



令和元年度

# 年次報告書

---

— 活動状況と課題 —

大阪大学 産業科学研究所

## 目 次

1. はじめに	1
2. 研究活動	
1) 組織	2
2) 運営	10
3) 研究費	11
4) 国際研究プロジェクト	12
5) 学術講演会・研究集会・研究所間交流プログラム	16
6) 広報活動	18
7) 受賞状況	18
3. 教育への関与	
1) 大学院研究科の所属先	20
2) 大学院担当授業一覧	21
3) 学部、共通教育担当授業一覧	24
4) 大学院生の受入数	26
4. 国際交流	
1) 活動状況	27
2) 国外との研究者往来	28
5. 産業界との交流	28
6. まとめ（課題と展望）	29
[附1] 各研究部門の組織と活動	35
[附2] 各附属研究施設等の組織と活動	93
[附3] 共通施設等、技術室、事務部の組織と活動	145
[附4] 各研究部門、附属施設における活動実績リスト	159

本年次報告書は、令和元年度（平成31年（2019）4月1日から令和2年（2020）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。この間、関係各位による力強いご支援に加え、時代の要請に従った組織改編と研究分野の充実を重ね、今日の姿である第1研究部門(情報・量子科学系)、第2研究部門(材料・ビーム科学系)、第3研究部門(生体・分子科学系)、及び、産業科学ナノテクノロジーセンターの4部門へ至りました。

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

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

産業科学研究所は今後も、多様な科学分野に跨る研究から生まれる知を日々積み上げ、多くの社会的課題解決と持続的な発展のための技術として昇華させて社会へと確実に展開するという産研の使命を忘れることなく、世界最高水準の研究・教育の場で有り続ける努力を実践いたします。そのためにも視点の異なる多くの学術コミュニティー・大学・研究機関や企業の皆様との連携や共創も強力に進めて参ります。

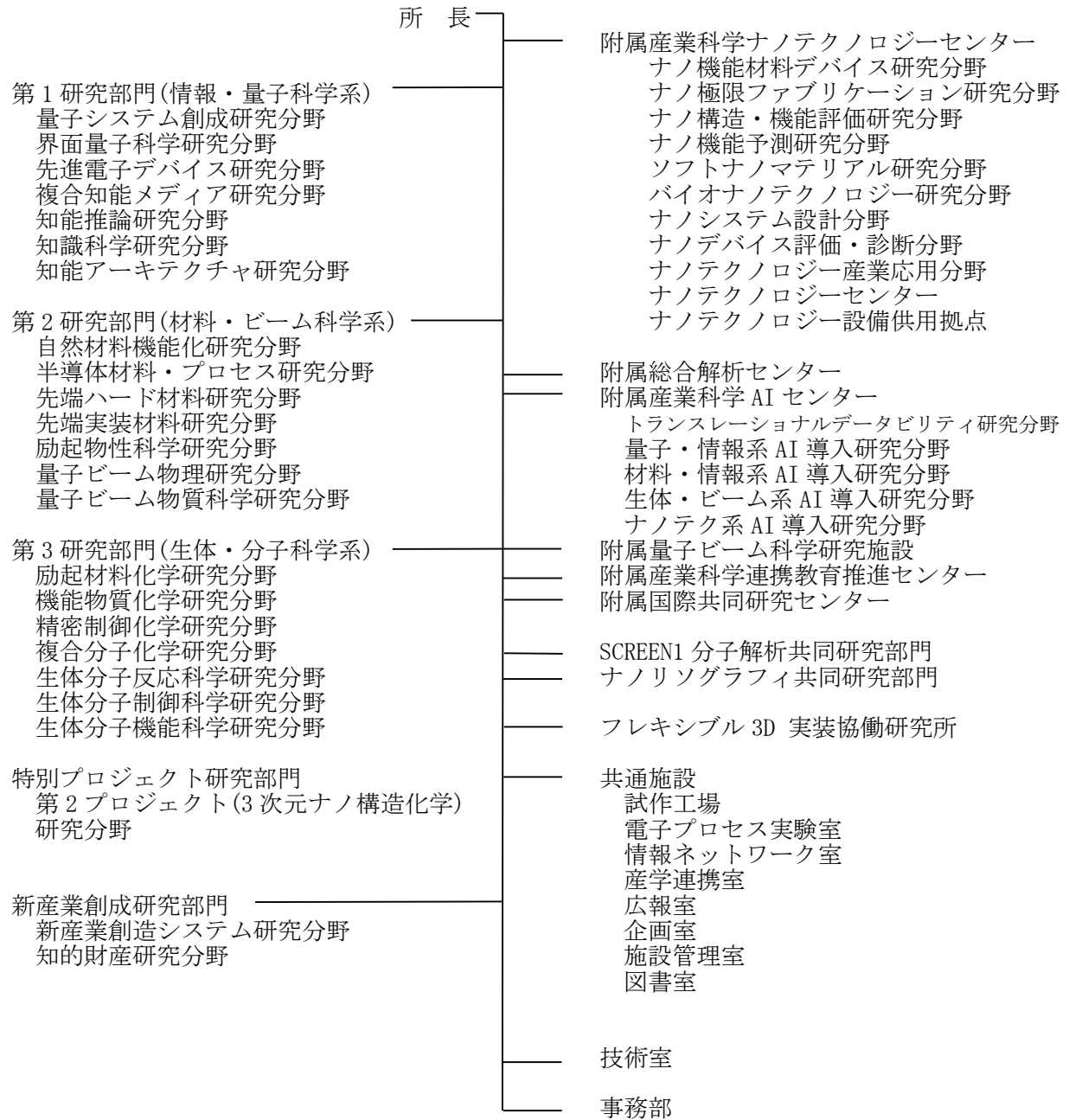
本報告書は、産研における2019年度(令和元年度)の研究・教育・社会貢献の成果の記録です。皆さまにご一読いただき、産研のより一層の発展のために、ご叱正、ご批判を頂ければ幸いです。引き続き皆様の温かいご支援とご指導、ご鞭撻を賜りますよう、心よりお願い申し上げます。

## 2. 研究活動

### 1) 組織

産業科学研究所の機構および教員組織は、次のとおりである。

・機構図(令和2年3月31日現在)



○教員組織(令和2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 准教授 助教 助教	博士(理学) 工学博士 博士(工学) 博士(工学)	大岩 顕 長谷川 繁彦 木山 治樹 藤田 高史
界面量子科学研究分野	教授 准教授 助教 助教 助教	博士(工学) 理学博士 博士(工学) 博士(工学) 博士(理学)	千葉 大地 井上 恒一 金井 康 小野 堯生 小山 知弘
先進電子デバイス研究分野	教授 准教授 助教 特任准教授(常勤) 特任助教(常勤) 特任研究員(常勤)	博士(工学) 博士(工学) 博士(工学) 博士(工学) 博士(工学)	関谷 毅 須藤 孝一 荒木 徹平 植村 隆文 鶴田 修一 根津 俊一
複合知能メディア研究分野	教授 教授(高等共創研究院) 准教授 助教 助教 特任准教授(常勤)  特任講師(常勤) 特任研究員(常勤) 特任研究員(常勤)	工学博士 博士(工学)  博士(工学) 博士(工学) 博士(工学) 博士(工学)  博士(工学) 博士(情報科学) Ph.D(Computer Science and Engineering)	八木 康史 槇原 靖  村松 大吾 大倉 史生 武 淑瓊 AHAD MD ATIQUR RAHMA 青木 工太 Zhou Chengju Allam Shehata Hassanein Allam
知能推論研究分野	教授 助教 助教	工学博士 博士(工学) 博士(工学)	鷲尾 隆 原 聡 Holland Matthew James
知識科学研究分野	教授 准教授	博士(情報学) 博士(情報学)	駒谷 和範 武田 龍
知能アーキテクチャ研究分野	教授 准教授 助教	工学博士 博士(情報科学) 博士(心理学)	沼尾 正行 福井 健一 木村 司
■第2研究部門(材料・ビーム科学系)			
自然材料機能化研究分野	教授 准教授 助教	博士(農学) 博士(農学) 博士(農学)	能木 雅也 古賀 大尚 上谷 幸四郎
半導体材料・プロセス研究分野	教授 准教授 助教	理学博士 博士(理学) 理学博士	小林 光 松本 健俊 山口 俊郎
先端ハード材料研究分野	教授	博士(工学)	関野 徹

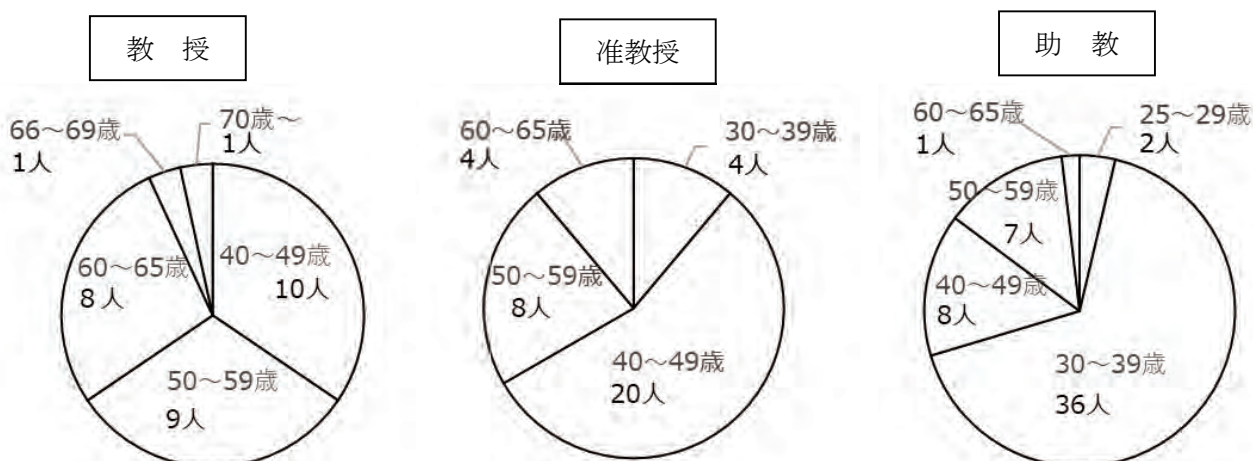
	准教授 助教 助教 特任助教(常勤) 特任研究員(常勤)	博士(工学) 博士(工学) 博士(金属材料工学) 博士(工学) 博士(工学)	多根 正和 後藤 知代 Cho Sunghun SHISHENG FANG 橋本 英樹
先端実装材料研究分野	教授 准教授 准教授 特任助教(常勤) 特任助教(常勤) 特任研究員(常勤) 特任研究員(常勤)	工学博士 博士(理学) 博士(工学) 修士(工学) 博士(工学) 博士(工学)	菅沼 克昭 長尾 至成 菅原 徹 Chen Chuantong 恵久春 佑寿夫 井関 隆之 佐藤 直樹
励起物性科学研究分野	准教授	理学博士	田中 慎一郎
量子ビーム物理研究分野	教授 准教授 助教 特任教授(常勤)  特任助教(常勤) 特任助教(常勤)	博士(理学) 博士(光物理) 博士(理学) Ph.D. (プラズマ物理化学) 博士(理学) 博士(物理学)	細貝 知直 金 展 入澤 明典 Zhidkov Alexey  酒井 泰雄 Pathak Naveen Chandra
量子ビーム物質科学研究分野	教授 准教授 助教 特任助教(常勤)	博士(工学) 博士(工学) 博士(工学)	古澤 孝弘 室屋 裕佐 岡本 一将 中島 綾子
<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 准教授 准教授(高等共創研究院)	博士(工学) 博士(工学) 博士(工学)	藤塚 守 川井 清彦 小阪田 泰子
機能物質化学研究分野	教授 准教授 助教 特任助教(常勤)	工学博士 博士(薬学) 博士(理学) 博士(工学)	笹井 宏明 滝澤 忍 佐古 真 近藤 健
精密制御化学研究分野	准教授 准教授 助教 助教 特任研究員(常勤)	博士(工学) 博士(生命科学) 博士(理学) 博士(理学) Ph.D.(有機化学)	堂野 主税 村田 亜沙子 柴田 知範 山田 剛史 Das Bimolendu
複合分子化学研究分野	教授 助教 特任助教(常勤) 特任研究員(常勤)	博士(薬学) 博士(薬科学) 博士(創薬科学) Ph.D.(Medicinal Chemistry)	鈴木 孝禎 山下 泰信 黒原 崇 Narozny Remy Thomas
生体分子反応科学研究分野	教授 准教授	博士(農学) 博士(理学)	黒田 俊一 岡島 俊英

	准教授 助教 助教	理学博士 修士(工学) 博士(農学)	和田 洋 立松 健司 曾宮 正晴
生体分子制御科学研究分野	教授 准教授 准教授(高等共創 研究院) 助教 特任助教(常勤)	博士(薬学) 博士(理学) 博士(薬科学) 博士(薬学) 博士(薬学)	西野 邦彦 西 毅 山崎 聖司  西野 美都子 ZWAMA MARTIJN
生体分子機能科学研究分野	教授 准教授 助教 助教 特任助教(常勤)  特任研究員(常勤) 特任研究員(常勤) 特任研究員(常勤) 特任研究員(常勤)	博士(医学) 博士(理学) 博士(理学) 博士(理学) 博士(バイオサイエ ンス学) Ph.D.(Stem Cell Biology) 博士(農学) 博士(理学) 博士(理学)	永井 健治 松田 知己 服部 満 長部 謙二 圓谷 徹  Lu Kai  京 卓志 杉浦 一徳 福島 俊一
<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 准教授 助教	博士(理学) 博士(理学) Ph.D.(物理学)	田中 秀和 神吉 輝夫 山本 真人
ナノ極限ファブリケーション研究分野	教授 准教授 助教 特任研究員(常勤)	工学博士 博士(理学) 博士(工学) 博士(理学)	吉田 陽一 楊 金峰 菅 晃一 神戸 正雄
ナノ構造・機能評価研究分野	准教授 助教	博士(理学) 博士(工学)	吉田 秀人 神内 直人
ナノ機能予測研究分野	教授 准教授 助教 助教	博士(理学) 博士(工学) 博士(理学) 博士(理学)	小口 多美夫 白井 光雲 山内 邦彦 稲田 浩義
ソフトナノマテリアル研究分野	教授 助教	博士(工学) 博士(工学)	家 裕隆 陣内 青萌
バイオナノテクノロジー研究分野	教授 准教授 助教 助教 特任研究員(常勤) 特任研究員(常勤)	博士(工学) 博士(工学) 博士(理学) 博士(理学)	谷口 正輝 筒井 真楠 田中 裕行 小本 祐貴 出口 寛子 津本 弥生
ナノテクノロジー設備供用拠点	特任助教(常勤) 特任助教(常勤)	博士(材料科学) 博士(理学)	北島 彰 法澤 公寛

<b>■産業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 准教授	博士(工学) 博士(情報学)	櫻井 保志 松原 靖子
量子・情報系 AI 導入研究分野	特任助教(常勤)	博士(環境科学)	野田 祐樹
材料・ビーム系 AI 導入研究分野	准教授	博士(理学)	今村 健太郎
ナノテク系 AI 導入研究分野	特任助教(常勤)	博士(薬学)	浅井 歩
<b>■新産業創成研究部門</b>			
知的財産研究分野	特任教授(常勤)	博士(工学)	清水 裕一
<b>■特別プロジェクト研究部門</b>			
2 プロジェクト研究分野 (3次元ナノ構造科学)	准教授 特任助教(常勤)	博士(理学) 博士(工学)	服部 梓 大坂 藍
<b>■附属総合解析センター</b>	准教授 助教 助教	博士(薬学) 博士(工学) 修士(理学)	鈴木 健之 周 大揚 朝野 芳織
<b>■量子ビーム科学研究施設</b>	准教授 助教	工学博士 工学修士	誉田 義英 藤乗 幸子
<b>■SCREEN 1 分子解析共同研究部門</b>	特任准教授(常勤)	博士(理学)	大城 敬人
<b>■ナノリソグラフィ共同研究部門</b>	特任教授(常勤) 特任准教授(常勤)	博士(工学) 博士(工学)	井谷 俊郎 SANTILLAN JULIUS JOS
<b>■ユシロ化学工業ポリマーゲル共同研究部門</b>	特任教授(常勤) 特任研究員(常勤)	理学博士 博士(工学)	原田 明 白川 瑛規

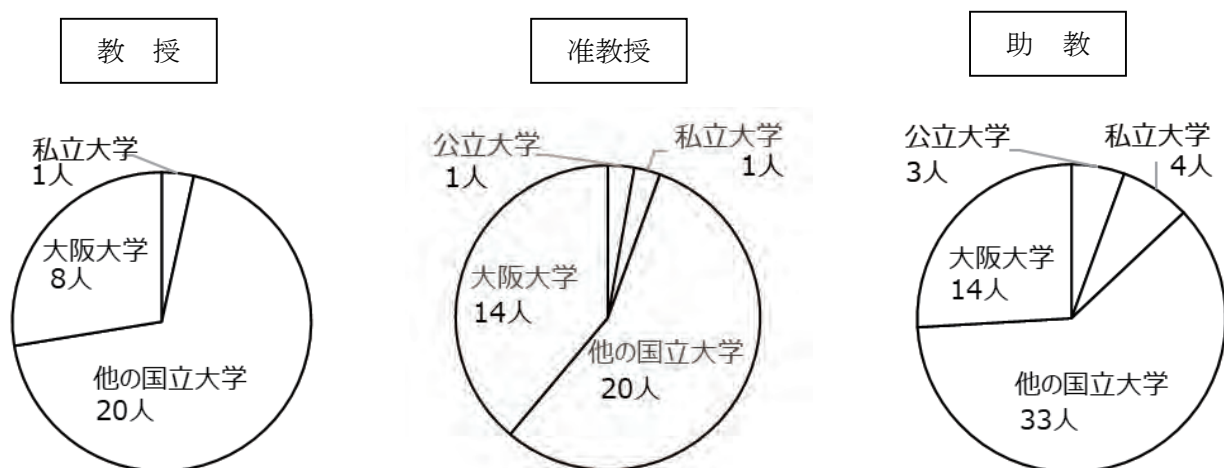


・教員の年齢構成(令和2年3月31日現在。特任教員(常勤)を含む。ただし、併任、兼任者は除く。)



※特任講師(常勤) 1名 (40～49歳)

・教員の出身大学(令和2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)

職員全体では、令和2年3月31日現在で教員201名、事務職員27名、技術職員16名及び非常勤職員73名を含み、合計317名である。全職員のうち外国人は32名、女性は114名である。

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

異動日	異動事項		氏名等
2019/4/1	任命	附属産業科学 AI センター長	黒田 俊一
2019/4/1	採用	教授(界面量子科学)	千葉 大地
2019/4/1	採用	教授(量子ビーム物理)	細貝 知直
2019/4/1	採用	助教(知能推論)	HOLLAND MATTHEW JAMES
2019/4/1	採用	助教(知能アーキテクチャ)	木村 司
2019/4/1	採用	特任講師(常勤)(複合知能メディア)	青木 工太
2019/4/1	採用	特任助教(常勤)(量子ビーム物理)	酒井 泰雄

2019/4/1	採用	特任助教(常勤)(生体・分子研究領域 AI 導入)	佐藤 翔
2019/4/1	採用	特任助教(常勤)(量子・情報研究領域 AI 導入)	野田 祐樹
2019/4/1	採用	特任助教(常勤)(ナノテク研究領域 AI 導入)	浅井 歩
2019/4/1	採用	特任研究員(常勤)(複合知能メディア)	HOSSAIN SHAHERA
2019/4/1	採用	特任研究員(常勤)(複合知能メディア)	ZHOU CHENGJU
2019/4/1	採用	特任研究員(常勤)(複合知能メディア)	ALLAM SHEHATA ALLAM
2019/4/1	採用	特任研究員(常勤)(生体分子機能科学)	杉浦 一徳
2019/4/1	採用	特任研究員(常勤)(生体分子機能科学)	福島 俊一
2019/4/1	採用	特任研究員(常勤)(SCREEN1 分子解析共同研究部門)	江崎 裕子
2019/4/1	採用	特任研究員(常勤)(ユシロ化学工業ポリマー ゲル共同研究部門)	白川 瑛規
2019/4/1	採用	特任事務職員(半導体材料・プロセス)	黒崎 千香
2019/4/1	採用	特任事務職員(財務係)	西本 弘美
2019/4/1	昇任	教授(ソフトナノマテリアル)	家 裕隆
2019/4/1	昇任	准教授(高等共創研究院)	山崎 聖司
2019/4/1	昇任	事務部長	増田 敏裕
2019/4/1	配置換	総務課長	小牧 将浩
2019/4/1	配置換	総務課長	松本 勝昌
2019/4/1	配置換	人事係長	山本 幸子
2019/4/1	配置換	人事係長	丸山 敬太
2019/4/1	配置換	総務係主任	澤田 智子
2019/4/1	配置換	総務係主任	朝日 太郎
2019/4/16	採用	助教(界面量子科学)	小山 知弘
2019/5/1	採用	准教授(トランスレーショナルデータビリティ)	松原 靖子
2019/5/16	採用	特任事務職員(総務係)	地田 万里子
2019/5/31	退職	特任助教(常勤)(ナノ機能材料デバイス)	RAKSHIT RUPALI
2019/5/31	退職	特任研究員(常勤)(バイオナノテクノロジー)	江崎 裕子
2019/5/31	退職	特任事務職員(総務係)	下江 美英
2019/6/1	採用	教授(複合分子化学)	鈴木 孝禎
2019/6/1	採用	助教(ソフトナノマテリアル)	陳内 青萌
2019/6/1	採用	特任研究員(常勤)(複合分子化学)	三宅 由花
2019/6/1	採用	特任研究員(常勤)(複合分子化学)	黒原 崇
2019/6/15	退職	助教(複合分子化学)	樋口 雄介
2019/6/30	退職	特任助教(常勤)(先端実装材料)	張 昊
2019/6/30	退職	特任研究員(常勤)(先端実装材料)	下山 章夫
2019/7/15	退職	特任研究員(常勤)(複合知能メディア)	HOSSAIN SHAHERA
2019/8/1	採用	准教授(量子ビーム物理)	金 展

2019/8/1	採用	特任研究員(常勤)(複合分子化学)	NAROZNY REMY THOMAS
2019/8/1	昇任	准教授(第2プロジェクト(3次元ナノ構造科学))	服部 梓
2019/8/1	配置換	助教(トランスレーショナルデータビリティ)	今村 健太郎
2019/8/16	採用	特任助教(常勤)(複合分子化学)	三宅 由花
2019/8/16	採用	特任助教(常勤)(複合分子化学)	黒原 崇
2019/8/25	退職	教授(精密制御化学)	中谷 和彦
2019/8/26	採用	教授(複合知能メディア)	八木 康史
2019/8/31	退職	特任助教(常勤)(量子システム創成)	酒井 裕司
2019/9/30	退職	助教(知識科学)	林 克彦
2019/9/30	退職	特任研究員(常勤)(先端実装材料)	木本 幸治
2019/9/30	退職	特任事務職員(企画室)	西田 彩
2019/10/1	採用	助教(ナノ極限ファブリケーション)	神戸 正雄
2019/10/1	採用	特任教授(常勤)(量子ビーム物理)	ZHIDKOV ALEXEY
2019/10/1	採用	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
2019/10/1	昇任	教授(高等共創研究院)	榎原 靖
2020/10/1	配置換	助教(材料・ビーム研究領域 AI 導入)	今村 健太郎
2019/10/1	配置換	総務係長	梶浦 聡
2019/10/1	配置換	総務係長	竹内 弘
2019/10/1	配置換	契約係主任	田畑 慎吾
2019/10/1	配置換	契約係	早川 沙由里
2019/10/31	退職	特任助教(常勤)(複合知能メディア)	NGO THANH TRUNG
2019/12/16	昇任	准教授(知識科学)	武田 龍
2019/12/16	昇任	准教授(精密制御化学)	村田 亜沙子
2019/12/16	昇任	准教授(材料・ビーム系 AI 導入)	今村 健太郎
2019/12/31	退職	特任助教(常勤)(複合分子化学)	三宅 由花
2019/12/31	退職	特任事務職員(先端実装材料)	キーナン 直美
2020/1/1	採用	助教(複合分子化学)	山下 泰信
2020/1/1	採用	特任研究員(常勤)(先端実装材料)	井関 隆之
2020/1/1	採用	特任研究員(常勤)(量子システム創成)	LIU XIAOFEI
2020/1/16	採用	助教(精密制御化学)	山田 剛史
2020/1/16	採用	特任助教(常勤)(先進電子デバイス)	鶴田 修一
2020/1/16	昇任	教授(励起材料化学)	藤塚 守
2020/1/31	退職	特任助教(常勤)(生体・分子系 AI 導入)	佐藤 翔
2020/2/15	退職	助教(ナノ構造・機能評価)	麻生 亮太郎
2020/3/1	採用	助教(複合知能メディア)	武 淑瓊
2020/3/1	採用	特任事務職員(研究協力係)	高山 愛

2020/3/16	採用	特任事務職員(総務係)	三輪 久美子
2020/3/31	定年退職	教授(先端実装材料)	菅沼 克昭
2020/3/31	定年退職	准教授(界面量子科学)	井上 恒一
2020/3/31	定年退職	助教(半導体材料・プロセス)	山口 俊朗
2020/3/31	退職	准教授(複合知能メディア)	村松 大吾
2020/3/31	退職	助教(複合知能メディア)	大倉 史生
2020/3/31	退職	助教(ナノ機能材料デバイス)	山本 真人
2020/3/31	退職	特任助教(常勤)(先端実装材料)	AIKEBAIER YUSUFU
2020/3/31	退職	特任助教(常勤)(量子ビーム物質科学)	中島 綾子
2020/3/31	退職	特任研究員(常勤)(複合知能メディア)	ZHOU CHENGJU
2020/3/31	退職	特任研究員(常勤)(先端実装材料)	佐藤 直樹
2020/3/31	退職	特任技術職員(生体分子制御科学)	福島 愛子
2020/3/31	退職	特任事務職員(広報室)	伊藤 敦美
2020/3/31	退職	特任事務職員(総務課)	地田 万里子
2020/3/31	退職	特任事務職員(研究連携課)	坂井 百々子

## 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、図書職員による第一次選挙において3名の候補者が選ばれ、その中から、専任教授、事務部長及び技術室長による第二次選挙において1名の候補者が選ばれる。そして、教授会によって所長候補者を選出し、総長に推薦の上決定される。所長の任期は2年で、再任は可能であるが、引き続き4年を超えることはできない。

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

ただし、審議に加わることはできない。

各附属研究施設には、円滑な運営を図るために運営委員会を設置している。

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

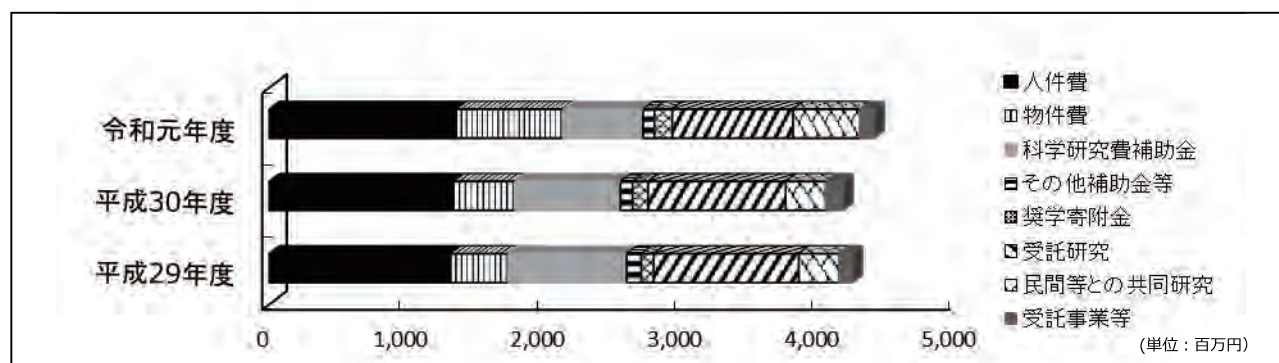
その他、所内には、規程または申し合わせに従って種々の委員会を設置し活動している。その中で主なものは、以下のとおりである。( )内は、委員会の構成を示す。

委員会名	構成
役員会	所長、副所長(附属産業科学ナノテクノロジーセンター長を含む)、事務部長、所長補佐
運営協議会	所長、副所長(附属産業科学ナノテクノロジーセンター長を含む)、学外の学識経験者など
評価委員会	所長、総務・労務担当の役員会構成員、学内計画・評価委員会委員、附属産業科学ナノテクノロジーセンター長、各研究部門・ナノテクセンターの専任教授、事務部長
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。令和元年度は学内から17名の教員を兼任教員に任用した。

### 3) 研究費

当研究所の主な経費は、運営費交付金、科学研究費補助金等の外部資金である。これら研究費の平成29年度から3年間の推移は以下のとおりである。



・予算(平成29～令和元年度)

(単位：千円)

		29年度	30年度	令和元年度
運営費交付金	人件費	1,316,425	1,338,745	1,358,213
	物件費	416,636	443,989	780,233
科学研究費補助金(件数)		864,007(128)	769,296(123)	579,038(133)
その他補助金等(件数)		105,834(20)	88,922(15)	81,818(17)
奨学寄附金(件数)		91,214(46)	112,969(49)	129,596(72)
受託研究 (件数)		1,053,797(52)	999,296(60)	878,082(57)
民間等との共同研究(件数)		292,196(137)	289,888(131)	485,786(151)
受託事業等(件数)		96,357(11)	126,029(34)	103,141(26)
合 計		4,236,466	4,169,134	4,395,907

(注) 共通経費は除く

・外部資金

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

令和元年度	第1 研究部門	第2 研究部門	第3 研究部門	ナノテクノロジー センター	特別プロジェクト 外研究部門	その他	合計
	24,430 (14)	60,188 (30)	14,578 (10)	24,400 (14)	2,000 (2)	4,000 (2)	129,596 (72)

(単位：千円) ( ) 内は件数

4) 国際研究プロジェクト

当研究所が令和元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	Ruhr University Bochum	ドイツ	量子ネットワークのための量子インターフェース開発
	National Research Council Canada	カナダ	光子電子スピン量子状態変換の研究
	University of Regensburg	ドイツ	超伝導/2次元電子系接合の研究
	Peking University	中国	InAs ナノ細線量子ビットの研究
	Julich Forschungszentrum	ドイツ	量子ビット制御のための低温制御系の開発
	Delft University of Technology	オランダ	Ge量子ドットの量子インターフェース応用
バイオナノテクノロジー	Massachusetts Institute of Technology	アメリカ	1分子解析技術の開発
	Harvard Medical School	アメリカ	1分子解析技術の開発

トランスレーショナルデータビリティ	Carnegie Mellon University	アメリカ	動的時空間モデリングとアルゴリズムの理論研究
総合解析センター	Sichuan University	中国	温度駆動キラリティースイッチ
生体分子反応科学	Memorial Sloan Kettering Cancer Center	アメリカ	Rab7-mediated endocytosis establishes patterning of Wnt activity through inactivation of Dkk antagonism
	Department of Medicine, University of Toronto	カナダ	Mouse Model of Forebrain Voa1 Knockout
	Sapienza - Università di Roma	イタリア	二成分情報伝達系阻害剤の開発
	Technische Universität München	ドイツ	銅アミン酸化酵素の中性子構造解析
生体分子機能科学	Albert Einstein College of Medicine	アメリカ	Development of the sensors based on the near-infrared chemiluminescent proteins
	The University of Manchester	イギリス	Evaluation of bioluminescent insulin indicator
	University College London	イギリス	Beyond protein localisation towards nano-diagnosis: monitoring molecular dysfunction with nanometer sensitivity, a convergence of fluorescent biosensor engineering and functional live-cell super-resolution imaging
	Vanderbilt University	アメリカ	Visualization of magnesium dynamics in bacteria
	Emory University	アメリカ	Development of chemiluminogenetic tools
	Marine Bioindustry, Research Center for Oceanography	インドネシア	Research on fluorescent and chemiluminescent proteins
	NanoScope Technologies LLC	アメリカ	Development of a technology for an optical control and imaging of in vivo brain function with high time resolution
	DRVision Technologies LLC	アメリカ	Live-cell fluorescent probes for neurological diseases
	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation	オーストラリア	Development of bright bioluminescent thrombin indicator
	Development of a Highly Intensive Autoluminescent Indicator for Functional Bioimaging in Small Animals	アメリカ	Development of a highly intensive autoluminescent indicator for functional bioimaging in small animals
ソフトナノマテリアル	Max Planck Institute for Polymer Research	ドイツ	有機半導体材料の開発
	National Chiao Tung University	台湾	反芳香族性分子の開発
先進電子デバイス	IFW Dresden	ドイツ	フレキシブル磁気センサの開発
	JOANNEUM RESEARCH	オーストリア	フレキシブルピエゾセンサの開発
	Holst Centre	オランダ	フレキシブル透明配線技術の開発
	Eindhoven University of Technology (TU/e)	オランダ	フレキシブル配線・デバイス技術の開発跨ぐ
先端ハード材料	SunMoon University	韓国	環境調和応用多機能ナノ材料およびその作製プロセス技術開発

	Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology (KICET)	韓国	表面機能化されたナノ構造の超小型15mW級スマート多種ガスセンサーの開発
	Wuhan University of Technology	中国	Ti <sub>3</sub> SiC <sub>2</sub> 系MAX相セラミックスの弾性特性の解明
	Vilnius University	リトアニア	溶液プロセスを駆使した機能性酸化物の創製と物性
	University of Pretoria	南アフリカ共和国	金属酸化物/ヘテロ元素修飾炭素コアシェル型ナノ複合体の合成と分子センシング機能
ナノ極限ファブリケーション	Universiteit Utrecht	オランダ	担持金属触媒の ETEM 観察
	Lawrence Berkeley National Laboratory	アメリカ	担持金属触媒のその場表面分析
	Harvard University	アメリカ	電子顕微鏡を用いた分子材料解析
	Thermo Fisher Scientific	アメリカ	高分解能環境制御型透過電子顕微鏡の開発
量子ビーム物質科学	Paris-Sab University	フランス	高温下における水和電子の反応に関する研究
	University of Science and Technology of China	中国	混合放射線場における高温水の放射線分解過程のモデリング研究
	imec	ベルギー	EUV プロセスに関する研究
	University of Notre-Dame	アメリカ	極性溶媒のイオン化で生じる電子熱化過程に関する研究
	School of Chemical Engineering, University of Birmingham	イギリス	ブロック共重合体を用いた微細加工の研究
機能物質化学	Bielefeld University	ドイツ	Development of Cooperative Chemo- and Biocatalysts and their Application in the Practical Synthesis of Biologically Active Molecules
	Paris-Sud University	フランス	Development of Metal/Organo-Hybrid Catalysis: Application of Chiral Biomass Resources in Environmentally Benign Asymmetric Synthesis
ナノ機能予測	Forschungszentrum Jülich	ドイツ	第一原理計算手法の開発と応用
	Uppsala University	スウェーデン	環境エネルギー課題に向けたマテリアルズ・デザイン
	Oslo University	ノルウェー	量子モンテカルロ電子状態計算法の開発と応用
	Industrial Technology Research Institute, Material and Chemical Research Laboratories	台湾	電子エネルギー損失分光スペクトルの第一原理計算
	University of Paris, Sud	フランス	ホウ素系結晶の熱膨張計数の計算
	CNR-SPIN	イタリア	遷移金属化合物磁性の第一原理計算
生体分子制御科学	University of Hong Kong	香港	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
精密制御化学	Tata Institute of	インド	環状ミスマッチリガンド(CMBLs)の子



	Fundamental Research, National Center for Biological Sciences		宮頸がん治療薬としての応用可能性探索
	Polish Academy of Sciences 生物有機化学研究所	ポーランド	環状ミスマッチリガンド(CMBLs)とトリプレットリピート RNA 複合体の結晶構造解析
	National Chung Hsing University	台湾	グアニン-グアニンミスマッチ配列を認識する合成小分子を用いた、細胞内リボソームシフトの調節
	Sick Kids Institute	カナダ	低分子によるハンチントン病の根治治療
ナノ機能材料デバイス	Genova Univ., CNR	イタリア	Oxide-MENS/NEMS
	Purdue University	アメリカ	ハイブリッド強相関酸化ナノデバイスの創製とその応用に関する研究
自然材料機能化	University of Latvia	ラトビア	ナノセルロースの光学センシング応用
複合知能メディア	Egypt-Japan University of Science and Technology	エジプト	時系列信号解析による行動認識 映像解析による歩行疾患解析
	Shenzhen University	中国	大規模歩容キネマティクスデータベース構築とその性能評価
複合分子化学	The University of Texas Health Science Center San Antonio	アメリカ	がん幹細胞を標的とした、LSD1 阻害によるがん治療研究
	University of Navarra	スペイン	抗うつ薬としての SIRT2 選択的阻害剤の創製
	Monash University Malaysia	マレーシア	SIRT2 を阻害する天然物の探索
知能アーキテクチャ	Chulalongkorn University	タイ	Subject- independent Emotion Recognition During Music Listening Based on EEG Using Deep Convolutional Neural Networks
		フィリピン	Modelling Activities of Self Regulated Learners as Contextualized Action Sequences
	K.U.Leuven	ベルギー	Constraints are ubiquitous in Artificial Intelligence and Operations Research
	University of Groningen	オランダ	Automatic Composition of Affective Music Using a Long Short-term Memory Network
	Thammasat University	タイ	A Distance-based Approach for Inductive Logic Programming
	Vanderbilt University	アメリカ	Music generation using LSTM with the emotional information
	imec The Netherlands	オランダ	生体センサーの開発
	知能推論	Federation University Australia	オーストラリア
Nanjing University		中国	機械学習のためのアイソレーションカーネル原理の研究

## 5) 学術講演会・研究集会・研究所間交流プログラム

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

開催期間	テーマ名等
2020/3/2-3	Real-time AI technologies for Big Data: Foundations and Challenges
2020/2/19 - 20	第5回 化学発光イメージングワークショップ
2020/2/27	物質科学と機械学習
2020/2/21	時系列ビッグデータのためのリアルタイム AI 技術
2020/2/1	みどり適塾 第10回デザイン思考勉強会
2020/1/31	第12回 バイオナノフォトニクス 新産業創造研究会
2020/1/24	IoT×AI×PE の融合 マテリアルシステムで Well-being 2050 を導く
2020/1/20	IoT データのためのリアルタイム AI 技術と製造業の高度化
2020/1/9	Scientific and Industrial Research in Space Age
2019/12/10-11	Spectroscopy and Imaging with THz Radiation using Ultimate Radiation Sources
2019/12/9	第11回 バイオナノフォトニクス 新産業創造研究会
2019/12/3	パーソナルデータの利活用が開く未来社会
2019/12/3	核酸を標的とした低分子創薬研究会
2019/11/26	産研女性サミットダイバシティ意見交換会
2019/11/25-27	加速器科学
2019/11/21	Workshop for architected three dimensional metal oxide nanostructures
2019/11/18-21	表面・界面・薄膜科学と太陽エネルギー
2019/11/15	IoT×AI×PE の融合 マテリアルシステムで Well-being 2050 を導く
2019/11/14	AI を使う第一歩
2019/11/13	第8回 imec 国際シンポジウム
2019/11/8	産業科学研究所学術講演会「産業科学の未来」
2019/10/28-30	第一原理電子状態計算に関するアジアワークショップ
2019/10/26	産業科学への AI 導入に向けた挑戦(Challenges for Introducing AI to Industrial Sciences)
2019/10/26	Real-time Forecasting of IoT Big Data: Foundations and Challenges
2019/10/25	IoT ビッグデータのための AI 技術とその応用
2019/10/16	ナノ形態の制御と応用(第10回記念回)
2019/10/11	量子ビーム施設研究発表会
2019/10/8	核酸を標的とした低分子創薬研究会
2019/10/4	アクチュエーター材料に関する講演会
2019/10/1	IoT ビッグデータのための AI 技術とその応用
2019/9/30	Python によるマテリアルズ・インフォマティクス・スキルアップ
2019/9/26-27	Workshop on Computation: Theory and Practice
2019/9/13	IoT ビッグデータのための AI 技術とその応用
2019/9/9-10	量子界面と半導体エレクトロニクスに関するワークショップ
2019/8/6	核酸を標的とした低分子創薬研究会
2019/8/4-9	The 1st International Training Course for Singularity Biology
2019/8/3	みどり適塾 第9回デザイン思考勉強会
2019/8/1	産研定例記者会見に参加記者との意見交換会
2019/8/1	プレスリリースに関する研修の実施により、研究成果等の広報活動を助成
2019/7/20	時系列ビッグデータのリアルタイム解析：新技術と挑戦
2019/7/19	IoT×AI×PE の融合 マテリアルシステムで Well-being 2050 を導く
2019/6/28	Orange によるマテリアルズ・インフォマティクス入門
2019/5/21	第10回 バイオナノフォトニクス 新産業創造研究会
2019/4/12	IoT×AI×PE の融合 マテリアルシステムで Well-being 2050 を導く
2019/11/12-13	第7回アライアンス若手研究交流会および第8回アライアンス技術支援シンポジウム

上記以外にも、外部講師を招いてのセミナー等も随時開催しており、それらの合計は 24 件(うち外国人を講師に迎えてのものは 10 件)であった。

日付	講師名	所属機関	役職	内容
2020/3/12	Guy Austing	National Research Council Canada	Senior Researcher	Physics of holes in a GaAs/AlGaAs double quantum dot device & optical fiber delivery relevant to photon-to-spin conversion schemes in semiconductor quantum dot circuits
2020/2/17	Alexander Korch	Ruhr University Bochum	学生	A microcavity coupled to self-assembled InAs quantum dots
2019/12/26	平山 尚美	東京大学物性研究所	研究員	Theoretical investigation of p-type thermoelectric Mg <sub>2</sub> Si
2019/12/6	前川 智弘	近畿大学	教授	Development of highly reactive halogenation using the combination of sulfur compounds and N-halosuccinimide
2019/12/6	Choon Hong Tan	南洋理工大学	教授	Chiral Cationic Ion-Pairing Catalysis
2019/12/3	萩原 正敏	京都大学大学院医学研究科	教授	偽エクソンを標的とした遺伝病治療薬
2019/12/3	永井 義隆	大阪大学大学院医学系研究科	教授	リピート関連性非 ATG 依存性翻訳を標的としたノンコーディングリピート病の治療戦略
2019/10/26	Peter Flach	University of Bristol	教授	From Data Mining Processes to Data Science Trajectories
2019/10/26	安西 祐一郎	独立行政法人日本学術振興会	顧問	The AI Strategy of Japan and Unsolved Problems in Applications
2019/10/26	上田 修功	日本電信電話(株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所	特別研究室室長	Integration of Inductive and Deductive Inferences- Simulation-based Machine Learning
2019/10/26	藤井 啓祐	大阪大学大学院基礎工学研究科	教授	State-of-the-art Quantum Computing Technology and Its Application for Machine Learning
2019/10/26	森分 博紀	非営利・一般財団法人フラインセラミックスセンター ナノ構造研究所	計算材料グループ長・首席研究員	Ceramics Materials Research by Collaboration between Theoretical Calculations and Experiments
2019/10/26	合田 圭介	東京大学大学院理学系研究科	教授	AI Cell Sorting
2019/10/26	津田 宏治	東京大学大学院新領域創成科学研究科	教授	Machine Learning Methods for Designing New Materials
2019/10/11	Harald Gröger	Bielefeld University	教授	Cascade processes with enzymes for the synthesis of chiral molecules
2019/10/8	Amanda Hargrove	Duke University	Assistant Professor	Deciphering patterns in selective small molecule: RNA and DNA interactions
2019/10/7	Jana Zaumseil	Heidelberg University	教授	Tailoring Transport Properties of Polymer-Sorted Carbon Nanotube Networks for Optoelectronic Devices
2019/8/6	廣瀬 哲郎	北海道大学遺伝子病制御研究所	教授	ノンコーディング RNA による細胞内相分離の誘導
2019/8/6	浜田 道昭	早稲田大学理工学術院	教授	RNA バイオインフォマティクス:技術開発と応用
2019/7/23	Jean-Guy Tartarin	LAAS-CNRS,,University of Toulouse	教授	Noise in RF electronic Devices, Circuits and Systems
2019/7/11	Danila	CNR-SPIN	博士研究員	First-principles approach to novel 2D

	Amoroso			ferromagnets
2019/6/14	Hellen Dacres	CSIRO, Australia	Team Leader & Senior Research Scientist	Cybernose® And Cybertongue® Technologies: Microfluidic Sensing Platform
2019/5/9	中村 修一	名古屋工業大学	教授	Enantioselective Construction of tetra-Substituted Carbon Centers Using Novel Chiral Catalysts
2019/4/25	田井中 一貴	新潟大学脳研究所	教授	生体組織透明化技術 CUBIC による包括的 3D イメージング技術

## 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。

- ・産業科学研究所パンフレット(日本語版および英語版)
- ・年次報告書(日本語版および英語版)
- ・産研ニューズレター (年3回発行)
- ・産研テクノサロン講演録・資料
- ・産研紹介 DVD

これらは「産研ホームページ」(URL:<http://www.sanken.osaka-u.ac.jp>)でも閲覧可能。

また、大阪大学初の試みとして、報道関係者を対象に、月に1度定例記者会見を行っている。

## 7) 受賞状況 (令和元年度)

受賞日	氏名	受賞名
2020/3/31	荒木 徹平	2019年度「貴金属に関わる研究助成金」奨励賞
2020/3/23	小阪田 泰子	第8回女性化学者奨励賞
2020/3/17	多根 正和	第78回 日本金属学会功績賞
2020/2/11	服部 梓	2019年度 第2回 兵庫・関西 キャタピラーSTEM賞(一般部門) 最優秀賞
2020/2/1	杉山 真弘	TEIJIN MIRAI FORUM 2020 優秀ポスター賞
2020/1/30	上谷 幸治郎	令和元年度コニカミノルタ画像科学奨励賞
2020/1/13	近藤 吉史 後藤 知代 CHO Sunghun 西田 尚敬 関野 徹	Best Poster Award, 21th International Symposium on Eco-materials Processing and Design
2019/12/4	H.D.P.Wathsala	第13回 CeBiTec 国際シンポジウム 触媒ポスター賞
2019/12/3	中島 圭祐 駒谷 和範	第2回対話システムライブコンペティション 最優秀賞
2019/11/22	上谷 幸治郎	第8回研究開発奨励賞
2019/10/25	西本 遥人 駒谷 和範	Best Paper Runner-Up Award

2019/9/21	松本 和彦 小野 堯生 金井 康 井上 恒一	応用物理学会 Poster Award
2019/9/19	JULIUS JOSEPH SUDLAY SANTILLAN	2nd place Photomask Best Poster Award
2019/9/18	井谷 俊郎	公益社団法人 応用物理学会 第13回(2019年度) フェロー表彰
2019/9/18	古澤 孝弘	フォトマスクテクノロジー 最優秀ポスター賞
2019/9/9	本田 崇人 櫻井 保志 松原 靖子	第12回 Web とデータベースに関するフォーラム(WebDB Forum) 企業賞 FUJITSU 賞
2019/8/28	山岸 亜美 中野 草平 山崎 聖司 西野 邦彦	第31回微生物シンポジウム 若手奨励賞
2019/8/27	黄 茵彤	紙パルプ技術協会 若手優秀発表賞(ポスター部門)
2019/7/25	草場 未来 笹井 宏明	Poster Award, OMCOS-20、Springer
2019/7/19	駒谷 和範 藤岡 勇真	一般社団法人人工知能学会 全国大会優秀賞
2019/7/11	能木 雅也	セルロース学会 林治助賞
2019/7/10	近藤 吉史 後藤 知代 CHO Sunghun 西田 尚敬 関野 徹	日本セラミックス協会 第14回関西支部学術講演会 学生講演賞
2019/7/1	古賀 大尚 能木 雅也	2019年度物質・デバイス共同研究賞
2019/6/29	上谷 幸治郎	第32回安藤博記念学術奨励賞
2019/6/28	川畑 光希	情報処理学会コンピュータサイエンス領域奨励賞
2019/6/27	鷲尾 隆	人工知能学会研究会優秀賞
2019/6/27	杉山 真弘	Student Presentation Award
2019/6/27	Andreas Petritz	第10回 有機分子・バイオエレクトロニクス国際会議 (M&BE10) 若手研究者優秀発表賞
2019/6/20	近藤 吉史 後藤 知代 CHO Sunghun 西田 尚敬 関野 徹	日本セラミックス協会 第1回資源・環境関連材料部会討論会最優秀賞
2019/5/14	杉山 真弘 植村 隆文 近藤 雅哉 秋山 実邦子 難波 直子	LSI とシステムのワークショップ 2019 優秀ポスター賞 (学生部門)

	井上 由美 吉本 秀輔 和泉 慎太郎 関谷 毅	
2019/4/20	藤田 高史	船井研究奨励賞
2019/4/17	古賀 大尚	科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞

### 3. 教育への関与（令和元年度）

#### 1) 大学院研究科の所属先

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

研究科	専攻	教授	准教授	助教
理学	物理学	大岩 颯 小口多美夫	長谷川 繁彦 白井 光雲	木山 治樹 藤田 高史 山内 邦彦 粂田 浩義
	化学	笹井 宏明 谷口 正輝 小林 光	堂野 主税 村田 亜沙子 滝澤 忍 筒井 真楠 松本 健俊	柴田 知範 山田 剛史 佐古 真 田中 裕行 小本 祐貴 山口 俊郎
	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	生命先端工学	永井 健治	松田 知己	服部 満 長部 謙二
	応用化学	家 裕隆 藤塚 守 古澤 孝弘 能木 雅也	川井 清彦 小阪田 泰子 (高等共創研究院) 室屋 裕佐 古賀 大尚	陣内 青萌 藤乗 幸子 岡本 一将 上谷 幸治郎
	精密科学・応用物理学	関谷 毅 小口多美夫	須藤 孝一 白井 光雲	荒木 徹平 山内 邦彦 粂田 浩義
	マテリアル生産科学	関野 徹	吉田 秀人 多根 正和 長尾 至成 菅原 徹	神内 直人 後藤 知代 CHO Sunghun
	電気電子情報工学	鷲尾 隆 駒谷 和範 大岩 颯	武田 龍 長谷川繁彦	原 聡 HOLLAND MATTHEW JAMES 木山 治樹 藤田 高史
	環境・エネルギー工学	吉田 陽一	田中慎一郎 楊 金峰 菅田 義英	菅 晃一 神戸 正雄

基礎工学	物質創成	千葉 大地 小口 多美夫 田中 秀和	井上 恒一 白井 光雲 神吉 輝夫 服部 梓	金井 康 小野 堯生 小山 知弘 山内 邦彦 籾田 浩義
薬学	創成薬学	西野 邦彦 永井 健治	西 毅 松田 知己 山崎 聖司 (高等共創研究院)	西野 美都子 服部 満 長部 謙二
情報科学	情報数理学	沼尾 正行	福井 健一	木村 司
	コンピュータサイエンス	八木 康史 楨原 靖 (高等共創研究院)	村松 大吾	大倉 史生 武 淑瓊
生命機能	生命機能	黒田 俊一 永井 健治	岡島 俊英 和田 洋	立松 健司 曾宮 正晴

## 2) 大学院担当授業一覧

研究科	科目名	担当教員
基礎工学	ナノ構造・機能計測解析A	竹田 精治
	ナノ構造・機能計測解析B	竹田 精治
	半導体物性	井上 恒一、白井 光雲
	表面・界面・超薄膜物性	田中 秀和、神吉 輝夫
工学	計算機ナノマテリアルデザインチュートリアルⅢ	小口 多美夫、白井 光雲
	計算機ナノマテリアルデザインチュートリアルⅣ	小口 多美夫、白井 光雲
	先端エレクトロニクスデバイス工学特論	大岩 顕、長谷川 繁彦
	知能システム工学特論	鷲尾 隆、駒谷 和範
	物質機能化学特別講義Ⅳ	古澤 孝弘
	分子創成化学特別講義Ⅳ	古澤 孝弘
	量子エンジニアリングデザイン特別セミナーⅠ	白井 光雲
	量子エンジニアリングデザイン特別セミナーⅢ	小口 多美夫
	量子エンジニアリングデザイン特別セミナーⅣ	白井 光雲
	量子エンジニアリングデザイン特別セミナーⅥ	小口 多美夫
	データマイニング工学	鷲尾 隆、原 聡、HOLLAND MATTHEW JAMES
	ナノバイオテクノロジー特論 A、B	永井 健治、松田 知己、服部 満、長部 謙二
	ナノ工学	吉田 陽一
	マテリアル化学特別講義Ⅱ	古澤 孝弘
	応用デバイス工学	菅沼 克昭
	極微構造解析学	竹田 精治、吉田 秀人
	計算機ナノマテリアルデザインチュートリアルⅠ	小口 多美夫、白井 光雲

	計算機ナノマテリアルデザインチュートリアルⅡ	小口 多美夫、白井 光雲
	光物性・光エレクトロニクス	大岩 顕、長谷川 繁彦
	材料設計論	関野 徹、多根 正和
	先端有機材料化学	家 裕隆
	知的情報処理論	駒谷 和範
	有機半導体デバイス物理	関谷 毅
	量子エンジニアリングデザインセミナーⅠ	白井 光雲
	量子エンジニアリングデザインセミナーⅢⅢ	小口 多美夫
	量子エンジニアリングデザインセミナーⅣ	白井 光雲
	量子エンジニアリングデザインセミナーⅥ	小口 多美夫
	量子分子化学	古澤 孝弘、室屋 裕佐
	自然材料化学	能木 雅也、古賀 大尚
	励起反応化学	藤塚 守、川井 清彦
情報科学	コンピュータサイエンスアドバンスセミナーⅠ	榎原 靖
	コンピュータサイエンスアドバンスセミナーⅡ	榎原 靖
	コンピュータサイエンスインターンシップD	榎原 靖
	情報数理学インターンシップD	沼尾 正行
	知能アーキテクチャ	沼尾 正行
	コンピュータサイエンスインターンシップ	榎原 靖
	コンピュータサイエンスセミナーⅠ	榎原 靖
	コンピュータサイエンスセミナーⅡ	榎原 靖
	コンピュータサイエンス演習Ⅰ	沼尾 正行、福井 健一
	コンピュータサイエンス演習Ⅱ	沼尾 正行、福井 健一
	コンピュータサイエンス基礎論	沼尾 正行、福井 健一
	コンピュータサイエンス研究Ⅰa	沼尾 正行、福井 健一
	コンピュータサイエンス研究Ⅰb	沼尾 正行、福井 健一
	コンピュータサイエンス研究Ⅱa	沼尾 正行、福井 健一
	コンピュータサイエンス研究Ⅱb	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学インターンシップ	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学セミナーⅠ	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学セミナーⅠ	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学セミナーⅡ	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学セミナーⅡ	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学演習Ⅰ	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学演習Ⅰ	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学演習Ⅱ	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学概論	沼尾 正行、福井 健一



	情報数理学研究 I	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学研究 II	沼尾 正行、福井 健一
	情報数理学特別講義 I	沼尾 正行、福井 健一
	知識情報学	福井 健一
	画像認識	榎原 靖、村松 大吾
	知能と学習	沼尾 正行
生命機能	Introduction to Biology III	黒田 俊一
	プロジェクト研究 X X X	黒田 俊一
	基礎生物学 III	黒田 俊一
	理工医学 I F	黒田 俊一
	理工医学 II F	黒田 俊一
	理工医学セミナー I F	黒田 俊一
	理工医学セミナー II F	黒田 俊一
	理工医学特別セミナー F	黒田 俊一
薬学	先端生命科学特別講義	永井 健治
	特別演習(博士後期課程)	西野 邦彦
	分子細胞生物学特別講義	西野 邦彦、山崎 聖司
	細胞生物学 1	西野 邦彦
	細胞生物学 2	西野 邦彦
	細胞生物学 3	西野 邦彦
	創成薬学特別研究 1	西野 邦彦、西 毅
	創成薬学特別研究 2	西野 邦彦、西 毅
	創成薬学特別研究 3	西野 邦彦
	先端生命科学特別講義	永井 健治
	創成薬学ゼミナール 1	西野 邦彦
	創成薬学ゼミナール 2	西野 邦彦
	特別演習(博士後期課程)	西野 邦彦
理学	Seminar for Advanced Researches	笹井 宏明、中谷 和彦
	ゲノム化学特別セミナー I	中谷 和彦、堂野 主税
	ゲノム化学特別セミナー II	中谷 和彦、堂野 主税
	ゲノム化学特別セミナー III	中谷 和彦、堂野 主税
	機能性分子化学特別セミナー I	笹井 宏明
	機能性分子化学特別セミナー II	笹井 宏明
	機能性分子化学特別セミナー III	笹井 宏明
	構造物性化学特別セミナー I	谷口 正輝
	構造物性化学特別セミナー II	谷口 正輝
	構造物性化学特別セミナー III	谷口 正輝
	高度学際萌芽研究訓練	竹田 清治
	生体分子反応科学特別セミナー	黒田 俊一、岡島 俊英
	生物科学特論 F9(S)	岡島 俊英
	半導体化学特別セミナー I	小林 光
	半導体化学特別セミナー II	小林 光
	半導体化学特別セミナー III	小林 光
	半導体特別セミナー	大岩 顕、長谷川 繁彦、木山 治樹、藤田 高史
	物性理論特別セミナー II	小口 多美夫、白井 光雲
	Genome Chemistry	中谷 和彦、堂野 主税、村田 亜沙子、柴田 智範

Semestral Seminar	中谷 和彦
ゲノム化学(I)	中谷 和彦、堂野 主税、村田 亜沙子、柴田 智範
ゲノム化学半期セミナー I	中谷 和彦、堂野 主税
ゲノム化学半期セミナー II	中谷 和彦、堂野 主税
ゲノム化学半期セミナー III	中谷 和彦、堂野 主税
ナノプロセス・物性・デバイス学	田中 秀和、井上 恒一、神吉 輝夫
ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学	小口 多美夫、白井 光雲
ナノ構造・機能計測解析学	竹田 清治、吉田 秀人
化学アドバンスト実験	鈴木 健之
機能性分子化学半期セミナー I	笹井 宏明、滝澤 忍、鈴木 健之
機能性分子化学半期セミナー II	笹井 宏明、滝澤 忍、鈴木 健之
構造物性化学(I)	谷口 正輝、筒井 真楠
構造物性化学半期セミナー I	谷口 正輝
構造物性化学半期セミナー II	谷口 正輝
触媒化学(I)	笹井 宏明、滝澤 忍
生体分子反応科学半期セミナー	黒田 俊一、岡島 俊英
生物科学特論 F4	黒田 俊一
生物科学特論 F9	岡島 俊英
大学院有機化学	笹井 宏明
半導体化学(I)	小林 光、松本 健俊
半導体化学半期セミナー I	小林 光、松本 健俊
半導体半期セミナー	大岩 颯、長谷川 繁彦、木山 治樹、藤田 高史
半導体物理学	大岩 颯、長谷川 繁彦、木山 治樹、藤田 高史
物性理論半期セミナー II	小口 多美夫、白井 光雲、山内 邦彦、靱田 浩義

### 3) 学部、共通教育担当授業等一覧(令和元年度)

#### ・学部担当授業

学部	専攻	担当教員
基礎工学	セラミックス物性	田中 秀和
	ナノスケール物性	小口 多美夫
	計算機援用工学 B	榎原 靖、村松 大吾
	固体電子論 B	小口 多美夫
	知識工学	榎原 靖、村松 大吾
	特別演習	小口 多美夫、田中 秀和
	特別研究	小口 多美夫、田中 秀和
	半導体物理 B	井上 恒一
工学	ゼミナール IV	関谷 毅、須藤 孝一
	解析力学	須藤 孝一
	環境・エネルギー工学コア演習・実験第 2 部	吉田 陽一
	先端計測工学演習	永井 健治、松田 知己
	卒業研究	関谷 毅、須藤 孝一
	物性論 II	関谷 毅
	物理化学実験	松田 知己

	量子ビーム工学	吉田 陽一、楊 金峰、譽田 義英、細貝 知直
	量子化学	吉田 陽一
	先端科学序論Ⅰ	永井 健治
	先端科学序論Ⅱ	松田 知己
薬学	基礎実習Ⅱ	西野 邦彦
	先端生命科学特論	永井 健治
	卒業研究	西野 邦彦、西 毅
	衛生薬学Ⅰ－微生物学－	西野 邦彦、山崎 聖司
	生物科学概論1	西野 邦彦、西 毅、西野 美都子
	長期課題研究	西野 邦彦
理学	化学特別研究	笹井 宏明、小林 光、谷口 正輝、中谷 和彦
	化学文献調査	笹井 宏明、小林 光、谷口 正輝、中谷 和彦

・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
産業と科学～自然に学び活用するものづくり～	能木 雅也、古賀 大尚、上谷 幸治郎
産業と科学～光学活性化化合物の化学～	笹井 宏明、滝澤 忍、佐古 真
産業と科学～未来社会への物質・材料開発	小口 多美夫、白井 光雲、山内 邦彦、榎田 浩義
産業と科学～マテリアルの基礎と応用	関野 徹、多根 正和、後藤 知代、CHO Sunghun
産業と科学～人工知能と社会～	駒谷 和範、武田 龍、林 克彦
産業と科学～IoT 社会の課題と未来～	関谷 毅、須藤 孝一、荒木 徹平

・アドバンストセミナー

開講科目名	担当教員
キラルテクノロジーの基礎	笹井 宏明、滝澤 忍、佐古 真
知能とコンピュータ	沼尾 正行、鷺尾 隆、駒谷 和範、村松 大吾、榎原 靖、福井 健一、青木 工太、原 聡、HOLLAND MATTHEW JAMES、大倉 史生、武田 龍、林 克彦、上阪 彩香
ナノテクノロジーが拓く量子の世界	大岩 顕、田中 秀和、関谷 毅、白井 光雲、井上 恒一、長谷川 繁彦、須藤 孝一、植村 隆文、榎田 浩義、山内 邦彦、小野 堯生、服部 梓

・基盤教養教育科目

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

・学際融合科目

開講科目名	担当教員
データマイニングの基礎と実践	鷺尾 隆、矢田 勝俊(関西大学(産研招へい教授))
産業科学特論	大岩 顕、八木 康史、黒田 俊一、谷口 正輝、関谷 毅、加藤 久明

・専門基礎教育科目

開講科目名	担当教員
力学通論	小口 多美夫
力学通論	田中 慎一郎
熱学・統計力学要論	大岩 顕
熱学・統計力学要論	白井 光雲
化学基礎論A I	菅原 徹
化学基礎論A I	大岩 顕、田中 裕行、小本 祐貴
化学基礎論A II	古賀 大尚
化学基礎論A II	川井 清彦、藤塚 守
化学基礎論B I	谷口 正輝、筒井 真楠
化学基礎論B II	谷口 正輝、筒井 真楠

4) 大学院生の受入数(令和元年度)

(研究科)	(専攻)	(博士前期)	(博士後期)	(小計)
理 学	物理学	5	3	8
	化 学	27	27	54
	生物科学	1	2	3
	(小 計)	33	32	65
工 学	応用化学	19	9	28
	知能・機能創成工学	3	9	12
	マテリアル生産科学	9	4	13
	電気電子情報工学	18	2	20
	環境・エネルギー工学	1	0	1
	生命先端工学	3	4	7
	精密科学・応用物理学	6	6	12
	(小 計)	59	34	93
基礎工学	物質創成	11	4	15
(小 計)		11	4	15
薬 学	創成薬学	4	6	10
(小 計)		4	6	10
情報科学	情報数理学	6	6	12
	情報システム工学	0	1	1
	コンピュータサイエンス	12	9	21
(小 計)		18	16	34
生命機能	生命機能		13	13
(小 計)	(5年一貫制)		13	13
合 計		125	105	230

## 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、平成2年(1990)から国際交流推進委員会を設置した。委員会は、所長、副所長等役員会構成員がつとめており、執行部が国際交流の推進に積極的に関与している。

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

国名	研究機関名	締結期間
ベルギー	Interuniversitair Micro-Electronica Centrum vzw(imec)	2004.1～
ドイツ	フラウンホーファー集積システム・デバイス技術研究所	2019.3～
ドイツ	ケルン大学(数学及び自然科学学部)	2018.5～
ドイツ	ビーレフェルト大学(化学科)	2012.12～
ドイツ	アーヘン工科大学(有機化学研究所)	2012.10～
ドイツ	アウグスブルク大学	2009.5～
ドイツ	アーヘン工科大学	2005.9～
ドイツ	ユーリッヒ研究センター	2001.1～
ドイツ	マグデブルグ・オットー・フォンゲーリック大学 (自然科学部)	1994.10～
スイス	ジュネーブ大学(理学部)	2007.8～
フランス	パリ・サクレ大学	2017.5～
フランス	エコール・ポリテクニク	2017.1～
フランス	ボルドー大学	2012.10～
フランス	フランス国立科学研究センター	2005.5～
エジプト	アシュート大学(理学部)	2011.1～
韓国	徳成女子大学(徳成革新新薬センター)	2019.7～
韓国	鮮文大学校(工学部)	2015.6～
韓国	韓国原子力研究所／高度放射線技術研究所	2014.7～
韓国	韓国窯業技術院	2013.3～
韓国	漢陽大学校	2008.12～
韓国	忠南大学校(自然科学大学)	2006.11～
韓国	忠南大学校	2006.9～
韓国	釜山大学校(自然科学大学)	2004.10～
韓国	釜慶大学校(基礎科学研究所)	1999.2～
韓国	全南大学校	1997.5～
韓国	釜山大学校	1995.5～
中国	香港大学(生物化学学院)	2019.3～

中国	深圳大学	2018.11～
中国	北京科技大学(材料科学工程学院)	2018.1～
中国	内蒙古師範大学(化学・環境科学学院)	2008.6～
中国	北京大学(情報科学技術学院)	2006.5～
中国	北京大学	2001.5～
台湾	国立交通大学(理学院)	2018.5～
台湾	国立台湾大学	2008.3～
フィリピン	デ・ラ・サール大学(コンピュータ科学部)	2010.6～
スウェーデン	ウプサラ大学(物理天文学科)	2018.12～
オランダ	アイントホーフエン工科大学(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～
デンマーク	オールボー大学(工学部)	2019.10～

当研究所に所属する外国人は、合計 134 名で、内訳は、教授(特任教授(常勤)含む)は 1 名、准教授(特任准教授(常勤)含む)3 名、助教(特任助教(常勤)含む)7 名、特任研究員(常勤)6 名、非常勤教職員 19 名、大学院博士後期課程 52 名、博士前期課程 34 名、学部 0 名、特別聴講学生等 0 名、研究生 12 名である。

国別は次のとおりである。

中国(67)、韓国(12)、インド(9)、ベトナム(8)、バングラデシュ(7)、タイ(6)、インドネシア(6)、エジプト(3)、フィリピン(3)、スリランカ(1)、シリア(1)、イラン(1)、台湾(1)、マカオ(1)、ハンガリー(1)、イタリア(1)、ロシア連邦(1)、フランス(1)、カナダ(1)、オランダ(1)、ブラジル(1)、ミャンマー(1)

## 2) 国外との研究者往来(令和元年度)

研究者の海外派遣は、合計 272 件であった。訪問先は、アジア、北米、中南米、ヨーロッパ、オセアニア、中東、アフリカなど多岐に渡っている。

国外から招へいた研究者は合計 44 名であり、内訳は次のとおりである。

中国(9)、イラン(1)、インド(3)タイ(3)、バングラデシュ(3)、ミャンマー(1)、台湾(2)、韓国(2)、アメリカ(4)、カナダ(2)、メキシコ(1)、イタリア(2)、オーストリア(2)、オランダ(2)、ドイツ(1)、リトアニア(1)、英国(2)、ケニア(1)、モロッコ(1)、南アフリカ(1)

## 5. 産業界との交流

当研究所と産業界との交流は、各教員によって共同研究、受託研究、技術相談などを通じて個別に活発に行われている。平成 10 年度からは組織的にも研究所として定期的な会合である「産研テクノサロ

ン」を開催し、講演、見学と交流会を中心に企業の経営者、研究者、技術者の方々と産研研究者との交流を図っている。令和元年度は4回の定期会合を開催した。研究成果を広く詳しく知ってもらうと同時に産研側も産業界の抱えている問題を知り、研究テーマの発掘に役立てようという趣旨のもと、継続的な交流の場として毎回多数の参加者があり、活発に情報、意見の交換を行っている。さらに平成12年度からは、当研究所の個別の技術シーズを開示し、関心のある企業による会員制の研究会を組織して事業化を目指す目的で「新産業創造研究会」を設置し活動を行っている。これらの事業は、産研の産学連携支援組織である一般財団法人大阪大学産業科学研究協会との共同で開催している。

#### 【産研テクノサロン】

2019年度	開催日	テーマ
第1回	令和元年6月27日	農と食の産業科学
第2回	令和元年8月2日	AI活用で新境地を開く
第3回	令和元年11月15日	パターン認識技術の新展開
第4回	令和2年2月14日	健康社会への挑戦

#### 【ざっくばらんトーク】

2019年度	開催日	テーマ
第1回	令和元年5月24日	機械学習の実像と先端センシング技術への展開
第2回	令和元年9月13日	有機分子が次世代エレクトロニクスの主役！
第3回	令和元年10月18日	ナノ磁石の性質を操る
第4回	令和元年12月20日	レーザープラズマ粒子加速の最前線

#### 【新産業創造研究会】

- ・バイオナノフォトンクス新産業創造研究会(年3回程度)
- ・核酸を標的とする低分子創薬研究会(年4回程度)
- ・香り・におい・ガスセンサー研究会(年4回程度)
- ・セルロースナノファイバー講習会(年5回程度)

#### 【新産業創造支援】

- ・プリンテッド・エレクトロニクス研究会(年4回程度)
- ・WBG実装コンソーシアム(年4回程度)
- ・みどり<適塾>(年2回程度)
- ・データビリティコンソーシアム

## 6. まとめ (課題と展望)

### 1)組織・運営

当研究所は、平成21年4月1日に改組を行い、27専任研究分野を、それぞれ7分野の第1研究部門(情報・量子科学系)、第2研究部門(材料・ビーム科学系)、第3研究部門(生体・分子科学系)と、6専任研究分野からなる産業科学ナノテクノロジーセンターに再編した。新たに、産業科学連携教育推進センター、国際共同研究センターを設け、国際共同研究センターの下には国際連携研究ラボの設置を進め、既に中国、韓国、フィリピン・ドイツ、タイの11の大学や研究機関との間で国際連携研究ラボが設置されている。材料解析センターと電子顕微鏡室を統合し、情報や生体の解析も含む総合解析センターへと拡充するとともに、平成21年度の補正予算により、質量分析装置、NMR装置、X線回折装置等が一新

され、生物系3次元トモグラフィ電子顕微鏡が新たに設置されるなど、飛躍的に設備が向上した。また、量子ビーム実験室をナノテクセンターから独立させ、量子ビーム科学研究施設として、共同研究の利便性を向上させた。

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

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

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

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

## 2)研究(予算・設備・活動)

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

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

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

平成31年4月には、情報科学の進展を産研の研究力強化に繋げるため、「トランスレーショナルデータビリティ研究分野」を新設し、それをコアとする「産業科学AIセンター」を設置した。また、令和2



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

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

### 3)教育

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

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

また、令和元年度は、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教育プログラムを集中講義形式で実施し、AI活用の基礎スキル醸成に大きく貢献した。

### 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いる。(財)大阪大学産業科学研究協会は、産研とは独立して設置された外部団体であるが、産研と協力し、産研テクノサロン、新産業創造研究会などの産学連携活動に取り組んでいる。

平成22年度に竣工したインキュベーション棟には、企業リサーチパークを設け、企業のサテライト研究室(平成31年3月現在23社)を誘致してさらに実践的な産業化研究に取り組む体制を整えた。ここを舞台に、産研と企業の共同研究によるオープンイノベーションを目指す。

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

### 5)国際交流

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

産業科学ナノテクノロジーセンターには常時外国人研究者を招聘するための客員教授、准教授ポスト

を2つ用意しているほか、国際共同研究センターを設置して継続的な交流を図っている。6-①にあるとおり、通常のセンターとは異なり、学術交流協定を締結した相手先の研究室を連携研究ラボとして相互に受け入れ、連携研究ラボの集合体としてセンターを構成し盛んに交流を行っている。

平成29年度にはJSPS日中韓フォーサイト事業に採択(6年間の予定)、また、JSPS二国間交流事業は2件の採択があった。

## 6)まとめ

産業科学研究所は、時代の変化と社会のニーズに応じた研究の推進と、長期的なビジョンに立った基礎研究・応用研究を行う。設立当初より産業への貢献を目指した独創性の高い研究が行われてきたが、その伝統を受け継ぎながらも、「材料」「情報」「生体」の3領域を基礎とした学際融合型研究を推進し、特に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。

今後も、大阪大学の一員として大学院各研究科と密接に協力し、日本と世界をリードする一流の人材を育成する。また、企業リサーチパーク等を通じて産業界との連携を強化し、産研の研究成果を積極的に開放するとともに、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する。また、国境を越えて情報を発信し、世界の研究者との国際共同研究を促進し、産研発のグローバルスタンダードを目指す。

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

(年次報告書 編集者)

広報室

室長	能木 雅也	(教授)
室員	田中 秀和	(教授)
	原 聡	(准教授)
	西 毅	(准教授)
	上谷 幸治郎	(助教)
	田中 裕行	(助教)
	奥村 由香	(計測・情報システム係長)
	水野 祥子	(派遣職員)

戦略室

室員	西田 彩	(特任事務職員)
	井川 千也	(特任事務職員)

情報ネットワーク室

室員	相原 千尋	(計測班長)
----	-------	--------

[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、令和元年度に在籍した者を全て収録した。



## [ 附 1 ] 各研究部門の組織と活動

---



# 第1研究部門（情報・量子科学系）

## 概要

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

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

## 成果

- ・半導体低次元構造を用いて光子とスピンを融合する新しい量子技術の開発と量子情報処理への応用
- ・柔らかいスピンドバイスをを用いた非従来型センサの開発とグラフェンバイオセンサのインフルエンザウィルス検出への応用
- ・有機機能性材料を用いたフレキシブルエレクトロニクスの研究開発と社会実装
- ・雑音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、知的ユビキタスセンサネットワーク
- ・複雑なビッグデータの機械学習研究、統計的因果推論手法研究、計測のための機械学習研究

## 量子システム創成研究分野

教授	大岩 顕
准教授	長谷川 繁彦
助教	木山 治樹、藤田 高史
特任助教	酒井 裕司 (令和元年 8 月 31 日退職)
特任研究員	Liu Xiao-Fei (令和 2 年 1 月 1 日採用)
大学院学生	中川 智裕、深井 利央、Gabriel Gulak Maia、松本 雄太、岡本 旭史、 藤森 三志朗、木戸 陽一、福田 源希、井手西 広樹、Gao Junwei、柳谷 諭、 Aldo Tarascio (令和元年 10 月 1 日入学)
学部学生	林 望
事務補佐員	渡邊 明子 (令和元年 7 月 16 日採用)、金子 友美

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・アンドープ GaAs/AlGaAs 量子ドットによる光安定な量子状態転写

GaAs/AlGaAs 量子井戸構造の二次元電子ガス(2DEG)中に形成される電気制御量子ドット(QD)は、光子-電子スピン量子インターフェースの候補として期待されている。単一光子偏光から単一電子スピンへの量子状態転写に関する課題の一つは、ドーパントに起因する永続的光伝導(PPC)による電氣的乱れであるため、本研究ではアンドープ GaAs 系 QD による光安定な量子状態転写の実現を目指している。

アンドープ構造では基板表面からのトップゲート電圧による 2DEG の誘起のため、オーミック接触の形成に特殊な構造が必要であった。我々は、ドーパ層を部分的に利用しオーミック接触を基板表面から形成し、ドーパ層をエッチングにより除去した領域にトップゲート電圧を印加することで、簡便なオーミック接触が可能な新たなアンドープ 2DEG 構造を開発した(図 1 左)。さらに、PPC の特徴である極低温下での光照射による 2DEG の電子密度の増加が、ドーパ基板では 2.1 倍であったのに対して新構造では 1.6 倍に留まる結果を得た。残りの PPC の原因の多くは半導体と絶縁体の間に新たに発生した界面準位に起因するものと特定でき、成膜方法の改善などにより 2DEG の電氣的安定性と電子移動度が向上する見込みがある。

また並行して、従来のアンドープ構造上に、アンドープ GaAs 系 QD を形成することに成功し、二重量子ドットの電子数制御と単一電子スピン検出を達成した(図 1 右)。以上の汎用的な構造の開発を受けて、今後光安定な単一量子状態転写の実証実験に着手する。

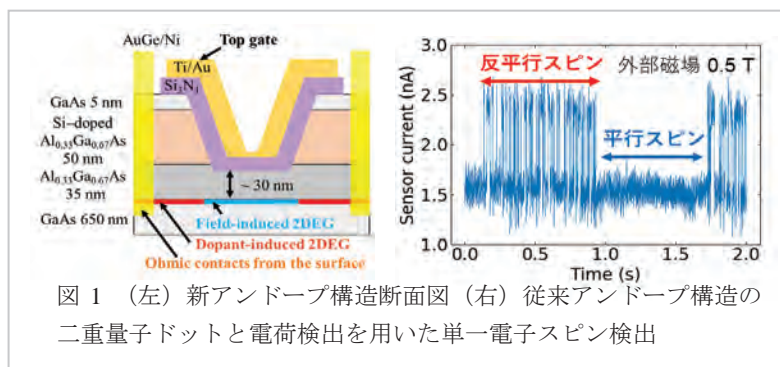


図 1 (左) 新アンドープ構造断面図 (右) 従来アンドープ構造の二重量子ドットと電荷検出を用いた単一電子スピン検出



### ・ 深層学習を用いた単一電子スピンの高精度検出

量子ビットの大量集積に向けて、量子ビット読み出し器の微細化に伴う信号ノイズ比の小さい場合の高精度での単一電子スピン読み出しの実現は急務となっている。本研究では様々な種類のノイズが混在する状況でもスピン量子ビットの状態の分類への影響が少なくなるような、深層畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の適用を試みた。学習データの取得には、量子ドット内の化学ポテンシャルを、電子がドットと外との間で連続的に行き来する状況とそうでない状況において、電荷移動の有、無のそれぞれにラベル付けしたデータを取得し、そのデータによって学習を行った深層ニューラルネットワークを構築した。スピン検出時は、電荷検出の実時間信号を用いて、電荷移動の有る下スピン状態と、無い場合の上スピン状態の信号を分類する。実際のスピン緩和時間測定実験の測定データに、構築したニューラルネットワークを適用したところ、図2のように単純なしきい値処理を利用した場合と比較して、確かにより多くのスピン信号を収集し、正確な緩和時間を取得できていることがうかがえた。これは、CNNが電荷検出信号の時系列信号から、単一電子スピンのトンネル現象という背景の物理現象の特徴を正しく抽出できていることを示唆しており、これにより今後は本手法を適用したスピン検出の高感度化や高速化が期待される。

本研究は所内 AI センターの共同研究業務として行い、共同研究者として駒谷教授から助言を頂いて達成された研究成果である。

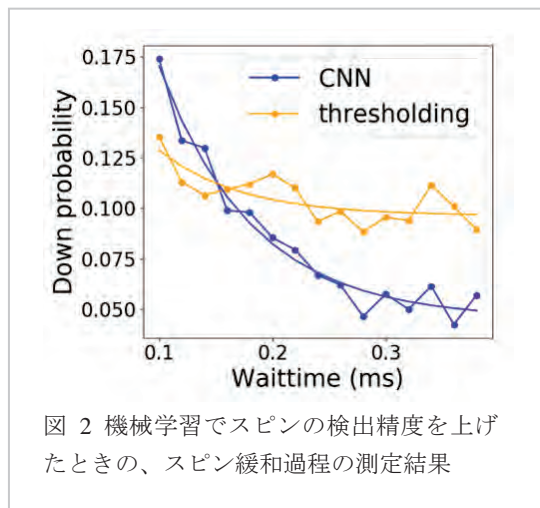


図2 機械学習でスピンの検出精度を上げたときの、スピン緩和過程の測定結果

### ・ 窒化物ベース磁性半導体の結晶成長とスピントロニクスデバイス応用

半導体と磁性体という2つの性質を合わせ持つ希薄磁性半導体は新しい機能を発現できる材料として注目されている。これまでに、GaCrN、GaGdN、GaSmNなどの磁性半導体をプラズマ支援分子線エピタキシー法で成長し、強磁性体の特徴であるヒステリシスが磁化曲線に室温でも現れることなどを報告してきた。新たな磁性半導体創製法として、真性磁性半導体である希土類窒化物をGaNに周期的に挿入することによって合金化する手法(デジタル合金形成法)を提案し、GdN/GaN超格子構造の形成とその評価を実施してきた。今年度は、磁性層GdNの成長条件と磁気特性との関連について調べた。成長時のGd/N供給比を化学量論比から窒素リッチ側へと小さくするにしたがって、見かけ上のGdN臨界膜厚が増大した。断面透過顕微鏡観察(図3)から、GaN層との混晶化によりGaGdN層が形成されていくことが明らかとなった。この結果は、Gd/N比の制御により、岩塩型GdN析出の抑制が可能であることを示している。一方、Gd/N比の減少にともなって、その磁気特性も変化し、強磁性成分寄与の割合が低くなる傾向がみられた。これは、混晶化により局所的なGdNモル分率が低下するためとして理解できる。これらの結果は、Gd/N比制御により、異なる磁気特性を有するGdN/GaN短周期超格子構造形成が可能であることを示している。

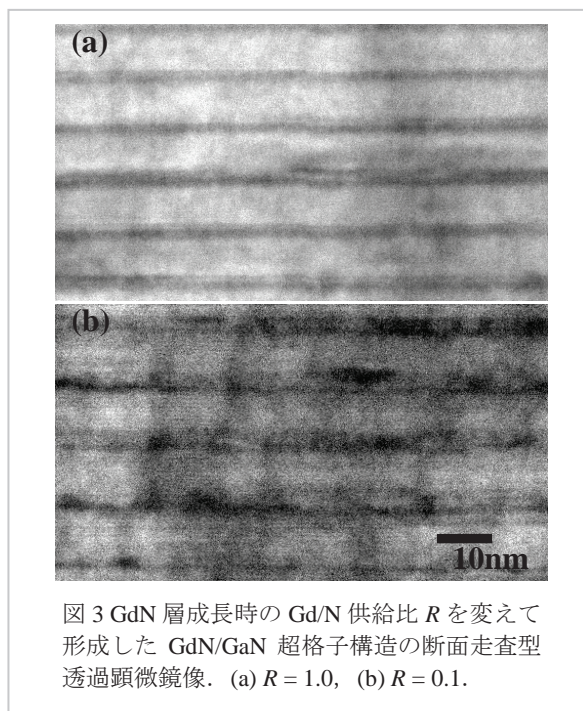


図3 GdN層成長時のGd/N供給比Rを変えて形成したGdN/GaN超格子構造の断面走査型透過顕微鏡像。(a) R=1.0, (b) R=0.1.

## 界面量子科学研究分野

教授	千葉 大地
准教授	井上 恒一
助教	金井 康、小野 堯生、小山 知弘
特任研究員	南保 舞子、谷奥 正巳
技術補佐員	山本 佳織、坂野 喜代治、今井 亜希子（令和元年7月1日採用） 山下 勝（令和元年7月2日採用）
大学院学生	太田 進也、平井 孝昌、長谷川 顕登、松本 啓岐
学部学生	鳥居 大雅、柳楽 亮太
事務補佐員	豊後 尚子、金子 友美（令和元年8月1日採用）

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・柔らかいスピントロニクスセンサの開発

スピントロニクス素子には、メモリ機能や磁界センシング機能があるが、これに柔らかさが付与されることで、IoT 産業上きわめて重要なメカニカル動作の検知(生体や構造物表面のモーションやひずみ検知など)も可能となる。これを用いて、磁気記録技術の高度化が本題であった従来のスピントロニクスが辿るルートとは一線を画す産業応用展開の新ルートを開拓する。

今年度は、フレキシブル基板上に形成したトンネル磁気抵抗素子が、硬い半導体基板上に形成した素子に匹敵する性能をもつことを実証した[論文 15]。本研究で用いたトンネル磁気抵抗素子は、ハードディスクの読み取りヘッドや固体磁気メモリで広く用いられている CoFeB/MgO/CoFeB の積層構造 (図 1) であり、CoFeB が磁性体、MgO はトンネル障壁である。図 2(a)は、素子抵抗の磁界に対する依存性を示している。抵抗が高い(低い)磁界領域では、磁気トンネル接合内の2層の CoFeB 磁性層の磁化の向きが互いに反平行(平行)になっている。素子に高温処理(アニール)を施すことにより、抵抗変化率が大きく増大していることが分かる。

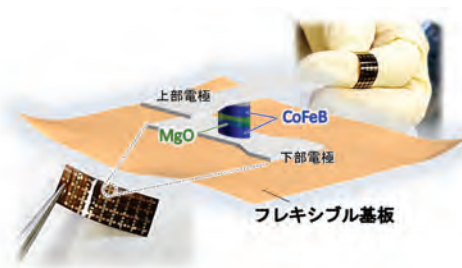


図 1 柔らかいプラスチック基板(フレキシブル基板)上に形成したトンネル磁気抵抗素子の写真(左下・右上)と概略図(中央)。

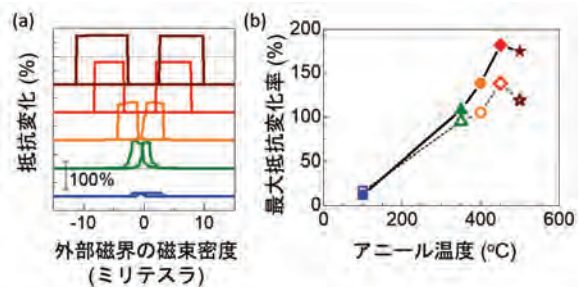


図 2 (a)柔らかいプラスチック基板(フレキシブル基板)上に形成したトンネル磁気抵抗素子の抵抗の外部磁界依存性と (b)最大の抵抗変化率のアニール温度依存性。

我々はポリイミド製の基板を用いることで、500°Cまでの高温アニールに耐えうる素子を形成することに成功した。図 2(b)は図 2(a)における最大抵抗変化率をアニール温度に対してプロットした図である。450°C付近で抵抗変化率が 200%近い値(抵抗が 3 倍程度変化することに相当)をとっており、フレキシブル基板上の素子は硬い Si 基板上に形成した素子と同等以上の性能を示していることが分かる。なお、例えば一度高温でアニールを施した素子は、それ以下の温度までであれば性能を維持できる耐熱性を持っていると言える。透過型電子顕微鏡を用いた詳しい調査により、高温アニールが MgO 層の結晶化を促進し、抵抗変化率増大をもたらしていることが裏付けられた。同素子を引っ張っては元に戻しということを 1000 回繰り返しても、素子の抵抗や 200%程度の抵抗変化率は全く変化せず、高い耐久性が示された。

#### ・グラフェントランジスタによる酵素反応の検出と、マイクロ流体デバイスとの複合化による超高感度計測への適用[論文 6]

グラフェン電界効果トランジスタは周囲の環境・分子の吸着に対して鋭敏にその伝達特性を変化させるため、バイオセンサーとしての高いポテンシャルを持つ。しかし、デバイ遮蔽によって、グラフェンに極めて近接した分子しか検出できないという問題があった。

そこで、検出対象そのものではなく、その反応産物による検出を試みた。具体的には、酵素ウレアーゼを標的として、その反応産物アンモニアをグラフェントランジスタで高感度に実時間計測することに成功した。これにより、デバイ遮蔽に制約されないグラフェンバイオセンシングを実現した。

さらに、グラフェントランジスタをマイクロリアクターと複合化する事で、グラフェン上に捕捉された酵素の反応産物を濃縮し、超高感度化を試みた。グラフェン上に捕捉された 360 zmol のウレアーゼ由来の反応産物は 78.5 fL の液滴に封止・濃縮されたことで検出され(図 3)、極めて高い感度を実証した。これを利用して、ウレアーゼを持つ胃がんの病原菌 *Helicobacter pylori* を、デバイ長よりはるかに大きな抗体分子で捕捉し、菌体断片レベルの極微量から検出する事に成功した。

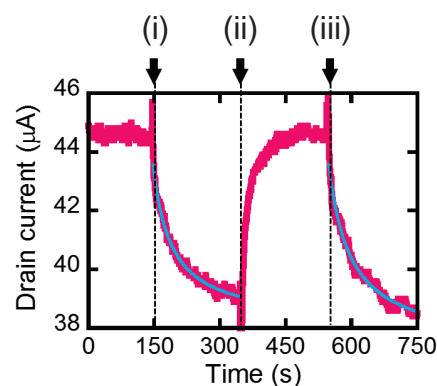


図 3 グラフェントランジスタと複合化したマイクロリアクター内でのウレアーゼ反応。反応自体は測定時間中常に生じている。(i) でリアクターを封止するとアンモニアが濃縮され電流が変化し、(ii) でリアクターを開放するとアンモニアが拡散し電流が元に戻った。(iii)で再び封止すると、(i)と同じ応答を示した。

## 先進電子デバイス研究分野

教授	関谷 毅
准教授	須藤 孝一
特任准教授	植村 隆文
助教	荒木 徹平
特任助教	野田 祐樹
特任助教	鶴田 修一（令和2年1月16日着任）
招聘准教授	太田 裕貴
招聘准教授	和泉 慎太郎
招聘教員	吉本 秀輔
特任研究員	根津 俊一
特任研究員	勝野 弘康
客員研究員	Esther Karner-Petritz, Andreas Petritz
協力研究員	難波 直子、笠井 夕子
技術員	秋山 実邦子、飯田 博一、井上 由美、栗平 直子、原田 佳子、井波 敬、 大田 裕、豊嶋 尚美、木村 真紀子、伊藤 史（平成31年4月15日着任）、 徳尾野 信哉（令和1年6月1日着任）、 サンドブルック 純子（令和1年11月1日着任）
大学院学生	近藤 雅哉、竹本 明寿也、杉山 真弘、稲岡 美咲、藤井 麻祐子、松場 瑞生、 天野 将吾、高根 慧至、宮崎 愛子
学部学生	菅原 凌、高木 翼
インターン生	Tim Ramirez Y Cantador, Sophie Karen Jancke（令和1年10月~12月）、 Joris Dijcks（令和1年11月~令和2年3月）
秘書	倉橋 文雄、本摩 多紀、高橋 知子、田辺 めぐみ、 菊池 裕美（令和1年10月1日着任）

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

## b) 成果

### ・柔軟で伸縮性のある材料からなるシート型脳波システムの開発

フレキシブル・ストレッチャブルエレクトロニクス技術を用いてシート型無線脳波センサシステムを柔軟性の高い基板上に作製することに成功した。この脳波センサシステムは生体適合性と伸縮性を兼ね備えた電極上に作製した生体適合性のあるゲルにより額に貼り付けることができ、1 マイクロボルト以下の生体電位を計測することができる。センサは大きさ 3 cm × 9 cm × 6 mm、重さ 12g で非常に小型である。開発したシートシステムは周波数分析を用いることで、アルツハイマー病など脳に関連する病気の診断に使用できる水準の優れた特性を持っている。

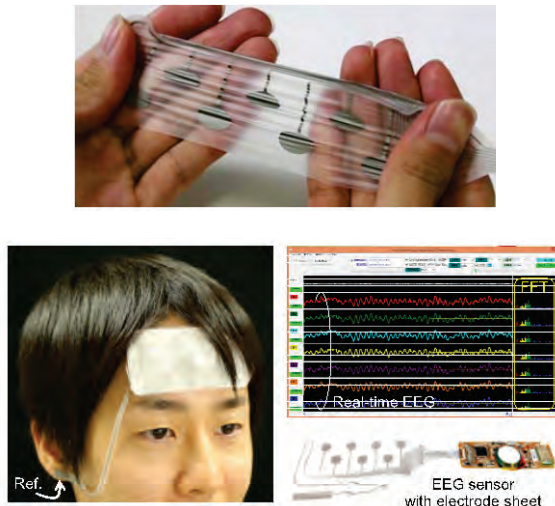


Fig. 1. 伸縮性電極、装着感のない脳波計を額に装着した様子、波形表示ソフトおよび柔軟電極と脳波計のシステム

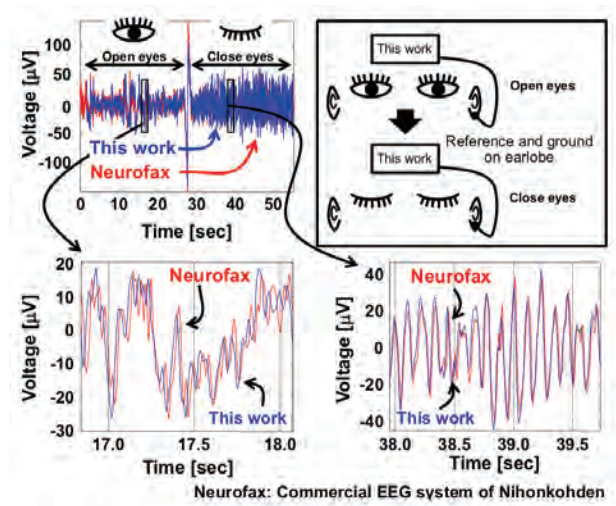


Fig. 2. 市販脳波計と開発した脳波計の計測値比較

### ・フレキシブル有機エレクトロニクスによる心電・磁気センサシステムの開発

フレキシブル有機エレクトロニクス技術を活用し、世界最薄・世界最軽量の心電、および磁気センサシステムを開発することに成功した。心電計測に向けては、体動ノイズ、電磁ノイズの低減を実現する世界最薄 (2  $\mu\text{m}$ )・最軽量 (3 mg) の有機差動増幅回路を開発した。これにより、歩行中の低ノイズ心電計測を実現する低ノイズ・フレキシブル心電計測シートを実現した。また、空間磁気計測に向けては、2×4 点の多点磁気センサ、加えて多点センサ駆動のためのスキンドライバ回路、センサ電流源、スイッチ回路、信号増幅回路を 1 枚のフレキシブルシート状に統合した世界最薄のフレキシブル磁気センサマトリクスを開発した。この多点磁気センサを用いることにより、ソフトロボティクス分野などに応用可能な磁気空間分布の可視化技術を実現した。以上の心電・磁気センサシステムの開発について、Fig. 3 に示すように学術誌 Nature Electronics、Science Advances にそれぞれ掲載された。



Fig. 3. 低ノイズ・フレキシブル心電計測シート・Nature Electronics 2019.8 月号表紙 (左) フレキシブル磁気センサマトリクス・Science Advances 2020.1 月号表紙 (右)

## 複合知能メディア研究分野

教授	八木 康史
教授（兼任）	槇原 靖（令和元年10月1日採用）
准教授	槇原 靖（平成31年4月1日～令和元年9月30日）、 村松 大吾（平成31年4月1日～令和2年3月31日）
助教	大倉 史生（平成31年4月1日～令和2年3月31日） 武 淑瓊（令和2年3月1日採用）
特任准教授（常勤）	アハド アテイクル ラハマン
特任講師（常勤）	青木 工太
特任助教（常勤）	チュン タン ゴ（平成31年4月1日～令和元年10月30日）
特任研究員（常勤）	アラム シェハタ ハサネイン アラム（平成31年4月1日採用）、 周 成菊（平成31年4月1日～令和2年3月31日）、 シャヘラ ホサイン（平成31年4月1日～令和元年7月15日）
特任研究員	モハマド ザシム ウディン（令和元年10月1日～令和2年3月31日）、 廖 若辰（令和元年10月1日採用）、徐 遅、李 想
特任研究員 S	青嶋 雄大（令和元年10月1日～令和2年3月31日）
大学院学生	モハマド ザシム ウディン（平成31年4月1日～令和元年9月30日）、 廖 若辰（平成31年4月1日～令和元年9月30日）、于 洋、安川 洵、 森 直幸（平成31年4月1日～令和元年9月30日）、吉川 丞、 アーコシュ ゴドー（令和元年10月1日採用）、 阪田 篤哉、安達 大輔、大河原 忠、土井 拓磨、松浦 拓、守脇 幸佑、 マーガレット ディー マナロ、アルシェルファーウィー アルジャザーイリー ムハンマド アンマール アイマン、小川 景矢、 谷野 陸、西浦 優香、林 優太
学部学生	高見 燎世、長原 稔樹、福井 宏祐、山野 広大、
研究生	アーコシュ ゴドー（平成31年4月1日～令和元年9月30日）
特別聴講学生	Yang Yi-Cheng（令和元年9月1日採用）
事務補佐員	杉本 雅子（平成31年4月1日～令和元年7月15日）、湯浅 信栄、 中川 久美子（平成31年4月1日～令和元年9月15日）、 金城 恵（平成31年6月16日採用）
技術補佐員	一階 王子（平成31年4月1日～令和2年3月31日）、 井口 美香（平成31年4月1日～令和2年3月31日）

### a) 概要

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

## b) 成果

### ・光線空間カメラを用いた自然光源下での反射率と形状の同時推定

物体の反射率と形状は、実世界を視覚で認識する際に重要な二大要素である。反射率推定の研究は、従来、特殊な装置を用いた実験室環境でのみ行われていたが、一般的な環境で市販のカメラを用いて反射率と形状の同時推定ができることが望ましい。そこで、本研究では、光線空間カメラを用いた自然光源下での物体の反射率と形状の同時推定手法を提案した[論文 8]。提案手法を用いたシミュレーション実験、及び実実験を行い、手法の有効性を確認した(図 1)。

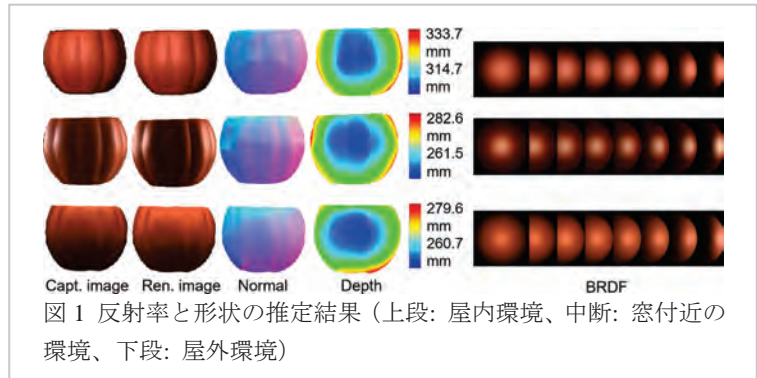


図 1 反射率と形状の推定結果 (上段: 屋内環境、中段: 窓付近の環境、下段: 屋外環境)

### ・服装変化や荷物所持状況変化に頑健な歩容認証のための輝度共起変換ネットワーク

歩き方の個性に基づく個人認証(歩容認証)にとって、服装変化や荷物所持状況の変化による個人内変動は、歩容特徴画像の輝度値に大きな影響を与えることから、認証精度を大きく低下させる要因となる。そこで、本研究では、照合ペアの歩容特徴画像の輝度共起及び空間(位置)に関する計量学習を行うための輝度共起変換ネットワークを提案した[論文 10]。具体的には、輝度共起計量推定ネットワーク、輝度共起変換器、識別ネットワークの三つの要素から成り立つ(図 2)。実験では、世界最大の歩行映像データベースを用いて精度を評価し、既存手法と比較して高い精度を達成した。

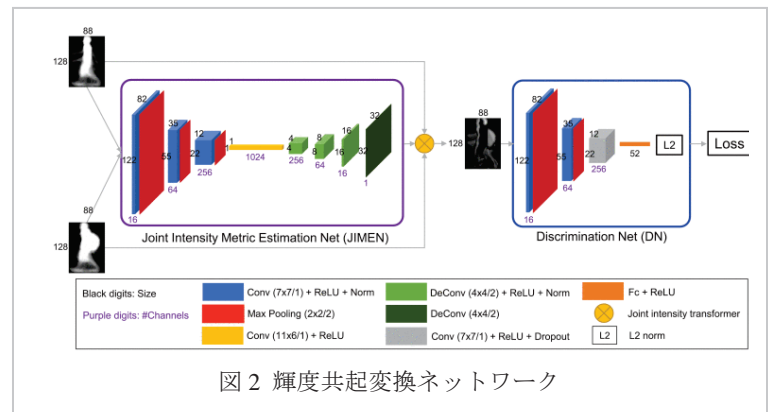


図 2 輝度共起変換ネットワーク

### ・早期認知障害検出に向けた高齢者デュアルタスクデータセットの統計分析

認知症は投薬やリハビリテーションにより進行を遅らせることはできるが改善は難しい疾患のため、その初期段階の高齢者を早期に発見することは重要な課題である。しかし、現状の認知症識別手法は医師などの立ち合い人が必要な点や、時間を要するという点で簡便とは言えない。そこで我々は、認知症の予防に有効だとされているデュアルタスクに着目し、その観測により簡易な認知機能を推定できるシステムの実現を目指している。認知機能推定技術の開発には、幅広い認知機能レベルの多数の高齢者データが必要となるため、我々は高齢者が容易にかつ楽しくデュアルタスクを体験できるシステムを開発した。システムでは、認知症に大きくかかわっているとされる計算と足踏みの2つのタスクを採用した。システムは Microsoft Kinect やボタン操作により自動的に、客観的に体験データを収集できる。また様々な様態の体験者データを継続的に収集するために本システムを高齢者施設に常設した。本論文では、そのシステムの仕様や得られたデータの詳細を説明するとともに、体験者の認知機能とデータの分布の関係性について検証する[論文 9]。シングルタスク時・デュアルタスク時の認知機能評価の比較を行い、タスクを組み合わせることの有効性を検証した。また、システムへの慣れによる認知機能評価への影響についても検証した(図 3)。

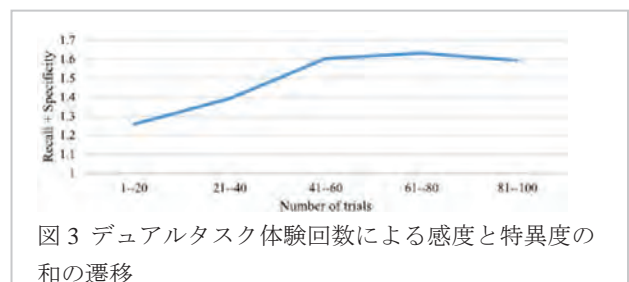


図 3 デュアルタスク体験回数による感度と特異度の和の遷移

## 知能推論研究分野

教授	鷺尾 隆
助教	原 聡、Matthew James Holland
博士研究員	石川 一宜、新家 英太郎、鷹合 孝之、吉田 剛、
大学院学生	小島 隆嗣、池野 光一、木戸 俊輔、平岡 将史、陳 逸君、潘 丹青、袁 新芳
学部学生	山田 将大、中村 睦紀、中田 雄己、中道 直基、松本 瑞季
事務補佐員	岡田 拓子
技術補佐員	藤原 綾子

### a) 概要

人間はデータを眺め、様々な思考や簡単な統計計算を含む推論を行って、データから知識を読み取ることができる。しかし、現代社会では、コンピュータネットワークやIoTネットワークセンシング技術の発達によって、膨大なデータを一度に入手する機会が増えている。また、それらデータの中身も単純な形式ではなく、時系列やグラフ、自然文など、複雑な内容になってきている。このようないわゆるビッグデータを、人間の能力だけですべて処理するのは無理があり、コンピュータによる解析支援や解析自動化の必要性が増している。そこで、我々の研究室では、コンピュータによってビッグデータから知識を読み取ったり発見するための、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、計測指向機械学習、高精度類似性指標、自動データクレンジング、機械学習手法のロバスト化の研究開発を行い、以下の成果を得た。

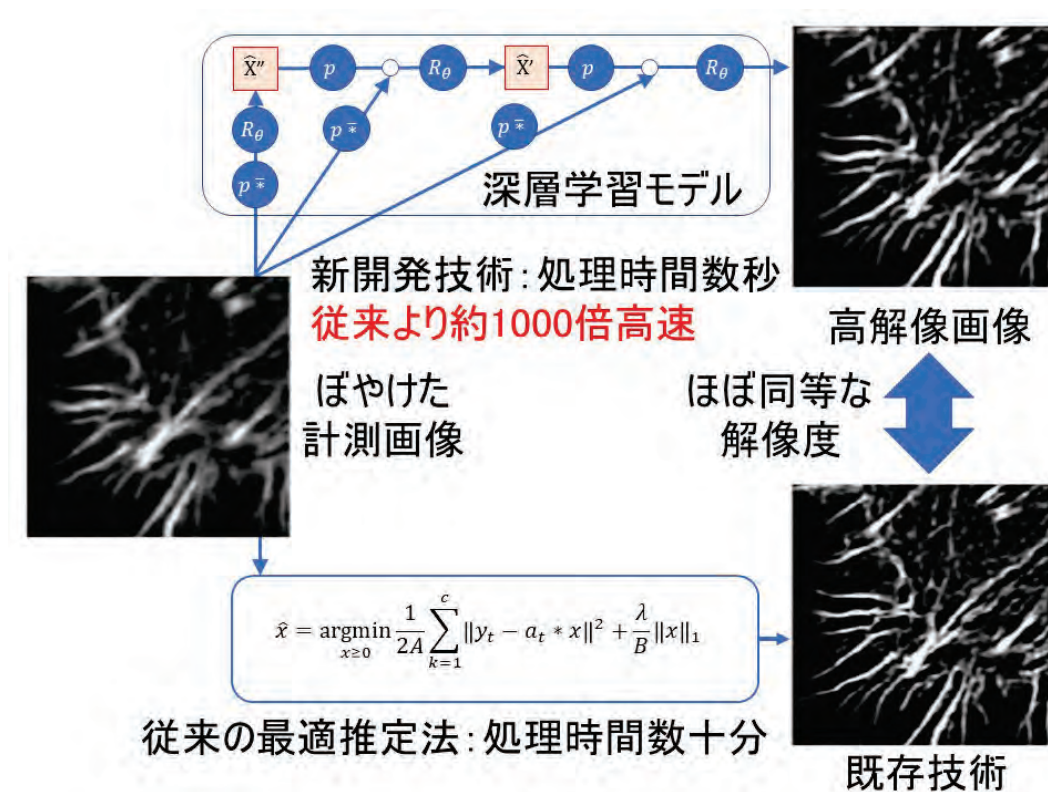


図 超高速な計測画像高解像度化手法の開発



## b) 成果

### ・計測指向機械学習

IoT 社会の進展に伴い、先端的計測技術による情報収集処理の社会的重要性が高まっている。そこで一分子計測、個別ウイルス計測、超解像顕微鏡計測、嗅覚計測など種々の先端的計測分野において必要とされる機械学習処理の研究開発を行っている。本年度は、これまで研究して来た計測対象パルスとノイズパルスを識別する正例とラベル無しデータからの分類器 (PUC) 学習をさらに高度化し、2 つのラベル無しデータからの分類器 (PUC) 学習法や 2 つのラベル無しデータそれぞれに含まれる正例や負例の割合推定法の研究開発を行った。さらに、計測パルスから対象を高精度に識別する深層学習技術の研究開発や、図に示すように従来の約 1000 倍という飛躍的に高速な計算速度で計測画像を高解像度化する深層学習技術の研究開発を行った。これらの新しい機械学習技術によって、様々な先端計測の精度や安定性、処理速度を飛躍的に高めることができた。

### ・高精度類似性指標

機械学習における根本原理の 1 つは事例間の類似性評価である。事例同士がどの程度似ているか、あるいは似ていないかを適切に評価すること無しには、事例と適切な分類やクラスタリング、異常検知などを行うことはできない。我々はこれまで事例間に識別境界がどの程度引かれやすいかを事例の分布に基づいて確率的に評価することで、事例間の類似度を適切に評価する手法を開発してきた。本年度は、この原理を用いて事例間の類似性を表す距離尺度を提案し、それを用いた事例間類似度のランキング手法や異常検知手法を提案した。この新しい手法により、従来よりもデータの持つ性質を効果的に反映し、かつ高速な計算が可能な機械学習技術を実現した。

### ・自動データクレンジング

高精度な予測・認識ができる機械学習モデルの開発には良質な学習用のデータセットが必要である。もしも学習用のデータセットに質の低いデータ (例えば犬の画像に「猫」と誤ったラベルがついている、など) が混入していると、得られる機械学習モデルの精度も劣化してしまう。本研究では、このようにモデルの精度の劣化の要因になっている質の低いデータを自動的に検出する方法を開発した。画像分類データにおいて、実際に開発した手法で質の低いデータを検出できること、そしてそれら検出されたデータを学習用のデータセットから除外することで得られるモデルの精度が向上することを確認した。従来はこのようなデータの品質評価は専門家が手作業・目視で精査していた。本技術により、データの品質評価の効率化が可能となった。

### ・機械学習手法のロバスト化

古典的な応用統計学よりも機械学習の適用範囲が広い反面、解こうとしている学習課題に関する事前知識が乏しく、手法の安定性や効率性などの性能保証を付与することが難しい。従来の手法はほぼ例外なく、観測データが「好都合である」(=ある種のガウス性を有する) ことを前提としており、現実世界でよく見られるような少数サンプル、外れ値、欠損値などが含まれる「リアルなデータ」では高性能は保証できない。本研究では、主流の最適化法と相性の良いロバスト推定量を学習アルゴリズムに導入することで、計算効率を諦めることなく、データの都合の良し悪しにかかわらず一定の性能保証が可能であることを数学的に証明した。また、多種多様な数値シミュレーションや実データへの応用を行い、提案手法の効率性と頑健性を実証的にも確認することができた。

## 知識科学研究分野

教授	駒谷 和範
助教	武田 龍 (2019年12月16日より准教授)、林 克彦 (2019年9月30日まで)
大学院学生	赤井 元紀、岸本 広輝、西本 遥人、藤岡 勇真、山元 悠太、垣渕 太成、 小林 直哉、中島 圭祐
学部学生	市村 匡輝、奥野 尚己、佐藤 陸
研究生	王 兆東
客員研究員	Vizcarra, Julio (2019年9月30日まで)
技術補佐員	谷端 紀久子 (2019年10月1日より)
事務補佐員	松下 美佐

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・機械学習技術を応用した音声対話ロボット技術の開発

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

音源分離は、複数の混ざった音信号をそれぞれの信号に分離する技術であり、音を聞き分けて認識するために必要不可欠な技術である。本年度は、教師あり時間-周波数マスクに基づく音声強調手法の開発を進めた。具体的には、2名の音声信号が混合したマルチチャンネル信号を入力として、指定された方向の音声信号を強調し出力する。本研究では、従来用いられていなかった音源の方向情報を活用して、より正確な雑音成分の推定を狙った。マスク推定精度の方向依存性を明示的に与えられるため、より正確な雑音成分の推定が期待される。予備実験の結果、方向情報を用いることで音声強調性能が改善できる可能性が示唆された。



図1 ロボットとの音声対話

また、システムに未登録の単語（未知語）の属性を、その発音から推定する技術開発も行った。自然言語処理分野で開発されたベイズ単語分割モデルを、混合モデルの分布として用いることで単語の属性推定問題に応用した。一方、単語の属性によっては、このモデルのみで十分に推定性能を向上させることは難しい。この生成モデルによる推定結果と識別モデルによる推定結果を統合することにより、性質の異なる属性の場合でも、高い精度を保つことが可能となった。本成果は、国際会議 **Life Long Learning for Spoken Language Systems Workshop** で発表した。

### ・対話を通じた知識獲得

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

暗黙的確認 (図 2) における質問と、「○○って何ですか？」のような明示的質問とを比較した印象評定の結果を取りまとめた。まず質問の種類の間、ユーザが感じるシステムの賢さや煩わしさに関して一定の順序があることが確認された。また明示的質問を複数回繰り返した場合、暗黙的質問を繰り返した場合よりもユーザの印象は悪化する傾向を実験的に示した。この結果をまとめて国際会議 SIGDIAL に投稿した。

また、知識を獲得するための質問の内容の選択を、知識グラフ補完を用いて行う手法に着手した。具体的には、「システムの知識にはないため真偽が得られれば有用であり、かつ、ユーザの意欲を削いでしまうような明らかな間違いではない」質問を選択するという問題とした。この知識グラフ補完において、ラベルの文字列の利用と、負例サンプリングの制限を組み込む手法を提案した。この成果の一部を人工知能学会第 33 回全国大会において発表し、全国大会優秀賞を受賞した。

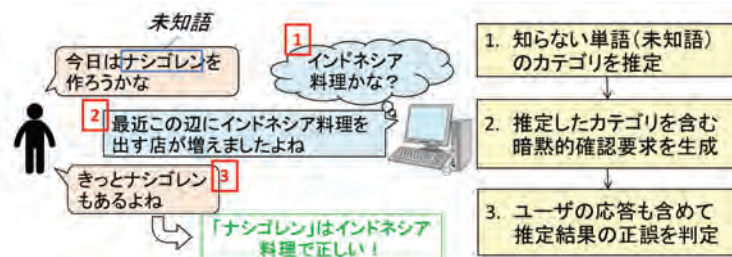


図 2 暗黙的確認の例

### ・ユーザの心象を考慮したマルチモーダル対話システム

態度として表出される相手の気持ちに応じた応答ができる対話システムを実現するには、ユーザ発話の言語的内容だけでなく、ユーザの様々なふるまいも捉える必要がある。これはとりわけ、話すこと自体が目的であるような、雑談のような対話を継続させるためには重要となる。本年度は、これまでに収集を続けてきたマルチモーダル情報 (顔画像、姿勢や動作、韻律、言語、対話などの情報) を含む対話データを使用して、ユーザの心象を予測する手法を開発した。具体的には、システムとユーザの発話の対ごとに付与された、(1)興味度、(2)心象、(3)システムが現在の話題を継続すべきか、という 3 種類のラベルを機械学習により予測するという課題に取り組んだ。対話システムでは学習データとそれへの正解ラベルの組を大量に用意するのが容易ではないため、予測対象である 3 種類のラベルの類似性を考慮し、マルチタスク学習を導入した。実験の結果、提案手法により、サポートベクトルマシンや、マルチタスク学習を行わない通常の深層学習と比較して、ラベルの予測精度が向上することを示した。この成果を国際会議 ICMI2019 にて発表し、Best Paper Runner-ups Award を受賞した。

また本年度も引き続き、新たに心拍など生体信号を含むマルチモーダル対話データを取得した。これらの収集したデータを、国立情報学研究所の情報学研究データリポジトリを通じて、広く利用可能とするための準備も進めている。

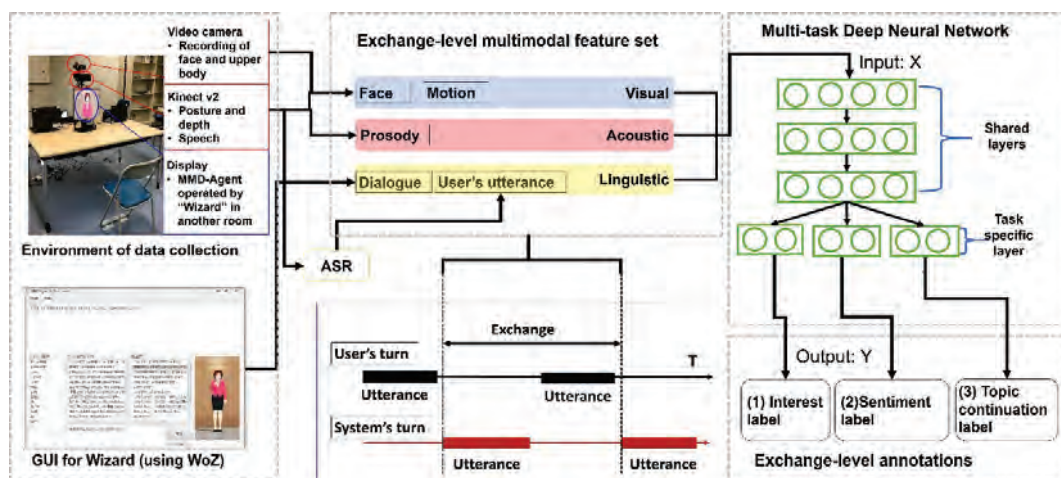


図 3 マルチモーダル特徴量を用いたマルチタスク学習の概要

## 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
特任研究員	Wasin Kalintha (～2020年1月31日)
大学院学生	Sopchoke Sirawit, Juan Lorenzo Hagad, Ekasit Phermphoonphiphat, Bassel Ali, Taweesak Emasawas, 北井 正嗣, Nat Pavasant, 小寺 謙斗, 松村 昂輝, Boonprakong Nattapat, 石丸 竣哉, 丁 柯銘
研究生	陳 悦 (2019年10月1日～)、Pongpisit Thanasutives (2019年10月1日～)
交換留学生	Camille Harris (2019年10月1日～2020年2月7日)
インターンシップ	Warit Prasarithra (2019年5月30日～2019年8月9日)
技術補佐員	田中 克幸 (～2019年6月30日)
事務補佐員	大塚 光代 (～2019年7月31日)、山本 亜希子 (～2020年2月29日)、黒木 真貴子、阿部 真美恵 (2020年1月16日～)、森川 有美子 (2020年1月16日～)

### 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。本研究部門では、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】

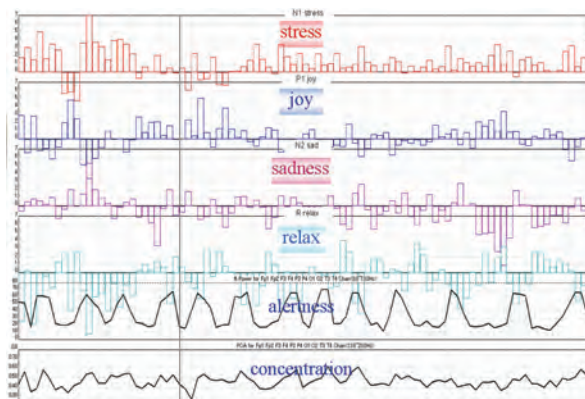
1. 構成的適応インタフェース
2. 事象系列データからの知識発見
3. 知的ユビキタスセンサーネットワーク

### b) 成果

#### ・構成的適応インタフェース

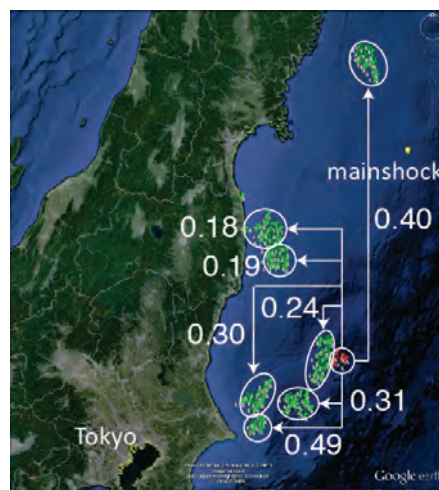
基本的な研究テーマとして、学習機能を持ったコンピュータの開発を進めており、高効率化のためのアルゴリズム、学習のための背景知識の獲得、ITS (Intelligent Tutoring System)への応用など、数々の新技術を開発し、情報環境の整備を支援してきている。これらは、適応ユーザインタフェースの技術として定着しつつある。これまでの適応ユーザインタフェースは、あらかじめ用意されている反応の中から過去のユーザの振る舞いに適応して、適切な反応を選択するものであった。これだけでも現在の複雑で扱いにくいユーザインタフェース、たとえばナビゲーションシステムなどを相当に改良できる。しかし、人間の知性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



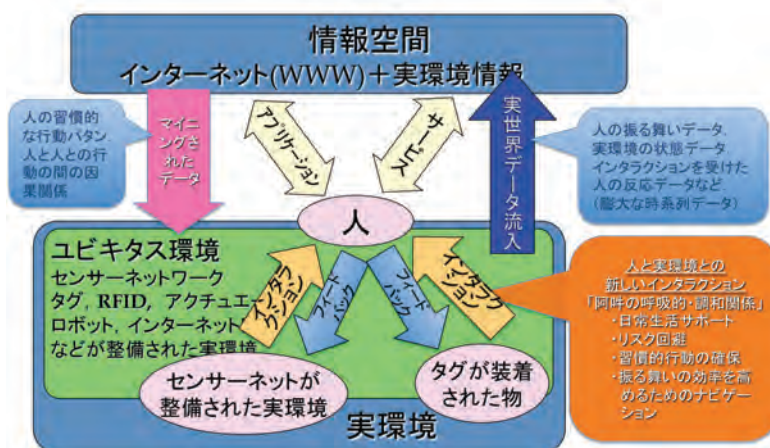
### ・事象系列データからの知識発見

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。



### ・知的ユビキタスセンサーネットワーク

近年のユビキタス各種技術や RFID などのタグ技術の発展に伴い、現状においても既に情報過多の問題に直面しているインターネットを中心とする情報空間に対し、実空間からの情報までもが大量に流れ込もうとしている。そうすると、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(2)のマイニング技術創出において、時系列データからのパターン抽出手法、並びに(3)のインタラクションにおいて個人に適応したインタラクションを強化学習にて獲得する手法を中心として研究を展開させ、それぞれ独自の手法を提案するに至っている。

## 第2研究部門（材料・ビーム科学系）

### 概要

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

### 成果

- ・「土に還る」IoTデバイスの開発
- ・多界面ナノペーパーに基づく伝熱変調材料の開拓
- ・化学的転写法による固定砥粒法スライス多結晶シリコン基板の極低反射化
- ・黒鉛シートによるシリコンナノ粒子の内包化とリチウムイオン電池シリコン負極のサイクル特性向上
- ・シリコンナノ粒子と水の反応による医療量水素発生
- ・機能性ナノカーボンとの低次元ナノコンポジット創製
- ・TiO<sub>2</sub>修飾水酸アパタイトのソルボサーマル合成と吸着特性の制御
- ・凍結された合金組成ゆらぎに駆動される無拡散等温オメガ変態の発見およびメカニズム解明
- ・Auめっき層の結晶粒サイズの粗大化により銀焼結層との接合強度の改善
- ・小型軽量・高効率フレキシブル熱電変換デバイスの開発
- ・セラミックス多孔質構造薄膜の常温成膜技術開発
- ・MoS<sub>2</sub>光電子強度分布の偏光依存性
- ・MoS<sub>2</sub>の価電子バンドの同定：ARPES角度分布と理論計算の比較
- ・長距離電子輸送を伴う多段レーザー航跡場加速実験
- ・レーザー航跡場加速においてプラズマレンズ効果を発見
- ・THz-FEL(テラヘルツ自由電子レーザー)利用実験
- ・金属酸化物ナノ粒子溶液の放射線化学研究
- ・固体硝酸塩化合物の放射線化学研究
- ・化学増幅型レジストの電子線リソグラフィにおける熱影響機構
- ・一酸化窒素合成酵素反応におけるプテリンラジカルの生成過程のダイナミックス

## 自然材料機能化研究分野

教授	能木 雅也
准教授	古賀 大尚
助教	上谷 幸治郎
技術補佐員	柳生 瞳
技術補佐員	阿久澤 由紀 (2020年2月29日退職)
事務補佐員	西本 トキコ (2019年11月30日退職)

### a) 概要

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



図 1 透明ナノペーパーの外観

### b) 成果

#### ・「土に還る」IoT デバイスの開発 (ACS Appl. Mater. Interfaces 2019, 11(46), 43488–43493.)

セルロースナノファイバーは木材等を原料とする非常に細い繊維であり、その太さは髪の毛の 1000 分の 1 以下です。このセルロースナノファイバーが水に分散した分散液を乾燥させると、隙間なく積み重なり光を散乱しない透明な紙「ナノペーパー」を作ることができます。ナノペーパーは透明かつ熱を加えてもガラス並みに伸び縮みせず、表面が平滑であるなど電子デバイス基板としての優れた特性と、紙本来の軽さと柔軟性、生分解性を併せ持っています。これまで当研究グループではこれらの優れた特性を活かし、ナノペーパーを基板として用いたペーパーメモリ、ペーパートランジスタなど様々な「紙の電子部品」を開発してきました。しかし、紙の電子回路やデバイスを作製するためには、紙の良さである分解性を損なわずに、紙の電子部品同士を組み合わせる回路を作製する必要があります。

今回、我々はナノペーパーを受動素子の一つである「コンデンサ」の誘電層として評価しました。コンデンサはセンサ情報を処理し、無線で発信するための回路に必須の素子です。その結果、PET、ポリイミドなどの一般的なポリマー材料と比較して 3 倍以上の性能と、優れた積層性を持つことを明らかにしました。加えて、ナノペーパーを誘電層として使用したナノペーパーコンデンサは湿度に応じて性能が変化する、湿度センサとしても応用可能であることが判明しました。そこで、印刷・塗布プロセスのみを使用してコイル・抵抗・ナノペーパーコンデンサをナノペーパー基板上に実装したところ、湿度の変化に応じて無線信号が変化する、ナノペーパーIoT デバイスを作製することに成功しました。ナノペーパーIoT デバイスは分解を妨げ



図 2 土中で総体積の 95%以上が分解されるナノペーパーIoT デバイス

るプラスチック基板や接着剤を使用しておらず、そのほとんどが「紙」で構成されているため、土の中で40日後には総体積の95%以上が分解しました。

従来のスマートホンやPCをはじめとする電子デバイスは「いかに壊れず、長く使用できるか」に重点を置いて開発されています。しかし、街中や畑、森林など様々な場所に設置する必要があるIoTデバイスにおいては、いつまでも壊れないという特徴はそのまま使用後の回収や環境への負担となります。本研究成果は「あえて分解する」ことで自然のサイクルと調和し、回収が困難な場所や数であっても設置可能な、分解性IoTデバイスという新しいコンセプトを示すものです。このコンセプトを達成する上での必須要素が「紙」であり、紙の良さを活かした電子デバイスの一例として、持続可能かつ環境負荷の低い「ペーパーエレクトロニクス」関連研究を更に加速させることが期待できます。



図3 分解可能なIoTデバイスコンセプト

・多界面ナノペーパーに基づく伝熱変調材料の開拓 (Nanoscale Adv. 2020, 2, 1024–1030.)

バイオマス資源から抽出されるセルロースナノファイバーを用いた紙材料ナノペーパーは、上述の通りペーパーエレクトロニクスの優れた透明基材として活用が推進されています。更に近年、セルロースの天然伸び切り鎖結晶で構成されるナノペーパープラスチックやガラスの3-10倍高い熱伝導性を示すことが見いだされ、小型化や高性能化が著しいデバイスの効果的な排熱基材として有望視されています。エレクトロニクスの動作効率率は温度依存性が大きく、適正温度を長く保持することで最も高い省エネ効果が期待できます。その精密な温度制御のため、デバイスを取り巻く部材が積極的に熱伝導性を変動させることが有効と考えられますが、従来材料で伝熱性を変化させるには大幅な構造の変化が必要でした。絶縁材料の熱伝搬キャリアであるフォノン、導電材料の自由電子と類似点があり、どちらも異種界面で散乱されやすい特長があります。巨視的な伝熱性を変調するには、界面散乱を効果的に活用することに本研究は着眼しました。

上述のナノペーパーは界面を多数持つ伝熱材料で、繰り返しの応力印加にも長時間耐える強靭さを有します。一方で、ナノペーパーの力学特性は、構成するナノファイバー1本の特性には一桁及びません。すなわち、ナノペーパーの強度は主にナノファイバー界面が担っていることになり、ナノファイバーに印加された応力は界面の摂動に変換されます。そこで本研究では、ナノペーパーに応力を与えながら伝熱性を観測する融合測定系を開発し、伝熱変調性の発現を検証しました。その結果、ナノペーパーは印加した応力に応答して明確に熱拡散率を変化させることを実測しました。測定系や試料による誤差は3%以内であったのに対し、応力によって15%以上の変調性を示しています。この伝熱性の変調は、金属やプラスチック材料では観測されず、ナノペーパーへの段階的な応力印加に伴う変形モードと変調性が相関する結果、ならびにナノペーパーの繊維密度と変調率が相対した結果から、ナノファイバー同士の接着界面で起こるごく微小な弾性ダイナミクスによって駆動されることを明らかにしました。近年産業活用が急速に発展しているセルロースナノファイバー材料に固有の新たな熱機能を開拓するとともに、次世代の熱マネジメント技術およびセンシング技術に資する展開が期待されます。

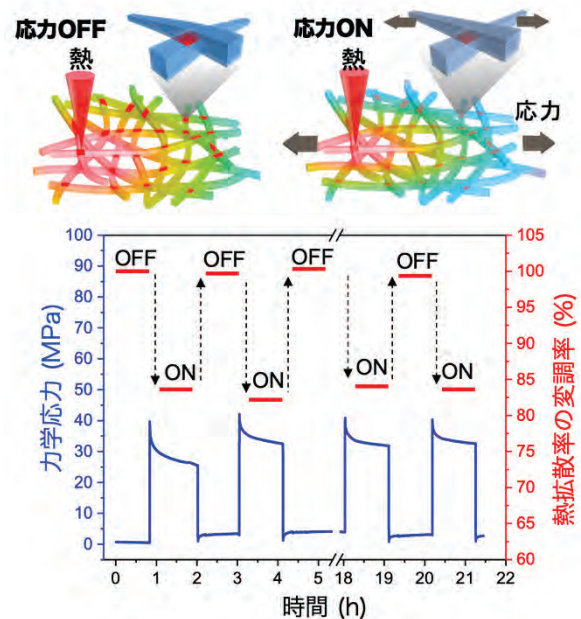


図4 ナノペーパーに見出された応力応答する伝熱性



## 半導体材料・プロセス研究分野

教授	小林 光
准教授	松本 健俊、今村 健太郎 (2019年12月16日～)
助教	今村 健太郎 (～2019年12月15日)、山口 俊郎
特任教授	寺川 澄雄、谷口 正俊
特任助教	小林 悠輝
大学院学生	野中 啓章、鬼塚 裕也、國枝 省吾、崔 載英、榮 佑弥、 孫 超 (～2019年9月30日)、小和田 善仁、白畑 達朗、王 嘉盛、馮 洋
特任事務職員	黒崎 千香

### a) 概要

半導体技術は、急速に進歩する現代社会を支えているといっても過言ではない。当研究分野では、新規の半導体化学プロセスを開発することによって、新規水素発生材を開発し、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、(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および (3)シリコン成分剤による水素発生材の創製を行っている。

### b) 成果

#### ・化学的転写法による固定砥粒法スライス多結晶シリコン基板の極低反射化[論文1]

太陽電池の製造コストを低減させるには、太陽電池基板のスライス方法は従来の遊離砥粒法よりも固定砥粒法の方が適している。しかし、固定砥粒法を用いてスライスされた多結晶シリコン基板は、従来のテクスチャー形成法によって低反射化することができない。そこで、固定砥粒法によってスライスされた多結晶シリコン基板の低反射化のため、化学的転写法を用いた。化学的転写法はシリコン表面にシリコンナノクリスタル層を形成することができる。本研究では、シリコンナノクリスタル層をアルカリエッチングの反応起点に用いることでテクスチャー形成による低反射化を検討した。アルカリエッチングによってテクスチャー形成した多結晶シリコン表面に従来のパッシベーション膜であるシリコン窒化膜を成膜した。図1はテクスチャー形成されたシリコンにシリコン窒化膜を成膜した断面の電子顕微鏡画像である。テクスチャーは、化学的転写法後に1%の水酸化カリウム溶液に浸漬することで形成した。水酸化カリウムによるエッチング時間を最適化することで、シリコン窒化膜によって効果的にパッシベーションすることを可能とした。化学的転写法と最適な水酸化カリウム溶液でのエッチングによって、シリコン窒化膜を成膜したテクスチャーを有する多結晶シリコン基板は、低反射化と高いキャリア寿命を両立した。また、コンダクタンス法によって、界面準位密度は $1.2 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ と低いことが示された。

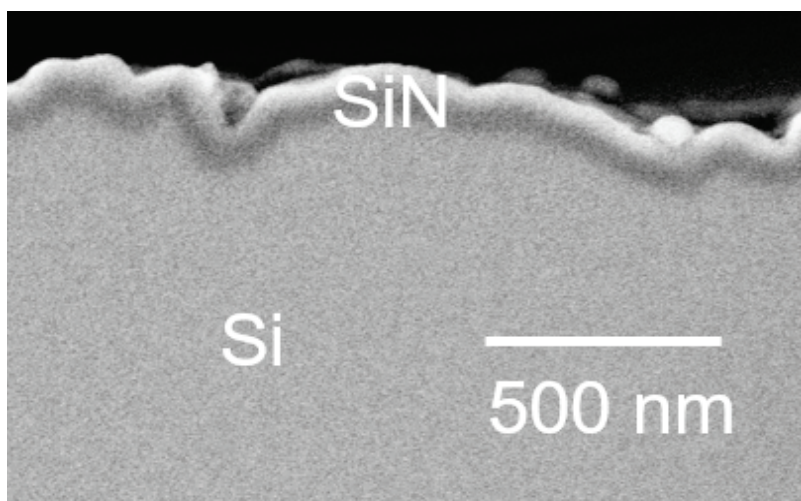


図1 テクスチャー形成されたシリコンにシリコン窒化膜を成膜した断面の電子顕微鏡画像

・黒鉛シートによるシリコンナノ粒子の内包化とリチウムイオン電池シリコン負極のサイクル特性向上

シリコンは、現在リチウムイオン電池の負極活物質として使用されている黒鉛の約 10 倍の理論容量をもつため、次世代高容量負極の活物質として応用する研究が行われてきた。シリコンの剥離を抑制するために、産業廃棄物であるシリコン切粉由来のナノ粒子を用い、リチウムイオン電池負極に応用した。シリコン切粉をボールミルおよびビーズミルで粉碎し、シリコンナノ粒子を作成した。このシリコンナノ粒子は、フレーク状で、主に数百 nm または 30 nm 以下のサイズであった。黒鉛シートは、量産されている膨張化黒鉛を超音波分散することで得られた。シリコンと黒鉛シートを重量比 1:1 で混合し、1000°Cのエチレン雰囲気下にてアモルファスカーボンで被覆し、負極活物質とした。シリコン切粉由来のシリコンナノ粒子と黒鉛シートを混合した複合体の走査型電子顕微鏡像を示す。シリコンナノ粒子は、黒鉛シートと混合した後では、主に黒鉛シートの中に内包され、一部は、黒鉛シートの表面にも存在した(図2)。この電極の6サイクル目に対する300サイクル目の放電容量保持率は63%であった。アモルファスカーボンで被覆したシリコンナノ粒子を用いて作製した電極の容量保持率である44%より大きく向上した。

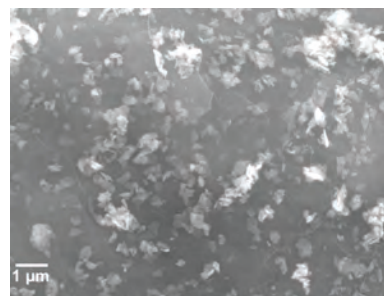


図2 シリコン切粉由来のシリコンナノ粒子と黒鉛シートを混合した複合体の走査型電子顕微鏡像。明るい粒子は黒鉛シート表面に、やや暗い粒子は黒鉛シート間に内包されたシリコンナノ粒子。

・シリコンナノ粒子と水の反応による医療量水素発生

体内で1日以上、水素を発生するシリコン製剤を開発してきた。水素発生反応を促進するシリコン製剤の表面処理方法を開発してきた。シリコン製剤によって動物の病気が治癒することも証明してきた。図3に、36°C、pH8.3の擬似腸内環境下で、シリコン製剤から発生する水素の体積を調べた。表面処理を行わない場合(図3a)、水素発生速度は3.6 mL/h・gと低かった。溶液Aを用いて表面処理を行った場合(図3b)、水素発生速度と発生した水素の体積は大きく増加し、24時間で400 mL/gの水素が発生した。そのため、シリコン製剤が、各臓器で発生したOHラジカルを効果的に消滅させ、酸化ストレスにより引き起こされる疾病を予防することが可能である。酸化ストレスを効果的に低減するためには、ミトコンドリアにおける代謝により常にOHラジカルが生成しているので、水素のような還元剤が継続的に体内に存在する必要がある。溶液Bを用いて表面処理を行った場合(図3c)、水素発生速度と水素発生量はさらに増加した。シリコン製剤の犬の疾患への効果を図4に示す。1日1gのシリコン製剤を15kgの体重の犬に投与した。シリコン製剤投与前(図4a)は、皮膚炎による変色が見られた。シリコン製剤投与後(図4b)は、皮膚の変色がほぼなくなった。

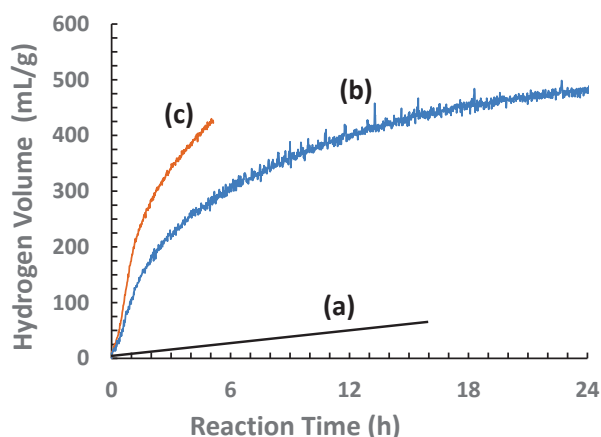


図3 36°C、pH8.3の擬似腸内環境下の溶液中で1gのシリコン製剤から発生する水素の体積。(a)表面処理なし。(b)溶液Aでの処理あり。(c)溶液Bでの処理あり。

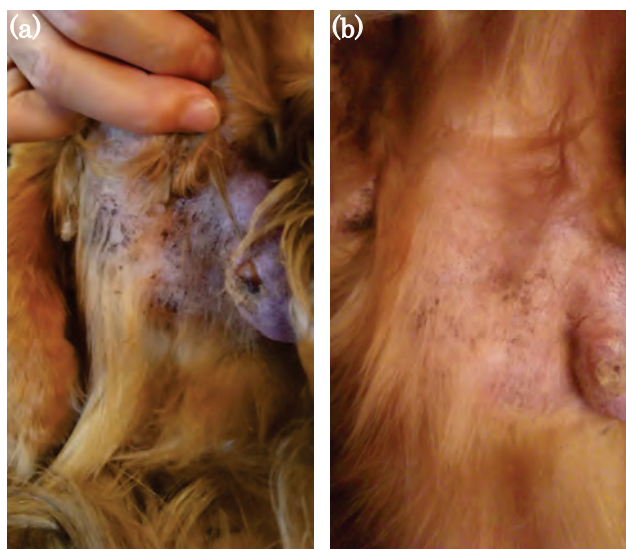


図4 ダックスフント犬の皮膚炎へのシリコン製剤の効果。(a)投与前。(b)投与後。

## 先端ハード材料研究分野

教授	関野 徹
准教授	多根 正和
助教	後藤 知代
助教	趙 成訓
特任助教	施 聖芳
特任研究員	西田 尚敬、橋本 英樹
大学院学生	巖 成勳、趙 容現、徐 寧浚、朴 賢洙 加古 知聖、近藤 吉史、西尾 祐輝、高柳 朋浩、西山 聡、福井 潤也
事務補佐員	西迫 満

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・機能性ナノカーボンとの低次元ナノコンポジット創製

機能性低次元ナノ材料であるカーボンナノチューブ (CNT) やグラフェン (GO) と同様に、半導体酸化物である低次元ナノ構造を持つチタニアナノチューブ (TNT) は、ナノ構造-機能相関により優れた物理光化学特性が発現する。本研究では化学合成プロセスを用い、CNT や GO と TNT との低次元ナノハイブリッドコンポジットを創製した。GO/TNT では表面に繊維状の TNT が被覆したナノシート構造の複合体が、一方 CNT/TNT 系では CNT の周囲に TNT が巻き付いた新規な"コアシェル型" ナノコンポジットを得た (図 1)。メチレンブルー (MB) 色素の除去試験より、CNT/TNT ナノコンポジットは TNT 同様に高い MB 吸着特性を示し、さらに紫外光照射下で MB が極めて迅速に除去される光触媒特性を示した。また、本材料は ppm レベルの低濃度でも室温にて CO ガス検知が可能であり、CO ガス吸着に続く電荷移動が効果的かつ短経路で生じる特異なナノ構造に由来するためと考察された。以上より、室温で動作する新規なガスセンシングデバイスへの応用展開のほか、光照射電荷分離挙動や光触媒機能などに「ナノスケール機能分担」を果たした機能材料としての展開が期待

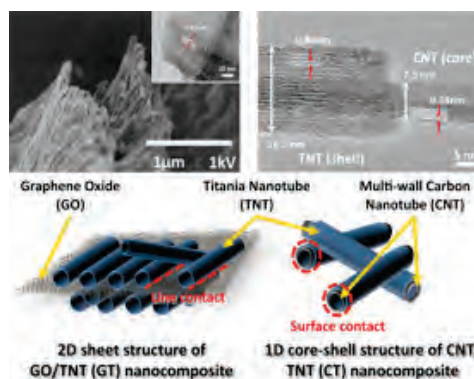


図 1 GO/TNT と CNT/TNT の高分解能電子顕微鏡写真とその構造模式図

された。

・TiO<sub>2</sub> 修飾水酸アパタイトのソルボサーマル合成と吸着特性の制御

水酸アパタイト (HAp) は、特異な吸着特性を示し、この特性を利用すれば優れた吸着剤や触媒担体となると期待される。本研究では、HAp 吸着特性と結晶形態の関係を調べるため、イソプロパノールを用いたソルボサーマル合成により、酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) ナノ粒子が表面に担持した HAp 針状結晶を合成した。ソルボサーマル合成におけるイソプロパノールの添加割合を変えることで、HAp 結晶のサイズとアスペクト比が異なる TiO<sub>2</sub> 修飾 HAp 針状結晶を合成できた。この試料に対して酸性フクシン色素 (AF) に対する吸着および光触媒特性を調べた結果、HAp 針状結晶のアスペクト比が小さくなるほど、AF の吸着量は増加する傾向を示し、これは結晶のアスペクト比が小さくなり凝集することで、水溶液中の結晶表面のゼータ電位が正に帯電するためであることを明らかにした (図 2)。この吸着特性により、紫外光照射下での退色割合は吸着量が大いほど、わずかに早くなる傾向が見られた。HAp の結晶形態やサイズを変化させることで吸着特性を制御可能であることが示唆された。

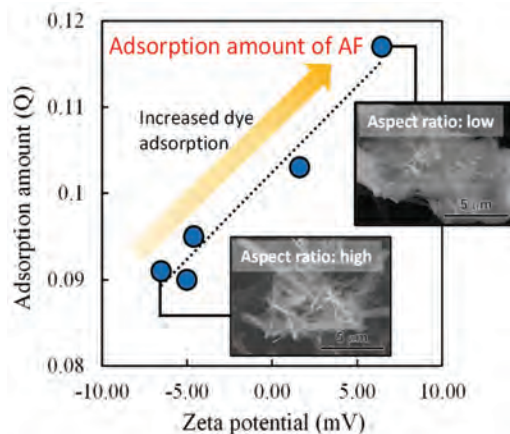


図 2 AF 吸着量と、ゼータ電位および HAp 結晶サイズの関係

・凍結された合金組成ゆらぎに駆動される無拡散等温オメガ変態の発見およびメカニズム解明

アーク溶解法および光学式浮遊帯域熔融法を用いて、bcc 安定化元素濃度である V 濃度の異なる Ti-21V および Ti-27V (at.%) 合金の単結晶を作製した。作製した単結晶に対して、bcc 単相領域である 1273 K で 1 h の溶体化処理を施した。溶体化処理後の単結晶試料に対して、室温近傍での時効下での弾性率測定および X 線回折測定を実施した。その結果、室温近傍での時効によって無拡散で等温的に相転移が生じる無拡散等温オメガ変態と名付けた新たな相転移が存在することを明らかにした。さらに、無拡散等温オメガ変態によって形成されたオメガ相に対する透過型電子顕微鏡観察およびゆらぎの熱力学理論による解析の結果、凍結された合金組成のゆらぎのために局所的に V 濃度が低く、bcc 構造が不安定な領域にて無拡散等温オメガ変態が生じることを明らかにした (図 3)。加えて、無拡散等温オメガ変態は凍結された合金組成の統計的なゆらぎが顕在化する数 nm の局所領域にて生じることから、無拡散等温オメガ変態によってナノスケールの極微細なオメガ相を形成させることが可能であることを示した。また、低温での内部摩擦の温度依存性の測定および内部摩擦の温度依存性に対するデバイ緩和モデルを用いた解析により、無拡散等温オメガ変態の変態速度は、相転移の素過程である動的な原子面のつぶれとオメガ相の核生成の 2 つの熱活性化過程に支配されていることを明らかにした。また、無拡散等温オメガ変態におけるオメガ相の形成挙動は、室温近傍での時効温度および時効時間に依存することから、時効温度および時効時間の制御によってオメガ相の形成挙動を制御することが可能であることを見出した。

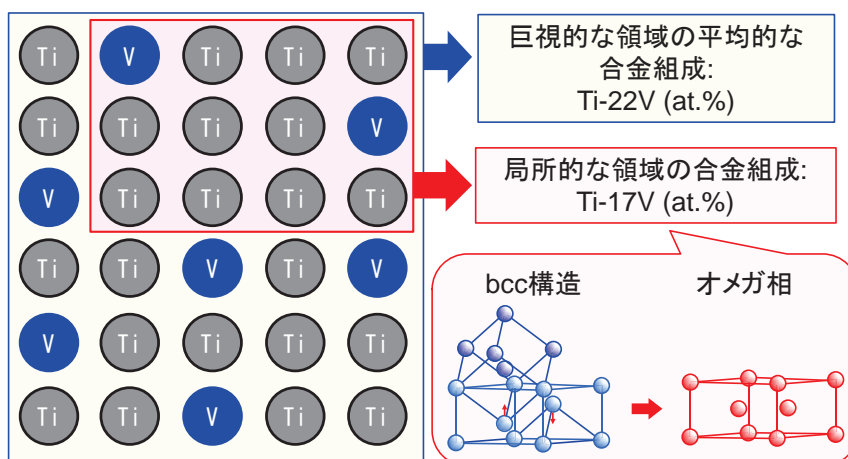


図 3 凍結された合金組成ゆらぎによって引き起こされる無拡散等温オメガ変態

## 先端実装材料研究分野

教授	菅沼 克昭
准教授	長尾 至成、菅原 徹
特任助教	張 昊、陳 伝彤
特任研究員	木本 幸治、佐藤 直樹、下山 章夫、末武 愛士、アリプル レイラ、岩城 文、井関 隆之
大学院学生	三崎 拓哉、高田 周平、張 政、張 博モン、盧 承俊、崔 讚揚、廉 濟胤、金 東辰
事務補佐員	キーナン 直美、奥田 聖洋、森部 幸子
技術補佐員	加賀美 宗子、鶴元 真妃、謝 明君

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・Auめっき層の結晶粒サイズの粗大化により銀焼結層との接合強度の改善

世界的なエネルギー消費量の上昇、特に新しいアプリケーションとしての電気自動車や情報機器の急激な普及によって、既存のSiよりも高効率なパワーエレクトロニクス材料としてSiC及びGaN等のワイドバンドギャップ半導体が注目されている。これらのワイドバンドギャップ半導体を用いたデバイスは、既存のSn系のはんだの融点よりも高い250°C以上で動作可能であり、新しい実装技術が必要となってきた。高い電気伝導性と熱伝導性をもつ銀焼結接合は、このようなワイドバンドギャップ半導体デバイスの実装技術として有望である。しかしながら、銀焼結接合にはチップと基板との接合するため、銀メタライズ層が今まで必要となる。電子部品によく使われているNi/Auめっきメタライズ層との接合が十分な強度を得られませんでした。今回の開発の新しい銀焼結ペーストで、溶媒の機用でNi/Auめっきメタライズ層との接合が可能となった。また、Ni/Auめっきメタライズ層チップと基板を接合前に予備加熱処理で、Auめっき層の結晶粒サイズを粗大化することで、Auめっき基板と銀焼結層との接合強度を大幅に増加でき、十分な接合強度を得られた。

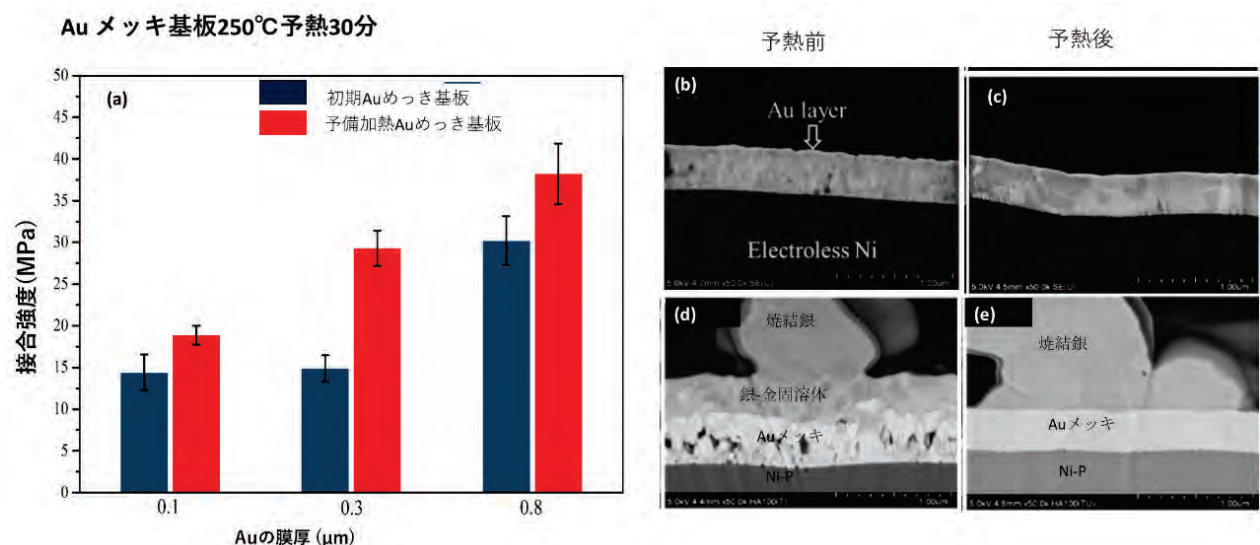


図1 Ni/Auめっきメタライズ構造とAg焼結ペースト接合材料における接合強度の改善

### ・小型軽量・高効率フレキシブル熱電変換デバイスの開発

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

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

ダイシングなど半導体加工技術を駆使して熱電半導体チップを超微細加工し、軽量でフレキシブルな基板へ高精度チップマウンタを使用して、高密度に正確に実装することで、超小型・軽量化を実現しました。本研究で開発した小型・軽量フレキシブル熱電変換デバイスは、曲率半径 1 cm以下を実現し総重量が僅か約 0.4g である。この小型・軽量フレキシブル熱電変換デバイスは、出力密度( $630\mu\text{W}/\text{cm}^2$ @ $dT=10^\circ\text{C}$ )を示した。また、非常にフレキシブル性に優れているため、チップにかかる機械的ストレスが大幅に軽減され、機械的(物理的)信頼性が高い。

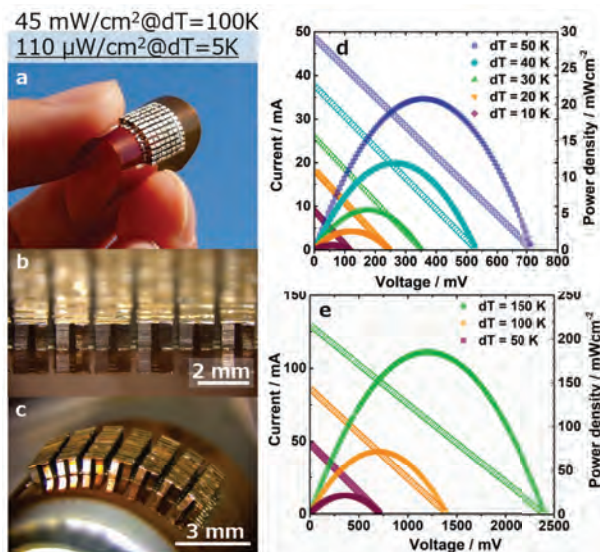


図 2 開発した小型フレキシブル熱電変換デバイスの a 外観写真と側面からの拡大写真 (b:平面と b:折り曲げ時)。各温度差(d: $dT=10\sim 50\text{K}$ , e: $dT=50\sim 150\text{K}$ )における熱電変換特性(電流-電圧、出力-電圧)。

### ・セラミックス多孔質構造薄膜の常温成膜技術開発

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

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

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

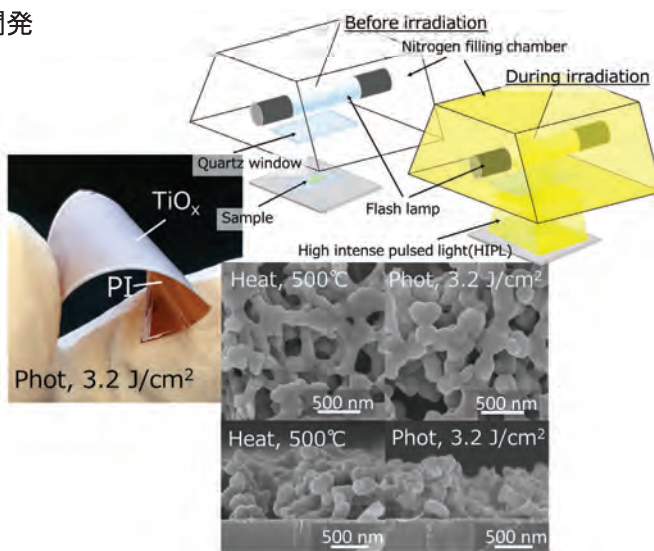


図 3 高強度光焼成装置の概念図(左)光照射前(右)光照射中。プラスチック基板に成膜された  $\text{TiO}_x$  薄膜、および電子顕微鏡像。

# 励起物性科学研究分野

准教授 田中 慎一郎

## a) 概要

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

## b) 成果

### ・ MoS<sub>2</sub> 光電子強度分布の偏光依存性

オプトデバイスの開発や改良にとって、物質の電子励起ダイナミクスを理解は鍵となる。MoS<sub>2</sub>などの遷移金属カルコゲナイドはその特異な2次元的な電子物性から、新機能デバイスのための物質の候補として近年注目を集めており、本研究分野では精力的にその光励起状態の物性科学の研究を進めている。

光励起によって放出される電子の角度分布は、マトリックスエレメント  $\langle \varphi_f | \mathbf{A} \cdot \mathbf{p} | \varphi_i \rangle$  によって決定される。この始状態  $|\varphi_i\rangle$  は物質のブロッホバンドであり、オペレータ  $\mathbf{A} \cdot \mathbf{p}$  は電子の運動量と光のベクトルポテンシャル、終状態  $\langle \varphi_f |$  は一般に自由電子状態（平面波）で近似される。光の偏光を変えることは、電磁場のベクトルポテンシャル  $\mathbf{A}$  を変化させることであり、偏光による光電子強度分布を観察することにより波動関数  $|\varphi_i\rangle$  に関する詳しい情報を得ることができる。図1左は、結合エネルギー0.8eVでの光電子強度の2次元マップである（励起エネルギー60eV）。直線偏光（水平および垂直）、円偏光（右手系CW、左手系CCW）の4種類で強度分布が全く異なっていることがわかる。図1右は強度分布を $\Gamma$ 点周りの角度によってプロットしたものであり、強度分布が $\Gamma$ 点周りの角度 $\varphi$ の単純なコサイン分布によ

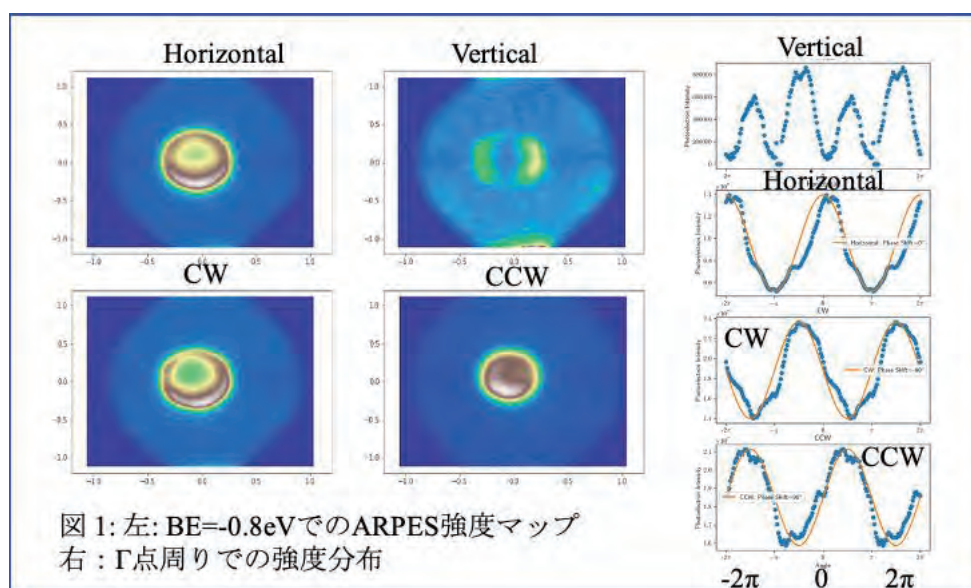


図1: 左: BE=-0.8eVでのARPES強度マップ  
右:  $\Gamma$ 点周りでの強度分布

てよく記述されているが、偏光によって周期やシフトが異なっていることが分かる。光電子分光における偏光は、これまで一般的には波動関数の検出面での対称性によって禁制遷移か許容遷移かの観点から解析されてきたが、円偏光も含めたこのような依存性は、さらに原理的な解析を必要とすることを示唆している。

この結合エネルギーでは、バンドはほぼ完全な円形を形成しており、角度による結合エネルギーの変化はない。これは波動関数に $e^{i4\phi}$ の項がかかっていると考え、 $\phi$ は波動関数の位相とみなせることを意味している。つまり、偏光依存性によって波動関数の位相の検出を行うことができる。同様の研究がグラフェンのディラックコーンで行われており、ベリー位相との関連性が議論されているが、C-2pz 軌道だけから形成されているグラフェンのケースと異なり、MoS<sub>2</sub>で観察されているこのバンドはMo-4dとS-3pの混成軌道であって、波動関数の元となるワニエ関数はグラフェンに比べて遥かに複雑である。にもかかわらず、強度分布はほぼ $e^{i4\phi}$ の項のみで決定されている。これは、光電子強度分布の偏光依存性の実験から、波動関数の本質的な情報を得ることができることを示唆している。さらに詳しい解析が現在も進行中である。

### ・MoS<sub>2</sub>の価電子バンドの同定：ARPES 角度分布と理論計算の比較

価電子バンドは、物質の電子物性を決定する上で最も重要なものである。バンド分散を求める実験的に最も優れた手段は角度分解光電子分光であり、理論的には第一原理 DFT 計算である。この二つを組み合わせることによってこれまで多くの研究がなされてきた。ただし、通常の場合、両者の比較はブリルアンゾーンの対称性のよい特定の方向のみで行われるのが通常で、それ以外の空間のデータは測定・計算されても捨てられることが多かった。我々は、波数空間（逆格子空間）でのバンドの形状で比較することで、より直感的でわかりやすい比較をブリルアンゾーン全域で行い、これまで見過ごされてきた観点から物質の電子状態を「見る」試みを始めている。

ここでは、広い励起波長領域で ARPES により観測し、それを理論計算と比較することで、バンドの成り立ちを決定する研究を紹介する。図2は、さまざまな励起エネルギーで観測した結合エネルギー1.8eVでのARPES強度マップである。同じバンドを観測しているはずであるが、たとえば73eVと113eVでは、明らかに異なった形状を示している。図3は、第一原理計算（DFT法）によって求めた、バンド形状が一致する結合エネルギーでの、Mo-4dおよびS-3pバンドの波数空間での状態密度である。結合エネルギーの差は主として基準位置の相違（バレンスバンドトップかフェルミエネルギーか）に起因する。図2と図3の比較によって、73eV-93eVで観察されている「外側」の六角形のバンドはMo4d、103-113eVで観測されている「内側」の六角形のバンドはS3pが主成分であることが分かる。Mo原子、S原子それぞれにおける原子軌道の光電子励起確率は励起エネルギーに依存することは既に分かっており、本研究で観測されたMoS<sub>2</sub>における励起エネルギー依存性は、定性的にこの原子軌道の光励起確率と一致した。したがって、光励起エネルギーを制御することで、特定の原子を選択的に励起できることをこの結果は示している。

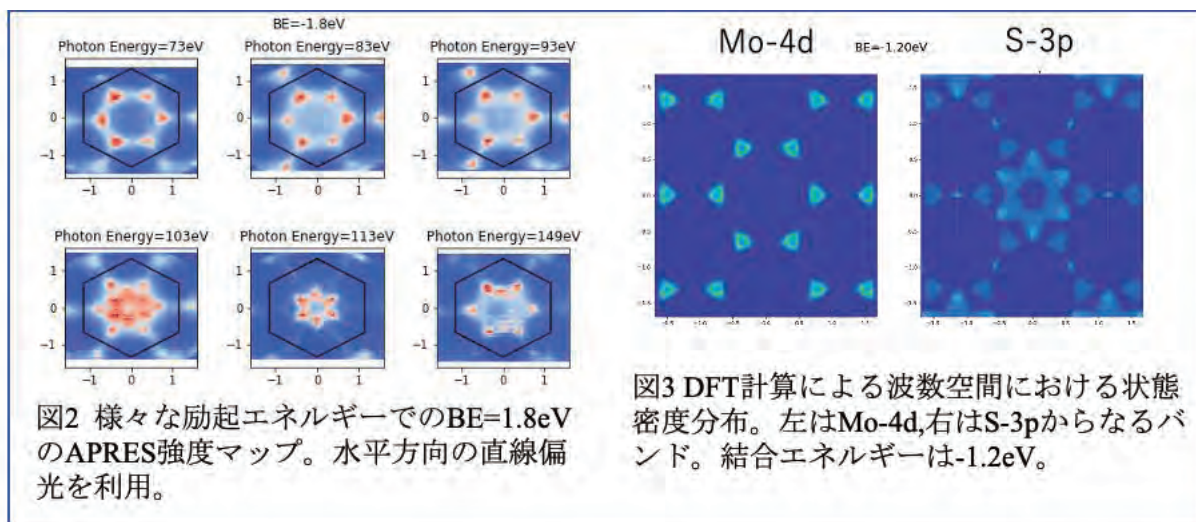


図2 様々な励起エネルギーでのBE=1.8eVのAPRES強度マップ。水平方向の直線偏光を利用。

図3 DFT計算による波数空間における状態密度分布。左はMo-4d,右はS-3pからなるバンド。結合エネルギーは-1.2eV。



# 量子ビーム物理研究分野

教授	細貝 知直
准教授	金 展
助教	入澤 明典
特任教授 (常勤)	ジドコフ アレクセイ
特任助教 (常勤)	酒井 泰雄、パサック ナビーン (令和2年3月31日退職)
招聘教授	佐野 雄二
事務補佐員	山崎 慶子

## a) 概要

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

## b) 成果

### ・長距離電子輸送を伴う多段レーザー航跡場加速実験

レーザー航跡場加速スキームで安定かつスケラブルな加速エネルギーのビームを得るためには入射器部のレーザー航跡場と追加速用のレーザー航跡場 (ブースター) を分離しそれぞれ独立に制御する多段レーザー航跡場加速が必須であり、さらに入射器とブースターの間を入射ビームの品質を維持したまま輸送することも必要になる。そこで、入射ビームの長距離輸送 (~1m) を伴う多段レーザー航跡場加速の実験を開始した (図1)。入射器とブースターをそれぞれ、1 J-30fs、2-50fsJ の正確に同期した2つのレーザーパルスで駆動した (図1)。長距離伝送を伴う多段レーザー航跡場加速では、入射電子のエネルギーが ~10MeV 程度と低い場合は、輸送過程 (~1m) でバンチ長が伸長し効率的に加速できないことが実験で確認され (図2)、PIC (粒子法) によるプラズマのシミュレーションによっても実験結果が再現された。これらの結果より多段レーザー航跡場加速の入射器エネルギーを ~100MeV 程度に決定することができた。

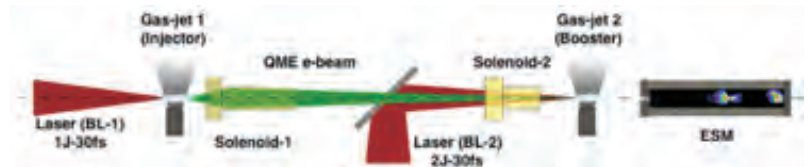


図1 入射ビームの長距離輸送 (~1 m) を伴う多段レーザー航跡場加速実験の概略

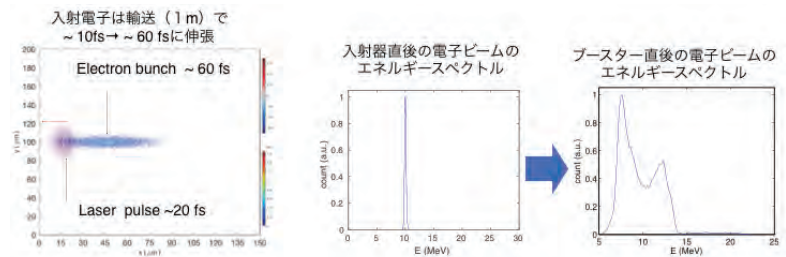


図2 入射電子 (10 MeV) と追加速電子のエネルギースペクトルの一例

・レーザー航跡場加速においてプラズマレンズ効果を発見

入射器からの電子ビームは～1m 下流に位置するブースター（追加速）レーザー航跡場の直径～数十ミクロンのチャンネル内にロスなく入射することが求められる。ブースターと入射器の間には通常の加速器で用いられる電子ビーム用のレンズを設置することが難しく、長距離輸送中に空間的に広がる入射電子ビームをどのように強収束し直径数十ミクロンのチャンネル内にロスなく入射するかが大きな課題となっている。長距離電子輸送を伴う多段レーザー航跡場加速実験では、ブースター直前の低密度プラズマ中に入射電子ビームが作る航跡場で電子ビーム自身が収束するプラズマレンズ効果を発見した（図 3）。確認されたプラズマレンズ効果の制御技術を確認することにより、入射電子ビームの電荷量を減ずることなく追加速航跡場へ入射できるとの示唆が得られた。

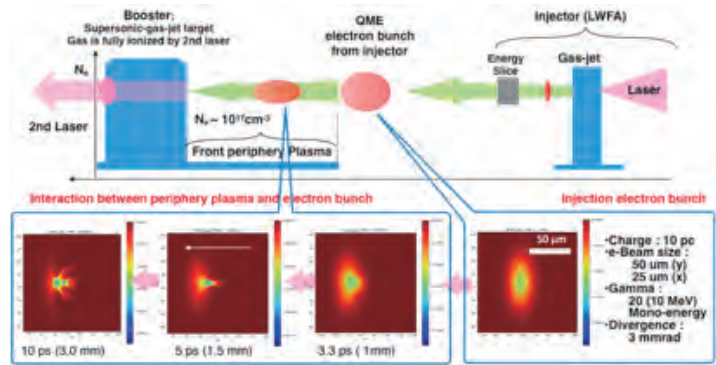


図 3 追加速場標的直前の低密度プラズマにおけるプラズマレンズ効果の概略

確認されたプラズマレンズ効果の制御技術を確認することにより、入射電子ビームの電荷量を減ずることなく追加速航跡場へ入射できるとの示唆が得られた。

・THz-FEL(テラヘルツ自由電子レーザー)利用実験

赤外自由電子レーザーを用いた新しい研究分野の開拓を目的とし、様々なテーマの研究を実行している。産研内部だけにとどまらず、中赤外領域の FEL 施設 (KU-FEL@京都大学、FEL-TUS@東京理科大学) との連携や海外研究機関 (ローマ大学、INFN 研究所 (イタリア)) との共同研究や企業 (日本製鉄) との共同研究を強化し、照射実験を計画・実行している。FEL 照射によるアミロイド繊維物質の結晶性変化に関する研究では、中赤外領域(10μm 近傍)および遠赤外・テラヘルツ領域(100μm 近傍)での波長に依存した非熱的变化が確認され (図 4)、これらの結果は原著論文の形で発表した [1]。産研 THz-FEL に関しては、外部利用でも実験がスムーズに行えるよう、光学系、計測系の制御および改良をおこない、その詳細を原著論文の形で発表した[2]。海外研究機関との共同研究 (日伊科学技術協力エグゼクティブ・プログラム EP) の成果は、研究結果を原著論文として発表し[2,3]、国際セミナーの主催と原著論文 special issue の形で報告を行った。外部利用実験に並行して、本部門の課題の一つである固体電子状態の観測と制御に関する研究をおこなっている。半導体表面の超微細表面構造(LIPSS)形成は原著論文および国際会議の招待講演ですでに報告し、定例記者会見でも発表を行っている。

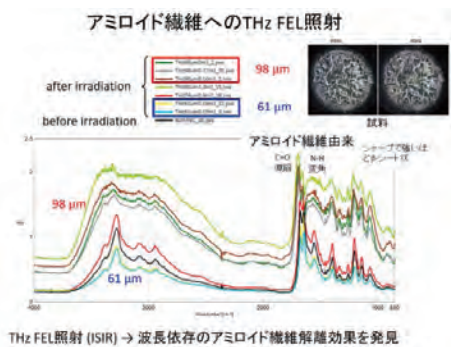


図 4 THz FEL 照射実験

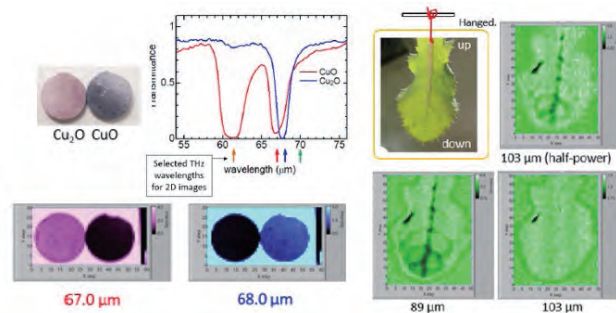


図 5 高分解能高速 THz 分光イメージングの結果

[1] Takayasu Kawasaki1, Koichi Tsukiyama1 & Akinori Irizawa, Sci. Rep. 9(1) 1-8 (2019)  
 [2] Akinori Irizawa, Masaki Fujimoto, Keigo Kawase, Ryukou Kato, Hidenori Fujiwara, Atsushi Higashiya, Salvatore Macis, Luca Tomarchio, Stefano Lupi, Augusto Marcelli and Shigemasa Suga, Condens. Matter 5(2) 38-1-14 (2020)  
 [3] Salvatore Macis, Luca Tomarchio, Silvia Tofani, S. Javad Rezvani, Luigi Faillace, Stefano Lupi, Akinori Irizawa, and Augusto Marcelli, Condens. Matter 5(1) 16-1-10 (2020)

## 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
特任助教	中島 綾子
特任教授	小林 一雄
大学院学生	誉田 明宏、春本 将彦、井狩 優太、前田 尚輝、東川 一希、池内 健吾
事務補佐員	渡邊 絹子

### a) 概要

半導体製造における極端紫外光リソグラフィ、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、極端紫外光、レーザー、放射光、X線、ガンマ線、イオンビーム）を利用して、量子ビームが物質に引き起こす化学反応と反応場の研究を行っている。量子ビームによる物質へのエネルギー付与から、化学反応を経て、機能発現に至るまでの化学反応システムの解明、得られた知見から新規化学反応システムの構築を行っている。

### b) 成果

#### ・金属酸化物ナノ粒子溶液の放射線化学研究

金属酸化物ナノ粒子は、高い触媒活性やエッチング耐性といった特徴を有し、次世代リソグラフィにおける新規レジスト剤（遷移金属含有ナノ粒子）や、軽水炉中の効果的な腐食環境緩和剤（貴金属含有ナノ粒子）といった新しい反応場への適用が期待されている。次世代レジスト剤である金属酸化物レジストの配位子である各種カルボン酸について、その放射線化学反応を電子線パルスラジオリシス法により調べた。不飽和脂肪族系のカルボン酸（MAA、TiA、AA）においては電子付着に伴うプロトン付加（図1）や、ホール移動に伴うプロトン放出が速やかに進行するのに対し、芳香族系のカルボン酸（BA、*o*-TA、*p*-TA）では、それらの過程が抑制されることが分かった。特にピコ秒領域の測定から、ホール移動させた芳香族系カルボン酸は、ピコ秒の極めて短時間のうちに二量体へと移行することも分かり、このような安定な状態を取ることで逐次過程が抑制されているものと考えられた。また、分子構造や形態（イオン・分子）による依存性も調べ、カルボキシル基の反応機構や放射線感受性の違いを明らかにした。

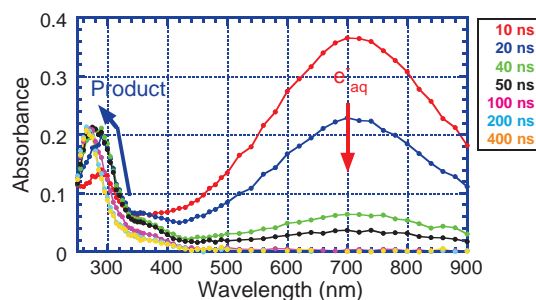


図1 酸性下メタクリル酸の電子付着に伴う逐次反応挙動

#### ・固体硝酸塩化合物の放射線化学研究

柔軟な廃棄物管理法における HLW 顆粒体の貯蔵は、現行ガラス固化体貯蔵設備を共用し、また同じキャニスタ材を用いて封入する。貯蔵期間は 50 年を想定しているが、顆粒体は HLW からの放射線環境下にあるため、貯蔵の成立性確認のためには化学安定性を確認する必要がある。焼成温度や含水量を変えた模擬か焼体を用いてガンマ線照射を行い、生成する NO<sub>x</sub> (NO, NO<sub>2</sub>) や水素ガスの計測から、長期の化学安定性や反応機構、および製造時の条件に係る仕様についても指針を与えた。

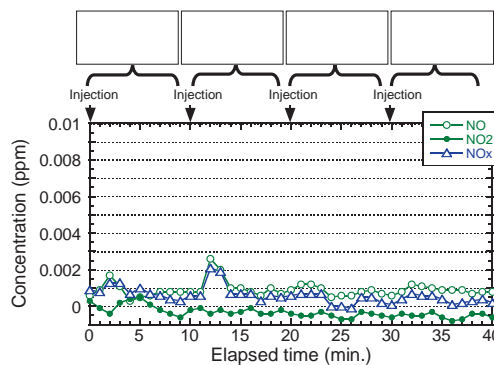


図2 硝酸塩か焼体のガンマ線照射から発生する NO<sub>x</sub>

### ・化学増幅型レジストの電子線リソグラフィにおける熱影響機構

半導体デバイスの高集積化が進むに従い、半導体基板（フォトマスク）の製造にはより高い精度が求められている。高精細なフォトマスクは電子線リソグラフィによって製造される。ここで使用される電子線は高電流値のため、走査部分を中心とした領域で局所的に温度が上昇する（ $\sim 200^\circ\text{C}$ ）。この温度上昇は現像後のレジストパターンに歪みを生じさせるヒーティングエフェクトと呼ばれる現象を示すことが知られているが、その機構の詳細は明らかにされていなかった。そこで、化学増幅型レジストで起こる電子線誘起の温度上昇による酸生成反応の変化を検証し、その要因について調べた。電子線露光後の酸収量の加熱による増加率とレジストポリマー（PTBSHS）の共重合比に対する依存性を図3に示す。ヒドロキシシチレンのヒドロキシル基を保護した *t*-ブトキシカルボニルオキシシチレン（TBS）のモノマー比の増加とともにヒーティングエフェクトが大きくなることが分かった。その機構について電子線パルスラジオリシス法を用いて調べた結果、分子内ダイマーラジカルカチオンからの脱プロトン反応の温度依存性が主な要因であることが明らかとなった。

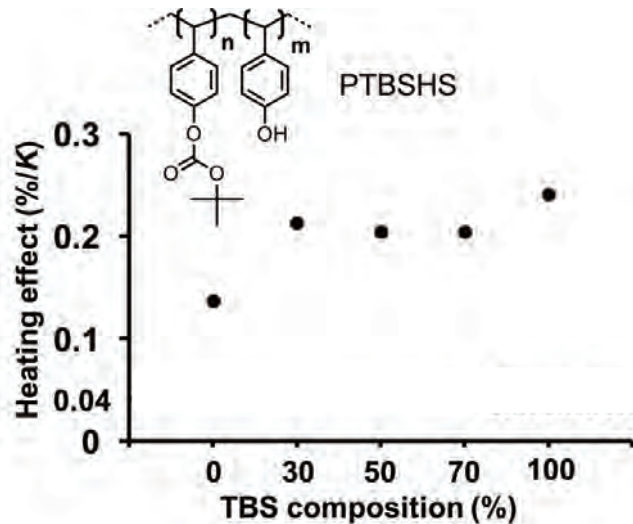


図3 電子線照射によってレジスト高分子（PTBSHS）フィルム中で生成した酸収量の加熱による増加率の TBS モノマー比に対する依存性

### ・一酸化窒素合成酵素反応におけるプテリンラジカルの生成過程のダイナミクス

一酸化窒素（NO）は、一酸化窒素合成酵素（NOS）により、L-Arginine（Arg）を酸化することにより合成されるが、哺乳類において血管弛緩、情報伝達、免疫機能にかかわる重要な生理活性物質として知られている。それに対して種々のバクテリアに存在する NOS の機能は哺乳類の NOS（mNOS）と全く異なる。NOS の反応はチトクローム P450 と同様の機構で進行するが、その大きな特徴はプテリンが NO のヘム近傍に結合しており、電子供与体として働くことである。我々はパルスラジオリシス法により放射線耐性菌 *Deinococcus Redioduran* NOS（DrNOS）の反応機構を検討した。その結果、ミリ秒でのプテリンから酸素が結合した酵素へと電子が移動する過程が観測され、その後秒オーダーで基質参加に伴い、もとの酸化型に戻ることが分かった。この結果は、mNOS において提唱されてきた機構とは異なり、電子移動過程が律速となっていない。そこでこの差が種の違いによるものか測定法の違いによるものか検討するために、Rapid Freeze Quenching（RFQ）ESR 法により、還元型 NOS プテリン複合体と  $\text{O}_2$  飽和 buffer を混合して生成するプテリンラジカルを追跡した。その結果、図4で示すように、DrNOS ではミリ秒領域での速いプテリンラジカルの生成過程が観測され、mNOS と大きく異なることが確かめられた。

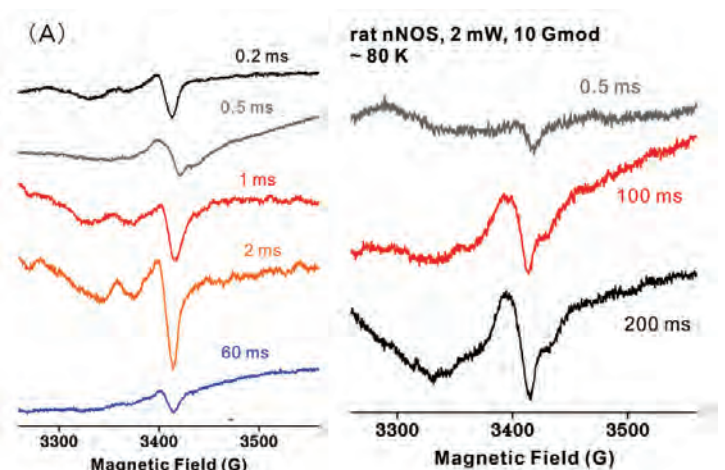


図4 DrNOS (A)および mNOS(B)の RFQ ESR 法 還元型 NOS Arg プテリン複合体と酸素飽和水溶液混合後の ESR スペクトル

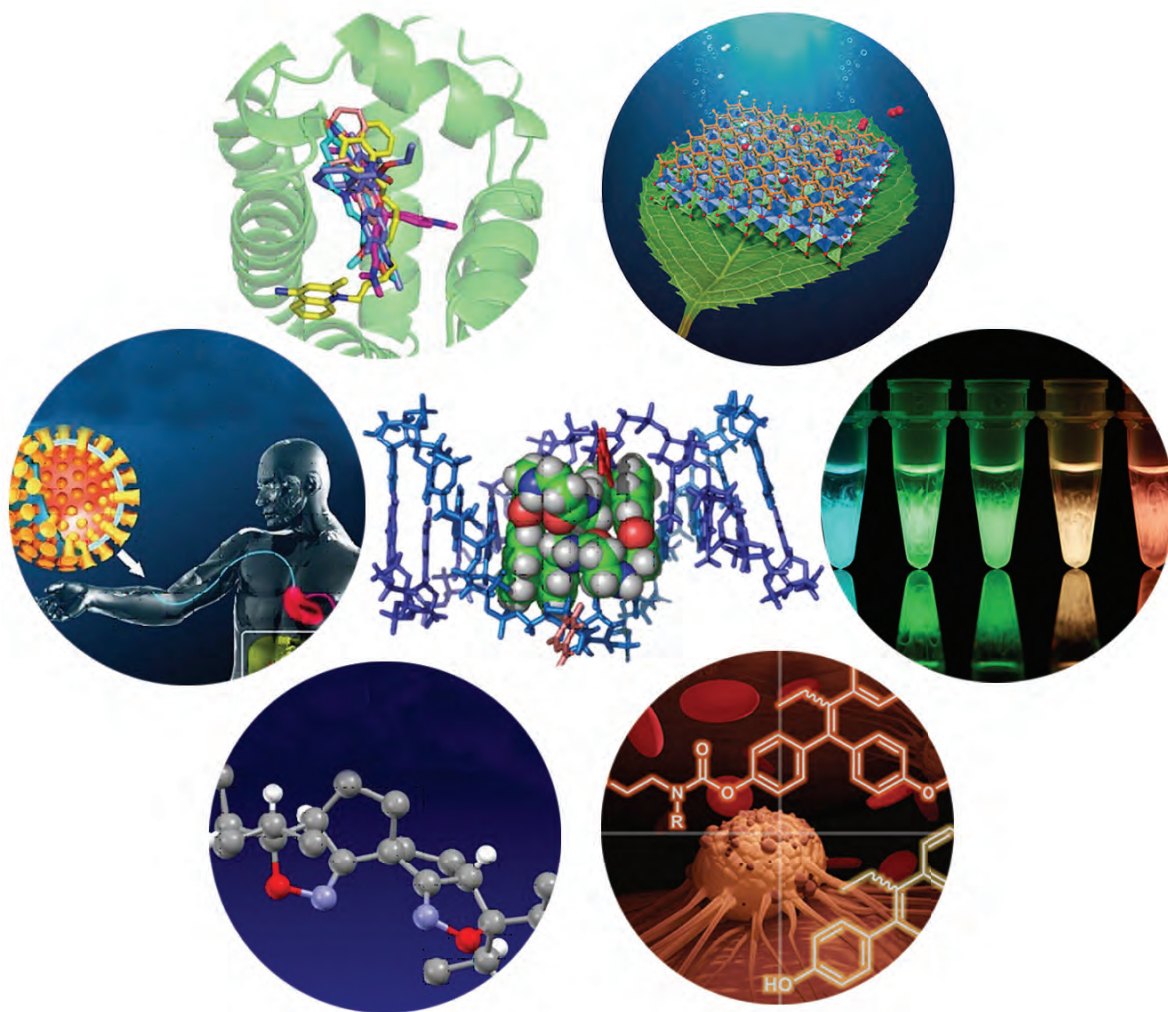
## 第3研究部門（生体・分子科学系）

### 概要

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

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

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



## 励起材料化学研究分野

教授	藤塚 守 (令和2年1月16日から)
准教授	藤塚 守 (令和2年1月15日まで)、川井 清彦、 小阪田 泰子(高等共創研究院)
招聘教授	宮田 幹二、杉本 晃
大学院学生	Daming Ruan、Jie Xu、Jiawei Xue、 Lei Xu、Xinxi Li、Shuya Fan、Zeyu Fan、田中 亜梨咲、 Zuoyue Liu、岡田 悠汰

### a) 概要

2020年1月に藤塚が教授に昇任し、従来の研究を発展させるとともに、新たな展開を図っている。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) 光をトリガーとした DNA 構造変化の制御
- 3) ナノ光触媒による光エネルギー変換
- 4) 振動分光の放射線化学への応用

### b) 成果

#### ・高励起状態ならびに反応中間体励起状態の反応ダイナミクス

われわれは種々の反応中間体を光励起することで従来検討されることのなかった反応中間体励起状態や高励起状態の化学を検討してきた。複数のビームを波長およびタイミングを制御し段階照射するマルチビーム化学をこれまで展開し、種々の新規反応を明らかにした。近年では、ラジカルイオンの励起状態をフェムト秒の時間領域で検討することで、基底状態とは異なる励起ラジカルイオンに特異的な反応を明らかにするとともに、有機伝導固体の光伝導との関連を示してきた。今年度は、九州大学大学院工学研究院応用化学部門の久枝教授ならびに嵩越教授の研究グループとともにビタミン B<sub>12</sub> 人工酵素の還元体である Co(I)種を化学還元で生成したのちに光励起することで、電子移動による含ハロゲン化合物の脱ハロゲン化を実現するとともに、フェムト秒レーザーフラッシュフォトリスによる過渡吸収測定により、Co(I)の励起状態ダイナミクスを検討することで、還元体励起状態特有の反応性を明らかにした。

#### ・光をトリガーとした DNA 構造変化の制御

時空間を制御して生体高分子の構造変化、すなわち、その機能をコントロールする手法開発が望まれている。我々はピレン (Py) が一電子酸化されると、もう一つの Py 分子と約 9 kcal/mol の会合エネルギーでダイマーラジカルカチオン (Py<sub>2</sub><sup>•+</sup>) を形成する事に注目してきた。Py を 2 分子導入した DNA を合成し、電子線パルス、および、照射により Py を酸化し、Py<sub>2</sub><sup>•+</sup> の形成速度から DNA のダイナミクスについて調べてきた。これは同時に、Py<sub>2</sub><sup>•+</sup> の形成により DNA 構造の変化を過渡的に制御できることを意味する。しかしながら、Py は疎水性が高いため Py 同士の相互作用が強く、酸化されずともダイマーが形成されてしまうという問題点があった。今年度は、Py の親水性を上げるため、Py をスルホン化した Py 誘導体 (SPy) を合成した。SPy を 2 分子導入した種々の配列の 1 本鎖 DNA (SPy<sub>2</sub>-ssDNA) を合成し、電子線パルス、および、光をトリガーとした SPy の酸化により、ssDNA の過渡的な環状化構造の形成に成

功し、その形成速度から ssDNA のダイナミクスを明らかにした。

#### ・ ナノ光触媒による光エネルギー変換

金ナノ粒子、金属酸化物半導体ナノ材料などの光触媒系における界面反応ダイナミクスを単一粒子・単一分子レベルで解明するとともに、超高速分光により電荷ダイナミクスを明らかにすることで、高効率なナノ光触媒を開発することを目的としている。今年度は、可視光を用いた水分解による水素発生の実現を目指し、価格的に安価で地球上にふんだんに存在する元素を用いた助触媒として二次元状の  $\text{Mo}_2\text{C}$  ナノシート ( $\text{Mo}_2\text{C}$ ) を超音波剥離により生成し、 $\text{CdS}$  の助触媒として適用した。 $\text{Mo}_2\text{C}$  を用いた場合には、 $\text{CdS}$  単独の場合や  $\text{Pt}$  を助触媒とした場合よりもそれぞれ 16 倍および 4 倍の高効率で水素発生することを確認した。さらに、 $\text{Mo}_2\text{C}$  と  $\text{CdS}$  間で高速な電荷分離が起こっていることを電気化学的測定ならびにフェムト秒レーザーフラッシュフォトリス測定により確認することで、界面での電子移動の重要性を明らかにした。また、触媒および助触媒界面での電子移動速度の重要性を明らかにすることを目的として、 $\text{g-C}_3\text{N}_4/\text{Pt}$  触媒系において、電子移動速度の励起波長依存性を検討した。 $\text{g-C}_3\text{N}_4$  のバンド端を励起した場合にはバンドを励起した場合よりも深いトラップに捕捉され、その結果、電子移動効率が低下するため、水素発生効率が低くなることを見出した。本結果は光触媒活性において、光電荷生成サイトの重要性を示すものである。

#### ・ 振動分光の放射線化学への応用

パルスラジオリシスによる反応中間体の反応ダイナミクスの検討には、多くの場合過渡吸収測定が用いられているが、分子構造変化の詳細を得るためには振動分光の適用が好ましいことより、われわれは時間分解共鳴ラマン ( $\text{TR}^3$ ) 測定をパルスラジオリシスに適用した。今年度は thiouracil などの一連の含硫黄芳香族化合物の酸化による dimer radical cation 生成に伴う構造変化を本測定を用い検討した。その結果、S-S 結合生成に伴う新たな振動の出現を確認し、さらに本実験系に適切な理論的モデルが検討され、過渡種の構造に関する知見が得られた。

## 機能物質化学研究分野

教授	笹井 宏明
准教授	滝澤 忍
助教	佐古 真
特任教授	北 泰行、平尾 俊一、藤岡 弘道
特任助教	近藤 健
博士研究員	Irshad MATTAN (令和元年 6 月 1 日～)
大学院学生	草場 未来、杉寄 晃将、Md. Imrul KHALID、中村 顕斗、Ankit KUMAR、Hettiarachchige Dona Piyumi WATHSALA、Tin Zar AYE (令和元年 10 月 1 日～) Mohamed Salem Hefni Salem MOHAMED (令和元年 10 月 1 日～) Chandu G KRISHNAN (令和元年 10 月 1 日～) Ganesh T KAMBLE (令和元年 10 月 1 日～)、Yuzhao JIANG、花谷 優太郎、東田 恵伍、古川 智大、松山 尚樹、若林 良知、Lingpeng ZHU、Hanseok PARK
留学生	Charlie LACROIX (～令和元年 6 月 29 日)、Romain LOSA (～令和元年 6 月 29 日)、Shahilan RATNAM (令和元年 9 月 24 日～11 月 22 日)
研究生	Tin Zar AYE (～令和元年 9 月 30 日) Mohamed Salem Hefni Salem MOHAMED (～令和元年 9 月 30 日)
事務補佐員	本多 綾香

### a) 概要

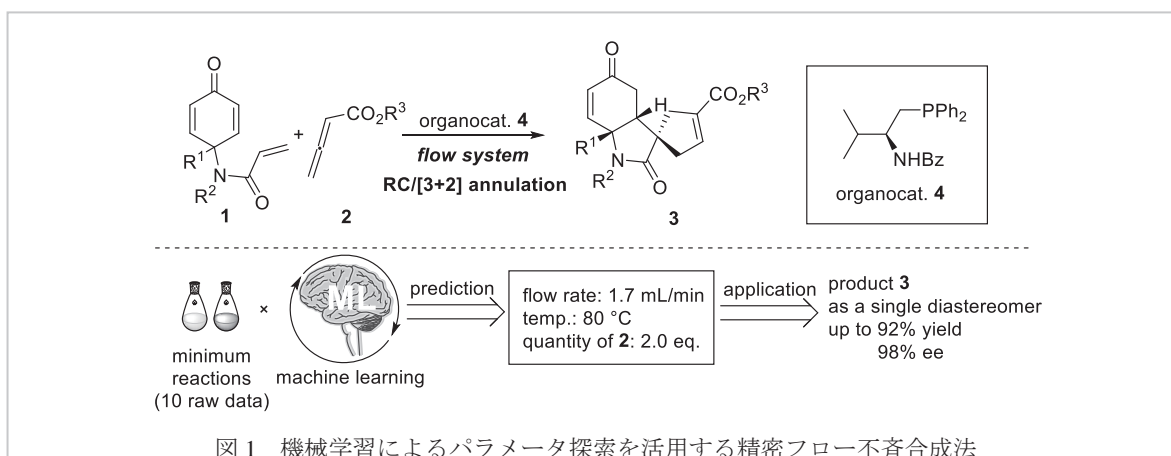
不斉触媒は、極微量の使用により医薬品原料などの有用な光学活性化合物を大量に供給できる。限りある資源を有効かつ最大限に活かし、環境汚染物質の排出を抑制するためには、実用的な高活性不斉触媒の開発が最重要課題の 1 つとなっている。当研究分野では、新しい触媒的不斉合成法の開発とその反応メカニズムの解明に積極的に取り組み、酵素的な作用機序で働く多機能な不斉触媒の開発に成功している。既存触媒の単純な不斉化とは異なる新しい活性化機構を基盤とする新規反応の開拓的研究である。現在、これら多機能不斉触媒の固定化、強固な骨格に基づく効果的不斉環境を有する新規光学活性配位子ならびに有機分子触媒の設計・創出を重点的に推進している。

### b) 成果

#### ・機械学習によるパラメータ探索を活用する精密フロー不斉合成法の開発

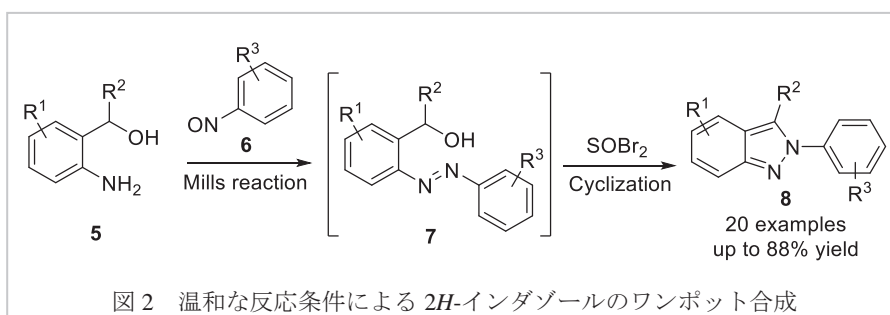
フロー合成法は、従来のフラスコ内で反応を行うバッチ合成法に比べ、環境負荷の低減、反応効率、安全性の面で次世代型合成法として注目を集めている。精密フロー不斉合成法は、医薬品などファインケミカル類の効率的合成を実現できるものの、試薬の当量などの従来のパラメータに加え、フロー反応装置由来のパラメータを探索する必要があり、効率的なパラメータ探索・最適化手法の開発が求められていた。このような背景の下、機械学習としてガウス過程回帰法を利用する最適反応条件探索法の検討を行った。本手法を適用する反応として、ジエノン **1** とアレン酸エステル **2**、有機分子触媒 **4** を用いる Rauhut-Currier 反応 (RC 反応) / [3+2]環化付加反応によるドミノフロー反応を選択した。本反応は、流速、反応温度、アレン酸エステルの当量によって、収率が大きく変化するため、これら 3 つのパラメータに対して、実験で得られた 10 例の実データと機械学習によって最適な反応条件を予測した (流速: 1.7 mL/min, 反応温度: 80 °C, **2** の当量数: 2 当量)。予測された反応条件を実際の反応系に適用したところ、最高 92% 収率、98% ee でスピロオキシインドール誘導体 **3** が得られた (図 1)。





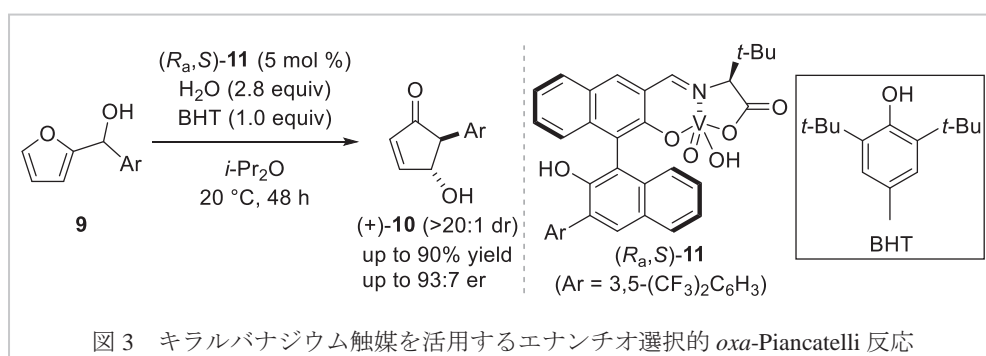
### ・ 温和な反応条件での 2*H*-インダゾールのワンポット合成法の開発

インダゾールはインドールやベンゾイミダゾールの生物学的等価体として知られる含窒素複素環化合物であり、創薬分野において注目を集めている。2位の窒素原子上に置換基を有する 2*H*-インダゾールの選択的合成法は、報告例が少なく、高温条件や金属触媒を必要としていた。そこで、室温条件で進行し、金属試薬を必要としない 2*H*-インダゾールのワンポット合成法の検討を行った。本反応は、2-アミノベンジルアルコール **5** とニトロソベンゼン **6** の Mills 反応によるアゾベンゼン **7** の形成、そして臭化チオニルの添加による分子内求核置換反応と芳香族化を経由することで、最高 88% で 2*H*-インダゾール **8** を生成する (図2)。本手法は高い基質一般性を示し、特にこれまで困難とされた 3位の炭素上に置換基を有する 2*H*-インダゾールのワンポット合成にも適用できる。また、臭素化条件下、有用な合成中間体である 3-ブロモ-2*H*-インダゾールの合成を行った。さらに、生成物 **8** を肝臓 X 受容体作動薬に変換することにも成功した。



### ・ キラルバナジウム触媒を用いるエナンチオ選択的 *oxa*-Piancatelli 反応の開発

4-ヒドロキシ-2-シクロペンテノン誘導体 **10** は、様々な天然物合成の合成中間体として重要な化合物群である。*oxa*-Piancatelli 反応は酸存在下で入手容易なフルフリルアルコール **9** から **10** を与える手法として注目されているものの、触媒的かつエナンチオ選択的に *oxa*-Piancatelli 反応を進行させた報告例は皆無であった。当研究室では、酸化触媒や酸触媒として機能するキラルバナジウム錯体の開発に成功しており、今回、本キラルバナジウム触媒を活用するエナンチオ選択的 *oxa*-Piancatelli 反応の開発を検討した。その結果、反応基質であるフルフリルアルコール **9** に小過剰量の水と BHT の存在下、キラルバナジウム触媒 (*R<sub>a</sub>,S*)-**11** (5 mol %) を作用させると対応する **10** が単一のジアステレオマー体として最大 70% の収率と最大 93:7 のエナンチオマー比で得られた (図3)。種々の対照実験の結果から、本錯体は Brønsted 酸および Lewis 酸能を有する多機能不斉触媒として働き、本反応の収率およびエナンチオ選択性を向上させていることが明らかとなった。



## 精密制御化学研究分野

教授	中谷 和彦
准教授	堂野 主税、村田 亜沙子 (令和元年 12 月 16 日より)
助教	村田 亜沙子 (令和元年 12 月 15 日まで)、柴田 知範、 山田 剛史 (令和 2 年 1 月 16 日から)
特任助教	山田 剛史 (令和 2 年 1 月 15 日まで)
博士研究員	ビモレンドウ ダス、ルー イーファン
客員研究員	サンジュクタ ムケルジー
大学院学生	宮川 晃一、村上 英太郎、八木 勇樹、川北 安理紗、岡本 竜政、沖西 淳哉、 小林 笙太郎、高島 裕介、陳 清文、櫻林 修平、倪 露、桑原 聡己、 迫 凜音、小柴 佑輔
学部生	邢 子鷺
研究生	張 陸艶
研究補助員	木村 真貴、須貝 亜矢子、原田 恭枝
事務補佐員	矢口 百合子

### a) 概要

精密制御化学研究分野では、有機合成化学を基盤に、DNA・RNA といった核酸分子のケミカルバイオロジーとナノテクノロジーに関する研究を行っている。mRNA や tRNA・rRNA、そして 2000 年以降に発見されたセントラルドグマ以外の細胞内で働く RNA (miRNA, siRNA, lncRNA, circRNA) を含めた核酸は、従来創薬標的とされていた蛋白質とともに、今後重要な創薬標的となると考えられている。近年核酸医薬品が盛んに研究されているが、さらにその次の世代を見据え、核酸を標的とする低分子による「低分子核酸創薬」を目指し、核酸と低分子の相互作用・核酸結合性低分子を用いた遺伝子発現制御に焦点を絞り、1) 核酸中の特殊構造に特異的な低分子リガンドの分子設計と、2) 分子生物学的手法を用いた RNA アプタマー創出の二つの方向からアプローチしている。また、ナノテクノロジーにおける精密材料としての DNA の高度利用を進めるために、核酸の反応性や物性の解明、化学修飾による新規物性の獲得を目指している。

### b) 成果

#### ・ CAG リピート結合分子によるハンチントン病モデルマウスのリピート短縮

ハンチントン病は、CAG リピートの異常伸長が原因の難治性の神経変性疾患であり、リピート長の増加により重症化することが知られている。本研究では、CAG リピート結合分子 NA が、ハンチントン病モデルマウスの異常伸長した CAG リピートを短縮させる作用があることを見出した。

CAG リピートが形成するスリップアウトと NA の相互作用を調べたところ、CAG リピートが長いほど NA がスリップアウトに結合すること、さらに NA が CAG スリップアウトの DNA 修復を阻害することを *in vitro* repair assay により確認した。またハンチントン病モデル細胞を NA で処理した後、異常伸長 CAG リピート長の解析を行ったところ、NA が CAG リピート短縮作用を示すことが明らかとなった。さらに NA の生体での CAG リピート短縮作用を検討するために、ハンチントン病モデルマウスに NA を投与したところ、マウスモデルにおいても CAG リピートの短縮が見られ、病態の根底にある異常

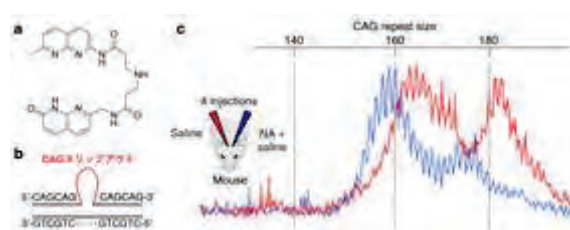


図 1. a) NA の化学構造. b) CAG スリップアウト構造. c) ハンチントン病モデルマウスにおける CAG リピート

蛋白凝集体を減少させることが明らかとなった。リピート結合分子による伸長リピート短縮誘導は、これまでに治療法がなかった神経難病の根本的治療へとつながることが期待される。

#### ・CMBL と CAG リピート RNA との複合体構造解析

異常伸長した CAG/CTG リピートは、ハンチントン病や筋剛直性ジストロフィーなどの難治性疾患発症の原因配列である。リピート結合分子は、リピート病の発症遅延や抑制、症状軽減への薬剤となることが期待されている。本研究では、CAG リピート RNA に結合する合成小分子リガンドを創製し、その RNA との複合体構造を X 線結晶構造解析により明らかにした。

二分子の 2-アミノ-1,8-ナフチリジン骨格を環状に連結し、配向と位置を制御した CMBL 誘導体を設計、合成した。CAG リピート RNA に対して良好な選択性と親和性を示した CMBL3a (図 2) について、その結合様式を解明するため、ポーランド科学アカデミーの Kiliszek 博士と共同研究を進め、X 線結晶構造解析に成功した。1) 二本鎖会合した CAGCAG ユニットに対して、2 分子の CMBL3a が結合、2) ナフチリジン部位が、A-A ミスマッチの A を水素結合を介して認識、3) 2 つの GC 塩基対が解かれ、らせん構造からフリップアウトしたユニークな構造をもつ。以上の詳細な複合体構造解析は、分子認識機構を解明するとともに、リガンド分子設計への示唆に富み、新規リガンド創製に有用である。

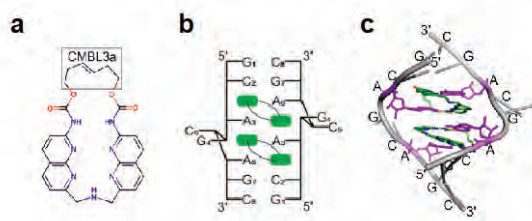


図 2. a) CMBL の化学構造. b) CMBL3a と RNA (5'-GCAGCAGC-3')との複合体二次構造. c) X 線構造.

#### ・剛直なリンカーで結合した G-G ミスマッチ結合分子による DNA 二重鎖間複合体の形成

本研究では、DNA 二重鎖中のグアニン・グアニン (G-G) ミスマッチを認識するために、新規ナフチリジン四量体 p-NCTB を設計・合成した。p-NCTB は、G-G ミスマッチを認識する 2 つのナフチリジンカルバミン酸二量体 (NCD) 部位を剛直な構造を有する p-ビフェニルリンカーで共有結合した構造を有している。(図 3 上) Native-gel 電気泳動や円偏光二色性測定 (CD)、Tm 測定の結果より、p-NCTB は、異なる DNA 二重鎖中の 2 つの dCGGG/dCGGG サイトを同時に認識して非共有結合的に架橋していることが示された。このような性質から、p-NCTB は重篤な神経変性疾患である ALS/FTD の原因配列である G4C2 リピートに強く結合することが示唆され、今後 ALS/FTD の発症・重症化の原因解明のための分子プローブとしての応用が期待される。

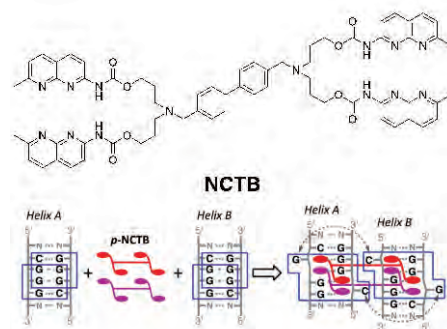


図 3. (上) NCTB の化学構造. (下) NCTB の結合様式の概略図

#### ・合成小分子 BzDANP によるマイクロ RNA 生成過程の障害メカニズムの解明

マイクロ RNA (miRNA) は、相補的な配列をもつメッセンジャー RNA に結合することでその翻訳を制御している。miRNA は、前駆体である pre-miRNA (precursor miRNA) が酵素 Dicer によって切断されることにより生成する。この pre-miRNA の切断反応を抑制もしくは亢進する小分子化合物は、miRNA を標的とした創薬研究への展開が期待されている。本研究では、合成小分子 BzDANP が pre-miR-136 のシトシンバルジ構造に結合することで、Dicer による pre-miR-136 切断反応を阻害することを明らかにした。またこの阻害効果は、pre-miR-136・BzDANP・Dicer の三者複合体の形成によることが示唆された。

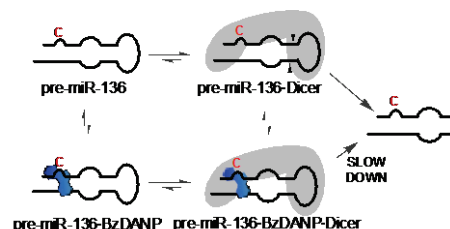


図 4. BzDANP と pre-mir-136 の結合と、切断反応阻害の概略図

## 複合分子化学研究分野

教授	鈴木 孝禎 (令和元年 6 月 1 日採用)
助教	樋口 雄介 (令和元年 6 月 15 日退職)、山下 泰信 (令和 2 年 1 月 1 日採用)
特任助教	黒原 崇 (令和元年 8 月 16 日採用)、三宅 由花 (令和元年 8 月 16 日採用、令和元年 12 月 31 日退職)
特任研究員	Remy Narozny (令和元年 8 月 1 日採用)、三宅 由花 (令和元年 6 月 1 日～令和元年 8 月 15 日)、黒原 崇 (令和元年 6 月 1 日～令和元年 8 月 15 日)
研究員	田中 啓太 (令和元年 10 月 1 日採用)
招へい准教授	伊藤 幸裕 (令和元年 8 月 1 日採用)
招へい教員	太田 庸介 (令和元年 8 月 1 日採用)
事務補佐員	本多 綾香 (令和元年 7 月 1 日採用)

### a) 概要

DNA の塩基配列の変化に依存しないで遺伝子の発現 (DNA から RNA への転写) を制御する機構は「エピジェネティクス」と呼ばれている。ヒストンのリシン残基のアセチル化やメチル化がエピジェネティクス機構の一つであることが知られている。エピジェネティクスに異常が起こると、細胞は、必要のない遺伝子を発現し、必要な遺伝子の発現を抑えてしまう。このエピジェネティクス異常により、細胞は正常に働けなくなり、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

#### ・ Structure-Based Drug Design による SIRT2 選択的不活性化薬の創製と生物活性評価

NAD<sup>+</sup>依存的なヒストン脱アセチル化酵素 sirtuins のアイソザイムの一つである SIRT2 は、がんやアルツハイマー病、うつ病などの難治性疾患に関与することから、SIRT2 選択的阻害剤は、抗がん剤や神経精神疾患治療薬として期待されている。我々は、SIRT2 と阻害薬の複合体の X 線結晶構造を独自に取得し、その構造を基に、SIRT2 選択的阻害薬を設計した (図 1)。その結果、SIRT2 の NAD<sup>+</sup>依存脱アセチル化触媒作用を受けることにより酵素内で生成した ADP-ribose 複合体が、「基質結合サイト」「NAD 結合サイト」「SIRT2 選択的結合ポケット」の 3 つのポケットを同時に占有することで、強力かつ選択

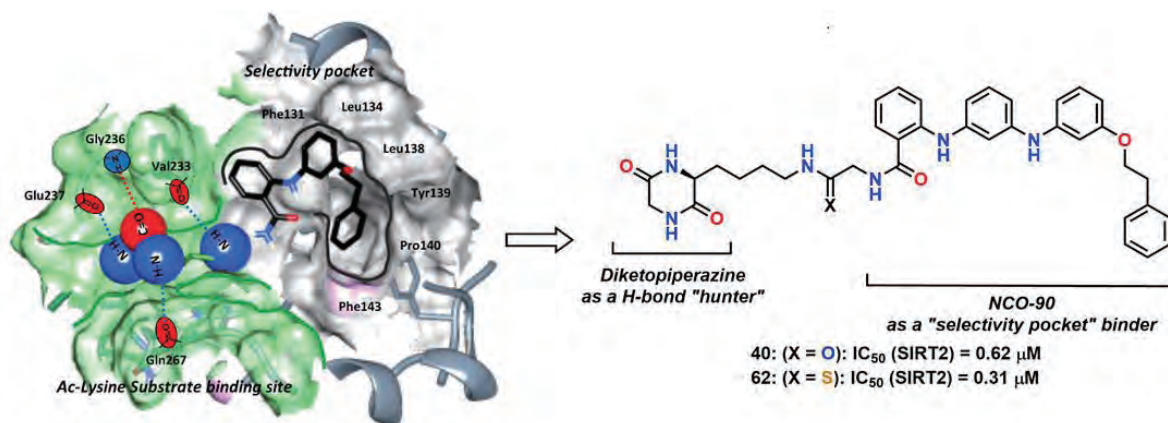


図 1 SIRT2 選択的不活性化薬 40、62 のドラッグデザインとその SIRT2 阻害活性

的に SIRT2 を阻害することを明らかにした (図 1)。本 SIRT2 選択的不活性化薬 **40** および **62** は、高い乳がん細胞増殖阻害活性、高い神経成長活性を示したことから、本 SIRT2 阻害薬の抗がん剤、神経精神疾患治療薬としての可能性が示された (Mellini, P.; Itoh, Y.; Kurohara, T.; Miyake, Y.; Suzuki, T. *et al. J. Med. Chem.* **2019**, *62*, 5844–5862.)。

#### ・マンゴスチン抽出液からの SIRT2 選択的阻害薬の探索

上述の通り、SIRT2 は、がんやアルツハイマー病、うつ病などの難治性疾患に関与することから、SIRT2 を阻害する食物成分の探索も興味深い。そこで、天然資源からの SIRT2 選択的阻害薬の探索研究も行った。その結果、果実のマンゴスチンの成分の一つである  $\gamma$ -mangostin が SIRT2 を選択的に阻害することを明らかにした (図 2)。さらに、 $\gamma$ -mangostin は、乳がん細胞増殖阻害活性、神経成長活性を示したことから、 $\gamma$ -mangostin を含む果実マンゴスチンが抗がん作用、神経精神疾患改善作用をもつ可能性を示した。マンゴスチンは、機能性食品として期待される (Yeong, K. Y.; Itoh, Y.; Suzuki, T. *et al. Bioorg. Chem.* **2020**, *94*, 103403.)。

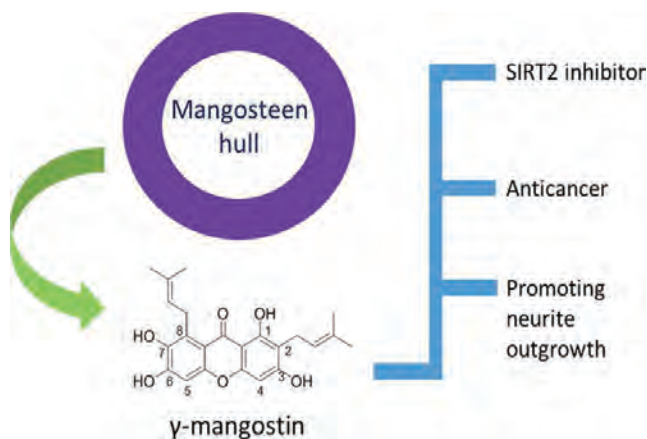


図 2 SIRT2 阻害活性を示す  $\gamma$ -mangostin の発見

#### ・ヒストンのメチル化に必要な S-adenosylmethionine (SAM) 濃度を低下させる茶カテキンの発見

ヒストンのメチル化は、細胞内の様々な因子と共同して細胞の遺伝子発現を制御しており、そのメカニズムの異常は多くの疾患の原因となり得ることが知られている。この中で、近年、メチル基転移酵素や脱メチル化酵素といったメチル基の修飾酵素と並び、メチル基転移酵素が補酵素として利用する S-adenosylmethionine (SAM) の細胞内濃度の変化が、細胞内の各種メチル基転移反応の速度に直接的に影響を与え、ヒストンのメチル化状態の変化に寄与することが報告され、SAM の細胞内濃度は細胞全体のメチル化ポテンシャルを規定する重要な因子として考えられるようになってきている。そこで、SAM 検出のための蛍光プローブ ISOp-8 を用いて、細胞内 SAM 濃度を低下させる化合物のスクリーニングを行ったところ、ヒット化合物として茶カテキンを見出した (図 3)。実際に、茶カテキンは、ヒストンの特定の部位のメチル化レベルを低下させた。本研究により、茶カテキンの抗がんメカニズムの一端が解明された (Ogihara, S.; Komatsu, T.; Itoh, Y.; Miyake, Y.; Suzuki, T.; Urano, Y. *et al. J. Am. Chem. Soc.* **2020**, *142*, 21–26.)。

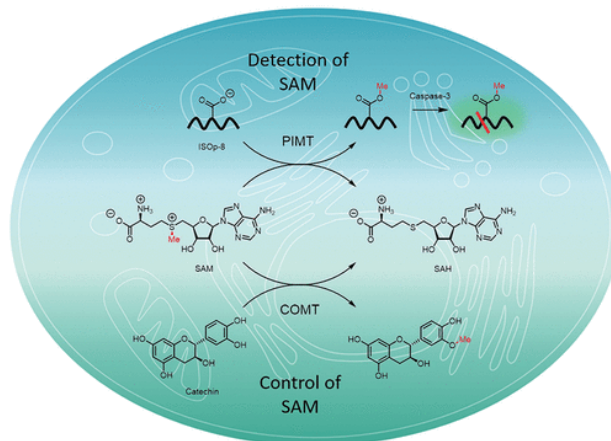


図 3 SAM 濃度を低下させる茶カテキンの発見

#### ・新規ヒストン脱メチル化酵素 KDM5 阻害薬の創製

ヒストン脱メチル化酵素の一つである KDM5 は、がんの増殖や薬剤耐性に関与することから、KDM5 阻害薬は、新たな作用機序の抗がん剤として期待されている。KDM5 の活性中心に在る Fe(II) イオンに配位し得る構造の探索により、KDM5 を阻害する新規構造である *o*-ヒドロキシアニリドを見出した (図 4)。本化合物は、細胞中でも KDM5 阻害活性を示すことを明らかにした。今後、本構造を基にした KDM5 阻害薬の創製が期待される (Jaikhan, P.; Itoh, Y.; Suzuki, T. *et al. Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2019**, *29*, 1173–1176.)。

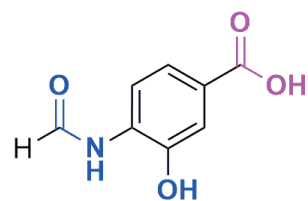


図 4 KDM5 を阻害する新規構造

## 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
特任准教授	岡本 一起
助教	立松 健司、曾宮 正晴
特任研究員	湯川 祐美、高井 みな実（～令和元年 9 月 30 日）、石谷 一乃（平成 31 年 6 月 1 日～令和元年 9 月 30 日）
大学院生	藤 菲（～令和 2 年 3 月 31 日）、李 昊、大関 俊範、藤田 和代（～令和 2 年 3 月 31 日）、行武 拓哉（～令和 2 年 3 月 31 日）、小出 成実（平成 31 年 4 月 1 日～）、七原 匡哉（平成 31 年 4 月 1 日～）、酒井 克輝（平成 31 年 4 月 1 日～）、石井 裕太（平成 31 年 4 月 1 日～）、孫 定国（平成 31 年 4 月 1 日～）、練 雨佳（令和元年 10 月 1 日～）
事務補佐員	村井 摩由子（～令和 2 年 3 月 31 日）

### a) 概要

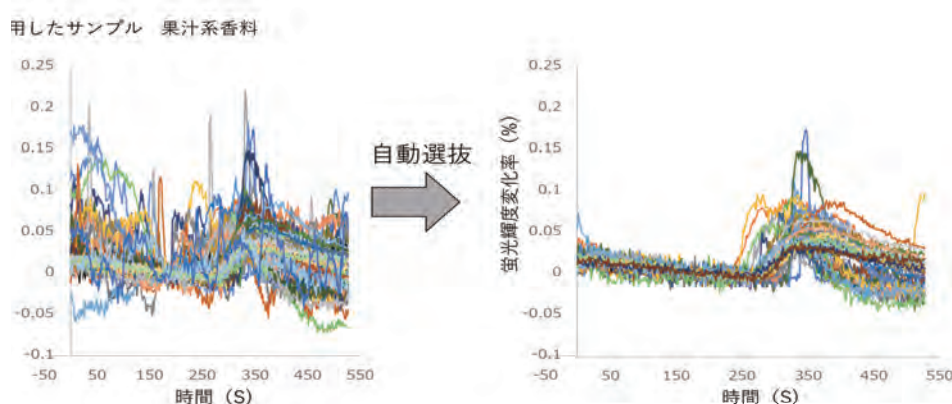
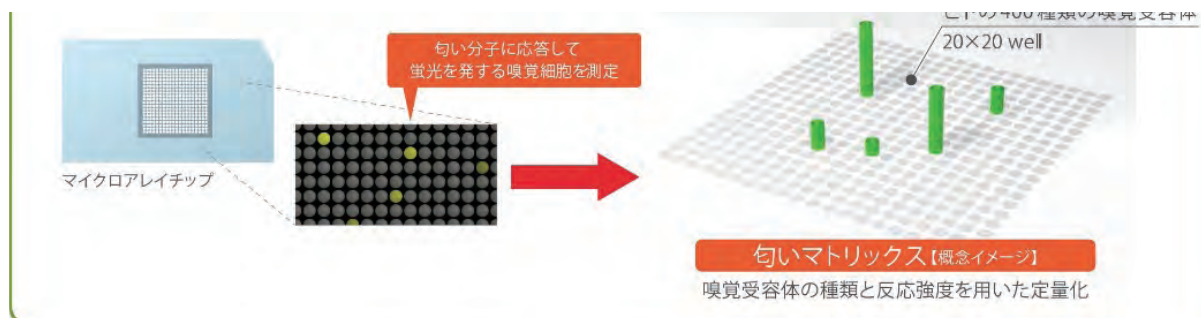
当研究分野では、生体分子間の相互作用（反応）に基づく様々な生命現象を解明し、その作動原理に基づく技術を開発し、バイオ関連産業、特にバイオ医薬品開発に資することを目標としている。具体的には、生体内の特定組織や細胞を認識し感染するウイルスをモデルとする薬物送達システム（バイオナノカプセル）、独自開発した全自動 1 細胞解析単離ロボットをコアとする 1 細胞解析技術（1 細胞育種、モノクローナル抗体迅速樹立、嗅覚細胞解析）、抗体分子のナノレベル整列固定化技術（超高感度バイオセンサー）、生体内の病原タンパク質を選択的に除去するバイオミサイル技術等の開発を行っている。基本的な細胞プロセスであるエンドサイ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

### b) 成果

#### ・ヒト嗅覚受容体センサーの開発

人間の視覚や聴覚の情報はデジタル化され「情報の正確な記録と再現」が可能となっており、映像作品や音楽として商業的に活用されている。一方で、嗅覚情報は「匂いの基準」となるものが存在せず、匂いを正確に表現することが困難であった。私たちはヒトの約 400 種類の嗅覚受容体を発現する細胞からなる嗅覚受容体センサーを開発した。この匂いセンサーはヒトの嗅覚受容体を網羅的に発現させて、ヒトが匂いを感じる仕組みをアレイ上で再現したものである。各嗅覚受容体の応答は細胞内カルシウムイオンの濃度変化をカルシウム指示薬の蛍光強度に変換し、約 400 種類の嗅覚受容体の応答を一括測定することができる。これにより、約 400 種類の嗅覚受容体の応答をまとめた匂いの基準「匂いマトリックス」の作成、すなわち嗅覚情報のデジタル化が実現される（図 1 右）。しかしながら嗅覚受容体は匂い分子の無い条件下でも熱的な揺らぎによりランダムに活性化しており、この生物学的なノイズは、イメージングセンサーの電気的なノイズと相まって解析を難しくしている。一定以上のカルシウム濃度変化を示す細胞を選抜した後、前述のノイズにより匂い応答陽性と誤って判定された（偽陽性）細胞は、これまで解析者の判断により除外していたが、匂い測定ではしばしば数千～数万個の細胞が応答し、この中から偽陽性細胞に由来するデータを取り除くのに大きな労力を要していた。今年度の研究開発で私たちは、陽性細胞由来データを解析者が選抜した結果を AI に学習させて、AI を活用したノイズ除去プ

プログラムを開発して選抜過程を自動化することに成功した（図2）。今後は、ヒト嗅覚受容体センサーを食品、化粧品、芳香剤の開発段階や医療診断用途に最適化すべく応用用途開発を続行する予定である。



### ・銅アミン酸化酵素触媒反応における結晶内コンフォメーション変化の熱力学解析

銅アミン酸化酵素は一級アミン類の酸化的脱アミノ反応を触媒する酵素である。本酵素は、哺乳類から微生物までの幅広い生物種に存在し、生物種によって様々な生理的役割を持っている。本研究では、銅アミン酸化酵素の触媒反応の際に起こる構造変化を精密に解析することに成功した。ポリビニルアルコールで結晶を包み、湿度調節ガスを吹き付けながら回折測定を行う Humid air and glue-coating method (HAG 法) を利用し、厳密に温度制御された非凍結結晶において、同酵素の反応中間体の X 線結晶構造解析を行なった。その結果、従来の凍結結晶を用いる方法では見ることができない“生きた状態”の構造変化を観察することができた（図3）。特筆すべき成果として、結晶の温度を変化させることにより、構造変化にともなう熱の出入り（エンタルピー変化）やミクロの乱雑さの変化（エントロピー変化）といった熱力学的測定を世界で初めてタンパク質結晶のまま行うことに成功した。さらに、得られた熱力学的パラメーターから、結晶内でのタンパク質の動きは、希薄な水溶液中よりも、多くのタンパク質が高濃度存在する細胞内の状態に近いことを明らかにした。

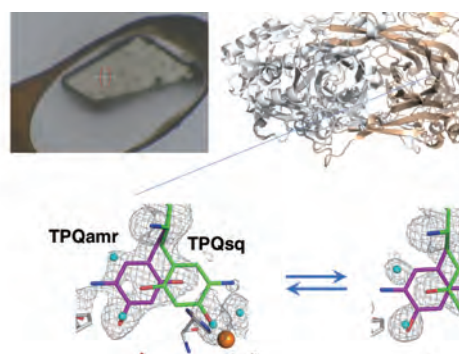


図3 HAG 法によってマウントされた銅アミン酸化酵素の非凍結結晶 (A) と温度変化による触媒反応中間体の平衡移動 (B)

## 生体分子制御科学研究分野

教授	西野 邦彦
准教授	西 毅、山崎 聖司（兼任：高等共創研究院）
助教	西野 美都子
特任准教授	中島 良介
特任助教	Martijn ZWAMA
特任研究員	西 晶子、林 克彦、西村 巖
大学院学生	山岸 亜美、藤原 将祐、米田 智廣、中尾 香
学部生	内田 和志、古閑 修輝、徳光 津名魅、中野 草平、ワイズ 健、井川 創太、 池邊 美季、岸 勝太、中村 透唯
招へい教授	山岸 純一、松本 佳巳
特任技術職員	福島 愛子
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。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を目的として研究を推進している。ポンプとその制御因子をターゲットとした阻害剤を開発することで、新規治療法の確立を目指している。

### b) 成果

細菌の多剤耐性化に関与するRND型多剤排出ポンプの進化的解析を行い、インフルエンザ菌がなぜβ-ラクタム系抗菌薬に感受性を示すのかを明らかにしました。また、インフルエンザ菌に存在する薬剤排出ポンプには、本菌の感染症治療に用いられるβ-ラクタム系抗菌薬を含め、幅広い薬剤を排出する能力が備わっていることを証明し、これが本菌における潜在的なリスクであることも明らかにした。さらに複数の細菌に存在する、数百個ものRND型薬剤排出ポンプを解析することで、初めてこれらポンプ間の系統発生に関する知見を得ることに成功した。インフルエンザ菌の多剤排出ポンプAcrB (AcrB-Hi) が、進化上、比較的古い排出ポンプであることを明らかにし、新しいポンプである大腸菌AcrB (AcrB-Ec) との機能を比較して解析を行った。近年、多剤排出ポンプによって引き起こされる多剤耐性菌を克服するために、様々な阻害剤が開発されているが、本研究成果から考えられることは、これら阻害剤が、例えば、進化的に古いインフルエンザ菌のポンプに効力を示さない等、全てのRND型の多剤排出ポンプを阻害できない可能性があることである。

本研究では、排出ポンプAcrBに加えて、外膜タンパク質OmpP2との組み合わせで、インフルエンザ菌のβ-ラクタム系抗菌薬感受性が決定されていることを分子的に説明しており、本成果は、新たな知見を提供するものである。数百種類にもおよぶ排出ポンプの系統解析は、これまでに研究されていなかった他の細菌や生物に存在する排出ポンプの機能と分類を予測するのにも役立つと考えられます。細菌における抗菌薬の薬物動態および、進化を含む多剤排出ポンプによる分子防御機構に関する知識は、新規抗菌薬の開発と多剤耐性細菌を克服するために重要なものである。

インフルエンザ菌b型 (Hib) は、臨床的に問題となっている病原細菌であり、今日、抗菌薬に耐性を示す細菌の出現が、世界中で、人の健康の脅威となっている。細菌多剤耐性化機構の1つとして、RND型排出ポンプの存在があり、このポンプは、多くの構造的に関連性のない抗菌薬や毒物を排出する。本研究で、インフルエンザ菌の多剤排出ポンプAcrB (AcrB-Hi) が、進化上、比較的古い排出ポンプであることを明らかにし、新しいポンプである大腸菌AcrB (AcrB-Ec) との機能を比較して解析を行った (図1)。AcrB-Hiは、AcrB-Ecから系統的に離れているにもかかわらず、Hib感染症治療に用いられるβ-ラクタム系抗菌薬を含め、AcrB-Ecと同様に幅広い薬剤を排出する能力が備わっていることを実験的に証明した。すなわち、RND型ポンプにみられる多剤排出能は進化的に獲得されたものではない可能性があり、



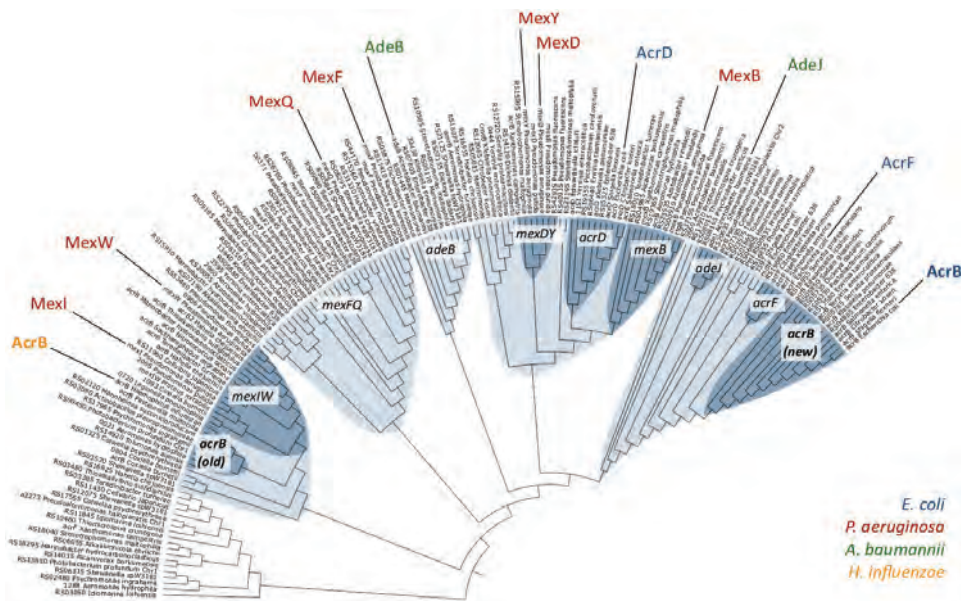


図1: RND型多剤排出ポンプの系統樹。クラスター毎に青色で表示しており、その中に存在するサブクラスターは濃い青色で示す。インフルエンザ菌AcrBポンプ (AcrB-Hi) は左側に存在しており、大腸菌AcrB (AcrB-Ec) は右に位置している。

古来、この能力が備わっていたことが示唆される。

進化したAcrB-Ecには、薬物結合ポケットにアミノ酸であるフェニルアラニンに富んだ疎水性トラップがあり、これはAcrB-Hiにはない特徴である (図2)。排出ポンプ阻害剤であるABI-PPがこのトラップに強く結合して、フェニルアラニン残基と強く結合することを以前に発見したが (*Nature* 1;500 (7460), 2013)、本研究で、AcrB-Hiは阻害剤によって機能が抑制されないことが分かった。また、AcrB-Ecは抗菌薬排出に加え、非常に効率的に胆汁酸塩も排出するが、AcrB-Hiの胆汁酸排出能力はとても低いものであり、このことから、大腸菌が生息する胆汁酸塩が富んだ環境に適合するためにポンプも適応したことが示唆される。

次に、AcrB-Hiが多くのβ-ラクタム系抗菌薬を効率的に排出するにも関わらず、なぜ、インフルエンザ菌がβ-ラクタム系抗菌薬に感受性を示し、本薬による治療が効果的であるのか、その理由を明らかにしたいと考えた。その結果、口径が広い外膜タンパク質OmpP2がインフルエンザ菌に存在することが、その理由であることが分かった。OmpP2が存在することにより、β-ラクタム系抗菌薬はより効率的にインフルエンザ菌の中に入流し、この効率的な流入がAcrB-Hiポンプによる能動的排出を相殺していることが分かった。

本研究における実験結果から、RND型排出ポンプによる多剤排出能は古来備わっているものであることが考えられる。AcrB-Ecは進化して、ピットがよりフェニルアラニンが富んだ状態になり、より効率的で特異的なポンプとなったと考えられるが、その結果、阻害剤によって機能が抑制されることになったことは、細菌にとって不利な予期せぬ進化の結果であったことが示唆される。将来的にAcrB-Hiポンプが過剰発現し、外膜タンパク質OmpP2の変異や発現の低下により、現在β-ラクタム系抗菌薬に感受性であるインフルエンザ菌Hib株が多剤耐性化して臨床的に問題になる可能性がある。

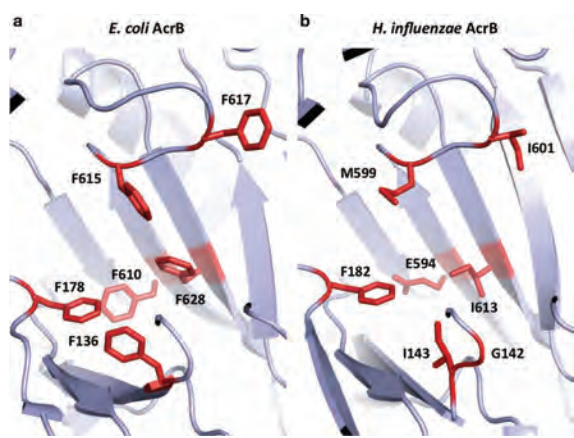


図2: 進化したAcrB-Ec (大腸菌ポンプ) に存在するフェニルアラニン残基に富んだ領域と系統的に古いAcrB-Hi (インフルエンザ菌ポンプ) との比較。AcrB-Ecにはこの領域にフェニルアラニンが6個存在しているのに対して、AcrB-Hiには1個しか見当たらない。

## 生体分子機能科学研究分野

教授	永井 健治
准教授	松田 知己
助教	服部 満、長部 謙二
特任准教授	和沢 鉄一
特任助教	圓谷 徹之
特任研究員	加来 友美、Kai LU、京 卓志、杉浦 一徳、福島 俊一
大学院学生	Nadim MD. HOSSAIN、Quang TRAN、Israt FARHANA（令和元年7月31日まで） Quang Cong VU、Eunike Priscilla TANIO、杉浦 名栄、Zhai LE、伊藤 友希乃、 中谷 亮介、Xue PENG、Chaochen KANG
学部学生	田中 奏希、田中 陸登、野間 涼平
技術補佐員	井上 博子、池上 由紀子（平成31年4月16日から）
事務補佐員	酒井 和代、酒井 朝子（平成31年4月16日から）

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・耐酸性光スイッチ型緑色蛍光タンパク質の開発

リソソーム等の酸性細胞小器官（50-1500 nm）は、生体分子や細胞内小器官との融合や分裂を通して、生体分子の修飾・輸送・分解など、生命活動に幅広く関わっており、2016年のノーベル医学・生理学賞を受賞した大隅良典博士が発見したオートファジーも、酸性細胞小器官に関わる生命現象の一例である。酸性細胞小器官の細かい動態や、酸性細胞環境中の微小構造を観察するためには、光の回折限界（ $\sim 300$  nm）を超えた解像度の観察ができる超解像顕微鏡法が有効である。超解像法には、タンパク質標識が簡便で、細胞に対する毒性が比較的小さい、光スイッチ型の蛍光タンパク質をタグが幅広い研究者に利用されている。しかし、現在報告されている光スイッチ型の蛍光タンパク質の多くは、pH

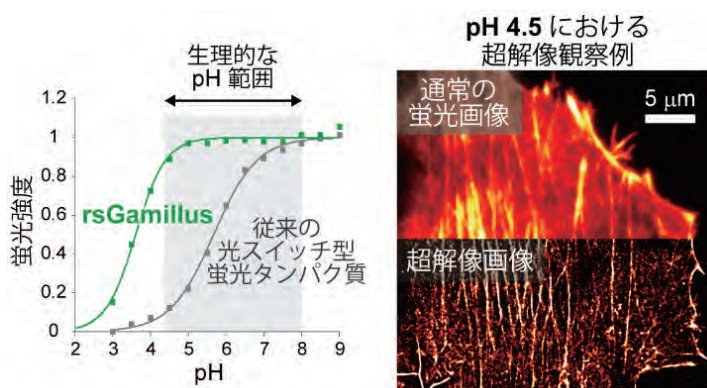


図1. (左) pHと蛍光タンパク質の蛍光強度の相関図。(右) 人工的に模した酸性細胞環境 (pH 4.5) 中における、アクチンという細胞骨格タンパク質を rsGamillus で標識した哺乳類細胞の蛍光画像。超解像顕微鏡観察により、分解能の向上した細胞画像を取得できることを証明した。

5-6以下の酸性環境で蛍光が消失する問題点がある。本研究では、当研究室にて開発した日本産ハナガサクラゲ由来の耐酸性の緑色蛍光タンパク質“Gamillus”に対して、立体構造情報に基づく分子設計、遺伝子変異導入を行い、超解像観察に適した光スイッチのコントラストを持つ変異体 rsGamillus を開発

した[1,2]。rsGamillus は、既存の可逆的光スイッチ蛍光タンパク質が蛍光を失う pH5-6 以下の酸性環境でも安定した蛍光を放つことが分かった (図 1、左)。また、細胞酸性環境中 (pH 4.5) での 1 分子蛍光の輝点重心計測に基づく超解像顕微鏡観察への応用にも成功した (図 1、右)。rsGamillus を用いた研究により、酸性細胞環境で起こる未知の生命現象の発見や、酸性環境中の分子異常が関わる疾病メカニズム解明等の進展が期待される。

### ・ LOTUS-V による個体内脳活動イメージング

ヒトの脳内では 1000 億個以上の神経細胞がきわめて複雑なネットワークを形成し、神経細胞間における電気シグナルの伝搬を通して認知・行動・記憶などの高次脳機能を実現している。これらの脳機能の詳細を理解するために、従来は電極を用いた脳計測が行われてきた。しかし、電極を用いた脳活動の計測では電極にケーブルを接続する必要があり、特に自由行動中や社会性行動中の複数個体の動物における脳計測においてはケーブルが絡まるなどの問題により、測定が困難であった。そこで、生物発光膜電位センサーである LOTUS-V を利用することで電極とケーブルを必要としない新規脳活動計測法を開発した。[3]

LOTUS-V は、神経細胞膜が分極しているときに水色、脱分極しているときに黄緑色を発光する生物発光膜電位センサーである。アデノ随伴ウイルスを介して LOTUS-V を脳内の観察したい領域の神経細胞にのみ導入することができる。さらに、発光基質を含む液を脳内に浸透させることによって、LOTUS-V は平均で 3 時間 (最長 7 時間) に渡って発光するようになり、観察領域の発光色変化を測定することによって電気的活動を検出することができる。暗箱内に設置した科学計測用高感度 CCD カメラでマウスの行動に伴う発光色

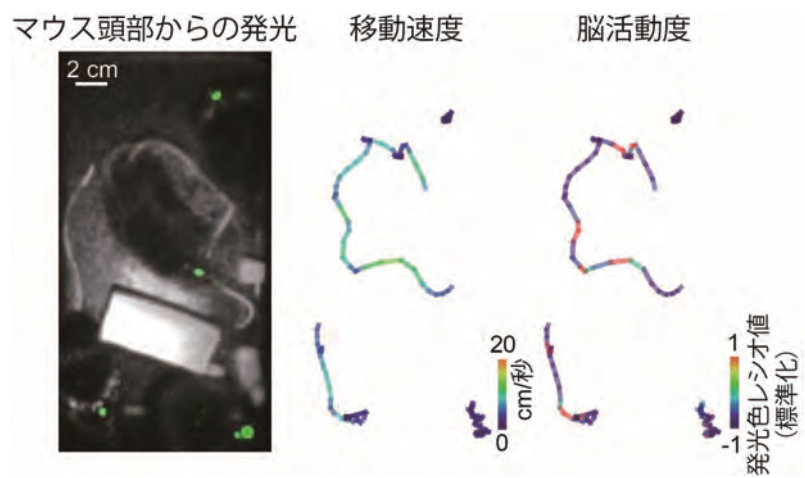


図 2 (左) 四匹のマウスにおける一次視覚野からの発光シグナル (緑)。(中央) マウスの移動速度、及び (右) 脳活動度 (標準化された黄緑色/水色発光レシオ値) をそれぞれ疑似カラーにより可視化、時間ごとに変化する様子を移動の軌跡とともに示した。

の変化を計測することで、従来の計測手法よりもはるかに簡便に自由活動中のマウスの脳活動計測が可能となった。ワイヤレスな観察が行えるため、ケーブルによって動物行動が制限されることなく、複数の動物の同時観察が可能であることを示すことができた。この手法により、ミリ秒の時間分解能でダイナミックに変化する脳活動の検出に世界で初めて成功した。(図 2) さらに、マウスが互いに接触する際に一次視覚野と呼ばれる脳部位の神経活動が有意に上昇することを世界で初めて発見した。これらの結果は、今回開発された計測法が未知の脳機能を発見する手段として有用であることを示している。今後、これまで研究が困難であった複数動物間のコミュニケーションなどの社会性行動を司る脳機能の解明、そして自閉症スペクトラム・対人恐怖症・注意欠陥多動性障害などといった関連する精神疾患の研究・治療などへの貢献が期待される。

[1] Shinoda et al., Acid-Tolerant Monomeric GFP From *Olindias Formosa*. *Cell Chem Biol.*, 25(3), 330, 2018  
 [2] Shinoda et al., Acid-Tolerant Reversibly Switchable Green Fluorescent Protein for Super-resolution Imaging Under Acidic Conditions. *Cell Chem Biol.*, 26(10), 1469, 2019  
 [3] Inagaki et al., Imaging local brain activity of multiple freely moving mice sharing the same environment. *Scientific reports*, 9(1), 7460, 2019

# 新産業創成研究部門

## 概要

本研究部門は、平成 18 年 10 月に設置され、産研の持つ産業界との密接な連携の伝統を生かし、21 世紀の科学技術・産業技術の発展を先導する先端的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「研究成果を新産業の創成に結びつける研究」を行っていく研究部門である。当部門は、「新産業創造システム研究分野」および「知的財産研究分野」の 2 つの研究分野から構成されている。

これら 2 つの所属研究分野の主たる研究内容は、以下の通りである。

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

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

## 新産業創造システム研究分野

特任教授 小倉 基次

### a) 概要

11月13日に産業科学研究所講義室にて、菅沼所長、Jo De Boeck imec CSO&executive vice president, Chris Van Hoof imec fellow&vice president出席のもと、第8回imec Handai International Symposiumを開催した。併行して、大阪大学COIは、合計9年間事業の中で、最終フェイズのphase3に入り、18社、16研究機関の研究成果の社会実装を目指して推進した。11月には、千里ライフサイエンスセンターで第8回阪大COIシンポジウム（一般公開）を開催、今年2月にはウエアラブルエキスポ2020ではウエアラブルデバイス展示でユーザーの社会実装への関心度が好評で、3月には、新型コロナ禍での対策を取って、phase3の初年度としての令和元年度成果報告会を開催した。

### b) 成果

#### ・ 第 8 回 imec Handai International Symposium を産業科学研究所で開催

第8回imec Handai International Symposiumが11月13日に、産研講義室で、下記のプログラムで実施された。2つのkeynote speech、4つのオーラルセッションで構成され、最初にimec CSO&executive vice president&KU Leuven教授のJo De Boeck、及び産研所長の菅沼教授からのwelcome wordの後、18件の口頭発表があった。Chris Van Hoofからはimecの新しい取り組みのOne Planet Center at Wageningen University、菅沼所長からは産業科学AIセンター、F3D研究所の紹介があった。分野的にはnext generation computing、information processing、flexible、wearable electronics、nano,bio electronicsでこれらの研究活動を相互に紹介し、参加者は総計69名でimecからは9名の参加があり、より強固な連携が出来上がってきていることが実証された。終了後はサロンドサンケンで今後の共同研究についても議論を行った。

ISIR, Osaka University  
Graduate School of Information Science and Technology

imec  
imec NL/Holst Centre

**2019 第8回imec・阪大 国際シンポジウム**  
**8th imec Handai International Symposium**

**[Keynote speakers]**  
**Chris Van Hoof**  
Vice President  
imec

**Katsuaki Suganuma**  
Director  
ISIR Osaka Univ.

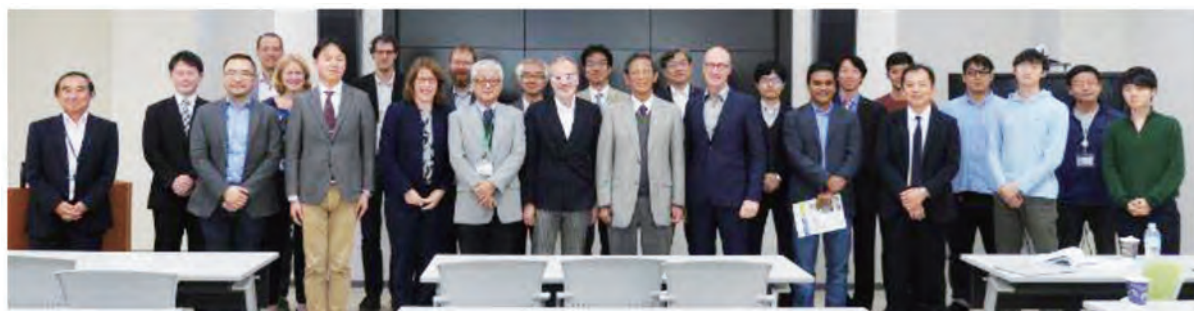
**November 13, 2019**  
**9:30-16:50**  
Lecture room, Incubation building  
ISIR, Osaka University, JAPAN  
大阪大学 産業科学研究所  
インキュベーション棟1F 講義室  
[申し込み不要・無料・当日受付]

Organized Committee: Jo De Boeck, Chris Van Hoof(imec), Katsuaki Suganuma, Kazuhiko Matsumoto, Mototsugu Ogura(SIR)  
Contacts: Mototsugu Ogura, ogura.m@sanken.osaka-u.ac.jp, +81-6-6579-4958

8th imec Handai シンポジウムポスター



第 8 回 imec Handai シンポジウムの光景



8<sup>th</sup> imec Handai International Symposium 集合写真@産研講義室

Chairperson: Mototsugu Ogura

Time line	Presentation title	Speakers	Title	Affiliation
9:30-9:40	<b>Welcome word</b>	Jo De Boeck	EVP&CSO	imec
	<b>Welcome word</b>	Katsuaki Suganuma	Director	Osaka Univ.
9:40-10:00	<b>Key note: Connected Health and One Planet Center</b>	Chris Van Hoof	VP & General Manager	imec
10:00-10:20	<b>Key note: Introduction of ISIR AI Center and of F3D Center</b>	Katsuaki Suganuma	Director	Osaka Univ.
10:20-11:00	<b>Presentations am-1 : Next generation computing</b>			
20min	Photon-spin quantum interface toward quantum network	Akira Oiwa	Professor	Osaka Univ.
20min	Neuromorphic computing for IoT	Kathleen Philips	Program director	imec
11:00-12:40	<b>Presentations am-2 : information processing</b>			
20min	Human-Agent Dialogue with High Dimensional Sensor Data	Kazunori Komatani	Professor	Osaka Univ.
20min	Analytics for Health	Annelies Goris	Program manager	imec
20min	Emotion-driven Music Composition in brAIInMelody®	Masayuki Numao	Professor	Osaka Univ.
20min	Privacy preserving multi party Machine Learning	Roel Wuyts	Team leader	imec
20min	An Online Multi-Scale Optimization for Smart PV Systems	Ittetsu Taniguchi	Associate professor	Osaka Univ.
12:40-13:20	<b>Networking Lunch time</b>			
13:20-14:40	<b>Presentations pm-2: Flexible, wearable electronics</b>			
20min	Health patch vital sign monitoring for improved patient	Patrick van Deursen	Department Director	imec NL
20min	Low Noise Biomonitoring with Ultra flexible Organic Differential Amplifier	Takafumi Uemura	Associate professor	Osaka Univ.
20min	Flexible sensors for long-term brain monitoring	Teppei Araki	Assistant professor	Osaka Univ.
20min	Ingestible sensors: future opportunities and technological challenges	Nick Van Helleputte	Project leader	imec
14:40-15:00	<b>Networking coffee break</b>			
15:00-16:40	<b>Presentations pm-3: Nano, bio electronics</b>			
20min	Si-based agent for internal hydrogen generation and prevention of oxidative stress-induced diseases	Hikaru Kobayashi	Professor	Osaka Univ.
20min	Antibiotic-Resistant Bacteria: Biggest Threats and Mechanisms	Kunihiko Nishino	Professor	Osaka Univ.
20min	Life science chip technology meets artificial intelligence	Liesbet Lagae	Program director	imec
20min	Lab-on-a-graphene-FET: a two-dimensional assay platform for biochemical reactions	Takao Ono	Assistant professor	Osaka Univ.
20min	Single-molecule detection based on machine learning	Masateru Taniguchi	Professor	Osaka Univ.
16:40	<b>Closing remarks</b>	Kazuhiko Matsumoto	Professor	Osaka Univ.
16:45	<b>Closing remarks</b>	Jo De Boeck	EVP&CSO	imec
16:50	<b>Adjourn</b>			
17:00	<b>Reception</b>			

## 知的財産研究分野

特任教授（兼任）	清水 裕一
招へい教授	山口 明人
招へい教授	小林 昭雄
招へい教授	吉崎 和幸
特任助教	加藤 久明
特任助教	木村 泰裕
特任研究員	頼 萍

### a) 概要

産業科学研究所を構成する、材料・情報・生体・ナノテク分野を融合した新しい科学技術分野における独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。知的財産研究分野では、担当領域である産学連携室の運営だけでなく、世界に先駆けた新しい潜在ニーズに繋がる知財活用戦略の研究を行っている。

令和元年度は、

- ・4件の共同研究（①「天然素材の付加価値付けを可能とする新要素技術の開発研究支援システムの構築」、②「共同研究・植物活力様態解析法の開発」、③「先端電子制御システム構築に関する研究」、④「腸内環境改善剤の開発」、
  - ・1件の外部研究資金（「日本杜仲研究会・第14回研究助成共同研究（研究分担者）」）、
  - ・その他（「安定同位体比に関する知的財産活用研究：酸素水素安定同位体比を活用した河川や湖沼などにおける水のカテゴリ分類」）、
- を中心とした知的財産活用に関する多角的な研究活動を実施した。

### b) 成果

#### ・産学連携による研究開発およびその支援

上記に挙げた共同研究および外部資金その他に基づく研究開発およびその支援を行った。それらの研究活動における成果の概要を以下に述べる。

#### ・天然素材の付加価値付けを可能とする新要素技術

植物の生産能力と環境応答能力を最大限に活用して種々の社会問題に応用するため、植物の生育技術の開発、植物由来の食品の新たな機能性開発、および植物の活力様態を解析する手法の技術開発を行った。

ガラス廃材を用いた水耕栽培技術開発では、前年度に引き続き様々な植物種ごとの適性を栽培展示の実証実験で解析した（図1）。

植物の光合成活性以外の活力を定量化することは非常に有用であるがほとんど実用化されていない。植物の乾燥耐性と代謝物の変化を、モデル生物を用いて検証した。さらに、植物の食品としての機能性の開拓のため、特に杜仲（トチュウ）に着目し、中国の研究者と連携して研究開発を進め、西北農林科技大学の研究者らを招聘して開催したシンポジウムでは、より高付加価値な変化をもたらす技術手法について意見交換を行った（図2）。



図1 ガラス廃材を用いた栽培実証試験。イチゴ栽培への適性が示唆された。



図2 杜仲（トチュウ）に関する日中の研究者によるシンポジウム

（2019年7月29日開催）

・安定同位体比に関する知的財産活用研究：酸素水素安定同位体比を活用した河川や湖沼などにおける水のカテゴリ分類

天然材料を構成する基盤要素である水の起源をトレースする上で有用な手法を開発すべく、「天然の水の中に微量に含まれる水素と酸素の安定同位体の存在比率」の活用および具体的な水環境試料を用いた水のカテゴリ分類に関する実証的な分析を行った（科学研究費補助金 15K00672 などにおいて得られた知的財産の活用）。地球表層に存在する水の水同位体比は、日射量変化などによる蒸発速度の変化、降水量変動など種々の条件に応じて変化するため、この特徴を活用して河川や湖沼の水の起源とカテゴリ分類を行う酸素水素安定同位体比分析は、国際的には手法として確立されていないと見なされている。しかし、本手法を用いることで農地、ため池や湖沼などの集水域に集まる水の起源を分類し、基礎的な環境情報の把握による保全への貢献だけでなく、植物の生産能力向上に間接的に貢献することが可能となる。

具体的には、過去の研究調査（インドネシア・バリ島・サバ川流域および周辺カルデラ湖）において得られた水文・水質調査に関する知的財産を活用し、世界で初となるバリ島の閉鎖系カルデラ湖と周辺流域の地下水関係を明らかにした。過去の UNESCO による国際的な水文調査においては、その関係を明らかにできなかったものの、本研究成果は安定同位体比の活用により一石を投じる成果となり、*Paddy and Water Environment* 誌に論文が掲載された（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）。

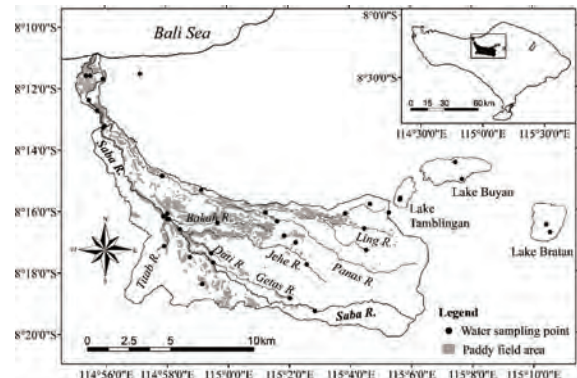


図3 閉鎖系カルデラ湖と周辺領域の圃場における地下水の関係を研究により明らかにした対象地域

using water isotopic physics". *Paddy and Water Environment*, Vol.17, No.3: 463-473）。



# 特別プロジェクト研究部門

## 概要

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

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

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

### 3次元ナノ構造科学研究分野（第2プロジェクト研究分野）

准教授 服部 梓（令和元年8月1日着任）  
特任助教 大坂 藍（令和元年10月1日着任）  
技術補佐員 頓田 佐映子

#### a) 概要

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

#### b) 成果

##### ・ナノ立体形状構造創製技術の開発と新機能性の探索

ナノエレクトロニクス的重要性が増す中で、精密制御された3次元（3D）ナノ構造体が求められている。導体の開発において高密度デバイスを目指した Fin-FET 等の3次元立体 3D-Si は既に実用化されている。しかしここでは、3D-Si 表面上の粗さによるキャリア伝導低下が問題となっており、3D-Si 表面の原子平坦化とその評価が必要とされている。さらに、3D-Si の形状に起因する高機能化を目指すには、3次元空間で構造が変調された、立体形状の創製が求められる。

図1(a)に、Si エッチング技術と、表面科学的手法を最適化することで作製した、3次元ピラミッド（四角錐）構造を示す。ピラミッド構造は4つのサブ $\mu\text{m}$ スケールで平坦なファセット面から構成されており、ファセット面は、Si の最安定面である Si{111}面に相当する。このナノ・ピラミッド試料を超高真空中で最適化した加熱処理を施したところ、Si{111}ファセット表面に7 $\times$ 7超構造を形成させることができた。図2はその低速電子回折パターンである。4回対称のファセット面であるため、通常の Si (111) 7 $\times$ 7パターンとは見え方が異なる。ファセット面では入射電子エネルギーの増加とともに回折スポットはファセット面に垂直な(00)ロッド方向に移動する。実際に、入射エネルギーとともに7 $\times$ 7超周期スポットはファセット面に応じ4方向に移動した。7 $\times$ 7超構造の存在は、作製したファセット面が原子レベルでも平坦であることを意味している。

3D 構造材料の表面・側面両方の原子レベルでの制御は、これまで実現していなかった立体造型と物性研究を可能とする。表面、側面の両方を原子レベルで制御した3D構造は、これまでデバイスの積層土台である基板構造を2次元平坦から3次元立体構造への転換を可能とするからである。この原子平坦ファセット面へ機能性材料の成長をさせることで、3D ナノ薄膜の実現及び、立体形状由来の物性の開拓を行った。Fe を 0.2 nm 室温で蒸着し、蒸着後に 773 K で加熱したところ 2 $\times$ 2 超構造が確認された。これは、c-FeSi{111}極薄膜に由来する 2 $\times$ 2 超周期構造を各々のファセット面毎に得ることに成功したことを示しており、合金化反応により人工作製したファセット面でも金属シリサイド単結晶ナノ薄膜を

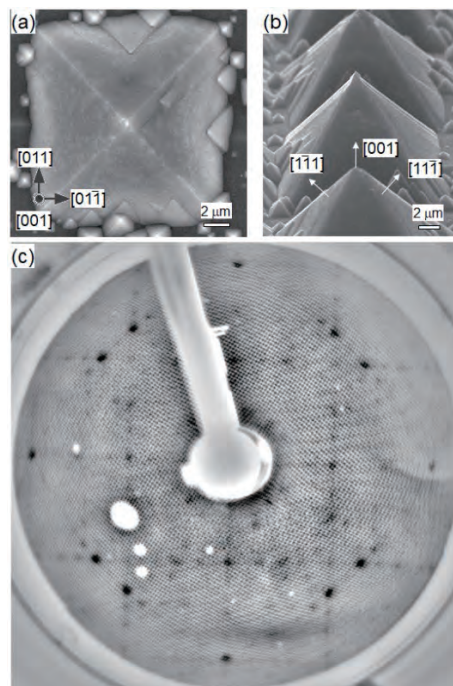


図1 {111}斜面4つで構成されたSiピラミッド試料の(a)top-viewと(b)cross-viewのSEM像。(c)4回対称の複雑な7 $\times$ 7LEED像( $E_p=104.1$  eV)。

創り出すことができることを実証している。10-100 nm の Fe を蒸着させた試料においては、ピラミッド形状による形状磁気異方性の変調により、薄膜やバルク試料では見られない特異な磁気特性を創製できることを明らかにしている。このように、原子レベルで制御されたナノ立体形状構造技術は、物質開発とデバイス作製に関する究極のテクノロジーであり、ナノ構造と物性の関係を解明し、その特異性を安定化させる機能活性化の方法論を確立することで、機能活性化した材料の開発、ひいては効率を増大化したナノデバイスの具現化に取り組んでいく。

### ・完全結晶基板を利用した強相関金属酸化物の潜在的機能の顕現化

強相関金属酸化物である  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  は 120 K 近傍で絶縁体-金属へと転移（フェルバー転移）し、転移に伴い電気抵抗率が 2 桁以上変化する。また、室温でスピン偏極率が約 100 % である等の魅力的な物性から、スピントロニクス応用の観点で注目を集めている。ナノエレクトロニクス展開を目的として  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  の薄膜化・ナノ構造化が多く試みられているが、100 nm を切るサイズの  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  試料ではフェルバー転移の喪失やスピン偏極率の低下等、その特性が著しく劣化する。試料中に導入される欠陥、中でも積層欠陥であるアンチフェーズバウンダリー（APB）によって、電子・スピン間相互作用に乱れが生じ、特性を著しく劣化させるためである。一般的に用いられる市販の成長用基板には、研磨の機械的作用による結晶構造の乱れや、エッチング、アニール等の化学処理による平滑性の低下等の表面ダメージが存在する。薄膜試料には必ず成長用基板に存在する表面ダメージの影響が引き継がれるため、その特性が劣化する。結晶完全性、平滑性が共に優れた表面を実現するため、触媒表面基準エッチング（CAlyst-Referred Etching; CARE）法を用いている。CARE 法で基板表面上に原子レベルで平坦かつ結晶性の良好な表面を作製することで、その上に成長させた  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  極薄膜においてもフェルバー転移を発現させることに成功した。

加工前後の MgO (001) 基板の AFM (Atomic Force Microscope) 観察像を図 2 に示す。CARE 加工前（市販基板、CMP 仕上げ）の表面は粗さが 0.06 nm Ra だが、研磨の機械作用によって表面構造が乱れており、結晶構造に起因する周期的構造は観察できない。CARE 加工を行った結果、粗さは 0.02 nm Ra まで減少し、表面には原子単位のステップテラス構造が観察された。また、RHEED (Reflection High Energy Electron Diffraction) を用いて表面結晶性を評価したところ、CARE 加工後の MgO 表面では急峻かつ明瞭な回折パターンが得られ、結晶性が向上していることを確認した。図 3 に MgO 基板上に作製した  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  極薄膜の転移特性を示す。未加工基板上の  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  極薄膜に比べ、CARE 加工基板上では抵抗変化比 ( $R_{IM}/R_M$ ) が 5 倍以上に向上した転移特性を示した。それぞれの基板上での 50 nm 厚の  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  極薄膜の転移特性、抵抗変化比とその転移温度  $T_{IM}$  を図 3 (c) にまとめた。抵抗変化比と転移温度の上昇は、薄膜内の結晶性の向上、すなわち APB の減少を明確に示している。この結果は、成長基板における完全結晶表面の有意性を実証するものである。CARE 法は汎用性が高く種々の成長基板に適応可能であるため、機能性材料の高品質化と潜在的機能の顕現化に広範に貢献できると考えている。

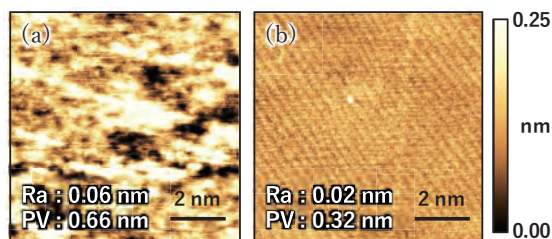


図 2 CARE 処理 (a) 前、(b) 後の MgO (001) 基板表面の AFM 像

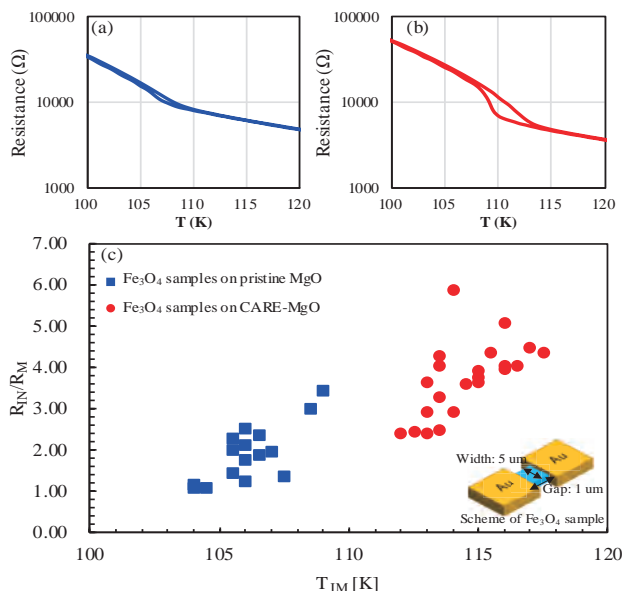


図 3 (a) 未処理、(b) CARE 処理した MgO (001) 基板上に成長した 50 nm  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  薄膜の抵抗の温度依存性曲線。(c) 未処理（青四角）、CARE 処理（赤丸）基板上の転移特性の分布

# SCREEN 1 分子解析共同研究部門

## 概要

本共同研究部門では、(株) SCREEN ホールディングスで製造開発した1分子計測用途の半導体デバイスを用いたセンサーを実用化するために、社会実装に向けた様々な基盤技術を開発・構築することを目的としている。センサーデバイスは、(株) SCREEN ホールディングスの直接レーザー描画装置、洗浄装置、スピコーティング装置を用いて作製されている。1分子解析に必要とされるデバイス品質を担保するために、これらの装置開発やプロセス開発を行うことで、品質が管理された半導体デバイスを製作し、デバイス性能に合わせた計測装置（ハードウェア）の開発、それに付随した解析システム等の構築を行った。

## 成果

### ・1分子計測デバイスのための装置開発

1分子計測に用いる半導体デバイスのキーとなるのは、センサーのセンシングにおける清浄状態を保つことである。そのため、製造プロセスにおけるさまざまな混入物を防ぐ必要がある。本年度は、昨年度より進めている流路カバーの材料とその表面改質を行い、試料溶液に対する親和性を高めた。さらに設計の見直し、カバー内での試料溶液のデッドボリュームを前設計よりも80%削減することに成功した。これにより、試料導入時に生じる材料のロスが減らすとともに、コンタミの混入を大幅に低減できることとなり、これによる計測歩留まりが向上した。

### ・1分子計測デバイスによる計測法開発

半導体デバイスによる1分子検出は、微小電流の計測により行っている。これに電流計測に必要なものは、ローノイズで動作する高速に電流を変換する電圧するアンプである。このアンプの性能を引き出すためには、装置全体の寄生容量に対して最適化することがローノイズ化する必要である。容量を可変な帰還抵抗を高速に電流を変換する電圧するアンプ実装した計測システムを構築した。その結果、 $<1\text{pA}$ のノイズレベルとなり、S/Nを50%あげることに成功した。また、電気泳動に関する電極形状やその被覆補法などを見直し、1分子計測に必要な構造を見出した。

### ・半導体デバイスによる1分子解析技術開発

(株) SCREEN ホールディングスでは、1分子解析の応用展開の可能性を広げるため、解析技術の標準化をすすめた。本年度は、作製した1分子計測半導体デバイスによる核酸をはじめとする様々な生体分子を計測し、各々1分子識別のためのデータベースを構築し、解析を自動化で行うプログラムおよびデータサーバーを立ち上げた。この構築したインフラをもとに、協力研究室をデータセンターに提供し、人工分子や、腫瘍由来の抽出分子について計測・解析を行った。また構築した1分子データベースを活用し、生体高分子をもちいた1分子超高記憶密度のメモリの素子の試作を行い、分子メモリへの応用の可能性を見出した。

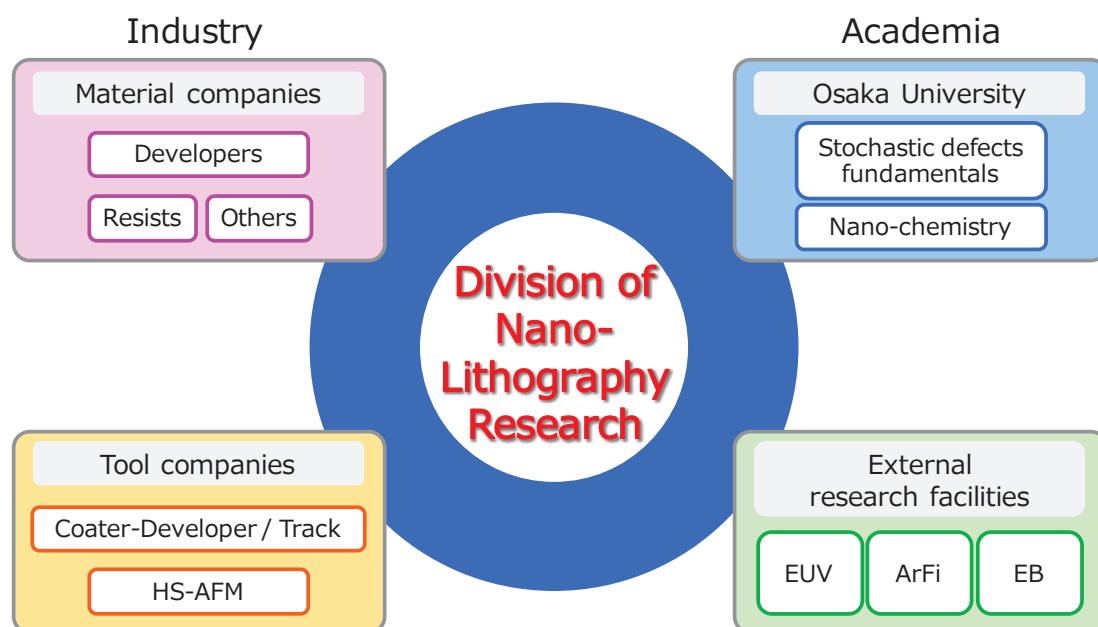
# ナノリソグラフィ共同研究部門

## 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

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



ナノリソグラフィの研究のため、新規計測・解析技術の有効活用と産学官連携を推進

# ユシロ化学工業ポリマーゲル共同研究部門

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

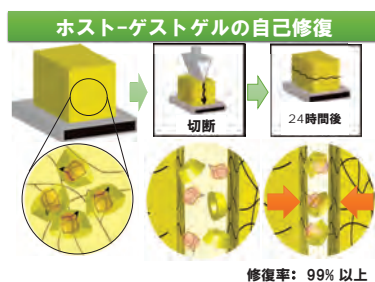
## 概要

本研究部門では、ホスト分子（取り込む分子）とゲスト分子（取り込まれる分子）を有する高分子を設計し、合成することにより、ホスト-ゲスト間での相互作用により、橋架けしたネットワークを形成することにより、新たなゲルを構築している。具体的には環状の糖鎖分子であるシクロデキストリンをホスト分子として、ゲスト分子としてはかご型構造をしたアダマンタンや長鎖のアルキル基を用い、超分子形成を通して新規のマテリアルを開発している。

## 成果

### ・ホスト-ゲスト相互作用による親水性のゲルの構築

ホスト基としてシクロデキストリンを有するモノマーとアダマンタンを有するゲストモノマーとの複合体とアクリルアミドとの共重合により、ヒドロゲルを得た。このヒドロゲルは、通常のアクリルアミドゲルとは異なり、強靱で壊れにくい性質を有している。例えば、本ゲル（超分子ゲル）は通常のアクリルアミドゲルより十数倍伸長し、元に戻る。伸縮は可逆的であり、何度でも伸縮する。破壊エネルギーは通常のアクリルアミドゲルより 100 倍以上強くなる。また、2 トンのプレスで圧縮しても破壊せず、力を除けば、元に戻る。またこのゲルは切断しても切断面を接触するだけで、修復し、24 時間後にはもとの強度のほぼ 99% 回復した。ゲスト部分を他の分子にすることによって、ゲル強度を調整することができる。



自己修復ゲル

### ・容易に乾燥しないゲルの作成

溶媒を水から沸点の高い不揮発性の溶媒に置き換えることにより、通常条件（室温、常圧）では容易に乾燥しないゲルができ、長期間にわたって使用できるゲル材料を開発した。本ゲルは「ウイザードゲル」と称して上市した。

### ・超分子エラストマーの設計と合成

ホスト分子として、シクロデキストリンのメチル化体やアセチル化体を用いることにより、溶媒を用いることなく、ゲストモノマーや共重合モノマーと共重合することが可能であることを見出した。本知見をもとに 水や親水性の溶媒を用いることなく、超分子エラストマーを得ることを見出した。

## [ 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 小口 多美夫  
事務補佐員 梅本 由香 (令和2年3月15日退職)

## 概要

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

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

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



## ナノ機能材料デバイス研究分野

教授	田中 秀和
准教授	神吉 輝夫
助教	服部 梓 (～令和元年7月31日)
	山本 真人
特任助教	Rupali Rakshit (平成31年1月1日～令和元年5月31日)
招へい研究員	Hui Ren (令和元年10月1日～令和3年3月15日)
大学院学生	Umar Sidik、近成 将、玄地 真悟、遠藤 史也、山中 天志、野中 信、余 博源、滝川 潤
学部学生	難波 央、平尾 成
研究生	李 瑞 (令和元年12月1日～令和2年9月30日)
技術補佐員	頓田 佐映子、榊 奈津子
事務補佐員	奥本 朋子

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・強相関電子系酸化物/原子層物質ハイブリッドデバイスの創製

原子レベルの薄さにもかかわらず優れた物性を示す2次元原子層物質(グラフェン、六方晶窒化ホウ素、遷移金属ダイカルコゲナイドなど)と金属-絶縁体間の相転移現象を示す強相関酸化物は、それぞれが次世代デバイスへの応用が期待されている新奇材料である。これまで交わることがほとんどなかったこれらの材料系をハイブリッドさせることを行った。室温において超高速に金属-絶縁体相転移を引き起こす  $\text{VO}_2$  を柔軟性・透明性を有する二次元層状物質上に結晶成長させることができれば、ボトムゲート FET やフレキシブルデバイス形成などその応用が大きく広がることが期待される。 $\text{SiO}_2$  基板上に hBN を剥離・トランスファーし、その上にプルスレーザ蒸着法を用いて、 $\text{VO}_2$  薄膜結晶成長を行った。hBN は層状物質の一種で、各層がファンデルワールス(vdw)相互作用で結合している。したがって、

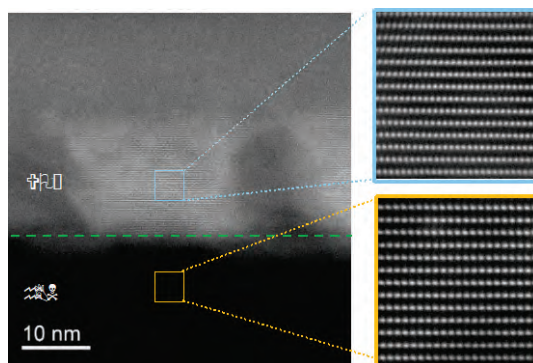


図1  $\text{VO}_2/\text{hBN}$  ヘテロ構造界面の高分解能透過型電子顕微鏡写真

hBN 上においては、界面での結合力が通常の酸化物基板との界面で働くイオン・共有結合よりはるかに弱く、格子ミスマッチを緩和して  $\text{VO}_2$  が成長が期待される。hBN 上の  $\text{VO}_2$  薄膜はそのグレインの大きさは平均 490 nm で、最高で数  $\mu\text{m}$  に達し、hBN(001)面に対して  $\text{VO}_2$  は最安定面である正方晶 (110) 面で成長していた。vdw 相互作用による格子ミスマッチの緩和で成長が実現したと考えられる。さらに、 $\text{VO}_2/\text{hBN}$  は3桁程度の抵抗変化を示し、転移温度はバルクとほぼ同じであった。走査型透過電子顕微鏡(STEM)による断面観察(図1)により hBN 上に (110) 優先配向した  $\text{VO}_2$  薄膜結晶の成長を実現したことを確認した。また酸化物薄膜を成長した hBN を  $\text{SiO}_2$  基板より剥離し、ガラス、Au 薄膜、紙上へ

も転写することが可能であり（図2）、転写後の薄膜良好な相転移物性を示し、フレキシブルデバイス応用が期待される。また大きなグレイン成長（サブ $\mu\text{m}$ ～数 $\mu\text{m}$ ）が観測され、電極間距離を $1\mu\text{m}$ まで小さくすると、最高で3桁程度の一段飛びの抵抗跳躍を示した。以上より $\text{VO}_2/\text{hBN}$ にマイクロ加工を行えば、従来の酸化物デバイスを凌駕する高性能デバイスが期待される。

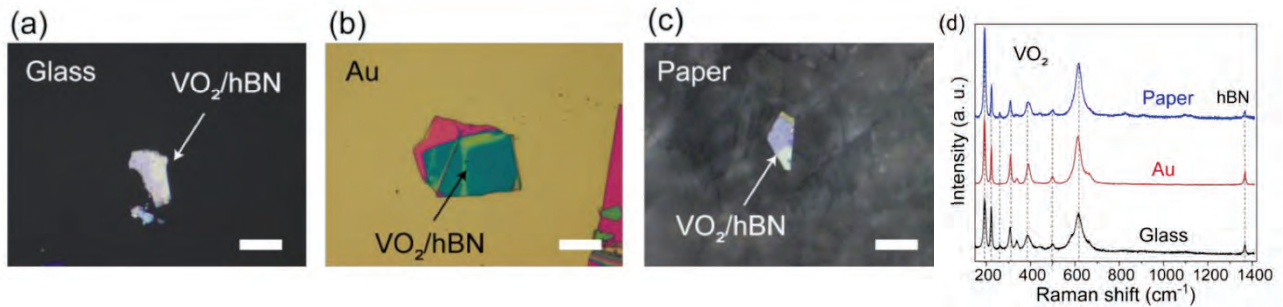


図2 各種基材へ転写した $\text{VO}_2/\text{hBN}$ フレークの光学顕微鏡写真とラマンスペクトル

・10nmスケールの相変化酸化物ナノ構造体の作製による巨大機能物性創出

ボトムアップ的な薄膜成長は、膜面方向には現在では原子層・分子層のレベルでの成長制御が可能であり、3次元加工基板をガイドテンプレートとし、厚さを精密に制御しながら、ガイド側面に酸化物薄膜ナノ構造を成長させることで、トップダウンナノリソグラフィーのサイズ限界を超え、ナノウォール細線構造などの極小ナノ構造の創製が可能となる。単結晶化した3次元ナノテンプレート基板の側面を起点とし、nm精度でサイズを制御したナノ構造作製手法「3次元ナノテンプレートPLD法：パルスレーザー堆積法」により、高品質なナノ構造体を実現した。3次元方向全てが10nmサイズを持つ強相関であるマグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )のナノ構造体の作製を実現し、極微ナノ試料において初めて相転移特性を観察した(図3)。

また同様に金属-絶縁体相転移を示す二酸化バナジウム( $\text{VO}_2$ )、希土類ニッケル酸化物( $\text{NdNiO}_3$ )薄膜においても、それぞれナノギャップ電極の付与(ギャップ幅20nm: $\text{VO}_2$ マイクロワイヤ)、(ワイヤ幅50nm: $\text{NdNiO}_3$ マイクロギャップ電極)により、非常に急峻な温度抵抗係数を発現する階段状の巨大抵抗変化を確認した。これら電子相変化酸化物は、IRDS(International Roadmap for Devices and Systems)などにおいて、Beyond CMOSを実現する有力物質として期待されており、10nmスケール極微細スケールにおいても機能発現するデバイス創製に繋がる結果を得た。

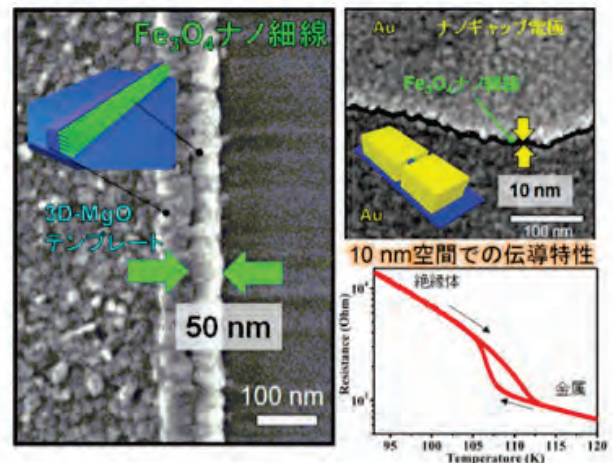


図3 ナノギャップ/ナノワイヤ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ デバイスのSEM像と相転移特性

・機能性酸化物薄膜のフレキシブルセンサ応用

二酸化バナジウム( $\text{VO}_2$ )は、温度変化のみならず、格子歪みによっても金属-絶縁体転移が誘起される。「単結晶 $\text{VO}_2$ 薄膜のフレキシブル基板上への転写技術」を用いることで $\text{VO}_2$ 薄膜を剥離してフレキシブル基板上へ転写することでデバイスとした。このデバイスを曲率台上に設置することで、 $\text{VO}_2$ 層へ0%、0.125%、0.25%の引っ張り歪みと圧縮歪みを印加した結果、c軸方向への歪み効果が電気輸送特性・電子状態に大きな影響を与えることを見出した。応用展開として、歪み感度の高いc軸方向をチャンネルに用いたフレキシブル $\text{VO}_2$ 歪みセンサの作製を行い、歪み感度の指標であるゲージ率が世界最高の約200を示し、この値はNi合金よりも2桁大きい。この結果は、単結晶フレキシブル $\text{VO}_2$ の巨大ゲージ率を用いることで、増幅アンプレスな歪みセンサとしての応用が可能であることを示した。

## ナノ極限ファブリケーション研究分野

教授	吉田 陽一
准教授	楊 金峰
助教	菅 晃一、神戸 正雄（令和元年10月1日～）
特任准教授	川上 茂樹
特任研究員	谷畑 公昭、川上 里美
特任研究員（客員准教授）	柴田 裕実
招聘教授	權田 俊一、中川 和道、西嶋 茂宏、田川 精一、大島 明博
大学院学生	玄 一貴
学部学生	荒木 一希、上野 浩一、百々 海
派遣事務職員	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、フェムト秒時間分解電子顕微鏡・電子線回折装置の開発および応用研究を行っている。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、放射線化学の学際領域で新しい展開を目指している。

### b) 成果

#### ・二帯域同時マイケルソン干渉計型バンチ長測定装置を用いた極短パルス電子ビームの測定方法の確立

二つの異なる周波数帯域を持つ検出器を備えたマイケルソン干渉計によるバンチ長測定系を構築し、電子ビーム（エネルギー 35 MeV, 電荷量 <30 pC）のコヒーレント遷移放射（CTR）を測定することにより、バンチ長計測を行った。二つの検出器（液体ヘリウム冷却シリコンボロメータ及びMCT検出器）を同時に使うことにより、同一の電子バンチ列について、それぞれの検出器のインターフェログラムと信号強度を検討することで、相補的かつ補強的な解析から、より正確なバンチ長計測が可能となった。

各検出器系の有効な信号を与える周波数領域ではバンチ形状因子と実験で得た周波数スペクトルはよく一致した。他方、有効な信号を与える周波数領域外では一致しなかった。MCT系について、高周波領域に対する実験と光学系の感度補正を用いた平均二乗誤差の解析から、30.6 THz以上の周波数ではCTRの強度が弱いため検出できておらず、有効な信号が得られていないため、この領域の成分はノイズ成分であることが分かった。この測定結果では、1.5~7 THzまでと12.4~30.6 THzの実験的なバンチ形状因子を求めることができた。また、測定帯域の解析から、3 fs程度までは十分測定が可能であることを明らかにした。CTRの光子数が現状と同程度であれば、1 fsの電子ビームも測定可能と考えられる。

#### ・量子ビーム誘起化学反応の反応ダイナミクスの解明

フェムト秒パルスラジオリシスによる過渡吸収の時間変化を観測した。観測対象は、イオン化で生じる溶媒分子の1価のカチオンラジカルである。このカチオンラジカルは安定とは限らず、ハロメタン等では自己分解して新たな反応活性種を生成することが予想される。また、イオン化直後のカチオンラジカルは熱的に安定な状態ではないため、熱化した（熱平衡状態に達した）カチオンラジカルとは異なる反応性が予想される。これらの時間発展を直接観測するとともに、各種の補足剤との反応から、反応ダイナミクスを明らかにした。

四塩化炭素のフェムト秒パルスラジオリシスおよびナノ秒パルスラジオリシスにより、340 nmにおい

て観測されてる過渡種が 480 nm において観測される過渡種の前駆体であることがわかった。また、340 nm の過渡種は 480 nm の過渡種とは関係のない生成ダイナミクスをもち、反応性として、水素引き抜き反応を行うこと等からトリクロロメチルラジカルまたはトリクロロメチルラジカルカチオンであることが示唆された。これは、四塩化炭素の光イオン化による報告の 340 nm で観測される過渡種が 500 ps 程度で消失する点と大きくことなり、量子ビーム誘起反応では主となる反応中間体に違いがあり、従って、反応生成物も異なることを示している。

#### ・フェムト秒時間分解電子顕微鏡の研究

今年度は、フォトカソードにレーザーを集光させることによる電子ビーム初期エミッタンスの低減と、Stigmator コイルを用いた非点収差補正を行い、エネルギーが 3MeV、パルス幅が 100 フェムト秒の高品質電子線パルスの発生に成功した。これまで開発した超高速電子顕微鏡を通して、相対論的フェムト秒電子線パルスを用いた直径 200nm の金ナノ粒子の透過電子顕微 (TEM) 像の観察に成功した。低倍率の観察では、単一のフェムト秒電子線パルスを利用したシングルショット TEM 像の測定に成功した。

また、電子回折の実験では、光誘起構造相転移現象を示す単結晶シリコンや金薄膜、多結晶アルミニウム、アモルファスゲルマニウム等を用いた。相対論的フェムト秒電子線パルスによる電子回折図形の観察では、全ての試料において十分明瞭な回折パターンを得ることができ、単一のフェムト秒電子線パルスを利用したシングルショット電子回折の測定に成功した。これにより、今まで測定困難であった不可逆過程に対する超高速構造相転移現象の研究、損傷が起きる前に構造解析に必要な電子回折図形の撮影を可能にし、新しい物質相への構造変化、結晶からアモルファス等の構造相転移ダイナミクスの研究に新たな道を拓いた。

## ナノ構造・機能評価研究分野

准教授 吉田 秀人  
助教 神内 直人、麻生 亮太郎  
大学院学生 沢田 遼太、秦 研人、城間 慧人  
事務補佐員 土居 晶

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・電圧印加金属ナノギャップにおける新規ナノ構造生成

新規物質の合成法の開発は産業科学のあらゆる分野で重要である。高温・高圧といった極限環境や、電子線やレーザーの照射下など、様々な条件・方法で新規物質が合成されている。我々は、窒素ガス中で電圧を印加したパラジウムナノギャップ電極の表面において、ナノスケールの窒化パラジウムが生成することを、ETEM によるその場観察により発見した。

電解研磨により作製した 2 本の針状のパラジウムを ETEM 内で向き合わせ、ピエゾ駆動により針同士を接近させてナノギャップ電極を作製した。まず、ETEM 内に水素を導入しパラジウム表面の酸化膜を除去した。次に、ETEM に窒素を導入したあと、ナノギャップ電極に電圧を印加した。印加電圧を大きくするかギャップ間隔を小さくすることでナノギャップ間の電界強度を大きくしていくと、パラジウムとは異なる結晶構造をもったナノ構造がパラジウム正極表面に生成した。このナノ構造は、ナノギャップ間の電界強度を小さくすると消滅した。高分解能観察と像シミュレーション解析から、生成し

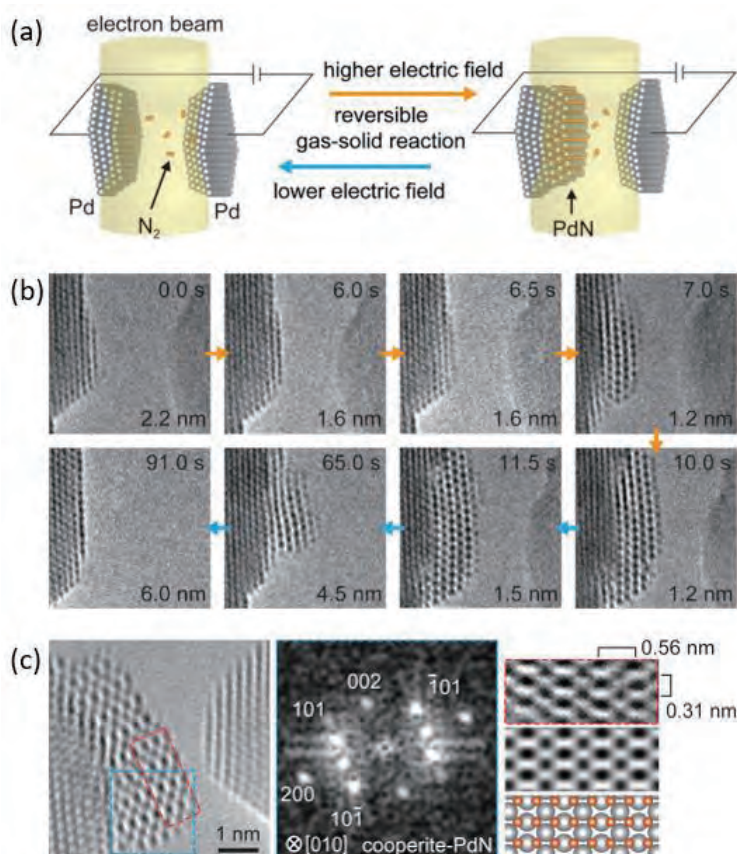


図 1. (a)ガス中でナノギャップ電極間の電界強度を変化させる実験の模式図。(b)ギャップ間隔を変化させたときに電極表面にて生成・消滅するナノ構造。(c) パラジウムナノギャップ間に形成した窒化パラジウム。

たナノ構造は正方晶系の窒化パラジウム (PdN) であることが分かった (図 1)。窒化パラジウムはこれまで高温・高圧下でしか確認されていない。100 Pa 程度の希薄な窒素中で、更に室温では到底起こりえない現象が、強電場存在下で起こったということになる。真空中で同様の実験を行ったが、ナノ構造の生成は確認されなかった。さらに水素中、酸素中でも同様の実験を行ったが、正極のパラジウム原子の数が減少し負極の原子数が増加するという現象は見られたものの、ナノ構造は生成しなかった。水素中、酸素中で見られたパラジウム原子の正極から負極への移動は電界蒸発によるものであると考えられる。窒素中では、トンネル電子や ETEM 観察用の電子線が電極に照射されることで発生する 2 次電子によって電子的に励起された窒素とパラジウムが反応することで PdN が生成したと考えられる。本研究はナノ構造を生成する新たな方法を示すものである [論文 1]。

### ・金ナノギャップ電極表面の原子スケール動的観察

ETEM 内で金ナノギャップ電極を形成し、電圧印加による電極表面の構造変化をその場観察した。酸素中で電圧を印加すると、正極先端の結晶構造が原子スケールで乱れることが分かった。ギャップ間隔を狭くして電界強度を大きくしていき電界強度が閾値を超えると、正極から負極へナノギャップ間を金原子が移動し、ナノスケールの動的なパスが形成することを発見した (図 2)。詳細な構造解析により、動的なパスは金の酸化物であることを明らかにした。[論文 4]。ETEM 観察中に金ナノギャップ電極に照射されている電子線が本現象に及ぼす影響を調べるために、酸素中で電圧印加し原子移動が起きている途中で電子線を一定時間ブランクし、再度電子線を照射して観察をするという実験を行った。電子線ブランク直前と再観察直後の ETEM 像を比較したところ、負極先端の原子数の増加がみられた。このことから、電子線照射がなくても本研究で観察された現象は起きると考えられる。真空中でも同様の実験を行ったが、金酸化物の動的なパスの形成は見られなかった。以上のことから、トンネル電子が付着することにより負に帯電した酸素イオンが電界によって正極に引き寄せられ衝突・反応し、構造が変化したと考えられる。本研究成果により、ナノギャップ電極におけるトンネル電子とガス分子との反応メカニズムが解明され、この反応を利用した新たなナノ材料の開発に繋がると期待される。

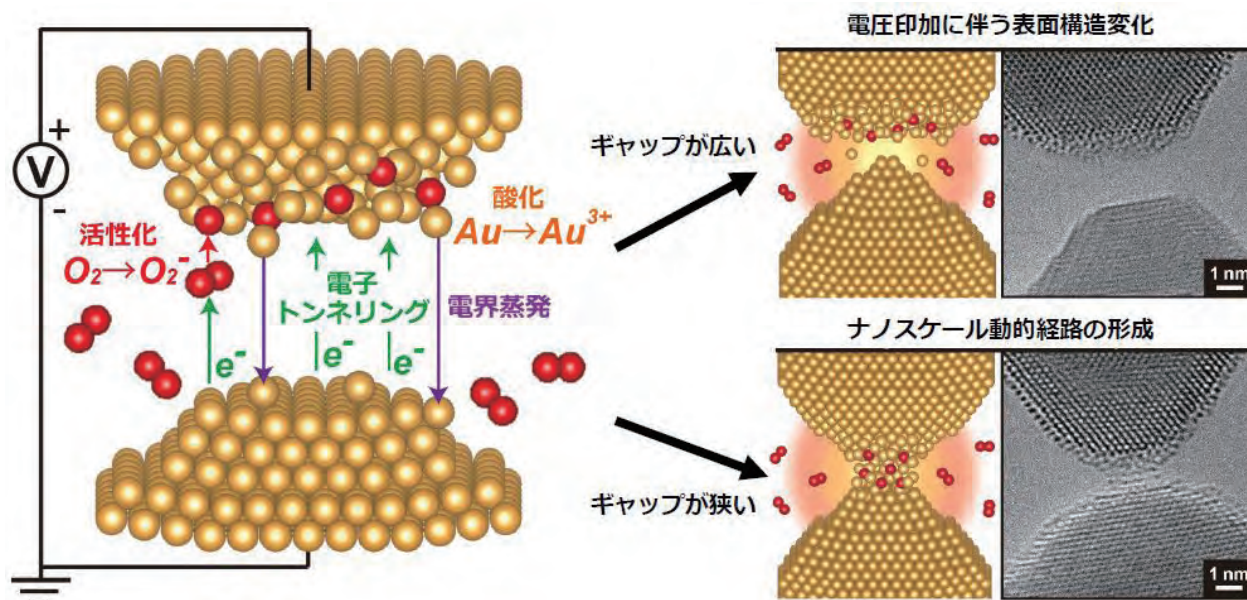


図 2. 酸素中で電圧印加したときの金ナノギャップ電極表面の構造変化。

## ナノ機能予測研究分野

教授	小口 多美夫
准教授	白井 光雲
助教	山内 邦彦、靱田 浩義
特任准教授	福島 鉄也 (～2019.8)
招聘教授	本河 光博、城 健男、菅 滋正
特任研究員	藤村 卓功、Vu Thi Ngoc Huyen (2019.10～)
招聘研究員	山下 智樹、藤井 将、小鷹 浩毅
共同研究員	牧野 至洋
大学院学生	勝本 啓資、濱口 基之、黒田 文彬、Vu Thi Ngoc Huyen (～2019.9)、Luong Huu Duc、 Nguyen Thi Phuong Thao、Tran Ba Hung、高橋 竜也、林 貴史、松宮 隆太、 嶋津 亮真
学部学生	伊東 和輝、田中 祐貴
事務補佐員	栗林 千彰、浅田 美香

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・遷移金属化合物における生成エンタルピーのスパースモデリング

機械学習の手法を物質科学に応用したマテリアルズ・インフォマティクスが注目を集めている。単純で解釈可能なモデルにより物性の支配因子や法則性の決定が可能となる。我々は、機械学習手法を硬質材料の物性解析に適用し、WCを含む遷移金属化合物の構造安定性に関する系統的理解を行なった。まず、遷移金属化合物  $MX$  ( $M = 3d, 4d, 5d$  遷移金属、 $X = B, C, N$ ) に対して複数の結晶構造 (NaCl型, ZnS型, CsCl型, WC型構造) を仮定して第一原理計算によって生成エンタルピーを求め、そのデータに対して我々が最近開発したLIDG (Linearly Independent Descriptor Generation) 法によりスパースモデリングを行なった。スパースモデリングでは、各結晶構造間の全エネルギー差を目的変数とし、第一原理計算で得たMB, MC, MNの54のデータを使用した。基本となる記述子として各構成元素の価電子数、原子半径、電気陰性度などの原子データを用意し、LIDG法によって対称化1次記述子、及びそれらの2～3次記述子を生成した。このとき、1次記述子には物質が満たすべき対称性の条件を課し、全記述子は多重共線性を除去して使用した。記述子選択には全探索法及び遺伝的アルゴリズムを使用し、3～4個程度の記述子で表現される線形モデルを求めた。予測性能を表す指標  $Q^2$  ( $0 \leq Q^2 \leq 1$ ) は値が大きいほど高性能を表すが、各結晶構造間のエネルギー差に対して  $Q^2 \sim 0.8$  程度の信頼性のあるモデルを構築することができた。得られたモデルは  $M$  元素と  $X$  元素の電気陰性度の和  $[EN(M)+EN(X)]$  と価電子数の和  $[v(M)+v(X)]$  を基礎とした3～4個程度の記述子で表現される。この結果に基づいて電気

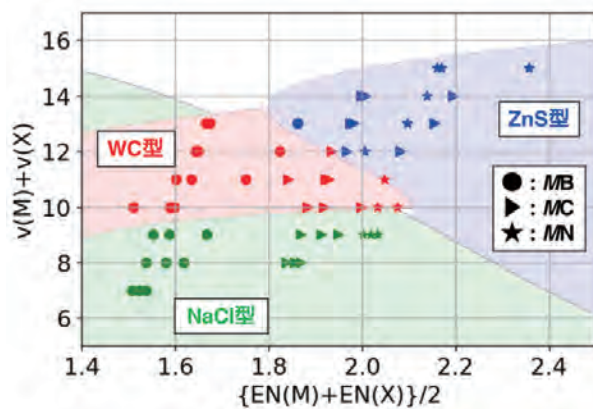


図1 電気陰性度の和と価電子数の和で表現した遷移金属化合物の安定構造



陰性度と価電子数とを軸とした最安定構造を分類する相図を作成した (図 1)。機械学習から得られた相図は第一原理計算データを良く再現しており遷移金属化合物の安定構造が簡単な記述子によって分類可能であることを示している。

### ・水素を利用したホウ素の欠陥制御

ホウ素結晶はフラストレーションを持つ系で本質的に欠陥を持ち、それを取り除くことは容易でない。 $\alpha$  正方晶ホウ素  $B_{52}$  は格子間位置原子を必ず持つ。最近、水素を含むこの構造を高圧で作成し、室温でアニールし水素を抜くと格子間位置原子のない  $\delta$  直方相ホウ素が作られることが発見された。計算により、 $\delta$  相と  $\alpha$  相は同じ物質の低温相、高温相で、前者が欠陥のない構造であることが分かった。これまで欠陥のないホウ素結晶は得られたことが無く、この結果は注目を浴びている。これは、水素は低温でも抜け易く、その温度  $T_{dh}$  が  $\delta$ - $\alpha$  相の秩序・無秩序転移温度  $T_{od}$  よりも低いため起きた結果である。水素の移動が格子間のホウ素原子の移動を容易にし秩序化が起きた。図 2 にその関係を示す。

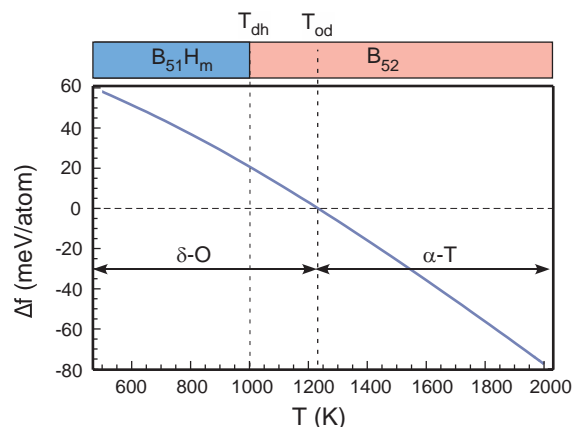


図 2 水素化  $\alpha$  相の相図と秩序・無秩序転移

### ・トポロジカル物質の電子状態計算

トポロジカル物質は近年多くの注目を集めており、物性物理の広範囲の分野で研究が発展している。本研究では、新奇トポロジカル物質の電子状態計算を行い、東北大学の角度分解光電子分光 (ARPES) 実験グループの実験結果との比較を進めている。今回、トポロジカル絶縁体  $TiBiSe_2$  に普通の超伝導体  $Pb$  の超薄膜を作製したヘテロ構造の電子状態を調べた結果、普通の超伝導体がトポロジカル超伝導体に変化していることを発見した [Nature Communications **11**, 159 (2020)]。今後、本研究で見出された方法に基づいてトポロジカル超伝導体の探索を進めることで、量子コンピュータに役立つ物質材料の探索・開発が大きく進展すると期待される。

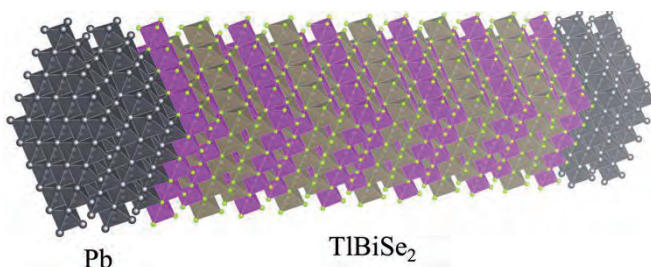


図 3 第一原理計算で用いた  $Pb/TiBiSe_2$  ヘテロ構造

### ・リチウム及びナトリウムイオン二次電池の電極材料特性

リチウムイオン二次電池は広く産業利用されており、典型的な材料として  $LiCoO_2$  正極と  $Li-C$  負極が使用される。最近、低コスト化を狙ったナトリウムイオン二次電池の開発が進められており、正極・負極の新規材料開発が進められている。リチウムイオン二次電池の正極候補材料として不規則岩塩型材料、ナトリウムイオン二次電池用の新規電極として  $NaFeSO_4F$  正極材料や  $SnS$  負極材料などに注目し、第一原理計算を用いた電極材料特性解析を進めている。 $NaFeSO_4F$  正極では、充放電による X 線吸収スペクトル変化の解析が実験的に報告されている。 $Na, Fe, F$  の K 端における X 線吸収スペクトルの第一原理計算を行い (図 4)、実測されたスペクトル変化の起源を理論的に明らかにした。

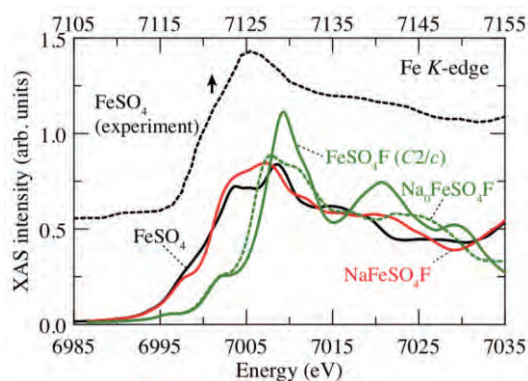


図 4  $Na$  イオン二次電池正極  $NaFeSO_4F$  系物質の X 線吸収スペクトル (Fe K 端) 計算

## 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 (令和1年6月1日から)
招聘教授	戸部 義人、大西 敏博
特任研究員	瀬尾 卓司、新田 孟、Shreyam Chattergee
大学院学生	山本 恵太郎、濱田 友哉、永井 恵介
事務補佐員	藤木 よしみ

### a) 概要

有機物質の機能を分子のレベルで解明し制御することを基盤として、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、および、機能評価とエレクトロニクス応用の一貫した研究を行っている。有機薄膜エレクトロニクスに適した有機機能分子の開発、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 $\pi$ 共役分子材料の分子設計と物質合成、それらの物性有機化学と機能有機化学の研究を中心に、1)  $\pi$ 共役系の化学修飾により光電変換特性やキャリア輸送特性を示す有機半導体材料の開発 2) 単分子エレクトロニクスに適したナノメートルスケール分子材料の開発を目的として、機能化分子導線および金属電極接合ユニットの開発と評価を進めている。

### b) 成果

#### ・有機薄膜型太陽電池材料の開発

有機薄膜型太陽電池 (OPV) への応用を目指した $\pi$ 共役化合物の開発が盛んに行われている。OPVの活性層はキャリアが正孔のp型半導体材料と電子のn型半導体材料の混合膜が用いられる。キノイド構造分子は有機半導体材料としての応用が期待されている。しかし、これまでにOPVへの応用に関しては、p型半導体材料の数例に限られている。これはキノイド構造がもつビラジカル性に起因しているためではないかと考えた。そこで、キノイドオリゴチオフェンのビラジカル性をより精密に制御し、分子の電子構造を変化させることで、n型半導体材料としてのOPV応用の可能性が拓けると作業仮説をたてた。我々はこれまでにベンゼン縮環を一つ導入したBTQがビラジカル性の減少に有効であることを見出している (図1(a))。この知見を踏まえて、全てのチオフェン環にベンゼン縮環構造を導入したB3TQ骨格を設計し、B3TQ-C4とB3TQ-EHを開発した (図1(a))。理論計算においては、これらの分子ではビラジカル性の寄与がなくなることが示唆された。B3TQ-C4のX線結晶構造解析の結果を図1(b)に示す。B3TQ-C4は完全な平面構造を有しており、隣り合うチオフェン環の間の二面角は $0.0^\circ$ であった。B3TQ-C4と参照分子TQ-C4に対して結合交代の程度を見積もるため、結晶構造におけるキノイド共役系に対してharmonic oscillator model of aromaticity (HOMA)を算出したところ、それぞれ0.36、0.73であった (図1(c))。

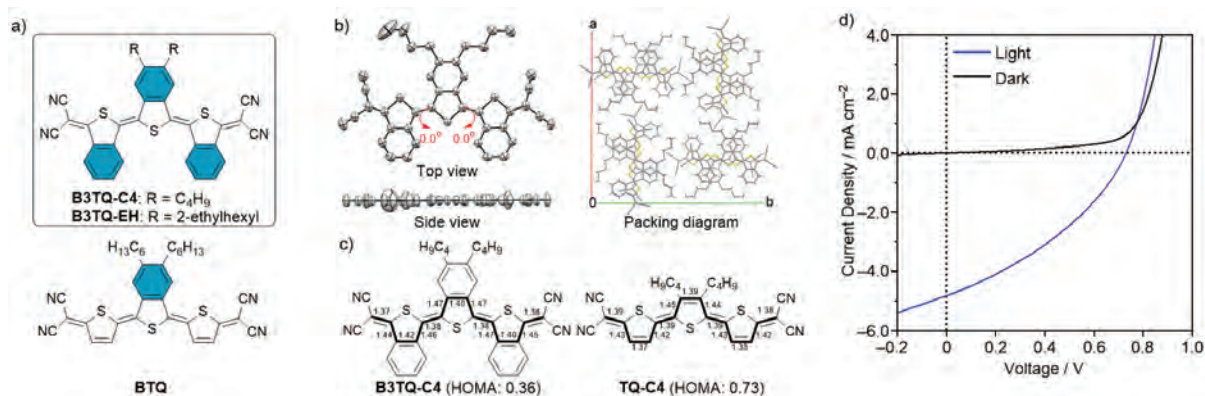


図1 完全ベンゼン縮環キノイドオリゴチオフェンの構造、および、OPVの素子特性

この結果から B3TQ-C4 がキノイド共役系において結合交代が大きく、高いキノイド構造の寄与を有していることが明らかとなった。OPV での n 型半導体材料としての機能を評価するため、B3TQ-EH と p 型有機半導体材料 (PBDB-T) と組み合わせたバルクヘテロ構造の OPV 素子を作製した。最適化を行った結果、この OPV は 1.26% の良好な光電変換効率が得られた (図 1(d))。また、外部量子効率測定の結果、750 nm までの幅広い吸収域で発電に関与していた。キノイド骨格分子が n 型 OPV 特性を示した報告はこれまでないことから、ピラジカル性の制御に基づいた分子設計が、新たな n 型 OPV 材料の指針になるものと考えられる [原著論文 8]。

#### ・数ナノメートルスケールの完全被覆型分子導線の開発

$\pi$  共役分子で構成される分子導線は単分子エレクトロニクスにおける電荷輸送の役割を担う。 $\pi$  共役分子の電気伝導機構は鎖長が数ナノメートル以上のある程度の長さを越えると、トンネル伝導からホッピング伝導に変わることが報告されている。この点から、分子導線のホッピング領域の電気伝導特性の解明に向けて系統的な長鎖の分子開発が急務な状況である。しかし、分子構造の点から、構造が明確で単分散、かつ、鎖長が 10 nm に達する分子開発は有機合成の困難さに起因して遅れている。もう一つの課題として、分子を伸長させると、拡張した  $\pi$  共役部位に由来する強い分子間  $\pi$ - $\pi$  相互作用により会合体が形成してしまうことが挙げられる。結果として“複数分子”の電気伝導特性を測定することになる。これを克服するためには、 $\pi$  共役部位の完全被覆も不可欠となる。しかし、 $\pi$  共役系に傘高い置換基を導入すると共役平面性が損なわれてしまい、分子本来の電気伝導特性を明らかにすることが困難となる。

構造の明確なオリゴチオフェンは、長い有効共役長や高い安定性など、優れた特性を有することから、単分子エレクトロニクスにおける分子導線としての利用が期待されている化合物である。我々はこれまでにチオフェンの両方の  $\beta$  位に 5 員環縮環を導入し、さらにスピロ構造で高高い置換基を組み合わせることで、共役平面性と完全被覆が保たれることを見出している。具体的には、これまでにフルオレン環を導入したシクロペンタン縮環チオフェンを設計し、このユニットで構成されるオリゴチオフェン ( $nT^{oct}$ ) を開発した (図 2(a))。しかし、 $nT^{oct}$  の鎖長はチオフェン 6 量体までに留まっていた。そこで、溶解度の向上を目指す観点から  $nT^{oct}$  のオクチル基を分岐構造の 2-エチルヘキシル基に変更し、さらに、触媒的カップリング反応の条件を改良することで、チオフェン 24 量体までの完全被覆型の単分散オリゴチオフェン  $nT^{EH}$  の合成に成功した。さらに、単分子電気伝導度測定のためのアンカー官能基として SCN 基を両末端に導入した NCS- $nT^{EH}$ -SCN の合成も行った。UV-vis 測定の結果、 $nT^{EH}$  ではオリゴチオフェン鎖の伸長に伴う最長吸収波長の長波長シフトが観測され、長鎖共役系の高い平面性が確認された (図 2(b))。NCS- $nT^{EH}$ -SCN ( $n = 2-24$ ) の単分子電気伝導度を走査トンネル顕微鏡によるブレイクジャンクション法で測定した。その結果、トンネル伝導とホッピング伝導のクロスオーバーが  $8T^{EH}$  と  $12T^{EH}$  との間 (鎖長 ca 4 nm) で観測され、共役平面性が維持されていないオリゴチオフェンより短くなることが明らかとなった (図 2(c))。また、ホッピング伝導領域において、NCS- $nT^{EH}$ -SCN の電気伝導度が高くなった。これらの結果から、共役平面性が保たれた数ナノメートルスケールの完全被覆型分子は単分子エレクトロニクスへの応用に向けて有効であることが明らかとなった [原著論文 3]。

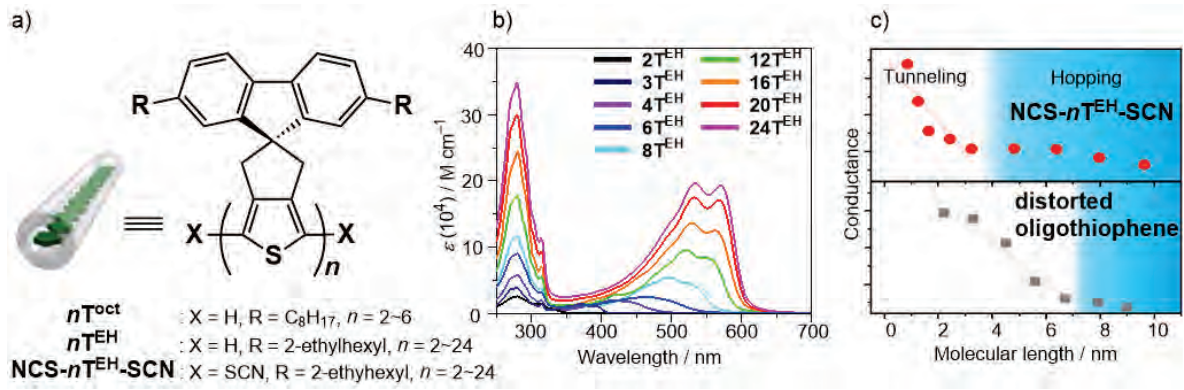


図2 完全被覆型オリゴチオフェンの構造、電子吸収スペクトル、および、単分子電気伝導特性

## バイオナノテクノロジー研究分野

教授	谷口 正輝
准教授	筒井 真楠
助教	田中 裕行、小本 祐貴
特任教授	川合 知二
特任研究員	江崎 裕子（令和元年5月31日まで）、出口 寛子、津本 弥生、村山 さなえ
大学院学生	林田 朋樹、刘 波、梁 逸偉、岸本 匠平、神田 拓人
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クエンシング法の開発、省資源・省エネルギーに資する単一分子デバイスの開発、が挙げられる。

### b) 成果

#### ・原子層堆積法を応用した表面ゼータ電位制御

バイオセンサーの多くは、イオンを含む水中での固体表面の電荷状態がその性能に大きく寄与する。一方、固体表面の電荷状態制御には、分子修飾や薄膜蒸着が用いられてきているが、これらの方法では表面電位を細かく制御することが困難であった。

今回我々は、原子層堆積法（Atomic layer deposition (ALD)）を用いた精細な固体表面ゼータ電位の制御技術を開発した。ALD法により窒化シリコン表面に厚さ数原子のアルミナ極薄膜を堆積させ、その表面ゼータ電位を測定したところ、表面電位はオングストロームレベルの原子層厚さの違いによって敏感に変化することが分かった。そこで、Multiphysics シミュレーションによりその電位変化の物理的起源を調べ、アルミナ極薄膜中には水分子が侵入しており、それにより窒化シリコン層に生じる電荷が表面ゼータ電位に寄与することを明らかにした。この技術は、ALD法による膜蒸着における簡単なパラメータ制御によって、固体表面電位を数 mV のレベルで変化させることができるものであり、バイオセンサーの研究開発への広い応用が期待されるものである。

本研究成果は、米国科学誌「ACS Applied Materials & Interfaces」に、令和元年12月31日に公開された。

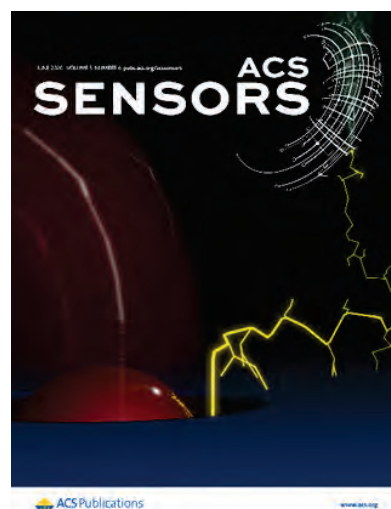
#### ・超高速応答ナノポアセンサ

固体ナノポアは、液中にある粒子や分子を1個レベルで検出できる、極めて高感度なインピーダンスセンサである。このセンサでは、物質がナノ細孔を通過する際に生じる微弱なイオン電流変化を測定する。一方、水中での電流計測では、デバイスに含まれる電気容量成分のため、電流応答が鈍化することが知られていた。このため、細孔を極めてわずかな時間に通過するタンパク質分子のような極微分子は

検出できない事が課題であった。

そこで我々は、電流応答の鈍化がどのようなメカニズムによるものなのかを調べた。ナノポアデバイスの電気容量と細孔部の抵抗は変えず、細孔外部の寄生抵抗のみ系統的に変化させ、モデルナノ粒子を対象に測定を行い、観測されるイオン電流パルス信号の鈍化の度合いを調べた。その結果、細孔外部の抵抗が細孔部の抵抗に比して数桁以上小さい場合でも、鈍りの時定数が顕著に細孔外部の抵抗によって変化する傾向が確認された。さらに、抵抗変化と時定数の関係からナノポアデバイスの等価回路モデルを構築し、超高速応答ナノポアセンサのデバイス設計指針を明らかにした。

本研究成果は、米国科学誌「ACS Sensors」に、令和2年3月6日に公開された。



#### ・機械学習を用いた単分子識別の高精度化

Mechanically Controllable Break Junction (MCBJ)法を用いた単分子計測は、単一の分子を直接計測できるために、微量での生体分子の検出手法として期待されている。我々は、DNA、RNAの配列決定や、タンパク質、ペプチドを構成するアミノ酸の決定手法の開発を行ってきた。単分子計測は単一の分子の伝導度を計測できるが、分子の配向などにより大きく伝導度が異なり、分子種を伝導度から識別するのみでは不十分であった。また、単分子計測の不安定性に起因するノイズもあり、高精度の識別のためにはノイズ除去が必要であった。

我々は産研鷺尾グループとの共同研究で、教師有学習を用いた塩基識別手法や機械学習を用いたノイズシグナルの除去手法を開発し、DNAモノマーの識別の高精度化を実現した。本手法ではブランクから得られたノイズシグナルを学習し、DNAモノマー溶液から得られたシグナルを機械学習により識別することにより、ノイズを除去できる。ノイズ除去後のシグナルを教師有学習で識別することにより、従来手法でできなかった単一シグナルを高精度で識別することに成功した(図)。この成果は「The Journal of Physical Chemistry C」に掲載された。また、この手法は疾患の発現との関連があるDNAの修飾塩基に対しても適用できる。我々は本手法を応用した修飾塩基の検出手法の開発も行っている。

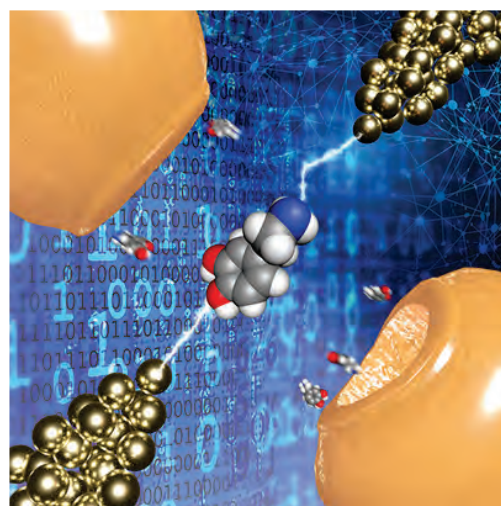


図 単分子神経伝達物質検出の概念図

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

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

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

#### ・走査型トンネル顕微鏡による単分子識別用基板の作製

我々は既に走査型トンネル顕微鏡で、DNAのプリン塩基の特徴的電子状態を検出することに成功してきた。今回、プリン塩基以外の塩基分子の特徴的な電子状態検出を可能にすると期待される原子レベルで平坦なグラフェン基板を成膜するために必要となる、原子レベルで平坦なパラジウム清浄表面基板を作成した。真空容器中で、合成マイカ上にパラジウムを蒸着したのち、800°Cでポストアニールすることにより、結晶性の十分高く、且つ、原子レベルで平坦なパラジウム基板の成膜に成功した。これらの成果は、グラフェン基板の作製だけでなく、パラジウム触媒の研究にも貢献すると期待される。

## 環境・エネルギーナノ応用分野

教授（兼任） 古澤 孝弘

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・光分解性塩基の反応機構の解明

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

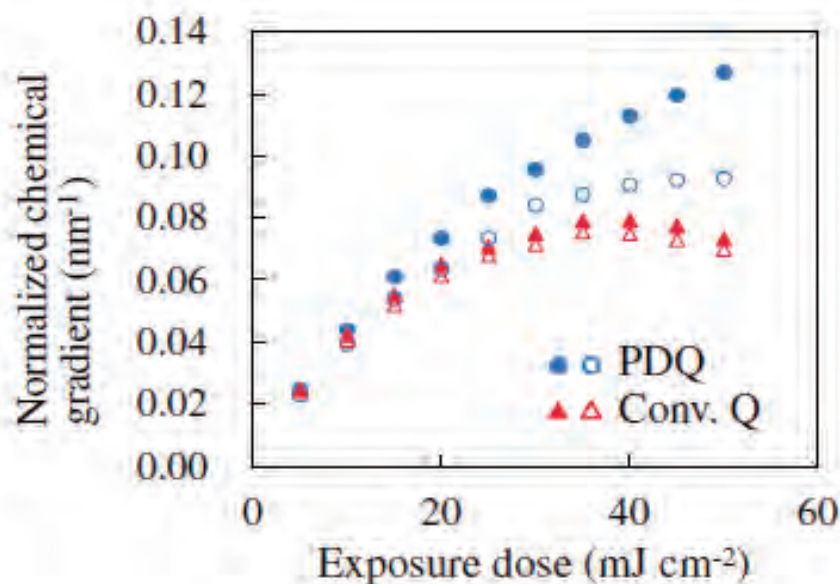


図 1 反応機構に基づいたモンテカルロシミュレーションにより計算した化学勾配に与える光分解性塩基の効果

## ナノ知能システム研究分野

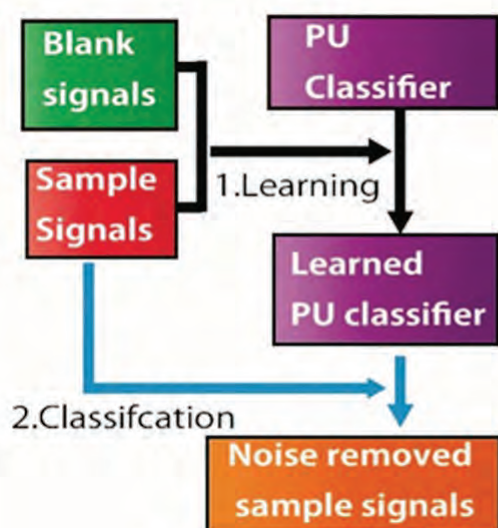
教授（兼任） 鷺尾 隆

### a) 概要

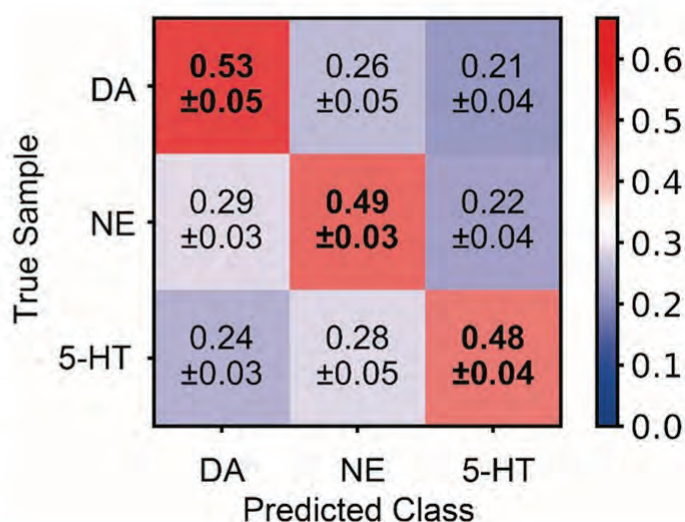
実験と計測技術の進歩に伴って、ナノテクノロジー研究分野において大量の実験データが蓄積されつつある。しかしながら、研究者を含む人間の情報処理能力の限界により、そのような大量データから科学的、工学的に意義深い知識を手動で効率的に抽出することは難しい。この問題を解決ないし軽減するために、本研究部門では様々な推論や探索アルゴリズムを駆使して大量データから人間にとって意味の大きな知識を抽出ないし推定する手法の開発を行っている。本年度は昨年度に引き続きバイオナノテクノロジー研究分野と共同で、ナノギャップを用いた高精度な一分子塩基識別の計測情報処理に取り組んだ。一分子塩基識別は RNA や DNA のシーケ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

### b) 成果

昨年度は、ナノギャップを用いた高精度な一分子塩基識別を実現するために、ナノギャップが出力する計測対象パルスとノイズパルスが混じった信号から、パルス波高ではなくパルス形状のパターン認識によってノイズを除去する PU 分類手法の開発を行った。本年度はその成果を用いて、バイオナノテクノロジー研究分野と共同で、ナノギャップによるマウス脳組織における迅速で選択的な神経伝達物質の検出を行った。マウス脳組織から取り出したドーパミン (DA)、セロトニン (5-HT)、ノルエピネフリン (NE) の 3 種類の神経伝達分子をナノギャップで計測した。図 (a) に示すように、それらのパルスから PU 分類手法でノイズパルスを取り除き、さらに各パルスが 3 種類の神経伝達分子の何れに対応するかを機械学習分類手法によって識別した。その結果、図 (b) に示すように十分な精度で各種分子を正しく検出することができた。



(a) 計測パルスから分子識別までのスキーム



(b) 3 種類の神経伝達分子検出の混同行列

図 マウス脳組織神経伝達物質検出のための情報処理スキームと検出結果



## ナノ医療応用デバイス分野

教授（兼任） 黒田 俊一

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・ヒト嗅覚受容体センサーの開発

人間の視覚や聴覚の情報はデジタル化され「情報の正確な記録と再現」が可能となっており、映像作品や音楽として商業的に活用されている。一方で、嗅覚情報は「匂いの基準」となるものが存在せず、匂いを正確に表現することが困難であった。私たちはヒトの約400種類の嗅覚受容体を発現する細胞からなる嗅覚受容体センサーを開発した。この匂いセンサーはヒトの嗅覚受容体を網羅的に発現させて、ヒトが匂いを感じる仕組みをアレイ上で再現したものである。各嗅覚受容体の応答は細胞内カルシウムイオンの濃度変化をカルシウム指示薬の蛍光強度に変換し、約400種類の嗅覚受容体の応答を一括測定することができる。これにより、約400種類の嗅覚受容体の応答をまとめた匂いの基準「匂いマトリックス」の作成、すなわち嗅覚情報のデジタル化が実現される（図1右）。しかしながら嗅覚受容体は匂い分子の無い条件下でも熱的な揺らぎによりランダムに活性化しており、この生物学的なノイズは、イメージングセンサーの電気的なノイズと相まって解析を難しくしている。一定以上のカルシウム濃度変化を示す細胞を選抜した後、前述のノイズにより匂い応答陽性と誤って判定された（偽陽性）細胞は、これまで解析者の判断により除外していたが、匂い測定ではしばしば数千～数万個の細胞が応答し、この中から偽陽性細胞に由来するデータを取り除くのに大きな労力を要していた。今年度の研究開発で私たちは、陽性細胞由来データを解析者が選抜した結果をAIに学習させて、AIを活用したノイズ除去プログラムを開発して選抜過程を自動化することに成功した（図2）。今後は、ヒト嗅覚受容体センサーを食品、化粧品、芳香剤の開発段階や医療診断用途に最適化すべく応用用途開発を続行する予定である。



図1 嗅覚受容体センサーと匂いマトリックス

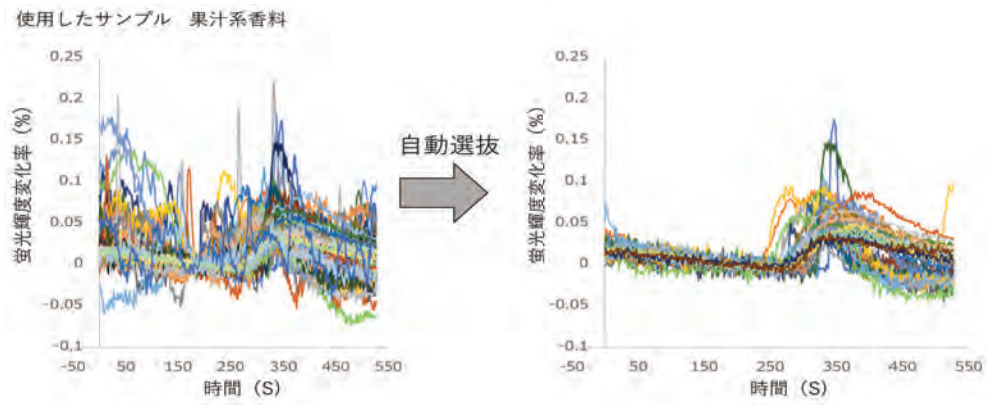


図2 AIを活用した嗅覚受容体センサー出力情報の選抜

## ナノシステム設計分野

客員教授

垣内 史敏 (平成 31 年 4 月 1 日～令和 2 年 3 月 31 日)

### a) 概要

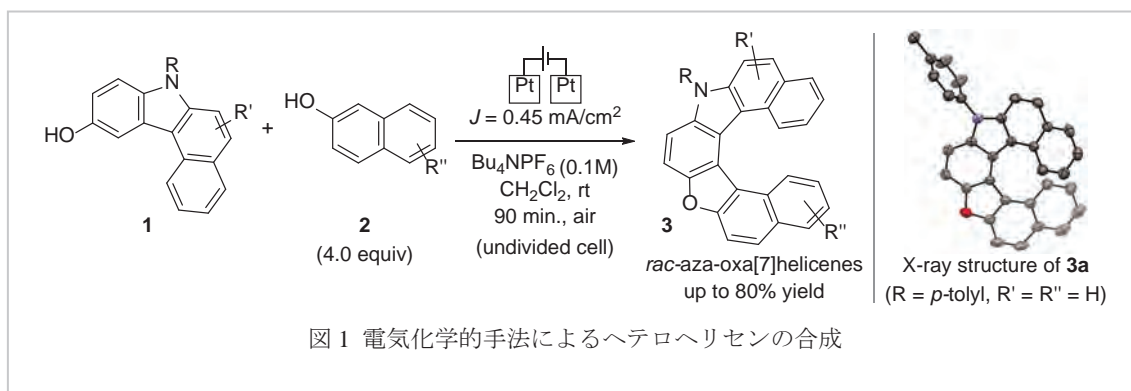
有機電解合成では、電気化学的な酸化還元反応より有機化合物の選択的な変換や合成反応を行う。本手法は‘電子’を試薬として有機化合物の活性化し、他の金属酸化剤などの強力な試薬を必要しないため、環境に優しく持続可能な手法として注目を集めている。また、穏和な反応条件下で反応を実施できるため、従来の高温反応を必要とする手法では合成が困難であった複雑な有機化合物の合成にも有効である。

### b) 成果

#### ・ 酸化的ヘテロカップリング/脱水環化連続反応によるヘテロヘリセンの電気化学的合成

キラルなヘテロヘリセンは、効果的な不斉源として不斉配位子や有機分子触媒などへの応用やその独特な光学的、電子的性質から機能性化合物への利用が期待されている。しかしながら、既存のヘリセン型分子の合成の多くは、多段階合成や遷移金属触媒を用いる手法がほとんどであり、反応条件も高温を必要とするなど、現在も効率的な合成法の開発が望まれている。これまでに当研究室では、キラルバナジウム触媒を活用するアレノール類の酸化的カップリングとそれに続く脱水環化反応により、ヘテロヘリセンの効率的な合成を達成している。

より環境調和を指向したヘテロヘリセンの類の合成を開発するため、有機電解合成によるヘテロヘリセンの合成を検討した。その結果、白金電極を用いる電解反応条件下においてベンゾカルバゾール誘導体 **1** と 2-ナフトール誘導体 **2** を反応基質として用いれば、目的のヘテロヘリセン **3** が得られることを見いだした。電解質として  $\text{Bu}_4\text{NPF}_6$  を用い、**1** と **2** を室温下塩化メチレン中で反応させると、炭素-炭素結合形成を伴う酸化的ヘテロカップリングと脱水環化反応が連続して進行し、反応時間 90 分で対応する **3** が最大 80% の収率で得られた。本反応で得られた化合物 **3a** ( $\text{R} = p\text{-tolyl}$ ,  $\text{R}' = \text{R}'' = \text{H}$ ) の構造は、各種分光法および X 線結晶構造解析によって明らかにした。



## ナノシステム設計分野

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

### a) 概要

既存のコンピュータより圧倒的に高速な量子コンピュータ、従来の光計測の感度限界を超える量子計測、さらに、量子ネットワークなど、光子を用いた量子情報科学の実現には、その状態を制御する光量子デバイスの開発が必要である。このデバイスの開発に向け、これまで、単一発光体を結合させたナノフォトクスデバイスの開発を行ってきた。本年度は、大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点の高精細集束イオンビーム装置を用い、光ファイバの一部を光の波長程度まで細く引き延ばしたナノ光ファイバに光共振器を組んだナノ光ファイバブラッグ共振器の共鳴波長制御に取り組んだ。

### b) 成果

本研究室では、ヘリウムイオンビームを用いた高精細集束イオンビーム装置（ZEISS “ORION NanoFab”）を利用し、ナノ光ファイバブラッグ共振器の開発を行っている。これまでに 4000 を超える高  $Q$  値ナノ光ファイバブラッグ共振器を実現してきた[1]。我々は、このナノ光ファイバブラッグ共振器に結合させる単一発光体として、ダイヤモンド中のシリコン欠陥中心や、六方晶窒化ホウ素中の結晶欠陥などを検討している。しかし、これまでに開発されたナノ光ファイバブラッグ共振器の共鳴波長は、これらの発光体の発光波長とは一致していなかった。そこで、本年度は、これらの発光体との結合に向け、ナノ光ファイバブラッグ共振器の共鳴波長制御に取り組んだ。

図 1 に、作製したナノ光ファイバブラッグ共振器の透過スペクトルを示す。ダイヤモンド中のシリコン欠陥中心の発光波長に近い波長 757 nm で、 $Q$  値 800 に相当する鋭い共鳴ピークが観測された。また、ブラッググレーティングの周期を変更することで、六方晶窒化ホウ素中の不純物欠陥の発光波長に一致する、573 nm に共鳴ピークを持つナノ光ファイバブラッグ共振器の作製にも成功した。

今後は、光量子デバイスの実現に向け、これらの発光体とナノ光ファイバブラッグ共振器とのハイブリッドデバイスを開発していく予定である。

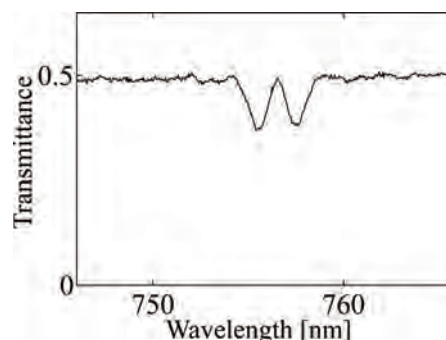


図 1 作製したナノ光ファイバブラッグ共振器の透過スペクトル

[1] Hideaki Takashima, Atsushi Fukuda, Hironaga Maruya, Toshiyuki Tashima, Andreas W. Schell, and Shigeki Takeuchi, “Fabrication of a nanofiber Bragg cavity with high quality factor using a focused helium ion beam,” Optics Express, 27, 6792-6800 (2019).

# ナノシステム設計分野

招へい教授 仁科 勇太

## a) 概要

近年、ナノテクノロジーの発展によって電子デバイスの高性能化が進み、我々の生活に欠かせないものとなっている一方で、全世界の電子デバイス生産量・使用量が急増し、枯渇性資源の消費が加速しています。また、大量の電子ゴミ (E-waste) が発生し、特に発展途上国において、人体への悪影響や環境破壊を招いています。その中、樹木細胞壁から得られる幅 3-15 nm のナノセルロースでつくる紙「ナノセルロースペーパー」は、持続生産可能で生分解性を有する環境調和型電子デバイス基材として注目を集めています。しかし、ナノセルロースは完全な絶縁体 (電気抵抗値:  $10^{14} \Omega$  以上) であるため、電子デバイスの動作に不可欠な半導体や導体には、依然として枯渇性資源である金属や石油由来の電子材料が使用されています。

そこで本研究では、アライアンス・CORE ラボ共同研究プロジェクトにおいて、自然材料機能化研究分野の古賀准教授らと共同で、樹木ナノセルロースの炭化戦略による電子材料化 (半導体化・導体化) とデバイス応用に取り組んでいます。今年度は、炭化ナノセルロースペーパー導体の 3D ナノ細孔構造設計と酵素型グルコースバイオ燃料電池応用を行いました。

## b) 成果

### ・炭化ナノセルロースペーパー導体の 3D ナノ細孔構造設計とグルコースバイオ燃料電池応用

ナノセルロースペーパーのナノ構造と炭化条件を設計することで、ナノファイバーネットワーク由来の高比表面積・3D ナノ細孔構造 (比表面積:  $750 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ) と高い導電性 (電気抵抗率:  $4.5 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ ) を有する炭化ナノセルロースペーパー導体を調製することに成功しました。

次に、酵素型グルコースバイオ燃料電池電極に応用し、その性能評価を行いました (Fig.1(a))。本研究で開発した炭化ナノセルロースペーパー導体の発電パワー密度は  $140 \mu\text{W cm}^{-2}$  に達し、市販グラファイトシートと比べて 15 倍以上の値を示しました。これは LED を点灯するのに十分な発電量であり (Fig. 1(b))、バイオ燃料電池電極として優れた性能を達成することができました。炭化ナノセルロースペーパー特有の高比表面積・3D ナノ細孔構造が、酵素 (FAD-GDH) の吸着場およびグルコース燃料の効率輸送場として好適に機能し、また、高い導電性が、酵素反応によってグルコースから取り出した電子の効率移動に寄与したためと推察されます。

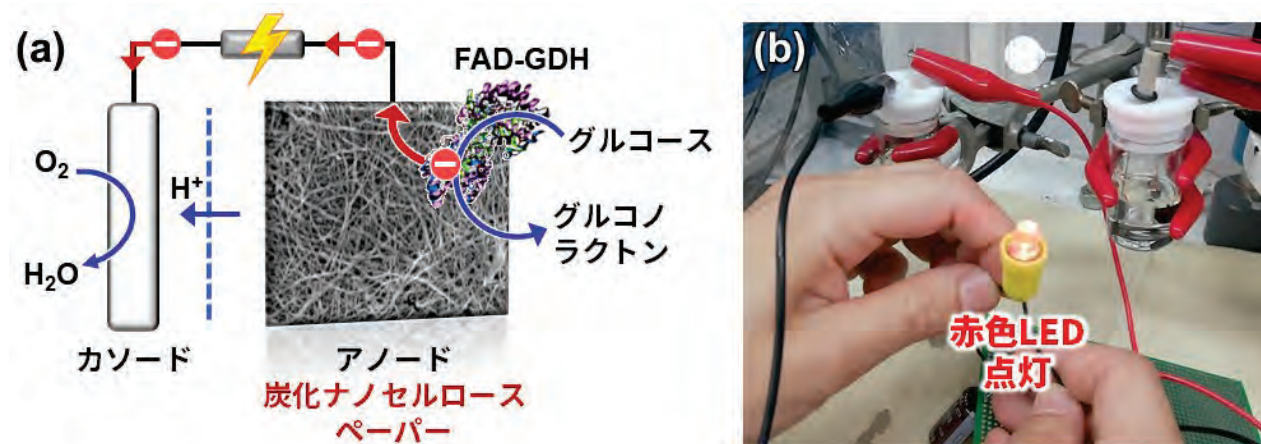


Fig. 1 (a)炭化ナノセルロースペーパー導体をアノードに用いた酵素型グルコースバイオ燃料電池の概要図、および、(b)発電した電力により LED が点灯した様子

# ナノシステム設計分野

招へい准教授 長島 一樹

## a) 概要

全ての植物から得られる幅 2-20 nm のナノセルロースは、地球上で最も豊富に存在するバイオマス資源であり、軽量高強度・大比表面積等の優れた物性も有するため、夢の新素材として期待を集めています。我々はこれまでに、ナノセルロースの電気特性を世界で初めて実測し、電気を全く通さない絶縁体であることを明らかにしました。また、ナノセルロースで作る紙「ナノセルロースペーパー」を土に還る生分解性絶縁基材として応用し、不揮発性メモリやガスセンサなど、高性能かつ低環境負荷のナノセルロース電子デバイスを創出してきました。

本研究では、アライアンス・CORE ラボ共同研究プロジェクトにおいて、自然材料機能化研究分野の古賀准教授らと共同で、絶縁性ナノセルロースの電子機能創発、すなわち、半導体化・導体化に取り組んでいます。今年度は、ナノセルロースの段階的炭化による電気特性チューニングを検討しました。

## b) 成果

### ・ナノセルロースペーパーの電気特性チューニング

本研究では、伝統的な炭化技術により、ナノセルロースペーパーの電気特性チューニングが可能であることを見出しました。すなわち、諸条件を精査し、ナノセルロースの段階的な炭化を実現することで、その電気抵抗率を  $10^{13} \sim 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 、バンドギャップを 5.34~0 eV の広い範囲で細かくチューニングすることに成功しました (Fig. 1)。すなわち、ナノセルロースの電気特性を絶縁体~半導体~準導体まで変調させることができました。同一材料で半導体から準導体までの幅広く電気特性を変調可能な炭化ナノセルロースペーパーは、物質吸着・輸送に適した大比表面積・3D ナノ細孔構造も有しており、持続生産可能な新たな電子ナノ材料として、今後のさらなる機能・用途開拓に期待が持たれます。

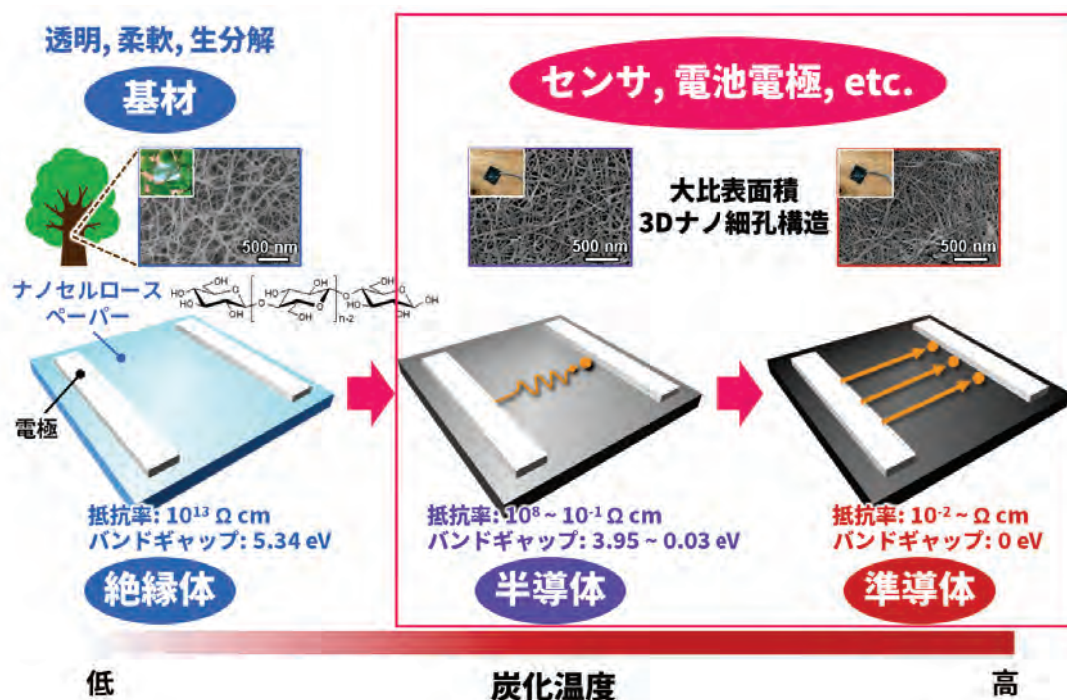


Fig. 1 ナノセルロースペーパーの段階的炭化戦略による電気特性チューニング概要図

## ナノシステム設計研究分野

招へい教員

豊田 雅之（平成 31 年 4 月 1 日～令和 2 年 3 月 31 日）

### a) 概要

電気磁気効果を示す新材料は高速動作性に優れた半導体物質と不揮発性や高密度記録性に優れた磁性体物質の両方の性質を併せ持ち、エレクトロニクス・デバイスにおける高速化・省電力化・高効率化などの性能向上に寄与することが期待される。しかしながら、これまでに発見された電気磁気物質の数は限られており、さらなる電気磁気物質の探索・設計が求められている。そのためには電気磁気現象の発現機構を理論的に解明することが重要な課題である。本研究課題では、遷移金属磁性元素の局在スピンの多極子的な配置を示す遷移金属酸化物に着目し、第一原理電子状態計算を用いて電気磁気物質の電子構造や磁気特性、光学応答を理論的に解析することにより、電気磁気効果の特性と、それが発現する微視的機構を明らかにする。

### b) 成果

電気磁気効果を示す遷移金属酸化物  $A(\text{TiO})\text{Cu}_4(\text{PO}_4)_4$  は、銅イオンと酸素イオンが結合して形成する正方形の  $\text{CuO}_4$  クラスタが互いに角度を持って隣接する正四角台塔型と呼ばれる特徴的な結晶構造を有する。各クラスタの中心に位置する銅イオンには局在スピンモーメントが生じ、それらは交換相互作用によって反強磁性的に秩序化する。さらに、 $\text{CuO}_4$  クラスタの面が結晶の  $c$  軸から傾いていることから、磁気異方性や異方的交換相互作用の働きによって、このスピンモーメントは  $c$  軸から  $ab$  面内方向へ非共線的に傾く。その結果、局在スピンモーメントの  $ab$  面への射影成分が四極子的な配置となり、これに起因して電気磁気効果が発生する。A サイトにアルカリ土類金属 (Ba や Sr) を含む場合は、 $\text{CuO}_4$  クラスタの間の交換相互作用が全て反強磁性的となり、電気分極も反強的に秩序化するため巨視的な電気分極を示さない。我々は、これまでに、スピンモーメントの間に働く磁気相互作用を第一原理電子状態計算によって定量的に予測し、実験結果とよく一致することを確認した。さらに、A サイトに  $5s$  電子や  $6s$  電子を含む Sn や Pb などの IV 族元素を用いることで、 $c$  軸方向の交換相互作用が強磁性的になることを理論的に予測した。これらの物質では微視的な電気分極が  $c$  軸方向に強的に秩序化することから、巨視的な電気磁気効果が観測できると期待された。この予測にもとづいて共同研究者が  $\text{Pb}(\text{TiO})\text{Cu}_4(\text{PO}_4)_4$  を実験的に合成し、我々の予測どおり電気磁気効果によって巨視的な電気分極が生じることを観測した。また、電気磁気効果によって生じる非相反光学応答も観測された。これは、電氣的遷移と磁氣的遷移が包含的に許されるために、光の入射方向によって光学吸収スペクトルが変化する現象である。我々は、この物質における非相反光学応答の発現機構を明らかにするためにスピン軌道相互作用を含んだ電子状態を計算し、電氣的遷移と磁氣的遷移の遷移確率を計算することで、 $\text{Pb}(\text{TiO})\text{Cu}_4(\text{PO}_4)_4$  における非相反光学応答を定性的に解明することに成功した。今後は、光学応答スペクトルの詳細な構造を定量的に解析するため、より詳細な理論解析に取り組む。

# ナノシステム設計分野

客員教授

寺尾 潤 (令和1年11月1日～令和2年3月31日)

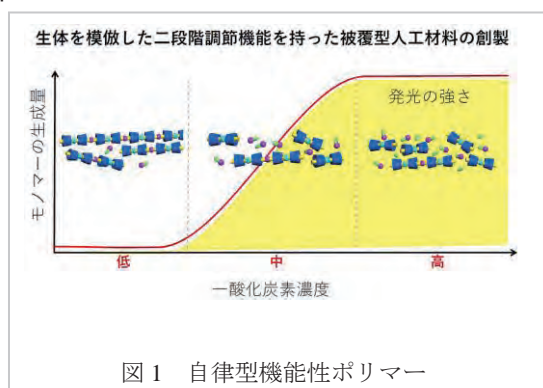
## a) 概要

今回、多段階調節機能を単一の材料で達成するための分子設計を提案し、二段階の自動調整システムを持つ自律型機能性ポリマーの開発に成功しました。今回合成した材料は、有毒ガスである一酸化炭素に反応する発光材料において、低・中・高濃度という3つの領域を識別し、自律的に応答性を変化させることに成功しました。このような自律型システムは、センサ・コンピュータ・物質生産などと組み合わせることによって、周りの状況に応じて材料が自動的に応答・生産性を変化し得るため、自律思考型の機能性材料としてより豊かな社会システムの創成につながると期待されます。

## b) 成果

### ・生体を模倣した自動調節機能を持った有毒ガス応答材料

我々は、環状分子であるシクロデキストリンが連結した有機分子の自己包接による被覆手法を考案しました。この手法により得られる被覆型分子をモノマーとして用い、これまで様々な機能性高分子（ポリマー）の安定性や機能性の向上に関する研究を行っています。今回、多段階調節機能を単一の材料で達成するための新しい被覆型高分子材料の設計を提案し、その実証に初めて成功しました。即ち、二種類の金属元素を含む被覆型高分子材料に着目し、有毒ガスの一つである一酸化炭素濃度に応答して発光する材料において、「低・中・高」三つの濃度領域を識別し、自律的に応答性が変化するシステムを実現しました。この人工材料において、一つ目の金属は一酸化炭素ガスを認識してポリマー鎖を切断し、別の金属を含む発光性の単量体（モノマー）が生成します。しかし一酸化炭素ガスに一定時間暴露させ、生じる材料の発光強度を調査したところ、ガスが低・中・高という三つの濃度領域で異なる応答性を示し、二つ異なる閾値を有する自動調節システムを有することが明らかとなりました。このシステムの鍵となったのは、ポリマーが構成要素であるモノマーに分解することで初めて発光する仕組みを設けたことと、ポリマー鎖の切断反応速度が一酸化炭素の濃度によって切り替わる金属を選択したことです。これによって、低濃度でもポリマー鎖の切断は進行しますが、発光性を示すモノマーよりも発光性を示さないオリゴマーが主に生成するため、ポリマーの切断量に比べてモノマーの発生量は少なくなります。今回この両者のずれを用いることで、一酸化炭素が存在しても発光を示さないオリゴマーが生成する低濃度領域（一つ目の閾値）を生み出すことに成功しました。さらに一酸化炭素ガス濃度を高めると、ガス濃度の増加に伴って発光性を示すモノマーの生成量が増え、発光強度が強くなる通常の比例関係を示す領域（中濃度領域）が発現しました。さらに高い濃度領域では、一酸化炭素と反応可能な金属の供給が追い付かなくなり、濃度に依らず一定の発光強度を示すという特異な二段階調節システムが実現できました（二つ目の閾値）。今回、単一の高分子材料にもかかわらず、まるで生体システムのような多段階の自動応答変調システムを実現しました。このようなシステムを多様な人工材料に組み込むことにより、センサ・コンピュータ・物質生産システムなどの応答性や生産性が、周りの状況に応じて自律的に変化することが可能になると考えられます。今後、発光材料のみならず、さまざまな機能性材料にこの自律調節システムを組み込むことで、人の手を介さない自律型機能性材料の創成が期待されます。



「Insulated Conjugated Bimetallopolymer with Sigmoidal Response by Dual Self-controlling System as a Biomimetic Material」, Hiroshi Masai, Takuya Yokoyama, Hiromichi V. Miyagishi, Maning Liu, Yasuhiro Tachibana, Tetsuaki Fujihara, Yasushi Tsuji, Jun Terao, *Nat. Commun.* 11, 408 (2020).



## ナノシステム設計分野

客員准教授

中払 周（令和元年12月1日～令和2年3月31日）

### a) 概要

電子間の反発相互作用に由来し絶縁性を示すモット絶縁体は、キャリアをドーピングすることで金属状態へと相転移する。この「モット転移」を、電界効果構造を用いたキャリアドーピングによって制御することが出来れば、量子多体系への理解が深まるだけでなく、将来的にモット絶縁体を基盤とした新奇トランジスタ創出へと繋がるのが期待される。本研究では、室温近傍で相転移を起こす強相関酸化物二酸化バナジウム( $\text{VO}_2$ )における転移を電界効果によって制御することを目標とした。具体的には、高い誘電性を有するイオン液体と優れた化学的安定性を有する二次元層状絶縁体六方晶窒化ホウ素とのハイブリットをゲート誘電体とした  $\text{VO}_2$  トランジスタを作製し、その輸送特性やゲート電圧依存キャリア数を詳細に調べることにより、 $\text{VO}_2$  におけるモット転移のゲート誘起に関する知見を構築することを目指した。

### b) 成果

$\text{VO}_2$  におけるモット転移のゲート誘起可能性に関する知見を得るためには、 $\text{VO}_2$  チャンネルにゲート電圧を印加すると同時に、ホール測定によってキャリア密度を詳細に決定する必要がある。受入研究室であるナノ機能材料デバイス研究分野では、ホール測定を行うための物性測定装置(PPMS)は所有しているものの、トランジスタ構造においてゲート電圧を印加しながらホール測定を行った経験はなかった。そこで本研究では、輸送特性測定とホール測定を同時に行うための測定プログラムの作製を行い、輸送特性測定とホール測定を同時に行えるプログラムの一部を作製することができた。今後さらに共同研究を続けてプログラムを完遂させ、実際に測定を行うことで  $\text{VO}_2$  における印加ゲート電圧とキャリア密度との関係性を明らかにする。

## 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、産研の有する各種ナノ加工装置およびナノ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る。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・提供を行っている。

### 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、エッチングや成膜といった、デバイス加工プロセスの一部を担当することもある。2019年度は12研究室から131件の加工依頼があった。2005年度の発足以来の依頼先と依頼件数の推移を図1に示した。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るが、目標として10依頼先から100依頼件数を目指していきたい。

2019年度を代表する加工依頼は4インチSOIウェハ上に120個の電極パターンを作り、各々切り離したものである。図2に完成品の写真を示す。電極を作る方法は、先に金属膜をウェハ上に成膜してから保護膜のパターニングを行い、金属膜をエッチングして作る方法と、先にウェハ上に剥離膜をパターニングし、その後金属膜を成膜して剥離膜を剥がすことによって作る方法の2通りがある。今回の電極はエッジが基板表面に滑らかについていることが大切であるため、金属膜を保護膜パターンに従ってエッチングする方法を用いた。保護膜のパターンは4インチSOIウェハ上に一度に作製したが、金属エッチングはやりすぎると電極パターンが崩れてしまうため、SOIウェハを8分割程度に割ってから行った。その上で完成した電極パターンをさらに分割し、各々保護膜を除去して完成となる。2019年度において一番時間の掛かった依頼であった。

#### ・国際ナノテクノロジー総合展の参加

2020年1月29日～31日に東京で行われたnanotech 2020に産研ナノテクノロジーセンターの一員として参加した。活動内容をまとめたパネルと、サンプルの展示を行ってきた。

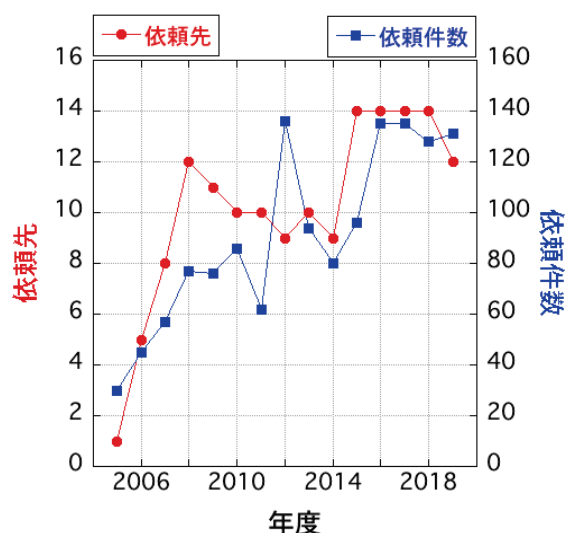


図1 2005年度以来の活動記録

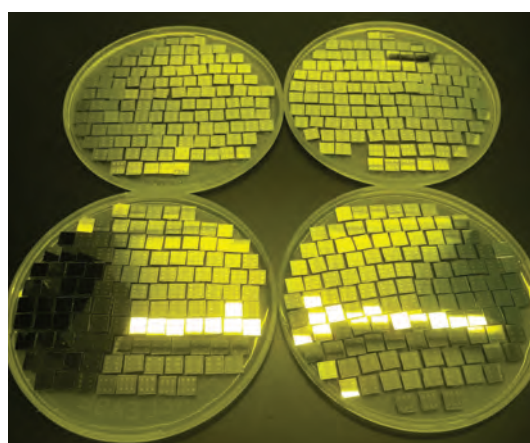


図2 4インチSOIウェハ上に作製した電極。各ウェハを120片の基板に分割してあり、それぞれの分割片に3対のくし型電極がパターニングされている。

## ナノテク先端機器室

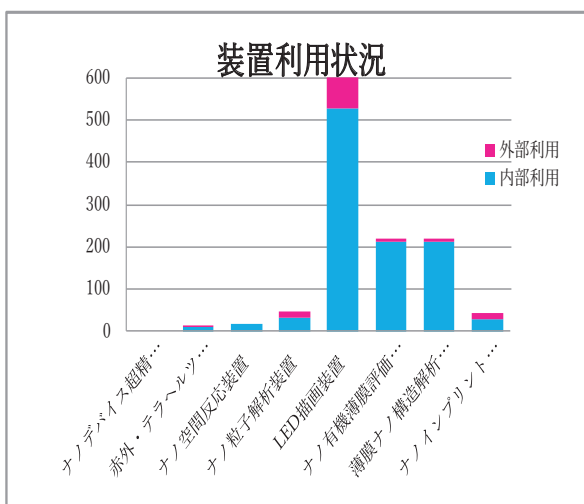
室長（兼任）教授            田中 秀和  
特任技術職員                佐久間 美智子

### a) 概要

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

### b) 成果

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



## ナノテクノロジー設備供用拠点

拠点長（兼任）教授	保田 英洋（令和2年3月31日退任）
教授（兼任）	田中 秀和、谷口 正輝、小口 多美夫（令和2年3月31日退任）
特任助教	北島 彰、法澤 公寛
特任研究員	柏倉 美紀、近田 和美、山崎 昌信、谷口 隆（令和元年11月1日採用）
技術補佐員	前川 芳美（令和元年10月31日退職）
事務補佐員	圓見 恵子、下満 恭子
派遣職員	和辻 祐規子（令和2年3月31日退職）

### a) 概要

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

#### ① 微細構造解析プラットフォーム

nm スケールの分解能で  $\mu\text{m}$  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

リソグラフィー技術、ビームテクノロジーを利用した薄膜試料の微細加工とデバイス化、およびそのデバイスの評価等の支援

#### ③ 分子・物質合成プラットフォーム

有機物・無機物・金属等が持つ機能を最大限に利用し、空間的・エネルギー的に最適な配列や組合せを考慮した原子・分子配列を有する材料の創製、また薄膜や人工格子の形成・物性測定等の支援

### b) 成果

本事業による国内外・学内外のナノテクノロジー研究をサポートする先端共用施設として、産業科学研究所が保有する微細加工と分子・物質合成（薄膜合成）、そして超高压電子顕微鏡センターが保有する微細構造解析の3つのプラットフォームを融合・複合化し、ナノスケールプロセスやナノ構造・機能の解析に必要な施設・装置・技術等の提供による総合的な研究支援を行った。また本年度は本事業の8年度目であり、当拠点では3プラットフォーム合計で延べ175件の支援を行った。令和元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1年度の支援課題件数（成果公開事業（成果公開猶予を含む））

	微細構造解析				微細加工				分子・物質合成				合計			
	学	独	産	計	学	独	産	計	学	独	産	計	学	独	産	計
機器利用	28	11	1	40	34	2	11	47	37	2	15	54	99	15	27	141
共同研究	9	6	1	16	2	0	1	3	3	0	0	3	14	6	2	22
技術代行	2	2	0	4	2	1	0	3	1	0	0	1	5	3	0	8
技術補助	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
技術相談	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	1	1	0	2	3
合計	40	19	2	61	39	3	13	55	41	2	16	59	120	24	31	175

事業および拠点活動紹介のため、学外からの訪問者による施設見学を受け入れた。令和元年度に受け入れた施設見学を表-2に示す。

表-2：施設見学（産業科学研究所側施設、施設利用の打合せによる見学を除く）

日付	訪問者（団体）	対象	人数
令和元年 8月 28日	大阪府立四條畷高校	高校生	6
令和元年 11月 18日	大阪産業技術研究所	公的機関	7

拠点活動紹介および技術研鑽の場の提供のため、展示会場での利用活動紹介やナノテクノロジープラットフォーム技術支援者交流プログラムでの技術支援者受け入れた。令和元年度開催分を表-3に示す。

表-3：拠点活動紹介・セミナー・スクール等

日付	開催名	対象	人数
令和元年 7月 10-12日	ナノテクノロジープラットフォーム 学生研修プログラム（微細加工プラットフォーム）	大学院生	1
令和元年 8月 6-9日	ナノテクノロジープラットフォーム 学生研修プログラム（分子・物質合成プラットフォーム）	大学院生	2
令和元年 10月 11日	センサーデバイス研究会	企業、大学、公的機関など	47
令和元年 10月 15-18日	令和1年度技術支援者交流プログラム（分子・物質合成プラットフォーム）	大学、公的機関など	2
令和元年 10月 15-17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	8
令和元年 10月 31日 11月 1日	第6回電子デバイスフォーラム京都 （京都大学・奈良先端科学技術大学院大学との共同出展（利用相談会・セミナー開催））	企業、大学、公的機関など	390
令和2年 1月 29-31日	Nanotech2020（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	47,692
令和2年 2月 6、7日	ナノ工学	大学院生	27

# 産業科学 AI センター

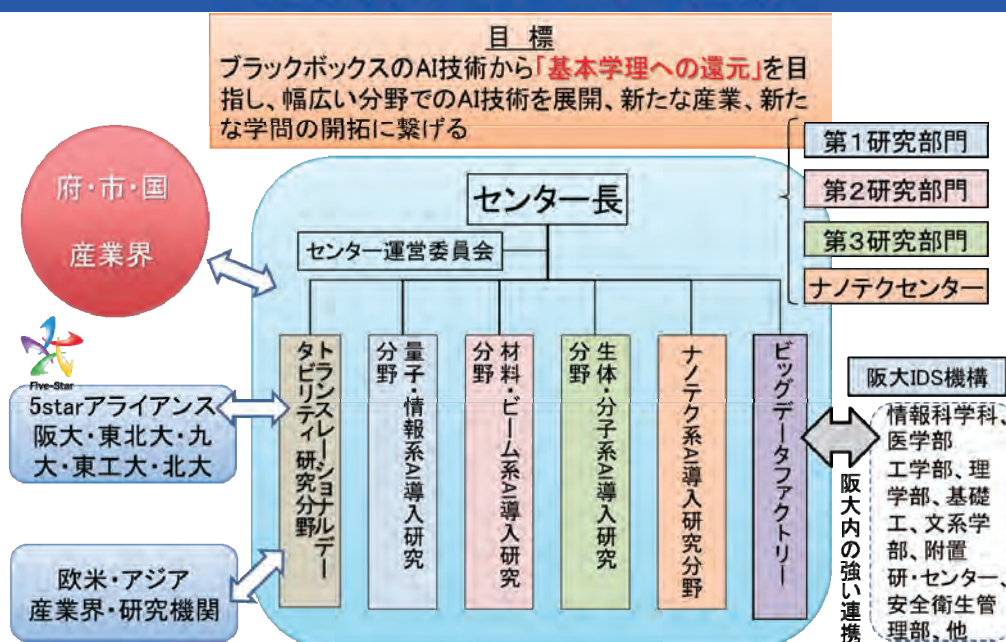
センター長 教授	櫻井 保志
准教授	今村 健太郎、松原 靖子
特任助教	浅井 歩、佐藤 翔（令和2年1月31日退職）、野田 祐樹 木村 輔（令和2年4月1日採用）
教授（兼任）	小口 多美夫、駒谷 和範、笹井 宏明、関谷 毅、関野 徹、沼尾 正行、 八木 康史、鷺尾 隆
准教授（兼任）	加藤 久明、須藤 孝一、滝 澤忍
助教（兼任）	岡本 一将、小本 祐貴、西野 美都子、藤田 高史
技術室（兼任）	相原 千尋、榊原 昇一
事務補佐員	角 玲子

## 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。

## 産業科学AIセンター組織



## 成果

### 1. 産業科学 AI センター発足後の主なプロジェクト（2019年度）

- ・機械学習と最先端計測技術の融合深化による新たな計測・解析手法の展開（JST CREST、鷺尾 隆）
- ・超解像「生理機能」イメージング法の開発と細胞状態解析への応用（JST CREST、永井 健治、鷺尾隆）
- ・Field Intelligence 搭載型大面積分散 IoT プラットフォームの研究開発（NEDO、関谷 毅）
- ・大阪大学 COI 音楽活性化グループ（JST センター・オブ・イノベーションプログラム、沼尾 正行）
- ・実データで学ぶ人工知能講座（NEDO、八木 康史、沼尾 正行）
- ・電子フォトン融合によるポアンカレインターフェースの創製（JST CREST、大岩 顕）
- ・電気制御量子ドットを使った光子－電子スピン相互量子状態変換の研究科（研費基盤研究 S、大岩 顕）
- ・EUV 化学増幅型レジスト材料の性能予測（科研費基盤研究 A、古澤 孝弘）
- ・第一原理計算と機械学習の連携によるマテリアルズ・インフォマティクス（JST イノベーションハブ支援構築事業、小口 多美夫）
- ・複雑事象のモデリングによる知的支援システムの開発（JST 未来社会創造事業、櫻井 保志）

### 2. 実績

- ・産業科学 AI センターの産学連携・共同研究実績（合計 20 件）  
（日立金属、ホンダ、トッパン・フォームズ、パナソニック、三菱電機、東レ、富士通研、電通デジタル、デンソー、ソニーSCK、三菱重工工作機械、ニチコンなど）
- ・国際共著論文の件数：14 件
- ・特許出願件数：2 件
- ・産業科学研究所各研究分野と連携したデータ駆動型研究プロジェクト数：12 件

### 3. 産業科学 AI センター実施イベント

- ・産業科学 AI センター発足記念キックオフ講演会  
開催日：2019 年 7 月 6 日 場所：産業科学研究所 講堂  
参加人数：67 名
- ・産業科学 AI センター発足記念国際シンポジウム「産業科学への AI 導入に向けた挑戦」  
開催日：2019 年 10 月 26 日 場所：大阪国際会議場（グランキューブ大阪）  
参加人数：146 名
- ・AI 所内教育プログラム  
開催日：11 月 14 日 場所：産業科学研究所 講堂（中継：インキュベーション棟セミナー室）  
参加人数：127 名
- ・2019 年度 イノベーションストリーム KANSAI 産業科学研究所ブースへのシーズ出展  
開催日：2019 年 12 月 17 日、18 日 場所：グランフロント大阪コングレーションセンター
- ・第 3 回 大阪大学－グローニンゲン大学 データワークショップ  
開催日：2020 年 3 月 2 日、3 日 場所：グローニンゲン大学 ゼルニケキャンパス  
AI センターより 5 名が講演
- ・産業科学 AI センター令和元年度成果報告会  
開催日：2020 年 2 月 3 日 場所：産業科学研究所 講堂  
参加人数：46 名

# トランスレーショナルデータビリティ研究分野

教授 櫻井 保志  
 准教授 松原 靖子  
 特任助教 本田 崇人  
 特任助教 木村 輔  
 大学院学生 川畑 光希 (日本学術振興会特別研究員)、中村 航大、佐藤 颯  
 事務補佐員 宮武 有佳子

## a) 概要

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



図1 本研究の概要

## b) 成果

- リアルタイム要因分析技術: OrbitMap

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

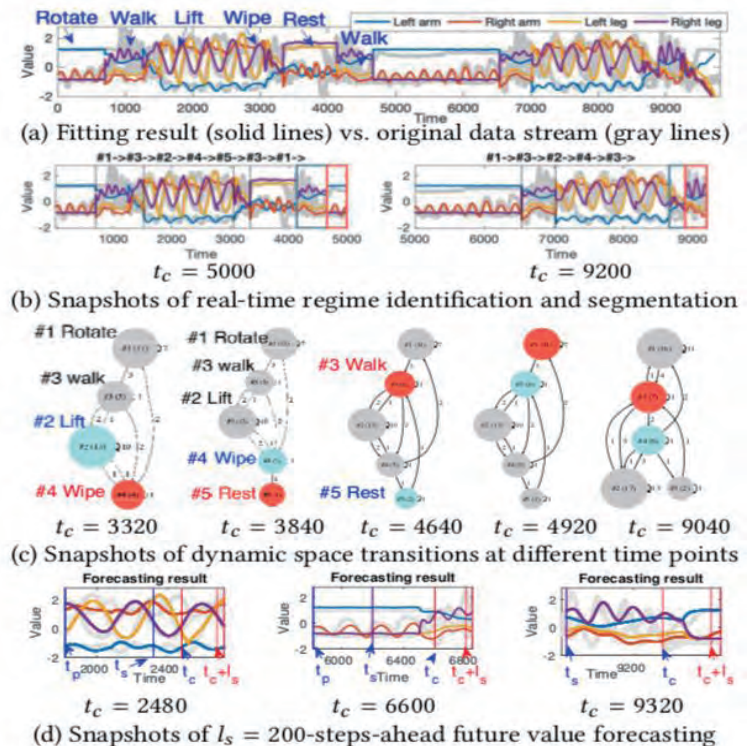


図2 モーションセンサデータを用いた要因分析技術の解析結果例



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

・多角的テンソル特徴抽出技術：CubeMarker

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

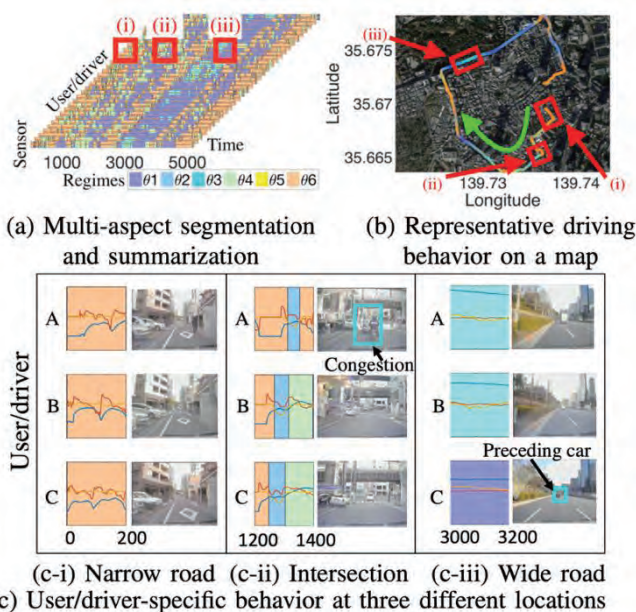


図 3 車両走行データに対する CubeMarker の出力結果

・オンライン活動データのリアルタイム予測技術：CubeCast

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

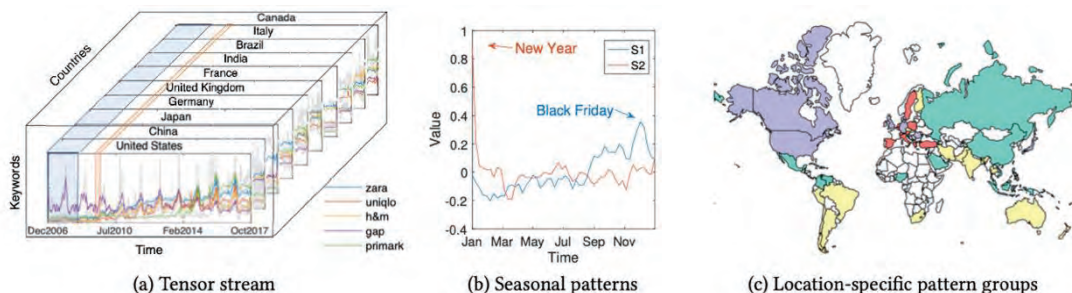


図 4 提案手法によるリアルタイム予測の様子と検出パターン例

# 量子・情報系 AI 導入研究分野

特任助教 野田 祐樹

## a) 概要

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

## b) 成果

### 背景と目的

日本におけるトンネルや橋梁を始めとするコンクリート構造物の多くは 1960 年代の高度経済成長期に集中して整備されたが、半世紀以上経過した現在ではその劣化が着実に進行しており、その安全性の確保が社会問題の一つとされている。現在、防災の観点から劣化進展状況をモニタリングする研究が求められているが、そこで用いられるセンサの一つに振動センサが挙げられる。一方で現実の劣化したコンクリートに入るクラックのサイズや場所は状況に応じて様々であり、得られた情報の解析はその複雑さからコンクリート診断士においても非常に困難である。本研究ではシート型振動センサで獲得する振動情報を AI 処理することでコンクリート劣化の進展状況を解析することを目的とする。

### ・有機圧電フィルムからなる振動センサの開発

現在コンクリートの劣化診断では無機強誘電体からなる加速度ピックアップが振動センサとして採用されている。加速度ピックアップは材料の温度依存性、伝搬信号の異方性分離、周波数直線性等に優れ 1 Hz-10,000 Hz の周波数に対応する振動検知が可能である。一方でセンサ一個あたりの価格は約 10 万円であり、巨大なコンクリート構造物全体の検査にかかるコストは膨大なものになる。そこでセンサのコストを下げる目的で安価な有機圧電フィルムからなる振動センサの開発を行った。

フィルム選定のため、各メーカーが販売するフィルムの圧電ひずみ定数  $d_{33}$  成分を計測した(図 1(a))。室温からキュリー点付近までの温度依存性を検討したところ、メーカーにより特性は大きく異なることが明らかとなった。センサの実装は屋外であることを想定されるため、最も  $d_{33}$  成分が大きく、20 度以下の低温でも高い特性が期待できる C 社のフィルムを実装の候補として選定した。開発したセンサの振動検出特性を評価したところ、有機圧電フィルムが苦手とする 1Hz 付近の低周波帯域で信号検出に成功した。特に面内の X 方向と面直の Z 方向に加振した場合において、面直加振が面内加振を明らかに上回る信号強度が検出され(図 1(b))、振動伝搬方向の区別が可能であることが明らかとなった。さらに 10Hz における加速度の依存性を検討したところ、実用的に求められる 1-10  $m/s^2$  の加振力に対して出力が線形に増大することが明らかとなった(図 1(c))。これらの結果により、無機強誘電体からなる加速度ピッ

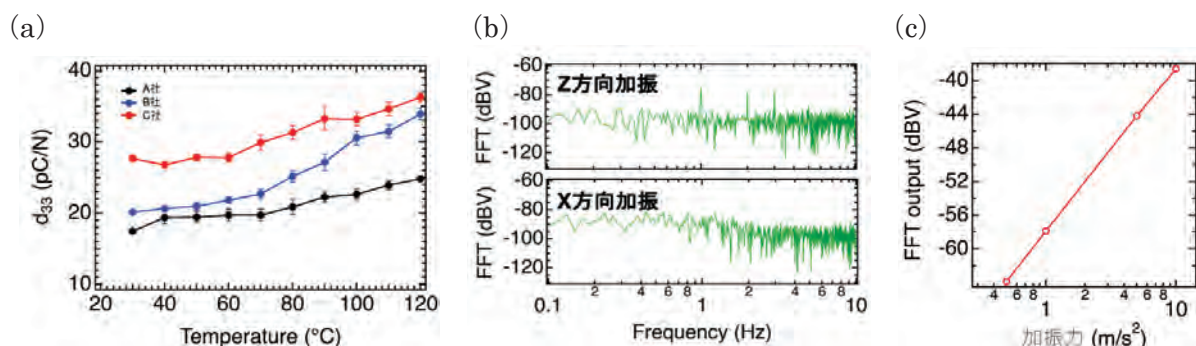


図 1. (a) 圧電ひずみ定数  $d_{33}$  成分の温度依存性。 (b) センサ面垂直に加振した場合にかかるひずみテンソルのシミュレーション。左:面直加振時、右:面内加振時 (c) 1Hz 加振時の FFT スペクトル (d) 10Hz における FFT 強度の加速度依存性

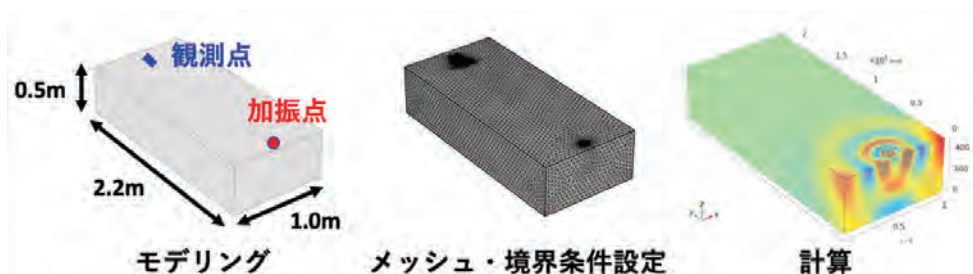
クアッドに匹敵する信号の異方性分離能を有しながら 1Hz 近傍での信頼性の高い振動検出が可能な有機圧電フィルムからなる振動センサの開発に成功した。

・有限要素法を用いたコンクリートの振動伝搬シミュレーション

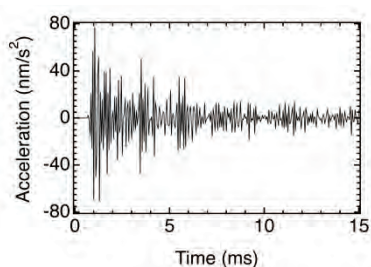
コンクリート構造物の劣化進展状況を把握する目的で、コンクリート内を伝搬する振動波形データを取得し解析する AI 技術が期待されている。そこでは振動波形の経時変化を日ごとに比較することで劣化に関連する特徴量を抽出し、これを劣化の判定基準とするプロセスを想定している。その一方で実フィールドから得られる振動データと実際の劣化進行状況を結びつけるモデルの構築は難しく、ましてや任意に劣化させたコンクリートを実験的に用意しデータを集めることは難しい。そこで有限要素法を用いてコンクリートのモデルを作成し、コンクリート内の伝搬振動をシミュレーションすることで学習モデルを構築するための教師データを作成することとした。

図 2 にモデリングからシミュレーションまでのフローを示す。ここでは数 m 四方のコンクリートブロック表面にハンマー等による加振点と振動センサ設置位置である観測点をモデリングした。なお、実際の構造物に使用されるコンクリートブロック一つは幅 2m 以上奥行き約 18m と大面積で巨大である。そこでブロック表裏面は伝搬振動が反射、ブロック側面は伝搬振動が透過する境界条件を設定し、加振点から観測点までの伝搬振動がブロック側面からの反射の影響を受けないようにした。加振点にガウス型の荷重を印加して観測点に到達する伝搬波形をシミュレーションした。その結果健全なコンクリートを仮定したモデルから伝搬信号の時間依存性のシミュレーションと FFT スペクトルの算出に成功した(図 2 (b) と (c))。加えてセンサの故障を想定して観測点のセンサの設置面積を変えて剥離する様子を想定した状況をシミュレーションした。結果、健全な状態とセンサが剥離した状態を比較すると 3000Hz-5000Hz 近傍で剥離に伴う共振に由来すると想定されるスペクトル変化を推測することができた。今後はセンサ剥離の他、コンクリートの劣化に直接的に関わるクラックの導入や鉄筋のさびを想定し、それらのパラメータを任意にコントロールして教師データを作成する。さらにデータ同化による最適化を行うことでコンクリート劣化判断が可能な学習モデルの構築に取り組む。

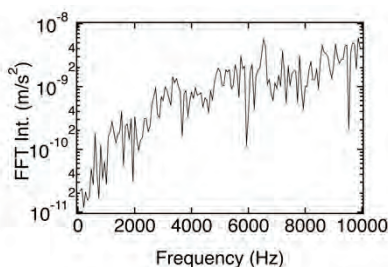
(a)



(b)



(c)



(d)

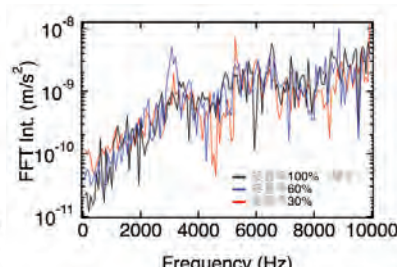


図 2 (a) モデリングから計算までのフロー。(b) 健全コンクリートをモデルとした時の振動波形伝搬のシミュレーション結果と (c) 高速 FFT 変換の結果。(d) 観測点のセンサが剥離したと仮定した時の FFT スペクトル変化。

## 材料・ビーム系 AI 導入研究分野

准教授 今村 健太郎  
助教（兼任） 岡本 一将

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・ベイズ最適化を用いたブラックシリコン太陽電池の効率向上

化学的転写法を用いて形成したブラックシリコンは、反射防止膜形成が不要であるにもかかわらず、広い波長域、広い入射角において極低反射率を示す。その優れた光学特性とシンプルなプロセスによって、ブラックシリコンの太陽電池への応用は低コストの下で変換効率の向上に寄与できると考えられる。ブラックシリコン太陽電池の更なる効率向上のため、太陽電池の拡散工程の最適化にガウス過程回帰とベイズ最適化を用いた。拡散工程では、pn 接合と p<sup>+</sup>シリコン層を表面と裏面に、リンとボロンをそれぞれ拡散することで、同時に形成する。拡散工程での実験パラメータは、拡散剤の濃度、拡散時間、拡散温度である。

ガウス過程回帰、ベイズ最適化によって特性が向上しそうな条件が提案され、それを用いて実験を繰り返す図 1 のようなサイクルによって、3 つの実験パラメータを 15 回ほどの実験回数で最適化することができた。最適化による実験パラメータの最適条件を用いてブラックシリコン太陽電池を作製することで、太陽電池の開放電圧の向上と 20% を超える変換効率を達成できた。

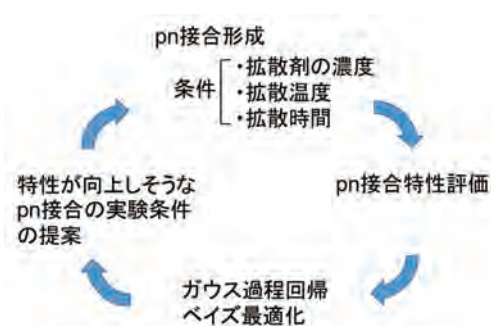


図 1. 実験条件最適化のサイクル

#### ・化学増幅型レジストにおける光酸発生剤の性能予測

シリコン半導体微細加工として、リソグラフィ技術が数十年にわたって使用され、継続的な高集積化による高性能化を遂げてきた。最近新たに極端紫外線 (EUV) が露光源として産業利用開始され、今後も周辺要素技術の発展が期待されているが、10 nm 以下の微細加工で使用されるレジスト材料設計やプロセス開発はまだまだ実現できていない。一方でしばらくはレジスト材料として、従来使用されている化学増幅型レジスト (CAR) が想定されている。これまでは主に経験・直観的な手法で開発が行われてきたが、AI を用いた材料設計、プロセス開発の高効率化を果たすことが期待される。我々はレジスト研究への AI の適応の端緒として、CAR の構成要素の 1 つである光酸発生剤 (PAG) の性能予測を行うことを試みた。PAG は電離放射線の露光によって生じた 2 次電子と反応し、酸生成に寄与することから電子親和力や分子構造等をパラメータとして用いることが想定されるもの、従来そのほとんどの詳細な情報が公開されていない。そこで本年度は、密度汎関数理論 (DFT) を用いた第一原理計算によって PAG の最安定構造およびエネルギー計算を行い、それぞれのパラメータを求めた。一例として、得られたトリフェニルスルホニウムトリフレート (B3LYP/6-31+g(d,p) level) の最安定構造を図 2 に示す。

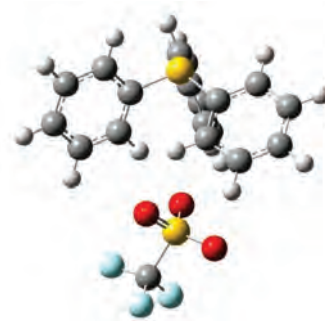


図 2. Optimized structure of triphenyl sulfonium triflate using DFT calculation (B3LYP/6-31+g(d,p) level).

## 生体・分子系 AI 導入研究分野

特任助教 佐藤 翔 (平成 31 年 4 月 1 日~令和 2 年 1 月 31 日)

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・背景と目的

ヒト嗅覚情報 (匂い) は視覚 (光) や聴覚 (音) と比較して定量的な記録が困難であることから、嗅覚情報のデジタル化は進んでおらず、匂いを映像や音楽のように取り扱うことができていない。ヒト嗅覚は匂い分子に対する応答性の異なる約 400 種類のヒト嗅覚受容体によって受容され、知覚されていると考えられるため、嗅覚情報のデジタル化を目指して約 400 種類の嗅覚受容体の応答を一括測定するシステムの実用化を目指した。

#### ・AI を活用したヒト嗅覚受容体応答の網羅的解析システム

産業科学研究所黒田研究室で開発された、ヒト嗅覚システムを構成する嗅覚受容体全て (約 400 種類) を個々に発現する細胞群を整列配置させた「ヒト嗅覚受容体セルアレイセンサー」は、ヒト嗅覚受容体応答を光学的手法によって網羅的に解析する強力なツールである。このセンサーを効果的に使用し、ヒトが感じる匂い全てのデジタル情報化を進める上では、約 400 種類の異なる嗅覚受容体を発現する細胞から得られる膨大な情報から嗅覚受容体応答に関するシグナルを抽出し、各嗅覚受容体応答の程度を整理・集約することが重要である。当初は 400 種類のヒト嗅覚受容体について目視でノイズとシグナルの分離を行っていたが、膨大な時間と手間が必要となる課題があった。そこで、熟練研究者によるノイズとシグナルの判別結果を教師データとして、セルアレイセンサーの蛍光画像から嗅覚受容体応答によるシグナルを自動抽出・判別する AI を開発した。この AI によるシグナル判別は、熟練研究者による判別に対し 95% 程度の正答率を示した。この AI によってヒト嗅覚受容体センサーによる嗅覚受容体応答の計測から解析までのハイスループット化が実現した。

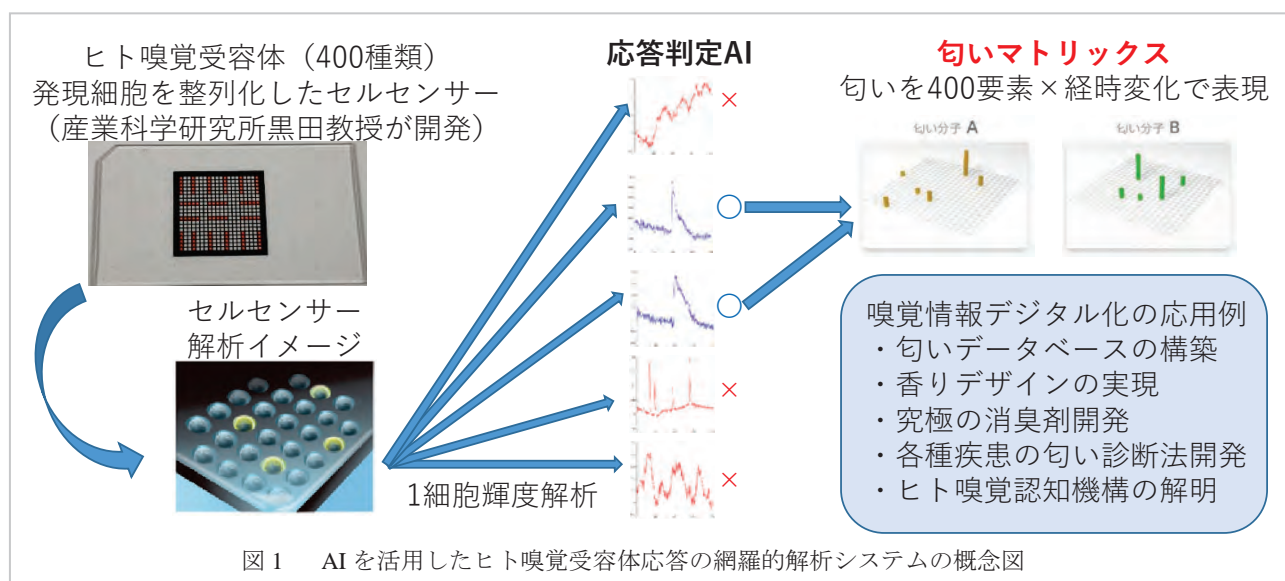


図1 AI を活用したヒト嗅覚受容体応答の網羅的解析システムの概念図

## ナノテク系 AI 導入研究分野

特任助教（常勤） 浅井 歩

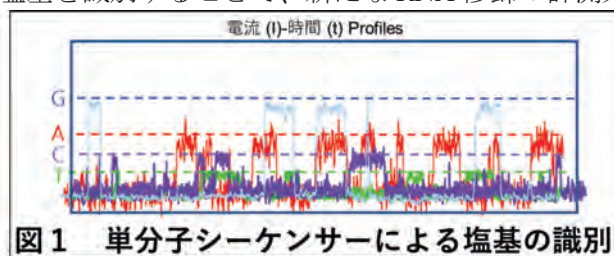
### a) 概要

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

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

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

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



### b) 成果

#### ・複数の RNA 修飾の網羅的計測

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

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

我々は、大阪大学医学研究科の研究グループと共同で、がんにおいて重要性が報告されている RNA 上の N6-methyladenosine (m6A)と 5-methylcytosine (5mC)の計測に取り組んだ。まずは m6A 又は 5mC を含有する合成核酸及び無修飾核酸を用いて、単分子シーケンサーで計測したところ、m6A 及び 5mC を無修飾塩基と識別することに成功した(図2)。また、がん細胞内の RNA 上の m6A 及び 5mC を計測することにより、m6A と 5mC が同時に存在する短鎖 RNA を同定した。単一遺伝子上に複数の核酸修飾を検出したのは世界初であり、現在、複数の核酸修飾の生物学的意義について解明を進めている。2020 年中を目途に論文化を目指し、実験・原稿の執筆を進めている。

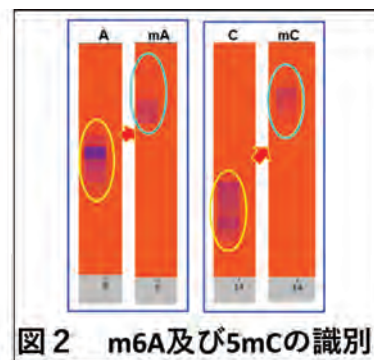


図2 m6A及び5mCの識別

#### ・ RNA 修飾の計測によるがん診断への応用

がんは早期発見・早期治療が根治の鍵となる。そのため、これまでのがんの早期発見を目的とした様々ながんマーカーが開発され、臨床応用されている。その結果、がんの診断効率は向上し、予後も改善されてきた。しかし、既存のがんマーカーでも精度は十分ではなく、膵臓がんに至っては早期段階で発見するのは不可能なのが、現状である。

大阪大学医学研究科の研究グループは膵臓がんを含む消化器がんで亢進している m6A に着目し、血清中の特定の短鎖 RNA(miRNA)中の m6A を計測することで、早期膵臓がんの診断に成功してきた。一方、上記の報告は質量分析によって 4 種の miRNA のみで検討されたものであり、より高精度な miRNA 種や修飾の探索、他がん種での検討は成されていない。このような網羅的な計測には質量分析は不向きである。そのため、単分子シーケンサーで様々ながん種の患者の血清中における様々な miRNA 中の修飾を計測することにより、がん種特異的な RNA 修飾を同定することを目的とした。

様々ながん種における RNA 修飾を計測するために、大阪大学医学研究科の研究グループ及び大阪医科大学の研究グループと協働で消化器がん 53 検体、婦人科系がん 52 検体、泌尿器系がん 33 検体の血清サンプルを収集した。現在、順次計測を進めている。その中で、膵臓がん患者と大腸がん患者を識別可能な RNA 修飾を同定することができた(図3)。先行研究では、膵臓がん患者と大腸がん患者を識別できておらず、がん種特異的な RNA 修飾の存在を示唆する結果が得られた。このように様々ながん種特異的な RNA 修飾を同定することで、採血によって、がんの有無だけでなく、原発巣を特定できる診断技術の開発に繋がる。

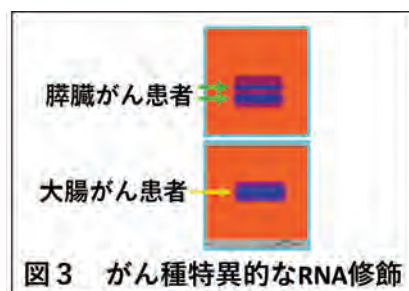


図3 がん種特異的なRNA修飾

本研究は産業科学 AI センター(AIRC-ISIR) Grant2019 に採択された研究である。

#### ・ DNA 配列攪乱因子による細胞の性質への影響

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

大腸がん細胞株に対し、曝露時間を変化させて FTD を曝露した後に、生存している細胞から DNA を抽出し、単分子シーケンサーで DNA を計測したところ、曝露時間依存的に DNA 中から FTD が検出され、FTD 曝露後に生存している細胞は DNA 中に FTD を保持したまま生存していることが明らかとなった。また、生存細胞から RNA を抽出し、RNA-seq で遺伝子発現解析を行ったところ、細胞死に関わる転写因子の下流遺伝子の発現が変化しており、FTD が DNA 中に挿入されたことで、DNA 配列が変化し、細胞死を誘導する転写因子の機能が低下していることが示唆された。

今後は、DNA 中に挿入された FTD の位置をより詳細に解析し、転写因子の機能不全を起こす位置に挿入されていることを確認する。本研究は DNA 配列の調節により、細胞の機能自体を変化させ得ることを示唆するものである。

## 総合解析センター

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

### a) 概要

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

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

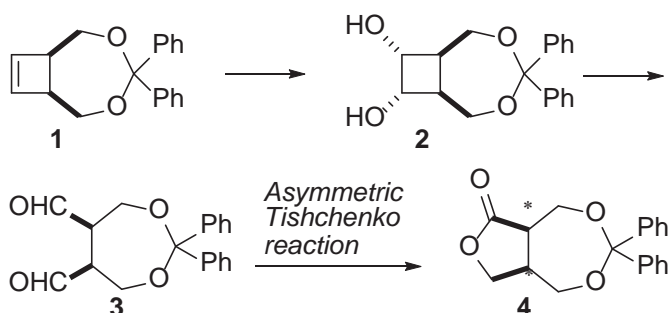
一方、これら分析装置類を駆使して新しい材料合成法の開発と応用に関する研究、新規機能性物質の構造解析などの研究活動を行っている。

### b) 成果

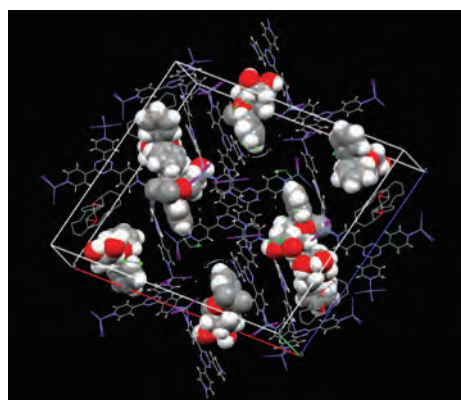
#### ・結晶スポンジ法を用いる相対配置の決定

Tishchenko反応はアルデヒドから二量体エステルを合成する方法として古くから知られる。最近、メソジアルデヒドを用いる分子内Tishchenko型反応を設定することにより、世界初の不斉Tishchenko型反応を達成した。今回、本反応の合成中間体の相対立体配置の決定を検討した。

物質の構造を決める最も強力な手段はX線結晶構造解析であるが、測定試料が単結晶である必要があるため、油状化合物、極微量の化合物では構造決定できない問題がある。試料の結晶化を必要としない「結晶スポンジ法」を適用し、核磁気共鳴装置では困難だった4員環化合物2の相対配置を明らかにした。



不斉Tishchenko型反応



結晶スポンジ法による2の立体配置の決定



## 量子ビーム科学研究施設

施設長（兼任）教授	吉田 陽一
准教授	誉田 義英
助教	藤乗 幸子
特任教授	磯山 悟朗
特任研究員	徳地 明
教授（兼任）	吉田 陽一、古澤 孝弘、細貝 知直（平成31年4月1日採用）、藤塚 守
准教授（兼任）	川井 清彦、楊 金峰、室屋 裕佐、小阪田 泰子、 金 展（令和元年8月1日採用）
助教（兼任）	入澤 明典、菅 晃一、岡本 一将
特任教授（兼任）	小林 一雄
技術職員	古川 和弥、岡田 宥平
事務補佐員	藤田 奈々美

### a) 概要

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

### b) 成果

#### ・共同利用

共同利用採択テーマ数は、産研から13件、学内から8件、学外の研究者を含むものが13件、拠点から11件の合計45件であった。（図1）全ての電子線形加速器の2019年度の総利用時間は3,604時間、保守日を除いた総利用時間は3,006時間、総利用延べ日数261日、加速器利用の総課題件数34件であった。量子ビーム科学研究施設研究会を2019年10月11日、及び2019年11月15日に開催した。また77名の施設見学（団体のみ）があった。

#### ① Lバンド電子線形加速器

今年度の保守日を除いた運転日数は212日、テーマ数28件、通算利用運転時間は2,548時間、延べ利用者数2,287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。

前回の電子銃カソード交換から1年5か月が経過した1月に暗電流の発生が顕著になったが、バイアス電圧調整で暗電流をコントロールし、カソードの寿命延長を図っている。クーリングタワーのフィルターの詰まり低減のため、吸い込み口にステンレス製のカバーを製作・設置し、排水溝ネットを被せてシリカや藻等を捕集している。精密系のダミーロードの配管、一般冷却系の白金温度計溶接部と熱交換器のフランジからの水漏れ、SHPB#3の流量計の故障が発生し、それぞれ補修・交換を行った。圧空ライン全体の漏れ試験を行い、リークの見つかった10か所の補修とレギュレータ2台の撤去により、コンプレッサーの動作頻度を3分の2に減らすことができた。半導体スイッチは故障の多発しているO/E変換IC周辺に高周波用のコンデンサを設置し、銅シールドでICを覆ってノイズ対策を行った後、モジュレータに組み込んで定



図1. 2019年度テーマ件数

格での運転を確認したが、差動プローブの取り扱いミスで基板が故障したのでサイクロトロンに戻した。FEL ではギャップ値読み取り用のエンコーダ、アライメント用の HeNe レーザー、制御用 PC 等の機器が故障したため、交換・更新を行った。マシンタイム拡充を目指して開発しているビーム振り分けシステムでは、既存の偏向電磁石では渦電流が大きく 5 pps の運転を行うのが限界であった。そこで最大 60 pps の繰り返しに対応するため、渦電流の発生を抑えられるケイ素鋼板を用いて新たにキッカー電磁石を設計・製作した。

## ② 150 MeV S バンド電子線形加速器

今年度は共同利用を試験的に開始し総運転時間は 24 時間であった。L バンドを利用した実験にも影響が出ていた S バンド運転中のノイズ対策として、古いモジュレータ筐体の交換を行い改善は見られたが、運転状態表示盤の誤作動は依然として現れるため、これらへの配線を引き直すことにした。またメインのクライストロン (PV3035) に送るマイクロ波を生成するためのクライストロン (TH2436) のヒーターが断線したため TH2436 を交換した。本ライナックには陽電子用のほか、他の実験に使用するためのビームポートも設置してある。今年度はこのビームラインにも電子ビームを出し、電子エネルギー：120MeV、ピーク電流が 100 mA 程度の時では約 1cm 径にまで絞れることを確認した。また、効率よく実験するために照射室内電離箱の信号をインターロックに取り入れ、実際の線量による入退室管理に変更するように準備中である。SF6 ガスの漏れは改善しておらず 2 時間に 1 回程度ガスを補充する必要があるが、実験はできる状況である。

## ③ コバルト 60 ガンマ線照射装置

コバルト 60 ガンマ線照射施設の利用課題数は 21 件、利用回数は 335 回、総利用時間は 1,272 時間であった。今年度は大きな問題もなく運用できた。利用内訳を図 3 に示す。

## ④ 放射線安全管理

産業科学研究所放射線施設における放射線業務従事者数は 74 名であった。5 月 11 日に教育訓練を産研講堂で 23 名（放射線 19 名、X 線 3 名）に対し実施した。法令改正に伴う産研放射線障害予防規程と防護規程の届出を行った。またこれらに基づく緊急時対応訓練を夫々実施した。年 2 回（5 月と 11 月）に自主点検を行い問題がないことを確認した。

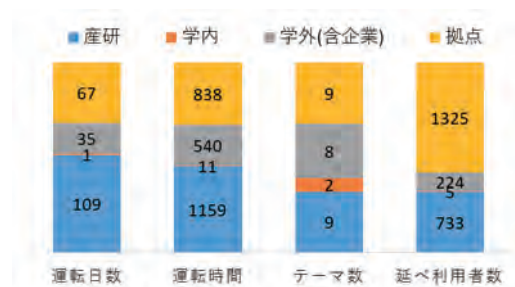


図 2. L バンドライナック利用実績

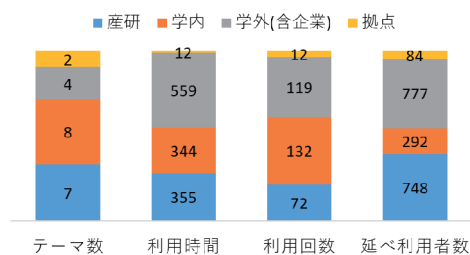


図 3. コバルト 60 利用実績

## ・パルスラジオリシス時間分解共鳴ラマン分光によるメチオニン誘導体酸化二量体の反応

生体内抗酸化過程において重要な役割を担っているメチオニン誘導体(Met)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)を有するMetの分子間 $\sigma$ -型ダイマーラジカルカチオンとトリプトファン(Trp)との電子移動反応によりTrpラジカルカチオンが生成することを過渡ラマン分光法によりに観測された。パルスラジオリシス過渡ラマン分光により電子移動過程を反応中間体の結合状態から直接観測することに初めて成功した。

## ・Sバンドライナックによる低速陽電子ビームの生成

昨年度から150 MeVライナックの運転が可能となったため、今年度は陽電子ビームラインの整備や低速陽電子ビームの生成・輸送実験を行った。陽電子ビームラインは長期間利用されてこなかったが、発生部と陽電子測定部を除き真空度は $1 \times 10^{-6}$  Pa程度には保たれていたため、陽電子輸送はスムーズに行うことができた。本年度は新たに製作したモデレーターの設置、低速陽電子ビームの発生、中間輸送部での陽電子のモニター並びに陽電子量の評価を行った結果、以前とほぼ同程度の陽電子量となっていると考えられる。すでに第2照射室までは陽電子ビームは輸送されており、陽電子実験室までは容易に輸送できる。今後陽電子実験室で陽電子ビームのパルス化に向け、タングステンリモデレーターを用いて輸送された陽電子ビームの低エネルギー化・単色化を行った後、蓄積からパルス化を行う予定である。

## 産業科学連携教育推進センター

センター長（兼任）教授	大岩 顕
教育連携推進室長（兼任）教授	小口 多美夫
室員（兼任）教授	沼尾 正行
室員（兼任）准教授	室屋 裕佐
室員（兼任）准教授	岡島 俊英
産学・国際連携推進室長（兼任）教授	櫻井 保志
室員（兼任）教授	西野 邦彦
室員（兼任）助教	林 克彦
室員（兼任）准教授	白井 光雲

### 概要

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

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

連携教育推進センターでは、新人オリエンテーション、技術習得スクーリング、企業インターンシップ、学生海外派遣・受入プログラム、学生オープンインスティテュート、学際融合教育科目「産業科学特論」など、多彩な教育活動を企画・実行するとともに、平成31年度から開始された「学問への扉」など産研が担当する全学共通教育科目で優れた講義を提供するため円滑な運営を行っている。また全学のナノサイエンス・デザイン教育研究センターと密接に連携し、ナノサイエンス副プログラム教育等の教育活動にも協力している。

# 国際共同研究センター

## 概要

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

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

### 1. 北京大学-ICT ラボ

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

### 2. デ・ラ・サール大学-ICT ラボ

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

### 3. アーヘン工科大学-SOC ラボ

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

### 4. ビーレフェルト大学-SOC ラボ

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

#### 5. 韓国原子力研究所-QBS ラボ

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

#### 6. チュラロンコン大学-ICT ラボ

1. 人工知能
2. 機械学習
3. データマイニング

#### 7. 鮮文大学校-EMGRL ラボ

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

#### 8. ウプサラ大学-CTMD 連携研究ラボ

1. 理論・計算物質設計

#### 9. 香港大学-MID 連携研究ラボ

1. 微生物感染症と多剤耐性菌克服に関する研究

#### 10. フラウンホーファー IISB 連携研究ラボ

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

#### 11. オールボー大学-AAU 連携研究ラボ

1. パワー半導体に関する研究

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

・服装変化や荷物所持状況変化に頑健な歩容認証のための輝度共起変換ネットワーク

歩き方の個性に基づく個人認証（歩容認証）にとって、服装変化や荷物所持状況の変化による個人内変動は、歩容特徴画像の輝度値に大きな影響を与えることから、認証精度を大きく低下させる要因となる。そこで、本研究では、照合ペアの歩容特徴画像の輝度共起及び空間（位置）に関する計量学習を行うための輝度共起変換ネットワークを提案した [論文 6]。具体的には、輝度共起計量推定ネットワーク、輝度共起変換器、識別ネットワークの三つの要素から成り立つ（図 1）。実験では、世界最大の歩行映像データベースを用いて精度を評価し、既存手法と比較して高い精度を達成した。

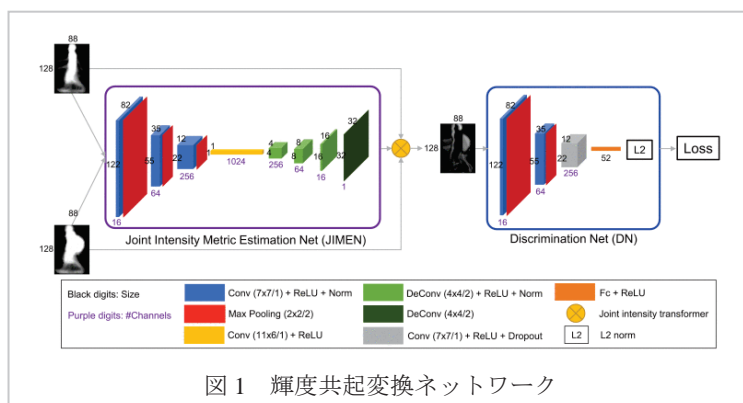


図 1 輝度共起変換ネットワーク

・片脚支持相歩容エネルギー画像と自由変形場を用いた速度変化に頑健な歩容認証

歩行速度が変化すると、腕振りや歩幅等の動きが変化すると共に、歩行・走行間では姿勢の変化も現れることから、歩容認証が困難になることがある。そこで、本研究では、従来の一歩行周期から平均を計算する歩容エネルギー画像の考え方を拡張して、歩行速度変化による腕振りや歩幅の変化が現れにくい片脚支持相を中心とした画像のみで平均を計算する片脚支持相歩容エネルギー画像を提案した。また、歩行・走行間の姿勢変化を緩和するために、歩行・走行間の姿勢変化を平均的に小さくするような中間姿勢への変形場を学習し、また、その変形場を適用しても残る差分に対するアルファマスク画像を用いて差分を計算することで、速度変化に頑健な歩容認証手法を確立した。実験では、2km/h から 10km/h の歩行・走行を含む歩行映像データベースに対する実験を行い、その有効性を確認した。

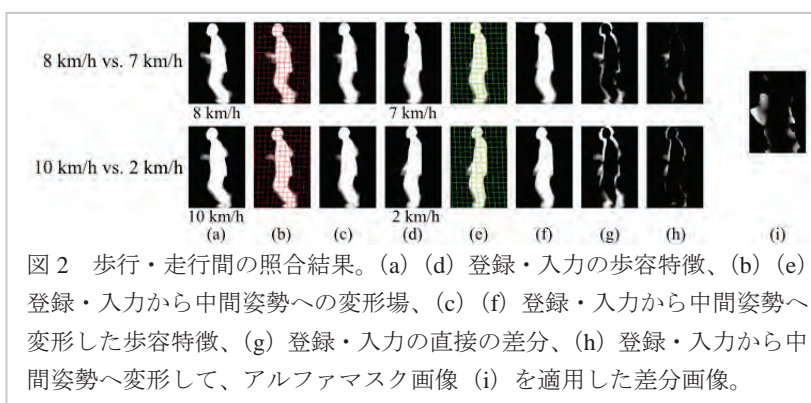


図 2 歩行・走行間の照合結果。(a) (d) 登録・入力歩容特徴、(b) (e) 登録・入力から中間姿勢への変形場、(c) (f) 登録・入力から中間姿勢へ変形した歩容特徴、(g) 登録・入力の直接の差分、(h) 登録・入力から中間姿勢へ変形して、アルファマスク画像 (i) を適用した差分画像。

# 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、次世代シーケ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り、ヒトに有用な菌・害を為す菌を含めた、全ての細菌とうまく「共に助け合って生きていく（共生）」「お互い攻撃し合うことなく共に生存していく（共存）」ための新たな学問が必要となっている。

そこで当研究分野では、

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



図1 当研究分野の研究概要

## b) 成果

- ・個々人の腸内フローラの管理に向けた、細菌の遺伝的性質の簡易識別法を開発

腸内細菌が産生する代表的な成分インドールは、人体にとって有害な物質として知られているが、従来の測定手法では細菌培養液からインドールを抽出するステップが必要であり、日常的に利用できるような簡便な手法は確立されていない。そこで本研究では、サンプルから発生する臭気を解析することで、サンプル中に存在する菌がインドール産生菌かどうかの識別が可能かどうかを調べた。

ガス吸着剤を各細菌培養液の上部に1時間設置し、吸着したガス成分をGC-MSによって解析した結果、インドール産生菌（野生株）がサンプル中に存在する場合でのみガス成分としてインドールが検出され、インドール非産生菌（*tnaA*欠損株）が存在するサンプルと区別できることが明らかとなった（図2）。

現在、多数のガス成分分析が可能なデバイスの開発も並行して行っており、健康管理に向けたトイレの臭気センサー等への応用に向けて、引き続き研究開発を続けていきたい。

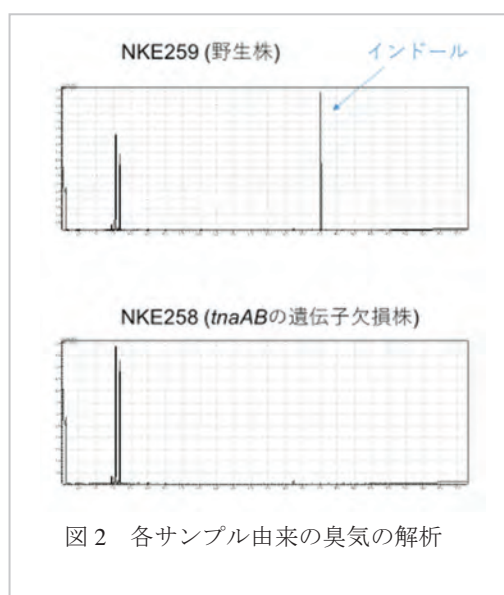


図2 各サンプル由来の臭気の解析

# 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・放射線化学を利用した、生体をイメージング・制御する方法の開発」を目的とした研究を行っている。生物イメージングや光により機能を操作できる手法やエネルギー変換材料の開発は活発に行われてきたが、有機材料を用いた手法は非常に限られていた。厚さ 1 nm 程度のディスク状二次元ポリマーを合成することに成功した。また、合成した二次元ディスク状ポルフィリン高分子を用い、還元型グラフェンとプラチナナノ粒子との複合体を形成させ照射を行うと、可視光から近赤外領域までの幅広い波長の光に応答し、水素が発生することを見いだした。また、照射による膜表面の電子的変化による細胞のカルシウム濃度を光によって操作する方法を開発した。

## b) 成果

### ・溶媒を用いた超薄層ポルフィリン二次元ディスクの合成方法とその光触媒活性

生体内で光化学反応を引き起こし、生体内の生体分子の機能を変化させる光触媒の開発が望まれている。しかしながら、光触媒として有名な既存の金属酸化物などの無機材料光触媒は、主に生体透過性の低い紫外線や可視光の一部を利用し、また材料そのものの生体毒性等の懸念もある。それ故、生体毒性の低い有機材料で、近赤外領域の光にも応答するものが開発できれば新たな研究が開拓できる。そこで、紫外から近赤外領域にまで幅広い吸収を有する、僅か 1 nm の厚みを有する超薄層ポルフィリン二次元ディスクポリマーを有機化学的に設計し、その合成を達成し、さらにその光応答性触媒機能を示した [論文 1・2]。

### ・ペリレン分子による膜電位光変換

照射による膜表面の電子的変化による細胞のカルシウム濃度を光によって操作する方法の開発として、光誘起電子移動で、生じたラジカルアニオンにより、活動電位を引き起こす閾値となりうる膜電位を 10-20 mV 上昇させ、カルシウム濃度等の関連する生体膜の機能を光活性化させることで、HEK 細胞でのアスコルビン酸添加によるカルシウム濃度の変化を観察した [論文 3]。

- 1 Xinxu Li, Tomoyo Goto, Kota Nomura, Mingshan Zhu, Tohru Sekino & Yasuko Osakada. Synthesis of porphyrin nanodisks from COFs through mechanical stirring and their photocatalytic activity. *Appl. Surf. Sci.* 513, 145720, (2020)
- 2 Zeyu Fan, Kota Nomura, Mingshan Zhu, Xinxu Li, Jiawei Xue, Tetsuro Majima & Yasuko Osakada. Synthesis and photocatalytic activity of ultrathin two-dimensional porphyrin nanodisks via covalent organic framework exfoliation. *Commun. Chem.* 2, 55 (2019) .
- 3 Atsushi Tanaka, Zuoyue Liu & Yasuko Osakada. Synthesis of unsymmetric perylene diimide dye molecule and its photochemical properties on lipid membrane. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 29, 1899-1903, (2019) .

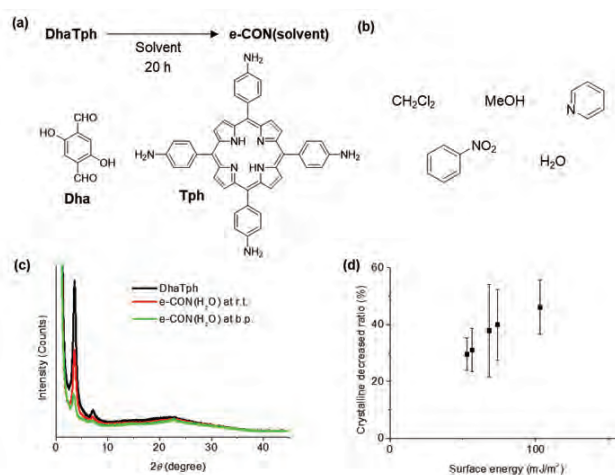


図 1. (a) 二次元ポリマーの合成方法。 (b) 用いた溶媒の分子構造と、 (c) PXRD の結果、 (d) 表面エネルギーを PXRD での結晶性消失の割合の関係



# 人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス

## 概要

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

ダイナミック・アライアンス事業（以下、本プロジェクト）では、既述の 5 附置研究所がネットワークを組み、「エレクトロニクス 物質・デバイス」(G1)、「環境エネルギー 物質・デバイス・プロセス」(G2)、および「生命機能 物質・デバイス・システム」(G3) の 3 グループにおいて、卓越した融合研究へと繋げる戦略的な活動をしている。平成 29 年度には、上記 3 グループを横串的に横断し活動する横串サブグループ（「量子ビームによる物質・物性評価」「時間分解物質・物性評価」）を設置、産研のメンバーが活動の中心を担い、大型予算獲得に向けた勉強会を実施するなど、活発な研究活動を推進している。令和元年度(平成 31 年度)には、新たに 2 サブグループを設け、融合研究推進に向けた充実化を図る一方、卓越した技術者育成・支援を目的として「アライアンス技術横串プログラム」を新たに設け、研究サポートチームを含めた幅広い人材育成とともに、機関・分野間を縦横的にクロスオーバーし、人・環境・物質をつなぐイノベーション創出へと繋ぐ研究環境の醸成を目指している。このほか、若手研究交流会・技術支援シンポジウムや分科会の開催及び参加支援、若手研究者支援プログラムなどの多様なプログラムにより、若手人材育成及び卓越した研究成果の創出へ繋げる取組を実施している。

また、本プロジェクトと相補的に事業展開している「物質・デバイス領域共同研究拠点」との公募型連携プログラムとしては、若手研究者をリーダーとして長期滞在型の共同研究を推進する CORE ラボを設置（所内では 3 ラボを設置）したほか、大学院生を研究代表者とした次世代若手共同研究や 5 附置研間で複数の研究所を跨ぎ卓越した研究成果を目指す展開共同研究 (A/B) を実施しており、コバレント（濃密な）でダイナミックな、人材・機器・場所のシェアリングを実現し、戦略的融合研究の推進を図っている。

なお、本プロジェクトでは産研を事業本部とし、5 附置研究所からなる運営委員会を設置するとともに、「物質・デバイス領域共同研究拠点」事業と相補的に戦略的な事業展開を実施するため、コア連携センター会議を設置し、効率的な実務運営を図っている。産研における各研究グループのメンバー（令和元年度（平成 31 年度）10 月時点）は次の通りである。

### (G1) 「エレクトロニクス 物質・デバイス」研究グループ (11 名)

関谷 毅 教授 (副リーダー)、家 裕隆 教授、大岩 顕 教授、小口多美夫 教授、古澤孝弘 教授、櫻井保志教授、田中秀和 教授、千葉大地教授、能木雅也 教授、吉田陽一 教授、鷺尾 隆 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)

小林 光 教授、菅沼克昭 教授、関野 徹 教授、細貝知直 教授、藤塚 守 教授、田中慎一郎 准教授 (副リーダー)、服部 梓准教授、菅田義英 准教授、

### (G3) 「生命機能 物質・デバイス・システム」研究グループ (13 名)

西野邦彦 教授 (副リーダー)、黒田俊一 教授、駒谷和範 教授、笹井宏明 教授、鈴木孝禎 教授、谷口正輝 教授、永井健治 教授、八木康史 教授、沼尾正行 教授、楨原 靖 教授、川井 清彦 准教授、鈴木健之 准教授、堂野 主税 准教授



## [ 附 3 ] 共通施設、技術室、事務部の組織と活動

---



## 試作工場

工場長（兼任） 小林 光 教授  
工場員（兼任） 大西 政義 室長（技術室）  
工場員（兼任） 松下 雄貴 技術職員（技術室）  
工場員（兼任） 松川 博昭 技術補佐員（技術室）

### a) 概要

試作工場は機械加工室とガラス加工室から構成されており、産業科学研究所設置と同時に付設された。現在は、本研究所の中心部で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。

試作工場には機械加工室に NC 旋盤、NC 円筒研削盤、NC5 軸加工機、3 次元 CAD/CAM、レーザー加工機、ガラス加工室にガラス旋盤、電気炉、水素バーナー、真空ラインなどの設備の充実を図っている。また、全職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支援が行えるように努めている。

### b) 成果

#### ・加工依頼

2019 年度は依頼総数 269 件であった。内訳は所内 23 研究室、学内 10 研究室、11 箇所の共同研究企業から加工依頼があった。機械加工は 215 件、ガラス加工は 54 件であった。



本年度はデジタル・ファブリケーション充実のため、卓上の炭酸ガスレーザー加工機の導入を行った。簡易な治具であれば短時間で切り出すことができ図 1 のような治具であればネジの下穴加工まで数分で作成することができる。以前に導入した 3D プリンターと合わせた活用で機械工作の技術がない者でも容易に自分の設計する治具や試作品を成形することができる。自主加工できる範囲と高度な依頼加工を範囲分けし、よりよい迅速なサポート体制を整備していきたい。(図 1)

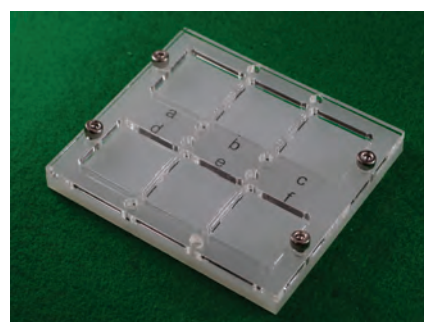


図 1 レーザー加工サンプル

#### ・いちよう祭の協力

2019 年 5 月 3 日に開催されたいちよう祭の産研一般公開で試作工場からボルトやビスを使ったミニチュアロボットアクセサリ作りを開催した。来場者はおよそ 200 名であった。

#### ・ものづくり教室の協力

産研主催で開催された地域貢献行事のものづくり教室では手回し発電機とラジオ製作が行われた。試作工場ではケースやハンドルなどの部品加工に加え、プリント基板の作製も行った。開催期間には約 60 名の小学生の児童の参加があった。

## 無響実験室

室長（兼任）教授	駒谷 和範
教授（兼任）	大岩 顕
准教授（兼任）	長谷川 繁彦
准教授（兼任）	須藤 孝一
准教授（兼任）	福井 健一
助教（兼任）	木山 治樹
助教（兼任）	武田 龍（令和元年12月16日より准教授）

### a) 概要

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

本年度、旧・電子プロセス実験室に残っていたRIE装置の搬出が終わり、電子プロセス実験室からの改組に伴う環境整備は概ね完了した。また公開している無響実験室のホームページを通じて、所内、学内、学外のそれぞれから使用の問合せがあり、利用もなされた。また所内向けのサービスとして、産研オリエンテーションにおいて無響室見学も実施した。

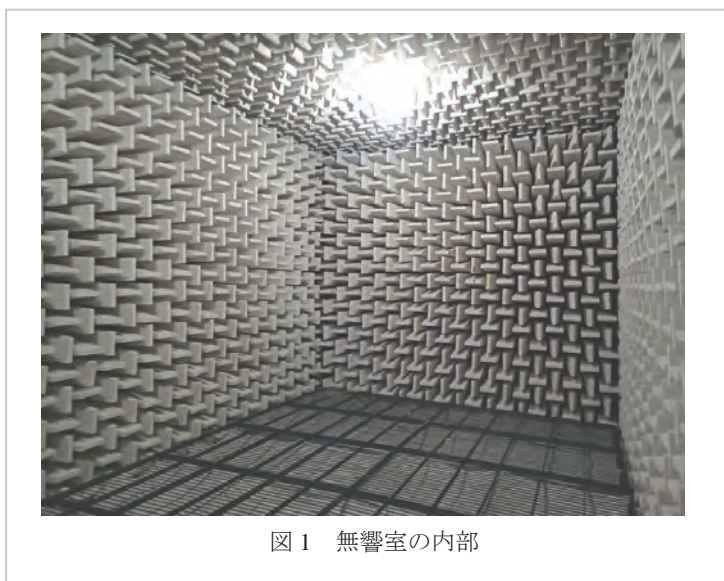


図1 無響室の内部

## 図書室

教授（兼任） 西野 邦彦  
図書職員 小村 愛美  
事務補佐員 石塚 百合

### a) 概要

本図書室は、専門的図書を所蔵し、管理棟2階に開架図書室が設けられている。図書の発注、受入及び文献の所在調査や照会、複写の申し込みや受付業務、図書館間相互貸借を行っている。又、利用案内などをホームページ（<http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/lib-web/>）に掲示している。

### b) 成果

#### ・蔵書数

和文図書	5,143 冊	和雑誌	163 種	新聞	6 種
欧文図書	19,572 冊	洋雑誌	493 種		

#### ・令和元年度受入・除却図書数

受入図書冊数	61 冊
不用図書除却数	0 冊

#### ・令和元年度利用統計

産研図書室での貸出数（学内・学外からの取寄せ資料含む）	686 冊
学内9図書館室への産研所蔵資料貸出数	109 冊
学内・学外からの文献複写取寄せ数	24 件
学内への文献複写提供数	5 件

（令和2年3月31日現在）

## 施設管理室

教授（兼任） 古澤 孝弘  
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

2019年度所内プロジェクトスペースの利用は、以下に示す。

利用面積	研究室数
1488 m <sup>2</sup>	21 研究室

2019年度ナノテクオープンラボの利用は、以下に示す 15 の研究代表者。

研究代表者	所属	研究代表者	所属
和田 洋 准教授	産業科学研究所	谷口正輝 教授	ナノテクノロジー設備 供用拠点
川上茂樹 特任准教授	産業科学研究所	田中秀和 教授	ナノテクノロジー設備 供用拠点
永井健治 教授	産業科学研究所	森 勇介 教授	工学研究科
真嶋哲朗 招へい教授	産業科学研究所	安田 誠 教授	工学研究科
原田 明 特任教授	産業科学研究所	小西 毅 准教授	工学研究科
吉崎和幸 招へい教授	産業科学研究所	中野貴志 教授	核物理研究センター
井谷俊郎 特任教授	産業科学研究所	西谷陽志 特任研究員	医学系研究科
小野堯生 助教	産業科学研究所		

2019年度企業リサーチパークの利用は、以下に示す。

利用面積	利用部屋数	企業数
1429 m <sup>2</sup>	33 部屋	24 社



## 情報ネットワーク室

室長（兼任）教授	大岩 颯
教授（兼任）	鷺尾 隆
教授（兼任）	櫻井 保志
教授（兼任）	黒田 俊一
教授（兼任）	田中 秀和
准教授（兼任）	福井 健一
准教授（兼任）	立松 健司
技術職員	相原 千尋

### a) 概要

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

### b) 成果

[ シンポジウム等サポート ]

The 23rd SANKEN International Symposium, ISIR, Osaka University, The 18th SANKEN Nanotechnology Symposium, ISIR, Osaka University, The 15th HANDAI Nanoscience & Nanotechnology International Symposium, Osaka University

平成31年度 ナノ工学講義

ものづくり教室

[ 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

LabVIEW キャンパスライセンス管理

ポスター印刷 (452 件)

ユーザー登録

## 産学連携室

室長（兼任）教授	黒田 俊一
教授（兼任）	鷺尾 隆、能木 雅也、西野 邦彦、田中 秀和
特任教授（兼任）	清水 裕一
特任助教（兼任）	加藤 久明

### a) 概要

産学連携室は、産業科学研究所（産研）の研究成果を社会に還元することを目的として、産研と産業界との連携活動の推進・支援を行っている。主な業務は、産研と産業界との緻密なネットワークの構築、産業界からの要望、要請に応じるような研究シーズの紹介、産研の研究成果であるシーズと産業界のニーズとの摺り合わせ等である。また、新産業の創出に向けて新しい分野の研究領域創出の提案、さらに、産業界からの要請による研究開発協力事業の推進を行っている。

### b) 成果

#### ・産学連携促進（研究成果および技術シーズの産業界への紹介）

##### ①産研テクノサロン開催

産研の研究開発シーズを産業界に紹介する講演会を4回開催した。

開催回	開催日	テーマ	人数
第1回（通算92回）	2019.6.27	農と食の産業科学	45
第2回（通算93回）	2019.8.2	AI活用で新境地を開く	89
第3回（通算94回）	2019.11.15	パターン認識技術の新展開	57
第4回（通算95回）	2020.2.14	健康社会への挑戦	70

##### ②産研ざっくばらんトーク開催

産業界に広く産研教員の研究内容を紹介し、意見交換を行うサイエンスコミュニケーション型座談会を計4回開催した（通算25回まで開催）。

##### ③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2019』を発行し、産業界への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>）

##### ④展示会出展、マッチングイベント参加

展示会およびマッチングイベントについては、産学共創・渉外本部との協力体制などを活用しながら主として以下のイベントに出展した。

- ・ファーマラボ EXPO アカデミックフォーラム（2019年7月3日～5日、東京ビッグサイト；産学共創・渉外本部出展に合わせたバイオ・医療系シーズ資料のみ出展）
- ・イノベーション・ジャパン2019（2018年8月29日～31日、東京ビッグサイト）
- ・イノベーションストリーム KANSAI（2019年12月17日～18日、グランフロント大阪）
- ・国際ナノテクノロジー総合展（2020年1月29日～31日、東京ビッグサイト）
- ・JST 大阪大学新技術説明会（2020年2月4日、JST 東京本部別館ホール）

#### ・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：92% 企業利用：24社 [新規8社]

#### ・研究会の支援

新産業創造研究会等の開催支援を行った。件数：5研究会（開催回数合計：19回）

#### ・外部資金獲得支援

調書作成支援などの外部資金獲得支援を行った。件数：23件

## 広報室

室長（兼任）教授	大岩 顕
教授（兼任）	駒谷 和範
教授（兼任）	能木 雅也（令和元年9月30日まで）
教授（兼任）	小林 光（令和元年10月1日から）
教授（兼任）	西野 邦彦（令和元年9月30日まで）
教授（兼任）	永井 健治（令和元年10月1日から）
教授（兼任）	田中 秀和
准教授（兼任）	須藤 孝一（令和元年9月30日まで）
准教授（兼任）	松原 靖子（令和元年10月1日から）
准教授（兼任）	室屋 裕佐（令和元年9月30日まで）
准教授（兼任）	西 毅（令和元年10月1日から）
准教授（兼任）	川井 清彦
准教授（兼任）	白井 光雲（令和元年9月30日まで）
助教（兼任）	原 聡
助教（兼任）	上谷 幸治郎
助教（兼任）	曾宮 正晴（令和元年9月30日まで）
助教（兼任）	藤田 高史（令和元年10月1日から）
助教（兼任）	田中 裕行（令和元年10月1日から）
助教（兼任）	菅 晃一
特任事務職員	伊藤 敦美
技術職員	奥村 由香

### a) 概要

広報室は、広報委員会の企画・基本方針に沿って広報活動を積極的かつ効果的に行うため、平成18年2月に発足した。広報活動の強化を図るため、平成25年度から広報委員会と広報室が統合され、新しい体制に改編された。

主な業務は、広報戦略の立案および情報収集、各種出版物の編集・発行およびその補助、産研ホームページ作成・管理、各種ポスター・掲示物の制作、施設見学の受け入れ、プレスリリース等、広範囲にわたっている。平成25年7月からは、企画室、産学連携室、事務部と連携し毎月定例記者会見を実施している。

### b) 成果

- ・ いちちょう祭産研一般公開運営 来場者 474名
- ・ 施設見学受け入れ件数 7件（見学者数124名）
- ・ プレスリリース件数 46件（定例記者会見20件、通常会見5件、投げ込みのみ21件）
- ・ 報道件数 431件（国内175件、国外256件）
- ・ 産研HP更新件数 611件（SNS含む）
- ・ 刊行物発行（産研パンフレット、年次報告書、Memoirs、産研ニュースレター）
- ・ イノベーションストリーム KANSAI 出展支援
- ・ さん犬ディスプレイ人形制作
- ・ 所内構成員写真撮影
- ・ プレスリリース講習会開催

## 企画室

副室長（兼任）	増田 敏裕
派遣職員	松谷 織江
特任事務職員	西田 彩

### a) 概要

企画室は、所長の命を受け、所内運営の支援機能の強化および所内業務の効率化を推進するため、以下の業務に関する補佐を行っている。

- (1) 評価委員会が実施する中期目標・中期計画、年度計画、自己点検・評価、外部評価及び第三者機関が行う評価に係る情報収集に関すること
- (2) 担当副所長との連携による本研究所の広報、国際、財務及び施設に係る企画立案及び情報収集に関すること
- (3) その他本研究所の運営に係る企画立案及び情報収集に関すること

### b) 成果

- ・海外派遣プログラムや imec-Handai 国際シンポジウムの支援
- ・産研若手研究者人材育成派遣ワークショップの開催（産業科学連携推進センター、院生会議、企画室、共催）
- ・グローニンゲン大学等との国際交流の支援
- ・産研 OB・OG／学生交流会の開催（産業科学連携推進センター、院生会議、企画室、産研同窓会共催）
- ・産研同窓会総会の支援
- ・産研定期刊行物出版編集の支援（年次報告書、Memoirs、要覧、パンフレット）
- ・産研職員人材育成プログラムの企画・実施

## 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)
	技術補佐員	松川 博昭	(試作工場：ガラス加工室)
工作班	班長	相原 千尋	(情報ネットワーク室)
・機械回路工作係	係長	羽子岡 仁志	(総合解析センター)
	技術職員	松下 雄貴	(試作工場：機械加工室)
・ガラス工作係	係長	榊原 昇一	(ナノ加工室)
計測班	班長(兼任)	大西 政義	(試作工場：機械加工室)
・計測・情報システム係	係長	奥村 由香	(広報室)
	技術職員	古川 和弥	(量子ビーム科学研究施設)
	技術職員	岡田 宥平	(量子ビーム科学研究施設)
・分析・データ処理係	係長	松崎 剛	(総合解析センター)
	技術職員	村上 洋輔	(総合解析センター)
	技術職員	嵩原 綱吉	(総合解析センター)

### 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大型装置や機器類の試作、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。また派遣先の業務だけではなく、技術室として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、ものづくり教室を実施 / 第 8 回アライアンス技術支援シンポジウムを開催、5 附置研究所の技術職員と技術交流を実行 // 電磁気の勉強会を実施 / 撮影・TV 会議支援等を 11 件対応 / PCB 管理業務 / 放射線管理業務 / 酸素濃度巡視 / 液体窒素使用量調査 / 2018 年度の技術室報告誌を WEB で掲載 / 大阪大学部局横断型女性技術職員ネットワーク設立協力、こども大学イベントへの協力

#### ・技術室主催、所内講習会及び報告会等

- ・安全講習会 (5 月 15 日) 所内教職員対象 54 名
  - ・ものづくり教室 (8 月 7 日～8 月 9 日) 「「電子回路で発電防災グッズを作ろう！」小学 4 年～6 年対象 60 名
  - ・第 8 回アライアンス技術支援シンポジウム (11 月 12 日) 29 名
- |                       |     |       |
|-----------------------|-----|-------|
| 「機械工作業務の紹介」           | 工作班 | 松下 雄貴 |
| 「L バンドビーム振り分けシステムの構築」 | 計測班 | 古川 和弥 |
- アライアンスより技術職員 4 名発表

#### ・出張・研修 (技術研究会、学会等の参加、発表等)

- ・有機微量研究懇談会合同シンポジウム、京都大学、6/12-14
- ・ AI センター国際シンポジウム、大阪府、10/26
- ・放射線安全管理講習、大阪府、11/6

- ・2019年度顕微鏡学会第75回学術講演会、名古屋、6/17-6/19
- ・第9回物質・デバイス領域共同研究拠点活動報告会及び平成30年度ダイナミック・アライアンス成果報告会、大阪府、7/1-7/2
- ・部下・後輩育成のためのスキルアップ研、学内、7/17
- ・第16回日本加速器学会、京都大学、7/31-8/2
- ・関西A to Z展、大阪府、8/2
- ・関西教育ICT展、大阪府、8/2
- ・第一種放射線取扱主任者試験、神戸大学、8/21-22
- ・2019年度機器・分析技術研究会、分子科学研究所、8/29-30
- ・第16回マイクロ電子天びん技術研修会、京都大学、9/2
- ・令和元年度近畿地区国立大学法人等教室系技術職員研修、学内、9/19-20
- ・第3回大学技術組織研究会(米子会議)、鳥取大学、9/27
- ・第36回NMRユーザーズ・ミーティング、大阪府、10/2
- ・第43回大学分析者の会、大阪府、10/4
- ・SHAREプログラムの打ち合わせ、大阪府、10/8
- ・2019年度SEMユーザーズミーティング、大阪府、10/9
- ・EPMA表面分析ユーザーズミーティング、大阪府、10/10
- ・第40回有機微量分析ミニサロン、大阪府、11/15
- ・第42回分析機器NMRユーザーズミーティング、大阪府11/15
- ・テレビ会議リプレイスセミナー、大阪府、11/22
- ・DMG森精機・産総研・奈良県ジョイント講演会、奈良県、11/27
- ・学術変革領域研究「統合分子構造解析」準備会
- ・自衛消防業務再講習、大阪府、12/4
- ・記者会見、東京都、12/5
- ・第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会、東北大学、12/4-6
- ・有機元素分析試薬に関する意見交換会、大阪府、12/17
- ・自衛消防業務新規講習、大阪府、12/24-25
- ・産研国際シンポジウム、兵庫県、1/9-10
- ・オーダーグッズビジネスショー、大阪府、1/15
- ・第17回マイクロ電子天びん技術研修会、理化学研究所、1/23-24
- ・加速器技術セミナー 高エネルギー加速器研究機構 1/27-31
- ・第6回設備サポートセンター整備事業シンポジウム、宮崎県、1/29-1/31
- ・nanotech2020、東京都、1/29-1/31
- ・JASIS2019、千葉県、9/3-6
- ・第一種衛生管理者試験、兵庫県、3/18

#### ・各種免許・資格取得等の現状

- ・衛生工学衛生管理者（7名）
- ・第1種放射線取扱主任者免状（2名）
- ・危険物取扱者（乙種1類～6類免許）（2名）（甲種免許）（1名）
- ・毒物劇物取扱者（1名）
- ・高圧ガス製造保安責任者免状（乙種化学・乙種機械）（3名）
- ・有機溶剤作業主任者（1名）
- ・酸欠・硫化水素作業主任者（1名）
- ・特別管理産業廃棄物管理責任者（4名）
- ・情報処理技術者試験（初級シスアド）（3名）
- ・CAD利用技術者試験2級（1名）
- ・自衛消防業務新規講習（9名）
- ・甲種防火管理者・防火教育担当者（1名）
- ・防災管理者・防災教育担当者（1名）
- ・化学分析技能士（1名）
- ・第三種電気主任技術者（2名）
- ・第二種電気工事士免状（2名）
- ・低圧電気特別教育（10名）
- ・床上操作式クレーン運転（2名）
- ・クレーンの玉がけ（4名）
- ・天井クレーン定期自主検査者（2名）
- ・研削砥石の取替、取替時の試運転の業務（2名）
- ・アーク溶接特別教育（3名）
- ・ガス溶接特別教育（1名）
- ・フォークリフト運転技能講習（1名）
- ・メンタルヘルス・マネジメント検定試験Ⅱ種（ラインアコース）（1名）
- ・総長表彰（6名）
- ・TOEICスコア750（1名）
- ・第4級アマチュア無線技士（2名）
- ・インターネット実務検定2級（1名）
- ・Oracle Certified Java Programmer, Silver SE8（1名）
- ・三級機械保全技能士（1名）

## 事務部 (令和2年3月31日現在)

総務課	(事務部長)	増田 敏裕
	(課長)	松本 勝昌
	総務係 (係長)	竹内 弘
	(主任)	朝日 太郎
	(特任事務職員)	地田 万里子
	(特任事務職員)	三輪 久美子
	(事務補佐員)	駒井 彩乃
	(事務補佐員)	吉松 祥子
	人事係 (係長)	丸山 敬太
	(特任事務職員)	北村 律子
研究連携課	(事務補佐員)	河野 亜紀
	(課長)	西川 憲司
	研究協力係 (係長)	北之橋 奈津子
	(主任)	六津井 泰子
	(事務職員)	南岡 宏樹
	(特任事務職員)	小西 由佳
	(特任事務職員)	坂井 百々子
	(特任事務職員)	新生 史子
	(特任事務職員)	高山 愛
	(事務補佐員)	黒杭 裕
財務係	(係長)	中島 武司
	(主任)	松浦 靖
	(特任事務職員)	水口 絵美
	(特任事務職員)	西本 弘美
	契約係 (係長)	岡本 征子
	(事務職員)	赤尾 勇佑
	(事務職員)	早川 沙由里
	(特任技術職員)	宇野 悦子
	(事務補佐員)	大谷 和音
	(事務補佐員)	宮郷 琴
(事務補佐員)	阿久津 由美	



[ 附 4 ] 各研究部門、附属施設における活動実績リスト

---



---

## 量子システム創成研究分野

### 原著論文

- [1]Characterization of surface modification mechanisms for boron nitride films under plasma exposure, Tomoya Higuchi, Masao Noma, Michiru Yamashita, Keiichiro Urabe, Shigehiko Hasegawa, Koji Eriguchi: *Surface and Coatings Technology*, 377 (2019) 124854.
- [2]Angular momentum transfer from photon polarization to an electron spin in a gate-defined quantum dot, Takafumi Fujita, Kazuhiro Morimoto, Haruki Kiyama, Giles Allison, Marcus Larsson, Arne Ludwig, Sascha R. Valentin, Andreas D. Wieck, Akira Oiwa & Seigo Tarucha: *Nature Communications*, 10 (2019) 2991.
- [3>Loading a quantum-dot based “Qubyte” register, C. Volk, A. M. J. Zwerver, U. Mukhopadhyay, P. T. Eendebak, C. J. van Diepen, J. P. Dehollain, T. Hensgens, T. Fujita, C. Reichl, W. Wegscheider & L. M. K. Vandersypen: *npj Quantum Information*, 5 (2019) 29.
- [4>Selective oxidation of the surface layer of bilayer WSe<sub>2</sub> by laser heating, Hiroki Shioya, Kazuhito Tsukagoshi, Keiji Ueno, Akira Oiwa: *JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS*, 58 (2019) 120903.
- [5]Fabrication and optical characterization of photonic crystal nanocavities with electrodes for gate-defined quantum dots, T. Tajiri, Y. Sakai, K. Kuruma, S. M. Ji, H. Kiyama, A. Oiwa, J. Ritzmann, A. Ludwig, A. D. Wieck, Y. Ota, Y. Arakawa, and S. Iwamoto: *JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS*, 59 (2020) SGGI05.

### 国際会議

- [1]Transferring quantum states from single photons to single electron spins in gate-defined quantum dots (invited), A. Oiwa: *Frontiers in Quantum Information Physics and technologies (FQIPT)*.
- [2]Quantum interface from photons to electron spins in gate-defined GaAs quantum dots (invited), A. Oiwa: *Spin Canada 2019*.
- [3]Photon-spin quantum interface using gate-defined quantum dots (invited), A. Oiwa: *Canada-Japan Workshop on Hybrid Quantum Systems (HQS)*.
- [4]Photon-spin quantum interface using gate-defined quantum dots (invited), A. Oiwa: *International Symposium on Frontier Issues in Quantum Physics and Quantum Information Sciences (QPQIS2019)*.
- [5]Conversion of angular momentum, quantum state and entanglement from photons to electron spin using gate-defined quantum dots (invited), A. Oiwa, S. Matsuo, K. Kuroyama, C. Y. Chung, R. Fukai, T. Nakagawa, T. Fujita, H. Kiyama, T. Tajiri, S. Iwamoto, A. Ludwig, A. D. Wieck, and S. Tarucha: *New Perspective in Spin Conversion Science (NPSCS2020)*.
- [6]Charge Mobility Characterization of Light Irradiated Ge/SiGe Heterostructures (poster), G. G. Maia, K. Sawano, A. Oiwa: *International School and Symposium on Nanoscale Transport and photonics 2019 (ISNTT2019)*.
- [7]Spin Detection in GaAs/AlGaAs Quantum Wells by Inverse Spin-Hall Effect (poster), Y. Sakai, T. Chatani, T. Nakagawa, J. Ritzmann, A. Ludwig, A. Wieck, and A. Oiwa: *Compound Semiconductor Week 2019 (CSW2019)*.
- [8]Characterization of Surface Modification Mechanisms for Boron Nitride Films under Plasma Exposure (oral), T. Higuchi, M. Noma, M. Yamashita, K. Urabe, S. Hasegawa, and K. Eriguchi: *46th International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films*.

- [9]Magneto-optical characterization of GaN/TbN superlattice structures grown by PA-MBE (poster), Sanshiro Fujimori, Shigehiko Hasegawa: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.
- [10]Magnetic and magneto-optical properties of GaN/GdN superlattice structures grown by PA-MBE (poster), Akifumi Okamoto, Shigehiko Hasegawa: The 23rd SANKEN International Symposium, The 19th SANKEN Nanotechnology International Symposium.
- [11]Measurement of multielectron high-spin states and its spin relaxation in a GaAs quantum dot (poster), H. Kiayma, K. Yoshimi, T. Kato, T. Nakajima, A. Oiwa, and S. Tarucha: New Perspective in Spin Conversion Science (NPSCS2020).
- [12]Fabrication and Optical Characterization of Photonic Crystal Nanocavities with Electrodes for Gate-Defined Quantum Dots (oral), T. Tajiri, K. Kuruma, Y. Sakai, H. Kiyama, A. Oiwa, J. Ritzmann, A. Ludwig, A.D. Wieck, Y. Ota, Y. Arakawa, S. Iwamoto: 52th International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2019).
- [13]Fabrication and Irradiation Effects of Field-Induced Two-Dimensional Electron Gas in Dopant-Etched ModulationDoped GaAs/AlGaAs Heterostructures (oral), G. Fukuda, T. Fujita, Y. Kanai, K. Matsumoto, J. Ritzmann, A. Ludwig, A.D. Wieck, A. Oiwa: 52th International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2019).
- [14]Fabrication and Irradiation Effects of Two-Dimensional Electron Gas on Etched Undoped GaAs/AlGaAs Heterostructures Utilizing Modulation-Doped Ohmic Contacts (oral), Genki Fukuda, Takafumi Fujita, Yasushi Kanai, Kazuhiko Matsumoto, Julian Ritzmann, Alfred Ludwig, Andreas D. Wieck, Akira Oiwa: The 21st International Conference on Electron Dynamics in Semiconductors, Optoelectronics and Nanostructures (EDISON21).
- [15]Irradiation Effects on Induced Electron Conductivity in an un-doped GaAs/AlGaAs QuantumWellHallBar (oral), Takafumi Fujita, Ryota Hayashi, Makoto Kohda, Julian Ritzmann, Arne Ludwig, Junsaku Nitta, Andreas D. Wieck, and Akira Oiwa: Compound Semiconductor Week 2019 (CSW2019).
- [16]Spin-orbit interaction induced electron spin resonance enhanced by charge tunneling between quantum dots (poster), T. Fujita, Y. Matsumoto A. Ludwig, A.D. Wieck and A. Oiwa: New Perspective in Spin Conversion Science (NPSCS2020).
- [17]Fast DC Scanning Method for Tuning Quantum Dots (poster), Yuta Matsumoto, Takafumi Fujita , H. C. Ebler, Alfred Ludwig, Andreas D. Wieck, Akira Oiwa: The 21st International Conference on Electron Dynamics in Semiconductors, Optoelectronics and Nanostructures (EDISON21).
- [18]Irradiation Effects on Induced Electron Conductivity in an Un-doped GaAs/ AlGaAs Quantum Well Hall Bar (poster), Takafumi Fujita, Ryota Hayashi, Makoto Kohda, Julian Ritzmann, Arne Ludwig, Junsaku Nitta, Andreas D Wieck, Akira Oiwa: The 21st International Conference on Electron Dynamics in Semiconductors, Optoelectronics and Nanostructures (EDISON22).
- [19]Magneto-transport in a Light Irradiated Ge/SiGe Two-dimensional Hole System (oral), Gabriel G. Maia and Akira Oiwa, and Kentarou Sawano: 2019 Workshop on Innovative Nanoscale Devices and Systems (WINDS2019).

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

- 大岩 顕 The 21st International Conference on Electron Dynamics in Semiconductors, Optoelectronics and Nanostructures (プログラム委員長)
- 大岩 顕 Compound Semiconductor Week 2019 (プログラム委員)

大岩 顕	The 51st International Conference on Solid State Devices and Materials (プログラム委員)	
大岩 顕	The 23rd International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Semiconductors (EP2DS-23) (プログラム委員)	

#### 国内学会

日本物理学会第 75 回年次大会(2020 年)	5 件
9TH SUMMER SCHOOL ON SEMICONDUCTOR/SUPERCONDUCTOR QUANTUM COHERENCE EFFECT AND QUANTUM INFORMATION	1 件
日本物理学会 2019 年秋季大会	3 件
第 80 回応用物理学会秋季学術講演会	4 件
第 67 回応用物理学会春季学術講演会	5 件
レーザー学会第 40 回年次大会	1 件

#### 取得学位

修士 (工学)	分子線エピタキシー法による GaN/TbN 超格子構造の作製とその磁気特性
藤森 三志朗	評価
修士 (理学)	磁性半導体 GdN/GaN 超格子構造の結晶成長と Gd/N 供給比を変化したこと
岡本 旭史	による磁気特性への影響
修士 (理学)	ドット間トンネルによるスピン軌道誘起電子スピン操作の増強
松本 雄太	
学士 (工学)	従来型/反転型 HEMT 構造 GaAs <sub>2</sub> 次元電子系への 超伝導接合に向けた電
林 望	極の作製

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (S)	電気制御量子ドットを使った光子-電子スピン相互量子状態変換の研究	16,159
大岩 顕		
基盤研究 (B)	空間分布を制御した希土類添加 III 族窒化物半導体の形成とその磁気特性	3,900
長谷川 繁彦		
若手研究	半導体量子ドット電子スピンの完全ベル測定へ向けた研究	1,243
木山 治樹		
若手研究	単一電子スピンシャトルを利用した高速スピン操作とその物理	393
藤田 高史		
特別研究員奨励費	横型量子ドットによる光子偏光-電子スピン量子インターフェースの研究	1,170
深井 利央		
基盤研究 (B)	オール金属材料によるスピン流の完全無損失化	741
長谷川 繁彦		

#### 受託研究

大岩 顕	(国研) 科学技術振興機構	電子フォトンクス融合によるポアンカレインターフェースの創製	28,288
------	---------------	-------------------------------	--------

#### 奨学寄附金

大岩 顕	公益財団法人旭硝子財団	5,400
木山 治樹	公益財団法人カシオ科学振興財団 理事長 榎尾 隆司	1,000

#### 共同研究

長谷川 繁彦	兵庫県立技術センター	反応性プラズマアシストコート法で成膜した III 族窒化膜ナノネットワーク構造評価	0
--------	------------	---	---

---

#### 界面量子科学研究分野

##### 原著論文

[1]A flexible exchange-biased spin valve for sensing strain direction, H. Matsumoto, S. Ota, A. Ando, and D. Chiba: Applied Physics Letters, 114 (2019) 132401.

[2]CoFeB/MgO-based magnetic tunnel junction directly formed on a flexible substrate, S. Ota, M. Ono,

H. Matsumoto, A. Ando, T. Sekitani, E. Kohno, S. Iguchi, T. Koyama, and D. Chiba: *Applied Physics Express*, 12 (2019) 053001.

[3]Possible contribution of high-energy magnons to unidirectional magnetoresistance in metallic bilayers, K. Kim, T. Li, S. Kim, T. Moriyama, T. Koyama, D. Chiba, K. Lee, H. Lee, and T. Ono: *Applied Physics Express*, 12 (2019) 063001.

[4]Low dark current and high-responsivity graphene mid-infrared photodetectors using amplification of injected photo-carriers by photo-gating, Shoichiro Fukushima, Masaaki Shimatani, Satoshi Okuda, Shinpei Ogawa, Yasushi Kanai, Takao Ono, Koichi Inoue, and Kazuhiko Matsumoto: *Optics Letters*, 44 (10) (2019) 2598.

[5]Broadband photoresponse of graphene photodetector from visible to long-wavelength infrared wavelengths, Shinpei Ogawa, Masaaki Shimatani, Shoichiro Fukushima, Satoshi Okuda, Yasushi Kanai, Takao Ono, Kazuhiko Matsumoto: *Optical Engineering*, 58 (5) (2019) 057106.

[6]Electrical Biosensing at Physiological Ionic Strength Using Graphene Field-Effect Transistor in Femtoliter Microdroplet, T. Ono, Y. Kanai, K. Inoue, Y. Watanabe, S. Nakakita, T. Kawahara, Y. Suzuki, and K. Matsumoto: *Nano Letters*, 19 (2019) 4004.

[7]Effective binding of sugar chains to influenza virus on the surface by bovine serum albumin localization, Toshio Kawahara, Hiroaki Hiramatsu, Yuhsuke Ohmi, Nongluk Sriwilaijaroen, Yasuo Suzuki, Shin-ichi Nakakita, Yohei Watanabe, Yasuhide Ohno, Kenzo Maehashi, Takao Ono, Yasushi Kanai and Kazuhiko Matsumoto: *Japanese Journal of Applied Physics*, 58 (2019) SIID03.

[8]PB2 mutations arising during H9N2 influenza evolution in the Middle East confer enhanced replication and growth in mammals, Yasuha Arai, Norihito Kawashita, Madiha Salah Ibrahim, Emad Mohamed Elgendy, Tomo Daidoji, Takao Ono, Tatsuya Takagi, Takaaki Nakaya, Kazuhiko Matsumoto: *PLOS Pathogens*, 15 (2019) e1007919.

[9]High Stability of Epitaxial Graphene on a SiC Substrate, Takaya Kujime, Yoshiaki Taniguchi, Daiu Akiyama, Yusuke Kawamura, Yasushi Kanai, Kazuhiko Matsumoto, Yasuhide Ohno and Masao Nagase: *Physica Status Solidi (B) Basic Research*, 257 (2019) 1900357.

[10]Giant gate-controlled proximity magnetoresistance in semiconductor-based ferromagnetic–non-magnetic bilayers, Kosuke Takiguchi, Le Duc Anh, Takahiro Chiba, Tomohiro Koyama, Daichi Chiba and Masaki Tanaka: *Nature Physics*, 15 (2019) 1134.

[11]Interfacial oxidation protection and thermal-stable sinter Ag joining on bare Cu substrate by single-layer graphene coating, Chuantong Chen, Zheng Zhang, Dongjin Kim, Bowen Zhang, Masami Tanioku, Takao Ono, Kazuhiko Matsumoto, Katsuaki Suganuma: *Applied Surface Science*, 497 (2019) 143797.

[12]Strain-induced switching of heat current direction generated by magneto-thermoelectric effects, Shinya Ota, Ken-ichi Uchida, Ryo Iguchi, Pham Van Thach, Hiroyuki Awano & Daichi Chiba: *Scientific Report*, 9 (2019) 13197.

[13]Turbostratic Stacking Effect in Multilayer Graphene on the Electrical Transport Properties, Ryota Negishi, Chaopeng Wei, Yao Yao, Yui Ogawa, Masashi Akabori, Yasushi Kanai, Kazuhiko Matsumoto, Yoshitaka Taniyasu and Yoshihiro Kobayashi: *Physica Status Solidi (B) Basic Research*, 257 (2019) 1900437.

[14]Solid-state capacitor for voltage control of magnetism formed on a flexible substrate, Koki Ochi, Takamasa Hirai, Shinya Ota, Tomohiro Koyama, Tsuyoshi Sekitani and Daichi CHIBA: *Japanese Journal of Applied Physics*, 58 (2019) 118003.

[15]Flexible CoFeB/MgO-based magnetic tunnel junctions annealed at high temperature ( $\geq 350$  °C), S. Ota, A. Ando, T. Sekitani, T. Koyama and D. Chiba: Applied Physics Letters, 115 (2019) 202401.

[16]Electric-field-induced on-off switching of anomalous Etingshausen effect in ultrathin Co films, H. Nakayama, T. Hirai, J. Uzuhashi, R. Iguchi, T. Ohkubo, T. Koyama, D. Chiba & K. Uchida: Applied Physics Express, 12 (2019) 123003.

[17]Graphene Field Effect Transistor-Based Immunosensor for Ultrasensitive Noncompetitive Detection of Small Antigens, Yasushi Kanai, Yuki Ohmuro-Matsuyama, Masami Tanioku, Shota Ushiba, Takao Ono, Koichi Inoue, Tetsuya Kitaguchi, Masahiko Kimura, Hiroshi Ueda and Kazuhiko Matsumoto: ACS Sensors, 5 (1) (2020) 24.

[18]Electric field modulation of exchange bias at the Co/CoOx interface, T. Hirai, T. Koyama, and D. Chiba: Physical Review B, 101 (2020) 014447.

[19]State-space modeling for dynamic response of graphene FET biosensors, Shota Ushiba, Tsuyoshi Okino, Naruto Miyakawa, Takao Ono, Ayumi Shinagawa, Yasushi Kanai, Kouichi Inoue, Kohei Takahashi, Masahiko Kimura and Kazuhiko Matsumoto: Japanese Journal of Applied Physics, 59 (2020) SGGH04.

[20]Electric field effect on the magnetic domain wall creep velocity in Pt/Co/Pd structures with different Co thicknesses, Tomohiro Koyama, Junichi Ieda, and Daichi Chiba: Applied Physics Letters, 116 (2020) 092405.

#### 国際会議

[1]Detection of small peptides by open sandwich immunoassay (invited), Yasushi Kanai, Yuki Ohmuro-Matsuyama, Masami Tanioku, Shota Ushiba, Takao Ono, Koichi Inoue, Masahiko Kimura, Hiroshi Ueda, Kazuhiko Matsumoto: EMN Rome Meeting on Carbon Nanostructures 2019.

[2]Bio-sensing of small peptides by open sandwich immunoassay on graphene FETs (poster), Yasushi Kanai, Yuki Ohmuro-Matsuyama, Masami Tanioku, Shota Ushiba, Takao Ono, Koichi Inoue, Masahiko Kimura, Hiroshi Ueda, Kazuhiko Matsumoto: Compound Semiconductor Week 2019.

[3]Biosensor Array Using CVD-Grown Graphene for Influenza Virus Detection (oral), Takao Ono, Shota Ushiba, Yasushi Kanai, Naruto Miyakawa, Ayumi Shinagawa, Kaori Yamamoto, Masami Tanioku, Yasuhide Ohno, Kenzo Maehashi, Koichi Inoue, Yohei Watanabe, Shin-ichi Nakakita, Toshio Kawahara, Masahiko Kimura, Yasuo Suzuki, and Kazuhiko Matsumoto: 61st Electronic Materials Conference (EMC2019).

[4]Lab-on-a-graphene-FET for high-sensitive bioassay (oral), Takao Ono: Taiwan-Japan Joint Seminar for biomedical informatics and engineering.

[5]Direct formation of CoFeB/MgO-based magnetic tunnel junction on flexible substrate (poster), Shinya Ota, Masaki Ono, Hiroki Matsumoto, Akira Ando, Tomohiro Koyama and Daichi Chiba: Joint European Magnetic Symposia (JEMS) 2019.

[6]Electric-field control of perpendicular magnetic anisotropy and exchange bias in Co/CoOx/HfO2 (poster), T. Hirai, T. Koyama, and D. Chiba: Joint European Magnetic Symposia (JEMS) 2019.

[7]Flexible spintronics devices for mechanical sensing (invited), D. Chiba: Solid State Devices and Materials(SSDM 2019).

[8]ELECTRICAL DETECTION OF PATHOGENS BEYOND THE LIMITATION OF DEBYE SCREENING USING GRAPHENE FIELD-EFFECT TRANSISTORS IN MICRODROPLETS (oral),

Takao Ono, Yasushi Kanai, Inoue Koichi, Watanabe Yohei, Nakakita Shin-ichi, Kawahara Toshio, Yasuo Suzuki, Kazuhiko Matsumoto: The 23rd International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2019) .

[9]Extended X-ray Absorption Fine Structure Spectroscopy for Flexible Spintronics (poster), Shinya Ota, Takamasa. Hirai, Toshiaki Ina, Tomohiro Koyama, Daichi Chiba: Magnetism and Magnetic Materials 2019.

[10]Mechanism of Voltage-Induced Change in Magnetism of Pt/Co with HfO<sub>2</sub> Dielectric Layer (poster), T. Hirai, T. Koyama, and D. Chiba: Magnetism and Magnetic Materials 2019.

[11]Enhanced Spin-Orbit Torque in Co/Pt System with Interfacial Oxidation Layer (oral), Kento Hasegawa, T. Koyama, D. Chiba: Magnetism and Magnetic Materials 2019.

[12]Detection of Strain Direction Using a Flexible Exchange-biased Spin Valve (oral), Hiroki Matsumoto, Shinya Ota, Akira Ando and Daichi Chiba: 64th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM).

[13]Lab-on-a-graphene-FET: a two-dimensional assay platform for biochemical reactions (oral), Takao Ono: 8th imec Handai International Symposium.

[14]Local strain sensing using magnetoelastic and magnetoresistance effect (oral), D. Chiba: INNOVATIVE NONDESTRUCTIVE TESTING FOR CIVIL ENGINEERS & SELF-HEALING & INTELLIGENT MATERIALS(INDTCE&SHIM, 2019).

[15]Gate-controllable Spin Splitting and Giant Proximity Magnetoresistance in InAs Induced by a Magnetic (oral), Anh Le Duc , Kosuke Takiguchi , Takahiro Chiba , Tomohiro Koyama , Daichi Chiba , Masaaki Tanaka: 2019 MRS FALL MEETING&EXHIBIT.

[16]New Modification Method of Sugar Chain on Graphene FET for Selective Detection of Virus (poster), K. Yamamoto, T. Ono, N. Miyakawa, Y. Kanai, T. Koyama, M. Tanioku, S.Ushiba, A.Shinagawa, K. Inoue, Y. Watanabe, S. Nakakita, T. Kawahara, Y. Suzuki, M. Kimura, D. Chiba, and K. Matsumoto: WINDS2019.

#### 解説、総説

フレキシブルスピントロニクスデバイスとその応用に向けた展望, 千葉 大地, まぐね, 日本磁気学会, 14 (2019), 268-273.

フレキシブル巨大磁気抵抗効果(GMR)センサの開発とひずみ方向検知への応用, 千葉 大地, 次世代センサ, 次世代センサ協議会, 29 (2020), .

#### 特許

[1]「国際特許出願」 グラフェントランジスタおよびその製造方法, PCT/JP2020/004066

#### 国内学会

2019年日本結晶成長学会特別講演会 「高機能・高性能デバイスへ向けた最先端研究から探る結晶成長の課題」	1件
第55回センサ&アクチュエータ技術シンポジウム 「磁気センサ最前線：スピントロニクス技術の基礎と応用」	1件
1st Quantum Interface and Semiconductor Electronics Workshop(QISE2019)	7件
第80回応用物理学会秋季学術講演会	13件
第57回日本生物物理学会年会 The 57th Annual Meeting of the BSJ	1件
第43回日本磁気学会学術講演会 (国内会議)	2件
第9回 実用スピントロニクス新分野創成研究会	1件



新世代研究所界面ナノ科学研究会 2019年度第1回研究会	1件
第24回産研ざっくばらんトーク	1件
第75回学術講演会 第4回産研ホームカミングデイ	1件
第226回研究会/第74回スピントロニクス専門研究会	1件
産業科学 AI センター 令和元年度成果報告会	1件
令和2年 東北大学電気通信研究所 共同プロジェクト研究会	1件
「ナノ超構造体を基盤とした革新的ナノスピントロニクス機能の創出」	1件
第15回 チームミーティング	
第67回応用物理学会春季学術講演会	8件

#### 取得学位

学士(工学) 鳥居 大雅	磁性ナノ構造を用いたフレキシブル無電源応力レジスタに関する研究
学士(工学) 柳楽 亮太	スピントロニクス生体モーションセンサ作製に関する研究
修士(工学) 松本 啓岐	磁気弾性効果を活用したフレキシブルスピントロニクスデバイスの創製
博士(工学) 太田 進也	磁気弾性結合を利用したフレキシブルスピントロニクスデバイスに関する研究
博士(工学) 平井 孝昌	遷移金属/酸化物積層構造における磁性の電界制御に関する研究

#### 科学研究費補助金

基盤研究 (A) 千葉 大地	フレキシブルスピンドバイスをを用いた完全無電力 IoT レジスタ・論理演算素子の創製	単位：千円 29,770
若手研究 小野 堯生	グラフェントランジスタで計測可能な汎用的酵素反応系の探索とその酵素免疫法への応用	1,300
挑戦的研究萌芽 小山 知弘	スピン軌道相互作用に基づく超高速ナノ電磁石の動作原理の開拓	1,560

#### 受託研究

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	4,680
-------	---------------	----------------------	-------

#### 奨学寄附金

金井 康	公益財団法人村田学術振興財団 理事長 村田 恒夫	2,800
------	--------------------------	-------

#### 共同研究

千葉 大地	株式会社デンソー	磁性の電界効果を用いた透磁率可変技術の開発	2,160
千葉 大地	株式会社村田製作所	フレキシブルスピントロニクス集積化デバイスの作製	4,416
小野 堯生	株式会社村田製作所	グラフェンデバイスの研究	3,696
小野 堯生	花王株式会社、株式会社村田製作所	グラフェンを用いたノロウイルス様粒子の評価	1,260
小野 堯生	株式会社村田製作所、香川大学、中部大学、京都府立大学	グラフェンFETを用いた鳥インフルエンザウイルスの早期検出	2,000
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

#### その他の競争的研究資金

千葉 大地	産業科学研究所 AI センター	ウェアラブル AI スピン集積センサートの創製	1,000
-------	-----------------	-------------------------	-------

#### 先進電子デバイス研究分野

##### 原著論文

[1]CoFeB/MgO-based magnetic tunnel junction directly formed on a flexible substrate, Shinya Ota, Masaki Ono, Hiroki Matsumoto, Akira Ando, Tsuyoshi Sekitani, Ryuhei Kohno, Shogo Iguchi, Tomohiro Koyama, Daichi Chiba: APPLIED PHYSICS EXPRESS, 12 (5) (2019) .

[2]Long-Term Implantable, Flexible, and Transparent Neural Interface Based on Ag/Au Core-Shell Nanowires, Teppei Araki, Fumiaki Yoshida, Takafumi Uemura, Yuki Noda, Shusuke Yoshimoto, Taro Kaiju, Takafumi Suzuki, Hiroki Hamanaka, Kousuke Baba, Hideki Hayakawa, Taiki Yabumoto, Hideki Mochizuki, Shingo Kobayashi, Masaru Tanaka, Masayuki Hirata, Tsuyoshi Sekitani: Advanced Healthcare Materials, 8 (2019) 1900130.

[3]Non-contact Laser Printing of Ag Nanowire-based Electrode with Photodegradable Polymers, Teppei Araki, Jaap M J den Toonder, Katsuaki Suganuma, Takafumi Uemura, Yuki Noda, Shusuke Yoshimoto, Shintaro Izumi, Tsuyoshi Sekitani: Journal of Photopolymer Science, Technology, 32 (3) (2019) 429.

[4]Highly-ordered Triptycene Modifier Layer Based on Blade Coating for Ultraflexible Organic Transistors, Masaya Kondo, Takashi Kajitani, Takafumi Uemura, Yuki Noda, Fumitaka Ishiwari, Yoshiaki Shoji, Teppei Araki, Shusuke Yoshimoto, Takanori Fukushima, Tsuyoshi Sekitani: Scientific Reports, 9 (2019) 9200.

[5]Fine Printing Method of Silver Nanowires Electrodes with Alignment and Accumulation, Ashuya Takemoto, Teppei Araki, Yuki Noda, Takafumi Uemura, Shusuke Yoshimoto, Robert Abbel, Corne Rentrop, Jeroen van den Brand, Tsuyoshi Sekitani: Nanotechnology, 30 (37) (2019) 37LT03.

[6]An ultraflexible organic differential amplifier for recording electrocardiograms, Masahiro Sugiyama, Takafumi Uemura, Masaya Kondo, Mihoko Akiyama, Naoko Namba, Shusuke Yoshimoto, Yuki Noda, Teppei Araki, Tsuyoshi Sekitani: Nature Electronics, 2 (2019) 351-360.

[7]Evaluating intrinsic mobility from transient terahertz conductivity spectra of microcrystal samples of organic molecular semiconductors, H. Yada, H. Sekine, T. Miyamoto, T. Terashige, R. Uchida, T. Otaki, F. Maruike, N. Kida, T. Uemura, S. Watanabe, T. Okamoto, J. Takeya, H. Okamoto: Applied Physics Letters, 115 (2019) 143301.

[8]Orientation analysis of pentacene molecules in organic field-effect transistor devices using polarization-dependent Raman spectroscopy, Bishwajeet Singh Bhardwaj, Takeshi Sugiyama, Naoko Namba, Takayuki Umakoshi, Takafumi Uemura, Tsuyoshi Sekitani, Prabhat Verma: Scientific Reports, 9 (2019) 15149.

[9]Ultralow-Noise Organic Transistors Based on Polymeric Gate Dielectrics with Self-Assembled Modifiers, M. Kondo, T. Uemura, F. Ishiwari, T. Kajitani, Y. Shoji, M. Morita, N. Namba, Y. Inoue, Y. Noda, T. Araki, T. Fukushima, T. Sekitani: ACS Appl. Mater. Interfaces, 11 (44) (2019) 41561-41569.

[10]Flexible CoFeB/MgO-based magnetic tunnel junctions annealed at high temperature ( $\geq 350$  °C), Shinya Ota, Akira Ando, Tsuyoshi Sekitani, Tomohiro Koyama, Daichi Chiba: Applied Physics Letters, 115 (2019) 202401.

[11]Wireless Monitoring Using a Stretchable and Transparent Sensor Sheet Containing Metal Nanowires, Teppei Araki, Takafumi Uemura, Shusuke Yoshimoto, Ashuya Takemoto, Yuki Noda, Shintaro Izumi, Tsuyoshi Sekitani: Advanced Materials, 32 (2019) 1902684.

[12]Imperceptible Magnetic Sensor Matrix System Integrated with Organic Driver and Amplifier Circuits, M. Kondo, M. Melzer, D. Karnaushenko, T. Uemura, S. Yoshimoto, M. Akiyama, Y. Noda, T. Araki, O. G. Schmidt, T. Sekitani: Science Advances, 6 (4) (2020) eaay6094.

[13]Probing Inter-Molecular Interactions of Dinaphthothienothiophene (DNTT) Molecules in a Transistor

Device Using Low-Frequency Raman Spectroscopy, Bishwajeet Singh Bhardwaj, Rhea Thankam Sam, Takayuki Umakoshi, Naoko Namba, Takafumi Uemura, Tsuyoshi Sekitani, Prabhat Verma: Applied Physics Express, 13 (2020) 022010.

[14]Noise Evaluation System for Biosignal Sensors Using Pseudo-Skin and Helmholtz Coil, Misaki Inaoka and Shintaro Izumi and Shusuke Yoshimoto and Toshikazu Nezu and Yuki Noda, Teppei Araki, Takafumi Uemura, Tsuyoshi Sekitani: 13th International Symposium on Medical Information and Communication Technology, ISMICT 2019, Oslo, Norway, May 8-10, 2019, IEEE Xplore (2019) .

[15]Formation of crystallographically oriented metastable Mg<sub>1.8</sub>Si in Mg ion-implanted Si, Y. Kobayashi, M. Naito, K. Sudoh, A. Gentils, C. Bachelet, J. Bourcois: Cryst. Growth Des., 19 (12) (2019) 7138-7142.

[16]Study on energy level bending at heterojunction of solution-processed phthalocyanine thin film and n-Si by Kelvin probe force microscopy, R. Ishiura, A. Fujii, M. Arita, K. Sudoh, M. Ozaki: Organic Electronics, 78 (2020) 105599.

[17]Rapid Improvements in Charge Carrier Mobility at Ionic Liquid/Pentacene Single Crystal Interfaces by Self-Cleaning, Yusuke Morino, Yasuyuki Yokota, Hisaya Hara, Ken-ichi Bando, Sakurako Ono, Akihito Imanishi, Yugo Okada, Hiroyuki Matsui, Takafumi Uemura, Jun Takeya, Ken-ichi Fukui: Phys. Chem. Chem. Phys., 22 (11) (2020) 6131-6135.

#### 国際会議

[1]Low Noise Biomonitoring with Ultra Flexible Organic Differential Amplifier (invited), Takafumi Uemura, Masahiro Sugiyama, Masaya Kondo, Mihoko Akiyama, Naoko Namba, Shusuke Yoshimoto, Yuki Noda, Teppei Araki, Tsuyoshi Sekitani: 8th imec Handai International Symposium.

[2]Sustainable Society Created by Flexible Electronics (invited), Takafumi Uemura: TSUKUBA CONFERENCE, Emerging-electronics innovation for SDGs: Toward synergy among young researchers.

[3]Patch-Type Biosignal Monitoring System Based on Flexible Electronics (invited), Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani: The Society for Biotechnology, International Symposium.

[4]Ultraflexible Biosignal Monitoring System Based on Organic Thin-Film Transistors (invited), Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani: SPIE Organic Photonics + Electronics.

[5]Low-noise electrocardiogram recording with flexible organic differential amplifier (oral), Masahiro Sugiyama, Takafumi Uemura, Masaya Kondo, Mihoko Akiyama, Naoko Namba, Tsuyoshi Sekitani: 10th International Conference on Molecular Electronics & BioElectronics (M&BE10).

[6]Ag-Nanowire-Based Stretchable Electrodes Improved in Migration Durability for Long Therapeutic Bio-Applications (invited), Teppei Araki, Takafumi Uemura, Shusuke Yoshimoto, Yuki Noda, Shintaro Izumi, Tsuyoshi Sekitani: The 10th International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT 2019), Sym T-05, Singapore, Singapore, 2019.6.25.

[7]Transparent and Stretchable Electrodes for Long Therapeutic Bio-Applications (invited), Teppei Araki, Takafumi Uemura, Shusuke Yoshimoto, Yuki Noda, Shintaro Izumi, Tsuyoshi Sekitani: The 36th International Conference of Photopolymer Science and Technology (ICPST 2019).

[8]Ultraflexible Ferroelectric P(VDF:TrFE) Sensors (poster), Esther Karner-Petritz, Andreas Petritz, Takafumi Uemura, Naoko Namba, Teppei Araki, Barbara Stadlober, aTsuyoshi Sekitani: 10th International Conference on Molecular Electronics and BioElectronics (M&BE10).

[9]Ultrathin and Transparent Printed Organic Electrochemical Transistors (poster), Ashuya Takemoto,

Tepei Araki, Yuki Noda, Takafumi Uemura, Tsuyoshi Sekitani: 10th International Conference on Molecular Electronics and BioElectronics (M&BE10).

[10]Multifunctional Ultraflexible P(VDF:TrFE) Nanogenerators with Organic Rectifying Circuits for Energy Harvesting and Tactile Sensing (poster), Andreas Petritz, Esther Karner-Petritz, Takafumi Uemura, Naoko Namba, Tepei Araki, Barbara Stadlober, Tsuyoshi Sekitani: 10th International Conference on Molecular Electronics and BioElectronics (M&BE10).

[11]Noise Evaluation System for Biosignal Sensors Using Pseudo-Skin and Helmholtz Coil (oral), Misaki Inaoka, Shintaro Izumi, Shusuke Yoshimoto, Toshikazu Nezu, Yuki Noda, Tepei Araki, Takafumi Uemura, Tsuyoshi Sekitani: 13th International Symposium on Medical Information and Communication Technology, ISMICT 2019.

[12]Ultraflexible Organic Differential Amplifier for Low-Noise Biosignal Monitoring (invited), Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani: International Conference on Electronics Packaging (ICEP2019).

[13]Ultraflexible Amplification Circuits for Imperceptible Brain Monitoring System (invited), Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani: 2019 International Symposium on VLSI, Design, Automation and Test.

[14]Brain-implanted flexible and stretchable integrated circuit system for comprehensively monitoring brain activities from cerebral cortex to deep brain regions (invited), Tsuyoshi Sekitani: 2019 MRS Spring Meeting EP04: Soft and Stretchable Electronics -From Fundamentals to Applications-.

[15]Application of Flexible Devices for Monitoring Cranial Nerve Activities (invited), Tsuyoshi Sekitani: Advanced Environmental, Chemical, and Biological Sensing Technologies XV, SPIE Defense + Commercial Sensing.

[16]Multifunctional Ultraflexible P(Vdf-Trfe) Transducers with Organic Rectifying Circuits for Energy Harvesting and Tactile Sensing (poster), Andreas PETRITZ, Esther KARNER-PETRITZ, Takafumi UEMURA, Naoko NAMBA, Tepei ARAKI, Barbara STADLOBER, Tsuyoshi SEKITANI: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium, Scientific and Industrial Research for Space Age.

[17]Ultraflexible Ferroelectric P(Vdf:Trfe) Sensors (poster), Esther KARNER-PETRITZ, Andreas PETRITZ, Takafumi UEMURA, Naoko NAMBA, Tepei ARAKI, Barbara STADLOBER, Tsuyoshi SEKITANI: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium, Scientific and Industrial Research for Space Age.

[18]Fabrication and Electrical Transport Properties of Gold Nanowire Passivated with Self-Assembled Monolayers (poster), Satoshi TAKANE, Yuki NODA, Naomi TOYOSHIMA, Tepei ARAKI, Takafumi UEMURA, Shintaro IZUMI, Tsuyoshi SEKITANI: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium, Scientific and Industrial Research for Space Age.

[19]Stretchable and Transparent Eeg Sensor Based on Metal Nanowire and Dry Bioelectrode (oral), Tepei Araki, Takafumi Uemura, Shusuke Yoshimoto, Yuki Noda, Shintaro Izumi, Tsuyoshi Sekitani: 2019 Material Research Society (MRS) Fall meeting & exhibit, Symposium.

[20]Sheet-Type Instrumentation Amplifier Integrated with Bio-Conformable Organic Cmos Circuit and Thin-Film Resistors (poster), Masahiro Sugiyama, Takafumi Uemura, Masaya Kondo, Mihoko Akiyama, Naoko Namba, Yumi Inoue, Shusuke Yoshimoto, Tepei Araki, Yuki Noda, Tsuyoshi Sekitani: 2019 Material Research Society (MRS) Fall meeting & exhibit, Symposium.

[21]Printed, Ultrathin and Transparent Organic Electrochemical Transistors Via Selective Wetting and

Thermal Lamination for Soft Bioelectrical Interfaces (poster), Ashuya Takemoto, Teppei Araki, Yuki Noda, Takafumi Uemura, Tsuyoshi Sekitani: 2019 Material Research Society (MRS) Fall meeting & exhibit, Symposium.

[22] Biocompatible Gel for Eeg Measurement with High S/N Ratio (oral), Yuki NODA, Hirokazu IIDA, Toshikazu NEZU, Teppei ARAKI, Shunsuke YOSHIMOTO, Tsuyoshi SEKITANI: MRM2019 G-1 Symposium: In-field Molecules for Next-generations Flexible Electronics.

[23] Biosignal Monitoring Systems with Bio-Conformable Organic Amplifier (oral), Takafumi UEMURA, Naoko NAMBA, Masaya KONDO, Masahiro SUGIYAMA, Mihoko AKIYAMA, Shusuke YOSHIMOTO, Yuki NODA, Teppei ARAKI, Tsuyoshi SEKITANI: MRM2019 G-1 Symposium: In-field Molecules for Next-generations Flexible Electronics.

[24] Flexible and Transparent Electrodes Toward Implantable Electronics (oral), Teppei ARAKI, Yuki NODA, Takafumi UEMURA, Shusuke YOSHIMOTO, Shintaro IZUMI, Tsuyoshi SEKITANI: MRM2019 G-1 Symposium: In-field Molecules for Next-generations Flexible Electronics.

#### 解説、総説

生体埋込センサにむけたストレッチャブル透明配線, 荒木徹平、竹本明寿也、植村隆文、関谷毅, 日本印刷学会誌, 56 (3) (2019).

平成 30 年度「大阪大学工業会賞」受賞研究 フレキシブル有機差動増幅回路を用いた心電信号の低ノイズ計測, 杉山真弘, 大阪大学工業会誌 TECHNO NET, 586 (2019).

#### 特許

[1] 「国内特許出願」 生体信号計測装置, 2019-218923

[2] 「国際特許出願」 粘着シート, 16/817352

[3] 「国際特許出願」 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、有機薄膜トランジスタの製造方法ならびに有機薄膜トランジスタ, PCT/JP2019/015802

[4] 「国際特許出願」 導電性インク及びカーボン配線基板, 108133077

[5] 「国際特許出願」 増幅回路, PCT/JP2020/009594

[6] 「国際特許出願」 導電性インクおよびカーボン配線基板, PCT/JP2020/012742

[7] 「国際特許出願」 有機半導体素子の製造方法, PCT/JP2020/009571

[8] 「国内成立特許」 生体信号計測装置, 2017-561508

[9] 「国際成立特許」 金属ナノワイヤの製造方法及び金属ナノワイヤ並びに銀ナノワイヤの製造方法及び銀ナノワイヤ, 10-2015-7032184

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

植村隆文 10th International Conference on Molecular Electronics and BioElectronics (M&BE10) (実行委員)

植村隆文 International Meeting on Information Display (IMID2019) (プログラム委員)

#### 国内学会

LSI とシステムのワークショップ 2019 1 件

第 18 回産総研・産技関連 LS-BT 合同研究発表会 1 件

塗料講演会 『保守・補修に関する塗料と塗装および診断技術』 1 件

横浜国立大学学長重点支援拠点「ものづくりライフイノベーションシンポジウム」 1 件

2019]		
第8回 PhotoBIO ワークショップ		1件
電子機器トータルソリューション展 2019		1件
第9回 物質・デバイス領域共同研究拠点活動報告会 平成30年度 ダイナミック・アライアンス成果報告会		1件
JST 第2回 COI 学会		1件
令和元年度 土木学会全国大会 第74回年次学術講演会		1件
第7回アライアンス若手研究交流会		1件
2019年度 G1 アライアンス分科会		1件
AIST 関西懇話会・講演会		1件
ヘルスケア・医療情報通信技術研究会 (MICT)		1件
第20回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会		1件
プリンテッド・エレクトロニクス(PE)研究会		1件
TEIJIN MIRAI FORUM 2020		1件
第67回 応用物理学会春季学術講演会		1件

### 取得学位

博士(工学)	絶縁膜ナノ界面制御を用いた有機薄膜トランジスタの高性能化：超柔軟センサデバイスへの応用	
近藤 雅哉		
修士(工学)	微小生体信号計測実現に向けた生体センサ用ノイズ評価システム	
稲岡 美咲		
修士(工学)	生体埋込型センサに向けた無線給電システムの検討	
藤井 麻祐子		
修士(工学)	次世代型ウェアラブル心電図センサシステムの実現に向けた計測手法の検討	
松場 瑞生		
学士(工学)	フレキシブルデバイス実現に向けた新規半導体材料プロセスの開発	
菅原 凌		
学士(工学)	表面ナノ構造変化と摩擦発電の関係性評価	
高木 翼		

### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究(A)	シート型脈波センサシステムの研究開発と血流ネットワークの可視化	18,200
関谷 毅		
挑戦的研究(萌芽)	ストレッチャブルエレクトロニクスを用いた体内模擬環境アクティブシャーレの研究開発	3,120
関谷 毅		
基盤研究(B)	ストレッチャブル光センサ素子の塗布形成とイメージングシステムへの応用	7,410
荒木 徹平		
基盤研究(B)	有機トランジスタにおける低周波ノイズの物理	3,250
植村 隆文		

### 受託研究

関谷 毅	(国研) 科学技術振興機構	人間力活性化によるスーパー日本人の育成	13,221
関谷 毅	国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT)	大容量体内-体外無線通信技術及び大規模脳情報処理技術の研究開発とBMIへの応用	3,300
関谷 毅	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 (医学・産婦人科からの分担)	シート型ワイヤレス子宮筋電センサを用いた、早産および常位胎盤早期剥離の早期・鑑別診断法の開発～新生児脳障害の減少を目指して～	339
関谷 毅	(NEDO) 国立研究開発	超微小ノイズ計測システムの汎用化に	4,999

	法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	資するナノ界面制御技術の研究開発 ● 産研 関谷/先導研究プログラム (NEDO) (研究員等間接経費)	
関谷 毅	(NEDO) 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発/革新的センシング技術開発/次世代公共インフラ実現へ向けた高密度センサ配置による微量信号計測技術の研究開発 ● 産研 関谷/IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発 (NEDO) (研究員等間接経費)	30,878
関谷 毅	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 (医学・産婦人科からの分担)	更年期障害の早期かつ客観的な診断が可能となる新規パッチ式計測シートの研究開発	5,798
荒木 徹平	(国研) 科学技術振興機構	(COI 若手) 人間力活性化によるスーパー日本人の育成	1,950
<b>奨学寄附金</b>			
関谷 毅	公益財団法人野口研究所		5,000
<b>共同研究</b>			
関谷 毅	昭和電工株式会社	電子デバイス素材評価とデバイス実装に関する研究	3,000
関谷 毅	株式会社 SCREEN ホールディングス	生体センサー製作における反転オフセット印刷法に関する研究	3,240
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を用いた信号アルゴリズムの開発	792
関谷 毅	東レ株式会社	微小信号計測センサー用電極及び配線向けグラフェン材料の研究	500
関谷 毅	東電設計株式会社	Field Intelligence 搭載型大面積分散 IoT プラットフォームの研究開発	38,501

## 複合知能メディア研究分野

### 原著論文

- [1]Gait-based age estimation using multi-stage convolutional neural network, A. Sakata, N. Takemura, Y. Yagi: IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications, 11 (1) (2019) 1-4.
- [2]Gait-based Age Progression/Regression: A Baseline and Performance Evaluation by Age Group Classification and Cross-age Gait Identification, C. Xu, Y. Makihara, Y. Yagi, J. Lu: Machine Vision and Applications, 30 (4) (2019) 629-644.
- [3]On Input/Output Architectures for Convolutional Neural Network-Based Cross-View Gait Recognition, N. Takemura, Y. Makihara, D. Muramatsu, T. Echigo, Y. Yagi: IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 29 (9) (2019) 2708-2719.
- [4]Speed-Invariant Gait Recognition Using Single-Support Gait Energy Image, C. Xu, Y. Makihara, X. Li, Y. Yagi, J. Lu: Multimedia Tools and Applications, 78 (18) (2019) 26509-26536.
- [5]RGB-D video-based individual identification of dairy cows using gait and texture analyses, F. Okura, S. Ikuma, Y. Makihara, D. Muramatsu, K. Nakada, Y. Yagi: Computers and Electronics in Agriculture, 165 (104944) (2019) 1-12.
- [6]Spatio-temporal silhouette sequence reconstruction for gait recognition against occlusion, M.Z. Uddin, D. Muramatsu, N. Takemura, M.A.R. Ahad, Y. Yagi: IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications, 11 (9) (2019) 1-18.

- [7]Pedestrian segmentation based on a spatio-temporally consistent graph cut with optimal transport, Y. Yu, Y. Makihara, Y. Yagi: IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications, 11 (10) (2019) 1-17.
- [8]Reflectance and Shape Estimation with a Light Field Camera Under Natural Illumination, T.T. Ngo, H. Nagahara, K. Nishino, R. Taniguchi, Y. Yagi: International Journal of Computer Vision (IJCV), 127(11-12) (2019) 1707-1722.
- [9]Statistical Analysis of Dual-task Gait Characteristics for Cognitive Score Estimation, T. Matsuura, K. Sakashita, A. Grushnikov, F. Okura, I. Mitsugami, Y. Yagi: Scientific Reports, 9 (1) (2019) 1-12.
- [10]Joint Intensity Transformer Network for Gait Recognition Robust against Clothing and Carrying status, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, M. Ren: IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 14 (12) (2019) 3102-3115.
- [11]A Video-Based Gait Disturbance Assessment Tool for Diagnosing Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus, R. Liao, Y. Makihara, D. Muramatsu, I. Mitsugami, Y. Yagi, K. Yoshiyama, H. Kazui, M. Takeda: IEEE Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 15 (3) (2020) 433-441.
- [12]Identifying motion pathways in highly crowded scenes: a non-parametric tracklet clustering approach, A.S. Hassanein, M.E. Hussein, W. Gomaa, Y. Makihara, Y. Yagi: Computer Vision and Image Understanding, 191 (102710) (2020) 1-18.
- [13]Person-specific Heart Rate Estimation with Ultra-wideband Radar Using Convolutional Neural Networks, S. Wu, T. Sakamoto, K. Oishi, T. Sato, K. Inoue, T. Fukuda, K. Mizutani, and H. Sakai: IEEE ACCESS, 7 (2019) (2019) 168484-168494.

## 国際会議

- [1]Pseudo normal image generation for anomaly detection on road surface, N. Mori, N. Takemura, Y. Yagi: Proc. of the 14th Int. Conf. on Quality Control by Artificial Vision, (2019) 74-81.
- [2]Multi-view instance matching for plant leaf modeling, T. Doi, F. Okura, Y. Matsushita, Y. Yagi: Proc. of CVPR 2019 Workshop on Computer Vision Problems in Plant Phenotyping (CVPPP 2019), (2019) 1.
- [3]OU-ISIR Wearable Sensor-based Gait Challenge: Age and Gender, T.T. Ngo, M.A.R. Ahad, A.D. Antar, M. Ahmed, D. Muramatsu, Y. Makihara, Y. Yagi, S. Inoue, T. Hossain, Y. Hattori: Proc. of the 12th IAPR International Conference On Biometrics (ICB 2019), (2019) 1-6.
- [4]On The Feasibility of On-Body Roaming Models in Human Activity Recognition, M. Abduaguye, W. Gomaa, Y. Makihara, Y. Yagi: Proc. of the 16th Int. Conf. on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2019), (2019) 1-11.
- [5]Unsupervised GEI-Based Gait Disorders Detection From Different Views, A. Elkholy, Y. Makihara, W. Gomaa, M.A.R. Ahad, Y. Yagi: Proc. of the 41st Engineering in Medicine and Biology Conference, (2019) 5423-5426.
- [6]Make the Bag Disappear: Carrying Status-invariant Gait-based Human Age Estimation using Parallel Generative Adversarial Networks, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, M. Ren: Proc. of the IEEE 10th Int. Conf. on Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS 2019), (2019) 1-9.
- [7]A unified framework for image-based plant phenotyping under controlled growth environment: From image acquisition to phenotype interpretation, Y. Toda, K. Noshita, M. Fujita, N. Nakamichi, F. Okura, T. Kinoshita, K. Shinozaki: Proc. of the 6th International Plant Phenotyping Symposium (IPPS'19), (2019) 1.
- [8]Comparison of 3D reconstructions from UAV RGB images and terrestrial LiDAR imaging for



- measuring architectural traits of peach trees, K. Nagasubramanian, S. Sarkar, B. Ganapathysubramanian, Y. Mu, K. Noshita, F. Okura, W. Guo: Proc. of the 6th International Plant Phenotyping Symposium (IPPS'19), (2019) 1.
- [9]Toward 3D plant modeling of every leaf and branchlet, F. Okura, T. Doi, A. Ide, Y. Matsushita, Y. Yagi: Proc. of the 6th International Plant Phenotyping Symposium (IPPS'19), (2019) 1.
- [10]Does My Gait Look Nice? Human Perception-based Gait Relative Attributes Estimation by Dense Trajectory Analysis, A.S. Hassanein, Y. Hayashi, Y. Makihara, D. Muramatsu, Y. Yagi: Proc. of the 5th Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR 2019), (2019) 90-105.
- [11]Gait-based Age Analysis, Y. Makihara: The 8th Int. Conf. on Informatics, Electronics, and Vision (ICIEV 2019), (2019) .
- [12]Joint Intensity and Spatial Metric Learning\_x000B\_for Robust Gait Recognition, Y. Makihara: 2019 Int. workshop on human identification at a distance, (2019) .
- [13]Gait recognition against various occlusions based on spatio-temporal silhouette sequence reconstruction, M.A.R. Ahad: 2019 International Workshop on Human Identification at a Distance, (2019) .
- [14]On Gait Attributes: Age, Gender, and Attractiveness by Video-based Gait Analysis, Y. Makihara: 22nd Int. Conf. on Computer and Information Technology (ICCIT 2019), (2019) .
- [15]Video-based Gait Recognition having Occlusion & Sensor-based Gait Recognition, M.A.R. Ahad: International Workshop on Computer Vision and Intelligent Systems (IWCVIS), (2019) .
- [16]Video-based Gait Recognition having Occlusion & Sensor-based Gait Recognition, M.A.R. Ahad: International Conference on Sustainable Technologies for Industry 4.0 (STI), (2019) .
- [17]Computer Vision and Application, M.A.R. Ahad: International Workshop on Computer Vision and Application (IWCVA), (2019) .
- [18]Video-based Gait Recognition having Occlusion & Sensor-based Gait Recognition, M.A.R. Ahad: 2nd International Conference on Innovation in Engineering and Technology (ICIET), (2019) .
- [19]Human Gait Recognition: Challenging Various Occlusions, M.A.R. Ahad: 22nd International Conference on Communication and Information Technology (ICCIT), (2019) .
- [20]Spatio-temporal silhouette sequence reconstruction for gait recognition against occlusion, MZ Uddin, D Muramatsu, N Takemura, Md Atiqur Rahman Ahad, and Y Yagi: 23rd SANKEN International Symposium on Scientific and Industrial Research for Space Age, (2020) .
- [21]Statistical analysis of dual-task gait characteristics for cognitive score estimation, T. Matsuura, K. Sakashita, A. Grushnikov, F. Okura, I. Mitsugami, Y. Yagi: The 2nd International Symposium on Symbiotic Intelligent Systems, (2020) .
- [22]Does My Gait Look Nice? Human Perception-Based Gait Relative Attribute Estimation Using Dense Trajectory Analysis, A. Shehata, Y. Hayashi, Y. Makihara, D. Muramatsu, Y. Yagi: The 2nd International Symposium on Symbiotic Intelligent Systems, (2020) .
- [23]Does My Gait Look Nice? Human Perception-Based Gait Relative Attribute Estimation Using Dense Trajectory Analysis, A. Shehata, Y. Hayashi, Y. Makihara, D. Muramatsu, Y. Yagi: The 23rd SANKEN International Symposium, (2020) .

[24]OU-ISIR Wearable Sensor-based Gait Challenge: Age and Gender, T.T. Ngo, M.A.R. Ahad, A.D. Antar, M. Ahmed, D. Muramatsu, Y. Makihara, Y. Yagi, S. Inoue, T. Hossain, Y. Hattori: The 23rd SANKEN International Symposium, (2020) .

[25]Reconstructing 3D Lung Shape from a Single 2D Image during the Deaeration Deformation Process using Model-based Data Augmentation, S. Wu, M. Nakao, J. Tokuno, T. Chen-Yoshikawa, and T. Matsuda: 2019 IEEE International Conference on Biomedical and Health Informatics, (2019) .

#### 解説、総説

深層学習の利活用による植物表現型解析技術の展望, 大倉 史生, 野下 浩司, 木下 俊則, 戸田 陽介, 植物科学の最前線 (BSJ-Review) , 日本植物学会, 10[B] (2019), 99-107.

乳牛の歩行映像から蹄病を早期発見, 大倉 史生, 八木 康史, デーリイマン, 北海道協同組合通信社, 2019[8] (2019), .

#### 著書

[1]2 章 生体認証技術, 2.9 節 歩容 (日本自動認識システム協会)“よくわかる生体認証”, 槇原 靖, 村松 大吾, 八木 康史, オーム社, (76-82) 2019.

[2]AI 活用による見えない枝の三次元構造復元手法の開発 (栗原聡)“人と共生する AI 革命”, 大倉 史生, 磯兼 孝悠, 井手 絢香, 松下 康之, 八木 康史, エヌ・ディー・エス, (57-64) 2019.

#### 特許

[1]「国内特許出願」 パーソナルデータ流通管理システム及びその方法, 2019-198139

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

- |       |   |
|-------|---|
| 村松 大吾 | The 5th Int. Conf. on Identity, Security, and Behavior Analysis (ISBA 2019) (プログラム委員)             |
| 村松 大吾 | The 4th Int. Conf. on Biometric Engineering and Applications (ICBEA 2020) (査読委員)                  |
| 村松 大吾 | The 33rd IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2020) (査読委員)                 |
| 大倉 史生 | AAAS Plant Phenomics (編集委員)   |
| 八木 康史 | The 33rd IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2020) (査読委員)                 |
| 八木 康史 | The 30th British Machine Vision Conference (BMVC2019) (査読委員)                                      |
| 八木 康史 | IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP2020) (査読委員)                      |
| 八木 康史 | OU-ISIR Wearable Sensor-based Gait Challenge: Age and Gender (GAG2019) (組織委員)                     |
| 八木 康史 | AFCV Asian Federation of Computer Vision Societies (副委員長)   |
| 八木 康史 | The 6th Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR2021) (実行委員長)                                |
| 八木 康史 | IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV2019) (査読委員)                                |
| 八木 康史 | IAPR The 25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR2020) (査読委員)                   |
| 八木 康史 | 2nd International Conference on Multimedia Analysis and Pattern Recognition (MAPR2019) (プログラム委員長) |
| 八木 康史 | The 3rd International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL2019) (運営委員)                       |
| 八木 康史 | The 4th International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL2020) (実行委員長)                      |
| 八木 康史 | The 10th International Symposium on Information and Communication Technology(SOICT2019) (運営委員)    |

八木 康史	The 5th Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR2019) (運営委員)
八木 康史	International Journal of Computer Vision (編集委員)
八木 康史	The IAPR/IEEE Winter School on Biometrics 2020 (諮問委員)

#### 国内学会

情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究会	9 件
第 22 回 画像の認識・理解シンポジウム	3 件
電子情報通信学会バイオメトリクス研究会	2 件
日本法科学技術学会 第 25 回学術集会	1 件
電子情報通信学会医用画像研究会	1 件
電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーション基礎研究会	1 件
2020 年電子情報通信学会総合大会	1 件
第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム	4 件
第 38 回日本医用画像工学会大会	2 件
The 40th Symposium on Ultrasonic Electronics	1 件

#### 取得学位

博士(情報科学) モハマト ザシム ム ウディン	Gait recognition from ill-posed silhouettes
修士(情報科学) マーガレット ディー マナロ	Detection and Classification of Cervical Intraepithelial Lesions in Colposcopy Images with Deep Learning
修士(情報科学) 阪田 篤哉	歩容に基づく年齢推定のための入出力および深層学習モデルの構造設計と評価
修士(情報科学) 安達 大輔	歩容特徴ペア間の変形を考慮した歩容認証
修士(情報科学) 大河原 忠	符号化露光画像を用いた人物の行動認識
修士(情報科学) 土井 拓磨	エピポーラ幾何を用いた多視点インスタンス対応付け
修士(情報科学) 松浦 拓	認知機能スコア推定のためのゲーム型デュアルタスク歩行体験システムの開発
修士(情報科学) 守脇 幸佑	畳み込みニューラルネットワークを用いた歩容映像解析における補助ラベルの活用
学士(工学) 高見 療世	ボトムアップ手法によるグラフ分割を用いた染色体の検出
学士(工学) 長原 稔樹	時間的に密な多視点植物画像撮影システムの開発
学士(工学) 福井 宏祐	符号化した照射光を用いた ToF による 3 次元計測
学士(工学) 山野 広大	様々な観測角度の歩行映像に対するマルチタスク学習を用いた人物年齢推定

#### 科学研究費補助金

基盤研究 (A) 八木 康史	知情意体歩容モデルの提案と不審者検知応用	単位：千円 0
基盤研究 (A) 八木 康史	知情意体歩容モデルの提案と不審者検知応用	12,740
若手研究 (B) 大倉 史生	長期的な時系列変化に着目した牛の歩容解析	2,018
研究活動スタート支援	Toward a Multi-Gait Analysis/Recognition System	260

ALLAM  
SHEHATA  
ALLAM

**受託研究**

八木 康史	日本電気株式会社	人物追跡のための歩容解析技術に関する研究	10,000
八木 康史	日本電気株式会社	人物追跡のための歩容解析技術に関する研究	0
八木 康史	(国研) 科学技術振興機構	新健康指標 PAMs : アルクダケで健康管理	5,850
八木 康史	Society5.0 実現化研究拠点支援事業	虚弱高齢者見守り研究	12,390
村松 大吾	(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	次世代人工知能・ロボット中核技術開発 / 次世代人工知能技術の日米共同研究開発 / パーソナルインタラクションに向けた共感知能技術の研究開発	15,407
村松 大吾	Society5.0 実現化研究拠点支援事業	スポーツ外傷障害疾病予測・予防のための知的基盤の創出(ランニング)	11,682
大倉 史生	(国研) 科学技術振興機構	緻密な生育管理を実現する「未来栽培」のための植物の三次元構造復元と植物ライフログの構築	10,400

**奨学寄附金**

八木 康史	住友化学株式会社 常務理事	バイオサイエンス研究所長 片木敏行	300
村松 大吾	一般社団法人データビリティコンソーシアム 代表理事	八木康史	1,000

**共同研究**

八木 康史	三菱電機株式会社	歩容による健康管理技術の研究	2,000
八木 康史	株式会社英田エンジニアリング	コインパーキングにおける監視カメラを利用した、防犯を主とする遠隔管理システムの研究	0
八木 康史	学校法人酪農学園	乳牛の映像解析に関する研究	0
八木 康史	株式会社アプリズム	AI エッジカメラによる介護業務改革	2,200

**その他の競争的研究資金**

八木 康史	サインポスト株式会社	小売店舗内の顧客追跡システム開発に関する相談(学術相談)	0
村松 大吾	ダイキン工業株式会社	AI 人材養成プログラム	0
村松 大吾	ダイキン工業株式会社	AI 人材養成プログラム	4,410

**知能推論研究分野**

**原著論文**

[1]Classification from Positive and Unlabeled Data Based on Likelihood Invariance for Measurement, T. Yoshida, T. Washio, T. Ohshiro and M. Taniguchi: Intelligent Data Analysis - An International Journal, 24 (3) (2019) 1-25.

[2]Exploration of flow reaction conditions using machine-learning for enantioselective organocatalyzed Rauhut-Currier and [3+2] annulation sequence, M. Kondo, H.D.P. Wathsala, M. Sako, Y. Hanatani, K. Ishikawa, S. Hara, T. Takaai, T. Washio, S. Takizawa and H. Sasai: Chemical Communication, 8 (19) 1-4.

[3]Plasma BNP Levels and Diuretics Use as Predictors of Cardiovascular Events in Patients with Myocardial Infarction and Impaired Glucose Tolerance, K. Shindo, H. Fukuda, T. Hitsumoto, S. Ito, J. Kim, T. Washio and M. Kitakaze: Cardiovascular Drugs and Therapy, 34 (1) (2020) 79-88.

[4]Free-hand gas identification based on transfer function ratios without gas flow control, G. Imamura, K.

Shiba, G. Yoshikawa and T. Washio: Scientific Reports, 9 (2019) 9768.

[5]High-Precision Single-Molecule Identification Based on Single-Molecule Information within a Noisy Matrix, M. Taniguchi, T. Ohshiro, Y. Komoto, T. Takaai, T. Yoshida and T. Washio: The Journal of Physical Chemistry C, 123 (2019) 15867-15873.

[6]A comparative study of data-dependent approaches without learning in measuring similarities of data objects, S. Aryal, K. M. Ting, T. Washio and G. Haffari: Data Mining and Knowledge Discovery, 34 (2019) 124-162.

[7]衛星画像と電力潮流を利用した太陽光発電出力推定手法, 安並 一浩、矢壺 修、鷺尾隆、高田 望: 電気学会 C 部門誌, 140 (2) (2019) 129-136.

[8]Efficient learning with robust gradient descent, M. J. Holland and K. Ikeda: Machine Learning, 108 (8) (2019) 1523-1560.

[9]Efficient prediction of flow reaction conditions using machine-learning for sequential Rauhut-Currier and [3+2] annulation, M. Kondo, H.D.P. Wathsala, M. Sako, Y. Hanatani, K. Ishikawa, S. Hara, T. Takaai, T. Washio, S. Takizawa and H. Sasai: Chemical Communication, 8 (56) (2020) 1259-1262.

[10]Quantile regression approach to conditional mode estimation, H. Ohta, K. Kato and S. Hara: Electronic Journal of Statistics, 13 (2) (2019) 3120-3160.

#### 国際会議

[1]Classification using margin pursuit, M. J. Holland: Proceedings of Machine Learning Research, 89 (2019) 712-720.

[2]Robust descent using smoothed multiplicative noise, M. J. Holland: Proceedings of Machine Learning Research, 89 (2019) 703-711.

[3]Better generalization with less data using robust gradient descent, M. J. Holland and K. Ikeda: Proceedings of Machine Learning Research, 97 (2019) 2761-2770.

[4]Efficient learning with robust gradient descent, M. J. Holland and K. Ikeda: Machine Learning, 108 (8) (2019) 1523-1560.

[5]PAC-Bayes under potentially heavy tails, M. J. Holland: Advances in Neural Information Processing Systems, 32 (2019) 2715-2724.

[6]Fairwashing: the risk of rationalization, U. Aïvodji, H. Arai, O. Fortineau, S. Gambis, S. Hara and A. Tapp: Proceedings of Machine Learning Research, 97 (2019) 161-170.

[7]Convex Hull Approximation of Nearly Optimal Lasso Solutions, S. Hara and T. Maehara: Proceedings of the 16th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence, (2) (2019) 350-363.

[8]SPoD-Net: Fast Recovery of Microscopic Images Using Learned ISTA, S. Hara, W. Chen, T. Washio, T. Wazawa and T. Nagai: Proceedings of Machine Learning Research, 101 (2019) 694-709.

[9]Data Cleansing for Models Trained with SGD, S. Hara, A. Nitanda and T. Maehara: Advances in Neural Information Processing Systems, 32 (2019) .

[10]Faking Fairness via Stealthily Biased Sampling, K. Fukuchi, S. Hara and T. Maehara: Proceedings of the 34th AAAI Conference on Artificial Intelligence, (2020) .

[11]Efficient prediction of flow reaction conditions using machine-learning for enantioselective domino

reaction (oral), M. Kondo, H.D.P. Wathsala, M. Sako, Y. Hanatani, K. Ishikawa, S. Hara, T. Takaai, T. Washi, S. Takizawa and H. Sasai: Proc. 13th International CeBiTec Symposium: Multi-Step Syntheses in Biology & Chemistry; An International Young Investigator Conference.

[12]Development of Machine Learning Models for Gas Identification Based on Transfer Functions (oral), G. Imamura, G. Yoshikawa and T. Washio: 17th International Meeting on Chemical Sensors.

#### 解説、総説

嗅覚センサの実現に向けた MSS とデータ解析技術の融合, 南 皓輔、根本 尚大、今村 岳、柴 弘太、田村 亮、鷺尾 隆、吉川 元起, AROMA RESEARCH, フレグランスジャーナル社, 20[4] (2019), 312-317.

回転偏光照明蛍光顕微鏡と光スイッチング蛍光タンパク質を用いた超解像イメージング法 : SPoD-OnSPAN, 和沢 鉄一、鷺尾 隆、永井健治, 光アライアンス, 日本工業出版, 30[8] (2019), 15-19.

5分で分かる!? 有名論文ナメ読み : Duchi, J. et al. : Adaptive Subgradient Methods for Online Learning and Stochastic Optimization, HOLLAND MATTHEW JAMES、稲見 昌彦, 情報処理, 情報処理学会, 60[8] (2019), 780-781.

説明可能 AI (私のブックマーク), 原 聡, 人工知能, 人工知能学会, 34[4] (2019), 577-582.

#### 特許

[1]「国内特許出願」画像処理装置、ニューラルネットワークおよび画像処理方法, 特願 2019-177540

[2]「国際特許出願」流路, PCT/JP2019/027366

[3]「国内成立特許」個数分析方法、個数分析装置および個数分析用記憶媒体, 2017-558125

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

鷺尾 隆	Journal of Data Mining and Knowledge Discovery (DMKD) (編集委員)
鷺尾 隆	The 33rd AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2019) (上級プログラム委員)
鷺尾 隆	The 2019 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM) (広報委員長)
鷺尾 隆	The 23rd Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD2019) (上級プログラム委員)
鷺尾 隆	The 2019 ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (CD 2019) (プログラム委員)
鷺尾 隆	IJCAI-2019, the 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence (上級プログラム委員)
鷺尾 隆	Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD) (副運営委員長)
鷺尾 隆	The IEEE International Conference on Data Mining (ICDM) (上級プログラム委員)
鷺尾 隆	The IEEE International Conference on Data Mining (ICDM) (プログラム委員)
鷺尾 隆	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (TKDE) (編集委員)
鷺尾 隆	ACM Transaction on Knowledge Discovery from Data (TKDD) (編集委員)
鷺尾 隆	The 29th International Joint Conference on Artificial Intelligence and The 17th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-PRICAI2020) (上級プログラム委員)
鷺尾 隆	The 2020 ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (CD 2020) (プログラム委員)
原 聡	Neural Information Processing Systems 2019 (プログラム委員)
原 聡	The 34th AAAI Conference on Artificial Intelligence (プログラム委員)

原 聡	The 8th International Conference on Learning Representations (プログラム委員)
原 聡	SIAM International Conference on Data Mining (プログラム委員)
原 聡	The 29th International Joint Conference on Artificial Intelligence (プログラム委員)
原 聡	ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data (プログラム委員)

### 国内学会

人工知能学会第3回計測インフォマティクス研究会	1 件
2019 年度電気学会全国大会	1 件
2019 年度溶接学会 秋季全国大会	1 件
第 13 回バイオ関連化学シンポジウム 2019	1 件
第 8 回 JACI/GSC シンポジウムグリーンサステイナブルケミストリー	1 件
第 22 回情報論的学習理論ワークショップ	1 件
第 22 回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU)	1 件
2019 年度統計関連学会連合大会	1 件
NAIST International Symposium on Data Science	1 件

### 取得学位

博士 (工学)	Study on Asymmetries in Causal and Anticausal Predictions
Patrick Bloebaum	
修士 (工学)	逆問題の為にロバストカーネル回帰法の提案とその性質に関する研究
木戸 俊輔	
修士 (工学)	ダイナミクス潜在構造抽出のためのクープマン不変部分空間のベイズ的学習
平岡 将史	
学士 (工学)	勾配法に基づくランダムフォレストの反実仮想的説明
中村 睦紀	
学士 (工学)	高次元医療データに対する次元削減の一検討
中田 雄己	
学士 (工学)	多層ニューラルネットワークによる土砂災害危険度予測
中道 直基	
学士 (工学)	アンサンブル最近傍距離を用いたラベル無しデータからの分類器学習法の提案
松本 瑞季	

### 科学研究費補助金

基盤研究 (C)	非線形性に基づく大規模因果推論原理・手法の研究	単位：千円	1,692
鷲尾 隆			
若手研究	深層学習モデルの判断根拠提示のための統一的方法の開発		2,605
原 聡			
若手研究	識別マージンの強い分布的統制による頑健化と効率化の研究		1,560
HOLLAND			
MATTHEW			
JAMES			

### 受託研究

鷲尾 隆	(国研) 科学技術振興機構	計測・解析を念頭におい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	42,120
鷲尾 隆	(国研) 科学技術振興機構	超解像時系列画像データからの細胞生理機能の特徴づける情報抽出	21,970
鷲尾 隆	国立研究開発法人国立循環器病研究センター	数理医学を用いた心不全症例の予後推定モデルの確立 その臨床的妥当性を検討する単施設介入研究	350
原 聡	沖電気工業株式会社	説明可能な AI に関する研究	1,235

原 聡	(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	次世代人工知能・ロボット中核技術開発／人工知能の信頼性に関する技術開発／画像認識A Iの誤認識の原因を説明する技術の研究開発 ●産研 原／次世代人工知能・ロボット中核技術開発 (NEDO) (研究員等間接経費)	5,824
HOLLAND MATTHEW JAMES	文部科学省	データビリティ人材育成プロジェクト	2,336
<b>奨学寄附金</b>			
原 聡	一般社団法人データビリティコンソーシアム		750
HOLLAND MATTHEW JAMES	公益財団法人情報科学国際交流財団		180
HOLLAND MATTHEW JAMES	一般社団法人データビリティコンソーシアム 代表理事 八木 康史		2,500
<b>共同研究</b>			
鷺尾 隆	国立研究開発法人物質・材料研究機構 (NIMS)	ナノメカニカルセンサ測定におけるシグナル解析モデルの開発	0
鷺尾 隆	株式会社 KSK アナリティクス	製造業における機械学習コマンドおよびツールの研究	0
原 聡	株式会社ゼンリン	AI の判断根拠可視化技術の物体検出モデルへの実装・評価	1,800
原 聡	株式会社富士通研究所	学習モデルの説明可能性に関する研究	2,000
<b>その他の競争的研究資金</b>			
鷺尾 隆	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成プログラム	0
鷺尾 隆	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成プログラム	1,200
原 聡	東芝デジタルソリューションズ株式会社	説明可能なA Iに関する研究開発への助言 (学術相談)	594
HOLLAND MATTHEW JAMES	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成プログラム	2,100

## 知識科学研究分野

### 国際会議

[1]Attribute Prediction of Unknown Lexical Entities Based on Mixture of Bayesian Segmentation Model, R. Takeda, K. Komatani: Life Long Learning for Spoken Language Systems Workshop, (2019) .

[2]Multitask Prediction of Exchange-level Annotations for Multimodal Dialogue Systems, Y. Hirano, S. Okada, H. Nishimoto, K. Komatani: Proceedings of International Conference on Multimodal Interaction (ICMI), (2019) 85-94.

[3]Multimodal Dialogue Data Collection and Analysis of Annotation Disagreement, K. Komatani, S. Okada, H. Nishimoto, M. Araki, M. Nakano: Proceedings of International Workshop on Spoken Dialogue Systems (IWSDS), (2019) .

[4]Binarized Knowledge Graph Embeddings, K. Kishimoto, K. Hayashi, G. Akai, M. Shimbo, K. Komatani: Proceedings of 41st European Conference on IR Research (ECIR 2019), (2019) 181-196.

### 解説、総説



音声対話システムの構成と今後, 駒谷和範, 月刊パテント, 日本弁理士会, 72[8] (2019), 92-101.

## 特許

[1] 「国内特許出願」 知識グラフ補完装置、および知識グラフ補完方法, 特願 2019-097044

## 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

駒谷 和範	PerDial' 19(2019/3/11-2019/3/15) (プログラム委員)
駒谷 和範	IUI 2019(2019/3/17-2019/3/20) (プログラム委員)
駒谷 和範	IWSDS 2019 (2019/4/24-4/26) (プログラム委員)
駒谷 和範	ICASSP 2019 (2019/5/12~2019/5/17) (プログラム委員)
駒谷 和範	NAACL-HTL 2019(2018/11/22-2019/06/07) (査読者)
駒谷 和範	SIGDIAL 2019(2018/12/13-2019/09/13) (プログラム委員)
駒谷 和範	ACL 2019 (2018/12/27 - 2019/8/2) (分野長)
林 克彦	Intenational Joint Conference on AI (2019/2/26-2019/4/20) (査読者)
駒谷 和範	IJCAI 2019 (2019/01/10-2019/08/16) (プログラム委員)
林 克彦	ACL2019 (2018/12/18-2019/02/05) (プログラム委員)
駒谷 和範	EMNLP 2019 (2019/3/29-2019/11/07) (査読者)
駒谷 和範	Interspeech2019 (2019/04/02-2019/9) (プログラム委員)
林 克彦	The57 t h Annual Meeting of Association for Computational Linguistics(2019/02/04-2019/5/13) (査読者)
駒谷 和範	CUI2019 (2019/8/22~8/23) (査読者)
駒谷 和範	ASRU2019(2019/6/10~12/18) (プログラム委員)
駒谷 和範	NeurIPS 201 Work shop (2019/9/25-2019/12/14) (査読者)
駒谷 和範	LREC 2020 (2019/10/28~2020/5/16) (査読者)

## 国内学会

人工知能学会第 33 回全国大会	2 件
電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎(HCS)および VNV 合同研究会	1 件
人工知能学会 セマンティックウェブとオントロジー研究会 (SIG-SWO)	1 件
第 10 回対話システムシンポジウム	3 件
情報処理学会第 8 2 回全国大会	2 件

## 取得学位

修士 (工学)	パラメータ共有に基づくベクトルの 2 値化による単語分散表現の圧縮
赤井 元紀	
修士 (工学)	知識グラフ埋め込みモデル圧縮のための二値化 CP 分解
岸本 広輝	
修士 (工学)	雑談対話システムにおける対話行為セットの設計と強化学習を用いた発話選択
西本 遥人	
修士 (工学)	対話システムにおける知識獲得のための知識グラフ補完に基づく質問選択
藤岡 勇真	
修士 (工学)	オントロジー拡張における DBpedia のカテゴリ階層上の経路長を利用した概念追加
山元 悠太	
学士 (工学)	音声抽出のための空間スペクトルを用いた教師あり時間・周波数マスク推定
市村 匡輝	
学士 (工学)	対話システムにおける時間経過とシステム発話を考慮した緊張度の推定
奥野 尚己	

## 科学研究費補助金

基盤 B	対話システムにおける対話を通じたドメイン知識の獲得	単位：千円 0
駒谷 和範		
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	6,500
駒谷 和範		

基盤研究 (C)	行列分解に基づく効率的なニューラルネットワーク学習法の研究		1,179
林 克彦			
<b>受託研究</b>			
武田 龍	(国研) 科学技術振興機構	音声対話系における言語・音響モデル自動適応	12,571
<b>奨学寄附金</b>			
駒谷 和範	株式会社デンソーテン	CI 事業本部 本部長 浅井 敏保	500
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	500
<b>共同研究</b>			
駒谷 和範	株式会社ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン	知識グラフを用いた知識獲得対話システムの研究	3,600
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	音声認識の高速化, 雑音ロバスト性の向上	1,320
<b>その他の競争的研究資金</b>			
駒谷 和範	株式会社ロイヤルソフトセンター	校閲ソフトウェアの開発に関する学術相談 (学術相談)	0
駒谷 和範	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成プログラム	3,780
駒谷 和範	株式会社デンソーテン	乗員とクルマの音声対話技術の研究に関する相談 (学術相談)	396

## 知能アーキテクチャ研究分野

### 原著論文

- [1]Cluster Sequence Mining from Event Sequence Data and Its Application to Damage Correlation Analysis, K. Fukui, Y. Okada, K. Satoh, and M. Numao: Knowledge-Based Systems, 129 (2019) 136-144.
- [2]Kernelized Evolutionary Distance Metric Learning for Semi-supervised Clustering, W. Kalintha, S. Ono, M. Numao, and K. Fukui: Intelligent Data Analysis, 23 (6) (2019) 1271-1297.
- [3]Congruency of intervening events and self-induced action influence prediction of final results, T. Kimura and J. Katayama: Experimental Brain Research, 238 (2020) 575-586.
- [4]Warmer Environments Increase Implicit Mental Workload Even If Learning Efficiency Is Enhanced, T. Kimura, N. Takemura, Y. Nakashima, H. Kobori, H. Nagahara, M. Numao and K. Shinohara: Frontiers in Psychology, 11 (2020) 568.

### 国際会議

- [1]Subject-Independent Emotion Recognition During Music Listening Based on EEG Using Deep Convolutional Neural Networks, P. Keelawat, N. Thammasan, B. Kijssirikul and M. Numao: 2019 IEEE 15th International Colloquium on Signal Processing and Its Applications (CSPA), (2019) .
- [2]Emotion-driven Creative Music Composition in brAInMelody®, M. Numao: Proc. 10th International Conference on Computational Creativity (ICCC2019), (2019) .
- [3]Deep Visual Models for EEG of Mindfulness Meditation in a Workplace Setting, J. L. Hagad, K. Fukui and M. Numao: , 843 (2019) 129-137.
- [4]ILP Recommender System: Explainable and More, S. Sopchoke, K. Fukui and M. Numao: Proc. The 29th International Conference on Inductive Logic Programming (ILP2019), (2019) .
- [5]Physics-guided Neural Network with Model Discrepancy Based on Upper Troposphere Wind Prediction, K. Fukui, J. Tanaka, T. Tomita and M. Numao: Proc. IEEE 18th International Conference on

Machine Learning and Applications (ICMLA 2019), (2019) .

[6]A Study of Upper Tropospheric Circulations over the Northern Hemisphere Prediction Using Multivariate Features by ConvLSTM, E. Phermphoonphiphat, T. Tomita, M. Numao and K. Fukui: Proc. The 23rd Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems (IES2019), (2019) 130-141.

[7]A study on error detection of ocean observation data by anomaly detection, Y. Idenoue, S. Hayashi, K. Fukui, S. Hosoda and S. Ono: Proc. 25th International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB2020), (2020) .

[8]Influence of self-action and intervening event for predictive function (poster), T. Kimura and J. Katayama: The 23rd SANKEN International Symposium The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

### 解説、総説

睡眠中の生体活動に基づく睡眠個性の可視化と良否判別, シーエムシー出版, BIO INDUSTRY, シーエムシー出版, 36[11] (2019), 79-86.

### 著書

[1]AI 活用による回転機器における微小欠陥の異常検知 ((株)エヌ・ティー・エス)“人と共生する AI 革命—活用事例からみる生活・産業・社会の未来展望”, 福井 健一, (株)エヌ・ティー・エス, (201-208) 2019.

[2]第 2 章 機械学習による異常検知法 (情報機構)“機械学習を中心とした異常検知技術と応用提案”, 福井 健一, 情報機構, 2019.

[3]Python で学ぶ AI 活用入門 (日本技能教育開発センター)“Python で学ぶ AI 活用入門”, 福井 健一, 日本技能教育開発センター, 2020.

### 特許

[1]「国内特許出願」余寿命予測システム、余寿命予測装置、および余寿命予測プログラム、2019-180234

[2]「国内特許出願」余寿命予測システム、余寿命予測装置、および余寿命予測プログラム、2019-180226

[3]「国内特許出願」効率推定装置, 2020-033697

[4]「国内特許出願」余寿命予測装置、余寿命予測システム、および余寿命予測プログラム、2019-181283

[5]「国内成立特許」楽曲聴取経験有無推定方法、楽曲聴取経験有無推定装置、及び楽曲聴取経験有無推定プログラム, 2015-169802

[6]「国際特許出願」欠陥検出システム、欠陥モデル作成プログラム、および欠陥検出プログラム、

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

- |       |  |
|-------|--|
| 福井 健一 | Workshop on Computation: Theory and Practice (WCTP-2019) (プログラム委員)                 |
| 福井 健一 | International Conference on Business Management of Technology (BMOT2019) (プログラム委員) |
| 福井 健一 | IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2019) (プログラム委員) |
| 福井 健一 | The Third International Workshop on GPU Computing and AI (GCA'19) (プロ              |

	ラム委員)	
福井 健一	International Symposium on Computing and Networking (CANDAR2019) (プログラム委員)	
福井 健一	New Generation Computing (編集委員)	
福井 健一	Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD2019) (プログラム委員)	
福井 健一	European Conference on Artificial Intelligence (ECAI2020) (プログラム委員)	
福井 健一	The 29th International Joint Conference on Artificial Intelligence and the 17th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-PRICAI 2020) (シニアプログラム委員)	
木村 司	Workshop on Computation: Theory and Practice (WCTP-2019) (プログラム委員)	
沼尾 正行	New Generation Computing (編集委員長)	
沼尾 正行	New Generation Computing (運営委員)	
沼尾 正行	Workshop on Computation: Theory and Practice (WCTP-2019) (プログラム委員)	
沼尾 正行	Pacific-Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI-2019) (プログラム委員)	

### 国内学会

第 33 回人工知能学会全国大会	4 件
情報処理学会第 123 回数理モデル化と問題解決研究会(MPS)	1 件
電子情報通信学会人工知能と知識処理研究会	1 件
ヒューマンインタフェースシンポジウム 2019	1 件
日本心理学会第 83 回大会	1 件
人工知能学会第 118 回知識ベースシステム研究会(SIG-KBS)	1 件
情報処理学会音楽情報科学研究会第 125 回研究会	1 件
第 37 回日本生理心理学会大会	1 件

### 取得学位

修士 (情報科学)	Shapelet を用いた時系列データ分類手法の説明性向上	
小寺 謙斗		
修士 (情報科学)	三段階深層学習による個人の感性を考慮した音楽生成	
松村 昂輝		
修士 (情報科学)	Spatio-Temporal Change Detection Using Granger Causal Relation	
Nat Pavasant		
博士 (情報科学)	Explainable and Unexpected Recommendations Using Relational Learning on Multiple Domains	
Sirawit Sopchoke		

### 科学研究費補助金

挑戦的研究萌芽	物理モデルに基づくニューラルネットワークの開発と気象	単位：千円
福井 健一	物理の探究	3,640
研究活動スタート	感覚間予測機能における予測形成過程の解明	1,430
支援		
木村 司		

### 受託研究

沼尾 正行	(国研) 科学技術振興機構	人間力活性化によるスーパー日本人の育成	17,381
沼尾 正行	(NEDO) 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	NEDO プロジェクトを核とした人材育成、産学連携等の総合的展開／実データで学ぶ人工知能講座	23,294

### 奨学寄附金

福井 健一	一般社団法人データビリティコンソーシアム	2,500
	代表理事 八木 康史	

### 共同研究

沼尾 正行	ダイキン工業株式会社	学習効率に対する環境要因の影響評価と各種センサを用いた学習効率指標推定 (その2)	0
沼尾 正行	ダイキン工業株式会社	学習効率に対する環境要因の影響評価と各種センサを用いた学習効率指標推定 (その3)	2,640
沼尾 正行	国立研究開発法人情報通信研究機構	脳・身体機能ネットワークの解析とその情報通信ネットワーク及びBCIへの応用	0
沼尾 正行	パナソニック株式会社	生理指標からAI分析による感情推定技術開発	0
沼尾 正行	パナソニック株式会社	生理指標からAI分析による感情推定技術開発	2,000
福井 健一	NTN株式会社	AIアルゴリズム指導教官	1,050
福井 健一	パナソニック株式会社	パナソニック基盤協働研究所	0
<b>その他の競争的研究資金</b>			
沼尾 正行	イノベーティブ・アジア事業 (教育研究費)	教育研究費	360
沼尾 正行	イノベーティブ・アジア事業 (就学支援費)	就学支援費	694
福井 健一	パナソニック株式会社	生産条件最適化への機械学習適用に関する相談 (学術相談)	1,080
福井 健一	ダイキン工業株式会社	AI人材養成プログラム	0
福井 健一	ダイキン工業株式会社	AI人材養成プログラム	7,350

## 自然材料機能化研究分野

### 原著論文

[1]Paper-based disposable molecular sensor constructed from oxide nanowires, cellulose nanofibers, and pencil-drawn electrodes, H. Koga, K. Nagashima, Y. Huang, G. Zhang, C. Wang, T. Takahashi, A. Inoue, H. Yang, M. Kanai, Y. He, K. Uetani, M. Nogi, T. Yanagida: ACS Appl. Mater. Interfaces, 11 (16) (2019) 15044-15050.

[2]"Return to the Soil" Nanopaper Sensor Device for Hyperdense Sensor Networks, T. Kasuga, H. Yagyu, K. Uetani, H. Koga, M. Nogi: ACS Appl. Mater. Interfaces, 11 (46) (2019) 43488-43493.

[3]Thermal Diffusivity Modulation Driven by the Interfacial Elastic Dynamics Between Cellulose Nanofibers, K. Uetani, S. Izakura, H. Koga, M. Nogi: Nanoscale Adv., 2 (2020) 1024-1030.

[4]Alloying and Embedding of Cu-Core/Ag-Shell Nanowires for Ultrastable Stretchable and Transparent Electrodes, B. Zhang, W. Li, M. Nogi, C. Chen, Y. Yang, T. Sugahara, H. Koga, K. Suga: ACS Appl. Mater. Interfaces, 11 (20) (2019) 18540-18547.

### 国際会議

[1]Saliva MicroRNA Collection And Analysis Using Nanocellulose For Domiciliary Cancer Diagnosis (poster), N. Mizukami, T. Yasui, H. Koga, Y. Baba:  $\mu$ TAS2019.

[2]Carbonized Bionanofiber Paper for Electronic Applications (poster), L. Zhu, Y. Yoshida, K. Uetani, M. Nogi, H. Koga: The 2nd edition of the International Symposium of CEFMS-NCTU, RCAS-AS (Taiwan) and 5-star Alliance.

[3]Fluid-Measurement Technology using Flow Birefringence of Nanocellulose (poster), S. Yamashita, T. Kasuga, S. Suwa, T. Miyaki, M. Nogi, J. Rekimoto: SIGGRAPH 2019.

[4]Solar-driven thermal energy generation in space by using functionalized paper (poster), Y. Huang, K.

Uetani, M. Nogi, H. Koga: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[5]Nanochitin-derived 3D porous and defective nanocarbons for photo-sensing and energy-storage applications (poster), L. Zhu, Y. Yoshida, K. Uetani, M. Nogi, H. Koga: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[6]Development of the thermal conductive papers for use in space (poster), K. Kasuya, S. Izakura, H. Koga, M. Nogi, K. Uetani: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[7]Fabrication of nanopaper multifunctional layers by printing techniques for degradable sensor devices (poster), T. Kasuga, H. Yagyū, K. Uetani, H. Koga, M. Nogi: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[8]High-speed Fabrication of Transparent Cellulose Nanopaper Using an Air Spray system (poster), C. Li, T. Kasuga, K. Uetani, H. Koga, M. Nogi: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[9]From ground to space: Performance enhancement of heat transfer cellulose (poster), K. Uetani, S. Izakura, K. Kasuya, H. Koga, M. Nogi: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[10]Characterization of nanopaper capacitors and humidity sensors for green sensor networks (oral), T. Kasuga, H. Yagyū, K. Uetani, H. Koga, M. Nogi: ACS Spring 2020 National Meeting & Exposition.

#### 解説、総説

ナノセルロースと電子材料の融合によるグリーン・ペーパーエレクトロニクスの創出, 古賀 大尚, 日本印刷学会誌, 日本印刷学会, 56[3] (2019), 137-141.

熱と光を異方制御する指向性セルロースナノ機能紙, 上谷 幸治郎, WEB Journal, 有限会社アクトライエム, 10 (2019), 33-36.

セルロースナノファイバーの構造・物性および材料への展開状況, 上谷 幸治郎, 古賀 大尚, 能木 雅也, 高分子, 高分子学会, 69[2] (2020), 71-75.

出発原料となる懸濁液濃度がセルロースナノペーパーの透明性に及ぼす影響と高透明化手法に関する検討, 春日 貴章, 能木 雅也, 紙パルプ技術タイムス, テックタイムス, 63 (2020), 53-58.

#### 著書

[1]紙でつくる電子ペーパー (樋口 昌芳)“エレクトロクロミックデバイスの開発最前線”, 古賀大尚, シーエムシー出版, 2019.

[2]セルロースナノファイバーを熱伝導骨格とした伝熱材料の特徴 “高熱伝導材料の開発 ～さらなる熱伝導率の向上のために～”, 上谷 幸治郎, 技術情報協会, (79-84) 2019.

#### 特許

[1] 「国際特許出願」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, PCT/JP2019/042498

[2] 「国内成立特許」導電性ナノセルロース集合体の製造方法, 2015-170120

[3] 「国内成立特許」シートの製造方法, 2014-222675

[4] 「国際成立特許」銅パターン形成用組成物及び銅パターンの製造方法, 10-2014-7015917

[5] 「国際成立特許」金属ナノワイヤの製造方法及び金属ナノワイヤ並びに銀ナノワイヤの製造方法及び銀ナノワイヤ, 10-2015-7032184

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

上谷 幸治郎 Journal of Renewable Materials; Special Issue "Nanocellulose and Nanocellulose-Derived Functional Materials" (客員編集委員)  
能木 雅也 Nanomaterials; Special Issue "New Horizon in Cellulose Nanofiber and Its Materials" (特集号編集委員)  
古賀 大尚 Nanomaterials Editorial Board (編集委員)

#### 国内学会

日本繊維機械学会第72回年次大会	1件
39th CHEMINAS	1件
第86回紙パルプ研究発表会	1件
2019年度繊維学会年次大会	1件
第87回形の科学会シンポジウム	1件
第26回セルロース学会	4件
第8回JACI/GSCシンポジウム	2件
第42回持続性木質資源工業技術研究会	1件
第9回物質・デバイス領域共同研究拠点活動報告会・平成30年度ダイナミック・アライアンス成果報告会	2件
第80回応用物理学会秋季学術講演会	2件
京都グリーンケミカル・ネットワーク オープンイノベーション ～ナノセルロースの最新状況～ニーズ・シーズマッチング会	1件
第7回アライアンス若手交流会	1件
第46回炭素材料学会年会	2件
電子情報通信学会有機エレクトロニクス研究会	1件
第15回セルロース学会若手セミナー	1件
第70回日本木材学会年次大会	7件

#### 取得学位

修士(工学)	多界面セルロースナノファイバーフィルムの伝熱性における応力と湿度依存性
井櫻 勝悟	存性
修士(工学)	微結晶セルロースのアルカリ処理濃度に対する加熱黄変特性および熱重量減少挙動の推移
出口 巧	

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究(B)	樹木ナノセルロースの半導体化とセンサー機能創出	3,900
古賀 大尚		
挑戦的研究萌芽	ねじれたセルロースナノファイバーにおける力学的特質の解明	3,120
上谷 幸治郎		

#### 受託研究

能木 雅也	(NEDO) 国立研究開発法人 新エネルギー・産業	木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価 ●産研 能木/非可食	10,000
-------	---------------------------	-----------------------------------	--------

		業技術総合開発機構	性植物由来化学品製造プロセス技術開発 (NEDO) (研究員等間接経費)	
能木 雅也	(国研) 科学技術振興機構		表面修飾ナノファイバーの成膜プロセスとフィルム物性の評価	11,700
能木 雅也	経営企画オフィス		"Return to the Soil" Nanopaper Sensor Device for Hyperdense Sensor Networks	442

#### 奨学寄附金

上谷 幸治郎	公益財団法人岩谷直治記念財団 理事長 佐伯 尚孝			2,000
上谷 幸治郎	一般財団法人 東和食品研究振興会 理事長 堤 殷			2,000
上谷 幸治郎	上谷 幸治郎			500
上谷 幸治郎	一般財団法人イオン工学振興財団 代表理事 小久保 正			800
上谷 幸治郎	日東電工株式会社 研究開発本部 研究開発本部長 佐竹 正之			368
上谷 幸治郎	公益財団法人 小笠原科学技術振興財団 理事長 小笠原清晃			4,000
上谷 幸治郎	公益財団法人コニカミノルタ科学技術振興財団 理事長 太田 義勝			500
上谷 幸治郎	公益財団法人フジシール財団 代表理事 岡崎 裕夫			3,000
上谷 幸治郎	公益財団法人藤森科学技術振興財団 理事長 藤森 明彦			1,000

#### 共同研究

能木 雅也	株式会社サンアクティ ス	セルロース系フィルムを用いた果実を含む生鮮食品包装資材の開発		0
能木 雅也	国立研究開発法人産業 技術総合研究所 中国 センター	セルロースナノファイバーの熱変色に関する研究		0
能木 雅也	株式会社ダイセル	次世代通信 (ビヨンド 5G/6G) 向け新規材料開発における研究		2,000
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		1,000

#### その他の競争的研究資金

上谷 幸治郎	日東電工株式会社	日東電工株式会社が開発する各種伝熱部材の機能発現機構と評価技術に関する相談 (学術相談)		132
古賀 大尚	物質・デバイス領域共同研究拠点 “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” CORE ラボ	樹木ナノセルロースの電子機能創発		2,000

#### 半導体材料・プロセス研究分野

##### 原著論文

[1]Planarization mechanism for 6H-SiC (0001) Si-faced surfaces using electrochemical reactions, K. Imamura, T. Akai, H. Kobayashi: Mater. Res. Express, 6 (2019) 055906-1-7.

[2]Surface structure chemical transfer method to fabricate low reflectance multi-crystalline Si wafers produced with fixed abrasive machining technology, S. Kunieda, K. Imamura, H. Kobayashi: AIP Adv., 9 (2019) 055224-1-6.

[3]Black silicon – correlation between microstructure and Raman scattering, S. Jurecka, E. Pincik, K. Imamura, T. Matsumoto, H. Kobayashi: J. Electr. Eng., 70 (7S) (2019) 58-62.

[4]On KCN treatment effects on optical properties of Si-based bilayers, J. Mullerova, E. Pincik, M. Kralik, M. Hola, M. Takahashi, H. Kobayashi: J. Electr. Eng., 70 (7S) (2019) 77-82.

[5]Oral administration of Si-based agent attenuates oxidative stress and Ischemia-reperfusion injury in a



rat model: A novel hydrogen administration method, M. Kawamura, R. Imamura, Y. Kobayashi, A. Taniguchi, S. Nakazawa, T. Kato, T. Namba-Hamano, T. Abe, M. Uemura, H. Kobayashi and N. Nonomura: *Front. Med.*, 7 (95) (2020) 1-10.

### 国際会議

[1]Improvement of cyclability of Si swarf-graphite composite anode for Li ion batteries (invited), T. Matsumoto, H. Kobayashi: 8th Annual World Congress of Advanced Materials-2019.

[2]Properties of Si-based agent and its medical effects (invited), H. Kibayashi: *Progress in Applied Surface, Interface and Thin Film Science Solar Renewable Energy News (SURFINT – SREN VI)*.

[3]Fabrication of Si-based agent with high hydrogen generation ability and its application to living bodies with high hydrogen generation ability and its application to living bodies (invited), Y. Kobayashi, H. Kobayashi: *Progress in Applied Surface, Interface and Thin Film Science Solar Renewable Energy News (SURFINT – SREN VI)*.

### 解説、総説

シリコン製剤による体内水素発生と医薬応用, 小林悠輝, 小林光, 今村亮一, 島田昌一, ケミカルタイムス, 関東化学株式会社, 254 (2019), 2-7.

### 著書

[1]第1編 負極開発, 第2章 切粉由来シリコンナノ粒子の負極応用 (境哲男)“リチウムイオン二次電池用シリコン系負極材の開発動向”, 松本健俊, CMC 出版, (11-19) 2019.

[2]第2章 負極材料の構造、挙動、反応の分析、解析技術, 第4節 シリコン切粉負極の反応メカニズム解明と劣化の抑制 (技術情報協会)“リチウムイオン電池の分析、解析と評価技術”, 松本健俊, 技術情報協会, (146-154) 2019.

[3]The increase of the reactivity of molecular hydrogen with hydroxyl radical from the gas phase versus and aqueous environment: Quantum chemistry and transition state-theory calculations, *Computational Science and Its Applications “Computational Science and its Application”*, 小林 光、小林悠輝, Springer, (450-459) 2019.

[4]Si nanopowder for photoluminescence and hydrogen generation materials (T. Onishi)“Theoretical Chemistry for Advanced Materials”, 小林悠輝、小林 光, Springer Nature, (353-382) 2020.

### 特許

[1]「国内特許出願」糖尿病の予防又は治療剤, 特願 2019-213065

[2]「国内特許出願」酸化ストレスに起因する疾患の予防又は治療剤, 特願 2019-106147

[3]「国内特許出願」パーキンソン病の予防又は治療剤, 特願 2019-204864

[4]「国内特許出願」内臓不快感の予防又は治療剤, 特願 2019-212973

[5]「国内特許出願」脊髄損傷後の障害もしくは症状の予防又は治療剤, 特願 2019-212974

[6]「国内特許出願」うつ病又はうつ状態の予防又は治療剤, 特願 2019-116294

[7]「国内特許出願」二日酔いの予防又は治療剤, 特願 2019-147016

[8]「国内特許出願」自閉スペクトラム症の予防又は治療剤, 特願 2019-212971

[9]「国内特許出願」記憶障害の予防又は治療剤, 特願 2019-210724

- [10] 「国内特許出願」 虚血性脳血管障害に伴う障害の予防又は治療剤, 特願 2019-213066
- [11] 「国内特許出願」 関節炎の予防又は治療剤, 特願 2019-212972
- [12] 「国内特許出願」 薬剤及びその製造方法, 特願 2020-000601
- [13] 「国内特許出願」 難聴の予防又は治療剤, 特願 2019-213067
- [14] 「国内特許出願」 介在・内包・架橋構造をもつ極薄黒鉛シート-シリコン粉末複合体、その製造方法、リチウムイオン電池負極、及びリチウムイオン電池, 特願 2020-002263
- [15] 「国内特許出願」 自閉スペクトラム症の予防又は治療剤, 特願 2019-010031
- [16] 「国際特許出願」 薬剤及びその製造方法, PCT/JP2019/046828
- [17] 「国際特許出願」 酸化ストレスに起因する疾患の予防又は治療剤, PCT/JP2019/022558
- [18] 「国内特許出願」 薬剤及びその製造方法, 特願 2020-000601 (出願日 2020 年 1 月 7 日)
- [19] 「国内成立特許」 固形製剤、固形製剤の製造方法及び水素発生方法, 特許第 6508664 号 (成立日 2019 年 4 月 12 日)
- [20] 「国内成立特許」 水素供給材及びその製造方法、並びに水素供給方法, 特許第 6592725 号 (成立日 2019 年 10 月 4 日)
- [21] 「国内成立特許」 シリコン微細粒子の製造方法並びにその製造方法並びにシリコン微細粒子, 特許第 6599745 号 (成立日 2019 年 10 月 11 日)
- [22] 「国内特許公開」 固形製剤、固形製剤の製造方法及び水素発生方法, 特開 2019-142861 (公開日 2019 年 8 月 29 日)
- [23] 「国際特許公開」 複合組成物, 国際公開 2019/211960 (公開日 2019 年 11 月 7 日)
- [24] 「国内特許公開」 水素供給材及びその製造方法、並びに水素供給方法, 特開 2020-007310 (公開日 2020 年 1 月 16 日)

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

小林 光 Progress in Applied Surface, Interface and Thin Film Science Solar Renewable Energy News (SURFINT – SREN VI) (科学委員長)

#### 国内学会

応用物理学会	6 件
関西電気化学研究会	2 件

#### 取得学位

博士 (理学)	医療用水素発生素材としてのシリコンナノパウダーとその製造方法
小林 悠輝	
博士 (理学)	表面・界面物性の制御と極低反射化結晶シリコン太陽電池の特性向上
鬼塚 裕也	
博士 (理学)	低反射シリコンテクスチャに対する効果的な表面パッシベーション法の開発とブラックシリコン太陽電池の改善
國枝 省吾	
修士 (理学)	Hydrogen Generation Reaction of Si-based Agents with Alkaline Solutions towards Its Application in Medical Fields
孫 超	

修士（理学） 小和田 善仁	シリコンナノ粒子と水との反応による水素発生とそれに伴う表面状態変化
修士（理学） 白畑 達朗	シリコン製剤からの水素発生の結晶子サイズ依存性とその凝集状態

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究（A） 小林 光	体内水素発生を可能とするシリコン微細粒子の創製法とヒドロキシルラジカルの消滅	15,990
<b>受託研究</b>		
小林 光	（国研）科学技術振興機構	21,229
小林 光	未来医療開発部 未来医療センター AMED 橋渡し研究戦略的推進プログラム 大阪大学拠点 TR 事務局/シーズ開発支援事務局	4,000
松本 健俊	JKA（公益財団法人）	5,000
<b>奨学寄附金</b>		
小林 光	株式会社大阪チタニウムテクノロジーズ 代表取締役社長 杉崎康昭	20,000
松本 健俊	公益財団法人池谷科学技術振興財団	750
松本 健俊	公益財団法人池谷科学技術振興財団	750
<b>共同研究</b>		
小林 光	日新化成株式会社	0
小林 光	株式会社ボスケシリコン	1,200
小林 光	レナトスジャパン株式会社	2,400

#### 先端ハード材料研究分野

##### 原著論文

[1]Diffusionless isothermal omega transformation in titanium alloys driven by quenched-in compositional fluctuations, M. Tane, H. Nishiyama, A. Umeda, N.L. Okamoto, K. Inoue, M. Luckabauer, Y. Nagai, T. Sekino, T. Nakano, T. Ichitsubo: Phys. Rev. Materials, 3 (4) (2019) 043604.

[2]集合組織を有する多結晶材料の X 線応力ファクターに及ぼす結晶配向度，結晶粒形状および弾性異方性の影響，多根 正和: 鉄と鋼, 105 (11) (2019) 1080-1089.

[3]Low-Dimensional Carbon and Titania Nanotube Composites via Solution Chemical Process and Their Nanostructural and Electrical Properties for Electrochemical Devices, S. Eom, S. H. Cho, T. Goto, M. P. Chun, T. Sekino: ACS Appl. Nano Mater., 2 (10) (2019) 6230-6237.

[4]Pyroelectric power generation from the waste heat of automotive exhaust gas, J. Kim, S. Yamanaka, I. Murayama, T. Katou, T. Sakamoto, T. Kawasaki, T. Fukuda, T. Sekino, T. Nakayama, M. Takeda, M. Baba, H. Tanaka, K. Aizawa, H. Hashimoto, Y. Kim: Sustain. Energy Fuels, 4 (2020) 1143-1149.

[5]Ti and TiC co-toughened Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composites by in-situ synthesis from reaction of Ti and MWCNT, S. Shi, T. Sekino, S. Cho, T. Goto: Mater. Sci. Eng. A, 777 (2020) 139066.

[6]Microstructure investigation and multicolor upconversion in Yb<sup>3+</sup>/Ln<sup>3+</sup> (Ln = Er/Tm/Ho) ions doped alpha-Sialon, S H. Jeong, Y K. Kshetri, S H. Kim, S H. Cho, S W. Lee: Prog. Nat. Sci.: Mater. Int., 29 (5)

(2019) 549-555.

[7]UV treatment improves the biocompatibility and antibacterial properties of crystallized nanostructured titanium surface, M. Hatoko, S. Komasa, H. Zhang, T. Sekino, J. Okazaki: *Int. J. Mol. Sci.*, 20 (23) (2019) 5991.

[8]Effect of mussel adhesive protein coating on osteogenesis in vitro and osteointegration in vivo on alkali-treated titanium with nanonetwork structures, D. Yin, S. Komasa, S. Yoshimine, T. Sekino, J. Okazaki: *Int. J. Nanomedicine*, 14 (2019) 3831-3843.

[9]Formation of Hydroxyapatite Crystals from Octacalcium Phosphate with Incorporated Succinate Ion under Hydrothermal Conditions, T. Yokoi, T. Goto, S. Kitaoka: *Chem. Lett.*, 48 (8) (2019) 855-858.

[10]Nanocomposite microstructures dominating anisotropic elastic modulus in carbon fibers, M. Tane, H. Okuda, F. Tanaka: *Acta Mater.*, 172 (2019) 200-201.

#### 国際会議

[1]Underlying deformation mechanism for high energy absorption capability in porous magnesium with oriented pores: A crystal plasticity finite element study (oral), T. Mayama, M. Tane, Y. Tadano: 6th International Conference on Material Modelling.

[2]Micromechanics-based extraction of single-crystalline elastic constants from polycrystalline samples: Application to Ti and Mg alloys (oral), M. Tane: European congress and exhibition on advanced materials and processes (EUROMAT 2019).

[3]Diffusionless isothermal omega transformation in titanium alloys: Thermodynamics and kinetics of displacive phase transition driven by quenched-in compositional fluctuations (invited), M. Tane, N.L. Okamoto, K. Inoue, M. Luckabauer, Y. Nagai, T. Sekino, T. Nakano, T. Ichitsubo: Summit of Materials Science 2019 and GIMRT User Meeting 2019.

[4]Design of Alumina/Titanium Composites and their Multifunctions with Room-temperature Crack Healing (oral), S. Shi, S H. Cho, T. Goto, T. Sekino: The 44th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites (ICACC 2020).

[5]Development of Low-dimensional Carbon and Titania Nanotube Nanohybrids and Their Physicochemical Properties (plenary), S. Eom, T. Goto, S. H. Cho, T. Sekino: The 21st International Symposium on Eco-materials Processing and Design (ISEPD2020).

[6]Removal of  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  and  $\text{Sr}^{2+}$  from Aqueous Solution by Sorption on Titania Nanotubes (invited), T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: The 21st International Symposium on Eco-materials Processing and Design (ISEPD2020).

[7]Effect of Hydrogen Peroxide Treated Concentration on Structure and Photocatalytic Activity of Titania Nanotubes (poster), Y. Kondo, T. Goto, S. H. Cho, H. Nishida, T. Sekino: The 21st International Symposium on Eco-materials Processing and Design (ISEPD2020).

[8]Surface morphology modification of  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ti}$  composites for adding photocatalytic activity (poster), S. Shi, S H. Cho, T. Goto, T. Sekino: The 21st International Symposium on Eco-materials Processing and Design (ISEPD2020).

[9]Synthesis and Properties of Conductive Polymer Immobilized Titania Nanotubes (oral), K. Tsukatani, S. Tsukuda, T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: The 36th International Japan-Korea Seminar on Ceramics (J-K Ceramics 36).

[10]Low-temperature Sintering Process of Bioactive Glass Nanoparticles via Biomimetic Route (oral), Y.

Seo, T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: The 36th International Japan-Korea Seminar on Ceramics (J-K Ceramics 36).

[11]Cation Sorption on Titania Nanotubes from Aqueous Solution (invited), T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: The 36th International Japan-Korea Seminar on Ceramics (J-K Ceramics 36).

[12]Design and Fabrication of Multi-functional Ceramic/Metal Composites (plenary), S. Shi, S H. Cho, T. Goto, T. Sekino: 2019 International Conference on “Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications” (PHENMA 2019).

[13]Nano-hybridization of Titania Nanotubes using Facile In-situ Solution-based Process and Their Structures and Functions (invited), K. Tsukatani, S H. Eom, S. Tsukuda, T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM 13).

[14]Effect on photocatalytic activity of applying transition metal addition and chemical treatment to titania nanotubes (oral), Y. Kondo, T. Goto, S H. Cho, H. Nishida, T. Sekino: The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM 13).

[15]Thermal Treatment Effect on Peroxo-lepidocrocite Titanate Nanotube and its Photocatalytic Activity (oral), H S. Park, T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM 13).

[16]Microstructure and Ferroelectric Properties of Barium Titanate Prepared by Liquid Phase Method (poster), C. Kako, H. Hashimoto, T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM 13).

[17]Surface morphology modification of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ti composites for adding photocatalytic activity (poster), S. Shi, S H. Cho, T. Goto, T. Sekino: The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM 13).

[18]Synthesis of morphology-controlled hydroxyapatite and its application as carrier for photocatalyst (invited), T. Goto, S H. Cho, C. Ohtsuki, T. Sekino: The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM 13).

[19]Nano-hybridization of Structure and Function Tuning of Titania Nanotubes for Environmental and Biomedical Applications (oral), T. Sekino: The 3rd A3 Foresight Symposium on Organic/Inorganic Nanohybrid Platforms for Precision Tumor Imaging and Therapy.

[20]The Formation of Nano-Porous Structure on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Based Composites for Photocatalytic Application (oral), S. Shi, T. Sekino: The 3rd A3 Foresight Symposium on Organic/Inorganic Nanohybrid Platforms for Precision Tumor Imaging and Therapy.

[21]Synthesis and Properties of Low-dimensional Titania Nanotube/Polyaniline Nanohybrids by In-situ Photo-polymerization (invited), K. Tsukatani, S. Tsukuda, T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: The 2nd Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT-2) and the 4th International Conference on Innovations in Biomaterials, Biomanufacturing, and Biotechnologies (Bio-4).

[22]Low-temperature Sintering Process of Bioactive Glass Nanoparticles Under Hydrothermal Conditions (invited), Y. Seo, T. Goto, S. Chou, T. Sekino: The 2nd Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT-2) and the 4th International Conference on Innovations in Biomaterials, Biomanufacturing, and Biotechnologies (Bio-4).

[23]Nano-hybridization of Titania Nanotubes and Their Photochemical and Physicochemical Multifunctions (plenary), K. Tsukatani, S H. Eom, S. Tsukuda, S H. Cho, T. Goto, S W. Lee, T. Sekino:

The 5th Global Congress & Expo on Materials Science & Engineering (5th GCEMSE-2019).

[24]Room-Temperature Crack Healing and Properties Recovery for Ti-dispersed Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-based Multifunctional Ceramic Composites (poster), S. Shi, T. Goto, S. H. Cho, T. Sekino: The 5th Global Congress & Expo on Materials Science & Engineering (5th GCEMSE-2019).

[25]Study on Synthesis and Characterization of Lepidocrocite-type Titanate using Peroxo Titanium Complex Ion as a Precursor for Low Alkali Bottom-up Approach (poster), H S. Park, T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: The 5th Global Congress & Expo on Materials Science & Engineering (5th GCEMSE-2019).

[26]Sorption properties of Co<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> on Titania Nanotubes Synthesized by Solution Processing (poster), T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: The 5th Global Congress & Expo on Materials Science & Engineering (5th GCEMSE-2019).

[27]Room-temperature crack healing and properties recovery for Ti-dispersed Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-based ceramic composites (invited), S. Shi, T. Goto, S. H. Cho, T. Sekino: The 7th International Conference on Self-Healing Materials (ICSHM2019).

[28]Nano-hybridization of titania nanotubes and their photochemical and physicochemical multifunctions (invited), K. Tsukatani, S H. Eom, S. Tsukuda, T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: E-MRS 2019 Spring Meeting and IUMRS - ICAM International Conference on Advanced Materials.

[29]Synthesis and Properties of Titania Nanotube/Polyaniline Nanohybrids (oral), T. Sekino, K. Tsukatani, T. Goto, S H. Cho, S. Tsukuda: ENHANCE Workshop & School 2019: International Symposium on Energy Harvesting Materials & Devices.

[30]A Study on Synthesis and Characterization of Lepidocrocite-type Layered Titanate using Peroxo Titanium Complex Ion as a Precursor for Low Alkali Bottom-up Approach (oral), H S. Park, T. Sekino: ENHANCE Workshop & School 2019: Materials for Sustainable Energy Harvesting.

[31]Preparation of Lead Zirconate Titanate Stannate Ceramics by Liquid Phase Method (poster), H. Hashimoto, C. Kako, S. Shi, T. Goto, S H. Cho, S. Yamanaka, J Y. Kim, Y H. Kim, T. Nakayama, T. Sekino: The 23rd SANKEN International Symposium and The 18th Sanken Nanotechnology International Symposium.

[32]Synthesis of Octacalcium Phosphate with Fluorescent Properties (poster), T. Yokoi, T. Goto, M. Hara, T. Seki, M. Kamitakahara, C. Ohtsuki, M. Kawashita: The 4th International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-4).

[33]Hydroxyapatite mesocrystal formation by hydrothermal treatment of octacalcium phosphate with incorporated dicarboxylate ions (oral), T. Yokoi, T. Goto, J. Nakamura, C. Ohtsuki, T. Kato, S. Takahashi: The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies.

[34]Electrochemically Assisted Room Temperature Crack Healing of Ceramic Based Composites (poster), S. Shi, T. Goto, S. H. Cho, T. Sekino: The 23rd SANKEN International Symposium and The 18th Sanken Nanotechnology International Symposium.

[35]Apatite Formation on Titanium Oxide-Nano-tubes under a Condition Mimicking Body Fluid (poster), H. Nishida, T. Goto, S H. Cho, T. Sekino: The 23rd SANKEN International Symposium and The 18th Sanken Nanotechnology International Symposium.

#### 解説、総説

電気化学的手法による室温でのき裂損傷修復機能を持つセラミックス基複合材料の創製, 関野徹, 金属, アグネ技術センター, 90[1] (2020), 11-18.

マルチタスク型セラミックス基複合材料の創製 ~室温損傷修復および光触媒機能の付与~, 施

聖芳、関野 徹, FC レポート, 日本ファインセラミックス協会, 38[1] (2020), 15-20.

#### 特許

[1] 「国内特許出願」 ガラス構造体及びその製造方法, 2019-200776

[2] 「国内特許出願」 ガラス構造体及びその製造方法, 2019-200777

[3] 「国内特許出願」 窒化アルミニウム構造体, 2020-059958

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

多根 正和	Materials Transactions (査読委員)
関野 徹	Journal of Silicate Based and Composite Materials (編集委員)
関野 徹	High Temperature Materials and Processes (国際編集委員)
関野 徹	The 36th Korea-Japan International Seminar on Ceramics (組織委員)
関野 徹	The 13th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PacRim 13) (実行委員)
関野 徹	5th Global Congress & Expo on Materials Science & Engineering (GCEMSE-2019) (会議委員長)
関野 徹	The 2nd international symposium on innovation in materials processing (ISIMP2019). (国際アドバイザー委員)
関野 徹	Materials Challenges in Alternative and Renewable Energy 2019 (MCARE2019) (国際アドバイザー委員)
関野 徹	The 2nd Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT-2) (シンポジウム実行委員)
関野 徹	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2020) (運営委員・編集委員)
関野 徹	The 43th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites (ICACC) (シンポジウム副実行委員)
関野 徹	The 15th International Ceramics Congress (CIMTEC2020) (シンポジウム国際アドバイザー委員)
関野 徹	The International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP 2020) (実行委員)
関野 徹	The 8th International Congress on Ceramics (ICC8) (シンポジウム副実行委員)
関野 徹	The 6th International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (IC-CMTP6) (組織委員)
関野 徹	The 37th Korea-Japan International Seminar on Ceramics (組織委員)
関野 徹	13th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE-2020) (シンポジウム運営委員)
関野 徹	The International Symposium on Novel and Nano Materials 2020 (16th ISNNM) (国際アドバイザー委員)
関野 徹	7th International Solvothermal Hydrothermal Association Conference 2020 (7th ISHA2020) (国際アドバイザー委員)
関野 徹	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2021) (運営委員長)
関野 徹	The International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM2021) (シンポジウム実行委員長)
関野 徹	The 14th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM2021) (シンポジウム実行委員長)
後藤 知代	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2021) (運営委員)
CHO Sunghun	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2021) (運営委員)

#### 国内学会

日本金属学会 2019 年秋期講演大会	4 件
日本金属学会 2020 年春期講演大会	1 件
合金状態図第 172 委員会 第 37 回委員会・研究会	1 件
日本機械学会 M&M2019 材料力学カンファレンス	1 件
第 2 回 マテリアル・ファブ리케이션・デザインセミナー	1 件
第 1 回 香り・におい・ガスセンシングに関するシンポジウム	1 件
2019 年度 セラミックス総合研究会	1 件
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 第 2 回横串研究会	1 件
日本セラミックス協会 第 1 回資源・環境関連材料部会討論会	2 件
第 14 回日本セラミックス協会関西支部学術講演会	5 件
2019 年度 エンジニアリングセラミックス若手セミナー	1 件
ダイナミック・アライアンス G2 分科会	2 件
粉体粉末冶金協会 2019 年度秋季大会 (第 124 回講演大会)	1 件
日本セラミックス協会 2020 年年会	7 件
第 7 回アライアンス若手研究交流会	1 件
大阪大学大学院医学系研究科—産業科学研究所懇話会	2 件
第 25 回 日本アパタイト研究会	1 件
第 28 回無機リン化学討論会	1 件
第 58 回 東海若手セラミスト懇話会 2019 年 夏期セミナー	1 件
ナノテクノロジープラットフォーム分子・物質合成プラットフォーム センサーセミナー	1 件
産業科学 AI センター発足記念キックオフ講演会	1 件

#### 取得学位

修士 (工学) 西尾 祐輝	β 型チタン合金の ω 変態に及ぼす酸素および Al 添加の影響
修士 (工学) 加古 知聖	新規な温度変化発電を指向したチタン酸バリウムの微構造制御および誘電特性に関する研究
修士 (工学) 近藤 吉史	化学修飾による可視光応答性チタニアナノチューブの構造および光触媒機能
博士 (工学) 巖 成勳	溶液化学法による低次元チタニアナノチューブ/カーボンナノハイブリッド材料の創製と光化学および CO ガスセンシング機能

#### 科学研究費補助金

基盤 S 関野 徹	酸化物系ナノチューブの高次構造チューニングによる物理	単位：千円 0
基盤研究 (S) 関野 徹	酸化物系ナノチューブの高次構造チューニングによる物理化学機能の深化と体系化	21,840
基盤研究 (B) 多根 正和	bcc 系 Ti 合金において発現する"室温時効に伴う"特異な相変態および力学特性変化	1,430
新学術領域研究 多根 正和	ミルフィーユ構造における硬質・軟質層の原子結合状態を反映した弾性不均質性の解明	3,380
挑戦的研究萌芽 多根 正和	Ti 合金における変形誘起相変態に起因した弾性率軟化現象の解明と生体材料への応用	2,860
若手研究 (B) 後藤 知代	遷移金属イオン置換ハイドロキシアパタイトの水熱合成と浄化特性評価	0

#### 受託研究

関野 徹	日本学術振興会 (学術研究動向調査研究等)	無機材料および物性関連、ナノ材料科学関連分野に関する学術研究動向-無機ナノ材料科学と他分野の融合および境界領域における新たな展開-	1,560
関野 徹	(NEDO) 国立研究開発	NEDO 先導研究プログラム/エネルギー	5,201



		法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	ギー・環境新技術先導研究プログラム/熱・電場サイクルによる低品位排熱発電の技術開発	
多根 正和		(国研) 科学技術振興機構	ゆらぎ誘起原子シャッフリングの格子動力学と変形挙動との相関	12,194
後藤 知代		大阪大学 研究推進・産学連携部 研究推進課 研究 プロジェクト推進係	ガスセンサ応用のためのヘテロ元素修飾金属酸化物@炭素コアシェル型ナノ複合体の合成	1,475
<b>奨学寄附金</b>				
関野 徹		株式会社ニッカトー 代表取締役社長	大西 宏司	1,000
関野 徹		株式会社白石中央研究所 取締役所長	田近 正彦	500
関野 徹		株式会社M3 研究所 代表取締役	柳田 祥三	100
多根 正和		公益財団法人軽金属奨学会		150
多根 正和		公益財団法人軽金属奨学会		200
後藤 知代		公益財団法人 日本生命財団		1,400
後藤 知代		公益財団法人 村田学術振興財団		2,970
後藤 知代		大阪大学 企画部 男女協働推進課		1,000
<b>共同研究</b>				
関野 徹		Sun Moon University	Development of Multifunctional Nanomaterials and Processing Technology for Eco-friendly Materials	1,804
関野 徹		第一稀元素化学工業株式会社	新規ジルコニウム化合物系材料の創製	0
関野 徹		第一稀元素化学工業株式会社	新規ジルコニウム化合物系材料の創製	2,400
関野 徹		パナソニック株式会社 エコソリューションズ社	特殊セラミック材料に関する研究	2,400
関野 徹		株式会社ロータスマテリアル研究所	ロータス型ポーラス金属の製法開発に関する共同研究	420
多根 正和		東レ株式会社	炭素繊維の弾性係数解析	1,000

## 先端実装材料研究分野

### 原著論文

[1]Large-Scale and Galvanic Replacement Free Synthesis of Cu@AgCore-Shell Nanowires for Flexible Electronics, Bowen Zhang, Wanli Li, Jinting Jiu, Yang Yang, Jiangbo Jing, Katsuaki Suganuma and Cai-Fu Li: Inorganic. Chemistry, 58 (2019) (2019) 3374-3381.

[2]Low temperature low pressure solid-state porous Ag bonding for large area and its high-reliability design in die-attached power modules, Chuantong Chen, Dongjin Kim, Zhenghong Wang, Zheng Zhang, Yue Gao, Chanyang Choe and Katsuaki Suganuma: Ceramics International, 45 (7) (2019) 9573-9579.

[3]Microstructure and mechanical properties of sintered Ag particles with flake and spherical shape from nano to micro sizes, Chuantong Chen and Katsuaki Suganuma: , 162 (2019) (2019) 311-321.

[4]Thermal shock reliability of a GaN die-attach module on DBA substrate with Ti/Ag metallization by using micron/submicron Ag sinter paste, Dongjin Kim, Chuantong Chen, Chun Pei, Zheng Zhang, Shijo Nagao, Aiji Suetake, Tohru Sugahara, and Katsuaki Suganuma: Japanese Journal of Applied Physics, 58 (2019) (2019) SBB15.

[5]高熱伝導材料の熱伝導率測定精度向上のための不確かさ要因の考察, 佐藤 直樹, 大串 哲朗, 若杉 直樹, 竹下 一毅, 陳 伝形, 長尾 至成, 菅沼 克昭: エレクトロニクス実装学会誌, 22 (2) (2019) 1-9.

- [6]Thermal stability improvement of sintered Ag die-attach materials by addition of transition metal compound particles, Kazuhiko Sugiura, Tomohito Iwashige, Kazuhiro Tsuruta, Chuantong Chen, Shijo Nagao, Tohru Sugahara, and Katsuaki Suganuma: Applied Physics Letters, 114 (16) (2019) 161903.
- [7]Enhancement of bonding strength in Ag sinter joining on Au surface finished substrate by increasing Au grain-size, Zheng Zhang, Chuantong Chen, Guiming Li, Cai-Fu Li, Seigo Kurosaka, Shijo Nagao, Katsuaki Suganuma: Applied Surface Science, 485 (2019) (2019) 468-475.
- [8]Low-temperature and pressureless sinter joining of Cu with micron/submicron Ag particle paste in air, Zheng Zhang, Chuantong Chen, Yang Yang, Hao Zhang, Dongjin Kim, Toru Sugahara, Shijo Nagao, Katsuaki Sugi Suganuma: Journal of Alloys and Compounds, 780 (2019) (2019) 435-442.
- [9]Effect of annealing Co-W-P metallization substrate onto its resin adhesion, Iwashige, T. Endo, K. Sugiura, K. Tsuruta, Y. Sakuma, S. Kurosaka, Y. Oda, C. Chen, S. Nagao, K. Suga Suganuma: Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 2019 (2019) (2019) 1-11.
- [10]CoW metallization for high strength bonding to both sintered Ag joints and encapsulation resins, Iwashige, T. Endo, K. Sugiura, K. Tsuruta, Y. Sakuma, S. Kurosaka, Y. Oda, C. Chen, S. Nagao, K. Suga Suganuma: Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 30 (2019) (2019) 11151-11163.
- [11]Alloying and embedding of Cu-core/Ag-shell nanowires for ultra-stable stretchable and transparent electrodes, Bowen Zhang, Wanli Li, Masaya Nogi, Chuantong Chen, Yang Yang, Tohru Sugahara, Hirotaka Koga, Katsuaki Suga Suganuma: ACS Applied Materials & Interfaces, 11 (20) (2019) 18540-18547.
- [12]Mechanical characteristic and fracture behavior of GaN/DBA die-attached during thermal aging: pressure-less hybrid Ag sinter joint and Pb-5Sn solder joint, Dongjin Kim, Chuantong Chen, Shijo Nagao and Katsuaki Suga Suganuma: Journal of Materials Science: Material in Electronics, 2019 (2019) (2019) 11-15.
- [13]Ag particles for sinter bonding: Flakes or spheres?, Jeyun Yeom, Shijo Nagao, Chuantong Chen, Tohru Sugahara, Hao Zhang, Chanyang Choe, Cai-Fu Li, and Katsuaki Suga Suganuma: Appl. Phys. Lett., 114 (2019) (2019) 253103.
- [14]Measurement of heat dissipation and thermal-stability of power modules on DBC substrates with various ceramics by SiC micro-heater chip system and Ag sinter joining, Dongjin Kim, Yasuyuki Yamamoto, Shijo Nagao, Naoki Wakasugi, Chuantong Chen and Katsuaki Suga Suganuma: Micromachines, 10 (2019) (2019) 745.
- [15]Improvement of high-temperature thermal aging reliability of Ag–Au joints by modifying Ni/Au surface finish, Z. Zhang, C. Chen, A. T. Wu, K. Suga Suganuma: Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 30 (22) (2019) 20292-20301.
- [16]Development of high-strength and superior thermal shock-resistant GaN/DBA die attach structure with Ag sinter joining by thick Ni metallization, Dongjin Kim, Chuantong Chen, Seungjun Noh, Seong-joon Lee, Zheng Zhang, Yukiharu Kimoto, Tohru Sgahara and Katsuaki Suga Suganuma: Microelectronics Reliability, 100-101 (2019) (2019) 113380.
- [17]Effect of polyol synthesis on sintering of microsized Ag particles, Jeyun Yeom, Zheng Zhang, Cai-Fu Li, Katsuaki Suga Suganuma: Microelectronics Reliability, 100-101 (2019) (2019) 113340.
- [18]Fast and low-temperature sintering of Ag paste due to nanoparticles formed in situ, Jeyun Yeom, Hao Zhang, Cai-Fu Li, Katsuaki Suga Suganuma: Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 30 (2019) (2019) 18080–18087.

[19]Well-controlled decomposition of copper complex inks enabled by metal nanowire networks for highly compact, conductive, and flexible copper films., Bowen Zhang, Chuantong Chen, Wanli Li, Jeyun Yeom and Katsuaki Suganuma.: *Advanced Materials Interfaces*, 2019 (2019) (2019) 1901550.

[20]Interfacial oxidation protection and thermal-stable sinter Ag joining on bare Cu substrate by single-layer graphene coating, Chuantong Chen, Zheng Zhang, Dongjin Kim, Bowen Zhang, Masami Tanioku, Takao Ono, Kazuhiko Matsumoto, Katsuaki Suganuma: *Applied Surface Science*, 497 (2019) (2019) 143797.

[21]Necking growth and mechanical properties of sintered Ag particles with different shapes under air and N<sub>2</sub> atmosphere, Chuantong Chen, Jeyun Yeom, Chanyang Choe, Guiming Liu, Yue Gao, Zheng Zhang, Bowen Zhang, Dongjin Kim, and Katsuaki Suganuma: *J Mater Sci*, 54 (2019) (2019) 13344–13357.

[22]Robust bonding and thermal-stable Ag-Au joint on ENEPIG substrate by micron-scale sinter Ag joining in low temperature pressure-less, Chuantong Chen, Zheng Zhang, Qian Wang, Bowen Zhang, Yue Gao, Tetsuya Sasamura, Yukinori oda, Ninshu Ma, Katsuaki Suganuma: *J. Alloy. Compd.*, 828 (2020) (2020) 154397.

[23]Strengthening of DBA substrate with Ni/Ti/Ag metallization for thermal fatigue-resistant Ag sinter joining in GaN power modules, Dongjin Kim, Chuantong Chen\*, Seung-joon Lee, Shijo Nagao, Katsuaki Suganuma: *J. Mater. Sci-Mater. El.*, 31 (2020) (2020) 3715–3726.

[24]3D pyramid-shape Ag plating assisted interface connection growth of sinter micron-sized Ag paste, Chuantong Chen, Yue Gao, Zhi-Quan Liu, Katsuaki Suganuma: *Scripta. Mater.*, 179 (2020) (2020) 36-39.

[25]Mechanical characteristics and fracture behavior of GaN/DBA die-attached during thermal aging: pressure-less hybrid Ag sinter joint and Pb–5Sn solder joint, Dongjin Kim, Chuantong Chen, Shijo Nagao, Katsuaki Suganuma: *J. Mater. Sci-Mater. El.*, 31 (2020) (2020) 587–598.

[26]Micron-sized Ag flake particles direct die bonding on electroless Ni–P-finished DBC substrate: low-temperature pressure-free sintering, bonding mechanism and high-temperature aging reliability, Chuantong Chen, Zheng Zhang, Bowen Zhang, Katsuaki Suganuma,: *J. Mater. Sci-Mater. El.*, 31 (2020) (2020) 1247–1256.

[27]Effect of W content in Co-W-P metallization on both oxidation resistance and resin adhesion, Tomohito Iwashige, Takeshi Endo, Kazuhiko Sugiura, Kazuhiro Tsuruta, Yuichi Sakuma, Seigo Kurosaka, Yukinori Oda, Chuantong Chen, Shijo Nagao, Katsuaki Suganuma: *J. Mater. Sci*, 55 (2020) (2020) 644-659.

[28]Effects of microstructure of Ni barrier on bonding interface diffusion behaviors of Bi–Te-based thermoelectric material, Ekubaru Yusufu, Tohru Sugahara, Michio Okajima, Shutaro Nambu, KatsuakiSuganum: *Journal of Alloys and Compounds*, 817 (15) (2020) 152731.

[29]Fabrication and Characterization of Ultra-Lightweight, Compact, and Flexible Thermoelectric Device Based on Highly Refined Chip Mounting, Yusufu Ekubaru, Tohru Sugahara, Kenzo Ibano, Aiji Suetake, Maki Tsurumoto, Noriko Kagami, Katsuaki Suganuma: *Advanced Materials Technologies*, 2020 (2020) (2020) 1901128.

## 国際会議

[1]Development of high-strength and superior thermal shock-resistant GaN/DBA die attach structure with Ag sinter joining by thick Ni metallization (oral), Dongjin Kim, Chuantong Chen, Seungjun Noh, Seungjoon Lee, Zheng Zhang, Yukiharu Kimoto, and Katsuaki Suganuma: *European Symposium on*

Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis 2019 (ESREF 2019),.

[2]Microstructural and mechanical reliability of a GaN/DBA die-attached module with Ag sinter joining in harsh thermal environments (oral), Dongjin Kim, Chuantong Chen, Shijo Nagao and Katsuaki Suganuma: International Conference on Electronic Packaging Technology 2019 (ICEPT2019).

[3]Fabrication of Oxide Nano-Structured Sensor Device for Low-Molecule Gas Sensor (oral), Tohru Sugahara, Leila Alipour, Yukiko Hirose, Jun-ichi Nakamura, Hironobu Ono, Nobuyuki Harada, Katsuaki Suganuma: MRS Fall meeting 2019.

[4]Gas Sensors Fabrication with Nano-Structure Oxide Synthesized by Metal Organic Decomposition Method (invited), Tohru SUGAHARA, Yukiko HIROSE, Katsuaki SUGANUMA: JK-Ceramics 36 (2019).

[5]Fabrication of Oxide Nanostructure Gas Sensor Devices by a Simple Step MOD Method (oral), Tohru Sugahara, Leila Alipour, Katsuaki Suganuma: GFMAT-2BIO-4-2019.

[6]Fabrication and characterization of nanomaterial-based sensor devices using solution printing method (invited), Bowen Zhang, Tohru Sugahara, Leila Alipour, Chuantong Chen, Shijo Nagao, Katsuaki Suganuma: nano M&D Symposium.

[7]Alloying and Embedding of Cu-Core/Ag-Shell Nanowires for Ultra-Stable Stretchable and Transparent electrodes. (oral), Bowen Zhang, Chuantong Chen, Wanli Li, Katsuaki Suganuma: International Conference on Flexible and Printed Electronics.

[8]Diffusion behaviors of bonding interface of Bi-Te based thermoelectric materials with electroplated and sputtered Ni/Au barrier (oral), Yusufu Ekubaru, Tohru Sugahara, and Katsuaki Suganuma: MRS Fall Meeting 2019.

[9]Fabrication of Oxide Nano-Structure Gas Sensors Synthesized by Metal Organic Decomposition Method (oral), T. Sugahara<sup>1</sup>, L. Alipour<sup>1</sup>, Y. Hirose<sup>1</sup>, J. Nakamura<sup>2</sup>, H. Ono<sup>2</sup>, N. Harata<sup>2</sup>, K. Suganuma: PACRIM13.

[10]Diffusion behaviors of bonding interface of Bi-Te based thermoelectric materials with electroplated and sputtered Ni/Au barrier (oral), Yusufu Ekubaru, Tohru Sugahara, and Katsuaki Suganuma: PACRIM13.

#### 解説、総説

半導体高密度実装技術を活用した大面積フレキシブル熱電変換モジュールの開発, 菅原 徹、恵久春 佑寿夫, 化学工業, 化学工業, 70[4] (2019), 26-33.

熱電変換モジュールの実装と信頼性, 菅原 徹、恵久春 佑寿夫, 機能材料, シーエムシー出版, 39[5] (2019), 4-57.

有機金属分解(MOD)法によるナノ構造無機化合物薄膜コーティング技術, 菅原 徹、渡邊 厚介, 月刊 JETI, 日本出版制作センター, 67[8] (2019), 11-15.

有機金属分解(MOD)法によるナノ構造無機化合物薄膜の成膜技術, 菅原 徹、渡邊 厚介, 塗装工学, 日本塗装技術協会, 54[11] (2019), 404(14)-408(19).

半導体高密度実装技術を活用したフレキシブル熱電変換デバイスの開発(特集=熱電変換技術の新展開), 菅原 徹, ケミカルエンジニアリング, 化学工業, 64[3] (2020), 166-173.

Society5.0 の実現を支える IoT 技術に資する超小型熱電変換デバイスの開発, 菅原 徹, クリーン

テクノロジー, 日本工業出版, 30[4] (2020), 60-65.

### 著書

[1]熱電変換デバイスにおける半導体接合技術とその信頼性 (小菅厚子,舟橋良次,塩見淳一郎,野々口斐之)“次世代熱電変換材料・モジュールの開発-熱電発電の黎明-”,菅原 徹、恵久春 佑寿、菅沼 克昭,シーエムシー出版,3[2] (212-222) 2020.

### 特許

- [1]「国内特許出願」接合構造体の製造方法、及び接合構造体, 2019-100287
- [2]「国内特許出願」金属製部材の接合方法、金属製部材接合体及び回路基板, 2019-097680
- [3]「国内特許出願」金属製部材の接合方法、金属製部材接合体及び回路基板, 2019-178595
- [4]「国際特許出願」金属製部材の接合方法、金属製部材接合体及び回路基板, PCT/JP2019/039066
- [5]「国内成立特許」半導体装置, 2016-027220
- [6]「国内成立特許」接合構造体および接合構造体の製造方法, 2015-041268
- [7]「国内成立特許」導電性ナノセルローズ集合体の製造方法, 2015-170120
- [8]「国内成立特許」導電性ペースト、電極接続構造、及び、電極接続構造の製造方法, 2018-514741
- [9]「国内成立特許」伸縮性導電フィルムおよび伸縮性導電フィルムの製造方法, 2015-093063
- [10]「国内成立特許」異方性導電フィルム及び異方性導電接続体, 2014-071356
- [11]「国内成立特許」銀粒子製造方法, 2015-146958
- [12]「国内成立特許」接合構造体、及び、接合構造体の製造方法, 2014-248918
- [13]「国際成立特許」銅粒子の製造方法、銅粒子及び銅ペースト, 16759043.9
- [14]「国際成立特許」銀粒子の合成方法、銀粒子、導電性ペーストの製造方法、および導電性ペースト, 15808870.800000001
- [15]「国際成立特許」銅パターン形成用組成物及び銅パターンの製造方法, 10-2014-7015917
- [16]「国際成立特許」接合構造体、及び接合構造体の製造方法, 15/116104
- [17]「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, 107125313
- [18]「国際成立特許」金属ナノワイヤの製造方法及び金属ナノワイヤ並びに銀ナノワイヤの製造方法及び銀ナノワイヤ, 10-2015-7032184

### 科学研究費補助金

特別研究員奨励費  
春日 貴章

単位：千円  
1,100

### 受託研究

菅沼 克昭	(国研) 科学技術振興機構	高周波化を実現する GaN パワーモジュール実装技術開発	13,000
菅沼 克昭	株式会社ロータス・サーマル・ソリューション (JST 再委託)	A-Step 事業「自発的冷却促進機構を有する高性能車載用冷却器」に資する冷却ユニット検討	3,083
菅沼 克昭	上村工業株式会社	高出力密度パッケージ向け塗布型機能性銅合金材料の研究開発	3,350
菅沼 克昭	株式会社デンソー	高出力密度パッケージ向け塗布型機能性銅合金材料の研究開発	3,350
菅原 徹	(国研) 科学技術振興機構	デバイス実装に向けた半導体/金属界面の電気特性と信頼性の評価	5,525

#### 奨学寄附金

菅沼 克昭	株式会社ダイセル	取締役常務執行役員 研究開発本部長 西村久雄	
菅沼 克昭	株式会社ダイセル	取締役常務執行役員 研究開発本部長 西村久雄	
菅沼 克昭	住友ベークライト株式会社	代表取締役社長 藤原一彦	
菅沼 克昭	千住金属工業株式会社	ハンダテクニカルセンター 統轄部長 島村 将人	
菅沼 克昭	上村工業株式会社	代表取締役社長 上村 寛也	
菅沼 克昭	トッパン・フォームズ株式会社	執行役員 中央研究所長 平林 勇人	
菅沼 克昭	大阪大学産業科学研究協会 新産業創造研究会	代表者 高森 晃	
菅沼 克昭	大阪大学産業科学研究協会 新産業創造研究会	代表者 高森 晃	
菅原 徹	株式会社日本触媒 研究センター	センター長 住田康隆	

#### 共同研究

菅沼 克昭	株式会社ダイセル		
菅沼 克昭	千住金属工業株式会社		
菅沼 克昭	ヤマト科学株式会社		
菅沼 克昭	Siemens AG 千住金属株式会社	昭和電工株式会社 上村工業株式会社	
菅沼 克昭	スタンレー電気株式会社		
菅沼 克昭	三井金属工業株式会社		
菅沼 克昭	パイクリスタル株式会社		
菅沼 克昭	千住金属工業株式会社	開発技術部	
菅沼 克昭	ヤマト科学株式会社	カワノラボ	
菅沼 克昭	株式会社日本触媒		
菅沼 克昭	朝日インテック株式会社		
菅沼 克昭	Hyundai Mobis Co., Ltd		
菅沼 克昭	株式会社Eサーモジェンテック		
菅沼 克昭	日立金属株式会社		
菅沼 克昭	imec		
菅沼 克昭	株式会社Eサーモジェンテック		
菅沼 克昭	トッパン・フォームズ株式会社		
菅沼 克昭	パナソニック株式会社		
菅沼 克昭	株式会社デンソー		
菅沼 克昭	ニチコン株式会社		
菅沼 克昭	ヘレウス株式会社 (ドイツ)		
長尾 至成	株式会社 UACJ		

#### その他の競争的研究資金

菅沼 克昭	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	8,500
菅沼 克昭	日本学術振興会 (日中韓フォーサイト事業)	有機-無機ナノハイブリッドプラットフォームを用いた腫瘍の精密イメージングと治療 (業務委託費: 研究室へ配分している)	510

#### 励起物性科学研究分野

---

## 量子ビーム物理研究分野

### 原著論文

- [1]Light source based on a 100 mm-long monolithic undulator magnet with a very short 4 mm-period length, Shigeru Yamamoto, Shigeru Kashiwagi, Shinichi Masuda, Nobuhiko Nakanii, Tomonao Hosokai, Masaki Kando, Toshiya Muto, Ken-ichi Nanbu, Fujio Hinode and Hiroyuki Hama: *J. Synchrotron Rad.*, 26 (2019) 1902-1910.
- [2]Effects of hole-boring and relativistic transparency on particle acceleration in overdense plasma irradiated by short multi-PW laser pulses, Masahiro Yano, Alexei Zhidkov, James K. Koga, Tomonao Hosokai and Ryosuke Kodama: *Physics of Plasmas*, 26 (2019) 093108.
- [3]Charge coupling in multi-stage laser wakefield acceleration, N. Pathak, A. Zhidkov, Y. Sakai, Z. Jin, and T. Hosokai: *Physics of Plasmas*, 27 (2020) 033106.
- [4]Coupling Effects in Multistage Laser Wake-field Acceleration of Electrons, Zhan Jin, Hiroataka Nakamura, Naveen Pathak, Yasuo Sakai, Alexei Zhidkov, Keiichi Sueda, Ryosuke Kodama and Tomonao Hosokai: *Scientific Reports*, 9 (2019) 20045.
- [5]Characterization of ionization injection in gas mixtures irradiated by subpetawatt class laser pulses, A. Zhidkov, N. Pathak, J. K. Koga, K. Huang, M. Kando, and T. Hosokai: *Phys. Rev. Research*, 2 (2020) 013216.
- [6]レーザープラズマ電子加速の要素技術開発, 酒井泰雄, 金展, N. Pathak, 夏井卓也, 吉田光宏, 南部健一, 武藤俊哉, 末田敬一, A. Zhidkov, 兒玉了祐, 細貝知直: *プラズマ核融合学会誌*, 95 (10) (2019) 498-503.
- [7]電子加速器の小型化を目指したレーザー加速研究: X線自由電子レーザーへの挑戦; おわりに, 細貝知直: *プラズマ核融合学会誌*, 95 (10) (2019) 514-515.
- [8]レーザー加速電子ビームを用いた小型 X線自由電子レーザー, 神門 正城, 細貝 知直: *加速器学会誌*, 16 (3) (2019) 149-153.
- [9]Angular Dependence of Copper Surface Damage Induced by an Intense Coherent THz Radiation Beam, Salvatore Macis, Luca Tomarchio, Silvia Tofani, S. Javad Rezvani, Luigi Faillace, Stefano Lupi, Akinori Irizawa, Augusto Marcelli: *Condensed Matter*, 5 (1) (2020) 16 1-10.
- [10]Demonstration of variable polarized coherent terahertz source, Shigeru Kashiwagi, Hiroto Saito, Fujio Hinode, Yuto Ishizuki, Ken Kanomata, Sadao Miura, Nozomu Morita, Toshiya Muto, Ikurou Nagasawa, Ken-ichi Nanbu, Koutaro Shibata, Ken Takahashi, Kento Terada, Hiroki Yamada, Hiroyuki Hama, Heishun Zen, Akinori Irizawa: *Infrared Physics & Technology*, 106 (2020) 103274 1-4.
- [11]EuPRAXIA—a compact, cost-efficient particle and radiation source, MK Weikum, T Akhter, PD Alesini, AS Alexandrova, MP Anania, NE Andreev, I Andriyash, A Aschikhin, RW Assmann, T Audet, A Bacci, IF Barna, A Beaton, A Beck, A Beluze, A Bernhard, S Bielawski, FG Bisesto, F Brandi, O Bringer, R Brinkmann, E Bründermann, M Büscher, M Bussmann, GC Bussolino, A Chance, JC Chanteloup, M Chen, E Chiadroni, A Cianchi, J Clarke, J Cole, ME Couprie, M Croia, B Cros, P Crump, G Dattoli, N Delerue, O Delferriere, P Delinikolas, S De Nicola, J Dias, U Dorda, R Fedele, A Ferran Pousa, M Ferrario, F Filippi, J Fils, G Fiore, RA Fonseca, M Galimberti, A Gallo, D Garzella, P Gastinel, D Giove, A Giribono, LA Gizzi, FJ Grüner, AF Habib, T Heinemann, B Hidding, BJ Holzer, SM Hooker, T Hosokai, M Hübner, A Irman, F Jafarinia, DA Jaroszynski, S Jaster-Merz, C Joshi, MC Kaluza, M Kando, OS Karger, S Karsch, E Khazanov, D Khikhlikha, A Knetsch, D Kocon, P Koester, O Kononenko, G Korn, I Kostyukov, K Kruchinin, L Labate, C Lechner, WP Leemans, A Lehrach, FY Li, X Li, V Libov, A

Lifschitz, V Litvinenko, W Lu, O Lundh, AR Maier, V Malka, GG Manahan, SPD Mangles, B Marchetti, A Marocchino, A Martinez de la Ossa, JL Martins, P Mason, F Massimo, F Mathieu, G Maynard, Z Mazzotta, TJ Mehrling, AY Molodozhentsev, A Mostacci, AS Müller, CD Murphy, Z Najmudin, PAP Nghiem, F Nguyen, P Niknejadi, J Osterhoff, D Papadopoulos, B Patrizi, V Petrillo, MA Pocsai, K Poder, R Pompili, L Pribyl, D Pugacheva, S Romeo, PP Rajeev, M Rossetti Conti, AR Rossi, R Rossmannith, E Roussel, AA Sahai, G Sarri, L Schaper, P Scherkl, U Schramm, CB Schroeder, J Schwindling, J Scifo, L Serafini, ZM Sheng, LO Silva, T Silva, C Simon, U Sinha, A Specka, MJV Streeter, EN Svystun, D Symes, C Szwaj: AIP Conference Proceedings, 2160 (1) (2019) 040012.

[12]Status of the Horizon 2020 EuPRAXIA conceptual design study, Maria Weikum, Petra Koester, Joana Martins, Stuart Mangles, Roman Walczak, Danila Khikhlikha, Neil Thompson, Leon Haefner, Axel Bernhard, Andreas Maier, Vittoria Petrillo, Erik Bründermann, Alexander Molodozhentsev, Zeudi Mazzotta, Anna Giribono, Claire Simon, Riccardo Pompili, Matthew Streeter, Florian Grüner, Daniel Ullmann, Jens Osterhoff, Luca Labate, Driss Oumbarek Espinos, Min Chen, Dimitrios Papadopoulos, Wim Leemans, Francois Mathieu, Alessandro Gallo, Robert Rossmannith, Claes-Goran Wahlstrom, Bernhard Holzer, Jorge Vieira, Thomas Heinemann, Nicolas Delerue, Catherine Le Blanc, Makina Yabashi, Thales Silva, Chan Joshi, Pardis Niknejadi, Dino Jaroszynski, Tahmina Akhter, Vladyslav Libov, Paul Andreas Walker, Christophe Szwaj, Sergio De Nicola, Audrey Beluze, David Alesini, Brigitte Cros, Vladimir Litvinenko, Maria Pia Anania, Marko Huebner, Barbara Patrizi, Carsten Welsch, Paolo Tomassini, Michael Bussmann, Francesco Filippi, Jessica Scifo, Gaetano Fiore, Simon Hooker, Dario Giove, Amin Ghaith, Lukas Pribyl, Jason Cole, Craig Siders, Efim Khazanov, Masaki Kando, Arie Zigler, Igor Andriyash, Ulrich Schramm, Oliver Karger, Federico Nguyen, Agustin Lifschitz, Matteo Vannini, Christopher Murphy, Enrica Chiadroni, Olle Lundh, Igor Kostyukov, Arnaud Beck, Joseph Wolfenden, Cristina Vaccarezza, Bernhard Hidding, Reinhard Brinkmann, Giuseppe Dattoli, Ricardo Torres, Lucas Schaper, Paul Mason, Anke-Susanne Müller, Mihály Pocsai, Paul Crump, Stefano Romeo, Gilles Maynard, Zhengming Sheng, Markus Büscher, Malte Kaluza, Guoxing Xia, Marcello Rossetti Conti, Paul Scherkl, Alberto Bacci, Arnd Specka, Alexander Aschikhin, Alessio Del Dotto, Marie-Emmanuelle Couprie, Alessandro Cianchi, Gabriele Tauscher, Marco Galimberti, Victor Malka, Eléonore Roussel, Carl Schroeder, Dariusz Kocon, Kristjan Poder, Antoine Chancé, Konstantin Kruchinin, Thomas Audet, Ricardo Fonseca, Andrew Beaton, Daria Pugacheva, Fabio Villa, Massimo Ferrario, Rajeev Pattathil, Gianluca Sarri, Alexander Knetsch, Christoph Lechner, Francesco Massimo, Aakash Sahai, Alexandra Alexandrova, Xiangkun Li, James Clarke, Luis Silva, Elena Svystun, Renato Fedele, João Dias, Georg Korn, Farzad Jafarinia, GianCarlo Bussolino, Grace Manahan, Zulfikar Najmudin, Tomonao Hosokai, Jun Zhu, Serge Bielawski, Daniel Symes, Alberto Martinez de la Ossa, Davide Terzani, Ángel Ferran Pousa, Luca Serafini, Nikolay Andreev, Andreas Lehrach, Ujjwal Sinha, Ralph Aßmann, Samuel Wiggins, Stefan Karsch: JACoW, (2019) THPGW026.

## 国際会議

[1]Laser Plasma Wakefield Acceleration and Non-destructive Optical Wave Guide (poster), Yasuo SAKAI, Yusuke TANIZAWA, Naveen PATHAK, Zhan JIN, Akinori IRIZAWA, Alexei ZHIDKOV and Tomonao HOSOKAI: The 23rd SANKEN International Symposium Scientific and Industrial Research for Space Age.

[2]Space physics with PW class lasers (poster), A. Zhidkov, M. Yano, T. Hosokai: The 23rd SANKEN International Symposium Scientific and Industrial Research for Space Age.

[3]Mitigating the long-standing problem of large energy spread in laser wakefield acceleration (poster), N. Pathak, A. Zhidkov, Y. Sakai, Z. Jin, A. Irizawa, T. Hosokai: The 23rd SANKEN International Symposium Scientific and Industrial Research for Space Age.

[4]Status of experiments at MIRAI-program and Laser-driven particle acceleration activities in Japan (invited), Tomonao Hosokai: EuPRAXIA final Yearly Meeting.

[5]Discharge triggered by femtosecond laser pulses for staging LWFA (oral), A. Zhidkov, N. Pathak, Y. Sakai, Z. Jin and T. Hosokai: HEDS-2019.



- [6]Charge coupling in multi-stage laser wakefield acceleration (oral), N.Pathak, A. Zhidkov, Y. Sakai, Z. Jin and T. Hosokai: HEDS-2019.
- [7]Coupling in Multi-Stage Laser Wake-field Acceleration of Electrons (oral), Z. Jin, H. Nakamura, N. Pathak, Y. Sakai, A. Zhidkov, K. Sueda, R. Kodama, and T. Hosokai: HEDS-2019.
- [8]Development of repeatable GeV-class laser wakefield accelerator under the MIRAI program (invited), Tomonao Hosokai, Yasuo Sakai, Keiichi Sueda, Zhan Jin, Naveen Pathak, Alexei G. Zhidkov, Takahiro Teramoto, Hirotaka Nakamura, Hakuju Toran, Yusuke Tanizawa, Ryosuke Kodama, Kai Huang, Izuru Daito, and Masaki Kando: The 7th Laser Ignition and Giant-micr photonics Conference 2019 (LIC2019).
- [9]Search for nonlinear effects of solid using KU-FEL (poster), A. Irizawa, H. Zen, H. Oogaki: The 10th International Symposium of Advanced Energy Science.
- [10]Control of ultrafine structure by THz free electron laser (invited), Akinori Irizawa: 4th EMN Terahertz 2019.
- [11]Terahertz Free-Electron-Laser and its applications (invited), Akinori Irizawa: The 41st PIERS 2019.
- [12]Nonlinear change of semiconductors by THz-FEL irradiation (invited), Akinori Irizawa: Superstripes 2019.
- [13]Material Science using THz-FEL (oral), Akinori Irizawa, S. Suga, T. Nagashima, A. Higashiya, M. Hashida, S. Sakabe, T. Kawasaki, K. Tsukiyama: the 10th edition of International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources – WIRMS 2019.
- [14]Spectroscopy and imaging using THz-FEL (oral), Akinori Irizawa, Shigemasa Suga, Hidenori Fujiwara, Atsushi Higashiya, Takayasu Kawasaki, Koichi: SPECTROSCOPY AND IMAGING WITH THz RADIATION USING ULTIMATE RADIATION SOURCES THz.
- [15]Status of the Horizon 2020 EuPRAXIA conceptual design study (invited), Maria Weikum, Petra Koester, Joana Martins, Stuart Mangles, Roman Walczak, Danila Khikhlikha, Neil Thompson, Leon Haefner, Axel Bernhard, Andreas Maier, Vittoria Petrillo, Erik Bründermann, Alexander Molodozhentsev, Zeudi Mazzotta, Anna Giribono, Claire Simon, Riccardo Pompili, Matthew Streeter, Florian Grüner, Daniel Ullmann, Jens Osterhoff, Luca Labate, Driss Oumbarek Espinos, Min Chen, Dimitrios Papadopoulos, Wim Leemans, Francois Mathieu, Alessandro Gallo, Robert Rossmannith, Claes-Goran Wahlstrom, Bernhard Holzer, Jorge Vieira, Thomas Heinemann, Nicolas Delerue, Catherine Le Blanc, Makina Yabashi, Thales Silva, Chan Joshi, Pardis Niknejadi, Dino Jaroszynski, Tahmina Akhter, Vladyslav Libov, Paul Andreas Walker, Christophe Szwaj, Sergio De Nicola, Audrey Beluze, David Alesini, Brigitte Cros, Vladimir Litvinenko, Maria Pia Anania, Marko Huebner, Barbara Patrizi, Carsten Welsch, Paolo Tomassini, Michael Bussmann, Francesco Filippi, Jessica Scifo, Gaetano Fiore, Simon Hooker, Dario Giove, Amin Ghaith, Lukas Pribyl, Jason Cole, Craig Siders, Efim Khazanov, Masaki Kando, Arie Zigler, Igor Andriyash, Ulrich Schramm, Oliver Karger, Federico Nguyen, Agustin Lifschitz, Matteo Vannini, Christopher Murphy, Enrica Chiadroni, Olle Lundh, Igor Kostyukov, Arnaud Beck, Joseph Wolfenden, Cristina Vaccarezza, Bernhard Hidding, Reinhard Brinkmann, Giuseppe Dattoli, Ricardo Torres, Lucas Schaper, Paul Mason, Anke-Susanne Müller, Mihály Pocsai, Paul Crump, Stefano Romeo, Gilles Maynard, Zhengming Sheng, Markus Büscher, Malte Kaluza, Guoxing Xia, Marcello Rossetti Conti, Paul Scherkl, Alberto Bacci, Arnd Specka, Alexander Aschikhin, Alessio Del Dotto, Marie-Emmanuelle Couprie, Alessandro Cianchi, Gabriele Tauscher, Marco Galimberti, Victor Malka, Eléonore Roussel, Carl Schroeder, Dariusz Kocon, Kristjan Poder, Antoine Chancé, Konstantin Kruchinin, Thomas Audet, Ricardo Fonseca, Andrew Beaton, Daria Pugacheva, Fabio Villa, Massimo Ferrario, Rajeev Pattathil, Gianluca Sarri, Alexander Knetsch, Christoph Lechner, Francesco Massimo, Aakash Sahai, Alexandra Alexandrova, Xiangkun Li, James Clarke, Luis Silva, Elena Svystun, Renato

Fedele, João Dias, Georg Korn, Farzad Jafarinia, GianCarlo Bussolino, Grace Manahan, Zulfikar Najmudin, Tomonao Hosokai, Jun Zhu, Serge Bielawski, Daniel Symes, Alberto Martinez de la Ossa, Davide Terzani, Ángel Ferran Pousa, Luca Serafini, Nikolay Andreev, Andreas Lehrach, Ujjwal Sinha, Ralph Abmann, Samuel Wiggins, Stefan Karsch: 10th International Particle Accelerator Conference.

#### 特許

- [1] 「国内成立特許」 撮像システム及び撮像方法, 2013-030165  
 [2] 「国際成立特許」 光導波路形成法、光導波路形成装置, UK Patent GB 2559676 B

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

細貝 知直	EuroNNAc (European Network on Novel Accelerators) (国際諮問委員)
細貝 知直	International Committee for Future Accelerators (ICFA) panel on Advanced and Novel Accelerators. (国際諮問委員)
細貝 知直	EUPRAXIA (European Plasma Research Accelerator with eXcellence in Applications) (組織委員)
入澤 明典	WIRMS2019 Campinas&Ubatuba Brazil (国際諮問委員)
入澤 明典	SPECTROSCOPY AND IMAGING WITH TERAHERTZ RADIATION USING ULTIMATE RADIATION SOURCES (会議議長)
入澤 明典	Special Issue "THz: Research Frontiers for New Sources, Imaging and Other Advanced Technologies" of Condensed Matter (特集編集者)

#### 国内学会

一般社団法人レーザー学会学術講演会第40回年次大会	2件
日本機械学会 2019年度年次大会	1件
日本加速器学会第16回年会	1件
日本物理学会 2019年秋期大会	1件
第26回 FEL と High-Power Radiation の研究会	1件
第33回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム	1件

#### 受託研究

細貝 知直	JST 未来社会創造事業 「大規模プロジェクト型」粒子加速器の革新的な小型化及び高エネルギー化につながるレーザープラズマ加速技術	レーザー駆動による量子ビーム加速器の開発と実証	72,670
-------	---	-------------------------	--------

#### 共同研究

細貝 知直	LAcubed	量子ビームを使用した材料処理技術の検討	1,650
入澤 明典	(株) 日本製鉄	遠赤外自由電子レーザー／放射光を用いた分子構造マッピング技術の開発	1,000

---

#### 量子ビーム物質科学研究分野

##### 原著論文

- [1] Proton transfer accompanied with oxidation reaction of adenosine, J. Choi, S. Tojo, D-S Ahn, M. Fujitsuka, S. Miyamoto, K. Kobayashi, H. Ihee, and T. Majima: Chem. Eur. J., 25 (2019) 7711-7718.  
 [2] Theoretical study on trade-off relationships between resolution, line edge roughness, and sensitivity in photomask production by electron beam lithography, Takahiro Kozawa and Takao Tamura: Jpn. J. Appl. Phys., 58 (2019) 076501.

[3]Relationship between Resolution Blur and Stochastic Defect of Chemically Amplified Resists Used for Extreme Ultraviolet Lithography, T. Kozawa, J. J. Santillan, and T. Itani: *J. Photopolym. Sci. Technol.*, 32 (2019) 161-167.

[4]Theoretical study on trade-off relationships between resolution, line edge roughness, and sensitivity in resist processes for semiconductor manufacturing by extreme ultraviolet lithography, T. Kozawa: *Jpn. J. Appl. Phys.*, 58 (2019) 096502.

[5]Pulse radiolysis of carboxylic acids used as ligands of metal oxide nanocluster resists, T. Yamada, Y. Muroya, S. Yamashita, Y. Komuro, D. Kawana, A. Yamazaki, and T. Kozawa: *Jpn. J. Appl. Phys.*, 58 (2019) 096504.

[6]Theoretical study on effects of electron thermal energy on sensitization process of chemically amplified electron beam resists – contribution to resist heating effect in electron beam mask writing, T. Kozawa and T. Tamura: *Jpn. J. Appl. Phys.*, 58 (2019) 116503.

[7]Evidence for a critical dose above which damage to carbonate ester bonds in PADC appear after gamma ray and ultra soft X-ray exposures, T. Kusumoto, S. Okada, H. Kurashige, K. Kobayashi, M. Fromm, Q. Raffy, N. Ludwig, M. Kanasakig, K. Oda, Y. Honda, S. Tojo, J.-E. Groetz, R. Ogawara, S. Kodaira, R. Barillon, T. Yamauchi: *Radiat. Phys. Chem.*, 170 (2020) 108628.

[8]Theoretical study on protected unit fluctuation of chemically amplified resists used for photomask production by electron beam lithography, T. Kozawa: *Jpn. J. Appl. Phys.*, 59 (2020) 016503.

[9]Dissolution kinetics of poly(4-hydroxystyrene) with different molecular weight distributions in alkali aqueous solution, A. Nakajima, K. Watanabe, K. Matsuoka, T. Kozawa, Y. Komuro, D. Kawana, and A. Yamazaki: *Jpn. J. Appl. Phys.*, 59 (2020) 036505.

[10]Synthesis and Property of Tellurium-Containing Molecular Resist Materials for Extreme Ultraviolet Lithography System, Hiroto Kudo, Mari Fukunaga, Teppei Yamada, Shinji Yamakawa, Takeo Watanabe, Hiroki Yamamoto, Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa: *J. Photopolym. Sci. Technol.*, 32 (2020) 805-810.

[11]Fabrication of Iron Oxide Nanoparticles via Submerged Photosynthesis and the Morphologies under Different Light Sources, Lihua Zhang, Melbert Jeem, Kazumasa Okamoto, Seiichi Watanabe: *ISIJ International*, 59 (2019) 2352-2358.

[12]In vitro and in vivo anti-herpes simplex virus activity of monogalactosyl diacylglyceride from *Coccomyxa* sp. KJ (IPOD FERM BP-22254), a green microalga, Kyoko Hayashi, Jung-Bum Lee, Kinya Atsumi, Mana Kanazashi, Tamaki Shibayama, Kazumasa Okamoto, Toshio Kawahara, Toshimitsu Hayashi: *PLoS ONE*, 14(7) (2019) e0219305.

#### 国際会議

[1]Relationship between Resolution Blur and Stochastic Defect of Chemically Amplified Resists Used for Extreme Ultraviolet Lithography (invited), Takahiro Kozawa, Julius Joseph Santillan, and Toshiro Itani: The 36th International Conference of Photopolymer Science and Technology.

[2]Theoretical Study on Trade-off Relationships between Resolution, Line Edge Roughness, and Sensitivity in Resist Processes for Semiconductor Manufacturing by Extreme Ultraviolet Lithography (invited), T. Kozawa: MNC2019.

[3]Pattern Formation Mechanisms of Metal Oxide Nanocluster EUV Resists (oral), T. Kozawa: The 17th Fraunhofer IISB Lithography Simulation Workshop.

[4]EUV sensitization mechanisms of carboxylic acids used as ligands of metal oxide nanocluster resists (oral), Takahiro Kozawa, Yusa Muroya: SPIE Photomask Technology + EUV Lithography.

[5]Sensitivity enhancement of chemically amplified EUV resist by adding dipheyl sulfone derivatives (oral), Kazumasa Okamoto, Shunpei Kawai, Takahiro Kozawa: SPIE Photomask Technology + EUV Lithography.

[6]Thermal Effect in Chemically Amplified Resist Film Exposed to Electron Beam (oral), Y. Ikari, K. Okamoto, N. Maeda, A. Konda, T. Kozawa and T. Tamura: MNC2019.

[7]Mechanism of resist heating effect in chemically amplified resist (oral), Yuta Ikari, Kazumasa Okamoto, Naoki Maeda, Akihiro Konda, Takahiro Kozawa, Takao Tamura: SPIE Advanced Lithography.

[8]Analysis of trade-off relationships between resolution, line edge roughness, and sensitivity in extreme ultraviolet lithography using machine learning (poster), Kazuki Azumagawa and Takahiro Kozawa: SPIE Advanced Lithography.

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

古澤 孝弘	33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (組織委員長)
古澤 孝弘	32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (組織副委員長)
古澤 孝弘	International Conference on Extreme Ultraviolet Lithography 2020 (論文委員)
岡本 一将	32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (論文委員)
岡本 一将	33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (論文委員)

#### 国内学会

第 56 回アイソトープ・放射線研究発表会	1 件
次世代リソグラフィワークショップ (NGL2019)	1 件
日本原子力学会 2019 年秋の年会	3 件
第 62 回放射線化学討論会	1 件
第 92 回日本生化学会大会	1 件
日本化学会 第 100 春季年会 (2020)	1 件
日本原子力学会 2020 年春の年会	2 件
第 67 回応用物理学会春季学術講演会	1 件
第 4 回 EUV-FEL ワークショップ	1 件

#### 取得学位

修士 (工学)	フォトマスク製造での化学増幅レジストの熱影響緩和へ向けた電子線照射時の酸収量温度依存性及び機構解明
井狩 優太	
修士 (工学)	電子線照射による化学増幅型レジストの表面形状形成過程における膜厚依存性の解明
前田 尚輝	

#### 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料開発	8,580
古澤 孝弘		
基盤研究 (C)	放射線微細加工プロセスにおける脱プロトン誘起機構の解明と応用	1,300
岡本 一将		
基盤 A (分担)	放射線による DNA 損傷形成における水和水の作用の解明	150
室屋 裕佐		
基盤 A (分担)	パルスラジオリシスによる基礎過程解明を通じたシンチレータ設計指針の確立	3,950
室屋 裕佐		

#### 受託研究

室屋 裕佐	日本核燃料開発株式会社 (文科省再委託)	MA分離変換技術の有効性向上のための柔軟な廃棄物管理法の実用化開発	2,685
室屋 裕佐	一般財団法人 電力中央研究所		
中島 綾子	キオクシア株式会社 (東芝メモリ株式会社)		
<b>共同研究</b>			
古澤 孝弘	株式会社ニューフレアテクノロジー	電子線レジストにおける反応生成物の三次元空間分布の研究	
古澤 孝弘	株式会社ニューフレアテクノロジー	電子線レジストにおける反応生成物の三次元空間分布の研究	
古澤 孝弘	日本ゼオン株式会社		
古澤 孝弘	日本ゼオン株式会社		
古澤 孝弘	量子科学技術研究開発機構	極端紫外光および電子線によるレジスト材料の評価	0
古澤 孝弘	東洋合成工業株式会社	感放射線性酸発生剤のEUV露光評価	0
古澤 孝弘	東洋合成工業株式会社	感放射線性酸発生剤のEUV露光評価	1,032
室屋 裕佐	株式会社日立製作所		
岡本 一将	国立大学法人北海道大学	量子ビーム誘起水中結晶合成によるナノ・マイクロパターンニング	200

## 励起材料化学研究分野

### 原著論文

[1]Ultrafast spectroscopic study of plasmon-induced hot electron transfer under NIR excitation in Au triangular nanoprisms/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> for photocatalytic H<sub>2</sub> production, Daming Ruan, Jiawei Xue, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: Chemical Communications, 55 (43) (2019) 6014-6017.

[2]In situ observation of NiS nanoparticles depositing on single TiO<sub>2</sub> mesocrystal for enhanced photocatalytic hydrogen evolution activity, Xiaowei Shi, Sooyeon Kim, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: Applied Catalysis B: Environmental, 254 (2019) 594-600.

[3]Size-dependent relaxation processes of photo-excited [n]cycloparaphenylenes (n = 5–12): Significant contribution of internal conversion in smaller rings, Mamoru Fujitsuka, Chao Lu, Bo Zhuang, Eiichi Kayahara, Shigeru Yamago, and Tetsuro Majima: The Journal of Physical Chemistry A, 123 (22) (2019) 4737-4742.

[4]Proton transfer accompanied with oxidation reaction of adenosine, Jungkewon Choi, Sachiko Tojo, Doo-Sik Ahn, Mamoru Fujitsuka, Shunichi Miyamoto, Kazuo Kobayashi, Hyotcherl Ihee, and Tetsuro Majima: Chemistry - A European Journal, 25 (32) (2019) 7711-7718.

[5]Dual function of graphene oxide for assisted exfoliation of black phosphorus and electron shuttle in promoting visible and near-infrared photocatalytic H<sub>2</sub> evolution, Mingshan Zhu, Mamoru Fujitsuka, Lixi Zeng, Minghua Liu, and Tetsuro Majima: Applied Catalysis B: Environmental, 256 (2019) 117864.

[6]Monitoring transport behavior of charge carriers in a single CdS@CuS nanowire via in-situ single-particle photoluminescence spectroscopy, Mingshan Zhu, Chunyang Zhai, Sooyeon Kim, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: The Journal of Physical Chemistry Letters, 10 (14) (2019) 4017-4024.

[7]Charge-separated mixed valency in an unsymmetrical acceptor–donor–donor triad based on diarylboryl and triarylamine units, Keishiro Tahara, Haruya Koyama, Mamoru Fujitsuka, Ken Tokunaga,

Xu Lei, Tetsuro Majima, Jun-Ichi Kikuchi, Yoshiki Ozawa, and Masaaki Abe: *The Journal of Organic Chemistry*, 84 (14) (2019) 8910-8920.

[8]Single-molecule and -particle probing crystal edge/corner as highly efficient photocatalytic sites on a single TiO<sub>2</sub> particle, Wei-Kang Wang, Jie-Jie Chen, Zai-Zhu Lou, Sooyeon Kim, Mamoru Fujitsuka, Han-Qing Yu, and Tetsuro Majima: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116 (38) (2019) 18827-18833.

[9]Effect of organic additives during hydrothermal syntheses of rutile TiO<sub>2</sub> nanorods for photocatalytic applications, Yukari Yamazaki, Mamoru Fujitsuka, and Suzuko Yamazaki: *ACS Applied Nano Materials*, 2 (9) (2019) 5890-5899.

[10]Shallow trap state induced efficient electron transfer at the interface of heterojunction photocatalysts: The crucial role of vacancy defects, Jiawei Xue, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: *ACS Applied Materials & Interfaces*, 11 (43) (2019) 40860-40867.

[11]Visible light-driven photocatalytic duet reaction catalyzed by the B<sub>12</sub>-rhodium-titanium oxide hybrid catalyst, Keita Shichijo, Mamoru Fujitsuka, Yoshio Hisaeda, and Hisashi Shimakoshi: *Journal of Organometallic Chemistry*, 907 (2019) 121058.

[12]Exfoliated Mo<sub>2</sub>C nanosheets hybridized on CdS with fast electron transfer for efficient photocatalytic H<sub>2</sub> production under visible light irradiation, Daming Ruan, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: *Applied Catalysis B: Environmental*, 264 (2019) 118541.

[13]Ultrathin ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> nanosheets with active (110) facet exposure and efficient charge separation for cocatalyst free photocatalytic hydrogen evolution, Xiaowei Shi, Liang Mao, Ping Yang, Huajun Zheng, Mamoru Fujitsuka, Junying Zhang, and Tetsuro Majima: *Applied Catalysis B: Environmental*, 265 (2020) 118616.

[14]Near bandgap excitation inhibits the interfacial electron transfer of semiconductor/cocatalyst, Jiawei Xue, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: *ACS Applied Materials & Interfaces*, 12 (5) (2020) 5920-5924.

[15]Enzymatic activation of indolequinone-substituted 5-fluorodeoxyuridine prodrugs in hypoxic cells, Yota Jiho, Ryohsuke Kurihara, Kiyohiko Kawai, Hisatsugu Yamada, Yoshihiro Uto, Kazuhito Tanabea: *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 29 (11) (2019) 1304-1307.

[16]Sulfonated Pyrene as a Photo-Regulator for Single-Stranded DNA Looping, Jie Xu, Shunichi Miyamoto, Sachiko Tojo, Kiyohiko Kawai: *Chemistry A European Journal*, 26 (22) (2020) 5075-5084.

#### 国際会議

[1]Ultrafast laser spectroscopic studies on electron transfer processes of the excited radical ions (plenary), Mamoru Fujitsuka: *International Conference on Photocatalysis and Photoenergy 2019 (ICoPP2019)*.

[2]ULTRAFast LASER SPECTROSCOPIC STUDIES ON ELECTRON TRANSFER PROCESSES OF THE EXCITED RADICAL IONS (oral), : OU-CU Bilateral symposium.

[3]Single-Molecule Level Analysis of Nucleic Acids Structure by Controlling the Blinking (oral), Kiyohiko Kawai, Takafumi Miyata, Naohiko Shimada, Atsushi Maruyama: *ISNAC 2019*.

[4]DNA Charge Transfer Dynamics Using Single-Molecule Measurement (poster), Shuya Fan, Atsushi Maruyama, Kiyohiko Kawai: *ISNAC 2019*.

[5]End-to-End Collision Dynamics of Single-Stranded DNAs Monitored by Sulfonated Pyrene (poster),

Jie Xu, Shunichi Miyamoto, Sachiko Tojo, Kiyohiko Kawai: ISNAC 2019.

[6]Single-Molecule Level Monitoring of Nucleic Acids Conformational Changes by Controlling the Fluorescence Blinking Changes by Controlling the Fluorescence Blinking (invited), K. Kawai:  $\pi$ -System Figuration European-Japanese Workshop.

#### 解説、総説

放射線化学における時間分解振動分光の新展開, 分光研究, 日本分光学会, 68 (2019), 6-8.

Kinetics of Photo-Induced Reactions at the Single-Molecule Level: The KACB Method, Chemistry A European Journal, 26 (2020), 7740-7746.

#### 特許

[1]「国際成立特許」蛍光プローブ、一重項酸素検出剤、又は一重項酸素検出方法, 15/320162

#### 国内学会

光化学討論会	5 件
放射線化学討論会	2 件
CPP 研究会	1 件
高分子討論会	1 件
CSJ フェスタ	2 件
第 13 回バイオ関連化学シンポジウム 2019	3 件
ISNAC2019	3 件
第 68 分析化学会年会	1 件
第 22 回生命化学研究会	1 件
$\pi$ -System Figuration European-Japanese Workshop 2019	1 件

#### 取得学位

博士(工学)	電荷移動速度論に基づく半導体複合体材料光触媒の太陽光照射下水素発生活性の研究
Xiaowei Shi	太陽光照射下水素発生光触媒の触媒活性ならびに電荷移動ダイナミクスに関する研究
Daming Ruan	DNA ヘアピン開閉のダイナミクス
修士(工学)	DNA 内電子移動速度の 1 分子測定
田中 亜梨咲	
修士(工学)	可視光照射による水素発生に向けた $\text{Co}^{2+}$ とピリジン類による薄層ポルフィリンナノディスクの合成
Shuya Fan	
修士(工学)	Liquid Phase Exfoliation of Porphyrin Comprising Covalent Organic Frameworks and Evaluation of Their Photocatalytic Activity
Zeyu Fan	
修士(工学)	
Xinxi Li	

#### 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	7,410
藤塚 守		
基盤研究 (B)	DNA 高次構造転移の 1 分子実時間観測	5,070
川井 清彦		
挑戦的研究萌芽	過渡核酸塩基付加体による変異誘発メカニズムの解明	3,120
川井 清彦		
奨学寄附金		
川井 清彦	一般財団法人キャノン財団	6,000
共同研究		
藤塚 守	株式会社本田技術研究所 アルカリ水電解用光触媒の研究	3,000

## その他の競争的研究資金

藤塚 守

京都大学化学研究所国  
際共同利用・共同研究

シクロパラフェニレンの励起ダイナ  
ミクスの環サイズ依存性

720

---

## 機能物質化学研究分野

### 原著論文

[1]Room-Temperature, Metal-Free, and One-Pot Preparation of 2H-Indazoles through a Mills Reaction and Cyclization Sequence, Masaru Kondo, Shinobu Takizawa, Yuzhao Jiang, Hiroaki Sasai: *Chem. Eur. J.*, 25 (2019) 9866-9869.

[2]C–H Triflation of BINOL Derivatives Using DIH and TfOH, Hironobu Nakazawa, Makoto Sako, Yu Masui, Ryo Kurosaki, Shunya Yamamoto, Toshiyuki Kamei, Toyoshi Shimada: *Org. Lett.*, 21 (2019) 6466-6470.

[3]Exploration of flow reaction conditions using machine-learning for enantioselective organocatalyzed Rauhut-Currier and [3+2] annulation sequence, Masaru Kondo, H. D. P. Wathsala, Makoto Sako, Yutaro Hanatani, Kazunori Ishikawa, Satoshi Hara, Takayuki Takaai, Takashi Washio, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: *Chem. Commun.*, 56 (2019) 1259-1262.

[4]Enantioselective One-pot Synthesis of 3-Azabicyclo[3.1.0]hexanes via Allylic Substitution and Oxidative Cyclization, Bijan Mohon Chaki, Kazuhiro Takenaka, Linpeng Zhu, Tetsuya Tsujihara, Shinobu Takizawa, and Hiroaki Sasai: *Adv. Synth. Catal.*, 362 (2020) 1537-1547.

### 国際会議

[1]Chiral Dinuclear Vanadium Complex-mediated Oxidative Coupling of Resorcinols (poster), Makoto Sako, Takanori Aoki, Nadine Zumbärgel, Lukas Schober, Harald Gröger, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: THE 47th NAITO CONFERENCE ON C-H Bond Activation and Transformation, CHÂTERAISÉ Gateaux Kingdom SAPPORO, Hokkaido, Japan, July 2-5, 2019.

[2]Facile Enantioselective Synthesis of Hetero[9]helicenes Using Redox/acid Cooperative Catalysts (oral), Makoto Sako, Yuki Tamori, Keigo Higashida, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: 31st International Symposium on Chirality, Bordeaux, France, July 14-17, 2019.

[3]Organocatalytic Umpolung Michael Process: Synthesis of Highly Functionalized Ketones Bearing a Chiral Quaternary Carbon Center (poster), Yutaro Hanatani, Masaru Kondo, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: 32nd International Symposium on Chirality, Bordeaux, France, July 14-17, 2019.

[4]Synthesis and Application of Novel Photoswitchable Chiral Catalyst (poster), Kento Nakamura, Masaru Kondo, Hiroaki Sasai: 33rd International Symposium on Chirality, Bordeaux, France, July 14-17, 2019.

[5]Palladium Enolate Umpolung: Cyclative Hydroamination of Alkynyl Cyclohexadienones (poster), Miki Kusaba, Yuya Nomoto, Kazuhiro Takenaka, Hiroaki Sasai: 20th IUPAC International Symposium on Organometallic Chemistry Directed Towards Organic Synthesis (OMCOS 20), Heidelberg, Germany, July 21-25, 2019.

[6]Development of Vanadium-catalyzed Organic Reaction in Water (poster), Makoto Sako, Nadine Zumbärgel, Tomohiro Takiishi, Lukas Schober, Harald Gröger, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: The 4th International Symposium on Process Chemistry, Kyoto, Japan, July 24-26, 2019.

[7]AI-Assisted Optimization for Synthesis of Spirooxindole Analogues via Enantioselective Domino Reaction in Flow System (poster), H. D. P. Wathsala, Masaru Kondo, Makoto Sako, Yutaro Hanatani, Satoshi Hara, Kazunori Ishikawa, Takayuki Takaai, Takashi Washio, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: The 4th International Symposium on Process Chemistry, Kyoto, Japan, July 24-26, 2019.

[8]Recent Progress in Chiral Cooperative Vanadium Catalysis (invited), Hiroaki Sasai: International



Congress on Pure and Applied Chemistry (ICPAC) Yangon 2019, Rose Garden Hotel, Yangon, Myanmar, August 6-9, 2019.

[9]Asymmetric Synthesis of Spirooxindoles via Pictet-Spengler Reaction, Oxidative and Wagner-Meerwein Rearrangement (poster), Tin Zar Aye, Naoki Matsuyama, Masaru Kondo, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: International Congress on Pure and Applied Chemistry (ICPAC) Yangon 2019, Rose Garden Hotel, Yangon, Myanmar, August 6-9, 2019.

[10]Enantioselective Synthesis of Highly Functionalized Heterocycles via Organocatalyzed Domino Reactions (oral), Shinobu Takizawa, Makoto Sako, H. D. P. Wathsala, Yutaro Hanatani, Tomohiro Furukawa, Naoki Matsuyama, Tin Zar Aye, Hiroaki Sasai: 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress, ROHM Theatre Kyoto & Miyakomesse, Kyoto, Japan, September 1-6, 2019.

[11]Facile Synthesis of Chiral Spirooxindoles via Pictet-Spengler/Oxidative Rearrangement (poster), Naoki Matsuyama, Masaru Kondo, Tin Zar Aye, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress, ROHM Theatre Kyoto & Miyakomesse, Kyoto, Japan, September 1-6, 2019.

[12]Chiral Vanadium Complex-catalyzed Enantioselective Oxidative Hetero-coupling Reactions of Arenols (poster), Keigo Higashida, Makoto Sako, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress, ROHM Theatre Kyoto & Miyakomesse, Kyoto, Japan, September 1-6, 2019.

[13]Asymmetric Reactions Using Chiral Vanadium Complex as Acid Catalyst (poster), Makoto Sako, Tomohiro Takiishi, Lukas Schober, Hanseok Park, Harald Gröger, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress, ROHM Theatre Kyoto & Miyakomesse, Kyoto, Japan, September 1-6, 2019.

[14]Room-Temperature, Metal-Free and One-Pot Preparation of 2H-indazoles via a Mills Reaction and Cyclization Sequence (poster), Masaru Kondo, Shinobu Takizawa, Yuzhao Jiang, Hiroaki Sasai: 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress, ROHM Theatre Kyoto & Miyakomesse, Kyoto, Japan, September 1-6, 2019.

[15]Development of Umpolung Michael Reaction of Alkynyl Acid Esters (poster), Yutaro Hanatani, Masaru Kondo, Tomohiro Furukawa, Makoto Sako, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: ISONIS-12, ISMMS-5, ICAMS-2, and ICSFC; 12th International Joint Symposium on Synthetic Organic Chemistry, Awaji Yumebutai International Conference Center, November 21-23, 2019.

[16]Efficient Prediction of Flow Reaction Conditions Using Machine-Learning for Enantioselective Domino Reaction (oral), Masaru Kondo, H. D. P. Wathsala, Makoto Sako, Yutaro Hanatani, Kazunori Ishikawa, Satoshi Hara, Takayuki Takaai, Takashi Washio, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: 13th International CeBiTec Symposium ~ Multi-Step Syntheses in Biology & Chemistry, An International Young Investigator Conference ~, Center for Interdisciplinary Research (ZiF), Bielefeld University, Germany, December 2-4, 2019.

[17]Enantioselective Organocatalytic Synthesis of 1,3-Disubstituted Isoindolines by Betti/aza-Michael Sequence (poster), H. D. P. Wathsala, Makoto Sako, Mohamed Ahmed Abozeid, Kenta Kishi, Shuichi Hirata, Kenichi Murai, Hiromichi Fujioka, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: 13th International CeBiTec Symposium ~ Multi-Step Syntheses in Biology & Chemistry, An International Young Investigator Conference ~, Center for Interdisciplinary Research (ZiF), Bielefeld University, Germany, December 2-4, 2019.

[18]Chiral Vanadium Complex-mediated oxa-Piancatelli Reaction and Pictet-Spengler Reaction/Aromatization Sequence (oral), Makoto Sako, Lukas Schober, Tomohiro Takiishi, Harald

Gröger, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: 13th International CeBiTec Symposium ~ Multi-Step Syntheses in Biology & Chemistry, An International Young Investigator Conference ~, Center for Interdisciplinary Research (ZiF), Bielefeld University, Germany, December 2-4, 2019.

[19]Development of Chiral Spiro Bis(isoxazoline) Ligand (SPRIX) (invited), Hiroaki Sasai: 13th International CeBiTec Symposium ~ Multi-Step Syntheses in Biology & Chemistry, An International Young Investigator Conference ~, Center for Interdisciplinary Research (ZiF), Bielefeld University, Germany, December 2-4, 2019.

[20]Short Step Synthesis of Chiral Spirooxindoles via Sequential Reactions (poster), Tin Zar Aye, Naoki Matsuyama, Irshad Mattan, Masaru Kondo, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: The 23rd SANKEN International Symposium, Chemistry Awaji Yumebutai International Conference Center, January 9-10, 2020.

[21]Machine-learning assisted efficient exploration of suitable flow reaction conditions for organocatalyzed domino reaction (poster), Masaru Kondo, H. D. P. Wathsala, Makoto Sako, Yutaro Hanatani, Kazunori Ishikawa, Satoshi Hara, Takayuki Takaai, Takashi Washio, Shinobu Takizawa, Hiroaki Sasai: The 23rd SANKEN International Symposium, Chemistry Awaji Yumebutai International Conference Center, January 9-10, 2020.

#### 解説、総説

キラルバナジウム触媒によるヘリセン様化合物の簡便合成, 佐古真、滝澤忍、笹井宏明, 生産と技術, 生産技術振興協会, 71[2] (2019), 77-80.

第三級カルボカチオンの立体制御によるエナンチオ収束型触媒的 SN1 反応, 佐古真, 有機合成化学協会誌, 社団法人 有機合成化学協会, 78[1] (2020), 60-61.

#### 特許

[1]「国内特許出願」含リンチオフェン共重合体、およびその製造方法, 2019-228581

#### 国内学会

新学術領域研究「反応集積化が導く中分子戦略:高次生物機能分子の創製」第8回成果報告会	1件
第115回有機合成シンポジウム	2件
シンポジウム モレキュラー・キラリティー2019	1件
第8回 JACI/GSC シンポジウム	1件
第52回有機金属若手の会 夏の学校	1件
産業科学 AI センター発足記念キックオフ講演会	1件
第7回新学術領域研究「反応集積化が導く中分子戦略:高次生物機能分子の創製」若手シンポジウム	1件
第39回有機合成若手セミナー	3件
第66回有機金属化学討論会	1件
第45回反応と合成の進歩シンポジウム-ライフサイエンスを志向した理論	3件
第7回アライアンス若手研究交流会	1件
第12回有機触媒シンポジウム	3件
日本化学会第100春季年会	8件
日本薬学会第140年会	3件

#### 取得学位

修士 (理学)	有機分子触媒を用いたアルキン酸エステル及びアレン酸エステルの極性転換型反応の開発
花谷 優太郎	
修士 (理学)	キラルバナジウム触媒を用いるアレノール類の酸化的ヘテロカップリング反応
東田 恵伍	
修士 (理学)	ルイス塩基化合物と活性アルキンから生じるベタイン活性種を活用する新

古川 智大 修士 (理学)	規炭素-炭素結合形成反応の開発 Pictet-Spengler/酸化的転位を経由するスピロオキシインドール類の短工程 不斉合成
松山 尚樹 修士 (理学)	新規光応答型不斉触媒の創製研究
若林 良知 修士 (理学)	サリチルイミンを配位子とするアニオン性八面体コバルト(III)錯体の開発 とそれらのエナンチオ選択的ハロアセタール化反応への応用
Yuzhao JIANG 修士 (理学)	Pd-SPRIX 触媒を用いるアルキン-オレフィンおよびオレフィン-オレフィン 環化反応の開発
Linpeng Zhu	

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
国際強化 B 笹井 宏明	Development of Cooperative Chemo- and Biocatalysts and their Application in the Practical Synthesis of Biologically Active Molecule	5,330
新学術領域研 究 滝澤 忍 若手研究 佐古 真 若手研究 近藤 健	連続反応の集積化を基盤とする不斉分子変換プロセス  不斉酸化カップリングを鍵とする機能性芳香族複素環化合物の 合成 キラルなケイ素錯体を用いた環境にやさしい不斉合成手法の開 発	2,340  2,080 1,690
<b>奨学寄附金</b> 滝澤 忍	公益財団法人第一三共生命科学研究振興財団 理事長 眞鍋 淳	1,000
近藤 健	公益財団法人池谷科学技術振興財団	500
近藤 健	公益財団法人池谷科学技術振興財団	500
近藤 健	公益財団法人光科学技術研究振興財団 理事長 晝馬 明	1,100
<b>共同研究</b> 平尾 俊一	大八化学工業株式会社 新規機能性材料の開発	0

#### 精密制御化学研究分野

##### 原著論文

- [1]Slipped-CAG DNA binding small molecule induces trinucleotide repeat contractions in vivo, Nakamori, M.; Panigrahi, G. B.; Lanni, S.; Gall-Duncan, T.; Hayakawa, H.; Tanaka, H.; Luo, J.; Otabe, T.; Li, J.; Sakata, A.; Caron, M. C.; Joshi, N.; Prasolava, T.; Chiang, K.; Masson, J. Y.; Wold, M. S.; Wang, X.; Lee, M.; Huddleston, J.; Munson, K. M.; Davidson, S.; Layeghifard, M.; Edward, L. M.; Gallon, R.; Santibanez-Koref, M.; Murata, A.; Takahashi, M. P.; Eichler, E. E.; Shlien, A.; Nakatani, K.; Mochizuki, H.; Pearson, C. E.: *Nat. Genet.*, 52 (2020) 146-159.
- [2]Novel Naphthyridine Tetramer that Recognizes Tandem G-G Mismatches by Formation of Interhelical Complex, Y. Lu, C. Dohno, K. Nakatani: *Chem. Commun.*, 56 (2019) 754-757.
- [3]Structural insights into synthetic ligands targeting A-A pairs in disease-related CAG RNA repeats, S. Mukherjee, L. Błaszczak, W. Rypniewski, C. Falschlunger, R. Micura, A. Murata, C. Dohno, K. Nakatani, A. Kiliszek: *Nucl. Acids Res.*, 47 (2019) 10906-10913.
- [4]RT-Hpro-PCR: A MicroRNA Detection System Utilizing a Primer with a DNA Tag., F. Takei, M. Akiyama, A. Murata, A. Sugai, K. Nakatani, I. Yamashita: *Chembiochem*, 21 (2019) 477-480.
- [5]Molecular glue for RNA: Regulating RNA structure and function through a synthetic RNA binding molecule, C. Dohno, K. Nakatani: *Chembiochem*, 20 (2019) 2903-2910.
- [6]Modulating RNA secondary and tertiary structures by mismatch binding ligands, A. Murata, M.

Nakamori, K. Nakatani: *Methods*, 167 (2019) 78-91.

[7]Domain-based local pair natural orbital CCSD(T) calculations of six different S1 structures of oxygen evolving complex of photosystem II. Proposal of multi-intermediate models for the S1 state, K. Miyagawa, T. Kawakami, H. Isobe, M. Shoji, S. Yamanaka, K. Nakatani, M. Okumura, T. Nakajima, K. Yamaguchi,: *Chem. Phys. Lett.*, 732 (2019) 136660.

[8]Inhibition of pre-miRNA-136 processing by Dicer with small molecule BzDANP suggested the formation of ternary complex of pre-miR-136-BzDANP-Dicer, T. Otabe, K. Nagano, G. Kawai, A. Murata, K. Nakatani: *Bioorg. Med. Chem.*, 27 (2019) 2140-2148.

#### 国際会議

[1]Small Molecules targeting Trinucleotide Repeat Sequences causing Neurological Disorders (invited), K. Nakatani: *Trends in Nucleic Acids*, Tianjin, China.

[2]Exploration of RNA sequences in pre-miRNA affecting the efficiency of Dicer cleavage reactions by the small molecules binding (poster), Y. Takeshima, A. Murata, K. Nakatani: The 24th Annual Meeting of the RNA Society (RNA 2019), Krakow, Poland.

[3]Structural insights into synthetic ligands targeting A-A pairs in disease-related CAG RNA repeats (poster), S. Mukherjee, L. Blaszczyk, W. Rypniewski, C. Falschlunger, R. Micura, A. Murata, C. Dohno, K. Nakatani, A. Kiliszek: The 24th Annual Meeting of the RNA Society (RNA 2019), Krakow, Poland.

[4]Small Molecules targeting Repeat Sequences causing Neurological Disorders (invited), K. Nakatani: The Commemorative International Symposium of the Japan Society of Nucleic Acids Chemistry (CISNAC 2019), Kobe, Japan.

[5]Regulation of RNA cleaving activity of hammerhead ribozyme by a synthetic RNA binding molecule (poster), C. Dohno, M. Kimura, K. Nakatani: The Commemorative International Symposium of the Japan Society of Nucleic Acids Chemistry (CISNAC 2019), Kobe, Japan.

[6]Kinetic analysis of the inhibitory effect of BzDANP on Dicer cleavage of pre-miR-136 (poster), A. Murata, T. Otabe, K. Nagano, G. Kawai, A. Sugai, K. Nakatani: The Commemorative International Symposium of the Japan Society of Nucleic Acids Chemistry (CISNAC 2021), Kobe, Japan.

[7]RNA binding small molecule that mitigates disease phenotype in spinocerebellar ataxia type 31 (poster), T. Shibata, K. Nagano, M. Ueyama, Y. Nagai, K. Ishikawa, G. Kawai, and K. Nakatani: The Commemorative International Symposium of the Japan Society of Nucleic Acids Chemistry (CISNAC 2019), Kobe, Japan.

[8]The methylation effect for binding of dimeric 2-amino-1,8-naphthyridine derivatives to CGG/CGG triad in DNA (poster), T. Yamada, S. Sakurabayashi, K. Nakatani: The Commemorative International Symposium of the Japan Society of Nucleic Acids Chemistry (CISNAC 2019), Kobe, Japan.

[9]Modulation of ribozyme activity by conformational changes induced by a synthetic RNA binding molecule (oral), C. Dohno, M. Kimura, K. Nakatani: 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress, Kyoto, Japan.

[10]ANP77: A Three-carbon Atom Linked 2-Amino-1,8-naphthyridine Dimer that Recognizes Cytosine Rich Bulge-mismatched Sequences of Duplex DNA and RNA (poster), B. Das, K. Nakatani: 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress, Kyoto, Japan.

[11]Small Molecules targeting Repeat Sequences causing Neurological Disorders (invited), K. Nakatani: 7th Symposium RIKEN - Max Planck Joint Research Center for Systems Chemical Biology.

[12]Dimeric Form of 1,3-diaminoisoquinoline Derivatives Improved Alternative Splicing in Myotonic Dystrophy Type I Mouse Model (invited), K. Nakatani: Asian 3 Roundtable on Nucleic Acids (A3RONA 2019), Himeji, Japan.

[13]Small Molecules targeting Repeat Sequences causing Neurological Disorders (invited), K. Nakatani: Symposium on Nucleic Acids Chemistry, Pohang, Korea.

[14]Small Molecules targeting Repeat Sequences causing Neurological Disorders (invited), K. Nakatani: IUPAC International Symposium on Bioorganic Chemistry (ISBOC-12), 深圳, China.

[15]Small Molecules targeting Repeat Sequences causing Neurological Disorders (plenary), K. Nakatani: 10th ISAJ Annual Symposium 2019, Osaka, Japan.

[16]Controlling -1 ribosomal frameshifting by small molecules in cells (poster), M. Asako, S. Matsumoto, N. Caliskan, M. V. Rodnina, K. Nakatani: The 23rd SANKEN INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Awaji, Japan.

[17]Structural analysis and functionalization of naphthyridine dimer derivatives bound to CGG repeats (poster), T. Yamada, S. Sakurabayashi, K. Huruitab, C. Kojima, Kazuhiko Nakatani: The 23rd SANKEN INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Awaji, Japan.

[18]Recognition of Pyrimidine Based Asymmetric Internal Loops in Duplex DNA and RNA by ANP77, a Three-Carbon Atom Linked 2-Amino-1,8-naphthyridine Dimer (poster), B. Das, K. Nakatani: The 23rd SANKEN INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Awaji, Japan.

[19]Synthetic molecular switch to regulate DNA/RNA structures and functions (oral), C. Dohno: 2nd Indo-Japan (NCBS/inStem-ISIR, Osaka University) Meeting: Interfacing Chemistry and Biology, Bangalore, India.

[20]NMR structural analysis of naphthyridine dimer derivatives binding to CGG/CGG triplets in DNAs (oral), T. Yamada: 2nd Indo-Japan (NCBS/inStem-ISIR, Osaka University) Meeting: Interfacing Chemistry and Biology, Bangalore, India.

[21]Discovery of ANP77, a high affinity binder to the pyrimidine-rich internal loops in double-stranded DNA/RNA (oral), B. Das: 2nd Indo-Japan (NCBS/inStem-ISIR, Osaka University) Meeting: Interfacing Chemistry and Biology, Bangalore, India.

[22]Modulation of DNA/RNA structure and function by photoresponsive synthetic ligands (oral), C. Dohno: Osaka University - Groningen University Data Workshop, Groningen, German.

#### 特許

[1]「国際成立特許」PCR法およびPCRキット, 15/505480

#### 国内学会

日本ケミカルバイオロジー学会	3件
第13回分子科学討論会	1件
日本化学会第99春季年会	7件
錯体化学会第69回討論会	1件
第57回日本生物物理学会年会	1件

#### 取得学位

博士(理学) DNAバルジおよびミスマッチ部位に結合する小分子設計への理論的試行  
宮川 幸一

修士 (理学) 岡本 竜政	d(CTG) <sub>n</sub> リピートへ結合する新規分子の合成及び結合評価	
修士 (理学) 川北 安理紗	脳血液関門透過性を向上させた核酸結合分子の合成研究	
修士 (理学) 小林 笙太郎	新規光応答性 DNA/RNA 結合分子の創製	
修士 (理学) 高島 裕介	Dicer 切断反応を指標とした小分子の結合標的 RNA 配列の網羅的探索	

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (A) 中谷 和彦	リピート配列を特異的に化学修飾するリピート結合分子の創成	17,420
挑戦的研究萌芽 中谷 和彦	単結晶酸化バナジウム超薄膜における超高速プロトニクスデバイスの創製	6,240
基盤研究 (B) 堂野 主税	RNA の高次構造と機能を制御する小分子リガンドを用いる遺伝子発現 RNA スイッチ	3,380
基盤研究 (C) 村田 亜沙子	小分子で駆動する -1 リボソームフレームシフトとタンパク質の輸送局在制御への応用	2,574
基盤研究 (C) 柴田 知範	脊髄小脳失調症 31 型モデル個体に効果を示す RNA リピート結合分子の作用機序解明	3,110
若手研究 (B) 山田 剛史	過剰伸長 RNA リピートを選択的に加水分解する低分子の開発	2,653
基盤研究 (C) 山田 剛史	異常伸長したリピートへアピン上で自発的にオリゴマー化する低分子の開発	130

#### 受託研究

中谷 和彦	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 (医学からの分担)	新規 ATG 非依存性 RAN 翻訳を標的としたノンコーディングリピート病の治療法開発	4,720
中谷 和彦	THE HOSPITAL FOR SICK CHILDREN (医学研究科分担)	Development of slipped-CAG DNA binding small molecules from medicinal chemistry derivatives of Naphthyridine-Azaquinolone (NA) and its related compounds, that induces contractions of polyQ-encoding CAG repeats in vivo	2,360

#### 共同研究

中谷 和彦	ヤマト科学株式会社	遺伝子プローブ試薬の実用化に向けた検証システムの開発	2,400
中谷 和彦	日東化成株式会社	機能性分子の合成	1,742
中谷 和彦	株式会社 Veritas In Silico	核酸と低分子のフォールディングのシミュレーション	1,432
中谷 和彦	株式会社 Veritas In Silico 三菱瓦斯化学株式会社 千葉工業大学	核酸と低分子のフォールディングのシミュレーション	1,000
中谷 和彦	武田薬品工業株式会社	表面のプラズモン共鳴法によるリピート病原因配列に結合する低分子のスクリーニング	3,960
中谷 和彦	田辺三菱製薬株式会社	リピート病原因配列結合低分子の qPCR スクリーニング開発・実証	4,800

#### その他の競争的研究資金

堂野 主税	日本学術振興会 (二国間交流事業・インド)	環状ミスマッチリガンド(CMBLs)の子宮頸がん治療薬としての応用可能性探索	980
-------	-----------------------	--	-----

#### 複合分子化学研究分野

## 原著論文

- [1] LSD1-mediated repression of *GFI1* super-enhancer plays an essential role in erythroleukemia, G. Tatsumi, M. Kawahara, R. Yamamoto, M. Hishizawa, K. Kito, T. Suzuki, A. Takaori-Kondo, A. Andoh: *Leukemia*, 34 (2019) 746-758.
- [2] Early sirtuin 2 inhibition prevents age-related cognitive decline in a senescence-accelerated mouse model, T. Diaz-Perdigon, B. Belloch, A. Ricobaraza, E. Elboray, T. Suzuki, R. Tordera, E. Puerta: *Neuropsychopharmacology*, 45 (2019) 347-357.
- [3] Discovery of gamma-mangostin from *Garcinia mangostana* as a potent and selective natural SIRT2 inhibitor, K. Y. Yeong, K. Y. Khaw, Y. Takahashi, Y. Itoh, V. Murugaiyah, T. Suzuki: *Bioorg. Chem.*, 94 (2020) 103403.
- [4] Metabolic-Pathway-Oriented Screening Targeting S-Adenosyl-l-methionine Reveals the Epigenetic Remodeling Activities of Naturally Occurring Catechols, S. Ogihara, T. Komatsu, Y. Itoh, Y. Miyake, T. Suzuki, K. Yanagi, Y. Kimura, T. Ueno, K. Hanaoka, H. Kojima, T. Okabe, T. Nagano, Y. Urano: *J. Am. Chem. Soc.*, 142 (2019) 21-26.
- [5] Possible contribution of inflammation-associated hypoxia to increased K2P1 K<sup>+</sup> channel expression in CD4<sup>+</sup> T cells of the mouse model for inflammatory bowel disease, K. Endo, H. Kito, R. Tanaka, J. Kajikuri, S. Tanaka, E. E. Elboray, T. Suzuki, S. Ohya: *Int. J. Mol. Sci.*, 21 (2019) 38.
- [6] Identification of Diketopiperazine-Containing 2-Anilinobenzamides as Potent Sirtuin 2 (SIRT2)-Selective Inhibitors Targeting the “Selectivity Pocket”, Substrate-Binding Site, and NAD<sup>+</sup>-Binding Site, P. Mellini, Y. Itoh, E. E. Elboray, H. Tsumoto, Y. Li, M. Suzuki, Y. Takahashi, T. Tojo, T. Kurohara, Y. Miyake, Y. Miura, Y. Kitao, M. Kotoku, T. Iida, T. Suzuki: *J. Med. Chem.*, 62 (2019) 5844-5862.
- [7] Genome-wide ChIP-seq data with a transcriptome analysis reveals the groups of genes regulated by histone demethylase LSD1 inhibition in esophageal squamous cell carcinoma cells, I. Hoshino, M. Takahashi, Y. Akutsu, K. Murakami, Y. Matsumoto, H. Suito, N. Sekino, A. Komatsu, K. Iida, T. Suzuki, I. Inoue, F. Ishige, Y. Iwatate, H. Matsubara: *Oncol. Lett.*, 18 (2019) 872-881.
- [8] Chemical modification-mediated optimization of bronchodilatory activity of mepenzolate, a muscarinic receptor antagonist with anti-inflammatory activity, Y. Yamashita, K. Tanaka, N. Yamakawa, T. Asano, Y. Kanda, A. Takafuji, M. Kawahara, M. Takenaga, Y. Fukunishi, T. Mizushima: *Bioorg. Med. Chem.*, 27 (2019) 3339-3346.
- [9] Learning about Enzyme Stability against Organic Co-Solvents from Structural Insights by Ion Mobility Mass Spectrometry., J. Sproß, Y. Yamashita, H. Gröger: *ChembioChem*, 21 (2020) 1-5.
- [10] Identification of ortho-hydroxy anilide as a novel scaffold for lysine demethylase 5 inhibitors, P. Jaikhan, B. Buranrata, Y. Itoh, J. Chotitumnavee, T. Kurohara, T. Suzuki: *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 29 (2019) 1173–1176.

## 国際会議

- [1] Discovery of Epigenetic Inhibitors Using Target-Guided Synthesis (plenary), T. Suzuki: The 4th Roundtable Meeting on Chemical Probe Research Hub.
- [2] Discovery of histone demethylase inhibitors: drug design focusing on C-H···O hydrogen bonds (invited), T. Suzuki: The 6th International Cancer Epigenomics Symposium 2019, Seminar in Hematologic Malignancies and Epigenetics.
- [3] Chemical Control of Epigenetics~Discovery of Histone Lysine Demethylase Inhibitors and Histone Deacetylase Inhibitors~ (invited), T. Suzuki: Lecture in Global Frontiers in Life Science A, Kyoto

University.

[4]In situ click reaction activated by a metal ion in targeted proteins: Identification of a triazole compound as a lysine demethylase 5C inhibitor (poster), Y. Miyake, Y. Itoh, Y. Suzuma, H. Kodama, S. Uchida, T. Suzuki: 27th International society of heterocyclic chemistry congress.

#### 解説、総説

エピゲノム修飾薬, 鈴木孝禎, 遺伝子医学, メディカルドゥ, 31[1] (2020), 74-79.

ヒストンメチル化酵素・脱メチル化酵素阻害薬, 鈴木孝禎, 医学のあゆみ, 医歯薬出版, 271[1] (2020), 123-128.

#### 特許

[1]「国内特許出願」炎症性腸疾患処置剤、及び、アミド化合物又はその塩, 2020-064635

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

鈴木 孝禎 Journal of Medicinal Chemistry (諮問委員)  
鈴木 孝禎 Chemical Pharmaceutical Bulletin (編集委員)

#### 国内学会

日本ケミカルバイオロジー学会 第14回年会 1件  
第37回メディスナルケミストリーシンポジウム 1件  
第45回反応と合成の進歩シンポジウム 1件

#### 科学研究費補助金

基盤研究 (B) 酵素反応の遷移状態構造を時間依存的に安定化する阻害薬の創製 単位: 千円 5,850  
鈴木 孝禎

#### 受託研究

鈴木 孝禎 (国研) 科学技術振興 創薬を目指したエピジェネティクス 35,707  
機構 制御の分子技術  
鈴木 孝禎 学校法人慶應義塾 HDAC アイソザイム選択的阻害を基 14,300  
(AMED 再委託) 盤としたクローン病治療薬の開発  
鈴木 孝禎 国立大学法人 千葉大学 胃癌発生に重要なエピゲノム異常を 1,638  
(AEMD 再委託) 標的とする配列選択的小分子の開発

#### 共同研究

鈴木 孝禎 塩野義製薬株式会社 速度論選択的 HDAC2 阻害剤の選択 0  
名古屋大 性発現作用機序の解明  
鈴木 孝禎 富士フイルム株式会社 HDAC アイソザイム選択的阻害を基 659  
慶応義塾大学 盤としたクローン病治療薬の開発

---

#### 生体分子反応科学研究分野

##### 原著論文

[1]In vivo uterine local gene delivery system using TAT-displaying bionanocapsules, K. Koizumi, H. Nakamura, M. Iijima, T. Matsuzaki, M. Somiya, K. Kumasawa, T. Kimura, S. Kuroda: J. Gene. Med., 21 (2019) e3140.

[2]Observations from a mouse model of forebrain voa1 knockout: Focus on hippocampal structure and function, K. Ma, N.R. Bin, S. Shi, H. Harada, Y. Wada, G.H. Wada, P.P. Monnier, S. Sugita, L. Zhang: Front Cell Neurosci., 13 (2019) 484.

[3]Isoform-specific gene disruptions reveal a role for the V-ATPase subunit a4 isoform in the invasiveness of 4T1-12B breast cancer cells, C.M. McGuire, M.P. Collins, G. Sun-Wada, Y. Wada, M. Forgac: J. Biol.



Chem., 294 (29) (2019) 11248-11258.

[4]Quantitative monitoring of His and Asp phosphorylation in a bacterial signaling system by using Phos-tag Magenta/Cyan fluorescent dyes, E. Kinoshita-Kikuta, H. Kusamoto, S. Ono, K. Akayama, Y. Eguchi, M. Igarashi, T. Okajima, R. Utsumi, E. Kinoshita, T. Koike: Electrophoresis, 40 (22) (2019) 3005-3013.

[5]Angucycline 抗菌化合物のヒスチジンキナーゼ結合部位の探索, 岡島俊英、犬飼洋一、長尾勇希、江口陽子、石川彰彦、五十嵐雅之、内海龍太郎: SPring-8/SACLA 利用研究成果集, 8 (1) (2020) 79-83.

[6]High-throughput single nanoparticle detection using a feed-through channel-integrated nanopore, M. Tsutsui, T. Yamazaki, K. Tatematsu, K. Yokota, Y. Esaki, Y. Kubo, H. Deguchi, A. Arima, S. Kuroda, T. Kawai: Nanoscale, 43 (11) (2019) 20475-20484.

[7]The structural function of nestin in cell body softening is correlated with cancer cell metastasis, A. Yamagishi, M. Susaki, Y. Takano, M. Mizusawa, M. Mishima, M. Iijima, S. Kuroda, T. Okada, C. Nakamura: Int. J. Biol. Sci., 15 (7) (2019) 1546-1556.

[8]Two-dimensional membrane scaffold for the oriented immobilization of biosensing molecules, M. Iijima, T. Nakayama, S. Kuroda: Biosens. Bioelectron, 150 (2020) 111860.

#### 国際会議

[1]Extracellular vesicles for the delivery of therapeutic biomolecules (invited), M. Somiya: ITU MBG Congress.

[2]Tumor-associated macrophages treated by red blood cell or hemin promoted M1 type differentiation and enhanced antibody-dependent cellular phagocytosis efficacy (poster), H. Li, M. Somiya, S. Kuroda: 2019 Annual Meeting of Controlled Release Society.

[3]Improvement of antibody-dependent cellular phagocytosis by re-education of tumor-associated macrophages with Resiquimod-encapsulated liposomes (poster), H. Li, M. Somiya, S. Kuroda: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[4]A novel inhibition mechanism of an entry inhibitor of hepatitis B virus, Myrcludex-B (poster), M. Nahanara, M. Somiya, S. Kuroda: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[5]Sequence specificity for peptide substrates in thioether crosslinking reaction catalyzed by radical SAM enzyme QhpD (poster), T. Oozeki, K. Kozakai, T. Nakai, K. Tanizawa, T. Okajima: 33rd Annual Symposium of The Protein Society.

[6]Structural basis for conformational change of the topaquinone cofactor during the catalytic reaction of bacterial copper amine oxidase (poster), T. Okajima, T. Murakawa, S. Baba, S. Kanagawa, H. Hayashi, T. Yano, T. Kumasaka, K. Tanizawa: 33rd Annual Symposium of The Protein Society.

[7]Functional analysis of serine proteinase involved in biosynthesis of active-site subunit of quinohemoprotein amine dehydrogenase (poster), T. Oozeki, T. Nakai, K. Tanizawa, T. Okajima: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium,.

[8]Development of comprehensive analysis method of olfactory receptor repertory (poster), T. Yukutake, T. Yamazaki, S. Sato, K. Tatematsu, S. Kuroda: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

#### 解説、総説

Where does the cargo go?: Solutions to provide experimental support for the ‘extracellular vesicle cargo transfer hypothesis, M. Somiya, J. Cell Commun. Signal., Springer, 14(2) (2020) 135-146.

エンベロープウイルスやエクソソームを利用したドラッグデリバリーシステムの開発, 曾宮正晴, 黒田俊一, 膜, 日本膜学会, 44 (2019), 222-227.

バイオ医薬に利用されるキャリア開発: B型肝炎ウイルスの初期感染機構に基づくバイオナノカプセル, 曾宮正晴, 黒田俊一, Drug Delivery System, 日本 DDS 学会, 35 (2020) 57-63.

バイオミミック技術によるウイルスの感染機構を搭載した DDS ナノキャリアの開発, 曾宮正晴, 黒田俊一, YAKUGAKU ZASSHI, 日本薬学会, 140 (2020) 147-152.

Vacuolar-type ATPase: A proton pump to lysosomal trafficking, M. Futai, G.H. Sun-Wada, Y. Wada, N. Matsumoto, M. Nakanishi-Matsui, Proceedings of the Japan Academy, Series B, 日本学士院, 95(6) (2019) 261-277.

多剤耐性細菌に有効な次世代型抗菌薬: 耐性細菌の出現しない抗菌薬の開発は可能か, 岡島俊英, 五十嵐雅之, 江口陽子, 内海龍太郎, 化学と生物, 日本農芸化学会, 57(7) (2019) 416-427.

銅含有アミン酸化酵素触媒反応におけるコンフォメーション変化の in crystallo 熱力学解析, 村川武志, 馬場清喜, 岡島俊英, 生化学, 日本生化学会, 91(4) (2019) 565-571.

ヒト嗅覚受容体センサーを駆使した AI 調香師創生プロジェクトについて, 佐藤翔, 山崎智子, 立松健司, 黒田俊一, フレグランスジャーナル社, 20 (4) 326-327.

## 著書

[1]Chapter 16, Construction of a Macrophage-Targeting Bio-nanocapsule-Based Nanocarrier (Kewal K. Jain) “Drug Delivery Systems”, H. Li, M. Somiya, K. Tatematsu, S. Kuroda, Springer, 2059 (2020) 299-313.

## 国内学会

日本農芸化学会 2020 年度大会	6 件
第 42 回日本分子生物学会年会	1 件
第 6 回日本細胞外小胞学会学術集会	1 件
第 35 回日本 DDS 学会学術集会	2 件
日本癌学会第 78 回学術総会	1 件
日本膜学会第 41 年会	1 件
第 19 回日本蛋白質科学会年会 第 71 回日本細胞生物学会大会 合同年次大会	1 件
第 64 回日本放線菌学会学術講演会	1 件
第 44 回日本香粧品学会	1 件

## 取得学位

博士 (理学)	Studies on responses induced by phospholipid nanoparticles in mammalian cells
藤田 和代	
修士 (生命機能)	ヒト嗅覚受容体の匂い応答網羅的解析技術の開発
行武 拓哉	

## 科学研究費補助金

		単位: 千円
基盤研究 (S)	広範囲な生体内部位にウイルス並に感染する汎用型ネオ・バイオナノカプセルの創製	40,040
黒田 俊一		
挑戦的研究開拓	全ての匂い分子の定量化を目指したヒト嗅覚受容体発現細胞アレイの開発	3,900
黒田 俊一		
基盤研究 (B)	酵素活性中心の構造変化とゆらぎにリンクする触媒反応遷移	534

岡島 俊英 基盤研究 (C)	状態の制御機構 プロトン構造とゆらぎの解析による銅アミン酸化酵素補酵素 生成機構の解明		2,080
岡島 俊英 基盤研究 (C)	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		1,430
和田 洋 若手研究	エクソソーム内へのメッセンジャーRNA ソーティング技術の開発と DDS への応用		2,206
曾宮 正晴			
<b>受託研究</b>			
黒田 俊一	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 (医学からの分担)	B 型肝炎ウイルス感染受容体の分離・同定と感染系の樹立及び感染系による病態機構の解析と新規抗 HBV 剤の開発	5,900
黒田 俊一	国立大学法人 琉球大学 (AMED 再委託)	HTLV-1 母子感染予防法の開発を目指した遺伝子組替え型ヒト免疫グロブリン医薬開発と霊長類モデルを用いた評価	1,950
黒田 俊一	(国研) 科学技術振興機構	ヒト嗅覚受容体センサーを応用した AI 調香師の創生	18,109
曾宮 正晴	牛乳製品健康科学会議 一般社団法人 Jミルク	牛乳に含まれる細胞外小胞をヒト細胞が認識し応答する分子機構の解明	1,500
<b>奨学寄附金</b>			
黒田 俊一	GLOVACC 株式会社 代表取締役社長 瀬脇 智満		3,000
黒田 俊一	日沼 州司		300
岡島 俊英	岡本 一起		79
立松 健司	公益財団法人コスメトロジー研究振興財団 理事長 小林 保清		1,000
岡本 一起	ビタミン B 研究委員会 委員長 柴田 克己		159
<b>共同研究</b>			
黒田 俊一	マルホ株式会社	NFκB 阻害ペプチド並びに低分子化合物の創製	0
黒田 俊一	マルホ株式会社	NFκB 阻害ペプチド並びに低分子化合物の創製	9,600
黒田 俊一	曾田香料株式会社 株式会社香味醜酵	複合臭に対するヒト嗅覚受容体の応答に関する研究	2,831
黒田 俊一	琉球大学	ヒトモノクローナル抗体迅速樹立法の開発	0
黒田 俊一	Meiji Seika ファルマ株式会社	CHO 細胞を宿主とした、モノクローナル抗体の高生産細胞クローン探索効率向上	5,216
黒田 俊一	株式会社プロテクティア	非膜ウイルスに対するカテキン誘導体の作用メカニズム解析	1,000
黒田 俊一	iBody 株式会社 琉球大学	HTLV1 に対するヒトモノクローナル抗体の開発	0
黒田 俊一	株式会社ビズジーン	酵母遺伝子の解析と発酵に関する研究	1,700
立松 健司	株式会社香味醜酵	特定匂い分子に対する担当嗅覚受容体に関する研究	346
立松 健司	株式会社香味醜酵	嗅覚受容体を用いた匂いセンサーのハード部分の改良	1,092
<b>その他の競争的研究資金</b>			
岡島 俊英	大阪大学医学部付属病院未来医療開発部未来医療センター	多剤耐性細菌に有効な情報伝達阻害型薬剤の開発	2,800

---

**生体分子制御科学研究分野****原著論文**

- [1]The Golgin protein Giantin regulates interconnections between Golgi stacks., A. Satoh, M. Hayashi-Nishino, T. Shakuno, J. Masuda, M. Koreishi, R. Murakami, Y. Nakamura, T. Nakamura, N. Abe-Kanoh, Y. Honjo, J. Malsam, S. Yu, K. Nishino: *Front. Cell Dev. Biol.*, 7 (2019) 160.
- [2]An efflux inhibitor of the MacAB pump in *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, Ami Yamagishi, Sohei Nakano, Seiji Yamasaki, Kunihiko Nishino: *Microbiology and Immunology*, 64 (2020) 182-188.
- [3]Native CRISPR-Cas-Mediated Genome Editing Enables Dissecting and Sensitizing Clinical Multidrug-Resistant *P. aeruginosa*, Zeling Xu, Ming Li, Yanran Li, Huiluo Cao, Lu Miao, Zhaochao Xu, Yusuke Higuchi, Seiji Yamasaki, Kunihiko Nishino, Patrick C.Y. Woo, Hua Xiang, Aixin Yan: *Cell Reports*, 29 (2019) 1707-1717.
- [4]13-(2-Methylbenzyl) Berberine Is a More Potent Inhibitor of MexXY-Dependent Aminoglycoside Resistance than Berberine, K. Kotani, M. Matsumura, Y. Morita, J. Tomida, R. Kutsuna, K. Nishino, S. Yasuike, Y. Kawamura: *Antibiotics*, 8 (4) (2019) E212.
- [5]Development of a structure determination method using a multidrug-resistance regulator protein as a framework, T. Matsumoto, R. Nakashima, A. Yamano, K. Nishino: *Biochem Biophys Res Commun*, 518 (2) (2019) 402-408.
- [6]Phylogenetic and functional characterisation of the *Haemophilus influenzae* multidrug efflux pump AcrB, M. Zwama, A. Yamaguchi, K. Nishino: *Commun Biol.*, 2 (2) (2019) 340.
- [7]*Salmonella* Enteritidis TolC outer membrane channel is essential for egg white survival, Raspoet, R., V. Eeckhaut, K. Vermeulen, L. De Smet, Y. Wen, K. Nishino, F. Haesebrouch, R. Ducatelle, B. Devreese, and F. Van Immerseel: *Poultry Science*, 98 (5) (2019) 2281-2289.

**国際会議**

- [1]Characterization of the enzymatic properties of the S1P transporters (invited), T.Nishi: FASEB Science Research Conferences, “Lysophospholipid and other Related Mediators - From Bench to Clinic”.
- [2]Characterization of the novel sphingosine 1-phosphate transporter MFSD2B (poster), N. Kobayashi, S. Kawasaki-Nishi, M. Otsuka, Y. Hisano, A. Yamaguchi, T. Nishi: 60th International Conference on the Bioscience of Lipids.
- [3]Crystal structure of the multidrug resistance regulator RamR complexed with bile acids (invited), S. Yamasaki, R. Nakashima, K. Sakurai, S. Baucheron, E. Giraud, B. Doublet, A. Cloeckeaert, K. Nishino: 8th Symposium on Antimicrobial Resistance in Animals and the Environment Your search OK Twitter Logo Principal Université de Tours Logo Partners Logo SFM Logo Interscience Logo Resistomap Logo Genoscreen Logo Biomérieux Logo ARAE 2019 Abstract Book Final program Practical information Social Events Home page 8th Symposium on Antimicrobial Resistance in Animals and the Environment.
- [4]The screening of a inhibitor for the MacAB efflux pump in *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (poster), A. Yamagishi, S. Nakano, S. Yamasaki, K. Nishino: 8th Symposium on Antimicrobial Resistance in Animals and the Environment.
- [5]Bacterial adaptation to the gut environment: a constant fight against bile and drugs (invited), K. Nishino: Taiwan-Japan Joint Seminar for biomedical informatics and engineering.

[6]Bacterial Multidrug Efflux Systems (invited), K. Nishino: Symposium on Bacterial Multidrug Efflux Systems at University of Hong Kong.

[7]Antibiotic-Resistant Bacteria: Biggest Threats and Data (invited), K. Nishino: The 1st AIRC-ISIR International Symposium.

[8]Antibiotic-Resistant Bacteria: Biggest Threats and Mechanisms (invited), K. Nishino: 8th imec Handai International Symposium.

[9]Antibiotic-Resistant Bacteria: Multidrug Efflux Systems (invited), K. Nishino: JPIAMR Workshop in Asia.

#### 解説、総説

リゾリン脂質輸送体と疾患制御, 小林直木、久野悠、西毅, 医学のあゆみ, 医歯薬出版株式会社, 269 (2019), 1082-1088.

Structure based functional analysis of bacterial multidrug efflux transporters, Seiji Yamasaki, Martijn Zwama, Ryosuke Nakashima, Akihito Yamaguchi, Kunihiko Nishino, BIO Clinica, 北隆館, 35[2] (2020), 155-160.

Mutational analysis of bacterial multidrug efflux transporters contributing to antibiotic resistance, Seiji Yamasaki, Martijn Zwama, Ryosuke Nakashima, Akihito Yamaguchi, Kunihiko Nishino, Precision Medicine, 北隆館, 2[9] (2019), 856-861.

多剤排出ポンプの機能と阻害機構, 西野 邦彦、山崎 聖司、中島 良介, 膜タンパク質工学ハンドブック, エヌ・ティー・エス, 1[2] (2020), 83-92.

#### 特許

[1]「国内特許出願」 ヤーコンの加工物を有効成分として含有する脂肪肝の予防または改善用組成物, 2019-211824

[2]「国内特許出願」 ヤーコンの加工物を有効成分として含有する制御性T細胞の増加促進用組成物, 2019-211825

[3]「国内特許出願」 ヤーコンの加工物を有効成分として含有する腸内細菌叢の改善用組成物, 2019-211826

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

西野 邦彦	The Joint Programming Initiative on Antimicrobial Resistance (プログラム諮問委員)
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	City University of Hong Kong (評価委員)
西野 邦彦	The Israel Science Foundation (審査員)

#### 国内学会

第 93 回日本細菌学会総会	1 件
第 66 回日本生化学会近畿支部例会	1 件
第 9 回物質・デバイス領域共同研究拠点活動報告会、平成 30 年度 ダイナミック・アライアンス成果報告会	1 件
ダイナミック・アライアンス生命機能 物質・デバイスシステム 2019 年度 G3 分科会	1 件
ワックスマン財団研究報告会	1 件
大阪大学 COI シンポジウム	1 件
大阪大学 産業科学研究所 第 75 回学術講演会	1 件
第 2 回大阪大学大学院医学系研究科—産業科学研究所懇話会	1 件
日本薬学会第 140 年会	1 件

#### 取得学位

修士（薬科学） 中尾 香	Mouse sphingosine kinase 2 の結晶構造解析に向けた大量発現と精製法の確立
博士（薬科学） 山岸 亜美	サルモネラの薬剤排出ポンプ MacAB の阻害剤に関する基礎的研究

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究（B） 西野 邦彦	トランスポーターによる多剤耐性・病原性発現機構解明と新規治療法の開発	5,850
挑戦的研究萌芽 西野 邦彦	異種細菌間の競合・協調と宿主環境適応機構の解明	3,385
基盤研究（C） 西野 美都子	機械学習・人工知能による多剤耐性菌のモデル化と自動判別技術開発	2,150
新学術領域 西野 美都子	上皮細胞の極性輸送における細胞内小器官内選別輸送ゾーンの有無とその意義	5,000

#### 受託研究

西野 邦彦	（国研）科学技術振興機構	腸内フローラ改善法の確立	15,210
西 毅	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 AMED-CREST 革新的先端研究開発支援事業	S1P 輸送体による細胞遊走制御機構の解明と輸送体を標的とした新しい創薬基盤技術の創出	90,341

#### 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	805
西野 邦彦	富士フイルム株式会社	多剤排出ポンプ阻害剤に関する探索研究	5,000
西野 邦彦	佐藤 あやの（岡山大学）	ゴルジ体のリボン構造形成におけるゴルジタンパク質の機能解析	90
西野 邦彦	Aixin Yan (University of Hong Kong)	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	330
西野 邦彦	森田 雄二（愛知学院大学）	多剤耐性緑膿菌 MexXY 多剤排出系阻害剤の分子機構に関する研究	300
西野 邦彦	Axel Cloeckaert（国立農業研究所、フランス）	環境シグナルによるサルモネラ薬剤耐性誘導と Ram 制御因子の解析	0
西野 邦彦	Filip Van Immerseel（ゲ	サルモネラ多剤排出ポンプによるオ	0

	ント大学)	ボトランスフェリン由来抗菌ペプチド耐性機構の解明	
西野 邦彦	Corinna Kehrenberg (ハノーバー大学)	トリクロ酸耐性因子の解析	0
西野 邦彦	Aixin Yan (University of Hong Kong)	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	Aixin Yan (University of Hong Kong)	尿路病原性大腸菌における外膜タンパク質 TolC が媒介するハイパーバイオフィーム形成機構の解明と TolC によるバイオフィーム形成・抗生物質耐性の二重制御機構の解明	20,652
<b>その他の競争的研究資金</b>			
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

---

## 生体分子機能科学研究分野

### 原著論文

- [1]Imaging local brain activity of multiple freely moving mice sharing the same environment, Inagaki S, Agetsuma M, Ohara S, Iijima T, Yokota H, Wazawa T, Arai Y and Nagai T.: Scientific Reports, 9 (2019) 7460.
- [2]Genetically encoded fluorescence/bioluminescence bimodal indicators for Ca<sup>2+</sup> Imaging, Farhana I, Hossain M.N, Suzuki K, Matsuda T and Nagai T.: ACS Sensors, 4 (7) (2019) 1825-1834.
- [3]Functional specialization of UDP-glycosyltransferase 73P12 in licorice to produce a sweet triterpenoid saponin, glycyrrhizin, Nomura Y, Seki H, Suzuki T, Ohyama K, Mizutani M, Kaku T, Tamura K, Ono E, Horikawa M, Sudo H, Hayashi H, Saito K, Muranaka T: The Plant Journal, 99 (6) (2019) 1127-1143.
- [4]Acid-tolerant reversibly switchable green fluorescent protein for super-resolution imaging under acidic conditions, Shinoda H, Lu Kai, Nakashima R, Wazawa T, Noguchi K, Matsuda T, Nagai T.: Cell Chemical Biology, 26 (10) (2019) 1469-1479.
- [5]The thioredoxin (Trx) redox state sensor protein can visualize Trx activities in the light/dark response in chloroplasts., Sugiura K, Yokochi Y, Fu N, Fukaya Y, Yoshida K, Mihara S, Hisabori T: J Biol Chem, 294 (32) (2019) 17437-17450.
- [6]Visible-wavelength two-photon excitation microscopy with multifocus scanning for volumetric live-cell imaging, Oketani R, Suda H, Uegaki K, Kubo T, Matsuda T, Yamanaka M, Arai Y, Smith N, Nagai T, and Fujita K.: Journal of Biomedical Optics, 25 (1) (2019) 014502.
- [7]A simple microfluidic device for live-imaging of the vertical section of epithelial cells, Araki S, Nakano M, Tsugane M, Sunaga F, Hattori M, Nagai T, Suzuki H.: Analyst, 145 (2019) 667-674.
- [8]Impact of key residues within chloroplast thioredoxin-f on recognition for reduction and oxidation of target proteins., Yokochi Y, Sugiura K, Takemura K, Yoshida K, Hara S, Wakabayashi KI, Kitao A.: J Biol Chem, 294 (46) (2019) 12091 - 12098.
- [9]Hierarchical development of motile polarity in durotactic cells just crossing an elasticity boundary, Kuboki T, Ebata H, Matsuda T, Arai Y, Nagai T, Kidoaki S: Cell Struct. Funct., 45 (1) (2019) 33-43.

### 国際会議

- [1]A genetically encoded bioluminescent copper sensor for imaging the intracellular dynamics (poster),

Md. Nadim Hossain, Mitsuru Hattori, Tomoki Matsuda and Takeharu Nagai: Focus on Microscopy 2019, London, United Kingdom, April 14-17, 2019.

[2]Acid-resistant reversibly switchable green fluorescent protein for super-resolution imaging in acidic environments (poster), Hajime Shinoda, Ryosuke Nakashima, Tetsuichi Wazawa, Kosuke Noguchi, Tomoki Matsuda, and Takeharu Nagai: Focus on Microscopy 2019, London, United Kingdom, April 14-17, 2019.

[3]Visualization of cell wall pH in Arabidopsis thaliana root by genetically encoded chemiluminescent indicator (poster), Tran Quang, Kenji Osabe, Takeharu Nagai.: Plant Organ Growth Symposium, Bordeaux, France, April 24-26, 2019.

[4]Bioluminescent indicators for real time visualization of biological phenomena (poster), Takeharu Nagai: The 7th China-Japan Symposium on Nanomedicine, 西安, China, May 27, 2019.

[5]Development of super-duper bioluminescent proteins and its application (invited), Takeharu Nagai: International Symposium on Forest Genetic Engineering Breeding, Beijing, China, June 6-7, 2019.

[6]Development of fluorescent/ bioluminescent probes toward singularity biology (plenary), Takeharu Nagai: TOPICAL PROBLEMS OF BIOPHOTONICS, Volga river, Russia, July 27-31, 2019.

[7]Super-duper bioluminescent proteins for wide range of bioimaging (invited), Takeharu Nagai: AIBBC Workshops (4th Africa International Biotechnology and Biomedical Conference), Institute of Primate Research, Nairobi, KENYA, August 27, 2019.

[8]TRANS-SCALE IMAGING TOWARD SINGULARITY BIOLOGY (invited), Takeharu Nagai: AIBBC Conference (4th Africa International Biotechnology and Biomedical Conference), Mombasa, KENYA, August 29, 2019.

[9]Bioluminescent sensors for measuring heavy metal ions in water by mobile camera (invited), Mitsuru Hattori, Yukino Ito, Yoshiyuki Arai and Takeharu Nagai: AIBBC Conference (4th Africa International Biotechnology and Biomedical Conference), Mombasa, KENYA, August 29, 2019.

[10]Toward in-home blood-based diagnosis with bioluminescent indicator (invited), Mitsuru Hattori, Md. Nadim Hossain, Tomoki MATSUDA and Takeharu NAGAI: AIBBC Conference (4th Africa International Biotechnology and Biomedical Conference), Mombasa, KENYA, August 30, 2019.

[11]Trans-scale imaging for singularity biology (oral), Takeharu Nagai: The 6th International Symposium on Bioimaging & The 28th Annual Meeting of the Bioimaging Society, Tokyo, Japan, September 22, 2019.

[12]Acid-tolerant reversibly switchable green fluorescent protein for superresolution imaging in acidic conditions (poster), Hajime Shinoda, Kai Lu, Ryosuke Nakashima, Tetsuichi Wazawa, Kosuke Noguchi, Tomoki Matsuda, Takaharu Nagai: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[13]Development of a highly-bright positively reversibly photoswitchable fluorescent protein Kohinoor 2.0 for super-resolution microscopy (poster), Tetsuichi Wazawa, Shusaku Uto, Kazunori Sugiura, Shunsuke Maeda, Katsumasa Fujita, Takashi Washio, Takeharu Nagai: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[14]Molecular thermometer based on elastin-like polypeptide (poster), Cong Vu, Tetsuichi Wazawa, Takeharu Nagai: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[15]Development of chemiluminescent thrombin sensor toward whole body imaging of living mice



(poster), Nae Sugiura, Mitsuru Hattori, Tomoki Matsuda, Takeharu Nagai: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[16]Sunlight independent plant cell photosynthesis by self-contained bioluminescence (poster), Kenji Osabe, Megumi Iwano, Ryuichi Nishihama, Kazushi Suzuki, Sakiko Ishida, Tomomi Kaku, Takayuki Kohchi, Takeharu Nagai: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[17]Development of bioluminescent unconjugated bilirubin indicator (poster), Yukino Ito, Yoshiyuki Arai, Mitsuru Hattori, Takeharu Nagai: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[18]Smartphone based chemiluminescence microscope for single cell imaging (poster), Mitsuru Hattori, Sumito Shirane, Kuniaki Nagayama, Takeharu Nagai: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[19]Monomeric green fluorescent protein based photosensitizer for photoinducible protein inactivation and cell death (poster), Tomoki Matsuda, Yemima Dani Riani, Kiwamu Takemoto, Takeharu Nagai: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[20]A ratiometric bioluminescent indicator for water hardness in living specimen (poster), Md Nadim Hossain, Ryuichi Ishida, Mitsuru Hattori, Tomoki Matsuda, Takeharu Nagai: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[21]Fluorescent Ca<sup>2+</sup> indicators for multiplexed super-resolution imaging at nanoscopic cellular domain (poster), Kai Lu, Tomoki Matsuda, Tetsuichi Wazawa, Takeharu Nagai: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[22]Design of fluorescent biosensors based on Excited State Proton Transfer (ESPT) in the chromophore of a fluorescent protein (poster), Kazunori Sugiura, Toru Hisabori, Shoko Mihara, Takeharu Nagai: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[23]Live cell imaging sheds light on the maintenance mechanism of pattern of cyanobacterial cell differentiation (poster), Shun-ichi Fukushima, Takeharu Nagai, Shigeki Ehira: The 57th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan.

[24]Singularity Biology: small elements change the function of the whole systems (oral), Takeharu Nagai: ICSB2019 Workshop (The 20th International Conference on Systems Biology), Okinawa, Japan, November 1-5, 2019.

[25]SPoD-Net: Fast recovery of microscopic images using learned ISTA (oral), Satoshi Hara, Weichih Chen, Takashi Washio, Tetsuichi Wazawa, Takeharu Nagai: The 11th Asian Conference on Machine Learning.

[26]Smartphone based bioluminescence imaging for inspection in extreme environments (poster), Mitsuru HATTORI, Md. Nadim HOSSAIN, Mai ASHITANI, Ryuichi ISHIDA, Tomoki MATSUDA, Sumito SHIRANE, Kuniaki NAGAYAMA, Takeharu NAGAI: The 23rd SANKEN International Symposium, January 9-10, 2020.

[27]The problem of protein crystallization: A case study of crystallization of novel chromoprotein from flower hat jelly fish (poster), Le ZHAI, Ryosuke NAKASHIMA, Yoshimasa IKE, Tomoki MASTUDA, Takeharu NAGAI: The 23rd SANKEN International Symposium, January 9-10, 2020.

[28]Self-photosynthesis plant for space farming (poster), Atika H Rahasta , Quang Tran, Megumi Iwano, Takayuki Kohchi, Kenji Osabea, and Takeharu Nagai: The 23rd SANKEN International Symposium, January 9-10, 2020.

[29]Development of a simple bilirubin measurement method using bioluminescent sensor for diagnosis in space (poster), Yukino ITO, Mitsuru HATTORI, Yoshiyuki ARAI, Takeharu NAGAI: The 23rd SANKEN International Symposium, January 9-10, 2020.

#### 解説、総説

光増感蛍光タンパク質を用いた多色機能破壊, 松田知己, 永井健治, 細胞, ニューサイエンス社, 50[2] (2020), 47-50.

高輝度発光タンパク質による高感度バイオイメージング, 松田知己, 永井健治, 光学, 日本光学会, 49[1] (2020), 26-30.

回転偏光照明蛍光顕微鏡と光スイッチング蛍光タンパク質を用いた超解像イメージング法: SPoD-OnSPAN, 和沢鉄一, 鷲尾隆, 永井健治, 光アライアンス, 日本工業出版, 30[8] (2019), 15-19.

細胞・個体イメージング用光学プローブの開発, 鈴木和志, 稲垣成矩, 松田知己, 永井健治, 化学工業, 化学工業社, 70 (2019), 516-520.

蛍光マグネシウムイオンプローブの開発とそれを利用した新たな染色体凝縮メカニズムの解明, 前島一博, 松田知己, 永井健治, マグネシウム, 日本マグネシウム学会, 37[2] (2019), 13-18.

Fluorescent Protein-Based Indicators for Functional Super-Resolution Imaging of Biomolecular Activities in Living Cells, Lu K, Vu CQ, Matsuda T and Nagai T., Int. J. Mol. Sci., MDPI, 20[22] (2019), 5784.

#### 著書

[1]手持ちの顕微鏡を使った細胞発光イメージング (永井健治, 小澤岳昌)“実験医学別冊 最強のステップ UP シリーズ 発光イメージング実験ガイド”, 服部 満, 羊土社, (38-45) 2019.

[2]発光  $\text{Ca}^{2+}$  プローブの種類と特性 (永井健治, 小澤岳昌)“実験医学別冊 最強のステップ UP シリーズ 発光イメージング実験ガイド”, 鈴木和志, 永井健治, 羊土社, (79-84) 2019.

[3]発光膜電位プローブを用いた脳活動計測 (永井健治, 小澤岳昌)“実験医学別冊 最強のステップ UP シリーズ 発光イメージング実験ガイド”, 稲垣成矩, 永井健治, 羊土社, (106-114) 2019.

[4]幹細胞研究領域における発光イメージング (永井健治, 小澤岳昌)“実験医学別冊 最強のステップ UP シリーズ 発光イメージング実験ガイド”, 鈴木和志, 永井健治, 羊土社, (115-122) 2019.

[5]蛍光/発光バイモーダルプローブ (永井健治, 小澤岳昌)“実験医学別冊 最強のステップ UP シリーズ 発光イメージング実験ガイド”, 松田知己, Israt Farhana, 永井健治, 羊土社, (198-202) 2019.

#### 特許

[1]「国内特許出願」画像処理装置、ニューラルネットワークおよび画像処理方法, 2019-177540

[2]「国際特許出願」発光蛋白質、その基質、及びそれらの使用, PCT/JP2019/022198

[3]「国際成立特許」光学顕微鏡、および、光学顕微鏡のオートフォーカス装置, 13856490.1

#### 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 MICROSCOPY (Editorial Board)

永井 健治 ACS Sensor (Editorial Board)

## 国内学会

第 19 回日本蛋白質科学会年会 第 71 回日本細胞生物学会大会 合同年次大会	2 件
第 60 回日本組織細胞化学会総会・学術集会	1 件
第 57 回日本生物物理学会年会	11 件
第 42 回日本分子生物学会年会	1 件

## 取得学位

修士 (工学) 杉浦 名栄	Development of a bioluminescent thrombin sensor
修士 (工学) ZHAI LE	Structure-based in vitro evolution of a red-colored chromoprotein from jelly fish <i>Olindias formosa</i> for bioimaging
修士 (工学) Tanio Eunike Priscilla	Rational design of biosensors utilizing a circularly permuted luminescence protein

## 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (A) 永井 健治	細胞熱産生におけるジュール熱仮説の検証	12,870
新学術領域研究 永井 健治	シンギュラリティ生物学	15,340
新学術領域研究 永井 健治	シンギュラリティ細胞を探索・操作するための細胞機能 3 次元可視化・光操作技術の開発	25,870
挑戦的研究萌芽 永井 健治	ケミルミノジェネティクスによる構成的エネルギー合成系の創出	2,991
新学術領域研究 松田 知己	脳組織構築過程で移動する神経細胞と取り巻く場の可視化と光操作	14,560
基盤研究 (C) 和沢 鉄一	超解像蛍光イメージングによるアクチンフィラメントとミオシンの動態解析	1,636
基盤研究 (C) 和沢 鉄一	蛍光偏光と蛍光強度揺らぎに基づく高生体適合性超解像イメージング法の開発	1,040
若手研究 福島俊一	シアノバクテリアにおける多細胞的細胞間コミュニケーションの制御機構の解明	1,300

## 受託研究

永井 健治	(国研) 科学技術振興機構	機能超解像プローブの開発と、超解像細胞生理機能イメージングによる細胞情報熱化学研究および細胞状態診断法開発	48,697
永井 健治	(国研) 科学技術振興機構	オールインワン化学発光顕微鏡システムの開発	50,401
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	電力非依存型多機能生物デバイスの開発に不可欠な基盤技術の確立	3,900
永井 健治	経営企画オフィス	Genetically Encoded Fluorescence/Bioluminescence Bimodal Indicators for Ca <sup>2+</sup> Imaging	442

## 共同研究

永井 健治	DRVision Technologies LLC	Live-cell fluorescent probes for neurological diseases	5,333
永井 健治	住友林業株式会社	化学発光タンパク質を利用した遺伝子導入の識別技術の構築	510
永井 健治	株式会社オンチップ・バイオテクノロ	On-chip Sort (セルソーター) を利用した化学発光検出の検討	0

永井 健治	ジーズ オリンパス株式会社	オールインワン化学発光顕微鏡システム の開発	0
-------	------------------	---------------------------	---

## 新産業創成研究部門

### 知的財産研究分野

#### 原著論文

[1] Possibility of quantitative assessment of the contribution of paddy irrigation and caldera lakes to river water in Bali Island using water isotopic physics, Takao Nakagiri, Hisaaki Kato, Seiji Maruyama, Satoko Hashimoto, Haruhiko Horino and Shinji Sakurai.: Paddy and Water Environment, 17 (3) (2019) 463-473.

#### 共同研究

清水 裕一	一般社団法人テラプロ ジェクト	天然素材の付加価値付けを可能とする 新要素技術の開発研究支援システムの 構築	6,000
清水 裕一	日本みどりの研究所 一 般社団法人 テラプロ ジェクト	植物活力様態解析法の開発	0
清水 裕一	株式会社ファイン	腸内環境改善剤の開発	1,200
清水 裕一	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	1,200

### 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] Effects of Off-Stoichiometry in the Epitaxial NdNiO<sub>3</sub> Film on the Suppression of Its Metal-Insulator-Transition Properties, Takashi Yamanaka, Azusa N. Hattori, Lilianny N. Pamasi, Shohei Takemoto, Ken Hattori, Hiroshi Daimon, Kazunori Sato, Hidekazu Tanaka: ACS Applied Electronic Materials, 1 (2019) 2678-2683.

[2] Ultrafast reflectivity change of a vanadium dioxide induced by THz field enhanced by a metallic structure, Takehiro Tachizaki, Azusa N. Hattori, Hidekazu Tanaka, Hideki Hirori: Japanese Journal of Applied Physics, 58 (2019) 083002-1-083002-4.

[3] Three-dimensional Nanoconfinement Supports Verwey Transition in Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanowire at 10 nm length scale, Rupali Rakshit, Azusa N. Hattori, Yasuhisa Naitoh, Hisashi Shima, Hiroyuki Akinaga, Hidekazu Tanaka: Nano Letter, 19 (8) (2019) 5003-5010.

[4] Barrier Formation at the Contacts of Vanadium Dioxide and Transition Metal Dichalcogenides, Mahito Yamamoto, Ryo Nouchi, Teruo Kanki, Shu Nakaharai, Azusa N. Hattori, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Yutaka Wakayama, Keiji Ueno, Hidekazu Tanaka: ACS Applied Material Interfaces, 11 (40) (2019) 36871-36879.

[5] Gate-Tunable Thermal Metal-Insulator Transition in VO<sub>2</sub> Monolithically Integrated into a WSe<sub>2</sub> Field-Effect Transistor, Mahito Yamamoto, Ryo Nouchi, Teruo Kanki, Azusa N. Hattori, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Keiji Ueno, Hidekazu Tanaka: ACS Applied Material Interfaces, 11 (3) (2019) 3224-3230.

[6] Shape-fitting analyses of two-dimensional X-ray diffraction spots for strain-distribution evaluation in a β-FeSi<sub>2</sub> nano film, Shohei Takemoto, Ken Hattori, Masaaki Someta, Azusa N. Hattori, Hidekazu Tanaka, Kosuke Kurushima, Yuji Otsuka, Hiroshi Daimon: Journal of Applied Crystallography, 52 (4) (2019) 732-744.

[7]Non-contact detection of nanoscale structures using optical nanofiber, Hironaga Maruoka, Yasuko Oe, Hidekazu Takashima, Azusa N. Hattori, Hidekazu Tanaka, Sshigeki Takeuchi: Optics Express, 27 (2) (2019) 367-376.

#### 国際会議

[1]Verwey Transition Dynamics of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>Microwire Driven by Intense Terahertz Pulse (poster), Rupali Rakshit, Azusa N. Hattori, Masaya Nagai, Goro Isoyama, Hidekazu Tanaka: 26<sup>TH</sup> INTERNATIONAL WORKSHOP ON OXIDE ELECTRONICS.

[2]Creation of Atomically-Ordered Side- and Facet-Surfaces on the Three-Dimensionally Architected Si Structures (oral), Azusa N. Hattori, Shohei Takemoto, Ken Hattori, Hiroshi Daimon, Hidekazu Tanaka: 19th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy.

[3]High quality Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> thin film on atomically flat surface MgO substrate with high crystallinity (poster), Ai Osaka, Daisetsu Toh, Kazuto Yamauchi, Yasuhisa Sano, Hidekazu Tanaka, Azusa N. Hattori: The 23rd SANKEN International Symposium.

[4]Verwey transition in three dimensional Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanowire at 10 nm length scale (poster), Azusa N. Hattori, Rupali Rakshit, Yasuhisa Naitoh, Hisashi Shima, Hiroyuki Akinaga, Hidekazu Tanaka: The 23rd SANKEN International Symposium.

[5]Verwey transition in three dimensional Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanowire at 10 nm length scale (oral), Azusa N. Hattori, Rupali Rakshit, Yasuhisa Naitoh, Hisashi Shima, Hiroyuki Akinaga, Hidekazu Tanaka: 11th International Symposium on Transparent Oxide and Related Materials for Electronics and Optics.

[6]Wide-range resistance modulation on a SmNiO<sub>3</sub> chemical transistor (oral), Azusa N. Hattori, Daiki Kawamoto, Mahito Yamamoto, Hidekazu Tanaka: 236<sup>th</sup> ECS Meeting.

#### 解説、総説

原子層制御したシリコン三次元立体表面構造の創製・観察技術, 服部梓, 竹本昌平, 楊昊宇, 服部賢, 大門寛, 田中秀和, 表面と真空, 日本表面真空学会, 62(7) (2019), 427-432.

#### 国内学会

第 80 回 応用物理学会秋季学術講演会	1 件
日本物理学会 2019 年秋季大会	1 件

#### 科学研究費補助金

基盤研究 (B)	10nm 空間制御による強相関金属酸化物ナノ相分離起源解明への実験的アプローチ	5,070	単位: 千円
----------	---	-------	--------

#### 奨学寄附金

服部 梓	公益財団法人住友電工グループ社会貢献基金 理事長 井上 治	900
服部 梓	公益財団法人島津科学技術振興財団 理事長 井村 裕夫	1,000
服部 梓	公益財団法人 関西エネルギー・リサイクル科学研究振興財団 代表理事 森 詳介	1,000
服部 梓	公益財団法人東電記念財団 理事長 田村滋美	6,000

---

#### ナノリソグラフィ共同研究部門

##### 原著論文

[1]Alternative developer solutions and processes for EUV and ArFi lithography, Masahiko Harumoto, Julius Joseph Santillan, Chisayo Nakayama, Yuji Tanaka, Tomohiro Motono, Masaya Asai, and Toshiro Itani: J. Photopolym. Sci. Technol., 32 (2019) 321-326.

[2]Resist patterning characteristics using KrF laser-ablation process, Hiroshi Yamaoka, Julius Joseph

Santillan, Nobutaka Uemori, and Toshiro Itani: *J. Photopolym. Sci. Technol.*, 32 (2019) 355-360.

#### 国際会議

[1] Resist patterning characteristics using KrF laser ablation process (oral), Hiroshi Yamaoka, Julius Joseph Santillan, Nobutaka Uemori, and Toshiro Itani: The 36th International Conference of Photopolymer Science and Technology.

[2] Alternative developer solutions and processes for EUV and ArFi lithography (invited), Masahiko Harumoto, Julius Joseph Santillan, Chisayo Nakayama, Yuji Tanaka, Tomohiro Motono, Masaya Asai, Toshiro Itani: The 36th International Conference of Photopolymer Science and Technology.

[3] Alternative developer solutions and processes for EUV lithography (poster), Julius Joseph Santillan, Masahiko Harumoto, Chisayo Nakayama, Yuji Tanaka, Tomohiro Motono, Masaya Asai, Toshiro Itani: SPIE Photomask Technology + Extreme Ultraviolet Lithography.

[4] Extremely large depth-of-focus lithography system using KrF excimer laser (poster), Julius Joseph Santillan, Nobutaka Uemori, Hiroshi Yamaoka, and Toshiro Itani: 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference.

[5] Application of alternative developer solutions for EUV lithography (poster), Julius Joseph Santillan, Masahiko Harumoto, Harold Stokes, Chisayo Nakayama, Yuji Tanaka, You Arisawa, Tomohiro Motono, Masaya Asai, and Toshiro Itani: SPIE Advanced Lithography 2020.

[6] KrF excimer laser-based patterning system for dual applications in both lithography and ablation (poster), Julius Joseph Santillan, Nobutaka Uemori, Hiroshi Yamaoka, and Toshiro Itani: SPIE Advanced Lithography 2020.

[7] After-development rinse solutions and processes for EUV Lithography (poster), Julius Joseph Santillan, Masahiko Harumoto, Harold Stokes, Chisayo Nakayama, Yuji Tanaka, You Arisawa, Tomohiro Motono, Masaya Asai, and Toshiro Itani: SPIE Advanced Lithography 2020.

---

#### ユシロ化学工業ポリマーゲル共同研究部門

##### 原著論文

[1] Atroposelective antibodies as a designed protein scaffold for artificial metalloenzymes, T. Adachi, A. Harada, H. Yamaguchi: *Sci. Rep.*, 9 (2019) 13551.

[2] Supramolecular Elastomers with Movable Cross-Linkers Showing High Fracture Energy Based on Stress Dispersion, R. Ikura, J. Park, M. Osaki, H. Yamaguchi, A. Harada, Y. Takashima: *Macromolecules*, 52 (18) (2019) 6953-6962.

[3] Preparation of cyclodextrin-based porous polymeric membrane by bulk polymerization of ethyl acrylate in the presence of cyclodextrin, Y. Kobayashi, Y. Nakamitsu, Y. Zheng, Y. Takashima, H. Yamaguchi, A. Harada: *Polymer*, 177 (2019) 208-213.

[4] Mechanical and self-recovery properties of supramolecular ionic liquid elastomers based on host-guest interaction and correlation with ionic liquid content, G. Sinawang, Y. Kobayashi, M. Osaki, Y. Takashima, A. Harada, H. Yamaguchi: *RSC Advances*, 9 (39) (2019) 22295-22301.

[5] Self-healing and shape-memory properties of polymeric materials cross-linked by hydrogen bonding and metaigand interactions, Y. Kobayashi, T. Hirase, Y. Takashima, A. Harada, H. Yamaguchi: *Polym. Chem.*, 10 (33) (2019) 4519-4523.

[6] Effect of Host-Guest Interaction on Swelling Behavior and Equilibrium Swollen State of Host-Guest Gel, Y. Kashiwagi, T. Katashima, Y. Takashima, A. Harada, T. Inoue: *J. Soc. Rheol. Jpn.*, 47 (3) (2019)

99-104.

[7]Development of Atroposelective Antibodies by Immunization with a Racemic Mixture of Binaphthyl Derivatives, T. Adachi, A. Harada, H. Yamaguchi: Bull. Chem. Soc. Jpn., 92 (9) (2019) 1462-1466.

[8]Preparation of Supramolecular Ionic Liquid Gels based on Host-Guest Interactions and Their Swelling and Ionic Conductive Properties, G. Sinawang, Y. Kobayashi, Z. Yongtai, Y. Takashima, A. Harada, H. Yamaguchi: Macromolecules, 52 (8) (2019) 2932-2938.

[9]Self-Healing Alkyl Acrylate-Based Supramolecular Elastomers Cross-Linked via Host-Guest Interactions, S. Nomimura, M. Osaki, J. Park, R. Ikura, Y. Takashima, H. Yamaguchi, A. Harada: Macromolecules, 52 (7) (2019) 2659-2668.

[10]Mechanical properties of supramolecular polymeric materials cross-linked by donor-acceptor interactions, M. Itano, Y. Kobayashi, Y. Takashima, A. Harada, H. Yamaguchi: Chem. Commun., 55 (2019) 3809-3812.

[11]Cyclodextrin cross-linked polymer monolith for efficient removal of environmental pollutants by flow-through method, S. Mizuno, T.A. Asoh, Y. Takashima, A. Harada, H. Uyama: Polymer Degradation and Stability, 160 (2019) 136-141.

[12]X-ray crystal structures of  $\alpha$ -cyclodextrin-5-hydroxypentanoic acid,  $\beta$ -cyclodextrin-5-hydroxypentanoic acid,  $\beta$ -cyclodextrin- $\epsilon$ -caprolactone, and  $\beta$ -cyclodextrin- $\epsilon$ -caprolactam inclusion complexes, M. Osaki, Y. Takashima, S. Kamitori, H. Yamaguchi, A. Harada: J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem., 96 (2020) 93-99.

[13]Palladium-Catalyst Stabilized in Chiral Environment of Monoclonal Antibody in Water, Y. Kobayashi, K. Murata, A. Harada, H. Yamaguchi: Chem. Commun, 56 (2020) 1605-1607.

#### 国際会議

[1]Cyclodextrin-based Supramolecular Materials (invited), A. Harada: 10th Asian Cyclodextrin Conference.

[2]Supramolecular Materials based on Cyclodextrins (invited), A. Harada: 1st International Conference on Noncovalent Interactions.

[3]Supramolecular Polymers Formed by Macromolecular Interactions (invited), A. Harada: ACS on Campus.

[4]Stimuli-Responsive Supramolecular Materials (invited), A. Harada: International Symposium on Stimuli-Responsive Materials.

[5]Stimuli-Responsive Supramolecular Materials (invited), A. Harada: 1<sup>st</sup> Sauvage Symposium.

#### 解説、総説

新たな分子設計による自己修復材料の実現<切ってもつながる、柔軟・強靱な新材料>, 大崎基史, 高島義徳, 原田明, プラスチックス, 70 (2019), 37-42.

シクロデキストリンとフォトクロミック分子による光応答性高分子マテリアル, 高島義徳, 大崎基史, 原田明, 技術情報協会誌, 技術情報協会, (2019), .

超分子ポリマーの種類と構造, メカニズム, その応用, その可能性, 小林裕一郎, 山口浩靖, 原田明, 技術情報協会誌, 技術情報協会, (2019), .

超分子構造変化による高分子ゲルアクチュエーター, 高島義徳, 大崎基史, 原田明, 日本光学会

誌, 日本光学会, 48 (2019), .

光で動くゲル, 原田明、高島義徳、大崎基史, 日本工学会誌, 日本工学会, 83 (2019), .

シクロデキストリンを用いた超分子マテリアルの創製, 原田明、山口浩靖、大崎基史, ファインケミカル, シー・エム・シー出版, (2019), .

巨視的レベルでの超分子組織体形成, 大崎基史, 高島義徳, 原田明, 超分子ポリマー, 化学同人, (2019), .

#### 特許

[1]「国内特許出願」電気化学デバイス用結着剤、電極合剤、電極、電気化学デバイス及び二次電池, 2020-036431

[2]「国内特許出願」ホスト基及び／又はゲスト基を有するシロキサン結合含有高分子化合物を含む樹脂材料, 2020-029737

[3]「国内特許出願」高分子複合材料、重合性単量体組成物及び高分子複合材料の製造方法, 2019-199311

[4]「国内特許出願」高分子及び繊維構造体を備えた高分子複合体, 2019-221026

[5]「国内特許出願」電気化学デバイス用結着剤、電極合剤、電極、電気化学デバイス及び二次電池, 2020-036430

[6]「国内特許出願」ポリロタキサン複合成形体及びその製造方法, 2020-031193

[7]「国内特許出願」高分子材料及びその製造方法, 2019-162441

[8]「国内特許出願」経皮電気刺激用電極ゲル及び経皮電気刺激方法、並びに、前庭電気刺激装置及び仮想現実体感装置, 2019-188135

[9]「国内特許出願」高分子材料及びその製造方法並びに高分子相溶化剤, 2019-162442

#### 科学研究費補助金

			単位：千円
基盤研究 (B)	ナノメータサイズの揃った空孔を有する超薄膜の調製		4,160
原田 明			
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	26,736
原田 明	三井化学株式会社	シクロデキストリン誘導体を活用した新規ポリウレタン材料の研究	0
原田 明	三井化学株式会社	シクロデキストリン誘導体を活用した新規ポリウレタン材料の研究	4,998
原田 明	LG Japan Lab 株式会社	ナノテクによる高強度ソフトマテリアルに関する研究	0
原田 明	LG Japan Lab 株式会社	ナノテクによる高強度ソフトマテリアルに関する研究	6,900
原田 明	トヨタ自動車株式会社	ホスト・ゲスト相互作用を活用した新材料の創生に関する研究	0
原田 明	トヨタ自動車株式会社	ホスト-ゲスト相互作用に基づく機能性向上材料の研究	12,980
原田 明	テルモ株式会社	自己修復ポリマー素材に関する共同研究	500



---

## ナノ機能材料デバイス研究分野

### 原著論文

- [1]Gate-Tunable Thermal Metal-Insulator Transition in VO<sub>2</sub> Monolithically Integrated into a WSe<sub>2</sub> Field-Effect Transistors, M. Yamamoto, R. Nouch, T. Kanki, A. N. Hattori, K. Watanabe, T. Taniguchi, K. Ueno and H. Tanaka: ACS Appl. Mater. and Inter., 11 (2019) 3224-3230.
- [2]Growth of vanadium dioxide thin films on hexagonal boron nitride flakes as transferrable substrates, S. Genchi, M. Yamamoto, K. Shigematsu, S. Aritomi, R. Nouchi, T. Kanki, K. Watanabe, T. Taniguchi, Y. Murakami and H. Tanaka: Sci. Rep., 9 (2019) 02857(1-9).
- [3]Single-step metal-insulator transition in thin film-based vanadium dioxide nanowires with a 20 nm electrode gap, Y. Tsuji, T. Kanki, Y. Murakami and H. Tanaka: Appl. Phys. Exp., 12 (2019) 025003(1-4).
- [4]Long-range propagation of protons in single-crystal VO<sub>2</sub> involving structural transformation to HVO<sub>2</sub>, K. Muraoka, T. Kanki: Sci. Rep., 9 (2019) 20093(1-8).
- [5]Effects of Off-Stoichiometry in the Epitaxial NdNiO<sub>3</sub> Film on the Suppression of Its Metal-Insulator-Transition Properties, T. Yamanaka, A. N. Hattori, L. N. Pamasi, S. Takemoto, K. Hattori, H. Daimon, K. Sato, H. Tanaka: ACS Appl. Electron. Mater., 1 (12) (2019) 2678-2683.
- [6]Three-dimensional Nanoconfinement Supports Verwey Transition in Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanowire at 10 nm length scale, R. Rakshit, A. N. Hattori, Y. Naitoh, H. Shima, H. Akinaga, H. Tanaka: Nano Lett., 19 (8) (2019) 5003-5010.
- [7]Shape-fitting analyses of two-dimensional X-ray diffraction spots for strain-distribution evaluation in a b-FeSi<sub>2</sub> nano film, S. Takemoto, K. Hattori, M. Someta, A. N. Hattori, H. Tanaka, K. Kurushima, Y. Otsuka, H. Daimon: J. Appl. Crystallography, 52 (4) (2019) 732-744.
- [8]Broad range thickness identification of hexagonal boron nitride by colors, Yuto Anzai, Mahito Yamamoto, Shingo Genchi, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Shuhei Ichikawa, Yasufumi Fujiwara, Hidekazu Tanaka: , 12 (5) (2019) 055007.
- [9]Barrier Formation at the Contacts of Vanadium Dioxide and Transition-Metal Dichalcogenides, Mahito Yamamoto, Ryo Nouchi, Teruo Kanki, Shu Nakaharai, Azusa N Hattori, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Yutaka Wakayama, Keiji Ueno, Hidekazu Tanaka: ACS applied materials & interfaces, 11 (40) (2019) 36871-36879.
- [10]Ultrafast reflectivity change of a vanadium dioxide induced by THz field enhanced by a metallic structure, Takehiro Tachizaki, Azusa N. Hattori, Hidekazu Tanaka, Hideki Hirori: Japanese Journal of Applied Physics, 58 (2019) 083002-1-083002-4.
- [11]An experimental insight of the multiferroic properties of magnetoelectrically coupled xLNCZFO+(1-x)BSTDO composites, Mithun Kumar Das., M.A. Zubair, Hidekazu Tanaka, A.K.M. Akther Hossain: Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 502 (2020) 166449.
- [12]Interplay between the ferrimagnetic and ferroelectric phases on the large magnetoelectric coupling of xLi<sub>0.1</sub>Ni<sub>0.2</sub>Mn<sub>0.6</sub>Fe<sub>2.1</sub>O<sub>4</sub>-(1-x)Bi<sub>0.8</sub>Dy<sub>0.2</sub>FeO<sub>3</sub> composites, A. A. Momin, Roksana Parvin, M. Shahjahan, Md. Fakhru Islam, Hidekazu Tanaka & A. K. M. Akther Hossain: Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 31 (2019) 511-525.

### 国際会議

- [1]Electrical attractive force-driven conductivity modulation in single-crystal VO<sub>2</sub>-based 3D nano-bridge

transistors (oral), T. Kanki, H. Tanaka: 26TH INTERNATIONAL WORKSHOP ON OXIDE ELECTRONICS (iWOE 26).

[2] Investigation of relationship between electronic conductivity and anisotropic strain in single crystal VO<sub>2</sub> on flexible sheets (oral), F. Endo, T. Kanki, H. Tanaka: IIT Seminar, Italy.

[3] Neuromorphic control system with SR and its application to multi-degree-of-freedom actuator array systems (oral), T. Kanki: IIT Seminar, Italy.

[4] Carrier injection from VO<sub>2</sub> into MoS<sub>2</sub> and WSe<sub>2</sub> (oral), Mahito Yamamoto, Ryo Nouchi(阪府大), Teruo Kanki, Azusa N. Hattori, Shu Nakahara(物材機構), Kenji Watanabe(物材機構), Takashi Taniguchi(物材機構), Yutaka Wakayama(物材機構), Keiji Ueno(埼玉大), Hidekazu Tanaka: Annual Meeting of the Physical Society of Taiwan.

[5] Growth and characterization of VO<sub>2</sub> thin films on hexagonal boron nitride (poster), Shingo GENCHI, Koji SHIGEMATSU(九大), Shodai ARITOMI(九大), Mahito YAMAMOTO, Teruo KANKI, Kenji WATANABE(物材機構), Takashi TANIGUCHI(物材機構), Yasukazu MURAKAMI(九大), Hidekazu Tanaka: The 22nd SANKEN International Symposium.

[6] Growth and characterization of VO<sub>2</sub> on hexagonal boron nitride (poster), S. Genchi, M. Yamamoto, T. Kanki, K. Watanabe(物材機構), T. Taniguchi(物材機構), and H. Tanaka: 5th Interactive Materials Science Cadet International Symposium 2018.

[7] Steep-Slope Transistors Based on 2D Semiconductors Contacted with the Phase-Change Material VO<sub>2</sub> (oral), Mahito Yamamoto, Teruo Kanki, Azusa Hattori, Ryo Nouchi(阪府大), Kenji Watanabe(物材機構), Takashi Taniguchi(物材機構), Keiji Ueno(埼玉大), Hidekazu Tanaka: 2019 MRS Spring Meeting and Exhibit.

[8] Control of electrical properties on transition metal oxide thin films via protonic-electronic coupling (oral), TANAKA, Hidekazu; N. HATTORI, Azusa; YAMANAKA, Takashi; KAWAMOTO, Daiki; HAYASHI, Keiichiro: The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies.

[9] Effective Voltage Control of Resistance Modulation in VO<sub>2</sub> by Gating through Hexagonal Boron Nitride (poster), Yuto Anzai, Mahito Yamamoto, Shingo Genchi, Teruo Kanki, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Hidekazu Tanaka: 2019 Materials Research Society FALL MEETING & EXHIBIT.

[10] Electron Transport Cathode Luminescence Microscope for the Phase - Separated Transition Metal Oxides (oral), Hidekazu Tanaka, Azusa N. Hattori, Masayoshi Ichimiya, Rupali Rakshit, Ken Hattori, Masaaki Ashida: MTMATERIALS RESEARCH MEETING 2019.

[11] Control of electrical properties on transition metal oxide thin films via protonic-electronic coupling (oral), Hidekazu Tanaka, Azusa N. Hattori: 1st International Symposium "Hydrogenomics".

[12] Basic and Application of Electronic Phase Change Oxide the films (plenary), TANAKA, Hidekazu: International Conference on Physics-2020.

[13] Verwey Transition Dynamics of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Microwire Driven by Intense Terahertz Pulse (poster), Rupali Rakshit, Azusa N. Hattori, Masaya Nagai, Goro Isoyama, Hidekazu Tanaka: 26TH INTERNATIONAL WORKSHOP ON OXIDE ELECTRONICS.

[14] Creation of Atomically-Ordered Side- and Facet-Surfaces on the Three-Dimensionally Architected Si Structures (oral), Azusa N. Hattori, Shohei Takemoto, Ken Hattori, Hiroshi Daimon, Hidekazu Tanaka: 19th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy.

解説、総説

原子層制御したシリコン三次元立体表面構造の創製・観察技術, 服部梓, 竹本昌平, 楊昊宇, 服部賢, 大門寛, 田中秀和, 表面と真空, 日本表面真空学会, 62(7) (2019), 427-432.

### 著書

[1]機能性酸化物エレクトロニクスへの応用 (松井慎二)“ナノインプリント技術ハンドブック”, 田中 秀和, オーム社, 1 (573-579) 2019.

### 特許

[1]「国内特許出願」 ゆらぎ発振器及び信号検知装置, 特願 2020-010951

[2]「国内特許出願」 ゆらぎ発振器及びロボット, 特願 2020-005481

[3]「国内成立特許」 ゆらぎ発振器、信号検知装置、及び表示装置, 特許第 6644279 号

[4]「国際成立特許」 ゆらぎ発振器、信号検知装置、及び表示装置, US10,404,237

[5]「国内成立特許」 薄膜構造体、及び薄膜構造体の製造方法、並びに半導体デバイス, 特許第 6471921

[6]「国際成立特許」 薄膜構造体、及び薄膜構造体の製造方法、並びに半導体デバイス,

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

神吉 輝夫 2nd International Workshop on Micro-Actuators (実行委員長)

神吉 輝夫 MEMRISYS2020 (プログラム委員)

田中 秀和 The 26th International Workshop on Oxide Electronics (組織委員)

### 国内学会

第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 6 件

第 23 回産研国際シンポジウム 5 件

第 67 回応用物理学会春季講演会 1 件

新学術領域研究「ハイドロジェノミクス」 - 高次水素機能による革新的材料・デバイス・反応プロセスの創成 第 4 回全体会議 1 件

スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会 1 件

SPring-8 ユーザー協同体 顕微ナノ材料科学研究会・日本表面真空学会 放射光表面科学研究部会・日本表面真空学会 プローブ顕微鏡研究部会 合同シンポジウム 1 件

### 取得学位

修士 (工学) 単結晶 VO<sub>2</sub> における異方性結晶歪みと電気伝導特性との相関解明

遠藤 史也

修士 (工学) 六方晶窒化ホウ素上における VO<sub>2</sub> 薄膜の成長と金属-絶縁体相転移特性の評価

玄地 真悟

修士 (工学) NdNiO<sub>3</sub> ナノ細線における電気伝導特性とナノ電子相との相関解明

山中 天志

修士 (工学) 電界効果による単結晶 VO<sub>2</sub> ナノワイヤーの 抵抗変調と幅依存性

近成 将司

### 科学研究費補助金

		単位: 千円
基盤研究 (A)	三次元酸化ナノ構造によるナノ電子相制御デバイスの創製	13,260
田中 秀和		
新学術領域研究	ナノ領域水素反応場を有する遷移金属酸化物プロトニクスデバイスの形成	2,080
田中 秀和		
挑戦的研究萌芽	単結晶酸化バナジウム超薄膜における超高速プロトニクスデバイスの創製	3,900
田中 秀和		

若手研究	モノリシック型相転移トランジスタの高性能化と論理回路への応用	3,510	
山本 真人			
基盤研究 (B)	10nm 空間制御による強相関金属酸化物ナノ相分離起源解明への実験的アプローチ	5,070	
服部 梓			
<b>受託研究</b>			
田中 秀和	研究推進・産学連携部 ハイブリッド強相関酸化物ナノデバイスの創製とその応用に関する研究プロジェクト推進係	500	
<b>奨学寄附金</b>			
神吉 輝夫	神吉輝夫	1,000	
山本 真人	公益財団法人村田学術振興財団 理事長 村田 恒夫	2,900	
<b>共同研究</b>			
神吉 輝夫	ダイキン工業株式会社	ダイキン事業直結テーマの技術調査と新市場創造テーマの探索および事業・技術性評価	1,500
田中 秀和	国立研究開発法人物質・材料研究機構 (NIMS)	硬 X 線光電子分光による強相関酸化物機能性ナノ材料の研究	0
田中 秀和	株式会社村田製作所	三次元ナノヘテロ構造形成と磁性応用に関する研究	3,000
<b>その他の競争的研究資金</b>			
神吉 輝夫	日本学術振興会 (二国間交流事業・イタリア)	機能性酸化物ナノ電気機械素子による巨大電気-機械変換と高感度センシングの実証	1,459
神吉 輝夫	大阪大学 Innovation Bridge グラント	微弱バイタルサインのマルチ検出ユニット開発	4,480
田中 秀和	大学共同利用機関法人自然科学研究機構分子科学研究所 (文部科学省の再委託)	分子・物質合成プラットフォーム	28,919
田中 秀和	日東電工株式会社	希土類ニッケル酸化物 $\text{ReNiO}_3$ の作製と評価に関する相談	770

## ナノ極限ファブリケーション研究分野

### 原著論文

[1]二帯域同時マイケルソン干渉計型バンチ長測定装置の開発, 野澤 一太, 菅 晃一, 神戸 正雄, 楊 金峰, 近藤 孝文, 吉田 陽一: Journal of the Particle Accelerator Society of Japan, 16 (1) (2019) 2-14.

[2]Relativistic ultrafast electron microscopy: Single-shot diffraction imaging with femtosecond electron pulses, Article ID 9739241, Jinfeng Yang, Yoichi Yoshida: Advances in Condensed Matter Physics, 2019 (2019) 1-6.

[3]Terahertz Radiation from Combined Metallic Slit Arrays, Dazhi Li, Makoto Nakajima, Masahiko Tani, Jinfeng Yang, Hideaki Kitahara, Masaki Hashida, Makoto Asakawa, Wenxin Liu, Yanyu Wei, Ziqiang Yang: Scientific Reports, 9 (2019) 1-8.

[4]Improvement of 6D brightness by a 1.4-cell photocathode RF gun for MeV ultrafast electron diffraction, Y. Song, J. Yang, C. Tsai, K. Fan: Journal of Physics: Conference Series, 1350 (2019) 012048.

[5]New crystallography using relativistic femtosecond electron pulses, Jinfeng Yang: Impact, 2019 (10) (2019) 76-78.

[6]A compact ultrafast electron diffractometer with relativistic femtosecond electron pulses, Jinfeng Yang,

Kazuki Gen, Nobuyasu Naruse, Shouichi Sakakihara, Yoichi Yoshida: Quantum Beam Science, 4 (1) (2020) 4.

[7]Ultrafast electron microscopy: Reinventing femtosecond atomic-scale imaging, J. Yang: Research OUTREACH, 112 (2020) 26-29.

#### 国際会議

[1]Relativistic Femtosecond-pulsed Electron Microscopy (invited), Jinfeng Yang: The 6th international congress on microscopy & spectroscopy.

[2]Spatio-temporal Analysis Of Terahertz Electric Field Of Coherent Transition Radiation (oral), Koichi Kan, Masao Gohdo, Jinfeng Yang, Yoichi Yoshida: IRMMW-THz 2019.

[3]Ultrafast electron microscopy (UEM) with relativistic femtosecond electron pulses (invited), Jinfeng Yang: International Forum on Microscopy(IF2019).

[4]Ultrafast electron microscopy (UEM) with relativistic femtosecond electron pulses (invited), Jinfeng Yang: The 7th Annual Conference of AnalytiX-2019(Europe).

[5]Ultrafast electron microscopy with relativistic femtosecond electron pulses (poster), Jinfeng Yang, Kazuki Gen, Koichi Kan, Masao Ghodo, and Yoichi Yoshida: The 23rd SANKEN International Symposium The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[6]THz Measurement of Femtosecond Electron Beam (poster), Koichi Kan, Jinfeng Yang, Masao Gohdo, Yoichi Yoshida: The 23rd SANKEN International Symposium The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[7]Femtosecond relativistic electron diffraction (poster), Kazuki Gen, Jinfeng Yang, Masao Gohdo, Koichi Kan, Yoichi Yoshida: The 23rd SANKEN International Symposium The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

[8]Femtosecond pulse radiolysis study on primary process of radiation chemistry of liquid alkane (oral), Yoichi Yoshida: 14th Tihany Symposium on Radiation Chemistry.

[9]Femtosecond pulse radiolysis study re-investigation of radiation chemistry of carbon tetrachloride-(poster), Masao Gohdo, Takafumi Kondoh, Kazuki Araki, Koichi Kan, Jinfeng Yang, Yoichi Yoshida: ICRR2019.

#### 著書

[1]Femtosecond electron diffraction using relativistic electron pulses (楊 金峰)“Novel Imaging and Spectroscopy”, Jinfeng Yang, IntechOpen, 978-1-83880-051-2 (ISBN) (8-25) 2020.

[2]Femtosecond pulse radiolysis (楊 金峰)“Novel Imaging and Spectroscopy”, Jinfeng Yang, Koichi Kan, Masao Gohdo, Yoichi Yoshida, IntechOpen, 978-1-83880-051-2 (ISBN) (26-45) 2020.

[3]Introductory Chapter: 4D Imaging (楊 金峰)“Novel Imaging and Spectroscopy”, Jinfeng Yang, Hidehiro Yasuda, IntechOpen, 978-1-83880-051-2 (ISBN) (1-7) 2020.

#### 特許

[1]「国内特許出願」アルデヒド除去材, 2020-020677

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

吉田 陽一 The 14th meeting of the "Ionizing Radiation and Polymers" symposium, IRaP2020 (大会長)

神戸 正雄 The 14th meeting of the "Ionizing Radiation and Polymers" symposium, IRaP2020

	(事務局長)	
田川 精一	The 14th meeting of the "Ionizing Radiation and Polymers" symposium, IRaP2020 (プログラム委員)	
柴田 裕実	The 14th meeting of the "Ionizing Radiation and Polymers" symposium, IRaP2020 (プログラム委員)	
楊 金峰	The 14th meeting of the "Ionizing Radiation and Polymers" symposium, IRaP2020 (幹事)	
菅 晃一	The 14th meeting of the "Ionizing Radiation and Polymers" symposium, IRaP2020 (幹事)	

#### 国内学会

高輝度・高周波電子銃研究会		2 件
アイソトープ・放射線研究発表会		2 件
日本加速器学会年会		3 件
日本原子力学会		4 件
日本物理学会年次大会		1 件
日本顕微鏡学会学術講演会		2 件

#### 取得学位

学士 (工学)	ハロメタン中における量子ビーム誘起化学初期過程の再検討	
荒木 一希		
学士 (工学)	レーザー変調によるアト秒電子ビーム発生に関する研究	
上野 浩一		
学士 (工学)	電気光学結晶を用いた電子ビーム測定に関する研究	
百々 海		

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (A)	アト秒パルスラジオリシスによる超高速熱化・緩和過程に関する研究	13,390
吉田 陽一		
基盤研究 (A)	フェムト秒超短パルス電子ビームが拓く電子線結晶学の展開	11,700
楊 金峰		
基盤研究 (C)	レーザー変調を用いたアト秒電子ビームパルス発生の研究	1,430
菅 晃一		
基盤研究 (C)	電子・光 2 段階起フェムト秒パルスラジオリシスによる溶媒和電子の電子励起状態の研究	525
神戸 正雄		

#### 受託研究

菅 晃一	総務省	電子ビーム・メタマテリアル相互作用に基づく高指向性テラヘルツ電磁波放射源の研究開発	2,340
川上 茂樹	近畿経済産業局	農産物の輸出に向けた長期品質保持を実現するカテキン・酸素水ナノミスト技術の開発	29,344

#### 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		4,000
-------	----------------------	--	-------

#### 共同研究

吉田 陽一	ダイキン工業株式会社	電子線によるフッ素・非フッ素樹脂の改質	0
吉田 陽一	ダイキン工業株式会社	電子線によるフッ素・非フッ素樹脂の改質	1,575
吉田 陽一	日本原子力研究開発機構 (JAEA)	パルスラジオリシス法を用いた非均質反応場等での過渡現象に関する研究	0
川上 茂樹	名和産業株式会社	活性酸素含有水の品質管理法の確立	0

川上 茂樹	日新技研株式会社	機能水を用いた殺菌技術・抗菌性酸素水などの検証	0
川上 茂樹	株式会社サカタのタネ 日新技研株式会社	高濃度酸素水を用いた植物病原菌の増殖抑制に関する条件検討	1,000
川上 茂樹	株式会社エバートロン	革新的鮮度維持技術による生鮮品輸出実証プロジェクト	0
川上 茂樹	株式会社ビズジーン、 株式会社プロテクティア	農産物の輸出に向けた長期品質保持を実現するカテキン・酸素水ナノミスト技術の開発	0

---

## ナノ構造・機能評価研究分野

### 原著論文

- [1]Reversible gas–solid reaction in an electronically-stimulated palladium nanogap, Takehiro Tamaoka, Ryotaro Aso, Hideto Yoshida, Seiji Takeda: *Nanoscale*, 11 (18) (2019) 8715-8717.
- [2]Impact of Ar atom irradiation on the crystallinity of GaAs/Si interfaces fabricated by surface activated bonding at room temperature, Yutaka Ohno, Reina Miyagawa, Hideto Yoshida, Seiji Takeda, Jianbo Liang, Naoteru Shigekawa: *Proceedings of 2019 6th International Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration*, (2019) 2.
- [3]Artifacts in the structural analysis of SAB-fabricated interfaces by using focused ion beam, Yutaka Ohno, Hideto Yoshida, Naoto Kamiuchi, Ryotaro Aso, Seiji Takeda, Yasuo Shimizu, Naoki Ebisawa, Yasuyoshi Nagai, Jianbo Liang, Naoteru Shigekawa: *Proceedings of 2019 6th International Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration*, (2019) 55.
- [4]Visualizing progressive atomic change in metal surface structure made by ultrafast electronic interaction in ambient environment, Ryotaro Aso, Yohei Ogawa, Takehiro Tamaoka, Hideto Yoshida, Seiji Takeda: *Angewandte Chemie International Edition*, 58 (45) (2019) 16028-16032.
- [5]Substantial narrowing on the width of “concentration window” of hydrothermal ZnO nanowires via ammonia addition, Daiki Sakai, Kazuki Nagashima, Hideto Yoshida, Masaki Kanai, Yong He, Guozhu Zhang, Xixi Zhao, Tsunaki Takahashi, Takao Yasui, Takuro Hosomi, Yuki Uchida, Seiji Takeda, Yoshinobu Baba, Takeshi Yanagida: *Scientific Reports*, 9 (2019) 14160.
- [6]Impact of focused ion beam on structural and compositional analysis of interfaces fabricated by surface activated bonding, Yutaka Ohno, Hideto Yoshida, Naoto Kamiuchi, Ryotaro Aso, Seiji Takeda, Yasuo Shimizu, Yasuyoshi Nagai, Jianbo Liang, Naoteru Shigekawa: *Japanese Journal of Applied Physics*, 59 (2019) SBBB05.
- [7]Synthesis of monodispersedly sized ZnO nanowires from randomly sized seeds, Xixi Zhao, Kazuki Nagashima, Guozhu Zhang, Takuro Hosomi, Hideto Yoshida, Yuya Akihiro, Masaki Kanai, Wataru Mizukami, Zetao Zhu, Tsunaki Takahashi, Masaru Suzuki, Benjarong Samransuksamer, Gang Meng, Takao Yasui, Yuriko Aoki, Yoshinobu Baba, Takeshi Yanagida: *Nano Letters*, 20 (1) (2019) 599-605.
- [8]Impact of the spatial organization of bifunctional metal-zeolite catalysts for hydroisomerization of light alkanes, Kang Cheng, Lars I. van der Wal, Hideto Yoshida, Jogchum Oenema, Justine Harmel, Zhaorong Zhang, Glenn Sunley, Jovana Zečević, Krijn P. de Jong: *Angewandte Chemie International Edition*, 59 (9) (2019) 3592-3600.
- [9]Enhancement of CO<sub>2</sub> adsorption on biochar sorbent modified by metal incorporation, Nurul Azrin Zubabri, Abdul Rahman Mohamed, Naoto Kamiuchi, Maedeh Mohammadi: *Environmental Science and Pollution Research* volume, 27 (2020) 11809-11829.
- [10]Cobalt nanocrystals on carbon nanotubes in the Fischer-Tropsch synthesis: Impact of support

oxidation, Tom W. van Deelen, Hideto Yoshida, Ramon Oord, Jovana Zečević, Bert M. Weckhuysen, Krijn P. de Jong: Applied Catalysis A: General, 593 (2020) 117441.

[11]Characterization of nanoscopic Cu/diamond interfaces prepared by surface-activated bonding: implications for thermal management, Jianbo Liang, Yutaka Ohno, Yuichiro Yamashita, Yasuo Shimizu, Shinji Kanda, Naoto Kamiuchi, Seongwoo Kim, Koyama Koji, Yasuyoshi Nagai, Makoto Kasu, Naoteru Shigekawa: ACS Applied Nano Materials, 3 (3) (2020) 2455-2462.

### 国際会議

[1]Surface Dynamics in Nanoporous Gold Catalysts under Reaction Environment (poster), Naoto Kamiuchi, Keju Sun, Hideto Yoshida, Seiji Takeda: The 6th International Symposium on Advanced Microscopy and Theoretical Calculations.

[2]Self-Activated Surface Dynamics in Gold Catalysts (poster), Naoto Kamiuchi, Keju Sun, Hideto Yoshida, Seiji Takeda: The 26th meeting of the North American Catalysis Society, NAM26.

[3]Self-Activated Surface Dynamics in Nanoporous Gold Catalyst (oral), Naoto Kamiuchi, Keju Sun, Hideto Yoshida, Seiji Takeda: 14th European Congress on Catalysis, EuropaCat 2019.

[4]Atomic scale analysis of the metal surface structure in working nanogap electrodes (poster), Ryotaro Aso, Yohei Ogawa, Takehiro Tamaoka, Naoto Kamiuchi, Hideto Yoshida, Seiji Takeda: The 23rd SANKEN International Symposium.

[5]Dynamic active structure of nanoporous gold catalyst in CO oxidation reaction (poster), Naoto Kamiuchi, Ryotaro Aso, Masakazu Tane, Hideto Yoshida, Seiji Takeda: The 23rd SANKEN International Symposium.

[6]Formation of a palladium nitride compound in an electronically-stimulated palladium nanogap (poster), Hideto Yoshida, Takehiro Tamaoka, Ryotaro Aso, Naoto Kamiuchi, Seiji Takeda: The 23rd SANKEN International Symposium.

### 国内学会

研究領域 「微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出」 令和元年度 第1回合同領域会議	1件
第9回 物質・デバイス領域共同研究拠点活動報告会、平成30年度ダイナミック・アライアンス成果報告会	1件
2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会	1件
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 ～環境エネルギー 物質・デバイス・プロセス (G2) グループ分科会	1件
第75回学術講演会・第4回産研ホームカミングデイ	1件
第7回元素戦略に基づいた触媒設計シンポジウム	1件
第125回触媒討論会	1件
2020年第67回応用物理学会春季学術講演会	1件

### 取得学位

修士 (工学) 沢田 遼太	Pt/ゼオライト触媒における Pt ナノ粒子形成に関する研究
修士 (工学) 秦 研人	Pt/CeO <sub>2</sub> 触媒の表面電子状態と低温での活性構造

### 科学研究費補助金

基盤研究 (C) 神内 直人	環境触媒の再活性化を目指した再分散現象の解明	単位: 千円 1,011
----------------	------------------------	-----------------



若手研究 麻生 亮太郎	高速高分解能測定による原子分子ダイナミクスの実時間解析	1,040
共同研究 吉田 秀人	東北大学金属材料研究所 シリコン結晶における2次元ポリモ ルフィック粒界の形成機構	220

---

## ナノ機能予測研究分野

### 原著論文

- [1] Hydrogenation, dehydrogenation of  $\alpha$ -tetragonal boron and its transition to  $\delta$ -orthorhombic boron, N. Uemura, K. Shirai, J. Kunstmann, E. A. Ekimov, and Y. B. Lebed: *J. Phys.: Mater.*, 2 (2019) 045004/1-13.
- [2] Gettering of Cu in self-ion irradiated silicon studied by positron annihilation spectroscopy, K. Matsukawa, M. Fujinami, K. Shirai, K. Oguma, T. Akahane, R. Suzuki, and T. Ohdaira: *Jpn. J. Appl. Phys.*, 58 (2019) 096501/1-6.
- [3] Spectral dependence of the third-order optical susceptibility of Au nanostructures: Experiments and first-principles calculations, B. Zhang, R. Sato, H. Momida, T. Ohno, M. Chundak, M. Naito, M. Yoshitake, and Y. Takeda: *Phys. Rev. B*, 100 (2019) 035446/1-9.
- [4] First-principles study of Na-Ion battery performance and reaction mechanism of tin sulfide as negative electrode, H. Kotaka, H. Momida, A. Kitajou, S. Okada, and T. Oguchi: *Chem. Rec.*, 19 (2019) 811-816.
- [5] Amorphous  $x\text{NaF-FeSO}_4$  systems ( $1 \leq x \leq 2$ ) with excellent cathode properties for sodium-ion batteries, A. Kitajou, H. Momida, T. Yamashita, T. Oguchi, and S. Okada: *ACS Appl. Energy Mater.*, 2 (2019) 5968-5974.
- [6] First-principles study of x-ray absorption spectra in  $\text{NaFeSO}_4\text{F}$  for exploring Na-ion battery reactions, H. Momida, A. Kitajou, S. Okada, and T. Oguchi: *J. Phys. Soc. Jpn.*, 88 (2019) 124709/1-6.
- [7] Significant role of oxygen redox reaction with  $\text{O}_2$ -release in Li-excess cation-disordered rock-salt cathodes  $\text{Li}_{2+2x}\text{Mn}_{1-x}\text{Ti}_{1-x}\text{O}_4$ : First-principles calculations, M. Hamaguchi, H. Momida, and T. Oguchi: *Electrochim. Acta*, 330 (2020) 135286/1-8.
- [8] Possible emergence of a skyrmion phase in ferroelectric  $\text{GaMo}_4\text{S}_8$ , H.-M. Zhang, J. Chen, P. Barone, K. Yamauchi, S. Dong, and S. Picozzi: *Phys. Rev. B*, 99 (2019) 214427/1-8.
- [9] Bulk Rashba effect in multiferroics: A theoretical prediction for  $\text{BiCoO}_3$ , K. Yamauchi, P. Barone, and S. Picozzi: *Phys. Rev. B*, 100 (2019) 245115/1-5.
- [10] Evidence for bulk nodal loops and universality of Dirac-node arc surface states in  $\text{ZrGeX}_c$  ( $X_c = \text{S, Se, Te}$ ), T. Nakamura, S. Souma, Z. Wang, K. Yamauchi, D. Takane, H. Oinuma, K. Nakayama, K. Horiba, H. Kumigashira, T. Oguchi, T. Takahashi, Y. Ando, and T. Sato: *Phys. Rev. B*, 99 (2019) 245105/1-11.
- [11] Dimensionality reduction and band quantization induced by potassium intercalation in  $1T\text{-HfTe}_2$ , Y. Nakata, K. Sugawara, A. Chainani, K. Yamauchi, K. Nakayama, S. Souma, P.-Y. Chuang, C.-M. Cheng, T. Oguchi, K. Ueno, T. Takahashi, and T. Sato: *Phys. Rev. Mater.*, 3 (2019) 071001(R)/1-6.
- [12] Topology analysis for anomalous Hall effect in the noncollinear antiferromagnetic states of  $\text{Mn}_3\text{AN}$  ( $A = \text{Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Pd, In, Sn, Ir, Pt}$ ), V. T. N. Huyen, M.-T. Suzuki, K. Yamauchi, and T. Oguchi: *Phys. Rev. B*, 100 (2019) 094426/1-9.
- [13] Conversion of a conventional superconductor into a topological superconductor by topological proximity effect, C. X. Trang, N. Shimamura, K. Nakayama, S. Souma, K. Sugawara, I. Watanabe, K.

Yamauchi, T. Oguchi, K. Segawa, T. Takahashi, Y. Ando, and T. Sato: *Nature Commun.*, 11 (2020) 159/1-6.

[14] Half-metallicity of  $Mn_2VAI$  ferrimagnet revealed by resonant inelastic soft x-ray scattering, R. Y. Umetsu, H. Fujiwara, K. Nagai, Y. Nakatani, M. Kawada, A. Sekiyama, F. Kuroda, H. Fujii, T. Oguchi, Y. Harada, J. Miyawaki, and S. Suga: *Phys. Rev. B*, 99 (2019) 134414/1-10.

[15] Atomic and effective pair interactions in FeC alloy with point defects: A cluster expansion study, T. Q. Nguyen, M. C. S. Escano, K. Sato, Y. Shibutani, T. Oguchi, and T. Mohri: *ISIJ International*, 59 (2019) 2343-2351.

[16] Asymmetric phosphorus incorporation in homoepitaxial P-doped (111) diamond revealed by photoelectron holography, T. Yokoya, K. Terashima, A. Takeda, T. Fukura, H. Fujiwara, T. Muro, T. Kinoshita, H. Kato, S. Yamasaki, T. Oguchi, T. Wakita, Y. Muraoka, and T. Matsushita: *Nano Lett.*, 19 (2019) 5915-5919.

[17] Experimental verification of the origin of positive linear magnetoresistance in  $CoFe(V_{1-x}Mn_x)Si$  Heusler alloys, S. Yamada, S. Kobayashi, A. Masago, L. S. R. Kumara, H. Tajiri, T. Fukushima, S. Abo, Y. Sakuraba, K. Hono, T. Oguchi, and K. Hamaya: *Phys. Rev. B*, 100 (2019) 195137/1-6.

[18] Sparse modeling of chemical bonding in binary compounds, Y. Kanda, H. Fujii, and T. Oguchi: *Sci. Tech. Adv. Mater.*, 20 (2019) 1178-1188.

[19] Spectroscopic evidence of quasi-one-dimensional metallic Rashba spin-split states on the  $Si(111)5\times 2$ -Au surface, K. Taguchi, K. Sumida, Y. Okuda, K. Miyamoto, A. Kimura, T. Oguchi, and T. Okuda: *Phys. Rev. B*, 101 (2020) 045430/1-8.

[20] Manipulation of saturation magnetization and perpendicular magnetic anisotropy in epitaxial  $Co_xMn_{4-x}N$  films with ferrimagnetic compensation, K. Ito, Y. Yasutomi, S. Zhu, M. Nurmamat, M. Tahara, K. Toko, R. Akiyama, Y. Takeda, Y. Saitoh, T. Oguchi, A. Kimura, and T. Suemasu: *Phys. Rev. B*, 101 (2020) 104401/1-8.

[21] Adjusting the descriptor for a crystal structure search using Bayesian optimization, Nobuya Sato, Tomoki Yamashita, Tamio Oguchi, Koji Hukushima, and Takashi Miyake: *Phys. Rev. Mater.*, 4 (2020) 033801/1-9.

## 国際会議

[1] Searching Efficiency of Bayesian Optimization and Evolutionary Algorithm in Crystal Structure Prediction (poster), T. Yamashita, S. Kanehira, N. Sato, H. Kino, K. Tsuda, T. Miyake, and T. Oguchi: 10th International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT2019), Marina Bay Sands, Singapore, June 25, 2019.

[2] Linearly Independent Descriptor Generation Method for Sparse Modeling (poster), H. Fujii, T. Fukushima, and T. Oguchi: 10th International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT2019), Marina Bay Sands, Singapore, June 25, 2019.

[3] Design of All Heusler Based Semimetal GMR Junction by First-Principles Calculations (oral), F. Kuroda, T. Fukushima, and T. Oguchi: 10th International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT2019), Marina Bay Sands, Singapore, June 25, 2019.

[4] Ab-Initio Exploration of Heusler Alloys for Spintronic Applications (invited), T. Oguchi: 10th International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT2019), Marina Bay Sands, Singapore, June 25, 2019.

[5] Materials Design of Heusler Alloys for Spintronics (plenary), T. Oguchi: International conference

AMM-2019 "Ab-initio modeling of advanced materials" (AMM2019), Yekaterinburg, Russia, September 10, 2019.

[6] Order-Disorder Transition between  $\delta$ -O and  $\alpha$ -T boron (oral), K. Shirai, N. Uemura, J. Kunstmann, E. A. Ekimov, Y. B. Lebed: 20th International Symposium on Boron, Borides and Related Materials (ISBB 2019), Niigata, Japan, September 22-27, 2019.

[7] Li Doping to Boron at High Pressures (poster), K. Shirai and K. Kimura: 20th International Symposium on Boron, Borides and Related Materials (ISBB 2019), Niigata, Japan, September 22-27, 2019.

[8] Theoretical Study on the Structure of  $B_{13}N_2$  (poster), K. Shirai: 20th International Symposium on Boron, Borides and Related Materials (ISBB 2019), Niigata, Japan, September 22-27, 2019.

[9] First-principles study on electric field control of magnetism in bilayer  $VI_3$  (poster), T. P. T. Nguyen, K. Yamauchi, and T. Oguchi: The 22nd Asian Workshop on First Principles Electronic Structure Calculations (ASIAN-22), Osaka, Japan, October 28-30, 2019.

[10] First-Principles Study of Piezoelectricity in Nanostructured Wurtzite Materials (poster), Hiroyoshi Momida and Tamio Oguchi: The 22nd Asian Workshop on First Principles Electronic Structure Calculations (ASIAN-22), Osaka, Japan, October 28-30, 2019.

[11] Topology analysis for anomalous Hall effect in magnetic octupole  $Mn_3AN$  (poster), Vu Thi Ngoc Huyen, Michi-To Suzuki, Kunihiko Yamauchi, and Tamio Oguchi: The 22nd Asian Workshop on First Principles Electronic Structure Calculations (ASIAN-22), Osaka, Japan, October 28-30, 2019.

[12] First-principles study on the origin of structural stability of Mg- $M$ -Y ( $M = Ni, Cu, Co,$  and  $Zn$ ) alloys with long-period stacking ordered structure (poster), Takao Tsumuraya and Tamio Oguchi: The 22nd Asian Workshop on First Principles Electronic Structure Calculations (ASIAN-22), Osaka, Japan, October 28-30, 2019.

[13] Direct and inverse magnetocaloric effects of FeRh alloy (poster), Hung Tran Ba, Tetsuya Fukushima, Kazunori Sato, and Tamio Oguchi: The 22nd Asian Workshop on First Principles Electronic Structure Calculations (ASIAN-22), Osaka, Japan, October 28-30, 2019.

[14] First-principles study on magnetism and phase stability of antiferromagnetic  $V_2$  based Heusler alloys (poster), F. Kuroda, T. Fukushima, and T. Oguchi: The 22nd Asian Workshop on First Principles Electronic Structure Calculations (ASIAN-22), Osaka, Japan, October 28-30, 2019.

[15]  $O_2$ -release and Structure Evolution of Layered  $Li_{1.2}M_{0.4}M'_{0.4}O_2$  ( $M, M' = Cr, Mn, Ti$ ) Cathodes for Li-Ion Batteries: First-Principles Calculations (poster), Motoyuki Hamaguchi, Hiroyoshi Momida, and Tamio Oguchi: The 22nd Asian Workshop on First Principles Electronic Structure Calculations (ASIAN-22), Osaka, Japan, October 28-30, 2019.

[16] Parameter in a Descriptor for Efficient Crystal Structure Search Using the Bayesian Optimization (poster), Nobuya Sato, Tomoki Yamashita, Tamio Oguchi, Koji Hukushima, and Takashi Miyake: The 22nd Asian Workshop on First Principles Electronic Structure Calculations (ASIAN-22), Osaka, Japan, October 28-30, 2019.

[17] Bulk Rashba Effect in Ferroelectric Transition-Metal Oxides (poster), Kunihiko Yamauchi, Paolo Barone, and Silvia Picozzi: The 22nd Asian Workshop on First Principles Electronic Structure Calculations (ASIAN-22), Osaka, Japan, October 28-30, 2019.

[18] A Novel Method of Removing Defects from  $\alpha$ -T boron (poster), K. Shirai, N. Uemura, J. Kunstmann, E. A. Ekimov, Y. B. Lebed: The 22nd Asian Workshop on First Principles Electronic

Structure Calculations (ASIAN-22), Osaka, Japan, October 28-30, 2019.

[19] Cu<sub>4</sub> Complex in Silicon and Impurity Reaction between Cu<sub>4</sub> and Hydrogen (poster), T. Fujimura and K. Shirai: The 22nd Asian Workshop on First Principles Electronic Structure Calculations (ASIAN-22), Osaka, Japan, October 28-30, 2019.

[20] Control of magnetism in bilayer VI<sub>3</sub> by an external electric field (oral), T. P. T. Nguyen, K. Yamauchi, T. Oguchi: Joint 5th International Symposium on Frontiers in Materials Science & 3rd Nanomaterials, Technology and Applications (FMS 2019 & NANOMATA 2019), Da Nang, Viet Nam, November 12, 2019.

[21] Hybrid Algorithm of Bayesian Optimization and Evolutionary algorithm in Crystal Structure Prediction (oral), T. Yamashita, S. Kanehira, N. Sato, H. Kino, K. Tsuda, T. Miyake, T. Oguchi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[22] First-Principles Calculations of X-Ray Absorption Spectra in NaFeSO<sub>4</sub>F Cathode for Exploring Na-Ion Battery Reactions (poster), Hiroyoshi Momida, Ayuko Kitajou, Shigeto Okada, Tamio Oguchi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[23] First-Principles Study on Cation-Disordered Rock-Salt Type Cathode Li<sub>2.4</sub>MI<sub>0.8</sub>M<sub>2</sub>O<sub>8</sub>O<sub>4</sub> (MI, M<sub>2</sub> = Ti, Cr, and Mn) for Li-Ion Batteries (poster), Motoyuki Hamaguchi, Hiroyoshi Momida, Tamio Oguchi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[24] Computational materials design of spin-gapless quaternary Heusler alloys (poster), F. Kuroda, T. Fukushima, T. Oguchi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[25] A Promising Layer Cathode Material for Sodium Ion Batteries: A First Principles Investigation (poster), Luong Huu Duc, Dinh Van An, Hiroyoshi Momida, Tamio Oguchi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[26] Conversion-Type Reaction Mechanism of MF<sub>3</sub> (M = Fe, Ti) Cathode for Li-Ion Battery: First-Principles Calculations (poster), Tatsuya Takahashi, Hiroyoshi Momida, Tamio Oguchi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[27] Origin of structural stability and solute clustering in Mg-M-Y (M = Ni, Cu, Co, and Zn) alloys with long-period stacking ordered structure (oral), Takao Tsumuraya and Tamio Oguchi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[28] Cathode properties of amorphous xNaF-FeSO<sub>4</sub> Systems (1 ≤ x ≤ 2) for sodium ion batteries (poster), Ayuko Kitajou, Hiroyoshi Momida, Takahiro Yamashita, Tamio Oguchi, Shigeto Okada: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[29] Electric field effect on magnetocrystalline anisotropy in 3d transition-metal thin films (poster), T. P. T. Nguyen, K. Nakamura, K. Yamauchi, T. Oguchi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[30] High-resolution photoelectron holography of heavily boron-doped diamond (oral), Wataru Hosoda, Takuto Taniguchi, Kensei Terashima, Hirokazu Fujiwara, Yuko Yano, Tomohiro Matsushita, Takayuki Muro, Toyohiko Kinoshita, Yoshihiko Takano, Taisuke Kageura, Hiroshi Kawarada, Tamio Oguchi, Takanori Wakita, Yuji Muraoka, Takayoshi Yokoya: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[31] Magnetic Bulk Rashba Effect in Ferroelectric Materials: A First-Principles Study (poster), Kunihiro Yamauchi, Paolo Barone, Silvia Picozzi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama,

Japan, December 10-14, 2019.

[32] Battery Performance and Reaction Mechanism in Tin-compounds as Negative Electrode: First-Principles Calculations (poster), Hiroki Kotaka, Hiroyoshi Momida, Tamio Oguchi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[33] Linearly Independent Descriptor Generation Method for Interpretable Modeling (poster), Hitoshi Fujii, Tetsuya Fukushima, Tamio Oguchi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[34] First-Principles Study on Piezoelectricity and Magnetic Stability in Bi(Fe,Co)O<sub>3</sub> (poster), Hiroshi Katsumoto, Kunihiro Yamauchi, Tamio Oguchi: Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan, December 10-14, 2019.

[35] Exploration of Heusler Alloys for Spintronics Applications (oral), F. Kuroda, H. Fujii, T. Fukushima, T. Oguchi: The Third International Conference on Materials and Environmental Science, Agadir, Morocco, December 18, 2019.

[36] Electric-Field Control of 2D Magnetism in Bilayer VI<sub>3</sub> (oral), Thi Phuong Thao Nguyen, Kunihiro Yamauchi, Tamio Oguchi: APS March meeting, March 2-6 2020 Denver, Colorado.

[37] Theoretical Prediction of Bulk Rashba Effect in Pyroelectric Antiferromagnet BiCoO<sub>3</sub> (oral), Kunihiro Yamauchi, Paolo Barone, and Silvia Picozzi: APS March meeting, March 2-6 2020 Denver, Colorado.

#### 解説、総説

マテリアルズ・インフォマティクス：その現状と展望，小口多美夫，科学と工業，（一社）大阪工研協会，93[8] (2019), 258-264.

マテリアルズ・インフォマティクスによる材料開発，小口多美夫，工業材料，日刊工業出版，67[6] (2019), 78-81.

#### 著書

[1] 第一原理計算による不規則岩塩型リチウムイオン電池正極材料の電子状態の解析（第1章、第3節）(NA)“リチウムイオン電池の分析、解析と評価技術 事例集”，濱口基之、靱田浩義、小口多美夫，技術情報協会，NA (23-38) 2019.

[2] 第一原理計算と機械学習による薄膜設計～磁性薄膜系を中心に（権田俊一，酒井忠司，田畑仁，八瀬清志，宮崎照宣）“2020 版薄膜作製応用ハンドブック”，小口多美夫、中村浩次，(株)エヌ・ティー・エス，NA (Sec.1.1-5) 2020.

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

白井 光雲 20th Int. Symp. Boron, Borides, and Related Materials (ISBB2019) (組織委員)  
小口 多美夫 The 22nd Asian Workshop on First-Principles Electronic Structure Calculations (実行委員長、国際組織委員)

#### 国内学会

日本物理学会 8 件  
応用物理学会 4 件  
電気化学会 3 件

#### 取得学位

博士（理学） ノンコリニア反強磁性体 Mn<sub>3</sub>AN における異常ホール効果の第一原理電子状態計算およびトポロジー解析  
ブ ティ ナ

ツ フェン		
博士 (理学)	陽イオン不規則岩塩型構造を有するリチウムイオン電池用正極酸化物に対する第一原理的研究	
濱口 基之		
博士 (工学)	スピントロニクスに向けたホイスラー合金の磁気、構造、輸送、光学特性の第一原理的研究	
黒田 文彬		
博士 (工学)	マルチフェロイック物質 $\text{Bi}(\text{Fe}, \text{Co})\text{O}_3$ の磁性と圧電性の第一原理的研究	
勝本 啓資		
修士 (工学)	第一原理計算によるリチウムイオン電池用正極材料 $\text{MF}_3$ ( $M=\text{Fe}, \text{Ti}$ ) のコンバージョン反応解析	
高橋 竜也		
修士 (工学)	遷移金属化合物における構造安定性の第一原理計算とスパースモデリング	
林 貴史		
修士 (工学)	薄膜系における結晶磁気異方性の電界効果と磁気双極子の寄与	
松宮 隆太		

### 科学研究費補助金

		単位：千円
新学術領域研究	第一原理計算を用いたトポロジカル物性の機構解明と新物質設計	1,950
山内 邦彦		
基盤研究 (C)	ナノ構造制御による圧電素子材料デザイン：第一原理計算	1,190
靱田 浩義		
基盤研究 (S)	次世代完全レア・アースフリー磁石として利用可能な L10 規則相の人工的創製研究開発	900
小口 多美夫		
基盤研究 (B)	軌道物理としての励起子絶縁体の電子状態の解明	500
山内 邦彦		
<b>受託研究</b>		
小口 多美夫	大阪大学本部 研究推進・産学連携部	500
	環境エネルギー課題に向けたマテリアルズ・デザイン	
山内 邦彦	(国研) 科学技術振興機構 (CREST)	1,300
	第一原理計算によるトポロジカル界面の機能設計	
<b>奨学寄附金</b>		
小口 多美夫	Industrial Technology Research Institute, Taiwan	1,000
小口 多美夫	井上科学振興財団	700
小口 多美夫	太陽誘電株式会社	500
小口 多美夫	Industrial Technology Research Institute, Taiwan	1,000
<b>共同研究</b>		
小口 多美夫	ダイキン工業株式会社	0
	電熱・磁気冷凍材料に関するデータ科学を用いた物質探索手法の開発 (その2)	
小口 多美夫	ダイキン工業株式会社	4,352
	電熱・磁気冷凍材料に関するデータ科学を用いた物質探索手法の開発 (その3)	
小口 多美夫	住友電気工業株式会社	2,835
	住友電工アドバンスト解析技術共同研究部門(基礎工学研究科)	
小口 多美夫	株式会社富士通研究所	1,000
	放射光利用分析向け分析インフォマティクス技術の開発	
小口 多美夫	日東電工株式会社	875
	日東電工先端技術協働研究所 (工学研究科)	
<b>その他の競争的研究資金</b>		
小口 多美夫	株式会社 UACJ	968
	非化学量論でのアルミナの存在可能性及び存在時の原子配列に関する相談	

### ソフトナノマテリアル研究分野

#### 原著論文

- [1] Small Structural Changes in the Alkyl Substituents of Macrocyclic  $\pi$ -Extended Thiophene Oligomers Causes a Key Effect on Their Stacking and Functional Properties, : ChemPlusChem, 84 (2019) 694-703.
- [2] Development of an Electron-Transporting  $\pi$ -Conjugated Polymer Containing Fluorine-substituted Naphthobisthiadiazole, : J. Photopolym. Sci. Technol., 32 (2019) 721-725.
- [3] Highly Planar and Completely Insulated Oligothiophenes: Effects of  $\pi$ -Conjugation on Hopping Charge Transport, : J. Phys. Chem. Lett., 10 (2019) 3197-3204.
- [4] Mitochondria-Targeted New Blue Light-Emitting Fluorescent Molecular Probe, S. Mohapatra, G. Das, C. Kar, M. Nitani, Y. Ie, Y. Aso, S. Ghosh: ACS Omega, 4 (2019) 9361-9366.
- [5] Deviation from Point Dipole Analysis for Exciton Quenching in Quarterthiophene-Terminated Self-Assembled Monolayers on Au(111), Y. Osumi, T. Yamada, Y. Ie, H. S. Kato: J. Phys. Chem. C, 123 (2019) 16127-16136.
- [6] Effects of Cis-Trans Conformation between Thiophene Rings on Conductance of Oligothiophenes, T. Ohto, T. Inoue, H. Stewart, Y. Numai, Y. Aso, Y. Ie, R. Yamada, H. Tada: J. Phys. Chem. Lett., 10 (2019) 5292-5296.
- [7]  $\pi$ -Extension of Electron-Accepting Dithiarubicene with a Cyano-Substituted Electron-Withdrawing Group and Application in Air-Stable n-Channel Organic Field Effect Transistors, K. Tsukamoto, K. Takagi, S. Nagano, M. Hara, Y. Ie, K. Osakada, D. Takeuchi: J. Mater. Chem. C, 7 (2019) 12610-12618.
- [8] Quinoidal Oligothiophenes Having Full Benzene Annulation: Synthesis, Properties, Structures, and Acceptor Application in Organic Photovoltaics, : Org. Lett., 22 (2020) 547-551.
- [9] Effects of Fluorine Substitution in Quinoidal Oligothiophenes for Use as Organic Semiconductors, : J. Mater. Chem. C, 8 (2020) 3580-3588.
- [10] Impact of Noncovalent Sulfur-Fluorine Interaction Position on Properties, Structures, and Photovoltaic Performance in Naphthobisthiadiazole-Based Semiconducting Polymers, : Adv. Energy Mater., 7 (2020) 1903278.

## 国際会議

- [1] Carbonyl-containing Tetraindenonaphthalene Derivatives: Synthesis and Properties of Novel Non-planar  $\pi$ -Electron Molecules (poster), S. Jinnai, T. Seo, Y. Ie: The 23rd SANKEN International The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.
- [2] Development of Electron-accepting  $\pi$ -Conjugated Systems Containing Fluorine-substituted Naphthobisthiadiazole (invited), Y. Ie, K. Izuno, S. Chatterjee, T. Moriyama, Y. Aso: The 36th International Conference of Photopolymer Science and Technology.
- [3] Development of Donor and Acceptor Materials Containing Fluorine-Substituted Electron-Accepting Units for Organic Photovoltaics (invited), Y. Ie: China-Japan-Singapore Joint Symposium on Supermolecular Systems and Optoelectronic Functions.
- [4] Development of Organic Semiconductors Containing Fluorine-Substituted Electron-Accepting Units for Organic Photovoltaics (oral), Y. Ie, K. Morikawa, S. Chatterjee, T. Moriyama, W. Zajazkowski, W. Pisula, N. B. Kotadiya, G.-J. A. H. Wetzelaer, P. W. M. Blom, Y. Aso: 14th International Symposium on Functional  $\pi$ -Electron Systems.
- [5] Fluorine-Substituted Electron-Accepting Units for Organic Photovoltaic Materials (poster), Y. Ie, T. Moriyama, W. Pisula, G.-J. A. H. Wetzelaer, P. W. M. Blom, Y. Aso: 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds.

## 解説、総説

有機合成化学+出会い→無限の可能性, 家 裕隆, 有機合成化学, 有機合成化学協会, 78[1] (2020), 62-65.

## 特許

- [1]「国内特許出願」 フラーレン誘導体、及びn型半導体材料, 2019-148684
- [2]「国内特許出願」 化合物及びその製造方法, 2019-143812
- [3]「国内特許出願」 フラーレン誘導体、及びn型半導体材料, 2020-026683
- [4]「国際特許出願」 共役系高分子化合物及びその製造方法、並びに該化合物を用いた有機半導体材料、有機半導体デバイス, PCT/JP2019/050482
- [5]「国際特許出願」 化合物、および該化合物を含む有機半導体材料, PCT/JP2020/009093
- [6]「国際特許出願」 化合物及びその製造方法並びにその化合物を用いた有機半導体材料, PCT/JP2019/041840
- [7]「国際成立特許」 フラーレン誘導体、及びn型半導体材料, 14/891416

## 奨学寄附金

家 裕隆	公益財団法人長瀬科学技術振興財団	2,500
家 裕隆	株式会社ダイキン工業株式会社 化学事業部 副事業部長 河野 聖	800
家 裕隆	公益財団法人高橋産業経済研究財団 理事長 貝沼 紀子	2,000
家 裕隆	株式会社 M3 研究所 代表取締役 柳田 祥三	100

## 共同研究

家 裕隆	東洋紡株式会社	有機半導体材料に関する研究	0
家 裕隆	東洋紡株式会社	有機半導体材料に関する研究	1,000
家 裕隆	石原産業株式会社	有機半導体材料の作製とその評価に関する研究	0
家 裕隆	石原産業株式会社	有機半導体材料の作製とその評価に関する研究	2,684
家 裕隆	株式会社リコー	エレクトロクロミック向け透明 n 型半導体材料に関する研究	1,200
家 裕隆	LG Japan Lab 株式会社	ピラジカル化合物の有機 EL への応用に関する研究	360

---

## バイオナノテクノロジー研究分野

### 原著論文

- [1]Electric field interference and bimodal particle translocation in nano-integrated multipores, M. Tsutsui, K. Yokota, T. Nakada, A. Arima, W. Tonomura, M. Taniguchi, T. Washio, T. Kawai: NANOSCALE, 11 (16) (2019) 7547-7553.
- [2]High-throughput single-particle detections using a dual-height-channel-integrated pore, Wataru Tonomura, Makusu Tsutsui, Akihito Arima, Kazumichi Yokota, Masateru Taniguchi, Takashi Washio, Tomoji Kawai: LAB ON A CHIP, 19 (8) (2019) 1352-1358.
- [3]Highly Conductive Nucleotide Analogue Facilitates Base-Calling in Quantum-Tunneling-Based DNA Sequencing, T. Furuhashi, T. Ohshiro, G. Akimoto, R. Ueki, M. Taniguchi, S. Sando: ACS NANO, 13 (5) (2019) 5028-5035.
- [4]Paving the way to single-molecule chemistry through molecular electronics, M. Taniguchi:



PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS, 21 (19) (2019) 9641-9650.

[5]High-Precision Single-Molecule Identification Based on Single-Molecule Information within a Noisy Matrix, M. Taniguchi, T. Ohshiro, . Komoto, T. Takaai, T. Yoshida, T. Washio: JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C, 123 (25) (2019) 15867-15873.

[6]Back-Side Polymer-Coated Solid-State Nanopore Sensors, Iat Wai Leong, Makusu Tsutsui, Tomoko Nakada, Masateru Taniguchi, Takashi Washio, Tomoji Kawai: ACS OMEGA, 4 (7) (2019) 12561-12566.

[7]Significant epitranscriptomes in heterogeneous cancer, Masamitsu Konno, Masateru Taniguchi, Hideshi Ishii: CANCER SCIENCE, 110 (8) (2019) 2318-2327.

[8]Elucidation of the entire Kok cycle for photosynthetic water oxidation by the large-scale quantum mechanics/molecular mechanics calculations: Comparison with the experimental results by the recent serial femtosecond crystallography, Mitsuo Shoji, Hiroshi Isobe, Jian-Ren Shen, Michihiro Suga, Fusamichi Akita, Koichi Miyagawa, Yasuteru Shigeta, Kizashi Yamaguchi: CHEMICAL PHYSICS LETTERS, 730 (2019) 416-425.

[9]Chemical-Labeling-Assisted Detection of Nucleobase Modifications by Quantum-Tunneling-Based Single-Molecule Sensing, Takafumi Furuhashi, Takahito Ohshiro, Yuichi Izuhara, Tomoaki Suzuki, Ryosuke Ueki, Masateru Taniguchi, Shinsuke Sando: CHEMBIOCHEM, 21 (2019) 335-339.

[10]An oxyl/oxo mechanism for oxygen-oxygen coupling in PSII revealed by an x-ray free-electron laser, Michihiro Suga, Fusamichi Akita, Keitaro Yamashita, Yoshiki Nakajima, Go Ueno, Hongjie Li, Takahiro Yamane, Kunio Hirata, Yasufumi Umena, Shinichiro Yonekura, Long-Jiang Yu, Hironori Murakami, Takashi Nomura, Tetsunari Kimura, Minoru Kubo, Seiki Baba, Takashi Kumasaka, Kensuke Tono, Makina Yabashi, Hiroshi Isobe, Kizashi Yamaguchi, Masaki Yamamoto, Hideo Ago, Jian-Ren Shen: SCIENCE, 366 (2019) 334-338.

[11]Spin contamination errors on spin-polarized density functional theory/plane-wave calculations for crystals of one-dimensional materials, Kohei Tada, Shingo Tanaka, Takashi Kawakami, Yasutaka Kitagawa, Mitsutaka Okumura, Kizashi Yamaguchi: APPLIED PHYSICS EXPRESS, 12 (11) (2019) 115506-1-6.

[12]Solid-State Nanopore Time-of-Flight Mass Spectrometer, Makusu Tsutsui, Kazumichi Yokota, Akihito Arima, Yuhui He, Tomoji Kawai: ACS SENSORS, 4 (11) (2019) 2974-2979.

[13]Heat dissipation in quasi-ballistic single-atom contacts at room temperature, Makusu Tsutsui, Yu-Chang Chen: SCIENTIFIC REPORTS, 9 (2019) 18677-18684.

[14]Atomically flat palladium films grown on synthetic mica, Hiroyuki Tanaka, Masateru Taniguchi: JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, 58 (12) (2019) 128004-1-2.

[15]Combination of Single-Molecule Electrical Measurements and Machine Learning for the Identification of Single Biomolecules, M. Taniguchi: ACS OMEGA, 5 (2) (2020) 959-964.

[16]Tailoring Dielectric Surface Charge via Atomic Layer Thickness, T. Hayashida, K. Yokota, S. Murayama, A. Arima, M. Tsutsui, M. Taniguchi: ACS Appl. Mater. Interfaces, 12 (4) (2020) 5025-5030.

[17]One-carbon metabolism for cancer diagnostic and therapeutic approaches, A. Asai, M. Konno, J. Koseki, M. Taniguchi, A. Vecchione, H. Ishii: Cancer Lett., 470 (2020) 141-148.

[18]Analysis Method of the Ion Current-Time Waveform Obtained from Low Aspect Ratio Solid-state Nanopores, M. Taniguchi: ANALYTICAL SCIENCES, 36 (2) (2020) 161-175.

[19]UNO(ULO) active space for multireference calculations on classical and quantum computers. Revisit to the iron-sulfur complexes, K. Miyagawa M. Shoji, H. Isobe, S. Yamanaka, T. Kawakami, M. Okumura, K. Yamaguchi: Chemical Physics Letters, 746 (2020) 137252-137260.

#### 国際会議

[1]Detection of single viruses using solid-state nanopores (oral), T. Kawai: International Conference on Materials Research & Nanotechnology(ICMRN)-2019.

[2]Single molecule electrical identification of epigenetic variations by nanofluid integrated nanopore devices (oral), T. Ohshiro, Y. Komoto, M. Konno, J. Koseki, A. Asai, H. Ishii, and M. Taniguchi: The 23rd International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences ( $\mu$ TAS 2019).

[3]Quantitative analysis of DNA with single-molecule sequencing (oral), M. Taniguchi: Workshop on Innovative Nanoscale Devices and Systems(WINDS 2019).

[4]Single-molecule discrimination of neurotransmitters with machine learning (invited), Yuki KOMOTO, Takahito OHSHIRO, Takeshi YOSHIDA, Takashi WASHIO, Etsuko TARUSAWA, Takeshi YAGI, Masateru TANIGUCHI: The 1st AIRC-ISIR International Symposium.

[5]Single biomolecule detection and discrimination with nanopore measurements (invited), Yuki KOMOTO: The 23rd SANKEN International Symposium.

[6]Single-molecule Discrimination of monoamine neurotransmitters with MCBJ method (oral), Yuki Komoto, Takahito Ohshiro, Takayuki Takaai, Takeshi Yoshida, Takashi Washio, Masateru Taniguchi: 10th International Conference on Molecular Electronics & BioElectronics.

#### 解説、総説

化学反応における対称性の破れの理論 (9) : 光合成水分解  $\text{CaMn}_4\text{O}_5$  クラスターの XFEL 光を用いた SFX 法による  $\text{Si}$  ( $i=0-4$ ) 状態における中間体の新規構造と理論計算, 山口 兆、庄司光男、磯辺 寛、川上貴資、宮川晃一、中嶋隆人, 豊田研究報告, 豊田理化学研究所, 72 (2019), 131-151.

Chapter Thirteen - Theoretical elucidation of geometrical structures of the  $\text{CaMn}_4\text{O}_5$  cluster in oxygen evolving complex of photosystem II Scope and applicability of estimation formulae of structural deformations via the mixed-valence and Jahn-Teller effects, M. Shoji, H. Isobe, S. Yamanaka, Y. Umena, K. Kawakami, N. Kamiya, K. Yamaguchi, Advances in Quantum Chemistry, 78 (2019), 307-451.

#### 特許

[1]「国内特許出願」 トンネル電流を使用したマイクロRNA解析, 2019-085805

[2]「国内特許出願」 量子コンピュータおよびその制御方法、量子もつれ検出装置および量子もつれ検出方法、並びに分子特定装置および分子特定方法, 2019-230969

[3]「国際特許出願」 流路, PCT/JP2019/027366

[4]「国際特許出願」 電極基板, PCT/JP2019/043066

[5]「国際特許出願」 電流値データ取得方法および電流計測装置, PCT/JP2019/015665

[6]「国際特許出願」 ウイルス計測方法、ウイルス計測装置、ウイルス判定プログラム、ストレス判定方法、およびストレス判定装置, PCT/JP2019/028356

[7]「国際特許出願」 サンプル識別方法、サンプル識別用デバイス、および、サンプル識別装置,

PCT/JP2019/050469

[8]「国際特許出願」 流路、流路の製造方法、電極構造体、および、電極構造体の製造方法、PCT/JP2019/027436

[9]「国際特許出願」 配列決定方法および配列決定装置, PCT/JP2019/015664

[10]「国際特許出願」 電流測定方法, PCT/JP2020/006901

[11]「国内成立特許」 試料作製装置および試料作製方法, 2015-072796

[12]「国内成立特許」 サンプル検出デバイス用のサンプル捕集装置、及び該サンプル捕集装置を含むサンプル検出デバイス, 2015-077776

[13]「国内成立特許」 生体分子配列決定装置、システムおよび方法, 2016-565939

[14]「国内成立特許」 個数分析方法、個数分析装置および個数分析用記憶媒体, 2017-558125

[15]「国内成立特許」 生体物質検出用デバイス、生体物質検出用検出装置、イオン電流の測定方法、及び、生体物質の識別方法, 2018-513228

[16]「国際成立特許」 DEVICES, SYSTEMS AND METHODS FOR LINEARIZATION OF POLYMERS, 15/340584

[17]「国際成立特許」 ポリヌクレオチドの塩基配列を決定する方法、および、ポリヌクレオチドの塩基配列を決定する装置, 201380001067

[18]「国際成立特許」 流路デバイスおよび微粒子濃縮方法, 107116514

#### 国内学会

第 80 回応用物理学会秋季学術講演会	6 件
第 67 回応用物理学会春季学術講演会	7 件
日本化学会第 100 春季年会	2 件
第 30 回日本医学会総会	1 件
第 79 回分析化学討論会	1 件
第 68 回高分子学会年次大会	1 件
日本分析化学会第 68 年会	1 件
第 13 回分子科学討論会	1 件
錯体化学会第 69 回討論会	1 件
第 57 回生物物理学会年会	1 件

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (A)	1 分子化学反応の網羅的解析法の開発	16,900
谷口 正輝		
基盤研究 (B)	極薄ナノポアを用いた液中 1 分子形状解析法の創成	5,200
筒井 真楠		
挑戦的研究萌芽	Ti 合金における変形誘起相変態に起因した弾性率軟化現象の解明と生体材料への応用	3,900
筒井 真楠		
若手研究	MCBJ 法を用いた単分子接合の構造変化の定量評価法の構築	1,719
小本 祐貴		

## 受託研究

谷口 正輝	(国研) 科学技術振興機構	人間力活性化によるスーパー日本人の育成	10,920
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	30,901

## 奨学寄附金

谷口 正輝	計測エンジニアリングシステム株式会社 代表取締役 岡田 求		1,000
-------	-------------------------------	--	-------

## 共同研究

谷口 正輝	ダイキン工業株式会社	マイクロポア・ナノポアを用いた空気診断法の開発 (その2)	0
谷口 正輝	ダイキン工業株式会社	マイクロポア・ナノポアを用いた空気診断法の開発 (その3)	28,032
谷口 正輝	合同会社みらか中央研究所	ナノポア技術を基にした疾病診断技術に関する研究	0
谷口 正輝	株式会社 SCREEN ホールディングス	(部門名) SCREEN 1 分子解析共同研究部門	24,600
谷口 正輝	株式会社アドバンテスト	微粒子計測装置の開発と評価解析に関する研究	0
谷口 正輝	株式会社アドバンテスト	微粒子計測装置の開発と評価解析に関する研究	1,800
谷口 正輝	キリン株式会社 産業技術総合研究所	センサーによる酵母検出に関する研究	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	500
谷口 正輝	NOK株式会社	微粒子解析装置用ナノポアデバイスの開発研究	0
谷口 正輝	NOK株式会社	微粒子解析装置用ナノポアデバイスの開発研究	600
谷口 正輝	Massachusetts Institute of Technology、Massachusetts General Hospital	Evaluation of single-molecule analysis method	0
谷口 正輝	産業技術総合研究所	微小空間を介した物質・エネルギー輸送に関する研究	0

## その他の競争的研究資金

谷口 正輝	国立大学法人京都大学 (文部科学省の再委託)	微細加工プラットフォーム	32,970
-------	------------------------	--------------	--------

---

## 環境・エネルギーナノ応用分野

---

### ナノ知能システム研究分野

#### 原著論文

- [1]Exploration of flow reaction conditions using machine-learning for enantioselective organocatalyzed Rauhut-Currier and [3+2] annulation sequence, M. Kondo, H.D.P. Wathsala, M. Sako, Y. Hanatani, K. Ishikawa, S. Hara, T. Takaai, T. Washio, S. Takizawa and H. Sasai: Chemical Communication, 8 (19) 1-4.
- [2]Free-hand gas identification based on transfer function ratios without gas flow control, G. Imamura, K. Shiba, G. Yoshikawa and T. Washio: Scientific Reports, 9 (2019) 9768.
- [3]High-Precision Single-Molecule Identification Based on Single-Molecule Information within a Noisy Matrix, M. Taniguchi, T. Ohshiro, Y. Komoto, T. Takaai, T. Yoshida and T. Washio: The Journal of

Physical Chemistry C, 123 (2019) 15867-15873.

[4]Efficient prediction of flow reaction conditions using machine-learning for sequential Rauhut-Currier and [3+2] annulation, M. Kondo, H.D.P. Wathsala, M. Sako, Y. Hanatani, K. Ishikawa, S. Hara, T. Takaai, T. Washio, S. Takizawa and H. Sasai: Chemical Communication, 8 (56) (2020) 1259-1262.

#### 国際会議

[1]SPoD-Net: Fast Recovery of Microscopic Images Using Learned ISTA, S. Hara, W. Chen, T. Washio, T. Wazawa and T. Nagai: Proceedings of Machine Learning Research, 101 (2019) 694-709.

[2]Efficient prediction of flow reaction conditions using machine-learning for enantioselective domino reaction (oral), 近藤 健、H.D.P. Wathsala、佐古 真、花谷 優太朗、石川 一宣、原 聡、鷹合 孝之、鷺尾 隆、滝沢 忍、笹井 宏明: Proc. 13th International CeBiTec Symposium: Multi-Step Syntheses in Biology & Chemistry; An International Young Investigator Conference.

[3]Development of Machine Learning Models for Gas Identification Based on Transfer Functions (oral), 今村 岳、吉川 元起、鷺尾 隆: 17th International Meeting on Chemical Sensors.

#### 解説、総説

嗅覚センサの実現に向けた MSS とデータ解析技術の融合, 南 皓輔、根本 尚大、今村 岳、柴 弘太、田村 亮、鷺尾 隆、吉川 元起, AROMA RESEARCH, フレグランスジャーナル社, 20[4] (2019), 312-317.

回転偏光照明蛍光顕微鏡と光スイッチング蛍光タンパク質を用いた超解像イメージング法: SPoD-OnSPAN, 和沢 鉄一、鷺尾 隆、永井健治, 光アライアンス, 日本工業出版, 30[8] (2019), 15-19.

#### 特許

[1]「国内特許出願」画像処理装置、ニューラルネットワークおよび画像処理方法, 特願 2019-177540

[2]「国際特許出願」流路, PCT/JP2019/027366

[3]「国内成立特許」個数分析方法、個数分析装置および個数分析用記憶媒体, 2017-558125

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

鷺尾 隆	Journal of Data Mining and Knowledge Discovery (DMKD) (編集委員)
鷺尾 隆	The 33rd AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2019) (上級プログラム委員)
鷺尾 隆	The 2019 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM) (広報委員長)
鷺尾 隆	The 23rd Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD2019) (上級プログラム委員)
鷺尾 隆	The 2019 ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (CD 2019) (プログラム委員)
鷺尾 隆	IJCAI-2019, the 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence (上級プログラム委員)
鷺尾 隆	Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD) (副運営委員長)
鷺尾 隆	The IEEE International Conference on Data Mining (ICDM) (上級プログラム委員)
鷺尾 隆	The IEEE International Conference on Data Mining (ICDM) (プログラム委員)
鷺尾 隆	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (TKDE) (編集委員)
鷺尾 隆	ACM Transaction on Knowledge Discovery from Data (TKDD) (編集委員)
鷺尾 隆	The 29th International Joint Conference on Artificial Intelligence and The 17th

Pacifica Rim International Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-PRICAI2020) (上級プログラム委員)  
 鷲尾 隆 The 2020 ACM SIGKDD Workshop on Causal Discovery (CD 2020) (プログラム委員)

### 国内学会

人工知能学会第3回計測インフォマティクス研究会	1件
2019年度溶接学会 秋季全国大会	1件
第13回バイオ関連化学シンポジウム2019	1件
第8回JACI/GSCシンポジウムグリーンサステイナブルケミストリー	1件

### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (C)	非線形性に基づく大規模因果推論原理・手法の研究	1,692
鷲尾 隆		
受託研究		
鷲尾 隆	(国研) 科学技術振興機構	42,120
	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	
鷲尾 隆	(国研) 科学技術振興機構	21,970
	超解像時系列画像データからの細胞生理機能を特徴づける情報抽出	
共同研究		
鷲尾 隆	国立研究開発法人物質・材料研究機構 (NIMS)	0
	ナノメカニカルセンサ測定におけるシグナル解析モデルの開発	
鷲尾 隆	株式会社 KSK アナリティクス	0
	製造業における機械学習コマンドおよびツールの研究	

### ナノ医療応用デバイス

#### 原著論文

- [1] In vivo uterine local gene delivery system using TAT-displaying bionanocapsules, K. Koizumi, H. Nakamura, M. Iijima, T. Matsuzaki, M. Somiya, K. Kumasawa, T. Kimura, S. Kuroda: *J. Gene Med.*, 21 (2019) e3140.
- [2] High-throughput single nanoparticle detection using a feed-through channel-integrated nanopore, M. Tsutsui, T. Yamazaki, K. Tatematsu, K. Yokota, Y. Esaki, Y. Kubo, H. Deguchi, A. Arima, S. Kuroda, T. Kawai: *Nanoscale*, 43 (11) (2019) 20475-20484.
- [3] The structural function of nestin in cell body softening is correlated with cancer cell metastasis, A. Yamagishi, M. Susaki, Y. Takano, M. Mizusawa, M. Mishima, M. Iijima, S. Kuroda, T. Okada, C. Nakamura: *Int. J. Biol. Sci.*, 15 (7) (2019) 1546-1556.
- [4] Two-dimensional membrane scaffold for the oriented immobilization of biosensing molecules, M. Iijima, T. Nakayama, S. Kuroda: *Biosens. Bioelectron.*, 150 (2020) 111860.

#### 国際会議

- [1] Tumor-associated macrophages treated by red blood cell or hemin promoted M1 type differentiation and enhanced antibody-dependent cellular phagocytosis efficacy (poster), H. Li, M. Somiya, S. Kuroda: 2019 Annual Meeting of Controlled Release Society.
- [2] Improvement of antibody-dependent cellular phagocytosis by re-education of tumor-associated macrophages with Resiquimod-encapsulated liposomes (poster), H. Li, M. Somiya, S. Kuroda: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium,.
- [3] A novel inhibition mechanism of an entry inhibitor of hepatitis B virus, Myrcludex-B (poster), M.

Nahanara, M. Somiya, S. Kuroda, : The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium,.

[4]Development of comprehensive analysis method of olfactory receptor repertory (poster), T. Yukutake, T. Yamazaki, S. Sato, K. Tatematsu, S. Kuroda: The 23rd SANKEN International Symposium, The 18th SANKEN Nanotechnology International Symposium.

**解説、総説**

エンベロープウイルスやエクソソームを利用したドラッグデリバリーシステムの開発, 曾宮正晴, 黒田俊一, 膜, 日本膜学会, 44 (2019) 222-227.

バイオ医薬に利用されるキャリア開発 : B 型肝炎ウイルスの初期感染機構に基づくバイオナノカプセル, 曾宮正晴, 黒田俊一, Drug Delivery System, 日本 DDS 学会, 35 (2020) 57-63.

バイオミミック技術によるウイルスの感染機構を搭載した DDS ナノキャリアの開発, 曾宮正晴, 黒田俊一, YAKUGAKU ZASSHI, 日本薬学会, 140 (2020) 147-152.

ヒト嗅覚受容体センサーを駆使した AI 調香師創生プロジェクトについて, 佐藤翔, 山崎智子, 立松健司, 黒田俊一, フレグランスジャーナル社, 20 (4), 326-327.

**著書**

[1]Chapter 16, Construction of a Macrophage-Targeting Bio-nanocapsule-Based Nanocarrier (Kewal K. Jain) “Drug Delivery Systems,” H. Li, M. Somiya, K. Tatematsu, S. Kuroda, Springer, 2059 (2020) 299-313.

**国内学会**

日本農芸化学会 2020 年度大会	2 件
第 42 回日本分子生物学会年会	1 件
第 6 回日本細胞外小胞学会学術集会	1 件
第 35 回日本 DDS 学会学術集会	2 件
日本癌学会第 78 回学術総会	1 件
日本膜学会第 41 年年会	1 件
第 64 回日本放線菌学会学術講演会	1 件
第 44 回日本化粧品学会	1 件

**科学研究費補助金**

		単位：千円
基盤研究 (S) 黒田 俊一	広範囲な生体内部位にウイルス並に感染する汎用型ネオ・バイオナノカプセルの創製	40,040
挑戦的研究開拓 黒田 俊一	全ての匂い分子の定量化を目指したヒト嗅覚受容体発現細胞アレイの開発	3,900

**受託研究**

黒田 俊一	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 (医学からの分担)	B 型肝炎ウイルス感染受容体の分離・同定と感染系の樹立及び感染系による病態機構の解析と新規抗 HBV 剤の開発	5,900
黒田 俊一	国立大学法人 琉球大学 (AMED 再委託)	HTLV-1 母子感染予防法の開発を目指した遺伝子組替え型ヒト免疫グロブリン医薬開発と霊長類モデルを用いた評価	1,950
黒田 俊一	(国研) 科学技術振興機構	ヒト嗅覚受容体センサーを応用した AI 調香師の創生	18,109

**奨学寄附金**

黒田 俊一	GLOVACC 株式会社 代表取締役社長 瀬脇 智満	3,000
黒田 俊一	日沼 州司	300

## 共同研究

黒田 俊一	マルホ株式会社	NFκB 阻害ペプチド並びに低分子化合物の創製	0
黒田 俊一	マルホ株式会社	NFκB 阻害ペプチド並びに低分子化合物の創製	9,600
黒田 俊一	曾田香料株式会社 株式会社香味醜酵	複合臭に対するヒト嗅覚受容体の応答に関する研究	2,831
黒田 俊一	琉球大学	ヒトモノクローナル抗体迅速樹立法の開発	0
黒田 俊一	Meiji Seika ファルマ株式会社	CHO 細胞を宿主とした、モノクローナル抗体の高生産細胞クローン探索効率向上	5,216
黒田 俊一	株式会社プロテクティア	非膜ウイルスに対するカテキン誘導体の作用メカニズム解析	1,000
黒田 俊一	iBody 株式会社 琉球大学	HTLV1 に対するヒトモノクローナル抗体の開発	0
黒田 俊一	株式会社ビズジーン	酵母遺伝子の解析と発酵に関する研究	1,700

---

## 総合解析センター (所内兼任を含む)

### 原著論文

[1]Direct synthesis of dialkylarylvinyilsilane derivatives: metathesis of dialkylaryl-iso-propenylsilane and its application to tetracyclic silacycle dye synthesis, S. Yoshioka, T. Takehara, T. Matsuzaki, T. Suzuki, H. Tsujino, T. Uno, Y. Tsutsumi, K. Murai, H. Fujioka and M. Arisawa:: Chem. Commun, 55 (2019) 14070-14073.

[2]One-pot reactions of bicyclic zinc enolate generated from Ni-catalyzed reductive cyclization to furnish octahydro-4,7-ethanobenzofuran-9-one derivatives, T. Tsujihara, M. Tomeba, S. Ohkubo-Sato, K. Iwabuchi, R. Koie, N. Tada, S. Tamura, T. Takehara, T. Suzuki and T. Kawano: Tetrahedron Lett., 60 (42) (2019) 151148.

[3]Ti-Pd Alloys as Heterogeneous Catalysts for the Hydrogen Autotransfer Reaction and Catalytic Improvement by Hydrogenation Effects, Y. Takahashi, R. Kondo, M. Utsunomiya, T. Suzuki, H. T. Takeshita and Y. Obora:: ChemCatChem, 11 (10) (2019) 2432-243.

[4]Oxido-alcoholato/thiolato-molybdenum(VI) complexes with a dithiolene ligand generated by oxygen atom transfer to the molybdenum(IV) complexes, H. Sugimoto, M. Sato, K. Asano, T. Suzuki, T. Ogura and S. Itoh: Inorg. Chim. Acta, 485 (2019) 42-48.

[5]Dimethylformamide-stabilised palladium nanoclusters catalysed coupling reactions of aryl halides with hydrosilanes/disilanes, T. Nagata, T. Inoue, X. Lin, S. Ishimoto, S. Nakamichi, H. Oka, R. Kondo, T. Suzuki and Y. Obora: RSC Adv., 9 (2019) 17425-17431.

[6]Synthesis of Deuterated CycloDOPA with Hydrogen/Deuterium Exchange, M. Hashimoto, Z. Puteri Tachrim, S. Nakagawa, T. Nakamura, F. Ohashi, N. Kurokawa, H. Wakasa, Y. Tokoro, Y. Sakihama, Y. Hashidoko and T. Suzuki:: Heterocycles, 99 (2019) 404-414.

[7]Metal-Free Nitrogen-Containing Polyheterocyclic Near-Infrared (NIR) Absorption Dyes: Synthesis, Absorption Properties, and Theoretical Calculation of Substituted 5-Methylisoindolo[2,1-a]quinolines, Y. Fujii, Y. Suwa, Y. Wada, T. Takehara, T. Suzuki, Y. Kawashima, N. Kawashita, T. Takagi, H. Fujioka and M. Arisawa: , 4 (2019) 5064-5075.

[8]Bulk Ti-Pd Alloys as Easily Recyclable and Preactivation-Free Heterogeneous Catalysts for Cross-Coupling Reactions, R. Azuma, Y. Takahashi, R. Kondo, T. Suzuki, H. T. Takeshita and Y. Obora: Bull.



Chem. Soc. Jpn, 92 (2019) 710-715.

[9]Precise Manipulation of Temperature-Driven Chirality Switching of Molecular Universal Joints through Solvent Mixing, C. Fan, J. Yao, G. Li, C. Guo, W. Wu, D. Su, Z. Zhong, Y. Wang, J. J. Chruma, C. Yang and D. Zhou: , 25 (54) (2019) 12526-12537.

[10]Temperature-driven braking of  $\gamma$ -cyclodextrin-curcubit[6]uril-cowheeled [4]rotaxanes, R. Liu, Y. Zhang, W. Wu, W. Liang, Q. Huang, X. Yu, W. Xu, D. Zhou, N. Selvapalam and C. Yang: Chin. Chem. Lett., 300 (2019) 577-581.

#### 国際会議

[1]Synthetic study of enterolactone using chiral iridium complex (poster), T. Suzuki, Ismiyanto, T. Adachi, N. Kishi, D. Zhou, K. Asano, Y. Obora, H. Sasai: Tetrahedron symposium.

[2]Ir Catalyzed Asymmetric Tandem Reaction of meso-Diols (poster), : ACS National Meeting & Expo.

[3]Synthesis and Application of 1-Oxygen and 1-Sulfur-Functionalized [6]Helicenes (poster), T. Tsujihara, N. I-Nozaki, S. Endo, A. Sasaki, T. Takehara, D-Y. Zhou, T. Suzuki, S. Tamura, T. Kawano: ICHAC XIII.

[4]Asymmetric Synthesis of Natural Products Using Ir Catalyzed Desymmetrization (invited), T. Suzuki: ICPAC.

[5]Catalytic asymmetric synthesis of catalponol using Ir catalyzed desymmetrization (poster), : IsysyCat.

#### 国内学会

日本化学会第99年会

5件

#### 科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究（C） イリジウム触媒を用いる不斉レドックスカスケード反応の  
鈴木 健之 開発と応用 2,372

#### 奨学寄附金

鈴木 健之 公益信託医用薬物研究奨励富岳基金 受託者三井住友信託銀行 個人資産受託業務部長 稲見 隆史 2,000

#### 共同研究

鈴木 健之	日東化成株式会社	金属化合物の分析法開発	0
鈴木 健之	日東化成株式会社	金属化合物の分析法開発	1,300
鈴木 健之	パナソニック株式会社	低周波核の NMR の測定および材料解析	552

---

#### 産業科学 AI センター

#### 原著論文

[1]Long-Term Implantable, Flexible, and Transparent Neural Interface Based on Ag/Au Core-Shell Nanowires, Teppei Araki, Fumiaki Yoshida, Takafumi Uemura, Yuki Noda, Shusuke Yoshimoto, Taro Kaiju, Takafumi Suzuki, Hiroki Hamanaka, Kousuke Baba, Hideki Hayakawa, Taiki Yabumoto, Hideki Mochizuki, Shingo Kobayashi, Masaru Tanaka, Masayuki Hirata, Tsuyoshi Sekitani: Advanced Healthcare Materials, (2019) 1900130.

[2]Non-contact Laser Printing of Ag Nanowire-based Electrode with Photodegradable Polymers, Teppei Araki, Jaap M J den Toonder, Katsuaki Suganuma, Takafumi Uemura, Yuki Noda, Shusuke Yoshimoto, Shintaro Izumi, Tsuyoshi Sekitani: Journal of Photopolymer Science, Technology, 32 (3) (2019) 429.

[3]Highly-ordered Triptycene Modifier Layer Based on Blade Coating for Ultraflexible Organic Transistors, Masaya Kondo, Takashi Kajitani, Takafumi Uemura, Yuki Noda, Fumitaka Ishiwari, Yoshiaki

Shoji, Teppei Araki, Shusuke Yoshimoto, Takanori Fukushima, Tsuyoshi Sekitani: *Scientific Reports*, 9 (2019) 9200.

[4] Fine Printing Method of Silver Nanowires Electrodes with Alignment and Accumulation, Ashuya Takemoto, Teppei Araki, Yuki Noda, Takafumi Uemura, Shusuke Yoshimoto, Robert Abbel, Corne Rentrop, Jeroen van den Brand, Tsuyoshi Sekitani: *Nanotechnology*, 30 (37) (2019) 37LT03.

[5] An ultraflexible organic differential amplifier for recording electrocardiograms, Masahiro Sugiyama, Takafumi Uemura, Masaya Kondo, Mihoko Akiyama, Naoko Namba, Shusuke Yoshimoto, Yuki Noda, Teppei Araki, Tsuyoshi Sekitani: *Nature Electronics*, 2 (2019) 351-360.

[6] Ultralow-Noise Organic Transistors Based on Polymeric Gate Dielectrics with Self-Assembled Modifiers, M. Kondo, T. Uemura, F. Ishiwari, T. Kajitani, Y. Shoji, M. Morita, N. Namba, Y. Inoue, Y. Noda, T. Araki, T. Fukushima, T. Sekitani: *ACS Appl. Mater. Interfaces*, (2019) .

[7] Imperceptible Magnetic Sensor Matrix System Integrated with Organic Driver and Amplifier Circuits, M. Kondo, M. Melzer, D. Karnaushenko, T. Uemura, S. Yoshimoto, M. Akiyama, Y. Noda, T. Araki, O. G. Schmidt, T. Sekitani: *Science Advances*, 6 (4) (2020) eaay6094.

[8] Noise Evaluation System for Biosignal Sensors Using Pseudo-Skin and Helmholtz Coil, Misaki Inaoka and Shintaro Izumi and Shusuke Yoshimoto and Toshikazu Nezu and Yuki Noda and Teppei Araki and Takafumi Uemura and Tsuyoshi Sekitani: 13th International Symposium on Medical Information and Communication Technology, ISMICT 2019, Oslo, Norway, May 8-10, 2019, (2019) .

[9] Planarization mechanism for 6H-SiC (0001) Si-faced surfaces using electrochemical reactions, K. Imamura, T. Akai, H. Kobayashi: *Mater. Res. Express*, 6 (2019) 055906-1-7.

[10] Surface structure chemical transfer method to fabricate low reflectance multi-crystalline Si wafers produced with fixed abrasive machining technology, S. Kunieda, K. Imamura, H. Kobayashi: *AIP Adv.*, 9 (2019) 055224-1-6.

[11] Black silicon – correlation between microstructure and Raman scattering, S. Jurecka, E. Pincik, K. Imamura, T. Matsumoto, H. Kobayashi: *J. Electr. Eng.*, 70 (7S) (2019) 58-62.

[12] One-carbon Metabolism for Cancer Diagnostic and Therapeutic Approaches, A. Asai, M. Konno, M. Taniguchi, H. Ishii: *Cancer Lett.*, 470 (2020) 141-148.

[13] Theoretical Analyses and Experimental Validation of the Effects Caused by the Fluorinated Substituent Modification of DNA, M. Konno, A. Asai, S. Obika, Y. Doki, H. Ishii: *Sci Rep.*, 10 (1) (2020) 1138.

[14] CD44/CD133-Positive Colorectal Cancer Stem Cells Are Sensitive to Trifluridine Exposure, M. Konno, A. Asai, Y. Doki, H. Ishii: *Sci Rep.*, 9 (1) (2019) 14861.

[15] Distinct Methylation Levels of Mature microRNAs in Gastrointestinal Cancers, M. Konno, A. Asai, D. Motooka, D. Okuzaki, T. Mizushima, H. Eguchi, T. Satoh, Y. Doki, H. Ishii: *Nat Commun.*, 10 (1) (2019) 3888.

[16] A Hydrogen Peroxide Activatable Gemcitabine Prodrug for the Selective Treatment of Pancreatic Ductal Adenocarcinoma, M. Konno, H. Eguchi, A. Asai, J. Koseki, Y. Iwagami, D. Yamada, H. Akita, T. Asaoka, T. Noda, K. Gotoh, S. Kobayashi, T. Satoh, Y. Doki, H. Ishii, S. Obika: *ChemMedChem.*, 14 (15) (2019) 1384-1391.

[17] Mitochondrial Pyruvate Carrier 1 Expression Controls Cancer Epithelial-Mesenchymal Transition and Radioresistance, M. Konno, A. Asai, K. Tamari, T. Satoh, Y. Doki, K. Ogawa, H. Ishii: *Cancer Sci.*,

110 (4) (2019) 1331-1339.

[18]大規模時系列テンソルによる多角的イベント予測, 本田崇人, 松原靖子, 川畑光希, 櫻井保志: 情報処理学会論文誌:データベース, 13 (1) (2020) 8-19.

#### 国際会議

[1]Dynamic Modeling and Forecasting of Time-evolving Data Streams, Y. Matsubara and Y. Sakurai: KDD'19: Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, (2019) 458-468.

[2]Automatic sequential pattern mining in data streams, K. Kawabata, Y. Matsubara and Y. Sakurai: CIKM2019: Proceedings of the ACM International Conference on Information and Knowledge Management, (2019) 1733-1742.

[3]Multi-aspect mining of complex sensor sequences, T. Honda, Y. Matsubara, R. Neyama, M. Abe and Y. Sakurai: ICDM2019: Proceedings of 2019 IEEE International Conference on Data Mining, (2019) 299-308.

[4]Real-time Forecasting of IoT Big Data: Foundations and Challenges, Y. Sakurai: , (2020) .

[5]Real-time AI technologies for Big Data: Foundations and Challenges, Y. Sakurai: , (2019) .

[6]Stretchable and Transparent Eeg Sensor Based on Metal Nanowire and Dry Bioelectrode (oral), Teppei Araki, Takafumi Uemura, Shusuke Yoshimoto, Yuki Noda, Shintaro Izumi, and Tsuyoshi Sekitani: 2019 Material Research Society (MRS) Fall meeting & exhibit, Symposium.

[7]Sheet-Type Instrumentation Amplifier Integrated with Bio-Conformable Organic Cmos Circuit and Thin-Film Resistors , Masahiro Sugiyama, Takafumi Uemura, Masaya Kondo, Mihoko Akiyama, Naoko Namba, Yumi Inoue, Shusuke Yoshimoto, Teppei Araki, Yuki Noda, and Tsuyoshi Sekitani: 2019 Material Research Society (MRS) Fall meeting & exhibit, Symposium.

[8]Printed, Ultrathin and Transparent Organic Electrochemical Transistors Via Selective Wetting and Thermal Lamination for Soft Bioelectrical Interfaces , Ashuya Takemoto, Teppei Araki, Yuki Noda, Takafumi Uemura, and Tsuyoshi Sekitani: 2019 Material Research Society (MRS) Fall meeting & exhibit, Symposium.

[9]Biosignal Monitoring Systems with Bio-Conformable Organic Amplifier (oral), Takafumi UEMURA, Naoko NAMBA, Masaya KONDO, Masahiro SUGIYAMA, Mihoko AKIYAMA, Shusuke YOSHIMOTO, Yuki NODA, Teppei ARAKI, and Tsuyoshi SEKITANI: MRM2019 G-1 Symposium: In-field Molecules for Next-generations Flexible Electronics.

[10]Flexible and Transparent Electrodes Toward Implantable Electronics (oral), Teppei ARAKI, Yuki NODA, Takafumi UEMURA, Shusuke YOSHIMOTO, Shintaro IZUMI, and Tsuyoshi SEKITANI: MRM2019 G-1 Symposium: In-field Molecules for Next-generations Flexible Electronics.

[11]Measurement of Nucleic Acid Modifications with Machine Learning (oral), A. Asai: Osaka University - Groningen University Data Workshop.

#### 特許

[1]「国内特許出願」 エピジェネティックスを標的とした新規医薬, 特願 2019-86330

[2]「国内特許出願」 予測装置、予測方法およびプログラム, 2019-142295

[3]「国内特許出願」 イベント予測システム、イベント予測方法およびプログラム, 2020-008388

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

櫻井 保志	AIRC-ISIR Opening Commemorative Symposium (組織委員)
櫻井 保志	DASFAA SC 委員 (Int. Conf. on Database Systems for Advanced Applications) (2014 年～現在) (ステアリング委員)
櫻井 保志	46th International Conference on Very Large Data Bases (VLDB2020) (プログラム委員)
櫻井 保志	26th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD2020) (プログラム委員)
松原 靖子	24th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD 2020) (シニアプログラム委員)
櫻井 保志	29th Web Conference (WWW 2020) (プログラム委員)
野田 祐樹	AIRC-ISIR Opening Commemorative Symposium (組織委員)
今村 健太郎	AIRC-ISIR Opening Commemorative Symposium (組織委員)
佐藤 翔	AIRC-ISIR Opening Commemorative Symposium (組織委員)
浅井 歩	AIRC-ISIR Opening Commemorative Symposium (組織委員)

### 国内学会

応用物理学会	3 件
第 11 回 RNAi 研究会	1 件
第 12 回 Web とデータベースに関するフォーラム	2 件
第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム	2 件
先端技術調査委員会技術講演会	1 件
2019 年度第 4 回 PE 研究会	1 件
京都知恵産業創造の森 スマート社会推進フォーラム	1 件
NTT 西日本技術講演会	1 件
第 322 回電気材料技術懇談会・特別講演会	1 件
ダイキン工業技術講演会	1 件
人工知能学会第 2 種研究会 第 3 回計測インフォマティクス研究会	1 件
JEITA2019 技術セミナー	1 件
第 7 回アライアンス若手研究交流会	1 件

### 科学研究費補助金

		単位：千円
若手研究	連続した界面のヘテロ接合創製と結晶シリコン太陽電池特性の向上	1,820
今村 健太郎		
挑戦的研究(萌芽)	細胞外小胞の RNA メチル化計測によるがんバイオマーカーの最高性能化と実用化	3,380
石井 秀始		
土岐 祐一郎		
江口 英利		
今野 雅允		
浅井 歩		
若手研究	難治性消化器がんの m6A エピトランスクリプトームの標的化と臨床応用	1,950
浅井 歩		
国際共同研究加速基金	国際共同研究によるメカノバイオロジーを応用した細胞外小胞診断のための基盤構築	4,550
石井 秀始		
今野 雅允		
浅井 歩		
出口 真次		
江口 英利		
若手研究 (A)	生態系モデルに基づくオンライン社会活動分析技術の開発	3,900
松原 靖子		
基盤研究 (B)	Web 情報に基づく社会情報分析と行動予測技術の開発	2,340

櫻井 保志 厚生労働行政推進 調査事業補助金	ナショナルデータベース(NDB)データ分析における病名決定ロジック作成のための研究		0
櫻井 保志 臨床研究等 ICT 基 盤構築・人工知能 実装研究事業	介護施設入居高齢者等の疫病の早期発見・重症化予防を AI を活用して行う実証研究		455
櫻井 保志			
<b>受託研究</b>			
櫻井 保志	国立大学法人 熊本大学 (AMED 再委託)	単一細胞分析データ解析の数理モデルの構築・開発	650
櫻井 保志	(国研) 科学技術振興 機構	複雑事象のモデリングによる知的支援システムの開発	4,030
松原 靖子	(国研) 科学技術振興 機構	複合時系列イベントストリームに基づくリアルタイム将来予測と社会行動支援サービスの構築	32,786
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	715
<b>共同研究</b>			
櫻井 保志、 松原 靖子	株式会社富士通研究所	心拍時系列データへの TDA 適用	3,000
櫻井 保志、 松原 靖子	株式会社電通デジタル	顧客特性予測モデルの精度向上に向けた研究	5,000
櫻井 保志、 松原 靖子	ソニーセミコンダクタ マニュファクチャリン グ株式会社	半導体設備の状態推定による故障予測モデル開発	6,000
櫻井 保志、 松原 靖子	三菱重工工作機械株式 会社	工作機械のリアルタイムデータ処理と予測システムの開発	1,800
櫻井 保志、 松原 靖子	①国立研究開発法人産 業技術総合研究所 ②日 本電気株式会社	量子、材料、ビーム、バイオ、分子、ナノテク領域におけるシミュレーションと人工知能技術を活用した知識発見、意思決定支援に関する研究	0
櫻井 保志、 松原 靖子	株式会社 SCREEN ホー ルディングス	AI 装置制御システムに関する研究	16,632
<b>その他の競争的研究資金</b>			
浅井 歩	公益財団法人 大阪対がん協会	がん種特異的 RNA 修飾情報に基づくがん原発巣特定バイオマーカーの開発	300
浅井 歩	産業科学 A I センター	トンネルシーケンサーへの AI 実装による高精度ながん診断システムの開発	1,000
浅井 歩	金沢大学がん進展制御 研究所	がん特有の代謝特性を利用した新規抗がん標的探索システムの構築と抗がん剤開発	300
櫻井 保志	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成プログラム	1,266

## トランスレーショナルデータビリティ研究分野

### 原著論文

[1]大規模時系列テンソルによる多角的イベント予測, 本田崇人, 松原靖子, 川畑光希, 櫻井保志:

情報処理学会論文誌:データベース, 13 (1) (2020) 8-19.

### 国際会議

[1]Dynamic Modeling and Forecasting of Time-evolving Data Streams, Y. Matsubara and Y. Sakurai: KDD'19: Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, (2019) 458-468.

[2]Automatic sequential pattern mining in data streams, K. Kawabata, Y. Matsubara and Y. Sakurai: CIKM2019: Proceedings of the ACM International Conference on Information and Knowledge Management, (2019) 1733-1742.

[3]Multi-aspect mining of complex sensor sequences, T. Honda, Y. Matsubara, R. Neyama, M. Abe and Y. Sakurai: ICDM2019: Proceedings of 2019 IEEE International Conference on Data Mining, (2019) 299-308.

[4]Real-time Forecasting of IoT Big Data: Foundations and Challenges, (invited), Y. Sakurai: Osaka University - Groningen University Data Workshop.

[5]Real-time AI technologies for Big Data: Foundations and Challenges, (invited), Y. Sakurai: The 1st AIRC-ISIR International Symposium.

### 特許

[1]「国内特許出願」 予測装置、予測方法およびプログラム, 2019-142295

[2]「国内特許出願」 イベント予測システム、イベント予測方法およびプログラム, 2020-008388

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

櫻井 保志	DASFAA SC 委員 (Int. Conf. on Database Systems for Advanced Applications) (2014年～現在) (ステアリング委員)
櫻井 保志	46th International Conference on Very Large Data Bases (VLDB2020) (プログラム委員)
櫻井 保志	26th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD2020) (プログラム委員)
松原 靖子	24th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD 2020) (シニアプログラム委員)
櫻井 保志	29th Web Conference (WWW 2020) (プログラム委員)

### 国内学会

第12回 Web とデータベースに関するフォーラム	2件
第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム	2件
先端技術調査委員会技術講演会	1件
2019年度第4回 PE 研究会	1件
京都知恵産業創造の森 スマート社会推進フォーラム	1件
NTT 西日本技術講演会	1件
第322回電気材料技術懇談会・特別講演会	1件
ダイキン工業技術講演会	1件
人工知能学会第2種研究会 第3回計測インフォマティクス研究会	1件
JEITA2019 技術セミナー	1件
第7回アライアンス若手研究交流会	1件

### 科学研究費補助金

若手研究 (A) 生態系モデルに基づくオンライン社会活動分析技術の開発	単位: 千円	3,900
松原 靖子		

基盤研究 (B)	Web 情報に基づく社会情報分析と行動予測技術の開発	2,340	
櫻井 保志			
厚生労働行政推進調査事業補助金	ナショナルデータベース(NDB)データ分析における病名決定ロジック作成のための研究	0	
櫻井 保志			
臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業	介護施設入居高齢者等の疫病の早期発見・重症化予防を AI を活用して行う実証研究	455	
櫻井 保志			
<b>受託研究</b>			
櫻井 保志	国立大学法人 熊本大学 (AMED 再委託)	単一細胞分析データ解析の数理モデルの構築・開発	650
櫻井 保志	(国研) 科学技術振興機構	複雑事象のモデリングによる知的支援システムの開発	4,030
松原 靖子	(国研) 科学技術振興機構	複合時系列イベントストリームに基づくリアルタイム将来予測と社会行動支援サービスの構築	32,786
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	715
<b>共同研究</b>			
櫻井 保志、松原 靖子	株式会社富士通研究所	心拍時系列データへの TDA 適用	3,000
櫻井 保志、松原 靖子	株式会社電通デジタル	顧客特性予測モデルの精度向上に向けた研究	5,000
櫻井 保志、松原 靖子	ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社	半導体設備の状態推定による故障予測モデル開発	6,000
櫻井 保志、松原 靖子	三菱重工工作機械株式会社	工作機械のリアルタイムデータ処理と予測システムの開発	1,800
櫻井 保志、松原 靖子	①国立研究開発法人産業技術総合研究所 ②日本電気株式会社	量子、材料、ビーム、バイオ、分子、ナノテク領域におけるシミュレーションと人工知能技術を活用した知識発見、意思決定支援に関する研究	0
櫻井 保志、松原 靖子	株式会社 SCREEN ホールディングス	AI 装置制御システムに関する研究	16,632
<b>その他の競争的研究資金</b>			
櫻井 保志	ダイキン工業株式会社	A I 人材養成プログラム	1,266

## 量子ビーム科学研究施設 (所内兼任を含む)

### 原著論文

[1]Evidence for a critical dose above which damage to carbonate ester bonds in PADC appear after gamma ray and ultra soft X-ray exposures, T. Kusumoto, S. Okada, H. Kurashige, K. Kobayashi, M. Fromm, Q. Raffy, N. Ludwig, M. Kanasaki, K. Oda, Y. Honda, S. Tojo, J.-E. Groetz, R. Ogawara, S. Kodaira, R.Barillon, T. Yamauchi: Radiat. Phys. Chem., 170 (2020) 108628.

[2]Extremely high-intensity operation of a THz free-electron laser using an electron beam with a higher bunch charge, K. Kawase, M. Nagai, K. Furukawa, M. Fujimoto, R. Kato, Y.Honda, G. Isoyama: Nucl. Instrum. Methods. Phys. Res. B, 960 (2020) 163582.

[3]Proton Transfer Accompanied by the Oxidation of Adenosine, : Chemistry–A European Journal, 25

(32) (2019) 7711-7718.

[4]Sulfonated Pyrene as a Photoregulator for Single-Stranded DNA Looping, : Chemistry-A European Journal, 26 (22) (2020) 5075-5084.

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (C)	不均一反応場における量子ビーム誘起反応の機構解明と新機能発現	1,820
藤乗 幸子		
受託研究		
藤乗 幸子	研究推進・産学連携部 研究推進課研究 プロジェクト推進係	51

---

#### 高等共創研究院 (小阪田)

##### 原著論文

[1]Synthesis and photocatalytic activity of ultrathin two-dimensional porphyrin nanodisks via covalent organic framework exfoliation, Z. Fan, K. Nomura, M. Zhu, X. Li, J. Xue, T. Majima, Y. Osakada, : Commun. Chem., 2 (2019) 55.

[2]Synthesis of unsymmetric perylenediimide dye molecule and its photochemical properties on lipid membrane, A. Tanaka, Z. Liu, Y. Osakada: Bioorg. Med. Chem. LettBioorg. Med. Chem. Lett., 29 (2019) .

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
若手 A	界面光制御に基づくハイブリッド材料群を用いた革新的脳機能活性化法の創成	0
小阪田 泰子		
挑戦的研究萌芽	効果的な放射線治療に向けた制動放射光子に応答する発光ナノ材料の探索と応用	1,690
小阪田 泰子		
受託研究		
小阪田 泰子	研究推進・産学連携部 研究推進課研究 プロジェクト推進係	30
小阪田 泰子	研究推進・産学連携部 研究推進課研究 プロジェクト推進係	51
奨学寄附金		
小阪田 泰子	公益財団法人 関西エネルギー・リサイクル科学研究振興財団 代表理事 森 詳介	940

---

#### 高等共創研究院 (山崎)

##### 原著論文

[1]An efflux inhibitor of the MacAB pump in *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, Ami Yamagishi, Sohei Nakano, Seiji Yamasaki, Kunihiko Nishino: Microbiology and Immunology, 64 (2020) 182-188.

[2]Native CRISPR-Cas-Mediated Genome Editing Enables Dissecting and Sensitizing Clinical Multidrug-Resistant *P. aeruginosa*, Zeling Xu, Ming Li, Yanran Li, Huiluo Cao, Lu Miao, Zhaochao Xu, Yusuke Higuchi, Seiji Yamasaki, Kunihiko Nishino, Patrick C.Y. Woo, Hua Xiang, Aixin Yan: Cell Reports, 29 (2019) 1707-1717.

##### 解説、総説

Structure based functional analysis of bacterial multidrug efflux transporters, Seiji Yamasaki, Martijn Zwama, Ryosuke Nakashima, Akihito Yamaguchi, Kunihiko Nishino, BIO Clinica, 北隆館, 35[2] (2020), 155-160.

Mutational analysis of bacterial multidrug efflux transporters contributing to antibiotic resistance, Seiji Yamasaki, Martijn Zwama, Ryosuke Nakashima, Akihito Yamaguchi, Kunihiko Nishino, Precision



Medicine, 北隆館, 2[9] (2019), 856-861.

多剤排出ポンプの機能と阻害機構, 西野 邦彦, 山崎 聖司, 中島 良介, 膜タンパク質工学ハンドブック, エヌ・ティー・エス, 1[2] (2020), 83-92.

### 特許

[1]「国内特許出願」 ヤーコンの加工物を有効成分として含有する脂肪肝の予防または改善用組成物, 特願 2019-211824

[2]「国内特許出願」 ヤーコンの加工物を有効成分として含有する制御性T細胞の増加促進用組成物, 特願 2019-211825

[3]「国内特許出願」 ヤーコンの加工物を有効成分として含有する腸内細菌叢の改善用組成物, 特願 2019-211826

### 国内学会

第 92 回日本細菌学会総会 ワークショップ	1 件
第 66 回日本生化学会近畿支部例会	1 件
第 14 回日本ケミカルバイオロジー学会	1 件
第 9 回物質・デバイス領域共同研究拠点活動報告会、平成 30 年度 ダイナミック・アライアンス成果報告会	1 件
高等共創研究院シンポジウム	1 件
第 2 回 COI 学会	1 件
大阪大学 産業科学研究所 第 75 回学術講演会	1 件
第 1 回香り・におい・ガスセンシングに関するシンポジウム	1 件
第 2 回大阪大学大学院医学系研究科—産業科学研究所懇話会	1 件
日本化学会第 100 春季年会	1 件
日本薬学会第 140 年会	1 件

### 科学研究費補助金

若手研究	耐性菌パンデミックの回避に向けた細菌薬剤排出ポンプの解析と阻害剤開発	単位：千円	1,430
------	------------------------------------	-------	-------

### 受託研究

山崎 聖司	国立研究開発法人 科学技術振興機構	腸内フローラ改善による人間力活性化メカニズムの解明	3,250
山崎 聖司	国立研究開発法人 科学技術振興機構	感染拡大抑制に寄与する迅速細菌遺伝子検査キットの開発	3,900
山崎 聖司	国立研究開発法人 科学技術振興機構	細菌に関する健康・医療ビッグデータの利活用	9,100

### その他の競争的研究資金

山崎 聖司	高等共創研究院	細菌の新規制御手法開発によるヒトと細菌との新たな共存関係の構築	1,300
山崎 聖司	人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス	医療応用に向けた細菌性状のナノデバイス解析技術の構築	2,600

### 高等共創研究院（榎原）

#### 原著論文

[1]Gait-based Age Progression/Regression: A Baseline and Performance Evaluation by Age Group Classification and Cross-age Gait Identification, C. Xu, Y. Makihara, Y. Yagi, J. Lu: Machine Vision and Applications, 30 (4) (2019) 629-644.

[2]On Input/Output Architectures for Convolutional Neural Network-Based Cross-View Gait

Recognition, N. Takemura, Y. Makihara, D. Muramatsu, T. Echigo, Y. Yagi: IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 29 (9) (2019) 2708-2719.

[3]Speed-Invariant Gait Recognition Using Single-Support Gait Energy Image, C. Xu, Y. Makihara, X. Li, Y. Yagi, J. Lu: Multimedia Tools and Applications, 78 (18) (2019) 26509-26536.

[4]RGB-D video-based individual identification of dairy cows using gait and texture analyses, F. Okura, S. Ikuma, Y. Makihara, D. Muramatsu, K. Nakada, Y. Yagi: Computers and Electronics in Agriculture, 165 (104944) (2019) 1-12.

[5]Pedestrian segmentation based on a spatio-temporally consistent graph cut with optimal transport, Y. Yu, Y. Makihara, Y. Yagi: IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications, 11 (10) (2019) 1-17.

[6]Joint Intensity Transformer Network for Gait Recognition Robust against Clothing and Carrying status, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, M. Ren: IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 14 (12) (2019) 3102-3115.

[7]A Video-Based Gait Disturbance Assessment Tool for Diagnosing Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus, R. Liao, Y. Makihara, D. Muramatsu, I. Mitsugami, Y. Yagi, K. Yoshiyama, H. Kazui, M. Takeda: IEEE Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 15 (3) (2020) 433-441.

[8]Identifying motion pathways in highly crowded scenes: a non-parametric tracklet clustering approach, A.S. Hassanein, M.E. Hussein, W. Gomaa, Y. Makihara, Y. Yagi: Computer Vision and Image Understanding, 191 (102710) (2020) 1-18.

#### 国際会議

[1]OU-ISIR Wearable Sensor-based Gait Challenge: Age and Gender, T.T. Ngo, M.A.R. Ahad, A.D. Antar, M. Ahmed, D. Muramatsu, Y. Makihara, Y. Yagi, S. Inoue, T. Hossain, Y. Hattori: Proc. of the 12th IAPR International Conference On Biometrics (ICB 2019), (2019) 1-6.

[2]On The Feasibility of On-Body Roaming Models in Human Activity Recognition, M. Abduaguye, W. Gomaa, Y. Makihara, Y. Yagi: Proc. of the 16th Int. Conf. on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2019), (2019) 1-11.

[3]Unsupervised GEI-Based Gait Disorders Detection From Different Views, A. Elkholy, Y. Makihara, W. Gomaa, M.A.R. Ahad, Y. Yagi: Proc. of the 41st Engineering in Medicine and Biology Conference, (2019) 5423-5426.

[4]Make the Bag Disappear: Carrying Status-invariant Gait-based Human Age Estimation using Parallel Generative Adversarial Networks, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, M. Ren: Proc. of the IEEE 10th Int. Conf. on Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS 2019), (2019) 1-9.

[5]Does My Gait Look Nice? Human Perception-based Gait Relative Attributes Estimation by Dense Trajectory Analysis, A.S. Hassanein, Y. Hayashi, Y. Makihara, D. Muramatsu, Y. Yagi: Proc. of the 5th Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR 2019), (2019) 90-105.

[6]Gait-based Age Analysis, Y. Makihara: The 8th Int. Conf. on Informatics, Electronics, and Vision (ICIEV 2019), (2019) .

[7]Joint Intensity and Spatial Metric Learning\_x000B\_for Robust Gait Recognition, Y. Makihara: 2019 Int. workshop on human identification at a distance, (2019) .

[8]On Gait Attributes: Age, Gender, and Attractiveness by Video-based Gait Analysis, Y. Makihara: 22nd Int. Conf. on Computer and Information Technology (ICCIT 2019), (2019) .

[9]Does My Gait Look Nice? Human Perception-Based Gait Relative Attribute Estimation Using Dense Trajectory Analysis, A. Shehata, Y. Hayashi, Y. Makihara, D. Muramatsu, Y. Yagi: The 2nd International Symposium on Symbiotic Intelligent Systems, (2020) .

[10]Does My Gait Look Nice? Human Perception-Based Gait Relative Attribute Estimation Using Dense Trajectory Analysis, A. Shehata, Y. Hayashi, Y. Makihara, D. Muramatsu, Y. Yagi: The 23rd SANKEN International Symposium, (2020) .

[11]OU-ISIR Wearable Sensor-based Gait Challenge: Age and Gender, T.T. Ngo, M.A.R. Ahad, A.D. Antar, M. Ahmed, D. Muramatsu, Y. Makihara, Y. Yagi, S. Inoue, T. Hossain, Y. Hattori: The 23rd SANKEN International Symposium, (2020) .

## 著書

[1]2 章 生体認証技術, 2.9 節 歩容 (日本自動認識システム協会)“よくわかる生体認証”, 榎原 靖, 村松 大吾, 八木 康史, オーム社, (76-82) 2019.

## 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

榎原 靖	The 2nd Int. Conf. on Multimedia Analysis and Pattern Recognition (MAPR 2019) (プログラム委員)
榎原 靖	The 32nd IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2019) (査読委員)
榎原 靖	The 17th International Conference on Computer Vision (ICCV 2019) (領域チェア)
榎原 靖	2019 ACM Int. Conf. on Multimedia Retrieval (ICMR 2019) (テクニカルプログラム委員)
榎原 靖	The 12th IAPR Int. Conf. on Biometrics (ICB 2019) (査読委員)
榎原 靖	The 30th British Machine Vision Conf. (BMVC 2019) (査読委員)
榎原 靖	The 5th Asian Conf. on Pattern Recognition (ACPR 2019) (プログラム委員)
榎原 靖	The 8th Int. Conf. on Informatics, Electronics, and Vision (ICIEV 2019) (査読委員)
榎原 靖	The 11th Int. Conf. on Knowledge and Systems Engineering (KSE 2019) (プログラム委員)
榎原 靖	The 15th Int. Conf. on Signal Image Technology and Internet based Systems (SITIS 2019) (プログラム委員)
榎原 靖	The 9th Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT 2019) (プログラム委員)
榎原 靖	The 33rd IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2020) (領域チェア)
榎原 靖	The 34th AAAI Conf. on Artificial Intelligence (AAAI 2020) (プログラム委員)
榎原 靖	The 16th European Conf. on Computer Vision (ECCV 2020) (領域チェア)
榎原 靖	Int. Conf. on Activity and Behavior Computing (ABC 2020) (プログラム委員)
榎原 靖	The 25th Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR 2020) (テクニカル委員)
榎原 靖	2020 ACM Int. Conf. on Multimedia Retrieval (ICMR 2020) (テクニカルプログラム委員)
榎原 靖	IEEE Biometrics workshop 2020 (プログラム委員)
榎原 靖	IPSI Transaction on Computer Vision and Applications (編集委員)
榎原 靖	IEICE Transactions on Information and Systems (編集副委員長)

## 国内学会

情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究会	3 件
第 22 回 画像の認識・理解シンポジウム	1 件
電子情報通信学会バイオメトリクス研究会	1 件
日本法科学技術学会 第 25 回学術集会	1 件
電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーション基礎研究会	1 件
2020 年電子情報通信学会総合大会	1 件

## 取得学位

修士(情報科学)	歩容に基づく年齢推定のための入出力および深層学習モデルの構造設計と評価
阪田 篤哉	
修士(情報科学)	歩容特徴ペア間の変形を考慮した歩容認証
安達 大輔	
修士(情報科学)	認知機能スコア推定のためのゲーム型デュアルタスク歩行体験システムの開発
松浦 拓	
修士(情報科学)	畳み込みニューラルネットワークを用いた歩容映像解析における補助ラベルの活用
守脇 幸佑	
学士(工学)	ボトムアップ手法によるグラフ分割を用いた染色体の検出
高見 燎世	

## 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究（B）	歩容による年齢推定と経年変化モデリングに関する研究	0
榎原 靖		
新学術領域研究	モジュール連動に基づく対話システム基盤技術の構築	650
榎原 靖		
受託研究		
榎原 靖	パナソニック株式会社 Smart City Project	950
榎原 靖	Society5.0 実現化研究拠点 行動センシング基盤プロジェクト支援事業	8,770
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	1,000
その他の競争的研究資金		
榎原 靖	ダイキン工業株式会社 AI人材養成プログラム	0
榎原 靖	ダイキン工業株式会社 AI人材養成プログラム	5,040
榎原 靖	物質・デバイス領域共同研究拠点 薬剤耐性菌株の意味的特徴ルールを導入した GAN による識別	30

令和 2 年 9 月 発行

編集・発行

大阪大学 産業科学研究所

広報室

〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1



