SANKEN

令和２年度

年次報告書

－ 活動状況と課題 －

大阪大学　産業科学研究所

目　　次

１．はじめに…… 1

２．研究活動
　１）組織 …… 2
　２）運営 ……10
　３）研究費 ……11
　４）国際研究プロジェクト ……12
　５）学術講演会・研究集会・研究所間交流プログラム ……15
　６）広報活動 ……18
　７）受賞状況 ……18

３．教育への関与
　１）大学院研究科・専攻担当 ……20
　２）大学院担当授業一覧 ……21
　３）学部、共通教育担当授業一覧 ……24
　４）大学院生の受入数 ……26

４．国際交流
　１）活動状況 ……27
　２）国外との研究者往来 ……28

５．産業界との交流 ……28

６．まとめ（課題と展望）……30

[附１]　各研究部門の組織と活動……35
[附２]　各附属研究施設等の組織と活動……99
[附３]　共通施設等、技術室、事務部の組織と活動 …… 151
[附４]　各研究部門、附属施設における活動実績リスト…… 165

本年次報告書は、令和 2 年度（令和 2 年（2020）4 月 1 日から令和 3 年（2021）3 月 31 日まで）を対象としたものである。

１．はじめに

所長　関野　徹

大阪大学産業科学研究所(産研)は、「産業に必要な自然科学の基礎と応用」に関する研究機関を大阪に、との関西財界の強い要望を受け、1939 年に設立されました。以来、関係の多くの皆さまによる力強いご支援に加え、時代の要請に従った組織改編と研究分野の充実を重ね、今日の姿である第 1 研究部門(情報・量子科学系)、第 2 研究部門(材料・ビーム科学系)、第 3 研究部門(生体・分子科学系)、及び、産業科学ナノテクノロジーセンターの 4 部門へ至りました。

この間、日本の、そして世界の社会情勢・産業構造は常に変化し続けていますが、創設より 80 年を越えた今でも産業科学研究所の理念は変わることなく、いち早く次の科学・技術の方向を見出し、先端科学の牽引と世界に先導する技術の社会実装を強力に推進しています。たとえば、1980 年代からナノサイエンス・ナノテクノロジー研究を先駆した産研はいち早くナノテクノロジーセンターを設置し、世界をリードしてきました。また、社会実装が大きく進みつつある情報・AI 分野においては、1970 年代には今日に繋がる最先端の研究分野を設置し、学術領域の発展に大きく貢献をしてきました。この研究基盤に立脚し、産研の強みである、量子、材料、ビーム、生体、分子、ナノテクと情報とを横断的に融合した学際的研究を推進するため、2019 年（平成 31 年）4 月に「産業科学 AI センター」を立ち上げました。これにより AI を活用する次世代産業科学の基盤を構築し、社会・産業への実装を展開することで、新たな産業科学イノベーションへと繋げることを目指します。

また、独立した機関としての大学の垣根を越えた附置研究所間連携を 2005 年度（平成 17 年度）よりいち早く開始し、これに端を発して、東北大多元研、北大電子研、東工大研究院化生研、九大先導研と共に 5 附置研究所間共同研究プロジェクトを開始し、現在の「人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス」に至っています。2010 年度（平成 22 年度）からは同 5 大学附置研が強く連携した我が国初のネットワーク型「物質・デバイス領域共同研究拠点」の認定を受け、様々な取組を行うことで、全国の大学、企業研究者とのきめ細やかなネットワーク形成と研究力向上による科学・技術の進展に努めて参りました。

産業科学研究所は今後も、多様な科学分野に跨る研究から生まれる知を日々積み上げ、多くの社会的課題解決と持続的な発展のための技術として昇華させて社会へと確実に展開するという産研の使命を忘れることなく、世界最高水準の研究・教育の場で有り続ける努力を実践いたします。その一環として、2021 年（令和 3 年）6 月より英語正式名称を”SANKEN“へと変更致しました。これにより、グローバルに躍動できる研究集団としての国際的認知度の向上を図ると共に、世界共通の諸課題解決への貢献を図ります。

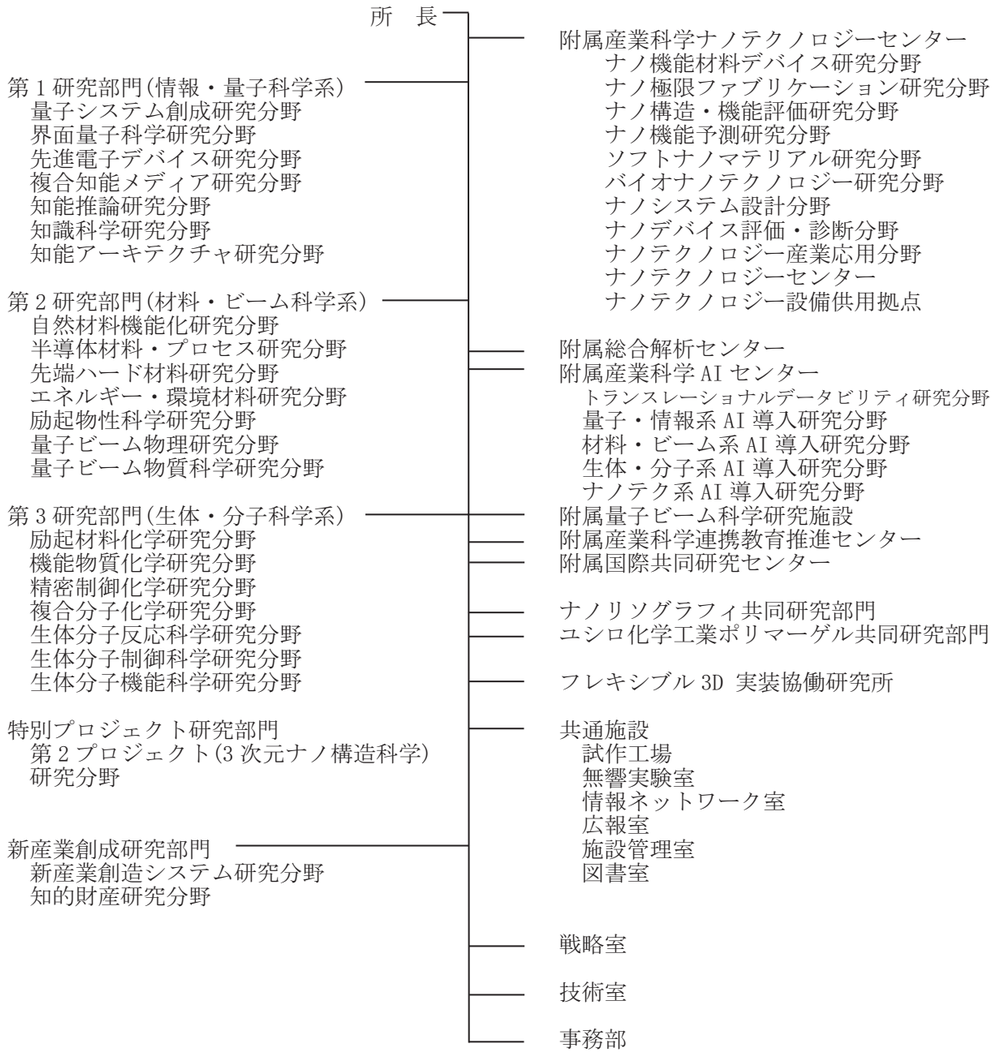
本報告書は、産研における 2020 年度（令和 2 年度）の研究・教育・社会貢献の成果の記録です。皆さまにご一読いただき、産研のより一層の発展のために、忌憚なきご意見、ご批判を頂ければ幸いです。多様な視点を持つ学術コミュニティー・大学・研究機関や企業等の皆様との連携や共創も産研にとって極めて重要であり、今後も強力に進めて参ります。引き続き皆様の温かいご支援とご指導、ご鞭撻を賜りますよう、心よりお願い申し上げます。

２．研究活動

１）組織

産業科学研究所の機構および教員組織は、次のとおりである。

・機構図(令和 3 年 3 月 31 日現在)



○教員組織(令和 3 年 3 月 31 日現在)(常勤のみ記載)

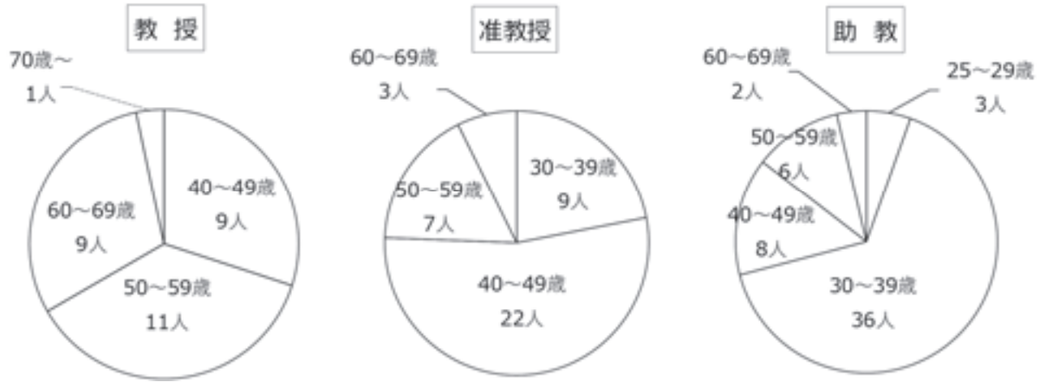
■第 1 研究部門(情報・量子科学系)			
量子システム創成研究分野	教授	博士(理学)	大岩　顕
	准教授	工学博士	長谷川　繁彦
	助教	博士(工学)	木山　治樹
	助教	博士(工学)	藤田　高史
界面量子科学研究分野	教授	博士(工学)	千葉　大地
	准教授	博士(理学)	小山　知弘
	助教	博士(工学)	金井　康
	助教	博士(工学)	小野　尭生
先進電子デバイス研究分野	教授	博士(工学)	関谷　毅
	准教授	博士(工学)	須藤　孝一
	助教	博士(工学)	荒木　徹平
	特任准教授(常勤)	博士(工学)	植村　隆文
	特任助教(常勤)	博士(工学)	鶴田　修一
	特任助教(常勤)	博士(工学)	Espulgar Wilfred Villariza
	特任研究員(常勤)		根津　俊一
	特任研究員(常勤)		飯田　博一
複合知能メディア研究分野	教授	工学博士	八木　康史
	教授(高等共創研究院)	博士(工学)	槇原　靖
	准教授	博士(情報科学)	中村　友哉
	助教	博士(工学)	武　　淑瓊
	特任准教授(常勤)	博士(工学)	Ahad Md Atiqur Rahma
	特任講師(常勤)	博士(工学)	青木　工太
	特任講師(常勤)	博士(情報科学)	新妻　弘崇
	特任研究員(常勤)	博士(情報科学)	丹羽　真隆
	特任研究員(常勤)	Ph.D(Computer Science and Engineering)	Allam Shehata Hassanein Allam
知能推論研究分野	教授	工学博士	鷲尾　隆
	助教	博士(工学)	原　　聡
	助教	博士(工学)	Holland Matthew James
知識科学研究分野	教授	博士(情報学)	駒谷　和範
	准教授	博士(情報学)	武田　龍
知能アーキテクチャ研究分野	教授	工学博士	沼尾　正行
	准教授	博士(情報科学)	福井　健一
	助教	博士(心理学)	木村　司
	助教	博士(言語哲学)	森田　尭
■第 2 研究部門(材料・ビーム科学系)			
自然材料機能化研究分野	教授	博士(農学)	能木　雅也
	准教授	博士(農学)	古賀　大尚
	助教	博士(農学)	上谷　幸治郎
半導体材料・プロセス研究分野	教授	理学博士	小林　光
	准教授	博士(理学)	松本　健俊
先端ハード材料研究分野	教授	博士(工学)	関野　徹
	准教授	博士(工学)	多根　正和
	助教	博士(工学)	後藤　知代

	助教	博士(金属材料工学)	Cho Sunghun
	特任助教(常勤)	博士(工学)	Shi Shengfang
	特任助教(常勤)	博士(工学)	Park Hyunsu
	特任研究員(常勤)	博士(工学)	橋本　英樹
エネルギー・環境材料研究分野	准教授	博士(工学)	菅原　徹
励起物性科学研究分野	准教授	理学博士	田中　慎一郎
量子ビーム物理研究分野	教授	博士(理学)	細貝　知直
	准教授	博士(光物理)	金　　展
	助教	博士(理学)	入澤　明典
	助教	博士(理学)	松門　宏治
	特任教授(常勤)	Ph.D.（プラズマ物理化学)	Zhidkov Alexey
	特任助教(常勤)	博士(物理学)	Pathak Naveen Chandra
	特任研究員(常勤)		水田　好雄
量子ビーム物質科学研究分野	教授	博士(工学)	古澤　孝弘
	准教授	博士(工学)	室屋　裕佐
	助教	博士(工学)	岡本　一将
	特任研究員(常勤)		伊藤　裕子
■第 3 研究部門(生体・分子科学系)			
励起材料化学研究分野	教授	博士(工学)	藤塚　守
	准教授	博士(工学)	川井　清彦
	准教授(高等共創研究院)	博士(工学)	小阪田　泰子
	助教	博士(工学)	Lu Chao
機能物質化学研究分野	教授	工学博士	笹井　宏明
	准教授	博士(薬学)	滝澤　忍
	助教	博士(工学)	近藤　健
精密制御化学研究分野	准教授	博士(工学)	堂野　主税
	准教授	博士(生命科学)	村田　亜沙子
	助教	博士(理学)	柴田　知範
	助教	博士(理学)	山田　剛史
	特任助教(常勤)	Ph.D(chemical biology)	Mukherjee Sanjukta
	特任研究員(常勤)	Ph.D.(有機化学)	Das Bimolendu
複合分子化学研究分野	教授	博士(薬学)	鈴木　孝禎
	准教授	博士(薬学)	伊藤　幸裕
	助教	博士(薬科学)	山下　泰信
	助教	博士(薬学)	高田　悠里
	特任助教(常勤)	博士(創薬科学)	黒原　崇
	特任研究員(常勤)	Ph.D.(Medicinal Chemistry)	Narozny Remy Thomas
生体分子反応科学研究分野	教授	博士(農学)	黒田　俊一
	准教授	博士(理学)	岡島　俊英
	准教授	理学博士	和田　洋
	助教	修士(工学)	立松　健司
	助教	博士(農学)	曽宮　正晴
生体分子制御科学研究分野	教授	博士(薬学)	西野　邦彦
	准教授	博士(理学)	西　　毅

	准教授(高等共創研究院)	博士(薬科学)	山崎　聖司
	准教授	博士(薬学)	西野　美都子
	特任准教授	博士(理学)	中島　良介
	特任助教(常勤)	博士(薬学)	Zwama Martijn
生体分子機能科学研究分野	教授	博士(医学)	永井　健治
	准教授	博士(理学)	松田　知己
	助教	博士(理学)	服部　満
	助教	博士(理学)	長部　謙二
	特任助教(常勤)	博士(バイオサイエンス学)	圓谷　徹之
	特任研究員(常勤)	Ph.D.(Stem Cell Biology)	Lu Kai
	特任研究員(常勤)	博士(農学)	京　　卓志
	特任研究員(常勤)	博士(理学)	杉浦　一徳
	特任研究員(常勤)	博士(理学)	福島　俊一
■附属産業科学ナノテクノロジーセンター			
ナノ機能材料デバイス研究分野	教授	博士(理学)	田中　秀和
	准教授	博士(理学)	神吉　輝夫
ナノ極限ファブリケーション研究分野	教授	工学博士	吉田　陽一
	准教授	博士(理学)	楊　　金峰
	助教	博士(工学)	菅　　晃一
	助教	博士(理学)	神戸　正雄
ナノ構造・機能評価研究分野	教授	博士(工学)	末永　和知
	准教授	博士(理学)	吉田　秀人
	助教	博士(工学)	神内　直人
ナノ機能予測研究分野	教授	博士(理学)	小口　多美夫
	准教授	博士(工学)	白井　光雲
	助教	博士(理学)	籾田　浩義
ソフトナノマテリアル研究分野	教授	博士(工学)	家　　裕隆
	助教	博士(工学)	陣内　青萌
	助教	博士(工学)	横山　創一
バイオナノテクノロジー研究分野	教授	博士(工学)	谷口　正輝
	准教授	博士(工学)	筒井　真楠
	助教	博士(理学)	田中　裕行
	助教	博士(理学)	小本　祐貴
	特任准教授	博士(理学)	大城　敬人
ナノテクノロジー設備供用拠点	特任助教(常勤)	博士(材料科学)	北島　彰
	特任助教(常勤)	博士(理学)	法澤　公寛
	特任研究員(常勤)		出口　寛子
	特任研究員(常勤)		津本　弥生
■附属産業科学 AI センター			
トランスレーショナルデータビリティ研究分野	教授	博士(工学)	櫻井　保志
	准教授	博士(情報学)	松原　靖子
	特任助教(常勤)	博士(自然科学)	本田　崇人
	特任研究員(常勤)		北山　和博
量子・情報系 AI 導入研究分野	特任助教(常勤)	博士(環境科学)	野田　祐樹
材料・ビーム系 AI 導入研究分野	准教授	博士(理学)	今村　健太郎
	特任助教(常勤)	博士(先端情報学)	木村　輔

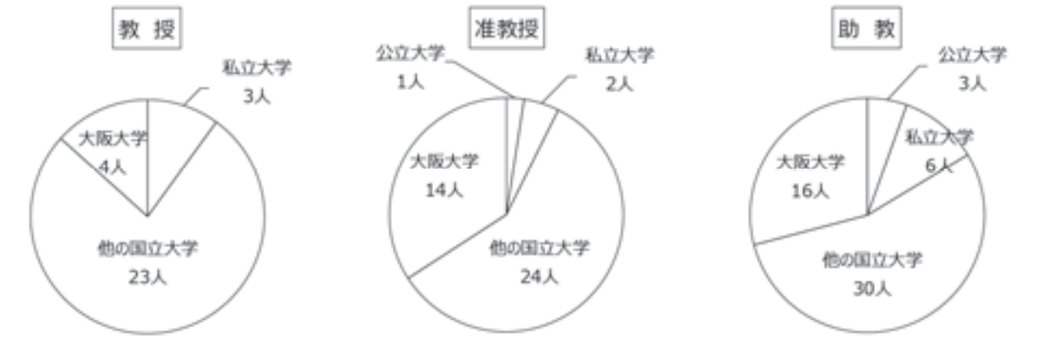
生体・分子系 AI 導入研究分野	特任助教(常勤)	博士(工学)	阿部　司
ナノテク系 AI 導入研究分野	特任助教(常勤)	博士(薬学)	浅井　歩
■新産業創成研究部門			
新産業創造システム研究分野	特任教授(常勤)	工学博士	小倉　基次
知的財産研究分野	特任教授(常勤) 特任准教授(常勤)	博士(工学) 博士(政策研究)	井関　隆之 加藤　久明
■ナノサイエンス・デバイス研究領域部会	特任教授(常勤)	博士(理学)	垣花　眞人
■特別プロジェクト研究部門			
第 2 プロジェクト研究分野 (3 次元ナノ構造科学)	准教授 特任助教(常勤)	博士(理学) 博士(工学)	服部　梓 大坂　藍
■附属総合解析センター	准教授 助教 助教	博士(薬学) 博士(工学) 修士(理学)	鈴木　健之 周　　大揚 朝野　芳織
■附属量子ビーム科学研究施設	准教授 助教	工学博士 工学修士	誉田　義英 藤乗　幸子
■ナノリソグラフィ共同研究部門	特任教授(常勤) 特任准教授(常勤)	博士(工学) 博士(工学)	井谷　俊郎 Satillan Julius Joseph Sudlay
■ユシロ化学工業ポリマーゲル共同研究部門	特任教授(常勤)	理学博士	原田　明
■フレキシブル 3D 実装協働研究所	特任教授 特任准教授(常勤) 特任助教(常勤) 特任研究員(常勤) 特任研究員(常勤)	工学博士 博士(工学)	菅沼　克昭 Chen Chuantong 張　　政 竹政　哲 Liu Yang

・教員の年齢構成　(令和 3 年 3 月 31 日現在。特任教員(常勤)を含む。ただし、併任、兼任者は除く。)



※特任講師(常勤)2 名
(40～49 歳 1 名、50～59 歳 1 名)

・教員の出身大学　(令和 3 年 3 月 31 日現在。特任教員(常勤)を含む。ただし、併任、兼任者は除く。)



※特任講師(常勤)2 名(他の国立大学)

職員全体では、令和 3 年 3 月 31 日現在で専任教員 95 名、特任教員 55 名（常勤 : 33 名・非常勤 22 名）、特任研究員 66 名（常勤 : 19 名・非常勤 47 名）、事務職員 27 名、技術職員 14 名及び非常勤職員 91 名（事務補佐員 44 名・技術補佐員 47 名）を含み、合計 348 名である。全職員のうち外国人は 37 名、女性は 131 名である。

○令和 2 年 4 月 1 日から令和 3 年 3 月 31 日までの人事異動(常勤)は次のとおりである。

異動日	異 動 事 項		氏 名 等
2020/4/1	採用	助教（機能物質化学）	近藤　健
2020/4/1	採用	助教（ソフトナノマテリアル）	横山　創一
2020/4/1	採用	特任教授（常勤）（知的財産）	井関　隆之
2020/4/1	採用	特任教授（常勤）（ナノサイエンス・デバイ	垣花　眞人

		ス領域部会）	
2020/4/1	採用	特任准教授（常勤）（知的財産）	加藤　久明
2020/4/1	採用	特任准教授（常勤）（フレキシブル３Ｄ実装協働研究所）	Chen Chuantong
2020/4/1	採用	特任助教（常勤）（トランスレーショナルデータビリティ）	本田　崇人
2020/4/1	採用	特任助教（常勤）（材料・ビーム系ＡＩ導入）	木村　輔
2020/4/1	採用	特任助教（常勤）（先進電子デバイス）	Espulgar Wilfred Villariza
2020/4/1	採用	特任講師（常勤）（複合知能メディア）	新妻　弘崇
2020/4/1	採用	特任研究員（常勤）（先進電子デバイス）	飯田　博一
2020/4/1	採用	特任研究員（常勤）（複合知能メディア）	丹羽　真隆
2020/4/1	昇任	准教授（知能推論）	原　聡
2020/4/1	昇任	研究協力係主任（研究連携課）	南岡　宏樹
2020/4/1	配置換	財務係長（研究連携課）	中島　武司
2020/4/1	配置換	財務係長（研究連携課）	岡本　幸治
2020/4/1	配置換	契約係（研究連携課）	赤尾　勇佑
2020/4/1	配置換	契約係主任（研究連携課）	藤田　玲子
2020/4/1	配置換	図書室	小村　愛美
2020/4/16	採用	特任准教授（常勤）（附属ナノテクノロジーセンター）	Ahad Md Atiqur Rahman
2020/4/16	採用	特任事務職員（戦略室）	井川　千也
2020/4/16	昇任	准教授（界面量子科学）	小山　知弘
2020/4/30	退職	特任助教(常勤)（量子ビーム物理)	Pathak Naveen Chandra
2020/5/1	採用	特任事務職員（戦略室）	西田　彩
2020/5/1	配置換	研究協力係主任（研究連携課）	六津井　泰子
2020/5/16	異動	助教（機能物質化学）	佐古　真
2020/5/16	採用	特任助教（常勤）（フレキシブル３Ｄ実装協働研究所)	張　政
2020/5/31	退職	特任事務職員（総務課人事係)	北村　律子
2020/6/1	採用	准教授（複合分子化学）	伊藤　幸裕
2020/6/1	採用	技術専門職員（技術室）	山中　卓也
2020/6/1	昇任	工作班長（技術室）	榊原　昇一
2020/6/1	配置換	計測班長（技術室）	相原　千尋
2020/6/1	配置換	機械加工係長（技術室）	羽子岡　仁志
2020/6/1	配置換	機器分析係長（技術室）	松﨑　剛
2020/6/1	配置換	情報・広報係長（技術室）	奥村　由香
2020/7/1	採用	特任准教授（常勤）（生体分子制御科学）	中島　良介

2020/7/1	採用	特任事務職員（総務課人事係)	大野　亜沙子
2020/7/16	採用	特任研究員（常勤）（量子ビーム物理)	水田　好雄
2020/7/16	採用	特任研究員（常勤）（トランスレーショナルデータビリティ）	北山　和博
2020/8/1	採用	准教授（複合知能メディア）	中村　友哉
2020/8/1	採用	助教（量子ビーム物理）	松門　宏治
2020/9/30	退職	特任研究員（常勤)（ユシロ化学工業ポリマーゲル共同研究部門）	白川　瑛規
2020/10/1	採用	特任助教（常勤）（先端ハード材料）	Park Hyunsu
2020/10/1	採用	特任助教（常勤）（量子ビーム物理）	Pathak Naveen Chandra
2020/10/1	採用	特任助教（常勤）（ソフトナノマテリアル）	Chatterjee Shreyam
2020/10/1	採用	特任助教（常勤）（生体・分子系ＡＩ導入）	阿部　司
2020/10/1	採用	特任研究員（常勤）（フレキシブル３Ｄ実装協働研究所）	竹政　哲
2020/10/1	採用	特任事務職員（生体分子反応）	村井　摩由子
2020/10/1	採用	特任事務職員（広報室）	水野　祥子
2020/10/1	昇任	准教授（生体分子制御科学）	西野　美都子
2020/10/1	配置換	研究協力係主任（研究連携課）	南岡　宏樹
2020/10/1	配置換	研究協力係主任（研究連携課）	水澤　絹代
2020/10/31	退職	准教授（エネルギー・環境材料）	長尾　至成
2020/11/1	採用	特任助教（常勤）（精密制御化学）	Mukherjee Sanjukta
2020/11/15	退職	助教（ナノ機能予測）	山内　邦彦
2020/12/1	採用	助教（励起材料化学）	Lu Chao
2020/12/1	採用	特任研究員（常勤）（フレキシブル３Ｄ実装協働研究所）	Yeom Jeyun
2020/12/1	採用	特任研究員（常勤）（フレキシブル３Ｄ実装協働研究所）	Liu Yang
2021/1/1	採用	助教（知能アーキテクチャ）	森田　尭
2021/1/1	採用	助教（複合分子化学）	高田　悠里
2021/1/1	採用	特任研究員（常勤）（量子ビーム物質科学）	伊藤　裕子
2021/1/1	採用	特任事務職員（量子ビーム物質科学）	渡邊　絹子
2021/1/16	採用	教授（ナノ構造・機能評価）	末永　和知
2021/2/1	採用	特任助教（機能物質化学）	Khalid Md Imrul
2021/2/28	退職	特任研究員（常勤）（フレキシブル３Ｄ実装協働研究所）	Yeom Jeyun
2021/3/31	定年退職	教授（半導体材料・プロセス）	小林　光
2021/3/31	定年退職	教授（ナノ機能予測）	小口　多美夫

2021/3/31	定年退職	准教授(量子システム創成)	長谷川　繁彦
2021/3/31	退職	准教授（先端ハード材料）	多根　正和
2021/3/31	退職	助教(機能物質化学)	近藤　健
2021/3/31	退職	特任助教（常勤）(先進電子デバイス)	Espulgar Wilfred Villariza
2021/3/31	退職	特任助教（常勤）(複合分子化学)	黒原　崇
2021/3/31	退職	特任助教（常勤）(トランスレーショナルデータビリティ)	本田　崇人
2021/3/31	退職	特任研究員（常勤）（先端ハード材料）	橋本　英樹
2021/3/31	退職	特任事務職員（戦略室）	井川　千也
2021/3/31	退職	特任事務職員（戦略室）	西田　彩

２）運営

産業科学研究所全般の管理運営は所長が行っている。所長は、当研究所の専任教授で立候補した者の中から選挙によって選考される。選挙は第一次選挙と第二次選挙からなり、当研究所の専任教員、事務職員、技術職員、図書職員による第一次選挙において 3 名の候補者が選ばれ、その中から、専任教授、事務部長及び技術室長による第二次選挙において 1 名の候補者が選ばれる。そして、教授会によって所長候補者を選出し、総長に推薦の上決定される。所長の任期は 2 年で、再任は可能であるが、引き続き 4 年を超えることはできない。

産業科学研究所の教員人事、予算等の重要事項は、所長及び専任教授で組織される教授会において審議される。教授会の議長には所長がなり、通常毎月 1 回予め決められた日時に開催される。教授欠員分野または教授欠席の分野では、予め承認されている教員が代理出席することができる。

ただし、審議に加わることはできない。

各附属研究施設には、円滑な運営を図るために運営委員会を設置している。

第 1 研究部門(情報・量子科学系)
第 2 研究部門(材料・ビーム科学系)
第 3 研究部門(生体・分子科学系)
附属産業科学ナノテクノロジーセンター
附属総合解析センター
附属産業科学 AI センター
附属量子ビーム科学研究施設
附属産業科学連携教育推進センター
附属国際共同研究センター

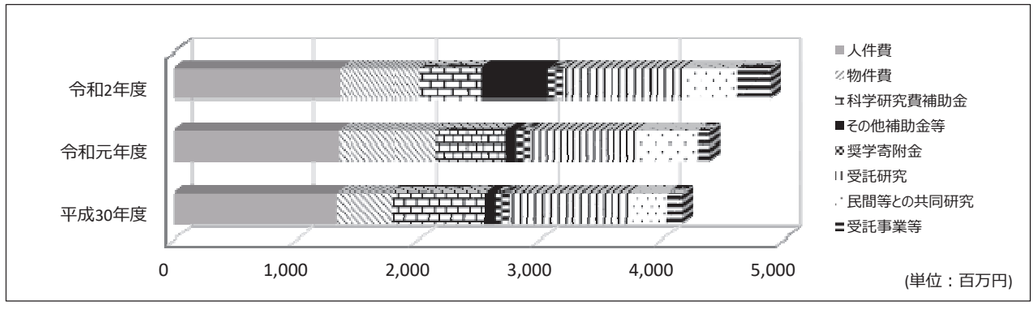
その他、所内には、規程または申し合わせに従って種々の委員会を設置し活動している。その中で主なものは、以下のとおりである。（　）内は、委員会の構成を示す。

委員会名	構成
役員会	所長、副所長(附属産業科学ナノテクノロジーセンター長を含む)、事務部長、所長補佐
運営協議会	所長、副所長(附属産業科学ナノテクノロジーセンター長を含む)、学外の学識経験者など
研究企画委員会	所長、研究推進担当の役員会構成員、各研究部門・ナノテクセンターの専任教授、事務部長他
国際交流推進委員会	所長、副所長(附属産業科学ナノテクノロジーセンター長を含む)、事務部長他
財務委員会	所長、財務・施設担当の役員会構成員、附属研究施設長、共通施設運営委員会委員長、各研究部門・ナノテクセンターの専任教授、事務部長他
施設委員会	所長、財務・施設担当の役員会構成員、学内施設マネジメント委員会委員、附属研究施設長、共通施設運営委員会委員長、各研究部門・ナノテクセンターの専任教授、事務部長他
広報室会議	教育連携・広報担当の役員会構成員、各研究部門・ナノテクセンターの専任教授他

また、当研究所では学内の他部局の教授等と共同研究を行うために兼任教員制度を採用している。令和 2 年度は学内から 19 名の教員を兼任教員に任用した。

３）研究費

当研究所の主な経費は、運営費交付金、科学研究費補助金等の外部資金である。これら研究費の平成 30 年度から 3 年間の推移は以下のとおりである。



・予算(平成 30～令和 2 年度)　　(単位：千円)

		30 年度	令和元年度	令和 2 年度
運営費交付金	人件費	1,338,745	1,358,213	1,367,144
	物件費	443,989	780,233	648,530
科学研究費補助金(件数)		769,296(123)	579,038(133)	501,036(100)
その他補助金等(件数)		88,922(15)	81,818(17)	551,159(12)
奨学寄附金(件数)		112,969(49)	129,596(72)	121,790(72)
受託研究　(件数)		999,296(60)	878,082(57)	1,007,056(67)
民間等との共同研究(件数)		289,888(131)	485,786(151)	420,603(154)
受託事業等(件数)		126,029(34)	103,141(26)	278,573(27)
合　　計		4,169,134	4,395,907	4,895,891

(注)共通経費は除く

・外部資金

奨学寄附金、共同研究、受託研究については申し込まれた内容について、所内の役員会(産学官連携問題委員会)において審査したうえで受け入れが決定される。令和 2 年度に受け入れられた奨学寄附金は次のとおりである。

令和 2 年度	第 1 研究部門	第 2 研究部門	第 3 研究部門	ﾅﾉﾃｸﾉﾛｼﾞｰｾﾝﾀｰ	特別ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ研究部門	その他	合計
	26,400 (15)	37,880 (25)	30,140 (16)	19,670 (11)	5,700 (4)	2,000 (1)	121,790 (72)

（単位：千円）（　）内は件数

4)国際研究プロジェクト

当研究所が令和 2 年度に実施した国際共同研究は次のとおりである。

研究分野	相手機関	国名	内容
量子システム創成	Rhur University Bochum	ドイツ	光子−スピン変換のための高品質 GaAs 量子構造の成長
	National Research Council Canada	カナダ	光子－スピン変換に基づく量子インターフェースの研究
	University of California, Santa Barbara	アメリカ	クーパー対分離器のための高品質 InAs ２次元系の成長
	Delft University of Technology	オランダ	高品質 Ge 量子井戸の成長
先進電子デバイス	Joanneum Research	オーストリア	フレキシブルピエゾセンサの開発
	Eindhoven University of Technology (TU/e)	オランダ	フレキシブル配線・デバイス技術の開発
	Universitat Heidelberg	ドイツ	ポリマー基板上の微細配線形成に関する研究
複合知能メディア	Egypt-Japan University of Science and Technology	エジプト	時系列信号解析による敵対的信号検出
	Shenzhen University	中国	大規模歩容キネマティクスデータベース構築とその性能評価
	Shanghai Jiao Tong University	中国	歩容の経年変化映像生成
知能推論	Nanjing University	中国	アイソレーションカーネル推定原理の研究
	University of Quebec in Montreal	カナダ	AI の説明性・公平性に関する研究
	Paris-Saclay University	フランス	機械学習の非標準的な評価指標の理論研究
知能アーキテクチャ	Chulalongkorn University	タイ	Subject- independent Emotion Recognition During Music Listening Based on EEG Using Deep Convolutional Neural Networks
	De La Salle University	フィリピン	Modelling Activities of Self Regulated Learners as Contextualized Action Sequences
	Katholieke Universiteit Leuven	ベルギー	Constraints are ubiquitous in Artificial Intelligence and Operations Research
	University of Groningen	オランダ	Automatic Composition of Affective Music Using a Long Short-term Memory Network
	Thammasat University	タイ	A Distance-based Approach for Inductive Logic Programming
	Vanderbilt University	アメリカ	Music generation using LSTM with the emotional information
	imec The Netherlands	オランダ	生体センサーの開発
自然材料機能化半導体材料・プロセス	University of Latvia	ラトビア	ナノセルロースの光学センシング応用
	University of Žilina	スロバキア	太陽電池の表面構造と特性に関する研究およびシリコンナノ粒子と表面吸着した有機化合物の光吸収・発光のメカニズムに関する研究
	National Taiwan University	台湾	新規水素検出法に関する研究
先端ハード材料	SunMoon University	韓国	環境調和応用多機能ナノ材料およびその作製プロセス技術開発
	Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology (KICET)	韓国	表面機能化されたナノ構造の超小型 15mW 級スマート多種ガスセンサーの開発
	Wuhan University of Technology	中国	Ti3SiC2 系 MAX 相セラミックスの弾性特性の解明
	Vilnius University	リトアニア	溶液プロセスを駆使した機能性酸化物の創製と物性
	University of Pretoria	南アフリカ共和国	金属酸化物／ヘテロ元素修飾炭素コアシェル型ナノ複合体の合成と分子センシング機能
	Dankook University	韓国	金属錯体を用いた精密ナノ構造酸化物の創製と高次複合化に関する研究
	Ewha Womans University・Dankook University、Donghua University	韓国、中国	腫瘍の精密イメージングと治療を指向した有機－無機ナノハイブリッドの創製

量子ビーム物理	ELI-Beamlines	EU(チェコ共和国)	高強度レーザー応用、粒子加速に関する研究開発
量子ビーム物質科学	imec	アメリカ	To evaluate the EUV-printability of resist with different chemistries
	School of Chemical Engineering, University of Birmingham	イギリス	Lamellar Orientation of a Block Copolymer via an Electron-Beam Induced Polarity Switch in a Nitrophenyl Self-Assembled Monolayer or Si Etching Treatments
励起材料化学	Stanford University	アメリカ	硬 X 線励起発光に関する研究
	University of Zurich	スイス	次世代シークエンサーを用いた 1 分子蛍光観測
	China University of Mining and Technology	中国	水素発生光触媒の研究
	Jinan University	中国	光触媒による生体関連物質の分解に関する研究
機能物質化学	Bielefeld University	ドイツ	Development of Cooperative Chemo- and Biocatalysts and their Application in the Practical Synthesis of Biologically Active Molecules
	Paris-Sud University	フランス	Vanadium(V) Complex-catalyzed One-pot Synthesis of Phenanthridines via a Pictet-Spengler-Dehydrogenative Aromatization Sequence
精密制御化学	Tata Institute of Fundamental Research, National Center for Biological Sciences	インド	環状ミスマッチリガンド(CMBLs)の子宮頸がん治療薬としての応用可能性探索
	Polish Academy of Sciences 生物有機化学研究所	ポーランド	環状ミスマッチリガンド(CMBLs)とトリプレットリピート RNA 複合体の結晶構造解析
	National Chung Hsing University	台湾	グアニン-グアニンミスマッチ配列を認識する合成小分子を用いた、細胞内リボソーマルシフトの調節
	Sick Kids Institute	カナダ	低分子によるハンチントン病の根治治療
	University of Groningen	オランダ	核酸光スイッチに関する研究
	Adam Mickiewicz University	ポーランド	小分子のリピート病モデル細胞に対する効果に関する研究
複合分子化学	The University of Texas at San Antonio	アメリカ	LSD1 阻害剤の抗がん活性評価
	Wuhan University	中国	KDM5C 分解誘導剤の抗がん活性評価
	Cornell University	アメリカ	KDM7 阻害剤の抗がん活性評価
生体分子機能科学	University College London	イギリス	超解像顕微鏡とバイオセンサエンジニアリングによる細胞機能の時空間動態の解明に関する研究
	DRVision Technologies LLC	アメリカ	運動神経疾患に対する生細胞蛍光プローブ開発に関する研究
	Albert Einstein College of Medicine	アメリカ	近赤外蛍光タンパク質に基づく機能指示薬開発に関する研究
	Emory University	アメリカ	生物発光遺伝学とトランススケールス

			コープを利用した難治性てんかん発作に特異的な分子神経調節法に関する研究
3 次元ナノ構造科学	Dalian Jiaotong University	中国	原子精度立体造形技術を用いた機能増大化した金属酸化物ナノ材料の開発
	The Indian Institute of Science	インド	金属酸化物ナノ空間制御試料を用いた相転移ダイナミクスの研究
ナノ機能材料デバイス	Purdue University	アメリカ	ハイブリッド強相関酸化物ナノデバイスの創製とその応用に関する研究
	Dalian Jiaotong University	中国	材料科学エンジニアリングを駆使した金属酸化物ナノ材料の開発
ナノ構造・機能評価	Utrecht University	オランダ	担持金属触媒の ETEM 観察
ナノ機能予測	CNR-SPIN	イタリア	トポロジカル物質の電子状態に関する研究
	Forschungszentrum Jülich	ドイツ	第一原理計算の手法開発に関する研究
	Uppsala University	スウェーデン	磁性体の電子状態と物性に関する研究
	Universitetet i Oslo	ノルウェー	電子相関理論に関する研究
	Industrial Technology Research Institute	台湾	低エネルギー電子損失分光の理論に関する研究
	University of Cologne	ドイツ	トポロジカル物質の電子状態に関する研究
	Vietnam Japan University	ベトナム	二次電池材料における反応過程に関する研究
	Technische Universität Berlin	ドイツ	結晶構造予測手法の開発に関する研究
	Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology (KICET)	韓国	高融点セラミックス材料の開発
ソフトナノマテリアル	Max Planck Institute for Polymer Research	ドイツ	有機半導体材料の開発
	National Chiao Tung University	台湾	有機半導体材料の開発
	University of Malaga	スペイン	キノイド分子の物性評価
バイオナノテクノロジー	Massachusetts Institute of Technology, Harvard Medical School	アメリカ	宇宙空間における 1 分子計測技術

5）学術講演会・研究集会・研究所間交流プログラム

当研究所が令和 2 年度において実施した研究所間交流および主催または共催として実施した学術講演会・研究集会は次のとおりである。

開催期間	テーマ名等
2020/6/2	AI・機械学習の基礎
2020/6/26	第一回 WBG 実装コンソーシアム
2020/7/31	PE による新規事業開拓の取り組みと展望 1
2020/8/6	富士市 CNF プラットフォームセミナー2020
2020/8/6	AI・機械学習の有機化学への実装 1
2020/8/28	進化する高密度実装パッケージの隠れた驚異 ～微細マイクロビアの 課題 と対策～
2020/9/10	T 細胞による免疫制御のための 1 細胞レベルでの動的メカニズムについて
2020/9/17	免疫とがんにおけるシンギュラリティの検出と新たなイメージング技術
2020/9/18	対話における参加者の内面評価研究会

2020/9/28	第二回 WBG 実装コンソーシアム
2020/10/2	第 1 回環境調和型 MEMS(EfriM) 材料・デバイス WG
2020/10/9	産研テクノサロン「宝の地図の見つけ方　～女性の活躍による研究開発の活性化～」
2020/10/14	次世代パワエレに必要な実装技術と接合材料
2020/10/22	2020 感染症・化療東日本合同学会セッション
2020/10/23	計測展 2020 OSAKA　産研－JEMIMA　共同実施イベント「Industry-on-Campus　～大阪大学産業科学研究所から発信する新産業創成」
2020/10/27	Sparse Hilbert-Schmidt Independence Criterion Regression
2020/10/28	第 2 回環境調和型 MEMS 戦略策定委員会講習会
2020/11/4	対話における参加者の内面評価研究会
2020/11/5	所内 AI 教育プログラム「AI を使う第一歩」
2020/11/9-12	マイクロプロセス・ナノテクノロジー国際会議
2020/11/13	産研テクノサロン「5G/6G が拓く未来社会～2030 年代の無線通信技術をめぐって～」
2020/11/17	ISIR-JITRI joint forum for International networking and Collaboration
2020/11/20	第 76 回産研学術講演会「基礎科学で拓く産業の未来」
2020/11/21	Workshop on Computation Theory and Practice
2020/11/21	ナノセルロース塾
2020/11/23-26	11th international conference Solid State Surfaces and Interfaces (SSSI XI)
2020/11/30-12/7	The 9th imec-Handai International Symposium
2020/12/2-3	A3 Foresight & 5 Star Alliance Joint Workshop on Organic/Inorganic Hybrid Nano Materials and Bio Imaging
2020/12/4	次世代パワーモジュールの放熱特性評価と国際標準化
2020/12/16	富士市 CNF-PF 技術セミナー
2020/12/16	展開 B 合同研究会
2020/12/18	産研テクノサロン「レーザー・量子ビーム利用のこれから」
2020/12/22	ビヨンド 5G に向けた基板とナノセルロース技術
2021/1/6	対話における参加者の内面評価研究会
2021/1/7	AI・機械学習の有機化学への実装 2
2021/1/8-9	産研国際シンポジウム開催「Life and Environmental Sciences」
2021/1/15	第三回 WBG 実装コンソーシアム
2021/1/22	PE による新規事業開拓の取り組みと展望 3
2021/1/25	ビヨンド 5G 計測・シミュレーション
2021/1/26	第 2 回産研女性サミット
2021/2/5	産研テクノサロン「タンパク質をぶっ壊せ！！～新しい創薬基盤技術研究～」
2021/2/8	PE 技術のセンシングへの展開と樹脂接着の科学
2021/2/10	令和 2 年度産業科学 AI センター成果報告会
2021/2/25	RoHS 指令/REACH 規制 化学物質規制の最新情報
2021/3/3	対話における参加者の内面評価研究会
2021/3/10	Ge スピントロニクス
2021/3/11	F3D センター活動の 2020 総括と AI 技術の深化
2021/3/12	台湾成功大学と F3D 実装協働研究所の合同シンポジウム
2021/3/19	PE による新規事業開拓の取り組みと展望 4
2021/3/23	第四回 WBG 実装コンソーシアム

上記以外にも、外部講師を招いてのセミナー等も随時開催しており、それらの合計は 27 件であった。

日付	講師名	所属機関	役職	内容
2020/6/26	于　強	横浜国立大学	教授	各社の車載用パワーモジュールの構造と熱設計コンセプトに関する解析評価
2020/6/26	杉浦　和彦	(株)ミライズ テクノロジーズ		MIRISE-Technologies 会社紹介
2020/7/31	永井　秀典	産業技術総合研究所	デバイス研	新型コロナウイルス感染症診断用高速リアルタイム PCR システムの開発と遠隔医療への可能性
		バイオメディカル研究部門 次世代メディカル	究グループ長	
2020/7/31	川喜多　仁	国立研究開発法人 物質・材料研究機構 機能性材料研究拠点 電気化学センサグループ	グループリーダー(理事長特別補佐)	材料シーズに基づく Society5.0 に向けたセンサとアクチュエータの研究開発
2020/7/31	坂田　恒昭	大阪大学共創機構	特任教授	創薬研究の新しい動き～デジタル治療(DTx)の現状と期待
2020/9/28	高橋　良和	東北大学	教授	次世代パワーデバイスに対応したモジュール化技術
2020/9/28	今村　博宣	ドローンワークス(株)	代表取締役社長	ドローンで出来ること、出来ないこと、やるべきこと－大型ドローンに求められるインバーターのスペックと燃料水素ドローンの現状について-
2020/10/9	宮田　興子	神戸薬科大学	学長	研究に引き込まれた平凡な女子薬大生の話
2020/10/9	近藤　科江	日本女性科学者の会/東京工業大学	会長/教授	がん微小環境と女性研究者の研究環境 ～今、女性研究者に求められるもの？～
2020/10/9	久保庭　雅恵	大阪大学 歯学研究科	准教授	研究・臨床・教育・家庭運営 ～hamster wheel 上の人生もまた楽し～
2020/11/13	石黒　浩	大阪大学 基礎工学研究科	教授	遠隔操作対話ロボットとコロナ後の社会
2020/11/13	中村　武宏	(株)ＮＴＴドコモネットワークイノベーション研究所	所長	5G evolution and 6G
2020/11/13	永妻　忠夫	大阪大学 基礎工学研究科	教授	6G and beyond：テラヘルツ波の挑戦
2020/11/13	金田　安史	大阪大学	理事	阪大共創機構からのメッセージ
2020/12/18	落合　誠	東芝エネルギーシステムズ(株)エネルギーシステム技術開発センター	センター長	東芝におけるレーザー量子ビーム用～エネルギー・社会インフラ分野での開発実績～
2021/1/15	三宅　弘晃	東京都市大学		高温・高電界環境下におけるスーパーエンジニアリングプラスチックの空間電荷蓄積計測による絶縁性能評価
2021/1/15	小迫　雅裕	九州工業大学		次世代パワーモジュール開発のための高温誘電特性と部分放電測定
2021/1/15	早瀬　悠二	富士電機株式会社		1200V 以上の定格電圧を持つパワーモジュールの絶縁構成と設計課題
2021/1/22	新村　直弘	(株)マーケット･リスク･アドバイザリー	代表取締役	2021 年世界･商品市場展望～環境重視型社会がもたらす低成長・高変動リスク高まる地政学的緊張
2021/1/22	杉山　正和	東京大学 先端科学技術研究センター		再生可能燃料のグローバルネットワークによる持続可能なエネルギーシステム
2021/1/22	松岡　孝司	ENEOS(株)中央技術研究所 先進技術研究所 低炭素技術グループ		再エネを利用した水素、液体燃料製造について
2021/1/22	若宮　淳志	京都大学化学研究所/(株)エネコートテクノロジーズ	教授/創業者･取締役	塗布型太陽電池の実用化に向けた取り組み
2021/2/5	内藤　幹彦	東京大学大学院 薬学系研究科	特任教授	標的タンパク質を分解するプロテインノックダウン技術

2021/3/19	内村　浩美	愛媛大学/紙産業イノベーションセンター	栄誉教授/センター長	製紙技術や印刷技術を活用した新たな紙製品の開発
2021/3/19	大谷　実	国立研究開発法人産業技術総合研究所/社)電気化学界面シミュレーションコンソーシアム	研究チーム長/代表理事	金属材料や電池材料の腐食･劣化をミクロ領域から理解する
2021/3/19	木村　知玄	(株)SCREEN ホールディングス		印刷電極を用いた低ノイズ有機生体信号アンプ
2021/3/23	蟹江　澄志	東北大学		NEDO 先導プロジェクト　高出力密度パッケージ向け塗布型機能性銅合金材料の研究開発

6）広報活動

当研究所では、広報活動の一環として次の出版物等を発刊した。

①　産業科学研究所パンフレット（日本語版および英語版）
②　年次報告書（日本語版および英語版『Annual Report 2020』）
③　産研ニュースレター（年３回発行）
④　産研『研究紹介 2020』
⑤　産研テクノサロン講演録・資料

これらは、①～③が「産研ホームページ」(URL:https://www.sanken.osaka-u.ac.jp)、④が「産研戦略室ホームページ」（https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/air/）において閲覧可能である。

また、大阪大学初の試みとして、報道関係者を対象に、月に 1 回程度を基準とした定例記者会見を行っている。

7）受賞状況　（令和 2 年度）

受賞日	氏名	受賞名
2021/3/26	松原　靖子 櫻井　保志	電気通信普及財団賞（テレコムシステム技術賞）
2021/3/20	黒田　佑樹 生嶋　竜実	情報報処理学会　第 83 回全国大会　学生奨励賞
2021/3/18	松原　靖子	情報処理学会　マイクロソフト情報学研究賞
2021/3/18	岡島　俊英	第 18 回農芸化学研究企画賞
2021/2/26	井狩　優太 岡本　一将 古澤　孝弘	2020 年 伊藤洋 学生賞
2021/2/21	多根　正和	Acta Materialia and Scripta Materialia Outstanding Reviewer award
2020/12/21	松原　靖子	Appreciation for Contributions for ACM
2020/12/17	西野　邦彦	第 17 回（令和 2(2020)年度）日本学術振興会賞
2020/12/11	関谷　毅	2020 年度島津奨励賞
2020/11/26	小野　堯生	大阪大学賞若手教員部門
2020/11/2	Ganesh Tatya Kamble 笹井　宏明 滝澤　忍	モレキュラーキラリティアジア 2020 ポスター賞
2020/10/27	曽宮　正晴	日本細胞外小胞学会 奨励賞
2020/9/24	藤田　高史	マツダ研究助成奨励賞
2020/9/23	Xu Jie 川井　清彦	光化学討論会優秀学生発表賞 ポスター発表部門

	藤塚　守 藤乗　幸子	
2020/9/18	中村　友哉	3 次元画像コンファレンス 2020 年度優秀論文賞受賞
2020/9/14	大坂　藍	公益社団法人精密工学会　ベストプレゼンテーション賞
2020/9/13	服部　梓	2020 年度　第 25 回　日本女性科学者の会　奨励賞
2020/9/8	小本　祐貴	応用物理学会優秀論文賞
2020/9/8	伊藤　幸裕	第 14 回バイオ関連化学シンポジウム講演賞
2020/9/4	関野　徹 後藤　知代 趙　成訓 趙　容現	日本セラミックス協会　ベストポスター賞
2020/9/4	関野　徹 後藤　知代 高柳　朋浩 趙　成訓	日本セラミックス協会　ポスター インセンティブ賞
2020/8/19	西野　美都子 西野　邦彦	第 2 回　物質･デバイス共同研究賞
2020/7/28	Nat Pavasant 沼尾　正行 福井　健一	人工知能学会 2020 年度全国大会優秀
2020/7/10	上谷　幸治郎	2019 年度セルロース学会奨励賞
2020/7/10	安藤　陽 関谷　毅 小山　知弘 松本　啓岐 千葉　大地 太田　進也	応用物理学会優秀論文賞
2020/7/7	本田　崇人	情報処理学会コンピュータサイエンス領域奨励賞
2020/7/4	永井　健治 和沢　鉄一 鷲尾　隆	第 35 回（2020 年度）日本顕微鏡学会論文賞 顕微鏡法基礎部門
2020/6/12	小口　多美夫 籾田　浩義	日本コンピュータ化学会 2019 年度吉田賞（論文賞）
2020/6/7	小阪田　泰子	守田科学研究奨励賞
2020/6/5	神内　直人	日本顕微鏡学会 第 76 回学術講演会　優秀ポスター賞 (一般部門)
2020/6/4	松原　靖子 川畑　光希 櫻井　保志 本田　崇人	電子情報通信学会 データ工学とマネジメントに関するフォーラム　優秀論文賞
2020/5/18	関野　徹 後藤　知代 徐　寧浚 趙　成訓	日本セラミックス協会　年会優秀ポスター発表賞　優秀賞
2020/4/23	Fan Shuya	2019 年度　大阪大学女子大学院生優秀研究賞
2020/4/7	千葉　大地	科学技術分野の文部科学大臣表彰　科学技術賞　研究部門

３．教育への関与　（令和２年度）

１）大学院研究科の所属先

当研究所の教員は、大阪大学大学院理学研究科、工学研究科、基礎工学研究科、薬学研究科、情報科学研究科、生命機能研究科にも所属し、各専攻の大学院生の講義および研究指導を行っている。

研究科	専攻	教授	准教授	助教
理学	物理学	大岩　顕 小口多美夫	長谷川　繁彦 白井　光雲	木山　治樹 藤田　高史 山内　邦彦 籾田　浩義
	化学	笹井　宏明 谷口　正輝 小林　光 鈴木　孝禎	堂野　主税 村田　亜沙子 滝澤　忍 筒井　真楠 松本　健俊 伊藤　幸裕	柴田　知範 山田　剛史 佐古　真 田中　裕行 小本　祐貴 近藤　健 山下　泰信 高田　悠里
	生物科学	黒田　俊一	岡島　俊英 和田　洋	立松　健司 曽宮　正晴
工学	生物工学	永井　健治	松田　知己	服部　満 長部　謙二
	応用化学	家　裕隆 藤塚　守 古澤　孝弘 能木　雅也	川井　清彦 Lu Chao 小阪田　泰子 （高等共創研究院） 室屋　裕佐 古賀　大尚	陣内　青萌 横山　創一 岡本　一将 上谷　幸治郎
	物理学系	関谷　毅 小口多美夫	須藤　孝一 白井　光雲	荒木　徹平 山内　邦彦 籾田　浩義
	マテリアル生産科学	関野　徹 末永　和知	吉田　秀人 多根　正和	神内　直人 後藤　知代 Cho Sunghun
	電気電子情報工学	鷲尾　隆 駒谷　和範 大岩　顕	原　聡 武田　龍 長谷川繁彦	Holland Matthew James 木山　治樹 藤田　高史
	環境・エネルギー工学	吉田　陽一	楊　金峰	菅　晃一 神戸　正雄
基礎工学	物質創成	千葉　大地 小口　多美夫 田中　秀和	小山　知弘 白井　光雲 神吉　輝夫 服部　梓	金井　康 小野　尭生 山内　邦彦 籾田　浩義
薬学	創成薬学	西野　邦彦 永井　健治	西　毅 西野　美都子 松田　知己 山崎　聖司 （高等共創研究院）	服部　満 長部　謙二
情報科学	情報数理学	沼尾　正行	福井　健一	木村　司
	コンピュータサイエンス	八木　康史 槇原　靖 （高等共創研究院）	中村　友哉	森田　尭 武　淑瓊
	情報システム工学	櫻井　保志	松原　靖子	
生命機能	生命機能	黒田　俊一 永井　健治	岡島　俊英 和田　洋 松田　知己	立松　健司 曽宮　正晴 服部　満 長部　謙二

２）大学院担当授業一覧

研究科	科目名	担当教員
基礎工学	半導体物性	小山　知弘
	表面・界面・超薄膜物性	田中　秀和、神吉　輝夫
工学	計算機ナノマテリアルデザインチュートリアルⅢ	小口　多美夫、白井　光雲
	計算機ナノマテリアルデザインチュートリアルⅣ	小口　多美夫、白井　光雲
	先端エレクトロニクスデバイス工学特論	大岩　顕、長谷川　繁彦
	知能システム工学特論	鷲尾　隆、駒谷　和範
	量子エンジニアリングデザイン特別セミナーI	白井　光雲
	量子エンジニアリングデザイン特別セミナーIII	小口　多美夫
	量子エンジニアリングデザイン特別セミナーIV	白井　光雲
	量子エンジニアリングデザイン特別セミナーVI	小口　多美夫
	機械学習とデータマイニングの基礎	鷲尾　隆、原　聡、Holland Matthew James
	ナノバイオテクノロジー特論 A、B	永井　健治、松田　知己、服部　満、長部　謙二
	特別課題演習（Project-based Training Course）	長部　謙二
	ナノ工学	吉田　陽一
	応用デバイス工学	菅沼　克昭
	極微構造解析学	吉田　秀人
	計算機ナノマテリアルデザインチュートリアルⅠ	小口　多美夫、白井　光雲
	計算機ナノマテリアルデザインチュートリアルⅡ	小口　多美夫、白井　光雲
	光物性・光エレクトロニクス	大岩　顕、長谷川　繁彦
	材料設計論	関野　徹、多根　正和
	先端有機材料化学	家　裕隆
	知的情報処理論	駒谷　和範、武田　龍
	有機半導体デバイス物理	関谷　毅
	量子エンジニアリングデザインセミナーI	白井　光雲

	量子エンジニアリングデザインセミナーIII	小口　多美夫
	量子エンジニアリングデザインセミナーIV	白井　光雲
	量子エンジニアリングデザインセミナーVI	小口　多美夫
	量子分子工学	古澤　孝弘、室屋　裕佐
	自然材料化学	能木　雅也、古賀　大尚
	励起反応化学	藤塚　守、川井　清彦
情報科学	コンピュータサイエンスアドバンストセミナーⅠ	八木　康史、槇原　靖
	コンピュータサイエンスアドバンストセミナーⅡ	八木　康史、槇原　靖、中村　友哉
	情報数理学インターンシップD	沼尾　正行
	知能アーキテクチャ	沼尾　正行
	コンピュータサイエンスインターンシップ	八木　康史、槇原　靖、中村　友哉
	コンピュータサイエンスセミナーⅠ	八木　康史、槇原　靖
	コンピュータサイエンスセミナーⅡ	八木　康史、槇原　靖、中村　友哉
	コンピュータサイエンス演習Ⅰ	八木　康史、槇原　靖
	コンピュータサイエンス演習Ⅱ	八木　康史、槇原　靖、中村　友哉
	コンピュータサイエンス基礎論	八木　康史、槇原　靖
	コンピュータサイエンス研究Ⅰa	八木　康史、槇原　靖
	コンピュータサイエンス研究Ⅰb	八木　康史、槇原　靖、中村　友哉
	コンピュータサイエンス研究Ⅱa	八木　康史、槇原　靖
	コンピュータサイエンス研究Ⅱb	八木　康史、槇原　靖、中村　友哉
	情報数理学インターンシップ	沼尾　正行、福井　健一
	情報数理学セミナーⅠ	沼尾　正行、福井　健一
	情報数理学セミナーⅠ	沼尾　正行、福井　健一
	情報数理学セミナーⅡ	沼尾　正行、福井　健一
	情報数理学セミナーⅡ	沼尾　正行、福井　健一
	情報数理学演習Ⅰ	沼尾　正行、福井　健一
	情報数理学演習Ⅰ	沼尾　正行、福井　健一
	情報数理学演習Ⅱ	沼尾　正行、福井　健一
	情報数理学概論	沼尾　正行、福井　健一
	情報数理学研究Ⅰ	沼尾　正行、福井　健一
	情報数理学研究Ⅱ	沼尾　正行、福井　健一
	情報数理学特別講義Ⅰ	沼尾　正行、福井　健一
	知識情報学	福井　健一
	画像認識	槇原　靖、中村　友哉
	知能と学習	沼尾　正行
生命機能	Introduction to Biology　III	黒田　俊一
	プロジェクト研究ＸＸＸ	黒田　俊一
	基礎生物学Ⅲ	黒田　俊一
	理工医学ＩＦ	黒田　俊一
	理工医学ⅡＦ	黒田　俊一
	理工医学セミナーＩＦ	黒田　俊一

	理工医学セミナーⅡＦ	黒田　俊一
	理工医学特別セミナーＦ	黒田　俊一
薬学	先端生命科学特別講義	永井　健治
	特別演習(博士後期課程)	西野　邦彦
	分子細胞生物学特別講義	西野　邦彦、山崎　聖司
	細胞生物学１	西野　邦彦
	細胞生物学２	西野　邦彦
	細胞生物学３	西野　邦彦
	創成薬学特別研究１	西野　邦彦、西　毅
	創成薬学特別研究２	西野　邦彦、西　毅
	創成薬学特別研究３	西野　邦彦
	先端生命科学特別講義	永井　健治
	創成薬学ゼミナール１	西野　邦彦
	創成薬学ゼミナール２	西野　邦彦
	特別演習(博士後期課程)	西野　邦彦
理学	Seminar for Advanced Researches	笹井　宏明、中谷　和彦、鈴木　孝禎
	ゲノム化学特別セミナーⅠ	中谷　和彦、堂野　主税
	ゲノム化学特別セミナーⅡ	中谷　和彦、堂野　主税
	ゲノム化学特別セミナーⅢ	中谷　和彦、堂野　主税
	機能性分子化学特別セミナーⅠ	笹井　宏明
	機能性分子化学特別セミナーⅡ	笹井　宏明
	機能性分子化学特別セミナーⅢ	笹井　宏明
	構造物性化学特別セミナーⅠ	谷口　正輝
	構造物性化学特別セミナーⅡ	谷口　正輝
	構造物性化学特別セミナーⅢ	谷口　正輝
	生体分子反応科学特別セミナー	黒田　俊一、岡島　俊英
	生物科学特論 F9(S)	岡島　俊英
	半導体化学特別セミナーⅠ	小林　光
	半導体化学特別セミナーⅡ	小林　光
	半導体化学特別セミナーⅢ	小林　光
	複合分子化学特別セミナーⅠ	鈴木　孝禎
	複合分子化学特別セミナーⅡ	鈴木　孝禎
	複合分子化学特別セミナーⅢ	鈴木　孝禎
	半導体特別セミナー	大岩　顕、長谷川　繁彦、木山　治樹、藤田　高史
	物性理論特別セミナーⅡ	小口　多美夫、白井　光雲
	Genome Chemistry	中谷　和彦、堂野　主税、村田　亜沙子、柴田　知範、山田　剛史
	Semestral Seminar	中谷　和彦、鈴木孝禎
	ゲノム化学(Ⅰ)	中谷　和彦、堂野　主税、村田　亜沙子、柴田　知範、山田　剛史
	複合分子化学(Ⅰ)	鈴木　孝禎、伊藤　幸裕
	ゲノム化学半期セミナーⅠ	中谷　和彦、堂野　主税
	ゲノム化学半期セミナーⅡ	中谷　和彦、堂野　主税
	ゲノム化学半期セミナーⅢ	中谷　和彦、堂野　主税
	ナノプロセス・物性・デバイス学	田中　秀和、井上　恒一、神吉　輝夫
	ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学	小口　多美夫、白井　光雲
	ナノ構造・機能計測解析学	吉田　秀人

	化学アドバンスト実験	鈴木　健之
	機能性分子化学半期セミナーⅠ	笹井　宏明、滝澤　忍、鈴木　健之
	機能性分子化学半期セミナーⅡ	笹井　宏明、滝澤　忍、鈴木　健之
	複合分子化学半期セミナーⅠ	鈴木　孝禎
	複合分子化学半期セミナーⅡ	鈴木　孝禎
	構造物性化学（Ⅰ）	谷口　正輝、筒井　真楠
	構造物性化学半期セミナーⅠ	谷口　正輝
	構造物性化学半期セミナーⅡ	谷口　正輝
	触媒化学（Ⅰ）	笹井　宏明、滝澤　忍
	生体分子反応科学半期セミナー	黒田　俊一、岡島　俊英
	生物科学特論 F4	黒田　俊一
	生物科学特論 F9	岡島　俊英
	大学院有機化学Ⅰ	中谷　和彦、堂野　主税
	半導体化学（Ⅰ）	小林　光、今村　健太郎
	半導体化学半期セミナーⅠ	小林　光、松本　健俊
	半導体半期セミナー	大岩　顕、長谷川　繁彦、木山　治樹、藤田　高史
	半導体物理学	大岩　顕、長谷川　繁彦、木山　治樹、藤田　高史
	物性理論半期セミナーⅡ	小口　多美夫、白井　光雲、山内　邦彦、籾田　浩義

3）学部、共通教育担当授業等一覧（令和２年度）

・学部担当授業

学部	専攻	担当教員
基礎工学	セラミックス物性	田中　秀和
	ナノスケール物性	小口　多美夫
	計算機援用工学Ｂ	槇原　靖、村松　大吾
	固体電子論Ｂ	小口　多美夫
	知識工学	槇原　靖、村松　大吾
	特別演習	小口　多美夫、田中　秀和
	情報科学ゼミナールＡ	槇原　靖、武　淑瓊
	情報科学ゼミナールＢ	槇原　靖、中村　友哉、武　淑瓊
	情報技術者と社会	八木　康史
	特別研究	小口　多美夫、田中　秀和
	半導体物理Ｂ	千葉　大地
工学	ゼミナールⅣ	関谷　毅、須藤　孝一
	解析力学	須藤　孝一
	環境・エネルギー工学コア演習・実験第２部	吉田　陽一
	先端計測工学	永井　健治、松田　知己、服部　満、長部　謙二
	卒業研究	関谷　毅、須藤　孝一
	物性論Ⅱ	関谷　毅
	物理化学実験	松田　知己、服部　満、長部　謙二
	応用生物工学実験Ⅰ	松田　知己
	先端ビーム工学	吉田　陽一、楊　金峰、譽田　義英、細貝　知直、藤塚　守、川井　清彦、古澤　孝弘、室屋　祐佐
	量子化学	吉田　陽一
	先端科学序論Ⅰ	永井　健治

	先端科学序論Ⅱ	長部　謙二
薬学	基礎実習Ⅱ	西野　邦彦
	先端生命科学特論	永井　健治
	卒業研究	西野　邦彦、西　毅
	衛生薬学Ⅰ－微生物学―	西野　邦彦、山崎　聖司
	生物科学概論１	西野　邦彦、西　毅、西野　美都子
	長期課題研究	西野　邦彦
理学	化学特別研究	笹井　宏明、小林　光、谷口　正輝、中谷　和彦、鈴木　孝禎
	化学文献調査	笹井　宏明、小林　光、谷口　正輝、中谷　和彦、鈴木　孝禎

・全学共通教育科目　「学問への扉（マチカネゼミ）」

開講科目名（サブタイトルのみ）	担当教員
半導体スピンと量子科学	大岩　顕、長谷川　繁彦、木山　治樹、藤田　高史
バイオナノテクノロジー入門	谷口　正輝、筒井　真楠、田中　裕行、小本　祐貴
光るたんぱく質が切り開く未来の社会	永井　健治、松田　知己、服部　満、長部　謙二
産業と科学～量子ビームの基礎と産業応用～	古澤　孝弘、室屋　裕佐、岡本　一将
産業と科学～シリコンの切り拓く未来～	小林　光、松本　健俊、今村　健太郎
人映像解析～データ収集から歩容解析まで～	八木　康史、槇原　靖、村松　大吾、武　淑瓊、大倉　史生
最先端産業の基盤となる新規機能性材料	千葉　大地、小山　知弘、金井　康、小野　尭生
生活にひそむ科学	吉田　陽一、楊　金峰、神戸　正雄、菅　晃一、誉田　義英
人工知能と人間	沼尾　正行、福井　健一、木村　司

・アドバンストセミナー

開講科目名	担当教員
なし	

・基盤教養教育科目

開講科目名	担当教員
先端ビーム科学	古澤　孝弘、吉田　陽一、誉田　義英、藤塚　守、川井　清彦、楊　金峰、室屋　裕佐、細貝　知直

・学際融合科目

開講科目名	担当教員
データマイニングの基礎と実践	鷲尾　隆、矢田　勝俊（関西大学/産研招へい教授）
産業科学特論	能木　雅也、永井　健治、植村　隆文、服部　梓、山崎　聖司（高等共創研究院）、加藤　久明、堂目　卓生（経済学研究科）、西村　勇哉（SSI）、伊藤　武志（SSI）、木多　道宏（工学研究科）、開發　邦宏（株式会社ビズジーン）

・専門基礎教育科目

開講科目名	担当教員
力学通論	細貝　知直
力学通論	田中　慎一郎
熱学・統計力学要論	大岩　顕
熱学・統計力学要論	白井　光雲
化学基礎論ＡⅠ	古賀　大尚
化学基礎論ＡⅠ	田中　裕行、小本　祐貴
化学基礎論ＡⅡ	古賀　大尚
化学基礎論ＡⅡ	川井　清彦、藤塚　守
化学基礎論ＢⅠ	谷口　正輝、筒井　真楠
化学基礎論ＢⅡ	谷口　正輝、筒井　真楠

４）大学院生の受入数（令和２年度）

（研究科）	（専攻）	（博士前期）	（博士後期）	（小計）
理　　学	物理学	5	2	7
	化　学	16	26	42
	生物科学	1	1	2
（小　計）		22	29	51
工　　学	応用化学	18	13	31
	マテリアル生産科学	7	5	12
	電気電子情報工学	21	2	23
	環境・ｴﾈﾙｷﾞｰ工学	1	0	1
	生命先端工学	0	3	3
	精密科学・応用物理学	3	5	8
	物理学	4	1	5
	生物工学	1	1	2
（小　計）		55	30	85
基礎工学	物質創成	9	3	12
（小　計）		9	3	12
薬　　学	創成薬学	4	2	6
（小　計）		4	2	6
情報科学	情報数理学	5	6	11
	情報システム工学	2	3	5
	コンピュータサイエンス	10	8	18
（小　計）		17	17	34
生命機能	生命機能		14	14
（小　計）	（５年一貫制）		14	14
合　計		107	95	202

４．国際交流

１）活動状況

当研究所では、国際交流の推進が研究所の活動にとってひとつの重要な要因であるという認識にたって、平成２年(1990)から国際交流推進委員会を設置した。委員会は、所長、副所長等役員会構成員がつとめており、執行部が国際交流の推進に積極的に関与している。

当研究所は、外国研究機関と学術交流協定を結んでおり、シンポジウム・講義の実施、研究者等の交流、情報交換などを行っている。産研における令和２年度の協定締結機関は以下のとおりである。
(合計 42 機関：当研究所職員がコンタクトパーソンをつとめる大学間協定も含む)

国名	研究機関名	締結期間
ベルギー	Interuniversitair Micro-Electronica Centrum vzw(imec)	2004.1～
ドイツ	フラウンホーファー集積システム・デバイス技術研究所	2019.3～
ドイツ	ケルン大学(数学及び自然科学学部)	2018.5～
ドイツ	ビーレフェルト大学(化学科)	2012.12～
ドイツ	アーヘン工科大学(有機化学研究所)	2012.10～
ドイツ	アウグスブルク大学	2009.5～
ドイツ	アーヘン工科大学	2005.9～
ドイツ	ユーリッヒ研究センター	2001.1～
ドイツ	マグデブルグ・オットー・フォンゲーリック大学(自然科学部)	1994.10～
スイス	ジュネーブ大学(理学部)	2007.8～
フランス	パリ・サクレ大学	2017.5～
フランス	エコール・ポリテクニーク	2017.1～
フランス	ボルドー大学	2012.10～
フランス	フランス国立科学研究センター	2005.5～
エジプト	アシュート大学(理学部)	2011.1～
韓国	徳成女子大学(徳成革新新薬センター)	2019.7～
韓国	鮮文大学校(工学部)	2015.6～
韓国	韓国原子力研究所／高度放射線技術研究所	2014.7～
韓国	韓国窯業技術院	2013.3～
韓国	漢陽大学校	2008.12～
韓国	忠南大学校(自然科学大学)	2006.11～
韓国	忠南大学校	2006.9～
韓国	釜山大学校(自然科学大学)	2004.10～
韓国	釜慶大学校(基礎科学研究所)	1999.2～
韓国	全南大学校	1997.5～
中国	香港大学(生物化学学院)	2019.3～
中国	深圳大学	2018.11～

中国	北京科技大学(材料科学工程学院)	2018.1～
中国	内蒙古師範大学(化学・環境科学学院)	2008.6～
中国	北京大学(情報科学技術学院)	2006.5～
中国	北京大学	2001.5～
台湾	国立交通大学(理学院)	2018.5～
台湾	国立台湾大学	2008.3～
フィリピン	デ・ラ・サール大学(コンピュータ科学部)	2010.6～
スウェーデン	ウプサラ大学(物理天文学科)	2018.12～
オランダ	アイントホーフェン工科大学(機械工学部)	2015.4～
イタリア	ジェノア大学	2018.4～
イスラエル	ヘブライ大学	2019.3～
タイ	モンクット王北バンコク工科大学(応用科学部)	2019.6～
タイ	チュラロンコン大学(工学部コンピュータ工学科)	2015.5～
タイ	タマサート大学	2006.10～
デンマーク	オールボー大学(工学部)	2019.10～

当研究所に所属する外国人は、合計 134 名で、内訳は、准教授 1 名、助教 4 名、特任教授（常勤）1 名、特任准教授（常勤）3 名、特任助教（常勤）8 名、特任助教 1 名、特任研究員（常勤）6 名、特任研究員 11 名、非常勤職員 2 名、大学院博士後期課程 53 名、博士前期課程 25 名、学部 1 名、特別聴講学生等 1 名、研究生 11 名である。

国別は次のとおりである。

中国(54)、韓国(9)、インド(9)、ベトナム(7)、バングラデシュ(5)、タイ(6)、インドネシア(5)、エジプト(3)、フィリピン(4)、スリランカ(1)、シリア(1)、台湾(2)、マカオ(1)、ハンガリー(1)、イタリア(2)、ロシア連邦(1)、フランス(2)、カナダ(1)、オランダ(1)、ブラジル(1)、ミャンマー(1) 、パキスタン(1)

２)国外との研究者往来(令和２年度)

研究者の海外派遣は、合計 0 件であった。

国外から招へいした研究者は合計 11 名であり、内訳は次のとおりである。

中国(6)、韓国(1)、インドネシア(1)、イラン(1)、ドイツ(1)、モロッコ(1)

５．産業界との交流

当研究所と産業界との交流は、各教員によって共同研究、受託研究、技術相談などを通じて個別に活発に行われている。平成 10 年度からは組織的にも研究所として定期的な会合である「産研テクノサロン」を開催し、講演、見学と交流会を中心に企業の経営者、研究者、技術者の方々と産研研究者との交流を図っている。令和 2 年度は、新型コロナウイルス感染症により、従来のような対面型会合が実施できなかったものの、Web 会議システムを活用したオンライン型の定期会合を 4 回開催した。産研テクノサロンは、研究成果を広く詳しく知ってもらうと同時に産研側も産業界の抱えている問題を知り、研究テーマの発掘に役立てようという趣旨のもと、継続的な交流の場として毎回多数の参加者があり、活発に情報、意見の交換を行っているが、オンライン型における産業界からの参加者との双方向性の確保が課題となっており、運営方法の改善を試行している。

また、令和 2 年度からは、戦略室が中小企業基盤整備機構（中小機構）との中小企業・大学発ベンチャー支援セミナーを対面／オンラインのハイブリッド型で企画・開催し、参加者との間で様々な意見交換を行った。中小企業・大学発ベンチャー支援を中心とした中小機構との連携は、令和 3 年度も引き続き企画を実施する予定である。

平成 12 年度からは、当研究所の個別の技術シーズを開示し、関心のある企業による会員制の研究会を組織して事業化を目指す目的で「新産業創造研究会」を設置し、活動を行っている。これらの事業は、産研の産学連携支援組織である一般財団法人大阪大学産業科学研究協会との共同で開催している。

上記の会合や研究会に加えて、展示会およびマッチングイベントへの参加を通じた産業界との交流も実施している。これらについては、産研が関係する業界団体などとの協力体制などを活用しながら、JST イノベーション・ジャパン 2020 をはじめとした各種の展示会に出展した。令和 2 年度は新型コロナウイルス感染症対策のため、対面形式の展示会実施が困難となることが多くあり、一部の展示会はオンラインのみとなったが、主催者側に対してオンラインとのハイブリッド開催を早期の段階から提案するなどのウィズコロナ時代に対応をした展示会のあり方についても提案を継続的に行っている。

【産研テクノサロン】

2020 年度	開催日	テーマ
第 1 回	令和 2 年 10 月 9 日	宝の地図の見つけ方：女性の活躍による研究開発の活性化
第 2 回	令和 2 年 11 月 13 日	5G／6Gが拓く未来社会：2030 年代の無線通信技術をめぐって
第 3 回	令和 2 年 12 月 18 日	レーザー・量子ビーム利用のこれから
第 4 回	令和 3 年 2 月 5 日	タンパク質をぶっ壊せ！！：新しい創薬基盤技術研究

【中小機構との共同開催行事】

2020 年度	開催日	テーマ
第 1 回	令和 2 年 10 月 16 日	事業化推進に向けた中小機構による支援メニュー紹介セミナー

【新産業創造研究会】

・香り・におい・ガスセンサー研究会(年 4 回程度)

・セルロースナノファイバー講習会(年 5 回程度を予定)

【新産業創造支援】

・プリンテッド・エレクトロニクス研究会(年 4 回程度)

・WBG 実装コンソーシアム(年 4 回程度)

・みどり＜適塾＞(年 2 回程度)

・データビリティコンソーシアム

６．まとめ（課題と展望）

１)組織・運営

当研究所は、平成 21 年 4 月 1 日に改組を行い、27 専任研究分野を、それぞれ 7 分野の第 1 研究部門(情報・量子科学系)、第 2 研究部門(材料・ビーム科学系)、第 3 研究部門(生体・分子科学系)と、6 専任研究分野からなる産業科学ナノテクノロジーセンターに再編した。新たに、産業科学連携教育推進センター、国際共同研究センターを設け、国際共同研究センターの下には国際連携研究ラボの設置を進め、既に中国、韓国、フィリピン・ドイツ、タイの 11 の大学や研究機関との間で国際連携研究ラボが設置されている。材料解析センターと電子顕微鏡室を統合し、情報や生体の解析も含む総合解析センターへと拡充するとともに、平成 21 年度の補正予算により、質量分析装置、NMR 装置、X 線回折装置等が一新され、生物系 3 次元トモグラフィー電子顕微鏡が新たに設置されるなど、飛躍的に設備が向上した。また、量子ビーム実験室をナノテクセンターから独立させ、量子ビーム科学研究施設として、共同研究の利便性を向上させた。

改組により産研はすべての専任研究室が教授・准教授・助教 1：1：2 の体制に再編された。このようなフルサイズ研究室制は、研究所における世界的レベルの研究遂行には大変有効な体制であるが、一方で、有能な若手の独立が遅れる問題がある。これを解決するために、所内公募選抜により優秀な助教を任期付き准教授に登用し、独立した研究室・予算・スタッフを配置する特別プロジェクト研究部門を平成 20 年度に設置し、現在 1 研究分野が活動している。

平成 22 年 3 月には、阪大初の“Industry on Campus”を実現するため、産研インキュベーション棟が竣工し、産研の新たな産学連携の拠点として大変期待を集めている。インキュベーション棟を活用した産学連携の推進と企業リサーチパークの管理運営のため、産学連携室を強化するとともに、オープンラボ、所内プロジェクトスペースと企業レンタルスペースを統一的に管理するため、これまでのオープンラボ管理室を施設管理室へと改編した。

平成 22 年 4 月には、我が国初の 5 大学附置研による全国縦断ネットワーク型研究拠点が発足し、産研は平成 27 年度までこの拠点本部として重責を担っていた。

産研の運営は、教授で構成される教授会と、所長の下に役員会を設置し、4 人の副所長がそれぞれ、人事・労務、研究・国際、財務・施設、教育・広報を担当し、迅速な意志決定と柔軟な運営を可能にしている。この運営の諮問機関として、外部の有識者を加えた運営協議会が設置され助言を得ている。また、拠点本部の運営は、拠点本部会議、拠点運営委員会・共同研究推進委員会が産研に設置され 5 附置研究所で緊密連携し運営している。

２)研究(予算・設備・活動)

産研は、「材料」、「情報」、「生体」をキーワードに、最先端の科学を産業に生かすことを目指して、専門分野の壁を越えた学際融合研究を展開している。所員個々の研究面における実績は、外部資金獲得、文部科学大臣賞等を初めとする各種の受賞、特許出願等に反映されている。特に若手教員で「さきがけ」、「若手 A」などに採択される数が多く、文部科学大臣賞若手科学者賞の受賞者も多い。大学院生で、日本学術振興会特別研究員に採用されている比率の高いことも特筆される。また、所全体としても、平成 14 年に全国に先駆けて産業科学ナノテクノロジーセンターを設置し、平成 24 年度にはナノテクノロジー設備供用拠点なども整備され、日本のナノサイエンス研究の中心の一つとなっている。平成 17 年度に東北大学多元物質科学研究所との間で、新産業創造物質基盤技術研究センターを設置、さらに平成 19 年度には、北大電子研、東工大資源研を加えて 4 大学附置研究所アライアンスを形成し、附置研究所間連携を推進した。その実績が認められ、平成 22 年度には上記 4 研究所に九大先導研を加えた 5 附置研究所間連携「ナノとマクロをつなぐ物質デバイス・システム創製戦略プロジェクト」が発足した。

研究環境の改善については、第二研究棟(平成 13 年度)、ナノテクノロジー総合研究棟(平成 15 年度)の竣工、第一研究棟の改修(平成 21 年度末)、管理棟の改修と産学連携の新たな拠点としてインキュベーション棟(平成 22 年度)が竣工し、平成 23 年度には共通実験棟の耐震改修、コバルト棟の改修、産研へのアプローチが開放的にリニューアルされた。

平成 27 年度には、新たに産研インキュベーション棟 4 階部分(本部管理 691 ㎡)を取得し、産研の産学連携活動を一層推進することが期待される。また、産研内外の若手研究者・学生との一層の交流を活性化するため、管理棟 1 階に交流スペース「Salon de SANKEN」を設置した。

平成 31 年 4 月には、情報科学の進展を産研の研究力強化に繋げるため、「トランスレーショナルデータビリティ研究分野」を新設し、それをコアとする「産業科学 AI センター」を設置した。同センターでは、本学のデータビリティフロンティア機構（IDS）とも連携し、産研の特徴である幅広い領域をカバーする各研究分野の研究者がボトムアップ型アプローチで AI 導入プロトコルを確立し、異分野への AI 導入を促進するリエゾンオフィスとしての機能を有する全学または社会に開かれたセンターへと発展させる。

令和 2 年 1 月には、阪大初となる複数企業が参画する協働研究所「フレキシブル 3D 実装協働研究所」を設置し、さらなるオープンイノベーションを推進していく。

産研の設備は、21 年度補正予算において、総合解析センターに最先端解析機器が導入されたのに加えて、「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」が採択され、ナノテクノロジー最先端機器や高性能電子顕微鏡を設置、平成 23 年度には強力薄膜 X 線回析装置、平成 25 年度にはナノテクノロジー設備供用拠点に集束イオンビーム装置やスパッタ装置等が新たに設置され、飛躍的な拡充が実現した。

３)教育

当研究所の教員陣は、理学、工学、薬学、基工学、農学などバラエティーに富んだ学術分野であることに加え、産業界からの研究者などの協力も得ているため、学際的、専門的な教育が行われている。各教員は研究科の教育や全学共通教育にも協力するとともに、工学研究科環境・エネルギー工学専攻の協力を得て、「ナノ工学」の集中講義を産研独自の大学院プログラムとして実施している。学生においては、学部生、大学院生約 200 名が 1 つ屋根の下で研究、勉学に励んでいる。特徴的なのは、理学、工学、基礎工学、薬学、生命機能、情報科学といった様々な学部・研究科から学生を受け入れていることであり、枠にとらわれない自由な発想・思考を養うと共に、研究の現場における大学院教育を重視している。また、RA を受け入れ、ポスドク採用も年々増え、院生として研究に更に密着できる体制となっている。

世界で活躍できる研究者育成のため、国際学会出席援助や著名外国人の招待セミナー、国際シンポジウムなどを通じて院生教育の国際化を図るとともに、平成 21 年に教育貢献活動を一層推進するため、産業科学連携教育推進センターを設置した。実践的な場として、国際連携研究ラボを通じた学生交流や、国際機関でのインターンシップを積極的に実施している。

また、実践的な AI 研究人材の育成を目的に、全教職員を対象とした AI 教育プログラムを令和元年度から実施しているが、令和 2 年度も集中講義形式で実施し、AI 活用の基礎スキル醸成に大きく貢献した。

今後も、産研の広い学際領域をカバーする特色を生かし、材料・生体・ナノテクノロジーの全ての分野に情報科学を取り入れるために産業科学 AI センターの下で全員の AI 教育を推進する。

４)社会との連携・社会貢献

平成 17 年に産学連携室を設置するとともに、新産業創成研究部門を設置し、産学連携に取り組んで

きたが、令和 2 年度から産学連携室と企画室を統合した「戦略室」を設立し、産学連携・知的財産活用全般、所内企画に加えて研究所の戦略計画策定までを総合的に担う機動性の高い組織整備に取り組んでいる。また、(財)大阪大学産業科学研究協会は、産研とは独立して設置された外部団体であるが、産研と協力し、産研テクノサロン、新産業創造研究会などの産学連携活動に取り組んでいる。

平成 22 年度に竣工したインキュベーション棟には、企業リサーチパークを設け、企業のサテライト研究室(令和 3 年 3 月現在 24 社)を誘致してさらに実践的な産業化研究に取り組む体制を整えた。ここを舞台に、産研と企業の共同研究によるオープンイノベーションを推進している。また、企業リサーチパークと大阪府周辺のインキュベーション施設との連携体制も構築し、関西圏をリードするオープンイノベーション施設としての位置づけ構築も推進している。

地域への貢献活動として特筆すべき取り組みが、技術室によるものづくり教室であり、参加者を抽選で制限する程の人気企画である。

５)国際交流

外国人研究者の受け入れに加え、外国研究機関と学術交流を締結し、国境を越えた交流・情報交換を行っている。平成 23 年度には世界最大のナノテク研究機関である imec と共同研究契約を締結し、今年度も積極的に共同研究や研究者の交流を行っている。毎年 20 数名の外国人留学生を受入れるとともに、外国人研究者、外国人客員教授が産研の研究に携わっており、国際交流パーティー等で留学生の声を直接反映できる場も設けている。また、当研究所主催の国際会議を開催している。

産業科学ナノテクノロジーセンターには常時外国人研究者を招聘するための客員教授、准教授ポストを 2 つ用意しているほか、国際共同研究センターを設置して継続的な交流を図っている。6−(1)にあるとおり、通常のセンターとは異なり、学術交流協定を締結した相手先の研究室を連携研究ラボとして相互に受け入れ、連携研究ラボの集合体としてセンターを構成し盛んに交流を行っている。

平成 29 年度には JSPS 日中韓フォーサイト事業(事業期間：6 年間)の採択があった。

６)まとめ

産業科学研究所は、時代の変化と社会のニーズに応じた研究の推進と、長期的なビジョンに立った基礎研究・応用研究を行う。設立当初より産業への貢献を目指した独創性の高い研究が行われてきたが、その伝統を受け継ぎながらも、「情報・量子」、「材料・ビーム」、「生体・分子」および「ナノテク」の 4 領域を基礎とした学際融合型研究を推進している。特に近年では時代の要請としての環境、エネルギー、医療、安心・安全に関する研究課題に軸足を置き、研究成果を産業へ還元できる適応能力と、産研独自の研究を兼ね備えた魅力ある研究所を目指し、世界トップレベルの総合理工学研究所として時代をリードしていく。

教育と次世代を担う人材の育成にあっては、今後も大阪大学の一員として大学院各研究科・研究所や学内組織などとも密接に協力し、日本と世界をリードする一流の人材を育てると共に社会へと輩出する。また、産研の重要なミッションである産学連携にあっては、企業リサーチパーク等を通じて産業界との連携・共創を更に強化し、産研の先端研究成果を積極的に開放するとともに、日本の学術基盤の底上げ・研究力強化を図るため、ネットワーク型共同研究拠点の拠点本部として、全国レベルでの物質・デバイスの研究を推進してコミュニティーへの貢献を図る。国際展開にあっては、国境を越えて様々な情報を発信し、世界の研究者との国際共同研究を促進し、産研発のグローバルスタンダードを目指す。

今後も、多種多様なエキスパートが叡智を集結し、知行合一の精神で、産業に生かす科学、出口を見据えた基礎研究を推進できるよう、日々邁進する。それが、産業科学研究所である。

（年次報告書　編集者）

広報室　　能木　雅也　（室 長）
　　水野　祥子

戦略室　　加藤　久明
　　山崎　知奈美

情報ネットワーク室
　　相原　千尋

［附１］各研究部門の組織と活動

［附２］各附属研究施設等の組織と活動

［附３］共通施設、技術室、事務部の組織と活動

［附４］各研究部門、附属施設における活動実績リスト

（注）各研究分野等の所属者については、令和２年度に在籍した者を全て収録した。

［ 附 1 ］　各研究部門の組織と活動

第 1 研究部門（情報・量子科学系）

概要

膨大なデジタル情報が世界中を飛び交うネットワーク情報化社会において、高度情報処理は社会のあらゆる面で必須な技術となっている。本研究部門は、情報科学系（知識科学研究分野、複合知能メディア研究分野、知能アーキテクチャ研究分野、知能推論研究分野）、量子科学系（量子システム創成研究分野、界面量子科学研究分野、先進電子デバイス研究分野）、の 7 つの研究分野から構成されており、前 4 研究分野は知能情報処理原理とアルゴリズムというソフト面から、また後 3 研究分野は高度情報処理や新たなセンシングのためのデバイスというハード面から、高度情報処理社会を支える基盤技術の確立を目指している。前者については、人間の知能を科学し、高度な知識情報処理機能を計算機に付与し広く工学的諸問題の解決や知的活動支援全般へ応用することを目指している。後者については、表面物理、電子・光分光法、薄膜・結晶成長、半導体物理、有機材料・生体分子などをベースとして、主として半導体を中心に、ナノメートルレベルの構造・新材料の創製・評価に関する研究を行い、量子機能を利用した高性能素子や新しいセンサ・メモリ素子の実現を目指している。

これらの研究分野は、互いに有機的に関連して世界的成果を挙げることを目途として研究に取り組んでいると同時に、所内他部門のみならず、学内外、更には国内外の大学、研究機関、民間企業と積極的に共同研究を展開している。また、理学研究科（物理学専攻）、工学研究科（電気電子情報通信工学専攻、物理学系専攻）、基礎工学研究科（物質創成専攻）、および情報科学研究科（コンピュータサイエンス専攻、情報数理学専攻）から大学院学生を受け入れており、高度な知識と広い視野を兼ね備えた研究者の育成を目指している。

成果

・半導体低次元構造を用いて光子とスピンを融合する新しい量子技術の開発と量子情報処理への応用
・柔らかいスピンデバイスを用いた非従来型センサの開発とグラフェンバイオセンサのインフルエンザウィルス検出への応用
・有機機能性材料を用いたフレキシブルエレクトロニクスの研究開発と社会実装
・雑音や残響に頑健な音声対話ロボットの開発、対話を通じた知識獲得
・コンピュータビジョン技術に基づく歩行映像解析とその個人認証・医療・酪農への応用
・構成的適応インタフェースへのセンサの導入、知的生体センシング
・説明可能な人工知能（XAI）の研究、外乱に頑健な機械学習手法研究、計測指向機械学習研究

量子システム創成研究分野

教授	大岩　顕
准教授	長谷川　繁彦
助教	木山　治樹、藤田　高史
特任研究員	Liu Xiao-Fei
大学院生	深井　利央、Gabriel Gulak Maia、松本　雄太、木戸　陽一、福田　源希、 井出西　広樹、Gao Junwei、柳谷　諭、Aldo Tarascio、林　望、吉井　崇人、 持山　英、中村　駿吾、春木　赳広、森栄　公祐
学部学生	谷口　浩輝、松岡　雄大
事務補佐員	渡邉　明子

a)　概要

本研究分野では光と電子の制御に加え、スピンの持つ量子力学的性質を制御して動作させる、新奇量子デバイスやスピントロニクスデバイスの研究を行っている。今後様々なデバイスとしてスピンを活用するには、低次元量子伝導と微細加工技術を絡めて開発することが重要であり、我々は単一電子スピンを制御する量子ドットや、量子情報処理素子、また長距離量子情報通信に必要な単一光子及び単一電子スピン間での状態変換を実現する、量子インターフェースの開発を行っている。さらに基盤材料の研究として、非磁性半導体に磁性体を添加して磁性を発現する磁性半導体の研究を行っている。高品質材料の創製から評価、そして精密な量子輸送測定までを一貫して行い、光、電子、スピンの自由度を自在に操る量子ナノ構造がもたらす、新しい現象の発見を目指している。

b)　成果

・アンドープ GaAs 量子井戸構造を用いた面内 p-i-n 接合の開発

ゲート制御量子ドット内の電子スピンは高い集積度などの特徴から、量子計算媒体の有力な候補であるだけでなく、半導体の光学特性から量子通信への応用も期待できる。本研究ではゲート制御量子ドット内の電子スピンから光子偏光を発する量子光源の開発を目指している。平面構造のゲート制御量子ドットを発光素子に組み込むためには、面内構造の発光素子が必要である。そこで我々は、アンドープ GaAs 量子井戸中に表面金属ゲートで誘起する、面内 p-i-n 接合の開発に取り組んだ。

アンドープ基板の面内 p-i-n 接合は、2 次元電子ガス（2DEG）、2 次元ホールガス（2DHG）を隣接して誘起させることで形成する。従来からの課題として、2DHG へのオーミックコンタクトの材料に目途が立っていないことがあった。解決として多数のオーミック材料と、アニール温度を試し選定を行った。また蒸着の際には、ナノ加工室技術職員の榊原昇一氏にご尽力いただいた。これにより当初の目的であった面内 p-i-n 接合の形成が可能になった。

実験では、アンドープ GaAs 量子井戸基板に 2DEG、2DHG をゲート電圧によって同時に誘起することに成功し、さらにソース・ドレイン電圧を変化させることで明瞭な整流性が確認できた（図 1）。そのときの、電気的発光（EL）スペクトルには正孔系特有の HH バンドと LH バンド からの発光に対応する 2 つのピークが見られ、その位置は計算値と一致していた。以

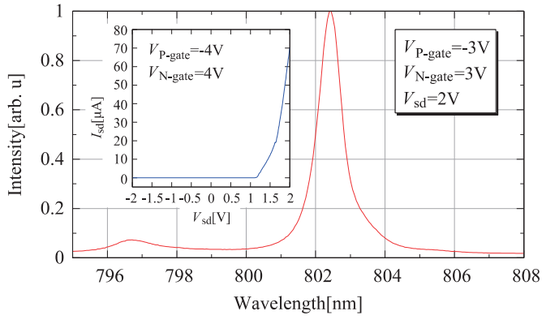


図 1. *T*=4K での EL スペクトルと整流性

上のように面内発光素子のための面内 p-i-n 接合を実現できた。

・エピタキシャル Al/InAs 量子井戸基板を用いた超伝導量子ポイントコンタクトの作製と評価

近年、エピタキシャル Al/InAs 量子井戸構造を用いることで、デバイス設計の自由度の高い 2 次元電子系において良質な超伝導体/半導体接合が報告されている。我々は本基板を用いたゲート制御デバイス作製基盤技術を確立するべく、超伝導量子ポイントコンタクト（QPC）を作製し、微細ゲート電極による超伝導特性の制御性を調べた。

デバイス作製においては、基板表面に成長されたアルミニウムのウェットエッチング条件の確立に注力した。エッチングによってジョセフソン接合を形成した後、絶縁膜を堆積し、最後に Ti/Au 電極によって微細スプリットゲートをジョセフソン接合ギャップ直上に配置することで、超伝導 QPC デバイスの作製に成功した。

デバイスを超伝導転移温度より低い 0.3K まで冷却し、臨界電流がゲートに対して階段状に変化することを観測し、デバイスが超伝導 QPC として動作していることを確認した。加えて、超伝導体/半導体界面の高い透明度を反映した多重アンドレーエフ反射も確認することができた。

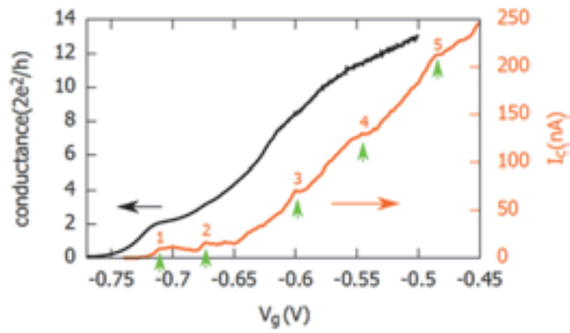


図 2. 常伝導電気伝導特性(黒線、温度 4.2K)と臨界電流 I_c のゲート電圧依存性(橙線、温度 0.3K)

・窒化物ベース磁性半導体の結晶成長とスピントロニクスデバイス応用

半導体と磁性体という 2 つの性質を合わせ持つ希薄磁性半導体は新しい機能を発現できる材料として注目されている。これまでに、GaSmN、GaGdN、GaTbN などの磁性半導体をプラズマ支援分子線エピタキシー法で成長し、強磁性体の特徴であるヒステリシスが磁化曲線に室温でも現れることなどを報告してきた。新たな磁性半導体創製法として、真性磁性半導体である希土類窒化物を GaN に周期的に挿入することによって合金化する手法（デジタル合金形成法）を提案し、GdN/GaN 超格子構造の形成とその評価を実施してきた。今年度は、希土類元素添加による磁性発現機構を調べるため、サファイヤ基板上に希土類元素添加 GaN 薄膜を形成し磁気円二色性（MCD）による評価を行った。図 3 に、+1.25 T （赤）、0 T （黒）、−1.25 T （青）の磁場を印加した時の $Ga_{1-x}Gd_xN$ （ x ~ 4 %）と GaN 薄膜から得られた MCD スペクトルを示した。GaN 薄膜で現れている 356 nm を中心とした負のピークは、ゼーマン分裂した価電子帯と伝導帯間のバンド間遷移による左右円偏光吸収差として理解できる。一方、GaGdN 薄膜では 364 nm を中心とした負のピークに加えて 220 と 250 nm を中心とした正のピークが現れており、Gd 添加により母相 GaN のバンド構造が変化したことを示している。これらのピーク波長で測定した MCD 強度の磁場依存性ならびに温度依存性から、$Ga_{1-x}Gd_xN$（ x ~ 4 %）は磁性半導体であること、Gd は磁気的に結合しているが短距離であること、などが明らかとなった。

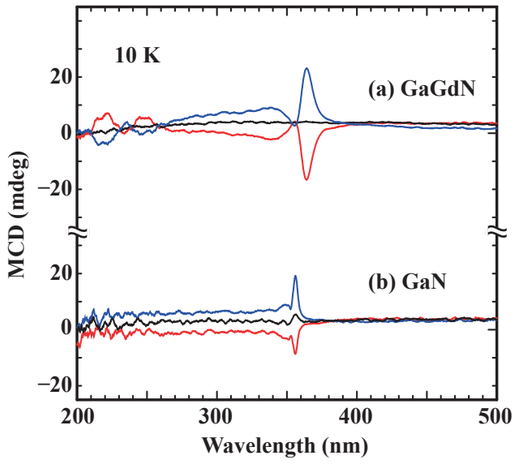


図 3. サファイヤ基板上に形成した (a) GaGdN 薄膜および (b) GaN 薄膜の磁気円二色性(MCD)スペクトル

界面量子科学研究分野

教授	千葉　大地
准教授	小山　知弘
助教	金井　康、小野　堯生
特任研究員	南保　舞子、谷奥　正巳
技術補佐員	山本　佳織、坂野　喜代治、今井　亜希子、山下　勝、佐藤　夏岐（令和 2 年 6 月 15 日採用）、畠村　和恵（令和 2 年 7 月 1 日採用）、加藤　文男（令和 2 年 12 月 1 日採用）
大学院学生	長谷川　顕登、鳥居　大雅、柳楽　亮太
学部学生	源田　瞭、斉藤　健太
研究生	董　博瀚
事務補佐員	豊後　尚子、金子　友美（令和 2 年 10 月 31 日退職）

a)　概要

当研究分野は 2019 年度に発足したグループであり、スピントロニクスデバイスやグラフェンデバイスといった最先端材料の物性探索・産業応用展開を行っている。特にフレキシブルスピントロニクスの開拓と IoT 展開に力を入れており、メカニカル動作のセンシングなど従来のスピントロニクスの延長線上にない新しい応用ルートの開拓を目指している。また、グラフェンの優れた電気伝導特性を利用したバイオセンシング技術の開発を行っている。今年度も引き続き実験設備の立ち上げや技術補佐員の雇用など研究環境の整備・拡充を行いつつ、以下に述べるような成果を公表した。

b)　成果

・新しい非破壊鉄筋センシング手法の開拓

橋梁やトンネルなどインフラの老朽化が進む中、その維持管理は大きな課題である。鉄筋の状況を把握するためには、埋設位置や深さ・太さ・破断個所を同定し、場合によってはコンクリートを破壊して腐食状況などを確認・補強後、再び埋めなおすといった手順が取られている。これらの手順のスピードアップとコスト削減のため、非破壊で瞬時に埋設鉄筋の健全状況を把握する技術はますます重要性が高まっている。

当該研究分野では、永久磁石に鉄筋を近づけると、永久磁石からの漏れ磁束を鉄筋が吸い込む性質により、永久磁石周囲の磁界が変化することに注目した。実際に、ネオジウム磁石の近くに磁気センサを配備したコンパクトな試験機を試作し、鉄筋試験片の上空をスキャンすると、この磁界の変化を高感度に検知できることを実証した。

図 1 は、太さ 19 mm の鉄筋試験片上空を試験機で手動ラインスキャンしている際の状況を撮影した写真と、測定結果（専用ソフトウェアの画面）である。スキャン時間は 10 秒足らずであり、結果が視覚的に分かりやすく、計測終了と同時に鉄筋の位置や深さを専用ソフトウェアが瞬時に推定してユーザーに通知する仕組みとなっている。今のところ、診断可能な鉄筋の深さ（かぶり深さ）は 100 mm 以上、鉄筋径は 6-29 mm だが、今後さらに診断性能を伸ばせる余地があると考えている。図 2 は建屋のコンクリート外壁を計測している様子である。タブレットの画面に見えている計測結果のように、壁の中に格子状かつ周期的に埋設されている鉄筋の位置等の情報を瞬時に・正確に・視覚的に得ることができた。また、周囲の鉄筋との様子の違いなども再現性良く調べることができた。

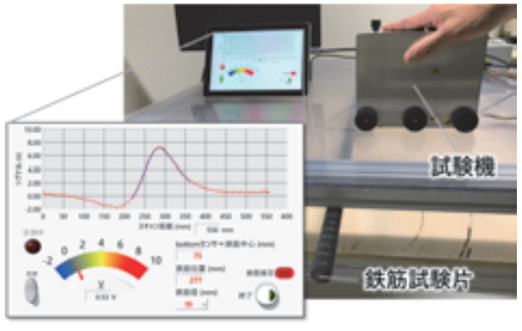


図 1　試験測定の様子(写真)と、計測結果(左下)。鉄筋試験片上空(センサと鉄筋中央の距離約 70 mm)で試験機を転がしてラインスキャンすると、左下のグラフが得られ、瞬時に鉄筋深さと位置などが表示される。

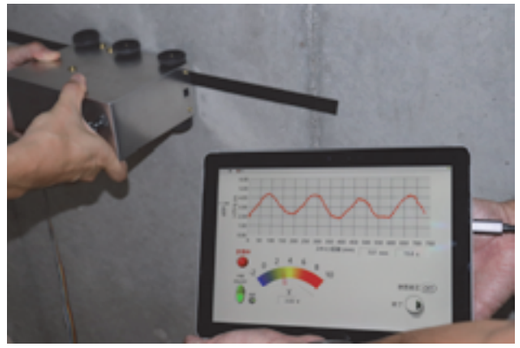


図 2 屋外のコンクリート外壁を試験測定している様子。

通常の鉄筋と、破断した鉄筋試験片上空を 2 次元スキャンした結果を比較すると、鉄筋の破断箇所の診断も可能であることも分かった。現状、2 次元スキャンは自動計測ロボットを用いて行っているが、その高速化や、磁気測定以外の手法も組み合わせ、さらには AI 解析技術なども駆使することにより、鉄筋の埋設構造や腐食状態なども含む健全状態を 3 次元的に可視化する技術を構築したいと考えている。

・機械学習を用いたグラフェン電界効果トランジスタ像の意味づけ区分評価【論文 21】

化学気相成長法によって、大面積のグラフェンの合成が可能になったことにより、グラフェン電界効果トランジスタアレイの作製が可能になった。しかしながら、プロセスの過程で表面についた汚れや、グラフェンの損傷などにより、個々のグラフェン電界効果トランジスタの電気特性には大きなばらつきがあるという問題があった。そこで、機械学習によって、グラフェン電界効果トランジスタの画像から、グラフェンの破れや汚れを評価することによって、電気特性を推測できるのではないかと考えた。

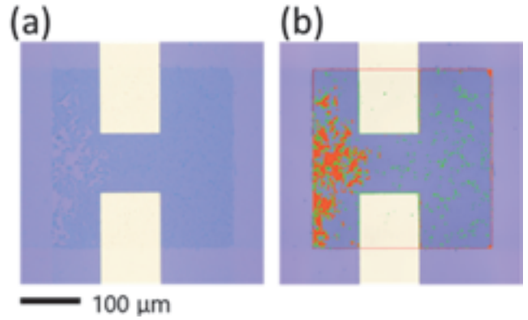


図 3 (a) グラフェン電界効果トランジスタの光学顕微鏡写真。(b) 機械学習ベースのセマンティックセグメンテーションアルゴリズムによって、個々のピクセルを割り当てた像。赤が損傷、緑が汚染物質を示す。

機械学習ベースのセマンティックセグメンテーションアルゴリズムにより、画像のすべてのピクセルをグラフェン、電極、基板、汚染物質に割り当てた（図 3）。この手法による、各ピクセルの成功率は 80%を超える結果を得た。また、グラフェン電界効果トランジスタの電気特性を調べたところ、ドレイン電流と相互コンダクタンスがグラフェンの被覆率と相関する結果を得た。

この手法により、アレイ内のどの位置が頻繁に損傷または汚染されているかを統計的に分析できるため、原因の理解を深めることにも繋がる可能性がある。結果として、グラフェンデバイスアレイの大規模で安定した製造に貢献できると考えられる。

先進電子デバイス研究分野

教授	関谷　毅
准教授	須藤　孝一
特任准教授（常勤）	植村　隆文
助教	荒木　徹平
特任助教（常勤）	鶴田　修一
AI ｾﾝﾀｰ特任助教（常勤）	野田　祐樹
招へい准教授	和泉　慎太郎
招へい教員	吉本　秀輔
特任研究員（常勤）	根津　俊一、飯田　博一
連携研究員	難波　直子、笠井　夕子
大学院学生	竹本　明寿也、杉山　真弘、田口　剛輝、天野　将吾、高根　慧至、宮崎　愛子、桐山　一輝、西村　和也、黄　建榮、菅原　凌
学部学生	坂東　勇希、原　友輝
研究生	高木　翼
国際ｲﾝﾀｰﾝｼｯﾌﾟ研修生	Lukas Bongarz
技術補佐員	秋山　実邦子、井上　由美、栗平　直子、大田　裕、徳尾野　信哉、ｻﾝﾄﾞﾌﾞﾙｯｸ　純子、村上　ゆい（令和 2 年 9 月 1 日採用） 今谷　篤子（令和 2 年 10 月 16 日採用）
事務補佐員	倉橋　文雄、田辺　めぐみ、菊池　裕美（令和 2 年 6 月 25 日退職）、福満　祐子（令和 2 年 10 月 16 日採用）
派遣職員	井波　敬、豊嶋　尚美、木村　真紀子

a)　概要

本分野では、材料科学、応用物理および電子工学を基礎とし、「優れた電気的・機械的柔軟性」、「自己組織化現象」、「低エネルギー加工性」が実現可能なフレキシブル有機エレクトロニクスの研究を行っている。特に、有機トランジスタの高度集積化技術を確立し、そこでは分子積層技術、材料物性・界面制御、回路設計などの有機材料特有の技術開発を広範に研究してきた。さらに、「フレキシブル有機トランジスタの基盤技術」と「機械的特性に優れた超フレキシブルエレクトロニクス、ストレッチャブルエレクトロニクス」を実現し、その有用性を実証する取り組みを進めている。

IoT センサの実現にむけて、上記フレキシブルデバイスやその回路技術に加えて、超低消費電力ワイヤレス通信技術、ビックデータの解析技術などに関する取り組みを行っている。これにより、実空間リアルタイムセンシングおよび解析・分析技術の構築が可能となる。これまで、ウェアラブル生体センサ、生体埋込センサ、構造物ヘルスケアセンサ、農業用 IT センサなどを構築した。つまり、ソフト材料である有機物を用いた電子デバイスや機能性材料が、情報通信技術などアプリケーションまでの新しい科学を創出するとともに社会実証されている。

b)　成果

・柔軟で伸縮性のある材料からなるシート型脳波システムの開発

フレキシブル・ストレッチャブルエレクトロニクス技術を用いてシート型無線脳波センサシステムを柔軟性の高い基板上に作製することに成功した。この脳波センサシステムは生体適合性と伸縮性を兼ね備えた電極上に作製した生体適合性のあるゲルにより額に貼り付けることができ、1 マイクロボルト以下の生体電位を計測することができる。センサは大きさ 3 cm × 9 cm × 6 mm、重さ 12g で非常に小型である。開発したシートシステムは周波数分析を用いることで、アルツハイマー病など脳に関連する病気の診断に使用できる水準の優れた特性を持っている。本技術を元に開発されたパッチ式脳波計は 2020 年 8 月にテレメトリー式脳波計として医療機器認証（302AFBZX00079000）を受け、伸縮性電極（頭皮脳波用電極・届出番号 13B2X10421000001）と共に、PGV 株式会社（高度医療機器等販売業・貸与業許可書（第 5502205174 号））より医療機器として販売が開始された。

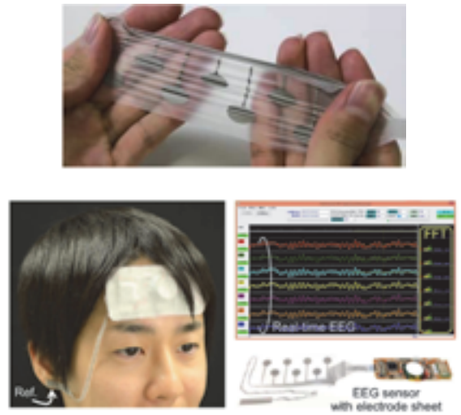


Fig. 1. 伸縮性電極、装着感のない脳波計を額に装着した様子、波形表示ソフトおよび柔軟電極と脳波計のシステム

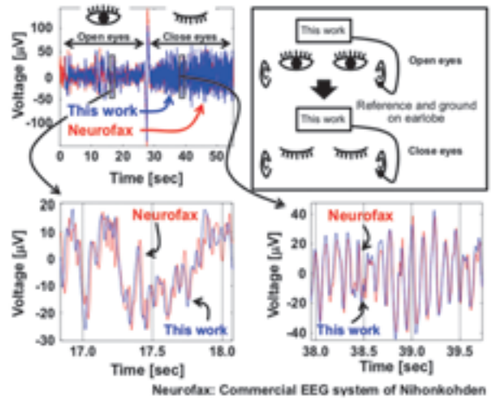


Fig. 2. 市販脳波計と開発した脳波計の計測値比較

・透明性と柔軟性を有する電位センサシートの開発

柔軟性や透明性に富む銀ナノワイヤ材料を用いて、配線特性を損ねることなく微細化できるプロセス技術を構築した。より具体的には、1 μm 厚の透明ポリマー基板上へ、高い透明性（96 %）と高い導電性（シート抵抗 25 Ω/sq）を示す微細電極（25 μm 幅）を実現した。この電極・配線技術をもとに、単一細胞計測やトランジスタ回路内臓を可能とするフレキシブルな電位計測センサを実現した。将来、生体だけでなく社会インフラや家、自動車などのあらゆる対象物において、ユーザビリティを高めたセンサシステムとして広い展開が期待される。本研究成果は、学術誌 Advanced Intelligent Systems に掲載され、加えて世界最薄・最透明を示す特性比較につき、学術誌 Flexible and Printed Electronics において総説論文として報告した。

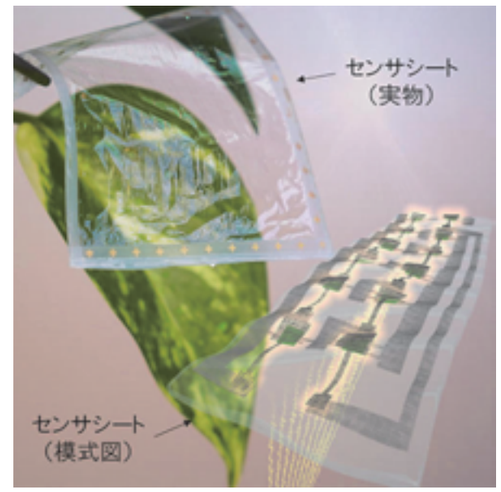


Fig. 3. 透明性と柔軟性を有する電位センサシート

複合知能メディア研究分野

教授	八木　康史
教授（兼任）	槇原　靖
准教授	中村　友哉（令和 2 年 8 月 1 日採用）
助教	武　淑瓊
特任准教授（常勤）	Md Atiqur Rahman Ahad （令和 2 年 4 月 1 日～4 月 15 日、令和 2 年 7 月 16 日採用）
特任講師（常勤）	青木　工太、新妻　弘崇（令和 2 年 4 月 1 日採用）
特任研究員（常勤）	Allam Shehata Hassanein Allam、丹羽　真隆（令和 2 年 4 月 1 日採用）
特任研究員	廖　若辰、于　洋（令和 2 年 10 月 1 日採用）、 徐　遅（令和 2 年 4 月 1 日～7 月 31 日）、 李　想（令和 2 年 4 月 1 日～7 月 31 日）
大学院学生	于　洋（令和 2 年 4 月 1 日～9 月 30 日）、安川　洵、吉川　丞、 Akos Godo、Yiyi Zhang（令和 2 年 4 月 1 日～12 月 31 日）、 Margaret Dy Manalo、 Alsherfawi Aljazaerly Mohamad Ammar Ayman（令和 2 年 10 月 1 日採用） 小川　景矢、谷野　陸、西浦　優香、林　優太、高見　燎世、長原　稔樹、 西村　侑花子、林　龍之介、福井　宏祐、山野　広大、
学部学生	梅山　倫華、江原　広晃、辻　翔吾、槌道　慎也、Nandedkar Parth Shirish
研究生	Alsherfawi Aljazaerly Mohamad Ammar Ayman （令和 2 年 4 月 1 日～9 月 30 日）
事務補佐員	湯浅　信栄、金城　恵、スティーブンス　久美子（令和 2 年 4 月 1 日採用）
技術補佐員	大河内　良美（令和 2 年 4 月 1 日採用）、 井上　ともみ（令和 2 年 4 月 1 日～7 月 31 日） 入江　洋子（令和 2 年 4 月 1 日～令和 3 年 1 月 15 日）、 松本　佳子（令和 2 年 4 月 1 日～9 月 30 日）、 橋本　尚子（令和 2 年 4 月 1 日～9 月 30 日）、 吉村　由記（令和 2 年 4 月 1 日採用）、弾　光恵（令和 2 年 4 月 1 日採用）、 西村　順子（令和 2 年 4 月 1 日採用）、清見　弘美（令和 2 年 4 月 1 日採用）、 北川　尚美（令和 2 年 6 月 16 日採用）、 渡辺　真理（令和 2 年 6 月 16 日採用）、 谷林　佐知子（令和 2 年 6 月 16 日採用）、 堰合　佳代（令和 2 年 6 月 16 日採用）、 相馬　有紀子（令和 2 年 6 月 16 日採用）、 西内　祐子（令和 2 年 6 月 16 日採用）、 太田　美穂（令和 2 年 6 月 16 日採用）

a)　概要

本研究分野では、コンピュータビジョンと映像メディア処理に関する研究をしている。センサ開発などの基礎技術から、ロボットに高度な視覚機能を与えることを目指した知能システムの開発まで、視覚情報処理に関する幅広いテーマを扱っている。例えば、周囲 360 度を撮影できる全方位視覚センサ、内視鏡映像の 医用画像処理、人間の歩き方に基づく個人認識や意図・感情推定、反射特性の計測と CG への応用、ウェアラブルカメラを用いた防犯システム、近赤外光を用いた人体計測、3 次元形状計測技術の開発などの研究を行っている。

b)　成果

・要素分解学習による服装変化や荷物所持状況変化に頑健な歩容認証

歩き方の個性に基づく個人認証（歩容認証）にとって、服装変化や荷物所持状況の変化による個人内変動は、認証精度を大きく低下させる要因となる。そこで、本研究では、深層学習の分野で近年良く用いられるようになった要素分解学習の枠組みにより、歩容エネルギー画像を入力として、認識に有用な個人性の要素と認識に不要な状況変化の要素（服装や荷物所持状況）に分解し、個人性の要素の特徴ベクトルを用いて歩容認証を行う（図 1）。実験では、世界最大の歩行映像データベース OULP-Bag を用いて精度を評価し、既存手法と比較して高い精度を達成した。

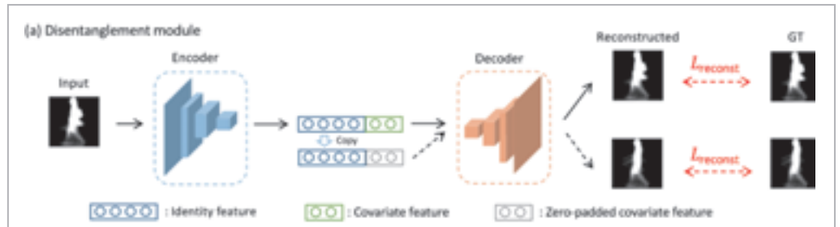


図 1　歩容エネルギー画像に対する個人性と条件変化の要素分解学習

・単一歩行画像を用いた歩行周期復元ネットワークによる歩容認証

従来の歩容認証手法は、1 周期（左右 2 歩の約 1 秒分）の歩行映像を用いるものが主であり、認証までのタイムラグが生じること、また、混雑環境下で全身像が一瞬しか観測されない状況では利用が困難といった問題があった。また、任意枚数の歩行画像を入力とする歩容認証手法も提案されているものの、入力の歩行画像の枚数が 1 枚になると、認証精度が大幅に低下するという問題を抱えていた。そこで、本研究では、1 枚の歩行画像から 1 周期分の歩行映像を復元する深層学習モデルを開発し、歩容認証のための深層学習モデルと共にモデルパラメータを学習することで、従来手法と比較して、認識誤り率を約 15 分の 1 に低減することに成功した。これにより、たった 1 枚の歩行スナップ写真からの歩容鑑定、全身像が一瞬しか見えないような混雑環境下での防犯・監視、リアルタイムのアクセスコントロール等への応用が期待される。

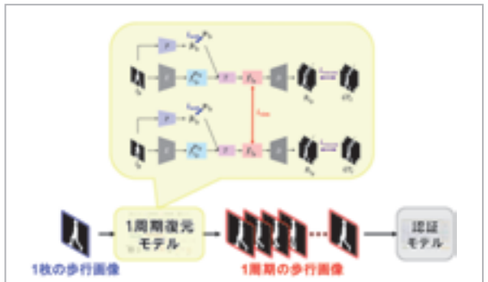


図 2　単一歩行画像を用いた歩行周期復元と認証

・インスタンス 3 次元復元のための記述子不要な多視点領域照合

多視点画像を用いた 3 次元再構成やインスタンス領域分割においては、模様や形状の特徴記述子による対応付けが重要となるが、植物の葉のように繰り返し模様や形状を持つ物体に対しては困難となる。そこで、本研究では、特徴点記述子に非依存のエピポーラ幾何に基づく多視点領域照合手法を提案する。更に、エピポーラ幾何に基づく領域照合手法を、インスタンス領域分割やインスタンス 3 次元再構成に適用する手法を示す。植物画像等を用いたインスタンス領域分割やインスタンス 3 次元再構成に関する実験を行い、提案手法が既存手法より高い精度を得ることを確認した。

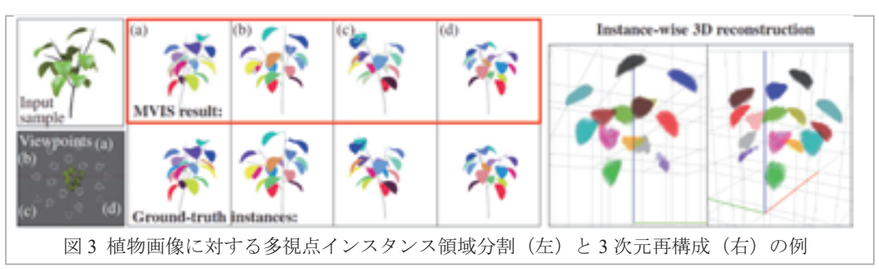


図 3 植物画像に対する多視点インスタンス領域分割（左）と 3 次元再構成（右）の例

知能推論研究分野

教授	鷲尾　隆
准教授	原　聡
助教	Matthew James Holland
博士研究員	石川　一宣、新家　英太郎、鷹合　孝之、吉田　剛
大学院学生	小島　隆嗣、池野　光一、陳　逸君、潘　丹青、袁　新芳、中田　雄己、中道　直基 松本　瑞季
学部学生	山田　将大、加藤　成充、東野　航大、山川　将輝
研究生	中井　滉基（令和 3 年 1 月入学）
事務補佐員	岡田　拡子
技術補佐員	藤原　綾子

a)　概要

人間はデータを眺め、様々な思考や簡単な統計計算を含む推論を行って、データから知識を読み取ることができる。しかし、現代社会では、コンピュータネットワークや IoT ネットワークセンシング技術の発達によって、膨大なデータを一度に入手する機会が増えている。また、それらデータの中身も単純な形式ではなく、時系列やグラフ、自然文など、複雑な内容になってきている。このようないわゆるビッグデータを人間の能力だけですべて処理するのは無理があり、コンピュータによる解析支援や解析自動化の必要性が増している。そこで、我々の研究室では、コンピュータによってビッグデータから知識を読み取り発見するための、機械学習及びデータマイニングの基礎技術とその応用を研究している。基礎技術には様々な探索、検索、統計、確率計算、データベース、それらを融合した理論、手法、技術、システムツールが含まれる。そしてさらに、それら基礎研究成果を科学、センシング、情報ネットワーク、品質・リスク管理、医療、セキュリティー、マーケティング、金融など、様々な分野に役立てる応用研究も行っている。今年度は、計測指向機械学習、高精度類似性指標、機械学習モデルの判断の部分的可読化、機械学習手法のロバスト化の研究開発を行い、以下の成果を得た。

b)　成果

・計測指向機械学習

IoT 社会の進展に伴い、先端的計測技術による情報収集処理の社会的重要性が高まっている。そこで一分子計測、個別ウイルス計測、超解像顕微鏡計測、嗅覚計測など種々の先端的計測分野において必要とされる機械学習処理の研究開発を行っている。本年度は、教師無しでノイズ除去推定器を学習する Noise2Noise 手法をナノ流路計測信号のデノイズに使用する技術開発や 2 つのラベル無しデータそれぞれに含まれる正例や負例の割合推定法を高度化する研究開発を行った。さらに、ライトシート顕微鏡で撮影された細胞の 3 次元動画像から、有糸細胞分裂のフェーズの違いを特徴付けるパターンを明示する深層学習フィルタ技術の研究開発を行った。これらの新しい機械学習技術によって、様々な先端計測の機能や精度を飛躍的に高めることができた。

・高精度類似性指標

機械学習における根本原理の 1 つは事例間の類似性評価である。事例同士がどの程度似ているか、あるいは似ていないかを適切に評価すること無しには、事例と適切な分類やクラスタリング、異常検知などを行うことはできない。我々はこれまで事例間に識別境界がどの程度引かれやすいかを事例の分布に基づいて確率的に評価することで、事例間の類似度を適切に評価する手法を開発してきた。本年度は、この原理を用い、2 つのデータ分布間の類似性を測るカーネル関数を設計し、それを用いてデータ内で異常な事例や異常な事例集団を検知する手法を提案した。この新しい手法により、従来よりもデータの持つ性質を効果的に反映しかつ高速に複雑な異常を検知可能な手法を確立した。

・機械学習モデルの判断の部分的可読化

深層ニューラルネットワークに代表されるように、高性能な機械学習モデルは極めて複雑な構造をしている。この複雑性のために、モデルが下した判断の根拠を人間が理解することはほぼ不可能である。本研究では、複雑なモデルと可読な単純なモデルとを組み合わせることで、モデルの判断の一部をユーザが理解できるように可読化する方法を開発した。基本的なアイディアはモデル毎の役割分担である。判断が容易な事例については可読な単純なモデルに判断を行わせ、判断が難しい際どい事例だけを複雑なモデルに担当させる。これにより、判断が容易な事例については可読なモデルにより処理されるため、ユーザがモデルの判断根拠を理解できるようになる。本研究では、さらにこの役割分担の度合いをユーザが自由に調整できるようにすることで、多様なユーザへと対応できる可読化方法を開発した。

・機械学習手法の透明化

学習能力のある機械は信頼できるか？ 医療現場や企業の採用活動の最前線に機械学習技術が急速に浸透している今、この問いは重要性が増す一方である。本研究では、機械学習の「工学的性能」と「利用者の認識」を分離しては、AI が確固たる信頼を得ることはできないと考える。ほとんどすべての機械学習の手法は「平均的な性能の最適化」を主な学習原理としているが、これによって明確な価値判断が暗黙の裡に下されていることは広く認識されていない。平均重視の学習アルゴリズムの特徴として、顕著に成績が落ちてしまう「極端な事例」の影響を強く受ける一方、頻発する事例を疎かにしてしまう傾向がある。極端なケースを無視して大半の事例を優先すべき場合も当然あるが、現在の機械学習では、このような選択はできない。本研究では、「評価基準の選択」を学習アルゴリズム設計に盛り込むことで、性能保証を捨てることなく「価値判断の表層化」を合理的な形で実現することができた。新しい評価基準クラスの構築と理論整備を行い、提案クラス内の指標に駆動される効率的な学習アルゴリズムを解析し、人気のフレームワークと融合的に使える手法の開発に結び付けたことで、AI ユーザの意思をより明確に学習過程に反映させ、AI の真の信頼性に一歩前進させたといえる。

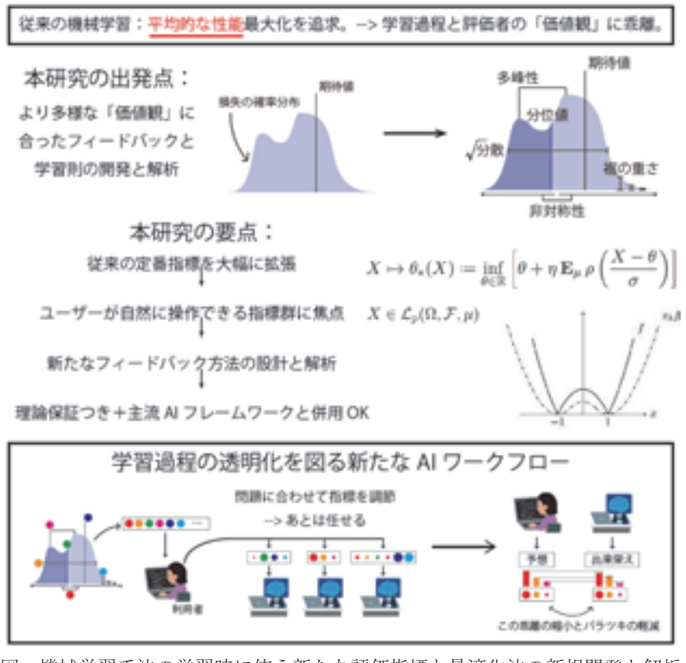


図　機械学習手法の学習時に使う新たな評価指標と最適化法の新規開発と解析

知識科学研究分野

教授	駒谷　和範
准教授	武田　龍
大学院学生	垣渕　太成、小林　直哉、中島　圭祐、市村　匡輝、奥野　尚己、王　兆東
学部学生	生嶋　竜実、城所　悠太、黒田　佑樹、佐藤　陸、宗像　北斗、藤原　侑斗、時末　卓幹
技術補佐員	谷端　紀久子
事務補佐員	松下　美佐

a)　概要

近年、コンピュータの計算能力やロボットの運動能力は飛躍的に向上している一方で、人間と賢く話すといった知能の部分は未だ発展途上である。機械が人間にとって身近で使いやすい存在となるには、人間が生来備えている音声対話機能が必須である。本研究分野では、音響信号処理から社会的インタラクションまでを広く視野に入れ、音声認識技術を用いて人間と対話するシステムの基礎技術を研究している。これらを通じて、人と対話できる知的なコンピュータの実現を目指している。

b)　成果

・機械学習技術を応用した音声対話ロボット技術の開発

音声対話を行うロボットの基本的な機能として、音声の検出・方向推定（音源定位）、雑音抑圧（音源分離）、音声認識が挙げられる（図 1）。本研究では、音源定位・音源分離・音声認識の精度向上を図ると共に、それらの処理の効率化やオンラインでの学習にも取り組んでいる。

図 1 ロボットとの音声対話

音源分離は、複数の混ざった音信号をそれぞれの信号に分離する技術であり、音を聞き分けて認識するために必要不可欠である。本年度は、教師あり時間-周波数マスクに基づく音源分離手法の開発を進めた。具体的には、3 名の音声信号が混合したステレオ信号を入力とし、指定された方向の音源信号を強調し出力する。マスク推定をニューラルネットワークで行う場合、音源位置の特性と音源の特性の両方を上手く学習させることが鍵となる。本研究では、音源位置情報を利用した前処理を行うことで、音源位置特性に基づいたマスク推定を促進させる。予備実験では、未知音源に対しても分離性能が改善されることを確認した。

ユーザとの会話中に、システムの音声認識精度を自動的に向上させる技術開発も行った。ニューラルネットワークに基づく音響モデルを教師なしでユーザ音声に適応させる。単純にモデル適応すると、モデルミスマッチの問題や音声認識誤りなどが原因で、壊滅的な認識結果に陥ってしまうことがある。本研究では、尤度に基づくパラメータの更新制御と、誤りに陥りやすい音素に対する識別ペナルティーを与える。前者は従来の適応フィルタ技術の考えを本問題に応用し、後者は実際の音声認識誤りの分析に基づきペナルティー対象の音素を設計した。音素認識実験では、初期のモデルミスマッチが少し大きくても、逐次的なモデル適応で音素認識性能が改善することを確認した。また、ニューラルネットワークと隠れマルコフモデルに基づく音響尤度が、音素認識率を相関関係を持つことも確認した。これにより、ユーザの音声認識精度を予測することも可能となる。本成果は、音声に関する国際会議 Interspeech 2020 で発表した。

・対話を通じた知識獲得

話しながら新たな知識を獲得するのは、人間が持つ知的な機能のひとつである。話すにつれて賢くなるシステムの実現を目指している。

前年度までに開発してきた暗黙的確認における質問や、「○○って何ですか？」のような明示的質問によりユーザが受ける印象について、実験的に調査した。質問の種類と内容の正誤を考慮して質問を作成し、クラウドソーシングを用いて実験的に比較した。この結果、ユーザが感じるシステムの賢さや煩わしさに関して、質問の種類の間に一定の順序があることが確認された（図 2）。また明示的質問を複数回繰り返した場合、暗黙的質問を繰り返した場合よりもユーザの印象は悪化する傾向を実験的に示し、暗黙的確認の使用戦略に関する知見を得た。この結果を国際会議 SIGDIAL2020 で発表した。

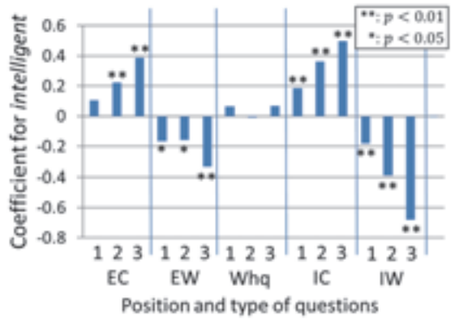


図 2 質問の種類とそれに対する係数

また、知識を獲得するための質問の内容の選択を、知識グラフ補完を用いて行う研究を進めた。具体的には、「システムの知識にはないため真偽が得られれば有用であり、かつ、ユーザの意欲を削いでしまうような明らかな間違いではない」質問を選択するという問題とした。この知識グラフ補完において、ラベルの文字列の利用と、負例サンプリングの制限を組み込む手法を提案した。この成果を取りまとめ、国際会議 IUI2021 に投稿した。

・ユーザの心象を考慮したマルチモーダル対話システム

態度として表出される相手の気持ちに応じた応答ができる対話システムを実現するには、ユーザ発話の言語的内容だけでなく、ユーザの様々なふるまいも捉える必要がある。これはとりわけ、話すこと自体が目的である雑談のような対話を継続させるためには重要となる。本年度は、昨年度に収集した生体信号（皮膚電位や心拍など）とともに収録した対話データを使用して、ユーザの心象を予測する手法を開発した。ユーザの心象は、第 3 者が付与したものと実験参加者本人が付与したものの両方を収録した。特に実験参加者本人が付与した心象の予測に際して、映像や音声から得られるマルチモーダルに加えて生体信号を利用することで、性能が向上することを示した。図 3 は、本人が付与した心象スコアと、皮膚電位から得た特徴量の変化との間に、概ね相関があることを示している。この成果を取りまとめて国際会議 ICMI2020 にて発表した。

また本年度もマルチモーダル対話データの収集を継続した。コロナ禍により対面でのデータ収集は不可能であったが、Zoom を用いてオンラインで実施する枠組みを新たに構築し、ビデオやアンケートデータを収集した。また前年度までに収集したデータを、国立情報学研究所の情報学研究データリポジトリを通じて公開を開始した。この内容について定例記者会見でも発表を行い、新聞でも報道された。

図 3 実験参加者本人が付与した心象と皮膚電位から得た特徴量（GSR 特徴量）の時間変化の例

知能アーキテクチャ研究分野

教授	沼尾　正行
准教授	福井　健一
助教	木村　司、森田　尭（令和 3 年 1 月 1 日採用）
大学院学生	Juan Lorenzo Hagad、Ekasit Phermphoonphiphat、Bassel Ali、Taweesak Emasawas、北井 正嗣、Nat Pavasant、Boonprakong Nattapat、石丸 竣哉、丁 柯銘、桂田　紗希、Pongpisit Thanasutives
研究生	陳 悦
事務補佐員	黒木　真貴子、阿部 真美恵、森川 有美子

a)　概要

パソコンを初めとする情報環境が普及するにつれて、インタフェースの悪さに起因するテクノストレスや、スパムメール、多量データによる情報洪水の問題に社会の関心が集まっている。本研究分野では、これらの原因がコンピュータシステムの柔軟性の欠如にあることを早くから指摘し、その対策として適応能力を持ったコンピュータの開発を提唱してきた。心理実験と高度な機械学習技術の組合せにより、こうした課題の克服を目指している。具体的な研究課題は、以下の通りである。

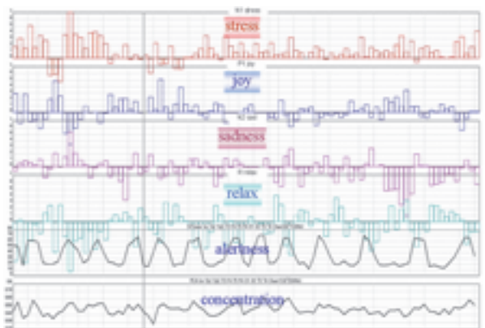
【研究課題】

1. 構成的適応インタフェース
2. 事象系列データからの知識発見
3. 知的ユビキタスセンサーネットワーク

b)　成果

・構成的適応インタフェース

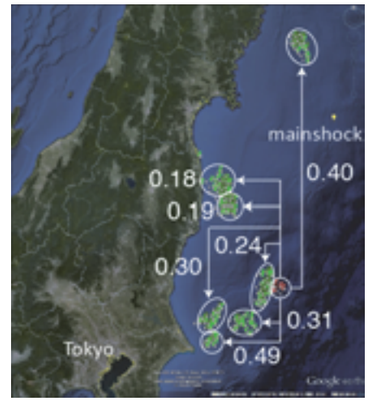
基本的な研究テーマとして、学習機能を持ったコンピュータの開発を進めており、高効率化のためのアルゴリズム、学習のための背景知識の獲得、ITS （Intelligent Tutoring System）への応用など、数々の新技術を開発し、情報環境の整備を支援してきている。これらは、適応ユーザインタフェースの技術として定着しつつある。これまでの適応ユーザインタフェースは、あらかじめ用意されている反応の中から過去のユーザの振る舞いに適応して、適切な反応を選択するものであった。これだけでも現在の複雑で扱いにくいユーザインタフェース、たとえばナビゲーションシステムなどを相当に改良できる。しかし、人間の知性や創造性を刺激するには、不十分である。そこで適切な反応を選択するだけではなく、新たなコンテンツを構成する手法の研究を行っている。その技術を背景として、極めてユニークな研究テーマとして、感性獲得機構を提案し、ユーザの個性と感情に適応して自動作曲を行うシステムを開発した。さらに、生体センサを用いた和音進行の評価実験を進めた。



・事象系列データからの知識発見

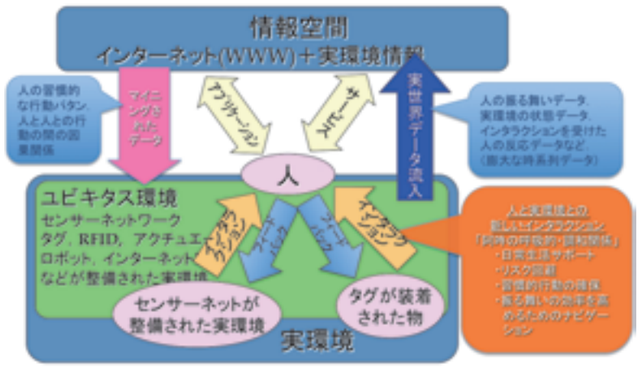
人の行動や物理現象は時間と共に変化している。その中に内在する規則性やパタンを抽出することで、現象の理解、モニタリング、支援に役立てることができる。本研究室では、多次元の数値データとして

観測される事象系列から、事象の空間的近接性（クラスタ性）と、そのクラスタ間の時間的近接性の両者を満たす共起クラスタという概念を提案し、共起クラスタを抽出する新規アルゴリズムを考案した。さらに、上記に加えて事象間の発生時間間隔も推定する系列クラスタマイニングを提案した。本手法を燃料電池の損傷パタン抽出や、地震発生パタンの抽出に適用した。燃料電池においては、損傷に由来するアコースティック・エミッション事象の系列データから、他の部材の損傷に大きく影響を与える部材とその状態の特定に成功した。また地震応用においては、東日本大震災以降の日本全土の震源リストデータから、海溝型地震に特有のアスペリティ相互作用を示唆する地震発生パタンの抽出に成功した。



・知的ユビキタスセンサーネットワーク

近年のユビキタス各種技術や RFID などのタグ技術の発展に伴い、現状においても既に情報過多の問題に直面しているインターネットを中心とする情報空間に対し、実空間からの情報までもが大量に流れ込もうとしている。そうなると、もはや「検索的手法」ではすべての情報を網羅することは困難なものとなり（現状でも既にその状況にある）、これからは「発見的手法」が望まれる。これまでも情報発見手法としてデータマイニング研究など精力的な研究がなされて来ているものの、「情報空間＋実空間」という、巨大で複雑かつ動的な世界からの有用な情報抽出技術に対して、これまでの技術がそのまま適用できると断言することは出来ない。



一方、我々は相手と以心伝心や阿吽の呼吸の関係が出来ている時、一体感を感じるなど心地よく感じる。これはお互いがお互いの意図や習慣的な行動を予測できるからであり、対話や五感を通して長い時間をかけた学習によるものである。このようなヒトとヒトでの関係を、ヒトと環境との間においても構築することが出来ると、日常生活がより効率的になり、また小さな異変などを自動的に発見できることからリスク回避のための技術としても有用なものとなる。

このように、これからのユビキタス社会では単に情報空間や実空間からデータを抽出するだけでなく、得られた有用な情報を能動的に人に対して環境側からインタラクションを起こすためのフレームワークを創出することも有用であり、具体的には、(1) 環境へのヒトの行動を知覚するセンシング能力の付加、(2) センサーデータマイニングによるヒトの習慣的行動パタンの抽出、並びに抽出結果を用いたヒトの行動予測を行うアルゴリズムの創出、そして (3) 予測結果に基づくヒトへのインタラクション能力の環境への付加を行う必要がある。本年度は (2) のマイニング技術創出において、時系列データからのパタン抽出手法、並びに (3) のインタラクションおいて個人に適応したインタラクションを強化学習にて獲得する手法を中心として研究を展開させ、それぞれ独自の手法を提案するに至っている。

第 2 研究部門（材料・ビーム科学系）

概要

本研究部門は、自然材料機能化、先端実装材料、半導体材料・プロセス、先端ハード材料、励起物性科学、量子ビーム物理、量子ビーム物質科学、の 7 研究分野からなる。今後の急速な科学技術の発展を支えるためには、新規な高次機能を持つ材料の創成が不可欠であり、その展開は、諸機能発現機構に関する深く豊かな知見と材料構造制御技術・創製手法の革新的高度化によって達成される。そのために、既存の金属・無機・有機・半導体材料研究の枠を超えた高次プロセッシングに基づく材料設計・開発・応用を共通の指針として、新規な構造・機能をもつ情報材料、エネルギー材料、医療材料などを創製し、その構造解析・物性解明と広範な社会的要請にこたえる応用を目指す研究を展開している。具体的には、20 世紀の科学技術を支えてきたビーム科学を更に発展させる為に、新しい高輝度・高品質の量子ビームの発生・制御・計測に関する研究と、量子ビーム誘起現象の正確な理解に基づいた先端ビーム応用研究を推進している。さらに、21 世紀の環境調和社会を切り拓く新機能材料の創出を志向し、自然材料、半導体材料、電子デバイス実装、セラミックス等の諸領域と連携研究を推進している。本研究部門は、産業科学ナノテクノロジーセンターおよび量子ビーム科学研究施設と密接な協力関係を持ちながら研究を行っており、更には、分野・部門間の共同研究のみならず、国公立研究機関、民間企業ならびに国際的な共同研究にも積極的に取り組んでいる。

成果

・ナノセルロースを配列集積する液相 3D パターニング技術を開発
・木材パルプの解繊度評価システムの開発
・体内で多量の水素を発生させるシリコン製剤による慢性腎臓病の悪化やパーキンソン病の進行の抑制
・ボロンを用いた裏面電界増強とオージェ再結合の抑制による超低反射シリコン太陽電池の特性向上
・シリコン切粉を黒鉛シートで内包したリチウムイオン電池の負極の創製
・バイオミネラリゼーションを利用した低温焼結プロセスの開発
・水熱合成法による海藻様チタン酸ナトリウムシートの創製
・Ti_3SiC_2 MAX 相単結晶の弾性特性:弾性異方性と層間の弾性不均質性
・小型軽量・高効率フレキシブル熱電変換デバイスの開発
・セラミックス多孔質構造薄膜の常温成膜技術開発
・角度分解光電子分光による層状物質の価電子バンド構造の決定と放射光のエネルギー可変性を利用したその起源の解明
・ガスジェットとキャピラリ放電を組み合わせた多段レーザー航跡場加速実験
・THz-FEL（テラヘルツ自由電子レーザー）利用実験
・量子ビームと材料の相互作用を応用した材料改質
・金属酸化物ナノ粒子溶液の放射線化学研究
・高温高圧下における高 LET 量子ビーム化学の基盤研究
・ジフェニルスルホン誘導体の分子内ダイマーラジカルイオン形成
・フラボヘモグロビンのパルスラジオリシス

自然材料機能化研究分野

教授	能木　雅也
准教授	古賀　大尚
助教	上谷　幸治郎
技術補佐員	柳生　瞳
事務補佐員	緒方　のどか（令和 2 年 4 月 1 日採用）

a)　概要

セルロースは、地球上に最も豊富に存在する持続生産可能なバイオマス資源であり、全ての植物は幅 3~15 nm のセルロースナノファイバーからできています。当研究室では、セルロースナノファイバーを使って「透明な紙（ナノペーパー）」を開発することに成功しました（図 1）。クリアな透明性を有するこの透明な紙は、高い表面平滑性のほか、ガラス並みの低熱膨張性、優れた耐薬品性、紙本来の軽量・折り畳み性・生分解性を有しています。現在、これらの優れた特性を活かし、ナノペーパーを電子デバイス用基板として応用する「ナノペーパー・エレクトロニクス」の実現に向けた研究開発に取り組んでいます。

図 1　透明ナノペーパーの外観

b)　成果

・ナノセルロースを配列集積する液相 3D パターニング技術を開発（*Nanomaterials* **2021**, *10*, 958.）

生物体内で合成されるナノセルロースは、セルロース分子鎖が伸び切った特殊な結晶構造を取るナノ繊維状材料であり、形状と物性の双方で異方性が大きい材料です。このナノセルロースを設計通りに配列させ、熱や光の伝わり方を高度にコントロールすることで、次世代エレクトロニクスの高性能化・省エネ化に向けた熱・光マネジメント部材への展開が期待されています。

本研究では、ナノセルロースを一方向のみならず複数の方向に様々に集積した多軸配向集積フィルムを構築するための液相 3D パターニング技術を開発しました。本技術のコンセプト（図 2）は、ナノセルロース懸濁液をシリンジ針から凝固液中に定速吐出し、流体力学的に繊維を配列させながらその吐出系をプログラムしたパターンに基づき移動させることで 3 次元的にパターニングします。凝固液中でナノセルロース懸濁液をゲル化させ、構造を壊さず凝固液から引き上げて乾燥させることで、プログラム通りの配向構造を持つナノセルロース 100%のフィルムが成膜できることを見出しました。

本手法を用いることで、市松模様に配向軸が異なる多軸配向構造をプログラムし、1 枚のフィルムの面内で配向軸が異なる多軸配向集積フィルムの作製に世界で初めて成功しました（図 2）。このフィルムには、海産動物であるホヤの外套膜から抽出したナノセルロースを用いています。直交する偏光板にフィルムを挟んで光透過性を観察したところ、明確な明暗パターンが見られ、複数の光学異方性軸があることを確認しました。より詳細には、市松模様の各ドメインにおいてほぼ同等の光学位相差が観測され、分子鎖方位に対応する遅相軸がプログラム通りの方位に配置されたことを確認しました。また、このフィルムに一方向の熱流を印加して各ドメインの温度分布を解析したところ、熱流と同じパターニング方向のドメインでは、隣接する直交方向のドメインよりも高温となり、熱が遠くまで伝搬したことを確認しました。すなわち、この液相 3D パターニング技術によってフィルムの光学ならびに伝熱特性の異方性をプログラム通りに設計できることを実証しました。今後、ナノセルロースの自在配列設計による多機能フィルムの開発が期待されます。

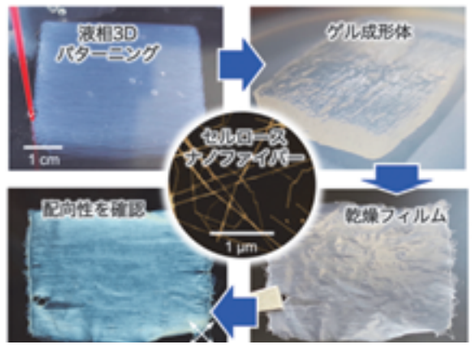


図 2　液相 3D パターニング技術によるナノセルロース配向フィルムの開発コンセプト

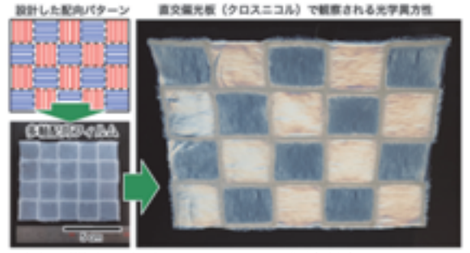


図 3　開発したナノセルロース多軸配向フィルム

・木材パルプの解繊度評価システムの開発（*Carbohydr. Polym.* **2021**, *254*, 117460.）

木材パルプからセルロースナノファイバーを抽出するためには、パルプ繊維を細かく解きほぐす「解繊処理」が不可欠です。近年、物理的・化学的な解繊手法が様々提案されてきました。しかし、ナノファイバーが複雑に束なり合って密集したパルプ繊維を瞬時に解繊することは難しく、したがって連続的かつ反復的な処理によって様々な解繊度（すなわち異なる繊維の束なり度）を持つナノファイバー材料が製造されています。異なる解繊度を持つナノファイバー材料は物理化学的特徴が大きく異なるため、客観的な指標を用いて解繊度を評価することが活用上極めて重要となります。しかし従来は、労力の大きい電子顕微鏡観察や機械的分級法、または透明性や保水度といった間接指標でしか解繊度を推定できませんでした。パルプ材料・ナノファイバー材料を横断的に評価する手法が存在しないため、製造者による品質定義が難しく、また使用者の適切な材料選定も困難となっていました。

パルプ繊維の解繊過程は、セルロースナノファイバーの束なり具合を減少させる過程に相当します。そこで本研究では、高い固有複屈折を持つセルロース分子鎖の束なり具合を光学的に評価する「ピクセル分解位相差分布計測システム」を構築することで、パルプの解繊度を定量解析可能であることを見出しました。本システムのコンセプト（図 4）は、従来、直行偏光板の間にサンプルを挟んで観察される複屈折を位相差の 2 次元マップとして画像化し、ピクセルごとに算出される位相差の頻度分布からセルロース分子鎖の束なり具合を解析するというものです。

図 5 のように、パルプ繊維は分子鎖が多く束なるため大きな位相差を示します。解繊が進むにつれてナノファイバーの束なりが少なくなり、位相差は低減してゆき、十分解繊が進むと極めて小さくなります。この位相差分布マップから解析される位相差平均値と標準偏差によって、パルプ繊維がどの程度解繊されているかを定量的に区別できることを実証しました。

これら位相差画像の深層学習（ディープ・ラーニング）によって未知試料の解繊度を自動判定することも可能であることも確認しています。本システムは、将来的に人工知能（AI）によって解繊度をより明確にかつ自動的に定義づけることに繋がり、パルプ材料ならびにセルロースナノファイバーの構造・品質を示すための要素解析技術となることが期待されます。

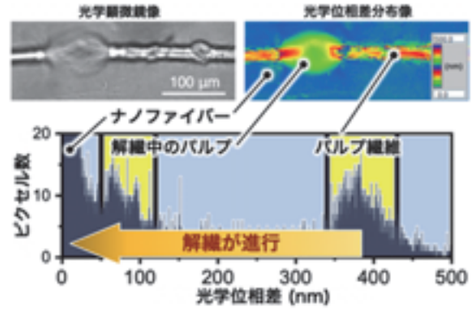


図 4　パルプの解繊が進むと光学位相差が低下することを示すピクセル分解位相差分布解析

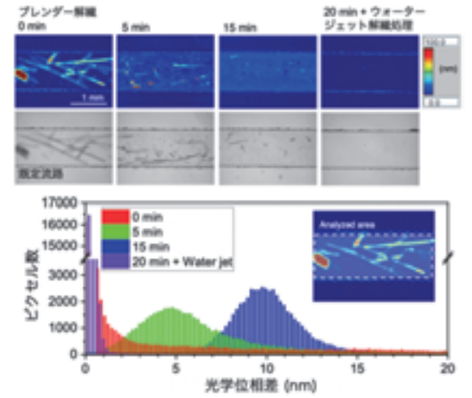


図 5　パルプ懸濁液の異なる位相差分布

半導体材料・プロセス研究分野

教授	小林　光
准教授	松本　健俊、今村　健太郎
特任教授	寺川　澄雄、谷口　正俊
特任助教	小林　悠輝
大学院学生	崔　載英、王　嘉盛（令和 2 年 9 月 30 日修了）、馮　洋
特任事務職員	黒崎　千香

a)　概要

半導体技術は、急速に進歩する現代社会を支えているといっても過言ではない。当研究分野では、新規の半導体化学プロセスを開発することによって、新規水素発生材の開発や種々の半導体デバイスの高性能化・低コスト化することを目標とした研究を行っている。この目標を達成するために、(1)　シリコン製剤による体内水素発生の酸化ストレス性疾患の防止に関する研究、(2) エネルギー問題と環境問題の解決を目指した太陽電池の創製および (3) シリコン切粉から形成するシリコンナノパーティクルの電池材料への応用を行っている。

b)　成果

・体内で多量の水素を発生させるシリコン製剤による慢性腎臓病の悪化やパーキンソン病の進行の抑制

シリコン製剤は、太陽電池等に使用されているシリコンウェーハの原料であるポリシリコン粉末原料から、単純なプロセスで製造できる。シリコン製剤は、中性に近い水と反応して多量の水素が 24 時間以上発生し続ける（図 1）。そのため、シリコン製剤によって、体内で常時発生して細胞を酸化するヒドロキシルラジカル（OH ラジカル）を消滅できると考えた。医学系研究科の島田昌一教授や今村亮一准教授によって、ラットやマウスを用いる動物実験の結果、シリコン製剤の摂取により細胞の酸化が抑制されると共に、抗酸化力（還元力）が向上することが分かった。さらに、細胞の酸化が大きな原因となっている慢性腎臓病（図 2）とパーキンソン病（図 3）が、シリコン製剤の摂取によって防止できる可能性が見出された。

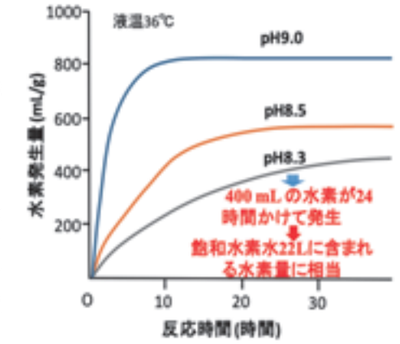


図 1 シリコン製剤と弱アルカリ性水溶液との反応による水素発生

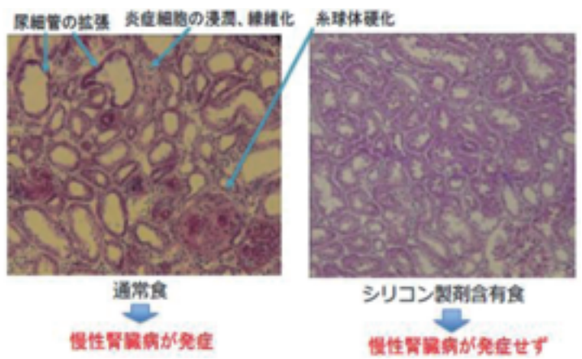


図 2 シリコン製剤の慢性腎臓病に対する効果(慢性腎不全モデルラットを使用)

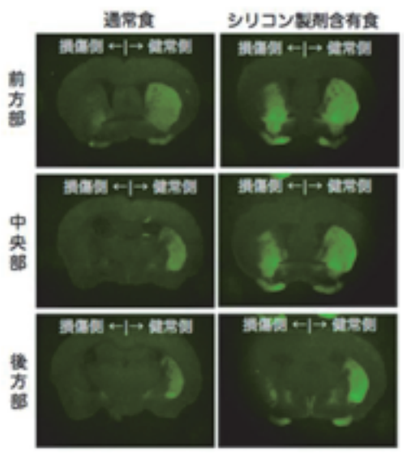


図3シリコン製剤のパーキンソン病に対する効果(片側パーキンソンモデルマウスを使用)

酸化ストレスが大きな原因となって起こる疾患には、現在根本的な治療法がないパーキンソン病、潰瘍性大腸炎等、さらに患者数が非常に多い慢性腎臓病（国内に 1,300 万人）、糖尿病（1,000 万人）、アトピー性皮膚炎等が挙げられる。シリコン製剤は、酸化ストレスを効果的に抑制できるため、これらの疾患の根本的な治療法になると期待できる。さらに、酸化ストレスは老化を促進させる。シリコン製剤によって、酸化ストレスを低減させることで、健康長寿が実現できると期待される。シリコン製剤はサプリメントとして販売が開始されたことから、種々の酸化ストレス性の疾患について高い効果があることが分かりつつある。（Sci. Rep. (2020) 10:5859.）

・ボロンを用いた裏面電界増強とオージェ再結合の抑制による超低反射シリコン太陽電池の特性向上

20.2%の高効率結晶シリコン太陽電池が、従来の反射防止膜であるシリコン窒化膜を用いずに、単純な構造によって作製できた。～3%以下という極低反射率は、SSCT（化学的転写）法を用いてシリコンナノクリスタル層を結晶シリコン基板表面に、わずか 15 秒の短時間で形成することで達成される（図 4）。シリコンナノクリスタル層は、リンケイ酸ガラス（PSG）でパッシベーションでき、裏面はボロン裏面電界効果（Boron-BSF）によりパッシベーションされる。PSG と Boron-BSF は拡散プロセスによって同時に形成されるため、両者の特性を同時に向上可能な拡散条件を検討し、41.8mA/cm^2 の電流密度と 20.2%の高変換効率を得ることに成功した。作製した太陽電池の短波長領域の内部量子効率はシリコンナノクリスタル層の PSG パッシベーション特性やオージェ再結合に依存する。シリコンナノクリスタル層のシート抵抗の変化から、オージェ再結合の抑制が短波長領域の内部量子効率の向上に重要であることが示唆された。Boron-BSF については長波長領域の内部量子効率や少数キャリアライフタイムの比較から、裏面での再結合抑制に効果的な拡散条件を検討した。また、拡散温度の違いによる裏面のボロン濃度の深さプロファイルについても二次イオン質量分析によって確認した。本成果によって Boron-BSF にとって効果的な高温下でリンドーパント濃度を制御した拡散条件がシリコンナノクリスタル層を有する結晶シリコン太陽電池の特性向上に重要であることがわかった。（ECS J. Solid State Sci. Technol. 9 (2020) 045013.）

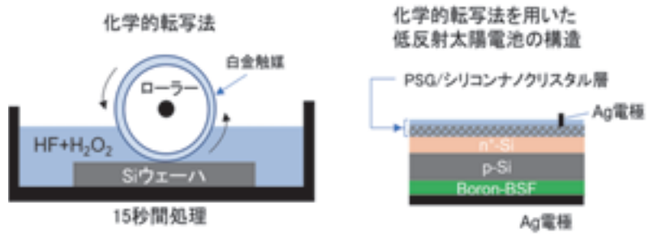


図 4 化学的転写法と、化学的転写法で作製したシリコンナノクリスタル層を有する低反射型シリコン太陽電池の断面模式図

・シリコン切粉を黒鉛シートで内包したリチウムイオン電池の負極の創製

シリコン切粉と黒鉛シートが、共に二次元の形状をもつことに注目し、リチウムイオン電池の正極の製造でも利用される溶媒中で一緒に分散させ、ろ過するだけで、黒鉛シートがシリコンを包んだ複合体を作製できることを見出した（図 5）。作製した電極は、より厚い黒鉛シートでこの複合体を二重で内包していた（図 6）。シリコンの剥離や凝集が抑制され、リチウムイオンや電子の移動も改善され、シリコン負極の寿命と容量の改善につながることが分かった（図 7）。（機能材料 2021 年 2 月号 p. 50～58.）

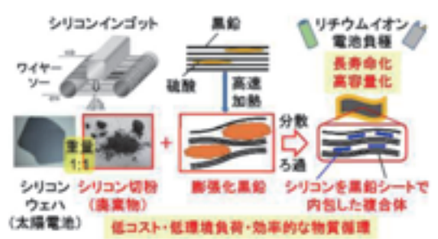


図 5 シリコン切粉由来のシリコンナノ粒子と黒鉛シートを混合した複合体の作製プロセス

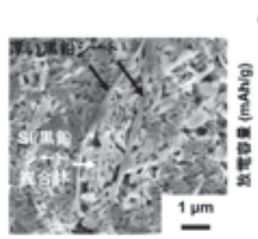


図6シリコン電極の断面走査型電子顕微鏡像

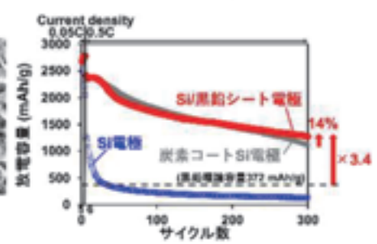


図 7 シリコン/黒鉛シート複合体電極のサイクル特性

先端ハード材料研究分野

教授	関野　徹
准教授	多根　正和
助教	後藤　知代、趙　成訓
特任教授	町田　憲一
特任助教	施　聖芳、朴　賢洙（令和 2 年 10 月 1 日採用）
特任研究員	西田　尚敬、橋本 英樹
大学院学生	趙　容現、徐　寧浚（令和 2 年 9 月 30 日修了）、朴　賢洙（令和 2 年 9 月 30 日修了）、 韓　到衡、梅本 奨大、 高柳　朋浩、西山　聡、福井　潤也、佐々木　悠輔、高田　健太郎
事務補佐員	西迫　満（令和 2 年 6 月 15 日退職）、高原　愛（令和 2 年 6 月 16 日採用）

a)　概要

社会基盤としての材料の重要性は近年ますます高まっている。本研究分野では、材料工学や物理学、化学など多様な学問に基づき、セラミックスや金属材料などを中心として分野および材料横断的な観点に立脚した次世代型材料研究を行っている。その対象は結晶構造レベルに始まり、ナノからマクロスケールまでの多くの階層に及ぶ構造設計やプロセス制御および融合化手法をキーテクノロジーとして、多様な機能を獲得した機能共生型のハード材料やナノ材料の創製、構造や基礎物性、特性の評価および機能発現・機構解明に関する研究を行っている。こうした新規な構造特性や機能特性を有する先端機能性構造材料の研究開発を行うことで、多様な分野への応用を対象とした構造部材としての高強度高靭性材料や多機能調和型バルク材料、生体適合性材料、更には環境・エネルギー材料など、今日の社会が抱える重要な課題の解決に資することのできる次世代型基盤材料創出とその応用を指向している。具体的には、力学的機能と電気的機能が共生したセラミックス複合材料、新規な弾性率計測・解析手法の確立と特性支配因子の解明・制御および材料設計、低次元異方構造を持つ酸化物ナノ材料の構造制御と光触媒・物理光化学多機能性の深化および生体材料への展開に関する研究などにおいて、その基礎学術的研究および応用展開を指向した研究を進めている。

b)　成果

・バイオミネラリゼーションを利用した低温焼結プロセスの開発

焼結プロセスは、1000ºC 以上の高温によりセラミックスを緻密化する固相合成法として広く用いられている。しかし、一般に焼結反応には多くの熱エネルギーを必要とするほか、ポリマーなどとのプロセス温度差のため複合化などに多くの課題があることから、低温・低エネルギー投入による緻密化手法が求められる。本研究では、生体内で生じるバイオミネラリゼーションに着想を得て、擬似体液中でナノ粒子に高圧をかけながら反応させて焼結する新規な低温焼結プロセスの開発を行った。実験では、体液との反応でリン酸カルシウムの生成を誘起するバイオガラス（$55SiO_2$-40CaO-$5P_2O_5$）ナノ粒子を合成して出発原料とした。疑似体液とバイオガラスナノ粒子を混合し、金型に入れて 120 ºC で 300 MPa の圧力下で 12 時間まで反応させた結果、90%以上の相対密度を持つ焼結体を得ることができ、ガラス粒子界面にリン酸カルシウム相の生成が認められた（図 1）。焼結体のビッカース硬度は 4.3GPa 程度を示し、従来の 850ºC で焼結した試料（2 GPa 程度）より高硬度を示した。本コンセプトおよび緻密化手法は、従来に比較して著しく低温で緻密な焼結体を得る新たなプロセスとして有用であることが示された。

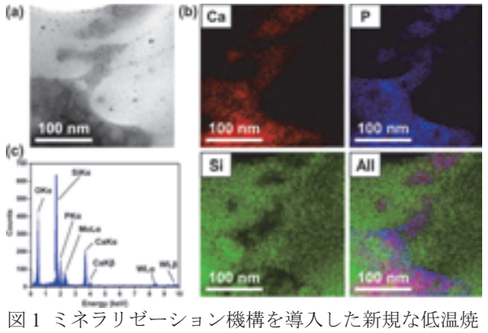


図 1　ミネラリゼーション機構を導入した新規な低温焼結プロセス反応後の焼結体組織の(a)電子顕微鏡像、(b)元素マッピング像、および(c) EDS 分析結果

・水熱合成法による海藻様チタン酸ナトリウムシートの創製

層状チタン酸ナトリウムは、カチオン交換特性を有する無機イオン交換体の一種であり、多様な重金属や放射性核種を取り込むことができ水浄化材料として使用されている。汚染水中からのカチオン除去特性を高めるには、層状チタン酸ナトリウムの結晶構造や形態の最適な設計と、水中からのカチオンの収着機構の理解が重要である。本研究では、簡便なアルカリ水熱合成法を用いて層状チタン酸ナトリウムナノファイバーからなる特異な海苔様シート構造体を合成し（図 2）、モデル物質としてコバルトイオン（Co^{2+}）の収着機構について調べた。合成された層状チタン酸ナトリウム（SST）は、およそ 0.89 nm の層間距離を有する $Na_{2-x}H_xTi_2O_5{\cdot}H_2O$ の二チタン酸ナトリウム構造を有すると推定された。SST は、直径およそ 9 nm のナノファイバーの形態を有し、ファイバーが二次元方向に織り込まれる様に集合した「海苔様」シート構造を形成し、およそ 158 m^2/g の比表面積を示した。硝酸コバルト水溶液を用いて Co^{2+}の収着特性を調べた結果、SST の収着機構はラングミュア型であり、最大収着量（Q_{max}）はおよそ 1.8 mmol/g であった。一方、比較の $Na_2Ti_3O_7$ 市販試薬材料の Q_{max} はおよそ 1.6 mmol/g であり試料表面に水酸化コバルトが析出する様子が観察された。試験溶液中に放出された Na^+濃度や pH 変化の結果から、市販材料は、H^+の取込みが多く Co^{2+}収着は表面析出反応が主であるのに対して、SST では表面析出はほぼみられず、層間 Na^+とのイオン交換反応による Co^{2+}収着が主であることが示された。以上より、結晶組成・構造から形態・微細組織を階層的に設計・制御することで、優れたカチオン収着特性を持つ層状チタン酸塩の創製を実証した。

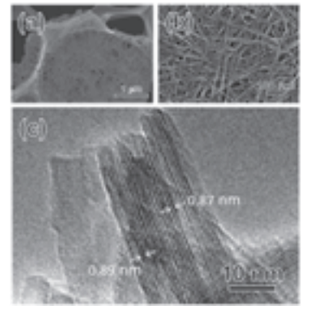


図 2　(a)、 (b) SST の海苔様シート構造および(c)ナノファイバーの層状構造の電子顕微鏡像

・Ti_3SiC_2 MAX 相単結晶の弾性特性：弾性異方性と層間の弾性不均質性

MAX 相セラミックスは MX 原子の層と A 原子の層が交互に積層している層状の結晶構造を有している。ここで M は遷移金属元素、A は A グループ元素、X は C もしくは N で構成されている。このような特徴的な層状結晶構造のために、MAX 相は塑性変形において非常に強い異方性を示すことが明らかにされている。しかし、最も基本的な力学特性である弾性特性においては、弾性率測定に必要な数 mm 角程度の大きな単結晶の育成が困難であるため、特徴的な層状結晶構造が MAX 相の弾性異方性に及ぼす影響は明らかにされていない。そこで、本研究では、Ti_3SiC_2 MAX 相に着目し、Ti_3SiC_2 単結晶の弾性特性を inverse Voigt-Reuss-Hill 近似を用いて実験的に明らかにした。図 3 に Ti_3SiC_2 単結晶のヤング率の結晶方位依存性を示す。Ti_3SiC_2 MAX 相は異方的な結晶構造を有するにもかかわらず、ヤング率およびせん断弾性率はほぼ等方的な弾性特性を示すことが明らかとなった。また、第一原理計算を用いた解析の結果、Ti_3SiC_2 MAX 相は、層状の結晶構造を反映した層間の弾性不均質性を示すことが明らかになった。さらに、Ti_3SiC_2 MAX 相の等方的な弾性特性は層間の弾性不均質性によってもたらされていることを明らかにした。

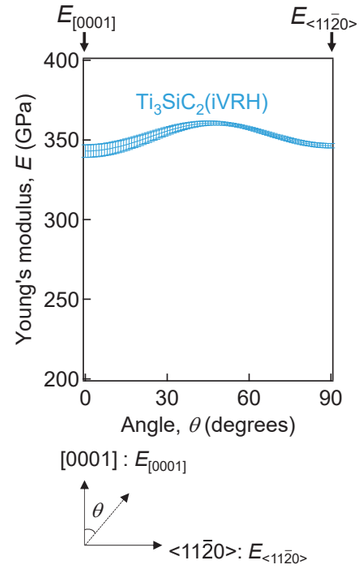


図 3 inverse Voigt-Reuss-Hill (iVRH) 近似によって決定した Ti_3SiC_2 単結晶のヤング率の結晶方位依存性

エネルギー・環境材料研究分野

准教授	長尾　至成（令和２年10月退職）、菅原　徹
特任研究員	木本　幸治
技術補佐員	加賀美　宗子（令和２年６月採用）、廣瀬　由紀子（令和２年８月採用）、鶴元　真妃
事務補佐員	岡村　淑子（令和２年10月採用）

a)　概要

当研究室では、Society 5.0 に資する次世代 IoT 時代に向けて、フレキシブルエレクトロニクス、ウェアラブルデバイス、パワーデバイスなど、エレクトロニクスにおける新分野を開拓する。その中で様々な物質材料や異相界面において、ナノレベルの現象を解明する研究に取り組んでいる。特に、半導体分野では、デバイスの高温動作に向けた実装材料の開発と信頼性の評価/補償について精力的な研究を進め、フレキシブル・ウェアラブルデバイスでは、印刷技術を駆使したデバイスの創成工や身体に装着したときに必要な伸縮性能などの研究開発を実施している。

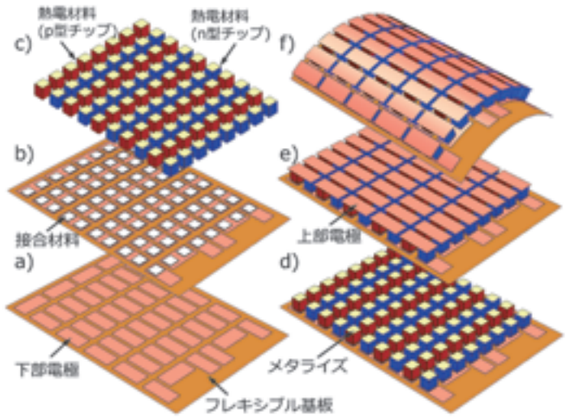


図１　本研究で作製した熱電変換デバイスの作製工程の簡略図

b)　成果

・小型軽量・高効率フレキシブル熱電変換デバイスの開発

Society 5.0時代（超スマート社会）では、各種IoT技術とすべてのセンシング技術により、サイバーフィジカルシステム（CPS）が、我々に健康で安全な生活を提供する。CPSにおいて、電力配線から切り離された、数百億以上のIoTセンサ機器は、我々の生活空間から大量の情報を収集するために、重要な電子機器であり、低価格、軽量、小型、高性能、低消費電力かつ高信頼性などの特性が求められる。

IoTセンサは、電源の常時供給が困難であるため、独立電源とセンサがセットで必要となる。センサ用の自律電源は、大きな電力は必要とせず、エネルギー・ハーベスティングの技術応用が注目されている。当研究室では、固体半導体のゼーベック効果を利用した熱電変換技術に注目して、熱電変換デバイスの小型化・軽量化・高出力化に取り組んできた。

ダイシングなど半導体加工技術を駆使して熱電半導体チップを超微細加工し、軽量でフレキシブルな基板へ高精度チップマウンタを使用して、高密度に正確に実装することで、超小型・軽量化を実現しました）。本研究で開発した小型・軽量フレキシブル熱電変換デバイスは、曲率半径1㎝以下を実現し総重量が僅か約0.4gである。この小型・軽量フレキシブル熱電変換デバイスは、出力密度（630 μ W/cm²@dT=10℃）を示した。また、非常にフレキシブル性に優れているため、チップにかかる機械的ストレスが大幅に軽減され、機械的（物理的）信頼性が高い。

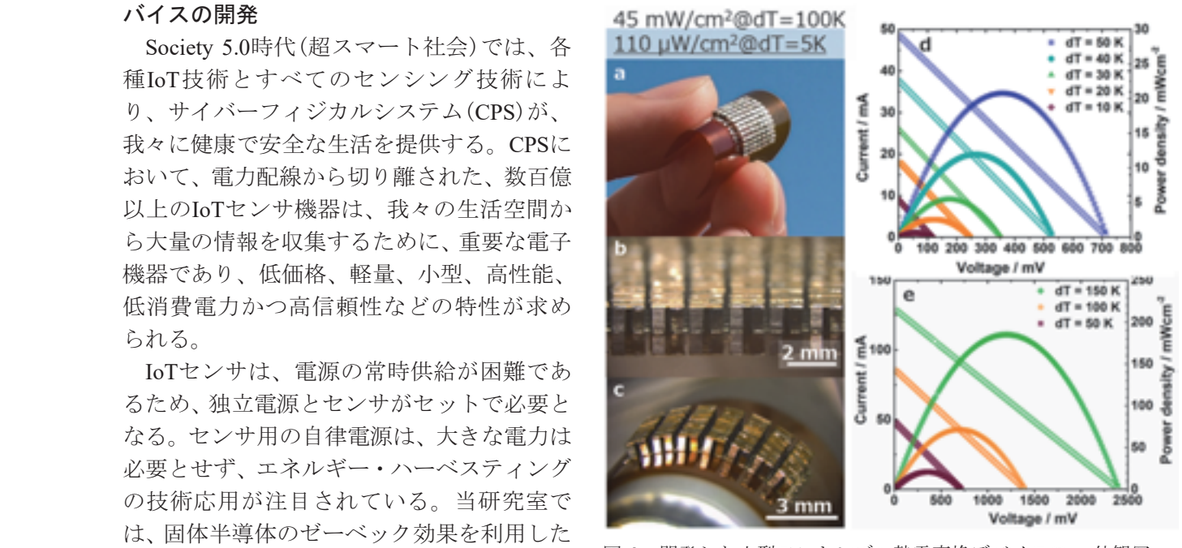


図 2　開発した小型フレキシブル熱電変換デバイスの a 外観写真と側面からの拡大写真（b:平面と b:折り曲げ時）。各温度差(d:dT=10～50K、 e:dT=50～150K)における熱電変換特性(電流−電圧、出力−電圧)

・セラミックス多孔質構造薄膜の常温成膜技術開発

酸化チタンは、我々の生活空間の様々な場面で応用されている。しかし、酸化チタンは、セラミックス材料であり、一般的に焼成・焼結温度が高い(400 度以上)ため、プラスチックなど、耐熱性の低い基板や基材への強固な接着と良質な成膜が困難であった。また、酸化チタンの光触媒特性を十分に利用するため、多孔質構造を真空プロセスなどでナノ構造多孔質を成膜することは、複雑かつ高額な製造プロセスになる。

当研究室では、機金属塩などの原料を混合して、塗布後、単純に焼成・焼結する方法（有機金属分解法）により、酸化チタンの様々なナノ構造（多孔質）薄膜を基板へ直接成膜することに成功した。さらに、この原料を、プラスチック基板へ塗布し、高強度の白色光を照射することで、基板へ熱ダメージを与えることなく、酸化チタン薄膜を焼成・焼結する技術を開発した（図3）。

これにより、プラスチックなど耐熱性の低い基板や基材へ直接、ナノ構造多孔質薄膜を成膜できる。さらに、前駆体溶液は、非常に粘性の低い原料であり、インクジェット印刷機による描画や複雑な形状の基材を前駆体溶液に、直接浸漬することが可能であり、あらゆる形状と材質の基材（基板）へナノ構造多孔質の酸化チタン薄膜をコーティングが可能である。

さらに、図 4 に示すように、前駆体溶液に、各種置換金属元素の有機金属塩を混合することで、バリエーションに富んだ前駆体溶液を調整できる。この前駆体溶液を塗布後焼成することで、簡単に金属元素を置換した酸化チタンナノ構造薄膜をコーティングできる。

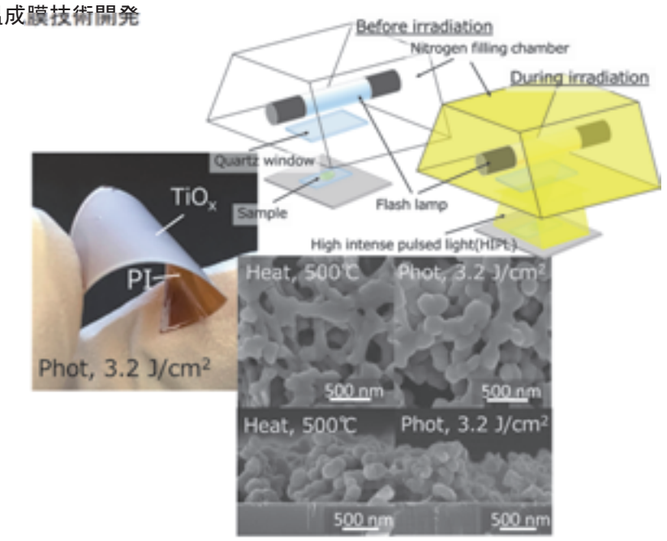


図 3　高強度光焼成装置の概念図(左)光照射前(右)光照射中。プラスチック基板に成膜された TiO_2 薄膜、および電子顕微鏡像。

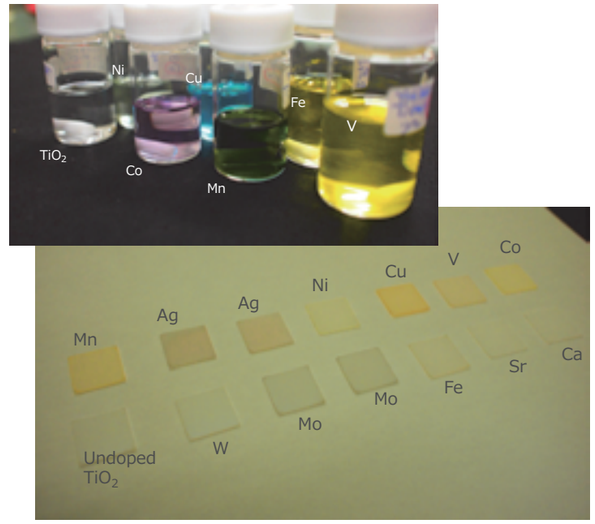


図 4　金属塩を混合した前駆体溶液と、各種遷移金属元素の置換した TiO_2 ナノ構造薄膜の外観写真

励起物性科学研究分野

准教授　　田中　慎一郎

a) 概要

本分野は、固体の電子系が励起された際に発生する種々の原子過程（電子励起誘起原子過程）の機構を解明し、原子過程を制御・組織化して新規の高次機能構造を創製する事を目的としている。従来の手法が有していた熱力学的平衡条件の制約を大きく打破し、材料科学・物質科学の新たな展開方向を開拓する。この目的の為、固体内部及び表面における電子・正孔・格子系の非平衡励起状態および緩和過程に関する詳細な知見を得ると共に、励起状態における電子格子相互作用・スピン軌道相互作用などの多体相互作用の役割を解明する。固体の励起手法として、シンクロトロン放射光、電子線等、多彩な励起源を用いて電子励起状態を制御して発生させる。そして、生成される電子励起状態の性質とその動的挙動を、角度・時間分解光電子分光法や電子エネルギー損失分光法を主とする分光手法を用いて研究する。近年は、放射光を用いた最先端の角度分解光電子分光（ARPES）を主な観測手段としている。

b) 成果

・角度分解光電子分光による層状物質の価電子バンド構造の決定と放射光のエネルギー可変性を利用したその起源の解明

価電子バンドは物質の電子物性を決定する最も重要な要因であり、デバイス開発のための明確な基礎的指針を確立するためには、バンドの形状（分散）を決定し、その詳しい特徴を調べる必要がある。本分野では、近年応用的にも基礎物理の観点からも集めているグラフェンや遷移金属カルコゲナイドなどの原子層状物質の価電子バンドについて、第一原理計算と放射光を用いた角度分解光電子分光の組み合わせによって研究を進めている。角度分解光電子分光は、バンドの分散を直接決定できる実験手段であり、第一原理計算によるバンド計算との比較によって様々な物性を明らかにすることができる。さらに、シンクロトロン放射光の波長（エネルギー）や偏光可変性を利用して、バンドの起源を決定する手法の確立を目指している。ここでは、太陽電池としての応用面で重要な SnS と、量子力学的な効果により複雑な相転移を示すことで知られ基礎的な見地から重要な $TiSe_2$ についての研究を紹介する。

1）SnS の価電子バンドの分散状態の決定とバンド起源の解明

SnS は、新しい太陽電池の素材と近年着目を集めている層状物質である。本研究室では東北大学多元研の小俣研究室・鈴木助教と協力して、太陽電池性能向上のブレクスルーを目指すための基礎研究として、SnS の電子状態を詳しく調べている。図 1（a）は、分子科学研究所 UVSOR で測定した角度分解光電子分光による、層内における 2 次元的な分散を、縦軸をエネルギーにして 3 次元的に示したものである。VBM（価電子帯頂上）付近の電子状態の特徴が示されている。（b、c）では VBM 付近を通る対称性のよい方向でのバンド分散関係が示されている。励起光のエネルギーは 60eV である。

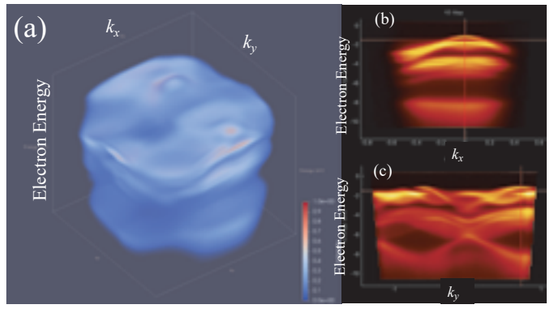


図 1：角度分解光電子分光による SnS のバンド構造

この VBM が、構成原子のどの原子軌道によって作られているかを明らかにすることは、光学的性質ひいては太陽電池としての機能改善のための重要な基礎的知見となる。我々はここで、原子軌道の光電子イオン化確率が励起光の波長（エネルギー）に依存することを利用し、第一原理計算と比較することによりバンドを形成する原子軌道の同定を行った。図 2（a）は、全波数空間での和をとった光電子スペクトルを、二つの励起エネルギーで比較したものである。縦軸は-4eV 付近の強度で正規化している。ピークの相対強度が励起エネルギーによって変化していることがわかる。（b）は、Quantum Espresso パッケージを用いて行った第一原理計算によって、状態密度を原子軌道に分離したものである。トータルではおおむね実験を再現している。（c）は、それぞれの原子軌道からの光イオン確率の計算結果を示している。60eV と比較して 21eV で顕著に Sn5s 軌道の励起確率が減少していることが分かる。（a-c）の比較によって、光電子スペクトルの相対ピーク強度の励起エネルギー依存性が、電子状態を形成している原子軌道の光イオン化確率の変化によって説明できることが分かる。ここでは特に、VBM 付近のバンドが主として Sn5s 軌道によってできていることが実験的に明確に示されたことは、太陽電池の性能向上のための基礎的研究として意義がある。

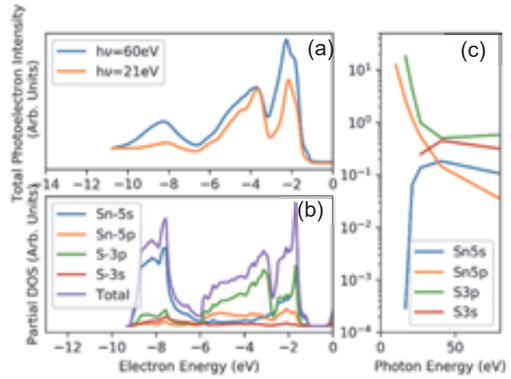


図 2：(a)角度積分光電子スペクトルの励起波長による変化。(b)第一原理計算による原子軌道毎の状態密度。(c)原子軌道毎の光イオン化確率の励起エネルギー依存性

2）$TiSe_2$ の価電子バンドの分散状態の決定と共鳴光電子放出を利用したバンド起源の解明

当分野では、分子科学研究所の松井主任研究員が新たに導入した、広い波数空間での光電子を短時間で検出でき、電子顕微鏡機能も備えた新しいタイプの電子分析器（Momentum Microscopy）の開発に、主としてソフトウエア開発の面で協力している。ここでは、その新しい分析器を利用した $TiSe_2$ に関する研究について紹介する。$TiSe_2$ は擬二次元を持つことで知られる遷移金属カルコゲナイドの一つであり、低温で可逆的に特異な構造相転移を示すことで多くの研究者の注目を集めている。$TiSe_2$ の特徴的な電子状態は、フェルミレベルにおいて電子ポケットとして機能するバンドである。図 3 は、励起エネルギー80eV で観測した角度分解光電子分光の結果であり、フェルミレベル付近に顕著な電子ポケット状の電子状態が形成されていることが分かる。図 4 は、Ti2p 内殻準位から伝導帯への X 線吸収スペクトルと、吸収ピークに対応する光エネルギー（455.7eV）および吸収端以下のエネルギー（451.7eV）での角度積分型光電子スペクトルの比較である。明らかに、Ti2p→Ti3d 吸収が起こっている励起エネルギーで、フェルミレベル直下の電子ポケットに起因するピークが強度増大を起こしている。この増大は Ti3d 電子による Ti2p 正孔の脱励起プロセスと Ti3d 電子の光励起プロセスの共鳴に起因し、この電子ポケット状態がほぼ純粋に Ti3d 軌道から形成されている明確な証拠である。このように、放射光の励起エネルギーを利用した共鳴光電子放出プロセスをモニターすることで、価電子のバンド起源を解明することができる。今後は電子分析器の性能をさらに向上させ、角度分解共鳴光電子分光の研究を行い、さまざまな興味ある物質について、価電子バンドのさらに詳細な研究を行なっていく。

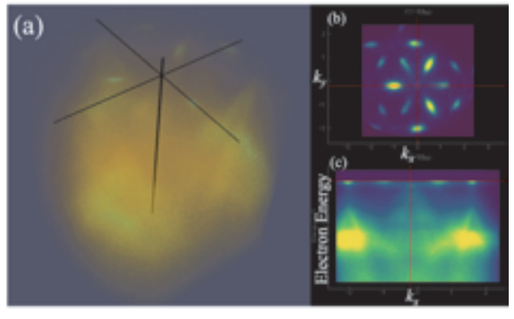


図 3：角度分解光電子分光による $TiSe_2$ のバンド分散の観察

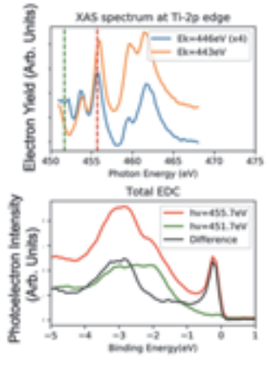


図 4：Ti2p 吸収端における $TiSe_2$ の電子収量スペクトルおよび共鳴光電子スペクトル

量子ビーム物理研究分野

教授	細貝　知直
准教授	金　展
助教	入澤　明典、松門　宏治
特任教授（常勤）	ジドコフ　アレクセイ
特任助教（常勤）	パサック　ナビーン
特任研究員（常勤）	水田　好雄
特任研究員（非常勤）	酒井　泰雄
兼任教授	佐野　智一
招へい教授	佐野　雄二、神門　正城
事務補佐員	山崎　慶子

a) 概要

今日の我々の社会において粒子加速器は基礎科学、産業、医療の発展に大きく貢献してきたが、近年はビームの高エネルギー化と大強度化の要求に伴い巨大化の一途を辿っている。膨大な資金と立地が必要とされる巨大加速器に対する小型化への要求は高く、超高電界の新奇な加速機構による飛躍的な小型化が熱望されている。本研究分野では、高エネルギー加速器の超小型化を実現する超高電界加速として、高強度レーザーパルスとプラズマとの相互作用で励起される電子プラズマ波を用いて電子を加速するレーザープラズマ加速に関する研究開発を進めている。プラズマとビームの挙動の詳細な理解をベースとしたプラズマ制御技術を駆使し GeV 級レーザー加速器の実現を目指す。同時に、レーザープラズマ加速で培った量子ビームと超小型パワーレーザー技術の利用展開として材料改質の研究にも着手した。さらに、将来のレーザープラズマ加速器利用を見据え、遠赤外・テラヘルツ自由電子レーザーを用いた物性制御・照射効果の解明等の線形電子加速器利用研究も展開している。

b) 成果

・ガスジェットとキャピラリ放電を組み合わせた多段レーザー航跡場加速実験

レーザー航跡場加速スキームで安定かつスケーラブルな加速エネルギーのビームを得るためには入射器部のレーザー航跡場と追加速用のレーザー航跡場（ブースター）を分離しそれぞれ独立に制御する多段レーザー航跡場加速が必須である[1]。多段加速の効果を確認するため、入射器となるガスジェットと長尺加速場となるキャピラリ放電（〜5cm）を組み合わせたターゲットを用いた実験を QST の J-KAREN レーザーを使用して実施した（図 1）。標的ガスに水素およびヘリウムを用い、23J/30fs のレーザーパルスを集光照射し、それぞれに対して、最大加速エネルギー 1GeV に迫る電子ビームが得られた（図 2）。

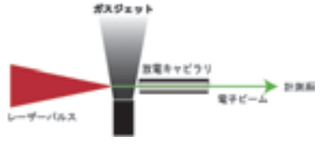


図 1 多段レーザー航跡場加速実験の概略

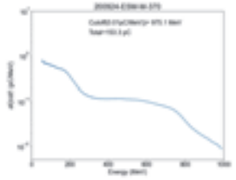


図 2 エネルギースペクトルの一例。
水素ガス標的に対する結果。

・THz-FEL（テラヘルツ自由電子レーザー）利用実験

赤外自由電子レーザーを用いた新しい研究分野の開拓を目的とし、様々なテーマの研究を実行している。研究部門内のみにとどまらず、中赤外領域の FEL 施設（KU-FEL@京都大学、FEL-TUS@東京理科大学）との連携や、海外研究機関（ローマ大学、INFN 研究所（イタリア））との共同研究、企業（日本製鉄）との共同研究を強化し、利用実験を計画・実行している（図 3）。FEL 照射によるアミロイド繊維物質の結晶性変化に関する研究は、新たに群馬大学も共同研究に参加している。産研 THz-FEL の外部利用実験がスムーズに行えるよう、光学系、計測系の制御および改良をおこない、その詳細を原著論文の形で発表した[2]。イタリア研究機関との共同研究（日伊科学技術協力エグゼキュティブ・プログラム EP）の成果は、国際セミナーの主催と原著論文 special issue [2,3]として報告を行った。これらの研究環境と成果に関して日本の学会誌で特集記事としていくつかまとめている[4,5]。

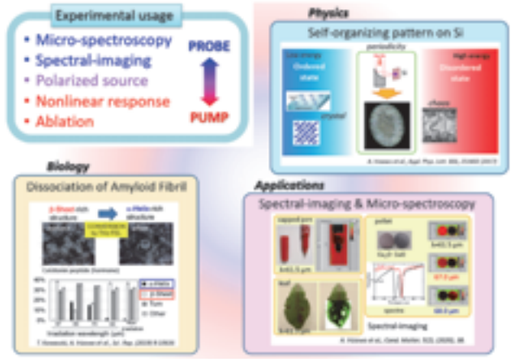


図 3　THz-FEL の基礎から応用にまたがる様々な研究利用とその成果

・量子ビームと材料の相互作用を応用した材料改質

量子ビームは材料の表面に様々な効果を引き起こすことが知られている。パルスレーザーを照射したときの衝撃力を利用すると材料の表面を強化することが可能であり、この技術はレーザーピーニング（以降は LP）と呼ばれている。LP は材料表面に発生する応力腐食割れや疲労亀裂の抑制に高い効果を示すことが知られているが、従来のレーザーは大型で空調が必要など、現場への適応は困難であった。近年開発が進んだ高出力の小型レーザーはロボットアームへの搭載が可能であり橋梁などのインフラや航空機のメンテナンス等の新たな産業分野の開拓が期待できる。レーザーと材料との相互作用に関する知見を基に、産業応用を目指した小型で可搬性の高い LP 装置の開発を開始した。（図 4）

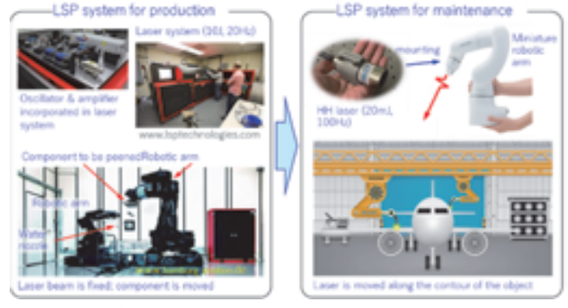


図 4 小型レーザーピーニング装置による施工イメージ

[1] Naveen Pathak, Alexei Zhidkov, & Tomonao Hosokai, Phys. Plasmas, submitted (2021)
[2] Akinori Irizawa, Masaki Fujimoto, Keigo Kawase, Ryukou Kato, Hidenori Fujiwara, Atsushi Higashiya, Salvatore Macis, Luca Tomarchio, Stefano Lupi, Augusto Marcelli and Shigemasa Suga, Condens. Matter 5(2) 38-1-14 (2020)
[3] Salvatore Macis, Luca Tomarchio, Silvia Tofani, S. Javad Rezvani, Luigi Faillace, Stefano Lupi, Akinori Irizawa, and Augusto Marcelli, Condens. Matter 5(1) 16-1-10 (2020)
[4] 入澤明典、 レーザー加工学会誌 Vol. 27, No. 3 (2020) 1-4
[5] 入澤明典、「放射光」第 34 巻 3 号（2021 年 5 月末発行）

量子ビーム物質科学研究分野

教授	古澤　孝弘
准教授	室屋　裕佐
助教	岡本　一将
特任教授	小林　一雄
特任研究員	伊藤　裕子（令和 3 年 1 月 1 日採用）
大学院学生	誉田　明宏、春本　将彦、東川　一希、池内　健吾、大塚　友恵、田中　尚輝、JIN Yuqing
特任事務職員	渡邊　絹子

a)　概要

半導体製造における極端紫外光（EUV）リソグラフィ、粒子線ガン治療等、今後電離放射線領域にある量子ビームの利用が大きく展開して行くことが予想される。量子ビーム物質科学研究分野では最先端の量子ビーム（電子線、EUV、レーザー、放射光、X 線、ガンマ線、イオンビーム）を利用して、量子ビームが物質に引き起こす化学反応と反応場の研究を行っている。量子ビームによる物質へのエネルギー付与から、化学反応を経て、機能発現に至るまでの化学反応システムの解明、得られた知見から新規化学反応システムの構築を行っている。

b)　成果

・金属酸化物ナノ粒子溶液の放射線化学研究

金属酸化物ナノ粒子は、高い触媒活性やエッチング耐性といった特徴を有し、次世代リソグラフィにおける新規レジスト剤（遷移金属含有ナノ粒子）や、軽水炉中の効果的な腐食環境緩和剤（貴金属含有ナノ粒子）といった新しい反応場への適用が期待されている。次世代レジスト剤の一つである金属酸化物レジストの配位子である各種カルボン酸について、その放射線化学反応を電子線パルスラジオリシス法により調べた。異なる pH 条件で反応機構を調べた結果、芳香族系のカルボン酸（BA、*o*-TA、*p*-TA）では、酸性で過渡的に観測されるアニオンラジカルが塩基性でも確認されたのに対し、不飽和脂肪族系のカルボン酸（MAA、TiA、AA）では異なる生成物を与えており（図 1）、電子付着の後にプロトン付加が逐次的に進むことや、その反応部位についても明らかにした。

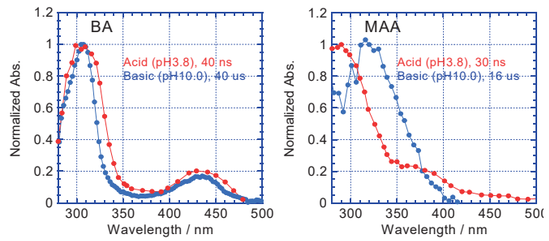


図 1　安息香酸およびメタクリル酸水溶液中に生成するラジカルの吸収スペクトル

・高温高圧下における高 LET 量子ビーム化学の基盤研究

高温高圧流体のビーム誘起反応の理解は原子力工学における安全性・健全性確保の観点から重要である。プロトンや中性子といった高 LET ビームで誘起される化学反応の素過程は基礎科学としてもまだ確立されていない。本研究では高温水の中性子照射による誘起反応を明らかにするため、あらゆるエネルギーの反跳陽子を考慮に入れた円筒トラック拡散モデルに基づく反応動力学計算コードを構築し、初期過程や中間活性種の初期収量を調べた（図 2）。炉型や中性子スペクトルによって、各放射線分解生成物の初期 G 値が 10-20%程度も変化することが分かった。

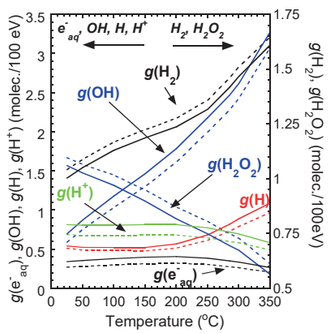


図 2　中性子照射で高温水中に生成する主な中間活性種の初期収量評価：軽水炉（点線）および高速炉（実線）

・ジフェニルスルホン誘導体の分子内ダイマーラジカルイオン形成

我々は最近ジフェニルスルホン誘導体が酸生成促進剤として働き、化学増幅型レジストに添加することにより、電子線や極端紫外線（EUV）露光に対する感度やコントラストなどのレジスト性能を増加させることを見出した。酸生成促進剤はレジスト中で露光後に直接イオン化または電子を捕捉する。そこで、ジフェニルスルホン誘導体溶液の電子線パルスラジオリシスを行い、ジフェニルスルホン誘導体のラジカルイオン種であるラジカルカチオンとラジカルアニオンのダイナミクスについて調べた。図 3 に例として bis（4-methoxyphenyl sulfone）（DMS）溶液で得られた過渡吸収スペクトルを示す。1、2-ジクロロエタン（DCE）中で得られた>1000 nm のブロードな近赤外波長領域の吸収バンドは分子内ダイマーラジカルカチオンに、テトラヒドロフラン（THF）中で得られた 1000 nm に吸収極大をもつ吸収バンドは分子内ダイマーラジカルアニオンにそれぞれ帰属される。特にダイマーラジカルアニオンは室温中ではこれまで安定性が低く、ほとんど報告されていない中間活性種である。密度汎関数（DFT）法による計算結果との比較により、スルホニル基による電子吸引性誘起効果と S 原子の d 軌道とフェニル基を含む共役がダイマーラジカルアニオン形成の安定化に寄与していることが明らかとなった[論文 1]。ダイマーラジカルアニオン形成による電子捕捉がレジスト増感に重要な役割を果たしていると考えられる。

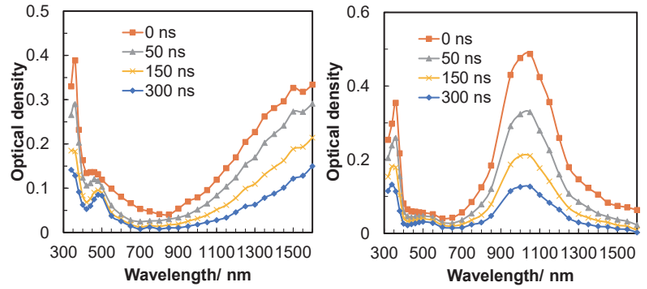


図 3　電子線パルスラジオリシスによって得られた DMS の過渡吸収スペクトル. (左) 1、2DCE 中、 (右) THF 中

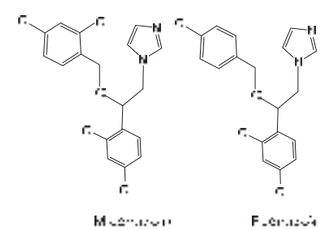
引用文献：[1] K. Okamoto, S. Kawai, and T. Kozawa, Sci. Rep. 10, 19823 (2020).

・フラボヘモグロビンのパルスラジオリシス

マクロファージや動物の免疫細胞が生成する一酸化窒素（NO）はバクテリアに対して殺菌作用を持つが、バクテリアにはその NO に対する防御機構としてフラボヘモグロビン（flvoHb）を持つ。NO は次式に示すように硝酸イオンに酸化される。

$$2\,NO + 2\,O_2 + NADH \longrightarrow 2\,NO_3^- + NAD^+ + H^+$$

ヘムを結合しているグロビンドメイン、FAD を結合しているドメイン、および NAD 結合ドメインから成ることが知られている。一方この flvoHb の阻害剤として以下に示すアゾール型抗菌薬である Miconazole、Econazole が知られている。これら抗菌薬は flvoHb の疎水ポケットに結合し、その薬物の結合により open 構造あるいは closed 構造をとる。本研究では、その構造の違いが FAD からヘム鉄へのタンパク質内電子移動過程にどう影響するか検討した。水和電子（e_{aq}^-） はヘム鉄だけでなく FAD を還元する。さらに還元された FAD からヘム鉄への電子移動が観測された。600 nm ではヘムの吸収の寄与は少なく、FAD のセミキノンの生成、消失による吸収変化を追跡することができる。薬物が無い状態では 1.2 x 10^3 s^{-1} で電子移動し、セミキノンとヘム鉄間の電子移動の平衡状態にあることが分かった。それに対して micozole 複合体では 2.4 x 10^3 s^{-1} に増加し、さらに econazole ではさらに 10 倍加速していることが分かった。この差異は open-close 構造変化の過程を反映しているものと思われる。



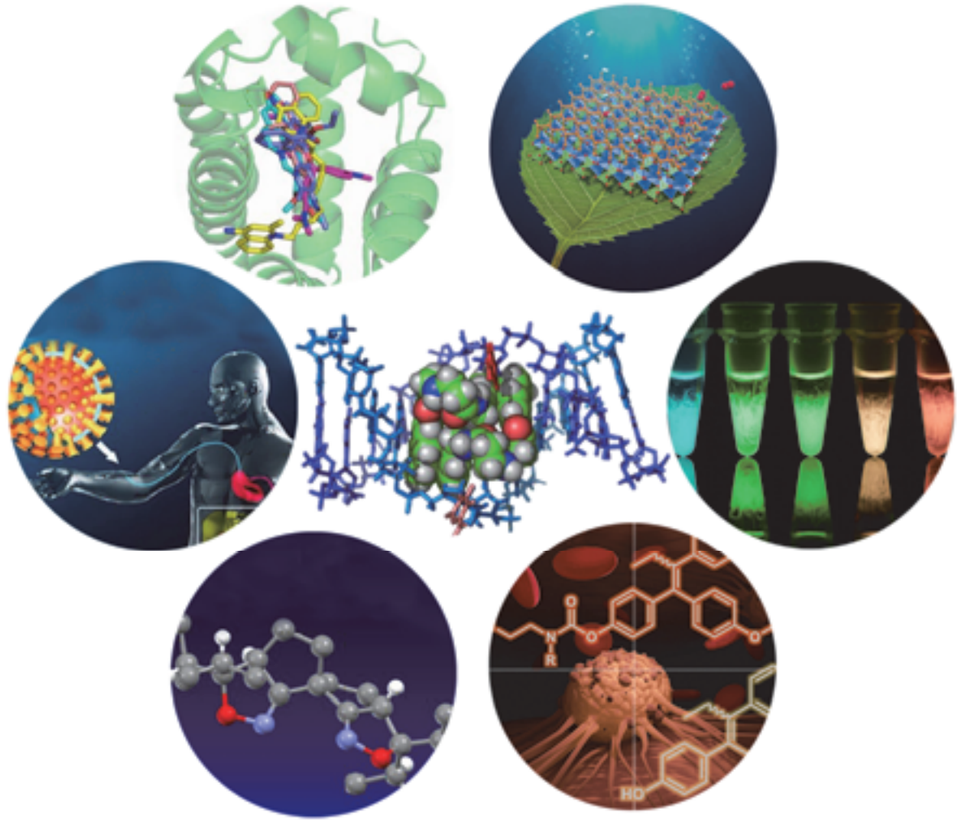
第 3 研究部門（生体・分子科学系）

概要

本研究部門は、生体科学系研究分野および分子科学系研究分野からなる研究部門で、生体分子反応科学、生体分子制御科学、生体分子機能科学、励起材料化学、機能物質化学、精密制御化学、複合分子化学の７研究分野で構成されている。

生体科学系においては、これまで、生体内ピンポイント薬物送達システムの開発や多剤耐性機構の解明と新規治療薬開発、蛍光および化学発光タンパク質を用いたバイオセンサー開発など生物にとって最も基本的な反応の分子機構の解明ならびにその知見を活かした産業応用研究を進めてきた。一方、分子科学系においては、分子化学の基礎から応用に及ぶ多様な研究を基盤として、有機化学、物理化学、触媒化学、表面化学、ビーム化学、材料化学、創薬化学、さらには生体機能の分子化学的解明などにも研究を展開してきた。本研究部門では、各研究分野の独自の研究をさらに深化させることを基本としつつ、生体科学と分子科学の新たな融合研究の創成も目指している。

教育面では、理学研究科（化学専攻、生物科学専攻）、工学研究科（応用化学専攻、生物工学専攻）、薬学研究科（創成薬学専攻・医療薬学専攻）、および生命機能研究科から大学院学生を受け入れており、広い視野を持つ研究者の育成を目指している。



励起材料化学研究分野

教授	藤塚　守
准教授	川井　清彦、小阪田　泰子（高等共創研究院）
助教	Chao Lu（令和 2 年 12 月 1 日採用）
招へい教授	杉本　晃
招へい研究員	Jie Xu（令和 2 年 10 月 1 日採用）
大学院学生	Jiawei Xue, Jie Xu（令和 2 年 9 月 30 日単位取得退学）
	Xinxi Li、Shuya Fan、Zuoyue Liu
	岡田　悠汰、米澤 祐基

a)　概要

光および放射線を空間的・時間的に制御し、誘起される励起分子化学を基盤として、分子・反応場の立体的・時間的・電子的・構造的・化学的性質を利用した反応制御化学の研究を行っている。ナノ秒～フェムト秒レーザーフラッシュフォトリシス、パルスラジオリシス、時空間分解一分子蛍光顕微鏡などを使用して、以下の研究を推進している。

1）高励起状態ならびに反応中間体励起状態の反応ダイナミクス
2）ナノ光触媒による光エネルギー変換
3）振動分光の放射線化学への応用
4）光をトリガーとした DNA・RNA 構造変化の制御
5）一分子蛍光観測による生体分子ダイナミクス、ごく微量分析・診断法の開発

b)　成果

・高励起状態ならびに反応中間励起状態の反応ダイナミクス

われわれは種々の反応中間体を光励起することで従来検討されることのなかった反応中間体励起状態や高励起状態の化学を検討してきた。複数のビームを波長およびタイミングを制御し段階照射するマルチビーム化学をこれまで展開し、種々の新規反応を明らかにした。近年では、ラジカルイオンの励起状態をフェムト秒の時間領域で検討することで、基底状態とは異なる励起ラジカルイオンに特異的な反応を明らかにするとともに、有機伝導固体の光伝導との関連を示してきた。今年度は、京都大学化学研究所の山子教授グループらが新たに合成したメビウストポロジーを有する新規環状共役π分子シクロパラフェニレン（CPP）の光物性の検討を行った。ピコ秒レーザーおよびフェムト秒レーザーフラッシュフォトリシスによる過渡吸収測定およびりん光寿命の測定などから、これらのメビウストポロジーを有する CPP 誘導体は従来の CPP 類と比較し、励起三重項状態の芳香族性の増加を示す吸光係数の増加など形状に起因した物性を示すことを明らかにした。

・ナノ光触媒による光エネルギー変換

金ナノ粒子、金属酸化物半導体ナノ材料などの光触媒系における界面反応ダイナミクスを単一粒子・単一分子レベルで解明するとともに、超高速分光により電荷ダイナミクスを明らかにすることで、高効率なナノ光触媒を開発することを目的としている。今年度は、可視光を用いた水分解による水素発生を実現する C_3N_4 触媒における欠陥サイトの寄与を明らかにすることを目的として、C_3N_4（CN）と高温で生成することにより多くの欠陥サイトを有する C_3N_4（TCN）における光電荷の挙動をフェムト秒拡散反射測定により検討した。その結果、TCN に生成する含酸素欠陥サイトが浅いトラップサイトとなることにより、水素発生効率の向上がもたらされていることが明らかになった。

・振動分光の放射線化学への応用

パルスラジオリシスによる反応中間体の反応ダイナミクスの検討には、多くの場合過渡吸収測定が用いられているが、分子構造変化の詳細を得るためには振動分光の適用が好ましいことより、われわれは時間分解共鳴ラマン（TR^3）測定をパルスラジオリシスに適用した。今年度は 2,3-ナフタルイミド（2,3-NI）のラジカルイオン状態および励起三重項状態における振動構造の検討を行った。得られた TR^3 スペクトルと理論計算の比較より、ラジカルアニオン状態において分子構造の対称性が低下することを見出した。さらに、電荷分布と芳香族性を検討することでこれらの開殻系における構造と電荷分布について新たな知見が得られた。

・光をトリガーとした DNA・RNA 構造変化の制御

生体高分子の機能を、時空間を制御して操る手法開発が望まれている。我々はピレン（Py）が一電子酸化されると、もう一つの Py 分子と約 9 kcal/mol の会合エネルギーでダイマーラジカルカチオン（$Py_2^{\bullet+}$）を形成する事に注目し、$Py_2^{\bullet+}$形成による核酸構造の光制御について報告してきた。昨年度は、Py をスルホン化した親水性 Py 誘導体（Spy）を合成し、Spy を 2 分子 DNA に導入することにより、レーザーパルスをトリガーとした 2 光子イオン化による DNA1 本鎖構造の構造制御について報告した。本年度は、DNA と比較して、より構造の多様性を有する RNA の構造変化に取り組んだ。SPy を 2 分子導入した RNA を合成し、DNA と同様に、過渡的な RNA 環状構造の形成の制御を達成した。$Py_2^{\bullet+}$の形成速度から、DNA、RNA のダイナミクスについて詳細に調べた。DNA と RNA の相違点は、1. RNA においてはリボースの 2'位に水酸基を有する点、および、2. RNA ではチミンのメチル基が水素原子に置き換わったウラシルとなっている 2 点になる。水酸基は核酸 1 本鎖の分子運動を遅くする一方、チミンの 5 位のメチル基の水素原子への置換は核酸 1 本鎖の分子運動を速くすることが示された。

・一分子蛍光観測による生体分子ダイナミクス、ごく微量分析・診断法の開発

我々は、一つの蛍光分子から放たれる光の挙動（蛍光の点滅現象＝blinking）に注目することにより、様々な光化学反応速度を 1 分子測定する、**K**inetic **A**nalysis based on the **C**ontrol of fluorescence **B**linking（KACB 法）の開発に取り組んできた。昨年は、酸化・還元反応（**r**edox）を活用した blinking の制御による、抗原―抗体反応の 1 分子測定について報告した。本年度は、蛍光分子の励起三重項状態（**t**riplet）の生成による blinking 測定に基づく tKACB 法の検討を行った。1 ms 以上の寿命を有する三重項励起状態の化学反応に基づく分析法は、一重項励起状態と比べ 100,000 倍以上広い時間領域で進行する現象を分析原理とすることができ、三重項励起状態の化学反応で広く利用されている三重項－三重項エネルギー移動（TTET）に注目した。光退色防止剤として知られる 1,4,5,8-cyclooctatetraene （COT）をエネルギーアクセプター、兼、光退色防止剤として利用し、blinking 現象を利用して相関解析より三重項励起状態の寿命を求め、その逆数として TTET 速度を 1 分子測定することに成功した。モレキュラービーコン型プローブに COT、および、蛍光分子 ATTO 647N を導入することにより、モデルバイオマーカーmiR-155 の 1 分子レベル検出を達成した。

機能物質化学研究分野

教授	笹井　宏明
准教授	滝澤　忍
助教	近藤　健、佐古　真（令和 2 年 5 月 15 日退職）
特任教授	北　泰行、平尾　俊一、藤岡　弘道
特任助教	Md. Imrul KHALID（令和 3 年 2 月 1 日採用）
博士研究員	Irshad MATTAN
大学院学生	Md. Imrul KHALID（令和 2 年 12 月 15 日修了）、草場　未来、杉嵜　晃将、中村　顕斗、Ankit KUMAR、Hettiarachchige Dona Piyumi WATHSALA、Tin Zar AYE、Mohamed Salem Hefni Salem MOHAMED、Chandu G KRISHNAN、Ganesh T KAMBLE Hanseok PARK（令和 2 年 9 月 25 日修了）、安田　修
学部学生	久田　悠靖
事務補佐員	本多　綾香

a)　概要

不斉触媒は、極微量の使用により医薬品原料などの有用な光学活性化合物を大量に供給できる。限りある資源を有効かつ最大限に活かし、環境汚染物質の排出を抑制するためには、実用的な高活性不斉触媒の開発が最重要課題の一つとなっている。当研究分野では、新しい触媒的不斉合成法の開発とその反応メカニズムの解明に積極的に取り組み、酵素的な作用機序で働く多機能な不斉触媒の開発に成功している。既存触媒の単純な不斉化とは異なる新しい活性化機構を基盤とする新規反応の開拓的研究である。現在、これら多機能不斉触媒の固定化、強固な骨格に基づく効果的不斉環境を有する新規光学活性配位子ならびに有機分子触媒の設計・創出を重点的に推進している。

b)　成果

・光応答性キラルクラウンエーテル相間移動触媒による不斉反応の制御

光応答性不斉触媒は、光の波長に応じて分子の立体構造・電子状態を変化させることで、不斉反応の反応性や選択性を制御できる。しかしながら、高い立体選択性と光スイッチング機能を両立した触媒の報告例はほとんどない。そこで今回、入手容易なアゾベンゼン誘導体（光応答性ユニット）と BINOL（キラルユニット）をオリゴエーテル鎖で架橋したクラウンエーテル分子 **1** を創製した。本分子はトルエン中紫外光下では *Z* 体/*E* 体＝88/12、可視光下では *Z* 体/*E* 体＝32/68 へと異性化する。本分子を不斉相間移動触媒として、水酸化カリウム存在下、グリシンシッフ塩基 **2** と 4-クロロベンジルブロミド **3** による不斉アルキル化反応に適用した結果、紫外光照射下では、高収率・高エナンチオ選択性で目的生成物 **4** が得られるのに対して、遮光下では反応はほとんど進行しなかった（図 1）。*Z* 体と *E* 体でクラウンエーテル環の構造が大きく異なり、紫外光照射によって優先的に生じる Z 体のカリウムイオンとの錯形成能向上が高い反応性を示した理由と考えられる。

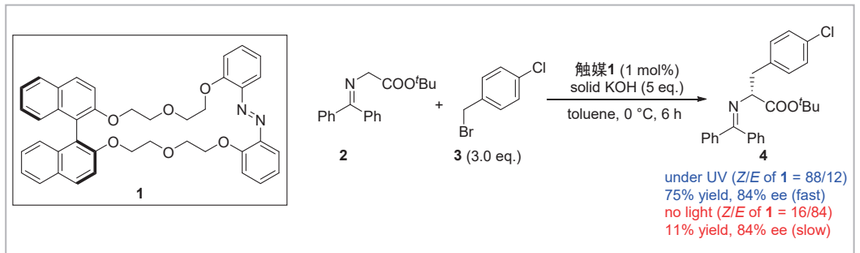


図 1　光応答性不斉相間移動触媒による不斉アルキル化反応の制御

・Pictet-Spengler 反応/酸化的転位連続反応によるスピロオキシインドール類の不斉合成

光学活性なスピロオキシインドール類は、様々な生物活性物質や天然物の母格に見られ、これまでに様々な不斉合成法が開発されている。しかしながら、既存の合成法では多工程を必要とし、低原子効率であった。そこで、トリプタミン **5** と入手容易なアルデヒドとの不斉 Pictet-Spengler 反応によるテトラヒドロ-β-カルボリン **6** の合成、続く酸化的転位反応によるスピロ（2-オキシ）オキシインドール **7** の合成を行った。不斉 Pictet-Spengler 反応に際して、不斉触媒としてキラルスクエアアミド触媒を、添加剤としてコハク酸を用いたところ、高い収率、エナンチオ選択性で **6** が得られた。また、酸化的転位について次亜塩素酸ナトリウム 5 水和物を用いたところ、エナンチオ選択性を維持したまま、高い収率、立体選択性にて目的化合物 **7** が得られた。酸添加剤として安息香酸を、酸化剤としてオキソン® を用いたところ、同様の手法にてイソトリプタミン **8** からテトラヒドロ-γ-カルボリン **9** を経由するスピロ（2-オキシ）オキシインドール **10** の合成にも成功した（図 2）。本手法はテトラヒドロカルボリン **6** や **9** を単離することなく、ワンポット合成にも適用できた。得られたスピロオキシインドール類のバイオアッセイでは、Wnt シグナル阻害活性を示す化合物 **10a**（R^1 = H; R^2 = *o*-tolyl; R^3 = Boc）を見出すことができた。

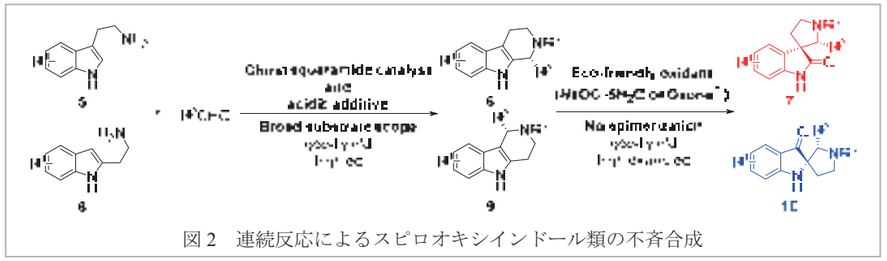


図 2　連続反応によるスピロオキシインドール類の不斉合成

・ベイズ最適化を活用するアミンの電解酸化のマルチパラメータスクリーニング

イミン類は有機合成化学分野において有用な中間体であり、その合成法の 1 つに二酸化マンガンのような金属酸化剤によるアミンを原料とする酸化反応がある。しかしながら、本手法では大量の金属廃棄物が副生するため、環境低負荷な合成手法が求められている。そこで今回、電極上で直接アミンを酸化する電解酸化反応に着目した。電解反応は環境低負荷型合成法として注目を集めているものの、電流値や電解質など電気化学的なパラメータを最適化する必要があるため、反応条件探索が煩雑になる傾向がある。そこで、最小限の実験データと機械学習法の 1 つであるベイズ最適化を活用するマルチパラメータスクリーニングによって、アミンの電解酸化反応の効率的最適化を行った。まず、白金電極を用いて、出発物質 **11** および電解質（過塩素酸リチウム）の濃度、電流値、反応温度、反応時間の 5 つのパラメータについて 5 通りの収率データを収集した（**12**: 8-65%収率）。続いて、ベイズ最適化によって次に検討すべき反応条件を予測し、実験によって評価した。ベイズ最適化による予測と実験による評価を繰り返したところ、7 回の試行、すなわち合計 12 回の実験によって目的生成物であるイミン **12** を良好な収率で与える反応条件を見出すことに成功した（図 3）。

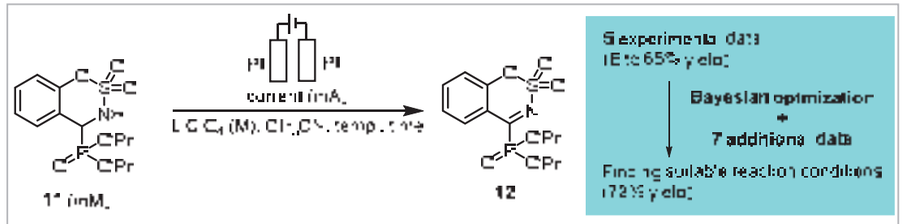


図 3　アミンの電解酸化反応の効率的最適化

精密制御化学研究分野

教授	中谷　和彦
准教授	堂野　主税、村田　亜沙子
助教	柴田　知範、山田　剛史
特任助教	サンジュクタ　ムケルジー（令和 2 年 11 月 1 日採用）
博士研究員	ビモレンドゥ　ダス、ルー　イーファン
大学院学生	村上　英太郎、ムハンマド　ノルマン　シディック、高島　裕介、陳　清文、朴　韓哲、アニサ　ウルフスナ、古園　朋子、吉留　大輔、川上　功太郎、櫻林　修平、倪露、桑原　聡己、迫　凜音、小柴　佑輔、張　陸艶、藤井　陽和、阿南　梨紗、邢　子鷺
学部学生	中町　彩乃、矢野　宥月
技術補佐員	木村　真貴、須貝　亜矢子、原田　恭枝（令和 2 年 12 月 15 日退職）
事務補佐員	矢口　百合子（令和 2 年 10 月 15 日退職）、勝本　みほり（令和 2 年 10 月 16 日採用）

a)　概要

精密制御化学研究分野では、核酸に結合する低分子によるケミカルバイオロジー・ケモインフォマティクス研究を行っている。mRNA やその前駆体である pre-mRNA、加えて 2000 年台以降次々に発見された機能性ノンコーディング RNA（e.g. miRNA、 siRNA、lncRNA、circRNA）は、ポストゲノム時代の重要な創薬標的である。近年隆盛を迎えている核酸医薬品の次世代創薬として、核酸に結合する低分子による新しいモダリティ「核酸結合性低分子による創薬」の確立を目指す。具体的には、標的 RNA に特異的に結合する低分子リガンドを有機合成による化合物デザインや大規模スクリーニング、構造活性相関研究によって開発する。さらに、それら核酸結合性低分子リガンドが細胞内の核酸機能を調節し、さらには表現系に影響を与えることを、細胞・個体レベルで明らかにする。

b)　成果

・UGGAA リピート結合分子による SCA31 型モデルショウジョウバエの表現型改善

脊髄小脳失調症 31 型（SCA31）は、TGGAA リピートの異常挿入が原因で発症する難治性の神経変性疾患である。TGGAA リピートの転写産物である UGGAA リピートは、RNA 結合タンパク質などを捕捉し、細胞核内に RNA 凝集体を形成することで RNA 毒性を示す。本研究では UGGAA リピート結合低分子が、in vivo においてリピート RNA 毒性を緩和することを実証した。

研究室保有の化合物ライブラリから UGGAA リピートに強く結合する低分子として NCD（図 1a）を発見し、NMR 構造解析により NCD と UGGAA/UGGAA モチーフの複合体の構造を明らかにした（図 1b）。NCD は UGGAA リピートと RNA 結合タンパク質の結合・細胞核内での RNA 凝集体の形成を阻害した。さらに UGGAA リピートの発現により複眼変性を呈する SCA31 モデルショウジョウバエの幼虫に NCD を給餌すると、複眼変性が軽減され （図 1c）、NCD が UGGAA リピートの RNA 毒性を緩和することが示唆された。

図 1. a) NCD の化学構造 b) 複合体の NMR 構造 c) NCD による SCA31 モデルショウジョウバエの表現型改善

・JM642 による DM1 モデルのスプライシング異常の回復

筋剛直性ジストロフィー（DM1）は、*DMPK* 遺伝子の非翻訳領域に存在する CTG 繰返し配列の異常伸長によって発症する難治性神経変性疾患である。異常伸長 CUG リピートによる RNA 毒性が疾患原因と考えられており、CUG リピートに強固に結合する低分子は DM1 治療薬として期待される。我々は、ドッキングシミュレーションと SPR による合成分子の結合データを用いた構造活性相関研究から、CUG リピート選択的な新規結合分子 JM642 を見出した。DM1 マウスモデルを評価系とし、5 日間 JM642 を腹腔内投与（20 mg/kg）したところ、複数の遺伝子で異常スプライシングの回復が確認された（図 2）。さらに、DM1 患者由来の筋芽細胞で高頻度に観測される RNA 凝集体が、JM642 を添加した細胞では大きく減少することを見出した（図 3）。以上の結果は、JM642 が CUG リピートに結合して RNA 凝集体生成を阻害した結果、捕捉されていたスプライシング因子が解放される作用機序を支持する。JM642 の CUG リピートへの選択的かつ親和性の高い結合特性が、スプライシング異常回復効果に重要であると考えられ、JM642 の母骨格である 1、3-ジアミノイソキノリンの 5 位置換基を最適化することで、より高効果、低毒性の結合分子創製が期待される。

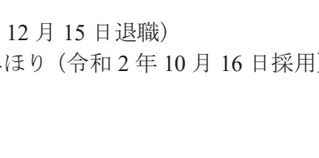


図 2. DM1 モデルマウスにおける JM642 のスプライシング異常回復効果

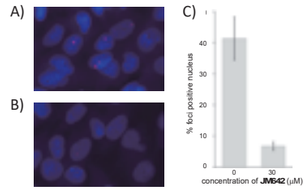


図 3. JM642 による RNA foci 形成阻害

・低分子化合物 RND により誘導されるヘアピン RNA の二量化と Dicer による切断反応阻害

マイクロ RNA（miRNA）は、19~25 塩基の短い RNA であり、標的遺伝子の翻訳制御を通じて種々の細胞機能を調節する。このことから、特定の miRNA の生合成を阻害・促進する低分子化合物は、miRNA が関わる細胞機能を制御する分子ツールや創薬リードとなる可能性を秘めている。

miRNA は、前駆体 RNA が 2 種類の RNaseIII 型酵素、Drosha と Dicer により切断されることで生合成される。miRNA の生合成を標的とした低分子化合物がこれまでに開発されており、それらは前駆体 RNA に結合することで、Drosha または Dicer による切断を阻害する。我々は、新規にデザインしたナフチリジン誘導体 RND（Restricted naphthyridine dimer）が、miRNA 前駆体様ヘアピン RNA のヘアピンループに結合して RNA 二量化を誘導すること、RNA 二量化により Dicer による切断が顕著に阻害されることを明らかにした。（図 4） 本論文は、RNA 前駆体の二量化による Dicer 切断反応阻害という、これまで報告例のない低分子化合物による miRNA 生合成阻害の作用機序を報告し、今後の miRNA 標的分子デザインの新たな指針を示した。

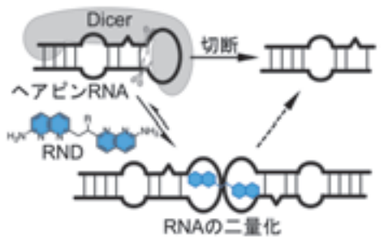


図 4. RND によるヘアピン RNA 二量化と Dicer による切断反応阻害

・GGGGCC リピート結合分子の創製

家族性萎縮性側索硬化症（ALS） / 前頭側頭型認知症（FTD）は、*C9ORF72* 遺伝子の非翻訳領域に存在する GGGGCC からなる 6 塩基繰り返し配列の異常伸長によって発症する。GGGGCC リピートに対して、配列選択的かつ異常伸長に選択的に結合する分子は、ALS/FTD 発症の分子機構を調査する分子プローブとして、また、症状を抑える医薬品開発に向けたリード化合物として期待される。本研究では、GGGGCC リピートに対する新規低分子リガンドとして、ナフチリジン 4 量体 *p*-NCTB（図 5 上）を報告した。*p*-NCTB は、GGGGCC リピートが形成するヘアピン構造中の 5’-CGGG-3’/5’-CGGG-3’配列を認識し、2 つのヘアピンを架橋するようにして結合する。繰り返し数の大きい GGGGCC リピートでは、鎖内複合体形成が優先的に進行するため、長鎖リピート選択的な結合挙動を示す。リピート数に依存した結合特性により、*p*-NCTB は、長鎖リピートにおいてより効果的な転写阻害活性を示すことが明らかになった。

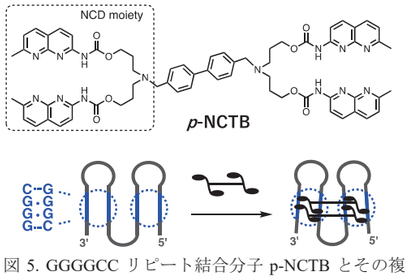


図 5. GGGGCC リピート結合分子 p-NCTB とその複合体構造の模式図

複合分子化学研究分野

教授	鈴木　孝禎
准教授	伊藤　幸裕（令和 2 年 6 月 1 日採用）
助教	山下　泰信、高田　悠里（令和 3 年 1 月 1 日採用）
特任助教	黒原　崇
特任研究員	Remy Narozny
研究員	田中　啓太
招へい教授	大庭　誠（令和 2 年 5 月 1 日採用）
招へい研究員	Farzad Zamani（令和 2 年 12 月 1 日採用）
事務補佐員	本多　綾香

a)　概要

DNA の塩基配列の変化に依存しないで遺伝子の発現（DNA から RNA への転写）を制御する機構は「エピジェネティクス」と呼ばれている。ヒストンのリシン残基のアセチル化やメチル化がエピジェネティクス機構の一つであることが知られている。エピジェネティクスに異常が起こると、細胞は、必要のない遺伝子を発現し、必要な遺伝子の発現を抑えてしまう。このエピジェネティクス異常により、細胞は正常に働けなくなり、疾病が引き起こされる。がんや神経精神疾患（認知症やうつ病）では、エピジェネティクスの異常（例えば、メチル化されるべきヒストンがメチル化されていない状態）が疾患の原因であることが分かっている。したがって、エピジェネティクスの異常な状態（病気の状態）を正常な状態（健康な状態）に変換することが出来れば、がんや神経精神疾患などのエピジェネティクスが関与する病気は根本治療できると考えられる。当研究分野では、有機化学的根拠に基づいた独自の分子設計により、がんや神経精神疾患治療のためのエピジェネティクス制御の分子技術の確立を目指している。

b)　成果

・金属イオン活性型 *in situ* クリック反応を用いた KDM5C 阻害薬の同定

Fe(II) 、α-ケトグルタル酸依存性ヒストン脱メチル化酵素 KDM のアイソザイムの一つである KDM5C はがんの増殖に関与することが報告されているが、これまでに KDM5C 選択的阻害薬は報告されていなかった。そこで、本研究では、活性中心に金属イオン（M^{+}）を持つ酵素を標的として、M^{+}が AAC を促進することを利用した *in situ* クリックケミストリーを開発し、それを KDM5C 阻害薬の同定に応用した。本法では、アルキンフラグメントとして 2-etynyl pyridine を用意したが、ここでは、ピリジン環の窒素原子が KDM5C 上の Fe^{2+}に配位することでアルキンを活性化し、AAC を速やかに進行させることを期待した。また、生じたトリアゾールとピリジンの Fe^{2+}に対する二座配位による高い阻害活性も期待した。KDM5C 阻害活性評価によるハイスループットな *in situ* クリックケミストリースクリーニングにより、高い阻害活性・選択性を示す KDM5C 阻害薬を同定した（図 1）。本研究により、金属含有酵素阻害薬の効率的阻害薬探索法を確立した（Miyake, Y.; Itoh, Y.; Kurohara, T.; Yamashita, Y.; Suzuki, T. *et al*. *ACS Catal.* **2020**, *10*, 5383–5392.）。

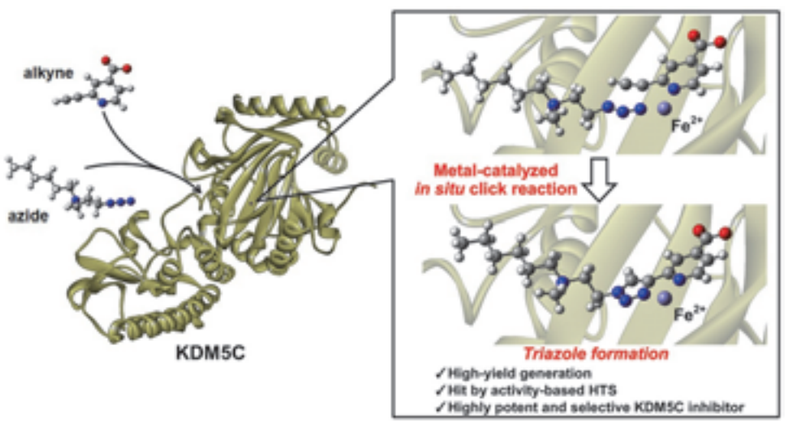


図 1　金属イオン活性型 *in situ* クリックケミストリーによる KDM5C 選択的阻害薬の同定

・KDM5C 分解誘導剤の創製

上述の KDM5C 阻害薬は、酵素阻害活性評価においては、高い脱メチル化阻害活性を示すにも関わらず、KDM5C を高発現する前立腺がん細胞においては、全く増殖阻害活性を示さなかった。この理由は、KDM5C の「触媒活性」だけではなく、「足場活性」（転写因子などの他のタンパク質と複合体を形成する活性）もがん細胞の増殖に関与する（図 2A）ためであると考え、E3 ユビキチンリガーゼをリクルートすることにより KDM5C の分解を誘導する化合物を分子設計した（図 2BC）。本化合物は、がん細胞中で KDM5C を分解し、KDM5C の「触媒活性」と「足場活性」の両方を阻害することにより、KDM5C の触媒阻害薬よりも高いがん細胞増殖阻害活性を示した。以上の結果から、KDM5C の「触媒活性」だけではなく、「足場活性」もがん細胞の増殖に関与すること、KDM5C 分解誘導剤が抗がん剤として有効であることを示した（Iida, T.; Itoh, Y.; Yamashita, Y.; Suzuki, T. *et al*. *ChemMedChem* **2021**, *16*, in press (doi: 10.1002/cmdc.202000933)。

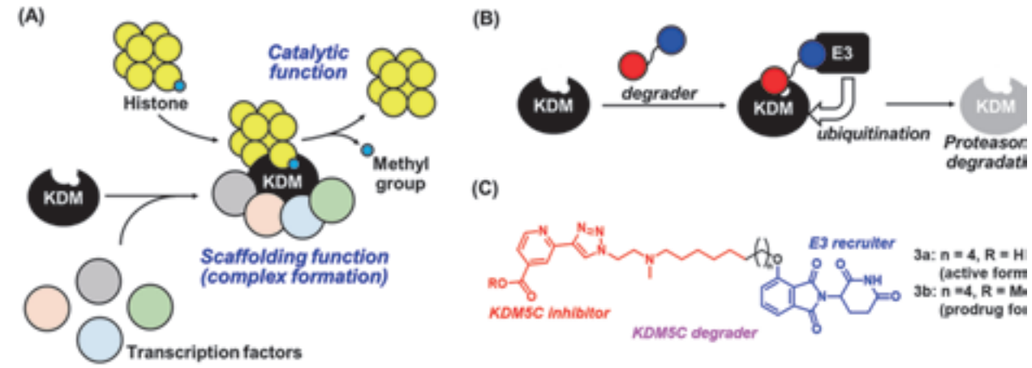


図 2　KDM5C 分解誘導剤の創製
（A）KDM の触媒活性と足場活性　（B）KDM 分解誘導のメカニズム　（C）KDM5C 分解誘導剤の構造式

・エプスタインバー（EB）ウイルスによる発癌メカニズムの解明

エプスタインバー（EB）ウイルス胃癌について、ウイルス感染がどのように胃癌を引き起こすかのメカニズムを解明した。阻害剤を用いたエピゲノム修飾技術、ゲノム 3 次元構造を網羅的解析する技術と、胃細胞に人工的にウイルス感染させる技術を組み合わせることにより、全く新しい発癌機構「エンハンサー侵襲」を発見した（図 3）。本成果は、胃癌をはじめとするウイルスが関与する多くの悪性腫瘍についての原因の解明や治療法確立につながることが期待される（Okabe, A.; Suzuki, T.; Kaneda, A. *et al*. *Nat. Genet.* **2020**, *52*, 919–930.）。

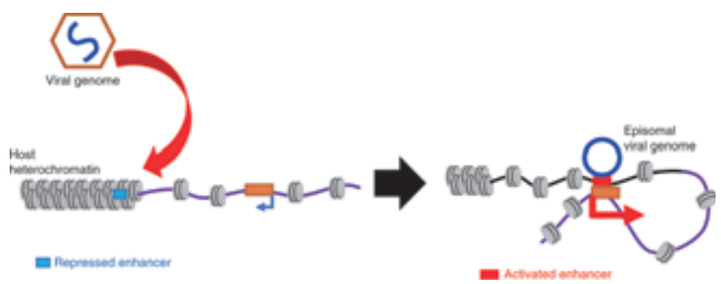


図 3　EBV によるエンハンサー侵襲

生体分子反応科学研究分野

教授	黒田　俊一
特任教授	日沼　州司
准教授	岡島　俊英、和田　洋
特任准教授	岡本　一起
助教	立松　健司、曽宮　正晴
特任研究員	湯川　祐美（令和 2 年 11 月 30 日退職）、浅井　直人（令和 2 年 4 月 1 日～9 月 30 日）
大学院生	李　昊（令和 3 年 3 月 31 日修了）、大関　俊範（令和 3 年 3 月 31 日修了）、小出　成実（令和 3 年 3 月 31 日修了）、七原　匡哉、酒井　克輝（令和 3 年 3 月 31 日修了）、石井　裕太（令和 3 年 3 月 31 日修了）、孫　定国（令和 3 年 3 月 31 日修了）、練　雨佳、樋口　雄大（令和 2 年 4 月 1 日入学）、坂井　比奈子（令和 2 年 4 月 1 日入学）
特任事務職員	村井　摩由子（令和 2 年 10 月 1 日採用）

a)　概要

当研究分野では、生体分子間の相互作用（反応）に基づく様々な生命現象を解明し、その作動原理に基づく技術を開発し、バイオ関連産業、特にバイオ医薬品開発に資することを目標としている。具体的には、生体内の特定組織や細胞を認識し感染するウイルスをモデルとする薬物送達システム（バイオナノカプセル）、独自開発した全自動 1 細胞解析単離ロボットをコアとする 1 細胞解析技術（1 細胞育種、モノクローナル抗体迅速樹立、嗅覚細胞解析）、抗体分子のナノレベル整列固定化技術（超高感度バイオセンサー）、生体内の病原タンパク質を選択的に除去するバイオミサイル技術等の開発を行っている。基本的な細胞プロセスであるエンドサイトーシスの分子メカニズムの解明も進めている。また、基礎的なバイオ分子の機能を解明するため、生体触媒である酵素の活性部位構造や立体構造、触媒反応機構を明らかにするべく研究を展開している。特に、銅アミン酸化酵素とキノヘムプロテインアミン脱水素酵素の共有結合型補酵素（ビルトイン型補酵素）の生成機構、その補酵素形成に関連して起こるペプチド架橋形成の機構解明に力を注いでいる。タンパク質構造解析技術を応用して、バイオフィルム形成や病原性発現に関わる細菌情報伝達系を標的とする新規抗菌剤の開発にも取り組んでいる。

b)　成果

・ナノ粒子を利用したドラッグデリバリーシステムの開発とがん治療への応用

薬物を標的の細胞や組織に効率的に送達するドラッグデリバリーシステム（DDS）は、薬物の副作用を抑えるとともに効果を増強するために重要である。当研究室では、様々な疾患に関連する免疫担当細胞であるマクロファージに着目し、マクロファージの機能を改変するリポソームを開発した。このリポソームは、がん組織に存在する腫瘍随伴マクロファージ（TAM）に作用する TLR アゴニストである R848 を含んでおり、TAM に添加すると、各種の抗体医薬品を添加した際に腫瘍細胞を貪食する抗体依存性貪食効果（ADCP 効果）を増強することが明らかとなった。さらに、腫瘍を移植したマウスにこの R848 含有リポソームを投与後、抗体医薬品を投与したところ、抗体の抗腫瘍効果が顕著に増強していた。この研究から、マクロファージへ R848 を送達するリポソームと抗体医薬品と併用することで、ADCP 効果を増強し、がん治療効果を増強できることが見出された。

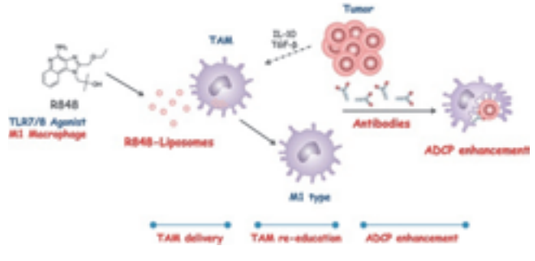


図 1　TLR7/8 アゴニストである R848 は TAM を M2 型から M1 型へ再教育することで、ADCP 効果を増強し、抗体医薬品の抗腫瘍効果を増強する

・消化管吸収上皮におけるエンドサイトーシス経路の生理機能

哺乳動物の乳児期では、離乳の前後で栄養吸収の形態が全く異なる。成人の小腸では、消化酵素によってタンパク質や多糖などが分アミノ酸やペプチド、単糖に変換され、小腸上皮細胞膜の輸送体によって細胞内へ吸収される。乳児では消化腺は未発達で、エンドサイトーシスによって栄養吸収が行われる。エンドサイトーシスは細胞膜の一部が細胞内へ向かって陥入し、膜小胞を形成することからはじまる。形成された膜小胞（エンドソーム）は、細胞内を移動するにしたがって、初期エンドソーム、後期エンドソームへと成熟し、最終的にリソソーム（加水分解酵素を有する分解コンパートメント）へ運ばれる。この物質輸送システムにより、細胞外の高分子物質を低分子へと変換することができる。これまでに、後期エンドソームの膜輸送に低分子量 GTP 結合タンパク質 Rab7 が必須であることを示し、Rab7 機能を組織特異的に破壊できる遺伝子改変マウスを樹立している。

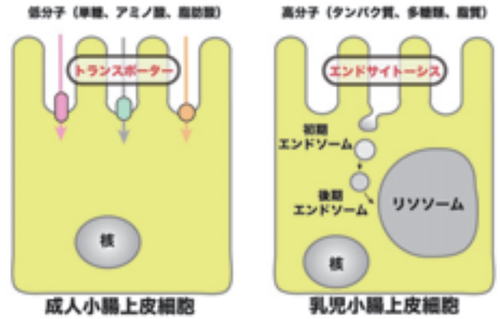


図 2　発育に応じて変化する小腸上皮での栄養吸収。離乳期以降の小腸では消化酵素によって分解された低分子（単糖・アミノ酸・ペプチド・脂肪酸）が、細胞膜にある透過酵素（トランスポーター）によって細胞内へと取り込まれる。一方、乳児では、消化酵素が発現しておらず、母乳のタンパク質や多糖はエンドサイトーシスによって細胞内へと移行し、リソソームで分解されることで栄養となる。

乳児の消化機能におけるエンドサイトーシスの役割を明らかにするため、乳児期マウスの小腸上皮で Rab7 を欠失させた。その結果、Rab7 のなくなった小腸上皮細胞では、エンドソーム・リソソームの形態が大きく変化すること、高分子物質の取り込みが大幅に減ることを見いだした。さらに、このマウス乳児では体重増加が低下していることから、Rab7 によって駆動されるエンドサイトーシスが、乳児の新生児期から離乳期までの栄養吸収、ならびに発育に大きく寄与していると結論した。

小腸上皮による栄養吸収は身体の基礎を作り上げるために重要であることは明らかであり、飢餓問題を抱える地域のみならず、先進国においても人工ミルクの授乳や母体の過度なダイエットなど、乳児の低発達に直結する。低栄養による発育不良は幼い時期ほど大きな悪影響をもたらすことから社会的にも重要な課題となる。したがって乳児期特有の栄養吸収を分子レベルで理解することは、医学のみならず、グローバルな社会的課題の解決にもつながっていくものと考えられる。

生体分子制御科学研究分野

教授	西野　邦彦
准教授	西　毅、西野　美都子（令和 2 年 10 月 1 日助教より昇任)、山崎　聖司（兼任：高等共創研究院）
特任准教授	中島　良介
特任助教	マータイン　ズワーマ
特任研究員	西　晶子、西村　巌
大学院学生	藤原　将祐、米田　智廣、古閑　修輝、中野　草平、ワイズ　健
学部学生	内田　和志、徳光　津名魅、井川　創太、池邉　美季、岸　勝太、中村　透唯、高寺　薫、瀧本　菜穂、廣本　怜司、谷田　亮
技術補佐員	阿字地　佳納子（令和 2 年 9 月 30 日退職）
事務補佐員	鳥取　千春
派遣職員	北川　公惠、岡野　英代、志渡澤　里江、河上　祥子

a)　概要

生物界には異物排出ポンプと呼ばれる一群の膜輸送体が広く分布しており、細胞レベルのもっとも基本的な生体防御機構を担っている。これらポンプは病原細菌やガン細胞の多剤耐性因子であり、今日の医療現場で大きな問題となっている。また、近年の研究からこれらポンプは多剤耐性に加え、病原性発現や情報伝達等の重要な生理機能を担っていることが分かってきた。また、ヒトにおいてもこれら類似のポンプが細胞間や臓器間の情報伝達において重要な役割を担っていることが分かってきた。本研究分野では、多剤耐性病原細菌による感染症を未然に防ぐこと、ポンプの生理機能を明らかにすること、ヒトにおけるポンプの役割解明と関連疾患の治療法確立を目的として研究を推進している。ポンプとその制御因子をターゲットとした阻害剤を開発することで、新規治療法の確立を目指している。

b)　成果

・細菌が産生するガスから遺伝型の違いを判別する技術の開発

細菌が産生するインドールはトリプトファンに由来するシグナル分子であり、細菌の呼吸ガスに存在する。インドールは、細菌の増殖に影響を与えるだけでなく、炎症へのプラスの効果や病原体からの保護など、人間の健康にも影響をおよぼす。ただし、糞便中のインドール濃度（FIC）が高い場合は、腸内細菌叢の不均衡または特定の病原体の存在を示唆している指標ともなる。細菌が産生するインドールを分析するには、その収集と検出が必要である。従来の方法では、通常、細菌を培養した液体培地を遠心分離して菌を取り除いたあとにインドールを抽出する必要があり、また、糞便サンプルからは、インドールの蒸留や抽出による部分精製が必要となる。今年度の研究では、細菌から直接ガス含有量を特定する可能性を考えその方法を確立し、遠心分離や抽出を必要とせずに細菌種やその遺伝型の違いを区別することを目的とした。液体培養物の上に配置された吸収シートを使用して、細菌から直接ガス含有量を収集することができた。分析にはガスクロマトグラフィー–質量分析（GC-MS）を使用した（図 1)。 GC-MS の結果は、野生型大腸菌細胞（MG1655 および MC4100 株）のインドールに起因する明確なピークを示す

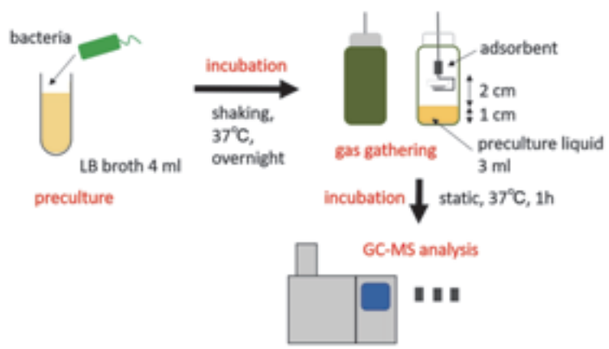


図 1. 細菌由来放出化合物の測定法

ことが確認された（図 2）。

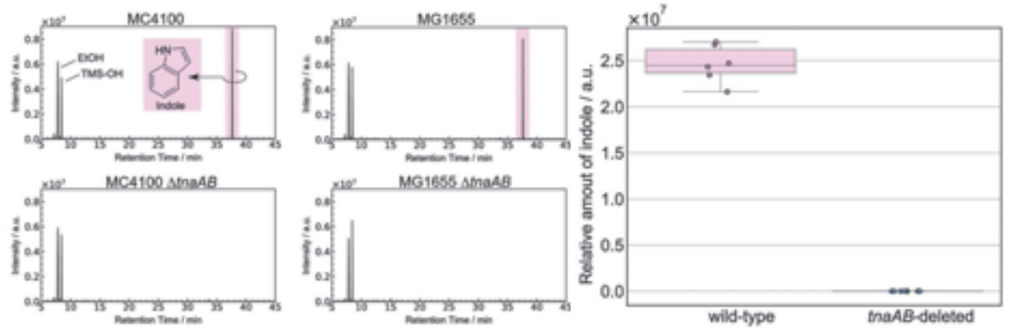


図 2. インドール産生菌（wild-type）と非産生菌（*tnaAB* 欠損株）の臭気解析

一方で、トリプトファンからインドールを産生するのに関与するタンパク質 TnaA および TnaB をコードする遺伝子を欠損させた大腸菌株からは検出されなかった（図 2）（*Front. Microb*. **11:** 581571, 2020)。観察されたインドールは、低 nmol 範囲で存在することが測定された。この方法は、細菌ゲノムに *tnaAB* 遺伝子が含まれているかどうかを識別でき、細菌培養物からガス化合物を迅速かつ簡単に収集するために使用できる。本方法は、トイレでの測定、食品取り扱い施設、医療現場でのさまざまなアプリケーションなど、他の目標や将来の研究に役立つと期待される。

・スフィンゴシン１リン酸輸送体の機能解析と活性測定系の構築

細胞間、臓器間のコミュニケーションに関わる細胞間のシグナル伝達は、個体の恒常性の維持に重要な働きをしている。脂質は細胞膜の構成成分としてよく知られているが、その代謝物である脂質メディエーターは細胞間の情報伝達物質とし働くことがわかってきた。スフィンゴシン 1 リン酸（S1P）はセラミドの代謝物であるスフィンゴシンが細胞内でリン酸化されて生成される脂質メディエーターで、リンパ球の血中移行やがん細胞の転移など様々な生理現象に関わることが示されてきた[1]。我々は世界最初の S1P 輸送体分子である SPNS2 を同定し[2,3]、さらに解析を進めることで、血漿中の S1P 濃度の維持に重要な働きをする赤血球からの S1P の供給に関わる輸送体として MFSD2B を同定した[4]。これにより細胞内での S1P によるシグナル伝達に関わる分子を全て明らかにすることができた。

本年度は血管内皮細胞の S1P 輸送体 SPNS2 がいかにして S1P を輸送するのかを部位特異的変異導入により解析し、いくつかの S1P 輸送に必須な残基を見出すことに成功した。これらの残基は荷電残基であり、ホモロジーモデリングにより、細胞膜の中側からタンパク質内部にアクセスできる位置に存在していることから、S1P のリン酸基との相互作用に関係することでこの輸送体がスフィンゴシンではなく S1P を輸送できるように働いていることが示唆された。しかしこれらの残基は、新たに赤血球における S1P 放出輸送体として同定した MFSD2B においては保存されておらず、S1P 輸送体の共通な機構ではなかった。

また、S1P 輸送体の機能を簡便に測定するためのプローブの作成を進め、これまでに蛍光プレートリーダーを用いて定量的に S1P 輸送活性を測定することのできる系の構築を進めた。この系を用いて SPNS2 輸送体の変異体の活性を測定すると、これまでの HPLC を用いて得られた S1P 輸送活性の変化とほぼ対応する結果を得ることができた。また、赤血球の S1P 輸送体である MFSD2B でも同じプローブで輸送活性を測定でき、これまでに報告していた NBD-S1P と同様に活性を蛍光強度の変化で測定できることが明らかとなった。これを用いることで S1P 輸送体阻害剤のスクリーニング系の構築が可能になったと考えている。

[1] Nishi et al. *BBA* **1841**, 759-765 (2014) [2] Kawahara et al. *Science* **323**, 524-527(2009) [3] Hisano et al. *PloS ONE* **7**, e38941 (2012) [4] Kobayashi et al *Sci Rep* **8**, 4969 (2018)

生体分子機能科学研究分野

教授	永井　健治
准教授	松田　知己
助教	服部　満、長部　謙二
特任准教授	和沢　鉄一
特任助教	圓谷　徹之
特任研究員	加来　友美、Kai LU、京　卓志、杉浦　一徳、福島　俊一、Nadim MD. HOSSAIN（令和2年10月1日採用）
大学院学生	Nadim MD. HOSSAIN（令和2年9月30日修了）、Quang TRAN、Quang Cong VU、Eunike Priscilla TANIO、Zhai LE、Atika Hanoum RAHASTA、伊藤　友希乃、Xue PENG、Chaochen KANG、田中　奏希、田中　陸登、野間　涼平
学部学生	幸田　健吾、酒井　伸弥、高田　侑依
研究生	Yifei MAO（令和2年10月1日入学）
技術補佐員	井上　博子、池上　由紀子、酒井　朝子（令和2年7月1日採用）
事務補佐員	酒井　和代、酒井　朝子（令和2年6月30日退職）

a) 概要

生命現象を見渡すと極めて稀にしか見出されない少数要素の出現が核となり、多要素システム全体の働きに不連続な変化をもたらしている現象が数多く見出される。しかしながら、その作用機序・動作原理は解析技術の制約により、ほとんど明らかにされていない。生体分子機能学研究分野では、この問題にアプローチすることを目的として、個々の分子、個々の細胞のふるまいを個体の中で大規模に可視化する技術、さらにはそれらを操作する技術の開発を進めるとともに、これらの技術を駆使して、稀にしか見出されない少数の細胞が引き起こす生命現象にアプローチする「シンギュラリティ生物学」という新しい学問領域を切り開く研究を推進している。さらに、次世代の超省エネルギー社会の実現に向けて、高光度で多色に発光する植物の作出も進めている。

b) 成果

・水硬度生物発光センサーLOTUS-W の開発

水の硬度はカルシウムやマグネシウムといった金属イオンの濃度によって定義付けられる。天然水は水源ごとに大きくその硬度を変え、環境の変化が硬度にも反映される。また飲料水の硬度と人の健康は密接に関係している。そのため、水を分析する指標として硬度を測定することは非常に重要である。

水の硬度を測る方法では色を指標とした測定試薬を添加する方法が主流であり、その色変化を目視、もしくは専用の検出器で判別する。ただし既存の測定試薬のイオン特異性は十分ではなく、また検出器は必ずしも汎用的ではない。蛍光試薬も１つの選択肢として使用できるが、励起光源を必要とするなど簡便な検出という点では課題がある。

そこで、水硬度の簡便な計測法を確立するため、生物発光タンパク質による水硬度生物発光センサーLOTUS-W[1]を開発した（図 1A）。生物発光タンパク質は基質の添加により発光を発生させるため励起光が不要であり、センサーへの導入により対象の高感度な検出が可能となる。LOTUS-W は、金属イオン結合ドメイン HsCen3 を介して生物発光タンパク質 Nluc と蛍光タンパク質 cpVenus を融合した構造をとる。水中のカルシウムイオンおよびマグネシウムイオンの結合に応じて両者の距離が変化することで、Nluc から cpVenus への共鳴エネルギー移動 BRET が生じ発光色が青から緑へと変化する。この緑と青の発光光度比が水硬度を反映しており、試料の量によらない定量的な計測が可能となる。LOTUS-W の発光シグナルはスマートフォンなどに搭載のカラーカメラで検出可能であり、実際に市販の飲料水等の水硬度が計測できることも確認している（図 1B）。本測定法は励起光源が不要であり、スマートフォンを用いた機動性の高い水硬度計測を可能とするため、様々な場所での使用が期待される。

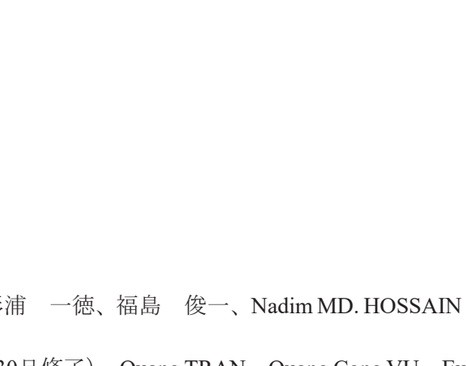


図 1. 水硬度生物発光センサーLOTUS-W
(A) LOTUS-W の構造および水硬度を検出する仕組み。(B)スマートフォンカメラによる LOTUS-W からの生物発光の撮影。左：発光像撮影のイメージ図。実際は暗所にて撮影する。右：市販飲料水等の水硬度測定結果。水道水や市販されている飲料水の硬度が、青から緑への発光色の変化によって示される。数字は硬度の指標となる炭酸カルシウム濃度を示す。

・生物発光スマートフォン顕微鏡の開発

スマートフォンは世界年間販売台数が 15 億台を超え、現在最も汎用的なネットワークデバイスの一つとなっている。またその普及に伴い、搭載されるカメラの性能も年々向上している。したがって、スマートフォンカメラを活用したイメージングシステムの開発は、高度なイメージング環境を比較的安価で容易に導入するための大きな手助けとなる。スマートフォンカメラによる顕微観察法では、これまで蛍光標識による観察例がいくつか報告されている。しかしながら蛍光観察は外部からの励起光が必須であり、スマートフォン以外に励起光源や光学フィルターなどを必要とすることから、その機動性が損なわれるといった問題があった。一方、生物発光は基質の添加により発生するため、光源の必要がないコンパクトな撮影系を構築できる。

細胞などの微細な構造を生物発光で観察する目的で、スマートフォン顕微鏡を新規に開発しその性能を評価した[2]。本顕微鏡は市販のスマートフォンカメラに対して装着する方式をとり、着脱が容易に可能である（図 2A）。開発した顕微鏡を用いて、実際に生物発光タンパク質を発現する培養細胞を観察した（図 2B）。結果、各細胞が発光する様子が確認され、また複数の異なる発光色の細胞を同時に撮影することにも成功した。次に、細胞におけるカルシウムイオン（Ca^{2+}）の変動を、生物発光センサーを介して顕微鏡で撮影した（図 2C）。使用したセンサーは Ca^{2+}の結合により発光波長が変化するため、発光色の変化により Ca^{2+}の増減が確認できる。細胞に Ca^{2+}濃度を変化させる薬剤刺激を与えた結果、発光色の変化が顕微鏡を通して観察され、生きた細胞中の Ca^{2+}濃度の変動を、スマートフォンカメラを用いて検出することに成功した。本開発成果により、スマートフォンを用いた新たなイメージング手法の展開が期待される。

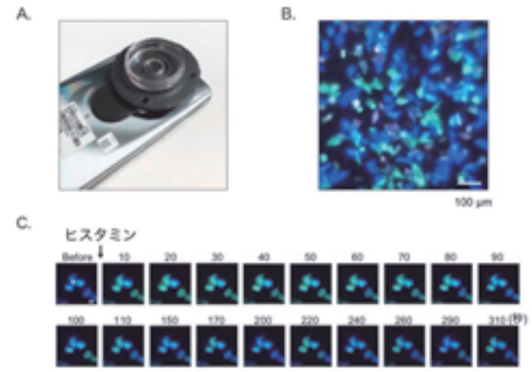


図 2. 生物発光スマートフォン顕微鏡
(A)顕微鏡をスマートフォンカメラへ設置した様子。(B) 顕微鏡を用いて撮影した細胞発光像。6 種類それぞれの発光色を示す細胞を混在させた状態で撮影した。(C)スマートフォン顕微鏡による細胞中 Ca^{2+}の生物発光検出。生物発光 Ca^{2+}センサーを導入した培養細胞にヒスタミンを添加して、Ca^{2+}濃度を変動させた状態で発光像を経時的に撮影した。数字はヒスタミン添加後の経過時間(秒)を示す。

[1] Hossain *et al.*, Bioluminescent Ratiometric Indicator for Analysis of Water Hardness in Household Water. *Sensors*, **20**, 3164, 2020

[2] Hattori *et al.*, Smartphone-Based Portable Bioluminescence Imaging System Enabling Observation at Various Scales from Whole Mouse Body to Organelle. *Sensors*, **20**, 7166, 2020

特別プロジェクト研究部門

概要

特別プロジェクト研究部門は、優秀な若手研究者の研究能力や創造性を更に活かすことができる体制を目指し、平成 20 年 4 月に設置した。

所内の若手教員より研究課題を公募して、優れた提案を特別プロジェクトとして採択し、採択された若手研究者は、任期付きの教授又は准教授として独立した研究分野（第 1 または第 2 プロジェクト研究分野）を主宰して研究を推進する。

当部門では、当研究所の研究分野制に基づく研究推進の組織力と若手研究者の個性と創造性を融合することで、卓越した研究者の育成と共に、研究所全体の研究推進力の更なる活性化を図っている。

3 次元ナノ構造科学研究分野（第 2 プロジェクト研究分野）

准教授　　服部　梓
特任助教　　大坂　藍
技術補佐員　　頓田　佐映子

a)　概要

試料をナノメートルサイズまで縮小すると、マクロサイズでは埋没していた性質が顕在化し、ナノメートル領域での特異構造に起因する特性が現れる。3 次元ナノ構造創製技術、精密ナノ加工技術といった独自技術を駆使して人工制御した機能性材料（半導体、金属酸化物など）のナノ立体超構造体を作製し、ナノスケールの物性の解明、機能の任意制御や増大化を目指している。また、マクロサイズに比べて圧倒的に優れた機能の抽出と操作を実現するための、精密加工技術、形状・次元性・サイズを精密に制御したナノ立体構造体の作製技術開発を行っている。

b)　成果

・原子精度で制御した立体機能構造体の創製

ナノエレクトロニクスの重要性が増す中で、ナノ構造デバイスでの機能制御には、精密な立体構造造形技術が必須である。3 次元構造作製ではいわゆる 2 次元表面に加え、3 次元空間上の表面の制御も必要である。2 次元基板表面でのみ用いられてきた表面科学的手法を任意の方向に対して適応可能とし、あらゆる方向に存在する 3 次元表面に対し、原子層レベルで制御したナノ構造造形技術と立体表面構造の原子オーダー直接観察技術により、次世代の立体デバイス実現を可能とする技術要素の確立を行った。

ドライエッチング、湿式エッチング、真空での表面処理を組み合わせた 3 次元立体造形手法を構築し、Si(001)基板上に安定した原子配列表面構造をもつ結晶面から形成されたピラミッド構造（四角錐）の作製を実現した（図 1(a)）。作製したピラミッド構造は、基板表面垂直方向[001]に対して 54º の傾斜を持っており、4 つのサブ μm スケールで平坦なファセット斜面：(111)、(1-11)、(-1-11)、(-111)から構成されており、ファセット面は、Si の最安定面である Si{111}面に相当する。この Si ピラミッド試料を超高真空下で最適化した加熱処理を施したところ、低速電子線回折(Low Energy Electron Diffraction, LEED)観察で Si{111}ファセット表面に 7×7 超構造を形成させることができた。ファセット面の表面原子配列構造を LEED 観察することを想定した Ewald 球とピラミッド構造の関係を図 1(b)に、加熱処理後の LEED 像を図 1(c)に示す。非常に複雑な 4 回対称の LEED パターンが観察され、これは立体構造からの 7×7 逆格子点と Ewald 球との交点で全て説明することができる。

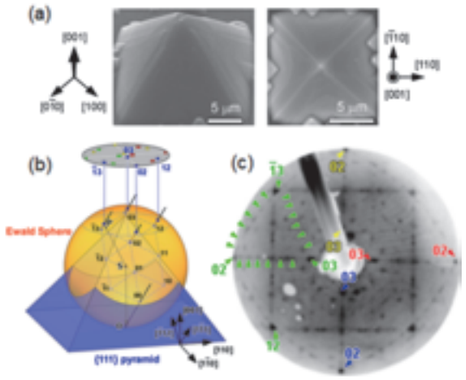


図 1　{111}斜面 4 つで構成された Si ピラミッド試料の(a) tilt-view と top-view の SEM 像。(b)面の表面原子配列構造を LEED 観察することを想定した Ewald 球と観察できる回折スポットの関係。(c) 4 回対称の Si ピラミッド資料の 7×7LEED 像（E_p=56 eV）

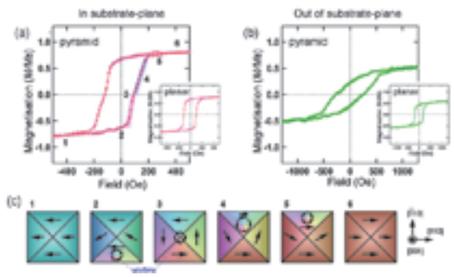


図 2　磁場印加方向の異なる Si ピラミッド上の Fe ナノ薄膜の強地場特性（(a) in-plane、(b) out-of-plane Si[100]）。(c) in-plane 磁場印加時の磁界方向の変化概略。

この原子精度の 3 次元のモノづくりは、新機能創出のプラットフォームとなる。この Si ピラミッド資料上に 30 nm の鉄ナノ薄膜を作製し、室温での強磁場特性を評価した（図 2）。斜面上に作製した鉄ナノ薄膜はピラミッド立体構造の幾何学的形態が生み出す磁気スピンに由来し、薄膜やバルク試料では見られない異なる特異な強磁性特性を示すことを見出した。［論文 1］。このように、原子レベルで制御されたナノ立体形状構造技術は、物質開発とデバイス作製に関する究極のテクノロジーであり、ナノ構造と物性の関係を解明し、その特異性を安定化させる機能活性化の方法論を確立することで、機能活性化した材料の開発、ひいては効率を増大化したナノデバイスの具現化に取り組んでいく。

・50 nm サイズの VO_2 立体ナノ構造体での単一電子相の一次相転移の抽出とナノ電子相転移特性の解明

強相関金属酸化物である VO_2 は金属室温近傍で絶縁体から金属へと急峻かつ巨大な抵抗変化を伴って転移(MIT)する物性を示し、Mott 絶縁体として知られている。さらに VO_2 の転移過程では、試料サイズの微細化によるナノ相分離現象が見られ、金属相と絶縁相が 10^1-10^3 nm サイズで共存するため、その大きさ以下のサイズの VO_2 試料はナノ電子相の閉じ込め効果からバルクや薄膜にはない特性を示し、非常に大きな注目を集めている。独自の原子レベル立体造形技術を VO_2 へと適応し、ナノ電子相閉じ込め効果を制御することで VO_2 ナノ構造体での物性研究を展開した。

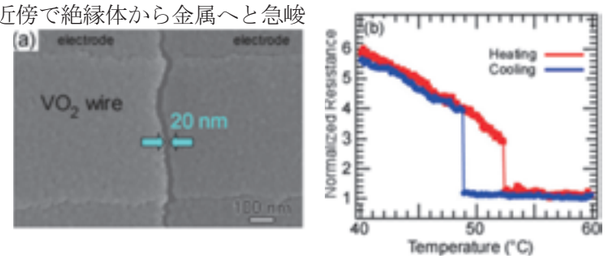


図 3 (a) VO_2 細線構造(線幅: 600 nm、電極間距離: 20 nm)の SEM 観察像。(b)単一細線からの抵抗の *R-T* 曲線。

図 3 に VO_2 の細線構造(線幅： 600 nm、電極間距離：20 nm)の走査型電子顕微鏡（Scanning electron microscope, SEM）観察像と、単一細線で測定した抵抗の温度依存性(R-T)曲線を示す。単一ナノ電子相の、昇温過程での 52ºC（降温過程での 49ºC)でステップ変化：すなわち絶縁体→金属(金属→絶縁体)の一次相転移がはっきりと観察されている。従来法では不可能な数十 nm サイズの極微ナノ細線構造において、物性の起源であるナノ電子相転移特性の直接評価と、電子相数制御による応答性の急峻化を実現した[論文 2]。本質的不均一の起源、すなわち電子相での転移点の分布の起源は、試料の不完全性(欠陥、化学組成分布など)によると既に数多くの文献で報告されている。図 3 の成果は、欠陥の無い完全な VO_2(ナノ構造)試料が実現できれば、純粋な MIT 減少を取り出して観察できることを実証する結果である。ナノ構造体での抵抗の急峻ステップ変化は、強相関金属酸化物として注目されている $NdNiO_3$ においても同様の成果を得ており[論文準備中]、高品質なナノ構造体を実現すれば、機能最小単位 1 個からの純粋な絶縁体↔金属相転移特性を抽出できることを実証している。また、ナノ電子相 1 個の理想的な一次相転移特性を基に、統計的 MIT モデルによってマクロサイズの試料が示すなだらかな抵抗変化を、矛盾なく記述できることを明らかにし、相転移点の分布特性を明らかにした（図 4)。巨視的な相転移現象をナノ電子相の統計分布からボトムアップ式に直接記述する本成果は、VO_2 の相転移現象の理解を進めるだけでなく、ナノエレクトロニクス領域でのデバイス作製指針に繋がると考えられる。このようにナノ構造体創生技術を活用し、ナノ構造体特有の機能発現、またその学理の解明により、新奇機能性材料の開発、実用デバイス化へと展開させていく。

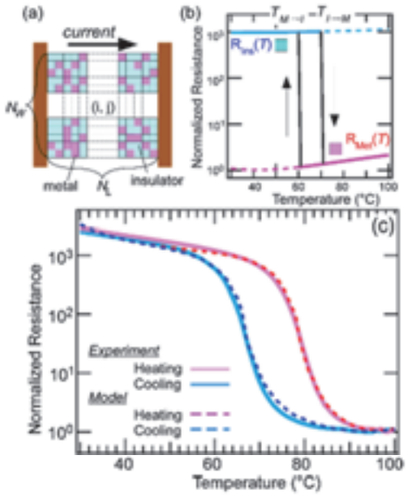


図 4 (a) VO_2 薄膜の電子相分布イメージ図及び、(b)単一電子相での理想的な R-T 曲線。 ドメイン細線構造(線幅: 600 nm、電極間距離: 20 nm)の SEM 観察像。(b)単一細線からの抵抗の *R-T* 曲線。(c)VO2 薄膜で観察した R-T 曲線(実践)と統計モデルから算出した R-T 曲線(破線)。

新産業創成研究部門

概要

本研究部門は、平成 18 年 10 月に設置され、産研の持つ産業界との密接な連携の伝統を生かし、21 世紀の科学技術・産業技術の発展を先導する先端的応用研究に取り組み、成果の社会への還元に関する目標を達成するための具体的方策として「研究成果を新産業の創成に結びつける研究」を行っていく研究部門である。当部門は、「新産業創造システム研究分野」および「知的財産研究分野」の 2 つの研究分野から構成されている。

これら 2 つの所属研究分野の主たる研究内容は、以下の通りである。

・新産業創造システム研究分野：大学の基礎研究を効率よく迅速かつ確実に新産業に結びつける基本的システムの構築に関する研究を行う。
・知的財産研究分野：大学の独創的な基礎研究から効率よく知的財産を創出し、新しい潜在ニーズに繋がる活用面を主体とした知財戦略に関する研究を行う。

新産業創成研究部門では、大学の研究成果の社会還元の拡大、迅速な企業化、製品化により持続的な経済発展や国民生活の向上が期待できる研究の更なる展開を図る研究を実施している。

新産業創造システム研究分野

特任教授　　小倉　基次

a)　概要

11月30日～12月7日にかけてimecホームページにて、関野所長、Jo De Boeck imec CSO&executive vice president, Chris Van Hoof imec fellow&vice president出席のもと、リアルタイムオンライン＆ウエブハイブリッド形式による第9回imec Handai International Symposiumを開催した。

併行して、大阪大学COIは、合計9年間事業の中で、最終フェイズphase3に2年目に入り、18社、16研究機関の研究成果の社会実装を目指して推進した。Covid-19 のウイズコロナ禍、12月には、COIホームページにて第9回阪大COIシンポジウム（一般公開）を開催、今年1月には東京ビッグサイトのウエアラブルエキスポ2021ではimec EEG等ウエアラブルデバイスを展示、3月にはコロナ禍対策を取って、phase3の2年目としての令和2年度成果報告会を開催した。

b)　成果

・第 9 回 imec Handai International Symposium をリアルタイムオンライン＆ウエブハイブリッド形式で開催

第9回imec Handai International Symposiumが11月30日～12月7日にかけて下記のプログラムで実施された。今年はimecでの開催であったがCovid-19感染拡大の中海外出張が不可であり、長年続けてきたこともあり中止とせずimecウエブ上での開催と決定した。Abstract Bookも例年通り作成した。11月30日最初にTeamsによるimec CSO&executive vice president&KU Leuven教授のJo De Boeck、及び産研所長の関野徹教授からのwelcome wordの後、imec fellow&vice president Chris van Hoof、 及び関野徹所長からのkey note speechまでがリアルオンライン開催で、その後はimec HP上で18件の口頭発表があった。Chris Van Hoofからはimecの新しい取り組みのOne Planet Center at Wageningen University、 関野所長からは産業科学AIセンター他産研全体の活動紹介があった。分野的にはnext generation computing、 information processing、flexible、wearable electronics、nano,bio electronicsでこれらの研究活動を相互に紹介した。最終日12月7日は再びリアルオンライン開催で、産研副所長国際担当の田中秀和教授、imec fellow&vice president Chris van Hoof、及び飛び入りでimec CSO&executive vice presidentJo De Boeckから全体の感想と今後に向けてのclosing remarksで閉じることになった。参加者はTeamsということもあり総計で105名であり、内imec38名、阪大39名の参加があった。今年の特徴は連携している東工大からも2件の発表と11名の聴講参加があった。来年度は是非リアル開催でより強固な連携を発展できることを期待している。

imec HP での 9th imec Handai International Symposium landing page

9th imec Handai International Symposium　　-WEB Symposium-

November 30(Monday) – December 7(Monday), 2020

Moderator Mototsugu Ogura(Osaka Univ.)

Time line(AMS)	Presentation title	Speakers	Title	Affiliation
November 30 9:00-9:10	**Welcome word (real on-line)**	Jo De Boeck	EVP&CSO	imec
	Welcome word (real on-line)	Tohru Sekino	Director	Osaka Univ.
9:10-9:30	**Keynote (real on-line): Disruptive new tools for a healthier world: Sensors and analytics to improve our health, our nutrition, our environment**	Chris Van Hoof	VP&General Manager One Planet	imec
9:30-9:50	**Keynote (real on-line) : Recent Research Activities at SANKEN -From Basic Research to Social Implementation-**	Tohru Sekino	Director ISIR	Osaka Univ.
	Presentations 1 : Next generation computing			
	A spin qubit based on quantum dots for quantum network	Akira Oiwa	Professor	Osaka Univ.
	Power-efficient Edge AI: a system perspective	Axel Nackaerts	Program Manager	imec
	Neuromorphic Systems for Extreme Edge Application	Federico Corradi	Senior Researcher	imec
	Presentations 2 : information processing			
	Comparative Study of Wet and Dry Systems on EEG-based Cognitive Tasks	Taweesak Emsawas	PhD student	Osaka Univ.
	Thermal comfort aware online energy management framework for a smart residential building	Ittetsu Taniguchi	Associate professor	Osaka Univ.
	Accurate respiratory monitoring through Bio-Impedance	Bernard Grundlehner	Program Lead	Imec-NL
	Novel biomarkers and actionable insights from wearable sensing	Willemijn Groenendaal	Principal Scientist	Imec-NL
	Presentations 3: Flexible, wearable electronics			
	Flexible sheet sensors to monitor biosignals	Teppei Araki	Assistant professor	Osaka Univ.
	CMOS-based ultra-small devices for biomedical and IoT applications	Takashi Tokuda	Professor	Tokyo Tech
	EEG headset design for emotion detection and cognitive performance	Navid Shahriari	Project Manager	Imec-NL
	"Non-contact" sensing of physiological signals	Tom Torfs	Principal member	imec
	Different materials and applications in electronic textiles	Paula Veske	PhD researcher	imec
	Presentations 4: Nano, bio electronics			
	Ultrasensitive bio-sensing of small antigens by open sandwich immunoassay on graphene FETs	Yasushi Kanai	Assistant professor	Osaka Univ.
	Si-based antioxidant agent for internal hydrogen generation, and prevention and treatment of oxidative stress-induced diseases	Hikaru Kobayashi	Professor	Osaka Univ.
	Topological insulator as novel spin current source for spin-orbit-torque magnetoresistive random access memory	Pham Nam Hai	Professor	Tokyo Tech
	Single molecule detection of monoamine neurotransmitters	Yuki Komoto	Assistant professor	Osaka Univ.
	Implantable electronics	Mark Fichman	Project manager	imec
	Organ-on-chip	Liesbet Lagae	Program director	imec
December7 9:00-9:10	**Closing remarks/summary (real on-line)**	Hidekazu Tanaka	professor	Osaka Univ.
9:10-9:20	**Closing remarks/summary (real on-line)**	Chris Van Hoof	Vice president	imec
	Adjourn			

知的財産研究分野

特任教授（兼任）	井関　隆之
特任准教授（兼任）	加藤　久明
招へい教授	小林　昭雄
特任助教	木村　泰裕
特任研究員	頼　　萍

a)　概要

産業科学研究所を構成する、材料・情報・生体・ナノテク分野を融合した新しい科学技術分野における独創的な大学の基礎研究から生まれる多岐に亘る知見から、効率よく知的財産を創出し活用することが求められている。本研究分野では、担当領域である戦略室（旧 産学連携室）の運営だけでなく、世界に先駆けた新しい潜在ニーズに繋がる知財活用戦略の研究を行っている。

令和元年度は、

・2 件の共同研究（①「天然素材の付加価値付けを可能とする新要素技術の開発研究支援システムの構築」、②「先端電子制御システム構築に関する研究」）、

・1 件の学術相談（①「フィルターレスによるオイルミスト捕集技術に関する産学連携プロジェクトの実現可能性検討」）

・その他の研究課題（①「極薄天然木材の 3 次元立体成型加工技術の知財展開」、②「安定同位体比等を活用した河川や湖沼などにおける水分類・評価」）、

を中心とした知的財産活用に関する多角的な研究活動を実施した。

b)　成果

・産学連携による研究開発およびその支援

上記に挙げた共同研究課題ならびにその他研究課題に基づく研究開発・支援を実施した。それらの研究活動における成果の概要を以下に述べる。

・「植物活力解析法の開発」（小林・木村・頼）

植物が乾燥ストレスにさらされた時の物理・化学・生理的変化および、再灌水による物理・化学・生理的回復現象を明らかにすることにより、回復を促進、または制御する要素を解明する手法の技術開発を行った。

方法として、トマト Micro-Tom を用いた観察研究、HPLC を用いた糖成分の分析を行った。実施概要は以下の通りである。

① 播種後約 1 週間で発芽した Micro-Tom を、ロックウールに移植し、25℃、24 時間蛍光灯下、1 週間に 2～3 回、1ℓ/1 回灌水した。

② 90 日後、給水を停止し、16 日間毎日、Micro-Tom の頭頂部の葉の含水率、糖成分等を測定する。

③ 給水停止後 18 日目から再灌水し、 Micro-Tom の頭頂部の葉の含水率、糖成分を測定する。

実験結果としては、乾燥ストレス状態で、内在性の糖類の含有比率が変化することが示唆された（図 1）。また、ロックウールのような吸水性の高い素材を用いることで、回復率が大幅に上昇することが示唆された（図 2）。

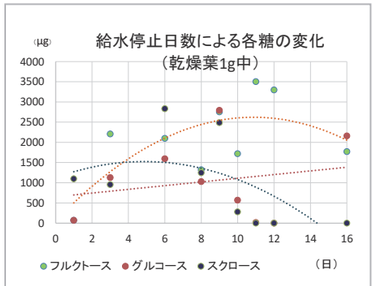


図 1　糖類の含有比率変化

図 2　吸水性の高い素材を用いた場合の回復率上昇確認

・「極薄天然木材の 3 次元立体成型加工技術の知財展開」（井関）

サスティナブル材料である木質資源をハイテクで活用する研究が盛んである（CNF 等）。一方で、いわゆる高級「銘木」の多くは環境保護の面から伐採が禁止されているため、すでに確保されている木材を無駄なく活用する必要がある。そこで、木質資源を環境保護と意匠性の観点から活用することを考え、極薄にスライスした天然木シート（ツキ板）を木目の特徴を損なうことなく 3 次元立体形状にプレス加工する技術を開発した（図 3）。本開発をさらに発展させる上で、加工プロセスに対し特許化/秘匿化を考慮しつつ知財展開を図り、企業との共同研究/実用化に繋げるための研究を実施している。なお、開発された技術のプロセスは以下の通りである。

① 材料としては、原木を約 0.2mm の厚みにスライスした市販のツキ板を用いる。

② 特別加工調整した 0.1mm 厚の天然木（樺等、一部の木材で加工可能）を用いると成型自由度が向上。

③ 形状保持のための樹脂含侵を行うとともに、高圧水蒸気下にて金型プレス成型（離型技術を含む）。

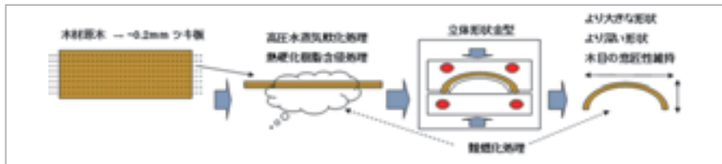


図 3　木材 3 次元成型加工プロセス

図 4　3 次元立体成型加工後

・「安定同位体比等を活用した河川や湖沼などにおける水分類・評価」（加藤）

天然材料を構成する基盤要素である水の起源をトレースする上で有用な手法を開発すべく、「天然の水の中に微量に含まれる水素と酸素の安定同位体の存在比率」の活用および具体的な水環境試料を用いた水のカテゴリ分類に関する実証的な分析を行った（科学研究費補助金 15K00672 などにおいて得られた知的財産の活用）。地球表層に存在する水の水同位体比は、日射量変化などによる蒸発速度の変化、降水量変動など種々の条件に応じて変化するため、この特徴を活用して河川や湖沼の水の起源とカテゴリ分類を行う酸素水素安定同位体比分析は、国際的には手法として確立されていないと見なされている。しかし、本手法を用いることで農地、ため池や湖沼などの集水域に集まる水の起源を分類し、基礎的な環境情報の把握による保全への貢献だけでなく、植物の生産能力向上に間接的に貢献することが可能となる。既に過去の研究調査（インドネシア・バリ島・サバ川流域および周辺カルデラ湖）において得られた水文・水質調査に関する知的財産を活用し、世界で初となるバリ島の閉鎖系カルデラ湖と周辺流域の地下水関係を明らかにしている（Takao Nakagiri, Hisaaki Kato, Seiji Maruyama, Satoko Hashimoto, Haruhiko Horino and Shinji Sakurai. 2019.4. "Possibility of quantitative assessment of the contribution of paddy irrigation and caldera lakes to river water in Bali Island using water isotopic physics". *Paddy and Water Environment*, Vol.17, No.3: 463-473）。

令和 2 年度は、上記の分類手法だけでなく、水質の「評価」に安定同位体比を活用した実証的な検討を行った。一般に、生活用水の水質評価は、細菌学的な検討などを主体とするが、安定同位体比から飲料用に特化した水に含まれる、放射性核種ならびに重金属の存在度を基礎情報として体系化することにより、健康リスクの低減や環境政策への提言に必要な情報を得ることが可能となる。

具体的には、科研費 15K00672 の活動をベースとしたフィリピン大学マニラ校、フィリピン・アンゴノ市との国際共同研究における現地水質調査と生活用水への簡易測定法実装研究と並行する形実施した、重金属汚染の有無を安定同位体比の手法を用いた評価データの検討を行った。この際の手法的特徴としては、内標準元素としてインジウムとビスマスを添加した重金属要素の評価手法を試みた点にある。特に、内部標準補正が軽い元素（ヒ素など）と重い元素（ウランなど）の両方に関して行うことにより、評価が難しい飲料水中の重金属要素の評価手法に関する手法が持つ不安定性の改善提案を行った。これらの分析結果をアンゴノ市保険センター関係者、医療技師、地域コミュニティ関係者などに広く共有をしながら最終的に論文化を実施し、Acta Medica Philippina 誌に 2 本の国際共著論文が掲載された。

（Seiji Maruyama, Hisaaki Kato, Gilbert J. Merino, Takafumi Hirata and Noel R. Juban. 2020.4. "Concentrations of Trace Elements in Daily Life Water Consumed in Angono, Rizal, Philippines". *Acta Medica Philippina*, Vol.54, No.2: 167-174. / Seiji Maruyama, Hisaaki Kato, Takafumi Hirata, Noel R. Juban. 2020.10. "Concentrations of Trace Elements in Bottled Water Consumed in Angono, Philippines". Acta Medica Philippina, Vol.54, No.5: 525-530.）

ナノリソグラフィ共同研究部門

概要

半導体の微細化を支えているリソグラフィ技術では、レジストと呼ばれる感光性素材材料・プロセスを用いている。パターニング材料として利用されているレジスト素材のベース（樹脂）には、様々な高分子化合物が利用されている。しかし、これらの高分子を使ったレジストで作られるパターンの線幅は、最先端の研究においては 10nm 程度であり、高分子鎖数個にも満たない。そのため、従来材料の高分子と異なる新規材料とプロセスが求められている。

研究課題

次世代パターニング材料とそれを用いたナノリソグラフィの基盤的研究を行い、次世代微細加工技術の発展に資する。

ナノリソグラフィの研究のため、新規計測・解析技術の有効活用と産学連携を推進

ユシロ化学工業ポリマーゲル共同研究部門

教授	中谷　和彦
特任教授（常勤）	原田　明
特任研究員	白川　瑛規
事務補佐員	三原　栄子

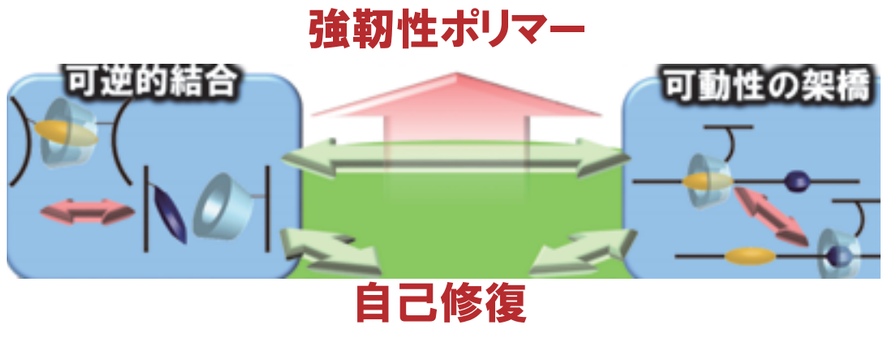
概要

本研究部門では、ホスト分子とゲスト分子を高分子に組み込み、ホストーゲスト間での相互作用により橋架け部を導入してネットワークを形成し、新たなマテリアルを構築することを目的としている。具体的には環状のシクロデキストリンをホスト分子として、ゲスト分子としてはかご型構造をしたアダマンタンや長鎖のアルキル基を用い、超分子形成を通して新規のマテリアルを開発した。

成果

・超分子マテリアルの設計と合成

ホスト分子として、シクロデキストリンのメチル化体やアセチル化体を用いることにより、溶媒を用いることなく、ゲストモノマーや共重合モノマーと共重合することが可能であることを見出した。通常は共重合する相手のゲストモノマーとホストモノマーとの間でのホストーゲスト相互作用により架橋部が可逆的に形成されるため、強靭で自己修復可能なエラストマーが生成するが、共重合する相手のモノマーがエチルアクリレートのような小さな分子の場合には、ポリマー鎖がシクロデキストリンの空洞を貫通して、可動性の架橋部も形成し、新たなエラストマーを得た。



高靭性自己修復エラストマー

文献）

1) Sinawang, G.; Osaki, M.; Takashima, Y.; Yamaguchi, H.; Harada, A. *Polym.J.* **2020**, 52, 839-859.
2) Park, J.; Murayama, S.; Osaki, M.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Matsuba, G.; Takashima, Y. *Adv.Mater.* **2020**, 32, 2002008.
3) Aramoto, H.; Osaki, M.: Konishi, S.; Ueda, C.; Takashima, Y.; Harada, A.; Yamaguchi, H. *Chem.Sci.* **2020**, 11, 4322-4331.

フレキシブル 3D 実装協働研究所

特任教授（所長）	菅沼　克昭
教授（兼任）	舟木　剛、関谷　毅、駒谷　和範、櫻井　保志、能木　雅也、西川　宏、麻　寧緒
特任准教授	陳　伝トウ
特任助教	張　政
特任研究員	末武　愛士、謝　明君、岩城　文、劉　洋
招へい准教授	出田　吾朗　上島　稔
招へい研究員	芳我　基治、坂本　健志
事務補佐員	森部　幸子

a)　概要

先端半導体は、車載機器からポスト 5G の AI/IoT 領域全ての電子機器に普及し、新たな生活環境において一層の展開を見せている。IoT のエッジからデータセンターまでを支える実装技術は、日本の高度な材料・製造技術と信頼性技術を必要とする。本研究所では、WBG パワーエレクトロニクス、ポスト 5G/先端 AI 機器の 3D 高密度実装の開発をオープンなプラットフォームにおいて推進している。中でも、鉛フリーはんだから金属焼結接合を新たに提案し、先端 AI 機器実装で世界の物造りの流れを導きつつある。それぞれの学術基礎を示すことで、世界を納得させる信頼性の高い技術実現を目指している。

b)　成果

・WBG パワーエレクトロニクス実装に幅広く取り組み、世界初の銀焼結接合の提案、DBA 基板開発など他面的材料技術を提案し、その高いパフォーマンスと信頼性を証明した。

・先端電子機器で大きな課題となる熱問題を解決するため、新材料と計測技術を開発提案し、デジュール、デファクトとして国際標準化を目指している。

・3D 高密度実装で大きな課題となっている多層基板マイクロビアの「隠れた脅威」現象の解明から、「Moore 法則」の限界を超えるため、ポスト 5G／AI 実現に必須の先端半導体高密度実装技術を開拓している。

・接合の基礎科学から接着技術の再開拓を目指し、産業界で必要な要素技術の基礎を提供している。

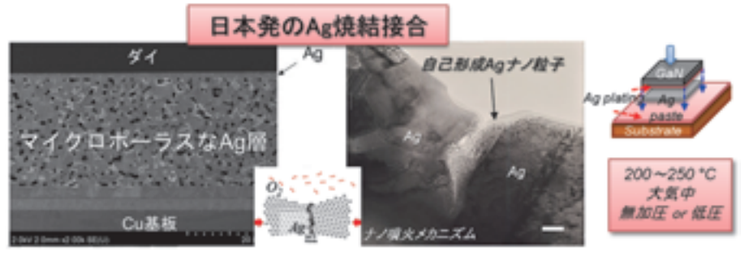


図 1　世界に広がる Ag 焼結接合技術

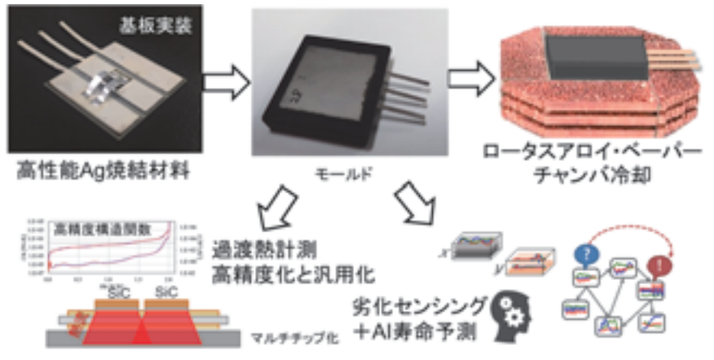


図 2　熱問題に材料・計測・制御で取り組む NEDO プロジェクト

［ 附２ ］　各附属研究施設等の組織と活動

産業科学ナノテクノロジーセンター

センター長　教授　　田中　秀和
事務補佐員　　梅本　由香　（令和 2 年 10 月 1 日採用）

概要

産業科学ナノテクノロジーセンターは、原子・分子を積み上げて材料を創製するボトムアップナノテクノロジー、材料を極限まで削ってナノデバイスを作製するトップダウンナノテクノロジー、さらにそれらの融合による産業応用を目指して総合的にナノサイエンス・ナノテクノロジーを推進することを目的として、2002 年に産業科学研究所に設置された全国初のナノテクノロジーセンターである。

設立当初は、専任 3、所内兼任 7、学内兼任 3、国内・外国人客員 3 の 16 研究分野からなる 3 研究部門制で発足した。2003 年にはナノテクノロジー総合研究棟が完成し、全学のナノテクノロジー研究を推進するためのオープンラボラトリーの運用も開始された。また、産学官の学外ナノテクノロジー研究者のための共同施設としてナノテクノロジープロセスファンドリーが設置され支援活動を開始した。2004 年には 20 研究分野からなる 4 研究部門に拡充された。さらに、2006 年にナノ加工室が設置され、2007 年にナノテクノロジープロセスファンドリーに代わって阪大複合機能ナノファウンダリがスタートした。そして、2009 年に産研の大幅な改組に伴い、新しい組織に充実強化された。

新しい産業科学ナノテクノロジーセンターは、専任 6 研究分野を中心として、所内兼任 3、学内兼任 6、国内・外国人客員 3 の 18 研究分野からなり、さらに、新たにナノテクノロジーに特化した供用最先端機器を設置するナノテク先端機器室が設けられた。当初付されていた時限を撤廃して、ハード、ソフト、生体材料の幅広い分野においてトップダウンとボトムアップのナノプロセスの融合によるナノシステムを創成し、さらに、理論および評価との研究融合により新たな展開を図ることでナノテクノロジー研究を学際融合基盤科学技術へと発展させることを目指している。2012 年からはナノテクノロジープラットフォーム事業・大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点（微細加工プラットフォームおよび分子・物質合成プラットフォーム）を運営している。また、学内・国内・国外の多彩なネットワークを構築して、ナノテクノロジー研究の拠点となることを目標としている。

ナノ機能材料デバイス研究分野

教授	田中　秀和
准教授	神吉　輝夫
招へい研究員	Hui Ren
大学院学生	堤　正紀、Umar Sidik、玄地　真悟、野中　信、余　博源、滝川　潤、 難波　央、平尾　成、李　瑞
学部学生	笠松　泰成、小泉　遼太
技術補佐員	頓田　佐映子、榊　奈津子
事務補佐員	奥本　朋子

a)　概要

様々な外場(光、磁場、電場、温度)に対し巨大に応答し多彩な物性を示す遷移金属酸化物材料群を対象とし、トップダウンナノテクノロジー（超微細ナノ加工技術)、とボトムアップナノテクノロジー（超薄膜・ヘテロ接合・人工格子結晶成長）を融合することによって、望みの位置に、望みの物質・電子状態の空間的配置と次元性をナノスケールで任意に制御する技術方法論を確立し、それによって得られる酸化物ナノ構造が示す基礎物性の理解を通して、高機能かつ省エネルギー駆動の新原理デバイス構築に取り組んでいる。今年度の主な成果を以下に詳述する。

b)　成果

・強相関電子系酸化物/原子層物質ハイブリッドデバイスの創製

原子レベルの薄さにもかかわらず優れた物性を示す 2 次元原子層物質（グラフェン、六方晶窒化ホウ素、遷移金属ダイカルコゲナイドなど）と金属－絶縁体間の相転移現象を示す強相関酸化物は、それぞれが次世代デバイスへの応用が期待されている新奇材料である。これまで交わることがほとんどなかったこれらの材料系をハイブリッドさせることを行った。室温において超高速に金属―絶縁体相転移を引き起こす VO_2 を柔軟性・透明性を有する二次元層状物質上に結晶成長させることができれば、ボトムゲート FET やフレキシブルデバイス形成などその応用が大きく広がることが期待される。SiO_2 基板上に hBN を剥離・トランスファーし、その上にプルスレーザ蒸着法を用いて、VO_2 薄膜結晶成長を行った。hBN は層状物質の一種で、各層がファンデルワールス（vdw）相互作用で結合している。したがって、hBN 上においては、界面での結合力が通常の酸化物基板との界面で働くイオン・共有結合よりはるかに弱く、格子ミスマッチを緩和して VO_2 の成長が期待される。hBN 上の VO_2 薄膜はそのグレインの大きさは平均 490 nm で、最高で数 μm に達し、hBN（001）面に対して VO_2 は最安定面である正方晶（110）面で成長していた。さらに VO_2 薄膜結晶の厚さを 15nm まで薄くしてもバルクと同様の相転移挙動を観察することが出来た（図 1)。

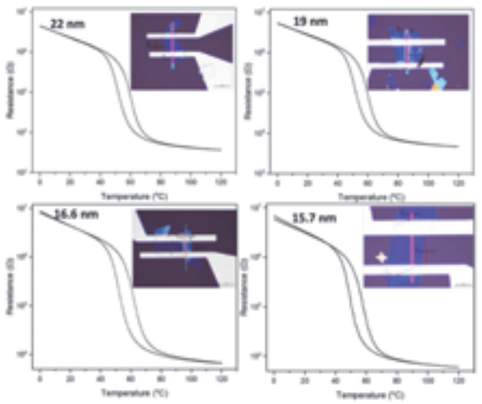


図 1 hBN フレーク上へ結晶成長させた VO_2 の電気抵抗変化の膜厚依存性

さらなる発展として、異なる結晶構造（スピネル構造）を有する強磁性・電子相変化酸化物である Fe_3O_4 薄膜を hBN 上に成長させることにも成功した。作成された Fe_3O_4 薄膜は 50nm 程度のナノグレインを有する多結晶薄膜でありながらもバルクと同等に近い相転移温度を有することを併せて見出した（図 2)。hBN 上に成長した酸化物薄膜結晶は、結晶構造の異なる VO_2、Fe_3O_4 の双方においてもバルクと同等に近い挙動を示しており、2 次元層状材料は機能性酸化物結晶成長おいてユニバーサル基板としての有用性であることを示唆している。

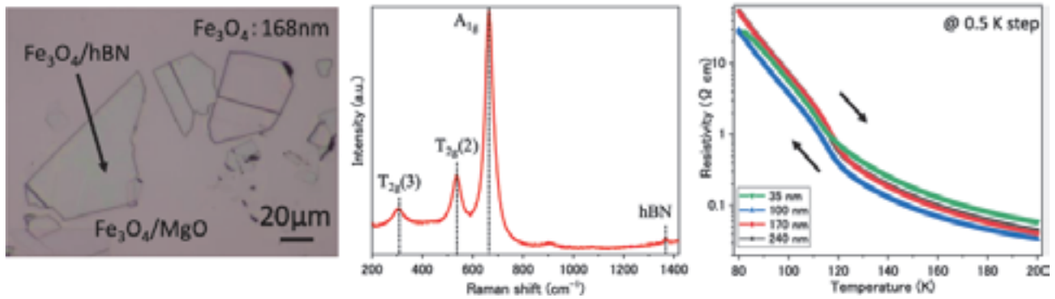


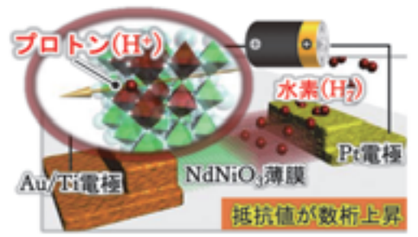
図 2　hBN フレーク上へ結晶成長させた　Fe_3O_4 の光学顕微鏡写真（左)、ラマンスペクトル（中央)、電気抵抗の温度依存性（右）

・10nm スケールの相変化酸化物ナノ構造体の作製による巨大機能物性創出

ボトムアップ的な薄膜成長は，膜面方向には現在では原子層・分子層のレベルでの成長制御が可能であり、3 次元加工基板をガイドテンプレートとし，厚さを精密に制御しながら、ガイド側面に酸化物薄膜ナノ構造を成長させることで、トップダウンナノリソグラフィーのサイズ限界超え，ナノウォール細線構造などの極小ナノ構造の創製が可能となる。単結晶化した 3 次元ナノテンプレート基板の側面を起点とし、nm 精度でサイズを制御したナノ構造作製手法「3 次元ナノテンプレート PLD 法：パルスレーザー堆積法)」により、高品質なナノ構造体を実現した。3 次元方向全てが 10nm サイズを持つ強相関であるマグネタイト（Fe_3O_4）のナノ構造体の作製を実現し、極微ナノ試料において初めて相転移特性を観察した。また同様に金属-絶縁体相転移を示す二酸化バナジウム（VO_2)、希土類ニッケル酸化物（$NdNiO_3$）薄膜においても、それぞれナノギャップ電極の付与（ギャップ幅 20nm:VO_2 マイクロワイヤ)、(ワイア幅 50nm：$NdNiO_3$ マイクロギャップ電極）により、非常に急峻な温度抵抗係数を発現する階段状の巨大抵抗変化を確認した。これら電子相変化酸化物は、IRDS（International Roadmap for Devices and Systems）などにおいて、Beyond CMOS を実現する有力物質として期待されており、10nm スケール極微細スケールにおいても機能発現するデバイス創製に繋がる結果を得た。

・強相関酸化物を用いたプロトン駆動型デバイスの創製：

代表的な強相関電子系金属酸化物である $SmNiO_3$ は、ペロブスカイト構造を持ち、金属絶縁体相転移に伴う巨大抵抗変化を示す材料である。近年プロトンドーピングによる巨大抵抗変調（～10^8 倍）が報告され注目を浴びており、その現象を利用し、薄膜に二端子電極を付与し予めドーピングしたプロントを電界で駆動させることにより、高抵抗のプロトン導入領域を拡大し、電気抵抗率を制御可能とするプロトンレジスターが提案されている。プロトンレジスターは、従来の電界効果では実現できない巨大な抵抗変調を可能にすると期待される。パルスレーザー堆積法を用いて、良質な $SmNiO_3$ 薄膜を作製し、フォトリソグラフィ及びスパッタリング法を用いてソース電極として Pt 電極を、ドレイン電極として Au/Ti 電極の非対称二端子電極パターンを作製し、水素ガス雰囲気下で Pt 電極側にのみプロトンをドープし、$SmNiO_3$ プロトンレジスターを作製した。Pt 触媒を用いたプロトンドーピング時に、同時に電界印加をおこなうことにより、プロトンドーピング速度が格段に向上すること、および Pt 触媒プロトンドーピング後に、大気中において電圧印加を行うことにより、薄膜試料中のプロトンを電気的に拡散させ、不可逆的抵抗変調（メモリ効果）を観測した。併せて $SmNiO_3$ プロトンレジスターにおける印加電圧、電圧印加時間、スイッチング効率の相関関係を定量的に評価できるモデル式を導出した。



ナノ極限ファブリケーション研究分野

教授	吉田　陽一
准教授	楊　金峰
助教	菅　晃一、神戸　正雄
特任教授	清水　裕一
特任准教授	川上　茂樹
特任研究員	谷畑　公昭、川上　里美
特任研究員（客員准教授）	柴田　裕実
招へい教授	權田　俊一、中川　和道、西嶋　茂宏、田川　精一、大島　明博
大学院学生	玄　一貴
学部学生	岡田　尚通
派遣職員	高橋　由喜恵

a)　概要

極限ナノファブリケーションを実現するために材料中に量子ビームが誘起する基礎過程の解明を目指している。そのためのツールとして、世界最高時間分解能を有するフェムト秒・アト秒パルスラジオリシスシステムの研究開発を行っている。フェムト秒・アト秒の時間分解能を実現するために、フェムト秒・アト秒電子パルスの発生方法の研究および計測方法の開発を行っている。これらアト秒高密度電子パルスが誘起する新奇現象を探索している。また、世界最先端のフェムト秒時間分解能を有する電子顕微鏡と電子線回折装置を開発し、それらを用いた構造ダイナミクスの研究を行っている。このように、極限の電子ビーム発生・制御技術を応用することにより、加速器科学と電子顕微鏡学、放射線化学等の学際領域で新しい展開を目指している。

b)　成果

・レーザー変調のシミュレーション

レーザー変調を用いた超短パルス電子ビーム発生の計算を行った。レーザー変調の効果の最適化を行う場合は、光源として使用した場合のアンジュレータの発振波長と使用するレーザーの波長を一致させる必要がある。この場合、電子ビームエネルギー32.5 MeV（$\gamma = \sim 64.6$）において、既存のレーザー波長 800 nm を考慮し、アンジュレータの基本波の共鳴波長で 800 nm を満たすような周期長を検討した。その結果、磁場周期長を 6.6 mm とし、K 値/磁場振幅が、0.15/0.25 T であれば良いことが分かった。さらに、シミュレーションコード elegant を用いてレーザー変調を計算した。その結果、電子ビームエネルギー32.5 MeV において、磁場周期長を 6.6 mm とし、バンチング因子の最大は、磁場強度 0.25 T、自由空間距離 150 mm で 0.44 となった。今後、アンジュレータ製作や 3 次の作用についても検討し、電子ビーム実験を行う。

・濃厚溶液の量子ビーム誘起化学反応ダイナミクスの解明

フェムト秒およびナノ秒パルスラジオリシスにより濃厚溶液の過渡吸収の時間変化を観測した。これまで研究されてきた希薄溶液中の反応挙動に加え、濃厚溶液とすることで量子ビームによる溶質の直接イオン化や、蛍光収量の濃度依存性と励起三重項生成収量の濃度依存性の不一致等の、これまでの反応スキームの考慮外の現象が観測された。蛍光収量と励起三重項生成収量のそれぞれの濃度依存性の不一致は、溶質の直接イオン化の寄与が無視できなくなる程度の濃度領域から始まっており、したがって、おそらく溶質のカチオンラジカルとアニオンラジカルの再結合による三重項生成過程が顕に観測されたものと考えられる。

これらの観測は、量子ビームの相互作用のうち、イオン化と電子励起を理論計算と合わせて実験的に求める基礎データとなるものであり、詳細な検討が必要である。これらの現象をより正確に解析するため、反応の初期からの反応ダイナミクスのモンテカルロシミュレーションコードの開発に着手した。シミュレーションコードは開発初期の段階であるが、今後、実験データに対するフィッティング機能をもたせるとともに、反応スキームの自動探索機能を付与する計画である。

・フェムト秒時間分解電子顕微鏡の研究

時間分解電子顕微鏡の研究では、主に電子ビームの安定化とナノ粒子や微結晶等の観察を行った。今までの電子線パルス発生では、Ti:Sapphire レーザーの直後に 3 倍波（UV : 266nm）を変換し、レーザー室から電子顕微鏡まで長距離を経由してフォトカソードに UV 光パルスを輸送していた。空気の流れや振動等によるレーザービームが揺らぎ、電子ビームの安定性低下の大きな原因となった。今年度では、Ti:Sapphire レーザーの UV 変換はフォトカソードの近傍に変更し、発生した UV 光パルスをカソードに集光させることにより、電子ビームのエミッタンスの低減と安定性の向上に繋がった。

時間分解電子回折の研究では、電子ビームのエミッタンス低減による電子回折空間分解能の向上を行い、最高 $0.027 Å^{-1}$ の空間分解能を得ることができた。これにより、従来の無機材料への測定に限定されず、相対論的フェムト秒電子線パルスによる格子定数が 50Å までの有機結晶やタンパク質等の生体分子中の構造ダイナミクスの研究が可能となった。光誘起構造相転移の研究では、エネルギーが 2MeV のフェムト秒電子線パルスを用いてシリコン等の半導体物質における結晶からアモルファスへの構造相転移過程の観察に成功した。

ナノ構造・機能評価研究分野

教授　　末永　和知（令和 3 年 1 月採用）
准教授　　吉田　秀人
助教　　神内　直人
大学院学生　　城間　慧人、佐藤　雅也
事務補佐員　　土居　晶

a)　概要

電子顕微鏡によるナノ構造の解析や機能の評価は、機能性材料を改良または新規開発する上で必要不可欠である。特に、透過電子顕微鏡（TEM）を用いたナノ構造・ナノデバイスの生成プロセスの評価、及び機能発現中のそれらの構造・電子状態を評価することは、今後益々重要になると考えられる。当研究分野ではこれまでに、気体中のナノ構造やナノデバイスを原子スケールで観察可能な環境制御型透過電子顕微鏡（ETEM）を開発してきた。この ETEM を活用し、様々な気体と固体の界面で起こる動的な現象を解析することで、ナノ構造・ナノデバイスの生成過程や機能発現機構の解明や、新規機能性材料の開発に取り組んでいる。

b)　成果

・Pt ナノ粒子/ゼオライト 2 元機能触媒の活性と構造の関係

Pt ナノ粒子をゼオライト上に担持した触媒は、2 元機能触媒として接触改質反応に利用されている。接触改質反応における合成物の選択率の向上は重要な課題である。我々は、Pt ナノ粒子とゼオライト（H-ZSM-22）とアルミナバインダーからなる 2 元機能触媒における *n*-ヘプタンの水素異性化反応において、Pt ナノ粒子がアルミナバインダー上に担持された触媒の方が、ゼオライト上に担持された触媒よりも望ましい異性体の収率が高いことを発見した。

$Pt(NH_3)_4(NO_3)_2$ を原料としてイオン交換法によりゼオライト上に Pt ナノ粒子を合成し、アルミナバインダーと混ぜた触媒（Pt-H-ZSM-22/Al_2O_3）の走査型 TEM（STEM）像が図 1（a）である。白い粒が Pt ナノ粒子であり、ゼオライト上にのみ存在している。一方、ゼオライトとアルミナバインダーの混合粉末に $H_2PtCl_6{\cdot}6H_2O$ を原料として静電吸着法で Pt ナノ粒子を合成した触媒（Pt-Al_2O_3/H-ZSM-22）が図 1（b）である。Pt ナノ粒子はアルミナバインダー上にのみ存在している。両触媒において、Pt の総量、Pt ナノ粒子のサイズ、ゼオライト上の酸点の密度はほぼ同じであることを確認した。つまり Pt ナノ粒子の存在する場所のみが異なる。両触媒の *n*-ヘプタンの水素異性化反応に対する活性を調べると、Pt-Al_2O_3/H-ZSM-22 触媒の方が Pt-H-ZSM-22/Al_2O_3 触媒よりも高かった（図 1（c））。また、最も重要な生成物である C_7 異性体の収率は Pt-Al_2O_3/H-ZSM-22 触媒の方が高い（図 1（d））。一方、クラッキング生成物の収率は Pt-H-ZSM-22/Al_2O_3 触媒の方が高い。以上の結果より、Pt ナノ粒子の存在する場所のみによって触媒活性および生成物の選択率が変わることが分かった。一般的に、アルカンが金属サイト（本触媒の場合 Pt サイト）で脱水素化しアルケンになり、次にゼオライト上の酸点でアルケンが異性化し分岐アルケンになり、最後に分岐アルケンが金属サイトで水素化し分岐アルカンになり、水素異性化反応は完了する。Pt-H-ZSM-22/Al_2O_3 触媒では Pt ナノ粒子がゼオライト内部にも存在しているため、分岐アルケンが金属サイトで水素化する前にゼオライト上の酸点でクラッキングされる頻度が高いため、クラッキング生成物の収率が高くなり C_7 異性体の収率が低下すると考えられる。本発見は、高性能触媒の設計に対して新たな知見を与えるものである。

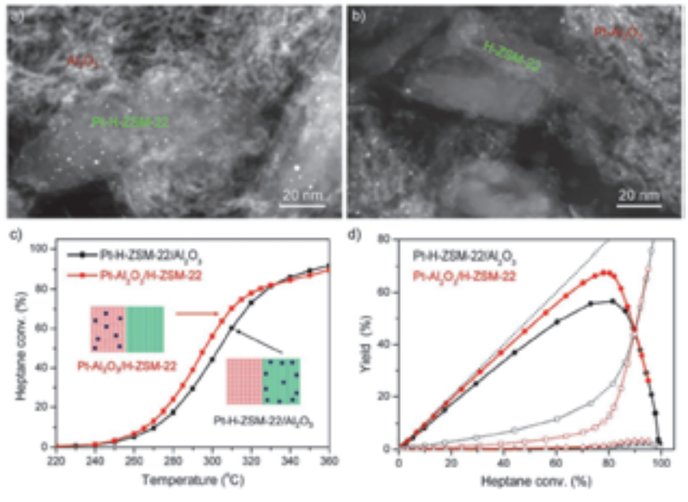


図 1.　(a) Pt-H-ZSM-22/Al_2O_3 触媒の STEM 像。(b) Pt-Al_2O_3/H-ZSM-22 触媒の STEM 像。(c) *n*-ヘプタンの転化率と温度の関係。(d) C_7 異性体の収率（実線と丸）と 2 分岐 C_7 異性体の収率（実線と三角）とクラッキング生成物の収率（破線と四角）。

・板状 Co ナノ結晶の Fischer–Tropsch 合成触媒活性

ナノ粒子の触媒活性は、そのサイズや表面に露出している結晶面に依存することが知られている。本研究では Fischer–Tropsch 合成反応における Co 触媒の形状が活性に及ぼす影響を調べた。

球状 Co ナノ粒子のみが SiO_2 上に担持された触媒試料と、板状 Co ナノ結晶と球状 Co ナノ粒子が 3:2 の比で SiO_2 上に担持された触媒試料（図 2（a））を調製した。TEM 像は透過像なので板状と球状を正確に判別するのは難しい。そこで電子線トモグラフィーにより試料の 3 次元像再構成像を取得し、板状 Co ナノ結晶と球状 Co ナノ粒子が SiO_2 上に担持されていることを確認した（図 2（c））。Fischer–Tropsch 合成反応に対する触媒活性は、板状 Co ナノ結晶と球状 Co ナノ粒子が混合した触媒の方が、球状 Co ナノ粒子のみの触媒よりも低かった。このことから、板状 Co ナノ結晶の表面の大部分を占める hcp 構造の（0001）面の触媒活性が低いと考えられる。

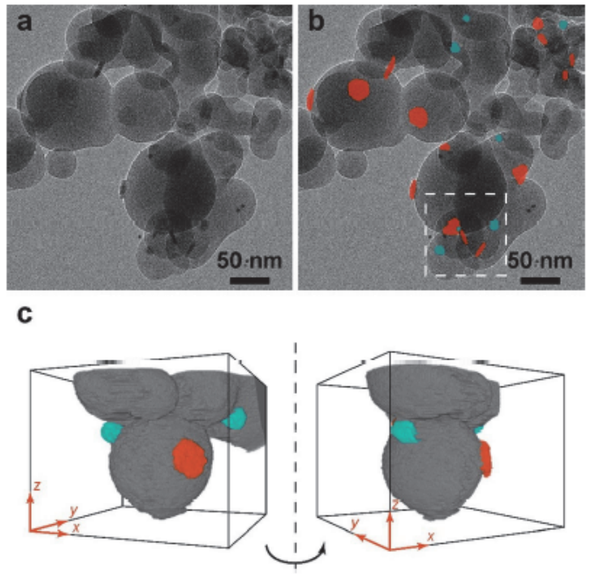


図 2.　(a) 板状 Co ナノ結晶と球状 Co ナノ粒子が SiO_2 上に担持された触媒試料の TEM 像。(b) 板状 Co ナノ結晶を赤色、球状 Co ナノ粒子を青色で示した像。(c) (b)の破線部を電子線トモグラフィーで 3 次元再構成した像。

ナノ機能予測研究分野

教授	小口　多美夫
准教授	白井　光雲
助教	山内　邦彦（令和 2 年 11 月 15 日退職）、籾田　浩義
招へい教授	本河　光博、城　健男、菅　滋正
招へい教員	山内　邦彦（令和 2 年 11 月 16 日採用）
特任研究員	藤村　卓功、勝本　啓資（令和 2 年 8 月 31 日退職）
共同研究員	牧野　至洋
大学院学生	Luong Huu Duc、Nguyen Thi Phuong Thao、Tran Ba Hung、嶋津　亮真、渡邊　康太
学部学生	谷口　勇貴、野原　悠生
事務補佐員	浅田　美香

a)　概要

第一原理計算に基づき、種々の固体系・表面系で発現する物性・機能を理論的に予測する研究を行っている。発現機構を電子状態の特異性から明らかにすることによって、新たな物質を設計する研究にも展開している。また、第一原理計算に必要となる基礎理論や計算手法の開発にも取り組んでいる。

b)　成果

・結晶構造の分類と解析

構造（原子の配列）は物質における最も基本的な性質のひとつである。構造は電子系に関するハミルトニアンを定め、電子状態を介して物性が決定される。特に構造がもつ対称性や注目する電子軌道が置かれた環境（配位）はその電子状態の特徴に深く関わっている。従って、関連する構造の類似性を明らかにし、分類することは物性の理解にとって重要である。ここでは、結晶物質を対象として、その構造をベクトル表現することで構造の記述子（特徴量）とし、ベクトル間の距離を求めることから構造の類似性の目安とした。また、この記述子を用いて種々の物性量を目的変数として回帰分析を実行することができる。図 1 は、7 種の遷移金属炭化物 *MC*（*M*＝5*d* 遷移金属元素 Hf~Pt）に対して 5 種の結晶構造（ZnS 型、NaCl 型、NiAs 型、WC 型、CsCl 型構造）を仮定して第一原理計算により構造最適化を実行し、その構造から求めた動径分布関数から *F*-fingerprint 記述子を得、構造間の距離を Cosine 距離で定義し、多次元尺度構成法により時限削減を実行して、三つの主成分（C1、C2 、C3）空間に配置したものである。5 種類の結晶構造について明確なクラスタリングが見られる。NiAs 型、WC 型構造は（C1、C2）空間でほぼ縮退しているが、C3 を考慮することで各炭化物の傾向が表現されている。主成分の理解には *F*-fingerprint 記述子の詳細な解析が必要であるが、C1 は配位数（4→6→8）の傾向を、C2、C3 は遷移金属元素の価電子数の傾向をそれぞれ表現していると

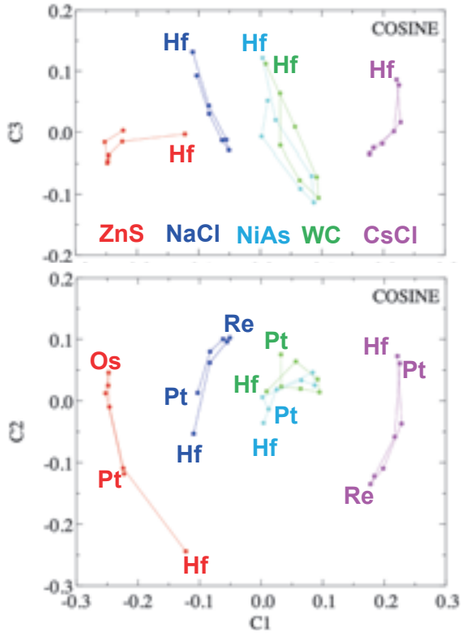


図 1　7 種類の 5d 遷移金属炭化物の 5 種結晶構造間の Cosine 距離から多次元尺度構成法により 3 つの主成分空間にマップされたそれぞれの結晶構造の位置関係

思われる。

・無秩序固体・ガラス状態の熱力学的状態と転移の解明

ガラスは現在の高度社会を支える上でなくてはならない材料である。にも関わらず「ガラス状態とは何か」という基本的な問題が未だに解かれていない。最大の問題はガラス状態を従来の熱力学的枠組みで扱おうとすると原理的な矛盾が生じることである。それゆえ従来ガラスは非平衡状態として扱われる。そのため、現在最も信頼おける第一原理計算もガラス研究に対してはほとんど使われていない。何を計算したらよいか分からないのである。したがってガラス状態を熱力学の原理と矛盾なく扱う理論が必要である。最近、当研究室でその理論的枠組が完成した。これによってガラス転移における活性化エネルギーを第一原理から計算する道筋が開けてきた。

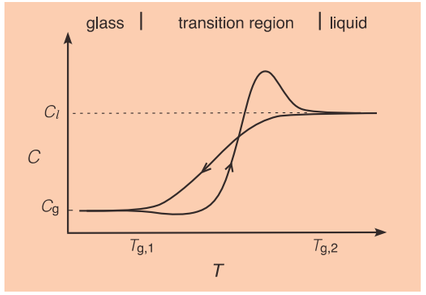


図 2　比熱測定によるガラス転移

・トポロジカル物質の電子状態計算

トポロジカル物質は近年多くの注目を集めており、物性物理の広範囲の分野で研究が発展している。本研究では、新奇トポロジカル物質の電子状態計算を行い、東北大学の角度分解光電子分光（ARPES）実験グループ（佐藤宇史教授）の実験結果との比較を進めている。今回、トポロジカル絶縁体 Bi_2Se_3 薄膜をファンデルワールス強磁性体 $Cr_2Si_2Te_6$ 上に作製したヘテロ構造の電子状態を調べた結果、トポロジカル表面状態に磁性による近接効果が現れることを発見した[Phys. Rev. Materials 4、084202 （2020）]。今後、本研究で見出された方法に基づいてトポロジカルヘテロ構造の探索を進めることで、スピントロニクス応用に役立つ物質材料の探索・開発が大きく進展すると期待される。

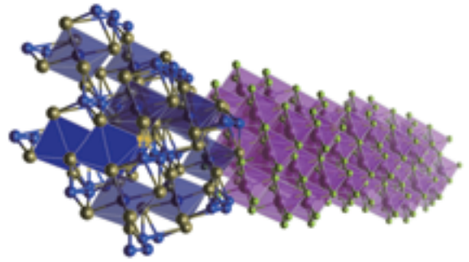


図 3　第一原理計算で用いた $Bi_2Se_3/Cr_2Si_2Te_6$ 界面のスラブ模型

・アモルファス酸化物における酸素欠陥

酸化物材料中の酸素空孔は電子デバイスの電気伝導特性に著しい影響を及ぼすことが知られている。アモルファス酸化物を用いた抵抗変化メモリにおいては、材料中に含まれる多量の酸素空孔が双安定的な抵抗スイッチング現象の起源と考えられている。本研究では、アモルファス Al_2O_3 における電荷中性状態の酸素空孔が、2 つの安定な局所原子構造・電子状態をとることを明らかにした。2 つの状態の間には、およそ 0.5 eV のエネルギー障壁があり、酸素空孔は局所構造変化に関して双安定性を示す。安定状態の酸素空孔はバンドギャップ中央付近に空孔準位を形成し、その準位に捕捉された電子は空孔位置に局在した高抵抗的な特徴を示す。一方、準安定状態にある酸素空孔は、価電子帯直下に空孔準位を形成し、その状態は空間的に拡がった低抵抗的な電子分布を示す。結果に基づいて抵抗変化メモリ動作機構のひとつを提案した。α-Al_2O_3 結晶における酸素空孔は双安定性を示さず、上記の欠陥双安定性はアモルファス構造に特有の性質と考えられる。

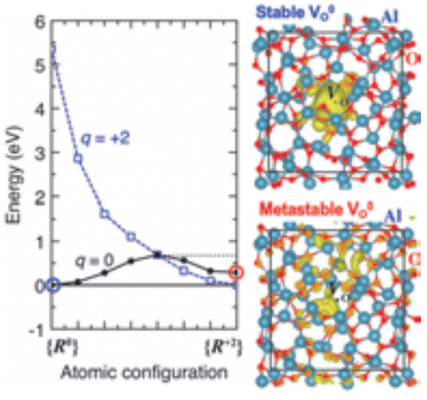


図 4　アモルファス Al_2O_3 における酸素空孔の双安定性（左図）と安定状態・準安定状態の空孔に起因した欠陥準位の電子密度分布（右図）

ソフトナノマテリアル研究分野

教授	家　裕隆
助教	陣内　青萌、横山　創一
特任助教	Shreyam Chattergee（令和 2 年 10 月 1 日採用）
招聘教授	戸部　義人、大西　敏博、宮田　幹二
特任研究員	瀬尾　卓司、新田　孟、Shreyam Chattergee（令和 2 年 9 月 30 日退職）、山本　恵太郎 松本　雅治（令和 3 年 3 月 16 日採用）
大学院学生	永井　恵介、淺川　亮、大井　彩裕美
事務補佐員	藤木　よしみ

a)　概要

有機物質の機能を分子レベルで解明し制御することを基軸として、優れた電子・光機能を有する有機分子の開発と構造物性相関の解明、および、エレクトロニクス応用に向けた機能評価までの一貫した研究を行っている。有機薄膜エレクトロニクスに適した機能性有機分子、および、分子スケールエレクトロニクスを志向したナノスケールπ共役分子の分子設計と有機合成を行い、これらの物性有機化学と機能有機化学の研究を展開している。具体的には、1）光電変換特性やキャリア輸送特性をもつ有機半導体材料 2）　単分子エレクトロニクスに適した分子導線、金属電極接合ユニット、機能性ユニットなどの開発を目的とした学術研究を行うことで、次世代ソフトナノマテリアルを創出する。

b)　成果

・有機薄膜型太陽電池材料の開発

有機太陽電池（OSC）は軽量、フレキシブル、波長選択性、毒性元素を含まない等の優れた特徴をもつことから、既に社会実装に至った太陽電池と一線を画した用途展開が期待されている。さらに、OSC は、有機半導体材料の有機溶媒への溶解度が高いことを利用した、『塗布プロセスが可能』の特徴も併せ持つ。OSC の薄膜活性層を作製する際には、クロロベンゼンや *o*-ジクロロベンゼン等のハロゲン系溶媒が多く用いられている。一方で、OSC のモジュール化のためには、環境に優しい非ハロゲン系溶媒を用いたプロセスが不可欠となる。しかし、非ハロゲン系溶媒への切り替えによって発電効率が低下することが課題となっている。そこで本研究では、非ハロゲン系溶媒の適用に向けた有機半導体材料の構造物性相関の解明を行った。ポリ 3-ヘキシルチオフェン（P3HT）のドナーと非フラーレン型アクセプターを用いた OSC の非ハロゲン溶媒を用いた報告例は数例に留まっており、アクセプターの設計指針は実質未確立である。我々は、双極子モーメントの低い非ハロゲン系溶媒を用いるためには、アクセプターの双極子モーメントを低下させることが有効との作業仮説をたて、アクセプター**PDTz-NI** を開発した（図 1(a)）。高い双極子モーメントをもつ参照分子 **BTz-Np** では *o*-キシレンを用いることで発電効率は減少した。一方、**PDTz-NI** と P3HT を組み合わせた薄膜活性層は、*o*-キシレン溶媒で発電効率の向上が観測された。これは双極子モーメントの低い P3HT とアクセプターとメシチレン溶媒の組み合わせにおいては、薄膜形成途上で、均一性の高い混合膜が形成しているためと考えている（図 1(b)）[原著論文 2]。

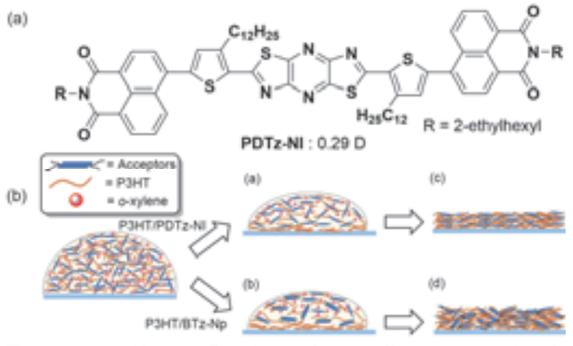


図 1　(a) 非フラーレン型アクセプターの構造、(b) P3HT とアクセプターの薄膜作製時の相分離構造の模式図

・共役が保たれたπ接合三脚アンカーの開発

単分子エレクトロニクスに向けたナノスケールπ共役分子材料として、金属電極との接合を担うアンカー開発を行なった。我々はこれまでにテトラフェニルメタン構造に基づく三脚構造分子の開発を行なっており、これに電子供与性芳香族化合物のチオフェン環をアンカー官能基として導入した **3Th** は、チオフェンのπ電子を介して金電極と接合し、最高被占軌道（HOMO）を介して電気伝導することを見いだしている（図 2）。しかし、テトラフェニルメタン骨格は sp^3 炭素で共役が途切れることが高い電気伝導に向けて課題であった。そこで本研究では、架橋によって HOMO が分子内に非局在化可能な新規三脚ユニット **PBIT(3Th)**を設計し、分子両末端に導入した **PBIT(3Th)-A-PBIT(3Th)**を開発した。単分子電気伝導測定を行った結果、**PBIT(3Th)-A-PBIT(3Th)**は **3Th-Ph-3Th** より分子長が長いにも関わらず、高い電気伝導度が得られた。この結果から、本指針が高電気伝導効率のアンカー開発に有効であることが明らかとなった[原著論文 5]。

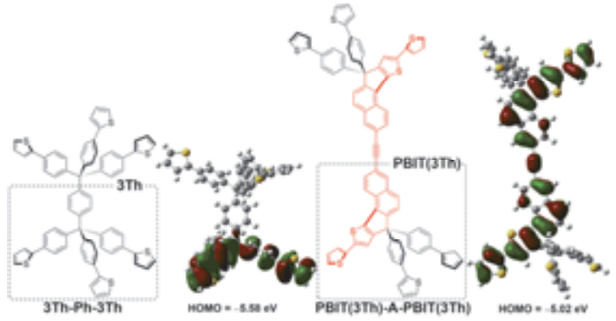


図 2　三脚型アンカーの分子構造、最適化構造、および、HOMO 軌道

・均等の間隔でねじれた長鎖被覆型分子導線の開発

π 共役分子で構成される分子導線は分子スケールエレクトロニクスにおける電荷輸送の役割を担う。分子鎖長が数ナノメートル以上の長さになると、分子内の電気伝導機構がトンネル伝導からホッピング伝導に変わる。ホッピング伝導では、正孔などのキャリアが分子内に局在し、分子内の電子準位（ホッピングサイト）を飛び移りながら移動することから、ホッピングサイトを均質に揃えることがホッピング伝導の効率化に有効と理論的に提案されていた。しかし、この仮説を検証するために必要な、(1) 数ナノメートルスケール、(2) 分子間相互作用を排除した完全被覆構造、(3) 分子長の精密な制御、を兼ね備えた分子の有機合成が困難であるため、実験的な研究は遅れている。我々はこれまでにフルオレン環を導入したシクロペンタン縮環チオフェンで構成される数ナノメートルスケールの完全被覆型の単分散オリゴチオフェン ***n*T** (*n* = 12–24)の合成に成功している。この高い共役平面性をもつ分子構造に対して『一定間隔でねじれ』を導入することで、理論モデルに相当する分子が実現できると考えた。そこで本研究では、ねじれた部位 **1** を組み込むことで、チオフェン 6 量体間隔でねじれたオリゴチオフェン（$\mathbf{(6T^{seg})}_{\boldsymbol{m}}$ (m = 2–4)）を開発した（図 3）。UV-vis 測定において、***n*T** はオリゴチオフェン鎖の伸長に伴う最長吸収波長の長波長シフトが観測された。これに対して、$\mathbf{(6T^{seg})}_{\boldsymbol{m}}$ では鎖長伸長による最長吸収波長の長波長シフトは小さく、チオフェン 6 量体の最長吸収波長とほぼ一致した。この結果から、$\mathbf{(6T^{seg})}_{\boldsymbol{m}}$ は共役平面性を精密に調整することで、ホッピングサイトが均質化されていると示唆された。伝導度測定のためのアンカー官能基として SCN 基を両末端に導入した **NCS-(6T^{seg})$_m$-SCN** (m = 2–4)の単分子電気伝導度を走査トンネル顕微鏡によるブレークジャンクション法で測定した。その結果、ホッピング伝導域の抵抗がねじれ構造の導入によって低くなることが明らかとなった。この結果から、分子スケールエレクトロニクスの実現に向けた分子導線の開発のためには、高い共役平面性に加えて“ホッピングサイトの均質化”の指針がホッピング伝導に有効であることが明らかとなった[原著論文 3]。

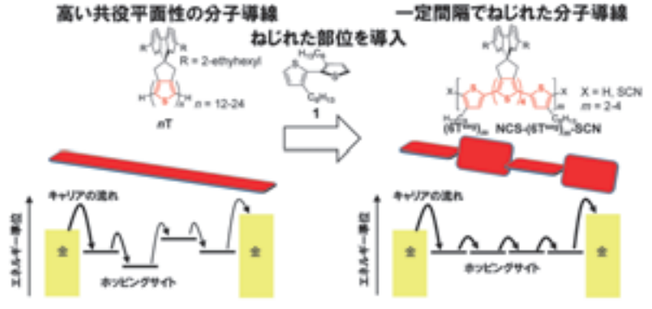


図 3　被覆型オリゴチオフェンの分子構造とホッピング伝導の模式図

バイオナノテクノロジー研究分野

教授	谷口　正輝
准教授	筒井　真楠
助教	田中　裕行、小本　祐貴
特任教授	山口　兆
特任研究員	村山　さなえ、井上　真奈子（令和 3 年 2 月 28 日退職）、山田　悟、宮川　晃一（令和 2 年 10 月 15 日退職）
大学院学生	林田　朋樹、刘　波（令和 2 年 9 月 30 日修了）、梁　逸偉、岸本　匠平、神田　拓人
研究生	柳　智浩
事務補佐員	藤林　乃理子（令和 2 年 9 月 30 日退職）

a)　概要

私達のグループでは、医療診断技術の高度化・高性能化に向けて、生体内の構造や機能を模倣した半導体ナノデバイスや 1 分子検出原理の研究を行っている。電子線描画法などの先端レベルのナノ加工技術を駆使した、数ナノメートルサイズの電極ギャップを作るための新たな技術を創製し、これを応用して、電極間に配線されている分子の数や種類、1 分子が電極につながっている強度や時間、電極に接続されている 1 分子の通電時における局所温度、1 分子のダイナミクスや化学反応を電気的に調べる方法を構築している。また、走査プローブ顕微鏡により、表面上にある DNA などの 1 分子観察および分光と分子マニピュレーションを行っている。そして、これらの基礎研究を通じて、1 分子の性質を調べる 1 分子科学を開拓し、同時にこの 1 分子科学を基本原理とする新しいバイオ分子デバイスやバイオセンサーを開発すると共に、SM-TAS(Single-Molecule Total Analysis System)の実現に資する 1 分子技術の創出に取り組んでいる。

主な研究課題としては、SPM による DNA 等のバイオ分子のナノサイエンス・ナノテクノロジー、ナノ電極とナノ流路を融合させた 1 分子バイオセンサーの開発、固体ナノポアデバイスを用いたナノポアシークエンシング法の開発、省資源・省エネルギーに資する単一分子デバイスの開発、が挙げられる。

b)　成果

・固体ナノポアダイオード

固体ナノポア（SiN_x や SiO_x でできた極薄のメンブレンに開けた 1 個の微小な細孔）は、イオントロニクス素子への応用が注目されているナノ構造である。

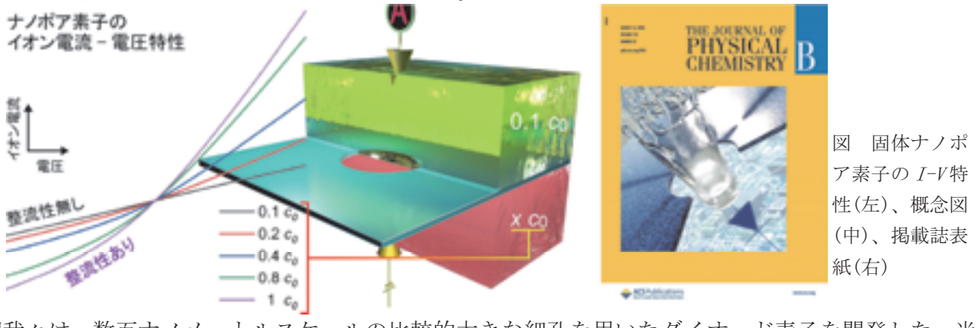


図　固体ナノポア素子の *I–V* 特性（左）、概念図（中）、掲載誌表紙（右）

今回我々は、数百ナノメートルスケールの比較的大きな細孔を用いたダイオード素子を開発した。半導体技術により Si ウエハ上に厚さ 50 nm 以下の極薄メンブレンを作製し、その中に電子線リソグラフィーと反応性イオンエッチングによりナノポアを開口させた。このナノポアの上下を濃度が異なるリン酸緩衝液で満たし、イオン電流特性を調べた。その結果、上下のイオン濃度差が 10 倍程度までの範囲では明瞭なイオン整流性が現れ、さらに濃度差を 100 倍にすることで、負性抵抗が観測された。Multiphysics シミュレーションを行った結果、この特徴的なイオン電流特性は、ナノポア内における電気浸透流の効果で、ナノポア付近のイオン濃度がバイアス電圧に応じて局所的に変化することに起因したものであることが分かった。これは、ナノポア壁面の表面電荷に由来するイオン選択性を基本とする従来のデバイスコンセプトとは全く異なるメカニズムであり、ナノポアイオントロニクス素子の新たな設計指針を与えるものである。本研究成果は、米国科学誌「ACS Applied Materials & Interfaces」（令和 2 年 11 月 5 日）並びに「Journal of Physical Chemistry B」（令和 2 年 7 月 23 日）に公開された。

・機械学習による単分子素子の構造識別

1 個の分子が電極間に架橋された単分子接合は、分子エレクトロニクスの基本素子構造として広く研究されている。しかし、その熱・電気輸送特性は電極 - 分子界面の特性によって顕著に変化することが知られている一方で、実際に 1 分子がどのような形状・配向で配線されているかを調べる簡便な手法がこれまで無かった。

そこで我々は、ブレークジャンクション法で得られる電気伝導度トレース波形の解析に応用可能な機械学習アルゴリズムを開発し、これを用いて電極間に架橋する分子の配向や電極 - 分子接点構造の識別が可能か検証した。DBSCAN を基本とするクラスタリングのアルゴリズムにより、室温下の計測で得られたオクタンジチオールの電気伝導度トレースが、ノイズおよび片側分子架橋の状態に加えて、Gauche 欠陥を有する分子配向と atop-atop の分子－電極接点構造の形成に由来するものの 5 種類に大別できた。

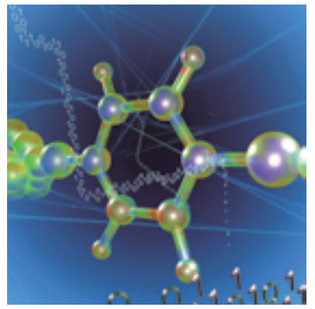


図　単分子素子の構造識別の概念図

本研究成果は、米国科学誌「Journal of Physical Chemistry Letters」に、令和 2 年 7 月 15 日に公開された。

・機械学習を用いた単分子識別の高精度化

Mechanically Controllable Break Junction (MCBJ)法を用いた単分子計測は、単一の分子を直接計測できるために、微小量での生体分子の検出手法として期待されている。我々は、DNA、RNA の配列決定や、タンパク質、ペプチドを構成するアミノ酸の決定手法の開発を行ってきた。単分子計測は単一の分子の伝導度を計測できるために、様々な分子が前処理なしで直接計測できるという利点があるが、分子の配向などにより大きく伝導度が異なり、分子種を伝導度から識別するのみでは不十分であった。

我々はこれまでに、教師有学習を用いた塩基識別手法や機械学習を用いたノイズシグナルの除去手法を開発し、DNA モノマーの識別の高精度化を実現した。この手法を応用し、アルコールによる DNA 損傷マーカーとして期待されている、DNA のエチル化修飾塩基 N2-エチル-2'-デオキシグアノシンを識別する手法を開発した。本手法ではシグナルを教師有学習で識別することにより、従来手法でできなかった単一シグナルでの修飾塩基を高精度で識別することに成功した。この成果は「Chemical Communications」に掲載された。この成果は単分子計測による DNA 損傷の定量的評価手法につながる。

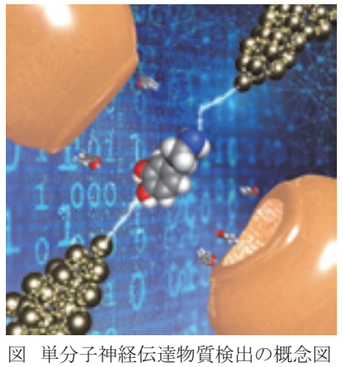


図　単分子神経伝達物質検出の概念図

また、単分子計測は分子の伝導度を直接計測するために、幅広い生体分子への検査技術としての応用が期待されているが、　実際の生体試料は多くの不純物を含む。我々は、DNA　で開発した技術を発展させ、機械学習を用いた不純物由来の信号除去技術を開発し、生体試料中の神経伝達物質の検出しに成功した。

不純物を含まない神経伝達物質溶液から教師有学習による識別器を構築し、生体試料を含む溶液から得られたデータから不純物シグナルの除去及び神経伝達物質の識別を行い、生体試料中の神経伝達物質の検出・識別に成功した。

本成果は「Scientific Reports」に掲載された。

これらの成果は単分子計測の検出精度の向上や計測対象の拡大に寄与すると期待される。

環境・エネルギーナノ応用分野

教授（兼任）　　古澤　孝弘

a)　概要

本研究分野では産業科学ナノテクノロジーセンターが有するナノ加工のための設備と技術を利用して、環境・エネルギー問題を解決するために、低消費電力デバイス製造のためのプロセス・材料技術の開発を行っている。

b)　成果

・光分解性塩基の反応機構の解明

放射線の産業応用として、半導体素子の大量生産に使われるリソグラフィへの適用が期待されている。次世代リソグラフィでは波長 13.5 nm の極端紫外光を使って、15 nm 以下の加工を約 1 nm の精度で行うことが要求されているが、半導体大量生産ラインでは生産性が求められるため化学増幅型レジストと呼ばれる高感度レジストが使われている。このタイプのレジストでは空間的に高品質かつ高価な量子ビームにより、レジストにエネルギー付与を行った後、低品質・安価な熱エネルギーで酸触媒反応を進行させ、高解像と高感度を両立している。しかし、化学反応は確率に支配されるため、像の境界における可溶分子と不溶分子の分布を制御することは不可能であり、その結果、現像後のレジストパターンにはラインエッジラフネス(LER)と呼ばれる境界の揺らぎが発生する。この揺らぎはデバイス性能を左右するため、次世代リソグラフィ開発で大きな問題となっており、レジスト開発において LER の低減が最重要課題である。本研究では、量子ビームを用いたパルスラジオリシスと呼ばれる過渡吸収分光法により解明したレジスト材料の反応機構に基づき数値実験を行い、LER の指標となる化学勾配データを約 3000 得て、機械学習を行った。図 1 に、化学勾配データを解析することによって得られて特徴量の係数ヒストグラムを示す。

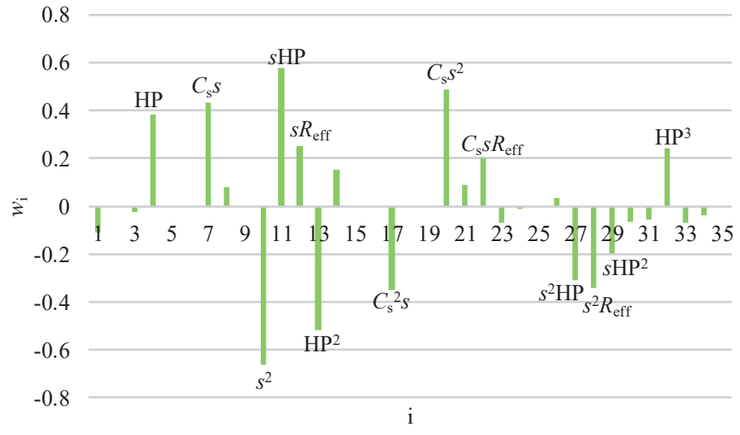


図 1　反応機構に基づいたモンテカルロシミュレーションにより計算した化学勾配データセットを機械学習により解析し得られた特徴量の係数ヒストグラム

ナノ知能システム研究分野

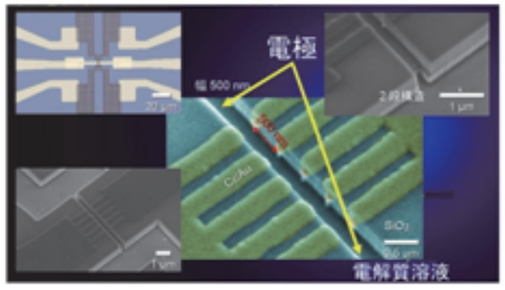
教授（兼任）　　鷲尾　隆

a)　概要

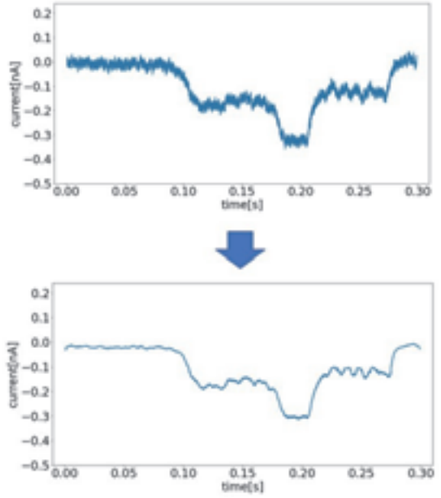
実験と計測技術の進歩に伴って、ナノテクノロジー研究分野において大量の実験データが蓄積されつつある。しかしながら、研究者を含む人間の情報処理能力の限界により、そのような大量データから科学的、工学的に意義深い知識を手動で効率的に抽出することは難しい。この問題を解決ないし軽減するために、本研究分野では様々な推論や探索アルゴリズムを駆使して大量データから人間にとって意味の大きな知識を抽出ないし推定する手法の開発を行っている。本年度は昨年度に引き続きバイオナノテクノロジー研究分野と共同で、ナノギャップ・ナノ流路を用いた高精度な一分子塩基識別の計測情報処理に取り組んだ。一分子塩基識別は RNA や DNA のシーケンシング、癌化遺伝子の検出など、多くの重要な応用が見込まれる計測分野である。

b)　成果

本年度は、図（a）に示す 5 段狭窄型ナノ流路を用いて高精度な微粒子移動計測を実現するために、5 段狭窄型ナノ流路が出力する計測信号のノイズ除去手法の開発を行った。ナノ流路では、微小な流路内を流れるイオン電流の変化により、流路内の同じく微小な粒子の移動の様子を計測する。イオン電流が微小でかつその変化も微小であるが故に、図（b）上段に示すように観測されるイオン電流波形には複数の原因による大きなノイズが重畳している。そこで、本研究では真の電流波形を用いること無しに、ノイズが冗長した観測電流波形のみから、真の電流波形の推定器を深層学習可能な Noise2Noise 法を用いて、図（b）下段に示すような高精度なデノイズが可能なノイズ除去器を開発した。



（a）5 段狭窄型ナノ流路の概要



（b）観測信号とその信号ノイズ除去結果

図　5 段狭窄型ナノ流路と Noise2Noise 法によるノイズ除去器の学習

ナノ医療応用デバイス分野

教授（兼任）　　黒田　俊一

a)　概要

当分野では、バイオナノ分子間の相互作用や反応に基づく様々な生命現象を、医薬品および医療手段の開発へ応用することを目標としている。例えば、生体内の特定組織や細胞を認識し感染するウイルスをモデルとしたバイオナノ粒子を開発し、生体内の特定部位への薬物送達を目指している。さらに、バイオナノ粒子表面やセンサー表面において、抗体分子をナノレベルで整列固定化することによって、高感度デバイスの開発へも展開を計っている。

b)　成果

・ナノ粒子を利用したドラッグデリバリーシステムの開発とがん治療への応用

薬物を標的の細胞や組織に効率的に送達するドラッグデリバリーシステム（DDS）は、薬物の副作用を抑えるとともに効果を増強するために重要である。当研究室では、様々な疾患に関連する免疫担当細胞であるマクロファージに着目し、マクロファージの機能を改変するリポソームを開発した。このリポソームは、がん組織に存在する腫瘍随伴マクロファージ（TAM）に作用する TLR アゴニストである R848 を含んでおり、TAM に添加すると、各種の抗体医薬品を添加した際に腫瘍細胞を貪食する抗体依存性貪食効果（ADCP 効果）を増強することが明らかとなった。さらに、腫瘍を移植したマウスにこの R848 含有リポソームを投与後、抗体医薬品を投与したところ、抗体の抗腫瘍効果が顕著に増強していた。この研究から、マクロファージへ R848 を送達するリポソームと抗体医薬品と併用することで、ADCP 効果を増強し、がん治療効果を増強できることが見出された。

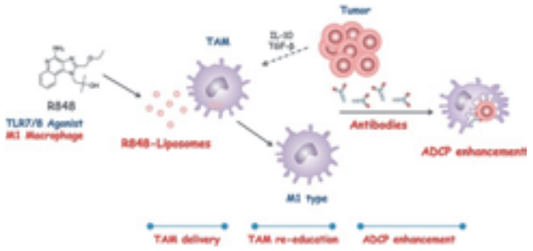


図　TLR7/8 アゴニストである R848 は TAM を M2 型から M1 型へ再教育することで、ADCP 効果を増強し、抗体医薬品の抗腫瘍効果を増強する

ナノシステム設計分野

客員教授　　垣内　史敏（令和 2 年 4 月 1 日～令和 3 年 3 月 31 日）

a)　概要

複雑な有機化合物を多工程にて合成する場合には、試薬の添加スピードや反応時間の精密制御等が必要となる。また反応終了後に、反応混合物から目的物と副生成物・廃棄物を分離して、次反応の原料となる目的物を単離精製しなければならない。ドミノ倒しのように 1 つの反応を起点に連続的に反応が進行するドミノ反応は、単一操作で多段階反応が進行し、平衡反応がある系においても目的物を与える。不安定中間体の単離精製を必要とせず次反応へ直接供給可能なことから、ドミノ反応は効率的かつ環境調和型合成反応プロセスの鍵反応として注目を集めている。

b)　成果

・Pictet-Spengler 反応/脱水素化連続反応によるフェナントリジン類の効率的合成

フェナントリジン誘導体は、天然物、生物活性物質、配位子、機能性材料等の様々な分野で利用されている。しかしながら、その合成には高温や多工程を必要とする場合が多く、温和な反応条件下、簡便な合成手法の開発が求められている。フェナントリジン類の効率的合成として、バナジウム触媒をルイス酸/酸化触媒として用いる Pictet-Spengler 反応/脱水素化連続反応によるワンポット合成を検討した。バナジウム触媒存在下、アミン **1** と芳香族アルデヒド **2** を反応基質として用いたところ、温和な反応条件下、テトラヒドロ-β-カルボリン中間体 **3** を経由し、続く脱水素化反応によってフェナントリジン **4** を最高 96%収率で合成することに成功した（図 1）。本反応の不斉化を検討したところ、軸性キラリティーを有するフェナントリジン **4a** を 51%収率、65% ee にて合成できることを見出した。

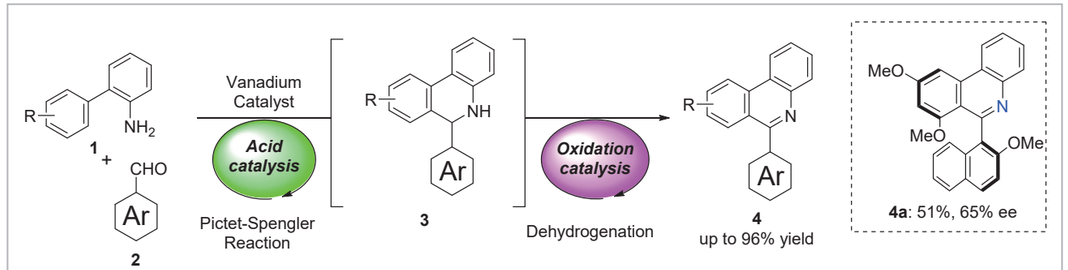


図 1　バナジウム触媒を用いるフェナントリジン類のワンポット合成

ナノシステム設計分野

招へい教授　　竹内　繁樹（令和 2 年 4 月 1 日～令和 3 年 3 月 31 日）

a)　概要

現在のコンピュータより圧倒的に高速な光量子コンピュータ、盗聴不可能な量子暗号通信、さらには、従来の光計測の感度限界を超える量子計測などの量子技術の実現には、光子の状態を制御する光量子デバイスの開発が必要である。このデバイスの実現に向け、これまで、大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点の高精細集束イオンビーム装置を用い、光ファイバの一部を光の波長程度まで細く引き延ばしたナノ光ファイバに光共振器を組込んだナノ光ファイバブラッグ共振器（NFBC）の開発を行ってきた。本年度は、単一の光子を発生する単一発光体のひとつである、六方晶窒化ホウ素（hBN）中の単一結晶欠陥の発光波長に共鳴波長をもつ NFBC の開発を目指した。

b)　成果

本研究室では、ヘリウムイオンビームを用いた高精細集束イオンビーム装置（ZEISS “ORION NanoFab”）を利用し、NFBC の開発を行っている。これまでに 4000 を超える高 Q 値 NFBC を実現してきた[1]。我々は、この NFBC に結合させる単一発光体として、hBN 中の単一結晶欠陥を検討している。しかし、これまでに開発した NFBC の共鳴波長は、hBN 中の単一結晶欠陥の発光波長とは一致していなかった。そこで、本年度は、hBN 中の単一結晶欠陥の発光波長に一致する共鳴波長を持つ NFBC の開発に取り組んだ。

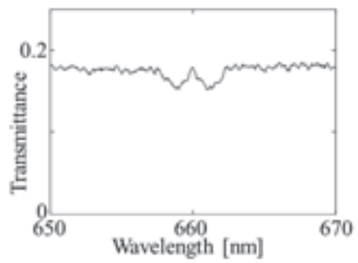


図 1 作製したナノ光ファイバブラッグ共振器の透過スペクトル

図 1 に、作製した NFBC の透過スペクトルを示す。hBN 中の単一結晶欠陥の発光波長のひとつ（666 nm）に近い波長（660 nm）で、Q 値 700 に相当する共鳴ピークが観測された。NFBC の共鳴波長は NFBC を延伸させることで最大で 20 nm 程度制御することが可能なことから、NFBC の共鳴波長を hBN 中の単一結晶欠陥の発光波長に完全に一致させることが可能なことがわかった。

今年度は、さらに、ベクトルビームと呼ばれる特殊な偏光方向を持つビームを用いた hBN 中の単一結晶欠陥の電気双極子の方向推定[2]や、3 次元磁場制御によるナノダイヤモンド中の単一窒素欠陥中心の軸方向推定[3]にも取り組んだ。

今後は、光量子デバイスの実現に向け、これらの単一発光体と NFBC とのハイブリッドデバイスを開発していく予定である。

[1] H. Takashima, A. Fukuda, H. Maruya, T. Tashima, A. W. Schell, and S. Takeuchi, “Fabrication of a nanofiber Bragg cavity with high quality factor using a focused helium ion beam,” Optics Express, 27, 6792-6800 (2019).
[2] H. Takashima, H. Maruya, K. Ishihara, T. Tashima, K. Shimazaki, A. W. Schell, T. T. Tran, I. Aharonovich, and S. Takeuchi, “Determination of the Dipole Orientation of Single Defects in Hexagonal Boron Nitride,” ACS Photonics, 7, 2056-2063 (2020).
[3] K. Fukushige, H. Kawaguchi, K. Shimazaki, T. Tashima, H. Takashima, and S. Takeuchi, “Identification of the orientation of a single NV center in a nanodiamond using a three-dimensionally controlled magnetic field,” Appl. Phys. Lett., 116, 264002 (2020).

ナノシステム設計研究分野

招へい教員　　豊田　雅之（令和 2 年 4 月 1 日～令和 3 年 3 月 31 日）

a)　概要

強磁性体中では磁性が巨視的に秩序化しており、それを外部磁場でコントロールすることができる。この性質は、現在のエレクトロニクスにおいて高密度不揮発性記憶装置（HDD など）に応用されている。電気磁気効果を示す物質では強磁性と強誘電性が結合しており、巨視的に秩序した磁性を外部電場によってもコントロールすることができる。この強磁性体にはない特性を応用することで、読み出しや書き込みの高速化や省電力化が実現できると期待されている。しかしながら、既知の物質で電気磁気効果を示す物質の数は限られている。そのため、新たな電気磁気物質の設計・合成が求められている。本研究課題では、遷移金属酸化物の局在スピン・モーメントが局所的に特異な配置をとることで発現する電気磁気効果に着目し、第一原理電子状態計算を用いて電子構造や磁気特性、光学応答を理論的に解析することにより、有用な電気磁気物質の新材料を探索する。

b)　成果

遷移金属酸化物 $A(BO)Cu_4(PO_4)_4$ は銅イオンと酸素イオンが結合して形成する正四角台塔型の Cu_4O_{12} クラスターを内包する結晶構造を有する。この Cu_4O_{12} クラスターの幾何学的な特徴により、銅イオンの局在スピン・モーメントは ab 面で四極子的な射影成分を持ち、これに起因して電気磁気効果が発生すると考えられている。A サイトにはアルカリ土類金属（Ba や Sr）や重金属（Pb）を含むことができ、これらの A イオンの置換によって磁性が変化することが実験的に確かめられている。本研究課題で我々は第一原理電子状態計算を実行し、これらの物質の Cu_4O_{12} クラスターの間に働く交換相互作用を定量的に再現し、A イオン置換による磁性への影響を理論的に明らかにした。さらに、A イオン置換による結晶構造の系統的な変形を評価することで、これらの物質における電気磁気効果の微視的な発現機構を調査するとともに、B サイトのイオン置換による磁性への影響を予測することで、電気磁気効果が発現する転移温度の高温化など、有用な新材料設計の理論的指針を与えるための調査を行なった。

ナノシステム設計分野

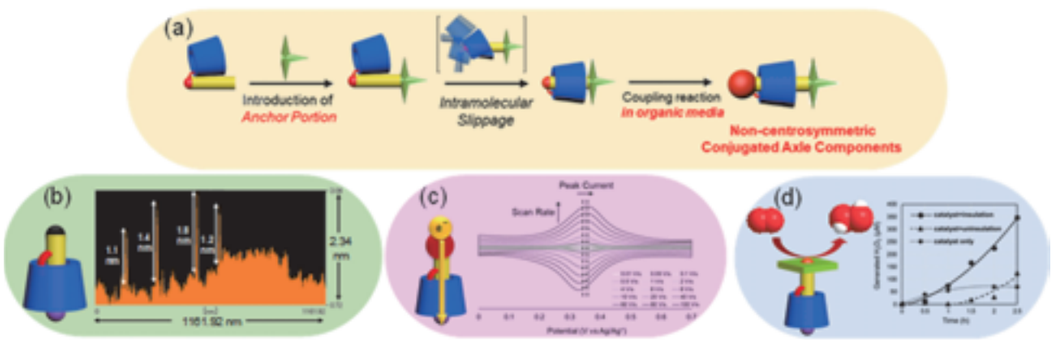
客員教授　　寺尾　潤（令和 2 年 4 月 1 日～令和 3 年 3 月 31 日）

a)　概要

光捕集ユニットと反応系を被覆型電子伝達系で接続し、実際に光 - 物質変換分子を合成する。物質変換デバイスでは逆電子移動の抑制が重要であり、ドナー・アクセプターの系から得られた情報に基づき、ユニット接続官能基や共役主鎖骨格を最適化し、水の光分解系を実現する。光捕集ユニットとしては、有機材料に加えて無機材料も対象とし、本電子伝達系における接続ユニット汎用性を最大限に活用する。さらに超分子電子伝達系の応用展開として、物質変換以外の光変換素子である光-エネルギー変換素子の構築を目指す。酸化インジウムスズ（ITO）などの導電性の無機固体を電極として接続した被覆型電子伝達系に対して、励起電子を無機材料へと電荷分離させ、光電流として取り出す。被覆の熱擾乱抑制効果を用いて、幅広い温度領域で安定に動作する光電変換素子を目指す。

b)　成果

本研究では、ロタキサン構造を有するπ共役分子[1]を使用して有機-無機ハイブリッド界面を形成することにより、共役部位が凝集することなく、高い吸着密度、および無機表面での電荷移動抵抗のない単分子層の形成に成功した。まず、非中心対称軸成分を持つロタキサン型π共役分子を、速度論的安定性と反復分子内滑り現象を利用することで合成した（図 a）。被覆型分子の量子収率は、三次元被覆による分子間消光の抑制のために、対応する非被覆型分子の量子収率よりも高かった。連結型ロタキサンを金属酸化物表面に修飾し、その独立性及び表面電気化学特性の調査を行った。連結型ロタキサンの包接体と非包接体を無機材料表面に吸着させ、表面を原子間力顕微鏡で測定したところ、包接体では 1-2 nm 程度の独立した分子が観測された。一方非包接体は、5 nm を超える凝集体が観察された。凝集体の形成は、被覆されていない共役鎖間で強いπ－π相互作用が働くことに起因すると考えられ、独立性の確保にはロタキサン構造が重要であるという結果が得られた（図 b）。また、包接体と非包接体を電極表面に修飾した後、電気化学測定を行ったところ、包接体は独立性を持つため分子間相互作用が抑制されることで、電子は共役分子から無機材料に効率よく注入されることが確認された。しかし、非包接体は強い分子間相互作用による凝集が発生することにより、共役分子間の電子移動が可能となるため、分子間電子移動及び電極への注入が競争し、電極への電子移動が包接体のものより遅くなったことが確認された（図 c）。触媒が配位した連結型ロタキサンの電気化学セルへの応用を検討した。本研究では、電極上での複核構造の生成を抑えるために、連結型ロタキサンに対する配位を通じてコバルトクロリン錯体を電極に修飾した。また対照実験として、非包接体で修飾した電極とコバルトクロリンを直接吸着させた電極も用意した。包接体により修飾された電極での生成効率は、コバルトクロリン錯体を直接電極表面に載せた場合よりも高いことが分かった。これは、コバルトクロリン錯体は分子間相互作用のため、表面で複核構造を形成した結果、副反応が進行するためである（図 d）。



ナノシステム設計研究分野

教授（客員）　　甲村　長利

a)　概要

電気的に物体の色を調整することができるエレクトロクロミック材料は、調光窓や表示素子として利用されている。エレクトロクロミズムを示す材料のうち、π共役系ポリマーは分子構造の精密設計による色の調整が容易かつ柔軟性を有しているため、次世代のフレキシブルなエレクトロクロミック材料として注目されている。しかし、エレクトロクロミック材料の特徴として最も重要な材料自身の「色」は、実際に合成して測定するまで分からない。また、π共役系ポリマーの色を計算科学によってシミュレーションすることも困難である。したがって、所望の色を示すπ共役系ポリマーの開発には多くの時間と労力を伴う。

そこで本研究では、実用的なエレクトロクロミック材料用のπ共役系ポリマーの迅速な開発を目指し、モノマーの化学構造式およびモノマーの量子化学計算から得られるパラメーターをもとに、機械学習の手法を用いることで、π共役系ポリマーの色予測を試みた。今回構築した色予測モデルを用いることで、ポリマーを実際に合成する前に、モノマーの化学構造から得られるデータからポリマーの色を事前に予測することができ、エレクトロクロミック材料の開発に要する時間を大幅に短縮できると期待される。

b)　成果

・機械学習を用いた色予測モデルの構築

機械学習を用いてπ共役系ポリマーの色を予測するために、π共役系ポリマーの色を数値化したデータを論文から収集した。色の数値化には、現在一般的に使用されている $L^*a^*b^*$色座標を用いた。次に、データを収集したポリマーのモノマーの化学構造および量子化学計算から得られるパラメーターを収集した。それらとπ共役系ポリマーの $L^*a^*b^*$色座標とを相関付けて機械学習を実行し、色予測を行う機械学習モデルを構築した。

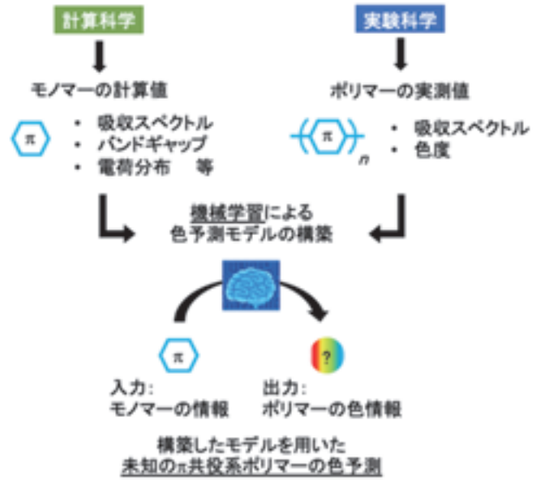


図 1　機械学習を用いた未知のπ共役系ポリマーの色予測の概要

・未知のπ共役系ポリマーの色予測と実際の色の評価

構築した色予測モデルに、色が未知のπ共役系ポリマーのモノマーの化学構造および量子化学計算から得られるパラメーターを入力し、色座標を算出することでπ共役系ポリマーの色予測を行った。続いて、予測に用いたπ共役系ポリマーのモノマーを実際に合成した後、ポリマー化した。合成したπ共役系ポリマーの光吸収スペクトル測定から L*a*b*色座標を算出し、予測された L*a*b*色座標と比較することで、予測性能の評価を行った。

その結果、機械学習の手法として LASSO 回帰およびサポートベクター回帰を用いた場合、予測色と実測色が良く一致した。今回の結果から、モノマーの情報のみからポリマーの色をある程度予測可能であることがわかった。

ナノシステム設計分野

客員准教授　　中払　周（令和 3 年 2 月 14 日～令和 3 年 3 月 31 日）

a)　概要

電子間の反発相互作用に由来し絶縁性を示すモット絶縁体は、キャリアをドープすることで金属状態へと相転移する。この「モット転移」を、電界効果構造を用いたキャリアドープによって制御することが出来れば、量子多体系への理解が深まるだけではなく、将来的にモット絶縁体を基盤とした新奇トランジスタ創出へと繋がることが期待される。本研究では、室温近傍で相転移を起こす強相関酸化物二酸化バナジウム（VO_2）における転移を電界効果によって制御することを目標とした。具体的には、高い誘電性を有するイオン液体と優れた化学的安定性を有する二次元層状絶縁体六方晶窒化ホウ素とのハイブリットをゲート誘電体とした VO_2 トランジスタを作製し、その輸送特性やゲート電圧依存キャリア数を詳細に調べることにより、VO_2 におけるモット転移のゲート誘起に関する知見を構築することを目指した。

b)　成果

VO2 におけるモット転移のゲート誘起可能性に関する知見を得るためには、VO2 チャネルにゲート電圧を印加すると同時に、ホール測定によってキャリア密度を詳細に決定する必要がある。受入研究室であるナノ機能材料デバイス研究分野では、ホール測定を行うための物性測定装置（PPMS）は所有しているものの、トランジスタ構造においてゲート電圧を印加しながらホール測定を行った経験はなかった。そこで本研究では、輸送特性測定とホール測定を同時に行うための測定プログラムの作製を行い、輸送特性測定とホール測定を同時に行えるプログラムの一部を作製することができた。今後さらに共同研究を続けてプログラムを完遂させ、実際に測定を行うことで VO2 における印加ゲート電圧とキャリア密度との関係性を明らかにする。また２次元層状材料である六方晶窒化ホウ素（hexagonal Boron Nitride : h-BN）は、様々な酸化物薄膜を成長させることが可能なユニバーサル基板として有用であることを提案している。hBN 上に成長させた VO2 薄膜を用いて電界効果トランジスタ構造を形成し、その基礎特性の評価を行った。

ナノシステム設計研究分野

招へい教員　　佃　論志　（令和 2 年 10 月 1 日～令和 3 年 3 月 31 日）

a)　概要

半導体量子ドットは、単色性の高い発光を呈し、量子サイズ効果により発光波長を任意に制御できること及び高い発光量子効率を示すことからディスプレイ用の蛍光体や蛍光バイオマーカーとして有用な材料である。ディスプレイ応用において、量子ドットフィルターや micro-LED 等の次世代のディスプレイ様式では、量子ドットの二次元パターニングが必要であり、インクジェットプリントやリソグラフィ技術の重要性が増している。そこで本研究では、CdSe/ZnS 量子ドットを含んだ各高分子フィルムへの電子線照射を行い、ネガ型の量子ドットパターンの形成と、電子線照射よる量子ドットからの発光強度の低下について評価を行った。

b)　成果

ポリスチレン（PS）を溶解させたトルエン溶液に、CdSe/ZnS 量子ドットを加え、混合した後、スピンコート法を用いて Si 基板上に量子ドット含有 PS 薄膜を作製した。この薄膜にマスク上から電子線（100 keV）を 線量 500 μC/cm^2 で照射した。ヘキサンを用いた現像操作を行った後、Si 基板上に 1cm×1cm の正方形のパターンが基板上に形成された（図 1（a））。また、ブラックライト照射下で PS パターン内に含まれる CdSe/ZnS 量子ドットからの発光が観察された（図 1（b））。同様にポリヒドロキシスチレン(PHS)の量子ドット含有膜でもネガ型のパターンの形成に成功した。

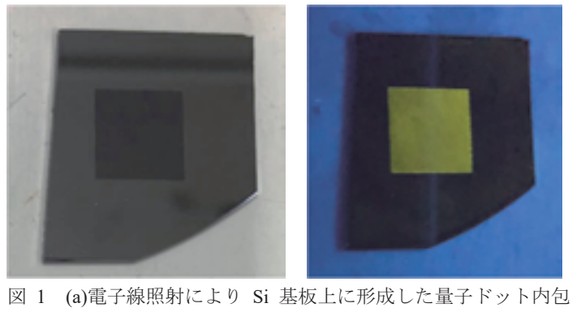


図 1　(a)電子線照射により Si 基板上に形成した量子ドット内包 PS パターンの写真。(b)ブラックライト照射下でのパターンからの発光の様子。

CdSe/ZnS 量子ドットを含有した PS、PHS 及びポリメタクリル酸メチル（PMMA）フィルムを石英基板上に作製し、電子線（100 keV）を 線量 10~1000 μC/cm^2 で照射し、電子線照射後に各薄膜の photoluminecence （PL）スペクトルを測定した。照射前の PL 強度に対する各電子線照射線量での PL 強度を図 2 に示す。10 μC/cm^2 の照射でも発光強度の低下が観察され、電子線照射線量の増加に伴い強度は、低下し続けた。PS フィルムでは、最大で初期強度の 43%まで発光強度が低下した。電子線照射により、高分子の主鎖切断等で生じるラジカルを含む活性種が量子ドット表面と反応し、表面に欠陥準位を形成するため、量子効率が低下することが示唆された。

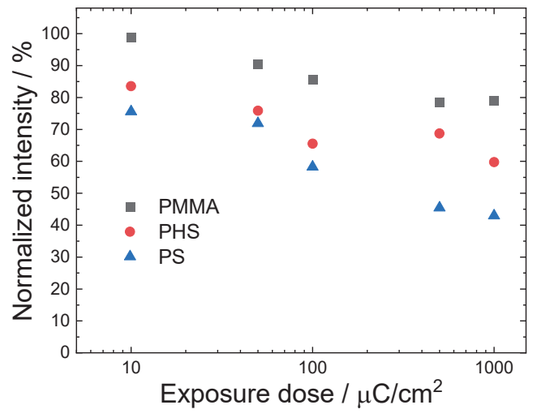


図 2　電子線の線量に対する量子ドット内包膜の発光強度変化。電子線未照射のフィルムの発光強度を 100%としている。

ナノテクノロジー産業応用分野

客員准教授　　Ahad Md Atiqur Rahman（令和 2 年 4 月 16 日～7 月 15 日）

a)　概要

映像解析に基づく異常検出は、製品検査における自動欠陥検出、医療応用における病変の検出、セキュリティ応用における異常行動人物の検出など、幅広い分野への活用が期待される技術である。本研究では、映像解析による異常検出の高精度化に向けて、人手による設計に基づく映像特徴と、深層学習を始めとするデータ駆動型の特徴を融合するアプローチを提案する。更に、それらを時間的な特徴である動きと空間的な特徴であるテクスチャや形状といった特性に分けて特徴抽出を行い、最終的にそれらを統合することで異常検出精度の向上を図る。本研究の異常検出技術を発展させることで、ナノ材料の異常検出など、ナノテクノロジー産業応用分野への貢献も期待される。

b)　成果

・人物行動解析のための大規模多視点姿勢系列データベースの構築とその歩容認証における精度評価

セキュリティ応用における異常行動人物の検出や、アクセスコントロールのための歩行映像解析による登録外人物の検出の研究に利用可能な、大規模多視点の人物歩行姿勢系列データベースを構築した。具体的には、10,000 人以上の被験者の 14 視点からの歩行映像からなる歩行映像データベース OUMVLP に対して、深層学習に基づく人体姿勢推定手法である OpenPose 及び AlphaPose を適用し、人体姿勢系列を抽出した（図 1）。更に、抽出された姿勢系列に対して、姿勢系列を入力としたフーリエ解析による歩容認証手法や、畳み込みニューラルネットワークによる歩容認証手法を適用し、本人認証問題及び個人識別問題における精度評価を実施した。

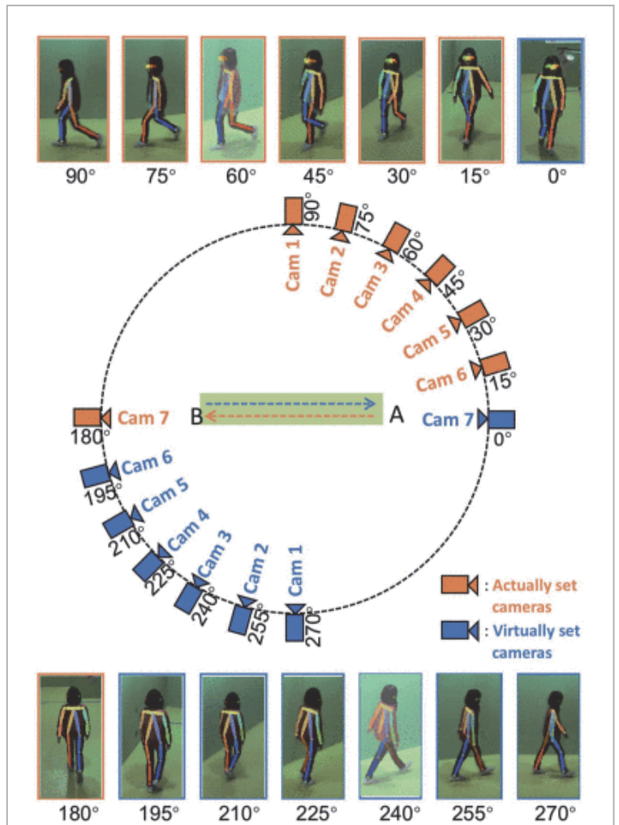


図 1　大規模多視点姿勢系列データベースのサンプル

ナノ加工室

室長（兼任）教授　　田中　秀和
技術職員　　榊原　昇一

a)　概要

ナノ加工室は、産研の有する各種微細加工装置および微細加工技術を相互に有効活用し、各分野の研究の推進を図ることを目的としています。微細加工の技術代行のほか、微細加工の応用に関心を持つ研究者にデバイスの開発・提供を行っています。

b)　成果

・加工依頼

ナノ加工室が行う加工業務は、新規デバイスの開発を初めから行うこともあれば、エッチングや成膜などの加工プロセスを担当することもあります。2020 年度は 14 研究室から 166 件の加工依頼がありました。2005 年度ナノ加工室の発足以来の依頼先と依頼件数の推移を図 1 に示しました。依頼件数の多い依頼先の獲得・喪失に伴う急激な変化が見られますが、十数の依頼先から百数十の依頼件数で飽和しつつあります。

図 1　2005 年度以来の活動記録

2020 年度の新しい加工依頼として、穴あきの透明シートを作製しました。動物細胞を浮かせて、下側から刺激を与えるのが目的であるため、20 μm ごとに 5 μm くらいの穴が開いている構造を目指して作製しました。シートの材料はポリジメチルシロキサン（PDMS）を用い、鋳型を利用して穴あきシートを作製することを考えました。最初鋳型は柱状構造をシリコンのエッチングで試作しましたが、細くて高いシリコンの柱を作ることが難しく、均一な穴あき構造は作製できませんでした。そこで柱を作るのは諦め、シリコンに穴が開いた構造を作製し、2 度転写することで PDMS の穴あき構造を作製する方法に切り替えました。シリコンからフッ素樹脂にインプリント法で形状を転写し、そのフッ素樹脂を鋳型として穴構造の試作を行いました。穴がまっすぐ深いとフッ素樹脂が外れないため、逆ピラミッド型に窪んだ構造を異方性エッチングで作製しました。その逆ピラミッド型の穴構造をピラミッド型が並んだフッ素樹脂構造として転写し、その上で PDMS シートを作製しました（図 2 上）。鋳型の上で PDMS を硬化させただけでは穴が開かないのでフッ素ガスによるエッチングを行っています。四角に見えるのがピラミッドを上から見た形に相当し、中心に見える黒い丸が穴の開いている部分です。穴の中心間隔が 20 μm になっていますが、穴のサイズはまちまちです。この PDMS シートを PDMS の板に張り合わせたものが図 2 下の写真です。

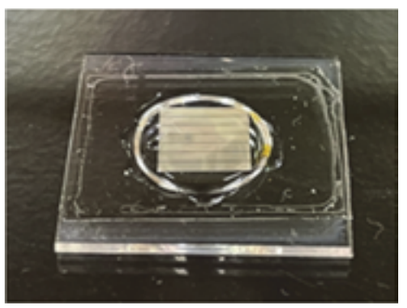


図 2　(上) ピラミッド形状の鋳型上に作製した PDMS のシート。(下) PDMS 穴あきシートを φ 10mm の穴があいた 20mm 角の PDMS の板に張り合わせた様子。穴の開いているエリアは不透明にみえますが、水に入れると透明にみえます。

ナノテク先端機器室

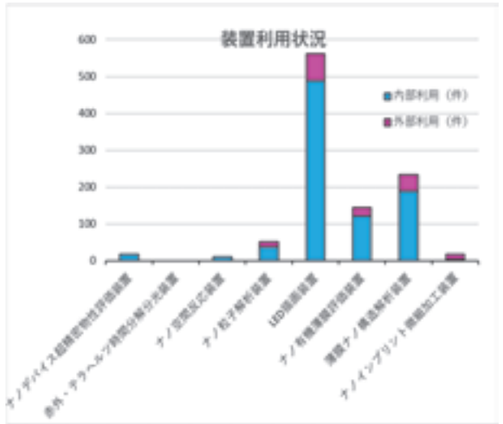
室長（兼任）教授　　田中　秀和
特任技術職員　　佐久間　美智子

a)　概要

ナノテク先端機器室は、ナノテクノロジーに特化した最先端機器を設置し、ナノテクノロジー研究を戦略的に発展させるために、ナノテクノロジーセンターの改組拡充に伴い 2009 年度に発足した。極微細なナノデバイス構造を形成できる電子線露光装置を用いた超微細加工システム及びナノデバイス加工装置群、ナノデバイス構造評価装置群、ナノデバイス機能評価装置群からなるナノデバイス超精密加工・物性評価システムが設置されており、無機物、金属酸化物、有機物、生体関連物質等の多様な材料のナノ構造形成および構造・機能・電子特性等の高精度解析および評価が可能となる。これら先端装置群により連携したナノテクノロジー研究の発展的推進を可能とし、さらにその成果を普及させることを目指している。

b)　成果

ナノインプリント微細加工装置、LED マスクレス露光装置による、ナノ/マイクロパターン形成支援、薄膜ナノ構造解析装置、ナノ有機薄膜評価装置、ナノ空間反応装置による薄膜構造・物性解析支援等を実施した。
装置別の利用状況を右のグラフに示す。
（4/1～4/14、6/1～2/31 までの集計）



ナノテクノロジー設備供用拠点

拠点長（兼任）教授　　田中　秀和（令和 2 年 4 月 1 日採用）
教授（兼任）　　保田　英洋、谷口　正輝、正城　敏博
特任助教　　北島　彰、法澤　公寛
特任研究員　　津本　弥生（令和 2 年 4 月 1 日採用）、出口　寛子（令和 2 年 10 月 1 日採用）、柏倉　美紀、近田　和美、山崎　昌信、谷口　隆、和辻　祐規子（令和 2 年 4 月 1 日採用）
事務補佐員　　圓見　恵子、下満　恭子

a)　概要

文部科学省委託事業「ナノテクノロジープラットフォーム事業（以後“本事業”と略す）」は、大きな期待がかかる真に新しいナノ材料やナノデバイス等の創出に貢献し、また、地域の企業や研究機関との有機的な連携等を深めることを目的とする。本事業に参画する大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点（以後“当拠点”と略す）は、当拠点が保有する①微細構造解析、②微細加工、③分子・物質合成の 3 つのプラットフォームに属して当拠点の施設・装置・技術等の特徴を生かして、ナノプロセスやナノ構造・機能の解析に必要な総合的な研究支援を行うとともに、単なる先端装置・施設としての機能だけでなく、人材育成やイノベーション創出の核となる研究技術センター的機能を果たしている。

① 微細構造解析プラットフォーム
nm スケールの分解能で μm スケールの厚さの試料内部を構造分析・解析、各種材料や生体試料等の調製と効率的な分析・解析等の支援
② 微細加工プラットフォーム
リソグラフィー技術、ビームテクノロジーを利用した薄膜試料の微細加工とデバイス化、およびそのデバイスの評価等の支援
③ 分子・物質合成プラットフォーム
有機物・無機物・金属等が持つ機能を最大限に利用し、空間的・エネルギー的に最適な配列や組合せを考慮した原子・分子配列を有する材料の創製、また薄膜や人工格子の形成・物性測定等の支援

b)　成果

本事業による国内外・学内外のナノテクノロジー研究をサポートする先端共用施設として、産業科学研究所が保有する微細加工と分子・物質合成（薄膜合成）、そして超高圧電子顕微鏡センターが保有する微細構造解析の 3 つのプラットフォームを融合・複合化し、ナノスケールプロセスやナノ構造・機能の解析に必要な施設・装置・技術等の提供による総合的な研究支援を行った。また本年度は本事業の 9 年度目であり、当拠点では 3 プラットフォーム合計で延べ 148 件の支援を行った。令和 2 年度の成果公開事業における支援件数の項目別内訳を表－1 に示す。

表－1：令和 2 年度の支援課題件数（成果公開事業（成果公開猶予を含む））

	微細構造解析				微細加工				分子・物質合成				合計			
	学	独	産	**計**	学	独	産	**計**	学	独	産	**計**	学	独	産	**計**
機器利用	11	2	5	**18**	37	1	14	**52**	38	4	8	**50**	86	7	27	**120**
共同研究	5	1	5	**11**	4	0	0	**4**	1	0	0	**1**	10	1	5	**16**
技術代行	0	0	0	**0**	2	0	1	**3**	2	1	1	**4**	4	1	2	**7**
技術補助	0	0	1	**1**	0	0	0	**0**	0	0	0	**0**	0	0	1	**1**
技術相談	0	0	0	**0**	1	0	2	**3**	0	0	1	**1**	1	0	3	**4**
合　計	16	3	11	**30**	44	1	17	**62**	41	5	10	**56**	101	9	38	**148**

事業および拠点活動紹介のための学外からの訪問者による施設見学について、令和 2 年度は受け入れがなかった。

拠点活動紹介および技術研鑽の場の提供のため、展示会場での利用活動紹介やナノテクノロジープラットフォーム技術支援者交流プログラムでの技術支援者受け入れた。令和 2 年度開催分を表－2 に示す。

表－2：拠点活動紹介・セミナー・スクール等

日付	開催名	対象	人数
令和 2 年　10 月　29-30 日	第 7 回電子デバイスフォーラム京都（京都大学・奈良先端科学技術大学院大学との共同出展（利用相談会・セミナー開催)）	大学、公的機関など	大学セッション（web 参加 13 名、会場参加 24 名、計 37 名）
令和 2 年　11 月　17-19 日	大学研究設備ネットワーク	大学、公的機関など	1
令和 2 年　11 月　17-19 日	大阪大学ナノサイエンス・ナノテクノロジー高度学際教育研究プログラム ナノエレクトロニクス・ナノ材料学	企業	4
令和 2 年　12 月　16-18 日	nano tech 2021（大阪大学産業科学研究所　産業科学ナノテクノロジーセンターとして共同出展）	企業、大学、公的機関など	22,704
令和 3 年　2 月　5 日	ナノ工学	大学院生	27

総合解析センター

センター長（兼任）教授　古澤　孝弘
准教授　鈴木　健之
助教　周　大揚、朝野　芳織
准教授(兼任)　吉田　秀人、西野　美都子
助教(兼任)　佐古　真、近藤　健、後藤　知代、陣内　青萌
技術職員　松崎　剛、羽子岡　仁志、村上　洋輔、嵩原　綱吉、山中　卓也
特任研究員　石橋　武、謝　明君、蒋　瑞
事務補佐員　森　悦子

a)　概要

総合解析センターは、材料解析のための各種の分析および測定を行い、かつ、その周辺技術に関する研究を行うことを目的としている。

産業科学研究所内研究部門のプロジェクト研究、基盤研究、および一般基礎研究などの遂行に当たり、当センター所属の分光分析機器、組成分析機器、状態分析機器類を用いる各種材料スペクトル測定、解析、評価などを通じて強力な研究支援活動を行っている。

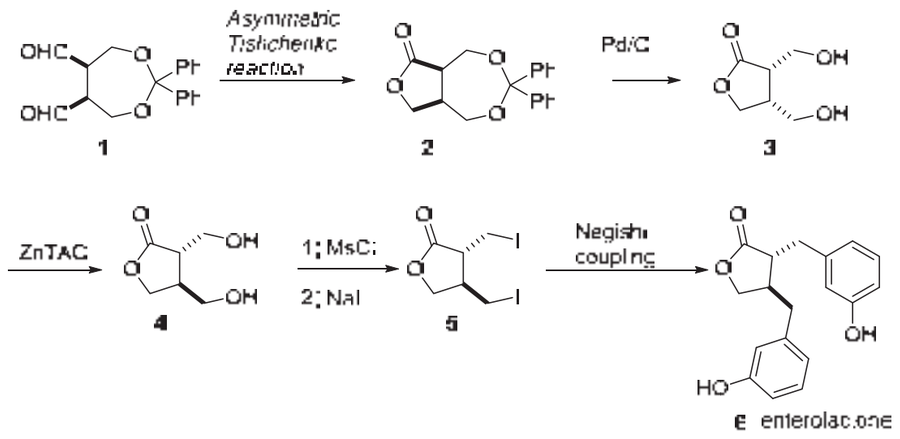
一方、これら分析装置類を駆使して新しい材料合成法の開発と応用に関する研究、新規機能性物質の構造解析などの研究活動を行っている。

b)　成果

・エンテロラクトンの触媒的不斉合成

Tishchenko反応はアルデヒドから二量体エステルを合成する方法として古くから知られる。最近、メソジアルデヒドを用いる分子内Tishchenko型反応を設定することにより、世界初の不斉Tishchenko反応を達成した。今回、本反応の応用として植物の亜麻の種子の代謝物として得られる、抗酸化、抗癌、抗炎症活性等の生物活性を有する天然物であるエンテロラクトンの触媒的不斉合成を検討した。

不斉Tishchenko反応により得られる光学活性ラクトン**2**を脱保護し、シスジオール**3**を得た。**3**を再環化して得られたトランスジオール**4**から**2**工程経てジヨード体**5**に導いた。最後にPd触媒によるダブル根岸カップリングを行い、目的とするエンテロラクトンの合成を達成した。



産業科学 AI センター

センター長　教授	櫻井　保志
准教授	今村　健太郎、松原　靖子
特任助教	浅井　歩、野田　祐樹、木村　輔、阿部　司（令和 2 年 10 月 1 日採用）
特任研究員	光岡　孝（令和 2 年 10 月 15 日採用）
事務補佐員	角　玲子
教授（兼任）	小口　多美夫、駒谷　和範、笹井　宏明、関谷　毅、関野　徹、沼尾　正行、八木　康史、鷲尾　隆
准教授（兼任）	加藤　久明、須藤　孝一、滝澤　忍
助教（兼任）	岡本　一将、小本　祐貴、西野　美都子、藤田　高史
技術室（兼任）	山中　卓也、相原　千尋、榊原　昇一

a)　概要

産業科学 AI センターは、広範な研究分野を under-one-roof に擁する産業科学研究所の各研究領域に特化した AI 研究者の育成と AI 導入プロトコルの開発を行う「現場主導（ボトムアップ）型 AI 導入」の実践を目的として、2019 年 4 月に設置された。本センターは、産業科学研究所を構成する 3 大研究部門＆ナノテクセンターにそれぞれ対応した AI 導入研究分野を設置して、各研究分野に所属する若手研究者に AI 教育を施し、既存の AI 研究機関と連携して、研究現場主導で AI 導入プロトコルの開発を目指している。また本センターを大阪大学内における「AI 導入リエゾンオフィス」として、その成果を大阪大学内だけでなく、国内外の研究機関や企業に発信し、活用してもらう予定である。

これまでに AI 研究者が集まった AI 導入に向けた機関やセンターの設置はあったが、AI 研究者でない者が中心となって、AI 研究者の助けを借りながら、各研究領域に特化した AI 研究者に成長してゆく「現場主導（ボトムアップ）型 AI 導入」を行うセンターの設置は全国的に見ても珍しいものである。

b)　成果

1.　産業科学 AI センター発足後の主なプロジェクト（2020 年度）

・超解像「生理機能」イメージング法の開発と細胞状態解析への応用【JST CREST】（永井健治、鷲尾隆）
・電子フォトニクス融合によるポアンカレインターフェースの創製【JST CREST】（大岩　顕）
・情報統合型物質・材料開発イニシアティブ【JST イノベーションハブ支援構築事業】（小口多美夫）
・機械学習と最先端計測技術の融合深化による新たな計測・解析手法の展開【JST CREST】（鷲尾隆）
・Field Intelligence 搭載型大面積分散 IoT プラットフォームの研究開発【NEDO】（関谷毅）
・大阪大学 COI 音楽活性化グループ【JST センター・オブ・イノベーションプログラム】（沼尾正行）
・実データで学ぶ人工知能講座【NEDO】（八木康史、沼尾正行）
・EUV 化学増幅型レジスト材料の性能予測【科研費基盤研究 A】（古澤孝弘）
・第一原理計算と機械学習の連携によるマテリアルズ・インフォマティクス【JST イノベーションハブ支援構築事業】（小口多美夫）
・ガウス過程回帰を用いた触媒反応パラメータの最適化手法の開発（鷲尾研、笹井研）
・知情意体歩容モデルの提案と不審者検知応用【科研費基盤研究 A】（八木康史）
・複雑事象のモデリングによる知的支援システムの開発【JST 未来社会創造事業】（櫻井保志）
・CNN を用いた電子スピン読み出し（大岩研、駒谷研）
・ビッグデータからの材料特性の高速モデル学習と最適化【科研費基盤研究 A】（櫻井保志）
・ベイズ最適化を用いる電解酸化反応パラメータの条件予測（鷲尾研、笹井研）
・集積スピンサイバーフィジカルシステムの構築【JST CREST】（千葉大地、関谷毅、櫻井保志）
・複合ビッグデータストリームの動的空間モデリングと最適化に関する研究【総務省 SCOPE】（松原靖子）

・次世代パワー半導体の高品質・高信頼性を実現するための革新的放熱技術に関する研究開発【NEDO】（菅沼克昭、櫻井保志）
・複合時系列イベントストリームに基づくリアルタイム将来予測と社会行動支援サービスの構築【JST さきがけ】（松原靖子）
・生体模倣型次世代振動センサの開発と社会実装【科研費挑戦的研究（開拓）】（野田祐樹）
・リアルタイム AI 技術に基づく省エネルギー化に資する高度自動運転支援技術に関する研究開発【ERCA　環境研究総合推進費】（松原靖子）

2.　主な学内の共創プロジェクト（2020 年度）

・先導的学際研究機構　超次元ライフイメージング研究部門（永井　健治教授）
・先導的学際研究機構　産業バイオイニシアティブ部門（福崎 英一郎教授）
・フォトニクスセンター（藤田　克昌教授）
・感染症総合研究開発拠点

【I D S 学際研究プロジェクト（2020 年）】
・深層学習を用いた子宮頸部病変診断システムに関する研究
　研究者：八木康史・上田豊・青木工太（産業科学研究所）
・スピンを用いた新たなリアルタイム生体モーションセンシング手法の開発
　研究者：千葉大地・櫻井保志（産業科学研究所）、野村光（基礎工学研究科）
・多剤耐性菌のバイオメトリクス研究
　研究者：青木工太、西野美都子・西野邦彦（産業科学研究所）
・機械学習を活用する超高速ラマン分光システムの開発
　研究者：畔堂一樹（工学研究科）、藤田克昌（フォトニクスセンター）、
　櫻井保志（産業科学研究所）
・機械学習を活用する新規円偏光発光材料の設計・合成システム
　研究者：佐古真（薬学研究科）、近藤健・鷲尾隆（産業科学研究所）

3.　実績

・産業科学 AI センターの産学連携・共同研究実績　（合計 40 件）
（日立金属、ホンダ、トッパン・フォームズ、パナソニック、三菱電機、東レ、富士通研、電通デジタル、デンソー、ソニーSCK、三菱重工工作機械、ニチコン、日東電工、ダイキン、住友電工、トヨタ TTCD など）
・国際共著論文の件数：22 件
・特許出願件数：6 件
・産業科学研究所各研究分野と連携したデータ駆動型研究プロジェクト数：26 件

4.　産業科学 AI センター実施イベント

・AI 所内教育プログラム
　開催日：2020 年 11 月 25 日　場所：オンライン開催　参加人数：96 名
・2019 年度 イノベーションストリーム KANSAI　産業科学研究所ブースへのシーズ出展
　開催日：2020 年 12 月 15 日、16 日　場所：オンライン開催
・JEMIMA 計測展 2020 OSAKA（ブース出展及びテーマセッション）
　開催日：2020 年 12 月 21 日、22 日、23 日
　場所：グランキューブ大阪（中之島・大阪国際会議場）※ハイブリッド開催
・産業科学 AI センター国際シンポジウム（産研国際シンポ）
　開催日：2021 年 1 月 8 日、9 日　場所：オンライン開催　参加人数：389 名
・産業科学 AI センター令和 2 年度成果報告会
　開催日：2021 年 2 月 10 日　場所：オンライン開催　参加人数：54 名

トランスレーショナルデータビリティ研究分野

教授	櫻井　保志
准教授	松原　靖子
特任助教	本田　崇人、木村　輔
特任研究員	光岡　孝、Hwang, Jaewook
大学院学生	川畑　光希（日本学術振興会特別研究員）、田邉　昭博、向井 文哉、中村　航大、佐藤　颯
研究生	小幡　紘平
学部学生	塚本　圭祐、千原　直己、三浦　康平
技術補佐員	中満　幸恵
事務補佐員	宮武　有佳子（令和 3 年 2 月 28 日退職）、田中　麻樹子

a)　概要

自動車分野のコネクティッドカー・サービス、製造業におけるデジタルツイン、デバイスや材料開発におけるマテリアルズインフォマティクスなど、産業や社会は大きく変化し、このような状況においてAIやビッグデータ解析は第4次産業革命を支える技術として期待されている。また、多種多様な IoT デバイス、各種シミュレーションツールから得られるビッグデータを解析し、迅速かつ自動的に対処することを可能とするAI ソフトウェアが強く求められている。トランスレーショナルデータビリティ研究分野では、予測、要因分析、トラブル予知、行動最適化のための情報提供をリアルタイムに行うAI 技術基盤（リアルタイム AI 技術）を開発している。また、産学連携と異分野融合により産業界への技術移転に取り組んでいる。

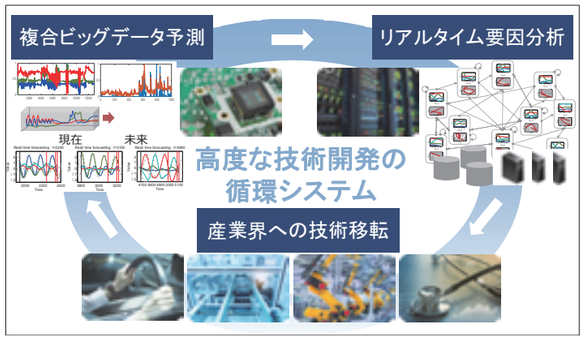


図 1　本研究の概要

b)　成果

・リアルタイム要因分析技術：OrbitMap

大規模な時系列イベントストリームは、自然現象や人々の社会活動、さらには様々な設備の動作状況等、様々な事象を表現している。OrbitMap（KDD2019 にて発表）は、時系列イベントデータから時系列モデル間の前後関係（要因−結果関係）を捉え、それらの事象の連鎖を動的空間遷移ネットワークとしてモデル化する。さらに、本手法は、要因分析と動的空間遷移ネットワークを用いることで、リアルタイム将来イベント予測の予測精度の向上を実現する。図 2 は本技術を用いたセンサデータのリアルタイム要因分析の出力例であり、作業者の両手足 4 箇所に加速度センサを設置し、計測、データ解析を行っている。図 2（a）は、オリジナルのデータストリームの学習結果、図 2（b）は、各時刻におけるリアルタイムレジーム検出例、図 2（c）は作業者の行動の間のつながり（回転する→歩く→持ち上げるなど）をネットワークとして表現し、そして各時刻におけるネットワークの成長の様子を示している。図 2（d）は、学習した動的モデルとネットワークを用いたリアルタイム予測の様子を示している。本手法は要因分析と予測に基づいて様々な状況を引き起こす要因を検出することで、リアルタイムに最適な行動を選択、推薦情報として提示することができる。例えば、自動車走行における急ブレーキや急なハンドル操作、スマート工場における装置故障など、様々な事故やトラブルの兆候（サイン）をビッグデータから高速かつ自動的に抽出するためのリアルタイム要因分析を可能とする。

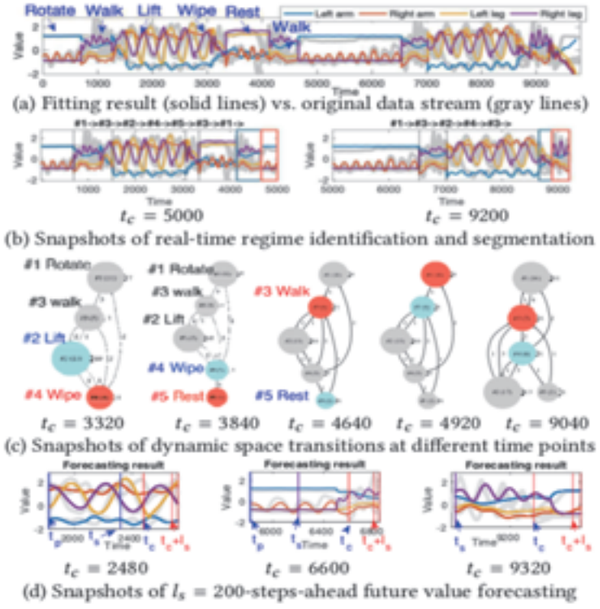


図 2　モーションセンサデータを用いた要因分析技術の解析結果例

・多角的テンソル特徴抽出技術：CubeMarker

現実世界で収集されるビッグデータは、センサ、デバイス、ユーザ、時間など複数のドメインを持つ時系列テンソルデータとして表現でき、それらの効果的なマイニングアルゴリズムが必要とされている。CubeMarker（ICDM2019 にて発表）は時系列テンソルに含まれる複雑な特徴を多角的に解析するための技術である（センサ、ユーザ、時間）など、複数ドメインで構成される時系列テンソルデータから、各ドメインにまたがる複雑な特徴を時系列パターンとして表現し、パターンの時間遷移とドメイン間の個体差を同時に抽出する。図 3 は提案手法による車両走行データの解析結果である。図 3（a）は（センサ、ドライバー、時間）で構成される時系列テンソルからのパターン抽出結果であり、同色のセグメントが類似パターンのグループを表している。図 3（b）は、出力結果を実際に走ったコース上にプロットしたものであり、図 3（c）では詳細な出力結果の例を示している。提案手法は、直進、右左折、徐行など車両走行における運転行動の時間遷移のみならず、ドライバーごとの特性も同時に解析し、モデルとして表現することに成功している。

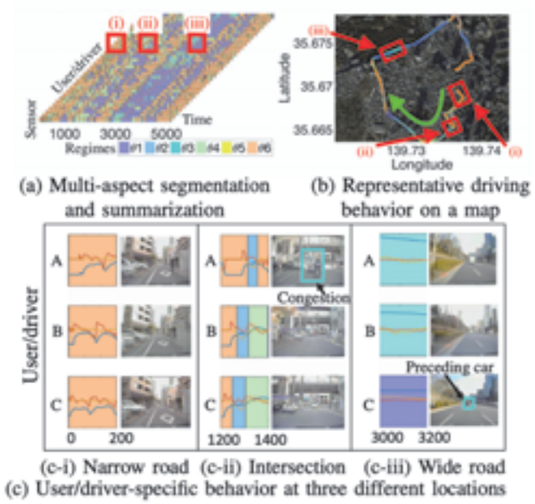


図 3　車両走行データに対する CubeMarker の出力結果

・オンライン活動データのリアルタイム予測技術：CubeCast

CubeCast（KDD2020 にて発表）は大規模オンライン活動データのための特徴自動抽出・リアルタイム予測技術である。図 4 に提案手法の概要を示す。本手法は、時間、地域、キーワードのように複数の属性を持つテンソルデータストリームが与えられたとき、最新の観測データ（図 4（a）青）を監視しながら潜在的なトレンドを発見し、適応的にモデルを変化させながら長期先のデータ（図 4（a）赤）を予測し続ける。このとき、図 4（b）のように各地域で共通する季節パターンを抽出し、それらに基づき図 4（c）のように類似パターンを有する地域のグループ化を行う。また、提案モデルは非線形性を有する長期トレンド、季節トレンドを同一のモデル空間で表現し、それらの相互作用を抽出する。例えば、ある商品の Web 検索数が年末セールのたびに増加する傾向を持つとき、その増加率は平常時の検索数の増加に伴い相乗的に大きくなることがある。このような現象をモデル化することにより、予測精度の向上を実現した。

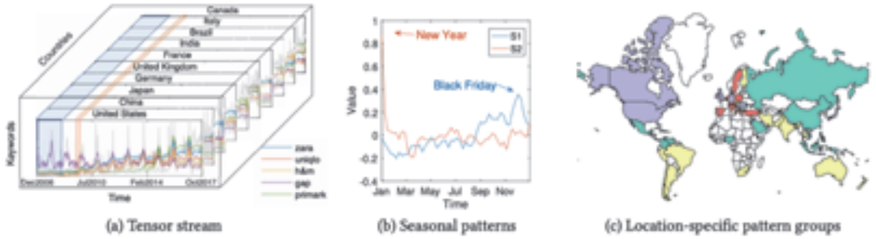


図 4　提案手法によるリアルタイム予測の様子と検出パターンの例

量子・情報系 AI 導入研究分野

特任助教　　野田　祐樹

a)　概要

本分野は、量子・情報系研究部門と連携して、量子・情報系研究に AI を導入するために設立された。AI 導入を促進することで、AI を活用した新たな産業、新たな学問の開拓に繋げることを目的としている。

b)　成果

・有機圧電フィルムからなる振動センサの開発

地震の検知で用いられるサーボ型地震計は DC-100 Hz の周波数に対応する振動検知が可能である。一方でセンサ一個の価格は数十万円と高額であるため数 km から数十 km 四方あたり 1 点しか設置できず、結果的に情報密度が下がり、最終的にユーザーに伝えられる地震情報は大まかなエリアの代表的な震度情報になる。そこで安価でサーボ計の代替として利用できるセンサを開発、実装することで、情報密度の向上が可能になり、ユーザーにより正確な地震情報の伝達が可能になると考えられる。ここでは素材が安価な有機圧電フィルムからなる振動センサの開発を行った。開発したセンサの振動検出特性を評価したところ、圧電型センサが苦手とする低周波域 0.3 Hz から 100 Hz の信号検出が可能であることが明らかになった。特に振動伝搬方向の分離能を意味するカップリング誤差が 3%であることから（図(a)）、サーボ計地震計の代替センサとして期待できる特性を有することを明らかにした。

・有限要素法を用いた振動センサ構造の最適化

地震、土砂くずれ、コンクリート構造物の劣化などあらゆる災害を有効に検出・予知できる、優れた特性をもつ振動センサの開発が期待されている。その一方でセンサ構造の開発は経験に依るところが多く、より合理的な開発が求められている。そこで有限要素法を用いてセンサ構造のモデルを作成し、XYZ の 3 次元から伝搬される振動を高い異方性をもって、高感度に検知可能な、理想的な振動センサ構造を最適化した。ここでは固有振動数および最大ひずみを最大化するため、座標探索を用いたトポロジー最適化を行った。その結果、最適化を行なう前の構造モデルではセンサ面外方向（Z 方向加振）や面内方向（X 方向加振）外部応力を加えた場合、センサにかかるひずみに増強などの特徴は無かった。一方最適化したモデルでは X 方向加振に対して Z 方向加振時にセンサにかかるひずみが増強され感度と異方性分離能の向上が期待できることが明らかとなった。今後は開発センサの実装を行い、実際に地震波を検出して教師データとすることで正確な震度を予測する AI モデルの作を行なう。さらにデータ同化による最適化を行うことでコンクリート劣化判断が可能な学習モデルの構築に取り組む。

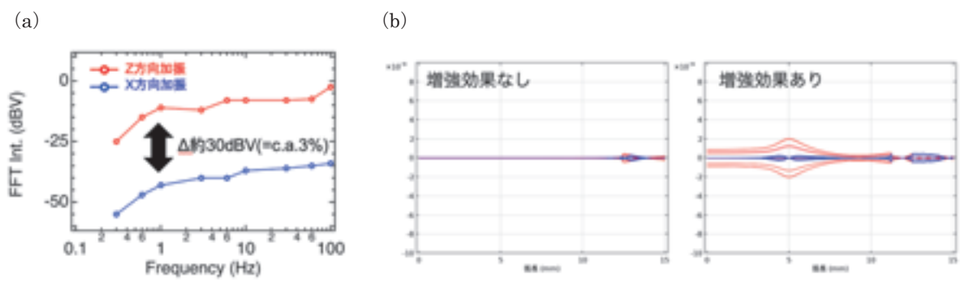


図.（a）振動センサの周波数特性。(b）有限要素法を用いたセンサ構造の最適化。(左)最適化前の振動センサモデルにかかるひずみの空間分布。(右）最適化後のモデルにかかるひずみの空間分布。凡例は(a)と同等。

材料・ビーム系 AI 導入研究分野

准教授　　今村　健太郎
助教（兼任）　岡本　一将
特任助教　　木村　輔

a)　概要

本分野は、材料・ビーム系研究部門と連携して、材料・ビーム系研究に AI を導入するために設立された。AI 導入を促進することで、AI を活用した新たな産業、新たな学問の開拓に繋げることを目的としている。

b)　成果

・パワーモジュール熱特性評価方法の開発と AI 処理を活用した寿命診断技術

電力の制御や供給に欠かせないパワーモジュールは、大電力化する次世代モビリティや小型化する IoT におけるキーテクノロジである。しかし、電力量の増加やモジュール面積の縮小により電圧負荷が上昇することで発熱量も増加する。その結果、耐熱温度を超える発熱に曝されたパワーモジュールは、熱疲労により動作不良や故障に陥る問題を抱えている。耐熱性の高いパワーモジュールを開発し、実働における高い信頼性を確保するためには、市場の様々なデバイス構造が有する異なる熱特性を正確に評価し、モジュールの寿命を診断する技術の確立は極めて重要である。

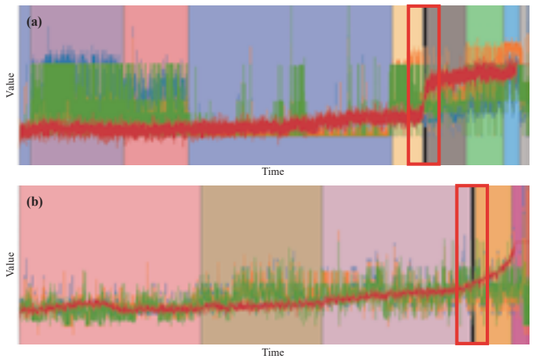


図. 開発技術によるパターン抽出結果。(a) 急激な温度変化を伴う故障タイプ。(b) 緩やかな温度変化を伴う故障タイプ。

本研究では、大規模時系列データのためのイベント予測技術である SplitCast を基にモジュール寿命予測 AI の開発を進めている。SplitCast は、センサデータの潜在的な動的パターンを時系列モデルとして要約し、特徴量として抽出することで、イベントの要因分析を行いながら長期先のイベントを予測する。図は、異なる故障タイプを有するパワーモジュールのセンシングデータにおける、SplitCast によるパターン抽出の結果であり、同色のセグメントが類似パターンのグループを表している。黒色の縦の太線で示すモジュールの寿命を迎える前後において、時系列データのパターンの切り替わりを示唆する結果が得られた。また、故障の傾向が異なる（a）および（b）において、異なる傾向を表すパターンが抽出された。これは、SplitCast が複数の異なる故障傾向を、個々のパターンとして捉えられることを示唆している。今後は、より多くのデータを適用することで類似した兆候のパターンを検出し、抽出された特徴を基にモジュール寿命予測 AI の開発を進める。

・集積スピンサイバーフィジカルシステムにおける AI ソフトウェアの開発

実世界（フィジカル空間）において最も需要なセンシング対象のひとつに力学量がある。とりわけ応力が生じる力学情報源は、生体の各種動作、駆動中のモビリティ、構造物等の振動など、我々の身近に多種多様な形態で存在している。このような情報源から力学的情報を取得・演算・記録できる次世代センシングデバイス・システムの開発は、人間生活や IoT 社会の課題解決において新たな可能性を示す極めて重要な研究である。

この目標を達成するために、スピン素子と有機回路をフレキシブル基材上に集積化したスピンセンサ

を含む、柔軟性の高いスピンネットワークの開発が進められている。本研究では、スピンネットワークで取得された時系列データを高速に処理し、力学情報を高度かつ多角的に解析・予測するリアルタイム AI 技術の開発を目指している。現在、試作集積センサから取得される力学情報の分類および生体モーション予測 AI ソフトウェアモジュールの開発を進めている。

生体・分子系 AI 導入研究分野

特任助教　　阿部　司（令和 2 年 10 月 1 日採用）

a)　概要

本分野は、生体・分子系領域に AI 導入を推進することを目的として設立された。化学と AI が融合した新たな学問領域の開拓を目指す。

b)　成果

・背景と目的

有機合成反応開発では、目的反応に最適な反応溶媒を選択することで、高選択的かつ高収率にて目的生成物が得られる。反応溶媒は、反応基質や試薬・触媒等を溶解し均一な反応場を与えるだけでなく、溶媒物性が生成物の選択性・反応性に影響を与える。しかし、逐次網羅的に溶媒を検討し得られた生成物の収率や選択性から最適溶媒を決定する従来法では、実験者の経験や直感に依存し局所解に陥りやすい。そこで本研究では、回帰およびクラスタリングなどの機械学習法を用いて、効率的に生成物を与える最適溶媒予測システムの開発を目指す。

・AI を活用した最適溶媒予測システムの開発

極性変換型反応は、不斉反応における合成ルートの効率化が可能となるため、反応開発研究分野で注目されている。そこで本研究では、産業科学研究所内の笹井研究室で開発されたアルキン酸エステル A への求核種 B の極性転換型反応をモデルに生成物 C を高収率で与える最適溶媒予測を行った（図 1）。

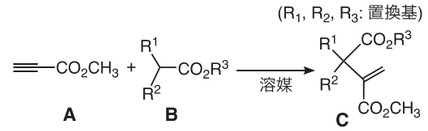


図 1　極性変換型反応

まず、図 2 に示すようにクラスタリング法を用いて 12 種類の溶媒を分類した。飽和炭化水素類、芳香族炭化水素類、エステル・エーテル類、アルコール類およびニトリル・ニトロ類と置換基の種類によって溶媒を分類できることを見出した。

溶媒と溶質の間に働く相互作用は主に分散力、水素結合および極性の 3 つに分類される。そこで、これらに基づく 7 つの記述子を用いて、化合物 C の実験収率と予測収率を PLS（Partial Least Square、部分的最小二乗）回帰を用いて精度を検討した。その結果、図 3 に示すように実験収率と予測収率の間で良好な相関関係（$R^2 = 0.98$, R^2：決定係数）が得られた。エステル・エーテル類を用いたとき、化合物 C が高収率で与えられることも見出した。今後は、本システムをもとに最適溶媒予測および検証実験を行う。本研究結果は、均一系触媒を用いた反応開発研究および医薬品合成開発研究における溶媒選定方法の指針になると考えられる。

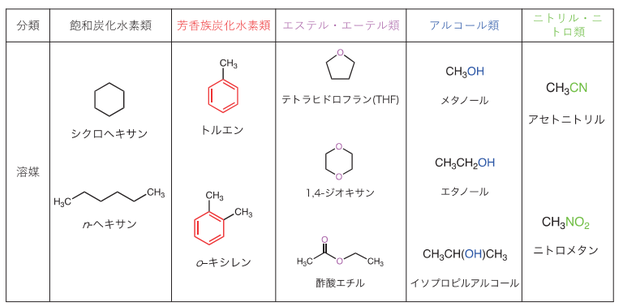


図 2　クラスタリング法を用いて分類した 12 種類の溶媒

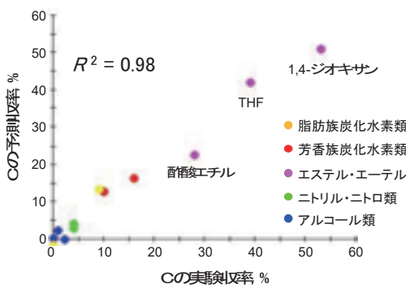


図 3　実験収率と予測収率の回帰分析

ナノテク系 AI 導入研究分野

特任助教（常勤）　　浅井　歩

a)　概要

ナノテク系 AI 導入研究分野では、トンネル電流により 1 分子を識別できる単分子シークエンサーに対し、AI を導入することで、分子の識別精度を向上させ、これまで計測することが不可能だった分子の計測を進めることで、その分子の生物学的・医学的意義の解明に取り組んでいる。

DNA や RNA などの核酸は生物に最も重要な構成成分の一つである。次世代シーケンサー（NGS）の台頭によって、核酸の網羅的な測定が可能となり、生命科学研究が急速に発展してきた。一方、近年では生命現象における核酸修飾の重要性が注目されているが、NGS では核酸修飾を直接的に計測できない。そのため、核酸修飾を網羅的に検出可能なシーケンス技術の需要が高まっている。谷口研究室で開発された単分子シーケンサーは数ナノメートルサイズの電極ギャップを分子が通過した際に生じるトンネル電流を計測することにより、1 分子レベルの計測を可能にしてきた。しかし、単分子シーケンサーは高感度であるがゆえに、計測時のノイズが多く、観察対象物−ノイズ間の識別が困難だった。そこで、単分子シーケンサーで計測したシグナルを決定木学習の XGBoost で学習することにより、分子の識別精度を向上させ、従来では計測不可能だった分子の計測に取り組んでいる（図 1）。

具体的には、近年がんをはじめとする様々な疾患や生命現象における重要性が報告されている RNA 修飾の計測を進めている。RNA の無修飾塩基と修飾塩基を識別することで、新たな RNA 修飾の計測方法の確立や RNA 修飾の生物学的・医学的意義の解明に取り組んでいる。

主な研究課題としては、RNA 修飾の網羅的計測やその分子の生物学的意義の解明や RNA 修飾の計測によるがん診断への応用、DNA 配列攪乱因子による細胞の性質への影響などである。

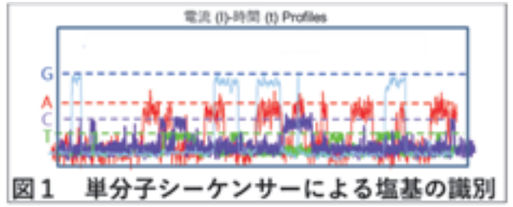


図1　単分子シーケンサーによる塩基の識別

b)　成果

・がん細胞の形態画像を用いた抗がん剤の感受性予測手法の開発

抗がん剤治療はがん治療の主軸だが、抗がん剤抵抗性がん細胞の存在が、臨床上の最重要課題の一つとなっている。近年、がんの原因遺伝子を特定することにより、抗がん剤感受性を予測する遺伝子パネル検査が導入されたが、多種の遺伝子を計測する必要があるため、多くの費用・時間を要するなどの課題がある。そこで、本研究では比較的データ取得が容易な画像データを用いて抗がん剤の感受性を予測するシステムの構築を目指す。

我々は大阪大学医学系研究科の石井研究室、データビリティフロンティア機構の新岡先生と共同で、2 種の大腸癌細胞株（DLD-1 細胞又は HCT-116 細胞）に対し、2 種の抗がん剤（5-フルオロウラシル又はトリフルリジン）を曝露し、位相差顕微鏡で撮影した画像を畳み込みニューラルネットワークで学習したところ、抗がん剤の感受性を約 98%以上の精度で判別することに成功した（図 2）。

また、血液中の循環がん細胞（circulating tumor cell; CTC）による抗がん剤感受性予測システムを想定して、単一細胞の画像においても同様に検討したところ、約 80%の精度で判別することに成功した。

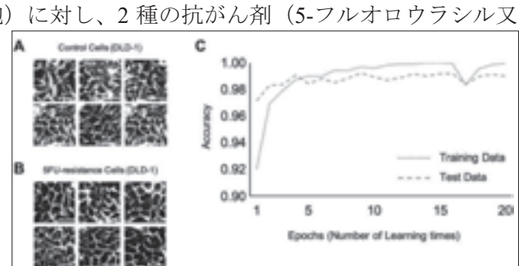


図2　形態画像による抗がん剤感受性判別

本研究は摘出腫瘍や採血によって得られたがん細胞の形態画像を用いることで抗がん剤の感受性を予測可能であることを示唆するものであり、今後の個別化医療の実現に貢献する。

本研究の成果は原著論文として国際学術雑誌に掲載された（***Int J Mol Sci.* 2020;21(9):3166.**）。

・複数の RNA 修飾の網羅的計測

RNA 修飾はこれまでに 140 種類以上報告されている。また、それぞれの修飾は生物学的に異なる機能を有していることも明らかとなってきている。核酸修飾は mRNA の翻訳・安定性・スプライシングなど様々な工程を制御する重要な核酸修飾である。その多様な運命は遺伝子上の核酸修飾の場所によって決定されることも報告されているため、核酸修飾の生物学的・医学的意義を解明するためには、どの遺伝子のどの場所に核酸修飾が存在するかを同定することが重要である。

現状で核酸修飾を検出する方法は 2 つあり、質量分析と抗体技術を応用したシーケンス技術である。しかし、質量分析は長鎖の核酸配列を計測できない、1 本ごとの核酸修飾の情報が得られないなどの問題点がある。抗体技術を応用したシーケンス技術においても単一の核酸修飾しか計測できない、核酸修飾を直接認識できない、短鎖 RNA の場合は核酸修飾の位置を特定できないなどの課題が山積している。そのため、核酸修飾を網羅的に検出可能なシーケンス技術の需要が高まっている。

我々は、大阪大学医学研究科の研究グループと共同で、がんにおいて重要性が報告されている RNA 上の N6-methyladenosine（m6A）と 5-methylcytosine（5mC）の計測に取り組んだ。まずは m6A 又は 5mC を含有する合成核酸及び無修飾核酸を用いて、単分子シーケンサーで計測したところ、m6A 及び 5mC を無修飾塩基と識別することに成功した（図 2）。また、がん細胞内の RNA 上の m6A 及び 5mC を計測することにより、m6A と 5mC が同時に存在する短鎖 RNA を同定した。単一遺伝子上に複数の核酸修飾を検出したのは世界初であり、現在、複数の核酸修飾の生物学的意義について解明を進めている。

現在、原著論文として執筆が完了し、国際学術雑誌へ投稿中である。

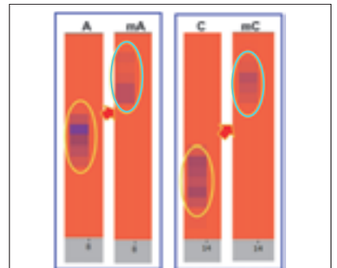


図3　m6A及び5mCの識別

・DNA 攪乱因子による細胞の性質への影響

核酸アナログやウイルス DNA などは細胞内に取り込まれ、宿主細胞の DNA に挿入されることが分かっている。外来核酸が挿入された多くの細胞はアポトーシスにより、細胞死が誘導されるが、稀に生存したままの細胞も存在する。本研究では DNA 攪乱因子曝露後の細胞の性質を評価するために、DNA 配列攪乱因子として DNA 配列に挿入されることで、抗腫瘍効果を発揮する Trifluorothymidine（FTD）を用いて、曝露後に生存している細胞の DNA 中の FTD 及び細胞の性質について評価した。

大腸がん細胞株へ FTD 曝露後の細胞から RNA を抽出し、RNA-seq で遺伝子発現解析を行ったところ、細胞死やアポトーシスに関わる遺伝子の発現が低下しており、p53 をはじめとする複数の転写因子の下流遺伝子の発現が変化していた。また、FTD 曝露後の細胞から DNA を抽出し、単分子シーケンサーで DNA を計測したところ、DNA 中の転写因子結合領域から FTD が検出され、曝露時間依存的に FTD の挿入量が増加しており、FTD が DNA 中に挿入されたことで、DNA 配列が変化し、細胞死を誘導する転写因子の機能が低下していることが示唆された。

現在、本成果を原著論文として 2020 年度中の国際学術雑誌への投稿を目指して原稿を執筆中である。

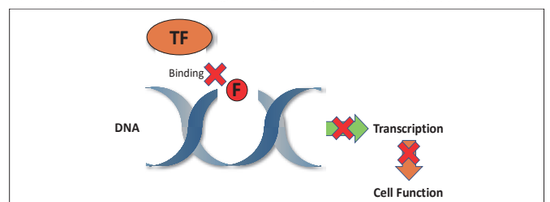


図4　DNA攪乱因子の挿入による転写因子の活性への影響

量子ビーム科学研究施設

施設長（兼任）教授	細貝　知直
准教授	誉田　義英
助教	藤乗　幸子
特任教授	磯山　悟朗
特任研究員	徳地　明
教授（兼任）	吉田　陽一、古澤　孝弘、細貝　知直、藤塚　守
准教授（兼任）	川井　清彦、楊　金峰、室屋　裕佐、小阪田　泰子、金　展
助教（兼任）	入澤　明典、菅　晃一、岡本　一将、神戸　正雄、松門　宏治（令和 2 年 8 月 1 日採用）、LU CHAO（令和 2 年 12 月 1 日採用）
特任教授（兼任）	小林　一雄
技術職員	古川　和弥、福井　宥平
事務補佐員	藤田　奈々美

a)　概要

量子ビーム科学研究施設には 40 MeV の L バンド電子ライナック、150 MeV の S バンドライナック、レーザーフォトカソード RF 電子銃を装備した 40 MeV の S バンド電子ライナック、そしてコバルト 60 ガンマ線照射装置などがあり、これらの装置・設備は大阪大学内の共同利用に供されている。本施設は施設長のほか 2 名の専任教員、2 名の技術職員と 1 名の事務補佐員、1 名の特任教授、1 名の特任研究員および兼任教員で構成され、量子ビーム誘起化学反応過程に関する研究、量子ビーム科学に基づく環境工学関連分野、先端ビーム科学、新エネルギー資源と先進医療技術開発等に取り組んでいる。また、放射線管理や施設の維持管理を含むすべての設備の運営は、共同利用関係者の協力のもと行っている。

b)　成果

・共同利用

共同利用採択テーマ数は、産研から 13 件、学内からが 7 件、学外の研究者を含むものが 11 件、拠点からが 12 件の合計 43 件であった（図 1）。全ての電子線形加速器の 2020 年度 2 月までの総利用時間は 2,538 時間、保守日を除いた総利用時間は 1,888 時間、総利用延べ日数 218 日、加速器利用の総課題件数 29 件であった。

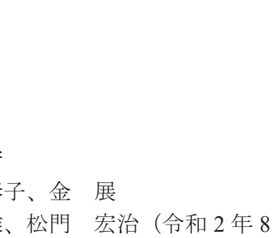


図 1　2020 年度テーマ件数

① L バンド電子線形加速器

2020 年度 2 月までの保守日を除いた運転日数は 128 日、テーマ数 21 件 、通算利用運転時間は 1,779 時間、延べ利用者数 1,018 人であった。利用内容を図 2 に示す。今年度の主な作業内容は以下の通り。

・電子銃は暗電流が問題となっていたが、暗電流量の監視とバイアス電圧による制御を行いながら利用を続け、夏季保守期間にカソードを交換した。従来使用していた YU-156 の値段高騰のため他社製カソードと交換したが、十分な電流が取れなかったので再度 YU-156 に交換した。

・電子ビーム振り分け運転用に製作したキッカー電磁石を 4 月に設置した。当初の電源設定では 5Hz の繰り返しとしていたが、プログラムを変更するだけで 20Hz 以上の運転に対応できることが確認できた。現在原子力規制庁に承認申請を行っており来年度中に振り分け運転の利用開始を予定している。

・半導体スイッチ故障の原因の 1 つであったノイズ問題を抜本的に解決するため、制御基板を全数作り直し、更に制御基板に外部から供給される電源に乗るノイズが基板故障の原因となっている可能性もあったため、半導体スイッチに印加される 20 kV の高圧から制御電圧を作りだす自己給電式回路を搭載することにした。

・FEL 光共振器のデチューニング調整用のステージが放射線ダメージにより故障した。光共振器はμm 単位で精密にアライメントされているため、試作工場の協力を得て位置出しと予備機との交換作業を行った。共振器のアライメントをやり直すことで、従来以上の強度で FEL を復旧することができた。

・その他の保守作業として、発生装置室パッケージエアコンの更新、制御 PC の更新、タイミングシステムの更新、圧空漏れ対応、クーリングタワー故障対応、モジュレータタッチパネル交換、サイラトロン変動調査、偏向電磁石電源修理等を行った。

図 2. L バンドライナック利用実績

② 150 MeV S バンド電子線形加速器

4 月中旬から約 1 か月半 COVID19 による活動自粛で運転ができなかった。依然として SF6 ガスのリークが大きく、2 時間に 1 回程度のガスの補給が必要な状況ではあったが、陽電子ビームの発生を除く共同利用に約 20 時間、陽電子ビームの発生と利用では約 54 時間、保守に約 22 時間使用された。今年度は加速器用冷却塔用ポンプからの異音が大きくなったため、これを交換するのに約 1 か月を要した。またライナック消磁用電源が放電ノイズのため誤動作し、これに伴う故障も起こったため、消磁回路の修理、ノイズ対策を行った。

③ コバルト 60 ガンマ線照射装置

コバルト 60 ガンマ線照射施設の利用課題数は 22 件、2020 年度 2 月までの利用回数は 205 回、総利用時間は 2,018 時間であった。今年度は大きな問題もなく運用できた。利用内訳を図 3 に示す。

④ 放射線安全管理

産業科学研究所放射線施設における放射線業務従事者数 131 名であった。教育訓練を Webex にて 5 月に放射線 4 名、6 月に X 線 2 名、2 月に放射線 3 名（合計放射線 7 名、X 線 2 名）に対し実施した。防護に関する教育及び訓練を 9 月に、緊急時対応訓練を 10 月に実施した。年 2 回（5 月と 11 月）に自主点検を行い問題がないことを確認した。

2 年に 1 度の学内の相互点検で受けた指摘点を改善した。

図 3. コバルト 60 利用実績

・パルスラジオリシス時間分解共鳴ラマン分光によるチオウレア酸化二量体の反応

生体内抗酸化過程において重要な役割を担っている硫黄化合物モデルとしてメチル置換チオウレア（TU）のヒドロキシルラジカルによる一電子酸化反応および二量化反応を経て生成する二中心三電子S-S（2c-3e S∴S）結合を有するTUダイマーラジカルカチオンの生成をパルスラジオリシス過渡吸収および過渡ラマン分光法により観測した。パルスラジオリシス過渡ラマン分光により2c-3e S∴Sの結合状態を直接観測することに成功した。量子化学計算とも良い一致を示した。

・Sバンドライナックによる低速陽電子ビームの生成

今年度は第2照射室で陽電子ビームを確認後、B1階の陽電子実験室に設置してあるリモデレータまで陽電子ビームを導き、再放出により低速化した陽電子ビームの蓄積、パルス化を行う予定であったが、COVID19の影響で約1.5か月実験の中断を余儀なくされ、また冷却水ポンプからイオンが発生し、これを交換するため約1か月実験ができなかった。実験が可能であった期間では、リモデレータに至る部分が磁場勾配や磁場形状が急激に変化することに伴う陽電子ビームのドリフトや変形が起こり、うまく輸送できなかったため、改めてこの部分の軌道計算を行い、電磁場の調整を行った結果、リモデレータ上まで陽電子ビームをガイドすることができるようになった。また、パルス化部におけるチョッパーやバンチャーのインピーダンスマッチング試験や、陽電子蓄積部の電気系の動作テストも行った。

産業科学連携教育推進センター

センター長（兼任）教授	能木　雅也
教育連携推進室長（兼任）教授	小口　多美夫
室員（兼任）教授	沼尾　正行
室員（兼任）准教授	室屋　裕佐
室員（兼任）准教授	岡島　俊英
産学・国際連携推進室長（兼任）教授	櫻井　保志
室員（兼任）教授	西野　邦彦
室員（兼任）准教授	長谷川　繁彦
室員（兼任）准教授	白井　光雲

概要

産研は、連携する 6 つの研究科から学生を受け入れるというユニークな特徴があり、産研として共通の学際教育を施すことが、産研における学際融合型研究を推し進めるためにも必要である。

そこで、産研に所属する学生全体を対象とした学際教育の企画立案・実施を主たる目的とする連携教育推進センターを平成 21 年 4 月に設置した。

連携教育推進センターでは、新人オリエンテーション、技術習得スクーリング、企業インターンシップ、学生海外派遣・受入プログラム、学生オープンインスティチュート、学際融合教育科目「産業科学特論」など、多彩な教育活動を企画・実行するとともに、平成 31 年度から開始された「学問への扉」など産研が担当する全学共通教育科目で優れた講義を提供するため円滑な運営を行っている。特に、「産業科学特論」においては、令和 2 年度から大阪大学社会ソリューションイニシアティブ（SSI）と連携し、SDGs（持続可能な開発目標）や人文社会科学の知と方法を学ぶ機会を設けるだけでなく、産研戦略室や若手教員とも連携を行い、具体的な産学連携のケーススタディやこれからの産学共創について実践的な講義内容をさらに追加する試みを実施している。また、全学のナノサイエンス・デザイン教育研究センターとも密接に連携し、ナノサイエンス副プログラム教育等の教育活動にも協力している。

国際共同研究センター

概要

国際共同研究センターは、国際交流における持続的な人材交流と国際共同研究を推進するために、2009年4月に産研内に設置された。本センターは、国際交流を行う大学・研究機関等との間に設立した複数の連携研究ラボ群から構成される。各ラボには兼任教授、兼任教員若干名を配置し、さらに相手側からの研究者を客員研究員として受け入れることができる。

現在、11件の連携研究ラボが設置されている。中国・北京大学情報科学技術学院との間の情報コミュニケーション技術（ICT）連携研究ラボは、2009年に情報とコミュニケーション技術に関する連携研究を行う目的で、八木教授をラボ長として設置された。ICT 連携ラボでは、コンピュータビジョンとメディア処理に関する基礎研究から応用研究を行っている。フィリピン・デ・ラ・サール大学およびタイ・チュラロンコン大学との間の情報コミュニケーション技術（ICT）連携研究ラボは、沼尾教授をラボ長とし、アジアの国々での市場開拓と教育に資するセンシング技術として、人の共感についての機械学習を研究している。生体センサ等を駆使した共同研究を推進中である。ドイツ・アーヘン工科大学およびドイツ・ビーレフェルト大学との間の有機合成化学（SOC）連携研究ラボは、いずれも2012年に笹井教授をラボ長として設置され、環境調和型先進分子変換技術の開発と応用を展開中である。韓国・韓国原子力研究所高度放射線技術研究所との間の量子ビーム科学（QBS）連携研究ラボは、量子ビームの発生と利用に関する先端研究を行うため、2014年に磯山教授をラボ長として設置された（現ラボ長は吉田教授）。韓国・鮮文大学校との間の EMGRL 連携研究ラボは、2015年に関野教授をラボ長として設置された。スウェーデン・ウプサラ大学との間の CTMD 連携研究ラボは、理論・計算物質設計に関する研究を行うため、2019年に小口教授をラボ長として設置された。香港大学との間の MID 連携研究ラボは、微生物感染症と多剤耐性菌克服に関する研究のため、2019年に西野教授をラボ長として設置された。ドイツ・フラウンホーファー・集積システム・デバイス技術研究所（IISB）連携研究ラボは、ワイドバンドギャップ・パワーエレクトロニクスのための高温材料と信頼性試験に関する研究のため、2019年に菅沼教授をラボ長として設置された。デンマーク・オールボー大学（AAU）連携研究ラボは、パワー半導体に関する研究のため、2019年に菅沼教授をラボ長として設置された。産研の今後の国際共同研究の進展に従い、国際共同研究センターの連携研究ラボ数を増やすことを予定している。

１．北京大学-ICT ラボ

1. 3 次元復元と距離計測
2. 画像のセグメンテーションと物体検出
3. 人運動解析と人物認識

２．デ・ラ・サール大学-ICT ラボ

1. 共感計算（Empathic Computing）
2. 生体計測等の各種センサを用いたユーザのモデル化
3. 適応インタフェースと機械学習

３．アーヘン工科大学-SOC ラボ

1. エナンチオ選択的有機分子触媒
2. 遷移金属触媒反応
3. ドミノプロセスの開発

４．ビーレフェルト大学-SOC ラボ

1. 生体触媒と分子触媒のハイブリッド化
2. エナンチオ選択的触媒の固定化
3. 新規炭素—炭素結合生成反応の開拓

５．韓国原子力研究所-QBS ラボ

1. パルスラジオリシス法による放射線化学の研究
2. 加速器を用いた先端量子ビームの発生と利用研究
3. 量子ビームを用いた物質・材料科学

６．チュラロンコン大学-ICT ラボ

1. 人工知能
2. 機械学習
3. データマイニング

７．鮮文大学校- EMGRL ラボ

1. 高機能光触媒の創製と環境保全システムへの応用
2. 広波長領域光応答型材料の設計とエネルギー分野への展開
3. フォトンマネージメント機能性マテリアルの設計

８．ウプサラ大学- CTMD 連携研究ラボ

1. 理論・計算物質設計

９．香港大学- MID 連携研究ラボ

1. 微生物感染症と多剤耐性菌克服に関する研究

１０．フラウンホーファー IISB 連携研究ラボ

1. ワイドバンドギャップ・パワーエレクトロニクスのための高温材料と信頼性試験に関する研究

１１．オールボー大学-AAU 連携研究ラボ

1. パワー半導体に関する研究

高等共創研究院（兼任部局：産業科学研究所）

教授　　槇原　靖

a)　概要

映像照合を始めとするコンピュータビジョン・パターン認識の基礎研究や、その人物映像解析への応用研究を実施している。具体的には、時空間・色空間の統合的位置合わせ深層ネットワークによる映像照合技術の開発や、要素分解学習を用いたクラス内変動に頑健なパターン認識技術の開発に取り組んでいる。また、それらの基礎技術を活用して、歩き方の個性に基づく個人認証（歩容認証）やその科学捜査への応用、歩行映像解析による性別・年齢・体組成等の属性推定、グラフ分割・照合による人物検出・追跡・領域分割等を行っている。更に、染色体の異常検出や、細胞の動態解析等の医用画像処理への応用にも取り組んでいる。

b)　成果

・End-to-end のモデルベース歩容認証

歩容認証は、映像に映った人物の歩き姿（動き及び体型）から個人を認証する技術であり、科学捜査やサーベイランス等への応用が期待されている。しかしながら、歩容認証の従来研究の多くは、動きと体型要素を混合した特徴表現を利用しており、動きと体型の情報を適切に扱っているとは言えないそこで、本研究では、近年、深層学習の分野で利用が進んでいる微分可能レンダラーを活用することで、明示的に分離された体型と動き情報を活用した歩容認証手法を提案した（図 1）。実験では、観測方向変化を含む世界最大の歩容データベースである OUMVLP を用いて精度評価を行い、既存の最新手法よりも高い認証精度を達成した。

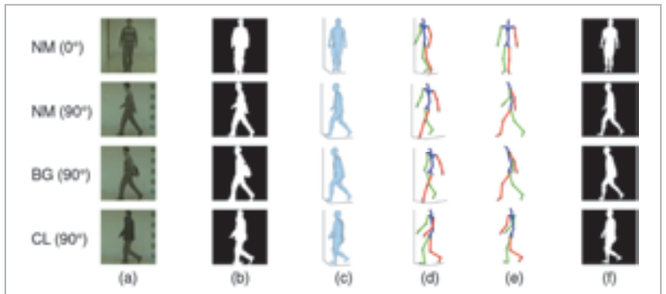


図 1　モデル当てはめによる体型と姿勢の抽出例。(a) 原画像、(b) シルエット、(c) 体型、(d) 姿勢（人物中心座標）、(e) 姿勢（画像座標）、(f) シルエットのレンダリング結果

・歩行映像解析によるリアルタイム年齢・性別推定

歩行による年齢推定や性別識別は、科学捜査のための目撃情報による人物検索、年齢・性別に基づくアクセスコントロールや顧客計数等、様々な応用が考えられる有用な技術である。従来の歩行映像解析技術の多くは、一歩行周期といった一定時間の歩行映像から抽出される特徴を用いているが、それらをリアルタイム応用に活用すると、時間の遅れが出ることや、また、一歩行周期の間に人物追跡に失敗すると利用できない、といったいくつかの問題点を抱えている。そこで、本研究では、一枚の歩行映像から年齢推定や性別識別をリアルタイムに実行する手法を開発した。実験では、多視点の歩行映像を含む OUMVLP データベースを用いて精度評価を行い、従来手法と比較してより高い精度を達成した。加えて、人物領域抽出の前処理と組み合わせた年齢推定・性別識別のデモンストレーションシステムを構築し、リアルタイムで動作することを実証した（図 2）。

図 2　リアルタイム年齢・性別推定の様子

高等共創研究院（兼任部局：産業科学研究所）

准教授　　山崎　聖司

a)　概要

近年、細菌に関する世間の注目度は日増しに高まっている。特に、次世代シークエンサー等の登場により腸内細菌・腸内フローラ分野の研究が飛躍的に進み、ヒトの免疫力向上・抗がん作用・抗うつ作用等に関わることが示されつつある。

一方、ヒトとは相容れない存在である病原細菌に関しても、近年の急速な薬剤耐性化により非常に注視されている。2011 年に世界保健機関（WHO）が「耐性菌の拡大は既に深刻な状態にある」との声明を出したのをはじめ、日本でも 2016 年に我が国初めてのアクションプランが決定され、薬剤耐性菌対策に向けて世の中は大きく動き出そうとしている。

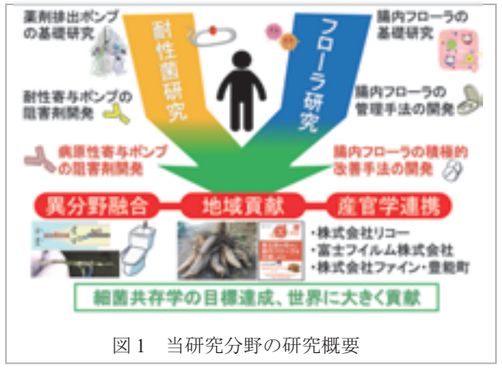


図 1　当研究分野の研究概要

一見すると、上記 2 つの話題・研究分野は大きく異なると思われがちである。しかしながら、ともに細菌関連の内容であるという以上に、腸内細菌による病原細菌感染防御機構の存在や、病原細菌への抗生物質使用による腸内フローラの乱れの問題等、両者は密接に関わっていることが明らかになりつつあり、ヒトに有用な菌・害を為す菌を含めた、全ての細菌とうまく「共に助け合って生きていく（共生）」「お互い攻撃し合うことなく共に生存していく（共存）」ための新たな学問が必要となっている。

そこで当研究分野では、
・腸内細菌の活動を制御し、恩恵を最大限享受することで、ヒトとのより良い共生関係を構築する
・病原細菌の病原性を抑え、耐性菌の出現を抑制することで、ヒトとの新たな共存関係を構築する
という 2 つの目的を設定した新たな学問「細菌共存学」の開拓を目指して、研究を進めている（図 1）。

b)　成果

・細菌電気抵抗測定法および細菌由来放出化合物測定法を開発し、論文を発表

迅速な菌種同定・耐性菌検出に向けた、細菌電気抵抗測定法の開発においては、デバイスに実装可能なブリッジ回路型電流計測システムを応用することで、遺伝子組み換え技術を用いて構築した各種感受性株と薬剤耐性株を、サンプル性状由来の電気抵抗の違いを反映する電流シグナルの形状から区別できることを示す結果が得られてきている。

また、細菌由来放出化合物測定法の構築（図 2）が完了し、抗生物質が効かない耐性菌と感受性菌とで培養液の揮発性成分組成が異なることを明らかにしたほか、ヒトの健康指標となり得る便成分インドールの産生菌を、簡便に分析可能な培養液の臭気から見分けることに成功し、論文を発表した。

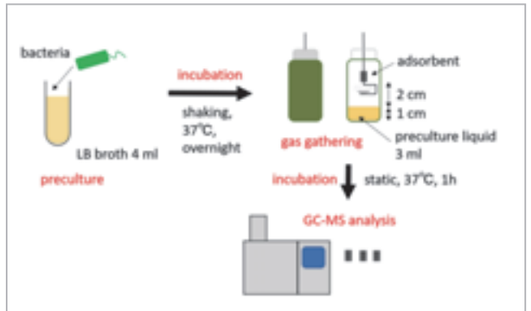


図 2　細菌由来放出化合物測定法

“Identification of genetic variants via bacterial respiration gas analysis”
Naoki Koga, Takuro Hosomi, Martijn Zwama, Chaiyanut Jirayupat, Takeshi Yanagida, Kunihiko Nishino*, Seiji Yamasaki*
Frontiers in Microbiology　11 (2020) 581571

高等共創研究院（兼任部局：産業科学研究所）

准教授　　小阪田　泰子

a)　概要

光・放射線によって機能する新しい有機材料を開発し、これまで困難とされてきた、生体イメージングやエネルギー変換などを目指した、新たな産業応用展開に向けた取り組みを推進している。

主に炭素、水素、窒素といった原子で構成される有機化合物のみで構成される有機材料は、持続可能な未来社会の実現に貢献できる新素材の一つとして注目されている。しかし、従来の研究では、有機材料の機能を光で制御するためには、主に目で見える色の光である可視光が用いられ、応用には限りがありました。生体透過性の高いより短い波長をもつ硬 X 線や、太陽光にも含まれるより長い波長をもつ近赤外光の利用は、極めて難しい。

本グループでは、新しい有機材料として、これまで困難だった硬 X 線を用いた新しいイメージング有機材料や、太陽光に応答して光触媒機能を示す、有機材料の開発を目指す。光化学反応・放射線化学反応に基づいて、分子の集合体としての高機能性有機材料を合理的にデザインし合成することで、イメージングや光触媒材料として応用する。その結果、光を利用した新しい有機材料を提供し、これまで知られていなかった新機能を見出したことから、診断・創薬からエネルギー問題の解決まで、幅広い分野の研究を一層加速させる。本年度は、硬 X 線で励起された $Au_{\sim 20}$ クラスターからの発光について検討した。

b)　成果

・$Au_{\sim 20}$ クラスターの硬 X 線励起発光

硬 X-線は、工業応用や医療用のイメージングなど様々な分野で利用されている。特に、後者の医療応用では、コンピュータ断層撮影（Computed Tomography、以下 CT）に代表されるように、その生体への透過性の高さから、イメージングのツールとして、臨床診断に重要な役割を果たしている。

図 1. $Au_{\sim 20}$ クラスターの硬 X 線励起発光

この通常の CT イメージングでは、作用原理として、主に硬 X 線の組織による吸収を利用し、その吸収の差をコントラストとして表すことで組織画像を取得する。しかしながら、吸収の差異が明瞭でない場合も多く、検体を、より明瞭に表すことの出来る画像化手法の開発・高感度化が求められている。

そんな中、近年、この CT の高感度化を目指し、特に、作用原理となる新規手法の提案がなされた。例えば、新規手法の一つとして、硬 X 線の関連する物理化学的素過程である、X 線蛍光や、X 線励起光学発光が着目されている。後者の X 線励起発光に着目すると、その素過程自身は、X 線を検出するシンチレーターの動作原理として用いられている。

これまでに、我々は、硬 X 線励起発光に基づく新規ナノサイズのシンチレータープローブとして、金属錯体をドープしたポリマーナノ粒子や、生体分子に内包された Au_{25} クラスター等のナノ材料が、硬 X 線励起発光を示す材料として有望であることを見出した。本年度は、クラスターサイズの異なる $Au_{\sim 20}$ を合成し、その硬 X 線励起発光について検討した。その結果、$Au_{\sim 20}$ も Au_{25} と同程度の発光を示すことが分かり、今後の診断・創薬への応用に向けた基礎的研究を進める手がかりを得た [論文 1]。

[1] Z. Liu, K.O. Jung, R. Takahata, M. Sakamoto, T. Teranishi, M. Fujitsuka, G. Pratx, Y. Osakada, Hard X-ray excited optical luminescence from protein-directed $Au_{\sim 20}$ clusters, RSC Adv., 10 (2020) 13824-13829.

人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス

概要

産業科学研究所と東北大学多元物質科学研究所（多元研）との間で平成 17 年度に設置した「新産業創造物質基盤技術研究センター」および翌平成 18 年度年の 2 研究所間アライアンスプロジェクトに端を発し、平成 19 年度からは北海道大学電子科学研究所（電子研）、東京工業大学資源科学研究所（資源研・現 研究院化生研）を加えた 4 研究所間に拡大し、さらに平成 22 年度からは九州大学先導物質化学研究所（先導研）が加わった 5 研究所間によりアライアンスプロジェクトを実施した。これまでの研究所間連携アライアンスプロジェクトの実績を基盤として、ナノおよび物質・デバイスに関する共同研究をさらに深化させるとともに、異分野間の交流を動的かつ濃密に実施する融合共同研究を飛躍的に展開させる共同研究・実践教育の新たな枠組みを構築し、イノベーションを創出することを指向した「人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス」プロジェクト（以下、本プロジェクト）を平成 28 年度より開始した。

本プロジェクトでは、既述の 5 研究所がネットワークを組み、「エレクトロニクス　物質・デバイス」（G1）、「環境エネルギー　物質・デバイス・プロセス」（G2）、および「生命機能　物質・デバイス・システム」（G3）の 3 グループにおいて、卓越した融合研究へと繋がる戦略的な活動をしている。

例年実施している各グループ分科会を令和 2 年度においては、3 グループ合同ウェブ分科会として開催し、約 200 名の参加を得て、コロナ禍においても幅広い交流を図った。

上記 3 グループを横串的に活動し、分野横断型の研究を目指す「横串サブグループ」では、平成 29 年度に設置した「量子ビームによる物質・物性評価」「時間分解物質・物性評価」に加え、令和元年度（平成 31 年度）に設置した「界面近傍水横串サブグループ」「次世代放射光横串サブグループ」の活動を、令和 2 年度は本格的に始動し、融合型研究の発展に向けた取組みを推進している。

本プロジェクトのネットワークを活用した技術者間ネットワークを構築し技術研修や技術シンポジウムの支援を行い、研究サポートチームの体制強化を図り研究環境の拡充へと繋げている。

本プロジェクトの国際ネットワークとして、台湾国立交通大学等と連携を推進しており、先方の連携先アカデミアシニアを含めた「5+2 アライアンス」プロジェクトとして、交流を促進している。令和 2 年度で第 3 回目となる合同講義においては、産研より 2 名の若手教員を講師として派遣し、3 単位分のオンライン講義を実施、双方の若手人材育成に寄与している。

本プロジェクトと相補的に事業展開している「物質・デバイス領域共同研究拠点」との公募型連携プログラムとしては、若手研究者をリーダーとして中・長期滞在型の共同研究を推進する「CORE ラボ」を設置（所内では 3 ラボを設置）し、世界に伍する卓越した若手研究者の育成に寄与している。また、大学院生等を研究代表者とする「次世代若手共同研究」においては、申請資格を大学院生のほか、学部生・高専科生・研究生等に拡大し、次代を担う若手人材の育成を強化した。そのほか、複数研究所間との複合型共同研究への展開プログラムとして「展開共同研究（A/B）」を設置し、コバレント（濃密）でダイナミックな、人材・機器・場所のシェアリングを実現し、戦略的融合研究の推進を図っている。

なお、本プロジェクトでは産研を事業本部とし、5 研究所からなる運営委員会を設置するとともに、「物質・デバイス領域共同研究拠点」事業と相補的に戦略的な事業展開を実施するため、コア連携センター会議を設置し、効率的な実務運営を図っている。産研における各研究グループのメンバー（令和 2 年 10 月時点）は次の通りである。

（G1）「エレクトロニクス　物質・デバイス」研究グループ（12 名）
関谷 毅 教授（副リーダー）、家　裕隆 教授、大岩 顕 教授、小口多美夫 教授、古澤孝弘 教授、櫻井 保志 教授、田中 秀和 教授、千葉 大地 教授、能木 雅也 教授、吉田 陽一 教授、鷲尾 隆 教授、菅原 徹 准教授

（G2）「環境エネルギー　物質・デバイス・プロセス」研究グループ（9 名）
小林 光 教授、菅沼 克昭 教授、関野 徹 教授、細貝 知直 教授、藤塚 守 教授、田中 慎一郎 准教授（副リーダー）、服部 梓 准教授、誉田 義英 准教授、吉田 秀人 准教授、垣花 眞人 特任教授

（G3）「生命機能　物質・デバイス・システム」研究グループ（12 名）
西野 邦彦 教授（副リーダー）、黒田 俊一 教授、駒谷 和範 教授、笹井 宏明 教授、鈴木 孝禎 教授、谷口 正輝 教授、永井 健治 教授、八木 康史 教授、沼尾 正行 教授、槇原 靖 教授、鈴木 健之 准教授、堂野 主税 准教授

［ 附３ ］　共通施設、技術室、事務部の組織と活動

試作工場

工場長（兼任）　小林　光　教授
工場員（兼任）　大西　政義　室長（技術室）
工場員（兼任）　松下　雄貴　技術職員（技術室）

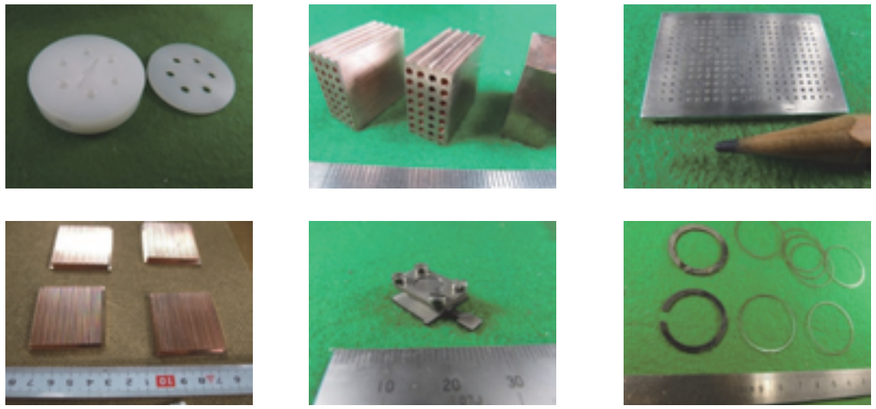
a)　概要

試作工場は産業科学研究所設置と同時に付設され、利便性の良いインキュベーション棟に置かれている。本研究所における研究分野は多岐にわたり、使用される実験装置は多様でかつ斬新な装置が多い。試作工場はこれらを用いた研究機能を最大限に発揮させることを目的としている。そのために、種々の理科学実験装置や実験器具を試作段階から研究者と綿密な連携を保ちながら、設計・製作し、研究支援を展開している。

試作工場の機械加工室にはミーリング付 NC 旋盤、NC 円筒研削盤、マシニングセンタ、NC5 軸加工機、3 次元 CAD/CAM、卓上レーザー加工機などの設備の充実を図っており、工場員がこれらの設備を使いこなせるよう技術研鑽に励み、加工範囲の拡充や迅速で高精度化な加工によって研究支援が行えるように努めている。

b)　成果

2020 年度は依頼総数 153 件であった。内訳は所内 23 研究室、学内 8 研究室、6 箇所の共同研究企業から加工依頼があった。加工例を以下に示す。



昨年度導入した炭酸ガスレーザー加工機の調整を行い、加工依頼の受け入れを開始した。加工材料はアクリルなどの樹脂に限られるがフライス加工に比べて短時間で加工を進めることができる。（図 1）

複雑な実験装置の依頼も増えており、荷重表示器や真空チャックを有する加圧ジグを設計から取り組み部品やセンサの選定、強度計算のち加工組立てを行い納品した。（図 2）

図 1　レーザー加工サンプル

図 2　表示器付き加圧ジグ

無響実験室

室長（兼任）教授　　駒谷　和範
教授（兼任）　　大岩　顕
准教授（兼任）　　長谷川　繁彦
准教授（兼任）　　須藤　孝一
准教授（兼任）　　福井　健一
准教授（兼任）　　武田　龍
助教（兼任）　　木山　治樹

a)　概要

無響実験室は、平成 29 年（2017）に電子プロセス実験室から改組されて設置された。当実験室は、音響測定や心理実験に利用可能な無響室を備えている。無響室は 4.0 m×7.2 m の広さがあり（高さ 4.0 m）、室内音圧レベルは 30 dB 以下となるよう設計されており、平成 31 年 2 月に再調査した時点でもその性能は保たれている。

令和 2 年度は、コロナ禍もあり、産研オリエンテーションなどでの施設見学としての利用はなかった。一方で、公開している無響実験室のホームページを通じて、学外から使用の問合せがあった。

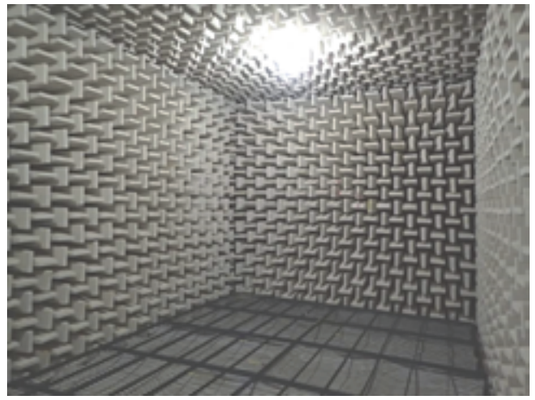


図 1　無響室の内部

図書室

教授（兼任）　　駒谷　和範
事務補佐員　　石塚　百合

a)　概要

本図書室は、専門的図書を所蔵し、管理棟 2 階に開架図書室が設けられている。図書の発注、受入及び文献の所在調査や照会、複写の申し込みや受付業務、図書館間相互貸借を行っている。令和 2 年度は図書職員の不在化によりサービスの一部を縮小したうえで、令和 3 年 3 月末でのサービス停止に向けた諸整理を実施した。

b)　成果

・蔵書数

和文図書	4,873 冊	和雑誌	161 種	新聞	6 種
欧文図書	18,360 冊	洋雑誌	493 種		

・令和二年度受入・除却図書数

受入図書冊数	0 冊
不用図書除却数	0 冊

・令和二年度利用統計

産研図書室での貸出数（学内・学外からの取寄せ資料含む）	713 冊
学内 9 図書館室への産研所蔵資料貸出数	72 冊
学内・学外からの文献複写取寄せ数	7 件
学内への文献複写提供数	6 件

（令和 3 年 2 月 26 日現在）

施設管理室

教授（兼任）　　駒谷　和範
特任事務職員　　大橋　佳代子

a)　概要

施設管理室は産業科学研究所のオープンラボラトリー（以下「オープンラボ」という。）及び研究分野基準スペースとその他産業科学研究所の施設の円滑な管理のため、次の各号に揚げる業務を行っている。

(1)　オープンラボの整備に関すること。
(2)　オープンラボの維持管理に関すること。
(3)　オープンラボの利用申請等に関すること。
(4)　研究分野基準スペースの管理に関すること。
(5)　産業科学研究所施設委員会が企画立案する施設の運用計画の補助に関すること。
(6)　その他産業科学研究所のスペース管理に関すること。

b)　成果

2020 年度所内プロジェクトスペースの利用は、以下に示す。

利用面積	研究室数
2314 ㎡	22 研究室

2020 年度ナノテクオープンラボの利用は、以下に示す 15 の研究代表者。

研究代表者	所属	研究代表者	所属
和田　洋　准教授	産業科学研究所	谷口正輝　教授	ナノテクノロジー設備供用拠点
川上茂樹　特任准教授	産業科学研究所	田中秀和　教授	ナノテクノロジー設備供用拠点
永井健治　教授	産業科学研究所	森　勇介　教授	工学研究科
真嶋哲朗　招へい教授	産業科学研究所	安田　誠　教授	工学研究科
原田　明　特任教授	産業科学研究所	小西　毅　准教授	工学研究科
関野　徹　教授	産業科学研究所	廣瀬哲也　教授	工学研究科
井谷俊郎　特任教授	産業科学研究所		
小野堯生　助教	産業科学研究所		
沼尾正行　教授	産業科学研究所		

2020 年度企業リサーチパークの利用は、以下に示す。

利用面積	利用部屋数	企業数
1682 ㎡	36 部屋	24 社

情報ネットワーク室

室長（兼任）教授　能木　雅也
教授（兼任）　　鷲尾　隆
教授（兼任）　　櫻井　保志
教授（兼任）　　藤塚　守
教授（兼任）　　田中　秀和
准教授（兼任）　福井　健一
准教授（兼任）　服部　梓
技術職員　　相原　千尋

a)　概要

情報ネットワーク室は、近年の研究環境における情報ネットワークの急速な普及と重要性を鑑み、これまでのボランティアベースの所内情報ネットワークの運営を組織化する為に、1999 年 3 月に発足した。所内情報ネットワークは、1980 年代後半に知能システム科学大部門の研究室が共同で構築し、1994 年の ODINS（Osaka Daigaku Information Network System）の運用開始に伴い研究所全体規模で整備された。現在では、産業科学研究所に携わる人々に情報の発信・受信の場を提供している。情報ネットワーク室では室長のもと、技術室より派遣された技術職員により産業科学研究所ネットワークの安定運用はもとよりネットワークポリシーの策定、整備における技術的作業をはじめ、各種サーバーの構築・管理、各種システムの構築・管理、利用者・研究者のサポート・教育を行っている。また、産業科学研究所の於ける各種シンポジウム、講演会等のサポートの一環として WEB 作成を行い、レジストレーション、アブストラクト収集システム等を提供している。また、研究所入館管理システム、監視カメラの運用・管理も行っている。また、業績評価システム、年次報告書編集システム、原著論文・国際会議データー収集システム等多数の所内向けシステムの開発・運用・管理を行っている。また、グラフィカルプログラミングソフトウェアである LabVIEW を全学的に導入し、キャンパスライセンスの管理、ユーザーサポートを行っている。

b)　成果

[シンポジウム等サポート]
令和 2 年度　ナノ工学講義

[システム関連]
サーバーセキュリティ外部監査
PKI プロジェクト（国立情報学研究所）
教員業績評価

[ネットワーク関連]
ODINS 無線 LAN 設置

[委員会]
業績評価委員会
ODINS 運用部会

[その他]
各種サーバー管理
ポスター印刷（64 件）

戦略室

室長（兼任）教授	関野　徹
副室長（兼任）事務部長	増田　敏裕
特任教授（兼任）	井関　隆之、小倉　基次
特任准教授（兼任）	加藤　久明
特任事務職員	井川　千也、西田　彩

a)　概要

令和 2 年 4 月 1 日より、産業科学研究所（産研）の産学連携を担う産学連携室と所内企画を担う企画室を合併し、「戦略室（The SANKEN Strategy Office）」が設立された。戦略室では、産学連携室が担当してきた産研と産業界との緻密なネットワーク構築、研究シーズの紹介、産研の研究シーズと産業界が持つニーズのすり合わせ、外部競争資金獲得支援に加えて、企画室の担当業務である評価情報収集・検討、国際共同研究・連携検討などの業務を総合した研究所の経営企画全般に係る広範な業務を行っている。これらの広範な業務は、大別すると以下の 6 つの業務領域に整理することができる。

① 産研の経営戦略計画策定
② 研究成果の社会還元：各種の研究成果のプロジェクト化、技術シーズの社会実装推進
③ 産学連携の促進（共同研究締結外部競争資金獲得支援、各種産学連携展示会、産研テクノサロンなどの産業界との交流事業、産研発ベンチャー支援、その他産学連携活動全般）
④ 知的財産の活用（産研内部の各種知財活用検討・支援、大学本部知財担当および外部知財機関との連携、その他知財に関する相談対応など全般）
⑤ 評価のために必要な基本情報収集・検討（中期目標・中期計画、年度計画、自己点検・評価、外部評価および第三者機関が行う評価に係る様々な情報収集、さらには企画立案を実施）
⑥ 広報（広報室と連携）、国際関係、施設（企業リサーチパーク運営）

b)　成果

・産学連携促進（研究成果および技術シーズの産業界への紹介）

① 産研テクノサロン開催

産研の研究開発シーズを産業界に紹介する講演会を 4 回開催した（新型コロナウイルス対策のため、全てオンラインによる開催となった）。

開催回	開催日	テーマ	人数
第 1 回（通算 96 回）	2020.10.9	「宝の地図の見つけ方：女性の活躍による研究開発の活性化」	102
第 2 回（通算 97 回）	2020.11.13	「5G／6Gが拓く未来社会：2030 年代の無線通信技術をめぐって」	213
第 3 回（通算 98 回）	2020.12.18	「レーザー・量子ビーム利用のこれから」	32
第 4 回（通算 99 回）	2021.2.5	「タンパク質をぶっ壊せ！！：新しい創薬基盤技術研究」	75

②研究内容紹介冊子発行

産研の研究内容を紹介する冊子『研究紹介リサーチ 2020』を発行し、産業界への幅広い冊子体配布およびウェブサイトへの掲載を行った。（https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/air/research1.html）

③中小企業基盤整備機構（中小機構）との中小企業・大学発ベンチャー支援セミナー開催

産研の企業リサーチパークに入居する中小企業ならびに産研発ベンチャーを対象として、産研戦略室が中小企業基盤整備機構（中小機構）と共同で事業化支援メニュー紹介に関する初の講演会を令和 2 年 10 月 16 日に実施した（テーマ：「事業化推進に向けた中小機構による支援メニュー紹介セミナー」、オンラインとのハイブリッド方式、実施回数：1 回、総参加者数：25 人）。

④展示会出展、マッチングイベント参加

展示会およびマッチングイベントについては、産研が関係する業界団体などとの協力体制などを活用しながら主として以下のイベントに出展した。新型コロナ禍において、リアル形式の展示会の実施が困難となることが多くあり、一部の展示会はオンラインのみとなったが、主催者側に対してオンラインとのハイブリッド開催を早期の段階から提案するなどのウィズコロナ時代に対応をした展示会のあり方についても検討と提案を積極的に行った。

- JST イノベーション・ジャパン 2021：大学見本市 Online（2020 年 9 月 28 日～11 月 30 日、オンライン展示会）
- 計測展 2020 OSAKA（2020 年 10 月 21 日～23 日、グランキューブ大阪（中之島・大阪国際会議場）、展示会はリアル開催、同時開催シンポジウムについてはオンデマンド配信を実施）
- ファーマラボ EXPO アカデミックフォーラム（2020 年 11 月 25 日～27 日、幕張メッセ）
- 国際ナノテクノロジー総合展（2020 年 12 月 9 日～11 日、東京ビッグサイト）
- イノベーションストリーム KANSAI（2019 年 12 月 15 日～16 日、グランフロント大阪、緊急事態宣言のためリアル展示会のみ中止、展示シーズのオンライン展示については予定通り実施、リアル展示会会場において企業マッチング面談とウェビナー撮影・講演配信を実施）
- 2nd Tokyo Tech International Open Innovation Symposium　2021 ONLINE（2021 年 2 月 1 日～2 月 28 日、オンライン展示（東京工業大学オープンイノベーション機構提供オンラインスペース））
- センサエキスポジャパン 2021（2021 年 2 月 15 日～3 月 31 日、オンライン展示（当初は東京ビッグサイトにおけるリアル展示の予定だったものの緊急事態宣言の関係で中止））

・企業リサーチパークの活用

インキュベーション棟企業リサーチパークを活用した共同研究実施支援を行った。
利用率：96%　　企業利用：24 社 [新規 3 社]

・研究会の支援

新産業創造研究会等の開催支援を行った。件数：2 研究会（合計 9 回）

・外部資金獲得支援

申請調書作成支援などの外部資金獲得支援を行った。件数：53 件（前年度：23 件）

広報室

室長（兼任）教授　　能木　雅也
（兼任）教授　　小林 光、永井 健治（通年）、駒谷 和範、田中 秀和（～令和 2 年 9 月 30 日）
千葉 大地、谷口 正輝（令和 2 年 10 月 1 日～）
（兼任）准教授　　西 毅、松原 靖子（通年）、川井 清彦、原 聡（～令和 2 年 9 月 30 日）、
伊藤　幸裕（令和 2 年 10 月 1 日～）
（兼任）助教　　藤田 高史、田中 裕行（通年）、上谷 幸治郎、菅 晃一（～令和 2 年 9 月 30 日）、木村 司、CHO Sunghun、横山　創一（令和 2 年 10 月 1 日～）
広報室員（派遣）技術職員　奥村　由香
広報室員　特任事務職員　　水野　祥子（令和 2 年 10 月 1 日採用）

a)　概要

「地域に生き世界屈指のイノベーティブな大学」であるという大阪大学のブランディングに貢献するため、産業科学研究所広報室では、以下の4つの広報を柱として広報活動を行う。1. **産業界への広報**/産業科学研究所の基礎研究の成果や取り組みを、産業界へ正確かつ迅速に幅広く情報発信により、産業科学研究所が目指す産学連携の推進に貢献する。2. **学術界への広報**/産研での学術的成果や産学連携の成果を広く広報し、国内外の学術的連携の促進を図り、学術界における産研のプレセンスを高めることに貢献する。3. **学生・博士研究員への広報**/次世代を担う学部生・大学院生や若手研究者に産業科学研究所での研究活動の魅力を阪大内外、国内外へ発信することにより、学生や研究員の勧誘に貢献する。4. **社会への広報**/広く産業科学研究所と研究成果を広報することで、社会へのアウトリーチ活動の責務を適切に遂行し、一般社会における産業科学研究所の認知を高めることに貢献する。

そこで広報室では、近年プレスリリース後の報道情報に関し、WEB掲載が増加傾向にあることから、オンラインのメディアやソーシャルメディアからプレスリリース報道情報の収集をより積極的に行った結果、今年度の学術的成果や産学連携の成果の報道情報に関し、昨年度の２倍の件数を収集することが出来た。また、海外に向けて、特に次世代を担う若手研究者の研究活動の魅力や、産業科学研究所の海外活動の紹介などをビジュアルと合わせて発信する冊子として、今年度新しくAnnual reportを制作した。コロナ禍でいちょう祭の中止や施設見学の希望者減少などはあったものの、定例記者会見のオンライン化など、コロナの時代にあわせた新しい広報活動を来年度も取り組んでいく。

b)　成果

・プレスリリース実績
プレスリリース件数：40 件
記者会見件数：19 件（うち記者会見 2 件、定例記者会見 17 件）

・報道件数
掲載件数：845 件（国内 390 件（web 345 件、新聞 40 件、TV・ラジオ 5 件）、海外（web）455 件）

・所内サイネージへの掲載実績
掲載件数：80 件（うち広報室への依頼 29 件
［内訳］プレスリリース 32 件 / イベント 22 件 / お知らせ 19 件 / 受賞等 5 件 / 募集関係 2 件

・施設見学実績
見学件数：2 件 計 25 名（大阪府立富田林中学校 10 名、大阪府立富田林高等学校 10 名、西大和学園高等学校 5 名）
［内訳］8/3（月）～5（水）/ 西大和学園高等学校 高校 2 年生 3 名、文部科学省指定「スーパーサイエンスハイスクール」事業として、鈴木研究室にて実習を実施。
8/5（水）～7（金）/ 西大和学園高等学校 高校 2 年生 2 名、文部科学省指定「スーパーサイエンスハイスクール」事業として、家研究室にて実習を実施。
8/5（水）/ 大阪府立富田林高等学校・中学校 中学生 10 名 高校生 10 名 計 20 名、文部科学省指定「スーパーサイエンスハイスクール」事業として、産研の紹介を行い、大岩研究室、能木研究室、櫻井研究室にて講義および見学を実施。

・刊行物の発行
パンフレット
阪大産研の組織概要・沿革・研究内容や活動をまとめたパンフレットとして発行。来所者や各種イベント来訪者に配布。6 月末発行、日本語、8 ページの刊行物、1,200 部発行、配布のみ（郵送なし）。

Pamphlet
日本語版と同じ内容で、英語版パンフレットとして発行。来所者や各種イベント来訪者に配布。6 月末発行、英語、8 ページの刊行物、200 部発行、配布のみ（郵送なし）。

年次報告書
阪大産研 1 年間の活動内容・統計・展望などを紹介した刊行物として発行。研究・教育内容や国際・産業交流に関する活動実績や統計情報など、各年度の情報詳細を掲載し、各種関係機関に配布。広報室は附 1～3 を担当。9 月末発行、日本語、数百ページの刊行物、210 部発行、郵送と配布。

Annual report
海外研究機関・研究者に向けた刊行物として発行。パンフレット（英語版）掲載内容に加え、書き下ろしの研究者紹介・研究紹介記事や、直近のニュースレターやプレスリリースからの英訳記事も転載。9 月末発行、英語、数十ページの刊行物、500 部発行、郵送と配布。

ニュースレター
阪大産研で行ったイベント、産研研究者のインタービューやプレスリリース記事などを掲載したニュースレターとして発行。産研名誉教授・各種関係機関に配布。年 3 回（5 月、9 月、2 月）発行、日本語、8 ページの刊行物、750 部発行、郵送と配布。

・いちょう祭
コロナウィルス感染拡大により開催中止。

・産研 HP 更新
更新件数：日本語版 401 件（Hot topics 32 件、イベント 29 件、報道 138 件、受賞 27 件、公募 34 件、組織 20 件、刊行物 5 件、更新情報 74 件、その他 42 件）
英語版 97 件　（Hot topics 14 件、イベント 4 件、受賞 27 件、公募 14 件、組織 7 件、刊行物 1 件、更新情報 11 件、その他 19 件）

・産研 SNS 配信
更新件数：93 件（Twitter 公式 51 件、Twitter マスコット 34 件、YouTube 8 件）

・産研動画制作
動画制作件数：9 件
［内訳］イノベーションジャパン用研究成果動画 2 件（界面量子科学研究分野、フレキシブル 3D 実装協働研究所）/ ナノテックジャパン用研究紹介・施設紹介動画 7 件（産業科学ナノテクノロジーセンター）

技術室

			（主たる派遣施設）
	室　長	大西　政義	（試作工場機械加工室）
工作班	班　長	榊原　昇一	（ナノ加工室）
・機械加工係	係　長	羽子岡　仁志	（総合解析センター）
	技術職員	松下　雄貴	（試作工場機械加工室）
・装置開発係	係　長（兼任）	榊原　昇一	（ナノ加工室）
	技術職員	古川　和弥	（量子ビーム科学研究施設）
	技術職員	福井　宥平	（量子ビーム科学研究施設）
計測班	班　長	相原　千尋	（情報ネットワーク室）
	技術専門職員	山中　卓也	（産業科学 AI センター）
・機器分析係	係　長	松﨑　剛	（総合解析センター）
	技術職員	村上　洋輔	（総合解析センター）
	技術職員	嵩原　綱吉	（総合解析センター）
・情報・広報係	係　長	奥村　由香	（広報室）

a)　概要

技術室は、昭和 57 年 4 月に全国の大学附置研究所に於いて初めて設置された研究支緩のための組織であり、室長以下 2 班 4 係に分かれ各派遣先において研究用装置や実験サンプルの試作、運転、計測、ネットワークの保守、広報活動、研究用材料の各種分析、そのデータ処理などを効率よく遂行している。

6 月 1 日より現状に即した支援体制を整えるべく改組を行った。

派遣先の業務だけではなく、事務部と協力し産研全体の業務の遂行やイベントの運営協力も行っており、また技術室の主催で安全衛生管理や地域貢献等の活動を行っている。

b)　成果

本年度の活動等を以下の通り報告する。

産研安全講習会　5/28 オンライン実施　6 件の安全講習の実施　英語版資料の導入　58 名の参加者
撮影・TV 会議支援　産研国際シンポジウムなど国内外を含めた 40 件の web 会議協力
産研消防・防災訓練　準備協力および当日の本部隊避難誘導班としての活動
PCB 管理業務　分析サンプルの収集や業者への手配協力
放射線管理業務　法で定められた空間線量の測定や帳簿の作成
酸素濃度巡視　毎月 2 回の産研全体の酸素濃度管理施設の巡視
液体窒素使用量調査　毎月の研究室ごとの使用量調査と集計
2020 年度の技術室報告会を開催　報告誌を WEB で掲載
大阪大学部局横断型女性技術職員ネットワーク運営協力（子供サイエンス教室、キックオフセミナー）
東北大学総合技術研究会交流会企画協力（広報関係）
産研定例記者会見運営協力　定例記者会見 9 回　単独記者会見 2 回

・技術研究会、学会等での発表・講演等

ポスター発表	2020 年度機器・分析技術研究会 in 奈良,オンライン開催、9/10-11	
口頭発表	R2 年度アライアンス技術支援シンポジウム、オンライン開催、12/2	
講演	大阪大学技術職員研修（第 35 回）、豊中キャンパス、8/27	
口頭発表	オンライン機械工作技術研究会、オンライン開催、9/17-18	
ポスター発表	産業科学研究所 第 76 回学術講演会・第 5 回産研ホームカミングデイ、11/20	
口頭発表	総合技術研究会 2021 東北大学、オンライン開催、 3/3-3/5	
口頭発表	第 17 回 日本加速器学会年会、オンライン開催、9/2-4	日本加速器学会年会賞
ポスター発表	放射線安全管理学会　第 19 回学術大会、オンライン開催、12/9-11	

・出張・研修（講習の受講、技術研究会、学会等の参加）

2020 年度機器・分析技術研究会 in 奈良、オンライン 、9/10-11
大阪大学 部局横断型女性技術職員ネットワークキックオフセミナー、オンライン、9/29
大阪大学技術職員研修（第 35 回）、豊中キャンパス、8/27-28
機械設計技術者試験、大阪経済大学、11/15
第 27 回 蛋白質研究所技術部研修、蛋白研、11/17
第 41 回有機微量分析ミニサロン、オンライン、10/30
大学技術職員組織研究会第 1 回オンライン会議参加、オンライン、10/1
自衛消防業務再講習、大阪科学技術センター、11/4
研究基盤 EXPO2021、オンライン、2021/1/22-29
総合技術研究会 2021 東北大学、オンライン、2021/3/3-3/5
第 4 回大学技術職員組織研究会（琉球会議）、オンライン、12/18
大学技術職員組織研究会第 2 回オンライン会議参加、オンライン、11/26
令和 2 年高エネルギー加速器研究機構技術職員シンポジウム、オンライン、2021/1/21
九州工大情報技術研究会、オンライン、2021/1/21

・新規取得資格

令和 2 年 5 月 22 日　第一種衛生管理者
令和 3 年 3 月 31 日　機械設計技術者試験 2 級

・受賞

令和 2 年 9 月 4 日　日本加速器学会年会賞　主催団体名 第 17 回日本加速器学会年会
令和 2 年 9 月 11 日　優秀ポスター賞　主催団体名 2020 年度 機器・分析技術研究会 実行委員会

・各種免許・資格取得等の現状

衛生工学衛生管理者	5 名	TOEIC スコア 750	1 名
エックス線作業主任者	5 名	TOEIC スコア 855	1 名
甲種防火管理講習	1 名	実用英語技能検定　準 1 級	1 名
第一種放射線取扱主任者	2 名	メンタルヘルスマネジメントⅡ種	1 名
第一種衛生管理者	4 名	機械設計技術者試験 2 級	1 名
毒物劇物取扱者	1 名	ガス溶接技能講習	1 名
防火教育担当資格者	1 名	玉掛け　技能講習	3 名
防災管理講習	1 名	床上操作式クレーン運転　技能講習	2 名
防災教育担当資格者	1 名	有機溶剤作業主任者	1 名
危険物取扱者　乙種 1 類～6 類	2 名	アーク溶接　特別教育	2 名
危険物取扱者　甲種	1 名	研削砥石の取替え特別教育	2 名
高圧ガス製造保安責任者　乙種化学	1 名	低圧電気取扱　特別教育	6 名
高圧ガス製造保安責任者　乙種機械	2 名	低圧電気取扱業務（14H）	2 名
第三種電気主任技術者	2 名	天井クレーン定期自主検査者安全教育	1 名
第二種電気工事士	2 名	普通救命講習 I	1 名
ソフトウェア開発技術者	1 名	普通救命講習Ⅱ	1 名
機械保全技能検定 3 級	1 名	自衛消防業務講習	11 名
CAD 利用技術者試験 2 級	1 名	特別管理産業廃棄物管理責任者	5 名
Oracl Certified Java Programmer, Silver SE 8	1 名		

事務部　（令和 3 年 3 月 31 日現在）

		（事務部長）	増田　敏裕
総務課		（課長）	松本　勝昌
	総務係	（係長）	竹内　弘
		（主任）	朝日　太郎
		（特任事務職員）	三輪　久美子
		（事務補佐員）	河添　郁美
		（事務補佐員）	吉松　祥子
	人事係	（係長）	丸山　敬太
		（特任事務職員）	大野　亜沙子
		（事務補佐員）	河野　亜紀
研究連携課		（課長）	西川　憲司
	研究協力係	（係長）	北之橋　奈津子
		（主任）	水澤　絹代
		（特任事務職員）	小西　由佳
		（特任事務職員）	新生　史子
		（特任事務職員）	髙山　愛
		（事務補佐員）	黒杭　裕
	財務係	（係長）	岡本　幸治
		（主任）	松浦　靖
		（特任事務職員）	水口　絵美
		（特任事務職員）	西本　弘美
	契約係	（係長）	岡本　征子
		（主任）	藤田　玲子
		（事務職員）	早川　沙由里
		（特任技術職員）	宇野　悦子
		（事務補佐員）	大谷　和音
		（事務補佐員）	宮郷　琴
		（事務補佐員）	阿久津　由美
		（事務補佐員）	杉山　由紀子

［ 附 4 ］　各研究部門、附属施設における活動実績リスト

量子システム創成研究分野

原著論文

[1] Characterization of a surface plasmon antenna fabricated on a gate-defined lateral quantum dot, Fukai Rio, Sakai Yuji, Nakagawa Tomohiro, Fujita Takafumi, Kiyama Haruki, Ludwig Arne, Wieck Andreas, Oiwa Akira: Japanese Journal of Applied Physics, 60 (2021) SBBI01.

[2] Roadmap on Nanotechnology for Quantum Technolog, Jonathan Baugh, Arne Laucht, Frank Hols, Niels Ubbelohde, M. Fernando Gonzalez-Zalba, David J. Reilly, Søren Stobbe, Tim Schröder, Pasquale Scarlino, Jonne V. Koski, Andrew Dzurak, Henry Yang, Jun Yoneda, Ferdinand Kuemmeth, Hendrik Bluhm, Jarryd Pla, Charles Hill, Joe Salfi, Akira Oiwa, Juha Muhonen, Ewold Verhagen, Matt Lahaye, Hyun Ho Kim, Adam W. Tsen, Dimitrie Culcer, Attila Geresdi, Jan A. Mol, Varun Mohan, Prashant K. Jai: Nanotechnology, 32 (2021) 162003.

国際会議

[1] Accelerated electric-dipole spin resonance in a quantum dot array (invited), T. Fujita: CEMS Topical Meeting Online, Recent Advances in Semiconductor Qubits, 3/9/2021.

[2] Spin orbit induced spin manipulation _x000B_by spin shuttling in multiple dots (oral), Y. Matsumoto, T. Fujita, A. Ludwig, A. D. Wieck,　and A. Oiwa: QD2020, Online, 12/7-12/11,2020.

[3] Photon-spin quantum interface using gate-defined quantum dots for quantum internet (invited), A. Oiwa: The 21st RIES-Hokudai International Symposium, Online, 12/10-12/11, 2020.

[4] Characterization of a surface plasmon antenna fabricated on a gate-defined lateral quantum dot (oral), Fukai Rio, Sakai Yuji, Nakagawa Tomohiro, Fujita Takafumi, Kiyama Haruki, Ludwig Arne, Wieck Andreas, Oiwa Akira: 2020 Intrnatonal Conderence on Solide State Devices and Materials (SSDM2020), Online, 9/27-9/30,2020.

[5] Design of Semiconductor Bull’s-eye Optical Cavity for High-efficiency Quantum Media Conversion using a Gate-defined Quantum Dot (oral), Sangmin Ji, Takeyoshi Tajiri, Haruki Kiyama, Akira Oiwa, and Satoshi Iwamoto: 2020 Intrnatonal Conderence on Solide State Devices and Materials (SSDM2020) Online, 9/27-9/30,2020.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

大岩顕	Joint International Conference EP2DS-24/MSS-20 (組織委員)

国内学会

日本物理学会第７６回年次大会	7 件
10th Workshop on Semiconductor/Superconductor Quantum Coherence Effect and Quantum Information	4 件
第 25 回半導体におけるスピン工学の基礎と応用	1 件
Spin-RNJ 若手オンライン研究発表会	2 件
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会	1 件
科研費 ゲルマニウム系量子スピン研究会	2 件
第 68 回応用物理学会春季学術講演会	1 件

取得学位

修士（工学） 高 浚玮	Detection of potential fluctuations using dispersive gate sensing in GaAs heterostructure-based quantum devices
修士（理学） 柳谷 諭	アンドープ GaAs/AlGaAs 量子井戸構造を用いた面内 P-(i)-N 接合の作製と評価
修士（工学） 福田　源希	アンドープ GaAs/AlGaAs 電子量子ドットにおける パウリスピン閉塞の観測と光照射下の安定性の研究
修士（工学） 井手西広樹	エピタキシャル Al/InAs 量子井戸基板を用いた超伝導量子ポイントコンタクトの輸送特性

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（S）	大岩　顕	電気制御量子ドットを使った光子―電子スピン相互量子状態変換の研究	17,810
受託研究			
	大岩　顕	（国研）科学技術振興機構	ポアンカレインターフェースの創製	12,350
	大岩　顕	（国研）科学技術振興機構	半導体量子ビットの量子ネットワーク化技術	1,000
奨学寄附金			
	大岩　顕	公益財団法人旭硝子財団	3,100
	木山　治樹	一般財団法人 テレコム先端技術研究支援センター 会長 安田　靖彦	1,900
	藤田　高史	公益財団法人　マツダ財団 理事長　小飼　雅道	1,500
	藤田　高史	公益財団法人カシオ科学振興財団 理事長　樫尾　隆司	1,000

界面量子科学研究分野

原著論文

[1] Strain-induced modulation of temperature characteristics in ferrimagnetic Tb–Fe films, S.Ota, Pham Van Thach, H.Awano, A.Ando, K.Toyoki, Y.Kotani, T.Nakamura, T.Koyama and D.Chiba: Scientific Reports, 11 (2021) 6237.

[2] Deep-learning-based semantic image segmentation of graphene field-effect transistors, S. Ushiba, N. Miyakawa, N. Ito, A. Shinagawa, T. Nakano, T. Okino, H. K. Sato, Y. Oka, M. Nishio, T. Ono, Y. Kanai, S. Innami, S. Tani, M. Kimuara, and K. Matstumoto: Applied Physics Express, 14 (2021) 036504.

[3] Enhanced unidirectional spin Hall magnetoresistance in a Pt/Co system with a Cu interlayer, K. Hasegawa, T. Koyama, and D. Chiba: PHYSICAL REVIEW B, 103 (2021) L020411.

[4] Control of magnetic anisotropy in a Co thin film on a flexible substrate by applying biaxial tensile strain, H.Matsumoto,S.Ota,T.Koyama,and D.Chiba: Applied Physics Letters, 118 (2021) 022406.

[5] Strain-induced cooling-heating switching of anisotropic magneto-Peltier effect, T.Hirai,Hossein Sepehri-Amin,K.Hasegawa,T.Koyama,R.Iguchi,T.Ohkubo,D.Chiba,and K.Uchida: Applied Physics Letters, 118 (2021) 022403.

[6] PA mutations inherited during viral evolution act cooperatively to increase replication of contemporary H5N1 influenza virus with an expanded host range, Y. Arai, N. Kawashita, E. M. Elgendy, M. S. Ibrahim, T. Daidoji, T. Ono, T. Takagi, T. Nakaya, K. Matsumoto, and Y. Watanabe: Journal of Virology, 95 (1) (2021) e01582-20.

[7] Voltage control of spin–orbit torque in Pd/Co/Pd/HfOx, T. Hirai, Y. Hibino, K. Hasegawa, M. Kohda,T. Koyama, and D. Chiba: Applied Physics Express, 13 (2020) 123005.

[8] Orbital-dependent electric field effect on magnetism in ultrathin cobalt, K. T. Yamada, Y. Shiota, T. Koyama, Y. Kotani, K. Toyoki, H. Mizuno, F. Ando, K. Nakamura, D. Chiba, and T. Ono: Physical Review B, 102 (2020) 100407.

[9] H9N2 influenza virus infections in human cells require a balance between NA sialidase activity and HA receptor affinity, Y. Arai, E. M. Elgendy, T. Daidoji, M. S. Ibrahim, T. Ono, N. Sriwilaijaroen, Y. Suzuki, T. Nakaya, K. Matsumoto, and Y. Watanabe: Journal of Virology, 94 (2020) e01210-20.

[10] Spin-orbit precession effect in a Py/Pt/Co tri-layer structure detected by ferromagnetic resonance, Y. Hibino, T. Moriyama, K. Hasegawa, T. Koyama, T. Ono, and D. Chiba: Applied Physics Express, 13 (2020) 083001.

[11] Observation of domain wall segment jump among disorders, T. Taniguchi, T. Koyama, K.-H. Kim, D. Chiba, K.-J. Kim, and T. Ono: Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 511 (2020) 166999.

[12] Extended X-ray absorption fine structure spectroscopy of stretched magnetic films on flexible substrate, S. Ota, T. Hirai, K. Ochi, T. Namazu, T. Ina, T. Koyama, and D. Chiba: Journal of Applied Physics, 127 (2020) 173901.

[13] Middle wavelength infrared graphene photodetectors with low dark-current and high responsivity, S. Fukushima, M. Shimatani, S. Okuda, S. Ogawa, Y. Kanai, T. Ono, K. Inoue, and K. Matsumoto: Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 11407 (2020) 1140718.

[14] Room temperature long-wavelength infrared graphene photodetectors using photogating via the pyroelectric effect, M. Shimatani, S. Fukushima, S. Okuda, S. Ogawa, Y. Kanai, T. Ono, K. Inoue, and K. Matsumoto: Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 11407 (2020) 1140717.

[15] Spin–orbit torque generated by spin–orbit precession effect in Py/Pt/Co tri-layer structure, Y. Hibino, K. Hasegawa, T. Koyama, and D. Chiba: APL Materials, 8 (2020) 041110.

国際会議

[1] Ultrasensitive bio-sensing of small antigens by open sandwich immunoassay on graphene FETs , Yasushi Kanai, Yuki Ohmuro-Matsuyama, Masami Tanioku, Shota Ushiba, Takao Ono, Koichi Inoue, Masahiko Kimura, Hiroshi Ueda, Kazuhiko Matsumoto: 9th imec Handai International Symposium.

[2] Room temperature long-wavelength infrared graphene photodetectors using photogating via the pyroelectric effect , Masaaki Shimatani, Shoichiro Fukushima, Satoshi Okuda, Shinpei Ogawa, Yasushi Kanai, Takao Ono, Koichi Inoue, Kazuhiko Matsumoto: SPIE Defense + Commercial Sensing, 2020.

[3] Middle wavelength infrared graphene photodetectors with low dark-current and high responsivity , Shoichiro Fukushima, Masaaki Shimatani, Satoshi Okuda, Shinpei Ogawa, Yasushi Kanai, Takao Ono, Koichi Inoue, Kazuhiko Matsumoto: SPIE Defense + Commercial Sensing, 2020.

解説、総説

永久磁石を利用したコンクリート埋設鉄筋可視化手法の開発，千葉大地，機能材料, CMC 出版, 41 (2021), 56-62.

フレキシブルスピントロニクスの新展開，千葉大地，応用物理，応用物理学会, 89 (2021), 585-588.

Electrical Biosensor Using Graphene Field-Effect Transistor and Small Receptor Molecules, T. Ono, Y. Kanai, Y. Ohno, K. Maehashi, K. Inoue, and K. Matsumoto, Carbon Related Materials, Springer, - (2020), 91-101.

スピントロニクスのメカニカルセンサ応用，千葉大地，電気評論，電気評論社, 681 (2020), 37-41.

グラフェン電界効果トランジスタを基盤としたバイオセンサ，牛場 翔太，宮川 成人，沖野 剛士，品川 歩，岡 優果，木村 雅彦，小野 尭生，金井 康，井上 恒一，松本 和彦，表面と真空，日本表面真空学会, 63 (2020), 358-363.

特許

[1] 「国内特許出願」標的物質の電気的定量方法、定量システム及び試薬, 2020-167172

[2] 「国内特許出願」磁性体検査装置、及び、磁性体検査方法, 2020-100072

[3] 「国内特許出願」磁気抵抗素子の製造方法, 2020-135830

[4] 「国内成立特許」応力センサ, 6722304

[5] 「国内特許出願」認識部位を持たない受容体が固相化されたセンサを参照とするバイオセンサ, 2021-041876

国内学会

第 81 回応用物理学会秋季学術講演会		4 件
日本物理学会　第 76 回年次大会		1 件
第 68 回応用物理学会春季学術講演		4 件
SPRUC　ナノスピントロニクス研究会	2020 年度 第 1 回研究会	1 件
第 1 回 非平衡弾性物性科学ワークショップ		1 件

取得学位

学士（工学） 斉藤　健太	トンネル磁気抵抗効果を用いた高感度フィルム型ひずみゲージに関する研究
学士（工学） 源田　瞭	差動増幅型スピントロニクスひずみセンサーの開発

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（A） 千葉　大地	フレキシブルスピンデバイスを用いた完全無電力 IoT レジスタ・論理演算素子の創製		8,840
受託研究			
千葉　大地	（国研）科学技術振興機構	集積スピンサイバーフィジカルシステムの構築	19,500
千葉　大地	（国研）科学技術振興機構	ゲージ率 1000 を超える超高感度フィルム型ひずみゲージの開発	9,646
小野　尭生	（国研）科学技術振興機構	量子容量を用いた生化学的界面の計測と制御	19,890
奨学寄附金			
千葉　大地	公益財団法人　旭硝子財団 理 事 長　島村　琢哉		2,000
金井　康	公益財団法人 村田学術振興財団		2,800
金井　康	イオン工学財団		728
共同研究			
千葉　大地	株式会社デンソー	磁性の電界効果を用いた透磁率可変技術の開発	3,520
千葉　大地	一般財団法人電力中央研究所	無電源磁界センサに向けた研究開発	0
小野　尭生	株式会社村田製作所	グラフェンデバイスの研究	3,696
小野　尭生	花王株式会社、株式会社村田製作所	グラフェンを用いたノロウイルス様粒子の評価	264
小野　尭生	株式会社村田製作所、香川大学、中部大学、京都府立大学	グラフェンＦＥＴを用いた鳥インフルエンザウイルスの早期検出	0
小野　尭生	三菱電機株式会社	グラフェンデバイスに関するプロセス開発	500
その他の競争的研究資金			
千葉　大地	大阪大学データビリティフロンティア機構	スピンを用いた新たなリアルタイム生体モーションセンシング手法の開発	2,000

先進電子デバイス研究分野

原著論文

[1] Printable Transparent Microelectrodes Toward Mechanically and Visually Imperceptible Electronics, Ashuya Takemoto, Teppei Araki, Takafumi Uemura, Yuki Noda, Shusuke Yoshimoto, Shintaro Izumi, Shuichi Tsuruta, Tsuyoshi Sekitani: Advanced Intelligence Systems, 2 (11) (2020) 2070105.

[2] Flexible Neural Interfaces for Brain Implants- the Pursuit of Thinness and High Density, Teppei Araki, Lukas M. Bongartz, Taro Kaiju, Ashuya Takemoto, Shuichi Tsuruta, Takafumi Uemura, Tsuyoshi Sekitani: Flexible and Printed Electronics, 5 (4) (2020) 043002.

[3] Real-Time Monitoring and Detection of Single-Cell Level Cytokine Secretion Using LSPR Technology, Chen Zhu, Xi Luo, Wilfred Villariza Espulgar, Shohei Koyama, Atsushi Kumanogoh, Masato Saito, Hyota Takamatsu, Eiichi Tamiya: Micromachines, 11 (1) (2020) 107.

[4] Single Cell Analysis of Neutrophils NETs by Microscopic LSPR Imaging System, Riyaz Ahmad Mohamed Ali, Daiki Mita, Wilfred Espulgar, Masato Saito, Masayuki Nishide, Hyota Takamatsu, Hiroyuki Yoshikawa, Eiichi Tamiya: Micromachines, 11 (1) (2020) 52.

[5] Towards On-site Determination of Secretory IgA in Artificial Saliva with Gold-Linked Electrochemical Immunoassay (GLEIA) Using Portable Potentiostat and Disposable Printed Electrode, Shuto Osaki, Shin-ichi Wakida, Masato Saito, Eiichi Tamiya: Applied Biochemistry and Biotechnology, (2020) .

[6] SERS active hierarchical nanopillar-huddle array fabricated via the combination of nanoimprint lithography and anodization, hu Jiang, Wilfred V. Espulgar, Xi Luo, Masato Saito, Hiroyuki Yoshikawa, Eiichi Tamiya: Electrochemistry, 88 (3) (2020) 165-173.

[7] The future of microfluidics in immune checkpoint blockade, Jonathan Briones, Wilfred Espulgar, Shohei Koyama, Hyota Takamatsu, Eiichi Tamiya, Masato Saito: Cancer Gene Therapy, (2020) .

[8] Profiling T cell interaction and activation through microfluidics-assisted serial encounter with APCs, Hiroki Ide, Wilfred Villariza Espulgar, Masato Saito, Taiki Aoshi, Shohei Koyama, Hyota Takamatsu, Eiichi Tamiya: Sensors and Actuators B: Chemical, 330 (2021) .

[9] Cauliflower-Like Nanostructured Localized Surface Plasmon Resonance Biosensor Chip for Cytokine Detection, Xi Luo , Chen Zhu , Masato Saito , Wilfred Villariza Espulgar , Xiaoming Dou , Yuhei Terada , Ain Obara, Sachiyo Uchiyama, Eiichi Tamiya: Bulletin of the Chemical Society of Japan, 93 (9) (2020) 1121-1126.

[10] A Microfluidic Platform for Single Cell Fluorometric Granzyme B Profiling, Jonathan C. Briones, Wilfred V. Espulgar, Shohei Koyama, Hiroyuki Yoshikawa, JeongHoon Park, Yujiro Naito, Atsushi Kumanogoh, Eiichi Tamiya, Hyota Takamatsu, Masato Saito: Theranostics, 10 (1) (2020) 123-132.

国際会議

[1] Flexible Sheet Sensors to Monitor Biosignals (invited), Teppei Araki, Takafumi Uemura, Tsuyoshi Sekitani: 9th imec Handai International Symposium.

[2] Flexible and Transparent Sensor Materials Toward a Fully Implantable Brain-Measurement System (oral), Teppei Araki, Shusuke Yoshimoto, Hiroki Hamanaka, Yuki Noda, Takafumi Uemura, Toshikazu

Nezu, Shuichi Tsuruta, Masayuki Hirata, Tsuyoshi Sekitani: 2020 Materials Research Society (MRS) fall meeting & exhibit (On-line), Symposium F.FL02.08.05, Advanced Neural Interfacing Materials, Devices and Microsystems.

[3] Low-Noise Biosignal Monitoring with Ultra Flexible Transistors (invited), Takafumi Uemura, Tsuyoshi Sekitani: The 27th International Display Workshops (IDW 20) , Dec. 9-11, 2020 Virtual Conference Workshop on Flexible Electronics, [FLX1]　Wearable Sensors and Devices.

[4] Ultra-Low-Noise Organic Biosignal Amplifier with Flat Stamp Parallel Printed Electrodes (oral), Takafumi Uemura, Tomoharu Kimura, Yayoi Shibafuji, Takeshi Suyama, Hiroyuki Ueno, Tsuyoshi Sekitani: 2020 Virtual MRS Spring/Fall Meeting & Exibit, Nov.27-Dec.4 2020, ONLINE Symposium: F.FL03: Flexible, Wearable Electronics and Textiles.

解説、総説

フレキシブル有機薄膜トランジスタを用いたシート型磁気センサシステムの開発, 植村隆文, 近藤雅哉, 杉山真弘, 難波直子, 井上由美, 秋山実邦子, 吉本秀輔, 野田祐樹, 荒木徹平, 関谷毅, 表面と真空, 公益社団法人 日本表面真空学会, 64[1]　(2021), 22-27.

ジアセチレンが描く秩序構造の SPM 観察, 高城大輔、須藤孝一, 熱測定, 日本熱測定学会, 48[1] (2021), 17-22.

電気化学発光を用いたバイオセンサへの応用, 民谷　栄一, 光アライアンス　, 日本工業出版, 31［3］ (2020), 46-50.

1.デジタルヘルスに向けた POCT 電気化学バイオセンサー, 民谷　栄一、吉川　裕之, 電気化学, 電気化学, 88［4］ (2020), 299-304.

ポストコロナで臨まれるバイオセンサーの研究開発, 民谷　栄一, ファームステージ, 技術情報協会, 20［12］ (2021), 30-37.

特許

[1] 「国内特許出願」計測装置, 特願 2020-095710

[2] 「国内特許出願」生体信号計測装置, 特願 2021-022697

[3] 「国内特許出願」振動センサおよび圧電素子, 特願 2020-186773

[4] 「国際特許出願」振動センサおよび圧電素子, 台湾：　110109988

[5] 「国内成立特許」電極シート, 特許 6832535

[6] 「国内成立特許」電極シートおよび電極シートモジュール, 特許 6752476

[7] 「国内成立特許」コンクリート構造物の腐食センサ及び腐食検出方法, 特許 6789549

[8] 「国際成立特許」電極シート及びこの電極シートを備える生体信号計測装置, 欧州/ドイツ、フランス、イギリス：　EP3453322

[9] 「国際成立特許」配線シート、シート状システム、及び構造物運用支援システム, 中国：ZL 2017 8 0045642.5, CN 109564799 B

国内学会

JST 第 3 回 COI 学術交流会	1 件
電子情報通信学会ソサエティ大会	1 件
第 30 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム	1 件
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会	3 件
NEDIA 第 7 回 電子デバイスフォーラム京都	1 件
地域企業イノベーション支援事業・フレキシブル 3D 実装コンソーシアム公開シンポジウム	1 件
第 57 回日本臨床神経生理学会技術講演会	1 件
第 76 回産研学術講演会	1 件
応用物理学会 KOSEN SC 第 2 回 VR 学術講演会	2 件
フレキシブル・ストレッチャブル・エレクトロニクス研究会	1 件
第 27 回「エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術」シンポジウム	2 件
第 68 回応用物理学会春季学術講演会	8 件
2021 年電子情報通信学会総合大会	1 件
第 14 回バイオ関連化学シンポジウム	1 件
電気化学会第 88 回大会	2 件
日本化学会第 101 春季年会(2021)	1 件

取得学位

博士(工学) 竹本　明寿也	ナノ金属/導電性高分子ネットワークの微細印刷とその構造制御による高性能な透明柔軟エレクトロニクス

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（A） 関谷　毅	シート型脈波センサシステムの研究開発と血流ネットワークの可視化	14,560
挑戦的研究萌芽 関谷　毅	フローティングゲート構造を用いた有機トランジスタの特性不均一補償回路の研究開発	3,250
基盤研究（B） 荒木　徹平	ストレッチャブル光センサ素子の塗布形成とイメージングシステムへの応用	5,850
基盤研究（B） 植村　隆文	有機トランジスタにおける低周波ノイズの物理	3,770

受託研究

関谷　毅	（国研）科学技術振興機構	乳幼児からの健やかな脳の育成による積極的自立社会創成拠点 (2019 年度まで）人間力活性化によるスーパー日本人の育成	18,681
関谷　毅	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構（医学・産婦人科からの分担）	シート型ワイヤレス子宮筋電センサを用いた、早産および常位胎盤早期剥離の早期・鑑別診断法の開発 ～ 新生児脳障害の減少を目指して～	1,593
関谷　毅	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構（医学・産婦人科からの分担）	更年期障害の早期かつ客観的な診断が可能な新規パッチ式計測シートの研究開発	2,576
関谷　毅	（NEDO）国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発／革新的センシング技術開発／次世代公共インフラ実現へ向けた高密度センサ配置による微小量信号計測技術の研究開発 ●産研 関谷毅／IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発（NEDO)（研究員等間接経費）	46,312

関谷　毅	（NEDO）国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発／革新的センシング基盤技術開発／超微小ノイズ評価技術開発／量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発 ●産研　関谷毅／校正ネットワークの研究開発（NEDO)（研究員等間接経費）	29,999
関谷　毅、谷口正輝	（NEDO）国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発／革新的センシング基盤技術開発／超微小ノイズ評価技術開発／量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発 ●産研　谷口正輝／校正ネットワークの研究開発（NEDO)（研究員等間接経費）	10,000
荒木　徹平	（国研）科学技術振興機構	（COI 若手）　乳幼児からの健やかな脳の育成による積極的自立社会創成拠点　（2019 年度まで）人間力活性化によるスーパー日本人の育成	3,900
民谷　栄一	（国研）科学技術振興機構	免疫 1 細胞フェノーム解析技術の構築	15,600
民谷　栄一	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構	ゼロ感染リスクを目指したPOCT（ポイントオブケアテスティング）バイオセンサー開発に関する研究 ●産研　民谷栄一／ウイルス等感染症対策技術開発事業	36,288
民谷　栄一、植村隆文	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構	ゼロ感染リスクを目指したPOCT（ポイントオブケアテスティング）バイオセンサー開発に関する研究 ●産研　植村隆文／ウイルス等感染症対策技術開発事業	13,109

奨学寄附金

荒木　徹平	一般財団法人田中貴金属記念財団 理事長　岡本　英彌	300
荒木　徹平	公益財団法人　村田学術振興財団 理事長　村田　恒夫	3,000

共同研究

関谷　毅	昭和電工株式会社	電子デバイス素材評価とデバイス実装に関する研究	0
関谷　毅	昭和電工株式会社	電子デバイス素材評価とデバイス実装に関する研究	3,000
関谷　毅	PGV 株式会社	シート型生体計測システムおよびそれを用いた信号アルゴリズムの開発	0
関谷　毅	PGV 株式会社	シート型生体計測システムおよびそれを用いた信号アルゴリズムの開発	1,183

関谷　毅	東レ株式会社	微小信号計測センサー用電極及び配線向けグラフェン材料の研究	500
関谷　毅	東電設計株式会社	Field Intelligence 搭載型大面積分散 IoT プラットフォームの研究開発	34,059
関谷　毅	東電設計株式会社	Field Intelligence 搭載型大面積分散 IoT プラットフォームの研究開発	4,442

複合知能メディア研究分野

原著論文

[1] Wearable Sensor-based Gait Analysis for Age and Gender Estimation, M.A.R. Ahad, T.T. Ngo, A.D. Antar, M. Ahmed, T. Hossain, D. Muramatsu, Y. Makihara, S. Inoue, Y. Yagi: Sensors, MDPI, 20 (2424) (2020) 1-24.

[2] Gait recognition invariant to carried objects using alpha blending generative adversarial networks, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, M. Ren: Pattern Recognition, 105 (107376) (2020) 1-12.

[3] Digital holography-assisted 3-D bright-field image reconstruction and refocusing, S. H. B. Norazman, T. Nakamura, M. Yamaguchi: Optical Review, 27 (6) (2020) 455-464.

[4] Performance Evaluation of Model-based Gait on Multi-view Very Large Population Database with Pose Sequences, W. An, S. Yu, Y. Makihara, X. Wu, C. Xu, Y. Yu, R. Liao, Y. Yagi: IEEE Trans. on Biometrics, Behavior, and Identity Science, 2 (4) (2020) 421-430.

[5] Automatic quality evaluation of whole slide images for the practical use of whole slide imaging scanner, H. M. Shakhawat, T. Nakamura, F. Kimura, Y. Yagi, M. Yamaguchi: ITE Transactions on Media Technology and Applications, 8 (4) (2020) 252-268.

[6] Interactive optical 3D-touch user interface using a holographic light-field display and color information, I. A. Sánchez-Salazar, T. Nakamura, M. Yamaguchi: Optics Express, 28 (24) (2020) 36740-36755.

[7] Superresolved image reconstruction in FZA lensless camera by color-channel synthesis, T. Nakamura, T. Watanabe, S. Igarashi, X. Chen, K. Tajima, K. Yamaguchi, T. Shimano, M. Yamacuhi: Optics Express, 28 (26) (2020) 39137-39155.

[8] Unmixing of the background components in an off-axis holographic-mirror-based imaging system using spectral image processing, F. Matsui, F. Watanabe, T. Nakamura, M. Yamaguchi: Optics Express, 28 (26) (2020) 39998-40012.

[9] Holographic Video Communication System Realizing Virtual Image Projection and Frontal Image Capture, S. Kimura, Y. Aburakawa, F. Watanabe, S. Torashima, S. Igarashi, T. Nakamura, M. Yamaguchi: ITE Transactions on Media Technology and Applications, 9 (1) (2021) 105-112.

[10] Learn to Walk Across Ages: Motion Augmented Multi-age Group Gait Video Translation, Y. Zhang, Y. Makihara, D. Muramatsu, J. Zhang, L. Niu, L. Zhang, Y. Yagi: IEEE Access, 9 (2021) 40550 - 40559.

[11] Lensless inference camera: incoherent object recognition through a thin mask with LBP map generation, X. Pan, T. Nakamura, X. Chen, M. Yamaguchi: Optics Express, 29 (7) (2021) 9758-9771.

国際会議

[1] Action Recognition from a Single Coded Image, T. Okawara, M. Yoshida, H. Nagahara, Y. Yagi: Prof.

of 2020 IEEE Inter-national Conf-erence on Comput-ational Photo-graphy (ICCP), (2020) 1-11.

[2] Detecting Adversarial Attacks in Time-series Data, M. Abdu-Aguye, W. Gomaa, Y. Makihara, Y. Yagi: Proc. of the 45th Int. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2020), (2020) 3092-3096.

[3] Gait Recognition via Semi-supervised Disentangled Representation Learning to Identity and Covariate Features, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, M. Ren: Proc. the 33rd IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2020), (2020) 13309-13319.

[4] Adaptive Pooling Is All You Need: An Empirical Study on Hyperparameter-insensitive Human Action Recognition Using Wearable Sensors, M.G. Abdu-Aguye, W. Gomaa, Y. Makihara, Y. Yagi: Proc. of the 2020 Int. Joint. Conf. on Neural Network (IJCNN 2020), (2020) 1-6.

[5] X-ray2Shape: Reconstruction of 3D Liver Shape from a Single 2D Projection Image, F. Tong, M. Nakao, S. Wu, M. Nakamura, T. Matsuda: Prof. of 2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), (2020) 1608-1611.

[6] Gait Recognition from a Single Image using a Phase-Aware Gait Cycle Reconstruction Network, C. Xu, Y. Makihara, X. Li, Y. Yagi, J. Lu: Proc. of the 16th European Conf. on Computer Vision (ECCV 2020), (2020) 386-403.

[7] How Confident Are You in Your Estimate of a Human Age? Uncertainty-aware Gait-based Age Estimation by Label Distribution Learning, A. Sakata, Y. Makihara, N. Takemura, D. Muramatsu, Y. Yagi: Proc. of the 4th Int. Joint Conference on Biometrics (IJCB 2020), (2020) 1-10.

[8] DeformGait: Gait Recognition under Posture Changes using Deformation Patterns between Gait Feature Pairs, C. Xu, D. Adachi, Y. Makihara, Y. Yagi, J. Lu: Proc. of the 4th Int. Joint Conference on Biometrics (IJCB 2020), (2020) 1-10.

[9] End-to-end Model-based Gait Recognition, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, S. Yu, M. Ren: Proc. of the 15th Asian Conf. on Computer Vision, (2020) 3-20.

[10] Descriptor-Free Multi-View Region Matching for Instance-Wise 3D Reconstruction, T. Doi, F. Okura, T. Nagahara, Y. Matsushita, Y. Yagi: Proc. of the 15th Asian Conf. on Computer Vision, (2020) 581-599.

[11] Deep Gait Relative Attributeusing a Signed Quadratic Contrastive Loss, Y. Hayashi, A. Shehata, Y. Makihara, D. Muramatsu,Y. Yagi: Proc. of the 25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2020), (2021) 1-8.

[12] Real-Time Gait-Based Age Estimation and Gender Classification from a Single Image, C. Xu, Y. Makihara, R. Liao, H. Niitsuma, X. Li, Y. Yagi, J. Lu: Proc. of the IEEE Winter Conf. on Applications of Computer Vision 2021 (WACV 2021), (2021) 1-11.

[13] Volumetric Imaging Utilizing Linear-Shift Point-Spread Function Based on Multiplexed Computer-Generated Hologram, Y. Kozawa, T. Nakamura, S. Sato: Focus on Microscopy, (2021) .

[14] Design of lensless inference camera , X. Pan, T. Nakamura, X. Chen, M. Yamaguchi: OSJ-OSA-OSK Joint Symposia on Optics.

[15] Resolution enhancement in FZA lens-less camera using images captured with different mask-sensor distances , X. Chen, X. Pan, T. Nakamura, K. Tajima, K. Yamaguchi, T. Shimano, M. Yamaguchi: OSJ-OSA-OSK Joint Symposia on Optics.

[16] A bottom-up approach to chromosome detection using graph partitioning , Y. Makihara, R. Takami, Y. Yagi, E. Kawabata, Y. Kinugasa, S. Tashiro: The 5th International Symposium of the Network-type Joint Usage/Research Center for Radiation Disaster Medical Science.

解説、総説

コンピュテーショナルレンズレスカメラ, 中村 友哉, 映像情報メディア学会誌, 映像情報メディア学会, 74[6] (2020), 951-954.

著書

[1] Image-Based Structural Phenotyping of Stems and Branches (A. Samal and S. D. Choudhury)“Intelligent Image Analysis for Plant Phenotyping”, F. Okura, T. Isokane, A. Ide, Y. Matsushita, Y. Yagi, CRC Press, (143-154) 2020.

特許

[1] 「国内特許出願」周期画像復元装置及び方法、識別装置及び方法、検証装置及び方法、特徴抽出装置、訓練方法、並びに位相推定装置, 2020-132951

[2] 「国際特許出願」パーソナルデータに関する市場取引モデル, PCT/JP2020/040568

[3] 「国内成立特許」健康状態推定装置, 2018-514135

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

八木　康史	The 33rd IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2020) (査読委員)
八木　康史	The 16th European Conf. on Computer Vision (ECCV 2020) (査読委員)
八木　康史	The 25th Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR 2020) (査読委員)
八木　康史	The 15th Asian Conf. on Computer Vision (ACCV 2020) (査読委員)
八木　康史	International Journal of Computer Vision (IJCV) (編集委員)
八木　康史	Asian Federation of Computer Vision (AFCV) (副会長，財務委員長)
八木　康史	The 6th Asian Conf. on Pattern Recognition (ACPR 2021) (組織委員)
八木康史	The 5th International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL2021) (実行委員長)
武 淑瓊	The 5th International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL2021) (ローカルチェア)

国内学会

コンピュータビジョンとイメージメディア（CVIM）研究会	4 件
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会	1 件

取得学位

修士（情報科学)	実環境歩容認証実現に向けたシルエットに基づく歩容特徴抽出方法の検討
小川　景矢	
修士（情報科学)	三次元歩行映像解析による全自動乳牛モニタリング・可視化システム
谷野　陸	
修士（情報科学)	相対歩容属性推定のための深層ニューラルネットワークの損失関数設計
林　優太	
学士（工学）	グラフ畳み込みネットワークを用いたデュアルタスクに基づく認知障 害
梅山　倫華	検出モデルの精度向上
学士（工学）	歩容認証モデルによる学習元歩容データの推定について
江原　広晃	
学士（工学）	車載カメラ向け歩容認証の部分欠落と観測視点変化に対する頑健性評価
辻　翔吾	

学士（工学） 槌道　慎也	深度画像認識手法を用いた老化に伴う運動機能低下の検知	
学士（工学） Nandedkar Parth Shirish	Large-scale cell tracking using an approximated Sinkhorn-Knopp algorithm	

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（A） 八木　康史	知情意体歩容モデルの提案と不審者検知応用	13,910
基盤研究（B） 中村　友哉	vHOE 符号器を用いた複数視野像の一括取得による小型高速ギガピクセルカメラの創出	1,257
挑戦的研究（萌芽） 中村　友哉	スパース撮像素子と圧縮センシングを融合した超小型全方位レンズレスカメラの創出	2,990
若手研究 武　淑瓊	2D-3D Reconstruction for internal organs using Deep Learning Techniques	1,950
研究活動スタート支援 ALLAM SHEHATA ALLAM	Toward a Multi-Gait Analysis/Recognition System	260
学術変革領域研究（A）計画研究（分担） 中村　友哉	インテリジェント散乱・揺らぎイメージング	10,660

受託研究

八木　康史	日本電気株式会社	人物追跡のための歩容解析技術に関する研究	3,692
八木　康史	パナソニック株式会社	Smart City Project	15,600
八木　康史	日本電気株式会社	Smart City Project	15,000
八木　康史	株式会社東芝	Smart City Project	15,600
八木　康史	トヨタ自動車株式会社	Smart City Project	15,600
八木　康史	文部科学省	虚弱高齢者見守り研究	23,790

共同研究

八木　康史	三菱電機株式会社	歩容による健康管理技術の研究	2,000
八木　康史	ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社	アンビエント人センシングシステムに関する研究	2,640
八木　康史	ノーサンファーム株式会社	乳牛の映像解析に関する研究	0
八木　康史	株式会社アプリズム	AI エッジカメラによる介護業務改革	0
八木　康史	トヨタ自動車株式会社	車載カメラを用いた歩容認証に関する研究	12,000
中村　友哉	株式会社ミライズテクノロジーズ	車載カメラ向けレンズレスカメラの研究	1,800
中村　友哉	国立研究開発法人理化学研究所	1000 万細胞／秒の迅速計測を可能とする超ハイスループット単細胞解析技術の確立	1,000

知能推論研究分野

原著論文

[1] Classification from Positive and Unlabeled Data Based on Likelihood Invariance for Measurement, T. Yoshida, T. Washio, T. Ohshiro, M. Taniguchi: Intelligent Data Analysis, 25 (2021) 57-79.

[2] Artificial Intelligence Uncovered Clinical Factors for Cardiovascular Events in Myocardial Infarction Patients with Glucose Intolerance, K. Shindo, H. Fukuda, T. Hitsumoto, Y. Miyashita, J. Kim, S. Ito, T. Washio, M. Kitakaze: Cardiovascular Drugs and Therapy, 34 (2020) 535-545.

[3] Time-resolved neurotransmitter detection in mouse brain tissue using an artificial intelligence-nanogap, Y. Komoto, T. Ohshiro, T. Yoshida, E. Tarusawa, T. Yagi, T. Washio, M. Taniguchi: Scientific Reports, 10 (2020) 11244.

[4] Odor Sensor System using Chemosensitive Resistor Array and Machine Learning, R. Yatabe, A. Shunori, B. Wyszynski, Y. Hanai, A. Nakao, M. Nakatani, A. Oki, H. Oka, T. Washio, K. Toko: IEEE Sensors Journal, 21 (2) (2021) 2077-2083.

[5] Synthesis of computer simulation and machine learning for achieving the best material properties of filled rubber, T. Kojima, T. Washio, S. Hara, M. Koishi: Scientific Reports, 10 (2020) 18127.

[6] Field effect control of translocation dynamics in surround-gate nanopores, M. Tsutsui, S. Ryuzaki, K. Yokota, Y. He, T. Washio, K. Tamada, T. Kawai: Communications Materials, 2 (2121) 29.

[7] Highly Biocompatible Super-resolution Imaging: SPoD-OnSPAN, T. Wazawa, T. Washio, T. Nagai: Single Molecule Microscopy in Neurobiology, (11) (2020) 229-244.

[8] A photoswitchable fluorescent protein for hours-time-lapse and sub-second-resolved super-resolution imaging, T. Wazawa, R. Noma, S. Uto, K. Sugiura, T. Washio, T. Nagai: Microscopy, doi.org/10.1093/jmicro/dfab001 (2021) .

[9] Nano-corrugated nanochannels for in-situ tracking of single-nanoparticle translocation dynamics, M. Tsutsui, K. Yokota, Y. He, T. Washio, T. Kawai: ACS Sensor, 5 (2020) 2530-2536.

[10] Digital Pathology Platform for Respiratory Tract Infection Diagnosis via Multiplex Single-Particle Detections, A. Arima, M. Tsutsui, T. Yoshida, K. Tatematsu, T. Yamazaki, K. Yokota, S. Kuroda, T. Washio, Y. Baba, T. Kawai: ACS Sensor, 5 (2020) 3398-3403.

[11] Machine learning-driven electronic identifications of single pathogenic bacteria, S. Hattori, R. Sekido, L.W. Leong, M. Tsutsui, A. Arima, M. Tanaka, K. Yokota, T. Washio, T. Kawai, M. Okochi: Scientific Reports, 10 (2020) 15525.

[12] Solid-State Nanopore Platform Integrated with Machine-Learning for Digital Diagnosis of Virus Infection, A. Arima, M. Tsutsui, T. Washio, Y. Baba, T. Kawai: Analytical Chemistry, 93 (2020) 215-227.

国際会議

[1] Isolation Distributional Kernel: A new tool for kernel based anomaly detection, K. M. Ting, T. Washio, B. C. Xu, Z. H. Zhou: Online Proceedingd of KDD2020: The 26th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, (2020) 233.

[2] Interpretable Companions for Black-Box Models, D. Pan, T. Wang, S. Hara: Proceedings of Machine Learning Research, 108 (2020) 2444-2454.

[3] Scaling-Up Robust Gradient Descent Techniques, M. J. Holland: AAAI Digital Library Conference Proceedings, 35 (2021) .

著書

[1] Micro- and Nanopore Technologies for Single-Cell Analysis (T. Santra, F.G. Tseng)“Handbook of Single Cell Technologies”, 筒井　真楠、柳田　剛、鷲尾　隆、川合　知二, Springer, (1-31) 2020.

特許

[1] 「国内特許出願」分類分析方法、分類分析装置および分類分析用記憶媒体, 2020-100372

[2] 「国際特許出願」画像処理装置、ニューラルネットワークおよび画像処理方法, PCT/JP2020/036203

[3] 「出願後譲渡特許（国内）」識別方法、分類分析方法、識別装置、分類分析装置および記憶媒体, KP2019046

[4] 「出願後譲渡特許（国内）」分類分析方法、分類分析装置および分類分析用記憶媒体, K20160139

[5] 「出願後譲渡特許（国内）」ＰＵ分類装置、ＰＵ分類方法、及びＰＵ分類プログラム, KP2020037

[6] 「出願後譲渡特許（国内）」分類分析方法、分類分析装置および分類分析用記憶媒体, K160139B1

[7] 「出願後譲渡特許（国際）」ＰＵ分類装置、ＰＵ分類方法、及びＰＵ分類プログラム, G20180164WO

[8] 「出願後譲渡特許（国際）」識別方法、分類分析方法、識別装置、分類分析装置および記憶媒体, G20170182CN

[9] 「出願後譲渡特許（国際）」分類分析方法、分類分析装置および分類分析用記憶媒体, G20170116US

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

鷲尾　隆	Journal of Data Mining and Knowledge Discocvery (DMKD) (編集委員)
鷲尾　隆	The 33rd AAAI Conference on Artificial Intelligence (上級プログラム委員)
鷲尾　隆	The IEEE International Conference on Data Mining (広報委員長)
鷲尾　隆	The 23rd Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (上級プログラム委員)
鷲尾　隆	The ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (プログラム委員)
鷲尾　隆	The 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence (上級プログラム委員)
鷲尾　隆	Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD) (運営副委員長)
鷲尾　隆	The IEEE International Conference on Data Mining (ICDM) (運営委員)
鷲尾　隆	The IEEE International Conference on Data Mining (ICDM) (プログラム委員)
鷲尾　隆	IEEE Transactions on Knowledge andd Data Engineering (TKDE) (編集委員)
鷲尾　隆	ACM Transaction on Knowledge Discovery from Data (TKDD) (編集委員)
鷲尾　隆	The 29th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2020) (上級プログラム委員)
鷲尾　隆	The 17th Pacifica Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI2020) (上級プログラム委員)
鷲尾　隆	The 2020 ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (CD 2020) (プログラム委員)
鷲尾　隆	The 30th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2021) (上級プログラム委員)
鷲尾　隆	2021 SIAM International Conference on Data Mining (SDM21) (プログラム委員)
鷲尾　隆	人工知能学会計測インフォマティクス研究会 (主査)

原　聡	Neural Information Processing Systems 2020 (プログラム委員)
原　聡	The 35th AAAI Conference on Artificial Inteligence (プログラム委員)
原　聡	The 9th International Conference on Learning Representations (プログラム委員)
原　聡	The 30th International Joint Conference on Artificial Inteligence (プログラム委員)
原　聡	ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data (プログラム委員)
HOLLAND MATTHEW JAMES	The 29th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2020) (プログラム委員)

国内学会

日本顕微鏡学会第 76 回学術講演会		2 件
人工知能学会第 4 回計測インフォマティクス研究会		4 件
第 34 回人工知能学会全国大会		1 件

取得学位

修士（工学） 池野　光一	深層学習における学習アルゴリズム内のパラメータ最適化
修士（工学） 潘　丹青	Interpretable Companions for Black-Box Models

科学研究費補助金

単位：千円

挑戦的研究(萌芽) 鷲尾　隆	教師ラベル無しビッグデータからの高速高精度分類器学習手法の探求	3,380
若手研究 原　聡	機械学習モデルの説明駆動開発のための基盤技術	1,690
若手研究 原　聡	深層学習モデルの判断根拠提示のための統一的方法の開発	0
若手研究 HOLLAND MATTHEW JAMES	識別マージンの強い分布的統制による頑健化と効率化の研究	1,950

受託研究

鷲尾　隆	（国研）科学技術振興機構	機械学習と最先端計測技術の融合深化による新たな計測・解析手法の展開	35,620
鷲尾　隆	（国研）科学技術振興機構	超解像時系列画像データからの細胞生理機能を特徴づける情報抽出	13,390
原　聡	（国研）科学技術振興機構	機械学習モデルとユーザのコミュニケーション：モデルの説明と修正	260
原　聡	沖電気工業株式会社	説明可能な AI に関する研究	1,235
HOLLAND MATTHEW JAMES	（国研）科学技術振興機構	柔軟な価値観を持つ機械学習のアルゴリズム開発と性能保証	1,950

奨学寄附金

原　聡	一般社団法人データビリティコンソーシアム 代表理事 八木　康史	1,200
HOLLAND MATTHEW JAMES	一般社団法人データビリティコンソーシアム 代表理事 八木　康史	4,000

共同研究

鷲尾　隆	国立研究開発法人物	ナノメカニカルセンサ測定に	0

	質・材料研究機構(NIMS)	おけるシグナル解析モデルの開発	
原　聡	株式会社神戸製鋼所	機械学習モデルの判断根拠説明法に関する研究	1,100
原　聡	株式会社富士通研究所	学習モデルの説明可能性に関する研究	3,000

その他の競争的研究資金

HOLLAND MATTHEW JAMES	ダイキン工業株式会社	ＡＩ人材養成プログラム	1,398
鷲尾　隆	ダイキン工業株式会社	ＡＩ人材養成プログラム	1,200
鷲尾　隆	西松建設株式会社	トンネル掘削シールドマシンシステム自動方向制御技術開発に必要な機械学習の適用可能性検討(学術相談)	528
原　聡	東芝デジタルソリューションズ株式会社	説明可能なＡＩに関する研究開発への助言（学術相談）	594
HOLLAND MATTHEW JAMES	文部科学省 人工知能等社会実装研究拠点事業費補助金	データビリティ人材育成プロジェクト	1,300

知識科学研究分野

原著論文

[1] マルチタスク学習による発話対ごとに付与された複数ラベルの推定, 平野 裕貴, 岡田 将吾, 西本 遥人, 駒谷 和範: 電子情報通信学会論文誌, J104-A (2) (2021) 84-94.

[2] A Framework for Building Closed-Domain Chat Dialogue Systems, Mikio Nakano, Kazunori Komatani: Knowledge-Based Systems, 204 (2020) 106212.

国際会議

[1] Frame-Wise Online Unsupervised Adaptation of DNN-HMM Acoustic Model from Perspective of Robust Adaptive Filtering, R. Takeda, K. Komatani: Proc. of Interspeech, (2020) 1291-1295.

[2] Investigation of Node Pruning Criteria for Neural Networks Model Compression with Non-Linear Function and Non-Uniform Network Topology, K. Nakadai, Y. Fukumoto, R.Takeda: Proc. of IEEE Spoken Language Technology Workshop, (2021) 117-124.

[3] User Impressions of Questions to Acquire Lexical Knowledge, K. Komatani, M. Nakano: Proc. of Annual Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue, (2020) 147-156.

[4] Is She Truly Enjoying the Conversation?: Analysis of Physiological Signals toward Adaptive Dialogue Systems, S. Katada, S. Okada, Y. Hirano, K. Komatani: Proc. of International Conference on Multimodal Interaction, (2020) 315-323.

特許

[1] 「国内特許出願」音響処理装置、音響処理方法およびプログラム, 2021-035253

[2] 「国内特許出願」ノード枝刈り装置、ノード枝刈り方法、およびプログラム, 2020-183848

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

駒谷　和範	The 12th Edition of its Launguage Resources and Evalution Conference (LREC 2020) (査読者)
駒谷　和範	The 11th International Workshop on Spoken Dialog System Technology (IWSDS) (プログラム委員)
駒谷　和範	The 45th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP2020) (査読者)
駒谷　和範	The 21st Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech2020) (プログラム委員)
駒谷　和範	The 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL) (エリアチェア)
駒谷　和範	The annual conference of the joint ISCA and ACL Special Interest Group on Discourse and Dialogue (SIGDIAL2020) (プログラム委員)
駒谷　和範	The 28th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2020) (査読者)
駒谷　和範	The 1st Conference of the Asia-Pacific Chapter of the Association for Computational Linguistics and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (AACL-IJCNLP 2020) (査読者)
駒谷　和範	The 22nd ACM International Conference on Multimodal Interaction (ICMI2020) (プログラム委員)
駒谷　和範	IEEE Spoken Language Technology Workshop (SLT2021) (査読者)
駒谷　和範	The 3rd annual WeCNLP Summit (査読者)
駒谷　和範	The Neural Information Processing Systems conference (NeurIPS) (査読者)
駒谷　和範	The 9th Dialog System Technology Challenge (DSTC9) (査読者)

国内学会

第 19 回情報科学技術フォーラム	1 件
言語処理学会第 27 回年次大会	1 件
情報処理学会第 83 回全国大会	3 件
第 11 回対話システムシンポジウム	2 件

取得学位

修士（工学） 垣渕　太成	分類精度に着目した知識グラフ補完の Positive and Unlabeled 学習
修士（工学） 中島　圭祐	知識グラフのエンティティの分布を活用したシステム発話候補の作成
学士（工学） 生嶋　竜実	教師ありモノラル音声分離のための残響音声データ内の単一話者区間を活用した転移学習
学士（工学） 城所　悠太	対話を通じた知識獲得に向けた知識グラフ補完に基づく質問の分析
学士（工学） 黒田　佑樹	計算量を考慮した対話行為設計に基づく強化学習による発話選択
学士（工学） 宗像　北斗	モノラル音源分離のための音源間類似度に基づく学習用混合信号の選択
学士（工学） 佐藤　陸	未知語検出のための音声特徴量を用いたモーラ文字列の単語分割

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（B） 駒谷　和範	対話システムにおける知識モデルの汎化を用いた漸進的知識獲得の展開		5,460

受託研究

武田　龍	（国研）科学技術振興機構	音声対話系における言語・音響モデル自動適応	4,667

奨学寄附金

駒谷　和範	一般社団法人データビリティコンソーシアム 代表理事 八木　康史		800

共同研究

武田　龍	株式会社ホンダ・リサーチ・インスティチュート・ジャパン	アレイ処理と音声認識処理の統合	1,200

その他の競争的研究資金

駒谷　和範	ダイキン工業株式会社	ＡＩ人材養成プログラム	0
駒谷　和範	ダイキン工業株式会社	ＡＩ人材養成プログラム	4,110

知能アーキテクチャ研究分野

原著論文

[1] 座圧測定による感情状態推定の試み, 木村 司, 植山 七海, 片山 順一: 生理心理学と精神生理学, 38 (3) (2020) 161-168.

[2] Explainable and Unexpectable Recommendations using Relational Learning on Multiple Domains, S. Sopchoke, K. Fukui and M. Numao: Intelligent Data Analysis, 24 (6) (2020) 1289-1309.

[3] Reinforcement Learning based Metric Filtering for Evolutionary Distance Metric Learning, B. Ali, K. Moriyama, W. Kalintha, M. Numao and K. Fukui: Intelligent Data Analysis, 24 (6) (2020) 1345-1364.

[4] Learning Subject-Generalized Topographical EEG Embeddings Using Deep Variational Autoencoders and Domain-Adversarial Regularization, J. L. Hagad, T. Kimura, K. Fukui and M. Numao: Sensors, 21 (5) (2021) 1792.

[5] Multiple Spatial Coordinates Influence the Prediction of Tactile Events Facilitated by Approaching Visual Stimuli, T. Kimura: Multisensory Research, 34 (5) (2021) 531-551.

[6] Approach of visual stimuli facilitates the prediction of tactile events and suppresses beta band oscillations around the primary somatosensory area, T. Kimura: Neuroreport, 32 (7) (2021) 631-635.

[7] A Comparative Study ofWindow Size and Channel Arrangement on EEG-Emotion Recognition Using Deep CNN, Panayu Keelawat, Nattapong Thammasan, Masayuki Numao and Boonserm Kijsirikul: Sensors, 21 (1678) (2021) 1-19.

国際会議

[1] Remaining Useful Life Curve Prediction of Rolling Bearings under Defect Progression Based on Hierarchical Bayesian Regression, M. Kitai, Y. Akamatsu, R. Tani, H. Fujiwara, M. Numao and K. Fukui: Proc. The 2020 Conference on Prestigious Applications of Intelligent Systems (PAIS 2020) collocated with the European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2020), (2020) 2986-2992.

[2] Spatio-Temporal Change Detection Using Granger Sequence Pattern, N. Pavasant, M. Numao and K. Fukui: Proc. the 29th International Joint Conference on Artificial Intelligence and the 17th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-PRICAI2020), (2020) 5202-5203.

[3] Comparative Study of Wet and Dry Systems on EEG-based Cognitive Tasks, T. Emsawas, T. Kimura, K. Fukui and M. Numao: Proc. The 13th International Conference on Brain Informatics 2020 (BI 2020), (2020) 309-318.

[4] SleepAge Sleep Quality Assessment from Nocturnal Sound in Home Environment, W. Kalintha, T. Kato and K. Fukui: Procedia Computer Science, (2020) 898-907.

[5] Towards Multimodal Office Task Performance Estimation, N. Boonprakong, T. Kimura, K. Fukui, K. Okada, M. Ito, H. Maruyama and M. Numao: Proc. 2020 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2020), (2020) 2695-2701.

[6] Spatio-Temporal Change Detection with Granger Causality Based Cluster Sequence Mining, N. Pavasant, M. Numao and K. Fukui: Proc. 19th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA2020), (2020) 551-558.

[7] Reinforcement Learning based Evolutionary Metric Filtering for High Dimensional Problems, B. Ali, K. Moriyama, W. Kalintha, M. Numao and K. Fukui: Proc. 19th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA2020), (2020) 226-233.

[8] Encoder-Decoder Based Convolutional Neural Networks with Multi Scale-Aware Modules for Crowd Counting, P. Thanasutives, K. Fukui, M. Numao and B. Kijsirikul.: Proc. 2020 25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR2020), (2021) 2382-2389.

[9] Cross-Phase Emotion Recognition using Multiple Source Domain Adaptation, D. Keming, T. Kimura, K. Fukui and M. Numao: Proc. of the 14th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOSTEC2021), (2021) 150-157.

[10] Exploring TTS without T Using Biologically/Psychologically Motivated Neural Network Modules (ZeroSpeech 2020), T. Morita and H. Koda: Proc. of Interspeech 2020, (2020) 4856-4860.

[11] Feasibility study of magnetoencephalographic inter-subject synchrony during music listening, N. Thammasan, A. Uesaka, T. Kimura, K. Fukui, and M. Numao: Proc. 12th International Conference on Methods and Techniques in Behavioral Research and 6th Seminar on Behavioral Methods (Measuring Behavior 2020-21), (2020) 52-55.

[12] Heat environment increases mental workload even if learning efficiency is enhanced, T. Kimura, N. Takemura, Y. Nakashima, H. Kobori, H. Nagahara, M. Numao, and K. Shinohara: The 27th Annual Meeting of Cognitive Neuroscience Society, (2020) .

解説、総説

機械学習による睡眠評価と睡眠改善に向けて, 福井　健一、加藤　隆史, 人工知能, 一般社団法人 人工知能学会, 35[4]　(2020), 495-503.

著書

[1] 第 13 章 睡眠中の生体活動に基づく睡眠個性の可視化と良否判別 (シーエムシー出版)“ウェアラブル医療・ヘルスケア機器の技術と市場”, 福井　健一, シーエムシー出版, (108-114) 2020.

[2] 第 4 章第 1 節　機械学習モデルの性能評価方法 (情報機構)“データ分析の進め方及び AI・機械学習導入の指南”, 福井　健一, 情報機構, (121-127) 2020.

特許

[1] 「国内特許出願」判定装置及びプログラム, 特願 2020-197916

[2] 「国内特許出願」劣化状況予測システム、および劣化状況予測方法, 特願 2020-159615

[3] 「国際特許出願」余寿命予測装置、余寿命予測システム、および余寿命予測プログラム, PCT/JP2020/034749

[4] 「国際特許出願」余寿命予測装置、余寿命予測システム、および余寿命予測プログラム, PCT/JP2020/034749

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

福井　健一	International Conference on Business Management of Technology (BMOT2020) (プログラム委員)
福井　健一	IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2020) (プログラム委員)
福井　健一	The Third International Workshop on GPU Computing and AI (GCA'20) (プログラム委員)
福井　健一	International Symposium on Computing and Networking (CANDAR2020) (プログラム委員)
福井　健一	New Generation Computing (編集委員)
福井　健一	Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD2021) (プログラム委員)
福井　健一	The 30th International Joint Conference on Artificial Intelligence　(IJCAI2021) (シニアプログラム委員)
木村　司	Workshop on Computation: Theory and Practice (WCTP-2020) (プログラム委員)
沼尾　正行	New Generation Computing (編集委員長)
沼尾　正行	New Generation Computing (運営委員)
沼尾　正行	Workshop on Computation: Theory and Practice (WCTP-2020) (共同プログラム委員長)
沼尾　正行	Pacific-Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI-2020) (プログラム委員)
沼尾　正行	IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2020) (プログラム委員)

国内学会

第 34 回人工知能学会全国大会	3 件
日本心理学会第 84 回大会	2 件
計測自動制御学会第 48 回知能システムシンポジウム	1 件

取得学位

博士（情報科学） Bassel Ali	Reinforcement Learning based Evolutionary Metric Filtering in Clustering
修士（情報科学） Nattapat Boonprakong	Towards Multimodal Office Task Performance Estimation
修士（情報科学） 石丸　竣哉	変分敵対的ドメインニューラルネットワークによる個人差を考慮した睡眠評価
修士（情報科学） Keming Ding	EEG emotion Enhancement using Task-specific Domain Adversarial Neural Network

科学研究費補助金

単位：千円

挑戦的研究萌芽 福井　健一	物理モデルに基づくニューラルネットワークの開発と気象物理の探究	2,730
研究活動スタート支援 木村　司	感覚間予測機能における予測形成過程の解明	1,040

受託研究

沼尾　正行	（国研）科学技術振興機構	乳幼児からの健やかな脳の育成による積極的自立社会創成拠点(2019 年度まで）人間力活性化	24,141

によるスーパー日本人の育成

奨学寄附金

沼尾　正行	田村　進一		200
福井　健一	一般社団法人データビリティコンソーシアム 代表理事 八木　康史		4,000

共同研究

沼尾　正行	ダイキン工業株式会社	学習効率に対する環境要因の影響評価と各種センサを用いた学習効率指標推定（その 3）	0
沼尾　正行	国立研究開発法人情報通信研究機構	脳・身体機能ネットワークの解析とその情報通信ネットワーク及びＢＣＩへの応用	0
沼尾　正行	パナソニック株式会社	生理指標から AI 分析による感情推定技術開発	0
沼尾　正行	パナソニック株式会社	生理指標から AI 分析による感情推定技術開発	2,000
福井　健一	ＮＴＮ株式会社	AI アルゴリズム指導教官	0
福井　健一	ＮＴＮ株式会社	AI を用いた転がり軸受の余寿命予測	1,050
福井　健一	パナソニック株式会社	パナソニック基盤協働研究所	0
福井　健一	株式会社ダイフク	ダイフク物流自動化技術協働研究所	263
沼尾　正行	クリムゾンテクノロジー株式会社	ブレインメロディの研究	0

その他の競争的研究資金

沼尾　正行	イノベーティブ・アジア事業（教育研究費）	教育研究費	360
沼尾　正行	イノベーティブ・アジア事業（就学支援費）	就学支援費	805
福井　健一	ダイキン工業株式会社	ＡＩ人材養成プログラム	0
福井　健一	ダイキン工業株式会社	ＡＩ人材養成プログラム	4,950
福井　健一	ダイキン工業株式会社	ＡＩ人材養成プログラム	4,500

自然材料機能化研究分野

原著論文

[1] Cellulose Paper Support with Dual-Layered Nano-Microstructures for Enhanced Plasmonic Photothermal Heating and Solar Vapor Generation, Yintong Huang, Yoshitaka Morishita, Kojiro Uetani, Masaya Nogi, Hirotaka Koga: Nanoscale Adv., 2 (6) (2020) 2339−2346.

[2] Checkered films of multiaxis oriented nanocelluloses by liquid-phase three-dimensional patterning, Kojiro Uetani, Hirotaka Koga, Masaya Nogi: Nanomaterials, 10 (5) (2020) 958.

[3] High-Speed Fabrication of Clear Transparent Cellulose Nanopaper by Applying Humidity-Controlled Multi-Stage Drying Method, Chenyang Li, Takaaki Kasuga, Kojiro Uetani, Hirotaka Koga, Masaya Nogi: Nanomaterials, 10 (11) (2020) 2194.

[4] Direct Determination of the Degree of Fibrillation of Wood Pulps by Distribution Analysis of Pixel-Resolved Optical Retardation, Kojiro Uetani, Keitaro Kasuya, Hirotaka Koga, Masaya Nogi: Carbohydr. Polym., 254 (2020) 117460.

[5] Irregular and Suppressed Elastic Deformation by a Structural Twist in Cellulose Nanofibre Models, Kojiro Uetani, Takuya Uto, Nozomu Suzuki: Sci. Rep., 11 (2021) 790.

[6] Pyrolyzed Chitin Nanofiber Paper as a Three-Dimensional Porous and Defective Nanocarbon for Photosensing and Energy Storage, Luting Zhu, Yintong Huang, Yoshitaka Morishita, Kojiro Uetani, Masaya Nogi, Hirotaka Koga: J. Mater. Chem. C, 9 (13) (2021) 4444−4452.

[7] Thermal Conductivity Analysis of Chitin and Deacetylated-Chitin Nanofiber Films under Dry Conditions, Jiahao Wang, Keitaro Kasuya, Hirotaka Koga, Masaya Nogi, Kojiro Uetani: Nanomatereials, 11 (3) (2021) 658.

[8] Enhancement of luminance in powder electroluminescent devices by substrates of smooth and transparent cellulose nanofiber films, Shota Tsuneyasu, Rikuya Watanabe, Naoki Takeda, Kojiro Uetani, Shogo Izakura, Keitaro Kasuya, Kosuke Takahashi, Toshifumi Satoh: Nanomatereials, 11 (3) (2021) 697.

[9] Cellulose Nanofiber Coatings on Cu Electrodes for Cohesive Protection against Water-Induced Short-Circuit Failures, Takaaki Kasuga, Hitomi Yagyu, Kojiro Uetani, Hirotaka Koga, Masaya Nogi: ACS Appl. Nano Mater., 4 (2021) 3861-3868.

解説、総説

Nanocellulose: Beyond the Ordinary, Kojiro Uetani, Takuya Kitaoka, BioResources, NC state university, 16[1]　(2020), 1-4.

Inherently Distinctive Potentialities and Uses of Nanocellulose Based on its Nanoarchitecture, Kojiro Uetani, Naliharifetra Jessica Ranaivoarimanana, Mayumi Hatakeyama, Takuya Kitaoka, BioResources, NC state university, 16[2]　(2021), 4438-4473.

セルロースの熱伝導解析と伝熱機能材料の設計，上谷　幸治郎, Cellulose Communications，セルロース学会, 27[3]　(2020), 77.

伝熱するセルロースナノペーパーとその複合機能開拓，上谷　幸治郎，科学と工業，大阪工研協会, 94[6]　(2020), 133-139.

著書

[1] 紙内部のマイクロ-ナノ流路設計とフローリアクター応用展開 (技術情報協会)“フロー合成、連続生産のプロセス設計、条件設定と応用事例”，古賀　大尚，技術情報協会, (172-179) 2020.

[2] 持続可能社会をつくるバイオプラスチック (日本化学会)“持続可能社会をつくるバイオプラスチック (CSJ:34)”，能木雅也、古賀 大尚，化学同人, 2020.

[3] 回収不要、「土に還る」IoT センサデバイスの試作に成功 (日刊工業出版)“月刊 自動認識”，春日貴章、能木雅也，日刊工業出版, 33[4]　(54-60) 2020.

特許

[1] 「国内特許出願」バイオファイバー分散体の製造方法, 2020-102410

[2] 「国内特許出願」配線板及びその製造方法, 2020-102412

[3] 「国内特許出願」配線板及びその製造方法, 2020-129180

[4] 「国内成立特許」細胞培養用基材およびその製造方法、ならびにこれを利用した細胞培養容器および細胞培養方法, 2018-546335

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

古賀　大尚	Nanomaterials (Editorial board)
能木　雅也	Nanomaterials (special editor)

国内学会

2020 年度繊維学会年次大会	1 件
第 87 回紙パルプ研究発表会	2 件
第 71 回日本木材学会年次大会	2 件
セルロース学会 2019 年度学会各賞・林治助賞授賞式&受賞講演	1 件
第 68 回応用物理学会春季学術講演会	1 件

取得学位

修士（工学） Huang Yintong	Cellulose Paper-based Photothermal Converter with Bilayered Porous Nano/microstructures for Solar Vapor Generation
修士（工学） 春谷 慶太朗	セルロースナノファイバーフィルムの切り紙加工による放熱性能の向上
修士（工学） 森下 哲孝	炭化ナノセルロースペーパーの光熱変換特性評価

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（B） 古賀　大尚	樹木ナノセルロースの半導体化とセンサー機能創出	5,070
挑戦的研究（萌芽） 古賀　大尚	バイオナノファイバー由来 3D ナノポーラスカーボンの光熱変換機能開拓	3,120
挑戦的研究（萌芽） 上谷　幸治郎	ねじれたセルロースナノファイバーにおける力学的特質の解明	3,380

受託研究

能木　雅也	（国研）科学技術振興機構	表面修飾ナノファイバーの成膜プロセスとフィルム物性の評価	10,400

奨学寄附金

古賀　大尚	公益財団法人国際科学技術財団 理事長　小宮山　宏	10,000
上谷　幸治郎	公益財団法人フジシール財団 代表理事　岡崎　裕夫	3,000
上谷　幸治郎	公益財団法人藤森科学技術振興財団 理事長　藤森　明彦	1,000
上谷　幸治郎	公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団 理事長　中井 稔之	500
上谷　幸治郎	公益財団法人　日揮・実吉奨学会 理事長　竹内　敬介	2,000
上谷　幸治郎	公益財団法人　JFE21 世紀財団 理事長　柿木　厚司	2,000

共同研究

能木　雅也	株式会社サンアクティス	セルロース系フィルムを用いた果実を含む生鮮食品包装資材の開発	0
能木　雅也	株式会社サンアクティス	セルロース系フィルムを用いた果実を含む生鮮食品包装資材の開発	1,879
能木　雅也	国立研究開発法人産業技術総合研究所 中国センター	セルロースナノファイバーの熱変色に関する研究	0
能木　雅也	株式会社ダイセル	次世代通信（ビヨンド 5G/6G）向け新規材料開発における研究	8,000
古賀　大尚	株式会社日本触媒	抗菌・抗ウイルス用途に向けた光増感剤担持透明多孔ナノセルロース紙の開発	1,000

その他の競争的研究資金

能木　雅也	イノベーティブ・アジア事業（教育研究費）	教育研究費	180
能木　雅也	イノベーティブ・アジア事業（就学支援費）	就学支援費	403

上谷　幸治郎	日東電工株式会社	日東電工株式会社が開発する各種伝熱部材の機能発現機構と評価技術に関する相談（学術相談）	120

半導体材料・プロセス研究分野

原著論文

[1] PD-22-04 Oral administration of nano-sized silicon particles regulates gene expression related to oxidative stress and suppresses rat renal ischemia-reperfusion injury, M. Kawamura, R. Imamura, Y. Kobayashi, A. Taniguchi, S. Nakazawa, T. Kato, T. Abe, H. Kobayashi, and N. Nonomura: J. Urology, 203 (2020) e460.

[2] Renoprotective and neuroprotective effects of enteric hydrogen generation from Si-based agent, Y. Kobayashi, R. Imamura, Y Koyama, M. Kondo, H. Kobayashi, N. Nonomura and S. Shimada: Sci. Rep., 10 (2020) 5859-1-12.

[3] Enhancement of boron back-surface-field and suppression of Auger recombination to improve ultralow-reflectance Si solar cells, S. Kunieda, K. Imamura, H. Kobayashi: ECS J. Solid State Sci. Technol., 9 (2020) 045013-1-5.

[4] Novel hydrogen-producing Si-based agent reduces oxidative stress, and improves sperm motility and in vitro fertilization rate in varicocoele, Y. Inagaki, S. Fukuhara, R. Imamura, Y. Kobayashi, S. Kuribayashi, K. Okada, Y. Sekii, K. Takezawa, H. Kiuchi, M. Uemura, H. Kobayashi, N. Nonomura: Andrology, (2020) 1-8.

[5] Oral administration of nano-sized silicon particles attenuates oxidative stress and ischemia-reperfusion injury in a rat model: A novel hydrogen administration method, M. Kawamura, R. Imamura, Y. Kobayashi, A. Taniguchi, S. Nakazawa, T. Kato, T. Namba, T. Abe, H. Kobayashi, and N. Nonomura: Transplantation, 104 (S3) (2020) S164.

[6] Efficacy of a Si-based agent against developing renal failure in a rat remnant kidney model, R. Imamura, M. Kawamura, A. Taniguchi, Y. Kobayashi, S. Nakazawa, T. Kato, T. Abe, M. Uemura, H. Kobayashi, N. Nonomura.: Biochem. Biophys. Res. Commun., 533 (4) (2020) 698-703.

[7] Changes in structure and surface properties of Si-based agent during hydrogen generation reaction, Y. Kobayashi, Y. Kowada, T. Shirohata, H. Kobayashi: Appl. Surf. Sci., 535 (2021) 4736-1-6.

[8] Structure and hydrogen generation mechanism of Si-based agent, Yuki Kobayashi, Shunta Fujie, Kentaro Imamura, Hikaru Kobayashi: Appl. Surf. Sci., 536 (2021) 147398-1-4.

[9] Si swarf wrapped by graphite sheets for Li-Ion battery electrodes with improved overvoltage and cyclability, J. Choi, J. Wang, T. Matsumoto: J. Electrochem. Soc., 168 (2021) 020521-1-14.

国際会議

[1] Internal hydrogen generation and a decrease in oxidative stress by Si-based agent , H. Kobayashi and Y. Kobayashi: 16th International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering.

解説、総説

シリコン/黒鉛シート複合体の開発とリチウムイオン電池負極への応用, 松本健俊, 機能材料, シーエムシー出版, 41[2]　(2021), 50-58.

著書

[1] Si Nanopowder for Photoluminescence and Hydrogen Generation Materials (T. Ohnishi)“Theoretical Chemistry for Advanced Nanomaterials”, Y. Kobayashi, H. Kobayashi, Springer Nature, (353-382) 2020.

特許

[1] 「国内成立特許」薬剤及びその製造方法, 特許第 6687963 号

[2] 「国内特許公開」薬剤及びその製造方法, 特開 2020-073556

[3] 「国内特許公開」二日酔いの予防又は治療剤, 特開 2020-079228

[4] 「国内特許公開」パーキンソン病の予防又は治療剤, 特開 2020-079240

[5] 「国内成立特許」自閉スペクトラム症の予防又は治療剤, 特開 2020-117481

[6] 「国内特許公開」記憶障害の予防又は治療剤, 特開 2020-117480

[7] 「国内特許公開」関節炎の予防又は治療剤, 特開 2020-117482

[8] 「国内特許公開」内臓不快感の予防又は治療剤, 特開 2020-117483

[9] 「国内特許公開」脊髄損傷後の障害もしくは症状の予防又は治療剤, 特開 2020-117484

[10] 「国内特許公開」糖尿病の予防又は治療剤, 特開 2020-117485

[11] 「国内特許公開」難聴の予防又は治療剤, 特開 2020-117486

[12] 「国際特許公開」薬剤及びその製造方法, WO2020/152985A1

[13] 「国内特許公開」虚血性脳血管障害に伴う障害の予防又は治療剤, 特開 2020-200302

[14] 「国際特許出願」肺炎の予防又は治療用製剤, PCT/JP2021/006626

[15] 「国内特許出願」腸内細菌数低減剤, 特願 2021-050445

国内学会

応用物理学会	2 件
電池討論会	1 件

取得学位

修士（理学） 王　嘉盛	Fabrication of silicon/graphite sheet composites and their application to anode in lithium-ion batteries
博士（理学） 崔　載英	シリコン/黒鉛シート複合体の創製とリチウムイオン電池の負極への応用

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（A） 小林　光	体内水素発生を可能とするシリコン微細粒子の創製法とヒドロキシルラジカルの消滅		13,130

受託研究

小林　光	（国研）科学技術振興機構	乳幼児からの健やかな脳の育成による積極的自立社会創成拠点(2019 年度まで）人間力活性化によるスーパー日本人の育成	21,879
小林　光	未来医療開発部　未来	高い水素発生能を有するシリコ	1,650

	医療センター AMED 橋渡し研究戦略的推進プログラム 大阪大学拠点 TR 事務局/シーズ開発支援事務局	ン製剤の創製と、酸化ストレス性疾患の防止	

共同研究

小林　光	日新化成株式会社	シリコンペーストの創製に関する研究	0
小林　光	株式会社ボスケシリコン	シリコンからの水素発生とその医学応用	1,200
小林　光	レナトスジャパン株式会社	シリコン製剤の水素発生とその応用	0
小林　光	株式会社 KIT	シリコン製剤からの水素発生と酸化ストレス性疾患の防止機構の研究	1,200
小林　光	株式会社ビヨンクール	体内で水素を発生させるシリコン製剤の作成と効果、及び食品応用に関する研究	1,300
小林　光	株式会社ファイン	シリコン製剤の商品化および食品としての効果効能の探索	1,300
松本　健俊	株式会社村田製作所	ポリシロキサンによるリチウムイオン二次電池の難燃化現象解明	2,040

先端ハード材料研究分野

原著論文

[1] Synthesis of porphyrin nanodisks from COFs through mechanical stirring and their photocatalytic activity , Xinxi Li, Tomoyo Goto, Kota Nomura, Mingshan Zhu, Tohru Sekino, Yasuko Osakada: Applied Surface Science, 513 (2020) 145720.

[2] CNT-induced TiC toughened Al_2O_3/Ti composites : Mechanical, electrical, and room-temperature crack-healing behaviors , Shengfang Shi, Sunghun Cho, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: Journal of the American Ceramic Society, 103 (8) (2020) 4573-4585.

[3] Hydroxyapatite Formation from Octacalcium Phosphate and Its Related Compounds : A Discussion of the Transformation Mechanism , Taishi Yokoi, Tomoyo Goto, Takeharu Kato, Seiji Takahashi, Jin Nakamura, Tohru Sekino, Chikara Ohtsuki, Masakazu Kawashita: Bulletin of the Chemical Society of Japan , 93 (5) (2020) 701-707.

[4] Photocatalytic properties and controlled morphologies of TiO_2-modified hydroxyapatite synthesized by the urea-assisted hydrothermal method , Tomoyo Goto, Jeehoon Shin, Taishi Yokoi, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: Powder Technology, 373 (2020) 468－475.

[5] Low-temperature mineralization sintering process for fabrication of fluoridated hydroxyapatite-containing bioactive glass , Yeongjun Seo, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Shengfang Shi, Aleksej Žarkov, Taisei Yamamoto, Tohru Sekino: Ceramics International, 46 (16) (2020) 25520-25526.

[6] Effects of Annealing Temperature on the Crystal Structure, Morphology, and Optical Properties of Peroxo-Titanate Nanotubes Prepared by Peroxo-Titanium Complex Ion , Hyunsu Park, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Soo Wohn Lee, Masato Kakihana, Tohru Sekino: Nanomaterials, 10 (7) (2020) 1331.

[7] Crystallization Behavior of the Low-Temperature Mineralization Sintering Process for Glass Nanoparticles , Yeongjun Seo, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Tohru Sekino: Materials , 13 (15) (2020) 3281.

[8] Low Alkali Bottom-Up Synthesis of Titanate Nanotubes Using a Peroxo Titanium Complex Ion Precursor for Photocatalysis , Hyunsu Park, Tomoyo Goto, Do Hyung Han, Sunghun Cho, Hisataka Nishida, Tohru Sekino: ACS Applied Nano Materials, 3 (8) (2020) 7795－7803.

[9] Ti and $SmAlO_3$ co-affected Al_2O_3 ceramics : Microstructure, electrical and mechanical properties , Shengfang Shi, Sunghun Cho, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: Journal of Alloys and Compounds, 835 (2020) 155427.

[10] Sorption capacity of seaweed-like sodium titanate mats for Co^{2+} removal , Yoshifumi Kondo, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: RSC Advances, 10 (67) (2020) 41032－41040.

[11] The effects of sintering temperature on mechanical and electrical properties of Al_2O_3/Ti composites , Shengfang Shi, Sunghun Cho, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: Materials Today Communications, 25 (2020) 101522.

[12] Development of Ti dispersed ZrO_2 composites and their room-temperature crack-healing behaviors , Shengfang Shi, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Tohru Sekino: Journal of Alloys and Compounds, 851 (2021) 156895.

[13] Incorporation of tetracarboxylate ions into octacalcium phosphate for the development of next-generation biofriendly materials , Taishi Yokoi, Tomoyo Goto, Mitsuo Hara, Tohru Sekino, Takahiro Seki, Masanobu Kamitakahara, Chikara Ohtsuki, Satoshi Kitaoka, Seiji Takahashi, Masakazu Kawashita: Communications Chemistry, 4 (2021) 4.

[14] Fine TiC dispersed Al_2O_3 composites fabricated via in-situ reaction synthesis and conventional process , Shengfang Shi, Sunghun Cho, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: Journal of the American Ceramic Society, 104 (6) (2021) 2753-2766.

[15] Effects of UV Treatment on Ceria-Stabilized Zirconia/Alumina Nanocomposite (NANOZR), Satoshi Komasa, Seiji Takao, Yuanyuan Yang, Yuhao Zeng, Min Li, Sifan Yan, Honghao Zhang, Chisato Komasa, Yasuyuki Kobayashi, Hiroshi Nishizaki, Hisataka Nishida, Tetsuji Kusumoto, Joji Okazaki: Materials , 13 (12) (2020) 2772.

[16] Effects of solute oxygen on kinetics of diffusionless isothermal omega transformation in beta-titanium alloys, Norihiko L. Okamoto, Shuhei Kasatani, Martin Luckabauer, Masakazu Tane, Tetsu Ichitsubo: Scripta Materialia, 188 (2020) 88-91.

[17] Evolution of microstructure and variations in mechanical properties accompanied with diffusionless isothermal ω transformation in β-titanium alloys, Norihiko L. Okamoto, Shuhei Kasatani, Martin Luckabauer, Robert Enzinger, Satoshi Tsutsui, Masakazu Tane, and Tetsu Ichitsubo: Physical Review Materials, 4 (12) (2020) 123603.

[18] Elastic isotropy originating from heterogeneous interlayer elastic deformation in a Ti_3SiC_2 MAX phase with a nanolayered crystal structure, Ruxia Liu, Masakazu Tane, Hajime Kimizuka, Yuji Shirakami, Ken-ichi Ikeda, Seiji Miura, Koji Morita, Tohru S. Suzuki, Yoshio Sakka, Lianmeng Zhang, Tohru Sekino: Journal of the European Ceramic Society, 41 (4) (2021) .

[19] Role of $CeAl_{11}O_{18}$ in reinforcing Al_2O_3/Ti composites by adding CeO_2, Shengfang Shi, Sunghun Cho, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: International Journal of Applied Ceramic Technology, 18 (1) (2020) 170-181.

[20] Predicting performance of thermal-electrical cycles in pyroelectric power generation, Masaaki Baba, Masahiro Ejima, Ichiro Murayama, Tatsuo Fukuda, Hirohisa Tanaka, Tohru Sekino, Yoonho Kim, Noboru

Yamada, Masatoshi Takeda: Japanese Journal of Applied Physics, 59 (9) (2020) 094501.

[21] 1T/2H-MoS_2 engineered by in-situ ethylene glycol intercalation for improved toluene sensing response at room temperature, Ardiansyah Taufik, Yusuke Asakura, Hideki Kato, Masato Kakihana, Rosari Saleh, Tohru Sekino, Shu Yin: Advanced Powder Technology, 31 (5) (2020) 1868-1878.

[22] Enhanced Osseointegration and Bio-Decontamination of Nanostructured Titanium Based on Non-Thermal Atmospheric Pressure Plasma, Yuhao Zeng, Satoshi Komasa, Hisataka Nishida, Akinori Agariguchi, Tohru Sekino, Joji Okazaki: International Journal of Molecular Sciences, 21 (10) (2020) 3533.

[23] Fe and Zn co-substituted beta-tricalcium phosphate (β-TCP): Synthesis, structural, magnetic, mechanical and biological properties, Lauryna Sinusaite, Anton Popov, Andris Antuzevics, Kestutis Mazeika, Dalis Baltrunas, Jen-Chang Yang, Jiun Lin Horng, Shengfang Shi, Tohru Sekino, Kunio Ishikawa, Aivaras Kareiva, Aleksej Zarkov: Materials Science & Engineering C, 112 (2020) 110918.

[24] Enhancing Visible Light Absorption of Yellow-Colored Peroxo-Titanate Nanotubes Prepared using Peroxo Titanium Complex Ion, Hyunsu Park, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Hisataka Nishida, Tohru Sekino: ACS Omega, 5 (34) (2020) 21753-21761.

[25] Enhancing piezoelectric properties of $Ba_{0.88}Ca_{0.12}Zr_{0.12}Ti_{0.88}O_3$ lead-free ceramics by doping Co ions, Shengfang Shi, Hideki Hashimoto, Tohru Sekino: Ceramics International, 47 (3) (2021) 3272-3278.

[26] Low-temperature mineralization sintering process of bioactive glass nanoparticles, Yeongjun Seo, Tomoyo Goto, Hisataka Nishida, Sung Hun Cho, Aleksej Žarkov, Taisei Yamamoto, Tohru Sekino: Journal of the Ceramic Society of Japan, 128 (10) (2020) 783-789.

[27] Preparation of ultra-thin TiO_2 shell by peroxo titanium complex (PTC) solution-based green surface modification, and photocatalytic activity of homo-core/shell TiO_2, Jinho Lee, Jiyong Hwang, Hyunsu Park, Tohru Sekino, Woo-Byoung Kim: Applied Surface Science, 540 (28) (2021) 148399.

[28] Fluorescence and physical properties of thulium and erbium co-doped dental zirconia, Takashi Nakamura, Shinya Okamura, Hisataka Nishida, Akiyo Kawano, Shingo Tamiya, Kazumichi Wakabayashi, Tohru Sekino: Dental Materials Journal, (2021) 2020-387.

[29] Stabilization of Size-Controlled $BaTiO_3$ Nanocubes via Precise Solvothermal Crystal Growth and Their Anomalous Surface Compositional Reconstruction, Kouichi Nakashima, Kaito Onagi, Yoshio Kobayashi, Toru Ishigaki, Yoshihisa Ishikawa, Yasuhiro Yoneda, Shu Yin, Masato Kakihana, and Tohru Sekino: ACS Omega, 6 (2021) 9410-9425.

[30] Isotropic Enhancement of the Thermal Conductivity of Polymer Composites by Dispersion of Equiaxed Polyhedral Boron Nitride Fillers, Takafumi Kusunose, Yoshinori Uno, Yuki Tanaka, TohruSekino: Composites Science and Technology, 208 (2021) 108770.

国際会議

[1] Morphological control of hydroxyapatite-based photocatalysts and its properties (oral), Tomoyo Goto*, Taishi Yokoi, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: A3 Foresight & 5 Star Alliance Joint Workshop on Organic/Inorganic Hybrid Nano Materials and Bio Imaging.

[2] Bottom-up Synthesis of Peroxo Complexes-derived Low-dimensional Titanate Nanostructures and Their Physicochemical Properties (oral), Hyunsu Park, Sunghun Cho, Tomoyo Goto, Soo Wohn Lee, Masato Kakihana, Tohru Sekino*: A3 Foresight & 5 Star Alliance Joint Workshop on Organic/Inorganic Hybrid Nano Materials and Bio Imaging.

[3] Nano- and Hybrid-structure Tuning of Low-dimensional Titania Nanotubes for Multifunctional Applications (plenary), Tohru Sekino: The 2nd International Conference on Material, Machines and Methods for Sustainable Development.

[4] Recent Research Activities at SANKEN -From Basic Research to Social Implementation- (invited), Tohru Sekino: The 9th imec - Handai International Symposium.

解説、総説

新 研究室紹介　大阪大学 産業科学研究所　先端ハード材料研究分野 （関野研究室）, 関野徹、後藤知代, セラミックス, 日本セラミックス協会, 56 (2021), 52-53.

特許

[1] 「国内特許出願」シート状イオン交換体及びその製造方法, 特願 2020-079094

[2] 「国内成立特許」感圧導電性エラストマーの製造方法, 特許第 6757539 号

[3] 「国内特許出願」緻密質無機構造体およびその製造方法, 特願 2021-021639

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

関野　徹	Journal of Silicate Based and Composite Materials （編集委員）
関野　徹	High Temperature Materials and Processes （国際編集委員）
多根　正和	Materials Transaction （査読委員）
関野　徹	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2020) （運営委員・編集委員）
関野　徹	The 43th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites (ICACC) （シンポジウム副実行委員）
関野　徹	The 15th International Ceramics Congress (CIMTEC2020) （シンポジウム国際アドバイザリー委員）
関野　徹	The International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP 2020) （実行委員）
関野　徹	The 8th International Congress on Ceramics (ICC8) （シンポジウム副実行委員）
関野　徹	The 6th International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (IC-CMTP6) （組織委員）
関野　徹	The 37th Korea-Japan International Seminar on Ceramics （組織委員）
関野　徹	13th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE-2020) （シンポジウム運営委員）
関野　徹	The International Symposium on Novel and Nano Materials 2020 (16th ISNNM) （国際アドバイザリー委員）
関野　徹	7th International Solvothermal Hydrothermal Association Conference 2020 (7th ISHA2020) （国際アドバイザリー委員）
関野　徹	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2021) （運営委長）
関野　徹	The International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM2021) （シンポジウム実行委員長）
関野　徹	The 14th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM2021) （シンポジウム実行委員長）
後藤　知代	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2021) （運営委員）
CHO　Sunghun	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2021) （運営委員）

国内学会

日本セラミックス協会第 33 回秋季シンポジウム　4 件

日本セラミックス協会 2021 年年会	3 件
生体医歯工学共同研究拠点　令和 2 年度成果報告会	1 件

取得学位

修士（工学） 西山　聡	TiC 分散によるジルコニアセラミックス基複合材料の電気的機能化
修士（工学） 福井　潤也	準安定 β 型 Ti および Zr 合金における微細構造形成と弾性特性および内部摩擦との関係
修士（工学） 髙柳　朋浩	チタニアナノチューブへの分子レベルプロセス制御による Ni 導入とその構造および光物理化学特性
博士（工学） Yeongjun Seo	Development of Low-temperature Sintering Process Inspired by Biomineralization for Densification and Functionalization of Bioactive Glass Nanoparticles
博士（工学） Hyunsu Park	Bottom-Up Synthesis and Characterization of Functional Low-Dimensional Titanate Nanostructures through Precision Precursor Control

科学研究費補助金

単位：千円

新学術領域研究 多根　正和	ミルフィーユ構造における硬質・軟質層の原子結合状態を反映した弾性不均質性の解明	3,510
挑戦的研究萌芽 多根　正和	Ti 合金における変形誘起相変態に起因した弾性率軟化現象の解明と生体材料への応用	2,210
基盤研究（C） 後藤　知代	光学的インジケータ機能を有する高機能リン酸カルシウム環境浄化材料の開発	2,210

受託研究

関野　徹	日本学術振興会　（学術研究動向等に関する調査研究）	無機材料および物性関連、ナノ材料科学関連分野に関する学術研究動向-無機ナノ材料科学と他分野の融合および境界領域における新たな展開-	1,560
関野　徹	（NEDO）国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	NEDO 先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム／熱・電場サイクルによる低品位排熱発電の技術開発	8,390
多根　正和	（国研）科学技術振興機構	ゆらぎ誘起原子シャッフリングの格子動力学と変形挙動との相関	17,225
後藤　知代	（国研）科学技術振興機構	触感インターフェースシステムによる新しい生活様式ソリューション	11,440

奨学寄附金

関野　徹	株式会社M３研究所 代表取締役　柳田　祥三	100
関野　徹	イナバゴム株式会社 代表取締役　岡本　吉久	1,500
関野　徹	株式会社ニッカトー 代表取締役社長　大西宏司	500
関野　徹	株式会社白石中央研究所 取締役所長　南里　泰徳	1,000
町田　憲一	第一稀元素化学工業株式会社 技術部長　木村　英夫	300

共同研究

関野　徹	第一稀元素化学工業株式会社	新規ジルコニウム化合物系材料の創製	0
関野　徹	パナソニック株式会社ライフソリューションズ社	特殊セラミック材料に関する研究	2,751
関野　徹	伊東電機株式会社	機能化セラミックス系培地材に関する研究	2,200
関野　徹	株式会社サンワード商会	鉄およびアルミニウムの混合錯体の構造と REDOX 活性の相関	1,639

		解析と評価方法に関する研究	
関野　徹	株式会社ロータスマテリアル研究所	ロータス型ポーラス金属の製法開発に関する共同研究	420
多根　正和	東レ株式会社	炭素繊維の弾性係数解析	1,000

その他の競争的研究資金

関野　徹	日本学術振興会　（日中韓フォーサイト事業）	有機-無機ナノハイブリッドプラットフォームを用いた腫瘍の精密イメージングと治療	7,700
関野　徹	日本学術振興会　（日中韓フォーサイト事業）	有機-無機ナノハイブリッドプラットフォームを用いた腫瘍の精密イメージングと治療　（業務委託費：研究室へ配分している）	462
後藤　知代	生体医歯工学共同研究拠点	ソルボサーマル処理による有機修飾型リン酸八カルシウムの結晶学的特性変化	160

先端実装材料研究分野

原著論文

[1] Formation of Metal-Organic Decomposition Derived Nanocrystalline Structure Titanium Dioxide by Heat Sintering and Photosintering Methods for Advanced Coating Process, and Its Volatile Organic Compounds' Gas-Sensing Properties, Tohru Sugahara, Leila Alipour, Yukiko Hirose, Yusufu Ekubaru, Jun-ichi Nakamura, Hironobu Ono, Nobuyuki Harada, and Katsuaki Suganuma: ACS Appl. Electron. Mater., 2 (6) (2020) 1670-1678.

[2] On-line thermal resistance and reliability characteristic monitoring of power modules with Ag sinter joining and Pb, Pb-free solders during power cycling test by SiC TEG chip, Dongjin Kim, Shijo Nagao, Chuantong Chen*, Naoki Wakasugi, Yasuyuki Yamamoto, Aiji Suetake, Tetsu Takemasa, Tohru Sugahara, and Katsuaki Suganuma: IEEE Transactions on Power Electronics, 36 (5) (2020) 4977-4990.

[3] Effects of Additive NH3 with Citric Acid in Precursor and Controlling Deposited Thickness for Growing Molybdenum Oxide Crystals and Nanorods, Yukiko Hirose, Tohru Sugahara*, Jun-ichi Nakamura*, Nobuyuki Harada, and Katsuaki Suganuma: Materials Chemistry Frontiers, 2021 (5) (2021) 386-395.

国際会議

[1] Fabrication and Characterization of Nanomaterial-based Sensor Devices using Metal Organic Solution Printing Method , Tohru Sugahara, Yukiko Hirose, Jun-ichi Nakamura, Nobuyuki Harada: International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites(ICACC) 2021.

解説、総説

半導体高密度実装技術を活用したフレキシブル熱電変換デバイスの開発(特集=熱電変換技術の

新展開), 菅原徹, ケミカルエンジニアリング, 化学工業社, 65[3] (2020), 166-173.

Society5.0 の実現を支える IoT 技術に資する超小型熱電変換デバイスの開発, 菅原徹, クリーンテクノロジー, 日本工業出版(株), 30[4] (2020), 60-65.

受託研究

菅原　徹	（国研）科学技術振興機構	デバイス実装に向けた半導体／金属界面の電気特性と信頼性の評価	26,468
菅原　徹	（NEDO）国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	ＮＥＤＯ先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム／Society5.0 を実現する自律分散型 IoT センサ機器のための熱電変換電源システムの開発 Society5.0 を実現する自律分散型 IoT センサ機器のための熱電変換電源システムの開発（NEDO 研究員等間接経費）	28,609

奨学寄附金

菅原　徹	朝日エティック株式会社	代表取締役社長　樋口　知以	500

共同研究

長尾　至成	パナソニック株式会社	ナノインデンターによるＳｉフォノニック結晶の機械的特性評価	0
長尾　至成	パナソニック株式会社	ナノインデンターによるＳｉフォノニック結晶の機械的特性評価	0
菅原　徹	株式会社日本触媒	多孔質酸化チタンコーティング技術を用いた抗菌コーティング剤の開発	1,050
菅原　徹	ヤマト科学株式会社	発電効率特性評価装置開発（熱電変換デバイスの評価）	1,000
菅原　徹	朝日エテッィック株式会社	アクリル樹脂表面への光焼結法による MOD 法由来ナノ結晶構造二酸化チタン薄膜の形成について	1,000

励起物性科学研究分野

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

田中慎一郎	Scientific Reports (編集委員)

国内学会

日本物理学会	2 件
日本放射光学会	2 件
日本応用物理学会	1 件

量子ビーム物理研究分野

原著論文

[1] Spatially Resolved Spectral Imaging by A THz-FEL, Akinori Irizawa, Masaki Fujimoto, Keigo Kawase, Ryukou Kato, Hidenori Fujiwara, Atsushi Higashiya, Salvatore Macis, Luca Tomarchio, Stefano Lupi, Augusto Marcelli and Shigemasa Suga: Condensed Matter, 5 (38) (2020) 1-14.

国際会議

[1] Recent Progress in SPring-8 Laser-wakefield Acceleration Platform , Z. Jin, Y. Sakai, N. Pathak, A.

Zhidkov, M. Kando, K. Huang and T. Hosokai: 4th Asia Pacific Conference on Plasma Physics.

[2] Full optical multi-KeV X-FEL in the frame of MIRAI project , N. Pathak, Z. Jin, Y. Sakai, A. Zhidkov, Y. Mizuta, Z. Lei, K. Matsukado, M. Kando, K. Huang, N. Nakanii, I. Daito and T. Hosokai: Asian Forum for Accelerators and Detectors (AFAD)-2021.

解説、総説

自由電子レーザによる回折限界を超えた微細加工, 入澤明典, レーザ加工学会誌, 一般社団法人レーザ加工学会, 27[3] (2020), 155-158.

レーザープラズマ加速器の進展とその可能性, 兒玉了祐、細貝知直、余語覚文、西内満美子、早川岳人, 原子核研究, 原子核研究編集委員会, 65 [3] (2020), 34-48.

レーザー加速器：卓上サイズの超高エネルギー加速器の実現を目指して, 細貝知直, 電気学会誌, 一般社団法人電気学会, 141[1] (2021), 27-30.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

入澤　明典	WIRMS2021 Hiroshima Japan (組織委員)
細貝知直	International Commiittee for Future Accelerators (ICFA) on Advanced and Novel Accelerators. (組織委員)
細貝知直	EuroNNAc (European Network on Novel Accelrators) (組織委員)

国内学会

レーザー学会学術講演会第 41 回年次大会	1 件
第 34 回日本放射光学会・放射光科学合同シンポジウム（JSR2021）	1 件
第 27 回 FEL と High-Power Radiation 研究会	1 件

受託研究

細貝　知直	（国研）科学技術振興機構	レーザー駆動電子加速技術開発	78,390

奨学寄附金

水田　好雄	公益財団法人　天田財団	代表理事理事長　末岡　慎弘	1,800

共同研究

細貝　知直	Institute of Physics ASCR	Researches on generation of high energy charged particles and electromagnetic radiation through the interaction of intense laser with matter.	0
細貝　知直	株式会社 LAcubed	量子ビームを使用した材料処理技術の検討	5,640
細貝　知直	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	ステージングレーザー加速の安定化研究	0
細貝　知直	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	レーザー電子加速の安定化・性能評価研究	0
入澤　明典	日本製鉄株式会社	自由電子レーザー／放射光遠赤外線を用いた鋼材塗膜下状態マッピング技術の開発	1,000

量子ビーム物質科学研究分野

原著論文

[1] Analysis of trade-off relationships between resolution, line edge roughness, and sensitivity in extreme ultraviolet lithography using lasso regression, Kazuki Azumagawa and Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 59 (2020) 076501.

[2] Lamellar Orientation of a Block Copolymer via an Electron-Beam Induced Polarity Switch in a

Nitrophenyl Self-Assembled Monolayer or Si Etching Treatments, Hiroki Yamamoto, Guy Dawson, Takahiro Kozawa and Alex P. G. Robinson: Quantum Beam Sci., 4 (2020) 19.

[3] Resist thickness dependence of line width roughness of chemically amplified resists used for electron beam lithography, Naoki Maeda, Akihiro Konda, Kazumasa Okamoto , Takahiro Kozawa and Takao Tamura: Jpn. J. Appl. Phys., 59 (2020) 086501.

[4] Heating effect of the radiation chemistry of polyhydroxystyrene-type chemically amplified resists, Yuta Ikari, Kazumasa Okamoto, Akihiro Konda, Takahiro Kozawa and Takao Tamura: Jpn. J. Appl. Phys., 59 (2020) 086506.

[5] Regression analysis of photodecomposable quencher concentration effects on chemical gradient in chemically amplified extreme ultraviolet resist processes, Kazuki Azumagawa and Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 59 (2020) 116505.

[6] Changes in molecular weight distribution caused by main–chain scission of electron beam resists, Takahiro Kozawa, Ayako Nakajima and Manabu Hoshino: Jpn. J. Appl. Phys., 59 (2020) 126506.

[7] Gel permeation chromatography analysis of remaining components of electron-beam-irradiated ZEP520A resist after development, Ayako Nakajima, Manabu Hoshino and Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2020) 010901.

[8] Formation of intramolecular dimer radical ions of diphenyl sulfones, Kazumasa Okamoto, Shunpei Kawai and Takahiro Kozawa: Sci. Rep., 10 (2020) 19823.

[9] Fast Autooxidation of a Bis-Histidyl–Ligated Globin from the Anhydrobiotic Tardigrade, Ramazzottius varieornatus, by Molecular Oxygen, Kazuo Kobayashi, JeeEun Kim, Yohta Fukuda, Takahiro Kozawa and Tsuyoshi Inoue: J. Biochem., 0 (2021) 1-11.

[10] Dissolution kinetics of main-chain-scission-type resist in organic developers, Ayako Nakajima, Keiko Matsuo and Takahiro Kozawa: Appl. Phys. Express, 14 (2021) 026501.

[11] Functional and structural characterization of a flavoprotein monooxygenase essential for biogenesis of tryptophylquinone cofactor, Toshinori Oozeki, Tadashi Nakai, Kazuki Kozakai, Kazuki Okamoto, Shun'ichi Kuroda, Kazuo Kobayashi, Katsuyuki Tanizawa and Toshihide Okajima : Nature Communications, 12 (2021) 933.

[12] Application of machine learning to stochastic effect analysis of chemically amplified resists used for extreme ultraviolet lithography, Kazuki Azumagawa and Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2021) SCCC02.

[13] Transient Absorption Spectroscopy of TlBr Crystals Using Pulsed Electron Beams, Masanori Koshimizu, Yusa Muroya, Shinichi Yamashita, Mitsuhiro Nogami, Keitaro Hitomi, Yutaka Fujimoto, and Keisuke Asai: Sensors and Materials, 32 (2020) 1445-1451.

国際会議

[1] Gamma radiolysis study on solid nitrate calcines of reprocessing liquid waste for flexible nuclear waste management , Yusa Muroya, Akihiro Suzuki and Yoichi Endo: 8th Asia Pacific Symposium on Radiation Chemistry.

[2] Study on dependence of transient swelling layer formation on molecular weight and dispersion of backbone polymer of chemically amplified EUV resists , Takahiro Kozawa, Kyoko Watanabe, Kyoko Matsuoka, Naoki Tanaka, Kazuki Azumagawa, Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro and Daisuke Kawana: SPIE Photomask Technology + Extreme Ultraviolet Lithography 2020.

[3] Effects of Resist Film Thickness on Line-and-Space Patterns of Chemically Amplified Resists Used for Electron Beam Lithography , Akihiro Konda, Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa and Takao Tamura: SPIE Photomask Technology + Extreme Ultraviolet Lithography 2020.

[4] Resist Thickness Dependence of Line Width Roughness of Chemically Amplified Resists Used for Electron Beam Lithography , Naoki Maeda, Akihiro Konda, Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa and Takao Tamura: MNC2020.

[5] Machine Learning of Stochastic Effects in Chemically Amplified Resists Used for Extreme Ultraviolet Lithography , Kazuki Azumagawa and Takahiro Kozawa: MNC2020.

[6] Study on Primary Process of Beam-Induced Reaction of Metal Resist Ligands , Kengo Ikeuchi, Tomoe Otsuka, Yusa Muroya, Takahiro Kozawa, Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro and Daisuke Kawana: MNC2020.

[7] Pattern Collapse Mitigation by Controlling Atmosphere During Development Process for Semiconductor Lithography , Masahiko Harumoto, Tomohiro Motono, Andreia Figueiredo dos Santo, Chisayo Mori, Yuji Tanaka, Harold Stokes, Masaya Asai, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani and Takahiro Kozawa: MNC2020.

[8] Estimation of Electron Affinity of Photoacid Generators: Density Functional TheoryCalculations Using Static and Dynamic Models , Kazumasa Okamoto and Takahiro Kozawa: MNC2020.

[9] Regression analysis of photodecomposable quencher concentration effects on chemical gradient in chemically amplified extreme ultraviolet resist processes , Kazuki Azumagawa and Takahiro Kozawa: SPIE Advanced Lithography.

[10] Analysis of dissolution kinetics of poly(4-hydroxystyrene) with different molecular weight distributions in alkaline aqueous solution using machine learning Paper Poster Presentation , Naoki Tanaka, Kyoko Watanabe, Kyoko Matsuoka, Kazuki Azumagawa, Takahiro Kozawa, Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro and Daisuke Kawana: SPIE Advanced Lithography.

[11] Effect of resist film thickness on line-and-space resist patterns on chromium nitride in electron beam lithography Poster Presentation , Akihiro Konda, Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa and Takao Tamura: SPIE Advanced Lithography.

解説、総説

ＥＳＲから調べるＤＮＡの放射線損傷機構, 小林一雄, 放射線化学, 日本放射線化学会, 109 (2020), 19-24.

特許

[1] 「国内特許出願」ポリマー、該ポリマーを含有するレジスト組成物、それを用いた部材の製造方法、パターン形成方法及び反転パターンの形成方法, 2020-139195

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

古澤　孝弘	33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (組織委員長)
古澤　孝弘	33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (実行委員長)
古澤　孝弘	34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (組織委員長)
古澤　孝弘	34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (実行委員)
古澤　孝弘	International Conference on Extreme Ultraviolet Lithography 2020 (論文委員)
古澤　孝弘	International Conference on Extreme Ultraviolet Lithography 2021 (論文委員)
岡本　一将	33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (論文委員 セクションサブヘッド)

岡本　一将	34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (論文委員　セクションサブヘッド)	

国内学会

日本原子力学会 2020 年秋の年会　2 件

取得学位

修士（工学） 東川　一希	有機材料による半導体デバイス製造における回路線幅 10nm 以下の微細加工の実現可能性関する研究
修士（工学） 池内　健吾	金属酸化物ナノ粒子レジスト配位子の電子ビーム誘起反応間接作用の解明

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（A） 古澤　孝弘	量子ビーム科学とデータ科学の融合によるシングルナノ材料開発	8,450
基盤研究（B） 室屋　裕佐	量子ビームを用いた過酷事象下の軽水炉水化学技術確立のための基盤研究	7,410
基盤研究（C） 岡本　一将	放射線微細加工プロセスにおける脱プロトン誘起機構の解明と応用	1,430

受託研究

室屋　裕佐	一般財団法人 電力中央研究所	（2020）電子線照射時の塗装試験片の吸収線量評価および試験片温度変化のシミュレーション

共同研究

古澤　孝弘	株式会社ニューフレアテクノロジー	電子線レジストにおける反応生成物の三次元空間分布の研究
古澤　孝弘	日本ゼオン株式会社	主鎖切断型電子線レジストの改良検討
古澤　孝弘	東京応化工業株式会社	微細プロセス構築可能な EUV レジストの開発及び次世代材料の探索
古澤　孝弘	量子科学技術研究開発機構	極端紫外光および電子線によるレジスト材料の評価
古澤　孝弘	東洋合成工業株式会社	感放射線性酸発生剤のＥＵＶ露光評価
古澤　孝弘	日産化学株式会社	EUV 用レジスト下層膜材料に関する研究
室屋　裕佐	株式会社日立製作所	軽水炉冷却水の放射線分解基礎過程と LET 依存初期収率に関する研究
岡本　一将	株式会社ダイセル	レジスト用高分子の性能評価

励起材料化学研究分野

原著論文

[1] Hard X-ray excited optical luminescence from protein-directed Au~20 clusters, Zuoyue Liu, Kyung Oh Jung, Ryo Takahata, Masanori Sakamoto, Toshiharu Teranishi, Mamoru Fujitsuka, Guillem Pratx, Yasuko Osakada: RSC Advances, 10 (23) (2020) 13824-13829.

[2] Shallow trap state-enhanced photocatalytic hydrogen evolution over thermal-decomposed graphitic carbon nitride, Jiawei Xue, Mamoru Fujitsuka,Tetsuro Majima: Chemical Communications, 56 (44) (2020) 5931-5924.

[3] Catalytic dehalogenation of aryl halides via excited state electron transfer from the Co(I) state of B12 complex, Hisashi Shimakoshi, Keita Shichijo, Shiho Tominaga, Yoshio Hisaeda, Mamoru Fujitsuka, Tetsuro Majima: Chemistry Letters, 49 (7) (2020) 820-822.

[4] Inert basal plane activation of two-dimensional ZnIn2S4 via Ni atom doping for enhanced co-catalyst free photocatalytic hydrogen evolution, Xiaowei Shi, Liang Mao, Chao Dai, Ping Yang, Junying Zhang, Fuyuan Dong, Lingxia Zheng, Mamoru Fujitsuka, Huajun Zheng: Journal of Materials Chemistry A, 8 (26) (2020) 13376-13384.

[5] Dynamics of single-stranded RNA looping probed and photoregulated by sulfonated pyrene, Jie Xu, Sachiko Tojo, Mamoru Fujitsuka, Kiyohiko Kawai: ChemistrySelect, 5 (26) (2020) 8006-8008.

[6] Formation mechanism of ZnTPyP fibers fabricated by surfactant-assisted method, Keigo Tashiro, Toshihiro Murafuji, Michinori Sumimoto, Mamoru Fujitsuka, Suzuko Yamazaki: New Journal of Chemistry, 44 (32) (2020) 13824-13833.

[7] Synthesis of B12-BODIPY dyad for B12-inspired photochemical transformations of trichloromethylated organic compound, Yuki Anai, Keita Shichijo, Mamoru Fujitsuka, Yoshio Hisaeda, Hisashi Shimakoshi: Chemical Communications, 56 (80) (2020) 11945-11948.

[8] Aggregation-induced photocatalytic activity and efficient photocatalytic hydrogen evolution of amphiphilic rhodamines in water, Hajime Shigemitsu, Youhei Tani, Tomoe Tamemoto, Tadashi Mori, Xinxi Li, Yasuko Osakada, Mamoru Fujitsuka, Toshiyuki Kida: Chemical Science, 11 (43) (2020) 11843-11848.

[9] Femtosecond time-resolved diffuse reflectance study on facet engineered charge-carrier dynamics in Ag3PO4 for antibiotics photodegradation, Shaoxiong He, Chunyang Zhai, Mamoru Fujitsuka, Sooyeon Kim, Mingshan Zhu, Renli Yin, Lixi Zeng, and Tetsuro Majima: Applied Catalysis B: Environmental, 281 (2020) 119479.

[10] Control of triplet blinking using cyclooctatetraene to access the dynamics of biomolecules at the single-molecule level, Jie Xu, Shuya Fan, Lei Xu, Atsushi Maruyama, Mamoru Fujitsuka, Kiyohiko Kawai: Angewandte Chemie, International Edition, 60 (23) (2021) 12941-12948.

解説、総説

Reaction dynamics of excited radical ions revealed by ultrafast laser spectroscopy, Mamoru Fujitsuka, Kokagaku (Photochemistry), 51 (2) (2020), 78-83.

Single-molecule study of redox reaction kinetics by observing fluorescence blinking, Kiyohiko Kawai, Mamoru Fujitsuka, Atsushi Maruyama, Accounts of Chemical Research, 54 (4) (2021), 1001-1010.

Defect-mediated electron transfer in photocatalysts, Jiawei Xue, Mamoru Fujitsuka, Tetsuro Majima, Chemical Communications, 57 (29) (2021), 3532-3542.

著書

[1] DNA 内電子移動 (杉本直己)“核酸科学ハンドブック”, 川井清彦, 講談社, (439-442) 2020.

国内学会

光化学討論会　3 件
放射線化学討論会　2 件
日本化学会春季年会　2 件
CSJ フェスタ　1 件

取得学位

修士（工学） 岡田　悠汰	近赤外光照射で一酸化窒素を放出するポリマーナノ粒子の合成と機能評価
博士(工学) XUE JIAWEI	Studies on the Defect-Mediated Electron Transfer in Photocatalysts

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究(B) 藤塚　守	ナノ光触媒の励起ダイナミクス	3,380
挑戦的研究(萌芽) 川井　清彦	過渡核酸塩基付加体による変異誘発メカニズムの解明	3,250
研究活動スタート支援 LU　CHAO	Reactions of Super Reductants and Oxidants Explored by Ultrafast Spectroscopy	0

その他の競争的研究資金

藤塚　守	京都大学化学研究所国際共同利用・共同研究	メビウストポロジーを有する環状パラフェニレンの芳香族性の検討	520

機能物質化学研究分野

原著論文

[1] Synthesis of Allylamine Derivatives via Intermolecular Aza-Wacker-Type Reaction Promoted by Palladium–SPRIX Catalyst, A. Sen, L. Zhu, S. Takizawa, K. Takenaka, H. Sasai: Advanced Synthesis & Catalysis, 362 (17) (2020) 3558-3563.

[2] Catalytic and enantioselective oxa-Piancatelli reaction using a chiral vanadium complex, L. Schober, M. Sako, S. Takizawa, H. Gröger, H. Sasai: Chemical Communications, 56 (70) (2020) 10151-10154.

[3] Vanadium(V) Complex-catalyzed One-pot Synthesis of Phenanthridines via a Pictet-Spengler-Dehydrogenative Aromatization Sequence, M. Sako, R. Losa, T. Takiishi, G. Vo-Thanh, S. Takizawa, H. Sasai: Catalysts, 10 (8) (2020) 860-868.

[4] Photoswitchable Chiral Phase Transfer Catalyst, M. Kondo, K. Nakamura, C. G. Krishnan, S. Takizawa, T. Abe, H. Sasai: ACS Catalysis, 11 (3) (2021) 1863-1867.

[5] Practical Stereoselective Synthesis of C3-Spirooxindole- and C2-Spiropseudoindoxyl-Pyrrolidines via Organocatalyzed Pictet-Spengler Reaction/Oxidative Rearrangement Sequence, M. Kondo,　N. Matsuyama, T. Z. Aye, I. Mattan, T.　Sato, Y. Makita, M. Ishibashi, M. Arai, S. Takizawa, H. Sasai: Advanced Synthesis & Catalysis, 363 (2021) in press.

国際会議

[1] Efficient Synthesis of Hetero-helicenes and Their Chiroptical Properties , H. Sasai: Molecular Chirality Asia 2020.

[2] Development of Dithienylethene Based Photoswitchable Chiral Catalyst , O. Yasuda, Y. Wakabayashi, M. Kondo, H. Sasai: Molecular Chirality Asia 2020.

[3] Chemo-, Regio- and Enantioselective Hetero-coupling of 3-Hydroxycarbazoles Catalyzed by Chiral Vanadium(V) Complexes , G. T. Kamble, M. Sako, K. Higashida, A. Kumar, S. Takizawa, H. Sasai: Molecular Chirality Asia 2020.

[4] Stereoselective Complexation of Anionic Octahedral Cobalt(III) Complexes and Their Application to Enantioselective Iodocyclization Reaction , M. S. H. Salem, T. Abe, S. Takizawa, H. Sasai: Molecular Chirality Asia 2020.

[5] Enantioselective Synthesis of Spirooxindoles via Pictet-Spengler Reaction and Oxidative

Rearrangement , T. Z. Aye, N. Matsuyama, I. Mattan, M. Kondo, S. Takizawa, H. Sasai: Molecular Chirality Asia 2020.

解説、総説

Organocatalytic Synthesis of Highly Functionalized Heterocycles by Enantioselective aza-Morita–Baylis–Hillman-Type Domino Reactions, Chem. Pharm. Bull.，日本薬学会, 68[4]　(2020), 299-315.

Chiral vanadium complex-catalyzed oxidative coupling of arenols, Tetrahedron, Elsevier, 76[47] (2020), 131645-131653.

特許

[1] 「国内特許出願」燃料電池用バインダー, 2020-192397

[2] 「国内特許出願」新規なデヒドロヘテロヘリセン化合物およびその製造方法，特願 2020-189525

[3] 「国内成立特許」燃料電池用正極触媒, 2016-021090

国内学会

有機合成シンポジウム	3 件
有機合成のニュートレンド	1 件
日本化学会第 101 春季年会	5 件
日本薬学会第 141 年会	1 件
近畿化学協会ヘテロ原子部会懇談会	1 件

取得学位

修士（理学） Park Hanseok	Synthesis of Chiral Bihydroxycarbazoles using a Vanadium(V) Catalyst and their Application in Enantioselective Transformations
博士（理学） KHALID　MD IMRUL	Electrochemical Synthesis of Heterohelicenes and Cyclic Dehydrohelicenes
博士（理学） 草場　未来	電解重合を用いる BINOL 修飾ポリチオフェンの合成と応用
博士（理学） 中村　顕斗	芳香族アゾ化合物を利用する光応答型不斉触媒の開発

科学研究費補助金

単位：千円

国際共同研究強化（B） 笹井　宏明	Development of Cooperative Chemo- and Biocatalysts and their Application in the Practical Synthesis of Biologically Active Molecules	5,330
若手研究 近藤　健	キラルなケイ素錯体を用いた環境にやさしい不斉合成手法の開発	1,040

受託研究

笹井　宏明	（国研）科学技術振興機構	外部刺激応答型多機能触媒の開発	5,200

奨学寄附金

笹井　宏明	エリジオンサイエンス株式会社 代表取締役　河原　清章	300
滝澤　忍	公益財団法人第一三共生命科学研究振興財団 理事長　眞鍋　淳	1,000
滝澤　忍	公益財団法人蓬庵社 理事長　武田　禮二	500
滝澤　忍	公益財団法人ノバルティス科学振興財団 代表理事　高田　邦昭	1,000
滝澤　忍	公益財団法人岩谷直治記念財団 理事長　小村武	2,000
近藤　健	公益財団法人関西エネルギー・リサイクル科学研究振興財団 代表理事　稲田　浩二	1,000

近藤　健	公益財団法人光科学技術研究振興財団 理事長　晝馬 明	300

共同研究

平尾　俊一	大八化学工業株式会社　新規機能性材料の開発	0

精密制御化学研究分野

原著論文

[1] Assembly of ruthenium complexes on double strand DNA using mismatch binding ligand, Ni, L.; Yamada, T.; Nakatani, K.: Chem. Commun., 56 (2020) 5227-5230.

[2] The dimeric form of 1,3-diaminoisoquinoline derivative rescued the mis-splicing of Atp2a1 and Clcn1 genes in myotonic dystrophy type 1 mouse model, Matsumoto, J.; Nakamori, M.; Okamoto, T.; Murata, A.; Dohno, C.; Nakatani, K.: Chem. Euro. J., 26 14305-14309.

[3] Chemical Probing of Thymine in the TGG/CGG Triad to Explore the Deamination of 5-Methylcytosine in the CGG Repeat, Yagi, Y.; Yamada, T.; Nakatani, K: Biochemistry, 59 (2020) 2679-2683.

[4] Small molecule targeting r(UGGAA)n disrupts RNA foci and alleviates disease phenotype in Drosophila model, Shibata, T.; Nagano, K.; Ueyama, M.; Ninomiya, K.; Hirose, T.; Nagai, Y.; Ishikawa, K.; Kawai, G.; Nakatani, K.: Nat. Commun., 12 (2021) .

[5] Small molecule-induced dimerization of hairpin RNA interfered with the Dicer cleavage reaction, Murata, A.; Mori, Y.; Di, Y.; Sugai, A.; Das, B.; Takashima, Y.; Nakatani, K: Biochemistry, 60 (4) (2021) 245-249.

[6] Small molecule-induced trinucleotide repeat contractions during in vitro DNA synthesis, Dohno, C.; Hagihara, M.; Binti Mohd Zaifuddin, N.; Nihei, M.; Saito, K.; Nakatani, K.: Chem. Commun., 57 (2021) 3235-3238.

[7] Recognition of expanded GGGGCC hexanucleotide repeat by synthetic ligand through interhelical binding, Lu, Y.; Dohno, C.; Nakatani, K.: Biochem. Biophys. Res. Commun., 531 (2020) 56-61.

国際会議

[1] Photoswitching of RNA structure and function by synthetic RNA binding ligands , ○Chikara Dohno: The 24th SANKEN International Symposium.

特許

[1] 「国内特許出願」ＣＵＧリピート配列の結合剤, 2020-088499

[2] 「国際特許出願」METHODS OF TREATING DISEASES ASSOCIATED WITH REPEAT INSTABILITY, 62020006443.9

国内学会

アライアンス合同ウェブ分科会	1 件
The 43rd Annual Meeting of the Molecular Biology Society of Japan (MBSJ2020)	1 件
日本化学会第 101 春季年会	11 件

取得学位

修士（理学） 陳　清文	Synthesis and evaluation of a NA dimer and specific for NA
博士（理学） 古園　朋子	RNA を標的とした低分子創薬研究の基盤となる RNA-低分子間の相互作用解析〜RNA-低分子間の SAR 探索アプローチ法の開発と検証〜
修士（理学） 桑原　聡己	２−アミノー１，８−ナフチリジン二量体の結合位置異性体の合成と核酸との結合評価
修士（理学）	タンデムにグアニン認識部位を有する新規 DNA/RNA 結合リガンドの合成

小柴　佑輔	In vitro selection of RNA aptamers と評価
修士（理学） 櫻林　修平	リピート配列に結合する低分子の合成と In-cell NMR を用いた核酸ー低分子間の相互作用解析
修士（理学） Ni Lu	Assembly of ruthenium complex on dsDNA and regulation of circular RNA biogenesis via nucleic acid binding small molecule

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（A） 中谷　和彦	リピート配列を特異的に化学修飾するリピート結合分子の創成	15,860
挑戦的研究(萌芽) 中谷　和彦	核酸―低分子複合体形成過程同定への計算科学的挑戦	260
基盤研究（B） 堂野　主税	RNA の高次構造と機能を制御する小分子リガンドを用いる遺伝子発現 RNA スイッチ	3,510
基盤研究（C） 村田　亜沙子	小分子で駆動する－１リボソームフレームシフトとタンパク質の輸送局在制御への応用	1,300
基盤研究（B） 柴田　知範	脊髄小脳変性症 31 型を標的とする低分子の作用機序解明と毒性リピート RNA 機能抑制	4,290
基盤研究（C） 柴田　知範	脊髄小脳失調症 31 型モデル個体に効果を示す RNA リピート結合分子の作用機序解明	0
基盤研究（C） 山田　剛史	異常伸長したリピートヘアピン上で自発的にオリゴマー化する低分子の開発	130

受託研究

中谷　和彦	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構（医学からの分担）	新規 ATG 非依存性 RAN 翻訳を標的としたノンコーディングリピート病の治療法開発	4,680
中谷　和彦	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構（医学からの分担）	核酸標的低分子によるトリプレットリピート病の治療開発	11,700
中谷　和彦	（国研）科学技術振興機構	化合物による非膜性 RNP 構造体の操作技術開発	3,393

共同研究

中谷　和彦	ヤマト科学株式会社	遺伝子プローブ試薬の実用化に向けた検証システムの開発	2,400
中谷　和彦	日東化成株式会社	機能性分子の合成	402
中谷　和彦	日本たばこ産業株式会社	RNA を標的とした創薬基盤技術開発	0
中谷　和彦	株式会社 Veritas In Silico	核酸と低分子の相互作用解析	979
中谷　和彦	三進金属工業株式会社	安全な理想的化学系研究室環境設備に係る研究及び機器開発	1,200
中谷　和彦	田辺三菱製薬株式会社	リピート病原因配列結合低分子の qPCR スクリーニング開発・実証	2,400
中谷　和彦	一般社団法人新薬・未承認薬等研究開発支援センター 千葉工業大学	RNA を標的とした低分子創薬の基礎検討	6,500

複合分子化学研究分野

原著論文

[1] Metalloprotein-Catalyzed Click Reaction for In Situ Generation of a Potent Inhibitor, Y. Miyake, Y. Itoh, Y. Suzuma, H. Kodama, T. Kurohara, Y. Yamashita, R. Narozny, Y. Hanatani, S. Uchida and T. Suzuki: ACS Catal., 10 (2020) 5383-5392.

[2] Selective lysine specific demethylase 1 inhibitor, NCL1, could cause testicular toxicity via the regulation of apoptosis, S. Nozaki, T. Naiki, A. Naiki-Ito, S. Iwatsuki, T. Takeda, T. Etani, T. Nagai, K. Iida, T. Suzuki, S. Takahashi, T. Yasui and Yukihiro Umemoto.: Andrology, 8 (2020) 1895-1906.

[3] Cross-Species Chromatin Interactomes Drive Heterochromatin, Enhancer, and Transcriptional Rewiring in Epstein-Barr Virus Positive Gastric Adenocarcinoma, A. Okabe, K. K. Huang, K. Matsusaka, M. Fukuyo, M. Xing, X. Ong, T. Hoshii, G. Usui, M. Seki, Y. Mano, B. Rahmutulla, T. Kanda, T. Suzuki, S. Y. Rha, T. Ushiku, M. Fukayama, P. Tan and Atsushi Kaneda: Nat. Genet., 52 (2020) 919-930.

[4] Downregulation of the Ca2+-activated K+ channel KCa3.1 in mouse preosteoblast cells treated with vitamin D receptor agonist, H. Kito, H. Morihiro, Y. Sakakibara, K. Endo, J. Kajikuri, T. Suzuki and Susumu Ohya: Am. J. Physiol. Cell Physiol., 319 (2020) C345-C358.

[5] KDM1A inhibition is effective in reducing stemness and treating triple negative breast cancer, M. Zhou, P. P. Venkat, S. Viswanadhapalli, B. Palacios, S. Alejo, Y. Chen, Y. He, U. Pratap, Y. Zou, Z. Lai, T. Suzuki, A. Brenner, R. R. Tekmal, R. K. Vadlamudi and G. R. Sareddy: Breast Cancer Res. Treat., 185 (2020) 343-357.

[6] N+-C-H···O Hydrogen bonds in protein-ligand complexes and their application to drug design, Y. Itoh, T. Kurohara and T. Suzuki: J. Synth. Org. Chem. Jpn., 78 (2020) 1151-1162.

[7] Design, Synthesis, and Biological Evaluation of Lysine Demethylase 5C Degraders, T. Iida, Y. Itoh, Y. Takahashi, Y. Yamashita, T. Kurohara, Y. Miyake, M. Oba and T. Suzuki: ChemMedChem, (2021) .

[8] Catalytic Enantioselective Tishchenko Reaction of meso-Dialdehyde: Catalytic Asymmetric Synthesis of Cedarmycins, Ismiyarto, N. Kishi, Y. Adachi, R. Jiang, T. Doi, D.-Y. Zhou, K. Asano, Y. Obora, T. Suzuki, H. Sasai and Takeyuki Suzuki: RSC Adv., 11 (2021) 11606-11609.

[9] Discovery of gramicidin A analogues with altered activities by multidimensional screening of a one-bead-one-compound library, Y. Takada, H. Itoh, A. Paudel, S. Panthee, H. Hamamoto, K. Sekimizu and M. Inoue: Nat. Commun., 11 (2020) 4935.

[10] Discovery of novel tetrahydrobenzo[b] thiophene-3-carbonitriles as histone deacetylase inhibitors, P. Gediya, V.K. Vyas, V. Carafa, N. Sitwala, L.D. Torre, A. Poziello, T. Kurohara, T. Suzuki, V. Raghuraman, K. Suthindhiran, D. Ghosh, D. Bhatia, L. Altucci, M.D. Ghate.: Bioorg. Chem., (2021) .

国際会議

[1] Identification of Epigenetic Inhibitors by Target-Guided Synthesis (invited), T.Suzuki: Academia Sinica-Osaka University Symposium 2020.

[2] Chemical Control of Epigenetics~Discovery of Histone Lysine Demethylase Inhibitors~ (invited), T.Suzuki: Lecture in Global Frontiers in Life Science A, Kyoto University.

解説、総説

標的タンパク質自身に阻害薬をつくらせる！—短時間で薬の候補を見つける創薬手法, 伊藤幸裕、鈴木孝禎, 化学, 75 (2020), 40-44.

Excellence in Medicinal Chemistry Research from Japan, S. Wang, G. Georg, M. Ishikawa, T. Ohwada, S. Shuto and T. Suzuki, J. Med. Chem., 63 (2020), 8877-8879.

DNA とヒストンのメチル化を標的とした抗がん剤の開発, 鈴木　孝禎, 実験医学, 38 (2020), 2476-2481.

ヒストンメチル化酵素・脱メチル化酵素阻害薬, 鈴木　孝禎, 別冊・医学のあゆみ エピジェネティクスと疾患, (2020), 123-128.

μ-オピオイド受容体選択的蛍光プローブを用いた 1 分子イメージング, 山下泰信, ファルマシア, 56 (2020), 955.

金属イオン活性型 in situ クリック反応による KDM5C 阻害薬の同定, 伊藤幸裕, 日本化学会生体関連部会ニュースレター, 35 (2020), 6-11.

若手研究者からのメッセージ, 伊藤幸裕, 日本化学会倍テクノロジー部会ニュースレター, 24 (2021), 16-21.

Site-selective modification strategies in antibody–drug conjugates, S. J. Walsh, J. D. Bargh, F. M. Dannheim, A. R. Hanby, H. Seki, A. J. Counsell, X. Ou, E. Fowler, Nicola Ashman, Y. Takada, A. Isidro-Llobet, J. S. Parker, J. S. Carroll, D. R. Spring, Chem. Soc. Rev., 50 (2021), 1305-1353.

特許

[1] 「国際特許出願」炎症性腸疾患処置剤、及び、アミド化合物又はその塩, PCT/JP2021/013899

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

鈴木　孝禎	Journal of Medicinal Chemistry (諮問委員)
鈴木　孝禎	Chemical Pharmaceutical Bulletin (編集委員)
鈴木　孝禎	Journal of Medicinal Chemistry (編集委員)

国内学会

第 14 回バイオ関連化学シンポジウム	1 件
第１４回日本エピジェネティクス研究会年会	1 件
反応と合成の進歩 2020 特別企画シンポジウム	2 件

取得学位

修士（理学） Atika Nurani	Regulatory mechanisms of subtelomere-specific chromatin formation

科学研究費補助金

単位：千円

特別研究員奨励費 鈴木　孝禎	エピジェネティック長鎖ノンコーディング RNA を標的とした創薬化学研究(20F20107)	1,300
特別研究員奨励費 鈴木　孝禎	エピジェネティック長鎖ノンコーディング RNA を標的とした創薬化学研究(20F40107)	300
基盤研究（Ｂ） 鈴木　孝禎	酵素反応の遷移状態構造を時間依存的に安定化する阻害薬の創製	0
若手研究 黒原　崇	触媒的に RNA を分解する低分子医薬の開発	1,040
挑戦的研究(萌芽) 伊藤　幸裕	RNA 分解誘導化合物の開発とその薬学的応用	2,340
新学術領域研究(研究領域提案型) 伊藤　幸裕	ユビキチン化タンパク質ならびにその連結様式を解析するためのケミカルプローブ創製	4,030

受託研究

鈴木　孝禎	学校法人慶應義塾 (AMED 再委託)	HDAC アイソザイム選択的阻害を基盤としたクローン病治療薬の開発	11,739
鈴木　孝禎	国立大学法人 千葉大学	胃癌発生に重要なエピゲノム	1,586

	（AEMD 再委託）	異常を標的とする配列選択的小分子の開発	
鈴木　孝禎	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構創薬基盤推進研究事業	結合解離速度論に基づいた低分子医薬品候補化合物の創出	13,000

奨学寄附金

鈴木　孝禎	鈴木　孝禎	3,000
伊藤　幸裕	公益財団法人武田科学振興財団 理事長　飯澤　祐史	2,000
伊藤　幸裕	公益財団法人　持田記念医学薬学振興財団 理事長　持田直幸	3,000

共同研究

鈴木　孝禎	富士フイルム株式会社 慶応義塾大学	HDAC アイソザイム選択的阻害を基盤としたクローン病治療薬の開発	1,000

生体分子反応科学研究分野

原著論文

[1] バイオミミック技術によるウイルスの感染機構を搭載した DDS ナノキャリアの開発, 曽宮正晴、黒田俊一: 薬学雑誌, 140 (2) (2020) 142-152.

[2] AI を活用したヒト嗅覚受容体応答の網羅的解析, 佐藤　翔、山﨑　智子、立松　健司、黒田俊一: 生産と技術, 72 (2) (2020) 78-80.

[3] V-ATPase a3 isoform mutations identified in osteopetrosis patients abolish its expression and disrupt osteoclast function., Naomi Matsumoto, Reina Matsukawa, Shohei Takahashi, Koshi Kudo, Ge-Hong Sun-Wada, Yoh Wada, Mayumi Nakanishi-Matsui　: Exp Cell Res., 389 (2) (2020) 11901.

[4] Novel method for L-methionine determination using L-methionine decarboxylase and application of the enzyme for l-homocysteine determination., Atsushi Okawa, Masaya Hayashi, Junko Inagaki, Toshihide Okajima, Takashi Tamura, Kenji Inagaki: Biosci Biotechnol Biochem., 84 (5) (2020) 927-935.

[5] Neutron crystallography of copper amine oxidase reveals keto/enolate interconversion of the quinone cofactor and unusual proton sharing, Takeshi Murakawa, Kazuo Kurihara, Mitsuo Shoji, Chie Shibazaki, Tomoko Sunami, Taro Tamada, Naomine Yano, Taro Yamada, Katsuhiro Kusaka, Mamoru Suzuki, Yasuteru Shigeta, Ryota Kuroki, Hideyuki Hayashi, Takato Yano, Katsuyuki Tanizawa, Motoyasu Adachi, Toshihide Okajima,: Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 117 (20) (2020) 10818-10824.

[6] Development of a universal method for the measurement of binding affinities of antibody drugs towards a living cell based on the AFM force spectroscopy, Hyonchol Kim, Masamichi Hoshi, Masumi Iijima, Shun'ichi Kuroda, Chikashi Nakamura: Analytical Methods., 12 (22) (2020) 2292-2927.

[7] Rab7-Mediated Endocytosis Establishes Patterning of Wnt Activity through Inactivation of Dkk Antagonism., Nobuyuki Kawamura, Katsuyoshi Takaoka, Hiroshi Hamada, Anna-Katerina Hadjantonakis, Ge-Hong Sun-Wada, Yoh Wada: Cell Reports, 31 (10) (2020) 107733.

[8] A small nuclear acidic protein (MTI-II, Zn2+ binding protein, parathymosin) attenuates TNF-? inhibition of BMP-induced osteogenesis by enhancing accessibility of the Smad4-NF-kB p65 complex to Smad binding element., Shizu Hirata-Tsuchiya, Shigeki Suzuki, Kazuki Okamoto, Noriko Saito, Hang Yuan, Satoru Yamada, Eijiro Jimi, Hideki Shiba, Chiaki Kitamura: Mol Cell Biochem., 469 (1-2) (2020) 133-142.

[9] Mechanism of affinity-enhanced protein adsorption on bio-nanocapsules studied by viscoelasticity measurement with wireless QCM biosensor, Kentaro Noi, Masumi Iijima, Shun’ichi Kuroda, Fumihito Kato, Hirotsugu Ogi: JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, 59 (2020) SKKB03.

[10] An immuno-dot blot assay for screening histidine kinase inhibitors, Emiko Kinoshita-Kikuta, Shino Maruta, Yoko Eguchi, Masayuki Igarashi, Toshihide Okajima, Ryutaro Utsumi, Eiji Kinoshita, Tohru Koike: Anal Biochem., 600 (2020) 113765.

[11] In crystallo thermodynamic analysis of the catalytic reaction in bacterial copper amine oxidase, Takeshi Murakawa, Seiki Baba, Toshihide Okajima: SPring-8/SACLA Research Frontiers 2019, (2020) 20-21.

[12] 嗅覚受容体群の単離法およびヒト嗅覚受容体発現細胞アレイ, 立松健司、黒田俊一: 匂いのセンシング技術, (2020) 187-194.

[13] A novel hybrid drug delivery system for treatment of aortic aneurysms, Koichi Yoshimura, Hiroki Aoki, Chie Teruyama, Masmi Iijima, Hiromori Tsutsumi, Shun'ichi Kuroda, Kimikazu Hamano: International Journal of Molecular Sciences, 21 (15) (2020) 5538.

[14] Enhanced sugar chain detection by oriented immobilization of Fc-fused lectins, Masumi Iijima, Yuki Yamada, Tsutomu Nakayama, Shun'ichi Kuroda: Biosci Biotechnol Biochem, 84 (9) (2020) 1775-1779.

[15] Influence of nivolumab for intercellular adhesion force between a T cell and a cancer cell evaluated by AFM force spectroscopy, Hyonchol Kim, Kenta Ishibashi, Masumi Iijima, Shun'ichi Kuroda and Chikashi Nakamura: Sensors　(Basel)., 20 (19) (2020) 5723.

[16] ヒト嗅覚受容体センサーによる嗅覚情報のデジタルデータ化 －新しい匂い・香りビジネスの創出　特集　“感性”探究の最前線ー第２部：“感性”を科学する・活かすー, 久保賢治、黒田俊一: 季刊　中国創研, 24-5 (93) (2020) 25-34.

[17] Unique protonation states of aspartate and topaquinone in the active site of copper amine oxidase, Mitsuo Shoji, Takeshi Murakawa, Mauro Boero, Yasuteru Shigeta, Hideyuki Hayashi, Toshihide Okajima: RSC Advances, 10 (63) (2020) 38631-68639.

[18] バイオ医薬に利用されるキャリア開発：B 型肝炎ウイルスの初期感染機構に基づくバ イオナノカプセル, 曽宮正晴、黒田俊一: DDS 学会誌, 35 (1) (2020) 57-63.

[19] Functional complementation of V-ATPase a subunit isoforms in osteoclasts, Naomi Matsumoto, Mizuki Sekiya, Yasuyuki Fujimoto, Satoshi Haga, Ge-Hong Sun-Wada, Yoh Wada, Mayumi Nakanishi-Matsui: J Biochem, 118 (2020) .

[20] Digital Pathology Platform for Respiratory Tract Infection Diagnosis via Multiplex Single-Particle Detections, Akihide Arima,　Makusu Tsutsui,　Takeshi Yoshida, Kenji Tatematsu,　Tomoko Yamazaki, Kazumichi Yokota, Shun'ichi Kuroda,Takashi Washio,Yoshinobu Baba, Tomoji Kawai: Sensors (BaACS sensors.sel)., 5 (11) (2020) 3398-3403.

[21] Enhancing antibody-dependent cellular phagocytosis by Re-education of tumor-associated macrophages with resiquimod-encapsulated liposomes, Li Hao, Somiya Masaharu, Kuroda Shunichi: Biomaterials, 13 (2020) 268.

[22] Enhancing Antibody-dependent Cellular Phagocytosis by Re-education of Tumor-associated Macrophages with Resiquimod-encapsulated Liposomes, H. Li, M. Somiya, S. Kuroda: Biomaterials, 268 (2021) 120601.

[23] A regulatory role of scavenger receptor class B type 1 in endocytosis and lipid droplet formation induced by liposomes containing phosphatidylethanolamine in HEK293T cells, K. Fujita, N. Koide, M. Somiya, S. Kuroda, and S. Hinuma: , 1868 (2021) 118859.

[24] Functional and structural characterization of a flavoprotein monooxygenase essential for biogenesis of tryptophylquinone cofactor, Toshinori Oozeki, Tadashi Nakai, Kazuki Kozakai, Kazuki Okamoto, Shun'ichi Kuroda, Kazuo Kobayashi, Katsuyuki Tanizawa and Toshihide Okajima: Nature Communications, 12 (1) (2021) 933.

[25] Real-time luminescence assay for cytoplasmic cargo delivery of extracellular vesicles, Masaharu Somiya, Shun'ichi Kuroda: Analytical Chemistry, 93 (13) (2021) 5612-5620.

[26] Id2 represses aldosterone-stimulated cardiac T-type calcium channels expression., Jumpei Ito, Tomomi Minemura, Sébastien Wälchli, Yoshitaka Fujihara, Tomoaki Niimi, Shun'ichi Kuroda, Koichi Takimoto, Andres Daniel Maturana *: International Journal of Molecular Sciences, 22 (7) (2021) 3561.

[27] Cytoplasmic delivery of small interfering RNA by photoresponsive non-cationic liposomes, M. Somiya*, K. Sakaeda*, Y. Ishii, and S. Kuroda: Journal of Drug Delivery Science and Technology, 63 (2021) 102488.

[28] Construction of a Macrophage-Targeting Bio-nanocapsule-Based Nanocarrier, Hao Li, Masaharu Somiya, Kenji Tatematsu, and Shun'ichi Kuroda: Methods in Molecular Biology, 2059 (2020) 299-313.

国際会議

[1] Improvement of ADCP response by re-education of tumor-associated macrophages with Resiquimod-encapsulated liposomes, Hao Li, Masaharu Somiya, Shun'ichi Kuroda: AACR Annual Meeting 2020.

[2] Development of extracellular vesicle-based drug delivery systems by cellular engineering , Masaharu Somiya, Shun'ichi Kuroda: JAACT2020.

解説、総説

Virus-mimicking nanocarriers for the intracellular delivery of therapeutic biomolecules, M. Somiya and S. Kuroda, Nanomedicine, Future Medicine, 15 (2020), 1163.

嗅覚受容体群の単離法およびヒト嗅覚受容体発現細胞アレイ，立松健司、黒田俊一：匂いのセンシング技術，（2020）187−194.

L-メチオニン脱炭酸酵素を用いた新規 L-メチオニン定量法の開発と L-ホモシステイン定量への応用, 大川 敦司, 林 将也, 稲垣 純子, 岡島 俊英, 田村 隆, 稲垣 賢二, ビタミン, ビタミン学会, 94 (2020), 549-552.

著書

[1] 実験法II.発展編　6 牛乳からの回収 (落谷孝広、吉岡祐亮)“実験医学別冊　最強のステップUP シリーズ　決定版エクソソーム実験ガイド”, 曽宮　正晴, 洋土社, - (108) 2020.

特許

[1] 「国内成立特許」ペプチド、ポリヌクレオチド、ベクター、形質転換体、ＮＦκＢ阻害剤、及びＮＦκＢ亢進性疾患の治療剤, 2016-564896

国内学会

第 43 回日本分子生物学会年会	2 件
第 20 回日本蛋白質科学会年会	1 件
日本農芸化学会 2021 年度大会	5 件
第 7 回日本細胞外小胞学会学会	1 件
第 93 回日本生化学会大会	1 件
令和 3 年電気学会全国大会	1 件
ビタミン B 研究委員会 第 460 回研究協議会	1 件

第 7 回日本細胞外小胞学会 JSEV 学術集会	1 件
第 34 回分子シミュレーション討論会	1 件
量子生命科学会第 2 回大会	1 件
錯体化学会第 7 0 回討論会	1 件
2020 年度 iBIX-JAXA-KEK 物構研-QST 合同タンパク質研究会	1 件
ACT japan フォーラム　アカデミア臨床開発 Update ～永遠の戦い ― 感染症～	1 件

取得学位

博士（理学）	Biochemical and structural studies on the multistep posttranslational modification
大関　俊範	system for a quinone cofactor-containing enzyme subunit
博士（理学）	Nanoparticles Targeting Macrophages for Enhancement of Macrophage
李　昊	Phagocytosis in Cancer Immunotherapy
修士(理学)	Autophosphorylated structure of a bacterial sensor histidine kinase and inhibitory
孫　定国	effects of low-molecular-weight compounds
修士（理学）	Mechanism of intermediate formation in cofactor biogenesis of mutant copper
酒井　克輝	amine oxidase
修士（学術）	An alternative function of HBV pre-S1-derived myristoylated peptide (Myr47):
七原　匡哉	NTCP-independent inhibition of cellular uptake of lipid nanoparticles
修士（工学）	Construction of toxicant detecting electrochemical sensor using multidrug
石井　裕太	transporter EmrE
修士（工学）	Binding of liposomes composed of phosphatidylcholine to scavenger receptor class
小出　成実	B type 1 and its modulation by phosphatidic acid in HEK293T cells

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（Ｓ）	黒田　俊一	広範囲な生体内部位にウイルス並に感染する汎用型ネオ・バイオナノカプセルの創製	36,790
挑戦的研究（開拓）	黒田　俊一	全ての匂い分子の定量化を目指したヒト嗅覚受容体発現細胞アレイの開発	3,900
基盤研究（Ｃ）	岡島　俊英	プロトン構造とゆらぎの解析による銅アミン酸化酵素補酵素生合成機構の解明	1,170
新学術領域研究	和田　洋	小腸上皮におけるミクロオートファジーの分子機構	2,470
基盤研究（Ｃ）	和田　洋	エンドソームーリソソーム間のミクロオートファジーを支える分子機構	1,430
若手研究	曽宮　正晴	脂質認識 GPCR を介した細胞外小胞による情報伝達機構の解明	2,600
若手研究	曽宮　正晴	エクソソーム内へのメッセンジャーRNA ソーティング技術の開発と DDS への応用	0

受託研究

黒田　俊一	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構（医学からの分担）	Ｂ型肝炎ウィルス感染受容体の分離・同定と感染系の樹立及び感染系による病態機構の解析と新規抗ＨＢＶ剤の開発	5,900
黒田　俊一	国立大学法人 琉球大学（AMED 再委託）	HTLV-1 母子感染予防法の開発を目指した遺伝子組替え型ヒト免疫ｸﾞﾛﾌﾞﾘﾝ医薬開発と霊長類ﾓﾃﾞﾙを用いた評価	1,950
黒田　俊一	（国研）科学技術振興機構	ヒト嗅覚受容体センサーを応用したＡＩ調香師の創生	39,169

岡島　俊英	未来医療開発部　未来医療センター AMED 橋渡し研究戦略的推進プログラム 大阪大学拠点 TR 事務局/シーズ開発支援事務局	多剤耐性細菌に有効な情報伝達阻害型薬剤の開発	2,200

奨学寄附金

岡島　俊英	岡本　一起	79
岡島　俊英	岡本　一起	156
岡島　俊英	岡島　俊英	2,000
岡本　一起	ビタミン B 研究委員会 委員長　柴田　克己	105

共同研究

黒田　俊一	マルホ株式会社	NFκB 阻害ペプチド並びに低分子化合物の創製	0
黒田　俊一	マルホ株式会社	NFκB 阻害ペプチド並びに低分子化合物の創製	0
黒田　俊一	曽田香料株式会社 株式会社香味醗酵	複合臭中に対するヒト嗅覚受容体の応答に関する研究	2,839
黒田　俊一	Meiji Seika ファルマ株式会社	CHO 細胞を宿主とした、モノクローナル抗体の高生産細胞クローン探索効率向上	2,610
黒田　俊一	株式会社プロテクティア	非膜ウイルスに対するカテキン誘導体の作用メカニズム解析	0
黒田　俊一	株式会社ビズジーン	酵母遺伝子の解析と発酵に関する研究	1,700
黒田　俊一	地方独立行政法人大阪産業技術研究所	ヒト嗅覚受容情報と機器分析情報との連携可能性の検討	0
立松　健司	ダイキン工業株式会社	ヒト嗅覚受容体発現細胞アレイを使ったニオイ質定量化技術の開発	9,000
立松　健司	株式会社香味醗酵	嗅覚受容体を用いた匂いセンサーのハード部分の改良	1,879
立松　健司	サラヤ株式会社	天然原料由来のコラーゲンの抽出製造および性質調査	500

その他の競争的研究資金

黒田　俊一	曽田香料株式会社	複合臭に対するヒト嗅覚受容体の応答に関する相談	550

生体分子制御科学研究分野

原著論文

[1] Palmitoylated CKAP4 regulates mitochondrial functions through an interaction with VDAC2 at ER-mitochondria contact sites., Harada, T., Sada, R., Osugi, Y., Matsumoto, S., Matsuda, T., Hayashi-Nishino, M., Nagai, T., Harada A., and Kikuchi, A.: J. Cell Sci., 133 (21) (2020) jcs249045.

[2] Identification of genetic variants via bacterial respiration gas analysis, Naoki Koga, Takuro Hosomi, Martijn Zwama, Chaiyanut Jirayupat, Takeshi Yanagida, Kunihiko Nishino*, Seiji Yamasaki*: Frontiers in Microbiology, 11 (2020) 581571.

国際会議

[1] Function and Regulation of Bacterial Multidrug Efflux Pumps , K. Nishino: Metals in Biology and Medicine: From Molecular Image to Drug Resistance.

解説、総説

Functions and inhibitory mechanisms of multidrug efflux pumps, Kunihiko Nishino, Seiji Yamasaki, Ryosuke Nakashima, Handbook of Membrane Protein Engineering, NTS, 1[2]　(2020), 83-92.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

西野　邦彦	Metals in Biology and Medicine (プログラム諮問委員)
西野　邦彦	Frontiers in Micirobiology (Antimicrobials, Resistance and Chemotherapy) (編集次長)
西野　邦彦	Frontiers in Micirobiology (Infectious Diseases) (編集次長)
西野　邦彦	Frontiers in Micirobiology (Molecular Bacterial Pathogenesis) (招へい編集次長)
西野　邦彦	Scientific Reports (論文審査員)
西野　邦彦	PLoS One (論文審査員)
西野　邦彦	Frontiers in Micirobiology (Antimicrobials, Resistance and Chemotherapy) (論文審査員)
西野　邦彦	Frontiers in Micirobiology (Microbial Physiology and Metabolism) (論文審査員)
西野　邦彦	Journal of Antimicrobial Chemotherapy (論文審査員)

国内学会

大阪大学　産業科学研究所 第 76 回学術講演会	2 件
イノベーションジャパン 2020（JST フェアー)	2 件
第 9 回 大阪大学 COI シンポジウム	2 件
日本モノづくりワールド 2021 ヘルスケア・医療機器開発展	2 件
第 3 回 COI 学術交流会	2 件
日本細菌学会総会	2 件
日本薬学会年会	1 件

取得学位

学士（薬科学)	内田　和志	薬剤耐性菌の形態に関する研究
学士（薬科学)	井川　創太	新規抗菌薬耐性機構に関する研究
学士（薬科学)	中村　透唯	スフィンゴシン 1 リン酸輸送体に関する研究

科学研究費補助金

単位：千円

挑戦的研究萌芽	西野　邦彦	異種細菌間の競合・ 協調と宿主環境適応機構の解明	2,080
基盤研究（C）	西　毅	リゾリン脂質輸送体の分子機構の解明	910
若手研究	ZWAMA MARTIJN	Characterization of unstudied RND-type multidrug efflux pumps from pathogenic microorganisms	1,690
新学術領域研究	西野　美都子	上皮細胞の極性輸送における細胞小器官内選別輸送ゾーンの有無とその意義	7,150

受託研究

西野　邦彦	（国研）科学技術振興機構	腸内フローラと健やかな脳の育成	18,330
西野　邦彦	（国研）科学技術振興機構	各種病原体の管理、解析	2,210
西　毅	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 AMED-CREST　革新	S1P 輸送体による細胞遊走制御機構の解明と輸送体を標的とした新しい創薬基盤技術の創	51,350

	的先端研究開発支援事業	出	
西野　邦彦	（国研）科学技術振興機構 CREST	感染症を在宅で簡易診断する技術基盤の開発	2,210

奨学寄附金

西野　邦彦	公益財団法人　武田科学振興財団 理事長　飯澤　祐史		10,000

共同研究

西野　邦彦	株式会社フコク	顕微鏡判定による迅速感受性測定法に用いるデバイス（DSTM）の開発	439
西野　邦彦	株式会社フコク	顕微鏡判定による迅速感受性測定法に用いるデバイス（DSTM）の開発	2
西野　邦彦	富士フイルム株式会社	多剤排出ポンプ阻害剤に関する探索研究	6,000
西野　邦彦	株式会社ファイン	食品中に含まれる多剤耐性菌発育阻止物質の探索	1,100
西野　邦彦	姫路獨協大学薬学部	感染性微生物の薬剤耐性伝達プラスミドの同定	100
西野　邦彦	明治薬科大学感染制御学研究室	多剤耐性緑膿菌の多剤排出系阻害剤の作用機序の分子機構の解析	310
西野　邦彦	香港大学生物科学学院	細菌異物排出トランスポーターの制御機構と生理機能解明	330
西野　邦彦	日本薬科大学薬学部	生薬エキスおよび生薬由来化合物をリソースとした薬剤排出ポンプ阻害剤の探索研究	100
西野　邦彦	岡山大学工学部	ゴルジ体のリボン構造形成におけるゴルジンタンパク質の機能解析	90
西野　邦彦	香港大学生物科学学院	連携研究	250
西野　邦彦	アライアンスコア LAB	バクテリア性状共同研究	2,600
西野　邦彦	香港大学生物科学学院	Delineating the general efflux protein TolC mediated hyper-biofilm formation in uropathogenic E. coli and their exploitations in the dual control of biofilm and antibiotic resistance	20,923

その他の競争的研究資金

西野　邦彦	文部科学省	世界トップレベル大学との国際共同研究を核とした研究教育環境のグローバル化推進	500
西野　邦彦	文部科学省	「データビリティ」による研究力強化及び学際研究の推進	2,000
西野　邦彦	AIRC-ISIR	AIRC-ISIR Grant 2020	1,000

生体分子機能科学研究分野

原著論文

[1] Bioluminescent Ratiometric Indicator for Analysis of Water Hardness in Household Water, MN. Hossain, R. Ishida, M. Hattori, T. Matsuda, T. Nagai.: Sensors, 20 (11) (2020) 3164.

[2] Exophilin-5 regulates allergic airway inflammation by controlling IL-33-mediated Th2 responses, K. Okunishi, H. Wang, M. Suzukawa, R. Ishizaki, E. Kobayashi, M. Kihara, T. Abe, J. Miyazaki, M. Horie, A. Saito, H. Saito, S. Nakae, T. Izumi.: J Clin Invest., 130 (7) (2020) 3919-3935.

[3] LC3 lipidation is essential for TFEB activation during the lysosomal damage response to kidney injury, S. Nakamura, S. Shigeyama, S. Minami, T. Shima, S. Akayama, T. Matsuda, A. Esposito, G. Napolitano, A. Kuma, T. Namba-Hamano, J. Nakamura, K. Yamamoto, M. Sasai, A. Tokumura, M. Miyamoto, Y. Oe, T. Fujita, S. Terawaki, A. Takahashi, M. Hamasaki, M. Yamamoto, Y. Okada, M. Komatsu, T. Nagai, Y. Takabatake, H. Xu, Y. Isaka, A. Ballabio, T. Yoshimori.: Nature Cell Biology, 22 (10) (2020) 1252–1263.

[4] Palmitoylated CKAP4 regulates mitochondrial functions through an interaction with VDAC2 at ER–mitochondria contact sites, T. Harada, R. Sada, Y. Osugi, S. Matsumoto, T. Matsuda, M. Hayashi-Nishino, T. Nagai, A. Harada, A. Kikuchi.: Journal of Cell Science, 133 (21) (2020) 249045.

[5] Smartphone-Based Portable Bioluminescence Imaging System Enabling Observation at Various Scales from Whole Mouse Body to Organelle, M. Hattori, S. Shirane, T. Matsuda, K. Nagayama, T. Nagai.: Sensors, 20 (24) (2020) 7166.

[6] Hyperspectral two-photon excitation microscopy using visible wavelength, T. Kubo, K. Temma, NI. Smith, K. Lu, T. Matsuda, T. Nagai, K. Fujita.: Optics Letters, 46 (1) (2020) 37-40.

[7] Ratiometric Bioluminescent Indicator for Simple and Rapid Diagnosis of Bilirubin, Y. Itoh, M. Hattori, T. Wazawa, Y. Arai, T. Nagai.: ACS Sensors, 6 (3) (2021) 889-895.

[8] Establishment of a long-term stable β-cell line and its application to analyze the effect of Gcg expression on insulin secretion, S. Miyazaki, F. Tashiro, T. Tsuchiya, K. Sasaki, J. Miyazaki: Scientific reports, 11 (1) (2021) 477.

国際会議

[1] How to come up with ideas on breakthrough research. (invited), T. Nagai: ForTi_World Class Scientists 2020.

[2] Photoswitchable fluorescent protein with multiple equilibria states enables super-resolution imaging of intracellular dynamics (poster), R. Noma, T. Wazawa, S. Uto, K. Sugiura, T. Nagai.: The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[3] Enhanced brightness of bacterial luciferase by bioluminescence resonance energy transfer (poster), T. Kaku, M. Iwano, T. Entani, K. Osabe, T. Nagai.: The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[4] Trans-scale bioimaging for singularity biology (invited), T. Nagai: A3 Foresight & 5 Star Alliance Joint Workshop on Organic/Inorganic Hybrid Nano Materials and Bio Imaging.

[5] A trans-scale-scope for exploring rare cellular activity in more than one million cells (invited), T. Nagai: The 11th BRI International Symposium, From single cell to systems neuroscience.

解説、総説

Highly Biocompatible Super-resolution Imaging: SPoD-OnSPAN, T. Wazawa , Y. Arai, Y. Kawahara, H.

Takauchi, T. Washio, T. Nagai., Single Molecule Microscopy in Neurobiology, Springer US, 154 (2020), 229-244.

Detection of singularity in immunity and cancer by novel imaging techniques, T. Nagai, S. Chikuma, K. Hanaoka, Biophysics and Physicobiology, The Biophysical Society of Japan, 17 (2020), 98-99.

多色の光増感蛍光タンパク質を用いた複数機能の個別破壊, 松田知己、永井健治, アグリバイオ, 北陸館, 4 (2020), 61-65.

バイオセンサ, 服部満、松田知己、永井健治, 炎症と免疫　, 先端医学社, 28 (2020), 71-74.

蛍光タンパク質温度プローブとその活用, 坂本丞、永井健治、　亀井保博, 細胞, ニューサイエンス社, 52 (2020), 41-45.

著書

[1] 光るタンパク質が拓く未来社会 (遠藤　乾、鈴木　一人)“HOPS 文理融合ルネッサンス―先端的政策課題のゆくえ―”, 永井健治, 北海道大学公共政策大学院ブックレット, 2020 (95-107) 2020.

[2] Genetically Encoded Photosensitizer for Destruction of Protein or Cell Function (H. Yawo, H. Kandori, A. Koizumi, R. Kageyama)“Optogenetics”, YD. Riani, T. Matsuda, T. Nagai, Springer, 1293 (265-279) 2021.

特許

[1] 「国内成立特許」蛍光タンパク質, 2018-504611

[2] 「国際成立特許」蛍光蛋白質, 14843850

[3] 「国際成立特許」蛍光タンパク質, 16/083144

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

永井　健治	Biophysics and Physicobiology (Editorial Board)
永井　健治	ACS Sensors (Editorial Advisory Board)

国内学会

日本顕微鏡学会第 76 回学術講演会	2 件
生理研研究会	2 件
第 93 回日本生化学会大会シンポジウム	1 件
日本学術会議公開シンポジウム	1 件
高分子・ハイブリッド材料研究センター 2020PHyM シンポジウム	1 件
第 29 回日本バイオイメージング学会学術集会	1 件
大阪大学産業科学研究所 第 76 回学術講演会	1 件
第 29 回日本バイオイメージング学会学術集会	2 件
日本顕微鏡学会　第 63 回シンポジウム	1 件
第 12 回 光塾	1 件
レーザー学会 学術講演会 第 41 回年次大会	1 件

取得学位

修士（工学） 伊藤　友希乃	生物発光タンパク質を用いた簡便な非抱合型ビリルビン測定法の開発
修士（工学） Kang Chaochen	Development of a bioluminescent gene expression reporter for analysis of immediate-early response genes
修士（薬学） Peng Xue	Genetically-encoded bioluminescent potassium ion indicator capable of ratiometric imaging
修士（工学） RAHASTA Atika	Engineering a plant light harvesting sys tem that enables highly efficient photosynthesis with green light
博士（工学） HOSSAIN Nadim Md.	Study on affinity variants of bioluminescent Ca^{2+}/Mg^{2+} indicators toward wide range of research and inspection

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（A） 永井　健治	細胞熱産生におけるジュール熱仮説の検証	13,611
新学術領域研究（研究領域提案型）総括班 永井　健治	シンギュラリティ生物学	19,773
新学術領域研究（研究領域提案型）計画研究 永井　健治	シンギュラリティ細胞を探索・操作するための細胞機能 3 次元可視化・光操作技術の開発	27,261
新学術領域研究（研究領域提案型）計画研究 松田　知己	脳組織構築過程で移動する神経細胞と取り巻く場の可視化と光操作	14,560
新学術領域研究（研究領域提案型）公募研究 服部　満	生体を対象としたマルチスケール発光指示薬によるリガンド評価システムの構築	2,470
基盤研究（C） 和沢　鉄一	蛍光偏光と蛍光強度揺らぎに基づく高生体適合性超解像イメージング法の開発	2,210
若手研究 福島　俊一	シアノバクテリアにおける多細胞的細胞間コミュニケーションの制御機構の解明	1,300

受託研究

永井　健治	（国研）科学技術振興機構	機能超解像プローブの開発と、超解像細胞生理機能イメージングによる細胞情報熱化学研究および細胞状態診断法開発	37,180
永井　健治	（国研）科学技術振興機構	オールインワン化学発光顕微鏡システムの開発	32,240
永井　健治	（国研）科学技術振興機構	化学発光センサーの開発および汎用的検出法の確立	1,339
松田　知己	（国研）科学技術振興機構	光による LLPS 制御技術の開発	3,250
京　卓志	（国研）科学技術振興機構	細胞間相互作用の可視化と操作のための技術開発	3,250

奨学寄附金

永井　健治	公益財団法人上原記念生命科学財団 理事長　上原　明	5,000
宮崎　純一	富士フイルム和光純薬株式会社 取締役　常務執行役員 試薬化成品事業部長　藤江　啓利	2,000

共同研究

永井　健治	DRVision Technologies LLC	Live-cell fluorescent probes for neurological diseases	0
永井　健治	住友林業株式会社	化学発光タンパク質を利用した遺伝子導入の識別技術の構築	360
永井　健治	オリンパス株式会社	オールインワン化学発光顕微鏡システムの開発	0

新産業創成研究部門

原著論文

[1] Concentrations of Trace Elements in Bottled Water Consumed in Angono, Philippine, Seiji Maruyama, Hisaaki Kato, Takafumi Hirata, Noel R. Juban: Acta Medica Philippina, 54 (5) (2020) 525-530.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

小倉　基次　　9th imec Handai International Symposium (組織委員)

共同研究

加藤　久明	アイカ株式会社	先端電子制御システム構築に関する研究	578
加藤　久明	一般社団法人テラプロジェクト	天然素材の付加価値付けを可能とする新要素技術の開発研究支援システムの構築	6,000

その他の競争的研究資金

井関　隆之	（株）赤松電機製作所	フィルターレスによるオイルミスト補修技術に関する産学連携プロジェクトの可能性検討(学術相談)	500

3 次元ナノ構造科学研究分野（第 2 プロジェクト研究分野）

原著論文

[1] An abrasive-free chemical polishing method assisted by nickel catalyst generated by in situ electrochemical plating, Daisetsu Toh, Pho Van Bui, Ai Isohashi, Satoshi Matsuyama, Kazuto Yamauchi, Yasuhisa Sano: Review of Scientific Instruments, 91 (2020) 045108.

[2] Investigation of Statistical Metal-Insulator Transition Properties of Electronic Domains in Spatially Confined VO_2 Nanostructure, A. N. Hattori, A. I. Osaka, K. Hattori, Y. Naitoh, H. Shima, H. Akinaga, and H. Tanaka: CRYSTALS, 10 (8) (2020) 631.

[3] Friction and Friction Heat of Micronscale Iron, Le Van Sang, Akihiko Yano, Ai Isohashi, Natsuko Sugimura, Hitoshi Washizu: JOURNAL OF TRIBOLOGY-TRANSACTIONS OF THE ASME, 142 (9) (2020) 091702.

[4] Catalytic Hydrogen Doping of $NdNiO_3$ Thin Films under Electric Fields, U. Sidik, A. N. Hattori, R. Rakshit, S. Ramanathan, H. Tanaka: ACS Applied Mater. Interfaces, 12 (2020) 54955-54962.

[5] Atomically Architected Silicon Pyramid Single-Crystalline Structure Supporting Epitaxial Material Growth and Characteristic Magnetism, A. Irmikimov, L. N. Pamasi, A. N. Hattori, T. Higashi, S. Takahashi,E. E. Hashamova, X. Shi, F. Guo, N. Hosoito, A. I. Osaka, H. Tanaka, and K. Hattori: ACS Crystal Growth & Design, 21 (2) (2021) 946-953.

[6] Spatial Analytical Surface Structure Mapping for Three-dimensional Micro-shaped Si by Micro-beam Reflection High-energy Electron Diffraction, S. Nakatsuka, T. Imaizumi, T. Abukawa, A. N. Hattori, H. Tanaka, and K. Hattori: e-Journal of Surface Science and Nanotechnology, 19 (2021) 13-19.

国際会議

[1] Realization of high quality Fe_3O_4 thin film on atomically flat and high crystallinity MgO substrate surface , A. I. Osaka, D. Toh, K. Yamauchi, Y. Sano, H. Tanaka, A. N. Hattori: 18th International

Conference on Precision Engineering.

[2] Prominent Verwey transition in three dimensional Fe_3O_4 nanowire at 10 nm length scale , A. N. Hattori, R. Rakshit, Y. Naitoh, H. Shima, H. Akinaga, H. Tanaka: 2020 Virtual MRS Spring/Fall Meeting & Exhibit.

[3] Metal-insulator transition property for the nano-confined electric domain in the strongly correlated $NdNiO_3$, A. N. Hattori, T. Yamanaka, A. Nanba, H. Tanaka: 2020 Virtual MRS Spring/Fall Meeting & Exhibit.

[4] Investigation of metal-insulator transition properties for the phase-separated electronic domains in strongly correlated oxides , A. N. Hattori: 6th Conference of Bangladesh Crystallographic Association.

解説、総説

原子精度の立体造形技術による強相関金属酸化物の名の相転移特性解明, 服部　梓, Journal of the Society of Japanese Women Scientists, 日本女性科学者の会, 21 (2021), 13-21.

立体表面を活用したものづくりと物性研究 =表面科学とダイバーシティ&インクルージョン=, 服部　梓, 表面と真空, 日本表面真空学会, 64 (2021), 126-133.

著書

[1] 21st Century Surface Science - a Handbook (Phuong Pham、Pratibha Goel、Samir Kumar、Kavita Yadav)“21st Century Surface Science”, 服部　梓、服部　賢, IntechOpen, 2020.

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（B） 服部　梓	10nm 空間制御による強相関金属酸化物ナノ相分離起源解明への実験的アプローチ	3,380
若手研究 大坂　藍	完全結晶表面基板上での Fe_3O_4 極薄膜の巨大相転移特性の創出	2,600

受託研究

服部　梓	研究推進・産学連携部　研究推進課研究 プロジェクト推進係	原子精度立体造形技術を用いた機能増大化した金属酸化物ナノ材料の開発	500

奨学寄附金

服部　梓	公益財団法人東電記念財団 理事長　　田村滋美	10,000
服部　梓	公益財団法人 日本板硝子材料工学助成会 理事長　藤本勝司	1,000
服部　梓	公益財団法人　三菱財団 理事長 小林 健	6,400
服部　梓	公益財団法人　マツダ財団 理事長　小飼　雅道	1,000
服部　梓	一般財団法人　日本産業科学研究所 理事長　宮地　尚	300

フレキシブル 3D 実装協働研究所

原著論文

[1] 3D pyramid-shape Ag plating assisted interface connection growth of sinter micron-sized Ag paste, Chuantong Chen、Yue Gao、Zhi-Quan Liu、Katsuaki Suganuma: Scripta Materialia, 179 (2020) 36-39.

[2] Robust bonding and thermal-stable Ag–Au joint on ENEPIG substrate by micron-scale sinter Ag joining in low temperature pressure-less, Chuantong Chen、Zheng Zhang、Qian Wang、Bowen Zhang、Yue Gao、Tetsuya Sasamura、Yukinori Odad、Ninshu Ma、Katsuaki Suganuma: Journal of Alloys and Compounds, 828 (5) (2020) 154397.

[3] Lifetime Prediction of a SiC Power Module by Micron/Submicron Ag Sinter Joining Based on Fatigue, Creep and Thermal Properties from Room Temperature to High Temperature, Chuantong Chen、

Chanyang Choe、Dongjin Kim、Katsuaki Suganuma: Journal of Electronic Materials, 50 (2020) 687–698.

[4] Reactive wafer bonding with nanoscale Ag/Cu multilayers, Yu-chen Liu、Shih-kang Lin、Hao Zhang、Shijo Nagao、Chuantong Chen、Katsuaki Suganuma: Scripta Materialia, 184 (2020) 1-5.

[5] Low temperature SiC die-attach bonding technology by hillocks generation on Al sheet surface with stress self-generation and self-release, Chuantong Chen、Katsuaki Suganuma: Scientific Reports, 10 (2020) 9042.

[6] Effect of oxygen on microstructural coarsening behaviors and mechanical properties of Ag sinter paste during high-temperature storage from macro to micro, Chuantong Chen、Chanyang Choe、Dongjin Kim、Zheng Zhang、Xu Long、Zheng Zhou、Fengshun Wu、Katsuaki Suganuma: Journal of Alloys and Compounds, 834 (2020) 155173.

[7] Fracture mechanism and strength evaluation of Al5052/CFRP joint produced by coaxial one-side resistance spot welding, Sendong Ren, Yunwu Ma, Shuhei Saeki, Yoshiaki Iwamoto, Chuantong Chen, NinshuMa: Compos Struct, 252 (2020) 112766.

国際会議

[1] Advanced SiC power module packaging technology direct on DBA substrate for high temperature applications: Ag sinter joining and encapsulation resin adhesion , Chuantong Chen, Zheng Zhang, Katsuaki Suganuma: 2020 IEEE 70th Electronic Components and Technology Conference (ECTC).

[2] Thermal evaluation of metalized ceramic substrates for use in next-generation power modules toward international standardization , Naoki Wakasugi, Chuantong Chen, Kiyoshi Hirao, Shijo Nagao, Katsuaki Suganuma: 2020 IEEE 8th Electronics System-Integration Technology Conference (ESTC).

[3] Evaluation of high temperature reliability of SiC die attached structure with sinter micron-size Ag particles paste on Ni-P/Pd/Au plated substrates , Chuantong Chen, Zheng Zhang, Katsuaki Suganuma: 2020 IEEE 8th Electronics System-Integration Technology Conference (ESTC).

[4] Advances in Ag Sinter Joining for WBG Power Device Assembly and High Temperature Reliability , Katsuaki Suganuma, Chuantong Chen, Zheng Zhang, Aishi Suetake, Ming Chun Hsieh, Aya Iwaki: Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (PRiME 2020).

[5] AE Monitoring of Fatigue Damage of Al Ribbon Bonding for Power Electronic Devices During Power Cycling Test , Katsuaki Suganuma, Chanyang Choe, Chuantong Chen: 53rd International Symposium on Microelectronics, (IMAPS 2020.

[6] Reliability Evaluation of Ag Sinter-Joining Die Attach Under a Harsh Thermal Cycling Test , Zheng Zhang, Chuantong Chen, Aiji Suetake, Ming-Chun Hsieh, Aya Iwaki, Katsuaki Suganuma: TMS 2021 150th Annual Meeting & Exhibition.

[7] Advances in low temperature/low pressure Ag sinter joining and its thermal performance , Katsuaki Suganuma, Chuantong Chen, Zheng Zhang, Aiji Suetake, Aya Iwaki, Ming-Chun Hsieh, Naoki Satoh: TMS 2021 150th Annual Meeting & Exhibition.

特許

[1] 「国際特許出願」銅銀合金の合成方法、導通部の形成方法、銅銀合金、および導通部, 202011191614.4

[2] 「国際特許出願」接合構造体の製造方法、及び接合構造体, PCT/JP2020/021086

[3] 「国内成立特許」接合装置, 2018-532853

[4] 「国内成立特許」接合材、接合材の製造方法、接合構造体の作製方法, 2016-024512

[5] 「国内成立特許」接合材、接合材の製造方法および接合構造体の作製方法, 2019-501837

[6] 「国内成立特許」透明導電膜の製造方法, 2015-229572

[7] 「国内成立特許」銀ナノワイヤの製造方法, 2016-052375

[8] 「国内成立特許」半導体装置, 2016-130300

[9] 「国際成立特許」銀粒子の合成方法、銀粒子、導電性ペーストの製造方法、および導電性ペースト, 10-2017-7000581

[10] 「国際成立特許」銅粒子の製造方法、銅粒子及び銅ペースト, 201680013251

[11] 「国際成立特許」基板評価用チップ及び基板評価装置, 108105838

[12] 「国際成立特許」導電性ペースト、電極接続構造、及び、電極接続構造の製造方法, 16/097050

[13] 「国際成立特許」銀粒子製造方法、銀粒子、及び銀ペースト, 15/746902

[14] 「国際成立特許」銅銀合金の合成方法、導通部の形成方法、銅銀合金、および導通部, 10-2020-7005102

科学研究費補助金

単位：千円

若手研究 CHEN CHUANTONG		低温低加圧大面積超耐熱実装技術の開発	780

受託研究

菅沼　克昭	株式会社ロータス・サーマル・ソリューション （JST 再委託）	冷却ユニット構造・設計	2,106
菅沼　克昭	上村工業株式会社	高出力密度パッケージ向け塗布型機能性銅合金材料の研究開発	2,638
菅沼　克昭	株式会社デンソー	高出力密度パッケージ向け塗布型機能性銅合金材料の研究開発	1,650
菅沼　克昭	（NEDO）国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	ＮＥＤＯ先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム／高品質、高信頼性を実現する先進パワーモジュール技術／次世代パワー半導体の高品質・高信頼性実現のための革新的放熱・故障診断技術に関する研究開発 ●産研　菅沼克昭／NEDO先導研究プログラム（研究員等間接経費）	17,755

奨学寄附金

菅沼　克昭	三井金属鉱業株式会社 事業創造本部　AST 事業推進ユニット長 穴井　圭		3,000
菅沼　克昭	株式会社日本触媒 研究センター長　奥　智治		1,000
菅沼　克昭	上村工業株式会社 代表取締役社長　上村　寛也		1,400
CHEN CHUANTONG	一般財団法人田中貴金属記念財団 理事長　岡本　英彌		300

共同研究

菅沼　克昭	株式会社ダイセル	フレキシブル 3D 実装協働研究所	12,000
菅沼　克昭	千住金属工業株式会社	フレキシブル 3D 実装協働研究所	12,000
菅沼　克昭	ヤマト科学株式会社	フレキシブル 3D 実装協働研究所	6,000
菅沼　克昭	Siemens AG 千住金属株式会社 昭和電工株式会社 上村工業株式会社	High melting solder and sinter technologies for power electronics	4,106
菅沼　克昭	スタンレー電気株式会社	金属導電抵抗インク材の合成	0
菅沼　克昭	スタンレー電気株式会社	金属導電抵抗インク材の合成	0
菅沼　克昭	三井金属工業株式会社	ポリエチレングリコールを用いた低温焼結用銅粉ペーストの開発と評価	0
菅沼　克昭	三井金属工業株式会社	ポリエチレングリコールを用いた低温焼結用銅粉ペーストの開発と評価	1,920
菅沼　克昭	朝日インテック株式会社	異種金属接合に関する研究	0
菅沼　克昭	朝日インテック株式会社	異種金属接合に関する研究	1,000
菅沼　克昭	日立金属株式会社	パワエレ実装基板の信頼性評価方法に関する研究	3,000
菅沼　克昭	imec	organic thin-film transistors	0
菅沼　克昭	トッパン・フォームズ株式会社	銀塩インクの接合特性に関する研究	3,000
菅沼　克昭	株式会社ミライズテクノロジーズ （株式会社デンソー）	車載向けパワーモジュールの実装要素技術開発	10,000
菅沼　克昭	ヘレウス株式会社（ドイツ）	Ag non-pressure sintering	0
菅沼　克昭	奥野製薬工業株式会社	Weak-Micro-Via 問題の原因解明と対策	3,000
菅沼　克昭	トヨタ自動車株式会社	Weak-Micro-Via 問題の原因解明と対策	3,000
CHEN CHUANTONG	株式会社ダイセル	低温合金焼結接合要素技術研究	4,000

その他の競争的研究資金

菅沼　克昭	近畿経済産業局	令和２年度地域企業イノベーション支援事業（フレキシブル３次元実装コンソーシアム）	13,613
菅沼　克昭	東レエンジニアリング株式会社	無加圧接合プロセス及びその周辺技術に関する相談	880

ユシロ化学工業ポリマーゲル共同研究部門

原著論文

[1] Palladium-Catalyst Stabilized in Chiral Environment of Monoclonal Antibody in Water, Kobayashi, Y.; Murata, K.; Harada, A.; Yamaguchi H.: Chem. Commun., 56 (10) (2020) 1605-1607.

[2] X-ray crystal structures of α-cyclodextrin-5-hydroxypentanoic acid, β-cyclodextrin-5-hydroxypentanoic acid, β-cyclodextrin-ε-caprolactone, and β-cyclodextrin-ε-caprolactam inclusion complexes, Osaki, M.; Takashima, Y.; Kamitori, S.; Yamaguchi, H.; Harada, A.: J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem., 96 (1-2) (2020) 93-99.

[3] Bulk Copolymerization of Host-Guest Monomers with Liquid-type Acrylamide Monomers for Supramolecular Materials Applications, Okano, N.; Osaki, M.: Ikura, R.; Takashima, Y.; Yamaguchi, H.; Harada, A.: ACS Appl. Polym., 2 (4) (2020) 1553-1560.

[4] Supramolecular self-healing materials from non-covalent cross-linking host-guest interactions, Sinawang, G.; Osaki, M.; Takashima, Y.; Yamaguchi, H.; Harada, A.: Chem. Commun., 56 (32) (2020) 4381-4395.

[5] Redox-responsive supramolecular polymeric networks having double-threaded inclusion complexes, Aramoto, H.; Osaki, M.: Konishi, S.; Ueda, C.; Takashima, Y.; Harada, A.; Yamaguchi, H.: Chem.Sci., 11 (17) (2020) 4322-4331.

[6] Preparation of Hydrophilic Polymeric Materials with Movable Cross-Linkers and their Mechanical Property Polymer, Ikura, R.; Ikemoto, Y.; Osaki, M.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Takashima, Y.: Polymer, 2020 (196) (2020) 122465.

[7] Citric-acid-modified Cellulose-based Tough and Self-healable Composite Formed by Two Kinds of Non-Covalent Bonding., Sinawang, G.; Asoh, T.; Osaki, M.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Uyama, H.; Takashima, Y.: ACS Appl. Polym. Mater. , 2 (6) (2020) 2274-2283.

[8] Self-Healing Thermoplastic Polyurethane Linked via Host-Guest Interactions., Jin, C.; Sinawang, G.; Osaki, M.; Zheng, Y.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Takashima, Y.: Polymers, 12 (6) (2020) 1393.

[9] Composite hydrogels reinforced by cellulose-based supramolecular filler, Sugawara, A.; Asoh, T.; Takashima, Y.; Harada, A.; Uyama, H.: Polym. Degrad. Stab., 2020 (177) (2020) 109157.

[10] Reinforced Polystyrene through Host-guest Interactions Using Cyclodextrin as An Additive., Park, J.; Murayama, S.; Osaki, M.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Matsuba, G.; Takashima, Y.: Eur. Polym. J., 2020 (134) (2020) 109807.

[11] Photoresponsive Polymeric Actuator Cross-Linked by an 8-Armed Polyhedral Oligomeric Silsesquioxane., Osaki, M.; Ito, K.; Ikemoto, Y.; Yamaguchi, H.; Chujo, Y.; Harada, A.; Tanaka, K.; Takashima, Y.: Eur. Polym. J., 2020 (134) (2020) 109806.

[12] Biofunctional Hydrogels Based on Host-Guest Interactions, Sinawang, G.; Osaki, M.; Takashima, Y.; Yamaguchi, H.; Harada, A.: Polym.J., (52) (2020) 839-859.

[13] Supramolecular biocomposite hydrogels formed by cellulose and host-guest polymers assisted by calcium ion complexes, Tsuchiya, H.; Sinawang, G.; Asoh, T -a.; Osaki, M.; Ikemoto, Y.; Higuchi, Y.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Uyama, H.; Takashima, Y.: Biomacromolecules, 21 (9) (2020) 3936-3944.

[14] Mechanical stimulation of single cells by reversible host-guest interactions in 3D microscaffolds, Hippler, H.; Weißenbruch, K.; Richler, K.; Lemma, E.; Nakahata, M.; Richter, B.; Barner-Kowollik, C.; Takashima, Y.; Harada, A.; Blasco, E.; Wegener, M.; Motomu, T.; Martin, B.: Science Advances, 6 (39) (2020) 2648.

[15] Extremely Rapid Self-healable and Recyclable Supramolecular Materials through Planetary Ball Milling and Host-guest Interactions., Park, J.; Murayama, S.; Osaki, M.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Matsuba, G.; Takashima, Y.: Adv.Mater., 32 (39) (2020) 2002008.

[16] Design and mechanical properties of supramolecular polymeric materials based on host-guest interactions: the relation between relaxation time and fracture energy, Konishi, S.; Kashiwagi, Y.; Watanabe, G.; Osaki, M.; Katashima, T.; Urakawa, O.; Inoue, T. ; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Takashima, Y.: Polym. Chem., 11 (42) (2020) 6811-6820.

[17] Supramolecular complex formation of polysulfide polymers and cyclodextrins, Kobayashi, Y.: Yamaguchi, H.; Harada, A.: Chem. Commun., 56 (88) (2020) 13619-13622.

[18] Palladium nanoparticle loaded β-cyclodextrin monolith as flow reactor for concentration enrichment and conversion of pollutants based on molecular recognition, Mizuno, S.; Asoh, T.; Takashima, Y.; Harada, A.; Uyama, H.: Chem. Commun., 56 (92) (2020) 14408-14411.

[19] Preparation and Activity of Ruthenium Catalyst based on β-Cyclodextrin for Ring-Opening Metathesis, Yoshida, D.; Sinawang, G.; Osaki, M.; Yamaguchi, H.; Harada A.; Takashima, Y.: Tetrahedron Lett., (63) (2021) 152712.

国際会議

[1] Cyclodextrin-based Supramolecular Materials , A. Harada: ISIR International Symposium.

特許

[1] 「国内特許出願」電気化学デバイス用結着剤、電極合剤、電極、電気化学デバイス及び二次電池, 2020-114401

[2] 「国内成立特許」電気化学デバイス用結着剤、電極合剤、電極、電気化学デバイス及び二次電池, 2020-036430

共同研究

原田　明	ユシロ化学工業株式会社	ユシロ化学工業 ポリマーゲル共同研究部門	0
原田　明	ユシロ化学工業株式会社	ユシロ化学工業 ポリマーゲル共同研究部門	24,236
原田　明	三井化学株式会社	シクロデキストリン誘導体を活用した新規ポリウレタン材料の研究	0
原田　明	三井化学株式会社	シクロデキストリン誘導体を活用した新規ポリウレタン材料の研究	0
原田　明	LG Japan Lab 株式会社	ナノテクによる高強度ソフトマテリアルに関する研究	0
原田　明	LG Japan Lab 株式会社	ナノテクによる高強度ソフトマテリアルに関する研究	220
原田　明	テルモ株式会社	自己修復ポリマー素材に関する共同研究	0
原田　明	本田技研工業株式会社	超高分子材料を用いた変位吸収材料の研究	720
原田　明	株式会社イノアックコーポレーション	ﾎｽﾄ-ｹﾞｽﾄ反応基及びﾛﾀｷｻﾝをｳﾚﾀﾝに導入する事による高機能化	1,990
原田　明	本田技研工業株式会社	プラトー特性発現させるための超高分子材料研究	4,994

その他の競争的研究資金

原田　明	株式会社サムスン日本研究所	SD Lab	超分子構造のディスプレイ用接着剤に関する適当可能性検討(学術相談)	2,178

ナノ機能材料デバイス研究分野

原著論文

[1] Atomically Architected Silicon Pyramid Single-Crystalline Structure Supporting Epitaxial Material Growth and Characteristic Magnetism, A. Irmikimov, L. N. Pamasi, A.N. Hattori, T. Higashi, S. Takahashi, E. E. Hashamova, X. Shi, F. Guo, N. Hosoito, A. I. Osaka, H. Tanaka, and K. Hattori: ACS Cryst. Growth Des, 21 (2021) 946-953.

[2] Spatial Analytical Surface Structure Mapping for Three-dimensional Micro-shaped Si by Micro-beam Reflection High-energy Electron Diffraction, S. Nakatsuka, T. Imaizumi, T. Abukawa, A. N. Hattori, H. Tanaka, K. Hattori: e-J. Surf. Sci. Nanotechnol., 19 (2021) 13-19.

[3] Catalytic Hydrogen Doping of $NdNiO_3$ Thin Films under Electric Fields, U. Sidik, A. N. Hattori, R. Rakshit, S. Ramanathan, and H. Tanaka: ACS Applied Materials & Interfaces, 12 (49) (2020) 54955–54962.

[4] Investigation of Statistical Metal-Insulator Transition Properties of Electronic Domains in Spatially Confined VO_2 Nanostructure, A. N. Hattori, A. I. Osaka, K. Hattori, Y. Naitoh, H. Shima, H. Akinaga, and H. Tanaka: Crystal, 10 (8) (2020) 631.

[5] Metallic conductivity of the heterointerface between $LaFeO_3$ and $SrTiO_3$, H. Nishikawa, N. Iwata, F. Itanib, T. Kawaguchi, H. Tanaka, N. Iwata: Solid State Commun, 323 (2021) 114105.

[6] Study of impedance and magnetoelectric property of lead-free xLCNZFO+(1-x)BGTDO multiferroic composites, M. K. Das , M.A. Zubair, H. Tanaka, A.K.M. A. Hossain: Materials Chemistry and Physics, 255 (2020) 123575.

[7] An experimental insight of the multiferroic properties of magnetoelectrically coupled xLNCZFO+(1−x)BSTDO composites, M.K. Das, M. A. Zubair, H. Tanaka, A. K. M. A. Hossain: Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 502 (2020) 166449.

[8] An experimental and theoretical insights into the dielectric properties of (Li, Nd) co-doped ZnO ceramics, M. Z. Rahaman, H. Tanaka, , A. K. M. A. Hossain: Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 31 (2020) 20113–20128.

[9] Interplay between the ferrimagnetic and ferroelectric phases on the large magnetoelectric coupling of $xLi_{0.1}Ni_{0.2}Mn_{0.6}Fe_{2.1}O_4$–$(1-x)Bi_{0.8}Dy_{0.2}FeO_3$ composites, A. A. Momin, R. Parvin, M. Shahjahan, M. F. Islam, H. Tanaka, A. K. M. A. Hossain: Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 31 (2019)

511-525.

[10] Spin injection into vanadium dioxide films from a typical ferromagnetic metal, across the metal–insulator transition of the vanadium dioxide films, K. Tamura, T. Kanki, S. Shirai, H. Tanaka, Y. Teki, E. Shikoh: AIP Advances, 11 (2021) 035120.

[11] Anisotropic Temperature-Driven Strain Dynamics in VO_2 Solid-State Microactuators, N. Manca, T. Kanki, F. Endo, E. Ragucci, L. Pellegrino, D. Marré: ACS Applied Electronic Materials, 3 (2021) 211-218.

[12] Planar Nanoactuators Based on VO_2 Phase Transition, N. Manca, T. Kanki, F. Endo, D. Marré, L. Pellegrino: Nano Letters, 20 (2020) 7251-7256.

[13] Electrically detected magnetic resonance of organic Schottky barrier diodes, Y. Masuno, Y. Kitami, K. Fukuda, T. Kanki, H. Tanaka, N. Asakawa: Molecular Crystals and Liquid Crystals, 704 (2020) 17-23.

国際会議

[1] Control of electrical properties on transition metal oxide thin films via protonic-electronic coupling , H. Tanaka: 6th Conference of Bangladesh Crystallographic Association.

[2] Novel Metal Oxide Semiconductor Devices Controlled by Physical and Chemical Routes , H. Tanaka: 2021 ASEAN Joint Workshop.

[3] Kinetics of Electric Field-Driven Proton Diffusion and Corresponding Metal-Insulator Phase Transition on $NdNiO_3$ Thin Film , U. Sidik, A. N. Hattori, and H. Tanaka: 2020 MRS Virtual Spring/Fall Meeting & Exhibit.

[4] Research on Proton-diffusion in single crystal vanadium dioxides , T. Kanki: The 10th CECNet2020.

解説、総説

イオン-電子相関制御による酸化物プロトニクス, 神吉　輝夫, 薄膜・表面物理分科会ニュースレター, 応用物理学会　薄膜・表面物理分科会, 174 (2020), 2-5.

特許

[1] 「国際特許出願」ゆらぎ発振器及び信号検知装置, PCT/JP2020/049135

[2] 「国際特許出願」ゆらぎ発振器及びロボット, PCT/JP2020/047692

[3] 「国際成立特許」ゆらぎ発振器、信号検知装置、及び表示装置, 16839309.800000001

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

神吉　輝夫	Frontiers in Nanotechnology (Reviwer Editor)

国内学会

2020 年 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会	5 件
2021 年第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2 件
第 76 回産研学術講演会	1 件
JSPS151 委員会	1 件

取得学位

修士（工学） 余　博源	2 次元材料六方晶窒化ホウ素上の極薄 VO_2 膜における金属-絶縁体転移挙動
修士（工学） 滝川　潤	六方晶窒化ホウ素-イオン液体複合ゲート VO_2 電界効果トランジスタの作製と評価
修士（工学） 野中　信	$SmNiO_3$ プロレントンレジスターにおけるプロトン拡散挙動のモデル化による抵抗変調制御

科学研究費補助金

単位：千円

新学術領域研究 田中　秀和	ナノ領域水素反応場を有する遷移金酸化物プロトニクスデバイスの形成		2,210
挑戦的研究萌芽 田中　秀和	単結晶酸化バナジウム超薄膜における超高速プロトニクスデバイスの創製		2,600
新学術領域研究 神吉　輝夫	界面電場イオン動的制御による可逆結晶構造相転移とイオン-電子相関機能の開拓研究		2,860
挑戦的研究萌芽 神吉　輝夫	脈波計測を可能にするフレキシブル超高感度マイクロ歪センサの創出		3,900

受託研究

田中　秀和	研究推進・産学連携部研究推進課研究 プロジェクト推進係	ハイブリッド強相関酸化物ナノデバイスの創製とその応用に関する研究	500

奨学寄附金

田中　秀和	公益財団法人日本板硝子材料 工学助成会　理事長　藤本勝司		1,000
神吉　輝夫	公益財団法人村田学術振興財団 理事長　村田　恒夫		2,900

共同研究

田中　秀和	株式会社村田製作所	三次元ナノヘテロ構造形成と磁性応用に関する研究	3,000
田中　秀和	国立研究開発法人物質・材料研究機構 (NIMS)	研究試料貸与契約（六方晶窒化ホウ素結晶）	0

その他の競争的研究資金

田中　秀和	大学共同利用機関法人自然科学研究機構分子科学研究所 （文部科学省の再委託）	分子・物質合成プラットフォーム	30,008

ナノ極限ファブリケーション研究分野

原著論文

[1] Ultrafast electron microscopy: Reinventing femtosecond atomic-scale imaging, Jinfeng Yang: Research OUTREACH, 112 (2020) 26-29.

[2] The conceptual design of 1-ps time resolution neutron detector for fusion reaction history measurement at OMEGA and the National Ignition Facility, Yasunobu Arikawa, Masato Ota, Makoto Nakajima, Tomoki Shimizu, Sadashi Segawa, Thanh Nhat Khoa Phan, Youichi Sakawa, Yuki Abe, Alessio Morace, Seyed Reza Mirfayzi, Akifumi Yogo, hinsuke Fujioka, Mitsuo Nakai, Hiroyuki Shiraga, Hiroshi Azechi, Ryosuke Kodama, Koichi Kan, Johan Frenje, Maria Gatu Johnson, Arijit Bose, Neel V. Kabadi, Graeme D. Sutcliffe, Patrick Adrian, Chikang Li, Fredrick H. Seguin, Richard Petrasso: Review of Scientific Instruments, 91 (2020) 063304.

[3] Concept model of atomic hydrogen dry developing process for photolithographic patterning, Yuki Takemori, Masao Gohdo, Yuta Koda, Hideo Horibe: AIP Advances, (10) (2020) 105223.

[4] Analytical model of the streaking process in a single split-ring resonator for sub-ps electron pulse, Yifang Song, Cheng-Ying Tsai, Kuanjun Fan, Yang Xu, Jinfeng Yang: Nuclear Instrument andMethods in Physics Research, A, 987 (2020) 164861.

[5] Longitudinal and transverse spatial beam profile measurement of relativistic electron bunch by electro-optic sampling, Masato Ota, Koichi Kan, Soichiro Komada, Yasunobu Arikawa, Tomoki Shimizu, Valynn Katrine Mag-usara, Youichi Sakawa, Tatsunosuke Matsui, and Makoto Nakajima: Applied Physics Express, 14 (2) (2021) 026503.

[6] Optimization of a B4C/graphite composite energy degrader and its shielding for a proton therapy facility, Zhiyuan Mei, Kuanjun Fan, Zhikai Liang, Jinfeng Yang, Mingwu Fan: Nuclear Instrument andMethods in Physics Research, A, 995 (2021) 165127.

著書

[1] "Femtosecond pulse radiolysis" in “Femtosecond Imaging” (Jinfeng Yang)“Femtosecond Imaging”, Jinfeng Yang, Koichi Kan, Masao Gohdo, Yoichi Yoshida, IntechOpen, 978-1-83880-051-2 2020.

[2] "Novel imaging and spectroscopy" (Jinfeng Yang)“Novel imaging and spectroscopy”, Jinfeng Yang, IntechOpen, 978-1-83880-051-2 978-1-83880-052-9 978-1-83880-914-0 2020.

特許

[1] 「国内特許出願」生鮮品の鮮度評価装置、及び生鮮品の鮮度評価方法, 2020-142555

国内学会

日本顕微鏡学会第 76 回学術講演会	1 件
第 17 回日本加速器学会年会	3 件
日本原子力学会 2020 年秋の大会	2 件
電子光学設計技術分科会第 7 回研究会	1 件
第 63 回放射線化学討論会	4 件
日本原子力学会 2021 年春の年会	3 件

取得学位

学士（工学）	量子ビーム誘起反応解析へのモンテカルロ計算の応用
岡田 尚道	
修士（工学）	相対論的フェムト秒電子線パルスによる時間分解電子回折に関する研究
玄 一貴	

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（A）	サブフェムト秒パルスラジオリシスによる熱化前・緩和前活性種の研究	15,990
吉田 陽一		
基盤研究（C）	レーザー変調を用いたアト秒電子ビームパルス発生の研究	1,430
菅 晃一		
基盤研究（C）	電子・光 2 段励起フェムト秒パルスラジオリシスによる溶媒和電子の電子励起状態の研究	910
神戸 正雄		

受託研究

川上 茂樹	近畿経済産業局	農産物の輸出に向けた長期品質保持を実現するカテキン・酸素水ナノミスト技術の開発	30,937

共同研究

吉田 陽一	ダイキン工業株式会社	電子線によるフッ素・非フッ素樹脂の改質	0
吉田 陽一	ダイキン工業株式会社	電子線によるフッ素・非フッ素樹脂の改質	0
川上 茂樹	日新技研株式会社	機能水を用いた殺菌技術・抗菌性酸素水などの検証	0
川上 茂樹	株式会社サカタのタネ 日新技研株式会社	高濃度酸素水を用いた植物病原菌の増殖抑制に関する条件検討	0
川上 茂樹	株式会社エバートロン	革新的鮮度維持技術による生鮮品輸出実証プロジェクト	0

川上 茂樹	株式会社ビズジーン、 株式会社プロテクティア	農産物の輸出に向けた長期品質保持を実現するカテキン・酸素水ナノミスト技術の開発	0

ナノ構造・機能評価研究分野

原著論文

[1] One-step synthesis of BaTiO3/CaTiO3 core-shell nanocubes by hydrothermal reaction, Ken-ichi Mimura, Zheng Liu, Hiroki Itasaka, Yung-Chang Lin, Kazu Suenaga & Kazumi Kato: Journal of Asian Ceramic Societies, 9 (1) (2021) 359-365.

[2] Toward Confined Carbyne with Tailored Properties, Lei Shi, Ryosuke Senga, Kazu Suenaga, Hiromichi Kataura, Takeshi Saito, Alejandro Perez Paz,´ Angel Rubio, Paola Ayala, and Thomas Pichler: Nano Lett., 21 (2) (2021) 1096-1101.

[3] Two-dimensional iodine-monofluoride epitaxy on WSe2, Yung-Chang Lin, Sungwoo Lee, Yueh-Chiang Yang, Po-Wen Chiu, Gun-Do Lee & Kazu Suenaga: Npj 2D Materials and Applications, 5 (18) (2021) .

[4] Formation of Highly Doped Nanostripes in 2D Transition Metal Dichalcogenides via a Dislocation Climb Mechanism, Yung-Chang Lin,Jeyakumar Karthikeyan, Yao-Pang Chang, Shisheng Li, Silvan Kretschmer, Hannu-Pekka Komsa, Po-Wen Chiu, Arkady V. Krasheninnikov,and Kazu Suenaga: Adv. Mater, 33 (2021) 2007819.

[5] Embedment of Multiple Transition Metal Impurities into WS2 Monolayer for Bandstructure Modulation, Ming-Deng Siao, Yung-Chang Lin, Tao He, Meng-Yu Tsai, Kuei-Yi Lee, Shou-Yi Chang, Kuang-I Lin, Yen-Fu Lin, Mei-Yin Chou, Kazu Suenaga, and Po-Wen Chi: small, (2021) 202007171.

[6] Atomic Mechanism of Metal Crystal Nucleus Formation in a Single-Walled Carbon Nanotube, K. Cao, J. Biskupek, C. T. Stoppiello, R. L. McSweeney, T. W. Chamberlain, Z. Liu, K. Suenaga, S. T. Skowron, E. Besley, A. N. Khlobystov and U. Kaiser: Nature Chemistry, 12 (2020) 921-928.

[7] Photogating WS_2 Photodetectors Using Embedded WSe_2 Charge Puddles, T.-H. Tsai, Z.-Y. Liang, Y.-C. Lin, C.-C. Wang, K.-I Lin, K. Suenaga and P.-W. Chiu: ACS Nano, 14 (6) (2020) 4559-4566.

[8] Isothermal Growth and Stacking Evolution in Highly Uniform Bernal-Stacked Bilayer Graphene, P. Solís-Fernández, Y. Terao, K. Kawahara, W. Nishiyama, T. Uwanno, Y.-C. Lin, K. Yamamoto, H. Nakashima, K. Nagashio, H. Hibino, K. Suenaga, H. Ago: ACS Nano, 14 (6) (2020) 6834-6844.

[9] Proton and Li-Ion Permeation through Graphene with Eight-Atom-Ring Defects, E. Griffin, L. Mogg, G.-P. Hao, G. Kalon, C. Bacaksiz, G. Lopez-Polin, T.Y. Zhou, V. Guarochico, J. Cai, C. Neumann, A. Winter, M. Mohn, J. H. Lee, J. Lin, U. Kaiser, I. V Grigorieva, K. Suenaga, B. Ozyilmaz, H.-M. Cheng, W. Ren, A. Turchanin, F. M Peeters, A. K Geim, M. Lozada-Hidalgo: ACS Nano, 14 (6) (2020) 7280–7286.

[10] Strong Band Bowing Effects and Distinctive Optoelectronic Properties of 2H and 1T′ Phase-Tunable Mox Re1–x S2 Alloys, Q. Deng, X. Li, H. Si, J. Hong, S. Wang, Q. Feng, C.-X. Hu, S. Wang, H.-L. Zhang, K. Suenaga and H. Xu: Advanced Functional Materials, 30 (2020) 2003264.

[11] Fabricating Dual-Atom Iron Catalysts for Efficient Oxygen Evolution Reaction: A Heteroatom Modulator Approach, Y.-S. Wei, L. Sun, M. Wang, J. Hong, L. Zou, H. Liu, Y. Wang, M. Zhang, Z. Liu, Y. Li, S. Horike, K. Suenaga, Q. Xu: Angewandte Chemie International Edition, 59 (2020) 16013-16022.

[12] Enhanced Performance of in-Plane Transition Metal Dichalcogenides Monolayers by Configuring Local Atomic Structures, Y. Zhou, J. Zhang, E. Song, J. Lin, J. Zhou, K. Suenaga, W. Zhou, Z. Liu, J. Liu,

J. Lou, H. J. Fan: Nature Communications, 11 (2020) 2253.

[13] Scanning Moiré Fringe Method: A Superior Approach to Perceive Defects, Interfaces, and Distortion in 2D Materials, Y.-C. Lin, H. G. Ji, L.-J. Chang, Y.-P. Chang, Z. Liu, G.-D. Lee, P.-W. Chiu, H. Ago and K. Suenaga: ACS Nano, 14 (5) (2020) 6034-6042.

[14] Filling Control of N-Type and P-Type Dopant Molecules in Single-Wall Carbon Nanotubes, Guowei Wang1, Takeshi Tanaka1, Masanori Koshino1, Kazu Suenaga1 and Hiromichi Kataura1: Applied Physics Expres, 13 (6) (2020) 065003.

[15] High-Precision Thickness Control of Ice Layer on CVD Grown Bilayer Graphene for Cryo-TEM, R. Kato, Y. Hatano, N. Kasahata, C. Sato, K. Suenaga, M. Hasegawa: Carbon, 160 (2020) 107-112.

[16] Transition Metal Atom Doped Monolayer MoS_2 in A Proton-Exchange Membrane Electrolyzer, J. Mo, S. Wu, T.H.M. Lau, R. Kato, K. Suenaga, T.-S. Wu, Y.-L. Soo, J.S. Foord, S.C.E. Tsang: Materials Today Advances, 6 (2020) 100020.

[17] Direct Observation and Catalytic Role of Mediator Atom in 2D Materials, G.-D. Lee, A. W. Robertson, S. Lee, Y.-C. Lin, J.-W. Oh, H. Park, Y.-C. Jo, E. Yoon, K. Suenaga, J. H. Warner and C. P. Ewels: Science Advances, 6 (24) (2020) 4942.

[18] STEM Imaging Artifacts with Three-Fold Astigmatism in Monolayer Transition Metal Dichalcogenides, J. Hong, M. Koshino, H. Xu, Q. Feng, and K. Suenaga: Applied Physics Letters, 116 (2020) 243102.

[19] Covalently functionalized layered MoS2 supported Pd nanoparticles as highly active oxygen reduction electrocatalysts, Dimitrios K. Perivoliotis, Yuta Sato, Kazu Suenaga and Nikos Tagmatarchis: Nanoscale, 12 (2020) 18278-18288.

[20] Blue emission at atomically sharp 1D heterojunctions between graphene and h-BN", Gwangwoo Kim, Kyung Yeol Ma, Minsu Park, Minsu Kim, Jonghyuk Jeon, Jinouk Song, José Eduardo Barrios-Vargas, Yuta Sato, Yung-Chang Lin, Kazu Suenaga, Stephan Roche, Seunghyup Yoo, Byeong-Hyeok Sohn, Seokwoo Jeon & Hyeon Suk Shin: NATURE COMMUNICATIONS, 11 (2020) 5359.

[21] Seamlessly Splicing Metallic SnxMo1−xS2 at MoS2 Edge for Enhanced Photoelectrocatalytic Performance in Microreacto, Gonglei Shao, Yizhen Lu, Jinhua Hong, Xiong-Xiong Xue, Jinqiang Huang, Zheyuan Xu, Xiangchao Lu, Yuanyuan Jin, Xiao Liu, Huimin Li, Sheng Hu, Kazu Suenaga, Zheng Han, Ying Jiang, Shisheng Li, Yexin Feng, Anlian Pan, Yung-Chang Lin, Yang Cao, and Song Liu: Adv. Sci., 7 (2020) 2002172.

[22] Twist Angle-Dependent Optical Responses in Controllably Grown WS2 Vertical Homojunctions, Gonglei Shao, Xiong-Xiong Xue, Xiao Liu, Danliang Zhang, Yuanyuan Jin, Yangwu Wu, Bingying You, Yung-Chang Lin, Shisheng Li, Kazu Suenaga, Xiao Wang, Anlian Pan, Huimin Li, Jinhua Hong, Yexin Feng, and Song Liu: Chem. Mater., 32 (22) (2020) 9721-9729.

[23] Tunable Doping of Rhenium and Vanadium into Transition Metal Dichalcogenides for Two-Dimensional Electronics, Shisheng Li,Jinhua Hong, Bo Gao, Yung-Chang Lin, Hong En Lim, Xueyi Lu, Jing Wu, Song Liu, Yoshitaka Tateyama, Yoshiki Sakuma, Kazuhito Tsukagoshi, Kazu Suenaga, and Takaaki Taniguchi: Adv. Sci., (2021) 2004438.

[24] Chemical bonding at room temperature via surface activation to fabricate low-resistance GaAs/Si heterointerfaces, Yutaka Ohno, Jianbo Liang, Naoteru Shigekawa, Hideto Yoshida, Seiji Takeda, Reina Miyagawa, Yasuo Shimizu, Yasuyoshi Nagai: Appl. Surf. Sci., 525 (2020) 146610.

[25] Disk-shaped cobalt nanocrystals as Fischer-Tropsch synthesis catalysts under industrially relevant conditions, Tom W. van Deelen, Justine Harmel, Jelle Nijhuis, Hao Su, Hideto Yoshida, Ramon Oord, Jovana Zečević, Bert M. Weckhuysen, and Krijn P. de Jong: Topics in Catalysis, 63 (2020) 1398-1411.

[26] Facile synthesis of zinc titanate nanotubes via reaction-byproduct etching, Jiangyang Liu, Kazuki Nagashima, Hideto Yoshida, Takuro Hosomi, Tsunaki Takahashi, Guozhu Zhang, Masaki Kanai, Yong He, and Takeshi Yanagida: Chem. Lett., 49 (10) (2020) 1220-1223.

[27] Phosphonic acid modified ZnO nanowire sensors: Directing reaction pathway of volatile carbonyl compounds, Chen Wang, Takuro Hosomi, Kazuki Nagashima, Tsunaki Takahashi, Guozhu Zhang, Masaki Kanai, Hideto Yoshida, and Takeshi Yanagida: ACS Applied Materials＆Interfaces, 12 (39) (2020) 44265-44272.

[28] Impact of oxygen defects on electrochemical processes and charge compensation of Li-rich cathode material Li1.2Mn0.6Ni0.2O2-δ, Takashi Nakamura, Kento Ohta, Yuta Kimura, Kazuki Tsuruta, Yusuke Tamenori, Ryotaro Aso, Hideto Yoshida, and Koji Amezawa: ACS Appl. Energy Mater., 3 (10) (2020) 9703-9713.

[29] Development of highly selective In_2O_3/ZrO_2 catalyst for hydrogenation of CO_2 to methanol: An insight into the catalyst preparation method, Munirah Md Zain, Maedeh Mohammadi, Naoto Kamiuchi, Abdul Rahman Mohamed: Korean J. Chem. Eng. , 37 (2020) 1680-1689.

[30] Twinning in Czochralski-grown 36°-RY $LiTaO_3$ single crystals, Yutaka Ohno ,Yuta Kubouchi,Hideto Yoshida ,Toshio Kochiya,Tomio Kajigaya: Crystals , 10 (11) (2020) 1009.

[31] Fabrication of high-quality GaAs/diamond heterointerface for thermal management applications, Jianbo Liang, Yuji Nakamura, Tianzhuo Zhan, Yutaka Ohno, Yasuo Shimizu, Kazu Katayama, Takanobu Watanabe, Hideto Yoshida, Yasuyoshi Nagai, Hongxing Wang, Makoto Kasu, and Naoteru Shigekawa: Diam. Relat. Mater., 111 (2021) 108207.

[32] Origin of recombination activity of non-coherent Σ3{111} grain boundaries with a positive deviation in the tilt angle in cast-grown silicon ingots, Yutaka Ohno, Takehiro Tamaoka, Hideto Yoshida, Yasuo Shimizu, Kentaro Kutsukake, Yasuyoshi Nagai, and Noritaka Usami: Applied Physics Express, 14 (1) (2020) 011002.

[33] Oxygen defect engineering for the Li-rich cathode material $Li_{1.2}Ni_{0.13}Co_{0.13}Mn_{0.54}O_{2-\delta}$, Takashi Nakamura, Kento Ohta, Xueyan Hou, Yuta Kimura, Kazuki Tsuruta, Yusuke Tamenori, Ryotaro Aso, Hideto Yoshida, and Koji Amezawa: J. Mater. Chem. A, 9 (2020) 3657-3667.

[34] Reversible 3D-2D structural phase transition and giant electronic modulation in nonequilibrium alloy semiconductor, lead-tin-selenide, Takayoshi Katase, Yudai Takahashi, Xinyi He, Terumasa Tadano, Keisuke Ide, Hideto Yoshida, Shiro Kawachi, Jun-ichi Yamaura, Masato Sasase, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Toshio Kamiya: Science Advances, 7 (12) (2021) 2725.

国際会議

[1] Nanoscale Investigation of Local Optical Properties from Low-dimensional Materials using Electron Energy-loss Spectroscopy , Kazu Suenaga: The 7th International Workshop on 2D Materials.

[2] Nanoscale Investigation of Local Optical Properties from Low-dimensional Materials using Electron Energy-loss Spectroscopy , Kazu Suenaga: The 6th International Conference on Electronic Materials and Nanotechnology for Grenn Environment.

[3] Atomic-scale ETEM observation of chemical reactions on the surface of nanomaterials , Hideto Yoshida: Microscopy & Microanalysis 2020 Meeting.

[4] How to fabricate low-resistance heterointerfaces for tandem cells by direct bonding at low temperatures , Y. Ohno, J. Liang, N. Shigekawa, H. Yoshida, R. Miyagawa, Y. Shimizu, Y. Nagai: 37th European PV Solar Energy Conference and Exhibition (EU-PVSC).

[5] Structural analysis of Si/diamond heterointerfaces fabricated by surface activated bonding using LT-FIB and STEM , Y. Ohno, J. Liang, N. Shigekawa, H. Yoshida, Y. Shimizu, Y. Nagai: Global Institute for Materials Research Tohoku Joint International Symposium on Radiation Effects in Materials and Actinide Science 2020 (GIMRT-REMAS2020).

[6] Microscopic Picture of Direct Bonding Via Surface Activation for Low-Resistance Si/Wide-Gap Semiconductor Heterointerface , Y. Ohno, J. Liang, N. Shigekawa, H. Yoshida, R. Miyagawa, Y. Shimizu, Y. Nagai: Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2020.

[7] Direct Bonding of GaAs and Diamond for High Power Device Applications , J. Liang, Y. Nakamura, Y. Ohno, Y. Shimizu, T. Zhan, T. Watanabe, N. Kamiuchi, Y. Nagai, N. Shigekawa: Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2020.

[8] Impact of misalignment of sigma-3 {111} grain boundaries on photovoltaic properties in Si , Y. Ohno, T. Tamaoka, H. Yoshida, Y. Shimizu, N. Ebisawa, Y. Nagai, K. Kutsukake, N. Usami: 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30).

[9] Formation process of high thermal-stability diamond/Si and diamond/GaAs heterointerfaces by surface activated bonding , Y. Ohno, J. Liang, Y. Shimizu, H. Yoshida, N. Shigekawa: Materials Research Society (MRS) 2020 Fall Meeting.

[10] Twin formation from lineages during Czochralski-growth of LiTaO3 ingots , Y. Ohno, Y. Kubouchi, H. Yoshida, T. Kochiya, T. Kajigaya: 8th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT-8).

解説、総説

金触媒の反応環境下における静的および動的活性構造の研究, 竹田　精治、神内　直人、吉田　秀人, 触媒, 触媒学会, 63（1） (2021), 8-14.

国内学会

第 81 回応用物理学会秋季学術講演会	2 件
日本顕微鏡学会第 76 回学術講演会	2 件
第 126 回触媒討論会	1 件
第 127 回触媒討論会	1 件
第 35 回研究会「最先端計測技術の進展」	1 件
高分子・ハイブリッド材料研究センター 2020 PHyM シンポジウム	1 件
2021 年新春電子顕微鏡解析技術フォーラム	1 件
第 46 回 固体イオニクス討論会	1 件
第 68 回応用物理学会春季学術講演会	1 件

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（S） 末永　和知	単原子スペクトロスコピーの高度化研究	12,220
基盤研究（B） 末永　和知	一次元反応場を用いた遷移金属カルコゲナイドの未踏ナノ物質の創製と評価	1,485
挑戦的研究（開拓） 吉田　秀人	電子的に励起したナノギャップ内における新規物質合成	8,060
基盤研究（C）	環境触媒の再活性化を目指した再分散現象の解明	780
神内　直人		
受託研究		
末永　和知	（国研）科学技術振興機構 高分解能単色化ＳＴＥＭによる異種界面の分子振動状態測定	2,652
末永　和知	（国研）科学技術振興機構 超高分解能電顕によるヘテロナノチューブの分析	650
末永　和知	（国研）科学技術振興機構 ナノ空隙を利用した原子・分子の配列制御と物性測定法開発	650
共同研究		
吉田　秀人	株式会社 SUBARU 自動車排気ガス浄化触媒の貴金属劣化挙動観察に関する研究	10,560

ナノ機能予測研究分野

原著論文

[1] First-principles study of magnetism and phase stabilities of V_2 based antiferromagnetic Heusler alloys, F. Kuroda, T. Fukushima, T. Oguchi: J. Appl. Phys., 127 (2020) 193904/1-8.

[2] Spin injection through energy-band symmetry matching with high spin polarization in atomically controlled ferromagnet/ferromagnet/semiconductor structures, M. Yamada, F. Kuroda, M. Tsukahara, S. Yamada, T. Fukushima, K. Sawano, T. Oguchi, K. Hamaya: NPG Asia Materials, 12 (2020) 1-9.

[3] Suppression of O-redox reactions by multivalent Cr in Li-excess $Li_{2.4}M_{0.8}M'_{0.8}O_4$ (M, M' = Cr, Mn, and Ti) cathodes with layered and cation-disordered rock-salt structures, Motoyuki Hamaguchi, Hiroyoshi Momida, Ayuko Kitajou, Shigeto Okada, Tamio Oguchi: Electrochim. Acta, 354 (2020) 136630/1-9.

[4] Ferroelectric atomic displacement in multiferroic tetragonal perovskite $Sr_{1/2}Ba_{1/2}MnO_3$, D. Okuyama, K. Yamauchi, H. Sakai, Y. Taguchi, Y. Tokura, K. Sugimoto, T. J. Sato, and T. Oguchi: Phys. Rev. Research, 2 (2020) 033038/1-9.

[5] Unusual temperature evolution of the band structure of Bi(111) studied by angle-resolved photoemission spectroscopy and density functional theory, T. Sato, K. Yamada, T. Kosaka, S. Souma, K. Yamauchi, K. Sugawara, T. Oguchi, T. Takahashi: Phys. Rev. B 102 (2020) 085112/1-6.

[6] Insight into the diffusion mechanism of sodium ion-polaron complexes in orthorhombic P_2 layered cathode oxide $NaxMnO_2$, Huu Duc Luong, Van An Dinh, Hiroyoshi Momida, Tamio Oguchi: Phys. Chem. Chem. Phys., 22 (2020) 18219-18228.

[7] Modulation of Dirac electrons in epitaxial Bi_2Se_3 ultrathin films on van der Waals ferromagnet $Cr_2Si_2Te_6$, T. Kato, K. Sugawara, N. Ito, K. Yamauchi, T. Sato, T. Oguchi, T. Takahashi, Y. Shiomi, E. Saitoh, T. Sato: Phys. Rev. Materials, 4 (2020) 084202/1-6.

[8] A thermodynamic description of the glass state and the glass transition, Koun Shirai: J. Phys. Commun., 4 (2020) 85015/1-14.

[9] Synthesis, Structure, and Anomalous Magnetic Ordering of the Spin-1/2 Coupled Square Tetramer System $K(NbO)Cu_4(PO_4)_4$, K. Kimura, D. Urushihara, T. Asaka, M. Toyoda, A. Miyake, M. Tokunaga, A. Matsuo, K. Kindo, K. Yamauchi, T. Kimura: Inorg. Chem., 59 (2020) 10986-10995.

[10] DFT-based Engineering of Dirac Surface States in Topological-insulator Multilayers, Takao Kosaka, Kunihiko Yamauchi, Tamio Oguchi: J. Phys. Soc. Jpn., 89 (2020) 094701/1-5.

[11] Reversible thermally controlled spontaneous magnetization switching in perovskite-type manganite, H. Yamamoto, S. Sekikawa, H. Taniguchi, M. Matsukawa, K. Shigematsu, T. Honda, K. Yamauchi, K.

Ikeda, T. Otomo, T. Sakakura, M. Azuma, S. Nimori, Y. Noda, and H. Kimura: Appl. Phys. Lett., 117 (2020) 112404/1-4.

[12] Bistability and metastability of oxygen vacancies in amorphous Al_2O_3: A possible origin of resistance switching mechanism, Hiroyoshi Momida, Takahisa Ohno: Appl. Phys. Lett., 117 (2020) 103504/1-5.

[13] Insight into Diffusion Mechanism in Cathode Materials $NaVPO_5$ and $NaVFPO_4$ for Sodium Ion Batteries: DFT Investigation, Huu Duc Luong, Van An Dinh, Hiroyoshi Momida, and Tamio Oguchi: ECS Meet. Abstr., MA-2020-02 (2020) 275-275.

[14] Impact of Inter-site Spin-Orbit Coupling on Perpendicular Magnetocrystalline Anisotropy in Cobalt-Based Thin Films, Thi Phuong Thao Nguyen, Kunihiko Yamauchi, Kohji Nakamura, Tamio Oguchi: J. Phys. Soc. Jpn., 89 (2020) 114710/1-5.

[15] 181Ta nuclear quadrupole resonance study of the noncentrosymmetric superconductor $PbTaSe_2$, K. Yokoi, M. Yashima, H. Murakawa, H. Mukuda, K. Yamauchi, T. Oguchi, H. Sakai, and N. Hanasaki: Phys. Rev. B, 102 (2020) 214504/1-5.

[16] Magnetocaloric effect in MnCoGe alloys studied by first-principles calculations and Monte-Carlo simulation, Hung Ba Tran, Tetsuya Fukushima, Yukihiro Makino, and Tamio Oguchi: Solid State Commun., 323 (2021) 114077/1-5.

[17] Tuning structural-transformation temperature toward giant magnetocaloric effect in MnCoGe alloy: A theoretical study, Hung Ba Tran, Tetsuya Fukushima, Kazunori Sato, Yukihiro Makino, and Tamio Oguchi: J. Appl. Compd., 854 (2021) 157063/1-9.

[18] Effect of atomic configuration on magnetic properties and electronic state of CoVMnAl quaternary heusler alloy, R. Y. Umetsu, K. Saito, K. Onoe, T. Fukushima, F. Kuroda, T. Oguchi, and T. Ishigaki: J. Alloy. Compd., 855 (2021) 157389/1-9.

[19] A thermodynamic description of the hysteresis in specific-heat curves in glass transitions, K. Shirai: J. Phys. Commun., 5 (2021) 015004/1-9.

[20] Li Doping to Boron at High Pressures, K. Shirai and K. Kimura: J. Solid State Sciences, 112 (2021) 106459-106459.

[21] Revisiting the stable structure of the Cu_4 complex in silicon, T. Fujimura and K. Shirai: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2021) 021001/1-10.

[22] Theoretical prediction of large anisotropic magnetocaloric effect in MnP, Hung Ba Tran, Tetsuya Fukushima, Hiroyoshi Momida, Kazunori Sato, Yukihiro Makino, Tamio Oguchi: Computational Materials Science, 188 (2021) 110227/1-8.

[23] Manipulation of Dirac Cone in Topological Insulator/Topological Insulator Heterostructure, Takumi Sato, K. Sugawara, T. Kato, Y. Nakata, S. Souma, K. Yamauchi, T. Oguchi, T. Takahashi, T. Sato: ACS Appl. Electron. Mater., 3 (2021) 1080-1085.

[24] Origin of magnetovolume effect in a cobaltite, Ping Miao, Zhijian Tan, Sanghyun Lee, Yoshihisa Ishikawa, Shuki Torii, Masao Yonemura, Akihiro Koda, Kazuki Komatsu, Shinichi Machida, Asami Sano-Furukawa, Takanori Hattori, Xiaohuan Lin, Kuo Li, Takashi Mochiku, Ryosuke Kikuchi, Chizuru Kawashima, Hiroki Takahashi, Qingzhen Huang, Shinichi Itoh, Ryosuke Kadono, Yingxia Wang, Feng Pan, Kunihiko Yamauchi, and Takashi Kamiyama: Phys. Rev. B, 103 (2021) 094302/1-18.

国際会議

[1] Interpretable Modeling of Chemical Bonding , T. Oguchi: ASEAN Online Summer Seminar on Applied and Engineering Physics, Online, July 13-17, 2020.

[2] Insight into Diffusion Mechanism in Cathode Materials $NaVPO_5$ and $NaVFPO_4$ for Sodium Ion Batteries: DFT Investigation , H. D. Luong, V. A. Dinh, H. Momida, T. Oguchi: PRiME2020, Online, October 4-9 2020.

[3] Machine Learning Applied to Materials Science , T. Oguchi: Evolution of Electronic Structure Theory and Experimental Realization (EESTER 2020), India, Webinar, December 14-18, 2020.

[4] Large anisotropic magnetocaloric effect of MnP alloy: A theoretical study , Hung Ba Tran, Tetsuya Fukushima, Hiroyoshi Momida, Kazunori Sato, Yukihiro Makino, Tamio Oguchi: APS March Meeting 2021, Online, March 19 2021.

解説、総説

単結晶引き上げにおける温度勾配の引き上げ速度依存性，白井光雲，日本結晶成長学会誌，日本結晶成長学会, 47 (2020), 1-8.

国内学会

日本物理学会	2 件
応用物理学会	1 件
日本コンピュータ化学会	1 件
日本金属学会	1 件

取得学位

博士（工学） Nguyen Thi Phuong Thao	Theoretical study on electric field control of magnetism in 2D materials
修士（工学） 嶋津　亮真	スピン分裂バンドを示すトポロジカル絶縁体ヘテロ構造の第一原理計算

受託研究

小口　多美夫	研究推進・産学連携部 研究推進課研究 プロジェクト推進係	環境エネルギー課題に向けたマテリアルズ・デザイン	500
山内　邦彦	（国研）科学技術振興機構	第一原理計算によるトポロジカル界面の機能設計	693

奨学寄附金

小口　多美夫	General Director of MCL/V.P.of ITRI	Dr.Tzong-Ming Lee	1,000
小口　多美夫	General Director of MCL/V.P.of ITRI	Dr.Tzong-Ming Lee	1,000
小口　多美夫	小口　多美夫		120

共同研究

小口　多美夫	ダイキン工業株式会社	電熱・磁気冷凍材料に関するデータ科学を用いた物質探索手法の開発（その 3）	0
小口　多美夫	ダイキン工業株式会社	ガス冷媒を上回る高性能熱量効果材料の探索的研究	4,759
小口　多美夫	住友電気工業株式会社	住友電気工業（工共同研究講座）	2,835
小口　多美夫	株式会社富士通研究所	放射光利用分析向け分析インフォマティクス技術の開発	1,000
小口　多美夫	株式会社 UACJ ・ 国立研究開発法人物質・材料研究機構（NIMS）	アルミニウム酸化膜の電気的特性、その他の物性評価とその応用の検討	1,056

ソフトナノマテリアル研究分野

原著論文

[1] The effect of a two-dimensional structure on the dielectric constant and photovoltaic characteristics, K. Mishima, T. Sakai, K. Yokota, M. Taniguchi, Y. Aso, Y. Ie, K. Yamashita: J. Photochem. Photobiol. A, 401 (2020) 112756.

[2] Correlation between the Dipole Moment of Nonfullerene Acceptors and the Active Layer Morphology of Green-Solvent-Processed P3HT-Based Organic Solar Cells, S. Chatterjee, T. Ohto, H. Tada, S. Jinnai, Y. Ie: ACS Sustainable Chem. Eng., 8 (2020) 19013.

[3] Improving Intramolecular Hopping Charge Transport via Periodical Segmentation of π-Conjugation in a Molecule, Y. Ie, Y. Okamoto, T. Inoue, T. Seo, T. Ohto, R. Yamada, H. Tada, Y. Aso: J. Am. Chem. Soc., 143 (2021) 599.

[4] Reduction of Ethynylenes to Vinylenes in a Macrocyclic π-Extended Thiophene Skeleton Under McMurry Coupling Conditions, K. Shirahata, M. Takashika, K. Hirabayashi, M. Hasegawa, H. Otani, K. Yamamoto, Y. Ie, T. Shimizu, S. Aoyagi, M. Iyoda: J. Org. Chem., 86 (2021) 302.

[5] Single-Molecule Conductance of a π-Hybridized Tripodal Anchor while Maintaining Electronic Communication, T. Ohto, A. Tashiro, T. Seo, N. Kawaguchi, Y. Numai, J. Tokumoto, S. Yamaguchi, R. Yamada, H. Tada, Y. Aso, Y. Ie: Small, 17 (2021) 2006709.

[6] Synthesis of 5-alkynyl bicycloporphyrins as a synthon of 5-ethynylbicycloporphyrin, Y. Kobayashi, K. Namai, K. Watanabe, A. Sasaki, T. Komatsu, M. Roppongi, K. Yamamoto, Y. Ie, S. Ito: Tetrahedron Lett., 68 (2021) 152857.

[7] N-type Semiconducting Polymers Based on Dicyano Naphthobisthiadiazole: High Electron Mobility with Unfavorable Backbone Twist, K. Iguchi, T. Mikie, M. Saito, K. Komeyama, T. Seo, Y. Ie, I. Osaka: Chem. Mater., 33 (2021) 2218.

[8] Power of an Organic Electron Acceptor in Modulation of Intracellular Mitochondrial Reactive Oxygen Species: Inducing JNK- and Caspase-Dependent Apoptosis of Cancer Cells, S. Mohapatra, G. Das, V. Gupta, P. Mondal, M. Nitani, Y. Ie, S. Chatterjee, Y. Aso, S. Ghosh: ACS Omega, 6 (2021) 7815.

[9] Comparison of Substituting Ability of Nitronate versus Enolate for Direct Substitution of a Nitro Group, Y. Mukaijo, S. Yokoyama, N. Nishiwaki: Molecules, 25 (2020) 2048.

[10] Synthesis and intramolecular ring transformation of N,N’-dialkylated 2,6,9-triazabicyclo[3.3.1] nonadienes, Y. Nakaike, Y. Yoshida, S. Yokoyama, A Ito, N. Nishiwaki: Org. Biomol. Chem., 18 (2020) 9109.

解説、総説

有機太陽電池に向けた有機半導体材料の開発, 家　裕隆, 生産技術, 生産技術振興協会, 72 (2020), 40-46.

有機・分子エレクトロニクスに向けた機能性π共役分子の開発, 家　裕隆, 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会, 応用物理学会, 31 (2020), 49-52.

特許

[1] 「国内特許出願」ナフトビスチアジアゾール化合物及びその製造方法並びに該化合物を用いた有機半導体材料、有機半導体デバイス, 2020-082939

[2] 「国際特許出願」化合物及びその製造方法, PCT/JP2020/026463

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（B）	革新的な太陽電池駆動メカニズムを指向した高誘電率の非フラーレン型アクセプター開発		5,330
家　裕隆			
学術変革領域研究（A)	動的エキシトン利用を志向した機能性有機半導体材料開発と太陽電池応用		32,240
家　裕隆			
挑戦的研究萌芽	ビラジカル性を調節したキノイド分子の開発と光ダイオードおよび熱電変換素子への応用		3,250
家　裕隆			
国際強化 B	有機化学とデバイス物理の融合による有機半導体材料開発：物理的性質の相関解明と活用		1,430
家　裕隆			
若手研究	プロトン構造とゆらぎの解析による銅アミン酸化酵素補酵素生合成機構の解明		1,300
陣内　青萌			
受託研究			
家　裕隆	（国研）科学技術振興機構	光電変換機構や電析を利用した触媒反応の開発	2,600
奨学寄附金			
家　裕隆	宮田　幹二		300
家　裕隆	宮田　幹二		300
共同研究			
家　裕隆	東洋紡株式会社	有機半導体材料に関する研究	0
家　裕隆	東洋紡株式会社	有機半導体材料に関する研究	1,000
家　裕隆	石原産業株式会社	有機半導体材料の作製とその評価に関する研究	0
家　裕隆	石原産業株式会社	有機半導体材料の作製とその評価に関する研究	9,570
家　裕隆	株式会社リコー	エレクトロクロミック向け透明 n 型半導体材料に関する研究	0
家　裕隆	LG Japan Lab 株式会社	ビラジカル化合物の有機 EL への応用に関する研究	0
家　裕隆	テックワン株式会社	フッ素原子非含有型撥水撥油材料の作成と評価に関する研究	2,500

バイオナノテクノロジー研究分野

原著論文

[1] Detection of an alcohol-associated cancer marker by single-molecule quantum sequencing, Yuki Komoto, Takahito Ohshiro,Masateru Taniguchi: Chemical Communications, 56 (2020) 14299-14302.

[2] Digital Pathology Platform for Respiratory Tract Infection Diagnosis via Multiplex Single-Particle Detections, Akihide Arima, Makusu Tsutsui, Takeshi Yoshida, Kenji Tatematsu, Tomoko Yamazaki, Kazumichi Yokota, Shun’ichi Kuroda, Takashi Washio, Yoshinobu Baba, and Tomoji Kawai: ACS sensors, 5 (11) (2020) 3398-3403.

[3] Quasi-Stable Salt Gradient and Resistive Switching in Solid-State Nanopores, Iat Wai Leong, Makusu Tsutsui, Sanae Murayama, Tomoki Hayashida, Yuhui He, and Masateru Taniguchi: ACS Appl. Mater. Interfaces, 12 (46) (2020) 52175-52181.

[4] Single-Molecule Counting of Nucleotide by Electrophoresis with Nanochannel-Integrated Nano-Gap Devices, T.Ohshiro, Y.Komoto, M.Taniguchi: Micromachines, 11 (11) (2020) 982.

[5] Key aurophilic motif for robust quantum-tunneling-based characterization of a nucleoside analogue

marker, Takafumi Furuhata, Yuki Komoto, Takahito Ohshiro b, Masateru Taniguchi, Ryosuke Ueki, Shinsuke Sando: Chemical Science, 11 (2020) 10135-10142.

[6] Pore Structures for High-Throughput Nanopore Devices, Sou Ryuzaki,Rintaro Matsuda, Masateru Taniguchi: Micromachines, 11 (10) (2020) 893.

[7] The effect of a two-dimensional structure on the dielectric constant and photovoltaic characteristics, K. Mishima, Sakai Taishi, Kazumichi Yokota, M. Taniguchi, Y. Aso, Y. Ie, K. Yamashita: Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry, 401 (2020) 112756.

[8] Machine learning-driven electronic identifications of single pathogenic bacteria, Shota Hattori, Rintaro Sekido, Iat Wai Leong, Makusu Tsutsui, Akihide Arima, Masayoshi Tanaka, Kazumichi Yokota, Takashi Washio, Tomoji Kawai, Mina Okochi: Scientific Reports, 10 (2020) 15525.

[9] Nano-corrugated Nanochannels for In Situ Tracking of Single-Nanoparticle Translocation Dynamics, Makusu Tsutsui, Kazumichi Yokota, Yuhui He, Takashi Washio, Tomoji Kawai: ACS Sensors, 5 (8) (2020) 2530-2536.

[10] Dissecting Time-Evolved Conductance Behavior of Single Molecule Junctions by Nonparametric Machine Learning, Bo Liu, Sanae Murayama, Yuki Komoto, Makusu Tsutsui, Masateru Taniguchi: Journal of Physical Chemistry Letters, 11 (16) (2020) 6567-6572.

[11] Electroosmosis-Driven Nanofluidic Diodes, Iat Wai Leong, Makusu Tsutsui, Sanae Murayama, Yuhui He, and Masateru Taniguchi: Journal of Physical Chemistry B, 124 (32) (2020) 7086–7092.

[12] Time-resolved neurotransmitter detection in mouse brain tissue using an artificial intelligence-nanogap, Yuki Komoto, Takahito Ohshiro, Takeshi Yoshida, Etsuko Tarusawa, Takeshi Yagi, Takashi Washio, Masateru Taniguchi: Scientific Reports, 10 (2020) 11244.

[13] Immuno-Surgical Management of Pancreatic Cancer with Analysis of Cancer Exosomes, Yu Takeda,Shogo Kobayashi,Masatoshi Kitakaze, Daisaku Yamada, Hirofumi Akita, Ayumu Asai, Masamitsu Konno,Takahiro Arai,Toru Kitagawa, Masami Yabumoto, Takaaki Hirotsu,Andrea Vecchione,Masateru Taniguchi,Yuichiro Doki,Hidetoshi Eguchi, Hideshi Ishii: Cells, 9 (7) (2020) 1645.

[14] Finite-difference time-domain simulations of inverted cone-shaped plasmonic nanopore structures, Rintaro Matsuda, Sou Ryuzaki, Koichi Okamoto, Yusuke Arima, Makusu Tsutsui, Masateru Taniguchi, Kaoru Tamada: Journal of Applied Physics, 127 (2020) 243109.

[15] Crucial Role of Out-of-Pore Resistance on Temporal Response of Ionic Current in Nanopore Sensors, Shohei Kishimoto, Sanae Murayama, Makusu Tsutsui, Masateru Taniguchi: ACS Sensors, 5 (6) (2020) 1597-1603.

[16] Thermally activated charge transport in carbon atom chains, Bo Liu, Kazumichi Yokota, Yuki Komoto, Makusu Tsutsui, Masateru Taniguchi: Nanoscale, 12 (2020) 11001-11007.

[17] COVID-19 Drug Discovery Using Intensive Approaches, Ayumu Asai, Masamitsu Konno, Miyuki Ozaki, Chihiro Otsuka, Andrea Vecchione, Takahiro Arai, Toru Kitagawa,1 Ken Ofusa, Masami Yabumoto, Takaaki Hirotsu, Masateru Taniguchi, Hidetoshi Eguchi, Yuichiro Doki, Hideshi Ishii: International Journal of Molecular Sciences, 21 (8) (2020) 2839.

[18] Electronic and spin structures of CaMn4Ox clusters in the S-0 state of the oxygen evolving complex of photosystem II. Domain-based local pair natural orbital (DLPNO) coupled-cluster (CC) calculations using optimized geometries and natural orbitals (UNO) by hybrid density functional theory (HDFT) calculations, K. Miyagawa, S. Yamanaka, H. Isobe, M. Shoji, T. Kawakami, M. Taniguchi, M.

Okumura, K. Yamaguchi: Physical chemistry chemical physics, 22 (2020) 27191-27205.

[19] Clarification of the Relationship between the Magnetic and Conductive Properties of Infinite Chains in Trioxotriangulene Radical Crystals by Spin-Projected DFT/Plane-Wave Calculations, Kohei Tada, Takashi Kawakami, Shingo Tanaka, Mitsutaka Okumura, Kizashi Yamaguchi: Advanced Theory and Simulations, 3 (7) (2020) 2000050.

[20] UNO(ULO) Active Space for Multireference Calculations on Classical and Quantum Computers. Revisit to the Iron-Sulfur Complexes, KoichiMiyagawa MitsuoShoji, Hiroshi Isobe Shusuke, Yamanaka Takashi Kawakami, Mitsutaka Okumura, Kizashi Yamaguchi: Chemical Physics Letters, 746 (2020) 137252.

[21] Epitranscriptome Analysis Using Single-Molecule Quantum Sequencer, M.Taniguchi: Cancer science, 79 (2021) ROMBUNNO.IS4-2 (WEB ONLY).

[22] Solid-State Nanopore Platform Integrated with Machine Learning for Digital Diagnosis of Virus Infection, Akihide Arima, Makusu Tsutsui, Takashi Washio, Yoshinobu Baba, Tomoji Kawai: Analytical Chemistry, 93 (1) (2020) 215-227.

[23] Estimation of spin contamination errors in DFT/plane-wave calculations of solid materials using approximate spin projection scheme, Tada Kohei, Yamanaka Shusuke, Kawakami Takashi, Kitagawa Yasutaka, Okumura Mitsutaka, Yamaguchi Kizashi, Tanaka Shingo: Chemical Physics Letters, 765 (2021) 138291.

[24] Exploring reaction pathways for the structural rearrangements of the Mn cluster induced by water binding in the S-3 state of the oxygen evolving complex of photosystem II, Hiroshi Isobe, Mitsuo Shoji, Takayoshi Suzuki, Jian-Ren Shen, Kizashi Yamaguchi: Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry, 405 (2021) 112905.

[25] A three states model for hydrogen abstraction reactions with the cytochrome P450 compound I is revisited. Isolobal and isospin analogy among Fe(IV)=O, O = O and O, Koichi Miyagawa, Hiroshi Isobe, Mitsuo Shoji, Takashi Kawakami, Shusuke Yamanaka, Kizashi Yamaguchi: Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry, 405 (2021) 112902.

[26] Relative stability among intermediate structures in S-2 state of CaMn4O5 cluster in PSII by using hybrid-DFT and DLPNO-CC methods and evaluation of magnetic interactions between Mn ions, K. Miyagawa, T. Kawakami, Y. Suzuki, H. Isobe, M. Shoji, S. Yamanaka, M. Okumura, T. Nakajima, K. Yamaguchi,: Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry, 405 (2021) 112923.

[27] Development of Single-Molecule Electrical Identification Method for Cyclic Adenosine Monophosphate Signaling Pathway, Yuki Komoto, Takahito Ohshiro, Masateru Taniguchi: Nanomaterials, 11 (3) (2021) 784.

[28] Length discrimination of homo-oligomeric nucleic acids with single-molecule measurement, Yuki Komoto, Takahito Ohshiro, Masateru Taniguchi: Analytical Sciences, 37 (3) (2021) 20SCP13.

[29] Field effect control of translocation dynamics in surround-gate nanopores, Makusu Tsutsui, Sou Ryuzaki, Kazumichi Yokota, Yuhui He, Takashi Washio, Kaoru Tamada, Tomoji Kawai: Communications Materials, 2 (1) (2021) 1-9.

[30] Effect of Electrolyte Concentration on Cell Sensing by Measuring Ionic Current Waveform through Micropores, Kazumichi Yokota, Muneaki Hashimoto, Kazuaki Kajimoto, Masato Tanaka, Sanae Murayama, Makusu Tsutsui, Yoshihiro Nakajima, Masateru Taniguchi, Masatoshi Kataoka: Biosensors, 11 (3) (2021) 78.

[31] Dielectric Coatings for Resistive Pulse Sensing Using Solid-State Pores, Tomoki Hayashida, Makusu Tsutsui, Sanae Murayama, Tomoko Nakada, Masateru Taniguchi: ACS Applied Materials & Interfaces, 13 (8) (2021) 10623-10638.

特許

[1] 「国内特許出願」分光システムおよび分光方法, 2020-155671

[2] 「国内特許出願」撮像装置、撮像装置の制御方法、および制御プログラム, 2020-155668

[3] 「国内特許出願」癌識別方法, 2020-136366

[4] 「国内特許出願」デバイス、イオン電流測定装置、ゼータ電位測定装置、イオン電流測定方法、および、ゼータ電位測定方法, 2021-026959

[5] 「国内特許出願」デバイス、トンネル電流測定装置、核酸配列読取装置、トンネル電流測定方法、および、核酸配列読取方法, 2021-034256

[6] 「国際特許出願」G20190203, ＷＩＰＯ

[7] 「国際特許出願」G20200110, ＷＩＰＯ

[8] 「国内成立特許」エクソソームの形状分布の解析装置、がん検査装置、エクソソームの形状分布の解析方法、及びがん検査方法, 2016-038204

[9] 「国際成立特許」ORGANIC FIELD EFFECT TRANSISTOR AND MAKING METHOD, 692/DEL/2008

[10] 「出願後譲渡特許（国内）」サンプル検出用デバイス、サンプル検出装置及びイオン電流の検出方法, K20150180

[11] 「出願後譲渡特許（国内）」個数分析方法、個数分析装置および個数分析用記憶媒体, KP2018006

[12] 「出願後譲渡特許（国際）」サンプル識別方法、サンプル識別用デバイス、および、サンプル識別装置, G20190161WO

[13] 「出願後譲渡特許（国際）」流路、流路の製造方法、電極構造体、および、電極構造体の製造方法, G20190033WO

[14] 「出願後譲渡特許（国際）」流路, G20190034WO

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（Ａ） 谷口　正輝	１分子化学反応の網羅的解析法の開発	10,600
基盤研究（Ｂ） 筒井　真楠	極薄ナノポアを用いた液中 1 分子形状解析法の創成	2,900
挑戦的研究萌芽 筒井　真楠	積層集積ナノポアを用いた 1 細胞内物質解析法の創成	2,000
若手研究 小本　祐貴	MCBJ 法を用いた単分子接合の構造変化の定量評価法の構築	600

受託研究

谷口　正輝	（国研）科学技術振興機構	乳幼児からの健やかな脳の育成による積極的自立社会創成拠点（2019 年度まで）人間力活性化によるスーパー日本人の育成	11,180
谷口　正輝	（国研）科学技術振興機構	第４世代 DNA シーケンシングと１分子解像度定量分析のための改良型固体ナノギャップナノポアの開発	15,600
谷口　正輝	（国研）科学技術振興機構	分子指紋ナノワイヤによる革新的な分子単離技術の開発	486
谷口正輝	国立研究開発法人日本医療研究開発機構	ナノポア技術と機械学習を用いた新型コロナウイルス検査法に関する研究	129,732
谷口正輝	国立研究開発法人日本医療研究開発機構	AI ナノポアによる新型コロナウイルス・スクリーニング検査法に関する研究開発	348,150
大城　敬人	（NEDO）国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	ＮＥＤＯ先導研究プログラム／新産業創出新技術先導研究プログラム／高速電流読み取り型ＤＮＡメモリの開発 ●産研　大城敬人／NEDO 先導研究プログラム（研究員等間接経費）	9,750

奨学寄附金

谷口　正輝	計測エンジニアリングシステム株式会社 代表取締役 岡田　求		1,000

共同研究

谷口　正輝	ダイキン工業株式会社	マイクロポア・ナノポアを用いた空気診断法の開発（その 3）	0
谷口　正輝	ダイキン工業株式会社	マイクロポア・ナノポアを用いた空気診断技術の構築	18,439
谷口　正輝	株式会社アドバンテスト	微粒子計測装置の開発と評価解析に関する研究	0
谷口　正輝	株式会社アドバンテスト	微粒子計測装置の開発と評価解析に関する研究	2,400
谷口　正輝	キリン株式会社 産業技術総合研究所	センサーによる酵母検出に関する研究	200
谷口　正輝	アイポア株式会社	ナノポアセンサーの測定対象拡大にむけたデータ取得	2,500
谷口　正輝	ＮＯＫ株式会社	微粒子解析装置用ナノポアデバイスの開発研究	0
谷口　正輝	ＮＯＫ株式会社	微粒子解析装置用ナノポアデバイスの開発研究	600
谷口　正輝	Massachusetts Institute of Technology、Massachusetts General Hospital	Evaluation of single-molecule analysis method	0
谷口　正輝	産業技術総合研究所	微小空間を介した物質・エネルギー輸送に関する研究	0
谷口　正輝	田中貴金属工業	ナノギャップナノポアシークエンサー用チップの開発	0

谷口　正輝	株式会社朝日ＦＲ研究所	ポアセンサモジュールの安定的データ取得のための技術開発と評価に関する研究		660
谷口　正輝	進工業株式会社	高精度抵抗器の開発		120

その他の競争的研究資金

谷口　正輝	文部科学省		マテリアル先端リサーチインフラ（スポーク機関）	159,987
谷口　正輝	国立大学法人京都大学　（文部科学省の再委託）		微細加工プラットフォーム	32,640

環境・エネルギーナノ応用分野

ナノ知能システム研究分野

原著論文

[1] Classification from Positive and Unlabeled Data Based on Likelihood Invariance for Measurement, T. Yoshida, T. Washio, T. Ohshiro, M. Taniguchi: Intelligent Data Analysis, 25 (2021) 57-79.

[2] Time-resolved neurotransmitter detection in mouse brain tissue using an artificial intelligence-nanogap, Y. Komoto, T. Ohshiro, T. Yoshida, E. Tarusawa, T. Yagi, T. Washio, M. Taniguchi: Scientific Reports, 10 (2020) 11244.

[3] Field effect control of translocation dynamics in surround-gate nanopores, M. Tsutsui, S. Ryuzaki, K. Yokota, Y. He, T. Washio, K. Tamada, T. Kawai: Communications Materials, 2 (2121) 29.

[4] Nano-corrugated nanochannels for in-situ tracking of single-nanoparticle translocation dynamics, M. Tsutsui, K. Yokota, Y. He, T. Washio, T. Kawai: ACS Sensor, 5 (2020) 2530-2536.

[5] Digital Pathology Platform for Respiratory Tract Infection Diagnosis via Multiplex Single-Particle Detections, A. Arima, M. Tsutsui, T. Yoshida, K. Tatematsu, T. Yamazaki, K. Yokota, S. Kuroda, T. Washio, Y. Baba, T. Kawai: ACS Sensor, 5 (2020) 3398-3403.

[6] Machine learning-driven electronic identifications of single pathogenic bacteria, S. Hattori, R. Sekido, L.W. Leong, M. Tsutsui, A. Arima, M. Tanaka, K. Yokota, T. Washio, T. Kawai, M. Okochi: Scientific Reports, 10 (2020) 15525.

[7] Solid-State Nanopore Platform Integrated with Machine-Learning for Digital Diagnosis of Virus Infection, A. Arima, M. Tsutsui, T. Washio, Y. Baba, T. Kawai: Analytical Chemistry, 93 (2020) 215-227.

著書

[1] Micro- and Nanopore Technologies for Single-Cell Analysis (T. Santra, F.G. Tseng)“Handbook of Single Cell Technologies”, 筒井　真楠、柳田　剛、鷲尾　隆、川合　知二, Springer, (1-31) 2020.

特許

[1] 「国内特許出願」分類分析方法、分類分析装置および分類分析用記憶媒体, 2020-100372

[2] 「国際特許出願」画像処理装置、ニューラルネットワークおよび画像処理方法, PCT/JP2020/036203

[3] 「出願後譲渡特許（国内）」識別方法、分類分析方法、識別装置、分類分析装置および記憶媒体, KP2019046

[4] 「出願後譲渡特許（国内）」分類分析方法、分類分析装置および分類分析用記憶媒体, K20160139

[5] 「出願後譲渡特許（国内）」ＰＵ分類装置、ＰＵ分類方法、及びＰＵ分類プログラム, KP2020037

[6] 「出願後譲渡特許（国内）」分類分析方法、分類分析装置および分類分析用記憶媒体, K160139B1

[7] 「出願後譲渡特許（国際）」ＰＵ分類装置、ＰＵ分類方法、及びＰＵ分類プログラム, G20180164WO

[8] 「出願後譲渡特許（国際）」識別方法、分類分析方法、識別装置、分類分析装置および記憶媒体, G20170182CN

[9] 「出願後譲渡特許（国際）」分類分析方法、分類分析装置および分類分析用記憶媒体, G20170116US

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

鷲尾　隆	Journal of Data Mining and Knowledge Discocvery (DMKD) (編集委員)
鷲尾　隆	The 33rd AAAI Conference on Artificial Intelligence (上級プログラム委員)
鷲尾　隆	The IEEE International Conference on Data Mining (広報委員長)
鷲尾　隆	The 23rd Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (上級プログラム委員)
鷲尾　隆	The ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (プログラム委員)
鷲尾　隆	The 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence (上級プログラム委員)

ナノ医療応用デバイス

原著論文

[1] AI を活用したヒト嗅覚受容体応答の網羅的解析, 佐藤　翔、山﨑　智子、立松　健司、黒田俊一: 生産と技術, 72 (2) (2020) 78-80.

[2] バイオミミック技術によるウイルスの感染機構を搭載した DDS ナノキャリアの開発, 曽宮正晴、黒田俊一: 薬学雑誌, 140 (2) (2020) 142-152.

[3] Development of a universal method for the measurement of binding affinities of antibody drugs towards a living cell based on the AFM force spectroscopy, Hyonchol Kim, Masamichi Hoshi, Masumi Iijima, Shun'ichi Kuroda, Chikashi Nakamura: Analytical Methods., 12 (22) (2020) 2292-2927.

[4] Mechanism of affinity-enhanced protein adsorption on bio-nanocapsules studied by viscoelasticity measurement with wireless QCM biosensor, Kentaro Noi, Masumi Iijima, Shun’ichi Kuroda, Fumihito Kato, Hirotsugu Ogi: JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, 59 (2020) SKKB03.

[5] 嗅覚受容体群の単離法およびヒト嗅覚受容体発現細胞アレイ, 立松健司、黒田俊一: 匂いのセンシング技術, (2020) 187-194.

[6] A novel hybrid drug delivery system for treatment of aortic aneurysms, Koichi Yoshimura, Hiroki Aoki, Chie Teruyama, Masmi Iijima, Hiromori Tsutsumi, Shun'ichi Kuroda, Kimikazu Hamano: International Journal of Molecular Sciences, 21 (15) (2020) 5538.

[7] Enhanced sugar chain detection by oriented immobilization of Fc-fused lectins, Masumi Iijima, Yuki Yamada, Tsutomu Nakayama, Shun'ichi Kuroda: Biosci Biotechnol Biochem, 84 (9) (2020) 1775-1779.

[8] Influence of nivolumab for intercellular adhesion force between a T cell and a cancer cell evaluated by AFM force spectroscopy, Hyonchol Kim, Kenta Ishibashi, Masumi Iijima, Shun'ichi Kuroda and Chikashi Nakamura: Sensors　(Basel)., 20 (19) (2020) 5723.

[9] ヒト嗅覚受容体センサーによる嗅覚情報のデジタルデータ化 －新しい匂い・香りビジネスの創出　特集　“感性”探究の最前線ー第２部：“感性”を科学する・活かすー, 久保賢治、黒田俊一: 季刊　中国創研, 24-5 (93) (2020) 25-34.

[10] Id2 represses aldosterone-stimulated cardiac T-type calcium channels expression., Jumpei Ito, Tomomi Minemura, Sébastien Wälchli, Yoshitaka Fujihara, Tomoaki Niimi, Shun'ichi Kuroda, Koichi Takimoto, Andres Daniel Maturana *: International Journal of Molecular Sciences, 22 (7) (2021) 3561.

[11] バイオ医薬に利用されるキャリア開発：B 型肝炎ウイルスの初期感染機構に基づくバ イオナノカプセル, 曽宮正晴、黒田俊一: DDS 学会誌, 35 (1) (2020) 57-63.

[12] Digital Pathology Platform for Respiratory Tract Infection Diagnosis via Multiplex Single-Particle Detections, Akihide Arima,　Makusu Tsutsui,　Takeshi Yoshida, Kenji Tatematsu,　Tomoko Yamazaki, Kazumichi Yokota, Shun'ichi Kuroda,Takashi Washio,Yoshinobu Baba, Tomoji Kawai: Sensors (BaACS sensors.sel)., 5 (11) (2020) 3398-3403.

[13] Enhancing antibody-dependent cellular phagocytosis by Re-education of tumor-associated macrophages with resiquimod-encapsulated liposomes, Li Hao, Somiya Masaharu, Kuroda Shunichi: Biomaterials, 13 (2020) 268.

[14] Enhancing Antibody-dependent Cellular Phagocytosis by Re-education of Tumor-associated Macrophages with Resiquimod-encapsulated Liposomes, H. Li, M. Somiya, S. Kuroda: Biomaterials, 268 (2021) 120601.

[15] A regulatory role of scavenger receptor class B type 1 in endocytosis and lipid droplet formation induced by liposomes containing phosphatidylethanolamine in HEK293T cells, K. Fujita, N. Koide, M. Somiya, S. Kuroda, and S. Hinuma: , 1868 (2021) 118859.

[16] Functional and structural characterization of a flavoprotein monooxygenase essential for biogenesis of tryptophylquinone cofactor, Toshinori Oozeki, Tadashi Nakai, Kazuki Kozakai, Kazuki Okamoto, Shun’ichi Kuroda, Kazuo Kobayashi, Katsuyuki Tanizawa and Toshihide Okajima: Nature Communications, 12 (1) (2021) 933.

[17] Real-time luminescence assay for cytoplasmic cargo delivery of extracellular vesicles, Masaharu Somiya, Shun'ichi Kuroda: Analytical Chemistry, 93 (13) (2021) 5612-5620.

[18] Cytoplasmic delivery of small interfering RNA by photoresponsive non-cationic liposomes, M. Somiya*, K. Sakaeda*, Y. Ishii, and S. Kuroda: Journal of Drug Delivery Science and Technology, 63 (2021) 102488.

国際会議

[1] Improvement of ADCP response by re-education of tumor-associated macrophages with Resiquimod-encapsulated liposomes, Hao Li, Masaharu Somiya, Shun’ichi Kuroda: AACR Annual Meeting 2020.

[2] Development of extracellular vesicle-based drug delivery systems by cellular engineering , Masaharu Somiya, Shun’ichi Kuroda: JAACT2020.

解説、総説

Virus-mimicking nanocarriers for the intracellular delivery of therapeutic biomolecules, M. Somiya and S. Kuroda, Nanomedicine, Future Medicine, 15 (2020), 1163.

嗅覚受容体群の単離法およびヒト嗅覚受容体発現細胞アレイ，立松健司、黒田俊一：匂いのセンシング技術，（2020）187−194.

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（Ｓ） 黒田　俊一	広範囲な生体内部位にウイルス並に感染する汎用型ネオ・バイオナノカプセルの創製		36,790
挑戦的研究（開拓） 黒田　俊一	全ての匂い分子の定量化を目指したヒト嗅覚受容体発現細胞アレイの開発		3,900

受託研究

黒田　俊一	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構（医学からの分担）	Ｂ型肝炎ウィルス感染受容体の分離・同定と感染系の樹立及び感染系による病態機構の解析と新規抗ＨＢＶ剤の開発	5,900
黒田　俊一	国立大学法人 琉球大学（AMED 再委託）	HTLV-1 母子感染予防法の開発を目指した遺伝子組替え型ヒト免疫ｸﾞﾛﾌﾞﾘﾝ医薬開発と霊長類ﾓﾃﾞﾙを用いた評価	1,950
黒田　俊一	（国研）科学技術振興機構	ヒト嗅覚受容体センサーを応用したＡＩ調香師の創生	39,169

共同研究

黒田　俊一	マルホ株式会社	NFκB 阻害ペプチド並びに低分子化合物の創製	0
黒田　俊一	マルホ株式会社	NFκB 阻害ペプチド並びに低分子化合物の創製	0
黒田　俊一	曽田香料株式会社 株式会社香味醗酵	複合臭中に対するヒト嗅覚受容体の応答に関する研究	2,839
黒田　俊一	Meiji Seika ファルマ株式会社	CHO 細胞を宿主とした、モノクローナル抗体の高生産細胞クローン探索効率向上	2,610
黒田　俊一	株式会社プロテクティア	非膜ウイルスに対するカテキン誘導体の作用メカニズム解析	0
黒田　俊一	株式会社ビズジーン	酵母遺伝子の解析と発酵に関する研究	1,700
黒田　俊一	地方独立行政法人大阪産業技術研究所	ヒト嗅覚受容情報と機器分析情報との連携可能性の検討	0

その他の競争的研究資金

黒田　俊一	曽田香料株式会社	複合臭に対するヒト嗅覚受容体の応答に関する相談	550

総合解析センター　(所内兼任を含む)

原著論文

[1] Design and Synthesis of 1,2-Deoxy-pyranose Derivatives of Spliceostatin A toward Prostate Cancer Treatment, Y. Yoshikawa, A. Ishibashi, T. Takehara, T. Suzuki, K. Murai, Y. Kaneda, K. Nimura and M. Arisawa: ACS Med Chem Lett, 11 (2020) 1310-1315.

[2] Quinoidal Oligothiophenes Having Full Benzene Annelation: Synthesis, Properties, Structures, and Acceptor Application in Organic Photovoltaics, K. Yamamoto, S. Jinnai, T. Takehara, T. Suzuki and Y. Ie: Org. Lett., 22 (2020) 547-551.

[3] Diastereoselective direct amidation/aza-Michael cascade reaction to synthesize cis-1,3-disubstituted isoindolines, T. Tsujihara, H. Yamauchi, S. Tamura, T. Takehara, T. Suzuki and T. Kawano: Tetrahedron Lett, 61 (2020) 152122.

[4] Iriomoteolides-14a and 14b, New Cytotoxic 15-Membered Macrolides from Marine Dinoflagellate Amphidinium Species, M. Tsuda, R. Makihara, M. Tsuda and T. Suzuki: Chem Pharm Bull, 68 (2020) 864-867.

[5] Amphirionins-3 and-6, New Polyketides from the Cultured Marine Dinoflagellate Amphidinium Species, M. Tsuda, R. Makihara, M. Minamida, M. Tsuda, M. Akakabe, K. Kumagai, E. Fukushi, J. Kawabata and T. Suzuki:: Heterocycles, 100 (2020) 1678-1685.

[6] Synthesis of TFA-protected α-Amino Acid Chloride via a Vilsmeier Reagent for Friedel–Crafts Acylation, Z. P. Tachrim, K. Oida, F. Ohashi, N. Kurokawa, L. Wang, T. Suzuki and M. Hashimoto: Letters in Organic Chemistry, 17 (2020) 645-653.

[7] Effect of Water in Fabricating Copper Nanoparticles onto Reduced Graphene Oxide Nanosheets: Application in Catalytic Ullmann-Coupling Reactions, P. Suktanarak, T. Tanaka, T. Nagata, R. Kondo, T. Suzuki, T. Tuntulani, P. Leeladee and Y. Obora: Bull. Chem. Soc. Jpn, 93 (2020) 1164-1170.

[8] Iridium-Catalyzed Intramolecular Cycloisomerization between Functionalized Alkyne with Aryl Vinyl Ether: Synthesis of 2-Vinyl-3-functionalized Methylbenzofurans, J. Qiu, S. Ohno, T. Matsuzaki, T. Suzuki, K. Murai and M. Arisawa: J. Org. Chem., 85 (2020) 10198-10205.

[9] Catalytic Enantioselective Synthesis of N,N-Acetals from α-Dicarbonyl Compounds Using Chiral Imidazoline-Phosphoric Acid Catalysts, S. Nakamura, T. Wada, T. Takehara and T. Suzuki:: Adv. Synth. Catal., 362 (2020) 5374-5379.

[10] Synthesis and Characterization of N,N-Dimethylformamide-Protected Palladium Nanoparticles and Their Use in the Suzuki-Miyaura Cross-Coupling Reaction, J. Ishida, M. Nakatsuji, T. Nagata, H. Kawasaki, T. Suzuki and Y. Obora:: ACS Omega, 5 (2020) 9598-9604.

[11] Measurement of Diffusion Profile of Boron in α Iron by Secondary-ion Mass Spectrometry and Determination of Its Diffusion Coefficient, K. Hamana, R. Nakamura, H. Numakura and T. Suzuki: Tetsu-to-Hagane, 106 (2020) 302-309.

[12] Pyrolysis of Iron-Containing Polyanilines under Micropore Generation Control: Electrocatalytic Performance in the Oxygen Reduction Reaction, Q. D. Dao, Y. Inada, M. Daijo, H. Haneoka, Y. Murakami, N. Eguchi, T. Amaya, T. Suzuki, T. Ohkawa, R. Tsuji and T. Hirao: Chempluschem, 85 (2020) 1964-1967.

[13] Redox-Triggered Chirality Switching and Guest-Capture/Release with a Pillar[6] arene-Based Molecular Universal Joint, Xiao, W. Wu, W. Liang, D. Zhou, K. Kanagaraj, G. Cheng, D. Su, Z. Zhong, J. J. Chruma and C. Yang: Angew Chem Int Ed, 59 (2020) 8094-8098.

[14] One-pot synthesis of polysiloxanes using catalytic reaction of dihydroorganosilanes with DMF: A new approach to functional polysiloxanes, : J. Organomet. Chem, 928 (2020) 121550.

[15] A Quinoline-Appended Cyclodextrin Derivative as a Highly Selective Receptor and Colorimetric Probe for Nucleotides, K. Kanagaraj, C. Xiao, M. Rao, C. Fan, V. Borovkov, G. Cheng, D. Zhou, Z. Zhong, D. Su, X. Yu, J. Yao, T. Hao, W. Wu, J. J. Chruma and C. Yang: iScience, 23 (2020) 100927.

[16] Synergetic effects in the enantiodifferentiating photocyclodimerization of 2-anthracenecarboxylic

acid mediated by beta-cyclodextrin-pillar[5] arene-hybridized hosts, J. Ji, W. Wu, X. Wei, M. Rao, D. Zhou, G. Cheng, Q. Gong, K. Luo and C. Yang:: Chem Commun, 56 (2020) 6197-6200.

[17] Supramolecular enantiomeric and structural differentiation of amino acid derivatives with achiral pillar[5] arene homologs, J. Ji, Y. Li, C. Xiao, G. Cheng, K. Luo, Q. Gong, D. Zhou, J. J. Chruma, W. Wu and C. Yang: Chem Commun, 56 (2020) 161-164.

国内学会

日本化学会年会	1 件
日本薬学会年会	1 件

共同研究

鈴木　健之	TOYO TIRE 株式会社	MALDI-TOFMS による合成高分子の測定法開発に関する研究	428
鈴木　健之	日東化成株式会社	金属化合物の分析法開発	379
鈴木　健之	パナソニック株式会社	パナソニック基盤協働研究所（工学）	250
鈴木　健之	株式会社香味発酵	TDD および類似化合物の合成法の検討	200

その他の競争的研究資金

鈴木　健之	分子研（大学連携研究設備ネットワーク）	大学連携研究設備ネットワークにおける研究設備の相互利用加速事業	1,634
鈴木　健之	大阪大学	研究機器相互利用ネットワーク導入プログラム	4,063
鈴木　健之	大阪大学	X 線光電子分光装置・固体核磁気共鳴	2,837
鈴木　健之	大阪大学	先端研究設備整備補助事業（研究活動再開のための研究設備の遠隔化・自動化による環境整備）	7,969

産業科学 AI センター

原著論文

[1] Convolutional Neural Network Can Recognize Drug Resistance of Single Cancer Cells., Yanagisawa K, Toratani M, Asai A, Konno M, Niioka H, Mizushima T, Satoh T, Miyake J, Ogawa K, Vecchione A, Doki Y, Eguchi H, Ishii H.: Int J Mol Sci., 21 (9) (2020) 3166.

[2] Theoretical Rationalization for the Equilibrium between (μ-η2:η2-Peroxido)CuIICuII and Bis(μ-oxido)CuIIICuIII Complexes: Perturbational Effects from Ligand Frameworks., Abe, T.; Shiota, Y.; Itoh, S.; Yoshizawa, K. : Dalton Trans., 49 (2020) 6710-671.

[3] Enhancement of Boron Back-Surface-Field and Suppression of Auger Recombination to Improve Ultralow-Reflectance Si Solar Cells, S. Kunieda, K. Imamura, H. Kobayashi: ECS Journal of Solid State Science and Technology, 9 (2020) 045013-1-5.

[4] Hereditary pancreatitis model by blastocyst complementation in mouse., Asai A, Konno M, Kawamoto K, Isotani A, Mori M, Eguchi H, Doki Y, Arai T, Ishii H.: Oncotarget, 11 (22) (2020) 2061-2073.

[5] Structure and hydrogen generation mechanism of Si-based agent, Y. Kobayashi, S. Fujie, K. Imamura, H.Kobayashi: Applied Surface Science, 536 (2021) 147398-1-4.

[6] Mechanistic Insights into the Dicopper-Complex-Catalyzed Hydroxylation of Methane and Benzene Using Nitric Oxide: A DFT Study, Abe, T.; Kamentani, Y.; Yoshizawa, K. Shiota, Y.: Inorg. Chem., 60 (7) (2021) 4599-4609.

解説、総説

COVID-19 Drug Discovery Using Intensive Approaches., Asai A, Konno M, Ozaki M, Otsuka C, Vecchione A, Arai T, Kitagawa T, Ofusa K, Yabumoto M, Hirotsu T, Taniguchi M, Eguchi H, Doki Y, Ishii H., Int J Mol Sci., MDPI, 21[8]　(2020), 2839.

State-of-the-Art Technology of Model Organisms for Current Human Medicine., Konno M, Asai A, Kitagawa T, Yabumoto M, Ofusa K, Arai T, Hirotsu T, Doki Y, Eguchi H, Ishii H., Diagnostics (Basel), MDPI, 10[6]　(2020), 392.

Immuno-Surgical Management of Pancreatic Cancer with Analysis of Cancer Exosomes., Takeda Y, Kobayashi S, Kitakaze M, Yamada D, Akita H, Asai A, Konno M, Arai T, Kitagawa T, Ofusa K, Yabumoto M, Hirotsu T, Vecchione A, Taniguchi M, Doki Y, Eguchi H, Ishii H., Cells, MDPI, 9[7] (2020), 1645.

著書

[1] Theoretical Approach to Homogeneous Catalyst of Methane Hydroxylation: Collaboration with Computation and Experiment. Hori, Y. Abe, T. “Direct Hydroxylation of Methane”, Yoshizawa, K. Ed., Springr, 1 (151-165) 2020.

特許

[1] 「国際特許出願」エピジェネティックスを標的とした新規医薬, PCT/JP2020/017607

[2] 「国際特許出願」ゲノム情報の統合画像化基盤技術, PCT/JP2019/051564

国内学会

2020 年度 第 4 回 PE 研究会,オンライン開催,2021.03.19　1 件
COMSOL CONFERENCE 2020 TOYKO, 2020.12.09-2020.12.14　1 件

科学研究費補助金

単位：千円

若手研究 浅井　歩	RNA 修飾情報に基づいたがん原発巣を特定するバイオマーカーの開発	2,470
挑戦的研究(開拓) 野田　祐樹	生体模倣型次世代振動センサの開発と社会実装	18,980

その他の競争的研究資金

浅井　歩	金沢大学がん進展制御研究所	がん幹細胞と腫瘍免疫をデュアルに標的化するエピゲノム創薬	400
浅井　歩	大阪対がん協会	がん種特異的 RNA 修飾情報に基づくがん原発巣特定バイオマーカーの開発	300
阿部　司	（財）池谷科学技術振興財団	卑金属元素を用いた一酸化窒素浄化触媒の開発	1,000
今村　健太郎	(公財) 関西エネルギー・リサイクル科学研究振興財団	シリコンナノ構造のバンド構造解析と太陽電池特性向上の効果	1,000

トランスレーショナルデータビリティ研究分野

原著論文

[1] Real-time Forecasting of Non-linear Competing Online Activities, Thinh Minh Do, Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai: Journal of Information Processing, 28 (2020) 333-342.

[2] 大規模疫病データのための将来予測アルゴリズム, 木村　輔, 松原　靖子, 川畑　光希, 櫻井　保志: 情報処理学会論文誌:データベース, 14 (2) (2021) 10-19.

[3] オンライン活動データストリームのための非線形モデル解析, 川畑　光希, 松原　靖子, 本田　崇人, 櫻井　保志: 情報処理学会論文誌:データベース, 14 (3) (2021) .

国際会議

[1] Non-Linear Mining of Social Activities in Tensor Streams, Koki Kawabata, Yasuko Matsubara, Takato Honda, Yasushi Sakurai: ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, (2020)　２０９３−２１０２.

特許

[1] 「国際特許出願」予測装置、予測方法及びプログラム, PCT/JP2020/029178

[2] 「国内特許出願」時系列テンソルデータのための予測装置、予測方法、及びプログラム, 特願 2020-139168

[3] 「国際特許出願」イベント予測システム、イベント予測方法およびプログラム, PCT/JP2021/000606

[4] 「国際特許出願」Allocation method, allocating device, and computer-readable recording medium（付与方法、付与プログラム及び付与装置）, 16/801165, US 2020/0280525 A1

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

櫻井　保志	DASFAA SC 委員 (Int. Conf. on Database Systems for Advanced Applications) (2014 年〜現在) (ステアリング委員)
櫻井　保志	27th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD2021) (プログラム委員)
櫻井　保志	30th Web Conference (WWW 2021) (プログラム委員)
櫻井　保志	2021 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (IEEE BigComp 2021) (チュートリアル委員長)
櫻井　保志	5th APWeb-WAIM International Joint Conference on Web and Big Data (APWeb-WAIM 2021) (プログラム委員長)
松原　靖子	AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI2020) (プログラム委員)
松原　靖子	International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-21) (プログラム委

員)

国内学会

2020 年度人工知能学会全国大会 (第３４回)	1 件
第 36 回電気通信普及財団賞及び 2020 年度助成援助金贈呈式テレコムシステム技術賞受賞者代表講演	1 件
大阪大学大学院工学研究科テクノアリーナフォーラム「先読みシミュレーション＋物質・材料科学研究推進機構」	1 件
経済産業省近畿経済産業局 第２回 AI 導入・活用セミナー「メーカーの活用事例等から学ぶ、実用化の導入プロセスのヒント」	1 件
NEDO「IoT 推進のための横断技術開発プロジェクト」スクール・ワークショップ	1 件
大阪大学フォトニクスセンターコロキウム	1 件
応用物理学会　トータルバイオミメティクス研究グループ バイオメティックス情報処理	1 件
一般社団法人日本電気計測器工業会 (JEMIMA) 計測展 2020 OSAKA	1 件
組込みシステム産業振興機構(ESIP)技術セミナー	1 件

取得学位

博士（情報科学)	Streaming Algorithms for Dynamic Pattern Mining
川畑　光希	

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究(B) 櫻井　保志	Web 情報に基づく社会情報分析と行動予測技術の開発	2,925
基盤研究(A) 櫻井　保志、 松原　靖子	ビッグデータからの材料特性の高速モデル学習と最適化	14,690
若手研究(A) 松原　靖子	生態系モデルに基づくオンライン社会活動分析技術の開発	4,550

受託研究

櫻井　保志	国立研究開発法人科学技術振興機構　JST 未来社会創造事業	複雑事象のモデリングによる知的支援システムの開発	20,930
櫻井　保志	新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO	世代パワー半導体の高品質・高信頼性実現のための革新的放熱故障診断技術に関する研究開発	4,485
松原　靖子	国立研究開発法人科学技術振興機構　JST さきがけ	複合時系列イベントストリームに基づくリアルタイム将来予測と社会行動支援サービスの構築	11,076
松原　靖子	独立行政法人環境再生保全機構 ERCA	リアルタイム AI 技術に基づく省エネルギー化に資する 高度自動運転支援技術に関する研究開発	5,083
松原　靖子	総務省戦略的情報通信研究開発推進事業 SCOPE	複合ビッグデータストリームの動的空間モデリングと最適化に関する研究	2,158
松原　靖子、 櫻井　保志	トヨタテクニカルディベロップメント株式会社	車両センサデータ解析に関する研究	3,900

共同研究

櫻井　保志, 松原　靖子	株式会社電通デジタル	顧客特性予測モデルの精度向上に向けた研究	5,000

櫻井　保志, 松原　靖子	三菱重工工作機械株式会社	工作機械のリアルタイムデータ処理と予測システムの開発	1,800
櫻井　保志, 松原　靖子	株式会社 SCREEN ホールディングス	AI 装置制御システムに関する研究	5,544
櫻井　保志, 松原　靖子	ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社	半導体設備の状態推定による故障予測モデルの開発	6,000
櫻井　保志, 松原　靖子	株式会社富士通研究所	自律的なオンライン学習手法の開発と適用	3,000
櫻井　保志, 松原　靖子	ローム株式会社	人工知能によるパワーデバイス制御手法の研究	2,000

その他の競争的研究資金

櫻井　保志	ダイキン工業株式会社	ＡＩ人材養成プログラム	1,260

量子ビーム科学研究施設　(所内兼任を含む)

原著論文

[1] Dynamics of Single-Stranded RNA Looping Probed and Photoregulated by Sulfonated Pyrene, Jie Xu, Sachiko Tojo, Mamoru Fujitsuka and Kiyohiko Kawai: ChemistrySelect, 5 (26) (2020) 8002-8008.

[2] Sulfonated Pyrene as a Photoregulator for Single-Stranded DNA Looping, Jie Xu, Shunichi Miyamoto, Sachiko Tojo, and Kiyohiko Kawai: Chemistry–A European, 26 (22) (2020) 5075-5084.

[3] Evidence for a critical dose above which damage to carbonate ester bonds in PADC appear after gamma ray and ultra soft X-ray exposures, Tamon Kusumoto, Shogo Okada, Hisaya Kurashige, Kazuo Kobayashi, Michel Fromm, Quentin Raffy, Nicolas Ludwig, Masato Kanasaki, Keiji Oda, Yoshihide Honda, Sachiko Tojo, Jean-Emmanuel Groetz, Ryo Ogawara, Satoshi Kodaira, Remi Barillon, Tomoya Yamauchi: RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY, 170 (2020) .

[4] Reconfiguration of magnetic domain structures of ErFeO3 by intense terahertz free electron laser pulses, Takayuki Kurihara, Kazumasa Hirota, Hongsong Qiu, Khoa Thanh Nhat Phan, Kosaku Kato, Goro Isoyama, Makoto Nakajima: SCIENTIFIC REPORTS, (2020) .

[5] Propagation of THz irradiation energy through aqueous layers: Demolition of actin filaments in living cells, Shota Yamazaki, Masahiko Harata, Yuya Ueno, Masaaki Tsubouchi, Keiji Konagaya, Yuichi Ogawa, Goro Isoyama, Chiko Otani, Hiromichi Hoshina: SCIENTIFIC REPORTS, (2020) .

[6] Plane photoacoustic wave generation in liquid water using irradiation of terahertz pulses, Masaaki Tsubouchi, Hiromichi Hoshina, Masaya Nagai, Goro Isoyama: SCIENTIFIC REPORTS, (2020) .

解説、総説

Development of a Free-Electron Laser in the Terahertz Region, 磯山　悟朗, Academic Society for Quality of Life, 6(1)2 (2020), 1-10.

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（C） 藤乗　幸子	不均一反応場における量子ビーム誘起反応の機構解明と新機能発現	650

高等共創研究院（槇原）

原著論文

[1] Wearable Sensor-based Gait Analysis for Age and Gender Estimation, M.A.R. Ahad, T.T. Ngo, A.D. Antar, M. Ahmed, T. Hossain, D. Muramatsu, Y. Makihara, S. Inoue, Y. Yagi: Sensors, MDPI, 20 (2424)

(2020) 1-24.

[2] Gait recognition invariant to carried objects using alpha blending generative adversarial networks, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, M. Ren: Pattern Recognition, 105 (107376) (2020) 1-12.

[3] Performance Evaluation of Model-based Gait on Multi-view Very Large Population Database with Pose Sequences, W. An, S. Yu, Y. Makihara, X. Wu, C. Xu, Y. Yu, R. Liao, Y. Yagi: IEEE Trans. on Biometrics, Behavior, and Identity Science, 2 (4) (2020) 421-430.

[4] Learn to Walk Across Ages: Motion Augmented Multi-age Group Gait Video Translation, Y. Zhang, Y. Makihara, D. Muramatsu, J. Zhang, L. Niu, L. Zhang, Y. Yagi: IEEE Access, 9 (2021) 40550 - 40559.

国際会議

[1] Detecting Adversarial Attacks in Time-series Data, M. Abdu-Aguye, W. Gomaa, Y. Makihara, Y. Yagi: Proc. of the 45th Int. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2020), (2020) 3092-3096.

[2] Gait Recognition via Semi-supervised Disentangled Representation Learning to Identity and Covariate Features, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, M. Ren: Proc. the 33rd IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2020), (2020) 13309-13319.

[3] Adaptive Pooling Is All You Need: An Empirical Study on Hyperparameter-insensitive Human Action Recognition Using Wearable Sensors, M.G. Abdu-Aguye, W. Gomaa, Y. Makihara, Y. Yagi: Proc. of the 2020 Int. Joint. Conf. on Neural Network (IJCNN 2020), (2020) 1-6.

[4] Gait Recognition from a Single Image using a Phase-Aware Gait Cycle Reconstruction Network, C. Xu, Y. Makihara, X. Li, Y. Yagi, J. Lu: Proc. of the 16th European Conf. on Computer Vision (ECCV 2020), (2020) 386-403.

[5] How Confident Are You in Your Estimate of a Human Age? Uncertainty-aware Gait-based Age Estimation by Label Distribution Learning, A. Sakata, Y. Makihara, N. Takemura, D. Muramatsu, Y. Yagi: Proc. of the 4th Int. Joint Conference on Biometrics (IJCB 2020), (2020) 1-10.

[6] DeformGait: Gait Recognition under Posture Changes using Deformation Patterns between Gait Feature Pairs, C. Xu, D. Adachi, Y. Makihara, Y. Yagi, J. Lu: Proc. of the 4th Int. Joint Conference on Biometrics (IJCB 2020), (2020) 1-10.

[7] End-to-end Model-based Gait Recognition, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, S. Yu, M. Ren: Proc. of the 15th Asian Conf. on Computer Vision, (2020) 3-20.

[8] Deep Gait Relative Attributeusing a Signed Quadratic Contrastive Loss, Y. Hayashi, A. Shehata, Y. Makihara, D. Muramatsu,Y. Yagi: Proc. of the 25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2020), (2021) 1-8.

[9] Real-Time Gait-Based Age Estimation and Gender Classification from a Single Image, C. Xu, Y. Makihara, R. Liao, H. Niitsuma, X. Li, Y. Yagi, J. Lu: Proc. of the IEEE Winter Conf. on Applications of Computer Vision 2021 (WACV 2021), (2021) 1-11.

[10] Video-based Gait Analysis and Its Applications , Y. Makihara: The 3rd Int. Conf. on Multimedia Analysis and Pattern Recognition.

[11] A bottom-up approach to chromosome detection using graph partitioning , Y. Makihara, R. Takami, Y. Yagi, E. Kawabata, Y. Kinugasa, S. Tashiro: The 5th International Symposium of the Network-type Joint Usage/Research Center for Radiation Disaster Medical Science.

特許

[1] 「国内特許出願」周期画像復元装置及び方法、識別装置及び方法、検証装置及び方法、特徴抽出装置、訓練方法、並びに位相推定装置, 2020-132951

[2] 「国内成立特許」健康状態推定装置, 2018-514135

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

槇原　靖	The 33rd IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2020) (領域チェア)
槇原　靖	The 34th AAAI Conf. on Artificial Intelligence (AAAI 2020) (プログラム委員)
槇原　靖	The 16th European Conf. on Computer Vision (ECCV 2020) (領域チェア)
槇原　靖	2020 International Conference on Activity and Behavior Computing (ABC 2020) (プログラム委員)
槇原　靖	The 25th Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR 2020) (テクニカル委員)
槇原　靖	ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2020 (ICMR 2020) (テクニカルプログラム委員)
槇原　靖	The 15th IEEE Computer Society Workshop on Biometrics 2020 (プログラム委員)
槇原　靖	The 31st British Machine Vision Conference (BCMV2020) (査読委員)
槇原　靖	The 25th Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR 2020) (テクニカル委員)
槇原　靖	The 12th IEEE International Conference on KNOWLEDGE AND SYSTEMS ENGINEERING (KSE 2020) (プログラム委員)
槇原　靖	The 35th AAAI Conf. on Artificial Intelligence (AAAI 2020) (プログラム委員)
槇原　靖	Winter Conference on Applications of Computer Vision 2021 (WACV 2021) (査読委員)
槇原　靖	The 34th IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2020) (査読委員)
槇原　靖	The 18th IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV 2021) (領域チェア)
槇原　靖	ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2021 (ICMR 2021) (テクニカルプログラム委員　)
槇原　靖	The 16th IEEE Computer Society Workshop on Biometrics 2021 (プログラム委員)
槇原　靖	The 5th Int. Joint Conference on Biometrics (IJCB 2021) (領域チェア)
槇原　靖	The 6th Asian Conf. on Pattern Recognition (ACPR 2021) (プログラム委員)

国内学会

コンピュータビジョンとイメージメディア（CVIM）研究会　1 件

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究(A) 槇原　靖	映像照合における多元位置合わせモデルとその高度利用に関する研究	11,830

受託研究

槇原靖	文部科学省	行動センシング基盤プロジェクト	10,400

奨学寄附金

槇原　靖	一般社団法人データビリティコンソーシアム 代表理事 八木　康史	1,600

その他の競争的研究資金

槇原　靖	ダイキン工業株式会社	ＡＩ人材養成プログラム	0
槇原　靖	ダイキン工業株式会社	ＡＩ人材養成プログラム	9,450

高等共創研究院（山崎）

原著論文

[1] Identification of genetic variants via bacterial respiration gas analysis, Naoki Koga, Takuro Hosomi, Martijn Zwama, Chaiyanut Jirayupat, Takeshi Yanagida, Kunihiko Nishino*, Seiji Yamasaki*: Frontiers in Microbiology, 11 (2020) 581571.

国内学会

大阪大学　産業科学研究所 第 76 回学術講演会	1 件
イノベーションジャパン 2020（JST フェアー)	2 件
第 9 回 大阪大学 COI シンポジウム	2 件
日本モノづくりワールド 2021 ヘルスケア・医療機器開発展	2 件
第 3 回 COI 学術交流会	2 件

科学研究費補助金

単位：千円

若手研究	耐性菌パンデミックの回避に向けた細菌薬剤排出ポンプの解析と阻害剤開発		1,300
山崎　聖司			

受託研究

山崎　聖司	国立研究開発法人 科学技術振興機構	腸内フローラ改善による人間力活性化メカニズムの解明	7,235
山崎　聖司	国立研究開発法人 科学技術振興機構	感染拡大抑制に寄与する迅速細菌遺伝子検査キットの開発	3,900
山崎　聖司	国立研究開発法人 科学技術振興機構	バクテリアに関する健康・医療ビッグデータの利活用	9,100
山崎　聖司	国立研究開発法人 科学技術振興機構	若手人材の活躍促進　「研究支援グループ」	156

その他の競争的研究資金

山崎　聖司	高等共創研究院	細菌の新規制御手法開発によるヒトと細菌との新たな共存関係の構築	1,300
山崎　聖司	人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス	医療応用に向けたバクテリア性状のナノデバイス解析技術の構築	2,600

高等共創研究院（小阪田）

原著論文

[1] Hard X-ray excited optical luminescence from protein-directed Au~20 clusters, Zuoyue Liu, Kyung Oh Jung, Ryo Takahata, Masanori Sakamoto, Toshiharu Teranishi, Mamoru Fujitsuka, Guillem Pratx, Yasuko Osakada: RSC Advances, 10 (23) (2020) 13824-13829.

[2] Aggregation-induced photocatalytic activity and efficient photocatalytic hydrogen evolution of amphiphilic rhodamines in water, Hajime Shigemitsu, Youhei Tani, Tomoe Tamemoto, Tadashi Mori, Xinxi Li, Yasuko Osakada, Mamoru Fujitsuka, Toshiyuki Kida: Chemical Science, 11 (43) (2020) 11843-11848.

国内学会

光化学討論会	2 件
放射線化学討論会	1 件
日本化学会春季年会	2 件
CSJ フェスタ	1 件

受託研究

小阪田　泰子	JKA （公益財団法人）	2,000

奨学寄附金

小阪田　泰子	小阪田　泰子	500
小阪田　泰子	公益財団法人 ENEOS 東燃ゼネラル 研究奨励・奨学会 理事長　岡井　政義	1,200

令和３年６月発行

編集・発行　　大阪大学 産業科学研究所
〒567-0047　大阪府茨木市美穂ヶ丘８－１