



Title	令和4年度年次報告書 : 活動状況と課題
Author(s)	
Citation	年次報告書. 2023, p. 1-273
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/93163">https://hdl.handle.net/11094/93163</a>
rights	
Note	

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 目 次

1. はじめに	1
2. 研究活動	
1) 組織	2
2) 運営	11
3) 研究費	12
4) 国際研究プロジェクト	13
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	24
7) 受賞状況	24
3. 教育への関与	
1) 大学院研究科の所属先	26
2) 大学院担当授業一覧	27
3) 学部、共通教育担当授業等一覧	31
4) 大学院生の受入数	33
4. 国際交流	
1) 活動状況	34
2) 国外との研究者往来	35
5. 産業界との交流	36
6. まとめ（課題と展望）	38
[附1] 各研究部門の組織と活動	43
[附2] 各附属研究施設等の組織と活動	111
[附3] 共通施設、技術室、事務部の組織と活動	157
[附4] 各研究部門、附属施設における活動実績リスト	171

本年次報告書は、令和4年度（令和4年（2022）4月1日から令和5年（2023）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。

日本はもちろんのこと、世界の社会情勢・産業構造もこの間絶え間なく変化し続けていますが、創設84年を迎える今でも産研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、生成AI技術が大きな社会変革をもたらしつつある情報・AI分野においては、1970年代には今日に繋がる最先端研究分野を設置し、学術領域の先導と発展に大きく貢献してきました。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研究推進のため、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構築に加え、産学連携・共創の展開による新たな産業科学イノベーションに向けた取り組みを継続的に推進しています。

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）からの「人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス」（産研が事業本部）を経て、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し、更なる活動の展開を図っています。2010年度（平成22年度）からは同5大学研究所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、科学・技術の進展に努めて参りました。

産研は今後も、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。同時に2025年大阪・関西万博を通じた社会との共創推進の観点から、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」への登録を行いました。さらに2022年度には、共創や多様性を保ちつつ常に挑戦し続けることで社会に貢献する研究所でありたいとの想いを込め、研究所のロゴマークを一新致しました。産研はこれからも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、新たな社会のための研究成果の実装や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2022年度（令和4年度）の研究・教育・社会貢献の成果の記録です。数年間に渡った新型コロナウイルス感染症もようやく落ち着いた一方で、国際的な枠組みや活動に大きな変革が訪れている今日においても、先端研究や多様な共創を止めることなく活動してきた証がここに記されています。皆さま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。

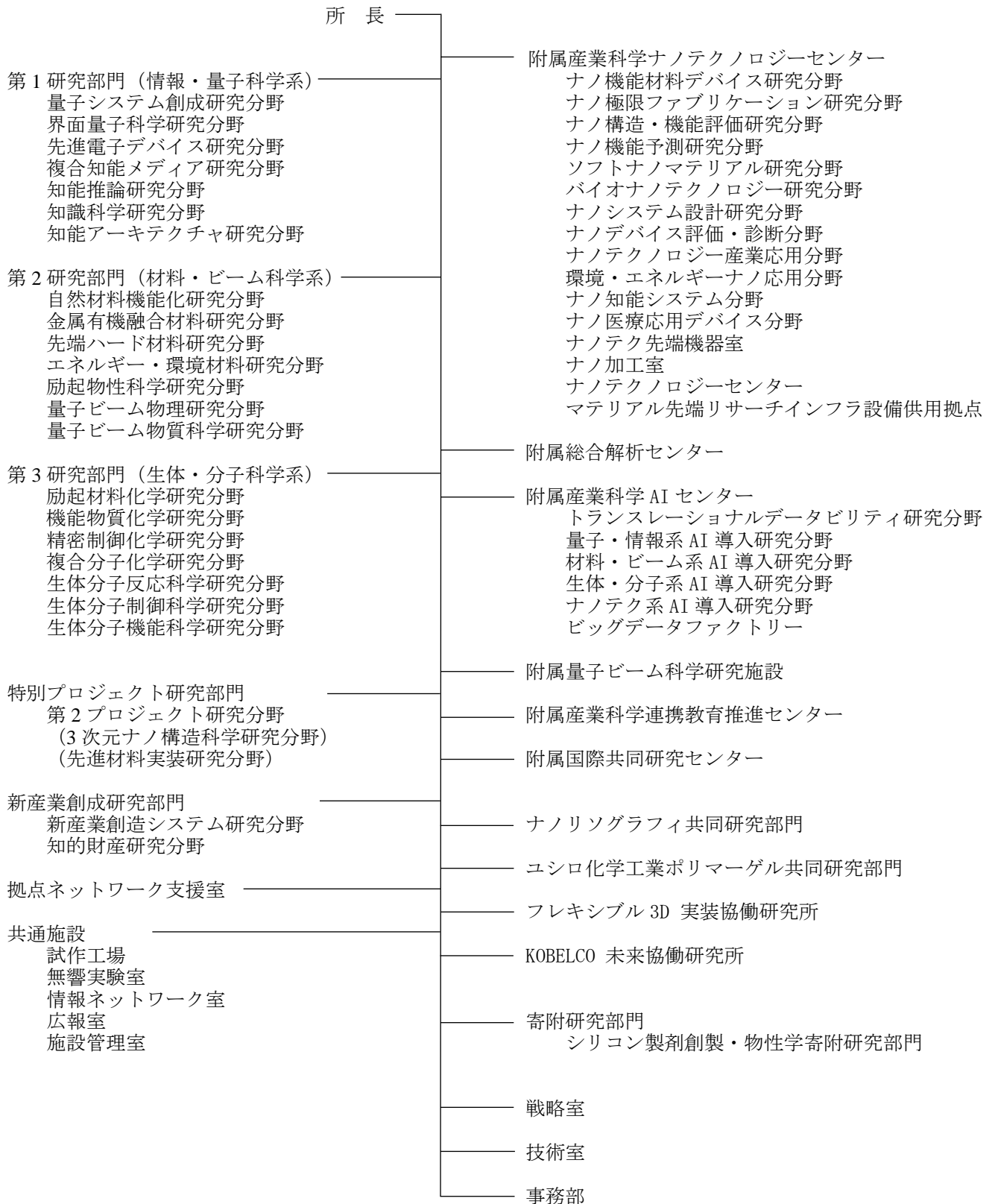


## 2. 研究活動

### 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5年3月31日現在）



・教員組織（令和5年3月31日現在）（常勤のみ記載）

■第1研究部門（情報・量子科学系）			
量子システム創成研究分野	教授	博士（理学）	大岩 顕
	准教授	博士（工学）	藤田 高史
	特任研究員（常勤）		Gulak Maia Gabriel
界面量子科学研究分野	教授	博士（工学）	千葉 大地
	准教授	博士（理学）	小山 知弘
	助教	博士（工学）	金井 康
	助教	博士（工学）	小野 堯生
	特任研究員（常勤）		今井 亜希子
先進電子デバイス研究分野	教授	博士（工学）	関谷 毅
	准教授	博士（工学）	須藤 孝一
	助教	博士（工学）	鶴田 修一
	特任准教授（常勤）	博士（工学）	植村 隆文
	特任助教（常勤）	博士（環境科学）	野田 祐樹
	特任研究員（常勤）		根津 俊一
	特任研究員（常勤）		飯田 博一
	特任研究員（常勤）		秋山 実邦子
	特任研究員（常勤）		大田 裕
複合知能メディア研究分野	教授	工学博士	八木 康史
	教授（高等共創研究院）	博士（工学）	榎原 靖
	准教授	博士（情報科学）	中村 友哉
	助教	博士（工学）	武 淑瓊
	特任准教授（常勤）	博士（工学）	青木 工太
	特任助教（常勤）	博士（工学）	Xu Chi
	特任助教（常勤）	博士（工学）	Li Xiang
	特任研究員（常勤）	博士（情報科学）	丹羽 真隆
	特任研究員（常勤）	修士（情報科学）	Liao Ruochen
知能推論研究分野	教授	工学博士	鷺尾 隆
	准教授	博士（工学）	原 聡
	助教	博士（工学）	Holland Matthew James
知識科学研究分野	教授	博士（情報学）	駒谷 和範
	准教授	博士（情報学）	武田 龍
	助教	博士（工学）	Luo Zhaojie
知能アーキテクチャ研究分野	教授	工学博士	沼尾 正行
	准教授	博士（情報科学）	福井 健一
	助教	博士（心理学）	木村 司
	助教	Ph. D. (Linguistics)	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	博士（農学）	能木 雅也
	准教授	博士（農学）	古賀 大尚
	助教	博士（農学）	春日 貴章

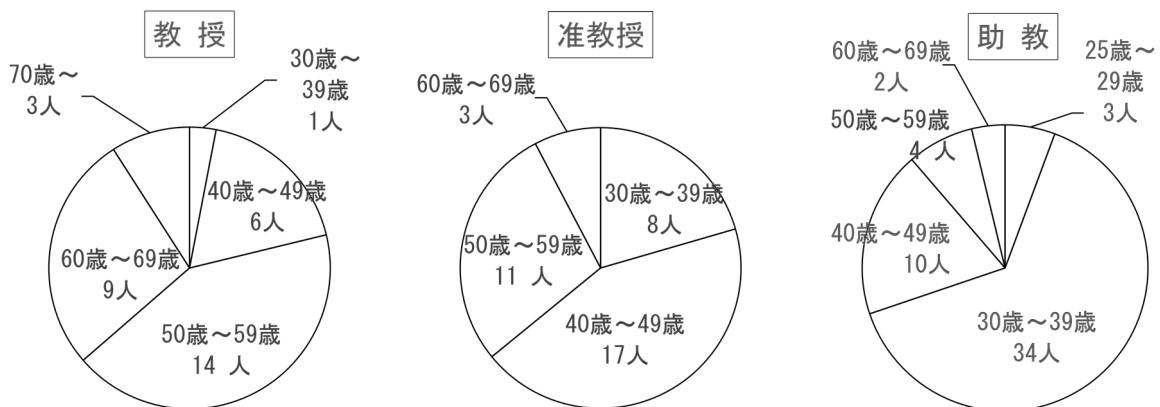
金属有機融合材料研究分野	准教授	博士 (理学)	松本 健俊
先端ハード材料研究分野	教授	博士 (工学)	関野 徹
	准教授 (高等共創研究院)	博士 (工学)	後藤 知代
	助教	博士 (金属材料工学)	Cho Sunghun
	助教	博士 (工学)	Seo Yeongjun
	特任助教 (常勤)	博士 (工学)	Park Hyunsu
エネルギー・環境材料研究分野	教授	博士 (工学)	山田 裕貴
	准教授	博士 (工学)	片山 祐
	助教	博士 (工学)	近藤 靖幸
	特任助教 (常勤)	博士 (学術)	崔 亮秀
励起物性科学研究分野	准教授	理学博士	田中 慎一郎
量子ビーム物理研究分野	教授	博士 (理学)	細貝 知直
	准教授	博士 (光物理)	金 展
	特任教授 (常勤)	Ph. D. (プラズマ物理化学)	Zhidkov Alexey
	特任准教授 (常勤)	工学博士	誉田 義英
	特任講師 (常勤)	博士 (物理学)	Pathak Naveen Chandra
	特任助教 (常勤)	修士 (工学)	水田 好雄
	特任研究員 (常勤)	Ph. D. (Physics)	Oumbarek Espinos Driss
	特任研究員 (常勤)	Ph. D. (Physics)	Rondepierre Alexandre Florian
量子ビーム物質科学研究分野	教授	博士 (工学)	古澤 孝弘
	准教授	博士 (工学)	室屋 裕佐
	助教	博士 (工学)	岡本 一将
	特任研究員 (常勤)		伊藤 裕子
<b>■第3研究部門 (生体・分子科学系)</b>			
励起材料化学研究分野	教授	博士 (工学)	藤塚 守
	准教授 (高等共創研究院)	博士 (工学)	小阪田 泰子
	助教	博士 (工学)	Lu Chao
機能物質化学研究分野	准教授	博士 (薬学)	滝澤 忍
精密制御化学研究分野	准教授	博士 (工学)	堂野 主税
	助教	博士 (理学)	柴田 知範
	助教	博士 (理学)	山田 剛史
	助教	Ph. D. (有機化学)	Das Bimolendu
	特任研究員 (常勤)	博士 (理学)	村上 英太郎
	特任研究員 (常勤)	博士 (薬科学)	藤原 侑亮
複合分子化学研究分野	教授	博士 (薬学)	鈴木 孝禎
	准教授	博士 (薬学)	伊藤 幸裕
	助教	博士 (薬科学)	山下 泰信
	助教	博士 (薬科学)	高田 悠里

	特任助教（常勤）	博士（薬科学）	秋山 敏毅
生体分子反応科学研究分野	教授	博士（農学）	黒田 俊一
	准教授	博士（理学）	岡島 俊英
	准教授	理学博士	和田 洋
	助教	博士（理学）	立松 健司
	助教	博士（農学）	曾宮 正晴
生体分子制御科学研究分野	教授	博士（薬学）	西野 邦彦
	准教授	博士（理学）	西 毅
	准教授（高等共創研究院）	博士（薬科学）	山崎 聖司
	准教授	博士（薬学）	西野 美都子
	助教	Ph. D.（ハーバード大学）	田口 厚志
	特任准教授（常勤）	博士（理学）	中島 良介
	特任助教（常勤）	博士（薬学）	Zwama Martijn
生体分子機能科学研究分野	教授	博士（医学）	永井 健治
	准教授	博士（理学）	松田 知己
	助教	博士（理学）	服部 満
	助教	博士（理学）	長部 謙二
	特任助教（常勤）	博士（バイオサイエンス学）	圓谷 徹之
	特任研究員（常勤）	Ph. D.（Stem Cell Biology）	Lu Kai
	特任研究員（常勤）	博士（農学）	京 卓志
	特任研究員（常勤）	博士（理学）	杉浦 一徳
	特任研究員（常勤）	博士（理学）	福島 俊一
	特任研究員（常勤）	博士（生命機能学）	垣塚 太志
	特任研究員（常勤）		鈴木 香
特任研究員（常勤）		佐藤 智亮	
<b>■附属産業科学ナノテクノロジーセンター</b>			
ナノ機能材料デバイス研究分野	教授	博士（理学）	田中 秀和
	准教授	博士（理学）	神吉 輝夫
	助教	博士（工学）	Li Haobo
ナノ極限ファブリケーション研究分野	教授	工学博士	吉田 陽一
	准教授	博士（理学）	楊 金峰
	助教	博士（理学）	神戸 正雄
	特任助教（常勤）	博士（工学）	菅 晃一
ナノ構造・機能評価研究分野	教授	博士（工学）	末永 和知
	准教授	博士（理学）	吉田 秀人
	助教	博士（工学）	神内 直人
	特任助教（常勤）	Ph. D.（Materials Science）	Liu Ming
ナノ機能予測研究分野	教授	博士（工学）	南谷 英美
	助教	博士（工学）	下出 敦夫
ソフトナノマテリアル研究分野	教授	博士（工学）	家 裕隆

	助教	博士 (工学)	陣内 青萌
	助教	博士 (工学)	横山 創一
	助教	博士 (理学)	安藤 直紀
バイオナノテクノロジー研究分野	教授	博士 (工学)	谷口 正輝
	准教授	博士 (工学)	筒井 真楠
	助教	博士 (理学)	田中 裕行
	助教	博士 (理学)	小本 祐貴
	特任准教授 (常勤)	博士 (理学)	大城 敬人
	特任研究員 (常勤)		中田 知子
	特任研究員 (常勤)		宇根 直美
	特任研究員 (常勤)		村山 さなえ
マテリアル先端リサーチインフラ設備 供用拠点	特任研究員 (常勤)		出口 寛子
	特任研究員 (常勤)		岩城 文
	特任研究員 (常勤)		和辻 祐規子
	特任研究員 (常勤)		近田 和美
	特任研究員 (常勤)		山田 里絵
<b>■附属産業科学AIセンター</b>			
トランスレーショナルデータビリティ 研究分野	教授	博士 (工学)	櫻井 保志
	准教授	博士 (情報学)	松原 靖子
	助教	博士 (情報科学)	川畑 光希
	特任助教 (常勤)		村山 太一
	特任助教 (常勤)		Chen Zheng
材料・ビーム系 AI 導入研究分野	特任助教 (常勤)	博士 (先端情報学)	木村 輔
<b>■新産業創成研究部門</b>			
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
	特任教授 (常勤)		松本 和彦
	特任研究員 (常勤)		山本 佳織
知的財産研究分野	特任准教授 (常勤)	博士 (政策研究)	加藤 久明
<b>■拠点ネットワーク支援室</b>	特任教授 (常勤)	博士 (理学)	垣花 真人
	特任学術政策研究員 (常勤)		阿部 慈子
<b>■特別プロジェクト研究部門</b>			
第2プロジェクト研究分野 (3次元ナ ノ構造科学研究分野)	准教授	博士 (理学)	服部 梓
	特任助教 (常勤)	博士 (工学)	大坂 藍
第2プロジェクト研究分野 (先進材料 実装研究分野)	准教授	博士 (工学)	荒木 徹平
<b>■附属総合解析センター</b>	准教授	博士 (薬学)	鈴木 健之
	助教	博士 (工学)	周 大揚
	助教	修士 (理学)	朝野 芳織
<b>■附属量子ビーム科学研究施設</b>	助教	工学修士	藤乗 幸子
<b>■ナノリソグラフィ共同研究部門</b>	特任教授 (常勤)		井谷 俊郎
	特任准教授 (常勤)		Santillan Julius Joseph Sudlay
	特任研究員 (常勤)		誉田 明宏
	特任研究員 (常勤)		七里 元晴

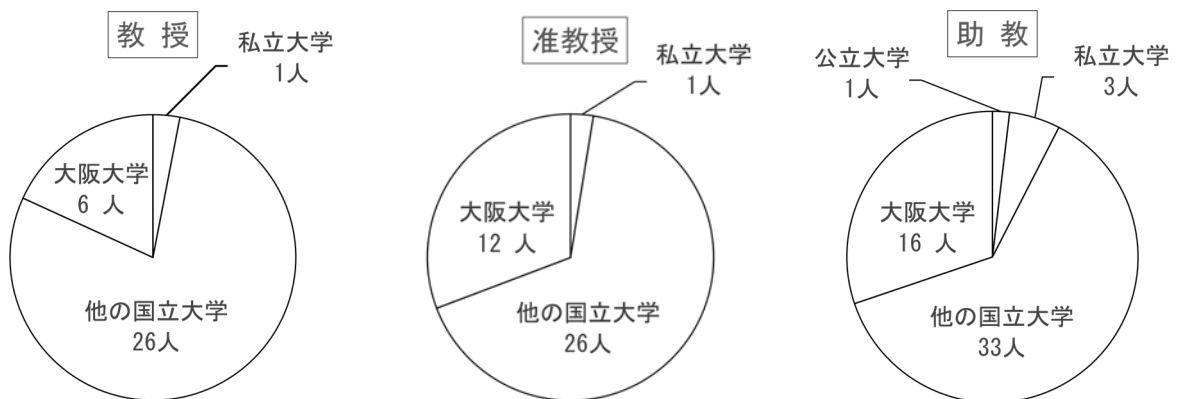
■ユシロ化学工業ポリマーゲル共同研究部門	特任教授（常勤）	理学博士	原田 明
■フレキシブル 3D 実装協働研究所	特任教授	工学博士	菅沼 克昭
	特任准教授（常勤）	博士（工学）	Chen Chuantong
	特任准教授（常勤）	博士（工学）	中山 幸仁
	特任准教授（常勤）	博士（工学）	西嶋 雅彦
	特任助教（常勤）	博士（工学）	張 政
	特任研究員（常勤）	博士（工学）	Zhao Shuaijie
	特任研究員（常勤）	博士（工学）	Liu Yang
	特任研究員（常勤）	博士（理学）	Liu Ran
	特任研究員（常勤）	博士（工学）	加藤 豊
	特任研究員（常勤）	博士（工学）	Huo Fupeng
特任研究員（常勤）	博士（工学）	Li Wangyun	
■KOBELCO 未来協働研究所	特任教授（常勤）		友近 信行
■シリコン製剤創製・物性学寄附研究部門	寄附研究部門教授	理学博士	小林 光
(産業科学研究所)	特任教授（常勤）	博士（理学）	小松崎 民樹

・教員の年齢構成（令和5年3月31日現在）特任教員（常勤）を含む。ただし、併任、兼任者は除く。



※特任講師（常勤）1名（40～49歳）

・教員の出身大学（令和5年3月31日現在）特任教員（常勤）を含む。ただし、併任、兼任者は除く。



※特任講師（常勤）1名（他の国立大学）

教職員全体では、令和5年3月31日現在で専任教員90名、特任教員56名（常勤：36名・非常勤20名）、特任研究員95名（常勤：39名・非常勤56名）、事務職員35名、技術職員18名、及び非常勤職員99名（事務補佐員33名・技術補佐員66名）を含み、合計393名である。全職員のうち外国人は43名、女性は154名である。

・人事異動（令和4年4月1日から令和5年3月31日まで）（常勤のみ記載）

異動日	異動事項		氏名等
2022/4/1	採用	助教（先進電子デバイス）	鶴田 修一
2022/4/1	採用	助教（知識科学）	Luo Zhaojie
2022/4/1	採用	助教（自然材料機能化）	春日 貴章
2022/4/1	採用	特任教授（常勤）（新産業創成研究部門）	松本 和彦
2022/4/1	採用	寄附研究部門教授（シリコン製剤創製・物性学寄附研究部門）	小林 光
2022/4/1	採用	特任准教授（常勤）（量子ビーム物理）	誉田 義英
2022/4/1	採用	特任准教授（常勤）（フレキシブル3D実装協働研究所）	中山 幸仁
2022/4/1	採用	特任講師（常勤）（量子ビーム物理）	Pathak Naveen Chandra
2022/4/1	採用	特任助授（常勤）（先進電子デバイス）	野田 祐樹
2022/4/1	採用	特任助教（常勤）（量子ビーム物理）	水田 好雄
2022/4/1	採用	特任助教（常勤）（ナノ構造・機能評価）	Liu Ming
2022/4/1	採用	特任助教（常勤）（トランスレーショナルデータビリティ）	村山 太一
2022/4/1	採用	特任研究員（常勤）（界面量子科学）	今井 亜希子
2022/4/1	採用	特任研究員（常勤）（先進電子デバイス）	大田 裕
2022/4/1	採用	特任研究員（常勤）（量子ビーム物理）	Rondepierre Alexandre Florian
2022/4/1	採用	特任研究員（常勤）（量子ビーム物質科学）	誉田 明宏
2022/4/1	採用	特任研究員（常勤）（量子ビーム物質科学）	七里 元晴
2022/4/1	採用	特任研究員（常勤）（精密制御化学）	村上 英太郎
2022/4/1	採用	特任研究員（常勤）（フレキシブル3D実装協働研究所）	加藤 豊
2022/4/1	採用	特任学術政策研究員（常勤）（拠点ネットワーク支援室）	阿部 慈子
2022/4/1	採用	特任技術職員（界面量子科学）	富田 哲夫
2022/4/1	採用	特任技術職員（生体分子機能科学）	板野 景子
2022/4/1	採用	特任技術職員（新産業創成研究部門）	坂野 喜代治
2022/4/1	採用	特任技術職員（新産業創成研究部門）	山本 佳織
2022/4/1	採用	特任事務職員（量子システム創成）	渡邊 明子
2022/4/1	採用	特任事務職員（研究連携課）	増岡 有紀
2022/4/1	配置換	事務部長	山本 浩司
2022/4/1	配置換	研究連携課長（研究連携課）	佐々木 英人
2022/4/1	配置換	契約係長（研究連携課契約係）	岡本 征子
2022/4/1	配置換	契約係長（研究連携課契約係）	佐野 未沙
2022/4/1	配置換	人事係長（総務課人事係）	丸山 敬太
2022/4/1	配置換	人事係長（総務課人事係）	伊藤 夢子
2022/4/1	昇任	財務係主任（研究連携課財務係）	尾形 翔太
2022/4/16	採用	特任研究員（常勤）（精密制御化学）	藤原 侑亮

2022/4/16	採用	特任研究員（常勤）（マテリアル先端リサーチインフラ設備 共用拠点）	岩城 文
2022/4/30	退職	助教（量子システム創成）	木山 治樹
2022/6/1	採用	助教（精密制御化学）	Das Bimolendu
2022/6/1	採用	特任研究員（常勤）（バイオナノテクノロジー）	中田 知子
2022/6/16	採用	特任事務職員（戦略室）	後藤 里香
2022/7/1	昇任	准教授（特別プロジェクト研究部門・第2プロジェクト）	荒木 徹平
2022/7/1	採用	特任助教（常勤）（複合知能メディア）	Xu Chi
2022/7/1	採用	特任助教（常勤）（複合知能メディア）	Li Xiang
2022/7/1	採用	特任学術政策研究員（常勤）（広報室）	大田 結
2022/7/1	採用	特任研究員（常勤）（新産業創造システム）	山本 佳織
2022/7/1	採用	特任研究員（常勤）（バイオナノテクノロジー）	宇根 直美
2022/7/1	採用	特任研究員（常勤）（マテリアル先端リサーチインフラ設備 共用拠点）	和辻 祐規子
2022/7/1	採用	特任研究員（常勤）（マテリアル先端リサーチインフラ設備 共用拠点）	近田 和美
2022/7/1	採用	特任研究員（常勤）（フレキシブル3D実装協働研究所）	Huo Fupeng
2022/7/31	退職	特任事務職員（フレキシブル3D実装協働研究所）	森部 幸子
2022/8/1	採用	特任助教（常勤）（複合分子化学）	秋山 敏毅
2022/8/1	採用	特任研究員（常勤）（フレキシブル3D実装協働研究所）	Li Wangyun
2022/8/15	退職	特任助教（常勤）（マテリアル先端リサーチインフラ設備 共用拠点）	北島 彰
2022/8/31	退職	特任研究員（常勤）（ナノ構造・機能評価）	Liu Qiunan
2022/8/31	退職	特任事務職員（研究連携課研究協力係）	小西 由佳
2022/9/1	採用	教授（ナノ機能予測）	南谷 英美
2022/9/1	採用	特任事務職員（研究連携課研究協力係）	安岡 順子
2022/9/30	退職	特任事務職員（研究連携課研究協力係）	新生 史子
2022/10/1	昇任	准教授（量子システム創成）	藤田 高史
2022/10/1	採用	特任教授（常勤）（産業科学研究所）	小松崎 民樹
2022/10/1	採用	特任教授（常勤）（KOBELCO未来協働研究所）	友近 信行
2022/10/1	採用	特任研究員（常勤）（量子システム創成）	Gulak Maia Gabriel
2022/10/1	採用	特任研究員（常勤）（マテリアル先端リサーチインフラ設備 共用拠点）	山田 里絵
2022/10/1	採用	特任事務職員（研究連携課研究協力係）	澤崎 由佳
2022/10/1	配置換	特任教授（常勤）（ナノリソグラフィ共同研究部門）	井谷 俊郎
2022/10/1	配置換	特任准教授（常勤）（ナノリソグラフィ共同研究部門）	Santillan Julius Joseph Sudlay
2022/10/1	配置換	特任研究員（常勤）（ナノリソグラフィ共同研究部門）	誉田 明宏
2022/10/1	配置換	特任研究員（常勤）（ナノリソグラフィ共同研究部門）	七里 元晴
2022/11/1	採用	特任准教授（常勤）（フレキシブル3D実装協働研究所）	西嶋 雅彦
2022/11/1	採用	特任研究員（常勤）（生体分子機能科学）	鈴木 香
2022/11/16	採用	特任事務職員（生体分子機能科学）	岡本 昌俊
2022/12/1	採用	特任助教（常勤）（トランスレーショナルデータビリティ）	Chen Zheng
2022/12/1	採用	特任研究員（常勤）（生体分子機能科学）	佐藤 智亮



2022/12/31	退職	准教授（励起材料化学）	川井 清彦
2023/1/1	採用	特任助教（常勤）（エネルギー・環境材料）	崔 亮秀
2023/1/1	採用	特任研究員（常勤）（バイオナノテクノロジー）	村山 さなえ
2023/1/1	採用	特任事務職員（生体分子機能科学）	中村 久子
2023/1/1	採用	特任事務職員（トランスレーショナルデータビリティ）	角 玲子
2023/1/1	採用	特任事務職員（研究連携課研究協力係）	松本 由佳
2023/1/1	配置換	契約係主任（研究連携課契約係）	藤田 玲子
2023/1/1	採用	契約係（研究連携課契約係）	田村 亜実
2023/1/15	退職	特任研究員（常勤）（量子システム創成）	Liu Xiaofei
2023/1/31	退職	特任研究員（常勤）（ナノ構造・機能評価）	Chiew Yi Ling
2023/2/1	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
2023/3/1	採用	助教（ナノ機能予測）	下出 敦夫
2023/3/1	採用	特任助教（常勤）（ナノ極限ファブ리케이션）	菅 晃一
2023/3/31	定年退職	教授（ナノ極限ファブ리케이션）	吉田 陽一
2023/3/31	退職	助教（精密制御化学）	山田 剛史
2023/3/31	退職	助教（ナノ構造・機能評価）	神内 直人
2023/3/31	退職	特任教授（常勤）（新産業創造システム）	小倉 基次
2023/3/31	退職	特任助教（常勤）（第2プロジェクト（3次元ナノ構造科学））	大坂 藍
2023/3/31	退職	特任助教（常勤）（ナノ極限ファブ리케이션）	菅 晃一
2023/3/31	退職	特任助教（常勤）（ナノ構造・機能評価）	Liu Ming
2023/3/31	退職	特任研究員（常勤）（複合知能メディア）	丹羽 真隆
2023/3/31	退職	特任研究員（常勤）（ナノリソグラフィ共同研究部門）	七里 元晴
2023/3/31	退職	特任研究員（常勤）（フレキシブル3D実装協働研究所）	加藤 豊
2023/3/31	退職	特任事務職員（生体分子機能科学）	中村 久子
2023/3/31	退職	特任事務職員（研究連携課研究協力係）	松本 由佳
2023/3/31	退職	特任事務職員（研究連携課研究協力係）	安岡 順子

## 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

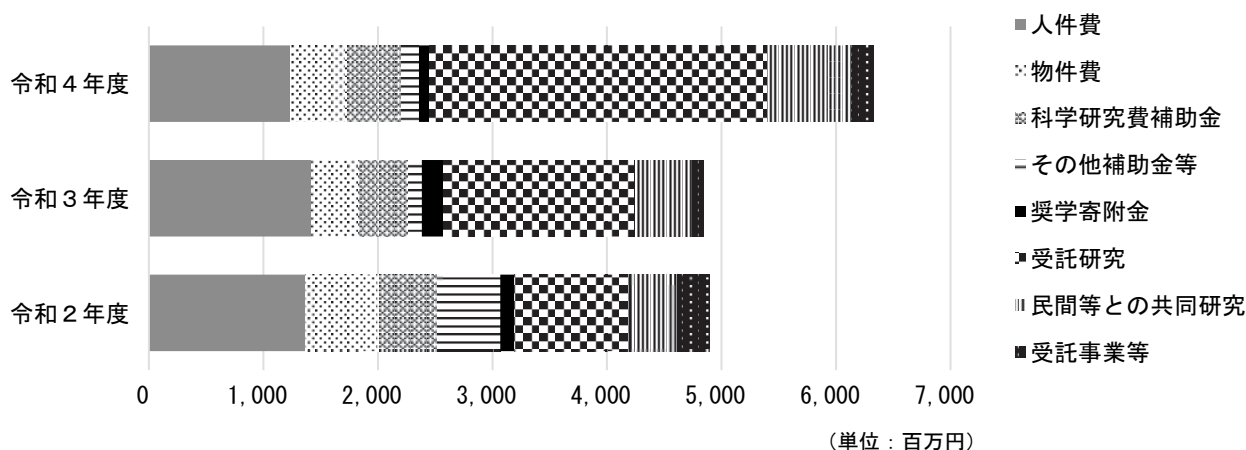
その他、所内では、規程または申し合わせに従って種々の委員会を設置し活動している。その中で主なものは以下のとおりである。( )内は委員会の構成を示す。

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4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

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2年度から3年間の推移は以下のとおりである。



#### ・ 予算 (令和2年度～令和4年度)

		令和2年度	令和3年度	令和4年度
運営費交付金	人件費	1,367,144	1,421,887	1,237,623
	物件費	648,530	408,590	484,669
科学研究費補助金 (件数)		501,036 (100)	435,490 (93)	483,770 (102)
その他補助金等 (件数)		551,159 (12)	117,463 (44)	152,453 (53)
奨学寄附金 (件数)		121,790 (72)	187,024 (60)	96,629 (52)
受託研究 (件数)		1,007,056 (67)	1,670,919 (85)	2,948,933 (72)
民間等との共同研究 (件数)		420,603 (154)	504,779 (152)	728,902 (163)
受託事業等 (件数)		278,573 (27)	99,031 (35)	194,386 (36)
合計		4,895,891	4,845,183	6,327,365

(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4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4年度	第1研究部門	第2研究部門	第3研究部門	ナテクノロジーセンター	特別プロジェクト研究部門	その他	合計
	8,640	13,550	22,689	2,100	2,700	46,950	96,629
	(11)	(11)	(13)	(3)	(2)	(12)	(52)

( ) 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4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	高品質 GaAs/AlGaAs 量子構造の結晶成長に関する研究
	National Research Council Canada	カナダ	光子-電子スピン量子インターフェースの開発に関する研究
	University of California, Santa Barbara	アメリカ	超伝導/InAs 量子井戸接合における超伝導輸送現象の研究
	Delft University of Technology	オランダ	Ge 量子ドット量子インターフェースの開発に関する研究
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	フレキシブルセンサの研究開発
	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	センサデータによる行動認識に関する研究
	Shenzhen University	中国	歩行映像解析に関する研究
	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	機械学習のためのアイソレーション原理に基づく事例間類似性評価関数に関する研究
	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	外れ値に頑強な spectral risk 下の学習則の開発に関する研究
知識科学研究	ホンダ・リサーチ・イ ンスティテュート・U S A	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
	内モンゴル大学	モンゴル	感情音声処理に関する研究
知能アーキテクチャ	Chulalongkorn University	タイ	機械学習に関する研究
	De La Salle University	フィリピン	共同でオンライン国際ワークショップを開催
	Stanford University	アメリカ	科学的発見と機械学習に関する研究

	Thammasat University	タイ	A Distance-based Approach for Inductive Logic Programming
	imec The Netherlands	オランダ	生体センサの開発
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
先端ハード材料	SunMoon University	韓国	エコマテリアル創成と機能解明に関する研究
	Wuhan University of Technology	中国	新規機能性ガラスセラミックス材料創製に関する研究
	Vilnius University	リトアニア	ナノ構造リン酸化合物の機能解明に関する研究
	University of Nairobi	ケニア	先端ナノセンサー材料創成に関する研究
	Dankook University	韓国	先端酸化物の溶液プロセスによる創製と機能に関する研究
	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
	江蘇大学	中国	電気的機能と力学的機能が共生したセラミックス材料の創製と機能発現に関する研究
	University of Cologne	ドイツ	環境発電を可能にする光充電型リチウムイオン電池用電極・電解液材料の開発
エネルギー・環境材料	ケルン大学	ドイツ	光充電リチウムイオン電池に関する研究
	Imperial College London	英国	電気化学アンモニア合成に関する研究
	Imperial College London	英国	海水電解に関する研究
	マサチューセッツ工科大学	アメリカ	リチウム金属電池に関する研究
量子ビーム物理	ELI-Beamlines	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
	ドイツ放射光施設DESY	ドイツ	高強度レーザーを用いた粒子加速プロジェクト
	欧州エアバス社、SENTENSO社(独)、株式会社ユニタック(日本)	フランス、ドイツ	量子ビームによる材料表面の機能創生・評価に関する研究開発
	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	ベルギー	To evaluate the EUV-printability of resist with different chemistries
励起材料化学	Stanford University	アメリカ	X線励起発光に関する研究
	East China Normal University	中国	光触媒に関する研究
機能物質化学	Bielefeld University	ドイツ	バナジウム触媒や酵素触媒を活用する反応開発に関する研究
	Université Paris-Sud	フランス	電解ドミノ反応を活用する機能性素子開発研究
	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	Polish Academy of Sciences 生物有機化学研究所	ポーランド	RNA構造解析に関する研究
	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
複合分子化学	The University of Texas at San Antonio	アメリカ	LSD1 阻害剤の抗がん活性評価
	Wuhan University	中国	KDM5C 分解誘導剤の抗がん活性評価
	Mahidol University	中国	HDAC8 分解誘導剤の抗がん活性評価
生体分子反応科学	Sapienza University	イタリア	細菌情報伝達系を標的とした新規抗菌薬の開発
生体分子制御科学	フランス国立農学研究所 INRA e	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ゼン	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	英国	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
	Albert Einstein College of Medicine	アメリカ	近赤外蛍光タンパク質に基づく機能指示薬開発に関する研究
	Emory University	アメリカ	生物発光遺伝学とトランススケールスコープを利用した難治性てんかん発作に特異的な分子神経調節法に関する研究
	Birla Institute of Technology & Science Pilani, Hyderabad Campus	インド	寄生虫トキソプラズマの細胞内感染時におけるシグナル動態を可視化するプローブの開発
	Tampere University	フィンランド	ミトコンドリアにおける熱発生機構
ナノ機能材料デバイス	Purdue University	アメリカ	酸化物プロトニクスに関する研究
	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

	バングラディッシュ 工科大学	バングラディッシュ	磁性酸化物合成に関する研究
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	ナノ粒子触媒の構造と活性に関する研究
	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	国立陽明交通大学	台湾	層状物質の電子状態に関する研究
	華中科技大学	中国	表面吸着錯体分子のスピン状態に関する研究
ソフトナノマテリアル	Max Planck Institute for Polymer Research	ドイツ	有機エレクトロニクスに向けた新規材料開発とデバイス駆動機構の解明
	国立陽明交通大学	台湾	新規な $\pi$ 共役系分子に関する研究
	University of Malaga	スペイン	キノイド分子の構造物性相関の解明
バイオナノテクノロジー	ハーバード大学	アメリカ	宇宙空間における1分子計測法の開発
	マサチューセッツ工科大学	アメリカ	宇宙空間における1分子計測法の開発
	ジョージア工科大学	アメリカ	宇宙空間における1分子計測法の開発
トランスレーショ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
知的財産	フィリピン大学マニラ校医学部	フィリピン	地域水資源管理に関する研究
3次元ナノ構造科学	Dalian Jiaotong University	中国	原子精度立体造形技術を用いた機能増大化した金属酸化物ナノ材料の開発
	The Indian Institute of Science	インド	金属酸化物ナノ空間制御試料を用いた相転移ダイナミクスの研究
	Bangladesh University of Engineering & Technology	バングラディッシュ	立体ナノ磁性構造体の作製と機能開発に関する研究
	IIT Hyderabad	インド	立体ナノ周期配列構造での新規光学特性の創製に関する研究
先進材料実装	Joanneum Research Materials	オーストリア	フレキシブルセンサの研究開発
	Eindhoven University of Technology (TU/e)	オランダ	フレキシブル配線・デバイス技術の研究開発
シリコン製剤創製・物性学	University of Žilina	スロバキア	シリコン製剤の表面構造とその物性に関する研究

### 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4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
2022/5/20	2022年度第1回 PE研究会「PEによる新規事業開拓の取り組みと展望」
2022/6/11	2022年度 大阪大学共創 DAY@EXPOCITY「つながろう！SDGsアドベンチャー！ ウイルスをさがそう」

2022/6/15	2022 年度第 1 回 WBG 実装コンソーシアム「パワーモジュールの各種取組み状況」
2022/6/17	伸縮自在なエレクトロニクスで創る「脳波 AI 解析ツール」
2022/6/28	2022 年度 第 1 回先端電子デバイス接着技術研究会「先端パッケージと樹脂/金属等の接着」
2022/7/22	第 103 回産研テクサロン放射光利用に不可欠なビームライン基幹技術の最前線」
2022/8/5	2022 年度第 2 回 PE 研究会「PE による新規事業開拓の取組みと展望 2」
2022/8/8	物質・デバイス領域共同研究拠点キックオフシンポジウム～クロスオーバーによるマテリアルイノベーション～
2022/8/24	第 1 回産研協会会員アイデア意見交換会
2022/9/2	2022 年度第 2 回 先端電子デバイス接着技術研究会「パワーモジュールの接着」
2022/9/8	2022 年度第 2 回 WBG 実装コンソーシアム「パワーモジュールの動向及び接合技術」
2022/9/26	産研 次世代有機化学セミナー
2022/9/26 -29	The 14th Ionizing Radiation and Polymers symposium (IRaP2022)
2022/10/13	Bio Japan2022「バイオテクノロジー×AI プラットフォームの創出と事業化」
2022/10/18	中小機構の支援メニュー紹介セミナー～成長型中小企業等研究開発支援事業 (Go-Tech 事業) と申請書の書き方を中心に～
2022/10/21	第 104 回産研テクノサロン「有機エレクトロニクス&フォトニクスの展開 ～ 新進気鋭の研究者たち～」
2022/10/28	計測展 2022「中小企業・スタートアップへの寄り添い方：産学連携の現場から」
2022/11/1	第 4 回産研女性サミット「みんなで話す・つくる SO GOOD, SANKEN」
2022/11/18	2022 年度第 3 回 PE 研究会「今回の趣旨説明：量子技術とマテリアルの進展」
2022/11/25	日本工学アカデミー・PE 研究会共催公開シンポジウム「世界の最先端を拓く研究者が見ている本当の景色 ～量子技術、ブロックチェーンを解きほぐす～」
2022/11/25	第 78 回学術講演会・第 7 回産研ホームカミングデイ「量子コンピュータが拓く産業科学」
2022/11/29	PE 研究会後援日独プリントドエレクトロニクス シンポジウム「市場規模倍増が見込まれるトレンド技術のご紹介」
2022/12/2	2022 年度第 3 回 先端電子デバイス接着技術研究会会合「先端パッケージにおける樹脂の役割と機能」
2022/12/14 -15	F3D 公開シンポジウム「次世代パワーデバイス・融合と超越」
2022/12/16	第 93 回けいはんなサイエンスカフェ「自発光植物デバイスの創出と社会実装に向けた展望」
2022/12/16	第 35 回産研技術室報告会 第 29 回蛋白研技術部報告会(2022)
2022/12/19	第 105 回産研テクノサロン「AI/MI と有機化学・材料」
2022/12/19	応用物理学会トータルバイオミメティクス研究グループ主催 第 1 回ワークショップ「脳・生物情報処理を切り口としたバイオミメティクス社会実装」
2023/1/11 -12	第 26 回産研国際シンポジウム「GREEN TRANSFORMATION For a Sustainable Society」
2023/1/23	JEITA 先端半導体パッケージング WG/大阪大学 F3D 実装コンソーシアム共催セミナー「先端半導体パッケージング開発において考慮すべきこと」
2023/1/27	2022 年度第 4 回 定例講演会「今回の趣旨説明：エネルギー・環境に貢献する PE 技術」
2023/2/10	2022 年度第 4 回 先端電子デバイス接着技術研究会会合「先端エレクトロニクスにおける接着技術の動向」



2023/2/16	けいはんな学研都市 第15回先端シーズフォーラム「自発光植物デバイスの創出と社会実装に向けた展望」
2023/2/16 -17	京都ビジネス交流フェア 2023 [WBG パワーモジュールのための大面積無垢 Cu-Cu 接合]
2023/2/17	第106回産研テクノサロン「量子コンピューターの現在と未来」
2023/2/22	2022年度第4回 WBG 実装コンソーシアム会合「WBG 半導体モジュールにおける実装部材の役割と機能」
2023/3/7	マテリアル分野の創発研究者とマテリアル先端リサーチインフラの出会いの場
2023/3/22	第2回彦根東国際サイエンスフォーラム 2023「光るタンパク質」

・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
2022/5/20	新村 直弘	株式会社マーケッ ト・リスク・アドバ イザリー	代表取締役	2022年商品市場動向見通し～来たる 輸入インフレ定常化のリスク
2022/5/20	山上 剛	トッパン・フォーム ズ(株)中央研究所	次世代商品開発 部長	デジタルツインを支援する IoT シス テムと材料
2022/5/20	尾坂 格	広島大学 大学院先 進理工系科学研究科 応用化学プログラム	教授	有機薄膜太陽電池の高効率化に向け た材料開発
2022/6/15	佐藤 弘	産業技術総合研究所 先進パワーエレクト ロニクス研究センタ ー		産総研における SiC パワーエレクト ロニクス実装技術の取り組み
2022/6/15	中村 孝	大阪大学大学院工学 研究科&ネクスファ イ・テクノロジー株 式会社		SiC パワーデバイスの超高電圧機器 への応用
2022/6/15	仲野 陽	アルプスアルパイン 株式会社コンポーネ ント2事業担当Lプ ロジェクト		リカロイ TM とその適用事例
2022/6/28	田久 真也	リンテック株式会社 次世代技術革新室& エレクトロニクス実 装学会		先端パッケージに向けたエキスパ ンド・プロセスの紹介
2022/6/28	堀内 伸	産業技術総合研究所 接着・界面現象研究 ラボ		電子顕微鏡による接着界面の可視化 と接着メカニズムの解析
2022/6/28	福永 豊	株式会社トクヤマ機 能材料開発グループ		フィルター用窒化アルミニウム粉末の 開発
2022/6/28	大久保 雄司	大阪大学大学院工学 研究科附属精密工学 研究センター		次世代高速通信を支えるフッ素樹脂 のプラズマ表面改質技術

2022/7/22	間瀬 一彦	物質構造科学研究所	教授	Photon Factory での新しい真空技術開発
2022/7/22	大橋 治彦	高輝度光科学研究センター	主席研究員	SPring-8 におけるビームライン光学技術
2022/7/22	長谷川 真史	株式会社トヤマ	技師長	東北 次世代放射光施設ビームラインの構成機器について
2022/8/5	辻 博史	NHK 放送技術研究所 新機能デバイス研究部	主任研究員	放送メディアの未来ビジョンとそれを支えるデバイス技術
2022/8/5	河野 行雄	中央大学工学部電気電子情報通信工学科	教授	シート状ブロードバンド撮像センサと検査分析応用～テラヘルツ光から可視光まで～
2022/8/5	渡邊 峻一郎	東京大学大学院新領域創成科学研究物質系専攻	准教授	“自ら組み上がる”分子を用いたプリンテッドエレクトロニクス
2022/8/5	岩瀬 雅之	日本メクトロン株式会社 技術本部 技術開発部技術開発二課	課長	超柔軟・高透湿性を備えた生体向け電極シート:伸縮 FPC の紹介
2022/8/8	猪瀬 朋子	京都大学高等研究院	助教	単一細胞レベルでの細胞機能理解を指向したナノ材料開発
2022/8/8	北村 未歩	高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所	助教	放射光軟 X 線分光で観る酸化物ヘテロ界面における電荷移動の空間分布
2022/8/8	田代 聡	放射線災害・医科学研究拠点本部 広島大学原爆放射線医科学研究所	本部長 所長	令和 4 年度からの放射線災害・医科学研究拠点について
2022/8/8	影近 弘之	生体医歯工学研究拠点東京医科歯科大学 生体材料工学研究所	本部長 所長	生体医歯工学共同研究拠点の活動について
2022/8/8	高橋 拓子	埼玉大学大学院理工学研究科	助教	光合成生物におけるレドックス制御-光化学系 I 光防御における PGRL1 タンパク質の機能解析
2022/8/8	竹延 大志	名古屋大学	教授	大面積 van der Waals 材料における熱電効果
2022/8/8	鈴木 慎太郎	東京理科大学	助教	Tsai 型近似結晶に対する低温での磁気基底状態探索
2022/8/8	井手 智仁	東京工業高等専門学校	准教授	カルバゾール部位を有する V 型両親媒性分子の包接挙動
2022/8/8	常安 翔太	大分工業高等専門学校電気電子工学科	助教	スリット加工を用いた分散型 EL デバイスの伝熱特性解析
2022/8/8	檜垣 勇次	大分大学工学部	准教授	両双性イオンブロック共重合体の水性マイクロ相分離
2022/8/8	中島 光一	茨城大学工学部物質科学工学科	准教授	溶液化学に立脚したチタン酸バリウムナノキューブの合成と表面再構成

2022/8/8	島崎 優一	茨城大学大学院理工学研究科	准教授	各種高原子価金属錯体の詳細な電子状態と反応性の相関
2022/9/2	澁谷 忠弘	横浜国立大学		パワーモジュール用耐熱封止樹脂の界面強度評
2022/9/2	富永 保	(元)よこはま高度実装技術コンソーシアム		大電流パワーモジュールの実装技術
2022/9/2	石井 利昭	日立 Astemo 株式会社 技術統括本部		車載パワーモジュールの実装動向と接着技術
2022/9/8	山口 浩	産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センター		先進パワー半導体のモジュール化技術
2022/9/8	山田 敦史	富士通株式会社研究本部デバイス&マテリアル研究センター		GaN-HEMT の高出力化に向けたダイヤモンド放熱技術
2022/9/26	熊谷 直哉	慶応義塾大学薬学部	教授	特殊ヘテロ環の科学
2022/9/26	矢貝 史樹	千葉大学国際高等研究基幹	教授	湾曲を生み出す超分子重合を利用した多様なメゾスケール構造の創成
2022/9/26	寺島 崇矢	京都大学大学院工学研究科	准教授	両親培性高分子の制御自己組織化とナノ構造材料の新展開
2022/9/26	建石 寿枝	甲南大学先端生命工学研究所	准教授	疾患細胞内における非二重らせん核酸の機能解析
2022/10/13	近藤 昭彦	神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科	教授	バイオ×デジタルの融合による統合型バイオファウンドリの実現
2022/10/13	上野 太郎	サスメド株式会社	代表取締役社長	デジタル技術を活用した持続可能な医療の実現
2022/10/13	山口 昌雄	アメリエフ株式会社	代表取締役社長	バイオデータが拓く新薬開発とサステイナブル社会の実現
2022/10/13	直野 典彦	アイポア株式会社	代表取締役	AI による抗原/病原体定量プラットフォーム
2022/10/18	藤田 泰男	独) 中小企業基盤整備機構 近畿本部	中小企業アドバイザー	中小機構の支援メニューの紹介と研究開発に係る申請書の書き方について：新しいGo-Tech 事業を中心に
2022/10/18	小野坂 知子	独) 中小企業基盤整備機構 近畿本部 企業支援部企業支援課		中小機構の支援メニューの紹介と研究開発に係る申請書の書き方について：新しいGo-Tech 事業を中心に
2022/10/21	伊澤 誠一郎	分子科学研究所 分子機能研究部門	助教	近赤外光から可視光への光変換と低電圧で駆動する有機 EL の開発
2022/10/21	儘田 正史	九州大学大学院工学研究院	助教	新規ビラジカル性化合物の創出と有機デバイスへの応用
2022/10/21	斎藤 慎彦	広島大学先進理工系科学研究科	助教	新規ラダー型骨格の開発と有機薄膜太陽電池への応用

2022/11/1	西岡 靖之	法政大学デザイン工学部 インダストリアルバリューチェーンイニシアティブ(IVI)	教授 理事長	日本のものづくりの現状と課題
2022/11/1	帯野 千登勢	大阪大学たけのこ保育園	園長	育児と仕事の両立を考える～学内保育園ってどんなところ？～
2022/11/18	佐藤 信太郎	富士通株式会社 富士通研究所 量子研究所	所長	富士通における量子コンピューティングへの取り組み
2022/11/18	川畑 史郎	産業技術総合研究所 新原理コンピューティング研究センター	副研究センター長	量子コンピュータ超入門：基礎から最先端まで
2022/11/18	横田 知之	東京大学大学院工学系研究科 総合研究機構	准教授	有機光デバイスを用いたセンサ応用
2022/11/25	藤井 啓祐	大阪大学大学院基礎工学研究科	教授	量子コンピューティングが拓く未来社会
2022/11/25	松尾 真一郎	ジョージタウン大学	教授	ブロックチェーンの真価とアカデミアがその進化に貢献できること
2022/11/25	二井 将光	大阪大学	名誉教授 産業科学研究所第22代所長	産研・退職後の学び
2022/11/25	小野寺 民也	日本 IBM 東京基礎研究所	副所長	The Quantum Decade
2022/12/16	阿部 直行	大阪大学蛋白質研究所	技術職員	蛋白研 放射性同位元素実験室の管理業務照会
2022/12/16	稲角 直也	大阪大学理学研究科 技術部 分析機器計測室	室長	他機関との連携事例紹介
2022/12/19	大嶋 孝志	九州大学大学院薬学研究院 環境調和創薬化学分野	教授	「デジタル有機合成」の基盤となる特色あるデータベース構築の取り組み
2022/12/19	中田 彩子	物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクニクス研究拠点 量子物性シミュレーショングループ	主幹研究員	大規模第一原理 DFT 計算による材料解析
2022/12/19	矢山 由洋	ENEOS 株式会社 中央技術研究所 先進技術研究所 MI 技術グループ		革新的超高速 AI 分子シミュレーターの触媒探索への応用
2022/12/19	小倉 圭司	塩野義製薬創薬化学研究所ケモインフォマティクスグループ		創薬化学における AI 活用の現状と展望

2022/12/19	島 久、 秋永 広幸	産業技術総合研究所		脳型情報処理を実現する新材料・新デバイス
2022/12/19	浅井 哲也	北海道大学	教授	AI と環境のインタラクティブデザイン
2022/12/19	青野 真士	慶応義塾大学	特任教授	Amoeba 最適化エンジンの社会実装に向けて
2022/12/19	天野 英晴	慶応義塾大学	教授	Amoeba 最適化アルゴリズムの FPGA での実装
2023/1/11	Ifan E. L. Stephens	Imperial College London, United Kingdom		Common themes in electrocatalysis: what can battery science teach us about electrolysis and vice versa?
2023/1/11	Nobuhiro YANAI	Kyusyu University, Japan		Photon upconverting molecular materials
2023/1/11	Xiaodong CHEN	Nanyang Technological University, A*STAR, Singapore		Sensing-of-Everything (SoX)
2023/1/11	Hitoshi WAKABAYASHI	School of Engineering, Tokyo Institute of Technology, Japan		Integrated Green-niX Consortium for Research and Human-Resource Development (Green-niX) to make LSI industry Greener
2023/1/11	George HASEGAWA	Nagoya University, Japan		Sol-Gel Synthesis of Porous Monolithic Materials ~Pore Control and Applications~
2023/1/12	Yoshiyuki SHIMODA	Division of Sustainable Energy and Environmental Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University		Japan's climate change mitigation strategy and carbon management system for a nation
2023/1/12	Hironao SAJIKI	GIFU Pharmaceutical University, Japan		Development of Environmentally Friendly Chemical Conversion Method Combining Microwave Irradiation and Continuous Flow Equipment
2023/1/12	Jianyu HUANG	Clean Nano Energy Center, State Key Laboratory of Metastable Materials Science and Technology, Yanshan University, Qinhuangdao, China		Electron microscopy studies of batteries

2023/1/12	Arkady KRASHENINNIKOV	Institute of Ion Beam Physics and Materials Research, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Germany Department of Applied Physics, Aalto University, Finland		Engineering the structure and properties of 2D materials by defect creation and intercalation
2023/1/12	Takashi OHSHIMA	Kyusyu University, Japan		Controlling Chemoselectivity by Functional Group Targeted Catalyst
2023/1/12	Hideya MIZUFUNE	SPERA Pharma Inc., Japan		Contribution from Pharmaceutical Process Chemistry to Green Chemistry and Molecular Diversity
2023/1/23	永田 真	神戸大学大学院 科学技術イノベーション研究科	研究科長	半導体のノイズについて
2023/1/23	大嶋 洋一	東京工業大学 オープンイノベーション機構	副機構長 教授	オープン/クローズ戦略(標準化と知財)について
2023/1/27	上島 稔	(株)ダイセル 無機複合実装研究所 副所長 研究	グループリーダー	RoHS 規制動向と Pb フリーダイボンド実装技術の課題
2023/1/27	村上 拓郎	産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター・有機系太陽電池チーム	チーム長	ペロブスカイト太陽電池の実用化に向けた研究開発
2023/1/27	杉山 正和	東京大学 先端科学技術研究センター	所長	電気化学を活用した CO2 の回収と資源化：カーボンニュートラルの達成の切り札となるか？
2023/2/17	佐藤 信太郎	富士通株式会社 富士通研究所 研究本部量子研究所	所長	量子コンピューティングの実用化に向けた取り組み
2023/2/17	水野 弘之	株式会社日立製作所 研究開発グループ基礎研究センター	主管研究長 兼 日立京大ラボ長	量子コンピューティング：誇大広告 or ゲームチェンジャー
2023/2/17	中島 峻	国立研究開発法人理化学研究所 創発物性科学研究センター 量子機能システム研究グループ	上級研究員	シリコン量子コンピュータによる小規模量子演算の実装と課題

## 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）
- ② 年次報告書（日本語版および英語版『Annual Report 2022』）
- ③ 産研ニュースレター（年1回発行）
- ④ 産研『研究紹介 2022』
- 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」(<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
2022/4/8	松原 靖子	令和4年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞
	木山 治樹	
2022/4/21	花谷 優太郎	日本薬学会第142年会 学生優秀発表賞（口頭発表の部）
	Chandu G Krishnan	
2022/4/27	櫻林 修平	日本化学会 第102春季年会(2022) 学生講演賞
2022/5/11	西村 和也	IEEE EPS Japan Chapter Young Award of ICEP 2021
2022/5/25	関野 徹	IUMRS Frontier Materials Awards 2022
2022/5/27	荒木 徹平	第43回本多記念研究奨励賞
2022/6/25	荒木 徹平	第35回安藤博記念学術奨励賞
2022/6/27	源田 瞭	第69回応用物理学会 春季学術講演会 英語講演奨励賞
	小山 知弘	
	千葉 大地	
2022/7/1	Holland Matthew James	NEURO2022 優秀発表賞
2022/7/28	河内 穂高	MIRU 学生奨励賞
2022/9/10	服部 梓	2022年度 日本表面真空学会 論文賞
	田中 秀和	
2022/9/16	宮崎 喬至	日本セラミックス協会 第35回秋季シンポジウム セッション奨励賞
	Cho Sunghun	
	Seo Yeongjun	
	後藤 知代	
	関野 徹	
2022/9/28	服部 梓	精密工学会東海支部 70周年記念企画 ものづくりフォトコンテスト 優秀賞
2022/9/28	平尾 俊一	錯体化学会 名誉会員
2022/10/4	Shuya Fan	光化学討論会優秀学生発表賞（ポスター）
	藤塚 守	
	川井 清彦	
2022/10/4	Xinxi Li	光化学討論会優秀学生発表賞（口頭）
	小阪田 泰子	
	藤塚 守	
2022/10/13	高島 裕介	RNA フロンティアミーティング 2022 優秀ディスカッション賞

2022/10/25 <Team OS>	久保 祐喜	Dialogue Robot Competition 2022 Outstanding Performance Award
	柳元 涼	
	二瀬 颯斗	
	中野 幹生	
	Zhaojie Luo	
	駒谷 和範	
2022/11/2	Lu Ni	ISNAC Outstanding Poster Award 2022
2022/11/3	Shuya Fan	ISNAC Outstanding Poster Award 2022
	小阪田 泰子	
	藤塚 守	
	川井 清彦	
2022/11/3	原田 明	令和4年秋の受勲 瑞宝中綬章
2022/11/16	中村 友哉	第8回OPJ 優秀講演賞
2022/11/23	原 聡	第25回情報論的学習理論ワークショップ 最優秀プレゼンテーション賞
2022/11/24	菅 晃一	令和4年度大阪大学賞 若手教員部門
2022/11/24	福井 健一	令和4年度大阪大学賞 教育貢献部門
2022/12/3	櫻林 修平	第61回NMR 討論会(2022) 若手ポスター賞/最優秀若手ポスター賞 (副賞:大陽日酸・昭光サイエンス賞)
2022/12/7	山下 泰信	令和4年度(第35回)有機合成化学協会 味の素 研究企画賞
2022/12/14	松原 靖子	戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE) 成果展開推進賞
2023/2/16	千葉 大地	令和4年度(第12回)RIEC Award 本賞
2023/2/24	永井 健治	第15回中谷賞 大賞
2023/3/3	中村 航大	情報処理学会 山下記念研究賞
2023/3/4	久保 祐喜	情報処理学会 第85回全国大会 学生奨励賞
	宗像 北斗	
	近辻 脩壱	
	大塩 幹	
2023/3/9	千葉 大地	第55回市村学術賞 貢献賞
2023/3/9	小幡 紘平	第15回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム 学生プレゼンテーション賞
	川畑 光希	
	松原 靖子	
	櫻井 保志	第15回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム 学生プレゼンテーション賞
	釣谷 周平	
	松原 靖子	
	櫻井 保志	第15回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム 学生プレゼンテーション賞
	藤原 廉	
	松原 靖子	
木村 輔		
櫻井 保志		
2023/3/10	Oumbarek Espinosa Driss	ビーム物理研究会・若手の会 2022 若手発表賞
2023/3/20	関谷 毅	JAN RAJCHMAN PRIZE
2023/3/23	徳山 あかり	大阪大学理学部 日本EGF協会奨励賞
2023/3/27	伊藤 幸裕	2022 Top Reviewer Award for CPB
2023/3/28	片山 祐	2023年度電気化学会 進歩賞(佐野賞)



### 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 颯 細貝 知直 南谷 英美	金 展 藤田 高史	木山 治樹 下出 敦夫
	化学	谷口 正輝 鈴木 孝禎	堂野 主税 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 Das Bimolendu 周 大揚 朝野 芳織
	生物科学	黒田 俊一	岡島 俊英 和田 洋	立松 健司 曾宮 正晴
工学	生物工学	永井 健治	松田 知己	服部 満 長部 謙二
	応用化学	家 裕隆 藤塚 守 古澤 孝弘 能木 雅也	川井 清彦 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 春日 貴章
	物理学系	関谷 毅	須藤 孝一	鶴田 修一 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 颯	原 聡 武田 龍 藤田 高史	Holland Matthew James Luo Zhaojie 木山 治樹
	環境エネルギー工学	吉田 陽一 山田 裕貴	楊 金峰 片山 祐	菅 晃一 近藤 靖幸 神戸 正雄
基礎工学	物質創成	千葉 大地 田中 秀和 南谷 英美	小山 知弘 神吉 輝夫 服部 梓	金井 康 小野 堯生 Li Haobo 下出 敦夫
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 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 堯
	コンピュータサイエンス	八木 康史 楨原 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	川畑 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A	田中 秀和
	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 堯生
	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 堯生
	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 堯生
	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 堯生
	未来物質ゼミナール I	田中 秀和、神吉 輝夫、服部 梓
	未来物質ゼミナール III	田中 秀和、神吉 輝夫、服部 梓
工学	ナノバイオテクノロジー特論A	永井 健治、松田 知己、服部 満、 長部 謙二
	ナノバイオテクノロジー特論B	永井 健治、松田 知己、服部 満、 長部 謙二
	応用生物工学A	永井 健治
	応用生物工学B	永井 健治
	電子機能分子化学	家 裕隆
	量子分子工学	古澤 孝弘、室屋 裕佐
	マテリアル化学特別講義 I	古澤 孝弘
	自然材料化学	能木 雅也、古賀 大尚
	Molecular Excitation Chemistry	藤塚 守、川井 清彦
	有機半導体デバイス物理	関谷 毅、荒木 徹平
	データマイニングの基礎と実践	鷲尾 隆
	量子エンジニアリングデザインセミナー I	関谷 毅
	量子エンジニアリングデザインセミナー II	関谷 毅
	極微構造解析学	末永 和知、吉田 秀人
	材料設計論	関野 徹、後藤 知代
電子顕微鏡学 I	吉田 秀人	

	電子顕微鏡学Ⅱ	吉田 秀人
	知的情報処理論	駒谷 和範、武田 龍
	機械学習とデータマイニングの基礎	鷺尾 隆、原 聡、Matthew Holland
	光物性・光エレクトロニクス	大岩 颯
	エネルギー変換材料	山田 裕貴、片山 祐
	ナノ工学	吉田 陽一
	分子創成化学特別講義Ⅰ	古澤 孝弘
	物質機能化学特別講義Ⅰ	古澤 孝弘
	知能システム工学特論	鷺尾 隆、駒谷 和範、原 聡、武田 龍
	先端エレクトロニクスデバイス工学特論	大岩 颯
	研究指導（博士前期課程、物理学系専攻英語）	関谷 毅
	研究指導（博士後期課程）	関谷 毅
	量子エンジニアリングデザイン特別セミナーⅠ	関谷 毅
	量子エンジニアリングデザイン特別セミナーⅡ	関谷 毅
	量子エンジニアリングデザインセミナーⅠ	関谷 毅
	量子エンジニアリングデザインセミナーⅡ	関谷 毅
情報科学	コンピュータサイエンスアドバンストセミナーⅠ	八木 康史、中村 友哉
	コンピュータサイエンスアドバンストセミナーⅡ	八木 康史、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、榎原 靖、中村 友哉
	コンピュータサイエンスインターンシップD	八木 康史、中村 友哉
	コンピュータサイエンスセミナーⅠ	八木 康史、榎原 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、榎原 靖、中村 友哉
	コンピュータサイエンス演習Ⅰ	八木 康史、榎原 靖
	コンピュータサイエンス演習Ⅱ	八木 康史、榎原 靖
	コンピュータサイエンス基礎論	八木 康史、榎原 靖、中村 友哉
	コンピュータサイエンス研究Ⅰa	八木 康史、榎原 靖、中村 友哉
	コンピュータサイエンス研究Ⅰb	八木 康史、榎原 靖、中村 友哉
	コンピュータサイエンス研究Ⅱa	八木 康史、榎原 靖、中村 友哉
	コンピュータサイエンス研究Ⅱb	八木 康史、榎原 靖、中村 友哉
	コンピューテーショナルフォトグラフィ	中村 友哉
	画像認識	八木 康史、榎原 靖
	情報システム工学インターンシップ	櫻井 保志、松原 靖子
	情報システム工学インターンシップD	櫻井 保志、松原 靖子
	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ⅠD	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、松原 靖子
	情報システム工学セミナーⅡD	櫻井 保志、松原 靖子
	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、松原 靖子
	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、松原 靖子
	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、松原 靖子

	情報数理学インターンシップ	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 堯
	情報数理学インターンシップD	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 堯
	情報数理学セミナーI	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 堯
	情報数理学セミナーII	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 堯
	情報数理学演習 I	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 堯
	情報数理学演習 II	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 堯
	情報数理学概論	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 堯
	情報数理学研究 I	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 堯
	情報数理学研究 II	沼尾 正行、福井 健一、木村 司、森田 堯
	知識情報学	福井 健一
	知能アーキテクチャ	沼尾 正行、福井 健一
	知能と学習	沼尾 正行
生命機能	理工医学 I S	黒田 俊一
	理工医学 I S	永井 健治
	理工医学 II S	黒田 俊一
	理工医学 II S	永井 健治
	理工医学 I F	黒田 俊一、岡島 俊英
	理工医学 II F	黒田 俊一、岡島 俊英
	理工医学セミナー I F	黒田 俊一、岡島 俊英
	理工医学セミナー II F	黒田 俊一、岡島 俊英
	理工医学セミナー I S	黒田 俊一
	理工医学セミナー I S	永井 健治
	理工医学セミナー II S	黒田 俊一
	理工医学特別セミナー F	黒田 俊一
	プロジェクト研究 XXX	黒田 俊一
	薬学	先端生命科学特別講義
創成薬学ゼミナール 2		永井 健治
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、西 毅、田口 厚志
理学	特別講義CII「量子ドット：閉じ込めと開放の物理学」(物理学専攻)	大岩 顕
	ナノプロセス・物性・デバイス学	田中 秀和
	(春～夏学期) 半導体半期セミナー	大岩 顕、藤田 高史、木山 治樹
	(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) ゲノム化学半期セミナーI	堂野 主税

(春～夏学期) ゲノム化学半期セミナーII	堂野 主税
半導体物理学	大岩 顕
構造物性化学(I)	谷口 正輝、筒井 真楠
化学アドバンスト実験	鈴木 健之
生物科学特論 F5	和田 洋
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
ゲノム化学特別セミナーI	堂野 主税
ゲノム化学特別セミナーII	堂野 主税
ゲノム化学特別セミナーIII	堂野 主税
特別講義CII (S) 「量子ドット：閉じ込めと開放の物理学」 (物理学専攻)	大岩 顕
生物科学特論 F5	和田 洋
(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
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
海外文献研究 (半導体)	大岩 顕、藤田 高史、木山 治樹
大学院有機化学 I	堂野 主税
複合分子化学(I)	鈴木 孝禎
(春～夏学期) 複合分子化学半期セミナーI	鈴木 孝禎、伊藤 幸裕
(春～夏学期) 複合分子化学半期セミナーII	鈴木 孝禎、伊藤 幸裕
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
ゲノム化学(I)	堂野 主税、柴田 知範、山田 剛史
(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、金 展
海外文献研究 (レーザプラズマ加速ビーム)	細貝 知直、金 展
レーザプラズマ加速ビーム特別セミナー	細貝 知直、金 展
化学アドバンスト実験 (秋入学者用)	鈴木 健之
ゲノム化学特別セミナーI (秋入学者用)	堂野 主税
ゲノム化学特別セミナーII (秋入学者用)	堂野 主税
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 顕、藤田 高史、木山 治樹
(秋～冬学期) 半導体半期セミナー	大岩 顕、藤田 高史、木山 治樹
(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) ゲノム化学半期セミナーI	堂野 主税
(秋～冬学期) ゲノム化学半期セミナーII	堂野 主税
(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、伊藤 幸裕
(秋～冬学期) 複合分子化学半期セミナーII	鈴木 孝禎、伊藤 幸裕
(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、金 展
(IPC) Semestral Seminar I (Physics)	大岩 顕
(IPC) Semestral Seminar II (Physics)	大岩 顕
(IPC) Semestral Seminar III (Physics)	大岩 顕
(IPC) Topical Seminar II 「Material Learning」	大岩 顕
(IPC) Seminar for Advanced Researches (For Students Enrolled Spring) (Physics)	大岩 顕
(IPC) Seminar for Advanced Researches (For Students Enrolled Spring) (Physics)	細貝 知直
(IPC) Semestral Seminar I (Physics)	細貝 知直
(IPC) Semestral Seminar II (Physics)	細貝 知直
(IPC) Semestral Seminar III (Physics)	細貝 知直
(IPC) Semestral Seminar IV (Physics)	細貝 知直
(SISC) Biological Science IV	和田 洋
(SISC) Seminar for Advanced Researches (For Students Enrolled Spring) (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、榎原 靖、中村 友哉、武 淑瓊
	情報科学ゼミナールA	榎原 靖
	知識工学	八木 康史、榎原 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
	特別研究A	田中 秀和、千葉 大地
	特別研究B	田中 秀和、千葉 大地
	国際性涵養演習	田中 秀和、千葉 大地
	基礎工学PBL (情報工学B)	中村 友哉
	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、南谷 英美
	情報技術者と社会	八木 康史、榎原 靖
	プログラミングA	武 淑瓊
	工学部	ゼミナール IV (応物)
卒業研究 (応物)		沼尾 正行、関谷 毅、須藤 孝一
解析力学		須藤 孝一
物性論 II		関谷 毅

	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
	特別講義 I	楊 金峰
	量子化学	吉田 陽一
	物理化学実験 (応用生物)	松田 知己、長部 謙二、服部 満
	エネルギー材料工学	山田 裕貴、片山 祐
薬学部	分子細胞生物学特論	西野 邦彦、山崎 聖司、西 毅、田口 厚志
	先端生命科学特論	永井 健治
	生物科学概論 1	西野 邦彦、西 毅、西野 美都子
	衛生薬学 1	西野 邦彦、山崎 聖司
	基礎実習 1	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 毅、西野 美都子、山崎 聖司
	卒業研究	西野 邦彦
理学部	化学特別研究	谷口 正輝、鈴木 孝禎
	化学文献調査	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
デザイン思考で未来社会を切り拓く～光るたんぱく質を利用する課題設定～	永井 健治、松田 知己、服部 満、長部 謙二
産業と科学～膜輸送体から生物における物質輸送を考える～	西野 邦彦、西 毅、西野 美都子、山崎 聖司、田口 厚志
産業と科学～無機機能性ナノマテリアルの基礎と応用～	関野 徹、後藤 知代、Cho Sunghun、Seo Yeongjun
自然に学び活用するものづくり)	古賀 大尚、能木 雅也、春日 貴章
リチウムイオン電池の基礎と未来技術	山田 裕貴、片山 祐、近藤 靖幸
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
生活にひそむ科学	吉田 陽一、楊 金峰、菅 晃一、神戸 正雄
最先端産業の基盤となる新規機能性材料	小山 知弘、金井 康、小野 堯生、千葉 大地
ナノテクノロジーの最前線	谷口 正輝、千葉 大地、田中 裕行
デジタル技術による生活の変化と社会課題について考える	関谷 毅、植村 隆文、荒木 徹平、鶴田 修一
半導体スピント量子科学	大岩 顕
電子顕微鏡によるナノ構造解析	吉田 秀人、神内 直人

・学際融合教育科目

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
産業科学特論	細貝 知直

・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、大岩 颯、服部 梓
化学基礎論A	金 展、松本 健俊
化学基礎論A	藤塚 守、田中 裕行、川井 清彦、小本 祐貴
化学基礎論B	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3 (知能と学習)	沼尾 正行
国際交流特別講義3 (産業科学特論)	関野 徹、細貝 知直、金 展、山田 裕貴、 櫻井 保志、松原 靖子、古澤 孝弘、能木 雅也、 駒谷 和範、沼尾 正行、鷲尾 隆、八木 康史、 千葉 大地、関谷 毅、大岩 颯、西野 邦彦、 黒田 俊一、永井 健治、藤塚 守、川井 清彦、 滝澤 忍、鈴木 孝禎、中谷 和彦、谷口 正輝

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	6	3	9
	化学	20	17	37
(小 計)		<b>26</b>	<b>20</b>	<b>46</b>
工 学	応用化学	20	13	33
	マテリアル生産科学	9	5	14
	電気電子情報工学	19	5	24
	環境エネルギー工学	1	2	3
	物理学	7	4	11
	生物工学	1	0	1
(小 計)		<b>57</b>	<b>29</b>	<b>86</b>
基礎工学	物性創成	10	3	13
(小 計)		<b>10</b>	<b>3</b>	<b>13</b>
薬 学	創成薬学	5	0	5
(小 計)		<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
情報科学	情報数理学	3	3	6
	情報システム工学	10	5	15
	コンピュータサイエンス	11	6	17
(小 計)		<b>24</b>	<b>14</b>	<b>38</b>
生命機能	生命機能	0	13	13
(小 計)	(5年一貫制)	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>13</b>
<b>合 計</b>		<b>122</b>	<b>79</b>	<b>201</b>



## 4. 国際交流

### 1) 活動状況

当研究所では、国際交流の推進が研究所の活動にとってひとつの重要な要因であるという認識にたつて、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4年度の協定締結機関は以下のとおりである。

（合計 35 機関：当研究所教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～
スイス	ジュネーブ大学（理学部）	2007. 8～
フランス	パリ南大学	2017. 5～
フランス	エコール・ポリテクニーク	2017. 1～
フランス	ボルドー大学	2012. 10～
フランス	フランス国立科学研究センター	2005. 5～
エジプト	アシュート大学（理学部）	2011. 1～
韓国	徳成女子大学（徳成革新新薬センター）	2019. 7～
韓国	鮮文大学校（工学部）	2015. 6～
韓国	漢陽大学校	2008. 12～
韓国	忠南大学校（自然科学大学）	2006. 11～
韓国	忠南大学校	2006. 9～
韓国	釜慶大学校（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（知能科学技術学院）	2022. 12～
中国	大連交通大学	2022. 11～
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～
フィリピン	フィリピン国立大学	2021. 12～
オランダ	アイントホーフエン工科大学（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 109 名で、内訳は、准教授 1 名、助教 8 名、特任教授（常勤）1 名、特任准教授（常勤）2 名、特任講師（常勤）1 名、特任助教（常勤）8 名、特任助教 2 名、特任研究員（常勤）10 名、特任研究員 9 名、非常勤職員 1 名、大学院博士後期課程 40 名、博士前期課程 21 名、研究生 5 名である。

国別は次のとおりである。

中国 (61)、韓国 (6)、インド (7)、ベトナム (1)、バングラデシュ (1)、タイ (4)、インドネシア (4)、エジプト (2)、フィリピン (2)、シリア (1)、台湾 (1)、マカオ (1)、ハンガリー (2)、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)、アゼルバイジャン (1)、アメリカ合衆国 (1)、エチオピア (1)、スリランカ (1)、ポルトガル (1)、ラトビア (1)、フランス (1)、北朝鮮 (1)

## 2) 国外との研究者往来

研究者の海外派遣は、合計 94 件であり、内訳は次のとおりである。

アメリカ (39)、カナダ (2)、ドイツ (9)、ベルギー (7)、イギリス (3)、オーストリア (4)、イタリア (3)、オランダ (2)、ポーランド (2)、スウェーデン (2)、スイス (1)、スペイン (1)、アラブ首長国連邦 (1)、韓国 (4)、オーストラリア (3)、シンガポール (3)、マレーシア (2)、台湾 (2)、バングラデシュ (2)、タイ (2)

国外から招へいた研究者は合計 3 名であり、内訳は次のとおりである。

イギリス (1)、中国 (1)、シンガポール (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、学術相談などを通じて個別分野毎に活発に展開されている。平成 10 年度からは研究所としての定期的な会合とアウトリーチの場である「産研テクノサロン」を開催し、講演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 4 年度は、引き続き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、会場と 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 4 回開催した。産研テクノサロンは、研究成果を広く詳しく知ってもらおうと同時に産研の研究者側も産業界の抱えている問題を知り、新たな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、活発に情報や意見の交換を行っている。だが、オンライン型を主体とした際の講演会等における産業界からの参加者との双方向性の確保が課題となっており、運営方法の改善を引き続き試行している（令和 5 年度からは新型コロナウイルス感染症の鎮静化や本学の会合に関するガイドライン変更を受け、対面型交流会の実施が予定されている）。

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 4 年度は新しく旧制度から新制度へと支援事業が変更となった「成長型中小企業等研究開発支援事業（Go-Tech 事業）」を主たるテーマとした支援メニュー紹介セミナーを開催した（令和 3 年度は「販路拡大」に関するハンズオン事業紹介をテーマとした）。この中小機構との連携事業は、令和 5 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 2022 をはじめとした各種の展示会に出展した。令和 4 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には制限が継続的に実施されることが多くあり、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効果的なハイブリッド開催方法や対面が戻りつつある中での展示会における面談空間の増設提案を早期の段階から提案するなどのウィズ／アフター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している。

### 【産研テクノサロン】

2022 年度	開催日	テーマ
第 1 回	令和 4 年 7 月 22 日	放射光利用に不可欠なビームライン基幹技術の最前線
第 2 回	令和 4 年 10 月 21 日	有機エレクトロニクス&フォトニクスの展開 ～ 新進気鋭の研究者たち ～
第 3 回	令和 4 年 12 月 19 日	AI/MI と有機化学・材料
第 4 回	令和 5 年 2 月 17 日	量子コンピューターの現在と未来

### 【中小機構との共同開催行事】

2022 年度	開催日	テーマ
第 1 回	令和 4 年 10 月 18 日	成長型中小企業等研究開発支援事業（Go-Tech 事業）と申請書の書き方を中心に

### 【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；令和 5 年 3 月末をもって事業終了）
- ・セルロースナノファイバー講習会（令和 4 年 5 月事業計画終了）

【新産業創造支援】

- プリンテッド・エレクトロニクス研究会（年4回程度）
- WBG実装コンソーシアム（年4回程度；令和5年3月末をもってF3Dコンソーシアムに合併）  
〔※令和5年度から「F3Dコンソーシアム WG1）WBG実装WG」としてF3Dコンソーシアムと合併〕
- フレキシブル3D実装コンソーシアム（F3D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）  
〔※令和5年度から構成WGを「WG1 WBG実装WG/WG2 先端半導体パッケージングWG」に再編〕
- みどり<適塾>（年2回程度；令和5年3月末をもって事業終了）

## 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、所内公募や戦略的人事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 年度より設置し、これまで合計 5 研究分野（令和 4 年度は新設 1 を含む 2 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おり、令和 4 年 4 月からは産研が再び拠点本部を担当し、物質・デバイス領域を中心としたコミュニティーへの貢献と共創を進めている。

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 4 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」を設置した。さらに令和 4 年度には産研で初となる寄附研究部門「シリコン製剤創製・物性学寄附研究部門」を新設すると共に、同年 10 月にはものづくりと先端 AI 科学とが融合した研究を進める「KOBELCO 未来協働研究所」を設置するなど、共創による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、総務・労務・国際、研究・産学、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

部科学大臣賞等を初めとする各種の受賞、特許出願等に反映されている。特に若手教員で「さきがけ」、「若手 A」などに採択される数が多く、文部科学大臣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（現研究院化生研）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 m<sup>2</sup>）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 m<sup>2</sup>）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 CRa」を設置し、様々な形での交流の場として活用されている。

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、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 250 名が 1 つ屋根の下で研究、勉学に励んでいる。特徴的なのは、理学、工学、基礎工学、薬学、生命機能、情報科学の 6 研究科・14 専攻に全ての研究室が協力講座として参画し、大学院生（一部の講座では学部生を含む）を受け入れていることである。広い学問領域に渡る研究をアンダーワンループで実践できることから、枠にとらわれない自由な発想・思考を養うと共に、研究現場における大学院教育を重視した人材育成が可能となっている。中でも産研独自の授業科目である学際融合科目「産業科学特論」を行い、実践的な産学連携研究などの講義を進めてきたほか、令和 4 年度からは国際教育講義科目として全研究室が講義を担当する“SANKEN Online Advanced Lectures –From Science to Industry-”をオンライン開講し国際教育の強化を図った。また、RA 制度等を活用した大学院生への実践研究活動への参画を行うほか、令和 4 年度からは給付型奨学金制度を設置し、大学院生全員への経済的支援を実現する体制と継続している。

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、継続的に実施することで全教員を

対象とした AI 教育を実現すると共に、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、全ての研究分野に渡った幅広くかつ専門性の高い教育を推進する。

#### 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、産研設立の準備母体として設置、運営されてきた外部団体である（一財）大阪大学産業科学研究協会とは、長年に渡り密接な協力関係のもと、様々な事業を共同で実施している。特に、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は重要な事業として取り組んでいるほか、令和 2 年度からは新たな枠組みでの産学協創を推進する取り組みも開始している。

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 5 年 3 月現在 23 社）を誘致してさらに実践的な産業会との共創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。

一方、産研の先駆的研究活動の広報（プレスリリース等を含む）・アウトリーチ活動のために広報室が様々な活動を行っている。中でも社会との共創強化や、国際的なプレゼンス向上のための海外向け広報の強化、更には動画コンテンツ等の積極的な活用などの戦略的な広報活動を展開するために、令和 4 年度より広報室の人的・設備的な拡充を行っている。

#### 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半導体デバイス研究開発機関である imec と包括的な共同研究契約を締結し、様々な枠組みでの共同研究を推進している。令和 4 年度には世界的な新型コロナウイルス感染症パンデミックがようやく落ち着いたことから、3 年ぶりに渡航による人的交流や対面での国際シンポジウムを開催するなど、積極的かつ継続的な共同研究や研究者の交流を行っている。

産研では例年 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いるほか、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。時代の最先端研究テーマを設定した産研主催の国際会議は毎年開催しており、コロナパンデミックによる渡航制限が続いた中もオンライン形式で実施するなど、多様な形で国際活動を継続している。

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、産研のグローバルスタンダードを目指す。

研究活動の拡大、特に産学共創の拡大に合わせた体制構築（戦略室設置）や人材登用（部局独自の URA 教員）を積極的に進めており、産学連携研究の拡大や外部資金獲得へと繋がっている一方、産学連携活動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おり、産研においても産研協働推進チームを令和2年度に発足し、産研女性サミットの開催や交流の実施を行うほか、令和3年度より女性研究者支援制度（活動経費支援）を実施するなど、体制および財政的な面からも積極的に D&I 活動を展開している。令和4年には産研初となる女性教授が着任するなど、女性研究者比率は増加傾向にある。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充分とは言えず、女性研究者の増加および育成が継続的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)

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4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、スピントロニクス、半導体物理、有機材料・生体分子などをベースとして、ナノメートルレベルの構造・新材料の創製・評価に関する研究を行い、量子機能を利用した高性能素子や新しいセンサ・メモリ素子の実現を目指している。

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

## 成果

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

## 量子システム創成研究分野

教授	大岩 颯
准教授	藤田 高史 (令和4年10月1日昇任)
特任研究員	Xiao-Fei Liu (令和5年1月15日退職)、Gabriel Gulak Maia (令和4年10月1日採用)
招へい准教授	長谷川 繁彦、木山 治樹 (令和4年6月1日採用)
大学院生	松本 雄太、福田 源希、林 望、Rendong Hu (令和4年11月1日入学)、 神田 哲汰、森本 達也、都築 龍生、湯田 秀明、春名 一眞、土屋 政人、 松岡 雄大、Leul Getachew Demile (令和4年4月1日入学)、 James Daniel Bauer (令和4年10月1日入学)
学部学生	植村 壮登
特任事務職員	渡邊 明子 (令和4年4月1日採用)

### 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

#### ・半導体スピン量子ビットの高忠実度操作

量子ドットデバイスでの単一電子スピン量子ビット操作は、電子を振動させることによって微細磁石による傾斜磁場やスピン起動相互作用の有効磁場を印加することで行われる。誤り耐性量子コンピュータを実現するには100万以上の量子ビットの全てで操作忠実度99%以上を達成する必要がある、操作速度が量子的な情報が失われる時間(コヒーレンス時間)より十分高速であることが求められる。私たちは、すべての同位体が核スピンを持ち99%以上の操作忠実度が達成されていないGaAsデバイスにおいて、多重量子ドット中のトンネル結合、エネルギーの離調を最適化することで高速かつ高忠実度な1スピン量子ビット操作を実現した(図1)。最大の操作速度としては271MHzを達成し、非常に強いスピン軌道相互作用による超高速操作が近年実証されたGeナノワイヤー系での値に匹敵する。また1量子ビットの操作忠実度としては99.72%の $\pi/2$ ゲート忠実度を8.1nsの $\pi$ 回転速度で達成した。これは99%以上の操作忠実度を達成したSi<sub>3</sub>Ge系での値と比べて最も速く、全体の量子アルゴリズムの実行速度を向上させることが期待できる。本研究での忠実度最適化は集積化した多重量子ドット配列内のパラメータ制御、ソフトウェア制御で完結することから新たな要素をデバイスに組み込む必要がなく、微細磁石によって操作するSiやスピン軌道相互作用を用いるGe量子ドットデバイスへ適応が可能ことから、将来の高忠実度な大規模量子ビット操作の重要な構成要素になることが期待される。

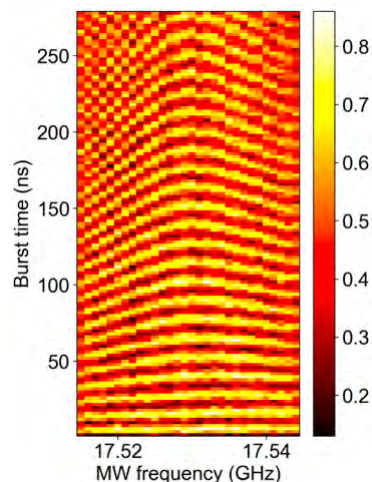


図1. 多重量子ドットトンネルによる高速高忠実度なラビ振動。

・GaAs/AlGaAs 量子井戸構造における面内 p-i-n 接合の磁気輸送特性

半導体スピン量子ビットは量子コンピュータの素子としてだけでなく、光学遷移の選択則を応用して光子偏光-スピン間の量子状態変換を実現する量子インターフェースとしても期待されている。これまで直接遷移である GaAs/AlGaAs 量子井戸構造中に形成した横型量子ドットにおいて単一光子偏光から単一電子スピンへの量子状態変換が実証されてきた。しかしスピンから光子偏光への逆変換はまだ実証されておらず、面内 p-i-n 接合を用いた単一光子の発光の実証までにとどまっている。

本研究では量子ホールエッジ状態を介した偏光発光の可能性を探るためアンドープ GaAs/AlGaAs 量子井戸構造の磁気輸送特性について評価した。作製・評価したデバイスには面内 p-i-n 接合を有するホールバーであり、電子と正孔は 5  $\mu\text{m}$  の i 領域をはさんで量子井戸層にそれぞれ誘起される。p-i-n 接合には各オーミック電極へ順バイアス電圧を印加することで順電流が流れ、再結合による発光が確認されている。図 2 は面直磁場印加下で順電流を流している際に観測された p-i-n 接合間の縦抵抗である。この縦抵抗はトップゲート電圧の掃引に対して量子化値でステップ状に変化しており、p-i-n 接合間での伝導にエッジ状態が寄与していると解釈できる。エッジ状態を介することでスピン偏極した電子と正孔の再結合によって偏光発光している可能性があり、スピンから光子偏光への逆変換や p-i-n 接合間でのエッジ状態のふるまいの理解について進展が得られた。

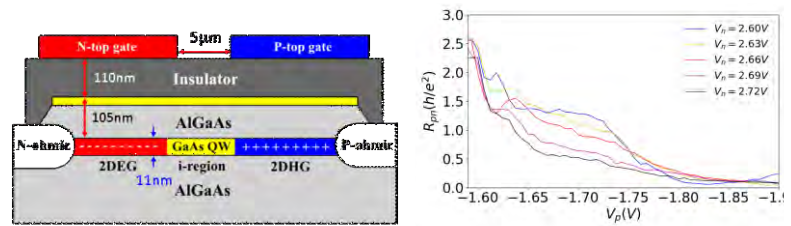


図 2. p-i-n 接合間の量子化縦抵抗(0.3 K, 面直磁場 7 T)。

・雑音耐性のある断熱量子状態操作に対する高速化ショートカットの実証

量子情報の操作に関して、スピン量子ビットのコヒーレントな操作のために、精確に区切られた高周波パルスが必要とされており、高精度な量子ビット操作が実現されながらも雑音耐性に欠けている。一方で、断熱操作と呼ばれる、瞬間的な基底状態を保持することで雑音耐性を持たせることが可能な状態操作では、コヒーレンス時間に対してゆっくりとした操作が必要であるため、量子計算への導入には不向きとされていた。

本研究では、断熱性を保った量子状態操作に存在する理論的なショートカットを、スピン反転操作の中で実験的に実証した。

検証に用いた物理系は、電子スピン二準位系に、共鳴周波数付近の高周波を印加した系である。通常断熱操作の場合、スピンを反転させるために周波数離調をゆっくりと一定に変化させる。ショートカットを利用するためには、非断熱的な作用を打ち消す相互作用項を加えることになるが、これには、あらかじめ計算された高周波の振幅や位相変調を追加した高周波を適用する。実際の単一電子スピン量子ビットにこの変調信号を印加したところ、反転時間の短い高速な操作領域でも、反転精度を保っている結果が得られた (図 3)。

今後、雑音耐性のある断熱操作を量子計算の一部として組み込む可能性を示唆する結果である。

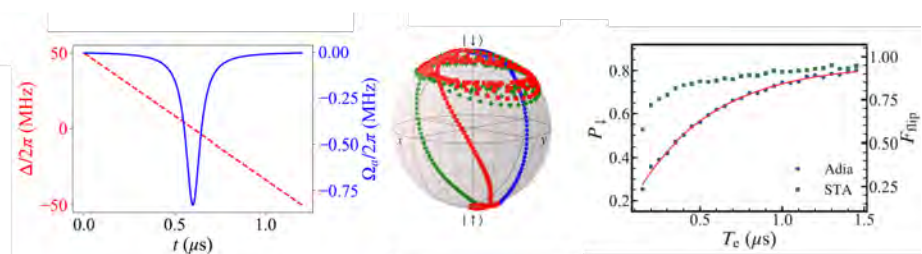


図 3. ショートカット用変調信号、理論計算、スピン反転の断熱操作 (Adia) に関する高速化 (STA) を単一電子スピンに適用した実験データ。

## 界面量子科学研究分野

教授	千葉 大地
准教授	小山 知弘
助教	金井 康、小野 堯生
特任研究員	今井 亜希子 (令和4年4月1日採用)
特任技術職員	加藤 文男、富田 哲夫 (令和4年4月1日採用)
技術補佐員	山下 勝、甘中 美穂 (令和4年11月30日退職)、北原 良樹
派遣職員	井上 恭子
大学院学生	源田 瞭、斉藤 健太、森田 利明、五喜田 孟彬、米田 滉史、董 博瀚
学部学生	鎌田 隼、河合 大夢
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やカイラル・スピントロニクスの開拓に力を入れており、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研究を行った。

### b) 成果

#### ・ナノ磁性変調構造における人工カイラルスピン構造の創成【論文8】

スピントロニクスを利用した情報処理デバイスは、原理的に高速・低消費電力動作が可能であると期待されており、大きな注目を集めている。最近になってスピンの方向と空間変化を結びつける「カイラリティ」という特性により発現するカイラル磁壁やスキルミオンといった特殊なスピン構造が発見されており、我々はそれらを応用したデバイスの実現に向け、物性評価を中心とした研究を行っている。

本年度は、スピンの向きやすい方向を決める磁気異方性という性質をナノスケールで空間変調させることにより、カイラルスピン構造を人工的に作製できることを実証した[図1]。白金とコバルトからなる積層薄膜において、磁性体表面のみを低エネルギーイオン照射によりエッチングすることで、磁気異方性の面内⇄面直スイッチングに成功した。この技術を利用して、単一の磁性体中に面内スピンと面直スピンを共存させた人工構造を作製しスピン方向を調べたところ、それぞれのスピン方向がカップルし特定方向に向きやすくなることがわかった。より詳細な調査により、スピンカッ

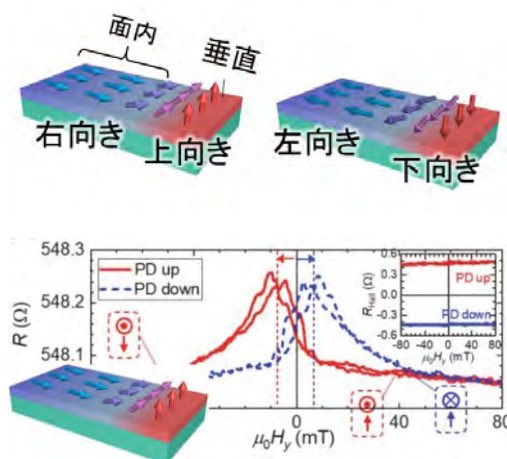


図1: (上) 人工カイラルスピン構造の概念図。面内スピンと面直スピンの向きが互いに一意に決まる。(下) 異方性変調構造における磁気抵抗測定結果の一例。磁気抵抗曲線のシフトは面内スピン方向が特定方向に向きやすい性質を持っていることを示している。



プリングの起源がカイラリティの起源であるジャロシンスキー・守谷相互作用であることが明らかになった。本結果は、カイラリティの人工制御という新しい原理に基づく情報処理デバイスの実現に繋がる。

### ・グラフェンの溶存ガスへの応答の計測とモデル化に関する研究

グラフェンバイオセンサーにおいては、グラフェンの表面、即ち固液界面に露出した2次元電子ガスが、測定対象に対する極めて高い感度をもたらしている。一方でこの素子構造は、測定対象以外の要因による擾乱に脆弱であるという課題を抱えている。

我々はグラフェンバイオセンサーの社会実装に向けて、測定の実定化の観点から、一昨年度の機械学習によるグラフェンの状態評価、昨年度の電気特性ドリフトの抑制など、一連の研究を進めてきている。今年度は、グラフェン表面に到達する分子種を制御することによって擾乱を抑制し、デバイスの状態・特性を安定化して、溶液中の反応とグラフェンの応答をモデル化した。

グラフェンバイオセンサーの表面をガス透過性の膜で被覆することで、溶液中のイオンやたんぱく質の影響を排除した。このセンサーにアンモニア水溶液を導入すると、液中のプロトンやアンモニウムイオンではなくアンモニア分子の吸着による応答が計測できた[図 2(a)]。この応答はLangmuirの吸着等温式とアンモニアの解離平衡によって記述されるモデル[図 2(b)]でよく説明でき、グラフェン表面での反応の速度論的パラメータを導出できた。さらに、センサー上での酵素反応によるアンモニア産生の実時間計測にも成功した。

グラフェンの優れた特性を活かしたバイオセンサーの研究は近年盛んにおこなわれているものの、応答を引き出すことが優先され、応答の背後にある現象やメカニズムの検討、それらの裏付け、ひいては計測の再現性が、ともすればおざなりになっているように見受けられる。本研究は、それらに対して、モデルに基づいた安定したグラフェンバイオセンサーの設計・計測・評価により、センサーの社会実装の基盤を固めるものである。

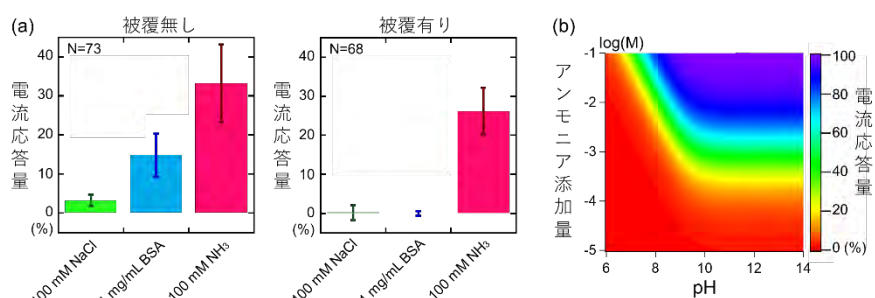


図 2 : (a)グラフェンバイオセンサーの被覆による物質導入に対する応答の変化。NaCl やたんぱく質(BSA)による応答は抑制された一方、アンモニアに対する応答は維持された。(b)測定系の pH とアンモニア添加量に対するグラフェンセンサー応答量のモデル計算。



## 先進電子デバイス研究分野

教授	関谷 毅
特任教授	民谷 栄一
准教授	須藤 孝一
特任准教授(常勤)	植村 隆文
助教	荒木 徹平 (令和4年6月30日退職)、鶴田 修一 (令和4年4月1日採用)
特任助教(常勤)	野田 祐樹 (令和4年4月1日採用)
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、大田 裕 (令和4年4月1日採用)
特任研究員	Gueriba Jessiel Siaron (令和4年6月16日採用、同年12月31日退職)
特任事務職員	田辺 めぐみ
連携研究員	難波 直子、笠井 夕子
大学院学生	田口 剛輝、高根 慧至、川端 玲、西村 和也、坂東 勇希、原 友輝、住野 稜太、松田尚也、鬮橋朋輝、大島元太
学部学生	碓本 修佑、吉村 考純
研究生	アリタ・エルテ (令和4年10月1日受入)
技術補佐員	井上 由美、栗平 直子、サトブルック 純子、木村 真紀子 (令和5年3月31日退職)、尾関 浩明、村上 ゆい (令和4年5月31日退職)、三宅 千絵 (令和4年6月16日採用、同年6月30日退職)、豊嶋 尚美 (令和4年7月1日採用)、岩岸 奈央子 (令和4年7月1日採用)、青木 誠司 (令和4年8月1日採用)、鹿嶋 幸朗 (令和4年8月1日採用)、塩見 智則 (令和4年8月1日採用)、俣野 珠子 (令和4年10月16日採用)
事務補佐員	山田 由佳梨 (令和4年9月30日退職)、安達 奈奈 (令和4年5月1日採用、同年9月30日退職)
派遣職員	井波 敬、廣瀬 由美 (令和4年7月1日～同年11月30日)、酒井 枝里 (令和4年10月1日～同年10月31日)、石井 佳奈子 (令和4年11月24日～)、千羽 一也 (令和5年1月16日～)

### 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、「優れた電氣的・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、ビッグデータの解析技術などに関する取り組みを行っている。これにより、実空間リアルタイムセンシングおよび解析・分析技術の構築が可能となる。これまで、ウェアラブル生体センサ、生体埋込センサ、構造物ヘルスケアセンサ、農業用ITセンサなどを構築した。つまり、ソフト材料である有機物を用いた電子デバイスや機能性材料が、情報通信技術などアプリケーションまでの新しい科学を創出するとともに社会実証されている。

## b) 成果

### ・柔軟で伸縮性のある材料からなるシート型脳波システムの開発

フレキシブル・ストレッチャブルエレクトロニクス技術を用いてシート型無線脳波センサシステムを柔軟性の高い基板上に作製することに成功した。この脳波センサシステムは生体適合性と伸縮性を兼ね備えた電極上に作製した生体適合性のあるゲルにより額に貼り付けることができ、1 マイクロボルト以下の生体電位を計測することができる。センサは大きさ  $3\text{ cm} \times 9\text{ cm} \times 6\text{ mm}$ 、重さ  $12\text{ g}$  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。

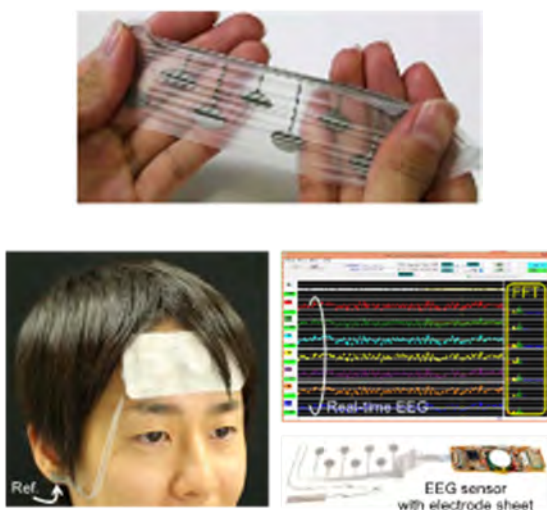


Fig. 1. 伸縮性電極、装着感のない脳波計を額に装着した様子、波形表示ソフトおよび柔軟電極と脳波計のシステム

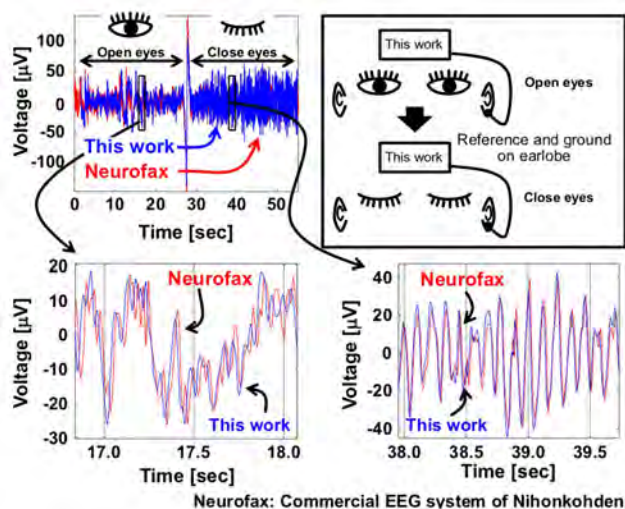


Fig. 2. 市販脳波計と開発した脳波計の計測値比較

### ・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、p 型の有機トランジスタと、n 型の有機トランジスタ、それぞれのしきい値を制御することが可能であり、同一基板上的相補型電子回路の電気特性を自在に変化させることが可能である。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、米国の国際学術誌「ACS Applied Electronic Materials」に掲載された。

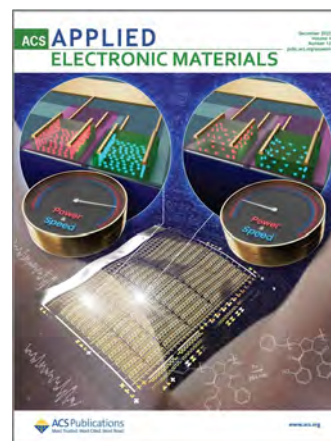


Fig. 3. 2022 年 12 月号・表紙掲載

## 複合知能メディア研究分野

教授	八木 康史
教授 (兼任)	榎原 靖
准教授	中村 友哉
助教	武 淑瓊
特任准教授 (常勤)	青木 工太
特任助教 (常勤)	徐 遲 (令和4年7月1日採用)、李 想 (令和4年7月1日採用)
特任研究員 (常勤)	丹羽 真隆 (令和5年3月31日退職)、廖 若辰、 徐 遲 (~令和4年6月30日)、李 想 (~令和4年6月30日)
大学院学生	吉川 丞、Akos Godo、Yiyi Zhang、Margaret Dy Manalo、 Alsharfawi Aljazeera Mohamad Ammar Ayman、Jose Reinaldo Cunha Santos A. V. Silva Neto、 梅山 倫華、江原 広晃、辻 翔吾、槌道 慎也、楠永 遼一、沖村 達平、 加藤 伶菜、河内 穂高、中川 博貴、野口 智矢、渡邊 早紀
学部学生	佐古田 峻輔、田中 瀬里奈、中村 朱里、安田 未来、曾根 和孟、
研究生	張 潤時 (令和4年12月1日~令和5年3月31日)
事務補佐員	湯浅 信栄 (令和4年9月30日退職)、金城 恵、行俊 奈津子、 熊谷 十朱 (令和4年9月16日採用)
技術補佐員	弾 光恵、西村 順子 (令和4年8月15日退職)、 清見 弘美 (令和4年8月15日退職)、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、比嘉 馨、英 双葉、安藤 直美、橋本 尚子、 松本 佳子、井上 ともみ、一階 王子、宮本 圭子、今村 和恵、参上 千香、 前田 かおり、佐々木 康代、橘谷 聡子、金森 貴久美、佐々木 美峰

### 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捜査・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

#### ・線結晶構造解析における電子密度マップからのアミノ酸残基の検出と分類

線結晶構造解析において、電子密度マップの解像度によってタンパク質構造のモデル化が困難になる場合がある。また、既存のツールキットを使ったモデル化に数時間から数日かかることもある。そこで、本研究では、タンパク質の残基配列情報に頼ることなく、電子密度マップから各アミノ酸残基の位置と種類を同時に同定することが可能な、深層ニューラルネットワークに基づく手法を提案した (図1)。本手法は既存手法に対して約

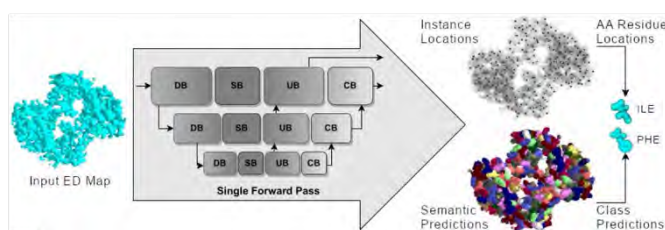


図1 アミノ酸残基の検出と分類を行う深層学習モデル



24%の精度向上を達成し、また、モデル化にかかる時間を大幅に短縮した。

### ・OUMVLP-Mesh: 大規模3次元歩行者メッシュデータベース

近年の深層学習の発展に伴い、観測方向変化や荷物所持状況変化に頑健な人体モデルに基づく歩容認証（歩き方の個性に基づく個人認証手法）が注目を集めている。本研究では、従来の姿勢に関するデータベースを発展させ、標準的な人体メッシュモデルである **Skinned Multi-Person Linear (SMPL)** モデルの体型パラメータを併せ持つ大規模データベースを構築した。その実現のため、非同期多視点映像に対する人体モデルの一貫性を考慮するための同期処理を含めた深層学習モデルについても構築した。結果として、10,000名を超える老若男女に対する3次元歩行者メッシュデータベースを構築し（図2）、非同期多視点映像の統合により、関節点の位置推定精度が向上することを確認した。



図2 OUMVLP-Meshに含まれるサンプルメッシュデータ

### ・隠蔽を考慮した人体メッシュモデルによる歩容認証

防犯カメラで対象人物を撮影する場合、人物が障害物やカメラ視野の制限により部分隠蔽される（即ち、部分的な身体の一部しか観測されない）ことがあり、それが原因で実際の歩容認証の精度が低下することに繋がる。本研究では、部分隠蔽された歩行映像に対して直接適用可能な人体メッシュモデルを用いた歩容認証手法を提案した。具体的には、隠蔽されていない部分的な観測の歩行画像列に対して、事前の正規化や人体の位置合わせなしに、**SMPL** モデルを当てはめ、抽出された姿勢や体型パラメータを用いて認証する（図3）。実験では、世界最大規模の歩行映像データベースである **OU-MVLP** からシミュレーションによって生成した部分隠蔽画像を用いて学習や評価を行った。結果として、提案手法により、従来の最新手法と比較して、個人識別シナリオにおける1位認証率について約15%の精度改善を、本人認証シナリオにおける等価誤り率について約2%の精度改善を達成した。

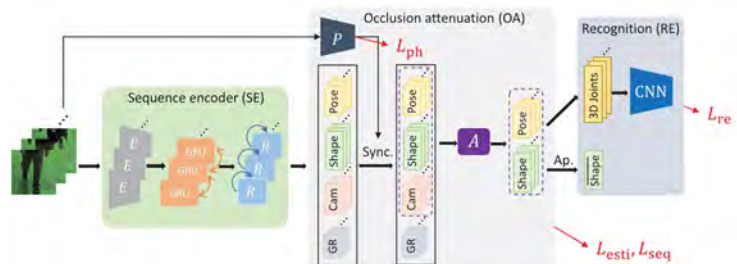


図3 隠蔽を考慮した人体メッシュモデルによる歩容認証モデル。

### ・大域的コンテキストによる自然画像マッピング

画像マッピングは、半透明性をもつ前景物体と背景からなる画像に対して、前景物体の不透明率であるアルファ値を推定する問題であり、画像編集や画像認識のための重要な前処理である。本研究では、画像の大域的なコンテキストを捉えられるような効率的な前景・背景のサンプリング手法を含めたモデルを開発した（図4）。実験では、**Composition 1k** データセットや **alpha matting** ベンチマークなどの公開データベースに対して、既存手法よりも高精度にアルファ値を推定できることを確認した。

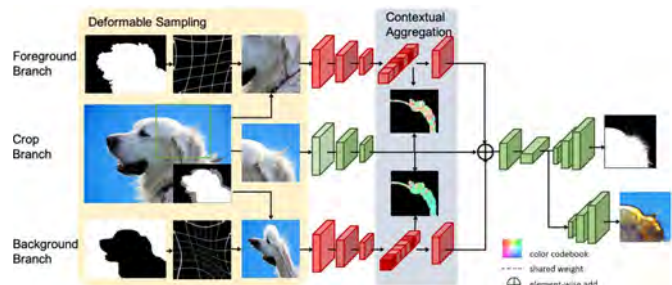


図4 大域的コンテキストを用いた自然画像マッピングの枠組み

## 知能推論研究分野

教授	鷺尾 隆
准教授	原 聡
助教	Matthew James Holland
博士研究員	石川 一宣、新家 英太郎、鷹合 孝之、吉田 剛
大学院学生	寺下 直行、伴野 太一、加藤 成充、中井 滉基、東野 航大、山川 将輝、 菅野 颯真、松浦 満、横大路 宗征、
学部学生	東 大介、田辺 一葵、宗近 康平
事務補佐員	岡田 拓子（令和4年4月1日採用）
技術補佐員	藤原 綾子

### a) 概要

人間はデータを眺め、様々な思考や簡単な統計計算を含む推論を行って、データから知識を読み取ることができる。しかし、現代社会では、コンピュータネットワークやIoTネットワークセンシング技術の発達によって、膨大なデータを一度に入手する機会が増えている。また、それらデータの中身も単純な形式ではなく、時系列やグラフ、自然文など、複雑な内容になってきている。このようないわゆるビッグデータを人間の能力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、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、弱教師有学習、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、触媒による化学反応を最適化する条件を計測データから効率的に推定する手法、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コロナウイルス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。

#### ・弱教師有学習

学習用データにおいて事例の特徴量や目的量、それらの対応関係に関する情報が不完全な場合に、事例の特徴量からその目的量を推定するモデルを得る機械学習問題を一般に弱教師有学習という。本研究では、弱教師有学習の中でも、学習データにおいて特徴量データと目的量データが別々に与えられており各事例の特徴量と目的量の対応関係が不明である場合に、何等かの補助情報を用いて各事例の特徴量からその目的量を推定する回帰モデルを得る非結合回帰問題に取り組んでいる。特にここでは、補助情報として一部の事例間

において目的量の大小関係に関するデータが与えられている場合に回帰モデルを得る機械学習手法の開発を行った。その結果、従来手法に比べて幅広いデータについて高精度な回帰モデルを学習可能な原理とアルゴリズムを開発した。

・機械学習アルゴリズムの安定化

機械学習の目的は訓練データから適切にモデルを学習することである。このためには学習アルゴリズムは訓練データの変化に適応して異なるモデルを返す必要がある。しかし、他方で訓練データ1点の摂動（例えば1点の削除）に対して学習アルゴリズムがあまりにも敏感であることは好ましくない。例えば、元の訓練データで学習されたモデルと、データ1点の削除後に学習されたモデルとでその振る舞いが大きく異なる場合には、学習されたモデルが適切に学習されたものであるかに疑問が生じる。このような問題に対応するためには、データ1点の摂動に頑健な学習アルゴリズムを構築する必要がある。そこで、本研究では機械学習モデルの代表例の一つである決定木を対象に、その学習アルゴリズムの安定化に取り組んだ。具体的には、既存の決定木の学習アルゴリズムの内部に指数メカニズムを採用する方法を提案した。そして、この指数メカニズムの導入により、実際に学習アルゴリズムがデータ1点の削除に対して頑健となることを理論的・実験的に示した。

・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」という考え方が中心的だったが、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。特に損失分布の位置とばたつきを同時に統制するような学習法に着目し、設計の仕方と性能保証の関係を理論的に究明するとともに、損失関数と汎化指標の関係を明らかにするための実験的評価方法の開発と、損失リスケージングの自動化とロバスト化の接点をめぐる考察を中心として知見を堅実に積み上げている。昨年度に引き続き、既存のフレームワークと円滑に併用できるソフトウェアも合わせて作成し、幅広い応用分野への普及にも注力している。

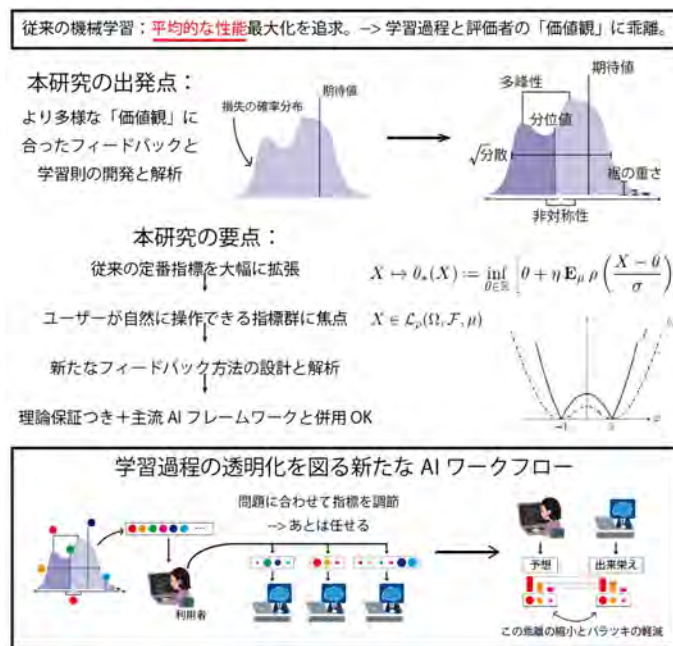


図 機械学習手法の学習時に使う新たな評価指標と最適化法の新規開発と解析

## 知識科学研究分野

教授	駒谷 和範
准教授	武田 龍
助教	羅 兆傑 (令和4年4月1日採用)
大学院学生	二瀬 颯斗、市村 匡輝、生嶋 竜実、久保 祐喜、宗像 北斗、谷口 琉聖、 時末 卓幹、柳元 涼
学部学生	大塩 幹、久保 裕之輔、近辻 脩壺、脇 一晟、今村 響己
留学生	Stefan Christiansson
事務補佐員	松下 美佐

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・機械学習技術を応用した音声対話ロボット技術の開発

音声対話を行うロボットの基本的な機能として、音声の検出・方向推定（音源定位）、雑音抑圧（音源分離）、音声認識が挙げられる（図1）。本研究ではこれら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、Deep neural network (DNN) に基づく音源分離モデルの教師なし学習に取り組んだ。このアプローチでは、まず複数の音源信号からなる観測信号をブラインド音源分離手法で個々の信号（分離信号）へ分ける。次に、分離信号と観測信号のペアを教師データと入力データとして用いて、DNN 分離モデルを教師あり学習する。この手続きでは、分離が不十分な信号も教師データとして利用するため、DNN 分離モデルの学習に失敗する。本研究では、観測信号に含まれる音源の位置と分離信号の質の関係に着目し、学習に用いる質のよい分離信号を音源の位置関係に基づいて選別することでこの問題へ対応した。本成果は、音声に関する国際会議 Interspeech 2022 で発表した。



図1 ロボットとの音声対話

雑音抑圧（音源分離）技術を応用し、雑音環境下での音声認識技術にも取り組んだ。通常、雑音抑圧した音声に含まれる歪みと音声認識側のモデルミスマッチがある。音声信号の信頼度モデルを用いて歪みの影響を平滑化する Missing Data 音声認識 (MD-ASR) 技術はこの問題へ対応できるが、その信頼度モデルの設計が鍵となる。本研究では、近年の End-to-end 音声認識に適用可能な発話単位の信頼度モデルを提案した。本モデルは低次元の潜在空間を仮定しているため、通常は高次元となる発話単位での平滑化を現実的な時間内で行える。本成果は、音声に関する国際会議 Interspeech 2022 で発表した。



・対話を通じた知識獲得

対話を通じた新たな知識の獲得は、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。本年度は、ドメイン知識ベースの拡充、および、音声対話を介した新たな語彙（未知語）の認識研究を進めた。

特定ドメインに関する知識グラフは、知識ベースとしての利用のほか、知識の項目（エンティティ）や関係の推論も可能にする。しかし、一般的な知識グラフは特定ドメインに関する項目欠損が多く、別のデータベースを用いた知識の拡充が必要である。このとき、知識グラフと別データベースの間でのエンティティ同定が必要となる。本研究では、エンティティやその関係を自然言語で記述し、それを事前学習言語モデルへ入力することで得られる埋め込み表現を用いて同定する。埋め込み表現は単語が登場する文脈や意味を考慮して学習されているため、エンティティ名の文字列マッチングよりも高精度な判定が可能である。データ拡充前後の知識グラフを用いて知識の推論精度を評価し、埋め込み表現や項目関係を活用することの有効性を確認した。

音声対話中の未知語認識は、システム自身が単語や知識を学習するために不可欠な機能である。一般的な未知語認識では文字のつながり情報を用いて単語境界を推定するため、未知語に関する分割誤りが多い。

たとえユーザに認識誤り箇所を聞き直しても、その返答を正しく認識できるとは限らない。本研究では、ユーザの応答パターンを有限状態トランスデューサ（FST）としてモデル化する（図2）。未知語部分に任意の表現を許容した文法（構文）に近いモデルであり、文字列の影響を受けにくい単語分割が可能となる。一般的な未知語認識と併用する枠組みを提案し、理想的な場合における本枠組みの有効性を確認した。

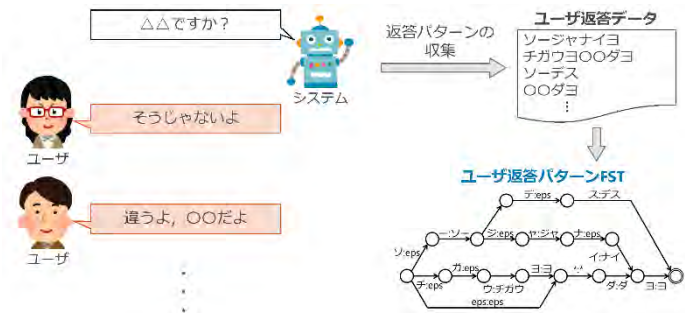


図2 ユーザの応答パターンとFSTによるモデル化

また対話を通じた知識獲得における暗黙の確認やそれがユーザに与える印象について、国際ジャーナル Dialogue and Discourse に投稿していた論文が採録に至った。

・マルチモーダル対話システム

ユーザの内面状態に応じて応答する対話システムの実現には、ユーザ発話の言語的内容だけでなく、ユーザの声の韻律や顔画像など様々なふるまいも捉える必要がある。このような多様なモダリティを使って、ユーザの感情や心象（どれくらい対話を楽しんでいるか）を推定しその結果を用いた対話システムの研究を進めている。

本年度は、過去数年にわたり収録してきたマルチモーダル対話コーパス Harumi を、オンライン収録版も含め 7 月に全て公開した。またこのコーパスを用いて、本人と複数の

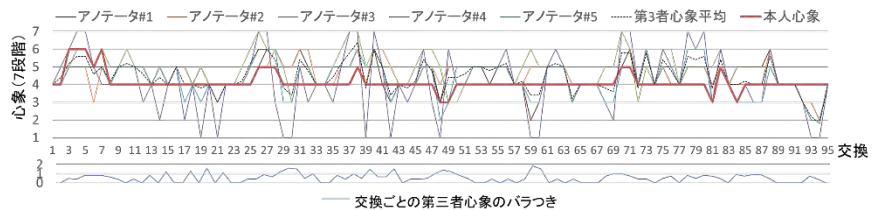


図3 対話の各交換に対する複数のアノテータによる付与結果

第三者アノテータによる心象付与結果の間の分析も実施した（図3）。また Dialogue Robot Competition 2022 にも参加した。予選を通過して国際会議 IROS2022 併設の本選への出場を果たし、Outstanding performance award（3位）を得た。これに出場したシステムでは、一部心象の推定結果を対話に使用した。

感情推定に関する研究にも取り組んだ。感情を表現するモデルとして、怒りや悲しみ、喜びなどのいくつかのラベルで表すものと、感情価（valence）と覚醒度（arousal）の2次元平面で表すものがある。このそれぞれの表現で付与された感情の間の関係を学習することで、それぞれのモデルでの推定精度を向上させる手法を開発し、その性能向上を示した。



## 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 聡、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	Taweesak Emsawas、Nat Pavasant、Pongpisit Thanasutives、陳 悦、 諏訪辺 拓、玉井 慎太郎
事務補佐員	森川 有美子 (令和4年8月15日退職)、阿部 真美恵 (令和4年5月31日退職)、 春日 麻美 (令和4年4月16日採用)、名和 香莉 (令和4年5月1日採用)
派遣職員	吉村 真野 (令和4年9月1日採用)

### a) 概要

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

#### 【研究課題】

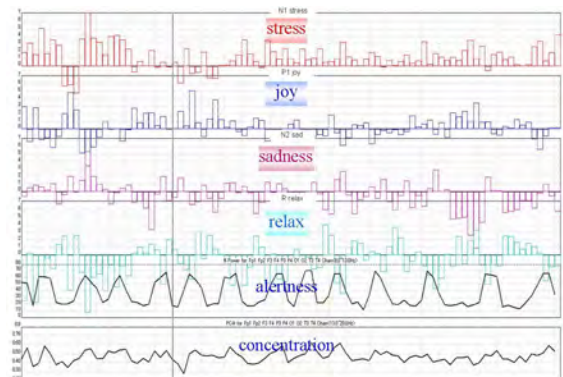
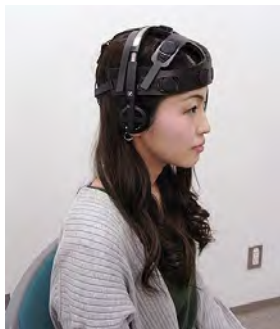
1. 構成的適応インタフェース
2. 事象系列データからの知識発見
3. 知的ユビキタスセンサーネットワーク

### b) 成果

#### ・構成的適応インタフェース

基本的な研究テーマとして、学習機能を持ったコンピュータの開発を進めており、高効率化のためのアルゴリズム、学習のための背景知識の獲得、ITS (Intelligent Tutoring System) への応用など、数々の新技術を開発し、情報環境の整備を支援してきている。これらは、適応ユーザインタフェースの技術として定着しつつある。これまでの適応ユーザインタフェースは、あらかじめ用意されている反応の中から過去のユーザの振る舞いに適応して、適切な反応を選択するものであった。

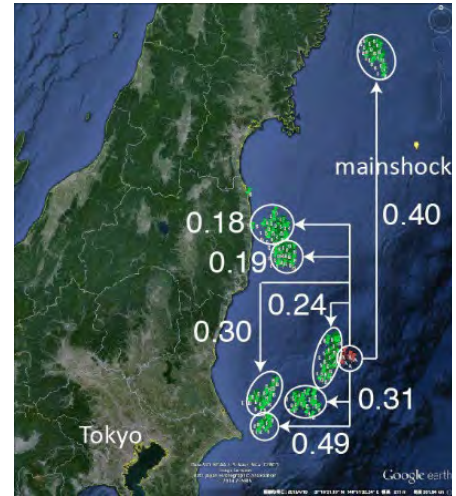
これだけでも現在の複雑で扱いにくいユーザインタフェース、たとえばナビゲーションシステムなどを相当に改良できる。しかし、人間の知性や創造性を刺激するには、不十分である。そこで適切な反応を選択するだけでなく、新たなコンテンツを構成する手法の研究を行っている。その技術を背景として、極めてユニークな研究



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。

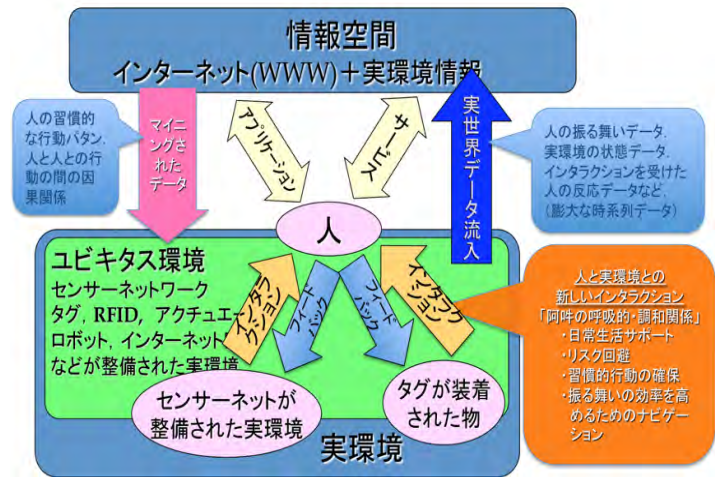
・事象系列データからの知識発見

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、実空間からの情報までもが大量に流れ込もうとしている。そうすると、もはや「検索的手法」ではすべての情報を網羅することは困難なものとなり（現状でも既にその状況にある）、これからは「発見的手法」が望まれる。これまでも情報発見手法としてデータマイニング研究など精力的な研究がなされて来ているものの、「情報空間+実空間」という、巨大で複雑かつ動的な世界からの有用な情報抽出技術に対して、これまでの技術がそのまま適用できると断言することは出来ない。



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

このように、これからのユビキタス社会では単に情報空間や実空間からデータを抽出するだけでなく、得られた有用な情報を能動的に人に対して環境側からインタラクションを起こすためのフレームワークを創出することも有用であり、具体的には、(1) 環境へのヒトの行動を知覚するセンシング能力の付加、(2) センサーデータマイニングによるヒトの習慣的行動パターンの抽出、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展開する。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。環境と調和した社会の実現に貢献する新機能材料の創出を志向し、自然材料、半導体材料、電子デバイス実装、セラミックス等の諸領域と連携研究を推進している。本研究部門は、産業科学ナノテクノロジーセンター、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っている。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んでいる。

### 成果

- ・3D構造と電気特性を制御可能なナノペーパー半導体の創出
- ・セルロースナノファイバーの電気泳動的配向・高次構造制御技術
- ・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と反応メカニズムの解明
- ・官能基修飾による可視光応答化ナノ構造チタネートのエコプロセス創製と構造および光化学機能
- ・セルロースとの相互作用が駆動するゾルゲル法によるナノ構造ZrO<sub>2</sub>の創製と構造解析および機能付与
- ・低温緻密化プロセスを用いた透明ハイドロキシアパタイト構造体の作製
- ・リチウム金属負極の充放電効率支配因子の特定
- ・リチウムをメディエータとする電気化学的常温アンモニア合成法の確立
- ・放射光の波長可変性および偏光可変性を利用したSnS結晶における電子バンドの帰属
- ・TiSe<sub>2</sub>における運動量分解共鳴光電子分光
- ・レーザー航跡場加速(LWFA)における電子入射制御
- ・LWFAに用いる超音速ガスジェットノズルにおける非線形流体ダイナミクスの安定化
- ・量子ビームの利用開拓(創薬への利用)
- ・量子ビームと材料の相互作用を応用した材料改質
- ・金属含有レジスト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
- ・ポリメタクリル酸エステル系化学増幅型レジスト中の添加剤による酸生成促進
- ・次世代レジスト用現像液の基盤研究



## 自然材料機能化研究分野

教授	能木 雅也
准教授	古賀 大尚
助教	春日 貴章 (令和4年4月1日採用)
特任研究員	柳生 瞳、水井 亜美 (令和4年10月1日～)
技術補佐員	原田 佳子、水井 亜美 (令和4年5月1日採用～令和4年9月30日)、 橋本 知佳 (令和4年12月1日採用)
事務補佐員	友添 由紀子

### 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構成されている。当研究室では、セルロースナノファイバーを用いた「透明な紙 (ナノペーパー)」の開発に成功している (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る。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る。



図1 透明ナノペーパーの外観

### b) 成果

#### ・3D 構造と電気特性を制御可能なナノペーパー半導体の創出

(ACS Nano, 2022, 16, 8630–8640, Chemistry of Materials, 2022, 34, 7379–7388)

3D ネットワーク構造を有する半導体ナノ材料は、高透過性・大比表面積・電気伝導性など、吸着・分離・センシング用途に極めて有望な特長を持つ。しかし、従来の半導体ナノ材料は、3D 構造の設計性および電気特性の制御範囲に限界があるため、実際の機能や用途展開が大きく制限されている。

本研究では、ナノペーパーによる紙ならではの3D 構造設計技術、および、形態保持炭化・段階的炭化技術を駆使し、ナノ～マイクロ～マクロのトランススケールで3D 構造設計が可能、かつ、絶縁体～半導体 (電気抵抗率:  $10^{12} \sim 10^2 \Omega \text{cm}$ 、キャリアタイプ: *pn* 型、キャリア移動度:  $0.235 \sim 2.59 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ) まで広範かつ系統的に電気特性制御が可能な「ナノペーパー半導体」を創出した (図2)。これらの特長は、従来の半導体ナノ材料を凌駕するものであり、目的や用途に応じた構造と機能のカスタマイズを可能にする。実際に、ウェアラブル水蒸気センシングによる飛沫モニタリングから、バイオ燃料電池発電、太陽光熱変換まで、様々な用途において優れた電子デバイス性能を確認することができた。植物由来の半導体材料として、今後

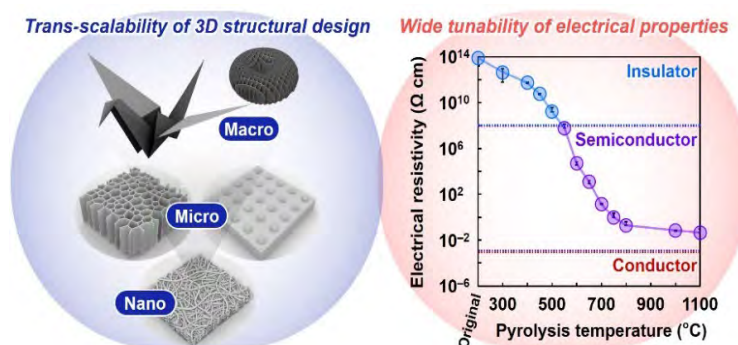


図2 3D 構造と電気特性を制御可能なナノペーパー半導体の概要図 (cc BY, credit: 2022 Koga et al. Nanocellulose paper semiconductor with a 3D network structure and its nano-micro-macro trans-scale design. ACS Nano)

のさらなる機能・用途開拓に期待が持たれる。

・セルロースナノファイバーの電気泳動的配向・高次構造制御技術 (ACS Nano, 2022, 16, 18390–18397)

セルロースナノファイバーをはじめとする生体高分子は、生体内では高度に配向した階層構造を形成し、生命維持に必要な様々な機能を達成している。天然の生体組織にみられる高度な配向・階層構造を人工的に再現しようとする試みは無数に存在する。しかし多くの場合、配向方向が限定的かつ特殊な設備、環境が必要であり、その利用は制限されていた。本研究では、「電気泳動堆積」と呼ばれる現象を利用することで、セルロースナノファイバーを自在に配向させ、階層構造を形成することに成功した(図3)。水中に分散したセルロースナノファイバーは表面に導入されたカルボキシ基によって負に帯電した状態で孤立分散している。そこに正極・負極となる2本の電極を挿し込んで直流電圧を印加すると、負に帯電したセルロースナノファイバーが正極に引き寄せられて電極上に堆積する(図3a)。この現象を詳細に検証した結果、正極上に堆積したセルロースナノファイバーが電圧の大小に応じて水平、ランダム、垂直配向状態で固定されることを発見した(図3b-d)。固定されたセルロースナノファイバーは水素ゲルを形成しており、機械的強度や乾燥時の収縮等に関して配向状態を反映した異方的な性質を示した。本技術の特徴は、その簡便さと自由度の高さにある。通常、配向制御技術では配向制御(せん断、電場・磁場印加など)と、ゲル化(塩酸浴など)による固定の2ステップが必要となる。しかし本技術において必要な操作は電圧印加のみであり、配向制御とゲル化はワンステップで進行する。既存手法よりも簡便かつ自由度が高い。

本研究では配向現象の発見に加えて、応用可能性についてもいくつかの例を挙げて示した。まず、セルロースナノファイバーの電気泳動堆積は電極露出部でのみ生じる。即ち、電極上にマスク等を被せることで、パターニングも可能である(図4)。パターニングと配向を組み合わせることも可能であり、水素ゲルレンズのような半球形状も容易に実現できる(図4b)。また、印加電圧を途中で変化させることで、異なる配向状態を積層することも可能である。垂直～水平配向までシームレスに配向状態を変化させることで、まるで生体組織のような複雑な階層構造(図5)も実現できる。配向水素ゲルは乾燥時に異方的に収縮するため、立体成型フィルムやマイクロニードルといったセルロースナノファイバー製の乾燥成型体製造へも応用が可能である(図6a, b)。本研究では主にセルロースナノファイバーを対象として実験を行ったが、他のアニオン性ポリマーやナノ粒子に対しても配向現象の発現可能性を見出している。セルロースナノファイバーと他材料との複合も可能であり、高機能ナノ繊維であるセルロースナノファイバーの応用可能性を広げる新しい技術として期待できる。

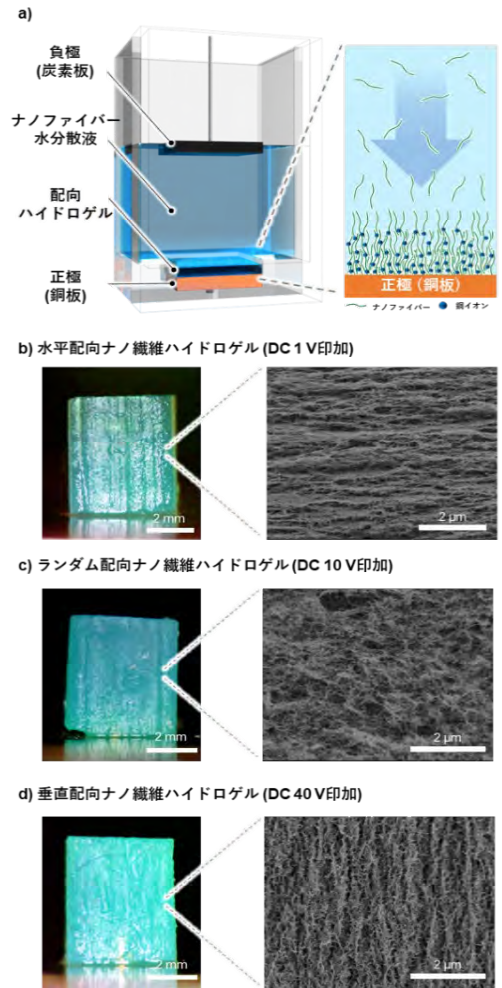


図3 セルロースナノファイバーの電気泳動的配向・高次構造制御技術概要

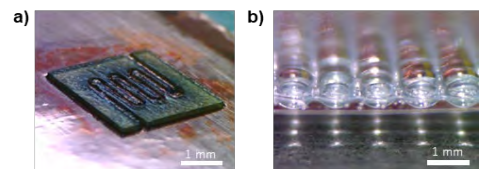


図4 パターニングへの応用

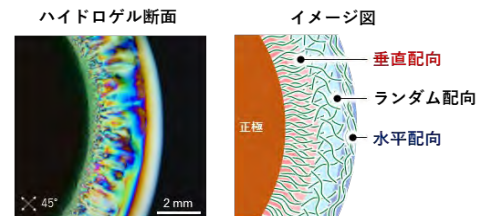


図5 複雑な階層構造の形成

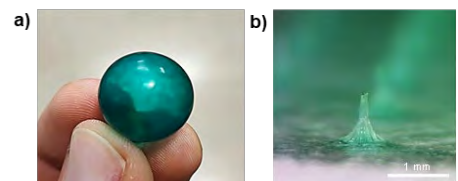


図6 乾燥成型体への応用

# 金属有機融合材料研究分野

(令和4年12月1日より 半導体材料・プロセス研究分野 から名称変更)

准教授 松本 健俊

## a) 概要

半導体技術は、急速に進歩する現代社会を支えているといっても過言ではない。当研究分野では、新規の半導体化学プロセスを開発することによって、新規水素発生材の開発や種々の半導体デバイスの高性能化・低コスト化することを目標とした研究を行っている。この目標を達成するために、(1) 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と反応メカニズムの解明

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、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、剥離しやすい欠点もある。

二次元形状をもつシリコン切粉を、二次元形状の黒鉛シートで内包した複合体を作製した。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。黒鉛シートは、パッキング材料の原料として用いる膨張化黒鉛を分散して用いる。シリコン切粉と黒鉛シートを、N-メチル-2-ピロリドン溶媒中で一緒に分散させ、ろ過すると、シリコンが黒鉛シートに内包された複合体を作製できる(図1)。

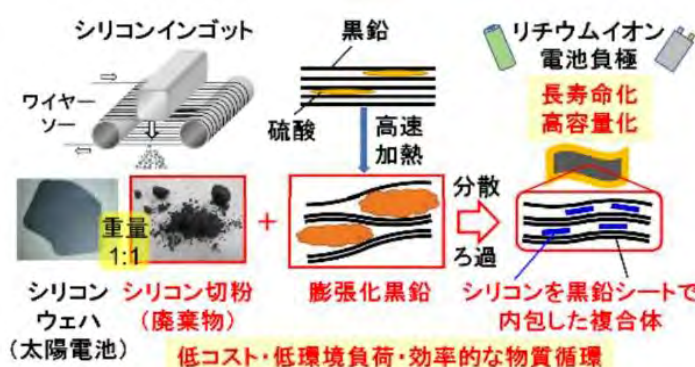


図1 シリコン切粉由来のシリコンナノ粒子を極薄黒鉛シートで内包した複合体の作製プロセス

この複合体に、架橋型ポリアクリル酸とポリビニルアルコールをバインダーとして添加し、混練した。銅箔上にスラリーを塗工後、乾燥させ、打抜いて、複合体電極を作製した。

2 mAh/cm<sup>2</sup> の比較的薄い電極を用いると、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、1200mAh/g の放電容量を維持し、理論容量が 10 mAh/cm<sup>2</sup> をもつ厚い電極では、4 mAh/cm<sup>2</sup> の高面積容量と 5 mA/cm<sup>2</sup> の高電流密度を達成している(表1)。

表1 報告されているシリコンナノ粒子/FLG (数~数十層のグラフェンシートからなる黒鉛シート) 電極、シリコンマイクロ粒子/FLG 電極、および本研究で作製されたシリコン切粉と黒鉛シートを混合した複合体電極の容量、サイクル数および電流密度の比較

電極	理論容量 (mAh/cm <sup>2</sup> )	面積容量 (mAh/cm <sup>2</sup> )	サイクル	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )
nanoSi/FLG	8.8	5.2~4.2	120	2.4
microSi/FLG	7.2	3.6	200	0.7
Si/黒鉛シート	10	4*	≥75	5
Si/黒鉛シート	2	0.8*	901	1

nanoSi/FLG: T. Zheng et al., Polymers, 9, 657 (2017).

microSi/FLG: Q. Huang et al., Sci. Rep., 8, 1386 (2018).

Si/黒鉛シート: T. Matsumoto et al., J. Electrochem. Soc. 168 (2021) 020521.



次に、シリコン/黒鉛シート複合体電極の電荷移動抵抗の温度依存性を用いて、固体電解質界面層と電極間のリチウムイオンの移動の活性化エネルギーについて、以下の式を用いて評価した。

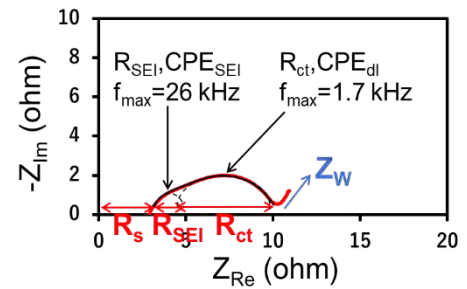
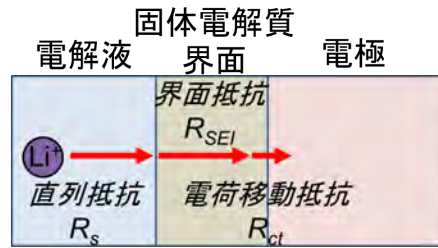


図2 シリコン/黒鉛シート複合体電極の抵抗の種類と、ナイキストプロットによる内部抵抗の評価

$$\ln\left(\frac{RT}{FR_{ct}}\right) = \ln(B) \exp\left(-\frac{E_{a,ct}}{RT}\right)$$

$R_{ct}$ : 電荷移動抵抗 ( $\Omega$ )、 $R$ : 気体定数 ( $J/K \text{ mol}$ )、 $T$ : 絶対温度 ( $K$ )、 $F$ : ファラデー定数 ( $9.64 \times 10^4 C/mol$ )、 $B$ : 頻度因子 ( $1/s$ ) および  $E_{a,ct}$ : 活性化エネルギー ( $eV$ )である。図3に、アレニウスプロットと、この傾きから求められた活性化エネルギーのサイクル依存性について示した。電極の透過型電子顕微鏡像では、サイクル数の増加に伴い、結晶シリコンがよりアモルファス化していた。この結果、リチウムイオンのシリコンへの挿入・脱離のエネルギー障壁が減少したと考えられる。

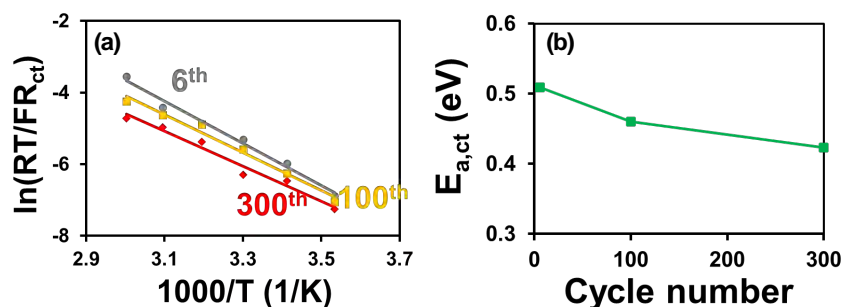


図3 固体電解質界面と電極の間のLiイオンの内部抵抗の温度依存性から得られたアレニウスプロット (a)と、この傾きから得られた電荷移動の活性化エネルギーのサイクル数依存性 (b)。

固体電解質界面層内でのリチウムイオンの拡散の活性化エネルギーについて、次式を用いて評価した。

$$\ln\left(\frac{T}{R_{SEI}}\right) = \ln(\sigma_0) - \left(\frac{E_{a,SEI}}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right)$$

図4に、アレニウスプロットと、この傾きから求められる活性化エネルギーのサイクル依存性について示した。 $R_{SEI}$ : SEI抵抗 ( $\Omega$ )、 $T$ : 絶対温度 ( $K$ )、 $\sigma_0$ : 頻度因子 ( $1/s$ )、 $E_{a,SEI}$ : 活性化エネルギー ( $eV$ ) および  $R$ : 気体定数 ( $J/K \text{ mol}$ )である。サイクル数の増加に伴い、固定電解質界面層でのリチウムイオンの拡散の活性化エネルギーが増加した。この結果は、

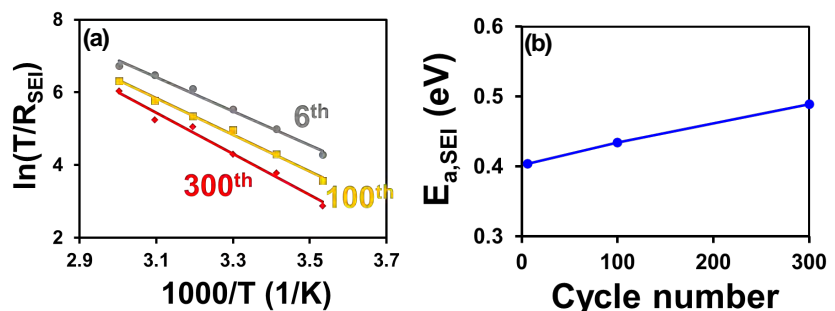


図4 固体電解質界面内でのLiイオンの拡散抵抗のアレニウスプロット (a)と、この傾きから得られたLiイオンの拡散の活性化エネルギーのサイクル数依存性 (b)。

他の論文で、固体電解質界面層内では、 $LiF$  領域と  $Li_2CO_3$  領域の界面での  $Li$  イオンの拡散が速いことが指摘されている。また、充放電を繰り返すにつれて、 $LiF$  領域の割合が減少し、 $Li_2CO_3$  領域や  $CH_2OCO_2^-/Li^+$  (LEDC) 領域が増加し、 $LiF/Li_2CO_3$  界面が減少していることも報告されている (図5)。 $LiF/Li_2CO_3$  界面を長期サイクルにわたり、保持するような電極構造、電解質および電解液の組成等の研究・開発が必要になると考えられる。(to be submitted)

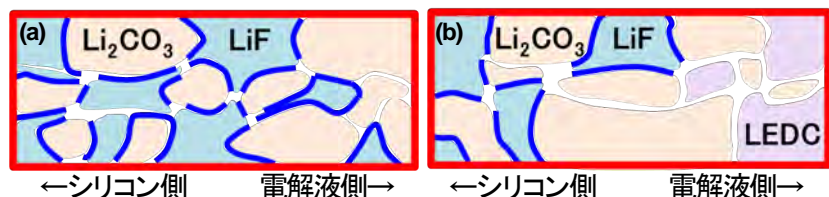


図56 サイクル後 (a) および 300 サイクル後 (b) の固体電解質界面層のモデル。



## 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
特任助教(常勤)	朴 賢洙
特任研究員	西田 尚敬
大学院学生	趙 容現 (令和4年10月31日単位取得退学)、韓 到衡、呂 茜庚、梅本 奨大、 佐藤 夏希、寺崎 伸幸 木田 大貴、宮崎 喬至、梅村 拓夢、峰平 昌弥、劉 金雨
技術補佐員	石黒 光恵、泉川 美穂
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靱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ナノ構造チタネートのエコプロセス創製と構造および光化学機能

水溶性チタンイオン錯体からのボトムアップ合成プロセスにより可視光応答型のナノ構造チタニアが合成できる。構造形成に重要なアルカリイオン種として従来の $\text{Na}^+$  ( $\text{NaOH}$ ) に加え、 $\text{LiOH}$  および  $\text{KOH}$  を用いて構造・特性へ与える影響を調べた。水酸化アルカリと  $\text{H}_2\text{O}_2$  との混合溶液へ  $\text{TiH}_2$  粉末を溶解して過酸化チタン錯体イオン水溶液を調整し、 $100 - 110^\circ\text{C}$  で還流処理、水洗、凍結乾燥を経て試料粉末を得た (Fig.1)。この結果、Na の場合はナノチューブ構造を、K を用いた場合にはナノリボン構造を得たが、Li を出発とした場合は結晶面が発達した葉状のナノプレート構造を得た。X 線構造解析の結果いずれもチタネート構造を持っていたことから、配位多面体の連結構造は同じものの、成長過程で柔軟なナノシート型前駆体構造の経路にイオンサイズ差が影響していると考えられた。いずれの試料も有機色素 (Rhodamine B) の光触媒特性を示し、UV 光照射下では 6h で 93% 以上の分解特性を示した。一方、可視光照射下 ( $>420\text{nm}$ ) ではナノリボン構造を示した K 系

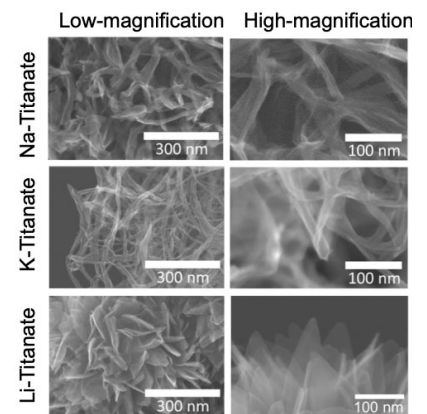


Fig.1 原料に Na, K, Li を用いてペルオキソチタン酸錯体を経由して合成したナノ構造チタニアの SEM 組織写真。

チタネートで最も高い値 (57.9%分解率@6 h) となり、紫外から可視光までの広い範囲で光触媒特性を示すことが明らかとなり、精密なボトムアップ型の機能化合成プロセスにより優れた光触媒創製を可能とすることが期待された。

・セルロースとの相互作用が駆動するゾルゲル法によるナノ構造  $ZrO_2$  の創製と構造解析および機能付与

ナノ構造  $ZrO_2$  (二酸化ジルコニウム) は  $ZrO_2$  そのものの持つ触媒あるいは触媒担体としての特性や、高い力学的特性、熱的・化学的安定性、イオン伝導性に加え、ナノ構造由来の高い比表面積や強度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。本研究ではアルコキシドゾルの濃度を調節しチューブの直径・厚さ調節およびユニークな多結晶構造をもつ  $ZrO_2$  ナノチューブを合成することに成功した。ゾルゲル法とテンプレート法を用いて構造形成機構の解析によりテンプレート表面の OH 基がゾルゲル反応の進行に寄与している可能性が示唆された。この反応は通常触媒として添加する酸性/塩基性水溶液を一切加えない自己完結型のゾルゲル反応として考えることができる。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  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  以上の高温が必要である。本研究は、アルコキシドゾル状態の  $ZrO_2$  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キテクチャー形成概念を提案し、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、 $650\text{ }^\circ\text{C}$  以下の低熱処理で結晶安定剤を使用せず、正方晶  $ZrO_2$  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・厚さ調節を可能にし、これを活用してマルチスケールなセラミック形態の創製を実証した。

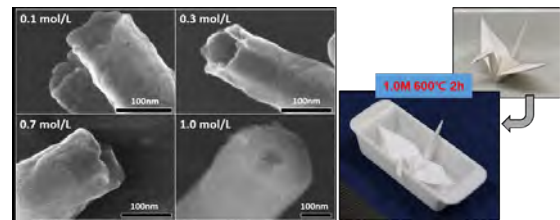


Fig. 2 濃度に応じて作られた多結晶  $ZrO_2$  ナノチューブの電子顕微鏡像および  $600\text{ }^\circ\text{C}$  で熱処理された 3D 構造  $ZrO_2$  セラミック折り紙

・低温緻密化プロセスを用いた透明ハイドロキシアパタイト構造体の作製

ハイドロキシアパタイト (HAp) は、優れた生体親和性有することから生体材料として有用な材料である。一方、微細な結晶粒 ( $<100\text{ nm}$ ) で構成される高密度のバルク HAp は、低光散乱と高透光性を示すことから、透明セラミックス材料として注目されている。これまで、透明 HAp は  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  以上もの高い温度を必要とする従来の焼結法により作製されてきたが、焼結中の結晶粒の急成長による透光性の低下や高温焼結によるエネルギー消費や  $CO_2$  生成などの環境負荷が問題になっている。本研究では、原料 HAp の表面に新たな HAp の析出が可能なバイオミネラリゼーション反応を用いた低温緻密化プロセスを利用し、遥かに低い温度 ( $<200\text{ }^\circ\text{C}$ ) で透明 HAp の作製を試みた。イオミネラリゼーション反応を誘導するため、原料 HAp ナノ粒子 (Fig. 3(a)) に疑似体液を加え、加圧 ( $<800\text{ MPa}$ )・加熱 ( $<180\text{ }^\circ\text{C}$ ) による緻密化を行った。原料 HAp ナノ粒子は、上記プロセスにより 98%以上緻密化し、平均  $30\text{ nm}$  程度のナノ結晶粒で構成される HAp 構造体が得られた (Fig. 3(b))。また、可視光線領域で HAp 焼結体の透過率を測定した結果、波長  $589\text{ nm}$  の光の全光線透過率は 80%以上であり (Fig. 3(c))、従来の焼結法より焼結温度が  $800\text{ }^\circ\text{C}$  以上低いであるにも関わらず、透明 HAp 構造体の作製に成功した。本研究により、環境低負荷条件で透明 HAp を作製することができ、さらに、作製した透明 HAp は、赤外線カットフィルタ、生体用レンズ、透過観察用ウインドウなどの光学・照明材料としての活用が期待される。

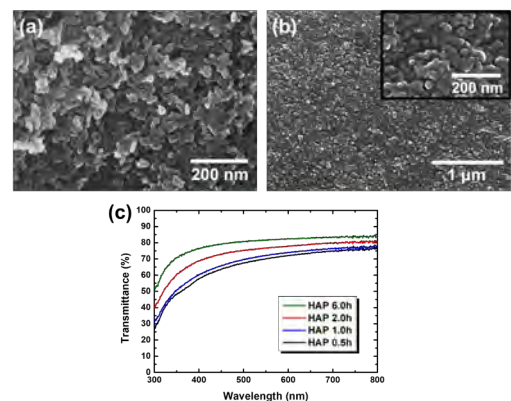


Fig.3 (a)HAp ナノ粒子、(b) 透明 HAp の破断面、(c) 透明 HAp の可視光線領域の透過率

## エネルギー・環境材料研究分野

教授	山田 裕貴
准教授	片山 祐
助教	近藤 靖幸
特任助教	崔 亮秀 (令和5年1月1日採用)
特任研究員	安藤 岬 (令和4年4月16日採用)、糸稻 凌汰 (令和4年4月16日採用)、肥後友哉 (令和4年4月16日採用)、渡邊 恭子 (令和4年4月16日採用)、中 美沙紀 (令和4年4月16日採用～令和4年8月31日退職) 森永 明日香 (令和4年6月1日採用)、
大学院学生	宇賀治 正弥、近藤 淳平
学部学生	中島 遥捺、西村 尚真、平岡 虹、吉村 洋輝
技術補佐員	加賀美 宗子 (令和4年9月30日退職)、鶴元 真妃 (令和4年6月30日退職)、廣瀬 由紀子 (令和4年6月30日退職)
事務補佐員	西川 和子、岡村 淑子 (令和4年9月30日退職)

### 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。2022年度は、居室・実験室の整備を進めつつ、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

#### ・リチウム金属負極の充放電効率支配因子の特定 [論文1]

リチウムイオン電池は、スマートフォンやノートパソコン、家庭用蓄電池、電気自動車等に採用され、人々の生活に欠かせないデバイスとなっている。しかし、リチウムイオン電池のエネルギー密度は、原理的な限界に達しつつあり、飛躍的な高エネルギー密度化に向けてさまざまな次世代二次電池概念の研究が行われている。その中でも研究開発の中心課題となっているのがリチウム金属負極である。リチウムの析出溶解反応 ( $\text{Li}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Li}$ ) を利用するリチウム金属負極の理論容量は  $3,860 \text{ mAh/g}$  であり、既存のリチウムイオン電池に用いられている黒鉛負極 ( $372 \text{ mAh/g}$ ) の約10倍である。しかし、リチウム金属の高い反応性(強還元力)に起因する電解液の還元分解反応による充放電効率低下が実用化に向けた障壁となっている。これまで、充放電効率が電解液組成による影響を強く受けることが明らかとなっていたが、電解液の還元分解によってリチウム金属表面に形成される不働態被膜の違いによるものと考えられていた。したがって、充放電効率と電解液組成について定量的な関係性は不明であり、明確な電解液設計指針は得られていなかった。

本研究では、リチウム金属負極の充放電効率の定量的支配因子として、リチウム電極電位を提案した。電極電位の内部標準(フェロセン)を基準として、各種電解液中におけるリチウム電極電位を測定した



結果、電解液の種類によってリチウム電極電位が約0.6V異なることを見いだした。これは、リチウム金属の反応性（還元力）が電解液の種類に依存して大きく変化していることを意味する。更に、各種電解液中におけるリチウム金属負極の充放電効率を調べた結果、リチウム電極電位と充放電効率に相関性があることを見いだした（図2）。具体的には、リチウム電極電位が高い（低反応性、弱還元力）電解液を使用することで、リチウム金属負極の充放電効率が上昇する傾向を見いだした。過去に報告されたリチウム金属負極の高効率化を可能にする電解液（高濃度電解液、局所高濃度電解液、弱配位性電解液など）は、全てリチウム電極電位が高いということも分かった。したがって、リチウム金属負極の充放電効率を定量的に説明可能な因子が見いだされたことになる。

次に、リチウム電極電位を上昇させる電解液設計指針を確立するため、リチウム電極電位と電解液の液体構造との関係を調べた。その結果、電解液中のリチウムイオンと対アニオンのイオン会合状態とリチウム電極電位が相関することを明らかにした。リチウムイオンが溶媒分子ではなく対アニオンと高度に会合するような液体構造とすることで、リチウム電極電位を上昇できることが分かった。本成果は、リチウム金属を負極として採用する次世代二次電池用電解液設計の明確な指針を提示するものである。

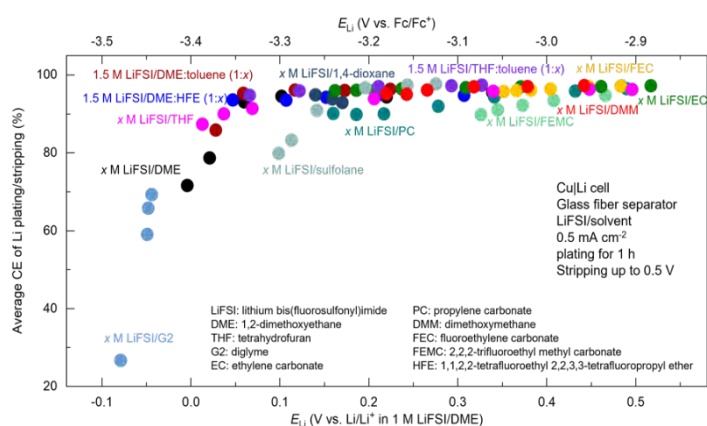


図2 リチウム金属負極の充放電効率とリチウム電極電位の関係。

#### ・リチウムをメディエータとする電気化学的常温アンモニア合成法の確立[論文 2, 3]

肥料用途のみならず、次世代エネルギーキャリアとしても期待されるアンモニアの大部分は、ハーバー・ボッシュ法とよばれる触媒プロセスによって生産されている。しかし、ハーバー・ボッシュ法は高温・高圧を要するため、実に世界の総消費エネルギーの数%が本プロセスに使用されていると試算される。したがって、エネルギー消費量を飛躍的に低減した新しいアンモニア合成法が求められる。ハーバー・ボッシュ法を含め、窒素からアンモニアを合成する上で最大の障壁（すなわち多大なエネルギーが必要）となるのは、極めて安定な窒素原子間の三重結合を切断するプロセスである。近年、リチウムの強い還元力を利用することで、この窒素の三重結合を常温・常圧で切断できることがわかってきた。このプロセスを応用することで、電気化学的に常温・常圧でのアンモニア合成が可能となる。一方で、このリチウムの強い還元力によって電解液が分解してしまうため、その電流効率（流れた電流のうち、アンモニア合成に使用された電流の比率）は10%以下と、極めて低いままであった。

本研究では、電気化学的常温アンモニア合成の電流効率向上にむけて、電解液構成要素を最適化した（図3）。具体的には、電解液に含まれるリチウム塩の濃度と、水分子の添加量を検討パラメータとした。これらにより、従来の検討では不可能と思われてきた、水分子共存下でのアンモニア合成が可能であること、さらに、適切なリチウム塩の濃度と、水分子の添加量を選択することで、アンモニア合成の電流効率が28%程度にまで向上することを初めて明らかにした。

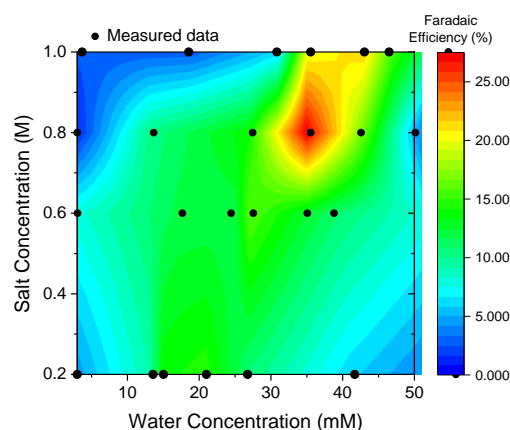


図3 アンモニア合成の電流効率とリチウム塩濃度と水分子添加量の関係。

[1] Seongjae Ko, Tomohiro Obukata, Tatau Shimada, Norio Takenaka, Masanobu Nakayama, Atsuo Yamada, Yuki Yamada, *Nat. Energy*, 7, 1217-1224 (2022).

[2] Olivia Westhead, ..., Magda Titirici, Mary P. Ryan, Rhodri Jervis, Yu Katayama, Ainara Aguadero, Anna Regoutz, Alexis Grimaud, Ifan E. L. Stephens, *J. Mater. Chem. A*, Accepted (2022).

[3] Matthew Spry, ..., Yu Katayama, Maria-Magdalena Titirici, Ifan E. L. Stephens, Alexander Bagger, *ACS Energy Lett.* 8, 2, 1230-1235 (2023).

# 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・格子系の基底状態の詳細な状態を決定し、さらに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ことで、固体物性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、シンクロトン放射光、電子線等の多彩な励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、第一原理計算の助けを借り、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注目を集めているグラフェンや遷移金属カルコゲナイドなどの原子層（低次元）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) 放射光の波長可変性および偏光可変性を利用した SnS 結晶における電子バンドの帰属

SnS は太陽電池の素材として着目されている。この機能改善の指針を確立するためには、その価電子バンドがどの原子軌道からできているかといった基礎物性を決定することは重要な知見である。本研究室では東北大学多元研の小俣研究室・鈴木助教と共同で、放射光のさまざまな特徴を活かし、さらに第一原理計算と組み合わせることで、SnS の価電子バンドの原子軌道への帰属を行なった。

#### 1-a) 励起光エネルギー依存性[1]

光電子励起確率のエネルギー依存性は原子軌道に応じて劇的に異

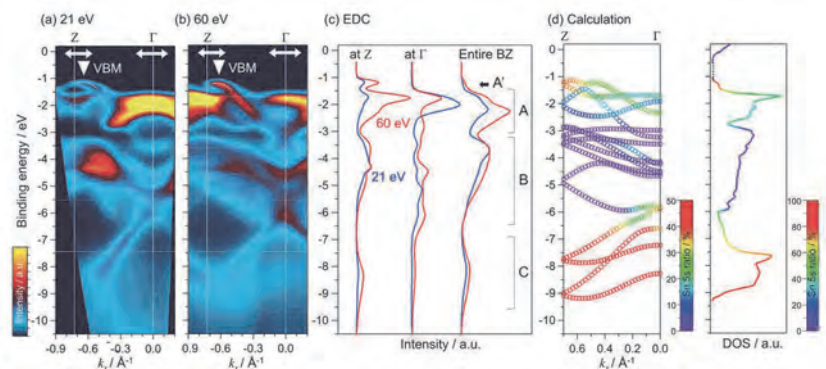


図 1: SnS の ARPES の励起エネルギー依存性(a-c)と第一原理計算(d)の結果。顕著に光電子強度が異なる価電子帯トップが Sn5s 軌道の寄与が支配的であることが実験・理論で確かめられた。

なることが知られている。この特徴を生かし、複数の光エネルギーの ARPES の結果を比較することで、バンドの分散だけではなくその由来（原子軌道）を同定することができた（図 1）。

### 1-b) 励起光偏光依存性[2]

光電子励起過程は物質内電子の波動関数と入射光の電磁場ベクトルとの相互作用であり、双方の対称性に強く依存する。したがって、結晶に対する光の入射方向と偏光を変えると、バンドを形成する原子軌道の対称性に応じて光電子強度は劇的に変化する。この性質を利用して、SnS の価電子帯を生成する原子軌道の同定を行なった（図 2）。

### 2) TiSe<sub>2</sub>における運動量分解共鳴光電子分光[3]

当分野では、分子科学研究所の松井教授との共同で、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）の開発に参画している。最近、この装置を用いて、遷移金属ダイカルコゲナイド TiSe<sub>2</sub>において、Ti2p→Ti3d の励起（図 3(a)）に対応する励起エネルギーで運動量分解光電子分光の研究を行なった。一般的

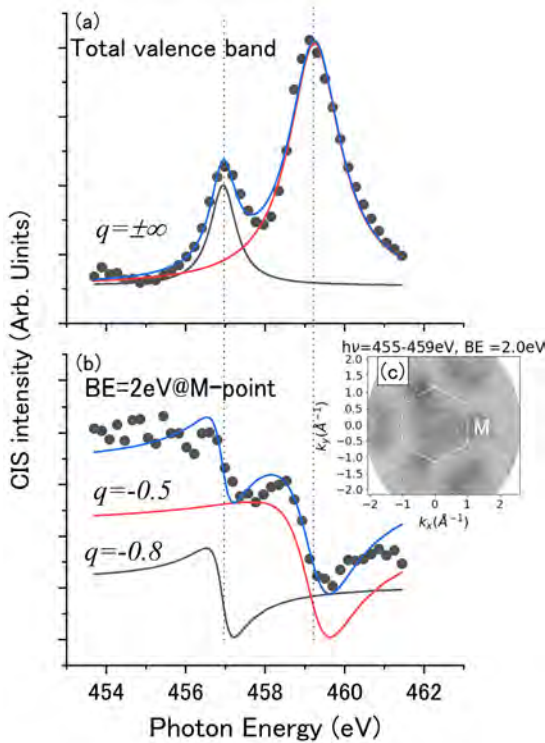


図 3(a) : UVSOR BL6Uにて測定した TiSe<sub>2</sub>の価電子帯全てからの光電子終了の光エネルギー依存性。Ti2p→Ti3d の内殻励起スペクトルに対応する。(b) M 点 (BE=2eV0)のバンドからの光電子収量とそのFano共鳴による解析。(c) BE=2eVにおける光電子収量マップ。

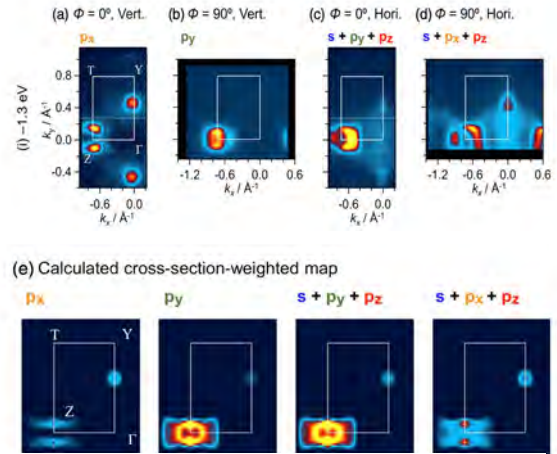


図 2 : (a-d) SnS の価電子帯トップの波数空間における光電子強度:入射光の方向と偏光から定まる原子軌道を記してある。(e) 第一原理計算で求めた対応する原子軌道の波数空間での分布[2]。

には TiSe<sub>2</sub> の電子状態は、 $\Gamma$  点の Se4p 軌道からなる価電子帯、そして M 点の Ti3d 軌道からなる伝導帯（一部電子占有）からなると信じられているが、共鳴状態の解析と第一原理計算から、 $\Gamma$  点の価電子帯は Se4p と Ti3d 軌道の混成状態であることが明瞭に示された。さらに、ほぼ Se4p のみからなる M 点の BE=2eV のバンド(図 3 c)からの光電子強度（図 3(b)）を詳しく調べたところ、Ti 原子の内殻遷移にもかかわらずこのエネルギーでの共鳴光電子放出が観測された。さらに、光電子強度の励起エネルギー依存性は Fano の非対称共鳴形状を示しているが、非対称パラメータ  $q$  値が負になっていることが示された（図 3b）。これまでの共鳴光電子分光の研究では正の  $q$  値のみ観察されていることと対照的である。通常共鳴光電子放出は、価電子の直接光電子放出過程と原子内相互作用によるオージェ電子放出過程の競合であるのに対し、このケースにおいては直接光電子放出過程と原子間相互作用によるオージェ電子放出過程の競合となっており、競合する遷移過程の位相差が大きく異なっていることが  $q$  値の正負の違いの原因であると考えられる。負の  $q$  値を持つ Fano 共鳴が共鳴光電子分光実験で観測されたのは初めてのことであり、正孔ができる原子と異なった原子軌道が関与した共鳴過程も、内殻電子において観測された例はあるが、価電子帯ではこれが初めてである。

- [1] I. Suzuki *et al.*, Electron. Struct. 4 (2022) 025004.
- [2] I. Suzuki *et al.*, Phys. Status Solidi B 2023, 2200408.
- [3] S. Tanaka *et al.*, in preparation.



## 量子ビーム物理研究分野

教授	細貝 知直
准教授	金 展
特任教授 (常勤)	ジドコフ アレクセイ (非常勤) 佐野 雄二
特任准教授 (常勤)	誉田 義英 (令和4年4月1日採用)
特任講師 (常勤)	パサック ナビーン (令和4年4月1日～特任助教 (常勤) から)
特任助教 (常勤)	水田 好雄 (令和4年4月1日～特任研究員 (常勤) から)
特任研究員 (常勤)	オウムバレク ドリス、ロンドピエール アレクサンドル (令和4年4月1日採用)
特任研究員	グー ヤンジョン (令和4年10月16日採用)
兼任教授	佐野 智一
兼任助教	皆巳 和賢
招へい教授	神門 正城、熊谷 教孝、野崎 光昭、フルファリ ドメニコ
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 臻哲、M1 叢 子昊
理学研究科物理学専攻	佐藤 新悟

### 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を実施、プラズマ制御・ビーム生成技術の開発を進め 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、加速器からの高エネルギー電子ビームを利用した創薬など、量子ビームの利用研究の開拓も展開している。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・強化の研究にも着手している。

### b) 成果

#### ・レーザープラズマ電子加速研究

##### レーザー航跡場加速 (LWFA) における電子入射制御

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、イオン化入射法と衝撃波入射法の2つの方法を導入することで電子入射過程の制御を可能とした。イオン化入射法により発生した電子は広帯域のスペクトルを持つ大電荷量の電子ビームを生成する (図 1 (a))。一方、衝撃波入射法で生成する電子ビームは、イオン化入射法に比べ電荷量は少ないものの、単色性が高く (図 1 (b))、さらに、ビーム広がりが小さいことから、電荷密度は非常に高い。

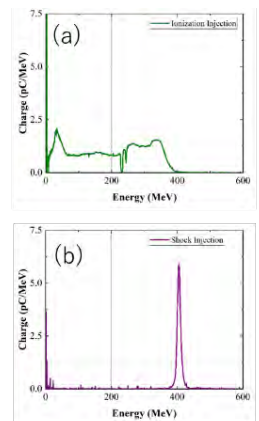
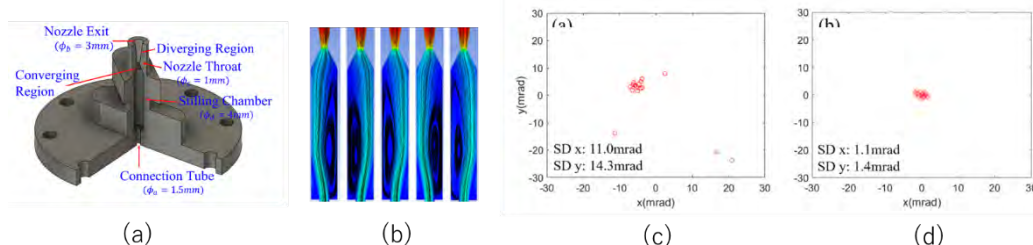


図 1 (a)イオン化入射法により発生する典型的な電子ビームエネルギースペクトル (b)衝撃波入射により発生する電子ビームエネルギースペクトル

##### LWFA に用いる超音速ガスジェットノズルにおける非線形流体ダイナミクスの安定化

円錐型ノズルから発生する超音速ガスジェットは、電子発生のための標的としてレーザー航跡場加速実験

に広く応用されている。ノズルから噴射されるガス流の安定化は、LWFA 電子ビームの高品質化にとって重要である。我々は、ガス流の安定化を図るためのリザーバータンク（図2(a)の Stilling Chamber、以下リザーバー）を備えたノズルを設計した。設計において ANSYS Fluent コードによる流体力学シミュレーションを行い、パラメータの最適化を行った。その結果、設計したノズルの内部構造によりガス流の不安定性をうまく抑えることができたことが分かった（図2(b)）。リザーバーのない単純な円錐型ノズル及び最適化されたりリザーバーのあるノズルで電子ビームの位置安定性を測定した。後者では、図2(d)に示すように、電子ビームのポインティング安定性が1桁向上することが分かった。



く抑えることができたことが分かった（図2(b)）。リザーバーのない単純な円錐型ノズル及び最適化されたりリザーバーのあるノズルで電子ビームの位置安定性を測定した。後者では、図2(d)に示すように、電子ビームのポインティング安定性が1桁向上することが分かった。

図2 (a)リザーバーを持つ超音速ノズル, (b)リザーバー内部の速度分布と流れのシミュレーション, 電子ビームの位置安定性(c)コニカルノズル (d)リザーバーを持つノズル

### 量子ビームの利用開拓（創薬への利用）

ペンシルビーム状の高エネルギー電子ビームを用いて体幹深部の局所での薬剤生成による新奇な化学治療の可能性を検討している。プロドラッグ化した不活性化薬剤を体幹深部局所に配置し100MeV級の高エネルギー電子ビームで照射することにより活性化し薬剤としての機能を発現させる。体幹深部局所で薬剤機能を効率的に発現させる手法の確立を目指し、産研量子ビーム科学研究施設のLバンド電子ライナック、理研播磨 (SPRING-8) レーザー加速プラットフォームのそれぞれ特徴のある高エネルギー電子ビームを用いて有機化合物照射実験、細胞照射実験、がん細胞を移植したマウスへの投薬・照射などの実験を実施している（図3）。

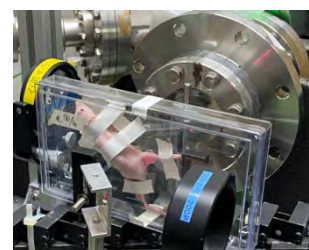


図3 マウス照射実験の様子

### 量子ビームと材料の相互作用を応用した材料改質

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実証実験を進めている。また、国外の企業や研究施設とも共同研究を行っており、欧州エアバス社 ECOMAT (ドイツ ブレーメン) 及び Sentenso 社 (ドイツ ダッテルン) において、LP 装置の実機による技術紹介・デモを行った。エアバス社では副社長を含む約30名が技術紹介・デモに参加した（図4）。

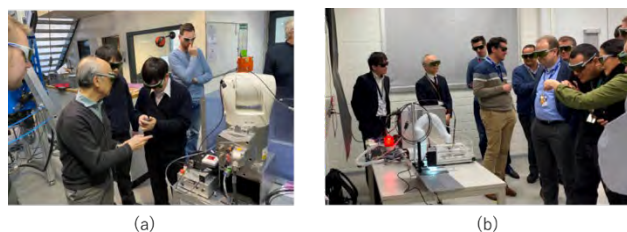


図4 LP 装置技術紹介・デモの様子(a)Sentenso 社(b)エアバス社 ECOMAT

[1] D. Oumbarek Espinos, N. Pathak, A. Zhidkov, T. Hosokai, Electron beam energy slicing performance in laser wakefield acceleration, *Physics Letters A*, Volume 453, 2022, 128482  
 [2] Z. Lei, Z. Jin, A. Zhidkov, N. Pathak, Y. Mizuta, K. Huang, N. Nakanii, I. Daito, M. Kando, T. Hosokai, Controllable electron self-injection in laser wakefield acceleration with asymmetric gas-jet nozzle, *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, 2023



## 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	井谷 俊郎 (令和4年9月30日退職)
特任准教授	Julius Joseph Satillan (令和4年9月30日退職)、野村 英一
特任研究員	伊藤 裕子、菅田 明宏 (令和4年4月1日採用～令和4年9月30日退職)、七里 元晴 (令和4年4月1日採用～4年9月30日退職)
大学院学生	春本 将彦、岩重 祐大朗、JIN Yuqing、WANG Jiahao (令和4年10月退職)、高田 結以、 別宮 瞳美、津田 嘉香、西本 聡一郎
特任事務職員	渡邊 絹子

### a) 概要

半導体製造における極端紫外線 (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行くことが予想される。量子ビーム物質科学研究分野では最先端の量子ビーム (電子線、EUV、レーザー、放射光、X線、ガンマ線、イオンビーム) を利用して、量子ビームが物質に引き起こす化学反応と反応場の研究を行っている。量子ビームによる物質へのエネルギー付与から、化学反応を経て、機能発現に至るまでの化学反応システムの解明、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

#### ・金属含有レジスト溶液の放射線化学研究

金属含有レジスト、特にスズ含有レジストは、高いEUV吸収断面積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。側鎖に有機スズと極性変化ユニットを持つ2元系高分子溶液について、ビーム照射に伴う放射線誘起反応のメカニズムをパルスラジオリシス法やガンマラジオリシス法により解析した。有機スズ化合物のTPSn (tetraphenyl tin)は酸化されカチオンラジカルになると、高効率で分解を起こすことが分かった。極性変化ユニットTPS-Tf及びPBpS-Tfは電子と高い反応性を有し、溶媒和電子との反応速度定数はそれぞれ $k = 2.45 \times 10^{10}$ 、 $k = 1.69 \times 10^{10}$  [M<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>]と評価され、また電子移動後には分解を起こし、極性が変化することが確認された。また2元系高分子では、カチオン反応系にて高いベンゼンG値が得られ、ホールが有機スズ側鎖へ移動することが分かった。電子反応系では、極性変化ユニットによって分解効率が異なり、PBpS-Tfを含むDIRP74では極性変化ユニットの分解後、高分子鎖でラジカルが安定化することが示唆された。

#### ・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

	Reaction system	Benzene	Ph <sub>2</sub> S	DBT
TPS-Tf	Hole transfer	< 1.0 × 10 <sup>-4</sup>	0.11 (0.0063)	-
	Electron transfer	2.9 (0.26)	2.2 (0.029)	-
DIRP80	Hole transfer	8.1 (1.1)	0.11 (0.012)	-
	Electron transfer	2.0 (0.24)	0.81 (0.091)	-
PBpS-Tf	Hole transfer	Not detected	-	0.18 (0.0077)
	Electron transfer	3.1 (0.19)	-	0.82 (0.055)
DIRP74	Hole transfer	5.3 (1.4)	-	0.025 (0.0027)
	Electron transfer	Not detected	-	0.49 (0.050)

図1 スズ含有レジスト材料のγ線照射か

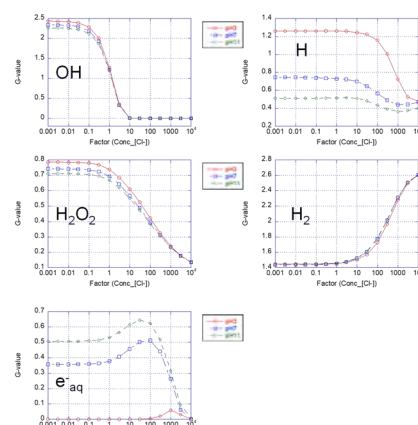


図2 LWR高温水の中性子照射による分解生成物収量の[Cl<sup>-</sup>]依存性

る誘起反応について、高エネルギー領域 (0.1~10 MeV) の反跳陽子発生 ((n,α) 反応、高 LET 線: 5~80 eV/nm) や低エネルギー領域 (<0.1 MeV) の中性子捕獲によるガンマ線発生 ((n, γ) 反応、低 LET 線: ~0.3 eV/nm) の影響を考慮したトラック・スパーモデルに基づく数値計算スキームを構築した。これに基づき放射線分解計算コードの反応機構に係る影響因子 (トラック・スパージオメトリおよび pH や共存イオン等) について検討した。ペナンプラ径の影響は無視できるが、コア径は 10 倍以上大きい場合に初期過程に影響を与えることが分かった。また、塩化物イオン等の溶質が mM 程度混入しても、285 °C における反応過程に敏感に反映されることも分かった。

### ・ポリメタクリル酸エステル系化学増幅型レジスト中の添加剤による酸生成促進

我々は最近ジフェニルスルホン誘導体であるジフェニルスルホン誘導体が酸生成促進剤として働き、化学増幅型レジスト材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、そのメカニズムの解明を進めている。酸生成促進剤は露光後のイオン化によって生じた二次電子を捕捉し、その後酸発生剤に電子移動する機能とポリマーのプロトン源からの脱プロトン反応を促進する機能を有することによって酸生成の促進を誘起する。ポリメタクリル酸エステル系のポリマーに添加剤を添加した際の EUV 露光後のプロトン収量の測定結果を図 3 に示す。ポリマーの構造により増加率に違いはあるものの、添加剤 (DTS) の添加により、酸収量の増加を示し、酸生成促進に寄与することが分かった。

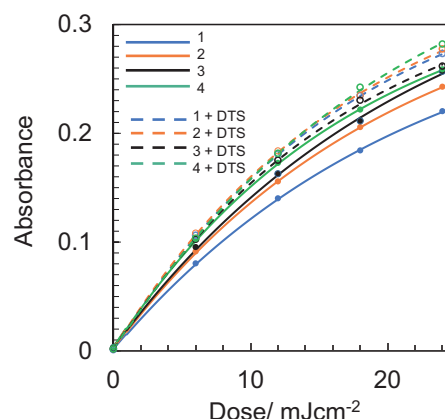


図 3 ポリアクリル酸エステル系レジストの EUV 露光後の酸収量の線量依存性 (実線: 添加剤なし、破線: 添加剤あり)

### ・次世代レジスト用現像液の基盤研究

Sub-10nm 領域のパターンを描くことが求められている次世代リソグラフィにおいて、レジスト材料の大きな変遷が予想される。また、従来の化学増幅型レジストで用いられている TMAH (TetraMethylAmmoniumHydroxide) 現像液は主成分が水のため、パターン内で引張応力が発生し、パターン倒れなどの欠陥問題が報告されており、現像液にとっても大きな変遷を迎えるとも考えられる。

しかしながら、代替現像液に関する基礎研究は乏しく、次世代リソグラフィにおける水系現像液・有機現像液それぞれの基本的な現像化学の知見が必要不可欠である。そこで、我々は水系・有機系・混合系の様々な現像液について、QCM (Quartz Crystal Microbalance) 法を用いて微視的にレジスト薄膜の現像挙動を追跡することでレジスト材料と現像液の相互作用を調べた。

現像液の分子サイズ、現像液とレジスト材料の極性相互作用、レジスト材料の保護率、PEB 処理によるレジスト材料のアニール効果、PAG の添加による表面自由エネルギーの変化がレジスト材料の現像挙動に深く関与していることが分かった。

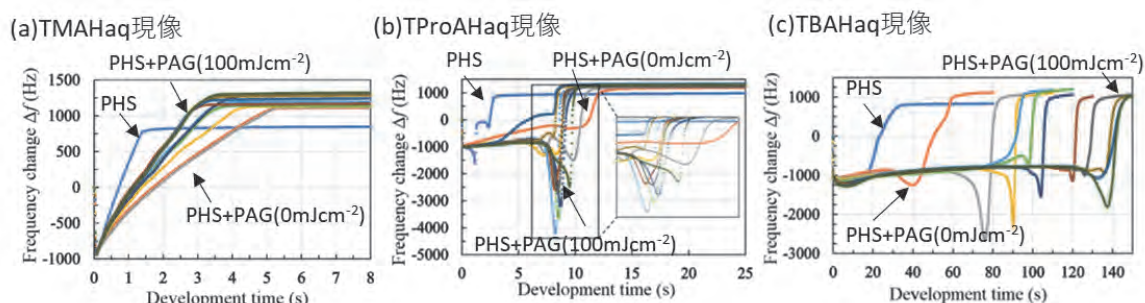


図 4 アルキル鎖長の異なる現像液 (a: アルキル鎖長 1、b: アルキル鎖長 3、c: アルキル鎖長 4) を用いた場合の現像挙動 (膨潤・溶解) と現像時間の違い



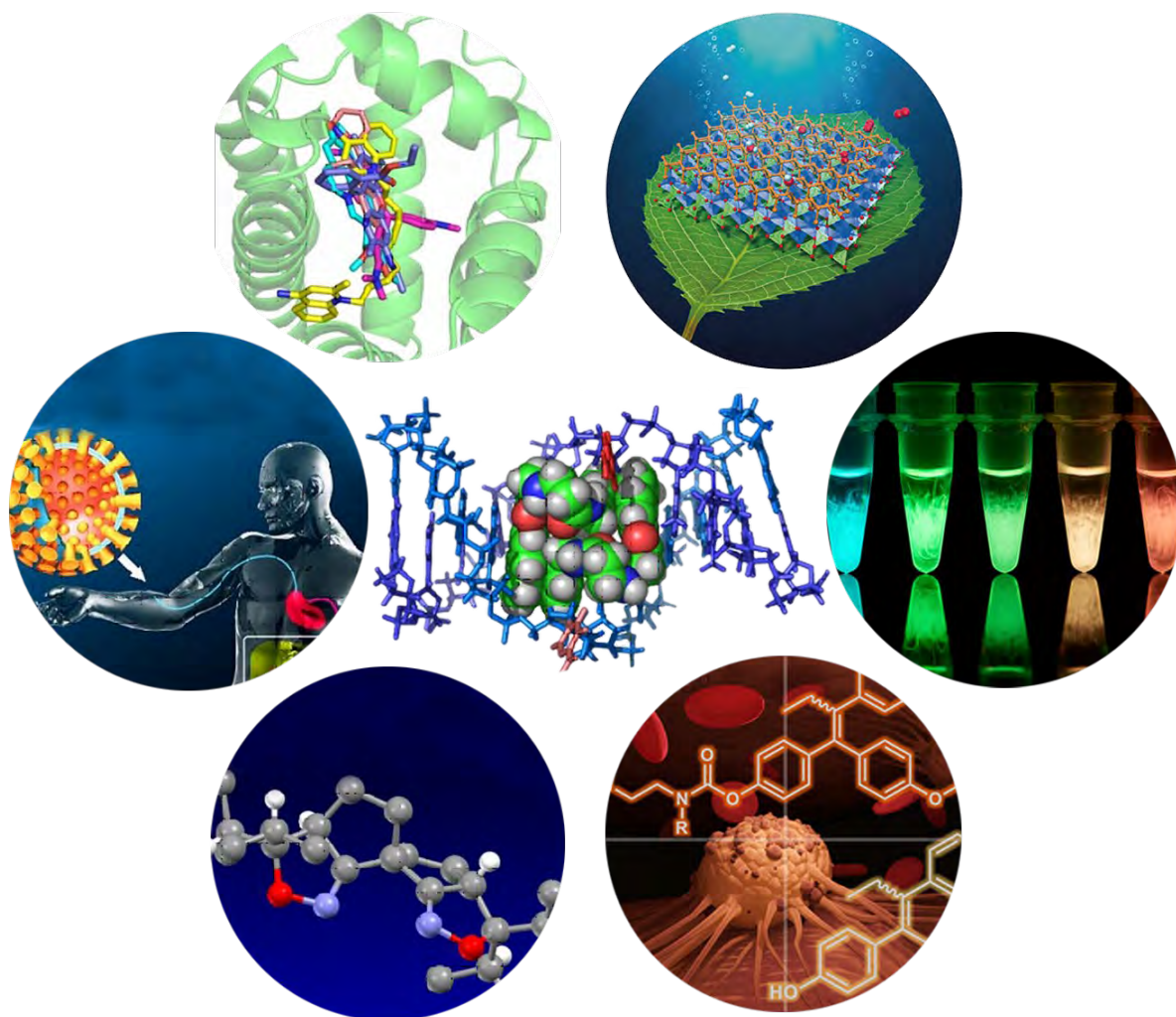
### 第3 研究部門（生体・分子科学系）

#### 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、分子システム創成化学、精密制御化学、複合分子化学の7研究分野で構成されている。

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

教育面では、理学研究科（化学専攻、生物科学専攻）、工学研究科（応用化学専攻、生物工学専攻）、薬学研究科（創成药学専攻・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 (令和4年12月31日退職)、小阪田 泰子 (高等共創研究院)
助教	Chao Lu
招へい教授	杉本 晃、川井 清彦 (令和5年1月1日採用)
招へい准教授	高田 忠彦
大学院学生	Xinxi Li、Shuya Fan、Zuoyue Liu、浅沼 大輝、小林 真和、土取 章太郎、 本田 和馬、Zheming Su

### 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、有機伝導体の光伝導との関連を示してきた。今年度は、ジアニオンの励起状態物性および電子移動過程の解明を目的とし、フラーレン誘導体とアクセプター結合分子(Fig. 1)を検討した。 $C_{60}$ のAr飽和DMSO溶液にTMHQ<sup>2</sup>を加えると $C_{60}^{\bullet}$ の生成を経て $C_{60}^{2-}$ が生成することを吸収スペクトルより確認した。生成した $C_{60}^{2-}$ に対し950nmのフェムト秒レーザーを照射することで得られた過渡吸収スペクトルでは、 $C_{60}^{2-}$ の励起状態( $S_1$ )生成に由来するブリーチングおよび吸収が1ps未満で確認され、高振動励起状態( $S_0^{hot}$ )に

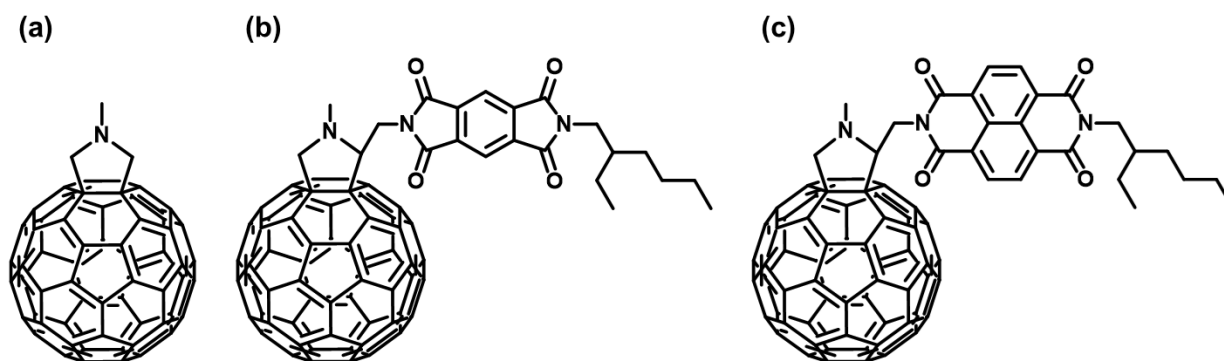


Fig. 1. Chemical structures of (a) fulleropyrrolidine ( $C_{60}H$ ), (b)  $C_{60}$ -pyromellitimide ( $C_{60}$ -PI), and (c)  $C_{60}$ -naphthalenediimide ( $C_{60}$ -NDI).



緩和することが確認された。同様の結果は  $C_{60}H^2$  の励起状態においても確認された。TMHQ<sup>2</sup>により生じた  $C_{60}^{2-}NDI^{\bullet-}$  に対し 865 nm レーザーで  $C_{60}^{2-}$  を選択的に励起することで得られた過渡吸収スペクトルでは、 $C_{60}H^2$  と同様な  $S_1$  状態生成が確認された後 1020 nm に  $C_{60}^{\bullet-}$  に由来する吸収が確認され、さらに 620 nm 付近に  $NDI^2-$  と  $NDI^{\bullet-}$  の高振動励起状態 ( $D_0^{hot}$ ) の吸収が見られたことから、 $C_{60}^{2-}$  の励起状態 ( $S_1, S_0^{hot}$ ) から  $NDI^{\bullet-}$  への電子移動が起き  $C_{60}^{\bullet-}NDI^2-$  が生成したことが確認された。同様の電子移動過程は  $C_{60}^{2-}PI^{\bullet-}$  でも確認されたが、電子移動速度は  $C_{60}^{2-}NDI^{\bullet-}$  より低速であった。この電子移動速度の差は電子移動の自由エネルギー変化の差異を反映していると考えられる。以上、本研究ではフラレーン  $C_{60}^{2-}$  の励起状態および光誘起電子移動過程の直接観測に初めて成功した。

#### ・ナノ光触媒による光エネルギー変換

金ナノ粒子、金属酸化物半導体ナノ材料などの光触媒系における界面反応ダイナミクスを単一粒子・単一分子レベルで解明するとともに、超高速分光により電荷ダイナミクスを明らかにすることで、高効率なナノ光触媒を開発することを目的としている。今年度は、多孔質  $WO_3$  ナノプレート構造体(s-i- $WO_3$ )の触媒活性の検討を行った。s-i- $WO_3$  光電気触媒反応による bisphenol-A 分解効率が電気触媒および光触媒反応に比べ著しく向上することを見出し、二次元多孔性構造による表面積増加が触媒活性に寄与していることを示した。この構造体において光励起により生じた電子正孔対の分離が高効率に起こっていることが示唆され、酸化に寄与するヒドロキシラジカルが効率的に生成していることが示された。

#### ・一分子蛍光観測による生体分子ダイナミクス、ごく微量分析・診断法の開発

我々は、一つの蛍光分子から放たれる光の挙動（蛍光の点滅現象=blinking）に注目することにより、様々な光化学反応速度を1分子測定する、**K**inetic **A**nalysis based on the **C**ontrol of fluorescence **B**linking (KACB 法)の開発に取り組んできた。蛍光ブリンキングをモニターすることにより、1つ1つの DNA 中の電子移動速度を検討した。蛍光分子とホールトラップであるデアザグアニンとの間に介在する塩基の数が異なる一連の蛍光分子 ATTO655 修飾 DNA オリゴヌクレオチドを設計し、各配列の電子移動速度を蛍光点滅よりモニタリングし、1分子測定することで 27Å に及ぶ DNA における距離依存的な電子移動速度の系統的測定を達成した。DNA の電子移動測定において、予想外の大きな不均一性が観察されることより、この不均一性をより深く理解するために、いくつかの要因を検討した。さらに、蛍光分子のブリンキング挙動は、 $\tau_{OFF}$  と  $\tau_{ON}$  に依存することより、DNA をプラットフォームとして用いて、蛍光分子とホールトラップの間の距離を 17 Å に固定し、A-T と G-C の塩基対の数を変化させたサンプルに対し、分子内電子移動をトリガーとするブリンキングをモニターすることで、ブリンキングパターンを DNA 配列により制御できることを示した。分子内電子移動の数値解析を行い、ブリンキングパターンを DNA 内電子移動により精密に制御できることを明らかにした。従来の蛍光強度や発光波長に加え、ブリンキングパターンを制御することで、同時に検出できる生体分子ターゲットを増やすことができることを示した。一方、確立した1分子ブリンキング計測を、培養細胞のセルブロックから作製した病理標本の診断に適用した。神経膠腫に関連する IDH1 遺伝子 R132H 変異をターゲットとしたプローブを設計および合成し、合成 RNA、病理標本上の mRNA の両方において変異を識別することに成功し、術中迅速診断により、新たな治療選択を与える可能性を示した。

## 機能物質化学研究分野

准教授 滝澤 忍

博士研究員 Hettiarachchige Dona Piyumi WATHSALA (令和4年9月30日退職)

Ankit KUMAR (令和4年11月15日退職)、Tin Zar AYE (令和4年10月16日採用)、

Mohamed Salem Hefni Salem MOHAMED (令和4年10月16日採用)、

Chandu G KRISHNAN (令和4年10月16日採用～令和4年10月31日退職)

特任研究員 杉寄 晃将 (令和4年4月1日採用～令和4年6月30日退職)

事務補佐員 吉野 香弥

### 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可能とする。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は重要な研究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による自動合成を重点的に推進している。

### b) 成果

#### ・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

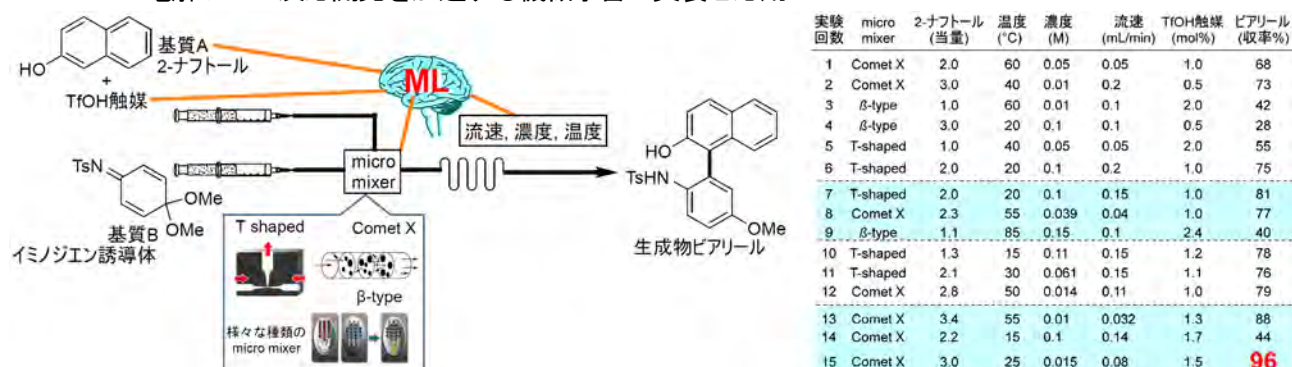


図1. 連続・カテゴリカルパラメータのベイズ最適化による実践的フロー反応条件最適化

フロー・電解合成の反応条件には、「流速・反応温度・基質当量・電流密度・反応時間・反応温度」といった連続的なパラメータ以外にも、「管径・管長」といった定量的かつ離散的なパラメータや「電解質・溶媒・触媒・micro mixer (攪拌方式)」といった数値化が困難なカテゴリカルなパラメータが混在する。例えば、図1に示す2-ナフトール (基質A) とイミノジエン誘導体 (基質B) とのカップリング反応の6つのパラメータ[micro mixer (攪拌方式)・2-ナフトール (当量)・温度 (°C)・濃度 (M)・流速 (mL/min)・触媒量 (mol%)]の最適化を例にとると、1つのカテゴリカルパラメータと5種の連続パラメータの最適化が必要になる。3種類のmicro mixerについて、5種類の連続パラメータを5通りずつ検討するだけでも9375通りもの実験が必要となり現実的ではない。そこで攪拌方式をOne-hotベクトルで表記し、これを連続パラメータと一緒にカーネル関数で類似性を評価してガウス過程回帰を行うことで、多重線形効用関数モデルよりも高次元パラメータ間の非線形関係を単純化でき、結果、多様なパラメータが混在するフロー反応の実践的最適条件予測が

行えると考えた。実際、実験 1~6 に示す 3 つの micro mixer (Comet X,  $\beta$ -type, T-shaped) と様々なフロー反応条件及び、その条件下にて得られたビアリール生成物の収率 (4~67%) を学習データにベイズ最適化を行うと、実験 7~9 に次に探索すべき反応条件 3 例が提示された。実験 7~9 の収率 (40~81%) も加味し、実験 1~9 の学習データを用いて再度ベイズ最適化を行うと、使用すべき micro mixer は、Comet X, T-shaped の二つに絞られた。最終的には、15 回の実験試行回数で 6 つのフロー反応条件 (micro mixer: Comet X  $\cdot$  2-ナフトール 3 当量  $\cdot$  反応温度 25°C  $\cdot$  濃度 0.015M  $\cdot$  流速 0.08mL/min  $\cdot$  TfOH 触媒 1.5mol%) を最適化することができた。

#### ・ヘテロデヒドロ [7]ヘリセンの電解連続合成

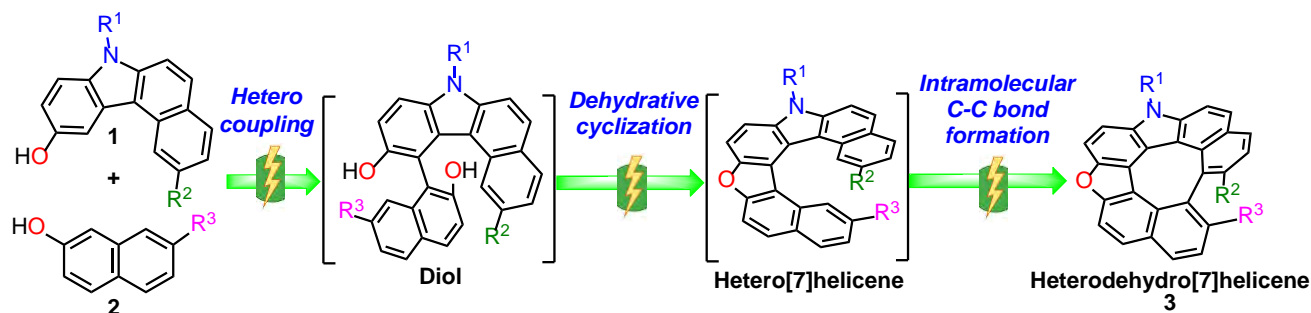


図 2. ヒドロキシカルバゾール誘導体 **1** と 2-ナフトール類 **2** の酸化的ヘテロカップリングを鍵工程とするアザオキサデヒドロ[7]ヘリセン **3** の電解ドミノ合成

ヘテロデヒドロ [7]ヘリセンは、対応するヘテロ[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、ヘテロ[7]ヘリセンとヘテロ[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、これらヘテロデヒドロ[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。これらヘテロデヒドロ[7]ヘリセン類の光学材料としての機能に興味を持たれるものの、未だその合成法は多段階であり、光学的に安定なヘテロデヒドロ[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 2 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。スケールアップ不斉合成を検討したところ、キラルバナジウム触媒によるクロスカップリング反応にて得られるジオールに、電解ドミノ合成を適用することで中間体のヘテロヘリセンを経由し、最終的に 600 mg 以上の高光学純度のデヒドロ[7]ヘリセン **3** を短工程で合成することができた。



## 精密制御化学研究分野

教授	中谷 和彦
准教授	堂野 主税
助教	柴田 知範、山田 剛史 (令和5年3月31日退職)、ビモレンドウ ダス (令和4年6月1日～特任助教から)
特任教授	平尾 俊一 (令和4年4月1日採用～令和5年3月31日退職)
特任研究員	藤原 侑亮 (令和4年4月16日採用) 村上 英太郎 (令和4年4月1日採用)
大学院学生	高島 裕介、陳 清文、アニサ ウルフスナ、櫻林 修平、倪 露、張 陸艶、吉留 大輔、 邢 子鷺 (令和4年9月22日修了)、中町 彩乃、佐々木 崇、杉浦 徳昭、中原 安里彩、 石丸 稜介、梶原 優佳
学部学生	芝田 宙
技術補佐員	須貝 亜矢子 (令和4年4月1日採用)、原田 恭枝
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、核酸に強く結合する低分子の探索研究・得られた定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、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 NCD の NMR 構造解析

トリヌクレオチドリピート (TNR) 病は、ゲノム中の CXG (X=C, A, G, T) 配列の異常伸長により発症する。これまでに中谷研究室では、TNR に結合する 2 つの低分子化合物、NCD と NA を報告している。NCD は CGG リピート (脆弱 X 症候群の原因配列) と CAG リピート (ハンチントン病の原因配列) に強く結合することがわかっている。ここで、CAG/CAG モチーフに結合する NA の NMR 構造は既に報告していたが、CGG/CGG モチーフに結合する NCD の構造は未解決であった。我々は、NMR 構造解析を専門とする横浜国大の児嶋長次郎教授のグループと共同研究を行い、NCD-CGG/CGG 複合体の構造を NMR で決定し、NA-CAG/CAG 複合体との比較を行った。NCD-CGG/CGG 構造は NA-CAG/CAG 複

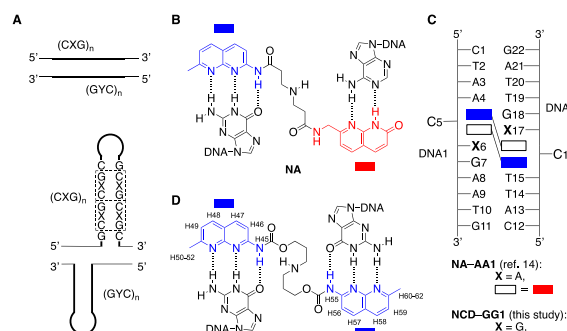


図 1. (A) (CXG)<sub>n</sub>/(CYG)<sub>n</sub> 二本鎖 DNA とスリップアウトの状態 (B) NA (D) NCD (C) 2 つの NA 分子と CAG/CAG トライアド DNA を含む dsDNA で構成される NA 複合体と、2 つの NCD 分子と CGG/CGG トライアドを含む dsDNA で構成される NCD-GG1 複合体の図 赤と青の四角形は、それぞれアザキノロン (AQ) とナフチリジン (NP) を示す。

合体と共通した特徴を共有しているが、リガンド結合部位の構造揺らぎに大きな違いが見出された。NA-CAG/CAG 複合体はスタック構造のみであるが、NCD-CGG/CGG 複合体はスタック構造とキック構造の二つの状態をとる可能性が示唆された。NCD-CGG/CGG 結合部位の動的変動は、NCD のリンカー構造の改良による結合能の向上の余地を示唆した。本研究結果は *Nucleic Acid Research* 誌 にオープンアクセス論文として掲載された。(doi.org/110.1093/nar/gkac740)

### ・アルコキシアゾベンゼン型新規光応答性核酸結合分子の開発

光刺激によって核酸との結合特性の変化する光分子スイッチは、DNA ナノテクノロジーに基づく機能性分子創成や、DNA や RNA の構造と紐付けされた機能制御に有用である。研究室で開発された NCD は、DNA や RNA の特定の配列に含まれる GG ミスマッチを高選択的かつ高親和性で結合する核酸結合リガンドである。NCD に光応答性を有するアゾベンゼンを組み込んだ NCDA (図 2a) は、光照射に依存して可逆的な結合特性を示す光応答性核酸結合分子である。本研究では、アゾベンゼン部位の構造を改変することで、より優れた光化学特性の獲得に成功した。

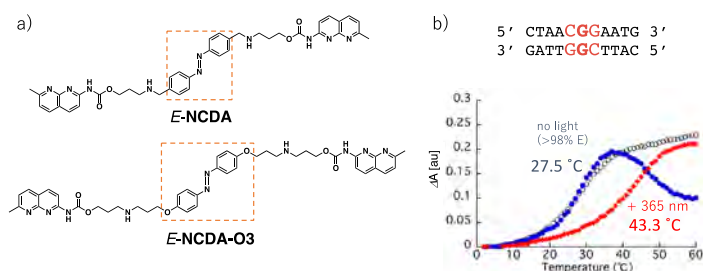


図 2. a) NCDA および NCDA-O3, b) NCDA-O3 共存下における CGG/CGG の融解温度測定. 光未照射 (青), 365 nm 光照射後 (赤).

TD-DFT 計算による吸収スペクトル予測に基づき、アゾベンゼンのパラ位にアルコキシ基を有する骨格を選択し、NCD のリンカー部位に組み込んだ NCDA 誘導体 (図 2a, NCDA-O2, O3, O4; それぞれ接続するメチレンリンカーの炭素数が 2 から 4) を設計、合成した。新規 NCDA 誘導体は、アゾベンゼン部位の吸収バンドがより分離され、従来よりも高い量子収率での光異性化を実現した。特に NCDA-O3 は、熱的安定な E 型異性体が DNA に対する親和性が非常に小さく、365 nm 光照射によって生成する Z 型異性体が DNA の CGG/CGG 配列に対して高い親和性を示し、結合の ON/OFF 光スイッチングが可能である。(図 2b)。

### ・脊髄小脳失調症 31 型の原因となる TGGAA ペンタヌクレオチドリピートに結合する低分子の開発

脊髄小脳失調症 31 型(SCA31)は、TGGAA リピートの異常挿入が原因で発症する難治性疾患である。TGGAA リピートに結合する低分子は、SCA31 の発症機序の解明や治療法開発に資する分子ツールとして期待される。本論文は、研究室において開発された低分子ナフチリジンダイマー(ND)のリンカー部位のアミノ基をアミド化した ND-amide (図 3)が、TGGAA リピートへア

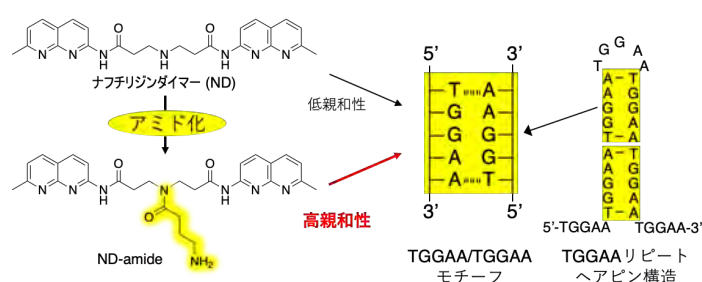


図 3. 左) ND 及び ND-amide の化学構造式, 右) TGGAA/TGGAA モチーフ及び TGGAA リピートヘアピン構造

ピン構造に含まれる TGGAA/TGGAA モチーフに強く結合することを二本鎖融解温度測定、等温滴定カロリーメトリー分析により明らかにした。さらに、質量分析では 2 分子の ND-amide が TGGAA/TGGAA モチーフに結合した複合体が観測された。また ND-amide のリンカー構造と DNA 結合活性の相関研究により、ND-amide は、XGG/XGG モチーフ(X=A or C)よりも GGX/GGX モチーフに強く結合することが明らかとなった。

## 複合分子化学研究分野

教授	鈴木 孝禎
准教授	伊藤 幸裕
助教	山下 泰信、 高田 悠里
特任教授	藤岡 弘道、 吉崎 和幸 (令和4年4月1日採用)
特任助教	秋山 敏毅 (令和4年8月1日採用)
特任研究員	守山 由喜子 (令和4年6月1日採用)
招へい教授	大庭 誠、 村橋 俊一、 廣瀬 誠
招へい研究員	Farzad Zamani (令和4年10月10日退職)
招へい研究員	舘野 佑介、 伊東 大貴、 谷川 美紀、 Paddy Melsen
招へい研究員	田中 啓太 (令和4年5月1日採用)、 Ryan Antony Hubball (令和4年6月1日採用)
技術補佐員	澤田 美穂
事務補佐員	吉野 香弥

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・リシン特異的脱メチル化酵素 LSD1 により活性化される抗がん剤プロドラッグ : PCPA-drug conjugate の HDAC 阻害薬 vorinostat への応用

これまでに、当研究室では、抗がん剤の副作用の軽減を目指し、がん細胞内で選択的に薬物を放出するプロドラッグの研究を行ってきた (Suzuki, T. *et al. Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2007**, *17*, 4208–4212. *etc.*)。最近、我々は多くのがん細胞で高発現するリシン特異的脱メチル化酵素 (LSD1) とその阻害薬 *trans*-2-phenylcyclopropylamine (PCPA) を利用した新規プロドラッグ PCPA-drug conjugate (PDC) を考案した (Ota, Y. *et al. Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, *55*, 16115–16118.)。PDC は LSD1 を高発現するがん細胞においては、LSD1 阻害に伴い薬物を放出する。一方で、LSD1 をほとんど発現しない正常細胞においては薬物を放出しないことが期待される。これまでに、我々は PDC の一例として乳がん治療薬 tamoxifen の活性代謝物を含む PDC を設計・合成し、PDC の概念実証研究を行った。今回、我々は PDC の薬物放出の一般性を確認するためにヒストン脱アセチル化酵素 (HDAC) 阻害剤 vorinostat 含む新規 PDC を設計・合成し、薬物放出の一般性を検討した。その結果、新規 PDC は LSD1 阻害により、効率的に HDAC 阻害薬を放出した。さらに、PCPA のフェニル基を他の芳香環に変換した化合物 **32** は、より高いがん細胞/正常細胞選択性で、がん細胞選択的な増殖抑制効果を示した。以上の結果から、化合物 **32** は LSD1 により活性化される HDAC 阻害薬のプロドラッグ

として機能することが分かった (Ota, Y.; Itoh, Y.; Takada, Y.; Yamashita, Y.; Suzuki, T. *et al. ACS Med. Chem. Lett.*

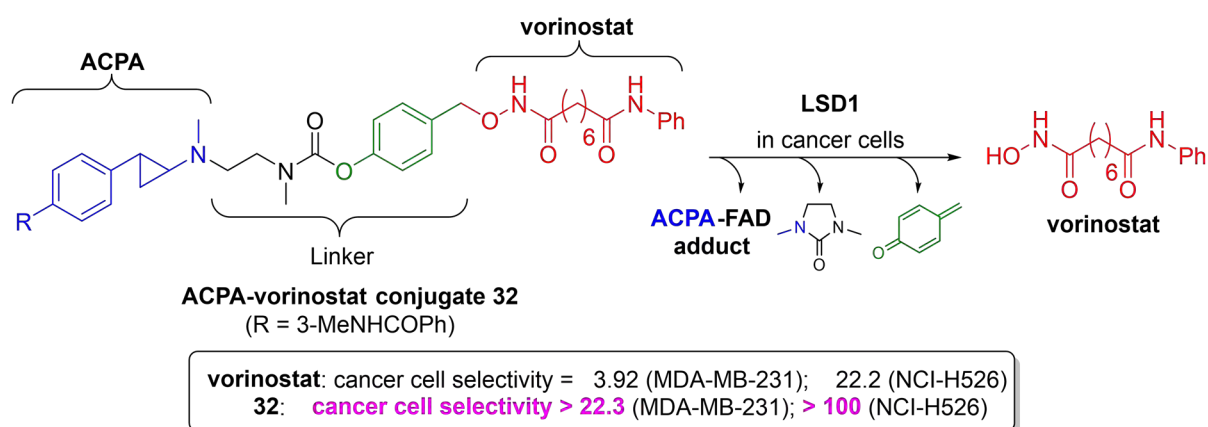


図1 がん細胞選択的に vorinostat を放出するプロドラッグの創製

2022, 13, 1568–1573.)。

#### ・ヒストン脱アセチル化酵素 8 (HDAC8) 分解誘導剤の創製

標的タンパク質分解誘導剤 (PROTAC) は、生体内のタンパク質分解機構であるユビキチン-プロテアソーム系を利用して、標的タンパク質の特異的分解を誘導する化合物である (Itoh, Y. *Chem. Rec.* **2018**, 18, 1681–1700.)。PROTAC は、分解誘導に伴い、標的タンパク質の機能をすべて阻害できることから、多機能性タンパク質を阻害する化合物として有用である。さらに、疾患関連タンパク質を標的とした PROTAC は、医薬品候補化合物としても期待される。今回、我々はヒストン脱アセチル化酵素 (HDAC) アイソフォームの一つである HDAC8 を標的とした PROTAC の創製研究を展開した。HDAC8 は、酵素機能に加えて、他のタンパク質と相互作用する機能も有している。さらに、ヒト T 細胞性白血病細胞の増殖に関与することが知られていることから、PROTAC による HDAC8 分解がヒト T 細胞性白血病細胞に対してどのような効果をもたらすかは興味深い。

我々は、HDAC8 の X 線結晶構造を基に種々の HDAC8 PROTAC 候補化合物の設計・合成を行い、合成化合物の HDAC8 分解誘導活性を、ヒト T 細胞性白血病細胞 Jurkat を用いて評価した。その結果、1  $\mu$ M 未満という低濃度で分解誘導活性を示す HDAC8 PROTAC を見出した。加えて、Jurkat 細胞に対する増殖阻害活性評価を実施した結果、見出した HDAC8 PROTAC は、HDAC8 の酵素機能のみを阻害する従来の HDAC8 選択的阻害薬を凌駕する高い増殖阻害活性を示すことも明らかとなった。したがって、従来の阻害薬による HDAC8 の酵素機能阻害よりも PROTAC による HDAC8 の分解誘導が、ヒト T 細胞性白血病細胞の増殖阻害において有効であることが分かった (Chotitumnavee, J.; Yamashita, Y.; Takada, Y.; Itoh, Y.; Suzuki, T. *et al. Chem. Commun.* **2022**, 58, 58, 4635–4638.)。



図2 HDAC8 PROTAC の構造

## 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
助教	立松 健司、曾宮 正晴（令和2年2月18日～ 留学）
大学院生	七原 匡哉、森山 さくら、富尾 恵佑（令和5年3月31日修了）、田北 雪江（令和5年3月31日修了）、中島 代詠（令和4年4月1日入学）
事務補佐員	村井 摩由子（令和4年4月1日採用）

### a) 概要

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

#### ・「大きな液胞」に局在するイオン輸送装置

乳飲期の幼児の腸上皮細胞は、母乳に含まれる免疫グロブリン(Ig)を得ることで出生後の免疫を獲得する。しかしながら、Igが消化管で分解されてしまえば免疫機能を賦与することができない。乳飲期の幼児の胃は酸性ではなく、タンパク質分解の活性も低い。したがってミルク成分に含まれるIgは分解を受けずに小腸に到達する。小腸に達したタンパク質・脂質は「まるごと」、腸上皮細胞のエンドサイトーシスとよばれる膜ダイナミズムによって吸収される。小腸上皮細胞はきわめて活発にエンドサイトーシスを行っており、微絨毛直下には複雑なチューブ状のエンドソームが発達している。さらに特徴的なことは、微絨毛と核の間の細胞質には、直径20  $\mu\text{m}$ を越える「大きな液胞」が発達している。私たちはこの液胞が、通常のリソソームと同様の性質をもつことを明らかにしてきた。さらに、この液胞構造の形成には、エンドソーム・リソソーム間の膜輸送を制御する低分子量GTP結合タンパク質Rab7が関与していることを遺伝学的に示した。小腸上皮特異的にRab7を欠失するマウスは乳飲期の生育が遅くなる。したがって栄養吸収に「大きな液胞」が重要な意義をもつ。さらには母子間のIgの伝達にも機能すると考えられる。

さて、この「大きな液胞」がどのように形成されるのか、その分子機構はほとんどわかっていない。通常動物細胞ではリソソームはたかだか数 $\mu\text{m}$ の構造で、細胞質にちらばって存在している。また、離乳期以降のマウス小腸上皮でも「大きな液胞」は存在しない。Rab7は腸上皮以外にも広範に発現することから、「液胞の大きさ」を規定する直接の因子とは考えられない。私たちは「大きな液胞」の浸



透圧によって大きさが決まると考え、リソソーム・液胞にイオン濃度勾配を賦与する、プロトンポンプ V-ATPaseのはたらきに注目した。「大きな液胞」は、小腸上皮以外にも、初期胚の臓側内胚葉Visceral Endoderm (VE)に見られる。小腸特異的な遺伝子欠損を導入するにはマウスの交配を経るため時間がかかる。V-ATPaseやRab7の欠失では、VEの分化はおきるため、初期胚をモデル系として検討した。その結果、V-ATPaseの欠失によって単層上皮であるVEの細胞極性が喪失することを明らかにした。また、VEで複数の異なるタイプのV-ATPaseが発現していることを明らかにした。

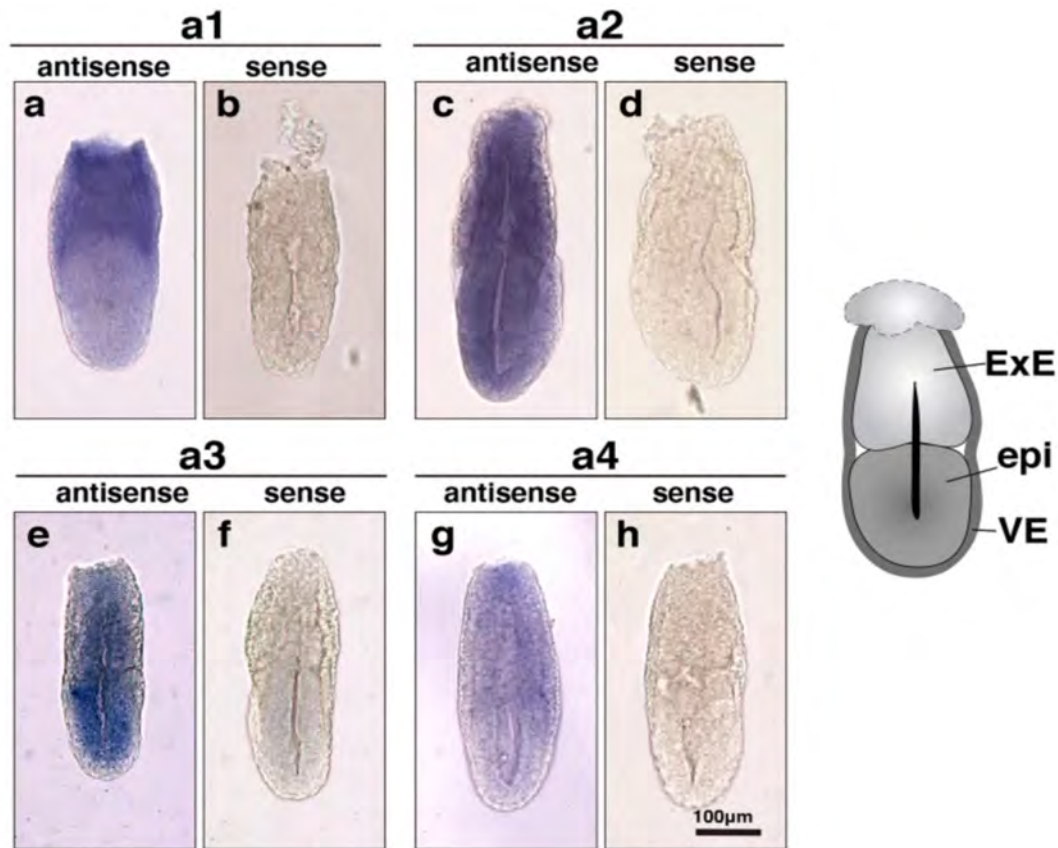


図2. V-ATPase a-subunit isoform の初期胚の発現パターン。受精後6.5日のマウス初期胚を a1、a2、a3、a4 サブユニットイソフォーム mRNA を、それぞれ特異的な antisense RNA probe を用いて検出した。対照実験として sense RNA probe では検出されないことを確認している。ExE: 胚体外外胚葉(extraembryonic ectoderm)、epi: 胚盤葉上層(epiblast)、VE: 臓側内胚葉(visceral endoderm)。



## 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	マーティン ズワーマ
特任研究員	西村 巖
大学院学生	米田 智廣、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 怜司、谷田 亮 岩田 悠豊、水谷 祐輔、宮川 水来、上山 沙代、櫻井 希望、高田 裕也、松江 梨々子、矢島 典昭
技術補佐員	河上 祥子、阿字地 佳納子、横井 直美 (令和4年10月1日採用～令和5年3月 31日退職)、米田 智廣 (令和4年12月1日採用～令和5年3月31日退職)、竹下 由美子 (令和5年2月16日採用)
事務補佐員	鳥取 千春

### 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

・臨床において感染症を引き起こしている細菌の薬剤排出ポンプの変異が多剤耐性をさらに高めている事実を明らかにした

【概要】近年、臨床で感染症を引き起こす原因となっている細菌の薬剤耐性化が大きな問題となっている。細菌には抗菌薬を細胞内から細胞外に排出する薬剤排出ポンプが存在しており、薬剤耐性化の原因となっている。さらに、臨床細菌株における RND 排出ポンプの変異が多剤耐性をさらに高めている。私達は、大腸菌の排出ポンプ *ActB* における R717L および R717Q 置換 (アジスロマイシン耐性 *Salmonella enterica* 属に見られる) が、フルオロキノロンだけでなくマクロライド耐性も劇的に高めることを明らかにした。一方、ノボビオシンや $\beta$ -ラクタム薬であるクロキサシリンには感受性が高くなった。私達は、抗菌薬による治療の管理と調整、そして新規抗生物質と排出ポンプ阻害剤の開発が細菌薬剤耐性化を克服のために重要であると考え、研究を推進している。今年度の成果は、米国の微生物学会 (ASM) が発行している化学療法系分野の科学雑誌、*Antimicrobial Agents and Chemotherapy* を中心に複数の論文として発表することができた。

【研究の目的と背景】多剤耐性病原体は複数の抗生物質に抵抗するが、その原因は過剰発現した内在性および獲得した排出ポンプにある。グラム陰性菌では、RND 型排出ポンプが構造的に無関係な抗生物質を排出することにより、多剤耐性の原因となっている。近年、アミノ酸の置換により耐性がさらに上昇している。

*Salmonella enterica* Serovars Typhi と Paratyphi A に存在するポンプ AcrB の近位結合ポケット (PBP、図 1) の変異は、アジスロマイシン (AZM) 耐性の表現型を引き起こす。AZM は腸チフス治療の最後の選択肢となることが多いので、これは見逃せない重要な現象である。2010 年には、パキスタンの AZM 耐性 *S. serovars Paratyphi A* 株が初めて報告された。AZM のブレイクポイントは、*S. Typhi* で 16 $\mu\text{g}/\text{mL}$  以上と定義されている。Hooda ら (2019) は、バングラデシュの *Salmonella* 分離株から AcrB における R717Q/L 置換を最初に報告した。R717Q/L を保有する複数の株は、32~64 $\mu\text{g}/\text{mL}$  の間で AZM 耐性を示した。R717Q/L は、ネパール、パキスタン、インドの AZM 耐性 *S. Typhi* 株にも認められた。系統解析の結果、R717Q 変異は自然発生的かつ独立して出現した可能性が高いことがわかった。Sajib ら (2021) は、バングラデシュの AZM 耐性 Typhi および Paratyphi A 株のほとんどがこれらの変異を有することを明らかにした。彼らは、最初の Arg717 変異が 2010 年頃に出現し、旅行に関連した R717Q 変異体が英国でも発見されたと予測した。さらに、*Neisseria gonorrhoeae* の MtrD における同様の R714G 置換の解析後、ずいぶんつかの AZM 耐性分離株で異なる置換 (R714C/H/L) が発見された。

本研究では、*Salmonella* AcrB に近縁な *Escherichia coli* AcrB (AcrB-Ec) の R717Q/L を大腸菌で発現させて検討した。他の臨床変異である K823E/N (MtrD による AZM 耐性増強の原因) や G288D (*S. Typhimurium* 臨床株におけるフルオロキノロン耐性の原因) と比較検討した。

私達は、AcrB-Ec の R717Q/L 置換により、マクロライド耐性が著しく向上し、MIC が最大で 8 倍上昇することを示した。これらの知見は、R717Q/L 変異を保有する AZM 耐性 *S. Typhi* および Paratyphi A 株の表現型を裏付けるものである。興味深いことに、R717Q/L は CLX と NOV の MIC を 2 倍低下させた。このことは、パキスタン産の AZM 耐性 *S. Typhi* R717Q 株が第 3 世代セファロsporin の感受性を保っていたことを説明できる。EUCAST データベースによると、大腸菌の AZM 疫学的カットオフ値は理論値で 16  $\mu\text{g}/\text{mL}$  である。野生型大腸菌 MG1655 株の AZM プレート MIC は 16 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 、R717Q/L 変異体はそれぞれ 64 $\mu\text{g}/\text{mL}$  と 128 $\mu\text{g}/\text{mL}$  であった。また、変異体は AZM 液の MIC が 128 $\mu\text{g}/\text{mL}$  であった。これらの置換により、PBP の入口で親水性が低下した。Gln は極性であり、Leu は疎水性である。それでも、どちらの置換もマクロライドの MIC 上昇を引き起こす。マクロライドは疎水性分子であるため、親水性の低下 (および正の電荷の除去) は抵抗性の増加を部分的に説明する。さらに、R717Q/L では側鎖が著しく短く、PBP の入り口が大きくなっており、嵩高いマクロライドの排出が促進されることがさらに説明できる。R717L が R717Q よりもマクロライドの輸出においてわずかに活性が高いように見えるのは、スペースの拡大と疎水性の向上が原因であると考えられる。さらに、フルオロキノロンと MIN については CLX 下での生育については、基本的に変異体間に差は認められなかったが、NOV 下では R717L は R717Q よりもわずかに生育が良好であった。

このように、マクロライドおよびフルオロキノロン耐性が向上したほか、CLX および NOV の MIC が低下することが確認された。したがって、腸チフスやパラチフスの治療に複数の抗生物質を組み合わせることで、耐性を緩和し、治療を強化することは、臨床的に興味深いことであると思われる。大腸菌 AcrB でこのような有意な機能獲得が初めて観察され、このような変異が治療に大きく影響する可能性があることが示された。

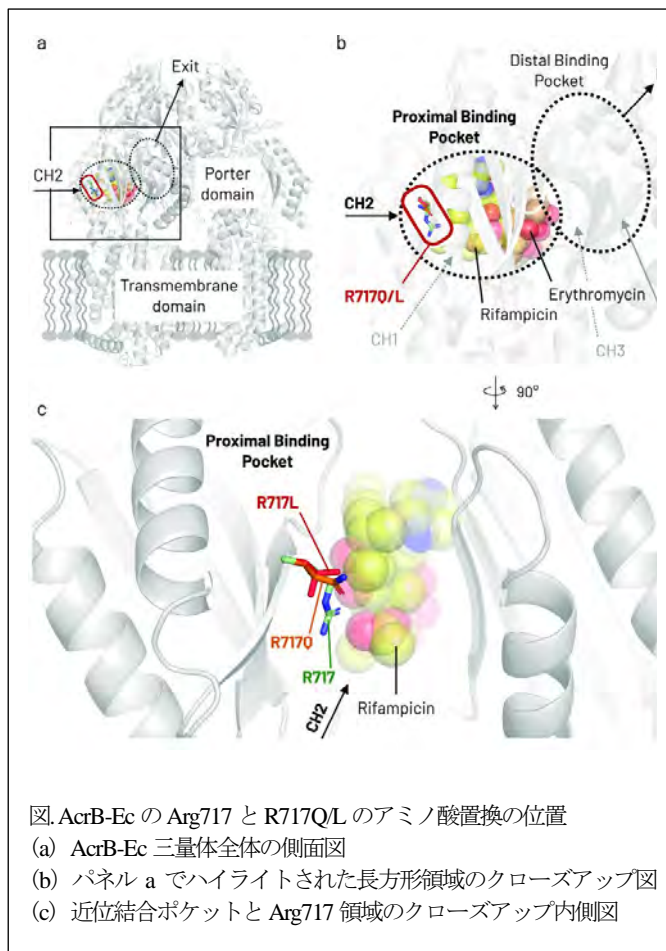


図. AcrB-Ec の Arg717 と R717Q/L のアミノ酸置換の位置  
(a) AcrB-Ec 三量体全体の側面図  
(b) パネル a でハイライトされた長方形領域のクローズアップ図  
(c) 近位結合ポケットと Arg717 領域のクローズアップ内側図

## 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 (令和4年7月31日退職)、Tran Quang、垣塚 太志、鈴木 香 (令和4年11月1日採用)、佐藤 智亮 (令和4年12月1日採用)、田代 文 (令和4年4月1日採用)
大学院学生	Eunike Priscilla Tanio (令和4年9月30日単位取得退学)、Zhai Le、Subhan Hadi Kusuma、田中 陸登、野間 涼平、幸田 健吾、酒井 伸弥、Mao Yifei、He Yunting、Muhammad Bilal、Wu Ti (令和4年4月1日入学)、Diogo Figueiredo (令和4年4月1日入学)、原田 一平 (令和4年9月30日退学)
学部学生	飯田 眞大、清水 玲希
研究生	Izzati Rafidah (令和4年10月1日受入)
特任事務職員	岡本 昌俊 (令和4年11月16日採用)、中村 久子 (令和5年1月1日採用～令和5年3月31日退職)
特任技術職員	板野 景子 (令和4年4月1日採用)
事務補佐員	酒井 和代 (令和4年10月15日退職)
技術補佐員	林田 人美 (令和4年11月16日採用)、藤井 智子 (令和4年11月16日採用) 井上 博子 (令和5年1月31日退職)、千尾 朝子 (令和4年11月30日退職)

### a) 概要

#### (1) Sumire

これまで発表された中で最も短い波長の蛍光を発する $\beta$ バレル型蛍光タンパク質「Sumire」の開発に成功した。Sumireを機能的な蛍光タンパク質プローブの素材として用いることで、細胞内で同時に観察できるパラメーターを増やすことができ、細胞内で起きる様々な生理現象の因果関係の解明に役立つと期待される。

#### (2) B-gTEMP

15～50℃の範囲における温度変化に対して高速で蛍光が応答する蛍光タンパク質温度指示薬 B-gTEMP (blue light-excitable genetically encoded temperature indicator) を開発した。B-gTEMPで標識した細胞の蛍光顕微鏡観察において、1ミクロン以下の空間分解能と1ミリ秒以下の時間分解能で1細胞内の温度分布測定に成功した。さらに、B-gTEMPを用いたヒト由来細胞中の熱拡散過程のリアルタイム観察を行った結果と、コンピュータによる熱拡散シミュレーションとの比較により、細胞内の熱拡散係数を特定した。

#### (3) アポプラスト

植物の根は土壌や培地から水や養分を吸収するため、細胞膜より内側を除いた水溶液の空間である「アポプラスト」を通し根の成長や周辺環境へ応答し、根のアポプラストのpHは細胞壁の合成と修飾のために酸性であると考えられている。しかし、従来の手法ではアポプラストの構造やpHを乱すことなく正確な根のアポプラスト液のpHを定量することは困難である。そこで我々は青色発光を示す蛍光タンパク質(Nanoluc)とpH感受性がある緑色蛍光タンパク質(mNeonGreen)の融合タンパク質である緑色増強型ナノラタン(GeNL)を用いて、NanolucからmNeonGreenへのフェルスター共鳴エネルギー移動効率に基づくpH指示薬としてpH4.5から7.5までのpH変化を発光色の変化(青から緑)として捉える手法を開発した。

## b) 成果

### (1) Sumire

これまでに開発された青色側の avGFP 改変体の多くは、発色団を構成するチロシンを他の芳香族アミノ酸に置き換えることで発色団中の  $\pi$  共役系を狭小化し、蛍光色を短波長にシフトさせることで作成されてきた。しかし、天然のタンパク質中に存在するチロシン以外の芳香族アミノ酸、トリプトファン、ヒスチジン、フェニルアラニンは既に、Cyan fluorescent protein (CFP)、Blue fluorescent protein (BFP) および Sirius にそれぞれ利用されており、芳香族アミノ酸の置き換えでは、これ以上の多色化は難しい。そこで蛍光タンパク質の発色団に対する水分子の付加を利用することで蛍光波長の改変を試みた。発色団に水分子が付加すると、五員環の一部が  $\pi$  共役系から外れることで吸収波長が短くなる (図 x)。

このような水和型発色団については、一部の Yellow fluorescent protein (YFP) 改変体で報告があったが、水和型発色団は安定性が低いうえ、蛍光量子収率が小さく、蛍光タンパク質として利用することは現実的ではなかった。本研究では avGFP の改変体である Super folder GFP (sfGFP) に対して 9 カ所の遺伝子変異を加えることにより、水分子が付加した発色団が安定して存在できるように改変し、さらに蛍光量子収率を大幅に増加させた。その結果 Sumire はこれまで報告された蛍光タンパク質の中で最も短い 424 nm の蛍光波長を持つ Sirius よりもさらに 10 nm 短い 414 nm の蛍光を発し、なおかつ Sirius よりも 3.9 倍明るく光る蛍光タンパク質となった。

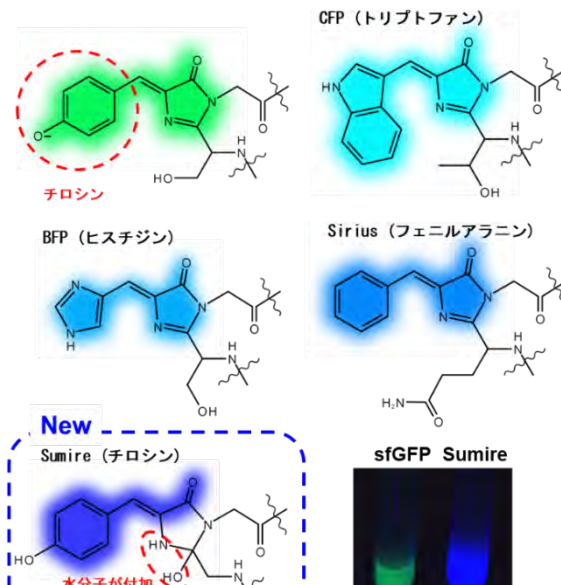


図 x 蛍光タンパク質発色団模式図

“Extension of the short wavelength side of fluorescent proteins using hydrated chromophores, and its application” K. Sugiura and T. Nagai, Communications Biology 5 (1), 1172

### (2) B-gTEMP

動物の体温の恒常性や調節には、体内で行われている熱産生が重要な役割を果たしている。動物生体内において細胞が熱を発生するメカニズムの解明には、1 個の細胞レベルでの熱発生をリアルタイムで可視化することが必要である。しかし、低侵襲で細胞内の熱発生イメージングが可能である蛍光タンパク質ベースの蛍光性温度指示薬では、従来、細胞中における速い熱の発生と散逸を捉えることが困難であった。そこで、本研究では、高速応答を示す蛍光性温度指示薬である B-gTEMP の開発を行った[1]。

B-gTEMP は、蛍光タンパク質である mNeonGreen (mNG) と tdTomato (tdT) から構成される蛍光比測定型の温度指示薬である (図 1) [1]。B-gTEMP から測定される mNG と tdT の蛍光比 (mNG/tdT) は、平均  $+1.6\%/^{\circ}\text{C}$  の温度感度を示す。B-gTEMP を発現した細胞に付着させたカーボンナノチューブに対して光を照射し、それに伴って発生する熱が細胞中を伝わって拡散する過程を蛍光イメージングで観察したデータより (図 2)、B-gTEMP の温度変化に対する応答時間はミリ秒以下であることを確認した。さらに、細胞内の熱拡散の時間発展画像データから細胞内の熱拡散係数を特定するため、細胞中の熱拡散のコンピュータシミュレーションを様々な熱拡散係数を仮定して計算して蛍光イメージングデータと比較した結果、細胞内の熱拡散係数は  $2.7 \times 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  と特定した。これは純水の熱拡散係数の  $1/5.3$  の値であり、細胞内の熱拡散は純水に比べてかなり遅いことが明らかになった。このような細胞内の遅い熱拡散は、細胞の温度調節機構に対する関与が示唆される。今後、熱生物学研究において、B-gTEMP は有用な蛍光性温度指示薬として利用できると期待される。



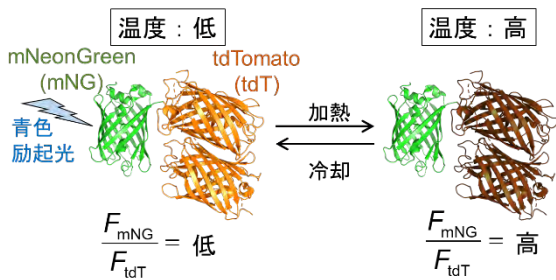


図 1. B-gTEMP の分子デザインと、その蛍光応答。  $F_{mNG}$ 、 $F_{tdT}$  はそれぞれ mNG と tdT の蛍光強度。

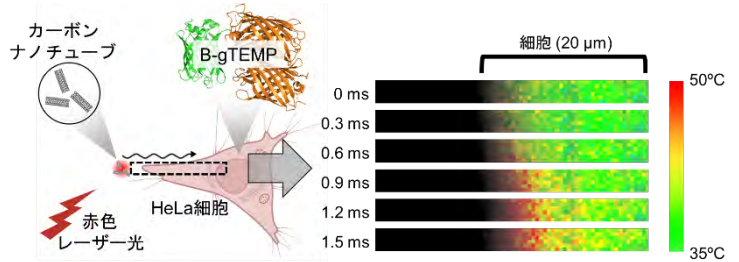


図 2. 細胞中における熱拡散過程の高速観察。B-gTEMP を発現した HeLa 細胞に近接したカーボンナノチューブに集光した赤色レーザー光を照射し、発生した熱の伝達を観察した。

[1] Lu, K., Wazawa, T., Sakamoto, J., Vu, C. Q., Nakano, M., Kamei, Y., Nagai, T. Intracellular Heat Transfer and Thermal Property Revealed by Kiloherz Temperature Imaging with a Genetically Encoded Nanothermometer. *Nano Lett.* 22:5698–5707 (2022).

### (3) アポプラスト

概要で述べた GeNL をセルラーゼ 1 由来のシグナルペプチドと融合することでシロイヌナズナの根のアポプラスト液に局在誘導し、根の伸長時の pH 変化を観察した。アポプラストの pH 変化を 30 分以上可視化することに成功し、根のアポプラストでは伸長に応じて pH を 5.1–5.7 の範囲で酸性に維持していることを確認した。これらの結果は、アポプラストの pH が根の伸長中に厳密に制御されていることを示唆し、今後 pH 維持の機構解明が期待される。

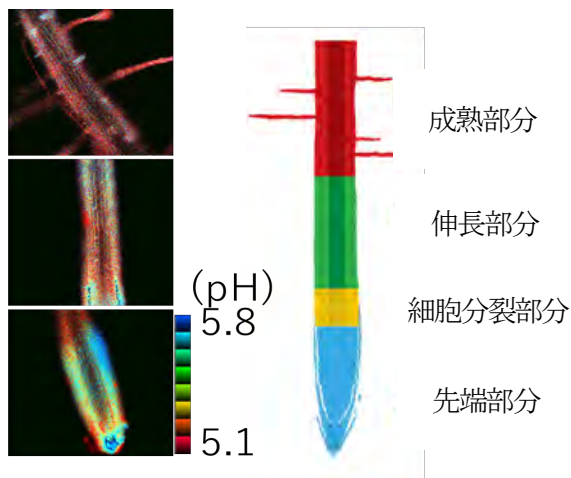


図 1. シロイヌナズナの根でアポプラスト液の pH 変化を発光色の変化として捉えた。発光色を pH 値として変換し表示している。根の先端は pH が低く、成熟すると pH が高くなる。

## 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（令和5年3月31日退職）  
 特任研究員 石橋 武  
 技術補佐員 頓田 佐映子、脇坂 祥子（令和4年7月1日採用～令和4年11月30日退職）

#### 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

##### ・完全結晶成長による金属酸化物ナノ構造体での潜在的巨大応答性の実現

僅かな外部刺激をきっかけに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位(IMT)するマグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )は膜厚が100 nm未満の極薄膜ではIMT等の物性が著しく劣化する。原因は下地となる単結晶基板表面の微小粗さや欠陥等の不完全さによって薄膜成長起点で多く発生する欠陥である。我々のグループでは物性劣化の無い  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  極薄膜を実現するため、原子レベルで平滑であり欠陥を究極的に排除した表面(完全結晶表面)を下地基板である  $\text{MgO}(001)$  表面に50 nm厚さの  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  極薄膜作製し、物性を評価した。独自の表面処理法(化学研磨法(Catalyst-referred etching; CARE)、図1)を施した  $\text{MgO}(001)$  基板は表面欠陥密度が市販基板の1/1000以下の原子レベルで平滑な表面(粗さ:

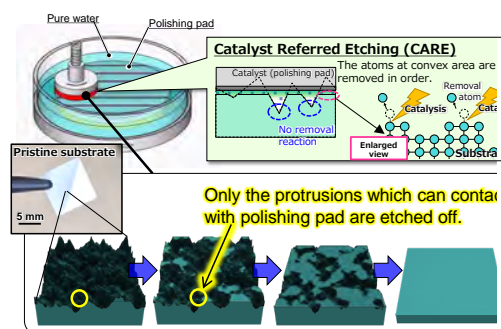


図1 原子精度の秩序構造を持つ基板表面を創製するCARR法。純水中で研磨パッド(Polishing pad)に基板を押し当て処理することで、基板表面全面に完全結晶を創出する。この手法では、対象基板材料ごとに圧力、回転数などの研磨条件を調整するだけで、面方位に依存せず多種多様な基板材料へと適応可能。

~0.1 nm)であり、その上に作製した  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  薄膜は図2(a)に示すように成長起点から乱れの無い結晶構造を示した。図

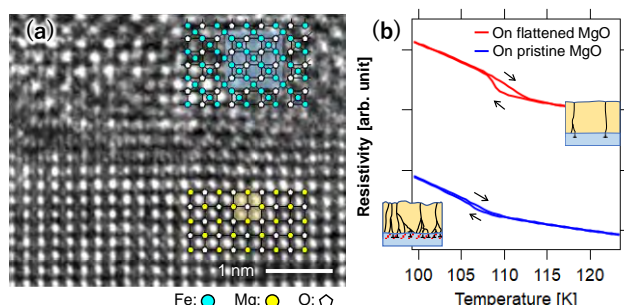


図2 (a)CARE法で研磨した完全表面を持つ  $\text{MgO}(001)$  上に成膜した  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  薄膜の断面 TEM 像。(b)市販  $\text{MgO}(001)$  上(青色)、CARE- $\text{MgO}(001)$  上(赤色)に作製した  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  薄膜の抵抗の温度依存性( $R-T$ )曲線。

2(b)に代表的な抵抗の温度依存性( $R-T$ )曲線を示す。市販基板の上に作製した  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  では緩やかな抵抗変化しか観察できないのに対し、完全結晶表面を実現した基板上の  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  では明確な IMT を発現し、IMT を生じる温度( $T_{IMT}$ )もバルクの  $T_{IMT}$ (120 K)に近い高温側にシフトした。さらに、完全結晶表面基板内に作製した薄膜試料は全て、偏り無く優れた IMT を示しており、広域に亘って高品質な薄膜が実現されたことがわかる。これまで100 nmを切るサイズの  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  試料ではフェルベー転移が喪失・劣化すると報告されてきたが、下地基板の完全結晶表面化によって50 nm厚さの  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  薄膜でも転移

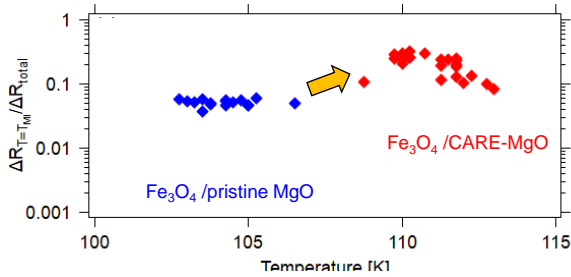


図3 市販 MgO(001)上(青色)、CARE-MgO(001)上(赤色)に作製した Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 薄膜の相転移特性分布。

傾向を示した。Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> では結晶性が高く、化学量論比が正確であるほど抵抗変化は急峻になり、転移温度は高くなる。完全結晶表面の実現により、確率的から必然的になった高機能の実現は、集積サンプルの性能歩留まり向上に波及し、物性研究の発展だけでなく、デバイス応用をも飛躍的に推進できる。これらの成果は、基板表面の完全化というアプローチが、薄膜品質の飛躍的向上に直結直接的したことを明示している。つまり、本成果は制御手法が無いために長年触れられてこなかった薄膜研究分野の根本課題を解決した初めての研究であり、今後、他の機能性薄膜へと応用展開を進める。

### ・VO<sub>2</sub> サブマイクロドメイン構造が生み出す非線形伝導と特異な THz 電場増強

強相関電子系材料の VO<sub>2</sub> は熱や光、電場などの僅かな外部刺激によって室温付近で金属-絶縁体相転移(Metal-insulator transition, MIT)を示す。MIT の最小単位は数十 nm サイズの電子相であり、MIT 温度近傍では絶縁体相と金属相との相分離によって自己組織化された金属ナノ構造が形成される。電極間に電気容量やインダクタンスを内在させるが、このような電気的な寄与の評価は今まで行われていない。我々は高強度 THz パルス光を照射することで発現する Si のアバランシェ効果による非線形伝導を利用した電場増強の実現を提案し、Si のアバランシェ効果による発光を VO<sub>2</sub> 金属相の不均一空間分布により非線形に増強させ、相分離の電気的影響を評価した。

VO<sub>2</sub> マイクロワイヤ(厚さ: 50 nm、線幅: 2 μm、長さ: 2 μm)は CARE 処理した Si 基板(n-type, P doped、抵抗値: 1-10 Ω・cm)上にパルスレーザー堆積法で作製した。この試料は 50~65°C にかけて MIT を生じた。また、実験には大阪大学産業科学研究所量子ビーム科学研究施設の、Lバンド電子ライナックをベースにした THz-FEL を使用した。図 4(a)に実験系の概念図を、図

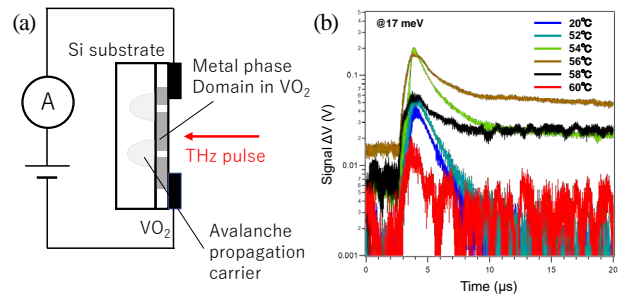


図 4(a)THz 電場増強の実験配置の概要。(b)Si 上 VO<sub>2</sub> の THz 伝導度の時間変化。

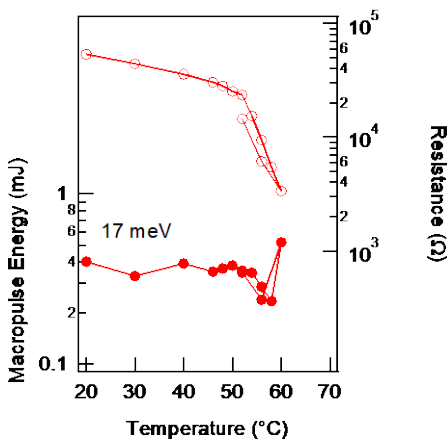


図 5 各温度における Si 基板上的 VO<sub>2</sub> の抵抗値(上側、白丸)と、ピーク信号強度が 0.02V に達するマクロパルスエネルギー(下側、赤丸)。

4(b)に励起エネルギーが 17 meV でマクロパル

スエネルギーが 0.5 mJ の時間波形を示す。20°C で THz 照射後に現れる信号強度の変化は伝導度の増加に対応する。この信号は温度とともに徐々に大きくなり、VO<sub>2</sub> の相転移付近で信号強度が最大となる。図 5 は VO<sub>2</sub> マイクロワイヤの抵抗値、および励起エネルギー 17 meV でピーク信号強度が 0.02 V に達したマクロパルスエネルギー値の温度依存性を示す。50~60°C で生じる MIT に伴い、より低い励起マクロパルスエネルギーで信号が表れている。これは、相転移温度近傍で生じた VO<sub>2</sub> 金属相の不均一空間分布がナノギャップとして動作したことでより低い励起光強度で Si のインパクトイオン化が生じた結果と考えられる。

## 先進材料実装研究分野（第2プロジェクト研究分野）

准教授 荒木 徹平（令和4年7月1日着任）  
技術補佐員 高橋 計行（令和5年1月1日採用）  
技術員 酒井 枝里、廣瀬 由美

### a) 概要

本研究分野では、機能性材料を基軸とした新規デバイス物性と、デバイスを集積化するフレキシブルエレクトロニクス実装に関する研究を行っています。さらに、社会システム変革（人/農業/インフラ分野などのヘルスケア）にむけた応用研究を通じて、全く新しい価値やシステムを創造し、先進材料に関わる新たな展開を興すことに挑戦しています。次の3つの観点①多機能・高性能な先進材料、②エレクトロニクス・フォトンクス実装、③社会実装での成果を報告します。

### b) 成果

#### ・多機能・高性能な先進材料

近年、ストレス関連疾患は国内でも400万人を超えるとされ、日常生活におけるストレスを定量化するためのウェアラブルセンサ技術が希求されています。本研究分野は、生体安全性のある導体材料を活用して医療材料と同等な低ノイズ電位信号（ $0.1 \mu\text{V}$ 程度）をワイヤレス計測できる薄膜・伸縮・透明導体を開発しました。

キー材料の一つである生体ドライ電極は、伸縮性の高いエラストマーと導電性高分子からなり、材料中でナノ～マイクロメートルサイズの相分離構造を形成します。導電性高分子の凝集体が、厚み方向への特異的な導電性を発揮します。一方、エラストマーは、2次元ネットワークを形成して厚み方向の可視光透過性と粘着力、面方向の高い伸縮性を実現しています。

さらに、肉眼では見えないAg/Auコアシェルナノワイヤからなる無機（金属）材料を配線材料に利用することで高導電かつ透明な伸縮配線を構築しました。生体ドライ電極と伸縮配線を積層した透明センサシートは、高い電荷移動度を示すため、医療材料と同等な低ノイズ電位計測を実現する重要なプローブとなります。

また、上述した金属系や有機系のナノ材料を低ダメージで積層パターンニングする技術を新たに開発し、「薄膜・柔軟・透明な電気化学トランジスタ」を開発しました。

上述した薄膜・伸縮・透明導体およびそれを活用する電気化学トランジスタにより、身体動作を妨げない状態で、ワイヤレスで脳波記録が可能なセンサシートを構築しました。また、センサシートが透明なため電位計測と同時に、光学システムであるカメラ式光電式容積脈波記録法による脈波や血中酸素飽和濃度の遠隔計測が実現しました。さらに、電気化学に基づく硝酸イオン濃度も計測できました。すなわち、マテリアルを基盤として構築した薄膜・柔軟・透明なセンサシートは「さりげなく電気・光・イオンに関連するストレスマーカーを定量化するウェアラブルセンサ」となります。

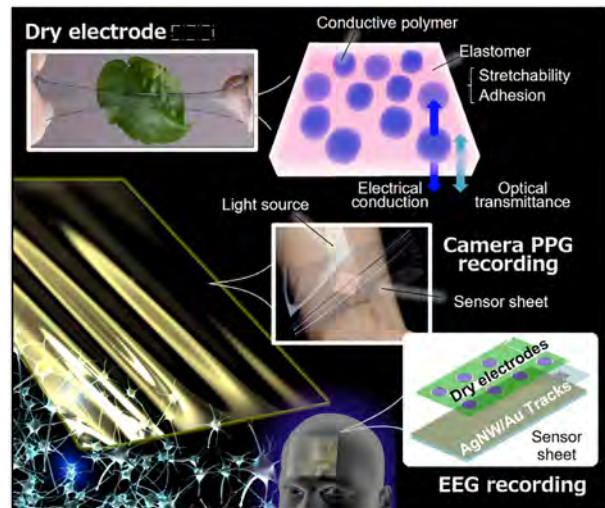


図1 生体ドライ電極とセンサシートのイメージ図  
\*本成果は Advanced Materials Technologies に掲載

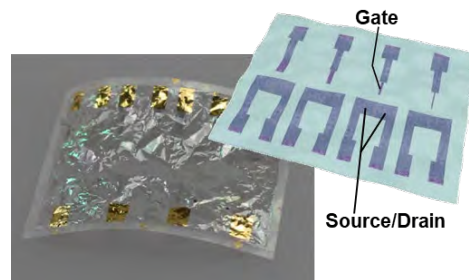


図2 薄膜・柔軟・透明な電気化学トランジスタ  
\*本成果は Advanced Science に掲載



これらは、ストレスが介在する疾患の早期発見や予防にむけた技術として期待されています。

### ・エレクトロニクス・フォトニクス実装

これまで、環境計測を指向した家庭・産業排水の化学的液質検査では、液体サンプルの採取や試薬の混合が必要とされてきました。遠隔操作を含むオンサイトでの長期的かつ、ユーザーの技量を問わない簡便な計測の実現には、サンプル非採取かつラベルフリーな新規手法の確立が求められています。

本研究分野は、センサシートの貼り付けという簡便な工程のみで、オンサイトな水溶液濃度計測に成功しました。溶媒自身から発せられる広帯域な赤外線放射現象と、それに対する溶質での局所的な吸収に着目することで、サンプル非採取かつラベルフリーな液質計測が可能となりました。この液質計測には、研究グループが併せて新規に開発した高感度・広帯域かつストレッチャブルな薄膜状の光センサシートを用いています。植物や塩ビパイプ、蛇腹管、ゴムチューブといった柔らかい素材の液体配管にぴったりと貼り付けることができ、液体の流動性による配管の膨張・収縮・曲げ等の変形に対しても安定して追従可能です。ユニビタスな水質検査に資する基盤技術の実証という本研究成果は、将来、インフラや農業などのセーフティネットの構築に貢献できると期待されます。

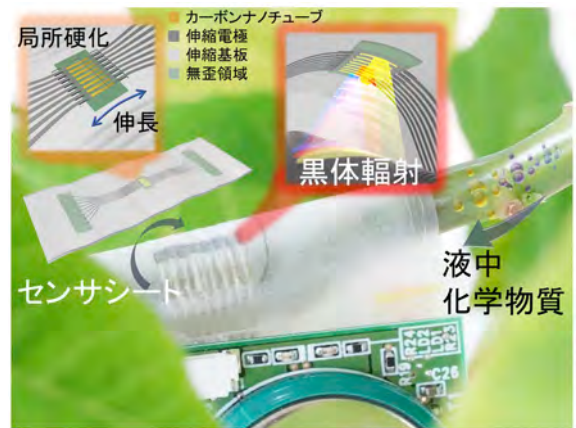


図3 ストレッチャブル光センサシート  
\*本成果は Science Advances に掲載

### ・社会実装

上述した成果の通り、金属や導電性ポリマー、カーボンナノチューブなどの微粒子（ナノ～マイクロサイズ）をもちいた先進材料を開発し、ストレッチャブル印刷配線板を構築と有機デバイスの集積実装を融合することで、薄膜・柔軟なセンサシートを構築しました。極めて特徴的である透明なセンサシートは、目に見えないことから、究極のヒューマンインターフェースとして注目を集めています。これら先進材料およびエレクトロニクス実装に関する研究開発を通じて、人/農業/インフラ分野にむけたヘルスケアセンサシステムへの応用研究を行っています。

センサシートは、柔軟性が高いため、あらゆる対象物表面に貼りついた状態で「違和感や装着感なく、かつ対象物を傷つけることなく」微弱な信号を長期に遠隔計測できる点が特徴であり、対象物内部を長期モニタリング可能な Internet of Things (IoT) 機器として、Digital Transformation (DX) 社会に役立つと期待されています。一部技術は、実社会の課題解決に向けて、産学官民連携が推進されています。特に、最近では(国研)科学技術振興機構・共創の場形成支援プログラム（地域育成・本格型）「住民と育む未来型知的インフラ創造拠点」に参加し、地域課題となるインフラ維持・メンテナンス・防災にむけた研究開発を推進しています。

IoT/DX による社会創造にむけて、低コスト、薄くて柔軟な、バッテリーフリーの無線センサシステムへ展開する事をめざした本研究分野の取組みは、これまでエレクトロニクスの課題であった「イニシャルコスト」を低減させるための重要な取り組みにもなっています。



図4 シート型センサの外観と社会実装に活かす特徴



# 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应用研究に取り組み、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。本研究部門は、「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。また、本研究部門に所属する教員の一部は、令和 2 年 4 月 1 日に設立された戦略室（The SANKEN Strategy Office）を兼務し、産研の産学官連携の推進を主体とした広汎な業務も実施している。



## 新産業創造システム研究分野

特任教授（常勤） 小倉 基次（令和5年3月31日退職）

### a) 概要

12月8日, imec, Leuven, ベルギーにて、関野所長、Jo De Boeck imec CSO&executive vice president, Chris Van Hoof imec fellow&vice president 出席のもと、3年ぶりにリアルで第11回 imec Handai International Symposium を開催した。そしてオランダにある imec の subsidiary 研究機関である Holst Centre/imec NL,及び OnePlanet Research Center/Wageningen University を訪問し、今後の共同研究に向けての技術ディスカッション、人的交流を図った。

リーディング大学院博士課程 D3 学生の imec 駐在での共同研究、菅沼特任教授の imec Ghent の3次元実装研究者への訪問、及び若手海外派遣プログラムで M2 学生の imec 出張等の支援を行った。

COI 共同研究成果の imec EEG(MOOD8)の国内共同研究先の進鳳堂での社会実装に向けて、3者間での定期的な zoom 打合せを行い、ポスト COI での共同研究のありかたを探索した。

### b) 成果

12月8日に、第11回 imec Handai International Symposium を3年ぶりで、imec の本拠地 Leuven,ベルギーのメイン会議場である imec 1 building 1F の Auditorium room にて開催した。



図1 Jo De Boeck imec executive vice president の welcome word

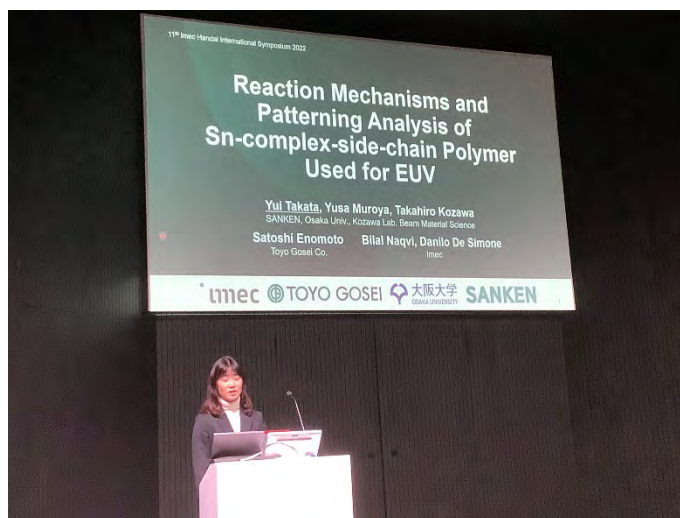


図2 産研 Yui Takata 氏の講演光景

事前に Abstract Book も例年通り 100 部作成した。12月1日、最初に imec CSO&executive vice president&KU Leuven 教授の Jo De Boeck、産研所長の関野徹教授、東工大大嶋教授からの welcome word の後、imec fellow&vice president Chris Van Hoof、及び関野徹所長からの key note speech でそれぞれ imec/OnePlanet Research Center, SANKEN の最新活動状況が紹介された。その後は阪大(SANKEN,IST), imec ,東工大から 20 件の口頭発表があった。分野的には next generation computing、 information processing、 flexible、 wearable electronics、 nano、 bio electronics でこれらの最新研究活動成果を相互に紹介した。日本からは阪大 10 名、東工大 3 名、及び imec 関係者で、総計で常時 30~40 名程度の聴講参加があった。



図 3 11<sup>th</sup> imec Handai Internatoional Sympsoum 集合写真



図 4 Auditorium room 会場光景

imec, Leuven では、世界最先端半導体研究開発拠点の 300mmSCR を見学し、ASML EUV 露光装置、東京エレクトロン coater/developer, Screen 枚葉洗浄装置等の最先端 300mm ラインを生で見ることができた。

Eindhoven, The Netherlands では、imec の最も大きい subsidiary 研究機関の Holst Centre/imec-NL を訪問し、COI での沼尾研との共同研究成果の EEG(MOOD8)他の研究成果物の説明、及び発想の転換、新しいアイデアが浮かぶことができる斬新な Workplace 棟を見学できた。仕切られた仮眠スペース併設には驚いた。



図 5 Holst Centre 玄関での集合写真

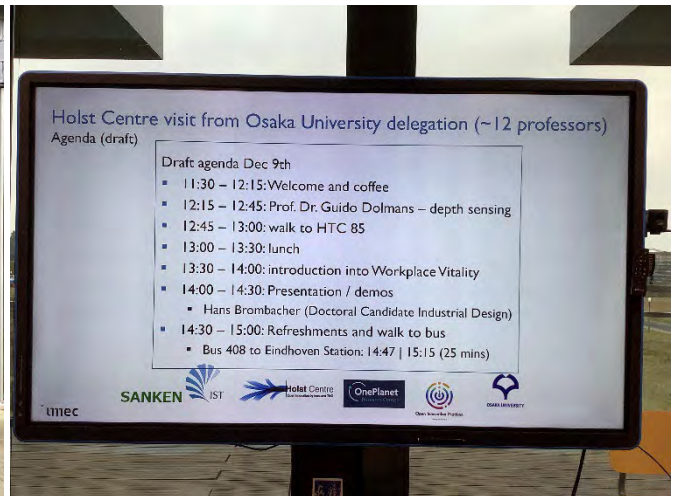


図 6 Holst Centre での agenda ボード



Wageningen, The Netherlands では、agriculture 分野では世界的に有名な Wageningen University と、数年前に共同設立した OnePlanet Research Center を訪問した。imec-NL が開発したライフサイエンス分野デバイスを活用した新しい農業形態、体内生体信号を検出する ingestible sensor 等を開発している。キャンパスも 3 年前とは様変わりしておいて前途洋々の研究開発拠点を実感した。連続のハードスケジュールではあったが、非常に有意義なシンポジウムと拠点訪問であった。

図 7 OnePlanet Research Center での agenda ボード



## 知的財産研究分野

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自の大学の基礎研究から生まれる多岐に亘る知見から、効率よく知的財産を創出し活用することが求められている。本研究分野では、担当領域である戦略室（旧：産学連携室）の運営だけでなく、世界に先駆けた新しい潜在ニーズに繋がる知財活用戦略の研究を行っている。

令和4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」）、
  - ・その他の研究課題（「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、知的財産研究分野として、知財に関する研究成果の実装として、共創機構 イノベーション戦略部門 知的財産室と連携を行いながら企業との共同研究契約や 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）事業等の国立研究開発法人系事業に関する知的財産の相談対応、課題解決の推進業務を実施した。

### 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。

#### ・「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」

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とその後の得られた知見の検討・評価を行った（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。

本研究については、アジア最大級の内水湖であるフィリピン・ラグナ湖およびインドネシア・バリ島・サバ川流域（周辺カルデラ湖含む）の水試料から得た安定同位体比等を基盤とした研究を行っている。

第1のアジア最大級の内水湖であるフィリピン・ラグナ湖では、集まった水試料をベースに、広大なラグナ湖の水の種類を安定同位体比だけでマッピングを行うことを世界で初めて試み、ほぼ閉鎖系（周辺河川から水が入るが、これらの水を出す河川が1本のみ）のラグナ湖が雨水と蒸発濃縮による影響を強く受けていることを明らかにし、*Water* 誌に投稿・掲載されている（Seiji Maruyama and Hisaaki Kato. 2017,5 "Identification of Waters Incorporated in Laguna Lake, Republic of the Philippines, Based on Oxygen and Hydrogen Isotopic Ratios". *Water*, 9(5); 328, (DOI: 10.3390/w9050328)). この成果により、これまで実観測値となる気象データなどが不足し、根拠となる湖水の構成比が割りだせなかった地域における水環境分析手法に新たな一石を投じることとなった。

第2のインドネシア・バリ島・サバ川流域および周辺カルデラ湖では、過去の研究調査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4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年度の成果を継続して引き継ぐ形で、同時に実施された簡易測定法 (図1) 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の成果取りまとめを行っている。

具体的には、科研費 15K00672 の活動をベースとしたフィリピン大学マニラ校、フィリピン・アンゴノ市との国際共同研究における現地水質調査と生活用水への簡易測定法実装研究をベースとして、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内容の継続的な検討を行っている (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.)。

また、研究成果のさらなる社会還元のため、*Acta Medica Philippina* 誌に掲載された論文成果を一般向けの日本語書籍とする検討作業を共同研究者と実施中である (令和5年度中に電子書籍として出版予定)。

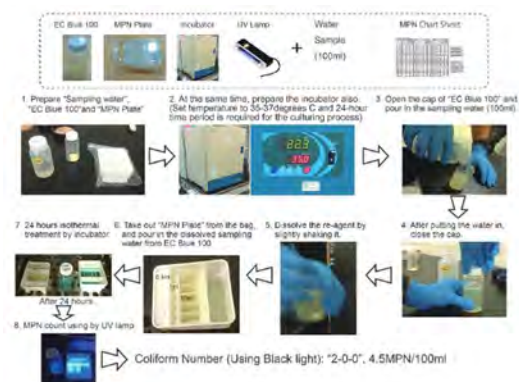


図1 大腸菌簡易測定法の概要



# ナノリソグラフィ共同研究部門

## 概要

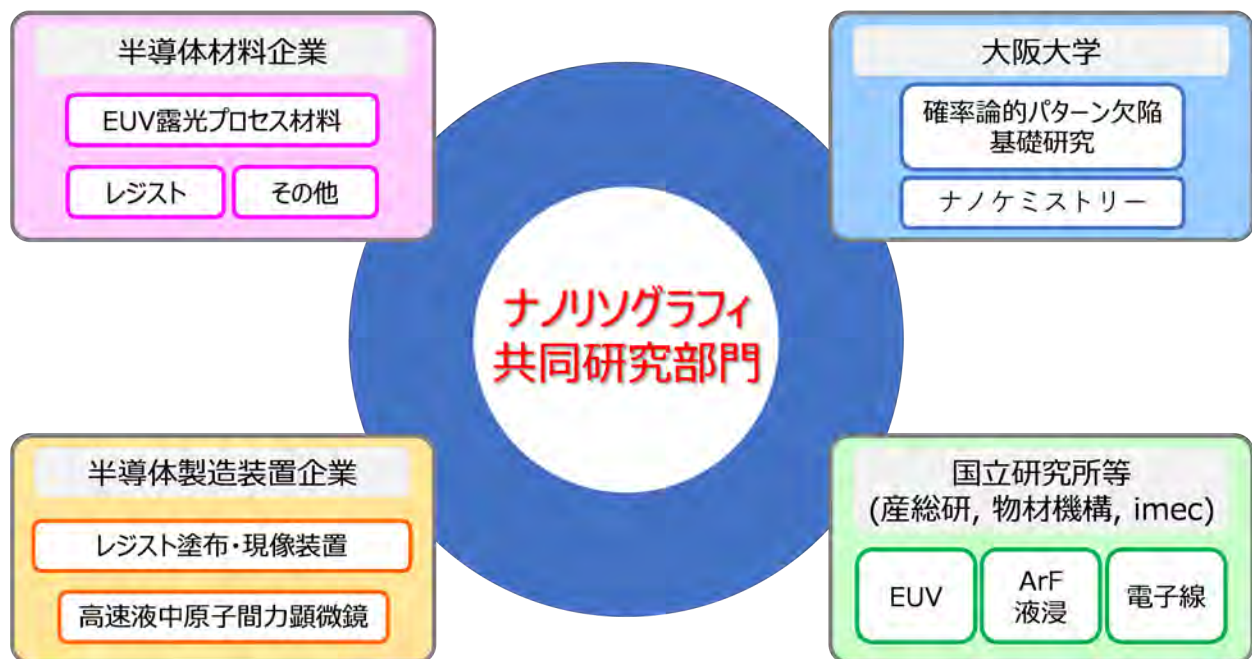
半導体の微細化を支えているリソグラフィ技術では、レジストと呼ばれる感光性素材材料・プロセスを用いている。パターンニング材料として利用されているレジスト素材のベース（樹脂）には、様々な高分子化合物が利用されている。しかし、これらの高分子を使ったレジストで作られるパターンの線幅は、最先端の研究においては10nm程度であり、高分子鎖数個にも満たない。そのため、従来材料の高分子と異なる新規材料とプロセスが求められている。

## 研究課題

次世代パターン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（令和5年3月31日退職）
技術補佐員	久保田 香弥（令和5年3月31日退職）、矢野 真佐美（令和5年3月31日退職）
事務補佐員	三原 栄子（令和5年2月15日退職）

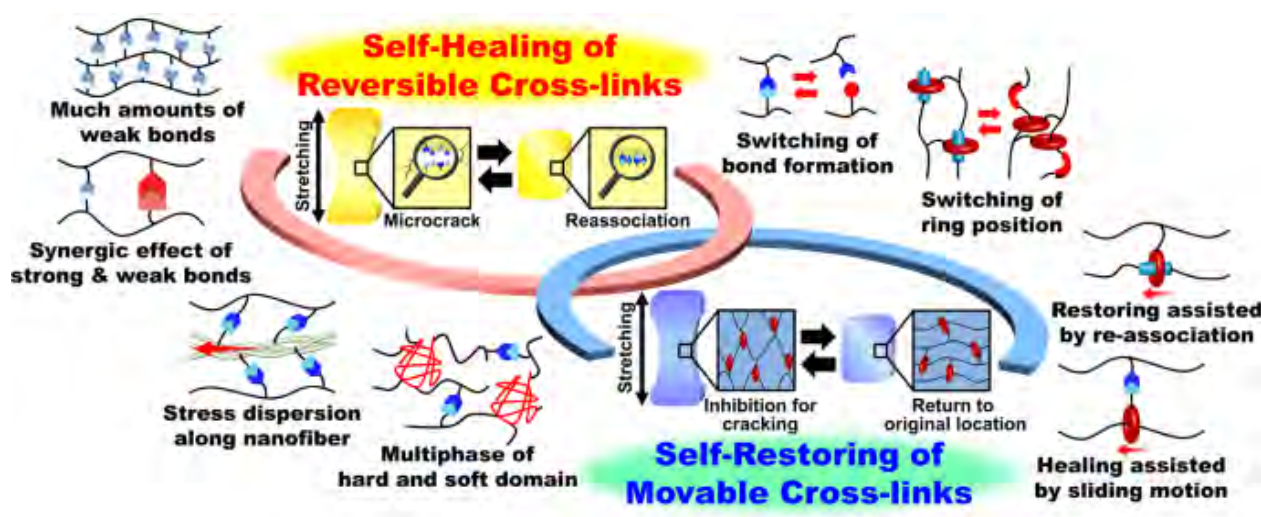
### a) 概要

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、2022年度には、さらにマテリアルにポリロタキサン型の構造を組み込むことにより、そのロタキサン構造の中の環状分子（シクロデキストリン）がポリマー鎖に沿って動くことにより、形状がもとに戻ることを見出した。

### b) 成果

#### ・超分子マテリアルの設計と合成

先に私たちはホスト分子としてシクロデキストリンやその誘導体のポリマーを用いて、アダマンタンなどのゲスト分子を含むポリマーとの包接錯体の形成による自己修復高分子マテリアルの構築について報告してきた。今回はマテリアルにポリロタキサン型の構造（機械結合）を組み込むことにより、そのロタキサン構造の中の環状分子（シクロデキストリン）がポリマー鎖に沿って動くことにより、形状がもとに戻ることを見出した。



可逆結合や機械結合を組み込むことによる自己修復マテリアルや自己復元マテリアルの設計と合成<sup>1)</sup>

文献

1) Ikura, R.; Park, J.; Osaki, M.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Takashima, Y., A.; Takashima, Y. *NPG Asia Mater.*, 2022, 10, 1-17

## フレキシブル3D実装協働研究所

特任教授	菅沼 克昭 (所長)、 匹田 政幸 (令和5年1月1日採用)、山葉 隆久 (令和5年1月1日採用)
教授 (兼任)	舟木 剛、関谷 毅、駒谷 和範、櫻井 保志、能木 雅也、西川 宏、麻 寧緒
特任准教授	陳 伝トウ、中山 幸仁 (令和4年4月1日採用)、西嶋 雅彦 (令和4年11月1日採用)
特任助教	張 政
特任研究員	末武 愛士、謝 明君、劉 洋、趙 帥捷、霍 福鵬 (令和4年7月1日採用)、 李 望云 (令和4年8月1日採用)、加藤 豊 (令和4年4月1日採用～令和5年3月31日退職)、劉 リャン、吉田 浩芳
招へい教授	中許 昌美、山中 公博、平尾 喜代司
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
技術補佐員	加賀美 宗子 (令和4年10月1日採用)
特任事務職員	森部 幸子 (令和4年7月31日退職、令和5年2月1日採用)
事務補佐員	大堀 富美 (令和4年7月19日採用～令和5年2月28日退職)、大塚 みゆき (令和4年8月22日採用～令和5年1月31日退職)

### 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「信頼できる物づくり」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。

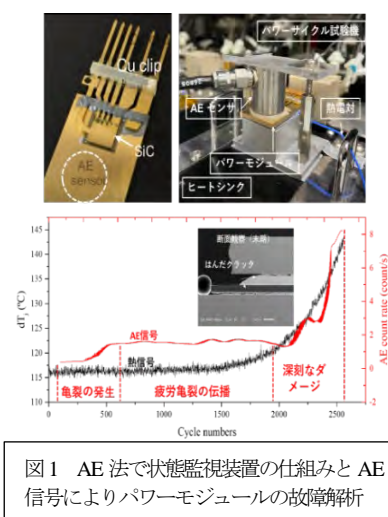


図1 AE法で状態監視装置の仕組みとAE信号によりパワーモジュールの故障解析

### b) 成果

F3D 今年度では、アコースティック・エミッション (AE) 法を用いて、AE 挙動とパワーモジュールの故障モードの関係を明確化し、パワーモジュールの故障予知を実現することを目標とする。図1に示すようにパワーモジュールをパワーサイクルする時、電気・熱・AE のセンシング情報を統合し、リアルタイムで、パワーモジュールの状態を監視出来る上、致命的な故障点を事前に検出することが実現した。

一方、プリントドエレクトロニクスの開発で培った銀塩インクを接合材として転用し、適切なプロセスで接合することでこの課題を解決した。銀塩インクは紙やプラスチックへの配線形成のためにつくられたため、不純物が残留しにくい成分で構成されている。これを適切な条件で前処理 (乾燥) したのちに熱圧を加えることで、大面積の銅板を接合できた。確認した接合強度 (50MPa 以上) はハンダを使用した接合の2倍以上の強度である。図2に示すように前処理条件を最適化することで緻密な銀焼結層となった結果、内部への酸素の侵入が抑えられ、銅との接合界面が酸化されずに金属結合していることも確かめられた。

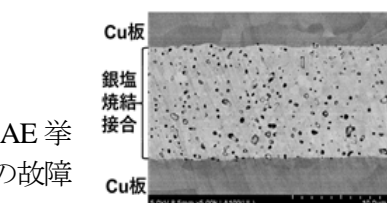


図2 銀塩ペースト接合の断面観察

## KOBELCO 未来協働研究所

教授（兼任） 鷺尾 隆、駒谷 和範、沼尾 正行、櫻井 保志  
特任教授 友近 信行（令和4年10月1日着任）  
招へい教授 加藤 淳、檜崎 博司  
准教授（兼任） 原 聡、福井 健一、松原 靖子、松原 崇  
助教（兼任） HOLLAND MATTHEW JAMES  
派遣職員 矢田 弥生、秋丸 陽子

### a) 概要

ものづくり産業にとって、現場で働く人々の成長とノウハウの継承・強化、並びに製造プロセス技術の革新は必須の活動である。近年は脱炭素化をはじめとする急激な環境変化にもさらされており、上記活動の重要性はさらに増してきている。今後、少子高齢化による労働力の減少が一段と進む中、ものづくり産業の変革・発展に向けて、これらの活動を継続・進化させる必要がある。

その課題解決のためには、人がデジタル技術と共存しながら進化するものづくりの実現が重要となる。ものづくりを変革するためのソリューションを産学で共創し、社会への実装を通して、人々が創造性豊かにイキイキと活躍できるものづくりの世界を実現したいと考え、2022年10月にKOBELCO 未来協働研究所を設立した。

本研究所では、KOBELCO の多種多様でリアルなものづくりの経験/技術と、AIをはじめとする大阪大学の広範な先端技術/科学力とを融合することで、社会に広く役立たせられるソリューションの創出を目指している。

### b) 成果

#### ・研究所の設立やビジョンを世の中に発信

KOBELCO 未来協働研究所の設立とビジョンや活動の狙いを広く世の中に発信するため、令和4年11月1日に文科省や経産省、IVIなどの団体からご来賓を迎え、開所式を産研講堂にて開催。新聞各社に取り上げられるなど一定の成果を得た。

また、研究所のWEBサイトを立ち上げ、ビジョンや設立への想い、活動の狙いやコンセプトについて発信した (<https://kobelco-fpc.com/>)。

#### ・部品製造業へのヒアリングから活動を開始

ものづくりの多様性を担保している機械部品加工産業（切削加工、成形加工など）の抱える課題を把握するため、中小企業を中心にアンケートやヒアリング調査を実施。未来にありたい姿とのギャップを埋めるための事業アイデアやソリューションのアイデアについて検討を行った。また、実現難易度を把握するための技術的な予備検討についても産学連携により行った。



図1 開所式におけるテープカット

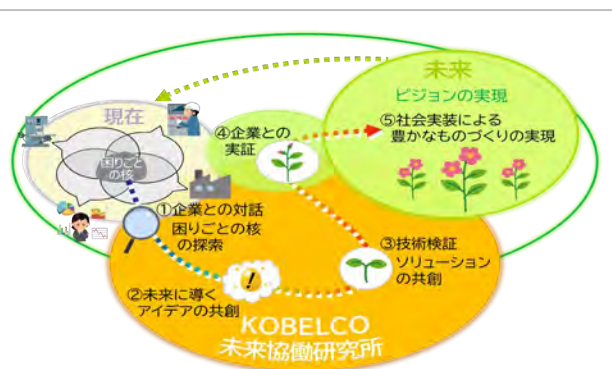


図2 研究所の活動コンセプト図



## シリコン製剤創製・物性学寄附研究部門

寄附研究部門教授 小林 光 (令和4年4月1日着任)  
 特任教授 寺川 澄雄 (令和4年7月1日採用)  
 特任准教授 小林 悠輝 (令和4年7月1日採用～令和5年3月31日退職)  
 特任研究員 黒崎 千香 (令和4年5月1日採用)

### a) 概要

体内では酸化力が高い活性酸素が発生する。活性酸素中ヒドロキシルラジカルは最も高い酸化力を有しており、細胞を酸化して慢性腎臓病、糖尿病、アトピー性皮膚炎、潰瘍性大腸炎等、種々の疾患を誘発する。我々が開発したシリコン製剤は、酸性環境では反応しないが、弱アルカリ性環境で水と反応して持続的に多量の水素が発生する。したがって、シリコン製剤を摂取した場合、酸性環境の胃では反応せず、pH8.3～8.5の膵液や腸液が分泌される腸内で水と反応して水素が持続的に発生する。シリコン製剤は代謝等で体内に持続的に生成するヒドロキシルラジカルを消滅させ、種々の疾患に対して効果があることが、主に大阪大学大学院医学系研究科による動物実験から分かっている。

### b) 成果

- シリコン製剤と pH8.2、37°Cの水溶液が反応した場合、シリコン製剤 1g から 1,000mL 以上の水素が発生することがわかった。水素発生反応は、24 時間以上持続した。シリコン製剤はすでにサプリメントとして市販されている。シリコン製剤を摂取した際には、弱アルカリ性環境となる腸内、特に小腸中央部以降で水素が発生すると考えられる。

- 大阪大学大学院医学系研究科との共同研究の動物実験から、シリコン製剤を摂取させた場合ヒドロキシルラジカルの消滅によって酸化ストレスが低減することがわかった (図1)。

- 大阪大学大学院医学系研究科との共同研究の動物実験から、シリコン製剤の摂取によって還元力の高い活性イオウの体内濃度が増加することがわかった (図2)。

- 大阪大学大学院医学系研究科との共同研究の動物実験から、シリコン製剤の摂取によって炎症性サイトカインが抑制されることが見出された(図3)。

- 大阪大学大学院医学系研究科との共同研究の動物実験から、潰瘍性大腸炎、自閉症スペクトラム、抗がん剤の副作用の防止、皮膚移植虚血再灌流障害、顔面麻痺に対して効果があることが見いだされた。

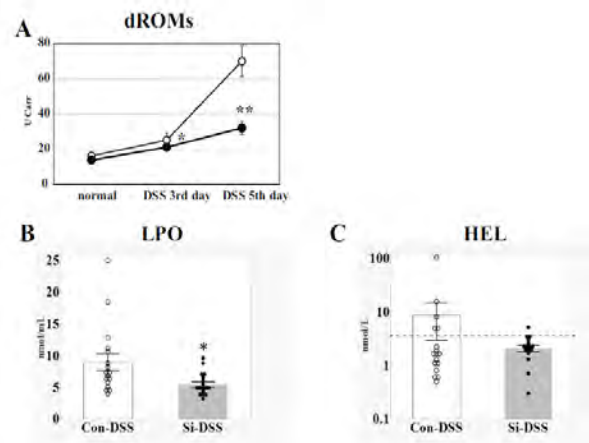


図1 シリコン製剤の摂取による酸化ストレスの低減 (活性酸素の抑制)

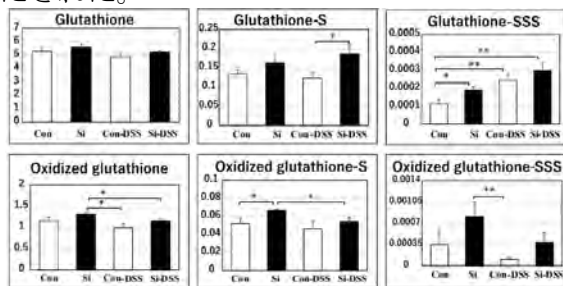


図2 シリコン製剤の摂取による体内活性イオウ濃度の増加

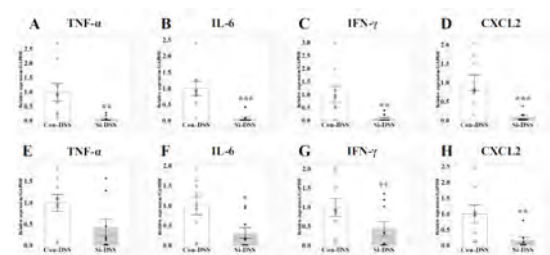


図3 シリコン製剤の摂取による炎症性サイトカインの抑制



## [ 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

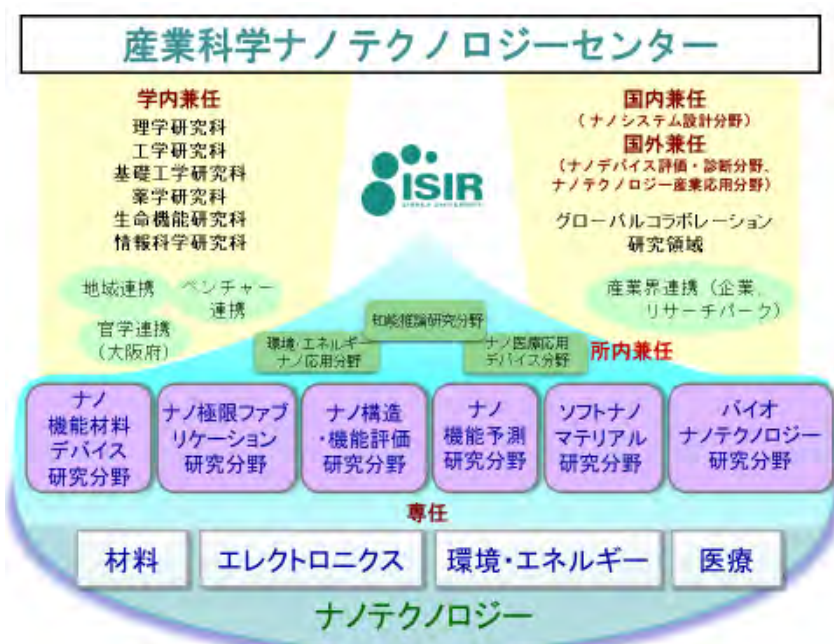
センター長 教授 田中 秀和  
 事務補佐員 竹内 洋子 (令和4年5月16日採用～令和5年3月31日退職)

## 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ーの運用も開始された。また、産学官の学外ナノテクノロジー研究者のための共同施設としてナノテクノロジープロセスファンドリーが設置され支援活動を開始した。2004年には20研究分野からなる4研究部門に拡充された。さらに、2006年にナノ加工室が設置され、2007年にナノテクノロジープロセスファンドリーに代わって阪大複合機能ナノファウンダリがスタートした。そして、2009年に産研の大幅な改組に伴い、新しい組織に充実強化された。

新しい産業科学ナノテクノロジーセンターは、専任6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
招へい教授	菅 滋正、中川原 修、郭 方准
招へい教員	白井 光雲
大学院学生	堤 正紀、玄地 真悟、余 博源、李 瑞、小泉 遼太、谷口 勇貴、小泉 遼太、 谷口 勇貴、梅崎 景都
学部学生	富田 雄揮、下山 紘平
研究生	詹 煜楓
技術補佐員	下江 美英、小山 嘉晃 (令和5年3月1日採用)
事務補佐員	奥本 朋子 (令和4年7月1日採用)
派遣職員	高島 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ドなど) と金属-絶縁体間の相転移現象を示す強相関酸化物は、それぞれが次世代デバイスへの応用が期待されている新奇材料である。これまで交わることがほとんどなかったこれらの材料系をハイブリッドさせることを行った。室温において超高速に金属-絶縁体相転移を引き起こすVO<sub>2</sub>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これまで、我々は2次元層状物質の一種である六方晶窒化ホウ素 (hBN) 上でVO<sub>2</sub>の薄膜成長を試み、VO<sub>2</sub>/hBN薄膜において金属ドメインサイズはドメイン生成がその場観察できるサブミクロスケールで、かつ急峻な抵抗変化がミクロスケールでのドメイン閉じ込めに由来して得られることを発見した。こうした利点を活用して、本研究ではhBN上にパルスレーザー堆積法でVO<sub>2</sub>薄膜を作製し、約2 μmの電極間ギャップを持つ電極を取り付けた素子を作製し、本研

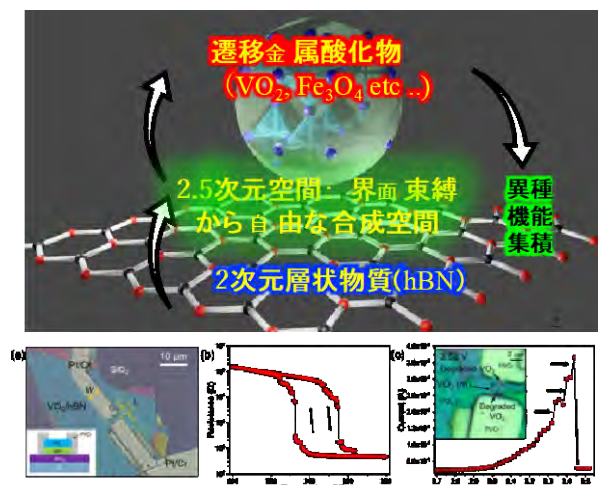


図1 図 (a)Pt/Cr 電極付き VO<sub>2</sub>/hBN 素子の光顕像。インセット：素子の断面模式図。(b) VO<sub>2</sub>/hBN 素子の R-T 特性。(c) 3V 付近での VO<sub>2</sub>/hBN の I-V 特性。インセット：3.52 V の素子の拡大顕像

究の対象とした (図(a))。この素子に対し、温度変化および電流印加時の電気伝導特性より相転移特性を評価した。電気伝導特性の測定時には、光学顕微鏡を用いたオランダ観察も同時に行い、ドメイン生成の有無を調べた。図(a)の素子の温度変化に伴う電気伝導特性 (R-T 特性) を図(b)に示す。300 K から 380 K までの測定温度領域で、3 桁の抵抗変化を観測し、良質な VO<sub>2</sub> 薄膜が得られたことを確認した。また、相転移中 350 K 付近に顕著な階段状の抵抗跳躍が観測された。電流-電圧特性 (I-V 特性) を図(c)に示す。電圧上昇に伴い、黒色矢印で示すように階段状の電流上昇が観測された。これは、図(b)における階段状の抵抗変化と良い一致を示しており、測定時に得られた光顕像 (図(c)のインセット) からも金属ドメインが生成したことが確認された。以上より、金属ドメイン生成に伴い階段状電流上昇が発生したことが明らかになった。本研究成果は、金属ドメインを活用したドメインエンジニアリング等の展開を期待させるものである。

・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 桁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、スピン、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<sup>15</sup>/cm<sup>2</sup> 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<sub>3</sub> 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、結晶格子構造を变形し水素注入量の増大を図った。下図に NdNiO<sub>3</sub> 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、水素ドーピング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クスデバイスが期待され、そこでは酸化物チャンネル中の水素拡散が抵抗変調特性を決定している。高速化を図る様に格子歪みを制御できる LaAlO<sub>3</sub> 基板上に NdNiO<sub>3</sub> エピタキシャル薄膜を作成し、平面型電界プロトン駆動デバイスを作成した。この薄膜デバイスは、歪みを制御できない KTaO<sub>3</sub> 基板上に作成したデバイスに比して電界抵抗変調率において 100 倍の向上を達成した。

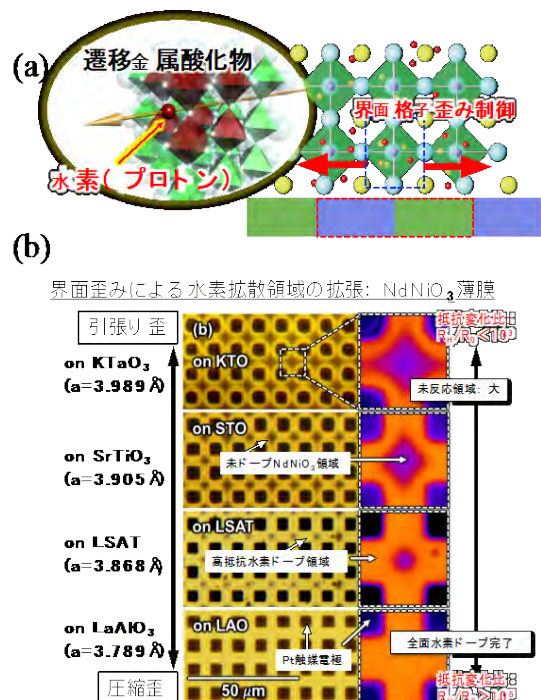


図 2 エピタキシャル歪み薄膜による水素誘起物性の制御(a)概念図、(b)水素拡散挙動の基板依存性 (光学顕微鏡像)

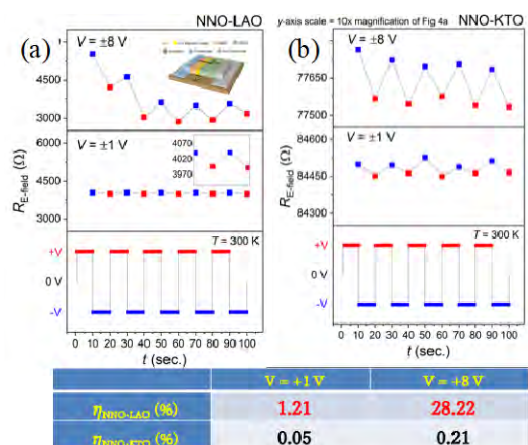


図 3 エピタキシャル NdNiO<sub>3</sub> 薄膜を利用した平面型電界プロトン駆動デバイスの電界抵抗スイッチング挙動(a)LaAlO<sub>3</sub> 基板上、(b)KTaO<sub>3</sub> 基板上に作成したデバイス



## ナノ極限ファブリケーション研究分野

教授	吉田 陽一 (令和5年3月31日退職)
准教授	楊 金峰
助教	菅 晃一 (令和5年2月28日退職)、神戸 正雄
特任教授	清水 裕一 (令和5年3月31日退職)、田川 精一 (令和5年3月31日退職)
特任准教授	川上 茂樹
特任研究員	谷畑 公昭 (令和5年3月31日退職)、 柴田 裕実 (客員准教授) (令和5年3月31日退職)
技術補佐員	川上 里美 (特任研究員から令和4年4月1日～令和5年3月31日)
招へい教授	権田 俊一、中川 和道、西嶋 茂宏、大島 明博
大学院生	田牧 諒哉
学部学生	池田 弥央、米倉 大樹
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

#### ・レーザー変調における電子ビームエネルギー幅の計測

レーザー変調とは、電子ビームとレーザーをアンジュレータに同軸で入射し、レーザーの波長周期でエネルギー変調により、アト秒の電子ビーム密度変調が期待される手法である。レーザー変調を行うためには、電子ビームとレーザーがアンジュレータに同軸で入射すること、かつ、入射時刻を一致させる必要がある。同軸入射については、アンジュレータの上流と下流に脱着可能なスクリーン (DRZ-High) を設置し、カメラにより電子ビームとレーザーの蛍光位置を一致させた。入射時刻については、電子ビームが電気光学結晶 (ZnTe) に与える電場由来のポッケルス効果に基づいて、偏光子とフォトダイオードにより時刻測定を行った。電気光学結晶についても脱着可能な設置を行った。同軸入射と入射時刻の確認の器具を外した状態で、電子ビームのレーザー変調の測定を行うために、偏向磁石によるエネルギー幅の測定を行った。電子ビームは偏向される前にアパーチャを通過させて、整形を行った。偏向磁石は2つネオジウム磁石を用いた。レーザーの入射時刻を調整しながら、レーザーの有無におけるエネルギー幅をカメラにより計測し、レーザー有無によるそれぞれの電子ビーム径 (エネルギー幅) の比を算出した。その結果、変調の効果は最大で1.17となった。計算においては、0.48 mm rms の電子ビームに対するレーザー変調の効果は1.77が得られているが、今後、タイミングジッターの改善、電子ビーム径の縮小、レーザーパワーの増強により、レーザー変調の効果を向上し、アト秒密度変調の電子ビーム発生に展開を行う。

#### ・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

放射線誘起化学反応の初期反応中間体である溶媒和電子、およびその前駆体の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。しかしながら、その構造および電子状態については、量子化学計算が大きく進んだ現在でも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た。

パルス電子線照射で発生させた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をペンタノール中の溶媒和電子について、 $-60^{\circ}\text{C}$ において行った。電子線は24 MeV、8 ns FWHMで、励起光はNd:YAGレーザーの第2高調波(532 nm)、7 ns FWHMを用いた。2段階励起パルスラジオリシスは、溶媒和電子を光励起すると、溶媒和電子の吸収が励起強度に応じて消失した。また、励起後に消失した分の溶媒和電子が回復することはなかった。これは、溶媒電子の励起状態が生成し、失活（または緩和）により再び溶媒和電子を与える過程が起こらなかったことを示している。また、溶媒和前電子の溶媒和電子の光励起による生成も観測されなかった。これらの観測は、光イオン化により生成させた溶媒和電子に対する光励起を行った際の振る舞いとは全く異なる結果となっており、溶媒和電子の電子状態を解明する非常に重要な結果となった。

#### ・フェムト秒時間分解電子顕微鏡の研究

高周波 (RF) 電子銃を用いたフェムト秒パルス電子顕微鏡を実用化するために、高品質・高輝度の超短パルス電子ビームを発生し、色収差と球面収差の影響を低減して空間分解能を向上させることが最も重要な課題である。今年度は、エネルギーが3 MeVのフェムト秒電子線パルスを用いて観察した金ナノ粒子のTEM像のシャープネス (解像度) を定量的に評価し、パルス電子顕微鏡における色収差と球面収差を調べ、それぞれの低減方法を確立した。RF電子銃から発生した電子線パルスのエネルギー分散は電子を加速するRF効果と電子線パルスを輸送する際の空間電荷効果により決定されるため、色収差の低減については電子を加速するRF位相とパルス当たりの電荷量を最適化し、極低エネルギー分散の電子線パルスを発生させ、電子顕微鏡の空間分解能の向上を試みた。球面収差の低減では、TEM像の解像度と試料に対する入射角度 (ビームの開き角) の依存性を明らかにし、コンデンサーレンズ2台とコンデンサー絞りをを用いてビームをコリメーションし、極めて小さな開き角のビーム (平行なビーム) を取り出した。これらにより、今まで直径200 nmの金ナノ粒子のTEM像しか観察できなかった測定が、直径40 nmの金ナノ粒子まで観察を可能にした。今後、電子線パルスを高繰返し化し、電子ビームの電流値を向上させ、RF電子銃を用いたフェムト秒パルス電子顕微鏡を実現させたい。



## 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 (令和5年3月31日退職)
特任助教	Liu Ming (令和4年4月1日採用～令和5年3月31日退職)
特任研究員	Chiew Yi Ling (令和5年1月31日退職)、 Liu Qiunan (令和4年8月31日退職)
招へい教授	越野 雅至
招へい准教授	佐藤 雄太、千賀 亮典、林 永昌
招へい研究員	Liu Qiunan (令和4年9月1日採用)
大学院学生	岩間 和樹、藤野 泰寛、西井 隆敏、村上 大和
事務補佐員	長瀬 有紀、上田 涼子 (令和4年5月1日採用)

### 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

#### ・室温で異方性ホール効果を示す新物質 2次元/1次元ハイブリッド超格子を実現

シンガポール南洋理工大学、北京大学などと国際共同研究を行い、全く新しいバナジウム系 2次元 (2D)/1次元 (1D)ハイブリッド超格子構造を合成することに成功した。特殊な走査型透過電子顕微鏡を用いてその特異なハイブリッド超格子構造を解明し、この新物質が 380K の高温でも予想外の面内異方性ホール効果を示すことを明らかにした (図1)。

従来の超格子は半導体超格子に代表されるように、同次元の物質同士で形成されていた。2次元物質 (膜状) と1次元物質 (鎖状) を組み合わせた周期的な積層構造を持つ異次元ハイブリッド超格子は実現されていなかった。

シンガポール南洋理工大の Zheng Liu 教授と Jiadong Zhou 教授らの研究グループは、化学気相成長法により 2次元  $VS_2$  薄膜と、その3倍の格子周期を持つ 1次元 VS 鎖配列が積み重なった超格子を合成した

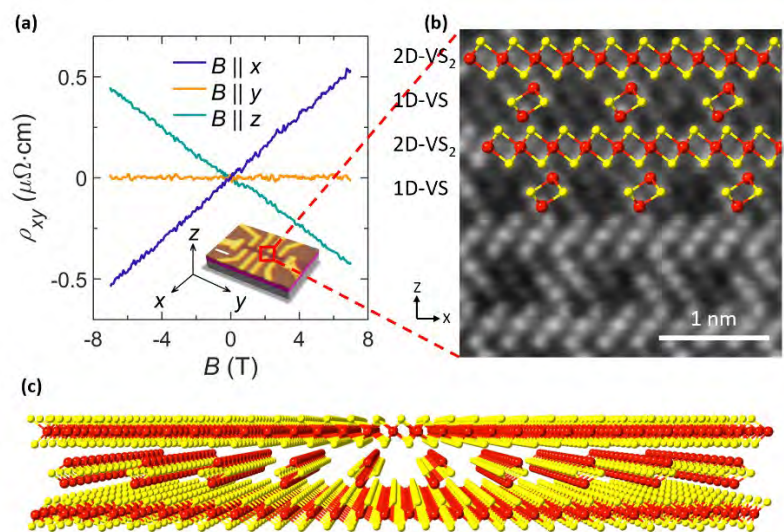


図1 異方性ホール効果を示す新しい超格子構造を発見。(a) 異方性ホール効果、(b) 2D- $VS_2$ /1D-VS 超格子構造の走査透過電子顕微鏡による断面像。(c) 2D/1D ハイブリッド超格子のモデル図。(Nature 609 (2022) 46 より抜粋)

(図 1 (c))。本研究グループは、独自に開発した超高真空低加速電圧走査型透過電子顕微鏡を用いて、この新規ハイブリッド超格子の原子構造解析と電子状態分析を行った(図 1 (b))。ホール効果の測定 (図 1 (a)) は、北京大学 Xiaosong Wu 教授の研究グループが行った。

電子エネルギー損失分光法を用いた状態分析を行って、VS<sub>2</sub> 薄膜と VS 鎖それぞれの V 原子の電子状態を調べたところ、VS 鎖の V 原子の L 端のエネルギー損失吸収端微細構造は VS<sub>2</sub> 構造のそれよりも赤方偏移を示し、VS 鎖の V 原子の価数 (2+) は VS<sub>2</sub> 薄膜の V 原子の価数 (4+) と異なることが明らかになった。すなわち 2 次元膜中の V 原子と 1 次元膜中の V 原子は異なる電子状態・スピン状態を持つことがわかった。この電子状態の異なる 1 次元 VS 配列の存在により、ハイブリッド超格子は面内でも異方的な磁気抵抗効果を示すことが示唆された。結果として、磁場 (B) が VS 鎖方向に平行 (y 方向) または垂直 (x 方向) な場合、ホール抵抗 ( $\rho_{xy}$ ) の挙動が大きく変化し、従来とは異なる面内ホール効果が生じる。面内ホール効果は 380K まで持続し、これは他の遷移金属ダイカルコゲナイドよりも高い温度であり、ハイブリッド超格子を利用した低電力デバイスの実現の可能性を拓くものである。

### ・触媒ナノ粒子の配置制御による利用率の最大化

触媒において希少で高価な貴金属の利用率を最大化することは非常に重要である。石油化学産業では、液体燃料の品質を向上させるために直鎖状アルカンが水素異性化する必要があり、その反応にゼオライトと組み合わせた Pt が触媒として利用されている。本研究では、微量の Pt ナノ粒子をゼオライト結晶の内側ではなく、アルミナバインダーもしくはゼオライト結晶の外側に意図的に担持させることで、活性を損なうことなく異性体選択率を高めることに成功した。

細孔サイズの異なる 2 種類のゼオライト (HZSM-22 と HMOR) とアルミナの混合物に対し、2 種類の触媒調製方法 (イオン交換法とイオン吸着法) で Pt ナノ粒子を担持させた。Pt ナノ粒子はイオン交換法ではゼオライトに、イオン吸着法ではアルミナ上に形成する。また、細孔サイズの小さな HZSM-22 ではその外側に、細孔サイズの大きな HMOR ではその内部に Pt ナノ粒子が形成する。よって、図 2 に示す 4 種類の複合触媒、すなわち Pt ナノ粒子が HZSM-22 の表面に担持されている触媒 (Pt-HZSM-22/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、Pt ナノ粒子が HZSM-22 ではなくアルミナ上に担持されている触媒 (Pt-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/HZSM-22)、Pt ナノ粒子が HMOR の内部に担持されている触媒 (Pt-HMOR/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、Pt ナノ粒子が HMOR ではなくアルミナ上に担持されている触媒 (Pt-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/HMOR) が調製された。C<sub>7</sub> 異性体の収率は Pt-HZSM-22/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> がもっと高く、Pt-HMOR/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が最も低いという結果が得られた。ゼオライト外側に Pt ナノ粒子が存在する方が、アルカンやアルケンが Pt 上の反応サイトにアクセスし易いことと、クラッキング反応が抑制されることが高い C<sub>7</sub> 異性体選択性の原因であると考えられる。Pt ナノ粒子の配置をゼオライトの外側に制御することで、ゼオライトの内部に Pt ナノ粒子が存在する場合に比べて、Pt の使用量を 10 分の 1 に減らしても同等の触媒性能を得ることができたため、Pt の使用量の低減に寄与することが期待される。

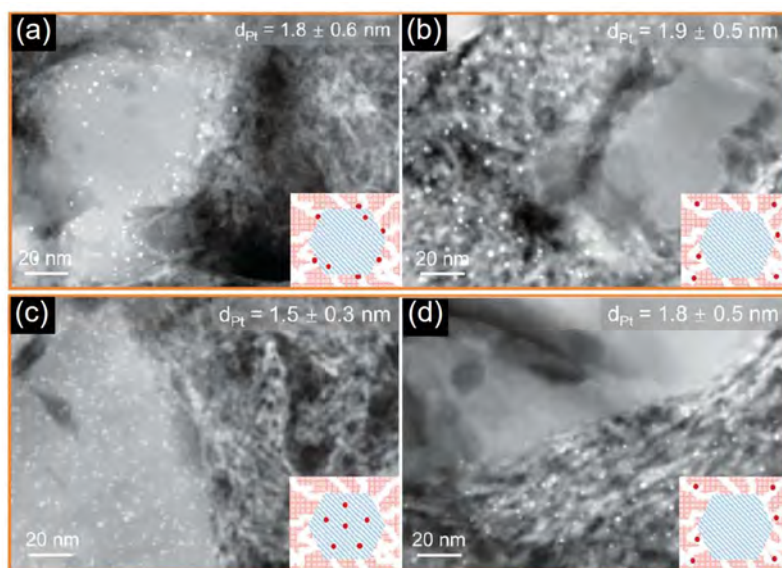


図 2 4 種類の複合触媒の STEM 像とその模式図。(a) Pt-HZSM-22/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、(b) Pt-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/HZSM-22、(c) Pt-HMOR/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、(d) Pt-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/HMOR。STEM 像における白い小さな粒が Pt ナノ粒子。模式図の赤が Pt ナノ粒子、青がゼオライト、ピンクがアルミナを示す。(Science 377 (2022) 204 より抜粋)

## ナノ機能予測研究分野

教授 南谷 英美 (令和4年9月1日着任)  
助教 下出 敦夫 (令和5年3月1日採用)  
事務補佐員 松本 玲子 (令和4年10月1日採用)

### 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、第一原理計算とデータ科学を組み合わせた新規シミュレーション手法の開発にも取り組んでいる。

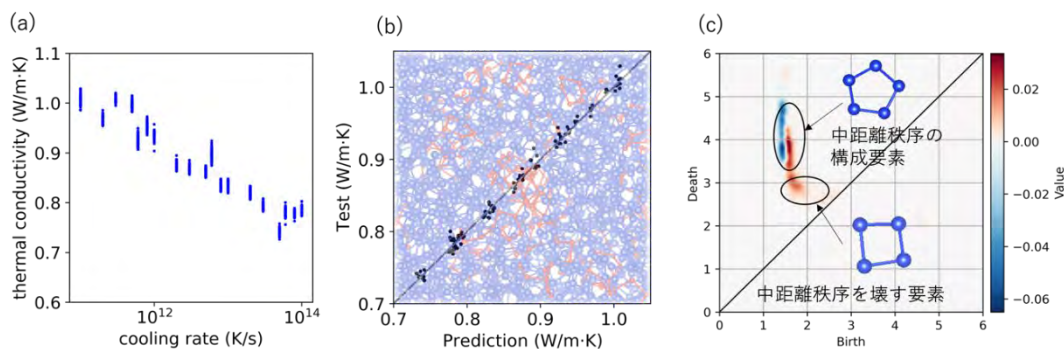
### b) 成果

#### ・トポロジカルデータ解析を応用したアモルファスの熱伝導率予測

アモルファス構造中の原子配置は完全にランダムというわけではなく、最近接原子間の距離や角度の制約といった短距離秩序は存在する。それに加えて、数オングストロームの最近接原子間距離より長い空間スケールで、中距離秩序と呼ばれる何らかの秩序も存在することが示唆されている。完全な秩序とランダムのいずれでもないアモルファス構造は、結晶とは大きく異なる物性をもたらす。その応用のためには、構造と物性の相関を明らかにすることが重要だが、アモルファス構造の持つ複雑さゆえに理論解析が非常に困難であった。その典型的な例の一つが熱伝導率である。

結晶では、熱はフォノンによって運ばれる。一方、アモルファス構造のように、そこら中に乱れが存在すると、周期をもった集団振動を形成することが困難になり、フォノンによる熱の伝導という説明が成り立たなくなる。その代わりに、空間的に広がりある程度の集団性は持っているが周期性を持たないような振動モード間の相互作用により熱が運ばれるというホッピング描像が受け入れられている。このような振動モードは、ディフューズンと呼ばれる。ディフューズンの非局在性を考えると、アモルファス構造がもつ中距離秩序はディフューズンによる熱伝導に影響するであろうと予測される。しかし、中距離秩序はどのような原子の繋がりからなる構造から生じているのか、その構造がどのようにして熱伝導率の高低を決めているのかを、定量的に議論できる理論手法はこれまでなかった。

我々は、アモルファスにおける原子の繋がり方、すなわちトポロジーの情報に着目した。様々なデータの背後にあるトポロジカルな特徴量を取り出す方法であるデータ解析法の一つ、パーシステントホモロジーを応用し、アモルファス Si において構造に対するパーシステントホモロジーの計算結果から、熱伝導率を予測できること、さらに逆解析から熱伝導率を決定している局所構造やその中距離秩序との関係を議論できることを示した。



(a)アモルファス Si の熱伝導率 (b)パーシステントホモロジーを用いた予測結果 (c)逆解析の結果



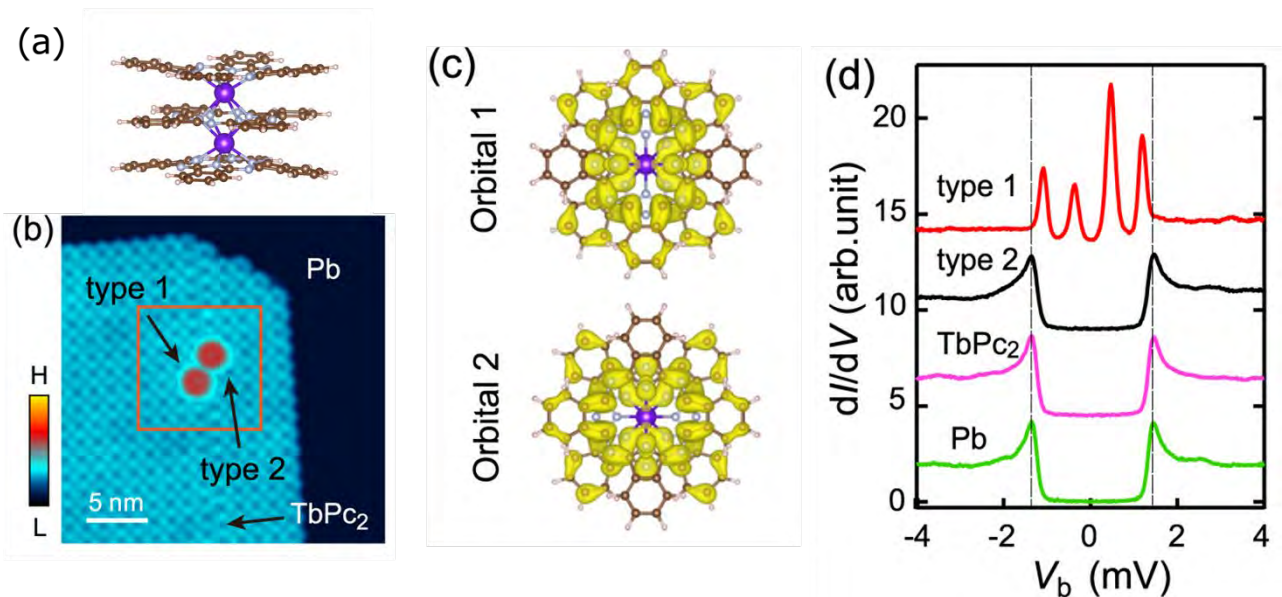
・ Tb 錯体分子における Yu-Shiba-Rusinov 束縛状態

超伝導体と磁性は共存が難しい物性であり、超伝導体中の磁性不純物がどのような効果をもたらすかについては、長らく研究が行われてきた。一般的には、磁性不純物が存在すると、超伝導ギャップ中に新たな準位が現れることが知られている。これは、超伝導体中のクーパ対形成と、伝導電子と磁性不純物間の近藤効果の拮抗によって現れる束縛状態の形成に対応しており、Yu-Shiba-Rusinov (YSR) 束縛状態と呼ばれる。YSR 束縛状態は、クーパ対形成と近藤効果のどちらが優勢かで、スピン 2 重項または 1 重項の基底状態が入れ替わるため量子臨界現象とも関連すること、また、YSR 束縛状態を並べて作った鎖の端にマヨラナ粒子状態が発現することから、理論・実験の双方で精力的に研究が進められている。とくに、ナノスケール系において、YSR 束縛状態が発現するか、またそれを人為的に操作できるかが議論されている。

この文脈で注目されている対象が、超伝導体表面に吸着した分子である。このような表面ナノ構造で発現する YSR 束縛状態は、走査トンネル顕微鏡による微分コンダクタンスの計測によって検出することができる。これまでに Pb(111)面上に吸着したマンガンフタロシアニンなどで、YSR 束縛状態の観察や、その吸着構造依存性が報告されている。

今回、我々は実験グループと共同で、超伝導体である Pb(111)表面上の Tb 錯体分子における特異な YSR 束縛状態の研究を行った。ターゲットとした錯体分子は、2つの Tb 原子がフタロシアニン骨格 3 つに挟まれたトリプルデッカー構造を取る  $Tb_2Pc_3$  である。この分子は、単体では Tb の f 軌道以外のスピンを持たないが、Pb(111)表面上では電荷移動にともない、フタロシアニンリガンド部位に不對電子が生じることが判明した。さらに、この不對電子が持つスピンの Pb(111)中の電子と相互作用することによって YSR 束縛状態を生じていることが判明した。

先行研究では、微分コンダクタンスの測定結果には、不對電子が 1 つであれば、YSR 束縛状態の形成によってギャップ内にピークのペアが 1 つ現れることが報告されている。しかし Pb(111)表面上の  $Tb_2Pc_3$  では、不對電子が 1 つであるにもかかわらず、ピークのペアが 2 つ現れた。そこで、電子状態を第一原理計算によって詳細に解明した結果、不對電子が入る軌道の 2 重縮退が表面吸着の際のひずみによって僅かに解けることで、1 つの軌道が価数揺動状態になり、その結果低エネルギー励起で遷移できる状態が増えたことによって追加のピークが現れていることが判明した。軌道自由度とスピン自由度の結合が、YSR 束縛状態にも変調を与える例である。



(a)  $Tb_2Pc_3$  の構造 (b) Pb(111)表面上の  $Tb_2Pc_3$  の走査トンネル顕微鏡像 (c) 2 重縮退した分子軌道の電荷分布 (d) YSR 束縛状態の実験観測結果

## 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 直紀
特任助教	Shreyam Chatterjee (令和5年3月31日退職)、Khalid MD Imrul
招へい教授	戸部 義人、大西 敏博、宮田 幹二、笹井 宏明 (令和4年4月1日採用)
特任研究員	瀬尾 卓司、新田 孟、松本 雅治、細田 靖、小澤 瑠美、Navya Chauhan
大学院学生	Kai Wang、浅川 亮、宇都宮 桜、森 宥貴、丸山 幹人、山田 滯奈
事務補佐員	藤木 よしみ (令和5年3月31日退職)

### 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。特に、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、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や、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

#### ・ 緑色光波長選択性を付与した有機太陽電池の開発

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性を付与した太陽電池や半透明の太陽電池を実現することができる。なかでも、農作物の生育に不可欠な青色光と赤色光を透過し、緑色光で選択的に発電することができれば、農業用ハウスへの搭載が期待できる。そこで本研究では、400–600 nm の緑色光に対して発電可能なアクセプターを創出し、緑色波長域に吸収をもつ poly(3-hexylthiophene) (P3HT) をドナーとして組み合わせた波長選択型の開発を行った。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いる。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、ナフトビスチアジアゾールにチオアルキル基、およびアルコキシ基を導入した SNTz 骨格と ONTz 骨格 (図中の赤色骨格) を開発した (図 1)。これらを組み込んだ材料 SNTz-RD, ONTz-RD は緑色波長選択型アクセプター材料

として機能し、P3HT と組み合わせた太陽電池素子は緑色光に対して選択的に発電した。さらに、P3HT:SNTz-RD で構成されるフィルムはイチゴを用いた農作物評価において、典型的なフラーレン誘導体をアクセプターに用いたフィルムより、光合成速度が向上することが明らかとなった [原著論文 2]。

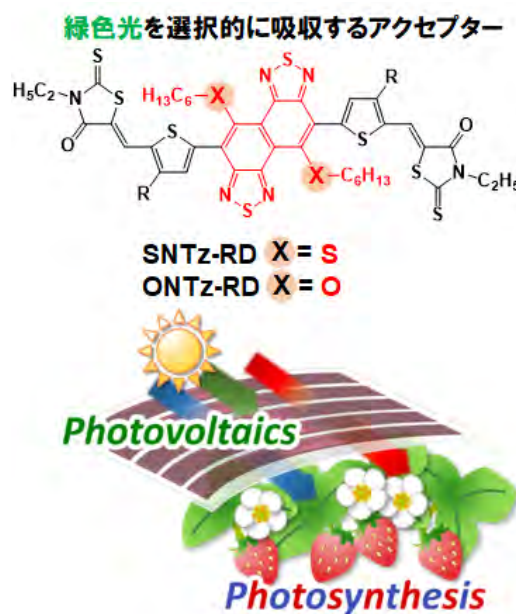


図 1. SNTz-RD および ONTz-RD の化学構造と これをアクセプターとして導入した農業用途の有機太陽電池の模式図。

・被覆型  $\pi$  共役ユニットを導入した非縮環型有機太陽電池アクセプターの開発

当研究室では共役平面性と被覆効果を両立する  $\pi$  共役ユニットとしてスピロ置換フルオレン構造を有するチオフェン系化合物を開発してきた。今年度はこの被覆型  $\pi$  共役ユニットを分子骨格に組み込んだ電子受容性化合物を開発した (図 2)。本化合物は優れた光キャリア生成特性を示す有機太陽電池アクセプター材料として機能し、代表的な低バンドギャップドナー材料である PBDB-T と組み合わせて太陽電池素子を試作したところ、非縮環型アクセプターとしては高い水準の発電効率を示した[原著論文 10]。

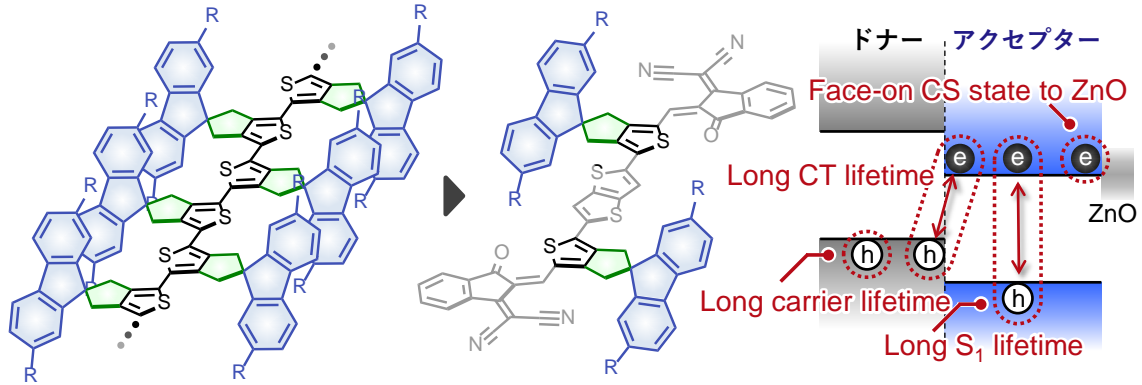


図 2. 当研究室で開発した被覆型分子導線と新規太陽電池アクセプター材料。

・フッ素化ジヒドロペンタレンジオンユニットの開発と有機電界効果トランジスタへの応用

有機電界効果トランジスタや有機太陽電池に代表される有機エレクトロニクス材料において、高い移動度を示す電子輸送性のアクセプター材料の開発が望まれているが、使用可能なアクセプターユニットは限られている。アクセプターユニットの代表例として知られている、ジヒドロペンタレン構造に2つのアミド基が含まれるジケトピロピロール (DPP) 骨格は、ドナー-アクセプター (D-A) 型  $\pi$  共役分子構造に組み込むことで優れた半導体特性を示すことが知られている。しかしながら、アミド基の電子求引性は決して強いとは言えず、ユニット単体の最低空軌道 (LUMO) エネルギー準位は比較的高くなる。そこで、DPP ユニットに変わる新しい電子受容性ユニットを開発するため、ペンタレンユニットにジフルオロカルボニル基を組み込んだフッ素化ジヒドロペンタレンジオン (FPD) の設計を行った (図 3)。FPD ユニットは対応する DPP ユニットよりも LUMO 準位が深くなること分子軌道計算ならびに電気化学測定により明らかになった。さらに、両末端にドナー性のターチオフェンを組み込んだ D-A-D 型  $\pi$  共役分子 3T-FPD を合成し、その基礎物性を調べた。3T-FPD はフッ素原子に由来した分子内と分子間相互作用により高い平面性と結晶性を示すことを明らかにした。半導体特性を評価したところ、比較的良好なホール移動度を示し、この値は対応する DPP 誘導体 (3T-DPP) とほぼ同程度の値となった。これらの結果から、FPD ユニットは DPP ユニットと同等のキャリア移動度を保持しつつ、電子受容性を高めることができることから、新規電子受容性ユニットとして有用であることを見出した[原著論文 3]。

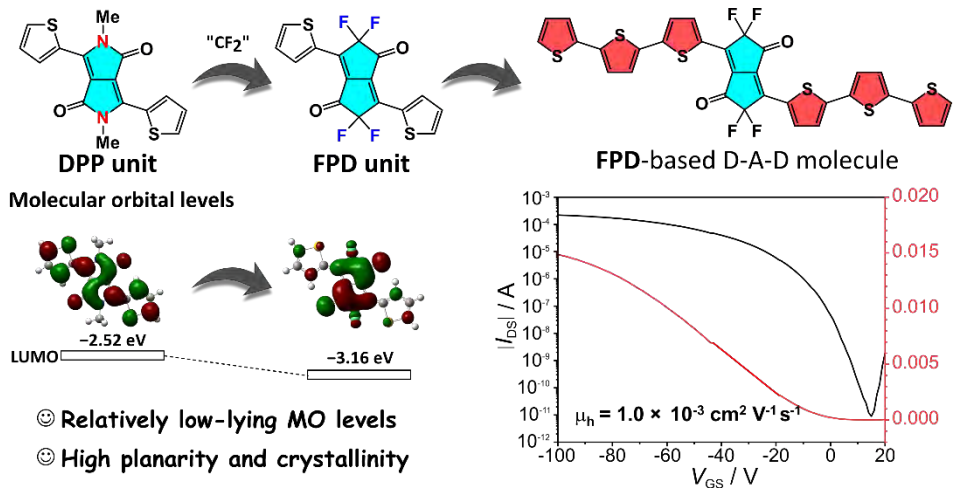


図 3. フッ素化ジヒドロペンタレンジオン (FPD) 骨格の構造と物性、ならびに半導体特性。



## 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
特任准教授	大城 敬人
特任研究員	村山 さなえ (非常勤: 令和4年6月30日まで、常勤: 令和5年1月1日~)、中田 知子 (非常勤: 令和4年5月31日まで、常勤: 令和4年6月1日~)、宇根 直美 (常勤: 令和4年7月1日~)、山田 悟 (非常勤: 令和4年6月1日~)
招へい教授	山口 兆 (令和4年4月1日採用)
大学院学生	梁 逸偉、柳 智浩、濱田 悠冴
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氣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ケンシング法の開発、省資源・省エネルギーに資する単一分子デバイスの開発、が挙げられる。

### b) 成果

#### ・電子線直描画によるポリマーナノポア作製法の開発

固体ナノポアは、厚さ数十ナノメートルのメンブレンに加工された1個の細孔で構成されるセンサである。このセンサは電界質液中で動作し、物体が細孔内を通過する際に生じる瞬間的なイオン輸送の変化を高速イオン電流計測により検出する。この原理は特に機械学習との相性が良く、イオン電流信号波形を機械学習により分類する仕組みにより、細菌やウイルス等の病原体を1粒子レベルで検出する超高感度なナノセンサになる。

一方、これまで我々は広範なサイズの粒子や分子の検出に応用可能なナノポアセンサを研究する目的で、電子線リソグラフィと反応性イオンエッチングを組み合わせた加工プロセスを用いてきた。しかしこの手法では、エッチングマスクとして用いる電子線レジスト層の不十分なエッチング耐性のため、厚膜メンブレンにナノポアを開口させることが困難であった。そこで本研究では、電子線レジスト層をメンブレンとして用いる新たなナノポア加工法を開発した。シリコンウエハ上に形成する厚さ50 nmの窒化シリコンメンブレン上に厚さ1  $\mu\text{m}$  以上のPMMAを成膜し、電子線描画法によりPMMA内にナノポアパターンを描画・現像することで、高アスペクト比なPMMAナノウェル構造を作製した。最後に、ナノウェルの底部にある窒化シリコン層を反応性イオンエッチングにより除去することで、ナノポアを開口させることに成功した。このナノポア加工法は、電子ビームのドーズ量でナノポアの形状まで精密

に制御することができる、検出対象物に合わせた最適なナノポア構造の作製を可能にする新技術である。本研究成果は、「Sensors and Actuators B: Chemical」において、令和4年4月15日に公開された。

### ・ナノポアセンサに適した電極材料の検討

ナノポアセンサの電極材料は、生体物質が NaCl や KCl の電解質液中で安定に存在できることから、銀塩化銀電極が通常用いられてきた。一方、それ以外の材料を用いた場合、ナノポアセンサの動作がどう変化するか詳しく調べた研究例はなかった。今回、生理食塩水中において電極反応を起こさない銀、白金、金については、拡散律速の状態になり、イオン電流がコットレルの式に従って時間の平方根に反比例する形で徐々に減少する傾向を見出した。また、これに伴い電極間の抵抗が徐々に大きくなり、ナノ粒子の信号が微弱になるだけでなく、RC 効果による波形の鈍化がより顕著になり、精確な1粒子検出が困難になることを明らかにした。一方、銀塩化銀とチタンにおいては、時間によって変化しない安定したイオン電流が得られた。以上の結果により、ナノポアセンサの時間応答速度に対する電極反応の寄与を明らかにすると共に、銀塩化銀に加えて新たにチタンも優れた電極材料として用いることが可能であることをしめした。本研究成果は、「iScience」に、令和4年10月21日に公開された。

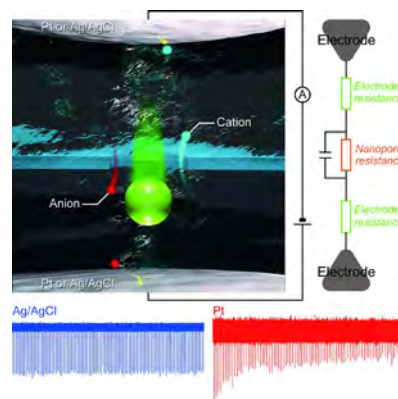


図 ナノポア計測における電極材料の影響

### ・単分子計測による核酸-小分子会合状態の検出

Mechanically Controllable Break Junction(MCBJ)法を用いた単分子計測は、図に示すようにナノメートルスケールの金属ナノギャップ電極間の分子を介したトンネル電流を直接計測する単一の分子の状態を調べられる手法である。単分子計測の測定データがどの分子由来か識別することは容易ではないが、私達は、単分子計測で得られたデータを、機械学習を用いることによって、単一分子の状態を識別する手法を開発した。開発した手法を用いて、産研中谷研が合成した DNA と相互作用する分子と DNA 核酸塩基が会合状態を形成する割合を単分子レベルで計測した。その結果、核酸塩基と相互作用する部位が多い分子程、会合状態形成比率が高いことが確認された。核酸標的医薬の薬効は、小分子と核酸との相互作用に依存する。本研究の分子間相互作用を1分子レベルで確認する手法は薬剤の設計指針の提供や新規薬剤の評価への応用が期待される。本研究成果は、米国科学誌「Journal of the American Chemical Society」に、令和5年1月3日に公開された。

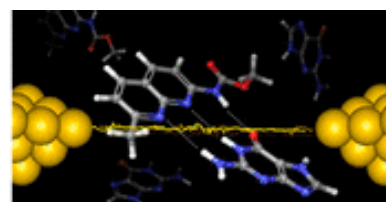


図 単分子計測による会合状態検出の概念図

### ・単分子計測を用いた RNA 修飾塩基の検出

私達のグループでは、典型的な4種の核酸塩基以外の修飾塩基の単分子計測を用いた DNA の配列決定手法の開発を行っている。PCR を行う従来法では、増幅過程で修飾塩基の情報が喪失してしまうため、修飾塩基読み取りに用いることはできない。一方で単分子計測は、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、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、薬剤として使用されるトリフルリジン(FTD)に曝露された癌細胞中の癌抑制遺伝子 p53 結合領域の FTD 取り込みを評価した。計測の結果、DNA 中に 10% 程度の FTD 取り込みが確認され、薬剤による DNA の変位を実験的に確認した。本研究は新規薬剤や、疾患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4年4月28日に公開された。

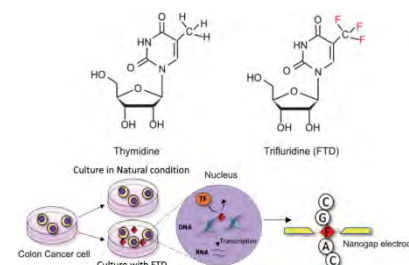


図 チミジンと FTD の構造と測定概念図

## 環境・エネルギーナノ応用分野

教授（兼任） 古澤 孝弘

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・光分解性塩基の反応機構の解明

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

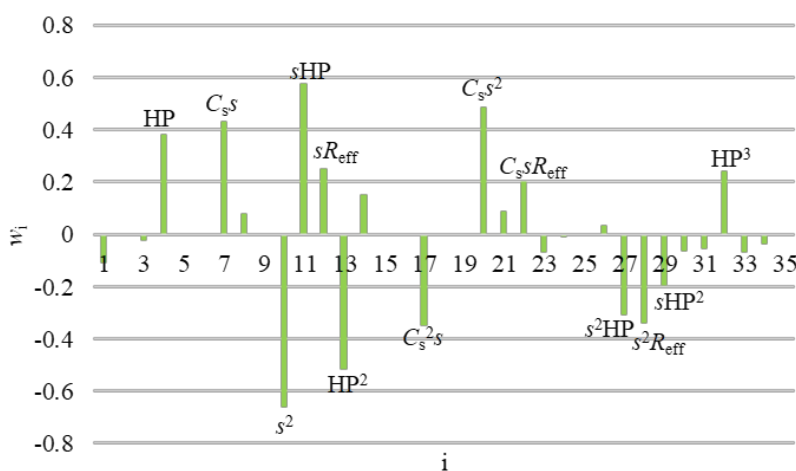


図 1 反応機構に基づいたモンテカルロシミュレーションにより計算した化学勾配データセットを機械学習により解析し得られた特徴量の係数ヒストグラム

# ナノ知能システム研究分野

教授（兼任） 鷲尾 隆

## a) 概要

実験と計測技術の進歩に伴って、ナノテクノロジー研究分野において大量の実験データが蓄積されつつある。しかしながら、研究者を含む人間の情報処理能力の限界により、そのような大量データから科学的、工学的に意義深い知識を手動で効率的に抽出することは難しい。この問題を解決ないし軽減するために、本研究分野では様々な推論や探索アルゴリズムを駆使して大量データから人間にとって意味の大きな知識を抽出ないし推定する手法の開発を行っている。本年度は昨年度に引き続きバイオナノテクノロジー研究分野と共同で、ナノギャップ・ナノ流路を用いた高精度な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、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深層学習分類器を学習し、それを用いて mRNA 塩基配列を3塩基単位で推定する手法の開発を行った。その結果、必要な精度で3塩基単位の配列を推定できる結果が得られた。

そこで、本年度は3塩基単位の塩基配列推定結果から、mRNA 塩基配列全体を推定するアセンブルアルゴリズムの開発に取り組んだ。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。ナノギャップは mRNA 塩基配列に応じて流れるトンネル電流を断片的に計測し出力する。各断片について3塩基単位で 64 通りの中から配列を識別し、それらをジグソーパズルのように互いに矛盾しないように繋ぎ合わせるアセンブルアルゴリズムを開発した。現在、より計測ノイズに対してロバストで、効率的につなぎ合わせを行うことが可能なアセンブルアルゴリズムの開発を継続している。

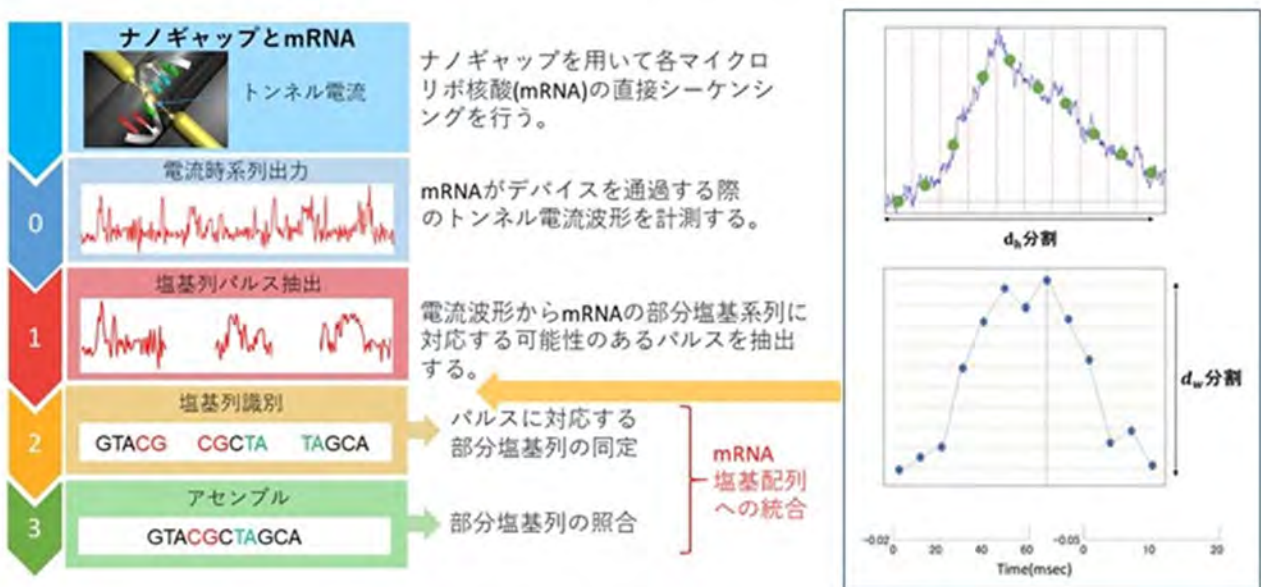


図 ナノギャップを用いた mRNA シーケンシング処理の概要



## 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、ヒト嗅覚を支える全 400 種類の嗅覚受容体を発現した細胞を、スライドガラス上に整列配置させた「ヒト嗅覚受容体発現セルアレイセンサー」の開発を行っている。同センサーは、ヒトが感じるあらゆる匂いを全てデジタルデータとして表現できる（匂いマトリックスと呼称）。この匂いセンサーと匂いマトリックスを用いれば、匂い情報の記録、保存、伝送、再生、つまり匂い情報 DX（デジタルトランスフォーメーション）が世界に先駆けて可能になり、新産業創造の起爆剤として期待される。

### b) 成果

#### ・バニラフレーバーに対するヒト嗅覚受容体反応に及ぼす 3-オクテン-2-オンの影響

人間が日常的に感じる匂いの多くは複合臭である。複雑なおい全体の変調、増強、抑制は、におい分子間の相互作用によって引き起こされると考えられている。本研究では、におい分子間の相互作用をヒト嗅覚受容体反応のレベルで理解するため、ヒトの全嗅覚受容体（388 種類）を感知分子とするヒト嗅覚受容体センサーを用いて、バニラフレーバーを変調させることが知られている 3-オクテン-2-オンの効果を解析した。その結果、3-オクテン-2-オンを添加したバニラフレーバーでは、バニラフレーバーと比較して 1 つの共通受容体（OR1D2）の応答強度が相乗的に増強され、バニラフレーバーに対する 1 つの受容体（OR5K1）の応答は完全に抑制された。これらの結果は、複雑な匂いに対するヒト嗅覚受容体の反応は、比較的少数の他の匂い分子によって増強または抑制されることを強く示唆している（Yasunaga et al, Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, Volume 86, Issue 11, November 2022, Pages 1562–1569）。

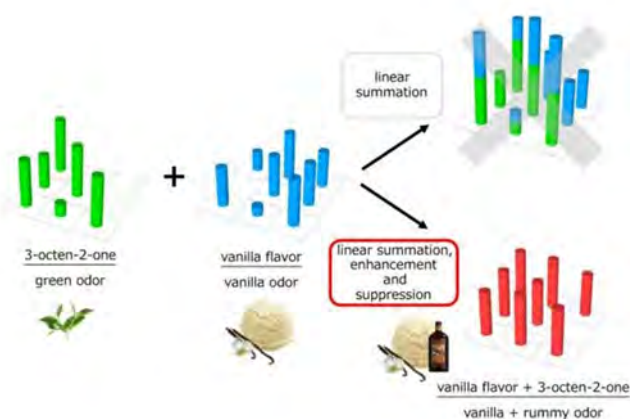


図 複雑な匂いに対するヒトの嗅覚受容体の反応パターンは、線形和だけでなく、反応の増強と抑制の影響を受けている。

これらの結果は、複雑な匂いに対するヒト嗅覚受容体の反応は、比較的少数の他の匂い分子によって増強または抑制されることを強く示唆している（Yasunaga et al, Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, Volume 86, Issue 11, November 2022, Pages 1562–1569）。



## ナノシステム設計研究分野

客員教授 垣内 史敏 (令和4年4月1日～令和5年3月31日)

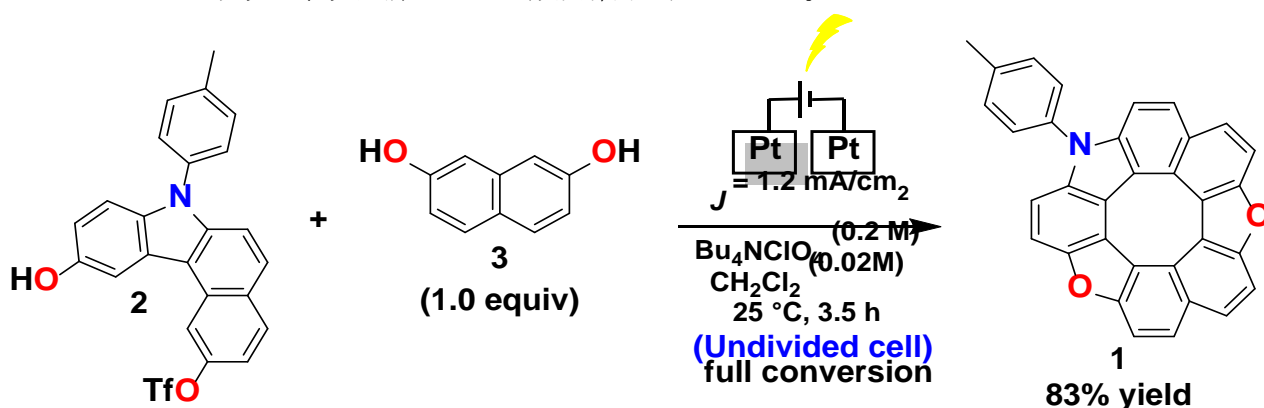
### a) 概要

複雑な有機化合物を多工程にて合成する際、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、及び廃棄物を分離して、次反応の原料となる目的物を単離精製しなければならない。ドミノ倒しのように1つの反応を起点に連続的に反応が進行するドミノ反応は、単一操作で多段階反応が進行し、平衡反応がある系においても目的物を与える。不安定中間体を単離精製することなく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プロセスの鍵反応として注目を集めている。さらに近年では、室温下、電気や光を活用することでエネルギーロスが大きい、熱による分子活性化を回避した新たな精密有機合成法の確立が求められている。

### b) 成果

#### ・ヘテロナノグラフェンの電解ドミノ合成

ナノグラフェンの中央に八員環構造を組み込み、その周囲にピロール環とフラン環を配置したヘテロ[8]サーキュレン **1** を世界にさきがけてデザインし、電解ドミノ合成へと展開することで、市販原料から短工程で **1** を供給可能な手法を開発した。具体的には、下図に示すヒドロキシカルバゾール誘導体 **2** と 2,7-ジヒドロキシナフタレン(**3**)との塩化メチレン(1対1)混合溶液を、白金(Pt)電極にて電解酸化することで、分子間ヘテロカップリング反応 / 分子内酸化的カップリング反応 / 2回の分子内脱水環化によるフラン環形成反応が連続で進行し、目的のヘテロ[8]サーキュレン **1** が1回の実験操作で最高収率 83%にて得られた。One-pot 合成法により最短 15 時間にて、サーキュレン **1** の合成も可能である。現在、得られたサーキュレンの発光や、光触媒としての機能解明を行っている。



**Electrochemical cross coupling/dehydrative furan formation/  
oxidative coupling/dehydrative furan formation sequence**

# ナノシステム設計研究分野

招へい教授 竹内 繁樹 (令和4年4月1日～令和5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度集束イオンビーム装置を用い、光ファイバの一部を光の波長程度まで細く引き延ばしたナノ光ファイバに光共振器を組込んだナノ光ファイバブラッグ共振器 (NFBC) の開発を行ってきた。NFBC は 4000 を超える高い  $Q$  値を持つことに加え、ファイバの一端に張力を加えることで 20 nm を超える超広帯域共鳴波長制御が可能である。本年度は、この共鳴波長制御のメカニズムを理解することを目的とし、三次元有限要素法 (3DFEM) 法、および、三次元時間領域差分 (3DFDTD) 法を用い数値解析を行なった。

## b) 成果

NFBC の共鳴波長制御のメカニズムを理解するため、張力( $F$ )を加えた場合の構造および応力の変化について 3DFEM 法 (Comsol Multiphysics) を用いて計算を行なった。図 1(a)に  $F = 275 \mu\text{N}$  の場合の計算結果を示す。グレーティングの溝の部分に応力が集中し、周期は 300 nm から 318.1 nm、欠陥幅は 450 nm から 476.2 nm にそれぞれ変化することがわかった。次に、得られた構造を 3DFDTD 法 (FDTD Solutions、Lumerical) に取り込み透過スペクトルを計算した。図 2(b)の赤線は張力を加えた場合の透過スペクトルである。共鳴波長は 634 nm から 664 nm まで長波長側にシフトした。これらの計算結果から、溝の部分に応力が集中しグレーティングの周期が変化することで NFBC の共鳴波長が変化することがわかった[1]。

本研究に関連し、今年度はイオン注入による単一シリコン欠陥中心含有ナノダイヤモンドの開発[2]、長波長励起による六方晶窒化ホウ素欠陥中心からの単一光子発生[3]などにも取り組んだ。

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

[1] H. Takashima, A. W. Schell, and S. Takeuchi, "Numerical analysis of ultra-wide tunability of nanofiber Bragg cavity," *Optics Express*, accepted (2023).

[2] 鈴木和樹、嶋崎幸之介、高島秀聡、阿部浩之、大島武、竹内繁樹、「イオン注入法による単一シリコン欠陥中心内包ナノダイヤモンドの作製」、第 83 回応用物理学会秋季学術講演会、(2022).

[3] 岡城 勇大、嶋崎 幸之介、鈴木 和樹、高島 秀聡、Igor Aharonovich、竹内繁樹、第 70 回応用物理学会春季学術講演会 (2023) 講演予定。

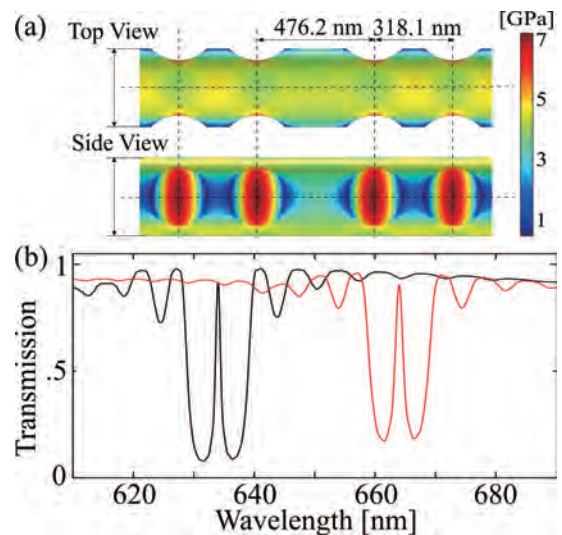


図 1 (a) 有限要素法による構造解析結果

図 2 (b) 時間領域差分法による計算結果

黒線は張力ゼロ、赤線は張力 275  $\mu\text{N}$

# ナノシステム設計研究分野

招へい准教授 山本 洋揮 (令和4年4月1日～令和5年3月31日)

## 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。加えて、EUV 露光装置は非常に高価であり、世界的にも台数が限られているため、EUV レジストのパターニング性能評価をするのは難しいという状況にある。そこでこのような状況を打開するために、極端紫外線(EUV,  $\lambda=13.5$  nm)用レジストを実施可能にするために EUV リソグラフィ用マスクの作製は重要である。本研究では、非化学増幅型レジストである ZEP520A を使用し、EUV リソグラフィ用透過マスクの作製を試みた。

## b) 成果

### ・ EUV リソグラフィ用透過マスクの作製

ZEP520A レジスト溶液を SiN 基板の上にスピコートすることで、200 nm の薄膜を形成し、高速大面積電子ビームリソグラフィー装置および 30 kV 電子ビームリソグラフィー装置で照射し、大面積の線幅 1  $\mu\text{m}$  のライン&スペースパターンの作製を行い、その後スパッタ装置で TaN をスパッタコートした後、リフトオフで EUV マスク作製を行った。

図 1 は ZEP520A を用いて 1  $\mu\text{m}$  のライン&スペースパターンを作製後に、ターゲットに TaN を RF : 150W で、Ar : 2.4 sccm, N<sub>2</sub> : 1.0 sccm, 圧力 : 1.5 Pa で SiN 基板の上に成膜した。次に、ターゲットに SiO<sub>2</sub> を用いて RF : 150W で、Ar : 2.7 sccm, O<sub>2</sub> : 2.0 sccm で圧力 : 0.6 Pa で成膜した。ZEP520A の感度は 60  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$  であり、きれいなパターンが形成されていることが明らかになった。また、RF スパッタ装置を用いて上記の条件で成膜した時の結果から成膜レートを見積もると、TaN : 14.0 nm/min、SiO<sub>2</sub> : 4.8 nm/min であることが明らかになった。図 1 は RF スパッタ装置を用いてリフトオフした後の (a) 光学顕微鏡写真との (b) SEM 画像である。このように EUV リソグラフィ用透過マスクの作製に成功した。作製した透過マスクによるメタルレジストの密着露光 EUV パターニングを行ったところ、図 2 に示したようにパターン形成に成功した。

これらの結果から、我々が作製した UV リソグラフィ用透過マスクおよびメタルレジストを用いて EUV パターン形成が可能であることを実証し、EUV リソグラフィ用レジスト評価システムとして有望であることを示した。

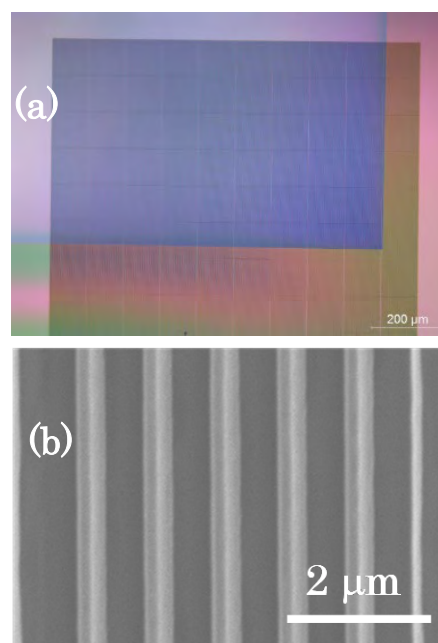


図1 SiNメッシュ上に70 nmのTaNをとSiO<sub>2</sub>を50 nm成膜したパターンの(a)光学顕微鏡写真と(b)SEM画像

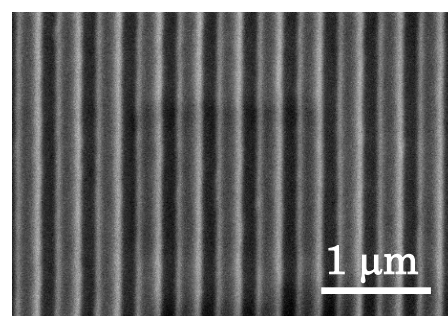


図2 作製した透過マスクを使ってメタルレジストのパターン形成を行ったSEM画像

## ナノシステム設計研究分野

客員教授 寺尾 潤 (令和4年4月1日～令和5年3月31日)

### a) 概要

光捕集ユニットと金属酸化物を被覆共役系で接続し、高効率な光-エネルギー変換システムを構築する。三次元的被覆による熱および電子擾乱抑制効果に基づき、多様な環境下で安定に動作する光電変換素子の作成を目指す。

### b) 成果

本研究では、シクロデキストリン誘導体で被覆した $\pi$ 共役分子を金属酸化物上に担持した有機無機ハイブリッド界面を足場として、クリック反応による機能性分子の導入と、これを利用した光電変換素子の作成に成功した。まず、クリック反応の起点となるアジド基を分子頭部に有する被覆共役ホスホン酸アンカーを合成した。この分子を酸化インジウムスズ (ITO) 透明電極に修飾し、続く末端アルキンとの銅触媒[3+2]付加環化反応によってトリアゾール環を介して種々の機能性部位を導入した (図 1a)。この修飾基板表面を原子間力顕微鏡で観察したところ、分子長に相当する 2~3 nm 程度の凹凸が観察された。一方、シクロデキストリンで被覆されていない共役アンカー分子からは顕著な凝集体が見られたことから、分子の独立性の確保における被覆構造の重要性が示された。このような界面では分子間相互作用が抑制されるために、共役分子から無機材料への円滑な電子移動が期待される。そこで次に、可視光捕集ユニットとして信頼性の高いトリス(2,2'-ビピリジン)ルテニウム(II)錯体を、表面積の大きい金属酸化物ナノワイヤに被覆共役系を介して担持した層からなる光電変換素子を作成した (図 1b)。この性能を評価したところ (図 1c)、ルテニウム錯体の光捕集に基づく光起電力の発生が確認できた。このエネルギー変換効率は、ビピリジン配位子にホスホン酸基が直接結合したルテニウム錯体から調製されたものよりも、わずかに高いことがわかった。

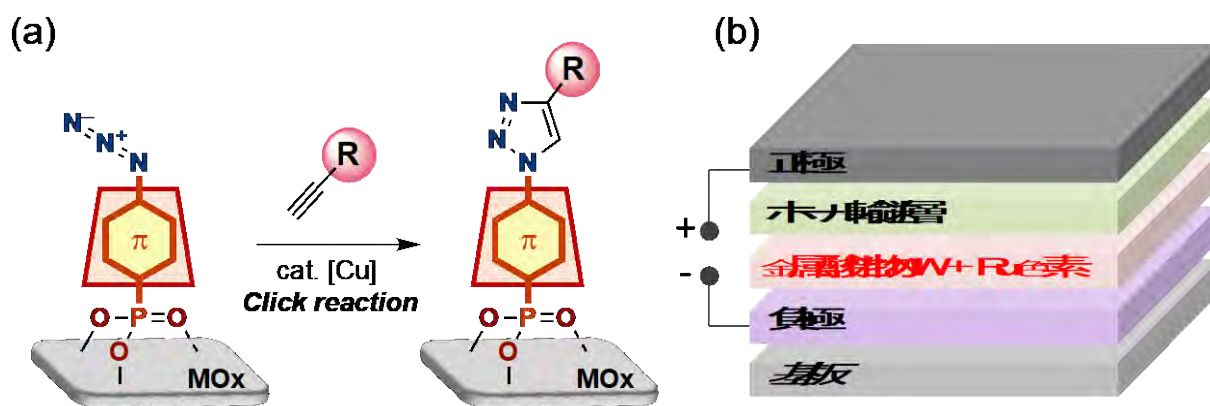


図 1 (a) 金属酸化物担持アジド連結被覆共役ホスホン酸のクリック反応による機能性分子の導入; (b) 本研究で用いた光電変換素子の概要

【参考文献】 1) Chou S.-Y.; Masai, H.; Otani, M.; Miyagishi, H. V.; Sakamoto, G.; Yamada, Y.; Kinoshita, Y.; Tamiaki, H.; Katase, T.; Ohta, H.; Kondo, T.; Nakada, A.; Abe, R.; Tanaka, T.; Uchida, K.; Terao, *J. Appl. Catal. B*, **2023**, 327, 122373.



## ナノシステム設計研究分野

客員教授 甲村 長利 (令和4年4月1日～令和5年3月31日)

### a) 概要

電氣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、 $\pi$ 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、これまで蓄積され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ない。したがって、所望の色を示す $\pi$ 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た。そこで、本研究ではエレクトロクロミック材料用の $\pi$ 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、 $\pi$ 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

昨年に引き続き、 $\pi$ 共役ポリマーの色予測モデルの構築を進めた。機械学習を用い $\pi$ 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、 $\pi$ 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。図1のように、論文から集めたデータを10グループに分け、8グループを訓練データ、2グループをテストデータとし、全ての組み合わせを考慮することで、訓練（もしくはテスト）に使われるデータの偏りをなくし、予測精度を高めることができた。

作製した精度の高い色予測モデルを用い

て、様々な化学構造のポリマーの色を予測した。候補となるポリマーの緑色領域 ( $a^* < 0$  かつ  $b^* > 0$ ) になると予測された3種類のポリマー (FNTz\_EH\_13、FNTz\_EH\_6、FNTz\_HD\_DOT) を合成し、薄膜フィルムを作製した。この内2種類は実際に緑由来の色を示すことがわかった。

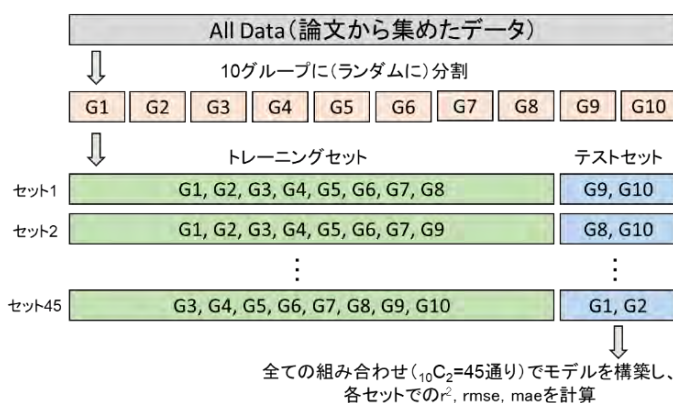


図1. 色予測モデルの構築

polymer	予測色			color	実測色			color
	L*	a*	b*		L*	a*	b*	
FNTz_EH_13	48	-1	3		47	4	-16	
FNTz_EH_6	63	-2	8		91	-15	7	
FNTz_HD_DOT	62	-1	11		97	-4	6	



# ナノシステム設計研究分野

招へい教員 佃 諭志 (令和4年4月1日~令和5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ン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を合成し、この量子ドットを含んだポリスチレンフィルムへの電子線照射を行い、ネガ型の量子ドットパターンの形成と、電子線照射による量子ドットからの発光強度の低下について評価を行った。

## b) 成果

ポリスチレン(PS)を溶解したトルエン溶液に、CdSe/CdS 量子ドットを加え、スピコート法を用いて Si 基板上に量子ドット含有 PS 薄膜を作製した。この薄膜にマスク上から電子線(100 keV)を線量 500  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$  で照射した。トルエンを用いた現像操作を行った後、Si 基板上に図 1 に示した文字パターンが基板上に形成された。また、ブラックライト照射下で PS パターン内に含まれる CdSe/CdS 量子ドットからの赤色発光(ピーク発光波長 631 nm)が観察された。

CdSe/CdS 量子ドットを含有した PS 膜を石英基板上に作製し、電子線(100 keV)を線量 10~1000  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$  で照射し、電子線照射後に各薄膜の photoluminescence (PL) スペクトルを測定した。照射前の PL 強度に対する各電子線照射線量での PL 強度を図 2 に示す。また、比較として市販品の CdSe/ZnS 量子ドットの測定値も合わせて示している。1000  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$  照射時で、CdSe/ZnS 量子ドットの発光強度が 43%まで低下した。一方で、CdSe/CdS 量子ドットでは、厚い CdS シェルで被覆することで、電子線照射により高分子の主鎖切断等で生じるラジカルを含む活性種からコアである CdSe 表面を保護できるため、発光強度の低下を 73%に抑制できた。しかし、線量の増加に伴い発光強度の低下は起きるため、電子線照射により直接コア内部や表面に欠陥準位が形成されることが示唆される。



図 1 電子線照射により Si 基板上に形成した CdSe/CdS 量子ドット内包 PS パターンの写真。写真は、ブラックライト照射下でのパターンからの発光の様子である。

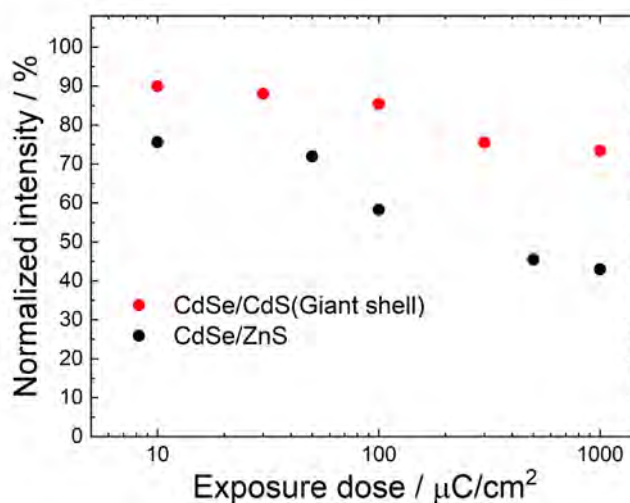


図 2 電子線の線量に対する量子ドット内包膜の発光強度変化。電子線未照射のフィルムの発光強度を 100%としている。

# ナノシステム設計研究分野

客員准教授 中払 周 (令和4年5月1日～令和5年3月31日)

## a) 概要

強い電子間相互作用を持つモット絶縁体は、キャリアドーピングで金属状態へと相転移する。例えば、二酸化バナジウム ( $\text{VO}_2$ ) はモット絶縁体の好例で、温度変化により 340 K 付近で数桁もの抵抗変化を伴う金属-絶縁体相転移 (MIT) を示す。 $\text{VO}_2$  を薄膜化して MIT 誘起に伴うキャリア生成を電界印加で実現できれば、モット絶縁体を基盤とした新奇素子応用に繋がり、また量子多体系物質群への基礎的理解も深まる。本研究では、 $\text{VO}_2$  薄膜の MIT を電流誘起ジュール加熱効果により誘起し、電子スイッチングの実現を目標とした。 $\text{VO}_2$  薄膜の MIT 特性は金属ドメインと呼ばれる薄膜内の空間領域とそのチャンネルサイズにより決定される。良質な酸化物薄膜結晶成長基板として利用可能な、2次元原子層ざいりょうの一つである六方晶窒化ホウ素 (hBN) 上にパルスレーザー堆積法で  $\text{VO}_2$  薄膜を作製し、約  $2\ \mu\text{m}$  の電極間ギャップを持つ電極を取り付けた素子を作製し、温度変化および電流印加時の電気伝導特性より相転移特性を評価した。電気伝導特性の測定時には、光学顕微鏡を用いたオペランド観察も同時に行い、ドメイン生成を有無を調べた。

## b) 成果

$\text{VO}_2$  におけるモット転移に関する知見を得るためには、 $\text{VO}_2$  チャンネルに電圧を印加すると同時に、物性を精密に測定しかつ、直接に動的な構造変化を観察する必要がある。受入研究室であるナノ機能材料デバイス研究分野では、ホール測定を行うための物性測定装置 (PPMS) は所有しているものの、上記を実現する測定・観察装置系を有していなかった。そこで本研究では、輸送特性測定と光学顕微鏡観察を同時に行うためのシステムの改築を行った。作成した作成した  $\text{VO}_2/\text{hBN}$  積層素子の電流-電圧特性 ( $I$ - $V$  特性) と、同時に観察した光学顕微鏡像を図に示す。電圧上昇に伴い、黒色矢印で示すように階段状の電流上昇が観測され、測定時に得られた光学顕微鏡像 (図のインセット) から金属ドメインが生成したことが確認された。以上より、金属ドメイン生成に伴い階段状電流上昇が発生したことが明らかになった。本研究成果は、金属ドメインを活用したドメインエンジニアリング等の展開を期待させるものである。

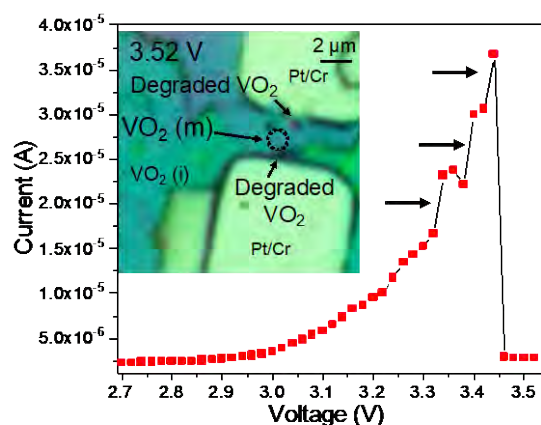


図 3 V 付近での  $\text{VO}_2/\text{hBN}$  の  $I$ - $V$  特性。インセット: 3.52 V の素子の拡大光顕像。絶縁領域 ( $\text{VO}_2(i)$ ) 中に金属ドメイン ( $\text{VO}_2(m)$ ) が生成している。

## 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。2022年度は13研究室から129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。

2022年度の新しい加工依頼として、光の位相を変調するために石英ガラスに段差を作る加工を行いました。石英ガラスに段差をつける加工は以前から行なっていたので、その知見を活かして作業を行いました。最小 $2\mu\text{m}$ 角の描画となるため、安定して描画ができる基板として市販のクロム付き石英マスクブランクスを利用しました。設計はcadを介さず、計算によって得られた2値化データとなります。普段はcadファイルを装置に読み込ませているため、bmpファイルを読み込ませるための処理を行い、描画を実行しました。得られたパターンに沿ってクロム膜を溶かし、露出させた石英を反応性イオンエッチングで垂直方向にエッチングする事により、パターン化された段差を持つ位相変調マスクを作製しました。図2に反射光で撮影した位相変調マスクの写真を示しました。

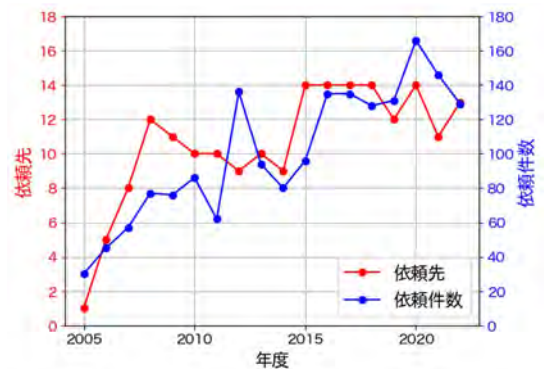


図1 2005年度以来の活動記録

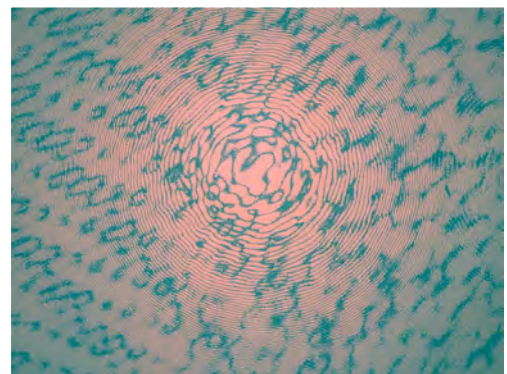


図2 ピクセルサイズ $2\mu\text{m}$ で作製した透過型位相変調マスク。ピンク色にみえているエリアが石英基板表面で、緑色に見えている場所は $1\mu\text{m}$ の深さで垂直エッチングされています。

# 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

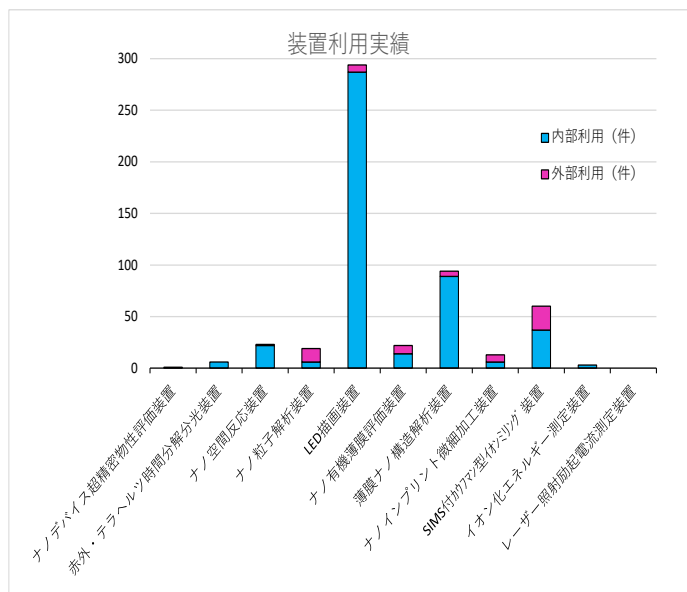
## a) 概要

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。また、今年度からは SIMS 付カウフマン型イオンリング装置、イオン化エネルギー装置、レーザー照射励起電流測定装置の 3 装置が追加（課金対象）となった。装置別の利用状況（件数）を右のグラフに示す。

内部：2022/4/1～2023/2/28 までの集計  
 外部：2022/7/1～2023/2/28 までの集計



## マテリアル先端リサーチインフラ設備供用拠点

拠点長（兼任）教授	田中 秀和
教授（兼任）	光岡 薫、谷口 正輝、北岡 康夫
特任助教	北島 彰（令和4年8月15日退職）
特任研究員	岩城 文（令和4年4月16日採用）、近田 和美（令和4年7月1日採用）、 出口 寛子、山田 里絵（令和4年10月1日採用）、和辻 祐規子（令和4年7月1日採用）
事務補佐員	圓見 恵子

### a) 概要

2021年度内閣府統合イノベーション推進会議における「マテリアル革新力強化戦略」に基づき「マテリアル先端リサーチインフラ事業（ARIM：Advanced Reserch Infrastructure for Nanotechnology）」がスタートしました。本事業では、最先端装置の供用、専門技術者による技術支援に加えて、リモート・自動化・ハイスループット対応型の先端設備を導入し、装置利用に伴い創出されるマテリアルデータを、活用しやすい形に再構築し提供する予定です。また、文部科学省の「データ創出・活用型マテリアル研究開発プロジェクト」との連携を行うことで、マテリアル先端リサーチインフラ、データ中核拠点、データ創出・活用型マテリアル研究開発プロジェクトの三位一体型『マテリアルDXプラットフォーム』を構築し、マテリアル革新力強化への貢献を目的としています。

大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点（NOF）は、2012年7月より文部科学省の「ナノテクノロジープラットフォーム事業」に参画し、産業イノベーション創出のため学内外の研究機関への先端的な研究施設・機器の提供を積極的に推進し、多様な研究分野への研究支援を行ってまいりました。大阪大学マテリアル先端リサーチインフラ設備供用拠点として新たなスタートをきり、10年にわたって培ってきた「ナノテクテクノロジープラットフォーム事業」での学内外への研究支援の経験と実績を「マテリアル先端リサーチインフラ事業（ARIM：Advanced Reserch Infrastructure for Nanotechnology）」の基礎となる最先端供用設備および高度な技術支援に生かし、革新的取り組みに邁進してまいります。

#### 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 $\mu\text{m}$ 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4年度は本事業の初年度であり、当拠点では3プラットフォーム合計で延べ105件の支援を行った。令和4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4年度の支援課題件数

	微細構造解析				微細加工/物質合成				合計			
	学	独	産	計	学	独	産	計	学	独	産	計
機器利用	21	1	9	31	41	1	17	59	62	2	26	90
共同研究	7	1	3	11	0	0	0	0	7	1	3	11
技術代行	1	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0	2
技術補助	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	2
技術相談	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	31	2	12	45	42	1	17	60	73	3	29	105

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社会人教育プログラムでの実習を行った。令和4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4年10月24-25日	第9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・山形大学との共同出展（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20名）
令和5年1月11-13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	4名
令和5年2月1-3日	nano tech 2023（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	およそ23,000名
令和5年3月7日	マテリアル分野の創発研究者とマテリアル先端リサーチインフラの出会いの場	大学、公的機関など	108名(内オンラインが16名)

## 総合解析センター

センター長（兼任）教授	大岩 顕
准教授	鈴木 健之
助教	周 大揚、朝野 芳織
准教授（兼任）	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、髙原 綱吉、山中 卓也
特任研究員	謝 明君、蔣 瑞
事務補佐員	森 悦子（令和4年9月30日退職）
派遣職員	和田 智子

### 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。

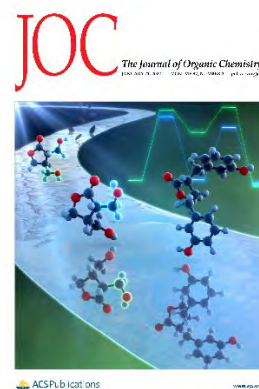
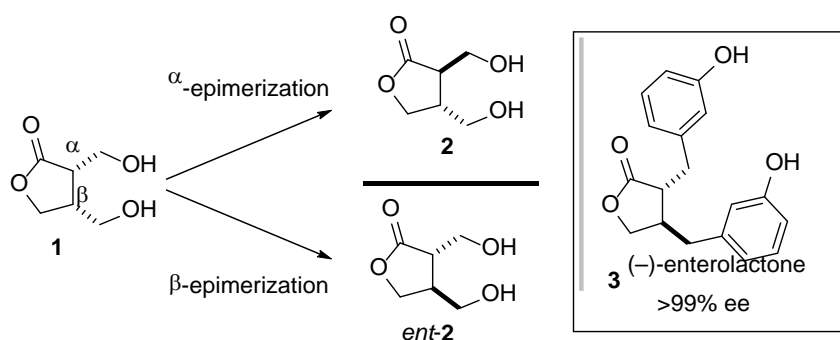
産業科学研究所内研究部門のプロジェクト研究、基盤研究、および一般基礎研究などの遂行に当たり、当センター所属の分光分析機器、組成分析機器、状態分析機器類を用いる各種材料スペクトル測定、解析、評価などを通じて強力な研究支援活動を行っている。

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

#### ・ *cis*-2,3-Bis(hydroxymethyl)- $\gamma$ -butyrolactone の選択的エピメリ化の反応機構の解明

最近、分子内 Tishchenko 型反応で得られる *cis*-2,3-bis(hydroxymethyl)- $\gamma$ -butyrolactone **1** を用い、ceddarmycin, や enterolactone **3** の天然物合成を達成した。特に enterolactone 合成は *cis*-2,3-bis(hydroxymethyl)- $\gamma$ -butyrolactone の  $\alpha$  または  $\beta$  選択的エピメリ化により、両鏡像異性体合成が可能である。本研究では選択的エピメリ化の反応機構について DFT 計算、速度論解析を検討した。その結果、酸性条件下では  $\alpha$  エピメリ化よりも酸触媒による分子内再環化または加アルコール分解を優先するため、 $\beta$  選択的エピメリ化した *ent*-**2** が生成することが分かった。速度論実験により、プロトン性溶媒を用いると加溶媒分解経路が優先して起こる。一方、塩基性条件下では両経路が可能で、**2** および *ent*-**2** を生じ、ラセミ化が進行する。なおヒドロキシ基を保護すると選択的に  $\alpha$  選択的エピメリ化が可能である。



## 産業科学 AI センター

センター長 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、村山 太一（令和4年4月1日特任研究員より）、陳 崢（令和4年12月1日採用）
特任研究員	光岡 孝
特任事務職員	角 玲子（令和5年1月1日事務補佐員より）
教授（兼任）	小口 多美夫、駒谷 和範、笹井 宏明、関谷 毅、関野 徹、沼尾 正行、八木 康史、鷲尾 隆、大岩 顕、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、西野 美都子
助教（兼任）	岡本 一将、小本 祐貴、藤田 高史、野田 祐樹
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 Grant（先進的な AI 活用に関係する研究費支援、特に若手研究者を重視した助成）：4 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（7 部門）
  - 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）
  - DX（DX 社会研究部門）
  - 触媒（触媒科学イノベーション研究部門）
  - 若手共創（共創インキュベーションセンター）
  - スピントロニクス（スピン学際研究部門）
- ・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、国際医工情報センター  
主なプロジェクト：  
脳神経外科（てんかん予測）、心臓血管外科学（心不全増悪の前兆検知や人工心臓の異常発生予測）  
消化器外科（膵臓癌の再発予測など）、産婦人科（陣痛予測）、眼科（眼科疾患予測）、感染制御学、  
保健学専攻
- ・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、  
産研統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（F3D）、Nedo（F3D）、  
ナノテク関連（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）、複合分子化学（鈴木研究室）、  
精密制御化学（中谷研究室）

### ④外部資金プロジェクト（実施中）

- ・COI-NEXT 本格型：フォトン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
- ・科研費基盤 S、基盤 A、基盤 C、挑戦的研究（萌芽）、学術変革領域研究(A)、
- ・NEDO ・AMED ・NICT ・SCOPE ・ERCA

### ⑤産学連携（企業との共同研究、受託研究など）全 56 件

- |                              |            |                  |
|------------------------------|------------|------------------|
| ・(株) 小松製作所                   | ・ヤマト科学 (株) | ・日本電産マシンツール (株)  |
| ・トッパン・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)   |            | ・ダイキン工業 (株)      |
| ・(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・インスティテュート・ジャパン |            | ・旭化学工業 (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 ファルマ (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                    | ・ニチコン (株)  | ・(株) 日立金属        |

### ⑥AI センター関連イベント

- ・第 4 回産業科学 AI センター国際シンポジウム（第 26 回産研国際シンポジウムと共催）

## 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、村山 太一（令和4年4月1日特任研究員より）、陳 暉（令和4年12月1日採用）
特任研究員	光岡 孝、井村 亜矢
大学院学生	小峠 陸登、田邊 昭博、中村 航大、東口 慎吾、Piao Xihao、小幡 紘平、藤原 廉、釣谷 周平、田村 優香、村尾 淳、清水 風
特任事務職員	角 玲子（令和5年1月1日事務補佐員より）

### 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、産学連携と異分野融合により産業界への技術移転に取り組んでいる。



図1 本研究の概要

### b) 成果

#### ・リアルタイム要因分析技術：OrbitMap

大規模時系列イベントストリームは、自然現象や人々の社会活動、さらには様々な設備の動作状況等、様々な事象を表現している。OrbitMap (KDD2019にて発表) は、時系列イベントデータから時系列モデル間の前後関係（要因-結果関係）を捉え、それらの事象の連鎖を動的空間遷移ネットワークとしてモデル化する。さらに、本手法は、要因分析と動的空間遷移ネットワークを用いることで、リアルタイム将来イベント予測の予測精度の向上を実現する。図2は本技術を用いたセンサデータのリアルタイム要因分析の出力例であり、作業者の両手足4箇所に加速度センサを設置し、計測、データ解析を行っている。図2(a)は、オリジナルのデータストリームの学習結果、図2(b)は、各時刻におけるリアルタイムレジーム検出例、図2(c)は作業者の行動の間のつながり（回転する→歩く→持ち上げるな

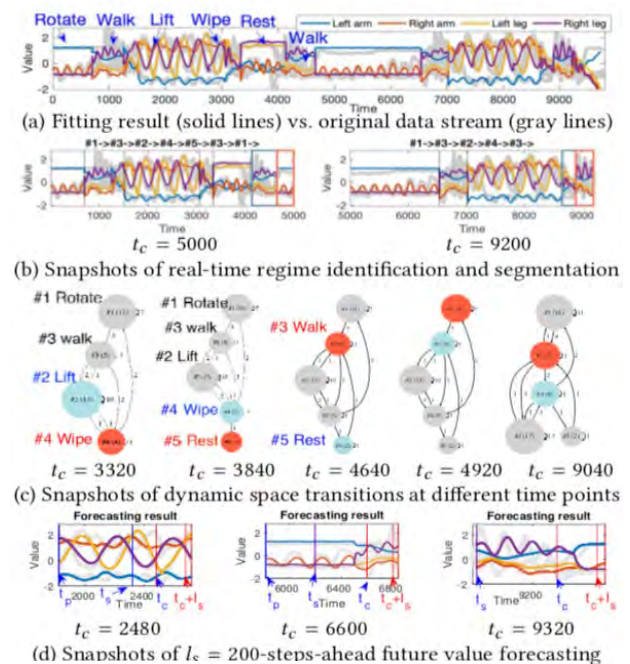


図2 モーションセンサデータを用いた要因分析技術の解析結果



ど)をネットワークとして表現し、そして各時刻におけるネットワークの成長の様子を示している。図2(d)は、学習した動的モデルとネットワークを用いたリアルタイム予測の様子を示している。本手法は要因分析と予測に基づいて様々な状況を引き起こす要因を検出することで、リアルタイムに最適な行動を選択、推薦情報として提示することができる。例えば、自動車走行における急ブレーキや急なハンドル操作、スマート工場における装置故障など、様々な事故やトラブルの兆候(サイン)をビッグデータから高速かつ自動的に抽出するためのリアルタイム要因分析を可能とする。

・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ル

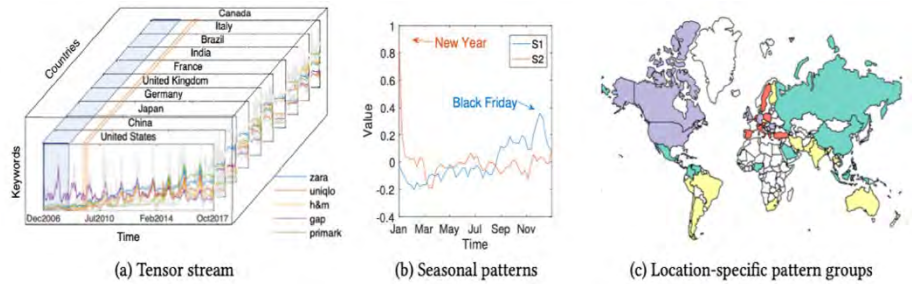


図3 CubeCastによるリアルタイム予測の様子と検出パターン例

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、適応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もある。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。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

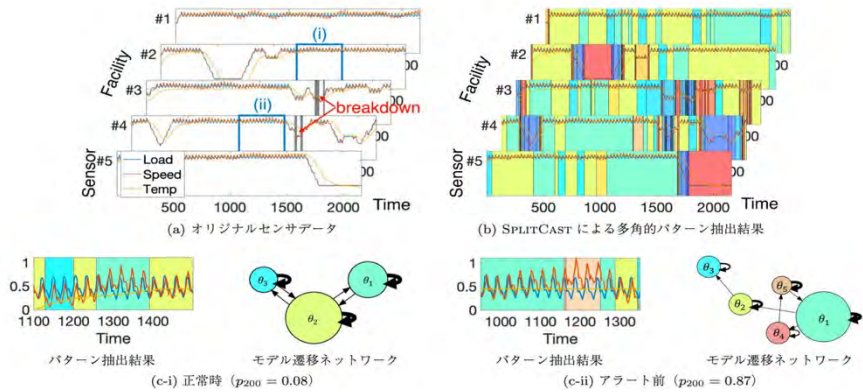


図4工場設備センサデータに対するSplitCastの出力結果

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、特徴量化することで、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。

## 量子ビーム科学研究施設

施設長（兼任）教授	細貝 知直
助教	藤乗 幸子
特任教授	磯山 悟朗（令和5年3月31日退職）
特任准教授	誉田 義英
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（令和4年12月31日退職）、楊 金峰、室屋 裕佐、小阪田 泰子（高等共創研究院）、金 展
助教（兼任）	菅 晃一（令和5年2月28日退職）、岡本 一将、神戸 正雄、Lu Chao
技術職員	古川 和弥、福井 宥平
事務補佐員	藤田 奈々美

### a) 概要

量子ビーム科学研究施設には40 MeVのLバンド電子ライナック、150 MeVのSバンドライナック、レーザーフォトカソードRF電子銃を装備した40 MeVのSバンド電子ライナック、そしてコバルト60ガンマ線照射装置などがあり、これらの装置・設備は大阪大学内の共同利用に供されている。本施設は施設長のほか1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名の特任准教授、特任研究員および兼任教員で構成され、量子ビーム誘起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12件（うち2件拠点重複）、学外の研究者を含むものが10件（うち4件拠点重複）、拠点から12件の合計41件（重複除き）であった。

（図1）

全ての電子線形加速器の2022年度2月までの総利用時間は3,374時間、保守日を除いた総利用時間は2,768時間、総利用延べ日数249日、加速器利用の総課題件数31件であった。

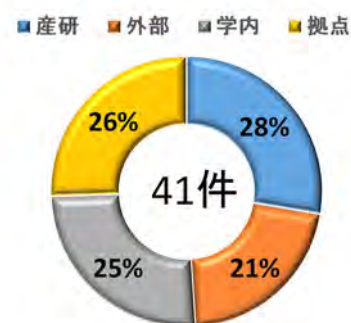


図1 2022年度テーマ件数

#### ① Lバンド電子線形加速器

2022年度2月までの保守日を除いた運転日数は174日、テーマ数25件、通算利用運転時間は2,133時間、延べ利用者数1,398人であった。利用内容を図2に示す。今年度の主な作業内容は以下の通り。

・電子銃に関して、2年間使用したカソードから暗電流が発生し始めたので昨年度末に購入したカソードに交換した。当初エミッションが確認されなかったためメーカーに確認したところ、立ち上げ時のヒーター電圧の印加プロセスに問題があることが分かった。当初性能の出なかったカソードをメーカーに性能試験依頼するとともに残りのカソードは所内試験を行い、いずれも性能を満たすことを確認した。

・半導体スイッチに関しては、昨年度の故障箇所の修理後に動作試験を行い、正常な動作を確認した。今後の故障対策として、異常検出・即時停止機能追加のための基板改造と PLC ソフトの改修、ノイズ対策のためのグラウンド周りの強化を行っている。また半導体スイッチの試験翌日に、サイラトロングリッドが短絡して故障した。サイラトロンの予備が尽きたので、半導体スイッチの改修を急いでいる。

・その他の保守作業として、冷却水配管の清掃・整備、圧空ラインのリーク対応、FEL 強度改善のための光学系ミラーの再蒸着、冷却水ポンプのサーマルトリップ対応、ヘルムホルツコイル電源と周波数カウンターの更新、バンチャー減衰機の修理等を行った。

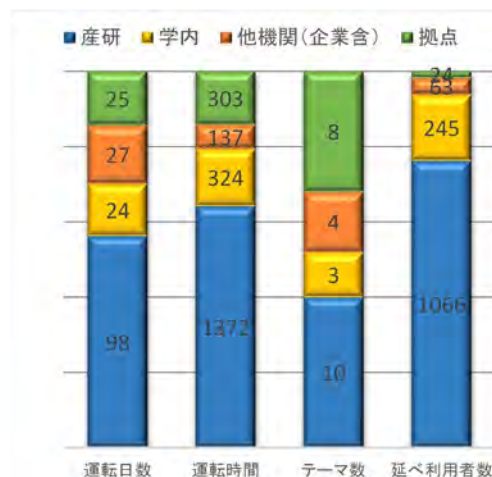


図2 Lバンド利用実績

### ② 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 24 件、2022 年度 2 月までの利用回数は 187 回、総利用時間は 1,180 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。

### ③ 放射線安全管理

産業科学研究所における放射線業務従事者数 191 名であった。教育訓練は新規放射線業務従事者と新規 X 線利用者に対し Webinar 形式により実施した。緊急時対応訓練を 9 月に実施した。年 2 回 (5 月と 11-12 月) に自主施設点検を行い問題がないことを確認した。12 月 9 日に学内放射線施設自主安全管理・点検が実施された。

令和 2 年の法令改正により個人線量計や各種放射線測定器の信頼性の確保が求められるようになった。これまでも個人線量計の感度較正やサーベイメータの校正を行っているが、より信頼性の高い点検・校正を確保するための措置・方法を進めている。

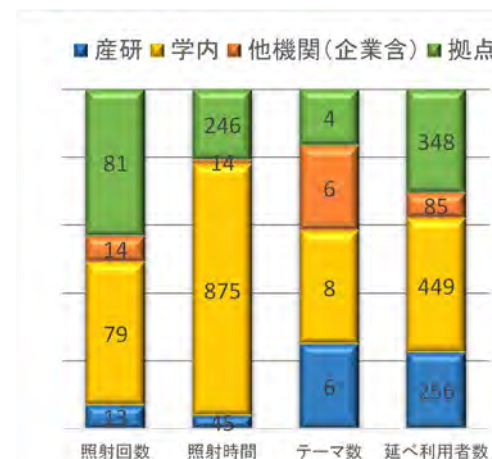


図3 コバルト 60 利用実績

### ・パルスラジオリシス時間分解共鳴ラマン分光による 4-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 4-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 $\cdot$ :S) 結合を有する 4TU 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 $\cdot$ :S の結合状態を 200-300 cm<sup>-1</sup> の低波数領域に直接観測することに成功した。これらの結果は理論計算により得られた振動モードの結果に一致した。

## 産業科学連携教育推進センター

センター長（兼任）教授	細貝 知直
運営委員会（兼任）教授	大岩 颯
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 颯
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	藤塚 守
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、新人オリエンテーション、技術習得スクーリング、企業インターンシップ、学生海外派遣・受入プログラム、学際融合教育科目、海外学生向けのオンライン国際講義など、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。本年度の新人オリエンテーションは、新型コロナ禍が落ち着きを見せる中でリアル形式の開催（SANKEN CReAを使用）となり、対面コミュニケーションの回復に合わせた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。また、新規に開始した海外向けオンライン国際講義“SANKEN Online Advanced Lectures –From Science to Industry-”（全27研究室が講義を担当し、全28課題を講義）では、22名の履修（欧州5名、アジア7名、国内10名）があり盛況であった。

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、昨年度に引き続き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本年度から実施した。また、全学の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年に北京大学の改組前組織との間で設置した前身の連携ラボを発展させる形で、2022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ことを目的として、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年に関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. コンピュータビジョン (Computer vision; CV)
2. CV技術による人物映像解析や医用・生体画像解析
3. コンピュータショナルフォトグラフィ技術による先進的視覚センサの設計

#### 2. デ・ラ・サール大学-ICT ラボ

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

#### 3. アーヘン工科大学-SOC ラボ

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

#### 4. ビーレフェルト大学-SOC ラボ

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



## 5. 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材料の設計

## 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）やその科学捜査への応用、歩行映像解析による性別・年齢・体組成等の属性推定、グラフ分割・照合による人物検出・追跡・領域分割等を行っている。更に、染色体の異常検出や、細胞の動態解析等の医用画像処理への応用にも取り組んでいる。

b) 成果

・ 教示者依存の不確かさを考慮した相対歩容属性の推定

人の歩行には様々な情報が含まれていることから、人の歩き方の個性（歩容）に基づいた個人認証や、病気の診断といった様々な応用がなされている。その中で、人が見たときに感じる歩行の綺麗さといったような、人の主観に基づく歩容属性は、歩容の審美的側面のトレーニングなどに有効活用し得る技術である。これまでに、歩容のペアに対して上記属性に関する相対的なラベル（ペアの1番目のものが良い、ペア間で同じくらい、ペアの2番目のものが良いの3クラス）を付すことで、各歩行映像に対する属性の絶対的なスコアを推定する手法を提案してきた。本研究では、それらの手法を拡張し、複数の教示者（ラベルをつけた人）間のばらつきを考慮した相対歩容属性の識別手法を提案した。ペアを構成する各々の歩行シルエット系列を入力として、深層学習モデルにより絶対スコアのガウス分布を推定し、ペアに対する相対スコアの確率分布へと変換した。更に、教示者毎の個人性（癖）を反映するために、相対スコアの確率分布の遷移行列を教示者毎に導入した。実験では、1,200 ペアの歩行映像データベースを用いて相対スコアの確率分布の推定精度を評価し、従来のばらつきを考慮しないスカラ値のスコアのみに基づく分類手法と比較して、高い精度を達成した。

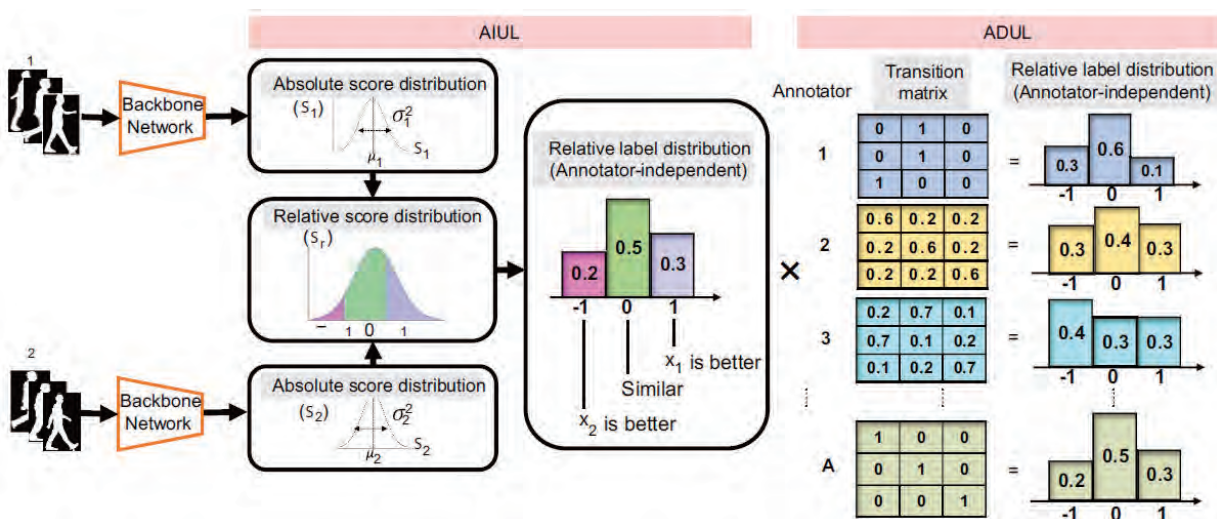


図1 教示者依存の不確かさを考慮した歩容相対属性の学習モデル

# 高等共創研究院（兼任部局：産業科学研究所）

准教授 山崎 聖司

## a) 概要

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

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

一見すると、上記2つの話題・研究分野は大きく異なると思われがちである。しかしながら、ともに細菌関連の内容であるという以上に、腸内細菌による病原細菌感染防御機構の存在や、病原細菌への抗生物質使用による腸内フローラの乱れの問題等、両者は密接に関わっていることが明らかになりつつある。そこで当研究分野では、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「細菌共存学」の開拓と発展を目指して、研究を進めている（図1）。



図1 当研究分野の研究概要

## b) 成果

### ・一薬剤耐性菌パンデミックの回避に向けた新薬開発へー 細菌薬剤排出ポンプにおける阻害剤結合部位の特性を解明

これまでに、緑膿菌の主要ポンプ MexY の阻害剤結合に重要なアミノ酸変異を1つ同定していたが (*Nature* 2013)、もう1つの緑膿菌の主要ポンプ MexB に関しては不明のままであった。そこで、阻害剤ピット表面付近に存在するアミノ酸に着目し（図2）、これらを変異させた MexB を発現する菌株を作製し、阻害剤の効能変化を調べた。

その結果、MexB で排出される抗菌薬エリスロマイシン存在下の実験において、Ile277、Val612、Ala279、Val139 の Trp 変異体は阻害剤 ABI-PP によって阻害されないことを明らかにし、阻害剤の効き目に影響を与えるアミノ酸変異を新たに4つ同定した。これは2013年の *Nature* 誌における重要なアミノ酸変異の報告数を上回っており、当情報をもとに現在製薬企業と新規阻害剤の開発を進めている。耐性菌検出法および新規阻害剤開発に大きく貢献できると考えている[2]。

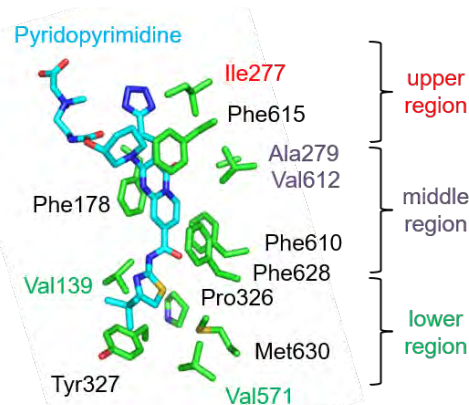


図2 阻害剤ピット近傍の変異導入部位

[1] T. Yoneda, H. Sakata, S. Yamasaki. *et al.* *PLOS ONE* 14(4) 1-12 (2022)  
 [2] S. Yamasaki, N. Koga, M. Zwama. *et al.* *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 66(11) e0067222 (2022)  
 [3] S. Yamasaki, M. Zwama, N. Koga. *et al.* *Precision Medicine* 5(14) 56-60 (2022)  
 [4] Z. Liu, Y. Okada, Y. Ichinose. *et al.* *ACS Applied Nano Materials* 6 1487-1495 (2023)  
 [5] S. Yamasaki, T. Yoneda, S. Ikawa. *et al.* *Frontiers in Microbiology* 14 954304 (2023)

## 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旨とした、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、主に目に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、近赤外光照射によって治療薬としても知られる一酸化窒素 (NO) を放出するナノ粒子について検討した。

### b) 成果

#### ・NO と熱を近赤外光照射によって同時放出するナノ粒子の開発

効率的な抗菌剤の開発は、公衆衛生上重要である。細菌をその場で完全に損傷させるために、外部刺激として光が用いられてきたが、光の波長域は抗菌活性が不完全な可視光線までと限られている。本研究では、バナジルナフタロシアニンをドープしたポリマードット (P ドット) を用いて、近赤外光により熱と一酸化窒素 (NO) を同時に発生させた場合の殺菌効果について検討した。バナジルナフタロシアニンと *N*-ニトロソ化合物を共添加した P ドットは、近赤外光照射により発熱し、NO を放出した。*N*-ニトロソ化合物は発熱により結合が解離しやすいため、放出される NO の量が飛躍的に増加した。表皮ブドウ球菌や緑膿菌に対する P ドットの抗菌効果は、明らかに熱と NO によるものであり、P ドットの抗菌剤としての可能性を示すものであった。[図 1、論文 1]。

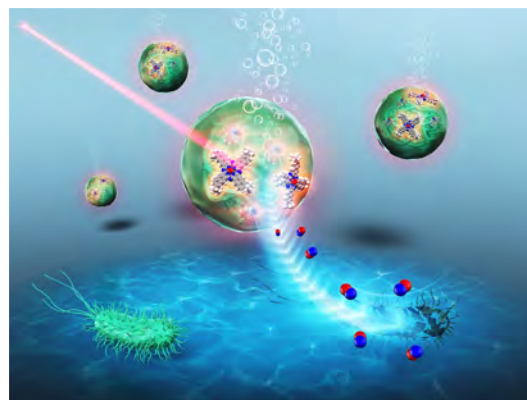


図 1. 合成した P ドットの近赤外光照射による NO・熱放出による殺菌作用についての概念図

[1] Zuoyue Liu, Yuta Okada, Yuma Ichinose, Daisuke Saitoh, Naoya Ieda, Seiji Yamasaki, Kunihiko Nishino, Hidehiko Nakagawa, Mamoru Fujitsuka, Yasuko Osakada, *ACS Appl. Nano Mat.* 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は表面反応が重要であり、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・形状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は合成反応の複雑な影響因子を理解し制御する必要がある。当グループでは、ナノ～マクロスケール構造をもつ機能性セラミックスの合成プロセスおよび結晶形態・形状制御手法の開発と、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

・水酸アパタイト（HAp）繊維状結晶とリン酸三カルシウム（ $\beta$ -TCP）米状粒子の同時合成<sup>[1]</sup>

HAp などのリン酸カルシウムは、生体親和性や吸着特性を有し生体材料や吸着剤、環境浄化材料として有用である。リン酸カルシウム結晶は、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表面反応特性を制御できると期待される。本研究では、反応中に水を生成するソルボサーマル合成法の一つである Water Controlled-Release Solvothermal Process（WCRSP）により、酢酸とエタノールを使用して $\alpha$ 型リン酸三カルシウムから繊維状 HAp 結晶および米状の  $\beta$ -TCP 結晶を合成した。リン酸カルシウム結晶相と形態は、WCRSP により生成する水が影響し、溶媒組成が重要であることを明らかにした（図 1）<sup>[1]</sup>。

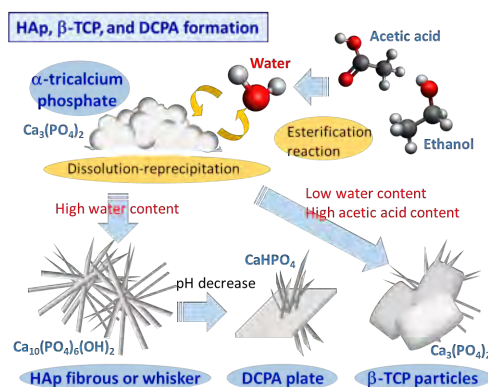


図 1 WCRSP のリン酸カルシウム合成<sup>[1]</sup>

・チタニアナノチューブ（TNT）における 2 価陽イオンの収着挙動の比較研究<sup>[2]</sup>

層状チタン酸塩は、優れた陽イオン交換特性を示すことから水環境の浄化材料として有用である。本研究では、チューブ状の形状をもつ層状チタン酸塩である TNT を合成し、水中の 4 種の 2 価陽イオン（ $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Sr}^{2+}$ ）の収着量およびその取込み機構について調べた。収着試験の結果、各陽イオンの収着等温線は Langmuir モデルによく一致し、最大収着量は、 $\text{Sr}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Co}^{2+} > \text{Ni}^{2+}$  の順に高くなった。試験後の溶液分析や残渣の X 線分析の結果から、収着挙動は、Sr は主にイオン交換反応と析出反応と予想され、その他の陽イオンは TNT 表面の水酸基とのキレート化反応を介したイオン交換反応であると推定された。（図 2）<sup>[2]</sup>。

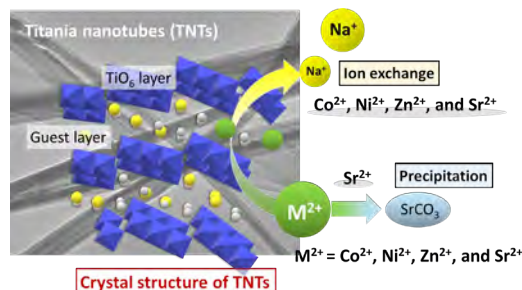


図 2 TNT による 2 価陽イオンの収着<sup>[2]</sup>

[1] T. Goto\*, S. Yin, Y. Asakura, S. H. Cho, T. Sekino, *CrystEngComm.*, in press (2023).

[2] T. Goto\*, Y. Kondo, S. H. Cho, S. Seino, T. Sekino\*, *Chem. Eng. J. Adv.*, **12**, 100388 (2022).



## 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 物質・デバイス領域共同研究拠点（文科省認定事業）

### a) 概要

《アライアンスプロジェクト（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）》

産業科学研究所と東北大学多元物質科学研究所（多元研）との間で平成17年度に設置した「新産業創造物質基盤技術研究センター」および翌平成18年度年の2研究所間アライアンスプロジェクトに端を発し、平成19年度からは北海道大学電子科学研究所（電子研）、東京工業大学資源化学研究所（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「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」を実施した。さらに、平成28年度から令和3年度は5研究所の機能強化プロジェクトである「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、令和4年度からは教育研究組織改革分（組織整備）事業の関連プロジェクトに位置付けられ「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」を開始した。（以下、本アライアンスプロジェクト）

本アライアンスプロジェクトでは、「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)、「情報・数理・AI」(GC)の4グループが5研究所横断型チームを編成し、新分野創生へと繋がるチームビルディング活動を行っている。

本アライアンスプロジェクトは、上記4グループの研究交流会であるアライアンス分科会や、アライアンス公募課題（CORE<sup>2</sup>-A ラボ、若手フィージビリティスタディ（若手FS））のほか、ネットワークを活用した技術職員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うなど、研究活動の向上へと繋げている。

産研における各研究グループのメンバー（令和5年3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（11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、能木 雅也 教授、吉田 陽一 教授、南谷 英美 教授、末永 和知 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（7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、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（8名）

西野 邦彦 教授、黒田 俊一 教授、鈴木 孝禎 教授、谷口 正輝 教授、永井 健治 教授、鈴木 健之 准教授、堂野 主税 准教授、滝澤 忍 准教授

#### (GC) 「情報・数理・AI」研究グループ（8名）

櫻井 保志 教授、谷口 正輝 教授、永井 健治 教授、鷲尾 隆 教授、駒谷 和範 教授、楨原 靖 教授、沼尾 正行 教授、八木 康史 教授

《共同利用・共同研究拠点事業（物質・デバイス領域共同研究拠点）》

平成22年度から、5研究所はそれまでのアライアンスプロジェクトの実績を基盤として、物質・デバイス分野の中核拠点として、文部科学省から共同利用・共同研究拠点事業における我が国初の拠点ネットワークに認定された。このシステムを基盤に、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本格的な枠組みを構築し、国内外の研究機関との共同研究を推進させ、我が国の物質・デバイスに関する研究力を向上させている。（以下、本拠点事業）

本拠点事業の公募プログラムには、基盤共同研究、施設・設備利用、クロスオーバー共同研究、展開共同研究、次世代若手共同研究、CORE ラボ共同研究、機動的共同研究の6つのプログラムがある。特に、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 ラボ共同研究は、世界に伍する卓越した若手研究者の育成に寄与している（産研所内では2ラボを設置）。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ている。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。

本拠点事業は、平成22年度から令和4年度までの13年間で、のべ6,000件の共同研究を実施し、この間、国内外およそ300機関との連携を進め、物質・デバイス分野を中心とした幅広い研究者コミュニティの発展に貢献してきた。本拠点事業は産研を本部とし、過半数の外部委員及び5研究所教員からなる運営委員会や共同研究推進委員会等を設置するとともに、実務委員会であるマネジメント委員会を設置し、効率的な拠点運営を図っている。これらの活動および運営体制が高く評価され、文部科学省から連続3回（平成26年度、平成30年度、令和2年度）、事業評価において最高評価である“S評価”を受け、共同利用・共同研究拠点事業のモデルケースに位置付けられている。



## [ 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（技術室）	大西 政義 室長
工場員（技術室）	松下 雄貴 技術職員

### 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 など、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。

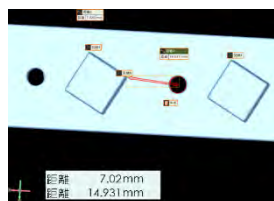
### b) 成果

2022年度の工作依頼対応件数は170件であり、内訳は所内18研究室、学内6研究室、5箇所の共同研究企業からの加工依頼であった。

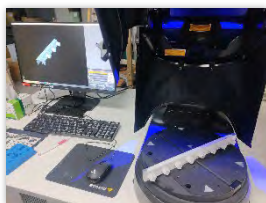
今年度は5軸加工機の活用を進めた。図のように回転工具を傾斜させて加工を行うことができるため、角度を持った形状や穴を正確に加工することができる。加工後の形状はノギスなどの測定器では測ることができないため、リノベーション工作支援センターに導入された共用機器の3次元測定器を利用して、仕上がり寸法をフィードバックし加工精度の向上に努めている。



5軸加工機傾斜面加工



3次元測定機（リノベーションセンター）



傾斜サンプルホルダ

特殊形状のフランジ作製依頼や生体試験片に適合する曲面を持った治具の製作依頼も増えており、3次元 CAD 設計と複合加工機を利用して依頼の対応を行っている。



一体型フランジ



SUS材の曲面くぼみ加工

### 新規取得資格・研修

- ・ガス溶接技能講習修了（2023/2/12）1名
- ・ロウ付技能クリニック（2022/12/14-15）1名

異種金属の接続に適した溶接技術であるロウ付けに関する資格取得および必要技能の習得のための研修を修了した。ステンレス銅の異種金属の接合や銅水冷管などの水密の必要な接合を行うことができる。



ステンレス・銅のロウ接合

## 無響実験室

室長（兼任）教授	駒谷 和範
教授（兼任）	大岩 顕
准教授（兼任）	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（令和4年4月1日～令和4年4月30日）
助教（兼任）	木村 司

### 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4.0m×7.2mの広さがあり（高さ4.0m）、室内音圧レベルは30 dB以下となるよう設計されている。昭和43年（1968）の建築から50年を経た平成30年度時点でも、その性能は保たれている。

令和4年度は、6月に産研新人オリエンテーションでの施設見学を実施し、また学内他部局からの利用もあった。また懸案であった無響実験室建屋南半分に関して、令和5年春にオープンラボスペース化する見込みでの全面改修が、本年度後半に開始された。

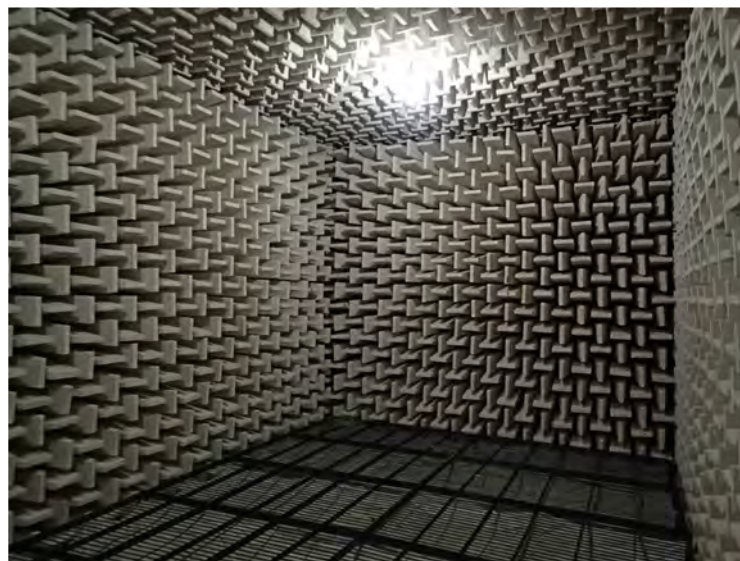


図1 無響室の内部

## 施設管理室

教授（兼任） 駒谷 和範  
特任事務職員 大橋 佳代子

### a) 概要

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

2022 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
2912 m <sup>2</sup>	30 研究室

2022 年度ナノテクオープンラボは、以下に示す 15 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
川上茂樹 特任准教授	産業科学研究所	荒木徹平 准教授	産業科学研究所
永井健治 教授	産業科学研究所	関谷 毅 教授	産業科学研究所
関野 徹 教授	産業科学研究所	京 卓志 特任研究員	産業科学研究所
原田 明 特任教授	産業科学研究所	田中秀和 教授	マテリアル先端リサーチ インフラ設備供用拠点
鈴木孝禎 教授	産業科学研究所	森 勇介 教授	工学研究科
松本和彦 特任教授	産業科学研究所	安田 誠 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
神吉輝夫 准教授	産業科学研究所		

2022 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）	1437 m <sup>2</sup>	31 部屋	19 社
学内	1294 m <sup>2</sup>	23 部屋	12 プロジェクト

## 情報ネットワーク室

室長（兼任）教授	細貝 知直
教授（兼任）	八木 康史
教授（兼任）	櫻井 保志
教授（兼任）	西野 邦彦
教授（兼任）	末永 和知
准教授（兼任）	原 聡
助教（兼任）	木山 治樹（令和4年4月1日～令和4年4月30日）
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

#### [ システム関連 ]

サーバーセキュリティ外部監査

PKIプロジェクト（国立情報学研究所）

教員業績評価

#### [ ネットワーク関連 ]

ODINS 無線LAN 設置

#### [ 委員会 ]

業績評価委員会

ODINS 運用部会

#### [ その他 ]

各種サーバー管理

ポスター印刷（64件）

## 戦略室

室長（兼任）教授	関野 徹
副室長（兼任）事務部長	山本 浩司
特任教授（常勤）	小倉 基次（兼任）（令和5年3月31日退職）
特任准教授（常勤）	加藤 久明（兼任）
特任研究員	鍵谷 圭
特任事務職員	山崎 知奈美、後藤 里香（令和4年6月16日採用）

### a) 概要

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

- ① 産研の経営戦略計画策定
- ② 研究成果の社会還元：各種の研究成果のプロジェクト化、技術シーズの社会実装推進
- ③ 産学連携の促進（共同研究締結、外部競争資金獲得支援、各種産学連携展示会、産研テクノサロンなどの産業界との交流事業、産研発ベンチャー支援、外郭団体である（一財）大阪大学産業科学研究協会（阪大産研協会）を通じた産学連携支援、その他産学連携活動全般）
- ④ 知的財産の活用（産研内部の各種知財活用検討・支援、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（アクションプラン）、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）、国際交流関係、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

#### ・産学連携促進（研究成果および技術シーズの産業界への紹介）

##### ① 産研テクノサロン開催

産研の研究開発シーズを産業界に紹介する講演会を、阪大産研協会との共催として4回開催した（新型コロナウイルス対策のため、全て会場とオンライン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103回）	2022.7.22	「放射光利用に不可欠なビームライン基幹技術の最前線」	86
第2回（通算104回）	2022.10.21	「有機エレクトロニクス&フォトニクスの展開 ～新進気鋭の研究者たち～」	52
第3回（通算105回）	2022.12.19	「AI/MI と有機化学・材料」	98
第4回（通算106回）	2023.2.17	「量子コンピューターの現在と未来」	82

##### 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2022』を発行し、産業界への幅広い冊子体配布およびウェブサイトへの掲載を行った。（<https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/air/research1.html>）

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

産研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3回目）を実施した（2022年10月18日。テーマ：「成長型中小企業等研究開発支援事業（Go-Tech 事業）と申請書の書き方を中心に」、オンラインとのハイブリッド方式、総参加者数：59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との協力体制を活用し、主として以下の産学連携イベントに出展した。一部の展示会については、主催者側へのハイブリッド開催やWeb構造の改善提案、展示会場からのオンライン発信を実施するなど、時代の変化に対応した展示会のあり方検討と提案を積極的に行った。

- ・ JPCA Show/マイクロエレクトロニクスショー「アカデミックプラザ」（2022年6月15日～17日、東京ビッグサイト）：フレキシブル3D実装協働研究所による出展をサポート
- ・ 第4回 ファーマラボ EXPO [東京]アカデミックフォーラム（インターフェックス Week）（2022年7月13日～15日、東京ビッグサイト）
- ・ JST イノベーション・ジャパン 2022：大学見本市 Online（2022年10月4日～31日、オンライン展示会）
- ・ 日本電気計測器工業会（JEMIMA）「計測展 OSAKA2022」（2022年10月26日～28日、グランキューブ大阪）
- ・ 4th Tokyo Tech International Open Innovation Symposium 2021 ONLINE（2022年11月10日～11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]）
- ・ 国際ナノテクノロジー総合展：nanotech2023（2023年2月1日～3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
- ・ JST 新技術説明会（2023年2月2日、オンライン展示[大阪大学開催枠]）：共創機構と共同実施
- ・ 京都ビジネス交流フェア（2023年2月16日～17日、京都パルスプラザ）
- ・ イノベーションストリーム KANSAI 6.0（2023年2月21日～22日、グランフロント大阪）

※上記以外にはナノテクノロジービジネス推進協議会（NBCI）においてシーズ発表を実施（4件）

#### ⑤ 共創機構 知財・ベンチャーセミナー共催

2022年11月15日に「令和4年度 大阪大学 理工情報系向け 知財・ベンチャーセミナー」を共創機構と共催した（参加者総数：51名）。

#### ⑥ 産業科学研究所独自のメンター制度構築に関する検討

産研独自のメンター制度を令和5年度から実施するため、戦略室を中心とした制度構築・検討作業を実施し、所内におけるアンケート調査を実施し、実施要領ならびに内規の原案などを作成した。本件については、令和5年度からスタートとなるキャリア支援推進委員会を支援する形で継続的な制度の改善等の検討作業を実施する。

##### ・ 企業リサーチパークの活用

インキュベーション棟企業リサーチパークを活用した共同研究実施支援を行った。

利用率：98% 企業利用：23社

##### ・ 研究会等の支援

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った。

件数：4研究会（合計20回）、産研CTOサロン（4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交流を深めるため、協会事務局と共に前年度に実施したオンライン主体の交流会の結果を受けて、2022年8月24日に「第1回 産研協会会員アイデア意見交換会」をオンラインで開催した（参加者総数：17名）。

##### ・ 外部資金獲得支援・産研発ベンチャー支援

申請調書作成支援・模擬面談支援などの外部資金獲得支援を行った。件数：52件（前年度：44件）

##### ・ 国際関係活動支援

11th imec Handai International Symposium の開催支援を行った（開催地：ベルギー・imec）

## 広報室

室長（兼任）教授	細貝 知直
（兼任）教授	関谷 毅（令和4年10月1日～）、古澤 孝弘、永井 健治、南谷 絵美（令和4年10月1日～）、千葉 大地（～令和4年9月30日）、谷口 正輝（～令和4年9月30日）
（兼任）准教授	伊藤 幸裕（～令和4年9月30日）、中村 友哉、和田 洋
（兼任）助教	木村 司（～令和4年9月30日）、CHO Sunghun（～令和4年9月30日）、横山 創一（～令和4年9月30日）、近藤 靖幸、神内 直人、小野 堯生（令和4年10月1日～）、春日 貴章（令和4年10月1日～）、柴田 知範（令和4年10月1日～）、田中 裕行（令和4年10月1日～）
広報室員 特任学術研究員	大田 結（令和4年7月1日採用）
（派遣）技術職員	奥村 由香
特任事務職員	緒方 のどか

### a) 概要

「地域に生き世界屈指のイノベティブな大学」であるという大阪大学のブランディングに貢献するため、産業科学研究所広報室では、以下の4つの広報を柱として広報活動を行う。1. **産業界への広報**/産業科学研究所の基礎研究の成果や取り組みを、産業界へ正確かつ迅速に幅広く情報発信により、産業科学研究所が目指す産学連携の推進に貢献する。2. **学術界への広報**/産研での学術的成果や産学連携の成果を広く広報し、国内外の学術的連携の促進を図り、学術界における産研のプレ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や魅力を阪大内外、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。

今年度7月、特任学術研究員1名を採用し、「SANKEN」の知名度向上と国際社会におけるポジションの確立を目指し、国際的な広報活動を強化していく。

海外に向けた「SANKEN online Advanced Lectures」の実施に伴い、特設HPの作成、海外学生向けの講座紹介動画を作成し、YouTube上に公開した。また、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。

また、産業科学研究所施設内に撮影スタジオを新設し、インハウスでの写真撮影、動画撮影、オンライン配信が可能となった。

### b) 成果

#### ・プレスリリース実績

プレスリリース件数：29件

記者会見件数：2件

#### ・報道件数

掲載件数：1,096件（国内815件（web762件、新聞22件、雑誌・情報誌6件、TV・ラジオ25件）、海外（web）281件）

・ 所内サイネージへの掲載実績

掲載件数：68 件

[内訳] プレスリリース 30 件 / イベント 26 件 / お知らせ 1 件 / 受賞等 5 件 / 募集関係 6 件

・ 施設見学実績

見学件数：2 件 計 25 名

・ 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、850 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。9 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、300 部発行、配布。デジタルブックを作成、産研 HP 上で公開。

・ いちよう祭

2022 年 5 月 3 日（火）、5 月 4 日（水） 会場とオンラインにて同時開催

オンライン参加者数：125 名、会場参加者数：40 名

・ 産研 HP 更新

更新件数：日本語版 474 件（Hot topics 45 件、イベント 45 件、報道 65 件、受賞 36 件、公募 34 件、組織 56 件、刊行物 4 件、更新情報 140 件、その他 49 件）

英語版 239 件（Hot topics 18 件、イベント 8 件、受賞 41 件、公募 13 件、組織 56 件、刊行物 2 件、更新情報 68 件、その他 33 件）

・ 産研 SNS 配信

更新件数：121 件（Twitter 公式 74 件、Twitter マスコット 27 件、YouTube 15 件、Instagram 5 件）

・ 産研動画制作

動画制作件数：13 件

[内訳] SANKEN online Advanced Lectures 12 件、アマテラス紹介 1 件

## 技術室

			(主たる派遣施設)
	室長	大西 政義	(試作工場機械加工室)
工作班	班長	榊原 昇一	(ナノ加工室)
	・機械加工係	係長	羽子岡 仁志
		技術職員	松下 雄貴
		技術職員	榊原 昇一
	・装置開発係	係長(兼任)	古川 和弥
		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)
	・機器分析係	技術専門職員	山中 卓也
		係長	松崎 剛
		技術職員	村上 洋輔
		技術職員	嵩原 綱吉
	・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援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 参加者 43 名 / ものづくり教室 参加者 29 名 / 技術室報告会開催 参加者 28 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・パンフレットの発刊 / 大阪大学女性技術職員ネットワーク運営協力 / 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 / 機器・分析技術研究会運営協力 / アライアンス結晶スポンジ法技術移転プログラム受入 / アライアンス間 MicroED 技術取得交流 / 神戸大学技術職員研修受入

### 技術研究会、学会等での発表・講演等

- ・口頭発表 第 10 回アライアンス技術支援シンポジウム (東北大学, 2/2-3) (3 件)  
2022 年度分子科学研究所技術研究会 (オンライン, 3/9-10)
- ・ポスター発表 2022 年度機器・分析技術研究会 (大阪大学, 9/1-2) (2 件)  
第 19 回日本加速器学会年会 (オンライン, 10/18-21)  
産業科学研究所 第 78 回学術講演会・第 7 回産研ホームカミングデイ (産研, 11/25)
- ・講演 大阪大学技術職員研修 (第 37 回) (箕面キャンパス, 9/29-30)
- ・パネラー オンライン機械工作技術研究会 2022 (オンライン開催, 9/15)

## 新規取得資格

- ・ 低圧電気取扱特別教育修了 (11/30)
- ・ ガス溶接技能講習修了 (2/12)

## 出張・研修

- ・ 精密工学会主催生産技術セミナー (大阪公立大学文化ホール, 6/13, 6/15, 6/20, 6/29, 7/1)
- ・ 大阪大学女性キャリアデザインプログラム (第6期) (吹田キャンパスまたはオンライン, 6/29-月1回)
- ・ 大学分析者の会 (京都大学, 7/21)
- ・ 2022 年度機器・分析技術研究会リハーサル (豊中キャンパス, 7/5)
- ・ 拠点キックオフシンポジウム (吹田キャンパスまたはオンライン, 8/8)
- ・ 自衛消防業務再講習 (大阪市, 8/24)
- ・ 令和4年度 放射線安全管理研修会 (オンライン, 9/30)
- ・ 2022 年度機器・分析技術研究会 (豊中キャンパスおよびオンライン, 9/1-2)
- ・ 大阪大学技術職員研修 (第37回) (箕面キャンパス, 9/29-30)
- ・ 第4回女技カフェ (豊中キャンパスおよびオンライン, 9/1)
- ・ JASIS (幕張メッセ国際会議場, 9/6-9)
- ・ オンライン機械工作技術研究会 2022 (オンライン, 9/15)
- ・ 第19回日本加速器学会年会 (オンライン, 10/18-21)
- ・ 第4回産研女性サミット (産研, 11/1)
- ・ NMR 討論会 (高知県立県民文化ホール, 11/7-10)
- ・ 情報系研修 (11/9-10)
- ・ 蛋白研技術部研修 (蛋白研, 11/15)
- ・ メンタルヘルス講習会 (産研, 11/17)
- ・ 研究・教育支援人材向け自己開発研修プログラム (第1回) (豊中キャンパス, 11/28-29)
- ・ ステンレス鋼の TIG 溶接技能クリニック (ポリテクセンター関西, 11/28-29)
- ・ 低圧電気取扱特別教育 (関西電気保安協会, 11/29-30)
- ・ アライアンス技術移転プログラム受入 (産研, 12/5-7)
- ・ SPring-8 MicroED に関するミーティング・見学 (SPring-8, 12/2, 1/16-17)
- ・ 第42回 分析機器MS ユーザーズミーティング 2022 (梅田スカイビル, 12/8)
- ・ ろう付技能クリニック (ポリテクセンター関西, 12/14-15)
- ・ 令和4年度 放射性同位元素等取扱施設教職員研修 (東京大学, 11/7-8)
- ・ 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理合同大会 (九州大学およびオンライン, 11/24-26)
- ・ 産研国際シンポジウム (The 26th SANKEN International Symposium) (産研, 1/11-12)
- ・ 第10回北大オープンファシリティシンポジウム (北海道大学, 1/19-20)
- ・ 第10回アライアンス技術支援シンポジウム (東北大学, 2/2-3)
- ・ ガス溶接技能講習 (ポリテクセンター京都, 2/10-11)
- ・ フライス盤技能講習受講 (ポリテクセンター関西, 2/14-16)
- ・ 産業科学研究所ハラスメント防止に関する講習会 (産研, 2/16)
- ・ IT・ネットワーク活用基礎研修 (豊中キャンパス, 2/24)
- ・ 北大電子研ナレッジマネジメント研修 (オンライン, 3/8)
- ・ 2022 年度分子科学研究所技術研究会 (オンライン, 3/9-10)
- ・ オンライン分科会・機械工作技術研究会 2023 (オンライン, 3/15)
- ・ 極微小単結晶構造解析プラットフォーム見学 (日本電子昭島本社, 3/15)
- ・ 情報技術学習会 (九州工業大学, 3/16-17)
- ・ 第6回 大学技術職員組織研究会 (金沢大学, 3/27)
- ・ 第2回プロから学ぶ勉強会・第5回女技カフェ (オンライン, 3/28)

技術室ホームページに過去の受賞および取得免許・資格を掲載しています。

URL: <https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/tew/>

🔍 産研技術室





## 事務局（令和5年3月31日現在）

	(事務部長)	山本 浩司
総務課	(課長)	水野 敬仁
	総務係 (係長)	竹内 弘
	(主任)	岡田 優子
	(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)	伊藤 夢子
	(特任事務職員)	葦澤 貴子
	(事務補佐員)	河野 亜紀
研究連携課	(課長)	佐々木 英人
	研究協力係 (係長)	辻 隆彰
	(主任)	水澤 絹代
	(特任事務職員)	澤崎 由佳
	(特任事務職員)	安岡 順子
	(特任事務職員)	高山 愛
	(特任事務職員)	松本 由佳
	財務係 (係長)	岡本 幸治
	(主任)	尾形 翔太
	(特任事務職員)	増岡 有紀
	(特任事務職員)	西本 弘美
	(事務補佐員)	園田 玲奈
	契約係 (係長)	佐野 未沙
	(事務職員)	藤田 健太
	(事務職員)	田村 亜実
	(特任技術職員)	宇野 悦子
	(事務補佐員)	宮郷 琴
	(事務補佐員)	長尾 幸子
	(事務補佐員)	荒井 朋子



[ 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] Anomalous Screening Effect of Superlattice-Doped GaAs / (Al,Ga)As Heterostructures under Illumination, Liu, Xiao Fei;Spitzer, Nikolai;Kiyama, Haruki;Ludwig, Arne;Wieck, Andreas D.;Oiwa, Akira: Physical Review Applied, 19 (2) (2023) .
- [2] Micromagnet design for addressable fast spin manipulations in a  $2 \times 2$  quantum dot array, Nakamura, Shungo;Kiyama, Haruki;Oiwa, Akira: Journal of Applied Physics, 132 (22) (2022) .
- [3] Electron g-factor determined for quantum dot circuit fabricated from (110)-oriented GaAs quantum well, Nakagawa, T.;Lamoureux, S.;Fujita, T.;Ritzmann, J.;Ludwig, A.;Wieck, A. D.;Oiwa, A.;Korkusinski, M.;Sachrajda, A.;Austing, D. G.;Gaudreau, L.: Journal of Applied Physics, 131 (13) (2022) .
- [4] Polarization-independent enhancement of optical absorption in a GaAs quantum well embedded in an air-bridge bull's-eye cavity with metal electrodes, S. Ji, T. Tajiri, X.-F. Liu, H. Kiyama, A. Oiwa, J. Ritzmann, A. Ludwig, A. D. Wieck and S. Iwamoto: Japanese Journal of Applied Physics, 62 (2023).

### 国際会議

- [1] Photon-spin quantum interface based on gate-defined semiconductor quantum dots, A. Oiwa: The 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15).
- [2] Fast single-spin qubit operation and its coherence time enhanced by feedback control, Y. Matsumoto, T. Fujita, A. Ludwig, A.D. Wieck, K.Koike,T.Miyoshi, and A. Oiwa: International Conference on the Physics of Semiconductors 30th.
- [3] Fast single-spin qubit operation and its coherence time enhanced by feedback control, Y. Matsumoto, T. Fujita, A. Ludwig, A.D. Wieck, K.Koike,T.Miyoshi, and A. Oiwa: Spin qubit 5.
- [4] Coherently coupling single-spins in semiconductor quantum dots, T. Fujita: 11th imec Handai International Symposium.
- [5] Enhanced transmission by surface plasmon antenna for single photoelectron trapping in a lateral GaAs quantum dot, R. Fukai Y. Sakai, T. Fujita, H. Kiyama, A. Ludwig, A. D. Wieck, and A. Oiwa: Workshop on Innovative Nanoscale Devices and Systems 2022 (WINDS2022).

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

- 大岩 顕 22nd International Conference on Electron Dynamics in Semiconductors, Optoelectronics and Nanostructures (EDISON22) (国際諮問委員)
- 大岩 顕 MRM2023 (シンポジウムオーガナイザー)
- 大岩 顕 Workshop on Innovative Nanoscale Devices and Systems 2022 (WINDS2022) (副実行委員長)

### 国内学会

- 第 83 回応用物理学会 秋季学術講演会 1 件
- 第 70 回応用物理学会 春季学術講演会 1 件
- 日本物理学会 2023 年 春季大会 3 件
- 日本物理学会 2022 年 秋季大会 0 件

### 取得学位

- 修士 (理学) 短周期超格子ドーブ GaAs/AlGaAs 量子井戸構造を用いたゲート制御量子素子の作製と光照 射効果の評価
- 神田 哲太
- 博士 (理学) Ultra-fast and high fidelity single spin qubit operation
- 松本 雄太
- 博士 (理学) Study on spin-related transport in few-electron lateral quantum dots for the photon-spin interface using a (110) GaAs quantum well
- 中川 智裕



## 科学研究費補助金

		単位：千円
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ン物理の研究	520
<b>受託研究</b>		
大岩 顕	(国研) 科学技術振興機構 半導体量子ビットの量子ネットワーク化技術	614,951
大岩 顕	文部科学省	600
大岩 顕	日本学術振興会 産研 大岩／外国人特別研究員 (調査研究費) NIELINGER	210
藤田 高史	(国研) 科学技術振興機構 拡張性のあるシリコン量子コンピュータ技術の開発	370,500
<b>その他の競争的研究資金</b>		
大岩 顕	National Research Council of Canada	Heralded sensing & transcription of an incoming photonic qubit state at a coherent photon-to-spin interface 11,484

---

## 界面量子科学研究分野

### 原著論文

- [1] Stimulation of interferon- $\beta$  responses by aberrant SARS-CoV-2 small viral RNAs acting as retinoic acid-inducible gene-I agonists, Arai, Yasuha;Yamanaka, Itaru;Okamoto, Toru;Isobe, Ayana;Nakai, Naomi;Kamimura, Naoko;Suzuki, Tatsuya;Daidoji, Tomo;Ono, Takao;Nakaya, Takaaki;Matsumoto, Kazuhiko;Okuzaki, Daisuke;Watanabe, Yohei: *iScience*, 26 (1) (2023) .
- [2] ACE2 *N*-glycosylation modulates interactions with SARS-CoV-2 spike protein in a site-specific manner, Isobe, Ayana;Arai, Yasuha;Kuroda, Daisuke;Okumura, Nobuaki;Ono, Takao;Ushiba, Shota;Nakakita, Shin ichi;Daidoji, Tomo;Suzuki, Yasuo;Nakaya, Takaaki;Matsumoto, Kazuhiko;Watanabe, Yohei: *Communications Biology*, 5 (1) (2022) .
- [3] Robust graphene field-effect transistor biosensors via hydrophobization of SiO<sub>2</sub> substrates, Ushiba, Shota;Nakano, Tomomi;Miyakawa, Naruto;Shinagawa, Ayumi;Ono, Takao;Kanai, Yasushi;Tani, Shinsuke;Kimura, Masahiko;Matsumoto, Kazuhiko: *Applied Physics Express*, 15 (11) (2022) .
- [4] Electric field effect on spectroscopic *g*-factor and magnetic anisotropy in a Pt/Co/MgO ultrathin film, Mizuno, Hayato;Moriyama, Takahiro;Tanaka, Kensho;Kawaguchi, Masashi;Koyama, Tomohiro;Chiba, Daichi;Ono, Teruo: *Japanese Journal of Applied Physics*, 61 (10) (2022) .
- [5] Modulation of spin-orbit torque by insertion of a NiO layer in a Pt/Co structure formed on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Si/SiO<sub>x</sub> substrate, Morita, Toshiaki;Hasegawa, Kento;Koyama, Tomohiro;Chiba, Daichi: *Japanese Journal of Applied Physics*, 61 (7) (2022) .
- [6] Chirality-induced effective field in Pt/Co/MgO system with spatial anisotropy-modulation, Koyama, Tomohiro;Nakatani, Yoshinobu;Chiba, Daichi: *Applied Physics Letters*, 120 (17) (2022) .
- [7] Carrier-Type Switching with Gas Detection Using a Low-Impedance Hybrid Sensor of 2D Graphene Layer and MoO<sub>x</sub> Nanorod 3D Network, Sugahara, Tohru;Hirose, Yukiko;Nakamura, Jun-ichi ;Ono, Takao;Uemura, Takafumi;Karakawa, Makoto;Itoh, Toshio;Shin, Woosuck;Yang, Yang;Harada, Nobuyuki;Suganuma, Katsuaki: *ACS Applied Engineering Materials*, 未採番 (2023) .

## 国際会議

- [1] Strain-induced modulation of perpendicular magnetic anisotropy in CoFeB/MgO system, T. Gokita, R. Nagira, T. Torii, T. Koyama, D. Chiba: The 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022).
- [2] Observation of chirality-induced effective field on in-plane magnetization in Pt/Co system with spatial anisotropy modulation, K. Yoneda, D. Chiba, T. Koyama: The 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022).
- [3] Flexible strain gauge using CoFeB/MgO-based magnetic tunnel junctions, K. Saito, A. Imai, S. Ota, A. Ando, T. Koyama, D. Chiba: The 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022).
- [4] Giant magnetoresistive strain sensor using differential amplification, R. Genta, K. Hasegawa, T. Koyama, D. Chiba: The 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022).
- [5] Modulation of Spin-Orbit Torque by Inserting NiO Layer into Pt/Co Interface, T. Morita, K. Hasegawa, T. Koyama, D. Chiba: The 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022).
- [6] Strain induced reversible modulation of perpendicular magnetic anisotropy in CoFeB/MgO structure, T. Gokita: THE 26TH SANKEN INTERNATIONAL SYMPOSIUM.
- [7] Magnetization manipulation using chirality in Pt/Co bilayer, K. Yoneda: THE 26TH SANKEN INTERNATIONAL SYMPOSIUM.

## 解説、総説

放射光で観たスピントロニクス材料と物性, 小野 輝男、岡本 聡、千葉 大地、水口 将輝、壬生 攻, 表面と真空, 日本表面真空学会, 65[5] (2022), 218-223.

ファラデー効果のオンオフを利用した電光的光制御, 千葉 大地, 光アライアンス, 日本工業出版, 33[4] (2022), 7-10.

永久磁石を利用した鉄筋探査技術, 千葉 大地, 検査技術, 日本工業出版, 27[4] (2022), 1-5.

## 特許

- [1] 「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
- [2] 「国際特許出願」 歪み測定装置および歪みの測定方法, PCT/JP2022/043566
- [3] 「国際特許出願」 応力センサ, PCT/JP2023/003786

## 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

関西建築構造設計事務所協会令和4年8月 納涼例会	1 件
第 83 回応用物理学会秋季学術講演会	6 件
第 78 回産研学術講演会	1 件
ATAC 30 周年記念講演会	1 件
EISESiV・iSyMs コンソーシアム合同シンポジウム	1 件
第 70 回応用物理学会春季学術講演会	5 件

**取得学位**

修士 (工学)	フレキシブルスピンひずみゲージとその応用に関する研究
源田 瞭	
修士 (工学)	磁気トンネル接合を用いた高感度フィルム型ひずみゲージに関する研究
斉藤 健太	
修士 (工学)	強磁性金属/非磁性金属接合界面への反強磁性絶縁体挿入によるスピン軌道トルクの変調
森田 利明	
学士 (工学)	カイラル磁気メモリ実現に向けたジャロシンスキー・守谷相互作用変調構造の作成と評価
鎌田 隼	
学士 (工学)	スピンセンサパッドによるひずみマッピングの研究
河合 大夢	

**科学研究費補助金**

単位：千円

挑戦的研究萌芽	ストレッチャブルスピンデ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	2,860
千葉 大地		
<b>受託研究</b>		
千葉 大地	(国研) 科学技術振興機構 集積スピンサイバーフィジカルシステムの構築	102,930
千葉 大地	(国研) 科学技術振興機構 ゲージ率 1000 を超える超高感度フィルム型ひずみゲージの開発	9,100
千葉 大地	国立大学法人東北大学 (X-nics) スピントロにクス融合半導体創出拠点	7,000
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	8,612
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	34,450
小野 堯生	(国研) 科学技術振興機構 量子容量を用いた生化学的界面の計測と制御	19,630
<b>奨学寄附金</b>		
小野 堯生	一般財団法人日本産業科学研究所	400
小山 知弘	公益財団法人 カシオ科学振興財団	1,000
<b>共同研究</b>		
千葉 大地	株式会社鷺宮製作所 ダイアフラム型圧力計へのスピンひずみゲージの実装に関する研究	8,997
千葉 大地	国立大学法人東京工業大学 集積システム材料産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
小山 知弘	国立大学法人東京工業大学 集積システム材料産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 堯生	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

小野 堯生	株式会社村田製作所、香川大学、中部大学、京都府立医科大学	グラフェン FET を用いたウイルスの検出の研究	3,390
小野 堯生	村田製作所・香川大学・中部大学・京都府公立大学法人	グラフェン FET を用いたウイルスの検出の研究	0
<b>その他の競争的研究資金</b>			
千葉 大地	大阪大学	データ/AI 駆動による全分野の研究高度化と社会実装	1,000
金井 康	大阪大学 先導的学際研究機構「スピン学際研究部門」	異方的構造を有する磁性イオン液体を用いたイオン回転によるゲーティング	1,200

---

## 先進電子デバイス研究分野

### 原著論文

[1] Linking antigen specific T-cell dynamics in a microfluidic chip to single cell transcription patterns, Ide, Hiroki;Aoshi, Taiki;Saito, Masato;Espulgar, Wilfred Villariza;Briones, Jonathan Campos;Hosokawa, Masahito;Matsunaga, Hiroko;Arikawa, Koji;Takeyama, Haruko;Koyama, Shohei;Takamatsu, Hyota;Tamiya, Eiichi: Biochemical and Biophysical Research Communications, 657 (2023) 8-15.

[2] Dynamics of Poly(3-hexylthiophene) Monolayers at Solution/Graphite Interfaces, Takajo, Daisuke;Katsuno, Hiroyasu;Sudoh, Koichi: ACS Macro Letters, 12 (2) (2023) 274-280.

[3] Point-of-Care Diagnostic Biosensors to Monitor Anti-SARS-CoV-2 Neutralizing IgG/sIgA Antibodies and Antioxidant Activity in Saliva, Tamiya, Eiichi;Osaki, Shuto;Tsuchihashi, Tomoko;Ushijima, Hiromi;Tsukinoki, Keiichi: Biosensors, 13 (2) (2023) .

[4] Fully Transparent, Ultrathin Flexible Organic Electrochemical Transistors with Additive Integration for Bioelectronic Applications, Takemoto, Ashuya;Araki, Teppei;Nishimura, Kazuya;Akiyama, Mihoko;Uemura, Takafumi;Kiryama, Kazuki;Koot, Johan M.;Kasai, Yuko;Kurihira, Naoko;Osaki, Shuto;Wakida, Shin ichi;den Toonder, Jaap M.J.;Sekitani, Tsuyoshi: Advanced Science, 10 (2) (2023) .

[5] Fine-Tuning the Performance of Ultraflexible Organic Complementary Circuits on a Single Substrate via a Nanoscale Interfacial Photochemical Reaction, Taguchi, Koki;Uemura, Takafumi;Petritz, Andreas;Namba, Naoko;Akiyama, Mihoko;Sugiyama, Masahiro;Araki, Teppei;Stadlober, Barbara;Sekitani, Tsuyoshi: ACS Applied Electronic Materials, 4 (12) (2022) 6308-6321.

[6] Stretchable printed circuit board integrated with Ag-nanowire-based electrodes and organic transistors toward imperceptible electrophysiological sensing, Kawabata, Rei;Araki, Teppei;Akiyama, Mihoko;Uemura, Takafumi;Wu, Tianxu;Koga, Hiroataka;Okabe, Yusuke;Noda, Yuki;Tsuruta, Shuichi;Izumi, Shintaro;Nogi, Masaya;Suganuma, Katsuaki;Sekitani, Tsuyoshi: Flexible and Printed Electronics, 7 (4) (2022) .

[7] Stretchable Printed Circuit Board for Wireless Light-Sensing System, Teppei Araki, Kou Li, Naoko Kurihira, Yuko Kasai, Daichi Suzuki, Satsuki Yasui, Yukio Kawano, and Tsuyoshi Sekitani: IEEE International Conference on Electronics Packaging, (2022) 77-78.

[8] Optimization of electrochemical analysis for signal amplification in gold nanoparticle-probed immunoassays, Osaki, Shuto;Espulgar, Wilfred Villariza;Wakida, Shin ichi;Saito, Masato;Tamiya, Eiichi:

Electrochimica Acta, 432 (2022) .

[9] Skin-Like Transparent Sensor Sheet for Remote Healthcare Using Electroencephalography and Photoplethysmography, Araki, Teppei; Yoshimoto, Shusuke; Uemura, Takafumi; Miyazaki, Aiko; Kurihira, Naoko; Kasai, Yuko; Harada, Yoshiko; Nezu, Toshikazu; Iida, Hirokazu; Sandbrook, Junko; Izumi, Shintaro; Sekitani, Tsuyoshi: *Advanced Materials Technologies*, 7 (11) (2022) .

[10] Gold nanowire electrodes for flexible organic thin-film transistors, Takane, Satoshi; Noda, Yuki; Toyoshima, Naomi; Uemura, Takafumi; Bando, Yuki; Sekitani, Tsuyoshi: *Applied Physics Express*, 15 (9) (2022) .

[11] Stretchable broadband photo-sensor sheets for nonsampling, source-free, and label-free chemical monitoring by simple deformable wrapping, Li, Kou; Araki, Teppei; Utaki, Ryogo; Tokumoto, Yu; Sun, Meiling; Yasui, Satsuki; Kurihira, Naoko; Kasai, Yuko; Suzuki, Daichi; Martejn, Ruben; den Toonder, Jaap M.J.; Sekitani, Tsuyoshi; Kawano, Yukio: *Science Advances*, 8 (19) (2022) .

[12] Gold Nanocatalysts Towards Digital Sensing Probes with Electrochemiluminescence Based Micro Electrodes Array, Nagano, Kohei; Terada, Yuhei; Araki, Akiko; Osaki, Shuto; Saito, Masato; Tamiya, Eiichi: *Electroanalysis*, 34 (1) (2022) 8-14.

[13] Carrier-Type Switching with Gas Detection Using a Low-Impedance Hybrid Sensor of 2D Graphene Layer and MoO<sub>x</sub> Nanorod 3D Network, Tohru Sugahara, Yukiko Hirose, Jun-ichi Nakamura, Takao Ono, Takafumi Uemura, Makoto Karakawa, Toshio Itoh, Woosuck Shin, Yang Yang, Nobuyuki Harada, and Katsuaki Sugauma: *ACS Applied Engineering Materials*, (2023).

#### 国際会議

[1] Environmentally Friendly Flexible-Sensor System with Organic Thin-Film Transistors, Mihoko AKIYAMA, Takafumi UEMURA, Teppei ARAKI, Shusuke YOSHIMOTO, Naoko NAMBA, Yuko KASAI, Toshikazu NEZU, and Tsuyoshi SEKITANI: The 26th SANKEN International Symposium, Japan.

[2] Thin-Film Organic Amplifiers for Stretchable Light Sensor Sheet, Rei KAWABATA, Teppei ARAKI, Mihoko AKIYAMA, Kou LI, Norika TAKAHASHI, Naoko KURIHIRA, Takafumi UEMURA, Yukio KAWANO, and Tsuyoshi SEKITANI: The 26th SANKEN International Symposium, Japan.

[3] Organic Electrochemical Devices with Sub-1v Operation for Electrophysiological Monitoring, Shohya MATSUDA, Teppei ARAKI, Kazuki KIRIYAMA, Mihoko AKIYAMA, Takafumi UEMURA, Naoko KURIHIRA, Yumi HIROSE, and Tsuyoshi SEKITANI: The 26th SANKEN International Symposium, Japan.

[4] Ultra Flexible Elastic Integrated Circuit System for Comprehensively Monitoring Brain Activity, Tsuyoshi Sekitani: IEEE FLEPS2022, Austria.

[5] High Mobility and Low Noise Organic Transistors Using Self-Assembled Nanomaterials, Tsuyoshi Sekitani: AsiaNANO 2022, Korea.

[6] Ultra-Thin and Lightweight Organic Amplifier Enabling Bio-Signal Monitoring with Reduced Noise Levels, Tsuyoshi Sekitani: ENGE 2022, Korea.

[7] Ultraflexible Organic Circuits for Low Noise Wearable Sensors, Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani: 12th International Conference on Flexible and Printed Electronics (ICFPE2022), Korea.

[8] Ultra-Thin Organic Integrated Circuits Enabling Bio-Signal Monitoring, Tsuyoshi Sekitani: the 241st ECS Meeting, Canada.

[9] Introduction to Ultraflexible and Stretchable Electronics, Tsuyoshi Sekitani: The Display Week Seminars, USA.

[10] Stretchable Printed Circuit Board and Organic Circuit for Ultra-Flexible Biosignal Sensor, Rei Kawabata, Teppei Araki, Mihoko Akiyama, Tianxu Wu, Yusuke Okabe, Hirotaka Koga, Takafumi Uemura, Masaya Nogi, Katsuaki Suganuma, and Tsuyoshi Sekitani: 2022 MRS Fall Meeting & Exhibit, USA.

[11] Stretchable Printed Circuit Board for Wireless Light-Sensing System, Teppei Araki, Kou Li, Naoko Kurihira, Yuko Kasai, Daichi Suzuki, Satsuki Yasui, Yukio Kawano, and Tsuyoshi Sekitani: International Conference on Electronics Packaging, Japan.

[12] Ultra-Stretchable and Transparent Biocompatible Electrodes Toward Remote Acquisition of Multimodal Physiological Signals, Teppei Araki, Shusuke Yoshimoto, Takafumi Uemura, Naoko Kurihira, Yuko Kasai, Toshikazu Nezu, Hirokazu Iida, Junko Sandbrook, Shintaro Izumi, and Tsuyoshi Sekitani: 2022 Materials Research Society (MRS) spring meeting & exhibit, online.

[13] Photopatternable Control of Threshold Voltage in Organic Transistors for Complementary Ultraflexible Circuits, Koki Taguchi, Takafumi Uemura, Andreas Petritz, Naoko Namba, Teppei Araki, Masahiro Sugiyama, Barbara Stadlober, and Tsuyoshi Sekitani: 2022 MRS Spring Meeting & Exhibit, USA.

[14] Ultraflexible and Bio Conformable Organic Circuits for Healthcare Applications, Takafumi Uemura, Naoko Namba, Masahiro Sugiyama, Koki Taguchi, Mihoko Akiyama, Teppei Araki, and Tsuyoshi Sekitani: 2022 MRS Spring Meeting & Exhibit, USA.

[15] Macromesh-Shaped Gold Nanowire Network Electrodes with Low Resistance under Tensile Strain, Satoshi Takane, Yuki Noda, Naomi Toyoshima, and Tsuyoshi Sekitani: 2022 MRS Spring Meeting & Exhibit, USA.

[16] Imperceptible Strain Sensors Based on Ultraflexible Or Stretchable Ferroelectric Polymer Transducers, Barbara Stadlober, Andreas Petritz, Philipp Schäffner, Krzysztof Krawczyk, Esther Karner-Petritz, Jonas Groten, Markus Selig, Manfred Adler, Takafumi Uemura, Teppei Araki, Tsuyoshi Sekitani, Sandra Schlögl, Inge Mühlbacher: 2022 MRS Spring Meeting & Exhibit, USA.

[17] Overview of COVID-19, Eiichi Tamiya: PacificRim2022.

[18] Introduction of AIST - OIL project and POCT biosensors, Eiichi Tamiya: DLSU)-AIST PhotoBIO OIL Joint Seminar.

#### 解説、総説

フレキシブルエレクトロニクスを開拓するシート型センサ, 荒木 徹平、植村 隆文、関谷 毅, 設計工学, 日本設計工学会, 58 (3) (2023), 88-93.

科学技術の進展に想う, 民谷 栄一, 生物工学会誌, 日本生物工学会, 100[4] (2022), 157.

電極表面の機能分子の修飾による電気化学バイオセンサの開発, 大崎 脩仁、脇田 慎一、民谷 栄一, 表面技術, 表面技術協会, 74[2] (2023), 99-105.

#### 著書

[1]生体情報計測向け自己発電・蓄電機能付きシート型センサの開 (山田一郎)“スマートヘルスケア: 生体情報の計測・評価・活用とウェアラブルデバイスの開発・製品事例”, 植村 隆文、Andreas Petritz, Esther Karner-Petritz, Philipp Schäffner、荒木 徹平、Barbara Stadlober、関谷 毅, エヌ・ティー・エス, 第3章・第2節 (107-115) 2023.



[2]柔軟・透明な導電性材料の開発と生体信号計測センサシートへの応用 (谷尾宣久)“高性能透明ポリマーの開発と応用”, 荒木 徹平、植村 隆文、関谷 毅, CMC 出版, (194-203) 2022.

[3]電気化学法による簡易迅速な遺伝子センサー (冨永昌人)“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, CMC 出版, (192-208) 2022.

#### 特許

[1]「国内特許出願」画像分類学習装置、画像分類学習方法、画像分類学習プログラムおよび画像分類学習済モデル, 2022-167046

[2]「国内特許出願」診断補助情報提供システム、診断補助装置、症状指標提供装置および症状指標提供プログラム, 2022-163073

[3]「国内特許出願」振動センサ及び振動検出システム, 2022-179126

[4]「国際特許出願」処理装置及び出力装置, PCT/JP2023/010701

[5]「国内成立特許」災害情報システム, 2019-009541

[6]「国内成立特許」構造物の点検システム及び構造物の点検方法, 2018-158753

[7]「国内成立特許」腐食センサ、及び、腐食検出方法, 2019-046898

[8]「国内成立特許」生体信号測定装置及びプログラム, 2017-200831

[9]「国内成立特許」構造物の点検システム, 2018-158754

[10]「国内成立特許」増幅回路, 2021-508932

[11]「国内成立特許」有機薄膜トランジスタ用の電極形成方法および電極形成装置ならびに有機薄膜トランジスタの製造方法, 2020-516215

[12]「国内成立特許」電極シート, 2020-517031

[13]「国際成立特許」配線シート、シート状システム、及び構造物運用支援システム, 16/319694

[14]「国際成立特許」振動センサおよび圧電素子, 18828063

[15]「出願後譲渡特許 (国内)」有機薄膜トランジスタ及びその製造方法, KP2014036

[16]「出願後譲渡特許 (国際)」有機薄膜トランジスタ及びその製造方法, G20130021US

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

関谷 毅 ACS NANO (Associate Editors)  
関谷 毅 2022 MRS Spring Meeting & Exhibit (General Chair)  
植村 隆文 2022 MRS Spring Meeting & Exhibit (Symposium Organizer)  
植村 隆文 IEEE NEMS 2023 (Technical Program Committee Member)  
植村 隆文 IMID 2022 (Technical Program Committee Member)

#### 国内学会

関西コンバーティングものづくり研究会 1 件  
2023 年電子情報通信学会総合大会 1 件  
第 70 回応用物理学会春季学術講演会 1 件  
令和 4 年度ライフオミクス融合研究推進 Grant 報告会 2 件  
CBI 学会 2022 年大会 1 件

組込みシステム産業振興機構第13回総会	1件
センサ&IoTコンソーシアムセミナー	1件
JPCA Show/電子機器トータルソリューション展	1件
PE研究会	1件
第137回マイクロ接合研究委員会	1件
第32回マイクロエレクトロニクスシンポジウム	1件
2022年度第1回大阪大学JSAP学生チャプター講演会	4件
第17回有機デバイス・物性院生研究会	2件
第20回産総研・産技連LS-BT合同研究発表会	1件
産業科学研究所第78回学術講演会・第7回ホームカミングデイ	1件

**取得学位**

博士(工学)	Ultraflexible Organic Thin-Film Transistors: Photopatternable Tuning and Bio-Signal Sensing
田口 剛輝	
修士(工学)	ウェアラブル生体計測デバイス実現に向けたフレキシブルNa, Kイオン選択電極と相補型信号処理回路の開発
原 友輝	
修士(工学)	伸縮性有機トランジスタにむけた共役系ポリマーの歪み感度評価
坂東 勇希	
修士(工学)	透明フレキシブル有機電気化学トランジスタの印刷作製とその性能向上に関する研究
西村 和也	

**科学研究費補助金**

		単位：千円
基盤研究(A)	光・電気による相互作用が可能な生体界面材料の研究開発	17,160
関谷 毅		
基盤研究(B)	フレキシブル差動回路技術を応用した低ノイズバイオセンシング	7,150
植村 隆文		
挑戦的研究萌芽	有機薄膜トランジスタにおける高精度しきい値電圧制御技術の確立	3,900
植村 隆文		
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	2,860
野田 祐樹		
特別研究員奨励費	有機デバイスの高密度実装に向けた柔軟微細配線の研究開発	1,200
川端 玲		
特別研究員奨励費	感光性絶縁膜を用いた有機CMOS増幅回路の高性能化と超柔軟生体センサへの応用	900
田口 剛輝		

**受託研究**

関谷 毅	(国研) 科学技術振興機構	極細径血管内BMIの研究開発	193,700
関谷 毅	(NEDO) 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	IoT社会実現のための革新的センシング技術開発/革新的センシング基盤技術開発/超微小ノイズ評価技術開発/量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	44,232
関谷 毅	文部科学省	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事業	460
民谷 栄一	(国研) 科学技術振興機構	プラズマモニ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	15,210
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	9,452

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	10,000
関谷 毅	(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	20,937
<b>奨学寄附金</b>			
関谷 毅	株式会社 NTT ドコモ	R&D 戦略部長 岡川 隆俊	500
野田 祐樹	一般財団法人大成学術財団	理事長 山内 隆司	2,000
<b>共同研究</b>			
関谷 毅	(株) レゾナック (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	2,000
関谷 毅	PGV 株式会社	シート型生体計測システムおよびそれを用いた信号アルゴリズムの開発	1,684
関谷 毅	株式会社山本電機製作所	プリントエレクトロニクスを利用した差圧センサーの開発	12,968
関谷 毅	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耐環境評価技術に関する共同研究	0
関谷 毅	①塩野義製薬株式会社 ② P G V 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
民谷 栄一	古野電気株式会社	光導波路型バイオセンサに関する研究	1,500
<b>その他の競争的研究資金</b>			
関谷 毅	日本学術振興会 (二国間交流事業・オーストリア)	ヘルスケア IoT にむけた塗布型マルチモーダルシートセンサの開発	2,138
植村 隆文	国際的研究力強化⑩若手研究者支援 (SAKIGAKE クラブ)	ブレードコーティング法を用いた塗布型太陽電池の高性能化と応用	250

## 複合知能メディア研究分野

### 原著論文

[1] Accuracy Evaluation and Prediction of Single-Image Camera Calibration, Kikkawa, Susumu;Okura, Fumio;Muramatsu, Daigo;Yagi, Yasushi;Saito, Hideo: IEEE Access, 11 (2023) 19312-19323.

[2] Occlusion-Aware Human Mesh Model-Based Gait Recognition, Xu, Chi;Makihara, Yasushi;Li, Xiang;Yagi, Yasushi: IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 18 (2023) 1309-1321.

[3] Computed Tomography slice interpolation in the longitudinal direction based on deep learning techniques: To reduce slice thickness or slice increment without dose increase, Wu, Shuqiong;Nakao, Megumi;Imanishi, Keiho;Nakamura, Mitsuhiro;Mizowaki, Takashi;Matsuda, Tetsuya: PLoS ONE, 17 (12) (2022) 1-18.

[4] Computational see-through screen camera based on a holographic waveguide device, Chen, Xiao;Tagami, Noriyuki;Konno, Hiroki;Nakamura, Tomoya;Takeyama, Saori;Pan, Xiuxi;Yamaguchi,

Masahiro: Optics Express, 30 (14) (2022) 25006-25019.

[5] Multi-View Large Population Gait Database With Human Meshes and Its Performance Evaluation, Li, Xiang;Makihara, Yasushi;Xu, Chi;Yagi, Yasushi: IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science, 4 (2) (2022) 234-248.

[6] Investigating strategies towards adversarially robust time series classification, Abdu-Aguye, Mubarak G.;Gomaa, Walid;Makihara, Yasushi;Yagi, Yasushi: Pattern Recognition Letters, 156 (2022) 104-111.

[7] Single Shot Residue Localization and Classification in Crystallographic Electron Density Maps, Godo, Akos;Aoki, Kota;Nakagawa, Atsushi;Yagi, Yasushi: IEEE Access, 10 (2022) 108354-108365.

[8] Action Recognition From a Single Coded Image, Kumawat, Sudhakar;Okawara, Tadashi;Yoshida, Michitaka;Nagahara, Hajime;Yagi, Yasushi: IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 45 (4) (2022) 4109 - 4121.

[9] Batch Hard Contrastive Loss and Its Application to Cross-view Gait Recognition, M. A. Alsharfawi Aljazaerly, Y. Makihara, D. Muramatsu, Y. Yagi: IEEE Access, 11 (2023) 31177 - 31187.

#### 国際会議

[1] Chemical information extraction from scanning electron microscopy images on the basis of image recognition, Yuqing Jin, Takahiro Kozawa, Kota Aoki, Tomoya Nakamura, Yasushi Makihara, Yasushi Yagi: SPIE Advanced Lithography + Patterning, (12498-97) (2023).

[2] HID 2022: The 3rd International Competition on Human Identification at a Distance, S. Yu, Y. Huang, L. Wang, Y. Makihara, S. Wang, M.A.R. Ahad, M.S. Nixon: Proc. of 2022 IEEE Int. Joint Conf. on Biometrics (IJCB 2022), (2022) 1-9.

[3] Incorporation of Extra Pseudo Labels for CNN-based Gait Recognition, D. Muramatsu, K. Moriwaki, Y. Maruya, N. Takemura, Y. Yagi: 2022 International Conference of the Biometrics Special Interest Group (BIOSIG), (2022) 1-5.

[4] Incoherent digital holography for multidimensional motion-picture imaging, Tatsuki Tahara, Yuichi Kozawa, Tomoya Nakamura, Atsushi Matsuda, Tomoyoshi Shimobaba: International Conference on Holography Meets Advanced Manufacturing.

[5] Multi-view Large Population Gait Database with Human Meshes and Its Performance Evaluation, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi: The 26th SANKEN International Symposium.

[6] Design of a linkable self-encoding CMOS image sensor for a compact lensless camera with an ultra-wide field of view, F. Hosokawa, K. Kagawa, K. Sasagawa, J. Ohta, T. Nakamura: 5th International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (IWISS2022).

[7] Snapshot super-resolution time-of-flight imaging by PSF engineering and untrained deep neural-network prior, H. Kawachi, T. Nakamura, Y. Makihara, Y. Yagi: 5th International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (IWISS2022).

[8] A wave-optics based superresolution method in FZA lensless camera by image synthesis from different mask patterns, X. Chen, X. Pan, T. Nakamura, S. Takeyama, M. Yamaguchi: OSJ-OPTICA-OSK Joint Symposia on Optics.

[9] Wavefront Engineered Light-Needle Microscopy Utilizing Multiplexed Computer Generated Holograms, Y. Kozawa, T. Nakamura, Y. Uesugi, S. Sato: JSAP-Optica-SPP Joint Symposia.

[10] Computational lensless imaging by coded optics, T. Nakamura: 5th International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (IWISS2022).

[11] Recognizing Human Identity, Age, and Aesthetic Attributes from Gait, Y. Makihara: The 9th IIAE Int. Conf. on Intelligent Systems and Image Processing (ICISIP 2022).

[12] Recognizing Human Identity, Age, and Aesthetic Attributes from Gait, Y. Makihara: The 17th IEEE Computer Society Workshop on Biometrics.

[13] Lensless imaging using a radial mask, T. Nakamura: Information Photonics 2022.

#### 解説、総説

歩容映像解析, 八木康史, センサイト Web ジャーナル, オプトロニクス社, (2022), .

#### 特許

[1] 「国内特許出願」 認知機能評価システム, 2022-076304

[2] 「国際特許出願」 認知機能評価システム、及び学習方法, PCT/JP2022/040289

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

八木 康史	IJCV (International Journal of Computer Vision) (編集委員)
八木 康史	Symbolic Neural Learning 2022 (組織委員)
中村 友哉	Information Photonics 2022 (プログラム委員)
中村 友哉	International Conference on Image Processing 2022 (査読委員)
青木 工太	International Conference on Pattern Recognition 2022 (テクニカル委員)
中村 友哉	the 30th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (査読委員)

#### 国内学会

2023 年第 1 回ホログラフィック・ディスプレイ研究会	1 件
ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2022	1 件
学術情報メディアセンターセミナー「高齢社会を支えるバイオメカニクス技術」	1 件
コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM) 研究会	8 件
生体画像と医用人工知能研究会第 5 回若手発表会	1 件
第 12 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム	1 件
第 22 回情報フォトンクス研究グループ研究会	1 件
第 25 回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2022)	7 件
第 41 回日本医用画像工学会大会 (JAMIT2022)	1 件
第 47 回 光学シンポジウム	1 件
第 8 回日本光学会関西支部講演会	1 件

#### 取得学位

博士 (情報科学)	Learn to Walk Across Ages: Cross-age Gait Analysis with Spatio-temporally Augmented Representation
Yiyi Zhang	
博士 (情報科学)	Volume segmentation of protein electron density maps with 3D convolutional neural networks
Akos Godo	
修士 (情報科学)	デュアルタスク中の歩容周期性分析による MCI の検出モデルの精度向上
梅山 倫華	
修士 (情報科学)	顔画像から歩容特徴画像の推定について
江原 広晃	
修士 (情報科学)	センサの視点または布団による遮蔽に頑健な睡眠時姿勢の識別
楠永 遼一	
修士 (情報科学)	人体の観測欠落割合推定に基づく部分隠蔽に頑健な歩容認証
辻 翔吾	
修士 (情報科学)	点群データに対する動作認識手法を用いた老化に伴う運動機能低下の検知
槌道 慎也	

学士 (工学) 田中 瀬里奈	シミュレーションデータを用いたLiDAR歩容認証の解像度に対する感度解析
学士 (工学) 安田 未来	2次元人物骨格情報を用いたデュアルタスク認知機能推定に関する基礎検討
学士 (工学) 曾根 和孟	マーカーレスモーションキャプチャーシステムによるパーキンソン病患者の歩容解析
学士 (工学) 佐古田 峻輔	時空間符号化照明と再構成ネットワークの同時最適化による超解像イメージング
学士 (工学) 中村 朱里	多変量時系列データの識別による足踏み動作からの転倒リスク推定

### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (A) 八木 康史	人物認識のための適応解像度割当型 LiDAR の研究	15,990
基盤研究 (B) 中村 友哉	空間情報最大化光学系を駆使した新原理コンピュータシミュレーションによる広視野超解像顕微鏡法	11,570
挑戦的研究萌芽 中村 友哉	スパース撮像素子と圧縮センシングを融合した超小型全方位レンズレスカメラの創出	0
若手研究 武 淑瓊	2D-3D Reconstruction for internal organs using Deep Learning Techniques	1,170
<b>受託研究</b>		
八木 康史	(国研) 科学技術振興機構 研究開発プロジェクト間関連及び実証実験・データ収集支援	9,100
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	48,708
八木 康史	②日本電気株式会社 Smart City Project	0
八木 康史	③株式会社東芝 Smart City Project	0
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	14,300
八木 康史	④トヨタ自動車株式会社 Smart City Project	13,596
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	7,189
<b>共同研究</b>		
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	13,200
八木 康史	一般社団法人データビリティコンソーシアム 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	0
-------	--------------	----------------------------	---



---

## 知能推論研究分野

### 原著論文

[1] Isolation Distributional Kernel: A New Tool for Point and Group Anomaly Detections, K. M. Ting, B. C. Xu, T. Washio and Z. H. Zhou: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 35 (3) (2023) 2697-2710.

[2] Isolation Kernel Estimators, K. M. Ting, T. Washio, J. Wells, H. Zhang and Y. Zhu: Knowledge and Information Systems, 65 (2022) 759-787.

[3] Bayesian optimization-driven parallel-screening of multiple parameters for the flow synthesis of biaryl compounds, M. Kondo, H. D.P. Wathsala, M. S.H. Salem, K. Ishikawa, S. Hara, T. Takaai, T. Washio, H. Sasai and S. Takizawa: Communications Chemistry, 5 (148) (2022).

[4] Learning with risks based on M-location, J. M. Holland: Machine Learning, 111 (12) (2022) 4679-4718.

[5] Electrochemical Carbon-Ferrier Rearrangement Using a Microflow Reactor and Machine Learning-Assisted Exploration of Suitable Conditions, E. Sato, G. Tachiwaki, M. Fujii, K. Mitsudo, T. Washio, S. Takizawa and S. Suga: Organic Process Research and Development, (2023).

[6] Predicting Heart Failure Onset in the General Population using a Novel Data-mining Artificial Intelligence Method, Yohei Miyashita, Tatsuro Hitsumoto, Hiroki Fukuda, Jiyoung Kim, Takashi Washio and Masafumi Kitakaze: Scientific Reports, 13 (4352) (2023).

### 国際会議

[1] Learning with risks based on M-location, M. J. Holland: Machine Learning, (2022).

[2] Measurement Informatics - Key to innovate measurement technologies, T. Washio: 2022 IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData 2022), Osaka, Japan, December 18, 2022.

[3] Measurement Informatics and Its Application in Science, T. Washio: 2022 SciX - The Great Scientific eXchange-(Federation of Analytical Chemistry & Spectroscopy Societies), Cincinnati, America, October, 2-6, 2022.

### 著書

[1]機械学習モデルの説明法 (石川冬樹、丸山宏)“機械学習工学”, 石川冬樹、丸山宏、柿沼太一、竹内広宜、土橋昌、中川裕志、原聡、堀内新吾、鷲崎弘宜, 講談社, 機械学習プロフェッショナルシリーズ (第6章) 2022.

### 特許

[1]「国内特許出願」情報処理システムおよびプログラム, 2022-180483

[2]「国際特許出願」情報処理プログラム、情報処理方法および情報処理装置, 17/994416

[3]「国際特許出願」情報処理プログラム、情報処理装置、および情報処理方法, 18/070492

[4]「国際特許出願」データ変換プログラム、装置、及び方法, 18/107044

[5]「国内成立特許」情報処理装置、方法及びプログラム, 2018-149457

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

鷲尾 隆 Pacific Asia Conference on Knowledge Discovery and Datamining (運営委員)

鷲尾 隆 IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (編集委員)

鷲尾 隆 ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (編集委員)

鷺尾 隆	Journal of Data Mining and Knowledge Discovery (DMKD) (編集委員)	
鷺尾 隆	The 30th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2021) (上級プログラム委員)	
鷺尾 隆	2021 SIAM International Conference on Data Mining (SDM21) (プログラム委員)	
鷺尾 隆	The 10th IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA2023) (応用トラックプログラム委員長)	
鷺尾 隆	CD 2021: the 2021 ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (プログラム委員)	
鷺尾 隆	2022 SIAM International Conference on Data Mining (SDM22) (ワークショップ委員長)	
鷺尾 隆	ICDM2022: The 2022 IEEE International Conference on Data Mining (プログラム委員)	
鷺尾 隆	ICDM2022: The 2022 IEEE International Conference on Data Mining (実行委員長)	
鷺尾 隆	IJCAI-ECAI2021-2023: International Joint Conference on Artificial Intelligence and European Conference on Artificial Intelligence (プログラム委員)	
鷺尾 隆	CD 2022: the 2022 ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (プログラム委員)	
鷺尾 隆	2022 SIAM International Conference on Data Mining (SDM23) (プログラム委員)	
鷺尾 隆	SISAP2023 - 16th International Conference on Similarity Search and (プログラム委員)	
原 聡	The 36th Conference on Neural Information Processing Systems 2022 (査読者)	
原 聡	The 10th International Conference on Learning Representations 2022 (査読者)	
原 聡	The 39th International Conference on Machine Learning 2022 (査読者)	
原 聡	The 25th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics 2022 (査読者)	
原 聡	The 28th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining 2022 (査読者)	
原 聡	Transactions of Machine Learning Research (TMLR) (査読者)	
HOLLAND MATTHEW JAMES	The 36th Conference on Neural Information Processing Systems 2022 (査読者)	
HOLLAND MATTHEW JAMES	International Joint Conferences on Artificial Intelligence 2023 (main track + survey track) (プログラム委員)	
HOLLAND MATTHEW JAMES	The 39th International Conference on Machine Learning 2022 (査読者)	
HOLLAND MATTHEW JAMES	Transactions of Machine Learning Research (TMLR) (査読者)	
<b>国内学会</b>		
人工知能学会		3 件
計測インフォマティクスの革新と応用シンポジウム		1 件
人工嗅覚エレクトロニクス・インフォマティクスの研究最前線と展望シンポジウム		1 件
2022 年度有機合成化学北陸セミナー		1 件
日本プロセス化学会 2022 サマーシンポジウム		1 件
第 19 回日本加速器学会年会		1 件
人工知能学会全国大会		1 件
第 32 回日本神経回路学会大会		1 件
第 25 回情報論的学習理論ワークショップ		5 件
<b>取得学位</b>		
修士 (工学)	間接差別に配慮した公平なオフ方策学習に関する研究	
加藤 成充		

修士 (工学)	Algorithm CPP における転移学習の適用方法と有効性の検証に関する研究	
中井 滉基		
修士 (工学)	Conformal performance prediction を用いた学習システムの信頼性評価に関する研究	
東野 航大		
修士 (工学)	一対比較データとモデルの不整合度による非結合回帰手法の提案	
山川 将輝		

**科学研究費補助金**

単位：千円

挑戦的研究萌芽	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		0
鷺尾 隆			
若手研究	機械学習モデルの説明駆動開発のための基盤技術		1,350
原 聡			
基盤研究 (B)	汎化指標デザインに基づく革新的学習アルゴリズムの探求と開発		4,940
HOLLAND			
MATTHEW			
JAMES			
受託研究			
鷺尾 隆	(国研) 科学技術振興機構	計測・解析を念頭にお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	7,946
鷺尾 隆	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	9,750
原 聡	(国研) 科学技術振興機構	機械学習モデルとユーザのコミュニケーション：モデルの説明と修正	17,875
HOLLAND	(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	14,300
MATTHEW			
JAMES			
HOLLAND	文部科学省	データバリティ人材育成プロジェクト	650
MATTHEW			
JAMES			
奨学寄附金			
原 聡	一般社団法人データバリティコンソーシアム 代表理事 八木 康史		240
HOLLAND	一般社団法人データバリティコンソーシアム 代表理事 八木 康史		800
MATTHEW			
JAMES			
HOLLAND	セコム科学技術振興財団		2,100
MATTHEW			
JAMES			
共同研究			
鷺尾 隆	株式会社神戸製鋼所	KOBELCO 未来協働研究所	20,124
鷺尾 隆	株式会社神戸製鋼所	素材/機械事業におけるデジタルソリューションに関する研究	9,167
原 聡	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 聡	株式会社神戸製鋼所	機械学習モデルの信頼性評価手法の開発	1,100
その他の競争的研究資金			
鷺尾 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	264

		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	
鷺尾 隆	大日本住友製薬株式会社	ベ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
鷺尾 隆	NTN 株式会社	H/B センシングの AI によるデータ解析に関する相談	233
原 聡	富士通株式会社	AI モデル補正手法の妥当性と評価に関する相談	800

---

## 知識科学研究分野

### 原著論文

- [1] Decoupling Speaker-Independent Emotions for Voice Conversion via Source-Filter Networks, Z. Luo, S. Lin, R. Liu, J. Baba, Y. Yoshikawa, H. Ishiguro: IEEE/ACM Transactions on Audio Speech and Language Processing, 31 (2022) 11-24.
- [2] User Impressions of System Questions to Acquire Lexical Knowledge during Dialogues, K. Komatani, K. Ono, R. Takeda, E. Nichols, M. Nakano: Dialogue and Discourse, 13 (1) (2022) 96-122.
- [3] 複数の対話システムコンペティションにおけるシステム開発の設計指針, 武田龍、駒谷和範、中島圭祐、中野幹生: 人工知能学会論文誌, 37 (3) (2022) .
- [4] Effects of Physiological Signals in Different Types of Multimodal Sentiment Estimation, S. Katada, S. Okada, K. Komatani: IEEE Transactions on Affective Computing, (2022).

### 国際会議

- [1] Empirical Sampling from Latent Utterance-wise Evidence Model for Missing Data ASR based on Neural Encoder-Decoder Model, R. Takeda, Y. Sudo, K. Nakadai, K. Komatani: Proc. of Interspeech, (2022) 3789-3793.
- [2] Training Data Generation with DOA-based Selecting and Remixing for Unsupervised Training of Deep Separation Models, H. Munakata, R. Takeda, K. Komatani: Proc. of Interspeech, (2022) 861-865.
- [3] Collection and Analysis of Travel Agency Task Dialogues with Age-Diverse Speakers, M. Inaba, Y. Chiba, R. Higashinaka, K. Komatani, Y. Miyao, T. Nagai: Proc. of Language Resources and Evaluation Conference (LREC), (2022) 5759-5767.
- [4] Graph-combined Coreference Resolution Methods on Conversational Machine Reading Comprehension with Pre-trained Language Model, Z. Wang, K. Komatani: Proc. of the Second DialDoc Workshop on Document-grounded Dialogue and Conversational Question Answering, (2022) 72-82.
- [5] Panoptic-aware Image-to-Image Translation, L. Zhang, P. Ratsamee, B. Wang, Z. Luo, Y. Uranishi, M. Higashida, H. Takemura: Proc. of IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision, (2023) 259-268.

[6] Fusion With Hierarchical Graphs for Multimodal Emotion Recognition, S. Tang, Z. Luo, G. Nan, J. Baba, Y. Yoshikawa, H. Ishiguro: Proc. of Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA), (2022) 1288-1296.

[7] Transformer-Based Physiological Feature Learning for Multimodal Analysis of Self-Reported Sentiment, S. Katada, S. Okada, K. Komatani: Proc. of International Conference on Multimodal Interaction (ICMI), (2022) 349-358.

#### 解説、総説

マルチモーダル対話コーパスの設計と公開, 駒谷和範, 日本音響学会誌, 日本音響学会, 78[5] (2022), 265-270.

マルチモーダル対話コーパス Hazumi, 駒谷和範、岡田将吾, 自然言語処理, 言語処理学会, 29[4] (2022), 1322-1329.

#### 著書

[1]音声(下) (岩野公司)“音響学講座7 音声(下)”, 河原達也、篠田浩一、伊藤彰則、増村亮、小川哲司、駒谷和範, コロナ社, (145-187) 2023.

#### 特許

[1]「国内特許出願」音声認識装置、音声認識方法、および、プログラム, 2022-134800

[2]「国際特許出願」MOBILE OBJECT CONTROL DEVICE, MOBILE OBJECT CONTROL METHOD, AND STORAGE MEDIUM, 18/079097

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

駒谷 和範	2022 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (査読者)
駒谷 和範	The 13th International conference on Language Resources and Evaluation (LREC) (査読者)
駒谷 和範	Interspeech 2022 (査読者)
駒谷 和範	The 29th International Conference on Computational Linguistics (COLING) (査読者)
駒谷 和範	The 23rd Annual Meeting of the Special Interest Group on Discussion and Dialogue (SIGDIAL) (査読者)
駒谷 和範	The 24th ACM International Conference on Multimodal Interaction (ICMI) (査読者)
駒谷 和範	The 18th Workshop on Spoken Dialogue Systems for PhDs, PostDocs & New Reserachers (YRRSDS) (査読者)
駒谷 和範	The 13th International Workshop on Spoken Dialogue Systems Technology (IWSDS) (査読者)
LUO ZHAOJIE	2022 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (査読者)
LUO ZHAOJIE	Interspeech 2022 (査読者)
LUO ZHAOJIE	IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing (査読者)
LUO ZHAOJIE	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology (査読者)

#### 国内学会

第13回対話システムシンポジウム	3件
情報処理学会第85回全国大会	6件
第55回関西合同音声ゼミ	1件
第56回関西合同音声ゼミ	3件
第9回生物音響学会年次研究発表会	1件
第36回人工知能学会全国大会	1件
第26回産研国際シンポジウム	1件
Dialogue Robot Competition 2022	1件

## 取得学位

修士 (工学)	カエルの合唱に対する教師ありモノラル音源分離のためのスペクトル構造を用いたデータ拡張
生嶋 竜実	
修士 (工学)	音源分離と可視化の機能を有する現場利用可能な生物音響解析ツールの開発
市村 匡輝	
修士 (工学)	複数の対話環境を想定した心象推定を用いるマルチモーダル対話システムの構築
久保 祐喜	
修士 (工学)	Pseudo-supervised Learning of Deep Separation Model for Changes in Sound Source Conditions
宗像 北斗	
学士 (工学)	半自律システムの切替時の間を繋ぐための再利用性を備えた対話システム
今村 響己	
学士 (工学)	ユーザ返答パターンモデルの選択的適用に基づく音声発話中の未知語認識
大塩 幹	
学士 (工学)	マルチモーダル心象推定のためのユーザのクラスタリングの検討
久保 裕之輔	
学士 (工学)	知識グラフ補完性能向上のための同一エンティティ判定を用いた知識グラフ拡充
近辻 脩彦	
学士 (工学)	事前学習済み言語モデルを用いた聞き役対話システム用強化学習環境の試作
脇 一晟	

## 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (B)	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
駒谷 和範		
基盤研究 (A)	オンライン知識獲得による音声対話システムの自律進化	11,310
駒谷 和範		
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	6,500
駒谷 和範	文部科学省 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	600
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	480
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	9,750
武田 龍	株式会社ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン 雑音にロバストな End-to-End 音声認識のためのアレー処理と統合技術の研究	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 AI 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] Noise-aware physics-informed machine learning for robust PDE discovery, Thanasutives, Pongpisit;Morita, Takashi;Numao, Masayuki;Fukui, Ken Ichi: Machine Learning: Science and Technology, 4 (1) (2023) .

[2] Efficient use of peripheral information for temporal prediction, Kimura, Tsukasa: Biological Psychology, 177 (2023).

[3] Effects of the presence of a cell phone and exposure to natural environments on remote associates task



performance, Liu, Wenjuan;Dempo, Akihiko;Kimura, Tsukasa;Kawashima, Tomoya;Shinohara, Kazumitsu: Scientific Reports, 12 (1) (2022).

[4] Multi-Kernel Temporal and Spatial Convolution for EEG-Based Emotion Classification, Emsawas, Taweesak;Morita, Takashi;Kimura, Tsukasa;Fukui, Ken Ichi;Numao, Masayuki: Sensors, 22 (21) (2022) .

[5] Sleep stage-dependent changes in tonic masseter and cortical activities in young subjects with primary sleep bruxism, Toyota, Risa;Fukui, Ken Ichi;Kamimura, Mayo;Katagiri, Ayano;Sato, Hajime;Toyoda, Hiroki;Rompré, Pierre;Ikebe, Kazunori;Kato, Takafumi: Sleep, 45 (4) (2022) .

[6] Development of dental inspection method: Nondestructive evaluation of an adhesive interface by ACTIVE acoustic emission, Ezaki, Ryoma;Mine, Atsushi;Sato, Kazuhisa;Fukui, Ken Ichi;Kumada, Keigo;Yumitate, Masahiro;Ban, Shintaro;Yamanaka, Azusa;Matsumoto, Mariko;Van Meerbeek, Bart;Moriya, Hirokazu;Hashida, Toshiyuki;Yatani, Hirofumi: Journal of Prosthodontic Research, 66 (2) (2022) 236-242.

[7] Analyzing and visualizing morphological features using machine learning techniques and non-big data: A case study of macaque mandibles, Morita, Takashi; Ito, Tsuyoshi; Koda, Hiroki; Wakamori, Hikaru; Nishimura, Takeshi: American Journal of Biological Anthropology, 178 (1) (2022) 44-53.

[8] 車載機器を模した LED の点灯が前方のブレーキランプの検出に与える影響, 川島 朋也、木村 司、篠原 一光: 交通科学, 53 (2023) 51-57.

#### 国際会議

[1] On the Relation Between Context Dependency and Vocabulary in Human Language and Birdsong, Morita, Takashi; Tachibana, Ryosuke O.; Okanoya, Kazuo; Koda, Hiroki: Proceedings of the Joint Conference on Language Evolution (JCoLE), (2022) 517-524.

[2] Sound-based sleep quality prediction considering multiple factors, S. Tamai, Y. Chen, T. Morita, T. Kimura, M. Numao, K. Fukui: The 26th SANKEN International Symposium.

#### 解説、総説

機械学習による転がり軸受の微小欠陥検出と余寿命予測, 福井 健一, ターボ機械, ターボ機械協会, 51[3] (2023), 172-182.

AI による音響・振動データからの知識発見と予測, 福井 健一, 生産と技術, 生産技術振興協会, 75[2] (2023), .

機械学習による回転機器の初期欠陥検出と余寿命予測, 福井 健一, 機械学習・ディープラーニングによる”異常検知”技術と活用事例集, 技術情報協会, (2022), 297-309.

機械学習による回転機器の異常検知, 福井 健一, プラントの DX 化による生産性の向上、保全の高度化, 技術情報協会, (2022), 369-379.

査読者視点からの論文執筆セミナー ——採択される論文を書くには——, 山川 香織、木村 司、伏田 幸平、森本 文人、井澤 修平、木村 元洋、手塚 洋介、入戸野 宏, 生理心理学と精神生理学, 日本生理心理学会, 40[3] (2023), 218-233.

動物音声認識のための教師なし機械学習, 森田 堯, 生産と技術, 生産技術振興協会, 74[3] (2022), 45-47.

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, 森田 堯, サイバーメディア HPC ジャーナル, 大阪大学サイバーメディアセンター, 12 (2022), 33-36.

**特許**

[1] 「国際特許出願」 情報処理装置及びプログラム, PCT/JP2023/010696

[2] 「国内成立特許」 音作成方法, 2019-039502

**国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員**

福井 健一	New Generation Computing (編集委員)	
福井 健一	The 32nd International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2023) (プログラム委員)	
福井 健一	The Tenth International Symposium on Computing and Networking (CANDAR2022) (プログラム委員)	
福井 健一	The Seventh International Workshop on GPU Computing and AI (GCA'22) (プログラム委員)	
福井 健一	11th International Conference on Smart Computing and Artificial Intelligence (SCAI2022) (プログラム委員)	
福井 健一	12th International Conference on Smart Computing and Artificial Intelligence (SCAI2022-Winter) (プログラム委員)	
沼尾 正行	New Generation Computing (編集委員長)	

**国内学会**

第 40 回日本生理心理学会・日本感情心理学会第 30 回大会合同大会	1 件
第 36 回人工知能学会全国大会論文集	1 件
第 14 回 JHPCN シンポジウム	1 件
日本心理学会第 86 回大会	1 件
日本認知心理学会第 20 回大会	1 件
第 25 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2022)	1 件
水産海洋学会 2022 年度九州沖縄地区合同シンポジウム	1 件
気象学会 2022 年度春季大会	1 件
気象学会第 43 回九州支部発表会	1 件
日本顎口腔機能学会 第 69 回学術大会	1 件
精密工学会超精密位置決め専門委員会講演会	1 件

**取得学位**

博士(情報科学)	Design of a Convolutional Neural Network for Classification of Physiological Signals	Taweesak
修士(情報科学)	Gated Variable Selection Neural Network for Multimodal Sleep Quality Assessment	Emsawas Chen Yue

**科学研究費補助金**

		単位：千円
挑戦的研究萌芽	複数の要因を考慮した深層学習による日常の睡眠の質推定と要因分析	3,900
福井 健一	長期的予測を支える認知処理メカニズムの解明	1,690
若手研究	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	390
木村 司		
若手研究		
森田 堯		
受託研究	(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	845
森田 堯		
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	800
	八木 康史	
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	0

		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）	
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
沼尾 正行	クリムゾンテクノロジー株式会社	「ブレインメロディ」システムの活用と改良の研究	0
沼尾 正行	株式会社進鳳堂	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
福井 健一	N T N株式会社	転がり軸受の余寿命予測に関する研究	0
福井 健一	株式会社ダイフク	ファクトリーオートメーションに関する研究	263
福井 健一	ダイキン工業株式会社	睡眠に影響を与える環境因子の寄与度の調査	2,000
福井 健一	株式会社神戸製鋼所	成形加工自動化に関する研究	1,000
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
<b>その他の競争的研究資金</b>			
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	5,280
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	3,060

## 自然材料機能化研究分野

### 原著論文

[1] Chitin-derived-carbon nanofibrous aerogel with anisotropic porous channels and defective carbon structures for strong microwave absorption, Li, Xiang;Zhu, Luting;Kasuga, Takaaki;Nogi, Masaya;Koga, Hirotaka: Chemical Engineering Journal, 450 (2022) .

[2] Stretchable printed circuit board integrated with Ag-nanowire-based electrodes and organic transistors toward imperceptible electrophysiological sensing, Kawabata, Rei;Araki, Teppei;Akiyama, Mihoko;Uemura, Takafumi;Wu, Tianxu;Koga, Hirotaka;Okabe, Yusuke;Noda, Yuki;Tsuruta, Shuichi;Izumi, Shintaro;Nogi, Masaya;Suganuma, Katsuaki;Sekitani, Tsuyoshi: Flexible and Printed Electronics, 7 (4) (2022) .

[3] One-Pot Hierarchical Structuring of Nanocellulose by Electrophoretic Deposition, Kasuga, Takaaki;Saito, Tsuguyuki;Koga, Hirotaka;Nogi, Masaya: ACS Nano, 16 (11) (2022) 18390-18397.

[4] Semicarbonized Subwavelength-Nanopore-Structured Nanocellulose Paper for Applications in Solar Thermal Heating, Yeamsuksawat, Thanakorn;Morishita, Yoshitaka;Shirahama, Jun;Huang, Yintong;Kasuga, Takaaki;Nogi, Masaya;Koga, Hirotaka: Chemistry of Materials, 34 (16) (2022) 7379-7388.

[5] Nanocellulose Paper Semiconductor with a 3D Network Structure and Its Nano-Micro-Macro Trans-Scale Design, Koga, Hirotaka;Nagashima, Kazuki;Suematsu, Koichi;Takahashi, Tsunaki;Zhu, Luting;Fukushima, Daiki;Huang, Yintong;Nakagawa, Ryo;Liu, Jiangyang;Uetani, Kojiro;Nogi, Masaya;Yanagida, Takeshi;Nishina, Yuta: ACS Nano, 16 (6) (2022) 8630-8640.

[6] Skin-Adhesive, -Breathable, and -Compatible Nanopaper Electronics for Harmonious On-Skin

Electrophysiological Monitoring, Huang, Yintong; Araki, Teppei, Kurihira, Naoko; Kasuga, Takaaki; Sekitani, Tsuyoshi; Nogi, Masaya; Koga, Hirotaka: Advanced Materials Interfaces, (2023).

### 国際会議

[1] Transparent wood prepared by TEMPO oxidation under basic condition, Manabu MIZUKAMI, Takaaki KASUGA, Hirotaka KOGA, Masaya NOGI: The 26th SANKEN International Symposium, The 21th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[2] Transition in electrical properties and chemical structures of carbonized cellulose by carbonization temperatures and boron doping, Kazuki OMOTE, Takaaki KASUGA, Masaya NOGI, Hirotaka KOGA: The 26th SANKEN International Symposium, The 21th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[3] Horizontal, random, and vertical orientation control of nanocellulose by electrophoretic deposition, Takaaki KASUGA, Tsuguyuki SAITO, Hirotaka KOGA, Masaya NOGI: The 26th SANKEN International Symposium, The 21th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[4] Chitin nanofiber-derived carbon aerogel with tailored anisotropic porous channels and defective carbon structures for microwave absorption, Xiang LI, Luting ZHU, Masaya NOGI, Hirotaka KOGA: IUMRS-ICRAM2022.

[5] Wood nanocellulose-based electronics, Hirotaka KOGA: 11th imec Handai international symposium.

[6] Flexible and Green Electronics Based on Bionanofibers, Hirotaka KOGA: International Scientific Symposium of Osaka University ASEAN Campus SDGs Co-Creation Forum.

### 解説、総説

ナノセルロースの炭化による3次元構造体の構築と絶縁体・半導体・導電体の制御, 古賀 大尚、長島 一樹、仁科 勇太, 木材情報, 日本木材総合情報センター, 377 (2022), 15-19.

樹木ナノセルロースに基づく環境調和性エレクトロニクス, 古賀 大尚, かがやき, りそな中小企業振興財団, 34 (2022), 25-28.

### 著書

[1]カーボンニュートラルの実現に向けたセルロースナノファイバーの電気的応用 (谷尾 宣久)“高性能透明ポリマーの開発と応用”, 春日 貴章、能木 雅也, シーエムシー出版, 初版 (233-242) 2022.

### 特許

[1]「国内特許出願」樹脂剛直高分子複合体の製造方法及び樹脂剛直高分子複合体, 2022-073615

[2]「国際特許出願」剛直高分子成形体および剛直高分子成形体の製造方法, PCT/JP2022/035079

[3]「出願後譲渡特許 (国際)」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, G20190133CN

### 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)

### 国内学会

第 73 回日本木材学会大会	2 件
セルロース学会第 29 回年次大会	3 件
第 89 回紙パルプ研究発表会	1 件
第 53 回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会	1 件
化学とマイクロ・ナノシステム学会 第 46 回研究会	1 件

第 61 回機能紙研究発表・講演会	1 件
第 31 回ポリマー材料フォーラム	1 件
令和 5 年電気学会全国大会	1 件

**取得学位**

修士（工学） 水上 学	TEMPO 触媒酸化による脱リグニン木材の透明化と難燃化	
修士（工学） 表 和希	炭化温度またはヘテロ元素ドーピングによる炭化セルロースの化学構造制御と電気特性制御	
修士（工学） Xin Chenyun	Fibrillation of Wood Pulps Produced by Sodium Chlorite or Peracetic Acid Method	
修士（工学） Wang Jiahao	Thermal Conductivity of Chitin Nanofiber Films in Dry Condition	

**科学研究費補助金**

		単位：千円
特別研究員奨励 費(外国人)	レーザープロセスによるオールセルロース電子・流体デバイスの創出	1,200
古賀 大尚		
研究活動スター ト支援	電気泳動堆積現象を用いた省エネルギーかつ高速なバイオナノファイバー濃縮技術の開発	1,430
春日 貴章		
挑戦的研究（萌 芽）	ピクセル分解光学位相差分布計測による天然ナノ繊維の一次構造解析	195
古賀 大尚		

**受託研究**

能木 雅也	（国研）科学技術振興機構	セルロースナノファイバーの配列ならびに再会合制御	7,280
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	7,020
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		462
古賀 大尚	文部科学省	バイオマス由来の弾性カーボンエアロゲルの創製とスマート電磁波吸収体への応用	600
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	5,000
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	2,340
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		581
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	大阪大学創発研究環境充実化支援プログラム	133

**奨学寄附金**

春日 貴章	公益財団法人松籟科学技術振興財団 理事長 長谷川吉弘	2,500
-------	----------------------------	-------

**共同研究**

能木 雅也	株式会社サンアクティ ス	セルロース系フィルムを用いた果実を含む生鮮食品包装資材の開発	1,879
-------	-----------------	--------------------------------	-------

能木 雅也	株式会社ダイセル	次世代通信（ビヨンド 5G/6G）向け新規材料開発における研究	25,960
能木 雅也	日本放送協会	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にあたり相互協力	0
能木 雅也	第一工業製薬株式会社	セルロースナノファイバーを用いた電子デバイス用封止材料組成に関する研究	0
能木 雅也	株式会社日本触媒	修飾セルロースを用いたナノセルロースの開発	1,050
古賀 大尚	株式会社日本触媒	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	1,050
古賀 大尚	名古屋大学・Craif	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	5,000

#### その他の競争的研究資金

能木 雅也	イノベティブ・アジア事業（教育研究費）	教育研究費	360
能木 雅也	イノベティブ・アジア事業（就学支援費）	就学支援費	805
能木 雅也	ザ・パック株式会社	セルロースナノファイバー（CNF）を用いた透明紙に関する相談（学術相談）	1,000
春日 貴章	株式会社村田製作所	CNFに関する学術相談（学術相談）	2,200

#### 金属有機融合材料研究分野（半導体材料・プロセス研究分野）

##### 奨学寄附金

松本 健俊	株式会社 ADEKA 環境・エネルギー材料研究所 環境・エネルギー材料開発室 室長 君島 孝一		400
-------	-------------------------------------------------	--	-----

##### 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	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] Co segregation on WC grain formed in an interfacial reaction between WC-Co cemented carbide and Ag-Cu eutectic brazing material, Nobuyuki Terasaki, Naochika Kon, Hajime Chiba, Touyou Ohashi, Tohru Sekino: Materials Letters, 332 (2023) 133551.

[2] Simultaneous synthesis of hydroxyapatite fibres and  $\beta$ -tricalcium phosphate particles via a water controlled-release solvothermal process, Tomoyo Goto, Shu Yin, Yusuke Asakura, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: CrystEngComm, 25 (14) (2023) 2021-2026.

[3] The effects of sintering atmospheres on piezoelectric performances of Co-doped  $\text{Ba}_{0.88}\text{Ca}_{0.12}\text{Zr}_{0.12}\text{Ti}_{0.88}\text{O}_3$  ceramics, Shengfang Shi, Hideki Hashimoto, Tohru Sekino: International Journal of Applied Ceramic Technology, 20 (2022) 1774-1784.



- [4] Synthesis of Octacalcium Phosphate Containing Glutarate Ions with a High Incorporation Fraction, Taishi Yokoi, Masahiro Watanabe, Tomoyo Goto, Sikun Meng, Tohru Sekino, Masaya Shimabukuro, Masakazu Kawashita: *Materials*, 16 (1) (2022) 64.
- [5] Interfacial structure between TiN sintered ceramics with and without an Fe-containing grain boundary phase and Ag–Cu eutectic brazing filler material, Nobuyuki Terasaki, Naochika Kon, Hajime Chiba, Touyou Ohashi, Tohru Sekino: *SN Applied Sciences*, 5 (2022) 46.
- [6] Carbon-Coated Electrospun  $V_2O_5$  Nanofibers as Photoresponsive Cathode for Lithium-Ion Batteries, Michael Wilhelm, Ruth Adam, Aman Bhardwaj, Iuliia Neumann, Sung Hun Cho, Yuki Yamada, Tohru Sekino, Jianming Tao, Zhensheng Hong, Thomas Fischer, Sanjay Mathur: *Advanced Engineering Materials*, 25 (2022) 2200765.
- [7] Development of the interfacial microstructure between aluminum nitride and Cu–P–Sn–Ni brazing alloy for different initial titanium layer thicknesses, Nobuyuki Terasaki, Aoi Nii, Hajime Chiba, Touyou Ohashi, Kevin M. Knowles, Tohru Sekino: *Journal of Materials Science*, 57 (47) (2022) 21731-21742.
- [8] Comparative study of divalent cation sorption on titania nanotubes using  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ , and  $Sr^{2+}$ , Tomoyo Goto, Yoshifumi Kondo, Sung Hun Cho, Satoshi Seino, Tohru Sekino: *Chemical Engineering Journal Advances*, 12 (2022) 100388.
- [9] Synthesis of whitlockite nanopowders with different magnesium content, Anastasija Afonina, Agne Kizalaite, Aleksej Zarkov, Audrius Drabavicius, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Aivaras Kareiva, Inga Grigoraviciute-Puroniene: *Ceramics International*, 48 (21) (2022) 32125-32130.
- [10] Self-healing ability, strength enhancement, and high-temperature oxidation behavior of silicon carbide-dispersed ytterbium disilicate composite for environmental barrier coatings under isothermal heat treatment, Ayahisa Okawa, Son Thanh Nguyen, Juan Paulo Wiff, Hyoungwon Son, Tadachika Nakayama, Hideki Hashimoto, Tohru Sekino, Thi Mai Dung Do, Hisayuki Suematsu, Tatsuya Suzuki, Takashi Goto, Koichi Niihara: *Journal of the European Ceramic Society*, 42 (13) (2022) 6170-6181.
- [11] A facile bottom-up method for synthesis of peroxo-potassium titanate nanoribbons and visible light photocatalytic activity derived from a peroxo-titanium bond, Hyunsu Park, Do Hyung Han, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Yukihiro Morimoto, Tohru Sekino: *Nanoscale Advances*, 4 (17) (2022) 3573-3584.
- [12] Growth mechanism of TiN reaction layers produced on AlN via active metal bonding, Nobuyuki Terasaki, Moe Sakaguchi, Hajime Chiba, Touyou Ohashi, Yoshiyuki Nagatomo, Yoshirou Kuromitsu, Tohru Sekino, Kevin M. Knowles: *Journal of Materials Science*, 57 (28) (2022) 13300-13313.
- [13] Porphyrin covalent organic nanodisks synthesized using acid-assisted exfoliation for improved bactericidal efficacy, Xinxi Li, Hajime Shigemitsu, Tomoyo Goto, Toshiyuki Kida, Tohru Sekino, Mamoru Fujitsuka, Yasuko Osakada: *Nanoscale Advances*, 4 (14) (2022) 2992-2995.
- [14] Peculiarities of the formation, structural and morphological properties of zinc whitlockite ( $Ca_{18}Zn_2(HPO_4)_2(PO_4)_{12}$ ) synthesized via a phase transformation process under hydrothermal conditions, Agne Kizalaite, Vytautas Klimavicius, Justina Versockiene, Egle Lastauskiene, Tomas Murauskas, Ramunas Skaudzius, Taishi Yokoi, Masakazu Kawashita, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Aleksej Zarkov: *CrystEngComm*, 24 (28) (2022) 5068-5079.
- [15] Fluorescent properties of octacalcium phosphate with incorporated isophthalate ions, Taishi Yokoi, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Masakazu Kawashita: *Journal of the Ceramic Society of Japan*, 130 (5) (2022) 337-340.
- [16] Operando structure observation of pyroelectric ceramics during power generation cycle, Takuro

Kawasaki, Tatsuo Fukuda, Satoru Yamanaka, Tomokazu Sakamoto, Ichiro Murayama, Takanori Katou, Masaaki Baba, Hideki Hashimoto, Stefanus Harjo, Kazuya Aizawa, Hirohisa Tanaka, Masatoshi Takeda, Tohru Sekino, Tadachika Nakayama, Yoonho Kim: *Journal of Applied Physics*, 131 (13) (2022) 134103.

[17] Crystal-phase and Surface-Structure Engineering of MoS<sub>2</sub> for Improving Gas Sensor Performance at Room Temperature, Ardiansyah Taufik, Yusuke Asakura, Takuya Hasegawa, Hideki Kato, Masato Kakihana, Rosari Saleh, Tohru Sekino, Shu Yin: *Journal of the Society of Powder Technology, Japan*, 59 (7) (2022) 338-347.

[18] Electrical characterizations of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ITO grain boundary composites, Takafumi Kusunose, Daisuke Tominaga, Tohru Sekino: *Journal of Asian Ceramic Societies*, 10 (2) (2022) 482-488.

[19] Demonstration of pyroelectric generation for self-powered wireless sensor nodes, Masaaki Baba, Kosei Nemoto, Chido Onuki, Toshiyuki Yamazawa, Shigeru Wakakuwa, Hirohisa Tanaka, Tohru Sekino, Tadachika Nakayama, Noboru Yamada, Masatoshi Takeda: *Sensors and Actuators: A. Physical*, 352 (2023) 114199.

[20] Optimizing the piezoelectric properties of Ba<sub>0.85</sub>Ca<sub>0.15</sub>Zr<sub>0.10</sub>Ti<sub>0.90</sub>O<sub>3</sub>-lead-free ceramics via two-step sintering, Shengfang Shi, Hideki Hashimoto, Tohru Sekino: *Ceramics International*, 49 (8) (2022) 12293-12300.

[21] Failure mechanisms of the bonded interface between mold epoxy and metal substrate exposed to high temperature, Shuaijie Zhao, Chuantong Chen, Motoharu Haga, Minoru Ueshima, Hidetoshi Hirahara, Jing Sang, Sung Hun Cho, Tohru Sekino, Katsuaki Sugauma: *Composites Part B: Engineering*, 254 (2023) 110562.

#### 国際会議

[1] Fabrication of apatite coated titanium oxide nano-tubes in SBF, Hisataka Nishida, Satoshi Komasa, Tohru Sekino: *International Dental Materials Congress 2022 (IDMC2022)*.

[2] High sensitivity and visible light response of nanostructured titania-based photocatalysts for dental material applications, Hisataka Nishida, Kazuyo Yamamoto, Tohru Sekino: *International Dental Materials Congress 2022 (IDMC2022)*.

[3] Low-temperature Mineralization Sintering Process of Bioactive Glass, Yeongjun Seo, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Tohru Sekino: *The 26th SANKEN International Symposium*.

[4] Nanostructured titania-based photocatalysts activated by photoreduced Cu(II) nanoparticles, Hisataka Nishida, Hyunsu Park, Dohyung Han, Sunghun Cho, Tohru Sekino: *The 26th SANKEN International Symposium*.

[5] Chemical and Structural Tuning of Visible-light Responsible Nanostructured Titania for Photochemical Functions, Tohru Sekino, Hyunsu Park, Do Hyung Han, Sung Hun Chou, Hisataka Nishida, Tomoyo Goto, Masato Kakihana, Yuki Morimoto: *The 47th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites (ICACC2023)*.

[6] Structure and Function Tuning of Low-dimensional Nanostructured Titania for Visible-responsible Photochemical Application, Tohru Sekino: *The 24th Academic Exchange Seminar between Shanghai Jiao Tong University and Osaka University (2022 Academic Exchange Workshop on Materials Science)*.

[7] Structure and Properties Tuning of Low-dimensional Titania-based Nanostructured Materials for Advanced Functions, Tohru Sekino: *Advanced Seminar at Huazhong University of Science and Technology (HUST)*.

- [8] Surface Modification of Low-Dimensional Nanostructured Oxides for Controlling Various Physical-Chemical Functions, Yonghyun Cho, Yoshifumi Kondo, Hyunsu Park, Hisataka Nishida, Sunghun Cho, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: The 7th International Conference on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Advanced Materials (ICCCI2022).
- [9] Structure and Function Tuning of Low-dimensional Titania for Multi-task Applications, Tohru Sekino: The International Conference on Frontier Materials 2022 (ICFM 2022).
- [10] Recent Research Activities at SANKEN - Overview and Materials Research for Sustainable Society -, Tohru Sekino: The 11th imec - Handai International Symposium.
- [11] Multi-task Ceramic Composites: Design of Multifunctions by Metal-dispersion to Oxide Ceramics, Tohru Sekino, Shengfang Shi: 24th CAST Annual Meeting: The Asian Energy and Environmental Materials Summit.
- [12] Materials Science Research in SANKEN: ~ What's about the Institute ~, Tohru Sekino: International University Materials Council 2022.
- [13] Hydrothermal synthesis of seaweed-like sodium titanate mat for cobalt removal, Tomoyo Goto, Yoshifumi Kondo, Tohru Sekino: The International Conference on Frontier Materials 2022 (ICFM 2022).
- [14] Stability of organically-modified octacalcium phosphate under the solvothermal conditions using ethanol, Tomoyo Goto, Taichi Yokoi, Masakazu Kawashita, Tohru Sekino: The 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2022).
- [15] Hydrothermal synthesis of seaweed-like sodium titanate mat for cobalt removal, Tomoyo Goto, Yoshifumi Kondo, Tohru Sekino: 24th CAST Annual Meeting: The Asian Energy and Environmental Materials Summit.
- [16] Novel synthesis of hydroxyapatite fibers by water controlled release solvothermal process, Tomoyo Goto, Shu Yin, Yusuke Asakura, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: The 20th Asian Bioceramics Symposium (ABC2022).

#### 特許

- [1] 「国際特許出願」触媒及び触媒の製造方法 (CATALYST AND PRODUCTION METHOD FOR CATALYST), WO/2023/277161 (PCT/JP2022/026369、JP 特願 2021-110855)
- [2] 「国内成立特許」き裂修復性複合材料及びそれを用いた非加熱電気化学的き裂修復方法, 特許 07228227 号
- [3] 「国際成立特許」窒化アルミニウム構造体 (ALUMINUM NITRIDE STRUCTURE AND METHOD FOR PRODUCING SAME), EP4129900A1 (WO 2021/199521、PCT/JP2020/047458、特願 2020-059958)
- [4] 「国際特許出願」緻密質無機構造体およびその製造方法 (INORGANIC STRUCTURE AND METHOD FOR PRODUCING SAME), WO 2022/172940 A1 (PCT/JP2022/005031、特願 2021-021639)

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

- |      |                                                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 関野 徹 | Journal of Silicate Based and Composite Materials (Editorial Board)                               |
| 関野 徹 | High Temperature Materials and Processes (Editorial Advisory Board)                               |
| 関野 徹 | Korea-Japan International Seminar on Ceramics (Organizing Committee)                              |
| 関野 徹 | The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2022) (Symposium Chair) |
| 関野 徹 | The 7th International Conference on the Characterization and Control of Interfaces for            |

	High Quality Advanced Materials (ICCCI2022) (Organizing Committee)	
関野 徹	The 11th International Conference on High Temperature Ceramic Matrix Composites (HT-CMC 11) (Program Committee)	
関野 徹	The 47th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites (ICACC2023) (Symposium Co-organizer)	
後藤 知代	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2022) (Organizing Committee)	
CHO Sunghun	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2022) (Organizing Committee)	

#### 国内学会

粉体粉末冶金協会 2022 年度春季大会	4 件
第 17 回セラミックス協会関西支部学術講演会	4 件
セラミックス協会第 35 回秋季シンポジウム	6 件
セラミックス協会 2023 年年会	7 件
日本歯科審美学会第 33 回学術大会	1 件
日本歯科理工学会第 79 回春期学術講演会	1 件
第 2 回機能性ナノ材料溶液プロセス研究会	1 件

#### 取得学位

修士 (工学)	水熱法によるリン酸チタンの結晶相および形態の制御と水環境における特性の評価
木田 大貴	
修士 (工学)	セルロースとの相互作用が駆動するゾルゲル法によるナノ構造 ZrO <sub>2</sub> の創製と構造解析および機能付与
宮崎 喬至	

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
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	3,250
関野 徹	の精緻な構造および表面分子設計	
若手研究	ミネラルゼーション駆動型の革新的低温焼結法による機能性ガラスの創製と機序解明	2,210
SEO		
YEONGJUN		
新学術領域研究	水溶液プロセスによる水酸アパタイト結晶の形態制御と水圏機能設計	2,340
後藤 知代		
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

関野 徹	(国研) 科学技術振興機構	低次元ナノ構造チタニアが駆動する全光応答型の光触媒的抗菌・抗ウイルスコーティングの最適化	2,210
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)	14,430

#### 奨学寄附金

関野 徹	イナバゴム株式会社 代表取締役	岡本 吉久	1,500
共同研究			
関野 徹	株式会社サンワード商会	鉄およびアルミニウムの混合錯体の構造と REDOX 活性の相関解析と評価方法に関する研究	1,639
関野 徹	パナソニック株式会社	特殊セラミックス材料に関する研究	2,751

後藤 知代	三菱ケミカル・クリンスイ株式会社	吸着剤の研究	500	
<b>その他の競争的研究資金</b>				
関野 徹	日本学術振興会	(日中韓フォーサイト事業)	有機-無機ナノハイブリッドプラットフォームを用いた腫瘍の精密イメージングと治療	4,375
関野 徹	日本学術振興会	(二国間交流事業・リトアニア)	再生医療材料を指向したウイトロカイト型新規リン酸カルシウムセラミックスの創出	2,375
後藤 知代	生体医歯工学共同研究拠点		非化学量論水酸アパタイト結晶の形態と光学特性	200

---

## エネルギー・環境材料研究分野

### 原著論文

[1] Water Increases the Faradaic Selectivity of Li-Mediated Nitrogen Reduction, Spry, Matthew;Westhead, Olivia;Tort, Romain;Moss, Benjamin;Katayama, Yu;Titirici, Maria Magdalena;Stephens, Ifan E.L.;Bagger, Alexander: ACS Energy Letters, 8 (2) (2023) 1230-1235.

[2] Effect of a Weak Coordination Solvent on a Kinetically Favorable Electrode Reaction in Concentrated Lithium-Ion Battery Electrolytes, Sawayama, Saki;Ochi, Riko;Kawaguchi, Tsubasa;Katayama, Yu;Morita, Masayuki;Fujii, Kenta: ACS Applied Energy Materials, 6 (2) (2023) 989-996.

[3] Properties of trifluoromethylated lithium borates for lithium-ion battery electrolytes, Takahashi, Mikihiko;Tsujioka, Shoichi;Kawabata, Wataru;Sai, Ryansu;Tsutsumi, Hiromori;Katayama, Yu: JPhys Energy, 5 (1) (2023) .

[4] Carbon-Coated Electrospun V2O5 Nanofibers as Photoresponsive Cathode for Lithium-Ion Batteries, Wilhelm, Michael;Adam, Ruth;Bhardwaj, Aman;Neumann, Iuliiia;Cho, Sung Hun;Yamada, Yuki;Sekino, Tohru;Tao, Jianming;Hong, Zhensheng;Fischer, Thomas;Mathur, Sanjay: Advanced Engineering Materials, 25 (1) (2022) .

[5] Electrode potential influences the reversibility of lithium-metal anodes, Ko, Seongjae;Obukata, Tomohiro;Shimada, Tatau;Takenaka, Norio;Nakayama, Masanobu;Yamada, Atsuo;Yamada, Yuki: Nature Energy, 7 (12) (2022) 1217-1224.

[6] Concentrated Lithium Dodecyl Sulfate Aqueous Electrolytes: Utilizing Self-Assembly and Interfacial Adsorption for Aqueous Li-ion Batteries, Kondou, Shinji;Morinaga, Asuka;Hashimoto, Kei;Katayama, Yu;Dokko, Kaoru;Watanabe, Masayoshi;Ueno, Kazuhide: ChemElectroChem, 9 (20) (2022) .

[7] Carboxamide-Directed Stereospecific Couplings of Chiral Tertiary Alkyl Halides with Terminal Alkynes, Akagawa, Hiroki;Tsuchiya, Naoki;Morinaga, Asuka;Katayama, Yu;Sumimoto, Michinori;Nishikata, Takashi: ACS Catalysis, 12 (16) (2022) 9831-9838.

[8] Effects of Solvation Structures on the Co-intercalation Suppression Ability of the Solid Electrolyte

Interphase Formed on Graphite Electrodes, Inoo, Akane;Fukutsuka, Tomokazu;Miyahara, Yuto;Kondo, Yasuyuki;Yokoyama, Yuko;Miyazaki, Kohei;Abe, Takeshi: Chemistry Letters, 51 (6) (2022) 618-621.

[9] Effects of a Solid Solution Outer Layer of TiO<sub>2</sub> on the Surface and Electrochemical Properties of LiNi<sub>0.6</sub>Co<sub>0.2</sub>Mn<sub>0.2</sub>O<sub>2</sub> Cathodes for Lithium-Ion Batteries through the Use of Thin-Film Electrodes, Wang, Wencong;Lee, Changhee;Yu, Danni;Kondo, Yasuyuki;Miyahara, Yuto;Abe, Takeshi;Miyazaki, Kohei: ACS Applied Energy Materials, 5 (4) (2022) 5117-5126.

[10] Concentrated Nonaqueous Polyelectrolyte Solutions: High Na-Ion Transference Number and Surface-Tethered Polyanion Layer for Sodium-Metal Batteries, Kondou, Shinji;Sakashita, Yusuke;Morinaga, Asuka;Katayama, Yu;Dokko, Kaoru;Watanabe, Masayoshi;Ueno, Kazuhide: ACS Applied Materials and Interfaces, 15 (9) (2023) 11741-11755.

[11] Na-Salt Eutectic Dihydrate Melt for High-Voltage Aqueous Batteries, Kitada, Atsushi;Ko, Seongjae;Ikeya, Risa;Yamada, Yuki;Yamada, Atsuo: Journal of Physical Chemistry C, 127 (7) (2023) 3432-3436.

[12] (Electro)Chemical Processes of Poly(Ethylene Oxide)-Based Electrolyte on Cu Surface during Lithium Secondary Battery Operation, Yamada, Koki;Tsutsumi, Hiromori;Katayama, Yu: Energy Technology, 11 (3) (2022) .

[13] The role of ion solvation in lithium mediated nitrogen reduction, Westhead, O.;Spry, M.;Bagger, A.;Shen, Z.;Yadegari, H.;Favero, S.;Tort, R.;Titirici, M.;Ryan, M. P.;Jervis, R.;Katayama, Y.;Aguadero, A.;Regoutz, A.;Grimaud, A.;Stephens, I. E.L.: Journal of Materials Chemistry A, (2022) .

[14] Layered Manganese Dioxide Thin Films Intercalated with Ag<sup>+</sup> Ions Reduceable in Situ for Oxygen Reduction Reaction, Marukawa, Ryuichi;Kiso, Takayuki;Shimizu, Tomohito;Katayama, Yu;Nakayama, Masaharu: ACS Omega, 7 (18) (2022) 15854-15861.

[15] Effect of Alkyl Side Chain Length on the Lithium-ion Conductivity for Polyether Electrolytes, Ryansu Sai, Seiko Hirata, Hiromori Tsutsumi, Yu Katayama: Frontiers in Chemistry, 10 (2022).

[16] A structural and electrochemical study of lithium-ion battery electrolytes using an ethylene sulfite solvent: from dilute to concentrated solutions, Kenzo Suzuki, Saki Sawayama, Yuna Deguchi, Ryansu Sai, Jihae Han, Kenta Fujii: Physical Chemistry Chemical Physics, 24 (44) (2022) 27321-27327.

#### 国際会議

[1] Activate N<sub>2</sub>-selective Pathways for Electrochemical Ammonia Oxidation: Dual Active Site Tandem Catalysis in 2D Layered Nanospace , Asuka Morinaga, Keisuke Shirai, Hiromori Tsutsumi, Masaharu Nakayama, Yu Katayama: Material Research Society Fall Meeting 2022.

[2] Atomic Scale Understanding of the Electrochemical Interfaces : Operando Surface-Enhanced Infrared Absorption Spectroscopy (SEIRAS) , Yu Katayama: nanoGe Fall Meeting 2022.

[3] Operando Spectroscopy: Revealing the Mechanisms of Electrochemical Carbon Dioxide Reduction, Yu Katayama: 26th SANKEN International Symposium.

[4] Operando Understanding of the Electrode-Electrolyte Interface in Lithium Batteries, Yu Katayama: 47th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites.

[5] Design of lithium metal battery electrolytes based on lithium-ion chemical potential, Yuki Yamada: International Battery Association 2022 (IBA 2022).

[6] Rational electrolyte design for lithium metal batteries, Yuki Yamada: Asian Conference on



Electrochemical Power Sources 11 (ACEPS 11).

[7] Design of lithium battery electrolytes based on electrode potentials, Yuki Yamada: Japan-US Information Exchange Seminar on Fundamentals of Next Generation Batteries.

#### 解説、総説

Insights into the emerging alternative polymer-based electrolytes for all solid-state lithium-ion batteries: A review, Murali, Adhigan;Sakar, Mohan;Priya, Sahariya;Vijayarman, V.;Pandey, Sadanand;Sai, Ryansu;Katayama, Yu;Abdul Kader, M.;Ramanujam, Kothandaraman, Materials Letters, Elsevier, 313 (2022), 131764.

#### 特許

[1]「国内特許出願」複合固体電解質及び固体電池, 特願 2022-207656

[2]「国内特許出願」二次電池用電解液の選定方法, 特願 2023-88221

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

片山 祐 Materials for Sustainable Development Conference (MATSUS23) (組織委員)  
山田 裕貴 2024 Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (PRiME 2024) (幹事委員)  
山田 裕貴 ChemElectroChem (Editorial Board Member)

#### 国内学会

2022年電気化学会秋季大会	2件
電気化学会第90回大会	3件
分析化学討論会	3件
日本化学会中国支部大会	1件
第3回関西電気化学研究会	1件
第71回高分子討論会	1件
第63回電池討論会	1件
第137回黒鉛化合物研究会	1件
第31回ポリマー材料フォーラム	1件

#### 取得学位

学士(工学) リチウム負極電位の制御によるリチウム金属二次電池反応の高効率化  
西村 尚真  
学士(工学) 二元系カルシウム黒鉛層間化合物の電気化学的合成法の検討  
中島 遥捺

#### 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	4,550
山田 裕貴		
挑戦的研究萌芽	水を媒体とした黒鉛へのリチウムイオン挿入反応の開拓	3,900
山田 裕貴		
若手研究	ナノ反応場設計による電気化学反応素過程の制御	2,470
片山 祐		
基盤研究(B)	超濃厚電解液のイオン集合様態制御に基づく電池特性の分子レベルデザイン	100
片山 祐		
基盤研究(B)	正負両極活物質に同一有機化合物を用いた高エネルギー密度レドックスフロー電池の実現	500
片山 祐		
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	13,000
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	11,700

山田 裕貴	(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	電気化学的常温窒素-アンモニア変換実現のための国際共同研究開発事業	3,000
片山 祐	東京ガス：再委託 (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	グリーンイノベーション基金事業／CO <sub>2</sub> 等を用いた燃料製造技術開発／合成メタン製造に係る革新的技術開発／低温プロセスによる革新的メタン製造技術開発/PEMCO <sub>2</sub> 還元技術開発	107,801
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	10,000
近藤 靖幸	(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／高速充放電特性と高エネルギー密度貯蔵を両立した水系ハイブリッドキャパシタの開発	4,999
山田 裕貴	独立行政法人日本学術振興会	国際共同研究事業ドイツとの国際共同研究プログラム (JRP-LEAD with DFG)/環境発電を可能にする光充電型リチウムイオン電池用電極・電解液材料の開発	7,064
<b>奨学寄附金</b>			
山田 裕貴	三菱財団		5,000
片山 祐	日本銅学会 会長 石田 徳和		250
片山 祐	株式会社豊田自動織機 電池事業室技術部材料開発室 室長 岡西 岳太		1,000
<b>共同研究</b>			
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	0
山田 裕貴	株式会社日本触媒	水系リチウムイオン電池用電極コーティング剤に関する研究	1,050
山田 裕貴	日本特殊陶業株式会社	濃厚電解液-固体系複合電解質に関する性能向上およびメカニズム解明に関する研究	3,299
山田 裕貴	株式会社東芝	水系リチウムイオン二次電池自己放電反応の研究	3,000
山田 裕貴	イムラ・ジャパン株式会社	水系フッ化物イオン電池の研究	650
山田 裕貴	TDK 株式会社	窒素電解によるアンモニア合成に関わる共同研究	2,435
片山 祐	トヨタ自動車株式会社	CO <sub>2</sub> の有資源化を目指した、CO <sub>2</sub> 還元反応の中間物質の同定と反応メカニズムの研究	5,954
片山 祐	トヨタ自動車株式会社	異種電解質の共存化におけるリチウムイオン伝導機構の解明	3,300
片山 祐	東京瓦斯株式会社	固体高分子膜を活用した二酸化炭素還元技術の開発	2,000
片山 祐	トヨタ自動車株式会社	リアルタイム界面可視化技術による電極電位シフト機構理解に基づく新奇電解質の開発	3,300

## その他の競争的研究資金

山田 裕貴	南海化学株式会社	二次電池に適 用可能な材料 設計に関する 学術相談(学術 相談)	484
片山 祐	三井金属鉱業株式会社	二酸化炭素の 電解還元電極 としての銅箔 適用の検討(学 術相談)	500

---

## 励起物性科学研究分野

### 原著論文

- [1] Experimental Identification of Atomic Orbital Contributions to SnS Valence Band using Polarization-Dependent Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy Spectroscopy, Issei Suzuki, Sakiko Kawanishi, Kiyohisa Tanaka, Takahisa Omata, Shin-ichiro Tanaka: Physica Status Solidi (B) Basic Research, 260 (2023) 202200408.
- [2] Band gap opening in graphene by hybridization with Au (001) reconstructed surfaces, Tomo-o Terasawa, Kazuya Matsunaga, Naoki Hayashi, Takahiro Ito, Shin-ichiro Tanaka, Satoshi Yasuda, Hidehito Asaoka: Physical Review Materials, 7 (2022) 014002.
- [3] Contribution of the Sn 5s state to the SnS valence band: direct observation via ARPES measurements, Issei Suzuki, Sakiko Kawanishi, Kiyohisa Tanaka, Takahisa Omata and Shin-ichiro Tanaka: Electronic Structure, 4 (2022) 025004.

---

## 量子ビーム物理研究分野

### 原著論文

- [1] Dependence of surface residual stress on the coefficient of thermal expansion for materials subjected to laser peening without coating, Sano, Yuji;Akita, Koichi: Optics and Laser Technology, 156 (2022) .
- [2] Electron beam energy slicing performance in laser wakefield acceleration, Oumbarek Espinos, Driss;Pathak, Naveen;Zhidkov, Alexei;Hosokai, Tomonao: Physics Letters, Section A: General, Atomic and Solid State Physics, 453 (2022) .
- [3] Facilities in Asia for future accelerator development, Kando, M.;Hosokai, T.;Kim, K. Y.;Tang, C.: Journal of Instrumentation, 17 (6) (2022) .
- [4] Development of a portable laser peening device and its effect on the fatigue properties of HT780 butt-welded joints, Sano, Yuji, Kato, Tomoharu;Mizuta, Yoshio;Tamaki, Satoshi;Yokofujita, Koki;Taira, Takunori;Hosokai, Tomonao;Sakino, Yoshihiro: Forces in Mechanics, 7 (2022) .
- [5] 超小型レーザーによるアルミニウム合金の残留応力および疲労特性の改善, : ショットピーニング技術, 34 (2) (2022) 6-7.
- [6] Fatigue Properties Improvement via Compressive Residual Stress Induced by a Portable Laser Peening System, Yoshio MIZUTA, Kiyotaka MASAKI, Tomoharu KATO, Yoshihiro SAKINO, Satoshi TAMAKI, Tomonao Hosokai and Yuji SANO: Proceedings of JSME International Conference on Materials and Processing 2022, (2022) 1-4.
- [7] Propagation and focusing dependency of a laser beam with its aberration distribution: understanding halo-induced disturbance, ALEXANDRE RONDEPIERRE, DRISS OUMBAREK ESPINOS, ALEXEI

ZHIDKOV, TOMONAO HOSOKAI: Optics Continuum, (2023) 1-19.

[8] Controllable electron self-injection in laser wakefield acceleration with asymmetric gas-jet nozzle, Zhenzhe Lei, Zhan Jin, Alexei Zhidkov, Naveen Pathak, Yoshio Mizuta, Kai Huang, Nobuhiki Nakanii, Izuru Daito, Masaki Kando, Tomonao Hosokai: Progress of Theoretical and Experimental Physics, 23 (2023) 3.

#### 国際会議

[1] LAPLACIAN: a step forward for compact LPA based electron accelerators, Oumbarek Espinos Driss: FEL 2022 conference.

[2] Fatigue Properties Improvement via Compressive Residual Stress Induced by a Portable Laser Peening System, Yoshio MIZUTA, Kiyotaka MASAKI, Tomoharu KATO, Yoshihiro SAKINO, Satoshi TAMAKI, Tomonao Hosokai and Yuji SANO: International Conference on Materials & Processing 2022.

[3] Fatigue properties of high strength steel treated by laser peening with handled microchip lasers, Y. Mizuta, S. Tamaki, T. Kato Y. Sakino, T. Hosokai, Y. Sano: 14th international Conference on Shot Peening.

[4] Development of a peening device with a handheld laser on a collaborative robot, Y. Sano, Y. Mizuta, S. Tamaki, K. Yokofujita, T. Hosokai, T. Taira: 14th international Conference on Shot Peening.

[5] Improvement of Residual Stress on Metal Surface and Fatigue Properties by Laser Peening with Microchip Laser Mounted on Robotic Arm, Yoshio Mizuta, Satoshi Tamaki, Kiyotaka Masaki, Tomoharu Kato, Yoshihiro Sakino, Tomonao Hosokai and Yuji Sano: PhotonicsAsia2022.

#### 解説、総説

レーザー航跡場加速の基礎と X 線自由電子レーザーへの応用, 神門 正城、金 展, J. Particle Accelerator Society of Japan, 19[4] (2022), 187-194.

Introduction of Laser Plasma Wakefield Accelerator, 金 展, 大阪大学 放射線科学基盤機構 機関誌 放射線科学フロンティア ~孟宗竹~ 2022, 4 (2022), 36-39.

#### 特許

[1] 「国内特許出願」 測定システム、プログラム、測定方法、及びレーザー加速自由電子レーザー装置, 2023-027811

[2] 「国内特許出願」 電子ビーム発生装置、及び電子ビーム発生方法, 2022-193304

[3] 「国際特許出願」 電子ビーム照射装置及び電子ビーム照射方法, PCT/JP2023/002326

#### 国内学会

日本レーザー学会	4 件
日本ショットピーニング技術協会	1 件
日本塑性加工学会	2 件
日本機械学会	2 件

#### 受託研究

細貝 知直	(国研) 科学技術振興機構	レーザー駆動電子加速技術開発	135,760
-------	---------------	----------------	---------

#### 奨学寄附金

細貝 知直	公益財団法人天田財団 理事長	末岡 慎弘	1,000
-------	----------------	-------	-------

#### 共同研究

細貝 知直	Institute of Physics ASCR	Researches on generation of high energy charged particles and	0
-------	---------------------------	---------------------------------------------------------------	---

---

**量子ビーム物質科学研究分野****原著論文**

[1] Photoresist stochastic defect generation depending on alkyl chain length and concentration of tetraalkylammonium hydroxide in alkali aqueous developer, Masahiko Harumoto, Andreia Figueiredo dos Santos, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani and Takahiro Kozawa: Japanese Journal of Applied Physics, 62 (2023) SG1037.

[2] Dissolution dynamics of partially protected poly(4-hydroxystyrene) in tetraalkylammonium hydroxide aqueous solution, Hitomi Betsumiya, Yuko Tsutsui Ito, Takahiro Kozawa, Kazuo Sakamoto and Makoto Muramatsu: Japanese Journal of Applied Physics, 62 (2023) 036503.

[3] Effects of photoacid generator decomposition on dissolution kinetics of poly(4-hydroxystyrene) in tetraalkylammonium hydroxide aqueous solutions, Yutaro Iwashige, Yuko Tsutsui Ito, Takahiro Kozawa, Kazuo Sakamoto, Makoto Muramatsu: Japanese Journal of Applied Physics, 62 (2023) 036502.

[4] Molecular dynamics simulation reveals a change in the structure of liquid water near 150 °C, which May Explain Apparent Anomalies in High-Temperature Water Radiolysis, J. G. G. Ndongo Assomo, S. Ebrahimi, Y. Muroya, J.-P. Jay-Gerin & A. Soldera: Chemistry Africa, 6 (2023) 375-381.

[5] Reduced graphene oxide composite aerogel prepared by europium-assisting radiation reduction as a broad-spectrum adsorbent for organic pollutants, Peng Zhang, Yizhi Chen, Hanqin Weng, Yusa Muroya, Shinichi Yamashita, Yinhuo Zhaoe and Mingzhang Lin: Journal of Materials Chemistry A, 11 (2023) 2804-2813.

[6] Protected unit distribution near interfaces of chemically amplified resists used for extreme ultraviolet lithography, Takahiro Kozawa: Japanese Journal of Applied Physics, 62 (2023) 016509.

[7] Stochastic defect generation depending on tetraalkylhydroxide aqueous developers in extreme ultraviolet lithography, Masahiko Harumoto, Andreia Figueiredo dos Santos, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani and Takahiro Kozawa: Japanese Journal of Applied Physics, 62 (2023) 016503.

[8] Intramolecular electron transfer from biopterin to FeII -O<sub>2</sub> complex in nitric oxide synthases occurs at very different rates between bacterial and mammalian enzymes: Direct observation of a catalytically active intermediate, Kazuo Kobayashi, Yuko Tsutsui Ito, Yuri Kasu, Masaki Horitani, Takahiro Kozawa: Journal of Inorganic Biochemistry, 238 (2023) 112035.

[9] Effect of Alternative Developer Solutions on EUVL Patterning, Julius Joseph Santillan, Kyoko Shimizu, Ryuichi Otagawa, Toshiro Itani: Journal of Photopolymer Science and Technology, 35 (2022) 67-74.

[10] Interfacial effects on sensitization of chemically amplified extreme ultraviolet resists, Takahiro Kozawa: Japanese Journal of Applied Physics, 61 (2022) 116501.

[11] Theoretical study on defect risks of chemically amplified resists used for extreme ultraviolet lithography, Takahiro Kozawa: Japanese Journal of Applied Physics, 61 (2022) 106502.

[12] Electrostatic effect on the dissolution kinetics of poly(4-hydroxystyrene) in alkaline aqueous solution, Naoki Tanaka, Takahiro Kozawa, Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro and Daisuke Kawana: Japanese Journal of Applied Physics, 61 (2022) 086509.

- [13] Sensitization mechanism of metal oxide nanocluster resists with carboxylic acid ligands, Tomoe Otsuka, Yusa Muroya, Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro, Daisuke Kawana and Takahiro Kozawa: *Japanese Journal of Applied Physics*, 61 (2022) 086508.
- [14] Dependence of dissolution kinetics of main-chain scission type resists on molecular weight, Akihiro Konda, Hiroki Yamamoto, Shusuke Yoshitake and Takahiro Kozawa: *J. Photopolym. Sci. Technol.*, 35 (2022) 1-7.
- [15] Synthesis and resist sensitive property of iodine-containing materials using extreme ultraviolet (EUV) exposure tool, Yutaro Iwashige, Hiroto Kudo, Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa: *J. Photopolym. Sci. Technol.*, 35 (2022) 41-47.
- [16] Study on deprotonation from radiation-induced ionized acrylate polymers including acid-generation promoters for improving chemically amplified resists, Kazumasa Okamoto, Akihiro Konda, Yuki Ishimaru, Takahiro Kozawa, Yasunobu Nakagawa and Masamichi Nishimura: *Japanese Journal of Applied Physics*, 61 (2022) 066505.
- [17] Estimation of effective reaction radius for catalytic chain reaction of chemically amplified resist by Bayesian optimization, Yuqing Jin and Takahiro Kozawa: *Japanese Journal of Applied Physics*, 61 (2022) 066504.
- [18] Swelling and dissolution kinetics of poly(4-hydroxystyrene) in tetrabutylammonium hydroxide (TBAH) aqueous solutions studied by quartz crystal microbalance (QCM) method - In comparison with tetramethylammonium hydroxide (TMAH) aqueous solutions, Yuko Tsutsui Ito, Hitomi Betsumiya, Takahiro Kozawa, Kazuo Sakamoto and Makoto Muramatsu: *Japanese Journal of Applied Physics*, 61 (2022) 066506.
- [19] Exploration of charge transport materials to improve the radiation tolerance of lead halide perovskite solar cells, Yoshiyuki Murakami, Ryosuke Nishikubo, Fumitaka Ishiwari, Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa and Akinori Saeki: *Materials Advances*, 3 (2022) 4861-4869.
- [20] Classification of lines, spaces, and edges of resist patterns in scanning electron microscopy images using unsupervised machine learning, Yuqing Jin and Takahiro Kozawa: *Japanese Journal of Applied Physics*, 61 (2022) 056505.
- [21] Dependence of photoresist dissolution dynamics in alkaline developers on alkyl chain length of tetraalkylammonium hydroxide, Masahiko Harumoto, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani and Takahiro Kozawa: *Japanese Journal of Applied Physics*, 61 (2022) 056506.
- [22] 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: *Japanese Journal of Applied Physics*, 61 (2022) SD1016.
- [23] Effect of surface free energy of organic underlayer on the dissolution kinetics of poly(4-hydroxystyrene) film in tetramethylammonium hydroxide aqueous developer, Tomoe Otsuka, Yuqing Jin, Naoki Tanaka, and Takahiro Kozawa: *Japanese Journal of Applied Physics*, 61 (2022) 056503.
- [24] Interdomain electron transfer in flavohaemoglobin from *Candida norvegensis* with antibioticazole compounds, Kazuo Kobayashi, Jotaro Igarashi, and Takahiro Kozawa: *FEBS Letters*, 596 (2022) 938-946.
- [25] Dependence of photoresist dissolution dynamics in alkaline developers on alkyl chain length of



tetraalkylammonium hydroxide, Masahiko Harumoto, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani and Takahiro Kozawa: Japanese Journal of Applied Physics, 61 (2022) 056506.

#### 国際会議

[1] State of polymer chains in alkaline developer studied by dynamic light scattering, Naoki Tanaka, Takahiro Kozawa, Takuya Ikeda, Yoshitaka Komuro, and Daisuke Kawana: SPIE Advanced Lithography 2022.

[2] Swelling and dissolution kinetics of poly(4-hydroxystyrene) in alkaline aqueous solution studied by quartz crystal microbalance (QCM) method, Yuko Tsutsui Ito, Hitomi Betsumiya, Takahiro Kozawa, Kazuo Sakamoto, and Makoto Muramatsu: SPIE Advanced Lithography 2022.

[3] Application of machine learning to development of chemically amplified resist materials and processes, Takahiro Kozawa: The 39th International Conference Photopolymer Science and Technology.

[4] Dependence of dissolution kinetics of main-chain scission type resists on molecular weight, Akihiro Konda, Hiroki Yamamoto, Takahiro Kozawa, Shusuke Yoshitake: The 39th International Conference Photopolymer Science and Technology.

[5] Synthesis and resist sensitive property of iodine-containing materials using extreme ultraviolet (EUV) exposure tool, Hiroto Kudo, Yutaro Iwashige, Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa: The 39th International Conference Photopolymer Science and Technology.

[6] Effect of Alternative Developer Solution on EUVL Patterning , Julius Joseph Santillan、 : 39th International Conference of Photopolymer Science and Technology.

[7] Study of RLS trade-off mitigation utilizing an organotin-containing chemically amplified resist for high-sensitivity patterning, Satoshi Enomoto, Kohei Machida, Michiya Naito, Takahiro Kozawa: SPIE Photomask Technology + EUV Lithography 2022.

[8] Bayesian optimization-based estimation of effective reaction radius of chemically amplified resist in acid catalyzed deprotection reaction, Yuqing Jin, Takahiro Kozawa: SPIE Photomask Technology + EUV Lithography.

[9] Effect of surface free energy of organic underlayer on dissolution kinetics of poly(4-hydroxystyrene) film in tetramethylammonium hydroxide aqueous developer, Yuqing Jin, Tomoe Otsuka, Naoki Tanaka, Takahiro Kozawa: SPIE Photomask Technology + EUV Lithography 2022.

[10] Defect risks in chemically amplified resists used for extreme ultraviolet lithography, Takahiro Kozawa: SPIE Photomask Technology + EUV Lithography 2022.

[11] Radiolysis of water at elevated temperatures relevant to hydrogen addition technique: A role of a reaction between H-atom and a water molecule, Yusa Muroya: Symposium on Water Chemistry and Corrosion in Nuclear Power Plants in Asia, 2022 (AWC2022) .

[12] Photoresist stochastic defect generation depending on alkali-based developer's alkyl chain length and concentration, Masahiko Harumoto, Andreia Figueiredo dos Santos, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani, Takahiro Kozawa: 35th International Microprocesses and Nanotechnology Conf.

[13] Realtime analysis of pattern formation during the resist development process, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani: 35th International Microprocesses and Nanotechnology Conf.

[14] Reaction mechanisms and patterning analysis of Sn-complex-side-chain polymer used for EUV lithography, Yui Takata, Yusa Muroya, Takahiro Kozawa, Satoshi Enomoto, Bilal Naqvi, Danilo De

Simone: IRaP2022 (The Ionizing Radiation and Polymers symposium) .

[15] Dependence of swelling and dissolution kinetics of poly(4-hydroxystyrene) in alkaline aqueous solution on alkyl chain length of tetraalkylammonium hydroxide, Hitomi Betsumiya, Yuko Tsutsui Ito, Takahiro Kozawa, Kazuo Sakamoto, Makoto Muramatsu: SPIE Advanced Lithography 2023.

[16] Effects of photoacid generator decomposition on dissolution kinetics of poly(4-hydroxystyrene) in tetraalkylammonium hydroxide aqueous solutions, Yutaro Iwashige, Yuko Tsutsui Ito, Takahiro Kozawa, Kazuo Sakamoto, Makoto Muramatsu: SPIE Advanced Lithography 2023.

[17] Reaction Mechanisms and EB Patterning Evaluation of Sn-complex-side-chain Polymer Used for EUV Lithography, Yui Takata, Yusa Muroya, Takahiro Kozawa, Satoshi Enomoto, Bilal Naqvi, and Danilo De Simone: SPIE Advanced Lithography 2023.

[18] Chemical information extraction from scanning electron microscopy images on the basis of image recognition, Yuqing Jin, Takahiro Kozawa, Kota Aoki, Tomoya Nakamura, Yasushi Makihara, Yasushi Yagi: SPIE Advanced Lithography 2023.

[19] Design concept of a positive tone organometal chemically amplified resist to enhance the sensitivity and etching durability for high resolution EUV single patterning, Satoshi Enomoto, Kohei Machida, Michiya Naito, Takahiro Kozawa: SPIE Advanced Lithography 2023.

[20] Single-component silicon-based patterning materials for EUV lithography, Julius Joseph Santillan, Akihiro Konda, Motoharu Shichiri, Toshiro Itani: SPIE Advanced Lithography 2023.

#### 著書

[1] 改訂 原子炉水化学ハンドブック 日本原子力学会 水化学部会 編, 室屋 裕佐、杉野 亘、赤峰 浩司、阿部 博志、内田 俊介、河村 浩孝、込山 有人、荘田 泰彦、高木 純一、長瀬 誠、塙 悟史、久宗 健志, コロナ社, 2022.

#### 特許

[1] 「国内成立特許」 レジストパターン形成方法, 2018-086159

[2] 「国内成立特許」 レジストパターン形成方法, 2018-105274

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

古澤 孝弘 35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2022)  
(組織委員)

古澤 孝弘 36th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2023)  
(組織委員)

岡本 一将 35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2022)  
(論文委員)

岡本 一将 36th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2023)  
(論文委員)

井谷 俊郎 35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2022)  
(組織委員)

井谷 俊郎 36th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2023)  
(組織委員)

SANTILLAN 35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2022)  
JULIUS JOSEPH (論文委員セクションサブヘッド)  
SUDLAY

SANTILLAN 36th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2023)  
JULIUS JOSEPH (論文委員セクションサブヘッド)  
SUDLAY

室屋 裕佐 アジア水化学シンポジウム 2022(AWC 2022) (実行委員)  
 古澤 孝弘 Q-BASIS (組織委員)  
 井谷 俊郎 International Conference on Extreme Ultraviolet Lithography 2022 (組織委員長)  
 古澤 孝弘 International Conference on Extreme Ultraviolet Lithography 2022 (組織副委員長)

#### 国内学会

日本原子力学会 2022 年秋の大会 1 件  
 NGL ワークショップ 2022 2 件  
 第 71 回高分子討論会 4 件  
 第 65 回放射線化学討論会 1 件

#### 取得学位

修士 (工学) An approach of estimating the effective reaction radius in polymer matrix based on bayesian optimization  
 JIN YUQING  
 修士 (工学) 極端紫外光リソグラフィに用いる有機スズ側鎖高分子の反応機構解析とパターンニング評価  
 高田 結以  
 修士 (工学) テトラアルキルアンモニウムヒドロキシド水溶液中での部分保護ポリ(4-ヒドロキシスチレン)薄膜の溶解挙動  
 別宮 瞳美

#### 科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究 (A) 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 7,800  
 古澤 孝弘 料開発  
 基盤研究 (B) 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 2,340  
 室屋 裕佐 ための基盤研究  
 基盤研究 (C) 放射線プロセスによる位置制御可能なケミカルフリー水中 1,170  
 岡本 一将 酸化物結晶生成法の確立

#### 奨学寄附金

古澤 孝弘 株式会社日立ハイテク ナノテクノロジーソリューション  
 古澤 孝弘 サンアップロ株式会社  
 古澤 孝弘 リソテックジャパン株式会社

#### 共同研究

古澤 孝弘 日本ゼオン株式会社  
 古澤 孝弘 東洋合成工業株式会社  
 古澤 孝弘 日産化学株式会社  
 古澤 孝弘 東京エレクトロン株式会  
 古澤 孝弘 三菱ガス化学株式会社  
 古澤 孝弘 量子科学技術研究開発機構  
 古澤 孝弘 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社  
 室屋 裕佐 株式会社日立製作所  
 岡本 一将 株式会社ダイセル  
 岡本 一将 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

#### その他の競争的研究資金

室屋 裕佐 株式会社ダイセル

#### 励起材料化学研究分野

##### 原著論文

[1] Zinc porphyrin covalent organic nanodisks synthesized from covalent organic frameworks and their photocatalytic antibacterial activity, Li, Xinxi;Su, Zheming;Fujitsuka, Mamoru;Osakada, Yasuko: JCIS Open, 10 (2023).

[2] Self-Interspersed mesoporous nanoplates assembled WO<sub>3</sub> boosts photoelectrocatalytic pollutants degradation: Enhancing separation and transfer of hole/electron pairs, Wang, Wei Kang;Zhou, Lu Lu;Cao, Hong Yang;Liu, Peng Xi;Li, Xiu Yan;Fujitsuka, Mamoru;Xu, Juan;Majima, Tetsuro: Applied Surface Science, 618 (2023).

[3] Programmed Control of Fluorescence Blinking Patterns based on Electron Transfer in DNA, Fan, Shuya;Takada, Tadao;Maruyama, Atsushi;Fujitsuka, Mamoru;Kawai, Kiyohiko: Chemistry - A European Journal, 29 (19) (2023) .

[4] Mesolysis of an asymmetric diphenyldisulfide radical anion studied by  $\gamma$ -ray and pulsed-electron radiolyses, Yamaji, Minoru;Tojo, Sachiko;Majima, Tetsuro;Fujitsuka, Mamoru: Physical chemistry chemical physics : PCCP, 25 (13) (2023) 9152-9157.

[5] Vanadyl Naphthalocyanine-Doped Polymer Dots for Near-Infrared Light-Induced Nitric Oxide Release and Bactericidal Effects, Liu, Zuoyue;Okada, Yuta;Ichinose, Yuma;Saitoh, Daisuke;Ieda, Naoya;Yamasaki, Seiji;Nishino, Kunihiko;Nakagawa, Hidehiko;Fujitsuka, Mamoru;Osakada, Yasuko: ACS Applied Nano Materials, 6 (2) (2023) 1487-1495.

[6] Large heterogeneity observed in single molecule measurements of intramolecular electron transfer rates through DNA, Fan, Shuya;Takada, Tadao;Maruyama, Atsushi;Fujitsuka, Mamoru;Kawai, Kiyohiko: Bulletin of the Chemical Society of Japan, 95 (12) (2022) 1697-1702.

[7] Electron-transfer kinetics through nucleic acids untangled by single-molecular fluorescence blinking, Fan, Shuya;Xu, Jie;Osakada, Yasuko;Hashimoto, Katsunori;Takayama, Kazuya;Natsume, Atsushi;Hirano, Masaki;Maruyama, Atsushi;Fujitsuka, Mamoru;Kawai, Kumi;Kawai, Kiyohiko: Chem, 8 (11) (2022) 3109-3119.

[8] Amphiphilic Rhodamine Nano-assembly as a Type I Supramolecular Photosensitizer for Photodynamic Therapy, Shigemitsu, Hajime;Sato, Kazuhide;Hagio, Satomi;Tani, Youhei;Mori, Tadashi;Ohkubo, Kei;Osakada, Yasuko;Fujitsuka, Mamoru;Kida, Toshiyuki: ACS Applied Nano Materials, 5 (10) (2022) 14954-14960.

[9] Fluorescein-Based Type I Supramolecular Photosensitizer via Induction of Charge Separation by Self-Assembly, Shigemitsu, Hajime;Ohkubo, Kei;Sato, Kazuhide;Bunno, Asuka;Mori, Tadashi;Osakada, Yasuko;Fujitsuka, Mamoru;Kida, Toshiyuki: JACS Au, 2 (6) (2022) 1472-1478.

[10] Porphyrin covalent organic nanodisks synthesized using acid-assisted exfoliation for improved bactericidal efficacy, Li, Xinxi;Shigemitsu, Hajime;Goto, Tomoyo;Kida, Toshiyuki;Sekino, Tohru;Fujitsuka, Mamoru;Osakada, Yasuko: Nanoscale Advances, 4 (14) (2022) 2992-2995.

[11] Photoinduced NO-release from polymer dots doped with an Ir(III) complex and N-methyl-N-nitroso-4-aminophenol, Daisuke Saitoh, Ayumi Suzuki, Naoya Ieda, Zuoyue Liu, Yasuko Osakada, Mamoru Fujitsuka, Mitsuyasu Kawaguchi, and Hidehiko Nakagawa: Organic & Biomolecular Chemistry, 21 (14) (2023) 2983–2989.

[12] Visible light-driven borylation of aryl halides by a B<sub>12</sub> derivative based on a dual photoredox strategy, Kaito Sasaki, Keita Shichijo, Mamoru Fujitsuka, and Hisashi Shimakoshi: Journal of Porphyrins and Phthalocyanines, (2023).

#### 国際会議

[1] In situ single molecule identification of point mutations in tumor cell block specimens by monitoring fluorescence blinking , 小阪田 泰子、藤塚 守、川井 清彦: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

#### 解説、総説

蛍光分子を一つひとつ見ると, 川井清彦、丸山厚、藤塚守, 化学, 化学同人, 77(19) (2022), 68-69.

#### 著書

[1]光反応の分光的な解析手段の基礎 (穂田宗隆、安倍学、岩澤伸治、草間博之)“有機光反応の基

礎”, 藤塚 守, 化学同人, (30-33) 2022.

[2]ラジカルイオン励起状態の直接観測と反応ダイナミクスの解明 (穂田宗隆、安倍学、岩澤伸治、草間博之)“有機光反応の基礎”, 藤塚 守, 化学同人, (162-167) 2022.

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

藤塚 守 The Ionizing Radiation and Polymers Symposium (IRaP2022) (Local Organizing Committee)

藤塚 守、川井清彦、小阪田 泰子 The 31st International Conference on Photochemistry (ICP2023) (Local Organizing Committee)

#### 国内学会

光化学討論会 4 件  
日本化学会春季年会 2 件

#### 取得学位

修士 (工学) 熱活性化遅延蛍光分子をドーブした放射線誘起発光を示すポリマーナノ粒子

浅沼 大輝

修士 (工学) フラール C60 ジアニオンの光誘起電子移動過程の研究

小林 真和

博士(工学) Studies on Synthesis and Applications of Porphyrin Covalent Organic Nanodisks (ポルフィリンナノディスクの合成とその応用に関する研究)

Xinxi LI

博士(工学) Studies on Electron Transfer Kinetics in DNA and RNA by Monitoring

FAN SHUYA Single-Molecule Fluorescence Blinking (1 分子蛍光ブリンキング観測による DNA および RNA 中の電子移動に関する研究)

#### 科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究 (B) ナノ光触媒の励起ダイナミクス 0

藤塚 守

基盤 B ナノ光触媒の励起ダイナミクス 3,380

藤塚 守

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 5,590

川井 清彦

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 文部科学省 300

藤塚 守 文部科学省 600

---

#### 機能物質化学研究分野

##### 原著論文

[1] Two-pot synthesis of unsymmetrical hetero[7]helicenes with intriguing optical properties, Salem, Mohamed S.H.;Khalid, Md Imrul;Sasai, Hiroaki;Takizawa, Shinobu: Tetrahedron, 133 (2023) .

[2] Electrochemical Synthesis of Hetero[7]helicenes Containing Pyrrole and Furan Rings via an Oxidative Heterocoupling and Dehydrative Cyclization Sequence, Salem, Mohamed S.H.;Khalid, Md Imrul;Sako, Makoto;Higashida, Keigo;Lacroix, Charlie;Kondo, Masaru;Takishima, Ryo;Taniguchi, Taisei;Miura, Masahiro;Vo-Thanh, Giang;Sasai, Hiroaki;Takizawa, Shinobu: Advanced Synthesis and Catalysis, 365 (3) (2023) 373-380.

[3] Metal-Free Aerobic C–N Bond Formation of Styrene and Arylamines via Photoactivated Electron Donor–Acceptor Complexation, Fan, Duona;Sabri, Ahmed;Sasai, Hiroaki;Takizawa, Shinobu: Molecules, 28 (1) (2023) .

[4] Two-Step Synthesis, Structure, and Optical Features of a Double Hetero[7]helicene, Salem, Mohamed S.H.;Sabri, Ahmed;Khalid, Md Imrul;Sasai, Hiroaki;Takizawa, Shinobu: *Molecules*, 27 (24) (2022) .

[5] Electrochemical synthesis of heterodehydro[7]helicenes, Khalid, Md Imrul;Salem, Mohamed S.H.;Sako, Makoto;Kondo, Masaru;Sasai, Hiroaki;Takizawa, Shinobu: *Communications Chemistry*, 5 (2022) .

[6] Bayesian optimization-driven parallel-screening of multiple parameters for the flow synthesis of biaryl compounds, Kondo, Masaru;Wathsala, H. D.P.;Salem, Mohamed S.H.;Ishikawa, Kazunori;Hara, Satoshi;Takaai, Takayuki;Washio, Takashi;Sasai, Hiroaki;Takizawa, Shinobu: *Communications Chemistry*, 5 (2022) .

[7] Electrochemical Synthesis of 1,1'-Binaphthalene-2,2'-diamines via Transition-Metal-Free Oxidative Homocoupling, Fan, Duona; Khalid, Md. Imrul; Kamble, Ganesh Taty; Sasai, Hiroaki; Takizawa, Shinobu: *Sustainable Chemistry*, 3 (4) (2022) 551-557.

[8] New anionic cobalt(III) complexes enable enantioselective synthesis of spiro-fused oxazoline and iodoacetal derivatives, Salem, Mohamed S.H.;Takizawa, Shinobu: *Frontiers in Chemistry*, 10 (2022) .

[9] DAST-mediated ring-opening of cyclopropyl silyl ethers in nitriles: facile synthesis of allylic amides via a Ritter-type process, Kirihara, Masayuki;Nakamura, Riho;Nakakura, Kana;Tujimoto, Kazuki;Salem, Mohamed S.H.;Suzuki, Takeyuki;Takizawa, Shinobu: *Organic and Biomolecular Chemistry*, 20 (33) (2022) 6558-6561.

[10] Electrochemical Carbon-Ferrier Rearrangement Using a Microflow Reactor and Machine Learning-Assisted Exploration of Suitable Conditions, Sato, Eisuke;Tachiwaki, Gaku;Fujii, Mayu;Mitsudo, Koichi;Washio, Takashi;Takizawa, Shinobu;Suga, Seiji: *Organic Process Research and Development*, (2022) .

#### 国際会議

[1] Asymmetric Synthesis of Eight-membered N-heterocycles: Autoorganocatalyzed Ring Expansion via Kinetic Resolution, T. Z. Aye: The 26th SANKEN International Symposium GREEN TRANSFORMATION For a Sustainable Society.

[2] Sustainable Approaches to Fine Chemical Synthesis, S. Takizawa: 2022 International Conference on Recent Advances in Chemical Sciences [RACS-2022].

[3] Electrochemical Synthesis of Helicenes, Dehydrohelicenes, and Circulenes, Md. I. Khalid, S. Takizawa: 2022 The 7th Conference of Bangladesh Crystallographic Association.

[4] Two-step Synthesis, Structure and Optical Features of a Double Hetero[7]helicene , I. U. Weadge, M. S. H. Salem, A. Sabri, Md. I. Khalid, S. Takizawa: The 26th SANKEN International Symposium GREEN TRANSFORMATION For a Sustainable Society.

#### 解説、総説

Atroposelective Synthesis of C-C Axially Chiral Compounds via Mono- and Dinuclear Vanadium Catalysis, Kumar, Ankit;Sasai, Hiroaki;Takizawa, Shinobu, *Accounts of Chemical Research*, アメリカ化学会, 55[20] (2022), 2949-2965.

#### 特許

[1] 「国際特許出願」 ,

[2] 「国内特許出願」新規なデヒドロヘテロヘリセン化合物およびその製造方法, 特開 2022-078673



## 国内学会

日本プロセス化学会 2022 サマーシンポジウム	3 件
第 51 回複素環化学討論会	3 件
第 38 回有機合成化学セミナー	2 件
第 48 回反応と合成の進歩シンポジウム	2 件
日本化学会第 103 春季年会	3 件
日本薬学会第 143 年会	2 件
第 11 回 JACI/GSC シンポジウム	1 件

## 科学研究費補助金

		単位：千円	
学術変革 (A)	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		0
滝澤 忍	応用		
学術変革 (A)	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	6,110	
滝澤 忍	応用		
基盤研究 (C)	環境低負荷な高活性卑金属複合触媒の創製を基軸とする不	2,470	
滝澤 忍	斉 C-C 結合形成反応の開発		
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	
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	0	

---

## 精密制御化学研究分野

### 原著論文

- [1] Fluorescent indicator displacement assay for the discovery of UGGAA repeat-targeted small molecules, Shibata Tomonori;Matsumoto, Yasumasa;Iihara, Akiko;Yamada, Kazunori;Ochiai, Hiroshi;Saito, Ryo;Kusaka, Shinichi;Kume, Toshiyuki: Chem. Commun. 59 (2023) 5071-5074.
- [2] Quantitative Microscopic Observation of Base-Ligand Interactions via Hydrogen Bonds by Single-Molecule Counting, Takashima, Yusuke;Komoto, Yuki;Ohshiro, Takahito;Nakatani, Kazuhiko;Taniguchi, Masateru: Journal of the American Chemical Society, 145 (2) (2023) 1310-1318.
- [3] A small molecule binding to TGGAA pentanucleotide repeats that cause spinocerebellar ataxia type 31, Shibata, Tomonori;Nakatani, Kazuhiko: Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters, 79 (2023) .
- [4] Inhibitory Effects of Mismatch Binding Molecules on the Repair Reaction of Uracil-Containing DNA, Ulhusna, Anisa;Murata, Asako;Nakatani, Kazuhiko: Biochemistry, 61 (22) (2022) 2522-2530.
- [5] Method for Identifying Sequence Motifs in Pre-miRNAs for Small-Molecule Binding, Takashima, Yusuke;Murata, Asako;Iida, Kei;Sugai, Ayako;Hagiwara, Masatoshi;Nakatani, Kazuhiko: ACS Chemical Biology, 17 (10) (2022) 2817-2827.
- [6] Synthesis and Evaluation of Oligonucleotide-Containing 2'-O-{{(4,5',8-Trimethylpsoralen)-4'-ylmethoxy}ethylaminocarb-onyl}adenosine as Photo-crosslinkable Gene Targeting Tools, Mikame, Yu;Sakai, Yui;Tahara, Ryo;Doi, Kinuka;Yamamoto, Tsuyoshi;Dohno, Chikara;Shibata, Takayuki;Yamayoshi, Asako: Chemical & pharmaceutical bulletin, 70 (10) (2022) 726-730.
- [7] NMR determination of the 2:1 binding complex of naphthyridine carbamate dimer (NCD) and CGG/CGG triad in double-stranded DNA, Yamada, Takeshi;Furuita, Kyoko;Sakurabayashi, Shuhei;Nomura, Makoto;Kojima, Chojiro;Nakatani, Kazuhiko: Nucleic acids research, 50 (17) (2022) 9621-9631.
- [8] Premature translation termination mediated non-ER stress induced ATF6 activation by a ligand-dependent ribosomal frameshifting circuit, Hsu, Hsiu Ting;Murata, Asako;Dohno,

Chikara;Nakatani, Kazuhiko;Chang, Kung Yao: *Nucleic Acids Research*, 50 (9) (2022) 5369-5383.

#### 国際会議

[1] Regulating circular RNA production in cells using 3-way junction forming antisense oligonucleotide, Lu Ni, Takeshi Yamada, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: XXIV International Round Table on Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids, 2022.

[2] Guanine-guanine Mismatch Binding Ligand Inhibition to Base Excision Repair Enzymes' Reactions In Vitro, Anisa Ulhusna, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: XXIV International Round Table on Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids, 2022.

[3] A Fluorescence Probe ANP77 for Sensing RNA Internal Loops and Their Binding Molecules, Bimolendu Das, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[4] Regulating circular RNA production in cellular model using bridging antisense oligonucleotide, Lu Ni, Takeshi Yamada, Kazuhiko Nakatani: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[5] A rapid method for obtaining the interacting pairs of RNA-small molecule and its statistical analysis, Yusuke Takashima, Asako Murata, Ayako Sugai, Kazuhiko Nakatani: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[6] Synthesis of 2-Amino-1, 8-Naphthyridine Dimer Derivatives and Their Binding Properties to Nucleic Acids, Ryosuke Ishimaru, Bimolendu Das, Kazuhiko Nakatani: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[7] Synthesis and Properties of Naphthyridine-Azaquinolone Dimer, Takeshi Yamada, Qingwen Chen, Kazuhiko Nakatani: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[8] Inhibition of the Activity of Base Excision Repair Enzymes by Mismatch Binding Ligand Binding to Uracil-containing DNA, Anisa Ulhusna, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[9] Control of RNA Foci Formation by Photo-Switchable Ligands, Yusuke Fujiwara, Tomonori Shibata, Chikara Dohno, Kazuhiko Nakatani: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[10] Evaluation of APOBEC-catalyzed cytosine deamination for the repeat DNAs, Luyan Zhang, Tomonori Shibata, Asako Murata, Kazuhiko Nakatani: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[11] Evaluation of the effect of small-molecule binding to mRNA on ribosomal frameshifting in SARS-CoV-2, Asako Murata, Hiyori Fujii, Risa Anami, Ayako Sugai, Kazuhiko Nakatani: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[12] Machine learning assisted classification of small molecules targeting CAG repeat DNA, Qingwen Chen, Takeshi Yamada, Asako Murata, Yasuyuki Matsushita, Kazuhiko Nakatani: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[13] Triplex stabilizing effect and photo-crosslinking ability of a novel psoralen-conjugated triplex-forming oligonucleotides, Yu Mikame, Honoka Eshima, Juki Nakao, Tsuyoshi Yamamoto, Chikara Dohno, Takehiko Wada, Asako Yamayoshi: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[14] Development of novel psoralen-conjugated triplex forming oligonucleotides targeting provirus gene,

Juki Nakao, Honoka Eshima, Yu Mikame, Tsuyoshi Yamamoto, Chikara Dohno, Takehiko Wada, Asako Yamayoshi: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[15] Interaction between BzDANP and RNA hairpins derived from human pre-miR-136, Aina Fujiwara, Shuhei Sakurabayashi, Eitaro Murakami, Kazuhiko Nakatani, Gota Kawai: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[16] Dynamic features of d(CGG)<sub>n</sub> recognition mechanism of naphthyridine dimer revealed by NMR, Shuhei Sakurabayashi, Kyoko Furuita, Takeshi Yamada, Toshimichi Fujiwara, Kazuhiko Nakatani, Chojiro Kojima: The 49th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

#### 特許

[1] 「国内特許出願」 固体電解コンデンサ及び製造方法, 2022-175755

[2] 「国内特許出願」 一本鎖核酸及びその用途, 2023-014938

[3] 「国際特許出願」 ポリチオフェン化合物および導電性材料組成物, 111120864

[4] 「国内成立特許」 脊髄小脳変性症 3 1 型抑制剤, 2018-073666

[5] 「国内成立特許」 リピート不安定性と関連する疾患を治療する方法, 2019-529315

#### 国内学会

生体機能関連化学部会 若手の会 第 33 回サマースクール	1 件
RNA フロンティアミーティング	2 件
第 61 回 NMR 討論会(2022)	1 件
日本化学会第 103 春季年会	6 件
第 1 回 RNA-FS 部門シンポジウム RNA 研究が拓く生命科学	1 件
日本核酸化学会第 6 回年会	9 件
よこはま MNR 研究会第 7 回国際シンポジウム	1 件
第 26 回産研国際シンポジウム	1 件

#### 取得学位

博士(理学)	低分子の結合標的 RNA モチーフの新規探索手法の開発および核酸-低分子相互作用の 1 分子計測による観測
高島 裕介	
修士(理学)	2-アミノ-1,8-ナフチリジン二量体リンカー結合位置異性体の合成と核酸に対する結合特性評価
石丸 稜介	
修士(理学)	2-フェニルジアゼニル-1,8-ナフチリジン骨格をもつ新規光応答性核酸結合リガンドの合成と評価
佐々木 崇	
修士(理学)	15N 標識ナフチリジン誘導体の合成とそれを用いた核酸との相互作用の NMR 解析
杉浦 徳昭	
修士(理学)	核酸との結合の光制御を可能にするケージドナフチリジン誘導体の合成と評価
中原 安里彩	
修士(理学)	ナフチリジンカーバメートダイマー誘導体のリンカー構造と DNA 結合活性相関研究
中町 彩乃	
修士(理学)	Development of Quinoxaline-2,3-dione Derivatives Binding to DNA and RNA with Tandem C-C Mismatches and Evaluation of Small Molecules Regulating SMN2 RNA Splicing
Xing Zilu	
学士(理学)	リピート RNA の液-液相分離を誘導する分子の合成と評価
芝田 宙	

#### 科学研究費補助金

基盤研究 (A)	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	単位：千円	0
中谷 和彦			

基盤研究 (A)	ミスマッチ結合分子の異常伸長リピート配列への結合経路と短縮誘導効果の解明	17,160	
中谷 和彦			
基盤研究 (B)	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	0	
堂野 主税			
基盤研究 (B)	疾患関連リピート RNA の相分離を制御するケージドリガンドの創製	4,290	
堂野 主税			
基盤研究 (B)	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	0	
柴田 知範			
基盤研究 (B)	脊髄小脳変性症 31 型を標的とする低分子の作用機序解明と毒性リピート RNA 機能抑制	4,420	
柴田 知範			
挑戦的研究萌芽	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	
柴田 知範			
基盤研究 (C)	環状 RNA の生合成を促進するアンチセンスオリゴの開発	1,300	
山田 剛史			
特別研究員奨励費	RNA 結合分子による環状 RNA の生合成促進	800	
Ni Lu			
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)	核酸標的的低分子によるトリプレットリピート病の治療開発	13,000
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 (国研) 科学技術振興機構	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)	100,100
堂野 主税		化合物による非膜性 RNP 構造体の操作技術開発	20,852
補助金等プロジェクト			
中谷 和彦	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 (産研 / 鈴木孝禎教授からの分担)	生命高分子間相互作用を阻害する分子技術の高度化と創薬化学支援	2,000
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	株式会社 Veritas In Silico	核酸と低分子の相互作用の理論計算と実測による解析	979
中谷 和彦	三進金属工業株式会社	安全な理想的化学系研究室環境設備に係る研究及び機器開発	1,300
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
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	1,690
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	200

---

## 複合分子化学研究分野

### 原著論文

- [1] The discovery of 3,3-dimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoxaline-1-carboxamides as AMPD2 inhibitors with a novel mechanism of action, Kitao, Yuki;Saito, Tadataka;Watanabe, Satoshi;Ohe, Yasuhiro;Takahashi, Koichi;Akaki, Tatsuo;Adachi, Tsuyoshi;Doi, Satoki;Yamanaka, Kenji;Murai, Yasutaka;Oba, Makoto;Suzuki, Takayoshi: *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 80 (2023) 129110.
- [2] Cancer-Cell-Selective Targeting by Arylcyclopropylamine-Vorinostat Conjugates, Ota, Yosuke;Itoh, Yukihiro;Kurohara, Takashi;Singh, Ritesh;Elboray, Elghareeb E.;Hu, Chenliang;Zamani, Farzad;Mukherjee, Anirban;Takada, Yuri;Yamashita, Yasunobu;Morita, Mie;Horinaka, Mano;Sowa, Yoshihiro;Masuda, Mitsuharu;Sakai, Toshiyuki;Suzuki, Takayoshi: *ACS Medicinal Chemistry Letters*, 13 (10) (2022) 1568-1573.
- [3] A Novel HDAC1-Selective Inhibitor Attenuates Autoimmune Arthritis by Inhibiting Inflammatory Cytokine Production, Zhe, Wei;Hoshina, Naomi;Itoh, Yukihiro;Tojo, Toshifumi;Suzuki, Takayoshi;Hase, Koji;Takahashi, Daisuke: *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 45 (9) (2022) 1364-1372.
- [4] Using  $\alpha$ - and  $\beta$ -Epimerizations of cis-2,3-Bis(hydroxymethyl)- $\gamma$ -butyrolactone for the Synthesis of Both Enantiomers of Enterolactone, Jiang, Rui;Ismiyarto, ;Abe, Tsukasa;Zhou, Da Yang;Asano, Kaori;Suzuki, Takayoshi;Sasai, Hiroaki;Suzuki, Takeyuki: *Journal of Organic Chemistry*, 87 (8) (2022) 5051-5056.
- [5] Medicinal Chemistry Research on Targeting Epigenetic Complexes, Takada, Yuri;Yamashita, Yasunobu;Itoh, Yukihiro;Suzuki, Takayoshi: *Yuki Gosei Kagaku Kyokaishi/Journal of Synthetic Organic Chemistry*, 80 (7) (2022) 664-675.
- [6] Catalytic asymmetric synthesis of (–)-arctigenin using a chiral Ir complex, Rui Jiang, Da-Yang Zhou, Kaori Asano, Takayoshi Suzuki, Takeyuki Suzuki: *Tetrahedron*, 133 (2023) 133287.
- [7] Lysine-specific histone demethylase 1A (KDM1A/LSD1) inhibition attenuates DNA double strand break repair and augments efficacy of temozolomide in glioblastoma, Salvador Alejo, Bridgitte E. Palacios, Prabhakar Pitta Venkata, Yi He, Wenjing Li, Jessica D. Johnson, Yihong Chen, Uday P. Pratap, Sridharan Jayamohan, Kyra Clarke, Yi Zou, Yingli Lv, Korri Weldon, Suryavathi Viswanadhappalli, Zhao Lai, Zhenqing Ye, Yidong Chen, Andrea R. Gilbert, Takayoshi Suzuki, Rajeshwar R. Tekmal, Weixing Zhao, Siyuan Zheng, Ratna K. Vadlamudi, Andrew J. Brenner, Gangadhara R. Sareddy: *Neuro-Oncology*, (2023) .

### 国際会議

- [1] 16. Proteolysis targeting chimeras (PROTACs) targeting epigenetic enzymes, Y.Itoh: International Congress on Pure & Applied Chemistry Kota Kinabalu.

### 解説、総説

- エピジェネティクス制御を作用機序とする分子標的薬, 伊藤幸裕, 小児外科, 東京医学社, 55[2] (2023), 181-183.

### 特許

- [1] 「国内特許出願」 2022-135257
- [2] 「国際特許出願」 電子ビーム照射装置及び電子ビーム照射方法, PCT/JP2023/002326

### 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 143 年会	4 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	2 件
第 39 回メディシナルケミストリーシンポジウム	5 件
第 96 回日本薬理学会年会	1 件
第 49 回日本毒性学会学術年会	1 件
第 20 回次世代を担う有機化学シンポジウム	1 件
第 15 回日本エピジェネティクス研究会年会	1 件
生体機能関連化学部会若手の会 第 33 回サマースクール	1 件
日本薬学会第 143 年会	4 件
日本ケミカルバイオロジー学会 第 16 回年会	2 件

## 取得学位

修士 (理学) 胡 辰梁	Development of Phosphorylation Inducers Targeting Lysine-Specific Demethylase 1
修士 (理学) 倪 思瑤	Design, synthesis, and biological evaluation of RING1A/B inhibitors
修士 (理学) 安達 恭平	SNAIL1 の配列を基盤とした LSD1 阻害ペプチドの探索
修士 (理学) 喩 聖旺	Development of degraders for lysine specific demethylase 1(LSD1) based on bioorthogonal click chemistry
修士 (理学) 竹島 大和	タンパク質修飾分子としての応用を指向したスクアリン酸誘導体の反応性検証
修士 (理学) 趙 博文	Identification of KDM3A inhibitors using click chemistry-based fragment assembly
修士 (理学) 寺尾 允太	細胞評価系で高い活性を示す KDM5B 阻害薬の創製

## 科学研究費補助金

		単位：千円
特別研究員奨励費(外国人) 鈴木 孝禎	エピジェネティック長鎖ノンコーディング RNA を標的とした創薬化学研究	900
基盤研究 (A) 鈴木 孝禎	標的誘導型合成による革新的医薬品候補化合物の創製	13,780
基盤研究 (B) 伊藤 幸裕	クリックケミストリーに基づく生物活性化合物創製法の確立	5,070
挑戦的研究萌芽 伊藤 幸裕	RNA 分解誘導化合物の開発とその薬学的応用	1,560
若手研究 山下 泰信	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
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
若手研究 高田 悠里	効率的タンパク質分解を実現する革新的分子技術の創出	1,690
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	1,300

## 受託研究

鈴木 孝禎	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構創薬基盤推進研究事業	結合解離速度論に基づいた低分子医薬品候補化合物の創出	13,000
鈴木 孝禎	文部科学省		600



鈴木 孝禎	(AMED)日本医療研究 開発機構	生命高分子間相互作用を阻害する 分子技術の高度化と創薬化学 支援	27,500
鈴木 孝禎	日本学術振興会	産研 鈴木／外国人特別研究員 (調査研究費) HUBBALL	840
<b>奨学寄附金</b>			
高田 悠里	公益財団法人アステラス病態代謝研究会	理事長 熊ノ郷 淳	2,000
吉崎 和幸	吉崎 和幸		4,000
<b>共同研究</b>			
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	0

---

## 生体分子反応科学研究分野

### 原著論文

[1] Specific Binding and Endocytosis of Liposomes to HEK293T Cells via Myrisoylated Pre-S1 Peptide Bound to Sodium Taurocholate Cotransporting Polypeptide, Hinuma, Shuji;Fujita, Kazuyo;Kuroda, Shun'ichi: Vaccines, 10 (12) (2022) .

[2] The a subunit isoforms of vacuolar-type proton ATPase exhibit differential distribution in mouse perigastrulation embryos, Sun-Wada, Ge Hong;Wada, Yoh: Scientific Reports, 12 (1) (2022) .

[3] The lysosomal V-ATPase a3 subunit is involved in localization of Mon1-Ccz1, the GEF for Rab7, to secretory lysosomes in osteoclasts, Matsumoto, Naomi;Sekiya, Mizuki;Sun-Wada, Ge Hong;Wada, Yoh;Nakanishi-Matsui, Mayumi: Scientific Reports, 12 (1) (2022) .

[4] Serial femtosecond X-ray crystallography of an anaerobically formed catalytic intermediate of copper amine oxidase, Murakawa, Takeshi;Suzuki, Mamoru;Fukui, Kenji;Masuda, Tetsuya;Sugahara, Michihiro;Tono, Kensuke;Tanaka, Tomoyuki;Iwata, So;Nango, Eriko;Yano, Takato;Tanizawa, Katsuyuki;Okajima, Toshihide: Acta Crystallographica Section D: Structural Biology, 78 (2022) 1428-1438.

[5] Nano-visualization of the in vitro antiviral activity of black tea based on production area using a liposome-based virus membrane model, Iijima, Masumi;Kawaguchi, Atsushi;Ogura, Yukino;Yoshimoto, Ryotaro;Kaneda, Moemi;Kera, Kota;Kuroda, Shun'ichi;Nakayama, Tsutomu: Bioscience, biotechnology, and biochemistry, 86 (12) (2022) 1658-1669.

[6] Mechanical detection of interactions between proteins related to intermediate filament and transcriptional regulation in living cells, Yamagishi, Ayana;Mizusawa, Mei;Uchida, Koki;Iijima, Masumi;Kuroda, Shun'ichi;Fukazawa, Kyoko;Ishihara, Kazuhiko;Nakamura, Chikashi: Biosensors and Bioelectronics, 216 (2022) .

[7] Effects of 3-octen-2-one on human olfactory receptor responses to vanilla flavor, Yasunaga, Motoki;Takai, Eiji;Hattori, Shoji;Tatematsu, Kenji;Kuroda, Shun'ichi: Bioscience, biotechnology, and biochemistry, 86 (11) (2022) 1562-1569.

[8] Molecular mechanism of a large conformational change of the quinone cofactor in the semiquinone intermediate of bacterial copper amine oxidase, Shoji, Mitsuo;Murakawa, Takeshi;Nakanishi, Shota;Boero, Mauro;Shigeta, Yasuteru;Hayashi, Hideyuki;Okajima, Toshihide: Chemical Science, 13 (36) (2022) 10923-10938.

[9] Engineering of Extracellular Vesicles for Small Molecule-Regulated Cargo Loading and Cytoplasmic Delivery of Bioactive Proteins, Somiya, Masaharu;Kuroda, Shun'ichi: Molecular pharmaceutics, 19 (7)

(2022) 2495-2505.

[10] Re-evaluation of protein neutron crystallography with and without X-ray/neutron joint refinement, Murakawa, Takeshi;Kurihara, Kazuo;Adachi, Motoyasu;Kusaka, Katsuhiko;Tanizawa, Katsuyuki;Okajima, Toshihide: IUCrJ, 9 (2022) 342-348.

### 国際会議

[1] Deciphering the cytoplasmic delivery mechanism of extracellular vesicles for drug delivery application, Masaharu Somiya: 化学工学会、第 88 回年会 国際シンポジウム “Biomedical engineering challenges toward intractable diseases”.

[2] RNA editing-based assay for precise evaluation of EV-mediated mRNA transfer, M. Somiya and S. Kuroda: ISEV 2022 Annual Meeting.

### 解説、総説

ヒト嗅覚受容体発現セルアレイセンサーでなければ解決できない匂い課題について, 黒田俊一, 月刊せんい, 日本繊維機械学会, 75 (11) (2022), 611-618.

ヒト嗅覚受容体発現セルアレイセンサーの開発と社会実装, 森山さくら、立松健司、日沼州司、黒田俊一, 香料, 日本香料協会誌, 296 (12) (2022), 9-16.

Progress of Endogenous and Exogenous Nanoparticles for Cancer Therapy and Diagnostics, Hideaki Fujita, Seiichi Ohta, Noriko Nakamura, Masaharu Somiya, and Masanobu Horie, Genes, MDPI, 14 (2023), 259.

Recent advances in animal cell technologies for industrial and medical applications, Masanobu Horie, Noriko Yamano-Adachi, Yoshinori Kawabe, Hidenori Kaneoka, Hideaki Fujita, Eiji Nagamori, Ryosuke Iwai, Yasushi Sato, Kei Kanie, Seiichi Ohta, Masaharu Somiya, Kosuke Ino, Journal of Bioscience and Bioengineering, Elsevier, 133 (2022), 509–514.

Comment on ‘Cutting Edge: Circulating Exosomes with COVID Spike Protein Are Induced by BNT162b2 (Pfizer-BioNTech) Vaccination prior to Development of Antibodies: A Novel Mechanism for Immune Activation by mRNA Vaccines, M. Somiya, Journal of Immunology, The American Association of Immunologists, 208 (2022), 1833.2-1833.

新型コロナワクチン啓発プロジェクト『こびナビ』の SNS を活用した科学・医療コミュニケーションの実践, 曾宮正晴, 岡田玲緒奈, 木下喬弘, and 安川康介, Japanese Journal of Science Communication, 北海道大学 高等教育推進機構 オープンエデュケーションセンター 科学技術コミュニケーション教育研究部門 (CoSTEP) , 31 (2022), 29-38.

Roles of Two-Component Signal Transduction Systems in Shigella Virulence, Martina Pasqua, Marco Coluccia, Yoko Eguchi, Toshihide Okajima, Milena Grossi, Gianni Prosseda, Ryutaro Utsumi, Bianca Colonna, Biomolecules, MDPI, 12 (2022), 1321.

### 著書

[1]ヒト嗅覚受容体センサーの開発 (都甲潔)“おいしさの科学とフードテック最前線”, 黒田 俊一, CMC 出版, (第 3 章) 2022.

[2]Oriented immobilization of biomolecules on small surfaces (Dr. Maria Lujan Ferreira)“Biocatalyst Immobilization: Foundations and Applications”, Masumi IJIMA, Shun'ichi KURODA, Elsevier, (249-268) 2022.

[3]プロラクチン放出ペプチド (南野 直人)“生活性ペプチドハンドブック”, 日沼 州司、福住 昌司, メデイカルドウ, (201) 2022.

- [4]RF アミドペプチドの発見の歴史 (南野 直人)“生活性ペプチドハンドブック”, 福住 昌司、日沼 州司, メデイカルドウ, (342-345) 2022.
- [5]RF 関連ペプチド 1 (南野 直人)“生活性ペプチドハンドブック”, 福住 昌司、日沼 州司, メデイカルドウ, (346-347) 2022.
- [6]ピログルミル化RFアミドペプチド (南野 直人)“生活性ペプチドハンドブック”, 福住 昌司、日沼 州司, メデイカルドウ, (348) 2022.
- [7]RF 関連ペプチド 4 (南野 直人)“生活性ペプチドハンドブック”, 福住 昌司、日沼 州司, メデイカルドウ, (349) 2022.
- [8]アペリン (南野 直人)“生活性ペプチドハンドブック”, 細谷 昌樹、日沼 州司, メデイカルドウ, (388) 2022.
- [9]ヒューマニン (南野 直人)“生活性ペプチドハンドブック”, 原田 征隆、日沼 州司, メデイカルドウ, (573) 2022.
- [10]Cancer initiation and inflammation (Nima Rezaei)“Handbook of cancer and immunology”, Said M. Afify, Akimasa Seno, Shuji Hinuma, Masaharu Seno, Springer Nature, (1-15) 2023.

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
挑戦的研究開拓 黒田 俊一	ヒト嗅覚受容体セルアレイセンサーによるヒトにおい認識システムの解明	7,800
挑戦的研究萌芽 岡島 俊英	ラジカル架橋酵素により構築した生理活性環状化ペプチドの作用機構解析と最適化	3,120
新学術領域研究 和田 洋	小腸上皮におけるマイクロオートファジーの分子機構	0
新学術領域研究 和田 洋	小腸上皮におけるマイクロオートファジーの分子機構	0
新学術領域研究 和田 洋	小腸上皮におけるマイクロオートファジーの分子機構	2,860
基盤研究 (C) 和田 洋	エンドソームーリソソーム間のマイクロオートファジーを支える分子機構	0
受託研究 黒田 俊一	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 (医学からの分担) B 型肝炎ウイルス (HBV) 感染・増殖に関わるウイルス-宿主相互作用連関の解明による抗 HBV 戦略の展開	9,100

#### 奨学寄附金

黒田 俊一	黒田 俊一	1,000
黒田 俊一	黒田 俊一	3,000
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

#### 共同研究

黒田 俊一	株式会社プロテクトィア	非膜ウイルスに対するカテキン誘導体の作用メカニズム解析	0
黒田 俊一	株式会社ビズジーン	酵母遺伝子の解析と発酵に関する研究	0
黒田 俊一	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
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	富士フイルム株式会社	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	株式会社香味醗酵	嗅覚受容体を用いた匂いセンサーのハード部分の改良	0

---

## 生体分子制御科学研究分野

### 原著論文

- [1] Investigating multidrug efflux pumps associated with fatty acid salt resistance in *Escherichia coli*, S. Yamasaki, T. Yoneda, S. Ikawa, M. Hayashi-Nishino, K. Nishino: *Frontiers in Microbiology*, 14 (2023) 954304.
- [2] An Electron Tomographic Analysis of Giantin-Deficient Golgi Proposes a New Function of the Golgin Protein Family, A. Satoh, M. Hayashi-Nishino, K. Nishino: *Methods in Molecular Biology*, 2557 (2023) 235-246.
- [3] Vanadyl naphthalocyanine-doped polymer dots for near-infrared light-induced nitric oxide release and bactericidal effects, Z. Liu, Y. Okada, Y. Ichinose, D. Saitoh, N. Ieda, S. Yamasaki, K. Nishino, H. Nakagawa, M. Fujitsuka, Y. Osakada: *ACS Appl. Nano. Mater.*, 6 (2023) 1487-1495.
- [4] Drug resistance and physiological roles of RND multidrug efflux pumps in *Salmonella enterica*, *Escherichia coli*, and *Pseudomonas aeruginosa*, S. Yamasaki, M. Zwama, T. Yoneda, M. Hayashi-Nishino, K. Nishino: *Microbiology*, (2023) in press.
- [5] Coordination of bacterial cell wall and outer membrane biosynthesis, Hummels, Katherine R.;Berry, Samuel P.;Li, Zhaoqi;Taguchi, Atsushi;Min, Joseph K.;Walker, Suzanne;Marks, Debora S.;Bernhardt, Thomas G.: *Nature*, 615 (2023) 300-304.
- [6] Spatial Characteristics of the Efflux Pump MexB Determine Inhibitor Binding, Yamasaki, Seiji;Koga, Naoki;Zwama, Martijn;Sakurai, Keisuke;Nakashima, Ryosuke;Yamaguchi, Akihito;Nishino, Kunihiko: *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 66 (11) (2022) .
- [7] Structure-based analysis and evolution of a monomerized red-colored chromoprotein from the *Olindias formosa* jellyfish, Zhai, Le;Nakashima, Ryosuke;Shinoda, Hajime;Ike, Yoshimasa;Matsuda, Tomoki;Nagai, Takeharu: *Protein Science*, 31 (5) (2022) .
- [8] Evaluation of efflux pump inhibitors of MexAB- or MexXY-OprM in *Pseudomonas aeruginosa* using nucleic acid dyes, Fujiwara, Masasuke;Yamasaki, Seiji;Morita, Yuji;Nishino, Kunihiko: *Journal of Infection and Chemotherapy*, 28 (5) (2022) 595-601.
- [9] Proximal Binding Pocket Arg717 Substitutions in *Escherichia coli* AcrB Cause Clinically Relevant Divergencies in Resistance Profiles, Zwama, Martijn;Nishino, Kunihiko: *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 66 (4) (2022) .
- [10] Analysis of multidrug efflux transporters in resistance to fatty acid salts reveals a TolC-independent function of EmrAB in *Salmonella enterica*, Yoneda, Tomohiro;Sakata, Hiroki;Yamasaki, Seiji;Hayashi-Nishino, Mitsuko;Nishino, Kunihiko: *PLoS ONE*, 17 (4 April) (2022) .
- [11] Role of the drug efflux pump in the intrinsic cefiderocol resistance of *Pseudomonas aeruginosa*, S. Ikawa, S. Yamasaki, Y. Morita, K. Nishino: *bioRxiv*, 494263 (2022) 1-26.

## 国際会議

[1] Development of Universal Inhibitors of Drug Efflux Pumps to Overcome Multidrug-Resistant *Pseudomonas aeruginosa* Infections, K. Nishino: Gordon Research Conference on Multi-Drug Efflux Systems.

## 解説、総説

Masters of misdirection: peptidoglycan glycosidases in bacterial growth, Weaver, Anna; Taguchi, Atsushi;Dorr, Tobias, *Journal of Bacteriology, American Society for Microbiology*, 205(3) (2023), e00428-22.

深層学習によって薬剤耐性菌の形態特徴を可視化する（目で見えるバイオ），西野 美都子、青木 工太、西野 邦彦，*バイオサイエンスとインダストリー*, JBA, 80 (2022), 374-375.

深層学習を用いた画像解析による薬剤耐性菌の判別（トピックス），西野 美都子、青木 工太、西野 邦彦，*バイオサイエンスとインダストリー*, JBA, 80 (2022), 402-403.

Inhibitor binding pits analysis of bacterial multidrug efflux transporters for new drug development, S. Yamasaki, M. Zwama, N. Koga, K. Sakurai, R. Nakashima, A. Yamaguchi, K. Nishino, *Precision Medicine, New Science Co., Ltd.*, 5(14) (2022), (1310)56-(1314)60.

多剤耐性菌感染症克服を目指して，西野 邦彦，*生産と技術*，生産技術振興協会，.

## 特許

[1] 「国内特許出願」 2022-135257

## 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	2 件
日本薬学会年会	2 件
日本化学療法学会	2 件
日本生化学会	1 件
日本感染症学会	1 件
日本細菌学会関西支部総会	1 件

## 取得学位

博士（薬科学）	米田 智廣	薬剤排出ポンプの生理的機能における役割の解明
修士（薬科学）	ワイズ 健	リゾリン脂質輸送体 MFSD2A/2B のキメラ解析による基質認識部位の探索
修士（薬科学）	井川 創太	緑膿菌セフィデロコル自然抵抗性における薬剤排出ポンプの役割解明
修士（薬科学）	中村 透唯	血球系の S1P 輸送体 MFSD2B の細胞特異的な活性調節機構の解析
学士（薬学）	徳光 津名魅	サルモネラの血清耐性における薬剤排出ポンプの役割の解明

学士（薬学） 岸 勝太	抗菌薬リネゾリドに対するグラム陰性菌の内在性耐性因子の解析	
学士（薬学） 池邊 美季	光学顕微鏡画像を用いた多剤耐性大腸菌のバイオフィォマティクス解析	

### 科学研究費補助金

		単位：千円
挑戦的研究萌芽 西野 邦彦	薬剤耐性菌のバイオメトリクス研究	2,470
基盤研究（C） 西 毅	リゾリン脂質輸送体の分子機構の解明	1,040
基盤研究（B） 西野 美都子	AIによる多剤耐性菌モルフォミクスとバイオフィォマティクスの融合研究	3,510
研究活動スタート支援 田口 厚志	肺炎球菌における多剤排出ポンプの機能解析	1,560
若手研究 ZWAMA MARTIJN	Characterization of unstudied RND-type multidrug efflux pumps from pathogenic microorganisms	1,170
受託研究 西野 邦彦	（国研）科学技術振興機構 各種病原体の管理、解析	14,690
西野 邦彦	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構創薬支援推進事業・創薬総合支援事業 実験調査課題名：多剤耐性アシネトバクターの薬剤排出ポンプの創薬標的としての検証	6,600
西野 邦彦	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構新興・再興感染症に対する革新的医薬品等開発推進研究事業 RND型多剤排出ポンプである MexAB/OprM 及び MexXY/OprM を dual に阻害する抗多剤耐性緑膿菌薬の開発	58,500

### 奨学寄附金

田口 厚志	公益財団法人 武田科学振興財団 理事長 飯澤 祐史	2,000
田口 厚志	公益財団法人発酵研究所 理事長 中濱 一雄	3,000
ZWAMA MARTIJN	公益財団法人住友財団 理事長 住友 吉左衛門	1,200
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	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発育阻止物質の探索	1,500
西野 邦彦	国立研究開発法人日本医療研究開発機構 多剤耐性アシネトバクターの薬剤排出ポンプの創薬標的としての検証（DNW-22009）	540
西野 邦彦	日本薬科大学 アシネトバクターソーリのキノロン薬耐性機構 - 標的酵素酵素の変異解析	200
西野 邦彦	高エネルギー加速器研究機構 グラム陽性菌薬剤排出トランスポーターの機能解析	150
西野 邦彦	明治薬科大学 緑膿菌の多剤排出系 MexXY 阻害剤の作用メカニズムの解析	300



西野 邦彦	日本薬科大学	かんきつ類およびフラボノイド系化合物をリソースとした多剤耐性菌に有効な染色体分配阻害剤のスクリーニング	200
西野 邦彦	京都薬科大学	AI 予測による小胞体ストレス誘導毒素の阻害剤創薬	400
西野 邦彦	姫路獨協大学	グルコン酸クロルヘキシジン曝露によるアシネトバクターの 抗菌剤交差耐性機構の解明	200
西野 邦彦	日本薬科大学	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	150
西野 邦彦	姫路獨協大学	臨床分離多剤耐性アシネトバクター属のインテグロンに関する調査	130
西野 邦彦	日本薬科大学	抗菌活性を有するアニオン性フラレン誘導体の探索	150
西野 邦彦	香港大学	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	315
<b>その他の競争的研究資金</b>			
田口 厚志	日本学術振興会 (二国間交流事業・シンガポール)	細胞壁由来の病原因子の分泌に関与する細菌外膜輸送体の同定と機能解析	2,375
西野 邦彦	日本財団	解糖系による細胞壁合成をターゲットとした新規抗菌薬の開発	3,000
西野 邦彦	文部科学省	多剤耐性菌のバイオメトリクス研究	1,000
西野 邦彦	文部科学省	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	500
西野 邦彦	文部科学省	パンデミック回避に向けた薬剤耐性菌性状解析ナノデバイスの開発	3,000

---

## 生体分子機能科学研究分野

### 原著論文

[1] Insertion of circularly permuted cyan fluorescent protein into the ligand-binding domain of inositol 1,4,5-trisphosphate receptor for enhanced FRET upon binding of fluorescent ligand, Jahan, Azmeree; Akter, MST Tahmina; Takemoto, Kiwamu; Oura, Tai; Shitara, Akiko; Semba, Shingo; Nezu, Akihiro; Suto, Satoshi; Nagai, Takeharu; Tanimura, Akihiko: Cell Calcium, 108 (2022) .

[2] Extension of the short wavelength side of fluorescent proteins using hydrated chromophores, and its application, Sugiura, Kazunori; Nagai, Takeharu: Communications Biology, 5 (1) (2022) .

- [3] Development of intensimetric indicators for visualizing N-cadherin interaction across cells, Kanadome, Takashi;Hayashi, Kanehiro;Seto, Yusuke;Eiraku, Mototsugu;Nakajima, Kazunori;Nagai, Takeharu;Matsuda, Tomoki: *Communications Biology*, 5 (1) (2022) .
- [4] Application of Green-enhanced Nano-lantern as a bioluminescent ratiometric indicator for measurement of Arabidopsis thaliana root apoplastic fluid pH, Tran, Quang;Osabe, Kenji;Entani, Tetsuyuki;Wazawa, Tetsuichi;Hattori, Mitsuru;Nagai, Takeharu: *Plant Cell and Environment*, 45 (10) (2022) 3157-3170
- [5] Intracellular Heat Transfer and Thermal Property Revealed by Kilohertz Temperature Imaging with a Genetically Encoded Nanothermometer, Lu, Kai;Wazawa, Tetsuichi;Sakamoto, Joe;Vu, Cong Quang;Nakano, Masahiro;Kamei, Yasuhiro;Nagai, Takeharu: *Nano Letters*, 22 (14) (2022) 5698-5707.
- [6] Fluorescence Imaging of Extracellular Potassium Ion Using Potassium Sensing Oligonucleotide, Sato, Shinobu;Ohzawa, Shinsuke;Sota, Kojiro;Sakamoto, Naoto;Udo, Ayano;Sueda, Shinji;Matsuda, Tomoki;Nagai, Takeharu;Takenaka, Shigeori: *Frontiers in Chemistry*, 10 (2022) .
- [7] Structure-based analysis and evolution of a monomerized red-colored chromoprotein from the *Olindias formosa* jellyfish, Zhai, Le;Nakashima, Ryosuke;Shinoda, Hajime;Ike, Yoshimasa;Matsuda, Tomoki;Nagai, Takeharu: *Protein Science*, 31 (5) (2022) .

#### 国際会議

- [1] Trans-scale-scope enabling high-throughput exploring rare cellular activity in more than one million cells, T. Nagai: *Focus on microscopy 2022*, (Online), April 13, 2022.
- [2] Deciphering brain information dynamics through probing of Ca<sup>2+</sup> and Ca<sup>2+</sup> signaling, T. Nagai (as Chair): *NEURO2022*, Okinawa, Japan, July 2, 2022.
- [3] One-shot imaging of multi-million cells at micrometer spatial resolution using the Trans-Scale-Scope, AMATERAS -Conception of a novel discipline: outlier science, T. Nagai: *NEURO2022*, Okinawa, Japan, July 2, 2022.
- [4] Singularity created by fluorescent protein technologies Lecture, T. Nagai: *IVC2022*, (Online), July 25, 2022.
- [5] Singularity created by bioluminescent protein technologies, T. Nagai: *IVC2022*, (Online), July 26, 2022.
- [6] Development of the shortest wavelength fluorescent protein for multifunctional imaging, T. Nagai: *ICRP2022 Sessions (19th International Conference on Retinal Proteins)*, Sapporo, Japan, November 2, 2022.
- [7] Development of glowing plants as an electrical powerless lightning device for future sustainable society, T. Nagai: *The 26th SANKEN international symposium*, Osaka university SANKEN, January 11-12, 2023. 2023.1.11~12.
- [8] Radiation Medicine from the Perspective of Radiation Disaster Medical Science Research, T. Nagai: *The 7th International Symposium of the Network-type Joint Usage/Research Center for Radiation Disaster Medical Science*, Hiroshima University, February 20, 2023.
- [9] Development of fluorescent indicators for the visualization of the dynamic interaction of cadherins across cells, T. Matsuda: *International Symposium on Neural Development and Diseases*, Kyoto university, March 17, 2023.

## 解説、総説

Tiny but bright, Nagai, Takeharu; Hattori, Mitsuru: Nature Reviews Chemistry, 6 (8) (2022) 522-523.

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, 実験医学増刊, 羊土社, 40[5]  
(2022), 186-192.

100 万以上の細胞を同時観察可能なトランススケールスコープ, 永井 健治, 画像ラボ, 日本工  
業出版, 33[4] (2022), 17-23.

蛍光・生物発光タンパク質を利用した機能分子の開発, 松田 知己、服部 満、永井 健治, 材  
料の科学と工学, 日本材料科学会, 59[2] (2022), 42-45.

ミクロとマクロを同時に観る! トランススケールスコープ AMATERAS の構築方法, 永井 健治,  
実験医学, 羊土社, 40[14] (2022), 2302-2310.

センチメートル規模の視野をマイクロメートル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, 永井 健治, 医学のあゆみ, 医歯薬出版, 283[7] (2022), 728-729.

## 著書

[1]Method for Measuring Bioactive Molecules in Blood by a Smartphone Using Bioluminescent  
Ratiometric Indicators “Methods in Molecular Biology”, Mitsuru Hattori, Yukino Itoh, Takeharu Nagai,  
Humana Press, 2525 (219-226) 2022.

## 特許

- [1]「国内特許出願」 発光タンパク質, 2022-128319
- [2]「国内成立特許」 水の硬度の測定, 2019-006110
- [3]「国内成立特許」 発光蛋白質、その基質、及びそれらの使用, 2020-523125
- [4]「国内成立特許」 デバイス、及びそれを用いた判定システム, 2018-565519
- [5]「国際成立特許」 生体物質の検出方法、それに用いる化学発光指示薬, 16/481167
- [6]「国際成立特許」 デバイス、及びそれを用いた判定システム, 18748834.100000001

## 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)  
永井 健治 IUPAB2024 (Executive organizing committee)  
永井 健治 IMC20 (Symposium organizer)

## 国内学会

神戸大学次世代光散乱イメージング科学研究センターキックオフシンポジウム	1 件
科学工学技術委員会	1 件
日本バイオイメージング学会	4 件
JMAC 第 152 回定例会	1 件
第 45 回日本分子生物学会年会	3 件
第 41 回日本マグネシウム学会学術集会	1 件
けいはんなサイエンスカフェ	1 件
理研シンポジウム	1 件
第 15 回 先端シーズフォーラム	1 件
アライアンス G3 分科会	1 件
滋賀県立彦根東高等学校 サイエンス国際フォーラム	1 件

日本顕微鏡学会 第78回学術講演会	1 件
第60回日本生物物理学会年会	5 件
生理研研究会 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	3 件

### 取得学位

修士 (生命機能学)	Alphafold2 による構造予測に基づく高ダイナミックレンジ緑色-赤色カルシウム指示薬の半合理的設計
酒井 伸弥	
修士 (薬科学)	Development of bioluminescent potassium ion (K+) indicator for quantification of [K+] in blood
毛 芸霏	
博士 (生命機能学)	Structure-based analysis and evolution of a monomerized red-colored chromoprotein from the Olindias formosa jellyfish for bioimaging

Zhai Le

### 科学研究費補助金

		単位：千円
新学術領域研究	シンギュラリティ生物学	14,430
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	25,870
永井 健治	次元可視化・光操作技術の開発	
基盤研究 (A)	蛍光/化学発光タンパク質による波長変換/自発光で誘起	22,880
永井 健治	する光合成の理解と技術応用	
挑戦的研究萌芽	超解像光照射分子不活性化法の開発	1,300
永井 健治		
基盤研究 (C)	感染早期発見のための生物発光指示薬の開発および体外	2,080
服部 満	診断法の確立	
基盤研究 (C)	膵ベータ細胞におけるインスリンの品質管理に関与する	1,300
宮崎 純一	新規膜蛋白の解析	
基盤研究 (C)	高生体適合性超解像蛍光偏光イメージング技術の開発	1,430
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	0
福島 俊一		
<b>受託研究</b>		
永井 健治	(国研) 科学技術振興機構	32,500
	化学発光センサーの開発および汎用的検出法の確立	
永井 健治	(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	23,270
	電力非依存型発光生体分子の改変と樹木への実装	
永井 健治	(国研) 科学技術振興機構	600
	(次世代研究者挑戦的研究プログラム助成金)	
永井 健治	(国研) 科学技術振興機構	600
	(次世代研究者挑戦的研究プログラム助成金)	
松田 知己	(国研) 科学技術振興機構	11,050
	光による LLPS 制御技術の開発	
京 卓志	(国研) 科学技術振興機構	18,850
	細胞間相互作用の可視化と操作のための技術開発	
TRAN QUANG	研究推進部 研究推進課	661
	研究 プロジェクト推進係	
永井 健治	(国研) 科学技術振興機構	4,500
	SDGs に貢献する多色化自発光植物 (LEP : Light Emitting Plant) の研究開発と事業化	
<b>奨学寄附金</b>		
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

### 共同研究

永井 健治	国立研究開発法人理化学研究所	オープンバイオイメージング DX 研究拠点の構築	3,510
永井 健治	ヤマト科学株式会社	生物試料迅速解析自動化システムの実運用に向けた継代培養自動化システム最適化の研究	750
永井 健治	国立研究開発法人産業技術総合研究所	高性能ウイルス検出物質の開発とデジタルアッセイのための機能検証	0
<b>その他の競争的研究資金</b>			
永井 健治	日本学術振興会 (二国間交流事業・インド)	寄生虫トキソプラズマの細胞内感染時におけるシグナル動態を可視化するプローブの開発	910

---

### 3次元ナノ構造科学研究分野 (第2プロジェクト研究分野)

#### 原著論文

[1] Step electrical switching in VO<sub>2</sub> on hexagonal boron nitride using confined individual metallic domains, Genchi, Shingo;Nakaharai, Shu;Iwasaki, Takuya;Watanabe, Kenji;Taniguchi, Takashi;Wakayama, Yutaka;Hattori, Azusa N.;Tanaka, Hidekazu: Japanese Journal of Applied Physics, 62 (SG) (2023) .

[2] Comprehensive determination of proton diffusion in protonated NdNiO<sub>3</sub> thin film by a combination of electrochemical impedance spectroscopy and optical observation, Taniguchi, Yuki;Li, Hao Bo;Hattori, Azusa N.;Tanaka, Hidekazu: Applied Physics Express, 16 (3) (2023) .

[3] Nanocrystalline Mn-doped Ni-Cu ferrites with a high cut-off frequency and initial permeability: Suitable for advanced electronic devices and biomedical applications, Nasrin, Sharifa;Hasan, Mehedi;Sharmin, Khurshida;Islam, M. A.;Hattori, A. N.;Tanaka, H.;Hossain, A. K.M.Akther: Materials Chemistry and Physics, 297 (2023) .

[4] Interface design of transparent thermoelectric epitaxial ZnO/SnO<sub>2</sub> multilayer film for simultaneous realization of low thermal conductivity and high optical transmittance, Ishibe, Takafumi;Komatsubara, Yuki;Katayama, Toranosuke;Yamashita, Yuichiro;Naruse, Nobuyasu;Mera, Yutaka;Hattori, Azusa N.;Tanaka, Hidekazu;Nakamura, Yoshiaki: Applied Physics Letters, 122 (4) (2023) .

[5] Strain effect on proton-memristive NdNiO<sub>3</sub> thin film devices, Sidik, Umar;Hattori, Azusa N.;Li, Hao Bo;Nonaka, Shin;Osaka, Ai I.;Tanaka, Hidekazu: Applied Physics Express, 16 (1) (2023) .

[6] Tunable Proton Diffusion in NdNiO<sub>3</sub> Thin Films under Regulated Lattice Strains, Sidik, Umar;Hattori, Azusa N.;Hattori, Ken;Alaydrus, Musa;Hamada, Iktaro;Pamasi, Liliany N.;Tanaka, Hidekazu: ACS Applied Electronic Materials, 4 (10) (2022) 4849-4856.

[7] Statistical metal-insulator transition properties of electric domains in NdNiO<sub>3</sub> nanowires, Yamanaka, Takashi;Hattori, Azusa N.;Hayashi, Keiichiro;Tanaka, Hidekazu: Japanese Journal of Applied Physics, 61 (SM) (2022) .

[8] Controllable Strongly Electron-Correlated Properties of NdNiO<sub>3</sub> Induced by Large-Area Protonation with Metal-Acid Treatment, Ren, Hui;Osaka, Ai Isohashi;Hattori, Azusa N.;Yu, Boyuan;Nagai, Masaya;Ashida, Masaaki;Li, Bowen;Zou, Chongwen;Tanaka, Hidekazu: ACS Applied Electronic Materials, 4 (7) (2022) 3495-3502.

[9] Addition of Solid Oxide Particles for Friction Reduction, Van Sang, Le;Yano, Akihiko;Osaka, Ai I.;Sugimura, Natsuko;Washizu, Hitoshi: Tribology Letters, 70 (2) (2022) .

[10] Accessibility of ARPES for Three-dimensionally Architected Si{111}7×7 Facet Surfaces on Micro-patterned Si(110), Hattori, Ken;Sakai, Yuya;Pamasi, Lilianny N.;Irmikimov, Aydar;Higashi, Takaaki;Yang, Hao Bang;Shi, Xiao Qian;Guo, Fang Zhun;Osaka, Ai I.;Tanaka, Hidekazu;Iimori, Takushi;Komori, Fumio;Hattori, Azusa N.: e-Journal of Surface Science and Nanotechnology, 20 (4) (2022) 214-220.

[11] Smoothed particle hydrodynamics and discrete element method coupling for influence of hexagonal boron nitride lubricant particle on friction of elastic coarse-grained micronscale iron, Van Sang, Le;Yano, Akihiko;Osaka, Ai I.;Sugimura, Natsuko;Washizu, Hitoshi: Journal of Tribology, 144 (1) (2022) .

**国際会議**

[1] Emergent ferromagnetic properties for the Fe nanofilms on the architected three-dimensional patterned surfaces, A. N. Hattori, L. N. Pamasi, N. Hosoito, A. Irmikimov, K. Hattori, X.Q. Shi, F.Z. Guo, A. I. Osaka, H. Tanaka: The 19th International Conference on Precision Engineeri.

[2] Prominent metal-insulator transition properties in the three-dimensional nanostructured strongly correlated oxides, A. N. Hattori: 7th Conference of BCA.

**解説、総説**

みんなが成長する学会託児室のススメ, 服部梓, 表面と真空, 表面と真空, 65 (2022), 426-427.

化学と物理が融合した量子物質の展開 -イオンと電子の相関をナノ構造で制御する, 田中秀和、服部梓, 化学, 化学, 77 (2022), 68-69.

完全結晶成長による金属酸化物ナノ構造体での潜在的巨大応答性の実現, 大坂藍、服部梓, 表面と真空, 表面と真空, 65 (2022), 321-326.

**特許**

[1] 「国内特許出願」 薄膜構造体及び薄膜構造体の製造方法, 2022-125603

**国内学会**

応用物理学会 1 件  
材料 WEEK 2 件

**科学研究費補助金**

単位：千円

基盤研究 (B)	強相関電子系ナノ材料の特異なひずみ感受性の解明と巨大な機械-電気応答性の創出	8,840
服部 梓		
挑戦的研究萌芽	化学機械研磨反応を利用したフラーレンへの高濃度水素貯蔵の挑戦	2,600
服部 梓		
若手研究	高精度ナノ-マイクロ VO <sub>2</sub> 立体構造支配によるマルチガスセンサ性能の創出	2,990
大坂 藍		

**受託研究**

服部 梓	(国研) 科学技術振興機構	強相関電子系固体のフレクソ物性科学	9,100
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機能増大化した金属酸化物ナノ材料の開発	500
	研究 プロジェクト推進係		

**奨学寄附金**

服部 梓	公益財団法人 大澤科学技術振興財団	理事長 大澤 伸朗	2,000
大坂 藍	一般財団法人 先端加工機械技術振興協会	理事長 松野 建一	700

---

## 先進材料実装研究分野（第2プロジェクト研究分野）

### 原著論文

[1] Stretchable printed circuit board integrated with Ag-nanowire-based electrodes and organic transistors toward imperceptible electrophysiological sensing, Kawabata, Rei;Araki, Teppei;Akiyama, Mihoko;Uemura, Takafumi;Wu, Tianxu;Koga, Hiroataka;Okabe, Yusuke;Noda, Yuki;Tsuruta, Shuichi;Izumi, Shintaro;Nogi, Masaya;Suganuma, Katsuaki;Sekitani, Tsuyoshi: Flexible and Printed Electronics, 7 (4) (2022) .

[2] Fully Transparent, Ultrathin Flexible Organic Electrochemical Transistors with Additive Integration for Bioelectronic Applications, Takemoto, Ashuya;Araki, Teppei;Nishimura, Kazuya;Akiyama, Mihoko;Uemura, Takafumi;Kuriyama, Kazuki;Koot, Johan M.;Kasai, Yuko;Kurihira, Naoko;Osaki, Shuto;Wakida, Shin ichi;den Toonder, Jaap M.J.;Sekitani, Tsuyoshi: Advanced Science, 10 (2) (2023) .

[3] Skin-Like Transparent Sensor Sheet for Remote Healthcare Using Electroencephalography and Photoplethysmography, Araki, Teppei;Yoshimoto, Shusuke;Uemura, Takafumi;Miyazaki, Aiko;Kurihira, Naoko;Kasai, Yuko;Harada, Yoshiko;Nezu, Toshikazu;Iida, Hirokazu;Sandbrook, Junko;Izumi, Shintaro;Sekitani, Tsuyoshi: Advanced Materials Technologies, 7 (11) (2022) .

[4] Stretchable broadband photo-sensor sheets for nonsampling, source-free, and label-free chemical monitoring by simple deformable wrapping, Li, Kou;Araki, Teppei;Utaki, Ryogo;Tokumoto, Yu;Sun, Meiling;Yasui, Satsuki;Kurihira, Naoko;Kasai, Yuko;Suzuki, Daichi;Martelijn, Ruben;den Toonder, Jaap M.J.;Sekitani, Tsuyoshi;Kawano, Yukio: Science Advances, 8 (19) (2022) .

[5] Stretchable Printed Circuit Board for Wireless Light-Sensing System, Teppei Araki, Kou Li, Naoko Kurihira, Yuko Kasai, Daichi Suzuki, Satsuki Yasui, Yukio Kawano, and Tsuyoshi Sekitani: IEEE International Conference on Electronics Packaging, (2022) 77-78.

[6] Fine-Tuning the Performance of Ultraflexible Organic Complementary Circuits on a Single Substrate via a Nanoscale Interfacial Photochemical Reaction, Taguchi, Koki;Uemura, Takafumi;Petritz, Andreas;Namba, Naoko;Akiyama, Mihoko;Sugiyama, Masahiro;Araki, Teppei;Stadlober, Barbara;Sekitani, Tsuyoshi: ACS Applied Electronic Materials, 4 (12) (2022) 6308-6321.

### 国際会議

[1] Material Development of Flexible Electronics for Environmentally Friendly and Its Sensor 2023.1.11 (Oral, invited), January 2023, Teppei Araki: The 26th SANKEN International Symposium (On-line), Suita, Osaka.

[2] Photopatternable Control of Threshold Voltage in Organic Transistors for Complementary Ultraflexible Circuits, Koki Taguchi, Takafumi Uemura, Andreas Petritz, Naoko Namba, Teppei Araki, Masahiro Sugiyama, Barbara Stadlober, and Tsuyoshi Sekitani, 2022 MRS Spring Meeting & Exhibit. Honolulu, Hawaii, USA, 2022

[3] Ultraflexible and Bio Conformable Organic Circuits for Healthcare Applications, Takafumi Uemura, Naoko Namba, Masahiro Sugiyama, Koki Taguchi, Mihoko Akiyama, Teppei Araki, and Tsuyoshi Sekitani: 2022 MRS Spring Meeting & Exhibit, May 10, Honolulu, Hawaii, USA.

[4] Ultra-Stretchable and Transparent Biocompatible Electrodes Toward Remote Acquisition of Multimodal Physiological Signals, Teppei Araki, Shusuke Yoshimoto, Takafumi Uemura, Naoko Kurihira, Yuko Kasai, Toshikazu Nezu, Hirokazu Iida, Junko Sandbrook, Shintaro Izumi, and Tsuyoshi Sekitani: 2022 Materials Research Society(MRS) spring meeting & exhibit, Symposium SB08.18.04, Biomaterials and Soft Materials, on-line, May 2022.

[5] Stretchable Printed Circuit Board for Wireless Light-Sensing System, Teppei Araki, Kou Li, Naoko Kurihira, Yuko Kasai, Daichi Suzuki, Satsuki Yasui, Yukio Kawano, and Tsuyoshi Sekitani: International Conference on Electronics Packaging, TD1-1: Emerging Technology, May 2022., Sapporo, Hokkaido.



[6] Stretchable Printed Circuit Board and Organic Circuit for Ultra-Flexible Biosignal Sensor, Rei Kawabata, Tepei Araki, Mihoko Akiyama, Tianxu Wu, Yusuke Okabe, Hirofumi Koga, Takafumi Uemura, Masaya Nogi, Katsuaki Suganuma, and Tsuyoshi Sekitani: 2022 MRS Fall Meeting & Exhibit, SB12.09, Boston, Massachusetts, USA, 1st December 2022.

[7] Environmentally Friendly Flexible-Sensor System with Organic Thin-Film Transistors, Mihoko AKIYAMA, Takafumi UEMURA, Tepei ARAKI, Shusuke YOSHIMOTO, Naoko NAMBA, Yuko KASAI, Toshikazu NEZU, and Tsuyoshi SEKITANI: The 26th SANKEN International Symposium, SANKEN, Osaka University, Japan.

[8] Thin-Film Organic Amplifiers for Stretchable Light Sensor Sheet, Rei KAWABATA, Tepei ARAKI, Mihoko AKIYAMA, Kou LI, Norika TAKAHASHI, Naoko KURIHIRA, Takafumi UEMURA, Yukio KAWANO, and Tsuyoshi SEKITANI: The 26th SANKEN International Symposium, SANKEN, Osaka University, Japan.

[9] Organic Electrochemical Devices with Sub-1v Operation for Electrophysiological Monitoring, Shohya MATSUDA, Tepei ARAKI, Kazuki KIRIYAMA, Mihoko AKIYAMA, Takafumi UEMURA, Naoko KURIHIRA, Yumi HIROSE, and Tsuyoshi SEKITANI: The 26th SANKEN International Symposium, January 2023.

[10] Imperceptible Strain Sensors Based on Ultraflexible Or Stretchable Ferroelectric Polymer Transducers, Barbara Stadlober, Andreas Petritz, Philipp Schöffner, Krzysztof Krawczyk, Esther Karner-Petritz, Jonas Groten, Markus Selig, Manfred Adler, Takafumi Uemura, Tepei Araki, Tsuyoshi Sekitani, Sandra Schlögl, Inge Mühlbacher: Materials Research Society Spring Meeting and Exhibit, Online, Online.

#### 解説、総説

フレキシブルエレクトロニクスを開拓するシート型センサ, 荒木 徹平、植村 隆文、関谷 毅, 設計工学, 日本設計工学会, 58 (3) (2023), 88-93.

#### 著書

[1] 生体情報計測向け自己発電・蓄電機能付きシート型センサの開 (山田一郎)“スマートヘルスケア: 生体情報の計測・評価・活用とウェアラブルデバイスの開発・製品事例”, 植村 隆文、Andreas Petritz, Esther Karner-Petritz, Philipp Schöffner, 荒木 徹平、Barbara Stadlober、関谷 毅, エヌ・ティー・エス, 第3章・第2節 (107-115) 2023.

[2] 柔軟・透明な導電性材料の開発と生体信号計測センサシートへの応用 (谷尾宣久)“高性能透明ポリマーの開発と応用”, 荒木 徹平、植村 隆文、関谷 毅, CMC 出版, (194-203) 2022.

#### 特許

[1] 「国内特許出願」 生体信号処理システム、信号処理装置、コンピュータプログラム、生体信号の生成方法, 2023-038749

[2] 「国内成立特許」 災害情報システム, 2019-009541

[3] 「国内成立特許」 構造物の点検システム及び構造物の点検方法, 2018-158753

[4] 「国内成立特許」 生体信号測定装置及びプログラム, 2017-200831

[5] 「国内成立特許」 構造物の点検システム, 2018-158754

[6] 「国際成立特許」 配線シート、シート状システム、及び構造物運用支援システム, 16/319694

## 国内学会

溶接学会・第137回マイクロ接合研究委員会	1件
プリンテッド・エレクトロニクス研究会	2件
エレクトロニクス実装学会・プリンタブルデバイス実装研究会	1件
WBG 公開シンポジウム	1件
第17回有機デバイス・物性院生研究会	1件
応用物理学会・2022年度第1回大阪大学 JSAP 学生チャプター講演会	1件
エレクトロニクス実装学会・第32回マイクロエレクトロニクスシンポジウム	1件
産業科学研究所第78回学術講演会	1件
産総研・産技連 LS-BT 合同研究発表会	2件
日本機械学会 情報・知能・精密機器部門講演会	1件
ライフオミクス融合研究推進 Grant 報告会	2件

## 取得学位

博士 (工学)	Ultraflexible Organic Thin-Film Transistors: Photopatternable Tuning and Bio-Signal Sensing
田口 剛輝	
修士 (工学)	ウェアラブル生体計測デバイス実現に向けたフレキシブル Na, K イオン選択電極と相補型信号処理回路の開発
原 友輝	
修士 (工学)	伸縮性有機トランジスタにむけた共役系ポリマーの歪み感度評価
坂東 勇希	
修士 (工学)	透明フレキシブル有機電気化学トランジスタの印刷作製とその性能向上に関する研究
西村 和也	

## 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (B)	フレキシブルな分光分析シートセンサ創出にむけた光学素子と集積化の研究	6,110
荒木 徹平		
挑戦的研究萌芽	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	1,300
荒木 徹平		

## 受託研究

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	7,722
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	9,997

## 共同研究

荒木 徹平	国立研究開発法人産業技術総合研究所	フレキシブル光熱電モジュールの開発	0
荒木 徹平	日本メクトロン株式会社	生体・肌に優しい多機能・高性能な生体ドライ電極技術の構築およびそれを用いた多機能印刷センサの研究	2,000
荒木 徹平	セイコーフューチャークリエーション (株)	小型生体信号計測器のためのフレキシブル電極シートの研究	3,000

## その他の競争的研究資金

荒木 徹平	国際的研究力強化⑦英語論文OA支援	Fully Transparent, Ultrathin Flexible Organic Electrochemical Transistors with Additive Integration for Bioelectronic Applications	749
-------	-------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

荒木 徹平	国際的研究力強化⑦英語論文O A 支援	Skin-Like Transparent Sensor Sheet for Remote Healthcare Using Electroencephalography and Photoplethysmography	580
荒木 徹平	創発研究環境充実化支援プログラム	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	371

### 新産業創造システム研究分野（新産業創成研究部門）

#### 原著論文

[1] Stimulation of IFN- $\beta$  responses by aberrant SARS-CoV-2 small viral RNAs acting as RIG-I agonists. Yasuha Arai, Itaru Yamanaka, Toru Okamoto, Ayana Isobe, Naomi Nakai, Naoko Kamimura, Tatsuya Suzuki, Tomo Daidoji, Takao Ono, Takaaki Nakaya, Kazuhiko Matsumoto, Daisuke Okuzaki, Yohei Watanabe: *iScience*, 26(1) (2022).

[2] ACE2 N-glycosylation modulates interactions with SARS-CoV-2 spike protein in a site-specific manner. Ayana Isobe, Yasuha Arai, Daisuke Kuroda, Nobuaki Okumura, Takao Ono, Shota Ushiba, Shin-ichi Nakakita, Tomo Daidoji, Yasuo Suzuki, Takaaki Nakaya, Kazuhiko Matsumoto, Yohei Watanabe: *Communications Biology*, 5(1) (2022).

[3] Robust graphene field-effect transistor biosensors via hydrophobization of SiO<sub>2</sub> substrates. Shota Ushiba, Tomomi Nakano, Naruto Miyakawa, Ayumi Shinagawa, Takao Ono, Yasushi Kanai, Shinsuke Tani, Masahiko Kimura, Kazuhiko Matsumoto: *Applied Physics Express*, 15(11) (2022).

[4] Ionic strength-sensitive and pH-insensitive interactions between C-reactive protein (CRP) and an anti-CRP antibody. Yuka Oka, Shota Ushiba, Naruto Miyakawa, Madoka Nishio, Takao Ono, Yasushi Kanai, Yohei Watanabe, Shinsuke Tani, Masahiko Kimura, Kazuhiko Matsumoto: *Biophysics and Physicobiology*, 19(2022)

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

小倉 基次 11th imec Handai International Symposium (組織委員)

### 知的財産研究分野（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

加藤 久明 3rd International Conference on Agriculture at the Faculty of Agriculture University Pembangunan Nasional Veteran east Java Indonesia (Reviewer)

#### 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

### ユシロ化学工業ポリマーゲル共同研究部門

#### 原著論文

[1] Preparation of dual-cross network polymers by the knitting method and evaluation of their mechanical properties, Kawai, Yusaku;Park, Junsu;Ishii, Yoshiki;Urakawa, Osamu;Murayama, Shunsuke;Ikura, Ryohei;Osaki, Motofumi;Ikemoto, Yuka;Yamaguchi, Hiroyasu;Harada, Akira;Inoue, Tadashi;Washizu, Hitoshi;Matsuba, Go;Takashima, Yoshinori: *NPG Asia Materials*, 14 (1) (2022) .

[2] Supramolecular nylon-based actuators with a high work efficiency based on host-guest complexation and the mechanoisomerization of azobenzene, Park, Junsu;Tamura, Hiroki;Yamaguchi, Hiroyasu;Harada, Akira;Takashima, Yoshinori: *Polymer Journal*, 54 (10) (2022) 1213-1223.

[3] Multi-energy dissipation mechanisms in supramolecular hydrogels with fast and slow relaxation modes, Konishi, Subaru;Park, Junsu;Urakawa, Osamu;Osaki, Motofumi;Yamaguchi, Hiroyasu;Harada, Akira;Inoue, Tadashi;Matsuba, Go;Takashima, Yoshinori: *Soft Matter*, 18 (38) (2022) 7369-7379.

[4] Water content and guest size dictate the mechanical properties of cyclodextrin mediated hydrogels, Whitaker, Daniel J.;Park, Junsu;Ueda, Chiharu;Wu, Guanglu;Harada, Akira;Matsuba, Go;Takashima, Yoshinori;Scherman, Oren A.: *Polymer Chemistry*, 13 (35) (2022) 5127-5134.

[5] Additional crystalline structures of syndiotactic polystyrene composites with acetylated cyclodextrin, Park, Junsu;Nagamachi, Toshiki;Aoyama, Takuma;Hanada, Kazuto;Harada, Akira;Sera, Masanori;Takashima, Yoshinori: *Polymer Chemistry*, 13 (30) (2022) 4361-4365.

[6] Time-strain inseparability in multiaxial stress relaxation of supramolecular gels formed via host-guest interactions, Kimura, Takuro;Aoyama, Takuma;Nakahata, Masaki;Takashima, Yoshinori;Tanaka, Motomu;Harada, Akira;Urayama, Kenji: *Soft Matter*, 18 (26) (2022) 4953-4962.

[7] Synergetic improvement in the mechanical properties of polyurethanes with movable crosslinking and hydrogen bonds, Jin, Changming;Park, Junsu;Shirakawa, Hidenori;Osaki, Motofumi;Ikemoto, Yuka;Yamaguchi, Hiroyasu;Takahashi, Hiroaki;Ohashi, Yasumasa;Harada, Akira;Matsuba, Go;Takashima, Yoshinori: *Soft Matter*, 18 (27) (2022) 5027-5036.

[8] One-Step Synthesis of Gelatin-Conjugated Supramolecular Hydrogels for Dynamic Regulation of Adhesion Contact and Morphology of Myoblasts, Hayashi, Kentaro;Matsuda, Mami;Mitake, Nodoka;Nakahata, Masaki;Munding, Natalie;Harada, Akira;Kaufmann, Stefan;Takashima, Yoshinori;Tanaka, Motomu: *ACS Applied Polymer Materials*, 4 (4) (2022) 2595-2603.

[9] Control of Photoinduced Electron Transfer Using Complex Formation of Water-Soluble Porphyrin and Polyvinylpyrrolidone, Y. Cao, T. Takasaki, S. Yamashita, Y. Mizutani, A. Harada, H. Yamaguchi: *Polymers*, 14 (6) (2022) 1191.

#### 特許

[1] 「国内特許出願」 高分子複合材料及びその製造方法並びに高分子組成物, 2022-075994

[2] 「国際特許出願」 シリコン系高分子化合物及びシリコン系高分子材料, PCT/JP2022/028405

[3] 「国際特許出願」 ホスト基含有重合性単量体、高分子材料及びそれらの製造方法, PCT/JP2022/031384

#### 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	26,000
------	-------------	--------------------------	--------

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	株式会社サムスン日本研究所	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] Unveiling the damage evolution of SAC305 during fatigue by entropy generation, Long, Xu;Guo, Ying;Su, Yutai;Siow, Kim S.;Chen, Chuantong: *International Journal of Mechanical Sciences*, 244 (2023) 108087.

- [2] A new unified creep-plasticity constitutive model coupled with damage for viscoplastic materials subjected to fatigue loading, Long, Xu;Guo, Ying;Su, Yutai;Siow, Kim S.;Chen, Chuantong: *Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures*, 46 (4) (2023) 1413-1425.
- [3] Statistical effects of pore features on mechanical properties and fracture behaviors of heterogeneous random porous materials by phase-field modeling, Su, Yutai;Zhu, Jiaqi;Long, Xu;Zhao, Liguang;Chen, Chuantong;Liu, Changqing: *International Journal of Solids and Structures*, 264 (2023) .
- [4] Influence of Si/Al ratio of MOR type zeolites for bifunctional catalysts specific to the one-pass synthesis of lower olefins via CO<sub>2</sub> hydrogenation, Tada, Shohei;Li, Duanxing;Okazaki, Mina;Kinoshita, Hiroka;Nishijima, Masahiko;Yamauchi, Noriko;Kobayashi, Yoshio;Iyoki, Kenta: *Catalysis Today*, 411-412 (2023) .
- [5] Online Condition Monitoring of Solder Fatigue in a Clip-Bonding SiC mosfet Power Assembly via Acoustic Emission Technique, Zhang, Zheng;Chen, Chuantong;Suetake, Aiji;Ishino, Hiroshi;Sampei, Hirokazu;Endo, Takeshi;Sugiura, Kazuhiko;Tsuruta, Kazuhiro;Suganuma, Katsuaki: *IEEE Transactions on Power Electronics*, 38 (2) (2023) 1468-1478.
- [6] Chemical bonding of copper and epoxy through a thiol-based layer for post 5G/6G semiconductors, Zhao, Shuaijie;Chen, Chuantong;Haga, Motoharu;Ueshima, Minoru;Suganuma, Katsuaki: *Applied Surface Science*, 608 (2023) .
- [7] Catalysis of surface dispersed Cu<sup>2+</sup> species on t-ZrO<sub>2</sub>: square-planar Cu catalyzed cross-coupling of arylboronic acid and imidazole, Kondo, Masaru;Joutsuka, Tatsuya;Fujiwara, Kakeru;Honma, Tetsuo;Nishijima, Masahiko;Tada, Shohei: *Catalysis Science and Technology*, (2023) .
- [8] Highly Dispersed Zn Sites on ZrO<sub>2</sub> by Flame Spray Pyrolysis for CO<sub>2</sub> Hydrogenation to Methanol, Fujiwara, Kakeru;Akutsu, Taiki;Nishijima, Masahiko;Tada, Shohei: *Topics in Catalysis*, (2023) .
- [9] Dimensionless analysis of the elastoplastic constitutive properties of single/multilayered films under nanoindentation, Long, Xu;Shen, Zi Yi;Jia, Qi Pu;Li, Jiao;Chen, Chuan Tong;Liu, Yong Chao;Su, Yu Tai: *Scientia Sinica: Physica, Mechanica et Astronomica*, 53 (1) (2023) .
- [10] Development of crack-less and deformation-resistant electroplated Ni/electroless Ni/Pt/Ag metallization layers for Ag-sintered joint during a harsh thermal shock, Liu, Yang;Chen, Chuantong;Zhang, Zheng;Ueshima, Minoru;Sakamoto, Takeshi;Naoe, Takuya;Nishikawa, Hiroshi;Oda, Yukinori;Suganuma, Katsuaki: *Materials and Design*, 224 (2022) .
- [11] Active Sites on Zn<sub>x</sub>Zr<sub>1-x</sub>O<sub>2</sub> Solid Solution Catalysts for CO<sub>2</sub>-to-Methanol Hydrogenation, Tada, Shohei;Ochiai, Nagomu;Kinoshita, Hiroka;Yoshida, Mitsuhiro;Shimada, Natsumi;Joutsuka, Tatsuya;Nishijima, Masahiko;Honma, Tetsuo;Yamauchi, Noriko;Kobayashi, Yoshio;Iyoki, Kenta: *ACS Catalysis*, 12 (13) (2022) 7748-7759.
- [12] Development of anti-oxidation Ag salt paste for large-area (35 × 35 mm<sup>2</sup>) Cu-Cu bonding with ultra-high bonding strength, Zhang, Bowen;Chen, Chuantong;Sekiguchi, Takuya;Liu, Yang;Li, Caifu;Suganuma, Katsuaki: *Journal of Materials Science and Technology*, 113 (2022) 261-270.
- [13] Understanding the structure of Cu-doped MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> for CO<sub>2</sub> hydrogenation catalyst precursor using experimental and computational approaches, Joutsuka, Tatsuya;Hamamura, Ryu;Fujiwara, Kakeru;Honma, Tetsuo;Nishijima, Masahiko;Tada, Shohei: *International Journal of Hydrogen Energy*, 47 (50) (2022) 21369-21374.
- [14] Interface-Mechanical and Thermal Characteristics of Ag Sinter Joining on Bare DBA Substrate during Aging, Thermal Shock and 1200 W/cm<sup>2</sup> Power Cycling Tests, Chen, Chuantong;Kim,

Dongjin;Zhang, Zheng;Wakasugi, Naoki;Liu, Yang;Hsieh, Ming Chun;Zhao, Shuaijie;Suetake, Aiji;Suganuma, Katsuaki: IEEE Transactions on Power Electronics, 37 (6) (2022) 6647-6659.

[15] Influence of laser welding power on steel/CFRP lap joint fracture behaviors, Xia, Hongbo;Ma, Yunwu;Chen, Chuantong;Su, Jianhui;Zhang, Chengsong;Tan, Caiwang;Li, Liqun;Geng, Peihao;Ma, Ninshu: Composite Structures, 285 (2022) .

[16] Evaluation of thermal resistance for metalized ceramic substrates using a microheater chip, Hirao, Kiyoshi; Zhou, You;Hyuga, Hideki;Nagao, Shijo;Suganuma, Katsuaki;Wakasugi, Naoki: International Journal of Applied Ceramic Technology, 19 (1) (2022) 232-240.

[17] Effect of electroless Cu depositions for micro-via structure and thermal cycling reliability  
Zheng Zhang, MingChun Hsieh, Ran Liu, Jeyun Yeom, Aiji Suetake, Hiroshi Yoshida, Chuantong Chen, Joonhaeng Kang, Hidekazu Honma, Yuhei Kitahara, Takashi Matsunami, Kuniaki Otsuka, Katsuaki Suganuma, Microelectronics Reliability 138, November (2022), 114707

#### 國際會議

[1] Ag-Ag direct bonding via a pressureless, low-temperature, and atmospheric stress migration bonding method for 3D integration packaging , 張 政: 2022 IEEE 72nd Electronic Components and Technology Conference (ECTC).

[2] Ag die-attach paste modified by WC additive for high-temperature stability enhancement, LIU YANG: 2022 IEEE 72nd Electronic Components and Technology Conference (ECTC).

[3] Novel Ag salt paste for large area Cu-Cu bonding in low temperature low pressure and air condition, CHEN CHUANTONG: 2022 IEEE 72nd Electronic Components and Technology Conference (ECTC).

[4] Cracking-Less Heat-Resistant Electroless Ni-P Plating Film for Wide Bandgap Power Modules , HSIEH MING-CHUN: 2022 IEEE 72nd Electronic Components and Technology Conference (ECTC).

[5] Fatigue-Resistant of Ag Sinter Joining on Ni-P/Pd/Au Finished DBA Substrate with Thick Ni-P Layer During Thermal Shock Test, CHEN CHUANTONG: 2022 The Electrochemical Society.

[6] Micro-flake Ag paste sinter joining on bare DBA substrate for high temperature SiC power modules, CHEN CHUANTONG: 2022 International Conference on Electronics Packaging (ICEP).

[7] Reliability evaluation on Ag sintering die attach for SiC power modules during long-term thermal aging/cycling, LIU YANG: 2022 International Conference on Electronics Packaging (ICEP).

[8] Chemical bonding copper and epoxy through self-assembled layer, ZHAO SHUAIJIE: 2022 International Conference on Electronics Packaging (ICEP).

[9] Real-time monitoring and diagnosis of die attach structure deterioration by using acoustic emission method , 張 政: 2022 International Conference on Electronics Packaging (ICEP).

[10] Characterization and TEM analysis of electroless Ni-P plating film with various P and S content, Ming-chun Hsieh: 2022 International Conference on Electronics Packaging (ICEP).

[11] Influences of Cu deposition speed on void formation in electroless copper plating layer for micro-vias, Ming-chun Hsieh: 152nd Annual Meeting & Exhibition of the minerals, metals & Materials Society (TMS2023).

[12] Development of Micron-sized Cu-Ag composite paste for power module, CHEN CHUANTONG: 152nd Annual Meeting & Exhibition of the minerals, metals & Materials Society (TMS2023).

## 著書

[1]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”, CHEN CHUANTONG, 菅沼 克昭, 技術情報協会, (218-231) 2022.

## 特許

- [1]「国内特許出願」電子部品接合方法, 2022-145954
- [2]「国内特許出願」焼結材、金属焼結体、焼結材の製造方法、接合体の製造方法、及び接合体, 2022-161807
- [3]「国内特許出願」試験装置, 2022-063725
- [4]「国内特許出願」接合体、及び、接合体の製造方法, 2022-073375
- [5]「国際特許出願」接合材、接合材の製造方法および接合構造体の作製方法, 17/812352
- [6]「国際特許出願」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, PCT/JP2022/039344
- [7]「国内成立特許」基板評価用チップ及び基板評価装置, 2020-501017
- [8]「国内成立特許」接合構造体の製造方法、及び接合構造体, 2021-522850
- [9]「国内成立特許」半導体検査装置及び半導体検査方法, 2018-028936
- [10]「国際成立特許」接合材、接合材の製造方法、接合構造体の作製方法, 201780023107.X
- [11]「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, PI2020000453
- [12]「国際成立特許」基板評価用チップ及び基板評価装置, 16/998395

## 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

CHEN Materials Research Express (Editorial Board member)

CHUANTONG

CHEN IEEE International Conference on Electronic Packaging Technology (ICEPT)

CHUANTONG (Member of technical committee)

Koji Nakayama Scientific Reports (Springer Nature) (Editorial Board Member)

Masahiko Frontiers in Energy Research (Topic Editor)

Nishijima

## 国内学会

第 29 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

第 31 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム(MES2022) 3 件

## 科学研究費補助金

基盤研究 (C) 高耐熱高放熱 Ag ポーラス圧粉材の低温低圧大面積接合技術の開発 単位：千円 2,080

CHEN

CHUANTONG



基盤研究 (C) 中山幸仁	アモルファス材料表面における構造的不均一性に関する研究		1,430
<b>受託研究</b>			
菅沼 克昭	株式会社三菱総合研究所	先端半導体のパッケージングに関する国際標準化	21,459
菅沼 克昭	ロータスサーマルソリューションズ	脱炭素を実現する熱ソリューションビジネスエコシステムの共創	2,358
CHEN CHUANTONG	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	10,000
<b>奨学寄附金</b>			
菅沼 克昭	三井金属鉱業株式会社 事業創造本部 ネット長 穴井 圭	AST 事業推進ユニット	1,000
CHEN CHUANTONG	一般財団法人田中貴金属記念財団 理事長 岡本 英彌		300
CHEN CHUANTONG	公益財団法人村田学術振興財団 理事長 村田 恒夫		3,700
CHEN CHUANTONG	パワーアカデミー 事務局長 岡村 修		1,000
LIU YANG	公益財団法人花王芸術・科学財団 理事長 長谷部 佳宏		1,000
LIU YANG	公益財団法人村田学術振興財団 理事長 村田 恒夫		3,700
ZHAO SHUAIJIE	一般社団法人日本アルミニウム協会 会長 木村 良彦		500
<b>共同研究</b>			
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	73,380
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	9,000
菅沼 克昭	奥野製薬工業株式会社	フレキシブル 3D 実装協働研究所	6,000
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	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	74,514
菅沼 克昭	株式会社ダイセル	●産研 菅沼克昭／ダイセル (NEDO) (研究員等間接経費)	9,719
菅沼 克昭	ニチコン草津株式会社	低温はんだのフィルムコンデンサ製造への利用	5,000
菅沼 克昭	国立研究開発法人産業技術総合研究所	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	国立大学法人東京工業大学	チップレット集積技術の研究	0
菅沼 克昭	シーメンス・千住・ダイセル	Definition of the scientific platform to identify solutions for power modules and assemblies	4,724
CHEN CHUANTONG	トッパン・フォームズ株式会社	銀塩インクの接合特性に関する研究	2,000
CHEN CHUANTONG	DOWA ホールディングス株式会社	Ag を用いた接合による一体型基板の開発	4,000
CHEN CHUANTONG	株式会社ダイセル	低温合金焼結接合要素技術研究	150,700
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
CHEN CHUANTONG	ヤマト科学株式会社	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	20,001
<b>その他の競争的研究資金</b>			
菅沼 克昭	パナソニック インダストリー株式会社	異種材料の接合技術開発及び評価に関する相談	132

---

#### シリコン製剤創薬・物性学寄附研究部門

##### 原著論文

[1] 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*, (2022)

[2] A new therapy against ulcerative colitis via the intestine and brain using the Si-based agent, Y. Koyama, Y. Kobayashi, I. Hirota, Y. Sun, I. Ohtsu, H. Imai, Y. Yoshioka, H. Yanagawa, T. Sumi, H. Kobayashi, S. Shimada: *Sci. Rep.* 12 (2022) 9634,

[3] The development of a novel antioxidant-based antiemetic drug to improve quality of life during anticancer therapy, H. Yanagawa, Y. Koyama, Y. Kobayashi, H. Kobayashi, and S. Shimada: *Biochem. Biophys. Rept.* 32 (2022) 101363

[4] Therapeutic strategy for facial paralysis based on the combined application of Si-based agent and Methylcobalamin, Y. Koyama, S. Harada, T. Sato, Y. Kobayashi, H. Yanagawa, T. Iwahashi, H. Tanaka, K. Ohta, T. Imai, Y. Ohta, T. Kamakura, H. Kobayashi, H. Inohara, and S. Shimada: *Biochem. Biophys. Rept.* 32 (2022) 101388

[5] 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. Rept.* 12 (2022) 6168

[6] Neuroinflammation and oxidative stress in the pathogenesis of autism spectrum disorder, N. Usui, H. Kobayashi, and S. Shimada: *Biochem. Biophys. Int. J. Mol. Sci.* 24 (2023) 5487

##### 特許

[1] 「国際特許出願」 酸化ストレス抑制剤及び抗酸化剤, US2023/0149445A1

[2] 「国内特許出願」 I g E 抑制剤及び医薬製剤, 2022-183614

[3] 「国内特許出願」 薬剤及びその製造方法, 2023-001593

[4] 「国内特許出願」 培養システム及び培養方法, 2023-032049

---

## ナノ機能材料デバイス研究分野

### 原著論文

[1] Step electrical switching in VO<sub>2</sub> on hexagonal boron nitride using confined individual metallic domains, Genchi, Shingo;Nakaharai, Shu;Iwasaki, Takuya;Watanabe, Kenji;Taniguchi, Takashi;Wakayama, Yutaka;Hattori, Azusa N.;Tanaka, Hidekazu: Japanese Journal of Applied Physics, 62 (SG) (2023) .

[2] Nanocrystalline Mn-doped Ni–Cu ferrites with a high cut-off frequency and initial permeability: Suitable for advanced electronic devices and biomedical applications, Nasrin, Sharifa;Hasan, Mehedi;Sharmin, Khurshida;Islam, M. A.;Hattori, A. N.;Tanaka, H.;Hossain, A. K.M.Akther: Materials Chemistry and Physics, 297 (2023) .

[3] Rietveld refined crystal structure, magnetic, dielectric, and electric properties of Li- substituted Ni–Cu–Zn ferrite and Sm, Dy co-doped BaTiO<sub>3</sub> multiferroic composites, Das, Mithun Kumar;Das, Bablu Chandra;Mazumdar, S. C.;Khan, M. N.I.;Tanaka, Hidekazu;Hossain, A. K.M.Akther: Ceramics International, 49 (4) (2023) 6045-6054.

[4] Interface design of transparent thermoelectric epitaxial ZnO/SnO<sub>2</sub> multilayer film for simultaneous realization of low thermal conductivity and high optical transmittance, Ishibe, Takafumi;Komatsubara, Yuki;Katayama, Toranosuke;Yamashita, Yuichiro;Naruse, Nobuyasu;Mera, Yutaka;Hattori, Azusa N.;Tanaka, Hidekazu;Nakamura, Yoshiaki: Applied Physics Letters, 122 (4) (2023) .

[5] Noncontact evaluation of the interface potential in VO<sub>2</sub> /Si heterojunctions across metal-insulator phase transition, Yang, Dongxun;Murakami, Fumikazu;Genchi, Shingo;Tanaka, Hidekazu;Tonouchi, Masayoshi: Applied Physics Letters, 122 (4) (2023) .

[6] Strain effect on proton-memristive NdNiO<sub>3</sub> thin film devices, Sidik, Umar;Hattori, Azusa N.;Li, Hao Bo;Nonaka, Shin;Osaka, Ai I.;Tanaka, Hidekazu: Applied Physics Express, 16 (1) (2023) .

[7] Understanding the change in electrical resistance of TiO<sub>2</sub> thin film irradiated with YVO<sub>4</sub> third-harmonic generation pulse laser, Tsutsumi, Masaki;Tanaka, Hidekazu: International Journal of Applied Ceramic Technology, 20 (1) (2023) 487-492.

[8] Enhanced low-temperature proton conductivity in hydrogen-intercalated brownmillerite oxide, Lu, Nianpeng;Zhang, Zhuo;Wang, Yujia;Li, Hao Bo;Qiao, Shuang;Zhao, Bo;He, Qing;Lu, Sicheng;Li, Cong;Wu, Yongshun;Zhu, Mingtong;Lyu, Xiangyu;Chen, Xiaokun;Li, Zhuolu;Wang, Meng;Zhang, Jingzhao;Tsang, Sze Chun;Guo, Jingwen;Yang, Shuzhen;Zhang, Jianbing;Deng, Ke;Zhang, Ding;Ma, Jing;Ren, Jun;Wu, Yang;Zhu, Junyi;Zhou, Shuyun;Tokura, Yoshinori;Nan, Ce Wen;Wu, Jian;Yu, Pu: Nature Energy, 7 (12) (2022) 1208-1216.

[9] Tunable Proton Diffusion in NdNiO<sub>3</sub> Thin Films under Regulated Lattice Strains, Sidik, Umar;Hattori, Azusa N.;Hattori, Ken;Alaydrus, Musa;Hamada, Iktaro;Pamasi, Liliany N.;Tanaka, Hidekazu: ACS Applied Electronic Materials, 4 (10) (2022) 4849-4856.

[10] Controllable Strongly Electron-Correlated Properties of NdNiO<sub>3</sub> Induced by Large-Area Protonation with Metal-Acid Treatment, Ren, Hui;Osaka, Ai Isohashi;Hattori, Azusa N.;Yu, Boyuan;Nagai, Masaya;Ashida, Masaaki;Li, Bowen;Zou, Chongwen;Tanaka, Hidekazu: ACS Applied Electronic Materials, 4 (7) (2022) 3495-3502.

[11] Crystal orientation dependence of metal-insulator transition for VO<sub>2</sub> microwires fabricated on TiO<sub>2</sub>

(110) substrates with step and terrace structures, Kim, Kyungmin;Genchi, Shingo;Yamazaki, Shiro;Tanaka, Hidekazu;Abe, Masayuki: Applied Physics Express, 15 (4) (2022) .

[12] Accessibility of ARPES for Three-dimensionally Architected Si{111}7×7 Facet Surfaces on Micro-patterned Si(110), Hattori, Ken;Sakai, Yuya;Pamasi, Lilianny N.;Irmikimov, Aydar;Higashi, Takaaki;Yang, Hao Bang;Shi, Xiao Qian;Guo, Fang Zhun;Osaka, Ai I.;Tanaka, Hidekazu;Iimori, Takushi;Komori, Fumio;Hattori, Azusa N.: e-Journal of Surface Science and Nanotechnology, 20 (4) (2022) 214-220.

[13] Comprehensive determination of proton diffusion in protonated NdNiO<sub>3</sub> thin film by a combination of electrochemical impedance spectroscopy and optical observation, Taniguchi, Yuki;Li, Hao Bo;Hattori, Azusa N.;Tanaka, Hidekazu: Applied Physics Express, 16 (3) (2023) .

[14] Statistical metal-insulator transition properties of electric domains in NdNiO<sub>3</sub> nanowires, T. Yamanaka, A. N. Hattori, K. Hayashi, and H. Tanaka: Japanese Journal of Applied Physics, 61 (SM) (2022) 1005.

### 国際会議

[1] Nano/micro-scale phase change electronics using functional oxides/2D material heterostructures, H.Tanaka: 35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference(MNC 2022,).

[2] Step-like electric current switching in VO<sub>2</sub>/ hBN device using individual metallic domains, S.Genchi: 35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference(MNC 2022,).

[3] New memory technologies, H.Tanaka: 11th imec Handai International Symposium.

[4] Ambipolar Control in Resistance Driven by an Electronic Attractive Force Using VO<sub>2</sub> Nano-bridge Transistors, T. Kanki: Materials Oceania 2022.

[5] Functional oxide thin films grown on two-dimensional material toward transferable electronics, H.Tanaka: Europeam Materials Research Society.

### 解説、総説

化学と物理が融合した量子物質の展開 ～イオンと電子の相関をナノ構造で制御する～, 田中秀和、服部梓, 化学, 化学同人, 77 (9) (2022), 68-69.

方晶窒化ホウ素を用いた自由自在な機能性酸化膜成長と素子応用展開への可能性, 玄地真悟、田中秀和, 生産と技術, 大阪大学出版会, 74 (3) (2022), 59-62.

### 特許

[1] 「国内特許出願」 薄膜構造体及び薄膜構造体の製造方法, 2022-125603

[2] 「国際特許出願」 計測装置, PCT/JP2022/018600

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

神吉 輝夫           Frontiers in Nanotechnology (Associate Editor)

### 国内学会

第3期物質・デバイス領域共同研究拠点キックオフシンポジウム	1 件
第83回応用物理学会秋季学術講演会	2 件
学術変革領域研究 (A) 「2.5次元物質科学：社会変革に向けた物質科学のパラダイムシフト」第3回 領域会議	2 件
第70回応用物理学会春季学術講演会	3 件

## 取得学位

修士 (工学)	NdNiO <sub>3</sub> プロトントランジスタにおける抵抗変調動作のサイズ依存性解明
小泉 遼太	
修士 (工学)	ペロブスカイト型ニッケル酸化物中のプロトン拡散評価と高速動作イオンメモリの開発
谷口 勇貴	
博士 (理学)	二次元層状六方晶窒化ホウ素上への遷移金属酸化物薄膜結晶成長と素子応用
玄地 真悟	

## 科学研究費補助金

		単位：千円
学術変革 (A)	2次元層状物質表面場を利用した良質異種結晶の創製と機能集積	3,380
田中 秀和		
挑戦的研究萌芽	ファンデルワールス 2次元層状物質を用いたユニバーサル結晶成長基板の提案と実証	3,640
田中 秀和		
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-格子-電子相関機能の開拓	2,600
神吉 輝夫		
若手研究	Joint ionic control of strongly correlated oxides based on physics and chemistry methods	3,380
LI HAOBO		
<b>受託研究</b>		
田中 秀和	研究推進部 研究推進課 研究 プロジェクト推進係	500
田中 秀和	文部科学省	460
神吉 輝夫	(国研) 科学技術振興機構	2,600
<b>共同研究</b>		
田中 秀和	株式会社村田製作所	0
田中 秀和	三菱マテリアル株式会社	2,200
神吉 輝夫	株式会社ヒューステック	7,800
神吉 輝夫	株式会社サイエンス	4,030
神吉 輝夫	株式会社博報堂	130
<b>その他の競争的研究資金</b>		
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)	95,252
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)	59,017

## ナノ極限ファブリケーション研究分野

### 原著論文

[1] Ultrafast visualization of an electric field under the Lorentz transformation, Ota, Masato; Kan, Koichi; Komada, Soichiro; Wang, Youwei; Agulto, Verdad C.; Mag-usara, Valynn Katrine; Arikawa, Yasunobu; Asakawa, Makoto R.; Sakawa, Youichi; Matsui, Tatsunosuke; Nakajima, Makoto: Nature Physics, 18 (12) (2022) 1436-1440.

- [2] Triplet-Triplet Annihilation via the Triplet Channel in Crystalline 9,10-Diphenylanthracene, Yago, Tomoaki;Tashiro, Manami;Hasegawa, Kiichi;Gohdo, Masao;Tsuchiya, Syuta;Ikoma, Tadaaki;Wakasa, Masanobu: Journal of Physical Chemistry Letters, 13 (37) (2022) 8768-8774.
- [3] Direct ionization-driven observational approaches for radical cation formation in solution for pulse radiolysis, Gohdo, Masao;Tagawa, Seiichi;Kan, Koichi;Yang, Jinfeng;Yoshida, Yoichi: Radiation Physics and Chemistry, 196 (2022) .
- [4] Focused proton beam generating pseudo Bragg peak for FLASH therapy, Mei, Zhiyuan;Yuan, Yi;Wang, Jian;Fan, Danlei;Li, Kehan;Yang, Jinfeng;Fan, Kuanjun;Fan, Mingwu: Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 1032 (2022) .
- [5] Development of a 1.4-cell RF photocathode gun for single-shot MeV ultrafast electron diffraction devices with femtosecond resolution, Song, Yifang;Yang, Jinfeng;Wang, Jian;Urakawa, Junji;Takatomi, Toshikazu;Fan, Kuanjun: Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 1031 (2022) .
- [6] MeV electron bunch compression and timing jitter suppression using a THz-driven resonator, Yifang Song, Cheng-Ying Tsai, Kuanjun Fan, Jinfeng Yang, Hong Qi: Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 1047 (2023) .
- [7] Quantitative spatial mapping of distorted state phases during the metal-insulator phase transition for nanoscale VO<sub>2</sub> engineering, Yuichi Ashida, Takafumi Ishibe, Jinfeng Yang, Nobuyasu Naruse, Yoshiaki Nakamura: Science and Technology of Advanced Materials, 24 (2022) .

#### 国際会議

- [1] Application of Nb<sub>3</sub>Sn cavity for femtosecond-pulsed electron microscope , 楊 金峰: International Meeting of TESLA Technology Collaboration (TTC2022).

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

楊 金峰	The 14th meeting of the "Ionizing Radiation and Polymers" symposium (Local Organizing Committee)
神戸 正雄	The 14th meeting of the "Ionizing Radiation and Polymers" symposium (Local Organizing Committee)
菅 晃一	The 14th meeting of the "Ionizing Radiation and Polymers" symposium (Local Organizing Committee)
吉田 陽一	The 14th meeting of the "Ionizing Radiation and Polymers" symposium (Local Organizing Committee)

#### 国内学会

日本顕微鏡学会第 78 回学術講演会	1 件
日本加速器学会年会	3 件
放射線化学討論会	2 件
日本原子力学会年会	3 件

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (A)	サブフェムト秒パルスラジオリシスによる熱化前・緩和前活性種の研究	13,780
吉田 陽一		
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化現象の観測	10,790
楊 金峰		
受託研究		
菅 晃一	J K A (公益財団法人) 量子ビーム超高速時空間分布計測システムの開発	4,984

## 奨学寄附金

吉田 陽一 株式会社マクランサ 代表取締役 林 正史 1,500

## 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) 3,225

川上 茂樹 東日本電信電話株式会社 最適な保存方法確立に関する共同実験 2,000

---

## ナノ構造・機能評価研究分野

### 原著論文

[1] Bottom-up evolution of perovskite clusters into high-activity rhodium nanoparticles toward alkaline hydrogen evolution, Lin, Gaoxin;Zhang, Zhuang;Ju, Qiangjian;Wu, Tong;Segre, Carlo U.;Chen, Wei;Peng, Hongru;Zhang, Hui;Liu, Qiunan;Liu, Zhi;Zhang, Yifan;Kong, Shuyi;Mao, Yuanlv;Zhao, Wei;Suenaga, Kazu;Huang, Fuqiang;Wang, Jiacheng: Nature Communications, 14 (2023) .

[2] Self-Reconstruction of Single-Atom-Thick A Layers in Nanolaminated MAX Phases for Enhanced Oxygen Evolution, Hu, Chun;Dong, Huilong;Li, Youbing;Sinha, Sapna;Wang, Changda;Xu, Wenjie;Song, Li;Suenaga, Kazu;Geng, Hongbo;Wang, Jiacheng;Huang, Qing;Tan, Yuanzhi;Huang, Xiaoqing: Advanced Functional Materials, 33 (7) (2022) .

[3] Drastically reduced thermal conductivity of self-bundled single-walled carbon nanotube, Feng, Ya;Sato, Yuta;Inoue, Taiki;Liu, Ming;Chiashi, Shohei;Xiang, Rong;Suenaga, Kazu;Maruyama, Shigeo: Carbon, 201 (2023) 433-438.

[4] Thermal Aging of Rh/ZrO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> Three-Way Catalysts under Dynamic Lean/Rich Perturbation Accelerates Deactivation via an Encapsulation Mechanism, Machida, Masato;Yoshida, Hideto;Kamiuchi, Naoto;Fujino, Yasuhiro;Miki, Takeshi;Haneda, Masaaki;Tsurunari, Yutaro;Iwashita, Shundai;Ohta, Rion;Yoshida, Hiroshi;Ohyama, Junya;Tsushida, Masayuki: ACS Catalysis, (2023) 3806-3814.

[5] Cobalt porphyrin/molybdenum disulfide nanoensembles for light-assisted electrocatalytic water oxidation and selective hydrogen peroxide production, Perivoliotis, Dimitrios K.;Stangel, Christina;Sato, Yuta;Suenaga, Kazu;Tagmatarchis, Nikos: 2D Materials, 10 (1) (2022) .

[6] Bifunctional Monolayer WSe<sub>2</sub>/Graphene Self-Stitching Heterojunction Microreactors for Efficient Overall Water Splitting in Neutral Medium, Chiang, Chun Hao;Yang, Yueh Chiang;Lin, Jia Wei;Lin, Yung Chang;Chen, Po Tuan;Dong, Chung Li;Lin, Hung Min;Chan, Kwun Man;Kao, Yu Ting;Suenaga, Kazu;Chiu, Po Wen;Chen, Chun Wei: ACS Nano, 16 (11) (2022) 18274-18283.

[7] Patterning and doping of transition metals in tungsten dichalcogenides, Lin, Yung Chang;Chang, Yao Pang;Chen, Kai Wen;Lee, Tai Ting;Hsiao, Bo Jiun;Tsai, Tsung Han;Yang, Yueh Chiang;Lin, Kuang I.;Suenaga, Kazu;Chen, Chia Hao;Chiu, Po Wen: Nanoscale, 14 (45) (2022) 16968-16977.

[8] Surfactant-Assisted Isolation of Small-Diameter Boron-Nitride Nanotubes for Molding One-Dimensional van der Waals Heterostructures, Furusawa, Shinpei;Nakanishi, Yusuke;Yomogida, Yohei;Sato, Yuta;Zheng, Yongjia;Tanaka, Takumi;Yanagi, Kazuhiro;Suenaga, Kazu;Maruyama, Shigeo;Xiang, Rong;Miyata, Yasumitsu: ACS Nano, 16 (10) (2022) 16636-16644.

[9] Twist Angle-Dependent Molecular Intercalation and Sheet Resistance in Bilayer Graphene, Araki, Yuji;Solís-Fernández, Pablo;Lin, Yung Chang;Motoyama, Amane;Kawahara, Kenji;Maruyama, Mina;Gao, Yanlin;Matsumoto, Rika;Suenaga, Kazu;Okada, Susumu;Ago, Hiroki: ACS Nano, 16 (9) (2022) 14075-14085.

[10] Heterodimensional superlattice with in-plane anomalous Hall effect, Zhou, Jiadong;Zhang, Wenjie;Lin, Yung Chang;Cao, Jin;Zhou, Yao;Jiang, Wei;Du, Huifang;Tang, Bijun;Shi, Jia;Jiang, Bingyan;Cao, Xun;Lin, Bo;Fu, Qundong;Zhu, Chao;Guo, Wei;Huang, Yizhong;Yao, Yuan;Parkin, Stuart S.P.;Zhou, Jianhui;Gao, Yanfeng;Wang, Yeliang;Hou, Yanglong;Yao, Yugui;Suenaga, Kazu;Wu,



Xiaosong;Liu, Zheng: Nature, 609 (2022) 46-51.

[11] Photo/Electrocatalytic Hydrogen Peroxide Production by Manganese and Iron Porphyrin/Molybdenum Disulfide Nanoensembles, Perivoliotis, Dimitrios K.;Stangel, Christina;Sato, Yuta;Suenaga, Kazu;Tagmatarchis, Nikos: Small, 18 (37) (2022) .

[12] Momentum-Dependent Oscillator Strength Crossover of Excitons and Plasmons in Two-Dimensional PtSe<sub>2</sub>, Hong, Jinhua;Svendsen, Mark Kamper;Koshino, Masanori;Pichler, Thomas;Xu, Hua;Suenaga, Kazu;Thygesen, Kristian S.: ACS Nano, 16 (8) (2022) 12328-12337.

[13] Large-Scale 1T'-Phase Tungsten Disulfide Atomic Layers Grown by Gas-Source Chemical Vapor Deposition, Okada, Mitsuhiro;Pu, Jiang;Lin, Yung Chang;Endo, Takahiko;Okada, Naoya;Chang, Wen Hsin;Lu, Anh Khoa Augustin;Nakanishi, Takeshi;Shimizu, Tetsuo;Kubo, Toshitaka;Miyata, Yasumitsu;Suenaga, Kazu;Takenobu, Taishi;Yamada, Takatoshi;Irisawa, Toshifumi: ACS Nano, 16 (8) (2022) 13069-13081.

[14] Maximizing noble metal utilization in solid catalysts by control of nanoparticle location, Cheng, Kang;Smulders, Luc C.J.;van der Wal, Lars I.;Oenema, Jogchum;Meeldijk, Johannes D.;Visser, Nienke L.;Sunley, Glenn;Roberts, Tegan;Xu, Zhuoran;Dorskocil, Eric;Yoshida, Hideto;Zheng, Yanping;Zečević, Jovana;de Jongh, Petra E.;de Jong, Krijn P.: Science, 377 (6602) (2022) 204-208.

[15] Variation in atomistic structure due to annealing at diamond/silicon heterointerfaces fabricated by surface activated bonding, Ohno, Yutaka;Liang, Jianbo;Yoshida, Hideto;Shimizu, Yasuo;Nagai, Yasuyoshi;Shigekawa, Naoteru: Japanese Journal of Applied Physics, 61 (SF) (2022) .

[16] Composition and phase engineering of metal chalcogenides and phosphorous chalcogenides, Zhou, Jiadong;Zhu, Chao;Zhou, Yao;Dong, Jichen;Li, Peiling;Zhang, Zhaowei;Wang, Zhen;Lin, Yung Chang;Shi, Jia;Zhang, Runwu;Zheng, Yanzhen;Yu, Huimei;Tang, Bijun;Liu, Fucui;Wang, Lin;Liu, Liwei;Liu, Gui Bin;Hu, Weida;Gao, Yanfeng;Yang, Haitao;Gao, Weibo;Lu, Li;Wang, Yeliang;Suenaga, Kazu;Liu, Guangtong;Ding, Feng;Yao, Yugui;Liu, Zheng: Nature Materials, 22 (2022) 450-458.

[17] Micro- and Macrostructures of Aligned Boron Nitride Nanotube Arrays, Luiz H. Acauan,Haozhe Wang,Yongjia Zheng,Ming Liu,Shigeo Maruyama,Rong Xiang,Brian L. Wardle: ACS Nano, 16 (11) (2022) 18178–18186.

[18] Synthesis of vertically aligned boron nitride nanotubes with a template of single-walled carbon nanotubes, Ming Liu,Shuhui Wang,Yongjia Zheng,Miyuki Takeuchi,Taiki Inoue,Rong Xiang,Shigeo Maruyama: Journal of Materials Research, 37 (2022) .

[19] Fabricating one-dimensional van der Waals heterostructures on chirality-sorted single-walled carbon nanotubes, Ruixi Zhang,Ya Feng,Henan Li,Akihito Kumamoto,Shuhui Wang,Yongjia Zheng,Wanyu Dai,Nan Fang,Ming Liu,Takeshi Tanaka,Yuichiro K. Kato,Hiromichi Kataura,Yuichi Ikuhara,Shigeo Maruyama,Rong Xiang: Carbon, 199 (31) (2022) 407-414.

[20] Coaxial heterostructure formation of highly crystalline graphene flakes on boron nitride nanotubes by high-temperature chemical vapor deposition, Masakiyo Kato,Taiki Inoue,Yi Ling Chiew,Yungkai Chou,Masashi Nakatake,Shoichi Takakura,Yoshio Watanabe,Kazu Suenaga,Yoshihiro Kobayashi: Applied Physics Express, 16 (3) (2023) .

[21] Large-area synthesis and transfer of multilayer hexagonal boron nitride for enhanced graphene device arrays, Satoru Fukamachi,Pablo Solís-Fernández,Kenji Kawahara,Daichi Tanaka,Toru Otake,Yung-Chang Lin,Kazu Suenaga,Hiroki Ago: Nature Electronics, 6 (2023) 126-136.

[22] Vapor-Phase Indium Intercalation in van der Waals Nanofibers of Atomically Thin W<sub>6</sub>Te<sub>6</sub> Wires,

Ryusuke Natsui, Hiroshi Shimizu, Yusuke Nakanishi, Zheng Liu, Akito Shimamura, Nguyen Tuan Hung, Yung-Chang Lin, Takahiko Endo, Jiang Pu, Iori Kikuchi, Taishi Takenobu, Susumu Okada, Kazu Suenaga, Riichiro Saito, and Yasumitsu Miyata: ACSNANO, 17 (6) (2023) 5561-5569.

[23] Dispersed surface Ru ensembles on MgO(111) for catalytic ammonia decomposition, Huihuang Fang, SimsonWu, TugceAyvali, Jianwei Zheng, Joshua Fellowes, Ping-Luen Ho, Kwan Chee Leung, Alexander Large, GeorgHeld, Ryuichi Kato, Kazu Suenaga, Yves Ira A. Reyes, Ho Viet Thang, Hsin-Yi Tiffany Chen and Shik Chi Edman Tsang: Nature Communications, 14 (647) (2023) .

[24] Electrochemical Sensor Made with 3D Micro-/Mesoporous Structures of CoNi-N/GaN for Noninvasive Detection of Glucose, Shunji Chen, Hui Huang, Haiming Sun, Qiunan Liu, Huichao Zhu, Jian Zhao, Pengbo Liu, and Jun Yu: ACS Applied Materials & Interfaces, 14 (43) (2022) 49035-49046.

[25] Atomically Precise Synthesis of One-Dimensional Transition Metal Chalcogenides Using Nano-Test-Tubes, Yusuke Nakanishi, Shinpei Furusawa, Zheng Liu, Yuta Sato, Yohei Yomogida, Kazuhiro Yanagi, Kazu Suenaga and Yasumitsu Miyata: ECS Meeting Abstracts, MA2022-01 (10) (2022) 769.

#### 国際会議

[1] Radial breathing mode of individual carbon nanotubes shows no temperature dependence, Ya Feng, Yuta Sato, Taiki Inoue, Ming Liu, Xiang Rong, Kazu Suenaga, Shigeo Maruyama: NT22 (22nd International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-Dimensional Materials).

[2] Electron microscopy and spectroscopy on 2D hybrid materials, Kazu Suenaga: SALVE 2D22 Symposium.

[3] Recent progress of electron spectroscopy with the single-atom limit, Kazu Suenaga: PICO2022 (Seventh Conference on Frontiers of Aberration Corrected Electron Microscopy, PICO 2022).

[4] Electron energy-loss spectroscopy of low-dimensional carbon, Kazu Suenaga: The Canadian Centre for Electron Microscopy (CEM).

[5] Electron microscopy and spectroscopy of 2D hybrid materials, Kazu Suenaga: 10th International Workshop on 2D Materials(A3 Foresight Program) .

[6] Electron Microscopy and Spectroscopy of Low-dimensional Hybrid Materials, Kazu Suenaga: ELMINA2022 (Second International Conference "Electron Microscopy of Nanostructures").

[7] Electron Microscopy and Spectroscopy of 2D Hybrid Materials, Kazu Suenaga: RPGR2022 The 13th Recent Progress in Graphene and Two-dimensional Materials Research Conference.

[8] 3C project: Current status of low-voltage TEM/STEM developments in Japan, Kazu Suenaga: MORE-TEM Symposium 2022.

[9] STEM-EELS analysis of low-dimensional carbon nanostructures, Kazu Suenaga: International Symposium of Japan-Thailand Microscopy Societies.

#### 解説、総説

低加速電子顕微鏡を用いたカーボン単原子のイメージングと分析, 末永 和知, 生産と技術, 一般社団法人 生産技術振興協会, 74[2] (2022), 67-72.

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

末永 和知 The 26th Sanken International Symposium (組織委員)

## 国内学会

日本顕微鏡学会第 78 回学術講演会（日本-タイ顕微鏡学会国際交流シンポジウム）	1 件
第 130 回触媒討論会	1 件
電気化学会溶融塩委員会第 209 回委員会	1 件
日本顕微鏡学会若手研究部会 2022 年度シンポジウム	1 件
日本顕微鏡学会 ソフトマテリアル分科会 2022 年度第 1 回講演会	1 件
CREST「原子・分子の自在配列・配向技術と分子システム機能」第 4 回領域会議	1 件
学術変革領域研究（A）「2.5次元物質科学：社会変革に向けた物質科学のパラダイムシフト」第 4 回 領域会議	1 件
CREST【ナノ力学】サイトビジットプログラム	1 件
第 24 回ミレニアムサイエンスフォーラム	1 件
文部科学省 科学研究費補助金 学術変革領域研究（B）第 3 回領域会議	1 件
第 3 回日本-カナダ顕微鏡学会交流シンポジウム	1 件
日本顕微鏡学会第 65 回シンポジウム	1 件

## 取得学位

修士（工学）	ハイエントロピー合金ナノ粒子の合成と成長過程のその場観察
岩間 和樹	
修士（工学）	自動車排ガス浄化 Rh 触媒の劣化機構の解明
藤野 泰寛	

## 科学研究費補助金

		単位：千円
特別研究員奨励費(外国人)	最先端電子顕微鏡を用いた二次元バッテリー材料のインターカレーション機構の解明	500
末永 和知		
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	1,820
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	9,490
吉田 秀人		
<b>受託研究</b>		
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	15,600
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	136,776
末永 和知	European Research Councils 代表機関：ウィーン大学 M O m e n t u m and position R E s o l v e d mapping Transmission Electron energy loss Microscope	35,981
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
<b>共同研究</b>		
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

## ナノ機能予測研究分野

### 原著論文

[1] Non-charge-transfer Origin of Tc Enhancement in a Surface Superconductor Si(111)-(7- $\sqrt{3}$ - $\sqrt{7}$ ×3)-In with Adsorbed Organic Molecules, Yokota, Kenta;Inagaki, Shunsuke;Qian, Wenxuan;Nemoto, Ryohei;Yoshizawa, Shunsuke;Minamitani, Emi;Sakamoto, Kazuyuki;Uchihashi, Takashi: Journal of the Physical Society of Japan, 91 (12) (2022) .

[2] Spin-orbital Yu-Shiba-Rusinov states in single Kondo molecular magnet, Xia, Hui Nan;Minamitani, Emi;Žitko, Rok;Liu, Zhen Yu;Liao, Xin;Cai, Min;Ling, Zi Heng;Zhang, Wen Hao;Klyatskaya, Svetlana;Ruben, Mario;Fu, Ying Shuang: Nature Communications, 13 (1) (2022) .

#### 国際会議

[1] Topological descriptor of thermal conductivity in covalent amorphous solids, Emi Minamitani: 14th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '22.

[2] Relationship between structural characteristics and thermal conductivity in covalent amorphous solids, Emi Minamitani: The 26th SANKEN International Symposium.

[3] Relationship between local coordinates and thermal conductivity in covalent amorphous solids, Emi Minamitani, Takuma Shiga, Makoto Kashiwagi, Ipei Obayashi: THE 22ND INTERNATIONAL VACUUM CONGRESS IVC-22.

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (B)	データサイエンス技術を活用した二次元アモルファス材料	6,890
南谷 英美	における熱物性の理論研究	
基盤研究 (C)	曲がった時空における波束の半古典論の構築と非線形応答	1,690
下出 敦夫	への応用	
<b>受託研究</b>		
南谷 英美	(国研) 科学技術振興機構 構造トポロジー情報を応用した 構 韌やかな機械学習力場の構築	17,108
<b>奨学寄附金</b>		
南谷 英美	大学共同利用機関法人 自然科学研究機構	557

---

#### ソフトナノマテリアル研究分野

##### 原著論文

[1] s-Indacene Revisited: Modular Synthesis and Modulation of Structures and Molecular Orbitals of Hexaaryl Derivatives, Jhang, Shun Jie;Pandidurai, Jayabalan;Chu, Ching Piao;Miyoshi, Hirokazu;Takahara, Yuta;Miki, Masahito;Sotome, Hikaru;Miyasaka, Hiroshi;Chatterjee, Shreyam;Ozawa, Rumi;Ie, Yutaka;Hisaki, Ichiro;Tsai, Chia Lin;Cheng, Yen Ju;Tobe, Yoshito: Journal of the American Chemical Society, 145 (8) (2023) 4716-4729.

[2] Green-Light Wavelength-Selective Organic Solar Cells Based on Poly(3-hexylthiophene) and Naphthobisthiadiazole-Containing Acceptors toward Agrivoltaics, Jinnai, Seihou;Oi, Ayumi;Seo, Takuji;Moriyama, Taichi;Terashima, Masahiro;Suzuki, Mitsuharu;Nakayama, Ken Ichi;Watanabe, Yasuyuki;Ie, Yutaka: ACS Sustainable Chemistry and Engineering, 11 (4) (2023) 1548-1556.

[3] Fluorinated Dihydropentalene-1,4-Dione: A Strong Electron-Accepting Unit with Organic Semiconductor Characteristics, Yokoyama, Soichi;Ie, Yutaka: Chemistry - A European Journal, (2023) .

[4] Synthesis, Properties, and Photovoltaic Characteristics of Fluoranthenedione-containing Nonfullerene Acceptors for Organic Solar Cells, Chatterjee, Shreyam; Ie, Yutaka: Journal of Photopolymer Science and Technology, 35 (2) (2022) 187-191.

[5] Bridging pico-to-nanonewtons with a ratiometric force probe for monitoring nanoscale polymer physics before damage, Kotani, Ryota;Yokoyama, Soichi;Nobusue, Shunpei;Yamaguchi, Shigehiro;Osuka, Atsuhiko;Yabu, Hiroshi;Saito, Shohei: Nature Communications, 13 (1) (2022) .

[6] Phosphaacene as a structural analogue of thienoacenes for organic semiconductors, Matsuo, Kyohei;Okumura, Rina;Hayashi, Hironobu;Aratani, Naoki;Jinnai, Seihou;Ie, Yutaka;Saeki, Akinori;Yamada, Hiroko: Chemical Communications, 58 (98) (2022) 13576-13579.

- [7] Olefin–Borane Interactions in Donor– $\pi$ –Acceptor Fluorophores that Undergo Frustrated-Lewis-Pair-Type Reactions, Oshimizu, Ryo;Ando, Naoki;Yamaguchi, Shigehiro: *Angewandte Chemie - International Edition*, 61 (41) (2022) .
- [8] Multiple resonance type thermally activated delayed fluorescence by dibenzo [1,4] azaborine derivatives, Bae, Jaehyun;Sakai, Mika;Tsuchiya, Youichi;Ando, Naoki;Chen, Xian Kai;Nguyen, Thanh Ba;Chan, Chin Yiu;Lee, Yi Ting;Auffray, Morgan;Nakanotani, Hajime;Yamaguchi, Shigehiro;Adachi, Chihaya: *Frontiers in Chemistry*, 10 (2022) .
- [9] Synthesis, physical properties, and OFET characteristics of a propeller-shaped molecule with a dithiarubicene blade, Tsukamoto, Kenji;Takagi, Koji;Jinnai, Seiho;Ie, Yutaka;Hara, Mitsuo;Fukushima, Takanori: *Molecular Systems Design and Engineering*, 7 (12) (2022) 1639-1649.
- [10] Effects of the rigid and sterically bulky structure of non-fused nonfullerene acceptors on transient photon-to-current dynamics, Jinnai, Seiho;Murayama, Kasumi;Nagai, Keisuke;Mineshita, Megumi;Kato, Kosaku;Muraoka, Azusa;Yamakata, Akira;Saeki, Akinori;Kobori, Yasuhiro;Ie, Yutaka: *Journal of Materials Chemistry A*, 10 (37) (2022) 20035-20047.
- [11] Planarized Phenylidithienylboranes: Effects of the Bridging Moieties and  $\pi$ -Extension on the Photophysical Properties and Lewis Acidity, Sakai, Mika;Mori, Masayoshi;Hirai, Masato;Ando, Naoki;Yamaguchi, Shigehiro: *Chemistry - A European Journal*, 28 (38) (2022) .
- [12] Role of Linker Functionality in Polymers Exhibiting Main-Chain Thermally Activated Delayed Fluorescence, Philipps, Kai;Ie, Yutaka;van der Zee, Bas;Png, Rui Qi;Ho, Peter K.H.;Chua, Lay Lay;del Pino Rosendo, Esther;Ramanan, Charusheela;Wetzelaer, Gert Jan A.H.;Blom, Paul W.M.;Michels, Jasper J.: *Advanced Science*, 9 (19) (2022) .
- [13] Fluorescent Organic  $\pi$ -Radicals Stabilized with Boron: Featuring a SOMO–LUMO Electronic Transition, Ito, Masato;Shirai, Shusuke;Xie, Yongfa;Kushida, Tomokatsu;Ando, Naoki;Soutome, Hiroki;Fujimoto, Kazuhiro J.;Yanai, Takeshi;Tabata, Kenichi;Miyata, Yasuo;Kita, Hiroshi;Yamaguchi, Shigehiro: *Angewandte Chemie - International Edition*, 61 (25) (2022) .
- [14] Tetrazolo[1,5- a]pyridine-Containing  $\pi$ -Conjugated Systems: Synthesis, Properties, and Semiconducting Characteristics, Tamba, Shunsuke;Nitani, Masashi;Seo, Takuji;Nitta, Hajime;Tanaka, Hikaru;Hagiya, Kazutake;Aso, Yoshio;Ie, Yutaka: *Organic Letters*, 24 (21) (2022) 3792-3796.
- [15] FeCl<sub>3</sub> -Promoted Facile Synthesis of Multiply Arylated Nicotinonitriles, Iwai, Kento;Yamauchi, Haruka;Yokoyama, Soichi;Nishiwaki, Nagatoshi: *Synthesis (Germany)*, 54 (10) (2022) 2480-2486.
- [16] A fused  $\pi$ -extended molecule containing an electron-accepting naphthobisthiadiazole and its incorporation into a copolymer: synthesis, properties, and semiconducting performance, Asakawa, Ryo;Seo, Takuji;Yokoyama, Soichi;Ie, Yutaka: *Polymer Journal*, 55 (2022) 451-461.
- [17] Excited states engineering enables efficient near-infrared lasing in nanographenes, Paternò, Giuseppe M.;Chen, Qiang;Munõz-Mármol, Rafael;Guizzardi, Michele;Bonal, Víctor;Kabe, Ryota;Barker, Alexander J.;Boj, Pedro G.;Chatterjee, Shreyam;Ie, Yutaka;Villalvilla, José M.;Quintana, José A.;Scotognella, Francesco;Müllen, Klaus;Díaz-García, María A.;Narita, Akimitsu;Lanzani, Guglielmo: *Materials Horizons*, 9 (1) (2022) 393-402.

#### 国際会議

- [1] Functional  $\pi$ -Conjugated Systems for Electronic Application, Y. Ie: 11th imec Handai International Symposium.
- [2] Synthesis, Properties, and Application of an Alkylthiophene-fused Naphthobisthiadiazole unit as

Non-fullerene acceptors, H. Mori; T. Seo; S. Jinnai; Y. Ie: The 26th SANKEN International Symposium.

[3] Development of Benzene-Annulated Quinoidal Systems for Acceptor Applications, Y. Ie: 241th ECS Meeting.

[4] Development of Functional  $\pi$ -Conjugated Molecules for Electronic Application, Y. Ie: KJF International Conference.

[5] Development of Fused  $\pi$ -Conjugated Molecule Containing Naphthobisthiadiazole Unit for Semiconductor Application, R. Asakawa; S. Yokoyama; Y. Ie: KJF International Conference.

[6] Development of New Electron Acceptor for Organic Solar Cells Using Spirofluorene-Flanked Cyclopentathiophene as a  $\pi$ -Conjugated Linker, S. Jinnai; Y. Ie: The 19th International Symposium on Novel Aromatic Compounds.

[7] Development of Alkylthiophene-fused Naphthobisthiadiazole Towards Novel Acceptor Materials for Organic Solar Cells, H. Mori; T. Seo; S. Jinnai; Y. Ie: The 19th International Symposium on Novel Aromatic Compounds.

[8] Development of Functional  $\pi$ -Conjugated Molecules Containing Cyclopentene-annulated Thiophene for Electronic Applications, Y. Ie: International Congress on Pure & Applied Chemistry.

[9] Development of Donor-Acceptor Type Organic Photocatalysts and Application to Chemical Transformation Reactions, S. Jinnai; Y. Hosoda; Y. Ie: International Symposium on Innovative Reactions through Controlling Electrons.

#### 解説、総説

分子エレクトロニクスに向けた完全被覆型分子ワイヤの開発, 化学と工業, 日本化学会, 75 (2022), 389.

#### 特許

- [1] 「国内特許出願」 化合物、有機半導体材料、および有機電子デバイス, 2022-045473
- [2] 「国内特許出願」 化合物、有機半導体材料、有機半導体素子、及び有機太陽電池, 2023-027288
- [3] 「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, 2023-514758
- [4] 「国内特許出願」 化合物、有機半導体材料、有機半導体素子、及び有機太陽電池, 2023-034804
- [5] 「国内特許出願」 有機電子素子用材料、有機電子素子、及び化合物, 2023-021531
- [6] 「国際特許出願」 高分子化合物、有機半導体材料、および有機電子デバイス, 111147513
- [7] 「国際特許出願」 高分子化合物、有機半導体材料、および有機電子デバイス, 111147509
- [8] 「国内成立特許」 複合固体電解質の製造方法, 2018-218472
- [9] 「国内成立特許」 化合物、及びこれを含む有機半導体材料, 2019-542258
- [10] 「国内成立特許」 フラーレン誘導体、及びn型半導体材料, 2019-148684
- [11] 「国内成立特許」 高分子化合物及びその製造方法、それを含む有機半導体材料並びにそれを含む有機太陽電池, 2019-537582

[12]「国内成立特許」高分子化合物、高分子化合物を含む有機半導体材料、および有機半導体材料を含む有機電子デバイス, 2020-508245

[13]「国際成立特許」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, 10-2019-7020118

[14]「国内特許出願」有機電子素子用材料、有機電子素子、及び化合物, 特願 2023-21531

### 科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究 (B)	革新的な太陽電池駆動メカニズムを指向した高誘電率の非フラーレン型アクセプター開発	0	
家 裕隆			
学術変革 (A)	動的エキシトン利用を志向した機能性有機半導体材料開発と太陽電池応用	0	
家 裕隆			
基盤研究 (B)	革新的な太陽電池駆動メカニズムを指向した高誘電率の非フラーレン型アクセプター開発	4,810	
家 裕隆			
学術変革 (A)	動的エキシトン利用を志向した機能性有機半導体材料開発と太陽電池応用	23,010	
家 裕隆			
国際強化 B	有機化学とデバイス物理の融合による有機半導体材料開発：物理的性質の相関解明と活用	4,420	
家 裕隆			
若手研究	5-6-5縮環型共役骨格の特徴を活かした $\pi$ 電子グリッドシステムの創成	1,430	
陣内 青萌			
若手研究	分子軌道を自在制御可能な $\pi$ 接合型ピラー状分子ワイヤの開発	1,820	
横山 創一			
若手研究	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	0	
安藤 直紀			
<b>受託研究</b>			
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	19,562
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
家 裕隆	株式会社カネカ (NEDO 再委託)	低光吸収 n 層の開発	5,996
家 裕隆	(国研) 科学技術振興機構	発電と農業を融合した太陽光エネルギー有効利用システムの開発	1,300
家 裕隆	文部科学省		460
陣内 青萌	研究推進部 研究推進課 研究 プロジェクト推進係		304
<b>奨学寄附金</b>			
家 裕隆	宮田 幹二		300
家 裕隆	宮田 幹二		300
安藤 直紀	公益財団法人豊田理化学研究所 所長 玉尾 皓平		1,000
<b>共同研究</b>			
家 裕隆	東洋紡株式会社	有機半導体材料に関する研究	1,300
家 裕隆	テックワン株式会社	フッ素原子非含有型撥水撥油材料の作成と評価に関する研究	2,500
家 裕隆	株式会社 M3 研究所	エスディーズ(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
家 裕隆	東洋ビジュアルソリューションズ株式会社	機能性近赤外線吸収有機色素の研究	1,300



その他の競争的研究資金

家 裕隆 石原産業株式会社

有機薄膜太陽電池の試作と評価に関する相談 1,960

---

バイオナノテクノロジー研究分野

原著論文

[1] Regulating Nonlinear Ion Transport through a Solid-State Pore by Partial Surface Coatings, Leong, Iat Wai;Tsutsui, Makusu;Yokota, Kazumichi;Murayama, Sanae;Taniguchi, Masateru: ACS Applied Materials and Interfaces, 15 (4) (2023) 6123-6132.

[2] Quantitative Microscopic Observation of Base-Ligand Interactions via Hydrogen Bonds by Single-Molecule Counting, Takashima, Yusuke;Komoto, Yuki;Ohshiro, Takahito;Nakatani, Kazuhiko;Taniguchi, Masateru: Journal of the American Chemical Society, 145 (2) (2023) 1310-1318.

[3] Direct observation of DNA alterations induced by a DNA disruptor, Ohshiro, Takahito;Asai, Ayumu;Konno, Masamitsu;Ohkawa, Mayuka;Komoto, Yuki;Ofusa, Ken;Ishii, Hideshi;Taniguchi, Masateru: Scientific Reports, 12 (1) (2022) .

[4] Ionic Signal Amplification of DNA in a Nanopore, Tsutsui, Makusu;Yokota, Kazumichi;He, Yuhui;Kawai, Tomoji: Small Methods, 6 (11) (2022) .

[5] Interference of electrochemical ion diffusion in nanopore sensing, Leong, Iat Wai;Kishimoto, Shohei;Tsutsui, Makusu;Taniguchi, Masateru: iScience, 25 (10) (2022) .

[6] Sparse multi-nanopore osmotic power generators, Tsutsui, Makusu;Yokota, Kazumichi;Leong, Iat Wai;He, Yuhui;Kawai, Tomoji: Cell Reports Physical Science, 3 (10) (2022) .

[7] Establishment of a reference single-cell RNA sequencing dataset for human pancreatic adenocarcinoma, Chijimatsu, Ryota;Kobayashi, Shogo;Takeda, Yu;Kitakaze, Masatoshi;Tatekawa, Shotaro;Arao, Yasuko;Nakayama, Mika;Tachibana, Naohiro;Saito, Taku;Ennishi, Daisuke;Tomida, Shuta;Sasaki, Kazuki;Yamada, Daisaku;Tomimaru, Yoshito;Takahashi, Hidenori;Okuzaki, Daisuke;Motooka, Daisuke;Ohshiro, Takahito;Taniguchi, Masateru;Suzuki, Yutaka;Ogawa, Kazuhiko;Mori, Masaki;Doki, Yuichiro;Eguchi, Hidetoshi;Ishii, Hideshi: iScience, 25 (8) (2022) .

[8] Sensing the Performance of Artificially Intelligent Nanopores Developed by Integrating Solid-State Nanopores with Machine Learning Methods, Taniguchi, Masateru;Takei, Hiroyasu;Tomiyasu, Kazuhiko;Sakamoto, Osamu;Naono, Norihiko: Journal of Physical Chemistry C, 126 (29) (2022) 12197-12209.

[9] Dependence of Molecular Diode Behaviors on Aromaticity, Morikawa, Takanori;Tsutsui, Makusu;Komoto, Yuki;Yokota, Kazumichi;Taniguchi, Masateru: Journal of Physical Chemistry Letters, 13 (27) (2022) 6359-6366.

[10] Single-Molecule Classification of Aspartic Acid and Leucine by Molecular Recognition through Hydrogen Bonding and Time-Series Analysis, Ryu, Jiho;Komoto, Yuki;Ohshiro, Takahito;Taniguchi, Masateru: Chemistry - An Asian Journal, 17 (13) (2022) .

[11] 3D designing of resist membrane pores via direct electron beam lithography, Kishimoto, Shohei;Leong, Iat Wai;Murayama, Sanae;Nakada, Tomoko;Komoto, Yuki;Tsutsui, Makusu;Taniguchi, Masateru: Sensors and Actuators B: Chemical, 357 (2022) .

[12] Review of the use of nanodevices to detect single molecules, Takahito Ohshiro, Masateru Taniguchi:

Analytical Biochemistry, 654 (2022) 114645.

[13] Challenges of the practical applications of solid-state nanopore platforms for sensing biomolecules, Masateru Taniguchi: Applied Physics Express, 15 (7) (2022) 070101.

#### 国際会議

[1] Nanopore Sensing for Single-Virus Detections to Digital Infection Diagnosis, M.Tsutsui: 17th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered & Molecular Systems (IEEE-NEMS 2022).

[2] Commercialization of an AI-nanopore Platform to Revolutionize Inspection Systems, M. Taniguchi: MEMS Engineer Forum (MEF)2022.

[3] Asymmetric Ion and Fluid Transport in Solid-State Pores for Nanofluidic Circuits, M.TSUTSUI, M.TANIGUCHI: IUMRS-ICYRAM2022.

[4] Digital Platform for Developing Rapid Infectious Disease Testing Methods, M. Taniguchi: The 6th Core Research Cluster for Materials Science Symposium 2022.

[5] Infectious Disease Testing Platform Based on AI Nanopore, M. Taniguchi: International Congress on Pure & Applied Chemistry Kota Kinabalu (ICPAC Kota Kinabalu 2022).

[6] Integrated solid-state nanopore sensors , M.Tsutsui: Nanomedicine, Nanomaterials and Nanotechnology (Vebleo Conference) .

#### 解説、総説

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 (2022), 25-26.

安全・安心・健康な社会に資するバイオイノベーション, 谷口正輝, 応用物理, 公益社団法人応用物理学会, 91[8] (2022), 498-502.

DNA シークエンサー発展概要, 谷口正輝, 光アライアンス, 日本工業出版, 33[10] (2022), 5-9.

アップルとグーグルを合体, 谷口正輝, 生産と技術, 生産技術振興協会, 71[4] (2022), 37-42.

ネアンデルタール人の DNA の解読に欠かせなかった次世代シーケンサー解析の登場とその歩み, 谷口正輝, 化学, 化学同人, 77[12] (2022), 37-40.

AI ナノポアを用いた感染症検査プラットフォーム, 谷口正輝, 応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクス分科会誌, 計測エンジニアリングシステム, 33[4] (2022), 217-222.

#### 著書

[1] ナノ・マイクロポアセンサを用いた単一生体粒子分析 “最先端ナノラフシステム研究”, 有馬彰秀、筒井真楠(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, 丸善プラネット, (132-137) 2022.

#### 特許

[1] 「国内特許出願」 分子メモリ、分子メモリの製造方法、分子メモリのデコード方法および分子メモリをデコードするためのデバイス, 2022-136341

[2] 「国内特許出願」 低分子化合物の光学異性体の識別方法, 2023-039102

[3] 「国内特許出願」 イオン電流測定方法およびイオン電流測定用デバイス, 2022-160261

[4]「国際特許出願」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, PCT/JP2022/042861

[5]「国内成立特許」ウイルス計測方法、ウイルス計測装置、およびストレス判定装置, 2020-531370

**国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員**

筒井 真楠 International Conference on Materials Science, Engineering & Technology  
(Committee Member)

**国内学会**

日本化学会	2 件
日本分析化学会	2 件
応用物理学会	11 件
分子科学会	3 件

**取得学位**

博士 (理学) Towards Ion Transport Manipulation and Single Particle Sensing with Solid- State Nanopores  
梁 逸偉

**科学研究費補助金**

単位：千円

基盤研究 (A)	量子干渉を用いた 1 分子識別法の開発	16,120
谷口 正輝		
基盤研究 (B)	固体ナノポアを用いた単一生体粒子マルチオミクス測定法の創成	7,020
筒井 真楠		
挑戦的研究萌芽	ナノヒータ組込みナノポアを用いた 1 分子計測法の創成	3,640
筒井 真楠		
若手研究	電極破断の精密化による単分子伝導度制御法の開発	2,990
若手研究		
小本 祐貴		
基盤研究 (B)	エピオミクス 1 分子量子計測法の創成	3,380
大城 敬人		

**受託研究**

谷口 正輝	(NEDO) 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発／革新的センシング基盤技術開発／超微小ノイズ評価技術開発／量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	10,001
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	6,500
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	11,700
谷口 正輝	キオクシア株式会社	ランダムアクセス DNA メモリを実現する並列読取り技術の開発	1,430
谷口 正輝	国立大学法人 北海道大学 (AEMD 再委託)	COVID-19 および新興・再興感染症の感染制御に資する高速・高精度診断法の開発	6,500
谷口 正輝	(国研) 科学技術振興機構	ナノプローブ計測による原子分子スケールでの反応場解析	3,120
谷口 正輝	文部科学省		600

## 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	0
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	100
谷口 正輝	N O K株式会社	微粒子解析装置用ナノポアデバ イスの開発研究	0
谷口 正輝	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	田中貴金属工業株式会社	ナノギャップナノポアシークエ ンサー用チップの開発	0
谷口 正輝	株式会社朝日ラバー	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	3,000
谷口 正輝	株式会社ダイセル	合成ポリマーの新規連鎖構造解 析手法の構築の研究	2,000
谷口 正輝	合同会社H.U.グループ中 央研究所	次々世代分析技術開発に関する 研究	500

---

## ナノ知能システム研究分野

### 原著論文

[1] Bayesian optimization-driven parallel-screening of multiple parameters for the flow synthesis of biaryl compounds, M. Kondo, H. D.P. Wathsala, M. S.H. Salem, K. Ishikawa, S. Hara, T. Takaai, T. Washio, H. Sasai and S. Takizawa: Communications Chemistry, 5 (148) (2022).

[2] Electrochemical Carbon-Ferrier Rearrangement Using a Microflow Reactor and Machine Learning-Assisted Exploration of Suitable Conditions, E. Sato, G. Tachiwaki, M. Fujii, K. Mitsudo, T. Washio, S. Takizawa and S. Suga: Organic Process Research and Development, (2023).

[3] Predicting Heart Failure Onset in the General Population using a Novel Data- mining Artificial Intelligence Method, Y. Miyashita, T. Hitsumoto, H. Fukuda, J. Kim, T. Washio and M. Kitakaze: Scientific Reports, 13 (4352) (2023).

### 国際会議

[1] Measurement Informatics - Key to innovate measurement technologies, T. Washio: 2022 IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData 2022), Osaka, Japan, December 18, 2022.

[2] Measurement Informatics and Its Application in Science, T. Washio: 2022 SciX - The Great Scientific eXchange-(Federation of Analytical Chemistry & Spectroscopy Societies), Cincinnati, America, October, 2-6, 2022.

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

鷲尾 隆 Pacific Asia Conference on Knowledge Discovery and Datamining (運営委員)  
鷲尾 隆 IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (編集委員)

鷺尾 隆	ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (編集委員)
鷺尾 隆	Journal of Data Mining and Knowledge Discovery (DMKD) (編集委員)
鷺尾 隆	The 30th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2021) (上級プログラム委員)
鷺尾 隆	2021 SIAM International Conference on Data Mining (SDM21) (プログラム委員)
鷺尾 隆	The 10th IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA2023) (応用トラックプログラム委員長)
鷺尾 隆	CD 2021: the 2021 ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (プログラム委員)
鷺尾 隆	2022 SIAM International Conference on Data Mining (SDM22) (ワークショップ委員長)
鷺尾 隆	ICDM2022: The 2022 IEEE International Conference on Data Mining (プログラム委員)
鷺尾 隆	ICDM2022: The 2022 IEEE International Conference on Data Mining (実行委員長)
鷺尾 隆	IJCAI-ECAI2021-2023: International Joint Conference on Artificial Intelligence and European Conference on Artificial Intelligence (プログラム委員)
鷺尾 隆	CD 2022: the 2022 ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (プログラム委員)
鷺尾 隆	2022 SIAM International Conference on Data Mining (SDM23) (プログラム委員)
鷺尾 隆	SISAP2023 - 16th International Conference on Similarity Search and (プログラム委員)

#### 国内学会

計測インフォマティクスの革新と応用シンポジウム	1 件
人工嗅覚エレクトロニクス・インフォマティクスの研究最前線と展望シンポジウム	1 件
2022 年度有機合成化学北陸セミナー	1 件
日本プロセス化学会 2022 サマーシンポジウム	1 件
第 19 回日本加速器学会年会	1 件

#### 受託研究

鷺尾 隆	(国研) 科学技術振興機構	計測・解析を念頭にお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	7,946
鷺尾 隆	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	9,750

---

#### 総合解析センター (所内兼任を含む)

##### 原著論文

- [1] Catalytic Enantioselective Construction of trans-Fused 2,3,3a,4,5,9b-Hexahydro-1H-pyrrolo[3,2-c]quinoline Derivatives by Intramolecular [3+2]-Cycloaddition, : Heterocycles, 106 (2022) 336-345.
- [2] Synthesis of a platinacycle: determination of the structure and examination of the photophysical properties based on DFT calculations, 2023 (2023) 4323-4328.
- [3] Direct Catalytic Enantioselective Reaction of  $\alpha$ -Isocyanoacetonitriles with Ketimines Using Cinchona Alkaloid Amide-Cu(II) Catalysts, Nakamura, Shuichi;Kibe, Masato;Takehara, Tsunayoshi;Suzuki, Takeyuki: Organic Letters, 25 (6) (2023) 1040-1044.
- [4] Diffusion of boron in an amorphous iron-boron alloy, Hamaguchi, Takumi;Nakamura, Ryusuke;Asano, Kohta;Wada, Takeshi;Suzuki, Takeyuki: Journal of Non-Crystalline Solids, 601 (2023) .

- [5] Design and synthesis of ether derivatives of spliceostatin A and their biological evaluation towards prostate cancer treatment, Hirabayashi, Satoru;Li, Yue;Ohta, Noriko;Ishibashi, Airi;Yoshikawa, Yusuke;Lin, Bangzhong;Fumimoto, Megumi;Takehara, Tsunayoshi;Nunomura, Kazuto;Suzuki, Takeyuki;Haruta, Junichi;Nimura, Keisuke;Arisawa, Mitsuhiro: *Tetrahedron Letters*, 114 (2023) .
- [6] Reagent-Controlled Regioselective Intramolecular [2+2] Cycloaddition between Vinylsilanes and Allenes, Yoshioka, Shohei;Takehara, Tsunayoshi;Suzuki, Takeyuki;Arisawa, Mitsuhiro: *Chemistry - A European Journal*, (2023) .
- [7] Catalytic asymmetric synthesis of (–)-arctigenin using a chiral Ir complex, Jiang, Rui;Zhou, Da Yang;Asano, Kaori;Suzuki, Takayoshi;Suzuki, Takeyuki: *Tetrahedron*, (2023) .
- [8] Enantioselective Synthesis of Benzothiazolines from Fluoroalkyl Ketones Using Chiral Imidazoline–Phosphoric Acid Catalysts, Iizuka, Yuka;Wada, Tatsumi;Ogura, Kazuki;Takehara, Tsunayoshi;Suzuki, Takeyuki;Nakamura, Shuichi: *Advanced Synthesis and Catalysis*, 364 (24) (2022) 4271-4274.
- [9] Substrate-Assisted Reductive Elimination Determining the Catalytic Cycle: A Theoretical Study on the Ni-Catalyzed 2,3-Disubstituted Benzofuran Synthesis via C-O Bond Activation, Miyazaki, Ray;Iida, Kenji;Ohno, Shohei;Matsuzaki, Tsuyoshi;Suzuki, Takeyuki;Arisawa, Mitsuhiro;Hasegawa, Jun Ya: *Organometallics*, 41 (23) (2022) 3581-3588.
- [10] Chiroptical induction with prism[5]arene alkoxy-homologs, Liang, Xiaotong;Shen, Yanling;Zhou, Dayang;Ji, Jiecheng;Wang, Hongtao;Zhao, Ting;Mori, Tadashi;Wu, Wanhua;Yang, Cheng: *Chemical Communications*, 58 (98) (2022) 13584-13587.
- [11] pH-Controlled enantioselectivity switching of irregular photodimers in photocyclodimerization of 2-anthracenecarboxylic acid mediated with  $\beta$ -cyclodextrin derivatives, Kanagaraj, Kuppusamy;Ji, Jiecheng;Rao, Ming;Fan, Chunying;Xiao, Chao;Zhou, Dayang;Wu, Wanhua;Selvapalam, Narayanan;Yu, Yang;Yang, Cheng: *New Journal of Chemistry*, 46 (48) (2022) 23066-23076.
- [12] Enantioselective Reaction of N-Unprotected Activated Ketimines with Phosphine Oxides Catalyzed by Chiral Imidazoline-Phosphoric Acids, Ogura, Kazuki;Isozumi, Itsuki;Takehara, Tsunayoshi;Suzuki, Takeyuki;Nakamura, Shuichi: *Organic Letters*, 24 (43) (2022) 8088-8092.
- [13] Dimethylacetamide-stabilized ruthenium nanoparticles for catalysing  $\alpha$ -alkylations of amides with alcohols, Iguchi, Honami;Katayama, Nobuki;Suzuki, Takeyuki;Fujihara, Tetsuaki;Jing, Yuan;Toyao, Takashi;Maeno, Zen;Shimizu, Ken Ichi;Obora, Yasushi: *Chemical Communications*, 58 (84) (2022) 11851-11854.
- [14] Hydrogen-deuterium exchange of indole-3-propionic acid with deuterated trifluoromethanesulfonic acid, Zhang, W.; Tachrim, Z. P.; Tokoro, Y.; Wang, Z. P.; Ishikawa, S.; Murai, Y.; Suzuki, T.; Hashimoto, M.: *Arkivoc*, 2022 (2022) 33-39.
- [15] Ethynylene-linked multifunctional benzoxazines: the effect of the ethynylene group and packing on thermal behavior, Muraoka, Masanobu;Goto, Masahide;Minami, Masaki;Zhou, Dayang;Suzuki, Takeyuki;Yajima, Tatsuo;Hayashi, Jun'ichi;Sogawa, Hiromitsu;Sanda, Fumio: *Polymer Chemistry*, 13 (39) (2022) 5590-5596.
- [16] DAST-mediated ring-opening of cyclopropyl silyl ethers in nitriles: facile synthesis of allylic amides via a Ritter-type process, Kirihara, Masayuki;Nakamura, Riho;Nakakura, Kana;Tujimoto, Kazuki;Salem, Mohamed S.H.;Suzuki, Takeyuki;Takizawa, Shinobu: *Organic and Biomolecular Chemistry*, 20 (33) (2022) 6558-6561.
- [17] Application to Electroluminescence Devices with Dimethylformamide-Stabilized Niobium Oxide

Nanoparticles, Iguchi, Honami;Inada, Mitsuru;Aratani, Shunsuke;Nomura, Moegi;Suzuki, Takeyuki;Jing, Yuan;Toyao, Takashi;Maeno, Zen;Shimizu, Ken Ichi;Obora, Yasushi: ACS Applied Nano Materials, 5 (6) (2022) 7658-7663.

[18] N,N-Dimethylformamide-stabilized ruthenium nanoparticle catalyst for  $\beta$ -alkylated dimer alcohol formation via Guerbet reaction of primary alcohols, Nagata, Tatsuki;Okada, Kanji;Kondo, Ryota;Toyao, Takashi;Shimizu, Ken Ichi;Suzuki, Takeyuki;Obora, Yasushi: RSC Advances, 12 (26) (2022) 16599-16603.

[19] Bisindole [3]arenes-Indolyl Macrocylic Arenes Having Significant Iodine Capture Capacity, Yu, Xingke;Wu, Wanhua;Zhou, Dayang;Su, Dan;Zhong, Zhihui;Yang, Cheng: CCS Chemistry, 4 (5) (2022) 1806-1814.

[20] Using  $\alpha$ - and  $\beta$ -Epimerizations of cis-2,3-Bis(hydroxymethyl)- $\gamma$ -butyrolactone for the Synthesis of Both Enantiomers of Enterolactone, Jiang, Rui;Ismiyarto, ;Abe, Tsukasa;Zhou, Da Yang;Asano, Kaori;Suzuki, Takayoshi;Sasai, Hiroaki;Suzuki, Takeyuki: Journal of Organic Chemistry, 87 (8) (2022) 5051-5056.

[21] Synthesis of 6,7-benzene-fused tropane derivatives from isoindoline-aminal hybrid compound, Tsujihara, Tetsuya;Sasaki, Ryota;Fukkoshi, Mizuki;Hatakeyama, Sae;Takehara, Tsunayoshi;Suzuki, Takeyuki;Kawano, Tomikazu: Tetrahedron Letters, 95 (2022) .

[22] Enantiodivergent Reaction of Ketimines with Malononitriles Using Single Cinchona Alkaloid Sulfonamide Catalysts, Nakamura, Shuichi;Matsumoto, Natsuki;Kibe, Masato;Abe, Kazuki;Takehara, Tsunayoshi;Suzuki, Takeyuki: Advanced Synthesis and Catalysis, 364 (4) (2022) 781-786.

[23] Enantioselective Pictet-Spengler Reaction of Acyclic  $\alpha$ -Ketoesters Using Chiral Imidazoline-Phosphoric Acid Catalysts, Nakamura, Shuichi;Matsuda, Yoichiro;Takehara, Tsunayoshi;Suzuki, Takeyuki: Organic Letters, 24 (4) (2022) 1072-1076.

[24] Asymmetric synthesis of tetrasubstituted cyclic amines: Via aza-Henry reaction using cinchona alkaloid sulfonamide/zinc(ii) catalysts, Yasukawa, Naoki;Yamanoue, Ami;Takehara, Tsunayoshi;Suzuki, Takeyuki;Nakamura, Shuichi: Chemical Communications, 58 (9) (2022) 1318-1321.

[25] The More the Slower: Self-Inhibition in Supramolecular Chirality Induction, Memory, Erasure, and Reversion, Ji, Jiecheng;Wei, Xueqin;Wu, Wanhua;Fan, Chunying;Zhou, Dayang;Kanagaraj, Kuppusamy;Cheng, Guo;Luo, Kui;Meng, Xiang Guang;Yang, Cheng: Journal of the American Chemical Society, 144 (3) (2022) 1455-1463.

[26] N,N-Dimethylformamide-protected Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Combined with Pt Nanoparticles: Characterization and Catalysis in Alkene Hydrosilylation, Nagata, Tatsuki;Tanaka, Tatsuya;Lin, Xianjin;Kondo, Ryota;Suzuki, Takeyuki;Kanda, Yasuharu;Toyao, Takashi;Shimizu, Ken ichi;Obora, Yasushi: ChemCatChem, 14 (2) (2022) .

[27] Double isomerization/cycloisomerization/aromatization of 1-(allyloxy)-2-(cyclopropylmethyl)benzenes to give 2-ethyl-3-isopropylbenzofurans using a multitasking single rhodium catalyst, Sato, Yuta;Matsuzaki, Tsuyoshi;Takehara, Tsunayoshi;Sako, Makoto;Suzuki, Takeyuki;Arisawa, Mitsuhiro: Chemical Communications, 58 (3) (2022) 415-418.

[28] NOVEL SYNTHESIS AND PROPERTIES OF OPTICALLY PURE N-TRIFLUOROACETYLPHENYLGLYCINE HYDROXYSUCCINIMIDE ESTER, Wang, Zeping;Ishikawa, Shoko;Ohashi, Fumina;Sagisaka, Reo;Murai, Yuta;Tachrim, Zetryana Puteri;Suzuki, Takeyuki;Hashimoto, Makoto: Heterocycles, 105 (1) (2022) 406-416.



## 国際会議

[1] Asymmetric Tishchenko Reaction and their Application in Enantiodivergent Synthesis of Natural Products , T.Suzuki: ICPAC KK-2022 .

[2] Asymmetric Synthesis of Natural Products Using Ir Catalyzed Desymmetrization , T.Suzuki: RACS-2022 .

## 国内学会

第 130 回触媒討論会 1 件  
石油学会関西支部 「第 3 1 回研究発表会」 1 件  
日本化学会第 102 春季年会 1 件  
第 68 回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

基盤研究（B） アンフィジニウム属渦鞭毛藻の有用二次代謝産物の探索と 480  
鈴木 健之（分 開発  
担）

## 共同研究

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 538  
学)  
鈴木 健之 株式会社 クボタ 塗装板の耐候劣化の研究 1,530

## その他の競争的研究資金

鈴木 健之 分子研（大学連携研究設備ネットワーク） 大学連携研究 1,965  
設備ネットワ  
ークにおける  
研究設備の共  
用加速事業

鈴木 健之 コアファシリティ事業 2,184

鈴木 健之 リユース支援事業 3,076

---

## トランスレーショナルデータビリティ研究分野（産業科学 AI センター）

### 原著論文

[1] 制御応答時系列データストリームにおける予測アルゴリズム, 藤原 廉, 松原 靖子, 木村 輔, 櫻井 保志: 情報処理学会論文誌：データベース, 15 (3) (2022) 87-98.

[2] 時系列データの自動ネットワーク構造検出アルゴリズム, 小幡 紘平, 松原 靖子, 川畑 光希, 中村 航大, 櫻井 保志: 情報処理学会論文誌：データベース, 16 (1) (2023) 1-13.

## 国際会議

[1] Fast Mining and Forecasting of Co-evolving Epidemiological Data Streams, Tasuku Kimura, Yasuko Matsubara, Koki Kawabata, Yasushi Sakurai: Proceedings of the 28th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD), (2022) 3157–3167.

[2] Automatic Time-Series Clustering via Network Inference, Kohei Obata, Yasuko Matsubara, Koki Kawabata, Yasushi Sakurai: 48th International Conference on Very Large Databases (VLDB) PhD workshop, 3186 (6) (2022).

[3] Mining Reaction and Diffusion Dynamics in Social Activities, Taichi Murayama, Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai: Proceedings of the 31st ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM), (2022) 1521-1531.

[4] C-Cast: A Real-Time Forecasting Model for a Controlled Sequence, Ren Fujiwara, Yasuko Matsubara, Tasuku Kimura, Yasushi Sakurai: ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM), (2022) 5112-5115.

[5] Partial Discharge Detection for Underground Transmission Lines Using Nonnegative Matrix Factorizationpp, Akihiro Tanabe, Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai: the 2022 IEEE International Conference on Big Data Workshop (BTSD), (2022) 3447-3454.

#### 特許

[1] 「国内特許出願」 部分放電検出装置および部分放電検出方法, 特願 2023-022056

[2] 「国内特許出願」 エンジン主軸受の摩耗予測装置、方法、及びプログラム,

[3] 「国際特許出願」 Event Forecasting System, Event Forecasting Method, and Storage Medium, 出願番号 (米国) : 17/793388

[4] 「国際成立特許」 Allocation method, allocating device, and computer-readable recording medium, 登録番号 (米国) : US 11,438,277 B2

[5] 「国際特許出願」 FORECASTING APPARATUS,FORECASTING METHOD,AND STORAGE MEDIUM, 出願番号 (米国) : 18/021839

[6] 「国際特許出願」 FORECASTING APPARATUS, FORECASTING METHOD, AND PROGRAM, 出願番号 (米国) : 17/629388

#### 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  
(KDD2023) (シニア委員・プログラム委員)

櫻井保志 Web Conference (WWW 2023) (シニア委員・プログラム委員)

#### 国内学会

第 15 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2023)	6 件
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シンポジウム	1 件
総務省 ICT イノベーションフォーラム 2022 特別講演 成果展開推進賞	1 件
パナソニック DAY2.0 ライフサイエンス・セミナー	1 件
2022 年度 ハイテク推進セミナー	1 件
イノベーションフォーラム 2022	1 件

#### 取得学位

修士 (情報科学) AE センサの時系列解析によるパワーモジュールの状態推定及び寿命予測

清水 風

修士 (情報科学) 時系列情報を用いた半導体設備の稼働状態推定と故障予測

村尾 淳

修士 (情報科学) 時系列データの自動ネットワーク構造検出アルゴリズム

小幡 紘平

修士 (情報科学) 制御応答時系列におけるリアルタイム予測アルゴリズム

藤原 廉

#### 科学研究費補助金

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	単位 : 千円 12,870
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	5,200
松原 靖子	研究	

若手研究 川畑 光希 受託研究	大規模時系列テンソルの動的構造化アルゴリズムの開発		1,560
櫻井 保志	日本学術振興会 (学術研究動向等に関する調査研究)	時系列ビッグデータ解析分野に関する学術研究動向及び学術振興方策	5,200
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	35,464
櫻井 保志	(国研) 科学技術振興機構	フォトリソによる次世代医療・ヘルスケア技術に関する大阪大学による研究開発	13,000
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	30,810
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	12,961
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動運転支援技術に関する研究開発	4,973
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	5,639
<b>奨学寄附金</b>			
櫻井 保志	公益財団法人栢森情報科学振興財団 理事長 栢森 雅勝		500
<b>共同研究</b>			
櫻井 保志	オールデータサイエンス共同研究部門(歯)(株式会社モリタ東京製作所)	時系列データ解析やAI一般の知識提供	1,050
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	12,346
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	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	650
櫻井 保志	住友電気工業/東京電力パワーグリッド株式会社	部分放電測定 PQN データを用いたアルゴリズム開発に関する共同研究	7,800
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
松原 靖子	凸版印刷株式会社	リアルタイム AI 技術による将来予測・データ解析に関する研究	8,239
松原 靖子	トッパン・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
櫻井 保志	日本電産マシントール株式会社(旧: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	0

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      2,000  
制御手法の研究

**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      1,860  
プログラム

---

**量子ビーム科学研究施設（所内兼任を含む）**

**原著論文**

[1] Mesolysis of an asymmetric diphenyldisulfide radical anion studied by  $\gamma$ -ray and pulsed-electron radiolyses, Minoru Yamaji, Sachiko Tojo, Tetsuro Majima and Mamoru Fujitsuka: Physical Chemistry Chemical Physics, 25 (2023) 9152-9157.

[2] Ablation phenomena by intense terahertz vortex beam, Y. W. Wang, S. Segawa, T. Shimizu, V. C. Agulto, V. K. Mag-usara, K. Kato, K. Miyamoto, T. Omatsu, K. Makino, J. Tominaga, G. Isoyama, M. Asakawa, M. Nakajima: Applied Physics A, 128 (2022).

**国際会議**

[1] Observation of Third Harmonic Generation in Two-Dimensional MoS<sub>2</sub> Semiconductor Using Terahertz Free-Electron Laser, Y. Wang, V. C. Agulto, V. K. Mag-usara, M. Nishitani, G. Isoyama, M. Asakawa, M. Nakajima: 47th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves.

[2] Laser-Induced Periodic Surface Structures on Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> Irradiated by Terahertz Free-Electron Laser Vortex Beam, Y. Wang, S. Segawa, T. Shimizu, Verdad C. Agulto1, V. K. Mag-usara, K. Miyamoto, T. Omatsu, K. Makino, J. Tominaga, G. Isoyama, M. Asakawa, M. Nakajima: 47th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves.

---

**高等共創研究院（榎原）**

**原著論文**

[1] Occlusion-Aware Human Mesh Model-Based Gait Recognition, Xu, Chi;Makihara, Yasushi;Li, Xiang;Yagi, Yasushi: IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 18 (2023) 1309-1321.

[2] Multi-View Large Population Gait Database With Human Meshes and Its Performance Evaluation, Li, Xiang;Makihara, Yasushi;Xu, Chi;Yagi, Yasushi: IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science, 4 (2) (2022) 234-248.

[3] Investigating strategies towards adversarially robust time series classification, Abdu-Aguye, Mubarak G.;Gomaa, Walid;Makihara, Yasushi;Yagi, Yasushi: Pattern Recognition Letters, 156 (2022) 104-111.

[4] Batch Hard Contrastive Loss and Its Application to Cross-view Gait Recognition, M. A. Alsherfawi Aljazeera, Y. Makihara, D. Muramatsu, Y. Yagi: IEEE Access, 11 (2023) 31177 - 31187.

**国際会議**

[1] Chemical information extraction from scanning electron microscopy images on the basis of image recognition, Yuqing Jin, Takahiro Kozawa, Kota Aoki, Tomoya Nakamura, Yasushi Makihara, Yasushi Yagi: SPIE Advanced Lithography + Patterning, (12498-97) (2023).

[2] HID 2022: The 3rd International Competition on Human Identification at a Distance, S. Yu, Y. Huang, L. Wang, Y. Makihara, S. Wang, M.A.R. Ahad, M.S. Nixon: Proc. of 2022 IEEE Int. Joint Conf. on Biometrics (IJCB 2022), (2022) 1-9.

[3] Multi-view Large Population Gait Database with Human Meshes and Its Performance Evaluation, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi: The 26th SANKEN International Symposium.

[4] Snapshot super-resolution time-of-flight imaging by PSF engineering and untrained deep neural-network prior, H. Kawachi, T. Nakamura, Y. Makihara, Y. Yagi: 5th International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (IWISS2022).

[5] Recognizing Human Identity, Age, and Aesthetic Attributes from Gait, Y. Makihara: The 9th IIAE Int. Conf. on Intelligent Systems and Image Processing (ICISIP 2022).

[6] Recognizing Human Identity, Age, and Aesthetic Attributes from Gait, Y. Makihara: The 17th IEEE Computer Society Workshop on Biometrics.

### 特許

[1] 「国内特許出願」 認知機能評価システム, 2022-076304

[2] 「国際特許出願」 認知機能評価システム、及び学習方法, PCT/JP2022/040289

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

榎原 靖	The IEEE / CVF Computer Vision and Pattern Recognition Conference 2022 (CVPR 2022) (査読委員)
榎原 靖	The Annual ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2022 (ICMR 2022) (プログラム委員)
榎原 靖	The 26TH International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2022) (テクニカル委員)
榎原 靖	European Conference on Computer Vision 2022 (ECCV 2022) (査読委員)
榎原 靖	International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition 2023 (FG 2023) (博士コンソーシアム委員長)
榎原 靖	International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition 2023 (FG 2023) (Area Chair (領域チェア))
榎原 靖	The 10th International Conference on 3D Vision (3DV 2022) (査読委員)
榎原 靖	INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON BIOMETRICS (IJCB 2022) (プログラム委員)
榎原 靖	IEEE 8th World Forum on Internet of Things (WF-IoT 2022) (査読委員)
榎原 靖	British Machine Vision Conference 2022 (BMVC 2022) (査読委員)
榎原 靖	IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing (Guest editor)
榎原 靖	International Conference on Computer Vision 2023 (ICCV 2023) (Area chair)
榎原 靖	The IEEE / CVF Computer Vision and Pattern Recognition Conference 2023 (CVPR 2023) (領域チェア)
榎原 靖	The Annual ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2023 (ICMR 2023) (プログラム委員)
榎原 靖	IEEE Biometrics workshop 2023 (Program committee (プログラム委員))

### 国内学会

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2022	1 件
学術情報メディアセンターセミナー「高齢社会を支えるバイオメカニクス技術」	1 件
コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM) 研究会	8 件
第 12 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム	1 件
第 25 回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2022)	7 件

### 取得学位

博士 (情報科学)	Learn to Walk Across Ages: Cross-age Gait Analysis with Spatio-temporally Augmented Representation	Yiyi Zhang
修士 (情報科学)	デュアルタスク中の歩容周期性分析による MCI の検出モデルの精度向上	梅山 倫華
修士 (情報科学)	顔画像から歩容特徴画像の推定について	江原 広晃

修士(情報科学) 楠永 遼一	センサの視点または布団による遮蔽に頑健な睡眠時姿勢の識別
修士(情報科学) 辻 翔吾	人体の観測欠落割合推定に基づく部分隠蔽に頑健な歩容認証
修士(情報科学) 槌道 慎也	点群データに対する動作認識手法を用いた老化に伴う運動機能低下の検知
学士(工学) 田中 瀬里奈	シミュレーションデータを用いたLiDAR歩容認証の解像度に対する感度解析
学士(工学) 安田 未来	2次元人物骨格情報を用いたデュアルタスク認知機能推定に関する基礎検討
学士(工学) 佐古田 峻輔	時空間符号化照明と再構成ネットワークの同時最適化による超解像イメージング
学士(工学) 中村 朱里	多変量時系列データの識別による足踏み動作からの転倒リスク推定

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究(A) 榎原 靖	映像照合における多元位置合わせモデルとその高度利用に関する研究	10,270
受託研究 榎原 靖	(国研) 科学技術振興機構	4,410
榎原 靖	マルチモーダル型ショートターム利用者認証・CA承認技術開発 行動センシング基盤プロジェクト	7,800
奨学寄附金 榎原 靖	一般社団法人データビリティコンソーシアム 代表理事 八木 康史	320
共同研究 榎原 靖	ダイキン工業株式会社	12,000
その他の競争的研究資金 榎原 靖	ダイキン工業株式会社	3,960
	AI人材養成プログラム	

#### 高等共創研究院(山崎)

##### 原著論文

- [1] Vanadyl Naphthalocyanine-Doped Polymer Dots for Near-Infrared Light-Induced Nitric Oxide Release and Bactericidal Effects, Liu, Zuoyue;Okada, Yuta;Ichinose, Yuma;Saitoh, Daisuke;Ieda, Naoya;Yamasaki, Seiji;Nishino, Kunihiko;Nakagawa, Hidehiko;Fujitsuka, Mamoru;Osakada, Yasuko: ACS Applied Nano Materials, 6 (2) (2023) 1487-1495.
- [2] Investigating multidrug efflux pumps associated with fatty acid salt resistance in Escherichia coli, Yamasaki, Seiji;Yoneda, Tomohiro;Ikawa, Sota;Hayashi-Nishino, Mitsuko;Nishino, Kunihiko: Frontiers in Microbiology, 14 (2023) .
- [3] Spatial Characteristics of the Efflux Pump MexB Determine Inhibitor Binding, Yamasaki, Seiji;Koga, Naoki;Zwama, Martijn;Sakurai, Keisuke;Nakashima, Ryosuke;Yamaguchi, Akihito;Nishino, Kunihiko: Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 66 (11) (2022) .
- [4] Evaluation of efflux pump inhibitors of MexAB- or MexXY-OprM in Pseudomonas aeruginosa using nucleic acid dyes, Fujiwara, Masasuke;Yamasaki, Seiji;Morita, Yuji;Nishino, Kunihiko: Journal of Infection and Chemotherapy, 28 (5) (2022) 595-601.
- [5] Analysis of multidrug efflux transporters in resistance to fatty acid salts reveals a TolC-independent

function of EmrAB in Salmonella enterica, Yoneda, Tomohiro; Sakata, Hiroki; Yamasaki, Seiji; Hayashi-Nishino, Mitsuko; Nishino, Kunihiko: PLoS ONE, 17 (4) (2022) .

[6] Role of the drug efflux pump in the intrinsic cefiderocol resistance of Pseudomonas aeruginosa, Sota Ikawa, Seiji Yamasaki, Yuji Morita, Kunihiko Nishino: bioRxiv, (2022) .

### 国際会議

[1] Global analysis of genes regulated by Rof in Salmonella enterica serovar Typhimurium, Ryo Tanida, Sohei Nakano, Seiji Yamasaki, Atsushi Taguchi, and Kunihiko Nishino: The 26th SANKEN International Symposium.

[2] Development of Universal Inhibitors of Drug Efflux Pumps to Overcome Multidrug-Resistant Pseudomonas aeruginosa Infections, Seiji Yamasaki, Ryosuke Nakashima, Takayoshi Suzuki, and Kunihiko Nishino: Gordon Research Conference.

### 解説、総説

Inhibitor binding pits analysis of bacterial multidrug efflux transporters for new drug development, S. Yamasaki, M. Zwama, N. Koga, K. Sakurai, R. Nakashima, A. Yamaguchi, and K. Nishino, Precision Medicine, Hokuryukan, 5[14] (2022), 56-60.

Drug resistance and physiological roles of RND multidrug efflux pumps in Salmonella enterica, Escherichia coli, and Pseudomonas aeruginosa, S. Yamasaki, M. Zwama, T. Yoneda, M. Hayashi-Nishino, and K. Nishino, Microbiology, Microbiology Society, in press (2023), in press.

### 特許

[1] 「国内特許出願」 2022-135257

### 国内学会

クロスオーバーアライアンスキックオフ・CORE2 協働センター発足式	1 件
Nature Editor in Chief 対談イベント	1 件
メディシナルケミストリーシンポジウム	1 件
産研学術講演会	1 件
明治薬科大学 若手研究者講話会	1 件
細菌学会	2 件

### 科学研究費補助金

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	単位：千円
山崎 聖司	解析	2,340

### 受託研究

山崎 聖司	AMED	RND 型多剤排出ポンプである MexAB/OprM 及び MexXY/OprM を dual に阻害する 抗多剤耐性緑膿菌薬の開発	3,250
-------	------	--------------------------------------------------------------------	-------

### 共同研究

山崎 聖司	株式会社桃谷順天館	レーザー等を用いた尿中のエクオール量測定法の開発	455
-------	-----------	--------------------------	-----

### 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	人と知と物質で未来を創るクロスオーバーアライアンス	パンデミック回避に向けた薬剤耐性菌性状解析ナノデバイスの開発	6,500



山崎 聖司	SAKIGAKE クラブ	ポリマードットを活用した新規抗菌剤の開発	650
山崎 聖司	英語論文の投稿支援事業：英語論文の OA 支援	Analysis of multidrug efflux transporters in resistance to fatty acid salts reveals a TolC-independent function of EmrAB in Salmonella enterica	290
山崎 聖司	英語論文の投稿支援事業：英語論文の OA 支援	Investigating multidrug efflux pumps associated with fatty acid salt resistance in Escherichia coli	390
山崎 聖司	英語論文の投稿支援事業：英語論文の校正支援	Point mutation analysis of the drug efflux pump MexB in clinical isolates of Pseudomonas aeruginosa	130

---

### 高等共創研究院（小阪田）

#### 原著論文

[1] Zinc porphyrin covalent organic nanodisks synthesized from covalent organic frameworks and their photocatalytic antibacterial activity, Li, Xinxi;Su, Zheming;Fujitsuka, Mamoru;Osakada, Yasuko: JCIIS Open, 10 (2023) .

[2] Vanadyl Naphthalocyanine-Doped Polymer Dots for Near-Infrared Light-Induced Nitric Oxide Release and Bactericidal Effects, Liu, Zuoyue;Okada, Yuta;Ichinose, Yuma;Saitoh, Daisuke;Ieda, Naoya;Yamasaki, Seiji;Nishino, Kunihiko;Nakagawa, Hidehiko;Fujitsuka, Mamoru;Osakada, Yasuko: ACS Applied Nano Materials, 6 (2) (2023) 1487-1495.

[3] Electron-transfer kinetics through nucleic acids untangled by single-molecular fluorescence blinking, Fan, Shuya;Xu, Jie;Osakada, Yasuko;Hashimoto, Katsunori;Takayama, Kazuya;Natsume, Atsushi;Hirano, Masaki;Maruyama, Atsushi;Fujitsuka, Mamoru;Kawai, Kumi;Kawai, Kiyohiko: Chem, 8 (11) (2022) 3109-3119.

[4] Amphiphilic Rhodamine Nano-assembly as a Type i Supramolecular Photosensitizer for Photodynamic Therapy, Shigemitsu, Hajime;Sato, Kazuhide;Hagio, Satomi;Tani, Youhei;Mori, Tadashi;Ohkubo, Kei;Osakada, Yasuko;Fujitsuka, Mamoru;Kida, Toshiyuki: ACS Applied Nano Materials, 5 (10) (2022) 14954-14960.

[5] Fluorescein-Based Type i Supramolecular Photosensitizer via Induction of Charge Separation by Self-Assembly, Shigemitsu, Hajime;Ohkubo, Kei;Sato, Kazuhide;Bunno, Asuka;Mori, Tadashi;Osakada, Yasuko;Fujitsuka, Mamoru;Kida, Toshiyuki: JACS Au, 2 (6) (2022) 1472-1478.

[6] Porphyrin covalent organic nanodisks synthesized using acid-assisted exfoliation for improved bactericidal efficacy, Li, Xinxi;Shigemitsu, Hajime;Goto, Tomoyo;Kida, Toshiyuki;Sekino, Tohru;Fujitsuka, Mamoru;Osakada, Yasuko: Nanoscale Advances, 4 (14) (2022) 2992-2995.

[7] Enhanced Photocatalytic Activity of Porphyrin Nanodisks Prepared by Exfoliation of Metalloporphyrin-Based Covalent Organic Frameworks, Li, Xinxi;Nomura, Kota;Guedes, Arnaud;Goto, Tomoyo;Sekino, Tohru;Fujitsuka, Mamoru;Osakada, Yasuko: ACS Omega, 7 (8) (2022) 7172-7178.

#### 受託研究

小阪田 泰子	J K A (公益財団法人)	低エネルギー外部刺激での熱変換ナノ材料の開発と DDS への応用	5,000
--------	----------------	----------------------------------	-------

## 奨学寄附金

小阪田 泰子 公益財団法人泉科学技術振興財団 理事長 新原 皓一 1,000

## 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

---

## 高等共創研究院（後藤）

### 原著論文

[1] Simultaneous synthesis of hydroxyapatite fibres and  $\beta$ -tricalcium phosphate particles via a water controlled-release solvothermal process, Tomoyo Goto, Shu Yin, Yusuke Asakura, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: *CrystEngComm*, 25 (14) (2023) 2021-2026.

[2] Synthesis of Octacalcium Phosphate Containing Glutarate Ions with a High Incorporation Fraction, Taishi Yokoi, Masahiro Watanabe, Tomoyo Goto, Sikun Meng, Tohru Sekino, Masaya Shimabukuro, Masakazu Kawashita: *Materials*, 16 (1) (2022) 64.

[3] Comparative study of divalent cation sorption on titania nanotubes using  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , and  $\text{Sr}^{2+}$ , Tomoyo Goto, Yoshifumi Kondo, Sung Hun Cho, Satoshi Seino, Tohru Sekino: *Chemical Engineering Journal Advances*, 12 (2022) 100388.

[4] Synthesis of whitlockite nanopowders with different magnesium content, Anastasija Afonina, Agne Kizalaite, Aleksej Zarkov, Audrius Drabavicius, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Aivaras Kareiva, Inga Grigoraviciute-Puroniene: *Ceramics International*, 48 (21) (2022) 32125-32130.

[5] A facile bottom-up method for synthesis of peroxo-potassium titanate nanoribbons and visible light photocatalytic activity derived from a peroxo-titanium bond, Hyunsu Park, Do Hyung Han, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Yukihiko Morimoto, Tohru Sekino: *Nanoscale Advances*, 4 (17) (2022) 3573-3584.

[6] Porphyrin covalent organic nanodisks synthesized using acid-assisted exfoliation for improved bactericidal efficacy, Xinxi Li, Hajime Shigemitsu, Tomoyo Goto, Toshiyuki Kida, Tohru Sekino, Mamoru Fujitsuka, Yasuko Osakada: *Nanoscale Advances*, 4 (14) (2022) 2992-2995.

[7] Peculiarities of the formation, structural and morphological properties of zinc whitlockite ( $\text{Ca}_{18}\text{Zn}_2(\text{HPO}_4)_2(\text{PO}_4)_{12}$ ) synthesized via a phase transformation process under hydrothermal conditions, Agne Kizalaite, Vytautas Klimavicius, Justina Versockiene, Egle Lastauskiene, Tomas Murauskas, Ramunas Skaudzius, Taishi Yokoi, Masakazu Kawashita, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Aleksej Zarkov: *CrystEngComm*, 24 (28) (2022) 5068-5079.

[8] Fluorescent properties of octacalcium phosphate with incorporated isophthalate ions, Taishi Yokoi, Tomoyo Goto, Tohru Sekino, Masakazu Kawashita: *Journal of the Ceramic Society of Japan*, 130 (5) (2022) 337-340.

### 国際会議

[1] Hydrothermal synthesis of seaweed-like sodium titanate mat for cobalt removal, Tomoyo Goto, Yoshifumi Kondo, Tohru Sekino: *The International Conference on Frontier Materials 2022 (ICFM 2022)*.

[2] Stability of organically-modified octacalcium phosphate under the solvothermal conditions using ethanol, Tomoyo Goto, Taichi Yokoi, Masakazu Kawashita, Tohru Sekino: *The 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2022)*.

[3] Hydrothermal synthesis of seaweed-like sodium titanate mat for cobalt removal, Tomoyo Goto, Yoshifumi Kondo, Tohru Sekino: 24th CAST Annual Meeting: The Asian Energy and Environmental Materials Summit.

[4] Novel synthesis of hydroxyapatite fibers by water controlled release solvothermal process, Tomoyo Goto, Shu Yin, Yusuke Asakura, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: The 20th Asian Bioceramics Symposium (ABC2022).

[5] Low-temperature Mineralization Sintering Process of Bioactive Glass, Yeongjun Seo, Tomoyo Goto, Sunghun Cho, Tohru Sekino: The 26th SANKEN International Symposium.

[6] Chemical and Structural Tuning of Visible-light Responsible Nanostructured Titania for Photochemical Functions, Tohru Sekino, Hyunsu Park, Do Hyung Han, Sung Hun Chou, Hisataka Nishida, Tomoyo Goto, Masato Kakihana, Yuki Morimoto: The 47th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites (ICACC2023).

[7] Surface Modification of Low-Dimensional Nanostructured Oxides for Controlling Various Physical-Chemical Functions, Yonghyun Cho, Yoshifumi Kondo, Hyunsu Park, Hisataka Nishida, Sunghun Cho, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: The 7th International Conference on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Advanced Materials (ICCCI2022).

#### 特許

[1] 「国内成立特許」 き裂修復性複合材料及びそれを用いた非加熱電気化学的き裂修復方法, 2018-231732

[2] 「国際成立特許」窒化アルミニウム構造体 (ALUMINUM NITRIDE STRUCTURE AND METHOD FOR PRODUCING SAME), EP4129900A1 (WO 2021/199521、PCT/JP2020/047458、特願 2020-059958)

[3] 「国際特許出願」緻密質無機構造体およびその製造方法 (INORGANIC STRUCTURE AND METHOD FOR PRODUCING SAME), WO 2022/172940 A1 (PCT/JP2022/005031、特願 2021-021639)

[4] 「出願前譲渡特許 (国内・国際)」構造体、赤外線検知装置、発光装置及び構造体の製造方法, 特願 2022-114679

#### 国内学会

粉体粉末冶金協会 2022 年度春季大会	3 件
第 17 回セラミックス協会関西支部学術講演会	4 件
セラミックス協会第 35 回秋季シンポジウム	5 件
セラミックス協会 2023 年年会	6 件
第 2 回機能性ナノ材料溶液プロセス研究会	1 件

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
新学術領域研究 後藤 知代	水溶液プロセスによる水酸アパタイト結晶の形態制御と水圏機能設計	2,340
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 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)	14,430

**共同研究**

後藤 知代 三菱ケミカル・クリンス 吸着剤の研究 500  
イ株式会社

**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 非化学量論水 200  
酸アパタイト  
結晶の形態と  
光学特性



令和4年度 年次報告書

令和5年8月発行

編集・発行

大阪大学 産業科学研究所

広報室・戦略室

〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1

<https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/>

