

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) 國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	16
6) 広報活動	22
7) 受賞状況	22
3. 教育への関与	
1) 大学院の所属先	24
2) 大学院担当授業一覧	25
3) 学部、共通教育担当授業一覧	30
4) 大学院生の受入数	31
4. 国際交流	
1) 活動状況	32
2) 国外との研究者往来	33
5. 産業界との交流	
6. まとめ（課題と展望）	35
[附 1] 各研究部門の組織と活動	39
[附 2] 各附属研究施設等の組織と活動	103
[附 3] 共通施設等、技術室、事務部の組織と活動	153
[附 4] 各研究部門、附属施設における活動実績リスト	167

本年次報告書は、令和3年度（令和3年（2021）4月1日から令和4年（2022）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）「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の共創に向けた取り組みを継続的に展開しています。

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、2016年度（平成28年度）からは本所が事業本部として「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」を推進して参りました（令和4年度より「人と知と物質で未来を創るクロスオーバーアライアンス」としてリニューアルの予定）。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。加えて、関西財界・産業界の皆さまに育てていただいた産研として、2025年大阪・関西万博において何ができるのかとの観点から所内外との多くの意見交換を進めると共に、ご助言・ご協力を頂き2021年（令和3年）6月に大阪大学として3番目となる「TEAM EXPO 2025」プログラム「共創パートナー」登録を行いました。

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。

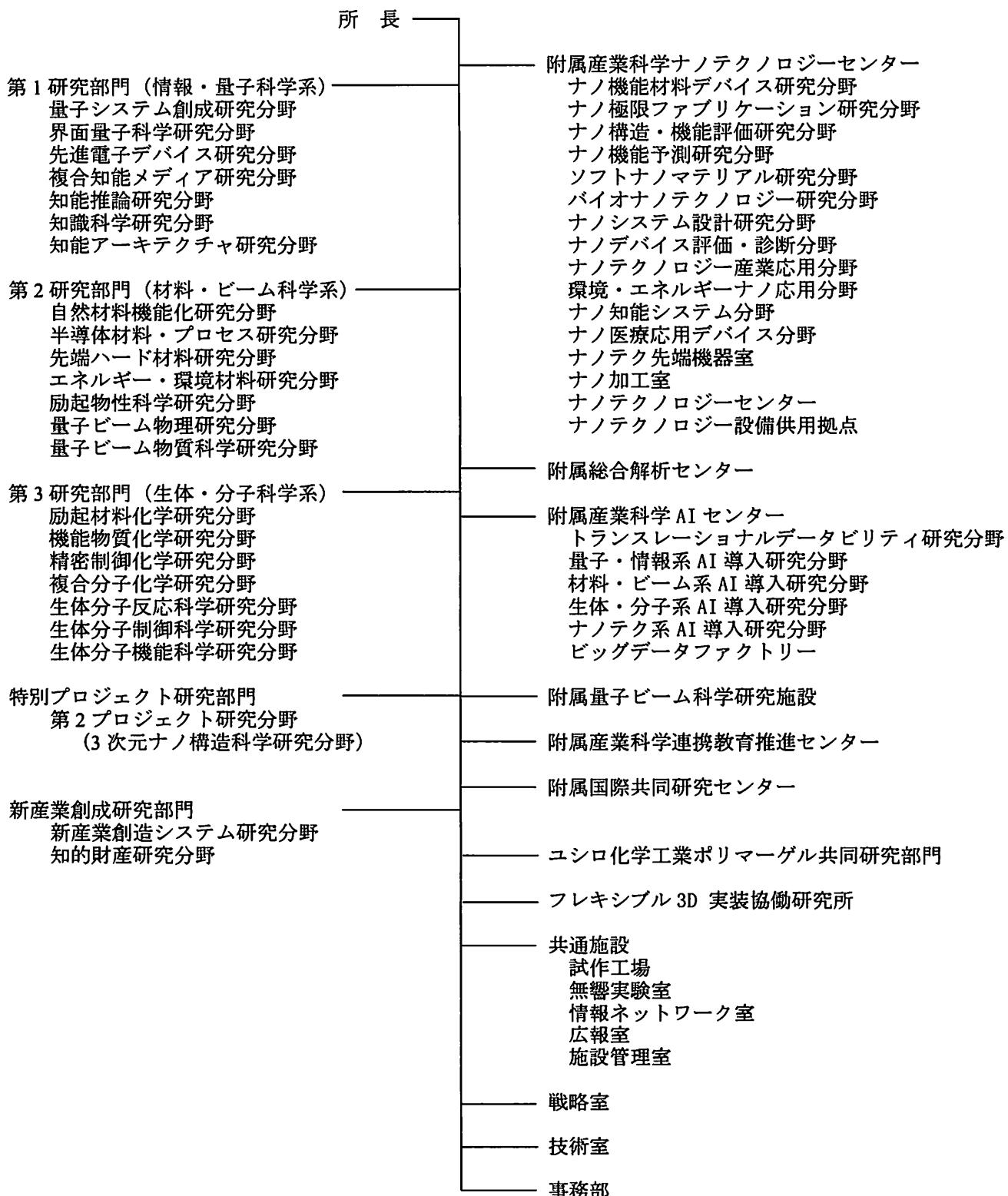
本報告書は、産研における2021年度（令和3年度）の研究・教育・社会貢献の成果の記録です。新型コロナ感染症による世界的なパンデミックは、これまで想像しえないほどの影響をもたらしましたが、その中でも研究や多様な共創を止めることなく活動できたものと考えています。皆さんに是非ご一読いただき、産研のより一層の発展のために、忌憚なきご意見、ご批判を頂ければ幸いです。多様な視点を持つ学術コミュニティー・大学・研究機関や企業等の皆さまとの連携や共創も産研にとって極めて重要であり、今後も強力に進めて参ります。引き続き皆さまの温かいご支援とご指導、ご鞭撻を賜りますよう、心よりお願い申し上げます。

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4年3月31日現在）



・教員組織（令和4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 助教 助教 特任研究員（常勤）	博士（理学） 博士（工学） 博士（工学） Ph. D (Physics)	大岩 頸 木山 治樹 藤田 高史 Liu Xiaofei
界面量子科学研究分野	教授 准教授 助教 助教	博士（工学） 博士（理学） 博士（工学） 博士（工学）	千葉 大地 小山 知弘 金井 康 小野 兇生
先進電子デバイス研究分野	教授 准教授 助教 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） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤）	博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（工学）	関谷 肅 須藤 孝一 荒木 徹平 植村 隆文 鶴田 修一 根津 俊一 飯田 博一 Briones Jonathan Campos 秋山 実邦子
複合知能メディア研究分野	教授 教授（高等共創研究院） 准教授 助教 特任准教授（常勤） 特任准教授（常勤） 特任講師（常勤） 特任助教（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤）	工学博士 博士（工学） 博士（情報科学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（情報科学） 博士（工学） 博士（情報科学） Ph. D (Computer Science and Engineering) 博士（工学） 博士（工学） 修士（情報科学）	八木 康史 楳原 靖 中村 友哉 武 淑瓊 Ahad Md Atiqur Rahman 青木 工太 新妻 弘崇 Liu Jiaqing 丹羽 真隆 Allam Shehata Hassanein Allam Xu Chi Li Xiang Liao Ruochen
知能推論研究分野	教授 准教授 助教	工学博士 博士（工学） 博士（工学）	鷺尾 隆 原 聰 Holland Matthew James
知識科学研究分野	教授 准教授	博士（情報学） 博士（情報学）	駒谷 和範 武田 龍
知能アーキテクチャ研究分野	教授 准教授 助教	工学博士 博士（情報科学） 博士（心理学）	沼尾 正行 福井 健一 木村 司

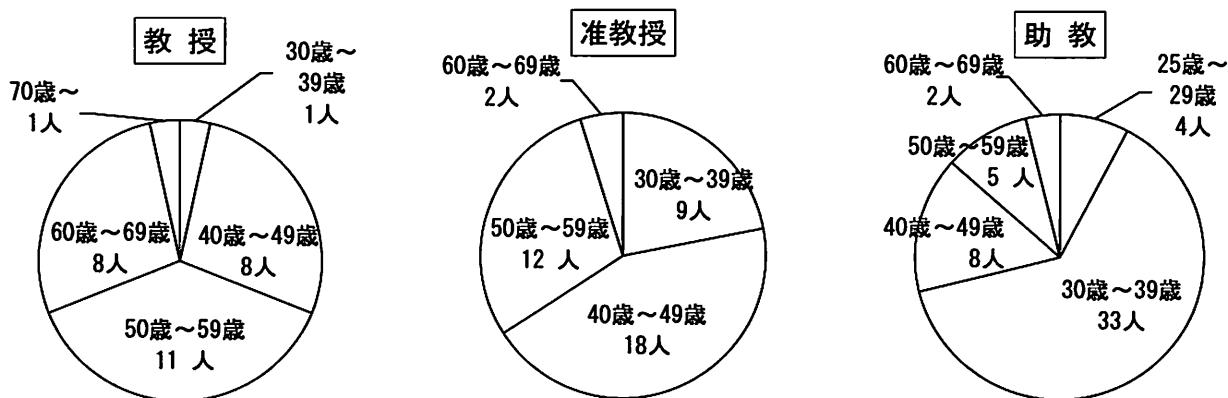
	助教	博士（言語哲学）	森田 堯
■第2研究部門（材料・ビーム科学系）			
自然材料機能化研究分野	教授 准教授 助教	博士（農学） 博士（農学） 博士（農学）	能木 雅也 古賀 大尚 上谷 幸治郎
半導体材料・プロセス研究分野	准教授	博士（理学）	松本 健俊
先端ハード材料研究分野	教授 准教授 （高等共創研究院） 助教 助教 特任助教（常勤）	博士（工学） 博士（工学） 博士（金属材料工学） 博士（工学） 博士（工学）	関野 徹 後藤 知代 Cho Sunghun Seo Yeong jun Park Hyunsu
エネルギー・環境材料研究分野	教授 准教授 准教授 助教	博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（工学）	山田 裕貴 菅原 徹 片山 祐 近藤 靖幸
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 准教授 特任教授（常勤） 特任助教（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤）	博士（理学） 博士（光物理） Ph. D.（プラズマ物理化学） 博士（物理学） 修士（工学） Ph. D.（Physics）	細貝 知直 金 展 Zhidkov Alexey Pathak Naveen Chandra 水田 好雄 Oumbarek Espinos Driss
量子ビーム物質科学研究分野	教授 准教授 助教 特任教授（常勤） 特任准教授（常勤） 特任研究員（常勤）	博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 修士（応用化学）	古澤 孝弘 室屋 裕佐 岡本 一将 井谷 俊郎 Satillan Julius Joseph Sudlay 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 准教授 准教授 （高等共創研究院） 助教	博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（工学）	藤塙 守 川井 清彦 小阪田 泰子 Lu Chao
機能物質化学研究分野	教授 准教授	工学博士 博士（薬学）	笹井 宏明 滝澤 忍
精密制御化学研究分野	准教授 准教授 助教 助教	博士（工学） 博士（生命科学） 博士（理学） 博士（理学）	堂野 主税 村田 亜沙子 柴田 知範 山田 刚史

	特任助教（常勤）	Ph. D.（有機化学）	Das Bimolendu
複合分子化学研究分野	教授 准教授 助教 助教	博士（薬学） 博士（薬学） 博士（薬科学） 博士（薬学）	鈴木 孝禎 伊藤 幸裕 山下 泰信 高田 悠里
生体分子反応科学研究分野	教授 准教授 准教授 助教 助教	博士（農学） 博士（理学） 理学博士 博士（理学） 博士（農学）	黒田 俊一 岡島 俊英 和田 洋 立松 健司 曾宮 正晴
生体分子制御科学研究分野	教授 准教授 准教授 （高等共創研究院） 准教授 助教 特任准教授（常勤） 特任助教（常勤）	博士（薬学） 博士（理学） 博士（薬科学） 博士（薬学） Ph. D (Microbiology and Immunobiology) 博士（理学） 博士（薬学）	西野 邦彦 西 豪 山崎 聖司 西野 美都子 田口 厚志 中島 良介 Zwama Martijn
生体分子機能科学研究分野	教授 准教授 助教 助教 特任助教（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤）	博士（医学） 博士（理学） 博士（理学） 博士（理学） 博士（バイオサイエンス学） Ph. D. (Stem Cell Biology) 博士（農学） 博士（理学） 博士（理学） 博士（生命機能学）	永井 健治 松田 知己 服部 満 長部 謙二 圓谷 徹之 Lu Kai 京 卓志 杉浦 一徳 福島 俊一 垣塚 太志
■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 准教授 助教 特任助教（常勤）	博士（理学） 博士（理学） 博士（工学） Ph. D (Nuclear Science and Technology)	田中 秀和 神吉 輝夫 Li Haobo Ren Hui
ナノ極限アプリケーション研究分野	教授 准教授 助教 助教	工学博士 博士（理学） 博士（工学） 博士（理学）	吉田 陽一 楊 金峰 菅 晃一 神戸 正雄
ナノ構造・機能評価研究分野	教授 准教授 助教	博士（工学） 博士（理学） 博士（工学）	末永 和知 吉田 秀人 神内 直人

	特任助教（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤）	Ph. D (Materials Science) Ph. D (Materials Science) Ph. D (Materials Science)	Sinha Sapna Chiew Yi Ling Liu Qiunan
ナノ機能予測研究分野	准教授 助教	博士（工学） 博士（理学）	白井 光雲 糸田 浩義
ソフトナノマテリアル研究分野	教授 助教 助教 助教	博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（理学）	家 裕隆 陣内 青萌 横山 創一 安藤 直紀
バイオナノテクノロジー研究分野	教授 准教授 助教 助教 特任准教授（常勤）	博士（工学） 博士（工学） 博士（理学） 博士（理学） 博士（理学）	谷口 正輝 筒井 真楠 田中 裕行 小本 祐貴 大城 敬人
ナノテクノロジー設備供用拠点	特任助教（常勤） 特任研究員（常勤）	博士（材料科学）	北島 彰 出口 寛子
■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 准教授 助教	博士（工学） 博士（情報学） 博士（情報科学）	櫻井 保志 松原 靖子 川畑 光希
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 特任助教（常勤）	博士（理学） 博士（先端情報学）	今村 健太郎 木村 輔
生体・分子系 AI 導入研究分野			
ナノテク系 AI 導入研究分野			
■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 真人
■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次元ナノ構造科学的研究分野）	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 藤乘 幸子
■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

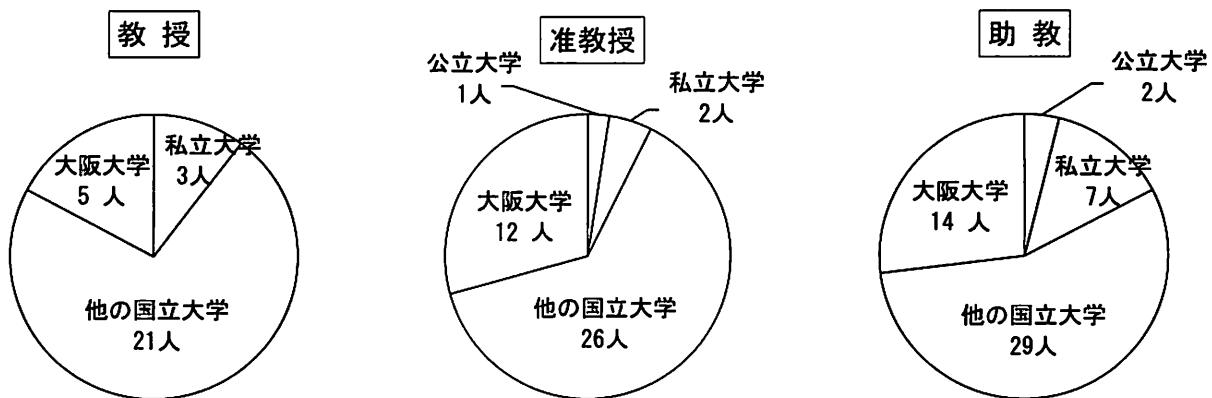
■フレキシブル3D実装協働研究所	特任教授 特任准教授（常勤） 特任助教（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤）	工学博士 修士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（理学）	菅沼 克昭 Chen Chuantong 張 政 Zhao Shuaijie Liu Yang Liu Ran
------------------	--	--	--

・教員の年齢構成（令和4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。



※特任教師（常勤）1名（50～59歳）

・教員の出身大学（令和4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。



※特任教師（常勤）1名（他の国立大学）

教職員全体では、令和4年3月31日現在で専任教員95名、特任教員52名（常勤：28名・非常勤24名）、特任教員73名（常勤：24名・非常勤49名）、事務職員28名、技術職員18名及び非常勤職員103名（事務補佐員36名・技術補佐員67名）を含み、合計369名である。全職員のうち外国人は43名、女性は145名である。

・人事異動（令和3年4月1日から令和4年3月31日まで）（常勤のみ記載）

異動日	異動事項		氏名等
2021/4/1	採用	准教授（先端ハード材料）	後藤 知代
2021/4/1	採用	教授（エネルギー・環境材料）	山田 裕貴
2021/4/1	採用	助教（生体分子制御科学）	田口 厚志
2021/4/1	採用	助教（ソフトナノマテリアル）	安藤 直紀
2021/4/1	採用	助教（トランスレーショナルデータビリティ）	川畠 光希
2021/4/1	採用	特任助教（常勤）（ナノ機能材料デバイス）	Ren Hui
2021/4/1	採用	特任助教（常勤）（ナノ構造・機能評価）	Sinha Sapna
2021/4/1	採用	特任研究員（常勤）（複合知能メディア）	Xu Chi
2021/4/1	採用	特任研究員（常勤）（複合知能メディア）	Li Xiang
2021/4/1	採用	特任研究員（常勤）（複合知能メディア）	Liao Ruochen
2021/4/1	採用	特任研究員（常勤）（先進電子デバイス）	Briones Jonathan Campos
2021/4/1	採用	特任研究員（常勤）（ナノ構造・機能評価）	Chiew Yi Ling
2021/4/1	採用	特任研究員（常勤）（ナノ構造・機能評価）	Felizco Jenichi Clairvaux Escubio
2021/4/1	採用	特任技術職員（界面量子科学）	今井 亜希子
2021/4/1	配置換	総務課長（総務課）	松本 勝昌
2021/4/1	配置換	総務課長（総務課）	水野 敬仁
2021/4/1	配置換	総務係主任（総務課）	朝日 太郎
2021/4/1	配置換	総務係主任（総務課）	岡田 優子
2021/4/1	配置換	財務係主任（研究連携課）	松浦 靖
2021/4/1	配置換	財務係係員（研究連携課）	尾形 翔太
2021/5/1	採用	特任事務職員（フレキシブル3D実装協働研究所）	濱田 美香
2021/5/16	採用	特任研究員（常勤）（フレキシブル3D実装協働研究所）	Zhao Shuaijie
2021/5/31	退職	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
2021/5/31	退職	特任研究員（常勤）（フレキシブル3D実装協働研究所）	竹政 哲
2021/5/31	退職	特任事務職員（施設管理室）	大橋 佳代子
2021/6/1	採用	特任技術職員（界面量子科学）	加藤 文男
2021/6/16	採用	特任技術職員（界面量子科学）	坂野 喜代治
2021/6/16	採用	特任技術職員（界面量子科学）	山本 佳織
2021/6/30	退職	特任助教（常勤）（精密制御化学）	Mukherjee Sanjukta
2021/7/1	採用	特任助教（常勤）（精密制御化学）	Das Bimolendu
2021/7/1	採用	特任事務職員（先進電子デバイス）	田辺 めぐみ
2021/7/1	採用	特任事務職員（戦略室）	山崎 知奈美
2021/7/1	採用	特任事務職員（総務課総務係）	高見 志保
2021/7/1	採用	特任事務職員（総務課人事係）	葦澤 貴子
2021/7/16	採用	特任研究員（常勤）（先進電子デバイス）	秋山 実邦子
2021/7/31	退職	特任研究員（常勤）（複合分子化学）	Narozomy Remy Thomas
2021/7/31	退職	特任事務職員（総務課人事係）	大野 亜沙子

2021/8/1	採用	助教（エネルギー・環境材料）	近藤 靖幸
2021/8/16	採用	特任研究員（常勤）（ナノ構造・機能評価）	Liu Qiunan
2021/8/31	退職	特任助教（常勤）（生体・分子系AI導入）	阿部 司
2021/9/30	退職	特任事務職員（広報室）	水野 祥子
2021/10/1	採用	助教（先端ハード材料）	Seo Yeongjun
2021/10/1	採用	特任助教（常勤）（複合知能メディア）	Liu Jiaqing
2021/10/1	採用	特任研究員（常勤）（量子ビーム物理）	Oumbarek Espinos Driss
2021/10/1	採用	特任研究員（常勤）（生体分子機能科学）	垣塚 太志
2021/10/1	採用	特任事務職員（広報室）	緒方 のどか
2021/10/1	採用	特任事務職員（研究連携課）	中山 尚子
2021/10/1	配置換	研究協力係長（研究連携課研究協力係）	北之橋 奈津子
2021/10/1	配置換	研究協力係長（研究連携課研究協力係）	辻 隆彰
2021/10/1	配置換	契約係（研究連携課）	早川 沙由里
2021/10/1	配置換	契約係（研究連携課）	藤田 健太
2021/10/16	採用	助教（ナノ機能材料デバイス）	Li Haobo
2021/10/31	退職	特任助教（常勤）（先端ハード材料）	Shi Shengfang
2021/10/31	退職	特任事務職員（フレキシブル3D実装協働研究所）	濱田 美香
2021/11/30	退職	特任事務職員（研究連携課）	中山 尚子
2021/12/1	採用	特任事務職員（施設管理室）	大橋 佳代子
2021/12/20	退職	助教（量子ビーム物理）	松門 宏治
2021/12/31	退職	助教（量子ビーム物理）	入澤 明典
2021/12/31	退職	特任講師（常勤）（複合知能メディア）	青木 工太
2021/12/31	退職	特任助教（常勤）（ナノテクノロジー設備供用拠点）	法澤 公寛
2021/12/31	退職	特任研究員（常勤）（ナノテクノロジー設備供用拠点）	津本 弥生
2022/1/1	採用	特任准教授（常勤）（複合知能メディア）	青木 工太
2022/1/31	退職	特任研究員（常勤）（ナノ構造・機能評価）	Felizco Jenichi Clairvaux Escubio
2022/2/1	採用	特任事務職員（フレキシブル3D実装協働研究所）	森部 幸子
2022/2/16	採用	特任研究員（常勤）（フレキシブル3D実装協働研究所）	Liu Ran
2022/2/28	退職	特任助教（常勤）（ナノテク系AI導入）	浅井 歩
2022/3/1	採用	准教授（エネルギー・環境材料）	片山 祐
2022/3/31	定年退職	教授（機能物質化学）	笹井 宏明
2022/3/31	定年退職	准教授（量子ビーム科学研究施設）	譽田 義英
2022/3/31	定年退職	准教授（ナノ機能予測）	白井 光雲
2022/3/31	定年退職	事務部長	増田 敏裕
2022/3/31	定年退職	研究連携課長（研究連携課）	西川 憲司
2022/3/31	退職	准教授（エネルギー・環境材料）	菅原 徹
2022/3/31	退職	准教授（精密制御化学）	村田 亜沙子
2022/3/31	退職	助教（自然材料機能化）	上谷 幸治郎
2022/3/31	退職	助教（ナノ機能予測）	糸田 浩義
2022/3/31	退職	助教（材料・ビーム系AI導入）	今村 健太郎
2022/3/31	退職	特任准教授（常勤）（複合知能メディア）	Ahad Md Atiquer Rahman

2022/3/31	退職	特任講師（常勤）（複合知能メディア）	新妻 弘崇
2022/3/31	退職	特任助教（常勤）（複合知能メディア）	Liu Jiaqing
2022/3/31	退職	特任助教（常勤）（ナノ機能材料デバイス）	Ren Hui
2022/3/31	退職	特任助教（常勤）（ナノ構造・機能評価）	Sinha Sapna
2022/3/31	退職	特任研究員（常勤）（先進電子デバイス）	Briones Jonathan Campos
2022/3/31	退職	特任研究員（常勤）（複合知能メディア）	Allam Shehata Hassanein Allam
2022/3/31	退職	特任事務職員（研究連携課）	水口 紘美

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、技術職員による第一次選挙において最大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、所内では、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。

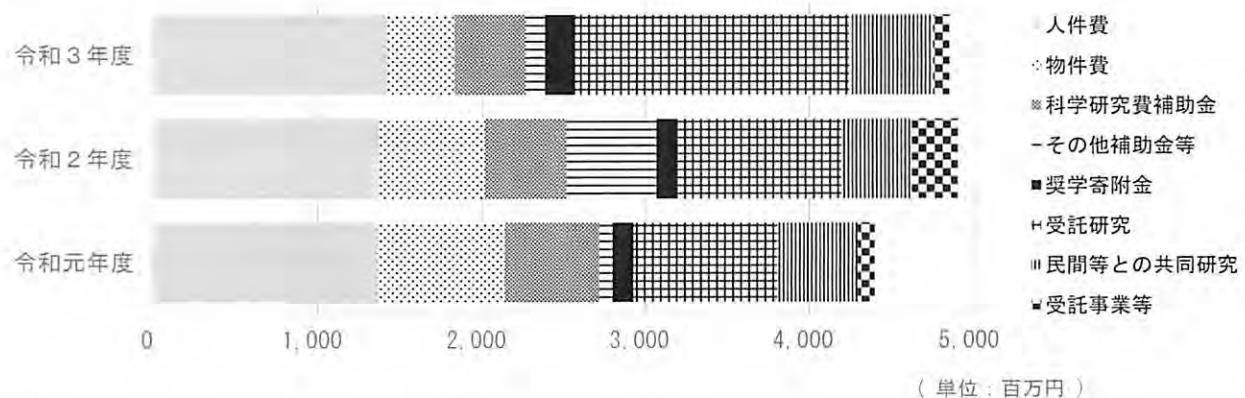
委員会名	構成
役員会	所長、副所長（附属産業科学ナノテクノロジーセンター長を含む）、事務部長、所長補佐
運営協議会	所長、副所長（附属産業科学ナノテクノロジーセンター長を含む）、学外の学識経験者など
研究企画委員会	所長、研究推進担当の役員会構成員、各研究部門・ナノテクセンターの専任教授、事務部長他

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3年度は学内から24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。これら研究費の令和元年度から3年間の推移は以下のとおりである。



・予算（令和元年度～令和3年度）

		令和元年度	令和2年度	令和3年度
運営費交付金	人件費	1,358,213	1,367,144	1,421,887
	物件費	780,233	648,530	408,590
科学研究費補助金（件数）	579,038 (133)	501,036 (100)	435,490 (93)	
その他補助金等（件数）	81,818 (17)	551,159 (12)	117,463 (44)	
奨学寄附金（件数）	129,596 (72)	121,790 (72)	187,024 (60)	
受託研究（件数）	878,082 (57)	1,007,056 (67)	1,670,919 (85)	
民間等との共同研究（件数）	485,786 (151)	420,603 (154)	504,779 (152)	
受託事業等（件数）	103,141 (26)	278,573 (27)	99,031 (35)	
合 計	4,395,907	4,895,891	4,845,183	

(注) 共通経費は除く

(単位：千円)

・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3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3年度	第1 研究部門	第2 研究部門	第3 研究部門	ナノテクノロジー センター	特別プロジエ クト研究部門	その他	合計
	42,780 (15)	16,320 (13)	72,464 (16)	4,800 (3)	12,450 (6)	38,210 (7)	187,024 (60)

() 内は件数 (単位 : 千円)

4) 国際研究プロジェクト

当研究所が令和3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
界面量子科学	オックスフォード大学	英国	生体分子で機能化したグラフェン表面形態の液中AFM観察に関する研究
	ポーランド科学アカデミー	ポーランド	窒化物強磁性半導体の機能化に向けた研究
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
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
	全南大学校	韓国	コンピュータビジョンに関する研究
	南方科技大学	中国	歩行映像解析に関する研究
	北京大学	中国	コンピュータビジョンに関する研究
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
知識科学研究	ホンダ・リサーチ・インスティチュート・USA	アメリカ	モビリティ向け Situated Communication 研究
	国立中正大学	台湾	対話における心理学的分析に関する研究
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
	Thammasat University	タイ	A Distance-based Approach for Inductive Logic Programming
	imec The Netherlands	オランダ	生体センサーの開発
自然材料機能化	The Australian National University	オーストラリア	ナノセルロースのフレキシブル電子デバイス応用
半導体材料・プロセス	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
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
	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
	Hanyang University	韓国	機能性ナノ構造材料の設計・創製と特性解明に関する研究
	Korea Automotive Technology Institute	韓国	可視光応答性チタニアナノチューブのプロセス・機能開拓
	北京科技大学	中国	ナノ構造酸化物の環境調和機能に関する研究
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

	INFN	イタリア	T H z – F E Lに関する研究
	ドイツ放射光施設D E S Y	ドイツ	高強度レーザーを用いた粒子加速プロジェクト
	ローマ大学	イタリア	遠赤外放射光に関する研究
	欧州エアバス社、株式会社ユニタック	日本	量子ビームによる材料表面の機能創生・評価に関する研究
	上海交通大学	中国	レーザー加速グループと共同研究
量子ビーム物質科学	imec	アメリカ	To evaluate the EUV-printability of resist with different chemistries
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	次世代シーケンサーを用いた1分子蛍光観測
	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
	Zhejiang University of Technology	中国	水素発生光触媒に関する研究
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
	Chung-Ang University	韓国	不斉導入能の逆転に関する研究
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、細胞内リボソームシフトの調節
	University of Toronto, The Hospital for Sick Children	カナダ	リピート病を標的とした小分子の効果に関する研究
	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
	The University of Texas at San Antonio	アメリカ	LSD1 阻害剤の抗がん活性評価
複合分子化学	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
生体分子反応科学	ローマ大学	イタリア	Hbx 阻害剤の薬剤耐性病原菌への応用に関する研究
生体分子制御科学	フランス国立農学研究所 INRAe	フランス	サルモネラ薬剤耐性と病原性機構に関する研究
	ユストゥス・リービッヒ大学ギーセン	ドイツ	細菌薬剤耐性化機構に関する研究
	香港大学	中国	トランスポーター制御による細菌恒常性維持機構の解明と新規治療戦略の開発
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葉開発に関する研究
	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
	Bits Pilani Hyderabad Campus	インド	単細胞バクテリアから多細胞バイオフィルムへの形態変化の可視化
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
ナノ極限ファブリケーション	華中科技大学	中国	超高速電子線回折装置の開発と構造ダイナミクスの測定に関する研究
ナノ構造・機能評価	Utrecht University	オランダ	担持金属触媒の ETEM 観察
	ウィーン大学	オーストリア	MORE-TEM プロジェクト
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
	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
トランスレーションナルデータビリティ	カーネギーメロン大学	アメリカ	複合ビッグデータのためのリアルタイム予測技術に関する研究

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3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
2021/5/14	2021年度第1回PE研究会「マテリアル革新」
2021/5/20	2021年度第1回F3D公開講座「日本のマテリアル戦略 一セラミックス産業一」
2021/6/18	2021年度第2回F3D公開講座「ポスト5Gを支える先端半導体微細化のこれからと3D実装」
2021/6/26	情報計測オンラインセミナー「革新的先端計測の方程式：計測+AI=情報計測」
2021/7/5	2021年度 第1回 先端電子デバイス接着技術研究会「エレクトロニクス機器のための接着」
2021/7/21	2021年度第3回F3D公開講座「ポスト5Gを支える先端半導体製造機器」
2021/8/6	2021年度第2回PE研究会「マテリアル革新2」
2021/8/27	2021年度第4回F3D公開講座「フレキシブル&3D実装のためのオープンイノベーション拠点」
2021/9/30	JIEP サステナブル高機能材料研究会 第1回公開研究会「ポスト5G・先端半導体後工程における接着・接合技術」
2021/10/14	「BioJapan2021：健康を科学する計測×AI プラットフォームの創出と事業化」
2021/10/29	第100回産研テクノサロン「2025大阪・関西万博を盛り上げよう！Special 産研の技術もアピール！」
2021/11/19・26	「ネクスト・イノベーターへ伝える起業・創業の魅力」
2021/11/26	「過酷環境下での次世代パワーデバイスと計測技術」
2021/11/26	第77回産研学術講演会・第6回産研ホームカミングデイ「-ポストコロナ時代における産業科学-」
2021/12/6	第10回 imec Handai Symposium
2021/12/17	第101回産研テクノサロン「表面・界面現象の分析技術」
2021/12/22	大阪大学産業科学研究所附属量子ビーム科学研究施設 令和3年度施設研究会
2022/1/6-7	第25回産研国際シンポジウム「Innovative Science and Technology after the Emergence of COVID-19」
2022/1/8	情報計測オンラインセミナー「100万細胞をミクロの空間分解能で瞬時に撮像・解析するトランススケールスコープ AMATERAS」
2022/1/19	2021年度第5回F3D公開講座「判りやすいDX導入と成功例」
2022/1/21	2021年度 第4回PE研究会「マテリアル革新3」

2022/1/26-28	nanotech 2022 「電子顕微鏡と電子分光を用いた低次元物質のナノスケール構造解析」
2022/1/28	2021 年度第 6 回 F3D 公開講座「先端半導体パッケージの 3D 実装技術」
2022/2/18	第 3 回産研女性サミット
2022/2/25	2021 年度第 7 回 F3D 公開講座「ポスト 5G 通信を支える基板技術」
2022/2/28	第 102 回産研テクノサロン「カーボンニュートラルに向けた蓄電池技術」
2022/3/18	経営と脳科学の研究会と PE 研究会の共催による公開セミナー
2022/3/18	2021 年度第 8 回 F3D 公開講座「F3D・AI センターのオープンイノベーション展開総括」
2022/3/30	MIRAI Science Camp 2022 「電池の未来技術」

・上記のうち、外部講師を招いてのセミナー等の実施状況

日付	講師名	所属機関	役職	内容
2021/5/14	福島 孝典	東京工業大学科学技術創成研究院 化学生命科学研究所	教授	ナノ～メゾ～マクロスケールの精密分子集積化による新機能物質創製
2021/5/14	山口 裕二	東京化成工業株式会社 化成品部	チームリーダー	有機トランジスタ：高品質/高性能な材料試薬の開発
2021/5/14	齋藤 繼之	東京大学大学院 農学生命科学研究所 生物材料科学専攻	准教授	新素材“セルロースナノファイバー”的拓く未来
2021/5/14	山本 満昭	大王製紙株式会社 新素材研究開発室	課長	セルロースナノファイバー (CNF)『ELLEX』シリーズの開発
2021/5/20	矢野 友三郎	日本ファインセラミックス協会	専務理事	挑戦するセラミックス
2021/5/20	林 晃敏	大阪府立大学大学院工学研究科	教授	無機セラミックス材料を用いた全固体電子の研究開発
2021/5/20	萩原 康正	株式会社デンソー		高効率 SOFC システムの開発
2021/6/18	E. Jan Vardaman	TechSearch International, Inc.		最先端パッケージ技術の動向：ヘテロジニアス・インテグレーションの役割と重要性
2021/6/18	若林 猛	株式会社エイチ・ティー・エル		最先端パッケージ技術の動向：ヘテロジニアス・インテグレーションの役割と重要性
2021/6/18	山本 恰二	株式会社 村田製作所		携帯電話と高周波電子部品の進化
2021/7/5	田中 敬二	九州大学大学院工学研究院	教授	高分子界面の理解と接着技術への展開
2021/7/5	森 健治	三井金属鉱業株式会社		プリント配線板向け電解銅箔の製品・技術動向
2021/7/21	平野 義和	TOWA 株式会社		先端半導体における FO-WLP/PLP モールディングソリューション
2021/7/21	新井 義之	東レエンジニアリ		μ LED ディスプレイ向け設備のご紹

		シグ株式会社		介
2021/7/21	遠藤 貴士	東朋テクノロジー 株式会社		材料開発から成膜条件管理まで～薄 膜応力測定
2021/8/6	永野 智己	国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST)	JST CRDS 総括 ユニットリーダー 文部科学省 技術 参与	政府『マテリアル革新力強化戦略』 の開始に寄せて～社会変革期における 材料・デバイス研究開発のゆくえ～
2021/8/6	勝 勇人	株式会社村田製作 所 事業 インキュ ベーションセンタ ー 新商品事業化 推進部	マネージャー	ストレッチャブル基板の医療機器への 展開
2021/8/6	中山 英典	三菱ケミカル株式 会社 Science & Innovation Center Organic Materials Laboratory	主任研究員	塗布型半導体材料・素子・モジュールの開発
2021/8/27	廣田 晋一	ポリプラスチックス 株式会社		ポリプラスチックスのソリューション 技術と技術サポート体制のご紹介
2021/8/27	北原 悠平	奥野製薬工業株式 会社		研究者をつなぐワンルームラボの紹 介
2021/8/27	伊藤 大樹	セイコーホームズ 株式会社		インクジェットイノベーションで切 り拓く未来
2021/9/30	齋藤 尚史	経済産業省 商務 情報政策局	課長補佐	ポスト5G 及び先端半導体製造技術に 関する施策の方向性
2021/9/30	晴 孝志	東レエンジニアリ ング株式会社 メ カトロファインテ ック事業本部第一 事業部開発部	チームリーダー	実装技術の変遷と今後の展望
2021/9/30	藤野 真久	国立研究開発法人 産業技術総合研究 所 デバイス技術 研究部門	主任研究員	産総研におけるW2Wハイブリッド接 合の取り組み
2021/10/14	民谷 栄一	国立研究開発法人 産業技術総合研究 所 PhotoBIO-OIL	ラボ長	e-ヘルスケアに向けたバイオセンシ ングの展開
2021/10/14	多田 欽	AMI 株式会社 CEO 室		超聴診器による遠隔医療
2021/10/14	小野瀬 隆一	Craif 株式会社	代表取締役社長 CEO	エクソソームバイオマーカープラット フォーム
2021/10/14	杉原 宏和	株式会社イムノセ ンス	CEO	電気化学免疫測定法「GLEIA」が POCTの未来を切りひらく
2021/10/14	松原 秀樹	PGV 株式会社	代表取締役社長	脳波の情報価値をいかに最大化する か
2021/10/29	前田 泰宏	公益社団法人 2025	理事・副事務総	大阪・関西万博とアカデミアへの期

		年日本国際博覧会協会	長	待
2021/10/29	秦 茂則	大阪大学 2025 年日本国際博覧会推進室	室長(共創機構機構長補佐・教授)	大阪大学における大阪・関西万博への取組
2021/11/19	落合 陽一	筑波大学 デジタルネイチャー開発研究センター	センター長	デジタルネイチャー、新しい自然の構築へ
2021/11/19	閑歳 孝子	株式会社 Zaim	代表取締役	お金の面から一人ひとりに寄り添い、行動を変える
2021/11/19	清水 信哉	エレファンティック株式会社	代表取締役	新しいモノづくりの力で、持続可能な世界を作る
2021/11/19	山本 一成	HEROZ 株式会社	技術顧問	AI 革命を起こし、未来を創っていく
2021/11/26	松尾 豊	東京大学、日本ディープラーニング協会理事長	教授	知能を創り、未来を拓く
2021/11/26	和田 幸子	株式会社タスカジ	代表取締役	自由な選択で、自分らしく生きることができる世界をつくる
2021/11/26	関山 和秀	Spiber 株式会社	取締役兼代表執行役	Contribute to Sustainable Well-being
2021/11/26	加茂 倫明	株式会社 POL	代表取締役 CEO	研究者の可能性を最大化し、科学と社会の発展を加速する
2021/11/26	久保田 孝	ISAS/JAXA	教授	月面ローバーの開発動向についてご講演
2021/11/26	宮田 建治	デンカ株式会社	グループリーダー	
2021/11/26	三宅 弘晃	東京都市大学 理工学部	教授	
2021/11/26	早瀬 悠二	富士電機株式会社		
2021/11/26	田尻 邦彦	三菱電機株式会社		
2021/11/26	黒田 誠	国立感染症研究所 病原体ゲノム解析研究センター	センター長	新型コロナウイルスのゲノム情報を利活用したサーベイランスと公衆衛生対策
2021/12/6-13	Chris Van Hoof	imec	VP & General Manager One Planet	Sustainable health, nutrition and food enabled by technology innovations in the OnePlanet Research Center
2021/12/6-13	Yao-Hong Liu	imec NL	Principal Member of Technical Staff	Intranet of Neurons (IoN): A Minimally-invasive and High-speed Wireless Communication for Implantable Brain-Computer Interfaces
2021/12/6-13	Federico Corradi	imec NL	Researcher	Spike-based neuromorphic computing for the extreme edge
2021/12/6-	Willemijn	imec NL	Principal	Signal Quality Assessment for

13	Groenendaal		Member of Technical Staff	Wearable Respiration Monitoring
2021/12/6-13	Roel Wuyts	imec	R&D Team Leader	Privacy-preserving / amalgamated learning
2021/12/6-13	Ali Rahimzadeh	imec NL	Project Manager	Mood8 headset and EEG signal processing
2021/12/6-13	Fabian Beutel	imec NL	Researcher	PAT Segmentation
2021/12/6-13	Geert Langereis	imec NL	Program Manager Health Research	Autonomous Therapeutics
2021/12/6-13	Vojkan Mihajlovic	imec NL	Senior Researcher	Phantom Head: A tool for exploring closed-loop brain stimulation
2021/12/6-13	Takashi Tokuda	Tokyo Tech	Professor	Optically-powered, ultra-small electronics for Biomedical and IoT applications
2021/12/6-13	Hitoshi Wakabayashi	Tokyo Tech	Professor	Integrated Green-niX Technologies for Sustainability Transformation
2021/12/17	藤井 彰彦	大阪大学大学院 工学研究科	准教授	ケルビンプローブフォース顕微鏡による有機半導体塗布薄膜の界面物性評価
2021/12/17	日比野 浩樹	関西学院大学 物質工学課程・電気電子応用工学課程	教授	LEEMによる表面現象のリアルタイム観察
2021/12/17	服部 賢	奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科	准教授	原子平坦立体表面をもつマイクロピラミッドシリコンの創成：立体表面構造分析と特異物性
2021/12/17	高城 大輔	大阪大学大学院 理学研究科	助教	STMによる導電性高分子材料の分析
2022/1/6	Sven Groppe	University of Lübeck		Leveraging artificial intelligence and machine learning in pandemics using COVID-19 as a case study
2022/1/6	Dr. Domenico Furfari	AIRBUS Operations GmbH		Towards innovation for in-service technologies and future aircraft programs
2022/1/6	Dr. Jens Sobek	University of Zurich		The oxidation of guanine in oligonucleotides monitored at single molecules using a modified DNA sequencer
2022/1/6	鳥海 不二夫	The University of Tokyo	教授	All you need is not only the facts- Analysis of the infodemic during the COVID-19 pandemic -
2022/1/6	岸本 喜久雄	New Energy and Industrial Technology	NEDO 技術戦略研究センター長	Promising innovations in the post-COVID world

		Development Organization (NEDO)		
2022/1/6	葛谷 明紀	関西大学 化学生命工学部	教授	DNA nanodevices for single-molecule optical detection of various biomolecules
2022/1/7	Dr. Jai Pal Mittal	National Academy of Sciences		Scientific and technological advances in India during COVID-19
2022/1/7	横井 太史	Tokyo Medical and Dental University	准教授	Development of octacalcium phosphate-based functional biomaterials
2022/1/19	永井 研	NEC ネットワークサービス BU 新事業推進本部		DX を加速するローカル 5G と NEC の取り組み
2022/1/21	木全 修一	住友化学株式会社 カーボンニュートラル戦略審議会事務局兼 技術・研究企画部	担当部長	マテリアル革新力強化戦略から見るデータ駆動型研究開発の重要性
2022/1/21	清水 信哉	エレファンティック株式会社	代表取締役	スタートアップとして進める PE 技術の社会実装
2022/1/21	中村 牧人	AGC 株式会社 化学品カンパニー 応用商品開発部 ウレタン開発室 機能ポリマーGr	グループリーダー	ウェアラブルデバイス貼付けに適した肌に優しいポリウレタン粘着剤
2022/1/28	土門 孝彰	一般社団法人エレクトロニクス実装学会 (JIEP)		部品メーカの内蔵基板技術 (SESUB) と接合技術
2022/1/28	大田 健吾	千住金属工業株式会社 研究開発部		複雑化する半導体設計に対応した接合材料
2022/1/28	大幸 秀成	株式会社東芝 CPSx デザイン部	チーフエンジニアリスト	半導体産業の変化とチャンス
2022/2/18	池田 紘子 福本 味咲	三菱電機 先端技術総合研究所		三菱電機におけるダイバーシティ推進の取り組み
2022/2/25	八甫谷 明彦	株式会社ダイセルスマート SBU	グループリーダー	ポスト 5G/6G に向けた低誘電材料と有機無機接着接合
2022/2/25	宮木 伸行	長瀬産業株式会社 情報通信・エネルギー事業室 情報通信材料部		次世代情報通信における材料面での長瀬産業㈱の取組みについて
2022/2/28	平田 和久	株式会社日本触媒 エナジー研究部		LiFSI を用いたリチウムイオン電池の特性および応用
2022/2/28	宇賀治 正弥	パナソニック株式会社 エナジー社 研究開発センター		パナソニックの電池技術・製造技術の進化および環境対応

2022/3/18	毛内 拡	お茶の水女子大学	助教	「脳を司る脳」について
2022/3/18	今井 カツノリ	株式会社クラスデザイン	代表取締役	新地域包括構想での脳科学の活用
2022/3/18	竹本 了悟	TERA Energy 株式会社	代表取締役	生きづらい社会の仕組を搖るがすチャレンジ
2022/3/18	田村 綾海		画家	アートを産む発想～企業経営への活用～

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 2021』）
- ③ 産研ニュースレター（年1回発行）
- ④ 産研『研究紹介 2021』
- 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。

7) 受賞状況

受賞日	氏名	受賞名
2021/4/14	菅沼 克昭	令和3年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞
2021/4/14	小山 知弘	令和3年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞
2021/5/21	曾宮 正晴	ISEV2021 Scholarship
2021/5/27	田口 剛輝 植村 隆文 荒木 徹平 関谷 豪	第50回（2021年春季）応用物理学会講演奨励賞
2021/6/4	後藤 知代	日本セラミックス協会 進歩賞
2021/6/4	垣花 真人	日本セラミックス協会 フェロー表彰
2021/6/15	末永 和知	日本顕微鏡学会 和文誌賞
2021/6/28	槇原 靖	電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ 査読功労賞
2021/7/13	He Yunting	日経ウーマノミクス・プロジェクト 2021 シンポジウム Are you ready? SDGs が拓く未来 SDGs 座談会発表コンテスト 三洋化成工業 優秀賞
2021/7/30	槇原 靖	画像の認識・理解シンポジウム MIRU2021 MIRU論文評価功労賞
2021/8/31	小口 多美夫	日本物理学会 欧文誌論文賞
2021/9/2	井川 創太 西野 邦彦 山崎 聖司	第33回微生物シンポジウム 敢闘賞
2021/9/6	千葉 大地	大阪科学賞
2021/9/14	岡本 一将	日本金属学会 2021年秋期講演大会 第37回優秀ポスター賞
2021/9/15	川井 清彦	光化学協会賞

2021/9/23	Holland Matthew James	日本神経回路学会 若手研究発表賞
2021/9/28	永井 健治	山崎貞一賞
2021/10/1	朱 陸亭	セルロース学会 第 28 回年次大会 優秀ポスター賞
2021/10/16	奥野 尚己	新学術領域「対話知能学」対話ロボットコンペティション実行委員会 優秀賞 「Team Kasuga」
2021/10/16	奥野 尚己	新学術領域「対話知能学」対話ロボットコンペティション実行委員会 JTB 特別賞 「Team Kasuga」
2021/10/26	東川 一希	応用物理学会 ICAI2021 ISJ Editor-in-chief Award
	古澤 孝弘	
2021/10/29	加藤 久明	国際水田・水環境工学会 PAWEES 2020 Paper Award
2021/11/5	服部 梓	2021 年度 日本表面真空学会 若手女性研究者優秀賞
2021/11/11	Xu Jie	第 48 回国際核酸化学シンポジウム 若手優秀講演賞（大塚賞）
	藤塚 守	
	川井 清彦	
2021/11/17	上谷 幸治郎	関西繊維科学奨励賞
2021/11/30	久保 祐喜	第 93 回人工知能学会 言語・音声理解と対話処理研究会 第 4 回対話システムライブコンペティション優秀賞「Team Mirai」
	生嶋 龍実	
	二瀬 颯斗	
	武田 龍	
	駒谷 和範	
2021/12/17	上谷 幸治郎	ICAI2021 ISJ Editor-in-chief Award
	春谷 慶太朗	
	高橋 宏輔	
2022/1/28	春日 貴章	IIFES 最優秀賞（オンライン参加）
2022/2/1	荒木 徹平	Mate2022 優秀論文賞
	植村 隆文	
	関谷 肇	
2022/2/28	松原 靖子	キャタピラーSTEM 賞
2022/3/2	中村 航大	DEIM 学生プレゼンテーション賞
	松原 靖子	
	川畑 光希	
	櫻井 保志	
	佐藤 颯	DEIM 学生プレゼンテーション賞
	松原 靖子	
	櫻井 保志	
2022/3/5	奥野 尚己	情報処理学会 第 84 回全国大会 学生奨励賞
2022/3/5	柳 智浩	在日韓国科学技術者協会 学術優秀賞
	小本 祐貴	
	谷口 正輝	
2022/3/17	岡本 一将	日本原子力学会 2021 年度 加速器・ビーム科学部会賞学術賞
	井狩 優太	
	菅田 明宏	
	古澤 孝弘	
2022/3/17	黄 茵彤	第 72 回日本木材学会大会 学生優秀口頭発表賞

2022/3/26	中野 草平	日本薬学会第 142 回年会 学生優秀発表賞
	山崎 聖司	
	田口 厚志	
	西野 邦彦	

3. 教育への関与

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 頸 細貝 知直	白井 光雲 金 展	木山 治樹 藤田 高史 糸田 浩義 入澤 明典 松門 宏治
	化学	谷口 正輝 笹井 宏明 鈴木 孝禎	堂野 主税 村田 亜沙子 松本 健俊 筒井 真楠 滝澤 忍 伊藤 幸裕 鈴木 健之	柴田 知範 山田 剛史 田中 裕行 小本 祐貴 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 曾宮 正晴
	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 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 安藤 直紀 Lu Chao 岡本 一将 上谷 幸治郎
	物理学系	関谷 毅	須藤 孝一 白井 光雲	荒木 徹平
	マテリアル生産科学	関野 徹 末永 和知	後藤 知代 (高等共創研究院) 吉田 秀人	Cho Sunghun Seo Yeongjun 神内 直人
	電気電子情報通信工学	鷲尾 隆 駒谷 和範 大岩 頸	原 聰 武田 龍	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 田中 秀和	小山 知弘 神吉 輝夫 服部 梓	金井 康 小野 勇生 Li Haobo
薬学	創成薬学・医療薬学	西野 邦彦 永井 健治	西 毅 西野 美都子 山崎 聖司 (高等共創研究院) 松田 知己	田口 厚志 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 森田 勇
	コンピュータサイエンス	八木 康史 楳原 靖 (高等共創研究院)	中村 友哉	武 淑瓊
	情報システム工学	櫻井 保志	松原 靖子	川畠 光希
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 曾宮 正晴 服部 満 長部 謙二

2) 大学院担当授業一覧

研究科	開講科目名	担当教員
基礎工学	ナノエレクトロニクス・ナノ材料B	田中 秀和
	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
	物性物理工学ゼミナールI	千葉 大地、小山 知弘、金井 康、 小野 勇生
	物性物理工学ゼミナールII	千葉 大地、小山 知弘、金井 康、 小野 勇生
	物性物理工学ゼミナールIII	千葉 大地、小山 知弘、金井 康、 小野 勇生
	物性物理工学ゼミナールIV	千葉 大地、小山 知弘、金井 康、 小野 勇生
	未来物質ゼミナールI	田中 秀和
	未来物質ゼミナールII	田中 秀和
	未来物質ゼミナールIII	田中 秀和
工学	未来物質ゼミナールIV	田中 秀和
	極微構造解析学	末永 和知、吉田 秀人
	光物性・光エレクトロニクス	大岩 顕
	励起反応化学	藤塚 守、川井 清彦
	材料設計論	関野 徹
	ナノ工学	吉田 陽一
	環境・エネルギー化学特別講義II	藤塚 守
	生命化学特別講義 I	能木 雅也

有機半導体デバイス物理	関谷 肢
知的情報処理論	駒谷 和範、武田 龍
ナノバイオテクノロジー特論A	永井 健治、松田 知己
ナノバイオテクノロジー特論B	永井 健治、松田 知己
応用生物工学A	永井 健治
応用生物工学B	永井 健治
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)
Advanced Organic Materials Chemistry	家 裕隆
Applied Radiation Chemistry	古澤 孝弘、室屋 裕佐
Functional Chemistry of Natural Materials	能木 雅也、古賀 大尚
機械学習とデータマイニングの基礎	鷲尾 隆、原 聰、Holland Matthew James
量子エンジニアリングデザインセミナーI	関谷 肢
量子エンジニアリングデザインセミナーII	関谷 肢
研究指導(物理学系英語4月)	関谷 肢
研究指導(物理学系英語)	関谷 肢
量子エンジニアリングデザインセミナーI	関谷 肢
量子エンジニアリングデザインセミナーII	関谷 肢
分子創成化学研究課題企画ゼミナール	古澤 孝弘、室屋 裕佐
知能システム工学特論	鷲尾 隆、駒谷 和範、武田 龍
量子エンジニアリングデザイン特別セミナーI	関谷 肢
量子エンジニアリングデザイン特別セミナーII	関谷 肢
先端エレクトロニクスデバイス工学特論	大岩 順
分子創成化学特別講義I	能木 雅也
分子創成化学特別講義II	藤塚 守
物質機能化学特別講義I	能木 雅也
物質機能化学特別講義II	藤塚 守
研究指導	関谷 肢
情報科学	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 勇
情報数理学セミナーI	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 勇
情報数理学セミナーII	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 勇
情報数理学演習I	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 勇
情報数理学演習II	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 勇
情報数理学研究I	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 勇
情報数理学研究II	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 勇
知能と学習	沼尾 正行
知識情報学	福井 健一
情報数理学概論	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 勇

	情報数理学インターンシップ	沼尾 正行
	コンピュータサイエンスセミナーⅠ	八木 康史、楳原 靖、中村 友哉
	コンピュータサイエンスセミナーⅡ	八木 康史、楳原 靖、中村 友哉
	コンピュータサイエンス演習Ⅰ	八木 康史、楳原 靖
	コンピュータサイエンス演習Ⅱ	八木 康史、楳原 靖
	知能システム概論	八木 康史、楳原 靖、中村 友哉
	コンピュータサイエンス研究Ⅰa	八木 康史、楳原 靖
	コンピュータサイエンス研究Ⅰb	八木 康史、楳原 靖
	コンピュータサイエンス研究Ⅱa	八木 康史、楳原 靖
	コンピュータサイエンス研究Ⅱb	八木 康史、楳原 靖
	コンピュータサイエンス基礎論	八木 康史、楳原 靖、中村 友哉
	コンピュータサイエンスインターンシップ	八木 康史、楳原 靖
	コンピュテーションナルフォトグラフィ	中村 友哉
	情報システム工学セミナーⅠ	櫻井 保志、松原 靖子
	情報システム工学セミナーⅡ	櫻井 保志
	情報システム工学演習Ⅰ	櫻井 保志、松原 靖子
	情報システム工学演習Ⅱ	櫻井 保志
	情報システム工学研究Ⅰa	櫻井 保志、松原 靖子
	情報システム工学研究Ⅰb	櫻井 保志
	情報システム工学研究Ⅱa	櫻井 保志、松原 靖子
	情報システム工学研究Ⅱb	櫻井 保志
	知能アーキテクチャ	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学インターンシップD	沼尾 正行
	情報数理学インターンシップD	沼尾 正行
	情報システム工学セミナーⅠD	櫻井 保志、松原 靖子
	情報システム工学セミナーⅡD	櫻井 保志
生命機能	プロジェクト研究XXX	黒田 俊一
	理工医学特別セミナーF	黒田 俊一
	理工医学ⅠF	黒田 俊一、岡島 俊英
	理工医学ⅡF	黒田 俊一、岡島 俊英
	理工医学セミナーⅠF	黒田 俊一、岡島 俊英
	理工医学セミナーⅡF	黒田 俊一、岡島 俊英
	理工医学概論IV	黒田 俊一、岡島 俊英
	プロジェクト研究XXX	黒田 俊一、岡島 俊英、立松 健司、曾宮 正晴
	理工医学特別セミナーF	黒田 俊一
	理工医学ⅠF	黒田 俊一、岡島 俊英
	理工医学ⅡF	黒田 俊一、岡島 俊英
	理工医学セミナーⅠF	黒田 俊一、岡島 俊英
	理工医学セミナーⅡF	黒田 俊一、岡島 俊英
薬学	分子細胞生物学特別講義	西野 邦彦、山崎 聖司
	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
	分子細胞生物学特別講義	西野 邦彦、山崎 聖司

	先端生命科学特別講義	永井 健治
	創成薬学ゼミナール1	永井 健治
	創成薬学ゼミナール2	永井 健治
	特別演習	永井 健治
	特別演習	西野 邦彦
	細胞生物学1	西野 邦彦、西 毅
	細胞生物学2	西野 邦彦、西 毅
	細胞生物学3	西野 邦彦、西 毅
	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
	特別演習	西野 邦彦
理学	機能性分子化学特論	笹井 宏明
	ナノプロセス・物性・デバイス学	神吉 輝夫
	ナノ構造・機能計測解析学	吉田 陽一、神内 直人
	(春～夏学期) 半導体半期セミナー	大岩 順、木山 治樹、藤田 高史
	(春～夏学期) 構造物性化学半期セミナーI	谷口 正輝
	(春～夏学期) 構造物性化学半期セミナーII	谷口 正輝
	(春～夏学期) 機能性分子化学半期セミナーI	笹井 宏明、鈴木 健之、滝澤 忍
	(春～夏学期) 機能性分子化学半期セミナーII	笹井 宏明、鈴木 健之、滝澤 忍
	化学アドバンスト実験	鈴木 健之
	構造物性化学(I)	谷口 正輝、筒井 真楠
	触媒化学(I)	笹井 宏明、滝澤 忍
	ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学	糸田 浩義
	生物科学特論F4	黒田 俊一、立松 健司、曾宮 正晴
	量子多体制御物理学	大岩 順
	(春～夏学期) 生体分子反応科学半期セミナー	黒田 俊一、岡島 俊英、和田 洋、立松 健司、曾宮 正晴
	海外文献研究(半導体)	大岩 順、木山 治樹、藤田 高史
	(春～夏学期) 複合分子化学半期セミナーI	鈴木 孝禎
	(春～夏学期) 複合分子化学半期セミナーII	鈴木 孝禎
	(春～夏学期) レーザプラズマ加速ビーム半期セミナー	細貝 知直、Jin Zhan、入澤 明典
	海外文献研究(レーザプラズマ加速ビーム)	細貝 知直、Jin Zhan、入澤 明典
	複合分子化学特論	鈴木 孝禎
	(秋～冬学期) 半導体半期セミナー	大岩 順、木山 治樹、藤田 高史
	(秋～冬学期) 構造物性化学半期セミナーI	谷口 正輝
	(秋～冬学期) 構造物性化学半期セミナーII	谷口 正輝
	(秋～冬学期) 機能性分子化学半期セミナーI	笹井 宏明、鈴木 健之、滝澤 忍
	(秋～冬学期) 機能性分子化学半期セミナーII	笹井 宏明、鈴木 健之、滝澤 忍
	(秋～冬学期) 生体分子反応科学半期セミナー	黒田 俊一、岡島 俊英、和田 洋、立松 健司、曾宮 正晴
	(秋～冬学期) 複合分子化学半期セミナーI	鈴木 孝禎
	(秋～冬学期) 複合分子化学半期セミナーII	鈴木 孝禎

(秋～冬学期) レーザプラズマ加速ビーム半期セミナー	細貝 知直、Jin Zhan、入澤 明典
(IPC) Semestral Seminar IV (Physics)	大岩 頴
Complex Molecular Chemistry	鈴木 孝禎
Genome Chemistry	堂野 主税、村田 亜沙子、柴田 知範、山田 剛史
(SISC) Semestral Seminar (Spring and Summer Terms) (Chemistry)	鈴木 孝禎
(SISC) Semestral Seminar (Fall and Winter Terms) (Chemistry)	鈴木 孝禎
特別講義B I 「触媒的不活性結合官能基化の過去と現在とこれから」(化学専攻)	笹井 宏明
特別講義B II 「生体機能制御の光ケミカルバイオロジー」(化学専攻)	鈴木 孝禎
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
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
生物科学特論F4 (S)	黒田 俊一、立松 健司、曾宮 正晴
生体分子反応科学特別セミナー	黒田 俊一、岡島 俊英、和田 洋、立松 健司、曾宮 正晴
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
レーザプラズマ加速ビーム特別セミナー	細貝 知直、Jin Zhan、入澤 明典
構造物性化学特別セミナーI (秋入学者用)	谷口 正輝
構造物性化学特別セミナーII (秋入学者用)	谷口 正輝
構造物性化学特別セミナーIII (秋入学者用)	谷口 正輝
半導体特別セミナー	大岩 頤、木山 治樹、藤田 高史
(IPC) Seminar for Advanced Researches (For Students Enrolled Spring) (Physics)	大岩 頤
(IPC) Seminar for Advanced Researches (For Students Enrolled Spring) (Physics)	細貝 知直
(SISC) Seminar for Advanced Researches (For Students Enrolled Fall) (Chemistry)	笹井 宏明、鈴木 孝禎
(SISC) Seminar for Advanced Researches (For Students Enrolled Fall) (Chemistry)	鈴木 孝禎
(SISC) Seminar for Advanced Researches (For Students Enrolled Spring) (Chemistry)	谷口 正輝

3) 学部、共通教育担当授業等一覧

・学部担当授業

学部	専攻	担当教員
基礎工学部	セラミックス物性	田中 秀和
	計算機援用工学B	八木 康史、楳原 靖、中村 友哉
	情報科学ゼミナールA	楳原 靖
	知識工学	八木 康史、楳原 靖、中村 友哉
	半導体物理B	千葉 大地
	特別研究	田中 秀和、千葉 大地
	特別演習	田中 秀和、千葉 大地
	先端科学技術セミナー（物性物理工学の最前線）	田中 秀和、千葉 大地
	情報技術者と社会	楳原 靖
工学部	プログラミングA	武 淑瓊
	ゼミナール IV(応物)	沼尾 正行、関谷 育、須藤 孝一、荒木 徹平
	卒業研究(応物)	沼尾 正行、関谷 育、須藤 孝一
	解析力学	須藤 孝一
	物性論 II	関谷 育
	先端計測工学	永井 健治、松田 知己、服部 満、長部 謙二
	量子ビーム工学	吉田 陽一、楊 金峰、譽田 義英
	特別講義 I	楊 金峰
	量子化学	吉田 陽一
薬学部	分子細胞生物学特論	西野 邦彦、山崎 聖司
	先端生命科学特論	永井 健治
	生物科学概論 1	西野 邦彦、西 育、西野 美都子
	衛生薬学 1	西野 邦彦、山崎 聖司
	基礎実習 2	永井 健治、西野 邦彦
	長期課題研究	永井 健治、西野 邦彦、西 育、西野 美都子、山崎 聖司
理学部	化学特別研究	笹井 宏明、谷口 正輝、鈴木 孝禎
	化学文献調査	笹井 宏明、谷口 正輝、鈴木 孝禎
	生命理学特別研究	鈴木 孝禎
	生命理学文献調査	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
ナノマテリアルの切り拓く未来	田中 秀和、服部 梓
有機化学と先端機能材料	家 裕隆、陣内 青萌、横山 創一
光量子ビームの基礎と利用	細貝 知直、金 展、入澤 明典、松門 宏治
光化学と現代社会	藤塚 守、川井 清彦、小阪田 泰子
産業と科学～核酸科学の基礎と応用	中谷 和彦、堂野 主税、村田 亜沙子、柴田 知範、山田 剛史
科学と分析	鈴木 健之、周 大揚、朝野 芳織

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
ビッグデータのためのAI技術とその応用	櫻井 保志、松原 靖子
産業と科学～生体分子と細胞：基礎と応用～	和田 洋、岡島 俊英、立松 健司、曾宮 正晴、黒田 俊一
生命系の基礎有機化学	鈴木 孝禎、伊藤 幸裕、山下 泰信

・学際融合科目

開講科目名	担当教員
データサイエンスの基礎と実践	鷲尾 隆、矢田 勝俊(関西大学/産研招へい教授)
産業科学特論	堂目 卓生(経済学研究科)、木多 道宏(工学研究科)、伊藤 武志(SSI)、西村 勇哉(SSI)、松波晴人(共創機構)、神吉 輝夫、村田 亜沙子、荒木 徹平、中村 友哉、古賀 大尚、加藤 久明

・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、田中 慎一郎
熱学・統計力学要論	木山 治樹、藤田 高史、服部 梓
化学基礎論A I	金 展、田中 裕行、小本 祐貴
化学基礎論A II	松本 健俊、藤塚 守、川井 清彦
化学基礎論B I	谷口 正輝、筒井 真楠
化学基礎論B II	谷口 正輝、筒井 真楠

・国際交流科目

開講科目名	担当教員
国際交流特別講義（知能と学習）	沼尾 正行

4) 大学院生の受入数

(研究科)	(専攻)	(博士前期)	(博士後期)	(小計)
理 学	物理学	3	3	6
	化学	20	23	43
	(小計)	23	26	49
工 学	応用化学	21	13	34
	マテリアル生産科学	7	6	13
	電気電子情報工学	19	3	22
	生命先端工学	0	1	1
	精密科学・応用物理学	0	1	1
	物理学	6	3	9
	生物工学	2	0	2
	(小計)	55	27	82
基礎工学	物性創成	10	4	14
	(小計)	10	4	14

薬学	創成薬学	6	2	8
(小計)		6	2	8
情報科学	情報数理学	3	3	6
	情報システム工学	6	2	8
	コンピュータサイエンス	9	5	14
(小計)		18	10	28
生命機能	生命機能		13	13
(小計)	(5年一貫制)		13	13
合計		112	82	194

4. 國際交流

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重要な要因であるという認識にたって、1990年（平成2年）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3年度の協定締結機関は以下のとおりである。

（合計37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	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中心	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（自然科学院）	2006.11～
韓国	忠南大学校	2006.9～
韓国	釜山大学校（自然科学院）	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	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～
オランダ	ア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～

当研究所に所属する外国人は合計119名で、内訳は、准教授1名、助教6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2名、特任研究員（常勤）13名、特任研究員6名、非常勤職員3名、大学院博士後期課程44名、博士前期課程20名、特別研究学生1名、特別聴講学生等1名、研究生10名である。

国別は次のとおりである。

中国（62）、韓国（8）、インド（11）、ベトナム（1）、バングラデシュ（3）、タイ（5）、インドネシア（6）、エジプト（3）、フィリピン（3）、シリア（1）、台湾（4）、マカオ（1）、ハンガリー（1）、ロシア連邦（1）、カナダ（1）、オランダ（1）、ブラジル（2）、ミャンマー（1）、パキスタン（1）、スペイン（1）、マレーシア（1）、アゼルバイジャン（1）

2) 国外との研究者往来

研究者の海外派遣は、合計3件であり、内訳は次のとおりである。

ドイツ（1）、オランダ（2）

国外から招へいした研究者は合計2名であり、内訳は次のとおりである。

中国（1）、イラン（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3年度は、引き続く新型コロナウイルス感染症により、従来のような完全対面型会合が実施できなかったものの、Web会議システムを併用したハイブリッド型の定期会合を3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、オンライン型を主体とした際の交流会等における

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、運営方法の改善を引き続き試行している。

また、令和2年度からは、産研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企画を対面／オンラインのハイブリッド型でスタートし、令和3年度は研究成果の社会実装における課題である「販路拡大」にポイントを絞った支援メニュー紹介セミナーを開催した。この中小機構との連携事業は、令和4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2021をはじめとした各種の展示会に出展した。令和3年度も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ト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】

2021年度	開催日	テーマ
第1回	令和3年10月29日	2025 大阪・関西万博を盛り上げよう！産研の技術もアピール！
第2回	令和3年12月17日	表面・界面現象の分析技術
第3回	令和4年2月28日	カーボンニュートラルに向けた蓄電池技術

【中小機構との共同開催行事】

2021年度	開催日	テーマ
第1回	令和3年8月24日	販路開拓推進に向けた中小機構の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】

- ・プリンティッド・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）
- ・フレキシブル3D実装コンソーシアム（構成WG:WG1）先端電子デバイス接着技術WG/WG2）先端半導体WMV対策研究WG）（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。同時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、タイなどの大学や研究機関との間で国際連携研究ラボを設置してきた。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取り扱う総合解析センターでは、平成 21 年度には質量分析装置、NMR 装置、X 線回折装置等を一新し、生物系 3 次元トモグラフィー電子顕微鏡の新規導入を果たすなど、飛躍的に機能が向上・充実した。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。この時の改組によりすべての専任研究室を教授・准教授・助教の 1 : 1 : 2 体制として再編した。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、有能な若手教員の独立が遅れるなどの課題が残るため、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 年度よりに設置し、これまで合計 4 研究分野（令和 3 年度は 1 研究分野）を運用してきた。

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運営している。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（令和 4 年 4 月から拠点本部を再び産研が担当することとなった）。

また、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の推進を図っている。

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・広報を担当しているほか、拠点活動等を担当する所長補佐を配置し、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、ネットワーク型拠点の本部運営は、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 研究所で緊密に連携して行っている。

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はじ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、文部科学大臣表彰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、産研の産学連携活動の一層の推進に向け、新たに産研インキュベーション棟 4 階部分（本部管理 691 m²）を取得した。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。

令和 3 年度には、管理棟 2 階の旧図書室スペース（291 m²）の有効活用を図るため、所内教職員から構成されるワーキンググループを組織し、6 月から将来構想や産研構成員への意見収集を行い、その結果として新たなオープンスペース「SANKEN CReA」を設置した。

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、令和 3 年度もウィズコロナ時代にマッチした Web 会議システムを活用型の集中講義形式を実施し、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、(一財) 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 4 年 3 月現在 23 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）の採択があったほか、日本学術振興会や科学技術振興機構等のプログラムである各種国際交流事業を実施している。

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。

一方で、研究活動の拡大、特に産学共創の拡大に伴う研究施設（建物・スペース）不足が喫緊の課題であり、従来の運営費交付金による整備だけではない多様なリソース獲得が必要となりつつある。

また、本学はダイバーシティ&インクルージョン (D&I) 活動にも重点が置かれているが、産研においても積極的に D&I 活動を展開している。その一方で、研究者におけるジェンダーバランスは必ずしも取れているとは言えず、女性研究者の増加および育成が今後の大きな課題となっている。

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 [令和4年4月1日現在])

広報室 細貝 知直 (室長)
緒方 のどか

戦略室 加藤 久明
山崎 知奈美

所長室 高見 志保

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3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）と量子科学系（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）の計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、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指として研究に取り組んでいくと同時に、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
- ・柔らかいスピンド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
- ・構成的適応インター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 頴
助教	木山 治樹、藤田 高史
特任研究員	Xiao-Fei Liu
招へい准教授	長谷川 繁彦
大学院生	深井 利央、Gabriel Gulak Maia、松本 雄太、福田 源希、Aldo Tarascio、林 望、吉井 崇人、持山 英、中村 駿吾、春木 趣広、森栄 公祐、神田 哲汰
学部学生	谷口 浩輝、松岡 雄大、森本 達也、都築 龍生
事務補佐員	渡邊 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する新奇量子デバイスとして、単一電子スピンを制御する量子ドットを中心に、少数スピン系の制御と検出、量子情報処理のための量子ドットの多重化、超伝導体との複合構造、そして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。半導体微細加工から精密な低温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、新しい量子力学的現象の発見と革新的量子技術の開拓を目指している。

b) 成果

・表面プラズモンアンテナを用いた単一光子—単一電子変換効率の向上

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。本研究では光子からゲート制御量子ドット内の電子スピンへの量子状態変換に基づく量子中継器の開発を目指している。一つの課題が量子状態の変換効率の改善である。従来の素子では光子から電子スピンへの変換効率は 10^{-4} - 10^{-5} にとどまっており、量子中継への応用にはその改善が重要である。そこで量子ドット上に表面プラズモンアンテナを取り付け、表面を伝搬するプラズモンモードにより光子を効率よく量子ドットへ集光することを試みた。図1(左)に示すようにゲート制御量子ドット上に金属同心円構造の表面プラズモンアンテナを作製した。希釈冷凍機中に設置した量子ドットに対して光子照射を行い、電荷検出により量子ドット中の光生成単一電子の検出を行った。その結果、表面プラズモンアンテナを持たない従来素子に比べ単一電子への変換効率が 5~9 倍程度増大したことが分かった。さらに光生成単一電子検出と他の光応答電荷信号の波長依存性を測定し、そのスペクトルが表面プラズモンアンテナの透過率と吸収が起こる GaAs の吸収スペクトルを考慮することで説明できることから、その増大が表面プラズモンアンテナによる効果であることを明らかにした。

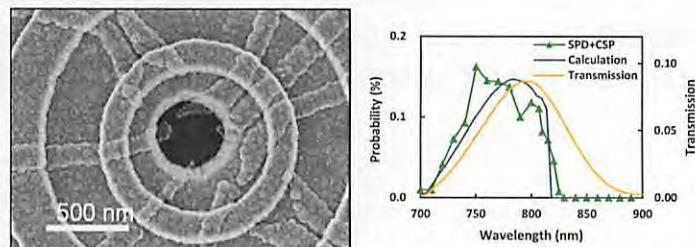


図1. 表面プラズモンアンテナを有する量子ドットの SEM 写真 (左) と光生成単一電子検出を含む電荷計光反応信号の波長依存性 (右)。黄色実線は表面プラズモンアンテナのシミュレーション曲線で、黒実線はそれに GaAs の吸収を考慮した理論曲線を表す。

・スピン量子ビット操作用微小磁石を有する 2×2 量子ドットの設計と作製

近年、スピン量子ビットの集積化に向けて二次元アレイ量子ドットの研究が活発化している。これまで、二次元アレイでのスピン操作は、スピン軌道相互作用を利用した実験が報告されている。本研究では、設計自由度が高く、集積化に適していると期待される微小磁石の漏れ磁場を用いたスピン操作に着目し、微小磁石を有する 2×2 量子ドットの設計と作製に取り組んだ。

設計では、微小磁石の漏れ磁場のシミュレーションにより、微小磁石の形状およびドットに対する相対位置を決定した[図2]。各スピンを独立に操作するためにドット間のゼーマン分裂差をスピン共鳴ピーク幅より十分大きくしつつ、高速スピン操作のために磁場勾配を最大化した。設計の結果、全てのドット位置において 0.57 mT/nm 以上の磁場勾配が得られた。これにより期待される 1 量子ビットゲート忠実度は GaAs 量子ドットで 92%、Si 量子ドットで 99.7% である。

作製では、 2×2 量子ドット中央のゲート電極[図2 黒十字]の作製条件の確立に取り組んだ。中央ゲート電極への配線は、他のゲート電極との絶縁のために、絶縁膜上に作製した。これらの中央ゲート電極、配線、絶縁膜は、20nm 以下の位置合わせ精度で作製する必要がある。本研究では絶縁膜として窒化シリコンを採用し、スパッタリングによる成膜条件や、電子線描画における位置合わせ手法などを確立した。

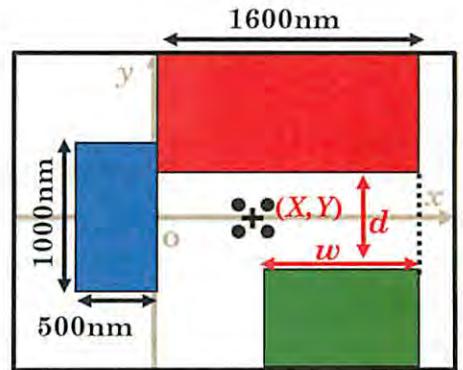


図2. 設計した微小磁石の形状および 2×2 量子ドット(黒丸)に対する相対位置。 $(X, Y, w, d) = (670, 55, 1200, 460)$ nm。

・深層ニューラルネットワーク (DNN) を用いた雑音耐性の高い電子スピン分類法の確立

单一電荷検出を実現するために感度の高い電荷検出器が実現されている一方で、対象としている半導体構造や周囲の金属電極からより多くの電気的雑音を拾うこととなる。量子情報源とする単一電子スピン状態 (\uparrow スピンと \downarrow スピン) を分類するためにはさらに電荷検出信号の時系列データを処理して、たとえ雑音が多く含まれようとも量子状態が壊れる前に素早く分類できなければならない。

深層ニューラルネットワークを利用して、スピン信号に特徴的な矩形信号を、雑音に埋もれた中から精確に検出することに成功した。ニューラルネットワークに学習させるために、各雑音量に応じたスピン検出信号を何千通り再現し、分類精度を評価した[図3]。考慮した深層の役割として、短時間のステップ形状を検出する層、低周波雑音を除く層、その他特徴的な雑音形状を除く層を適切に含めることで分類精度が高まることが分かった。その結果、これまで簡便に利用してきた单一の閾値を設定する方法や、より洗練された重畠法と比較しても顕著に優位であることが分かり、99%台の精度を保ち続けることを示した。本成果の手法を導入することにより、単一スピン検出の高感度化、広範囲化、高速化などが望めるため、量子ビットの大量集積化を促進することが期待される。

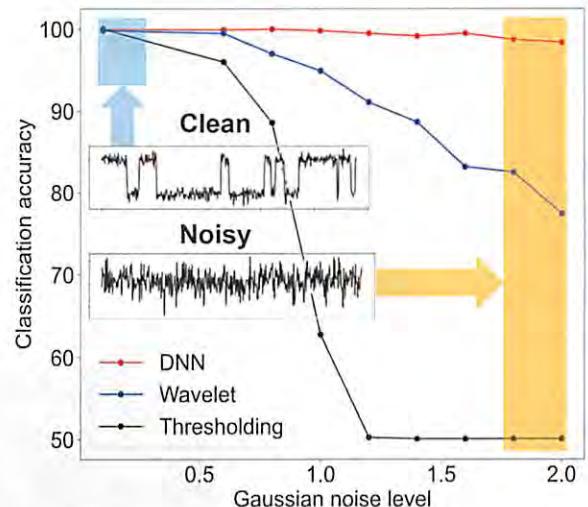


図3. DNN 分類法の雑音耐性を示した、ウェーブレット法(重畠法)と閾値法との比較

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 勇生
特任技術職員	今井 亜希子、加藤 文男、山本 佳織、坂野 喜代治
技術補佐員	山下 勝、佐藤 夏岐、畠村 和恵（令和3年12月15日退職）、甘中 美穂、北原 良樹、富田 哲夫
大学院学生	長谷川 頤登、鳥居 大雅、柳楽 亮太、源田 瞭、斎藤 健太、森田 利明
学部学生	五喜田 孟彬、松下 明樹、米田 涼史
研究生	董 博瀚
事務補佐員	豊後 尚子
客員教授/特任研究員	安藤 陽

a) 概要

当研究分野は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。今年度は以下のようないくつかの研究を行った。

b) 成果

・スピントロニクスデバイスによる超高感度ひずみセンシングを実現【論文1】

ひずみや加速度、慣性力などの力学情報は、IoT社会の広い場面にとって極めて重要なセンシング対象である。特に、フィジカル空間における最重要センシング対象は力学情報であると言っても過言ではない。この課題に対し、我々は磁気記録の分野で発展してきたスピントロニクス素子を用いた力学情報センシング技術の開発・社会実装を目指している。

本年度は、柔らかいプラスチックフィルム(フレキシブル基板)上に、ハードディスクの読み取りヘッドや固体磁気メモリに利用されている磁気トンネル接合を形成し、超高感度なフィルム型ひずみゲージを作ることに成功した[図1(a)]。磁気トンネル接合は2層の磁性ナノ薄膜で絶縁体のナノ薄膜をサンドイッチした構造である。フィルムを引っ張ると、磁気トンネル接合にひずみが加わり、2層の磁性ナノ薄膜の磁化の相対角度が変化する[図1(b)の挿入図参照]。これにより大きな電気抵抗変化が引き起こさ

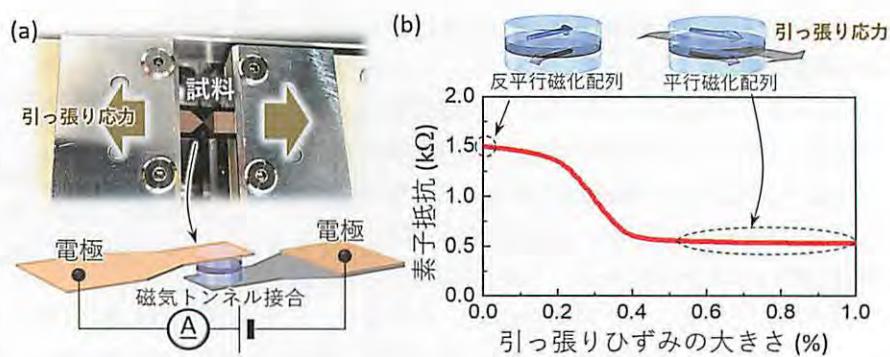


図1 (a)引張り試験機でプラスチックフィルム上の磁気トンネル接合を引張っている様子(上)と試料の模式図(下)。(b)磁気トンネル接合の素子抵抗の引張りひずみによる変化。挿入図は磁気トンネル接合の模式図。ひずみが0.2%~0.4%の範囲で、素子抵抗が200%近く減少している(これはゲージ率約1000に対応)。

れる。今回作製した磁気トンネル接合を用いたフィルム型ひずみゲージでは、約 1000 という巨大なゲージ率が実現された[図 1(b)]。これは広く普及しているフィルム型の金属箔ひずみゲージに比べ、500 倍ものひずみ検出感度に相当する。

・グラフェントランジスタの安定化に関する研究【論文 2】

計測の多項目化や高精度化を志向したグラフェン電界効果トランジスタアレイの集積化においては、多数のデバイス特性の均一化・安定化が極めて重要である。このような観点から、昨年実施した機械学習を用いたグラフェンの表面汚染や破れの評価に続いて、一連の研究を実施した。

溶液に浸漬したグラフェントランジスタの電気特性は、何も操作を行わなくとも、比較的長い時間スケール(分～時間)でしばしば変化する。このドリフト挙動は、バイオセンサーによる検出時のノイズや偽陽性の原因となる。特にアレイ化されたデバイスが異なるドリフトを示すとき、その悪影響は大きい。ドリフトは普遍的な問題であることから、その原因については広く研究されてきているものの、結論は出ておらず、完全なドリフト抑制も達成されていない。

我々は、溶液中のイオンのグラフェンへのゆっくりとした吸着に着目し[図 2]、これを計測・制御することを試みた。その結果、種々の陽イオンがデバイス表面に存在しており、これらイオンがグラフェン/基板間やグラフェン表面のポリマー残渣に侵入・吸着したこと、グラフェンに電子キャリアを徐々に誘起し、電荷中性点のドリフトを引き起こしていたことが示唆された。さらに、吸着を予め飽和させることで、トランジスタ特性のドリフトを抑制することが出来ることもわかった。本研究は、電界効果トランジスタ型センサーの長年の課題であるドリフト挙動のメカニズムに一つのモデルを与え、解決策を提示したものである。

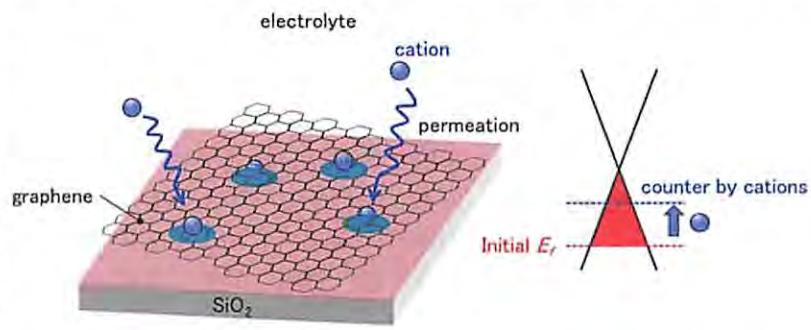


図 2 グラフェン電界効果トランジスタ上へのイオン吸着とキャリア誘起の概要図。主に陽イオンがグラフェン/基板間やグラフェン表面のポリマー残渣に侵入・吸着し、電子を誘起する。

[論文 1] CoFeB/MgO-based magnetic tunnel junctions for a film-type strain gauge, K. Saito, A. Imai, S. Ota, T. Koyama, A. Ando, and D. Chiba: *Applied Physics Letters*, 120 (2022) 072407 1.

[論文 2] Drift Suppression of Solution-Gated Graphene Field-Effect Transistors by Cation Doping for Sensing Platforms, N. Miyakawa, A. Shinagawa, Y. Kajiwara, S. Ushiba, T. Ono, Y. Kanai, S. Tani, M. Kimura, K. Matsumoto: *SENSORS*, 21 (22) (2021) 7455 1.

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、秋山 実邦子（令和3年7月16日採用）
特任事務職員	田辺 めぐみ（令和3年7月1日採用）
連携研究員	難波 直子、笠井 夕子
大学院学生	杉山 真弘、田口 剛輝、高根 慧至、川端 玲、桐山 一輝、西村 和也、 黄 建築、菅原 凌、坂東 勇希、原 友輝
学部学生	住野 稔太、竹田 雄飛、吉村 考純
技術補佐員	井上 由美、栗平 直子、大田 裕、徳尾野 信哉、サンドブロック 純子、 村上 ゆい、尾関 浩明（令和3年5月16日採用）、 今谷 篤子（令和3年4月30日退職）木村 真紀子（令和3年4月1日採用）
事務補佐員	倉橋 文雄（令和3年6月30日退職）、 市木 絵理子（令和3年5月1日採用、同年7月15日退職） 山田 由佳梨（令和3年7月16日採用）
派遣職員	井波 敬、豊嶋 尚美、廣瀬 由美（令和3年7月1日採用）、 西本 かおり（令和3年9月1日採用、同年11月9日退職）

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3cm×9cm×6mm、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。また、2022年1月には、従来機種に比べ小型化・低ノイズ化などの改良がなされたパッチ式脳波計HARU-2が医療機器認証(304AFBZX00012000)を受け、パッチ式脳波計用電極HA-M2(届出番号・13B2X0421000002)と共に提供開始が計画されている。

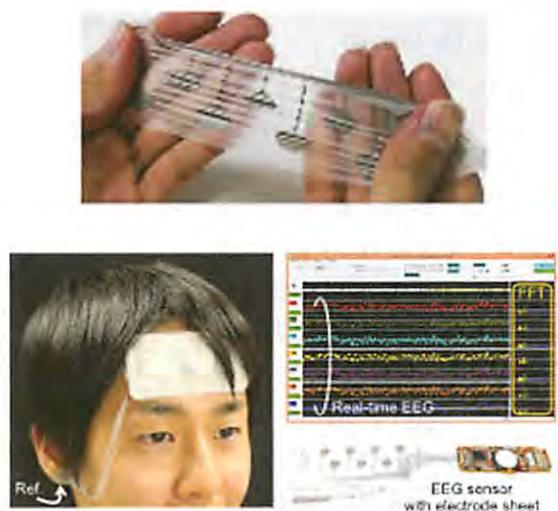


Fig. 1. 伸縮性電極、装着感のない脳波計を額に装着した様子、波形表示ソフトおよび柔軟電極と脳波計のシステム

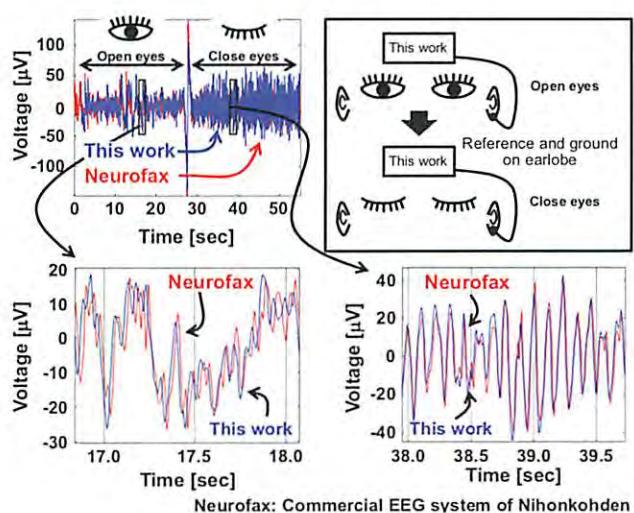


Fig. 2. 市販脳波計と開発した脳波計の計測値比較

・光照射による有機トランジスタ集積回路の特性制御技術開発

紫外光を照射することによって分子構造が変化する高分子材料を有機トランジスタの絶縁層として用いることにより、集積回路の電気特性を自在に制御する技術を構築した。この技術では、単一のデバイス積層構造と、同じ有機材料の組み合わせで構成される有機トランジスタにおいて、光照射を行うことによってトランジスタの電気特性を自在に変化させることができる。複数の有機トランジスタから構成される集積回路の作製工程において、狙ったトランジスタのみを光照射によって制御することが可能であるため、従来方法と比べて飛躍的に簡単な工程と、少ない材料使用によって電子回路特性を制御することが可能となる。将来、無意識下のウェアラブル生体計測を例として、実空間のあらゆる対象物をセンシングする技術として開発が進められているフレキシブル電子回路の更なる高性能化が期待される。本成果は、オーストリアJoanneum研究所のAndreas Petritz博士(元客員研究員)、Barbara Stadlober博士との共同研究であり、独国の国際学術誌「Advanced Materials」に掲載された。

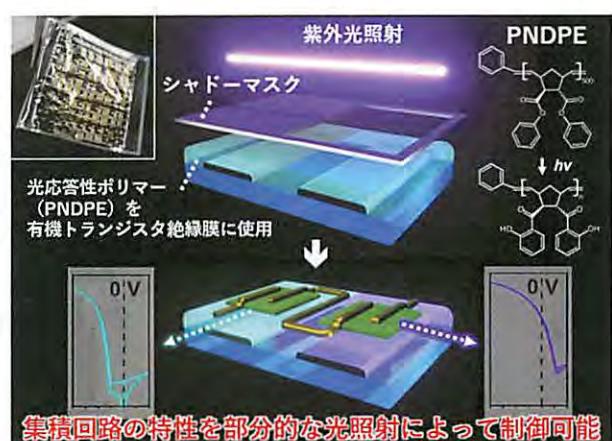


Fig. 3. 光照射による有機トランジスタ回路特性の精密制御

複合知能メディア研究分野

教授	八木 康史
教授（兼任）	楳原 靖
准教授	中村 友哉
助教	武 淑瓊
特任准教授（常勤）	Md Atiqur Rahman Ahad、青木 工太（令和3年11月1日採用）
特任講師（常勤）	青木 工太（令和3年4月1日～令和3年10月31日）、新妻 弘崇
特任助教（常勤）	劉 家慶（令和3年4月1日採用）
特任研究員（常勤）	Allam Shehata Hassanein Allam、丹羽 真隆
特任研究員	廖 若辰、徐 遅（令和3年4月1日採用）、李 想（令和3年4月1日採用）
大学院学生	吉川 丞、Akos Godo、Yiyi Zhang、Margaret Dy Manalo、 Alsherfawi Aljazaerly Mohamad Ammar Ayman、高見 燐世、長原 稔樹、 林 龍之介、山野 広大、梅山 倫華、江原 広晃、辻 翔吾、梶道 慎也、 楠永 遼一
学部学生	沖村 達平、加藤 伶菜、河内 穂高、中川 博貴、野口 智矢、渡邊 早紀
研究生	Jose Reinaldo Cunha Santos A. V. Silva Neto（令和3年10月1日採用）
事務補佐員	湯浅 信栄、金城 恵、行俊 奈津子（令和3年11月1日採用）
技術補佐員	スティーブンス 久美子（令和3年4月1日～令和3年11月30日） 岩田 和也（令和3年4月1日～令和4年2月28日）、 大河内 良美、吉村 由記、弾 光恵、西村 順子、清見 弘美、北川 尚美、 渡辺 真理、谷林 佐知子、堰合 佳代、相馬 有紀子、西内 祐子、太田 美穂、 平川 亜希、河合 知子、入江 洋子（令和3年8月1日採用）、 比嘉 鑑、英 双葉、安藤 直美、橋本 尚子、松本 佳子、井上 ともみ、 一階 王子、井口 美香、宮本 圭子（令和3年5月1日採用）、 今村 和恵（令和3年9月1日採用）、参上 千香（令和3年9月1日採用）、 前田 かおり（令和3年9月16日採用）、佐々木 康代（令和3年9月1日採用）、 橋谷 聰子（令和4年2月1日採用）、金森 貴久美（令和4年2月1日採用）、 佐々木 美峰（令和4年2月1日採用）、長谷川 葵（令和3年8月16日採用）、 沢田 聖美（令和3年4月1日～令和3年8月31日）、 近澤 栄子（令和3年4月1日～令和3年7月15日）、 野村 知子（令和3年4月1日～令和3年6月15日）

a) 概 要

本研究室では、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、世界トップクラスの歩行映像解析技術に基づく個人認識・性別／年齢推定とその科学検査・健康・医療分野への応用のほか、センサ開発などの基礎技術から、内視鏡・顕微鏡等のバイオメディカル画像処理など、画像・映像解析に関する幅広い研究を行っている。

b) 成果

・デュアルタスク歩行解析による認知機能スコア推定

本研究では、歩行と計算問題の解答といった二つの異なるタスクを同時にを行う様子を解析することで、認知機能スコアの一つである Mini mental state examination (MMSE) スコアを推定する手法を開発した。これまでに開発したデュアルタスクシステム

(図1左) を用いてデータ収集を行い、感度と特異度の和を深層学習モデルの学習に適した微分可能な形に拡張する共に、複数回の試行を効果的に統合する手法を提案した。MMSE スコアの閾値 23 に対する 2 クラス分類問題における精度評価実験を行い、感度 0.94、特異度 0.85 の精度を達成した。

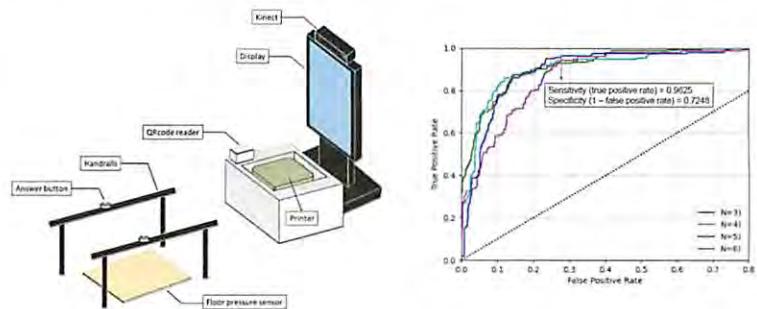


図1 デュアルタスク歩行システム（左）と感度・特異度曲線（右）

・歩行映像解析による肉体疲労度推定

疲労の蓄積は健康を害する大きな要因であることから、重要な健康モニタリング項目と言える。本研究では、人が日常生活で最も頻繁に行う行動である歩行を観察することで、疲労度を推定する手法を提案した。具体的には、肉体疲労度を対象として、踏み台昇降運動前後での歩行映像データを収集し、データベースを構築した。深度センサで計測した歩行姿勢系列を入力として、疲労前・後を推定する深層学習モデルを設計した。その際、歩行姿勢系列の開始時に、左脚・右脚のいずれが前に踏み出しているかの判定器を導入し、疲労推定とのマルチタスク学習により、深層学習モデルを最適化した。実験では、感度・特異度曲線の Area under curve (AUC) を指標として評価し、結果として、AUC 86.0%を達成した。

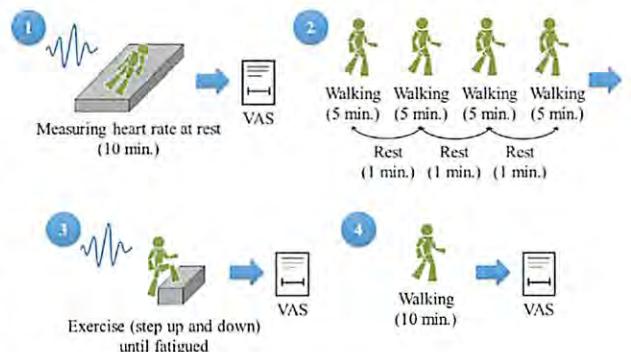


図2 疲労度推定実験の流れ

・不確かさを考慮した審美的歩容属性の推定

日本国内にて歩行指導教室が多数あることから、歩き方の美しさに対する意識が高まっている。顔の場合は家庭用の一般的な鏡で自身の審美的属性を確認できるのに対して、歩行の場合は巨大な鏡が必要となることから、カメラで撮影した歩行映像から、自動的に審美的歩容属性を推定できると望ましい。本研究では、まず、美しさ・優雅さ・堂々さ・元気さ・リラックス度合いの五つの審美的歩容属性の教示データを付与した歩行映像データベースを構築した。また、複数の教示者による教示データの不確かさを表現可能な深層学習モデルを設計した。実験では、不確かさを含めた審美的属性スコア分布を推定できることを示し、相対属性分布の類似度により定量評価を実施し、手法の有効性を確認した。

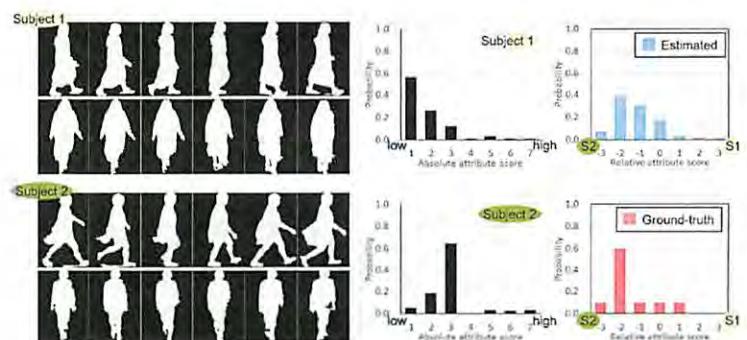


図3 入力歩容シルエットのペア（左）と
推定された歩容の美しさに対するスコア分布の推定結果（右）

知能推論研究分野

教授	鷲尾 隆
准教授	原 聰
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、陳 逸君（9月修了）、袁 新芳（9月修了）、中田 雄己、中道 直基
	松本 瑞季、加藤 成充、東野 航大、山川 将輝、中井 涼基
学部学生	山田 将大、菅野 嘉真、田宮 央脩、松浦 満、横大路 宗征、宗近 康平
事務補佐員	岡田 拓子（令和3年9月30日退職）、長岡 久美子（令和3年9月30日採用）
技術補佐員	藤原 紗子

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、計測インフォマティクス、高精度類似性指標、機械学習モデルの説明法の評価、多様な汎化指標の下での学習アルゴリズムの開発を行い、以下の成果を得た。

b) 成果

・計測インフォマティクス

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。そこで計測科学と情報科学を融合し、種々の先端的計測分野において必要とされる計測インフォマティクス手法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 手法を適用して SN 比の悪い蛍光顕微鏡画像からノイズを効果的に除去して高精度な画像を得る手法や、蛍光顕微鏡画像が直接計測できない対象物質の細胞内分布を他の物質分布画像から高精度に推定する手法の研究開発を行った。さらに、ナノギャップデバイスによる 1 塩基計測信号から mRNA 内の塩基配列を計測する手法や、同じく個々の光学異性体分子を識別する手法の研究開発を行った。これら計測インフォマティクス研究によって、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。データ中で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、適切な分類やクラスタリング、異常検知などをを行うことはできない。我々はこれまで事例分布に基づいて事例間識別境界の存在確率を評価することで、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て、データ分布の粗密の影響を受けにくい高精度な回帰式を効率的に得る手法を提案した。これより従来よりもデータの持つ性質を適切に反映しつつ高速な推定や傾向分析ができる手法を確立した。

・機械学習モデルの説明法の評価

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おり、これらのモデルはときに“ブラックボックス”と言われる。モデルのブラックボックス性の解消のために様々な「モデルの説明法」が研究・提案されている。代表的な説明法の一つに「類似データの提示による説明」がある。これは、「ある入力データ X をモデルが犬と分類した」という事象に対して別の「類似したデータ X' 」をユーザーに提示することで、モデルの判断の説明とする方法である。本研究では「類似データの提示による説明法」に対する新たな性能評価方法を提案した。具体的には、類似データの予測の一貫性を基準に評価方法を提案した。ある類似データ X' が説明対象の X と同様に犬であれば、その類似データは「 X が犬であること」の説明として妥当と言える。逆にもしも X' が猫であれば、これは「 X が犬であること」の説明としては破綻している。本研究ではこの評価方法に基づき既存の説明法を評価し、一部の説明法はこの一貫性を満たさないことを明らかにした。また、これら一貫性を持たない説明法の破綻理由を部分的に解明した。

・多様な汎化指標の下での学習アルゴリズムの開発

実世界の学習問題では、「評価」という概念は決して自明ではない。従来は「学習後の性能が平均的に良ければそれでいい」という考え方を中心的だったが、たとえば、民族間の予測性能ばらつきの解消や外れ値を含むデータの適切な処理など、いずれも「平均的に最適」といえる状態から逸脱してはじめて可能になる。平均ベースで学習し、最適化法のパラメータを小手先に微調整するのではなく、最初から汎化能力の測り方を見直し、それを軸に据えた新しい学習アルゴリズムの設計法を追求している。ワーストケースを重視する CVaR に対するロバストな確率勾配法の解析、極端な「失敗」に対して自由に価値関数を設計できる広義 spectral risk に使える微分フリーな学習則の開発と解析、従来の「分散」の概念を一般化してユーザーが対称性や裾の強弱を嗜好に合わせて調節できる仕組みの開発など、既存のフレームワークと円滑に併用できる多種多様の汎化指標と学習則の基本原理を明らかにし、その有用性を示した。

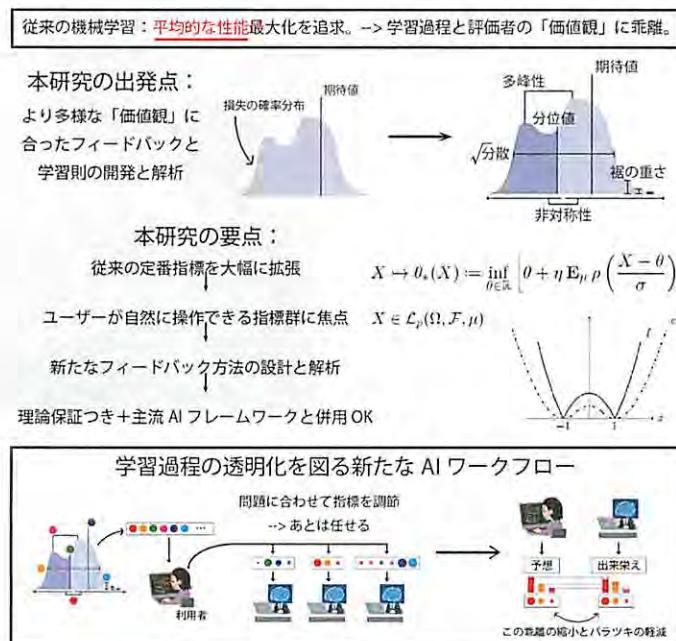


図 機械学習手法の学習時に使う新たな評価指標と最適化法の新規開発と解析

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	二瀬 風斗、市村 匡輝、奥野 尚己、王 兆東、小林 直哉、生嶋 竜実、 久保 祐喜、宗像 北斗
学部学生	時末 卓幹、吉田 朋矢、大塩 幹、近辻 健壱
研究生	黒田 佑樹
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・音源分離といった音声情報処理の精度向上や新たな技術開発に取り組んでいる。

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に取り組んだ。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目的方向から到来する音の伝達関数を正規化する。これは目的音源が常に特定方向に存在するような正規化のため、音源位置特性が上手く汎化されて学習される。さらに、未学習の音源に対する分離精度向上も実験的に確認できた。本成果は、信号・情報処理の国際会議 APSIPA 2021 で発表した。

ユーザの音声信号から年齢を推定する技術開発も行った。この技術は、対話システムのふるまいを年齢に応じて切り替えることを可能とする。ニューラルネットワークを用いた識別は高精度であるが、複数の音声コーパスを学習に用いると、音響の伝達特性や年齢分布といったコーパスの特性に過学習する問題がある。例えば、子供音声コーパスや高齢者音声コーパス間では、収録に用いた音環境やマイク、話者の年齢分布がまったく異なる。本研究では、伝達特性の除去と声年齢分布を用いたスムージングにより過学習を抑制する。声年齢分布は、声から判定する際の年齢の曖昧性を表現した確率モデルであり、ラベルスムージングやコーパス間特性の平滑化効果がある。未知コーパスの音声に対する年齢予測精度の向上を実験的に確認した。本成果は、音声に関する国際会議 Interspeech 2021 で発表した。



図1 ロボットとの音声対話

・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対話システムの実現を目指している。

知識を獲得するための質問の内容の選択を、知識グラフ補完結果を用いて行う研究を進めた。具体的な目標として、「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。例えば、「魚を作るのに小麦粉を使いますか？」は全く事実に反しており、ユーザが話す意欲を削ぐ。一方で、「ホワイトソースはチキンドリアを作るのに使いますか？」は質問として妥当である。このような質問を選択するために、知識グラフ補完のスコアに注目した。まず知識グラフ補完自体の性能を向上させるために、ラベルの文字列の利用と負例サンプリングの制限を行う手法を提案した。そのうえで、その性能と知識グラフ補完のスコアとの関係を調査した(図2)。この結果を用いて実際に質問を作成し、クラウドソーシングにより200人に対して質問に対する印象を5段階で評定してもらうことで、知識グラフ補完結果のスコアを用いる妥当性を示した。これらの成果を取りまとめ、国際会議 IUI2021 にて発表した。別途、クラウドソーシングを用いて知識グラフを構成する3つ組(triplets)を収集する取り組みも試行した。

また前年度に SIGDIAL2020 にて発表した内容にそれまでの背景や構想を含めた論文を、国際ジャーナル Dialogue and Discourse に投稿し、査読コメントへの回答を含め対応中である。

・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。このような研究を行うためのデータセットを数年間かけて継続的に収集してきた。これを大阪大学マルチモーダル対話コーパス Hazumi と名付け、2021年から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研究者一般に配布している(図3)。

本年度は、過去に一度収録に参加したユーザとの対話を Zoom でオンライン収録するとともに、前年度までに収録したデータの整理を進めた。また、対面収録したデータについて取りまとめ、国際会議 ACII2021 にて発表した。これに合わせて、契約文書などを翻訳した英語サイトも作成、公開した(<https://www.nii.ac.jp/dsc/idr/en/rdata/Hazumi/>)。

本データを利用した共同研究も引き続き推進し、この結果2件を国際会議 ICMI2021 にて発表した。1件は、弱教師あり学習とマルチタスク学習を併用することで、データの各区間に付与されている複数の注釈(第三者から見たユーザの心象や、同じ話題を続けるべきかどうかという度合など)を、マルチモーダルデータから予測する手法である。もう1件は、データの各区間に付与されている注釈から、対話後のアンケートにより取得したユーザの満足度を予測する手法である。また前年度の成果を取りまとめた論文が、国際ジャーナル IEEE Transactions on Affective Computing に採録されることも決定した。

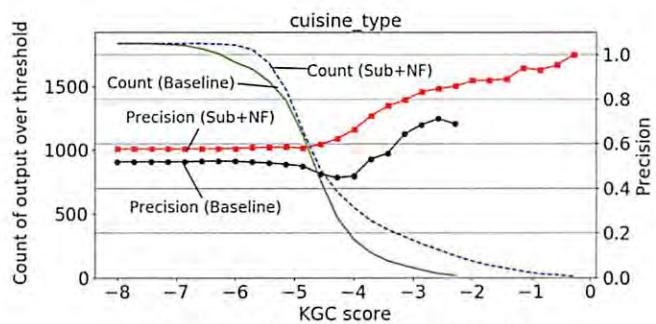


図2 スコアごとの知識グラフ補完性能



図3 公開データ。区間ごとに印象など複数の注釈が付与されている(下半分)。

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 堯
招へい教授	大谷 紀子、栗原 聰、田村 進一
招へい准教授	森山 甲一
招へい研究員	西野 義則、辰巳 泰我、西谷 陽志、Juan Lorenzo Mutia Hagad
大学院学生	Ekasit Phermphoonthiphat、Taweesak Emsawas、北井 正嗣（令和3年9月30日修了）、Nat Pavasant、桂田 紗希、Pongpisit Thanasutives、陳 悅
事務補佐員	森川 有美子、阿部 真美恵、岡田 陽子（令和3年8月16日採用）

a) 概要

パソコンを始めとする情報環境が普及するにつれて、インター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】

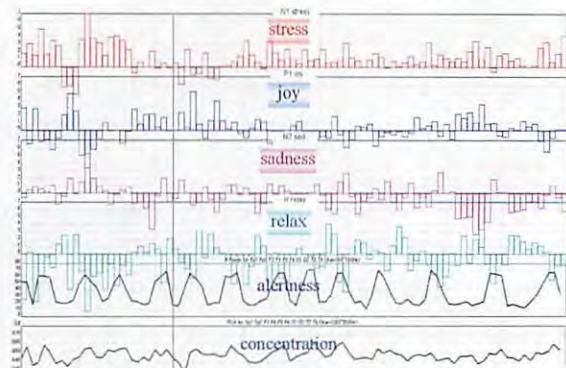
- 構成的適応インターフェース
- 事象系列データからの知識発見
- 知的ユビキタスセンサーネットワーク

b) 成果

・構成的適応インターフェース

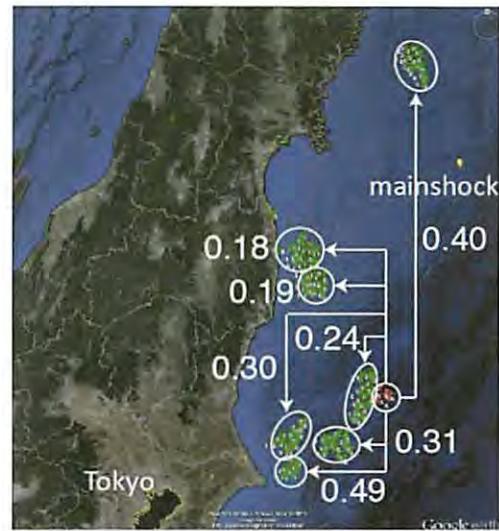
基本的な研究テーマとして、学習機能を持ったコンピュータの開発を進めており、高効率化のためのアルゴリズム、学習のための背景知識の獲得、ITS（Intelligent Tutoring System）への応用など、数々の新技術を開発し、情報環境の整備を支援してきている。これらは、適応ユーザインターフェースの技術として定着しつつある。これまでの適応ユーザインターフェースは、あらかじめ用意されている反応の中から過去のユーザの振る舞いに適応して、適切な反応を選択するものであった。これだけでも現在の複雑で扱いにくいユーザインターフェース、たとえばナビゲーションシステムなどを相当に改良できる。しかし、人間の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ー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ーン抽出や、地震発生パター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ーンの抽出に成功した。

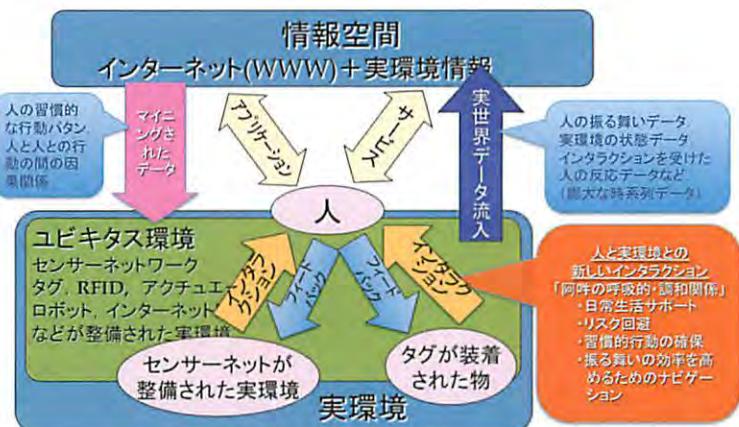


・知的センサーネットワークとメタバースへの適用

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、実空間から情報まで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できると、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ーンの抽出、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、Covid-19に対応するため、この技術をメタバース上に適用する手法について検討を行なった。



第2研究部門（材料・ビーム科学系）

概要

本研究部門は、材料科学系・ビーム科学系の融合部門である。

材料科学系は、「自然材料機能化」、「半導体材料・プロセス」「先端ハード材料」「エネルギー・環境材料」の4研究分野から構成される。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・液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開拓する。

ビーム科学系は、「励起物性科学」、「量子ビーム物理」、「量子ビーム物質科学」の3研究分野から構成される。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する。

本研究部門は、産業科学ナノテクノロジーセンター、量子ビーム科学研究施設、産業科学AIセンターと密接な協力関係を持ちながら研究を行う。また、分野・部門間の共同研究のみならず、物質・デバイス領域共同研究拠点の関西地区ハブとして、国公立・私立大学、国公立研究機関、民間企業との連携を強化し、さらには国際的な共同研究にも積極的に取り組む。

成果

- ・セルロースナノファイバー製フィルムの切り紙による新規放熱機
- ・セルロースナノファイバーコーティングによる新規水濡れ故障抑制技術
- ・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厚膜化
- ・機械学習を用いた拡散プロセスの最適化による超低反射太陽電池の特性向上
- ・graded band 構造によるブラックシリコン太陽電池の短波長量子効率の向上
- ・官能基修飾による可視光応答化チタニアナノチューブのエコプロセス創製と光化学機能
- ・ゾルゲル法とテンプレート法を用いたジルコニアナノチューブ創製
- ・ TiO_2 修飾水酸アパタイトへの酸性・塩基性色素の選択的吸着
- ・リチウム金属二次電池の開発
- ・高電圧リチウムイオン電池の開発
- ・リチウムイオン電池反応の律速段階の特定と反応高速化に向けた指針の確立
- ・角度分解光電子分光による層状物質の電子状態の解明
- ・レーザープラズマ電子加速研究
- ・量子ビームの利用開拓
- ・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
- ・化学增幅型レジスト中の構成分子の均一性
- ・一酸化窒素合成酵素反応におけるブテリンラジカルの生成過程

自然材料機能化研究分野

教授	能木 雅也
特任教授	小林 光 (令和4年3月31日退職)、寺川 澄雄、吉崎 和幸 (令和4年3月31日退職)
准教授	古賀 大尚
特任准教授	小林 悠輝
助教	上谷 幸治郎 (令和4年3月31日退職)
技術補佐員	柳生 瞳、原田 佳子 (令和3年7月1日採用)、鈴木 麻由 (令和3年9月6日採用)
事務補佐員	緒方 のどか (令和3年9月30日退職)、友添 由紀子 (令和3年10月1日採用)、黒崎 千香 (令和4年3月31日退職)

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

・セルロースナノファイバー製フィルムの切り紙による新規放熱機構 (NPG Asia Materials 2021, 13, 62.)

エレクトロニクスの放熱には、金属・セラミック製のヒートシンクが一般に用いられ、空気対流によって効果的に局所的高温を緩和します。しかしバルキーな部材であるため素材や寸法・容積の制約が大きく、柔軟性や小型化の付与が困難でした。一方、小型熱源の排熱に対しては、基材による熱拡散が効果を示します。しかし、樹脂や複合材料で構成される板状基材の熱伝導性は低く、高い放熱性を付与することが困難でした。

本研究では、両者の相反する特長を併せ持たせるため、熱伝導性が比較的高いホヤ殻由来セルロースナノファイバー(CNF) 製の柔軟フィルムを用い、切り紙加工により形成した周期的な空隙に空気対流させる新たな放熱システムを開発しました。まずレーザー加工機を用いて CNF フィルムに網飾り構造の切り紙試験片を形成しました。試験片の中央にはグラファイトスプレーにより黒化部分を形成しており、図2のように強力白色光を照射することで、光熱変換により発熱する疑似熱源を形成しました。光を照射した際の黒化部分の温度分布をサーモグラフィで観測します。この時、切り紙の空隙を通過するように空気対流を起こすことで、放熱性能を評価しました。切り紙を形成しないCNF フィルムでは約 150°Cまで昇温しましたが、切り紙を形成して空気を対流させた状態では約 50°Cまで冷却されることがわかりました。このとき系の熱抵抗は 1/5 に低減しています。同時に、フィルムの熱伝導率も放熱性能に

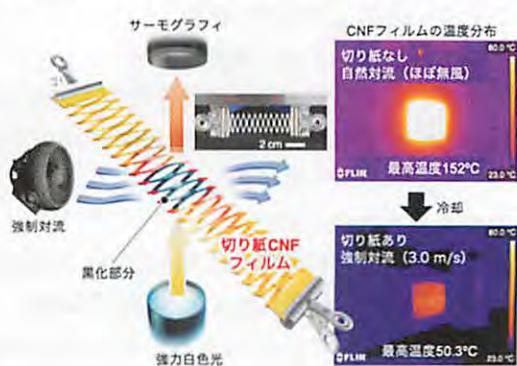


図2 切り紙加工を施した CNF フィルムに対する放熱試験

直接影響することも観測され、切り紙と空気対流を組み合わせることで局所的な高温を効果的に冷却可能であることが判明しました。

本手法の効果を、実際のエレクトロニクスに実装することで検証しました。図3のように、無機蛍光粒子を用いた電界発光(EL)素子である分散型EL素子をCNFフィルム上に形成すると、通常の状態では約70°C以上まで発熱しました。高輝度を得るために高電圧を印加すると、素子の寿命や発光効率の低下が問題となります。一方、この素子は切り紙加工を施しても、電極が連続している限り発光を続けます。この切り紙加工した素子に3m/sの気対流を照射すると、約35°Cまで冷却されることが実証されました。本コンセプトにより網飾り以外にも様々な切り紙構造を形成することで、多様な放熱構造を設計することが可能と考えられます。従来放熱部材として用いられなかったフィルム素材を活用し、形状可変の放熱機構に応用することで、エレクトロニクスのより自在な設計が期待されます。

・セルロースナノファイバーコーティングによる新規水濡れ故障抑制技術 (ACS Applied Nanomaterials, 2021, 4, 3861–3868)

電子デバイスにとって水が天敵であることはよく知られています。電子回路の金属部分に水が付着すると、陽極(+)金属は金属イオンとして溶け出し、負極(-)で金属銅として樹状に析出します(図4上)。イオンマイグレーションと呼ばれるこの現象が進行すると、回路は樹状析出により短絡し、故障や発熱・発火といった事故が発生します。このような水濡れ故障を防ぐために、これまで防水コーティングやパッキングなど様々な封止技術が開発されてきました。しかし、どれだけ優秀な封止材も一度損傷してしまえば水の侵入を防ぐことはできず、故障は免れません。

本研究ではセルロースナノファイバーを用いた、濡れても、封止が損傷しても機能する全く新しい短絡抑制技術を開発しました。まず、TEMPO酸化処理により木材パルプから調製したTEMPO酸化セルロースナノファイバー(CNF)を回路上にコーティングし、イオンマイグレーションの発生過程を評価しました。その結果、コーティングをしなかった回路は水没後数分で短絡してしまう一方で、CNFをコーティングした回路は水没後24時間経っても短絡しないことを発見しました(図4下)。詳しくメカニズムを見ていくと、乾燥状態で回路上に積層していたCNFが水没時に吸水・再分散し、陽極(+)の周囲に電気泳動することで「集まり」、陽極から溶け出した金属イオンを吸着するなどして「固まる(ゲル化する)」ことが判明しました。陽極周囲に構築されたCNFハイドロゲルが陽極から溶け出した銅イオンを効果的に封じ込め、樹状析出成長を阻害するため、24時間という長時間が経過しても短絡しません。たとえコーティングが損傷したとしても、ナノ纖維が損傷部を修復するように電気泳動して集まるため、短絡抑制効果は損なわれません(図5)。

近年、脈拍や血圧、脳波など様々な身体情報をリアルタイムで収集可能なウェアラブル・ヘルスケアデバイスが注目を集めています。常に着用するそれらのデバイスは、屋外や入浴をはじめとする様々な状況での使用に耐えうるための絶対的な安全性と耐久性の両立が求められます。本成果は電子デバイスの安全性と信頼性を高める、新たな「最後の砦」として機能することが期待できます。

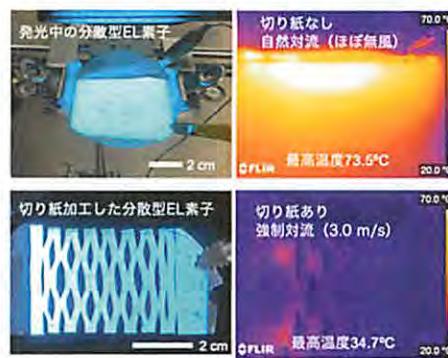


図3 分散型EL素子の切り紙による放熱冷却

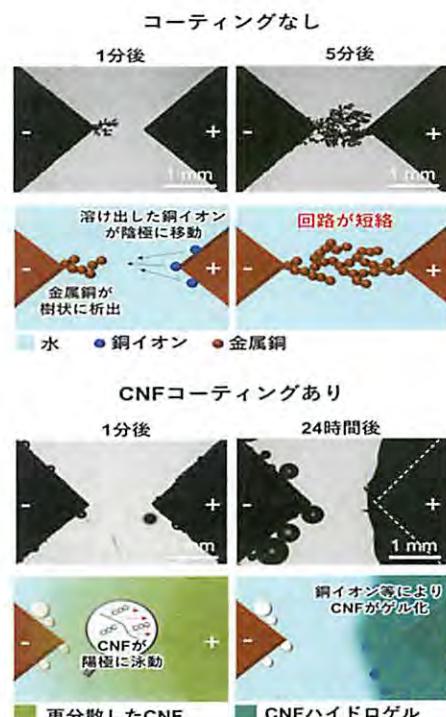


図4 CNFコーティングによる短絡抑制メカニズム

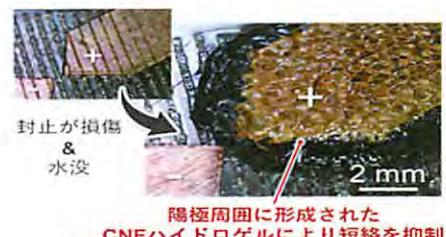


図5 封止損傷時の短絡抑制挙動

半導体材料・プロセス研究分野

准教授 松本 健俊、今村 健太郎（令和4年3月31日退職）

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つても過言ではない。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) 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(2) 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

・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厚膜化

シリコン負極は、一般的に用いられている黒鉛電極の約10倍の理論容量をもち、古くから高容量電極用材料として期待されている。しかし、シリコンは充放電中の体積変化が大きく、剥離して破壊されやすいことが欠点として知られている。

そこで、二次元形状をもつシリコン切粉を、同様に二次元形状をもつ黒鉛シートで内包した複合体の作製に挑戦した。シリコン切粉は、シリコンインゴットをスライスして、太陽電池基板を製造する際に発生する副産物である。黒鉛シートも、パッキン材料を作成する際に生成する副産物を原料として用いることができる。シリコン切粉と黒鉛シートを、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に一緒に分散させ、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が分かった（図1）。 2 mAh/cm^2 の比較的薄い電極を用いて、電気化学的インピーダンス測定を用い、電極の内部抵抗を評価したところ、従来からよく用いられてきたアモルファスカーボンコートしたシリコン粒子を用いた電極よりも、シリコン切粉/黒鉛シート複合体を用いた電極の方が、低いことが分かった。また、放電容量を理論容量の約40%に制限すると、アモルファスカーボンコートしたシリコン切粉を用いた場合は660サイクルまで、シリコン切粉/黒鉛シート複合体を用いた場合は901サイクル目まで、 1200 mAh/g の放電容量を維持した（図2）。

シリコン切粉/黒鉛シートの複合体電極のこれらの特徴を活かし、これまで困難とされていた厚いシリコン負極の作製に挑戦した。厚い電極を用いることで、電気は通さずに電解液とリチウムイオンのみを通過させ

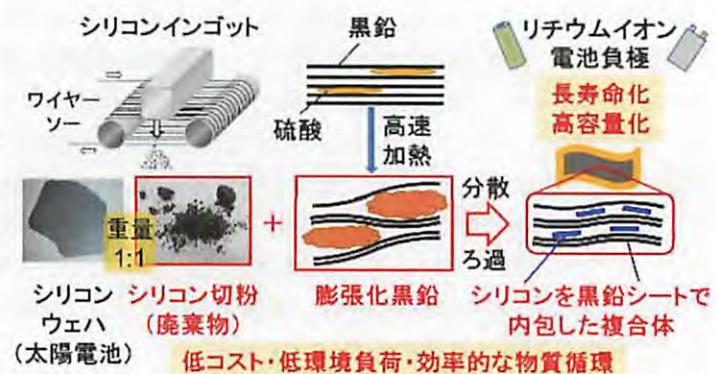


図1 シリコン切粉由來のシリコンナノ粒子と黒鉛シートを混合した複合体の作製プロセス

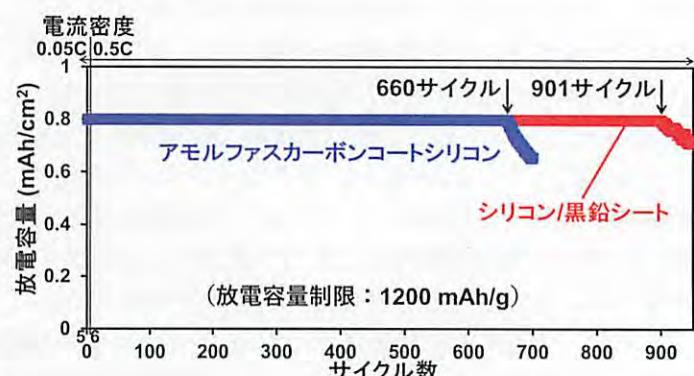


図2 シリコン切粉由來のシリコンナノ粒子と黒鉛シートを混合した複合体の作製プロセス

るセパレータや、アルミニウムや銅箔からなる集電体の枚数を減らすことができ、低コスト化と軽量化を促進することができる。この厚い電極のサイクル特性の結果を図3に示す。放電容量を制限しない場合、初期の放電容量は高い値を示したが、すぐに低下した。一方、放電容量を理論容量の約40%に制限することで、シリコン切粉/黒鉛シート複合体を用いた電極のみ、単位面積当たりの理論容量を10 mAh/cm²まで、電流密度も5 mA/cm²まで増加させても、75サイクルまでこれらを維持して充放電を行うことに成功した。

(T. Matsumoto et al., J. Electrochem. Soc. 168 (2021) 020521-1-14. 松本健俊, クリーンエネルギー7月号, 日本工業出版, 30 (7) (2021) 46-53.)

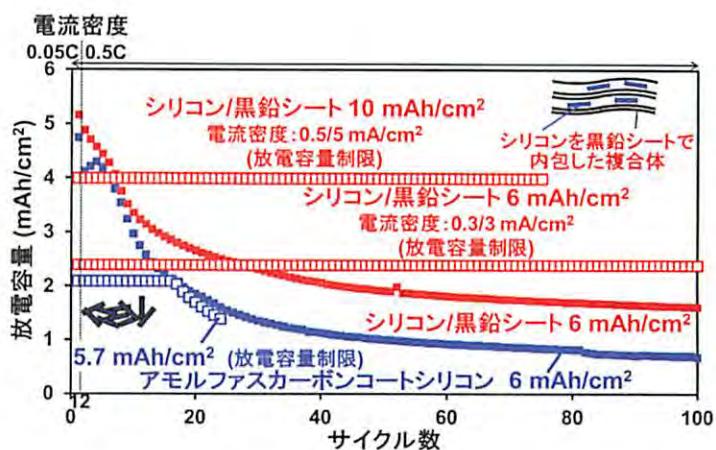


図3 シリコン/黒鉛シート複合体を用いた厚い電極と、アモルファスカーボンコートシリコンを用いた厚い電極のサイクル特性。

・機械学習を用いた拡散プロセスの最適化による超低反射太陽電池の特性向上

ベイズ最適化を用いてドーパントの拡散プロセスを最適化することにより、p型シリコン太陽電池の特性を効率的に向上させることに成功した。このシリコン太陽電池は、化学的転写法によって作製したナノ結晶構造を表面にもつ。pn接合と裏面電界は、それぞれ表面にスピンドルコートしたリンケイ酸ガラスからリンを、裏面にスピンドルコートしたホウ素含有化合物からホウ素を、両面同時拡散することで形成した。また拡散プロセスでナノ結晶構造をもつ表面は、リンケイ酸ガラスによってパッシベーションされる。ベイズ最適化による拡散条件の最適化では、電極を形成しない状態で開放電圧を推定できるimplied Voc値によって評価した。implied Vocは、pn接合、ホウ素を用いることで形成される裏面電界およびリンケイ酸ガラスによるパッシベーション性能に、主に依存することが知られている。

本研究では、ベイズ最適化を用いることで、わずか15回の実験で、implied Voc値が最大となる拡散条件を明らかにした。これまで報告した太陽電池の特性と比較すると、implied Vocの最大値はリンケイ酸ガラスによるパッシベーションの改善によって得られたと考えられ、この結果、効率的に最高のセル特性を得ることに成功した。

(K. Imamura, S. Kunieda. Mater. Today Commun. 31 (2022) 103250-1-6.)

・graded band構造によるブラックシリコン太陽電池の短波長量子効率の向上

化学的転写法を用いて形成されるナノ結晶構造をもつ太陽電池の量子効率向上への効果について検討した。ナノ結晶層は、化学的転写法の反応が表面から進むため、表面ほどナノ結晶サイズが小さくなる。XPSの価電子帯スペクトルから、価電子帶上端がバルクシリコンからナノ結晶層表面に向かって0.1~0.3eV低エネルギー側にシフトしていることがわかり、ケルビンフォースプローブ顕微鏡測定から、伝導帶下端は表面に向かって0.17~0.25eV高エネルギー側にシフトしていることがわかった。この結果、ナノ結晶層はバンドギャップが表面に向かって徐々に増加するgraded band構造を有すると考えられる。化学的転写法に用いる薬液の濃度条件を検討することで薄いナノ結晶層(~100nm)で急峻なバンド構造の形成を可能にした。最適化した化学的転写法の反応条件を用いて作製した太陽電池の300~400nmの内部量子効率は80%を超えるが、これは急峻なバンド構造によってナノ結晶層での再結合が防止されたためと考えられる。

(Y. Onitsuka, K. Imamura, Physica E 140 (2022) 115196-1-6.)

先端ハード材料研究分野

教授	関野 徹
准教授	後藤 知代 (高等共創研究院)
助教	趙 成訓、徐 寧浚 (令和3年10月1日採用)
特任助教(常勤)	施 聖芳 (令和3年10月31日退職)、朴 賢洙
特任研究員	西田 尚敬
大学院学生	趙 容現、韓 到衡、呂 茜庚、梅本 奨大、佐藤 夏希 (令和3年10月1日入学)、寺崎 伸幸 (令和3年10月1日入学)
佐々木 悠輔、高田 健太郎、木田 大貴、宮崎 喬至	
技術補佐員	石黒 光恵 (令和3年10月21日採用)、泉川 美穂 (令和3年10月21日採用)
事務補佐員	高原 愛

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韌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、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

・官能基修飾による可視光応答化チタニアナノチューブのエコプロセス創製と光化学機能

安定な水溶性チタンイオン錯体を出発原料として、ボトムアッププロセスによる可視光応答性を獲得したナノ構造チタニアを創製した (Fig.1)。NaOH と過酸化水素混合溶液へ TiH₂ 粉末を溶解することで過酸化チタン錯体イオン水溶液を調整し、100-110°Cでの還流処理および反応後の水洗を行うことで、使用アルカリ濃度を従来の約 1/10 (1.5M) まで低下させる手法を構築した。この構造化過程では、チタン酸クラスターがビルディングブロックとして集積することで二次元チタン酸アルカリナノシートが形成し、Na⁺が H⁺へイオン交換することでナノチューブ構造(TNTs)に変化した。合成試料は黄色を呈し、これは過酸化錯体イオン前駆体由来のペルオキソ基(-O-O-)導入に起因していること、この結果光学的エネルギーバンドギャップは通常の酸化チタンに比較して著しく低下して 2.5 eV 程度とな

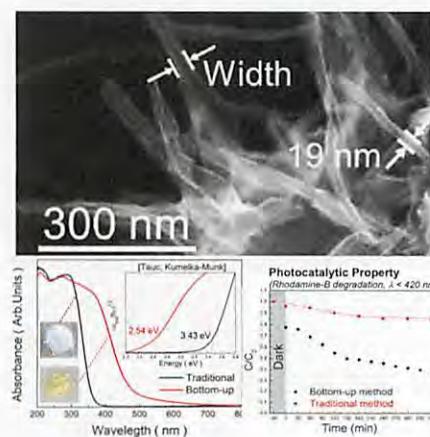


Fig. 1 ペルオキソチタン酸錯体を出発とした可視光応答型チタニアナノチューブの構造と可視紫外吸収スペクトルおよび可視光応答性光触媒特性 (ロードミン B 退色試験)

り、420nm 以上の光照射において光触媒特性を示すことを明らかとした。本研究により、精緻なかつエコロジカルなプロセスにより優れた可視光応答性光触媒の創製を可能とし、光化学特性に基づいた多様な機能化が期待された。

・ゾルゲル法とテンプレート法を用いたジルコニアナノチューブ創製

セラミック材料をナノ構造化した材料は、機械特性や機能特性が大きく向上することが知られている。ジルコニア(二酸化ジルコニウム)は、機械的特性、熱的安定性、化学的安定性、生体適合性に優れ、幅広い分野で利用されているセラミックスである。ジルコニアの多様な特性を持つナノ構造体の製作法に対する理解が重要である。本研究ではゾルゲル法とテンプレート法を用いてユニークな多結晶構造をもつジルコニアナノチューブを合成することに成功した。従来、金属アルコキシドを用いたゾルゲル法は、セラミック粉末およびコーティング膜の作製に利用され、多くの研究が行われてきたが、2次加工(焼結など)に必要な粉末製品およびコーティング膜を形成することが主な用途であり、その熱処理過程は、通常高温度処理(1000°C以上)が必要である。本研究は、アルコキシドゾル状態のジルコニアの水和・縮合時の反応調節・コーティング表面・溶液上-OHによる結晶状態の変化およびアーテクチャーフォーム形成概念を提案し、室温および大気中でマルチスケールな1D・3D構造体の形成に成功した。また、低熱処理(650°C以下)で結晶安定剤を使用せず、正方晶ジルコニアセラミックス構造体を創成した。これにより、アルコキシドゾルの濃度調節により、Fig.2に示すとおり、チューブの直径・厚さ調節を可能とするジルコニアナノチューブの創製を実証した。

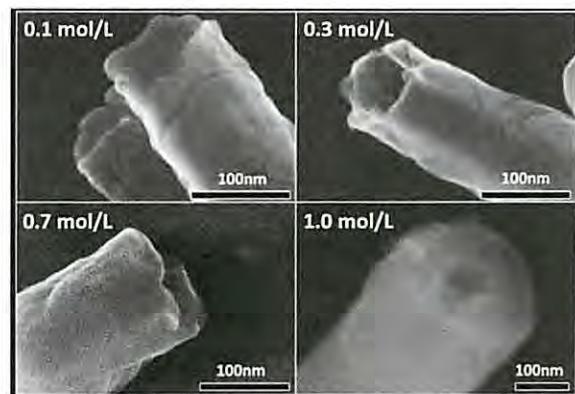


Fig. 2 濃度に応じて作られた多結晶ジルコニアナノチューブ

・ TiO_2 修飾水酸アパタイトへの酸性・塩基性色素の選択的吸着

水酸アパタイト(HAp)は、六方晶の結晶構造を有するリン酸カルシウムの一種であり、生体親和性や吸着特性を有することから生体材料や吸着剤、環境浄化材料として有用な材料である。HApは結晶面によって異なる吸着特性を有すると考えられており、露出する結晶面や結晶形態、結晶サイズを調製することで選択的吸着特性を示す吸着材や触媒担体へ応用できると期待される。本研究では、ソルボサーマル合成によりアスペクト比の異なる TiO_2 修飾 HAp 針状結晶の光触媒を合成し、その吸着および光触媒特性について酸性と塩基性色素について比較した。アルコールと水の混合割合を調製することで、 TiO_2 ナノ粒子を表面に担持した HAp 結晶を得ることが可能であり(Fig.3a)、この異なるアスペクト比に対する吸着量を比較した。その結果、HAp 針状結晶のアスペクト比が大きくなるほど酸性色素の吸着量はわずかに増大し、塩基性色素の吸着量は低下する傾向を見出した。本吸着特性には、HAp 結晶表面のゼータ電位が大きく寄与していると考えられ、結晶表面の水和層を介して吸着している可能性が実験結果から推察された(Fig.3b)。光触媒として使用した場合、初期吸着挙動にも差が生じることも明らかとなった。以上より、触媒担体として使用する HAp 結晶のアスペクト比の調製により、酸性および塩基性色素の選択的吸着を有する光触媒材料が創製可能であることが示され、水中の有機汚染物質の除去材料への応用が期待される。

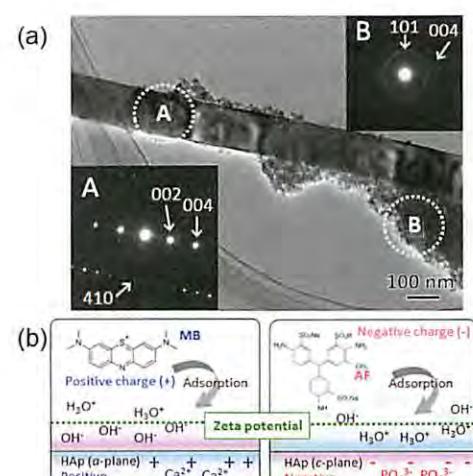


Fig. 3 (a) TiO_2 修飾 HAp 針状結晶、(b) HAp 結晶表面への酸性と塩基性色素吸着の予想図

エネルギー・環境材料研究分野

教授	山田 裕貴（令和3年4月1日採用）
准教授	片山 祐（令和4年3月1日採用）、菅原 徹（令和4年3月31日退職）
助教	近藤 靖幸（令和3年8月1日採用）
学部学生	佐野 陽一、鈴木 光太郎
技術補佐員	加賀美 宗子、鶴元 真妃、廣瀬 由紀子
事務補佐員	西川 和子（令和3年5月17日採用）、岡村 淑子

a) 概要

当研究室は、エネルギー・環境問題の解決に向けた新材料の開発を目的として2021年4月に発足した。エネルギーを貯蔵（二次電池）、変換（燃料電池）、利用（高付加価値物質製造）するための技術・デバイスに着目し、その飛躍的な高性能化、高安全化、高効率化を可能にする革新的な材料・反応の開発を行っている（図1）。それと並行して、電気エネルギーと化学エネルギーの相互変換を扱う学問「電気化学」における新理論・新学術の確立を目指した研究を行っている。2021年度は、居室・実験室の整備、実験装置の移設・立ち上げ、スタッフの採用などの研究環境の整備を中心的に行いつつ以下の成果を得て、一部を公開した。



図1 エネルギーを貯蔵、変換、利用するためのデバイス・技術。

b) 成果

・リチウム金属二次電池の開発

リチウムイオン電池を超える次世代二次電池として、リチウム金属を負極としたリチウム金属二次電池の研究が活発に行われている。リチウム金属は、リチウムイオン電池に採用されている黒鉛負極 (372 mAh g^{-1}) を大きく超える $3,860 \text{ mAh g}^{-1}$ の理論容量を有することから、高いエネルギー密度を有する二次電池となる。リチウム金属負極の課題は、1)充電時に樹状（デンドライト状）に析出するため、セパレータを貫通して正極まで達し、内部短絡してしまうこと、2)非常に強い還元力を有するため、電極表面において電解液成分の還元分解を引き起こし、充放電効率が大きく低下すること、の主に2点である。

当研究室では、新規電解液開発というアプローチによって、上記課題の解決を目指している。多くの知見・ノウハウの蓄積を有する高濃度電解液を中心として探索を行った結果、特定の電

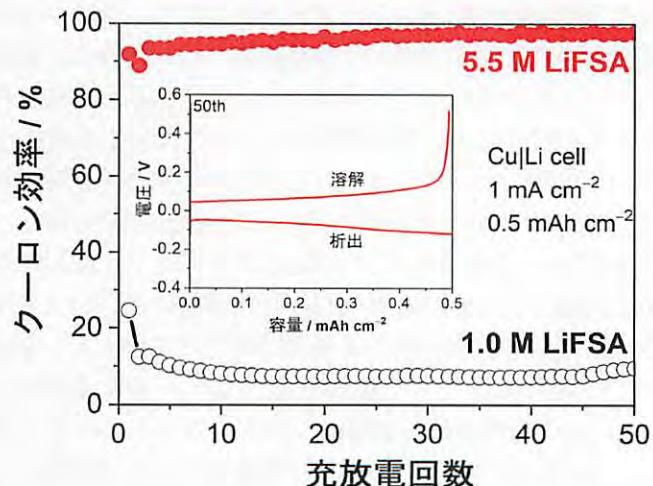


図2 低濃度及び高濃度電解液中におけるリチウム金属の析出溶解効率。リチウム塩として $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{F})_2$ (LiFSA) を使用した。挿入図は 5.5 M LiFSA 電解液を用いた Cu|Li セルにおける析出溶解の電圧曲線。

解液組成において 99%以上の高い充放電効率が得られることを見いたした(図2)。これは、実用化水準(99.9%)には至っていないものの、従来の電解液(90%以下)と比較すると大きな進展である。

・高電圧リチウムイオン電池の開発

現在商品化されているリチウムイオン電池の作動電圧は 2.4~3.8 V である。電池に蓄積されるエネルギーは、電気量と電圧の積で表されるため、更に高電圧化させることができれば、高エネルギー密度を有する次世代二次電池となる。これまで、高い電位を発生する様々な正極材料が開発されてきたが、安定な充放電反応は達成されていなかった。これは、正極によって高電位、すなわち強酸化雰囲気が作られることで、電解液の酸化分解や導電材炭素の劣化をはじめとする様々な副反応が起こるためである。

当研究室では、これらの副反応を抑制する新規電解液の開発を行っている。酸化安定性の高い溶媒分子を採用することに加え、電解液を高濃度化することにより、リチウムイオン-溶媒分子相互作用を利用した耐酸化性の向上に成功した。加えて、リチウムイオン-対アニオン相互作用を利用し、導電材炭素の劣化の原因となる炭素層間への対アニオン挿入反応が抑制された。結果として、5.2 V の高電圧まで充電・放電サイクルを行っても容量劣化を抑制することができた(図3) [論文1]。

・リチウムイオン電池反応の律速段階の特定と反応高速化に向けた指針の確立

リチウムイオン電池は、現在スマートフォンやノートパソコンなどの小型携帯機器用バッテリーとして広く採用され、近年は電気自動車用バッテリーとしての採用も進んでいる。電気自動車用途で必要となる性能は、高速反応、すなわち大電流での充電及び放電である。高速反応を達成するためには、電池の内部抵抗を低減する必要がある。リチウムイオン電池は、電解液を介した正極・負極間におけるリチウムイオンの移動によって充放電が行われるため、内部抵抗は主にリチウムイオンの移動抵抗で構成される。様々なリチウムイオン移動過程の中で多くの場合に律速となるのが、電極/電解液界面におけるリチウムイオン移動である。

当研究室では、電極/電解液界面における各種イオンの移動反応の機構及び速度論に関する研究を行っている。今年度は、研究室の立ち上げ作業のため実験リソースが限られていたため、これまでに得られた界面イオン移動の知見をまとめ、総説として公開した(図4) [論文2]。様々な電極・電解液の組合せにおける活性化エネルギーの測定値に基づき、界面イオン移動速度の決定要因として脱溶媒化、電極表面被膜、電極構造の3点を提示した。また、活性化エネルギーの低下が観察された例を複数紹介した上で、界面イオン移動の高速化を可能にする戦略を5つ提案した。

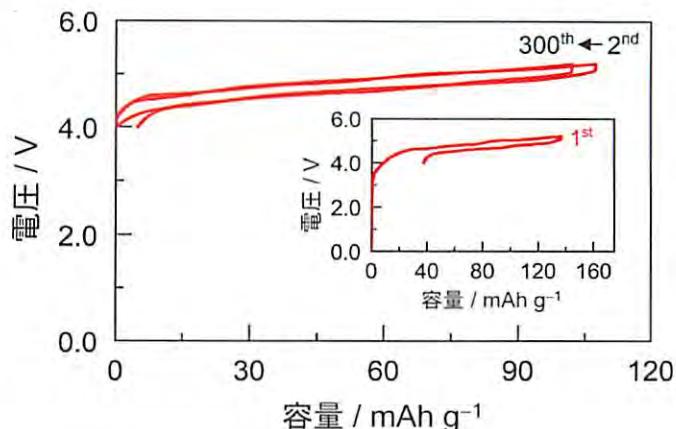


図3 高濃度電解液を用いた $\text{Li}_2\text{CoPO}_4\text{F}|\text{黒鉛}$ リチウムイオン電池の充放電電圧曲線。

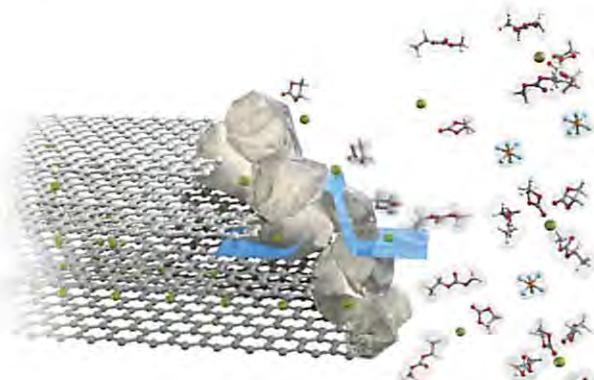


図4 リチウムイオン電池反応の律速過程となる電極/電解液界面イオン移動のイメージ図。

[1] S. Ko, Y. Yamada, A. Yamada, *Joule*, 5, 998-1009 (2021).

[2] Y. Kondo, T. Abe, Y. Yamada, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, DOI:10.1021/acsami.1c21683 (2022).

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し、材料科学・物質科学の新たな展開方向を開拓することを目的としている。この為には、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ことが必要である。具体的には、シンクロトロン放射光、電子線等の多彩な励起起源を用いて電子励起状態を励起し、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、低次元系物質の詳細な電子状態、格子振動と電子状態のカップリング、励起・緩和過程に関する知見を得るための研究を続けている。

b) 成果

・角度分解光電子分光による層状物質の電子状態の解明

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遷移金属カルコゲナイト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）や偏光の可変性を利用して、バンドの起源を決定する手法の確立を目指している。

1) SnS—SnSe 混晶の正孔有効質量の決定

SnS は太陽電池の素材として着目されているが、最近、S を Se に適当な割合で置換した混晶が非常に強い熱電機能を持つことが発見され、さらに強い興味が持たれています。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、正孔の有効質量が Se の濃度によってどう変化するか、分子科学研究所の放射光実験施設において角度分解光電子分光の実験を行い決定した[1]。図 1 (左) は、角度分解光電子分光の一例であり、バンド分散を直接観察できる。ここから正孔の有効質量を求め、Se の濃度によってプロットしたものが図 1 (右) である。正孔の有効質量は固体の電気伝導を支配する基本的要因の一つであるため、熱電材料としての機能改善のためには欠かせない知見である。

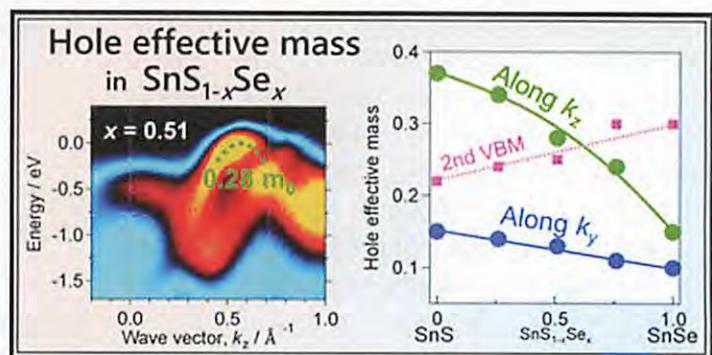


図 1：SnS-SnSe 混晶の角度分解光電子分光の結果の一部（左）と、この結果を直接用いて求めた正孔の有効質量の Se 濃度依存性。[1]

2) 金超構造上のグラフェンのバンドギャップの生成

グラフェンを電子デバイスとして利用するにはグラフェンの電子状態を改質・制御することが必要である。当分野では、原研の寺澤研究員・名大の伊藤准教授らと協力して、Au表面においてグラフェンのバンドにギャップが形成される現象を発見し、研究している[2]。図2はAu(001)-Hexと呼ばれる複雑な超構造上に形成した単層グラフェンの角度分解光電子分光の結果およびその解析である。金のspバンドとの相互作用により、グラフェンのバンドにギャップが形成していることがわかる。

3) TiSe₂のフェルミ面 Tomography

当分野では、分子科学研究所の松井教授と共に、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電子分析器 (Momentum Microscopy) の開発に、主としてソフトウェア開発の面で参画している。固体の電子物性において、電子のケミカルポテンシャルの運動量空間における構造、すなわちフェルミ面の形状は決定的に重要である。一般に ARPES は表面平行な運動量空間でのバンド構造を調べるために用いられているが、光エネルギーをスキャンすることで表面垂直成分についても調べることができ、Momentum Microscopy を用いることで、3次元の運動量空間でのフェルミ面 tomography を行うことができる。我々は、計測および解析ソフトウェアを開発し、3D フェルミ面の実験的検出手段の確立とその自動化を進めている。特異な構造相転移を示す物質として興味をあつめている遷移金属ダイカルコゲナイト TiSe₂における結果の一部を図3に示す。

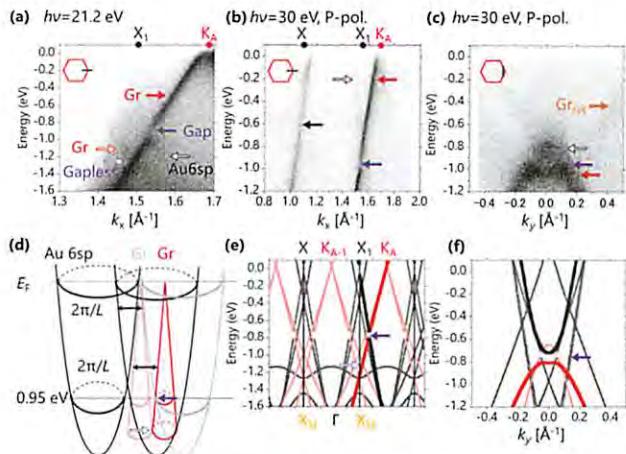


図2 : Au(001)-Hex表面上のグラフェンの角度分解光電子分光(a-c)とその模式図(d-f)[2]。

TiSe₂の3Dフェルミ面

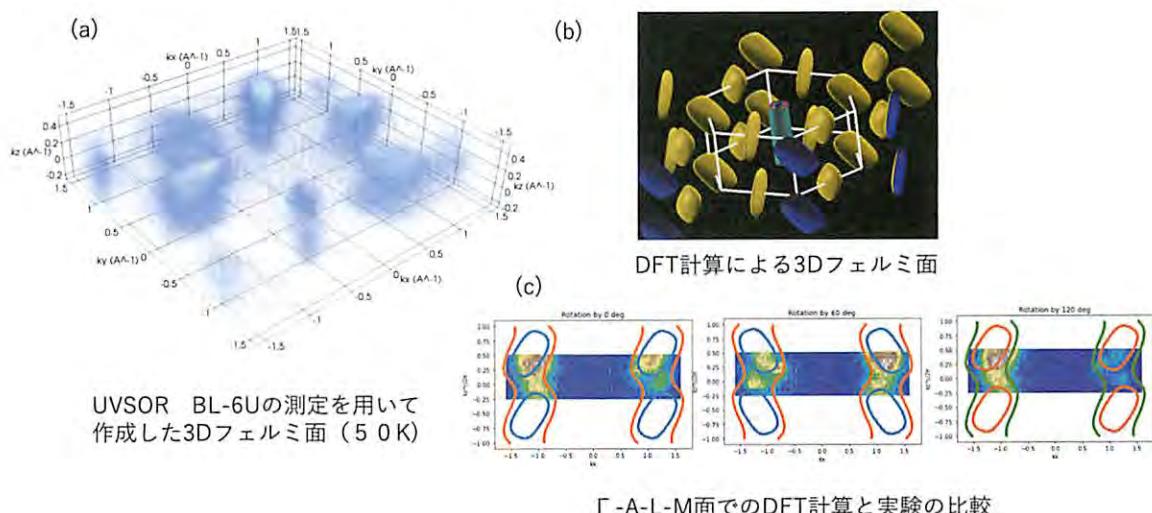


図3 : UVSOR BL6Uにて測定したTiSe₂の3D フェルミ面とDFT 計算の比較。

- [1] I. Suzuki, Z. Lin, S. Kawanishi, K. Tanaka, Y. Nose, T. Omata, S. Tanaka, Phys. Chem. Chem. Phys., 24 (2022) 634.
 [2] T. Terasawa *et al.*, Phys. Rev. Matt. Submitted.

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（非常勤）佐野 雄二
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、ドリス オウムバレック
兼任教授 佐野 智一
招へい教授 神門 正城、熊谷 教孝、野崎 光昭
事務補佐員 山崎 慶子
理学研究科物理学専攻 IPC コース D1 雷 璐哲

a) 概要

本研究分野では、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超高エネルギーまで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。数値シミュレーションに基づく相対論プラズマとビームの挙動の詳細な理解をベースに、大型レーザー実験においてプラズマ制御技術の開発を進めGeV級レーザー加速器の実用化を目指している。加えて、レーザープラズマ加速器の利用を見据え、THz領域のFELの利用や加速器ビームの創薬への利用開始など、量子ビームの利用研究の開拓も推進した。さらに、手のひらサイズの超小型パワーレーザーを利用する材料改質の研究も着手している。

b) 成果

・レーザープラズマ電子加速研究

非対称ガスジェットによる準単色エネルギー電子発生

レーザー航跡場加速(LWFA)において、エネルギースペクトル幅の小さな準単色電子ビームを発生させることは大きな研究テーマの一つであり、プラズマの碎波に起因する電子入射を制御する必要がある。我々は、空間的に非対称かつ急峻な密度分布を形成できる超音速ガスジェット標的を開発し電子入射過程の制御を可能とした。^[1]

電子ビームの高エネルギー化と高品質化の検討

LWFAはレーザー加速場を多段化することで、電子ビームの高エネルギー化と高品質化が期待できる。我々は数値シミュレーション結果に基づき、追加速場のプラズマ密度の制御による高エネルギー化と高品質化の新しい方法を提案した。^[2]

電子ビームのバンチ長とジッターの計測

LWFAは光による加速であり、一般にジッターフリーの電子源として考えられている。我々は、量研機構(QST)関西研チームと共同で、電気光学(EO)サンプリング法により、電子バンチ長と時間ジッターの実験的測定に成功した。^[3]その結果、電子のバンチ長は25fs(RMS)より短く、時間ジッターは7fs以下であることがわかった。

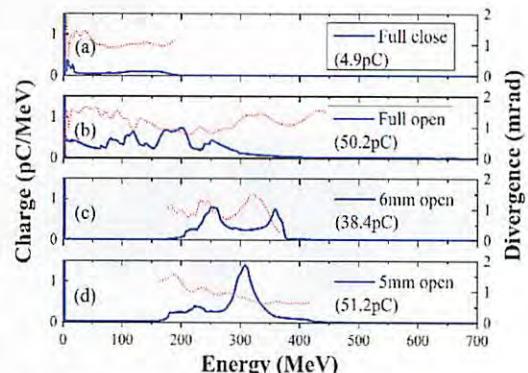


図1. 標的ガス密度分布を調整したときの加速電子のエネルギースペクトル。

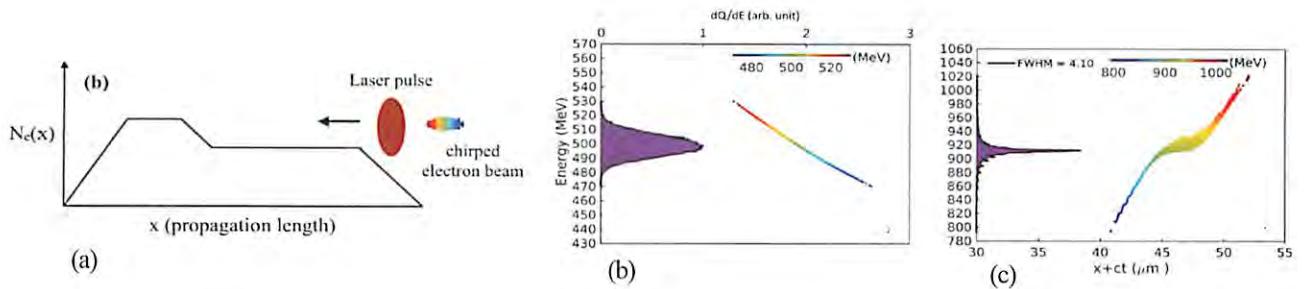


図2.(a) 追加速場のプラズマ密度分布。(b) 中心エネルギー500MeV、エネルギー幅3%の入力電子エネルギー分布。(c) 出力電子エネルギーは915MeVに昇圧され、エネルギー幅は0.45%に縮小される。

・量子ビームの利用開拓

量子ビーム利用の新しい研究分野の開拓を目的とし、産研量子ビーム研究施設の THz-FEL の利用を推進した[4]。さらに、今年度から、量子ビームの創薬への利用研究も開始した。

・量子ビームと材料の相互作用を応用した材料改質

我々は、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 (Laser Peening) 装置のプロトタイプを開発した(図3(a))。開発した LP 装置を用いてアルミニウム合金 (A7075 系)、高張力鋼 (HT780) 等の試験片に LP 处理を行い、表面の残留応力及び深さ分布の測定を行った[5-8]。一例として、平板状のアルミニウム合金 A7075 (降伏応力約 420 MPa) の LP 处理結果を図3(b)に示す。さらに、回転曲げ疲労試験を行った結果を図3(c)に示す。(ただし、こちらはパルスエネルギー 1.7 mJ の小型レーザーおよび図3とは別の装置を使用した結果である[7]。) パルスエネルギー 7.7 mJ の小型レーザー (波長 1.06 μm) を集光径 0.49 mm、照射密度 1600 パルス/mm²、繰り返し 100 Hz で照射した結果、深さ 0.5 mm まで残留応力が形成された。残留応力のピークは約 340 MPa で降伏応力に近い大きな値が得られた。また、疲労強度は約 1.5 倍に改善した。実験結果より、金属材料に LP 处理を行うことで表面に大きな残留応力を付与することができ、疲労特性も改善することが分かった。

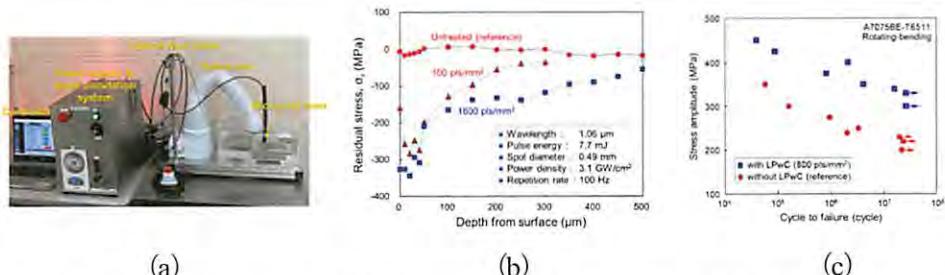


図3. アルミニウム合金(A7075)の LP 处理結果 (b) 残留応力の深さ分布 (c) 回転曲げ疲労試験結果

- [1] Zhan Jin, Alexei Zhidkov, Naveen Pathak, Yoshio Mizuta, Kai Huang, Nobuhiko Nakanii, Izuru Daito, Boyuan Li, Feng Liu, Min Chen, Masaki Kando, Marie-Emmanuelle Couprie and Tomonao Hosokai, Phys. Rev. Research, submitted.
- [2] Naveen Pathak, Alexei Zhidkov and Tomonao Hosokai, Phys. Plasmas **28**, 053105 (2021)
- [3] Kai Huang, Zhan Jin, Nobuhiko Nakanii, Tomonao Hosokai and Masaki Kando, Appl. Phys. Express **15**, 036001 (2022)
- [4] 入澤明典、「放射光」第34卷3号 p163-174 (2021)
- [5] 佐野雄二、平等拓範、水田好雄、細貝知直、横藤田光輝、玉置悟司、ショットビーニング技術、第33卷第2号(2021)
- [6] 水田好雄、細貝知直、玉置悟司、佐野雄二、鷲坂芳弘、加藤智治、崎野良比呂、ショットビーニング技術、第33卷第2号(2021)
- [7] Y. Sano, K. Masaki, Y. Mizuta, S. Tamaki, T. Hosokai and T. Taira, Metals, Vol.11, (2021)
- [8] Yuji Sano, Tomoharu Kato, Yoshio Mizuta, Satoshi Tamaki, Koki Yokofujita, Takunori Taira, Tomonao Hosokai, Yoshihiro Sakino, Forces in Mechanics, Vol.7 (2021)

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、井谷 俊郎
特任准教授	Julius Joseph Satillan、野村 英一
特任研究員	伊藤 裕子
招へい研究員	Hanqin Weng
大学院学生	誉田 明宏、春本 将彦、大塚 友恵、田中 尚輝、JIN Yuqing、高田 結以、別宮 瞳美
特任事務職員	渡邊 紗子

a) 概要

半導体製造における極端紫外線 (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い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、および得られた知見からの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、次世代リソグラフィにおいて高い触媒活性やエッチング耐性といった特徴を有する新規レジスト剤としての利用が期待されている。金属酸化物レジストの配位子である各種カルボン酸溶液について、ビーム照射に伴う不溶化過程を調べた。気相のGC分析から、ビーム照射により脱炭酸反応が起こることや、不飽和カルボン酸よりも芳香族カルボン酸の方が分解過程を経ることが分かった。液相のESI-MS、HPLC、DLS分析から、不飽和カルボン酸において顕著な重合反応が生じ、且つ配位子同士の架橋は配位子分解による金属ナノ粒子の凝集よりも寄与が大きいことが分かった。また初期反応の制御（電子、ラジカルカチオン）やカルボン酸へのメチル基導入によってその分解・架橋反応の度合いを調節でき、新規レジストに関する設計指針を得ることができた。

・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。高温水の中性子照射による誘起反応について、これまで反跳陽子照射 ($>100\text{ keV}$) を考慮に入れた円筒トラック拡散モデルを構築してきたが、本研究ではさらに $<100\text{ keV}$ の低エネルギー中性子の効果も考慮した反応動力学計算コードを構築した。これに基づき初期過程や中間活性種の初期収量を評価した結果（図2）、軽水炉において

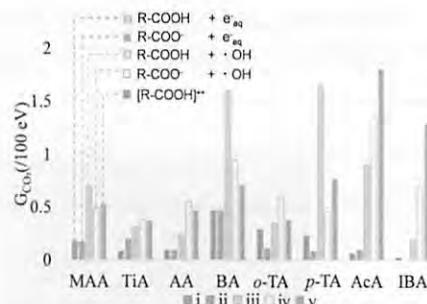


図1 各種カルボン酸溶液の γ 線照射から生じるCO₂収量 (G_{CO_2} /100 eV)

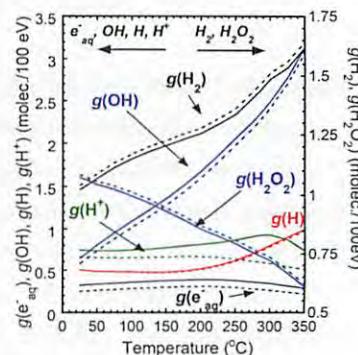


図2 LWR 高温水の中性子照射による分解生成物の収量評価：高速中性子（点線）、低エネルギー側考慮（実線）

は、低エネルギー側の中性子が電子、OH 等のラジカル性生成物の収量を 10%程度変化させることができた。

・化学増幅型レジスト中の構成分子の均一性

我々は最近ジフェニルスルホン誘導体である DTS が酸生成促進剤として働き、EUV リソグラフィで用いられている化学増幅型レジストに添加することにより、電子線や 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に露光後に直接イオン化または電子を捕捉する。一方で化学増幅型レジスト中には、ベースポリマー以外にも酸発生剤、クエンチャーなどの添加剤が高濃度で添加され、さらに DTS が加わることによる構成分子の不均一性に由来するレジストパターンの劣化が懸念される。そこで分子動力学(MD)計算によりそれぞれの分子の均一性について調べ(図 3)、各構成分子の大きな凝集が見られないことを明らかにした。

・一酸化窒素合成酵素反応におけるプテリンラジカルの生成過程

一酸化窒素 (NO) は、一酸化窒素合成酵素(NOS) により、L-Arginine (Arg) を酸化することにより合成されるが、哺乳類 NOS (mNOS) とバクテリアではヘム周辺の構造はよく似ているものの、その生理機能は大きく異なる。NOS の大きな特徴はプテリンが NOS のヘム近傍(図 4) に結合しており、電子供与体として働くことである。我々はパルスラジオリシス法により、放射線耐性菌(DrNOS) のミリ秒でのプテリンから酸素が結合した酵素への電子移動過程(図 5) を観測した。この結果は、mNOSにおいて rapid-freeze quenching(RFQ) 法に得られた機構とは大きく異なる。この差が種の違いによるものか、測定法の違いによるものか検討するために、RQF ESR 法により、バクテリア NOS として DrNOS および BsNOS における還元型 NOS プテリン複合体と O₂ 飽和 buffer を混合して生成するプテリンラジカルを追跡した。その結果、図 5 で示すようにミリ秒における速いプテリンラジカルが観測され、mNOS とは大きく異なることが確かめられた。



図 3 MD 計算によって得られた化学増幅型レジスト構造の一例 (白: ポリマー、赤:DTS、黄緑: 酸発生剤、黄緑: クエンチャー)

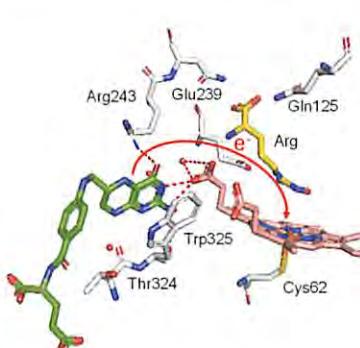


図 4 BsNOS のヘム近傍の構造

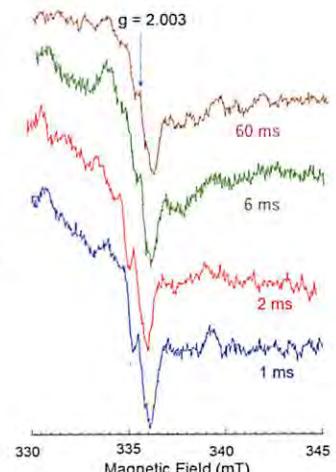


図 5 BsNOS の RFQ ESR 法 還元型 NOS Arg プテリン複合体と酸素飽和水溶液混合後の ESR スペクトル時間変化

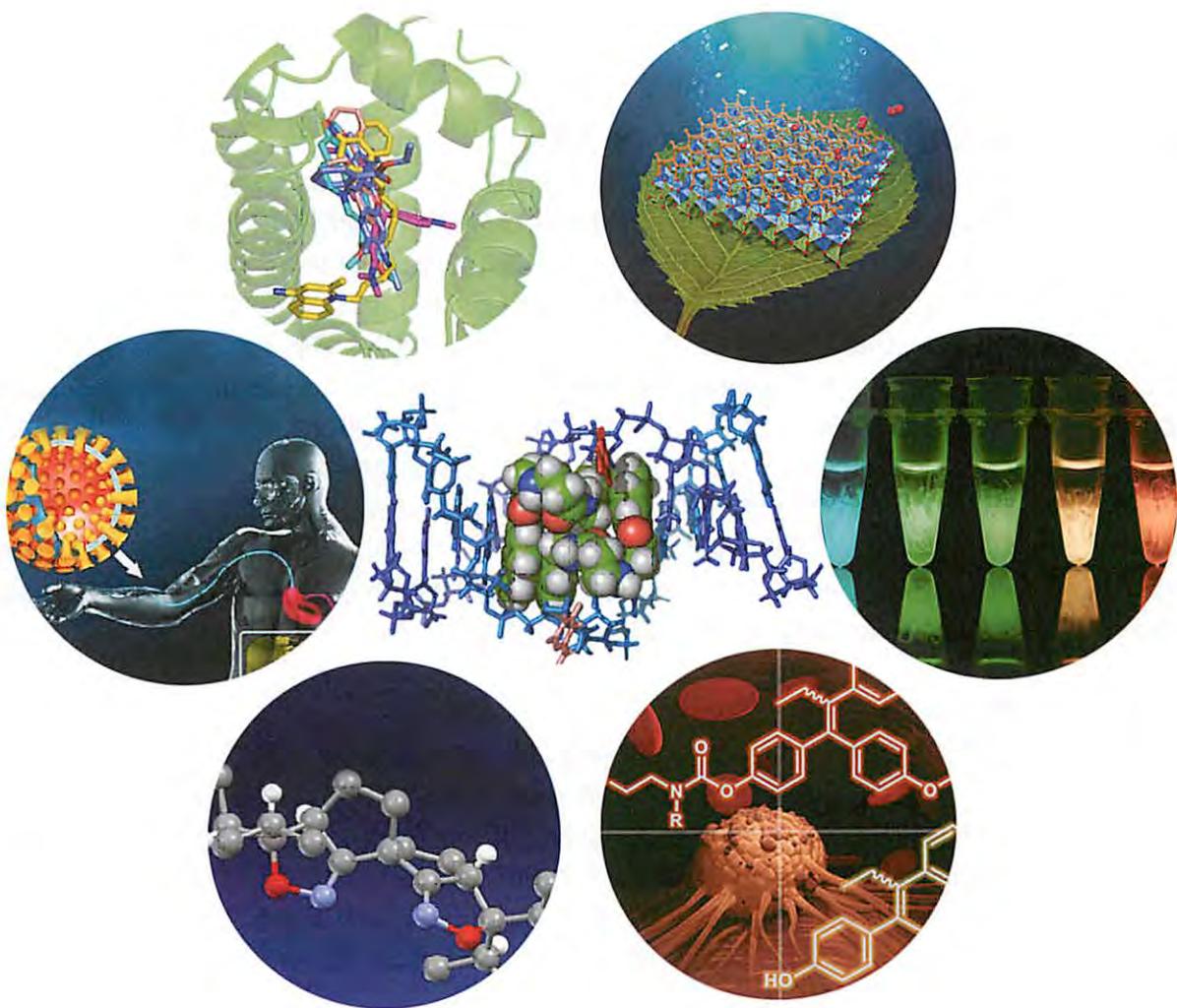
第3研究部門（生体・分子科学系）

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を目指している。

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
招へい教授	杉本 晃
招へい研究員	Jie Xu
大学院学生	Xinxi Li、Shuya Fan、Zuoyue Liu、米澤 祐基、浅沼 大輝、小林 真和

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) 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体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、さらにも多価イオンの励起状態物性の検討を行った。フラーレン誘導体である pyrrolidino[60]fullerene ($C_{60}\text{-H}$) を合成し、trimethylhydroquinone dianion (Me_3Q^{2-}) を用いた選択的化学還元法で C_{60}^{2-} および $C_{60}^{2-}\text{-H}$ の生成を定常吸収スペクトルで確認した。フェムト秒レーザーフラッシュフォトリシスにより $C_{60}^{2-}\cdot C_{60}^{2-}\text{-H}$ の過渡吸収測定を行い、初めてフラーレンおよびその誘導体の励起ジアニオンドイナミクスへのリアルタイム観察を達成した。また、兵庫県立大学の阿部教授グループが開発した種々のトリアリールアミンを電子ドナーとする四重水素結合で連結した二量体に対し、フェムト秒レーザーフラッシュフォトリシスにより極性溶媒 DMF 中での過渡吸収測定を行った結果、850 nm 付近にピークを持つ寿命が十数ピコ秒の過渡種の存在を確認した。

・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单一粒子・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 Bi ドープした lanthanum titanium oxide ($\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$) を合成し、その機能の検討を行った。無ドープの $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ では表面におけるホールトラップが水分解反応に重要であるが、Bi ドープにより表面トラップが解消し、cobalt phosphate (CoPi) で修飾することで 5% まで触媒活性が向上することを見出した。

・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、Kinetic Analysis based on the Control of fluorescence Blinking (KACB 法) の開発に取り組んできた。昨年度は、蛍光分子の励起三重項状態 (triplet) の生成による blinking 測定に基づく tKACB 法について報告した。本年度は、酸化・還元反応 (redox) を活用した blinking の制御、rKACB を用いて一生体内に存在する還元剤の定量の検討を行った。サンプル溶液内に、酸化剤、還元剤を共存させることにより、酸化・還元による blinking の制御について報告してきた。これまででは、酸化剤に対し還元剤を過剰量用いることで、蛍光分子が還元されることにより蛍光が消え、酸化剤により再酸化されることにより再び発光する、還元型 blinking について報告してきた。本年度は、還元剤に対し酸化剤を過剰量用いることにより、蛍光分子が酸化されることにより蛍光が消え、還元剤により再還元されることにより再び発光する、酸化型 blinking について検討した。消えて観測される時間の長さは還元剤の濃度に依存するため、酸化型 blinking を観測することにより、生体内に存在する、アスコルビン酸、グルタチオンなどの定量を試みた。*p*-Nitrophenyl phosphate (*p*NPP)を酸化剤として用いることにより、ATTO 647N や JF646 など、非常に輝度、および、光耐久性が高く、1 分子蛍光観測が可能である種々の色素を用いて酸化型 blinking の制御に成功し、アスコルビン酸やグルタチオンなどを酸化型 blinking の制御・測定により定量できることが示された。酸化型 blinking は、還元型 blinking 同様に、蛍光分子周辺の混雑度合いの変化の読み出しに利用可能である。還元型 blinking と異なり、酸化型 blinking では測定溶液中から酸素を除く必要が無く、より汎用性が高いと期待される。蛍光分子の還元が、蛍光分子自身の分解を起こしたり、電子が他へ移動したりしてしまうなどにより、還元型 blinking の観測が困難であった系において、酸化型 blinking は新たな rKACB 法の選択肢を与えると期待される。

機能物質化学研究分野

教授	笹井 宏明 (令和4年3月31日退職)
准教授	滝澤 忍
特任教授	北 泰行、平尾 俊一、藤岡 弘道
特任助教	Md. Imrul KHALID、中村 順斗 (令和3年6月30日退職)
博士研究員	Irshad MATTAN (令和3年9月15日退職)、Hettiarachchige Dona Piyumi WATHSALA (令和3年10月1日採用)、Ankit KUMAR (令和4年1月1日採用)、
研究員	Ankit KUMAR (令和3年10月1日採用~12月31日退職)
大学院学生	杉寄 晃将、Ankit KUMAR (令和3年9月30日修了)、Hettiarachchige Dona Piyumi WATHSALA (令和3年8月31日修了)、Tin Zar AYE、Mohamed Salem Hefni Salem MOHAMED、Chandu G KRISHNAN、Ganesh T KAMBLE、安田 修
事務補佐員	本多 綾香 (令和3年8月15日退職)、吉野 香弥 (令和3年7月1日採用)

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を基軸とするフロー・電解ドミノ反応の開発と、機械学習実装によるドミノ反応条件の迅速最適化を重点的に推進している。

b) 成果

・光応答性キラルオキサゾリン配位子の開発と不斉反応制御への展開

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少ない。今回、入手容易なアゾベンゼン誘導体(光応答性ユニット)と光学活性なフェニルグリシンから誘導したオキサゾリン(配位子)をピリジン環の2位及び6位で連結したキラルオキサゾリン配位子1を創製した。本配位子はトルエン中 $\text{La}(\text{OTf})_3$ 存在下、遮光下ではZ体/E体=23/77、365 nm光照射下ではZ体/E体=92/87へと異性化する。本配位子1に $\text{Eu}(\text{OTf})_3$ を添加しMS4A存在下、スルホンアミド2とイソブチルアルデヒド3との不斉アミナール合成反応に適用した結果、遮光下では80% eeにて目的生成物4が得られるのに対し、365 nm光照射下では33% eeとエナンチオ選択性が低下した(図1)。本結果は、Z体とE体とで

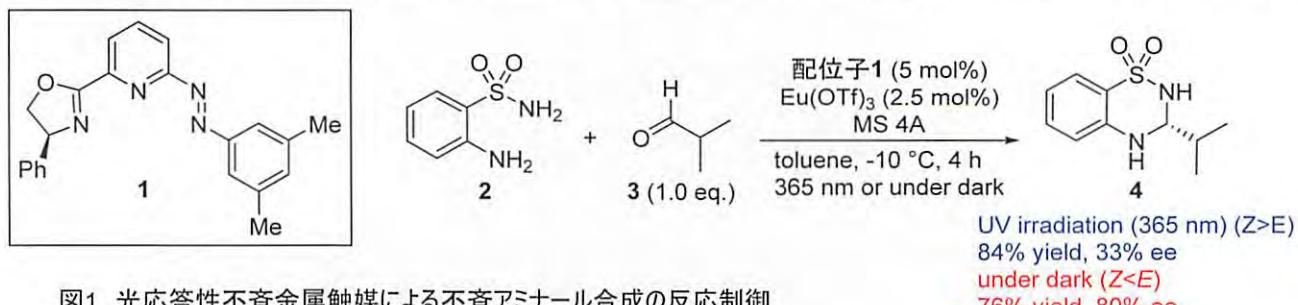
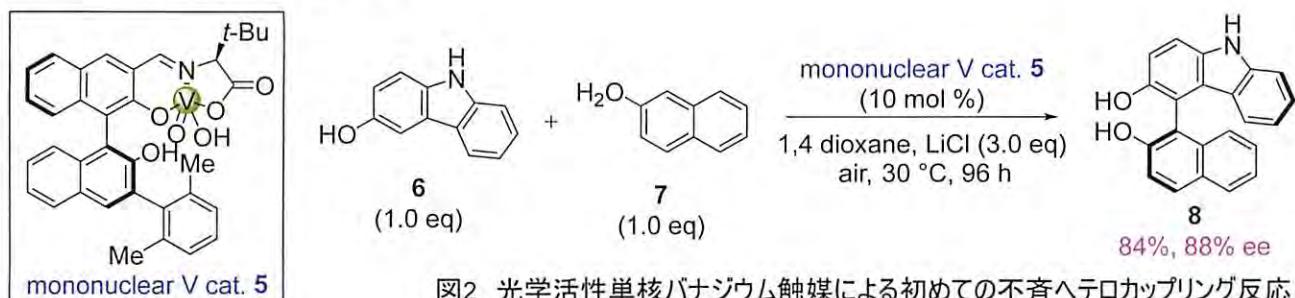


図1 光応答性不斉金属触媒による不斉アミナール合成の反応制御

は、二座及び三座と配位機能が大きく変化し、遮光下で優先的に生じる三座配位子と Eu(OTf)₃ から生じるキラル金属錯体が高い不斉導入能を示したと考えられる。

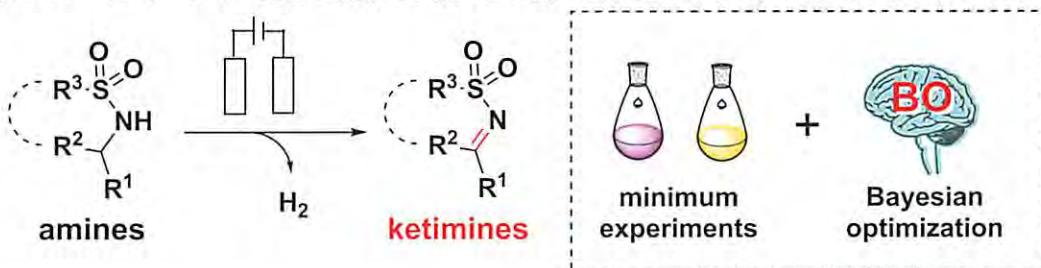
・高化学選択的かつ高エナンチオ選択性のヒドロキシカルバゾール類の酸化的不斉ヘテロカップリング反応の開発

光学活性なヒドロキシカルバゾール誘導体は、様々な生物活性物質や天然物の母核に見られ、これまでに様々な合成法が開発されている。中でもヒドロキシカルバゾール類の酸化的不斉カップリング反応は、酸素を共酸化剤とし副生成物は水のみのグリーンな直截的ヒドロキシカルバゾールの合成法であるものの、ヘテロカップリング反応への展開はこれまで報告されていなかった。今回、化学選択性の高いキラルバナジウム触媒を用いてカルバゾール誘導体からカチオンラジカル中間体を発生させ、高い求核性を示すフェノール類を系中に共存させれば、高原子効率な酸化的不斉ヘテロカップリングが実現できると考えた。結果、光学活性単核バナジウム触媒 **5** を用いると、3-ヒドロキシカルバゾール(**6**)と2-ナフトール(**7**)の混合比1:1においても、ホモカップリング体を生成することなく目的のヘテロカップリング体**8**を高収率かつ高エナンチオ選択性に得られることを見出した。



・フロー・電解ドミノ反応開発を加速する機械学習の実装と応用

精密有機化学分野においてケチミンは有用な合成中間体である。従来法では、例えば MnO₂ のような金属酸化剤を大過剰用いる必要があり、反応終了後に大量の金属廃棄物が副生する問題があった。今回、環境低負荷な合成手法である電解酸化反応に着目し、機械学習法の1つであるベイズ最適化(BO)によるマルチパラメータスクリーニングを基軸とする最少実験からのアミン電解酸化の迅速反応条件最適化を検討した。まずは、白金電極を用いて、出発物質アミンおよび電解質(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通りの収率学習データを収集した。続いて、BO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。BO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(合計12回の実験)によって目的生成物であるケチミンを最高98%収率にて得る反応条件を見出すことに成功した(図3)。



◆Electrochemical synthesis of ketimines: 16 examples (56-98%)

◆BO-assisted multiparameter screening with 12 (5 + 7) datasets

図3 アミンの電解酸化反応の効率的最適化

(BO)によるマルチパラメータスクリーニングを基軸とする最少実験からのアミン電解酸化の迅速反応条件最適化を検討した。まずは、白金電極を用いて、出発物質アミンおよび電解質(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通りの収率学習データを収集した。続いて、BO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。BO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(合計12回の実験)によって目的生成物であるケチミンを最高98%収率にて得る反応条件を見出すことに成功した(図3)。

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（令和4年3月31日退職）
助教	柴田 知範、山田 剛史
特任助教	ビモレンドウ ダス（令和3年7月1日昇進）
博士研究員	ビモレンドウ ダス（令和3年6月30日まで）、 ルー イーファン（令和3年5月31日退職）
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、吉留 大輔、川上 功太郎、櫻林 修平、倪 露、 張 陸艶、藤井 陽和、阿南 梨紗、邢 子鷺、中町 彩乃、佐々木 崇、杉浦 徳昭、 中原 安里彩、石丸 稔介
学部学生	梶原 優佳
技術補佐員	須貝 亜矢子（令和3年9月30日退職）、原田 恭枝（令和3年6月16日採用）
事務補佐員	勝本 みほり

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さらなる次世代モダリティとして、核酸に結合する低分子による「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

・ミスマッチ結合性低分子リガンドによる、環状 RNA 生合成の促進

環状 RNA は、生体内で「バックスプライシング」と呼ばれる特殊なスプライシング反応によって生合成される環状の一本鎖 RNA である。環状 RNA は多様な生体制御機能に関与し、がんや神経変性疾患など多様な重篤疾患に環状 RNA の生合成量の増減が関連していることが近年明らかになっている。

バックスプライシング反応は、mRNA 前駆体(pre-mRNA)に含まれるイントロン中の逆相補的配列 (RCM) の二重鎖形成に起因するヘアピン構造の形成によって促進される。従って、RNA 結合性低分子リガンドによって RCM の二重鎖形成を促進し、生じるヘアピン構造を安定化させることができれば、環状 RNA の生合成量を増大させることができると考えた。本研究では、特定の RNA 結合性低分子(NCD)の特異的結合サイト(UGGAA/UGGAA)を RCM 内に有する pre-mRNA を発現するプラスミド(図 1 上)を作成して細

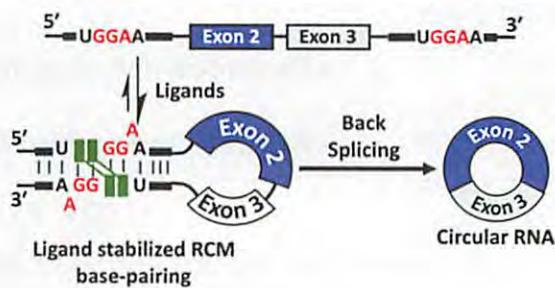


図 1. (上) NCD 結合サイト(UGGAA/UGGAA)を RCM 内に有する pre-mRNA (下左) NCD (緑) の RCM への結合によるヘアピン構造の形成 (下左) 合成される環状 RNA

胞内に導入した。その細胞に NCD を添加したところ、対応する環状 RNA 量の、リガンド濃度依存的な増大を q-PCR によって確認した。本研究結果は RNA 結合性リガンドによって環状 RNA の生体内における合成量を調節することが可能であること、将来的に環状 RNA を「核酸結合性低分子による創薬標的」にできる可能性を示唆している。本研究結果は Chemical Communications にオープンアクセス論文として掲載された。
(doi.org/10.1039/D1CC06936E)

・小分子が誘導する CAG リピート鋳型ポリメラーゼ伸長反応におけるリピート短縮効果

ヒトゲノム中に散在する繰り返し配列（リピート）の異常伸長は、様々な神経変性疾患の要因となる。CAG リピートの異常伸長により引き起こされるハンチントン病ではリピート数が 40 度を超えると発症する。リピートの伸長を抑制する、あるいは、短縮を促進することは、疾患発症や進行を抑制する新しい治療戦略となり得る。我々は、DNA の 5'-CAG-3'/5'-CAG-3'に選択的に結合する合成リガンド NA（図 2）が、CAG リピート鋳型をとした DNA ポリメラーゼによるプライマ

ー伸長反応時に、新生鎖のリピート短縮を引き起こすことを明らかにした。次世代シーケンサーを用いた解析より、NA 非存在下では、20 回のリピート数が保持されるが、NA 存在下ではその添加濃度に依存して 3~6 回繰り返しを主とする短縮産物が合成される。より短いリピート d(CAG)10 を鋳型した場合や、NA が結合しない d(CTG)20 を鋳型した場合、リピート短縮効果は観測されなかった。また、アザキノロン部位をキノリンに置換し、CAG リピートへの結合能をもたないコントロール分子 NQ や、非特異的な DNA 結合分子（EtBr、Hoechst）を用いた場合も、短縮効果は観測されない。以上の結果から、CAG リピート特異的に結合した NA が、鋳型上に安定化されたヘアピン構造形成を誘導し、ポリメラーゼ伸長反応時に strand slippage を誘起することで新生鎖短縮が起こる機構が示唆された（図 2 c）。（doi:10.1246/cl.210415）

・二重鎖 DNA 中の特定のインターナルループに結合する低分子リガンドの開発

DNA や RNA 中の特定のインターナルループに結合する低分子は、遺伝性重篤疾患の発症機序を解明するための分子プローブとして期待される。本論文は、中谷研究室において開発された低分子 ANP77（図 3 左）が、二つのシトシンが隣接し、反対側の鎖にシトシンまたはチミンが存在するインターナルループ構造(CC/C or CC/T)に強く結合することを、UV 測定・質量分析・等温滴定カロリメトリー分析により明らかにした。また、質量分析により ANP77 の標的に対する化学量論は 1:1 であり、過マンガン酸塩および NMR 構造分析により、ANP77 結合時に T/CC の T が二重鎖からフリップアウトすることが明らかになった。（図 3 右）（10.1021/acs.joc.1c02383）

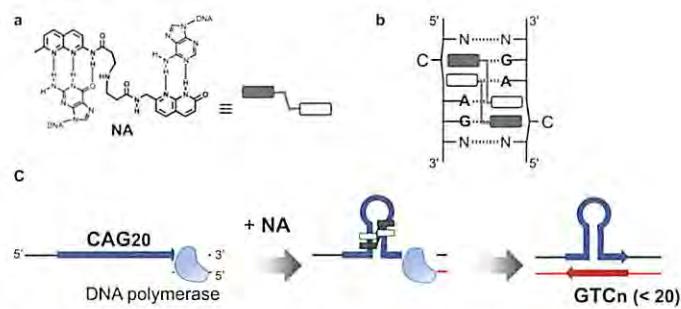


図 2. a), b) NA の化合構造および、CAG/CAG との結合様式 c) NA による CAG 鋳型 DNA 合成鎖短縮の想定機構

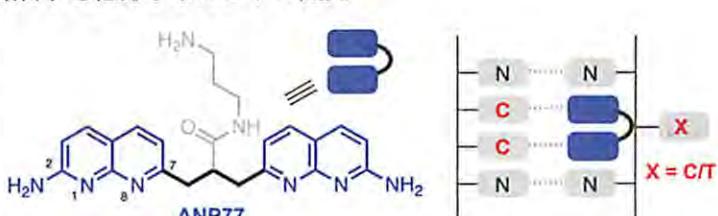


図 3. 左) ANP77 の化学構造式 右) ANP77 の CC/C, CC/T への結合様式

複合分子化学研究分野

教授	鈴木 孝徳
准教授	伊藤 幸裕
助教	山下 泰信、高田 悠里
特任研究員	Remy Narozny (令和3年7月31日退職)
研究員	田中 啓太
招へい教授	大庭 誠
招へい研究員	Farzad Zamani
技術補佐員	澤田 美穂 (令和3年8月1日採用)
事務補佐員	本多 綾香 (令和3年8月15日退職)、吉野 香弥 (令和3年7月1日採用)

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、細胞は正常に働くくなり、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

・抗がん活性を示す DNA/RNA 脱メチル化酵素 FTO 阻害薬の創製

DNA/RNA 脱メチル化酵素の一つである FTO は、白血病などのがん細胞の増殖に関与することが示されているが、これまでに、高活性かつ高選択性な FTO 阻害薬は報告されていなかった。そこで、本研究では、X 線結晶構造を基にしたフラグメントマージング法を用いて、高活性かつ高選択性な FTO 阻害薬の創製を目指した。活性が弱く非選択性な FTO 阻害薬である Py-Gly、2,4-PDCA、Hz、MA (図 1a) と FTO の共結晶構造 (PDB ID: 4IE5, 4IE0, 4CXW, 4QKN) を重ね合わせた (図 1b) を基に、各阻害薬のフラグメントを融合させることにより、高い活性と選択性が期待される FTO 阻害薬を設計した。具体的には、Py-Gly、2,4-PDCA、Hz の重ね合わせから、Hz のピリジン環 A、Py-Gly のピリジン環 B、2,4-PDCA のピリジン環 C が隣接していることが分かり、この重ね合わせ構造を基に、高い活性を有する FTO 選択性阻害薬として、Py-Gly/2,4-PDCA/Hz ハイブリッド化合物および Py-Gly/Hz ハイブリッド化合物を設計した (図 1c 左)。また、Hz と MA の重ね合わせから、MA のベンゼン環と Hz のベンゼン環が重なり合うことが分かり、高活性な FTO 選択性阻害薬として、MA/Hz ハイブリッド化合物を設計した (図 1c 右)。これらの設計化合物を合成し、FTO 阻害活性評価を行ったところ、MA/Hz ハイブリッド化合物およびその誘導体が高い FTO 阻害活性を示した ($IC_{50} = 0.087 \mu\text{M}$; $K_d = 0.041 \mu\text{M}$)。さらに、本化合物は、他の脱メチル化酵素に対しては、強い活性を示さず、高い FTO 選択性をもつことも明らかになった。また、本 FTO 阻害薬は、白血病細胞における RNA メチル化活性を示し、既知の FTO 阻害薬 Rhein と比べ顕著な白血病細胞増殖阻害活性を示したことから、本 FTO 阻害薬の抗がん剤としての有効性が示された (Prakash, M.; Itoh, Y.; Takada, Y.; Yamashita, Y.; Suzuki, T. et al. *J. Med.*

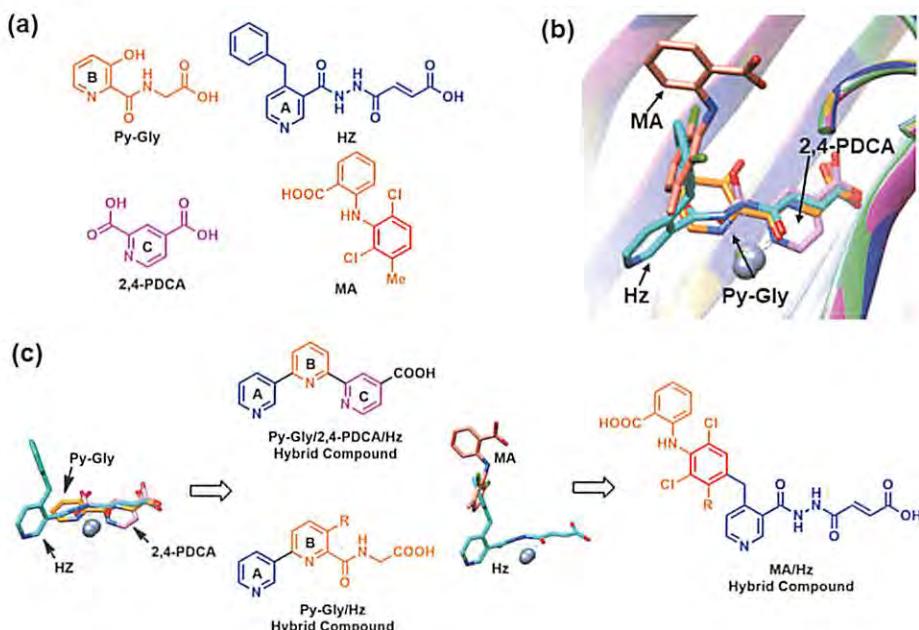


図1 フラグメントマージング法によるFTO阻害薬の設計

・Treg 細胞誘導活性を示す非ヒドロキサム酸系 HDAC6 選択的阻害薬の創製

制御性 T 細胞 (Treg 細胞) は、免疫応答を抑える機能をもち、関節リウマチなどの自己免疫疾患を引き起こす過剰な免疫応答を抑制している。したがって、Treg 誘導剤は、自己免疫疾患治療薬として期待されている。近年、ヒストン脱アセチル化酵素 6 (HDAC6) 阻害剤が Treg 誘導活性を示すことが報告されたが、既知の HDAC6 阻害薬は、変異原性などの重篤な毒性に関わるヒドロキサム酸構造を有することが問題点として挙げられる。そこで、本研究では、非ヒドロキサム酸系 HDAC6 選択的阻害薬の創製を目指した。HDAC6 の活性中心に在る亜鉛イオンに配位するファーマコフォアとして、トリフルオロメチル乳酸アミド (TFLAM) 構造を見出し、HDAC6 の X 線結晶構造を基に、TFLAM 誘導体を設計、合成し、活性評価を行った結果、世界初となる非ヒドロキサム酸系 HDAC6 選択的阻害薬を見出した (図 2)。本阻害薬は、顕著な Treg 誘導活性を示したことから、本非ヒドロキサム酸系 HDAC6 阻害薬の副作用の少ない自己免疫疾患治療薬として期待される (Kurohara, T.; Tanaka, K.; Yamashita, Y.; Takada, Y.; Itoh, Y.; Suzuki, T. et al. ChemBioChem. 2021, 22, 3158–3163.)。

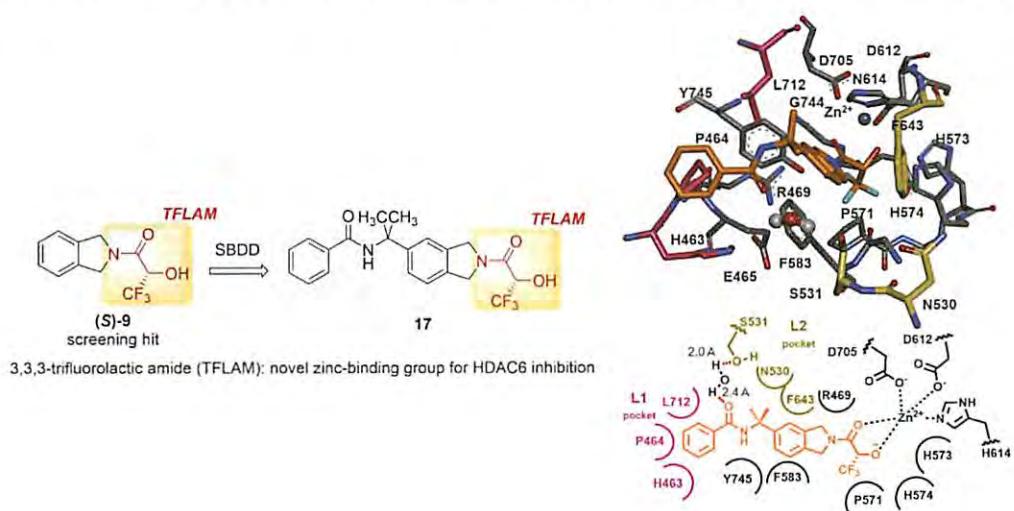


図2 非ヒドロキサム酸系 HDAC6 阻害薬の創製

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 (令和4年3月31日退職)
助教	立松 健司、曾宮 正晴
大学院生	七原 匠哉、練 雨佳 (令和3年9月30日修了)、樋口 雄大 (令和4年3月31日修了)、坂井 比奈子 (令和4年3月31日修了)、森山 さくら (令和3年4月1日入学)、富尾 恵佑 (令和3年4月1日入学)、田北 雪江 (令和3年4月1日入学)
特任事務職員	村井 摩由子 (令和4年3月31日退職)

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

・架橋ペプチドの翻訳後修飾に関わるフラビン酵素の立体構造とその機能

遺伝子から翻訳されたタンパク質およびペプチドが機能性を発現し、さらに適切に機能制御されるために、生物はそれらに特異的な化学修飾、すなわち翻訳後修飾を施す多様な機構を有している。これまでに、我々は、細菌由来のキノヘムプロテインアミン脱水素酵素の小サブユニットQhpCに存在する2つの特異な翻訳後修飾に注目してきた。1つは、3ヶ所の分子内チオエーテル架橋構造であり、もう1つがアミノ酸残基に由来する補酵素、システイントリプトフィルキノン(CTQ)である。特に後者ではトリプトファン残基がキノン化されることによって、酵素触媒反応の反応中心が形成される。生化学的および構造生物学的研究の結果、多段階の翻訳後修飾の一端が判明した。まず、QhpCは、成熟型にはない28残基

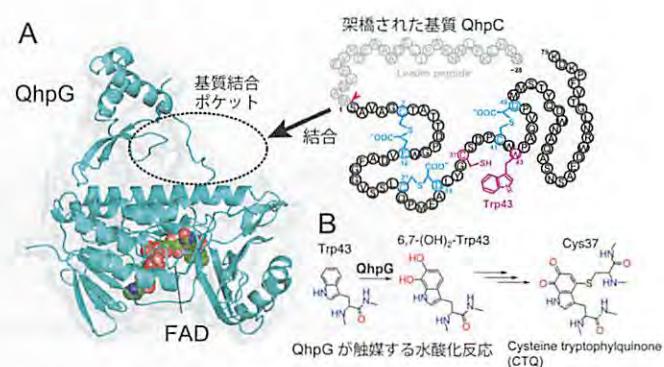


図 1. (A) QhpG の結晶構造と架橋された基質 QhpC の模式図。FAD を含む触媒サブユニットと小サブユニット間のポケットに、基質 QhpC が結合する。(B) QhpG が触媒する水酸化反応。

の N 末端リーダーペプチドを含んだ前駆体として翻訳され、ラジカル酵素 QhpD およびフラビン酵素 QhpG と 3 者複合体を形成する。複合体中で QhpD によって、3 つの分子内チオエーテル架橋が QhpC に形成され、さらに連続して、QhpG が補酵素前駆体のトリプトファン残基側鎖に 2 つの水酸基を導入することが判明した。このうち、QhpG に関しては、結晶構造を決定することに成功し、触媒反応や QhpC との相互作用の詳細を解明することができた。架橋ペプチドのトリプトファン残基を特異的に二水酸化する酵素は、これまでに報告のない新しいものであり、架橋構造をもつ新規な生理活性ペプチドの開発にもつながる可能性が示された。

・中性子構造解析による酵素タンパク質の精密解析

酵素タンパク質は化学反応を常温常圧で高効率に触媒し、生命現象を実質的に支える分子マシンである。酵素の機能・構造特性を精密に解明することは、様々な機能性・応用性もつ酵素を創り出すことにも結びつく。これまで、我々は土壌細菌 *Arthrobacter globiformis* 由来銅アミン酸化酵素 (AGAO) を対象として、酵素の構造と機能を解析してきた。生物種に幅広く存在する銅アミン酸化酵素は、各種の一級アミン類の酸化的脱アミノし、多彩な生理機能を有する。本研究では、中性子結晶構造解析によって、精密な活性中心構造を決定したが、その最大の利点は、最も軽い原子である水素原子 (あるいは重水素溶液によって置換された重水素原子) とそのイオンであるプロトンの位置決定を実験的に行うことができる点にある。特に電子を持たないプロトンは、より一般的な手法である X 線結晶構造解析によって観測することは不可能である。中性子構造解析は分子量の小さなタンパク質に適用されることが多いが、我々は大きな分子量を持つ銅アミン酸化酵素 AGAO (分子量 7 万) に対して、高品質の大型結晶 (約 7 mm³) の作製に成功し、大型タンパク質としては極めて高分解能 (分解能: 1.72 Å) の中性子解析に成功した。これまでに、その成果として、AGAO の活性中心において “宙に浮いた” プロトンを観測したほか、補酵素トパキノン (TPQ) がその環状構造が湾曲し、エノラート型とケト型の平衡状態として存在していることを、初めて明らかにした。さらに、銅イオンに配位したヒスチジン残基のプロトンが解離し、銅イオンとの結合が安定することなど、酵素反応に中心的役割を果たす水素原子やプロトンの正確な位置が明らかにした。実験的に決定された水素原子核の位置に基づく量子化学計算によって、解離基のプロトン化状態やエネルギーレベルを理論検証することが可能となり、酵素の機能の本質的な理解やその改変に向けて、重要な情報が得られた。

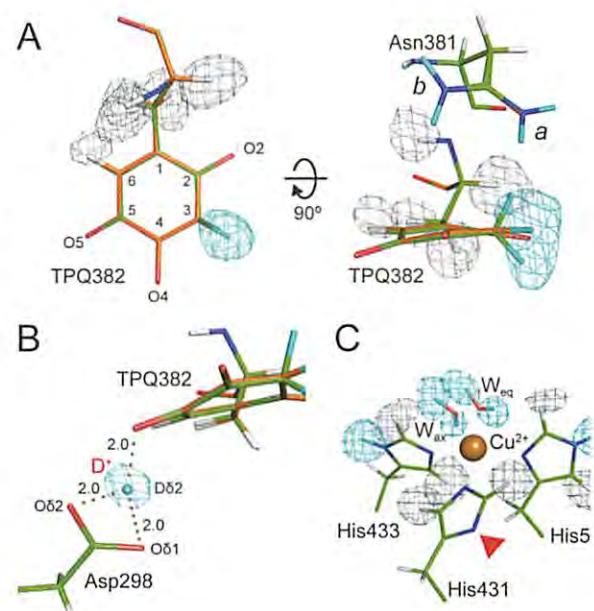


図 2. 中性子結晶構造解析によって解明された銅アミン酸化酵素の精密な活性中心構造。

(A) TPQ は 3 位が重水素化されているとともに、湾曲した構造をもつ。(B) TPQ5 位と Asp298 の間に存在する “宙に浮いた” ようなプロトン。(C) His 残基の異常な脱プロトン化 (赤矢印)。グレーのマップは軽水素原子、シアンのマップは重水素原子を示す。

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、山崎 聖司（兼任：高等共創研究院）
助教	田口 厚志
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 巍
大学院学生	藤原 将祐、米田 智廣、吉閑 修輝、中野 草平、ワイズ 健、井川 創太、中村 透唯
学部学生	徳光 津名魅、池邊 美季、岸 勝太、高寺 薫、瀧本 菜穂、廣本 恵司、谷田 亮 岩田 悠豊、水谷 祐輔、宮川 水来、上山 沙代
技術補佐員	阿字地 佳納子
事務補佐員	鳥取 千春
派遣職員	北川 公恵、岡野 英代

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

・深層学習による薬剤耐性細菌の画像判別に成功

【概要】本研究では、深層学習を用いて薬剤耐性菌の画像判別が高精度にできることを世界で初めて明らかにした。世界中で薬が効かない薬剤耐性菌が出現して大きな問題となっている。これまで細菌の薬剤耐性獲得について、関係する個々の遺伝子や因子の変異や発現変化については詳しく研究されてきた。しかしながら、薬剤耐性菌の形態についての研究はあまりなされておらず、耐性化によってどのような形態変化がもたらされているのか不明であった。

本研究において、薬剤耐性能を獲得した細菌は、遺伝子のみならず形態学的にも変化が生じていることを見出した（図1）。電子顕微鏡を用いて詳細な画像情報を取得し、深層学習により耐性株と非

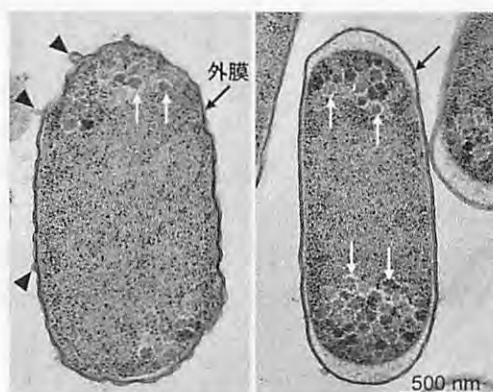


図1. 薬剤耐性菌（左）と非耐性菌（右）の電子顕微鏡画像。耐性菌は外膜の形状が変化し、一部プレップ構造（矢頭）も認められる。白矢印は異染颗粒。

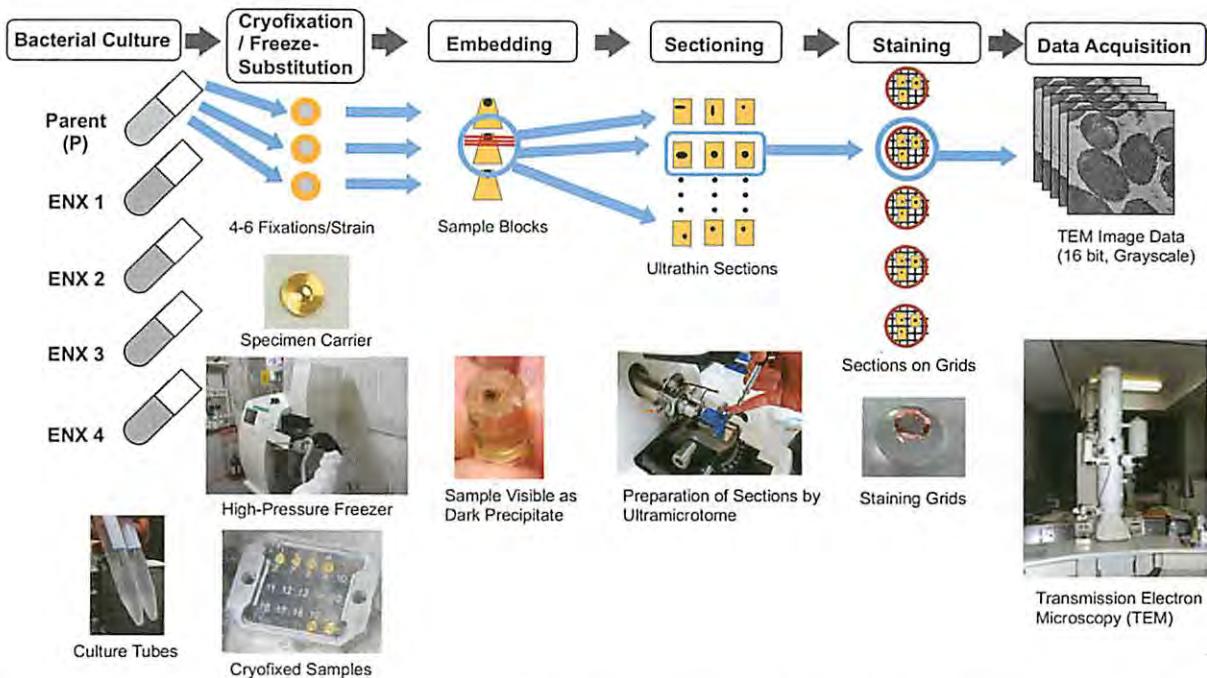


図2.白矢印は異染顆粒 薬剤耐性菌の電子顕微鏡解析の流れ。薬剤耐性菌の1つであるエノキサシン(ENX)耐性株を解析に用いた。

耐性株を高精度に判別することに成功した。また、耐性株の形態学的特徴を可視化し、特徴に関する遺伝子を明らかにした。これにより、細菌が薬剤に耐性かどうかを遺伝子だけでなく、形の変化からも推定できることが期待される。本研究成果は、Frontiers in Microbiology誌に受理された。

【研究の背景】感染症において、抗菌薬が効かなくなる薬剤耐性菌の出現が世界的に問題になっている。細菌の薬剤耐性化へのプロセスは、長期間の抗菌薬への暴露によって生じる遺伝子や耐性化に関わる因子、細胞状態の変化が複雑に絡み合っていると考えられている。しかしながら、これまでには、1つの薬剤耐性について1つの遺伝子や因子の変化で説明されるに留まっており、その全貌については良く理解されていない。薬剤耐性菌による感染症を克服するためには、耐性菌が出現するメカニズムを複合的に理解し、抑制する手立てを講じることが重要である。本研究では、複数の薬が効かなくなる多剤耐性に関する研究を行う過程において、薬剤耐性能を獲得した細菌は、遺伝子だけでなく形も変化させていることを見出した。薬剤耐性菌の詳細な形態情報を得るために、急速凍結固定法を用いて瞬時に細菌を凍結させ、電子顕微鏡観察のためのサンプル作りを行った(図2)。本方法により、細菌の良好な細胞内構造が観察できるようになった。さらに、1万枚以上の電子顕微鏡画像を撮影し、深層学習による判別を行った。その結果、90%以上の正答率で薬剤耐性菌と非耐性菌を判別することに成功した。Grad-CAM法を使い耐性菌の形態学的特徴を可視化した結果、外膜領域に注目が集まっており、目視での所見と一致した(図3)。さらに、深層学習により抽出された画像特微量と遺伝子発現データ(ranscriptomeデータ)との相関を計算した結果、外膜を構成するリポタンパク質など、複数の膜構成に関わる遺伝子が高い相関を持つことが見出された。

【本研究成果が社会に与える影響】本研究成果により、薬剤耐性化プロセスにおいて、細菌の形態変化、遺伝子や耐性化因子の変化について、機械学習を取り入れて複合的に理解することが可能となる。さらに、将来的に、細菌の形態から薬剤耐性能を自動で予測する技術開発につながることが期待される。

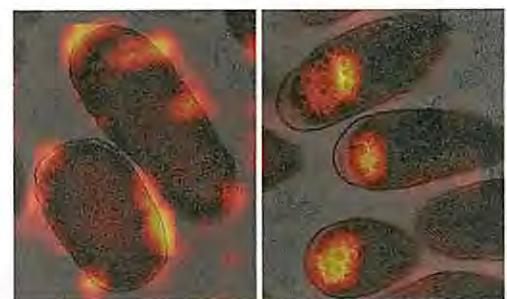


図3. Grad-CAMによる特徴の可視化 判断の根拠となつた注目領域をヒートマップにて可視化。ENX耐性菌は外膜領域が、非耐性菌は顆粒が強く発火している。

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
特任教授	宮崎 純一
特任准教授	和沢 鉄一
特任助教	圓谷 徹之
特任研究員	Lu Kai、京 卓志、杉浦 一徳、福島 俊一、Nadim MD. Hossain、Tran Quang (令和4年1月1日採用)、垣塚 太志 (令和3年10月1日採用)
大学院学生	Quang Cong VU (令和3年9月30日修了)、Tran Quang (令和3年9月30日修了)、Eunike Priscilla Tanio、Zhai Le、Atika Hanoum Rahasta、Subhan Hadi Kusuma、田中 陸登、野間 涼平、田中 奏希、幸田 健吾、酒井 伸弥、Mao Yifei、He Yunting、Muhammad Bilal (令和3年10月1日入学)
学部学生	原田 一平、飯田 真大、清水 玲希 (令和3年10月1日配属)
研究生	Wu Ti (令和3年10月1日受入)
事務補佐員	酒井 和代
技術補佐員	井上 博子、千尾 朝子、池上 由紀子 (令和4年2月28日退職)

a) 概要

1センチメートルを越える大視野の中の個々の細胞動態を観察できる光イメージング法を開発した。1細胞粒度で観察できるイメージング装置としては、世界最大の視野 $1.46 \times 1.01 \text{cm}^2$ を有しており、100万にものぼる数の細胞を瞬時に撮像し、全ての細胞の動態（変位、機能発現、状態変化など）を観察できる。機械学習などの画像解析により、多数の細胞の中の極めて稀少な(0.01%以下)細胞を検出できることを明らかにした。このように細胞集団全体のセンチメートルスケールでの動態と、個々の細胞のマイクロメートルスケールの動態を同時に観察できることから、従来の「顕微鏡」ではない「トランススケールスコープ」というコンセプトを提唱した。とくに今回開発した装置は AMATERAS (A Multiscale/Multimodal Analytical Tool for Every Rare Activity in Singularity) と命名した。

b) 成果

近年の生命科学では、細胞集団の中の稀な細胞が集団全体の運命を決定する現象が数多く知られている。このような現象は、医学・生物学のさまざまな研究分野で見つかっている。従来の研究様式では、多数派を構成する細胞や細胞タイプに焦点が当てられ、希少な細胞はノイズや外れ値として除外されることが殆どであった。希少細胞を研究するには、多細胞システムにおける個々の細胞をすべて測定・解析する必要がある。技術的には、細胞集団とそ

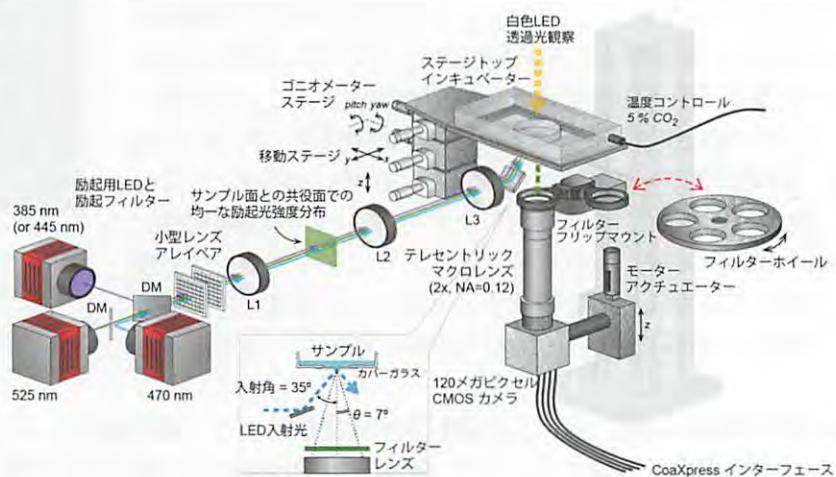


図1. トランススケールスコープ AMATERAS の構成図。

の中の個々の細胞の動態の同時観察を可能にする光イメージング法が必要である。従来の生物顕微鏡は、レンズ系のサイズや観察用カメラの画素数に制約があり、上記の課題解決のツールとしては不十分であった。これまでの常識に縛られない、新しいイメージング法の確立が求められていた。

そこで私たちは、マシンビジョン分野で用いられているカメラとレンズに着目した。マシンビジョン用で用いられるカメラには、1億画素を超える大型の CMOS カメラが市場に出回っており、これらの大型の CMOS センサーに対応したレンズが存在する。本研究の目的では、1.2 億画素 CMOS センサーと倍率2倍のテレセントリックマクロレンズを組み合わせるアイデアに至った。

上記に基づき蛍光イメージング装置を構築した(図1)。上記レンズとカメラを直結して、試料下側から観察する配置を採用した。蛍光励起のための高輝度 LED 光を斜入射することで、LED 光が観察用レンズに直接入ることを避けられたため、背景光の少ない蛍光観察が可能となった。視野サイズは $1.46 \times 1.01 \text{ cm}^2$ で、空間分解能は緑色光観察時でおよそ $2.3 \mu\text{m}$ であり、単細胞を空間分解して観察するのに十分な分解能と言える。図 2a-b に、実際に上皮細胞(MDCK 細胞)の核を色素で染色し、これを白色光の透過光(図 2a 上)と緑色の蛍光(図 2a 下)で観察した例を示す。画像解析により細胞数(核の数)をカウントした結果、119 万細胞を同時に観察できたことが分かった(図 2b)。わずか 1 秒で 100 万を超える細胞を同時に観察することができると言える。一般的な顕微鏡観察よりも遙かに多いのみならず、フローサイトメトリーと比べても、多数の細胞を瞬時に画像解析できる手法であり、情報リッチな細胞計測法として有望な手法である。

この方法によって、HeLa 細胞のカルシウム動態イメージングを実施した(図 2c-d)。カルシウムインジケータ蛍光タンパク質である Yellow Cameleon 3.60(YC3.60) が発現する HeLa 細胞のカルシウム動態を動画として観察した(図 2c)。その結果、およそ 12 万個の HeLa 細胞のうち、ごく一部の細胞が自発的にカルシウムイオンの濃度上昇を起こす現象が観察された。具体的には、1000 秒の観察の間に 394 個の細胞でカルシウムイオンの濃度上昇が起こった(図 2d)。これはある瞬間(5 秒=動画 1 フレーム)では、たった 2 細胞のみでこの現象が起こっていることに相当し、0.0017% の稀少な細胞または現象の検出に成功したと言える。

このような大量($10^5 \sim 10^6$ 個)の細胞をライブで同時に観察することで、稀少細胞に関する既存の謎を解明するとともに、新たな研究対象を発見することができる。これを推進するためには、装置が広く普及していく必要がある。AMATERAS は、主に市販品のレンズとカメラで構成されたシンプルなシステムであるため、小規模な研究室でも簡単に導入でき、高度な光学的専門知識も必要としないため、一般の生物学者が個々の研究対象に応じた設計構築が可能である。今後、この強力なツールを生物学研究室に効果的に普及させることができ、新しい科学分野の創出への貢献が期待される。

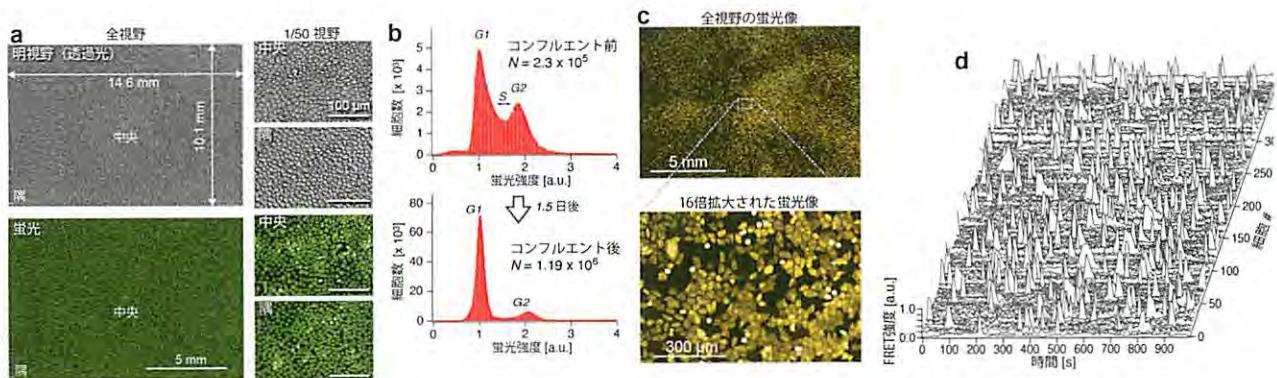


図 2. AMATERAS による細胞のトランススケール観察。(a-b)核を NucleoSeeing によって染色した上皮細胞(MDCK 細胞)の観察画像(a)と細胞統計結果(b)。(c-d)カルシウムセンサー YC3.60 を発現する HeLa 細胞のカルシウム動態イメージングの観察画像(c)と発火が観察された 394 個の時間プロファイル(d)。

[1] “Exploring rare cellular activity in more than one million cells by a trans-scale-scope” T. Ichimura, T. Kakizuka, K. Horikawa, K. Seiriki, A. Kasai, H. Hashimoto, K. Fujita, T. M. Watanabe, T. Nagai, Scientific Reports, Vol. 11, 16539 (2021).

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 月に設置された。

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 順田 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 54° 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中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。

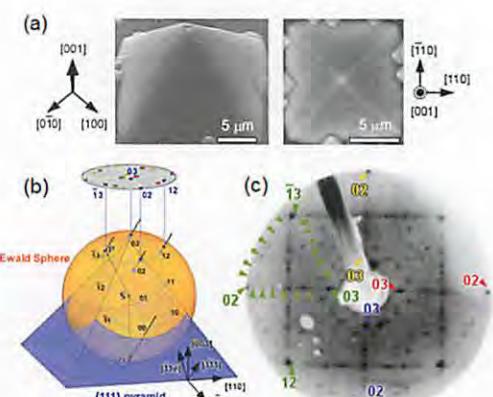


図1 {111}斜面4つで構成されたSiピラミッド試料の(a)tilt-viewとtop-viewのSEM像。(b)面の表面原子配列構造をLEED観察することを想定したEwald球と観察できる回折スポットの関係。(c)4回対称のSiピラミッド資料の 7×7 LEED像($E_p=56\text{ eV}$)

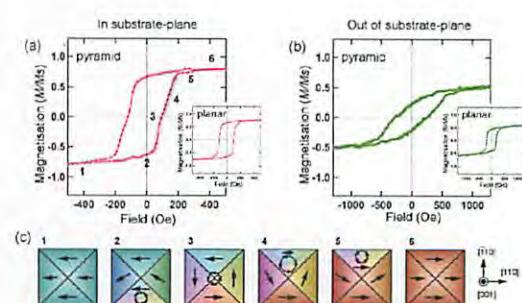


図2 磁場印加方向の異なるSiピラミッド上のFeナノ薄膜の強磁場特性((a)in-plane, (b)out-of-plane Si[100])。(c)in-plane磁場印加時の磁界方向の変化概略。

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30nm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場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 VO₂ 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 VO₂ 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 VO₂ 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 101-103 nm サイズで共存するため、その大きさ以下のサイズの VO₂ 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 VO₂ へと適応し、ナノ電子相閉じ込め効果を制御することで VO₂ ナノ構造体での物性研究を展開した。

図3に VO₂ 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52°C(降温過程での49°C)でステップ変化: すなわち絶縁体→金属(金属→絶縁体)の一次相転移がはつ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 VO₂(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 NdNiO₃ 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、VO₂ 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。

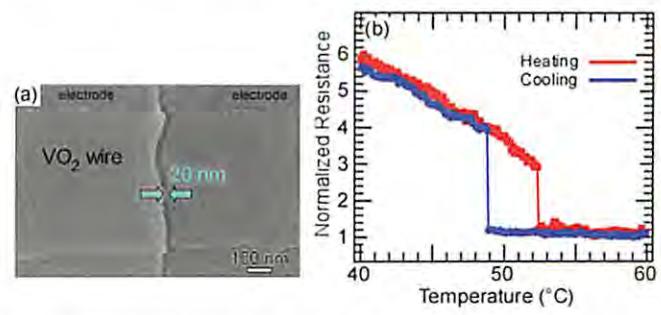


図3 (a) VO₂ 細線構造(線幅: 600 nm、電極間距離: 20 nm)の SEM 観察像。(b) 単一細線からの抵抗の R-T 曲線。

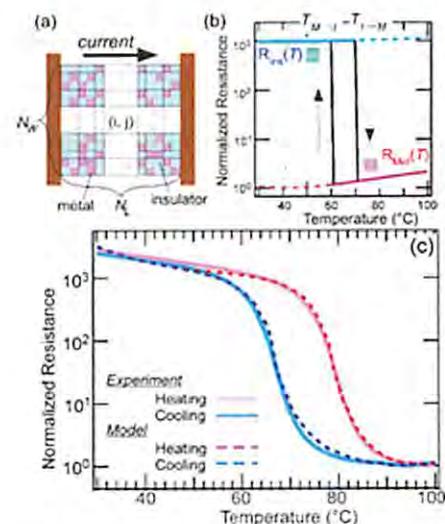


図4 (a) VO₂ 薄膜の電子相分布イメージ図及び、(b) 単一電子相での理想的な R-T 曲線。ドメイン細線構造(線幅: 600 nm、電極間距離 20 nm)の SEM 観察像。(b) 単一細線からの抵抗の R-T 曲線。(c) VO₂ 薄膜で観察した R-T 曲線(実践)と統計モデルから算出した R-T 曲線(破線)。

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、産研が持つ産業界との密接な伝統ある連携を活用し、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「研究成果を新産業創成に結びつける研究」を行うための研究部門である。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へと結びつける基本的システム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、大学における研究成果の社会還元拡大、迅速な企業化、製品化などの社会実装を推進することにより、持続的な経済発展や市民生活の向上に繋がる展開を実現するための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（常勤） 小倉 基次

a) 概要

12月1日～12月6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&ウェブハイブリッド形式による第10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、最終フェーズ phase3 の最終年度3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 のウイズコロナ禍が少し収まった中、今年1月には、パナソニックセンター東京にて第10回阪大 COI シンポジウム（一般公開）をリアルとオンラインのハイブリッド開催、東京ビッグサイトのウェアラブルエキスポ 2022 では imec EEG 等ウェ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、令和3年度最終成果報告会を開催した。

b) 成果

- ・第10回 imec Handai International Symposium をリアルタイムオンライン&ウェブハイブリッド形式で開催

下記のプログラムで実施された。Covid-19 感染拡大の中海外出張が不可となり、今年も imec ウェブ上で開催であった。Abstract Book も例年通り作成した。12月1日最初に Teams による imec CSO&executive vice president&KU Leuven 教授の Jo De Boeck、東工大大嶋教授、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 までがオンライン開催で、その後は imec HP 上で 20 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(sustainable health, nutrition and food)、関野所長からは産研全体の新規の活動紹介(from cutting edge research to social implementation)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6日は、live on line Q&A session 開催で、前週までにいただいた質問に講演者が直接回答するユニークな新たな取り組みを行った。参加者は Teams ということもあり総計で 93 名であり、内 imec 関係者 39 名、阪大関係者 49 名他の参加があった。今年の特徴は連携している東工大からも 2 件の発表と 5 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。





10th imec Handai International Symposium - Live on-line/WEB Hybrid Symposium -

December 6(Monday) – December 13(Monday), 2021

MC: Bernard Grundlehner, Mototsugu Ogura

Time(CET)	Presentation title	Speakers	Title	Affiliation
December 6 9:00-9:10	Welcome word (live on-line)	Jo De Boeck	EVP&CSO	imec
	Welcome word (live on-line)	Tohru Sekino	Director SANKEN	Osaka Univ.
	Welcome word (live on-line)	Yoichi Oshima	professor	Tokyo Tech
9:10-9:30	Keynote (live on-line): : Sustainable health, nutrition and food enabled by technology innovations in the OnePlanet Research Center	Chris Van Hoof	VP & General Manager One Planet	imec
9:30-9:50	Keynote (live on-line): Recent Activities at SANKEN -From cutting-edge research to social implementation -	Tohru Sekino	Director SANKEN	Osaka Univ.
at imec HP	<i>Presentations 1 : Next generation computing</i>			
	Intranet of Neurons (IoN): A Minimally-invasive and High-speed Wireless Communication for Implantable Brain-Computer Interfaces	Yao-Hong Liu	Principal Member of Technical Staff	imec NL
	High-fidelity spin readout for large-scale spin qubit arrays	Haruki Kiyama	Assistant professor	Osaka Univ.
	Spike-based neuromorphic computing for the extreme edge	Federico Corradi	Researcher	imec NL
	<i>Presentations 2 : information processing</i>			
	Signal Quality Assessment for Wearable Respiration Monitoring	Willemijn Groenendaal	Principal Member of Technical Staff	imec NL
	A Thermal Comfort and Peak Power Demand Aware HVAC Management Framework: Simulation and On-site Experiment	Zhao Dafang	PhD student	Osaka Univ.
	Privacy-preserving / amalgamated learning	Roel Wuyts	R&D Team Leader	imec
	<i>Presentations 3: Flexible, wearable electronics</i>			
	Mood8 headset and EEG signal processing	Ali Rahimzadeh	Project Manager	imec NL
	Estimation of learning proficiency for language based on EEG	Tsukasa Kimura	Assistant professor	Osaka Univ.
	Ultra-flexible Magnetic Sensor Matrix Integrated with Organic Driver Circuits	Takafumi Uemura	Associate professor	Osaka Univ.
	Pulse Arrival Time Segmentation – Implications for Pulse Wave Velocity and Blood Pressure Estimation	Fabian Beutel	Researcher	imec NL
	Packaging technology for advance semiconductors and WBG power semiconductors	Katsuaki Suganuma	Professor	Osaka Univ.
	<i>Presentations 4: Nano, bio electronics</i>			
	Suppression of oxidative stress by Si-based agent, and prevention and treatment of various diseases	Hikaru Kobayashi	Professor	Osaka Univ.
	Growth of functional oxide thin films on two-dimensional layered material toward flexible/transferable electronics application	Hidekazu Tanaka	Professor	Osaka Univ.
	Mechanical sensing by flexible spin devices	Daichi Chiba	Professor	Osaka Univ.
	Biomolecule detection and discrimination using of single-molecule measurement	Yuki Komoto	Assistant professor	Osaka Univ.
	The increasingly pressing role of RND-type efflux pumps in multidrug resistant pathogens	Martijn Zwama	Assistant professor	Osaka Univ.
	Autonomous Therapeutics	Geert Langereis	Program Manager Health Research	imec NL
	Phantom Head: A tool for exploring closed-loop brain stimulation	Vojkan Mihajlovic	Senior Researcher	imec NL
	Optically-powered, ultra-small electronics for Biomedical and IoT applications	Takashi Tokuda	Professor	Tokyo Tech
	Integrated Green-niX Technologies for Sustainability Transformation	Hitoshi Wakabayashi	Professor	Tokyo Tech
December 13 9:00~10:00	Q&A session(live on-line)	Whole speakers of technical session		

confidential

知的財産研究分野

特任教授（常勤） 井関 隆之
特任准教授（常勤） 加藤 久明

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：产学連携室）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3年度は、
・1件の共同研究（「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（「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。
さらに、「標準化」をテーマとした知的財産研究分野 講演会を実施した。

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。

・「知的財産研究分野 講演会の開催（令和3年12月8日開催／「令和3年度 知的財産研究セミナー＝「標準化」、ってなに？＝～NEDOの有識者から標準化のイロハを学ぼう～」）

大学における研究成果の標準化を通じた社会への貢献、研究成果の普及、標準化と知的財産を組み合わせた活用などを含め、特に研究成果の社会実装の観点から標準化の基本と事例を紹介する講演会を開催した。講師として、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） 技術戦略研究センター 知財・標準化ユニット長 落合 弘之 様を招へいし、ハイブリッド形式で講演会・意見交換・所内見学会を開催した。



・「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1・2）。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)。

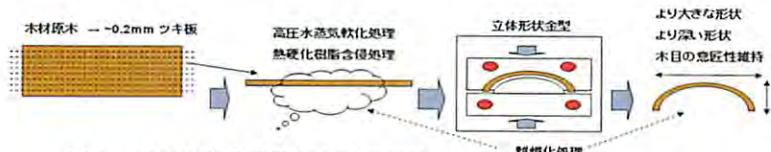


図1 木材3次元成型加工プロセス



図2 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3年度は、上記の同位体比を活用した分類手法だけでなく、水質の「評価」として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を行った令和2年度の成果を引き継ぐ形で、同時に実施された簡易測定法(図3)を用いた井戸水などの飲料水の中に含まれる、大腸菌評価とコミュニティレベルにおける自主的な水質評価システム構築の試行についてその成果を取りまとめた。

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をベースとするものであるが、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*誌に国際共著論文が掲載された。(Hisaaki Kato, Seiji Maruyama, Gilbert J. Merino, Noel R. Juban. 2022.3(Online first). "Community-Driven Evaluation of E. coli Levels in Domestic-Use Underground Water Sources in Angono, Philippines". *Acta Medica Philippina*, Vol.56, No.3: 6-17.)。



図3 大腸菌簡易測定法の概要

ナノリソグラフィ共同研究部門

概要

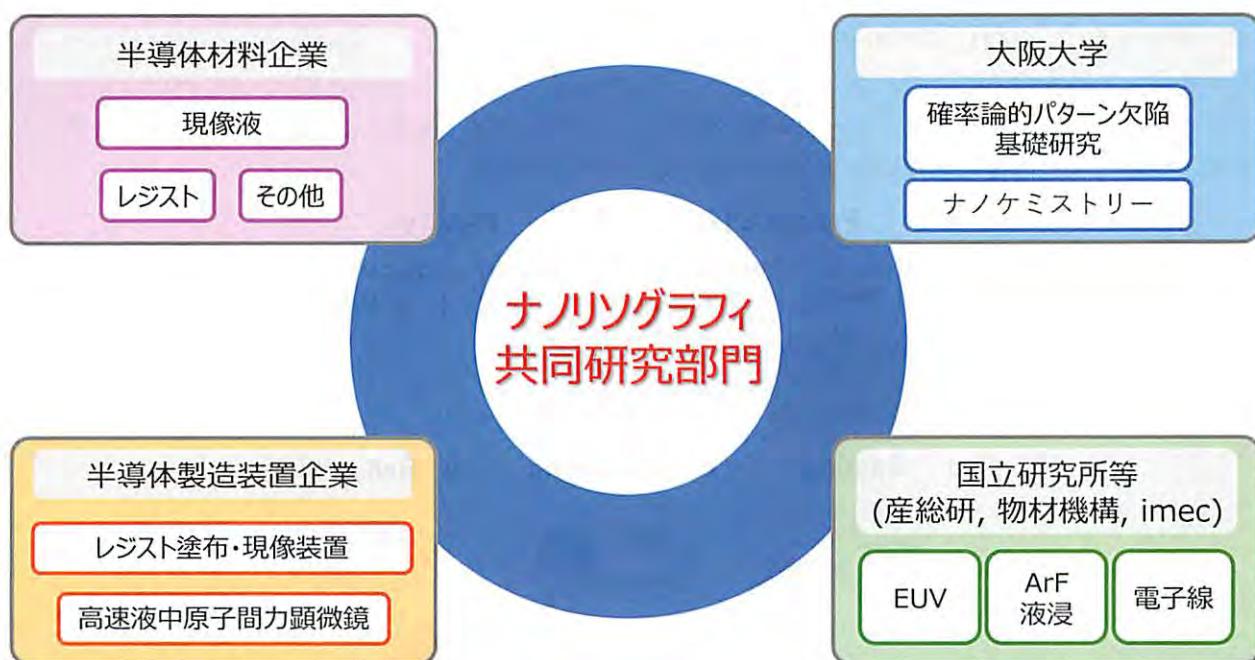
半導体の微細化を支えているリソグラフィ技術では、レジストと呼ばれる感光性素材材料・プロセスを用いている。パターニング材料として利用されているレジスト素材のベース（樹脂）には、様々な高分子化合物が利用されている。しかし、これらの高分子を使ったレジストで作られるパターンの線幅は、最先端の研究においては10nm程度であり、高分子鎖数個にも満たない。そのため、従来材料の高分子と異なる新規材料とプロセスが求められている。

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。

研究成果

半導体リソグラフィ材料の先端研究を国内外関連企業・国立研究所等と連携しながら推進してきた。主にレジスト材料とレジスト周辺プロセス用材料(現像液等)の二つに分けられ、十分な成果を得られた。



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
事務補佐員 三原 栄子

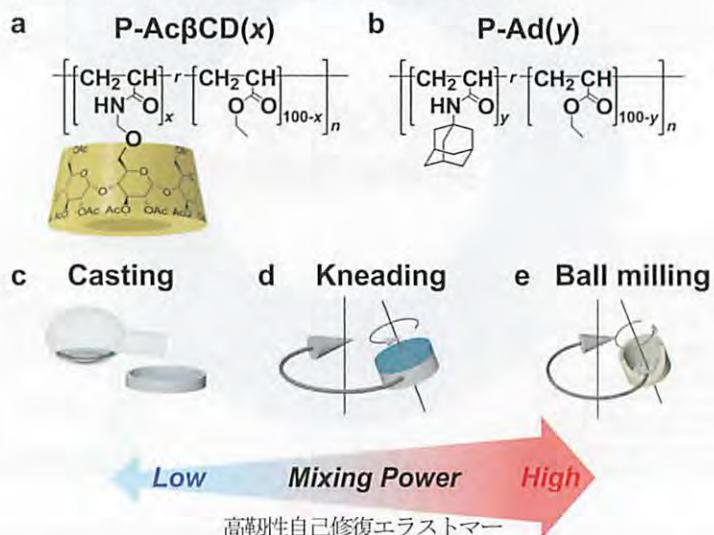
a) 概要

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-ゲスト間での相互作用により橋か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。これまでにシクロデキストリンをホスト分子として、アダマンタンや長鎖のアルキル基をゲスト分子用い、超分子形成を通して新規のマテリアルを開発してきたが、2021年度には、それらのマテリアルが自己修復性を有することと、また、そのマテリアルを粉碎しても、ボールミルなどを用いて混練することで、元の強度のマテリアルが得られることを見出した。

b) 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、ゲストモノマーと共重合することが可能であることを見出した。メチル化したシクロデキストリン（CD）やアセチル化した（CD）を用いることにより、粉碎したマテリアルもボールミルなどを用いて混練することで、もとの強度のマテリアルが得られることを見出した。これは共重合した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-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したものである。



共重合した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ることができた。

文献)

- 1) Harada, A.; Takashima, Y.; Hashidzume, A.; Yamaguchi H. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **2021**, 94(10), 2381-2389.

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 純、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、劉 洋、高橋 和彦（令和4年3月31日退職）、趙 帥捷、加藤 豊、劉 リヤン
招へい教授	中許 昌美
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、若杉 直樹
事務補佐員	森部 幸子

a) 概要

WBG 半導体や AI/IoT を支える先端半導体の技術開発はパッケージング技術、即ち実装技術がそのキーポイントである。実装には日本が得意とする「優れた材料技術」と「高い信頼性」を兼ね備えた「摺り合わせの技術」言い換えれば「信頼できる物つくり」が必須である。本研究所では個々の強みを持ち寄ったオープンで協調可能な場、産学連携の場を提供し協働して次世代デバイス具現化の拠点になることを目指している。根本的な物性解明に基づく新材料開発やプロセス技術、解析評価技術の開発、技術相談や製造から評価に至るまでの一連の装置利用、共同研究、公開講座による情報発信、コンソーシアム活動、更には ISO や IEC 等の国際標準化活動等を展開している。

b) 成果

- ・パワーモジュールの熱的な信頼性に関する計測手法を開発した。同時に Ag 焼結接合部位には全く亀裂等は観察されず、優れた信頼性を有していることが証明された。（図 1）
- ・フル銀焼結による超低熱抵抗化の SiC パワーモジュール構造を実現した。SiC パワーモジュールの現実的な小型化・薄型化が可能となった。更にナノ技術を使わずコスト削減も可能になり、新世代パワーモジュールの社会実装が一気に加速することが期待される。（図 2）
- ・ビルトアップ層間配線断裂（Weak-Micro Via）の調査では、ナノボイドの存在が最終製品に至るまでの熱履歴中に成長する可能性を見出した。関連する評価法に関しての IEC 国際標準化の提案も行った。
- ・F3D コンソーシアム活動の一環としてこれまでの WBG に加え、新たに接着と WMV に着眼した研究会を立ち上げた。（図 3）

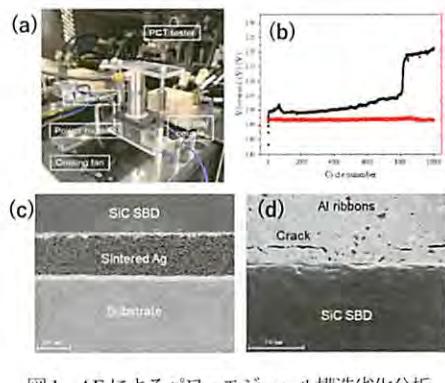


図1 AEによるパワーモジュール構造劣化分析

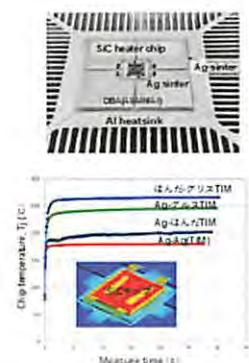


図2 フル銀焼結の優位性



図3 F3D実装コンソーシアム

[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

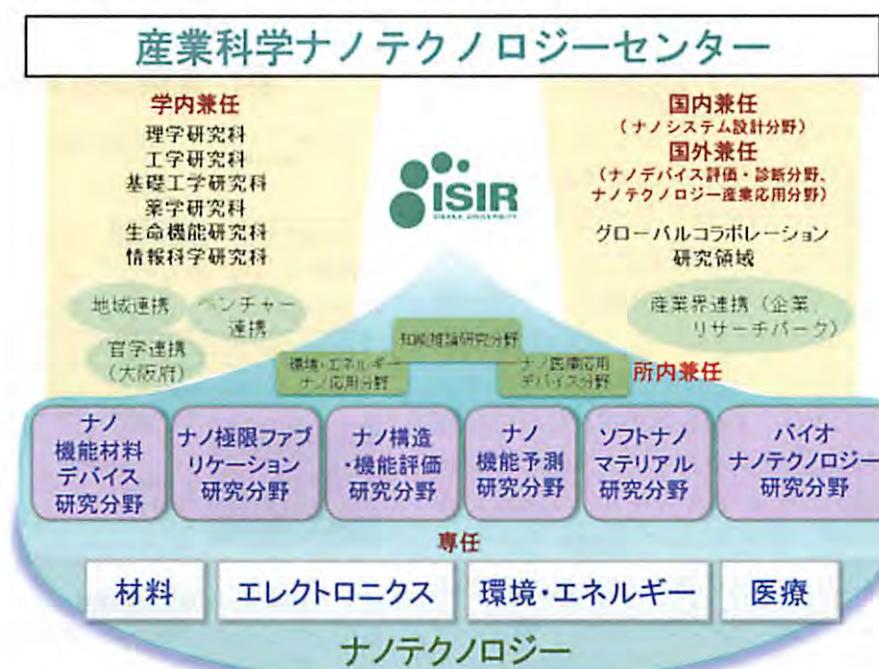
センター長 教授 田中 秀和
事務補佐員 梅本 由香 (令和3年11月15日退職)

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の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。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を運営し、さらに2021年度より、ナノテクノロジープラットフォームで培った設備共用を継続すると共に、創出されるマテリアルデータを収集・蓄積し利活用を目指すマテリアル先端リサーチインフラ事業を開始している。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
助教	李 好博
特任助教（常勤）	Hui Ren
大学院学生	Umar Sidik、堤 正紀、玄地 真悟、余 博源、難波 央、平尾 成、李 瑞、 小泉 遼太、谷口 勇貴
学部学生	梅崎 景都、田之畑 攻己
技術補佐員	下江 美英
事務補佐員	奥本 朋子
派遣職員	高畠 佐絵子

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トなど)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つたこれらの材料系をハイブリッドさせることを行つた。室温において超高速に金属-絶縁体相転移を引き起こすVO₂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。SiO₂基板上にhBNを剥離・トランスマスクし、その上にパルスレーザ蒸着法を用いて、VO₂、Fe₃O₄、NdNiO₃などの各種機能性酸化物の薄膜結晶成長を行つた。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。したがつて、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機能性酸化物の成長が期待される。

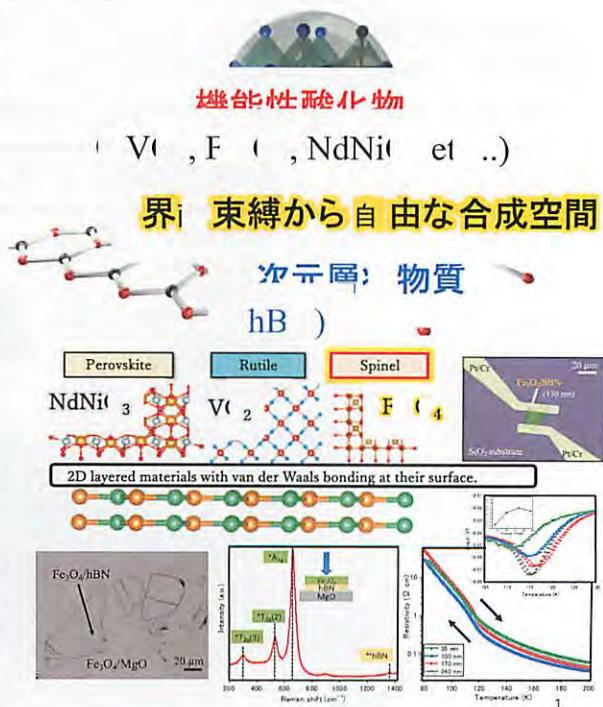


図1 hBN上への酸化物薄膜結晶成長概念図と、結晶成長させたFe₃O₄薄膜の光学顕微鏡像、ラマンスペクトル、電気伝導特性

VO_2 、 Fe_3O_4 、 NdNiO_3 は、ルチル構造、スピネル構造、ペロブスカイト構造と異なった結晶構造を持つにもかかわらず、hBN 上に成長させた各種酸化物薄膜結晶は良質な結晶が得られ、またバルクと同等に近い挙動を示す良好な電気伝導特性（スイッチング特性）を示した。2 次元層状材料は機能性酸化物結晶成長に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。

・水素を用いた強相関酸化物の物性制御と用いたプロトン駆動型ナノ構造デバイスの創製

ペロブスカイト型 Ni 酸化物に Pt 触媒を用いた水素ドーピングにより、8 枝にも及ぶ電気抵抗上昇が報告され、従来のデバイスのスイッチング比より格段に大きく、また物性発現機能の新規性により注目を集めている。イオンを効率的に利用し、遷移金属酸化物中の電子、 спин、軌道、結晶構造の制御を通じ、多様な相(金属相、絶縁相、強磁性相、強誘電相、超伝導相)が制御でき、革新的な量子物質を創出できると期待される。イオンドーピングは、結晶格子の安定性が確保されるならば、従来の手法の限界を超えた多大な $10^{15}/\text{cm}^2$ 以上のキャリア導入が期待され、未踏のドーピング領域での物質相探索が可能となる。水素誘起巨大抵抗変化現象を示す物質群の一つである NdNiO_3 に対し、格子定数の異なる基板/薄膜界面歪みを利用したエピタキシャル歪み超薄膜を作成し、結晶格子構造を変形し水素注入量の増大を図った。下図に NdNiO_3 薄膜を格子定数の異なる基板上へ成長させた際の Pt 触媒水素ドーピング時の拡散挙動の違いを示す。圧縮歪みにより水素ドーピング量（抵抗）変化比が100倍以上大きく、水素ドープ領域が拡張していくことが光学顕微鏡でも見出されている。超高抵抗化イオン誘起（Mott）絶縁相、超伝導が期待されるペロブスカイト Ni 酸化物から開始しペロブスカイト/スピネル型 Co 酸化物（新規強磁性）、などへの展開が期待される。

また、この巨大抵抗変調現象を利用したプロトニクスデバイスが期待され、そこでは酸化物チャネル中の水素拡散が抵抗変調特性を決定している。したがって拡散のパラメータであるチャネル構造（サイズ・形状）は特性を決定する上で重要である。サブマイクロメートルスケールまで縮小した NdNiO_3 チャネルをもつデバイスを作製し、抵抗 (R) の時間推移を測定することで抵抗変調挙動の構造パラメータ (L : ワイヤ長さ W : ワイヤ幅,) 依存性を評価した。

デバイス構造パラメータの選択によって、より高速な抵抗変調が実現できることが導かれ、 $L=1 \mu\text{m}$ 、 $W=200 \text{ nm}$ という極小サイズの NNO ナノ細線構造によって 水素誘起による抵抗変調速度が向上することを見出した。

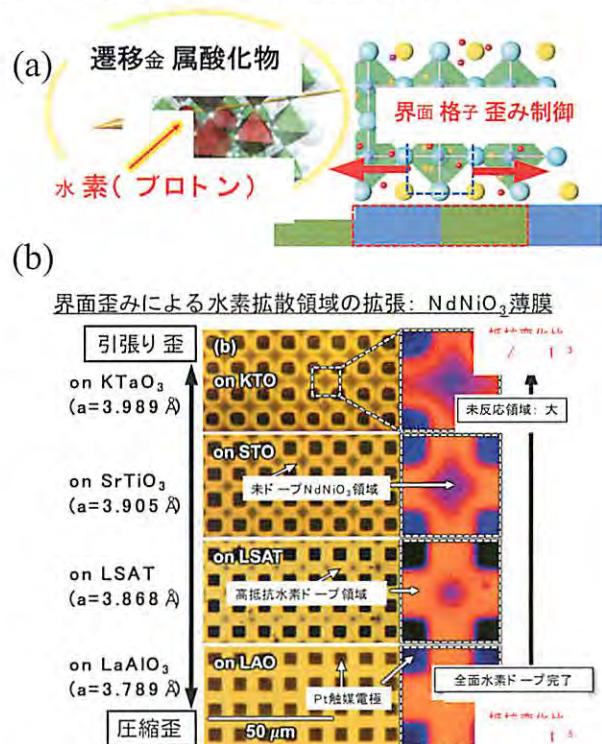


図 2 エピタキシャル歪み薄膜による水素誘起物性的制御
(a)概念図、(b)水素拡散挙動の基板依存性（光学顕微鏡像）

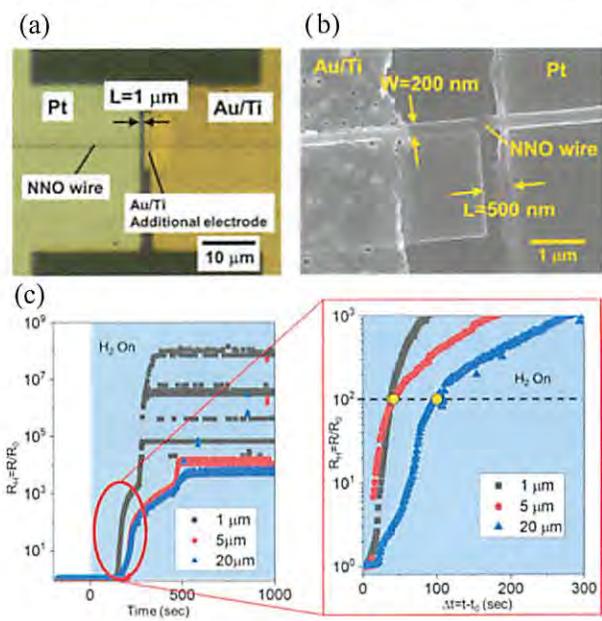


図 3 ナノワイヤ薄膜による水素誘起物性的制御
(a)光学顕微鏡像、(b)走査型電子顕微鏡像、(c)水素拡散挙動のワイヤ長さ依存性（ワイヤ幅 200nm）

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、田川 精一
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、大島 明博
学部学生	田牧 諒哉
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

・レーザー変調のアンジュレータ

レーザー変調を用いた超短パルス電子ビーム発生のためのアンジュレータの製作および測定を行った。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 を満たすような磁場周期長が 6.6 mm であるアンジュレータの磁場測定を行った。ホール素子 (THS106A) をアンジュレータ中で掃引し、自動ステージのパルス移動完了トリガでホール素子の出力電圧を DAQ(Data Acquisition)に入力し、2 つのアンジュレータ（製品と試作品）を測定した。製品は、設計通り 0.25 T の磁場を達成していることが分かった。試作品は、ギャップ長を調整して変化する磁場分布が得られ、0.2~0.4 T まで調整可能であることが分かった。今後、磁場分布の解析、アンジュレータの改良の検討を行い、電子ビーム実験を行う。

・アルコール中の溶媒和電子、および溶媒和前電子の電子状態の電子状態の解明

溶媒和電子、および溶媒和前電子は極性溶媒中で観測される特徴的な化学種であり、古くから知られているが、その構造および電子状態については、いまだに議論が続いている。この議論に実験的な回答を与えるため、溶媒和電子の光励起を行い、生成する過渡種の観測を試みている。

その準備実験として、ナノ秒パルスラジオリシスにより *n*-ペンタノール中の溶媒和電子のスペクトルの温度依存性を-70～90 °C の範囲において測定した。-70～-25 °Cにおいては、ナノ秒パルスラジオリシスでも溶媒和前電子の吸収スペクトルを観測することができた。また、-70、-60 °Cでは、溶媒和電子、および溶媒和前電子の、それぞれのスペクトルが時間的に短波長シフトすることが観測できた。これらのスペクトルの時間発展の解析により、溶媒和電子と溶媒和前電子のスペクトルシフトは指数関数的であり、スペクトルシフトの時定数は誤差の範囲内で一致することを見出した。このスペクトルシフトは溶媒和の進行に起因するものと考えられており、これまでの考察と矛盾しない結果である。

本年度の結果により、溶媒和電子の各温度での励起波長と、溶媒和の進行時定数が得られ、溶媒和電子の光励起、すなわち、2段階励起パルスラジオリシス実験の準備が整った。また、準備実験に平行して2段階励起パルスラジオリシスの計測手法の開発を進めた。

・フェムト秒時間分解電子顕微鏡の研究

ビーム輝度を向上するため、新たに 1.4 セルの高周波 (RF) 電子銃を設計・製作し、パルスの繰返しが 1kHz の相対論的フェムト秒電子線パルスビームを発生する電子源を構築した。ビームシミュレーションでは、今まで利用された 1.6 セル RF 電子銃よりビーム強度が 100 倍向上でき、電流値が nA のフェムト秒電子線パルスビームを発生できることを確認した。更に、高エネルギー加速器研究機構との共同研究では、超高压パルス電子顕微鏡用の超伝導 RF 電子銃の開発をスタートした。この超伝導 RF 電子銃は連続の 1.3GHz RF で駆動され、光カソードに 1.3GHz のフェムト秒パルスレーザーを照射することにより繰返しが 1.3GHz のフェムト秒電子線パルスビームを発生でき、ビーム電流値が汎用の超高压電子顕微鏡の性能である数 10μA に達する。また、電子ビーム加速空洞を超伝導化することで、従来のモジュレーターとクライストロンから発生した大電力の RF パルスが不要となり、低電力の連続 RF 源が駆動できるため、RF 源の高安定化により、電子エネルギーの安定度が 10^{-6} に達成可能である。これらの研究開発に成功すれば、時間的にフェムト秒、空間的に Å の分解能を有する「超高压パルス電子顕微鏡」の実現が期待できる。

ナノ構造・機能評価研究分野

教授	末永 和知
准教授	吉田 秀人
助教	神内 直人
特任助教	Sapna Sinha (令和4年3月31日退職)
博士研究員	Jenichi Felizco、Chiew Yi Ling、Liu Qiunian
大学院学生	佐藤 雅也、岩間 和樹、藤野 泰寛
事務補佐員	永井 愛子、長瀬 有紀

a) 概要

最先端電子顕微鏡を用いたナノ材料の原子レベル構造解析および機能評価を通して、新物質創成・新機能発現を目指した研究を行っている。単原子の状態分析や局所的な物性測定を可能にする低加速顕微鏡（LV-TEM/STEM）および高精度電子分光(EELS)や、各種気体と固体の界面で生じる動的な現象を原子スケールで観察する高分解能環境制御型透過電子顕微鏡（ETEM）の開発を通じて、新しい低次元物質の開発やナノスケールでの物性評価法の確立を目指す。

b) 成果

・炭素同位体を原子レベルで識別・可視化することに成功

透過電子顕微鏡は、物質の構造や構成元素を原子レベルで解析することができる。これに加えて同位体を識別することができれば非常に強力な分析ツールとなり得る。しかし、一般的な透過電子顕微鏡像は原子の荷電状態が反映されるため、電荷を持たない中性子の数は像として認識できず、透過電子顕微鏡像のみで同位体を区別することは原理的に不可能であった。同位体の原子の振動エネルギーが、中性子の数、つまり原子の重さで変化することを利用して同位体の識別が可能と考え、単色化電子源を駆使した電子線分光技術（高エネルギー分解能 EELS）を新たに導入することで透過電子顕微鏡の中で原子の振動エネルギーを直接検出できるようになった。

本研究では図1左に示すように、電子線が通過する中心軸から少し逸れた場所で電子を分光する暗視野法を使って同位体を検出した。これまで EELS を使って同位体を検出した数少ない報告例は、すべて明視野法と呼ばれるものを利用しており、空間分解能は数百ナノメートル程度と、光やイオンを使った既存の同位体検出技術に対する優位性はそれほど高くなかった。また、この手法は極性を持つ一部の材料しか計測できないという欠点もある。今回開発した手法では原子核のすぐ近くを通過し高角に散乱された電子を選択的に利用し、信号の広がり、つまり空間分解能の悪化をもたらす小角散乱電子を除去する工夫をしているため高い空間分解能を実現できた。さらに振動によって一つの原子の中で生じる電荷の偏りを検出しているため測定する材料の極性を選ばないという利点がある。

図1右は自然界における同位体比のグラフェン (^{12}C グラフェン) と ^{13}C 同位体置換ガスから作ったグラフェン (^{13}C グラフェン) から得られる実際の振動スペクトルである。 ^{12}C と ^{13}C は陽子 6 個に対し、中性子を 6 個 (^{12}C) または 7 個 (^{13}C) 有する炭素の安定同位体である。図1右の 160-180meV 付近のピークが光学振動モードに由来するもので、このピーク位置の差（約 7~8meV）が中性子一つ分の重さの違いを反映しているため、同位体（ここでは ^{12}C と ^{13}C ）を区別することができる。ともに一枚のグラフェンから取得したものであり、単原子分の厚みしかない試料からでも十分な信号が得られている。今回の計測で達成した空間分解能は約 0.3 ナノメートルで、これはグラフェン中の炭素原子 4 個分に相当する（図1中央）。この 4 個の原子のうち、いずれかまたはすべてが同位体で置き換わった場合の振動エネルギーの差を検出することができるため、測定感度としては 1~4 個の同位体を検出することができる。

できる。

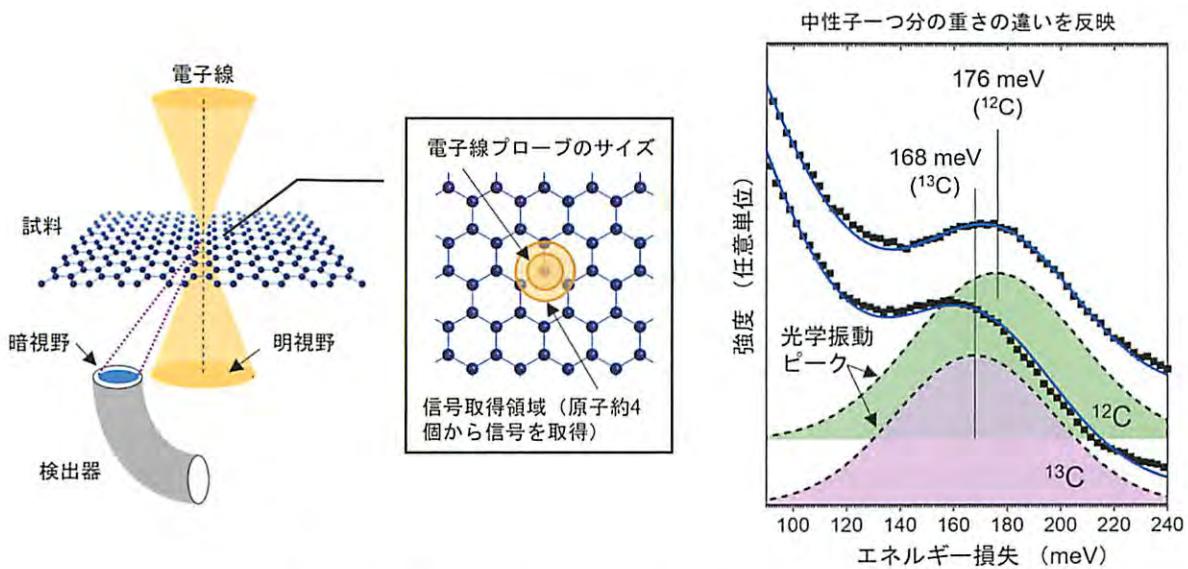


図1. 実験手法と実際に得られた ^{12}C および ^{13}C グラフェンの格子振動スペクトル
(Nature 608 (2022)pp.68-72 より抜粋)

・ハイエントロピー合金ナノ粒子の構造安定性の評価

ハイエントロピー合金ナノ粒子は優れた触媒活性を示すことが知られている。特に、単一元素からなる金属ナノ粒子と比べて、触媒の耐久性が大きく向上するという特徴がある。これはハイエントロピー合金の拡散が起こりにくいという特性により、ナノ粒子の粗大化が抑制されるためであると考えられている。本研究では、ハイエントロピー合金の構造安定性を評価するために、加速電圧 300 kV の電子線照射下におけるハイエントロピー合金 (CoNiCuRuPd) ナノ粒子を原子分解能 TEM 観察した。図 2 (a-c) に示すように、金原子を表す黒いコントラストは、ハイエントロピー合金ナノ粒子のコーナーサイトにおいてほとんど変化していない。一方、Pd ナノ粒子 (図 2 (d-f)) では、コントラストが大きく変動している。このコントラスト変化は金原子が電子線によりはじき出されたことによる。本観察結果は、ハイエントロピー合金ナノ粒子の方が単一金属ナノ粒子よりも構造安定性に優れていることを示す。

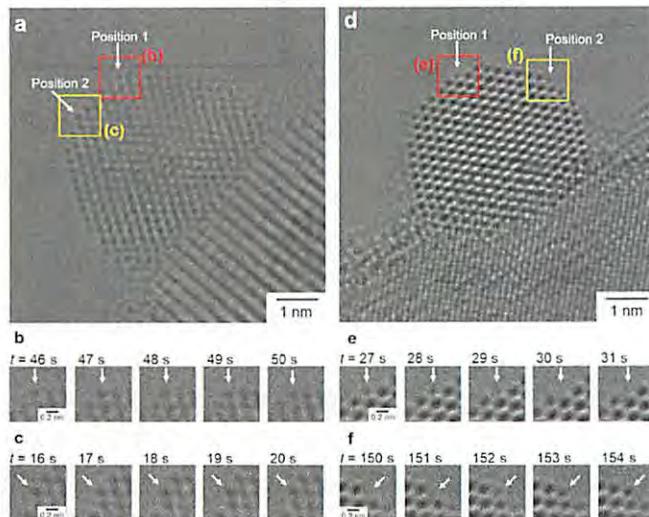


図2. (a) ハイエントロピー合金 (CoNiCuRuPd) ナノ粒子/TiO₂触媒と (d) Pd/TiO₂触媒の TEM 像。 (b) , (c) , (e) , (f) は (a) , (d) 中の赤枠、黄枠部分の時間変化を示す連続像。
(Nat. Commun. 12 (2021) 3884. より抜粋)

ナノ機能予測研究分野

准教授	白井 光雲（令和4年3月31日退職）
助教	糸田 浩義（令和4年3月31日退職）
招へい教授	本河 光博、菅 滋正
招へい教員	山内 邦彦
招へい研究員	牧野 至洋、Nguyen Thi Phuong Thao
特任研究員	藤村 卓功（令和4年3月31日退職）
大学院学生	Luong Huu Duc、Tran Ba Hung、渡邊 康太

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

・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。しかし、従来その性質は熱力学的に記述できないものと思われていたため、物性予測研究が全く為されてこなかった。最近、当研究室でガラスの熱力学的記述の理論的枠組が完成した。これによって第一原理によって何を計算すればよいか道筋が開けてきた。重要な例はガラス転移における活性化エネルギーの問題である。図1はTerphenylのガラス転移の活性化エネルギー Q であるが、従来、実験から得られていた Q は（図1の内側の図）4 eVと化学結合の理論からは考えられないような大きな値を持ち、何を計算すればこの値を説明できるのか全く分かっていなかった。実験値はアレニウスプロットより求めているが、我々はこの解析に根本的な問題があることを解明し、その問題を除くことで、真の Q の値はそれまでより1桁小さい値であることを明らかにした（図1の赤点）。これは第一原理計算で求まるものと一致する。

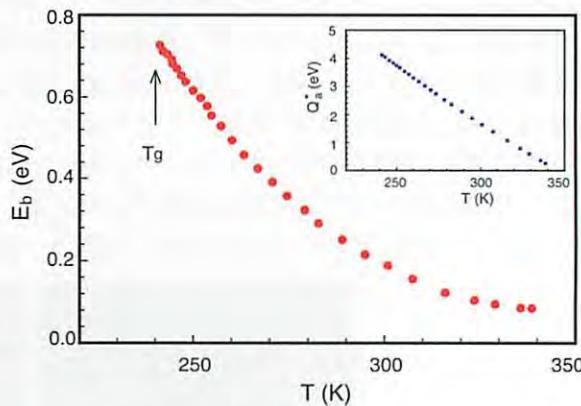


図1 Terphenyl の活性化エネルギー

・ポストリチウム電池に向けた正極材料開発

日常で用いられるスマートフォンなどのデバイスに使われる二次電池正極材料には、1980年に発見された LiCoO_2 が現在においても主に用いられている。しかし、リチウムおよびコバルト元素はレアメタルと呼ばれ、資源の偏在性・希少性に起因する価格高騰の懸念がある。そこで、軽量性を要求しない大型電池には、リチウムやコバルトをなるべく使わない安価で高容量の新材料が必要とされており、様々な元素から構成される候補酸化物の探索が行われている。例えば、不規則岩塙（DRX）型構造をとる遷移金属酸化物 $\text{Li}_2M^{\text{3+}}\text{TiO}_3$ (M : 遷移金属元素) は、 Li^+ イオンの脱離に伴って遷移金属元素 M の価数が 2+から 4+へと大きく変化し、層状岩塙型酸化物 $\text{LiM}^{\text{3+}}\text{O}_2$ と比べてエネルギー密度の上で有利

であるが、本研究では、Li サイトを Na で置換した $\text{Na}_2M^{2+}\text{TiO}_3$ を理論設計し、ポストリチウム二次電池正極材料としての可能性を探った。また、遷移金属サイトを V, Cr, Fe, Co, Ni で置換した効果について調べた。計算では第一原理計算 VASP コードを用いて原子構造緩和を行い、電子状態を計算し、計算した全エネルギーを用いて A 元素 ($A = \text{Li}$ 又は Na) 過剰量 x に依存した電圧-容量特性を定量的に評価した。その結果、 $\text{Li}_2M^{2+}\text{TiO}_3$ では DRX 構造が安定であるが、 $\text{Na}_2M^{2+}\text{TiO}_3$ では層状構造が安定であることがわかった。第一原理計算で得られた結晶構造のエネルギー差を、機械学習手法の一つである LIDG 法を用いて解析した結果、Li および Na のイオン半径と、遷移金属イオン半径の大小によって構造安定性が決まることが明らかとなった。

・スズ系負極材料のリチウム及びナトリウムイオン電池特性と充放電機構の理論的解明

Li 及び Na 二次電池用負極材料である SnS 及び Sn_4P_3 の充放電機構・反応式と電圧-容量特性を、様々な $A_x\text{Sn}_yB_z$ ($A = \text{Li}, \text{Na}$, $B = \text{S}, \text{P}$) 反応生成物質を考慮した 3 元系 A -Sn- B 相図の第一原理エネルギー解析から明らかにした。Li イオンキャリアに対する SnS 及び Sn_4P_3 においては、放電の初期段階では単体 Sn と 2 元 Li-S 及び Li-P 化合物を生成するコンバージョン反応が進行し、その後の放電過程では Li-Sn 合金を生成する合金化反応が進行することが示された。一方で Na イオンキャリアに対しては、放電によって 3 元 Na-Sn- B 物質の生成が関与した複雑な反応式を示すことが明らかとなった。特に Na/Sn₄P₃ 系ではコンバージョン反応と合金化反応が交互または同時に進行することが予測された。予測された放電反応式に基づいて計算された電圧-容量特性は実測結果を良く再現しており、反応機構と中間生成物の変化に起因した電圧値変化の傾向が理論的に説明された。これらの負極材料は非常に大きな理論容量を示すが、特に Na イオンキャリアでは放電による体積変化が Li に比べて大きいことが問題点として指摘された。

・圧電体材料の電気機械結合定数の理論評価

ウルツ鉱構造系の圧電体材料に対して電気機械結合定数を第一原理計算に基づいて評価した。電気機械結合定数は、電気的エネルギーと機械的エネルギーの変換効率を表す重要な指標であり、弾性定数、圧電定数、及び誘電率を用いて評価することが可能である。ZnO、AlN 及び GaN に対して計算された電気機械結合定数の値は、局所密度近似や一般化密度勾配近似などの交換相関汎関数型に依存するが、報告されている実験値とおよそ 5%程度の範囲内で一致することが確認された。

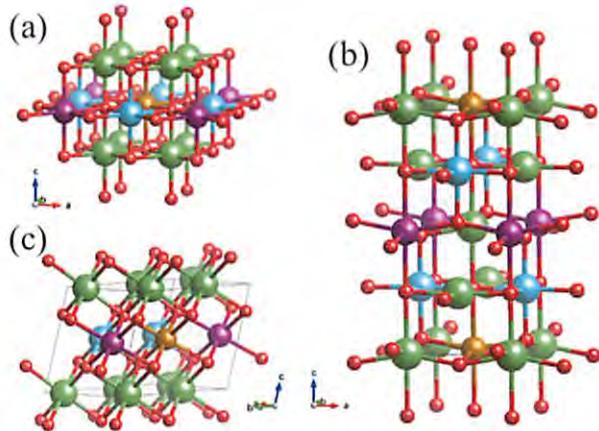


図 2 Li_2MTiO_4 及び Na_2MTiO_4 (M は遷移金属) の結晶構造
(a) 部分不規則構造、(b) 完全不規則構造、(c) 層状構造)

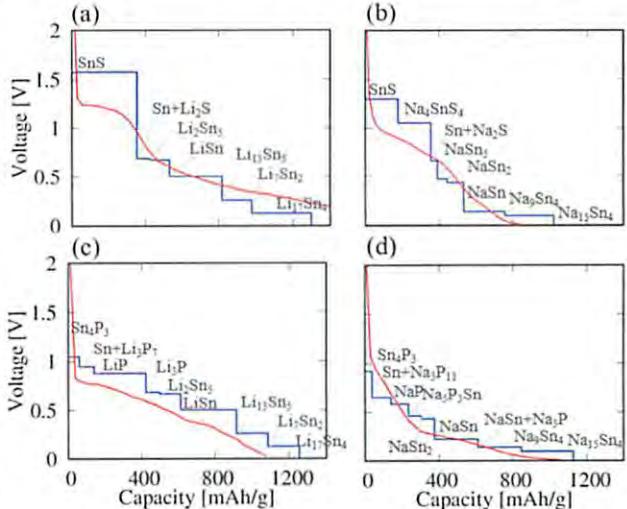


図 3 (a) Li/SnS、(b) Na/SnS、(c) Li/Sn₄P₃、(d) Na/Sn₄P₃ の電圧-容量曲線の計算値（青線）と実験値（赤線）

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、安藤 直樹（令和3年4月1日採用）
特任助教	Shreyam Chatterjee
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、松本 雅治、細田 靖、小澤 瑠美、福島 雅之（令和3年6月1日～12月31日）、Navya Chauhan（令和4年1月16日採用）
大学院学生	淺川 亮、大井 彩裕美、宇都宮 桜、森 寿貴
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

・拡張キノイド分子の開発と近赤外応答材料への応用

キノイド分子の電子物性における特徴的な性質として、基底状態においてビラジカル性が発現することが挙げられる。キノイド構造のオリゴチオフェンにおいても、キノイドとビラジカルの共鳴構造を有することが知られている（図1）。キノイド分子におけるビラジカル性は、非線形光学やシングレットフィッショニング機構を含む有機太陽電池への応用の観点から期待されている。一方、ビラジカル性はこれに起因するキャリア失活や分子の不安定性を引き起こす要因にもなることから、有機エレクトロニクス応用に向けて、ビラジカル性の精密制御が重要な課題となる。キノイド分子のビラジカル性は鎖長伸長と共に大きくなることが知られている。例えば、キノイド構造チオフェン3量体のビラジカル性は46%であるのに対して、5量体では73%まで増加する。この高いビラジカル性に起因して化学的安定性が低下するため、キノイド構造チオフェン5量体の開発はこれまでほとんど行われていない。一方、当研究室では、ベンゼン縮環の導入がキノイド構造の安定化に有効であることを見出しており、全てのチオフェン環にベンゼン縮環を導入したキノイド構造チオフェン3量体3TQ-B3(EH)はビラジカル性の寄与をもたない電子構造となる。この知見から、ベンゼン縮環の位置と数が異なるキノイド

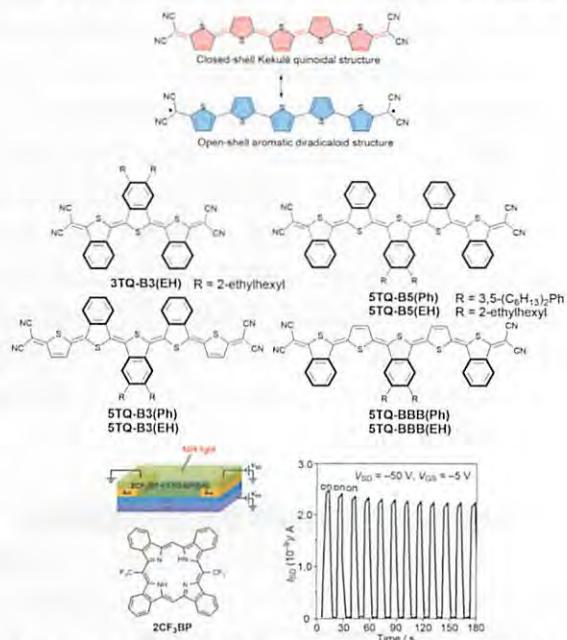


図1 キノイドオリゴチオフェンの電子構造、本研究で開発した分子構造、および、近赤外光フォトトランジスタの素子構造と810 nm 照射下での繰り返し特性

構造チオフェン 5 量体を系統的に合成することができれば、分子構造とビラジカル性の相関解明に繋がると考え、5TQ-B5, 5TQ-B3, 5TQ-BBB 骨格の開発を行った。チオフェン環の β 位にベンゼン環を縮環させたイソチアナフテン骨格はベンゼン環の共鳴安定化によってチオフェン環の芳香族性が低下するため、取り扱いが困難である。実際、高い最高占有軌道レベル (HOMO) とビラジカル性のため、構造の明確なオリゴイソチアナフテンは、2 量体の合成に留まっている。そこで本研究では、熱変換型のベンゾ[c]チオフェン前駆体を活用する合成ルートで合成を行った。熱重量分析の結果、いずれの分子も 5% 分解温度は 300°C 以上であり、十分な熱安定性を有していた。これはキノイド構造で HOMO レベルが低下したためと考えている。5TQ-B5, 5TQ-B3, 5TQ-BBB のビラジカル性はそれぞれ 0%, 0%, 44% と見積もられた。ベンゼン縮環の数が同じ 5TQ-B3, 5TQ-BBB において、顕著なビラジカル性の差が見られたことから、ベンゼン縮環の導入位置がビラジカル性の調節に有効であることが示唆された。ラマン分光測定からこれらのビラジカル性を反映した特徴的なスペクトルが観測された。電子吸収スペクトル測定において、チオフェン 5 量体まで鎖長伸長したことでの 3TQ-B3 より長波長シフトし、5TQ-B5, 5TQ-B3, 5TQ-BBB クロロホルム溶液の吸収極大波長はそれぞれ 757, 829, 830 nm に観測された。有機電界効果トランジスタにおいて 5TQ-B5 が p 型特性を示したのに対して、5TQ-B3 と 5TQ-BBB は両極性特性を示した。近赤外領域の光吸収特性と半導体特性を発現した。5TQ-B5(EH) を用いて近赤外応答フォトトランジスタの評価を行った。その結果、5TQ-B5(EH) と 2CF₃-BP の混合薄膜に対して、810 nm の近赤外光を照射すると、これに応答した電流特性が観測された [原著論文 7]。

・ナフトビスチアジアゾール誘導体の開発と有機太陽電池アクセプターへの応用

有機半導体材料を活性層に使用する有機太陽電池は軽量性や柔軟性、大面積化などの特徴に加えて、使用する有機半導体の物性調整を通じて波長選択型太陽電池や半透明太陽電池を実現することができる。当研究分野では有機太陽電池における電子受容性分子ユニットとして、フッ素原子を導入したナフトビスチアジアゾール (FNTz) の合成法を確立しており、これを分子骨格に組み込んだアクセプターが良好な太陽電池特性を示すことを見出してきた。今年度は FNTz を原料とする芳香族求核置換反応を利用して、より高い電子受容性を示す CNNTz 骨格を開発した (図 2 (赤))。電気化学分析の結果、CNNTz が分子骨格に組み込まれたアクセプター材料 CNNTz-TR の最低空軌道 (LUMO) 準位は -3.90 eV と見積もられ、有機太陽電池における一般的な低バンドギャップポリマーとの組み合わせに適していることが示唆された。そこで、代表的な低バンドギャップポリマーである PBDB-T (CAS Registry No. 1415929-80-4) と組み合わせて太陽電池素子を試作したところ、比較的良好なエネルギー変換効率 2.1% が観測された [原著論文 3]。本年度はさらに、分子の形状が太陽電池素子における機能に及ぼす影響について検討した。当研究グループではこれまで、主として C_{2h} 対称性 (S 字形など) を有する NTz 誘導体の開拓を推進してきた。一方、 C_{2v} 対称性 (いわゆるアーチ形など) に属する分子は C_{2h} 対称性を有する分子群とは異なる電子物性や分子配列を示すことが近年報告されている。そこで C_{2v} 対称性に属するナフトビスチアジアゾール (vNTz) に着目し、これを分子骨格に組み込んだアクセプター材料 vNTz-TR を開発した (図 2 (青))。この

アクセプター材料を一般的なドナー材料である P3HT と組み合わせて太陽電池素子を試作したところ 2.1% の良好な太陽電池特性が観測された。本太陽電池は波長 400 nm から 600 nm の領域に応答を示し、緑色波長選択型太陽電池として機能した [原著論文 4]。

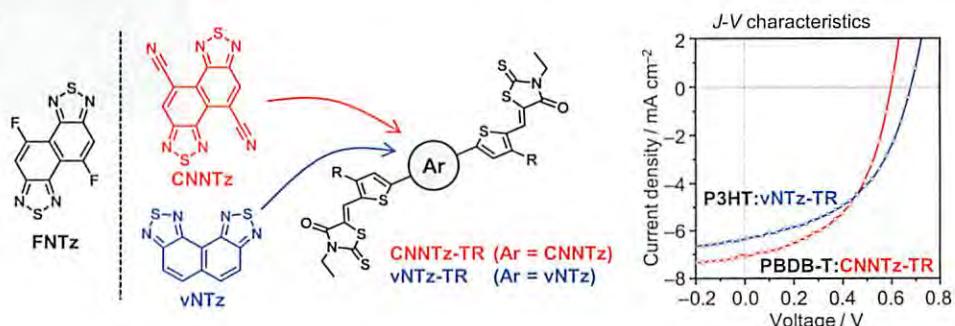


図 2 NTz 誘導体 (CNNTz および vNTz) の構造と、これらを分子骨格に組み込んだアクセプター材料 (CNNTz-TR および vNTz-TR) の太陽電池特性。

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（令和4年3月31日退職）
特任准教授	大城 敬人
特任研究員	村山 さなえ、中田 知子（令和3年7月1日～）、山田 悟（令和4年3月31日退職）
大学院学生	梁 逸偉、岸本 匠平（令和3年9月30日修了）、柳 智浩、濱田 悠汎（令和3年4月1日～）
事務補佐員	藤林 乃理子

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カンシング法の開発、省資源・省エネルギーに資する單一分子デバイスの開発、が挙げられる。

b) 成果

・1粒子ゼータไซザー

コレーターカウンターは、血液検査で血球の数を計測する手法として実用されている。この技術では、電解質液で満たされた微小な穴を1個の物体が通過する際に生じるパルス状のイオン電流変化を測定する。すると、パルスの高さは物体の大きさに比例するため、血球の数だけでなくその種類まで分類することができる。今回我々は、この原理を応用・発展させ、物体の体積だけではなく、その表面電位まで測定できる新規1粒子ゼータサイザーを開発した。

半導体加工技術によりSiウエハ上に8個の流路が縦列したoctet nanochannel構造を作製した。当該流路にポリスチレン粒子を電気泳動させると、粒子が8個の流路を逐次的に通過する過程でパルス状の電流変化が起り、結果として1個の粒子が流路の端から端まで通過する過程で8個のパルスからなる特徴的なイオン電流信号が観測された。そして信号波形を統計解析した結果、後段のパルスになるほどパルス波形のバラつきが小さくなっていた。そこでMultiphysics計算により粒子の軌跡を推定したところ、octet nanochannelを電気泳動する粒子は、8個の流路を通過する過程で慣性の効果を受け、徐々に決まつ



図 Octet nanochannel 1粒子ゼータサイザー

た経路を動くようになることを明らかにした。経路のバラつきが少ないと、パルス波形から高精度に粒子の物理情報が得られると考え、実際に2種類のゼータ電位が既知のナノ粒子を測定し、後段のパルス波幅からゼータ電位を1粒子レベルで高精度に測定することができる実証した。この測定法は、流路の大きさを分析対象物に合わせて加工することで、ウイルスや細胞外小胞などの極微な生体粒子を1粒子感度でセンシングする手法として応用可能なものである。本研究成果は、米国科学誌「Lab on a Chip」において、令和3年6月21日に公開された。

・塩濃度勾配を利用した1粒子ダイナミクス制御

ナノポアセンサは、コールターカウンターの原理を応用した1粒子・分子センサである。その特徴は、マイクロメートルより小さな細孔を利用する点にあり、例えば窒化シリコン膜に空けた直径300 nmの細孔を用いれば、インフルエンザやコロナウイルスが当該細孔を通過する際に生じるイオン電流変化を測定することで、それらの数だけでなく種類まで分類することができ、迅速な感染症検査が可能になる。しかし、この手法では、希薄な濃度の試料の場合、検出対象物が細孔を通過する頻度が低くなるという問題があった。そこで、今回我々は細孔に塩濃度の勾配を与えることで、ナノポアセンサによる粒子検出効率の向上を試みた。ウイルスサイズのポリマーナノ粒子を検出対象として様々な塩濃度条件で計測を実施したところ、細孔上下に5倍の塩濃度差を与えることで3倍の粒子検出効率を達成した。さらに有限要素解析を実施したところ、これは、細孔近傍における塩濃度分布により電気浸透流の勢いが変わり、結果として粒子に加わる電気泳動力と流体抗力のバランスが変化したことによるものであることを明らかにした。

本研究成果は、米国科学誌「Analytical Chemistry」に、令和3年12月3日に公開された。



図 塩濃度勾配による粒子検出の高効率化

・単分子計測を用いたRNA修飾塩基の検出

Mechanically Controllable Break Junction(MCBJ)法を用いた単分子計測は、図に示したように单一の分子を直接計測できるために、微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、単分子計測を用いたDNA、RNAの配列決定手法の開発を行ってきた。私達のグループが特に注目しているのは、エピトランスクリプトーム解析への単分子計測の応用である。エピトランスクリプトームはRNAのメチル化などの化学修飾による遺伝子発現の調節のことであり、癌などの疾患と関与することから注目が集まっている。従来のシーケンシング手法では、RNAを計測するためにはPCR増幅を行う必要があり、増幅過程で修飾塩基の情報が喪失してしまう。そのため、従来のシーケンシング手法をRNAの修飾塩基読み取りに用いることはできない。一方で私たちのグループが開発している単分子計測は单一の分子の伝導度を計測するために、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り、RNAの修飾塩基を検出することができる。そこで、我々は大阪大学医学系研究科と共同研究を行い、単分子計測を用いて、難治性消化器癌の細胞より抽出したRNAに対して、これまでにがんマーカーとして知られているアデニン及びシトシンのメチル化率を求めた。RNA中のメチル化アデニン(m6A)、及びメチル化シトシン(5mC)の同時検出に世界で初めて成功した。得られた配列中のメチル化率から5mCがアデニンのメチル化を促進することが示唆され、RNA中の修飾塩基の相互作用を初めて見出した。本研究は化学修飾されたマイクロRNAの機能解明と、難治性消化器癌の早期診断法の開発に寄与すると考えられる。本研究成果は、英国科学誌「Scientific Reports」に令和3年9月29日に公開された。

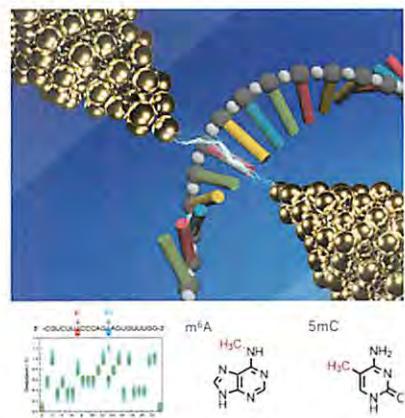


図 MCBJを用いたRNAシーケンシングの概念図とメチル化塩基の構造と測定結果

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た特微量の係数ヒストグラムを示す。

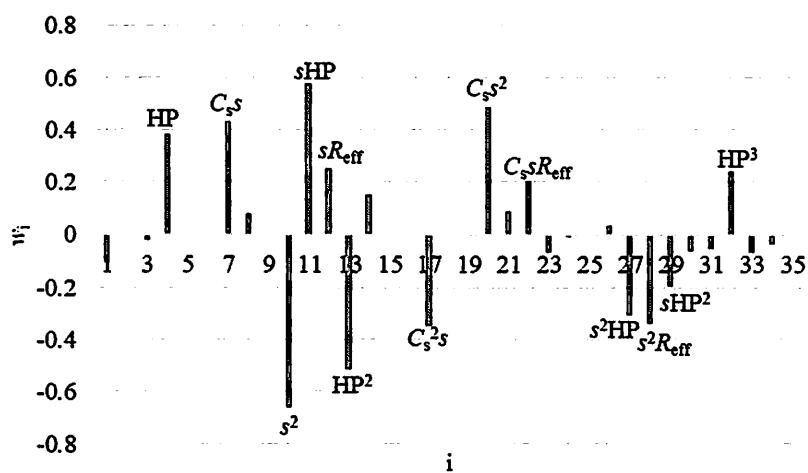


図 1 反応機構に基づいたモンテカルロシミュレーションにより計算した化学勾配データセットを機械学習により解析し得られた特微量の係数ヒストグラム

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に、ナノギャップ・ナノ流路を用いた高精度な塩基ポリマー及びその配列識別の計測情報処理に取り組んだ。塩基ポリマー識別は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

前年度には、2塩基ポリマーをナノギャップで計測した波形データを用いて深層学習分類器を学習し、それを用いてmRNA塩基配列を2塩基単位で推定し、さらに全体延期配列のアセンブルを試みた。その結果、2塩基単位の分類結果ではアセンブルの単位として細かすぎ、分類誤差を十分にアセンブルで補正できないことが判明した。

そこで、本年度は3塩基ポリマーをナノギャップで計測した波形データを用いて、3塩基単位の配列読み取りを行う分類器を学習すべく計測データの取得を行った。具体的には、3塩基ポリマーにはAAA～TTTまでA,C,G,Tで構成される64種類が存在する。それら全てについて、4種類の異なるギャップサイズのナノギャップを用いた計測データの収集を行った。現在、このデータを用いて、3塩基ポリマーの深層学習分類器の学習作業とアセンブルアルゴリズムの開発を継続している。

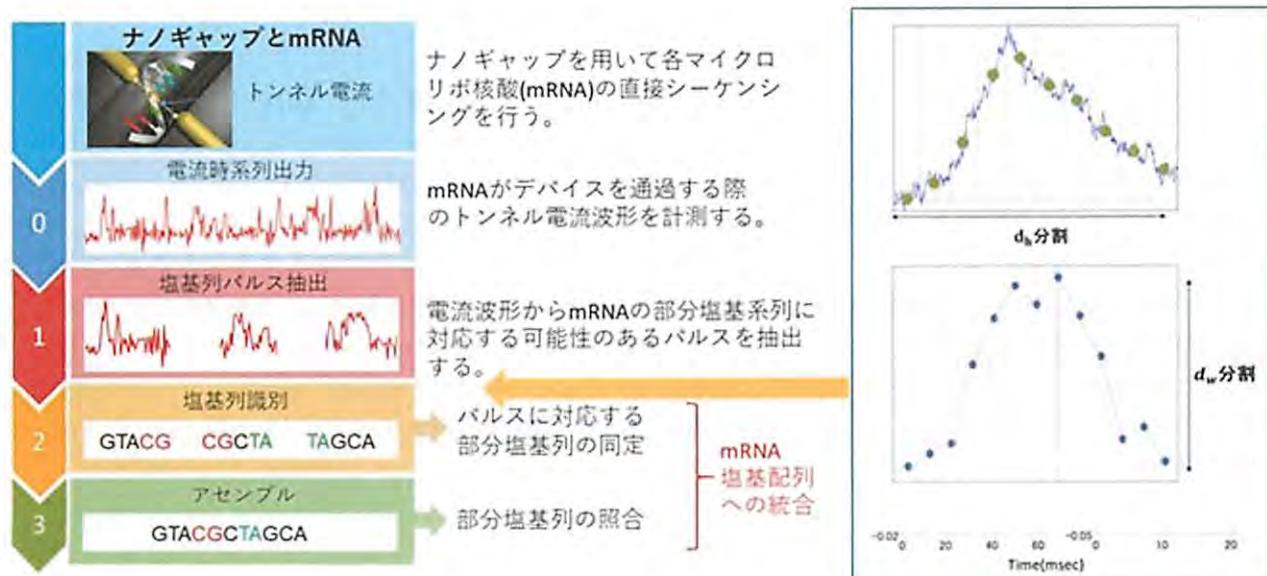


図 ナノギャップを用いたmRNA シーケンシング処理の概要

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図っている。

b) 成果

・B型肝炎ウイルス Pre-S1 ドメインに由来するミリストイル化ペプチド (Myr47) による HBV 感染阻害メカニズムの解明

B型肝炎ウイルス (HBV) Pre-S1 ドメイン (ミリストイル化した 2 - 48 アミノ酸残基のペプチド) からなる Myr47 リポペプチドは、N-ミリストイル基と特定のアミノ酸配列を認識するヒト肝細胞上のタウロコール酸ナトリウム共輸送ポリペプチド (NTCP) と HBV の相互作用を阻害する医薬として上市されている。最近我々は、NTCP の発現がない場合においても、Myr47 が HBV 表面抗原粒子 (HBsAg) の細胞への取り込みを減少させることを報告した (Somiya et al, Virology (2016) 497:23-32.)。そこで今回、Myr47 が脂質ナノ粒子 (HBsAg を含むリポソーム (LP)) の細胞への取り込みをどのように減少させているのかを調べることにより、感染阻害のメカニズムを調べた。

HBV 感染阻害能を欠く Myr47 変異体は、ヒト肝臓由来細胞のみならず、ヒト非肝臓由来細胞においても、N-ミリストイル化依存的かつ、そのアミノ酸配列非依存的に LP の細胞への取り込みを減少させた。さらに、Myr47 との変異体は、アミノ酸配列に関係なく、N-ミリストイル化依存的に LP とアポリポプロテイン E3 (ApoE3) の相互作用を低下させた。これらの結果から、リポペプチドはそのミリストイル残基で脂質二重層に、挿入、固定されて LPs/HBsAg とアポリポタンパクの相互作用を阻害し、LPs/HBsAg の細胞取り込みを減少させていると考えられる。以上より、Myr47 は LPs/HBsAg と同様に HBV と相互作用し、HBV のヒト肝細胞への取り込みを阻害すると考えられるが、Myr47 の感染阻害能は、アミノ酸配列に依存しておらず、前記のような二次的な阻害効果である可能性が考えられる (Nanahara et al, Viruses. (2021) 13:929.)。

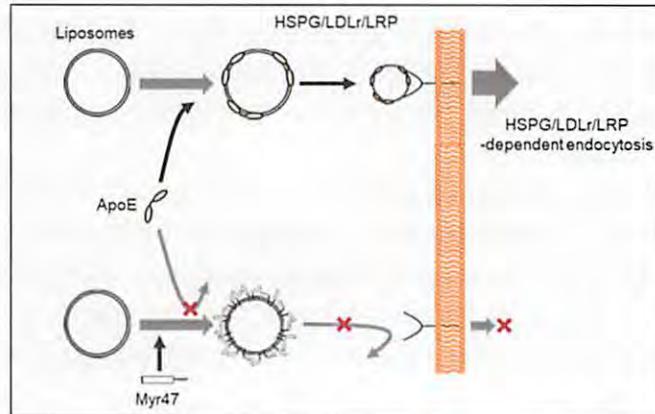


図 ApoE3-リポソーム複合体形成における Myr47 の影響

ナノシステム設計研究分野

客員教授 垣内 史敏（令和3年4月1日～令和4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、单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

・デヒドロヘリセンの電解合成

デヒドロ[7]ヘリセンは、対応する[7]ヘリセンの両末端芳香環の単結合により8員環を形成し、[7]ヘリセンと[8]サーキュレンの中間的構造を有する多環芳香族炭化水素化合物である。2019年、大須賀・田中によりトリアザデヒドロ[7]ヘリセンが、2020年にPittelkowによりジアザサルファデヒドロ[7]ヘリセンが合成・解析され、これらデヒドロ[7]ヘリセンは、置換基修飾により安定なツイスト構造となり、両鏡像体の光学分割が可能であることが報告されている。これらデヒドロ[7]ヘリセン類の光学材料としての機能に興味が持たれるものの、未だその合成法は多段階であり、光学的に安定なデヒドロ[7]ヘリセン類の直截的合成法の確立が望まれている。そこで今回、図1に示すヒドロキシカルバゾール誘導体1と2-ナフトール類2の酸化的ヘテロカップリングを鍵工程とするアザオキサデヒドロ[7]ヘリセン3の電解ドミノ合成を検討した。結果、F-doped Tin Oxide(FTO)を電極に三フッ化ホウ素を添加することで、カップリング前駆体1と2(混合比1:1)とのヘテロカップリング反応が良好に進行し、続く分子内脱水環化によるフラン環形成の後、ヘテロ[7]ヘリセンの末端芳香環同士の分子内脱水素環化反応により、目的のデヒドロ[7]ヘリセン3が最高収率86%にて得られることを見出した。スケールアップone-pot合成を検討したところ300mg以上のデヒドロ[7]ヘリセン3を一度の実験操作で得ることができた。

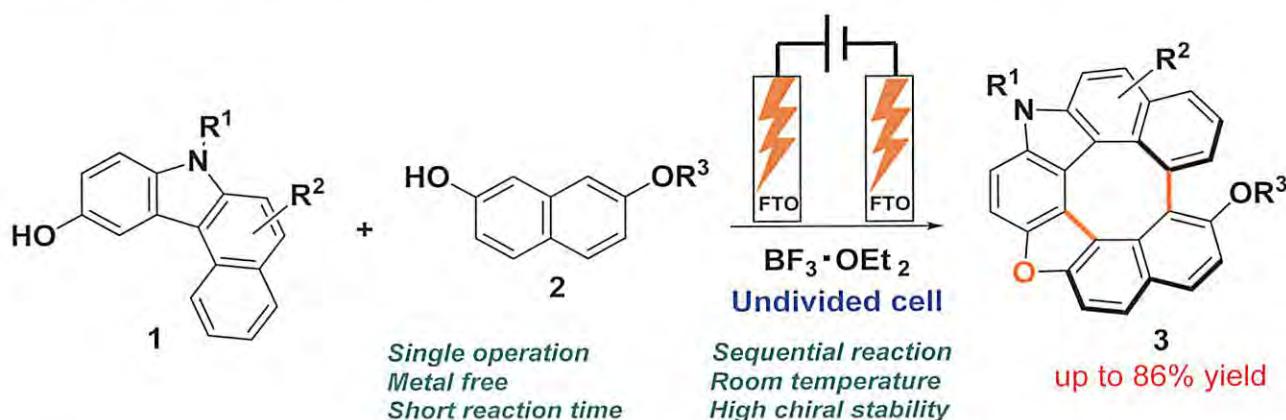


図1. ヒドロキシカルバゾール誘導体1と2-ナフトール類2の酸化的ヘテロカップリングを鍵工程とするアザオキサデヒドロ[7]ヘリセン3の電解ドミノ合成

ナノシステム設計研究分野

招へい教授 竹内 繁樹（令和3年4月1日～令和4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んだナノ光ファイバプラグ共振器（NFBC）の開発を行ってきた。本年度は、室温動作する固体単一発光体として注目されている欠陥中心内包六方晶窒化ホウ素（hBN）ナノフレークと NFBC とのハイブリッドデバイスを開発した。

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。本年度は、周期 215.6 nm、欠陥幅 755 nm、繰り返し数 500 の設定で、ヘリウムイオンビームを直径 400 nm のナノ光ファイバに照射することで、欠陥中心の発光波長にほぼ一致する 573 nm に共鳴波長を持つ NFBC を開発した。そして、開発した NFBC に、金属プローブを用いたマニピュレーション技術により、hBN ナノフレークを結合させた。

図 1 に、NFBC 上の hBN ナノフレークを光励起、その蛍光を NFBC を介して測定した場合の発光スペクトルを示す。NFBC による発光増強により、波長 573 nm に鋭い発光ピークが観測された。一方、対物レンズを介して発光スペクトルを測定した場合、この発光ピークは観測されなかった。これらの結果から、欠陥中心内包 hBN ナノフレークと NFBC とのハイブリッドデバイスが実現できていることがわかった[1]。

今年度は、さらに、イオン注入によるシリコン欠陥中心含有ナノダイヤモンドの開発[2]、高温高真空アニールによる、直径 5 nm のデトネーションナノダイヤモンド中へのシリコン欠陥中心の形成[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。

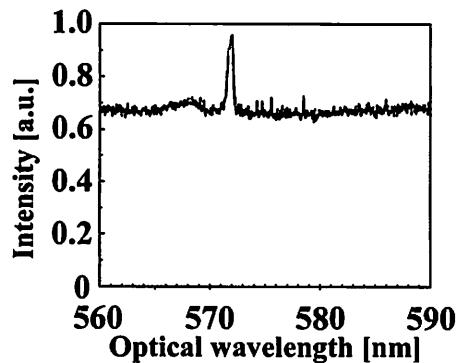


図 1 NFBC を介して測定した hBN 中の
欠陥中心からの発光スペクトル

- [1] T. Tashima, H. Takashima, A. W. Schell, T. T. Tran, I. Aharonovich, and S. Takeuchi, "Hybrid device of hexagonal boron nitride nanoflakes with defect centres and a nano-fibre Bragg cavity," *Sci. Rep.*, 12, 96 (2022).
- [2] H. Takashima, A. Fukuda, K. Shimazaki, Y. Iwabata, H. Kawaguchi, A. W. Schell, T. Tashima, H. Abe, S. Onoda, T. Ohshima, and S. Takeuchi, "Creation of silicon vacancy color centers with a narrow emission line in nanodiamonds by ion implantation," *Optical Materials Express*, 11, 1978-1988 (2021).
- [3] K. Shimazaki, H. Kawaguchi, H. Takashima, T. F. Segawa, F. T.-K. So, D. Terada, S. Onoda, T. Ohshima, M. Shirakawa, and S. Takeuchi, "Fabrication of Detonation Nanodiamonds Containing Silicon-Vacancy Color Centers by High Temperature Annealing," *Phys. Status Solidi A*, 218: 2100144 (2021).

ナノシステム設計研究分野

招へい准教授 山本 洋揮

a) 概要

リソグラフィは、ナノ、マイクロ加工領域で優れた位置制御性を有しているため、多岐にわたる分野で使用されている技術である。EUV リソグラフィが量産ラインで採用されたにも拘わらず、微細化限界を決定するレジスト材料については、重要な要求性能を満たすレジスト材料が存在しない。それゆえ、“シングルナノ（10 nm 未満）加工”を実現するためにメタルレジストをはじめとした新規なレジスト材料が重要になる。本研究では、配位子がメタクリル酸（MMA）と金属酸化物ナノ粒子のコアから成る 3 種類のメタルレジスト（金属酸化物ナノ粒子のコアは酸化チタン、酸化ジルコニア、酸化ハフニウム）を合成し、そのメタルレジストを合成し、ArF、KrF、EUV・電子線でレジスト性評価（感度・解像度）を行った。

b) 成果

・メタルレジストの合成および評価

EUV リソグラフィ用レジスト材料の開発を行うために、放射線還元およびゾルゲル法によるメタルレジストの合成およびレジスト性能評価を実施した。ガンマ線照射による放射線還元およびゾルゲル法により、パターン形成可能な配位子がメタクリレートと金属酸化物ナノ粒子のコアから成る 3 種類のメタルレジスト（金属酸化物ナノ粒子のコアは酸化チタン、酸化ジルコニア、酸化ハフニウム）レジストの合成に成功した。これら図 1(a)および(b)はそれぞれ、酸化チタンおよび酸化ジルコニウムを金属コアおよびリガンドに MMA にもつメタルレジストの EUV による感度測定の結果である。 TiO_2 レジストと ZrO_2 の感度はそれぞれ、 5 mJ/cm^2 であることを見出した。この結果より、メタルレジストの感度は標準的なレジスト材料の ZEP520A に比べ、高いこと明らかになった。（ TiO_2 レジストでは約 10 倍、 ZrO_2 レジストでは約 100 倍以上の感度を示すことが明らかになった。

また、合成したメタルレジストを 125kV 電子線描画装置で解像度評価を行った。図 2 は酸化ジルコニアを金属コアおよびリガンドに MMA にもつメタルレジストの 50 nm のラインアンドスペースパターンの SEM 画像である。線量 80 mC/cm^2 と電子線レジスト材料の ZEP520A に比べて高感度で微細パターンが可能であることが明らかになった。

これらの結果から、我々が合成したメタルレジストは高感度・高解像度でパターン形成できることが明らかになり、次世代リソグラフィ用材料として有望であることを示した。

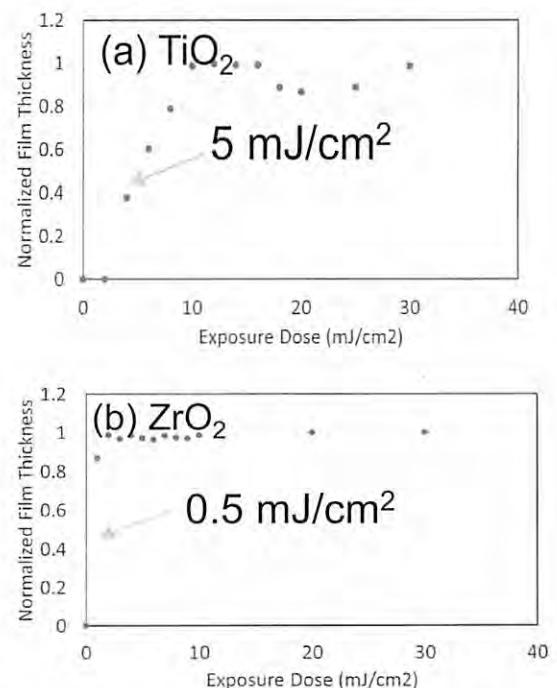


図 1 EUV による(a) 酸化チタンおよび (b) 酸化ジルコニウムを金属コアおよびリガンドに MMA にもつメタルレジストの感度測定結果

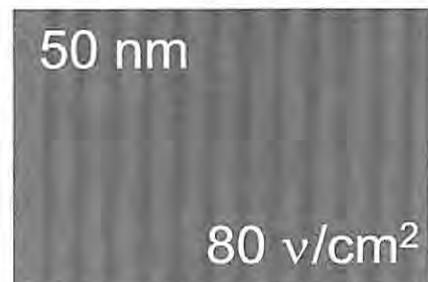


図 2 酸化ジルコニアを金属コアおよびリガンドに MMA にもつメタルレジストのラインアンドスペースパターンの SEM 画像

ナノシステム設計研究分野

客員教授 寺尾 潤（令和3年4月1日～令和4年3月31日）

a) 概要

本研究では、連結型ロタキサン構造を用いて励起状態における分子内運動を抑制し、無輻射失活を抑制することにより、溶液中における有機室温燐光発光材料の開発を試みた。この方法では、燐光発光分子の分子内運動を抑制することにより室温下での燐光発光の達成を試みており、既存の燐光発光分子を利用することにより様々な室温燐光発光分子を設計できるという利点がある。本研究では燐光発光を示す分子としてジフェニルエタンジオン、通称ベンジルを利用した。この分子は、カルボニル基の存在により項間交差が起こりやすいことから室温燐光発光材料としての利用が期待されており、実際に固体状態において室温燐光発光を達成した例が知られている。しかし、ベンジルは溶液中においては通常、室温燐光発光を示さない。これはベンジルが溶液中においてベンゼン環の回転により無輻射失活を起こすためである。本研究では、溶液中における室温燐光発光を達成するために、ベンジルをシクロデキストリン誘導体を利用した連結型ロタキサン構造¹を用いて被覆した被覆型ベンジルを設計した。被覆型ベンジルにおいて、シクロデキストリン誘導体とカルボニル基の間の立体障害によりベンジルのベンゼン環の回転が抑制されることが期待できる。

b) 成果

本研究では、シクロデキストリン誘導体を利用した連結型ロタキサン構造によりベンジルを被覆した分子8-insとその非被覆体8-uninsを合成した。8-uninsは溶液中において室温燐光発光を示さない一方で、8-insは室温燐光発光を示した。このように溶液中において連結型ロタキサン構造を利用してベンジルの分子内運動を抑制することによって励起状態から基底状態への過程を制御し、有機室温燐光発光材料の開発に成功した。

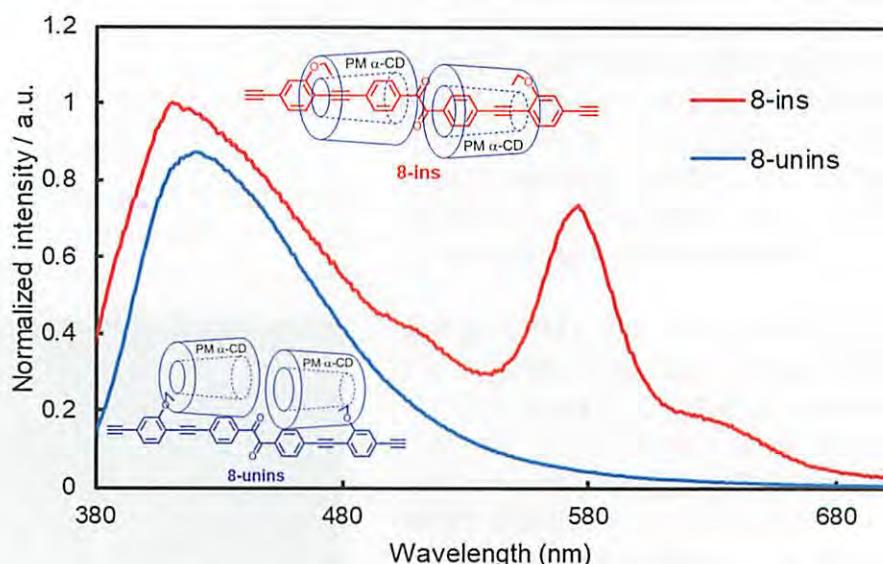


図 脱酸素したDMSO中（実線）および脱酸素していないDMSO中（破線）における8-insの発光スペクトル（濃度：0.01 mM、励起光：365 nm）

【参考文献】 1) H. Masai, J. Terao et al. *Nat. Commun.* 11, 408 (2020).

ナノシステム設計研究分野

客員教授 甲村 長利

a) 概要

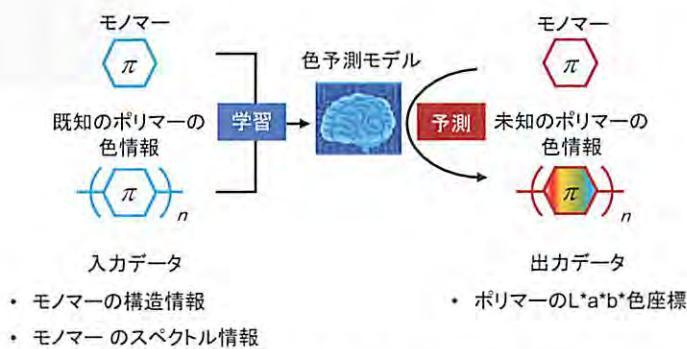
電気的に物体の色を可逆的に変化させることができるエレクトロクロミック材料は、調光窓や防眩ミラーとして利用されている。エレクトロクロミズムを示す材料のうち、 π 共役系ポリマーは軽量で柔軟性があり、分子構造の精密設計による色の調整も容易であるため、次世代のフレキシブルなエレクトロクロミック材料として注目されている。このような機能性材料の開発においては、これまで蓄積してきた知識や化学者の経験・勘に基づき、分子構造や合成条件を変えることで性能の向上を目指している。こうした手法は設計・合成・評価といったサイクルを回す必要があり、一般的に多くの時間がかかる。エレクトロクロミック材料の場合も同様に、材料自身の色は実際に合成して測定するまで分からぬ。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。

近年、機械学習の手法を用いることで、実験データや化学構造等の情報のみから未知の化合物の特性を予測することが可能となってきている。そこで、本研究では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て、モノマーの化学構造式およびモノマーの量子化学計算で得られるスペクトルデータをもとに、 π 共役系ポリマーの色予測を行う機械学習モデルの作製を行った。今回作製した色予測モデルはモノマーの情報のみからポリマーフィルムの色を予測することができる為、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

・機械学習による色予測モデルの作製

機械学習を用いて π 共役系ポリマーの色を予測するモデルを作製するために、 π 共役系ポリマーの色が数値化されているデータを論文から収集した。色の数値化には、一般的に使用されている $L^*a^*b^*$ 色座標を用いた。次に、論文から収集したポリマーの、モノマーの化学構造式から求めた構造に関する情報と、モノマーの量子化学計算から得られるスペクトルデータを組み合わせることで、色予測用の入力データを用意した。これらと π 共役系ポリマーの $L^*a^*b^*$ 色座標とを、機械学習の手法の1つであるランダムフォレストで相関付けするように学習させる事で色予測を行う機械学習モデルを作製した（図1）。



・未知の π 共役系ポリマーの色予測と実測色の評価

作製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データを入力し、ポリマーフィルムの色を予測させた。その結果、いくつかの候補化合物に関してはこれまでに報告例が少ない緑色系統のポリマーになると予測された。そこで、緑色系統になると予測された化合物の中から、合成の容易性も考慮していくつかのポリマーを実際に合成してフィルム色の評価を行ったところ、確かに緑色を示すポリマーとなった。今回作製した色予測モデルは論文から収集したデータを用いて学習されており、さらに、モノマーの情報のみからポリマーフィルムの色を予測することができた。この予測モデルを活用することで、所望の色を示すエレクトロクロミック材料を迅速に開発することができる期待される。

ナノシステム設計研究分野

招へい教員 佃 諭志 (令和3年4月1日～令和4年3月31日)

a) 概要

半導体量子ドットは、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、及び高い蛍光量子収率で単色性の高い発光を呈する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。量子ドットフィルター¹やmicro-LED等の次世代のディスプレイ様式では、量子ドットの微細な二次元パターニングが必要であり、リソグラフィやインクジェットプリント技術の重要性が増している。しかし、量子ドットを含むレジスト膜へ電子線を照射した場合、量子ドット表面に欠陥準位が形成され、蛍光量子収率が低下することが報告されている。そこで本研究では、電子線照射による量子ドットの発光強度の低下を抑制するため、CdSe 量子ドット表面に厚い CdS シェルを形成した CdSe/CdS コアシェル量子ドットの合成を試みた。

b) 成果

ホットソープ法により、直径 3.5 nm の CdSe 量子ドットを合成した(図 1(a))。この CdSe 量子ドットをオクタデセンに再分散した後、240°C に昇温し、CdS 原料をシリジンジホンプで滴下することで、CdSe/CdS コアシェル量子ドットの合成を行った。図 1(b)に示すように平均粒子サイズが、10.9 nm の CdSe/CdS 量子ドットが得られ、CdS 層の厚さが 3.7 nm の厚いシェルを CdSe 量子ドット表面に形成することに成功した。

図 2 の黒線で示した CdSe/CdS 量子ドットの光吸収スペクトルでは、明確な吸収ピークが 614 nm に観察され、CdS シェル被覆前の吸収ピーク(553 nm)に対し長波長シフトした。これは、波動関数がシェルに染み出すことにより、実効的な粒子サイズが増加したことによる。青線で示した蛍光スペクトルでは、ピーク波長 630 nm でスペクトル幅が 31 nm の単色性の高い赤色の発光が観察された。また、CdS シェルを形成することで、CdSe 量子ドット表面のダングリングボンドが不活性化され、発光強度の大幅な増加が観察された。厚い CdS シェルでコアを被覆することで、電子線による CdSe 量子ドット表面への損傷を抑制することが期待される。

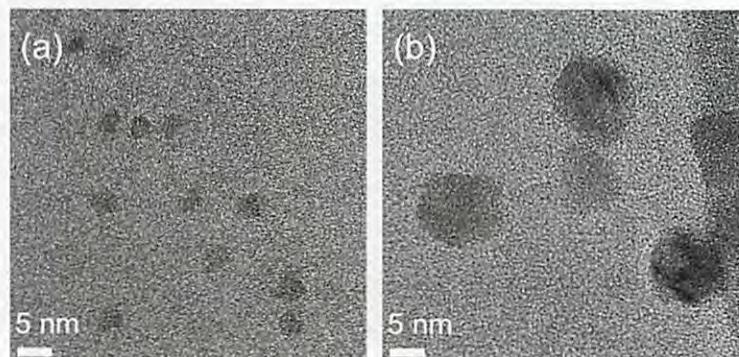


図 1 (a) CdSe, (b) CdSe/CdS 量子ドットの TEM 像。平均粒子サイズは、それぞれ(a) 3.5, (b) 10.9 nm であった。

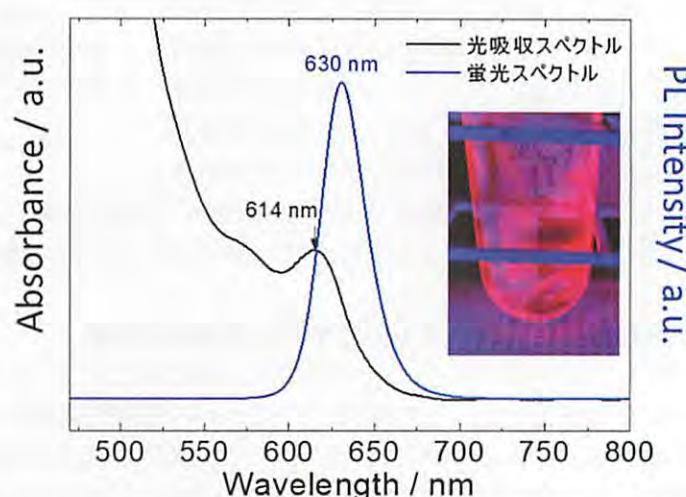


図 2 CdSe/CdS コアシェル量子ドットの光吸収(黒線)と蛍光スペクトル(青線)。挿入図は、ブラックライト照射下での発光の様子を示している。

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加工プロセスの一部を担当することもあります。2021年度は11研究室から146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推移するようになりました。

2021年度の新しい加工依頼として、金属の立体構造の試作を行いました。課題は数十 μm の穴が側面に開いた数百 μm の大きさの銅製の箱枠を作ることです。電磁波を入射するために天板と底板が無い構造をしており、側面の穴から電子線を入射します。微細加工の技術として確立しているフォトレジストのパターニングと、めっきによる銅の成長を組み合わせることにより試作してみました。

膜厚が厚く、耐薬品性も高いエポキシベースのフォトレジストと、電子回路基板の穴周りめっきで用いられている銅めっき液を用い試作を進めました。箱枠の側面に穴が開いている構造を作るため、フォトレジストによるパターニングとめっき工程を4回行いました。図2は仕上がった銅製箱枠の電子顕微鏡写真で、上写真は箱枠を上から眺めた様子、下写真は側面から観察した様子を表しています。この構造を作る際の一番の懸念はパターニングとめっきの工程が済んだのち、箱枠内部に残されたレジストが除去できるかでしたが、炭化させることにより除去できることが分かりました。炭化作業はアニールも兼ねていたのですが、ソニケーションによって金属構造が折れてしまうことも分かりました。現在、フィルムレジストを用いて大きさをきちんと制御した構造を作製中です。

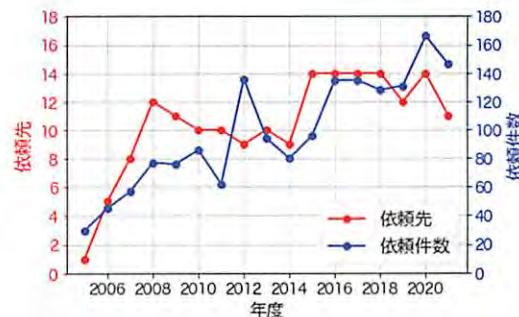


図1 2005年度以来の活動記録

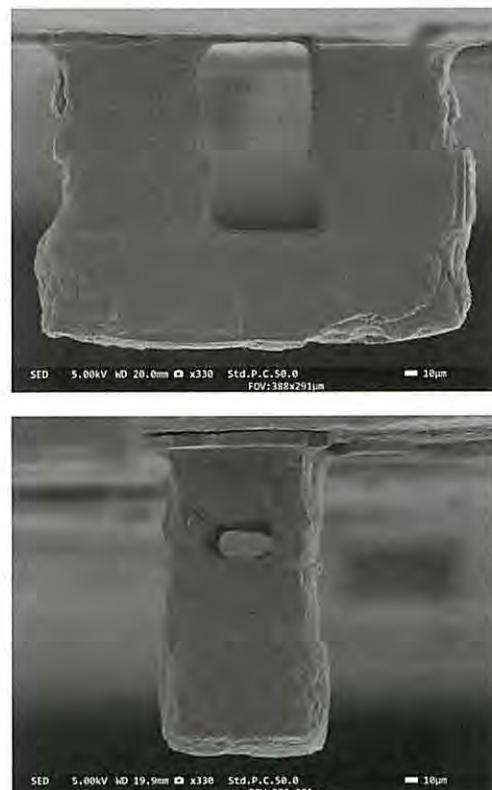


図2 銅板上にめっき成長させた銅箱枠。(上)箱枠を天井から見た様子。(下)箱枠を側面から見た様子。電子線を入射するための穴が開いています。

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

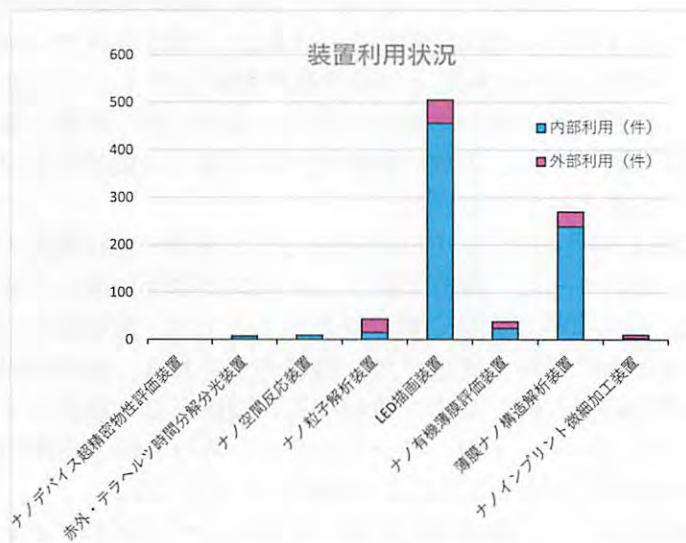
a) 概 要

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。

（2021/4/1～2022/2/28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
教授（兼任）	光岡 薫、谷口 正輝、正城 敏博
特任助教	北島 彰、法澤 公寛（令和3年12月31日退職）
特任研究員	津本 弥生（令和3年12月31日退職）、出口 寛子、柏倉 美紀（令和3年12月31日退職）、近田 和美（令和3年12月31日退職）、山崎 昌信（令和4年3月31日退職）、谷口 隆（令和3年12月31日退職）、和辻 祐規子（令和4年3月31日退職）
事務補佐員	圓見 恵子、下満 恒子（令和4年3月31日退職）

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・技術等の特長を生かして、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）、そして超高压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。また令和3年度は本事業の10年度目（最終年度）であり、当拠点では3プラットフォーム合計で延べ143件の支援を行った。令和3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3年度の支援課題件数（成果公開事業）

	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	19	1	7	27	33	2	8	43	29	1	6	36	81	4	21	106
共同研究	4	1	2	7	2	0	2	4	2	0	0	2	8	1	4	13
技術代行	0	0	0	0	4	1	3	8	6	1	1	8	10	2	4	16
技術補助	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	2	4
技術相談	0	0	0	0	2	0	0	2	1	1	0	2	3	1	0	4
合 計	23	2	11	36	41	3	13	57	40	3	7	50	104	8	31	143

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を受け入れた。令和3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3年10月28-29日	第8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、会場参加 計22名)
令和3年12月6-8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・大学院生	6
令和4年1月26-28日	nano tech 2022（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	10,607
令和4年2月8日	ナノ工学	大学院生	13

総合解析センター

センター長（兼任）教授	大岩 順
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、後藤 知代、西野 美都子
助教（兼任）	山下 泰信、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	謝 明君、蒋 瑞
事務補佐員	森 悅子

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。

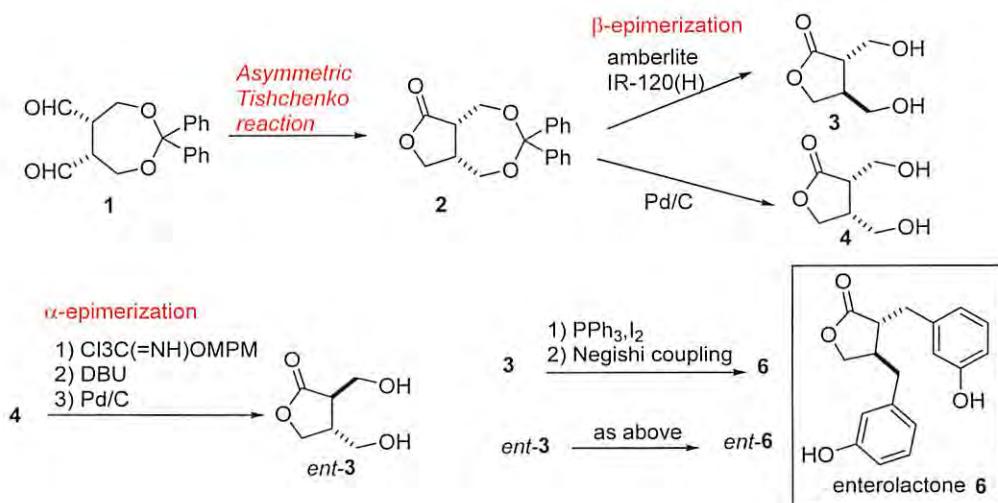
産業科学研究所内研究部門のプロジェクト研究、基盤研究、および一般基礎研究などの遂行に当たり、当センター所属の分光分析機器、組成分析機器、状態分析機器類を用いる各種材料スペクトル測定、解析、評価などを通じて強力な研究支援活動を行っている。

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

・選択性エピメリ化によるエンテロラクトンのエナンチオダイバージェント合成

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抗酸化、抗癌、抗炎症活性等の生物活性を有するエンテロラクトンのエナンチオダイバージェント合成を検討した。不斉 Tishchenko 反応により得られる光学活性ラクトン **2** を酸性条件下で、脱保護すると、 β エピメリ化したトランスジオール **3** を得た。また **2** を中性条件下で脱保護して得られたシスジオール **4** を MPM 基で保護した後、DBU で α エピメリ化し、MPM 基を脱保護後、トランスジオール *ent*-**3** を得た。得られた **3**,*ent*-**3** に対し、それぞれヨウ素化、根岸カップリングを行い、エンテロラクトンのエナンチオダイバージェント合成を達成した。



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（令和4年2月28日退職）、野田 祐樹、木村 輔、阿部 司（令和3年8月31日退職）
特任研究員	光岡 孝
事務補佐員	角 玲子
教授（兼任）	小口 多美夫、駒谷 和範、笛井 宏明、関谷 毅、関野 徹、沼尾 正行、八木 康史、鷲尾 隆、大岩 順、山田 裕貴、鈴木 孝禎、谷口 正輝、井関 隆之
准教授（兼任）	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 産研内 AI 導入連携研究

- AIRC 所内グラント：8 件採択

② 学内（他部局）AI 導入連携研究

・基礎工学研究科

スピントロニクス（スピントロニクス学術連携研究教育センター）

・先導的学際研究機構

ライフイメージング（超次元ライフイメージング研究部門）

産業バイオ（産業バイオイニシアティブ研究部門）

ICT（ダイキン工業、暮らしの空間デザイン ICT イノベーションセンター）

・工学研究科

フォトニクス（フォトニクスセンター、JST 共創の場（本格型）に昇格採択）

・歯学研究科、歯学部付属病院

ソーシャル・スマートデンタルホスピタル

・情報科学研究科

CMC サーバーメディアセンター、IDS データビリティフロンティア機構等

・医学研究科、医学部付属病院

- 主なプロジェクト：
- ・脳神経外科学（てんかん予測）、眼科学（眼科疾患予測）、感染制御学
 - ・科学機器リノベーション工作支援センター
文部科学省先端研究基盤共用促進事業コアファシリティ構築支援プログラムに参画
 - ・産研総合解析センターとも連携
 - ・CiDER 感染症総合教育研究拠点
 - ・薬学研究科

③産研 AI 導入連携研究

- ・産研内での主な AI 導入プロジェクト：
- JST 共創の場（関谷研究室）、JST-CREST（千葉研究室）、J-Innovation、Nedo（F3D）、ナノテク（ナノテクセンター、田中研究室、家研究室、谷口研究室、服部特別PJ）、量子ビーム（量子ビーム施設、細貝研究室）

④外部資金プロジェクト（実施中）

- ・COI-NEXT 本格型：フォトニクスセンターによる拠点への参画
- ・JST：CREST、共創の場、未来社会創造事業、AIP 加速
- ・NEDO ・NICT ・ERCA ・科研費基盤研究 A

⑤产学連携（企業との共同研究、受託研究など）全 56 件

- 主な企業
- | | |
|------------------------------|------------------|
| ・(株) 小松製作所 | ・日本電産マシンツール（株） |
| ・トップパン・フォームズ（株） | ・凸版印刷（株） |
| ・トヨタテクニカルデベロップメント（株） | ・富士通（株） |
| ・ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング（株） | ・(株) 電通デジタル |
| ・(株) SCREEN ホールディングス | ・オルガノ（株） |
| ・ローム（株） | ・三菱電機（株） |
| ・住友電工（株） | ・(株) ダイセル |
| ・(株) ホンダ・リサーチ・インスティチュート・ジャパン | ・旭化成工業（株） |
| ・(株) 神戸製鉄所 | ・(株) KSK アナリティクス |
| ・(株) 東芝 研究開発センター | ・京都府警察本部 |
| ・(株) ロータスマテリアル研究所 | ・パナソニック（株） |
| ・Meiji Seika フアルマ（株） | ・(株) E サーモジェンテック |
| ・(株) プロテクティア | ・(株) ビズジーン |
| ・東レ（株） | ・(株) アプリズム |
| ・(株) ロータスマテリアル研究 | ・伊東電機（株） |
| ・曾田香料（株） | ・(株) 香味発酵 |
| ・ノーサンファーム（株） | ・トヨタ自動車（株） |
| ・(株) UACJ | ・本田技研工業（株） |
| ・(株) デンソー | ・(株) 日立金属 |
| ・ニチコン（株） | ・ヤマト科学（株） |

⑥AI センター実施イベント

- ・AI 所内教育プログラム
開催日：2022 年 1 月 12 日 会場：オンライン開催 参加人数：60 名
- ・2021 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：2021 年 12 月 14 日～16 日 会場：グランフロント大阪 コングレコンベンションセンター

トランスレーショナルデータビリティ研究分野

教授	櫻井 保志
准教授	松原 靖子
助教	川畑 光希
特任助教	木村 輔
特任研究員	光岡 孝、与那嶺 直、Hwang, Jaewook、村山 太一、田邊 昭博、井村 亜矢
大学院学生	田邊 昭博、向井 文哉、中村 航大、佐藤 颯、小幡 紘平、藤原 廉、 村尾 淳、清水 風
事務補佐員	角 玲子

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ている。AIやビッグデータ解析は、この第4次産業革命を支える技術であり、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、迅速かつ自動的な対処を可能とするAIソフトウェアが求められている。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（図1）。また、产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技術の出力例であり、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

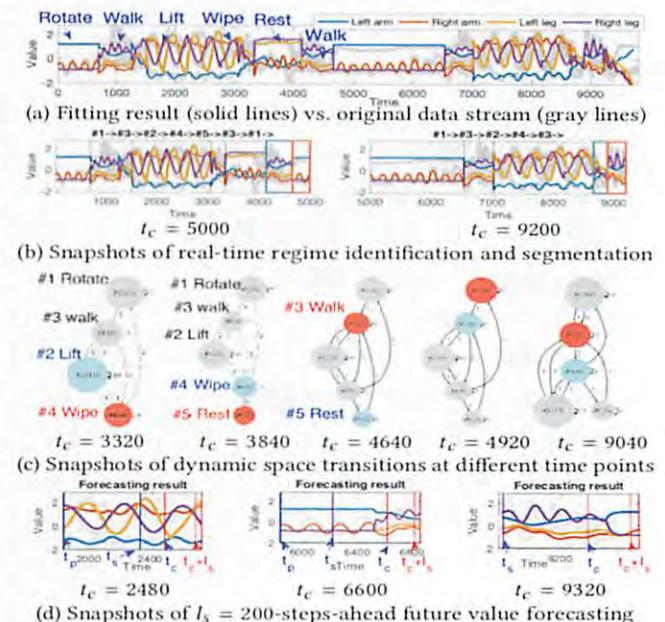


図2 モーションセンサデータを用いた要因分析技術の解析結果

一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。

・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 3 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

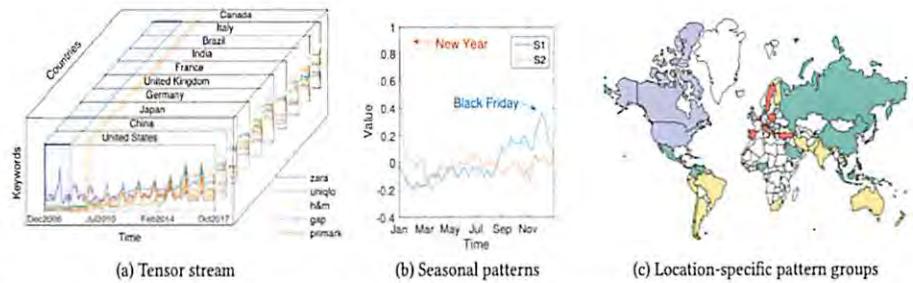


図 3 CubeCast によるリアルタイム予測の様子と検出パターンの例

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 3 (a) 青）を監視しながら潜在的なトレンドを発見し、適忽的にモデルを変化させながら長期先のデータ（図 3 (a) 赤）を予測し続ける。このとき、図 3 (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 3 (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。

・大規模時系列データからのイベント予測技術：SplitCast

SplitCast は大規模時系列データのためのイベント予測技術であり、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、特微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。深層学習に代表される分類/予測手法は、高精度なイベント予測結果を出力する一方、モデルパラメータからその予測

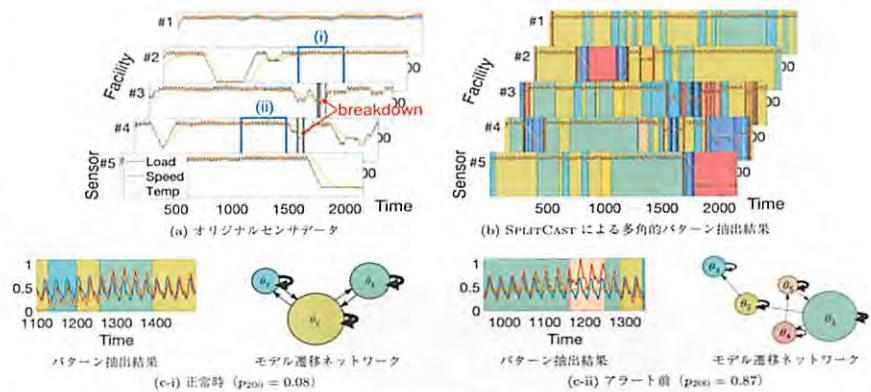


図 4 工場設備センサデータに対する SplitCast の出力結果

結果の要因を推定することは困難である。実際に収集されたデータを活用する際、高い予測精度だけでなく、予測が得られた要因を探り、現実の社会活動に役立てるためのモデル解釈性が重要となる。本手法は、時系列データの持つ潜在的なふるまいを確率モデルとして表現し、特微量化することで、予測精度を向上させながら出力結果の要因分析を可能とする。図 4 は実際の工場設備で収集されたセンサデータからの異常アラート予測結果であり、図 4 (a) はオリジナルデータ、図 4 (b) は提案手法で得られた共通の時系列パターンを同色のセグメントで可視化したものである。図 4 (c-i) は正常稼働時のパターン抽出結果であり、図 4 (c-ii) に示される異常アラート発生前の時系列パターンは、正常時とは異なるパターンの種類と遷移を持つことが可視化されている。このように、出力結果から異常アラートの要因を分析し、工場稼働率の向上など実際の活動に役立てることが可能である。

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。一方でセンサー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、地方自治体や道路管理者などのユーザーに正確な災害情報の伝達が可能になると考えられる。ここでは 20 年度に開発した低周波域 (0.3 Hz から 100 Hz) に低いカップリング誤差 (3%) を有するセンサを用い、これを電柱に設置してフィールド試験を行なうことで災害時の信号検出に取り組んだ。

・振動センサを用いた災害情報の検出

国立研究開発法人防災科学技術研究所の大雨水施設において災害時の信号検出に取り組んだ。具体的には電柱の地上高 5m に設置した長さ 1m の腕金の先端に振動センサを取り付け、人工的に発生させる土砂流動と降雨の検出に取り組んだ (図 a)。様々な条件で試験した結果、地面法線方向の振動成分において、10-100 Hz の帯域で土砂流動に起因すると想定される信号強度が増強し、一方で 100-1000 Hz の帯域では降雨に由来すると想定される信号強度が増強される傾向があることが明らかになった (図 b)。また、土砂災害がない状況において、電柱近辺を人一人歩行した場合においても、歩行に由来する信号を 2-5Hz の帯域で検出できたことから、災害時のみならず平常時の人流や車両などの検出の可能性が示唆された。今後は取得したデータを教師データとすることで災害時や平常時の状況を判定する予測する AI モデルの作成を行なう。

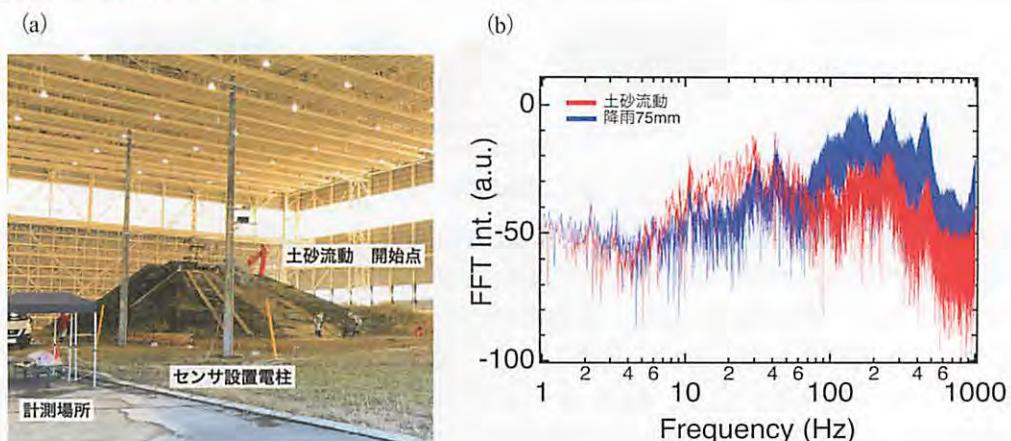


図.(a) 防災科学技術研究所における土砂流動実験の様子。斜面先端から 10 m 離した位置に電柱を設置し、地上高 5 m の位置に振動センサを設置した。(b) 振動センサの周波数特性。地上法線方向の成分を示す。計測時間は 60 秒、サンプリング周波数は 3000 Hz で実施した。

材料・ビーム系 AI 導入研究分野

准教授 今村 健太郎（令和4年3月31日退職）
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 处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。

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、時系列の長さおよび故障タイプについて異なる特徴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各センシングデータにおいて、異なる故障傾向 (#4, #5, #6) と共に予兆傾向 (#3) 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。

・集積スピナ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）において最も必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、スピニ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ニンセンサを含む、柔軟性の高いスピニンネットワークの開発が進められている。本研究では、スピニ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

准教授 滝澤 忍（兼任）
准教授 西野 美都子（兼任）

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、高選択性かつ高収率にて目的の生成物が得られる。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）。

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。

分類	飽和炭化水素類	芳香族炭化水素類	エーテル・エーテル類	アルコール類	ニトリル・ニトロ類
溶媒	シクロヘキサン  n-ヘキサン 	トルエン  α-キシリレン 	テトラヒドロフラン(THF)  1,4-ジオキサン  酢酸エチル 	CH ₃ OH メタノール  CH ₃ CH ₂ OH エタノール  CH ₃ CH(OH)CH ₃ イソプロピルアルコール 	CH ₃ CN アセトニトリル  CH ₃ NO ₂ ニトロメタン 

図2 クラスタリング法を用いて分類した12種類の溶媒

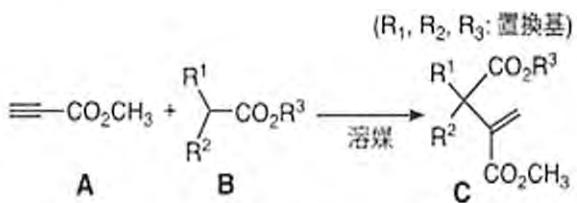


図1 極性変換型反

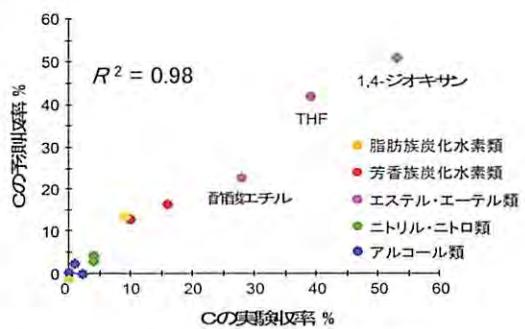


図3 実験収率と予測収率の回帰分析

ナノテク系 AI 導入研究分野

助教 小本 祐貴（兼任）

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 分子を識別できる单分子シーケンサーに対し、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单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、单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、单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 配列搅乱因子による細胞の性質への影響などである。

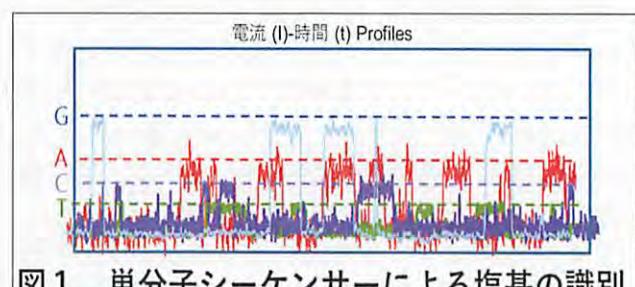


図 1 单分子シーケンサーによる塩基の識別

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に、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）。

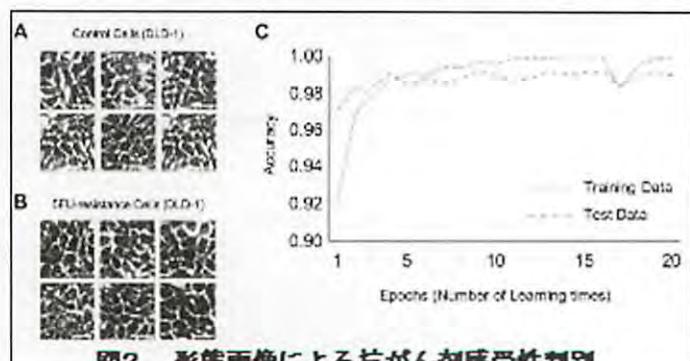


図 2 形態画像による抗がん剤感受性判別

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。

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た。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、单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。

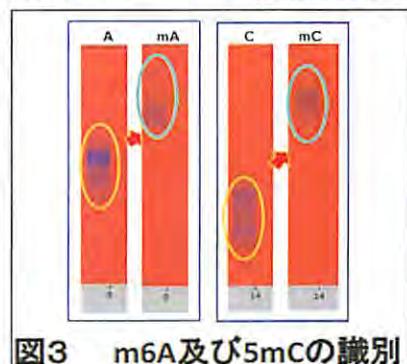


図3 m6A 及び 5mC の識別

・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 配列に挿入することで、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。

大腸癌細胞株へ 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、单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。

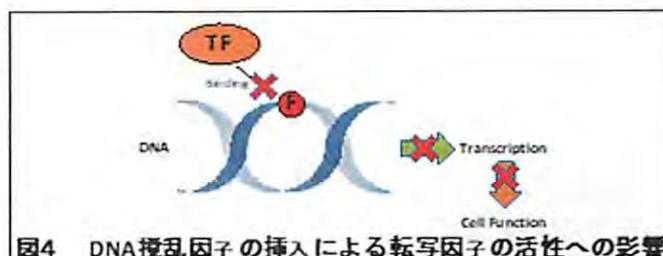


図4 DNA攪乱因子の挿入による転写因子の活性への影響

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（令和3年12月31日退職）、菅 晃一、岡本 一将、神戸 正雄、松門 宏治（令和3年12月20日退職）、LU CHAO
技術職員	古川 和弥、福井 寿平
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 10 件、拠点からが 11 件の合計 41 件であった（図 1）。全ての電子線形加速器の 2021 年度 2 月までの総利用時間は 3,152 時間、保守日を除いた総利用時間は 2,691 時間、総利用延べ日数 224 日、加速器利用の総課題件数 28 件であった。

① L バンド電子線形加速器

2021 年度 2 月までの保守日を除いた運転日数は 172 日、テーマ数 21 件、通算利用運転時間は 2,204 時間、延べ利用者数 1,298 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。

- ・電子ビーム振り分けシステムの使用に関する原子力規制庁への申請が承認された。それに伴い、重量扉とビームシャッターのインターロックロジックの変更、状態表示板の更新、振り分け制御プログラムの導入を行った。
- ・半導体スイッチの放電ノイズによる基板故障対策として自己給電式のゲート基板を開発し、5 月末にクライストロンモジュレータに組み込み、10 月にスイッチング異常で停止するまで 950 時間の利用実験に使用した。逆流防止用ダイオードの故障により下流の素子も連続的に故障することが判明したので、逆回復時間の短いダイオードに交換したが、試運転中に再度故障した。現在、原因を追究している。
- ・FEL 共振器のデチューニング用の電動 X 軸ステージが故障した。ステージ内部のエンコーダと通信



図 1 2021 年度テーマ件数

用の IC が放射線により故障したので、手動コマンドでフィードバックを無効化して利用している。また共振器の角度調整用のエンコーダ付き DC モーター・タイプのアクチュエータも故障が頻発していたので、放射線耐性の高いステッピングモータ・タイプのアクチュエータを新たに導入した。

・その他の保守作業として、冷却水システム清掃・整備、圧空ラインのリーク対応、電磁石電源・信号発生器の修理・交換、線源付きエリアモニターの廃止とそれに伴うインターロック修正、重量扉駆動系の整備等を行った。

② 150 MeV S バンド電子線形加速器

クーリングタワーからの冷却水ポンプ付近のバルブが錆びつき制御できなくなったため交換。フィルターもこの時交換した。SF6 ガスのリーク量は依然大きいものの、陽電子ビームの発生実験は可能であったため、168 時間程度このために運転を行った。

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 21 件、2021 年度 2 月までの利用回数は 362 回、総利用時間は 1,806 時間であった。今年度も大きな問題はなく運用できた。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 177 名であった。教育訓練は RI センター主催の教育訓練者を除く新規と継続登録者、および新規 X 線利用者に対し Web 等により実施した（内訳は放射線：12 名、X 線利用者：13 名）。緊急時対応訓練を 11 月に実施した。年 2 回（5 月と 11 月）に自主施設点検を行い問題がないことを確認した。1 月 19 日に原子力規制庁による立ち入り検査が、3 月 1 日には定期検査・定期確認が実施された。

令和 2 年の法令改正により個人線量計や空間線量測定用のサーベイメータに関する信頼性の向上が求められるようになった。これまでも電子式個人線量計の感度較正を行ってきており、より信頼性の高い感度較正方法を検討している。

・パルスラジオリシス時間分解共鳴ラマン分光による 2-チオウラシルの酸化二量体の反応

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 2-チオウラシル（2TU）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 2TU 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。

・S バンドライナックによる低速陽電子ビームの生成

150MeV S バンドライナックを用いて生成された陽電子ビームを B1 階の陽電子ビーム実験室に輸送し、短パルス化のためのタンゲステンリモデレータを用いた低エネルギー化の実験を行った。今年度はリモデレータからの再放出陽電子ビームの確認、及びその後の陽電子ビームの蓄積、パルス化が目標であったが、当初のコイル位置や電流量の調整だけでは再放出陽電子ビームを下流側のビームラインに導くことができなかったため、再度軌道計算を行いながらコイル配置の見直しやガイド用コイルの追加等を行い、下流側までガイドできるようになった。

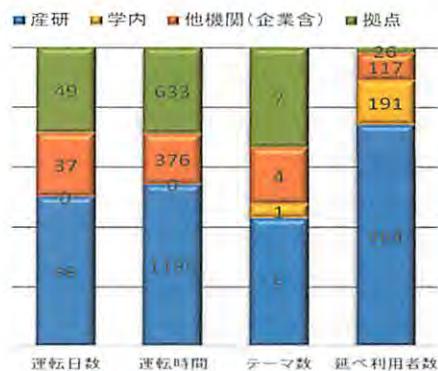


図 2. S バンドライナック利用実績



図 3. コバルト 60 利用実績

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

運営委員会（兼任）教授 大岩 頤

運営委員会（兼任）教授 古澤 孝弘

運営委員会（兼任）教授 藤塚 守

運営委員会（兼任）教授 谷口 正輝

教育連携推進室

室員（兼任）教授 谷口 正輝

室員（兼任）教授 大岩 頤

室員（兼任）准教授 古賀 大尚

室員（兼任）准教授 堂野 主税

産学・国際連携推進室

室員（兼任）教授 古澤 孝弘

室員（兼任）教授 永井 健治

室員（兼任）准教授 筒井 真楠

室員（兼任）助教 HOLLAND MATTHEW JAMES

a) 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、新入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を通じて優れた講義を提供するため、円滑な運営を行っている。本年度の新入オリエンテーションは、新型コロナ禍の影響によりオンライン開催となつたが、参加者への弁当無料配布や魅力的なオンラインアプリを活用するなど工夫を凝らしたイベントを実施したため、例年以上の参加者となり、所内メンバーの交流に大きく貢献した。

「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、起業家教育コンテンツ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。

産研が担当する全学共通教育科目に関しては、より魅力的な授業が提供できるよう、講義担当者の最適化を行った。さらに、海外学生に向けた産業科学研究所のPRと優秀な海外学生が大阪大学へ留学するきっかけづくりを目的として、海外学生向けのオンライン国際講義を来年度から実施することを決定した。また、全学のナノサイエンス・デザイン教育研究センター（令和4年4月1日より「エマージングサイエンスデザインR3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

a) 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、7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・鮮文大学校との間のEMGRL連携研究ラボは、2015年に閑野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。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. 適応インターフェースと機械学習

3. アーヘン工科大学-SOC ラボ

1. エナンチオ選択性的有機分子触媒
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. エナンチオ選択性的触媒の固定化
3. 新規炭素一炭素結合生成反応の開拓

5. 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

6. 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

7. 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

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）やその科学検査への応用、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

・非同期多視点歩行画像による End-to-end モデルベース歩容認証の精度向上

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、科学検査やサーバイランス等への応用が期待されている。本研究では、前年度開発した人物モデル当てはめによる歩容認証手法に対して、学習データに存在する非同期多視点歩行映像内で体型や姿勢系列が一貫するように学習する枠組みを提案した。これにより、観測方向に依らず、安定に歩行姿勢系列を推定できることを示した（図 1）。精度評価実験では、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。

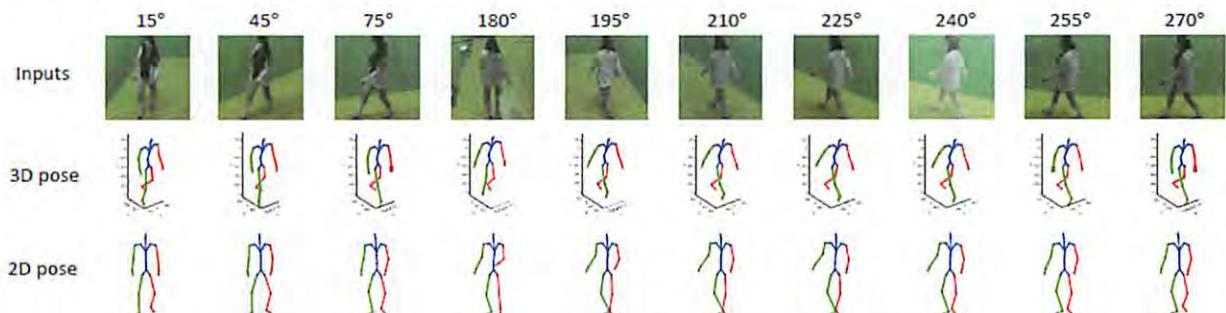


図 1 非同期多視点歩行映像を元に学習したモデル当てはめ結果

・歩行映像解析による体組成推定

筋肉量や体脂肪率などの体組成は、健康管理にとって重要な指標である。体組成は一般的には生体電気インピーダンス法に基づく体組成計を用いて計測するのが一般的であるが、計測の際に電極に素手・裸足で触れる必要があり、消毒を含めて計測には 2 分程度を要する。本研究では、ウィズコロナ時代に適した、歩行映像解析による非接触な体組成推定手法を開発した。大規模歩行映像データベースにより事前学習した深層学習モデルに対して、体組成の教示データが付与された小規模な歩行映像データベースで効果的に追加学習する枠組みを提案した（図 2）。実験により、半数以上の体組成項目について、相対誤差 5% 程度の精度を達成した。

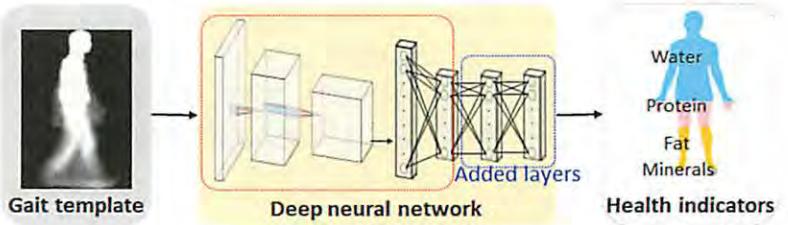


図 2 歩行映像解析による体組成推定の枠組み

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は、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。

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るがちである。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、病原細菌への抗生素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

- ・臨床分離株の公開ゲノムデータと実験で得た排出ポンプデータを組み合わせ、薬剤耐性緑膿菌に存在する共通の変異を複数発見

緑膿菌の薬剤排出ポンプの遺伝子 *mexB* について、臨床分離株のゲノムデータ <https://pseudomonas.com/> と野生株である PAO1 のゲノムデータを比較したところ、臨床分離株の *mexB* 遺伝子に、多数の株に共通してみられる点変異を新たに複数同定することができた。

特に多くの菌株で見られた3つの点変異は、アミノ酸変異を伴わず（サイレント変異）、codon usage は元のコドンと比較して高くなっていることが判明し、アミノ酸変異を伴わない点変異（サイレント変異）による新たな薬剤耐性化メカニズム（図2）の解明、および迅速な耐性菌判定手法の実用化に大きく貢献できると考えている。



図1 当研究分野の研究概要

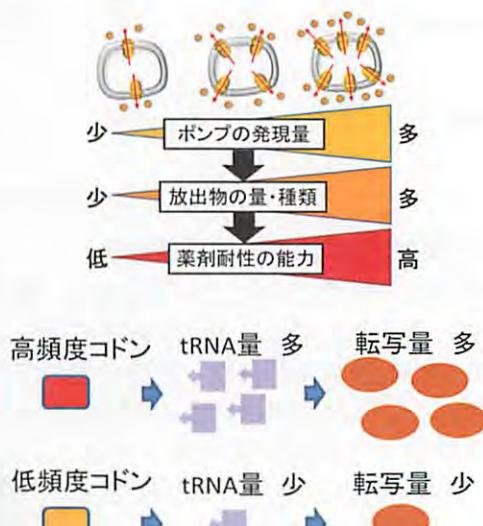


図2 サイレント変異による新たな薬剤耐性化メカニズム

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、応用には限りがあった。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、金属ポルフィリンにより形成された共有結合性有機構造体(COFs)を剥離することにより合成した光触媒について検討した。

b) 成果

・金属ポルフィリン COFs の剥離により合成した光触媒の高活性化

近年、地球規模の環境エネルギー問題が顕在化しつつあり、光触媒等の光を利用する新規光機能材料の開発は一層重要性が高まっている。太陽光は、紫外から近赤外領域に至るブロードバンドな波長を有している。しかしながら、既存の無機材料のみによる光機能性材料では、主に紫外線や短波長可視光の一部を光源として利用することが多い。今後の光機能性向上に向け、太陽光の有効利用を考慮すると、特に近赤外領域(>700 nm)の光にも応答する光機能性材料の開発が望まれていた。

我々は、可視光に加え、近赤外領域の光にも応答する光機能性の材料の候補として、過去に例のない二次元有機高分子に着目した。紫外から近赤外領域にまで幅広い吸収を有する、二次元の薄層ポルフィリン高分子を有機・物理化学的に設計・合成し、そのブロードバンド光触媒機能に関する検討を行い、本年度は、金属ポルフィリン COFs を剥離することで合成した光触媒の光化学特性について詳細に調べた [図1、論文1]。

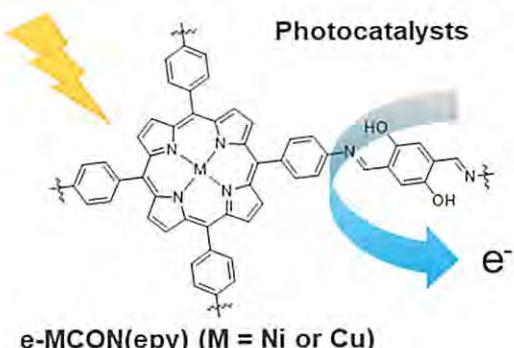


図1. 合成した光触媒の分子構造とその光触媒機構

[1] Xinx Li, Kota Nomura, Arnaud Guedes, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Mamoru Fujitsuka, Yasuko Osakada, Enhanced photocatalytic activity of porphyrin nanodisks prepared by exfoliation of metalloporphyrin-based covalent organic frameworks, ACS Omega in press.

a) 概要

機能性セラミックスは、工業、医療、環境、エネルギー等の幅広い分野で使用されており、材料およびその製造法は今日の社会を支える技術の一つである。機能性セラミックスは、目的の機能を示す結晶・材料構造設計とそれを実現する製造プロセスと原料選定が重要であり、特に生体内や環境分野で用いられる材料では表面反応に寄与する結晶表面および界面特性を制御するための構造・形態制御技術が求められる。多種多様な合成手法の中で、機能性セラミックスの結晶構造、形態やサイズの制御性・自由度が大きく形態制御が容易な手法として液相法が挙げられる。しかし、溶液からの結晶生成は結晶サイズ、形態、組成の均一制御が難しく、目的の最終生成物を得るためにには合成プロセスにおける結晶生成と成長に影響する複雑な作用因子を理解し制御する必要がある。

当グループでは、ナノ～マクロ構造の機能性セラミックスの合成プロセスおよび結晶形態制御手法の開発と、その応用展開を目指した高機能化を目指す。具体的には、水熱・ソルボサーマル法等の溶液プロセスによる結晶構造、組成、形態制御手法の開拓と機能制御、環境浄化、医療・生体材料およびガスセンサ材料等への応用を目指した機能性セラミックスの特性評価を進めている。

b) 成果

・ TiO_2 修飾水酸アパタイトの結晶形態と吸着特性の関係

水酸アパタイト (HAp) は、生体親和性や吸着特性を有することから生体材料や吸着剤、環境浄化材料として有用な材料である。HAp は結晶面によって異なる吸着特性を有すると考えられており、露出する結晶面や結晶形態、結晶サイズを調製することで選択的吸着特性を示す吸着材や触媒担体へ応用できると期待される。本研究では、ソルボサーマル合成によりアスペクト比の異なる TiO_2 修飾 HAp 針状結晶の光触媒を合成し、その吸着および光触媒特性について酸性と塩基性色素を調べた。その結果、吸着特性には、HAp 結晶表面のゼータ電位が大きく寄与していると考えられ、色素分子は結晶表面の水和層を介して吸着している可能性が実験結果から示唆された^[1]。

・層状チタン酸ナトリウムの Sr^{2+} 収着特性における結晶構造の影響

層状チタン酸ナトリウムは、優れたカチオン交換特性を示すことから水環境浄化材料等へ応用されている。これまで、層状チタン酸ナトリウムナノファイバー結晶が二次元に絡み合った「海苔様」シート構造を水熱法により合成し、その浄化特性について評価を進めている。本研究では、水中の Sr^{2+} 収着量およびその取り込み機構について調べた。海苔様シート構造を構成している二チタン酸ナトリウムは、従来用いられる三チタン酸ナトリウムと比較して、結晶構造中の Na^+ 量から計算される推定イオン交換容量が小さいものの、 Sr^{2+} の収着量が高いことを明らかにした。これは、直線的な層状構造を有する二チタン酸と比べて三チタン酸はジグザグの結晶構造を有しており、層間距離も小さいことから Sr^{2+} よりも水中の H^+ とのイオン交換選択性が高いためと考えられる（図 1）^[2]。

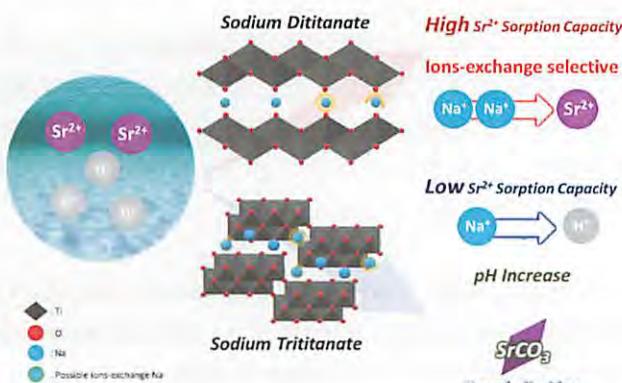


図 1 結晶構造による Sr^{2+} 収着挙動の違い

[1] T. Goto*, S. H. Cho, C. Ohtsuki, T. Sekino, *J. Environ. Chem. Eng.*, **9**, 105738 (2021).

[2] Y. Kondo, T. Goto*, T. Sekino*, *RSC adv.*, **11**, 18676 (2021).

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

a) 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「新産業創作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目指した「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3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、161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、世界に亘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、コア連携センターアンダーワンダードを設置し、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3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、家 裕隆 教授、大岩 顕 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（副リーダー）、能木 雅也 教授、吉田 陽一 教授、鷲尾 隆 教授、末永 和知 教授、白井 光雲 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）
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、替田 義英 准教授、垣花 真人 特任教授、山田 裕貴 教授、松本 健俊 准教授
- (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、楳原 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） 藤塚 守 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

2021 年度は依頼総数 170 件であった。内訳は所内 18 研究室、学内 5 研究室、5 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。



アクリルチャンバー



加圧成形用ジグ

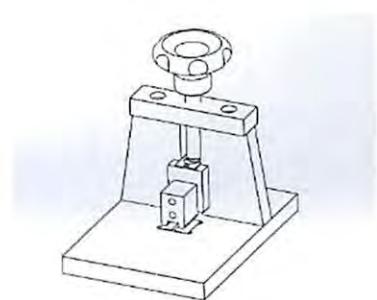


チタンサンプルの切断

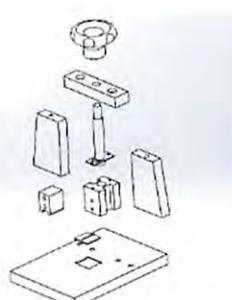


電子部品せん断器

近年は実験装置をゼロから設計するということが多くなっているため、モデリングソフトに関する研修へ派遣したり自己研鑽したりすることにより工場員の技術を高めている。設計には 3 次元 CAD を用いて装置の各部品の設計やアセンブリを行うことで全体の大きさや可動部の確認、質量・強度計算ができるため研究者に対して出来上がりイメージを伝え、後戻りが少なく完成度の高い装置製作を実現している。本年度はサンプルを割るための装置製作にこの技術が生かされた。



ジグの設計及びアセンブリの様子



完成したジグ



無響実験室

室長（兼任）教授	駒谷 和範
教授（兼任）	大岩 順
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 $4.0\text{ m} \times 7.2\text{ m}$ 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、現時点でもその性能は保たれている。

令和 3 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、無響実験室のホームページを介して、学外から使用の問合せや見学があった。

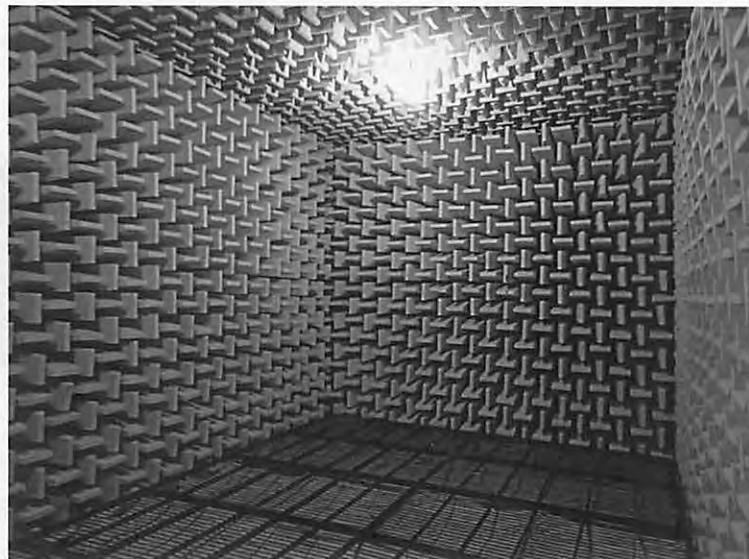


図 1 無響室の内部

施設管理室

教授（兼任） 駒谷 和範
派遣職員 大矢 多香子（令和3年5月9日採用、令和3年12月10日退職）
特任事務職員 大橋 佳代子（令和3年5月31日退職、令和3年12月1日採用）

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、次の各号に掲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

2021年度所内プロジェクトスペースの利用の内訳を以下に示す。

利用面積	研究室数
2373 m ²	24 研究室

2021年度ナノテクオープンラボは、以下に示す18名の研究代表者に利用された。

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	神吉輝夫 准教授	産業科学研究所
川上茂樹 特任准教授	産業科学研究所	荒木徹平 助教	産業科学研究所
永井健治 教授	産業科学研究所	植村隆文 特任准教授	産業科学研究所
黒田俊一 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
原田 明 特任教授	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
能木雅也 教授	産業科学研究所	森 勇介 教授	工学研究科
井谷俊郎 特任教授	産業科学研究所	安田 誠 教授	工学研究科
小野亮生 助教	産業科学研究所	小西 肇 准教授	工学研究科
沼尾正行 教授	産業科学研究所	廣瀬哲也 教授	工学研究科

2021年度企業リサーチパークの利用の内訳を以下に示す。

区分	利用面積	利用部屋数	利用数
学外（企業）	1710 m ²	37 部屋	23 社
学内	1074 m ²	20 部屋	10 プロジェクト

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、産業科学研究所に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]	[委員会]
令和2年度 ナノ工学講義	業績評価委員会
	ODINS 運用部会
[システム関連]	[その他]
サーバーセキュリティ外部監査	各種サーバー管理
PKI プロジェクト（国立情報学研究所）	ポスター印刷（64件）
教員業績評価	
[ネットワーク関連]	
ODINS 無線 LAN 設置	

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（常勤）	井関 隆之、小倉 基次（兼任）
特任准教授（常勤）	加藤 久明
特任研究員	鍵谷 圭
特任事務職員	山崎 知奈美

a) 概要

令和2年4月1日より、産業科学研究所（産研）の产学連携を担う产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、产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 产学連携の促進（共同研究締結、外部競争資金獲得支援、各種产学連携展示会、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、外郭団体である（一財）大阪大学産業科学研究所協会（阪大産研協会）を通じた产学連携支援、その他产学連携活動全般）
- ④ 知的財産の活用（産研内部の各種知財活用検討・支援、本部知的財産室および外部知財機関と連携、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（施設管理室との連携による企業リサーチパーク運営）

b) 成果

・产学連携促進（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、阪大産研協会との共催として3回開催した（新型コロナウイルス対策のため、全てオンラインと中継会場によるハイブリッド開催となった）。

開催回	開催日	テーマ	人数
第1回（通算100回）	2021.10.29	「2025 大阪・関西万博を盛り上げよう！産研の技術もアピール！」	82
第2回（通算101回）	2021.12.17	「表面・界面現象の分析技術」	36
第3回（通算102回）	2022. 2.28	「カーボンニュートラルに向けた蓄電池技術」	41

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2021』を発行し、産業界への幅広い冊子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

産研企業リサーチパーク入居の中小企業ならびに産研発ベンチャーを対象とし、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講演会（通算2回目）を実施した（2021

年8月24日。テーマ：「販路開拓推進に向けた中小機構の支援メニュー紹介セミナー：新しい製品・サービス等の販路開拓を行うために」、オンラインとのハイブリッド方式、総参加者数：18人)。

④ 展示会出展、マッチングイベント参加

産研が関係する業界団体などとの協力体制を活用し、主として以下のイベントに出展した。新型コロナ禍の継続により、一部は引き続きオンラインのみとなったが、主催者側への早期の段階からのハイブリッド開催の提案や、一部展示会場からのオンラインによるセミナー発信を実施するなど、ウィズコロナ時代に対応した展示会の方針検討と提案を積極的に行なった。

- ・内閣府 Society 5.0 科学博 (2021年7月15日～28日、東京スカイツリータウン／2021年7月17日～9月5日、オンライン展示会)：細貝研究室による出展をサポート
- ・JST イノベーション・ジャパン 2021：大学見本市 Online (2021年8月23日～9月17日、オンライン展示会)
- ・近畿バイオインダストリー振興会議 関西バイオビジネスマッチング (2021年10月1日～2021年11月19日、オンライン商談・展示会)
- ・第4回 5G/IoT 通信展 (2021年10月27日～29日、幕張メッセ)：フレキシブル 3D 実装協働研究所の出展をサポート
- ・3rd Tokyo Tech International Open Innovation Symposium 2021 ONLINE (2021年11月18日～12月25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])
- ・第3回 フアーマラボ EXPO[東京]アカデミックフォーラム（インターフェックス Week）(2021年12月8日～10日、幕張メッセ)
- ・イノベーションストリーム KANSAI (2021年12月14日～15日、グランフロント大阪)
- ・国際ナノテクノロジー総合展：nanotech2022 (2022年1月26日～28日、東京ビッグサイト[展示物およびブースセミナーのみオンライン併用])：ナノテクノロジーセンターの出展をサポート
- ・京都ビジネス交流フェア (2022年2月17日～18日、京都パルスプラザ)

⑤ 知的財産研究セミナー開催：「標準化」、ってなに？～ NEDO の有識者から標準化のイロハを学ぼう～

2021年12月8日にNEDO技術戦略研究センターの知財・標準化ユニット長 落合 弘之 様による「標準化」をテーマとしたセミナーを開催した(参加者総数：54名)。また、本企画と呼応する形で本部共創機構主催の知財セミナー(12月22日開催)についても共催として協力をなった。

⑥ 産業科学AIセンター主催「第3回AI教育プログラム」実施協力支援

過去2回の教育プログラムに戦略室として開催支援を実施。本年度は所内研究者の大半が受講を完了したため、AIセンターと共同研究を行う学内研究者や企業にも公開をする形で開催された。

・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なった。

利用率：100% 企業利用：23社(新規1社)

・研究会の支援

外郭団体である阪大産研協会において運営されている新産業創造研究会等の開催支援を行なった。

件数：3研究会(合計29回)

・外郭団体を通じた産学連携支援

阪大産研協会と共に、会員企業との情報交換や横串方向の交流を深めるため、協会事務局と共に会員企業へのアンケートを行い、会員企業を主体としたオンライン主体の交流会を実施した。

・外部資金獲得支援・産研発ベンチャー支援

2021年6月8日に大阪産業技術研究所との連携協定による科研費獲得実践セミナーを開催した(講師：永井教授、鈴木教授、荒木助教／参加者総数：115名(産研39名、大阪産技研76名))。

また、申請調書作成支援などの外部資金獲得支援を行なった。件数：44件(前年度：53件)

・その他特記事項

2025大阪・関西万博へ向けた諸活動(関連団体との意見交換・情報収集など)に加え、積極的な支援を推進するため産研の「共創パートナー登録」(2021年6月)を主導した。

広報室

室長（兼任）教授	能木 雅也
（兼任）教授	永井 健治、古澤 孝弘、千葉 大地、谷口 正輝
（兼任）准教授	伊藤 幸裕、 松原 靖子（～令和3年9月30日）、西 純（～令和3年9月30日）
	中村 友哉（令和3年10月1日～）、和田 洋（令和3年10月1日～）
（兼任）助教	木村 司、CHO Sunghun、横山 創一、藤田 高史（～令和3年9月30日）、 田中 裕行（～令和3年9月30日）、近藤 靖幸（令和3年10月1日～）、 神内 直人（令和3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3年9月30日）、緒方 のどか（令和3年10月1日～）

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产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产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ゼ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なった結果、今年度の学術的成果や产学連携の成果の報道情報に関し、昨年度の2倍以上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Annual reportを制作している。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：37件

記者会見件数：5件

・報道件数

掲載件数：1,809件（国内 777件（web 703件、新聞 56件、雑誌・情報誌 5件、TV・ラジオ 13件）、海外（web）1,032件）

・所内サイネージへの掲載実績

掲載件数：74件（うち広報室への依頼 24件）

[内訳] プレスリリース 35件 / イベント 25件 / お知らせ 7件 / 受賞等 5件 / 募集関係 2件

・施設見学実績

見学件数：1件 計20名（3/28-3/30（うち3/30が産研にて開催）MIRAI Science Camp 核物理研究センター、レーザー科学研究所と合同開催）

・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。7月末発行、日本語、8ページの刊行物、800部発行、配布。

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。7月末発行、英語、8ページの刊行物、50部発行、配布。

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。6月末発行、日本語、数百ページの刊行物、80部発行、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。7月末発行、英語、数十ページの刊行物、500部発行、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。12月発行、日本語、8ページの刊行物、200部発行、配布。今年度よりデジタルブックを作成、産研HP上で公開。

・いちょう祭

2021年4月30日（金）、5月1日（土）オンラインにて開催 参加者数：182名

・産研HP更新

更新件数：日本語版498件（Hot topics 46件、イベント22件、報道90件、受賞46件、公募33件、組織30件、刊行物4件、更新情報175件、その他52件）

英語版217件（Hot topics 21件、イベント3件、受賞46件、公募10件、組織20件、刊行物2件、更新情報93件、その他22件）

・産研SNS配信

更新件数：86件（Twitter公式64件、Twitterマスコット12件、YouTube10件）

・産研動画制作

動画制作件数：10件

〔内訳〕産研インタビュー5件、日経ウーマノミクス4件、すぐわかアカデミア1件

技術室

(主たる派遣施設)			
工作班	室 長	大西 政義	(試作工場機械加工室)
・機械加工係	班 長	榎原 昇一	(ナノ加工室)
	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)	榎原 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	松崎 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。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。
安全講習会開催（オンライン） 参加者 80 名 / 技術室報告会開催 参加者 65 名（オンライン 21 名、オンライン 44 名） / 会議撮影・テレビ会議支援 16 件 / PCB 廃棄物管理業務 / 放射線管理業務 / 酸素濃度巡視 / 消防・防災訓練の運営協力 / 液体窒素使用量集計 / ソフトウェアのアカデミックライセンス管理担当 / 技術室報告誌の発刊 / 大阪大学女性技術職員ネットワーク運営協力 / 有機元素分析はかり取り実技動画作成 / アライアンス HP の保守管理 / 物質・デバイス領域共同研究拠点に関する公募システムの構築

技術研究会、学会等での発表・講演等

- ・令和 3 年度 第一回 技術英語研修（スピーキング）（オンライン / 6/14）
- ・"第 88 回 日本分析化学会有機微量分析研究懇談会/第 116 回計測自動制御学力学量計測部会 第 38 回合同シンポジウム"（オンライン / 口頭発表 / 6/17-18）
- ・有機元素分析研究会（京都大学 / 8/10）
- ・大阪大学技術職員研修（第 36 回）（吹田キャンパス / 口頭発表 2 名 / 9/2-3）
- ・令和 3 年度 機器・分析技術研究会 in 山口宇部（オンライン / 9/9-10）
- ・オンラインサイエンス 2021（オンライン / 8/3, 17）
- ・オンライン機械工作技術研究会 2021（オンライン / 9/16）
- ・第 2 回女技カフェ（オンライン / 9/16）
- ・令和 3 年度（秋季）「放射線安全管理研修会」（オンライン / 9/29）
- ・産業保健総合支援センター研修（オンライン / 9/30）
- ・第一種衛生管理者試験（加古川 / 10/21）
- ・自衛消防業務再講習（あべのフォルサ / 10/22, 29）

- ・自衛消防業務新規講習（あべのフォルサ / 10/27-28）
- ・第 100 回産研テクノサロン（グランフロント大阪 / 10/29）
- ・表面真空学会学術講演会（オンライン / 11/3）
- ・令和 3 年度放射性同位元素取扱施設安全管理担当教職員研修（オンライン / 11/11-12）
- ・有機元素分析はかり取り動画撮影（京都大学 / 10/21, 11/30）
- ・第 3 回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会（オンライン / 12/1-3）
- ・東工大 TC カレッジ令和 3 年度セミナー（オンライン / 12/22）
- ・部局横断型女性技術職員ネットワークセミナー（オンライン / 12/23）
- ・在職者訓練コース（機械加工技術 旋盤加工技術（外形・ねじ加工編））（ポリテクセンター関西 / 1/12-14）
- ・KEK 技術職員シンポジウム（オンライン / 1/20-21）
- ・在職者訓練コース（3 次元 CAD を活用したアセンブリ技術(SolidWorks)）（ポリテクセンター関西 / 3/2-4）
- ・令和 3 年度近畿地区国立大学法人等教室系技術職員研修（オンライン / 3/8）
- ・核融合科学研究所 技術研究会（オンライン / 口頭発表 / 3/10-11）
- ・オンライン分科会・機械工作技術研究会（オンライン / 3/16）
- ・特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者技能講習（奈良新聞社 / 3/23-24）

受賞、表彰

- ・令和 3 年 6 月 18 日 / ベストオーラルプレゼンテーション賞（第 88 回日本分析化学会有機微量分析研究懇談会 第 116 回計測自動制御学会力学量計測部会 第 38 回合同シンポジウム発表表彰選考委員会）/ 松崎 剛
- ・令和 3 年 11 月 25 日 / 令和 3 年度大阪大学賞・大学運営部門 / 奥村 由香

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 855	1 名
エックス線作業主任者	5 名	実用英語技能検定 準 1 級	1 名
甲種防火管理講習	1 名	メンタルヘルスマネジメント II 種	1 名
第一種放射線取扱主任者	2 名	機械設計技術者試験 2 級	1 名
第一種衛生管理者	5 名 (内、新規 1 名)	ガス溶接技能講習	1 名
毒物劇物取扱者	1 名	玉掛け 技能講習	4 名
防火教育担当資格者	1 名	床上操作式クレーン運転 技能講習	2 名
防災管理講習	1 名	有機溶剤作業主任者	1 名
防災教育担当資格者	1 名	アーク溶接 特別教育	3 名
危険物取扱者 乙種 1 類～6 類	2 名	研削砥石の取替え 特別教育	2 名
危険物取扱者 甲種	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 化学	1 名	低圧電気取扱業務 (14H)	2 名
高圧ガス製造保安責任者 乙種 機械	2 名	天井クレーン定期自主検査者安全教育	2 名
第三種電気主任技術者	2 名	普通救命講習 I	1 名
第二種電気工事士	2 名	普通救命講習 II	1 名
ソフトウェア開発技術者	1 名	自衛消防業務講習	12 名 (内、新規 1 名)
機械保全技能検定 3 級	1 名	特別管理産業廃棄物管理責任者	5 名
CAD 利用技術者試験 2 級	1 名	特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者	1 名 (内、新規 1 名)
Oracle Certified Java Programmer, Silver SE 8	1 名		
TOEIC スコア 750	1 名		

事務部（令和4年3月31日現在）

総務課	(事務部長)	増田 敏裕
	(課長)	水野 敬仁
	総務係 (係長)	竹内 弘
	(主任)	岡田 優子
人事係	(特任事務職員)	三輪 久美子
	(特任事務職員)	高見 志保
	(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)	董澤 貴子
	(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)	辻 隆彰
	(主任)	水澤 絹代
財務係	(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)	高山 愛
	財務係 (係長)	岡本 幸治
	(事務職員)	尾形 翔太
契約係	(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)	藤田 健太
	(特任技術職員)	宇野 悅子
	(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] Distinguishing persistent effects in an undoped GaAs/AlGaAs quantum well by top-gate-dependent illumination, Takafumi Fujita, Ryota Hayashi, Makoto Kohda, Julian Ritzmann, Arne Ludwig, Junsaku Nitta, Andreas D. Wieck, and Akira Oiwa: Journal of Applied Physics, 129 (2021) 234301.

[2] Preparation and Readout of Multielectron High-Spin States in a Gate-Defined GaAs/AlGaAs Quantum Dot, H. Kiyama, K. Yoshimi, T. Kato, T. Nakajima, A. Oiwa, and S. Tarucha: Phys. Rev. Lett., 127 (2021) 086802.

[3] Noise-robust classification of single-shot electron spin readouts using a deep neural network, Yuta Matsumoto, Takafumi Fujita, Arne Ludwig, Andreas D. Wieck, Kazunori Komatani & Akira Oiwa: npj Quantum Information, 7 (2021) 136.

[4] Design of bull's-eye optical cavity toward efficient quantum media conversion using gate-defined quantum dot, Sangmin Ji, Takeyoshi Tajiri, Haruki Kiyama, Akira Oiwa and Satoshi Iwamoto: Japanese Journal of Applied Physics, 60 (2021) 102003.

[5] Detection of photogenerated single electrons in a lateral quantum dot with a surface plasmon antenna, Rio Fukai, Yuji Sakai, Takafumi Fujita, Haruki Kiyama, Arne Ludwig, Andreas D. Wieck and Akira Oiwa: Applied Physics Express, 14 (2021) 125001.

国際会議

[1] Enhanced Efficiency of Single Photoelectron Trapping in a Gate-defined Quantum Dot with a Surface Plasmon Antenna , Rio Fukai, Yuji Sakai, Takafumi Fujita, Haruki Kiyama, Arne Ludwig, Andreas D. Wieck, Akira Oiwa: 24th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems 20th International Conference on Modulated Semiconductor Structures.

[2] Optical emission from a lateral p-i-n junction formed in an un doped GaAs/AlGaAs quantum well , Takafumi Fujita, Satoshi Yanagidani, Genki Fukuda Julian Ritzmann, Arne Ludwig, Andreas D. Wieck, Akira Oiwa: 24th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems 20th International Conference on Modulated Semiconductor Structures.

[3] Characterization of Josephson Junctions with quantum point contact formed in an epitaxial Al/InAs quantum well heterostructure , Haruki Kiyama, Hiroki Idenishi, Nozomu Hayashi, Mihir Pendharkar, Chris J. Palmstrom, Akira Oiwa: 24th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems 20th International Conference on Modulated Semiconductor Structures.

[4] High-fidelity Spin Readout Optimized by a Two-step Latching , Haruki Kiyama, Danny van Hien, Arne Ludwig, Andreas D Wieck, Akira Oiwa: 24th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems 20th International Conference on Modulated Semiconductor Structures.

[5] Photon-spin quantum interface using gate-defined quantum dots combined with nano-photonic structures , Akira Oiwa: International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021).

[6] Illumination Effects on Gate-defined GaAs Quantum Dots in an Undoped Quantum Well , G. Fukuda, R. Hayashi, T. Fujita, M. Kohda, J. Ritzmann, A. Ludwig, J. Nitta, A. D Wieck, A. Oiwa: 24th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems 20th International Conference on Modulated Semiconductor Structures.

[7] Fast singlet-triplet readout using a deep neural network , Y. Matsumoto, T. Fujita, A. Ludwig, A. D. Wieck, and A. Oiwa: 24th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems 20th International Conference on Modulated Semiconductor Structures.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

大岩 頸	20th International Conference on Modulated Semiconductor Structures (副実行委員長)
大岩 頸	Workshop on Innovative Nanoscale Devices and Systems (WINDS) 2021 (Japan Co-Chair)
大岩 頸	The 11th Workshop on Semiconductor/Superconductor Quantum Coherence Effect and Quantum Information (実行委員)
木山 治樹	The 11th Workshop on Semiconductor/Superconductor Quantum Coherence Effect and Quantum Information (実行委員)
藤田 高史	The 11th Workshop on Semiconductor/Superconductor Quantum Coherence Effect and Quantum Information (実行委員)

国内学会

日本物理学会 2021 年秋季大会	3 件
第 76 回産研学術講演会	3 件
第 77 回日本物理学会年次大会	2 件
The 11th Workshop on Semiconductor/Superconductor Quantum Coherence Effect and Quantum Information	2 件
2021 年度 ATI 第 2 回スピントロニクス研究会	1 件

取得学位

博士 (工学) 深井 利央	表面プラズモンアンテナを有する横型量子ドットにおける単一光生成電子検出
修士 (理学) Aldo Tarascio	Characterizing transport properties of suspended AlGaAs/GaAs/AlGaAs quantum well structures for a gate-defined quantum dot embedded in a photonic crystal cavity
修士 (理学) 森栄 公佑	半導体量子ドットの二電子 спин全固有状態判別の研究
修士 (工学) 中村 駿吾	量子ドット 2 次元アレイにおけるスピニ量子ビット高精度操作に向けた微小磁石の設計
修士 (工学) 持山 英	3 スピニもつれ状態を利用した単一スピニ状態伝送に向けた横型 5 重 GaAs 量子ドットの作製
修士 (工学) 林 望	クーパー対分離に向けた GaAs2 次元電子系への超伝導接合と InAs ゲート制御型量子ドットの作製に関する研究
修士 (工学) 春木 趟広	光子-スピニ相互量子状態変換に向けたアンドープ GaAs 量子井戸 p-n 接合の作製と評価
修士 (工学) 吉井 崇人	光子-正孔スピニ量子インターフェースに向けた Ge 正孔量子ドットの作製
学士 (工学) 谷口 浩輝	ゲート絶縁膜を用する GaAs/AlGaAs ヘテロ構造における電荷ノイズの低減
学士 (工学) 松岡 雄大	Pt オーミック電極を有する Ge2 次元正孔系の磁気輸送特性の評価
学士 (工学) 都築 龍生	オーバーラップゲート構造を用いた横型五重量子ドットの作製と評価
学士 (工学) 森本 達也	量子ドット中の単一電子のスピニ読み出しの最適化に関する研究

科学研究費補助金

		単位 : 千円
基盤研究 (S) 大岩 頸	電気制御量子ドットを使った光子-電子スピニ相互量子状態変換の研究	18,460
若手研究 藤田 高史	横型量子ドットのゼロ磁場領域における少数スピニ物理の研究	3,770
受託研究 大岩 頸	(国研) 科学技術振興機構 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	3,900

大岩 頸	(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	17,000
奨学寄附金			
大岩 頸	公益財団法人旭硝子財団		1,500
大岩 頸	公益財団法人村田学術振興財団 理事長 村田 恒夫		1,000
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 吉田 進		300
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 横尾 隆司		1,000
共同研究			
大岩 頸	National Research Council of Canada	Heralded sensing & transcription of an incoming photonic qubit state at a coherent photon-to-spin interface	9,254

界面量子科学研究分野

原著論文

- [1] Electric-field effect on magnetic moments in Co ultra-thin films deposited on Pt, A. Obinata, T. Koyama, F. Matsukura, K. Nakamura, D. Chiba: APPLIED PHYSICS LETTERS, 118 (15) (2021) 152405.
- [2] Modification of interfacial spin-orbit torque in Co/Pt/oxide hybrid structures, T. Hirai, K. Hasegawa, S. Ota, M. Suzuki, T. Koyama, D. Chiba: PHYSICAL REVIEW B, 104 (13) (2021) 134401-1.
- [3] Double mutations in the H9N2 avian influenza virus PB2 gene act cooperatively to increase viral host adaptation and replication for human infections, E. M. Elgendi, Y. Arai, N. Kawashita, A. Isobe, T. Daidoji, M. S. Ibrahim, T. Ono, T. Takagi, T. Nakaya, K. Matsumoto, Y. Watanabe: JOURNAL OF GENERAL VIROLOGY, 102 (6) (2021) 1612.
- [4] Drift Suppression of Solution-Gated Graphene Field-Effect Transistors by Cation Doping for Sensing Platforms, N. Miyakawa, A. Shinagawa, Y. Kajiwara, S. Ushiba, T. Ono, Y. Kanai, S. Tani, M. Kimura, K. Matsumoto: SENSORS, 21 (22) (2021) 7455 1.
- [5] Biaxial strain sensing using a Pd/Co-based perpendicular flexible spin valve, H. Matsumoto, S. Ota, T. Koyama, and D. Chiba: Applied Physics Express, 15 (2022) 033004 1.
- [6] CoFeB/MgO-based magnetic tunnel junctions for a film-type strain gauge, K. Saito, A. Imai, S. Ota, T. Koyama, A. Ando, and D. Chiba: Applied Physics Letters, 120 (2022) 072407 1.
- [7] Ionic strength-sensitive and pH-insensitive interactions between C-reactive protein (CRP) and an anti-CRP antibody, Y. Oka, S. Ushiba, N. Miyakawa, M. Nishio, T. Ono, Y. Kanai, Y. Watanabe, S. Tani, M. Kimura, and K. Matsumoto: Biophysics and Physicobiology, 19 (2022) e1900031.
- [8] Current-induced perpendicular magnetization switching without external magnetic field in gate-induced asymmetric structure, K. Hasegawa, T. Koyama, and D. Chiba: Applied Physics Letters, 119 (2021) 202401 1.

国際会議

- [1] Electrical enzymatic assay at biomimetic surfaces of graphene field-effect transistor array , T. Ono, K. Kamada, R. Hayashi, A. R. Piacenti, C. Gabbott, N. Miyakawa, K. Yamamoto, N. Sriwilaijaroen, H. Hiramatsu, Y. Kanai, T. Koyama, K. Inoue, S. Ushiba, A. Shinagawa, M. Kimura, S. Nakakita, T. Kawahara, Y. Ie, Y. Watanabe, Y. Suzuki, D. Chiba, S. Contera, K. Matsumoto: MicroTAS 2021 Conference (25th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences).

[2] Mechanical motion detection using flexible spin devices , D. Chiba: The 5th Symposium for The Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics, and the 4th Symposium on International Joint Graduate Program in Materials Science.

[3] Mechanical sensing by flexible spin devices , D. Chiba: 10th imec Handai International Symposium.

[4] High-sensitive strain sensing using tunnel magnetoresistance effect , Kenta Saito, Akiko Imai, Tomohiro Koyama, and Daichi Chiba: The 25th SANKEN International Symposium.

[5] Temperature Dependence of Spin-Orbit Torque in Ferromagnet/Antiferromagnet-insulator/Heavy-metal Tri-layer Structure , Toshiaki Morita, Kento Hasegawa, Tomohiro Koyama, and Daichi Chiba: The 25th SANKEN International Symposium.

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.

特許

[1] 「国内特許出願」 歪み測定装置および歪みの測定方法, 2021-198498

[2] 「国内特許出願」 応力センサ, 2022-018696

[3] 「国際特許出願」 磁性体検査装置、及び、磁性体検査方法, PCT/JP2021/019773

[4] 「国際特許出願」 磁気抵抗素子の製造方法, PCT/JP2021/025284

[5] 「国際特許出願」 バイオセンサ、検出方法および検出装置, PCT/JP2022/004686

[6] 「国内成立特許」 標的物質の電気的定量方法、定量システム及び試薬, 2020-167172

[7] 「国内特許出願」 微小物質検出方法及び微小物質検出用デバイス,

[8] 「国内特許出願」 情報処理方法、情報処理装置及び磁性素子,

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

千葉 大地 Applied Physics Letters (Special Topic Guest Editor)

千葉 大地 Scientific Reports (Editorial Board Member)

国内学会

インフラ先端コンソーシアム(MSD 分科会) 1 件

第 5 回固体化学フォーラム研究会 1 件

第 8・2 回応用物理学会秋季学術講演会 7 件

第 9 回 集積システム材料産学連携コンソーシアム全体会議 1 件

第 5 回電界効果ワークショップ 1 件

大阪科学賞第 3・9 回表彰式・記念講演 1 件

科学研究費補助金基盤研究 (S) 「ナノ超構造がもたらす熱スピinn機能変革」研究会 1 件

第 69 回応用物理学会春季学術講演会 5 件

第 36 回エレクトロニクス実装学会春季講演大会 1 件

取得学位

博士 (工学) Unidirectional magnetoresistance and spin-orbit torque in ferromagnetic thin films
長谷川 顕登

修士 (工学) 無電源で力学情報を検知・蓄積するメカニカルスマートレジスタの実現に
鳥居 大雅 向けた研究

修士 (工学) 柳樂 亮太	ウェアラブル集積スピンドセンサパッドの実現に向けた研究	
学士 (工学) 五喜田 孟彬	フレキシブル基板上に形成した CoFeB/MgO 構造における垂直磁気異方性のひずみ制御	
学士 (工学) 米田 洩史	磁気異方性の空間変調を利用したカイラリティ誘起磁化制御に関する研究	
学士 (工学) 松下 朋樹	ビルトインひずみ誘起の磁気異方性を有するスピンドバルブの実現に向けた研究	
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ドバイスを用いた完全無電力 IoT レジスター・論理演算素子の創製	8,190
挑戦的研究 (萌芽) 千葉 大地	ストレッチャブルスピンドバイス実現を目指した超瞬間熱処理プロセス構築への挑戦	3,510
基盤研究 (B) 金井 康	エピタキシャルグラフェンによる電荷移動型 FET バイオセンサの開発	455
基盤研究 (B) 小野 先生	グラフェンアリスト酸化物ガスセンサのセンシング機序と混合ガスセンサの創出	390
基盤研究 (A) 千葉 大地	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	
受託研究		
千葉 大地	(国研) 科学技術振興機構 集積スピンドバイオセンサシステムの構築	44,200
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	20,254
千葉 大地	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 官民による若手研究者発掘支援事業／マッチングサポートフェーズ／永久磁石と磁気センサを用いた新規非破壊鉄筋計測システムの創出	9,527
小山 知弘	(国研) 科学技術振興機構 局所磁性変調による磁壁移動メモリの革新的情報制御技術の開拓	6,942
小野 先生	(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	10,166
奨学寄附金		
小山 知弘	公益財団法人カシオ科学技術振興財団 理事長 檀尾 隆司	1,000
金井 康	(一財)イオン工学振興財団	728
千葉 大地	(公財)旭硝子財団	2,000
共同研究		
千葉 大地	株式会社鷺宮製作所 ダイヤフラム型圧力計へのスピンドひずみゲージの実装に関する研究	2,497
千葉 大地	国立大学法人東京工業大学 集積システム材料产学連携コンソーシアムにおける革新的なデバイスの材料創出・デバイス集積化・システム化に向けた基盤・応用技術の研究	0
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

小山 知弘	国立大学法人東京工業大学	集積システム材料产学連携コンソーシアムにおける革新的なデバイスの材料創出・デバイス集積化・システム化に向けた基盤・応用技術の研究	0
小野 勇生	株式会社村田製作所	グラフェンFETバイオセンサの新規アプリ探索	650
小野 勇生	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	3,472
小野 勇生	国立研究開発法人産業技術総合研究所	多項目遺伝子検出センサアレイに関する研究	0
小野 勇生	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			
小野 勇生	大阪大学スピントロニクス学術連携研究教育センター若手教員科研費挑戦支援	(課題名なし)	300
小山 知弘	大阪大学スピントロニクス学術連携研究教育センター若手教員科研費挑戦支援	(課題名なし)	300
小野 勇生	大阪大学 SAKIGAKE クラブ・OU エコシステム支援プログラム	量子生体デバイスの高速・多項目計測のための基盤構築	500
千葉 大地	大阪大学 学際共創プロジェクト(IDS)	スピニ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] Heterogeneous Functional Dielectric Patterns for Charge-Carrier Modulation in Ultraflexible Organic Integrated Circuits, Koki Taguchi, Takafumi Uemura, Naoko Namba, Andreas Petritz, Teppei Araki, Masahiro Sugiyama, Barbara Stadlober, and Tsuyoshi Sekitani: *Advanced Materials*, 33 (2021) 2104446.

[2] Effect of Macroscale Mesh Design of Metal Nanowire Networks on the Conductive Properties for Stretchable Electrodes, Satoshi Takane, Yuki Noda, Naomi Toyoshima, and Tsuyoshi Sekitani: *Applied Physics Letters*, 118 (24) (2021) 243102.

[3] Mobility enhancement of DNTT and BTBT derivative organic thin-film transistors by triptycene molecule modification, Masahiro Sugiyama, Sophie Jancke, Takafumi Uemura, Masaya Kondo, Yumi Inoue, Naoko Namba, Teppei Araki, Takanori Fukushima, and Tsuyoshi Sekitani: *Organic Electronics*, 96 (2021) 106219.

[4] Imperceptible Energy Harvesting Device and Biomedical Sensor Based on Ultraflexible Ferroelectric Transducers and Organic Diodes, Andreas Petritz, Esther Karner-Petritz, Takafumi Uemura, Philipp Schäffner, Teppei Araki, Barbara Stadlober, and Tsuyoshi Sekitani: *Nature Communications*, 12 (2021) 2399.

[5] A Photocurable Bioelectronics-Tissue Interface, Tsuyoshi Sekitani: *Nature Materials*, 20 (2021) 1460-1461.

- [6] Impact of the Air Atmosphere on Photoinduced Chain Polymerization in Self-Assembled Monolayers of Diacetylene on Graphite, D. Takajo and K. Sudoh: *Langmuir*, 37 (19) (2021) 6002-6006.
- [7] Frequency Characteristics of Ultrathin and Transparent Organic Electrochemical Transistors with 1- μm -Thick Parylene Lamination, Kazuya Nishimura, Teppei Araki, Ashuya Takemoto, Mihoko Akiyama, Kazuki Kiriyama, Yuko Kasai, Naoko Kurihira, Takafumi Uemura, and Tsuyoshi Sekitani: International Conference on Electronics Packaging, 2021 (2021) 145-146.
- [8] Low-temperature Printable and Stretchable Circuit Board and Its Application to Flexible Hybrid Electronics, Teppei Araki, Yusuke Okabe, Naoko Kurihira, Yuko Kasai, Yuki Noda, and Tsuyoshi Sekitani: International Conference on Electronics Packaging, 2021 (2021) 61-62.
- [9] A design and optimization of a high throughput valve based microfluidic device for single cell compartmentalization and analysis, Jonathan Briones, Wilfred Espulgar, Shohei Koyama, Hyota Takamatsu, Eiichi Tamiya, and Masato Saito,: *Scientific Reports*, 11 (12995) (2021) 1-12.
- [10] Au-Capped Nanopillar Immobilized with a Length-Controlled Glycopolymers for Immune-Related Protein Detection, Yuhei Terada, Ain Obara, Hyota Takamatsu, Wilfred Villariza Espulgar, Masato Saito, and Eiichi Tamiya: *ACS Appl. Bio Mater*, 4 (11) (2021) 7913-7920.
- [11] Gold Nanocatalysts Towards Digital Sensing Probes with Electrochemiluminescence Based Micro Electrodes Array, Kohei Nagano, Yuhei Terada, Akiko Araki, Shuto Osaki, Masato Saito, and Eiichi Tamiya,: *Electroanalysis*, 34 (1) (2021) 8-14.
- [12] Portable Electrochemical DNA Sensors Based on Gene Amplification Reactions to Screen and Identify Pathogen and SNPs, Eiichi Tamiya,: *Sensors*, 22 (5) (2022) 1865.
- ### 国際会議
- [1] Ferroelectrics and Organic Electronics Integrated for Biomedical and Active Matrix Sensing , Herbert Gold, Andreas Petritz, Esther Karner-Petritz, Takafumi Uemura, Teppei Araki, Andreas Tschepp, Christine Prietl, Jonas Groten, Martin Zirkl, Gregor Scheipl, Tsuyoshi Sekitani, and Barbara Stadlober: *Organic & Printed Electronics Convention 2022 (LOPEC 2022)*, München, Germany, 2022.3.22-24, 2022.
- [2] Flexible Sensor Sheet for Healthcare Monitoring , Teppei Araki, Takafumi Uemura, and Tsuyoshi Sekitani: *The 25th SANKEN International Symposium*, Suita, Japan, 2022.1.6-7, 2022.
- [3] Noise Characterization of Organic Transistor Circuit for Light Sensor Array , Rei KAWABATA, Teppei ARAKI, Mihoko AKIYAMA, Naoko KURIHIRA, Takafumi UEMURA, and Tsuyoshi SEKITANI: *The 25th SANKEN International Symposium*, Suita, Japan, 2022.1.6-7, 2022.
- [4] Skin-Adhesive, -Breathable and -Compatible Cellulose Nanopaper for Comfortable On-Skin Biosignal Measurement , Yintong Huang, Teppei Araki, Kojiro Uetani, Tsuyoshi Sekitani, Masaya Nogi, and Hirotaka Koga: *The 25th SANKEN International Symposium*, Suita, Japan, 2022.1.6-7, 2022.
- [5] Ferroelectric Polymer Devices on Flexible and Ultraflexible Substrates , Barbara Stadlober, Andreas Petritz, Esther Karner-Petritz, Philipp Schäffner, Jonas Groten, Martin Zirkl, Manfred Adler, Andreas Tschepp, Takafumi Uemura, Teppei Araki, and Tsuyoshi Sekitani: *International conference on Electromechanically Active Polymer transducers & artificial muscles (EuroEAP 2021)*, Online, 2021.06.01-03, 2021.
- [6] Ultraflexible Magnetic Sensor Matrix Integrated with Organic Driver Circuits , Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani: *10th imec Handai International Symposium*, Belgium and Japan, Online, December 6, 2021.

[7] Imperceptible Energy Harvesting Device and Biomedical Sensor Based on Ultraflexible Ferroelectric Transducers and Ultraflexible High Frequency Organic Diodes , Barbara Stadlober, Andreas Petritz, Esther Karner-Petritz, Takafumi Uemura, Philipp Schäffner, Teppei Araki, and Tsuyoshi Sekitani: Materials Research Society Fall Meeting and Exhibit, Online, 2021.12.6-8, 2021.

[8] Low-Noise Flexible Sensor Sheets for Imperceptible Biomonitoring System , Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani: International Flexible Electronics Technology Conference, IFETC 2021, Virtual Conference, August 2021.

[9] Ultraflexible Magnetic Sensor System Integrated with Organic Multifunctional Circuits , Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani: SPIE Optics + Photonics 2021, Organic and Hybrid Sensors and Bioelectronics XIV, Virtual, San Diego, 1-5 August 2021.

[10] Ultra-Thin and Lightweight Organic Amplifier Enabling Bio-Signal Monitoring with Reduced Noise Levels , Tsuyoshi Sekitani: 2021 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD 2021), Virtual, Sendai, August 26-27, 2021.

[11] Frequency Characteristics of Ultrathin and Transparent Organic Electrochemical Transistors with 1- μ m-Thick Parylene Lamination , Kazuya Nishimura, Teppei Araki, Ashuya Takemoto, Mihoko Akiyama, Kazuki Kiriyma, Yuko Kasai, Naoko Kurihira, Takafumi Uemura, and Tsuyoshi Sekitani: International Conference on Electronics Packaging, Online, 2021.5.12, 2021.

[12] Low-Temperature Printable and Stretchable Circuit Board and Its Application to Flexible Hybrid Electronics , Teppei Araki, Yusuke Okabe, Naoko Kurihira, Yuko Kasai, Yuki Noda, and Tsuyoshi Sekitani: International Conference on Electronics Packaging, Online, 2021.5.12, 2021.

[13] Ultraflexible and High-Durable Ferroelectric Transducers and Organic Circuits for Energy-Efficient Wireless Health Patches , Andreas Petritz, Esther Karner-Petritz, Takafumi Uemura, Philipp Schäffner, Teppei Araki, Barbara Stadlober, and Tsuyoshi Sekitani: Materials Research Society Spring Meeting and Exhibit, Online, 2021.04.17-23, 2021.

[14] Imperceptible Energy Harvesting Device and Biomedical Sensor Based on Ultraflexible Ferroelectric Transducers and Organic Diodes, Materials, The Building Block For The Future , Barbara Stadlober, Andreas Petritz, Esther Karner-Petritz, Takafumi Uemura, Philipp Schäffner, Teppei Araki, and Tsuyoshi Sekitani: 3rd AAFM-UCLA International Conference, Online, 2021.08.18-20, 2021.

[15] Hetero-Molecular Patterns for Threshold Voltage Control in Ultraflexible Organic Transistors , Koki Taguchi, Takafumi Uemura, Naoko Namba, Andreas Petritz, Teppei Araki, Masahiro Sugiyama, and Tsuyoshi Sekitani: Materials Research Meeting 2021, Online, Japan, December 13-16, 2021.

[16] In vitro single-cell-level visualization and profiling of T cell-APC interaction on microfluidic chip , Hiroki Ide, Espulgar Wilfred Villariza, Masato Saito, Taiki Aoshi, and Eiichi Tamiya: Pacifichem 2021.

[17] Single- cell Granzyme B secretion assay for immunotherapy response prediction , Masato Saito, Jonathan Briones, Wilfred Espulgar, Shohei Koyama, Hyota Takamatsu, and Eiichi Tamiya: Pacifichem 2021.

[18] Single cell devices for novel immunological diagnosis , Eiichi Tamiya, Tamoya: The 11th International Conference on Post-Genomic Technologies.

[19] POCT Electrochemical Biosensor for Healthcare , Eiichi Tamiya: 2021 The International Conference on Flexible and Printed Electronics.

[20] Effect of the surfactants for gold-linked electrochemical immunoassay , Shuto Osaki and Eiichi Tamiya: 72th International Society of Electrochemistry.

解説、総説

柔軟なエレクトロニクスを用いた微小生体電位計測, 応用物理, 90[5] (2021), 277-282.

科学技術、産学協同、先端・融合・イノベーション、ベンチャー創業, 民谷 栄一, 生産と技術, 生産技術振興協会, 74 (2022), 3-6.

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

著書

[1] 伸縮性や透明性を有する導体材料とその応用 “伸縮性や透明性を有する導体材料とその応用”, 荒木 徹平、関谷 育, 技術情報協会, (837-843).

[2] 低侵襲なウェアラブル・インプランタブル脳波計 “AI・ナノ・量子による超高感度・迅速バイオセンシング”, 荒木 徹平、関谷 育, CMC 出版, (209-219).

[3] ストレッチャブル導電性材料の研究動向と応用事例 “ストレッチャブルエレクトロニクスの技術動向”, 荒木 徹平、関谷 育, CMC 出版, (21-31).

[4] 電気化学法による簡易迅速な遺伝子センサー (富永 昌人)“近未来のデジタルヘルスを支える酵素バイオ技術～センサと発電～”, 民谷 栄一, シーエムシー出版, (192-208) 2022.

特許

[1] 「国内特許出願」 处理装置及び出力装置, 2022-047990

[2] 「国内特許出願」 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, 2021-168464

[3] 「国内特許出願」 増幅回路およびその製造方法, 2021-123388

[4] 「国際特許出願」 生体信号計測装置, 17/588028

[5] 「国際特許出願」 計測装置, PCT/JP2021/020869

[6] 「国際特許出願」 磁気抵抗素子の製造方法, PCT/JP2021/025284

[7] 「国内成立特許」 構造物の歪センサ及び構造物歪検出方法, 2016-137169

[8] 「国内成立特許」 電極シート及びその製造方法, 2016-156414

[9] 「国内成立特許」 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, 2016-112076

[10] 「国内成立特許」 シート状システム、及び構造物運用支援システム, 2017-142222

[11] 「国内成立特許」 生体信号計測装置, 2019-218923

[12] 「国内成立特許」 生体信号計測装置, 2021-022697

[13] 「国内成立特許」 金属ナノワイヤ層が形成された基材及びその製造方法, 2018-505962

[14] 「国内成立特許」 温度センサ, 2018-564112

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

植村 隆文	21nd International Meeting on Information Display (IMID 2021) (Technical Program Committee)
民谷 栄一	Pacifichem 2021 (シンポジウム組織代表委員)

国内学会

第 10 回大阪大学 COI シンポジウム	1 件
日本化学会 第 102 回春季年会	1 件
日本機械学会 情報・知能・精密機器部門講演会 (IIP2022)	1 件
第 6 9 回応用物理学会春季学術講演会	1 件
第 7 2 回日本木材学会大会	1 件
スマートプロセス学会・溶接学会共催 第 28 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	1 件
2021 年第 11 回有機無機接合研究会	1 件
第 82 回応用物理学会秋季学術講演会	4 件
Flexible and Stretchable Electronics Young Researchers 2nd Event	4 件
科研費獲得実践講習会	1 件
Flexible and Stretchable Electronics Young Researchers 3rd Event	1 件
JSAP/SPIE 学生チャプター合同研究発表会	2 件
プリンタブル・ウェアラブルデバイスの基盤技術と応用に関する研究分科会	1 件
第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2 件
産業科学研究所第 77 回学術講演会・第 6 回産研ホームカミングデイ	1 件
セルロース学会第 28 回年次大会	1 件
第 19 回産総研・産技連 LS-BT 合同研究発表会	3 件
応用物理学会関西支部 2021 年度第 1 回講演会	1 件
2021 年電気化学秋季大会	1 件
第 15 回バイオ関連化学シンポジウム	2 件

取得学位

博士 (工学) 杉山 真弘	フレキシブル有機差動集積回路を用いた低ノイズ・低侵襲生体情報センシングに関する研究
修士 (工学) 菅原 凌	柔軟センサ実現に向けた新規半導体プロセスの開発とフレキシブル相補型回路の実証
修士 (工学) 桐山 一輝	ニューロモルフィックデバイスにむけたフレキシブル有機メモリの研究開発
修士 (工学) Jian Rong Huang	The Analysis System of Brain Wave for Wearable and Implantable Flexible Sensors

科学研究費補助金

		単位 : 千円
基盤研究 (A) 関谷 賀	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	12,870
挑戦的研究萌芽 関谷 賀	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	4,160
挑戦的研究 (萌芽) 荒木 徹平	ナノネットワーク構造設計による伸縮透明配線の高性能化とデバイス応用	3,900
基盤研究 (B) 民谷 栄一	金ナノ粒子触媒活性を用いた超高感度デジタル電気化学発光バイオセンサーの開発	5,070
受託研究 関谷 賀	(国研) 科学技術振興機構	14,456
	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	

関谷 豪	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）	によるスーパー日本人の育成 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	2,388
関谷 豪	(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	20,000
関谷 豪	(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	42,989
関谷 豊	(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／システム補償型超長寿命エレクトロニクスの研究開発	20,000
関谷 豊	文部科学省	川端・科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設準備事業)	700
関谷 豊	文部科学省	高根・科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設準備事業)	700
荒木 徹平	(国研) 科学技術振興機構	印刷型イオンセンサを用いた小型オンラインサイト土壤健康診断装置の開発	2,990
荒木 徹平	(国研) 科学技術振興機構	超柔軟・高透明デバイスの集積実装と微小信号処理の研究	15,080
荒木 徹平	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	官民による若手研究者発掘支援事業／マッチングサポートフェーズ／ストレッチャブルアンテナを用いた多点センサシステムの研究開発	0
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	13,650
民谷 栄一	(国研) 科学技術振興機構	プラズモニック金属ナノ構造を用いた高感度・高機能性SERS/OW/LSPR バイオセンサーの開発	0
植村 隆文	(国研) 科学技術振興機構	シート型バイオモニタリングシステムによる生体代謝物計測	10,355
植村 隆文	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	官民による若手研究者発掘支援事業／マッチングサポートフェーズ／フレキシブル有機エレクトロニクスによるウェアラブル生体インターフェースの構築	0
関谷 豊	(国研) 科学技術振興機構	ハイレジリエンスデバイス形成技術に関する研究開発、革新的	19,230

エレクトロニクス技術に関する
研究開発

奨学寄附金

関谷 肇	公益財団法人 立石科学技術振興財団 理事長 立石 文雄	30,000
関谷 肇	積水化学工業株式会社 執行役員 R&Dセンター所長 向井 克典	3,000
関谷 肇 荒木 徹平	株式会社NTTドコモ R&D戦略部長 岡川 隆俊 公益財団法人 村田学術振興財団	500 0

共同研究

関谷 肇	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 肇	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 肇	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エン材料の研究	0
関谷 肇	国立研究開発法人産業技術総合研究所	シート型振動センサの性能向上と信頼性評価技術に関する共同研究	0
関谷 肇	①塩野義製薬株式会社 ②PGV株式会社	ウェアラブル脳波計を用いた発達障害の診断補助マーカー探索に関する研究	0

その他の競争的研究資金

関谷 肇	大阪大学 共創機構	シート型センサにより取得した母胎データのアルゴリズム構築	5,000
関谷 肇	産研ダイバーシティ女性研究者支援	フレキシブル電子デバイス・システムについての研究開発	1,200
荒木 徹平	大阪大学 共創機構	ドライ型透明電極シートの高性能化と多機能化に関する研究開発	10,000
荒木 徹平	大阪大学 創発活性化支援プログラム	超柔軟・高透明デバイスの集積実装と微小信号処理の研究	500
荒木 徹平	大阪大学 OUエコシステム支援プログラム	脱炭素に向けたシート型フレキブルセンサの開発	500
荒木 徹平	大阪大学 オープンアクセス支援	ウェアラブルセンサ形成技術	300
植村 隆文	大阪大学 創発活性化支援プログラム	シート型バイオモニタリン	500

植村 隆文	大阪大学 OU エコシステム支援プログラム	グシステムによる生体代謝物計測 社会インフラ構造物モニタリングシステムの構築 ウェアラブルセンサ形成技術	500
植村 隆文	大阪大学 オープンアクセス支援		300

複合知能メディア研究分野

原著論文

- [1] Action recognition using Kinematics Posture Feature on 3D skeleton joint locations, M.A.R. Ahad, M. Ahmed, A.D. Antar, Y. Makihara, and Y. Yagi: Pattern Recognition Letters, 145 (2021) 216-224.
- [2] Individuality-preserving Silhouette Extraction for Gait Recognition and Its Speedup, M. Iwamura, S. Mori, K. Nakamura, T. Tanoue, Y. Utsumi, Y. Makihara, D. Muramatsu, K. Kise, Y. Yagi: IEICE Trans. on Information and Systems, E104-D (7) (2021) 992-1001.
- [3] Physical Fatigue Detection from Gait Cycles via a Multi-task Recurrent Neural Network, K. Aoki, H. Nishikawa, Y. Makihara, D. Muramatsu, N. Takemura, Y. Yagi: IEEE Access, 9 (2021) 127565-127575.
- [4] Incoherent reconstruction-free object recognition with mask-based lensless optics and Transformer, X. Pan, T. Nakamura, X. Chen, M. Yamaguchi: Optics Express, 29 (23) (2021) 37962-37978.
- [5] Health indicator estimation by video-based gait analysis, R. Liao, K. Moriwaki, Y. Makihara, D. Muramatsu, N. Takemura, and Y. Yagi: IEICE Trans. on Information and Systems, E104-D (10) (2021) 1678-1690.
- [6] Uncertainty-aware Gait-based Age Estimation and Its Applications, C. Xu, A. Sakata, Y. Makihara, N. Takemura, D. Muramatsu, Y. Yagi: IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science (T-BIOM), 3 (4) (2021) 479-494.
- [7] Detecting Lower MMSE Scores in Older Adults using Cross-trial Features from a Dual-task with Gait and Arithmetic, S. Wu, T. Matsuura, F. Okura, Y. Makihara, C. Zhou, K. Aoki, I. Mitsugami, Y. Yagi: IEEE Access, 9 (2021) 150268-150282.
- [8] Gait Phase Partitioning and Footprint Detection using Mutually Constrained Piecewise Linear Approximation with Dynamic Programming, M. Yasukawa, Y. Makihara, T. Hosoi, M. Kubo, Y. Yagi: IEICE Trans. on Information and Systems, E104-D (11) (2021) 1951-1962.
- [9] Wavefront engineered light needle microscopy for axially resolved rapid volumetric imaging, Y. Kozawa, T. Nakamura, Y. Uesugi, S. Sato: Biomedical Optics Express, 13 (3) (2022) 1702-1717.
- [10] Identification of bacterial drug-resistant cells by the convolutional neural network in transmission electron microscope images, M. Hayashi-Nishino, K. Aoki, A. Kishimoto, Y. Takeuchi, A. Fukushima, K. Uchida, T. Echigo, Y. Yagi, M. Hirose, K. Iwasaki, E. Shin'ya, T. Washio, C. Furusawa, K. Nishino: Frontiers in Microbiology, 13 (639718) (2022) 1-14.
- [11] Residue Assignment in Crystallographic Protein Electron Density Maps with 3D Convolutional Networks, Á. Godó, K. Aoki, A. Nakagawa, Y. Yagi: IEEE Access, 10 (2022) 28760-28772.

国際会議

[1] Extended depth-of-field computational lensless imaging, T. Nakamura: Proc. of The 11th Japan-Korea Workshop on Digital Holography and Information Photonics (DHIP2021), (2021) .

[2] Computational see-through screen camera using a holographic waveguide device, M. Yamaguchi, N. Tagami, X. Chen, H. Konno, T. Nakamura: Proc. of 2021 OSA Imaging and Applied Optics Congress, (2021) DF2F.6.

[3] Automatic registration of gesture-sensor data and light-field for aerial 3D-touch interface, I. A. S. S. Chavarría, T. Nakamura, M. Yamaguchi: Proc. of 2021 OSA Imaging and Applied Optics Congress, (2021) 3Th7E.2.

[4] Resolution Improvement In FZA Lens-Less Camera By Synthesizing Images Captured With Different Mask-Sensor Distances, X. Chen, T. Nakamura, X. Pan, K. Tajima, K. Yamaguchi, T. Shimano, M. Yamaguchi: Proc. of 2021 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), (2021) 2808-2812.

[5] HID 2021: Competition on Human Identification at a Distance 2021, S. Yu, Y. Huang, L. Wang, Y. Makihara, E.G. Reyes, F. Zheng, M.A.R. Ahad, B. Lin, Y. Yang, X. Haijun, B. Huang, Y. Zhang: Proc. of the 5th Int. Joint Conf. on Biometrics (IJCB 2021), (2021) 1-7.

[6] Estimation of Gait Relative Attribute Distributions using a Differentiable Trade-off Model of Optimal and Uniform Transports, Y. Makihara, Y. Hayashi, A. Shehata, D. Muramatsu, Y. Yagi: Proc. of the 5th Int. Joint Conf. on Biometrics (IJCB 2021), (2021) 1-8.

[7] End-to-end Model-based Gait Recognition using Synchronized Multi-view Pose Constraint, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi: Proc. of 2021 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW), (2021) 4089-4098.

[8] Early Detection of Low Cognitive Scores from Dual-task Performance Data Using a Spatio-temporal Graph Convolutional Neural Network, Shuqiong Wu, Fumio Okura, Yasushi Makihara, Kota Aoki, Masataka Niwa, and Yasushi Yagi: Proc. of 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, (2021) 1895-1901.

[9] End-to-end Model-based Gait Recognition using Synchronized Multi-view Pose Constraint, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi: Proc. of The 25th SANKEN International Symposium, (2022) .

[10] 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 25th SANKEN International Symposium, (2022) .

[11] Facilitating computed-tomography-based diagnosis using deep learning techniques, S. Wu: Proc. of The 25th SANKEN International Symposium, (2022) .

[12] Image Sensing with Optical Encoding, T. Nakamura: Proc. of Joint Symposium on Symbiotic Intelligence and Data Futures, (2022) .

[13] Detecting Mild Cognitive Impairment Based on Dual-task Using Machine Learning Techniques, S. Wu: Proc. of Joint Symposium on Symbiotic Intelligence and Data Futures, (2022) .

解説、総説

Gait Recognition: Databases, Representations, and Applications, Y. Makihara, M.S. Nixon, Y. Yagi, K. Ikeuchi, Computer Vision: A Reference Guide 2nd edition, Springer , .

著書

[1] 歩容認証とその科学捜査への応用 (IEICE Fundamentals Review)“電子情報通信学会”, 横原

靖, 村松 大吾, 八木 康史, 14, 318-328 (S) R.

[2] 単一画像による歩容認証 (画像ラボ)“日本工業出版”, 横原 靖, 徐 遼, 李 想, 八木 康史, Jiangfeng Lu, 32, 12-17 (S) R.

[3] 人体モデル当てはめによる高精度歩容認証 (画像ラボ)“日本工業出版”, 横原 靖, 李 想, 徐 遼, 八木 康史, Jianfeng Lu, 33, 5-15 (S) R.

[4] パーソナルデータの安全安心な利活用を目指して -ライフデザイン・イノベーション研究拠点- (生産と技術)“生産技術振興協会”, 八木康史, 73(3), 72-74 (S) R.

特許

[1] 「国内特許出願」認知機能評価システム、及び学習方法, 2021-177748

[2] 「国際特許出願」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、位相推定装置、並びに記憶媒体, PCT/JP2021/025891

[3] 「国際成立特許」健康状態推定装置, 201780025605.79999

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

八木 康史	International Journal of Computer Vision (IJCV) (編集委員)
八木 康史	Asian Federation of Computer Vision (AFCV) (副委員長, 財務委員長)
八木 康史	The 6th Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR 2021) (運営委員)
八木 康史	Symbolic-Neural Learning 2021 (SNL 2021) (組織委員)
中村 友哉	Information Photonics 2022 (IP 2022) (プログラム委員)
中村 友哉	The 29th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP 2022) (査読委員)
武 淑瓊	Symbolic-Neural Learning 2021 (SNL 2021) (現地委員長)
青木 工太	2021 INTERNATIONAL WORKSHOP ON ADVANCED IMAGE TECHNOLOGY (IWAIT 2021) (プログラム委員)
青木 工太	2022 INTERNATIONAL WORKSHOP ON ADVANCED IMAGE TECHNOLOGY (IWAIT 2022) (プログラム委員)
青木 工太	The 26th International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2022) (テクニカル委員)

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	3 件
Optics & Photonics Japan 2021	1 件
電子ディスプレイ(EID)研究会	1 件
第 11 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA 2021)	1 件
レーザ学会学術講演会第 42 回年次大会	1 件
メディアエクスペリエンス・バーチャル環境基礎(MVE)研究会	1 件
第 34 回自律分散システム・シンポジウム	1 件
大阪大学先導的学祭研究機構共生知能システム研究センター若手研究者シンポジウム	2 件

取得学位

博士 (情報科学)	Gait Analysis for Healthcare using Small Datasets
LIAO	
RUOCHEN	
修士 (情報科学)	動原体と末端小粒の接続性に基づく染色体異常識別
高見 燃世	

修士 (情報科学)	頂点最適化による植物の時空間トラッキング		
長原 稔樹			
修士 (情報科学)	深層学習クラスタリング手法による薬剤耐性菌の形態特徴分類		
林 龍之介			
修士 (情報科学)	撮影角度抑制学習に基づく人物年齢推定		
山野 広大			
学士 (工学)	人物検出および照合の全体最適化による歩容認証		
沖村 達平			
学士 (工学)	多段符号化開口を用いた超解像圧縮センシング		
加藤 倦菜			
学士 (工学)	深度画像の滑らかさ拘束を用いた超解像圧縮 ToF センシング		
河内 穂高			
学士 (工学)	高齢者向け視線推定技術開発のためのデータセット構築と基礎実験		
中川 博貴			
学士 (工学)	デュアルタスクによる認知機能推定のための関節動作の重要度可視化		
野口 智矢			
学士 (工学)	デュアルタスク時の脳波計測に基づく疊み込みニューラルネットワークを用いた認知機能障害の検出		
渡邊 早紀			
科学研究費補助金			
		単位 : 千円	
基盤研究			
(B)	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	4,160	
中村 友哉			
挑戦的研究萌芽	スペ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	3,510	
中村 友哉			
若手研究	2D-3D Reconstruction for internal organs using Deep Learning Techniques	1,170	
武 淑瓊			
基盤研究	培養細胞シート内の全細胞解析を目的とした超広視野三次元蛍光イメージング	1,000	
(B)			
中村 友哉			
(代表 : 市村 垂生)			
学術変革領域	インテリジェント散乱・揺らぎイメージング	3,200	
(A)			
中村 友哉			
(代表 : 谷田 純)			
受託研究			
八木 康史	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構	デュアルタスクによる認知機能障害の早期診断支援システムの研究	33,748
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	1,000
八木 康史	②日本電気株式会社	Smart City Project	8,000
八木 康史	③株式会社東芝	Smart City Project	15,600
八木 康史	③株式会社東芝	Smart City Project	0
八木 康史	④トヨタ自動車株式会社	Smart City Project	15,600
八木 康史	④トヨタ自動車株式会社	Smart City Project	0

八木 康史	研究推進部 研究推進 課研究 プロジェクト 推進係	会議の名称 : Fifth International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL-2021)	905
八木 康史	文部科学省	虚弱高齢者見守り研究	11,700
八木 康史	文部科学省	スポーツ障害予防	9,711
中村 友哉	(国研) 科学技術振興 機構	多段光符号化を駆使したレンズ レスギガピクセルカメラの創成	10,465
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	人センシングシステムに関する 研究	2,640
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
八木 康史	一般社団法人テラプロ ジェクトデータビリテ イコンソーシアム	データ利活用及びビジネス創成 に関する研究開発、並びに、そ のためのデータビリティ人材育 成	1,300
八木 康史	一般社団法人テラプロ ジェクト	画像解析技術を用いた植物の活 力判定技術の開発	2,000
その他の競争的研究資金			
八木 康史	オリックス不動産株式会社	うめきた2期 におけるヒュ ーマンデータ 基盤に関する 相談	2,200
八木 康史	大成建設株式会社	建設現場にお ける作業員の 安全・健康関 連技術に関す る相談	1,650

知能推論研究分野

原著論文

[1] 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 and T. Nagai: *Microscopy*, 70 (4) (2021) 340-352.

[2] Deep learning-enhanced nanopore sensing of single-nanoparticle translocation dynamics, M. Tsutsui, T. Takaai, K. Yokota, T. Kawai and T. Washio: *Small Methods*, 5 (7) (2021) 2100191.

[3] Combining machine learning and nanopore construction creates an artificial intelligence nanopore for coronavirus detection, M. Taniguchi, S. Minami, C. Ono, R. Hamajima, A. Morimura, S. Hamaguchi, Y. Akeda, Y. Kanai, T. Kobayashi, W. Kamitani, Y. Terada, K. Suzuki, N. Hatori, Y. Yamagishi, N. Washizu, H. Takei, O. Sakamoto, N. Naono, K. Tatematsu, T. Washio, Y. Matsuura and K. Tomono: *Nature Communications*, 12 (2021) 3726.

[4] Energy-, time-, and labor-saving synthesis of α -ketiminophosphonates: Machine-learning-assisted simultaneous multiparameter screening for electrochemical oxidation, M. Kondo, A. Sugizaki, Md.I. Khalid, H.D.P. Wathsala, K. Ishikawa, S. Hara, T. Takaai, T. Washio, S. Takizawa and H. Sasai: *Green Chemistry*, 23 (16) (2021) 5825-5831.

[5] Isolation Kernel: The X Factor in Efficient and Effective Large Scale Online Kernel Learning, K. M. Ting, J. R. Wells and T. Washio: *Data Mining and Knowledge Discovery*, 35 (2021) 2282-2312.

- [6] Application of an Electrochemical Microflow Reactor for Cyanosilylation: Machine Learning-Assisted Exploration of Suitable Reaction Conditions for Semi-Large Scale Synthesis, E. Sato, M. Fujii, H. Tanaka, K. Mitsudo, M. Kondo, S. Takizawa, H. Sasai, T. Washio, K. Ishikawa and S. Suga: The Journal of Organic Chemistry, 86 (22) (2021) 16035–1604.
- [7] Detecting single molecule deoxyribonucleic acid in a cell using a three-dimensionally integrated nanopore, M. Tsutsui, K. Yokota, A. Arima, T. Washio, Y. Baba and T. Kawai: Small Method, 5 (9) (2021) 2100542.
- [8] Isolation Distributional Kernel: A New Tool for Point & Group Anomaly Detection, K. M. Ting, T. Washio, Bi-Cun Xu and Zhi-Hua Zhou: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, (2021) 1.
- [9] Identification of bacterial drug-resistant cells by the convolutional neural network in transmission electron microscope images, M. Hayashi-Nishino, K. Aoki, A. Kishimoto, Y. Takeuchi, A. Fukushima, K. Uchida, T. Echigo, Y. Yagi, M. Hirose, K. Iwasaki, E. Shinya, T. Washio, C. Furusawa and K. Nishino: Frontiers in Microbiology, 13 (2022) 839718.
- [10] Search Strategy for Rare Microstructure to Optimize Material Properties of Filled Rubber using Machine Learning Based Simulation, T. Kojima, T. Washio, S. Hara and M. Koishi: Computational MaterialsScience, 204 (2022) 111207.
- [11] Analysis on Microstructure Property Linkages of Filled Rubber Using Machine Learning and Molecular Dynamics Simulations, T. Kojima, T. Washio, S. Hara, M. Koishi and N. Amino: Polymers, 13 (16) (2021) 2683.
- [12] Bayesian optimization with constraint on passed charge for multiparameter screening of electrochemical reductive carboxylation in a flow microreactor, Y. Naito, M. Kondo, Y. Nakamura, N. Shida, K. Ishikawa, T. Washio, S. Takizawa and M. Atobe: Chemical Communications, 58 (2022) 3893–3896.
- ### 国際会議
- [1] Isolation Kernel Density Estimation, K. M. Ting, T. Washio, J. Wells and H. Zhang: Proc. IEEE ICDM 2021: 21st IEEE International Conference on Data Mining, (2021) .
- [2] Evaluation of Similarity-based Explanations, K. Hanawa, S. Yokoi, S. Hara and K. Inui: Proceedings of the 9th International Conference on Learning Representations, (2021) .
- [3] Characterizing the risk of fairwashing, U. Aïvodji, H. Arai, S. Gambs and S. Hara: Advances in Neural Information Processing Systems, 34 (2021) .
- [4] Explainable and Local Correction of Classification Models Using Decision Trees, H. Suzuki, H. Iwashita, T. Takagi, K. Goto, Y. Fujishige and S. Hara: Proceedings of the 36th AAAI Conference on Artificial Intelligence, (2022) .
- [5] Robustness and scalability under heavy tails, without strong convexity, M. J. Holland: Proceedings of Machine Learning Research, 130 (1) (2021) .
- [6] Learning with risk-averse feedback under potentially heavy tails, M. J. Holland and E. M. Haress: Proceedings of Machine Learning Research, 130 (1) (2021) .
- [7] Making learning more transparent using conformalized performance prediction, M. J. Holland: ICML 2021 Workshop on Distribution-Free Uncertainty Quantification, (2021) .

[8] Anytime Guarantees Under Heavy-Tailed Data, M. J. Holland: Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, (2022) .

[9] Spectral risk-based learning using unbounded losses, M. J. Holland and E. M. Haress: Proceedings of Machine Learning Research, (2022) .

[10] Developments of control system for ion source using machine learning , Y. Morita, M. Fukuda, T. Yorita, H. Kanda, K. Hatanaka, T. Saitou, H. Tamura, Y. Yasuda, T. Washio, Y. Nakashima, M. Iwasaki, H. W. Koay, K. Takeda, T. Hara, T. H. Chong and H. Zhao: International Conference on Ion Sources 2021 (ICIS21).

[11] Search Strategy for Rare Microstructure to Optimize Material Properties of Filled Rubber using Machine Learning Based Simulation , T. Kojima, T. Washio, S. Hara, M. Koishi: Mechanistic Machine Learning and Digital Twins for Computational Science, Engineering & Technology.

解説、総説

ナノポアデバイスと機械学習で疾病を"診る", 谷口 正輝、鷲尾 隆, 電気学会誌, 電気学会, 141[8] (2021), 512-515.

計測インフォマティクス：情報科学による計測技術の深化－1 はじめに, 鷲尾 隆, 電気学会誌, 電気学会, 141[6] (2021), 328-329.

機械学習と先端計測の共進化 - 論点と成果 -, 鷲尾 隆, 電気学会誌, 電気学会, 141[6] (2021), 340-344.

著書

[1] AI が実現する超高精度・ロバストなバイオセンシング・デバイス (馬場嘉信、柳田剛、加地範匡)“AI・ナノ・量子による超高感度・迅速バイオセンシング -超早期パンデミック検査・超早期診断・POCT から健康長寿社会へ”, 鷲尾隆, シーエムシー出版, 2021.

特許

[1] 「国内特許出願」情報処理プログラム、情報処理方法および情報処理装置, 2021-208473

[2] 「国内特許出願」超解像画像生成方法、超解像画像生成システム、蛍光プローブ、及び発現キット, 2021-209683

[3] 「国内特許出願」情報処理プログラム、情報処理装置、および情報処理方法, 2021-208217

[4] 「国内特許出願」データ変換プログラム、装置、及び方法, 2022-038624

[5] 「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

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

鷲尾 隆	The 17th Pacifica Rim International Conference on Artificial Intelligence (上級プログラム委員)
鷲尾 隆	Journal of Data Mining and Knowledge Discovery (DMKD) (編集委員)
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	The 10th IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA2023), (応用 ト ラック チエア)
鷲尾 隆	CD 2021: the 2021 ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (プログラム委員)
鷲尾 隆	2022 SIAM International Conference on Data Mining (SDM22) (ワークショッピチエア)
鷲尾 隆	ICDM2021: The 2021 IEEE International Conference on Data Mining (プログラム委員)
鷲尾 隆	ICDM2021: The 2021 IEEE International Conference on Data Mining (ジェネラルチエア)
鷲尾 隆	IJCAI2021-2023: International Joint Conference on Artificial Intelligence (プログラム委員)
鷲尾 隆	EAI2021-2023European Conference on Artificial Intelligence (プログラム委員)
鷲尾 隆	CD 2022: the 2022 ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (プログラム委員)
原 聰	2021 International Conference on Machine Learning (プログラム委員)
原 聰	The 30th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2021) (上級プログラム委員)
原 聰	The 35th Annual Conference on Neural Information Processing Systems (プログラム委員)
原 聰	The 25th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (プログラム委員)
原 聰	The International Conference on Learning Representations 2022 (プログラム委員)
原 聰	The 36th AAAI Conference on Artificial Intelligence (上級プログラム委員)
原 聰	Journal of Machine Learning Research (JMLR) (査読者)
HOLLAND MATTHEW JAMES	The 25th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (プログラム委員)
HOLLAND MATTHEW JAMES	Thirty-fifth Annual Conference on Neural Information Processing Systems (プログラム委員)
HOLLAND MATTHEW JAMES	The 30th International Joint Conference on Artificial Intelligence (上級プログラム委員)
HOLLAND MATTHEW JAMES	The 2021 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (プログラム委員)
HOLLAND MATTHEW JAMES	2021 International Conference on Machine Learning (プログラム委員)
HOLLAND MATTHEW JAMES	The International Conference on Learning Representations 2022 (プログラム委員)
HOLLAND MATTHEW JAMES	The 24th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (プログラム委員)
HOLLAND MATTHEW JAMES	The 25th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (プログラム委員)
HOLLAND MATTHEW JAMES	The 36th AAAI Conference on Artificial Intelligence (プログラム委員)

HOLLAND MATTHEW JAMES	Journal of Machine Learning Research (JMLR) (査読者)	
HOLLAND MATTHEW JAMES	Machine Learning Journal (MLJ) (査読者)	
HOLLAND MATTHEW JAMES	Statistics and Probability Letters (査読者)	
HOLLAND MATTHEW JAMES	Transactions of Machine Learning Research (TMLR) (査読者)	
国内学会		
2022年日本化学会春季年会	1件	
2021年人工知能学会全国大会	2件	
第6回計測インフォマティクス研究会	1件	
日本ソフトウェア科学会 第38回大会	1件	
日本神経回路学会 第31回全国大会	1件	
第24回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS 2021)	1件	
取得学位		
博士 (工学) 小島 隆嗣	機械学習と数値計算を用いた微細構造と材料特性の関係に関する解析手法	
修士 (工学) 陳 逸君	アイソレーションカーネルを用いた密度比推定法の研究	
修士 (工学) YUAN XINFANG	クラス不均衡下の差分プライバシーの実用化および医療データへの応用	
修士 (工学) 中田 雄己	市中肺炎の重症度予測における各種説明変数の効果分析	
修士 (工学) 中道 直基	非凸学習問題における確度ブースティング法の汎化性能解析	
修士 (工学) 松本 瑞希	クラス事前確率推定を用いたラベル無し分類器学習手法に関する研究	
科学研究費補助金	単位 : 千円	
挑戦的研究萌芽 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	2,990
若手研究 原 聰	機械学習モデルの説明駆動開発のための基盤技術	520
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	650
受託研究		
鷲尾 隆	(国研) 科学技術振興 機構 計測・解析を念頭においていた新 たな機械学習融合技術の確立 と先端的計測への展開	39,657
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	4,680
原 聰	(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	11,505

HOLLAND MATTHEW JAMES	(国研) 科学技術振興 機構	学習過程における価値観の多 様化と性能保証の両立	7,150
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	2,600
HOLLAND MATTHEW JAMES	文部科学省	データビリティ人材育成プロ ジェクト	650
奨学寄附金			
原 聰	一般社団法人データビリティコンソーシアム	代表理事	60
	八木 康史		
HOLLAND MATTHEW JAMES	日本神経回路学会 会長	五味 裕章	300
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	200
	八木 康史		
共同研究			
原 聰	株式会社日立製作所	機械学習の説明性及び信頼性向 上に関する研究開発	1,100
原 聰	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 聰	富士通株式会社	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			
鷲尾 隆	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成 プログラム	0
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	528
鷲尾 隆	株式会社小松製作所	統計・機械学 習手法を用い た建設機械足 回り部品の摩 耗推定	660
鷲尾 隆	大日本住友製薬株式会社	ペイズ最適化 を用いた最適 条件予測モデ ルの作成およ び検証のため の技術指導	528
原 聰	株式会社ゼンリン	ニューラルネ ットワークの 開発と評価に に関する相談	770

知識科学研究分野

原著論文

[1] Noise-robust classification of single-shot electron spin readouts using a deep neural network, Yuta Matsumoto, Takafumi Fujita, Arne Ludwig, Andreas D. Wieck, Kazunori Komatani, Akira Oiwa: npj Quantum Information, 7 (136) (2021).

国際会議

[1] Age Estimation with Speech-age Model for Heterogeneous Speech Datasets, R. Takeda, K. Komatani: Proc. of Interspeech, (2021) 4164-4168.

[2] Spatial Normalization to Reduce Positional Complexity in Direction-aided Supervised Binaural Sound Source Separation, R. Takeda, K. Nakadai, K. Komatani: Proc. of 13th Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC), (2021) 248-253.

[3] Multiple-Embedding Separation Networks: Sound Class-Specific Feature Extraction for Universal Sound Separation, H. Munakata, R. Takeda, K. Komatani: Proc. of 13th Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC), (2021) 961-967.

[4] Design Guidelines for Developing Systems for Dialogue System Competitions, K. Komatani, R. Takeda, K. Nakashima, M. Nakano: Proc. of International Workshop on Spoken Dialogue Systems (IWSDS), (2021).

[5] Recognizing Social Signals with Weakly Supervised Multitask Learning for Multimodal dialogue Systems., Y. Hirano, S. Okada, K. Komatani: Proc. of International Conference on Multimodal Interaction (ICMI), (2021) 141-149.

[6] Multimodal User Satisfaction Recognition for Non-task Oriented Dialogue Systems, W. Wei, S. Li, S. Okada, K. Komatani: Proc. of International Conference on Multimodal Interaction (ICMI), (2021) 586-594.

[7] Multimodal Human-Agent Dialogue Corpus with Annotations at Utterance and Dialogue Levels, K. Komatani, S. Okada: Proc. of International Conference on Affective Computing & Intelligent Interaction (ACII), (2021) 1-8.

[8] Knowledge Graph Completion-based Question Selection for Acquiring Domain Knowledge through Dialogues, K. Komatani, Y. Fujioka, K. Nakashima, K. Hayashi, M. Nakano: Proc. of Annual Conference on Intelligent User Interfaces (IUI), (2021) 531-541.

特許

[1] 「国際特許出願」ノード枝刈り装置、ノード枝刈り方法、およびプログラム, 17/510437

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

駒谷 和範	2021 Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (NAACL-HLT2021) (エリアチア)
駒谷 和範	The Joint Conference of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing (ACL-IJCNLP2021) (エリアチア)
駒谷 和範	27th Annual Conference on Intelligent User Interfaces (IUI2022) (査読者)
駒谷 和範	36th AAAI Conference On Artificial Intelligence A Virtual Conference (AAAI22) (査読者)
駒谷 和範	2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP2021) (査読者)
駒谷 和範	Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech2021) (査読者)

駒谷 和範	2021 Young Researcher's Roundtable on Spoken Dialog Systems (YRRSDS2021) (査読者)		
駒谷 和範	22nd Annual Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue (SIGDIAL2021) (査読者)		
駒谷 和範	23rd ACM International Conference on Multimodal Interaction (ICMI2021) (査読者)		
駒谷 和範	12th International Workshop on Spoken Dialogue System Technology (IWSDS2021) (査読者)		
国内学会			
第 12 回対話システムシンポジウム		2 件	
情報処理学会第 84 回全国大会		3 件	
第 53 回関西合同音声ゼミ		3 件	
第 54 回関西合同音声ゼミ		3 件	
取得学位			
修士 (工学) 王 兆東	Graph-combined Coreference Resolution Methods on Conversational Machine Reading Comprehension with Pre-trained Language Model		
修士 (工学) 奥野 尚己	対話システムにおけるマルチモーダル情報を用いた自己開示の可否判断		
学士 (工学) 時末 卓幹	不完全な物体検出結果に基づく対話を通じた目的地点推定のための質問選択		
学士 (工学) 吉田 朋矢	線形フィルタバンクを用いた Vocal Effort に頑健な話者識別の検討		
科学研究費補助金		単位：千円	
基盤 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	0	
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	5,330	
受託研究			
駒谷 和範	(国研) 科学技術振興 機構	頑健な音声対話処理の研究開発	0
駒谷 和範	教育・学生支援部国際 共創大学院支援事務室 管理係	逐次的個性形成を行う対話シス テムの対話一貫性向上の研究	450
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	12,597
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	40	
共同研究			
駒谷 和範	本田技研工業株式会社	モビリティ向け Situated Communication 研究	6,500
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	深層学習に基づく音声認識の対 雑音性能向上のためのマイクア レー処理の検討	1,300
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	A I 人材養成 プログラム	0
駒谷 和範	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成 プログラム	660

知能アーキテクチャ研究分野

原著論文

- [1] A Framework for Predicting Remaining Useful Life Curve of Rolling Bearings Under Defect Progression Based on Neural Network and Bayesian Method, Masashi Kitai, Takuji Kobayashi, Hiroki Fujiwara, Ryoji Tani, Masayuki Numao, Ken-ichi Fukui: IEEE Access, 9 (2021) 62642-62652.
- [2] Development of dental inspection device: nondestructive evaluation of a dentin-adhesive interface by acoustic emission, Ryoma Ezaki, Atsuhi Mine, Kazuhisa Sato, Ken-ichi Fukui, Keigo Kumada, Masahiro Yumitate, Shintaro Ban, Azusa Yamanaka, Mariko Matsumoto, Bart Van Meerbeek, Toshiyuki Hashida, Hirofumi Yatani: Journal of Prosthodontic Research, 65 (4) (2021) 438-442.
- [3] Statistical Evidence for learnable lexical subclasses in Japanese, Takashi Morita, Timothy J. O'Donnell: Linguistic Inquiry, 53 (1) (2022) 87-120.
- [4] Brief and Indirect Exposure to Natural Environment Restores the Directed Attention for the Task, Tsukasa Kimura, Tatsuya Yamada, Yohko Hirokawa, Kazumitsu Shinohara: Frontiers in Psychology, 12 (2021) 2725.
- [5] Perceptual and cognitive processes in augmented reality – comparison between binocular and monocular presentations, Akihiko Dempo, Tsukasa Kimura, Kazumitsu Shinohara: Attention, Perception, and Psychophysics, 84 (2) (2022) 490-508.
- [6] Nonparametric analysis of inter-individual relations using an attention-based neural network, Takashi Morita, Aru Toyoda, Seitaro Aisu, Akihisa Kaneko, Naoko Suda-Hashimoto, Ikuma Adachi, Ikki Matsuda, Hiroki Koda: Methods in Ecology and Evolution, 12 (8) (2021) 1425-1440.
- [7] Effects of short-term isolation on social animals' behavior: An experimental case study of Japanese macaque, Takashi Morita, Aru Toyoda, Seitaro Aisu, Akihisa Kaneko, Naoko Suda-Hashimoto, Ikuma Adachi, Ikki Matsuda, Hiroki Koda: Ecological Informatics, 66 (2021) 101435.
- [8] Soft Periodic Convolutional Recurrent Network for Spatiotemporal Climate Forecast, Ekasit Phermphoonphiphat, Tomohiko Tomita, Takashi Morita, Masayuki Numao, Ken-ichi Fukui: Applied Sciences, 11 (2021) 9728.
- [9] Measuring context dependency in birdsong using artificial neural networks, Takashi Morita, Hiroki Koda, Kazuo Okanoya, Ryosuke Tachibana: PLOS Computational Biology, 17 (14) (2021) e1009707.
- [10] Data-driven Geothermal Reservoir Modeling: Estimating Permeability Distributions by Machine Learning, Anna Suzuki, Ken-ichi Fukui, Shinya Onodera, Junichi Ishizaki, Toshiyuki Hashida: Geosciences, 12 (3) (2022) 130.

国際会議

- [1] Learners' efficiency prediction using facial behavior analysis, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Ryota Takaoka, Noriko Takemura, Tsukasa Kimura, Hajime Nagahara, Masayuki Numao, Kazumitsu Shinohara: IEEE International Conference on Image Processing (ICIP2021), (2021) 1084-1088.
- [2] Adversarial Multi-task Learning Enhanced Physics-informed Neural Networks for Solving Partial Differential Equations, Pongpisit Thanasutives, Masayuki Numao, Ken-ichi Fukui: The International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2021), (2021) .
- [3] EEG emotion Enhancement using Task-specific Domain Adversarial Neural Network, Ding Keming, Tsukasa Kimura, Ken-ichi Fukui, Masayuki Numao: The International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2021), (2021) .

解説、総説

AI の過去・現在と製造業における展望, 福井健一, NTN テクニカルレビュー, NTN, 88 (2021), 2-9.

転がり軸受の損傷検出精度向上のための機械学習アルゴリズムの開発, 北井正嗣、赤松良信、福井健一, NTN テクニカルレビュー, NTN, 88 (2021), 86-98.

著書

[1] 座圧測定と分析による感情状態推定の可能性 ((株) エヌ・ティー・エス)“ヒトの感性に寄り添った製品開発とその計測、評価技術”, 木村 司, (株) エヌ・ティー・エス, (92-95) 2021.

特許

[1] 「国際特許出願」劣化状況予測システム、および劣化状況予測方法, PCT/JP2021/019620

[2] 「国際特許出願」判定装置及びプログラム, PCT/JP2021/043888

[3] 「国内成立特許」教師情報付学習データ生成方法、機械学習方法、教師情報付学習データ生成システム及びプログラム, 2017-162548

[4] 「国内成立特許」欠陥検出システム、欠陥モデル作成プログラム、および欠陥検出プログラム, 2018-036642

[5] 「国内特許出願」情報処理装置及びプログラム, 2022-047275

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

沼尾 正行	New Generation Computing (編集委員長)
沼尾 正行	New Generation Computing (運営委員)
福井 健一	9th International Conference on Smart Computing and Artificial Intelligence (SCAI2021) (プログラム委員)
福井 健一	The Ninth International Symposium on Computing and Networking (CANDAR2021) (プログラム委員)
福井 健一	The Sixth International Workshop on GPU Computing and AI (GCA' 21) (プログラム委員)
福井 健一	The 31st International Joint Conference on Artificial Intelligence and the 25th European Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-ECAI 2022) (プログラム委員)
福井 健一	The 26th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD2022) (プログラム委員)
福井 健一	New Generation Computing (編集委員)

国内学会

第 39 回日本生理心理学会大会	1 件
第 35 回人工知能学会全国大会	3 件
日本地球惑星科学連合 2021 年大会	3 件
日本音響学会 2022 年春季研究発表会	1 件
日本心理学会第 85 回大会	1 件
日本認知心理学会第 19 回大会	2 件
第 30 回日本睡眠環境学会学術大会	1 件
情報処理学会中国支部主催講演会	1 件
人工知能学会合同研究会 2021 第 20 回データ指向構成マイニングとシミュレーション研究会	1 件
気象学会第 43 回九州支部発表会	1 件

取得学位			
博士 (情報科学) 北井 正嗣	欠陥進展下の転がり軸受を対象とした余寿命評価に関する研究		
博士 (情報科学) Juan Lorenzo Hagad	Towards Optimized Deep Models of Stress-Related Psycho-Physiological Signals		
博士 (情報科学) Ekasit Phermphoonthiphat	Soft Periodic Convolutional Recurrent Network for Spatiotemporal Climate Forecast and Periodicity Analysis		
修士 (情報科学) 桂田 紗希	印象派の絵画推薦に向けた特徴量の選定		
修士 (情報科学) Thanasutives Pongpisit	Noise-aware Physics-informed Machine Learning for Robust Discovery of Partial Differential Equations		
科学研究費補助金			
単位 : 千円			
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	0	
若手研究 木村 司	長期的予測を支える認知処理メカニズムの解明	1,430	
若手研究 森田 堯	発声運動学習が音声認識学習に与える影響に関する計算言語学的研究	3,120	
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 によるスーパー日本人の育成	18,343
木村 司	文部科学省	Society5.0 実現化研究拠点支援 事業	6,175
森田 堯	(国研) 科学技術振興 機構	異質データ間での深層転移学習 の探求	5,850
奨学寄附金			
沼尾 正行	田村 進一		600
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		200
共同研究			
沼尾 正行	株式会社進鳳堂	人間力活性化によるスーパー日 本人の育成(習熟度及び語学学 習の付加価値の見える化を通 じた語学教育による人間力活性化 の実証)	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B C Iへの応用	0
福井 健一	N T N株式会社	AI アルゴリズム指導教官	0
福井 健一	N T N株式会社	AI を用いた転がり軸受の余寿 命予測	1,000
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
森田 堯	学際大規模情報基盤共 同利用・共同研究拠点	CT 画像と深層学習を用いた骨 格標本上の形態学的変異の可視 化と発見	0

森田 児	京都大学靈長類研究所 共同利用・共同研究拠点	多チャンネルマイクロホンアレイと機械学習を用いたテナガザルの音声コミュニケーション分析	147
------	---------------------------	---	-----

その他の競争的研究資金

沼尾 正行	イノベータイプ・アジア事業（教育研究費）	教育研究費	180
沼尾 正行	イノベータイプ・アジア事業（就学支援費）	就学支援費	403
沼尾 正行	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成 プログラム	2,640
福井 健一	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成 プログラム	2,640
森田 児	(公財)三菱財団	自然科学研究 助成(若手研究)	4,000

自然材料機能化研究分野

原著論文

- [1] Humidity-responsive thermal conduction properties of bacterial cellulose films, S. Izakura, H. Koga and K. Uetani: *Cellulose*, 28 (2021) 5363-5372.
- [2] Kirigami-Processed Cellulose-Nanofibre Films for Smart Heat Dissipation by Convection, K. Uetani, K. Kasuya, J. Wang, Y. Huang, R. Watanabe, S. Tsuneyasu, T. Satoh, H. Koga and M. Nogi: *NPG Asia Mater.*, 13 (2021) 62.
- [3] Polydopamine doping and pyrolysis of cellulose nanofiber paper for fabrication of three-dimensional nanocarbon with improved yield and capacitive performances, L. Zhu, K. Uetani, M. Nogi and H. Koga: *Nanomaterials*, 11 (12) (2021) 3249.
- [4] All-cellulose-derived humidity sensor prepared via direct laser writing of conductive and moisture-stable electrodes on TEMPO-oxidized cellulose paper, L. Zhu, X. Li, T. Kasuga, K. Uetani, M. Nogi and H. Koga: *J. Mater. Chem. C*, 10 (2022) 3712-3719.
- [5] Nanocellulose Paper Semiconductor with a 3D Network Structure and Its Nano-Micro-Macro Trans-Scale Design, H. Koga, K. Nagashima, K. Suematsu, T. Takahashi, L. Zhu, D. Fukushima, Y. Huang, R. Nakagawa, J. Liu, K. Uetani, M. Nogi, T. Yanagida and Y. Nishina: *ACS Nano*, (2022) .
- [6] Hydrogen-generating Si-based agent protects against skin flap ischemia-reperfusion injury in rats, N. Otani, K. Tomita, Y. Kobayashi, K. Kuroda, Y. Koyama, H. Kobayashi, and T. Kubo: *Sci. Rep.*, 12 (2022) 6168.
- [7] Social communication of maternal immune activation affected offspring is improved by Si-based hydrogen-producing agent, N. Usui, K. Matsumoto-Miyai, Y. Koyama, Y. Kobayashi, Y. Nakamura, H. Kobayashi, and S. Shimada: *Frontiers Psychiatry*, 13 (2022) 872302.
- [8] Si-based hydrogen-producing nanoagent protects fetuses from miscarriage caused by mother-to-child transmission, N. Usui, S. Togawa, T. Sumi, Y. Kobayashi, Y. Koyama, Y. Nakamura, M. Kondo, K. Shinoda, H. Kobayashi, and S. Shimada: *Front. Med. Technol.*, 3 (2021) 665506.
- [9] Structure and hydrogen generation mechanism of Si-based agent, Y. Kobayashi, S. Fujie, K. Imamura, and H. Kobayashi: *Appl. Surf. Sci.*, 536 (2021) 147398.
- [10] Changes in structure and surface properties of Si-based agent during hydrogen generation reaction, Y. Kobayashi, Y. Kowada, T. Shirohata, and H. Kobayashi: *Appl. Surf. Sci.*, 535 (2021) 147361.

[11] Novel hydrogen-producing Si-based agent reduces oxidative stress, improves sperm motility and in vitro fertilization rate in varicocele, Y. Inagaki, S. Fukuhara, R. Imamura, Y. Kobayashi, S. Kurabayashi, K. Okada, Y. Sekii, K. Takezawa, H. Kiuchi, M. Uemura, H. Kobayashi, and N. Nonomura: Andrology, 9 (2021) 376-383.

[12] Validated international definition of the thrombocytopenia, anasarca, fever, reticulin fibrosis, renal insufficiency, and organomegaly clinical subtype (TAFRO) of idiopathic multicentric Castleman disease., Y. Nishimura, David C. Fajgenbaum, N. Iwaki, M. Kwano, N. Nakamura, K. Izutsu, K. Takeuchi, M. Filiz Nishimura, F. Otsuka, K. Yoshizaki, Frits van Rhee, Y. Sato.: Am J Hematol., 96 (10) (2021) 1241-1252.

[13] Prompt reduction in CRP, IL-6, IFN- γ , IP-10, and MCP-1 and a relatively low basal ratio of ferritin/CRP is possibly associated with the efficacy of tocilizumab monotherapy in severely to critically ill patients with COVID-19., S. Hashimoto, K. Yoshizaki, K. Uno, H. Kitajima, T. Arai, Y. Tamura, H. Morishita, H. Matsuoka, Y. Han, S. Minamoto, T. Hirashima, T. Yamada, Y. Kashiba, M. Kameda, S. Yamaguchi, Y. Tsuchihashi, M. Iwahashi, E. Nakayama, T. Shioda, T. Nagai, T. Tanaka.: Frontiers in Medicine., 8 (2021) 734838.

国際会議

[1] Skin-Adhesive, -Breathable and -Compatible Cellulose Nanopaper for Comfortable On-Skin Biosignal Measurement , Y. HUANG, T. ARAKI, K. UETANI, T. SEKITANI, M. NOGI and H. KOGA: The 25th SANKEN International Symposium, The 20th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[2] Tuning of the electrical properties of carbonized nanocellulose semiconductor , K. OMOTE, K. UETANI, M. NOGI and H. KOGA: The 25th SANKEN International Symposium, The 20th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[3] Redispersion and aggregation behavior of surface-modified TEMPO-oxidized cellulose nanofibers as anticorrosion layers on electrodes , C. LI, T. KASUGA, K. UETANI, H. KOGA and M. NOGI: The 25th SANKEN International Symposium, The 20th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[4] Chitin nanofiber-derived elastic carbon aerogel for frequency-tunable microwave absorption , X. LI, L. ZHU, K. UETANI, M. NOGI and H. KOGA: The 25th SANKEN International Symposium, The 20th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[5] Carbonized chitin nanopaper and its photothermal heating performance , T. YEAMSUKEAWAT, J. SHIRAHAMA, X. LI, L. ZHU, K. UETANI, M. NOGI and H. KOGA: The 25th SANKEN International Symposium, The 20th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[6] Anisotropic thermally conductive papers with uniaxially aligned carbon fibers embedded in cellulose nanofiber matrix , K. TAKAHASHI, H. KOGA, M. NOGI and K. UETANI: The 25th SANKEN International Symposium, The 20th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[7] Structure analyses of cellulose nanofibers prepared by TEMPO-mediated oxidation and potassium permanganate oxidation , M. MIZUKAMI, T. KASUGA, K. UETANI, H. KOGA and M. NOGI: The 25th SANKEN International Symposium, The 20th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[8] Acetylation of cellulose nanopapers prepared by TEMPO-mediated oxidation , Y. TERAOKA, C. LI, T. KASUGA, H. YAGYU, K. UETANI, H. KOGA and M. NOGI: The 25th SANKEN International Symposium, The 20th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[9] Iodine-treated cellulose for photothermal heating , J. SHIRAHAMA, L. ZHU, Y. HUANG, T. YEAMSUKEAWAT, K. UETANI, M. NOGI and H. KOGA: The 25th SANKEN International

Symposium, The 20th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[10] Green and Flexible Electronics Based on Nanocellulose , H. KOGA: IEEE EDTM2022.

[11] Challenging research on Castleman disease develops remarkable new knowledges and therapies , K. Yoshizaki: The 9th Seoul International Congress of Endocrinology and Metabolism in conjunction with the 40th Annual Scientific Meeting of the Korean Endocrine Society.

[12] Tocilizumab therapy for multicentric Castleman , K. Yoshizaki: The 1st International Symposium on Castleman Disease.

解説、総説

免疫異常症研究室, 吉崎 和幸, パストゥール通信, 公益財団法人レイ・パストゥール医学研究センター, 新春号 (2021), 17-22.

慢性リンパ節腫大疾患 —その鑑別と病態考察—, 吉藤 元、吉崎 和幸, 日本内科学会雑誌, 一般社団法人日本内科学会, 110(10) (2021), 2278-2285.

キャッスルマン病の診断と治療のガイドライン, 吉崎和幸, 血液内科, 科学評論社, 82(3) (2021), 394-401.

「関節リウマチ」とは?, 吉崎和幸, NHK ガッテン!, 主婦と生活者, 56(14) (2022), 42-51.

著書

[1] セルロースナノファイバーと金属ナノ粒子の複合構造設計と太陽熱蒸留器への応用 (矢野浩之、磯貝明、北川和男)“セルロースナノファイバー 研究と実用化の最前線”, 黄茵彤、古賀大尚, NTS 出版, 2021.

[2] セルロースナノファイバーの特性を活かした環境調和型センサデバイス技術(矢野浩之、磯貝明、北川和男) “セルロースナノファイバー 研究と実用化の最前線”, 春日貴章, 能木雅也, NTS 出版, 2021.

[3] ナノセルロースによるカーボンナノチューブの分散・複合化と物性およびエレクトロニクス応用 (野口徹)“ナノカーボン・ナノセルロースの分散・配向制御技術”, 古賀大尚, シーエムシー出版, 2021.

[4] 紙が拓くグリーン・フレキシブルエレクトロニクス (市浦英明)“紙の加工技術と産業応用—持続可能な社会の構築を目指して—”, 古賀大尚, シーエムシー出版, 2022.

特許

[1] 「国内特許出願」剛直高分子成形体および剛直高分子成形体の製造方法, 2021-154644

[2] 「国際特許出願」薬剤及びその製造方法, 17/236891

[3] 「国際成立特許」薬剤及びその製造方法, 16/633807

[4] 「出願後譲渡特許 (国内)」細胞外小胞を捕捉するために用いられるデバイス、細胞外小胞の保存方法および移送方法, KP2020128

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)
小林 光	Progress in Applied Surface, Interface and Thin Film Science -Solar Renewable Energy News, VI (学術委員長)
吉崎 和幸	The 1 st International Symposium on Castleman Disease (組織責任者)

国内学会			
第 81 回分析化学討論会		1 件	
第 88 回紙パルプ研究発表会		1 件	
セルロース学会第 28 回年次大会		6 件	
第 72 回日本木材学会大会		1 件	
第 69 回応用物理学会春季学術講演会		3 件	
日本先制臨床医学会第 4 回学術大会		1 件	
日本インターフェロン・サイトカイン学会		1 件	
近畿エイズ研究会学術集会		1 件	
取得学位			
博士 (工学)	Functionalization of Cellulose Nanopaper for Eco-friendly Sensor Devices		
春日 貴章			
博士 (工学)	Fabrication of Porous and Defective Carbon Structures by Carbonization of		
Luting Zhu	Biofiber Paper for Sensing and Energy-Storage Applications		
修士 (工学)	ヨウ素を利用した炭化セルロースの調製と光熱変換特性評価		
白濱 潤			
修士 (工学)	炭素繊維とセルロースナノファイバーの複合による面内異方的熱伝導性フ		
高橋 宏輔	ィルムの創出		
修士 (工学)	透明 TEMPO 酸化セルロースナノペーパーの耐湿性向上に向けたセルロー		
寺岡 優理香	スナノファイバー表面処理手法の検討		
修士 (工学)	Humidity-regulated Multi-stage Drying Method for Fast Fabrication of Clear		
Li Chenyang	Transparent Cellulose Nanopaper		
科学研究費補助金			
		単位 : 千円	
挑戦的研究萌芽	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	3,380	
古賀 大尚			
基盤 A	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	0	
小林 光			
特別研究員奨励費	内部構造制御による両面ナノペーパー配線基板の実現に向けた機能性発現	1,000	
春日 貴章			
受託研究			
能木 雅也	(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	5,200
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	12,350
春日 貴章	(国研) 科学技術振興機構	超高密センサ網の実現に向けた「土に還る」センサデバイス基盤技術の創成	3,254
能木 雅也	教育・学生支援部国際共創大学院支援事務室管理係		450
古賀 大尚	(国研) 科学技術振興機構	生物素材を用いた持続性エレクトロニクスの創成	12,480
古賀 大尚	研究推進部研究推進課研究プロジェクト推進係		249
古賀 大尚	教育・学生支援部国際共創大学院支援事務室管理係		450

古賀 大尚	(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	官民による若手研究者発掘支援事業／共同研究フェーズ（環境・エネルギー分野）／ナノファイバーが拓く無侵襲な体液解析による日常的かつ包括的な健康状態モニタリング	2,696
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創発活性化支援プログラム	21,229
古賀 大尚	研究推進部研究推進課 研究プロジェクト推進係	SAKIGAKE クラブ OU エコシステム支援プログラム	500
古賀 大尚	研究推進部研究推進課 研究プロジェクト推進係	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	150
奨学寄附金			
能木 雅也	北越コーポレーション株式会社 取締役 生産技術本部長 岩本 茂		500
共同研究			
能木 雅也	株式会社サンアクティス	セルロースナノファイバーの熱変色に関する研究	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	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	0
能木 雅也	株式会社ダイセル	セルロースナノペーパーを基盤に用いた電子デバイスの研究を進めることによる相互協力	8,000
能木 雅也	日本放送協会	顕微鏡による細胞分析用セルロース多孔フィルムの開発	0
古賀 大尚	株式会社日本触媒	ナノファイバーが拓く無侵襲な体液解析による日常的かつ包括的な健康状態モニタリング	1,050
古賀 大尚	名古屋大学・Craif	シリコン製剤の水素発生とその応用	2,500
小林 光	レナトスジャパン株式会社	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	0
小林 光	株式会社ビヨンクール	シリコン製剤の性能向上および食品としての効果効能の探索	1,300
小林 光	株式会社ファイン	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	野田製薬株式会社		1,300
その他の競争的研究資金			
能木 雅也	イノベータイプ・アジア事業（教育研究費）	教育研究費	360
能木 雅也	イノベータイプ・アジア事業（就学支援費）	就学支援費	805

半導体材料・プロセス研究分野

国際会議

[1] Improved mass loading of Si electrodes in Li ion batteries with Si swarf/graphite sheet composites , T. Matsumoto: 240th ECS Meeting.

解説、総説

リチウムイオン電池の厚いシリコン負極の高容量化と高電流密度化に成功, 松本健俊, クリーンエネルギー, 日本工業出版, 30[7] (2021), 46-53.

国内学会

第 62 回電池討論会

1 件

共同研究

松本 健俊	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	0
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	0
松本 健俊	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	0
松本 健俊	明智セラミックス株式会社	リチウムイオン電池のシリコン切粉負極のための膨張化黒鉛の開発	715

先端ハード材料研究分野

原著論文

[1] 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.

[2] Stabilization of size-controlled BaTiO₃ 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, Tohru Sekino: ACS Omega, 6 (14) (2021) 9410-9425.

[3] Isotropic enhancement of the thermal conductivity of polymer composites by dispersion of equiaxed polyhedral boron nitride fillers, Takafumi Kusunose, Yoshinori Uno, Yuki Tanaka, Tohru Sekino: Composites Science and Technology, 208 (2021) 108770.

[4] Sr²⁺ sorption property of seaweed-like sodium titanate mats: effects of crystallographic properties, Yoshifumi Kondo, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: RSC Advances, 11 (30) (2021) 18676-18684.

[5] The influence of Fe³⁺ doping on thermally induced crystallization and phase evolution of amorphous calcium phosphate, Diana Griesiute, Lauryna Sinusaite, Agne Kizalaite, Andris Antuzevics, Kestutis Mazeika, Dalis Baltrunas, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Aivaras Kareiva, Aleksej Zarkov: CrystEngComm, 23 (26) (2021) 4627-4637.

[6] Dissolution-precipitation synthesis and characterization of zinc whitlockite with variable metal content, Agne Kizalaite, Inga Grigoraviciute-Puroniene, Dane Romar C. Asuogui, Sarah L. Stoll, Sung Hun Cho, Tohru Sekino, Aivaras Kareiva, Aleksej Zarkov: ACS Biomaterials Science & Engineering, 7 (8) (2021) 3586-3593.

[7] Refractory metal oxide-doped titanate nanotubes: synthesis and photocatalytic activity under UV/Visible light range, Min-Sang Kim, Hyun-Joo Choi, Tohru Sekino, Young-Do Kim, Se-Hoon Kim: Catalysts, 11 (8) (2021) 987.

- [8] Selective adsorption of dyes on TiO₂-modified hydroxyapatite photocatalysts morphologically controlled by solvothermal synthesis, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Chikara Ohtsuki, Tohru Sekino: Journal of Environmental Chemical Engineering, 9 (4) (2021) 105738.
- [9] UV/ozone irradiation manipulates immune response for antibacterial activity and bone regeneration on titanium, Yuanyuan Yang, Honghao Zhang, Satoshi Komasa, Yukihiko Morimoto, Tohru Sekino, Takayoshi Kawazoe, Joji Okazaki: Materials Science and Engineering C: Materials for Biological Applications, 129 (2021) 112377.
- [10] Titanium Nitride and Yttrium Titanate Nanocomposites, Endowed with Renewable Self-Healing Ability, Son Thanh Nguyen, Ayahisa Okawa, Hirokazu Iwasawa, Tadachika Nakayama, Hideki Hashimoto, Tohru Sekino, Hisayuki Suematsu, Koichi Niihara: Advanced Materials Interfaces, 8 (22) (2021) 2100979.
- [11] Bottom-up method for synthesis of layered lithium titanate nanoplates using ion precursor, Hyunsu Park, Do Hyung Han, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Woo-Byoung Kim, Masato Kakihana, Tohru Sekino: Chemical Communications, 57 (93) (2021) 12536-12539.
- [12] Examination of pyroelectric power generation over a wide temperature range by controlling the Zr:Sn composition ratio of PLZST, Hironari Sugiyama, Juyong Kim, Satoru Yamanaka, Yoonho Kim, Nguyen Chi Trung Ngo, Juan Paulo Wiff, Tsuneo Suzuki, Masaaki Baba, Masatoshi Takeda, Noboru Yamada, Tohru Sekino, Hideki Hashimoto, Hirohisa Tanaka, Koichi Niihara, Tadachika Nakayama: Journal of Asian Ceramic Societies, 10 (1) (2021) 99-107.
- [13] Liquid-phase synthesis of advanced ceramic sorbents with high functionalization and morphological control, Tomoyo Goto: Journal of the Ceramic Society of Japan, 130 (1) (2022) 163-171.
- [14] Mechanism investigation of the enhanced oxygen storage performance of YBaCo₄O_{7+δ} synthesized by a glycine-complex decomposition method, Ting Ru Chen, Takuya Hasegawa, Sung Hun Cho, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Masato Kakihana, Shu Yin: Chemical Communications, 58 (17) (2022) 2822-2825.
- [15] In vivo bioresorbability and bone formation ability of sintered highly pure calcium carbonate granules, Shota Umemoto, Toshitake Furusawa, Hidero Unuma, Masahiko Tajika, and Tohru Sekino: Dental Materials Journal, 40 (5) (2021) 1202-1207.
- [16] Fine TiC dispersed Al₂O₃ 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.
- [17] Optimizing TiO₂ through water-soluble Ti complexes as raw material for controlling particle size and distribution of synthesized BaTiO₃ nanocubes, Kouichi Nakashima, Kouta Hironaka, Kazuma Ouchi, Mao Ajioka, Yoshio Kobayashi, Yasuhiro Yoneda, Shu Yin, Masato Kakihana, Tohru Sekino: ACS Omega, 6 (48) (2021) 32517-32527.
- [18] Pyroelectric power generation in PLZST material by temperature dependent phase transformation, Hironari Sugiyama, Juyoung Kim, Satoru Yamanaka, Yoonho Kim, Nguyen Chi Trung Ngo, Juan Paulo Wiff, Tsuneo Suzuki, Masaaki Baba, Masatoshi Takeda, Noboru Yamada, Tohru Sekino, Hideki Hashimoto, Hirohisa Tanaka, Koichi Niihara, Tadachika Nakayama: Ceramics International, 48 (6) (2022) 8689-8698.
- [19] The effects of microstructure on mechanical and electrical properties of W dispersed Al₂O₃ ceramics, Shengfang Shi, Sunghun Cho, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: International Journal of Applied Ceramic Technology, 19 (3) (2021) 1746-1755.

- [20] Immunomodulatory properties and osteogenic activity of polyetheretherketone coated with titanate nanonetwork structures, Yuanyuan Yang, Honghao Zhang, Satoshi Komasa, Tetsuji Kusumoto, Shinsuke Kuwamoto, Tohru Okunishi, Yasuyuki Kobayashi, Yoshiya Hashimoto, Tohru Sekino, and Joji Okazaki: International Journal of Molecular Sciences, 23 (2) (2022) 612.
- [21] BaTiO₃ nanocubes functionalized by catechol-based organic molecules via ligand-exchange and chemical reactions: Implications for Closed-packing of Nanoblocks, Yonghyun Cho, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, and Tohru Sekino: ACS Applied Nano Materials, 5 (1) (2022) 1056-1067.
- [22] Enhanced photocatalytic activity of porphyrin nanodisks prepared by exfoliation of metalloporphyrin-based covalent organic frameworks, Xinxi Li, Kota Nomura, Arnaud Guedes, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Mamoru Fujitsuka, and Yasuko Osakada: ACS Omega, 7 (8) (2022) 7172–7178.
- [23] Elastic isotropy originating from heterogeneous interlayer elastic deformation in a Ti₃SiC₂ MAX phase with a nanolayered crystal structure, Ruxia Liu, Masakazu Tane, Hajime Kimizuka, Yuji Shirakami, Ken-ichi Ikeda, Seiji Miura, Koji Morit, Tohru S. Suzuki, Yoshio Sakka, Lianmeng Zhang, Tohru Sekino: Journal of the European Ceramic Society, 41 (4) (2021) 2278–2289.
- [24] 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, 40 (5) (2021) 1080-1085.
- 国際会議**
- [1] Nanostructure tuning of low-dimensional titania for multifunctional application, Sunghun Eom, Yoshifumi Kondo, Hyunsu Park, Hisataka Nishida, Sung Hun Cho, Tomoyo Goto, and Tohru Sekino*: THERMEC2021 Virtual Conference, Vienna (Online), Austria, June 1-5, 2021.
- [2] Design and fabrication of multi-functional ceramic-based composites, Shengfang Shi, So Nishiyama, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, and Tohru Sekino*: The 5th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP2021), Niigata (Online), Japan, August 4-6, 2021.
- [3] Synthesis of peroxy-modified titanate nanostructures by chemical bottom-up process and their photocatalytic properties, Hyunsu Park*, Do Hyung Han, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Yukihiro Morimoto, and Tohru Sekino: The 5th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP2021), Niigata (Online), Japan, August 4-6, 2021.
- [4] Development of TiO₂-modified hydroxyapatite for the removal of organic pollutants, Tomoyo Goto*, Sung Hun Cho, Chikara Ohtsuki, and Tohru Sekino: The 5th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP2021), Niigata (Online), Japan, August 4-6, 2021.
- [5] Preparation of plate-like barium titanate particles for pyroelectric power generation, Hideki Hashimoto*, Shengfang Shi, Chisato Kako, Hirohisa Tanaka, Yoonho Kim, Masaaki Baba, Masatoshi Takeda, Tadachika Nakayama, and Tohru Sekino: The 5th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP2021), Niigata (Online), Japan, August 4-6, 2021.
- [6] Control of adsorption characteristics of calcium phosphate bioceramic by crystal morphology, Tomoyo Goto*, Sung Hun Cho, Chikara Ohtsuki, and Tohru Sekino: The 5th A3 Foresight Symposium on Organic/Inorganic Nanohybrid Platforms for Precision Tumor Imaging and Therapy, (Online), China, October 13-14, 2021.
- [7] Nanostructure and function tuning of low dimensional titania for photochemical application, Tohru Sekino*: The third International Symposium on Innovation in Materials Processing (ISIMP 2021), Jeju (Online), Korea, October 26-29, 2021.

[8] Effects of crystal morphology on adsorption property of hydroxyapatite synthesized by solvothermal treatment, Tomoyo Goto*, Sung Hun Cho, Chikara Ohtsuki, and Tohru Sekino: The 6th International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (ic-cmt6), Miskolc-Lillafüred (Online), Hungary, October 4-8, 2021.

[9] Synthesis of peroxy-modified titanate nanostructures with visible light response by chemical bottom-up process and evaluation of photocatalytic characteristics, Hyunsu Park*, Do Hyung Han, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Yukihiko Morimoto, and Tohru Sekino: The 6th International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (ic-cmt6), Miskolc-Lillafüred (Online), Hungary, October 4-8, 2021.

[10] Low-temperature mineralization sintering process for fabrication of apatite-bonded bioactive glass, Yeongjun Seo, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Shengfang Shi, Aleksei Žarkov, Taisei Yamamoto, and Tohru Sekino*: The 6th International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (ic-cmt6), Miskolc-Lillafüred (Online), Hungary, October 4-8, 2021.

[11] Sorption of Co^{2+} on seaweed-like sodium titanate mats synthesized by template-free hydrothermal method, Tomoyo Goto*, Yoshifumi Kondo, Tohru Sekino: 14th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM14), Vancouver (Online), Canada, December 13-16, 2021.

[12] Bottom-up chemical synthesis of visible light responsible peroxy-modified titanate nanotubes and their photochemical properties, Tohru Sekino*, Yoshifumi Kondo, Hyunsu Park, Songhun Chou, Tomoyo Goto, Masato Kakihana: 14th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM14), Vancouver (Online), Canada, December 13-16, 2021.

[13] Development of seaweed-like sodium titanate as a sorbent material for environmental purification, Tomoyo Goto*, Yoshifumi Kondo, Tohru Sekino: The 25th SANKEN International Symposium, (Online), Japan, January 6-7, 2022.

[14] Effects of treatment temperature on the structural and optical properties for hydrothermal synthesized peroxy-titanate nanotubes, Do Hyung Han*, Hyunsu Park, Tomoyo Goto, Sunghun Cho and Tohru Sekino: The 6th International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (ic-cmt6), Miskolc-Lillafüred (Online), Hungary, October 4-8, 2021.

[15] Chemical bottom-up synthesis of layered alkali titanate-based nanostructures with visible light response, Hyunsu Park*, Do Hyung Han, Sunghun Cho, Yukihiko Morimoto, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: The 5th A3 Foresight Symposium on Organic/Inorganic Nanohybrid Platforms for Precision Tumor Imaging and Therapy, (Online), China, October 13-14, 2021.

[16] Synthesis of one-dimensional nanostructures in low temperature, Sunghun Cho*, Hyunsu Park, Tomoyo Goto, and Tohru Sekino: The 25th SANKEN International Symposium, (Online), Japan, January 6-7, 2022.

[17] Large scale chemical bottom-up synthesis of nanostructured peroxy titanates, Do Hyung Han*, Hyunsu Park, Tomoyo Goto, Sunghun Cho and Tohru Sekino: The 25th SANKEN International Symposium, (Online), Japan, January 6-7, 2022.

解説、総説

バイオミネラリゼーションを用いた低温焼結技術の開発, 徐 寧俊、後藤 知代、趙 成訓、関野 徹, セラミックス, 日本セラミックス協会, 57 (2022), 9-12.

水酸アパタイトの形態制御による吸着特性と触媒担体への応用, 後藤 知代, 関野 徹, PHOSPHORUS LETTER, 日本無機リン化学会, 102 (2021), 5-11.

特許

- [1] 「国内特許出願」触媒及び触媒の製造方法, 2021-110855
[2] 「出願前譲渡特許（国内・国際）」緻密質無機構造体及び複合構造体, 特願 2021-170694

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)
関野 徹	The 15th International Ceramics Congress (CIMTEC2021) (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 2021) (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	13th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE-2022) (シンポジウム運営委員)
関野 徹	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2021) (運営委員長)
関野 徹	The International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM2021) (国際アドバイザリー委員)
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)
関野 徹	International Symposium on Innovation in Materials Processing (ISIMP2021) (シンポジウム実行委員長)
関野 徹	The 7th International Conference on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Advanced Materials (ICCCI2022) (運営委員)
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 60 回セラミックス基礎科学討論会	2 件
第 15 回日本セラミックス協会関西支部学術講演会	1 件
日本セラミックス協会 関西支部協会賞受賞記念講演会	1 件
大阪大学 産業科学研究所 第 77 回学術講演会	2 件
日本セラミックス協会 第 24 回生体関連セラミックス討論会	1 件
日本セラミックス協会 第 34 回秋季シンポジウム	10 件
2021 年度 日本セラミックス協会九州支部 秋季研究発表会	1 件
日本材料学会 ナノ材料部門委員会研究会	1 件
日本セラミックス協会 2022 年年会	6 件
日本セラミックス協会第 54 回基礎科学部会セミナー	1 件

取得学位

修士（工学） 佐々木 悠輔	水熱法による金属チタン上への酸化チタンナノ構造の直接形成とその構造および光照射に伴う特性の評価
修士（工学） 高田 健太郎	合成プロセスと金属担持が可視光応答型チタニア系ナノマテリアルの構造と光化学特性に与える影響

科学研究費補助金

挑戦的研究（萌芽）	自律的ナノ配列機能をプログラムした無機ナノブロックの精緻な構造および表面分子設計	単位：千円 3,120
関野 徹		

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	1,040
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)	1,560
関野 徹	(国研) 科学技術振興機構	7,423
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	2,411
PARK HYUNSU	研究推進部 研究推進課 研究 プロジェクト推進係	57
PARK HYUNSU	研究推進部 研究推進課 研究 プロジェクト推進係	76
後藤 知代	(国研) 科学技術振興機構	27,734
奨学寄附金		
関野 徹	株式会社M3研究所 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	第一稀元素化学工業株式会社 技術部長 木村 英夫	1,000
共同研究		
関野 徹	株式会社サンワード商会	1,639
関野 徹	パナソニック株式会社	2,751
関野 徹	ロータスマテリアル研究所	566
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)	8,200
関野 徹	日本学術振興会 (日中韓フォーサイト事業)	820
関野 徹	株式会社シナネンゼオミック	99
後藤 知代	生体医歯工学共同研究拠点	160

エネルギー・環境材料研究分野

原著論文

- [1] Soft X-ray emission studies on hydrate-melt electrolytes, T. Shimada, N. Takenaka, E. Watanabe, Y. Yamada, Y.-T. Cui, Y. Harada, M. Okubo, A. Yamada: *J. Phys. Chem. B*, 125 (41) (2021) 11534-11539.
- [2] Concentrated electrolytes widen the operating temperature range of lithium-ion batteries, J. Wang, Q. Zheng, M. Fang, S. Ko, Y. Yamada, A. Yamada: *Adv. Sci.*, 8 (18) (2021) 2101646.
- [3] An overlooked issue for high-voltage Li-ion batteries: Suppressing the intercalation of anions into conductive carbon, S. Ko, Y. Yamada, A. Yamada: *Joule*, 5 (4) (2021) 998-1009.
- [4] Rational electrolyte design to form inorganic-polymeric interphase on silicon-based anodes, S. Yang, Y. Zhang, Z. Li, N. Takenaka, Y. Liu, H. Zou, W. Chen, M. Du, X.-J. Hong, R. Shang, E. Nakamura, Y.-P. Cai, Y.-Q. Lan, Q. Zheng, Y. Yamada, A. Yamada: *ACS Energy Lett.*, 6 (5) (2021) 1811-1820.
- [5] Stabilizing the Nanosurface of LiNiO_2 Electrodes by Varying the Electrolyte Concentration: Correlation with Initial Electrochemical Behaviors for Use in Aqueous Li-Ion Batteries, C. Lee, Y. Yokoyama, Y. Kondo, Y. Miyahara, T. Abe, K. Miyazaki: *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 13 (37) (2021) 44284-44293.
- [6] Complementary Actions of Tungsten Oxides and Carbon to Catalyze the Redox Reaction of $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ in Vanadium Redox Flow Batteries, K. Kimura, Y. Yokoyama, Y. Kondo, Y. Miyahara, T. Abe, K. Miyazaki: *ChemElectroChem*, 8 (2021) 3695-3699.
- [7] Fluoride Ion-Selective Electrode for Organic Solutions, Y. Yokoyama, K. Kano, Y. Kondo, Y. Miyahara, K. Miyazaki, T. Abe: *Anal. Chem.*, 93 (45) (2021) 15058-15062.
- [8] Influence of Chemical Operation on the Electrocatalytic Activity of $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ for the Oxygen Evolution Reaction, Y. Inoue, Y. Miyahara, K. Miyazaki, Y. Kondo, Y. Yokoyama, T. Abe: *J. Electrochem. Soc.*, 169 (2022) 010518.

国際会議

- [1] Fluorinated cyclic phosphate-based electrolytes for high-voltage and safe batteries (invited), Y. Yamada: 46th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2022).
- [2] Charge-Discharge Reactions of Aqueous Energy-Storage Devices, Y. Kondo, K. Miyazaki, T. Abe, Y. Yamada: The 25th SANKEN International Symposium.
- [3] Designing electrolyte and interphase for high-voltage and safe batteries (invited), Y. Yamada, A. Yamada: 14th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM 14).
- [4] Concentrated liquid electrolytes: unique functions and battery applications (invited), Y. Yamada: The 3rd International Symposium of 5-star Alliance, CEFMS-NCTU, RCAS-AS.
- [5] Electrolyte design strategies to high-energy-density and safe batteries (keynote), Y. Yamada: International Battery Association 2021 (IBA 2021).

解説、総説

Kinetics of interfacial ion transfer in lithium-ion batteries: mechanism understanding and improvement strategies, Y. Kondo, T. Abe, Y. Yamada, ACS Appl. Mater. Interfaces, American Chemical Society, 14 (2022), 22707-22718.

Frontiers in theoretical analysis of solid electrolyte interphase formation mechanism, N. Takenaka, A. Bouibes, Y. Yamada, M. Nagaoka, A. Yamada, *Adv. Mater.*, Wiley, 33 (2021), 2100574.

リチウム金属負極用電解液の開発、山田裕貴、山田淳夫、電池技術、電池技術委員会、33 (2021), 28-34.

特許

[1] 「国際特許出願」層状マンガン酸化物及びその製造方法、特願 2021-40510、特願 2022-32921、PCT/JP2022/11337

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

山田 裕貴 ChemElectroChem (Editorial Board Member)

国内学会

第 62 回電池討論会	3 件
第 48 回炭素材料学会年会	2 件
電気化学会第 89 回大会	4 件

科学研究費補助金

			単位：千円
基盤研究 (B)	電極電位の変位現象の新理論確立とその能動的制御による蓄電池革新		8,580
山田 裕貴			
基盤研究 (B)	グラフェンアシスト酸化物ガスセンサのセンシング機序と混合ガスセンサの創出		13,910
菅原 徹			
受託研究			
山田 裕貴	(国研) 科学技術振興機構	新規電解液の開発とリチウム金属溶解析出挙動の解明	28,139
山田 裕貴	(国研) 科学技術振興機構	液体中のイオン・分子配列制御と電気化学新機能の開拓	29,130
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	19,968
菅原 徹	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	脳外傷回復期における統発性障害を予防する薄く柔らかい冷却デバイスの開発 (H-24)	2,400
片山 祐	(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	官民による若手研究者発掘支援事業／マッチングサポートフェーズ／二次電池電極-電解質界面設計に資するリアルタイム海面可視化技術の開発	0
片山 祐	(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	電気自動車用革新型蓄電池開発／亜鉛負極電池の研究開発	7,500
近藤 靖幸	(国研) 科学技術振興機構	活力ある生涯のための Last 5X イノベーション拠点	2,455
奨学寄附金			
山田 裕貴	クボタ Lab. 代表 久保田 紘基		444
菅原 徹	株式会社 MAGICO 代表取締役 長谷川 邦義		500
菅原 徹	公益財団法人村田学術振興財団 理事長 村田 恒夫		500
菅原 徹	デンカ株式会社 大牟田工場セラミックス研究部 部長 谷口 佳孝		2,950
片山 祐	日本銅学会		500

共同研究				
山田 裕貴	トヨタ自動車株式会社	高電圧水系リチウムイオン電池の実現をめざした研究	13,750	
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	2,100	
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）	0	
菅原 徹	朝日エテッソック株式会社	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	0	
片山 祐	トヨタ自動車株式会社	ポリマー電解質の全固体電池への適用検討	2,750	
片山 祐	トヨタ自動車株式会社	分光学的特徴量と材料特性間の相関解析	2,900	
片山 祐	東京ガス株式会社	固体高分子膜を活用した二酸化炭素還元技術の開発	10,000	
その他の競争的研究資金				
片山 祐	公益財団法人 旭硝子財団 研究奨励	ナノ空間での反応中間体吸着形態の制御による高選択的二酸化炭素電解触媒の創成	2,000	

励起物性科学研究分野

原著論文

[1] Direct evaluation of hole effective mass of SnS–SnSe solid solutions with ARPES measurement, I. Suzuki, Z. Lin, S. Kawanishi, K. Tanaka, Y. Nose, T. Omata, S. Tanaka, Phys. Chem. Chem. Phys., 24 (2022) 634.

国内学会

日本物理学会	3 件
応用物理学会	2 件
日本放射光学会	2 件

量子ビーム物理研究分野

原著論文

[1] Electron Beam Chirp Dexterity in Staging Laser Wakefield Acceleration, N. Pathak, A. Zhidkov and T. Hosokai: the Physics of Plasmas, 28 (5) (2021) 3105.

[2] Experimental demonstration of 7-femtosecond electron timing fluctuation in laser wakefield acceleration, Kai Huang, Zhan Jin, Nobuhiko Nakanii, Tomonao Hosokai and Masaki Kando: Applied Physics Express, 15 (3) (2022) 036001.

[3] Effects of Laser Peening with a Pulse Energy of 1.7 mJ on the Residual Stress and Fatigue Properties of A7075 Aluminum Alloy, Yuji Sano, Kiyotaka Masaki, Yoshio Mizuta, Satoshi Tamaki, Tomonao Hosokai and Takunori Taira: Metals, 11 (11) (2021) 1-9.

[4] Effect of Laser Peening with a Microchip Laser on Fatigue Life in Butt-Welded High-Strength Steel, Tomoharu Kato, Yoshihiro Sakino, Yuji Sano: Applied Mechanics, 2 (4) (2021) 878-890.

[5] Development of a portable laser peening device and its effect on the fatigue properties of HT780 butt-welded joints, Yuji Sano, Tomoharu Kato, Yoshio Mizuta, Satoshi Tamaki, Koki Yokofujita, Takunori Taira, Tomonao Hosokai, Yoshihiro Sakino: Forces in Mechanics, 7 (2022) 100080-100086.

[6] Effect of pulse group velocity on charge loading in laser wakefield acceleration, N. Pathak, A. Zhidkov and T. Hosokai: Physics Letters A, 425 (2021) 127873(1-7).

[7] サブナノ秒マイクロチップレーザーによるレーザーピーンフォーミングの変形特性, 鷲坂芳弘、川崎泰介、Vincent YAHIA、平等拓範、佐野雄二: 塑性と加工（日本塑性加工学会論文誌）, 62 (720) (2021) 8-13.

国際会議

[1] Improvement of residual stress and fatigue properties of high strength steel by low pulse energy microchip laser , Yoshio Mizuta, Yuji Sano, Satoshi Tamaki, Yoshihiro Sagisaka, Tomoharu Kato, Yoshihiro Sakino, Tomonao Hosokai: Photonics Asia 2021 (Advanced Laser Precessing and Manufacturing V).

[2] Development of Laser Peening Device to Prolong Fatigue Life of Metallic Infrastructure , Yuji Sano, Takunori Taira, Koki Yokofujita, Yoshio Mizuta, Satoshi Tamaki, Tomonao Hosokai, Kiyotaka Masaki, Tomoharu Kato and Yoshihiro Sakino: 10th Australasian Congress on Applied Mechanics.

[3] Recent Status in Laser-wakefield Acceleration Platform , Z. Jin, N. Pathak, A. Zhidkov, Y. Mizuta, K. Matsukado, Z. Z. Lei, D. Oumbarek, M. Kando, K. Huang, N. Nakanii, I. Daito and T. Hosokai: Joint Seminar between Shanghai Jiao Tong University and Osaka University.

[4] Electron beam chirp dexterity in staging laser wakefield acceleration , N.Pathak, A.Zhidkov, Z.Jin, Y.Mizuta, Z.Lei, K.Matsukado and T. Hosokai: AAPPS-DPP2021 (5th Asia Pacific Conference on Plasma Physics) .

[5] Recent Progress in SPring-8 Laser-wakefield Acceleration Platform , Z. Jin, N. Pathak, A. Zhidkov, Y. Mizuta, K. Matsukado, Z. Z. Lei, D. Oumbarek, M. Kando, K. Huang, N. Nakanii, I. Daito and T. Hosokai: The 30th International Toki Conference on Plasma and Fusion Research.

解説、総説

遠赤外・テラヘルツ自由電子レーザーを用いた利用研究, 入澤 明典, 放射光, 日本放射光会誌, 34 [3] (2021), 163-174.

阪大産研量子ビーム科学研究施設の紹介, 督田 義英、藤塚 守、古澤 孝弘、吉田 陽一、細貝 知直, 放射線化学会, 112 (2021), 65-66.

著書

[1] Effect of pulse group velocity on charge loading in laser wakefield acceleration (N.Pathak, A.Zhidkov, T.Hosokai)"Physics Letters A", N.Pathak, A.Zhidkov, T.Hosokai, Elsevier, 425 (127873) 2022.

特許

[1] 「国際特許出願」電子ビーム照射装置及び電子ビーム照射装置の作動方法, 特願 2017-038670

[2] 「国内特許出願」電子ビーム照射装置及び電子ビーム照射方法, 特願 2022-046567

国内学会

ショットピーニング技術協会 2021 年度学術講演会	2 件
日本機械学会 M&M2021 材料力学カンファレンス	1 件
溶接学会 2021 年秋季全国大会	1 件
科学研究費補助金	

基盤研究 (C) 遠赤外・テラヘルツ自由電子レーザーによる新奇物質制
入澤 明典 御の探索 単位 : 千円 2,080

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	88,286
奨学寄附金			
細貝 知直	株式会社 Lacubed 代表取締役社長 佐野厚子	4,000	
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	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] Higher Sensitive Extreme Ultraviolet (EUV) Resist Materials Derived From p-t-Butylcalix[n]arenes ($n = 4$ and 8), Hiroyuki Maekawa, Hiroto Kudo, Takeo Watanabe, Hiroki Yamamoto, Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa: Journal of Photopolymer Science and Technology, 33 (2020) 45-51.

[2] Application of Ethyltrimethylammonium Hydroxide (ETMAH) as an Alternative Developer Solution / Process for Semiconductor Lithography, Julius Joseph Santillan, Masahiko Harumoto, Tomohiro Motono, Andreia Figueiredo dos Santos, Chisayo Mori, Yuji Tanaka, Harold Stokes, Masaya Asai and Toshiro Itani: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2021) SCCC01.

[3] Pattern collapse mitigation by controlling atmosphere during development process for semiconductor lithography, Masahiko Harumoto, Tomohiro Motono, Andreia Figueiredo dos Santos, Chisayo Mori, Yuji Tanaka, Harold Stokes, Masaya Asai, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani, and Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2021) SCCC03.

[4] Estimation of electron affinity of photoacid generators: density functional theory calculations using static and dynamic models, Kazumasa Okamoto and Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2021) SCCC03.

[5] Effect of initial molecular weight distribution on pattern formation of main-chain-scission-type resists, Ayako Nakajima, Manabu Hoshino and Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2021) 056501.

[6] Dependence of dose rate on the sensitivity of the resist under ultra-high flux extreme ultraviolet (EUV) pulse irradiation, Kazumasa Okamoto, Shunpei Kawai, Yuta Ikari, Shigeo Hori, Akihiro Konda, Koki Ueno, Yohei Arai, Masahiko Ishino, Thanh-Hung Dinh, Masaharu Nishikino, Akira Kon, Shigeki Owada, Yuichi Inubushi, Hiroo Kinoshita and Takahiro Kozawa: Applied Physics Express, 14 (2021) 066502.

[7] Analysis of dissolution kinetics of narrow polydispersity poly(4-hydroxystyrene) in alkaline aqueous solution using machine learning, Naoki Tanaka, Kyoko Watanabe, Kyoko Matsuoka, Kazuki Azumagawa, Takahiro Kozawa, Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro and Daisuke Kawana: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2021) 066503.

[8] Electron Beam Irradiation of Lead Halide Perovskite Solar Cells: Dedoping of Organic Hole Transport Materials despite Hardness of the Perovskite Layer, Yoshiyuki Murakami, Fumitaka Ishiwari,

Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa and Akinori Saeki: ACS Applied Materials & Interfaces, 13 (2021) 24824-24832.

[9] Study on radical dianions of carboxylates used as ligands of metal oxide nanocluster resists, Kengo Ikeuchi, Yusa Muroya, Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro, Daisuke Kawana and Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2021) 076503.

[10] Resist Thickness Dependence of Latent Images in Chemically Amplified Resists Used for Electron Beam Lithography, Takahiro Kozawa and Takao Tamura: J. Photopolym. Sci. Technol., 34 (2021) 17-25.

[11] Non-chemically Amplified Negative Molecular Resist Materials using Polarity Change by EUV Exposure, K. Fujisawa, H. Maekawa, H. Kudo, K. Okamoto, and T. Kozawa,: J. Photopolym. Sci. Technol., 34 (2021) 87-93.

[12] Analysis of mitigating factors for line edge roughness generated during electron beam lithography using machine learning, Yuqing Jin, Takahiro Kozawa and Takao Tamura: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2021) 076509.

[13] Theoretical study of interfacial effects on low-energy electron dynamics in chemically amplified resist processes of photomask fabrication, Takahiro Kozawa and Takao Tamura: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2021) 086503.

[14] Scavenging of "dry" electrons prior to hydration by azide ions: Effect on the formation of H₂ in the radiolysis of water by 60Co γ -rays and tritium β -electrons., Sunuchakan Sanguanmith, Jintana Meesungnoen, Yusa Muroya and Jean-Paul Jay-Gerin: Can. J. Chem., 99 (2021) 881-889.

[15] γ -Radiation synthesis of ultrasmall noble metal (Pd, Au, Pt) nanoparticles embedded on boron nitride nanosheets for high-performance catalysis, Yi Wang, Jialiang Chen, Lan Wang, Hanqin Weng, Zhihao Wu, Limin Jiao, Yusa Muroya, Shinichi Yamashita, Sheng Cheng, Fuhai Li, Hongbing Chen, Wei Huang and Mingzhang Lin: Ceramics International, 47 (2021) 26963-26970.

[16] Relationship between blurring factors and interfacial effects in chemically amplified resist processes in photomask fabrication, Takahiro Kozawa and Takao Tamura: Jpn. J. Appl. Phys., 60 (2021) 126504.

[17] Relationship between surface free energy and development process (swelling and dissolution kinetics) of poly(4-hydroxystyrene) film in water and 2.38 wt% tetramethylammonium hydroxide aqueous solution, Yuko Tsutsui Ito and Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 61 (2021) 016502.

[18] Formulation of trade-off relationships between resolution, line edge roughness, and sensitivity in sub-10 nm half-pitch region for chemically amplified extreme ultraviolet resists, Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 61 (2021) 016501.

[19] Photo- & radio-chromic iron-doped tungstic acids fabricated via submerged photosynthesis, Shuntaro Murakami, Lihua Zhang, Melbert Jeem, Kazumasa Okamoto, Yuki Nakagawa, Tamaki Shibayama, Masato Ohnuma, Seiichi Watanabe: Optical Materials, 124 (2022) 111966.

[20] Fabrication of color-toned micro/nanopattern surface by submerged photosynthesis method, Jumpei Tsukamura, Yuki Takahashi, Lihua Zhang, Melbert Jeem, Kazumasa Okamoto, Seiichi Watanabe: Microelectronic Engineering, 256 (2022) 111727.

[21] Effects of film thickness and alkaline concentration on dissolution kinetics of poly (4-hydroxystyrene) in alkaline aqueous solution, Naoki Tanaka, Kyoko Matsuoka, Takahiro Kozawa , Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro and Daisuke Kawana: Jpn. J. Appl. Phys.,61 (2022) SD1016.

[22] Decarboxylation efficiency of carboxylic acids as ligands of metal oxide nanocluster resists upon γ -ray irradiation, Tomoe Otsuka, Yusa Muroya, Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro, Daisuke Kawana and Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 61 (2022) 036503.

[23] Classification of lines, spaces, and edges of resist patterns in scanning electron microscopy images using unsupervised machine learning, Yuqing Jin and Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 61 (2022) 056505.

[24] Effect of surface free energy of organic underlayer on dissolution kinetics of poly(4-hydroxystyrene) film in tetramethylammonium hydroxide aqueous developer, Tomoe Otsuka, Yuqing Jin, Naoki Tanaka, and Takahiro KOZAWA: Jpn. J. Appl. Phys., 61 (2022) 056503.

[25] Interdomain Electron Transfer in Flavohemoglobin from *Candida norvegensis* with Antibiotic Azole Compounds, Kazuo Kobayashi, Jotaro Igarashi, and Takahiro Kozawa: FEBS Letters, 596 (2022) 938-946.

国際会議

[1] Mechanism of electron beam resists , Takahiro Kozawa: The 27th Symposium on Photomask and Next Generation Lithography Mask Technology.

[2] Resist thickness dependence of latent images in chemically amplified resists used for electron beam lithography , Takahiro Kozawa and Takao Tamura: The 38th International Conference of Photopolymer Science and Technology.

[3] Development of negative-type molecular ion-resist materials using polarity change by EUV exposure , Kohei Fujisawa, Hiroyuki Maekawa, Hiroto Kudo, Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa: The 38th International Conference of Photopolymer Science and Technology.

[4] Stochastic effects in chemically amplified resists used for extreme ultraviolet lithography , Takahiro Kozawa: SPIE Photomask Technology + Extreme Ultraviolet Lithography 2021.

[5] Study on beam-induced transient reaction process of carboxylic acids used as ligands of metal oxide nanocluster resists , Yusa Muroya, Kengo Ikeuchi, Tomoe Otsuka, Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro, Daisuke Kawana and Takahiro Kozawa: MNC 2021 .

[6] Decarboxylation and polymerization processes of metal resist ligands , T. Otsuka, Y. Muroya, T. Kozawa, T. Ikeda, Y. Komuro and D. Kawana: MNC 2021 .

[7] The effects of tetramethyl ammonium hydroxide concentration on the dissolution of poly(4-hydroxystyrene) , Naoki Tanaka, Kyoko Matsuoka, Takahiro Kozawa, Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro and Daisuke Kawana: MNC 2021 .

[8] Analysis of mitigating factors for line edge roughness generated during electron beam lithography using machine learning , Yuqing Jin, Takahiro Kozawa and Takao Tamura: MNC 2021 .

[9] Effects of Resist-CrN Interaction on Resist Patterns of Chemically Amplified Resists Used for Electron Beam Lithography , Akihiro Konda, Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa and Takao Tamura: MNC 2021 .

[10] Fabrication of ZnO/Si surface patterning by defect control via Galvanic-submerged photo-synthesis of crystallites , Jumpei Tsukamura, Yuki Takahashi, Lihua Zhang, Melbert Jeem, Kazumasa Okamoto, Seiichi Watanabe: MNC 2021 .

[11] EUVL Stochastics Symposium , Takahiro Kozawa: MNC 2021 .

[12] Application of ethyltrimethylammonium hydroxide (ETMAH) developer for contact hole patterning in EUVL , Julius Joseph Santillan and Toshiro Itani: MNC 2021 .

書籍編集

[1] 電子ビームレジストの感光機構, 古澤孝弘, 西竜治, 八坂行人, 三好元介, 村田英一, 小寺正敏, 古澤孝弘, 他, 電子・イオンビームハンドブック第4版(電子書籍), 日本学術振興会132委員会, 第4版, 2021, 175-188

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

古澤 孝弘	34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (組織委員長)
古澤 孝弘	34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (実行委員)
古澤 孝弘	35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2022) (組織委員)
古澤 孝弘 岡本 一将	International Conference on Extreme Ultraviolet Lithography 2021 (論文委員) 34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (論文委員 セクションサブヘッド)
岡本 一将	35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (論文委員 セクションサブヘッド)
井谷 俊郎	34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (組織委員)
井谷 俊郎	35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2022) (組織委員)
S A N T I L L A N J U L I U S J O S E P H S U D L A Y S A N T I L L A N J U L I U S J O S E P H S U D L A Y	34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2021) (論文委員) 35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2022) (論文委員)
井谷 俊郎	Applied Physics Express (APEX) and Japanese Journal of Applied Physics (JJAP) (論文誌企画・編集委員会委員)
室屋 裕佐	アジア水化学シンポジウム 2021(AWC 2021) (実行委員)
室屋 裕佐	アジア水化学シンポジウム 2022(AWC 2022) (実行委員)

国内学会

NGL ワークショッピング 2021	4 件
日本原子力学会 2021 年秋の大会	3 件
日本原子力学会 2022 年春の大会	2 件
パターニング戦略会議 2021	1 件
日本化学会 第 102 春季年会(2022)	1 件
日本金属学会 2021 年秋期(第 169 回)講演大会	1 件
2021 年度日本鉄鋼協会・日本金属学会両北海道支部 合同サマーセッション	1 件

取得学位

修士 (工学) 大塚 友恵	金属酸化物ナノクラスター レジスト配位子の放射線誘起脱炭酸反応及び配位子間結合の研究
修士 (工学) 田中 尚輝	ポリ(4-ハイドロキシスチレン)薄膜の溶解過程における pH 依存性に関する研究

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	8,840
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	8,060
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	1,300
基盤 A（分担） 岡本 一将	ガルバニック水中結晶光合成の学理構築に基づく機能性 3次元ヘテロナノ構造体創製	1,560
基盤 A（分担） 室屋 裕佐	放射線による DNA 損傷形成における水和水の作用の解 明	130
基盤 A（分担） 室屋 裕佐	パルスラジオリシスによる基礎過程解明を通じたシンチ レータ設計指針の確立	520
挑戦的研究萌芽 (分担) 室屋 裕佐	放射性廃棄物からのエネルギー生産	260
受託研究 伊藤 裕子	研究推進部 研究推進課 量子ビーム物質科学に関する研 究プロジェクト推進係	58

励起材料化学研究分野

原著論文

- [1] Electronic and structural properties of 2,3-naphthalimide in open-shell configurations investigated by pulse radiolytic and theoretical approaches, Bo Zhuang, Sachiko Tojo, and Mamoru Fujitsuka: *ChemistrySelect*, 6 (2021) 3331–3338.
- [2] Stacked thiazole orange dyes in DNA capable of switching emissive behavior in response to structural transitions, Tadao Takada, Koma Nishida, Yurika Honda, Aoi Nakano, Mitsunobu Nakamura, Shuya Fan, Kiyohiko Kawai, Mamoru Fujitsuka, and Kazushige Yamana: *ChemBioChem*, 22 (2021) 2729–2735.
- [3] A cyanine dye based supramolecular photosensitizer enabling visible-light-driven organic reaction in water, Hajime Shigemitsu, Tomoe Tamemoto, Kei Ohkubo, Tadashi Mori, Yasuko Osakada, Mamoru Fujitsuka, and Toshiyuki Kida: *Chemical Communications*, 57 (2021) 11217–11220.
- [4] One-pot synthesis of long rutile TiO₂ nanorods and their photocatalytic activity for O₂ evolution: comparison with near spherical nanoparticles, Suzuko Yamazaki, Masanari Kutoh, Yukari Yamazaki, Nanami Yamamoto, and Mamoru Fujitsuka: *ACS Omega*, 6 (2021) 31557–31565.
- [5] Effects of Bi-dopant and co-catalysts upon hole surface trapping on La₂Ti₂O₇ nanosheet photocatalysts in overall solar water splitting, Xiaoyan Cai, Liang Mao, Mamoru Fujitsuka, Tetsuro Majima, Sujan Kasani, Nianqiang Wu, and Junying Zhang: *Nano Research*, 15 (2021) 438–445.
- [6] Single-molecule fluorescence kinetic sandwich assay using a DNA sequencer, Kiyohiko Kawai and Mamoru Fujitsuka: *Chemistry Letters*, 51 (2022) 139–141.
- [7] Enhanced photocatalytic activity of porphyrin nanodisks prepared by exfoliation of metalloporphyrin-based covalent organic frameworks, Xinxin Li, Kota Nomura, Arnaud Guedes, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Mamoru Fujitsuka, and Yasuko Osakada: *ACS Omega*, 7 (2022) 7172–7178.

国際会議

- [1] Single molecule analysis and diagnosis by measuring chemical reaction rates , Kiyohiko Kawai: The 25th SANKEN International Symposium.

[2] Exploring the Dynamics of Nucleic Acids at the Single-Molecule Level Using Triplet-Triplet Energy Transfer Kinetics , : The 48th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry 2021.

解説、総説

COF-based photocatalyst for energy and environment applications, Xinxi Li, Kiyohiko Kawai, Mamoru Fujitsuka, and Yasuko Osakada, Surfaces and Interfaces, 25 (2021), 101249.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

藤塚守 The 25th SANKEN International Symposium (世話人代表)

国内学会

光化学討論会

4件

日本化学会春季年会

1件

取得学位

修士 (工学) 蛍光 blinking の酸化還元濃度依存性と生体還元剤の定量への応用

米澤祐基

博士 (工学) Studies on Conformational Dynamics of Oligonucleotide and Its Photoregulation

Xu Jie

科学研究費補助金

単位：千円

基盤 B	ナノ光触媒の励起ダイナミクス	0	
藤塚 守	ナノ光触媒の励起ダイナミクス	3,380	
基盤研究 (B)	RNA ダイナミクスの学理構築と RNA 標的薬剤アッセイ系の構築	6,500	
藤塚 守	過渡核酸塩基付加体による変異誘発メカニズムの解明	0	
基盤研究 (B)	川井 清彦		
挑戦的研究萌芽	過渡核酸塩基付加体による変異誘発メカニズムの解明	0	
川井 清彦	研究活動スタート支援		
研究活動スタート支援	"Reactions of Super Reductants and Oxidants Explored by Ultrafast Spectroscopy"	0	
LU CHAO			
受託研究			
藤塚 守	教育・学生支援部国際共創大学院支援事務室 管理係	450	
川井 清彦	研究推進部 研究推進課 研究 プロジェクト推進係	99	
奨学寄附金			
川井 清彦	株式会社M3研究所 代表取締役	柳田 祥三	100
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	光励起に伴う シクロパラフ エニレン酸化 体の芳香族 性・反芳香族 性のスイッチ ング	560

機能物質化学研究分野

原著論文

- [1] Chemo- and enantioselective hetero-coupling of hydroxycarbazoles catalyzed by a chiral vanadium(v) complex, Makoto Sako, Keigo Higashida, Ganesh Taty Kamble, Kevin Kaut, Ankit Kumar, Yuka Hirose, Da-Yang Zhou, Takeyuki Suzuki, Magnus Rueping, Tomohiro Maegawa, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: Org. Chem. Front., 8 (2021) 4878–2663.
- [2] Azopyridine-based chiral oxazolines with rare-earth metals for photoswitchable catalysis, Kento Nakamura, Masaru Kondo, Chandu G. Krishnan, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: Chem. Commun., 57 (2021) 7414–7417.
- [3] Energy-, time-, and labor-saving synthesis of α -ketiminophosphonates: Machine-learning-assisted simultaneous multiparameter screening for electrochemical oxidation, Masaru Kondo, Akimasa Sugizaki, Md. Imrul Khalid, H. D. P. Wathsala, Kazunori Ishikawa, Satoshi Hara, Takayuki Takaai, Takashi Washio, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: Green Chem., 23 (2021) 5825–5831.
- [4] Application of an electrochemical microflow reactor for cyanosilylation: Machine learning-assisted exploration of suitable reaction conditions for semi-large-scale synthesis, Eisuke Sato, Mayu Fujii, Hiroki Tanaka, Koichi Mitsudo, Masaru Kondo, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai, Takeshi Washio, Kazunori Ishikawa, Seiji Suga: J. Org. Chem., 86 (2021) 16035–16044.
- [5] Chiral vanadium(v)-catalyzed oxidative coupling of 4-hydroxycarbazoles, Ganesh T. Kamble, Mohamed S. H. Salem, Tsukasa Abe, Hanseok Park, Makoto Sako, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: Chem. Lett., 50 (2021) 1755–1757.
- [6] Chemo- and regioselective cross-dehydrogenative coupling reaction of 3-hydroxycarbazoles with arenols catalyzed by a mesoporous silica-supported oxovanadium, Kengo Kasama, Kyohei Kanomata, Yuya Hinami, Karin Mizuno, Yuta Uetake, Toru Amaya, Makoto Sako, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai, Shuji Akai: RSC Adv., 11 (2021) 35342–35350.
- [7] Bayesian optimization with constraint on passed charge for multiparameter screening of electrochemical reductive carboxylation in a flow microreactor, Yuki Naito, Masaru Kondo, Yuto Nakamura, Naoki Shida, Kazunori Ishikawa, Takashi Washio, Shinobu Takizawa, Mahito Atobe: Chem. Commun., 58 (2022) 3893–3896.
- [8] Metal-free C(aryl)-P bond cleavage: experimental and computational studies of the Michael addition/aryl migration of triarylphosphines to alkynyl esters, Makoto Sako, Kyohei Kanomata, Mohamed S. H. Salem, Tomohiro Furukawa, Hiroaki Sasai, Shinobu Takizawa: Org. Chem. Front., 9 (2022) 2187–2192.
- [9] Photoswitchable chiral cation-binding catalyst: Photocontrol of catalytic activity on enantioselective aminal synthesis, Chandu G. Krishnan, Masaru Kondo, Kento Nakamura, Hiroaki Sasai, Shinobu Takizawa: Org. Lett., 24 (2022) 2670–2674.

国際会議

- [1] Machine-Learning-Assisted Multi-Parameter Screening for Flow and Electrochemical Reactions , Wathsala, H. D. P.; Kondo, M.; Sugizaki, A.; Khalid, M. I.; Ishikawa, K.; Hara, S.; Takaai, T.; Washio, T.; Sasai.: PACIFICHEM 2021.
- [2] Machine-learning-assisted multi-parameter screening for flow and electrochemical reactions , Takizawa, S.; Wathsala, H. D. P.; Kondo, M.; Sugizaki, A.; Khalid, M. I.; Ishikawa, K.; Hara, S.; Takaai, T.; Washio, T.; Sasai, H.: The 25th SANKEI International Symposium, The 20th SANKEI Nanotechnology International Symposium, The 9th Kansai Nanoscience and nanotechnology International Symposium, The 17th Handai Nanoscience and nanotechnology International Symposium,

The 3rd AIRC-ISIR International Symposium.

著書

[1] 現代有機合成のための触媒反応 (檜山 爲次郎, 野崎 京子, 中尾 佳亮, 中野 幸司)“不斉1,4付加、不斉森田-Baylis-Hillman反応”, 滝澤 忍、笹井 宏明, 東京化学同人, (52-55) 2021.

特許

[1] 「国内特許出願」 ポリチオフェン化合物および導電性材料組成物, 2021-095389

[2] 「国内特許出願」 固体電解コンデンサ, 2021-191851

[3] 「国内成立特許」 燃料電池用バインダー, 2020-192397

[4] 「国内成立特許」 含リンチオフェン化合物およびその含リンポリチオフェン化合物、並びにそれらの製造方法。, 2017-176661

国内学会

近畿化学協会合成部会フロー・マイクロ合成研究会	1件
第47回反応と合成の進歩シンポジウム	1件
第50回複素環化学討論会	1件
第14回有機触媒シンポジウム	1件
有機合成新春講演会	1件
日本化学会 第102年会	5件
日本薬学会 第142年会	2件

取得学位

修士 (理学)	光応答型エナンチオ選択的有機触媒の創製研究
安田修	
博士 (理学)	Machine-learning Assisted Optimization for Organo-catalytic Reactions in Flow System
H. D. P. Wathsala	
博士 (理学)	Enantioselective Synthesis of Hetero[9]helicenes via Oxidative
ANKIT KUMAR	Coupling/Dehydrative Cyclization Sequence of Arenols Using a Chiral Dinuclear Vanadium(V) Catalyst

科学研究費補助金

		単位：千円
国際強化 B 笹井 宏明	Development of Cooperative Chemo- and Biocatalysts and their Application in the Practical Synthesis of Biologically Active Molecule	4,810
学術変革 (A) 滝澤 忍	フロー・電解ドミノ反応開発を加速する機械学習の実装と応用	10,920
基盤研究 (C) 藤岡 弘道	アセタール型塩化学種を利用する有機合成化学	0
基盤研究 (C) 藤岡 弘道	アセタール型塩化学種を利用する反応の触媒化による新たな展開	1,690
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 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

共同研究				
滝澤 忍	旭化学工業株式会社	有機硫黄材料作成とその CPL 機能特性評価に関する研究		2,000
平尾 俊一	大八化学工業株式会社 京都工芸繊維大学 名 古屋市立大学	新規機能性材料の開発		100

精密制御化学研究分野

原著論文

- [1] Speeding drug discovery targeting RNAs: an iterative "RNA selection-compounds screening cycle" for exploring RNA-small molecule pairs, Furuzono, T.; Murata, A.; Okuda, S.; Mizutani, K.; Adachi, T.; Nakatani, K.: *Bioorg. Med. Chem.*, 36 (2021) 16070-16076.
- [2] Small molecule-induced trinucleotide repeat contractions during in vitro DNA synthesis, Dohno, C.; Hagiwara, M.; Binti Mohd Zaifuddin, N.; Nihei, M.; Saito, K.; Nakatani, K.: *Chem. Commun.*, 57 (2021) 3235-3238.
- [3] Rational Design of a Photoswitchable DNA Glue Enabling High Regulatory Function and Supramolecular Chirality Transfer, Simeth, N.; Kobayashi, S.; Kobauri, P.; Crespi, S.; Szymański, W.; Nakatani, K.; Dohno, C.; Feringa, B: *Chem. Sci.*, 12 (2021) 9207-9220.
- [4] Ab initio multi-level layered elongation method and its application to local interaction analysis between DNA bulge and ligand molecules, Hisama, K.; Orimoto, Y.; Pomogaeva, A.; Nakatani, K.; Aoki: *J. Chem. Phys.*, 144 (2021) 44110.
- [5] A small-molecule fluorescence probe ANP77 for sensing RNA internal loop of C, U, and A/CC motifs and their binding molecules, Das, B.; Murata, A.; Nakatani, K: *Nucleic Acids Res.*, 49 (2021) 8462-8470.
- [6] Cyclic mismatch binding ligands interact with disease-associated CGG trinucleotide repeats in RNA and suppress their translation, Konieczny, P.; Mukherjee, S.; Stepniak-Konieczna, E.; Taylor, K.; Niewiadomska, D.; Piasecka, A.; Walczak, A.; Baud, A.; Dohno, C.; Nakatani, K.; Sobczak, K.: *Nucleic Acids Res.*, 49 (16) (2021) 9479-9495.
- [7] Short Tandem Repeat Contractions during in vitro DNA Synthesis by Repeat-Binding Molecules, Hagiwara, M.; Dohno, C.; Saito, K.; Sugimoto, K.; Hishinuma, Y.; Sohma, Y.; Shibata, T.; Nakatani, K.: *Chem. Letts.*, 50 (11) (2021) 1848-1851.
- [8] FAN1 nuclease pauses on disease-associated slipped-DNA repeats: Mechanism against repeat expansions, Deshmukh, A. L.; Caron, M.-C.; Mohiuddin, M.; Lanni, S.; Panigrahi, G. B.; Khan, M.; Engchuan, W.; Shum, N.; Faruqui, A.; Wang, P.; Yuen, R. K. C.; Nakamori, M.; Nakatani, K.; Masson, J.-Y.; Pearson, C. E: *Cell Rep.*, 37 (10) (2021) 110078.
- [9] Possibilities and Challenges of Small Molecule Organic Compounds for the Treatment of Repeat Diseases, Nakatani, K.: *Proc. Jpn. Acad. B: Phys. Biol. Sci.*, 98 (2022) 30-48.
- [10] HT-SELEX based identification of binding pre-miRNA hairpin-motif for small molecule, Mukherjee, S.; Murata, A.; Ishida, R.; Sugai, A.; Dohno, C.; Hamada, M.; Krishna, S.; Nakatani, K: *Mol. Ther. Nucleic Acids*, 27 (2022) 165-174.
- [11] 2-Amino-1,8-naphthyridine dimer (ANP77), a high affinity binder to the internal loops of C/CC and T/CC sites in double-stranded DNA, Das, B.; Nagano, K.; Kawai, G.; Murata, A.; Nakatani, K.: *J. Org. Chem.*, 87 (2021) 340-350.

- [12] Mismatch binding ligand upregulated back-splicing reaction producing circular RNA in a cellular model, Ni, L., Yamada, Y.; Murata, A.; Nakatani, K: Chem. Commun., 58 (2022) 3629-3632.
- [13] CAG repeat-binding small molecule improves motor coordination impairment in a mouse model of Dentatorubral—pallidoluysian atrophy, Hasuike, Y.; Tanaka, H.; Gall-Duncan, T.; Mehkary, M.; Nakatani, K.; Pearson, C. E.; Tsuji, S.; Mochizuki, H.; Nakamori, M.: Neurobiol Dis., 163 (2022) 105604.
- 国際会議**
- [1] Regulation of circRNA expression in cell via RNA binding small molecule, oTakeshi YAMADA, Lu Ni, Asako MURATA, Kazuhiko NAKATANI: IS3NA-IRT virtual symposium 2021.
- [2] Multiplexing ligands through click chemistry at the anomeric site of sugars for oligonucleotide conjugation, oDhrubajyoti Datta, Takeshi Yamada, Shigeo Matsuda, Muthiah Manoharan: IS3NA-IRT virtual symposium 2021.
- [3] Small molecule targeting UGGAA pentanucleotide repeat alleviates disease phenotype in spinocerebellar ataxia type 31, oTomonori Shibata, Konami Nagano, Morio Ueyama, Kensuke Ninomiya, Tetsuro Hirose, Yoshitaka Nagai, Kinya Ishikawa, Gota Kawai, Kazuhiko Nakatani: ISNAC2021.
- [4] N,N'-diheteroaryl guanidine derivatives targeting GGCCCC repeat DNA, oEitaro Murakami, Tomonori Shibata, Megumi Tomemori, Gota Kawai, Kazuhiko Nakatani: ISNAC2021.
- [5] Modulation of cytosine deamination catalyzed by Deoxycytidine Deaminase APOBEC by binding of small molecule to DNA, oLuyan Zhang, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: ISNAC2021.
- [6] Regulation of circular RNA biogenesis via nucleic acid binding small molecule in cells, oLu Ni, Takeshi Yamada, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: ISNAC2021.
- [7] Effect of Guanine-guanine Mismatch Binding Ligand on Repair Enzymes' reactions in vitro, oAnisa Ul'Husna, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: .
- [8] qPCR-based Screening Methods for Small Molecules that Modulate Dicer-mediated pre-miR-182/31/30d Processing, oMuhammad Nurrohman Sidiq, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: ISNAC2021.
- [9] Cell-based screening of chemical libraries for small molecules that target SARS-CoV-2 frameshifting signal, oRisa Anami, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: ISNAC2021.
- [10] Computer-aided classification of small molecules targeting CAG-repeat DNA, oQingwen Chen, Asako Murata, Takeshi Yamada, Ayako Sugai, Yasuyuki Matsushita, Kazuhiko Nakatani: ISNAC2021.
- [11] An RNA internal loop of C, U and A/CC motifs specific fluorescence probe ANP77, oBimolendu Das, Asako Murata, and Kazuhiko Nakatani: ISNAC2021.
- [12] Development of Exploration Method and Informatics analysis for small molecule-RNA pairs, oYusuke Takashima, Asako Murata, Kei Iida, Masatoshi Hagiwara, Kazuhiko Nakatani: ISNAC2021.
- [13] Synthesis of quinoxaline-2,3-dione derivatives and binding properties to DNA and RNA with tandem C-C mismatches, oZilu Xing, Tomonori Shibata, Kazuhiko Nakatani: ISNAC2021.
- [14] Intermediate structure in the binding of naphthyridine dimer to d(CGG) triad revealed by NMR, oShuhei Sakurabayashi, Kyoko Furuita, Takeshi Yamada, Toshimichi Fujiwara, Kazuhiko Nakatani, and Chojiro Kojima: ISNAC2021.

[15] Identification of small molecules that can bind to the SARS-CoV-2 frameshifting signal by SPR-based screening of chemical libraries, ○Hiyori Fujii, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: ISNAC2021.

[16] Small molecule targeting r(UGGAA)n in spinocerebellar ataxia type 31, ○Tomonori Shibata, Konami Nagano, Morio Ueyama, Kensuke Ninomiya, Tetsuro Hirose, Yoshitaka Nagai, Kinya Ishikawa, Gota Kawai, Kazuhiko Nakatani: Pacificchem2021.

[17] Regulation of circular RNA biogenesis using nucleic acid binding small molecule in cellular environment, ○Lu Ni, Takeshi Yamada, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: Pacificchem2021.

[18] Exploration and Identification for Small-molecules RNA binding motif by Dicer cleavage reaction and high throughput sequencing, ○Yusuke Takashima, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: Pacificchem2021.

[19] Using machine learning to classify and extract features of small-molecule libraries targeting DNA and RNA, ○Qingwen Chen, Yasuyuki Matsushita, Asako Murata, Takeshi Yamada, Ayako Sugai, Kazuhiko Nakatani: Pacificchem2021.

[20] In-cell NMR to investigate the interactions between a hairpin RNA containing a UGGAA/UGGAA pentad and a synthetic small molecule, ○Shuhei Sakurabayashi, Qingci Zhao, Takeshi Yamada, Noritaka Nishida, Gota Kawai, Kazuhiko Nakatani: Pacificchem2021.

特許

[1] 「国際特許出願」 C U G リピート配列の結合剤, PCT/JP2021/018079

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

中谷 和彦	The 48th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry (ISNAC2021) (Chairman, Organizer)
堂野 主税	The 48th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry (ISNAC2021) (組織委員)
村田 亜沙子	The 48th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry (ISNAC2021) (組織委員)
柴田 知範	The 48th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry (ISNAC2021) (組織委員)
山田 剛史	The 48th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry (ISNAC2021) (組織委員)

国内学会

日本ケミカルバイオロジー学会 第15回年会	1件
FIBER 日本核酸化学学会若手フォーラム 2021	1件
The 44th Annual Meeting of the Molecular Biology Society of Japan	2件
日本化学会第102回春季年会	6件

取得学位

修士 (理学)	Cell-based スクリーニングによる SARS-CoV-2 の翻訳フレームシフトシグナルを標的とする小分子の探索
阿南 梨紗	SARS-CoV-2 の-1PRF シグナルを標的とした表面プラズモン共鳴法による化合物スクリーニング
修士 (理学)	A strategy for modulating DNA repeat diseases by repeat-binding small molecules
藤井 陽和	Development and Brain Imaging of Repeat DNA-binding Molecules
修士 (理学)	A Study of The Effects of Small Molecules on Dicer-mediated Cleavage of Precursor miRNAs (pre-miRNAs)
Zhang Luyan	
博士 (理学)	
村上 英太郎	
博士 (理学)	
Muhammad	
Nurrohman Sidiq	

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		9,500
挑戦的研究萌芽 中谷 和彦	核酸一低分子複合体形成過程同定への計算科学的挑戦		0
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		2,600
基盤研究（B） 村田 亜沙子	低分子化合物-RNAペアの網羅的探索手法の確立と獲得ビッグデータの情報科学解析		6,300
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		0
挑戦的研究（萌芽） 村田 亜沙子	低分子が誘起する新奇 RNA 立体構造の実証		1,500
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		3,400
挑戦的研究（萌芽） 柴田 知範	CAG リピート結合分子の経鼻投与後における脳内動態解明及びリピート短縮効果の検証		3,250
基盤研究（C） 山田 剛史	異常伸長したリピートへアピン上で自発的にオリゴマー化する低分子の開発		100
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）	核酸標的低分子によるトリプルレットリピート病の治療開発	8,500
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	16,040
中谷 和彦	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構次世代治療・診断実現のための創薬基盤技術開発事業	研究開発課題名：RNA 標的創薬技術開発／標的 RNA の機能解析基盤技術開発（機能解析に基づく RNA 標的創薬のための統合 DB と AI システムの構築）	31,000
村田 亜沙子	(国研) 科学技術振興機構	RNA 標的のケモインフォマティクス	5,173
村田 亜沙子	(国研) 科学技術振興機構(総長裁量)	RNA 標的のケモインフォマティクス	500
村田 亜沙子	(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	低分子化合物-RNA 相互作用の迅速スクリーニング 法と AI を活用した相互作用予測モデル構築	3,808
村田 亜沙子	(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 (研究員等間接経費)	低分子化合物-RNA 相互作用の迅速スクリーニング 法と AI を活用した相互作用予測モデル構築	425
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	0
中谷 和彦	日東化成株式会社	機能性分子の合成	0
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	889

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	1,000
中谷 和彦	理化学研究所	リピート RNA 病抑制化合物の 探索	0
中谷 和彦	京都大学	リピート RNA 病抑制化合物の 探索	0
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	0
柴田 知範	田辺三菱製薬株式会社	脊髄小脳変性症 31 型の原因と なる UGGAA リピートに結合す る低分子のスクリーニング法の 開発	4,000

複合分子化学研究分野

原著論文

- [1] Selective degradation of histone deacetylase 8 mediated by a proteolysis targeting chimera (PROTAC), J. Chotitumnavee, Y. Yamashita, Y. Takahashi, Y. Takada, T. Iida, M. Oba, Y. Itoh, T. Suzuki.: Chem. Commun., 58 (2022) 4635-4638.
- [2] Utilization of α and β Epimerization for Synthesis of Both Enantiomers of Enterolactone, R. Jiang, Ismiyarto, T. Abe, D.-Y. Zhou, K. Asano, T. Suzuki, H. Sasai, T. Suzuki.: J. Org. Chem., 87 (2022) 5051-5056.
- [3] Novel Histone Modifications in Microglia Derived from a Mouse Model of Chronic Pain, P. Zhang, J. Guergues, A. R. Alleyne, T. J. Cirino, O. Nadeau, A. M. Figueroa, H. M. Stacy, T. Suzuki, J. P. McLaughlin, S. M. Stevens, Jr., B. Liu.: Proteomics, 22 (2022) .
- [4] KDM1A inhibition augments the efficacy of rapamycin for the treatment of endometrial cancer, P. P. Venkata, Y. Chen, S. Alejo, Y. He, B. E. Palacios, I. Loeffel, J. Liu, U. P. Pratap, G. Gray, S. M. A. Pillai, Y. Zou, Z. Lai, T. Suzuki, S. Viswanadhapalli, S. Palakurthi, R. R. Tekmal, R. K. Vadlamudi, E. Kost, G. R. Sareddy.: Cancer Lett., 524 (2022) 219-231.
- [5] Identification of novel histone deacetylase 6-selective inhibitors bearing 3,3,3-trifluorolactic amide (TFLAM) motif as a zinc binding group, T. Kurohara, K. Tanaka, D. Takahashi, S. Ueda, Y. Yamashita, Y. Takada, H. Takeshima, S. Yu, Y. Itoh, K. Hase, T. Suzuki.: ChemBioChem, 22 (2021) 3158-3163.
- [6] Identification of Potent and Selective Inhibitors of Fat Mass Obesity Associated Protein Using a Fragment-Merging Approach, M. Prakash, Y. Itoh, Y. Fujiwara, Y. Takahashi, Y. Takada, P. Mellini, E. E. Elboray, M. Terao, Y. Yamashita, C. Yamamoto, T. Yamaguchi, M. Kotoku, Y. Kitao, R. Singh, R. Roy, S. Obika, M. Oba, D. Ohtan Wang, and T. Suzuki.: J. Med. Chem., 64 (2021) 15810-15824.
- [7] Ca²⁺-activated K⁺ channel KCa1.1 as a therapeutic target to overcome chemoresistance in three-dimensional sarcoma spheroid models, S. Ohya, J. Kajikuri, K. Endo, H. Kito, E. Elboray, T. Suzuki.: Cancer Sci., 112 (2021) 3769-3783.

国際会議

- [1] Identification of lysine demethylase inhibitors as candidate therapeutic agents , Takayoshi Suzuki: Pacifichem 2021.

解説、総説

- Recent progress on small molecules targeting epigenetic complexes, Y. Itoh, Y. Takada, Y. Yamashita and T. Suzuki, Curr. Opin. Chem. Biol., 67 (2022), 102130.

Synthetic RNA Modulators in Drug Discovery, F. Zamani and T. Suzuki., J. Med. Chem., 64 (2021), 7110-7155.

Simplifying Submission Requirements for the Journal of Medicinal Chemistry, C. W. Lindsley, J. Barrow, K. Chibale, M. L. Bolognesi, S. Conway, W. Denny, K. Ding, S. Laufer, L. Lai, H. Liu, N. Neamati, T. Suzuki, N. Meanwell, W. Young, J. Med. Chem., 64 (2021), 7877-7878.

著書

- [1] ケミカルエピジェネティクスと創薬 “遺伝学の百科事典 繙承と多様性の源 日本遺伝学会編”, 鈴木 孝禎, 丸善出版, (10-23) 2022.
- [2] ヒストンアセチル化制御薬 “遺伝子医学 MOOK 36 エピゲノムで新たな解明が進む「先天性疾患」”, 鈴木 孝禎, (210-214) 2021.
- [3] ヒストンの化学修飾とがん “CSJ カレントレビュー 生体分子と疾患 日本化学会編”, 鈴木 孝禎, (46-51) 2021.
- [4] モダリティー多様化時代における低分子創薬の新たな視点～KDM5 を標的とした創薬化学研究を例として～ “ファルマシア”, 伊藤幸裕、鈴木孝禎, 57 (651-655) 2021.
- [5] リソソーム経路を標的とする細胞外タンパク質分解誘導剤 LYTAC “ファルマシア”, 高田 悠里, 57 (317) 2021.
- [6] 英国ケンブリッジ大学でのポスドク留学体験記 “ファルマシア”, 高田 悠里, 58 (162-163) 2022.

特許

- [1] 「国内特許出願」電子ビーム照射装置及び電子ビーム照射方法, 特願 2022-046567

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 (編集委員)
- 鈴木 孝禎 Chemical and Pharmaceutical Bulletin (編集委員)

国内学会

日本薬学会第 142 年会	2 件
第 94 回 日本生化学会大会	1 件
第 64 回日本神経化学会大会	1 件
日本ケミカルバイオロジー学会 第 15 回年会	1 件
第 15 回バイオ関連化学シンポジウム	1 件
第 47 回反応と合成の進歩シンポジウム	1 件

科学研究費補助金

		単位 : 千円
特別研究員奨励費	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	1,100
鈴木 孝禎		
基盤研究 (A)	標的誘導型合成による革新的医薬品候補化合物の創製	15,340
鈴木 孝禎		
挑戦的研究萌芽	RNA 分解誘導化合物の開発とその薬学的応用	2,470
伊藤 幸裕		
若手研究	深層学習を用いた新規活性予測器の開発と HDAC 阻害薬探索への応用	910
山下 泰信		

研究活動スタート支援 高田 悠里	大規模ライブラリー構築と AI を用いた解析による PPI 阻害ペプチド探索技術の創出	1,560
受託研究 鈴木 孝禎	国立大学法人 千葉大学 (AEMD 再委託) 胃癌発生に重要なエピゲノム 異常を標的とする配列選択的小分子の開発	1,586
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	18,200
奨学寄附金 鈴木 孝禎 鈴木 孝禎 山下 泰信 山下 泰信	公益財団法人上原記念生命科学財団 理事長 上原 明 クレアビズコンサルティング 代表取締役 濱田 隆祐 公益財団法人武田科学振興財団 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	5,000 1,090 2,000 3,000
共同研究 鈴木 孝禎	塩野義製薬株式会社 エピジェネティック創薬ターゲット (HDAC2 および KDM4C) に関する研究	3,120

生体分子反応科学研究分野

原著論文

- [1] Acid-Sensing Histidine Kinase With a Redox Switch, S. Inada, T. Okajima, R. Utsumi, Y. Eguchi: Front. Microbiol., 12 (2021) 652546.
- [2] Eight genes are necessary and sufficient for biogenesis of Quinohemoprotein amine dehydrogenase, T. Nakai, K. Tanizawa, T. Okajima: Biosci. Biotechnol. Biochem., 85 (9) (2021) 2026-2029.
- [3] X-Ray and Neutron Joint Refinement Displays Shared Proton and Keto Form of Quinone Cofactor in Copper Amine Oxidase, T. Murakawa, T. Okajima, K. Kurihara, M. Adachi: Photon Factory Highlights 2020, 6 (2021) 42-43.
- [4] Microcrystal preparation for serial femtosecond X-ray crystallography of bacterial copper amine oxidase, T. Murakawa, M. Suzuki, T. Arima, M. Sugahara, T. Tanaka, R. Tanaka, S. Iwata, E. Nango, K. Tono, H. Hayashi, K. Fukui, T. Yano, K. Tanizawa, T. Okajima: Acta Crystallogr F Struct. Biol. Commun., 77 (10) (2021) 356-363.
- [5] Neutron Crystallography Reveals Unprecedented Active-site Structure in Copper Amine Oxidase, T. Murakawa, K. Kurihara, T. Tamada, K. Kusaka, M. Adachi, T. Okajima: J-PARC MLF ANNUAL REPORT 2020, 12 (2022) 14-16.
- [6] キノン補酵素形成に関わる新奇フラビン酵素の構造と機能, 中井 忠志, 岡島 俊英: 生化学, 94 (1) (2022) 92-96.
- [7] Binding of liposomes composed of phosphatidylcholine to scavenger receptor class B type 1 and its modulation by phosphatidic acid in HEK293T cells, N. Koide, K. Fujita, S. Kuroda, S. Hinuma: Biochim Biophys Acta Mol Cell Res, 1868 (7) (2021) 11943-11956.
- [8] Binding of Nanoparticles Harboring Recombinant Large Surface Protein of Hepatitis B Virus to Scavenger Receptor Class B Type 1, S. Hinuma, K. Fujita, S. Kuroda: Viruses, 13 (7) (2021) 1334-1347.
- [9] Binding of Hepatitis B Virus Pre-S1 Domain-Derived Synthetic Myristoylated Peptide to Scavenger Receptor Class B Type 1 with Differential Properties from Sodium Taurocholate Cotransporting

Polypeptide, S. Hinuma, S. Kuroda: Viruses, 14 (1) (2022) 105-118.

[10] Vacuolar-type proton ATPase is required for maintenance of apicobasal polarity of embryonic visceral endoderm, Ge-Hong Sun-Wada, Hiroyuki Tabata, Yoh Wada: Sci Rep, 11 (2021) 19355.

[11] 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, 169 (4) (2021) 459-466.

[12] Polymerized Albumin Receptor of Hepatitis B Virus for Evading the Reticuloendothelial System, K. Takagi, M. Somiya, J. Jung, M. Iijima, and S. Kuroda,: Pharmaceuticals, 14 (5) (2021) 408.

[13] HBV Pre-S1-Derived Myristoylated Peptide (Myr47): Identification of the Inhibitory Activity on the Cellular Uptake of Lipid Nanoparticles, M. Nanahara, Y.-T. Chang, M. Somiya, and S. Kuroda: Viruses, 13 (5) (2021) 929.

[14] Reporter gene assay for membrane fusion of extracellular vesicles, M. Somiya and S. Kuroda: Journal of Extracellular Vesicles, 10 (13) (2021) e12171.

[15] Bio-nanocapsules for oriented immobilization of DNA aptamers on aptasensors, M. Iijima, Y Yamada, H Nakano, T. Nakayama, S. Kuroda: Analyst., 147 (3) (2022) 489-495.

国際会議

[1] Vacuolar-type Proton ATPase Is Required for Maintenance of Apicobasal Polarity of Embryonic Visceral Endoderm , Ge-Hong Sun-Wada, Yoh Wada: V-ATPase summit From structure and mechanism to cell biology, physiology and disease.

[2] Function of V-ATPase in the maintenance of epithelial polarity in MDCK cells , Junichiro Yasukawa, Ge-Hong Sun-Wada, Yoh Wada: V-ATPase summit From structure and mechanism to cell biology, physiology and disease.

[3] Reporter gene assay for membrane fusion and cytoplasmic cargo delivery of extracellular vesicles , M. Somiya and S. Kuroda,: ISEV 2021 Annual Meeting.

[4] Analysis of intracellular trafficking of extracellular vesicles for cytoplasmic biomacromolecule delivery , Masaharu Somiya: The 25th SANKEI International Symposium.

[5] Development of quantitative bioassays to study cargo delivery mechanism and efficiency of extracellular vesicles , Masaharu Somiya: Hybrid EV Symposium “EXTRACELLULAR VESICLES IN PATHOPHYSIOLOGY”.

[6] Cargo delivery mechanism of extracellular vesicles; experimental tools to tackle the dogma , : SNEV (Student Network on Extracellular Vesicles) 2021 International Virtual Meeting.

解説、総説

酵素タンパク質の真の構造と動きの解析, 岡島俊英, 未来社会共創を目指す研究シーズ集 2021, 大阪大学, (2022), 21-21.

Sex differences in the incidence of anaphylaxis to LNP-mRNA COVID-19 vaccines, M. Somiya, S. Mine, K. Yasukawa, and S. Ikeda, Vaccine, 39 (2021), 3313–3314.

mRNA-LNP COVID-19 ワクチン接種後のアナフィラキシー発症における性差とメカニズム, 香宮正晴、峰宗太郎、安川康介、池田早希, 臨床免疫・アレルギー科, 科学評論社, 77 (2022), 256-261.

細胞外小胞は細胞のゴミ箱か、それとも宝箱か？, 曽宮正晴, 生物工学会誌, 生物工学会誌, 99 (2021), 491.

ヒト嗅覚受容体反応に基づく新しい創香技術, 黒田俊一, 化学, 化学同人, 76[11] (2021), 20-22.

ヒト嗅覚官能を再現するヒト嗅覚受容体発現細胞アレイセンサーの開発, 食品と容器, 缶詰技術研究会, 62[10] (2021), 635-641.

著書

[1] 環境応答 (公益財団法人 遺伝学普及会 日本遺伝学会)“遺伝学の百科事典”, 江口陽子, 岡島俊英, 内海龍太郎, 丸善出版, 2022.

国内学会

日本農芸化学会	3 件
第 73 回日本生物工学会大会	2 件
第 37 回日本 DDS 学会学術集会	1 件
酵素工学研究会第 86 回講演会	1 件

取得学位

修士 (理学)	Substrate recognition mechanism of a serine protease involved in processing of the crosslinked peptide contained in a quinone enzyme
樋口 雄大	
修士 (理学)	Improving the sensitivity of human olfactory receptor-expressing cell sensors for detecting odor molecules
坂井 比奈子	
修士 (理学)	Development of an olfactory receptor signal detection system with the comparable sensitivity to the human olfaction
練 雨佳	

科学研究費補助金

		単位 : 千円
基盤研究 (C)	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
岡島 俊英		
新学術領域研究	小腸上皮におけるミクロオートファジーの分子機構	0
和田 洋		
新学術領域研究	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
和田 洋		
基盤研究 (C)	エンドソーム-リ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
和田 洋		
若手研究	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	1,560
曾宮 正晴		
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型肝炎ウイ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	5,850
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了したA I 調香師の創生	22,220
和田 洋	研究推進部 研究推進課 研究プロジェクト推進係	70
和田 洋	研究推進部 研究推進課 研究プロジェクト推進係	254
和田 洋	研究推進部 研究推進課 研究プロジェクト推進係	51

曾宮 正晴	研究推進部 研究推進課 研究 プロジェクト推進 係		27
曾宮 正晴	研究推進部 研究推進課 研究 プロジェクト推進 係		205
奨学寄附金			
岡島 俊英	岡島 俊英		2,000
岡島 俊英	株式会社ブリヂストン 先端材料部門長 大月 正珠		300
岡本 一起	ビタミンB研究委員会 委員長 柴田 克己		74
共同研究			
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	2,000
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	3,400
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
黒田 俊一	地方独立行政法人大阪産業技術研究所	ヒト嗅覚受容体発現細胞の樹立	0
岡島 俊英	富士フィルム株式会社	drug2drugs 関連技術を活用した創薬共同研究	0
岡島 俊英	岡山大学 近畿大学 微生物化学研究会	Drug2drugs 関連技術を活用した創薬共同研究	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	0
立松 健司	株式会社香味醸酵	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	2,500
その他の競争的研究資金			
黒田 俊一	曾田香料株式会社	複合臭に対するヒト嗅覚受容体の応答に関する相談	0

生体分子制御科学研究分野

原著論文

[1] Identification of bacterial drug-resistant cells by the convolutional neural network in transmission electron microscope images., Hayashi-Nishino, M., Aoki, K., Kishimoto, A., Takeuchi, Y., Fukushima, A., Uchida, K., Echigo, T., Yagi, Y., Hirose, M., Iwasaki, K., Shin'ya, E., Washio, T., Furusawa, C., and Nishino, K.: *Frontiers in Microbiology*, 13 (2022) 839718.

[2] Biochemical reconstitution defines new functions for membrane-bound glycosidases in assembly of the bacterial cell wall, A. Taguchi, J.E. Page, H.-C.T. Tsui, M.E. Winkler, S. Walker: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118 (36) (2021) e2103740118.

[3] Evaluation of efflux pump inhibitors of MexAB- or MexXY-OprM in *Pseudomonas aeruginosa* using nucleic acid dyes, Fujiwara M, Yamasaki S, Morita Y, Nishino K: *J Infect Chemother*, 28 (5) (2022) 595-601.

[4] Proximal Binding Pocket Arg717 Substitutions in *Escherichia coli* AcrB Cause Clinically Relevant Divergencies in Resistance Profiles, Zwama M, Nishino K: *Antimicrob Agents Chemother*, 66 (4) (2022) e0239221.

[5] Analysis of multidrug efflux transporters in resistance to fatty acid salts reveals a TolC-independent function of EmrAB in *Salmonella enterica*, Yoneda T, Sakata H, Yamasaki S, Hayashi-Nishino M, Nishino K: PLoS One, 17 (4) (2022) e0266806.

[6] Mutations in the Phenicol Exporter Gene *fexA* Impact Resistance Levels in Three Bacterial Hosts According to Susceptibility Testing and Protein Modeling, Müller A, Sakurai K, Seinige D, Nishino K, Kehrenberg C: Front Microbiol, 12 (2022) 794435.

[7] Function and Inhibitory Mechanisms of Multidrug Efflux Pumps, Nishino K, Yamasaki S, Nakashima R, Zwama M, Hayashi-Nishino M: Front Microbiol, 12 (2021) 737288.

[8] Ever-Adapting RND Efflux Pumps in Gram-Negative Multidrug-Resistant Pathogens: A Race against Time, Zwama M, Nishino K: Antibiotics, 10 (2021) 774.

[9] Proximal binding pocket Arg717 substitutions in *Escherichia coli* AcrB cause clinically relevant divergencies in resistance profiles, M Zwama, K Nishino: bioRxiv, (2021) 10.1101/2021.12.16.473095.

[10] Identification of bacterial drug-resistant cells by the convolutional neural network in transmission electron microscope images, Mitsuko Hayashi-Nishino, Kota Aoki, Akihiro Kishimoto, Yuna Takeuchi, Aiko Fukushima, Kazushi Uchida, Tomio Echigo, Yasushi Yagi, Mika Hirose, Kenji Iwasaki, Eitaro Shin'ya, Takashi Washio, Chikara Furusawa, Kunihiko Nishino: bioRxiv, (2021) 10.1101/2021.10.19.464925.

国際会議

[1] Bacterial Drug Resistance , K. Nishino: Seminar on Bacterial Drug Resistance.

[2] Bacterial Multidrug Efflux Systems , K. Nishino: Seminar on Bacterial Multidrug Efflux Systems.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

西野 邦彦	Frontiers in Microbiology (Antimicrobials, Resistance and Chemotherapy) (編集次長)
西野 邦彦	Frontiers in Microbiology (Infectious Diseases) (編集次長)
西野 邦彦	Frontiers in Microbiology (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 Microbiology (Antimicrobials, Resistance and Chemotherapy) (論文審査員)
西野 邦彦	Frontiers in Microbiology (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

日本細菌学会総会	1 件
日本薬学会年会	2 件
日本化学療法学会	2 件
微生物シンポジウム	1 件
緑膿菌感染症研究会	1 件
大阪大学 産業科学研究所 第 76 回学術講演会	1 件

取得学位

博士（薬科学）	緑膿菌 RND 型異物排出ポンプ阻害剤の探索方法に関する研究
藤原 将祐	
修士（薬科学）	臨床応用を目的とした遺伝的特徴に基づく細菌判別法の開発
古閑 修輝	

修士（薬科
学）
中野 草平
科学研究費補助金

		単位：千円	
挑戦的研究萌芽	サルモネラの薬剤排出ポンプ macAB の発現制御に関する研究	797	
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	1,040	
基盤研究（C）	リゾリン脂質輸送体の分子機構の解明	3,770	
西 豪			
基盤研究（B）	AIによる多剤耐性菌モルフォミクスとバイオインフォマ	1,560	
西野 美都子	ティクスの融合研究		
研究活動スター ト支援	肺炎球菌における多剤排出ポンプの機能解析		
田口 厚志			
若手研究	Characterization of unstudied RND-type multidrug efflux	1,300	
ZWAMA	pumps from pathogenic microorganisms		
MARTIJN			
受託研究			
西野 邦彦	(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	16,055
西野 邦彦	(国研) 科学技術振興 機構	各種病原体の管理、解析	14,560
西 豪	国立研究開発法人 日本 医療研究開発機構 AMED-CREST 革新 的先端研究開発支援事 業	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 出	40,846
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	0
西野 邦彦	富士フィルム株式会社	排出ポンプ阻害剤の探索	4,939
西野 邦彦	富士フィルム株式会社	排出ポンプ阻害剤の探索	0
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發 育阻止物質の探索	1,000
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ブ ラスミドの同定	79
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	350
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	350
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	82
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	2,000
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	20,923

dual control of biofilm and
antibiotic resistance

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

生体分子機能科学研究分野

原著論文

[1] Screening of a novel free fatty acid receptor 1 (FFAR1) agonist peptide by phage display and machine learning based-amino acid substitution, Keitaro Yoshioka, Haruki Yamashita, Kazunori Shimizu, Sayako Shimomura, Takahiro Shibata, Jun-Ichi Miyazaki, Hiroyuki Honda: Biochemical and biophysical research communications, 550 (23) (2021) 177-183.

[2] Glucotoxicity-induced suppression of Cox6a2 expression provokes β -cell dysfunction via augmented ROS production, Yasuki Nagai, Taka-aki Matsuoka, Naoki Shimo, Takeshi Miyatsuka, Satsuki Miyazaki, Fumi Tashiro, Jun-ichi Miyazaki, Naoto Katakami, Ichihiro Shimomura: Biochemical and biophysical research communications, 556 (4) (2021) 134-142.

[3] A novel petal up-regulated PhXTH7 promoter analysis in Petunia hybrida by using bioluminescence reporter gene, Quang Tran, Kenji Osabe, Tetsuyuki Entani, Takeharu Nagai: PLANT BIOTECHNOLOGY, 38 (2) (2021) 197-204.

[4] Enhanced brightness of bacterial luciferase by bioluminescence resonance energy transfer, Tomomi Kaku, Kazunori Sugiura, Tetsuyuki Entani, Kenji Osabe, Takeharu Nagai: SCIENTIFIC REPORTS, 11 (2021) 14994.

[5] A photoswitchable fluorescent protein for hours-time-lapse and sub-second-resolved super-resolution imaging, Tetsuichi Wazawa, Ryohei Noma, Shusaku Uto, Kazunori Sugiura, Takashi Washio, Takeharu Nagai: MICROSCOPY, 70 (4) (2021) 340-352.

[6] A highly-sensitive genetically encoded temperature indicator exploiting a temperature-responsive elastin-like polypeptide, Cong Quang Vu, Shun-ichi Fukushima, Tetsuichi Wazawa, Takeharu Nagai: SCIENTIFIC REPORTS, 11 (2021) 16519.

[7] Exploring rare cellular activity in more than one million cells by a transscale scope, T. Ichimura, T. Kakizuka, K. Horikawa, K. Seiriki, A. Kasai, H. Hashimoto, K. Fujita, T. M. Watanabe, T. Nagai: SCIENTIFIC REPORTS, 11 (2021) 16539.

[8] Visible-Wavelength Multiphoton Activation Confocal Microscopy, Toshiki Kubo, Kenta Temma, Kazunori Sugiura, Hajime Shinoda, Kai Lu, Nicholas Isaac Smith, Tomoki Matsuda, Takeharu Nagai, Katsumasa Fujita: ACS PHOTONICS, 8 (9) (2021) 2666-2673.

[9] Ratiometric Bioluminescent Indicator for a Simple and Rapid Measurement of Thrombin Activity Using a Smartphone, Mitsuru Hattori, Nae Sugiura, Tetsuichi Wazawa, Tomoki Matsuda, Takeharu Nagai:

ANALYTICAL CHEMISTRY, 93 (40) (2021) 13520–13526.

[10] Stepwise synaptic plasticity events drive the early phase of memory consolidation, Akihiro Goto, Ayaka Bota, Ken Miya, Jingbo Wang, Suzune Tsukamoto, Xinzhi Jiang, Daichi Hirai, Masanori Murayama, Tomoki Matsuda, Thomas J. McHugh, Takeharu Nagai, Yasunori Hayashi: SCIENCE, 374 (6569) (2021) 857-863.

[11] Development of FRET-based indicators for visualizing homophilic trans interaction of a clustered protocadherin, Takashi Kanadome, Natsumi Hoshino, Takeharu Nagai, Tomoki Matsuda, Takeshi Yagi: SCIENTIFIC REPORTS, 11 (2021) 22237.

国際会議

[1] Singularity created by fluorescent/bioluminescent protein technologies , Nagai T: Osaka University Anniversary Lecture Series 7 Advanced Biotechnology and Technology, (Online) June 3, 2021.

[2] Exploring rare cellular activity in more than one million cells by a trans-scale-scope , Nagai T: 8th Japan-China Symposium on Nanomedicine 2021 Zoom (Japan Nanomedicine Society), (Online) June 11-13, 2021.

[3] Development of a violet fluorescent protein with the shortest absorption/emission wavelengths for multiplex bioimaging , Kazunori Sugiura, Takeharu Nagai: The 59th Annual Meeting of the Biophysics Society of Japan (Online) November 25-27, 2021.

[4] A highly sensitive thermosensor using fluorescent proteins to capture temperature change of 0.1 °C at the organelle level , Shun-ichi Fukushima, Takeharu Nagai: The 59th Annual Meeting of the Biophysics Society of Japan (Online) November 25-27, 2021.

[5] Interplay of protonations at chromophore and non-chromophore sites plays a key role in the photo-properties of fluorescent proteins , Tetsuichi Wazawa, Ryohei Noma, Kazunori Sugiura, Takeharu Nagai: The 59th Annual Meeting of the Biophysics Society of Japan (Online) November 25-27, 2021.

[6] Quantitative trans-scale analysis of a singularity in spatiotemporal self-organization of social amoeba by using AMATERAS1.0 , Taishi Kakizuka, Yusuke Hara, Taro Ichimura, Takeharu Nagai, Kazuki Horikawa: The 59th Annual Meeting of the Biophysics Society of Japan (Online) November 25-27, 2021.

[7] Development of a genetically encoded fluorescent indicator for molecular crowding with large dynamic range and high sensitivity , Shinya Sakai , Tomoki Matsuda, Takeharu Nagai: The 59th Annual Meeting of the Biophysics Society of Japan (Online) November 25-27, 2021.

[8] SEMATERAS でシンギュラリティをとらえる ! , Nagai T: The 59th Annual Meeting of the Biophysics Society of Japan (Online) November 25-27, 2021.

[9] Exploring rare cellular activity in more than one million cells by a trans-scale-scope , Nagai T: Nano Thailand 2021, Bangkok Thailand (Online), December 16-17, 2021.

[10] Toward personalization and portability of bioluminescence measurement , Nagai T: Pacifichem 2021, Hawaii, USA (Online), December 16-21, 2021.

解説、総説

LEPによる持続可能社会の実現 -電気がなくても世界を照らす-, 永井 健治, 長部 謙二, けいはんな学研都市 広報誌・けいはんなView, 公益財団法人 関西文化学術研究都市推進機構 関西文化学術研究都市建設推進協議会, 51 (2021), 6.

100万以上の細胞をミクロンレベルの空間分解能でワンショット観察可能なトランススケール

スコープ AMATERAS—外れ値科学の創出をめざして—, 永井 健治, 市村 垂生, シン・マクロファージ, 羊土社, 40 (2022), 186-192.

著書

- [1] バイオイメージングのための蛍光タンパク質改変法 “細胞組織化学 2021 -生体分子の機能・局在を正しく捉えるための組織細胞化学の基礎と応用”, 杉浦 一徳, 永井 健治, 日本組織細胞化学会, (175-183) 2021.
- [2] Genetically Encoded Photosensitizer for Destruction of Protein or Cell Function (Yawo H, Kandori H, Koizumi A, Kageyama R)“Optogenetics”, Riani Y, Matsuda T and Nagai T, Springer Nature, (265-279) 2021.
- [3] Method for detecting emission spectral change of bioluminescent ratiometric indicators by a smartphone (Sung-Bae Kim)“Live Cell Imaging”, Hattori M, Matsuda T and Nagai T, Springer Nature, (295-304) 2021.
- [4] Multicolor Bioluminescence Imaging of Subcellular Structures and Multicolor Calcium Imaging in Single Living Cells (Eli Zamir)“Multiplexed Imaging”, Suzuki K, Hossain M.N, Matsuda T and Nagai T, Springer Nature, (229-237) 2021.
- [5] タンパク質プローブ (澤田嗣郎)“先端の分析法”, 永井健治, 松田知己, 鈴木和志, 篠田肇, NTS, (317-323) 2022.
- [6] 生物発光顕微鏡 (澤田嗣郎)“先端の分析法”, 服部満, 永井健治, NTS, (397-400) 2022.

特許

- [1] 「国内特許出願」 発光性タンパク質を用いた発光方法, 2021-151116
- [2] 「国内特許出願」 蛍光イメージング装置, 2021-104163
- [3] 「国内特許出願」 超解像画像生成方法、超解像画像生成システム、蛍光プローブ、及び発現キット, 2021-209683
- [4] 「国内成立特許」 生体物質の検出方法、それに用いる化学発光指示薬, 2018-564671

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

第 60 回日本生体医工学会大会	1 件
第 46 回組織細胞化学講習会	1 件
第 3 回細胞農業会議	1 件
ARO 協議会第 8 回学術集会	1 件
生理学研究所研究会 -細胞システム理解のためのシグナル応答原理解明の最前線-	1 件
ラン藻ゲノム交流会 2021	1 件
未来医学研究会 マンスリーセミナー Vol.20	1 件
第 77 回学術講演会・第 6 回産研ホームカミングデイ 「ポストコロナ時代における産業科学」	1 件
第 15 回情報計測セミナー	1 件
テクノアリーナ フォトニクス・センシング工学グループ 第 1 回交流フォーラム	1 件
一般社団法人 レーザー学会 学術講演会 第 42 回年次大会	1 件
第 6 回デジタルバイオ分析研究会	1 件

バイオ・メディカル・フォーラム 2022	1 件
第 25 回アディポサイエンスシンポジウム	1 件
第 95 回日本薬理学会年会	1 件
第 21 回日本再生医療学会総会	1 件
第 127 回日本解剖学会総会・全国学術集会	1 件

取得学位

修士 (工学)	Development of functional super-resolution imaging
野間 涼平	
修士 (工学)	化学発光グルコース指示薬の開発
田中 陸登	
修士 (工学)	自発光イメージングへの応用に向けた試験管内進化による発光キノコ由来 発光タンパク質の改変
田中 奏希	
博士 (工学)	Expanded Application of High-Intensity Bioluminescent Proteins for Biocompatible Imaging of Promoter Activity and pH Dynamics in Plants
Tran Quang	
博士 (工学)	Development of genetically encoded temperature indicators for intracellular thermometry at the subcellular level
VU CONG	
QUANG	

科学研究費補助金

		単位 : 千円
基盤 A	細胞熱産生におけるジュール熱仮説の検証	0
永井 健治		
新学術領域研究	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	0
永井 健治		
新学術領域研究	シンギュラリティ生物学	10,010
永井 健治		
新学術領域研究	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	25,870
永井 健治		
挑戦的研究 (萌芽)	超解像光照射分子不活性化法の開発	3,770
永井 健治		
新学術領域研究	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	0
松田 知己		
新学術領域研究	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
服部 満		
基盤研究 (C)	胰ベータ細胞におけるインスリンの品質管理に関与する新規膜蛋白の解析	1,560
宮崎 純一		
基盤研究 (C)	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	1,040
和沢 鉄一		
若手研究	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	1,560
福島 俊一		
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	15,483
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	40,261
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	11,050
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	23,400
奨学寄附金		
永井 健治	公益財団法人武田科学振興財団	48,000
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 富士フィルム和光純薬株式会社 試薬化成品事業部 事業
業推進本部長 増田 雅信 1,800

新産業創成研究部門
国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員
小倉 基次 10th imec Handai International Symposium (組織委員)

知的財産研究分野

原著論文

[1] Community-Driven Evaluation of E. coli Levels in Domestic-Use Underground Water Sources in Angono, Philippines, Hisaaki Kato, Seiji Maruyama, Gilbert J. Merino, Noel R. Juban: Acta Medica Philippina, 56 (3) (2022) 6-7.

奨学寄附金

井関 隆之 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

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 0

その他の競争的研究資金

井関 隆之 株式会社赤松電機製作所 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(学術相談) 0

3次元ナノ構造科学的研究分野（第2プロジェクト研究分野）

原著論文

[1] Prominent Verway Transition of Fe₃O₄ Thin Films Grown on Transferable Hexagonal Boron Nitride, S. Genchi, A. I. Osaka, A. N. Hattori, K. Watanabe, T. Taniguchi, H. Tanaka: ACS Appl. Electron. Mater., 3 (2021) 5031-5036.

[2] Nondeteriorating Verwey Transition in 50 nm Thick Fe₃O₄ Films by Virtue of Atomically Flattened MgO Substrates: Implications for Magnetoresistive Devices, A. I. Osaka, D. Toh, K. Yamauchi, K. Hattori, X. Q. Shi, F. Z. Guo, H. Tanaka, A. N. Hattori: ACS Appl. Nano Mater., 4 (2021) 12091-12097.

国際会議

[1] Flexible Resistance Modulation on a SmNiO₃ Chemical Transistor , A. N. Hattori, D. Kawamoto, M. Yamamoto, H. Tanaka: MEMRISYS 2021.

[2] Enhanced Verwey Transition in 50 nm Fe₃O₄ Ultrathin Film Grown on Atomically Smooth Substrate , A. I. Osaka, D. Toh, K. Yamauchi, K. Hattori, X.Q. Shi, F.Z. Guo, H. Tanaka, A. N. Hattori: Materials Research Meeting2021.

[3] Modulation of metal-insulator transition properties in the three-dimensionally controlled nano-micro space , A. N. Hattori: International Conference on Electronics and Informatics 2021.

[4] Realization of Verwey Transition in 50 nm Fe₃O₄ Ultrathin Film Grown on Atomically Smooth Substrate , A. I. Osaka, D. Toh, K. Yamauchi, K. Hattori, X.Q. Shi, F.Z. Guo, H. Tanaka, A. N. Hattori: ISSS9.

[5] Modulation of metal-insulator transition properties of VO₂ in the three-dimensionally controlled nano-micro space , A. N. Hattori, A. I. Osaka, R. Li, X.Q. Shi, F.Z. Guo, K. Hattori, H. Tanaka: ISSS9.

科学研究費補助金

		単位：千円
若手研究 大坂 藍	完全結晶表面基板上での Fe ₃ O ₄ 極薄膜の巨大相転移特性 の創出	1,560
受託研究 服部 梓	研究推進部 研究推進課 原子精度立体造形技術を用いた 研究 プロジェクト推進 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	三菱財団自然科学研究助成	900
服部 梓	三菱財団自然科学研究助成	750
服部 梓	公益財団法人東電記念財団 理事長 山口博	4,000
服部 梓	公益財団法人旭硝子財団 理事長 島村 琢哉	2,000
服部 梓	増屋記念基礎研究振興財団 研究助成	300
服部 梓	公益財団法人村田学術振興財団 理事長 村田 恒夫	3,000
服部 梓	公益財団法人大倉和親記念財団 理事長 浜本 英嗣	1,500

ナノ機能材料デバイス研究分野

原著論文

[1] Prominent Verway Transition of Fe₃O₄ Thin Films Grown on Transferable Hexagonal Boron Nitride, Shingo Genchi, Ai I. Osaka, Azusa N. Hattori, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, and Hidekazu Tanaka: 2021 American Chemical Society, 3 (2021) 5031-5036.

[2] Nondeteriorating Verwey Transition in 50 nm Thick Fe₃O₄ Films by Virtue of Atomically Flattened MgO Substrates: Implications for Magnetoresistive Devices, Ai I. Osaka, Daisetsu Toh, Kazuto Yamauchi, Ken Hattori, Xiaoqian Shi, Fangzhun Guo, Hidekazu Tanaka, and Azusa N. Hattori: 2021 American Chemical Society, 4 (2021) 12091-12097.

[3] Electrostatic carrier doping of charge-ordered YbFe₂O₄ thin films using ionic liquids, Kohei Fujiwara, Tatsuya Hori and Hidekazu Tanaka: 2021 The Japan Society of Applied Physics, 14 (2021) 083001-(1)-(4).

[4] Atomically Architected Silicon Pyramid Single-Crystalline Structure Supporting Epitaxial Material Growth and Characteristic Magnetism, Aydar Irmikimov, Liliany N. Pamasi, Azusa N. Hattori, Takaaki Higashi, Shunta Takahashi, Emilia E. Hashanova, Xiaoqian Shi, Fangzhun Guo, Nobuyoshi Hosooito, Ai I. Osaka, Hidekazu Tanaka, and Ken Hattori: 2021 American Chemical Society, 21 (2021) 946-953.

[5] Spatial Analytical Surface Structure Mapping for Three-dimensional Micro-shaped Si by Micro-beam Reflection High-energy Electron Diffraction, Sohei Nakatsuka, Taishi Imaizumi, Tadashi Abukawa, Azusa N. Hattori, Hidekazu Tanaka, Ken Hattori: e-Journal of Surface Science and Nanotechnology 19, 19 (2021) 13-19.

[6] Electrostatic potential measurement at the Pt/TiO₂ interface using electron holography, H. Nakajima, To. Tanigaki, T. Toriyama, M. Yamamoto, H. Tanaka, and Y. Murakami: J. Appl. Phys, 129 (2021) 174304.

[7] Stochastic resonance in synapse-mimicking ferroelectric organic field-effect transistor , Ayumi Matsuoka, Yoshiharu Suzuki, Teruo Kanki, Naoki Asakawa: Journal of Physics D: Applied Physics, 54 (2021) 195402.

国際会議

- [1] Design and preparation of perovskite nickelate thin films and nanostructures for smart hydrogen sensing devices , Hidekazu Tanaka、 U. Sidik、 Y. Taniguchi、 A.N. Hattori、 K. Hattori 、 L. N. Pamasi、 Y. Nishiya、 T. Ozawa、 K. Fukutani、 M. Alaydrus、 I. Hamada: World Sensor Congress: WSC 2022.
- [2] Hetero-structuring transition metal oxide thin films with two dimensional layered materials towards flexible electronics , Hidekazu Tanaka、 Shingo Genchi、 Mahito Yamamoto、 Azusa N. Hattori、 Ai I. Osaka、 Ryo Nouchi、 Kenji Watanabe、 Takashi Taniguchi、 Keiji Ueno: International Conference on Electronics and Infomatics 2021.
- [3] Growth of functional oxide thin films on two-dimensional layered material toward flexible/transferable electronics application , Hidekazu Tanaka、 Shingo Genchi、 Mahito Yamamoto、 Azusa N. Hattori、 Ai I. Osaka、 Ryo Nouchi、 Kenji Watanabe、 Takashi Taniguchi、 Keiji Ueno: The 10th imec Handnai International Symposium.
- [4] Characterization of Verway transition in Fe₃O₄ thin films grown on transferable hBN substrate , Shingo Genchi, Ai I. Osaka, Azusa N. Hattori, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Hidekazu Tanaka: International Workshop on Oxide Electronics (iWOE28) イタリアジェノバ。
- [5] Hydrogen induced phase transition on perovskite nickelate thin films: Analysis and Design for protonic oxide devices , Hidekazu Tanaka、 U. Sidik、 Y. Taniguchi、 A.N. Hattori、 K. Hattori 、 L. N. Pamasi、 Y. Nishiya、 T. Ozawa、 K. Fukutani、 M. Alaydrus、 I. Hamada: MRM2021 (Materials Research Meeting) 日本 横浜.
- [6] Growth of Fe₃O₄ thin films on hBN showing prominent Verway transition , Shingo Genchi, Ai I. Osaka, Azusa N. Hattori, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Hidekazu Tanaka: MRM2021 (Materials Research Meeting) 日本 横浜.
- [7] Strain-Regulated Proton Dynamics and Corresponding Proton-Induced Resistance Modulation in NdNiO₃ Thin Film , Umar Sidik, Azusa N. Hattori, Ken Hattori, Hidekazu Tanaka: MRM2021 (Materials Research Meeting) 日本 横浜.
- [8] DYNAMICS OF ELECTRIC FIELD-ASSISTED HYDROGENATION IN PROTON-DOPED NdNiO₃ THIN FILM RESISTORS , U. Sidik, A. N. Hattori and H. Tanaka: MEMRISYS 2021 日本 筑波.
- [9] Flexible resistance modulation on a SmNiO₃ chemical transistor , A. N. Hattori, D. Kawamoto, M. Yamamoto, H. Tanaka: MEMRISYS 2022 日本 筑波.
- [10] Dehydration of electrochemically protonated oxide , Hao-Bo Li, Shunsuke Kobayashi, Chengchao Zhong, Morito Namba, Yu Cao, Daichi Kato, Yoshinori Kotani, Qianmei Lin, Maokun Wu, Wei-Hua Wang, Masaki Kobayashi, Koji Fujita, Cédric Tassel, Takahito Terashima, Akihide Kuwabara, Yoji Kobayashi, Hiroshi Takatsu, Hiroshi Kageyama: International Conference on Mixed-Anion Compounds.
- [11] Hydrogen and oxygen manipulation in complex oxides , Hao-Bo Li, Hiroshi Kageyama: The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacificchem).
- [12] Discovery of highly reduced oxide SrCoO₂ via electrochemical proton reduction and dehydration , Hao-Bo Li, Shunsuke Kobayashi, Chengchao Zhong, Morito Namba, Yu Cao, Daichi Kato, Yoshinori Kotani, Qianmei Lin, Maokun Wu, Wei-Hua Wang, Masaki Kobayashi, Koji Fujita, Cédric Tassel, Takahito Terashima, Akihide Kuwabara, Yoji Kobayashi, Hiroshi Takatsu, Hiroshi Kageyama: The 69th JSAP Spring Meeting 2022.

[13] Power-free synaptic transistor , : MEMRISYS 2021.

[14] Protonic Transistor with Dual Functions of Switch and Memory , : International Conference on Materials Science and Engineering 2021.

著書

[1] 第7章 酸化物スピントロニクス材料・デバイスのデザイン (吉田 博), .

特許

[1] 「国内特許出願」計測装置, 2021-081120

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

神吉 輝夫 MEMRISYS 2021 (組織委員)

神吉 輝夫 Frontiers in Nanotechnology (Associate Editor)

国内学会

2021年第82回応用物理学会秋季学術講演会	6件
日本金属学会 2021年秋期（169回）講演大会	3件
光ナノサイエンス特別講義	1件
第77回産研学術講演会	3件
第7回材料WEEK	2件
2022年第69回応用物理学会春季学術講演会	8件
2021年度 ナノプラットフォーム実習プログラム	1件

取得学位

修士（基礎工 NdNiO₃ ナノ細線でのプロトン誘起抵抗変調機能の向上と機構解明
学）

難波央

修士（基礎工 硫黄ドープバナジウム酸化物薄膜の作成と電気伝導特性制御
学）

平尾 成

科学研究費補助金

			単位：千円
新学術領域研究	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-電子相關機能の開拓		2,860
神吉 輝夫			
挑戦的研究萌芽	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		2,600
神吉 輝夫			
受託研究			
田中 秀和	研究推進部 研究推進課 ハイブリッド強相関酸化物ナノ研究 プロジェクト推進 デバイスの創製とその応用に関する研究		500
田中 秀和	文部科学省		700
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
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		2,220
田中 秀和	三菱マテリアル株式会社 自己組織化触媒/酸化物ナノピラーチ集積構造によるスマート水素貯蔵マテリアルの創製の研究		3,520

神吉 輝夫	株式会社ヒュースティック	「療育」「ストレスケア」に関するイルミネーション、及び心電計測器の共同研究開発	130
神吉 輝夫	株式会社サイエンス	ナノバブルの物理評価に関する研究	4,880
神吉 輝夫	株式会社博報堂	ナノバブル発生機器の機能とデザイン融合に関する研究	130
その他の競争的研究資金			
田中 秀和	物質・材料研究機構 (NIMS) (文部科学省からの受託事業の再委託)	マテリアル先端リサーチインフラ事業 (スポーツ機関) R3 年度	8,663
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	27,168

ナノ極限ファブリケーション研究分野

原著論文

[1] 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 Instruments and Methods in Physics Research Section A, 995 (2021) 165127.

[2] 相対論的フェムト秒パルス電子顕微鏡の開発, 楊 金峰, 保田 英洋, 吉田 陽一: 加速器, 18 (3) (2021) 81-88.

[3] Time-domain measurement of coherent transition radiation using a photoconductive antenna with micro-structured electrodes, K Kan, M Gohdo, J Yang, I Nozawa, Y Yoshida, H Kitahara, K Takano, R Kuroda, H Toyokawa: AIP Advances, 11 (12) (2021) 125319.

[4] Direct ionization-driven observational approaches for radical cation formation in solution for pulse radiolysis, Masao Gohdo, Seiichi Tagawa, Koichi Kan, Jinfeng Yang, Yoichi Yoshida,: Radiation Physics and Chemistry, 196 (2022) 110105.

[5] Development of a 1.4-cell RF photocathode gun for single-shot MeV ultrafast electron diffraction devices with femtosecond resolution, Yifang Song, Jinfeng Yang, Jian Wang, Junji Urakawa, Toshikazu Takatomi, Kuanjun Fan: Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, 1031 (2022) 166602.

[6] Focused proton beam generating pseudo Bragg peak for FLASH therapy, Zhiyuan Mei, Yi Yuan, Jian Wang, Danlei Fan, Kehan Li, Jinfeng Yang, Kuanjun Fan, Mingwu Fan: Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, 1032 (2022) 166618.

国際会議

[1] Study on Laser Modulator for Electron Beam Density Modulation, Koichi Kan, Masao Gohdo, Jinfeng Yang, Yoichi Yoshida: IPAC2021.

[2] Ultrafast electron diffraction and imaging with relativistic femtosecond electron pulses, Jinfeng Yang: The 2nd International Forum on Microscopy (IFM2021).

[3] Initiation of THz Spherical Wave of Electron Bunch near Metallic Boundary, Koichi Kan, Masato Ota, Soichiro Komada, Yasunobu Arikawa, Valynn Mag-usara, Verdad Agulto, Youwei Wang, Youichi Sakawa, Tatsunosuke Matsui, Makoto Nakajima: IRMMW-THz.

[4] Lorentz Contraction of an Electric Field around Relativistic Electron Beams, Masato Ota, Koichi Kan, Soichiro Komada, Yasunobu Arikawa, Valynn Mag-Usara, Verdad Agulto, Youwei Wang, Youichi Sakawa, Tatsunosuke Matsui, Makoto Nakajima: IRMMW-THz.

[5] Radiation chemistry in attosecond time region, Y. Yoshida: TSRP-2022.

[6] Direct ionization-driven radical cation formation observation methods in solution, M. Gohdo: TSRP-2022.

[7] Generation of femtosecond and attosecond electron bunches for ultrafast pulse radiolysis, K. Kan: TSRP-2022.

[8] Nanoscale spatial distribution of strain in VO₂ structural phase transition, Yuichi Ashida, Takafumi Ishibe, Jinfeng Yang, Nobuyasu Naruse, and Yoshiaki Nakamura: The 9th International Symposium on Surface Science (ISSS-9).

[9] Relativistic femtosecond-pulsed electron microscopy, Jinfeng Yang, Koichi KAN, Masao GOHDO, Yoichi YOSHIDA: The 25th SANKEN International Symposium.

特許

[1] 「国内特許出願」測定装置、及び測定方法, 2021-085163

[2] 「国内特許出願」計測装置、計測システム、計測方法, 出願番号: 特願 2021-106147

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

吉田 陽一	The Ionizing Radiation and Polymers symposium (IRaP) (大会長)
楊 金峰	The Ionizing Radiation and Polymers symposium (IRaP) (事務局長)
神戸 正雄	The Ionizing Radiation and Polymers symposium (IRaP) (プログラム委員)
菅 晃一	The Ionizing Radiation and Polymers symposium (IRaP) (幹事)
楊 金峰	The 2nd International Forum on Microscopy (IFM 2021) (プログラム編集委員)
吉田 陽一	The 25th SANKEN International Symposium (Organizing Committee)

国内学会

アイソトープ・放射線研究発表会	2 件
日本加速器学会年会	2 件
放射線化学討論会	3 件
日本原子力学会 秋、春	6 件
日本物理学会 年次大会	1 件
日本顕微鏡学会	1 件
応用物理学学会	1 件
科学研究費補助金	

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	単位 : 千円	15,470
			前活性種の研究
基盤研究 (A)	相対論的フェムト秒電子線パルスを用いた不可逆構造変		12,220
楊 金峰	化現象の観測		
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		1,300
菅 晃一	究		

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	27,632
-------	---------	---	--------

奨学寄附金

吉田 陽一	名和産業株式会社 代表取締役 永守 正	3,500
-------	---------------------	-------

共同研究			
吉田 陽一	ダイキン工業株式会社	ダイキン協働研究所(工学)	1,575
吉田 陽一	ダイキン工業株式会社	ダイキン協働研究所(工学) 2	1,050
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
菅 晃一	核融合科学研究所	一般共同研究、ギガヘルツ・テ ラヘルツ帯電磁波の生成と計 測、およびプラズマ加熱への適 用	100

ナノ構造・機能評価研究分野

原著論文

- [1] Imaging of isotope diffusion using atomic-scale vibrational spectroscopy, Ryosuke Senga, Yung-Chang Lin, Shigeyuki Morishita, Ryuichi Kato, Takatoshi Yamada, Masataka Hasegawa, Kazu Suenaga: Nature, 603 (2022) 68-72.
- [2] Multiple 2D Phase Transformations in Monolayer Transition Metal Chalcogenides, Jinhua Hong, Xi Chen, Pai Li, Masanori Koshino, Shisheng Li, Hua Xu, Zhixin Hu, Feng Ding, and Kazu Suenaga: Advanced Materials, 2200643 (2022).
- [3] Tuning of photoluminescence intensity and Fermi level position of individual single-walled carbon nanotubes by molecule confinement, Romain Chambard, Juan Carlos Moreno-Lopez, Patrick Hermet, Yuta Sato, Kazu Suenaga, Thomas Pichler, Bruno Jousselme, Raymond Aznar, Jean-Louis Bantignies, Nicolas Izard, Laurent Alvarez: CARBON, 186 (2022) 423-430.
- [4] Coupling and Decoupling of Bilayer Graphene Monitored by Electron Energy Loss Spectroscopy, Yung-Chang Lin, Amane Motoyama, Pablo Solis-Fernandez, Rika Matsumoto, Hiroki Ago, Kazu Suenaga: NANO LETTERS, 21 (24) (2021) 10386-10391.
- [5] Optoelectronic Properties of Atomically Thin Mo_xW(1-x)S₂ Nanoflakes Probed by Spatially-Resolved Monochromated EELS, Mario Pelaez-Fernandez, Yung-Chang Lin, Kazu Suenaga, Raul Arenal: NANOMATERIALS, 11 (12) (2021) 3218.
- [6] In situ TEM visualization of single atom catalysis in solid-state Na-O₂ nanobatteries, Haiming Sun, Qiunan Liu, Zhiying Gao, Lin Geng, Yanshuai Li, Fengyu Zhang, Jitong Yan, Yufei Gao, Kazu Suenaga, Liqiang Zhang, Yongfu Tang, Jianyu Huang: JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY A, 10 (2021) 6096-6106.
- [7] Polymorphic Phases of Metal Chlorides in the Confined 2D Space of Bilayer Graphene, Yung-Chang Lin, Amane Motoyama, Silvan Kretschmer, Sadegh Ghaderzadeh, Mahdi Ghorbani-Asl, Yuji Araki, Arkady Krasheninnikov, Hiroki Ago, Kazu Suenaga: ADVANCED MATERIALS, 33 (52) (2021) 2105898.
- [8] Thermal management function of graphene under cryogenic temperatu]re, Ryuichi Kato, Masami Naya, Naoki Kasahata, Ryosuke Senga, Chikara Sato, Masanori Koshino, Kazu Suenaga, Masataka Hasegawa: CARBON, 183 (2021) 970-976.
- [9] Mixed-Salt Enhanced Chemical Vapor Deposition of Two-Dimensional Transition Metal Dichalcogenides, Shisheng Li, Yung-Chang Lin, Jinhua Hong, Bo Gao, Hong En Lim, Xu Yang, Song Liu, Yoshitaka Tateyama, Kazuhito Tsukagoshi, Yoshiki Sakuma, Kazu Suenaga, Takaaki Taniguchi: CHEMISTRY OF MATERIALS, 33 (18) (2021) 7301-7308.

[10] One-dimensional van der Waals heterostructures: Growth mechanism and handedness correlation revealed by nondestructive TEM, Yongjia Zheng, Akihito Kumamoto, Kaoru Hisama, Keigo Otsuka, Grace Wickerson, Yuta Sato, Ming Liu, Taiki Inoue, Shohei Chiashi, Dai-Ming Tang, Qiang Zhang, Anton Anisimov, Esko Kauppinen, Yan Li, Kazu Suenaga, Yuichi Ikuhara, Shigeo Maruyama, Rong Xiang: PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA, 118 (37) (2021) e2107295118.

[11] In-situ derived highly active NiS₂ and MoS₂ nanosheets on NiMoO₄ microcuboids via controlled surface sulfidation for high-current-density hydrogen evolution reaction, Shu Hearn Yu, Pranjal Kumar Gogoi, Ashutosh Rath, Haiwen Dai, Zhen Quan Cavin Ng, Kazu Suenaga, Stephen J Pennycook, Daniel H.C. Chua: Electrochimica Acta, 389 (2021) 138733.

[12] Photothermal synthesis of confined carbyne, Lei Shi, Ryosuke Senga, Kazu Suenaga, Johnny Chimborazo, Paola Ayala, Thomas Pichler: CARBON, 182 (15) (2021) 348-353.

[13] Fe on molecular-layer MoS₂ as inorganic Fe-S₂-Mo motifs for light-driven nitrogen fixation to ammonia at elevated temperatures, Jianwei Zheng, Lilin Lu, Konstantin Lebedev, Simson Wu, Pu Zhao, Ian J. McPherson, Tai-Sing Wu, Ryuichi Kato, Yiyang Li, Ping-Luen Ho, Guangchao Li, Linlu Bai, Jianhui Sun, Dharmalingam Prabhakaran, Robert A. Taylor, Yun-Liang Soo, Kazu Suenaga, Shik Chi Edman Tsang: Chem Catalysis, 1 (1) (2021) 162-182.

[14] Rapid Interchangeable Hydrogen, Hydride, and Proton Species at the Interface of Transition Metal Atom on Oxide Surface, Simson Wu, Kai-Yu Tseng, Ryuichi Kato, Tai-Sing Wu, Alexander Large, Yung-Kang Peng, Weikai Xiang, Huihuang Fang, Jiaying Mo, Ian Wilkinson, Yun-Liang Soo, Georg Held, Kazu Suenaga, Tong Li, Hsin-Yi Tiffany Chen, Shik Chi Edman Tsang: JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 143 (24) (2021) 9105-9112.

[15] Realizing the Intrinsic Anisotropic Growth of 1T' ReS₂ on Selected Au(101) Substrate toward Large-Scale Single Crystal Fabrication, Xiaobo Li, Xinyue Dai, Deqi Tang, Xiao Wang, Jinhua Hong, Chao Chen, Yang Yang, Jiangbo Lu, Jianguo Zhu, Zhibin Lei, Kazu Suenaga, Feng Ding, Hua Xu: ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS, 31 (28) (2021) 2102138.

[16] Deciphering the Intense Postgap Absorptions of Monolayer Transition Metal Dichalcogenides, Jinhua Hong, Masanori Koshino, Ryosuke Senga, Thomas Pichler, Hua Xu, Kazu Suenaga: ACS NANO, 15 (4) (2021) 7783-7789.

[17] 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: ADVANCED SCIENCE, 8 (11) (2021) 2004438.

[18] In-situ TEM observation of the growth process of carbon nanomaterials by laser irradiation, Ryosuke Senga, Yung-Chang Lin, Sapna Sinha, Takeshi Kaneko, Norihiro Okoshi, Takeo Sasaki, Shigeyuki Morishita, Hidetaka Sawada, Sang Tae Park, Kazu Suenaga: Microscopy and Microanalysis, 27 (2021) 2344-2345.

[19] Large phonon drag thermopower boosted by massive electrons and phonon leaking in LaAlO₃/LaNiO₃/LaAlO₃ heterostructure, Masatoshi Kimura, Xinyi He, Takayoshi Katase, Terumasa Tadano, Jan M. Tomczak, Makoto Minohara, Ryotaro Aso, Hideto Yoshida, Keisuke Ide, Shigenori Ueda, Hidenori Hiramatsu, Hiroshi Kumigashira, Hideo Hosono, Toshio Kamiya: NANO LETTERS, 21 (21) (2021) 9240-9246.

[20] Segregation mechanism of arsenic dopants at grain boundaries in silicon, Yutaka Ohno, Tatsuya Yokoi, Yasuo Shimizu, Jie Ren, Koji Inoue, Yasuyoshi Nagai, Kentaro Kutsukake, Kozo Fujiwara,

Atsutomo Nakamura, Katsuyuki Matsunaga, Hideto Yoshida: Science and Technology of Advanced Materials: Methods, 1 (1) (2021) 169-180.

[21] Hydrogen spillover-driven synthesis of high-entropy alloy nanoparticles as a robust catalyst for CO₂ hydrogenation, Kohsuke Mori, Naoki Hashimoto, Naoto Kamiuchi, Hideto Yoshida, Hisayoshi Kobayashi, Hiromi Yamashita: NATURE COMMUNICATIONS, 12 (1) (2021) 3884.

[22] Insight into segregation sites for oxygen impurities at grain boundaries in silicon, Yutaka Ohno, Jie Ren, Shingo Tanaka, Masanori Kohyama, Koji Inoue, Yasuo Shimizu, Yasuyoshi Nagai, Hideto Yoshida: APPLIED PHYSICS EXPRESS, 14 (4) (2021) 041003.

[23] Bifunctional Co-based catalysts for Fischer-Tropsch synthesis: Descriptors affecting the product distribution, Angela Straß-Eifert, Lars I. van der Wal, Carlos Hernández Mejía, Lennart J. Weber, Hideto Yoshida, Jovana Zečević, Krijn P. de Jong, Robert Güttel: ChemCatChem, 13 (11) (2021) 2726-2742.

[24] Oxygen reduction reaction over (Ba,Sr)(6)RE₂Co₄O₁₅-Ba(Ce,Pr,Y)O₃ composite cathodes for proton-conducting ceramic fuel cells, Toshiaki Matsui, Naoki Kunimoto, Kohei Manriki, Kazunari Miyazaki, Naoto Kamiuchi, Hiroki Muroyama, Koichi Eguchi: JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY A, 9 (27) (2021) 15199-15206.

[25] Preparation and application of 0D-2D nanomaterial hybrid heterostructures for energy applications, Sapna Sinha, Hye-sung Kim, Alex W. Robertson: MATERIALS TODAY ADVANCES, 12 (2021) 100169.

国際会議

[1] Single Atom Spectroscopy in Low-Dimensional Materials by Means of Low-Voltage STEM-EELS , Kazutomo Suenaga: ICAE 2021.

[2] Low-dimensional carbon nanostructures: From graphene to carbon atomic chains , Kazu Suenaga, Ryosuke Senga, Jinhua Hong, Junhao Lin, Pranjal Gogoi, Luiz Tizei, Yung- Chang Lin: MNC2021.

[3] Valence EELS studies for local optical properties of 1D and 2D nanomaterials , Ryosuke Senga, Jinhua Hong, Junhao Lin, Pranjal Gogoi, Luiz Tizei, Yung-Chang Lin, Kazu Suenaga: The 5th Symposium for The Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics, and the 4th Symposium on International Joint Graduate Program in Materials Science.

[4] Facile Synthesis of High Entropy Alloy Nanoparticles by Hydrogen-spillover-assisted Reduction , Naoki Hashimoto, Kohsuke Mori, Naoto Kamiuchi, Hideto Yoshida, Hisayoshi Kobayashi, Hiromi Yamashita: Pacifichem 2021.

[5] In-situ TEM observation of the growth process of carbon nanomaterials by laser irradiation , Ryosuke Senga, Yung-Chang Lin, Sapna Sinha, Takeshi Kaneko, Norihiro Okoshi, Takeo Sasaki, Shigeyuki Morishita, Hidetaka Sawada, Sang Tae Park, Kazu Suenaga: 2021 Microscopy and Microanalysis (M&M).

[6] Environmental TEM study of catalytic nanomaterials , Hideto Yoshida: 2022 ASEAN Joint Workshop.

[7] In-situ TEM observation of laser induced carbon nanostructure growth , Ryosuke Senga, Kazu Suenaga: The 8th International Workshop on 2D Materials (A3 Foresight Program).

[8] Precise characterization of segregation sites for oxygen impurities at grain boundaries in silicon , Y. Ohno, J. Ren, S. Tanaka, M. Kohyama, K. Inoue, Y. Shimizu, Y. Nagai, H. Yoshida: European Materials Research Society (EMRS) 2021 Spring Meeting.

[9] Segregation mechanism of arsenic dopants at Si grain boundaries , Y. Ohno, T. Yokoi, Y. Shimizu, J. Ren, K. Inoue, Y. Nagai, K. Kutsukake, K. Fujiwara, A. Nakamura, K. Matsunaga, H. Yoshida: 31st International Conference on Defects in Semiconductors (ICDS31).

[10] Structural analysis of diamond/silicon heterointerfaces fabricated by surface activated bonding at room temperature , Y. Ohno, J. Liang, H. Yoshida, Y. Shimizu, Y. Nagai, N. Shigekawa: 7th International Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration (LTB-3D 2021).

[11] Precise analysis of segregation sites for As dopants at Si grain boundaries , Y. Ohno, T. Yokoi, Y. Shimizu, J. Ren, K. Inoue, Y. Nagai, K. Kutsukake, K. Fujiwara, A. Nakamura, K. Matsunaga, H. Yoshida: Materials Research Meeting (MRM) 2021.

国内学会

「次世代電子顕微鏡法」社会連携講座	1件
北陸先端大マテリアル系セミナー	1件
学術変革「2.5 次元物質科学」第一回領域会議	1件
第 128 回 触媒討論会	2件
第 129 回 触媒討論会	1件
第 70 回高分子討論会	1件
グラフェンコンソ第 28 回研究講演会	1件
2021 年度 AICE 年次大会	1件

取得学位

修士（工学）	ETEM 観察における Au/CeO ₂ 触媒への電子線照射の影響の評価
佐藤 雅也	

科学研究費補助金

		単位：千円	
基盤研究（B）	実動作環境におけるナノデバイスの原子スケール構造解析	8,580	
吉田 秀人			
挑戦的研究開拓	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	4,030	
吉田 秀人			
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 S T E Mによる異種界面の分子振動状態測定	9,750
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	46,800
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	42,380
末永 和知	European Research Concils 代表機関：ウェーン大学	MOmentum and position REsolved mapping Transmission Electron energy loss Microscope	83,562
吉田 秀人	自動車用内燃機関技術研究組合 (NEDO 再委託)	エンジン排出ガス後処理装置のコンパクト化に関する技術開発	4,499
共同研究			
末永 和知	産業技術総合研究所	新型電子顕微鏡を用いたゼロ次元、一次元、二次元材料の精密構造解析	0
吉田 秀人	自動車用内燃機関技術研究組合	貴金属触媒の低温活性化と劣化抑制機構の解明	164

ナノ機能予測研究分野

原著論文

[1] A thermodynamic description of the hysteresis in specific-heat curves in glass transitions, Koun Shirai: Journal of Physics Communications, 5 (2021) 15004.

- [2] Li Doping to Boron at High Pressures, Koun Shirai and Kaoru Kimura: *Journal of Alloys and Compounds*, 112 (2021) 106459.
- [3] Revisiting the stable structure of the Cu₄ complex in silicon, T. Fujimura and K. Shirai: *Journal Japanese Applied Physics*, 60 (2021) 21001.
- [4] Interpretation of the apparent activation energy of glass transition, Koun Shirai: *Journal of Physics Communications*, 5 (9) (2021) 95013.
- [5] Performance and reaction mechanisms of tin compounds as high-capacity negative electrodes of lithium and sodium ion batteries, Hiroki Kotaka, Hiroyoshi Momida, Tamio Oguchi: *Materials Advances*, (2022) in press.
- [6] First-Principles Study on Cathode Properties of Li₂MTiO₄ and Na₂MTiO₄ (M = V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni), Kunihiko Yamauchi, Hiroyoshi Momida, and Tamio Oguchi: *Journal of the Physical Society of Japan*, 91 (3) (2021) 34704.
- [7] Electric-field tuning of the magnetic properties of bilayer VI₃: A first-principles study, Thi Phuong Thao Nguyen , Kunihiko Yamauchi , and Tamio Oguchi: *Physical Review B*, 104 (1) (2021) 14414.
- [8] First-principles Study on Piezoelectricity and Spontaneous Polarization in Bi(Fe,Co)O₃, Hiroshi Katsumoto, Kunihiko Yamauchi, and Tamio Oguchi: *Journal of the Physical Society of Japan*, 90 (12) (2021) 124712.
- [9] Identification of hidden orbital contributions in the La_{0.65}Sr_{0.35}MnO₃ valence band, F. Offi, K. Yamauchi, S. Picozzi, V Lollobrigida, A. Verna, C. Schlueter, T-L Lee, A. Regoutz, D. J. Payne, A. Petrov, G. Vinai, G. M. Pierantozzi, T. Pincelli, G. Panaccione, F. Borgatti: *Physical Review Materials*, 5 (10) (2021) 104403.
- [10] Large magnetoresistance of a compensated metal Cu₂Sb correlated with its Fermi surface topology, Mizuki Endo, Hideyuki Kawasoko, Seigo Soma, Kunihiko Yamauchi, Miho Kitamura, Koji Horiba, Hiroshi Kumigashira, Noriaki Kimura, Tamio Oguchi, Takafumi Sato, Tomoteru Fukumura: *Physical Review Materials*, 5 (10) (2021) 105002.
- [11] Pb/Bi heterostructure as a versatile platform to realize topological superconductivity, Ikuko Watanabe, Seigo Souma, Kosuke Nakayama, Katsuaki Sugawara, Chi Xuan Trang, Kouji Segawa, Kunihiko Yamauchi, Tamio Oguchi, Takashi Takahashi, Takafumi Sato: *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, (2021) in press.
- [12] Favorite-like orthorhombic AxVPO₄F (A = Li, Na) for novel high-voltage cathodes in rechargeable batteries, Huu Duc Luong, Van An Dinh, Hiroyoshi Momida, Tamio Oguchi: *Journal of Alloys and Compounds*, 875 (2021) 159963.
- [13] Understanding doping effects on P2 NaxMn_{1-y}MyO₂ (M = Li, Mg, Al, Ti, V, Cr, Fe, Co, Ni) cathode materials for Na-ion batteries, Huu Duc Luong, Hiroyoshi Momida, Van An Dinh, Tamio Oguchi: *Physical Review Materials*, 6 (2022) 15802.
- [14] Manipulation of Dirac Cone in Topological Insulator/Topological Insulator Heterostructure, Takumi Sato, Katsuaki Sugawara, Takemi Kato, Yuki Nakata, Seigo Souma, Kunihiko Yamauchi, Tamio Oguchi, Takashi Takahashi, and Takafumi Sato: *ACS Applied Electronic Materials*, 3 (2021) 1080.
- [15] 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: Physical Review B, 103 (2021) 094302.

取得学位

修士（理学） 渡邊康太	ガラス転移における比熱の第一原理計算による研究及びグリセロールへの 検証
博士（工学） LUONG DUC HUU	First-principles investigation on some promising cathode materials applicable for sodium-ion batteries
博士（工学） TRAN HUNG B A)	Magnetocaloric effect of transition metal compounds

共同研究

畠田 浩義	住友電気工業株式会社	住友電気工業（工共同研究講 座）	1,418
畠田 浩義	株式会社 UACJ・国立研 究開発法人物質・材料 研究機構（NIMS）	アミノ酸化膜の電気特性他の 物性評価とその応用の検討	1,056
その他の競争的研究資金			
山内 邦彦	CREST	ナノスピ ARPESによる ハイブリッド トポロジカル 材料創製	

ソフトナノマテリアル研究分野

原著論文

- [1] End-Functionalization of Dithiarubicene: Modulation of Optoelectronic Properties by Metal-Catalyzed Coupling Reactions and Device Application, K. Tsukamoto, K. Takagi, K. Yamamoto, Y. Ie, T. Fukushima: J. Mater. Chem. C, 9 (2021) 5920-5929.
- [2] Oligoene and Cyanine Features of Tetracyano Quinoidal Oligothiophenes, S. M. Quintero, Sergio, J. L. Zafra, K. Yamamoto, Y. Aso, Y. Ie, J. Casado: J. Mater. Chem. C, 9 (2021) 10727-10740.
- [3] Electron-Accepting π -Conjugated Compound Containing Cyano-Substituted Naphthobisthiadiazole as Nonfullerene Acceptor in Organic Solar Cells, S. Jinnai, A. Oi, T. Seo, T. Moriyama, R. Minami, S. Higashida, Y. Ie: Synthesis, 53 (2021) 3390-3396.
- [4] Synthesis, Properties, and Photovoltaic Characteristics of Arch-and S-shaped Naphthobisthiadiazole-based Acceptors, S. Jinnai, Y. Ie: J. Photopolym. Sci. Technol., 34 (2021) 285-290.
- [5] Excited States Engineering Enables Efficient Near-infrared Lasing in Nanographenes, G. M. Paternò, Q. Chen, R. Muñoz-Mármol, M. Guizzardi, V. Bonal, R. Kabe, A. J. Barker, P. G. Boj, S. Chatterjee, Y. Ie, J. M. Villalvilla, J. A. Quintana, F. Scotognella, K. Müllen, M. A. Díaz-García, A. Narita, G. Lanzani: Mater. Horiz., 9 (2022) 393-402.
- [6] Dianion and Dication of Tetracyclopentatetraphenylenes as Decoupled Annulene-within-an-Annulene Models, H. Miyoshi, R. Sugiura, R. Kishi, S. N. Spisak, Z. Wei, A. Muranaka, M. Uchiyama, N. Kobayashi, S. Chatterjee, Y. Ie, I. Hisaki, M. A. Petrukhina, T. Nishinaga, M. Nakano, Y. Tobe: Angew. Chem., Int. Ed., 61 (2022) e202115316.
- [7] Cross-conjugated Isothianaphthene Quinoids: A Versatile Strategy for Controlling Electronic Structures, K. Yamamoto, S. M. Quintero, S. Jinnai, E. Jeong, K. Matsuo, M. Suzuki, H. Yamada, J.

Casado, Y. Ie: *J. Mater. Chem. C*, 10 (2022) 4424-4433.

[8] Role of Linker Functionality in Polymers Exhibiting Main-Chain Thermally Activated Delayed Fluorescence, K. Philipps, Y. Ie, B. van der Zee, R.-Q. Png, P. K. H. Ho, L.-L. Chua, E. del Pino Rosendo, C. Ramanan, G.-J. A. H. Wetzelaeer, P. W. M. Blom, J. J. Michels: *Adv. Sci.*, (2022) 2200056.

[9] A Small Molecule with Bridged Carbonyl and Tri-fluoro-aceto-phenone Groups Impedes Microtubule Dynamics and Subsequently Triggers Cancer Cell Apoptosis, S. Mohapatra, V. Gupta, P. Mondal, S. Chatterjee, D. Bhunia, S. Ghosh: *ChemMedChem*, 16 (2021) 2703-2714.

[10] Bridging pico-to-nanonewtons with a ratiometric force probe for monitoring nanoscale polymer physics before damage, R. Kotani, S. Yokoyama, S. Nobusue, S. Yamaguchi, A. Osuka, H. Yabu, S. Saito: *Nat. Commun.*, 13 (2022) 303.

[11] FeCl₃-Promoted Facile Synthesis of Multiply Arylated Nicotinonitriles, K. Iwai, H. Yamauchi , S. Yokoyama, N. Nishiwaki: *Synthesis*, 54 (2022) .

[12] Excited-state conformation capture by supramolecular chains towards triplet-involved organic emitters, H. Liu, N. Ando, S. Yamaguchi, P. Naumov, H. Zhang: *Chinese Chem. Lett.*, 32 (2021) 1669-1674.

[13] Boron-Doped Polycyclic π-Electron Systems with an Antiaromatic Borole Substructure That Forms Photoresponsive B-P Lewis Adducts, N. Ando, T. Yamada, H. Narita, N. N. Oehlmann, M. Wagner, S. Yamaguchi: *J. Am. Chem. Soc.*, 143 (2021) 9944-9951.

[14] Electron-Deficient Heteroacenes that Contain Two Boron Atoms: Near-Infrared Fluorescence Based on a Push–Pull Effect, M. Ito, M. Sakai, N. Ando, S. Yamaguchi: *Angew. Chem., Int. Ed.*, 60 (2021) 21853-21859.

[15] Photobase-Driven Excited-State Intramolecular Proton Transfer (ESIPT) in a Strapped π-Electron System, N. Suzuki, T. Kubota, N. Ando, S. Yamaguchi: *Chem. Eur. J.*, 28 (2022) e202103584.

[16] Fully fused boron-doped polycyclic aromatic hydrocarbons: their synthesis, structure–property relationships, and self-assembly behavior in aqueous media, H. Narita, H. Choi, M. Ito, N. Ando, S. Ogi, S. Yamaguchi: *Chem. Sci.*, 13 (2022) 1484-1491.

国際会議

[1] Synthesis, Properties, and Photovoltaic Characteristics of Arch- and S-shaped Naphthobisthiadiazole-based Acceptors, S. Jinnai, S. Chatterjee, Y. Ie: The 38th International Conference of Photopolymer Science and Technology (ICPST-38).

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, 生産と技術, 生産技術振興協会, 72 (2020), 40-46.

Nonfullerene acceptors for P3HT-based organic solar cells, S. Chatterjee, S. Jinnai, Y. Ie, *J. Mater. Chem. A*, The Royal Society of Chemistry, 9 (2021), 18857-18886.

Development of functional element conjugated molecules based on precision design for electronics applications, Y. Ie, *Molecular Electronics and Bioelectronics*, 応用物理学会, 32 (2021), 96-99.

特許

[1] 「国内特許出願」 高分子化合物、有機半導体材料、および有機電子デバイス, 2021-200323

- [2] 「国内特許出願」 高分子化合物、有機半導体材料、および有機電子デバイス, 2021-200324
- [3] 「国際特許出願」 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, PCT/JP2021/016336
- [4] 「国内成立特許」 化合物、有機半導体材料、有機半導体素子、有機太陽電池及び有機トランジスタ, 2017-199989
- [5] 「国内成立特許」 紫外線吸収剤, 2017-554194
- [6] 「国内成立特許」 化合物、及びこれを含む有機半導体材料, 2018-504583
- [7] 「国内成立特許」 フラーレン誘導体、及びn型半導体材料, 2018-523960
- [8] 「国内成立特許」 ナフトビスカルコゲナジアゾール誘導体及びその製造方法, 2018-558836
- [9] 「国際成立特許」 フラーレン誘導体、及びn型半導体材料, 16853695.100000001
- [10] 「国際成立特許」 ナフトビスカルコゲナジアゾール誘導体, 106134999

科学研究費補助金

		単位：千円	
基盤 B 家 裕隆	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	0	
学術変革 (A) 家 裕隆	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	0	
基盤研究 (B) 家 裕隆	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	4,810	
学術変革 (A) 家 裕隆	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	22,750	
挑戦的研究萌芽 家 裕隆	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	
国際強化 B 家 裕隆	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	4,420	
若手研究 陣内 青萌	5-6-5 縮環型共役骨格の特徴を活かしたπ電子グリッドシステムの創成	1,430	
若手研究 横山 創一	分子軌道を自在制御可能なπ接合型ピラー状分子ワイヤの開発	2,730	
若手研究 安藤 直紀	典型元素を含むPAH間の相互作用を基軸とした動的化学システムの創出	1,950	
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	5,200
家 裕隆	(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	農業用途を視野に入れた波長選択型有機太陽電池の研究開発	29,992
C H A T T E R J E E S h r e y a m	研究推進部 研究推進課 研究 プロジェクト推進係	84	
奨学寄附金			
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	2,600

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	6,000
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	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	0
家 裕隆	地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター	キノイド性分子の材料探索と導電特性評価手法の確立	0
家 裕隆	株式会社 M3 研究所	エスディジーズ(SDGs)炭素材料に関する研究	3,039
家 裕隆	東ソー株式会社	新規深 LUMO 骨格の探索	2,000

バイオナノテクノロジー研究分野

原著論文

[1] Classification from positive and unlabeled data based on likelihood invariance for measurement, Takeshi Yoshida, Takashi Washio, Takahito Ohshiro, Masateru Taniguchi: INTELLIGENT DATA ANALYSIS, 25 (1) (2021) 57.

[2] Rapid Discrimination of Extracellular Vesicles by Shape Distribution Analysis, Sou Ryuzaki, Takao Yasui, Makusu Tsutsui, Kazumichi Yokota, Yuki Komoto, Piyawan Paisrisarn, Noritada Kaji, Daisuke Ito, Kaoru Tamada, Takahiro Ochiya, Masateru Taniguchi, Yoshinobu Baba, Tomoji Kawai: ANALYTICAL CHEMISTRY, 93 (18) (2021) 7037.

[3] Inertial focusing and zeta potential measurements of single-nanoparticles using octet-nanochannels, Shohei Kishimoto, Makusu Tsutsui, Kazumichi Yokota, Masateru Taniguchi: LAB ON A CHIP, 21 (2021) 3076.

[4] Combining machine learning and nanopore construction creates an artificial intelligence nanopore for coronavirus detection, Masateru Taniguchi, Shohei Minami, Chikako Ono, Rina Hamajima, Ayumi Morimura, Shigeto Hamaguchi, Yukihiro Akeda, Yuta Kanai, Takeshi Kobayashi, Wataru Kamitani, Yutaka Terada, Koichiro Suzuki, Nobuaki Hatori, Yoshiaki Yamagishi, Nobuei Washizu, Hiroyasu Takei, Osamu Sakamoto, Norihiko Naono, Kenji Tatematsu, Takashi Washio, Yoshiharu Matsuura, Kazunori Tomono: NATURE COMMUNICATIONS, 12 (1) (2021) .

[5] Direct Observation of Distinctive Electronic States of Ferrocene Moieties in Ferrocene-Bridged Trisporphyrin on Au(111) Using Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy, Hiroyuki Tanaka, Akiharu Satake, Masateru Taniguchi: LANGMUIR, 37 (21) (2021) 6468.

[6] Application of Micropore Device for Accurate, Easy, and Rapid Discrimination of Saccharomyces pastorianus from Dekkera spp., Kazumichi Yokota, Asae Takeo, Hiroko Abe, Yuji Kurokawa, Muneaki Hashimoto, Kazuaki Kajimoto, Masato Tanaka, Sanae Murayama, Yoshihiro Nakajima, Masateru Taniguchi, Masatoshi Kataoka: BIOSENSORS-BASEL, 11 (8) (2021) .

[7] Single-molecule RNA sequencing for simultaneous detection of m6A and 5mC, Takahito Ohshiro, Masamitsu Konno, Ayumu Asai, Yuki Komoto, Akira Yamagata, Yuichiro Doki, Hidetoshi Eguchi, Ken Ofusa, Masateru Taniguchi, Hideshi Ishii: SCIENTIFIC REPORTS, 11 (1) (2021) .

[8] Computational healthcare: Present and future perspectives (Review), Ayumu Asai, Masamitsu Konno, Masateru Taniguchi, Andrea Vecchione, Hideshi Ishii: EXPERIMENTAL AND THERAPEUTIC MEDICINE, 22 (6) (2021) .

[9] Analytical Biomaterials, Takahito Oshiro, Jun Nakanishi, Tamotsu Zako, Mizuo Maeda: ANALYTICAL SCIENCES, 37 (5) (2021) 649.

- [10] Solid-state nanopore systems: from materials to applications, Yuhui He, Makusu Tsutsui, Yue Zhou, Xiang-Shui Miao: NPG ASIA MATERIALS, 13 (1) (2021) .
- [11] Unsupervised Noise Reduction for Nanochannel Measurement Using Noise2Noise Deep Learning, Takayuki Takaai, Makusu Tsutsui: TRENDS AND APPLICATIONS IN KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATA MINING, PAKDD, 12705 (2021) .
- [12] Salt Gradient Control of Translocation Dynamics in a Solid-State Nanopore, Iat Wai Leong, Tsutsui Makusu, Kazumichi Yokota, Masateru Taniguchi: ANALYTICAL CHEMISTRY, 93 (49) (2021) 16700.
- [13] Detecting Single Molecule Deoxyribonucleic Acid in a Cell Using a Three-Dimensionally Integrated Nanopore, Makusu Tsutsui,Kazumichi Yokota,Akihide Arima,Takashi Washio,Yoshinobu Baba,Tomoji Kawai: Small Methods, 5 (9) (2021) .
- [14] 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) 10632.
- [15] Deep Learning-Enhanced Nanopore Sensing of Single-Nanoparticle Translocation Dynamics, Makusu Tsutsui, Takayuki Takaai, Kazumichi Yokota, Tomoji Kawai, Takashi Washio: Small Methods, 5 (7) (2021) .
- [16] Nanochannel-Based Interfacial Memristor: Electrokinetic Analysis of the Frequency Characteristics, Kexin Chen, Makusu Tsutsui, Fuwei Zhuge, Yue Zhou, Yaoyao Fu, Yuhui He, Xiangshui Miao: Advanced Electronic Materials, 7 (4) (2021) .
- [17] 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) .
- [18] Development of Single-Molecule Electrical Identification Method for Cyclic Adenosine Monophosphate Signaling Pathway, Yuki Komoto, Takahito Ohshiro, Masateru Taniguchi: Nanomaterials, 11 (3) (2021) .
- [19] 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-Basel, 11 (3) (2021) .
- [20] Length Discrimination of Homo-oligomeric Nucleic Acids with Single-molecule Measurement, Yuki Komoto, Takahito Ohshiro, and Masateru Taniguchi: Analytical Sciences, 37 (3) (2021) 513.
- [21] 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) (2021) 215.
- [22] Unsupervised Noise Reduction for Nanochannel Measurement Using Noise2Noise Deep Learning, Takayuki Takaai, Makusu Tsutsui: Trends and Applications in Knowledge Discovery and Data Mining, PAKDD 2021 Workshops, WSPA, MLMEIN, SDPRA, DARAI, and AI4EPT, Delhi, India, May 11, 2021 Proceedings, (2021) 44.
- [23] 3D designing of resist membrane pores via direct electron beam lithography, Shohei Kishimoto, Iat Wai Leong, Sanae Murayama, Tomoko Nakada, Yuki Komoto, Makusu Tsutsui, Masateru Taniguchi:

Sensors and Actuators B-Chemical, 357 (2022) 131380.

[24] Ionic heat dissipation in solid-state pores, Makusu Tsutsui, Akihide Arima, Kazumichi Yokota, Yoshinobu Baba, Tomoji Kawai: Science Advances, 8 (6) (2022).

[25] Estimation of spin contamination errors in DFT/plane-wave calculations of solid materials using approximate spin projection scheme, Kohei Tada, Shusuke Yamanaka, Takashi Kawakami, Yasutaka Kitagawa, Mitsutaka Okumura, Kizashi Yamaguchi, Shingo Tanaka: Chemical Physics Letters, 765 (2021) 138291.

[26] 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.

[27] Isolobal and isospin analogy between organic and inorganic open-shell molecules-Application to oxygenation reactions by active oxygen and oxy-radicals and water oxidation in the native and artificial photosynthesis, Kizashi Yamaguchi, Koichi Miyagawa, Hiroshi Isobe, Mitsuo Shoji, Takashi Kawakami, Shusuke Yamanaka: Advances in Quantum Chemistry, 84 (2021) 425.

解説、総説

量子計測と Ai の融合により脳を計測する一単分子計測による神経伝達物質の検出, 小本祐貴、鷲尾隆、八木健、谷口正輝, 化学, 化学同人, 76 (2021), 28-32.

ナノポアを用いた感染症検査システム, 谷口正輝, グリーンテクノロジー, 日本工業出版, 31[6] (2021), 16-19.

ナノポアデバイスと機械学習で疾病を“診る”, 谷口正輝、鷲尾隆, 電気学会誌, オーム社, 141[8] (2021), 512-515.

1 分子計測に基づく新型コロナウイルス検出法, 谷口正輝、松浦善治、朝野和典, 化学, 化学同人, 76 (2021), 35-40.

1 分子科学の進展, 谷口正輝, Molecular Science, 分子科学学会会誌, 15[1] (2021), A0120.

走査型トンネル顕微鏡/分光法によるフェロセン連結ポルフィリン三量体中のフェロセン部位の電子状態及び機械的機能の観察, 田中裕行、谷口正輝, 表面と真空, 日本表面真空学会, 61[11] (2021), 521-526.

すべての人の健康を見守る 1 分子科学, 谷口正輝, 化学, 化学同人, 77[1] (2022), 25-26.

著書

[1] 第4章第4節 1分子量子シーケンサー (監修者: 根来誠)“量子センシングハンドブック”, 谷口正輝, ニューエヌ・ティー・エス, - 2021.

[2] 第III編 超早期パンデミック検査—第1章 単一ウイルス解析 (監修: 馬場嘉信、柳田剛、加地範匡)“AI・ナノ・量子による超高感度・迅速バイオセンシング”, 谷口正輝, シーエムシー出版, 2021.

[3] 第III編 超早期パンデミック検査—第10章 ナノスケールセンシングと人工知能の融合による ウィルス・細菌の変異・薬剤耐性予測システム創出の展望 (監修: 馬場嘉信、柳田剛、加地範匡)“AI・ナノ・量子による超高感度・迅速バイオセンシング”, 有馬彰秀、筒井真楠, シーエムシー出版, 2021.

[4] ナノ・マイクロポアセンサを用いた單一生体粒子分析 (浅沼浩之、門松健治、馬場嘉信、本多裕之、森 健策、有馬彰秀、梅原徳次、勝野雅央、清中茂樹、社本英二、鳥本 司、鳴瀧彩絵、長谷川泰久、間瀬健二、松本健郎、村上 裕、湯川 博)“最先端ナノラフシステム研究”, 有馬彰秀、筒井真楠、丸善プラネット, 2022.

特許

[1] 「国内特許出願」核酸分子の情報提供方法、がんマーカーの特定方法、がんマーカー、腫瘍がんを識別するためのがんマーカー、プログラムおよび記録媒体, 2022-001689

[2] 「国内特許出願」微粒子試料のスペクトルデータの生産方法、微粒子のスペクトル計測用基板、および微粒子の解析方法, 2021-188402

[3] 「国際特許出願」分光システムおよび分光方法, PCT/JP2021/033890

[4] 「国際特許出願」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, PCT/JP2022/004818

[5] 「出願後譲渡特許（国際）」一粒子解析装置および解析方法, G20120083US

[6] 「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

科学研究費補助金

			単位：千円
基盤研究 (A)	1 分子化学反応の網羅的解析法の開発		13,780
谷口 正輝			
基盤研究 (B)	エピオミクス 1 分子量子計測法の創成		6,240
大城 敬人			
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	10,400
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	国立大学法人 北海道大学 (AEMD再委託)	病気につながる血管周囲の微小炎症を標的とする量子技術、ニューロモデュレーション医療による未病時治療法の開発	15,600
谷口 正輝	国立大学法人 北海道大学 (AEMD再委託)	変異型新型コロナウイルスに対する診断・予防・治療法研究プラットフォームの開発	19,500
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技術の構築	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	3,900

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	1,000
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	1,000
谷口 正輝	Massachusetts Institute of Technology、Massachusetts General Hospital、Georgia Institute of Technology	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	796
谷口 正輝	株式会社朝日 F R 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	0
谷口 正輝	L G J a p a n L a b 株式会社	エピゲノムの新規検出法に関する研究開発	2,000
谷口 正輝	一般財団法人阪大微生物病研究会	半導体ナノポア-AIシステムを利用した新型コロナウイルス検査技術の確立	0
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事業(スポーツ機関) R2 年度補正	0
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	29,440

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] Deep learning-enhanced nanopore sensing of single-nanoparticle translocation dynamics, M. Tsutsui, T. Takaai, K. Yokota, T. Kawai and T. Washio: *Small Methods*, 5 (7) (2021) 2100191.

[2] Combining machine learning and nanopore construction creates an artificial intelligence nanopore for coronavirus detection, M. Taniguchi, S. Minami, C. Ono, R. Hamajima, A. Morimura, S. Hamaguchi, Y. Akeda, Y. Kanai, T. Kobayashi, W. Kamitani, Y. Terada, K. Suzuki, N. Hatori, Y. Yamagishi, N. Washizu, H. Takei, O. Sakamoto, N. Naono, K. Tatematsu, T. Washio, Y. Matsuurra and K. Tomono: *Nature Communications*, 12 (2021) 3726.

[3] Detecting single molecule deoxyribonucleic acid in a cell using a three-dimensionally integrated nanopore, M. Tsutsui, K. Yokota, A. Arima, T. Washio, Y. Baba and T. Kawai: *Small Method*, 5 (9) (2021) 2100542.

解説、総説

ナノポアデバイスと機械学習で疾病を"診る", 谷口 正輝、鷲尾 隆, 電気学会誌, 電気学会, 141[8] (2021), 512-515.

計測インフォマティクス：情報科学による計測技術の深化－1　はじめに，鷲尾 隆，電気学会誌，電気学会，141[6] (2021), 328-329.

機械学習と先端計測の共進化 - 論点と成果 -, 鷲尾 隆，電気学会誌，電気学会，141[6] (2021), 340-344.

著書

[1] AI が実現する超高精度・ロバストなバイオセンシング・デバイス (馬場嘉信、柳田剛、加地範匡)“AI・ナノ・量子による超高感度・迅速バイオセンシング -超早期パンデミック検査・超早期診断・POCT から健康長寿社会へ-”，鷲尾隆，シーエムシー出版, 2021.

特許

[1] 「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

ナノ医療応用デバイス

原著論文

[1] Binding of liposomes composed of phosphatidylcholine to scavenger receptor class B type 1 and its modulation by phosphatidic acid in HEK293T cells, N. Koide, K. Fujita, S. Kuroda, S. Hinuma: Biochim Biophys Acta Mol Cell Res, 1868 (7) (2021) 11943-11956.

[2] Binding of Nanoparticles Harboring Recombinant Large Surface Protein of Hepatitis B Virus to Scavenger Receptor Class B Type 1, S. Hinuma, K. Fujita, S. Kuroda: Viruses, 13 (7) (2021) 1334-1347.

[3] Binding of Hepatitis B Virus Pre-S1 Domain-Derived Synthetic Myristoylated Peptide to Scavenger Receptor Class B Type 1 with Differential Properties from Sodium Taurocholate Cotransporting Polypeptide, S. Hinuma, S. Kuroda: Viruses, 14 (1) (2022) 105-118.

[4] Bio-nanocapsules for oriented immobilization of DNA aptamers on aptasensors, M. Iijima, Y Yamada, H Nakano, T. Nakayama, S. Kuroda: Analyst., 147 (3) (2022) 489-495.

[5] Reporter gene assay for membrane fusion of extracellular vesicles. J Extracell Vesicles., M. Somiya, S. Kuroda: J Extracell Vesicles, 10 (13) (2021) e12171.

[6] HBV Pre-S1-Derived Myristoylated Peptide (Myr47): Identification of the Inhibitory Activity on the Cellular Uptake of Lipid Nanoparticles., M. Nanahara, Chang YT, Somiya M, Kuroda S.: Viruses, 13 (5) (2021) 929.

[7] Polymerized Albumin Receptor of Hepatitis B Virus for Evading the Reticuloendothelial System., K Takagi, M Somiya, J Jung, M Iijima, S Kuroda: Pharmaceuticals (Basel), 14 (5) (2021) 408.

国際会議

[1] Reporter gene assay for membrane fusion and cytoplasmic cargo delivery of extracellular vesicles , M. Somiya and S. Kuroda,: ISEV 2021 Annual Meeting.

解説、総説

ヒト嗅覚受容体反応に基づく新しい創香技術, 黒田俊一, 化学, 化学同人, 76[11] (2021), 20-22.

ヒト嗅覚官能を再現するヒト嗅覚受容体発現細胞アレイセンサーの開発, 食品と容器, 缶詰技術研究会, 62[10] (2021), 635-641.

国内学会

日本農芸化学会

2 件

第 73 回日本生物工学会大会		1 件	
酵素工学研究会第 86 回講演会		1 件	
取得学位			
修士 (理学) 樋口 雄大	Substrate recognition mechanism of a serine protease involved in processing of the crosslinked peptide contained in a quinone enzyme		
修士 (理学) 坂井 比奈子	Improving the sensitivity of human olfactory receptor-expressing cell sensors for detecting odor molecules		
修士 (理学) 練 雨佳	Development of an olfactory receptor signal detection system with the comparable sensitivity to the human olfaction		
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 H B V 剤の開発	5,850
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 A I 調香師の創生	22,220
共同研究			
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ン 誘導体の作用メカニズム解析	2,000
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	3,400
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
黒田 俊一	地方独立行政法人大阪 産業技術研究所	ヒト嗅覚受容体発現細胞の樹立	0
その他の競争的研究資金			
黒田 俊一	曾田香料株式会社	複合臭に対するヒト嗅覚受容体の応答に関する相談	0

総合解析センター (所内兼任を含む)

原著論文

- [1] Product selective reaction controlled by the combination of palladium nanoparticles, continuous microwave irradiation, and a co-existing solid; ligand-free Buchwald–Hartwig amination vs. aryne amination, M. Yamada, R. Ohta, K. Harada, T. Takehara, H. Haneoka, Y. Murakami, T. Suzuki, Y. Ohki, N. Takahashi, T. Akiyama, N. Sirimangkalakitti, M. Sako, K. Murai, M. Arai and M. Arisawa: *Green Chem.*, 23 (20) (2021) 8131-8137.
- [2] Carbon–Carbon Bond Formation between N-Heterocyclic Carbene Ligand on Ruthenium Carbene Catalysts and 1,4-Naphthoquinone via Intramolecular Carbon(sp³)–Hydrogen Bond Activation, Y. Wada, T. Takehara, T. Suzuki, S. Aoki, T. Hibi, M. Sako, H. Tsujino, Y. Tsutsumi and M. Arisawa: *Organometallics*, 40 (16) (2021) 2901-2908.
- [3] Cross beta-arylmethylation of alcohols catalysed by recyclable Ti-Pd alloys not requiring pre-activation, M. Utsunomiya, R. Kondo, T. Oshima, M. Safumi, T. Suzuki and Y. Obora: *Chem. Commun.*, 57 (42) (2021) 5139-5142.
- [4] Catalytic and diastereoselective cascade reaction for the preparation of cis-1,3-disubstituted isoindoline-aminal hybrid compounds, T. Tsujihara, T. Suzuki and T. Kawano: *Heterocycles*, 102 (4) (2021) 723-730.
- [5] N,N-Dimethylformamide-stabilised palladium nanoparticles combined with bathophenanthroline as catalyst for transfer vinylation of alcohols from vinyl ether, K. Tabaru, M. Nakatsuji, S. Itoh, T. Suzuki

and Y. Obora: Org. Biomol. Chem., 19 (15) (2021) 3384-3388.

[6] Chemo- and enantioselective hetero-coupling of hydroxycarbazoles catalyzed by a chiral vanadium(v) complex, M. Sako, K. Higashida, G. T. Kamble, K. Kaut, A. Kumar, Y. Hirose, D. Y. Zhou, T. Suzuki, M. Rueping, T. Maegawa, S. Takizawa and H. Sasai: Org. Chem. Front., 8 (17) (2021) 4878-4885.

[7] Iridium-Catalyzed Isomerization/Cycloisomerization/Aromatization of N-Allyl-N-sulfonyl-o-(λ 1-silylethynyl)aniline Derivatives to Give Substituted Indole Derivatives, J. Qiu, M. Sako, T. Tanaka, T. Matsuzaki, T. Takehara, T. Suzuki, S. Ohno, K. Murai and M. Arisawa: Org. Lett., 23 (11) (2021) 4284-4288.

[8] Enantioselective Vinylogous Mannich Reaction of Acyclic Vinylketene Silyl Acetals with Acyclic Ketimines, K. Ogura, T. Takehara, T. Suzuki and S. Nakamura: Adv. Synth. Catal., 363 (19) (2021) 4544-4548.

[9] N,N-Dimethylformamide-protected Fe2O3 Combined with Pt Nanoparticles: Characterization and Catalysis in Alkene Hydrosilylation, T. Nagata, T. Tanaka, X. Lin, R. Kondo, T. Suzuki, Y. Kanda, T. Toyao, K. i. Shimizu and Y. Obora: ChemCatChem, 14 (2) (2021) e202101672.

[10] Cross β -alkylation of primary alcohols catalysed by DMF-stabilized iridium nanoparticles, M. Kobayashi, H. Yamaguchi, T. Suzuki and Y. Obora: Org. Biomol. Chem., 19 (9) (2021) 1950-1954.

[11] Catalytic enantioselective intramolecular Tishchenko reaction of meso-dialdehyde: synthesis of (S)-cedarmycins, Ismiyarto, N. Kishi, Y. Adachi, R. Jiang, T. Doi, D.-Y. Zhou, K. Asano, Y. Obora, T. Suzuki, H. Sasai and T. Suzuki: RSC Adv., 11 (19) (2021) 11606-11609.

[12] Synthesis of (Trifluoromethyldiazirinyl)phenylboronic Acid Derivatives for Photoaffinity Labeling, M. Hashimoto, M. Hashinoki, N. Kurokawa, Y. Murai, Z. Puteri Tachrim, Y. Sakihama and T. Suzuki: Heterocycles, 103 (1) (2021) 392-402.

[13] Guest-Binding-Induced Interhetero Hosts Charge Transfer Crystallization: Selective Coloration of Commonly Used Organic Solvents, Y. Mi, J. Ma, W. Liang, C. Xiao, W. Wu, D. Zhou, J. Yao, W. Sun, J. Sun, G. Gao, X. Chen, J. J. Chruma and C. Yang: J. Am. Chem. Soc., 143 (3) (2021) 1533-1561.

国際会議

[1] Asymmetric Synthesis of Enterolactone Using Ir Catalyzed Tischenko Reaction , R. Jiang, Ismiyarto, Y. Adachi, T. Abe, D.-Y. Zhou, K. Asano, H. Sasai , T. Suzuki, T. Suzuki: AFMC International Medicinal Chemistry Symposium 2021.

[2] Catalytic asymmetric synthesis of lignans using chiral Ir complex , T. Suzuki, Ismiyarto, Y. Adachi, N. Kishi, D.-Y. Zhou, K. Asano, Y. Obora, H. Sasai: Tetrahedron Symposium.

国内学会

化学フェスタ	1 件
石油学会	1 件
先端科学技術シンポジウム	1 件
天然有機化合物討論会	1 件
日本化学会年会	1 件
薬学会東北支部大会	1 件
日本薬学会年会	1 件
有機金属化学討論会	1 件

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究 (C)	不斉水素借用反応の開発と生物活性物質合成への応用	1,170
鈴木 健之		
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 966
鈴木 健之	株式会社香味醸酵	TDD および類似化合物の合成 法の検討 240
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) 525
その他の競争的研究資金		
鈴木 健之	分子研 (大学連携研究設備セットワーク)	大学連携研究 設備ネットワー ークにおける 研究設備の相 互利用加速事 業 1,965
鈴木 健之	大阪大学	リユース支援 経費 370
鈴木 健之	文科省	コアファシリ ティ構築支援 プログラム 4,783
鈴木 健之	文科省	先端研究設備 整備補助事業 22,880

産業科学 AI センター

原著論文

- [1] Mechanistic study on reduction of nitric oxide to nitrous oxide using a dicopper complex, Y. Kametani, T. Abe, K. Yoshizawa and Y. Shiota*: Dalton Trans., 51 (2022) 5399-5403.
- [2] Using α - and β -Epimerizations of cis-2,3-Bis(hydroxymethyl)- γ -butyrolactone for the Synthesis of Both Enantiomers of Enterolactone, R. Jiang, Ismiyarto, T. Abe, D.-Y. Zhou, K. Asano, T. Suzuki, H. Sasai, and T. Suzuki*: J. Org. Chem., 87 (2022) 5051-5056.
- [3] Light-Driven Oxidation of CH4 to C1 Chemicals Catalysed by an Organometallic Ru Complex with O2, T. Nakano, T. Abe, T. Matsumoto*, K. Kimura, G. Nakamura, S. Hayami, Y. Shiota*, K. Yoshizawa, * S.Ogo*: RSC Adv., in press (2022).
- [4] Improvement of ultralow reflectance Si solar cells by machine-learning-assisted optimization for diffusion process, K. Imamura, S. Kunieda: Mater. Today Commun., 31 (2022) 103250.
- [5] Improvement of blue response of black Si solar cells due to graded band structure, Y. Onitsuka, K. Imamura: Physica E, 140 (2022) 115196.
- [6] 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.

特許

- [1] 「国内特許出願」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, 2021-168464
- [2] 「国内成立特許」シート状システム、及び構造物運用支援システム, 2017-142222

科学研究費補助金			単位：千円
挑戦的研究開拓	生体模倣型次世代振動センサの開発と社会実装		1,690
野田 祐樹			
若手研究	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		1,690
浅井 歩			
受託研究			
野田 祐樹	研究推進部 研究推進課 研究 プロジェクト推進係		26
奨学寄附金			
阿部 司	公益財団法人 池谷科学技術振興財団 理事長 池谷 正成		500
阿部 司	公益財団法人 池谷科学技術振興財団 理事長 池谷 正成		0
その他の競争的研究資金			
阿部 司	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
野田 祐樹	大阪大学	【総長裁量】国際的研究力強化事業⑥国際共著論文のオープンアクセスに係る支援	300

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] 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.
- [2] 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) 31-40.
- [3] 複合イベントストリームのための特徴自動抽出, 中村 航大, 松原 靖子, 川畑 光希, 梅田 裕平, 和田 裕一郎, 櫻井 保志: 情報処理学会論文誌: データベース, 14 (4) (2021) 24-35.

解説、総説

リアルタイム AI 技術の製造業への応用, 櫻井保志, 情報処理学会学会誌（情報処理）, 情報処理学会, 63[2] (2022), e7.

特許

- [1] 「国際特許出願」 予測装置、予測方法およびプログラム, PCT/JP2021/024653
- [2] 「国内成立特許」 予測装置、パラメータ集合生産方法及びプログラム, 登録番号 6990371

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)
(ステアリング委員)

櫻井保志	ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD2022) (シニア委員・プログラム委員)		
櫻井保志	Web Conference (WWW 2022) (シニア委員・プログラム委員)		
櫻井保志	IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (IEEE BigComp 2022) (パネル委員長)		
松原靖子	AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI2022) (プログラム委員)		
松原靖子	SIAM International Conference on Data Mining (SDM22) (プログラム委員)		
国内学会			
大阪大学産業科学研究所学術講演会		1 件	
JST 未来社会創造事業 新技術説明会		1 件	
大阪大学ナノ理工学情報交流会		1 件	
大阪大学・システムズ技術交流会		1 件	
電気通信普及財団第一回 財団賞 特別講演・交流会		1 件	
応用科学研究所 機械基盤研究会		1 件	
NSTDA – Osaka University Webinar		1 件	
F3D 公開講座「判りやすい DX 導入と成功例」		1 件	
第4回 キャタピラーSTEM 賞 授賞式・特別講演		1 件	
電子情報通信学会データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム		1 件	
第14回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2021)		3 件	
大阪大学・システムズ技術交流ソーシャル・スマートデンタルホスピタルシンポジウム		1 件	
大阪大学・システムズ技術交流会		1 件	
ソーシャル・スマートデンタルホスピタルシンポジウム		1 件	
F3D 公開講座「経産省の地域産業デジタル化」		1 件	
取得学位			
修士 (情報科学)	AE センサデータの時系列解析によるパワーモジュール故障予測		
佐藤 風			
修士 (情報科学)	複合イベントストリームのための多方向特徴自動抽出		
中村 航大			
科学研究費補助金			
		単位 : 千円	
基盤研究 (A)	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	13,260	
櫻井 保志			
基盤研究 (B)	時系列ビッグデータストリームの複合モデリングに関する研究	6,240	
松原 靖子			
受託研究			
櫻井 保志	(国研) 科学技術振興機構	複雑事象のモデリングによる知的支援システムの開発	20,397
櫻井 保志	ヤマト科学株式会社	寿命評価を行うための AI を用いたデータ処理技術の研究開発	502
櫻井 保志	国立研究開発法人情報通信研究機構	Beyond5G の高速通信・低遅延等に適したエッジ AI ソフトウェアの開発と動作実証に関する研究開発	16,016
松原 靖子	(国研) 科学技術振興機構	リアルタイム将来予測に基づく自律型オペレーション最適化に関する研究開発	13,910
松原 靖子	総務省	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	11,826
松原 靖子	独立行政法人環境再生保全機構	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	5,028

		動運転支援技術に関する研究開 発	
松原 靖子	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
櫻井 保志	文部科学省先端研究基 盤共用促進事業	コアファシリティ構築支援プロ グラム	3,146
奨学寄附金			
松原 靖子	日本マイクロソフト株式会社 代表取締役社長 吉田 仁志		3,210
共同研究			
櫻井 保志	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	0
櫻井 保志	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 故障予測モデル開発	6,000
櫻井 保志	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	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	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
櫻井 保志	住友電気工業株式会社	送電線監視への AI 技術の適用 に関する共同研究	7,800
櫻井 保志	①国立研究開発法人産 業技術総合研究所 ②日 本電気株式会社	量子、材料、ビーム、バイ オ、分子、ナノテク領域にお けるシミュレーションと人工 知能技術を活用した知識發 見、意思決定支援に関する研 究	0
松原 靖子	コマツみらい建機協働 研究所（工学）	エンジン故障予知技術の研究	7,277
松原 靖子	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B C Iへの応用	0
松原 靖子	トップパン・フォームズ 株式会社	リアルタイム動的要因分析技 術と行動変容の誘発に関する 研究	4,339
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	A I 人材養成 プログラム	0
櫻井 保志	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成 プログラム	1,320

量子ビーム科学研究施設 (所内兼任を含む)

原著論文

[1] Magnetic Domain Control of ErFeO₃ by Intense Terahertz Free Electron Laser Pulses, M. Nakajima, G. Isoyama, and T. Kurihara: IEEE Transactions on Plasma Science, 49 (2021) 3344-3350.

[2] Examining features of radiation-induced damage to PADC observed using FT-IR analysis: Radiation tolerance of methine groups at three-way junctions, T.Kusumoto, M. Kanasaki, I. Ishikawa, R. Barillon, Y. Honda, S. Tojo, S. Kodaira and T. Yamauchi: Radiation Measurements, 147 (2021) 106645.

[3] Electronic and Structural Properties of 2,3-Naphthalimide in Open-Shell Configurations Investigated

by Pulse Radiolytic and Theoretical Approaches, B Zhuang, S Tojo and M. Fujitsuka: ChemistrySelect, 6 (2021) 3331-3338.

科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（C） 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
藤乗 幸子 新機能発現

779

高等共創研究院（楨原）

原著論文

[1] Action recognition using Kinematics Posture Feature on 3D skeleton joint locations, M.A.R. Ahad, M. Ahmed, A.D. Antar, Y. Makihara, and Y. Yagi: Pattern Recognition Letters, 145 (2021) 216-224.

[2] Individuality-preserving Silhouette Extraction for Gait Recognition and Its Speedup, M. Iwamura, S. Mori, K. Nakamura, T. Tanoue, Y. Utsumi, Y. Makihara, D. Muramatsu, K. Kise, Y. Yagi: IEICE Trans. on Information and Systems, E104-D (7) (2021) 992-1001.

[3] Physical Fatigue Detection from Gait Cycles via a Multi-task Recurrent Neural Network, K. Aoki, H. Nishikawa, Y. Makihara, D. Muramatsu, N. Takemura, Y. Yagi: IEEE Access, 9 (2021) 127565-127575.

[4] Health indicator estimation by video-based gait analysis, R. Liao, K. Moriwaki, Y. Makihara, D. Muramatsu, N. Takemura, and Y. Yagi: IEICE Trans. on Information and Systems, E104-D (10) (2021) 1678-1690.

[5] Uncertainty-aware Gait-based Age Estimation and Its Applications, C. Xu, A. Sakata, Y. Makihara, N. Takemura, D. Muramatsu, Y. Yagi: IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science (T-BIOM), 3 (4) (2021) 479-494.

[6] Detecting Lower MMSE Scores in Older Adults using Cross-trial Features from a Dual-task with Gait and Arithmetic, S. Wu, T. Matsuura, F. Okura, Y. Makihara, C. Zhou, K. Aoki, I. Mitsugami, Y. Yagi: IEEE Access, 9 (2021) 150268-150282.

[7] Gait Phase Partitioning and Footprint Detection using Mutually Constrained Piecewise Linear Approximation with Dynamic Programming, M. Yasukawa, Y. Makihara, T. Hosoi, M. Kubo, Y. Yagi: IEICE Trans. on Information and Systems, E104-D (11) (2021) 1951-1962.

国際会議

[1] HID 2021: Competition on Human Identification at a Distance 2021, S. Yu, Y. Huang, L. Wang, Y. Makihara, E.G. Reyes, F. Zheng, M.A.R. Ahad, B. Lin, Y. Yang, X. Haijun, B. Huang, Y. Zhang: Proc. of the 5th Int. Joint Conf. on Biometrics (IJCB 2021), (2021) 1-7.

[2] Estimation of Gait Relative Attribute Distributions using a Differentiable Trade-off Model of Optimal and Uniform Transports, Y. Makihara, Y. Hayashi, A. Shehata, D. Muramatsu, Y. Yagi: Proc. of the 5th Int. Joint Conf. on Biometrics (IJCB 2021), (2021) 1-8.

[3] End-to-end Model-based Gait Recognition using Synchronized Multi-view Pose Constraint, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi: Proc. of 2021 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW), (2021) 4089-4098.

[4] Early Detection of Low Cognitive Scores from Dual-task Performance Data Using a Spatio-temporal Graph Convolutional Neural Network, Shuqiong Wu, Fumio Okura, Yasushi Makihara, Kota Aoki, Masataka Niwa, and Yasushi Yagi: Proc. of 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, (2021) 1895-1901.

[5] End-to-end Model-based Gait Recognition using Synchronized Multi-view Pose Constraint, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi: Proc. of the 25th SANKEN International Symposium, (2021).

[6] Real-Time Gait-Based Age Estimation and Gender Classification from a Single Image, C. Xu, Y. Makihara, R. Liao, H. Niituma, X. Li, Y. Yagi, J. Lu: Proc. of the 25th SANKEN International Symposium, (2021).

[7] On Gait Relative Attributes, Y. Makihara: Proc. of 5th Int. Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL-2021), (2021).

[8] Video-based Gait Analysis and Its Applications, Y. Makihara: Proc. of the 6th Int. Symposium on Artificial Intelligence and Robotics (ISAIR 2021), (2021).

[9] Video-based Gait Analysis and Its Applications, Y. Makihara: Proc. of Int. Conf. on Big Data, IoT and Machine Learning (BIM 2021), (2021).

[10] Video-based Gait Analysis and Its Applications, Y. Makihara: Proc. of the 11th Int. Workshop on Image Media Quality and its Applications (IMQA 2022), (2022).

解説、総説

歩容認証とその科学検査への応用, 横原 靖, 村松 大吾, 八木 康史, IEICE Fundamentals Review, 電子情報通信学会, 14 (4), 318-328.

単一画像による歩容認証, 横原 靖, 徐 遼, 李 想, 八木 康史, Jiangfeng Lu, 画像ラボ, 日本工業出版, 32 (9), 12-17.

人体モデル当てはめによる高精度歩容認証, 横原 靖, 李 想, 徐 遼, 八木 康史, Jianfeng Lu, 画像ラボ, 日本工業出版, 33 (3), 5-15.

著書

[1] Gait Recognition: Databases, Representations, and Applications (K. Ikeuchi)“Computer Vision: A Reference Guide 2nd edition”, Y. Makihara, M.S. Nixon, Y. Yagi, Springer, (487-499) 2021.

特許

[1] 「国内特許出願」認知機能評価システム、及び学習方法, 2021-177748

[2] 「国際特許出願」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、位相推定装置、並びに記憶媒体, PCT/JP2021/025891

[3] 「国際成立特許」健康状態推定装置, 201780025605.79999

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

横原 靖	The 33rd IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2020) (査読委員)
横原 靖	The 18th IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV 2021) (領域 チア)
横原 靖	ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2021 (ICMR 2021) (テク ニカル・プログラム委員)
横原 靖	The 16th IEEE Computer Society Workshop on Biometrics 2021 (プログラム委 員)
横原 靖	The 5th Int. Joint Conference on Biometrics (IJCB 2021) (領域チア)
横原 靖	The 6th Asian Conf. on Pattern Recognition (ACPR 2021) (プログラム委員)
横原 靖	The 32nd British Machine Vision Conference (BCMV2021) (査読委員)

楳原 靖	Winter Conference on Applications of Computer Vision 2022 (WACV 2022) (査読委員, 領域チア)		
楳原 靖	The 35th IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2022) (査読委員)		
楳原 靖	The 2022 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII 2022) (査読委員)		
楳原 靖	ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2022 (ICMR 2022) (テクニカルプログラム委員)		
楳原 靖	The 26th Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR 2022) (テクニカル委員)		
楳原 靖	The 17th European Conf. on Computer Vision (ECCV 2022) (査読委員)		
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		2 件	
第11回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA 2021)		1 件	
メディアエクスペリエンス・バーチャル環境基礎(MVE)研究会		1 件	
科学研究費補助金			
		単位 : 千円	
基盤研究 (A)	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	12,480	
楳原 靖	に関する研究		
受託研究			
楳原 靖	文部科学省	行動センシング基盤プロジェクト	12,350
奨学寄附金			
楳原 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	80	
	八木 康史		
共同研究			
楳原 靖	ダイキン工業株式会社	歩行映像解析による体組成推定に関する研究	12,000
その他の競争的研究資金			
楳原 靖	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成 プログラム	0
楳原 靖	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成 プログラム	4,800
楳原 靖	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成 プログラム	3,960

高等共創研究院（山崎）

原著論文

[1] Evaluation of efflux pump inhibitors of MexAB- or MexXY-OprM in *Pseudomonas aeruginosa* using nucleic acid dyes, M. Fujiwara, S. Yamasaki, Y. Morita, K. Nishino: Journal of Infection and Chemotherapy, 28 (2022) 595-601.

国際会議

[1] The increasingly pressing role of RND-type efflux pumps in multidrug resistant pathogens , Martijn Zwama, Ryosuke Nakashima, Seiji Yamasaki, Kunihiko Nishino: 10th imec Handai International Symposium.

解説、総説

Function and Inhibitory Mechanisms of Multidrug Efflux Pumps, K. Nishino, S. Yamasaki, R. Nakashima, M. Zwama, M. Hayashi-Nishino, Frontiers in Microbiology, Frontiers, 12 (2021), 737288.

国内学会

イノベーションジャパン 2021 (JST フェア)	2 件
第33回微生物シンポジウム	1 件

プレ第 6 回 COI2021 会議		1 件
第 3 回ファーマラボ EXPO		2 件
第 10 回大阪大学 COI シンポジウム		1 件
第 4 回 COI 学術交流会		2 件
COI2021 会議		1 件
日本薬学会第 142 年会		1 件
第 95 回日本細菌学会総会		1 件
科学研究費補助金		1 件
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	0
山崎 聖司		
若手研究	早期検出の実現に向けた細菌が放出する生理活性化合物の解析	2,340
山崎 聖司		
受託研究		
山崎 聖司	(国研) 科学技術振興機構	3,900
	(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	
	(COI 若手デジタル) 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	0
山崎 聖司	(国研) 科学技術振興機構	
	(COI 若手デジタル) 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	0
山崎 聖司	(国研) 科学技術振興機構	
	(COI 若手人材の活躍促進) 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	156
山崎 聖司	(国研) 科学技術振興機構	
	(COI) 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	9,000
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] Enhanced Photocatalytic Activity of Porphyrin Nanodisks Prepared by Exfoliation of Metalloporphyrin-Based Covalent Organic Frameworks, Xinxi Li, Kota Nomura, Kota Nomura, Arnaud Guedes, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Mamoru Fujitsuka*, and Yasuko Osakada*: ACS Omega, 7 (8) (2022) 7172-7178.

[2] A cyanine dye based supramolecular photosensitizer enabling visible-light-driven organic reaction in water., Hajime Shigemitsu, Tomoe Tamemoto, Kei Ohkubo, Tadashi Mori, Yasuko Osakada, Mamoru Fujitsuka, Toshiyuki Kida: Chemical communications, 57 (2021) 11217-11220.

解説、総説

COF-based photocatalyst for energy and environment applications, Xinxi Li, Kiyohiko Kawai, Mamoru Fujitsuka, Yasuko Osakada, Surfaces and Interfaces, 25, 101249-101249, 2021.

奨学寄附金

小阪田 泰子 株式会社M3研究所 代表取締役	柳田 祥三	100
その他の競争的研究資金		
小阪田 泰子 ICS-OTRI	励起分子化学による典型金属光触媒反応の解明とそれにもとづく高活性触媒反応系の開発	500
小阪田 泰子 公益財団法人 ENEOS 東燃ゼネラル研究奨励助成	新規水溶性二次元高分子材料を用いた高効率太陽エネルギー変換に関する研究	1,200

高等共創研究院（後藤）

原著論文

[1] 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.

[2] Sr²⁺ sorption property of seaweed-like sodium titanate mats: effects of crystallographic properties, Yoshifumi Kondo, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: RSC Advances, 11 (30) (2021) 18676-18684.

[3] The influence of Fe³⁺ doping on thermally induced crystallization and phase evolution of amorphous calcium phosphate, Diana Griesiute, Lauryna Sinusaite, Agne Kizalaite, Andris Antuzevics, Kestutis Mazeika, Dalis Baltrunas, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Aivaras Kareiva, Aleksej Zarkov: CrystEngComm, 23 (26) (2021) 4627-4637.

[4] Selective adsorption of dyes on TiO₂-modified hydroxyapatite photocatalysts morphologically controlled by solvothermal synthesis, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Chikara Ohtsuki, Tohru Sekino: Journal of Environmental Chemical Engineering, 9 (4) (2021) 105738.

[5] Bottom-up method for synthesis of layered lithium titanate nanoplates using ion precursor, Hyunsu Park, Do Hyung Han, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Woo-Byoung Kim, Masato Kakihana, Tohru Sekino:

Chemical Communications, 57 (93) (2021) 12536-12539.

[6] Liquid-phase synthesis of advanced ceramic sorbents with high functionalization and morphological control, Tomoyo Goto: Journal of the Ceramic Society of Japan, 130 (1) (2022) 163-171.

[7] Mechanism investigation of the enhanced oxygen storage performance of $\text{YBaCo}_4\text{O}_{7+\delta}$ synthesized by a glycine-complex decomposition method, Ting Ru Chen, Takuya Hasegawa, Sung Hun Cho, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Masato Kakihana, Shu Yin: Chemical Communications, 58 (17) (2022) 2822-2825.

[8] 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.

[9] The effects of microstructure on mechanical and electrical properties of W dispersed Al_2O_3 ceramics, Shengfang Shi, Sunghun Cho, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: International Journal of Applied Ceramic Technology, 19 (3) (2021) 1746-1755.

[10] BaTiO_3 nanocubes functionalized by catechol-based organic molecules via ligand-exchange and Chemical Reactions: Implications for Closed-packing of Nanoblocks, Yonghyun Cho, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, and Tohru Sekino: ACS Applied Nano Materials, 5 (1) (2022) 1056-1067.

[11] Enhanced photocatalytic activity of porphyrin nanodisks prepared by exfoliation of metalloporphyrin-based covalent organic frameworks, Xinxi Li, Kota Nomura, Arnaud Guedes, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Mamoru Fujitsuka, and Yasuko Osakada: ACS Omega, 7 (8) (2022) 7172-7178.

国際会議

[1] Nanostructure tuning of low-dimensional titania for multifunctional application, Sunghun Eom, Yoshifumi Kondo, Hyunsu Park, Hisataka Nishida, Sung Hun Cho, Tomoyo Goto, and Tohru Sekino*: THERMEC2021 Virtual Conference, Vienna (Online), Austria, June 1-5, 2021.

[2] Design and fabrication of multi-functional ceramic-based composites, Shengfang Shi, So Nishiyama, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, and Tohru Sekino*: The 5th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP2021), Niigata (Online), Japan, August 4-6, 2021.

[3] Synthesis of peroxy-modified titanate nanostructures by chemical bottom-up process and their photocatalytic properties, Hyunsu Park*, Do Hyung Han, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Yukihiro Morimoto, and Tohru Sekino: The 5th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP2021), Niigata (Online), Japan, August 4-6, 2021.

[4] Development of TiO_2 -modified hydroxyapatite for the removal of organic pollutants, Tomoyo Goto*, Sung Hun Cho, Chikara Ohtsuki, and Tohru Sekino: The 5th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP2021), Niigata (Online), Japan, August 4-6, 2021.

[5] Control of adsorption characteristics of calcium phosphate bioceramic by crystal morphology, Tomoyo Goto*, Sung Hun Cho, Chikara Ohtsuki, and Tohru Sekino: The 5th A3 Foresight Symposium on Organic/Inorganic Nanohybrid Platforms for Precision Tumor Imaging and Therapy, Online, China, October 13-14, 2021.

[6] Effects of crystal morphology on adsorption property of hydroxyapatite synthesized by solvothermal treatment, Tomoyo Goto*, Sung Hun Cho, Chikara Ohtsuki, and Tohru Sekino: The 6th International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (ic-cmtp6), Miskolc-Lillafüred (Online), Hungary, October 4-8, 2021.

[7] Synthesis of peroxy-modified titanate nanostructures with visible light response by chemical bottom-up process and evaluation of photocatalytic characteristics, Hyunsu Park*, Do Hyung Han, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Yukihiko Morimoto, and Tohru Sekino: The 6th International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (ic-cmt6), Miskolc-Lillafüred (Online), Hungary, October 4-8, 2021.

[8] Low-temperature mineralization sintering process for fabrication of apatite-bonded bioactive glass, Yeongjun Seo, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Shengfang Shi, Aleksej Žarkov, Taisei Yamamoto, and Tohru Sekino*: The 6th International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (ic-cmt6), Miskolc-Lillafüred (Online), Hungary, October 4-8, 2021.

[9] Sorption of Co²⁺ on seaweed-like sodium titanate mats synthesized by template-free hydrothermal method, Tomoyo Goto*, Yoshifumi Kondo, Tohru Sekino: 14th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM14), Vancouver (Online), Canada, December 13-16, 2021.

[10] Bottom-up chemical synthesis of visible light responsible peroxy-modified titanate nanotubes and their photochemical properties, Tohru Sekino*, Yoshifumi Kondo, Hyunsu Park, Songhun Chou, Tomoyo Goto, Masato Kakihana: 14th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM14), Vancouver (Online), Canada, December 13-16, 2021.

[11] Development of seaweed-like sodium titanate as a sorbent material for environmental purification, Tomoyo Goto*, Yoshifumi Kondo, Tohru Sekino: The 25th SANKEN International Symposium, Online, Japan, January 6-7, 2022.

[12] Effects of treatment temperature on the structural and optical properties for hydrothermal synthesized peroxy-titanate nanotubes, Do Hyung Han*, Hyunsu Park, Tomoyo Goto, Sunghun Cho and Tohru Sekino: The 6th International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (ic-cmt6), Miskolc-Lillafüred (Online), Hungary, October 4-8, 2021.

[13] Chemical bottom-up synthesis of layered alkali titanate-based nanostructures with visible light response, Hyunsu Park*, Do Hyung Han, Sunghun Cho, Yukihiko Morimoto, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: The 5th A3 Foresight Symposium on Organic/Inorganic Nanohybrid Platforms for Precision Tumor Imaging and Therapy, Online, China, October 13-14, 2021.

[14] Synthesis of one-dimensional nanostructures in low temperature, Sunghun Cho*, Hyunsu Park, Tomoyo Goto, and Tohru Sekino: The 25th SANKEN International Symposium (Online), Japan, January 6-7, 2022.

[15] Large scale chemical bottom-up synthesis of nanostructured peroxy titanates, Do Hyung Han*, Hyunsu Park, Tomoyo Goto, Sunghun Cho and Tohru Sekino: The 25th SANKEN International Symposium (Online), Japan, January 6-7, 2022.

解説、総説

バイオミネラリゼーションを用いた低温焼結技術の開発, 徐 寧俊、後藤 知代、趙 成訓、関野 徹, セラミックス, 日本セラミックス協会, 57 (2022), 9-12.

水酸アパタイトの形態制御による吸着特性と触媒担体への応用, 後藤 知代, 関野 徹, PHOSPHORUS LETTER, 日本無機リン化学会, 102 (2021), 5-11.

特許

[1] 「出願前譲渡特許（国内・国際）」緻密質無機構造体及び複合構造体, 特願 2021-170694

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

後藤 知代 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 60 回セラミックス基礎科学討論会	2 件
第 15 回日本セラミックス協会関西支部学術講演会	1 件
日本セラミックス協会 関西支部協会賞受賞記念講演会	1 件
大阪大学 産業科学研究所 第 77 回学術講演会	2 件
日本セラミックス協会 第 24 回生体関連セラミックス討論会	1 件
日本セラミックス協会 第 34 回秋季シンポジウム	6 件
2021 年度 日本セラミックス協会九州支部 秋季研究発表会	1 件
日本材料学会 ナノ材料部門委員会研究会	1 件
日本セラミックス協会 2022 年年会	5 件

科学研究費補助金

単位 : 千円

基盤研究 (C) 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 1,040
後藤 知代

受託研究

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 (イナバゴム・長岡技術科学大学) 27,734

その他の競争的研究資金

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

ユシロ化学工業ポリマーゲル共同研究部門

原著論文

[1] Supramolecular Polymers and Materials Formed by Host-Guest Interactions, Harada, A.; Takashima, Y.; Hashidzume, A.; Yamaguchi H.: Bull. Chem. Soc. Jpn, 94 (10) (2021) 2381-2389.

[2] Mechanical Properties with Respect to Water Content of Host-Guest Hydrogels, Osaki, M.; Yonei, S.; Ueda, C.; Ikura, R.; Park, J.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Tanaka, M.; Takashima, Y.: Macromolecules, 54 (17) (2021) 8067-8076.

[3] The Macroscopic Shape of Assemblies Formed from Microparticles Based on Host-Guest Interaction Dependent on the Guest Content., Itami, T.; Hashidzume, A.; Kamon, Y.; Yamaguchi, H.; Harada, A.: Sci. Rep, (2021) .

[4] Material Adhesion through Direct Covalent Bond Formation Assisted by Noncovalent Interactions., Osaki, M.; Sekine, T.; Yamaguchi, H.; Takashima, Y.; Harada A.: ACS Appl. Polym. Mater, 3 (4) (2021) 2189-2196.

[5] 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, (2021) .

[6] Dynamics of the Topological Network Formed by Movable Crosslinks: Effect of Sliding Motion on Dielectric and Viscoelastic Relaxation Behavior., Kashiwagi, Y.; Urakawa, O.; Zhao, S.; Takashima, Y.; Harada A.; Inoue T.: Macromolecules, 54 (7) (2021) 3321-3333.

[7] Molecule-Responsive Polymer Monolith as a Smart Gate Driven by Host-Guest Interaction with Morphology Restoration, Mizuno, S.; Asoh, T.; Takashima, Y.; Harada, A.; Uyama, H.: Macromol. Chem. Phys., 222 (7) (2021).

特許

[1] 「国内特許出願」 ホスト基含有重合性単量体、高分子材料及びその製造方法、並びに、包接化合物及びその製造方法, 2021-121040

[2] 「国内成立特許」 自己修復性導電性材料、導電性高分子化合物及び重合性単量体, 2018-104149

[3] 「国内成立特許」 電気化学デバイス用接着剤、電極合剤、電極、電気化学デバイス及び二次電池, 2020-036431

[4] 「国内成立特許」 高分子材料, 2018-535747

[5] 「国内成立特許」 培地用高分子ゲル、培地、細胞の培養方法及びキット, 2018-529902

[6] 「国内成立特許」 ホスト基含有重合性単量体、高分子材料及びその製造方法、並びに、包接化合物及びその製造方法, 2019-503133

[7] 「国際成立特許」 自己修復性及び形状記憶性を有するゲル、及びその製造方法, 13781751.6

[8] 「国際成立特許」 高分子材料及びその製造方法、並びに重合性単量体組成物, 201780017993.5

[9] 「国際成立特許」 高分子材料, 201780051124.39999

[10] 「国際成立特許」 接着構造体及びその製造方法, 201711449044.20001

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	23,809
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	株式会社イノアックコ ーポレーション	ホスト-ゲ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	0
原田 明	本田技研工業株式会社	ブリード特性を発現させるた めの超分子材料研究	0
原田 明	ニチレキ株式会社	アスファルトの改質	3,000
その他の競争的研究資金			
原田 明	株式会社サムソン日本研究所	超分子構造の ディスプレイ 用接着剤に関 する適用可能 性検討(学術相 談)	726

フレキシブル 3D 実装協働研究所

原著論文

[1] Oxidation-enhanced bonding strength of Cu sinter joints during thermal storage test, Yue Gao, Jinting Jiu, Chuantong Chen, Katsuaki Suganuma, Rong Sun, Zhi-Quan Liu: Journal of Materials Science & Technology, 115 (2022) 251-255.

- [2] Interface-mechanical and thermal characteristics of Ag sinter joining on bare DBA substrate during aging, thermal shock and 1200W/cm² power cycling tests, Chuantong Chen, Dongjin Kim, Zheng Zhang, Naoki Wakasugi, Yang Liu, Ming-Chun Hsieh, Shuaijie Zhao, Aiji Suetake, Katsuaki Saganuma: IEEE Transactions on Power Electronics, 37 (2022) 6647-6659.
- [3] Effects of rotation tool-induced heat and material flow behaviour on friction stir lapped Al/steel joint formation and resultant microstructure, Peihao Geng, Yunwu Ma, Ninshu Ma, Hong Ma, Yasuhiro Aoki, Huihong Liu, Hidetoshi Fujii, Chuantong Chen: International Journal of Machine Tools and Manufacture, 174 (2022) 103858.
- [4] Microstructural and interface geometrical influence on the mechanical fatigue property of aluminum/high-strength steel lap joints using resistance element welding for lightweight vehicles: Experimental and computational investigation, Seungyeop Baek, Gun Yung Go, Jong-Wook Park, Jongho Song, Hyun-chul Lee, Seung-Joon Lee, Sangmin Lee, Chuantong Chen, Min-Su Kim, Dongjin Kim: Journal of Materials Research and Technology, 17 (2022) 658-678.
- [5] Influence of laser welding power on steel/CFRP lap joint fracture behaviors, Xia Hongbo, Yunwu Ma, Chuantong Chen, Jianhui Su, Chengsong Zhang, Caiwang Tan, Li Qun li Li, Peihao Geng, Ninshu Ma: Composite Structures, 285 (2022) 115247.
- [6] Robust bonding and microstructure behavior of aluminum/high-strength steel lap joints using resistance element welding process for lightweight vehicles: Experimental and numerical investigation, Seungyeop Baek, Seung Yeop Baek, Jongho Song, Hyun-Chul Lee, Seung-Yeon Park, Kuk-Hyun Song, Sangmin Lee, Seung-Joon Lee, Chuantong Chen, Dongjin Kim: Materials Science and Engineering A, 833 (2022) 142378.
- [7] Development of anti-oxidation Ag salt paste for large-area (35× 35 mm²) Cu-Cu bonding with ultra-high bonding strength, Bowen Zhang, Chuantong Chen, Takuya Sekiguchi, Yang Liu, Caifu Li, Katsuaki Saganuma: Journal of Materials Science & Technology, 113 (2022) 261-270.
- [8] Constitutive, creep, and fatigue behavior of sintered Ag for finite element simulation of mechanical reliability: a critical review, Xu Long, Ying Guo, Yutai Su, Kim S Siow, Chuantong Chen: Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 33 (2022) 2293-2309.
- [9] Reverse Analysis of Surface Strain in Elasto-Plastic Materials by Nanoindentation, Xu Long, Ziyi Shen, Changhen Lu, Qipu Jia, Cao Guan, Chuantong Chen, Haodong Wang and Ye Li: International Journal of Applied Mechanics, 13 (2021) 2150106.
- [10] WBG Power Packaging as Key Technology of Energy Consumption Reduction, Katsuaki Saganuma, Chuantong Chen: Journal of Japan Institute of Electronics Packaging, 24 (2021) 369-372.
- [11] Reliability of Ag Sinter-Joining Die Attach Under Harsh Thermal Cycling and Power Cycling Tests, Zheng Zhang, Chuantong Chen, Aiji Suetake, Ming-Chun Hsieh, Katsuaki Saganuma: Journal of Electronic Materials, 50 (2021) 6597-6606.
- [12] Failure investigation of a Ag sinter-joining SiC power device under harsh cycling conditions, Zheng Zhang, Chuantong Chen, Aiji Suetake, Tetsu Takemasa, Ming-Chun Hsieh, Yang Liu, Katsuaki Saganuma: ECS Transactions, 104 (2021) 93.
- [13] The Σ3 twin dependence of thermo-mechanical fatigue of a polycrystalline high-purity Cu film, Dongjin Kim, Chanyang Choe, Chuantong Chen, Sangmin Lee, Seung-Joon Lee, Semin Park, Seungjun Noh, Katsuaki Saganuma: International Journal of Fatigue, 150 (2021) 106331.

- [14] Modified Ni/Pd/Au-finished DBA substrate for deformation-resistant Ag–Au joint during long-term thermal shock test, Yang Liu, Chuantong Chen, Dongjin Kim, Zheng Zhang, Xu Long, Katsuaki Saganuma: *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 32 (2021) 20384–20393.
- [15] Improved thermal cycling reliability of Ag sinter joining by optimized chip mounting speed and push depth, Tetsu Takemasa, Chuantong Chen, Katsuaki Saganuma: *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 32 (2021) 19890–19900.
- [16] Pressureless and low-temperature sinter-joining on bare Si, SiC and GaN by a Ag flake paste, Zheng Zhang, Chuantong Chen, Aiji Suetake, Ming-Chun Hsieh, Aya Iwaki, Katsuaki Saganuma: *Scripta Materialia*, 198 (2021) 113833.
- [17] Interface reaction and evolution of micron-sized Ag particles paste joining on electroless Ni-/Pd-/Au-finished DBA and DBC substrates during extreme thermal shock test, Chuantong Chen, Zheng Zhang, Dongjin Kim, Tetsuya Sasamura, Yukinori Oda, Ming-Chun Hsieh, Aya Iwaki, Aiji Suetake, Katsuaki Saganuma: *Journal of Alloys and Compounds*, 862 (2021) 158596.
- [18] Large-scale ceramic–metal joining by nano-grained Ag particles paste sintering in low-temperature pressure-less conditions, Chuantong Chen, Katsuaki Saganuma: *Scripta Materialia*, 195 (2021) 113747.

国際会議

- [1] Micro structure of Weak-Micro-Via and its Failure Prevention , Ming-chun Hsieh, Jeyun Yeom, Zheng Zhang, Aiji Suetake, Hiroshi Yoshida, Chuantong Chen, Katsuaki Saganuma, Joonhaeng Kang, Hidekazu Honma, Yuhei Kitahara, Takashi Matsunami and Kuniaki Otsuka: 2021 SMTA International - Surface Mount Technology Association, November 2021.
- [2] Low temperature Cu sinter joining on different metallization substrates and its reliability evaluation with a high current density , Chuantong Chen, Aya Iwaki, Aiji Suetake, Kazuhiko Sugiura, Kiyoshi Kanie, Katsuaki Saganuma: 2021 33rd International Symposium on Power Semiconductor Devices and ICs (ISPSD) 30 May-3.
- [3] Development of Solder Deterioration Diagnosis System of a Power Module via the Acoustic Emission Monitoring (AEM) Technique , Zheng Zhang, Aiji Suetake, Chuantong Chen, Hiroshi Ishino, Hirokazu Sampei, Takeshi Endo, Kazuhiko Sugiura, Kazuhiro Tsuruta, Katsuaki Saganuma: 2021 33rd International Symposium on Power Semiconductor Devices and ICs (ISPSD) 30 May-3.
- [4] Novel approach of die attach technology for SiC power module by pure Al thin film bonding , Chuantong Chen, Katsuaki Saganuma: 2021 International Conference on Electronics Packaging (ICEP) 12-14 May.
- [5] Pressureless and low temperature direct bonding on Si, SiC and GaN via Ag paste sinter-joining , Zheng Zhang, Chuantong Chen, Aiji Suetake, Ming-Chun Hsieh, Aya Iwaki, Katsuaki Saganuma: 2021 International Conference on Electronics Packaging (ICEP) 12-14 May.
- [6] Advanced Packaging Technology of Excellent Thermal Performance with Sinter Joining(Plenary) , Katsuaki Saganuma, Chuantong Chen, Zheng Zhang, Aiji Suetake, Ming-Chun Hsieh: International Conference on Electronic Packaging Technology (ICEPT2021), Xiamen, China, online, (2021.9.15).
- [7] Microstructure of Weak-Micro-Via and its Failure Prevention , K.i Saganuma, J. Yeom, M.-C. Hsieh, Z. Zheng, A. Suetake, H. Yoshida, C. Chen, J. Kang, H. Honma, Y. Kitahara, T. Matsunami, K. Otsuka: SMTA International 2022, on-line, October 31st- November 3rd, (2021).
- [8] Reliable packaging technology for heat-resistant SiC power modules (Invited) , K. Saganuma, C. Chen, Z. Zhang, A. Suetake: 14th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM);

Glass & Optical Materials Division Meeting (GOMD), American Ceramic Society, on-line, December 13 - 16 (2021).

[9] Tin whisker growth in space (Invited) , K. Suganuma, N. Nemoto, S. Kan, S. Ichimaru, T. Nakagawa: TMS 2022 151th Annual Meeting & Exhibition, March 15-18, on-line, (2021).

[10] Die-bonding performance and mechanism of Ag micron paste with pressure-less sintering , T. Takemasa, C. Chen, K. Suganuma: TMS 2022 151th Annual Meeting & Exhibition, March 15-18, on-line, (2021).

[11] Low-Temperature and Low-Pressure Ag Sinter Joining for Robust SiC Assembly(Invited) , K. Suganuma: Electronic Packaging and Interconnection Materials (EPIM) Committee, TMS, March 1, on-line, 2022.

[12] Micro-Flake Ag Particles Sinter Joining for High Temperature Power Modules in a Low Temperature Pressure Less Conditions(Invited) , C. Chen, K. Suganuma: Global Summit on Electronics & Electrical Engineering(GSEEE), November 08, 2021.

[13] Advanced bonding technology by Ag Sinter Joining in High Temperature Application in SiC Power Modules(Invited) , C. Chen, K. Suganuma: 3rd Global Summit On Physics, October 21-23, 2021 | Virtual.

[14] Reinforcement of DBA Substrate for Fatigue-Resistant Ag-Au Joining in SiC Power Modules(Invited) , Y. Liu, C. Chen, K. Suganuma: Global Summit on Electronics & Electrical Engineering(GSEEE), November 08, 2021.

解説、総説

パワー半導体のための耐熱接合技術, 菅沼克昭、陳伝トウ, ロボット, 263 (2021), 21-26.

パワー半導体の接合技術の現状と今後—SiC に対応する新しい材料の実装技術, 陳伝トウ、菅沼克昭, 工業材料, 70[1] (2022), 25-30.

著書

[1] High-temperature capable SiC power modules by Ag sintering on various metal interfaces “SiC Power Module Design: Performance, Robustness and Reliability”, Chuantong Chen, Katsuaki Suganuma, Inst of Engineering & Technology, (第 9 章) 2022.

[2] 銀ミクロンフレークペーストによる接合プロセスとパワーモジュールへの応用 “金属ナノ粒子、微粒子の合成、調製と最新応用技術”, 陳伝トウ、菅沼克昭, (株) 技術情報協会, (218-231) 2021.

[3] 次世代パワー半導体に求められる実装技術 “次世代パワー半導体における最新技術とその実用化”, 陳伝トウ、菅沼克昭, エヌ・ティー・エス, (第 2 編第 1 章) 2022.

特許

[1] 「国内特許出願」焼結材、金属焼結体、焼結材の製造方法、及び接合体の製造方法, 2021-173794

[2] 「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, 17/397500

[3] 「国内成立特許」金属ナノワイヤ層が形成された基材及びその製造方法, 2018-505962

[4] 「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, 1-2016-502512

[5] 「国際成立特許」銀粒子製造方法、銀粒子、及び銀ペースト, 201680043197.39999

[6] 「国際成立特許」接合装置, 16/324528

[7] 「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, 16/634002

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

CHEN Coating (Guest editor)

CHUANTONG

CHEN Frontiers in Materials (Guest editor)

CHUANTONG

国内学会

第 57 回熱測定討論会

1 件

第 36 回エレクトロニクス実装学会講演大会

1 件

科学研究費補助金

若手研究 低温低加圧大面積超耐熱実装技術の開発 単位 : 千円

CHEN 390

CHUANTONG

受託研究

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 N E D O 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 2,146

菅沼 克昭 近畿経済産業局 ポスト 5G 対応デバイスの社会実装に向けたデジタル技術支援 13,322

CHEN 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 官民による若手研究者発掘支援事業／共同研究フェーズ／次世代半導体パワーモジュールの高精度熱特性・劣化特性評価システムの構築 0

CHUANTONG

奨学寄附金

菅沼 克昭 一般財団法人 大阪大学産業科学研究協会 新産業創造研究会 代表者 鍵谷 圭 2,000

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

菅沼 克昭 一般財団法人大阪大学産業科学研究協会 新産業創造研究会 代表者 鍵谷 圭 1,000

CHEN 一般社団法人田中貴金属記念財団 理事長 岡本 英彌 300

CHUANTONG

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	三井金属鉱業株式会社	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	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	奥野製薬工業株式会社	Weak-Micro-Via 問題の原因解明と対策	0
菅沼 克昭	国立研究開発法人産業技術総合研究所	次世代パワーデバイスの新規接合材料開発と評価に関する研究	0
菅沼 克昭	imec	organic thin-film transistors	0
菅沼 克昭	株式会社ダイセル	ポスト 5 G 情報通信システム基盤強化研究開発事業／先導研究（助成）／ポスト 5 G 半導体のための高速通信対応高密度 3 D 実装技術の研究開発 ●産研 菅沼克昭／ダイセル（NEDO）（研究員等間接経費）	22,876
菅沼 克昭	株式会社ダイセル	低温はんだのフィルムコンデンサ製造への利用	2,984
菅沼 克昭	ニチコン草津株式会社	メタライズセラミック基板の放熱特性に関する研究	0
菅沼 克昭	国立研究開発法人産業技術総合研究所	銀塩インクの接合特性に関する研究	0
CHEN CHUANTONG	トップン・フォームズ 株式会社	Ag を用いた接合による一体型基板の開発	2,000
CHEN CHUANTONG	DOWA ホールディングス株式会社	低温合金焼結接合要素技術研究	4,000
CHEN CHUANTONG	株式会社ダイセル	高耐熱パワーモジュール用 Ag 焼結接合部の寿命予測手法の開発	34,478
CHEN CHUANTONG	三菱重工業株式会社	高耐熱パワーモジュール用 Ag 焼結接合部の寿命予測手法の開発	3,000
その他の競争的研究資金			
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	0
菅沼 克昭	パナソニック株式会社	異種材料の接合技術開発及び評価に関する相談	132

令和4年8月31日発行

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

<https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/>

