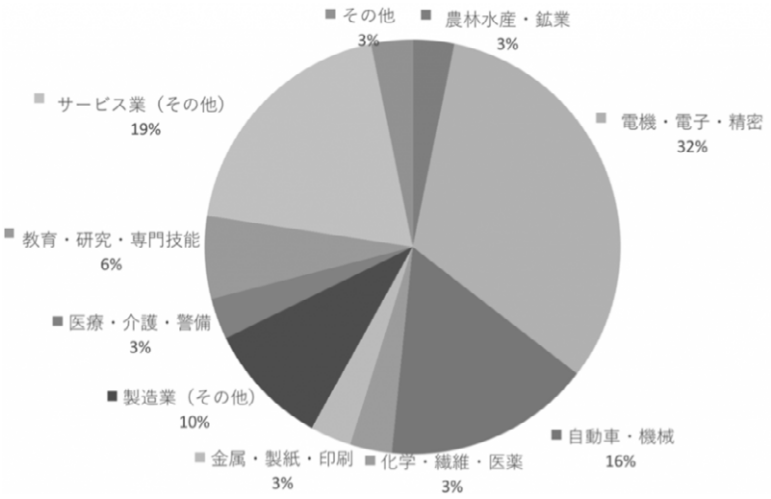
参加者の業種割合



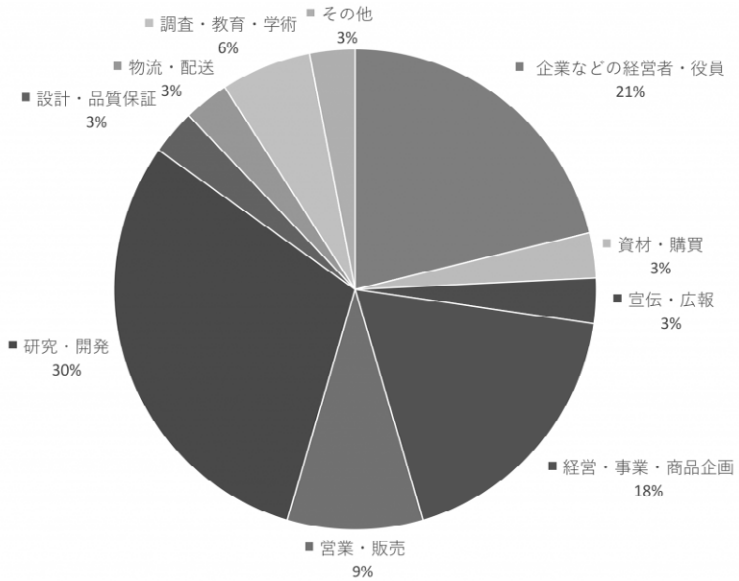
参加者の職種割合

・2015 年度第 2 回シンポジウム
日時：2016 年 2 月 27 日 10：00-18：00
場所：PORTA 神楽坂 5F





参加者の業種割合



参加者の職種割合

4. 研究活動の展望

サービスの運用について研究を進める中で、AI、ICT、サービスを用いた運用のフィージビリティを提案することも、本研究部門の目的のひとつであり、今後取り組むべき課題である。2016 年より、活動の範囲を広げ FINTEC 利用による ESG(Environment, Social, Governance)に対するありかた、デザイン思考によるものこと発想に取り組むこととしている。

5. むすび

ICT の進化により、有形／無形の価値提供がシステムとして共創・提供されており、もはや従来の産業構造では分類のできないシステムが提供されています。産業界では、これまでのビジネスモデル、すなわち品質・コスト・大量供給という仕組みから抜け出た、新たな仕組みや価値提供をする企業が世界で台頭する一方、わが国産業は ICT による新しいビジネス展開の波に必ずしも乗りきれておらず、新たな暮らし、ビジネスのあり方を提案するというよりは、他国が切り拓く ICT インフラを部分的に享受する“ものづくり”に留まっている面がいまだに大きい。“ものづくり”または“ことづくり”それ単体の議論では社会の要請に応えられなくなっている。本研究部門では、今後も産学官との議論を繰り返しながら“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。

参考文献

１．田中・沙魚川,「ものづくり企業へのことづくり啓蒙とその議論」『日本知財学会第 12 回年次学術研究発表大会予稿集』1G3, 2014.11

２．田中・沙魚川,「ものこと双発というコンセプト」『ものこと双発学会 2014 年度年次研究発表大会予稿集』A1, 2015.3

主要な研究業績（平成 27 年度分）

学術論文

１．IoT のアウトカムスタディ，田中芳夫，沙魚川久史，日本知財学会第 13 回年次学術研究発表会予稿集，2C7，2015（査読無）
２．所有から利用へのパラダイムシフトに伴うサービスビジネスの変容，沙魚川久史，日本知財学会第 13 回年次学術研究発表会予稿集，2C8，2015（査読無）
３．IoT 化の進展に伴う事業領域と技術領域の変容，沙魚川久史，日本知財学会第 13 回年次学術研究発表会予稿集，2C9，2015（査読無）
４．映像配信サービスにおける顧客価値形成の変化に対する一考察，沙魚川久史，ものこと双発学会 2015 年度年次研究発表大会予稿集，D1，2016（査読無）
５．IoT のアウトカムスタディ，田中芳夫，沙魚川久史，ものこと双発学会 2015 年度年次研究発表大会予稿集，D2，2016（査読無）
６．ものこと双発に見る Open Innovation 2.0，田中芳夫，沙魚川久史，ものこと双発学会 2015 年度年次研究発表大会予稿集，G1，2016（査読無）
７．IoT 化の進展に伴う事業領域と技術領域の変容，沙魚川久史，ものこと双発学会 2015 年度年次研究発表大会予稿集，I1，2016（査読無）

著書

１．エネルギー改革が日本を救う，田中芳夫，日経 BP 社，2015

招待講演

１．Things and Systems，田中芳夫，Global Forum，フィンランドーオウル，2015
２．ものこと、そして人づくり，田中芳夫，中小企業基盤整備機構「新価値創造展 KANSAI」，大阪，2015
３．ものこと、そして人づくり，田中芳夫，中小企業基盤整備機構「新価値創造展」，東京，2015
４．「ロボット化、スマート化、その先にある『ことづくり』～ものこと双発の議論から～」，沙魚川久史，東北経済産業局「スマートロボット×MEMS マッチングフォーラム」，仙台，2015

研究者別の研究業績

阿部　正彦

学術論文

1. Detection of Ethanol in Alcoholic Bevrages or Vapor Phase using Fluorescent Molecules embedded in a Nanofibrous Polymer, Akamatsu, M., Mri, T., Okamoto, K., Komatsu, K., Shiratori, S., Yamamura, M., Nabeshima, T., Sakai, H., Abe, M., Hill, J., Ariga, K., ACS Appl. Mater. Interfaces, 7(11)巻, pp. 6189-6194,(査読有).
2. Micelle Structure in a Photo-Responsive Surfactant with and without Solubilized Ethylbenzene from Small-Angle Neutron Scattering, Akamatsu, M., FitzGerad, P, Shima, M., Tsuchiya, K., Sakai, K., Abe, M., Warr, G. G., Sakai, H., Journal of Physical Chemistry, B., 119(18)巻, pp. 5904-5910, 2015(査読有).
3. Synthesis of Silica Nanotubu Using Myelin Figure as Template and their Formation Mechanism, Fukamachi,T., Endo, T., Yabuki, Y., Ogura, T., Misono, T., Torigoe, K., Sakai, K., Abe, M., Sakai, H., Journal of Oleo Sci., 64(6)巻, pp. 663-672, 2015(査読有).
4. Effects of biosurfactants, mannosylerythritol lipids, on the hydrophobicity of solid surfaces and infection behaviors of plant pathogenic fungi, Yoshida, S., Koitabashi M., Nakamura, J., Sakai, H., Abe, M., Kitamoto, D., Kitamoto, H., J. Appl. Microbiol., 119巻, pp.215-224, 2015,（査読有).
5. Application of yeast glycolipid biosurfactant, mannosylerythritol lipid, as agorospreaders, Fukuoka, T., Yoshida, S., Nakamura, J., Koitabashi, M., Sakai, H., Abe, M., Kitamoto, D., Kitamoto, H., Journal of Oleo Sci., 64(6), pp. 689-695, 2015,（査読有).
6. New Ester based Gemini Surfactants: Effect of Different Cationic Headgroups on Self-Aggregation Properties and Viscosity 0f Aqueous Micellar Solution, Bhadani, A., Tani,M., Endo, T., Sakai, K., Abe, M., Sakai, H., Phys. Chem. Chem. Phys., 17(29)巻, pp. 19474-19483, 2015,（査読有).
7. Enhancement of Cellulose Degradation by Cattle Saliva, Seki,Y., Kikuchi, Y., Kimura, Y., Yoshimoto, R., Takahashi, M., Aburai, K., Kanai,Y., Ruike, T., Iwabata, K., Sugawara, F., Sakai, Abe, M., Sakaguchi, K., PLoS One, 10(9): e0138902巻, pp. 1-19, 2015,（査読有).
8. Preparation of Nonionic Vesicles Using the Supercritical Carbon Dioxide Reverse Phase Evaporation Method and Analysis of Their Solution Properties, Yamaguchi, S., Tsuchiya, K., Sakai, K., Abe, M., Sakai, H., J. Oleo Sci., 65(1)巻, pp.21-26, 2016,（査読有).
9. Structural features and surfactant properties of core-shell type micellar aggregates formed by gemini piperidinium surfactants, Bahadani, A., Okano, T., Ogura, T., Misono, T., Sakai, K., Abe, M., Sakai, H., Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 494巻, pp. 147-155, 2016,（査読有り）
10. Preparation and Solution Properties of Nonionic Vesicles Using Super Critical Carbon Dioxide Reverse Phase Evaporation Method, Yamaguchi, S., Tsuchiya, K., Sakai, K., Abe, M., Sakai, H., J. Oleo Sci., in press, 2016（査読有).

著書

1. Ionic Liquid-Based Surfactant Science: Formulation, Characterization and Applications(Chapter 3: Self-Assembly of Nonionic Surfactants in Room-Temparature Ionic Liquids, John Wiley & Sons, 47-62, 2015.

招待講演

1. ポリマーの物性向上のためのリポソーム担体, 阿部正彦, 材料技術研究協会出前講演会, 東京, 2015
2. Preparation of Stimulus-responsive Biocompatible Nanocapsules with Electro-capillary Emulsification Method, Abe Masahiko, 6th Asian Conference on Colloid and Interface Science, Arucas Sasebo, Nagasaki, 2015.
3. 非可食性セルロースを用いた燃料電池の開発, 阿部正彦, 2015年材料技術研究協会討論会, 東大阪・近畿大学, 2015.
4. DDSリポソームの学術的研究とその工学的非DDSとしての応用, 阿部正彦, 信州大学工学部・物質化学特別セミナー, 長野・信州大学工学部, 2015.
5. 材料科学のあれこれと潤い肌への誘い, 阿部正彦, こうよう会千葉支部, 野田キャンパス・薬学部, 2015.
6. The Experience of Japan in innovation and Commercialization of Research Product, Abe Masahiko, 2015 Exhibition and Workshop SATREPS Collaboration Research Program, Jakarta, Indonesia, 2015.

特許

1. 堀越 智, 阿部正彦, アクテイブ(株), 国内特許, ビニルイミダゾールの光異性化方法, 特許第5758587号, 2015
2. 高松雄一朗, 小川 隆, 杉山克之, 酒井健一, 酒井秀樹, 阿部正彦, 梅本 直, 国内特許, 新規フッ化炭素鎖含有化合物とその製造方法ならびに用途, 特願2012-179043, 2015.

受賞

1. 阿部正彦, Japan Venture Award 中小企業庁長官賞, 独立行政法人中小企業基盤整備機構, 2015

荒木　光典

学術論文

1. 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, Shoma Hoshino, Yukio Nakano, Mitsunori Araki, Takashi Ishiwata, and Koichi Tsukiyama, Physical Chemistry Chemical Physics, Accepted (2016)
2. Infrared radiative decay dynamics from the γ 1_u ($^3P_2$), H 1_u ($^3P_1$), and 1_u ($^1D_2$) ion-pair states of I_2 observed by a perturbation facilitated optical-optical double resonance technique, Shoma Hoshino, Mitsunori Araki, Yukio Nakano, Takashi Ishiwata, and Koichi Tsukiyama, The Journal of Chemical Physics, 144, 034302 (2016) DOI:10.1063/1.4939639
3. Laboratory Optical Spectroscopy of the Phenoxy Radical as a Candidate for Diffuse Interstellar Bands, Mitsunori Araki, Yuki Matsushita and Koichi Tsukiyama, Astronomical Journal, 150, 113 (2015) DOI:10.1088/0004-6256/150/4/113

招待講演

1. 分光実験と量子化学計算による星間分子の電子遷移波長の推定, 荒木光典, 量子化学探索研究所講演会(東京大学) http://iqce.jp/, 2015年11月29日
2. Laboratory Optical Spectroscopy of the Thiophenoxy and Phenoxy Radicals as Diffuse Interstellar Bands Candidates, 荒木光典, 平成27年度日本分光学会年次講演会, 国際シンポジウム「分光と観測で見る地球大気と宇宙空間」(東京工業大学), 2015年6月2日

広報

1. 荒木光典, 現在こそゴールドラッシュの星間分子発見, 天文月報, 108, 5号, 283 (2015)

石川　雅也

学術論文

1. Ishikawa M, Oda A, Fukami R, Kuriyama A (2015) Factors contributing to deep supercooling capability and cold survival in dwarf bamboo (Sasa senanensis) leaf blades. Frontiers in Plant Science, 5: 791. doi: 10.3389/fpls.2014.00791(査読有)
2. Ishikawa M, Ishikawa M, Toyomasu T, Aoki T, Price WS (2015). Ice nucleation activity in various tissues of Rhododendron flower buds: their relevance to extraorgan freezing. Frontiers in Plant Science, 6: 149. doi: 10.3389/fpls.2015.00149 (査読有)
   F1000Prime Recommended (by Dr C. Koerner)

受賞

1. 上記2の論文, F1000Prime Recommended (by Dr C. Koerner)

今井　貴之

学術論文

1. "Isomerization and dissociation of 2,3-dihydrofuran (2,3-DHF) induced by infrared free electron laser", M. Matsubara, F. Osada, M. Nakajima, T. Imai, K. Nishimura, T. Oyama and K. Tsukiyama, Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 322 (2016) 53–59 (査読有)
2. 東京理科大学・赤外自由電子レーザー研究センターの現状 今井貴之, Proceedings of the 12th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, 295-298, 2015 (査読無)

梅澤　雅和

学術論文

1. Mitsunaga S, Umezawa M, Takeda K, Nakamura S (2016) Maternal administration of nanomaterials elicits hemoglobin upregulation in the neonatal brain of non-human primates. Journal of Toxicological Sciences 41 (2):265-271. (査読有)
2. 小野田淳人, 梅澤雅和 (2016), 脳内の老廃物排出に対する睡眠の効果ならびに出生前環境の関わり, 日本幼少児健康教育学会第34回大会 (春季：青山大会) 発表抄録集, 34-35.
3. Yokota S, Sato A, Umezawa M, Oshio S, Takeda K (2015) In utero exposure of mice to diesel exhaust particles affects spatial learning and memory with reduced N-methyl-D-aspartate receptor expression in the hippocampus of male offspring. Neurotoxicology 50:108-115 (査読有)
4. Umezawa M, Onoda A, Takeda K.(2015) PM2.5 - Role of Oxidative Stress in Health Effects & Prevention Strategy, Chapter 13: Findings Regarding the Hazard Assessment of Nanoparticles and Their Effects on the Next Generation. Nova Science Publishers Inc. pp.159-175. (査読無)
5. Onoda A, Umezawa M, Takeda K.(2015) PM2.5 - Role of Oxidative Stress in Health Effects & Prevention Strategy, Chapter 15: The Potential Protective Effect of Antioxidants on Nanoparticle Toxicity. Nova Science Publishers Inc. pp.197-210. (査読無)
6. El-Sayed YS, Shimizu R, Onoda A, Takeda K, Umezawa M.(2015) Carbon black nanoparticle exposure during middle and late fetal development induces immune activation in male offspring mice. Toxicology. 327.53 – 61. (査読有)

著書

1. Li YJ, Umezawa M, Takizawa H, Takeda K, Kawada T (2015) PM2.5 -Role of Oxidative Stress in Health Effects and Prevention Strategy-Collaborative editing (Total 257 pages); Published by Nova Science Publishers, Inc. (NY, USA) (査読無)

招待講演

1. El-Sayed Y, Samak D, Saleh H, Onoda A, Umezawa M, Shaheen H (Feb 28, 2016) Nanoparticles-induced oxidative stress and glutathione homeostasis. 4th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences (iPoPS) 2016 (Tokyo University of Science, Noda, Chiba, Japan)
2. Umezawa M, Onoda A, Suyama F, Tachibana K, Takeda K (Feb 27, 2016) Nasal-to-brain route as a potential pathway for drug delivery and environmental exposure to nanoparticles. 4th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences (iPoPS) 2016 (Tokyo University of Science, Noda, Chiba, Japan)
3. Tachibana K, Takayanagi K, Akimoto A, Ueda K, Kawazoe S, Shinkai Y, Umezawa M, Takeda K (Feb 27, 2016) Disruption of epigenetic regulation and the health effect caused by prenatal nano-sized particle exposure. 4th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences (iPoPS) 2016 (Tokyo University of Science, Noda, Chiba, Japan)
4. 梅澤雅和 (2016年2月13日)胎児期(産まれる前)の環境・栄養と人の健康, 出張研究交流会2016「命を学ぶ」(生化学若い研究者の会中四国支部) 神戸学院大学附属高等学校, 神戸)
5. Umezawa M (Jan 13, 2016) The nasal route as a potential pathway for both environmental particles and drug delivery. 2nd International Joint Seminar on "Environmental Toxicity & Mental Health" (Damanhour University, Damanhour, Behera, Egypt)
6. 李英姫, 梅澤雅和, 滝澤始, 武田健, 川田智之(2015年12月12日), PM2.5英文書籍発刊(共同編集)と共同研究進捗, 東京理科大学・日本医科大学 第2回合同シンポジウム (東京理科大学葛飾キャンパス, 東京)
7. 梅澤雅和 (2015年11月7日), 微小粒子の健康影響・次世代影響とリスクコミュニケーション, 第39回星薬科大学大学院研究科助手会・大学院自治会合同公開セミナー (星薬科大学大谷記念ホール, 東京)
8. 梅澤雅和 (2015年9月27日), ナノ粒子環境問題とSBW(第2の生体の窓)イメージングへの期待, 第24回日本バイオイメージング学会学術集会, シンポジウム2「第2の生体の窓～21世紀のバイオイメージングの窓～」(東京理科大学葛飾キャンパス, 東京)
9. 梅澤雅和 (2015年7月15日), 現代の大気汚染の状況と対策, 中央区総合環境講座 (中央区立健康情報センター) (東京ガーデンスクエア, 東京)
10. 梅澤雅和, 小野田淳人, 川副翔太郎, 立花研, 武田健(2015年6月30日), ナノ粒子曝露が脳の発達に及ぼす影響－鋭敏なマーカーと毒性学的意義, 第42回日本毒性学会学術年会, シンポジウム12「環境化学物質が発達と成熟に及ぼす影響」(ホテル日航金沢, 金沢)

11. 梅澤雅和（2015年6月28日）, miRNAの分析技術とバイオマーカーとしての可能性, 第16回日本毒性学会生涯教育講習会（金沢市文化ホール, 金沢）
12. 梅澤雅和（2015年4月14日）, ナノ粒子の次世代影響と予防・リスク管理, 知の市場, 規範科学事例研究1（放送大学東京文京学習センター, 東京）
13. 梅澤雅和（2015年4月4日）, 超微小粒子(ナノ粒子)による健康影響, 市川の空気を調べる会・講演会（市川公民館, 市川）

広報

1. 梅澤雅和, 2015年5月27日, センター公開セミナー「Seminar for promoting young researchers' leadership -Research for sustainable development of emerging technologies and biomaterials-」企画・開催
2. 梅澤雅和, 菊池明彦, 2015年12月12日, 東京理科大学・日本医科大学, 第2回合同シンポジウム, 世話人
3. 梅澤雅和, El-Sayed Y, Shaheen H, 2016年1月13日, エジプト・ダマンフール大学公開セミナー「Environmental Toxicity & Mental Health」企画・開催

受賞

1. 小野田淳人, 武田健, 梅澤雅和, 2015年9月28日, 日本バイオイメージング学会, ベストイメージング賞（ニコン賞）

勝又　健一

学術論文

1. Adhesive strength of bioactive oxide layers fabricated on TNTZ alloy by three different alkali-solution treatments, Eri Takematsu, Ken Cho, Junko Hieda, Masaaki Nakai, Ken-ichi Katsumata, Kiyoshi Okada, Mitsuo Niinomi, Nobuhiro Matsushita, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 61, pp 174-181, 2016.（査読有）
2. Porous magnetite secondary particles prepared by surfactant-free solvothermal method with non-contact heat-assisted drug releasing property, Sangmo Kim, Ken-ichi Katsumata, Kiyoshi Okada, Nobuhiro Matsushita, Advanced Powder Technology, 27, pp 513-520, 2016.(査読有)
3. High-conductivity solution-processed ZnO films realized via UV irradiation and hydrogen treatment, Jeong Soo Hong, Ken-ichi Katsumata, Nobuhiro Matsuhita, Acta Materialia, 103, pp 844-849, 2016.(査読有)
4. Facet control of ceria nanocrystals synthesized by an oleate-modified hydrothermal method, Yuki Makinose, Takaaki Taniguchi, Ken-ichi Katsumata, Kiyoshi Okada, Nobuhiro Matsushita, Advanced Powder Technology, 27, pp 64-71, 2016.(査読有)
5. Study on the effect of Pt intercalation into layered niobate perovskite for photocatalytic behavior, Nan Xu, Takahiro Takei, Akira Miura, Nobuhiro Kumada, Ken-ichi Katsumata, Nobuhiro Matsushita, Kiyoshi Okada, Langmuir, 31, pp 7660-7665, 2015.(査読有)
6. Transparent ZnO films deposited by aqueous solution process under various pH conditions, JeongSoo Hong, Hajime Wagata, Naoki Ohashi, Ken-ichi Katsumata, Kiyoshi Okada, Nobuhiro Matsuhita, Journal of Electronic Materials, 44, pp 2657-2662, 2015.（査読有）
7. Nitrogen-doped ZnO Rods Synthesized from an Ammine-Hydroxo Zinc Complex, Taiki Ihara, Ken-ichi Katsumata, Tomoaki Watanabe, Kiyoshi Okada, Nobuhiro Matsushia, Chemistry Letters, 44, pp 651-653 2015.(査読有)
8. Self-organization of TiO_2 nanobamboos by anodization with deep eutectic solvent, Chun-Yi Chen, Kazunari Ozasa, Fusao Kitamura, Ken-ichi Katsumata, Muzuo Maeda, Kiyoshi Okada, Nobuhiro Matsushita, Electrochimica Acta, 153, pp 409-415, 2015.(査読有)
9. ZnO-graphaene composites as practical photocatalysts for gaseous acetaldehyde degradation and electrolytic water oxidation, Yu-Chih Chen, Ken-ichi Katsumata, Yi-Hsuan Chiu, Kiyoshi Okada, Nobuhiro Matsushita, Yung-Jung Hsu, Applied Catalysis A: General, 490, pp 1-9, 2015.(査読有)
10. Porous ZrO_2 Sheets Synthesized Using an Ionothermal Method and Their Absorption Properties, Tetsuya Yamada, Ken-ichi Katsumata, Nobuhiro Matsushita, Kiyoshi Okada, Dalton Transactions, 44, pp 8247-8254, 2015.（査読有）
11. Highly disperse iron nanoparticles synthesized by solcothermal method adding electrostatic stabilizers, Sangmo Kim, Ken-ichi Katsumata, Kiyoshi Okada, Nobuhiro Matsushita, IEEE Transactions on Magnetics, 51, 5200304, 2015.(査読有)

12. 光触媒による環境浄化, 中田一弥, 寺島千晶, 勝又健一, 藤嶋昭, 無機マテリアル学会会誌, 22, pp 426-431, 2015.（査読無）
13. 環境浄化をめざした液中プラズマ技術の利用, 寺島千晶, 中田一弥, 勝又健一, 藤嶋昭, 無機マテリアル学会会誌, 22, pp 420-425, 2015.（査読無）
14. 光触媒の応用研究と今後の展望, 寺島千晶, 中田一弥, 鈴木智順, 勝又健一, 森戸祐幸, 藤嶋昭, 空気清浄, 53(2), pp 4-12, 2015.（査読無）
15. 光触媒の応用に関する新しい展開, 中田一弥, 寺島千晶, 勝又健一, 藤嶋昭, 化学工業, 66(7), pp 72-76, 2015.（査読無）

招待講演

1. ナノシート構造を利用した環境浄化・エネルギー生成, 勝又健一, 第5回6大学6研究所連携プロジェクト公開討論会, 早稲田大学(東京), 2015.
2. Photocatalytic decomposition of CO_2 by Zn_2Cr layered double hydroxides, Ken-ichi Katsumata, Nobuhiro Matsushita, Kiyoshi Okada, First International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis, Tokyo University of Science (Japan), 2015.
3. Future Application of Photocatalysis, Ken-ichi Katsumata, China-Japan Science and Technology Innovation Interdisciplinary Salon, China National Convention Center (China), 2015.

特許

1. 中田一弥, 山口友一, 下戸貴仁, 寺島千晶, 勝又健一, 鈴木智順, 池北雅彦, 藤嶋昭, 国内優先出願, 消毒剤及び消毒方法, 特願2015-229953, 2015.

Ishwor Khatri

学術論文

1. Surface sulfurization of MBE-grown $Cu(In_{1-x},Ga_x)Se_2$ thin films and devices, Ishwor Khatri, Isamu Matsuyama, Hiroshi Yamaguchi, Hirofumi Fukai and Tokio Nakada, Japanese Journal of Applied Physics, 54 pp 08KC10(1-4), 2015(査読有).
2. Impact of KF-PDT on $Cu(In_{1-x},Ga_x)Se_2$ Thin film Solar Cells, Ishwor Khatri, Mutsumi Sugiyama and Tokio Nakada, 第12回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム, pp 102-103, 2015(査読無).

川﨑　平康

学術論文

1. Application of mid-infrared free-electron laser tuned to amide bands for dissociation of aggregate structure of protein, Takayasu Kawasaki, Toyonari Yaji, Toshiaki Ohta, Koichi Tsukiyama J. Synchrotron Rad., 23 pp 152-157, 2016(査読有)
2. 赤外自由電子レーザーによるアミロイド線維の光解離, 川﨑平康, 日本レーザー医学会誌, Vol.36, No.2 pp 119-122, 2015(査読有)
3. Photo-Dissociation of Protein Aggregate by using Infrared Pulse Laser, Takayasu Kawasaki, Kazuhiro Nakamura Peptide Science 2015, pp 311-314, 2016（日本ペプチド学会討論会プロシーディング 査読無）

招待講演

1. 赤外自由電子レーザーの生命科学への応用：アミロイド線維の光解離, 川﨑平康, FIR Centerセミナー, 福井大学遠赤外領域開発研究センター, 福井, 2015

久保田　圭

学術論文

1. “Practical Issues and Future Perspective for Na-Ion Batteries”, Kei Kubota and Shinichi Komaba, J. Electrochem. Soc., 162, pp. A2538-A2550, 2015(査読有)
2. “Potassium intercalation into graphite to realize high-voltage/high-power potassium-ion batteries and potassium-ion capacitors”, Shinichi Komaba, Tatsuya Hasegawa, Mouad Dahbi and Kei Kubota, Electrochem. Commun., 60, pp. 172-175, 2015(査読有)

3. “Black Phosphorus as a High-Capacity, High-Capability Negative Electrode for Sodium-Ion Batteries: Investigation of the Electrode/Electrolyte Interface”, Mouad Dahbi, Naoaki Yabuuchi, Mika Fukunishi, Kei Kubota, Kuniko Chihara, Kazuyasu Tokiwa, Xue-fang Yu, Hiroshi Ushiyama, Koichi Yamashita, Jin-Young Son, Yi-Tao Cui, Hiroshi Oji and Shinichi Komaba, Chem. Mater., 28, pp. 1625-1635 (2016).(査読有)

著書

1. ”第1章 ナトリウムを活用する高エネルギー密度蓄電池”, ”第2章 ナトリウムイオン2次電池の最新研究開発動向(世界と日本)”, 久保田圭, 駒場慎一, ナトリウムイオン2次電池の開発と最新技術, 技術教育出版, pp 2-10, 14-19, 2015

招待講演

1. Naイオン電池用正極材料の特性と構造解析, 久保田圭, 駒場慎一, 平成27年度電池材料研究会, 研究社英語センター, 新宿, 2015

久保田　夏子

学術論文

1. Effects of acute treadmill running at different intensities on activities of serotonin and corticotropin-releasing factor neurons, and anxiety- and depressive-like behaviors in rats, T. Otsuka, A. Nishii, S. Amemiya, N. Kubota, T. Nishijima, I. Kita, Behavioral Brain Research, 298, 44-51, 2016(査読有)
2. Noradrenergic signaling in the medial prefrontal cortex and amygdala differentially regulates vicarious trial-and-error in a spatial decision-making task, S. Amemiya, N. Kubota, N. Umeyama, T. Nishijima, I. Kita, Behavioral Brain Research, 297, 104-111, 2016(査読有)

黒田　玲子

学術論文

1. Tunability of guest release properties and crystal structures in a supramolecular benzothiophene heterocyclic host complex, T. Wakabayashi, S. Kitamura, H. Tabata, R. Kuroda and Y. Imai, CrystEngComm, 17, 3064-3069 (2015).(査読有)Cover Picture
2. A comparison of circularly polarised luminescent BINAP and BINAPO as chiral binaphthyl luminophores, Y. Kono, K. Nakabayashi, S. Kitamura, R. Kuroda, M. Fujiki, and Y. Imai, Tetrahedron, 77, 3985-3989 (2015). (査読有)Cover Picture
3. A twisting story: How a single gene twists a snail - Mechanogenetics, R. Kuroda, Quarterly Reviews of Biophysics, Discovery, 1-8 (2015).(査読有)
4. Electrooptic Kerr effect of porphyrin H-aggregates in polymer films: polymer specific spectral blue shift, M. Suzuki, K. Nakata, R. Kuroda, T. Kobayashi, E. Tokunaga, Chemical Physics, 469-470, 88-96 (2016). (査読有)

招待講演

1. Chirality in the Solid State, R. Kuroda, The 19th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, Hiroshima, 5-6 March, 2015.
2. Chirality in the Solid State, R. Kuroda, The 19th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, Hiroshima, 5-6 March, 2015.
3. A twisting story: How a single gene twists a snail, R. Kuroda, Nobel Workshop, Gotenburg, Sweden, 4-6, May, 2015.
4. Molecular Structure and Chirality, R. Kuroda, International School on crystallography: Engineering crystallography: from molecules to crystal to functional form, Erice, Italy, 6-13 June, 2015.
5. Techniques for Crystal Optical Characterisation: Chiroptical spectroscopy, R. Kuroda, International School on crystallography: Engineering crystallography: from moleculet to crystal to functional form, Erice, Italy, 6-13 June, 2015.
6. Formation, transformation of organic crystals and the characterization, R. Kuroda, Pacifichem, Honolulu, USA, 15-20 Dec., 2015.
7. 右と左からみた生命の世界 黒田玲子「生命の起原および進化学会」生命のつながり：宇宙・分子・人間（生命の起原および進化学会・理科大「RNA科学総合研究センター」共催), 千葉, 15 March, 2015.

広報

1. Royal Society of Chemistry (England), "175 faces of Chemistry", to celebrate 175th anniversary of the Royal Society of Chemistry, 2015. http://www.rsc.org/diversity/175-faces/.

受賞

1. Fellow, TWAS (The World Academy of Scinece), Nov, 2015. Vienna, Austlia.

小鍋　哲

学術論文

1. Thermoelectric properties of bilayer phosphorene under tensile strain, Satoru Konabe, Shiro Kawabata, Takahiro Yamamoto, Surface and Interface Analysis, 受理 (査読有)
2. Theoretical study of the thermoelectric performance of strained-phosphorene, Satoru Konabe, Takahiro Yamamoto, Proceedings of 10th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '15 (ALC'15)(査読無)

招待講演

1. カーボンナノチューブの光物性への環境効果, 小鍋哲, 表面・界面現象の新展開：吸着・物質移動・エネルギー散逸研究会, 東京, 2016年
2. トポロジカル物質の電磁応答, 小鍋哲, ナノカーボン・原子層科学の新展開, 京都, 2016年
3. Thermoelectric effects in atomically thin 2D materials, 小鍋哲, CEMS Topical Meeting on Emergent 2D Materials, 埼玉, 2015年
4. 2次元原子層材料における新奇熱電物性の理論的研究, 小鍋哲, 日本物理学会2015年秋季大会, 大阪, 2015年
5. 原子層材料の第一原理熱電シミュレーション, 小鍋哲, 第25回日本MRS年次大会, 神奈川, 2015年
6. Novel thermoelectric phenomena in 2D atomic layered materials, 小鍋哲, The 6th International Symposium of Advanced Energy Science, 京都, 2015年
7. 熱エネルギーハーベスティングのためのフレキシブル材料探索, 小鍋哲, 第六回高周波磁気調査専門委員会(MMSD), 東京, 2015年

受賞

1. 小鍋哲, Excellent presentation award, 10th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices'15 (ALC'15), 2015年
2. 小鍋哲, Poster presentation award, The 16th International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT15), 2015年

坂本　勇貴

学術論文

1. Junko Hasegawa, Yuki Sakamoto, Satoru Nakagami, Mitsuhiro Aida, Shinichiro Sawa, and Sachihiro Matsunaga "Three-Dimensional Imaging of Plant Organs Using a Simple and Rapid Transparency Technique" Plant Cell Physiol. in press. (査読有)

著書

1. Takuya Sakamoto, Yuki Sakamoto, and Sachihiro Matsunaga "Cell growth and cell division." Molecular Cell Biology of the Growth and Differentiation of Plant Cells, Edited by Ray J. Rose, CRC press, in press. (査読有)

申　易澈

学術論文

1. Study on fire plume behavior in vertical shafts of buildings, Yi-chul Shin, Yoshifumi Ohmiya, Shin-ichi Tsuburaya, Jun-ichi Suzuki, Kazumasa Tashima, ASIA-OCEANIA SYMPOSIUM ON FIRE SCIENCE AND TECHNOLOGY, 11巻 pp 120-127, 2015(査読有)
2. Study on fire spread via vertical shaft of building at fully developed fire, Yi-chul Shin, Yoshifumi Ohmiya, Shin-ichi Tsuburaya, Jun-ichi Suzuki, Kazumasa Tashima, International Conference on Structural Safety under Fire & Blast(CONFAB), 15巻 pp 130-145, 2015(査読有)

受賞

1. 田嶋一雅, 申易澈, 大宮喜文, 消防防災科学技術賞, 総務省 消防庁, 2015
2. 申易澈, Excellent Paper Award, ASIA-OCEANIA SYMPOSIUM ON FIRE SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2015

高柳　英明

学術論文

1. Imaging of current density distributions with a Nb weak-link scanning nano-SQUID microscope, Y. Shibata, S. Nomura, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, R. Ishiguro, and H. Takayanagi, Sci. Rep. 5, pp 15097-15099, 2015（査読有）
2. Development of Magnetization Measurement Devices Using Micro-dc-SQUIDs and a Sr_2RuO_4 Microplat, Y. Nago, T. Shinozaki, T. Sato, D. Sakuma, R. Ishiguro, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, S. Nomura, K. Kono, Y. Maeno, and H. Takayanagi, Journal of Low Temperature Physics vol.183 pp.292-294, 2016,（査読有）.
3. Development of Micro-SQUID Array for Simultaneous Measurements of Magnetization Spatial Distribution, D. Sakuma, T. Shinozaki, Y. Nago, R. Ishiguro, S. Kashiwaya, S. Nomura, K. Kono, Y. Maeno, and H. Takayanagi, Journal of Low Temperature Physics vol.183, pp.300-3003, 2016（査読有）
4. Non-equilibrium photoexcited carrier effects in a graphene-based Josephson 2 junction, K. Tsumura, N. Furukawa, H. Ito, E. Watanabe, D. Tsuya, and H. Takayanagi, Appl. Phys. Lett. 108, pp.033109-033111, 2016,（査読有）

武田　健

学術論文

1. Kubo-Irie M., Yokoyama M, Shinkai Y, Niki R., Takeda K, and Irie M.（2016）The transfer of titanium dioxide nanoparticles from the host plant to butterfly larvae through a food chain. Scientific Reports. in press（査読有）
2. Kubo-Irie M, Shinkai Y, Matsuzawa M, Uchida H, Suzuki K, Niki R, Oshio S, and Takeda K.（2016）Prenatal exposure to rutile-type alumina-coated titanium dioxide nanoparticles impairs mouse spermatogenesis. Fundam. Toxicol. Sci. in press.（査読有）
3. Nakanishi K, Tsukimoto M, Tanuma S, Takeda K, and Kojima S.（2016）Silica nanoparticles activate purinergic signaling via P2X7 receptor in dendritic cells, leading to production of pro-inflammatory cytokines. Toxicology in Vitro. in press.（査読有）
4. Mitsunaga S, Umezawa M, Takeda K, Nakamura S（2016）Maternal administration of nanomaterials elicits hemoglobin upregulation in the neonatal brain of non-human primates. Journal of Toxicological Sciences 41, in press.（査読有）
5. Yokota S, Oshio S, Moriya N, Takeda K（2016）Social Isolation-Induced Territorial Aggression in Male Offspring Is Enhanced by Exposure to Diesel Exhaust during Pregnancy. PLOS One, DOI:10.1371, 2016.（査読有）
6. Yokota S, Sato A, Umezawa M, Oshio S, Takeda K（2015）In utero exposure of mice to diesel exhaust particles affects spatial learning and memory with reduced N-methyl-D-aspartate receptor expression in the hippocampus of male offspring. Neurotoxicology 50:108-115（査読有）
7. Umezawa M, Onoda A, Takeda K.（2015）PM2.5 - Role of Oxidative Stress in Health Effects & Prevention Strategy, Chapter 13: Findings Regarding the Hazard Assessment of Nanoparticles and Their Effects on the Next Generation. Nova Science Publishers Inc. pp.159-175.（査読無）
8. Kojima S, Tsukimoto M, Takeda K.（2015）PM2.5 - Role of Oxidative Stress in Health Effects & Prevention Strategy, Chapter 14: Silica Nanoparticles Induce Production of Inflammatory Cytokines through ATP Signaling via Purine Receptors. Nova Science Publishers Inc. pp.177-194.（査読無）
9. Onoda A, Umezawa M, Takeda K.（2015）PM2.5 - Role of Oxidative Stress in Health Effects & Prevention Strategy, Chapter 15: The Potential Protective Effect of Antioxidants on Nanoparticle Toxicity. Nova Science Publishers Inc. pp.197-210.（査読無）
10. Kubota N, Takano Y, Umezawa M, Yanagita S, Takeda K.（2015）Music facilitates brain development? - Research report: Effect of music during pregnancy on maternal behavior composed of interaction between mother and pups in rats -. Proceeding for the 33rd Meeting of Japanese Society of Health Education of Children（Spring Noda Meeting）. 24-27.（査読有）

11. Tachibana K, Takayanagi K, Akimoto A, Ueda K, Shinkai Y, Umezawa M, Takeda K. (2015) Prenatal diesel exhaust exposure disrupts the DNA methylation profile in the brain of mouse offspring. J, Toxicol, Sci. 40(1) 1-11.(査読有)
12. El-Sayed YS, Shimizu R, Onoda A, Takeda K, Umezawa M. (2015) Carbon black nanoparticle exposure during middle and late fetal development induces immune activation in male offspring mice. Toxicology. 327.53 - 61.(査読有)
13. Kubo-Irie M, Shimoda M, Sato A, Shida K, Yamaguchi T, Mohri H, Takeda K, and Irie M.(2015) Effect of nanoparticles injected into larvae on spermatogenesis in the pupal testis of the sweet potato hornworm, Agrius convolvuli (L.) Fund. Toxicol. Sci. 2, 1-8.(査読有)

著書

1. Li YJ, Umezawa M, Takizawa H, Takeda K, Kawada T (2015) PM2.5 -Role of Oxidative Stress in Health Effects and Prevention Strategy-Collaborative editing (Total 257 pages); Published by Nova Science Publishers, Inc. (NY, USA)(査読無)
2. 藤嶋昭, 福山秀敏, 武田健, 兵庫明, 巻頭座談会「東京理科大学総合研究機構の今とこれから」科学フォーラム 6, 2-9, 2015

招待講演

1. 特別講演：公立大学法人山陽小野田市立山口東京理科大学の"挑戦"「薬学部へ行こう!! あなたの夢を実現しよう!!」山口県薬剤師会主催「高校生薬剤師体験セミナー」2015年8月27日, 山口市

土屋　好司----------

学術論文

1. "Preparation and properties of nonionic vesicles prepared with polyglycerol fatty acid esters using the supercritical carbon dioxide reverse phase evaporation method." Yamaguchi, Shunsuke; Kimura. Zen; Misono, Takeshi; Tsuchiya, Koji; Sakai, Kenichi; Abe, Masahiko; Sakai, Hideki, Journal of Oleo Science, Vol.65, No.3, pp.201-206, 2016.(査読有)
2. "Preparation of nonionic vesicles using the supercritical carbon dioxide reverse phase evaporation method and analysis of their solution properties." Yamaguchi, Shunsuke; Tsuchiya, Koji; Sakai, Kenichi; Abe, Masahiko; Sakai, Hideki, Journal of Oleo Science, Vol.65, No.1, pp.21-26, 2016.(査読有)
3. "Micelle Structure in a Photoresponsive Surfactant with and without Solubilized Ethylbenzene from Small-Angle Neutron Scattering." Akamatsu, Masaaki; FitzGerald, Paul A.; Shiina, Mayu; Misono, Takeshi; Tsuchiya, Koji; Sakai, Kenichi; Abe, Masahiko; Warr, Gregory G.; Sakai, Hideki, Journal of Physical Chemistry B, Vol.119, No.18, pp.5904-5910, 2015.(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, 井村知弘, 遠藤健司, 小倉卓, 酒井健一, 柴田裕史, 土屋好司, 鳥越幹二郎, 三園武士 著, 日刊工業新聞社(2016), 第11節(pp.93-101), 第13節(pp.109-116), 第14節(pp.117-124).

寺島　千晶----------

学術論文

1. Rapid growth of diamond and its morphology by in-liquid plasma CVD, Y. Harada, R. Hishinuma, C. Terashima, H. Uetsuka, K. Nakata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Diamond & Related Materials, 63, 12-16, 2016(査読有).
2. 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).
3. Photocatalytic Degradation of Gaseous Acetaldehyde over Rh-doped SrTiO3 under Visible Light Irradiation, Y. Yamaguchi, C. Terashima, H. Sakai, A. Fujishima, A. Kudo, K. Nakata, Chem. Lett., 45, 42-44, 2016(査読有).

4. Single-step electrospun TiO_2–Au hybrid electrodes for high selectivity photoelectrocatalytic glutathione bioanalysis, A. Devadoss, Asako Kuragano, C. Terashima, P. Sudhagar, K. Nakata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, J. Mater. Chem. B, 4, 220-228, 2016(査読有).
5. Exploring Graphene Quantum Dots/TiO_2 interface in photoelectrochemical reactions: Solar to fuel conversion, P. Sudhagar, I. Herraiz-Cardona, H. Park, T. Song, S. H. Noh, S. Gimenez, I. M. Sero, F. Fabregat-Santiago, J. Bisquert, C. Terashima, U. Paik, Y. S. Kang, A. Fujishima, T. H. Han, Electrochim. Acta, 187, 249-255, 2015(査読有).
6. Modulating the interaction between gold and TiO_2 nanowires for enhanced solar driven photoelectrocatalytic hydrogen generation, P. Sudhagar, T. Song, A. Devadoss, J. W. Lee, M. Haro, C. Terashima, V. V. Lysak, J. Bisquert, A. Fujishima, S. Gimenez, U. Paik, Phys. Chem. Chem. Phys., 17, 19371-19378, 2015(査読有).
7. In Situ Photoconductivity Kinetic Study of Nano-TiO_2 during the Photocatalytic Oxidation of Formic Acid: Effects of New Recombination and Current Doubling, J. Yang, B. Liu, H. Xie, X. Zhao, C. Terashima, A. Fujishima, K. Nakata, J. Phys. Chem. C, 119, 21711-21722, 2015(査読有).
8. A mechanically bendable superhydrophobic steel surface with self-cleaning and corrosion-resistant properties, S. S. Latthe, P. Sudhagar, A. Devadoss, A. M. Kumar, S. Liu, C. Terashima, K. Nakata, A. Fujishima, J. Mater. Chem. A, 3, 14263-14271, 2015(査読有).
9. Photoelectrochemical biosensors: New insights into promising photoelectrodes and signal amplification strategies, Anitha Devadoss, Pitchaimuthu Sudhagar, Chiaki Terashima, Kazuya Nakata, Akira Fujishima, J. Photochem. Photobiol. C, 24, 43-63- 2015(査読有).
10. Synergistic oxidation of NADH on bimetallic CoPt nanoparticles decorated carbon nitride nanotubes, A. Devadoss, J. W. Lee, C. Terashima, A. Fujishima, Y-P. Kim, J. K. Kang, U. Paik, Sensor Actuat. B: Chem., 208, 204-211, 2015(査読有).
11. Self-cleaning and superhydrophobic CuO coating by jet-nebulizer spray pyrolysis technique, S. S. Latthe, P. Sudhagar, C. Ravidhas, A. J. Christy, A. Devadoss, C. Terashima, K. Nakata, and A. Fujishima, Cryst. Eng. Comm., 17, 2624-2628, 2015(査読有).
12. 光触媒による環境浄化, 中田一弥, 寺島千晶, 勝又健一, 藤嶋昭, 無機マテリアル学会会誌, 22, 426-431, 2015(査読有).
13. 環境浄化をめざした液中プラズマ技術の利用, 寺島千晶, 中田一弥, 勝又健一, 藤嶋昭, 無機マテリアル学会会誌, 22, 420-425, 2015(査読有).
14. 光触媒の応用研究と今後の展望, 寺島千晶, 中田一弥, 鈴木智順, 勝又健一, 森戸祐幸, 藤嶋昭, 空気清浄, 53, 4-12, 2015(査読有).
15. 光触媒の応用に関する新しい展開, 中田一弥, 寺島千晶, 勝又健一, 藤嶋昭, 化学工業, 66, 72-76, 2015(査読有).

招待講演

1. "Photocatalytic activity of sputtered TiO_2 on lightly boron-doped diamond film", C. Terashima, R. Hishinuma, Y. Sugiyama, K. Nakata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015, 招待講演, 国際会議, ホノルル・ハワイコンベンション・センター, 2015年12月16日.
2. "水中プラズマ技術の光触媒と植物工場への展開", 寺島千晶, 第22回シンポジウム「光触媒反応の最近の展開」, 招待講演, 国内会議, 千葉・東京理科大学野田キャンパス, 2015年12月4日.
3. "プラズマ技術を利用した材料創製と光触媒応用", 寺島千晶, 日本学術振興会水の先進理工学第183委員会 第30回研究会, 招待講演, 国内会議, 水明館, 2015年11月28日.
4. "プラズマ技術を利用した材料創製と光触媒応用", 寺島千晶, 第2回「界面プラズマ・ものづくり研究会」, 招待講演, 国内会議, 名古屋大学, 2015年11月24日.
5. "Enhanced Photocatalytic Properties of TiO_2 Treated by In-liquid Plasma with N_2 Bubbling", C. Terashima, K. Honda, A. Naito, K. Nakata, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, SIEMME'21, 招待講演, 国際会議, 厦門･Xiamen International Conference Center, 2015年9月12日.
6. "Photocatalytic activities of nano-sized TiO_2 treated by in-liquid plasma processing", C. Terashima, K. Honda, A. Naito, K. Nakata, K. Katsumata, N. Ishida, N. Kitamura, Y. Idemoto, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, First International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis, 招待講演, 国際会議, 千葉・東京理科大学野田キャンパス, 2015年9月4日.

特許

1. 寺島千晶, 平野裕衣里, 中田一弥, 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2015-234066, 2015年11月30日.
2. 中田一弥, 山口友一, 下戸貴仁, 寺島千晶, 勝又健一, 鈴木智順, 池北雅彦, 藤嶋昭「消毒剤及び消毒方法」特願2015-229953, 2015年11月25日.

受賞

1. 寺島千晶, 東京応化科学技術振興財団, 国際交流助成, 2016年3月14日
2. K. Honda, C. Terashima, K. Nakata, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, Plant Growth Using of Solution Plasma Treated Water with Nitrogen, Second International Symposium on Advanced Water Science and Technology (ISAWST-2) Best Presentation Award, 2016年2月16日
3. 英国王立化学会誌(J. Mater. Chem. B)のFront Coverに選定, "Single-step electrospun TiO_2–Au hybrid electrodes for high selectivity photoelectrocatalytic glutathione bioanalysis" A. Devadoss, Asako Kuragano, C. Terashima, P. Sudhagar, K. Nakata, T. Kondo, M. Yuasa, A. Fujishima, J. Mater. Chem. B, 4, 220-228, (2016).
4. 菱沼良太, 原田洋平, 寺島千晶, 上塚 洋, 中田一弥, 近藤剛史, 湯浅 真, 藤嶋 昭, 液中プラズマを用いたダイヤモンド電極の作製と電気化学特性評価, 日本材料科学会 第3回メゾスコピック研究会講演会若手奨励賞, 2015年11月25日
5. Y. Yamamoto, K. Nakata, Y. Kanai, C. Terashima, Y. Yoshimi, K. Sakaguchi, M. Abe, M. Ikekita, A. Fujishima, Photocatalytic Production of Rare Sugars, First International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis, Photocatalysis 1 young poster award, 2015年9月4日
6. T. Takeuchi, Y. Yamamoto, K. Nakata, Y. Kanai, C. Terashima, K. Sakaguchi, M. Abe, M. Ikekita, A. Fujishima, Decomposition of Disaccharide by Photocatalysis Toward Production of Disaccharide Rare Sugars, First International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis, Photocatalysis 1 young poster award, 2015年9月3日
7. A. Kuragano, K. Katagishi, A. Devadoss, P. Sudhagar, C. Terashima, K. Nakata, T. Kondo, I. Shitanda, M. Itagaki, M. Yuasa, A. Fujishima, Photoelectrocyhemical Sensing of Glutathione at Au-TiO_2 Nanocomposite Electrode, First International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis, Photocatalysis 1 young poster award, 2015年9月3日
8. 寺島千晶, 東京応化科学技術振興財団, 研究助成, 2015年5月25日

中田　時夫

学術論文

1. Surface Sulfurization of MBE-Grown CIGS Thin Films and Devices,I. Khatri, I. Matsuyama, H. Yamaguchi, H. Fukai and T. Nakada, Japanese Journal of Applied Physics, 54(July, 2015)08KC10, 1-4.（査読有）
2. A comparative study of Cd- and Zn-compound buffer layers on $Cu(In_{1-x},Ga_x)(Sy,Se_{1-y})_2$ thin film solar cells, T. Kobayashi, Z. Jehl Li Ko, T. Kato, H. Sugimoto and T. Nakada, Prog. Photovolt: Res. Appl.（2015）DOI: 10.1002/pip.2695.（査読有）
3. Temperature dependentcurrent–voltage and admittancespectroscopy on heat-light soaking effects of $Cu(In,Ga)Se_2$ solar cells with ALD-Zn(O,S) and CBD-ZnS(O,OH) buffer layers, T. Kobayashi, Z. Jehl-Li-Kao, and T. Nakada, Solar Energy Materials & Solar Cells 143 (2015)159-167.（査読有）
4. Impacts of surface sulfurization on $Cu(In_{1-x},Ga_x)Se_2$ thin-film solar cells, T. Kobayashi, H. Yamaguchi1, Zacharie Jehl Li Kao, H. Sugimoto, T. Kato, H. Hakuma, and T. Nakada, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 23 (2015), 367-1374, DOI:10.1002/pip.2554.（査読有）

招待講演

1. Effects of alkali-metal incorporation on CIGS layers and solar cells, Tokio Nakada, Workshop on Computational Nano-Materials Design and Realization for Energy-Saving and Energy-Creation Materials,（Osaka university, March 26, 2016）I-33.

深井　尋史

学術論文

1. Surface sulfurization on MBE-grown $Cu(In_{1-x},Ga_x)Se_2$ thin films and devices, Ishwor Khatri, Isamu Matsuyama, Hiroshi Yamaguchi, Hirofumi Fukai and Tokio Nakada, Japanese Journal of Applied Physics, 54, 08KC10, 2015（査読有）

松原　美之

著書

1. 第10回科学技術予測調査　分野別科学技術予測, 松原美之, 文部科学省, pp 637-639, 2015

渡部　俊太郎

学術論文

1. Nonequilibrium electronic and phonon dynamics of $Cu_{0.17}Bi_2Se_3$ investigated by core-level and valence-band time-resolved photoemission spectroscopy, T. Yamamoto, Y. Ishida, R. Yoshida, M. Okawa, K. Okazaki, T. Kanai, A. Kikkawa, Y. Taguchi, T. Kiss, K. Ishizaka, N. Ishii, J. Itatani, S. Watanabe, Y. Tokura, T. Saitoh, and S. Shin, PHYSICAL REVIEW B, Vol.92 No.12 pp 121106-1 - 121106-6, 2015（査読有）
2. Generation of ultrashort intense optical pulses at 1.6 μm from a bismuth triborate-based optical parametric chirped pulse amplifier with carrier-envelope phase stabilization, Nobuhisa Ishii, Keisuke Kaneshima, Teruto Kanai, Shuntaro Watanabe and Jiro Itatani, Journal of Optics, Vol.17 pp 094001-1 - 094001-8, 2015（査読有）
3. KBBF結晶による準連続発生真空紫外コヒーレンス光源開発にむけて, 張贇, 山口大智, 陳創天, 渡部俊太郎, 渡辺昌良, レーザー研究, 43巻 8号 pp 542-546, 2015（査読有）

著書

1. アト秒科学 －1京分の1秒スケールの超高速現象を光で観測・制御する－, 大森賢治, 石井順久, 石川顕一, 板谷治郎, 香月浩之, 森下亨, 渡部俊太郎, (株)化学同人, pp 77-102, 2015

総合研究院フォーラム開催報告

総合研究院フォーラムを開催

東京理科大学総合研究院は、11 月 23 日(祝) 野田キャンパスにおいて、「総合研究院フォーラム 2015″Only at TUS を目指して″]を開催した。

本年度は、昨年までの 2 日間開催から 1 日限定と変更したが、約 300 名の出席があり、立ち見が出るほど大盛況であった。

フォーラムでは、「物質・材料」「環境・情報・社会」「創薬・バイオ」「構造材料・機械・流体・建築」および「基礎・計測」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、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た。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った。今後の更なる研究活動の展開とその世界展開が期待される。

また、フォーラム終了後に場所を変えて引き続き行われた交流会においては、教員同士の忌憚のない意見交換が行われた。

11 月 23 日(月)　　(敬称略)

No.	時間	センター・部門等	発表者
	9:00 ～ 9:10	挨拶　学長	藤嶋 昭
[領域：物質･材料]			
1	9:10 ～ 9:20	先端ＥＣデバイス研究部門	板垣 昌幸
2	9:20 ～ 9:30	太陽光発電技術研究部門	杉山 睦
3	9:30 ～ 9:40	ウォーターフロンティアサイエンス研究部門	本間 芳和
4	9:40 ～ 9:50	分子連関相乗系研究部門	宮村 一夫
5	9:50 ～ 10:00	界面科学研究部門	河合 武司
6	10:00 ～ 10:10	未利用熱エネルギー変換研究部門	西尾 圭史
7	10:10 ～ 10:20	ナノカーボン研究部門	山本 貴博
8	10:20 ～ 10:35	光触媒国際研究センター、光触媒研究推進拠点	藤嶋 昭
#	10:35 ～ 10:50	領域[物質･材料]　質疑応答	
[領域：環境･情報･社会]			
9	10:50 ～ 11:05	火災科学研究センター、火災安全科学研究拠点	辻本 誠
10	11:05 ～ 11:15	次世代データマイニング研究部門	西山 裕之
11	11:15 ～ 11:25	山岳大気研究部門	三浦 和彦
12	11:25 ～ 11:35	インテリジェントシステム研究部門	兵庫 明
13	11:35 ～ 11:45	長万部地域社会研究部門	友岡 康弘
14	11:45 ～ 11:55	先端情報通信研究部門	伊丹 誠
15	11:55 ～ 12:05	先端都市建築研究部門	宇野 求
16	12:05 ～ 12:15	ものこと双発研究部門	田中 芳夫
#	12:15 ～ 12:30	領域[環境･情報･社会]　質疑応答	
	12:30 ～ 13:30	(昼食)	
[領域：創薬・バイオ]			
17	13:30 ～ 13:40	アグリ・バイオ工学研究部門	島田 浩章
18	13:40 ～ 13:50	再生医療とＤＤＳの融合研究部門	牧野 公子
19	13:50 ～ 14:00	医理工連携研究部門	早瀬 仁則
20	14:00 ～ 14:10	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
21	14:10 ～ 14:20	バイオオルガノメタリクス研究部門	鍛冶 利幸
22	14:20 ～ 14:30	創薬フロンティア研究部門	田沼 靖一
23	14:30 ～ 14:40	トランスレーショナルリサーチセンター	樋上 賀一
24	14:40 ～ 14:50	キラリティー研究センター	椎名 勇
25	14:50 ～ 15:00	戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター	武田 健
#	15:00 ～ 15:15	領域[創薬・バイオ]　質疑応答	
	15:15 ～ 15:30	(休憩)	
[領域：構造材料･機械･流体･建築]および[領域：基礎･計測]			
26	15:30 ～ 15:40	マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門	元祐 昌廣
27	15:40 ～ 15:50	赤外自由電子レーザー研究センター	築山 光一
28	15:50 ～ 16:00	先端ホログラフィ技術研究開発センター	山本 学
29	16:00 ～ 16:10	量子生命情報研究部門	渡邉 昇
30	16:10 ～ 16:20	イメージングフロンティアセンター	須田 亮
31	16:20 ～ 16:30	数理モデリングと数学解析研究部門	太田 雅人
#	16:30 ～ 16:45	領域[構造材料･機械･流体･建築]および領域[基礎･計測]　質疑応答	
[総合研究院専任教員]			
32	16:45 ～ 16:53	総合研究院・阿部正彦教授	阿部 正彦
33	16:53 ～ 17:01	総合研究院・坂口謙吾教授	坂口 謙吾
34	17:01 ～ 17:09	総合研究院・髙柳英明教授	髙柳 英明
35	17:09 ～ 17:17	総合研究院・渡部俊太郎教授	渡部 俊太郎
36	17:17 ～ 17:25	総合研究院・野島雅講師	野島 雅
37	17:25 ～ 17:33	総合研究院・黒田玲子教授	黒田 玲子
#	17:33 ～ 17:45	総合研究院・専任教員　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	福山 秀敏
	18:15 ～	交流会	

事業開催記録

国際シンポジウム

先端ホログラフィ技術研究開発センター
国際シンポジウム
平成27年10月30日（金）
葛飾キャンパス　図書館棟大ホール

火災科学研究センター
国際シンポジウム
平成27年9月18日（金）
神楽坂キャンパス　1号館17階記念講堂

界面科学研究部門・マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門
2015界面科学研究部門-マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門合同国際シンポジウム
平成27年9月1日（火）
神楽坂キャンパス　森戸記念館第2フォーラム

界面科学研究部門
国際セミナー
平成27年10月21日（水）
神楽坂キャンパス　11号館11-6教室

国内シンポジウム

マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門
シンポジウム
平成28年3月30日（水）
野田キャンパス　2号館2階機械工学科会議室

界面科学研究部門
シンポジウム
平成28年3月22日（火）
神楽坂キャンパス　森戸記念館第2フォーラム

イメージングフロンティアセンター・次世代データマイニング研究部門
シンポジウム
平成28年3月16日（水）～3月17日（木）
野田キャンパス　計算科学研究センター4階

トランスレーショナルリサーチセンター
第3回シンポジウム／研究交流会
平成28年1月23日（土）
葛飾キャンパス　図書館ホール

太陽光発電技術研究部門
第6回太陽光発電技術研究部門シンポジウム
平成28年1月21日（木）
神楽坂キャンパス　森戸記念館

再生医療とDDSの融合研究部門
東京理科大学総合研究院再生医療とDDSの融合研究部門発足記念シンポジウム
平成28年1月13日（水）
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

イメージングフロンティアセンター
イメージングフロンティアセンターシンポジウム
平成27年12月25日（金）
野田キャンパス　講義棟　K102

次世代データマイニング研究部門
データマイニングシンポジウム
平成27年12月21日（月）
神楽坂キャンパス　1号館2階　127ゼミ室

光触媒国際研究センター
日本学術会議公開シンポジウム
平成27年12月9日（水）
日本学術会議講堂

ウォーターフロンティアサイエンス研究部門
第1回シンポジウム
平成27年12月5日（土）
神楽坂キャンパス　森戸記念館第2フォーラム

光触媒国際研究センター
第22回シンポジウム「光触媒反応の最近の展開」
平成27年12月4日（金）
野田キャンパス　カナル会館

キラリティー研究センター
14th Symposium on Chemical Approaches to Chirality
平成27年11月18日（水）
神楽坂キャンパス　森戸記念館

光触媒国際研究センター
第29回ダイヤモンドシンポジウム
平成27年11月17日（火）～19日（木）
葛飾キャンパス　図書館棟大ホール

山岳大気研究部門
第2回山岳大気シンポジウム
平成27年10月17日（土）
神楽坂キャンパス　8号館832教室、851教室

ものこと双発研究部門
ものこと双発協議会2015年度シンポジウム
平成27年10月7日（水）
研究社英語センタービル　地下ホール

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
平成27年9月5日（土）
神楽坂キャンパス　1号館17階記念講堂

トランスレーショナルリサーチセンター
第2回シンポジウム／研究交流会
平成27年8月29日（土）
葛飾キャンパス　図書館棟大ホール

アグリ・バイオ工学研究部門
公開シンポジウム
平成27年7月17日（金）
葛飾キャンパス　図書館大ホール

成果報告会

分子連関相乗系研究部門
平成27年度分子連関相乗系研究部門成果報告会
平成28年3月16日（水）
神楽坂キャンパス　2号館211教室、222教室

山岳大気研究部門
第9回成果報告会
平成28年3月13日（日）
東京大学小柴ホール

インテリジェントシステム研究部門
研究成果報告会
平成28年3月4日（金）
野田キャンパス　カナル会館3階大会議室

戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター
最終報告会
平成28年2月24日（水）
野田キャンパス　10号館1階ホール

光触媒国際研究センター
第2回研究成果報告会
平成27年9月3日（木）、4日（金）
野田キャンパス　カナル会館

火災安全科学研究拠点
平成26年度共同利用・共同研究成果発表会
平成27年6月15日（月）
神楽坂キャンパス　森戸記念館第1会議室

講演会

次世代データマイニング研究部門
講演会
平成27年7月22日（水）
野田キャンパス　講義棟K201教室

キラリティー研究センター
講演会
平成27年7月21日（火）
神楽坂キャンパス　11号館11-6教室

キラリティー研究センター
講演会
平成27年7月6日（月）
神楽坂キャンパス　10号館1階1011教室

山岳大気研究部門
特別講演会
平成27年5月31日（日）
神楽坂キャンパス　PORTA神楽坂7階第3会議室

光触媒国際研究センター
特別講演会　講師：Prof.LIU ZHONGFAN
平成28年1月18日（月）
野田キャンパス　光触媒国際研究センター

次世代データマイニング研究部門
講演会
平成27年11月9日（月）
野田キャンパス　6号館4階応用生物科学専攻大学院セミナー室

セミナー・講習会・ワークショップ他

次世代データマイニング研究部門
平成27年度次世代データマイニング研究フォーラム
平成28年3月24日（木）
野田キャンパス　10号館1階ホール

光触媒国際研究センター
第6回「フォーラム：人工光合成」人工光合成研究の課題と展望
平成28年3月24日（木）
同志社大学　京田辺キャンパス

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
平成28年3月19日（土）
オークラフロンティアホテル本館

バイオオルガノメタリクス 研究部門
研究交流集会
平成28年3月17日（木）
神楽坂キャンパス　2号館2階　212教室

ウォーターフロンティアサイエンス研究部門
合同若手研究
平成28年3月14日（月）
神楽坂キャンパス　森戸記念館第一フォーラム・第一・第三会議室

ものこと双発研究部門
2015年度年次研究発表大会
平成28年2月27日（土）
神楽坂キャンパス　PORTA神楽坂5階

先端ECデバイス研究部門
セミナー
平成28年2月23日（火）
野田キャンパス　10号館1階ホール

ナノカーボン研究部門　ナノカーボン研究部門
ワークショップ2015
平成28年1月13日（水）
神楽坂キャンパス　8号館831教室

山岳大気研究部門
富士山大気観測2015データ検討会
平成27年12月26日（土）
神楽坂キャンパス　森戸記念館2階第1会議室

アグリ・バイオ工学研究部門
セミナー
平成27年11月25日（水）
葛飾キャンパス　講義棟308教室

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（FEL-TUS)利用者懇談会
平成27年11月24日（火）
神楽坂キャンパス　PORTA神楽坂7階第3会議室

セミナー・講習会・ワークショップ他（つづき）

アグリ・バイオ工学研究部門
セミナー
平成27年11月18日（水）
葛飾キャンパス　講義棟308教室

ナノカーボン研究部門
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
平成27年11月13日（金）
神楽坂キャンパス　森戸記念館

光触媒国際研究センター
光化学応用講座「光触媒研究の基礎と実践-人口光合成を中心に-」
平成27年11月5日（木）
神楽坂キャンパス　森戸記念館第1、2フォーラム

戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター
公開セミナー「中枢神経系におけるドパミンの機能と作用機序」
平成27年10月30日（金）
野田キャンパス　10号館2階会議室

数理モデリングと数学解析研究部門
連続講義「空間的に一様な電磁場中の量子散乱」
平成27年10月19日（月）～23日（金）
神楽坂キャンパス　3号館322教室他

量子生命情報研究部門
International QBIC Workshop 2015
平成27年10月17日（土）～19日（月）
野田キャンパス　計算科学研究センター4階会議室

ナノカーボン研究部門
第7回ナノカーボンセミナー
平成27年10月7日（水）
神楽坂キャンパス　844教室

イメージングフロンティアセンター
第24回日本バイオイメージング学会公開講座・学術集会
平成27年9月26日（土）～28日（月）
葛飾キャンパス　図書館棟大ホール

マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門
第16回i2plusセミナー
平成27年9月24日（木）
野田キャンパス　2号館2階機械工学科会議室

ものこと双発研究部門
IoT Forum
平成27年9月9日（水）
秋葉原ダイビル

先端ECデバイス研究部門
キックオフミーティング
平成27年8月6日（木）
野田キャンパス　10号館1階ホール

ナノカーボン研究部門
第2回2次電子勉強会
平成27年7月30日（木）
神楽坂キャンパス　PORTA神楽坂7階第3会議室

山岳大気研究部門
市民講座
平成27年7月26日（日）
神楽坂キャンパス　森戸記念館第1フォーラム

赤外自由電子レーザー研究センター
セミナー
平成27年7月17日（金）
神楽坂キャンパス　森戸記念館2階第3会議室

ウォーターフロンティアサイエンス研究部門
粉末X線解析の実際
平成27年7月13日（月）～15日（水）
神楽坂キャンパス　1号館17階記念講堂

マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門
第14回i2plusセミナー
平成27年7月2日（木）
野田キャンパス　2号館2階機械工学科会議室

赤外自由電子レーザー研究センター
セミナー
平成27年6月5日（金）
神楽坂キャンパス　森戸記念館第1会議室

環境次世代健康科学研究基盤センター
セミナー
平成27年5月27日（水）
野田キャンパス　15号館2階会議室

マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門
第13回i2plusセミナー
平成27年4月7日（火）
開催場所：野田キャンパス　2号館2階機械工学科会議室

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、550～700 nm 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-CO_2 レーザー Laser Techniques Blaser 6000 CE
２．設置場所　赤外自由電子レーザー研究センター第 3 実験室
３．性能・特徴
　FEL を分子に集光照射すると多光子吸収を起こし、その結果分子の高振動励起状態が生成する。このとき分子内に蓄積された全振動エネルギーが充分大きければ、結合の解裂、異性化、イオン化等の反応過程が後続する。本装置は、ステンレス製セル中の気相分子にバルクの状態で FEL を照射し、化学反応によって生成した安定分子を FT-IR および四重極質量分析計によって同定するシステムである。同位体の振動周波数の違いを利用する同位体分離、高振動励起状態からのエネルギー移動、すなわち光増感反応による新規物質の合成等に応用できる。TEA-CO_2 レーザーはマルチモードにおいて、9.3 および 10.6 μm 領域で発振する。ミラーのコーティングを変更することで、より狭帯域での発振も可能である。またパルス幅は～100 ns(HWHM)、出力 < 5 J/pulse、繰り返し < 10 Hz である。外部電気信号により、FEL のマクロパルスとの同期実験が可能である。

ミクロ照射・顕微 FT-IR 装置

１．型式　　FT-IR　日本分光社　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 1 mL のサンプルセルと微量添加用ガラスプレートが付属されており、生体試料など微量の溶液の場合でも、数マイクロリットルの液滴でタンパク質濃度や核酸濃度の計測が可能である。

戦略的環境次世代健康科学研究基盤センターにおける主要な研究機器

アイソラックチャンバー

１．形式　　アイソラックチャンバー　本研究センター用特注（シナノ製作所製）
２．設置場所　　野田校舎　戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター曝露棟
３．性能・特徴

本設備は、実験動物をクリーンな環境で飼育できる装置で、動物を各種汚染源から保護し、動物より人間への汚染防止のために扉がついており、排気も HEPA フィルターを通した上強制排気装置もついている。このため、複数種の実験動物の同時飼育や、特殊な性状の動物（免疫不全動物）などの飼育に適した環境となる。さらに、本研究で行う、生体に与える影響が未知である物質（ナノマテリアル等）の全身曝露後に他の動物に影響を与えること無く飼育する環境を用意する物である。

ディーゼル排ガス小動物曝露装置

１．形式　　本研究センター用特注装置（シナノ製作所）
２．設置場所　　野田校舎戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター　曝露棟
３．性能・特徴

本装置は、ディーゼル排ガスの生体影響を検討する目的で製作されたもので、ディーゼルエンジンを運転することで発生させた排ガスを、希釈トンネルを用いて希釈し、マウス、ラット、ウサギ等の小動物に全身曝露を実施するための装置である。本装置では、粒子状物質濃度を基準とすると、環境基準値を超えた高濃度からそれ以下の低濃度まで幅広い濃度の曝露に対応できる。さらに、曝露チャンバーは 4 基あり、それぞれ異なった濃度の曝露にも対応することが可能となっている。また、マウスで換算すると、個別ケージ飼育の場合、同時に 80 匹（各チャンバー20 匹）の曝露が可能である。なお、対照群用チャンバーとして別に 1 基が準備されている。このような曝露施設を持つ大学は国内では他になく、学内外の研究者による施設の活用が期待される。

ティシューテッククライオ 3

１．形式　　ティシューテッククライオ 3 CRYO3 ベーシックタイプルーチン用
(サクラファインテックジャパン製)
２．設置場所　　野田校舎　戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター実験室
３．性能・特徴

凍結組織切片作製装置。-10℃～-40℃程度の低温度下でミクロトームによる薄切を可能にする機械。凍結切片作製では、パラフィン切片作製時に必要な有機溶剤や加熱等の処理がないので、細胞内のタンパク質・脂質・可溶性抗原物質等の流出や失活かがなく、迅速に診断ができ、電子顕微鏡レベルでの局在確認も可能である。

ハンディーレーザーパーティクルカウンター

１．形式　　Mode18220（TSI）
２．設置場所　　野田校舎戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター　曝露棟
３．性能・特徴

本装置は、軽量かつハンディタイプの粒子計測器であり、JIS 基準に準拠した機器である。AC 電源またはバッテリで作動する。2.83LPM の流量を有し、粒径範囲(6 段階)のユー ザ設定が可能である。また、10 万データが保存可能であり、付属のソフトウェア(TRAKPRO)で解析可能である。操作はタッチパネル式により容易であり、クリーンルーム点検、室内環境研究、曝露研究、室内モニタリング、フィルターテスト、粒子移動研究に適している。

環境・排ガス測定装置

１．形式　　NOx（NO,NO_2）測定装置　MODEL42i（サーモエレクトロ社）
　　CO ガス測定装置　MODEL48i（サーモエレクトロ社）
　　SO_2 ガス測定装置　MODEL43i TLE（サーモエレクトロ社）
２．設置場所　　野田校舎戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター　曝露棟
３．性能・特徴
　ディーゼル排ガス曝露チャンバー内のガス状成分を測定するために、生体に影響を与える主要なガス成分を測定する装置である。NOx 測定装置はサンプルガスにオゾンを添加し、化学発光法にしたがい発光量を測定するものである。吸収液の交換や廃液処理がいらず、なおかつ干渉ガスの影響が少ない等の特徴がある。CO 測定装置は非分散赤外線法を用い、超高感度、高性能なガス濃度計である。SO_2 測定装置はサンプルガスに光を当て蛍光量を測定する紫外線蛍光法の原理を用いている。吸収液の交換や廃液処理がいらず、なおかつ干渉ガスの影響が少ない。

筋酸素飽和度測定装置

１．形式　　運動負荷モニター（アステム社）
２．設置場所　　森戸記念体育館アスレチックルーム
３．性能・特徴
　本装置は、骨格筋内の筋酸素飽和度を測定する目的で購入したもので、近赤外空間分解分光法を用いた測定を行うことが可能である。酸素飽和度を非侵襲的に計測することが可能であることに加え、ポータブルでテレメトリ式（遠隔操作が可能）であることが大きな特徴である。

呼気ガス代謝モニター

１．形式　　メータマックス 3B（ドイツ コールテックス社）
２．設置場所　　森戸記念体育館アスレチックルーム
３．性能・特徴
　本装置は、呼気ガスの分析を行う目的で購入した機器である。体に装着することで移動しながら呼気ガス代謝をモニタリングできることが大きな特徴であり、移動しながらの測定や、フィールド調査等が可能である。大気環境をはじめとした様々な環境要因と生理的指標の関連性を調べる上ではフィールドでの調査が必要不可欠であり、本装置はこのような調査に欠かせないツールである。

凍結ブロック作製装置

１．形式　　ヒストテックピノ PINO-600（サクラファインテックジャパン）
２．設置場所　　野田校舎戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター　曝露棟
３．性能・特徴
　コンパクトサイズの超低温冷凍装置。凍結組織切片作製用試料凍結時にドライアイスや液体窒素を準備する必要がなく、安定した凍結標本作製が可能となる。

先端ホログラフィ技術研究開発センターにおける主要な研究機器

全反射エバネッセント蛍光顕微鏡

１．型式　　Ti-E-TIRF（ニコン株式会社製）
２．設置場所　　葛飾校舎　研究棟 10 階　佐竹研究室
３．性能・特徴
　全反射エバネッセント顕微鏡は微弱な近接場光を捉えるシステムである。このシステムにより高分解能の生体観察や流体観察などが可能である。このシステムの特徴は、100 倍の対物レンズの性能が良いことと、各動作部が電動であり操作性に優れていることが挙げられる。蛍光粒子を用いることで 100nm 以下の粒子の挙動を捉えることが可能である。レーザの波長も 2 種類選択することができ、使用する蛍光粒子の自由度が大きい。

ICP プラズマ装置 EIS-700

１．型式　　EIS-700（株式会社エリオニクス社製）
２．設置場所　　葛飾校舎　研究棟 10 階　谷口研究室
３．性能・特徴
　シリコン（Si）基板上のレジストをマスクとして、Si の深堀加工を行う装置である。本装置は、レジストマスク下のパターン広がりを抑えるための側壁保護膜形成機能がついている。側壁保護膜形成とは、加工で Si 基板を掘り込んでいくと側壁が現われるが、この部分も加工されてしまうと、レジストパターンよりも横に広がったパターンとなってしまう。本装置は、この部分を保護する膜を形成させながら、深さ方向に加工を進行させる方法（Bosch プロセスという）を用いての加工が可能な設備である。

微小摩擦力測定装置

１．型式　　NanoNaviReal+S-image（エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社製）
２．設置場所　　葛飾校舎　研究棟 4 階　佐々木研究室
３．性能・特徴
　本装置では、溶液中に浸漬したサンプル表面の微小部位における摩擦力分布を高精度で測定できる。測定においては、摩擦力分布に加え表面粗さ測定およびナノインデンテーションによるヤング率計測、さらに粘弾性測定が行える。試料サイズは、摩擦試験機の標準試験片（30×30㎜×高さ 10㎜）をそのまま用いることができる。

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 号館化学系機器センター
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、今回申請している質量分析装置は、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-TOF_2（島津製作所社製）
２．設置場所　　光触媒国際研究センター2 階構造解析測定室
３．性能・特徴
測定質量範囲：リニアモード；1～500,000Da、リフレクトロンモード；1～80,000Da
質量分解能：リニアモード；5,000、リフレクトロンモード；20,000
質量精度：リニアモード；30ppm、リフレクトロンモード；5ppm, MS/MS；150ppm
感度：リニアモード；250amol (Glu-1-Fibrinopeptide B)、リフレクトロンモード；250amol (Glu-1-Fibrinopeptide B)、MS/MS；2.5fmol (Glu-1-Fibrinopeptide B)

レーザーラマン分光光度計

１．型式　　NRS-5100（日本分光社製）
２．設置場所　　光触媒国際研究センター2 階構造解析測定室
３．性能・特徴
本体に内蔵された高解像度CMOSカメラで観察したい試料表面を高倍率で顕微画像を取りながら、ラマン分光を測定できる。レーザー光源には波長が 532nm と 785nm の 2 つを搭載し、蛍光の発生を抑える等、試料によって使い分けを可能としている。

X 線回折装置

１．型式　　Ultima IV（リガク社製）
２．設置場所　　光触媒国際研究センター2 階構造解析測定室
３．性能・特徴
X 線発生部：最大定格出力；3kW、定格管電圧；20kV～50kV、3 定格管電流；2mA～60mA、管球；ショート Cu 管球
ゴニオメータ部：方式；試料水平保持型ゴニオメータ
特徴：試料を水平に保持したまま測定が可能。また、粉末試料の定性・定量分析などの強度を優先する集中光学系用のダイレクトビームと、粉末試料の高精度プロファイル解析や配向度測定、薄膜試料の測定、逆格子マップ、ロッキングカーブなどの測定に用いられる放射面多層膜ミラーを用いた単色平行ビームを、スリットの交換だけで簡単に切り替え可能。

触媒分析装置

１．型式　　BELCAT-B（日本ベル社製）
２．設置場所　　光触媒国際研究センター3 階セルフクリーニング研究室
３．性能・特徴
測定方式：流通型吸着量／脱離量測定
検出器：4 素子 TCD、四重極分析計
吸着ガス：NH_3, CO, H_2, O_2, NO など
測定ポート：電気炉部；50℃～1100℃、トラップ部；LN_2,77K
応用例：アンモニア TPD、二酸化炭素 TPD、金属分散度（金属表面積、昇温酸化／還元温度、昇温反応）

高精度ガス／蒸気吸着量測定装置

１．型式　　BELSORP-max-12-N-VP（日本ベル社製）
２．設置場所　　光触媒国際研究センター2 階構造解析測定室
３．性能・特徴
細孔分布：0.35nm～500nm（直径）
比表面積：0.01m^2/g 以上（N_2,77K）、0.0005m^2/g 以上（Kr,77K）
測定検体数：3 検体（同時測定）
前処理用ヒーター：max.450℃
特徴：比表面積、細孔分布、蒸気吸着そして化学吸着測定が 1 台で可能。

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研究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。

生体ー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。

近赤外高解像度カメラ

１．型式　　XEVA-CL-FPA-1.7-640-TE3-25Hz（Xenics 社製）
２．設置場所　　葛飾校舎研究棟 9 階曽我研究室
３．性能・特徴

OTN（over-1000-nm）近赤外波長域におけるイメージングは、観察障害となる自家蛍光と光散乱の排除において最も有効な手段の一つであり、本センターの重要基盤技術開発の一つが OTN 近赤外におけるバイオイメージング技術の開発である。OTN 近赤外でのイメージングは従来のシリコンデバイスでは困難であり、現在多くの場合 InGaAs CCD カメラが用いられている。従来用いられてきた InGaAs CCD カメラは解像度が 320×256 であるのに対し、本装置は 640×512 の高解像度であることを特徴とし、また三段電子冷却によりノイズを低減し、高感度を実現している。本装置は、毛細血管や神経などの微細組織のイメージングに用いるほか、蛍光 CT やハイパースペクトルに応用することができる。感度を持つ波長範囲は 900-1700 nm である。

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。

次世代データマイニング研究部門における主要な研究機器

グローバルデータ収集装置

１．型式　　SPARC Enterprise T5120（SUN 社製）
２．設置場所　　情報科学研究センター（旧情報メディアセンター）3 階
３．性能・特徴

本装置（SPARC Enterprise T5120）はシングルソケットで 64 スレッドを実行する卓越したスループット性能を誇るサーバーマシンである。また、シングルソケットサーバでありながらWebサーバーとしては34,000の同時ユーザ､電子メール･サーバーとしては44,000ユーザ、SAP サーバーとしては 2,200 ユーザをサポートし、1 秒あたり 1,700 の Java オペレーションを処理可能であるなど高い処理性能を持っている半面、消費電力は 600W 以下となっている。本装置は次世代データマイニング研究部門の前身である知識インタフェース研究部門における 2007 年度予算により購入した。

次世代データマイニング研究部門では、本装置を部門内の研究者がデータ収集用のサーバーとして利用いている他、海外の共同研究者との共同研究におけるデータ収集を行うためのサーバーとしての準備を進めている。

グローバル機械学習装置 1

１．型式　　SPARC Enterprise T5120（SUN 社製）
２．設置場所　　情報科学研究センター（旧情報メディアセンター）3 階
３．性能・特徴

本装置（SPARC Enterprise T5120）は上記のグローバルデータ収集装置と同様のサーバーマシンである。本装置は科学研究費基盤研究(S)（2005 年度～2007 年度、代表：溝口文雄教授）の予算により購入した。

次世代データマイニング研究部門では、本装置では様々な機械学習を、ネットワークを介して処理できるようにしており、ILP(Inductive Logic Programming)や SVM(Suport Vector Machine)等、様々な機械学習ツールの応用システムを利用可能である。また,本 ILP 学習システムはネットワークを介した分散処理機能も有しており、本装置の全スレッドを利用した並列計算を行えるほか、下記のグローバル機械学習装置 2 と協調して、学習時間を短縮することが可能である。本装置も海外の共同研究者との共同研究における遠隔機械学習を行うためのサーバーとしての準備を進めている。

グローバル機械学習装置 2

１．型式　　SPARC Enterprise T1000（SUN 社製）
２．設置場所　　情報科学研究センター（旧情報メディアセンター）3 階
３．性能・特徴

本装置（SPARC Enterprise T1000）は 1 プロセッサで最大 32 スレッドが実行可能なサーバーマシンである。本装置は科学研究費基盤研究(S)（2005 年度～2007 年度、代表：溝口文雄教授）の予算により購入した。

機能としては上記のグローバル機械学習装置 1 と同様の学習システムを利用可能であり、上記のグローバル機械学習装置 1 と協調して、学習時間を短縮することが可能である。本装置も海外の共同研究者との共同研究における遠隔機械学習を行うためのサーバーとしての準備を進めている。

グローバルシンクライアントサーバー装置

１．型式　　SPARC Enterprise T1000（SUN 社製）
２．設置場所　　情報科学研究センター（旧情報メディアセンター）3 階
３．性能・特徴

本装置（SPARC Enterprise T1000）はグローバル機械学習装置 1 と同様のサーバーマシンであり、科学研究費基盤研究(S)（2005 年度～2007 年度、代表：溝口文雄教授）の予算により購入した。

次世代データマイニング研究部門では、本サーバーマシンを Sun Ray 用サーバーとして機能させており、本部門内でのシンクライアントを可能にしている。本装置も海外の共同研究者との共同研究におけるシンクライアントサーバーとしての準備を進めている。

山岳大気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 6 号館 3 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 6 号館 3 階三浦研究室
３．性能・特徴

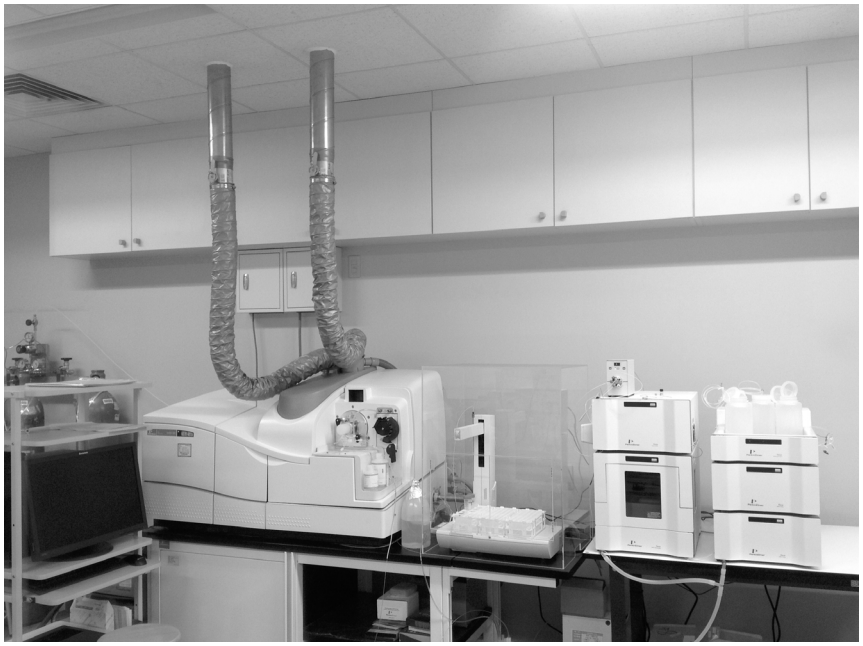
過飽和状態のカラム中に試料空気を吸引することにより、雲粒の核となる雲凝結核濃度を連続的に自動測定する装置です。カラム内の温度を設定することにより、過飽和度 0.07%からの任意の過飽和度を 6 段階に設定できます。DMA と組み合わせることにより、粒径別にエアロゾル粒子数に対する雲凝結核数の割合を求めることができます。

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。10^2－10^9 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 2
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 細胞機能研究室 2
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、96 well および 384 well 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。

全自動粉末X線回折装置

１．型式　　X'Pert Pro（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に測定できる装置であり、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、2000℃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。

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。

関 係 規 程

○東京理科大学研究推進機構規程

平成27年3月18日
規程第61号

（趣旨）

第1条　この規程は、東京理科大学学則（昭和24年学則第1号）第62条の2第4項の規定に基づき、東京理科大学研究推進機構（以下「機構」という。）に関し必要な事項を定めるものとする。

（目的）

第2条　機構は、わが国における科学技術政策や大学への社会的・経済的要求を踏まえ、東京理科大学（以下「本学」という。）における学術研究の将来構想及び戦略を提示し、研究組織の活性化を図るとともに、その学術的水準を向上させ、世界の学術的動向及び我が国の社会的動向を適切に先導し、かつ、協働することを目的とする。

（センター等）

第3条　機構に、次に掲げるセンター、研究院及び研究所（以下「センター等」という。）を置く。

(1) 研究戦略・産学連携センター
(2) 総合研究院
(3) 生命医科学研究所
(4) 研究機器センター

2　センター等に関する事項は、この規程に定めるもののほか、別に定める。

（機構長）

第4条　機構に、東京理科大学研究推進機構長（以下「機構長」という。）を置き、機構長は、本学の学長（以下「学長」という。）の命を受けて、機構の運営に関する事項を掌理する。

2　機構長は、本学の副学長のうちから学長が決定し、理事長に申し出て、理事長が委嘱する。

（センター長等）

第5条　センター等に、それぞれセンター長、研究院長及び研究所長（以下「センター長等」という。）を置き、センター長等は、機構長の命を受けて、当該センター等に関する事項を掌理する。

2　センター長等の資格、任期等については、別に定める。

（会議）

第6条　機構に、機構の運営に関する事項を審議するため、研究推進機構会議（以下、「会議」という。）を置く。

2　会議は、次に掲げる事項を審議する。

(1) 本学の学術研究の将来構想に関する事項

(2) 本学の学術研究及び産学連携における研究戦略の策定に関する事項
(3) センター等の設置及び改廃に関する事項
(4) センター等の事業計画に関する事項
(5) 機構及びセンター等の人事に関する事項
(6) 機構及びセンター等の予算及び決算に関する事項
(7) 機構及びセンター等に関する諸規程等の制定及び改廃の発議に関する事項
(8) その他機構及びセンター等の管理・運営に関する事項

3 会議は、次に掲げる委員をもって組織し、学長がこれを委嘱する。
(1) 機構長
(2) 研究戦略・産学連携センター長
(3) 総合研究院長
(4) 生命医科学研究所長
(5) 研究機器センター長
(6) 機構長が各学部長と協議のうえ指名する教授　各学部1人

4 前項第6号に規定する委員の任期は、2年以内とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

5 会議は、機構長が招集し、その議長となる。ただし、議長に事故のあるときは、議長があらかじめ指名した委員がその職務を代理する。

6 議長が必要と認めたときは、会議に委員以外の者の出席を求め、意見を聴くことができる。

7 会議の議事は、出席した委員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

（幹事会）

第7条　会議の下に、前条に規定する審議事項の具体的事案に速やかに対応するため、研究推進機構会議幹事会（以下「幹事会」という。）を置く。

2 幹事会は、次に掲げる委員をもって組織する。
(1) 機構長
(2) 会議委員のうちから機構長が指名する者　若干人

3 幹事会の委員長は、機構長をもって充てる。

4 委員長が必要と認めたときは、幹事会委員以外の者の出席を求め、意見を聴くことができる。

（部会）

第8条　会議の下に、専門的事項を審議するため、次の部会を置く。
(1) 研究審議部会
(2) 研究評価部会
(3) 医療・生命科学部会

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、研究戦略・産学連携部研究戦略・産学連携課において処理する。

2　センター等の運営に関する事務は、それぞれのセンター等に関する規程において定める。

附　則

この規程は、平成27年4月1日から施行する。

附　則

この規程は、平成27年12月22日から施行し、平成27年11月1日から適用する。

○東京理科大学総合研究院規程

平成17年11月16日
規程第68号

（趣旨）

第1条　この規程は、東京理科大学研究推進機構規程（平成27年規程第61号）第3条第2項の規定に基づき、東京理科大学総合研究院（以下「総合研究院」という。）に関し必要な事項を定めるものとする。

（目的）

第2条　総合研究院は、本学の特色ある高度な研究活動の展開及びそれに基礎を置いた人材育成を通じて、本学の研究・教育向上に寄与することを目的とする。

（研究部門等）

第3条　総合研究院に、研究部門及び研究センター（以下「研究部門等」という。）を置く。

2　研究センターに関する規程は、別に定める。

3　必要に応じ、研究部門等に研究グループを置くことができる。

（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　研究院に、研究院の運営に関する事項を審議するため、運営委員会を置く。

2　運営委員会は、次に掲げる事項を審議する。

(1) 研究部門等及び研究拠点の設置、改廃に関する事項

(2) 研究部門等における研究グループの設置に関する事項

(3) 総合研究院の人事に関する事項

(4) 総合研究院の事業計画に関する事項

(5) 総合研究院に関する研究スペース、設備の管理に関する事項

(6) 総合研究院の予算及び決算に関する事項

(7) 総合研究院に関する諸規程等の制定及び改廃の発議に関する事項
(8) その他総合研究院の管理・運営に関する事項

3　運営委員会は、次に掲げる委員をもって組織する。
(1) 院長
(2) 副院長
(3) 研究部門長
(4) 研究センター長
(5) 機構長が指名するもの　若干人

4　前項第5号に規定する委員の任期は、2年とし、再任を妨げない。ただし、補欠による後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

5　運営委員会は、院長が招集し、その議長となる。ただし、議長に事故のあるときは、議長があらかじめ指名した委員がその職務を代理する。

6　議長が必要と認めたときは、運営委員会に委員以外の者の出席を求め、意見を聴くことができる。

7　機構長は、運営委員会に出席し、意見を述べることができる。

8　運営委員会は、委員の総数の3分の2以上が出席しなければ、これを開くことができない。

9　運営委員会の議事は、出席した委員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

10　運営委員会に次に挙げる運営担当幹事によって構成する運営幹事会を置くことができる。
(1) 部門長のうち若干人
(2) 研究センター長のうち若干人
(3) 院長が指名するもの若干人

11　運営幹事会は次に掲げる事項を審議する。
(1) 運営委員会の議事に関する事項
(2) 運営委員会より付託された事項

（本務教員）

第8条　総合研究院に、総合研究院を本務とする専任又は嘱託の教育職員（以下「本務教員」という。）を置くことができる。

2　本務教員は、院長が運営委員会に諮って、機構長を通じて、学長に推薦し、学長の申出により理事長が委嘱する。

（併任教員）

第9条　総合研究院に、併任の教育職員（以下「併任教員」という。）を置くことができる。

2　併任教員は、本学、山口東京理科大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、年度ごとに研究部等又は共同利用・共同研究推進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　研究部等及び共同利用・共同研究推進拠点は、東京理科大学研究推進機構規程（平成27年規程第61号）第8条第1項第2号に規定する研究評価部会における評価を受けなければならない。

（廃止）

第17条　研究部等の廃止は、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、研究戦略・産学連携部研究推進課（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等に係る事務は、研究戦略・産学連携課及び研究戦略・産学連携部研究推進課（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。

○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、研究戦略・産学連携部研究戦略・産学連携課において処理する。

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。

○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。）の研究部門又は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) 研究院の研究部門長、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、研究戦略・産学連携部研究戦略・産学連携課において処理する。

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。

○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、継続及び廃止）

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。ただし、当該研究部門の部門長から継続の申請があり、研究評価部会による評価の結果が優れており、研究審議部会が適当と認めた場合には、継続することができる。

3　前項の規定にかかわらず、研究部門は当該研究部門の部門長の申出又は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、継続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。

平成27年度版　総合研究院年報　No.33

発　行　日　　平成28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)