

Title	平成28年度年次報告書 : 活動状況と課題
Author(s)	
Citation	年次報告書. 2018, p. 1-232
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/77437">https://hdl.handle.net/11094/77437</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University



平成28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 .....	9
3) 研究費 .....	10
4) 国際研究プロジェクト .....	11
5) 学術講演会・研究集会・研究所間交流プログラム .....	15
6) 広報活動 .....	17
7) 受賞状況 .....	17
3. 教育への関与	
1) 大学院研究科の所属先 .....	18
2) 大学院担当授業一覧 .....	20
3) 大学院生の受入数 .....	23
4) 学部、共通教育担当授業一覧 .....	24
4. 国際交流	
1) 活動状況 .....	24
2) 国外との研究者往来 .....	26
5. 産業界との交流 .....	26
6. まとめ（課題と展望） .....	27
[附1] 各研究部門の組織と活動 .....	31
[附2] 各附属研究施設等の組織と活動 .....	85
[附3] 共通施設等、技術室、事務部の組織と活動 .....	119
[附4] 各研究部門、附属施設における活動実績リスト .....	141

本年次報告書は、平成 28 年度（平成 28 年（2016）4 月 1 日から平成 29 年（2017）3 月 31 日まで）を対象としたものである。

## 1. はじめに

所長 中谷 和彦

大阪大学産業科学研究所(以下産研)は、「自然科学に関する特殊事項で産業に必要なものの基礎的学理とその応用の研究」に対する関西の産業界の強い期待と要望を背景に、昭和14年に誕生しました。

設立以来、関係各位の御支援により、時代の変遷と共に発展し、現在も新たな産業創成の源泉となる基礎科学を極め、その成果に立脚して応用科学を展開することを目的に、材料、情報、生体の3領域の研究とナノテクノロジー・ナノサイエンス分野の研究を推進する総合理工学型研究所として歴史を刻んでいます。

特にナノサイエンスでは、全国の国立大学に先駆けて産業科学ナノテクノロジーセンターを設立し、我が国におけるナノサイエンス研究の先導的役割を果たし続けています。また、北海道大学電子科学研究所、東北大学多元物質科学研究所、東京工業大学化学生命科学研究所、大阪大学産業科学研究所、九州大学先導物質化学研究所の5大学附置研究所による全国ネットワーク型「物質・デバイス領域共同研究拠点」を形成し、その拠点本部として、我が国では前例のない新しい効率的な共同研究システムを構築、発展させて参りました。この共同研究拠点は平成27年度文部科学省が実施した期末評価において、特筆すべき成果や効果が見られ、関連コミュニティへの貢献も多大であった拠点として、最高ランクのS区分として評価されています。平成28年からは拠点本部を東北大多元研に移し、産研は引き続き拠点の中核機関として、また、拠点を支える5研究所の共同研究アライアンス事業の本部として活動を展開しています。

産研で生まれてくる成果を産業に生かすため、インダストリーオンキャンパスを実現するインキュベーション棟を平成21年度に完成させ、企業リサーチパークが稼働しています。これらに加え、平成23年度には、世界最大のナノテック研究機関 imec と産研との間で包括的な共同研究契約が締結されました。企業リサーチパーク参画企業の実用化ニーズと産研の持つ材料、情報、生体、ナノテクノロジーのシーズポテンシャルを国際舞台で結び付ける総合的研究開発推進プログラムの提供を目指しています。

大学における基礎研究も、社会の要請を的確に把握し、国民の期待に応える科学の創出が求められます。私共は、「産業に資する科学研究の推進」を研究スローガンとして、産業界との連携を強化する施策を立てたいと考えております。産研は、歴史と伝統を背景に、新しい時代をリードすべく、今後も環境・エネルギー・医療・安全安心に関する課題を解決することを中心に、独自性の高い世界最先端の基盤科学技術創出の努力を続けて参ります。

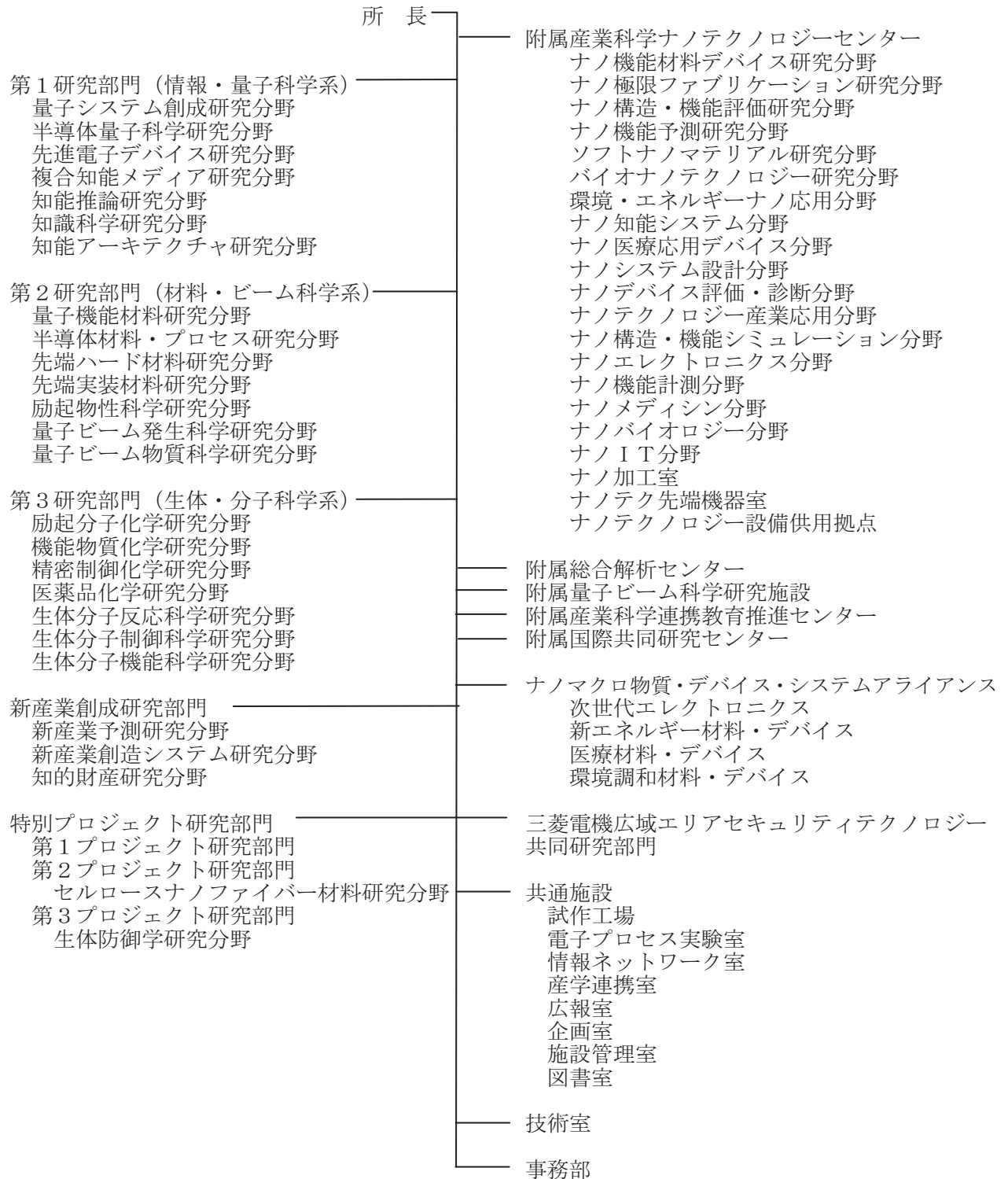
本報告書は、産研による平成28年度の研究・教育・社会貢献の成果の記録です。皆さまにご一読いただき、産研のより一層の発展のために、ご叱正、ご批判を頂ければ幸いです。今後とも皆様の温かいご支援とご協力・ご鞭撻を心よりお願いいたします。

## 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（平成29年3月31日現在）



・教員組織 (平成29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 特任助教(常勤)	博士(理学) 工学博士 博士(工学) 博士(理学)	大岩 顕 長谷川繁彦 木山 治樹 酒井 裕司
半導体量子科学研究分野	教授 准教授 助教 助教	工学博士 理学博士 博士(工学) 博士(工学)	松本 和彦 井上 恒一 金井 康 小野 堯生
先進電子デバイス研究分野	教授 准教授 助教 助教 特任准教授(常勤) 特任助教(常勤) 特任研究員(常勤) 特任研究員(常勤)	博士(工学) 博士(工学) 博士(工学) 博士(工学) 博士(工学) 博士(環境科学) 博士(工学)	関谷 毅 須藤 孝一 荒木 徹平 吉本 秀輔 植村 隆文 野田 祐樹 根津 俊一 Azhari Afreen
複合知能メディア研究分野	教授 准教授 准教授 助教 助教 特任講師(常勤) 特任研究員(常勤) 特任研究員(常勤)	博士(工学) 博士(工学) 博士(工学) 博士(工学) 博士(工学) 博士(工学) 博士(情報科学) Ph.D.(メカトロニクス・ロボティクス工学)	八木 康史 槇原 靖 村松 大吾 満上 育久 大倉 史生 青木 工太 丹羽 真隆 Mohamed Hasan Rizk Salem
知能推論研究分野	教授 准教授 助教 特任准教授(常勤)	工学博士 博士(工学) 博士(情報学) 博士(工学)	鷺尾 隆 河原 吉伸 杉山 磨人 清水 昌平
知識科学研究分野	教授 准教授 助教	博士(情報学) 博士(工学) 博士(情報学)	駒谷 和範 古崎 晃司 武田 龍
知能アーキテクチャ研究分野	教授 准教授	工学博士 博士(情報科学)	沼尾 正行 福井 健一
■第2研究部門(材料・ビーム科学系)			
量子機能材料研究分野			
半導体材料・プロセス研究分野	教授 准教授 助教 特任研究員(常勤)	理学博士 博士(理学) 博士(理学)	小林 光 松本 健俊 今村 健太郎 小林 悠輝

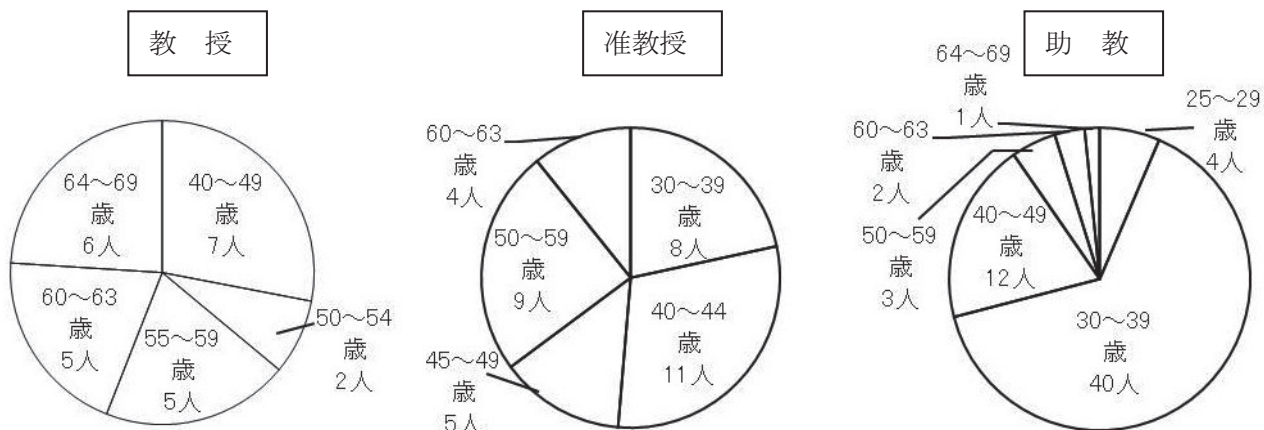
先端ハード材料研究分野	教授 准教授 助教 助教	博士（工学） 博士（工学） 博士（工学） 博士（金属材料工学）	関野 徹 多根 正和 後藤 知代 Cho Sunghun
先端実装材料研究分野	教授 准教授 助教 特任助教（常勤） 特任助教（常勤） 特任助教（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤）	工学博士 博士（理学） 博士（工学） 博士（工学） 修士（工学） 博士（工学）    修士（理化学） 博士（工学）	菅沼 克昭 長尾 至成 菅原 徹 Zhang Hao Chen Chuantong 石名 敏之 浅谷 紀夫 木本 幸治 下山 章夫 関 伸弥 Li Caifu
励起物性科学研究分野	准教授 准教授	理学博士 博士（理学）	田中 慎一郎 金崎 順一
量子ビーム発生科学研究分野	助教	博士（理学）	入澤 明典
量子ビーム物質科学研究分野	教授 准教授 助教 助教	博士（工学） 博士（工学） 工学博士 博士（工学）	古澤 孝弘 室屋 裕佐 小林 一雄 山本 洋揮
<b>■第3研究部門（生体・分子科学系）</b>			
励起分子化学研究分野	教授 准教授 准教授 助教 特任助教（常勤） 特任助教（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）	真嶋 哲朗 藤塚 守 川井 清彦 小阪田 泰子 金 水緑 Zhang Peng
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（理学）	笹井 宏明 滝澤 忍 竹中 和浩 Mohamed Ahmed Abozeid Hussein
精密制御化学研究分野	教授 准教授 助教 特任助教（常勤） 特任助教（常勤） 特任助教（常勤） 特任助教（常勤） 特任助教（常勤） 特任研究員（常勤）	理学博士 博士（工学） 博士（生命科学） 博士（理学） 博士（理学） 博士（理学） Ph.D.（有機化学） Ph.D.（有機化学）	中谷 和彦 堂野 主税 村田 亜沙子 相川 春夫 山田 剛史 柴田 知範 Mukherjee S Das Bimolendu
医薬品化学研究分野	教授	理学博士	加藤 修雄

医薬品化学研究分野	准教授 助教 助教 特任准教授（常勤） 特任研究員（常勤）	理学博士 理学博士 博士（理学） 博士（理学） 修士（環境科学）	和田 洋 山口 俊郎 樋口 雄介 開発 邦宏 原田 絵美
生体分子反応科学研究分野	教授 准教授 助教 助教	博士（農学） 博士（理学） 修士（工学） 博士（理学）	黒田 俊一 岡島 俊英 立松 健司 中井 忠志
生体分子制御科学研究分野	准教授 准教授 助教 助教 特任准教授（常勤）	博士（薬学） 博士（理学） 博士（薬科学） 博士（薬学） Ph. D.	西野 邦彦 西 毅 山崎 聖司 西野 美都子 Yan Aixin
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（理学） 博士（バイオインクス学） 博士（理学） 博士（工学） 博士（理学） 博士（バイオインクス学）	永井 健治 松田 知己 新井 由之 中野 雅裕 岩野 恵 圓谷 徹之 吉田 邦人 石田 竜一 加来 友美 藤原 沙都姫
<b>■新産業創生研究部門</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>			
第2プロジェクト研究分野 （セルロースナノファイバー材料）	准教授 特任助教（常勤） 特任研究員（常勤）	博士（農学） 博士（農学） 博士（農学）	能木 雅也 古賀 大尚 磯部 紀之
第3プロジェクト研究分野 （生体防御学）	特任教授（常勤） 特任准教授（常勤） 特任助教（常勤）	薬学博士 博士（理学） 博士（理学）	山口 明人 中島 良介 櫻井 啓介
<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 助教	博士（理学） 博士（理学） 博士（理学） Ph. D.（物理学）	田中 秀和 神吉 輝夫 服部 梓 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 助教	工学博士 博士（理学） 修士（理学） 博士（工学）	吉田 陽一 楊 金峰 近藤 孝文 菅 晃一



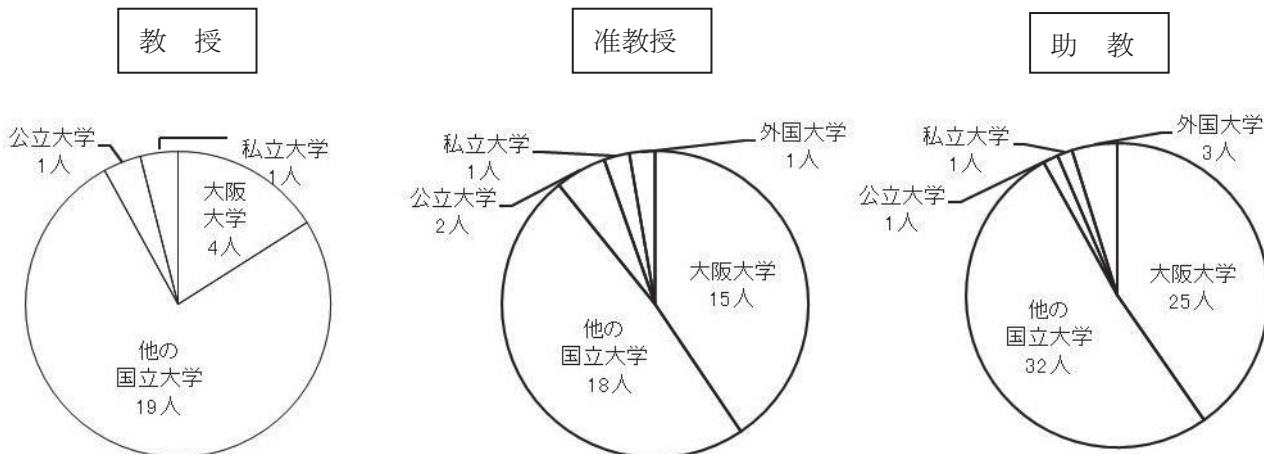
ナノ極限ファブリケーション 研究分野	特任研究員（常勤）	博士（理学）	神戸 正雄
ナノ構造・機能評価研究分野	教授 准教授 助教 助教	理学博士 博士（理学） 博士（工学） 博士（理学）	竹田 精治 吉田 秀人 神内 直人 麻生 亮太郎
ナノ機能予測研究分野	教授 准教授 助教 助教	博士（理学） 博士（工学） 博士（理学） 博士（理学）	小口 多美夫 白井 光雲 山内 邦彦 稲田 浩義
ソフトナノマテリアル研究分 野	教授 准教授 助教	理学博士 博士（工学） 博士（工学）	安蘇 芳雄 家 裕隆 二谷 真司
バイオナノテクノロジー研究 分野	教授 准教授 助教 助教 特任准教授（常勤） 特任助教（常勤） 特任助教（常勤） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤） 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） 博士（理学） 博士（工学） 博士（理学）	谷口 正輝 筒井 真楠 田中 裕行 横田 一道 大城 敬人 殿村 涉 有馬 彰秀 江崎 裕子 出口 寛子 久保 由佳利 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） 特任研究員（常勤） 特任研究員（常勤）	博士（材料科学） 博士（理学） 修士（工学）	北島 彰 法澤 公寛 樋口 宏二 柏倉 美紀
■附属総合解析センター	准教授 助教 助教	博士（薬学） 博士（工学） 修士（理学）	鈴木 健之 周 大揚 朝野 芳織
■量子ビーム科学研究施設	准教授 助教	工学博士 工学修士	誉田 義英 藤乗 幸子
■三菱電機広域エリアセキュ リティテクノロジー共同研究 部門	特任助教（常勤）	博士（工学）	武村 紀子

・教員の年齢構成（平成 29 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（30～38 歳）

・教員の出身大学（平成 29 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、平成 29 年 3 月 31 日現在で教員 149 名、事務職員 23 名、技術職員 16 名及び非常勤職員 126 名を含み、合計 314 名である。全職員のうち外国人は 24 名、女性は 120 名である。

・平成 28 年 4 月 1 日から平成 29 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
2016/4/1	採用	技術職員（技術室）	岡田 宥平
2016/4/1	採用	特例嘱託技術職員（技術室）	田中 高紀
2016/4/1	昇任	技術室長（技術室）	小川 紀之
2016/4/1	配置換	計測班長（技術室）	大西 政義
2016/4/1	兼務	量子ビーム科学研究施設長	吉田 陽一
2016/4/1	兼務	ナノテクノロジーセンター長	竹田 精治
2016/4/1	兼務	産業科学連携教育推進センター長	大岩 顕
2016/4/1	兼務	国際共同研究センター	竹田 精治
2016/4/1	採用	助教（ナノ機能材料デバイス）	山本 真人
2016/4/1	昇任	総務課長	小牧 将浩
2016/4/1	昇任	主任(契約係)	久保 美里

2016/4/1	配置換	総務課長	中川 正
2016/4/1	配置換	財務係長	塩田 健
2016/4/1	配置換	財務係長	小寺 啓介
2016/4/1	採用	特任教授(常勤)(知的財産)	清水 裕一
2016/4/1	採用	特任准教授(常勤)(知能推論)	清水 昌平
2016/4/1	採用	特任准教授(常勤)(バイオナノテクノロジー)	大城 敬人
2016/4/1	採用	特任助教(常勤)(先端実装材料)	張 昊 (ZHANG Hao)
2016/4/1	採用	特任助教(常勤)(バイオナノテクノロジー)	殿村 渉
2016/4/1	採用	特任助教(常勤)(バイオナノテクノロジー)	有馬 彰秀
2016/4/1	採用	特任助教(常勤)(三菱電機 広域エリアセキュリティテクノロジー共同研究部門)	武村 紀子
2016/4/1	採用	特任研究員(常勤)(先進電子デバイス)	根津 俊一
2016/4/1	採用	特任研究員(常勤)(先進電子デバイス)	野田 祐樹
2016/4/1	採用	特任研究員(常勤)(複合知能メディア)	Mohamed Hasan Rizk SALEM
2016/4/1	採用	特任研究員(常勤)(三菱電機 広域エリアセキュリティテクノロジー共同研究部門)	Hazem Mohamed Gabr EL-ALFY
2016/4/1	採用	特任研究員(常勤)(バイオナノテクノロジー)	出口 寛子
2016/4/1	採用	特任研究員(常勤)(バイオナノテクノロジー)	久保 由佳利
2016/4/30	退職	助教(ソフトナノマテリアル)	辛川 誠
2016/4/30	退職	特任技術職員(先端実装材料)	横井 絵美
2016/5/1	採用	特任准教授(常勤)(生体分子制御科学)	YAN Aixin
2016/5/1	採用	特任講師(常勤)(複合知能メディア)	青木 工太
2016/6/1	採用	特任研究員(常勤)(先進電子デバイス)	AZHARI Afreen
2016/6/15	退職	特任助教(常勤)(先端実装材料)	JIU JINTING
2016/6/16	採用	特任事務職員(広報室)	伊藤 敦美
2016/6/30	退職	特任事務職員(広報室)	松本 紀子
2016/6/30	退職	特任研究員(常勤)(三菱電機 広域エリアセキュリティテクノロジー共同研究部門)	Hazem Mohamed Gabr EL-ALFY
2016/6/30	退職	特任研究員(常勤)(先進電子デバイス)	野田 祐樹
2016/7/1	採用	特任助教(常勤)(先進電子デバイス)	野田 祐樹
2016/7/31	退職	特任研究員(常勤)(先端実装材料)	吴 春卉(WU Chunhui)
2016/7/31	退職	特任研究員(常勤)(先端実装材料)	木原 誠一郎
2016/8/1	採用	特任助教(常勤)(先進電子デバイス)	太田 裕貴
2016/8/16	採用	特任研究員(常勤)(先端実装材料)	李 財富 (LI Caifu)
2016/9/1	採用	特任研究員(常勤)(生体分子機能科学)	藤原 沙都姫
2016/9/30	退職	助教(半導体材料・プロセス)	長谷川 丈二
2016/9/30	退職	特任技術職員(半導体材料・プロセス)	黒崎 千香
2016/10/1	採用	特任事務職員(施設管理室)	大橋 佳代子
2016/10/1	昇任	総務係長	山本 幸子
2016/10/1	配置換	総務係長	黒杭 裕
2016/10/1	配置換	主任(契約係)	木村 英明
2016/10/1	配置換	主任(契約係)	大政 征吾
2016/10/1	採用	特任助教(常勤)(励起分子化学)	ZHANG Peng
2016/10/1	採用	特任助教(常勤)(機能物質化学)	Mohamed Ahmed Abozeid HUSSEIN
2016/10/1	採用	特任助教(常勤)(精密制御化学)	LI Jinxing
2016/10/31	退職	特任研究員(常勤)(先端実装材料)	CHEN Chuantong
2016/11/1	採用	特任教授(常勤)(生体分子機能科学)	VERKHUSHA Vladislav Vitaliyevich
2016/11/1	採用	特任助教(常勤)(量子システム創成)	酒井 裕司

2016/11/1	採用	特任助教（常勤）（先端実装材料）	CHEN Chuantong
2016/11/16	採用	特任准教授（常勤）（機能物質化学）	BAJRACHARYA GAN BAHADUR
2016/11/16	採用	特任研究員（常勤）（バイオナノテクノロジー）	津本 弥生
2016/12/15	退職	特任教授（常勤）（生体分子機能科学）	Verkhusha Vladislav Vitaliyevich
2016/12/31	退職	特任助教（常勤）（精密制御化学）	Li Jinxing
2017/1/1	採用	特任助教（常勤）（先端実装材料）	石名 敏之
2017/1/1	採用	特任研究員（常勤）（第2プロジェクト（セルロースナノファイバー材料））	磯部 紀之
2017/1/16	採用	特任研究員（常勤）（精密制御化学）	DAS BIMOLENDU
2017/2/1	採用	特任技術職員（生体分子制御科学）	福島 愛子
2017/2/15	退職	特任准教授（常勤）（機能物質化学）	BAJRACHARYA GAN BAHADUR
2017/2/28	退職	特任助教（常勤）（先進電子デバイス）	太田 裕貴
2017/3/15	退職	特任事務職員（財務係）	森田 全子
2017/3/15	退職	特任研究員（常勤）（先端実装材料）	藤田 浩史
2017/3/31	定年退職	教授（医薬品化学）	加藤 修雄
2017/3/31	定年退職	技術室長（技術室）	小川 紀之
2017/3/31	退職	助教（生体分子反応科学）	中井 忠志
2017/3/31	退職	助教（知能推論）	杉山 磨人
2017/3/31	退職	助教（ソフトナノマテリアル）	二谷 真司
2017/3/31	退職	研究協力係員	中村 薫
2017/3/31	退職	特任准教授（常勤）（生体分子制御科学）	YAN Aixin
2017/3/31	退職	特任講師（常勤）（複合知能メディア）	青木 工太
2017/3/31	退職	特任助教（常勤）（励起分子化学）	ZHANG Peng
2017/3/31	退職	特任助教（常勤）（精密制御化学）	MUKHERJEE Sanjukta
2017/3/31	退職	特任研究員（常勤）（複合知能メディア）	丹羽 真隆
2017/3/31	退職	特任研究員（常勤）（先端実装材料）	関 伸弥
2017/3/31	退職	特任研究員（常勤）（先端実装材料）	李 財富（LI Caifu）
2017/3/31	退職	特任研究員（常勤）（生体分子機能科学）	石田 竜一
2017/3/31	退職	特任研究員（常勤）（生体分子機能科学）	加来 友美
2017/3/31	退職	特任研究員（常勤）（第2プロジェクト（セルロースナノファイバー材料））	磯部 紀之

## 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。最終的には、教授会によって所長候補者が決定される。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。

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）

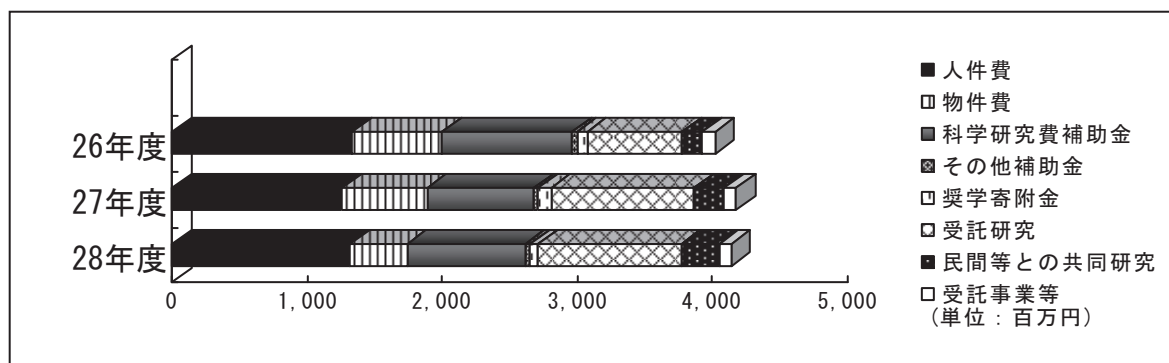
施設委員会（所長、財務・施設担当の役員会構成員、学内施設マネジメント委員会委員、附属研究施設長、共通施設運営委員会委員長、各研究部門・ナノテクセンターの専任教授、事務部長他）

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と共同研究を行うために兼任教授制度を採用している。平成28年度は学内から4名の教員（西嶋茂宏教授（工学研究科）、市川聡特任准教授（常勤）（ナノサイエンスデザイン教育研究センター）、吉田博教授（基礎工学研究科）、冨田博一教授（基礎工学研究科））を兼任教授に任用した。

### 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26年度から3年間の推移は以下のとおりである。



・予算（平成 26～28 年度）

（単位：千円）

		26年度	27年度	28年度
運営費交付金	人件費	1,329,781	1,256,564	1,316,425
	物件費	665,355	631,934	421,749
科学研究費補助金（件数）		963,885(152)	791,957(184)	873,223(149)
その他補助金等（件数）		42,724（7）	33,547(7)	41,061(9)
奨学寄附金（件数）		72,995（54）	95,120(60)	57,271(47)
受託研究（件数）		701,618（42）	1,058,379(44)	1,056,731(48)
民間等との共同研究（件数）		154,783（59）	220,562(69)	283,713(88)
受託事業等（件数）		91,581（6）	94,396(9)	88,959(10)
合 計		4,022,722	4,182,459	4,139,132

（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。平成 28 年度に受け入れられた奨学寄附金は次のとおりである。

（単位：千円）

平成 28 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
	10,111 (6)	25,750 (18)	17,410 (18)	3,200 (3)	0 (0)	800 (2)	57,271 (47)

（ ）内は件数

4) 国際研究プロジェクト

当研究所が平成 28 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
半導体材料・プロセス	Slovak Academy of Science	スロバキア	化学的手法によるシリコン表面の制御と結晶シリコン太陽電池の高効率化
	Zilina University	スロバキア	化学的転写法による極低反射シリコン表面の形成とその物性
	Hangyang University	韓国	シアン化法による InGaZnO 薄膜の欠陥準位の消滅と電気特性の向上
	Inner Mongolia Normal University	中国	硝酸酸化法によるシリコンデバイスの高性能化
バイオナノテクノロジー	Huazhong University of Science and Technology	中国	1 分子速度制御技術の開発
励起分子化学	Pohang University of Science and Technology	韓国	光応答物質科学に関する研究
	Shanghai University	中国	環境科学に関する研究
	Chungnam National University	韓国	先端物質科学に関する研究
	Korea Atomic Energy Research Institute	韓国	量子ビーム科学に関する研究

知能推論	ETH Zurich	スイス連邦	連続値データに対する統計的パターンマイニング
			距離学習を用いた外れ値検出
			ネットワーク上での統計的パターンマイニング
	Federation University Australia	オーストラリア	異常検知における逆データ数精度向上
			データ質量に基づく事例間類似度を用いた高精度分類
			データ質量を用いた k-近傍分類手法
	University of Nanjing	中国	局所的データ分布差異を用いたクラスタリング
	University Rennes 1	フランス	データ質量を用いた k-近傍分類手法
	Max-Planck-Institute for Intelligent Systems	ドイツ	モバイルビッグデータ解析手法
Nanyang Technological University	シンガポール	非線形系に関する因果推論手法	
Beijing University	中国	機械学習を用いた代表的サンプル選択	
量子ビーム物質科学	Paris-Sud University	フランス	構造的学習を用いた効率的なコンピュータ・ビジョン技術
	University of Notre-Dame	アメリカ	高温下における水和電子とヒドロニウムイオンの反応に関する研究
	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
	Paris-Sud University	フランス	電子線ナノビームによって誘起された高分子フィルム内でのナノ粒子の合成とパターンニング
	University of Birmingham	イギリス	電子線ナノビームによって誘起された高分子フィルム内でのナノ粒子の合成とパターンニング
University of Queensland	オーストラリア	ニトロフェニル自己組織化単分子膜における電子線誘起極性変化によるブロック共重合体のラメラ配向	
半導体量子科学	Purdue University	アメリカ	リソグラフィ応用のための新規ブロック共重合体の合成と評価
	Oxford University	イギリス	グラフェンと金属ナノワイヤの複合化デバイスの開発
ソフトナノマテリアル	Indian Institute of Chemical Biology	インド	糖鎖機能化グラフェン表面の液中 AFM による評価
	Max Plank Institute (Mainz Laboratory)	ドイツ	有機電子アクセプターの生化学応用
先端実装材料	Chen Kun University	台湾	プリントブル有機半導体およびフレキシブル素子
	The Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences	中国	Ag 低温接合現象
	Beijing University of Technology	中国	耐熱接合
	Siemens	ドイツ	グラフェンによる金属ナノワイヤの信頼性向上技術の開発
	ECPE	ドイツ	パワー半導体実装技術開発
	Technical University of Denmark	デンマーク	WBG パワー半導体開発
複合知能メディア	Peking University	中国	フレキシブル熱電モジュール開発
	Drexel University	アメリカ	コンピュータビジョン
			コンピュータビジョン

複合知能メディア	University of Rajshahi	バングラデシュ	コンピュータビジョン
	Hanoi University of Science and Technology	ベトナム	コンピュータビジョン
	Vietnam National University of Agriculture	ベトナム	コンピュータビジョン
医薬品化学	Department of Medical Sciences, Thailand	タイ	デングウイルス感染症を検出するペプチド核酸デバイスの開発
	Eindhoven University of Technology	オランダ	フシコクシン誘導体による 14-3-3 タンパク質の機能制御
	Tufts University	アメリカ	乳がん組織浸潤と V-ATPase
	Castleman Disease Collaborative Network (CDCN)/University of Pennsylvania	アメリカ	キャッスルマン病の診断基準の策定と治療法の開発
	The United States Army Medical Research Institute for infectious diseases.	アメリカ	ウイルスや細菌感染を阻害するポリフェノール誘導体の活用
	University of Southern California	アメリカ	フシコクシン誘導体の PC-12 に対する作用機序解析
生体分子機能科学	Albert Einstein College of Medicine	アメリカ	近赤外化学発光タンパク質の開発
	Emory University	アメリカ	脳内神経機能を自律的に非侵襲操作可能な細胞活動依存的化学発光遺伝学プローブの創成
	University of Oxford	イギリス	iPS 細胞の培養方法・心筋細胞への分化方法の取得。pH 指示薬による、心筋細胞リソソーム内における時空間 pH 観察
	NanoScope Technologies, LLC	アメリカ	小動物個体内における脳活動の計測と操作
	DRVision Technologies LLC	アメリカ	蛍光性疾患レポーターの開発
生体分子制御化学	University of Hong Kong	香港、中国	薬剤排出ポンプの機能
	National Institute of Agricultural Research (INRA)	フランス	薬剤排出ポンプの制御
ナノ機能予測	The SPIN Consiglio Nazionale delle Ricerche	イタリア	酸化物の磁性と誘電性
	Technical University of Dresden	ドイツ	ボロンとフラストレーション
	Institute for High Pressure Physics, Russian Academy of Science	ロシア	ボロンの高压合成
	Busan National University	韓国	遷移金属酸化物の電子状態
	Julich Research Center	ドイツ	第一原理計算手法の開発と応用
ナノ機能材料デバイス	Indian Institute of Technology, Hyderabad	インド	スズ酸化物ガスセンサーに関する研究
	Ehwa Woman University	韓国	ケルビンフォース顕微鏡によるドメイン観察
	Genova University	イタリア	機能性酸化物 MEMS
	Purdue University	アメリカ	強相関酸化物 3D ナノ構造スケーリング物性解明と電子相変化デバイス応用
機能物質化学	RWTH Aachen University	ドイツ	新規不斉酸触媒反応の開発
	Bielefeld University	ドイツ	生体触媒と有機分子触媒の融合プロセスの創成



機能物質化学	Paris-Sud University	フランス	有機分子触媒による[4+2]環化反応の開発
ナノ構造・機能評価	University of Kansas	アメリカ	触媒反応下におけるナノ材料の ETEM 観察
	Utrecht University	オランダ	フィッシャー・トロプシュ合成触媒の 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 金属酸化物に担持された金ナノ粒子の高分解能 TEM 観察
	FEI Company	アメリカ	高分解能環境制御型透過電子顕微鏡の開発
先端ハード材料	Sun Moon 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	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
	Hanyang University	韓国	ナノ化学工学に基づく新規な機能性材料に関する学術交流
生体分子反応科学	Academia Sinica	台湾	ZZ-BNC の新規 SPR センサへの応用
量子システム創成	University of Regensburg	ドイツ	SiGe 自己形成量子ドットの開発
	Rhur University Bochum	ドイツ	光子 - 電子スピン変換
	Max-Planck Institute (Stuttgart)	ドイツ	2次元材料のスピン輸送現象
知能アーキテクチャ	Chulalongkorn University	タイ	機械学習
	De La Salle University-Manila	フィリピン	共感計算
	University of Leuven	ベルギー	機械学習
	Imec	ベルギー	脳の信号解析
	Telecom Paris Tech	フランス	擬人化エージェント
	Thammasat University	タイ	帰納論記プログラミング
	University of California, San Diego	アメリカ	脳の信号解析
量子ビーム発生科学	INFN/LNF	イタリア	FEL を用いた赤外分光イメージング
精密制御化学	Universidade De Ciencia Tecnologia De Macao	中国	DNA, RNA 結合低分子の評価
	University of Tronto	カナダ	リピート結合分子をプローブとしたトリプレットリピート病の化学生物学研究
	Max Planck institutes	ドイツ	小分子誘起型- 1 リボソームフレームシフトの速度論的解析
	Institute of Bioorganic Chemistry	ポーランド	リピート DNA/RNA およびその小分子複合体の X 線結晶構造解析
	Adam Mickiewicz University	ポーランド	トリプレットリピート病モデル細胞を用いたリピート結合分子の機能評価
	IMEC	ベルギー	バイオデバイス
	Natinal Singapore University	シンガポール	チングニア熱検出方法開発
	Univeristy of Oxford	イギリス	AFM を用いた DNA/脂質膜の構造解析および物性計測
先進電子デバイス	IFW Dresden	ドイツ	薄膜磁気センサーの開発

先進電子デバイス	Holst centre	オランダ	柔軟導電電極の開発
ナノ極限ファブリケーション	University of Maryland, College Park	アメリカ	アクリレート系モノマーの放射線化学初期過程の研究

## 5) 学術講演会・研究集会・研究所間交流プログラム

当研究所が平成 28 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
2016/4/3-4/8	第 26 回 IUPAC 光化学国際会議
2016/4/20-4/22	Molecular Chirality Asia 2016
2016/4/21	日本のケミカルバイオロジーを牽引する中堅若手研究者セミナー 第 3 回
2016/5/10	タイ研究財団若手研究者との学術交流
2016/5/13-5/14	量子技術に関する国際ワークショップ (QTech2016)
2016/5/24	日本のケミカルバイオロジーを牽引する中堅若手研究者セミナー 第 4 回
2016/6/16	新エネルギー科学・工学に関する国際ワークショップ
2016/6/28	Thai-Japan Bilateral Exchange Meeting
2016/7/23-7/24	ルミノジェネティクス研究会
2016/07/27-7/29	ワークショップ「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」
2016/8/8-8/11	第 9 回固体におけるスピン関連現象の物理と応用に関する国際会議 (PASPS9)
2016/8/22	IWEC-16 7th International Workshop on Empathic Computing
2016/9/2	第 1 回 バイオナノフォトンクス 新産業創造研究会
2016/9/4-11	タイー日本 二国間交流事業
2016/9/16	第 1 回 みどり《適塾》
2016/9/21-22	WCTP 2016 - Workshop on Computation: Theory and Practice
2016/10/12-15	ナノスピン変換科学と量子スピンドYNAMIXSに関する国際ワークショップ
2016/11/10-11/11	セラミックス総合研究会
2016/11/18	第 2 回 バイオナノフォトンクス 新産業創造研究会
2016/11/22	産業科学研究所学術講演会
2016/12/5	第 2 回 みどり《適塾》
2016/12/16	センシングデータに関するデータマイニングセミナー
2017/1/7	応用物理学会関西支部セミナー
2017/1/9-1/10	ナノテクイニシヤティブ研究会「マテリアルズ・インフォマティクス・ネットワーク」
2017/1/13-1/14	発光イメージングワークショップ
2017/1/24-1/25	Symposium on Surface Science & Nanotechnology -25th Anniversary of SSSJ Kansai-
2017/1/25-1/28	Thai-Japan Bilateral Exchange Meeting
2017/1/27	有機金属部会平成 28 年度第 4 回例会
2017/2/18	超分子、ナノマテリアル、生体物質の光化学に関する国際会議
2017/3/7	画像認識と視覚に基づく人と機械のインタラクションに関する進展
2017/03/18-3/20	バイオ計測解析技術研究会
2017/3/27	先端ナノおよびハイブリッド材料若手セミナー
2017/3/29	第 3 回 バイオナノフォトンクス 新産業創造研究会
2017/3/29-3/30	第 12 回励起ナノプロセス研究会

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 19 件）であった。

日付	講師名	所属機関	役職	内容
2016/4/4	新倉 弘倫	早稲田大学 先進理工学部	教授	電子波動関数のアト秒精度での直接イメージング
2016/4/11	Joon-Shik Park	韓国セラミックス技術 研究所	上席研究員	スマートセンサーシステム研究開発動向
2016/4/28	町田 一浩	パーキンエルマー	営業部長	ChemOffice 活用セミナー
2016/5/13	小林 淳一	北海道大学大学院 薬学研究院	名誉教授	生物活性天然分子のケミカルバイロジ
2016/6/1	Géraldine MASSON	Institut de Chimie des Substances Naturelles, ICSN-CNRS	Dr.	Visible Light Photoredox-Catalyzed Multicomponent Reaction
2016/6/3	大類 洋	横浜薬科大学	特任教授	夢のエイズ薬? EFdA の創製
2016/6/3	Alexander Breder	Institut für Organische und Biomolekulare Chemie	教授	Carbophilic Activation and Oxidative Functionalization of Carbon- Carbon Multiple Bonds by means of Selenium-Catalysis
2016/6/29	Yukou Du	蘇州大学	教授	金を触媒とする電気触媒酸化反応
2016/8/1	Ken I. Berglund	Emory University School of Medicine	Research Associate	Integrated opto- and chemogenetics for control of neuronal activity by using physical and biological light
2016/8/5	島本 哲男	ラボコンサルテーション	代表取締役	Elements 活用セミナー
2016/11/1	崔 徳均	漢陽大学	教授	紫外光による InGaZnO の導電性の制御とデ ィスプレイへの応用
2016/11/9	Michael Houle	国立情報学研究所	教授	類似性尺度応用のための極値基礎理論
2016/11/11	Steven De Feyter	Department of Chemistry, KU Leuven	教授	Molecular self-assembly on graphene and graphite: from fundamentals to applications
2016/11/17	Thomas Wirth	Professor of Organic Chemistry, Cardiff University, UK	教授	Iodine Reagents in Synthesis and Flow Chemistry
2016/11/28	Vladislav Verkhusha	Albert Einstein College of Medicine	教授	Engineering of near-infrared fluorescent proteins, biosensors and optogenetic tools from bacterial phytochromes
2016/11/24	Ivo Starý	Head of the research group at the Institute of Organic Chemistry and Biochemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic	教授	Nonplanar Aromatics: Their Synthesis and Properties
2016/12/20	Manuel Gomez Rodriguez	Max Planck Institute for Software Systems	Research Scientist	RedQueen: An Online Algorithm for Smart Broadcasting in Social Networks
2017/1/10	Yvan Six	ÉCOLE POLYTECHNIQUE	Dr.	Transmetallation with titanium: [2+2+2] cyclootrimerisation reactions and a detour in the land of dihalocyclopropane compounds
2017/1/26	Ulrich Hoefler	Phillips University Marburg	教授	Shedding light on internal interfaces
2017/1/26	F. Stefan Tautz	Forschungszentrum Julich	教授	Imaging and manipulating molecules
2017/2/27	Woo-byoung Kim	檀国大学	教授	色素増感型太陽電池と量子ドット
2017/3/8	Eva Olsson	チャルマース工科大学	教授	TEM による電氣的、機械的及び熱的特性の その場観察
2017/3/27	Gyu-Dam Lim	漢陽大学	研究員	近赤外光特性解析に基づく硫化銅ナノ粒子/ シリコン複合材料における熱シールド特性
2017/3/27	Seung Han Ryu	漢陽大学	院生	凝集および二重パーコレーション理論に基

				づく六方晶窒化ホウ素/ポリメタクリレート 複合材料の三次元構造の設計と構造最適化
--	--	--	--	---

## 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。

- ・産業科学研究所要覧（日本語・英語併記）
- ・産業科学研究所パンフレット（日本語版および英語版）
- ・Memoirs of the Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University
- ・年次報告書
- ・産研ニュースレター（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（平成28年4月1日～平成29年3月31日）

受賞日	氏名	受賞名
2017/3/18	小口 多美夫	日本物理学会欧文誌閲読者賞
2017/3/17	谷口 正輝	日本化学会 学術賞
2017/3/17	飯嶋 益巳	農芸化学女性研究者賞
2017/3/11	古崎 晃司	Linked Open Data チャレンジ Japan 2016 NTT Resonant Award
2017/2/25	古崎 晃司	アーバンデータチャレンジ2016 アクティビティ部門「銀賞」
2017/2/23	木山 治樹	船井研究奨励賞
2017/1/7	鷲尾 隆	2016 IBM Faculty Award
2017/1/1	山崎 聖司	日本化学療法学会西日本支部支部長賞—基礎部門—
2016/12/28	下山 章夫 菅沼 克昭 長尾 至成 菅原 徹	MES2016 ベストペーパー賞
2016/12/18	八木 康史 楨原 靖 村松 大吾	IWRCV Best Poster Honorable Mention Award
2016/12/8	開発 邦宏	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ファイナリスト賞
2016/12/8	開発 邦宏	DS フェーマアニマルヘルス大賞
2016/12/6	後藤 知代	ニューセラミックス懇話会 第225回特別研究会 優秀ポスター賞
2016/12/2	麻生 亮太郎	第33回（2016年度）井上研究奨励賞
2016/11/30	古賀 大尚	第5回ネイチャー・インダストリー・アワード 日刊工業新聞社賞
2016/11/30	開発 邦宏	第5回ネイチャー・インダストリー・アワード 特別賞
2016/11/24	今村 健太郎	9th International Conference Solid State Surfaces and Interface Awards in The Best Young Researcher Contribution Content
2016/11/6	菅田 明宏	MNC 2016 Most Impressive Poster

2016/10/28	沼尾 正行 福井 健一 林 勝吾	第 26 回インテリジェントシステムシンポジウム FAN 最優秀論文賞
2016/9/22	金森 航	第 59 回放射線化学討論会若手優秀講演賞
2016/9/22	誉田 明宏	Finalist of the 2016 Photonics sponsored Best Student Paper Award
2016/9/21	多根 正和	第 13 回村上奨励賞
2016/8/27	沼尾 正行	JACIII Best Paper Award
2016/8/24	沼尾 正行 福井 健一 Nattapong Thammasan	PRICAI 2016 Best Workshop Paper Award
2016/8/9	一之瀬 和弥 笹井 宏明 滝澤 忍	平成 28 年度有機合成若手セミナー優秀ポスター賞
2016/7/29	真嶋 哲朗	日本光生物学協会 協会賞
2016/7/27	古賀 大尚	第 83 回紙パルプ研究発表会 最優秀発表賞
2016/7/13	筒井 真楠	ATI 研究奨励賞
2016/6/28	吉川 弘起	メッセフランクフルト グループ 若手エンジニア賞
2016/6/28	菅沼 克昭 長尾 至成 吉川 弘起	PCIM アジア 若手技術者賞
2016/6/24	河原 吉伸	人工知能学会 研究会優秀賞
2016/6/17 (授賞式 9/28)	劉 秋実	生物工学学生優秀賞
2016/6/16	八木 康史 楨原 靖 村松 大吾	The 9th IAPR International Conference on Biometrics, Honorable Mention Paper Award
2016/5/23	開発 邦宏	東京ハイパーマーケット・イノベーション技術研究組合 優秀賞
2016/5/17	吉本 秀輔	LSI とシステムのワークショップ最優秀ポスター賞 (一般部門)
2016/4/23	笹井 宏明 滝澤 忍 佐古 真	モレキュラーキラリティーアジア 2016 優秀ポスター賞
2016/4/20	関野 徹	平成 28 年度文部科学大臣表彰・科学技術賞 (技術部門)

### 3. 教育への関与 (平成 28 年度)

#### 1) 大学院研究科の所属先

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

研究科	専攻	教授	准教授	助教
理学	物理学	大岩 顕 小口多美夫	長谷川繁彦 白井 光雲	木山 治樹 山内 邦彦 籾田 浩義 入澤 明典

理学	化学	中谷 和彦 加藤 修雄 笹井 宏明 谷口 正輝 小林 光	堂野 主税 和田 洋 滝澤 忍 鈴木 健之 筒井 真楠 松本 健俊	村田亜沙子 山口 俊郎 樋口 雄介 竹中 和浩 周 大揚 朝野 芳織 田中 裕行 横田 一道 今村健太郎
工学	生命先端工学	永井 健治	松田 知己	新井 由之 中野 雅裕
	応用化学	安蘇 芳雄 真嶋 哲朗 古澤 孝弘	家 裕隆 藤塚 守 川井 清彦 室屋 裕佐	二谷 真司 小阪田泰子 小林 一雄 山本 洋揮
	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 吉本 秀輔 山内 邦彦 粂田 浩義
	知能・機能創成工学	菅沼 克昭	長尾 至成 能木 雅也	菅原 徹
	マテリアル生産科学	竹田 精治 関野 徹	吉田 秀人 多根 正和	神内 直人 麻生亮太郎 後藤 知代 CHO Sunghun
	電気電子情報工学	鷲尾 隆 駒谷 和範 大岩 顕	河原 吉伸 古崎 晃司 長谷川繁彦	杉山 磨人 武田 龍 木山 治樹
	環境・エネルギー工学	吉田 陽一	田中慎一郎 金崎 順一 楊 金峰	近藤 孝文 菅 晃一
基礎工学	物質創成	松本 和彦 小口多美夫 田中 秀和	井上 恒一 白井 光雲 神吉 輝夫	金井 康 小野 堯生 山内 邦彦 粂田 浩義 服部 梓 山本 真人
薬学	創成薬学	西野 邦彦 永井 健治	西 毅 松田 知己	山崎 聖司 西野美都子 新井 由之 中野 雅裕
情報科学	情報数理学	沼尾 正行	福井 健一	
	コンピュータサイエンス		榎原 靖 村松 大吾	満上 育久 大倉 史生

生命機能	生命機能	黒田 俊一	岡島 俊英	立松 健司 中井 忠志
------	------	-------	-------	----------------

## 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	松本 和彦、井上 恒一
	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、河原 吉伸、古崎 晃司
	物質機能化学特別講義Ⅳ	安蘇 芳雄、古澤 孝弘
	分子創成化学特別講義Ⅳ	安蘇 芳雄、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、河原 吉伸
	ナノバイオテクノロジー特論	永井 健治、松田 知己
	ナノ工学	吉田 陽一
	マテリアル化学特別講義Ⅱ	安蘇 芳雄、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
	生命物理化学	真嶋 哲朗、川井 清彦、藤塚 守
	先端有機材料化学	安蘇 芳雄、家 裕隆
	先端有機材料化学	駒谷 和範、古崎 晃司
	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

工学	量子エンジニアリングデザインセミナーIII	小口 多美夫	
	量子エンジニアリングデザインセミナーIV	白井 光雲	
	量子エンジニアリングデザインセミナーVI	小口 多美夫	
	量子分子化学	古澤 孝弘、室屋 裕佐	
	励起反応化学	真嶋 哲朗、藤塚 守	
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	八木 康史	
	コンピュータサイエンスアドバンスセミナー II	八木 康史	
	コンピュータサイエンスインターンシップD	八木 康史	
	情報数理学インターンシップD	沼尾 正行	
	知能アーキテクチャ	沼尾 正行	
	コンピュータサイエンスインターンシップ	八木 康史、槇原 靖	
	コンピュータサイエンスセミナー I	八木 康史、槇原 靖	
	コンピュータサイエンスセミナー II	八木 康史、槇原 靖	
	コンピュータサイエンス演習 I	八木 康史、槇原 靖	
	コンピュータサイエンス演習 II	八木 康史、槇原 靖	
	コンピュータサイエンス基礎論	八木 康史、槇原 靖	
	コンピュータサイエンス研究 I a	八木 康史、槇原 靖	
	コンピュータサイエンス研究 I b	八木 康史、槇原 靖	
	コンピュータサイエンス研究 II a	八木 康史、槇原 靖	
	コンピュータサイエンス研究 II b	八木 康史、槇原 靖	
	情報数理学インターンシップ	沼尾 正行	
	情報数理学セミナー I	沼尾 正行	
	情報数理学セミナー I	沼尾 正行	
	情報数理学セミナー II	沼尾 正行	
	情報数理学セミナー II	沼尾 正行	
	情報数理学演習 I	沼尾 正行	
	情報数理学演習 I	沼尾 正行	
	情報数理学演習 II	沼尾 正行	
	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	
	情報数理学研究 II	沼尾 正行	
	情報数理学特別講義 I	沼尾 正行	
	知識情報学	福井 健一	
	知能システム概論	槇原 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XXX	黒田 俊一
基礎生物学III		黒田 俊一	
理工医学 I F		黒田 俊一	



生命機能	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	医療薬学ゼミナール 1	西 毅	
	医療薬学ゼミナール 2	西 毅	
	医療薬学ゼミナール 3	西 毅	
	先端生命科学特別講義	永井 健治	
	特別演習	西 毅	
	分子細胞生物学特別講義	西野 邦彦	
	細胞生物学 1	西野 邦彦、西 毅	
	細胞生物学 2	西野 邦彦、西 毅	
	細胞生物学 3	西野 邦彦、西 毅	
	創成薬学特別研究 1	西野 邦彦、西 毅	
	創成薬学特別研究 2	西野 邦彦、西 毅	
	創成薬学特別研究 3	西野 邦彦	
	特別演習	西野 邦彦	
	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	西野 邦彦	
	分子細胞生物学特別講義	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
ゲノム化学特別セミナーⅡ		中谷 和彦	
ゲノム化学特別セミナーⅢ		中谷 和彦	
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 精治	
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 F4 (S)			
生物科学特論 F4 (S)			
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	
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	
Semestral Seminar		中谷 和彦	
ゲノム化学(I)		中谷 和彦、堂野 主税	
ゲノム化学半期セミナーⅠ		中谷 和彦	
ゲノム化学半期セミナーⅡ		中谷 和彦	
ゲノム化学半期セミナーⅡ		中谷 和彦	
ナノプロセス・物性・デバイス学		松本 和彦、田中 秀和、井上 恒一、神吉 輝夫	

理学	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 精治、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
	超分子ナノバイオプロセス学	真嶋 哲朗、藤塚 守
	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
	半導体物理学	大岩 颯、長谷川 繁彦
物性理論半期セミナーⅡ	小口 多美夫、白井 光雲	

### 3) 大学院生の受入数(平成 28 年)

(研究科)	(専攻)	(博士前期)	(博士後期)	(小計)
理学	物理学	11	3	14
	化学	22	20	42
	生物科学	3		3
	(小計)	36	23	59
工学	応用化学	13	7	20
	知能・機能創成工学	3	9	12
	マテリアル生産科学	9	6	15
	電気電子情報工学	12	4	16
	環境・エネルギー工学	1	2	3
	生命先端工学	7	3	10
	精密科学・応用物理学	3	0	3
	(小計)	48	31	79
基礎工学	物質創成	15	3	18
(小計)		15	3	18
薬学	創成药学	2	2	4
(小計)		2	2	4
情報科学	情報数理学	7	5	12
	コンピュータサイエンス	10	7	17
	(小計)	17	12	29

生命機能 (小 計)	生命機能 (5年一貫制)	5 5	5 5
合 計		118	76 194

#### 4) 学部、共通教育担当授業一覧 (平成 28 年度)

##### ・学部担当授業

学部	専攻	担当教員
基礎工学	セラミックス物性	田中 秀和
	ナノスケール物性	小口 多美夫
	計算機援用工学B	槇原 靖、村松 大吾
	固体電子論B	小口 多美夫
	知識工学	槇原 靖、村松 大吾
	特別演習	小口 多美夫、松本 和彦、田中 秀和
	特別研究	小口 多美夫、松本 和彦、田中 秀和
	半導体物理B	松本 和彦、井上 恒一
工学	ゼミナール IV	沼尾 正行、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	沼尾 正行、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
薬学	量子化学	吉田 陽一
	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
理学	分子細胞生物学特論	西野 邦彦
	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

## 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。産研における平成28年度の、協定締結機関は以下のとおりである。

(合計 30 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	締結日
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	平成 6 (1994) 10. 18～

韓国	釜慶大学校基礎科学研究所	平成 11(1999)2.26～
ドイツ	ユーリッヒ研究センター	平成 13(2001)1.1～
韓国	釜山国立大学校自然科学大学	平成 16(2004)10.29～
韓国	漢陽大学校	平成 16(2004)2.11～ (H20.12.16～大学間協定)
台湾	国立台湾大学	平成 17(2005)2.20～ (H20.3.20～大学間協定)
フランス	フランス国立科学研究センター	平成 17(2005)5.18～ (大学間協定)
ドイツ	アーヘン工科大学有機化学研究所	平成 24(2013).10.2～ (H17.9.5～大学間協定)
中国	北京大学情報科学技術学院	平成 18(2006)5.30～
タイ	タマサート大学	平成 18(2006)10.17～ (大学間協定)
韓国	忠南国立大学校自然科学大学	平成 18(2006)11.16～
台湾	国立台湾師範大学理学部	平成 19(2007)1.9～
スイス	ジュネーブ大学理学部	平成 19(2007)8.22～
中国	内モンゴ師範大学化学・環境科学学院	平成 20(2008)6.4～
ドイツ	アウグスブルグ大学	平成 21(2009)5.25～ (大学間協定)
韓国	浦項工科大学校環境工学部化学工学科	平成 22(2010)5.26～
フィリピン	デ・ラ・サール大学コンピュータ科学部	平成 22(2010)6.21～
エジプト	アシュート大学理学部	平成 23(2011)1.9～
ベルギー	汎大学マイクロエレクトロニクスセンター	平成 23(2011)7.11～ (H24.10.2～大学間協定)
フランス	ボルドー大学	平成 24(2012)10.2～ (大学間協定)
ドイツ	ビーレフェルト大学化学科	平成 24(2012)10.4～
アメリカ	ミネソタ大学バイオテクノロジー研究所	平成 25(2013)1.7～
アメリカ	パシフィックノースウェスト国立研究所	平成 17(2005).3.10～
韓国	韓国窯業技術院	平成 25(2013)3.13～
韓国	韓国原子力研究所／高度放射線技術研究所	平成 26(2014)7.28～
オランダ	アイントホーフェン工科大学 機械工学部	平成 27(2015)4.3～
タイ	チュラロンコン大学工学部コンピュータ工学科	平成 27(2015)5.14～
韓国	鮮文大学校工学部	平成 27(2015)6.22～
中国	上海大学環境および化学工学研究科	平成 27(2015)7.16～

フランス	エコール・ポリテクニーク	平成 29(2017)1.10～ (大学間協定)
------	--------------	-----------------------------

当研究所に所属する外国人は、合計 89 名で、内訳は、准教授（特任准教授(常勤)含む）1 名、助教（特任助教（常勤）含む）7 名、特任研究員（常勤）4 名、特任技術職員 1 名、非常勤教職員 11 名、大学院博士後期課程 34 名、博士前期課程 18 名、研究生 13 名である。国別は次のとおりである。

中国 (43)、韓国 (9)、タイ (5)、インドネシア (3)、バングラデシュ (4)、インド(4)、オランダ(1)、ベトナム (4)、ロシア (2)、台湾(1)、フィリピン (2)、マレーシア (2)、エジプト (5)、ドイツ (1)、スリランカ(2)、コスタリカ(1)

## 2) 国外との研究者往来（平成 28 年度）

研究者の海外派遣は、合計 416 件であった。訪問先は、アジア、北米、ヨーロッパ、オセアニア、中東など多岐に渡っている。

国外から招へいた研究者は合計 54 名であり、内訳は次のとおりである。

中国 (11)、香港(9)、アメリカ(12)、タイ(4)、韓国(9)、フランス(1)、カナダ(1)、デンマーク(2)、ドイツ(4)、ベトナム(1)、エジプト(1)、スロバキア(1)、オランダ(1)、ベルギー(2)、インドネシア(1)、イラン(1)

## 5. 産業界との交流

当研究所と産業界との交流は、各教員によって共同研究、受託研究、技術相談などを通じて個別に活発に行われている。平成 10 年度からは組織的にも研究所として定期的な会合である「産研テクノサロン」を開催し、講演、見学と交流会を中心に企業の経営者、研究者、技術者の方々と産研研究者との交流を図っている。平成 28 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。平成 28 年度は半導体新規化学プロセス研究会とプリンテッド・エレクトロニクス研究会をそれぞれ 3 回と 4 回開催した。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】

会合	開催日	テーマ
第 1 回	平成 28 年 5 月 13 日	「未来を拓くサイエンスⅡ –産研教授が語る研究の夢–」
第 2 回	平成 28 年 8 月 5 日	「自動化の現状と展望」
第 3 回	平成 28 年 11 月 11 日	「進化するセンシング」
第 4 回	平成 29 年 2 月 3 日	「産業科学からイノベーションへ」

### 【新産業創造研究会】

- ・半導体新規化学プロセス研究会（年 4 回程度）
- ・バイオナノフォトニ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）

#### 【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）

## 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10大学との間で国際連携研究ラボが設置されている。材料解析センターと電子顕微鏡室を統合し、情報や生体の解析も含む総合解析センターへと拡充するとともに、平成21年度の補正予算により、質量分析装置、NMR装置、X線回折装置等が一新され、生物系3次元トモグラフィー電子顕微鏡が新たに設置されるなど、飛躍的に設備が向上した。また、量子ビーム実験室をナノテクセンターから独立させ、量子ビーム科学研究施設として、共同研究の利便性を向上させた。

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

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

### 2) 研究（予算・設備・活動）

産研は、「材料」、「情報」、「生体」をキーワードに、最先端の科学を産業に生かすことを目指して、専門分野の壁を越えた学際融合研究を展開している。所員個々の研究面における実績は、外部資金獲得、文部科学大臣賞等を初めとする各種の受賞、特許出願等に反映されている。特に若手教員で「さきがけ」、「若手A」などに採択される数が多く、文部科学大臣賞若手科学者賞の受賞者も多い。大学院生で、日本学術振興会特別研究員に採用されている比率の高いことも特筆される。また、所全体としても、平成14年に全国に先駆けて産業科学ナノテクノロジーセンターを設置し、平成24年度にはナノ

テクノロジー設備供用拠点なども整備され、日本のナノサイエンス研究の中心の一つとなっている。平成 17 年度に東北大学多元物質科学研究所との間で、新産業創造物質基盤技術研究センターを設置、さらに平成 19 年度には、北大電子研、東工大資源研を加えて 4 大学附置研究所アライアンスを形成し、附置研究所間連携を推進した。その実績が認められ、平成 22 年度には上記 4 研究所に九大先導研を加えた 5 附置研究所間連携「ナノとマクロをつなぐ物質デバイス・システム創製戦略プロジェクト」が発足した。

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

平成 27 年度には、新たに産研インキュベーション棟 4 階部分(本部管理 691 m<sup>2</sup>)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。

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、ポスト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。

### 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 29 年 3 月現在 24 社)を誘致してさらに実践的な産業化研究に取り組む体制を整えた。ここを舞台に、産研と企業の共同研究によるオープンイノベーションを目指す。

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 25 年度には JSPS 研究拠点形成事業 (A. 先端拠点形成型) に採択 (5 年間の予定)、平成 28 年度には JSPS 戦略的国際研究交流推進事業補助金 (頭脳循環を加速する戦略的国際ネットワーク推進プログラム) に採択 (3 年間野予定)。また、JSPS 二国間交流事業は 4 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。



(広報室会議構成員)

委員長	(教授)	大岩 顕
委員	(教授)	鷺尾 隆
	(教授)	黒田 俊一
	(教授)	小口 多美夫
	(教授)	安蘇 芳雄
	(教授)	関野 徹
	(准教授)	滝澤 忍
	(准教授)	家 裕隆
	(准教授)	多根 正和
	(准教授)	岡島 俊英
	(准教授)	神吉 輝夫
	(准教授)	松本 健俊
	(助教)	木山 直樹
	(助教)	杉山 磨人
	(助教)	入澤 明典
	(助教)	大倉 史生
	(助教)	長谷川 丈二
	(助教)	山崎 聖司
	(助教)	横田 一道
	(機械・回路工作係長)	相原 千尋
(広報室員)	奥村 由香	
(広報室員)	伊藤 敦美	
オブザーバー	(総務課長)	小牧 将浩
	(企画室長)	弘津 禎彦
	(企画室員)	西田 彩

[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、平成28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（光・電子材料研究分野、半導体量子科学研究分野、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

- ・光子や電子スピンを用いた量子情報技術の開発と室温強磁性半導体ナノ構造の半導体スピントロニクスデバイス応用
- ・グラフェンとナノチューブを用いた量子ナノデバイスの開発とバイオセンサー応用
- ・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ーの導入、知的ユビキタスセンサーネットワーク
- ・高次元複雑データからの知識発見、因果構造解析法の開発、組合せ論的計算による知識発見

## 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
招へい研究員	江村 修一
特任助教	酒井 裕司 (平成 28 年 11 月 1 日採用)
博士研究員	張 奕勁 (平成 28 年 4 月 1 日採用)
大学院学生	菅田 好人、阿部 智彦、木村 仁充、敷島 稜紀、中川 智裕、宮崎 雄太、 黒川 裕平、多田 誠樹、青松 裕美、川口 紀俊、東出 世羽、柳谷 諒
学部学生	深井 利央、豊島 一郎
事務補佐員	渡邊 明子

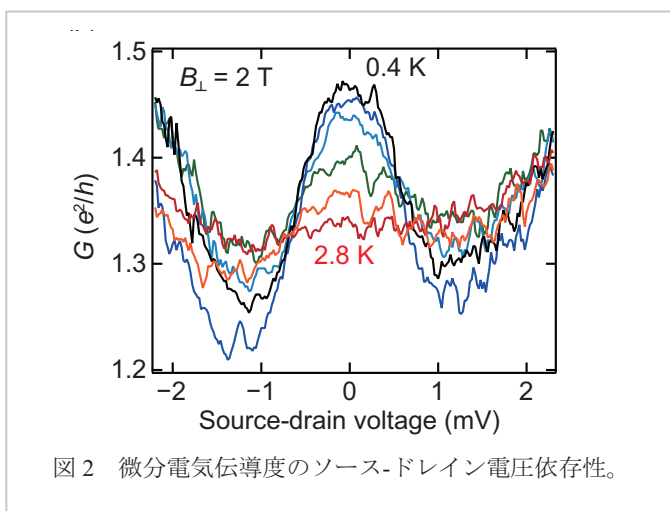
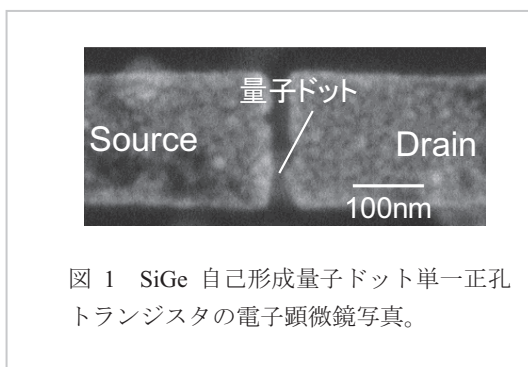
### a) 概要

本研究分野では、光と電子に加えスピンの持つ量子力学的性質を制御して動作する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。単一電子スピンは量子力学に基づく量子計算機を実現する良い候補である。そこで低次元量子伝導と微細加工技術を用いて、単一電子スピンを制御する量子ビットなど量子情報処理素子や長距離量子情報通信で不可欠な単一光子と量子ドットの中の単一電子スピンの間で量子状態を変換する量子インターフェースの開発を行っている。また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や、強磁性体から半導体へスピンを注入して生ずるスピン流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一貫して行い、光、電子、スピンの自由度を自由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

#### ・ SiGe 自己形成量子ドットを用いた単一正孔トランジスタ開発と近藤効果の観測

近年のスピン量子ビット開発において、デコヒーレンスの要因となる核スピン存在比の小さな IV 族元素材料が注目されている。SiGe 自己形成量子ドットは p 型であるため、さらなる超微細相互作用の抑制が期待される。我々は、微細加工技術を用いて SiGe 自己形成量子ドットに微小電極を作製し、単一正孔トランジスタを作製した (図 1)。低温において量子輸送測定を行い、クーロン振動等の量子ドットに特徴的な伝導を観測した。また、ソースドレイン電圧がゼロのときに微分伝導度ピークを観測し、量子多体効果である近藤効果を示唆する結果が得られた。(図 2)。



・ GaAs 電場制御量子ドットにおけるシングルショット三値スピン読み出し手法の開発

量子ドット中の電子スピン状態の読み出しはスピン量子情報処理の要素技術の一つである。すでに、2種類のスピン状態の読み出し手法は確立されており、研究開発に利用されている。今年度はまず、量子ホールエッジ状態を用いた新規二値スピン読み出し手法を開発した。次に、新規手法とドットの軌道を利用した既存手法を組み合わせ、3種類の二電子スピン状態の読み出し手法を開発した。低温において実証実験を行った結果、3つの異なるスピンドYNAMIXを観測し（図3）、三値スピン読み出しが実証された。

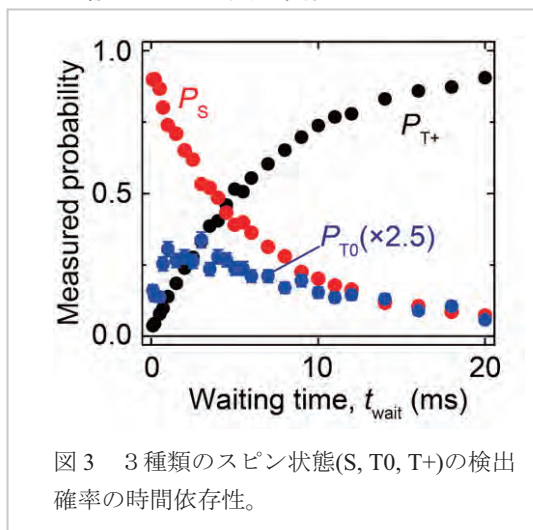


図3 3種類のスピン状態(S, T0, T+)の検出確率の時間依存性。

・ GaN ベース希薄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。今年度は、真性磁性半導体である希土類窒化物との融合を目指し、GdN/GaN超格子構造の形成を提案し、所望の構造の作製が可能であることを示した。このGdN/GaN超格子構造について、磁気特性ならびに磁気円二色性の評価を行い、いずれの磁場依存性測定においても、強磁性の特徴であるヒステリシスが観測された。特に、磁気円二色性測定では測定波長に依存してヒステリシスの形状が大きく変化した。このことは、GdN/GaN超格子構造がスピンに依存した成分をフェルミ準位近傍の価電子帯および伝導帯内に有していることを示している。

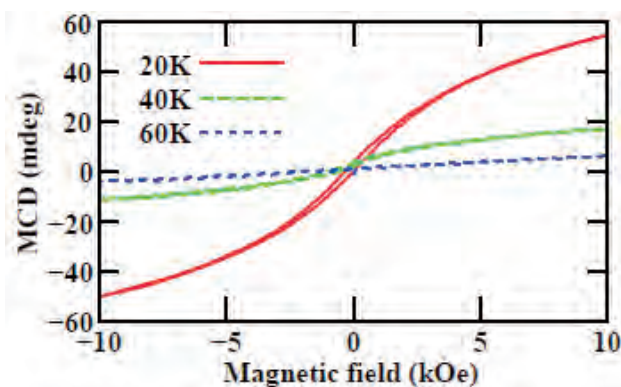


図4 GdN/GaN超格子構造のMCDピーク強度の磁場依存性。測定波長：830nm。

・ 強磁性金属による窒化物半導体へのスピン注入とナノ磁性評価

強磁性金属による窒化物半導体へのスピン注入は、半導体スピントロニクスデバイス形成上、重要である。これまでに、GaN上に強磁性金属であるFeやCoならびにハーフメタル的の構造を有する $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>Nを成長させて、その結晶構造、成長様式、および磁気特性を調べてきた。また、Co電極による4端子非局所電気伝導測定用のスピンバルブ素子を作製し、室温でGaNへのスピン注入が可能であることを明らかにしてきた。今年度は、金属/半導体間の電気伝導度不整合を解消するために障壁層として界面にAlN層を導入し、 $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N/AlN/GaN構造の形成とその電気的特性評価を行った。AlN層上においても $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>Nが形成されること、AlN層はトンネル障壁層として有効に機能していることを明らかにした。

## 半導体量子科学研究分野

教授	松本 和彦
招聘教授	前橋 兼三
准教授	井上 恒一
招聘准教授	大野 恭秀
助教	金井 康、小野 堯生
招聘研究員	三宅 雅人
技術員	南保 舞子（平成 28 年 7 月 1 日採用）、谷奥 正巳（平成 29 年 1 月 1 日採用）
大学院学生	生田 昂、奥田 聡志、鎌田 果歩、林 亮太、森 祐樹
	岡崎 凌、川田 拓哉
学部学生	安西 勇人、坂口 慶介
事務補佐員	山内 玲子、榎本 歩

### a) 概要

電子・光子等が量子力学的効果により独特な振舞いをする極微細半導体構造（量子構造）は優れた性質を持つと期待される。そのために原子的尺度で量子構造を形成し、評価する技術を確認する。同時にコヒーレントな電子波の伝播、光子と電子波の量子相互作用等の量子物性にもとづく新しい概念の半導体素子の創出を目指した研究を行う。

カーボンナノチューブやグラフェンは、量子構造デバイスの作製に有望な物質である。カーボンナノチューブの一次元的特徴やグラフェンの特性を生かして、電界効果トランジスタや単一電子トランジスタを作製し、単一の分子、電子、およびスピンをセンシングする素子を開発する。現在、熱 CVD 成長法、ラマン分光法、原子間力顕微鏡、フォトルミネセンス法を中心技術として、カーボンナノチューブの基本特性制御、カーボンナノチューブデバイスやグラフェンデバイスの特性・プロセス制御、そしてそれらのセンサー応用をめざした研究を進めている。

### b) 成果

#### ・グラフェン電極を用いた長分子チャンネルトランジスタ

長分子の電気伝導を明らかにするため、グラフェンに 20~40nm のギャップをもうけたものを電極として長分子チャンネルトランジスタを作製した。グラフェンは電気伝導性がよく、さらに炭素の  $\pi$  結合による構造が有機分子と親和性が良い。Poly 3-hexylthiophene (P3HT) 分子（図 1）の溶液に浸すことにより、グラフェンナノギャップ上に P3HT を架橋させた。このトランジスタは p 型伝導性を示し、特性の温度依存性からキャリア伝導はスモールポーラロンモデルで説明できることがわかった。

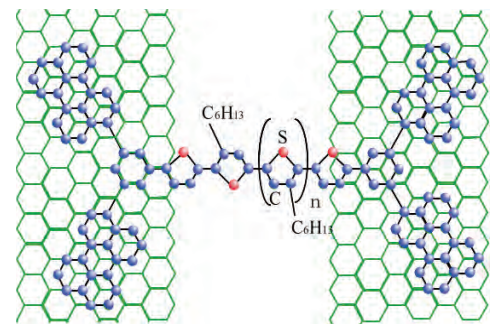


図 1 グラフェン電極による長分子チャンネルトランジスタの模式図

#### ・ウイルス検出に向けた糖鎖機能化グラフェン FET の選択性評価

グラフェントランジスタを用いてインフルエンザウイルスを高感度に検出するため、グラフェンチャンネルに修飾する糖鎖分子の長さが計測に与える影響を調べた。分子長の長い順に糖鎖ポリマー、糖鎖ペプチド、糖鎖をそれぞれ修飾して、ウイルスたんぱく質へマグルチニンの結合を調べた。その結果、全てのケースでほぼ同等の解離定数が得られた。これは、マグルチニンが結合するシアロ糖鎖末端の構造は全ての糖鎖で共通していることと整合している。一方検出感度を比較すると、末端糖鎖ポリマーと糖鎖ペプチドではほぼ同じ値が得られたが、短い糖鎖を用いた場合にはバックグラウンドノイズのばら

つきが抑制され、検出感度が二桁向上した。これは、糖鎖が短いため、糖鎖やそれに結合したヘマグルチニンがデバイ長内に安定的にとどまっていたためと考えている。この結果は、グラフェントランジスタのインフルエンザウイルス検出の高感度化や選択性の向上につながるものである。

・糖鎖機能化グラフェン FET を用いた抗ウイルス薬効評価系の開発

インフルエンザウイルスのノイラミニダーゼを阻害する薬剤がザナミビル(リレンザ®)などとして市販されている。薬効を電氣的に検出することで、薬効開発を加速化するプラットフォームの構築を試みた。シアロ糖鎖を修飾(糖鎖機能化)したグラフェントランジスタにインフルエンザウイルス由来のノイラミニダーゼとザナミビルを共に導入すると、伝達特性変化はほとんど見られなかったが、ザナミビルを除去するとドレイン電流(ホールキャリア)が減少した。これは、ザナミビルの除去により酵素反応が始まり、負に帯電したシアロ糖鎖末端がグラフェン表面から脱離して、グラフェン中に誘起されたホールキャリアが減少したものと考えられる(図 2)。この結果は、グラフェンを用いた抗ウイルス薬効評価・創薬プラットフォームにつながるものである。

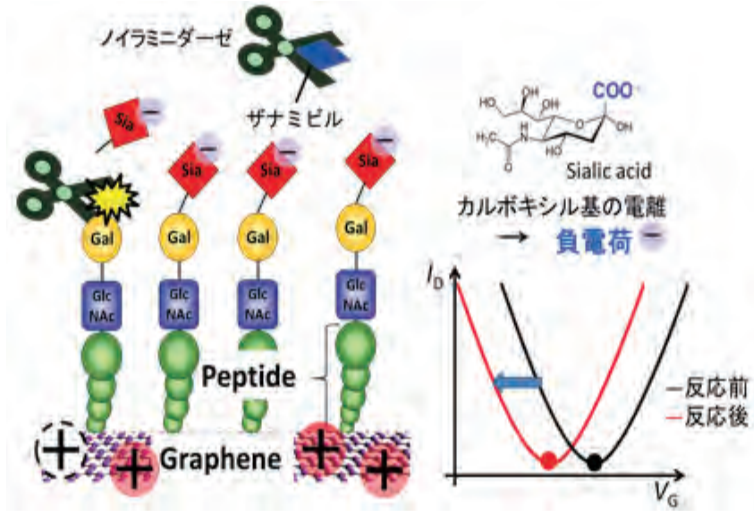


図 2 グラフェントランジスタを用いたノイラミニダーゼ活性およびその阻害効果の計測スキーム。シアル酸脱離反応後にはグラフェン中のホールキャリアが減少し、グラフェントランジスタの両極性の伝達特性は負電圧方向にシフトする。

・触媒パターニングによる単結晶グラフェンの位置制御成長

通常化学気相成長ではグラフェンの成長位置を制御することができず、多結晶のグラフェンが合成されてしまう。そこで、触媒となる銅箔を予めパターニングすることによってグラフェンの結晶核の位置を制御し、単結晶グラフェンを合成した。図 3(a)に触媒のパターニングの手順を示す。まず、銅箔を酸化して、銅全体にできるグラフェンの核密度を減少させた。その後、フォトリソグラフィーにより、局所的に銅箔の酸化膜をエッチングした。この銅箔を用いて、化学気相成長を行ったところ、エッチングした領域に高密度でグラフェンが成長した。図 3(b)にエッチングの大きさ 75 μm 四方のときの光学顕微鏡写真を示す。核の数はエッチングした領域の大きさに依存し、75 μm 四方にすることによって、単結晶のグラフェンを位置制御して合成することに成功した。このグラフェンの電気特性を調べたところ、従来の多結晶のグラフェンと比べて、高い電界効果移動度を得た。

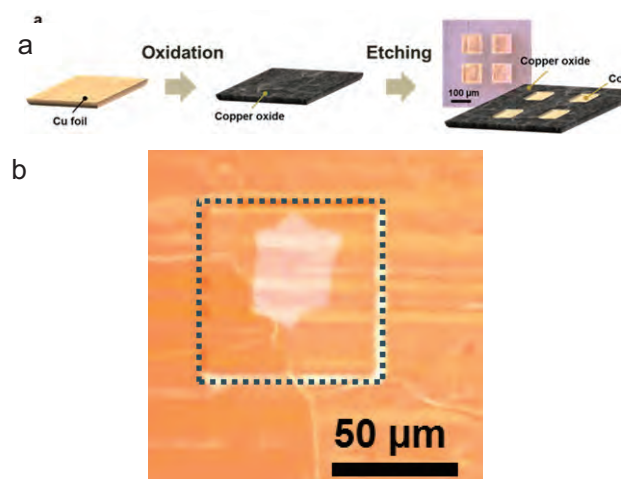


図 3 (a) 化学気相成長法の触媒となる銅箔のパターニングの模式図。(b) 化学気相成長法後の光学顕微鏡写真。点線は銅箔表面をエッチングした領域を示し、大きさは 75 μm 四方である。単結晶のグラフェンが点線の領域内に合成されている。

## 先進電子デバイス研究分野

教授	関谷 毅
准教授	須藤 孝一
特任准教授	植村 隆文
助教	荒木 徹平、吉本 秀輔
特任助教	野田 祐樹、太田 裕貴 (2016/8/1-2017/2/28)
特任研究員	根津 俊一、Afreen Azhari
技術員	笠井 夕子、難波 直子、秋山 実邦子、飯田 博一、清水 勝、尾山 貴子、井上 由美、栗平 直子、田谷 典子、濱口 敏久、千喜良 誠一
大学院学生	近藤 雅哉、竹本 明寿也
学部学生	杉山 真弘、田邊 史夏
留学生	Ren Smis、 Donald Swen
秘書	植田 美知、本摩 多紀、高橋 知子

### a) 概要

本研究分野では、有機材料の「優れた電氣的・機械的特性 (フレキシビリティ)」、「自己組織化現象」、「低エネルギー加工性」を応用したフレキシブルエレクトロニクス基礎材料・物性研究および応用研究を行っている。特に、有機ナノ分子積層技術、有機半導体/絶縁体界面制御技術、有機分子材料物性制御技術、評価技術、有機回路設計技術といった有機材料特有の技術開発を広範な領域において行うことで、有機トランジスタの高度集積化を実現した。「フレキシブル有機トランジスタ (TFT) 作製の基盤技術の確立」と「機械的特性に優れたウルトラ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の創出」を実現し、その有用性を実証する取り組みを進めている。

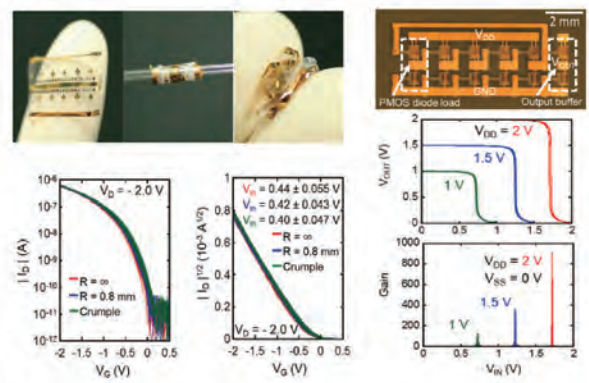
また、電子デバイスのみならず、共役系高分子型の有機電界発光デバイス (OLED)、バルクヘテロ型の有機光電変換デバイス (太陽電池、フォトディテクタ: OPD) を 1 ミクロン厚みのプラスチックフィルム上に作製することで、装着感のない次世代ヒューマンインターフェース「Imperceptible Electronics」を創出し、次世代医療・福祉への応用研究を医師とともに進めている。

ソフト材料である有機物を用いた電子デバイス、光デバイス、機能性材料が、情報通信技術から医療福祉分野まで広範な領域において新しい科学を創出するとともに、新しい応用展開が可能であることを実証し、社会に示してきた。

### b) 成果

#### ・2V 駆動有機薄膜トランジスタの開発

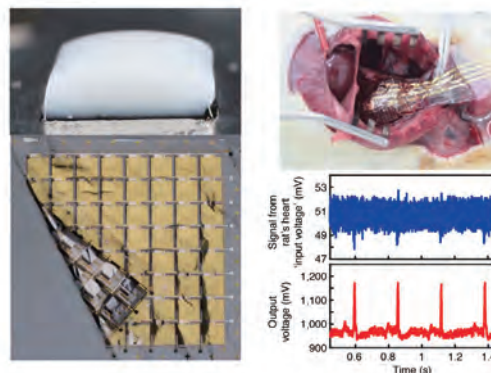
ウェアラブル生体センサで用いられる有機薄膜トランジスタ(有機 TFT)は、生体への安全性から、電池 (3.5 V 程度) またはそれ以下の電圧で駆動できることが求められている。低電圧で TFT を駆動させる手法の 1 つの戦略としてゲート絶縁膜を薄くすることが挙げられる。本研究では酸素プラズマ処理と CVD 法を組み合わせた新しいプロセスを開発することで、厚み 18 nm、ピンホールフリーのパリレン絶縁膜を有する TFT の作製プロセスの開拓に成功した。高い歩留まりと低電圧駆動を実証するため、360 個中 97% の有機 TFT が 2 V 以下で駆動するリングオシレータの作製に成功した。





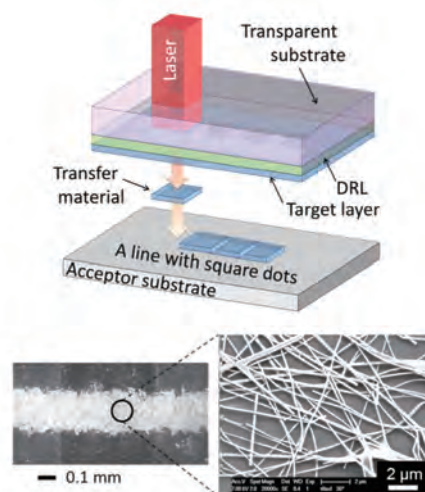
### ・生体適合性ゲル電極を持つ柔軟な有機増幅回路シートの開発

生体内埋め込み型の電子デバイスは、次世代の医療機器への応用と生体システムの学術的理解を深めるために重要な役割を果たすと期待されている。そこでの課題の1つは長期間に渡る安定性と信頼性を備えたデバイスの開発であり、例えば硬い金属電極を柔軟で生体親和性の高い材料へ置き換えることで、電極界面において機械的に丈夫で、電気的接触に優れた電極を作製することができる。本研究では、生体内に長期間埋め込みができ、柔軟かつ高導電性の生体適合性ゲル電極を開発した。新ゲル素材はハイドロゲルと単層カーボンナノチューブからなり、低周波数領域で高いアドミタンス( $100 \text{ mS cm}^{-2}$ )を示しながら、従来の金属電極と比べ炎症反応が極めて小さい材料であることを確認した。さらにゲルと厚み  $1.2 \mu\text{m}$  の PEN フィルム上に作製した極薄の有機トランジスタ増幅回路とを組み合わせることで、心臓に貼り付けて微弱なネズミの心電信号を 200 倍増幅することに成功した。今後は手術の現場支援から長期生体信号モニタリングシステムまで、次世代医療デバイスとしての活用が期待される。



### ・非接触印刷法による銀ナノワイヤストレッチャブル配線技術の開発

銀ナノワイヤ(AgNW)は透明性と伸縮性を兼ね備えた次世代電極として注目を集めているが、ロールツーロールのように高いスループットで配線するためには印刷形成技術の開発が重要である。ここでは Laser Induced Forward Transfer (LIFT) と呼ばれる非接触印刷技術により、AgNW 電極を印刷形成する方法について紹介する。LIFT 法により、配線幅  $200 \mu\text{m}$  でありながら低い抵抗率( $10^{-4} \Omega\text{cm}$ )と 100%ひずみに耐えられる伸縮性を有する電極形成が可能である。さらにこの電極は 80%の高い光透過性と  $100 \Omega \text{ sq}^{-1}$ 以下の低いシート抵抗を有する。非接触印刷は、すでに形成されている素子へダメージを与えることなくオンデマンドに透明導電膜やストレッチャブル配線をパターンニングできるため、少量多品種生産の配線パターンニング時、導電性膜の部分的な補修時、積層印刷時などにおいて今後さらなる展開が期待される。



### ・生体への埋め込みと無線計測可能な生体信号計測システムの開発

本研究では 64 チャンネルの皮質脳波(ECoG)記録計と 2 チャンネルのオプトジェネティクスプローブを搭載した生体埋め込み可能な小型無線計測システムを開発した。提案するシステムは動物の体内に埋め込めるよう、小型化したメインボードとアナログデジタル変換器ボード、非侵襲モニタリング可能な生体適合性と柔軟性を兼ね備えた ECoG 電極と LED プローブから構成される。本システムにより、Rat などの小動物が自由行動している間、長期間に渡り ECoG のモニタリングとオプトジェネティクスを遠隔操作が可能となる。

## 複合知能メディア研究分野

教授（兼任）	八木 康史
准教授	槇原 靖、村松 大吾
助教	満上 育久、大倉 史生
特任教授	金出 武雄（平成 28 年 4 月 1 日採用）
特任講師	青木 工太（平成 28 年 5 月 1 日採用）
特任助教	武村 紀子
博士研究員	丹羽 真隆、モハメド ハサン（平成 28 年 4 月 1 日採用）、 ハゼム エルアルフィ（平成 28 年 4 月 1 日～6 月 30 日）
外国人招へい研究員	徐 遅（平成 28 年 4 月 1 日～12 月 31 日）、 李 想（平成 28 年 4 月 1 日～12 月 31 日）
特任研究員	徐 遅（平成 29 年 1 月 1 日採用）、 李 想（平成 29 年 1 月 1 日採用）
大学院学生	周 成菊、アンドレイ グルシモフ、田中 賢一郎、廖 若辰、 モハマド ザシム ウディン、于 洋、安川 洵、 森 直幸（平成 28 年 10 月 1 日入学）、生熊 沙絢、上村 純一、 鈴木 温之、羅 爵函、磯兼 孝悠、荻 岳仁、沖中 大和、砂川 翔哉、 宮崎 祐太、花田 慎三郎
学部学生	柏本 雄士朗、繁木 結衣、長野 章宏、阪田 篤哉、名田 拓史
研究生	阪下 和弘（平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日）
事務補佐員	杉本 雅子、中川 久美子、田頭 直子
技術補佐員	飯山 亜弥、入江 洋子、大河内 良美（平成 28 年 4 月 1 日～9 月 30 日）、 井口 美香（平成 28 年 4 月 1 日～9 月 30 日）、妹川 桂子、橋本 尚子、 松本 佳子

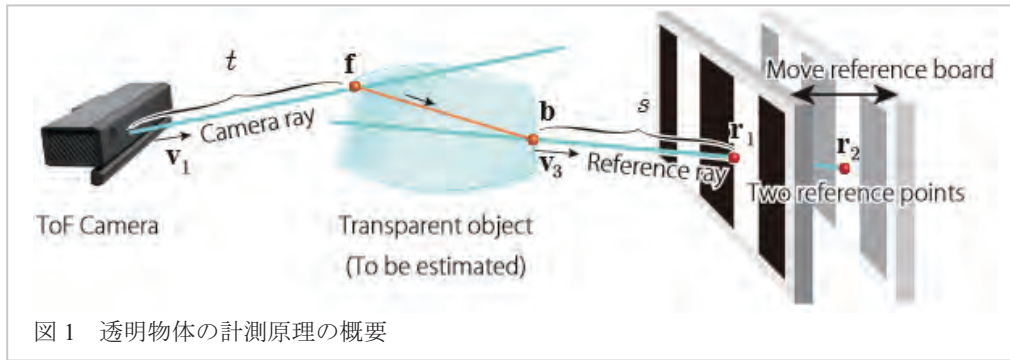
### a) 概要

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ます。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ます。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です。

### b) 成果

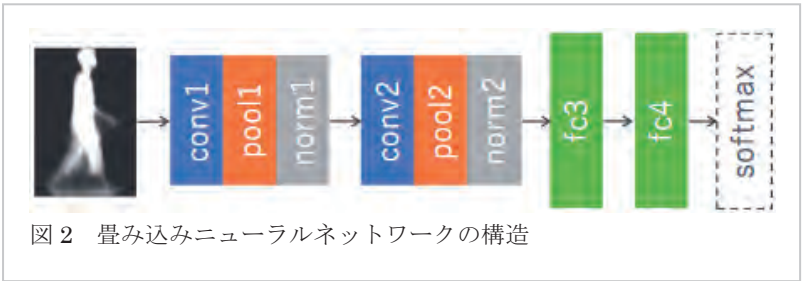
#### ・光路長差に基づく透明物体の形状復元

本研究では、Time-of-Flight (ToF) カメラを用いた単一視点画像からの透明物体の形状と法線方向の復元手法を提案する。透明物体の媒体中では、屈折率によって光速が変化することから、ToF カメラによる透明物体の距離計測結果が歪むことが知られている。そこで、このような光路長の歪みに基づいて、単一のパラメタを推定することで、屈折の光路が唯一に決定されることを示す。また、その単一のパラメタを推定するために、光路候補によって決まる物体表面の法線と、対応する計上から計算される物体表面の法線との一貫性に関する制約を利用する（図 1）。提案手法は、シミュレーション実験、及び実実験により評価し、透明物体の形状復元が行えることを示した。



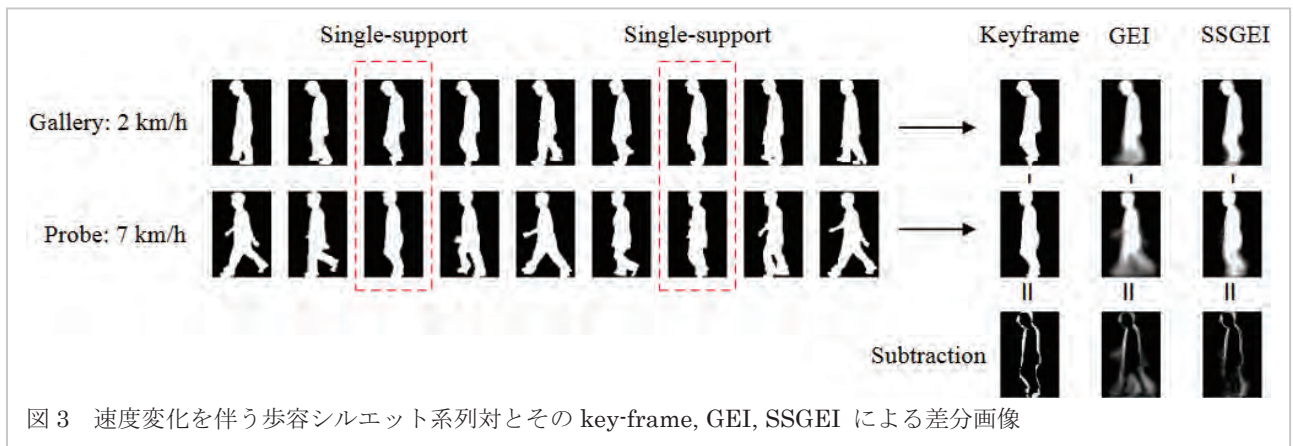
・畳み込みニューラルネットワークを用いた観測方向変化に頑健な歩容認証

本稿では畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を用いた観測方向が異なる歩行映像間での認証手法を提案する. ネットワークの入力に歩容エネルギー画像 (GEI) を与え, 畳み込み層・プーリング層・正規化層の三つ組をフィルタサイズを変えつつ適用し, その後, 2 層の全結合層に接続し, 被験者数分の出力ノードに各人物らしさを出力するような CNN である, GEINet を設計した (図 2). GEINet の有効性を確認するために, 大規模歩容データベースのサブセットを用いて複数の設定における認証精度の評価を行った. その結果, GEINet は高い認証精度を実現できることが確認された. 特に対一認証において従来手法を大幅に上回る精度を実現した.



・片脚支持脚相の歩容エネルギー画像を用いた速度変化に頑健な歩容認証

本研究では, 片脚支持脚相の歩容エネルギー画像 (Single Support Gait Energy Image: SSGEI) と呼ばれる速度変化に頑健な歩容特徴表現を導入する. SSGEIは, 片脚支持脚相における速度不変性と, GEIによる安定性を組み合わせることで, 速度変化と安定性のトレードオフを実現した表現である. 具体的には, 速度変化への不変性と安定性のバランスを考慮して, 学習データに基づいて, 片脚支持脚相の中心フレームを含む, 適切な特徴抽出区間を設定する. 次いで, 対象となる片脚支持脚フレームの複数シルエットを平均化することでSSGEIを抽出する. 最後に, SSGEIに対して, ガボールフィルタを適用し, 空間計量学習を適用することで, 性能向上を図る. 最も大きな速度変化を含む公開歩容データベースであるOU-ISIR Treadmill Dataset Aを用いて実験を行い, 提案手法により平均で99.33%の1位認証率を達成し, 従来手法と比較して高い精度が得られることを確認した. また, 計算時間についても, 提案手法が従来手法と比較して短く, 計算効率の面でも提案手法が優れていることを確認した.

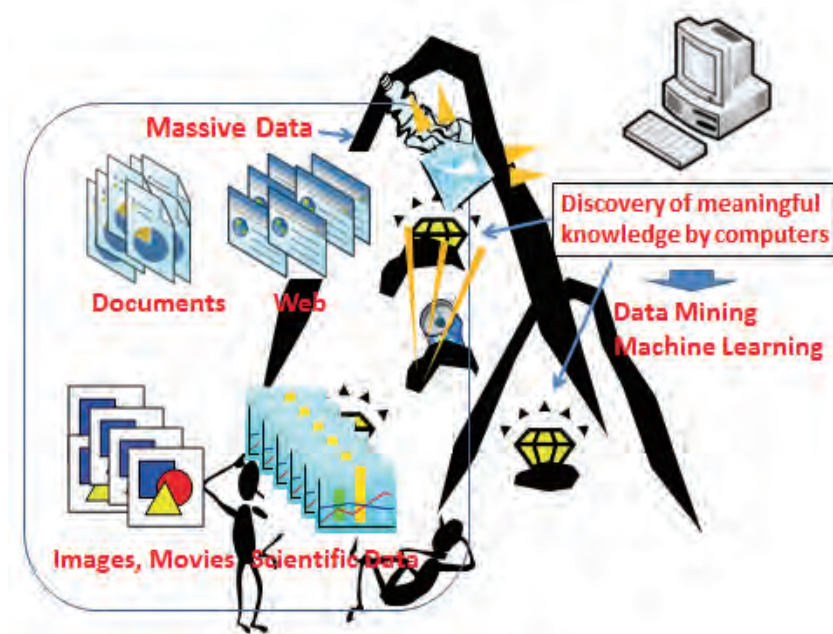


## 知能推論研究分野

教授	鷺尾 隆
准教授	河原 吉伸
特任准教授	清水 昌平
助教	杉山 磨人
特任研究員	鷹合 孝之（平成 28 年 12 月 1 日採用）、吉田 剛
大学院学生	Wang Lu、Patrick Blöbaum、岡 滉、馬場 祥人、井ノ上 大樹 宮澤 桂
学部学生	尾藤 岳仁、福永 篤志、米田 友花
事務補佐員	岡田 拓子（平成 28 年 10 月 1 日採用）、熊代 那奈
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ユビキタスセンシング技術（いつでもどこでも様々な情報を計測できる技術）の発達によって、膨大なデータを一度に入手する機会が増えている。また、それらデータの中身も単純な形式ではなく、時系列やグラフ、自然文など、複雑な内容になってきている。このようないわゆるビッグデータを、人間の能力だけですべて処理するのは無理があり、コンピュータによる解析支援や解析自動化の必要性が増している。そこで、我々の研究室では、コンピュータによってビッグデータから知識を読み取り発見するための、機械学習及びデータマイニングの基礎技術とその応用を研究している。基礎技術には様々な探索、検索、統計、確率計算、データベース、それらを融合した理論、手法、技術、システムツールが含まれる。そしてさらに、それら基礎研究成果を科学、センシング、情報ネットワーク、品質・リスク管理、医療、セキュリティ、マーケティング、金融など、様々な分野に役立つ応用研究も行っている。今年度は、大規模データからの情報推定、統計的因果推論、構造正則化による高次元データからの機械学習、データからの統計的検定仮説発見の研究開発を行い、以下の成果を得た。



## b) 成果

### ・大規模データからの低頻度事象の統計モデル抽出

科学的計測技術、コンピュータネットワークやセンサネットワークの発達などによって、例えば病院における各患者に関する検査、診断、治療、投薬の内容やその履歴といったたくさんの事柄・事象・状態に関する膨大な変数の測定データを大規模に収集できるようになって来ている。我々は、このような大規模な対象データを解析して、そのメカニズムを推定する技術の研究に取り組んでいる。本年度は、膨大なデータからその中で特に頻度の少ない事象の統計的モデルの導出する高度なデータサンプリング手法の研究を行った。また、クラスタリングや分類、異常検知などを行う手法の開発を昨年度に引き続いて発展させた。

### ・統計的因果推論

データに潜む因果構造を推定するための統計的方法を開発に取り組んでいる。推定された因果構造はグラフィカルに図として表現可能なので、統計科学の専門家でない応用研究の専門家にも結果を理解しやすい利点がある。研究では、数学を使ってアルゴリズムの正しさを証明し、そのソフトウェアへの実装、検証を行っている。また、ソフトウェアを公開することで、誰でも利用できるように心がけている。この手法の有望な応用分野としては、バイオインフォマティクス、ニューロインフォマティクス、経済学、心理学、社会学などが挙げられる。本年度は、非線形な過程から生成されたデータについて、その統計的分布の如何に関わらず、一般的に因果構造を探索する計算アルゴリズムに関する研究を行った。

### ・構造正則化による高次元データからの機械学習

近年のデータ取得・蓄積技術の著しい向上を背景に、様々な場面において、大規模・高次元なデータを対象とする機械学習の必要性が強く認識されるようになってきた。そこでは、大量の変数間に予め想定される関係構造を学習に用いることで、単純にデータのみから学習するよりも高精度な推定結果が得られる。そこで、このような変数間の関係構造を与えることが可能な構造正則化学習の高精度、高速アルゴリズムの開発に取り組んでいる。本年度は特に、構造化スパース学習やグループ正則化学習と呼ばれる機械学習の高速アルゴリズムの開発を行った。そして、これをコンピュータ・ビジョンなどの諸問題に適用し、各応用における高い有用性を確認した。

### ・大規模データからの統計的検定仮説発見

大規模データに潜む組合せ的構造（パターン）の発見は、創薬からマーケティングまで様々な分野で活用されている。特に、統計的に有意に頻出するパターンの発見は、様々な現象の理解に欠かせない解析手段として、多くの分野で必須の要請となっている。我々は、パターン列挙が計算量爆発を起こす問題と、統計的仮説検定の繰り返しに起因して偽陽性のパターンが増加してしまう問題を同時に解決することで、大規模データから統計的に有意に現れるパターンを効率よく検出する技術を開発している。本年度は、連続値データから、それらを2値化することなく直接統計的に有意に現れるパターンを抽出することに初めて成功した。このデータを、機械学習の性能確認のために用いられている様々な実世界データに対して適用することで、有用性を確認した。

## 知識科学研究分野

教授	駒谷 和範
准教授	古崎 晃司
助教	武田 龍
大学院学生	増田 壮志、鳥村 匠、大野 航平、山部 和章
学部学生	西田 寛章、赤井 元紀
留学生	Tac Thong Nguyen (FrontierLab プログラム)
事務補佐員	谷端 紀久子

### 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。また賢いシステムには知識が不可欠であることから、人間が持つ知識を整理して計算機可読な形式で記述するオントロジー工学にも取り組んでいる。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

#### ・ 深層学習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）と音声認識が挙げられる（図1）。また、ロボットのようなリソースが限られている状況では、それら機能の効率的な処理も重要である。本研究では深層学習を応用し、音源定位・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にも取り組んでいる。

音源定位では、ネットワーク構造と教師データを工夫することで、深層学習で複数音源を扱うことに成功した。さらに、様々な音環境での定位精度向上を狙い、ネットワーク適応技術の開発にも取り組んだ。結果、定位精度の方向依存性などの新たな課題や従来の定位手法との統合の必要性などを明らかにした。

音声認識では、深層学習に基づく音響モデルの省メモリ化・高速化に取り組み、使用メモリ量を削減可能な学習アルゴリズム、ノード削減手法との併用や高速な前向き計算法を開発した。結果、95%のメモリ量削減および74%のCPU上での処理時間削減を達成した。

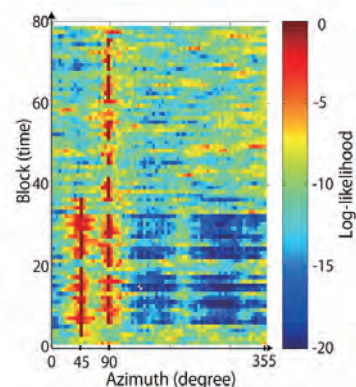


図1 ロボットとの対話（左）と2話者音源定位例（右）

#### ・ 対話を通じた知識獲得

相手の話を聞き、そこか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。現状の対話システムでは、システム開発者の設計に基づいて対話を行うことはできるが、対話を通じて新たな知識を獲得するという機能は持っていない。特に個々のドメインにおける知識をシステム開発者が最初から完全に記述するのは困難であるため、知識を使用状況に応じて獲得する技術が必要である。

本年度は、まず未知語の表記からその所属クラスを最下位クラスと中間クラスとの2つのレベルで推定し、対話を継続させつつ知識を獲得することを狙った(図2)。この際、推定結果の正誤を判定するしきい値をデータに基づいて決定した。さらに、ユーザの応答から暗黙的確認に含めた内容が正しいかどうかを機械学習により判定する手法を開発した。まず確認要求に対するユーザの応答をクラウドソーシングにより収集した。さらに機械学習に用いる素性を暗黙的確認要求の前後の発話を考慮して設計し、正誤の推定性能が向上することを示した。

さらに、これを音声対話システムに適用した場合に必要な、音響モデルや言語モデルの獲得についても引き続き検討を進めた。言語モデルについては、ノンパラメトリックベイズ推定に基づき、語彙をボトムアップに得るための手法の一部を国際会議で発表した。

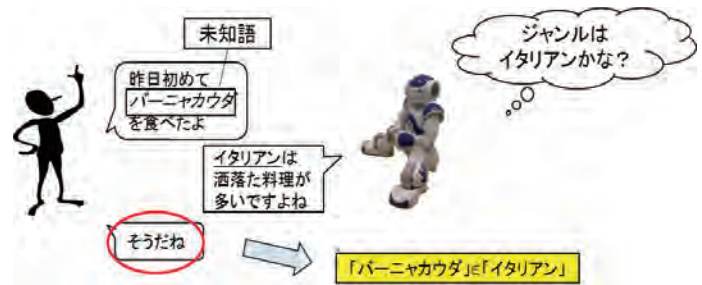


図2 暗黙的確認を通じた所属クラス獲得の例

### ・オントロジー工学と Linked Data 技術による知的システム

計算機で知識を適切に扱うための基礎理論を提供するオントロジー工学および、ウェブ上のデータを連携(リンク)させることで構造化された知識として利用可能とする Linked Data 技術を用いた、知的システム開発の理論と実践に関する研究を行っている。

具体的には、1)オントロジーおよび Linked Data の構築・利用に関する基礎理論、2)それらの理論に基づいたオントロジーと応用システム構築のための基盤ツール「法造」、および Linked Data 構築ツールの開発、3)様々な領域におけるオントロジーおよび Linked Data の構築とそれを用いた応用システムの開発、を実施している。現在は、疾患を中心とした医療知識(図3)、生物の模倣による製品開発を目指すバイオミメティクス(biomimetics)、自治体等が公開しているオープンデータを対象としたオントロジーと Linked Data の構築およびシステム開発を進めている。本年度は、バイオミメティクスによる新製品開発のヒントとなるキーワードを探索するシステムを開発し、企業ユーザによる評価実験を行い高い評価を得た。

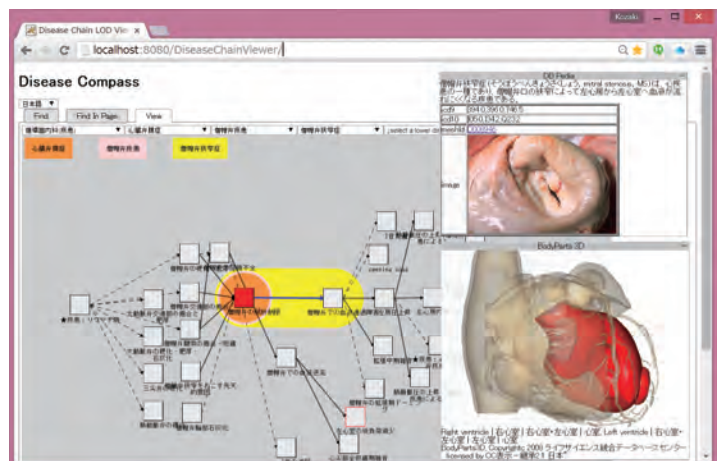


図3 疾患オントロジーと Linked Data に基づく疾患知識の閲覧システム (<http://lodc.med-ontology.jp>)

## 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
大学院学生	Nattapong Thammasan、Wu Hongle、Sopchoke Sirawit、Wasin Kalintha、Juan Lorenzo Hagad、藤田 渉、林 勝悟、古川 真衣、Bassel Ali、Noppayut Sriwatanasakdi、佐藤 和輝
研究生	Ekasit Phermphoonphiphat（平成 28 年 10 月 1 日～）
事務補佐員	田辺 めぐみ、大塚 光代、山本 亜希子

### a) 概要

パソコンを初めとする情報環境が普及するにつれて、インタフェースの悪さに起因するテクノストレスや、スパムメール、多量データによる情報洪水の問題に社会の関心が集まっている。本研究部門では、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。

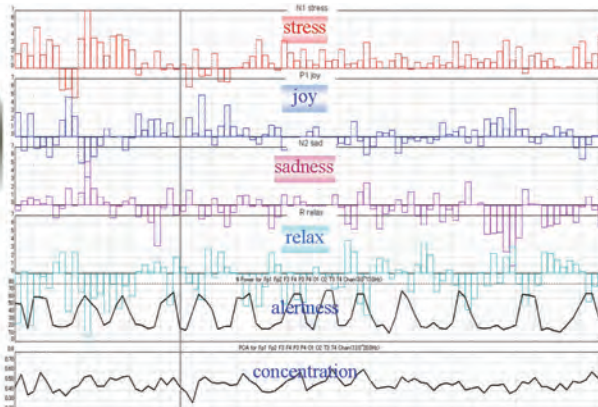
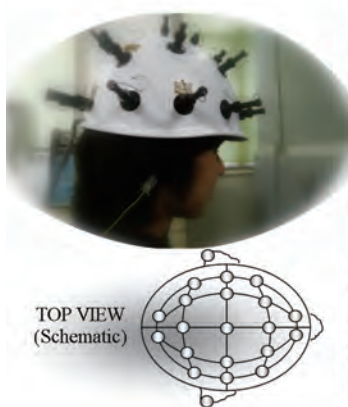
#### 【研究課題】

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

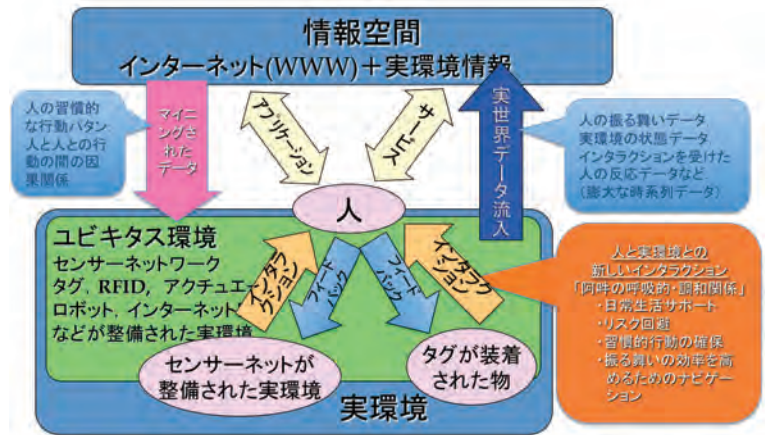
人の行動や物理現象は時間と共に変化している。その中に内在する規則性やパターンを抽出することで、現象の理解、モニタリング、支援に役立てることができる。本研究室では、多次元の数値データとして



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、地震発生パタンの抽出に適用した。燃料電池においては、損傷に由来するアコースティック・エミッション事象の系列データから、他の部材の損傷に大きく影響を与える部材とその状態の特定に成功した。また地震応用においては、東日本大震災以降の日本全土の震源リストデータから、海溝型地震に特有のアスペリティ相互作用を示唆する地震発生パタンの抽出に成功した。

・知的ユビキタスセンサーネットワーク

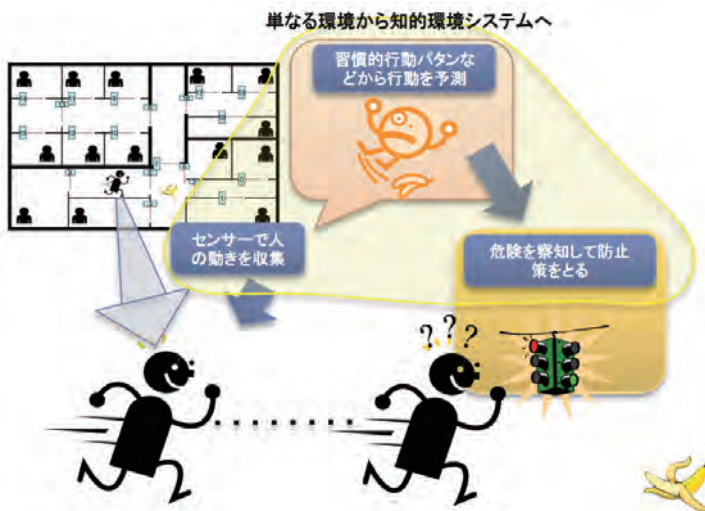
近年のユビキタス各種技術や RFID などのタグ技術の発展に伴い、現状においても既に情報過多の問題に直面しているインターネットを中心とする情報空間に対し、実空間からの情報までもが大量に流れ込もうとしている。そうなると、もはや「検索的手法」ではすべての情報を網羅することは困難なものとなり（現状でも既にその状況にある）、これからは「発見的的手法」が望まれる。これまでも情報発見手法としてデータマイニング研究など精力的な研究がなされて来ているものの、「情報空間+実空間」という、巨大で複雑かつ動的な世界からの有用な情報抽出技術に対して、これまでの技術がそのまま適用できると断言することは出来ない。



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

このように、これからのユビキタス社会では単に情報空間や実空間からデータを抽出するだけでなく、得られた有用な情報を能動的に人に対して環境側からインタラクションを起こすためのフレームワークを創出することも有用であり、具体的には、

(1)環境へのヒトの行動を知覚するセンシング能力の付加、(2)センサーデータマイニングによるヒトの習慣的行動パタンの抽出、並びに抽出結果を用いたヒトの行動予測を行うアルゴリズムの創出、そして(3)予測結果に基づくヒトへのインタラクション能力の環境への付加を行う必要がある。本年度は(2)のマイニング技術創出において、時系列データからのパターン抽出手法、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、量子機能材料、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、量子ビーム発生科学、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。また、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。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

- ・ 化学的構造転写法による極低反射シリコン基板の形成法の開発と結晶シリコン太陽電池の高効率化
- ・ Si 切粉から創製した Si ナノ粒子の水素発生材料や電池材料への応用
- ・ 自己組織化プロセスに基づく酸化物半導体ヘテロ複合構造セラミックスの創成と機構解明
- ・ 長周期積層型規則構造を有する Mg-Zn-Y 合金の弾性特性解明
- ・ 高次構造設計による酸化物ナノチューブへの光化学機能付与と機構解明
- ・ フレキシブル配線・接続技術開発とその基礎特性の解明
- ・ 次世代パワー半導体実装技術開発と基礎メカニズムの解明
- ・ フェムト秒時間分解電子回折装置による無機結晶の光誘起構造相転移過程の直接構造観察
- ・ フェムト秒時間分解 2 光子光電子分光による半導体結晶のキャリア超高速動力学の解明
- ・ コヒーレント電子励起波束によるグラファイトの光誘起相転移機構の解明
- ・ Lバンド RF 電子銃の開発と自由電子レーザー光のコヒーレンス特性計測
- ・ 極端紫外光リソグラフィプロセスの開発
- ・ 凝縮相における量子ビーム誘起反応の解明

## 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
助教	今村 健太郎、長谷川 丈二（平成 28 年 10 月 1 日異動）
特任教授	寺川 澄雄
特任研究員	小林 悠輝、西山 雅祥
特任技術職員	黒崎 千香（平成 28 年 10 月 1 日採用）
大学院学生	赤井 智喜、入鹿 大地、喜村 勝矢、野中 啓章、市川 辰哉、鬼塚 裕也、藤江 俊太、山田 庸介、大里 太一、榮 佑弥
研究生	孟 慶吉（平成 28 年 10 月 1 日入学）、孫 超（平成 28 年 12 月 1 日入学）
事務補佐員	住吉 賜子（平成 28 年 9 月 30 日退職）、合田 暦子（平成 28 年 10 月 17 日採用）

### 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、種々の半導体デバイスの高性能化と低コスト化を目指す研究を行っている。半導体デバイス・材料としては、(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および(2)シリコン切粉から形成するシリコンナノパーティクルの発光材料、水素発生材料や電池材料への応用を行っている。また、上記デバイスの特性を大きく影響する半導体界面の高感度観測に関する研究も行っている。

### b) 成果

#### ・結晶シリコン太陽電池のためのナノクリスタル層形成によるシリコン基板表面の極低反射化 [論文 6]

表面構造化学転写 (surface structure chemical transfer (SSCT)) 法を  $170 \mu\text{m}$  の厚さの単結晶シリコン太陽電池に応用した。この方法は非常に簡便で、過酸化水素水を含むフッ化水素酸溶液中で白金触媒体とシリコン基板を接触させるだけで、6 インチウエーハ 1 枚の処理をわずか 7.5~30s でできる。SSCT 処理を行ったシリコン基板表面には、ナノクリスタルシリコン層が形成され、この表面の反射率は 3%以下になった

(図 1)。しかし、ナノクリスタルシリコン層表面、平坦なシリコン裏面および裏面 Ag 電極を持つ構造では、入射光のシリコン基板による吸収が不十分で、1000 nm より長波長の領域での反射率が高い。そこで、ピラミッドテクスチャ表面にナノクリスタルシリコン層を形成することで、シリコン基板内の光路長を増加させ、長波長側の反射率を大きく低減させることに成功した。また、ナノクリスタルシリコン層表面にリンケイ酸ガラ

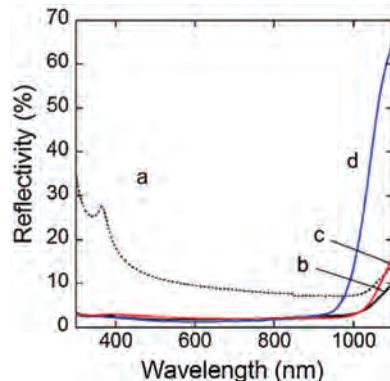
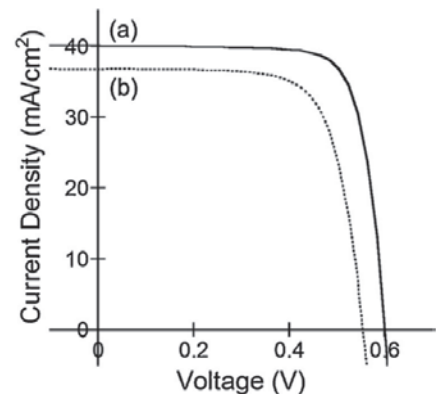


図1 テクスチャーSi基板の反射率。(a) 未処理。(b) SSCT処理後。(c) PSG堆積後。(d)平坦面にSSCT処理後。



	$V_{oc}$ (V)	$J_{sc}$ (mA/cm <sup>2</sup> )	FF	$\eta$ (%)
a	0.618	41.0	0.78	19.7
b	0.601	27.3	0.77	12.7

図 2 <Ag/nanocrystalline Si layer/n<sup>+</sup>-Si/p-Si substrate/B-diffused BSF/ Ag> 構造のシリコン太陽電池の電流-電圧曲線。(a) PSGを用いたパッシベーション、925°Cでのアニールおよび400°Cでの水素処理後。(b) PSGを用いたパッシベーション無し。

スを堆積しても、極低反射率が損なわれることはなかった。これは、リンケイ酸ガラスの屈折率とナノクリスタルシリコン層の屈折率が $\sim 1.4$  でほぼ同じであるからである。リンケイ酸ガラスは、ナノクリスタルシリコン層に対し高いパッシベーション効果を示し、少数キャリアライフタイムは、 $12 \mu\text{s}$  から  $44 \mu\text{s}$  まで大きく増加した。 $450^\circ\text{C}$ での水素中アニールを行うと、少数キャリアライフタイムは、さらに約2倍に増加した。<表面 Ag 電極/ナノクリスタルシリコン層/ピラミッドテクスチャーシリコン基板/B 拡散裏面電界層/裏面 Ag 電極>の構造を創製することにより、反射防止膜を用いない単純なセル構造にもかかわらず、エネルギー変換効率は 19.7%と極めて高い値を示した (図 2)。AM1.5  $100 \text{ mW}/\text{cm}^2$ の条件では、短絡電流密度は、 $41.0 \text{ mA}/\text{cm}^2$ と極めて高い値を示した。

### ・シリコン切粉から創製したシリコンナノ粒子からの水素発生 [論文 1]

シリコン切粉から簡便なビーズミル法を用いてシリコンナノ粒子を創製した。シリコンナノ粒子の結晶子サイズの最頻値は  $7 \text{ nm}$  で、平均粒径は  $12 \text{ nm}$  であった。このシリコンナノ粒子は、水に浸漬するだけで容易に水素を発生した。水素発生速度は pH と温度に大きく依存した。 $\text{pH} 13.0$ 、水温  $50^\circ\text{C}$ の条件では、最初の  $1 \text{ min}$  で $\sim 580 \text{ mL}/\text{min g}$ もの水素が発生し、最初の  $2 \text{ min}$ でもシリコンナノ粒子  $1 \text{ g}$ から  $1000 \text{ mL}$ もの水素が発生した (図 3)。水素発生は、シリコンナノ粒子の表面に厚い  $\text{SiO}_2$ 膜が形成することにより、停止することが分かった。シリコンの水への溶解は、シリコンナノ粒子が  $\text{OH}^-$ と反応して、水に可溶である  $\text{H}_2\text{SiO}_4^{2-}$ イオンと水素分子が生成することにより起こることも分かった。一方、その後は、シリコンナノ粒子が  $\text{OH}^-$ と反応して  $\text{SiO}_2$ を形成し、水素分子が生成すると同時に電子が  $\text{SiO}_2$ の伝導帯に注入され、この電子は、水分子に移動し、水素分子と  $\text{OH}^-$ イオンを生成すると結論した。

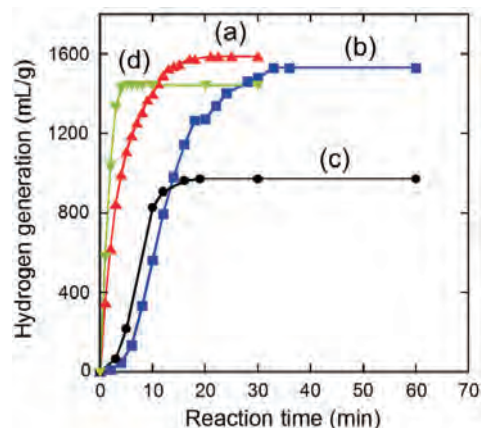


図 3 Si ナノ粒子と KOH 水溶液の反応により発生した水素の体積。PSG 層を作製した p 型シリコン太陽電池の構造。(a)  $\text{pH} 13.9$ , RT; (b)  $\text{pH} 13.4$ , RT; (c)  $\text{pH} 12.9$ , RT; (d)  $\text{pH} 13.0$ ,  $50^\circ\text{C}$ 。

### ・シリコン切粉由来のシリコンナノ粒子負極を用いたリチウムイオン電池の充放電容量制限のサイクル特性への効果とメカニズム [論文 13]

シリコン切粉を洗浄し、エチレン雰囲気下  $1000^\circ\text{C}$ で加熱し、カーボンコートしたシリコンナノ粒子 (C-SiNP) を用いて、リチウムイオン電池のシリコンナノ粒子負極を作製した。 $0.01 \text{ V}$ まで充電した後  $1500 \text{ mAh}/\text{g}$ で放電容量制限した場合、290 サイクル目まで  $1500 \text{ mAh}/\text{g}$ の放電容量を維持し、非常に優れたサイクル特性を示した (図 4)。これに対し、充放電容量を制限しなかった場合は、130 サイクル目で放電容量が  $1500 \text{ mAh}/\text{g}$ 未満になった。また、 $1500 \text{ mAh}/\text{g}$ まで充電した後  $1.5 \text{ V}$ まで放電した場合でも、139 サイクル目で放電容量が  $1470 \text{ mAh}/\text{g}$ 未満になり、充電容量制限の効果は見られなかった。放電容量制限した場合、充電時はセル電圧が最も高く、放電時はほとんどのサイクルでセル電圧が最も低く、過電圧を最も抑制できることが分かった。容量制限しない場合も、放電時は過電圧が抑制された。これらの過電圧の挙動は、容量制限せずに充電、放電する場合、それぞれ内部抵抗が減少、増加するが、放電容量制限する場合は、内部抵抗が常に低く抑制されることを示す。この結果は、シリコンナノ粒子中のリチウム濃度が高い範囲で充放電することにより、最外層に安定な結晶  $\text{Li}_{15}\text{Si}_4$ 層が存在し、シリコンナノ粒子のサイズ変化が抑制され、粒子間接触がより保持されることで説明でき、放電容量制限はサイクル特性向上に有効である。

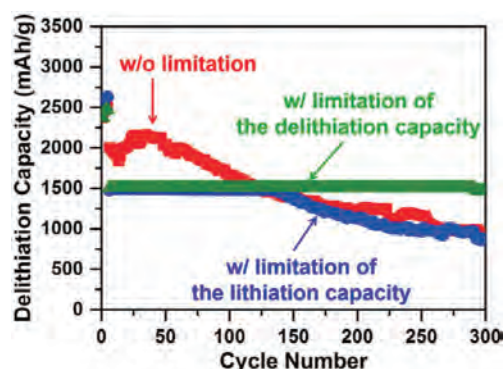


図 4 Cコートしたシリコンナノ粒子を用いた電極の放電容量。

## 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
特任研究員	西田 尚敬
大学院学生	馬場 創太郎、施 聖芳、嚴 成勳、西山 博基、力宗 勇樹、姜 婉青、梅田 旭洋 山崎 湧登
研究生	趙 容現
事務補佐員	高原 愛、西迫 満 (平成 28 年 2 月 1 日採用)

### a) 概要

社会基盤としての材料の重要性は近年ますます高まっている。本研究分野では、材料工学や物理学、化学など多様な学問に基づき、セラミックスや金属材料などを中心として分野および材料横断的な観点に立脚した次世代型材料研究を行っている。その対象は結晶構造レベルに始まり、ナノからマクロスケールまでの多くの階層に及ぶ構造設計やプロセス制御および融合化手法をキーテクノロジーとして、多様な機能を獲得した機能共生型のハード材料やナノ材料の創製、構造や基礎物性、特性の評価および機能発現・機構解明に関する研究を行っている。こうした新規な構造特性や機能特性を有する先端機能性構造材料の研究開発を行うことで、多様な分野への応用を対象とした構造部材としての高強度高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

#### ・高次構造の設計による酸化物ナノチューブへの物理化学・光化学機能付与とその機構

水溶液化学反応により合成されるチタニアナノチューブ (TiO<sub>2</sub> Nanotube, TNT) は、その特異な低次元ナノ構造・結晶構造および物性の共生により優れた吸着性や光触媒特性などの物理化学・光化学的機能を示す。これまで Cr や V、Nb 単独固溶およびこれらを共固溶した TNT を合成し、ユニークな有機分子吸着能に加え、可視光応答光触媒特性を示すことを明らかとした。一方、ごく簡単な溶液化学処理により TNT の表面を含む化学結合を制御すると共に、そのバンドギャップを低減させ、優れた可視光応答型光触媒特性を付与することに成功した。合成した TNT に多様な濃度の過酸化水素浸漬処理を行ったところ、いずれも白色の TNT は淡黄色に変化した。紫外可視分光分析の結果、吸収端波長が可視光側に大きくシフトし (図 1)、光学的バンドギャップエネルギーは 3.4eV (未処理) に比較して大きく低減 (~2.3eV) することを見いだした。この結果、化学処理 TNT は可視光照射下で優れたローダ

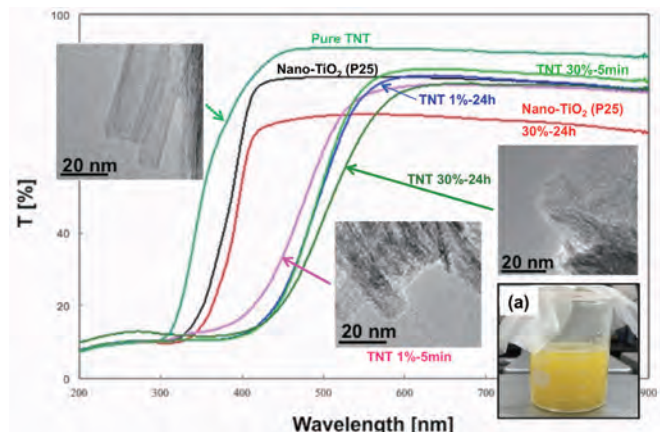


図 1 多様な濃度および時間条件で H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 処理したチタニアナノチューブ (TNT) の紫外可視拡散反射スペクトルと各試料の TEM 組織写真。挿入(a)は処理後粉末の水分散液の写真。

ミン B 色素退色特性を示すことが認められた。これは TNT 表面に  $H_2O_2$  由来の新たな  $-O-O-$  結合（ペルオキシ基）が導入された結果と考えられた。以上、ごく簡便な化学処理により TNT に可視光応答性を付与できることを見だし、環境触媒に限らず多様な可視光応答型光デバイス材料への応用可能性が示唆された。

・異なる結晶形態を有するリン酸カルシウム系光触媒材料の水熱合成

リン酸カルシウム的一种である水酸アパタイト（HAp,  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ ）は、骨親和性、陽陰イオン交換特性、タンパク質吸着特性を示し、これらの特性は結晶形態や露出する結晶面に依存すると考えられる。本研究では、尿素分解を用いた水熱合成法により光触媒特性を有する酸化チタン（ $TiO_2$ ）を表面に分散させた針状およびスポンジ状 HAp 結晶を合成し、得られた試料の結晶相、形態や組成を調べるとともに、紫外光照射下での光触媒特性を評価した。

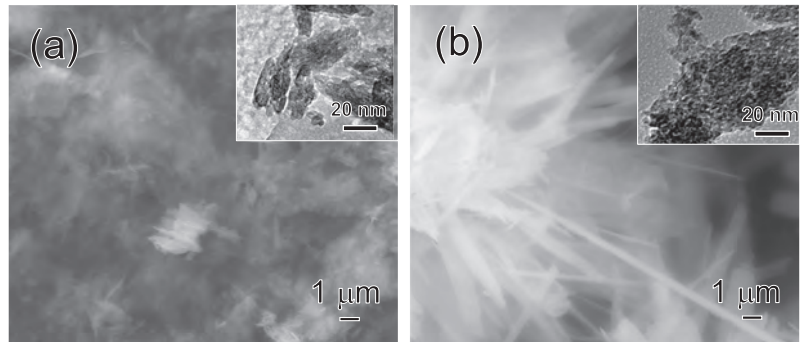


図2 1.0 および 0.1 M 尿素水溶液を用いた水熱法により合成した  $TiO_2$  修飾 HAp 結晶の走査および透過電子顕微鏡写真。(a) スポンジ状および (b) 針状の HAp 結晶とその結晶表面に担持した  $TiO_2$  ナノ粒子(挿入画像)。

0.1M~0.1 M 尿素溶液を使用した水熱合成を行った結果、尿素濃度が低くなるほど生成する HAp の形態はスポンジ状から板状に変化する傾向が見られ、 $TiO_2$  ナノ粒子は、HAp 結晶表面に一部凝集して担持して生成し、その粒子径は尿素濃度が高い条件ほど小さくなる傾向を示した(図2)。この結果は、水熱合成時の尿素分解により溶液の pH が上昇することで、溶液中の HAp に対する過飽和度が高くなり析出および結晶成長が生じるため、異なる尿素濃度を用いることで HAp の結晶生成速度が変化して結晶サイズおよび形態が変わることを示している。さらに、得られた針状およびスポンジ状から成る  $TiO_2$  修飾 HAp を用いてメチレンブルー (MB) の紫外光照射下での退色試験を行った結果、すべての試料で光触媒反応を示した。

・bcc 構造を不安定化した生体用チタン合金における室温時効に伴う弾性率増加

人工骨等の生体硬組織代替材料として生体骨(20~40 GPa)よりも高い弾性率(ヤング率)を有する金属材料を用いた場合、生体骨との弾性率差により生体骨に十分な応力が加わらず骨量の減少および骨質の劣化が生じる。このため、生体用金属材料の低ヤング率化が強く求められている。現在、生体適合性かつ低ヤング率を示す金属材料として、生体適合性の高い Ti に細胞無毒性の元素である Nb、Ta、Zr、Sn 等を添加した bcc 構造の  $\beta$  型チタン合金が高い注目を集め、その弾性特性に関して国内外において活発な研究がなされている。これまでに、 $\beta$  型チタン合金の低ヤング率化の発現には、bcc 相の不安定化が重要であることが明らかになっている。

図3に bcc 相の不安定化により低ヤング率化を実現した Ti-Nb-Ta-Zr 合金単結晶の室温時効に伴う規格化せん断弾性率の変化を示す。せん断弾性率は時効に伴って増加し、bcc 構造が最も不安定な Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr (mass%) 合金において最も大きく増加することがわかる。マイクロメカニクスモデルや電気抵抗測定等を用いた解析により、弾性率増加の原因は時効に伴う Diffuse  $\omega$  構造形成によるものであることを明らかにした。

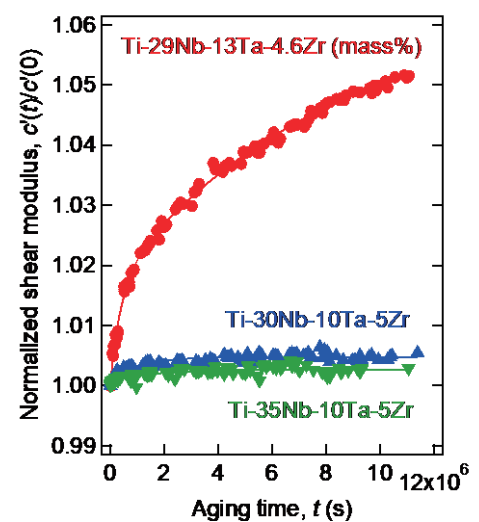


図3 Ti-Nb-Ta-Zr 合金単結晶の規格化せん断弾性率  $c'(t)/c'(0)$  の室温時効に伴う変化。 $c'(0)$ は時効時間  $t=0$  のせん断弾性率である。

## 先端実装材料研究分野

教授	菅沼 克昭
特任教授	村松 哲郎、山村 圭司
准教授	長尾 至成
助教	菅原 徹
特任助教	酒 金婷、陳 テントウ、張 昊
博士研究員	李 財富
特任研究員	末武 愛士、藤田 浩史、関 伸弥、木原 誠一郎、下山 章夫、浅谷 紀夫、木本 幸治
技術補佐員	加賀美 宗子、原田 佳子、謝 明君、廣瀬 由紀子
大学院学生	門口 卓矢、杉浦 和彦、鮫島 純一郎、叢 樹仁、張 浩、高 悦、李 万里、盧承俊、小賀 俊輔、吉川 弘起、合家 勇輔
研究生	李 玲穎、胡 大偉
事務補佐員	鈴木 敬子、山脇 里望、吉矢 麻菜、星川 晴美

### a) 概要

当研究室では、様々なナノ物質や異相界面形成に関する研究をナノレベルの現象解明から進めているが、そのゴールは次世代の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の新分野の開拓にある。特に、ワイドバンドギャップ半導体を用いた高温動作パワーデバイスに向けた実装材料の開発と信頼性評価等を精力的に進め、ウェアラブルデバイスに向けては、身体に装着したときに必要な伸縮性能と信頼性の実現を目指している。

### b) 成果

#### ・銀膜・銀粒子低温焼結接合メカニズムの解明

科研基盤 (S) の一連の研究で明らかにした銀粒子焼結接合、銀膜ストレスマイグレーション接合 (SMB) に於いて、なぜ、200°C程度の低温で銀の焼結が進み、特に、SMB においては無加圧で完璧な界面接合が出来るかをナノレベルの評価とシミュレーションにより解明した。

銀は、200°C近辺で粒界に酸素を吸収拡散して液状化することが、状態図計算から判明した。この現象は、TEM の高分解能観察により確認された。SMB において銀膜表面に多くのヒロックが形成されるのは、粒界に存在する Ag-O が液状化し、加熱により Ag 膜が圧縮力を受けて表面に吹き出すことによる。放出された Ag-O は即座に Ag 固体になり、表面に堆積した Ag アモルファスの

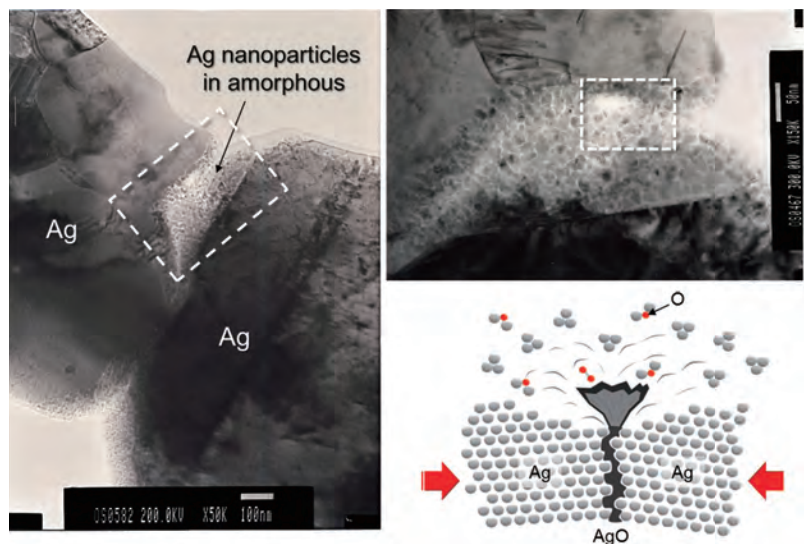


図1 SMB に於ける Ag 膜同士の接合プロセス。

中から Ag 結晶化が進み、ナノ粒子形成、焼結現象へと結びつく。図1は、SMB のプロセス途中を示す TEM 観察で、接触したヒロック間の隙間が、Ag ナノ粒子で埋め尽くされていることを示している。

・次世代パワー半導体の Ag 焼結接合を標準として提案

当研究グループが開発した銀粒子焼結接合技術が、SiCやGaNパワー半導体の必要とされる高温動作に十分耐えることを証明し、デバイスの樹脂モールドにおいて、銀焼結接合層がナノ複合化されたモールド樹脂と相性が優れることを見出した。これによって、新世代の耐熱技術の標準となる提案を行った。図2は、Ag焼結接合したマイクロポーラス構造にナノ複合化された耐熱樹脂が含浸し、250°Cまでの温度サイクルを受けても Ag 焼結組織が全く変化しないことを示している。

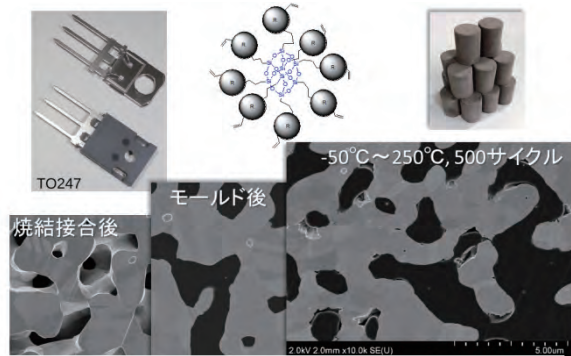


図2 焼結接合組織に樹脂が含浸し、250°Cまで粗大化せず組織安定を実現している。

・自己還元銅インクによる配線技術

ウェアラブルデバイスに必要な、フレキシブル配線技術を、自己還元型銅ナノ粒子を用いることでフレキシブル基板の上に低温で実装することに成功した。140°Cの低温で、短時間(15min)に配線することが可能であり、PETやPENなどプラスチックフィルムのように配線できる(図3)。得られた配線パターンの抵抗率は、11.3μΩ cmで、バルク銅の抵抗率に匹敵する。また配線後のパターンの表面粗さは、非常に小さい値を示した。

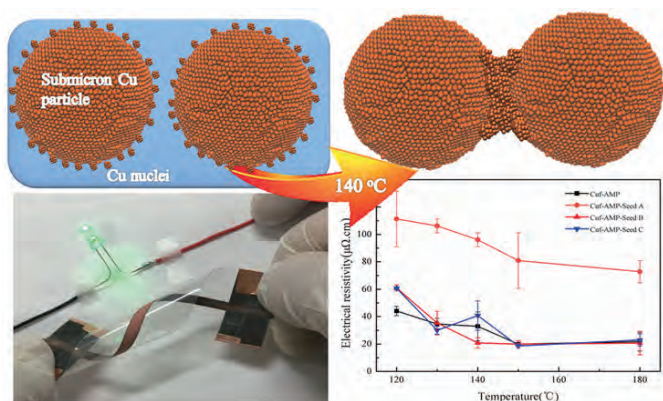


図3 自己還元銅インクを用いたフレキシブル配線。

・有機金属分解法を用いた金属・酸化物薄膜の形成とデバイス応用

有機金属分解法(MOD法)は、金属塩と錯形成剤を有機溶媒に溶解し原料とした前駆体を熱及びそれに代わる手法で分解し、導体や半導体、絶縁体などの多様な物性・機能性を有する金属および酸化物材料として得る方法である。この手法は、比較的lowエネルギーで膜形成できることから、印刷技術と合わせて、次世代電子部品に応用されることが期待できる。近年、当研究分野では、酸化物の前駆体インクを開発し、印刷法によって薄膜ナノ構造(ナノロッドアレイ)や積層薄膜形成することに成功している。形成された薄膜の微細構造を利用してガスセンサや有機太陽電池などいくつかの電子デバイスに応用している。図4は、MOD法によって合成した酸化モリブデン(MoO<sub>3</sub>)ナノロッドアレイを用いて作製したガスセンサ素子を示す。作製したガスセンサ素子は、世界一のセンシング応答速度を示している。

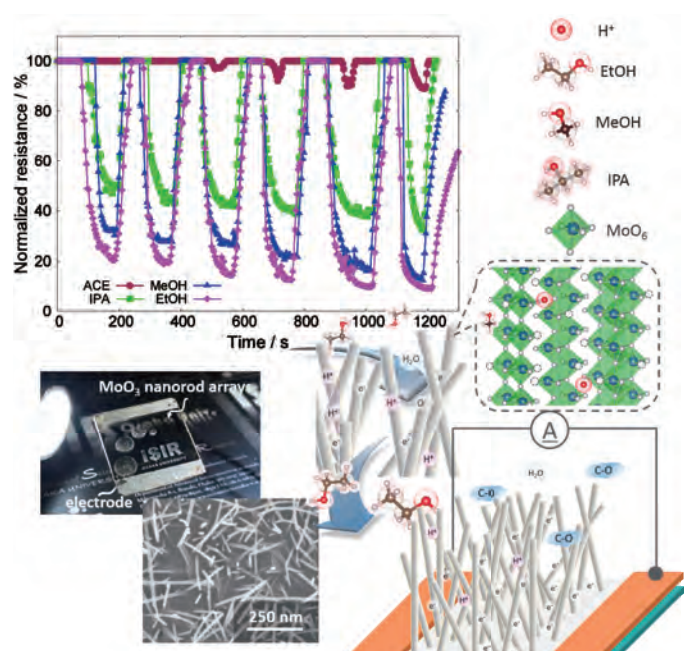


図4 セラミックスナノロッド・センサデバイスの液相合成。



# 励起物性科学研究分野

准教授 田中 慎一郎  
 准教授 金崎 順一

## a) 概要

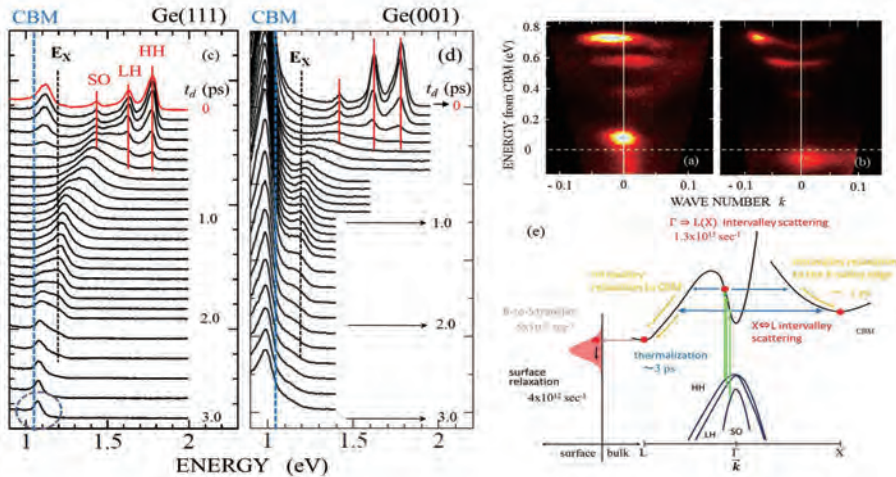
本分野は、固体の電子系が励起された際に発生する種々の原子過程（電子励起誘起原子過程）の機構を解明し、原子過程を制御・組織化して新規の高次機能構造を創製する事を目的としている。従来の手法が有していた熱力学的平衡条件の制約を大きく打破し、材料科学・物質科学の新たな展開方向を開拓する。この目的の為、固体内部及び表面における電子・正孔・格子系の非平衡励起状態および緩和過程に関する詳細な知見を得ると共に、励起状態における電子格子相互作用・スピン軌道相互作用などの多体相互作用の役割を解明する。固体の励起手法として、パルスレーザー光、シンクロトロン放射光、電子線、プローブ顕微鏡によるキャリア注入等、多彩な励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を主とする分光手法を用いて研究する。さらに、エネルギー・運動量空間といった多次元空間においてフェムト秒の時間領域で実時間追跡すると共に、誘起される構造変化や新奇構造相を走査型トンネル顕微鏡/トンネル分光法により原子レベルで直接観察する。

## b) 成果

### 1. 運動量空間における励起電子系の超高速動力学

電子系のバンド構造や緩和動力学は、物質科学において極めて重要な基礎的概念である。本研究では、フェムト秒2光子光電子分光の手法を用い、ゲルマニウム単結晶内部における励起電子系のエネルギー・運動量空間における超高速緩和動力学に関する研究を推進した。

ポンプパルス（1.55eV, 時間幅 200fs, s 偏光）により伝導帯に光注入された励起電子を、遅延時間を制御したプローブパルス（4.65eV, p 偏光）で光電子として放出させ、光電子密度分布をエネルギー・放出角・時間に関する多次元空間でイメージ化した。図1(a)及び(b)は、それぞれ、Ge(111)及びGe(001)を試料として観測した、光励起直後のエネルギー・運動量空間における励起電子系の非平衡分布である。観察される3つの波束は、高エネルギー側よりそれぞれ、価電子バンドの Heavy-hole, light-hole 及び split-off 状態から直接遷移により伝導帯  $\Gamma$  バレーに注入された励起電子による。図1(c)及び(d)は、角度積算した励起電子スペクトルの時間発展であり、励起電子系の緩和・熱化過程を示している。 $\Gamma$  バレー内の励起電子系は励起後 500fsec 程度までに消失し、L あるいは X バレーへ超高速バレー間散乱（時定数 60fsec）が起こる（図 1. d）。X バレーに散乱された励起電子系は、バレー内を緩和し、励起後 1ps



(a) (b) Ge(111) 及び Ge(001) を光励起した直後における光電子密度分布。横軸は波数ベクトルの表面平行成分。縦軸は伝導帯下端を基準とした光電子の運動エネルギー。(c) (d) Ge(111) 及び Ge(001) における励起電子系の密度分布関数の時間発展。(e) エネルギー・運動量空間における動的緩和経路と時定数を示した模式図。

程度で X バレー下端 (図中 CBM から 0.15eV の位置に  $E_X$  で示した) に蓄積する (図 1. d)。その後 X バレー下端の励起電子は 2ps までに消失していく。一方、L バレーに散乱した励起電子系は、バレー内を伝導帯下端まで緩和する (図 1c)。また、X バレー下端電子密度の減衰と相関して、L バレー内の同じエネルギー位置 ( $E_X$ ) に励起電子系の分布密度が増大する。この結果は、X バレー下端の励起電子系が、最終的に L バレーに散乱する事を示している。X 及び L バレー下端のポテンシャルエネルギーの差は、L バレー内での運動エネルギーに変換され、その後 3ps までに励起電子系の熱化が完了する。本研究により得られた、運動量空間での励起電子系の動的緩和経路と散乱・熱化時間等を模式図 1(e) にまとめる。

## 2. 高分解能電子エネルギー損失分光による電子格子相互作用素過程の検出

電子格子相互作用は固体の動的な性質を決めるうえで最も重要な要因の一つであり、長年集中的に研究されている。電子格子相互作用定数  $\lambda$  は  $\lambda = 2 \int d\omega \frac{\alpha^2 F}{\omega}$  と書くことが出来る。  $\alpha^2 F$  は Eliashberg 関数

と呼ばれるもので、  $\alpha^2 F = \sum_{\nu} \int d\mathbf{q} \delta(\omega - \omega_{\mathbf{q},\nu}) \delta(\epsilon_{\mathbf{k},i} - \epsilon_{\mathbf{k}\pm\mathbf{q},j} \pm \hbar\omega_{\mathbf{q},\nu}) \langle \varphi_{\mathbf{k}\pm\mathbf{q},j} | \widehat{H}_{\mathbf{q},\nu} | \varphi_{\mathbf{k},i} \rangle$  である。この中身のマトリックスエレメントは、始状態  $\varphi_{\mathbf{k},i}$  から終状態  $\varphi_{\mathbf{k}\pm\mathbf{q},j}$  への、エネルギー  $\omega$  波数  $\mathbf{q}$ , ブランチ  $\nu$  のフォノンによる遷移確率に等しい。したがって、運動量とエネルギーを特定したバンド電子の、運動量を特定したフォノンによる散乱確率を測定することは、電子格子相互作用の素過程を検出していることになる。しかし、これまでの実験手法では、このマトリックスエレメントを積分した形でしか測定することができていなかった。本研究分野では、シンクロトン放射光を励起源とした角度分解光電子分光 (ARPES) により、グラフェンやグラファイトなどのカーボンナノマテリアルの非占有バンド間での電子のフォノンによる散乱過程について運動量とエネルギーまで分解し、数年来研究している。さらに最近、高分解能電子エネルギー損失分光法 (HREELS) を用いて、グラファイトの非占有状態間の電子フォノン散乱を検出することに成功した。

HREELS とは、単色化した電子線を固体表面に入射し、反射した電子のエネルギーを調べる手法である。図 1 (a,b) は、入射エネルギーを 3eV だけ変えて測定したグラファイト (HOPG) における角度分解 HREELS の結果であり、図 1 (c) はピーク位置と入射・出射角度により決定した分散関係を過去の中性子散乱実験の結果と比較したものである。入射エネルギーがわずかに変化したことで、電子と相互作用するフォノンのモードが全く異なっていることが分かる。これは、図 2 にあるように、入射電子のエネルギーと角度がグラファイトの非占有バンドと一致したときにバンドへの電子の注入が起こり、その電子が電子格子相互作用によってフォノンに散乱され、別バンドに遷移し、その電子が真空外の自由電子となって検出されるというモデルによって説明される。これを確認するために、HOPG の非占有バンドを第一原理計算によって計算し、それを HREELS 実験で検出された電子フォノン散乱の共鳴条件と比較したものが図 3 である。詳細は省くが、実験結果と計算はおおむね一致しており、この解釈が正しいことを示している。

興味深いのは、この条件では特定のグラフェン面間の振動モード (ZO, ZA) のみが観測され、しかもそれらが電子が注入されたバンドに応じて異なっていることである。これはすなわち、電子格子相互作用のマトリックスエレメントの大きさを反映しているものと考えられる。今後は、金属表面上に作成した単層グラフェンなどについて同様の研究を進展させ、カーボンナノマテリアルにおける電子格子相互作用の基本的な理解を深めていく。

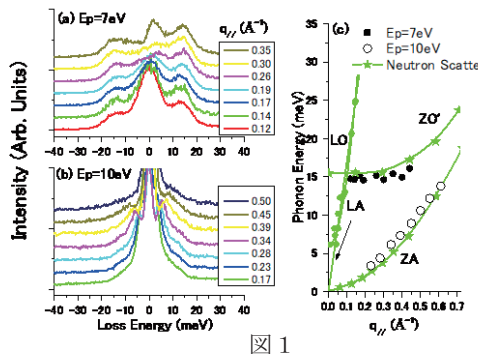


図 1

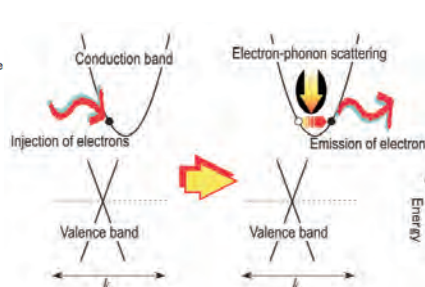


図 2

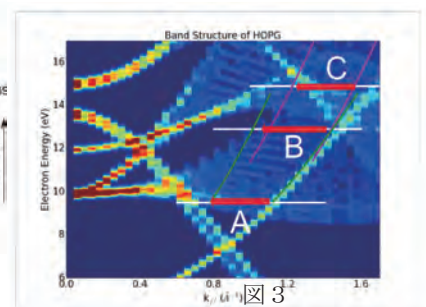


図 3

# 量子ビーム発生科学研究分野

助教 入澤 明典

## a) 概要

粒子加速器とそこから得られる量子ビームは基礎科学から産業まで広く利用されている。当研究部門は、量子ビーム発生とその利用という観点から高輝度パルス電子ビームとこれを用いたテラヘルツ自由電子レーザーに関する研究をおこなっている。最も新しい放射光の一つである自由電子レーザー (FEL) はその波長が可変であり、大強度性、コヒーレント性、パルス性、偏光特性などの特長を活かした、基礎から応用まで広い範囲の利用が期待される。当部門の扱うテラヘルツ・遠赤外領域は、電磁波の中でちょうど電波と光の中間領域に位置し、現在、技術発展・利用展開が最も期待される周波数・波長帯の一つである (テラヘルツギャップ)。当部門では、物性制御・物質制御などの基礎物理研究からテラヘルツ計測技術の開発など応用を視野に入れた研究まで、学内外・国内外問わず様々な研究者および研究施設・量子ビーム施設と協力してテラヘルツ FEL の先進性を積極的に活かした様々な利用分野の研究展開を行っている。

## b) 成果

### ・ FEL 波長制御

これまで、FEL の単色、高強度性を活かし、さらに分光器および検出器との連動を行うことにより、高速分光イメージングや微量成分のその場分析に成功した。光学系の改良により回折限界に近い集光も可能となり、物質が非線形応答するフラックス領域を達成できた。最大電場強度は単色性を保ったまま 10 MV/cm 程度まで得られている。パルス光の単色性は電子ビームのエネルギー分散だけでなく、図 1 に示すように得られるパルス光のパルス幅にも依存する。実際の調整による得ら

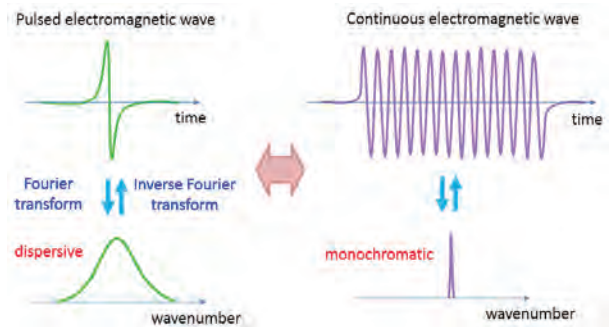


図 1 電磁波のパルス時間幅と波長分散の関係

れた FEL の波長特性の違いを図 2 に示す。黒線はとにかく FEL 強度が最大になるように調整した場合の波長スペクトル、赤線は波長分散特性に注意を払いながら最大強度を目指した場合の波長スペクトルである。FEL の調整は分光器を通さず波長分解性能を持たない単素子検出器を用いるが、検出器で得られる強度、すなわちスペクトルの積分強度のみを目安に調整を行うことになるため、条件によっては得られる FEL の単色性が失われることが分かる。利用研究では FEL 波長の変化に伴う物質応答特性を議論する場合には注意が必要であり、ビーム調整側および利用研究側双方に実験ごとに求められている光特性および物質特性の総合的な理解が必要である。

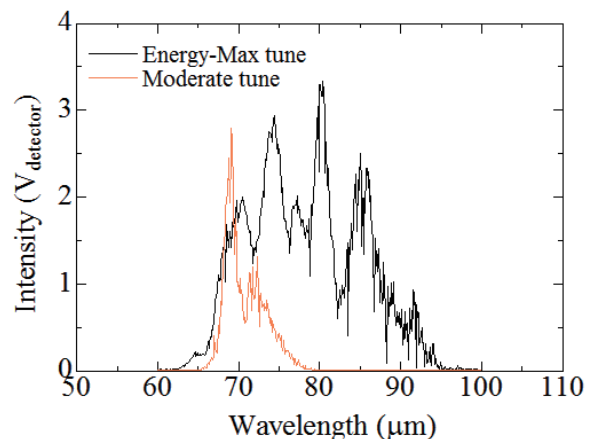


図 2 FEL の調整による単色性の違い

### ・ THz-FEL 照射実験

これまで開拓してきた利用実験に加え、本年度から新たに中赤外領域の FEL 施設 (KU-FEL@京都大学、FEL-TUS@東京理科大学) との連携を強化し、広い波長範囲での FEL 相互研究協力体制を推進す

ることを目的に、いくつかの照射実験を計画・実行している。その中のひとつ、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、すでに中赤外領域（ $10\mu\text{m}$  近傍）では実験が行われており、波長に依存した非熱的变化が確認されている。本研究では遠赤外・テラヘルツ領域（ $100\mu\text{m}$  近傍）での変化の有無を調べることを目的とした。照射は波長、強度、照射時間を系統的に変えながらおこなった。現在、顕微分光による局所変化を観測し解析中であるが、遠赤外・テラヘルツ領域でも波長に依存した有意な変化が観測されつつある。励起過程のメカニズムを含め、今後の詳細な実験が必要である。

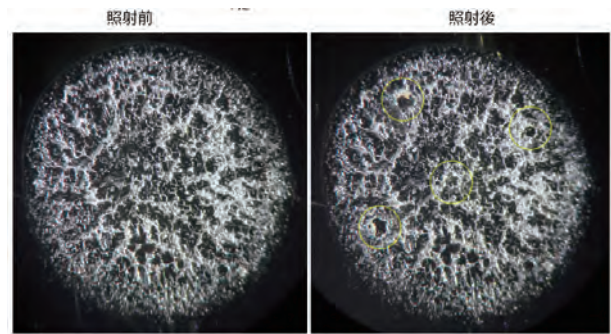


図 3 金属基板に塗布したアミロイド繊維物質への THz-FEL 照射前と照射後。目視で変化が確認できる。

## 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	小林 一雄、山本 洋揮
大学院学生	榎本 智至、木村 明日香、菅田 明宏、金森 航、筒井 裕子、石原 智志、 田中 隆裕
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

#### ・高温高压流体の放射線誘起反応初期過程の解明

水の放射線分解反応により生成する中間活性種は様々な酸化還元反応を引き起こし、その挙動を把握することは原子力工学や放射線医学・生物学等、放射線効果を考える上で不可欠である。これまで多くの知見が蓄積されてきたが、高温高压下については見解の分かれる課題が多い。昨年度までに、高温高压セルをパルスラジオリシス装置に組み込んだナノ秒過渡吸収分光体系を構築した。これを用いて、 $H_2$ 発生に関わるとされる素反応を調べた。まず二水和電子反応 ( $e^-_{aq} + e^-_{aq} + 2H_2O \rightarrow H_2 + 2OH^-$ ) について、これまで  $150\text{ }^\circ\text{C}$  以上では反応性が急激に減少し（図1点線）、 $H_2$ 発生にほとんど寄与しないと考えられてきたが、パルスラジオリシスおよびスーパー拡散反応モデル計算との比較から、高温側でも  $k \sim 10^{11}$  ( $M^{-1}s^{-1}$ ) の反応速度定数を持ち、高温でも重要な  $H_2$ 発生源となることが示唆された。次に、H原子由来の  $H_2$ 発生反応 ( $H + H_2O \rightarrow H_2 + OH$ ) を調べた。いずれの反応物・生成物も光吸収が極めて小さいため、NaI水溶液を用いて、生成物であるOHの捕捉から発生するヨウ素のダイマージカル ( $I_2^-$ ) を観測した。 $250\text{ }^\circ\text{C}$  以下では全く見られない  $I_2^-$  の遅延立ち上がりが  $300\text{ }^\circ\text{C}$  近傍になるとクリアに見られた（図2）。スーパー拡散反応モデル計算との比較から、上記反応が従来よりも一桁高い反応速度定数を持ち ( $k \sim 3 \times 10^4$  ( $M^{-1}s^{-1}$ ) @  $300\text{ }^\circ\text{C}$ )、室温ではほぼ無視できるものの高温下では重要な  $H_2$ 発生源となることが明らかとなった。

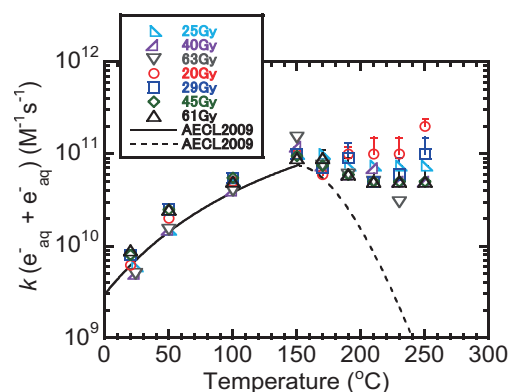


図1. 二水和電子反応の反応速度定数の温度依存性

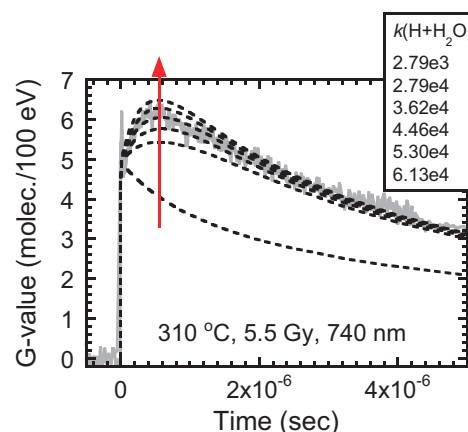


図2. 高温高压下 NaI 水溶液中におけるヨウ素ダイマージカルアニオンの時間挙動 ( $310\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $25\text{ MPa}$ ,  $740\text{ nm}$ ).

・ニトロフェニル自己組織化単分子膜の電子線誘起極性変化によるブロック共重合体のラメラ配向

半導体の微細化に伴って、微細加工の技術革新が行われてきた。現在、20 nm レベルの量産が行われており、光リソグラフィの延命化が図られている。しかし、半導体の微細化が進むにつれて、次世代リソグラフィ用レジスト材料に対する要求が厳しくなっている。それゆえ、トップダウンの代表であるリソグラフィの限界が唱え始められ、トップダウンとボトムアップを融合した革新的な微細化加工技術が求められている。本研究では、電子線によって誘起される自己組織化単分子膜(SAM)の変化を利用してポリスチレンポリメチルメタクリレートブロック共重合体(PS-*b*-PMMA)を配向制御可能であるかを調べた。図は金蒸着したシリコン基板上に SAM を形成後に電子線で化学パターンを作製した上のラメラ PS-*b*-PMMA ブロック共重合体の PMMA 相をエッチングで除いた後の SEM 画像である。このように、化学パターン部分に PS-*b*-PMMA のラメラ配向を起こさせることに成功した。本研究により、SAM 基板の還元処理が PS-*b*-PMMA のラメラ配向に決定的な役割をすることが明らかになった。また、PS-*b*-PMMA がラメラ配向を行うためには、適切な線量とアニーリング温度が中性層のチューニングに必要であることが明らかになった。

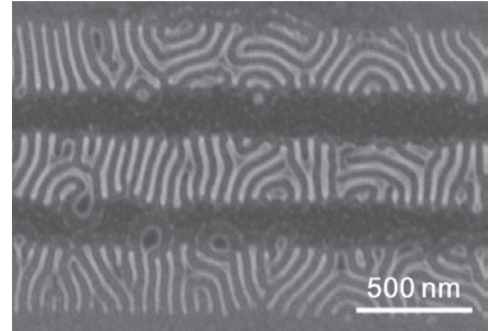


図 3. 自己組織化単分子膜で前処理された金蒸着したシリコンウェハ上の PMMA エッチングされたラメラ PS-*b*-PMMA ブロック共重合体の SEM 画像。

・放射線耐性菌一酸化窒素合成酵素の反応機構に関する研究

一酸化窒素 (NO) は哺乳類において血管弛緩や神経伝達、免疫機能に関わる重要な生理活性物質として知られている。NO は、ヘムタンパク質である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。最近、種々のバクテリアに NOS が存在し、その機能は哺乳類における機能と全く異なることが明らかにされた。放射線に対して著しい耐性をもつ放射線耐性菌 (*Deinococcus radiodurans*) の NOS (DrNOS) は、放射線耐性に関与すると報告されているが、その詳細は不明である。本研究ではパルスラジオリシス法により DrNOS の反応機構、特に DrNOS の酸素活性化の過程を検討した。

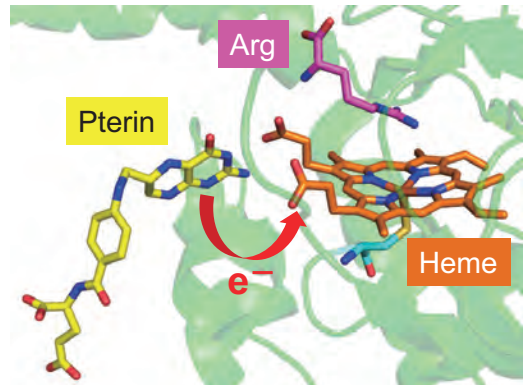
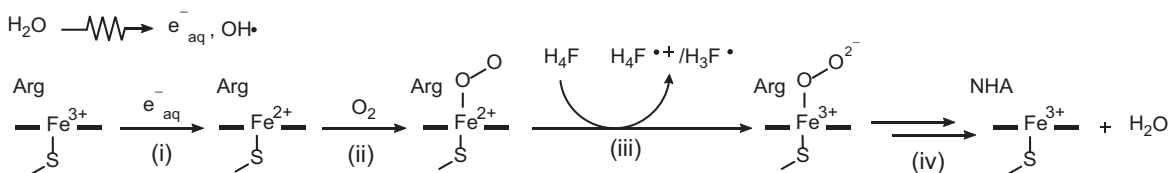


図 4. 枯草菌 NOS のヘム周辺の構造

水と電子(e<sub>aq</sub><sup>-</sup>)による DrNOS の還元に基づく吸収変化(i)に引き続いて、100 μs の時間領域で吸収変化が観測された。さらに、プテリン存在下では数 ms の時間領域で変化が確認できた。これらの過程は、還元型 DrNOS に酸素が結合する過程(ii)、引き続いてプテリンから酵素に結合した酸素へと電子が移動する過程(iii)と結論される。還元型 DrNOS と酸素の反応の二次速度定数は 2.8 × 10<sup>8</sup> M<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>と求められた。この値は哺乳類の NOS (9.0 × 10<sup>5</sup> M<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>)に比べてかなり速いことがわかり、放射線耐性菌は酸素に対する感受性が極めて高いことが明らかとなった。また、プテリンから酵素に結合した酸素への電子移動の一次速度定数は 2.2 × 10<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>と求められた。パルスラジオリシス法を用いることにより初めて捉えることができた。さらに、パルス照射後、数秒の時間領域における過程が観察された。これらは共に、基質の酸化に伴い DrNOS が酸化される過程であり、ストップフロー法で測定した結果と同様の時間領域で見られた。



スキーム パルス後 NOS の反応過程

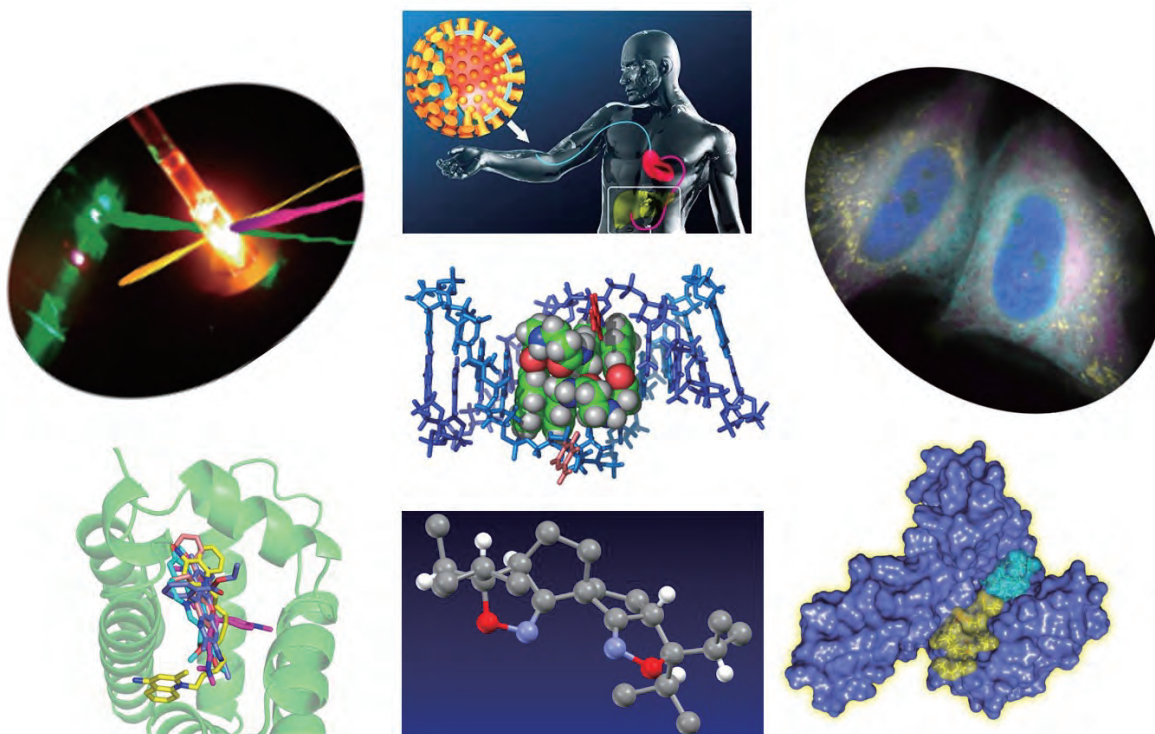
## 第3 研究部門（生体・分子科学系）

### 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、励起分子化学、機能物質化学、精密制御化学、医薬品化学の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、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。



## 励起分子化学研究分野

教授	真嶋 哲朗
准教授	藤塚 守、川井 清彦
助教	小阪田 泰子
特任助教	金 水縁、张 鹏 (2016.10.1～)
特任教授	杉本 晃
招聘教授	宮田 幹二
学振外国人特別研究員	姜 在祝、朱 明山
外国人客員研究員	孙 志超 (2016.7.1～)、宋 少青 (～2016.6.24)、 Elke Debroye (2016.4.9～6.4)、文 健熙 (2016.6.9～7.8)、 蔡 晓燕 (～2016.9.28)、王 维康 (～2016.10.18)
博士研究員	张 鹏 (～2016.9.30)
大学院学生	魯 超、田中 敦志、Ossama A. Elbanna、时 晓伟、市瀬 佑磨、徐 洁、 周 杨、鈴木 瞭平、宮本 駿一、王 玥 (2016.10.1～)
研究生	阮 大明 (2016.11.1～)、徐 蕾 (2016.10.1～)、庄 勃 (2016.10.1～)
事務補佐員	富永 早苗 (～2016.11.25)

### a) 概要

本分野は、光および放射線により誘起される励起分子化学と機能分子化学を基盤として、ビーム制御化学や分子・反応場制御化学の手法を用いた新しい「ビーム機能化学」の研究を行っている。ビーム制御化学とは空間的・時間的に制御した多種多様なビームの複合照射によって、求める反応活性種・中間体を逐次的、局所的、選択的に発生させ、かつそれらのエネルギーを制御することによって、反応を制御することである。また、マルチビームの利用によって、新しい反応活性種の発生と、それによる新しい反応・プロセスや複合反応への展開が可能である。分子・反応場制御化学とは、分子設計された反応基質 (DNA、タンパク)、超分子、メゾスコピック分子などの分子場や、気体・液体・固体、表面、薄膜、液晶などからなる複合系、多成分系、液体希ガス、極低温などの反応場の立体的・電子的・構造的・化学的性質を利用することによって、反応を制御することである。「ビーム機能化学」の目指す方向は、高次元反応制御、新合成化学、新機能性分子・高機能性材料への展開である。

### b) 成果

#### ・マルチビーム化学

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状態のラジカルイオンの特異的な反応を明らかにしている。今年度は、機能性色素として広く用いられているペリレンジイミドのラジカルアニオン(PDI<sup>•-</sup>)の励起状態ならびに光誘起電子移動過程を検討した。PDI にスパーサーを介して電子アクセプターを結合したダイアッド分子を種々合成し、PDI を還元後励起し過渡吸収を測定した結果、PDI<sup>•-</sup>の D<sub>1</sub>状態からの電子移動過程を観測し、その電子移動速度は Marcus 理論に支配去ることを確認した。さらに、基底状態からの電子移動と比較すると、D<sub>1</sub>励起状態からの電子移動は非常に高速に起こることを見出した。さらに PDI<sup>•-</sup>を二個結合した分子を光励起すると PDI<sup>2•-</sup>が不均化により生成することを初めて明らかにした。この結果は有機固体中の二価電荷の生成過程に関する新たな知見である。

#### ・生体分子の動的挙動の解析



多くの生体高分子は常に動いているのではなく、何らかの極低頻度かつ過渡的な（＝発生確率が非常に低く、存在時間の短い）相互作用がトリガーとなり構造転移が誘起され機能すると考えられ、それを追跡することは難しい。蛍光相関分光法（FCS）を改良し、過渡的な相互作用を蛍光の点滅＝blinkingとして観測する手法を用いて、サブマイクロ秒の時間分解能で、RNA 構造転移を引き起こす弱い過渡的な相互作用についてヘアピン RNA を対象として検討した。点滅の頻度から構造転移が起こる頻度がわかり、光っている時間の長さから開状態として存在している時間を測定できる。ループ部位に相補的なオリゴヌクレオチドを添加したところ、開裂頻度が増加することを示唆する結果が得られた。

#### ・光と物質の相互作用を基盤とした材料・生物応用

光機能性の分子やナノ材料を用いた、材料、生物イメージングや機能制御への応用を目指して、新規光機能性材料やエネルギー変換材料の開発や、それを利用した生物イメージング手法や神経機能を可視化・制御できる光操作法に関する研究を行っている。今年度は、超解像イメージングへの応用に向け、単粒子レベルや生きた細胞中での光蛍光スイッチング可能なナノポリマー粒子を合成した。また、紫外から近赤外領域にまで幅広い吸収を有する、二次元薄層ポルフィリンポリマーを有機化学的に設計・合成し、その太陽光応答性光触媒機能に関する検討を行った。その結果、ソーラーシュミレータによる光照射で、メタノール等の犠牲試薬存在下、水素発生の光触媒活性を示した。

#### ・蛍光色素とアントリルフェニレンジアジドの自己集合体

一つもしくは多種類の分子の集まりによって形成される自己集合体は、単体の分子では不可であった様々な機能を発現する特徴を有するため、最近研究が活発に行われている。これまで我々は、蛍光色素とアントリルフェニレンのジアジドの誘導体が形成する多様な集合体について研究してきた。ローダミン誘導体を含んだジアジドの場合、J 集合体を形成し、細胞内ではミトコンドリアに蓄積されることがわかった。この J 集合体を近赤外光領域で励起し、励起子が発生する過程を過渡吸収分光法で観察し、蛍光色素の自己集合体の、人工光合成の集光系や比色センサー材料などへの応用の可能性が示された。

#### ・光エネルギー変換用のナノ光触媒

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ことを目的に研究を行っている。金ナノロッド(AuNRs)を TiO<sub>2</sub>メソ結晶に担持させた複合体が、可視・近赤外光照射下で光触媒として働き、水からの高効率な水素発生を起こすことを見出した。TiO<sub>2</sub>メソ結晶では、ナノ粒子の無秩序な凝集によって生じる表面積の低下や界面の不整合による電荷移動効率の低下を克服でき、ナノ粒子間で高効率電荷移動が起こり、電荷が長寿命化し、高伝導性、高光触媒特性を示す。可視・近赤外光の広帯域に吸収を持つ AuNRs を TiO<sub>2</sub>メソ結晶に担持させた複合体を光触媒として使用すると、メタノールを含む水溶液から非常に高効率な水素発生(924 μmol h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>)が達成できた。これは AuNRs の縦方向 SPR からの TiO<sub>2</sub>メソ結晶への高効率電子移動、引き続き超構造体 TiO<sub>2</sub>メソ結晶中のナノ粒子間で高効率電荷移動が進行し、電荷寿命は 4.8 ns と約 10 倍も長いことに起因する。

## 機能物質化学研究分野

教授	笹井 宏明
特任教授	北 泰行
准教授	滝澤 忍
助教	竹中 和浩
特任助教	Mohamed Ahmed Abozeid
大学院学生	佐古 真、重信 匡志、岸 鉄馬、Bijan Mohon Chaki、Abhijit Sen、 Moaz Mohamed Mohamed Abdou (～平成 28 年 9 月 30 日)、 一之瀬 和弥、米山 心、Lukas Schober (平成 28 年 11 月 4 日～平成 29 年 1 月 29 日)、 青木 孝憲、草場 未来、杉寄 晃将、新居田 恭章、野本 裕也、 Hettiarachchige Dona Piyumi Wathsala
学部学生	瀧石 朋大、Ryan Andy Khalaf (平成 28 年 6 月 17 日～平成 28 年 8 月 10 日)
事務補佐員	本多 綾香

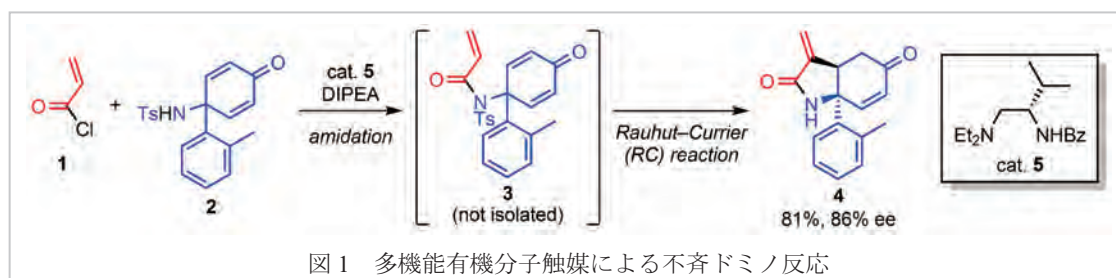
### a) 概要

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

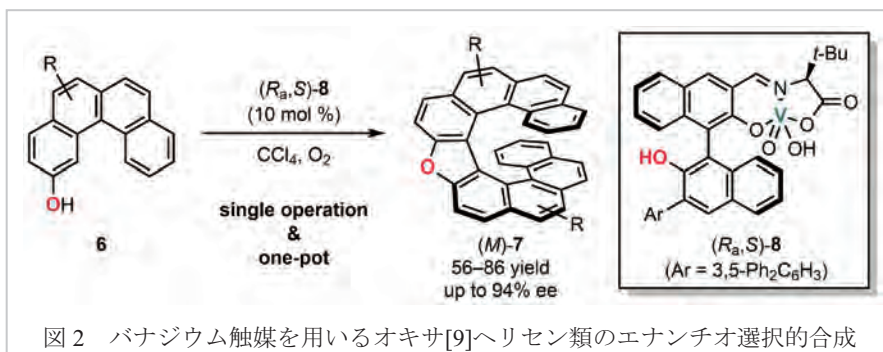
#### ・多機能有機分子触媒の開発と不斉ドミノ反応への応用

Rauhut–Currier (RC) 反応は、ホスフィン系 Lewis 塩基を触媒とするエノンに代表される活性アルケンの二量化反応であり、生成物として  $\alpha$  位に置換基を有するエノンを与える。しかしながら、二種類のエノンを用いると生成物がホモカップリング体とヘテロカップリング体の混合物になることから、合成への応用は限られていた。今回、安価で入手容易な塩化アクリル (**1**) と、4-アミノフェノールから短工程で合成可能なジエノン **2** を基質にラクタム **4** の触媒的不斉合成と本反応に有効なキラル触媒の開発を行った。検討の結果、*N,N*-diisopropylethylamine (DIPEA) 存在下、新規に開発した有機分子触媒 **5** を用いると、触媒 **5** がアミド化では Brønsted 塩基触媒として **3** を与え、続く RC 反応では Lewis 塩基–Brønsted 酸触媒として働き、アミド化/RC 反応の両方を促進して目的の **4** を高収率かつ高エナンチオ選択的に与えることを見出した。本反応で得られるラクタム **4** は、医薬品合成中間体のキラルビルディングブロックとしての応用が期待される。



### ・バナジウム触媒を用いるオキサ[9]ヘリセンの効率的エナンチオ選択的合成

ヘリシティーを有する光学活性ヘリセン類は複数の芳香環がオルト位で縮環した非平面性らせん状化合物であり、効果的な不斉源として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材料への利用が期待されている。これまでにキラルな遷移金属触媒を用いる環化付加反応によるヘリセン型分子の触媒的不斉合成が数例報告されているものの、ヘリセン骨格内にフラン環を有するオキサヘリセンの触媒的不斉合成は未開拓な領域であった。今回、新規に開発したキラル単核バナジウム錯体( $R_a,S$ )-**8**を酸素雰囲気下、多環式フェノール誘導体**6**と反応させると、**6**の酸化的不斉カップリングおよびそれに続く分子内脱水閉環の連続反応が進行し、オキサ[9]ヘリセン誘導体**7**が良好な収率かつ最高 94% ee で得られることを見いだした。本触媒反応において、バナジウム錯体はレドックス触媒および Lewis 酸触媒として働き、また錯体中のフェノール性ヒドロキシ基はバナジウムの触媒活性を向上させ協調的に働いていると考えられる。得られた光学活性な **7a** ( $R = H$ ) は、一度の再結晶操作で光学的に純粋な生成物へと簡単に導くことができた。**7a** の X 線結晶構造解析にも成功し、その構造的特徴の確認や絶対配置の決定にも成功した。

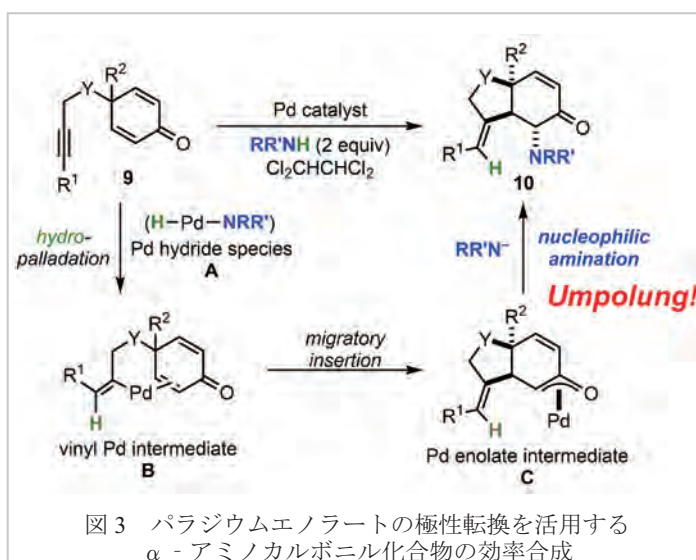


### ・パラジウム エノラートの極性転換を基軸とする $\alpha$ - アミノカルボニル化合物の触媒的合成

カルボニル基の  $\alpha$  位に窒素官能基が連結した構造は、アミノ酸をはじめ自然界に広く分布しているだけでなく、医薬品など我々の生活に欠かせない製品にも見られる重要なユニットである。そのため、このような  $\alpha$  - アミノカルボニル化合物を効率よく合成する新手法の開発が精密有機化学の分野において強く望まれている。

当研究室では、通常は求電子剤との反応性しか示さない「パラジウムエノラート」に対して求核剤を攻撃させる「極性転換」を世界で初めて達成している。本反応では、炭素-炭素結合形成によって環が構築された後にパラジウムエノラート中間体への求核攻撃が連続して起こることで、入手容易な原料から多官能性カルボニル化合物が一举に合成できる。本年度も引き続きパラジウムエノラートの極性転換に関する研究を推進した結果、これまでの極性転換反応ではカルボキシラートアニオンに限られていた求核剤を窒素求核剤へと拡張することに成功し、多官能性  $\alpha$  - アミノカルボニル化合物の効率合成へと展開できた。すなわち、パラジウム触媒存在下、基質 **9** と 2 当量の窒素求核剤を 1,1,2,2-テトラクロロエタン溶媒中で加熱攪拌すると、 $\alpha$  - アミノカルボニル基を持つ二環式化合物 **10** が良好な収率で得られた

(図3)。本反応ではパラジウム 0 価種が触媒活性種と考えられ、求核剤の酸化的付加により生じたパラジウムヒドリド種 **A** が、基質 **9** に存在するアルキン部位に対してヒドロパラデーションを起こしビニルパラジウム中間体 **B** となる。続いて分子内オレフィン挿入を経て鍵中間体であるパラジウムエノラート **C** が生成し、これに対して求核剤が攻撃することで目的物 **10** を与えると共にパラジウム 0 価種が再生する。単結晶 X 線解析により得られた **10** の構造より、本アミノ化でもこれまで開発した酸素求核剤を用いる極性転換反応と同様に、生じたパラジウムエノラート中間体に対してパラジウム原子の反対側から求核剤が攻撃していると推察される。



## 精密制御化学研究分野

教授	中谷 和彦
准教授	堂野 主税
助教	村田 亜沙子
特任助教	相川 春夫、山田 剛史、柴田 知範、サンジュクタ ムケルジー
博士研究員	小田部 堯広 (平成 28 年 4 月 31 日退職)、李 金星 (平成 28 年 12 月 31 日退職)
大学院学生	松本 咲、ノルハヤティ サバニ、ヌルサキナ モハammadザイフディン、松本 惇、ルー イーフアン、伊藤 洋志、山内 和明、三木 翔太、矢野 綾香、アニサ ウルフスナ、ラッセル コーエン (平成 28 年度 10 月 1 日入学)
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

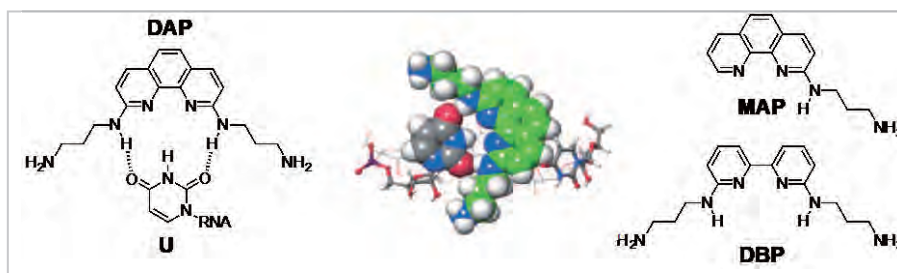
### a) 概要

当分野では、有機合成化学を基盤として、ケミカルバイオロジーとナノテクノロジーを指向した研究を進めている。ケミカルバイオロジーに関しては、核酸特異構造の認識と遺伝子発現制御に焦点を絞り、1) ミスマッチ塩基対、トリヌクレオチドリピート特異的な低分子有機リガンドの分子設計と、2) 分子生物学的手法を用いた RNA アプタマー創出の対極的な二つの方向からアプローチしている。一方、C、H、O、N、P の各元素からなる DNA は、遺伝子として重要であるばかりでなく、らせん構造を自発的に形成する極めて特徴的な有機化合物と捉えることが出来る。ナノテクノロジーにおける精密材料として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

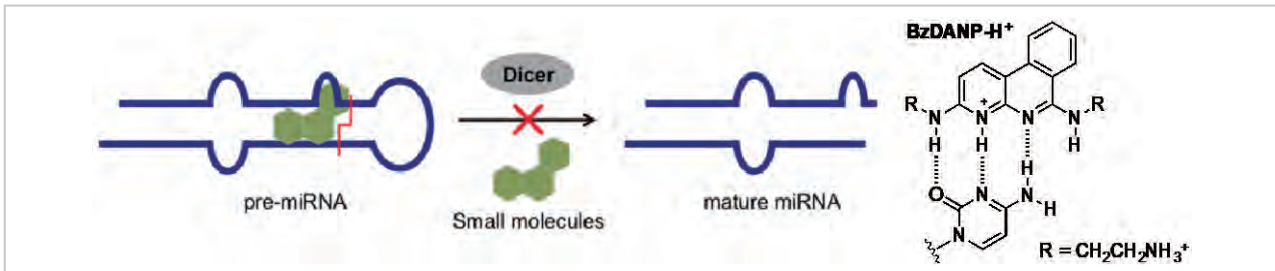
#### ・ CUG トリヌクレオチドリピートを標的とする小分子の創製

筋緊張性ジストロフィータイプ 1 (DM1) は、CTG という 3 塩基の繰り返し配列の異常伸長により発症する。その発症メカニズムは、異常伸長した CTG リピートの転写産物である  $r(\text{CUG})_n$  リピート毒性 RNA が関与する RNA 機能獲得であることが報告されている。



異常伸長した  $r(\text{CUG})_n$  リピートは、ヘアピン構造を形成し、MBNL1 タンパク質を捕捉することにより、スプライシング異常を引き起こすため、 $r(\text{CUG})_n$  リピートに結合し、MBNL1 の捕捉を抑制する小分子の開発は、DM1 の治療への応用が期待される。本研究では、 $r(\text{CUG})_n$  リピートに結合する分子の創製を行った。 $r(\text{CUG})_n$  リピートが形成するヘアピン構造中に含まれる U-U ミスマッチを標的とし、分子間水素結合における静電反発の減少及び核酸塩基との効果的なスタッキング相互作用が可能なジアミノフェナントロリン誘導体(DAP)を設計・合成した。表面プラズモン共鳴、二本鎖融解温度測定、等温滴定カロリメトリーにより DAP が  $r(\text{CUG})_9$  に結合することが明らかとなった。さらに DAP-(CUG)<sub>9</sub> 複合体の ESI-TOF-MS 測定を行ったところ、4:1 の化学量論比で結合することが明らかとなった。また DAP の誘導体であるモノアルキルアミノ化体 MAP 及びビピリジル構造を持つ DBP では、CUG リピートに対する親和性が減少したことからジアミノフェナントロリン骨格が CUG リピートへの結合に有用であることが示唆された。

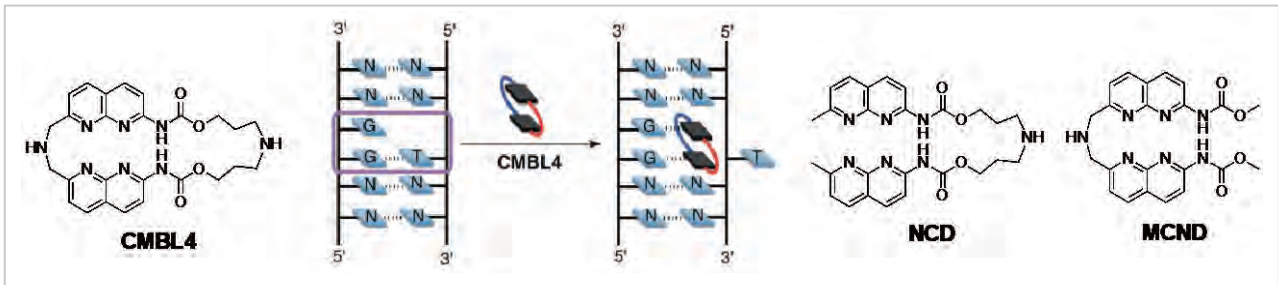
・マイクロ RNA の成熟過程を制御する小分子



マイクロ RNA (miRNA)は、20 から 25 塩基長の機能性ノンコーディング RNA であり、標的のメッセージンジャーRNA に結合することにより、複雑な遺伝子発現ネットワークを調節しており、miRNA の発現レベルの変動が癌などの疾患に深く関わっている。miRNA は、以下の多段階の酵素反応過程により、生成する。RNA ポリメラーゼ II によって転写された pri-miRNA(primary miRNA)が RNase III 様の酵素 Droscha により切断され、miRNA 前駆体である pre-miRNA (precursor miRNA)を生成し、細胞質に輸送後 Dicer による切断により成熟 miRNA を生成する。標的の RNA に結合することにより、この一連の miRNA 成熟過程を抑制もしくは亢進する低分子の開発は、RNA を標的とした創薬研究への展開が期待される。本研究では、pre-miRNA29a に結合する低分子による Dicer 切断反応の阻害効果に関する研究を行った。

pre-miR-29a のシトシンバルジ構造を標的とし、プロトン化によりシトシンと相補的な水素結合形成及び RNA と効果的なスタッキング相互作用が可能な三環性低分子 BzDANP を設計・合成した。表面プラズモン共鳴(SPR)により、BzDANP は pre-miR-29a に結合することが明らかとなった。さらに BzDANP による pre-miR-29a の Dicer 切断反応への影響を調べたところ、BzDANP 存在下において明らかな切断反応阻害が観測された。これらの結果から、Dicer による pre-miRNA の成熟過程を RNA 結合性低分子により調節可能であることが示された。

・ T/GG サイトに結合する環状ミスマッチ結合分子の創製



神経変性疾患の原因遺伝子として、3 塩基の繰り返し配列(トリヌクレオチドリピート)の異常伸長変異が知られている。トリヌクレオチドリピートの異常伸長は、ミスマッチを含むヘアピン構造形成により引き起こされることが知られており、このようなミスマッチ部位に結合する低分子は、リピート病の診断や治療への応用が期待される。我々は、これまでに二つのヘテロ環をリンカーで繋げたミスマッチ結合分子の開発を行ってきた。自由度の高いリンカーを有する分子は、核酸に結合する際に、分子自身の構造変化によるエントロピーの損失を伴う。本研究では、核酸への結合に伴うエントロピー損失を低減させることを目的とし、二つの 1,8-ナフチリジンの C-2 及び C-7 位をリンカーにより連結した環状ミスマッチ結合分子(CMBL4)の創製を行った。CMBL4 は、二つのナフチリジン部位が分子内でスタッキングしていることが吸収、蛍光スペクトル及び <sup>1</sup>H NMR により示唆された。また CMBL4 は、ナフチリジン部位と相補的な水素結合可能なグアニンが連続した 5'-T-3'/5'-GG-3'部位に結合し、チミンをフリップアウトさせることが明らかになった。一方で非環状誘導体である NCD や MCND は、5'-T-3'/5'-GG-3'配列への親和性が低減した。5'-T-3'/5'-GG-3'配列は、染色体の微小欠損に関わる TGG 繰り返し配列において形成しうる二次構造である。そこで、TGG リピート配列と CMBL4 の結合を表面プラズモン共鳴により評価したところ、CMBL4 が TGG リピートに結合することが明らかとなった。以上の結果から二つのナフチリジンをリンカーにより環状化した CMBL4 は、グアニンが連続した 5'-T-3'/5'-GG-3'配列の認識において有用であることが示された。

## 医薬品化学研究分野

教授	加藤 修雄
准教授	和田 洋
助教	山口 俊郎、樋口 雄介
特任教授	吉崎 和幸
特任准教授	開発 邦宏
特任研究員	新田 孟、原田 絵美
大学院学生	井上 雄太、韓 玲、平田 俊介
技術補佐員	阿字地 佳納子、松村 浩代、佐藤 ともえ、竹中 綾（～平成 28 年 12 月 31 日）、 三木 亜紀（～平成 28 年 12 月 31 日）、山岡 マキ（～平成 28 年 12 月 31 日）、 藪内 都（平成 28 年 8 月 29 日～）
事務補佐員	丹野 美鈴

### a) 概要

当研究分野は、医薬品のシード・リード化合物の創製および薬物と薬物受容体との相互作用など医薬品の作用機構解明を研究目的としている。ジテルペン配糖体を基盤とした細胞内信号伝達系の制御化合物や細菌の多剤耐性化に係る多剤排出たんぱく質阻害剤などの創薬研究、ペプチド核酸によるインフルエンザを始めとするウイルスゲノムの迅速目視診断技術の開発研究、疾病病理の基盤となるシグナル伝達が構成的に異常となる遺伝子改変動物の作出に取り組んでいる。

### b) 成果

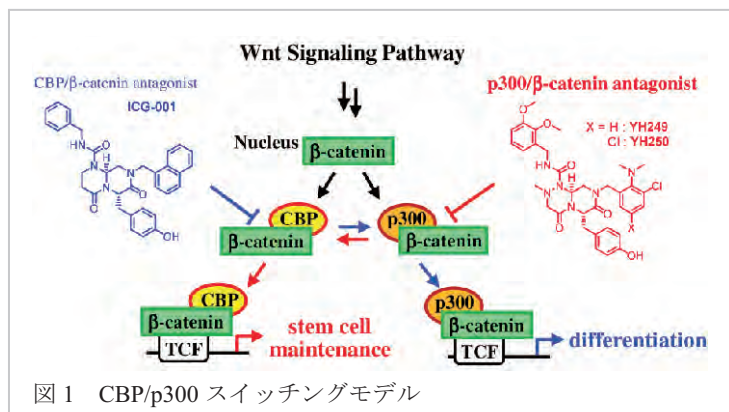
#### ・ p300/β-カテニン相互作用阻害剤の開発

CBP と p300 は非常に相同性の高い転写因子のコアクチベーターである。その相同性の高さ故に、この2つのタンパク質は細胞内で同一の働きをされると考えられてきたが、Wnt/β-カテニンシグナル経路において異なった役割があることが明らかにされつつある。

ICG-001 は、CBP と結合するが、p300 とは結合せず、CBP/β-カテニンのタンパク質間相互作用を選択的にブロックする。この ICG-001 は、様々な細胞を分化させることが知られている。一方で、間接的な証拠から p300/β-カテニン相互作用の阻害が幹細胞性の維持に重要であることが示唆されている。これらの結果から、2つのコアクチベータの使い分けによって細胞の運命が決定されるという CBP/p300 スイッチングモデルが提唱されている。しかしながら、これまで、CBP に対する ICG-001 のように、選択的に p300 に結合し β-カテニンとの相互作用を直接的に阻害する分子は知られていなかった。CBP/p300 スイッチングモデルをより確かにするため、我々は p300/β-カテニン相互作用阻害剤の開発を行った。

ペプチド二次構造模倣テンプレートとコンビナトリアルケミストリーを駆使したスクリーニングと、生化学的な検証試験を行い、2つの p300/β-カテニン相互作用阻害剤 YH249 と YH250 を見出した。予想通り、これらの阻害剤は、Wnt シグナル依存的にマウス及びヒトの胚性幹細胞や誘導多能性幹細胞の未分化状態を維持した(図1) [論文6]。

YH249/250 は幹細胞を増加させる目的での医療応用が期待される他、CBP と p300 の働きを区別し、その個々の役割を浮かび上がらせるためのツールとして非常に有用と考えられる。(樋口)



## ・トラン修飾ペプチド核酸を用いたデングウイルスの血清型識別

デングウイルスはフラビ科に属する (+) 鎖の RNA ウイルスである。このウイルスにヒトが初めて感染した場合、その症状はおおよそマイルドであるが、二回目感染時に初回と異なるウイルスに感染すると重症化する傾向にあることが知られている。その為、デングウイルスのどの血清型に感染したのかを識別する手法の開発が重要となっている。我々はデングウイルスの 2 型を標的とするペプチド核酸(PNA)を合成し、そのアミノ末端に塩基配列選択性を高めるトラン誘導体 (図 2a) を化学修飾した。これを磁気ビーズ上に固定化して (図 2b)、デングウイルスの血清型識別に利用したところ、Tolane-PNA はデングウイルス 2 型を選択的に検出できることを見出した (図 2c)。(開発)

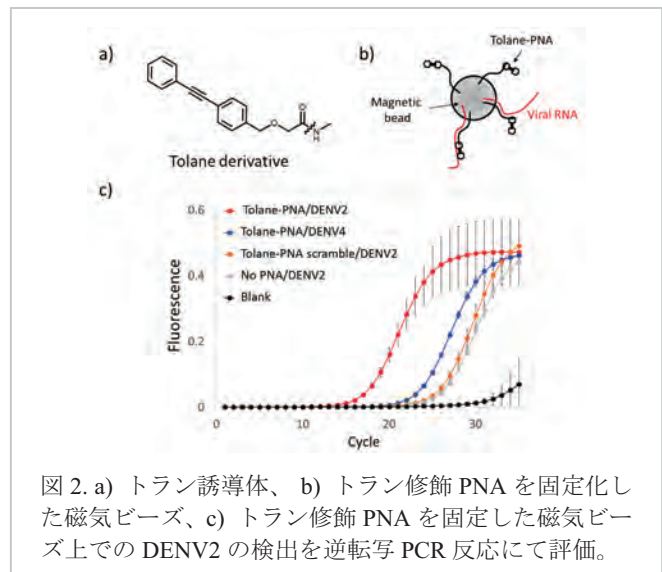


図 2. a) トラン誘導体、b) トラン修飾 PNA を固定化した磁気ビーズ、c) トラン修飾 PNA を固定した磁気ビーズ上での DENV2 の検出を逆転写 PCR 反応にて評価。

## ・細胞極性の決定と維持における V-ATPase の役割

単一の細胞である受精卵は受精後 6 日までにいくつかの単層上皮の胚体外組織と、多列上皮からなる胚体をもつ卵筒胚を形成する。この過程ではまず栄養外胚葉において細胞極性がみられ、さらに後から分化する原始内胚葉でも顕著な極性を獲得する。原始内胚葉はその後、VE を生じる。VE は apical 面 (母体側) から basal 面 (胚本体側) へ、マイクロオートファジーを伴う栄養とシグナルの輸送をおこなって、胚体の原腸陥入における体軸決定に機能する。すなわち、受精卵は、複数回の細胞極性の獲得を経て初期胚に発生する。細胞極性の獲得と維持には、新生タンパク質の極性面への正確な分泌 (exocytosis) が必須である。細胞内輸送、とりわけ、exocytosis とその対になる endocytosis に関わる細胞内構造は、内腔が酸性化されているという共通の性質を示す。この内腔酸性化は、液胞型プロトン輸送性 ATP 加水分解酵素 (vacuolar  $H^+$ -transporting ATPase : V-ATPase) によって行われる。

V-ATPase は多数のサブユニットからなる酵素複合体で、発現する細胞によって、また、細胞内の存在場所によってサブユニット構成の多様性を示す、ユニークな性質をもつ。それぞれのサブユニットは、異なる遺伝子座にコードされるイソフォームをもっている。これらのイソフォームは細胞特異性をもって発現するとともに、酵素複合体の細胞内局在性をも規定している。たとえば、膜内在性サブユニット a には a1~a4 の 4 種のイソフォームがあり、a1-a3 はほとんど全ての組織で発現しており、a1, a2, a3 のイソフォームをもつ V-ATPase 複合体は、それぞれ分泌小胞、ゴルジ装置、エンドソーム・リソソームに局在していることを明らかにしてきた。V-ATPase は正常な組織機能のみならず、がんなどの病態発生とも密接に関わる生体機能分子として注目されている [論文 3]。

V-ATPase 欠損マウスは胎性 4.5 日 (E4.5) までは野生型胚と同様に発生し、母体の子宮に着床する。さらに一日後 (E5.5) には臓側内胚葉 (visceral endoderm: VE), 胚体 (epiblast: Epi), 胚体外外胚葉 (extraembryonic ectoderm: ExE) などの組織から構成される、卵筒胚の形態をとることができる。この卵筒胚は野生型に比して形態的にやや異常となっているが、分化マーカーの発現パターンは、正常に Epi, VE, ExE が分化していることを示していた。しかし、本来は一層の細胞からなる VE が、ところどころ重層化しているような形態を示し、ExE では顕著に核が凝縮するなどの異常が起きており、24 時間後の E6.5 では卵筒胚としての形態が維持されずに子宮内壁から脱落してしまう。VE での細胞極性マーカーを検討した結果、V-ATPase 欠損胚では apical 側、basolateral 側のタンパク質が入り交じって存在しており、細胞極性の構築、もしくは維持がもはやできなくなっていることがわかった。この研究の結果、多細胞体制の獲得のかなめと言える細胞極性の決定と維持のメカニズムにオルガネラ酸性化を担う V-ATPase が関与することが明らかにされた。成体の組織では、上皮細胞の極性維持からの逸脱はがんの悪性化に直結する。極性獲得の新たなメカニズムを知ることは、病態の基本の理解と克服にむけた基礎研究として重要な意義がある。(和田)

## 生体分子反応科学研究分野

教授	黒田 俊一
准教授	岡島 俊英
特任准教授	良元 伸男(～平成 28 年 12 月 31 日)、飯嶋 益巳(平成 28 年 10 月 1 日～)
助教	立松 健司、中井 忠志(～平成 29 年 3 月 31 日)
特任助教	飯嶋 益巳(～平成 28 年 9 月 30 日)
技術補佐員	湯川 祐美(平成 28 年 9 月 1 日～)、高井 みな実(平成 28 年 9 月 1 日～)
大学院生	劉 秋実、藤 菲(平成 28 年 10 月 1 日～)、李 昊、徐 子暢、大関 俊範、小酒井 一輝
事務補佐員	村井 摩由子

### 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。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

#### ・B型肝炎ウイルスエンベロープL粒子の細胞内侵入機構の解明

B型肝炎ウイルス(HBV)は、HBVエンベロープSタンパク質の抗原ループを介して最初にヒト肝細胞のヘパラン硫酸プロテオグリカン(HSPG)に結合し、次にpre-S1領域のミリスチル化されたN末端配列を介してナトリウムタウロコール酸共輸送ポリペプチド(NTCP)に速やかに移動し、最終的にエンドサイトーシスによって細胞に侵入すると考えられている。

しかし、HSPGからNTCPへのHBVの移動、およびNTCPのHBV細胞侵入への寄与は明らかとなっていない。これまでは、HBVを大量に用

いることはできなかったためHBV感染機構の生化学的解析には困難がともなっていた。当研究室で開発されたHBVエンベロープLタンパク質からなる中空ナノ粒子であるバイオナノカプセル(BNC)は、酵母において比較的少量に発現、精製が可能であり、なおかつHBV由来の感染機構を利用してヒト肝細胞に特異的に侵入できるため、早期感染機構を解明するためのHBVモデルとして使用することができる。このBNCを用いてHBVの細胞進入経路の検討を行った。ミリスチル化したBNC(Myr-BNC)は*in vitro*でNTCPに結合してHBV感染を競合的に阻害したことから、Myr-BNCとHBVは共にNTCP依存的に細胞内へ侵入することを示唆された。しかしながら、Myr-BNCおよび血漿由来HBV表面抗原

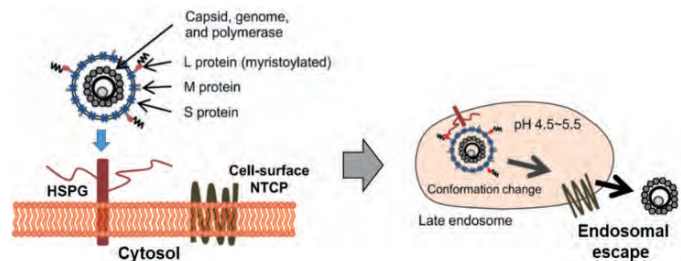


図1 B型肝炎ウイルスの細胞内侵入とエンドソーム脱出機構の模式図



粒子の細胞進入速度は、NTCP を過剰発現する HepG2 細胞における BNC のものと同じであった。さらに、これらの粒子の細胞内侵入は、NTCP に依存せず、主にヘパラン硫酸プロテオグリカンを介するエンドサイトーシスによって引き起こされた。以上から、細胞内 NTCP はエンドソーム脱出に重要な役割を果たす一方、細胞表面の NTCP は HBV の細胞内侵入に関与しない可能性が示唆された [論文 6]。

### ・細菌情報センサータンパク質ヒスチジンキナーゼの保存性領域 H-box を標的とした新規抗菌剤 waldiomycin の作用機構

ヒスチジンキナーゼ (HK) はレスポンスレギュレータとともに、二成分情報伝達系 (TCS) と呼ばれる細菌の主要な情報伝達-遺伝子発現制御系を形成している。TCS は、細胞分裂、や飢餓応答など、細菌において生理的に重要な各種の過程に関与し、また、各種の病原細菌が病原性を発現するためにも必要とされるため、新しい抗菌剤や細菌感染症治療薬の標的として、近年注目を集めている。これまでに我々は、グラム陽性細菌において増殖に必須な HK である WalK を標的として各種の新規抗生物質を取得してきた。そのうちのひとつ waldiomycin (図 2) は、WalK の自己リン酸化を阻害することが判明している。そこで、本研究においては、waldiomycin のさらに詳細な作用機構を解明しようとした [論文 10]。その結果、waldiomycin は WalK 以外の各種のクラス I ヒスチジンキナーゼを阻害することがわかった。大腸菌の HK である EnvZ の DHp 領域を用いた NMR 解析の結果、waldiomycin は、DHp ドメイン中の保存性領域 H-box と X-region に直接的に結合していることが判明した (図 2) [論文 10]。さらに、変異型 EnvZ と waldiomycin 誘導体を用いて、その阻害効果への影響を解析した結果は、H-box と X-region との相互作用が waldiomycin の機能発現に必須であり、同阻害剤の angucycline 環が H-box に対してより強く相互作用していることを示した (図 2) [論文 10]。これらの結果は、waldiomycin が保存性領域 H-box との相互作用によって、各種の HK に対する広い特異性をもつことを示しており、その作用特性は薬剤耐性菌にも有効な抗菌剤を開発する上で重要となる可能性がある。

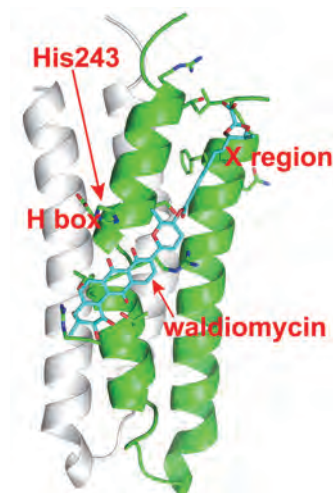
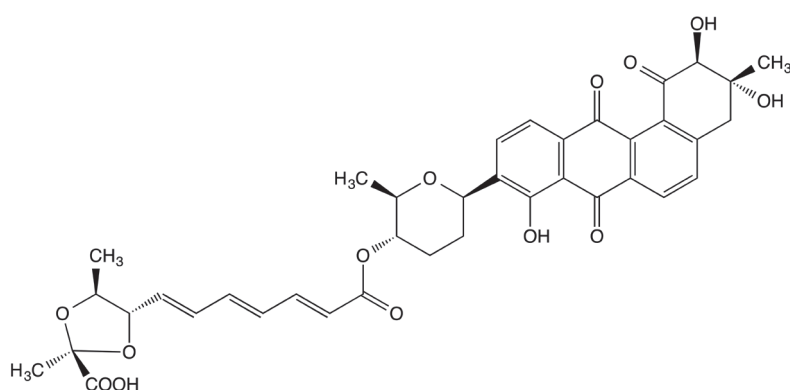


図 2 waldiomycin の化学構造 (左) と EnvZ DHp ドメインとの結合モデル (右)

## 生体分子制御科学研究分野

教授	西野 邦彦
准教授	西 毅
助教	山崎 聖司、西野 美都子
特任研究員	西 晶子
大学院学生	林 克彦、Martijn ZWAMA、河嶋 啓太、武内 優奈
特任准教授	Aixin YAN
招へい教授	Rustam AMINOV、松本 佳巳
学部学生	重山 紗紀、中尾 香
派遣職員	福島 愛子、五十嵐 綾
事務補佐員	松岡 澄恵

### a) 概要

細菌の細胞膜には物質輸送の役割を担う膜タンパク質が数多く存在している。近年、薬で治療することのできない薬剤耐性菌による感染症が出現し、世界共通の深刻な問題となっているが、薬剤耐性機構の一つとして膜タンパク質による薬剤の排出があげられる。本研究分野では、感染症の振興を未然に防ぐことを目的として、細菌の膜タンパク質およびその制御機構に関する研究に取り組んでいる。病原菌の適応力と進化の仕組みを明らかにした上で、細菌の薬剤耐性と病原性を同時に軽減することのできる新規治療法確立を目指している。

### b) 成果

#### ・サルモネラ薬剤排出システムのフェノタイプマイクロアレイ解析

これまでに、数多くの薬剤排出トランスポーターが病原細菌であるサルモネラに存在していることが明らかにされており、これらトランスポーターの発現上昇が本菌の薬剤耐性化に関与することが分かっている。本研究において私達は、サルモネラの野生株と、9つの薬剤排出トランスポーター欠損株の呼吸活性の違いについて、フェノタイプマイクロアレイを用いた解析で検証した。欠損株は、抗菌薬、色素、界面活性剤、抗ヒスタミン剤、植物性アルカロイド、抗うつ剤、抗精神病薬、抗原虫薬等を含む66個の構造のことなる多くの化合物に対して感受性を示した（表1）。サルモネラに存在する9つの薬剤排出トランスポーター個々の役割について調べるために、各トランスポーター遺伝子欠損株と、段階欠損株、そして、トランスポーター発現株を用いて各薬剤の最小発育阻止濃度を測定した。その結果、9つの薬剤排出トランスポーターが示した薬剤感受性化は主に、*acrAB* 排出遺伝子と *tolC* 遺伝子の欠損が主たる原因であることが分かった。また、発現株を用いた解析から、*AcrAB-TolC* 排出システムに加えて、*AcrEF* や大腸菌 *AcrAB*、そして緑膿菌の *MexAB-OprM*、*MexXY-OprM* がこれら薬剤に対する耐性化に関与していることが明らかになった。これらの結果は、薬剤排出システムが抗菌薬耐性に加えて、抗ヒスタミン剤、植物性アルカロイド、抗うつ剤、抗精神病薬、抗原虫薬に対する抵抗性において重要な役割を果たしていることを示している。

#### ・緑膿菌薬剤排出システムの阻害剤探索

多剤耐性緑膿菌の出現が大きな問題となっているが、本菌に対して有効な治療薬はほとんど存在しない。本研究において、黄連や黄柏のメタノール抽出物が多剤耐性緑膿菌のアミノグリコシド耐性を大きく減弱させることが分かった。これら抽出物に多く含まれるベンジルイソアルカロイドであるベルベリンが、*MexXY* 薬剤排出システムに依存したアミノ配糖体の耐性化を抑制することが明らかになった。また、*MexXY* に類似する薬剤排出システムを保持しているアクロモバクター・キシロソキシダンスやバークホルデルリア・セノセパシアといった細菌のアミノ配糖体に対する感受性を、ベルベリンは高める効果があることが分かった。これらの結果は、多剤耐性菌による感染症を克服する新たな治療法確立

につながると期待される。

表 1. 野生株と比較して、9 個のトランスポーター欠損株が感受性を示した化合物の一覧  
(Yamasaki S, Fujioka T, Hayashi K, Yamasaki S, Hayashi-Nishino M, Nishino K. Phenotype microarray analysis of the drug efflux systems in *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. J Infect Chemother. 2016; 22:780-784 より )

Plate	Position	Decrease in respiration activity	Chemical compound
PM12B	E01, E02, E03, E04	-374	2,4-Diamino-6,7-diisopropylpteridine
PM17A	G03, G04	-107	Chlorambucil
PM12B	A10	-100	Carbenicillin
PM14A	A09, A10	-166	Sanguinarine
PM18C	G03	-63	Triclosan
PM13B	G10, G11, G12	-302	Trifluoperazine
PM15B	B09, B10, B11, B12	-304	5,7-Dichloro-8-hydroxy-quinaldine
PM16A	A09	-70	5-Chloro-7-iodo-8-hydroxyquinoline
PM20B	B01, B02	-128	Orphenadrine
PM20B	F09, F10	-121	Pridinol
PM14A	H07	-100	Promethazine
PM15B	D01	-101	Phleomycin
PM14A	A02, A03, A04	-178	Acriflavine
PM18C	H07	-131	2-Phenylphenol
PM11C	C01, C02, C03	-230	Bleomycin
PM16A	B03, B04	-167	Norfloracin
PM20B	D05, D06	-119	Ciprofloxacin
PM18C	B06	-95	Pipemidic acid
PM11C	H10	-95	Ofloxacin
PM11C	B10	-85	Lomefloxacin
PM11C	E09, E10	-99	Nalidixic acid
PM16A	B10	-75	Trimethoprim
PM20B	E06, E07	-138	Dodine
PM13B	A05, A06, A07, A08	-361	Dequalinium
PM18C	D11	-86	Lidocaine
PM17A	E03	-79	Niaproof
PM12B	E09, E10	-196	Benzethonium chloride
PM12B	H09, H10	-138	Dodecyltrimethyl ammonium bromide
PM16A	C11	-82	Cetylpyridinium chloride
PM15B	D06, D07	-185	Domiphen bromide
PM19	G01, G02	-134	Lauryl sulfobetaine
PM20B	A01, A02, A03	-239	Amitriptyline
PM18C	F07	-78	Tinidazole
PM17A	D09, D10, D11	-187	Chlorpromazine
PM14A	G01, G02, G03, G04	-291	Chelerythrine
PM15B	F09, F10, F11	-320	Puromycin
PM15B	F05, F06, F07, F08	-349	Oleandomycin
PM13B	H09, H10, H11, H12	-281	Tylosin
PM15B	C05, C06, C07, C08	-276	Fusidic acid
PM19	A01, A02, A03, A04	-357	Josamycin
PM12B	H01, H02, H03	-267	Spiramycin
PM20B	H09, H10, H11	-249	Troleandomycin
PM12B	A07, A08	-159	Tetracycline
PM11C	A05, A06	-122	Chlortetracycline
PM11C	C09	-63	Minocycline
PM11C	F05, F06, F07, F08	-321	Erythromycin
PM11C	A09, A10, A11	-230	Lincomycin
PM20B	B09, B10	-450	Tetrazolium violet
PM20B	C01, C02, C03	-264	Thioridazine
PM19	D05, D06	-254	Iodonitro tetrazolium violet
PM20B	E01, E02	-169	Crystal violet
PM16A	E09	-79	Rifamycin SV
PM20B	D02, D03	-125	Proflavine
PM16A	F03	-93	Potassium tellurite
PM17A	G12	-95	Cefoperazone
PM16A	A01	-72	Cefotaxime
PM13B	D02	-96	Cefuroxime
PM14A	F05, F06, F07	-250	Piperacillin
PM12B	B01, B02	-211	Oxacillin
PM13B	B01, B02	-189	Azlocillin
PM19	F01, F02	-159	Phenethicillin
PM12B	A01	-107	Penicillin G
PM13B	A03	-103	Ampicillin
PM11C	H01	-85	Cephalothin
PM11C	D09, D10, D11	-253	Nafcillin
PM11C	B05, B06, B07	-253	Cloxacillin

## 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	新井 由之、中野 雅裕
特任准教授	和沢 鉄一
特任助教	岩野 恵、圓谷 徹之
特任研究員	吉田 邦人、白 貴蓉（平成 28 年 8 月 31 日異動）、石田 竜一、加来 友美
特別科学研究員 (JST さきがけ研究員)	揚妻 正和
招へい研究員	佐藤 翔
大学院学生	鈴木 和志、福田 憲隆、串田 祐輝、稲垣 成矩、Yemima Dani RIANI、篠田 肇、 Jenny Rose Cruz TRINIDAD（2016.9.30 まで）、 Thitikorn PHANUPRAYOON（2016.9.30 まで）、芦谷 舞、世戸 良子、縄田 苑子、 Nadim MD. HOSSAIN、Quang TRAN、Israt FARHANA（2016.10.1 から）、 木村 太一、辻 将紀
学部学生	池 喜匡、宇土 周作、大神 雄平
特別聴講生	Kris Gerard R. Alvarez（2016.7.29 まで）
技術補佐員	久富 文
事務補佐員	酒井 和代

### a) 概要

生命現象の本質の一つとして、“数個から数 10 個程度”の少数の要素分子から構成されるナノシステムが“協同的”に動作することか挙げられる。生体分子機能学研究分野では、生体分子、細胞レベルの生命現象を研究対象として、遺伝子工学技術に基づく生体分子可視化技術を駆使し、「個と多数の狭間が織りなす生命システムの動作原理」を明らかにすることを大きな研究テーマに掲げている。個々の分子、個々の細胞のふるまいを生きた状態で可視化するのみならず、蛍光共鳴エネルギー移動などを利用した細胞内斥候分子を細胞内や組織内のあらゆる部位に放つことによって、細胞内シグナル伝達を担うタンパク質のリン酸化状態や細胞内カルシウムイオン濃度の変化といった細胞内シグナルの流れを可視化し、さらには操作する。細胞内生体分子の数・個性をターゲットとした「少数性生物学」という新しい学問領域を切り開くために、研究を推進している。また、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を進めている。

### b) 成果

#### ・高光度化学発光タンパク質、eNano-lantern の開発

2012 年に Fluc や Rluc8 など従来の化学発光タンパク質に比べて 100 倍程度明るい NanoLuc（以下、Nluc）が開発された。この Nluc をフェルスター共鳴エネルギー移動（FRET）のドナー、蛍光タンパク質を FRET のアクセプターとして両者を連結することで、明るい化学発光タンパク質の開発を行った。初めに蛍光量子収率が約 0.9 と高い値を持つ蛍光タンパク質 mNeonGreen と Nluc をタンデムに融合したタンパク質を作製した。そして、mNeonGreen と Nluc 間のアミノ酸リンカー長を調節し、さらにアミノ酸リンカー部位にランダム変異を導入することで FRET 効率が最大になるタンパク質のスクリーニングを行った。その結果、FRET 効率が約 100%で、ほぼ mNeonGreen からの発光

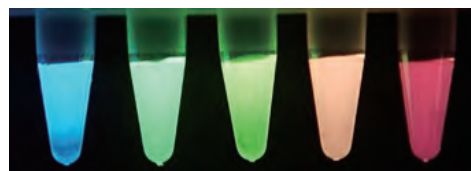


図 1 開発した 5 色の化学発光タンパク質 eNano-lantern の家庭用デジタルカメラで撮影した発光の様子。

のみが観測されるタンパク質 Green enhanced Nano-lantern (GeNL) を得た[1]。GeNL は 2012 年に我々が開発した化学発光タンパク質 Nano-lantern [2]と比較して約 14 倍の明るさを示した。そして、波長の異なる様々な蛍光タンパク質と Nluc を組み合わせ、連結するアミノ酸リンカー長や種類を検討した結果、先に述べた緑色の GeNL に加えて、シアン色 (CeNL, 発光ピーク波長: 約 475 nm)、黄色 (YeNL, 発光ピーク波長: 約 530 nm)、オレンジ色 (OeNL, 発光ピーク波長: 約 560 nm) 赤色 (ReNL, 発光ピーク波長: 約 585 nm) にそれぞれ発光するタンパク質の開発に成功した (図 1)。開発した化学発光タンパク質と Nluc を用いて、1 細胞の 5 色マルチカラー化学発光イメージングにも成功した (図 2)。

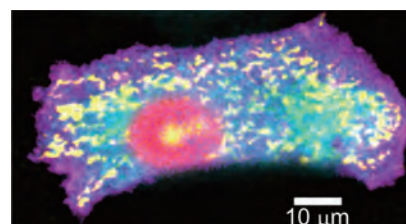


図 2: 5 色の化学発光タンパク質を用いたマルチカラー化学発光イメージング。

次に GeNL に  $\text{Ca}^{2+}$  センシングドメインを挿入することで、 $\text{Ca}^{2+}$  存在下で発光強度が 500%以上上昇する化学発光性  $\text{Ca}^{2+}$  センサーの開発に成功した。また  $\text{Ca}^{2+}$  センシングドメインに変異を導入したり、周辺部のアミノ酸リンカーの長さを変えることで、 $\text{Ca}^{2+}$  に対する親和性が異なる計 4 種類の  $\text{Ca}^{2+}$  センサーの開発に成功した。開発した  $\text{Ca}^{2+}$  センサーを iPS 細胞から作製した心筋細胞に導入し、心筋の拍動に伴う  $\text{Ca}^{2+}$  動態の変化を 60 枚/秒という高速度で可視化することに成功した。蛍光性  $\text{Ca}^{2+}$  センサーを用いた心筋細胞のイメージングでは励起光による光毒性の影響が大きく、長時間の観察は難しい。しかし、開発した  $\text{Ca}^{2+}$  センサーを用いると、発光基質添加後 35 分以上経過してもシグナルの変化を十分に観測できた。

本研究成果により、生理的な条件下で複数の微量タンパク質の動態を同時観察することで、タンパク質ネットワークの解明に貢献すると期待される。また、高光度かつ組織透過性に優れた増強型ナノ・ランタンの赤色変異体は、体の深部にあるシグナルを体外から感度良く観察することができる。従って、がん幹細胞などの体外からの観察が可能になるため、多くの疾病の原因究明やより効果的な創薬スクリーニングが期待される。

#### ・光スイッチング蛍光タンパク質 Kohinoor と非線形構造化照明による超解像イメージング

光スイッチング蛍光タンパク質は、異なる波長の光により蛍光性のオン・オフを制御することが可能であり、近年開発された超解像イメージングにおいて広く用いられている。我々は、最近、新規光スイッチング蛍光タンパク質 Kohinoor を開発した。

Kohinoor は、シアン光照射により蛍光性がオフ状態からオン状態へと遷移し、かつ蛍光を発することができる [3]。Kohinoor のこの性質は、入力した励起光強度に対して非線形応答する蛍光を得ることができる。本研究では、超解像計測法の一つ構造化照明顕微鏡と、Kohinoor の非線形性を利用した非線形構造化照明顕微鏡を開発し、超解像計測を行った。図 3 は本顕微鏡により得られた超解像画像である。従前のワイドフィールド観察や“線形”混蔵化照明法に比べ、空間分解能を向上させることに成功した [4]。

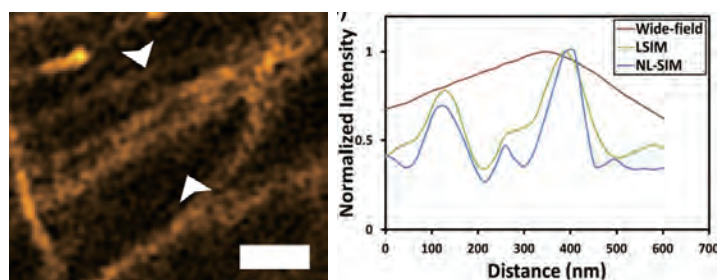


図 3 非線形構造化照明法による超解像イメージング 左: Kohinoor アクチンの超解像画像。スケールバーは 500 nm。右: 様々な観察条件下でのラインプロファイル

[1] Suzuki et al., Five colour variants of bright luminescent protein for real-time multicolour bioimaging, Nat. Commun., 7, 13718, 2016

[2] Saito et al., Luminescent proteins for high-speed single-cell and whole-body imaging, Nat. Commun., 3, 1262, 2012

[3] Tiwari et al., A fast- and positively photoswitchable fluorescent protein for ultralow-laser-power RESOLFT nanoscopy, Nat. Methods, 12, 515-518, 2015

[4] Lu-Walther et al., Nonlinear structured illumination using a fluorescent protein activating at the readout wavelength, PLoS ONE, 11, e0165148, 2016

# 新産業創成研究部門

## 概要

本研究部門は、平成 18 年度 10 月に設置され、新産業予測研究分野・新産業創造システム研究分野・知的財産研究分野の 3 つの研究分野で構成されている。本部門は、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。

所属する 3 つの研究分野の研究内容は以下の通りである。

- ・新産業予測研究分野：今後進めるべき研究方向に密接に関連する未来社会の産業予測に関する研究を行う。
- ・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行っていく予定である。

## 新産業創造システム研究分野

特任教授 小倉 基次

### a) 概要

大阪大学産業科学研究所(所長 中谷和彦教授)は、H24年度に採択された JSPS 拠点形成事業(Core to core)プログラムを実行した。

12月14日に大阪グランフロントにて、第4回 Core to Core Program 会議、第5回 imec Handai International Symposium、そして第1回大阪大学 COI7月には国際会議を開催し、共同研究成果を共有した。

今後のグローバル展開での産研との共同研究を模索するため、翌日の15日に Core to Core program 主要研究機関での意見交換を行い、今後の共同研究の進め方について指針を得た。

2月13日には、包括共同研究契約を締結している imec のキャンパス内に、中谷所長、Jo De Boeck CTO&executive vice president 同席のもと、大阪大学産研センターの開所式を行い、よい強固な連携を進めていくことになった。

併行して、大阪大学 COI は、28社、16研究機関と共同研究契約を締結し、「人間力活性化によるスーパー日本人の育成」拠点として、under one roof の下、共同研究を推進、10月には第5回阪大 COI シンポジウム(公開)キックオフ会議(公開)、1月にはウエアラブルエキスポ 2017 でブレインミュージック展示が公表で各種メディアに取り上げられ、3月には phase2 の初年度としての H27 年度成果報告会を開催し、当初の目標以上の成果を得た。

### b) 成果

・第4回 JSPS 拠点形成事業(Core to core)プログラム、第5回 imec Handai International Symposium を大阪グランフロントで開催

4年目となる第4回 SANKEN Core to Core Program 会議及び第5回 imec Handai International Symposium が12月14日に大阪グランフロントで開催された。3つのオーラルセッション、1つのポスターセッションで構成され、最初に主査の松本和彦教授、imec fellow Chris & KU Leuven 教授の Chris Van Hoof からの welcome word の後、R1~R9 の8件の口頭、1件のポスター発表があり、42名の参加者で活発な討論がなされた。第5回 imec Handai シンポでは、両拠点の flexible, organic, 及び bioelectronics, life science 分野での研究活動を相互に紹介して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。



第5回 imec Handai 国際シンポジウム集合写真



参加者でのレセプション光景

・世界最先端コンソーシアム imec Leuven キャンパス内に、大阪大学産研 imec センターを開所

2011年11月、日本の大学で初めてベルギーの imec との包括共同研究契約を締結し、その後 JSPS の Brain Circulation program, Core to Core program, 文科省 JST の COI(center of innovation)プログラムなどで、

imec との信頼ある連携での共同研究を進めている。2013 年 4 月に既に imec は産研構内に office(imec Japan OSAKA)を構えているが、この度 imec 内に ISIR imec Center の開設を認められ、今後 imec とのより強固な連携、欧州地域での共同研究を推進していける主要拠点として展開していきたい。



Time line	Title for Discussion (tentative)	provision of information	Title	Affiliation
Dec. 13(Tue) 10:00-10:20	<b>Welcome word &amp; Overview of Osaka Univ. Core to Core Program</b>	Kazuhiko Matsumoto	Professor	ISIR, Osaka Univ.
10:20-10:40	<b>Horizon 2020 Overview, and Some Activities in imec</b>	Bernard Grundlehner	Researcher	imec (Holst Ctr)
10:40-11:00	<b>FP7 Activities and possibilities of International collaboration research</b>	Jan Van Fleteren	Professor	Imec Ghent
11:00-11:20	<b>International Academic Exchange Program between UK and Other Countries</b>	Sonia Contera	Associate Professor	Univ. Oxford
11:20-11:40	<b>NSF-JSPS Exchange Program for Young Researchers</b>	David Janes	Professor	Purdue Univ.
11:40-12:00	<b>International Academic Exchange Program in Norway</b>	Sigurd Rolland Petterson	PhD Student	NTNU
12:00- 12:10	<b>Break</b>			
12:10-12:15	<b>Welcome Word for Lunch Meeting</b>	Kazuhiko Nakatani	Director	ISIR
12:15-12:35	<b>New Networking Program of ISIR for “Molecular Technology Research”</b>	Seiji Takeda	Vice Director	ISIR
12:35-13:15	<b>Free Discussion for Strategic Networking of New Sensing Devices</b>	All participants		
13:15-13:30	<b>Summary</b>	Mototsugu Ogura	Professor	ISIR

日欧米ソフトマテリアルデバイス・コンソーシアム研究体制強化会議 agenda

161215 Conclusion: ①PIRE, ②“Molecular technology research”, and ③ERC program are interesting topics in today’s discussion.

Topics, proposals	
imec-NL Bernard Grundlehner	<ul style="list-style-type: none"> <li>EC program: <b>Horizon2020</b> international collaboration program with 3rd countries 80billion Euro(2014-2020), chance to get ~13%, Topics with Japan: ICT, critical raw materials, aeronautics. <b>Candidates(application deadline): Micro, nanoelectronics April 2017, thin organic larger area April 2018, robotics, Japan parties(Osaka Univ.) can do apply only with EU parties. EC wants Japanese companies(big companies) for use in practical use as 3<sup>rd</sup> parties.</b></li> </ul>
imec Ghent Jan Van Fleteren	<ul style="list-style-type: none"> <li>Additional information on Horizon2020: EC website, Horizon 2020 application contact person JST ICT-31-2017, Maria curie, <b>Individual fellowship application every year</b></li> </ul>
Univ. Oxford Sonia Contera	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brexit uncertain situation, though 25% R&amp;D cost coming from EU, 22% students cost from EU 2 billion UK budget for R&amp;D decided, funding between two laboratories, Inside Oxford joint funding, EPC engineering physic and chemistry program</li> </ul>
Purdue Univ. David Janes	<ul style="list-style-type: none"> <li>NSF-JSPS(CREST, PRESTO, ALCA) joint program (<b>PIRE</b>: partnership for international research and education) We ask JSPS/JST of younger researcher programs, they have guideline 4 M dollars, 5 years, US undergraduate students, graduate students, budget max 1 year NSF and JST award each country side. <b>① This PIRE program is interesting for ISIR Osaka university.</b> Basically bilateral academic exchange program, including some joint development budget</li> </ul>
NTNU Sigurd Rolland Petterson	<ul style="list-style-type: none"> <li>strategic research areas 2014-2023, NTNU. Total 110 Meuro from Horizon 2020, international partners, Bachelor and master programs, PhD programs There are no tuition fees at NTNU!! Exchange out side EU requires TOFEL English proficiency. NTNU Japan in Tokyo, Hiroshi Matsumoto April 120116</li> </ul>
Osaka Univ. Seiji Takeda Yoshihiko Hirotsu Mototsugu Ogura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Looking for <b>next JSPS core to core program</b></li> <li>JSPS brain circulation program, <b>② global networking “Molecular Technology Research”</b> Oct.16-Mar.2019 Univ. Oxford, imec, KU Leuven, Max Planck etc</li> <li><b>③ ERC program</b> (agreement with EC&amp;JSPS): imec ERC grant holders: flexible electronics(Paul Heremans), life science(Liesbet Lagae), flexible circuits(Myri Kris) vs ISIR JSPS research fellow</li> </ul>

日欧米ソフトマテリアルデバイス・コンソーシアム研究体制強化会議まとめ



## 知的財産研究分野

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

### a) 概要

材料・情報・生体分野を融合した新しい科学技術分野における大学の独創的な基礎研究から生まれる多岐に亘る知見から、効率よく知的財産を創出し活用することが求められている。本研究分野では、研究開発における知的財産の創出、知的財産の分析・評価、活用を効率的に行う方法やプロセス等について、世界に先駆けて新しい潜在ニーズに繋がる知財戦略の研究を行っている。

また、2件の継続外部資金（①共同研究・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・人工特殊環境下における植物有用タンパク質生産に関する研究）と、1件の科研費（③挑戦的萌芽研究「極限生育環境を提供可能な植物栽培装置の設計と植物潜在能力解析」（研究分担者））により、実証研究を実施した。また、食品分野の産学連携の新しい取り組みとして、健康食品を学術的に評価するシステムを構築した。

### b) 成果

#### ・産学連携による新規研究分野の支援

以下の事業分野テーマに関する産学連携による研究開発およびその支援を行った。

「天然素材の付加価値付けを可能とする新要素技術」（共同研究）

「科学の社会情報発信事業の支援」（シンポジウム）

「薬剤の低付着性を実現する打錠金型製造技術の研究開発」（補間研究）

#### ・天然素材の付加価値付けを可能とする新要素技術

植物の生産能力を最大限に活かして社会的課題に応用するため、人工特殊環境を作出して植物の潜在能力を開発する共同研究を継続して行った。その一環として、青果物の鮮度保持期間を延長するための技術開発を行った。

また、3年間にわたり続けてきた都市緑化に資する水耕栽培技術の開発研究の成果をさらに発展させ、ガラス廃材を用いた水耕栽培技術を社会実装する実証試験の一つとして、うめきた2期暫定利用による梅田地区への植栽展示を実施した（図1）。

食品研究開発分野の産学連携活動の取り組みとして、機能性食品、健康食品を学術的に評価して認証するためのシステムを構築した。



## セルロースナノファイバー材料研究分野（第2プロジェクト研究分野）

准教授 能木 雅也  
特任助教 古賀 大尚  
技術補佐員 柳生 瞳、湯面 郁子、泉 泰葉（平成28年12月1日採用）

### a) 概要

セルロースは、地球上に最も豊富に存在する再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。現在は、ナノペーパー基板上に電子デバイスを搭載する「ナノペーパーエレクトロニクス」をはじめ、紙ならではの抄紙プロセスや環境調和性・柔軟性・構造特性に着目した新規機能材料の開発に取り組んでいます。

### b) 成果

#### ・高ヘイズな透明ナノペーパー（Sci. Rep., 7, 41590 (2017)）

ナノペーパーの光散乱メカニズムを解明するとともに、その度合い（ヘイズ値）を自在にコントロールすることに成功しました。すなわち、高い全光透過率（90%超）を一定に保ちつつ、ヘイズを4.9～86.7%まで変化させました。以上の成果から、ナノペーパーは透明基材としてだけでなく、光ディフューザーとしての応用展開も期待できます（図1）。



図1 ナノペーパー・LEDディフューザー

#### ・生分解性ペーパーメモリ（NPG Asia Mater., 8, e310 (2016)）

九州大学・先導研の柳田剛教授・長島一樹助教、ベルギー・ImecのUmberto Celano博士と共同で、ナノセルロース成分99.3 vol%の不揮発性抵抗変化型ペーパーメモリを開発しました（図2）。ON/OFF比 $10^7$ で多値化が可能な優れたメモリ性能に加えて、使用後は土に埋めて無害に廃棄できる生分解性も持っています。来たるIoT社会に資する、高性能かつディスプレイ可能な紙のメモリデバイスとして期待できます。

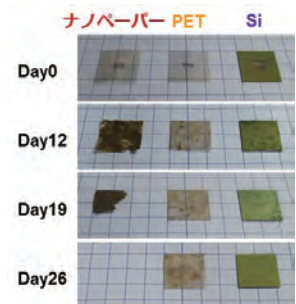


図2 生分解性ペーパーメモリ

#### ・有用分子合成に向けたペーパーリアクター

有用化学品の高効率・連続フロー合成に向け、岡山大学の仁科勇太准教授と共同で、紙の触媒反応器：ペーパーリアクターを開発しました。ペーパーリアクターをフィルターのように使って原料溶液を通すと、内部で触媒と接触し、有用化学品に変換されて出てくる仕組みになっています（図3）。

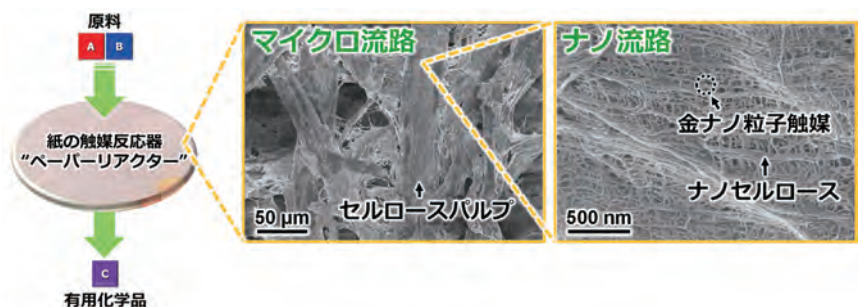


図3 ペーパーリアクターによる有用化学品フロー合成の概要図

紙の中のセルロースナノファイ

バーが優れた触媒担持体になり、紙の中の微細マイクロ-ナノ階層流路が優れた触媒反応場になるため、ガラスや合成高分子ベースの既報リアクターと比べて2倍以上の化学品合成効率を実現しました。紙と同じ様に簡単に作製でき、使用後はリサイクルも可能で、高い性能を保持したまま再生することもできました。環境共生社会に向けたグリーン・サステナブルケミストリーの実現に貢献します。

## 生体防御学研究分野（第3プロジェクト研究分野）

特任教授 山口 明人  
特任准教授 中島 良介  
特任助教 櫻井 啓介  
派遣職員 北川 公恵、韓 珍珉

### a) 概要

生物界には、異物排出トランスポーターとよばれる一群の膜輸送体が広く分布していて、細胞レベルにおけるもっとも基本的な生体防御機構となっている。本研究分野では、細菌から動物細胞まで、生体異物排出トランスポーターの構造と機能、発現制御、生理的役割の解析から、新規排出タンパク遺伝子の検索まで幅広く研究を展開している。私たちの研究室では、細菌の代表的異物排出輸送体 AcrB の結晶構造を世界に先駆けて決定し、細胞膜バキュームクリーナーである事、マルチサイト結合が多剤認識の基礎である事、「functionally rotating」及び「peristaltic pump」という排出の分子機構を解明してきた。さらに、最初の阻害剤結合型 AcrB 及び MexB の結晶構造解析にも成功した。次いで大分子量基質 LMNG 結合構造を決定し、基質認識ポケットの化合物選択が単純に分子量に依存していないことを示した。

### b) 成果

#### ・ MexB の基質結合構造の決定

可溶化精製 MexB は界面活性剤 n-Dodecyl- $\beta$ -D-Maltopyranoside (DDM)と結合しており、その結合構造はすでに決定している(Nakashima et al. Nature 2013)。このため、他の薬剤との結合構造はすでに結合している DDM に妨げられて、強く結合する阻害剤 ABI-PP との結合以外は検証されていない。そこで、DDM に代わって、その約 2 倍の分子量があり、DDM 結合ポケットにははまらないと考えられる界面活性剤 Lauryl Maltose Neopentyl Glycol (LMNG)を用いることで、基質

非結合型 MexB の構造決定を目指した。3.6Å 分解能での構造決定に成功した結果は驚くべきもので、予想に反して LMNG 結合型構造が決定された(図1)。LMNG 結合位置は、その大分子量にもかかわらず、DDM や ABI-PP と同じ遠位結合ポケットで、しかし結合サイトは DDM とは大きく異なっていた。先の論文(Nakashima et al. Nature 2011)で大分子量薬物は近位ポケット、小分子量薬物は遠位ポケットに結合が観察されたことを報告したが、LMNG は大分子量でも遠位ポケットに結合していたことから、結合ポケット選択は単純に分子量によるものではないことが示された。今後の阻害剤インシリコスクリーニングにも役立つ情報である。

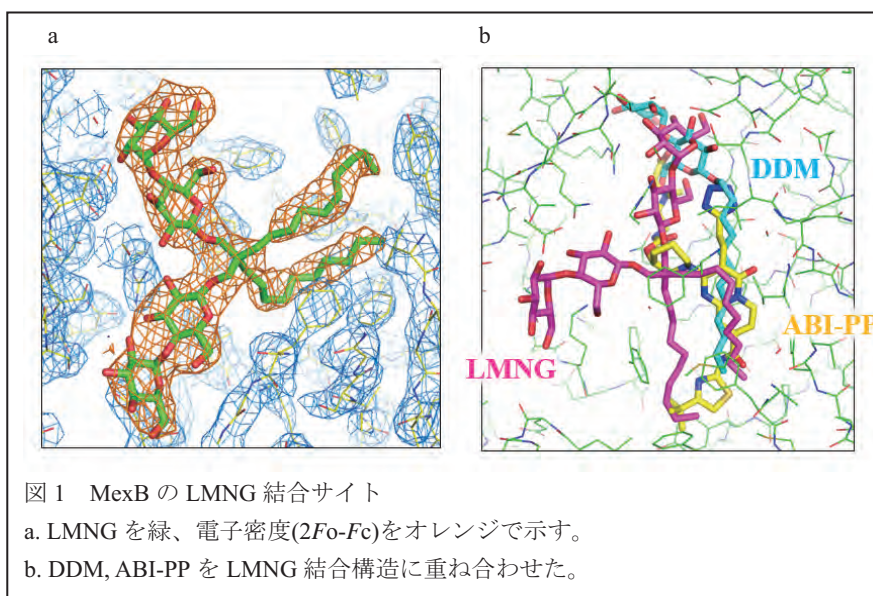


図1 MexB の LMNG 結合サイト

a. LMNG を緑、電子密度(2Fo-Fc)をオレンジで示す。

b. DDM, ABI-PP を LMNG 結合構造に重ね合わせた。

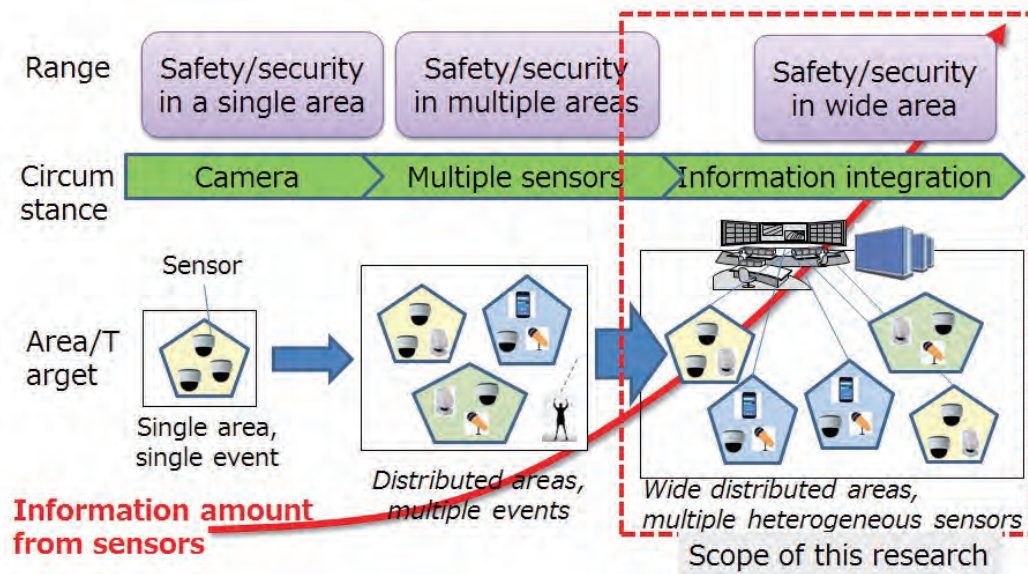
# 三菱電機 広域エリアセキュリティテクノロジー共同研究部門

## 概要

本研究部門では、街レベルの広域エリアの安全安心の確保に向けたセキュリティテクノロジーの研究開発を行う。具体的には、大量のカメラやセンサからのデータを統合することによる多次元センサデータ空間の生成・可視化、カメラ間での人物追跡のための観測方向変化や隠蔽状況に頑健な人物照合、科学捜査の効率化のための属性情報に基づく高速人物検索、セキュリティリスクの現状把握と将来予測に利用可能な物理セキュリティレベルの定式化や評価尺度の確立に関する研究を行う。

## 研究課題

- 多次元センサデータ空間の生成と可視化
- 滞留検知に基づく人物密度推定
- 観測方向変化に頑健な人物照合
- 隠蔽条件下での人物照合
- 属性情報に基づく高速人物検索
- 物理セキュリティレベルの定式化



イベントレベルの単一エリアから街レベルの広域エリアの安全安心確保のためのセキュリティテクノロジー

## [ 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

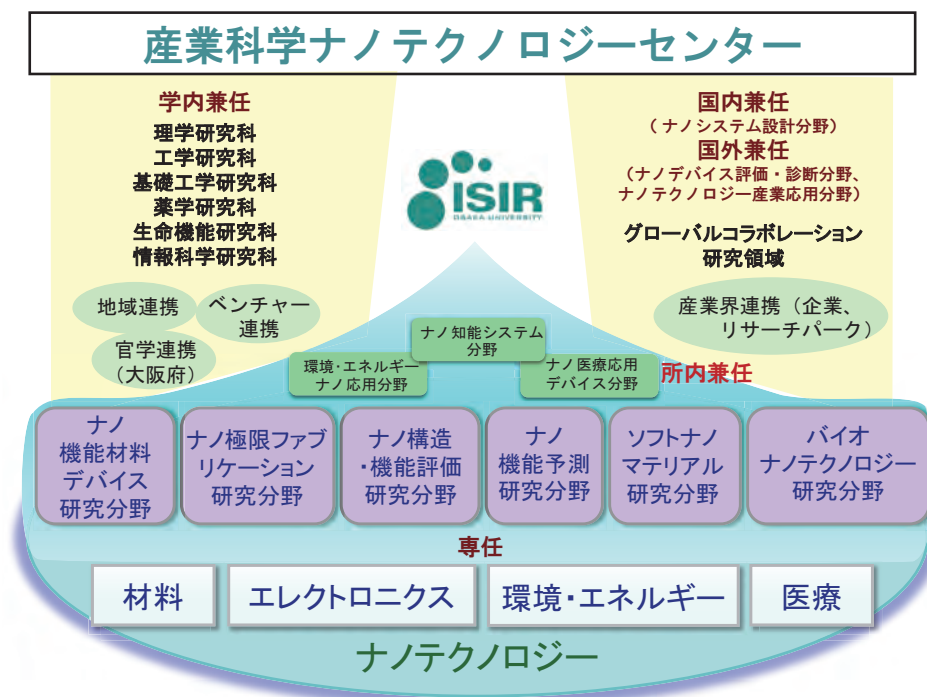
センター長（兼任）教授 竹田 精治  
 事務補佐員 梅本 由香

## a) 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、山本 真人
外国人特別研究員	譚 ゴオン (平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日)
外国人特別研究員	Alexis Borowiak (平成 28 年 9 月 28 日～平成 30 年 9 月 27 日)
大学院学生	左海 康太郎、坪田 智司、中澤 密、李 明宇、近成 将、 林 慶一郎、樋口 敬之
学部学生	辻 佳秀、川本 大喜、横川 隆信
技術補佐員	頓田 佐映子
事務補佐員	榊 奈津子、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

#### ・新規酸化物三次元酸化物ナノ構造の形成 ～ “Functional Oxide NENS” 技術の開発

金属-絶縁体相転移(MIT)に伴い 4 桁にも及ぶ電気伝導特性変化を室温付近で示す二酸化バナジウム( $\text{VO}_2$ )は赤外線センサの有力な材料である。この物質を対象とし前年度に確立した機能性酸化物 NEMS(Nano Electrical Mechanical System)作製技術を用いてナノスケールフリースタANDING構造体(幅400 nm, 長さ7 $\mu\text{m}$ )を作製し(図1(a))より低電力で金属-絶縁体相転移させることに成功した(図1(b))。ジュール熱による熱流解析により幅の狭いフリースタANDING構造体において、電流密度の増加、及び基板への熱流移動の阻止が高効率化の機構であることを明らかにした。NEMS 技術の  $\text{VO}_2$  フリースタANDING構造への適用によって、電力-熱変換の高効率化による超低電力での MIT 制御が可能であることを見出した。

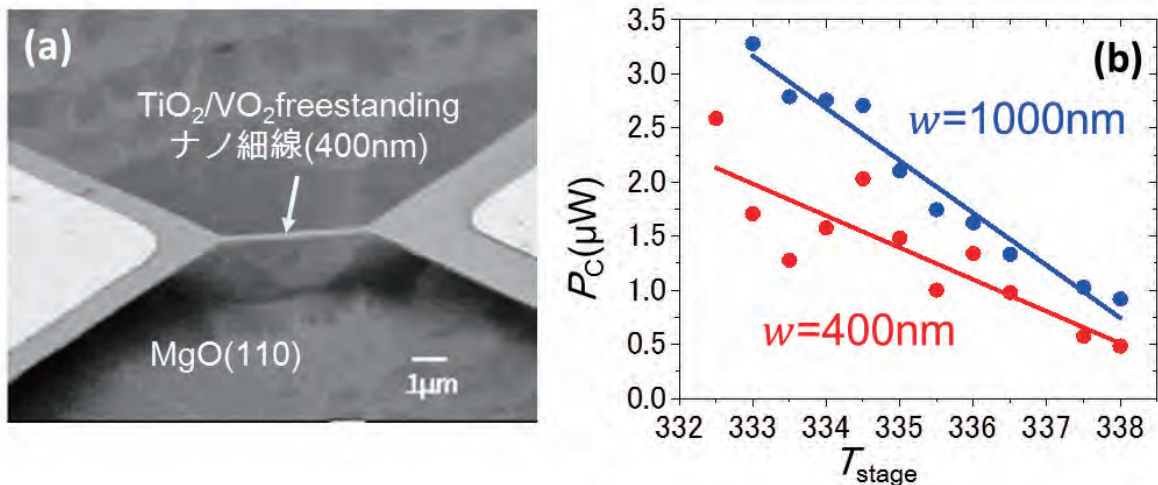


図1 (a)  $\text{VO}_2$  フリースタANDINGナノワイヤ構造のSEM像.(b)400 nm, 1000 nm 幅のフリースタANDING構造におけるMITを引き起こす電力 ( $P_c$ ) の温度依存性

・VO<sub>2</sub>ナノヘテロ細線構造でのナノ空間制御による外場応答急峻化

VO<sub>2</sub>は室温近傍で巨大な抵抗変化を伴い絶縁体-金属へと転移(IMT)する。転移過程では金属相と絶縁相が $\sim 10^1$ - $10^3$  nm サイズで共存するナノ相分離現象が見られる。微小サイズ試料では、ナノ電子相の閉じ込め効果から応答性の巨大化が報告され、応用の観点から注目を集めている。そこでVO<sub>2</sub>の応答性の急峻化のために測定領域をナノスケールまで局所化し、定量的評価を行った。独自技術である3D ナノテンプレート PLD 法を用い作製した3D-MgO ナノテンプレート/TiO<sub>2</sub>バッファ層/VO<sub>2</sub> nw 構造を示す(図2)。VO<sub>2</sub>の線幅は40 nm でMgO/TiO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>の良好な面内ヘテロ

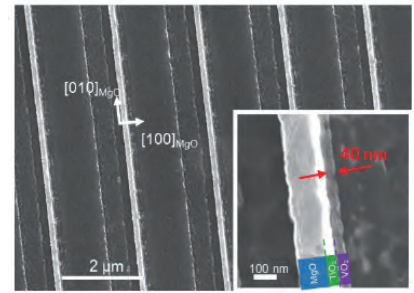


図2 作製した40 nm-VO<sub>2</sub>/30 nm-TiO<sub>2</sub>/3D-MgOヘテロ細線SEM像。

界面が形成されている。単一VO<sub>2</sub> nw(線幅100 nm)の抵抗温度依存性を図3に示す。電極間距離2 μmでは340 Kから360 Kで絶縁体-金属への転移(IMT)に伴う抵抗変化を示し、薄膜では観測されなかった微小な抵抗の飛びが観測された。これは細線中にナノ電子相が閉じ込められていることに由来する。シミュレーション結果から、電子相の大きさは30-50 nmと示唆され、作製したこの細線中に160個のナノ電子相が存在することが見積もられる。さらに電子相の閉じ込め効果を増強させるために、電極間距離150 nmの電極を単一のVO<sub>2</sub> nw上に作製し伝導測定を行った。ほぼステップの急峻な抵抗変化が得られ、10個程度の電子相の転移特性の結果を反映していると言える。以上のように、物性の本質の解明や応答性の巨大化に有効であることを実証した。

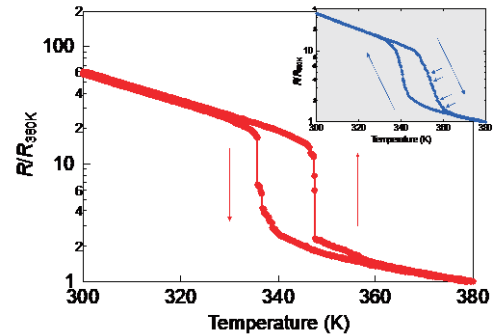


図3 線幅100 nmのVO<sub>2</sub>ナノウォール細線の抵抗温度依存性(電極間距離150 nm)と電極間距離2 μm(右上)。

・機能性強相絶縁体/原子層半導体ダイオードの創製

金属-絶縁体相転移(MIT)などの物性を示す強相絶縁体は、半導体とのヘテロ構造を形成することで新たなエレクトロニクス応用への展開が期待されている。しかし、強相絶縁体は一般的に特定の基板表面上のみで薄膜成長するため、多様な半導体と組み合わせたヘテロ構造デバイスの作製はこれまで困難であった。本研究では、原理的にはどのような材料ともヘテロ構造を形成可能な二次元層状半導体を用いることで、これまではない機能を有する強相絶縁体/原子層半導体ヘテロ構造デバイスの作製に成功した。図4は340 K付近でMITを示す二酸化バナジウム(VO<sub>2</sub>)薄膜上に、優れた半導体特性を示す二セレン化タングステン(WSe<sub>2</sub>)の原子層を転写して得られたヘテロ接合の光学顕微鏡像と電流-電圧特性を示している。VO<sub>2</sub>が絶縁体である340 K以下ではヘテロ接合を流れる電流は非常に小さいものの、オーミック的な特性を示している。一方、温度を上昇させVO<sub>2</sub>が金属に相転移すると正バイアスにおいては電流値が大幅に上昇するが、負バイアスでは電流値がほとんど変化しなかった。これは、金属化したVO<sub>2</sub>とWSe<sub>2</sub>とがショットキー接合を形成していると考えられる。この結果は、VO<sub>2</sub>/WSe<sub>2</sub>ヘテロ接合が温度によってオーミックからショットキーまで整流性を制御できる新たなダイオードとして働くことを意味している(図5)。

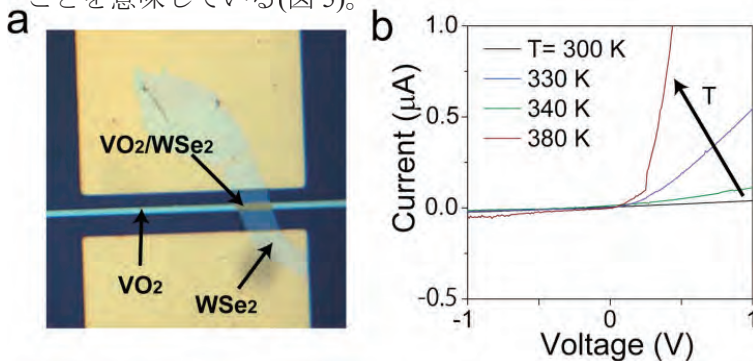


図4 VO<sub>2</sub>/WSe<sub>2</sub>ヘテロ接合の(a)光学顕微鏡像と(b)電流-電圧特性の温度依存性。

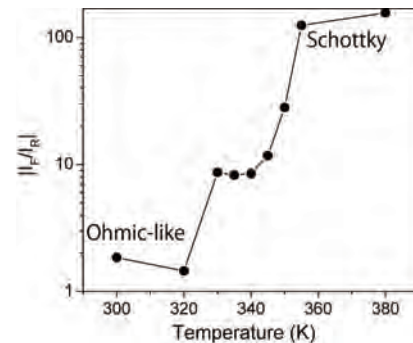


図5 VO<sub>2</sub>/WSe<sub>2</sub>ヘテロ接合の正バイアス電流(I<sub>F</sub>)と負バイアス電流(I<sub>R</sub>)との比の温度依存性。



## 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	近藤 孝文、菅 晃一
特任准教授	川上 茂樹 (平成 28 年 10 月 16 日～)
特任研究員	神戸 正雄
特任研究員 (客員教授)	小林 仁
特任研究員 (客員准教授)	柴田 裕実
招へい教授	遠藤 政孝、小方 厚、権田 俊一、田川 精一、中川 和道
招へい准教授	大島 明博、川上 茂樹 (～平成 28 年 10 月 15 日)
大学院学生	野澤 一太、浅川 稜
学部学生	西田 卓矢
事務補佐員	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。極限の電子ビーム発生・制御技術を電子顕微鏡・電子線回折装置に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

#### ・磁気パルス圧縮器の最適化による超短パルス電子ビーム発生と計測

レーザーフォトカソード RF 電子銃ライナック・磁気パルス圧縮器を用いて、フェムト秒・アト秒領域のパルス幅を有する超短パルス電子ビームを発生し、そのパルス幅を計測した。当該年度は、前年度までに構築した電子ビームパルス幅測定系を用いて、電子ビームの最適な圧縮条件について実験・検討を行い、磁気パルス圧縮器がアクロマティック条件を満たした際に、電子ビームが最も圧縮されることを実験的に示した。これまでに、パルス幅 10 fs 以下の電子ビームの発生と計測に成功している。

#### ・広帯域コヒーレント遷移放射測定による短パルス測定の高度化

超短パルス電子ビームのパルス幅計測のために広帯域テラヘルツ分光を行った。マイケルソン干渉計に MCT 検出器 (mercury cadmium telluride detector) 及び液体ヘリウム冷却シリコンボロメータを併用することにより、サブピコ秒～フェムト秒の電子ビームパルス診断が可能となった。加速管加速位相と電荷量が、それぞれ、110 度、1.38 pC のときに、電子ビームのコヒーレント遷移放射を干渉計により測定し、インターフェログラムの解析から、電子ビームパルス幅は 8.7 fs と求めた。加速器の移設前と同程度の電子ビームパルス幅を得られることが分かった。

#### ・無極性液体中の過剰電子ダイナミクスの研究

無極性液体である直鎖ヘキサン、直鎖オクタン、直鎖ドデカン等の鎖長の異なる棒状のアルカンと、イソオクタンのような分岐鎖を持つ球状のアルカン中で、ビフェニルを電子のプロブ分子として導入し、フェムト秒パルスラジオリシス測定を行って電子輸送・移動過程の研究を行った。以前から、ドデカン中で移動度から計算される拡散律速反応に加えて、それよりも 1 桁以上大きなビフェニルラジカル

アニオン生成を観測していたが、この現象が他の直鎖アルカン中でも観測された。この事は、飽和炭化水素中の放射線化学初期過程において別の電子輸送機構を示唆している。この知見は、高分子中の電子輸送・移動現象に関係し、次世代 EUV リソグラフィにおけるレジスト中の電子挙動と解像度の向上に役立つと期待される。

#### ・炭化水素系高分子における放射線化学初期過程と放射線分解の研究

炭化水素系高分子における放射線化学初期過程と放射線分解の研究について、平成 28 年度は薄膜のパルスラジオリシスを検討した。過渡吸収測定を高精度化することにより、ノイズを抑制して測定可能な最小吸光度を 0.001 まで改善した。水 500  $\mu\text{m}$  の試料を測定したところ、フォトカソード電子加速器でビームを集束すれば、水和電子のピーク波長である 720 nm なら 71  $\mu\text{m}$  厚まで有意な過渡吸収信号を測定できることが分かった。また、別の L バンド電子加速器の大電荷量ビームを照射した場合 7  $\mu\text{m}$  まで測定できる事が分かった。しかし、通常の高分子のモル吸光係数は水和電子よりも小さいのでより困難であるから、更なる改善が必要である。

#### ・量子ビーム誘起反応の初期過程解明手段としてのパルスラジオリシス測定法の拡張

これまでも量子ビーム反応初期過程の解明をフェムト秒パルスラジオリシスを用いて行ってきた。種々のサンプルに対応するため、また、効率的な測定を行うために、フェムト秒パルスラジオリシス測定システムの拡張と改善を行った。具体的には、フェムト秒レーザーにより supercontinuum を発生し、白色光を検出光としたスペクトル測定の開発と、量子ビーム誘起反応により生じた過渡種を光励起し、その蛍光を観測して特定過渡種の時間発展を測定する、蛍光検出パルスラジオリシス法の開発に着手した。

#### ・相対論的フェムト秒電子線パルスを用いた超高速電子顕微鏡の開発

フェムト秒・ピコ秒時間領域での超高速構造変化ダイナミクスや構造相転移現象の観察は、新しい物質の創製・機能の発見に非常に重要である。本研究では、レーザー駆動型高周波電子銃を活用して、世界に先駆けて「相対論的フェムト秒電子線パルスを用いた超高速電子顕微鏡」を開発し、エネルギーが 3.1 MeV、パルス幅が 100 fs の超短電子線パルスによるポリスチレンや金のナノ微粒子の透過電子顕微鏡像の測定に成功した。また、電子線回折の測定では、単一の相対論的フェムト秒電子線パルスによる観測を実現し、今まで直接的な観測が困難であった不可逆な構造ダイナミクスの研究が可能となり、様々な物質科学への新展開が期待される。

## ナノ構造・機能評価研究分野

教授	竹田 精治
准教授	吉田 秀人
助教	神内 直人、麻生 亮太郎
大学院学生	内山 徹也、相馬 健太郎、玉岡 武泰、早野 功己、藤本 崇晃、北村 亮、 黒田 渉
事務補佐員	谷口 真由美

### 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評価は、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

#### ・位相同期 TEM 法の開発

交流電圧を印加した試料に生じる動的応答の測定に同期した像とスペクトルデータ (TEM 像、電子線ホログラム、および電子エネルギー損失分光スペクトル) を取得するための位相同期 TEM を開発した。位相同期 TEM においては、交流電圧と同期したパルス電子線が生成される。試料は、電子線強度、位相、位相幅によって定義された位相同期ストロボ電子線に照射される (図1)。ストロボ照射によって同じ位相で得られた TEM 像およびスペクトルを積算することで、S/N の良い位相同期ストロボ像およびスペクトルが得られる。実例として、多結晶アルミニウムと全固体リチウムイオン電池に交流電圧を印加した際の、位相同期ストロボ像およびスペクトルを取得した。位相同期ストロボ像の空間分解能は、交流電圧の大きさと周波数および試料の導電性に依存するが、交流電圧の周波数が 1 kHz においても 0.12 nm 以上という高い値である。位相同期ストロボ電子エネルギー損失分光スペクトルのエネルギー分解能は 0.4 eV である。また、位相同期ストロボ電子線ホログラフィーにより、試料の内部電位の動的変化を捉えることに成功した。

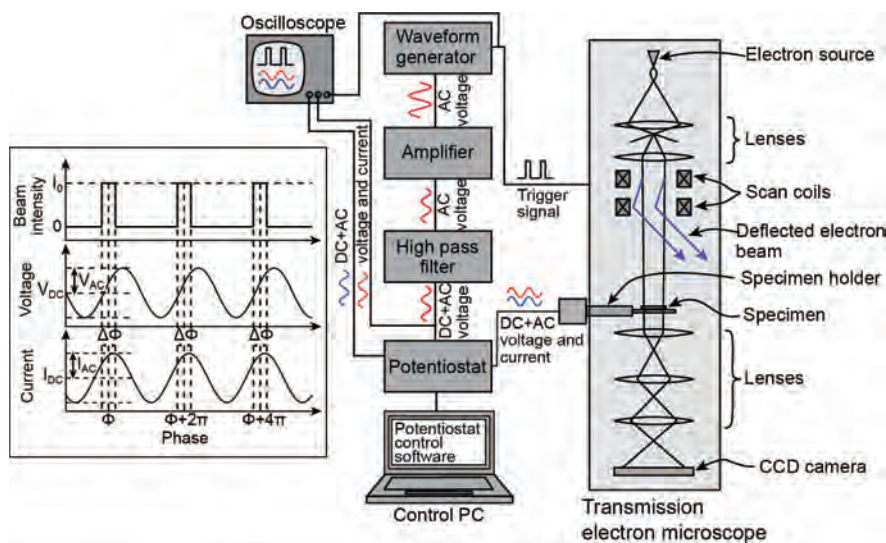


図1 位相同期TEMの模式図。

### ・カーボンナノチューブの電子線誘起エッチング

電子線誘起エッチングとは、エッチングガス雰囲気下で集束した電子線を材料に照射することでその場所を選択的にエッチングすることのできる手法である。本研究では、エッチングガスとして酸素を用いて、ETEM 内でカーボンナノチューブ (CNT) を電子線誘起エッチングし、その過程を調べた。図 2(a) の走査 TEM (STEM) 像中の CNT を横切る破線に沿って直径 0.5 nm の電子線を走査しながら繰り返し照射することで、CNT を切断した。対応する TEM 像から、CNT は外層から内層に向かってエッチングされていることが見て取れる。また、切断後の断面は開口していることが分かる。電子線走査部の STEM 像強度の時間変化を調べることで、電子線誘起エッチングレートを見積もった。図 2(b) は、CNT 下の窒化珪素膜の有無、入射電子のエネルギー (加速電圧)、および酸素分圧が CNT の電子線誘起エッチングレートに及ぼす影響を示している。真空中では、構成する炭素原子が電子線によって弾き出されることで CNT はエッチングされるが、そのレートは小さい。一方、酸素中のエッチングレートは真空中より明らかに大きく、酸素分圧が高い方がエッチングレートは大きくなる。酸素がエッチングに寄与していることを明確に示している。また、窒化珪素膜上に担持された CNT (Supported CNT) のほうが、窒化珪素膜の穴に架橋した CNT (Suspended CNT) よりも速くエッチングされる。これは、窒化珪素から放出される 2 次電子によって作られる活性酸素種がエッチングを促進しているためである。さらに加速電圧が 200 kV の方が 80 kV よりもエッチングレートは大きい。高エネルギー電子により CNT 表面がノックオンダメージを受けた結果、酸素と反応しやすくなるためと考えられる。図 2(c) は、電子線誘起エッチングによって CNT を切断することで作製したナノギャップの STEM 像である。ETEM では電子線を極めて細く絞ることができるため、これまでに報告のある走査型電子顕微鏡を用いて作製した CNT ナノギャップの間隔 (10 nm 以上) よりも小さなギャップ間隔 (2 nm) を達成することができた。

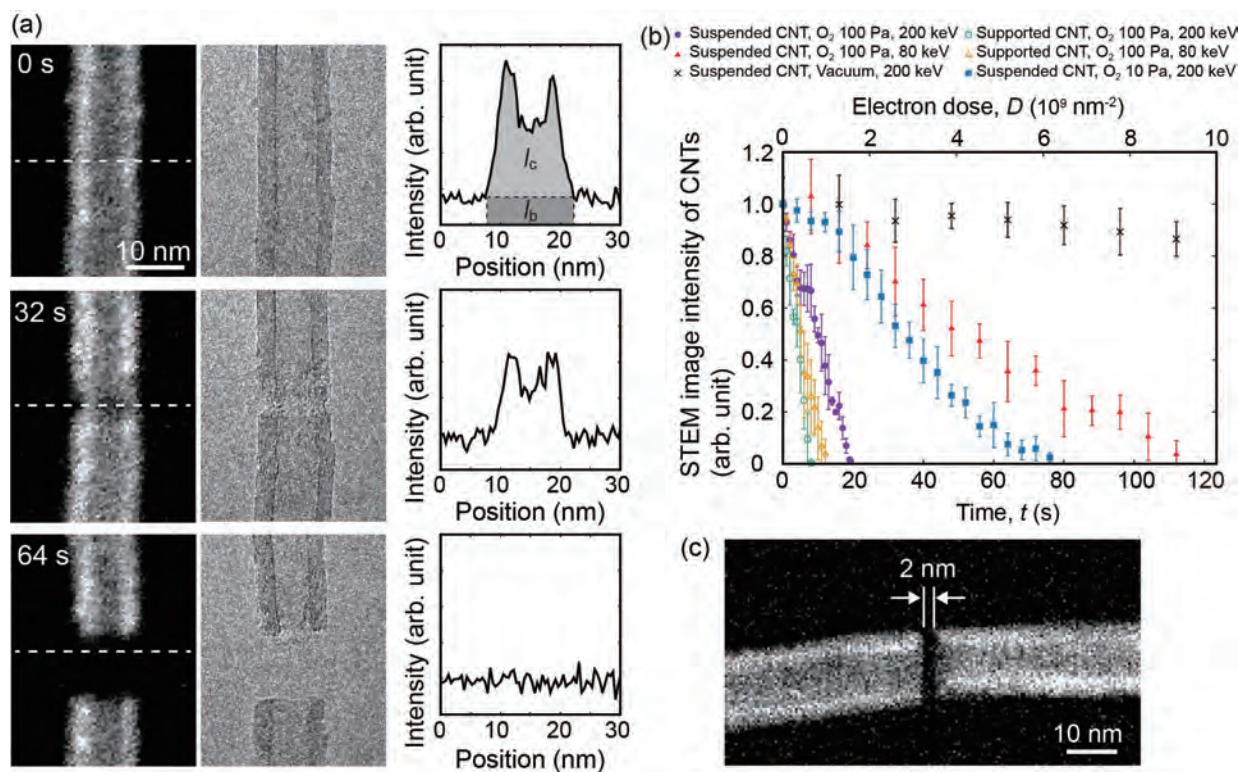


図 2 (a)酸素 10 Pa 中における CNT の電子線誘起エッチング。左列の STEM 像中の破線に沿って集束電子線を走査する。中央列は対応する TEM 像、右列は破線に沿った STEM 像強度。(b)電子線誘起エッチングレートの条件依存。Supported CNT は窒化珪素膜上の CNT を、suspended CNT は窒化珪素膜の穴に架橋しており、直下に窒化珪素膜がない CNT を表す。(c)電子線誘起エッチングによって作製した CNT ナノギャップ。

## 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 (平成27年12月1日～)
特任研究員	小鷹 浩毅 (～平成28年4月30日) Vu Thi Ngoc Huyen (平成28年4月1日～平成29年3月31日)
招聘教授	本河 光博、城 健男、菅 滋正
招聘研究員	山下 智樹、藤井 将
大学院学生	上村 直樹、藤村 卓功、福市 真之、田中 哲生、勝本 啓資、 濱口 基之、和泉 慶、田原 昌樹、熊倉 雅仁、Nguyen Thi Phuong Thao Vu Thi Ngoc Huyen (特任研究員)
特別聴講学生	Tran Ba Hung (平成28年10月5日～平成29年9月25日)
特別研究学生	黒田 文彬
学部学生	兼平 慎一、神田 洋佑、高坂 崇雄、
事務補佐員	栗林 千彰

### 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

#### ・データ科学手法による磁性材料探索

高性能コンピュータの発展と理論的手法の高度化により、物質の構成要素から出発して、第一原理計算により具体的物質の物性を高精度に予測することが可能となってきた。しかしながら、望まれる物性を有する物質を実現するためには、膨大な組み合わせからなる物質空間を探索する必要があり、物質デザインを困難にしている。近年、データ科学の手法と第一原理計算とを組み合わせた効率的な探索手法が盛んに開発されている。我々は、ベイズ最適化やスパース・モデリングのような統計的学習法を適用して、安定した構造を探索し、物性を予測するためのツールを開発している。

#### ・結晶構造探索手法の開発

ランダムサーチおよびベイズ最適化が使用可能な結晶構造探索プログラムを一から構築し、 $Y_2Co_{17}$ に対してテストシミュレーションを行った。ランダムに100構造を生成し、第一原理計算により構造最適化および全エネルギー計算を行った。生成した100構造から一つだけ、すでによく知られている安定構造が見つかる結果が得られた。ランダムサーチにより得られた構造をそのまま利用して、探索アルゴリズムをベイズ最適化に変更してシミュレーションを行ったところ、わずか十数構造の探索で安定構造が得られた。さらに200回

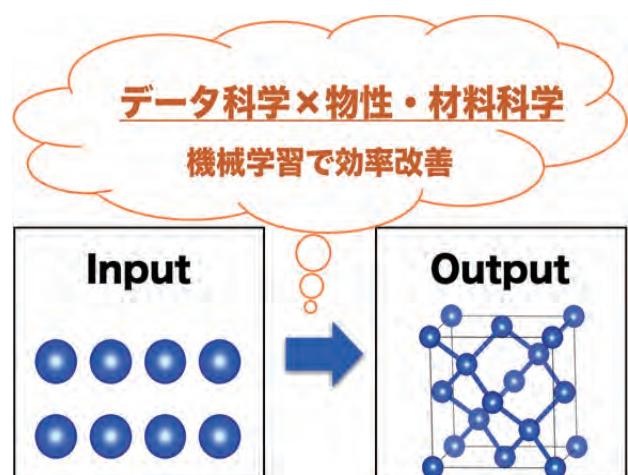


図1. 結晶構造探索手法。

同様のシミュレーションを行うことで、ベイズ最適化による探索効率はランダムサーチのものよりも優れていることが確認できた。

・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、ペロブスカイト型酸化物の構造の自由度に注目し、強誘電酸化物を用いたトポロジカル絶縁体の第一原理物質設計を行った。その結果、強誘電歪みは結晶構造の反転対称性を破るため、スピン軌道相互作用に起因してバンドは分裂し、スピンバレー結合という特殊なスピン分極をもつことがわかった。さらに強誘電歪みを増加させるとバンド反転が起こり、トポロジカル相転移が見られた。

また、東北大学の角度分解光電子分光実験グループとの共同研究を行っており、テルルの単結晶において実験で得られた電子構造を計算で再現した。テルルはトポロジカル物質の一種であるワイル半金属であると過去に予測されているが、今回初めて価電子帯の頂上はワイル点と呼ばれる磁気単極子となっておりスピンテキスチャが発散することを明らかにした。

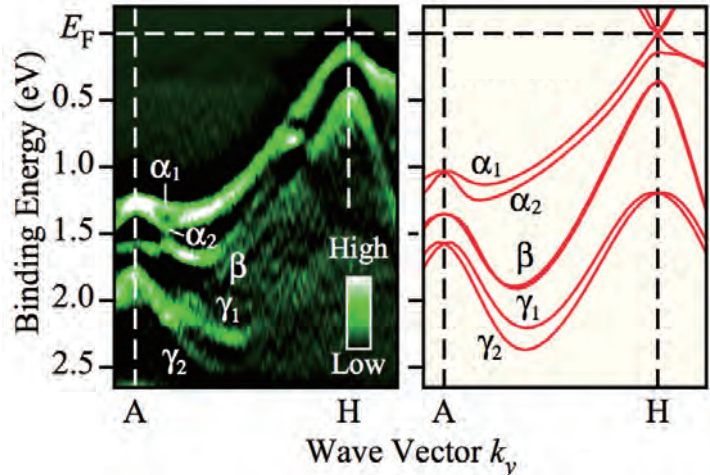


図2 ARPES(左)と電子状態計算(右)で得られたテルルのバンド構造の比較

・ウルツ鉱構造型物質の圧電性に関する第一原理研究

圧電素子材料は電子デバイスなどの様々な用途で広く利用されている。AlNはキュリー温度が高いため、自動車エンジン内部センサーなどの高温環境下で使用できる材料として期待されている。最近、AlNにScをドーピングすることによって圧電定数が顕著に増大することが実験的に報告されている。我々は、 $Sc_xAl_{1-x}N$ の圧電性を理論的に解明するため、第一原理計算を用いた研究を行った。その結果、 $x$ が0から0.75へと増加するにつれてウルツ鉱構造型 $Sc_xAl_{1-x}N$ の圧電定数は顕著に増大することが理論的に示された。しかし、結晶構造のエネルギー安定性解析の結果、 $x$ が0.5以上の $Sc_xAl_{1-x}N$ は非圧電性の立方晶構造がウルツ鉱構造よりも安定であることが示された。また、 $A_{0.5}B_{0.5}N$  ( $A = Sc, Y, La$  and  $B = Al, Ga, In$ )に対して元素の組合せ効果の理論研究を行った。その結果、AlNはSc、GaNはY、InNはLaのB元素が圧電性を最も大きく増大させる効果を持つことが理論予測された。

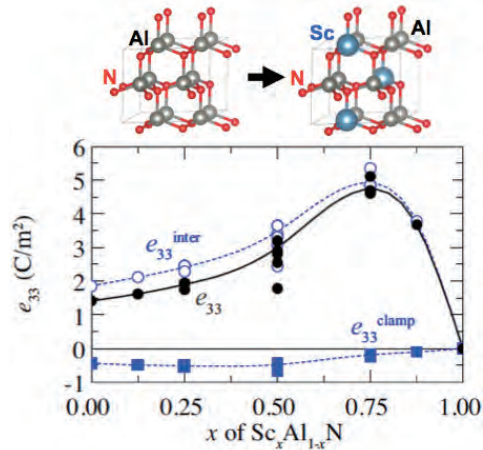


図3  $Sc_xAl_{1-x}N$ のモデル構造と圧電 $e$ 定数の計算値.

## ソフトナノマテリアル研究分野

教授	安蘇 芳雄
准教授	家 裕隆
助教	辛川 誠 (平成 28 年 4 月 30 日まで)、二谷 真司 (平成 29 年 3 月 31 日まで)
招へい准教授	辛川 誠 (平成 28 年 6 月 1 日から)
特任研究員	Shreyam Chattergee
学振博士研究員	丹波 俊輔
大学院学生	川口 奈々、森川 功貴、山本 恵太郎、井上 拓也、伊津野 翔
事務補佐員	山崎 慶子
技術補佐員	瀬尾 卓司、広瀬 由美

### 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、機能評価と有機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)  $\pi$ 電子共役系の化学修飾による高いキャリア移動度を示す有機半導体材料の開発 2) 分子エレクトロニクス素子に適したナノスケール分子材料の開発を目的として、機能化分子ワイヤ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

有機電界効果トランジスタ (OFET) 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。キャリアとして正孔を輸送する p 型の有機半導体材料は数多く見出されている一方で、n 型の有機半導体材料は限られている。n 型の OFET においては隣接する分子間での最低空分子軌道 (LUMO) の重なりが性能に影響を与えることから、我々は、高い電子受容性と LUMO の非局在化を併せ持つ分子開発を目指して、新規な電子受容性の末端ユニットとして含フッ素ジシアノビニリデン基を設計した。この末端基は様々な  $\pi$  共役系と組み合わせることができ、溶液法での素子作製が求められていることから、可溶化アルキル基を含む中央ユニットと組み合わせた  $\pi$  共役化合物を合成した (図 1)。電気化学測定からこれらの化合物は  $-3.68 \sim -3.97$  eV の低い LUMO エネルギーレベルを示し、そのレベルおよび軌道の広がり中央ユニットに依存して調節が可能であることがわかった。ボトムコンタクト型の素子を用いてこれらの化合物の OFET 特性の評価を行った。薄膜は表面処理した Si/SiO<sub>2</sub> 基板上に 1.0wt% のクロロホルム溶液を用いてスピンコート法もしくはドロップキャスト法で作製した。これらの化合物は、X 線回折測定からいずれも結晶性の薄膜を形成していることがわかり、真空下で典型的な n 型 OFET 特性を示し、電子移動度は  $10^{-3} \sim 10^{-4}$  cm<sup>2</sup> V<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>であった。一般的に大気下での n 型素子駆動のための LUMO レベルの目安は  $-3.98$  eV とされているが、LUMO レベルが  $-3.98$  eV に満たない化合物でも大気下での n 型特性が観測され、フルオロアルキル基の密なパッキングが、空気中の水や酸素分子のチャンネル領域への侵入を防いでいると考えられる [論文 3]。

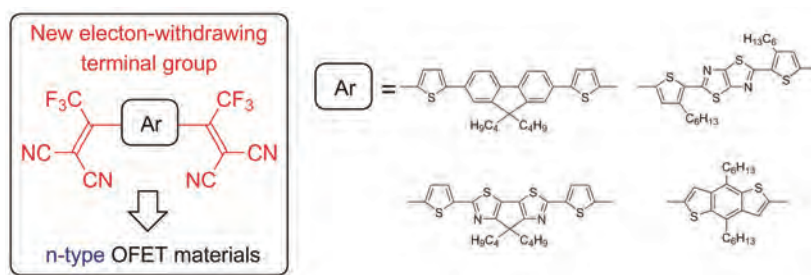


図1 含フッ素ジシアノビニリデン末端基を有する新規電子受容性 $\pi$ 共役化合物

一方、p型有機薄膜太陽電池 (OPV) 材料への応用を目指した $\pi$ 共役ポリマーの開発も盛んに行われている。 $\pi$ 共役ポリマーの電子状態や半導体特性は、構成ユニットに影響されることから、新たなユニットの創出が望まれてる。我々は以前に、ピラジンとチアゾールを有する新規な電子受容性の縮合多環ユニットであるピラジノジチアゾール (PDTz) を設計し、類似のベンゾジチアゾール (BBTz) より強いアクセプターユニットであることを報告している。今年度は、OPV の p 型半導体としてドナー-アクセプター (D-A) 型コポリマー P-PBTz-T<sup>12</sup>-BDT を合成して評価を行った (図2)。このポリマーの薄膜は SCLC 移動度測定で正孔移動特性を示し、n 型半導体 PC<sub>61</sub>BM と組み合わせたバルクヘテロ接合 (BHJ) OPV で中程度のエネルギー変換効率 (PCE) が得られた。これらのことは、PDTz が高性能な有機半導体の開発において有効なアクセプターユニットであることを示唆している [論文2]。

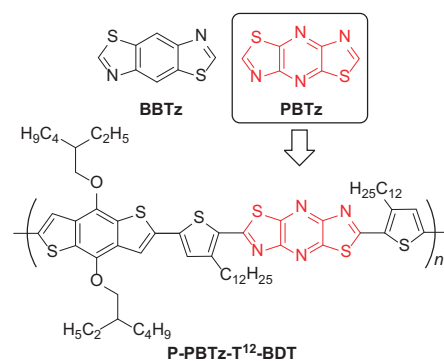


図2 ドナー-アクセプター型コポリマー P-PBTz-T<sup>12</sup>-BDT

n 型有機太陽電池材料としては PCBM に代表されるフラーレン誘導体が一般的に用いられている一方、可視光における光吸収の小ささなどの課題もある。当研究室では $\pi$ 電子共役系に電子求引性基を導入することで LUMO エネルギーレベルを低下させた電子受容性分子の n 型有機太陽電池材料への応用を目指した研究を行っており、こうした非フラーレン n 型材料を開発するうえで、分子構造と薄膜物性の相関を得ることは重要な知見となる。我々は昨年度、末端基の構造を系統的に変化させた一連の鎖状 n 型 $\pi$ 共役分子において、典型的な p 型半導体材料であるポリ (3-ヘキシルチオフェン) (P3HT) と組み合わせた際の BHJ 型 OPV の短絡電流密度 ( $J_{sc}$ ) と n 型分子の表面自由エネルギーにおけるロンドン分散力 ( $\gamma^d$ ) との間に強い相関が見られ、 $\gamma^d$  が大きい材料が有機薄膜太陽電池における n 型材料として有効であることを見出した。この  $J_{sc}$  と  $\gamma^d$  の相関の一般性と分子構造が BHJ 構造におけるドナー/アクセプター界面に及ぼす影響をさらに検証するために、またそれらに基づく高性能な非フラーレン n 型 OPV 材料の開発を目指して、本年度は、最近開発が活発化している三次元的 (3D) な非平面構造を有する $\pi$ 共役アクセプターに展開した。分子の周辺に強いアクセプターユニットとして4個のペリレンビスイミド (PDI) を配置し、各種の3Dコアユニット (テトラキスビフェニルメタン (TetraBP)、テトラフェニルメタン (TetraP)、スピロビフルオレン (SpiroF)、ピレン (Pyrene)) と組み合わせた化合物の合成を行った。これらの分子の基礎物性にはほとんど差異が見られなかったが、BHJ 型 OPV の PCE は 0.02% から 2.02% まで変化した。これらの素子においては、この PCE の差異が主としてドナー/アクセプター界面における電荷分離の効率に依存していることがわかった。さらに、 $J_{sc}$  値と 3D アクセプターの  $\gamma^d$  値の間に強い相関が見られた (図3)。すなわち、界面に PDI の $\pi$ 共役骨格が露出することで  $\gamma^d$  値が増加し、BHJ 構造のドナー/アクセプター界面に配向して自由キャリアへの電荷分離を促進すると考えられる。この知見は、 $\gamma^d$  値が BHJ OPV における非フラーレンアクセプターの分子設計のための重要な指針となることを示唆している [論文6]。

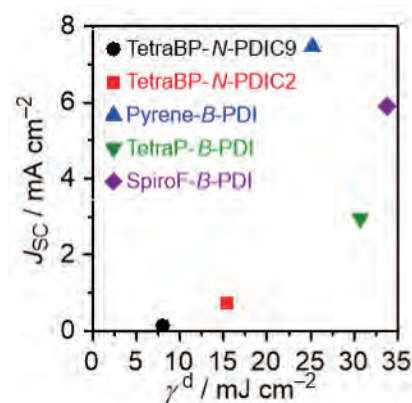


図3 3Dアクセプターにおける $\gamma^d$ と $J_{sc}$ の相関



## 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、横田 一道
特任教授	川合 知二
特任准教授	大城 敬人
特任助教	殿村 渉 (平成 28 年 4 月 1 日から)、有馬 彰秀 (平成 28 年 4 月 1 日から)
特任研究員	江崎 裕子、出口 寛子 (平成 28 年 4 月 1 日から)、久保 由佳利 (平成 28 年 4 月 1 日から)、津本 弥生 (平成 28 年 11 月 16 日採用)、村山 さなえ、保手浜 千絵 (平成 28 年 5 月 31 日まで)
大学院学生	森川 高典、谷本 幸枝 (平成 29 年 3 月 31 日まで)、林田 朋樹
事務補佐員	藤林 乃理子

### a) 概要

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

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

### b) 成果

#### ・高速トンネル電流計測を可能にする絶縁被覆ナノ電極の開発

トンネル電流計測による 1 分子識別法は、非標識で DNA や RNA の塩基配列解読を可能にする手法として、その研究開発が進められている。この方法では、互いに 1nm の距離まで接近させた 1 対のナノ電極を用いて、電極間の電流計測を行い、当該電極隙間に 1 個のヌクレオチドが一時的にトラップされた際の pA レベルの微弱な電流変化から、その塩基分子の種類を識別する。この時、ヌクレオチドは塩基分子内のアミノ基を介して Au 電極と配位結合を形成するなどして、電極間に架橋された状態を保持するが、その時間はわずか数ミリ秒ほどである。よって、トンネル電流計測による 1 塩基分子検出には、pA レベルの電流を kHz 以上の高速でサンプリングする計測技術が必要となる。一方、これまでの研究で用いられてきた Au ナノ電極では、電流計測の際に形成される電気二重層に由来する大きなキャパシタンス成分のため、電流ノイズが増大し、RC 効果のため電流応答も鈍る、という問題点があり、実際の電流計測速度は 10kHz レベルに留まってきた。そこで、本研究では、Au ナノ電極の表面を固体絶縁膜で被覆することで、電気二重層由来のキャパシタンスを低減させて、電流応答の先鋭化と低ノイズ化を試みた。開発した素子は、SiO<sub>2</sub>や Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜で表面を被覆したブレークジャンクション素子である。当該素子では、基板を機械的に曲げることで、Au 接合を破断させ、分子サイズの電極隙間を形成することができる。ここで、Au 表面は絶縁膜であらかじめ被覆しておくことで、接合破断後に形成されるナ

ノ電極対は、ナノスケールの破断面を除く部分が絶縁膜で保護された構造が得られる。この絶縁被覆ナノ電極を用いて、バッファ中における単一塩基分子検出を 1MHz の電流サンプリングレートで実施した。その結果、まず low-k 絶縁膜被覆により、電流ノイズが大幅に低減可能であることが確認できた。また、ノイズスペクトル解析結果から、ノイズの要因は、素子のキャパシタンスと電流アンプノイズのカップリングに起因したものが支配的であることが分かった。そして、1 分子トラップ時の電流応答を調べた結果、絶縁被覆効果により、電流応答速度も飛躍的に向上することが分かった（時定数約  $6 \mu\text{s}$ ）。

本結果は、王立化学会誌 *Nanoscale* に掲載され、その内容は本誌の表紙でも紹介された。

### ・ポア並列化による微小検体検出の高効率化

固体メンブレン中のマイクロ・ナノサイズの細孔（ポア）から構成される固体ポアデバイスは、微粒子や細菌・ウイルス等を高感度で検出可能なバイオセンサーとして注目されている。

ポアデバイスではポアを介したイオン電流の計測を行い、微小検体がポア通過する際の電流減少量から一粒子分解能での高速センシングが可能となるが、一方でポアを通過しない限りシグナルとして検出されないため、低濃度検体での検出が課題となっている。そこでメンブレン上に複数のマイクロポア（2—7 個）を作製し、検出頻度の向上を試みた（図 1. a）。

検出頻度はポア通過シグナル間の時間間隔の逆数として評価でき、ポリスチレン粒子を用いた計測の結果、検出頻度は対数正規分布に従うことが分かった（図 1b）。また、ポア設計を変えての計測を行った結果、ポア数に比例した検出頻度の向上が確認できた（図 1c）。これらの結果から、検出頻度の向上には電場の広がりなどを考慮したポア設計の最適化が必要であることが明らかになった。

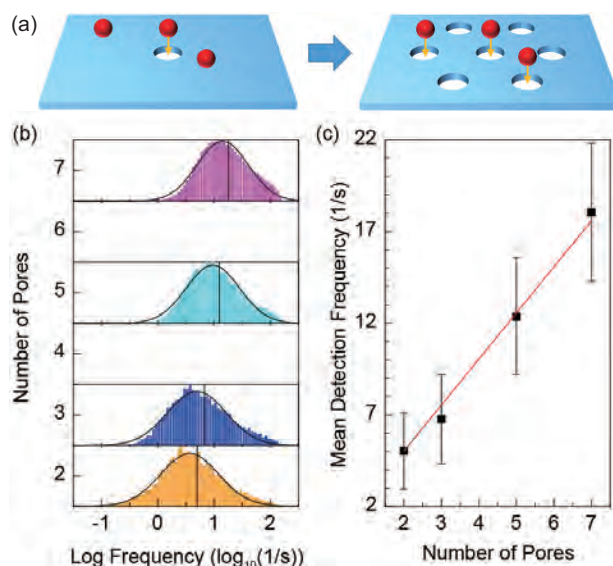
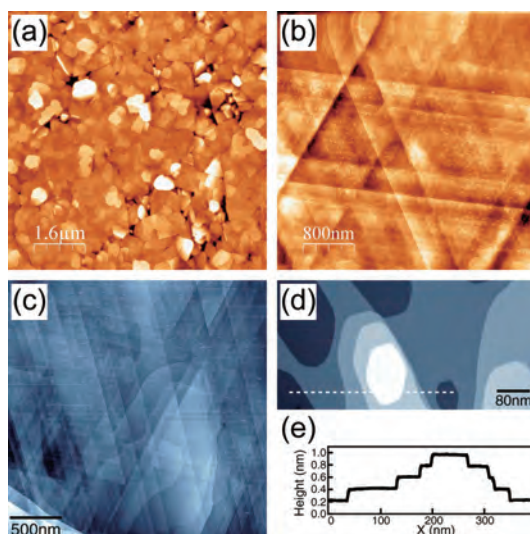


図 1 (a) 複数ポアによる検出頻度向上の概略図 (b) シグナル間時間の逆数（検出頻度）での対数分布ヒストグラム (c) 検出頻度の期待値.ポア数に比例して検出頻度が増加している。

### ・グラフェンナノポア作成用 Ni (111) 基板の作成

グラフェンは、銅やニッケル等のフォイル上に成長するが、成長用支持基盤である金属の表面構造がグラフェンの電気的特性に影響を及ぼすことが知られている。下地金属基板の種類によって、グラフェンとの格子定数の違いが大きいため、モアレや皺が多く発生してしまうが、Ni(111)は比較的格子ミスマッチが小さいためモアレや皺はほとんど発生しないと言われている。我々はこれまでに、高分解能プローブ顕微鏡観察用の基板やグラフェンナノポアに適した原子レベルで平坦なニッケルや白金基板の作成と評価を行ってきた。今回、原子レベルで平坦な Ni(111)をマイカ基板上に簡便に成膜することに成功し、さらにグラフェンを成長させることに成功した。

右図(a)は、アニール温度約  $700^\circ\text{C}$  で作成したマイカ上のニッケル薄膜の AFM 像で、結晶成長温度が低いと推定される。約  $800^\circ\text{C}$  の場合は、面心立方(111)面らしい表面形態が確認された。表面粗さは  $0.6\text{nm}$  程度と  $1\text{nm}$  を切る良い値を達成した[図(b)]。STM 観察より、明瞭な単原子ステップを確認した[図(c),(d)]。このニッケル薄膜にエチレンを暴露することにより、原子レベルで平坦なグラフェンの成膜することも確認した。



## 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。

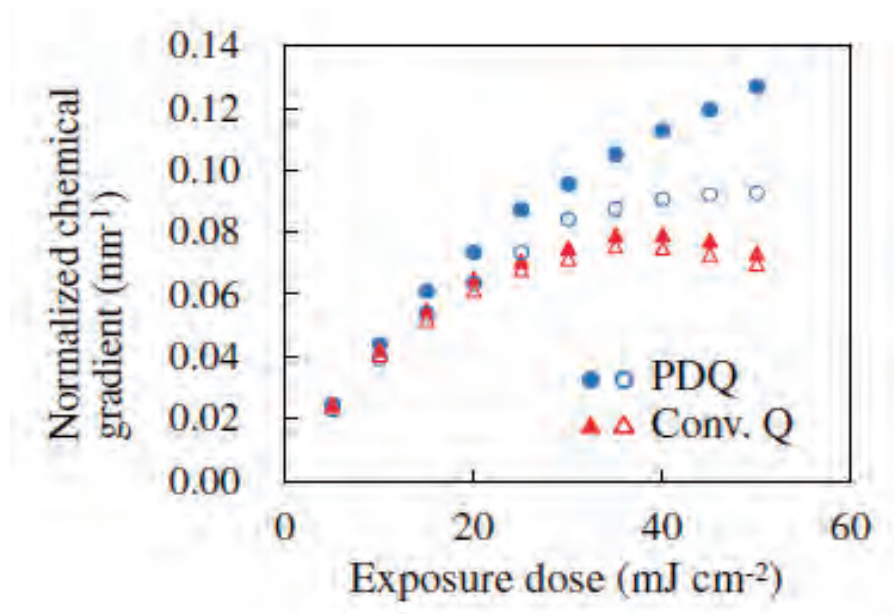


図 1 反応機構に基づいたモンテカルロシミュレーションにより計算した化学勾配に与える光分解性塩基の効果

## 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、量子情報フォトニクス研究分野（阪大産研・北大電子研アライアンスラボ）の研究チームと、量子情報処理実験における実験条件の異常変動検知手法の開発に取り組んだ。長時間に亘る量子情報処理実験においては、種々の外乱や装置設定の劣化などによって実験条件が不意に変動し、それが実験結果の信頼性を低下させる可能性がある。そこで、本研究では状態密度行列を定常（非動的）成分と異常変動を表す非定常（動的）成分に分解し精度の高い推定結果を得る新たな数学的規範を考案し、それを解析手法として具体化する研究を進めた。昨年度に引き続き、特にもつれ量子の位相変化を伴う異常変動を高感度に検知する手法の開発に取り組んだ。

### b) 成果

量子状態の異常変化検知を実現するために、量子の観測状態密度行列  $\hat{\rho}_k$  を正常成分  $\theta$  と異常変化成分  $\omega_k$  に分離推定する基準として、これまで以下の評価式を用いた。

$$\min_{\theta, \omega_k (k=1, \dots, K)} \sum_{k=1}^K \frac{1}{2} \|\hat{\rho}_k - \theta - \omega_k\|_F^2 + \gamma \sum_{k=1}^K \sqrt{\sum_{i,j=1}^d s_{ij}^2 \omega_{k,ij}^2}$$

しかしながら、この式では状態密度行列の各要素の絶対値成分の変化しか評価対象としておらず、各要素の複素数成分には反映されるが絶対値成分には反映されない位相変化を感知することはできない。そこで昨年度に引き続き、この評価式に複素成分を反映するように拡張を行う検討を進めた。現在、その結果に基づく数値実験、実測定実験を実施中である。

# 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

### ・ B 型肝炎ウイルスエンベロープ L 粒子の細胞内侵入機構の解明

B 型肝炎ウイルス (HBV) は、HBV エンベロープ S タンパク質の抗原ループを介して最初にヒト肝細胞のヘパラン硫酸プロテオグリカン (HSPG) に結合し、次に pre-S1 領域のミリスチル化された N 末端配列を介してナトリウムタウロコロール酸共輸送ポリペプチド (NTCP) に速やかに移動し、最終的にエンドサイトーシスによって細胞に侵入すると考えられている。しかし、HSPG から NTCP への HBV の移動、および NTCP の HBV 細胞侵入への寄与は明らかとなっていない。これまでは、HBV を大量に用

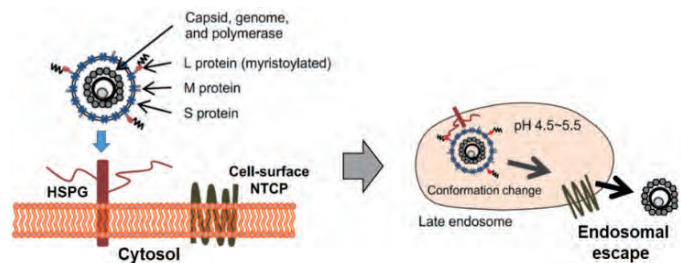


図1 B型肝炎ウイルスの細胞内侵入とエンドソーム脱出機構の模式図

いることはできなかつたため HBV 感染機構の生化学的解析には困難がともなっていた。当研究室で開発された HBV エンベロープ L タンパク質からなる中空ナノ粒子であるバイオナノカプセル (BNC) は、酵母において比較的大量に発現、精製が可能であり、なおかつ HBV 由来の感染機構を利用してヒト肝細胞に特異的に侵入できるため、早期感染機構を解明するための HBV モデルとして使用することができる。この BNC を用いて HBV の細胞進入経路の検討を行った。ミリスチル化した BNC (Myr-BNC) は *in vitro* で NTCP に結合して HBV 感染を競合的に阻害したことから、Myr-BNC と HBV は共に NTCP 依存的に細胞内へ侵入することを示唆された。しかしながら、Myr-BNC および血漿由来 HBV 表面抗原粒子の細胞進入速度は、NTCP を過剰発現する HepG2 細胞における BNC のものと同じであった。さらに、これらの粒子の細胞内侵入は、NTCP に依存せず、主にヘパラン硫酸プロテオグリカンを介するエンドサイトーシスによって引き起こされた。以上から、細胞内 NTCP はエンドソーム脱出に重要な役割を果たす一方、細胞表面の NTCP は HBV の細胞内侵入に関与しない可能性が示唆された。

## ナノシステム設計分野

客員教授

垣内 史敏 (平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日)

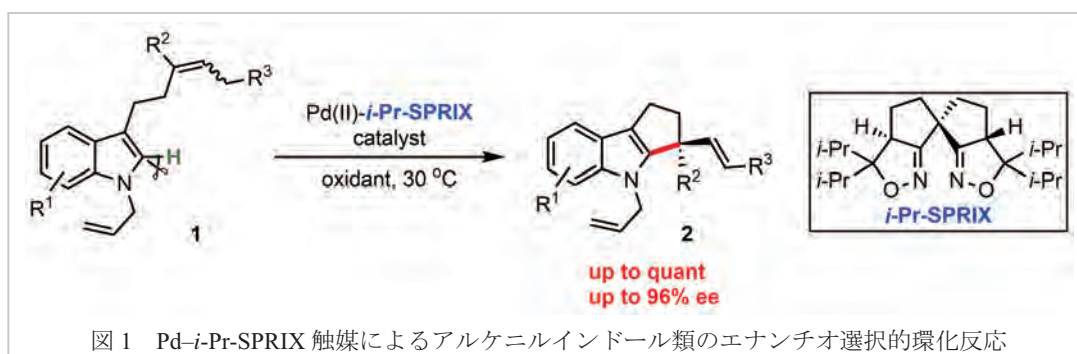
### a) 概要

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、実用的な不斉触媒プロセスの開発が最重要課題の 1 つとなっている。近年、炭素－水素結合を遷移金属触媒により活性化して官能基化する直接的変換反応が、副生成物の低減化や省エネルギーの観点から注目を集めている。特に、ヘテロ芳香環の直接的な官能基化は、医薬品をはじめ様々な製品に含まれている部分構造の構築に有効なことからファインケミカルズ製造において注目を集めている。ベンゼン環とインドール環が縮合したインドール骨格は、様々な有機化合物、とりわけ生物活性を示す化合物に見られる重要な構成ユニットである。そのため、インドール環上の C-H 結合を直接修飾できれば、合成化学的に価値の高い変換プロセスになると期待されている。

### b) 成果

#### ・Pd-SPRIX 触媒による C-H 結合活性化を経るアルケニルインドール類のエナンチオ選択的環化反応

本研究では、より環境調和性に優れた触媒的不斉合成法の創出を目指し、これまでに類の無い炭素－水素結合活性化を経るエナンチオ選択的触媒反応の開発に取り組んだ。具体的には、パラジウム錯体触媒を活用してインドール環 2 位の C-H 結合を切断後、隣接するアルケニル部位との分子内環化を起こすことで光学活性三環式インドール誘導体のエナンチオ選択的合成を図った。その結果、笹井研究室にて開発されたユニークなキラル配位子 *i*-Pr-SPRIX が本反応に極めて有効であることを見出した。すなわち、Pd-*i*-Pr-SPRIX 触媒存在下、アルケニルインドール基質 **1** を酸化剤と共に 30 °C で攪拌すると、最高 96% ee の目的環化体 **2** を良好な収率で得ることに成功した (図 1)。本反応では、窒素原子上に導入した置換基が収率やエナンチオ選択性に大きな影響を及ぼし、アリル基が最も効果的であることを明らかにした。



## ナノシステム設計分野

招へい教授 竹内 繁樹（平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日）

### a) 概要

光子や電子などの「量子」は、古典的な粒子とは全く異なる振る舞いをする。それらの「量子状態」を完全に制御し、従来のコンピュータでは時間がかかりすぎ解くことのできない問題を解く「量子コンピュータ」や、観測出来なかった現象を観察する「量子計測」などの実現が期待されている。これを背景として、本研究室では、光子を用いた量子情報科学に関する研究を推進している。本年度は昨年度に引き続き、ナノ知能システム研究分野の研究チームと、量子情報処理実験における実験条件の異常変動検知手法の開発に取り組んだ。

長時間に亘る量子情報処理実験においては、種々の外乱や装置設定の劣化などによって実験条件が不意に変動し、それが実験結果の信頼性を低下させる可能性がある。そこで、本研究では状態密度行列を定常（非動的）成分と異常変動を表す非定常（動的）成分に分解し精度の高い推定結果を得る新たな数学的規範を考案し、それを解析手法として具体化する研究を進めた。昨年度に引き続き、特にもつれ量子の位相変化を伴う異常変動を高感度に検知する手法の開発に取り組んだ。

### b) 成果

量子状態の異常変化検知を実現するために、前年度までに量子の観測状態密度行列を正常成分と異常変化成分に分離推定する手法を開発した。しかし、その手法では状態密度行列の各要素の絶対値成分の変化しか評価対象としておらず、各要素の複素数成分には反映されるが絶対値成分には反映されない位相変化を感知することはできない。そこで、今年度は複素成分を反映するように拡張を行った。その結果、量子もつれ状態に対する任意の変化（エラー）についても推定できる方法を共同で開発、従来法では不可能であった位相変化のエラー検出を可能であること、また絶対値成分と位相変化の複合的なエラー検出についても可能であることを示した。今後もナノ知能システム研究分野との共同研究を進める予定である。

## ナノシステム設計分野

招へい教員 岡本 一将 (平成 28 年 10 月 1 日~平成 29 年 3 月 31 日)

### a) 概要

光や電離放射線等の量子ビームを用いたリソグラフィは、半導体製品の大量生産のみならず、位置制御可能なナノ、マイクロ加工プロセスとして広く利用されている。今後集積化プロセス技術の進展により、極端紫外光(EUV)や電子線といった電離放射線を露光源とするリソグラフィ技術の導入による 10 nm 以下の最小加工寸法の半導体量産が期待されている。その実現には、ナノ・分子レベルでのレジスト中の放射線誘起反応ダイナミクスの解明が非常に重要な課題となっている。そのため、実際のナノ構造体の形成のみならず、その生成機構の解明およびその制御法を明らかにすることを目的として研究を行った。

### b) 成果

EUV リソグラフィ用化学増幅型レジストの性能向上のために、酸性度の小さい添加剤を添加することによって、露光後の酸生成量において重要な脱プロトン反応の促進を試みた。添加剤のスクリーニングの結果、スルホン化合物の中で *di-p-tolyl sulfone* (DTS)の添加が、レジスト感度およびコントラスト増加に対して有効であることが分かった。また、少ない露光量で同等の線幅ならびに小さい *Line width roughness* (LWR) の加工を実現することができた。添加剤を含む系における反応機構を電子線パルスラジオリシス法等により調べた結果、DTS は脱プロトン反応の促進ならびに、電子を酸発生剤に受け渡す *Acid-generating Promoter* (AP)としての機能を果たすことが明らかになった。

また、無機-有機ハイブリッドレジストとして、ポリスチレン-シリカゲルハイブリッドを酸発生剤から生成した酸を触媒として合成し、パルスラジオリシス法を用いてその放射線化学初期過程について明らかにした。さらに、プラズマ処理を行った Zn や Cu などの金属片を超純水中に浸漬し、紫外線や $\gamma$ 線で照射を行う *submerged photosynthesis of crystallites* (SPSC 法)により、常温常圧下で、酸化物からなるナノフラワー結晶を得ることに成功し、その応用として抗菌性の評価を行った。



# ナノシステム設計分野

招へい教員 佃 諭志 (平成 28 年 10 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日)

## a) 概要

ハイドロゲルは水溶性高分子の 3 次元ネットワーク構造を内部に有し、水を内部に含む膨潤特性を示すことから生体適合材料として古くから医療分野への応用が成されている。一方で、金属ナノ粒子合成においても、ポリビニルピロリドン (PVP) 等の水溶性高分子は、粒子の制御、分散性の観点から保護剤として広く利用されており、金属ナノ粒子との高い親和性も有する。また、金ナノ粒子は、サイズ効果により局在表面プラズモン共鳴や触媒活性作用の増大など特異な性質を示すとともに、高い安定性、生体親和性からバイオセンサーやイメージング材料として注目されている。本研究では、Au ナノ粒子とハイドロゲルを融合させた機能デバイス化を目的とし、電子線リソグラフィを利用したハイドロゲル (PVP) の 2 次元パターン化を行い、その後塩化金酸を含む溶液中での UV 還元処理を施すことにより、PVP パターン上への金ナノ粒子を直接形成する手法の開発を試みた。内部に溶媒を取り込むゲルの特徴を利用しての粒子形成を、架橋網目構造のサイズと Au ナノ粒子数の観点から評価を行い、Au ナノ粒子の高密度集積化、精密配列化の要素技術の確立を行った。

## b) 成果

架橋剤として N,N'-methylenebisacrylamide を PVP 薄膜に電子線描画装置 (エリオニクス製 ELS-7700T, 加速電圧: 75 keV, 線量 5~50  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ) を利用し、幅 500 nm, 長さ 20  $\mu\text{m}$  のラインパターンと直径 500 nm のドットを描画した。描画した Si 基板を塩化金酸を溶かした MeOH 溶液に浸漬し、紫外光還元処理を行なった結果を図 1 に示す。金ナノ粒子の形成がパターン上で確認されたことから、PVP パターン上で優先的に金ナノ粒子が形成される。図 2 には、10, 30, 50  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$  で電子線描画を行った PVP パターン上で、Au ナノ粒子形成を行った結果を示す。EB 描画時の照射線量が増加するに従い、形成される粒子数が増加する傾向が明確に観察された。PVP のパターン形成には、高分子架橋反応を利用しているため、照射線量が増加するに従い、パターン中に導入される架橋点の数が増加する。溶液中での光還元反応過程において、ゲル内部に溶媒とともに Au イオンが取り込まれながら反応が進行することが予測されることから、架橋網目構造のメッシュサイズが小さいほど、Au ナノ粒子形成が促進されることが示唆される。

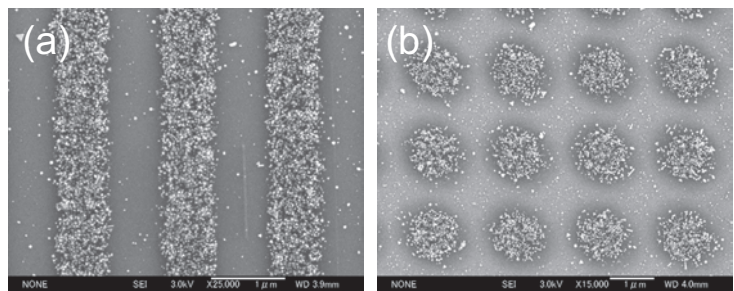


図1 PVP(a)ラインパターンと(b)ドット上に形成した金ナノ粒子の SEM 像。

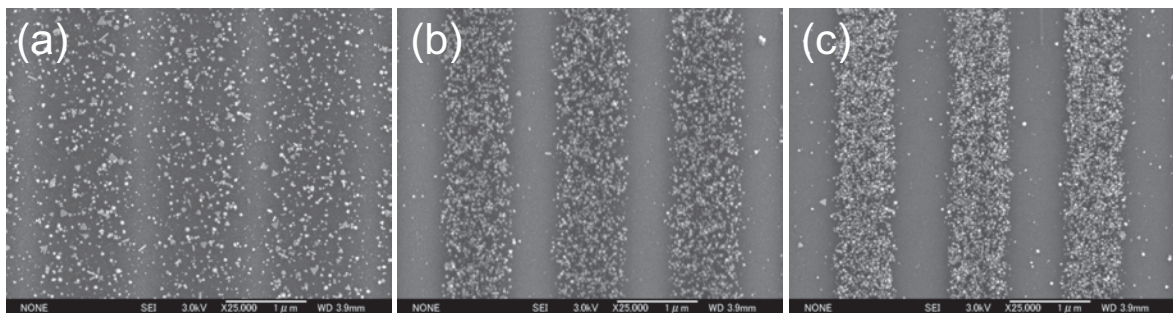


図2 EB 描画を(a)10, (b)30, (c)50  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$  で行った PVP パターン上に形成した金ナノ粒子の SEM 像。

# ナノシステム設計分野

客員教授 寺尾 潤 (H29.1.1 - H29.3.31)

## a) 概要

ナノスケールの被覆型 $\pi$ 共役ポリマー（分子ワイヤ）は、その優れた発光特性および加工性から、分子エレクトロニクスの発光素子として有望視され、共役鎖の構造に応じてポリマーの発光色を自在にチューニングする必要がある。その発光色変化には、モノマー構造に遡って主鎖骨格自体の HOMO-LUMO ギャップの調整を行うのが一般的である。本研究では、ナノスケールの分子ワイヤに対して、外部刺激（イオンの添加）により、その主鎖骨格を変更することなく蛍光色をコントロールすることに初めて成功し、簡便に可逆的な蛍光色チューニングを可能とした。

## b) 成果

### ・金属配位点を有する被覆型分子ワイヤの合成

本研究では、共役主鎖を一本ずつ環状分子で覆った $\pi$ 共役ポリマーに着目し、プラットフォームとなるポリマー1を設計した。1は、主鎖に連結した完全メチル化 $\alpha$ シクロデキストリンを用いたロタキサン構造によって、主鎖が被覆され、分子間相互作用が高度に抑制されている。同時に、配位部位は2つの PM  $\alpha$ -CD に挟まれたポケットの様な空間によって、金属が近接可能なスペースが提供されている。

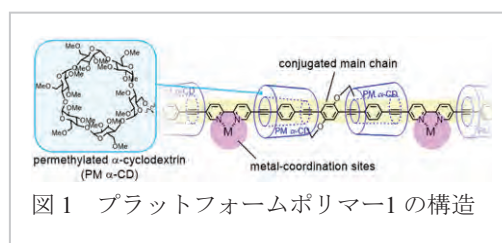


図1 プラットフォームポリマー1の構造

### ・イオンセンシングによる蛍光発光色変化

1の溶液に金属イオンを加えた際の蛍光色変化を調べた結果、典型金属を配位させた際に、発光波長のレッドシフトが生じた。その発光色は金属種の種類によって変化し、青緑色 ( $Zn^{2+}$ )、緑色 ( $In^{3+}$ )、黄色 ( $Sn^{4+}$ ) 等の様々な発光色へのチューニングが可能であった。次に、1の固体発光特性を調査した。その結果、いずれのポリマーについてもフィルム中で強い発光を示した。発光量子収率は高いもので46%に達し、これは固体 $\pi$ 共役メタロポリマーとしては非常に高い値である。発光極大波長についても溶液中とほぼ同様であり、溶液中と同等の発光色が得られた。一方で、非被覆型ポリマーを用いたリファレンス分子については、発光量子収率の大幅な低下や、発光波長の大きなレッドシフトが観測された。この様に1が有する高度な被覆構造によって、溶液中でチューニングした発光特性を損なうことなく固体中へと転写することが可能となった。さらに1は、個体状態でも金属への配位能力を維持している。1のフィルムを、 $Sn^{4+}$ を含む溶液に数秒間浸漬させると、浸漬部分の発光色が青から黄色へと変化し、 $Sn^{4+}$ イオンの配位が確認された。また、そのフィルムを  $In^{3+}$ を含む溶液に浸漬させると、 $Sn^{4+}$ が配位していた部分の発光色は黄色のまま変化せず、それ以外の部分が緑色の発光を示した。さらに、これらの配位した金属は、フィルムをアンモニア水に浸漬させることで容易に除去可能であった。

## ナノデバイス評価・診断分野

客員教授

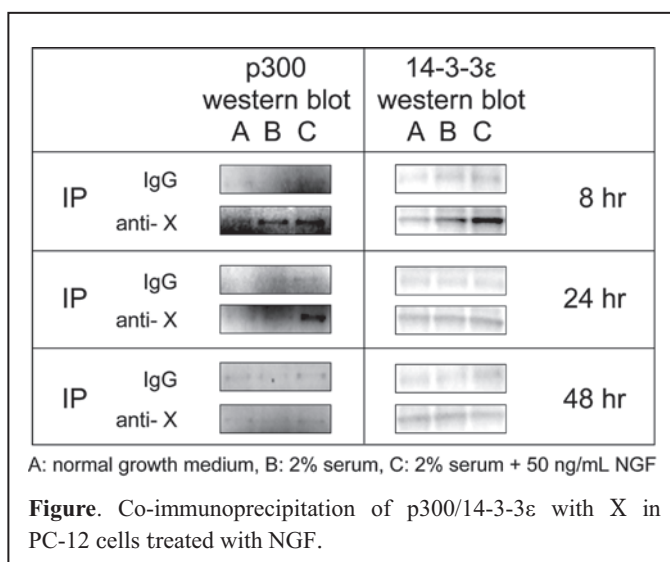
Michael KAHN (平成 28 年 5 月 2 日～平成 28 年 6 月 1 日)

### a) 概要

細胞膜と細胞核間のコミュニケーションは、細胞分裂・細胞分化・形態変化を含む一連の細胞内イベントの制御に決定的な役割を果たす。我々は、神経幹細胞が分化・形態的な変化を経て神経細胞になるという分化過程に起こる生化学的イベントを研究対象にしている。特に、神経細胞の分化を促し神経突起を惹起する中間過程、すなわち、“幹細胞性”からの逸脱、神経成長因子 (NGF) によって引き起される幹細胞/前駆細胞の分化・形態変化過程の研究に着手した。

### b) 成果

我々は、PC-12 細胞を用いるモデル・システムを使用して研究を開始した。PC-12 は神経堤細胞から樹立された“幹細胞様”の性質を持つ培養可能な細胞であり、NGF 処理によって増殖性を失い、神経細胞へ分化し神経突起を形成する。我々は、この初期過程の細胞周期の停止には、NGF 受容体によって集積された細胞膜からのシグナルが細胞核へ送達されることが必須であることを *in vitro* で明らかにした。この細胞内シグナル伝達の少なくとも一部は、おそらく CaMKII もしくは PKC が関与するプロテインキナーゼカスケードによって Kat3 転写活性化因子 p300 のセリン 89 がリン酸化されることが必要である。我々は、このセリン 89 のリン酸化が多くの細胞系において分化に必須であることを報告した (Rieger *et al.* JBC 2016)。興味深いことに、p300 セリン 89 は、14-3-3 タンパク質に対するコンセンサス認識配列中に存在しており、実際、NGF 処理によってセリン 89 がリン酸化されると、14-3-3ε と p300 の会合形成が促進されることを共免疫沈降実験によって確認した。さらに、神経細胞の分化初期過程に、ここでは便宜上 X とするタンパク質が関与していることを見出した。タンパク質 X は既知ではあるが、これまでその機能の詳細は明らかにされていない。細胞の状態によって、核内あるいは細胞質中のいずれにも局在し得る。X も 14-3-3 認識配列を持っており、14-3-3ε と p300 のいずれにも会合することを明らかにした (図、参照)。我々は、この X の p300 ならびに 14-3-3ε との会合形成が神経細胞の分化過程に重要な役割を担っていると考えている。本研究をさらに進展させるべく、現在、国立がんセンター研究所・尾野雅哉博士との共同研究により、分化過程にある PC-12 細胞中で X、14-3-3ε および p300 と相互作用するタンパク質の網羅的解析を遂行中である。



## ナノデバイス評価・診断分野

客員教授 Song Jong Hyun (平成 28 年 7 月 4 日 ~平成 28 年 8 月 29 日)

### a) 概要

遷移金属酸化物は強磁性半導体特性や強誘電性を示す魅力的な物質群である。本共同研究では、微細加工技術（フォトリソグラフィ法）と薄膜結晶技術（パルスレーザ堆積法）組み合わせることにより一次元ナノヘテロ構造界面の形成を行い、低次元ナノヘテロ構造界面の創製と電気伝導特性、磁気輸送特性評価により新規物性開拓を行い、省エネルギー酸化物ナノエレクトロニクス/スピントロニクスを実現する為の研究を行う。

### b) 成果

大きなスピン-軌道相互作用を有し、次世代のスピントロニクス物質として期待される酸化物  $\text{SrIrO}_3$  において、パルスレーザ堆積法により良好なエピタキシャル薄膜を形成した。その上でフォトリソグラフィを用いて、1 次元的マイクロワイヤ構造を作製した（ワイヤ幅 $\sim 5\mu\text{m}$ ）。作製した  $\text{SrIrO}_3$  マイクロワイヤは、電気伝送測定において異常が見られた。また併せて、新奇な 2 次元高速電子伝導、強磁性、超伝導などの物性を発現する  $\text{LaAlO}_3/\text{SrTiO}_3$  酸化物人工格子ヘテロ構造界面を作製し、リソグラフィによる一次元ナノワイヤ化を行った。今後、更なるナノ構造化を進め新奇低次元物性の創出を目指す。

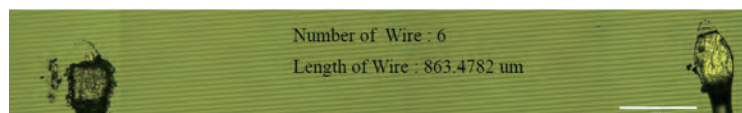


図 1 パルスレーザ堆積法およびフォトリソグラフィで作製したエピタキシャル  $\text{SrIrO}_3$  マイクロワイヤ光学顕微鏡像

## ナノデバイス評価・診断分野

客員准教授      Stanislav JURECKA      (平成 28 年 9 月 12 日～平成 28 年 10 月 21 日)

### a) 概要

小林研究室は、シリコン基板表面にシリコンナノクリスタル層を形成し、3%以下の極低反射率を有するシリコン表面を形成する化学的転写法を開発してきた。シリコンナノクリスタルのサイズは表面近傍では小さく、深さと共に増加することがわかっている。Jurecka 准教授は、極低反射表面構造と光学特性の数値解析を行ってきた。そこで、シリコンナノクリスタル層の光学的性質、特に屈折率、消衰係数、及びバンドギャップの深さ依存性を求めるために、小林研究室で Jurecka 准教授と分光エリプソメトリー測定やフォトルミネッセンス測定を行い、数値解析する。次に、パッシベーション処理がシリコンナノクリスタル層に及ぼす物性変化を見出す。これらの研究から、極低反射率と高い少数キャリアーライフタイムを同時に達成できる条件を見出し、結晶シリコン太陽電池の高効率化につなげる。

### b) 成果

#### ・化学的転写法により形成したシリコンナノクリスタル層の物性

小林研究室にて、化学的転写法を用いて、シリコン表面にシリコンナノクリスタル層を形成して、極低反射表面を作製した。Jurecka 准教授とシリコンナノクリスタル層のエリプソメトリー等の光学的測定や、フォトルミネッセンス測定を行い、数値解析を行った。同じ試料で、TEM 観察を行い、光学的測定から求める空孔率や微視的構造の深さ依存性と良い一致することを見出した。現在、パッシベーション処理後のシリコンナノクリスタル層について、同様の解析を行い、最適なパッシベーション条件を探索中である。

## ナノテクノロジー産業応用分野

客員教授

Sylvain Jugé (平成 28 年 4 月 1 日～平成 28 年 5 月 6 日)

### a) 概要

スピロ骨格は、一つの高級元素を中心に含むビシクロ環を有し、二つの環は互いに直交する構造を持つ。軸性キラリティーを有するビフェニル骨格やビナフチル骨格などに比べ剛直であり、その剛直性由来の高い薬理活性や不斉合成反応における高い立体選択性が期待できる。興味深い特徴を有するスピロ骨格は、複雑分子の合成や新規触媒の創製には不可欠であり、その不斉合成は、重要研究課題の一つとなっている。

### b) 成果

#### ・エナンチオ選択的ドミノ反応によるスピロオキシインドール誘導体合成

キラルなスピロオキシインドール骨格は、多くの天然物や生理活性物質に見られ、これまでに本キラル骨格の構築研究が数多く報告されている。今回、我々は複数の不斉炭素を有するスピロオキシインドール類の簡便合成法を開発し、Elacomine の不斉合成への応用を検討すべく研究を開始した。その結果、インドール誘導体の末端アミノ基を Ts 基、環状アミド部位を Boc 基で保護した **1a** とイノン **2a** に対して、バリンから誘導したキラル有機分子触媒 **3** をトルエン溶媒中、 $-60^{\circ}\text{C}$  で作用させると目的のダブルマイケル反応が進行して、最高 75% 収率、84% ee で **4a** が単一ジアステレオマーとして得られることを見出した。

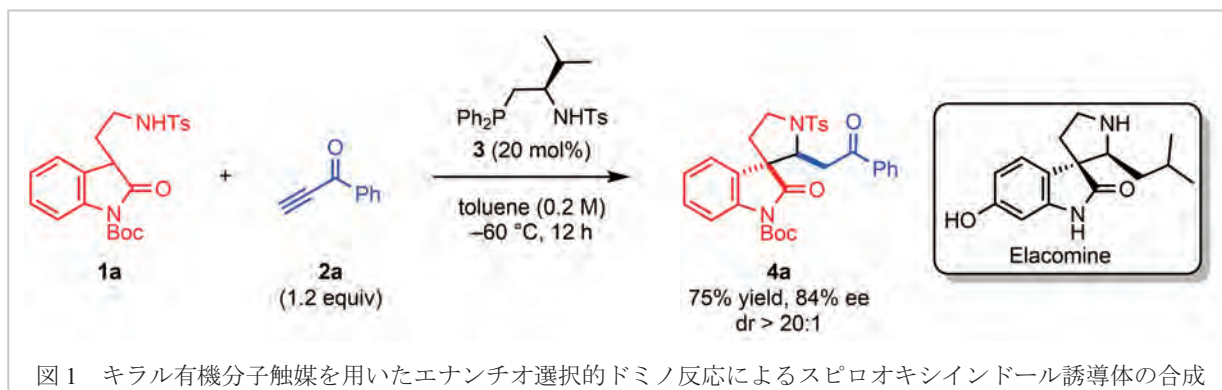


図1 キラル有機分子触媒を用いたエナンチオ選択的ドミノ反応によるスピロオキシインドール誘導体の合成

# ナノテクノロジー産業応用分野

客員准教授 ミンシャン ヤン (平成 28 年 5 月 9 日～6 月 24 日)

## a) 概要

本研究では、公共空間での監視タスクなどへの応用を目的として、歩行者映像から人物領域を抽出する手法について取り組む。具体的には、入力映像と歩行者に対する外接矩形の追跡系列が与えられると、グラフカット領域分割とスーパーボクセル領域分割に基づいて、歩行者の人物領域を抽出する。

## b) 成果

### ・時空間的に一貫したスーパーボクセル領域分割

本プロジェクトでは、歩行者領域抽出のためのグラフカットアルゴリズムに基づく時空間的に一貫性の取れたスーパーボクセル領域分割手法について取り組む。具体的には、入力映像と歩行者に対する外接矩形の追跡系列が与えられると、グラフカットアルゴリズムの計算の効率化のために、時空間のスーパーボクセルに分割する。次いで、前景（人物領域）と背景の色に対する混合ガウス分布を学習して、グラフカットアルゴリズムにおける T-link として設定する (図 1)。また、時空間的な隣接性を考慮した N-link を設定して、時空間的に滑らかな領域分割結果を取得する (図 2)。最後に、構築されたグラフに対して、グラフカットアルゴリズムを適用することで、最終的な領域分割結果を取得する (図 3)。

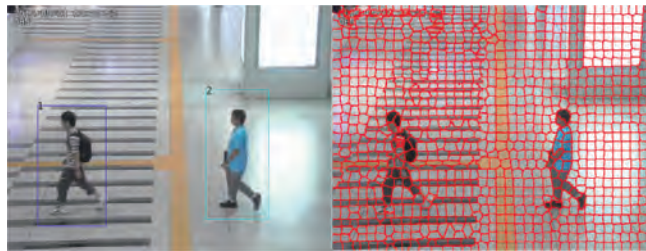


図 1. 入力画像と外接矩形 (左)、スパートせ得領域分割 (右)

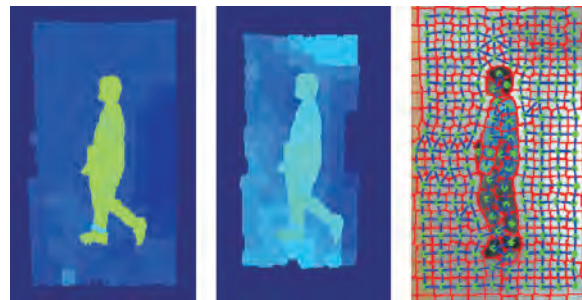


図 2. 歩行者に対する背景 T-link (左)、前景 T-link (中央)、空間隣接に関する N-link (右)



図 3. 入力画像と外接矩形 (左)、最終の領域分割結果 (右)

# ナノテクノロジー産業応用分野

客員准教授

Mohamed Almokhtar Mohamed Mahmoud (平成 28 年 7 月 8 日～9 月 30 日)

## a) 概要

グラフェンはスピン軌道相互作用や核スピンによる超微細相互作用が弱いことから、スピントロニクスのようなスピンが関係した応用に適した材料である。そのため、最近ではグラフェンへのスピン注入やグラフェン量子ドットデバイスやクーパー対分離素子などの研究が盛んに行われている。本研究ではグラフェン量子ドットデバイスの作製に取り組んでいる。

## b) 成果

### ・グラフェン多重量子ドット

まず、化学気相成長法により、銅箔上にグラフェンを合成した。銅箔をエッチングし、合成したグラフェンを Si/SiO<sub>2</sub> 基盤上に転写した。電子ビームリソグラフェンとプラズマエッチングにより、ドット状の構造を持つようにグラフェンをエッチングした。その後、電子線蒸着により、ソースドレイン電極 (Ti/Al 5nm/80nm) を作製した。図 1 に走査型電子線顕微鏡像を示す。は量子ドットの大きさは約 150 nm 程度の大きさである。希釈冷凍機により、20 mK 程度の温度で測定を行った。

図 2 にグラフェン量子ドットのコンダクタンスを示す。量子ドットの典型的な特性であるクーロンダイヤモンドが観測された。しかしながら、グラフェン量子ドットの端が波になっていることがわかる。これは帯電エネルギー 5 meV の量子ドットの他にもう一つ大きさが異なる量子ドットが存在することを示している。並の大きさから、もう一つの量子ドットの帯電エネルギーは 1 meV 程度である。帯電エネルギーが 5meV と大きく、大きさが小さい量子ドットはおそらく、グラフェン量子ドットとソース・ドレインとの間のくびれになっている構造の場所にできたのではないかと考えられる。このことから、グラフェンは微小なくびれ構造をつくるだけで量子ドット化することがわかった。

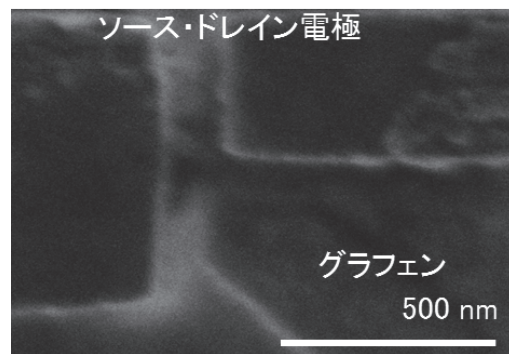


図1 グラフェン量子ドットの走査型電子線顕微鏡像。

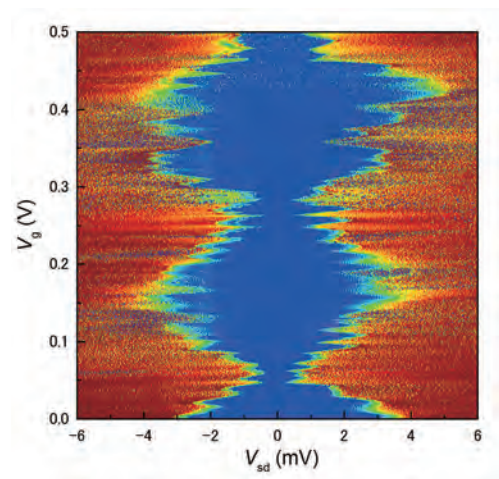


図2 グラフェン量子ドットのコンダクタンスカラーマップ。



## ナノテクノロジー産業応用分野

客員教授

Duck-Kyun CHOI (平成 28 年 10 月 3 日～平成 28 年 11 月 30 日)

### a) 概要

これまで、CHOI 研究室で InGaZnO 薄膜を作製し、欠陥準位を低減するために小林研究室で開発された HCN 法によって、また、表面準位を消滅させるために硝酸酸化法によって処理を行う研究を行ってきた。そこで、小林研究室で HCN 法と硝酸酸化法による InGaZnO 薄膜の表面化学種の変化を、X 線光電子分光法とフーリエ変換赤外吸収分光法で観測する。さらに、CHOI 研究室で薄膜トランジスタも作製し、トランジスタ特性を評価する。これにより、HCN 処理と硝酸酸化処理を最適化することによって、トランジスタ特性の向上を目指す。

### b) 成果

#### ・ IGZO 薄膜トランジスタの硝酸酸化法と HCN 法による高性能化に関する研究

CHOI 研究室で作製した InGaZnO 薄膜基板を、小林研究室で HCN 法や硝酸酸化法を用いて処理し、X 線光電子分光法とフーリエ変換赤外吸収分光法で観測した。現在、CHOI 研究室にてこれらの試料を用いて薄膜トランジスタを作製中である。今後、薄膜トランジスタのドレイン電流 - ドレイン電圧測定とドレイン電流 - ゲート電圧測定を行い、駆動電圧、ゲートリーク電流、S 値などを求める。さらに、X 線光電子分光法とフーリエ変換赤外吸収分光法の結果も用いて、HCN 法や硝酸酸化法の InGaZnO 薄膜トランジスタ特性への効果を解明する予定である。

## 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。2016年度は14研究室から135件の加工依頼があった。また図1に2005年度の発足以来の依頼先と依頼件数の推移を示した。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ゆきたい。

2016年度は新規な加工依頼として、粒径によって対象物を分離するデバイスの試作依頼があった。最初

の試作として天井の高さが2段階で変化する流路を作製し、プラスチックビーズの分離を試みた。図2に試作品の概念図とビーズを分離した様子を示した。流路は透明なシリコンゴム（ポリジメチルシロキサン）製であるため柔らかい。一方、流路の一番天井の低い場所は高さが $0.5\mu\text{m}$ になっており、広い面積で低い天井を作製すると天井がたわみ流路を塞いでしまう。そこで天井が低い部分を限定し、柱で支える構造にした。図2(b)において緑色に見える部分が流路で、灰色に見える部分は柱となっている。図2(c)は右側から直径 $6\mu\text{m}$ と $1\mu\text{m}$ のビーズを流し込んだ様子を表している。設計通りにビーズが分離されている様子が見られる。しかし、この構造では分離できるビーズの量は流路の流れ方向の断面積に依存し、すぐに詰まって分離できる量が限られてしまう。現在ではこの設計は中断し、既存のフィルターを流路内に組み込む試作を行っている。

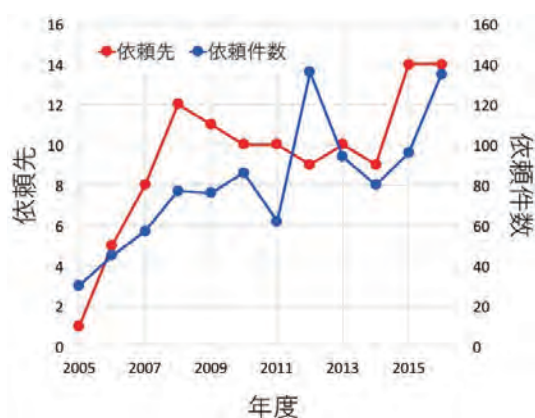


図1 2005年度以来の活動記録

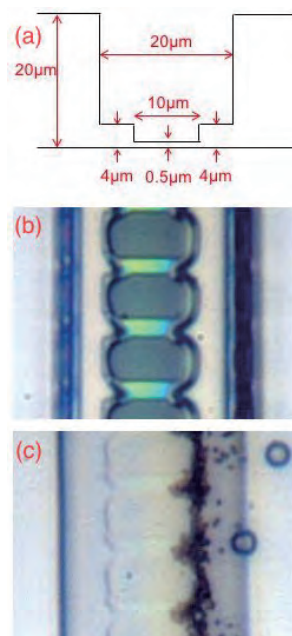


図2 (a): 流路の断面図。(b): 流路の写真。緑色のラインが溶液の流れる部分で、(a)の断面図はこのラインに沿った図を表す。(c): 直径 $6\mu\text{m}$ と $1\mu\text{m}$ のビーズを流し込んだ様子。設計通りに分離されている。

# ナノテク先端機器室

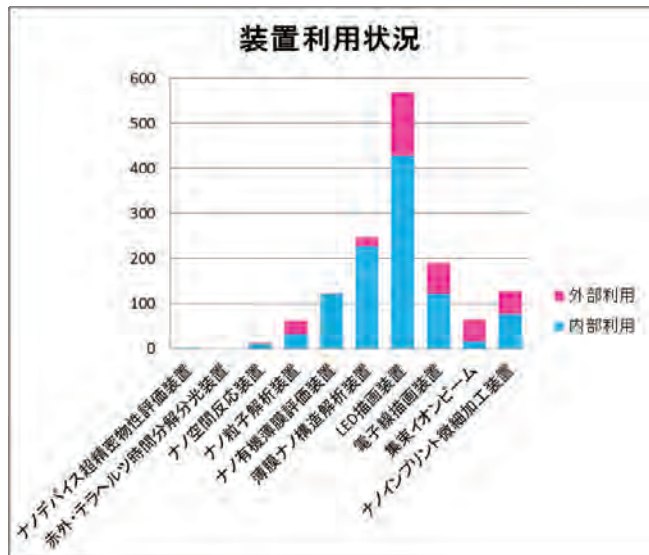
室長（兼任）教授            田中 秀和  
 特任技術職員            佐久間 美智子

## 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

先端機器室の装置別の利用状況を右のグラフに示す。利用総数は 1399 件で前年度と比較して 243 件増加。



## 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	（～平成 28 年 6 月 30 日）
	竹田 精治	（平成 28 年 7 月 1 日～）
教授（兼任）	田中 秀和	
	谷口 正輝	
特任教授（兼任）	森 博太郎	
助教（兼任）	小林 慶太	
特任助教	北島 彰	
	法澤 公寛	
特任研究員	柏倉 美紀	
	樋口 宏二	
	谷口 隆	
	近田 和美	
技術補佐員	前川 芳美	
事務補佐員	下満 恭子	
	圓見 恵子	
派遣職員	山崎 昌信	（～平成 29 年 3 月 31 日）

### 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

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

#### ③ 分子・物質合成プラットフォーム

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

### b) 成果

本事業による国内外・学内外のナノテクノロジー研究をサポートする先端共用施設として、産業科学研究所が保有する微細加工と分子・物質合成（薄膜合成）、そして超高圧電子顕微鏡センターが保有する微細構造解析の3つのプラットフォームを融合・複合化し、ナノスケールプロセスやナノ構造・機能の解析に必要な施設・装置・技術等の提供による総合的な研究支援を行った。また本年度は本事業の5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158件の支援を行った。平成28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：平成28年度の支援課題件数（成果公開事業（成果公開猶予を含む））

	微細構造解析				微細加工				分子・物質合成				合計			
	学	独	産	計	学	独	産	計	学	独	産	計	学	独	産	計
機器利用	11	2	7	20	44	5	9	58	34	1	10	45	89	8	26	123
共同研究	17	0	3	20	3	0	0	3	2	0	0	2	22	0	3	25
技術代行	4	0	1	5	0	1	1	2	1	0	0	1	5	1	2	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	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
合計	34	2	11	47	47	6	10	63	37	1	10	48	118	9	31	158

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。平成28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
平成28年12月19日	大阪国際大和田高校	高校生	11
平成29年1月30日	水素・燃料電池革新技術セミナー	企業	57
平成29年3月8日	Eva Olsson 教授(Chalmers University of Technology Sweden)	国外	2

拠点活動紹介および技術研鑽の場の提供のため、展示会場での利用活動紹介やナノテクノロジープラットフォーム技術支援者交流プログラムでの技術支援者を受け入れた。平成28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
平成28年7月29日 平成28年8月17-19日 平成28年9月26-29日 平成28年10月12日	微細加工プラットフォーム設備セミナー（第1～4回）	企業、大学、公的機関など	計35
平成28年8月10日	夏の研究室体験	大学院生	4
平成28年8月17-5日	大阪大学ナノサイエンス・ナノテクノロジー高度学際教育研究プログラム ナノエレクトロニクス・ナノ材料学	企業	4
平成28年11月1-2日	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	約30
平成29年1月30日	水素・燃料電池革新技術セミナー	企業	57
平成29年2月2日,7日	ナノ工学	大学院生	22
平成29年2月15日	Nanotech2017（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	988

## [ 附 3 ] 共通施設、技術室、事務部の組織と活動

---

## 総合解析センター

センター長（兼任）教授	加藤 修雄
准教授	鈴木 健之
助教	周 大揚、朝野 芳織
助教（兼任）	竹中 和浩、二谷 真司、麻生 亮太郎、後藤 知代、西野 美都子
技術職員（兼任）	田中 高紀、松崎 剛、羽子岡 仁志、村上 洋輔
技術補佐員	石橋 武、藤崎 充
事務補佐員	谷 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。

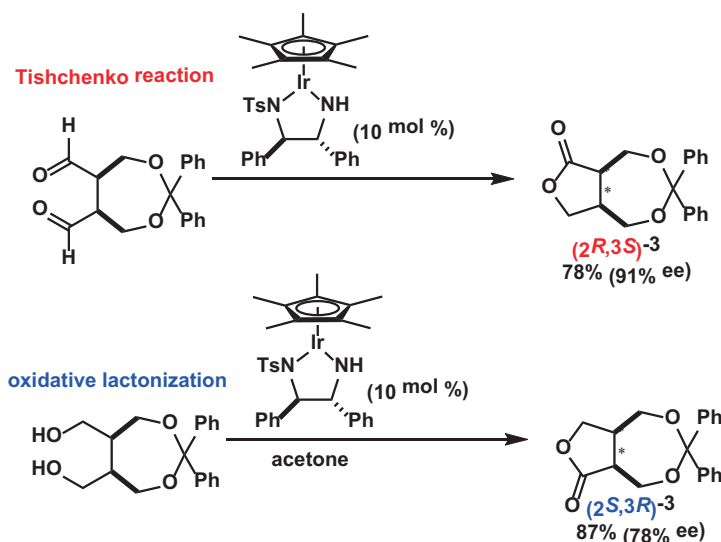
産業科学研究所内研究部門のプロジェクト研究、基盤研究、および一般基礎研究などの遂行に当たり、当センター所属の分光分析機器、組成分析機器、状態分析機器類を用いる各種材料スペクトル測定、解析、評価などを通じて強力な研究支援活動を行っている。

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

#### ・イリジウム触媒を用いる不斉 Tishchenko 型反応の開発

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。反応メカニズムを考察するため、さらに対応する1, 4ジオールを基質として酸化的ラクトン化反応の条件に付したところ逆の絶対配置を有するラクトン体が得られることが分かった。すなわち同じ絶対配置を有する不斉触媒を用いても反応をTishchenko型にするか酸化的ラクトン化にするかにより、絶対配置の逆のラクトンを合成可能なことを意味する。逆の絶対配置の不斉配位子が入手困難な場合に、反応の選択により目的物の絶対配置を制御できることは有用であると考えられる。



不斉イリジウム触媒反応によるTishchenko型反応と酸化的ラクトン化反応

## 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、真嶋 哲朗、古澤 孝弘
准教授（兼任）	藤塚 守、川井 清彦、楊 金峰、室屋 裕佐
助教（兼任）	小林 一雄、近藤 孝文、入澤 明典、山本 洋揮、 菅 晃一、小阪田 泰子
特任助教（兼任）	金 水縁
技術職員	古川 和弥、岡田 宥平
技術補佐員	久保 久美子

### 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、3 名の非常勤職員および兼任教員で構成されており、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 15 件、学内から 14 件、学外の研究者を含むものが 10 件、拠点から 10 件、企業から 1 件の合計 50 件であった。（図 1）

量子ビーム科学研究施設研究会を 2 回開催し（平成 28 年 7 月 12 日、平成 29 年 2 月 17 日）、平成 28 年度成果報告会を平成 29 年 3 月 1 日に開催した。また 104 名以上の施設見学があった。

① 電子線形加速器（L バンドライナック、RF 電子銃 S バンドライナック） 全ての電子線形加速器（ライナック）の平成 28 年度の保守日を除いた総利用時間は 3,694 時間、総利用日 287 日、加速器利用の総課題件数 35 件であった。

特に L バンド電子ライナックについては、保守日を除いた運転日数は 203 日、テーマ数 31、通算運転時間は約 2,514 時間であった。利用内容を図 2 に示す。本年度作業内容の主なものは以下の通りである。

電子銃関係では、27 MHz グリッドパルサー用の基板の故障が発生した。故障中は予備基板で運転し、故障基板は発熱により損傷したトランジスタを交換した。また昇圧タンク内の接触不良改善や

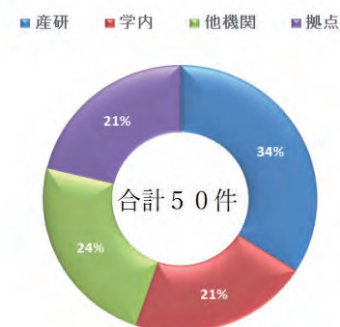


図 1. H28 年度テーマ件数



EO コンバータ用の 6 V 電源の交換を行った。冷却装置関係では冷凍機のインナーサーマルの原因であったモータープロテクタの交換や、冷媒漏れの起きた制水弁の交換を行った。また 1 次側冷却水の全フィルター交換を行い、バルブの劣化やフィルターの汚れも顕著であることから、バルブの交換、フィルター増設、ポンプ交換、クーリングタワー充填剤交換、流量計の設置等の大幅な更新を行った。半導体スイッチは 1 年間以上無故障での運転を行うことができたが、逆電圧対策用のダイオードを取り付けて運転した際に制御基板が損傷した。損傷した基板は交換して運転を再開しているが、今後ノイズ対策を進める予定である。制御関係では現状の

Windows2000 のシステム更新のため、データベースとして MySQL、PLC との通信用に JAVA、ユーザーインターフェース用に C#を用いた Windows10 で動作するプログラムの開発を進めている。

### ② コバルト 60 ガンマ線照射装置

コバルト 60 ガンマ線照射施設の利用課題数は 26 件、利用回数は 97 日、総利用時間は 1,201 時間であった。利用内訳を図 3 に示す。本年度は業者に委託する施設点検を 7 月に実施し、線源駆動系の改修工事、及びインターロック用接点の改修工事を 3 月に実施した。

### ③ 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 53 名であった。大学全体で行う教育訓練未受講者、並びに新規 X 線等取扱等業務従事者 55 名に対し、5 月 18 日に教育訓練を産研講堂で実施した。年 2 回の法令で定める施設自主点検を行い、必要な処置を行った。

#### ・硫黄化合物酸化活性種のパルスラジオリシス時間分解共鳴ラマン分光

生体内抗酸化過程において重要な役割を担っている硫黄化合物の一電子酸化活性種を阪大産研 L バンドライナックからの 8 ns 電子線により放射線化学的に高密度生成させ、その分子構造をパルスラジオリシス時間分解共鳴ラマン分光により明らかにした。チオアニソール誘導体一電子酸化活性種ではセミキノイドとキノイド型構造の 2 種を検出し、それらの二量化反応との関係を明らかにすることができた。

・電子ライナックを用いた陽電子ビーム生成 RF 電子銃ライナックの移設に伴い、これまで利用してきた S バンドライナックと共有してきたクライストロン・モジュレータが 1 セットなくなったため、最大エネルギーが 150 MeV から凡そ 100 MeV 程度に減少し、陽電子発生に利用できるエネルギーも約 70 MeV 程度になると予想される。このため、ライナックの電流電圧特性の計測と、陽電子発生部の再検討が必要である。ライナックについてはこれまで運転を行ってきたが、以前熱交換器が錆びついて交換した際、その時のさびと思われる異物がなかなか取れず、循環水を運転しながらフィルターを交換し、除去を試みてきたが、11 月には冷却水ポンプ自体が故障した。この対策・修理等で 3 月までかかってしまい運転ができなかった。一方、陽電子発生部についても、特にタングステン箔からなるモデレータをサイズダウンした、複層構造のモデレータについて、数値計算を基に検討を行い、現在製作に取り掛かっているところである。

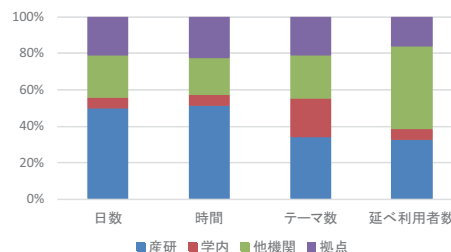


図 2. L バンドライナック利用実績

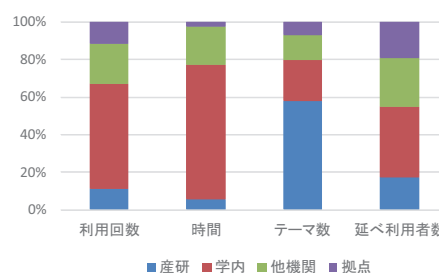


図 3. コバルト 60 利用実績

## 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	駒谷 和範
室員（兼任）教授	田中 秀和
室員（兼任）准教授	金崎 順一
室員（兼任）准教授	和田 洋
産学・国際連携推進室長（兼任）教授	菅沼 克昭
室員（兼任）教授	永井 健治
室員（兼任）助教	武田 龍
室員（兼任）准教授	家 裕隆

### 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・受入プログラムなど、多彩な教育活動を企画・実行するとともに、全学に新設されたナノサイエンス・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を立案・実行している。

# 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、10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（現ラボ長は槇原准教授）。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。韓国・忠南大学校自然科学大学および韓国・浦項工科大学校との間の先端材料研究（AMR）および光応答物質科学研究（PMR）連携研究ラボ、また中国・上海大学との間の ESR 連携研究ラボは、真嶋教授をラボ長とし、先端材料科学研究および光応答物質科学研究に関連する連携研究ラボを各々の機関内に設置し、活発な相互訪問、在籍によって連携研究を行っている。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 GRL 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。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. 浦項工科大学校-PMR ラボ

1. 酸化チタン光触媒
2. 可視光応答型光触媒
3. 光触媒による人工光合成

### 3. 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

### 4. 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
  
5. 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
  
6. 忠南大学校自然科学大学-AMR ラボ
  1. 先端物質の合成
  2. 先端物質の性質
  3. 先端物質の機能化
  
7. 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
  
8. 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
  
9. 鮮文大学校- EMGRL ラボ
  1. 高機能光触媒の創製と環境保全システムへの応用
  2. 広波長領域光応答型材料の設計とエネルギー分野への展開
  3. フォトンマネージメント機能性材料の設計
  
10. 上海大学- ESR ラボ
  1. 物質変換の環境科学
  2. 環境適合型触媒
  3. 環境適合型材料

# 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 4 附置研究所間で、さらに平成 22 年度からは 5 附置研究所間アライアンスプロジェクトを実施した。これら長年に渡る物質・デバイス研究分野における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新規な共同研究・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新たな取り組みを行う「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」プロジェクトを本平成 28 年度より開始した。

本プロジェクトでは、産研および東北大多元研のほか、北海道大学電子科学研究所（電子研）、東京工業大学化学生命科学研究所（化生研）および九州大学先導物質化学研究所（先導研）の 5 附置研究所がネットワークを組むことで、研究所横断型の共同研究を、「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 グループに分かれて研究課題を設定し、戦略的で卓越した融合研究を推進することで、人と環境と物質とを繋ぐイノベーション創出を志向したプロジェクトを展開している。

これらの活動に加え、ダイナミック・アライアンスでは、若手人材育成を効果的に推進するために、若手研究者をリーダーとして滞在型の濃密な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、若手研究交流会、院生を対象とした次世代若手プログラムの推進、更には技術支援シンポジウムなど研究支援組織のネットワーク活動推進と積極的なプロジェクト関与などのプログラムを実施し、コバレント（濃密な）およびダイナミックを基軸とし、人材・機器・場所のシェアリングを通じた戦略的融合研究の推進を図った。これらを実践する上で、本ダイナミック・アライアンスは、「物質・デバイス領域共同研究拠点」と相補的かつ密接なプログラム連携を取りながら展開した。

なお、本プロジェクトは産研をプロジェクト事業本部とし、中谷和彦所長（事業本部長）のもと 5 研究所からなる運営委員会により運営すると同時に、多様なサポートを含めた実務運営を進めるためにコア連携センター会議を設置している。産研からの委員は、関野 徹教授（アライアンス運営委員長）、小口多美夫教授、田中秀和教授である。また、各研究グループのメンバー（H28.4 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（10 名）

関谷 毅 教授（副リーダー）、松本和彦 教授、安蘇芳雄 教授、大岩 顕 教授、小口多美夫 教授、古澤孝弘 教授、田中秀和 教授、吉田陽一 教授、鷺尾 隆 教授、能木雅也 准教授

### (G2) 「環境エネルギー 物質・デバイス・プロセス」研究グループ（7 名）

小林 光 教授（副リーダー）、菅沼克昭 教授、関野 徹 教授、竹田精治 教授、真嶋哲朗 教授、田中慎一郎 准教授、誉田義英 准教授

### (G3) 「生命機能 物質・デバイス・システム」研究グループ（12 名）

西野邦彦 教授（副リーダー）、加藤修雄 教授、黒田俊一 教授、駒谷和範 教授、笹井宏明 教授、谷口正輝 教授、中谷和彦 教授、永井健治 教授、沼尾正行 教授、山口明人 特任教授、槇原 靖 准教授、鈴木健之 准教授

## 試作工場

工場長（兼任）教授		笹井 宏明
技術職員（技術室所属）	機械加工室	大西 政義、松下 雄貴
技術職員（技術室所属）	ガラス加工室	松川 博昭、小川 紀之

### 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。CNC 旋盤、CNC 円筒研削盤、5 軸加工機、3 次元 CAD/CAM、レーザー加工機をはじめ機械設備の充実を図り、加工範囲の拡充・高精度化などに努めている。

### b) 成果

今年度は、再雇用（ガラス加工室）を含め 4 名体制で、何とか依頼に対応する事が出来た。また、技術室として取り組む、産研・阪大のイベント（安全講習会・いちよう祭・ものづくり教室）などに室員全員で参加・協力し、産研および地域に貢献できた。さらに、技術室報告会の開催をはじめ、技術研究会、シンポジウム、導入された 3 次元 CAD/CAM について研修会への参加や、自己研鑽に努めている。機械加工室においては、3 次元 CAD を用いて複雑な形状の治具製作を設計から製作まで行った。さらに、部品アセンブリや強度シミュレーションなどを活用し、適切な構造での装置設計を行うなど、研究者の求める品物をいち早く正確に設計製作するノウハウが充実してきている。

#### ・年間依頼処理件数

235 件（前年度 254 件）

[機械加工室 152 件（前年度 172 件）、ガラス加工室 85 件（前年度 82 件）]

#### ・いちよう祭一般公開来場者数

2016 年 5 月 1 日~2 日：280 名

## 電子プロセス実験室

室長（兼任）教授	駒谷 和範
教授（兼任）	松本 和彦
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
助教（兼任）	木山 治樹
助教（兼任）	武田 龍

### a) 概要

電子プロセス実験室は、平成3年（1991）に設置されたものである。当実験室は、光・電子材料、量子分子素子材料、有機素子材料などに関連した研究で必要とされる共通のプロセス関係の装置と、音響測定や心理実験に利用可能な無響室とを備えている。これらにより、いろいろな素子材料のプロセス技術の向上や音に関連する技術の向上を図り、研究の展開に役立てることを目的としている。

設備としては、表面構造を調べるための原子間力顕微鏡・デジタル光学顕微鏡、パターン形成を行うためのフォトリソグラフィ装置、各種の絶縁層・電極形成を行うためのスパッタ薄膜形成装置・真空蒸着装置・電子ビーム蒸着装置、微細加工を行うための反応性イオンエッチング装置、端面形成のための劈開機、配線のためのワイヤーボンダー装置、小規模クリーンルームなどが設置されている。また無響室は4.0m×7.2mの広さがあり（高さ4.0m）、室内音圧レベルは30dB以下となるよう設計されている。

### b) 成果

当実験室は、各種材料に対する構造解析、表面解析、電極形成の実験研究や、これらをもとに各種材料の電気的性質等の測定、光素子、電子素子、分子素子などの試作、さらには音響測定等に寄与している。本年度は7研究室・施設の利用があった。

また次年度に、本実験室を無響実験室へと改組することを審議のうえ上申して認められ、改組に向けて既存装置の大幅な整理を実施した。

## 図書室

教授（兼任） 永井 健治  
図書職員 小笠原 静華  
事務補佐員 高田 香都子

### 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	5,037 冊	和雑誌	160 種	新聞	6 種
欧文図書	1,9415 冊	洋雑誌	496 種		

#### ・平成 28 年度受入・除却図書数

受入図書冊数	192 冊
不用図書除却数	4 冊

#### ・平成 28 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）	750 冊
学内 9 図書館室への産研所蔵資料貸出数	148 冊
学内・学外からの文献複写取寄せ数	22 件
学内への文献複写提供数	7 件

（平成 29 年 3 月 31 日現在）



## 施設管理室

教授（兼任） 古澤 孝弘  
派遣職員 星川 晴美（平成 28 年 10 月 31 日まで）  
特任事務職員 大橋 佳代子（平成 28 年 10 月 1 日採用）

### a) 概要

施設管理室は産業科学研究所のオープンラボラトリー（以下「オープンラボ」という。）及び研究分野基準スペースの円滑な管理並びに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

2016 年度ナノテクオープンラボの利用は、以下に示す 12 の研究代表者。

研究代表者	所属	研究代表者	所属
小林光 教授	産業科学研究所	森勇介 教授	工学研究科
松本和彦 教授	産業科学研究所	藤原康文 教授	工学研究科
山口明人 特任教授	産業科学研究所	高橋幸生 准教授	工学研究科
古澤孝弘 教授	産業科学研究所	伊東一良 特任教授	産学連携本部
吉崎和幸 特任教授	産業科学研究所	田村進一 名誉教授	医学系研究科
田中秀和 教授	ナノテクノロジー設 備供用拠点		
谷口正輝 教授	ナノテクノロジー設 備供用拠点		

## 情報ネットワーク室

室長（兼任）教授	大岩 顕
教授（兼任）	駒谷 和範
教授（兼任）	菅沼 克昭
教授（兼任）	黒田 俊一
教授（兼任）	谷口 正輝
准教授（兼任）	河原 吉伸
准教授（兼任）	長尾 至成
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 20th SANKEN International Symposium, ISIR, Osaka University, The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, ISIR, Osaka University, The 4th KANSAI Nanoscience & Nanotechnology International Symposium, Osaka University, The 12th HANDAI Nanoscience & Nanotechnology International Symposium, Osaka University

4th Conference of SANKEN Core to Core Program, 5th imec Handai International Symposium

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

平成27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 (494 件)  
ユーザー登録

## 産学連携室

室長（兼任）教授	永井 健治
教授（兼任）	松本 和彦、関野 徹、黒田 俊一、吉田 陽一
特任教授（兼任）	清水 裕一
特任助教	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

研究開発シーズを紹介する講演会を4回開催した。

<開催回>      <開催日>                                      <テーマ>

第1回      平成28年5月13日      「未来を拓くサイエンスⅡ - 産研教授が語る研究の夢 -」

第2回      平成28年8月5日      「自動化の現状と展望」

第3回      平成28年11月11日      「進化するセンシング」

第4回      平成29年2月3日      「産業科学からイノベーションへ」

##### ②産研ざっくばらんトーク開催

研究内容を紹介し意見交換を行う会を8回開催した。

##### ③研究内容紹介冊子発行

産業界向けに研究内容を紹介する冊子「研究紹介リサーチ2016」を発行した。

<http://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

参加件数：10件

JST 大阪大学新技術説明会（平成28年7月21日、JST 東京本部別館ホール）

イノベーション・ジャパン2016（平成28年8月25,26日、東京ビッグサイト）

大阪大学イノベーションフェア（平成28年11月15,16日、マイドーム大阪）

JST オープンイノベーションフェア WEST（平成29年2月7,8日、ナレッジキャピタル）

国際ナノテクノロジー総合展（平成29年2月15,16,17日、東京ビッグサイト）

他

#### ・企業リサーチパークの活用

企業利用：23社 [新規利用：4社]

#### ・共同研究等のコーディネート

成立件数：4件

#### ・新産業創造支援

新産業創造研究会の開催支援を行った。件数：4研究会（開催回数合計：14回）

## 広報室

室長（兼任）教授	大岩 顕
教授（兼任）	安蘇 芳雄（平成 28 年 9 月 30 日まで）
教授（兼任）	関野 徹
教授（兼任）	黒田 俊一
教授（兼任）	鷲尾 隆（平成 28 年 10 月 1 日から）
教授（兼任）	小口多美夫（平成 28 年 10 月 1 日から）
准教授（兼任）	多根 正和（平成 28 年 9 月 30 日まで）
准教授（兼任）	岡島 俊英（平成 28 年 9 月 30 日まで）
准教授（兼任）	神吉 輝夫
准教授（兼任）	松本 健俊（平成 28 年 10 月 1 日から）
准教授（兼任）	滝澤 忍（平成 28 年 10 月 1 日から）
准教授（兼任）	家 裕隆（平成 28 年 10 月 1 日から）
助教（兼任）	杉山 磨人（平成 28 年 9 月 30 日まで）
助教（兼任）	横田 一道（平成 28 年 9 月 30 日まで）
助教（兼任）	長谷川丈二（平成 28 年 9 月 30 日まで）
助教（兼任）	大倉 史生
助教（兼任）	山崎 聖司
助教（兼任）	木山 治樹（平成 28 年 10 月 1 日から）
助教（兼任）	入澤 明典（平成 28 年 10 月 1 日から）
特任事務職員	松本 紀子（平成 28 年 6 月 15 日まで）
特任事務職員	伊藤 敦美（平成 28 年 6 月 16 日から）
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

- ・ いちよう祭産研一般公開運営 来場者 666 名
- ・ 施設見学受け入れ件数 14 件（見学者数 386 名）
- ・ プレスリリース件数 31 件（報道件数 543 件）
- ・ 定例記者会見件数 22 件
- ・ 産研 HP 更新件数 435 件
- ・ 刊行物発行（要覧、産研紹介パンフレット、年次報告書、Memoirs、産研ニュースレター）
- ・ 所内案内板更新
- ・ 産研紹介ビデオ一部更新
- ・ 所内研究展示コーナー整備

## 企画室

室長	特任教授	弘津	禎彦
副室長（兼任）		田中	良和
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企画立案及び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

- ・ JSPS 研究拠点形成事業、JSPS 頭脳循環プログラムによる海外派遣の支援
- ・ JSPS 頭脳循環を加速する若手研究者戦略的海外派遣プログラム、JSPS 研究拠点形成事業国際シンポジウム並びに 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）
- ・ 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（英語講座）

## 技術室

			(主たる派遣施設)
	室長	小川 紀之	(試作工場：ガラス加工室)
	研究支援推進員	谷畑 公昭	(ナノ加工室)
	研究支援推進員	石橋 武	(総合解析センター)
	研究支援推進員	松川 博昭	(試作工場：ガラス加工室)
	特例嘱託技術職員	田中 高紀	(総合解析センター)
<b>工作班</b>	班長(兼任)	小川 紀之	(試作工場：ガラス加工室)
・機械回路工作係	係長	相原 千尋	(情報ネットワーク室)
	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)
<b>計測班</b>	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	羽子岡 仁志	(総合解析センター)
	技術職員	村上 洋輔	(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及び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きた。さらに、近年の研究の多様化に対応して班、係を越えた体制を構築し支援活動の範囲を拡大している。特にネットワークを用いたテレビ会議等の運営、産研国際シンポジウムや国際会議などのインターネットライブとそれらの映像記録にも支援協力している。また技術・知識の向上のため、技術職員各人は相互に技術研修を行うと共に、技術研究会、研修会、各種学会等にも積極的に参加・発表している。

行事においては、5 月に毎年恒例の新構成員を対象とした安全教育の取り組みである安全講習会を開催、8 月には地域貢献事業の一旦を担って子供たち対象のものづくり教室を開催した。また 12 月には蛋白質研究所技術部と合同で「第 29 回技術室報告会・第 23 回蛋白研技術部報告会」を 12 月に開催した。これらにより得られた技術・知識は、教職員、研究生等に対してそれぞれの専門的技術指導等で成果を上げている。

### b) 成果

#### ・技術室主催、所内講習会及び報告会等

・安全講習会 (5 月 9 日)			53 名
・ものづくり教室 (8 月 3 日～8 月 5 日) 「ライントレーサーを作ろう」			60 名
・第 23 回蛋白研技術部・第 29 回産研技術室 合同報告会 (12 月 16 日)			30 名
「LINAC16 参加報告」	計測班	古川 和弥	
「フィルム線量計、フリック線量計による Rabbit11 の線量評価について」	計測班	岡田 宥平	
「海外研修報告 in ヨーロッパ」	工作班	松下 雄貴	
「産研生活 42 年」	室長	小川 紀之	

蛋白質研究所より技術職員 1 名発表、産研教員 2 名講演

・研修（技術研究会、学会等の参加、発表等）

大阪大学初任者研修	大阪大学	2016.4.12-4.14
附置研アライアンス平成 27 年度成果報告会	大阪大学	2016.05.17
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・アライアンスキックオフミーティング	大阪大学	2016.05.18
質量分析総合討論会	不明	2016.05.18-20
技術職員・技術支援者電子顕微鏡関係者向け技術研修会	名古屋大学	2016.08.07
平成 28 年度名古屋大学機器・分析技術研究会 （ポスター賞受賞）	名古屋大学	2016.09.08-09
低圧電気講習	大阪市	2016.09.20-21
28th Linear Accelerator Conference（ポスター発表）	アメリカ	2016.09.24-10.02
imec、ゼルニケ研究所、ブーニンゲン大学訪問	ベルギー、オランダ	2016.09.28-10.06
第 32 回大阪大学技術職員研修（ポスター賞受賞）	大阪大学	2016.09.27-28
蛋白質研究所技術部研修	大阪大学	2016.10.19
第 60 回固体NMR 材料フォーラム	石川県	2016.10.20-21
産研国際シンポジウム 運営支援	大阪市	2016.12.12-12.14
CAD 研修	名古屋市	2016.12.21-12.22
第 11 回労働安全衛生に関する情報交換会	岐阜県	2017.01.12-13
メンタルヘルス講習会	大阪大学	2017.01.31
コンプライアンス講習会	大阪大学	2017.01.31
衛生工学衛生管理者講習	大阪府	2017.01.30-02.03
第 5 回アライアンス技術支援シンポジウム（口頭発表）	北海道大学	2016.11.09-10
nanotech2017	東京都	2017.02.15-17
東京都市大学 技術支援	東京都市大学	2017.03.08
総合技術研究会 2017（口頭・ポスター発表）	東京大学	2017.03.09-10
第 23 回全国技術室長会議	東北大学	2017.03.03
玉掛け技能講習	大阪府	2017.03.16-17,21
第一回有機元素分析研究会	大阪府	2017.03.03
第 12 回情報技術研究会	九工大	2017.03.16
機械工作スキルアップ研修	九工大	2017.03.17

・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）
- ・エックス線作業主任者（4 名）
- ・毒物劇物取扱者（1 名）
- ・酸欠・硫化水素作業主任者（1 名）
- ・情報処理技術者試験（初級シスアド）（3 名）
- ・第三種電気主任技術者（2 名）
- ・低圧電気特別教育（12 名）
- ・クレーンの玉がけ（5 名）
- ・研削砥石の取替、取替時の試運転の業務（3 名）
- ・ガス溶接特別教育（1 名）
- ・メンタルヘルス・マネジメント検定試験Ⅱ種（ラインアップ）（1 名）
- ・TOEIC スコア 750（1 名）
- ・第 1 種衛生管理者（2 名）
- ・第 2 種放射線取扱主任者免状（1 名）
- ・危険物取扱者（乙種 1 類～6 類免許）（2 名）
- ・高圧ガス製造保安責任者免状 乙種化学（2 名）
- ・特別管理産業廃棄物管理責任者（5 名）
- ・自衛消防業務新規講習（12 名）
- ・第二種電気工事士免状（3 名）
- ・床上操作式クレーン運転（3 名）
- ・天井クレーン定期自主検査者（2 名）
- ・アーク溶接特別教育（4 名）
- ・フォークリフト技能講習（1 名）
- ・総長表彰（6 名）



## 事務局 (平成29年3月31日現在)

	(事務部長)	田中 良和
総務課	(課長)	小牧 将浩
	総務係 (係長)	山本 幸子
	(主任)	澤田 智子
	(事務職員)	福井 孝博
	(事務補佐員)	下江 美英
	(事務補佐員)	駒井 彩乃
	人事係 (係長)	藤森 隆史
	(特任事務職員)	林 和美
	(事務補佐員)	笹川 憲子
研究連携課	(課長)	谷 音次
	研究協力係 (係長)	松堂 高士
	(主任)	中村 薫
	(事務職員)	田畑 慎吾
	(特任事務職員)	恵阪 真由
	(特任事務職員)	坂井 百々子
	(事務補佐員)	谷許 博子
	財務係 (係長)	小寺 啓介
	(主任)	正木 尚子
	(主任)	六津井 泰子
	(特任事務職員)	森田 全子
	(事務補佐員)	和田 由美
	契約係 (係長)	志村 舞
	(事務職員)	大政 征吾
	(事務職員)	久保 美里
	(特任技術職員)	宇野 悦子
	(事務補佐員)	大谷 和音
	(事務補佐員)	西本 トキコ
	(事務補佐員)	内田 康博

[ 附 4 ] 各研究部門、附属研究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]Design of bull's eye structures on gate-defined lateral quantum dots, Rio Fukai, Tomohiro Nakagawa, Haruki Kiyama, Akira Oiwa: Japanese Journal of Applied Physics, 56 (2017) 04CK04-1-5.
- [2]Conversion from Single Photon to Single Electron Spin Using Electrically Controllable Quantum Dots, Akira Oiwa, Takafumi Fujita, Haruki Kiyama, Giles Allison, Arne Ludwig, Andreas D. Wieck, and Seigo Tarucha: Journal of the Physical Society of Japan, 86 (2016) 011008-1-10.
- [3]Single-Shot Ternary Readout of Two-Electron Spin States in a Quantum Dot Using Spin Filtering by Quantum Hall Edge States, H. Kiyama, T. Nakajima, S. Teraoka, A. Oiwa, and S. Tarucha: Physical Review Letters, 117 (2016) 236802-1-5.
- [4]Signatures of Hyperfine, Spin-Orbit, and Decoherence Effects in a Pauli Spin Blockade, T. Fujita, P. Stano, G. Allison, K. Morimoto, Y. Sato, M. Larsson, J.-H. Park, A. Ludwig, A. D. Wieck, A. Oiwa, and S. Tarucha: Physical Review Letters, 117 (2016) 206802-1-206802-5.
- [5]Fabrication of  $\text{YH}_3$  thin film using Pd/Ni co-capping layer: Ni thickness effect, Kosuke Yabuki, Hiroaki Hirama, Nobuhiko Aoki, Masamichi Sakai, Yoshiaki Saito, Koich Higuchi, Akira Kitajima, Shigehiko Hasegawa, Osamu Nakamura: Journal of Crystal Growth, (2017) .
- [6]Purification of commercial yttrium metal: Removal of fluorine, Ayato Takenouchi, Takashi Otomo, Kota Niwa, Masamichi Sakai, Yoshiaki Saito, Tomoyuki Kirigane, Masashi Kosaka, Shigehiko Hasegawa, Osamu Nakamura: Journal of Crystal Growth, (2017) .
- [7]Low-temperature and low- $\text{H}_2$  pressure synthesis of hydride semiconductor  $\text{YH}_{3.6}$  using Pd/Ni co-capped Y films, Kosuke Yabuki, Hiroaki Hirama, Masamichi Sakai, Yoshiaki Saito, Koichi Higuchi, Akira Kitajima, Shigehiko Hasegawa, Osamu Nakamura: Thin Solid Films, 624 (2017) 175-180.

### 国際会議

- [1]Coherent conversion from photons to electron spins using quantum dots (invited), Akira Oiwa: China-Japan International Workshop on Quantum Technologies.
- [2]Conversion from single photons to single electron spins in gate-defined quantum dots (invited), Akira Oiwa: 31th International Conference on Physics of Semiconductors.
- [3]Photon-spin Quantum Interface for Quantum Communications Using Artificial Molecules (invited), Akira Oiwa: 20th SANKEN International Symposium.
- [4]Conversion from single photon polarizations to single electron spins using gate-defined GaAs double quantum dots (invited), Akira Oiwa: 1st International Conference on Topological orders, quantum information, and emergent spacetime on quantum simulator.
- [5]Magnetic and magneto-optical properties of  $\text{Ga}_{1-x}\text{Gd}_x\text{N}/\text{GaN}$  superlattices with GdN mole fraction enhanced up to 100% (oral), Yoshihito Sugeta, Shigehiko Hasegawa: The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, Nagoya, Japan, August 7-12, 2016.
- [6]Effects of carrier-doping on Sm-induced levels in GaSmN grown by plasma-assisted molecular beam epitaxy (poster), Yuta Miyazaki, Kentaro Dehara, Shigehiko Hasegawa: The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, Nagoya, Japan, August 7-12, 2016.
- [7]Fabrication of  $\text{YH}_3$  thin film using Pd/Ni overlayer (poster), K. Yabuki, M. Sakai, K. Iizasa, K. Higuchi, A. Kitajima, S. Hasegawa, O. Nakamura: The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, Nagoya, Japan, August 7-12, 2016.

- [8]Purification of commercial yttrium metal: Removal of fluorine (poster), A. Takenouchi, T. Otomo, K. Niwa, Y. Saito, M. Sakai, D. Kirigane, M. Kosaka, S. Hasegawa: The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, Nagoya, Japan, August 7-12, 2016.
- [9]Fabrication of Sc and ScH<sub>x</sub> ( $x \approx 2$ ) thin film and their Hall effect (poster), M. Nishimagi, T. Matsunaga, M. Sakai, K. Iizasa, K. Higuchi, A. Kitajima, S. Hasegawa: The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, Nagoya, Japan, August 7-12, 2016.
- [10]Friction coefficient lowering in high-hardness boron nitride films under ultra-high vacuum (oral), Masao Noma, Koji Eriguchi, Michiru Yamashita, Shigehiko Hasegawa: AVS 63rd International Symposium and Exhibition, Nashville, USA, November 6-11, Japan.
- [11]Formation of superhard c-BN films on the body and edge of cutting tools by reactive plasma-assisted coating (RePAC) (poster), Masao Noma, Koji Eriguchi, Michiru Yamashita, Shigehiko Hasegawa: The 16th International Conference on Precision Engineering, Hamamatsu, Japan, November 14-16, 2016.
- [12]Coatings of Boron Nitride Films for Vacuum Tribology by Reactive Plasma Assisted Coating (RePAC) Technology—Friction coefficient lowering under vacuum— (invited), Masao Noma, Koji Eriguchi, Michiru Yamashita, Shigehiko Hasegawa: The 7th Tsukuba International Coating Symposium, Tsukuba, Japan, December 8-9, 2016.
- [13]Design of bull's eye structures on gate-defined lateral quantum dots (poster), Rio Fukai, Tomohiro Nakagawa, Haruki Kiyama, Akira Oiwa: 9th International Conference on Physics and Applications of Spin-Related Phenomena in Solids.
- [14]Single-electron charge sensing in InAs self-assembled quantum dots (poster), Haruki Kiyama, Takashi Hirayama, Ryoki Shikishima, Sadashige Matsuo, Shoji Baba, Naomi Nagai, Kazuhiko Hirakawa, Seigo Tarucha, Akira Oiwa: 9th International Conference on Physics and Applications of Spin-Related Phenomena in Solids.
- [15]Transport and optical properties of (110) GaAs quantum wells for photon-spin quantum state transfer using heavy hole states (poster), Tomohiro Nakagawa, Rio Fukai, Haruki Kiyama, Akira Oiwa: 9th International Conference on Physics and Applications of Spin-Related Phenomena in Solids.
- [16]Single-shot ternary readout of electron spin states in a quantum dot coupled to quantum Hall edge states (oral), H. Kiyama, T. Nakajima, S. Teraoka, A. Oiwa, and S. Tarucha: 31th International Conference on Physics of Semiconductors.
- [17]Efficient Control over Wavefunctions of Electrons in Self-Assembled InAs Quantum Dots using Side-Gating (poster), R. Shikishima, H. Kiyama, S. Baba, T. Hirayama, N. Nagai, K. Hirakawa, S. Tarucha, and A. Oiwa: Frontiers in Quantum Materials and Devices Workshop.
- [18]Single-shot Readout of Three Two-electron Spin States in a Quantum Dot Coupled to Quantum Hall Edge States (poster), H. Kiyama, T. Nakajima, S. Teraoka, A. Oiwa, and S. Tarucha: Frontiers in Quantum Materials and Devices Workshop.
- [19]Design of Bull's eye Structures on Lateral Quantum Dots (poster), Rio Fukai, Tomohiro Nakagawa, Haruki Kiyama, Akira Oiwa: The 20th SANKEN International Symposium.
- [20]Magnetotransport in Narrow Gap Semiconductor InSb Quantum Wells (poster), Masaki Tada, Haruki Kiyama, Kouichi Akahane, and Akira Oiwa: The 20th SANKEN International Symposium.
- [21]Single-shot Ternary Readout of Electron Spin States in a Quantum Dot Using Quantum Hall Edge States (poster), H. Kiyama, T. Nakajima, S. Teraoka, A. Oiwa, and S. Tarucha: The 20th SANKEN

International Symposium.

[22]Experimental generation of single photon-electron pairs from single entangled photon pairs”, 33rd International Conference on the Physics of Semiconductors (oral), K. Kuroyama, M.Larsson, T.Fujita, S.Matsuo, S.R.Valentin, A.Ludwig, A.D.Wieck, A.Oiwa and S.Tarucha: 31th International Conference on Physics of Semiconductors.

[23]Quantum Photon-spin Interface Consisting of Gate-defined Quantum Dots and Surface Plasmon Structure (oral), Akira Oiwa: 2016 Workshop on Innovative Nanoscale Devices and Systems.

### 解説、総説

並列2重量子ドットジョセフソン接合におけるクーパー対分離とスピンもつれ相関の検出, ラッセル スチュワート ディーコン、大岩顕、ユルゲン ザイラー、馬場 翔二、金井 康、柴田 憲治、平川 一彦、樽茶 清悟, 固体物理, アグネ技術センター, 51 (2016), 287-293.

### 著書

[1]基礎系 数学 ベクトル解析 (東京大学工学教程編纂委員会), 大岩顕、奥菌透、松野俊一、岡隆史、有田亮太郎, 丸善出版, .

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

大岩顕 9th International Conference on Physics and Applications of Spin-Related Phenomena in Solids (PASPS9) (PASPS9 共同実行委員長)

大岩顕 China-Japan International Workshop on Quantum Technologies (QTech2016) (実行委員)

大岩顕 20th International Conference on Electron Dynamics in Semiconductors, Optoelectronics and Nanostructures (EDISON20) (プログラム委員)

大岩顕 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2016) (プログラム委員)

大岩顕 Spintech9 (プログラム委員)

長谷川 繁彦 The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (プログラム委員)

長谷川 繁彦 The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (編集委員)

### 国内学会

日本物理学会第 72 回年次大会 1 件

日本物理学会 2016 年秋季大会 3 件

第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 3 件

第 64 回応用物理学会春季学術講演会 4 件

日本物理学会第 72 回年次大会 2 件

日本物理学会 2016 年秋季大会 4 件

ナノスピン変換科学関西若手ワークショップ 4 件

第 21 回スピン工学の基礎と応用 1 件

### 取得学位

修士 (理学) 光子-電子スピン量子状態変換に向けた(110)GaAs 量子井戸基板の研究

中川智裕

修士 (工学) SiGe 自己形成量子ドットにおける量子輸送現象と近藤効果の観測

敷島稜紀

学士 (工学) 横型量子ドットにおける高効率な光子-電子変換のための表面プラズモンアンテナの研究

深井利央

修士 (工学)  $\gamma$ -Fe<sub>4</sub>N をスピン注入源とした GaN ベース面内スピンバルブ素子の作製と評価

木村 仁充

修士 (理学) 希薄磁性半導体 GaSmN の物性に与えるキャリア密度の影響

宮崎 雄太

学士 (工学) 窒化物半導体ベース面内スピンバルブ構造の形成に関する研究

豊島 一郎

## 科学研究費補助金

		単位：千円	
新学術領域研究 大岩 顕	光学的スピン変換	72,800	
基盤研究 (A) 大岩 顕	量子ドットを使った光子-スピン間の量子状態転写と非局所もつれ生成の研究	8,840	
挑戦的萌芽研究 大岩 顕	InSb 量子井戸を用いた高品質1次元細線の実現とマヨラナ粒子の探索	2,080	
若手研究 (B) 木山 治樹	InAs 量子ドットにおけるスピン検出と電子スピン緩和過程の制御	3,380	
基盤研究 (S) 大岩 顕	量子対の空間制御による新規固体電子物性の研究		
新学術領域研究 (研究領域提案型) 総括班 大岩 顕	スピン変換総括班	800	
基盤研究 (B) 長谷川 繁彦	イオンエネルギー確率分布関数制御型プラズマによる窒化ホウ素薄膜の組成制御の研究	600	
基盤研究 (C) 長谷川 繁彦	両極伝導性水素吸蔵体を利用した電荷・スピンの相反型蓄積機能	300	
<b>受託研究</b>			
大岩 顕	(国研) 科学技術振興機構	電子フォトニクス融合によるポインティングインターフェースの創製	71,630
大岩 顕	(国研) 科学技術振興機構	新原理に基づいた高変換効率(～70%)の新型太陽電池の試験開発	278
<b>共同研究</b>			
長谷川 繁彦	兵庫県立技術センター	RePAC で成膜した窒化ホウ素薄膜の光学特性の評価と応用	0

## 半導体量子科学研究分野

### 原著論文

[1]Graphene device array using transfer-free patterned growth on insulator for an electrolyte-gated sensor, Takashi Ikuta, Takeshi Oe, Yasuhide Ohno, Kenzo Maehashi, Koichi Inoue, Kazuhiko Matsumoto: Thin Solid Films, 612 (2016) 87-90.

[2]Glycan-functionalized graphene-FETs toward selective detection of human-infectious avian influenza virus, Takao Ono, Takeshi Oe, Yasushi Kanai, Takashi Ikuta, Yasuhide Ohno, Kenzo Maehashi, Koichi Inoue, Yohei Watanabe, Shin-ichi Nakakita, Yasuo Suzuki, Toshio Kawahara, and Kazuhiko Matsumoto: Jpn. J. Appl. Phys, 56 (2017) 030302/1-4.

[3]Switching of charge-current-induced spin polarization in the topological insulator BiSbTeSe<sub>2</sub>, Fan Yang, Subhamoy Ghatak, A. A. Taskin, Kouji Segawa, Yuichiro Ando, Masashi Shiraishi, Yasushi Kanai, Kazuhiko Matsumoto, Achim Rosch, and Yoichi Ando: PHYSICAL REVIEW B, 94 (75304) (2016) 1-10.

[4]Top-gated graphene field-effect transistors by low-temperature synthesized SiN<sub>x</sub> insulator on SiC substrates, Yasuhide Ohno, Yasushi Kanai, Yuki Mori, Masao Nagase and Kazuhiko Matsumoto: Japanese Journal of Applied Physics, 55 (6S1) (2016) 06GF09 1-4.

[5]Relationship between conductance fluctuation and weak localization in graphene, D. Terasawa, A. Fukuda, A. Fujimoto, Y. Ohno, Y. Kanai, and K. Matsumoto: , 95 (2017) 125427.

### 国際会議

[1]Detection Kondo effect in Graphene Quantum Dots (oral), Yasushi Kanai, Takashi Ikuta, Takao Ono,

Yasuhide Ohno, Kenzo Maehashi, Koichi Inoue, and Kazuhiko Matsumoto: The 43rd International Symposium on Compound Semiconductor Week.

[2]An Application of Graphene Field Effect Transistor to Enzymatic Assay (oral), : The 43rd International Symposium on Compound Semiconductor Week.

[3]Graphene Field-Effect Transistor for Biosensor (invited), Kazuhiko Matsumoto , Ryota Hayashi, and Takao Ono: The 23rd International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices.

[4]Graphene for Biosensor Applications (invited), Kazuhiko Matsumoto: The 2016 ECS SiGe, Ge, & related Compound Semiconductor Symposium.

[5]Sugar Chain Modified Graphene FET for Detection of Influenza Virus (invited), Kazuhiko Matsumoto: International Symposium on Materials for Chemistry and Engineering (IMCE 2017).

[6]Measurement of Enzyme Molecules and Their Reactions Using Graphene-FET Equipped with Microwells (oral), Takao Ono, Yasushi Kanai, Yasuhide Ohno, Kenzo Maehashi, Koichi Inoue, and Kazuhiko Matsumoto: 2016 International Conference on Solid State Devices and Materials.

[7]Neuraminidase Assay Using Glycan-Functionalized Graphene Field-Effect Transistors (oral), Kaho Kamada, Takao Ono, Yasushi Kanai, Yasuhide Ohno, Kenzo Maehashi, Koichi Inoue, Yohei Watanabe, Toshio Kawahara, Yasuo Suzuki, Shinichi Nakakita, and Kazuhiko Matsumoto: AVS 63RD International Symposium and Exhibition.

[8>Selective Detection of Human & Bird Influenza Virus by Sugar Chain Modified Graphene FET (oral), Kazuhiko Matsumoto: Graphene 2016.

[9]Sugar Chain Modified Graphene FET for Selective Detection of Human & Bird Influenza Virus (oral), Kazuhiko Matsumoto: KJF-ICOMEF.

[10]Sugar Chain Modified Graphene FET for Virus Detection (oral), Kazuhiko Matsumoto: Graphene 2017.

[11]Position-Controlled Single-Crystalline Graphene Growth and Biosensor Array for Discriminating Subtype of Virus (poster), : The 20th SANKEN International Symposium.

[12]Affinity Assay of Human/Avian-Type Hemagglutinin Using Sialoglycan-Functionalized Graphene FET toward Influenza Diagnosis (poster), : The 20th SANKEN International Symposium.

[13]Evaluation of an Anti-influenza Drug Using Glycan-Functionalized Graphene Field-Effect Transistors (poster), : The 20th SANKEN International Symposium.

[14]Detection of Immunoglobulin E using Graphene-FET with Microfluidics (poster), : The 20th SANKEN International Symposium.

[15]Improved sensitivity of graphene biosensor using porphyrin linker (poster), : The 20th SANKEN International Symposium.

[16]Kondo Effect in Graphene Quantum Dots (poster), : 29th International Microprocesses and Nanotechnology Conference.

[17]The 2016 ECS SiGe, Ge, & related Compound Semiconductor Symposium (poster), : 29th International Microprocesses and Nanotechnology Conference.

[18]大阪大学における健康と安全安心をめざした取り組み (invited), 松本和彦: 2016 年台日科学技術フォーラム.

### 解説、総説

グラフェンを用いたバイオセンシング—DNA 検出からインフルエンザ診断まで—, 小野堯生、金井 康、大野 恭秀、前橋 研三、井上 恒一、松本 和彦, MATERIAL STAGE, 株式会社技術情報協会, 16 (2016), 65-70.

### 特許

[1]「国内特許出願」標的物質の電気的検出方法、定量方法、検出システム、定量システム及び試薬, 2016-169810

[2]「国内成立特許」薄膜トランジスタおよびその製造方法, 2013-045952

### 取得学位

博士 (工学)	溶液センサ応用に向けた絶縁基板上へのグラフェン直接合成法の開発および
生田 昂	グラフェン電極を有する長鎖分子トランジスタの開発
修士 (工学)	糖鎖機能化グラフェン FET を用いた抗ウイルス薬効評価系の開発
鎌田 果歩	
修士 (工学)	ウイルス検出に向けた糖鎖機能化グラフェン FET の選択性評価
林 亮太	
修士 (工学)	触媒パターニングによる単結晶グラフェンの位置制御成長
森 祐樹	
学士 (工学)	マイクロ流路とグラフェン FET の複合化によるバイオセンシング
安西 勇人	
学士 (工学)	グラフェン FET センサーにおけるチャネルサイズの最適化とドリフト制御
坂口 慶介	

### 科学研究費補助金

		単位：千円
新学術領域研究	新規ナノカーボン材料の表面／界面修飾による特性制御とデバイス応用	14,690
松本 和彦		
若手研究 (B)	ナノカーボンスピントランジスタの実現と量子デバイスへの展開	1,300
金井 康		
挑戦的萌芽研究	グラフェンを用いた酵素反応の計測とその応用	3,640
小野 堯生		
<b>受託研究</b>		
松本 和彦	(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と産業競争力増進／豊かな社会の構築	162,423
松本 和彦	(国研) 科学技術振興機構 糖鎖機能化グラフェンを用いた二次元生体モデルプラットフォームの創成	34,489
松本 和彦	文部科学省 国際合同会議助成	800
<b>奨学寄附金</b>		
金井 康	(財)天田財団	1,000
金井 康	(財)村田学術振興財団	980
<b>共同研究</b>		
松本 和彦	株式会社東芝 高感度グラフェンセンサ作製および特性評価に関する研究	2,616
松本 和彦	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 新材料グラフェン光検出器	500
松本 和彦	株式会社村田製作所 グラフェンデバイスの研究	2,832
松本 和彦	株式会社東芝 高感度グラフェンセンサ作製および特性評価に関する研究	2,616



## その他の競争的研究資金

松本 和彦 (独) 日本学術振興会 健康と安心安全を支援する高度センシング 15,830  
技術開発に関する国際研究拠点形成

---

## 先進電子デバイス研究分野

### 原著論文

[1]Stretchable and Transparent Electrodes Based on Pattered Silver Nanowire by Laser-Induced Forward Transfer for Non-Contacted Printing Technique, T. Araki, H. Koga, T. Sekitani, K. Suganuma: Nanotechnology, 27 (2016) 45LT02 (8 pages).

[2]Ultraflexible and Ultrathin Polymeric Gate Insulator for 2 V Organic Transistor Circuits, T. Uemura, T. Araki, S. Yoshimoto, T. Sekitani: Applied Physics Express, 9 (2016) 061602-1-4.

[3]Ultraflexible Organic Amplifier with Biocompatible Gel, T. Sekitani: Nature Communications, 7 (2016) 11425(11 pages).

### 国際会議

[1]Wireless Eeg Patch Sensor on Forehead Using On-Demand Stretchable Electrode Sheet and Electrode-Tissue Impedance Scanner, S. Yoshimoto, T. Araki, T. Uemura, T. Nezu, T. Sekitani: 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, (2016) 6269-6289.

[2]Implantable Wireless 64-Channel System with Flexible ECoG Electrode and Optogenetics Probe, S. Yoshimoto, T. Araki, T. Uemura, T. Nezu, M. Hirata, T. Sekitani: IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference, (2016) 476-479.

[3]Biosignal Amplification Circuits Based on Ultra-Flexible Organic Thin-Film Transistors (invited), T. Uemura, T. Sekitani: International Thin-Film Transistor Conference (ITC2017).

[4]Wearable and Implantable Bio-Signal Monitoring Systems (invited), S. Yoshimoto, T. Araki, T. Uemura, T. Sekitani: 2016 Workshop on Innovative Nanoscale Devices and Systems.

[5]Ultraflexible and Stretchable Electronics for Wireless Bio-Signal Monitoring Systems (invited), T. Araki, S. Yoshimoto, Y. Noda, T. Uemura, T. Sekitani: The 20th SANKEN International - The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium - 4th KANSAI Nanoscience and Nanotechnology - 12th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium - Molecular Technology Frontiers towards IoT World.

[6]Sheet-Type Organic Amplifier System Using Pseudo-CMOS Circuits for a Wireless Biosignal Detection (invited), T. Uemura, T. Araki, S. Yoshimoto, T. Sekitani: 5th imec Handai International Symposium.

[7]Implantable Bio-Signal Monitoring System with Ultrasoft Electrodes (invited), T. Sekitani, T. Araki, S. Yoshimoto, T. Uemura: International Conference on Electronic Materials and Nanotechnology for Green Environment ENGE2016.

[8]Patterned Top-Contact Fabrication for Short-Channel Organic Transistors (invited), T. Uemura: The 16th International Meeting on Information Display.

[9]Wearable and Implantable Bio-Signal Monitoring Systems (invited), T. Uemura, T. Araki, S. Yoshimoto, T. Sekitani: The 16th International Meeting on Information Display.

[10]High stability of silver nanowire based electrodes for bio-sensors (invited), T. Araki, S. Yoshimoto, T. Uemura, T. Sekitani: International Conference on Electronics Packaging (ICEP 2016).

[11]Printable stretchable electrodes based on silver nanowires (oral), T. Araki, T. Sekitani: International Nanotechnology Conference & Expoand Nanoelectronics and Bio medical Devices.

[12]Ultra-Flexible Organic Amplifier System Using Pseudo-Cmos Circuits for a Wireless Biosignal Detection (oral), T. Uemura, T. Araki, S. Yoshimoto, T. Sekitani: 2016 Materials Research Society.

[13]Ultra-Thin Parylene Gate Insulator for Low- Voltage-Operating Organic Transistor Circuits (oral), T. Uemura, T. Araki, S. Yoshimoto, T. Sekitani: 2016 Materials Research Society (MRS) Spring Meeting & Exhibit.

[14]Implantable ECoG Sensor with Flexible Electrode Sheet and Optogenetics Probe (poster), S. Yoshimoto, T. Araki, T. Uemura, T. Nezu, H. Hamanaka, M. Hirata, T. Sekitani: The 20th SANKEN International - The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium - 4th KANSAI Nanoscience and Nanotechnology - 12th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium - Molecular Technology Frontiers towards IoT World.

[15]18-nm-thick Parylene Gate Insulator for Low-Voltage Operating and Ultraflexible Organic Transistors (poster), T. Uemura, T. Araki, S. Yoshimoto, T. Sekitani: The 20th SANKEN International - The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium - 4th KANSAI Nanoscience and Nanotechnology - 12th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium - Molecular Technology Frontiers towards IoT World.

[16]Spontaneous Patterning of 20  $\mu\text{m}$ -wide Electrodes Using Ag Nanowires for Transparent Organic Transistors (poster), T. Araki, Y. Noda, S. Yoshimoto, T. Uemura, T. Sekitani: The 20th SANKEN International - The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium - 4th KANSAI Nanoscience and Nanotechnology - 12th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium - Molecular Technology Frontiers towards IoT World.

[17]Long-term implantable interface of high flexible multi-channel electrodes monitoring with wireless recording system (poster), T. Araki, S. Yoshimoto, T. Uemura, M. Hirata, T. Sekitani: Neuroscience 2016.

[18]Biological Signal Amplification Circuits Based on Organic Thin-Film Transistors (poster), T. Uemura, T. Nezu, S. Yoshimoto, T. Araki, T. Sekitani: International Conference on Flexible and Printed Electronics (2016 ICFPE).

#### 解説、総説

Recent Progress in Solution-Processed Organic Field-Effect Transistors, 植村 隆文, AAPPS Bulletin, AAPPS Bulletin, 26[2] (2016), 20-24.

異分野連携によるフレキシブルセンサの開発と応用, 吉本 秀輔, 信学技報, 電子情報通信学会, 116[364] (2016), 25-28.

フレキシブルエレクトロニクスに向けた印刷形成可能なストレッチャブル導電性材料の開発, 荒木 徹平、関谷 毅、菅沼 克昭, 月刊ファインケミカル, シーエムシー出版, 45[6] (2016), 6-12.

銀ナノワイヤを用いたストレッチャブル透明導電膜, 荒木 徹平、菅沼 克昭、関谷 毅, エレクトロニクス実装学会誌, エレクトロニクス実装学会, 19 [4] (2016), 228-233.

#### 著書

[1]柔軟なウェアブルデバイスに向けた銀ナノワイヤ配線の開発 (民谷 栄一、関谷 毅、八木 康史)“バイオテクノロジーシリーズ IoTを指向するバイオセンシング・デバイス技術”, 荒木 徹平、菅沼 克昭、関谷 毅, シーエムシー出版, (136-143) 2016.

[2]ストレッチャブル電極を用いた生体計測システム (民谷 栄一、関谷 毅、八木 康史)“バイオテクノロジーシリーズ IoT を指向するバイオセンシング・デバイス技術”, 吉本 秀輔, シーエムシー出版, (181-187) 2016.

[3]ウェアラブルデバイスのための印刷可能なストレッチャブル配線 (菅沼 克昭)“ヘルスケア・ウェアラブルデバイスの開発”, 荒木 徹平、吉本 秀輔、植村 隆文、菅沼 克昭、関谷 毅, シーエムシー出版, (45-51) 2016.

[4]Applications of Printed Silver Nanowires Based on Laser Induces Forward Transfer (LIFT) (S. Magdassi, A. Kamyshny)“Nano materials for 2D and 3D printing”, 荒木 徹平、菅沼 克昭、関谷 毅, Wiley-VCH, (265-273) 2017.

#### 特許

[1]「国内特許出願」配線シート、シート状システム、及び構造物運用支援システム, 2016-145777

[2]「国内特許出願」導電性組成物, 2016-120219

[3]「国内特許出願」コンクリート構造物の腐食センサ及び腐食検出方法, 2016-137168

[4]「国内特許出願」構造物の歪センサ及び構造物歪検出方法, 2016-137169

[5]「国内特許出願」電極シート及びその製造方法, 2016-156414

[6]「国内特許出願」電極シート及びこの電極シートを備える生体信号計測装置, 2016-112076

[7]「国内特許出願」電極構造体、生体信号計測装置、粘着剤形成用組成物, 2016-233433

[8]「国内特許出願」電極シート, 2016-178924

[9]「国内特許出願」電極シート, 2016-195850

[10]「国内特許出願」温度センサ, 2017-014178

[11]「国際特許出願」生体信号計測装置, PCT/JP2016/073112

[12]「国際特許出願」金属ナノワイヤ層が形成された基材及びその製造方法, PCT/JP2017/010264

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

吉本秀輔 2016 Design, Automation and Test in Europe (プログラム委員)

植村隆文 The 16th International Meeting on Information Display (プログラム委員)

関谷毅 The 16th International Meeting on Information Display (プログラム委員)

関谷毅 International Thin-Film Transistor Conference (ITC2017) (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 2016

1 件

集積回路研究会(若手研究会)

1 件

第 10 回新産業促進検討会 FIT+ 新光源 有機 EL 照明の魅力

1 件

第 64 回 応用物理学会

2 件

電子情報通信学会 技術研究報告

3 件

#### 科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究 (A) シート型自律神経機能モニタリングシステムの研究開発

18,460

関谷 毅

挑戦的萌芽研究 農業用 IT に資するフレキシブル分光感度センサの開発

1,560

関谷 毅

若手研究 (B)	伸縮性導体と有機半導体を用いた高性能フレキシブル電子デバイスの印刷形成	1,170
荒木 徹平		
若手研究 (B)	生体適合電極シートを有するパッチ式ワイヤレス脳波計測システム	1,950
吉本 秀輔		
基盤研究 (B)	有機トランジスタにおける低接触抵抗の発現メカニズム解明と高速デバイス開発	3,510
植村 隆文		
<b>受託研究</b>		
関谷 毅	(国研) 科学技術振興機構 生体調和エレクトロニクスデバイスの製作評価	6,500
関谷 毅	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 体内埋込型集積回路内蔵フレキシブル超薄膜センサシートを用いたマーモセットの脳信号計測システムの開発	49,702
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	(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 ノード間配電・通信インフラを構築する炭素配線シートシステム技術の研究開発	14,000
<b>奨学寄附金</b>		
関谷 毅	一般財団法人テレコム先端技術 研究支援センター 会長 安田靖彦	1,000
関谷 毅	公益財団法人 中谷医工計測技術 振興財団	100
関谷 毅	東電設計株式会社 代表取締役社長 増田 民夫	3,000
関谷 毅	東電設計株式会社 代表取締役社長 増田 民夫	2,000
<b>共同研究</b>		
関谷 毅	株式会社村田製作所 温度センサの研究	1,500
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	7,000
関谷 毅	ダイキン工業株式会社 フッ素系樹脂を用いた IOT センサの開発	5,250
関谷 毅	株式会社日本触媒 i O L E D 技術を用いた光と電気のパッチ型生体センサの開発及び生体光信号 (血中酸素飽和度) と生体電気信号 (脳波) のハイブリッド解析アルゴリズムの開発	31,500
関谷 毅	旭硝子株式会社 センサーシステムの研究	3,061
関谷 毅	東洋インキ S C ホールディングス株式会社 グループテクノロジーセンター 印刷技術による環境モニタリングセンサーの作製に関する研究	1,000
関谷 毅	JSR 株式会社 研究開発部 フレキシブルセンサー・デバイス用材料の開発と評価に関する研究	2,496
関谷 毅	新光電気工業株式会社 生体電気信号計測に関わるフレキシブルエレクトロニクスと情報伝送機器の統合技術に関する研究	2,500
関谷 毅	田辺三菱製薬株式会社 シート型ウェアラブルセンサーの医療応用に関する共同研究	14,000
関谷 毅	次世代化学材料評価技術研究組合 (CEREBA) 次世代材料評価基盤技術開発 / 研究開発項目 有機 EL 材料の評価基盤技術開発	8,000
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	288
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	1,770

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	0
須藤 孝一	学校法人甲南学園	シリコン基板を利用した超平坦シリ コン・ナノメンブレンの形成	0
植村 隆文	ローム株式会社	フレキシブル有機トランジスタを用 いたシート型高感度センサアレイの 開発	2,160

---

## 複合知能メディア研究分野

### 原著論文

- [1]A Typing Assist System Considering Involuntary Hand Tremor, K. Wang, N. Takemura, D. Iwai, K. Sato: 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 21 (2) (2016) 227-233.
- [2]畳み込みニューラルネットワークを用いた視点変化に頑健な歩容認証, 武村 紀子, 白神 康平, 榎原 靖, 村松 大吾, 越後 富夫, 八木 康史: 電子情報通信学会論文誌 A, J99-A (12) (2016) 440-451.
- [3]View Transformation Model Incorporating Quality Measures for Cross-view Gait Recognition, D. Muramatsu, Y. Makihara, Y. Yagi: IEEE Transactions on Cybernetics, 46 (7) (2016) 1602-1615.
- [4]発話時の表情変化に基づいた精神疲労の推定, 川村 亮介, 武村 紀子, 佐藤 宏介: 計測自動制御学会論文集, 53 (1) (2017) 90-98.
- [5]行動の一部に見られる特徴に着目する歩行者グループ検出, 佐藤 僚太, 波部 斉, 満上 育久, 佐竹 聡, 鷺見 和彦, 八木 康史: 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌) , 28 (6) (2017) 920-931.
- [6]Abnormality tracking during video capsule endoscopy using an affine triangular constraint based on surrounding features, Y. Yanagawa, T. Echigo, H. Vu, H. Okazaki, Y. Fujiwara, T. Arakawa, Y. Yagi: IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 9 (3) (2017) 1-10.
- [7]Analysis of Gait Changes Caused by Simulated Left Knee Disorder, T. Ogawa, H. Yamazoe, I. Mitsugami, Y. Yagi: EAI Endorsed Transactions on Creative Technologies, 3 (9) (2016) e1.

### 国際会議

- [1]Recovering Transparent Shape from Time-of-Flight Distortion, K. Tanaka, Y. Mukaigawa, H. Kubo, Y. Matsushita, Y. Yagi: Proc. of the 29th IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2016), (2016) 4387-4395.
- [2]GEINet: View-Invariant Gait Recognition Using a Convolutional Neural Network, K. Shiraga, Y. Makihara, D. Muramatsu, T. Echigo, Y. Yagi: Proc. of the 8th IAPR Int. Conf. on Biometrics (ICB 2016), (O19) (2016) 1-8.
- [3]Gait Collector: An Automatic Gait Data Collection System in Conjunction with an Experience-based Long-run Exhibition, Y. Makihara, T. Kimura, F. Okura, I. Mitsugami, M. Niwa, C. Aoki, A. Suzuki, D. Muramatsu, Y. Yagi: Proc. of the 8th IAPR Int. Conf. on Biometrics (ICB 2016), (O17) (2016) 1-8.
- [4]Speed Invariance vs. Stability: Cross-Speed Gait Recognition Using Single-Support Gait Energy Image, C. Xu, Y. Makihara, X. Li, Y. Yagi, J. Lu: Proc. of the 13th Asian Conf. on Computer Vision (ACCV 2016), (2016) 52-67.
- [5]Gait Energy Response Function for Clothing-invariant Gait Recognition, X. Li, Y. Makihara, C. Xu, D. Muramatsu, Y. Yagi, M. Ren: Proc. of the 13th Asian Conf. on Computer Vision (ACCV 2016), (2016) 257-272.

[6]Gait Gate: An Online Walk-through Multimodal Biometric Verification System using a Single RGB-D Sensor, M. Hasan, Y. Makihara, D. Muramatsu, Y. Yagi: Proc. of Workshop on Human Identification for Surveillance (HIS): Methods & Applications (in conjunction with ACCV 2016), (2016) 330-344.

[7]Flower Species Identification Using Deep Convolutional Neural Networks, T. T. N. Nguyen, V. V. Le, T. L. Le, H. Vu, N. Pantuwong, Y. Yagi: Proc. of Regional Conference on Computer and Information Engineering 2016, (2016) 1-6.

[8]Motion parallax representation for indirect augmented reality, F. Okura, Y. Nishizaki, T. Sato, N. Kawai, N. Yokoya: Proc. of the 15th IEEE Int'l Symp. on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2016), (2016) 105-106.

[9]Mental Fatigue Estimation Based on Luminance Change of Facial Image, R. Kawamura, N. Takemura, K. Sato: Proc. of the 2016 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, (2016) 526-531.

[10]Gaze Estimation Based on Eyeball-Head Dynamics, I. Mitsugami, Y. Okinaka, Y. Yagi: Proc. of the 1st International Workshop on Human Activity Analysis with Highly Diverse Cameras (HDC2017), (2017) 48-52.

[11]Human Motion Analysis for Intention-Gait Modeling, I. Mitsugami: The International Conference of Information and Communication Technology for Embedded Systems (2016) .

#### 解説、総説

大規模歩行映像データベースの構築に向けて, 榎原 靖, 大倉 史生, 満上 育久, 丹羽 真隆, 村松 大吾, 八木 康史, バイオメカニズム学会誌, バイオメカニズム学会, 40[3] (2016), 167-172.

歩行映像解析システム, 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, 映像情報メディア学会誌, 映像情報メディア学会, 70[5] (2016), 10-13.

#### 特許

[1] 「国内特許出願」 健康状態推定装置, 2016-090680

[2] 「国際特許出願」 健康状態推定装置, PCT/JP2017/005089

[3] 「国内成立特許」 光学系及び撮像装置, 2012-170401

[4] 「出願前譲渡特許 (国内・国際)」 3次元形状計測方法およびプログラム, K20080025

[5] 「出願前譲渡特許 (国内・国際)」 複眼全方位カメラ, K20080447

[6] 「出願前譲渡特許 (国内・国際)」 ぶれモデルを利用した高精度 PSF 推定方法とコード化への応用, K20090153

[7] 「出願前譲渡特許 (国内・国際)」 全方位撮影システム, K20090358

[8] 「国際特許出願」 デュアルタスク遂行能力評価方法、及びデュアルタスク遂行能力評価システム, 特願 2015-052205

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

榎原 靖 The 4th IAPR Asian Conf. on Pattern Recognition (ACPR 2017) (プログラム委員長)

榎原 靖 The 30th IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2017) (査読委員)

榎原 靖 2017 ACM Int. Conf. on Multimedia Retrieval (ICMR 2017) (プログラム委員)

榎原 靖	The 28th British Machine Vision Conf. (BMVC 2017) (査読委員)
榎原 靖	The 16th International Conference on Computer Vision (ICCV 2017) (査読委員)
榎原 靖	The 9th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE-2017) (プログラム委員)
榎原 靖	IPSJ Transaction on Computer Vision and Applications (編集委員)
村松 大吾	The 9th IAPR International Conference on Biometrics (ICB 2016) (査読委員)
村松 大吾	The 23rd Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR 2016) (技術委員)
村松 大吾	The 2017 International Conference on Biometrics Engineering and Application (ICBEA 2017) (査読委員)
村松 大吾	The 4th IAPR Asian Conf. on Pattern Recognition (ACPR 2017) (プログラム委員)
満上 育久	The 23rd Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR 2016) (技術委員)
満上 育久	The 5th International Conference on Informatics, Eletronics & Vision (ICIEV 2016) (査読委員)
満上 育久	The 15th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2016) (査読委員)
満上 育久	The 13th Asian Conf. on Computer Vision (ACCV 2016) (査読委員)
満上 育久	2016 IEEE Int. Conf. on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR 2016) (プログラム委員)
満上 育久	The 8th annual International Conference on Information and Communication Technology for Embedded Systems (IC-ICTES 2017) (国際アドバイザー)
満上 育久	3D Vision 2016 (3DV 2016) (査読委員)
満上 育久	The 11th Int. Conf. on Signal Image Technology and Internet-based Systems (SITIS 2016) (プログラム委員)
満上 育久	IEEE Virtual Reality 2017 (査読委員)
満上 育久	2017 IEEE Int. Conf. on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR 2017) (プログラム委員)
満上 育久	The 4th IAPR Asian Conf. on Pattern Recognition (ACPR 2017) (プログラム委員)
満上 育久	The 16th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2017) (査読委員)
満上 育久	6th International Conference on Informatics, Electronics and Vision (ICIEV2017) (広報委員長)

## 国内学会

システム制御情報学会	2 件
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	7 件
第 19 回画像の認識・理解シンポジウム	3 件
第 6 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム	11 件
暗号と情報セキュリティシンポジウム 2017	1 件
映像情報メディア学会	1 件
電子情報通信学会 バイオメトリクス研究会	2 件
電子情報通信学会 2017 年全国大会	1 件

## 取得学位

博士(情報科学)	空間および時間的変調光を用いた半透明物体のモデルベース解析に関する研究
田中 賢一郎	研究
修士(情報科学)	映像解析に基づく歩容特徴と斑紋特徴の併用による乳牛の個体識別
生熊 沙絢	
修士(情報科学)	カメラ・光源位置を考慮した畳み込みニューラルネットワークによる紙の質感識別
上村 純一	
修士(情報科学)	輝度値の共起に対する計量学習による荷物所持に頑健な歩容認証
鈴木 温之	
修士(情報科学)	注視情報を含んだ歩行者映像データセットの構築
羅 爵 函	
学士(工学)	カメラ間人物照合における S T H O G 特徴の可視化と解析
柏本 雄士朗	

学士(工学) 繁木 結衣	ドローンカメラによる歩容認証を想定した視点選択のための認証性能評価	
学士(工学) 長野 章宏	畳み込みニューラルネットワークを用いた電子顕微鏡画像における薬剤耐性 菌株の識別	
学士(工学) 名田 拓史	(Confidential)	

**科学研究費補助金**

単位：千円

基盤研究 (A) 八木 康史	実環境下でのマルチモーダル歩容認証とその犯罪捜査への応用	14,950	
基盤研究 (B) 槇原 靖	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	5,330	
挑戦的萌芽研究 村松 大吾	互いに重なりのない領域データからの個人認証実現手法の研究	1,170	
若手研究 (B) 満上 育久	運動情報の抽出による新たな歩容解析	1,300	
研究活動スタート支援 大倉 史生	時空間センシングに基づく乳牛の健康状態推定と可視化	1,300	
<b>受託研究</b>			
八木 康史	(国研) 科学技術振興機構	歩容意図行動モデルに基づいた人物行動解析と心を写す情報環境の構築	46,540
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	4,320
大倉 史生	総務省 (SCOPE)	事例画像データベースを利用した事前生成型 AR システムの臨場感と実用性の向上に関する研究	1,183
<b>共同研究</b>			
八木 康史	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	3,000
八木 康史	三菱電機株式会社 情報技術総合研究所	(部門名) 三菱電機 広域エリアセキュリティテクノロジー共同研究部門	18,000
八木 康史	コニカミノルタ株式会社	3D レンジセンサを用いたリハビリテーション向け歩行動作解析の研究	3,600
八木 康史	株式会社コンセプト	ドローンを用いた人物行動解析に関する研究	3,240
八木 康史	独立行政法人情報通信研究機構	群集映像からの移動経路抽出のための歩容解析技術の検討	0
八木 康史	イデア・フロント株式会社	高齢者の歩容特性を考慮した歩容認証技術の精度評価に関する研究	0
槇原 靖	国立研究開発法人情報通信研究機構	映像解析技術を用いた移動経路推定システムの実証的研究	0

**知能推論研究分野**

**原著論文**

[1]Quantum-state anomaly detection for arbitrary errors using a machine-learning technique, S. Hara, T. Ono, R. Okamoto, T. Washio and S. Takeuchi: Physical Review A, 94 (2016) 042341.

[2]Defying the gravity of learning curve: a characteristic of nearest neighbour anomaly detectors, K. M. Ting, T. Washio, Jonathan R. Wells and Sunil Aryal: Machine Learning, 106 (1) (2017) 55–91.

[3]Efficient generalized fused Lasso and its applications, B. Xin, Y. Kawahara, Y. Wang, L. Hu and W.



Gao: ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, 7 (4) (2016) 60:1-60:22.

[4]Representative selection with structured sparsity, H. Wang, Y. Kawahara, C. Weng and J. Yuan: Pattern Recognition, 63 (2017) 268-278.

#### 国際会議

[1]Potential Social Impact of Compact and Smart Sensors in IoT Era, T. Washio: Proc. of The 50th Hawaii International Conference on System Sciences (HICCS2017), (2017) -.

[2]Comparative Research on Social Risk Reduction by Smart Hazard Monitoring Sensors, T. Washio: Proc. of The 50th Hawaii International Conference on System Sciences (HICCS2017), (2017) -.

[3]NanoScale and Ultratrace Sensing for IoT using Machine Learning and Ultratrace Sensing for IoT using Machine Learning, T. Washio: Proc. of The 20th Annual Conference on Knowledge Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES2016), (2016) .

[4]Information Decomposition on Structured Space, M. Sugiyama, H. Nakahara and K. Tsuda: Proc. of 2016 IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT2016), (2016) 575-579.

[5]Non-Gaussian structural equation models for causal discovery, S. Shimizu: Proc. of Conference on Statistics and Causality 2014, (2016) 153-184.

[6]Dynamic mode decomposition with reproducing kernels for Koopman spectral learning, Y. Kawahara: Advances in Neural Information Processing Systems, 29 (2016) 911-919.

[7]Finding Combinations of Binary Variables with Guaranteed Accuracy (oral), Y. Baba, M. Sugiyama and T. Washio: Workshop on Adaptive and Scalable Nonparametric Methods in Machine Learning, the 30th Annual Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS2016).

[8]Error Asymmetry in Causal and Anticausal Regression (oral), P. Blöbaum, S. Shimizu and T. Washio: Workshop on Statistical Causal Inference and its Applications to Genetics (Center of Mathematics Research).

[9]Defying the Gravity of Learning Curves: Are More Samples Better for Nearest Neighbor Anomaly Detectors? (invited), T. Washio: The 9th International Conference on Similarity Search and Applications (SISAP2016).

[10]Quantum state estimation and discrimination (invited), S. Takeuchi and T. Washio: SPIE Photonics West OPTO: Advances in Photonics of Quantum Computing, Memory, and Communication X.

[11]Accurate Sensing Based on Output Integration of Multiple Devices Using Machine Learning (oral), T. Washio: ImPACT International Symposium on InSECT 2016.

[12]A non-Gaussian model for causal discovery in the presence of hidden common causes of hidden common causes (invited), S. Shimizu: Munich Workshop on Causal Inference and Information Theory, Munich, Germany, May 23-24, 2016.

[13]A non-Gaussian approach for causal structure learning in the presence of hidden common causes (invited), S. Shimizu: CRM Workshop: Statistical Causal Inference and its Applications to Genetics, Montreal, Canada, July 25-29, 2016.

[14]Koopman spectral learning of dynamical systems (invited), Y. Kawahara: UK-Japan AI Research Workshop.

## 解説、総説

構造的スパース推定とその最適化, 河原吉伸, 電子情報通信学会誌 (特集「スパースモデリングの発展 ー原理から応用までー」), 99[5] (2016), 386-391.

機械学習とその化学研究への展望, 鷺尾隆, 現代化学, 東京化学同人, 552 (2017), 53-56.

ナノポアと機械学習による1細菌の識別, 谷口正輝、鷺尾 隆、川合知ニ, 化学, 化学同人, 72[2] (2017), 33-38.

統計的有意性を担保するパターンマイニング技術, 杉山磨人, オペレーションズ・リサーチ誌, 公益社団法人 日本オペレーションズ・リサーチ学会, 62[4] (2017), 226-232.

## 特許

[1] 「国内特許出願」 分類分析方法、分類分析装置および分類分析用記憶媒体, 2016-244326

[2] 「国内特許出願」 化学センサ測定による試料識別方法、試料識別装置、及び入力パラメータ推定方法, 2016-230468

[3] 「国内特許出願」 化学センサによる試料識別方法及び装置, 2017-034419

[4] 「国際特許出願」 個数分析方法、個数分析装置および個数分析用記憶媒体, PCT/JP2016/087821

[5] 「国際特許出願」 評価情報提供システムおよび評価情報提供方法,

[6] 「出願前譲渡特許 (国内・国際)」 ユーザーフィードバックを用いた学習装置, K20110229

[7] 「出願前譲渡特許 (国内・国際)」 ユーザーフィードバックを用いた学習装置に関する最適質問構成装置, K20110230

[8] 「出願前譲渡特許 (国内・国際)」 Parallel Coordinate Plot のための次元選択手法, K20110251

## 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

- |      |  |
|------|--|
| 鷺尾 隆 | The 22nd ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (プログラム委員)  |
| 鷺尾 隆 | International Journal, Knowledge and Information Systems (KAIS), Springer (連携編集委員)   |
| 鷺尾 隆 | Journal of Data Mining and Knowledge Discovery (編集委員)  |
| 鷺尾 隆 | The 2016 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM) (分野プログラム委員長)  |
| 鷺尾 隆 | The 2016 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM) (運営委員)  |
| 鷺尾 隆 | The 2017 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM) (分野プログラム委員長)  |
| 鷺尾 隆 | The 2017 International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI) (上級プログラム委員)   |
| 鷺尾 隆 | The 23rd SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (2017SIGKDD) (プログラム委員)   |
| 鷺尾 隆 | The 21st Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD2017) (上級プログラム委員)  |
| 鷺尾 隆 | The 21st Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD2017) (運営委員)   |
| 鷺尾 隆 | The 4th IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analysis (DSAA2017) (リサーチトラックプログラム委員長)  |
| 鷺尾 隆 | Special Session: Advanced Informatic Measurement using Statistics, Machine Learning and Pattern Recognition, The 4th IEEE International Conference on Data |

	Science and Advanced Analysis (DSAA2017) (プログラム委員)
杉山 磨人	The 20th Pacific Asia Knowledge Discovery and Data Mining Conference (PAKDD 2016) (プログラム委員)
杉山 磨人	The 22th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD 2016) (プログラム委員)
杉山 磨人	The 26th European Conference on Machine Learning and 19th Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases (ECML-PKDD 2016) (プログラム委員)
杉山 磨人	The 8th Asian Conference on Machine Learning (ACML 2016) (プログラム委員)
清水 昌平	Behaviormetrika (調整編集者)
河原 吉伸	21st Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD'17) (プログラム委員)
河原 吉伸	33rd International Conference on Machine Learning (ICML'16) (プログラム委員)
河原 吉伸	25th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'16) (プログラム委員)
河原 吉伸	22nd SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD'16) (プログラム委員)
河原 吉伸	2016 European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases (プログラム委員)
河原 吉伸	31st AAAI Conference on Artificial Intelligence (プログラム委員)
河原 吉伸	Neural Networks (編集委員)

#### 国内学会

平成 29 年電気学会全国大会	1 件
第 64 回応用物理学会春季学術講演会	1 件
化学工学会, 第 82 年会	1 件
溶接学会, 平成 29 年度春季全国大会	1 件
第 81 回 日本循環器学会学術集会	1 件
平成 28 年度 電力技術・電力系統技術合同研究会	1 件
第 27 回電気学会電力・エネルギー部門大会	1 件
第 30 回人工知能学会全国大会	6 件
日本計算機統計学会, 第 30 回大会	1 件
第 30 回人工知能学会全国大会	1 件
第 103 回人工知能基本問題研究会	1 件
第 19 回情報論の学習理論ワークショップ (IBIS 2016)	1 件
日本マーケティング・サイエンス学会	1 件
第 30 回人工知能学会全国大会	2 件
第 102 回人工知能基本問題研究会	1 件

#### 取得学位

博士 (工学)	機械学習による生物学的に妥当なトキシコゲノミクス予測モデルの研究
永田 圭佑	
修士 (工学)	大規模スイッチング線形動的システムの確率的変分推論
岡 滉	
修士 (工学)	サンプリングを用いた精度保証付き頻出アイテム集合マイニング
馬場 祥人	
学士 (工学)	検定可能性を用いた統計的に有意な木パターンマイニング
福永 篤志	
学士 (工学)	離散化を用いた連続値データに対する解釈可能な分類規則の構築
米田 友花	
学士 (工学)	構造的サポートベクトルマシンによる地球観測データからの水域抽出
尾藤 岳仁	

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (A)	超高次元データ空間における統計的推定・シミュレーション	8,710
鷺尾 隆	原理の開発と応用展開	
新学術領域研究	構造的疎性モデリングのためのメタ学習アルゴリズム体系の	2,210

河原 吉伸	構築		
基盤研究 (B)	離散凸解析に基づく機械学習アルゴリズム体系の構築とその		3,250
河原 吉伸	応用		
挑戦的萌芽研究	離散凸性に基づく整数パラメータ正則化学習によるハードウ		0
河原 吉伸	ェア・フレンドリな機械学習		
若手研究 (B)	統計的に有意な部分構造を発見する巨大グラフマイニング手		1,170
杉山 磨人	法の研究		
<b>受託研究</b>			
鷺尾 隆	(国研) 科学技術振興機	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	7,670
	構		
鷺尾 隆	国立研究開発法人国立	新しいデータマイニング法 LAMP	1,400
	循環器病研究センター	による心不全症例ビッグデータの	
		解析	
鷺尾 隆	(国研) 科学技術振興機	計測・解析を念頭においた新たな機	4,420
	構	械学習融合技術の確立と先端的計	
		測への展開	
杉山 磨人	(国研) 科学技術振興機	統計的有意性を担保する超高速パ	22,620
	構	ターン発見技術の創出	
<b>奨学寄附金</b>			
鷺尾 隆	アジア宇宙航空研究開発事務所		2,961
鷺尾 隆	IBM 株式会社		1,050
<b>共同研究</b>			
鷺尾 隆	国立研究開発法人 国立	一般人を対象とした心血管疾患リ	36
	循環器病研究センター	スクの抽出法の確立とその応用	
鷺尾 隆	株式会社神戸製鋼所	装置・設備の稼働状態把握を目的と	1,080
		したデータマイニング手法の適用	
		技術に関する研究	
鷺尾 隆	ナガノサイエンス株式	環境試験装置の温湿度分布測定用	0
	会社	センサ配置の最適化	
鷺尾 隆	国立研究開発法人物	ナノメカニカルセンサ測定におけ	0
	質・材料研究機構(NIMS)	るシグナル解析モデルの開発	
鷺尾 隆	関西電力株式会社研究	太陽光発電の統計学的分析手法に	0
	開発室	関する研究	
鷺尾 隆	ナガノサイエンス株式	環境試験装置等の温湿度測定用セ	0
	会社	ンサ配置の最適化	
河原 吉伸	J F E スチール株式	鉄鋼プロセスにおける異常予知・診	2,400
	社 スチール研究所	断に関する研究	
河原 吉伸	BIJIN&CO.株式会社 筑	BIJIN を科学する	0
	波大学		
河原 吉伸	ミズノ株式会社	機械学習を用いたランニングシュ	500
		ーズの感性設計	
河原 吉伸	日本電信電話株式会社	離散凸解析に基づく機械学習アル	0
	コミュニケーション科	ゴリズム体系の構築とその応用	
	学基礎研究所		

## 知識科学研究分野

### 原著論文

[1]Noise-robust MUSIC-based Sound Source Localization using Steering Vector Transformation for Small Humanoids, Ryu Takeda, Kazunori Komatani: Journal of Robotics and Mechatronics, 29 (1) (2017) 26-36.

[2]Size Effect on Call Properties of Japanese Tree Frogs Revealed by Audio-Processing Technique, Ikkyu Aihara, Ryu Takeda, Takeshi Mizumoto, Takuma Otsuka, Hiroshi G. Okuno: Journal of Robotics and Mechatronics, 29 (1) (2017) 247-254.

[3] 多人数対話におけるユーザの状態に着目したロボットの応答義務の推定, 杉山 貴昭、船越 孝太郎、中野 幹生、駒谷 和範: 人工知能学会論文誌, 31 (3) (2016) C-FB2\_1-9.

[4] 概念階層の比較に基づくオントロジー品質向上支援手法, 増田 壮志、古崎 晃司: 人工知能学会論文誌, 32 (2) (2017) E-G71\_1-10.

#### 国際会議

[1] Unsupervised Adaptation of Deep Neural Networks for Sound Source Localization using Entropy Minimization, Ryu Takeda, Kazunori Komatani: Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, (2017) 2217-2221.

[2] Discriminative Multiple Sound Source Localization based on Deep Neural Networks using Independent Location Model, Ryu Takeda, Kazunori Komatani: Proceedings of IEEE Workshop on Spoken Language Technology, (2016) 603-609.

[3] Bayesian Language Model based on Mixture of Segmental Contexts for Spontaneous Utterances with Unexpected Words, Ryu Takeda, Kazunori Komatani: Proceedings of International Conference on Computational Linguistics, (2016) 161-170.

[4] Expanding Science and Technology Thesauri from Bibliographic Datasets using Word Embedding, Takahiro Kawamura, Kouji Kozaki, Tatsuya Kushida, Katsutaro Watanabe, Katsuji Matsumura: Proceedings of the 28th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence, (2016) 8 pages.

[5] Semantic Data Acquisition by Traversing Class-Class Relationships over Linked Open Data, Atsuko Yamaguchi, Kouji Kozaki, Kai Lenz, Yasunori Yamamoto, Hiroshi Masuya, Norio Kobayashi: Proceedings of the 6th Joint International Semantic Technology, (2016) 136-151.

[6] Ontology Refinement System for Improving Consistency of Classification among Brother Concepts, Takeshi Masuda, Kouji Kozaki, Kazunori Komatani: Workshop and Poster Proceedings of the 6th Joint International Semantic Technology, (2016) 74-77.

[7] SPARQL Builder: Constructing SPARQL Query by Traversing Class-Class Relationships for Life Science Databases, Atsuko Yamaguchi, Kouji Kozaki, Kai Lenz, Yasunori Yamamoto, Hiroshi Masuya, Norio Kobayashi: Workshop and Poster Proceedings of the 6th Joint International Semantic Technology, (2016) 58-61.

[8] Refining JST thesaurus and discussing the effectiveness in life science research, International Workshop on Intelligent Exploration of Semantic Data, Tatsuya Kushida, Takeshi Masuda, Yuka Tateisi, Katsutaro Watanabe, Katsuji Matsumura, Takahiro Kawamura, Kouji Kozaki, Toshihisa Takagi: Proceedings of International Workshop on Intelligent Exploration of Semantic Data (IESD2016), (2016) 12 pages.

[9] Toward Lexical Acquisition during Dialogues through Implicit Confirmation for Closed-Domain Chatbots, Kohei Ono, Ryu Takeda, Eric Nichols, Mikio Nakano and Kazunori Komatani: Proceedings of Second Workshop on Chatbots and Conversational Agent Technologies, (2016) 8 pages.

[10] An Ontological Framework for Representing Topological Information in Human Anatomy, Takeshi Imai, Kazuhiko Ohe, Emiko Shinohara, Masayuki Kajino, Ryota Sakurai, Kouji Kozaki, Riichiro Mizoguchi: Proceedings of the 7th International Conference on Biomedical Ontology, (2016) 6 pages.

#### 解説、総説

階層的発話行動理解に基づく音声インタラクション, 駒谷 和範, 計測と制御, 計測自動制御学会, 55[10] (2016), 878-883.

JST 科学技術用語シソーラスの Linked Data 化：科学技術情報をリンクする知識インフラの構築に向けて，川村 隆浩、渡邊 勝太郎、松邑 勝治、櫛田 達矢、古崎 晃司，情報管理，国立研究開発法人科学技術振興機構，59[12] (2016)，839-848.

シビックテックと LOD—関西での活動を中心として—，古崎 晃司、上田 洋、高橋 徹，情報処理，情報処理学会，55[7] (2016)，620-625.

## 著書

[1]第7章 57 オントロジー・エンハンスド・シソーラスって何？ (下村政嗣)“トコトンやさしいバイオミメティクスの本”，溝口 理一郎、古崎 晃司，日刊工業新聞社，(134-135) 2016.

[2]Chapter 8 Knowledge Structuring for Sustainable Development and the Hozo Tool (Francisco J. Garcia-Penalvo, Alicia Garcia-Holgado)“Open Source Solutions for Knowledge Management and Technological Ecosystems”，Jenny S. Huang, Kouji Kozaki, Terukazu Kumazawa, IGI Gloval, (195-221) 2017.

## 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

駒谷 和範 ACL 2016 (プログラム委員)  
 駒谷 和範 Interspeech2016 (プログラム委員)  
 駒谷 和範 SIGDIAL 2016 (プログラム委員)  
 駒谷 和範 DADA 2016 (プログラム委員)  
 駒谷 和範 SLT 2016 (査読者)  
 駒谷 和範 ACL 2017 (査読者)  
 駒谷 和範 IWSDS 2017 (技術委員)  
 古崎 晃司 JIST2016 (プログラム委員)  
 古崎 晃司 IESD2016 (組織委員)  
 古崎 晃司 KEOD2016 (プログラム委員)  
 古崎 晃司 ISWC2016 (国内組織委員)

## 国内学会

人工知能学会 9 件  
 情報処理学会 1 件

## 取得学位

修士 (工学) 生物規範工学における Keyword Explorer の評価とオントロジー拡充指針の提案  
 鳥村 匠  
 学士 (工学) Linked Data におけるリソース間の経路ランキングとその改善  
 西田 寛章

## 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (B)	対話システムにおける対話を通じたドメイン知識の獲得	5,720
駒谷 和範		
基盤研究 (B)	オントロジーの多次的視点管理に基づく領域横断型セマンティックデータの知的探索	3,120
古崎 晃司		
挑戦的萌芽研究	広報情報・オープンデータ・ソーシャル情報の融合による地域課題の横断的分析基盤	1,950
古崎 晃司		
若手研究 (B)	音声対話を通じた音声認識用音響・言語モデルの自動高精度化	1,300
武田 龍		
受託研究		
古崎 晃司	東京大学 医療知識基盤にもとづく高度医療情報利活用に関する研究	300
共同研究		
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 暗黙的確認に基づく対話中の知識獲得手法の研究	3,600
駒谷 和範	株式会社ホンダ・リサーチ 1-bit Discrete Deep Neural Network	600

---

## 知能アーキテクチャ研究分野

### 原著論文

- [1]Continuous Music-emotion Recognition Based on Electroencephalogram, N. Thammasan, K. Moriyama, K. Fukui, and M. Numao: IEICE Transactions, E99-D (4) (2016) 1234-1241.
- [2]Familiarity Effects in EEG-based Emotion Recognition, N. Thammasan, K. Moriyama, K. Fukui, and M. Numao: Brain Informatics, (2016) 1-12.
- [3]Development and Application of the Renewable Energy Regional Optimization Utility Tool for Environmental Sustainability: REROUTES, K. Hori, T. Matsui, T. Hasuike, K. Fukui, and T. Machimura: Renewable Energy, 93 (2016) 548-561.
- [4]Food CMS, Integrated Information Sharing System of Food Production, Marketing, and Consumption, T. Kashima, S. Matsumoto, K. Fukui, and T. Hasuike: Information Engineering Express, 2 (3) (2016) 31-42.

### 国際会議

- [1]Application of Deep Belief Networks in EEG-based Dynamic Music-emotion Recognition, N. Thammasan, K. Fukui, and M. Numao: Proc. The International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2016), (2016) .
- [2]Sleep Pattern Discovery via Visualizing Cluster Dynamics of Sound Data, H. Wu, T. Kato, T. Yamada, M. Numao, and K. Fukui: Proc. The 29th International Conference on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems (IEA/AIE 2016), (2016) .
- [3]Distance-based Evaluation Function for Firstorder Rule Construction, N. Khamsemanan, C. Nattee, and M. Numao: Proc. 26th International Conference on Inductive Logic Programming (ILP 2016), (2016) .
- [4]An Investigation of Annotation Smoothing for EEG-based Continuous Music-emotion Recognition, N. Thammasan, K. Fukui, and M. Numao: Proc. The 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC 2016), (2016) 3323-3328.
- [5]Integrating Class Information and Features in Cluster Analysis based on Evolutionary Distance Metric Learning, W. Kalintha, S. Ono, M. Numao, and K. Fukui: Proc. the 20th Asia-Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems (IES-2016), (2016) .
- [6]Error Detection of Ocean Depth Series Data with Area Partitioning and Using Sliding Window, S. Hayashi, S. Ono, S. Hosoda, M. Numao, and K. Fukui: Proc. IEEE 15th International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA 2016), (2016) 1029-1033.
- [7]Implementation of Integrated Information Sharing System of Food Production, Marketing, and Consumption, T. Kashima, S. Matsumoto, T. Hasuike, and K. Fukui: Proc. 2016 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics, (2016) 791-796.
- [8]Feature Function Design in Conditional Random Field Using Decision Tree Learning Applied to Error Detection of Ocean Observation Data, Y. Kamikawaji, H. Matsuyama, K. Fukui, S. Hosoda, and S. Ono: Proc. The 2016 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (IEEE SSCI 2016), (2016) .
- [9]Personal Sleep Pattern Visualization via Clustering on Sound Data, H. Wu, T. Kato, T. Yamada, M. Numao, and K. Fukui: Proc. AAAI 2017 Joint Workshop on Health Intelligence, (2017) 592-599.

[10]Kernelized Evolutionary Distance Metric Learning for Semi-supervised Clustering, W. Kalintha, S. Ono, M. Numao, and K. Fukui: Proc. 31st AAAI Conference on Artificial Intelligence, Student Abstract and Poster Program, (2017) 4945-4946.

[11]Multimodal fusion of EEG and musical features in music-emotion recognition, N. Thammasan, K. Fukui, and M. Numao: Proc. 31st AAAI Conference on Artificial Intelligence, Student Abstract and Poster Program, (2017) 4991-4992.

[12]An Investigation of Effect of Bioluminescent Light on Human using Electroencephalogram (poster), N. Thammasan, M. Iwano, K. Moriyama, K. Fukui, K. Kawintiranon, Y. Buatong, S. Inagaki, T. Wazawa, T. Nagai, and M. Numao: The 23rd International Display Workshop in conjunction with Asia Display (IDW/AD2016), Fukuoka, Japan, December 7-9, 2016.

[13]Development and Application of a Multi-Objective Optimization Tool for Renewable Energy Mix in Municipalities (oral), K. Hori, T. Matsui, S. Ono, K. Fukui, T. Hasuike, and T. Machimura: The 12th Biennial International Conference on EcoBalance, Kyoto, Japan, October 3-6, 2016.

[14]Music-emotion Recognition based on Wearable Dry-electrode Electroencephalogram (oral), P. Senachakr, N. Thammasan, K. Fukui and M. Numao: Workshop on Computation: Theory and Practice (WCTP-2016), Cebu City, Philippines, September 21-22, 2016.

[15]Multimodal Latent Feature Learning for Psycho-Physiological Stress Modelling and Detection (oral), J. L. Hagad, K. Fukui, and M. Numao: 7th International Workshop on Empathic Computing (IWEC 2016), Phuket, Thailand, Aug 22-26, 2016.

[16]Application of Annotation Smoothing for Subject-independent Emotion Recognition based on Electroencephalogram (oral), N. Thammasan, K. Fukui, and M. Numao: 7th International Workshop on Empathic Computing (IWEC 2016), Phuket, Thailand, Aug 22-26, 2016.

#### 解説、総説

データマイニングの応用, 津本周作、矢田勝俊、福井健一、小野田崇、阿部明典、中嶋宏, 医療情報学, 日本医療情報学会, 36 (2016), 315-324.

AI 技術者人材育成, 福井健一, 人工知能, 人工知能学会, 32 (2017), 68.

#### 特許

[1]「国内特許出願」睡眠状態解析支援装置、および、睡眠状態解析支援プログラム, 特願 2016-089830

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

沼尾 正行	New Generation Computing (エリアエディタ)
沼尾 正行	Frontiers of Science Symposium (事業委員)
沼尾 正行	Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (プログラム委員)
沼尾 正行	International Workshop on Empathic Computing (オーガナイザ/プログラム委員長)
沼尾 正行	Workshop on Computing Theory and Practice (組織委員長)
沼尾 正行	ICT4 Aging Well (プログラム委員)
福井 健一	Workshop on Computation: Theory and Practice (WCTP-2016) (プログラム委員)
福井 健一	Workshop on Mathematical Modeling and Problem Solving (PDPTA'16) (プログラム委員)
福井 健一	International Conference on Business Management of Technology (BMOT2016) (プログラム委員)

#### 国内学会

第 30 回人工知能学会全国大会

7 件



第 108 回情報処理学会数値モデル化と問題解決研究会	1 件
第 26 回インテリジェント・システム・シンポジウム	1 件
日本海洋学会 2016 年度秋季大会	1 件
電気学会第 68 回情報システム研究会	1 件

#### 取得学位

修士(情報科学) 空間的自己相関を考慮した海洋データのエラー検知 林 勝悟	
修士(情報科学) 強化学習を用いた繰り返しゲームにおける戦略の学習の高速化 藤田 涉	
修士(情報科学) 感性を反映させた自動作曲システムにおける楽曲の評価 古川 真衣	

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
萌芽	間主観の形式化を支援するための分散推論機構とセンサー	0
沼尾 正行	ネットワークへの応用	
若手研究 (B)	事象系列データからの因果性マイニングと地震および損傷	1,170
福井 健一	間の因果発見への応用	
<b>共同研究</b>		
沼尾 正行	株式会社 office FUKUROU, 東京都市大学	0
	コンサート観客の感性ビッグ データに基づく自動作曲の研究	
<b>その他の競争的研究資金</b>		
福井 健一	パナソニック株式会社	1,300
	人工知能技術とそのビジネス 応用に関する人材育成事業	

---

#### 半導体材料・プロセス研究分野

##### 原著論文

- [1]Hydrogen generation from water using Si nanopowder fabricated from Si swarf, K. Imamura, K. Kimura, S. Fujie, H. Kobayashi: J. Nanopart. Res., 18 (2016) 116-1-7.
- [2]The photoluminescence of multicolor silicon, E. Pincik, R. Brunner, H. Kobayashi, M. Mikula, P. Vojtek, J. Gregus, Z. Zabudla, K. Imamura, P. Svec, Jr.: J. Chin. Adv. Mater. Soc., 8 (2016) 158-171.
- [3]Intra-grain conduction of self-doped polyaniline, Y. Usami, K. Imamura, T. Akai, D.-C. Che, H. Ohoyama, H. Kobayashi, T. Matsumoto: J. Appl. Phys., 120 (2016) 084308-1-7.
- [4]Improvement of the positive bias stability of a-IGZO TFTs by the HCN treatment, M.-H. Kim, M.-J. Choi, K. Kimura, H. Kobayashi, D.K. Choi: Solid-State Electronics, 126 (2016) 87-91.
- [5]Optical Simulation for Multi-Striped Orthogonal Photon-Photocarrier-Propagation Solar Cell ((MOPSC)-S-3) with Redirection Waveguide, A. Ishibashi, H. Kobayashi, T. Taguchi, K. Kondo, T. Kasai: 3D Res, 7 (2016) 33-1-5.
- [6]Light trapping of crystalline Si solar cells by use of nanocrystalline Si layer plus pyramidal texture, K. Imamura, T. Nonaka, Y. Onitsuka, D. Irishika, H. Kobayashi: Appl. Surf. Sci., 395 (2017) 50-55.
- [7]Ultrathin SiO<sub>2</sub> layer formed by the nitric acid oxidation of Si (NAOS) method to improve the thermal-SiO<sub>2</sub>/Si interface for crystalline Si solar cells, T. Matsumoto, H. Nakajima, D. Irishika, T. Nonaka, K. Imamura, H. Kobayashi,: Appl. Surf. Sci., 395 (2017) 56-60.
- [8]Multifractal analysis and optical properties of nanostructured silicon layers, S. Jurecka, T. Matsumoto, K. Imamura, H. Kobayashi: Appl. Surf. Sci., 395 (2017) .
- [9>About the optical properties of oxidized black silicon structures, E. Pincik, R. Brunner, H. Kobayashi,

M. Mikula, M. Kučera, P. Švec Jr., J. Greguš, P. Vojtek, Z. Zábudlá, K. Imamura, M. Zahoran: Appl. Surf. Sci., 395 (2017) .

[10]Mechanism of ultra-low reflectivity for nanocrystalline Si/crystalline Si structure formed by surface structure chemical transfer method, K. Imamura, D. Irishika, H. Kobayashi: J. Appl. Phys., 121 (2017) 013107-1-5.

[11]Effect of HCN passivation on silicon oxide thin layer, M. Kopani, M. Mikula, E. Pincik, H. Kobayashi, M. Takahashi: J. Chinese Adv. Mater. Soc., 5 (2017) 57-64.

[12]Beads-milling of waste Si sawdust into high-performance nanoflakes for lithium-ion batteries, T. Kasukabe, H. Nishihara, K. Kimura, T. Matsumoto, H. Kobayashi, T. Kyotani: Sci. Rep., 7 (2017) 42734-1-10.

[13]Improvement of cyclability of Li-ion batteries using c-coated Si nanopowder electrode fabricated from Si swarf with limitation of delithiation capacity, K. Kimura, T. Matsumoto, H. Nishihara, T. Kasukabe, T. Kyotani and H. Kobayashi: J. Electrochem. Soc., 164 (6) (2017) A995-1001.

#### 国際会議

[1]~20% efficiency black Si solar cells fabricated by the SSCT method with simple structure (plenary), H. Kobayashi: 14th International Symposium on Novel and Nano Materials (ISNNM-2016).

[2]High efficiency crystalline Si solar cells fabricated with new chemical technologies and Si nanopowder for hydrogen generation and photoluminescence (invited), H. Kobayashi: Solid State Surfaces and Interface 2016 (SSSI 2016).

[3]High conversion efficiency black Si solar cells with a nanocrystalline Si layer (invited), K. Imamura: Solid State Surfaces and Interface 2016 (SSSI 2016).

[4]Li ion battery with Si nanopowder fabricated from Si swarf (invited), T. Matsumoto, K. Kimura, H. Kobayashi: Solid State Surfaces and Interface 2016 (SSSI 2016).

[5]Hydrogen Generation in the Body to Avoid Oxidation Stress (oral), H. Kobayashi, R. Imamura: 1st International Conference on COI Program.

[6]Development of electrochemical planarization method for fabrication of atomically flat 4H-SiC wafers (poster), T. Akai, K. Imamura, H. Kobayashi: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, and 4th KANSAI Nanoscience and Nanotechnology International Symposium.

[7]Achievement of High Efficiency Nanocrystalline Si/Crystalline Si Solar Cells with PSG passivation (poster), D. Irishika, K. Imamura, H. Kobayashi: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, and 4th KANSAI Nanoscience and Nanotechnology International Symposium.

[8]Effective passivation method for ultra-low Reflectivity Nanocrystalline Si/Si solar cells using phosphosilicate (poster), Y. Onitsuka, K. Imamura, H. Kobayashi: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, and 4th KANSAI Nanoscience and Nanotechnology International Symposium.

[9]Greatly Improved of Cyclability for Li-ion Batteries Using Si Nanopowder Electrode Fabricated from Swarf (poster), K. Kimura, T. Matsumoto, Y. Kanatani, T. Higo, H. Kobayashi: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, and 4th KANSAI Nanoscience and Nanotechnology International Symposium.

## 特許

- [1] 「出願前譲渡特許（国内・国際）」半導体表面の汚染物質除去および半導体装置の製造方法, K20090216
- [2] 「国際特許出願」固形製剤、固形製剤の製造方法及び水素発生方法, PCT/JP2017/000749（出願日平 29 年 1 月 12 日）
- [3] 「国内特許出願」リチウムイオン電池の負極材料、リチウムイオン電池及びその動作方法並びにリチウムイオン電池の負極又は負極材料の製造方法, 特許庁受付番号 21602210071（出願日 28 年 11 月 24 日）
- [4] 「国際成立特許」半導体装置の製造方法、半導体装置の製造装置、半導体装置、並びに転写用部材, 台湾特許成立第 I555077（成立日平 28 年 10 月 21 日）
- [5] 「国内特許出願」シリコン微細粒子の製造方法及び/又はその凝集体及び生体用水素発生材及びその製造方法並びに水素水とその製造方法および製造装置, 特願 2016-162520（出願日平 28 年 8 月 23 日）
- [6] 「国内特許出願」複合樹脂材料、複合樹脂材料の製造装置、及び複合樹脂材料の製造方法、並びに複合樹脂材料用添加剤, 特願 2016-161307（出願日平 28 年 8 月 19 日）
- [7] 「国際成立特許」太陽電池およびその製造方法、並びに太陽電池の製造装置, 台湾特許成立第 I54465 号（成立日平 28 年 8 月 1 日）
- [8] 「国内特許出願」リチウムイオン電池の負極材料、リチウムイオン電池、リチウムイオン電池の負極材料の製造方法及びその製造装置, 特願 2016-076663（出願日平 28 年 4 月 6 日）

## 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

- 小林 光 Applied Surface Science (編集委員)
- 小林 光 Solid State Surfaces and Interface 2016 (SSSI 2016) (科学委員長)
- 松本 健俊 Solid State Surfaces and Interface 2016 (SSSI 2016) (科学委員)
- 今村 健太郎 Solid State Surfaces and Interface 2016 (SSSI 2016) (科学委員)

## 国内学会

- 応用物理学会 7 件
- 表面科学会 2 件
- 電池討論会 2 件
- 電気化学会 2 件
- 応用物理学会関西支部講演会 1 件
- 関西電気化学研究会 1 件
- 光・量子ビーム科学合同シンポジウム 1 件

## 取得学位

- 博士(理学) 電気化学的手法を用いた SiC 及び Si の表面処理法とそのメカニズム
- 赤井 智喜
- 博士(理学) シリコンナノクリスタル層形成による極低反射化と高効率結晶シリコン太陽電池の創製
- 入鹿 大地
- 博士(理学) Si 材料の創製とエネルギーデバイスへの応用
- 喜村 勝矢
- 修士 (理学) リンケイ酸ガラスによるシリコンナノクリスタル層の表面パッシベーションと結晶シリコン太陽電池の高効率化
- 鬼塚 裕也
- 修士 (理学) シリコンナノ粒子を用いた水素発生及び水素水生成
- 藤江 俊太
- 修士 (理学) 硝酸酸化膜によるシリコン表面のパッシベーション及び裏面ポイントコンタクト型太陽電池
- 山田 庸介

## 科学研究費補助金

			単位：千円
基盤研究 (A)	化学的転写法で形成する極低反射率シリコン表面の物性		9,230
小林 光			
基盤研究 (C)	トップダウン製法による薄片状 Si ナノ粒子の高容量リチウムイオン電池負極への展開		2,600
長谷川 丈二			
<b>受託研究</b>			
小林 光	(国研) 科学技術振興機構	相界面制御法による極低反射率の達成と結晶シリコン太陽電池の超高効率化	63,934
<b>共同研究</b>			
小林 光	(株)日新化成	シリコンペーストの創製に関する研究	0
<b>その他の競争的研究資金</b>			
小林 光	岩谷直治記念財団	シリコン切粉を原料とするシリコンナノ粒子の創製と、水との反応による水素発生	2,000

## 先端ハード材料研究分野

### 原著論文

[1]Photocatalytic activity under UV/Visible light range of Nb-doped titanate nanostructures synthesized with Nb oxide, Jong Min Byun, Hye Rim Choi, Young Do Kim, Tohru Sekino, Se Hoon Kim: Applied Surface Science, 415 (2016) 126-131.

[2]RGO/Ag<sub>2</sub>S/TiO<sub>2</sub> ternary heterojunctions with highly enhanced UV-NIR photocatalytic activity and stability, T. Liu, B. Liu, L. Yang, X. Ma, H. Li, S. Yin, T. Sato, T. Sekino, Y. Wang: Applied Catalysis B: Environmental, 204 (2017) 593-601.

[3]Smart window coating based on F-TiO<sub>2</sub>-KxWO<sub>3</sub> nanocomposites with heat shielding, ultraviolet isolating, hydrophilic and photocatalytic performance, Tongyao Liu, Bin Liu, Jing Wang, Linfen Yang, Xinlong Ma, Hao Li, Yihong Zhang, Shu Yin, Tsugio Sato, Tohru Sekino and Yuhua Wang: Scientific Reports, 6 (2016) Article number 27373.

[4]Fabrication of a TiO<sub>2</sub>-P25/(TiO<sub>2</sub>-P25+TiO<sub>2</sub> nanotubes) junction for dye sensitized solar cells, N. H. Hao, G. Gyawali, T. Sekino, S. W. Lee: Progress in Natural Science: Materials International, 26 (4) (2016) 375-379.

[5]Induction of Oxidative Stress in HeLa Cells with Reactive Oxygen Species generated in Titanium Oxide Nano-tubes, Hisataka NISHIDA, Tomonari TANAKA, Yoshitomo HONDA, Tomoyo GOTO, Sunghun CHO, and Tohru SEKINO: Nano Biomedicine, 81 (1) (2016) 41-50.

[6]Oxidation of Pentatitanium Trisilicide (Ti<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>) Powder at High Temperature, J. Matsushita, T. Satsukawa, N. Iwamoto, X. L. Wang, J. F. Yang, T. Goto, T. Sekino, X. Y. Wu, S. Yin, T. Sato: Materials Science Forum, 868 (2016) 38-42.

[7]Influence of Heater Diameter on the Temperature Distribution and Melt Convection in a Directional Solidification System for Mono-Like Silicon Growth, M. M. Gao, H. Y. Jing, J. Li, S. Liang, H. B. Li, T. Sekino: Materials Science Forum, 868 (2016) 100-104.

[8]Translucency and low-temperature degradation of silica-doped zirconia, Takashi Nakamura, Yoshiro Nakano, Hirofumi Usami, Kazumichi Wakabayashi, Hiroshi Ohnishi, Tohru Sekino, and Hirofumi Yatani: Dental Materials Journal, 35 (4) (2016) 571-577.

[9]Thermal conductivity of hot-pressed hexagonal boron nitride, Takafumi Kusunose, and Tohru Sekino:

Scripta Materialia, 124 (2016) 138–141.

[10]Crystallization and microstructure formation of glass with  $Y_2Si_2O_7$ -mullite eutectic composition, Shunkichi Ueno, Tomoe Tada, Yohei Suzuki, Junko Nozawa, Byung-Koog Jang, Tohru Sekino: Ceramics International, 42 (12) (2016) 13601–13604.

[11]Improvement in fracture strength in electrically conductive AlN ceramics with high thermal conductivity, Takafumi Kusunose, Tohru Sekino: Ceramics International, 42 (11) (2016) 13183-13189.

[12]Anatase Type Titanium Dioxide Prepared by Oxidation of Titanium Carbide, J. Matsushita, T. Tsuchiyama, K. Hamaguchi, N. Iwamoto, X. Wang, J. Yang, T. Sekino, X. Wu, S. Yin, and T. Sato: Materials Science Forum, 860 (2016) 92-96.

[13]Impact of grain shape on the micromechanics-based extraction of single-crystalline elastic constants from polycrystalline samples with crystallographic texture, M. Tane, K. Yamori, T. Sekino, T. Mayama: Acta Materialia, 122 (2017) 236–251.

[14]Two distinct crystallization processes in supercooled liquid, M. Tane, H. Kimizuka, T. Ichitsubo: The Journal of Chemical Physics, 144 (2016) 194505.

[15]Tribological Behaviors of Dense Gelcasting Nanocomposites, Sung Hun CHO, Sang Hoon Jeong, Bum Sung Kim, Tohru Sekino, Soo Wahn Lee, Seung-Ho Kim: Materials Science Forum, 868 (2016) 56-60.

[16]Synthesis of  $TiO_2$ -Modified Hydroxyapatite with Various Morphology by Urea-Assisted Hydrothermal Method, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: Materials Science Forum, 868 (2016) 28–32.

[17]Relationship between the CO sensing performance of micro-thermoelectric gas sensors and characteristics of PtPd/ $Co_3O_4$  and PtPd/ $SnO_2$  catalysts, Tomoyo Goto, Toshio Itoh, Takafumi Akamatsu, Tohru Sekino, Woosuck Shin: Sensors and Actuators B: Chemical, 243 (2017) 847–855.

[18]Analysis of Recovery Time of Pt-, Pd-, and Au-Loaded  $SnO_2$  Sensor Material with Nonanal as Large-Molecular-Weight Volatile Organic Compounds, Toshio Itoh, Daiheon Lee, Tomoyo Goto, Takafumi Akamatsu, Noriya Izu, Woosuck Shin, Toshihiro Kasuga: Sensors and Materials, 28 (11) (2016) 1165–1178.

#### 国際会議

[1]Materials Tuning of Titania Nanotubes for Visible-Light Responsible Photochemical Function (invited), Tohru Sekino, Kensuke Fujii, Hisataka Nishida, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Soo Wahn Lee: 26th IUPAC International Symposium on Photochemistry, Osaka Japan, April 3-8, 2016.

[2]Photocatalytic Property of  $TiO_2$ -modified Hydroxyapatite Synthesized by Hydrothermal Method (oral), Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: 26th IUPAC International Symposium on Photochemistry, Osaka Japan, April 3-8, 2016.

[3]Synthesis and Characterization of  $TiO_2$  nanotubes by Microwave Assisted Hydrothermal Method: An effect of process parameters on Nanostructures formation (poster), Cho Sung Hun, Tohru Sekino: 26th IUPAC International Symposium on Photochemistry, Osaka Japan, April 3-8, 2016.

[4]Materials tuning of titania nanotubes for enhancing physical-photochemical multifunctions (invited), Tohru Sekino: THERMEC'2016 (International Conference on Processing, Fabrication, Properties, Applications), Graz, Austria, May 29 – June 3, 2016.

[5]Effect of Ti Metal Powder Addition on Hot-Press Sintered  $Si_3N_4$  (poster), Sotaro Baba, Tomoyo Goto,

Tohru Sekino: EnCera 2016 (The International Symposium on the Science of Engineering Ceramics), Niigata, Japan, May 10-12, 2016.

[6]Comparative Study of Hydroxyapatite Formation from Calcium Orthophosphates by Hydrothermal Treatment (poster), Tomoyo Goto, Ill Yong Kim, Tohru Sekino, Chikara Ohtsuki: EnCera 2016 (The International Symposium on the Science of Engineering Ceramics), Niigata, Japan, May 10-12, 2016.

[7]Materials Tuning of Titania Nanotubes for Enhancing Visible-light Responsible Photochemical Properties (invited), Tohru Sekino, Kensuke Fujii, Hisataka Nishida, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Soo Wahn Lee: The Joint International Conference of CJK2016 in association with the 6th Global Research Laboratory Seminar and 2nd ISO/TC107 Workshop (CJK2016), Asan, Korea, May 19-23, 2016.

[8]Photocatalytic Degradation of Acidic and Basic Dyes by TiO<sub>2</sub>-modified Hydroxyapatite under UV Irradiation (invited), Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: The Joint International Conference of CJK2016 in association with the 6th Global Research Laboratory Seminar and 2nd ISO/TC107 Workshop (CJK2016), Asan, Korea, May 19-23, 2016.

[9]Photo- and Physico-Chemical Multifunctions of Titania Nanotubes by Structure Tuning (invited), Tohru Sekino: CMOS Engineering Technologies 2016 Conference, Montreal, Canada, May 25 - 27, 2016.

[10]Effect of short-range ordering of solute atoms on elastic properties of Mg-Zn-Y alloy single crystals with long-period stacking ordered structures (invited), Msakazu Tane, Hajime Kimizuka, Koji Hagihara: THERMEC'2016 (International Conference on Processing, Fabrication, Properties, Applications), Graz, Austria, May 29 – June 3, 2016.

[11]Photocatalytic Degradation of Acidic and Basic Dyes by TiO<sub>2</sub>-modified Hydroxyapatite with Various Morphologies (invited), Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: International Symposium on Solar Driven Photocatalysis, Japan, June 30, 2016.

[12]Materials Tuning of Titania Nanotubes for Enhancing Physical-photochemical Multifunctions (invited), Kensuke Fujii, Hisataka Nishida, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Soo Wahn Lee, Tohru Sekino: HTC MC 9 & GFMAT2016, Toronto, Canada, June 26 – July 1, 2016.

[13]Effect of Iron Doping on the Spontaneous Spinodal Phase Separation of Binary Oxide Composites and Their Semiconducting Properties (oral), Wanqing Jiang, Tomoyo Goto, Tohru Sekino: HTC MC 9 & GFMAT2016, Toronto, Canada, June 26 – July 1, 2016.

[14]Heat Transfer Control of Micro Thermoelectric Gas Sensor for Breath Gas Monitoring (oral), Tomoyo Goto, Toshio Itoh, Takafumi Akamatsu, Yoshitaka Sasaki, Kazuo Sato, Woosuck Shin: IMCS2016 (The 16th International Meeting on Chemical Sensors), Jeju, Korea, July 10-13, 2016.

[15]Two-Dimensional Nanostructure Tuning of Oxide Crystals and Their Electrical Properties (invited), Tohru Sekino, Wanqing Jiang, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Koichi Niihara: IUMRS-ICEM2016, Singapore, July 4 – 8, 2016.

[16]Materials tuning of oxide nanotubes for advanced environmental and energy applications (invited), Tohru Sekino, and Soo Wahn Lee: NANO KOREA 2016 (The 14th International Nanotech Symposium & Nanoconvergence Expo.), Goyang, Korea, July 13-15, 2016.

[17]Materials Tuning of Titania Nanotubes for Advanced Environmental and Energy Applications (plenary), Tohru Sekino: ISRERU-4 & ISFM-7, Changchun, China, August 16-19, 2016.

[18]Influence on Phase Constitution and Fluorescence Characteristics of Zirconia by Rare Earth-Activation (poster), Hisataka Nishida, Tohru Sekino, Shinya Okamura, Kazumichi Wakabayashi, Takashi Nakamura,

Hirofumi Yatani: 2nd Annual Meeting IADDM, Busan, Korea, September 3-4, 2016.

[19] Structure and Function Tuning of Nanostructured Oxides for Advanced Energy and Environmental Photocatalyst (plenary), Tohru Sekino, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, and Soo Wahn Lee: ic-cmtp2016 (THE 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPETITIVE MATERIALS AND TECHNOLOGY PROCESSES). Miskolc, Hungary, October 3-7, 2016.

[20] Synthesis of Low Dimensional Carbon and TiO<sub>2</sub> Nanotube Composites via Solution Chemical Process and Their Electrical Properties (oral), Sunghun Eom, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: K-J Ceramics 33 (The 33rd International Korea-Japan Seminar on Ceramics), Taejon, Korea, November 16-19, 2016.

[21] Adsorption and Photocatalytic Decoloration of Acidic Dye on TiO<sub>2</sub>-Modified Hydroxyapatite Obtained by Hydrothermal Synthesis (oral), Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: K-J Ceramics 33 (The 33rd International Korea-Japan Seminar on Ceramics), Taejon, Korea, November 16-19, 2016.

[22] Elastic properties of AZ31 Mg alloy single crystal: determination by inverse self-consistent approximation (poster), M. Tane, T. Mayama: The 20th SANKEN International Symposium, Osaka, Japan, December 12-13, 2016.

[23] Titanate nanostructures analysis and characterizations (poster), Cho Sung Hun, Tohru Sekino, Tomoyo Goto, Soo Wahn Lee: The 20th SANKEN International Symposium, Osaka, Japan, December 12-13, 2016.

[24] Fabrication and structure development of Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-doped ZrO<sub>2</sub> ceramics (poster), Yuki Rikiso, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Hisataka Nishida, Tohru Sekino: The 20th SANKEN International Symposium, Osaka, Japan, December 12-13, 2016.

[25] Development of SnO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> Spinodal Composites and Their Semiconductor Properties Composites and Their Semiconductor Properties (invited), Wanqing Jiang, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: ICACC2017 (The 41st International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites). Daytona Beach, FL, USA, January 22 – 27, 2017.

[26] Development of multiscale structure and function controlled Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ti nanocomposites function controlled Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ti nanocomposites (invited), Shengfang Shi, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: ICACC2017 (The 41st International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites). Daytona Beach, FL, USA, January 22 – 27, 2017.

[27] Solvothermal synthesis of TiO<sub>2</sub>-modified hydroxyapatite using water-isopropanol solution (oral), Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Chikara Ohtsuki, Tohru Sekino: ISEPD-2017 (18h International Symposium on Eco-materials Processing and Design), Naha, Japan, February 17-20, 2017.

[28] Synthesis and Morphology Investigation of Silicon Nitride Ceramic Fiber (oral), Sotaro Baba, Tomoyo Goto, Sung Hun Cho, Tohru Sekino: ISEPD-2017 (18h International Symposium on Eco-materials Processing and Design), Naha, Japan, February 17-20, 2017.

[29] Spinodal Phase Separation Behavior and Semiconductor Properties of Metal-doped SnO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> Binary Ceramics (oral), Wanqing JIANG, Tomoyo GOTO, Sung Hun CHO, and Tohru SEKINO: ISEPD-2017 (18h International Symposium on Eco-materials Processing and Design), Naha, Japan, February 17-20, 2017.

[30] Preparation of Dental Zirconia material with Fluorescent Color of Natural Teeth (poster), Hisataka Nishida, Takashi Nakamura, Sung Hun Cho, and Tohru Sekino: ISEPD-2017 (18h International Symposium on Eco-materials Processing and Design), Naha, Japan, February 17-20, 2017.

## 特許

[1] 「国内特許出願」 感圧導電性エラストマーの製造方法, 2017-001427

## 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

関野 徹	International Journal of Applied Ceramic Technology (共同編集者)
関野 徹	Functional Materials Letters (編集委員)
関野 徹	Journal of Silicate Based and Composite Materials (編集委員)
関野 徹	High Temperature Materials and Processes (国際編集委員)
関野 徹	IUPAC Photochemistry 2016 (現地実行委員)
関野 徹	The Science of Engineering Ceramics (EnCera2016) (組織委員)
関野 徹	The 7th International Symposium on Functional Materials (ISFM2016) (国際アドバイザリー委員)
関野 徹	The International Symposium on Advanced Functional Materials (ISAFM2016) (国際アドバイザリー委員)
関野 徹	The 4th International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (IC-CMTP4) (組織委員)
関野 徹	The International Symposium on Eco-Materials Processing and Design (ISEPD 2017) (運営委員・編集委員)
関野 徹	Materials Challenges in Alternative and Renewable Energy 2017 (MCARE2017) (国際アドバイザリー委員)
関野 徹	The 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (,PacRim 12) (シンポジウム実行委員)
関野 徹	The 3rd International Conference Tech-connection of Advanced Materials (TAM2017) (運営委員)
関野 徹	6th Advanced Functional Materials and Devices (AFMD-2017) (国際アドバイザリー委員)
関野 徹	Advanced Ceramics and Technologies for Sustainable Energy Applications toward a Low Carbon Society (ACTSEA2017) (国際アドバイザリー委員)
関野 徹	The 34th Korea-Japan International Seminar on Ceramics 2017 (組織委員)
関野 徹	The International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP 2017) (副実行委員長)
関野 徹	The 42th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites (ICACC) (シンポジウム副実行委員)
関野 徹	International Conference on Characterization and Control of Interfaces for High Quality Advanced Materials (ICCCI 2018) (組織委員)
関野 徹	The 13th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (,PacRim 13) (実行委員)
多根 正和	Materials Transactions (査読委員)

## 国内学会

第 67 回日本歯科理工学会学術講演会	2 件
日本セラミックス協会 東海支部特別講演会	1 件
日本セラミックス協会関西支部平成 27 年度記念講演	1 件
日本歯科審美学会第 27 回学術大会	1 件
日本セラミックス協会 第 29 回秋季シンポジウム	5 件
日本金属学会 2016 年秋期講演大会	2 件
バルクセラミックス研究会 H28 年度若手セミナー	1 件
日本セラミックス協会 資源・環境関連材料部会講演会	1 件
2016 年度 セラミックス総合研究会	3 件
軽金属学会関西支部 若手研究者・院生による研究発表会	1 件
ニューセラミックス懇話会 第 225 回特別研究会	1 件
第 20 回生体関連セラミックス討論会	1 件
日本セラミックス協会 2017 年年会	8 件
第 8 回日本安定同位体・生体ガス医学応用学会大会	1 件
日本金属学会 2017 年秋期講演大会	1 件



## 取得学位

修士（工学） 西山 博基	β型チタン合金における室温時効下での Diffuse $\omega$ 構造の形成と弾性率および内部摩擦の変化
修士（工学） 力宗 勇樹	還元型酸化チタンおよび酸素欠損の導入によるジルコニアの結晶相制御
修士（工学） 姜 婉青	自発的相分離を用いた二元系酸化物複合材料の創製と半導体物性

## 科学研究費補助金

		単位：千円
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光化学機能の深化と体系化	57,330
若手研究（A） 多根 正和	単結晶育成を必要としない単結晶弾性率の決定方法の構築と生体用金属材料への応用	910
挑戦的萌芽研究 多根 正和	単結晶育成が極めて困難な Mg 合金および Mg 基化合物相の単結晶弾性特性の解明	1,690
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	1,690

## 奨学寄附金

関野 徹	株式会社ニッカトー 代表取締役社長 西村 隆	1,000
関野 徹	イナバゴム株式会社 代表取締役 岡本 吉久	1,500
関野 徹	ハクスイテック株式会社 代表取締役社長 泉 豊禄	500
多根 正和	公益財団法人軽金属奨学会 理事長 今須 聖雄	150
多根 正和	一般社団法人日本鉄鋼協会 会長 加藤 雅治	1,000
後藤 知代	公益財団法人大倉和親記念財団 理事長 加藤 倫朗	1,000
多根 正和	公益財団法人軽金属奨学会 理事長 今須 聖雄	200

## 共同研究

関野 徹	Sun Moon University	Development of Multifunctional Nanomaterials and Processing Technology for Eco-f	4,605
関野 徹	Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology (KICET)	Low-powered (<15 mW) smart sensors for multiple gas detection by functionalized nano-structured materials	4,790
関野 徹	ロータスアロイ株式会社	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
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	1,500
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]Die-attaching silver paste based on a novel solvent for high-power semiconductor devices, Jinting Jiu, Hao Zhang, Shijo Nagao, Tohru Sugahara, Noriko Kagami, Youji Suzuki, Yasuyuki Akai, Katsuaki Sukanuma: Journal of Materials Science, 51 (7) (2016) 3422-3430.

[2]Fast, scalable, and eco-friendly fabrication of an energy storage paper electrode, Hiroataka Koga, Hidetsugu Tonomura, Masaya Nogi, Katsuaki Sukanuma and Yuta Nishina: Green Chemistry, 18 (2016) 1117-1124.

[3]Dry-growth of silver single-crystal nanowires from porous Ag structure, Chuantong Chen, Shijo Nagao, Jinting Jiu, Hao Zhang, Tohru Sugahara and Katsuaki Sukanuma: Applied Physics Letters, 108 (26) (2016) 263105:1-5.

[4]Diverse Adsorption/Desorption Abilities Originating from the Nanostructural Morphology of VOC

Gas Sensing Devices Based on Molybdenum Trioxide Nanorod Arrays, Shuren Cong, Tohru Sugahara, Tingting Wei, Jinting Jiu, Yukiko Hirose, Shijo Nagao, and Katsuaki Suganuma: *Advanced Materials Interfaces*, 3 (14) (2016) 1600252:1-8.

[5]Contact Resistance and Metallurgical Connections Between Silver Coated Polymer Particles in Isotropic Conductive Adhesives, Sigurd R. Pettersen, Helge Kristiansen, Shijo Nagao, Susanne Helland, John Njagi, Katsuaki Suganuma, Zhiliang Zhang, and Jianying He: *Journal of Electronic Materials*, 45 (7) (2016) 3734-3743.

[6]Understanding corrosion mechanism of Sn–Zn alloys in NaCl solution via corrosion products characterization, J.-C. Liu, Z.-H. Wang, J.-Y. Xie, J.-S. Ma, G. Zhang and K. Suganuma: *Materials and Corrosion*, 67 (5) (2016) 522-530.

[7]Stretchable and transparent electrodes based on patterned silver nanowire by laser-induced forward transfer for non-contacted printing technique, Teppei Araki, Rajesh Mandamparambil, Dirk van Bragt, Jinting Jiu, Hirotaka Koga, Jeroen van den Brand, Tsuyoshi Sekitani, Jaap den Toonder, Katsuaki Suganuma: *Nanotechnology*, 27 (45) (2016) 45LT02 (8pp).

[8]Effects of intermetallic-forming element additions on microstructure and corrosion behavior of Sn–Zn solder alloys, Jian-Chun Liu, Zheng-Hong Wang, Jing-Yang Xie, Ju-Sheng Ma, Qing-Yu Shi, Gong Zhang, Katsuaki Suganuma: *Corrosion Science*, 112 (2016) 150-159.

[9]Metallic Nanowires and Their Application, Jinting Jiu; Katsuaki Suganuma: *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, 6 (12) (2016) 1733-1751.

[10]A High-sensitivity printed antenna prepared by rapid low-temperature sintering of silver ink, Hirotaka Koga, Tetsuji Inui, Itaru Miyamoto, Takuya Sekiguchi, Masaya Nogi, Katsuaki Suganuma: *RSC Advances*, 87 (6) (2016) 84363-84368.

[11]Self-healing of cracks in Ag joining layer for die-attachment in power devices, Chuantong Chen, Shijo Nagao, Katsuaki Suganuma, Jinting Jiu, Hao Zhang, Tohru Sugahara, Tomohito Iwashige, Kazuhiko Sugiura and Kazuhiro Tsuruta: *Applied Physics Letters*, 109 (9) (2016) 093503.

[12]Self-reducible copper inks composed of copper–amino complexes and preset submicron copper seeds for thick conductive patterns on a flexible substrate, Wanli Li, Shuren Cong, Jinting Jiu, Shijo Nagao and Katsuaki Suganuma: *Journal of Materials Chemistry C*, 37 (4) (2016) 8802--8809.

[13]Nano-volcanic Eruption of Silver, Shih-kang Lin, Shijo Nagao, Emi Yokoi, Chulmin Oh, Hao Zhang, Yu-chen Liu, Shih-guei Lin & Katsuaki Suganuma: *Scientific Reports*, 6 (2016) 34769.

[14]Thermal Fatigue Behavior of Silicon-Carbide-Doped Silver Microflake Sinter Joints for Die Attachment in Silicon/Silicon Carbide Power Devices, Hao Zhang, Chuantong Chen, Shijo Nagao, Katsuaki Suganuma: *Journal of Electronic Materials*, 46 (2) (2016) 1055-1060.

[15]In situ bridging effect of Ag<sub>2</sub>O on pressureless and low-temperature sintering of micron-scale silver paste, Hao Zhang, Yue Gao, Jinting Jin, Katsuaki Suganuma: *Journal of Alloys and compounds*, 696 (2017) 123–129.

[16]Biaxially stretchable silver nanowire conductive film embedded in a taro leaf-templated PDMS surface, Chunhui Wu, Jinting Jiu, Teppei Araki, Hirotaka Koga, Tsuyoshi Sekitani, Hao Wang, Katsuaki Suganuma: *Nanotechnology*, 28 (1) (2016) 01LT01 (6pp).

[17]Highly thermostable joint of a Cu/Ni–P plating/Sn–0.7Cu solder added with Cu balls, Takuya Kadoguchi, Naoya Take, Kimihiro Yamanaka, Shijo Nagao, Katsuaki Suganuma: *Journal of Materials*

Science, 52 (6) (2017) 3244–3254.

[18]High reliable and high conductive submicron Cu particle patterns fabricated by low temperature heat-welding and subsequent flash light sinter-reinforcement, Wanli Li, Hao Zhang, Yue Gao, Jinting Jiu, Cai-fu Li, Chuantong Chen, Dawei Hu, Yusuke Goya, Yutao Wang, Hirotaka Koga, Shijo Nagao, Katsuaki Suganuma: Journal of Materials Chemistry C, (5) (2017) 1155-1164.

[19]Mechanical Deformation of Sintered Porous Ag Die Attach at High Temperature and Its Size Effect for Wide-Bandgap Power Device Design, Chuantong Chen, Shijo Nagao, Hao Zhang, Jinting Jiu, Tohru Sugahara, Katsuaki Suganuma, Tomohito Iwashige, Kazuhiko Sugiura, Kazuhiro Tsuruta: Journal of Electronic Materials, 46 (2) (2017) 1576–1586.

[20]Investigation of thermal transport in polymer composites with percolating networks of silver thin films by the flash diffusivity method, Sigurd R. Pettersen, Shijo Nagao, Helge Kristiansen, Susanne Helland, John Njagi, Katsuaki Suganuma, Zhiliang Zhang, and Jianying He: Journal of Applied Physics, 121 (2) (2017) 025101.

[21]Modifying the valence state of molybdenum in the efficient oxide buffer layer of organic solar cells via a mild hydrogen peroxide treatment, Shuren Cong, Afshin Hadipour, Tohru Sugahara, Tingting Wei, Jinting Jiu, Samaneh Ranjbar, Yukiko Hirose, Makoto Karakawa, Shijo Nagao, Tom Aernouts and Katsuaki Suganuma: Journal of Materials Chemistry C, 2017 (4) (2017) 889-895.

#### 国際会議

[1]Cu paste sinter joining for die-attach of high T<sub>j</sub> power devices realized by PEG solvent optimization (oral), Shijo Nagao, Katsuaki Suganuma: PCIM ASIA 2016.

[2]Effect of Conductive Nanomaterials on Radio-waves Transmission Performance of Printed Antenna (oral), Koga H., Nogi M., Suganuma K.: IEEE NANO 2016.

[3]High Thermal Stability of SiC Packaging with Thermosetting Imide-Based Nanocomposite Encapsulating Materials Combined with Sintered Ag Paste Die-Attach (oral), Shijo Nagao, Zhang Hao, Katsuaki Suganuma: 16th International Conference on Nanotechnology (IEEE NANO 2016).

[4]Flexible copper patterns based on a novel copper ink composed of submicron copper particles and copper complexes under low temperature process (oral), Jinting Jiu, Katsuaki Suganuma: ICFPE 2016.

[5]Power device packaging targeting high temperature operation with maximum T<sub>case</sub> = 250°C (oral), Shijo Nagao, Zhang Hao, Katsuaki Suganuma: 49th International Symposium on Microelectronics.

[6]Electromigration behavior in sintered Ag-paste wire bonding under high current density (oral), Chuantong Chen, Shijo Nagao and Katsuaki Suganuma: 15th International Symposium on Microelectronics and Packaging (ISMP 2016).

[7]Interconnection Technology for WBG Power Devices (Keynote) (invited), K.Suganuma: 15th International Symposium on Microelectronics and Packaging (ISMP 2016),.

[8]Nano-ink development for wearable printed electronics (Invited) (invited), K. Suganuma, M. Nogi, H. Koga, J. Jiu, and T. Sugahara: International Conference on Radiation Curing in Asia.

[9]Conductive Adhesive and Stress Migration Direct-bonding (Keynote) (invited), Shijo Nagao: Xiamen International Workshop 2016 on Soft Matter.

[10]Thermostable electroless plating optimized for Ag sinter die-attach realizing high T<sub>J</sub> device packaging (oral), H. Zhang, S. Nagao, T. Sugahara, K. Suganuma: ESTC 2016.

[11]Development and Potential of self-reductive Cu submicron particle paste for high temperature die-attach material (poster), Shijo Nagao, Tohru Sugahara, Jinting Jiu, and Katsuaki Suganuma: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium 2016.

[12]Two-step Sintering of Submicron Cu Particle/Cu Complex Ink for High Conductive Patterns and Their Application on Flexible Antenna (poster), Jinting Jiu, and Katsuaki Suganuma: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium 2016.

[13]Highly stretchable conductive wirings with silver flake paste (oral), Cai-Fu Li, Hao Zhang, Jinting Jiu and Katsuaki Suganuma: International Exhibition and Conference for the Printed Electronics 2017 (LOPEC 2017).

[14]Electromigration behavior in sintered Ag-paste wire bonding under high current density (oral), Seungjun Noh, Chuantong Chen, Shijo Nagao and Katsuaki Suganuma: 15th International Symposium on Microelectronics and Packaging (ISMP 2016).

[15]Flexible copper patterns based on a novel copper ink composed of submicron copper particles and copper complexes under low temperature process (oral), Wanli Li, Jinting Jiu, Katsuaki Suganuma: ICFPE 2016.

[16]High Thermal Stability of SiC Packaging with Thermosetting Imide-Based Nanocomposite Encapsulating Materials Combined with Sintered Ag Paste Die-Attach (oral), Takuo Sugioka, Shijo Nagao, Satoshi Ogawa, Teruhisa Fujibayashi, Yasutaka Sumida, Zhang Hao, Katsuaki Suganuma: 16th International Conference on Nanotechnology (IEEE NANO 2016).

[17]Effect of Conductive Nanomaterials on Radio-waves Transmission Performance of Printed Antenna (oral), Goya Y., Koga H., Nogi M., Suganuma K.: IEEE NANO 2016.

[18]Cu paste sinter joining for die-attach of high Tj power devices realized by PEG solvent optimization (oral), Hiroki Yoshikawa, Shijo Nagao, Takahiko Sakaue, Yoichi Kamikoriyama, Takahumi Sasaki, Katsuaki Suganuma: PCIM ASIA 2016.

[19]Gas Sensor Property of MoO<sub>3</sub> Nanorod Arrays synthesized by Metal Organic Decomposition Method (invited), T. sugahara, S. Cong, K. Suganuma: KJ Ceramics 33: The 33rd International Korea-Japan Seminar on Ceramics.

[20]Enhancement of Efficiency of the Organic Solar Cell by Applying a Simple Solution-Processed MoO<sub>x</sub> Buffer Layer (poster), Shuren Cong, Afshin Hadipour, Tohru Sugahara, Jinting Jiu, Yukiko Hirose, Karakawa Makoto: 2016 E-MRS Spring Meeting and Exhibi.

[21]Gas Sensor Property of MoO<sub>3</sub> Nanorod Arrays synthesized by Metal Organic Decomposition Method (poster), T. sugahara, S. Cong, K. Suganuma: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium 2016.

#### 解説、総説

ウェアラブル・デバイスのための印刷配線技術, 菅沼 克昭, ファインケミカル, シーエムシー出版, 45[8] (2016), 5-14.

精密荷重制御機構を用いた焼結接合装置による高耐熱パワーデバイス実装, 下山章夫、長尾至成、菅沼克昭, エレクトロニクス実装技術, Gicho ビジネスコミュニケーションズ株式会社, 32[12] (2016), 22-25.

#### 著書

[1]次世代パワー半導体実装の要素技術と信頼性 (菅沼克昭)“次世代パワー半導体実装の要素技

術と信頼性”, 菅沼克昭, シーエムシー出版, 2016.

[2]柔軟なウェアラブルデバイスに向けた銀ナノワイヤ配線の開発 (民谷栄一、関谷 毅、八木康史)“IoT を指向するバイオセンシング・デバイス技術”, 荒木徹平、菅沼克昭、関谷 剛, シーエムシー出版, (136-144) 2016.

[3]ヘルスケア・ウェアラブルデバイスの開発 (菅沼克昭)“ヘルスケア・ウェアラブルデバイスの開発”, 菅沼克昭, シーエムシー出版, 2017.

[4]ヘルスケア・ウェアラブルデバイスの開発-第5章 その他材料・技術 4 ウェアラブル呼吸センサのための半導体ナノ材料 (菅沼克昭)“ヘルスケア・ウェアラブルデバイスの開発”, 菅原徹, シーエムシー出版, (168) 2017.

[5]ヘルスケア・ウェアラブルデバイスの開発-第4章 電池・電源 3 ウェアラブルデバイスに向けたフレキシブル・マイクロ熱電素子の開発 (菅沼克昭)“ヘルスケア・ウェアラブルデバイスの開発”, 菅原徹, シーエムシー出版, (116) 2017.

#### 特許

[1]「国内特許出願」金属ナノワイヤー含有透明導電膜及びその塗布液, 2016-164659

[2]「国内特許出願」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, 2016-091804

[3]「国内特許出願」導電性組成物, 2016-120219

[4]「国内特許出願」接合装置, 2016-158565

[5]「国内特許出願」半導体装置, 2016-130300

[6]「国内特許出願」接合構造体の製造方法, 2016-213000

[7]「国内特許出願」導電性組成物及び半導体装置, 2017-009524

[8]「国内特許出願」接合材、接合材の製造方法および接合構造体の作製方法, 2017-032043

[9]「国内特許出願」加熱処理物, 2016-092104

[10]「国際特許出願」接合材、接合材の製造方法、接合構造体の作製方法, PCT/JP2017/004943

[11]「国際特許出願」銀粒子製造方法、銀粒子、及び銀ペースト, PCT/JP2016/071627

[12]「国際特許出願」金属ナノワイヤ層が形成された基材及びその製造方法, PCT/JP2017/010264

[13]「国内成立特許」導電パターン形成方法及び光照射またはマイクロ波加熱による導電パターン形成用組成物, 2012-061816

[14]「国内成立特許」銅パターン形成用組成物及び銅パターンの製造方法, 2013-544197

[15]「国内成立特許」導電性接着剤及びそれを使用した電子機器, 2013-556513

[16]「国内成立特許」接合方法, 2015-515653

[17]「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, 201280055788.5

[18]「国際成立特許」透明導電性インク及び透明導電パターン形成方法, 201380021843.29999

[19] 「出願前譲渡特許（国内・国際）」はんだ材の製造方法及びはんだ接合部, K20080084

[20] 「出願前譲渡特許（国内・国際）」導電性材料の製造方法、その方法により得られた導電性材料、その導電性材料を含む電子機器、発光装置, K20080371

[21] 「出願前譲渡特許（国内・国際）」ポリウレタンを用いた伸縮性配線ならびに基板材料, K20090402

### 科学研究費補助金

		単位：千円	
基盤研究（S）	極限環境パワー半導体の異相界面科学	17,160	
菅沼 克昭			
挑戦的萌芽研究	ストレスマイグレーションを利用した構造材接合	1,950	
菅沼 克昭			
挑戦的萌芽研究	ナノ材料応用に向けたデバイス製造プロセスの簡略化と半導体ガスセンサ特性の向上	2,210	
菅原 徹			
若手（B）	固体高分子形燃料電池の科学状態劣化を明らかにする3次元電顕解析	502	
大尾 岳史			
<b>受託研究</b>			
菅沼 克昭	（NEDO）国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）／次世代パワーエレクトロニクス／SiCに関する拠点型共通基盤技術開発／SiC 次世代パワーエレクトロニクスの統合的研究開発	33,114
菅沼 克昭	（NEDO）国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	クリーンデバイス社会実装推進事業／次世代半導体を用いた超小型電力変換モジュールの多用途社会実装	30,291
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	6,500
菅原 徹	文部科学省	海外への研究者派遣／海外からの研究者受入れプログラム	454

### 奨学寄附金

菅沼 克昭	プリンテッド・エレクトロニクス研究会代表者	菅沼 克昭	3,000
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	2,000
菅沼 克昭	上村工業株式会社 代表取締役社長	上村 寛也	1,000
菅沼 克昭	プリンテッド・エレクトロニクス研究会 代表者	菅沼 克昭	3,000
菅沼 克昭	WBG 実装コンソーシアム 代表者	菅沼 克昭	3,000
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	ゼネラル マネージャー 秋田 智	2,000
菅沼 克昭	株式会社富士通研究所 デバイス&マテリアル研究所 所長	青木 重憲	500
菅沼 克昭	三井金属鉱業株式会社 機能材料事業本部 機能材料研究所長	安田 清隆	1,000
菅沼 克昭	株式会社電子技研 代表取締役	小嶋 保次	300
菅原 徹	公益財団法人住友財団 理事長	住友吉左衛門	1,800

### 共同研究

菅沼 克昭	セメダイン株式会社	864
菅沼 克昭	昭和電工株式会社	7,200
菅沼 克昭	パイクリスタル株式会社	0
菅沼 克昭	株式会社デンソー	9,999
菅沼 克昭	株式会社シャープ	3,240

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	4,002
菅沼克昭	千住金属工業株式会社 開発技術部	1,080
菅沼 克昭	株式会社日本自動車部品総合研究所 株式会社デンソー	2,400
菅沼 克昭	三井金属鉱業株式会社 彦島製錬株式会社	0
菅沼 克昭	株式会社電子技研	353
菅沼 克昭	株式会社日本触媒	2,100
菅沼 克昭	スタンレー電気株式会社	2,232
菅沼 克昭	華為技術日本株式会社	9,600
菅沼 克昭	上村工業株式会社	432
菅沼 克昭	華為技術日本株式会社	2,524
菅沼 克昭	株式会社先端力学シミュレーション研究所 (ASTOM)	11,869
菅沼 克昭	ヤマト科学株式会社	6,000
菅沼 克昭	住友電気工業株式会社 パワーデバイス開発部	1,200
菅沼 克昭	株式会社Eサーモジェンテック	1,008
菅沼 克昭	セメダイン株式会社	312
菅沼 克昭	imec	0
菅沼 克昭	株式会社Eサーモジェンテック	0
菅沼 克昭	JX 日鉱日石金属株式会社 技術開発センター → J X金属株式会社	0
菅沼 克昭	国立研究開発法人産業技術総合研究所	0
張 コウ	ZHANG Hao/ローム 2016 年度研究公募 (RD16-043)	1,798
<b>その他の競争的研究資金</b>		
菅沼 克昭	(COI STREAM)革 人間力活性化によるスーパー日本人の育成と産業競争力増進/豊かな社会の構築 新的イノベーション創出プログラム	17,421

## 励起物性科学研究分野

### 原著論文

[1]Phonon-assisted indirect transitions in angle-resolved photoemission spectra of graphite and graphene, Pourya Ayria, Shin-ichiro Tanaka, Ahmad R. T. Nugraha, Mildred S. Dresselhaus, and Riichiro Saito: Physical. Review. B, 94 (2016) 75429-1-12.

[2]Liquid-phase growth of few-layered graphene on sapphire substrates using SiC micropowder source, Takahiro Maruyama, Yutaka Yamashita, Takahiro Saida, Shin-ichiro Tanaka, Shigeya Naritsuka: Journal of Crystal Growth, 11 (2016) 053-1-4.

[3]Formation of hot-electron ensembles quasiequilibrated in momentum space by ultrafast momentum scattering of highly excited hot electrons photoinjected into  $\Gamma$ -valley of GaAs, H. Tanimura, J. Kanasaki, K. Tanimura, J. Sjakste, N. Vast, M. Calandra, and F. Mauri: Physical Review B, 93 (16) (2016) 161203 (R)-1-5.

[4]Comparison of electronic-excitation-induced structural modification of Carbon-based nanomaterials with that of semiconductor surfaces, N. Itoh, C. Itoh, and J. Kanasaki: NANO, 11 (6) (2016) 1630001-1-17.

### 国際会議

[1]robing of the dispersion of the phonon that couples with the Dirac electrons in graphene: an ARPES study (poster), S. Tanaka: International Conference on Low-Energy Electrodynamics in Solids. (LEES2016).

[2]Direct probing of the electron-phonon scattering in graphene: detection of the phonon-dispersion by the angle-resolved photoelectron spectroscopy (poster), S. Tanaka: 39<sup>th</sup> International Conference on Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics (VUVX2016).

[3]Evaluation of the spin orbit interaction in the 5d valence band of the Au film and the Si(111)  $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$  Au surface: A study by the Auger electron photoelectron coincidence spectroscopy (poster), K. Mase and S. Tanaka: 39<sup>th</sup> International Conference on Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics (VUVX2016).

[4]Direct probing of the electron-phonon scattering in the graphene and graphite by the use of the angle-resolved photoelectron spectroscopy (invited), S. Tanaka: 12<sup>th</sup> Asian International Seminar on Atomic and Molecular Physics (AISAMP12).

[5]Electronic Structure of Surface Conduction Band of Ge(001)-c(4x2) and Ge(111)-c(2x8) Surfaces Studied by Two-photon Photoelectron Spectroscopy (poster), J. Kanasaki, I. Yamamoto, J. Azuma: Atomically-Controlled Surfaces, Interfaces & Nanotechnology (ACSIN) 2016.

[6]Band Structure and Electronic Dynamics at Ge(001) and (111) Surfaces (poster), J. Kanasaki, I. Yamamoto, J. Azuma: The 20<sup>th</sup> SANKEN International, The 15<sup>th</sup> SANKEN Nanotechnology Symposium.

[7]Direct Imaging of Surface Electron Relaxation and Surface Conduction Band Structures of Ge(001) and (111) Surfaces (poster), J. Kanasaki, I. Yamamoto, J. Azuma: Symposium on Surface Science & Nanotechnology 2017.

[8]Momentum Space View of Ultrafast Carrier Dynamics in Photo-Excited Semiconductors (invited), J. Kanasaki, I. Yamamoto, J. Azuma: The 3<sup>rd</sup> Annual World Congress of Smart Materials 2017.

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

田中慎一郎 Scientific Reports (編集委員)

#### 国内学会

日本物理学会 2 件

日本表面学会 2 件

日本放射光学会 2 件

#### 科学研究費補助金

新学術領域研究 層状物質の可変偏光・可変励起エネルギー光による高分解  
「原子層科学」 能角度分解光電子分光 1,800

物性班 (公募)  
田中慎一郎

挑戦的萌芽研究 極限時空間分光法の開発と光誘起構造相転移研究への応用 2,600  
金崎 順一

単位：千円

---

#### 量子ビーム発生科学研究分野

##### 原著論文

[1]Luminescence induced by electrons outside zinc oxide nanoparticles driven by intense terahertz pulse trains, Masaya Nagai, Shingo Aono, Masaaki Ashida, Keigo Kawase, Akinori Irizawa, Goro Isoyama: New. J. Phys., 19 (2017) 053017 1-9.

##### 国際会議

[1]Intense Terahertz Wave of Free Electron Laser and Its Novel Interaction with Solids (invited), Akinori Irizawa: Advanced Accelerator & Radiation Physic.

[2]Nonlinear response on solids by intense THz wave. (invited), Akinori Irizawa: ACSIN2016, Rome.

##### 解説、総説

化学と工業、電子加速器によるテラヘルツ波の発生, 三澤 忠則, 化学と工業, 化学工業社, 第 68 巻第 3 号 (2017), 12(176)-17(181).



量子ビーム物質科学研究分野

原著論文

[1]Theoretical study of fabrication of line-and-space patterns with 7 nm quarter-pitch using electron beam lithography with chemically amplified resist process: IV. Comparison with experimental results, Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 55 (2016) 056503.

[2]Challenges in Development of Sub-10 nm Resist Materials, T. Kozawa, J. J. Santillan, and T. Itani: J. Photopolym. Sci. Technol., Vol. 29 (2016) 717-723.

[3]Analysis of stochastic effects in chemically amplified poly(4-hydroxystyrene-co-t-butyl methacrylate) resist, Takahiro Kozawa, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani: Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 55 (2016) 076501.

[4]Analysis of line-and-space resist patterns with sub-20 nm half-pitch fabricated using high NA exposure tool of extreme ultraviolet lithography, Takahiro Kozawa, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani: Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 55 (2016) 096501.

[5]Theoretical study of fabrication of line-and-space patterns with 7 nm quarter-pitch using electron beam lithography with chemically amplified resist process: V. Optimum beam size, Takahiro Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 55 (2016) 106502.

[6]Theoretical study of relationships among resolution, line width roughness, and sensitivity of chemically amplified extreme ultraviolet resists with photodecomposable quenchers, Takahiro Kozawa, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani: Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 55 (2016) 116501.

[7]Relationship between sensitizer concentration and resist performance of chemically amplified extreme ultraviolet resists in sub-10 nm half-pitch resolution region, Takahiro Kozawa, Julius Joseph Santillan, Toshiro Itani: Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 56 (2016) 016501.

[8]Requirement for Suppression of Line Width Roughness in Fabrication of Line-and-Space Patterns with 7 nm Quarter-Pitch Using Electron Beam Lithography with Chemically Amplified Resist Process, Takahiro Kozawa: J. Photopolym. Sci. Technol., Vol. 29 (6) (2016) 809-816.

[9]Ab initio spur size calculation in liquid water at room temperature, Yusa Muroya, Asokendu Mozumder: Chemical Physics Letters, 657 (2016) 102-106.

[10]Local density augmentation of supercritical water probed by 4,40-bpyH<sup>•</sup> radical: A pulse radiolysis study, Zhe Liu, Zhong Fang, Yusa Muroya, Haiying Fu, Yu Yan, Yosuke Katsumura, Mingzhang Lin: Chemical Physics Letters, 657 (2016) 78-82.

[11]Redox-Dependent Dynamics in Heme-Bound Bacterial Iron Response Regulator (Irr) Protein, Kazuo Kobayashi, Megumi Nakagaki, Haruto Ishikawa, Kazuhiro Iwai, Mark R. O'Brian, and Koichiro Ishimori: Biochemistry, 55 (29) (2016) 4047-4054.

[12]Rational Tuning of Superoxide Sensitivity in SoxR, the [2Fe-2S] Transcription Factor: Implications of Species-Specific Lysine Residues, Mayu Fujikawa, Kazuo Kobayashi, Yuko Tsutsui, Takahiro Tanaka, Takahiro Kozawa: Biochemistry, 56 (2) (2017) 403-410.

[13]Chemically Amplified Molecular Resists based on Noria Derivatives Containing Adamantyl Ester Groups for Electron Beam Lithography, Hiroki Yamamoto, Hiroto Kudo, Seiichi Tagawa, Kazumasa Okamoto, Takahiro Kozawa: J. Vac. Sci. Technol.B, 34 (2016) 041606/1-041606/5.

[14]Controlled Array of Gold Nanoparticles by Combination of Nano Imprint and Self-assembly, Hiroki Yamamoto, Akira Ohnuma, Bunsho Ohtani, Takahiro Kozawa: J. Photopolym. Sci. Technol., 29 (2016) 765-768.

[15]Structural Control of Hybrid Colloidal Particle Surface by Plasma-etching Treatment, Akira Ohnuma, Hiroki Yamamoto, Takahiro Kozawa, Bunsho Ohtani: Chem. Lett., 45 (2016) 979-981.

[16]Synthesis and Resist Properties of Calixarene Polymers with Pendant Haloalkyl Groups, Hiroto Kudo, Hiroki Ogawa, Hiroki Yamamoto, Takahiro Kozawa: J. Photopolym. Sci. Technol., 29 (2016) 495-500.

[17]Dynamics of radical cations of PHS in the presence and absence of triphenylsulfonium triflate as determined by pulse radiolysis of its highly concentrated solution, Kazumasa Okamoto, Takuya Ishida, Hiroki Yamamoto, Takahiro Kozawa, Ryoko Fujiyoshi, Kikuo Umegaki: Chem. Phys. Lett, 657 (2016) 44-48.

[18]Optical trapping of nanoparticles on a silicon subwavelength grating and their detection by an ellipsometric technique, Naoya Taki, Yasuhiro Mizutani, Tetsuo Iwata, Takao Kojima, Hiroki Yamamoto, Takahiro Kozawa: Optomechatronics, 10 (2016) 24-31.

[19]Synthesis of Metal Nanoparticles and Patterning in Polymeric Films Induced by Electron Nanobeam, Hiroki Yamamoto, Takahiro Kozawa, Seiichi Tagawa, Muneyuki Naito, Jean-Louis. Marignier, Mehran Mostafavi, and Jacqueline Belloni: J. Phys. Chem. C, 121 (2017) 5335-5340.

#### 国際会議

[1]Challenges in sub-10 nm fabrication using EUV lithography, (oral), Takahiro Kozawa, J.J. Santillan, T Itani: 14th Fraunhofer IISB.

[2]Analysis of metal resist used for extreme ultraviolet lithography (oral), Takahiro Kozawa: 2016 International Symposium on Extreme Ultraviolet Lithography.

[3]Relationship between photon shot noise and secondary electron blur in line edge roughness formation (oral), Takahiro Kozawa: IEUVI Resist TWG Meeting.

[4]Electron solvation process, spur reaction process at high temperature (oral), Yusa Muroya, Tetsuro Yoshida, Wataru Kanamori, Yosuke Katsumura, Shinichi Yamashita, Takahiro Kozawa: 3rd International Workshop on Radiation Effects in Nuclear Technology (RENT3).

[5]Radiolysis of Water at High Temperature and High Pressure Conditions Studied by a Picosecond Time-resolved Electron Pulse Radiolysis (poster), Yusa Muroya, Wataru Kanamori, Yosuke Katsumura, Shinichi Yamashita, Takahiro Kozawa: 20th International Nuclear Plant Chemistry Conference (NPC 2016).

[6]Electron solvation and spur reaction processes in polar liquids at high temperature condition (poster), Yusa Muroya, Tetsuro Yoshida, Shinichi Yamashita, Yosuke Katsumura, Takahiro Kozawa: International Conference on Ionizing Processes (ICIP 2016).

[7]Pulse radiolysis study on bimolecular recombination reaction of two hydrated electrons at high temperature and pressure (poster), Wataru Kanamori, Yusa Muroya, Hiroki Yamamoto, Shinichi Yamashita, Yosuke Katsumura, Takahiro Kozawa: International Conference on Ionizing Processes (ICIP 2016).

[8]REDOX-DEPENDENT CONFORMATIONAL CHANGE OF DNA IN A SOXR PROTEIN-PROMOTER COMPLEX STUDIED USING FLUORESCENT PROBES (poster), Kazuo Kobayashi (Osaka University, Japan) : The 26th IUPAC Symposium on Photochemistry.

[9]Dissolution Behavior of Poly(methyl methacrylate) Using by Quartz Crystal Microbalance (poster), Akihiro Konda, Hiroki Yamamoto, Shusuke Yoshitake, Takahiro Kozawa: Photomask Japan 2016.

[10]STUDY ON SENSITIZATION PROCESSES AND DISSOLUTION BEHAVIOR IN CHEMICALLY AMPLIFIED EXTREME ULTRAVIOLET RESISTS (poster), Hiroki Yamamoto (Osaka University, Japan) : The 26th IUPAC Symposium on Photochemistry.

[11]Dependence of Dissolution Behavior of Main-Chain Scission Type Resists on Molecular Weight (oral), Akihiro Konda, Hiroki Yamamoto, Takahiro Kozawa and Shusuke Yoshitake: SPIE Photomask Technology.

[12]Study on Resist Performance of Noria Derivatives Modified with Various Protection Ratios of Acetal Moieties for EUV lithography (poster), Hiroki Yamamoto, Hiroto Kudo, Takahiro Kozawa: 2016 International Symposium on Extreme Ultraviolet Lithography.

[13]Dependence of Dissolution Kinetics of ZEP 520A on Change of Molecular Weight Induced by Electron Beam Irradiation (poster), Akihiro Konda, Hiroki Yamamoto, Takahiro Kozawa, and Shusuke Yoshitake: MNC2016 29th International Microprocesses and Nanotechnology Conference.

[14]Lamellar orientation of block copolymer using polarity switch of Nitrophenyl self-assembled monolayer (SAM) induced by electron beam (oral), Hiroki Yamamoto, Guy Dawson, Takahiro Kozawa, Alex P. G. Robinson: SPIE Advanced Lithography.

#### 著書

[1]OVERVIEW OF THE PHYSIOLOGICAL REACTIONS OF THE MONODEHYDROASCORBATE RADICAL (Emma Parsons)“Ascorbic Acid PROPERTIES, SYNTHESIS AND APPLICATIONS”, Kazuo Kobayashi, Nova Science Pub Inc, - (1-28) 2017.

#### 特許

[1]「出願前譲渡特許（国内・国際）」極端紫外光による薄膜の吸収係数を測定する支持膜形成組成物及び測定方法, K20080228

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

古澤 孝弘	2016 International Symposium on Extreme Ultraviolet Lithography (論文委員)
古澤 孝弘	29 t h International Microprocesses and Nanotechnology Conference (組織委員)
古澤 孝弘	30th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (組織委員)
古澤 孝弘	29 t h International Microprocesses and Nanotechnology Conference (運営副議長)
山本 洋揮	29 t h International Microprocesses and Nanotechnology Conference (論文委員)

#### 国内学会

第 53 回アイトープ・放射線研究発表会	2 件
次世代リソグラフィワークショップ	1 件
第 77 回応用物理学会秋季学術講演会	1 件
第 89 回日本生化学会大会	2 件
第 59 回放射線化学討論会	2 件
日本原子力学会 2016 年秋の大会	1 件
第 64 回応用物理学会春季学術講演会	2 件
日本原子力学会 2017 年春の年会	1 件

#### 取得学位

修士 (工学)	高温高压水の放射線分解反応により生成する水素の発生機構に関する研究
金森 航	
修士 (工学)	放射線耐性菌一酸化窒素合成酵素の反応機構に関する研究：酸素活性化機構の解明
筒井 裕子	

## 科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究 (A)	量子ビーム複合利用による最先端微細加工材料のナノ化学の研究		7,930
古澤 孝弘			
基盤研究 (B)	次世代炉水化学における学術基盤確立のための超臨界水放射線分解反応機構解明		5,460
室屋 裕佐			
若手研究 (A)	有機・無機ハイブリッドナノ粒子を用いた極限量子ビーム微細加工プロセスの創成		4,030
山本 洋揮			
挑戦的萌芽研究	精度 1 nm 以下を実現する量産細線技術の開発		1,300
山本 洋揮			
<b>受託研究</b>			
古澤 孝弘	日本学術振興会	高温下における水和電子とヒドロニウムイオンの反応に関する研究	150
室屋 裕佐	一般財団法人電力中央研究所		
室屋 裕佐	日本核燃料開発株式会社	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	
<b>奨学寄附金</b>			
古澤 孝弘	クラリアントジャパン株式会社 代表取締役社長 三成 紀夫		1,000
古澤 孝弘	クラリアントジャパン株式会社 代表取締役社長 田中 成紀		2,000
<b>共同研究</b>			
古澤 孝弘	東洋合成工業株式会社	感放射線性酸発生剤のEUV露光評価	
古澤 孝弘	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		
<b>その他の競争的研究資金</b>			
古澤 孝弘	クラリアントジャパン株式会社	有機材料の光化学反応挙動に関する研究	556

---

## 励起分子化学研究分野

### 原著論文

[1]Sequence-Dependent Photocurrent Generation through Long-Distance Excess-Electron Transfer in DNA, S.-H. Lin, M. Fujitsuka, and T. Majima: *Angew. Chem. Int. Ed.*, 55 (30) (2016) 8715-8717.

[2]Pt-Au Triangular Nanoprisms with Strong Dipole Plasmon Resonance for Hydrogen Generation Studied by Single-particle Spectroscopy, Z. Lou, M. Fujitsuka, and T. Majima: *ACS Nano*, 10 (6) (2016) 6299-6305.

[3]Unprecedented Intramolecular Electron Transfer from Excited Perylenediimide Radical Anion, C. Lu, M. Fujitsuka, S. Ano, A. Sugimoto, and T. Majima: *J. Phys. Chem. C*, 120 (23) (2016) 12734-12741.

[4]3D-array of Au-TiO<sub>2</sub> Yolk-shell as Plasmonic Photocatalyst Boosting Multi-Scattering with Enhanced Hydrogen Evolution, X. Shi, Z. Lou, P. Zhang, M. Fujitsuka, and T. Majima: *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 8 (46) (2016) 31738-31745.

[5]Covalently-attached-ferrocene dyads: synthesis, redox-switched emission, and observation of the charge-separated state, M. Abe, H. Yamada, T. Okawara, M. Fujitsuka, T. Majima, and Y. Hisaeda: *Inorg. Chem.*, 55 (1) (2016) 7-9.

- [6] Structures of 4-Substituted Thioanisole Radical Cations Studied by Time-resolved Resonance Raman Spectroscopy during Pulse Radiolysis and Theoretical Calculations, S. Tojo, M. Fujitsuka, and T. Majima: *RSC Adv.*, (6) (2016) 109334-109339.
- [7] TiO<sub>2</sub> mesocrystal with nitrogen and fluorine codoping during topochemical transformation: efficient visible light induced photocatalyst with the effect of codopants, P. Zhang, M. Fujitsuka, and T. Majima: *Appl. Catal. B Environ.*, 185 (2016) 181-188.
- [8] Facile preparation of nitrogen and fluorine codoped TiO<sub>2</sub> mesocrystal with visible light photocatalytic activity, O. Elbanna, P. Zhang, M. Fujitsuka, and T. Majima: *Appl. Catal. B Environ.*, 192 (2016) 80-87.
- [9] Singlet-Singlet and Singlet-Triplet Annihilations in Structure-Regulated Porphyrin Polymers, M. Fujitsuka, K. Satyanarayana, T.-Y. Luh, and T. Majima: *J. Photochem. Photobiol. A Chem.*, 331 (2016) 56-59.
- [10] Mesolytic processes with benzylic carbon-oxygen bond cleavage in radical anions of aryl benzyl ethers studied by electron pulse radiolysis in DMF, H: *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 89 (2016) 798-803.
- [11] Au/La<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub> Nanostructures Sensitized with Black Phosphorus for Plasmon-Enhanced Photocatalytic Hydrogen Production in Visible and Near-Infrared Light, M. Zhu, X. Cai, M. Fujitsuka, J. Zhang, and T. Majima: *Angew. Chem. Int. Ed.*, 56 (2017) 2064-2068.
- [12] In-situ Observation of Single Au Triangular Nanoprism Etching to Various Shapes for Plasmonic Photocatalytic Hydrogen Generation, Zaizhu Lou, Sooyeon Kim, Peng Zhang, Xiaowei Shi, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: *ACS Nano*, 11 (1) (2016) 968-974.
- [13] Eco-friendly photosynthesis of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> through O<sub>2</sub> reduction on carbon nitride frameworks incorporated with multiple hetero-elements, G.-h. Moon, M. Fujitsuka, S. Kim, T. Majima, X. Wang, and W. Choi: *ACS Catal.*, 7 (4) (2017) 2886-2895.
- [14] TiO<sub>2</sub> mesocrystals composited with gold nanorods for highly efficient visible-NIR-photocatalytic hydrogen production, O. Elbanna, S. Kim, M. Fujitsuka, and T. Majima: *Nano Energy*, 35 (2017) 1-8.
- [15] Facet-Dependent Photoreduction on Single ZnO Crystals, E. Debroye, J. V. Loon, H. Yuan, K. Janssen, Z. Lou, S. Kim, T. Majima, and M. Roeloffs: *J. Phys. Chem. Lett.*, 8 (2) (2016) 340-346.
- [16] Two-Dimensional Au-Nanoprism/rGO/Pt-Nanoframe as Plasmonic Photocatalysts with Multi-Plasmon-Modes Boosting Hot Electron Transfer and Hydrogen Generation, Z. Lou, M. Fujitsuka, and T. Majima: *J. Phys. Chem. Lett.*, 8 (4) (2017) 844-849.
- [17] Photo-accelerated Hole Transfer in Oligothiophene Assemblies, C. Lu, M. Fujitsuka, and T. Majima: *J. Phys. Chem. C*, 121 (1) (2016) 649-655.
- [18] Dual Character of Excited Radical Anions in Aromatic Diimide Bis(Radical Anion)s: Donor or Acceptor?, C. Lu, M. Fujitsuka, A. Sugimoto, and T. Majima: *J. Phys. Chem. C*, 122 (8) (2017) 4558-4563.
- [19] Hot electron driven hydrogen evolution using anisotropic gold nanostructures assembled monolayer MoS<sub>2</sub>, P. Zhang, M. Fujitsuka, and T. Majima: *Nanoscale*, 9 (2016) 1520-1526.
- [20] Graphitic-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> hybridized N-doped La<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub> two-dimensional layered composites for efficient visible-light-driven photocatalyst, Xiaoyan Cai, Junying Zhang, Mamoru Fujitsuka, Tetsuro Majima: *Appl. Catal. B Environ.*, 202 (2017) 191-198.

[21]One-Step Synthesis of Nonstoichiometric TiO<sub>2</sub> with Desired (101) Facets for Enhancing Photocatalytic H<sub>2</sub> Evolution, W.-K. Wang, M. Gao, X. Zhang, M. Fujitsuka, T. Majima, and H.-Q. Yu: Appl. Catal. B Environ., 205 (2017) 165-172.

[22]Porous Bimetallic PdNi Catalyst with High Electrocatalytic Activity for Ethanol Electrooxidation, Y. Feng, D. Bin, B. Yan, Y. Du, T. Majima, and W. Zhou: J. Colloid Interface Sci., 493 (2017) 190-197.

#### 国際会議

[1]DUAL ELECTRON TRANSFER PATHWAYS FROM THE EXCITED C<sub>60</sub> RADICAL ANION: ENHANCED REACTIVITIES DUE TO PHOTOEXCITATION OF REACTION INTERMEDIATES (invited), Mamoru Fujitsuka, Tetsuro Majima: 2016 Korea Japan International Symposium on Frontier Photoscience.

[2]TWO DIMENSIONAL PORPHYRIN POLYMER SYNTHESIZED BY SIMULTANEOUS COORDINATION OF METAL AND AXIAL-LIGAND IN COVALENT ORGANIC FRAMEWORKS (poster), Shih-Hsun Lin, Mamoru Fujitsuka, Tetsuro Majima: 26th IUPAC Symposium on Photochemistry in Osaka.

[3]Single-Molecule and Single-Particle Imaging of TiO<sub>2</sub> Photocatalytic Reactions (invited), T. Majima: International Symposium on Nanostructured Photocatalysts and Catalysts (NPC2016).

[4]Development of TiO<sub>2</sub> photocatalysts (invited), T. Majima: CJK2016 Korea (Asan) Conference.

[5]Singlet-oxygen Detection during PDT (invited), Sooyeon Kim, Tetsuro Majima: International Symposium on New Energy Science and Engineering.

[6]Two Dimensional Porphyrin Polymers and Their Photochemical Properties (oral), Yasuko Osakada, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: International Symposium on Solar Driven Photocatalysis.

[7]Pt-Au Triangular Nanoprisms with Strong Dipole Plasmon Resonance for Hydrogen Generation Studied by Single-particle Spectroscopy (oral), Zaizhu Lou, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: International Symposium on New Energy Science and Engineering.

[8]Black phosphorous: 2D visible and near-infrared-activated photocatalyst for H<sub>2</sub> evolution (oral), Mingshan Zhu, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: International Symposium on New Energy Science and Engineering.

[9]Atomic Layer Deposition-Confined Nonstoichiometric TiO<sub>2</sub> Nanocrystal with Tunneling Effect for Solar Driven Hydrogen Evolution (oral), Peng Zhang, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: International Symposium on New Energy Science and Engineering.

[10]Facile preparation of nitrogen and fluorine codoped TiO<sub>2</sub> mesocrystal with visible light photocatalytic activity (oral), Ossama A. Elbanna, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: International Symposium on New Energy Science and Engineering.

[11]Au-TiO<sub>2</sub> Yolk-shell Nanostructure: Solar Driven Photocatalyst (oral), Xiaowei Shi, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: International Symposium on New Energy Science and Engineering.

[12]Shape Dependence of TiO<sub>2</sub> Photocatalyst (oral), Wei-Kang Wang, Tetsuro Majima: International Symposium on New Energy Science and Engineering.

[13]La<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-based Composite Materials: Solar Driven Photocatalysts (oral), Xiaoyan Cai Tetsuro Majima: International Symposium on New Energy Science and Engineering.

- [14]Electron Transfer Processes Studied by fs-Laser Flash Photolysis (oral), Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: International Symposium on New Energy Science and Engineering.
- [15]Singlet Oxygen Detection during PDT (oral), Sooyeon Kim, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: International Symposium on New Energy Science and Engineering.
- [16]Unprecedented Intramolecular Electron Transfer from Excited Perylenediimide Radical Anion (oral), Chao Lu, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima: International Symposium on New Energy Science and Engineering.
- [17]Single-Molecule, Single-Particle Chemistry of Nanocatalysis for Light Energy Conversion (plenary), Tetsuro Majima: International Symposium on Activation and Selective Conversion of Energy-Related Molecules.
- [18]DNA CONFORMATIONAL CHANGES MONITORED BY CONTROLLING THE FLUORESCENCE BLINKING (oral), Kiyohiko Kawai, Atsushi Maruyama, Tetsuro Majima: 22nd International Round Table on Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids.
- [19]Photoinduced charge transfer in nanomaterials (invited), Tetsuro Majima: 2016 Electron Donor Acceptor Interactions, Gordon Research Conference.
- [20]Single-Molecule, Single-Particle Chemistry of Nanocatalysis for Light Energy Conversion (plenary), Tetsuro Majima: The 70th anniversary of KCS and the 40th anniversary of KRICT.
- [21]Peer Review Processes of ACS journals (plenary), Tetsuro Majima: 2016Workshop on Peer Review.
- [22]Peer Review (plenary), Tetsuro Majima: The Editor's Workshop (2016-A02).
- [23]TiO<sub>2</sub> Mesocrystals for Efficient Photocatalyst (invited), Tetsuro Majima: Materials Challenges in Alternative and Renewable Energy- MCARE-2017.
- [24]Visible and near-IR light responsible photocatalysts composited with 2D nanomaterials (plenary), Tetsuro Majima: 2nd International Workshop on Graphene and C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-based Photocatalysts (IWGCP2).

#### 解説、総説

Development of tailored TiO<sub>2</sub> mesocrystals for solar driven photocatalysis, Peng Zhang, Mamoru Fujitsuka, and Tetsuro Majima, *J. Energy Chem.*, Elsevier, 25 (2016), 917-926.

光線力学療法で発生する一重項酸素の視覚化のための蛍光プローブ Si-DMA の開発, 金水縁、藤塚守、真嶋哲朗, *ドージンニュース*, 同仁化学, 159 (2016), 1 - 7.

第 26 回 IUPAC 光化学国際会議報告, 藤塚守、真嶋哲朗, *放射線化学*, 日本放射線化学会, 102 (2016), 62.

Charge Transfer Dynamics in DNA Revealed by Time-Resolved Spectroscopy, 藤塚守、真嶋哲朗, *Chem. Sci.*, 英1国化学会, 8 (2017), 1752-1762.

#### 著書

[1]DNA の光化学 (真嶋哲朗、飯野盛利、七田芳則、藤堂剛)“真嶋哲朗”, 真嶋哲朗, 朝倉書店, (296-297) 2016.

[2]DNA の光化学反応 (真嶋哲朗、飯野盛利、七田芳則、藤堂剛)“真嶋哲朗”, 真嶋哲朗, 朝倉書店, (298-299) 2016.

## 特許

- [1] 「国内特許出願」 金属酸化物メソ結晶及びその製造方法, 2016-102699
- [2] 「出願後譲渡特許 (国内)」 金属酸化物メソ結晶及びその製造方法, KB2016002
- [3] 「出願後譲渡特許 (国内)」 酸化チタンメソ結晶, KP2014012
- [4] 「出願後譲渡特許 (国内)」 金属酸化物メソ結晶及びその製造方法, KP2015015
- [5] 「出願後譲渡特許 (国際)」 金属酸化物メソ結晶及びその製造方法, G20130068CN

## 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

真嶋哲朗	Photochemistry and Photobiology (Associate Editor)
真嶋哲朗	Rapid Communication in Photoscience (International Editorial Board)
真嶋哲朗	ChemPlusChem (Co-Chair)
真嶋哲朗	Council of Asian Science Editors (Vice President)
真嶋哲朗	26th IUPAC Symposium on Photochemistry in Osaka (組織委員長)
真嶋哲朗	2016 Korea Jaoan International Smposium on Frontier Photoscience 2016 (組織委員長)
真嶋哲朗	International Symposium on New Energy Science and Engineering (組織委員長)
真嶋哲朗	International Symposium on Solar Driven Photocatalysis (組織委員長)
真嶋哲朗	nd International Workshop on Graphene and C3N4-based Photocatalysts (IWGCP2) (組織委員)
藤塚守	26th IUPAC Symposium on Photochemistry in Osaka (事務局長)
小阪田泰子	26th IUPAC Symposium on Photochemistry in Osaka (組織委員)

## 科学研究費補助金

		単位：千円	
基盤 S	エネルギー変換系におけるナノ触媒の単一分子化学	0	
真嶋 哲朗			
基盤研究 (S)	光エネルギー変換系におけるナノ触媒の単一分子化学	26,910	
真嶋 哲朗			
特別研究員奨励費	貴金属ドーパド半導体光触媒反応による高効率太陽光エネルギー変換材料の開発	1,100	
真嶋 哲朗			
特別研究員奨励費	可視光駆動型燃料電池における高性能プラズモン増強電極触媒酸化の開発	1,100	
真嶋 哲朗			
新学術領域研究	弱い過渡的相互作用をトリガーとした RNA の 1 分子イメージング	5,460	
川井 清彦			
挑戦的萌芽研究	)DNA 超らせんダイナミクスの 1 分子レベル解析	780	
川井 清彦			
若手研究 (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	5,850	
小阪田 泰子			
挑戦的萌芽研究	深部断層イメージングに向けた 1 0 0 0 ナノメートルを超える硬 X 線発光ナノ材料の開発	1,560	
小阪田 泰子			
受託研究			
川井 清彦	(国研) 科学技術振興機構	蛍光の blinking を自在に操る分子技術の創出	5,486
真嶋 哲朗	(国研) 科学技術振興機構	金属酸化物メソ結晶及びその製造方法	3,900

## 機能物質化学研究分野

### 原著論文

[1] Asymmetric Brønsted Acid Catalyzed Substitution of Diaryl Methanols with Thiols and Alcohols for the Synthesis of Chiral Thioethers and Esters, A. Chatupheeraphat, H.-H. Liao, S. Mader, M. Sako, H. Sasai, I. Atodiresei, M. Rueping: *Angew. Chem. Int. Ed.*, 55 (2016) 4803-4807.



[2]Efficient Enantioselective Synthesis of Oxahelicenes Using Redox/Acid Cooperative Catalysts, M. Sako, Y. Takeuchi, T. Tsujihara, J. Kodera, T. Kawano, S. Takizawa, H. Sasai: *J. Am. Chem. Soc.*, 138 (2016) 11481-11484.

[3]Organocatalyzed [4+2] Annulation of All-Carbon Tetrasubstitued Alkenes with Allenolate: Synthesis of Highly Functionalized 2H, and 4H-Pyran Derivatives, T.-Thuy-Duong Ngo, K. Kishi, M. Sako, M. Shigenobu, C. Bournaud, M. Toffano, R. Guillot, J.-P. Baltaze, S. Takizawa, H. Sasai, G. Vo-Thanh: *ChemistrySelect*, 1 (2016) 5414-5420.

[4]Facile Synthesis of Spirooxindoles via an Enantioselective Organocatalyzed Sequential Reaction of Oxindoles with Ynone, S. Takizawa, K. Kishi, M. Kusaba, J. Bai, T. Suzuki, H. Sasai: *Heterocycles*, 95 (2017) 761-767.

#### 国際会議

[1]Vanadium(V)-Catalyzed Enantioselective Synthesis of Oxa[9]helicene (poster), Sako, M.; Takizawa, S.; Takeuchi, Y.; Tsujihara, T.; Ichinose, K.; Kodera, J.; Yoneyama, S.; Kawano, T.; Sasai, H.: *Molecular Chirality Asia 2016*, Osaka, Japan, April 20-22, 2016.

[2]Facile Synthesis of  $\alpha$ -Methylidene- $\gamma$ -Lactams via Amidation and Rauhut-Currier Reaction Sequence (poster), Kishi, K.; Takizawa, S.; Arteaga, F. A.; Sasai, H.: *Molecular Chirality Asia 2016*, Osaka, Japan, April 20-22, 2016.

[3]Pd(II)-SPRIX Catalyzed Enantioselective Fujiwara-Moritani Annulation of Alkenylindoles (poster), Abozeid, M. A.; Takizawa, S.; Sasai, H.: *Molecular Chirality Asia 2016*, Osaka, Japan, April 20-22, 2016.

[4]Palladium Enolate Umpolung: Catalytic Cyclative Difunctionalization of Alkynyl Cyclohexadienones Using SPRIX Ligand (poster), Takenaka, K.; Mohanta, S. C.; Sasai, H.: *Molecular Chirality Asia 2016*, Osaka, Japan, April 20-22, 2016.

[5]Recent Progress in Enantioselective Pd-SPRIX Catalysis (invited), Sasai, H.: *27th International Conference on Organometallic Chemistry*, Melbourne, Australia, July 17-22, 2016.

[6]Construction of Highly Functionalized Compounds via Metal Free Transformations (invited), Sasai, H.: *International Conference on Organic Chemistry*, Las Vegas, USA, August 10-11, 2016.

[7]Enantioselective Synthesis of  $\alpha$ -Methylidene- $\gamma$ -Lactams via Amidation and Rauhut-Currier Reaction Sequence (oral), Kishi, K.; Takizawa, S.; Mader, S.; Rueping, M.; Sasai, H.: *Selectivity in Chemo- and Biocatalysis (Aachen-Osaka Joint Symposium)*, Aachen, Germany, September 5-7, 2016.

[8]Recent Progress in Pd-SPRIX Catalyzed Enantioselective Reactions (oral), Takenaka, K.; Mohanta, S. C.; Abozeid, M. A.; Takizawa, S.; \*Sasai, H.: *JSPS core-to-core Workshop Program -Green Process-*, Dijon, France, September 22-23, 2016.

[9]Efficient Enantioselective Synthesis of Oxahelicenes Using Redox/Acid Cooperative Catalysts (oral), Takizawa, S.; Sako, M.; Sasai, H.: *JSPS core-to-core Workshop Program -Green Process-*, Dijon, France, September 22-23, 2016.

[10]Synthesis of Heterocyclic Compounds through Organocatalytic Domino Reaction (oral), Kusaba, M.; Kishi, K.; Takizawa, S.; Sasai, H.: *JSPS core-to-core Workshop Program -Green Process-*, Dijon, France, September 22-23, 2016.; *JSPS core-to-core Workshop Program -Green Process-*, Dijon, France, September 22-23, 2016.

[11]Chiral Iron Catalysts Bearing SPRIX Ligand (poster), Niida, Y.; Takenaka, K.; Takizawa, S.; Sasai, H.: *JSPS core-to-core Workshop Program -Green Process-*, Dijon, France, September 22-23, 2016.

- [12]Enantioselective Oxidative Coupling of Phenol Derivatives Using Chiral Vanadium(V) catalysts (poster), Aoki, T.; Sako, M.; Takizawa, S.; Sasai, H.: JSPS core-to-core Workshop Program -Green Process-, Dijon, France, September 22-23, 2016.
- [13]Enantioselective Carbon-Carbon Bond-Forming Reactions Catalyzed by Vanadium(V) Complexes (invited), Takizawa, S.; Sako, M.; Sasai, H.: The 10th International Vanadium Symposium Chemistry, Biological Chemistry & Toxicology (V10), Taipei, Taiwan, November, 6-9, 2016.
- [14]Exploration of Organocatalytic Enantioselective [n+2] Type Annulations (invited), Sasai, H.: International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2016 (C&FC 2016), Taipei, Taiwan, November 10-14, 2016.
- [15]Recent Progress on Pd-SPRIX Catalyzed Enantioselective Reactions (poster), Chaki, B. M.; Mohanta, S. C.; Abozeid, M. A.; Takenaka, K.; Takizawa, S.; Sasai, H.: The 10th International Symposium on Integrated Synthesis (ISONIS-10), Awaji Island, Japan, November 18-19, 2016.
- [16]Efficient Enantioselective Synthesis of Oxahelicenes Using Redox/Acid Cooperative Catalysts (poster), Takizawa, S.; Sako, M.; Sasai, H.: The 10th International Symposium on Integrated Synthesis (ISONIS-10), Awaji Island, Japan, November 18-19, 2016.
- [17]Synthesis of Heterocyclic Compounds through Organocatalytic Double Michael Reaction (poster), Kusaba, M.; Kishi, K.; \*Wathsala, H. D. P.; Takizawa, S.; Sasai, H.: The 10th International Symposium on Integrated Synthesis (ISONIS-10), Awaji Island, Japan, November 18-19, 2016.
- [18]Vanadium(V) Complex-Catalyzed Enantioselective C–C Bond Forming Reactions (poster), Sako, M.; Takizawa, S.; Sasai, H.: Biotechnology and Chemistry for Green Growth (JSPS Japanese-German Graduate Externship Program), Awaji Island, Japan, March 6-7, 2017.
- [19]Development of Novel Spiro-Type Chiral Ligands Bearing Pyrazole Donors (poster), Shigenobu, M.; Takenaka, K.; Sasai, H.: Biotechnology and Chemistry for Green Growth (JSPS Japanese-German Graduate Externship Program), Awaji Island, Japan, March 6-7, 2017.
- [20]Phosphine-Catalyzed Umpolung Tandem Michael Addition of Alkynylester (poster), Kishi, K.; Takizawa, S.; Kusaba, M.; Sasai, H.: Biotechnology and Chemistry for Green Growth (JSPS Japanese-German Graduate Externship Program), Awaji Island, Japan, March 6-7, 2017.
- [21]Enantioselective Aza-Wacker Reaction Promoted by Pd-SPRIX Catalyst (poster), Sen, A.; Takenaka, K.; Sasai, H.: Biotechnology and Chemistry for Green Growth (JSPS Japanese-German Graduate Externship Program), Awaji Island, Japan, March 6-7, 2017.
- [22]Chiral Iron Catalysts Bearing SPRIX Ligand (poster), Niida, Y.; Takenaka, K.; Takizawa, S.; Sasai, H.: Biotechnology and Chemistry for Green Growth (JSPS Japanese-German Graduate Externship Program), Awaji Island, Japan, March 6-7, 2017.

#### 特許

- [1]「国内特許出願」含リンチオフェン化合物およびその含リンポリチオフェン化合物、並びにそれらの製造方法。、2016-179443
- [2]「出願前譲渡特許（国内・国際）」超原子価ヨウ素反応剤を用いる芳香族化合物および複素環式芳香族化合物のポリマーの製造方法, K20080099
- [3]「出願前譲渡特許（国内・国際）」新規複素環式芳香族化合物, K20080100
- [4]「出願前譲渡特許（国内・国際）」新規複素環式芳香族ポリマー, K20080101

**国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員**

笹井 宏明	Molecular Chirality Asia 2016 (組織委員長)
滝澤 忍	Molecular Chirality Asia 2016 (組織委員)
竹中 和浩	Molecular Chirality Asia 2016 (組織委員)

**国内学会**

第24回分子合成化学セミナー	1 件
創薬研究センターシンポジウム	1 件
第11回有機合成化学のフロンティア	1 件
日本プロセス化学会 2016 サマーシンポジウム	3 件
第36回有機合成若手セミナー	4 件
分子研研究会 有機金属化学の大潮流	1 件
第63回有機金属化学討論会	2 件
第46回複素環化学討論会	1 件
グリーンケミストリーに根差した有機合成手法研究会	1 件
第110回有機合成シンポジウム	1 件
第9回有機触媒シンポジウム	1 件
ファインケミカルズ研究会	1 件
日本化学会第97春季年会	11 件

**取得学位**

博士(理学)	バナジウム触媒を用いるエナンチオ選択的炭素-炭素結合形成反応の開発
佐古 真	
博士(理学)	イソオキサゾール環の官能基変換を基盤としたスピロ型キラル配位子の開発
重信 匡志	
修士(理学)	キラルな二核バナジウム触媒を用いるカルバゾール誘導体の不斉酸化カップリング反応と応用
一之瀬 和弥	
修士(理学)	鉄触媒を用いるエナンチオ選択的反応の開発
米山 心	

**科学研究費補助金**

		単位：千円
新学術領域研究	多機能触媒を活用する実用的不斉分子変換	2,860
滝澤 忍		
基盤研究 (C)	化学反応を目視 (色の変化) でモニタリングする解析・評価法の開発	2,080
滝澤 忍		
基盤研究 (C)	パラジウムエノラートの極性転換を活用するカルボニル化合物の新規合成法	1,560
竹中 和浩		

**受託研究**

笹井 宏明	(国研) 科学技術振興機構	金属架橋高分子配位子の設計と固定化不斉配位子によるキラリティー制御	2,600
笹井 宏明	(国研) 科学技術振興機構	触媒的不斉ドミノ反応を基盤とする実用的分子変換	3,202
平尾 俊一	(国研) 科学技術振興機構	低環境負荷型前周期遷移金属レドックスシステムの設計に基づく先導的物質変換テクノロジー	4,550

**奨学寄附金**

笹井 宏明	ナガセケムテックス株式会社 代表取締役社長 磯野 昭彦	1,200
滝澤 忍	公益財団法人住友財団 理事長 住友吉左衛門	1,000

**その他の競争的研究資金**

滝澤 忍	(独) 日本学術振興会	バイオマス資源を活用する多機能有機分子不斉触媒の開発と応用	800
------	-------------	-------------------------------	-----

---

## 精密制御化学研究分野

### 原著論文

- [1] Amphiphilic DNA tiles for controlled insertion and 2D assembly on fluid lipid membranes: the effect on mechanical properties, C. Dohno, S. Makishi, K. Nakatani, S. Contera: *Nanoscale.*, 9 (2017) 3051-3058.
- [2] Fluorescence turn-on hairpin-probe PCR, F. Takei, K. Nakatani: *Chem. Commun.*, 53 (2017) 1393-1396.
- [3] A 2,7-diamino-1,4,8-triazanaphthalene derivative selectively binds to cytosine bulge DNA only at a weakly acidic pH, H. Aikawa, A. Yano, K. Nakatani: *Org. Biomol. Chem.*, 15 (2017) 1313-1316.
- [4] A Ligand that Targets CUG Trinucleotide Repeats, J. Li, J. Matsumoto, L.-P. Bai, A. Murata, C. Dohno, K. Nakatani: *Chem. Eur. J.*, 22 (2016) 14881-14889.
- [5] BzDANP, a small-molecule modulator of pre-miR-29a maturation by Dicer, A. Murata, T. Otabe, J. Zhang, K. Nakatani: *ACS Chem. Biol.*, 11 (2016) 2790-2796.
- [6] Development of 2, 7-Diamino-1, 8-Naphthyridine (DANP) Anchored Hairpin Primers for RT-PCR Detection of Chikungunya Virus Infection, H. Chen, M. Parimelalagan, F. Takei, H. C. Hapuarachchi, E. S.-C. Evelyn Siew-Chuan Koay, L. C. Ng, P. S. Ho, K. Nakatani, J. J. H. Chu: *PLOS Negl. Trop. Dis.*, 10 (2016) e0004887.
- [7] Synthesis of 1H-pyrrolo[3,2-h]quinoline-8-amine derivatives that target CTG trinucleotide repeats, J. Matsumoto, J. Li, C. Dohno, K. Nakatani: *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 26 (2016) 3761-3764.
- [8] Cyclic mismatch binding ligand CMBL4 binds to the 5'-T-3'/5'-GG-3' site by inducing the flipping out of thymine base, S. Mukherjee, C. Dohno, K. Asano, K. Nakatani: *Nucl. Acids Res.*, 44 (2016) 7090-7099.
- [9] Fluorescence probe for detecting CCG trinucleotide repeat DNA expansion and slip-out, T. Shibata, K. Nakatani: *ChemBioChem.*, 17 (2016) 1685-1688.
- [10] Naphthyridine-Benzoazaquinolone: Evaluation of tricyclic system for the binding to (CAG)<sub>n</sub> Repeat DNA and RNA, J. Li, A. Sakata, H. He, L.-P. Bai, A. Murata, C. Dohno, K. Nakatani: *Chem. Asian J.*, 11 (2016) 1971-1981.

### 国際会議

- [1] Binding of amphiphilic DNA to lipid membrane regulated by formation of higher order structures (poster), C. Dohno, H. Yamaguchi, S. Makishi, K. Matsuzaki, K. Nakatani: ISNAC2016.
- [2] Development of small molecules targeting the CUG repeats that cause myotonic dystrophy type 1 (poster), J. Li, J. Matsumoto, C. Dohno, K. Nakatani: ISNAC2016.
- [3] In vitro selection of pre-miR-29a loop mutant against the cyclic mismatch binding ligand (CMBL) (oral), S. Mukherjee, A. Murata, K. Nakatani: ISNAC2016.

### 特許

- [1] 「国内特許出願」 核酸検出用素子、および核酸検出方法, 2016-176726
- [2] 「国内特許出願」 核酸を検出する方法およびPCR試薬, 2016-176730
- [3] 「国内特許出願」 マイクロRNA形成阻害剤およびその製造方法, 2017-024460

[4]「国際特許出願」低分子による CAG リピート短縮, 62/374072

### 国内学会

日本ケミカルバイオロジー学会 第 11 回年会 1 件  
日本化学会第 97 春季年会 7 件

### 取得学位

博士 (理学) リガンド誘起-1 リボソームフレームシフトを用いた遺伝子発現制御システムの開発  
松本 咲  
修士 (理学) ナフチリジン修飾ペプチドライブラリーの合成とトリヌクレオチドリピート  
伊藤 洋志 DNA への結合評価

### 科学研究費補助金

		単位：千円
特推	リピート結合分子をプローブとしたトリヌクレオチドリピート病の化学生物学研究	0
中谷 和彦		
特別推進研究	リピート結合分子をプローブとしたトリヌクレオチドリピート病の化学生物学研究	64,220
中谷 和彦		
挑戦的萌芽研究	DNA を用いた膜変形の制御と形状認識	1,820
堂野 主税		
基盤研究 (C)	- 1 リボソームフレームシフトによる細胞内タンパク質の輸送・局在制御	1,950
村田 亜沙子		
若手研究 (B)	CAG リピートの過伸長を抑制する低分子リガンドの創成	2,080
山田 剛史		
若手 B	RNA/RNP ナノ構造を利用した機能性分子ロボットの創製	0
柴田 知範		
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	
	ヘアピン PCR 法によるデジタル肝炎検査技術の開発	990
中谷 和彦	文部科学省	
	優れた若手研究者の採用拡大	6,059
共同研究		
中谷 和彦	日東化成株式会社	
	機能性分子の合成	864
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	日本たばこ産業株式会社	
	RNA を標的とした創薬基盤技術開発	8,064

### 医薬品化学研究分野

#### 原著論文

[1]Small-molecule stabilization of the 14-3-3/Gab2 protein-protein interaction (PPI) interface, D. Bier, M. Bartel, K. Sies, S. Halbach, Y. Higuchi, Y. Haranosono, T. Brummer, N. Kato and C. Ottmann: ChemMedChem, 11 (8) (2016) 911-918.

[2]Mechanism and clinical significance of IL-6 combined with TNF- $\alpha$  or IL-1 for the induction of acute phase proteins SAA and CRP in chronic inflammatory diseases, S.-N. J. Song and K. Yoshizaki: J. Alcohol. Drug Depend., 4 (3) (2016) 1-4.

[3]The  $\alpha 3$  isoform of subunit a of the vacuolar ATPase localizes to the plasma membrane of invasive breast tumor cells and is overexpressed in human breast cancer, K. Cotter, R. Liberman, G. Sun-Wada, Y. Wada, D. Sgroi, S. Naber, D. Brown, S. Breton and M. Forgac: Oncotarget, 7 (29) (2016) 46142-46157.

[4]Combined treatment with cotylenin A and phenethyl isothiocyanate induces strong antitumor activity mainly through the induction of ferroptotic cell death in human pancreatic cancer cells, T. Kasukabe, Y. Honma, J. Okabe-Kado, Y. Higuchi, N. Kato and S. Kumakura: Oncol. Rep., 36 (2) (2016) 968-976.

[5]Effect of catechin-treated masks on the prevention of influenza infection : An exploratory randomized

study, K. Ide, H. Yamada, N. Takuma, Y. Kawasaki, H. Morohoshi, A. Takenaka and K. Kaihatsu: *Jpn. J. Clin. Pharmacol. Ther.*, 47 (6) (2016) 229-234.

[6]Specific direct small molecule p300/β-catenin antagonists maintain stem cell potency, Y. Higuchi, C. Nguyen, S.Y. Yasuda, M. McMillan, K. Hasegawa and M. Kahn: *Curr. Mol. Pharmacol.*, 9 (3) (2016) 272-279.

[7]International, evidence-based consensus diagnostic criteria for HHV-8–negative/idiopathic multicentric Castleman disease, D. C. Fajgenbaum, T. S. Uldrick, A. Bagg, D. Frank, D. Wu, G. Srkalovic, D. Simpson, A. Y. Liu, D. Menke, S. Chandrakasan, M. J. Lechowicz, R. S. M. Wong, S. Pierson, M. Paessler, J.-F. Rossi, M. Ide, J. Ruth, M. Croglia, A. Suarez, V. Krymskaya, A. Chadburn, G. Colleoni, S. Nasta, R. Jayanthan, C. S. Nabel, C. Casper, A. Dispenzieri, A. Fosså, D. Kelleher, R. Kurzrock, P. Voorhees, A. Dogan, K. Yoshizaki, F. van Rhee, E. Oksenhendler, E. S. Jaffe, K. S. J. Elenitoba-Johnson and M. S. Lim: *Blood*, 129 (12) (2017) 1646-1657.

[8]Substitution at the C-3 position of catechins has an influence on the binding affinities against serum albumin, M. Ikeda, M. Ueda-Wakagi, K. Hayashibara, R. Kitano, M. Kawase, K. Kaihatsu, N. Kato, Y. Suhara, N. Osakabe and H. Ashida: *Molecules*, 22 (2) (2017) 314-326.

#### 国際会議

[1]Neurons without G2 subunit of vacuolar-type proton transporting ATPase: A better source for enzyme structure and Functional studies (poster), N. Kawamura, G. Sun-Wada, Y. Wada: 3rd Novalix conference: Biophysics in Drug Discovery.

[2]Sequence-specific detection and visualization of dengue viral RNA-protein complex by peptide nucleic acid (oral), K. Kaihatsu, Emi Harada, A. Takenaka, H. Matsumura and N. Kato: The 43rd International Symposium on Nucleic Acids Chemistry.

[3]The hydrophobic effect In the protein-protein interaction enhancement of fusicoccin derivatives (poster), Y. Higuchi, N. Kato: The 20th SANKEN International Symposium.

#### 解説、総説

Future perspective of nucleic acid-based detection of dengue virus and its serotypes, K. Kaihatsu, E. Harada, H. Matsumura, A. Takenaka, N. Wichukchinda, A. Sa-Ngasang and N. Kato, *OMICS International*, 8[2] (2016), LXIX-LXXI.

フシコッカシジテルペン誘導体による 14-3-3 タンパク質の機能変調：14-3-3 タンパク質は創薬標的になり得るか？, 樋口雄介, 加藤修雄, *生産と技術*, 生産技術振興協会, 68[3] (2016), 77-79.

14-3-3 タンパク質の選択的機能制御:小分子によるタンパク質-タンパク質間相互作用の安定化, 樋口雄介, 加藤修雄, *化学と生物*, 日本農芸化学会, 54[10] (2016), 732-739.

キャスルマン病診療の参照ガイド, 吉崎 和幸, 岡本 真一郎, 川端 浩, 水木 満佐央, 川上 純, 正木 康史, 矢野 真吾, 井出 眞, 宇野 賀津子, 八木 克巳, 小島 俊行, 水谷 実, 徳嶺 進洋, 西本 憲弘, 藤原 寛, 中塚 伸一, 塩沢 和子, 岩城 憲子, 古賀 智裕, *臨床血液*, 日本血液学会, 58[2] (2017), 97-107.

#### 著書

[1]Role of autophagy in mammalian embryogenesis: Response to developmental programs (M. A. Hayat)“Autophagy: Cancer, Other Pathologies, Inflammation, Immunity, Infection, and Aging”, Y. Wada, G. Sun-Wada, *Elsevia*, 10 (138-147) 2016.

[2]ペプチド核酸クロマトを用いたウイルスゲノム情報の目視診断技術 (羊土社)“実験医学”, 開発邦宏, 羊土社, 34[16] (2688-2688) 2016.

[3]カテキン誘導体の抗ウイルス性発現メカニズム ((株)技術情報協会)“衛生製品とその材料開発事例集”, 開発邦宏、田中伸幸, (株)技術情報協会, 1875 (1-9) 2017.

### 特許

- [1] 「国際成立特許」 Production method for epoxy compound using solid catalyst, US20160347763
- [2] 「国内成立特許」 加熱処理物, 特開 2016-145426
- [3] 「国際特許出願」 トラン化合物, PCT/JP2016/077597
- [4] 「国内特許出願」 フシコクシン化合物, 特願 2017-015640

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

開発 邦宏 J. Antivirals & Antiretrovirals (編集委員)

### 国内学会

日本化学会 第 97 春季年会	1 件
第 13 回 バイオオプティクス研究会	1 件
第 13 回 日本カテキン学会	1 件

### 取得学位

博士 (理学)	緑膿菌 RND 型多剤排出トランスポーター新規阻害剤の合成・評価と作用機序解析
井上 雄太	
修士 (理学)	タンパク質間相互作用の安定化効果向上を目指した 19 位修飾フシコクシン誘導体の合成とその評価
韓 玲	
修士 (理学)	フシコクシン誘導体の細胞内標的たんぱく質複合体の単離
平田 俊介	

### 科学研究費補助金

		単位：千円
挑戦的萌芽研究	点変異たんぱく質と低分子ツールを用いる細胞内信号伝達未踏領域への挑戦	3,510
加藤 修雄		
基盤研究 (B)	初期胚組織構築を制御するマイクロオートファジーの研究	5,070
和田 洋		
新学術領域研究	マイクロオートファジーによるマウス胚着床前後の発生制御	4,550
和田 洋		
若手研究 (B)	フシコクシン誘導体の細胞内標的同定：低自由度リンカーによるアフィニティ精製	1,690
樋口 雄介		
基盤研究 (C)	関節リウマチの治療前に患者個別に有効なバイオ製剤を選択し得るマーカーの探索	1,430
吉崎 和幸		
基盤研究 (B)	デングウイルス感染早期の高感度かつ迅速診断法の確立	5,070
開発 邦宏		
挑戦的萌芽研究	ウイルス薬剤耐性にかかわる一塩基変異の迅速診断法の開発	3,770
開発 邦宏		
基盤研究 (B)	H5N1 鳥インフルエンザウイルス流行地におけるウイルス進化とヒト感染リスクの評価	520
開発 邦宏		
基盤研究 (C)	新規カテキン誘導体浸透マスクによるインフルエンザ予防効果の検討	260
開発 邦宏		
基盤研究 (C)	あらゆるインフルエンザウイルスを捕捉・検出する糖鎖修飾三量体核酸の開発	0
開発 邦宏		
<b>受託研究</b>		
加藤 修雄	(国研) 科学技術振興機構 異物排出タンパクに対するユニバーサル阻害剤の分子設計および化学合成	11,570
加藤 修雄	(国研) 日本医療研究開発機構 分子ツールとしての Alkyne-Sph 誘導体の合成および SPNS2 輸送機能阻害剤のリード、リードの探索	1,300

吉崎 和幸	国立保健医療科学院	キャッスルマン病の疫学診療実態調査と患者団体支援体制の構築に関する研究	803
開発 邦宏	(国研) 日本医療研究開発機構	大阪大学タイ感染症共同研究拠点の戦略的新展開に係る技術	2,100
開発 邦宏	株式会社プロテクティア	カテキン誘導体製造品の機器分析評価	1,400
<b>奨学寄附金</b>			
加藤 修雄	吉崎 和幸		1,200
山口 俊郎	山口 俊郎		250
吉崎 和幸	株式会社アスカコーポレーション		180
吉崎 和幸	公益財団法人大阪難病研究財団		1,000
吉崎 和幸	医療法人社団ヤマナ会東広島記念病院		1,000
吉崎 和幸	吉崎 和幸		3,050
<b>共同研究</b>			
吉崎 和幸	インタープロテイン株式会社	蛋白質間相互作用(PPI)を制御する低分子化合物及び立体構造規制ペプチドの探索的研究	2,000
開発 邦宏	富士フイルム株式会社 R & D統括本部 医薬品・ヘルスケア研究所	銀増幅技術を応用した高感度核酸クロマト検出技術の技術可能性検討	1,000
開発 邦宏	プロテクティア株式会社	カテキン誘導体-ナノ粒子複合体に関する研究開発	0
開発 邦宏	東洋紡株式会社	三重鎖形成型ペプチド核酸を用いたウイルス遺伝子の迅速目視診断技術	0
開発 邦宏	帝人株式会社	微多孔膜の血液中ウイルス分離性評価に関する検討	0
<b>その他の競争的研究資金</b>			
樋口 雄介	(国研) 日本医療研究開発機構	14-3-3 タンパク質を標的とした First-in-Class の新規抗がん剤開発	1,500
開発 邦宏	(独) 日本学術振興会	デングウイルス感染症を検出するペプチド核酸デバイスの開発	2,000

## 生体分子反応科学研究分野

### 原著論文

- [1]Mutational analysis of hepatitis B virus pre-S1 (9-24) fusogenic peptide., Liu, Q., Somiya, M., Shimada, N., Sakamoto, W, Yoshimoto, N., Iijima, M., Tatematsu, K., Nakai, T., Okajima, T., Maruyama, A., Kuroda, S.: Biochemical and Biophysical Research Communications, 474 (2) (2016) 406-412.
- [2]Scaffold protein Enigma Homolog 1 overcomes the repression of myogenesis activation by Inhibitor of DNA binding 2, Nakatani, M., Ito, J., Koyama, R., Iijima, M., Yoshimoto, N., Niimi, T., Kuroda, S., Maturana, A.D.: Biochemical and Biophysical Research Communications, 474 (2) (2016) 413-420.
- [3]Bio-nanocapsule-based scaffold improves the sensitivity and ligand-binding capacity of mammalian receptors on the sensor chip, Iijima, M., Yoshimoto, N., Niimi, T., Maturana, A.D., Kuroda, S.: Biotechnology Journal, 11 (6) (2016) 805-813.
- [4]RBM20 and RBM24 cooperatively promote the expression of short ENH splice variants, Ito, J., Iijima, M., Yoshimoto, N., Niimi, T., Kuroda, S., Maturana, A.D.: FEBS Letters, 590 (14) (2016) 2262-2274.
- [5]Cytokine-dependent activation of the JAK-STAT pathway in Saccharomyces cerevisiae, Yoshimoto, N., Ikeda, Y., Tatematsu, K., Iijima, M., Nakai, T., Okajima, T., Tanizawa, K., Kuroda, S.: Biotechnology and



Bioengineering, 113 (8) (2016) 1796-1804.

[6]Cellular uptake of hepatitis B virus envelope L particles is independent of sodium taurocholate cotransporting polypeptide, but dependent on heparan sulfate proteoglycan., Somiya, M., Liu, Q., Yoshimoto, N., Iijima, M., Tatematsu, K., Nakai, T., Okajima, T., Kuroki, K., Ueda, K., Kuroda, S.: *Virology*, 497 (2016) 23-32.

[7]Release of siRNA from liposomes induced by curcumin, Fujita, K., Hiramatsu, Y., Minematsu, H., Somiya, M., Kuroda, S., Seno, M., Hinuma, S.: *Journal of Nanotechnology*, 2016 (2016) 7051523.

[8]High efficiency penetration of antibody-immobilized nanoneedle through plasma membrane for in situ detection of cytoskeletal proteins in living cells, Kawamura, R., Shimizu, K., Matsumoto, Y., Yamagishi, A., Silberberg, Y.R., Iijima, M., Kuroda, S., Fukazawa, K., Ishihara, K., Nakamura, C.: *Journal of Nanobiotechnology*, 14 (1) (2016) 74.

[9]Core-fucosylation plays a pivotal role in hepatitis B pseudo virus infection: a possible implication for HBV glyco-therapy, Takamatsu, S., Shimomura, M., Kamada, Y., Maeda, H., Sobajima, T., Hikita, H., Iijima, M., Okamoto, Y., Misaki, R., Fujiyama, K., Nagamori, S., Kanai, Y., Takehara, T., Ueda, K., Kuroda, S., Miyoshi, E.: *Glycobiology*, 26 (11) (2016) 1180-1189.

[10]Angucycline antibiotic waldiomycin recognizes common structural motif conserved in bacterial histidine kinases, Y. Eguchi\*, T. Okajima\*, N. Tochio\*, Y. Inukai, R. Shimizu, S. Ueda, S Shinya, T. Kigawa, T. Fukamizo, M. Igarashi and R. Utsumi: *The Journal of Antibiotics*, 70 (3) (2017) 251-258.

[11]Scaffolds for oriented and close-packed immobilization of immunoglobulins, Iijima, M., Kuroda, S.: *Biosensors and Bioelectronics*, 89 (2) (2017) 810-821.

#### 国際会議

[1]High efficiency penetration of antibody-immobilized nanoneedle through plasma membrane for in situ detection of cytoskeletal proteins in living cells (poster), Shimizu, K., Kawamura, R., Iijima, M., Kuroda, S., Fukazawa, K., Ishihara, K., Nakamura, C.: *Biosensors2016*, May 25-27, 2016, Gothenburg, Sweden.

[2]Reconstituted ZZ-L particles and planar ZZ-L membrane for the oriented immobilization of Fc-fused molecules on various types of biosensors. (oral), Iijima, M., Kuroda S.: *Biosensors2016*, May 25-27, 2016, Gothenburg, Sweden.

[3]Angucycline antibiotic waldiomycin recognizes common structural motif conserved in bacterial histidine kinases (poster), Y. Eguchi, T. Okajima, N. Tochio and R. Utsumi: *Gordon Research Conference on Microbial Stress Response*, South Hadley, MA, USA, July 16-17, 2016.

[4]Analysis of the Catalytic Mechanism of Copper Amine Oxidase from *Arthrobacter globiformis* (poster), H. Yamaguchi, T. Murakawa, M. Kataoka, Y. Kawano, H. Hayashi, K. Tanizawa and T. Okajima: *International Symposium on Diffraction Structural Biology 2016 (ISDSB2016)*, Knoxville, Tennessee, U.S.A, August 7- 10, 2016.

[5]Mechanism of sequential formation of intrapeptidyl thioether cross-links by the radical SAM enzyme QhpD (oral), T. Nakai, K. Tanizawa, and T. Okajima: *Fifth International Conference on Cofactors (ICC-05) & Active Enzyme Molecule 2016*, Kurobe, Japan, September 4-8, 2016.

[6]X-ray crystallographic structure of semiquinone radical intermediate formed in bacterial copper amine oxidase (oral), T. Okajima, T. Nakai, K. Tanizawa, T. Murakawa, and H. Hayashi: *Fifth International Conference on Cofactors (ICC-05) & Active Enzyme Molecule 2016*, Kurobe, Japan, September 4-8, 2016.

- [7]Possible involvement of HBV pre-S1 (9–24) fusogenic peptide in uncoating process (poster), Qiushi Liu, Masaharu Somiya, and Shun'ichi Kuroda: 2016 International HBV Meeting, Seoul, Korea, September 21-24, 2016.
- [8]High efficiency insertion of antibody-immobilized nanoneedle into living cells for in situ detection of cytoskeletal proteins (oral), Nakamura, C., Shimizu, K., Kawamura, R., Iijima, M., Kuroda, S., Fukazawa, K., Ishihara, K.: PRiME2016, October 2-7, 2016, Honolulu, Hawaii.
- [9]Reconstituted planar ZZ-L membrane for the oriented immobilization of immunoglobulin G on biosensors (poster), Masumi Iijima, Shun'ichi Kuroda: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.
- [10]Decipherment of olfactory receptor repertoire by using an automated single-cell analysis and isolation system (poster), Nobuo Yoshimoto, Shun'ichi Kuroda: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.
- [11]Bio-nanocapsules displaying various immunoglobulins as an active targeting-based drug delivery system (poster), Kenji Tatematsu, Shun'ichi Kuroda: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.
- [12]Nuclear delivery of NF- $\kappa$ B corepressor, MTI-II, by using hepatitis B virus infection machinery (poster), Zichang Xu, Kenji Tatematsu, Kazuki Okamoto, Shun'ichi Kuroda: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.
- [13]Elucidation of early infection machinery of hepatitis B virus and bio-nanocapsule (poster), Qiushi Liu, Masaharu Somiya, Shun'ichi Kuroda: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.
- [14]Synthesis and assembly of hepatitis B virus envelope protein-derived particles in Escherichia coli. (poster), Hao Li, Keisuke Onbe, Qiushi Liu, Masumi Iijima, Nobuo Yoshimoto, Tadashi Nakai, Kenji Tatematsu, Toshihide Okajima, Masaharu Seno, Hiroko Tada, Shun'ichi Kuroda: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.
- [15]Novel antibiotics waldiomycin targets a highly conserved H-box motif of sensor histidine kinases. (poster), Toshihide Okajima, Yoko Eguchi, Masayuki Igarashi, Ryutaro Utsumi: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.
- [16]Characterization of FAD-dependent monooxygenase involved in quinone cofactor biosynthesis. (poster), Toshinori Oozeki, Tadashi Nakai, Katsuyuki Tanizawa, Toshihide Okajima: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.
- [17]Analysis of substrate specificity of intrapeptidyl thioether bond forming radical SAM enzyme QhpD (poster), Kazuki Kozakai, Tadashi Nakai, Katsuyuki Tanizawa, Toshihide Okajima: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.
- [18]Reaction mechanism of interpeptidyl thioether cross-links by radical SAM enzyme QhpD (poster), Tadashi Nakai, Katsuyuki Tanizawa, Toshihide Okajima: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.

#### 解説、総説

ペプチドを分子内架橋する新規ラジカル SAM 酵素, 中井忠志、谷澤克行、岡島俊英, 生化学, 88[4] (2016), 506-510.

生体分子の整列固定化法, 飯嶋益巳、黒田俊一, 生物工学会誌, 94[8] (2016), 497.

全自動1細胞解析単離装置および新たな細胞育種技術の開発, 良元伸男、黒田俊一, バイオサイエンスとバイオインダストリー, 74 (2016), 30-33.

非カチオン性リポソームによる核酸医薬送達法の可能性, 曾宮正晴、黒田俊一, Drug Delivery Systems, 31 (2016), 35-43.

特定の匂い分子に応答する嗅覚受容体群の網羅的取得法, 良元伸男、黒田俊一, アロマリサーチ, 17 (2016), 41-45.

High-throughput analysis of mammalian receptor tyrosine kinase activation in yeast cells, Yoshimoto N., Kuroda, S., Methods in Molecular Biology, 1478 (2017), 35-52.

Elucidation of the early infection machinery of hepatitis B virus by using bio-nanocapsule, Liu Q., Somiya M., and Kuroda S., World Journal of Gastroenterology, 22 (2016), 8489-8496.

バイオミミック技術による DDS ナノキャリアの開発: B 型肝炎ウイルス感染機構に基づくバイオナノカプセルを中心に, 曾宮正晴、黒田俊一, ファインケミカル, 45 (2016), 18-24.

Scaffolds for oriented and close-packed immobilization of immunoglobulin, Iijima M., and Kuroda S., Biosensors and Bioelectronics, 89 (2017), 810-821.

### 著書

[1]匂いのデジタル信号化にむけた嗅細胞アレイセンサーの開発 “ヒトの感覚・知覚メカニズムと製品開発への活かし方”, 良元伸男、黒田俊一, 技術情報協会, 2016.

[2]非カチオン性リポソームの核酸 DDS への応用 “DDS 先端技術の製剤への応用開発”, 曾宮正晴、黒田俊一, 技術情報協会, 2017.

### 特許

[1]「国内特許出願」医薬, 2017-054937

### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (A)	ウイルス表層機能ドメイン解析に基づく新次元 DDS キャリアの開発	0
黒田 俊一		
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	34,840
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状態の制御機構	9,490
岡島 俊英		
基盤研究 (C)	キノン補酵素形成に関与する新規トリプトファン水酸化酵素の精密反応解析	1,430
岡島 俊英		
基盤研究 (C)	病原タンパク質の除去を目指した基質・細胞内局在改変型ユビキチンリガーゼの開発	1,430
立松 健司		
基盤研究 (C)	多段階翻訳後修飾を伴うアミン脱水素酵素の生成機構解明と多環状ペプチド創製への展開	1,950
中井 忠志		
若手研究 (B)	全自動1細胞解析単離装置による大規模嗅覚受容体レパトア解析	1,820
良元 伸男		
基盤研究 (C)	多種類の生体分子を順序つけて2次元膜上に整列提示するナノブロックの開発	2,470
飯嶋 益巳		
<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	13,000
	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	

黒田 俊一	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 (次世代がん医療創生研究事業)	抗体医薬の治療効果を飛躍的に高める足場ナノ粒子の開発	26,730
<b>奨学寄附金</b>			
黒田 俊一	諸岡 譲		1,000
黒田 俊一	GLOVACC 株式会社 代表取締役社長 村松 光春		3,000
黒田 俊一	岡本 一起		230
<b>共同研究</b>			
黒田 俊一	ロート製薬株式会社	全自動1細胞解析単離ロボットを用いた嗅覚受容体の反応性の解析	1,000
黒田 俊一	パナソニック株式会社	新規タンパク質材料スクリーニング技術の研究	540
黒田 俊一	サントリーグローバルイノベーションセンター株式会社	嗅覚受容体を用いた香り成分の探索	2,160
黒田 俊一	京都府警察本部	混合試料からの DNA 型検出法の開発	0
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	片山化学工業株式会社	膜蛋白質を提示したプロテオリポソームの作成方法に関する研究	0
立松 健司	田辺三菱製薬株式会社	ステロイド薬に代わる抗炎症タンパク質由来オリゴペプチドのピンポイントデリバリー	2,400

## 生体分子制御科学研究分野

### 原著論文

[1]Phenotype microarray analysis of the drug efflux systems in *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, Seiji Yamasaki, Takuma Fujioka, Katsuhiko Hayashi, Suguru Yamasaki, Mitsuko Hayashi-Nishino, Kunihiko Nishino: *Journal of Infection and Chemotherapy*, 22 (2016) 780-784.

[2]Fluorescence-based measurement of sphingosine 1-phosphate transport activity in erythrocyte, N. Kobayashi, M. Otsuka, A. Yamaguchi, T. Nishi: *J. Lipid Res.*, 57 (2016) 2088-2094.

[3]Berberine is a novel type efflux inhibitor which attenuates the MexXY-mediated aminoglycoside resistance in *Pseudomonas aeruginosa*, Yuji Morita, Ken-ichi Nakashima, Kunihiko Nishino, Kenta Kotani, Junko Tomida, Makoto Inoue, Yoshiaki Kawamura: *Frontiers in Microbiology*, 7 (42587) (2016) 1223(1-10).

### 国際会議

[1]Multidrug efflux pumps contribute to *Escherichia coli* biofilm maintenance, Seiji Yamasaki, Li-Yuan Wang, Takahiro Hirata, Mitsuko Hayashi-Nishino, Kunihiko Nishino: The 15th Awaji International Forum on Infection and Immunity, Hyogo, Japan, September 6-9, 2016.

[2]Improvement of the Gut Flora to Activate Human Power (invited), Seiji Yamasaki, Saki Shigeyama, Aiko Fukushima, Atsushi Kumanogoh, and Kunihiko Nishino: 1st International Conference on COI Program at Osaka University, Osaka, Japan, December 13, 2016.

[3]Analysis of the dynamics of a multi-drug exporter AcrB in the absence and presence of substrates, Tomoki Matsuda, Seiji Yamasaki, Kunihiko Nishino, Takeharu Nagai, and Akihito Yamaguchi: The Biophysical Society 61st Annual Meeting, Louisiana, United States of America, February 11-15, 2017.

- [4]A functional role of sphingosine 1-phosphate transporter, SPNS2 in lymphocyte egress into blood (invited), T. Nishi: 1st Korea-Japan Bioactive lipid Joint Symposium.
- [5]Function and regulation of bacterial multidrug efflux pumps (invited), K. Nishino: Symposium on Combatting Antimicrobial Resistance. University of Hong Kong.
- [6]Crystal Structure of the Multidrug Resistance Regulator RamR Complexed with Bile Acid (poster), Suguru Yamasaki, Ryosuke Nakashima, Keisuke Sakurai, Sylvie Baucheron, Etienne Giraud, Benoît Doublet, Axel Cloeckert and Kunihiro Nishino: International Symposium Salmonella and Salmonellosis. 2016/6/6-8. Saint-Malo, France.
- [7]Development of Novel Therapeutic Strategies to Tackle Multidrug-Resistant Pathogens (poster), Mitsuko Hayashi-Nishino, Yoshimi Matsumoto and Kunihiro Nishino: International Symposium Salmonella and Salmonellosis. 2016/6/6-8. Saint-Malo, France.
- [8]Regulation and Function of Bacterial Multidrug Efflux Systems (invited), Kunihiro Nishino: Seminar at INRA, Tours, France. 2016/6/10.
- [9]Regulation and Function of Bacterial Multidrug Efflux Systems (invited), Kunihiro Nishino: Seminar at Tohoku University, Sendai, Japan. 2016/7/19.
- [10]Improvement of bacterial flora (invited), Kunihiro Nishino: 2016 知能自動化訪日団 セミナー, 大阪大学. 2016/11/29.
- [11]Morphological Analysis of Enoxacin-resistant Escherichia coli (poster), Yuna Takeuchi, Mitsuko Hayashi-Nishino, Chikara Furusawa, Kunihiro Nishino: The 20th SANKEN International Symposium. Osaka, Japan. 2016/12/13.
- [12]Improvement of Gut Flora to Activate Human Power (invited), Kunihiro Nishino: 1st Osaka University COI International Conference, Osaka, Japan. 2016/12/13.

#### 解説、総説

耐性菌感染症の克服に向けた薬剤排出ポンプの構造解析と新規治療薬開発, 山崎 聖司、中島良介、櫻井 啓介、山口 明人、西野 邦彦, 薬学雑誌, 日本薬学会, 137[4] (2017), 377-382.

新しい創薬標的としての脂質メディエーター分泌輸送体, 西 毅、久野 悠、小林 直木、山口明人, 実験医学, 羊土社, 34{14} (2016), 2356-2361.

多剤耐性菌と闘う, 森田 雄二、西野 邦彦, 薬学雑誌, 日本薬学会, 137[4] (2017), 371-372.

#### 著書

[1]薬剤耐性菌感染症の克服に向けて (公益財団法人 中山人間科学振興財団)“25年の歩み”, 山崎 聖司, 公益財団法人 中山人間科学振興財団, (267-268) 2016.

[2]細菌の有害性低減物質のスクリーニング方法 (フジキンソフト株式会社)“New テクノマート SO (創)”, 山崎 聖司、西野 邦彦、中島 良介、櫻井 啓介, 株式会社フジキン, 22 (35) 2017.

[3]Antimicrobial drug efflux pumps in Salmonella (Xian-Zhi Li, Christopher A. Elkins, Helen I. Zgurskaya)“Efflux-Mediated Drug Resistance in Bacteria: Mechanisms, Regulation and Clinical Implications”, 西野 邦彦, Springer, Chapter 10 (261-279) 2016.

#### 特許

[1]「国内成立特許」細菌または真菌の抗菌薬感受性の検査方法およびそれに用いるシステム, 2015-130750

[2] 「国際成立特許」細菌または真菌の抗菌薬感受性の検査方法およびそれに用いるシステム、14/344475

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

西野 邦彦 Frontiers in Microbiology (Antimicrobials, Resistance and Chemotherapy)  
(Associate Editor)  
西野 邦彦 Frontiers in Microbiology (論文審査員)  
西野 邦彦 PLoS One (論文審査員)  
西野 邦彦 Research in Microbiology (論文審査員)  
西野 邦彦 Scientific Reports (論文審査員)

#### 国内学会

日本分子生物学会年会	1 件
第 16 回日本蛋白質科学会年会	1 件
第 64 回日本化学療法学会総会	1 件
第 68 回日本細胞生物学会大会	1 件
第 45 回薬剤耐性菌研究会	1 件
大阪大学イノベーションフェア 2016	1 件
第 64 回日本化学療法学会西日本支部総会	1 件
第 5 回 ネイチャー・インダストリー・アワード	1 件
第 2 回 COI2021 会議	1 件
第 90 回日本細菌学会総会	2 件
日本薬学会第 137 年会	1 件
産研ざっくばらんトーク	1 件
産研テクノサロン	1 件
アライアンスキックオフミーティング	1 件
ファイブスターアソシエーション・ダイナミックアライアンス G3 分科会	2 件

#### 取得学位

博士 (薬科学) RND 型異物排出トランスポーターの複合体構成と機能性構造の解明  
林 克彦  
修士 (薬科学) hSPNS2 の大量発現系と精製法の確立  
河嶋 啓太  
修士 (薬科学) 多剤耐性菌自動判別技術開発に向けたエノキサシン耐性株の形態学的解析  
武内 優奈

#### 科学研究費補助金

		単位：千円	
基盤研究 (C)	ABC 型トランスポーターによる細菌病原性制御機構の解明	1,950	
西野 美都子			
挑戦的萌芽研究	LC-MS/MS とナノデバイスを用いた疾患関連因子に基づく	1,690	
山崎 聖司	感染症診断制御法の確立		
受託研究			
西野 邦彦	日本医療研究開発機構 AMED	細菌多剤排出ポンプ阻害剤開発 に関する研究	10,000
西野 邦彦	文部科学省	トランスポーター制御による細菌恒常性維持機構の解明と新規治療戦略の開発	5,924
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	1,715
西野 邦彦	日本学術振興会	腸内細菌叢制御の新手法開発	150
西野 邦彦	科学技術振興機構	腸内フローラ改善	17,080
西 毅	日本医療研究開発機構 AMED-CREST	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	2,600
西野 邦彦	科学技術振興機構	腸内フローラ改善	9,515

## 奨学寄附金

西野 美都子	西野 美都子 (女性研究者研究助成金)	2,000
山崎 聖司	第64回日本化学療法学会総会 会長 荒川 創一	500
山崎 聖司	山崎 聖司 (平成28年度 金子・成田研究奨励金)	800

## 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	1,351
西野 邦彦	株式会社ファイン	乳酸菌等の代謝物の高機能化	895
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	山岸 純一 (日本薬科大学)	薬剤排出系を中心としたキノロン耐性アシネトバクターの耐性機構の解明	65
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	65
西野 邦彦	森田 雄二 (愛知学院大学)	グラム陰性菌の抗菌薬耐性機構の解析と耐性克服薬の探索	0
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	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 (ゲント大学)	サルモネラ多剤排出ポンプによるオボトランスフェリン由来抗菌ペプチド耐性機構の解明	0
西野 邦彦	Cecília Maria Arraiano (Universidade Nova de Lisboa)	細菌レギュレーター of 構造解析	0

## その他の競争的研究資金

西野 美都子	内藤記念科学振興財団	機械学習・人工知能による多剤耐性菌細胞状態のモデル化と自動判別技術の開発	2,000
--------	------------	--------------------------------------	-------

---

## 生体分子機能科学研究分野

### 原著論文

- [1]General Anesthetic Conditions Induce Network Synchrony and Disrupt Sensory Processing in the Cortex, Lissek T, Obenhaus HA, Ditzel DA, Nagai T, Miyawaki A, Sprengel R, Hasan MT: *Front. Cell. Neurosci.*, 10 (2016) 64(1-14).
- [2]Nontrivial Effect of the Color-Exchange of a Donor/Acceptor Pair in the Engineering of Förster Resonance Energy Transfer (FRET)-Based Indicators., Ohta Y, Kamagata T, Mukai A, Takada S, Nagai T, Horikawa K: *ACS Chem Biol.*, 11 (7) (2016) 1816-1822.
- [3]Dysregulation of a potassium channel, THIK-1, targeted by caspase-8 accelerates cell shrinkage., Sakamaki K, Ishii TM, Sakata T, Takemoto K, Takagi C, Takeuchi A, Morishita R, Takahashi H, Nozawa A, Shinoda H, Chiba K, Sugimoto H, Saito A, Tamate S, Satou Y, Jung SK, Matsuoka S, Koyamada K, Sawasaki T, Nagai T, Ueno N.: *Biochim Biophys Acta.*, 1863 (11) (2016) 2766-2783.
- [4]Cullin1-P is an Essential Component of Non-Self Recognition System in Self-Incompatibility in Petunia., Kubo KI, Tsukahara M, Fujii S, Murase K, Wada Y, Entani T, Iwano M, Takayama S.: *Plant Cell Physiol.*, 57 (11) (2016) 2403-2416.

- [5]A unique intracellular compartment formed during the oligotrophic growth of *Rhodococcus erythropolis* N9T-4, Yoshida N, Yano T, Kedo K, Fujiyoshi T, Nagai R, Iwano M, Taguchi E, Nishida T, Takagi H.: *Appl Microbiol Biotechnol.* , 101 (1) (2016) 331-340.
- [6]Nonlinear Structured Illumination Using a Fluorescent Protein Activating at the Readout Wavelength., Lu-Walther HW, Hou W, Kielhorn M, Arai Y, Nagai T, Kessels MM, Qualmann B, Heintzmann R.: *PLoS One.*, 11 (10) (2016) e0165148(1-14).
- [7]Reversible Monolayer/Spheroid Cell Culture Switching by UCST-Type Thermoresponsive Ureido Polymers., Shimada N, Saito M, Shukuri S, Kuroyanagi S, Kuboki T, Kidoaki S, Nagai T, Maruyama A.: *ACS Appl Mater Interfaces.*, 8 (46) (2016) 31524-31529.
- [8]Two Bistable Switches Govern M Phase Entry., Mochida S, Rata S, Hino H, Nagai T, Novák B.: *Curr Biol.*, 26 (24) (2016) 3361-3367.
- [9]Optical inactivation of synaptic AMPA receptors erases fear memory., Takemoto K, Iwanari H, Tada H, Suyama K, Sano A, Nagai T, Hamakubo T, Takahashi T.: *Nat Biotechnol.*, 35 (1) (2017) 38-47.
- [10]Five colour variants of bright luminescent protein for real-time multicolour bioimaging., Suzuki K, Kimura T, Shinoda H, Bai G, Daniels MJ, Arai Y, Nakano M, Nagai T: *Nat Commun.*, 14 (7) (2016) 13718(1-10).
- [11]Simultaneous imaging of multiple cellular events using high-accuracy fluorescence polarization microscopy., Kim SY, Arai Y, Tani T, Takatsuka H, Saito Y, Kawashima T, Kawakami S, Miyawaki A, Nagai T.: *Microscopy (Oxf.)*, 66 (2) (2017) 110-119.
- [12]Genetically encoded bioluminescent voltage indicator for multi-purpose use in wide range of bioimaging., Inagaki S, Tsutsui H, Suzuki K, Agetsuma M, Arai Y, Jinno Y, Bai G, Daniels MJ, Okamura Y, Matsuda T, Nagai T.: *Sci Rep.*, 7 (2017) 42398(1-11).
- [13]Genetically encoded ratiometric fluorescent thermometer with wide range and rapid response., Nakano M, Arai Y, Kotera I, Okabe K, Kamei Y, Nagai T.: *PLoS One.*, 12 (2) (2017) e0172344(1-14).
- [14]Distinct intracellular Ca<sup>2+</sup> dynamics regulate apical constriction and differentially contribute to neural tube closure., Suzuki M, Sato M, Koyama H, Hara Y, Hayashi K, Yasue N, Imamura H, Fujimori T, Nagai T, Campbell RE, Ueno N.: *Development.*, 144 (7) (2017) 1307-1316.

#### 国際会議

- [1]Genetically Encoded Bioluminescent Probes for Multi-purpose Use in Wide Range of Bioimaging (invited), Takeharu Nagai: The Fourth Japan-China Symposium on Nanomedicine.
- [2]Bioluminescent probes capable of video rate functional imaging at various spatial level ranging from single cell to whole body (oral), Takeharu Nagai: ISBC2016 (19th International Symposium on Bioluminescence & Chemiluminescence).
- [3]Development of brilliant light-emitting *Marchantia polymorpha* for single-cell and whole-plant imaging (oral), Megumi Iwano, Ryuichi Nishihama, Kazushi Suzuki, Sakiko Ishida, Tomomi Kaku, Takayuki Kohchi, Takeharu Nagai: ISBC2016 (19th International Symposium on Bioluminescence & Chemiluminescence).
- [4]Bioluminescent probes capable of video rate functional imaging at various spatial level ranging from single cell to whole body (invited), Takeharu Nagai: FASEB Calcium and Cell Function.
- [5]A Spontaneously Switchable Fluorescent Protein for a PALM-Based Easy and Fast Super-Resolution



Microscopy (invited), Takeharu Nagai: 2016 Gordon Research Conference (GRC) on Single Molecule Approaches to Biology.

[6]Genetically-encoded chemiluminescent indicator applicable to brain activity recording in freely moving mice (poster), Shigenori Inagaki, Masakazu Agetsuma, Hidekazu Tsutsui, Yoshiyuki Arai, Kazushi Suzuki, Yuka Jinno, Yasushi Okamura, Tomoki Matsuda, Takeharu Nagai: QBiC Symposium 2016 "DECODING ORGANISMS by Quantitative Cell Profiling".

[7]Color pallet of super-duper luminescent proteins for real-time multicolor bioimaging (oral), Kazushi Suzuki, Taichi Kimura, Hajime Shinoda, Yoshiyuki Arai, Masahiro Nakano and Takeharu Nagai: 12th KAIST-OSAKA U Symposium 2016.

[8]Acid resistant monomeric GFP derived from *Olindias formosa* (oral), Hajime Shinoda, Yuanqing Ma, Ryosuke Nakashima, Keisuke Sakurai, Akihito Yamaguchi, Tomoki Matsuda, Takeharu Nagai: 12th KAIST-OSAKA U Symposium 2016.

[9]Engineering bioluminescent and fluorescent proteins for various bioimaging (invited), Takeharu Nagai: 2016 world life science conference.

[10]Superresolution imaging by spontaneously photoswitchable fluorescent protein (poster), Yoshiyuki Arai, Hiroki Takauchi, Takeharu Nagai: 2016 world life science conference.

[11]Green variant of monomeric photosensitizing fluorescent protein for photo-inducible protein inactivation and cell ablation (poster), Yemima Dani RIANI: RIKEN QBiC Symposium 'Decoding Organism by Quantitative Profiling'.

[12]Five color variants of bright bioluminescent protein and Ca(2+) indicators for real-time multicolor bioimaging (invited), Takeharu Nagai: Janelia Conference Fluorescent Proteins and Biological Sensors V.

[13]A novel acid resistant GFP derived from flower hat jellyfish (poster), Hajime Shinoda, Yuanqing Ma, Ryosuke Nakashima, Keisuke Sakurai, Akihito Yamaguchi, Tomoki Matsuda, Takeharu Nagai: Janelia Conference; Fluorescent Proteins and Biological Sensors V.

[14]Chemiluminescent voltage indicator applicable to brain activity recording in freely moving mice (poster), Shigenori Inagaki, Masakazu Agetsuma, Tsutsui Hidekazu, Shinya Ohara, Yoshiyuki Arai, Kazushi Suzuki, Yuka Jinno, Tomoki Matsuda, Toshio Iijima, Yasushi Okamura and Takeharu Nagai: The 20th ISIR International Symposium "Molecular Technology Frontiers towards IoT World".

[15]Development of Chemiluminescent Ca<sup>2+</sup> Indicators with Expanded Dynamic Range (poster), Mai Ashitani, Kazushi Suzuki, Tomoki Matsuda and Takeharu Nagai: The 20th ISIR International Symposium "Molecular Technology Frontiers towards IoT World".

[16]Superresolution imaging of live cells by fast photoswitching fluorescent protein and improved SPoD-ExPAN microscopy (poster), Tetsuichi Wazawa, Tomoki Matsuda, Yoshiyuki Arai, Hiroki Takauchi, Yoshinobu Kawahara, Takashi Washio, and Takeharu Nagai: The 20th ISIR International Symposium "Molecular Technology Frontiers towards IoT World".

[17]Color pallet of super-duper luminescent proteins for real-time multicolor bioimaging (poster), Kazushi Suzuki, Taichi Kimura, Hajime Shinoda, Guirong Bai, Matthew J. Daniels, Yoshiyuki Arai, Masahiro Nakano and Takeharu Nagai: The 20th ISIR International Symposium "Molecular Technology Frontiers towards IoT World".

[18]Acid resistant monomeric GFP derived from *Olindias formosa* (poster), Hajime Shinoda, Yuanqing

Ma, Ryosuke Nakashima, Keisuke Sakurai, Akihito Yamaguchi, Tomoki Matsuda, Takeharu Nagai: The 20th ISIR International Symposium “Molecular Technology Frontiers towards IoT World”.

[19]Development of Bioluminescent Low Affinity Ca<sup>2+</sup> Indicators Applicable to Analysis of Ca<sup>2+</sup> Dynamics in Endoplasmic Reticulum (poster), Nadim Hossain, Kazushi Suzuki, Megumi Iwano, Tomoki Matsuda and Takeharu Nagai: The 20th ISIR International Symposium “Molecular Technology Frontiers towards IoT World”.

[20]Novel Photoswitchable Fluorescent Proteins for Biocompatible Superresolution Imaging (invited), Yoshiyuki Arai, DK Tiwari, Hiroki Takauchi, Takeharu Nagai: The 17th RIES-HOKUDAI INTERNATIONAL SYMPOSIUM on 柔.

[21]Chemiluminescent voltage indicator applicable to brain activity recording in freely moving mice (poster), Shigenori Inagaki, Masakazu Agetsuma, Hidekazu Tsutsui, Shinya Ohara, Yoshiyuki Arai, Kazushi Suzuki, Yuka Jinno, Tomoki Matsuda, Toshio Iijima, Yasushi Okamura, Takeharu Nagai: Humanware International Symposium 2017.

[22]Super-duper chemiluminescent proteins applicable to wide range of bioimaging (invited), Takeharu Nagai: SPIE. Photonics West 2017, SPIE BiOS.

[23]Analysis of the Dynamics of a Multi-Drug Exporter AcrB in the Absence and Presence of Substrates (poster), Tomoki Matsuda, Seiji Yamasaki, Kunihiro Nishino, Takeharu Nagai, Akihito Yamaguchi: The Biophysical Society 61 th Annual Meeting.

[24]Developing of Heterotrimeric G Protein Based Intramolecular type-FRET Indicator of GPCR Activation (poster), Yuki Kushida, Yoshiyuki Arai, Yoshitsugu Uriu, Ken Shimono, Takeharu Nagai: The Biophysical Society 61 th Annual Meeting.

[25]Genetically encoded bioluminescent probes for multi-purpose use in wide range of bioimaging (plenary), Takeharu Nagai: 8th OCARINA International Symposium.

#### 解説、総説

Current progress in genetically encoded voltage indicators for neural activity recording., Inagaki S, Nagai T., *Curr Opin Chem Biol.*, Elsevier, 33 (2016), 9-5.

蛍光タンパク質—知っておきたい性質—, 松田知己, *生物工学会誌*, 日本生物工学会, 94 (2016), 555-558.

Thermometers for monitoring cellular temperature., Nakano M, Nagai T., *J. Photochem. Photobiol. C-Photochem. Rev.*, Elsevier, 30 (2017), 2-9.

ナス科ペチュニアの自家不和合性の分子機構と分子進化, 久保健一、円谷徹之、高山誠司, *植物の生長調節*, 植物化学調節学会, 51 (2017), 41-47.

Methods for monitoring signaling molecules in cellular compartments., Agetsuma M, Matsuda T, and Nagai T., *Cell Calcium.*, Elsevier, - (-), in press.

Recent progress in expanding the chemiluminescent toolbox for bioimaging., Suzuki K and Nagai T., *Curr Opin Biotechnol.*, Elsevier, - (-), accepted.

#### 著書

[1]プラグインによる自分専用解析ツールの作成：自動輝点追跡ツール PTA を例に (三浦耕太、塚田祐基)“ImageJ ではじめる生物画像解析”, 新井由之, *学研メディカル秀潤社*, (204-216) 2016.

- [2]1 分子局在化顕微鏡の自作と撮像例 (岡田康志)“初めてでも出来る！超解像イメージング”, 新井由之、市村垂生, 羊土社, (48-67) 2016.
- [3]超解像イメージングに利用する光スイッチング蛍光タンパク質の種類と特性 (岡田康志)“初めてでも出来る！超解像イメージング”, 松田知己、永井健治, 羊土社, (146-155) 2016.
- [4]RESOLFT と SPoD の原理と変法 (岡田康志)“初めてでも出来る！超解像イメージング”, 和沢鉄一、永井健治, 羊土社, (242-248) 2016.
- [5]Luminescence Imaging: (a) Multicolor Visualization of Ca<sup>2+</sup> Dynamics in Different Cellular Compartments and (b) Video-Rate Tumor Detection in a Freely Moving Mouse (Sung-Bae Kim)“Bioluminescence Methods and Protocols”, Kenta Saito, Masahiro Nakano, and Takeharu Nagai, Springer International Publishing, (289-297) 2016.
- [6]少数が創発する機能を見る (永井健治、富樫祐一)“少数性生物学”, 永井健治, 日本評論社, (1-7) 2017.

#### 特許

- [1]「国内特許出願」生体物質の検出方法、それに用いる化学発光指示薬, 2017-013463
- [2]「国内特許出願」デバイス、及びそれを用いた判定システム, 2017-018773
- [3]「国際特許出願」蛍光蛋白質, PCT/JP2016/064132
- [4]「国際特許出願」蛍光タンパク質, PCT/JP2017/009759
- [5]「国内成立特許」光学顕微鏡、および、光学顕微鏡のオートフォーカス装置, 2014-548592

#### 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 39 回日本神経科学大会   | 1 件 |
| 第 54 回生物物理学会年会   | 6 件 |
| 第 39 回日本分子生物学会年会 | 2 件 |
| 日本薬学会第 137 年会    | 2 件 |

#### 取得学位

- |                |   |
|----------------|---|
| 博士 (工学)        | マルチカラー高光度発光タンパク質の開発と生命科学研究への応用  |
| 鈴木 和志          |   |
| 修士 (工学)        | Establishment of easy and high-sensitive detection system for bilirubin by chemiluminescent indicator   |
| PHANUPRAYOON   |   |
| Thitikorn      |   |
| 修士 (工学)        | Development of Photoswitchable Fluorescent Calcium Indicators   |
| TRINIDAD Jenny |   |
| Rose Cruz      |   |
| 修士 (工学)        | Development of chemiluminescent ratiometric Ca <sup>2+</sup> indicators with expanded dynamic range   |
| 芦谷 舞           |   |
| 修士 (工学)        | Exploration of proteins involved in fungal chemi-luminescence   |
| 世戸 良子          |   |
| 修士 (工学)        | Development of cAMP indicators based on the reconstitution of luciferase derived from the light emitting shrimp, <i>Oplophorus gracilirostris</i> |
| 縄田 苑子          |   |

科学研究費補助金

		単位：千円
新学術領域研究 永井 健治	少数性生物学一個と多数の狭間が織りなす生命現象の探求	3,900
基盤研究 (A) 永井 健治	個体深部の生命機能を非侵襲的に操作可能なケミルミノジェネティクス技術の創成	9,360
挑戦的萌芽研究 永井 健治	フレネル非干渉光相関ホログラムに基づく化学発光超解像高速3Dイメージング法の確立	910
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	26,520
萌芽 新井 由之	化学発光における光学断層像計測顕微鏡の開発	0
新学術領域研究 中野 雅裕	蛍光性温度プローブタンパク質の開発と生物への応用	4,550
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	2,730
基盤研究 (C) 岩野 恵	アブラナ科植物の和合花粉受容システムの解析	1,690
若手研究 (B) 石田 竜一	マグネシウムによるカルシウムの動態制御の理解に向けたマグネシウムプローブの開発	1,950
若手研究(B) 揚妻 正和	光学的アプローチによる視覚情報を介した認知機能の解明	800
<b>受託研究</b>		
永井 健治	(国研) 科学技術振興機構 マルチモーダル発光イメージングシステムの開発	13,260
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	57,200
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	21,489
永井 健治	文部科学省 蛍光・化学発光ハイブリッドタンパク質を利用した健康診断方法	1,000
松田 知己	(国研) 科学技術振興機構 異物排出タンパク質及び排出薬剤の動態解析	12,480
<b>奨学寄附金</b>		
永井 健治	公益財団法人光科学技術研究振興財団 理事長 晝馬 明	1,000
<b>共同研究</b>		
永井 健治	(国研) 科学技術振興機構 高次脳機能情報処理の再構成に向けた恐怖記憶の読み取りと操作	3,751
永井 健治	株式会社オプトライン 低強度照明光による低侵襲な超解像顕微鏡法の開発に関する研究	7,800
永井 健治	小野薬品工業株式会社 Ca <sup>2+</sup> 感受性発光蛋白を発現するトランスジェニックマウスの作製	7,584
永井 健治	株式会社ニコン iPS細胞由来分化誘導細胞の薬剤作用機序スクリーニング用蛍光マーカー材料の作成と評価に関する研究	6,840
永井 健治	パナソニック株式会社 高輝度発光・蛍光タンパクを用いたケミカルセンサに関する研究	960

永井 健治	大陽日酸株式会社	人工特殊環境下における植物有用タンパク質生産に関する研究	0
永井 健治	DRVision Technologies LLC	Live-cell fluorescent probes for neurological diseases	1,127
永井 健治	オリンパス株式会社	化学発光を用いたリアルタイムイメージングシステムの開発	0
永井 健治	浜松ホトニクス株式会社	cAMP 発光プローブの応答速度評価および各種細胞への応用に関する研究	0
永井 健治	・DRVision Technologies ・株式会社ニコソ	Evaluation of analysis software (画像解析ソフトウェアの評価)	0
永井 健治	NanoScope Technologies, LLC	Development of technology for an optical control and imaging of in vivo brain function with high time resolution	0
<b>その他の競争的研究資金</b>			
永井 健治	(独) 日本学術振興会	脳内神経機能を自律的に非侵襲操作可能な細胞活動依存的化学光遺伝学プローブの創成	2,600

---

## 知的財産研究分野

### 原著論文

[1]高圧環境におけるシロイヌナズナの光合成応答に関する実験的考察, 林 潤, 米倉 幹, 武石 裕行, 澤田 晋也, 木村 泰裕, 岡澤 敦司, 町村 尚, 小林 昭雄, 赤松 史光: レーザー研究, 44 (11) (2016) 745-749.

### 解説、総説

特殊環境化での植物育成を可能とするインテリジェント生産検証システムの構築, 赤松 史光, 林 潤, 武石 裕行, 岡澤 敦司, 木村 泰裕, 小林 昭雄, レーザー研究, レーザー学会, 44[11] (2016), 735-739.

---

## 第2プロジェクト研究分野 (セルロースナノファイバー材料研究分野)

### 原著論文

[1]Acetylation of optically transparent cellulose nanopaper for high thermal and moisture resistance in a flexible device substrate, H. Yagyu, S. Ifuku, M. Nogi: Flexible and Printed Electronics, 2 (2017) 014003.

[2]Hazy Transparent Cellulose Nanopaper, M.-C. Hsieh, H. Koga, K. Suganuma, M. Nogi: Scientific Reports, 7 (2017) 41590.

[3]All-Nanocellulose Nonvolatile Resistive Memory, U. Celano, K. Nagashima, H. Koga, M. Nogi, F. Zhuge, G. Meng, Y. He, J. De Boeck, M. Jurczak, W. Vandervorst, T. Yanagida: NPG Asia Materials, 8 (2016) e310.

[4]A High-sensitivity printed antenna prepared by rapid low-temperature sintering of silver ink, H. Koga, T. Inui, I. Miyamoto, T. Sekiguchi, M. Nogi, K. Suganuma: RSC Advances, 6 (87) (2016) 84363-84368.

[5]Stretchable and transparent electrodes based on patterned silver nanowire by laser-induced forward transfer for non-contacted printing technique, T. Araki, R. Mandampambil, D. van Bragt, J. Jiu, H. Koga, J. van den Brand, T. Sekitani, J. den Toonder, K. Suganuma: Nanotechnology, 27 (2016) 45LT02.

[6]Biaxially stretchable silver nanowire conductive film embedded in a taro leaf-templated PDMS surface, C. Wu, J. Jiu, T. Araki, H. Koga, T. Sekitani, H. Wang, K. Suganuma: Nanotechnology, 28 (2016)

01LT01.

[7]High reliable and high conductive submicron Cu particle patterns fabricated by low temperature heat-welding and subsequent flash light sinter-reinforcement, W. Li, H. Zhang, Y. Gao, J. Jiu,\* C.-f. Li, C. Chen, D. Hu, Y. Goya, Y. Wang, H. Koga, S. Nagao, K. Suganuma: Journal of Materials Chemistry C, 5 (2016) 1155-1164.

#### 国際会議

[1]Deposition of amorphous carbon nitride films on flexible substrates by reactive sputtering (oral), M. Aono, T. Harata, D. Orihara, H. Miyazak, M. Nogi: ISPlasma2017/IC-PLANET2017.

[2]Paper Composites for Flexible and Disposable Electronics (poster), H. Koga, K. Nagashima, Y. Nishina, T. Yanagida, M. Nogi: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium.

[3]Highly Efficient and Recyclable Flow Reactor Based on Wood Pulp Paper Composites (oral), H. Koga, M. Nogi: ICGC9.

[4]Nano-Ink Development for Wearable Printed Electronics (invited), K. Suganuma, M. Nogi, H. Koga, J. Jiu, T. Sugahara: International Conference on Radiation Curing in Asia.

[5]Reduced Graphene Oxide/Cellulose Paper Composite Electrode Prepared by Papermaking and Flash-Reduction Processes (oral), H. Koga, M. Nogi: ICFPE2016.

[6]Effect of Conductive Nanomaterials on Radio-waves Transmission Performance of Printed Antenna (oral), Y. Goya, H. Koga, M. Nogi, K. Suganuma: IEEE NANO 2016.

[7]Cellulose Nanofibers for Flexible Electronics (plenary), M. Nogi: IPST 2016.

[8]Environment-friendly Disposable Nonvolatile Resistive Switching Memory Composed of Biodegradable Nanocellulose (poster), K. Nagashima, U. Celano, H. Koga, M. Nogi, F. W. Zhuge, G. Meng, Y. He, J. D. Boeck, M. Jurczak, W. Vandervorst and T. Yanagida: 11th Asia-Pacific Microscopy Conference.

[9]Development of low-temperature curable, flexible electrical isotropic conductive adhesive (poster), Y. Okabe, T. Araki, H. Koga, T. Go, K. Suganuma, M. Akimoto: IEEE NANO 2016.

[10]Nanocellulose Based Nonvolatile Resistive Switching Memory (poster), K. Nagashima, U. Celano, H. Koga, M. Nogi, F. W. Zhuge, G. Meng, Y. He, J. D. Boeck, M. Jurczak, W. Vandervorst and T. Yanagida: KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016.

[11]All Nanocellulose Nonvolatile Resistive Switching Memory (oral), K. Nagashima, U. Celano, H. Koga, M. Nogi, F. W. Zhuge, G. Meng, Y. He, J. D. Boeck, M. Jurczak, W. Vandervorst, T. Yanagida: Material Research Society Fall Meeting 2016.

[12]All-nanocellulose Nonvolatile Resistive Switching Memory (poster), K. Nagashima, U. Celano, H. Koga, M. Nogi, F. W. Zhuge, G. Meng, Y. He, J. D. Boeck, M. Jurczak, W. Vandervorst, T. Yanagida: International Symposium on Materials for Chemistry and Engineering.

#### 解説、総説

セルロースナノファイバーを用いたペーパーデバイスの開発, 能木雅也, エレクトロニクス実装学会誌, エレクトロニクス実装学会, 19[4] (2016), 223-227.

透明ナノセルロースフィルムの耐熱性向上技術, 能木雅也、古賀大尚, Material Stage, 技術情報協

会, 10 (2016), 39-44.

紙らしさを追求するペーパーエレクトロニクス開発, 古賀大尚, 機能紙研究会誌, 機能紙研究会, 54 (2015), 37-41.

紙で作る最先端機能材料, 古賀大尚, 加工技術, 繊維社, 51 (2016), 344-350.

電子デバイス機能紙の開発, 古賀大尚, 日本画像学会誌, 日本画像学会誌, 55 (2016), 361-368.

### 著書

[1]電子材料 (磯貝明)“ナノセルロースの製造技術と応用展開”, 能木雅也, シーエムシーリサーチ, (第4章) 2016.

[2]ナノセルロースを用いた透明導電紙の開発 (シーエムシー出版)“セルロースナノファイバー技術資料集”, 古賀大尚、能木雅也, シーエムシー出版, (第19章) 2016.

[3]セルロースナノファイバーのプリンテッド・エレクトロニクスへの応用事例 (シーエムシー出版)“セルロースナノファイバー技術資料集”, 能木雅也, シーエムシー出版, (第20章) 2016.

[4]ナノセルロースの触媒・エレクトロニクス応用展開 (エヌティーエス)“バイオマス由来の高機能材料”, 古賀大尚、能木雅也, エヌティーエス, (第3章・第2節) 2016.

[5]セルロースナノクリスタル基板を用いたリサイクル可能な有機太陽電池の開発 (ナノセルロースフォーラム)“ナノセルロースの製造技術と応用展開”, 古賀大尚, S&T 出版, (III編・第1章) 2016.

[6]ナノセルロースの電子デバイス応用展開 (ナノセルロースフォーラム)“ナノセルロースの製造技術と応用展開”, 能木雅也, S&T 出版, (II編・第4章) 2016.

[7]エレクトロニクス機能紙の開発 (藤原勝壽)“機能紙最前線”, 古賀大尚、能木雅也, 加工技術研究会, (第1部) 2017.

### 特許

[1]「国内特許出願」金属ナノワイヤー含有透明導電膜及びその塗布液, 2016-164659

[2]「国内特許出願」導電性組成物, 2016-120219

[3]「国内特許出願」細胞培養用基材およびその製造方法、ならびにこれを利用した細胞培養容器および細胞培養方法, 2016-203818

[4]「国内成立特許」導電パターン形成方法及び光照射またはマイクロ波加熱による導電パターン形成用組成物, 2012-061816

[5]「国内成立特許」銅パターン形成用組成物及び銅パターンの製造方法, 2013-544197

[6]「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, 201280055788.5

[7]「出願前譲渡特許 (国内・国際)」ポリウレタンを用いた伸縮性配線ならびに基板材料, K20090402

### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

能木雅也 ICFPE2016 (組織委員)

### 国内学会

第83回紙パルプ研究発表会

1件

セルロース学会第 23 回年次大会	1 件
第 67 回日本木材学会大会	1 件
平成 28 年度繊維学会年次大会	1 件
日本化学会 第 97 春季年会	2 件

#### 科学研究費補助金

単位：千円

基盤研究 (S)	セルロースナノペーパーを用いた不揮発性メモリの創製	25,870	
能木 雅也			
若手研究 (A)	セルロースナノファイバーを用いたフレキシブル蓄電紙の創出	7,280	
古賀 大尚			
<b>共同研究</b>			
能木 雅也	株式会社ウエマツ	プリンテッドエレクトロニクスに向けた印刷・実装技術の開発	800
能木 雅也	株式会社日本触媒	細胞培養基材としてのセルロースナノファイバー材料の研究	1,050
<b>その他の競争的研究資金</b>			
古賀 大尚	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	分子選択性ペーパーセンサの創出	3,500

### 第 3 プロジェクト研究分野 (生体防御学研究分野)

#### 国際会議

[1]Crystal Structure of the Multidrug Resistance Regulator RamR Complexed with Bile Acids (poster), S. Yamasaki, R. Nakashima, K. Sakurai, K. Nishino: International Symposium Salmonella and Salmonellosis.

[2]ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF A MULTI-DRUG EXPORTER ACRB IN THE ABSENCE AND PRESENCE OF SUBSTRATES (poster), T. Matsuda, S. Yamasaki, K. Nishino, T. Nagai, A. Yamaguchi: The Biophysical Society 61 th Annual Meeting.

#### 解説、総説

耐性菌感染症の克服に向けた薬剤排出ポンプの構造解析と新規治療薬開発, 山崎 聖司、中島良介、櫻井 啓介、山口 明人、西野 邦彦, 薬学雑誌, 公益社団法人 日本薬学会, 137[4] (2017), 377-382.

#### 国内学会

第 64 回日本化学療法学会総会	1 件
第 90 回日本細菌学会総会	2 件
第 45 回 薬剤耐性菌研究会	1 件
第 16 回日本蛋白質科学会年会	1 件

#### 受託研究

山口 明人	(独) 科学技術振興機構	異物排出輸送の構造的基盤解明と阻害剤の開発	53,118
中島 良介	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構	脂溶性情報伝達物質 S1P 輸送の構造的基盤解明と構造情報を基にした阻害剤候補化合物の探索	2,600

#### 共同研究

山口 明人	(株)ファイン	発酵法によるへム鉄・ヒアルロン酸の実用化	0
山口 明人、中島 良介	株式会社リガク	多剤認識型転写制御因子(「転写制御因子」)を利用した低分子構造解析に関する研究	0



---

三菱電機広域エリアセキュリティテクノロジー共同研究部門  
科学研究費補助金

若手研究 (B) ユーザ状態推定のための能動的アンビエントセンシング  
武村 紀子

単位 : 千円  
1,560

---

ナノ機能材料デバイス研究分野

原著論文

[1]Local Peltier-effect-induced reversible metal-insulator transition in VO<sub>2</sub> nanowires, H. Takami, T. Kanki and H. Tanaka: AIP Advances, 6 (2016) 065118(1-8).

[2]Joule-heat-driven high-efficiency electronic-phase switching in freestanding VO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> nanowires, Y. Higuchi, T. Kanki and H. Tanaka: Appl. Phys. Exp., 10 (2017) 033201(1-4).

[3]Enhancements of photoluminescence intensity in high-quality floating-zone Si by thermal annealing in vacuum, K. Kataoka, K. Hattori, A. Yamamoto, A. N. Hattori, T. Hatayama, Y. Kimoto, K. Endo, T. Fuyuki, H. Daimon: Jpn. J. Appl. Phys., 55 (2016) 110308-1-4.

[4]Monitoring thermally induced cylindrical microphase separation of polystyrene-block-poly(methyl methacrylate) by atomic force microscopy, N. Hiroshiba, R. Okubo, A. N. Hattori, H. Tanaka, M. Nakagawa: J. Photopolym. Sci. Technol., 29 (2016) 659-666.

[5]Methods of creating and observing atomically reconstructed vertical Si{100}, {110}, and {111} side surfaces, A. N. Hattori, S. Takemoto, K. Hattori, H. Daimon, H. Tanaka: Appl. Phys. Express, 9 (2016) 085501-1-4.

[6]Carrier polarity control in  $\alpha$ -MoTe<sub>2</sub> Schottky junctions based on weak Fermi-level pinning, S. Nakaharai, M. Yamamoto, K. Ueno, K. Tsukagoshi: ACS Appl. Mater. Interfaces, 8 (2016) 14732-14739.

[7]Measuring the complex optical conductivity of graphene by Fabry-Perot reflectance spectroscopy, B. G. Ghamsari, J. Tosado, M. Yamamoto, M. S. Fuhrer, S. M. Anlag: Sci. Rep., 6 (2016) 34166-34166.

国際会議

[1]Controlling Electronic Phase Changes in Correlated Electron Oxides (plenary), T. Kanki, H. Tanaka: PCOS 2016.

[2]Electric field-induced transport modulation in correlated oxide VO<sub>2</sub>-FETs with high-k Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/organic parylene-C hybrid gate (oral), T. Kanki, T. Wei, H. Tanaka: 2016 MRS Fall Meeting.

[3]Electrochemical gating-induced hydrogenation in VO<sub>2</sub> nanowires at room temperature (invited), T. Kanki, H. Tanaka: PRiME2016/230th ECS Meeting.

[4]Resistive switching in VO<sub>2</sub> nanowires by applying an electric field via air-gap gates (poster), T. Kanki, M. Chikanari, H. Tanaka: 2016 MRS Fall Meeting.

[5]Oxide Nano-Spintronics using Electronic Phase Transition (oral), T. Kanki, H. Tanaka: Spintronics and Core-to-Core Workshop 2017.

[6]Size Dependence of Resistance Switching Efficiency in Freestanding VO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> (poster), Y. Higuchi, T. Kanki, L. Pellegrino, N. Manca, D. Marré, H. Tanaka: Symposium on Surface Science & Nanotechnology -25th Anniversary of SSSJ Kansai.

[7]Self-Joule heat-driven high efficient electronic-phase switching in freestanding VO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> nanowires

(poster), Y. Higuchi, T. Kanki, L. Pellegrino, N. Manca, D. Marré, H. Tanaka: The 20th SANKEN international symposium.

[8]Enhancement of the resistance changing rate in the three dimensionally size controlled VO<sub>2</sub> nanowall wire (oral), A. N. Hattori, S. Tsubota, H. Tanaka: 2017 The International Conference on Engineering and Applied Sciences.

[9]Identification of metal-insulator transition properties of electric nanodomains in manganite nanowall wire (oral), A. N. Hattori, H. Nakazawa, T. Nakamura, T. V. A. Ngyuen, H. Tanaka: NANO-SciTech 2017.

[10]Creation of atomically-ordered side-surfaces on the three-dimensionally patterned Si substrate (invited), A. N. Hattori, K. Hattori, S. Takemoto, H. Daimon, H. Tanaka: the 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy.

[11]Construction of fine VO<sub>2</sub> hetero nano-wall wires and their nanoscale transport properties (poster), S. Tsubota, A. N. Hattori, Y. Azuma, Y. Majima, H. Tanaka: the 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy.

[12]Investigation of nanodomain properties in the phase-separated manganite by probing electron dynamics (oral), A. N. Hattori, T. V. A. Ngyuen, M. Nagai, M. Ichimiya, M. Ashida, H. Tanaka: International Electrodynamics in Solids, 2016Conference on Low-Energy.

[13]Enhancement of the resistance changing ratio by controlling the number of the electronic domains in VO<sub>2</sub> nanowall wire (poster), S. Tsubota, A. N. Hattori, Y. Azuma, Y. Majima, H. Tanaka: The 20th SANKEN international symposium 2016.

[14]Fabrication of electric double layer transistor with (La,Pr,Ca)MnO<sub>3</sub> nanowall wire channel (poster), H. Nakazawa, A. N. Hattori, M. Yamamoto, H. Tanaka: The 20th SANKEN international symposium 2016.

[15]Control of conductive properties in the electric double layer transistor with SmNiO<sub>3</sub> film channel (poster), D. Kawamoto, A. N. Hattori, M. Yamamoto, H. Tanaka: Symposium on Surface Science and Nanotechnology -25th Anniversary of SSSJ Kansai-.

[16]Fabrication of the three dimensionally nanopatterned TiO<sub>2</sub> substrates with vertical flat side-surfaces (poster), T. Yokogawa, A. N. Hattori, H. Tanaka: Symposium on Surface Science and Nanotechnology -25th Anniversary of SSSJ Kansai-.

[17]Creation of atomically reconstructed vertical Si side-surfaces (poster), A. N. Hattori, K. Hattori, S. Takemoto, H. Daimon, H. Tanaka: Symposium on Surface Science and Nanotechnology -25th Anniversary of SSSJ Kansai-.

[18]Room temperature deposition of organic/oxide hybrid gate dielectrics for emergent oxide device (invited), H. Tanaka: 9th International Conference on High Temperature Ceramic Matrix Composites and Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development 2016 (GFMAT 2016).

[19]Nanostructured correlated oxides with sensitized phase transition phenomena (invited), H. Tanaka: International Conference on Technologically Advanced Materials and Asian Meeting on Ferroelectricity (ICTAM-AMF10).

[20]Enhancement of electrical transport modulation in epitaxial VO<sub>2</sub> nanowire field-effect transistor (oral), H. Tanaka, M. Chikanari, T. Kanki: APS March Meeting 2017.

## 解説、総説

Research Update: Nanoscale electrochemical transistors in correlated oxides, 神吉 輝夫、田中 秀和, APL Materials, AIP, 5 (2017), 04230(1-11).

## 著書

[1]Correlated Functional Oxides -Nanocomposites and Heterostructures- (H. Nishikawa, N. Iwata, T. Endo, Y. Takamura, G.-H. Lee, P. Mele)“Chapter 6: Self-assembled Nanocomposite Oxide Films”, 神吉 輝夫、田中 秀和, Springer, (139-163) 2017.

[2]遷移金属ダイカルコゲナイドのラマン分光 (上野啓司、安藤淳、島田敏宏)“カルコゲナイド系層状物質の最新研究”, 山本真人、上野啓司、塚越一仁, シーエムシー出版, 1 (72-79) 2016.

## 特許

[1]「国際特許出願」 ゆらぎ発振器、信号検知装置、及び表示装置, PCT/JP2016/074623

## 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

神吉 輝夫 Symposium on Surface Science & Nanotechnology (プログラム委員)  
田中 秀和 ICDS 2017(29th International Conference on Defects in Semiconductors (組織委員))  
田中 秀和 CIMTEC (International Conferences on Modern Materials and Technologies) (国際  
諮問委員)  
田中 秀和 Scientific Reports (編集委員)

## 国内学会

第 6 4 回応用物理学会春季学術講演会	8 件
第 77 回応用物理学会秋季学術講演会	3 件
第 4 回・酸化物研究の新機軸に向けた学際討論会	1 件
アライアンス G1 分科会	1 件
第 72 回産研学術講演会	1 件
日本物理学会 第 72 回年次大会 (2017 年)	1 件
第 7 9 回 (平成 28 年度第 1 回) 産研テクノサロン	1 件
「スピントロニクス学術研究基盤と連携ネットワーク拠点」キックオフシン ポジウム	1 件
第 65 回高分子学会年次大会	1 件

## 取得学位

修士 (理学)	Resistance modulation by strongly correlated oxide transistor with high-k ウェイ	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /organic parylene-C hybrid gate insulator
修士 (工学)	(La,Pr,Ca)MnO <sub>3</sub> ナノウォール細線電界効果トランジスタの創製	
中澤 密	3 次元 VO <sub>2</sub> ナノヘテロ細線構造創成とナノ空間制御による外場応答急峻化	
坪田 智司	エピタキシャル薄膜成長を利用した ZnO-NiO 自己組織化ナノピラー/マトリッ クス構造の創製	

## 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究 (A)	強相関酸化物 3D ナノ構造スケーリング物性解明と電子相 田中 秀和 変化デバイス応用	10,790
特別研究員奨励 費	強誘電体ナノドットの創製とプローブ顕微鏡によるサイ 田中 秀和 ズ・形状効果評価	700
国際共同研究強 化	強相関酸化物 3D ナノ構造スケーリング物性解明と電子相 田中 秀和 変化デバイス応用 (国際共同研究強化)	13,780
基盤研究 (B)	酸化物極限ナノトランジスタ創製とシングルドメインの金 神吉 輝夫 属-絶縁体電子相転移制御	9,100

挑戦的萌芽研究 神吉 輝夫	電界効果を用いた非平衡イオン拡散制御による無電力プロトンポンプ		2,210
若手研究 (A) 服部 梓	強相関酸化物のナノ空間制御による 10-100 nm スケール電子相の相転移特性解明		17,550
受託研究 神吉輝夫	(国研) 科学技術振興機構	ゆらぎ発振器によるホタルを模倣したシンクロ型演出照明のデザイン	260
服部 梓	(国研) 科学技術振興機構	遷移金属酸化物のナノ空間 3 次元制御による省エネルギー駆動機能選択的相変化デバイス創製	24,830
奨学寄附金 服部 梓	財団法人服部報公会		1,000
共同研究 田中 秀和	株式会社村田製作所	酸化物三次元ナノヘテロ構造形成と応用に関する研究	2,004
田中 秀和	独立行政法人物質・材料研究機構	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
その他の競争的研究資金 田中 秀和	大学共同利用機関法人自然科学研究機構分子科学研究所 (文部科学省の再委託)	分子・物質合成プラットフォーム	30,910

---

## ナノ極限ファブリケーション研究分野

### 原著論文

[1]Femtosecond Pulse Radiolysis, T. Kondoh, J. Yang, K. Kan, M. Gohdo, H. Shibata, Y. Yoshida: Electron. Comm. Jpn., 99 (7) (2016) 25-31.

[2]"Generation of Terahertz Waves Using Ultrashort Electron Beams from a Photocathode Radio-Frequency Gun Linac, K. Kan, J. Yang, A. Ogata, T. Kondoh, M. Gohdo, H. Shibata, Y. Yoshida: Electron. Comm. Jpn., 99 (1) (2016) 22-31.

[3]Radiolytic yields of solvated electrons in ionic liquid and its solvation dynamics at low temperature, R. M. Musat, T. Kondoh, M. Gohdo, Y. Yoshida, K. Takahashi: Radiat. Phys. Chem., 124 (2016) 14-18.

[4]Examination of the formation process of pre-solvated and solvated electron in n-alcohol using femtosecond pulse radiolysis, T. Toigawa, M. Gohdo, K. Norizawa, T. Kondoh, K. Kan, J. Yang, Y. Yoshida: Radiat. Phys. Chem., 123 (2016) 73-78.

### 国際会議

[1]Time-domain Measurement of Electric Field Emitted from Electron Beam Using Photoconductive Antenna (invited), K. Kan, J. Yang, T. Kondoh, M. Gohdo, I. Nozawa, Y. Yoshida: EMN Meeting on Terahertz 2016.

[2]Ultrafast Electron Microscopy using a 100-femtosecond Relativistic-Energy Electron Beam (invited), J. Yang: 7th International Particle Accelerator Conference.

[3]A Relativistic-energy Femtosecond-pulse Electron Microscopy (invited), J. Yang, Y. Yoshida, K. Tnimura: 11th Asia-Pacific Microscopy Conference.

[4]Photocathode RF gun based ultrafast electron diffraction and imaging (invited), J. Yang: The 8th Asian Forum for Accelerator and Detectors (AFAD2017).

[5]Ultrafast Electron Microscopy using a relativistic-energy femtosecond electron beam (invited), J.

Yang: Optics & Photonics International Congress (OPIC'2016).

[6]Ultrafast Electron Diffraction and Microscopy using a femtosecond-pulse electron beam (invited), J. Yang: IX International Workshop on Advanced Generation of THz and Compton X-rays using compact electron accelerator.

[7]Single-shot electron diffraction using relativistic-energy electron pulse (poster), R. Asakawa, J. Yang: 11th Asia-Pacific Microscopy Conference.

[8]Beam Parameter Measurement after Relocation of S-Band Linear Accelerator (poster), I. Nozawa, M. Gohdo, K. Kan, T. Kondoh, J. Yang, Y. Yoshida: 7th International Particle Accelerator Conference (IPAC2016).

[9]Frequency and Time Domain Measurement of Coherent Transition Radiation (poster), K. Kan, M. Gohdo, T. Kondoh, I. Nozawa, J. Yang, Y. Yoshida: 7th International Particle Accelerator Conference (IPAC2016).

[10]Bunch Length Measurement Based on Interferometric Technique by Observing Coherent Transition Radiation (poster), I. Nozawa, M. Gohdo, K. Kan, T. Kondoh, J. Yang, Y. Yoshida: International Beam Instrumentation Conference (IBIC2016).

[11]Measurement of Femtosecond Electron Beam Based on Frequency and Time Domain Schemes (poster), K. Kan, M. Gohdo, T. Kondoh, I. Nozawa, J. Yang, Y. Yoshida: International Beam Instrumentation Conference (IBIC2016).

[12]Characterization of THz Pulse Emitted from Femtosecond Electron Bunch Using Photoconductive Antenna and Interferometer (oral), K. Kan, J. Yang, M. Gohdo, T. Kondoh, I. Nozawa, Y. Yoshida: IRMMW-THz 2016.

[13]Measurement of Coherent Transition Radiation Using Interferometer and Photoconductive Antenna (oral), K. Kan, J. Yang, M. Gohdo, T. Kondoh, I. Nozawa, Y. Yoshida: NAPAC2016.

[14]Pulse radiolysis study of polystyrene dimer phenyl cation radical in THF (oral), M. Gohdo, T. Kondoh, K. Kan, J. Yang, S. Tagawa, Y. Yoshida: International Conference on Ionizing Processes(ICIP2016).

[15]Geminate ion recombination and charge transfer reaction in alkanes studied by femtosecond pulse radiolysis (poster), T. Kondoh, T. Nishida, M. Gohdo, K. Kan, J. Yang, S. Tagawa, Y. Yoshida: International Conference on Ionizing Processes(ICIP2016).

[16]Femtosecond pulse radiolysis of polar liquids (poster), T. Toigawa, M. Gohdo, T. Kondoh, Y. Yoshida: International Conference on Ionizing Processes(ICIP2016).

[17]Radiolytic Yield of Solvated Electron in Ionic Liquid and its Solvation Dynamics at Low Temperature (poster), R. Musat, T. Kondoh, M. Gohdo, Y. Yoshida, K. Takahashi,: International Conference on Ionizing Processes(ICIP2016).

[18]Femtosecond Pulse Radiolysis Study on Decomposition Processes of Alkanes (oral), Y. Yoshida, S. Nishii, T. Kondoh, M. Gohdo, K. Kan, J. Yang: RadTech Asia2016.

[19]Pulse Radiolysis Study of Reaction Kinetics on Radiation Induced Reaction of Polystyrene (oral), M. Gohdo, T. Kondoh, K. Kan, J. Yang, S. Tagawa, Y. Yoshida: RadTech Asia2016.

[20]Radiation Induced Chemical Reactions in a Model Compound of Polymer-Resist (poster), T. Kondoh,

M. Gohdo, K. Kan, J. Yang, Y. Yoshida: RadTech Asia2016.

[21]Ultrafast dynamics of electron solvation in radiation chemistry (oral), Y. Yoshida: 18th International Meeting on Radiation Processing (IMRP2016).

[22]Fabrication and Application of Photoconductive Antenna for Electron Beam Measurement (poster), K. Kan, J. Yang, T. Kondoh, M. Gohdo, I. Nozawa, Y. Yoshida: The 20th SANKEN International Symposium.

[23]Ultrafast Electron Attachment and Picosecond Absorption Spectra of Biphenyl-Dodecane Solution (poster), T. Kondoh, T. Nishida, M. Gohdo, K. Norizawa, K. Kan, J. Yang, S. Tagawa, Y. Yoshida: The 20th SANKEN International Symposium.

[24]Generation of Ultra-short Electron Beam and its Future Application (poster), I. Nozawa, K. Kan, J. Yang, T. Kondoh, M. Gohdo, Y. Yoshida: The 20th SANKEN International Symposium.

### 著書

[1]Reactions in the magnetic field (Zerong Wang)“Encyclopedia of Physical Organic Chemistry, 6 Volume Set”, M. Wakasa, T. Yago, A. Hamasaki, M. Gohdo, WILEY, 6 2017.

### 国内学会

食品の革新的保存・流通技術研究開発プラットフォーム 公開シンポジウム	1 件
日本顕微鏡学会	1 件
第 53 回アイソトープ・放射線研究発表会	4 件
日本加速器学会	4 件
日本原子力学会 2016 年秋の年会	4 件
第 59 回放射線化学討論会	3 件
第 23 回 FEL と High-Power Radiation 研究会 と第 14 回高輝度・周波電子銃研究会	2 件
日本化学会 2017 春の年会	1 件
日本原子力学会 2017 年春の年会	2 件

### 取得学位

学士 (工学) フェムト秒パルスラジオリシスによるアルカン中における熱化電子の特異な挙動に関する研究  
西田 卓矢

### 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の構築	7,930
吉田 陽一		
基盤研究 (A)	フェムト秒時間分解電子顕微鏡に関する研究	9,750
楊 金峰		
挑戦的萌芽研究	相対論的フェムト秒電子線パルスを用いた新しい電子線結晶学の挑戦	2,730
楊 金峰		
基盤研究 (C)	炭化水素系高分子における放射線化学初期過程と放射線分解の研究	1,170
近藤 孝文		
若手研究 (A)	ラジアル偏光場によるアト秒電子ビーム発生 of 基礎研究	9,360
菅 晃一		

### 奨学寄附金

吉田 陽一	日産スチール工業株式会社	500
吉田 陽一	株式会社ニッショー化学ホールディングス 代表取締役 佐々木 正人	200

### 共同研究

吉田 陽一	ダイキン工業株式会社	量子ビームによるフッ素・非フッ素樹脂の表面改質	1,575
-------	------------	-------------------------	-------

---

## ナノ構造・機能評価研究分野

### 原著論文

- [1]On the Superior Activity and Selectivity of PtCo/Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Fischer Tropsch Catalysts, Jan Huibert den Otter, Hideto Yoshida, Cristian Ledesma, De Chen, Krijn Pieter de Jong: *J. Catal.*, 340 (2016) 270-275.
- [2]Current status and future directions for in situ transmission electron microscopy, Mitra L. Taheri, Eric A. Stach, Ilke Arslan, P. A. Crozier, Bernd C. Kabius, Thomas LaGrange, Andrew M. Minor, Seiji Takeda, Mihaela Tanase, Jakob B. Wagner, Renu Sharma: *Ultramicroscopy*, 170 (2016) 86-95.
- [3]Revealing the heterogeneous contamination process in metal nanoparticulate catalysts in CO gas without purification by in situ environmental transmission electron microscopy, Tetsuya Uchiyama, Hideto Yoshida, Naoto Kamiuchi, Hideo Kohno, and Seiji Takeda: *Microscopy*, 65 (2016) 522-526.
- [4]Recombination Activity of Nickel, Copper, and Oxygen Atoms Segregating at Grain Boundaries in Mono-like Silicon Crystals, Yutaka Ohno, Kentaro Kutsukake, Momoko Deura, Ichiro Yonenaga, Yasuo Shimizu, Naoki Ebisawa, Koji Inoue, Yasuyoshi Nagai, Hideto Yoshida, and Seiji Takeda: *Appl. Phys. Lett.*, 109 (2016) 142105-1-142105-4.
- [5]Rational Concept for Reducing Growth Temperature in Vapor-Liquid-Solid Process of Metal Oxide Nanowires, Zetao Zhu, Masaru Suzuki, Kazuki Nagashima, Hideto Yoshida, Masaki Kanai, Gang Meng, Hiroshi Anzai, Fuwei Zhuge, Yong He, Mickael Boudot, Seiji Takeda, and Takeshi Yanagida: *Nano Lett.*, 16 (2016) 7495-7502.
- [6]Correlation of catalytic activity with the morphology change of supported Au nanoparticles in gas, Tetsuya Uchiyama, Hideto Yoshida, and Naoto Kamiuchi: *Surf. Sci.*, 659 (2017) 16-19.
- [7]Impact of local atomic stress on oxygen segregation at tilt boundaries in silicon, Yutaka Ohno, Kaihei Inoue, Kozo Fujiwara, Kentaro Kutsukake, Momoko Deura, Ichiro Yonenaga, Naoki Ebisawa, Yasuo Shimizu, Koji Inoue, Yasuyoshi Nagai, Hideto Yoshida, Seiji Takeda, Shingo Tanaka, and Masanori Kohyama: *Appl. Phys. Lett.*, 110 (2017) 062105-1--062105-5.

### 国際会議

- [1]In Situ Environmental TEM study of Materials Processes at the Atomic Scale Using a Cs Corrector (invited), Seiji Takeda, Naoto Kamiuchi, Ryotaro Aso, Kentaro Soma, Hideto Yoshida: MRS Spring meeting 2016, Phoenix, USA, March 28 - April 1, 2016.
- [2]Recent Advancement of Environmental TEM for Material Process Characterization (invited), Seiji Takeda, Hideto Yoshida, Tetsuya Uchiyama: Microscopy & Microanalysis 2016 Meeting, Ohio, USA, July 24-28, 2016.
- [3]Electron beam-induced etching of carbon nanotubes by environmental transmission electron microscope (poster), Yuto Tomita, Hideto Yoshida, Seiji Takeda: The 16th European Microscopy Congress (EMC2016), Lyon, France, August 28 – September 2, 2016.
- [4]Analysis To Reveal Dynamical And Correlated Atomic Displacements On Gold Surfaces Depending On Various Environments. (oral), Ryotaro Aso, Yohei Ogawa, Hideto Yoshida, Seiji Takeda: The 16th European Microscopy Congress (EMC2016), Lyon, France, August 28 – September 2, 2016.

### 解説、総説

環境制御型・透過電子顕微鏡法によるその場解析, 神内 直人, 竹田 精治, 化学と工業, 日本化学会, 69(5) (2016), 388-390.

### 国内学会

日本顕微鏡学会第72回学術講演会

1件

元素戦略に基づいた環境調和型触媒創製に関する研究会 1 件  
 第 64 回応用物理学会春季学術講演会 2 件

**取得学位**

博士 (工学) 担持された金ナノ粒子の形態・触媒能相関の環境制御・透過電子顕微鏡法による解析  
 内山 徹也  
 修士 (工学) 電圧印加時の銀ナノギャップ電極ガス中その場観察  
 藤本 崇晃

**科学研究費補助金**

		単位：千円
基盤研究 (A)	金触媒の動的活性構造の解析	32,630
竹田 精治		
若手研究 (B)	イオン化した気体分子による金属表面への吸着・衝突現象の動的解析	1,950
麻生 亮太郎		
<b>受託研究</b>		
竹田 精治	日本学術振興会	25,400
		グローバル分子技術実装ネットワークの構築
吉田 秀人	(国研) 科学技術振興機構	31,330
		熱電ナノ材料の原子構造とナノスケール温度分布の可視化
<b>共同研究</b>		
竹田 精治	株式会社 UBE 科学分析センター	205
		電極触媒の劣化機構の解明
竹田 精治、 吉田 秀人	東北大学金属材料研究所	300
		常温接合を利用した半導体基板内部への機能性合金薄膜のエピタキシャル成長
竹田 精治	大阪府立大学 工学研究科物質・化学系専攻 化学工学分野	205
		配向性酸化物導電体を用いた強誘電体メモリー素子の高集積化と長期安定性評価

**ナノ機能予測研究分野**

**原著論文**

[1]Strong enhancement of piezoelectric constants in  $\text{Sc}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$ : First-principles calculations, H. Momida, A. Teshigahara, T. Oguchi: AIP Advances, 6 (2016) 065006-1-11.

[2]Polar phase transitions and physical properties in fresnoite  $\text{A}_2\text{TiSi}_2\text{O}_8$  ( $\text{A} = \text{Ba}, \text{Sr}$ ) by first principles calculations, N. Song, H. Momida, T. Oguchi, B. G. Kim: Journal of Solid State Chemistry, 242 (2016) 136-142.

[3>Selective and Low Temperature Transition Metal Intercalation in Layered Tellurides, Takeshi Yajima, Masaki Koshiko, Yaoqing Zhang, Tamio Oguchi, Wen Yu, Daichi Kato, Yoji Kobayashi, Yuki Orikasa, Takafumi Yamamoto, Yoshiharu Uchimoto, Mark A. Green, Hiroshi Kageyama: Nature Communications, 7 (2016) 13809-1-8.

[4]Strain-engineering for Anion Arrangement in Perovskite Oxynitrides, D. Oka, Y. Hirose, F. Matsui, H. Kamisaka, T. Oguchi, N. Maejima, H. Nishikawa, T. Muro, K. Hayashi, T. Hasegawa: ACS Nano, 11 (2017).

[5]Influences of Orientation on Magnetoelectric Coupling at  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3/\text{BaTiO}_3$  Interface from Ab Initio Calculations, Thuy Trang Nguyen, Kunihiko Yamauchi, Tamio Oguchi, and Nam Nhat Hoang: Journal of Electronic Materials, (2017).

[6]Band splitting and Weyl nodes in trigonal tellurium studied by angle-resolved photoemission spectroscopy and density functional theory, K. Nakayama, M. Kuno, K. Yamauchi, S. Souma, K. Sugawara, T. Oguchi, T. Sato, and T. Takahashi: Physical Review B, 95 (2017) 125204-1-5.



- [7] Topological phase transition coupled with spin-valley physics in ferroelectric oxide heterostructures, Kunihiko Yamauchi, Paolo Barone, and Silvia Picozzi: *Physical Review B*, 95 (2017) 035146-1-7.
- [8] Magnetodielectric detection of magnetic quadrupole order in Ba(TiO)Cu<sub>4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub> with Cu<sub>4</sub>O<sub>12</sub> square cupolas, K. Kimura, P. Babkevich, M. Sera, M. Toyoda, K. Yamauchi, G. S. Tucker, J. Martius, T. Fennell, P. Manuel, D. D. Khalyavin, R. D. Johnson, T. Nakano, Y. Nozue, H. M. Rønnow, and T. Kimura: *Nature Communications*, 7 (2016) 13039-1-7.
- [9] Direct observation of nonequivalent Fermi-arc states of opposite surfaces in the Weyl semimetal NbP noncentrosymmetric Weyl semimetal NbP, S. Souma, Zhiwei Wang, H. Kotaka, T. Sato, K. Nakayama, Y. Tanaka, H. Kimizuka, T. Takahashi, K. Yamauchi, T. Oguchi, Kouji Segawa, Yoichi Ando: *Physical Review B*, 93 (2016) 16112(R)-1-6.
- [10] A new orthorhombic boron phase B<sub>51.5-52</sub> obtained by dehydrogenation of “ $\alpha$ -tetragonal boron”, E. A. Ekimov, Yu. B. Lebed, N. Uemura, K. Shirai, T.B. Shatalova, V.P. Sirostinkin: *J. Mater. Res.*, 31 (2016) 2773-2779.
- [11] Steady distribution structure of point defects near crystal-melt interface under pulling stop of CZ Si crystal, T. Abe, T. Takahashi, K. Shirai: *J. Cryst. Growth*, 459 (2016) 87-94.
- 国際会議**
- [1] Electronic properties associated with spin-orbit coupling and broken symmetry (plenary), T. Oguchi: Ab Initio Based Modeling on Advanced Materials.
- [2] First-Principles Materials Exploration of Piezoelectrics (invited), T. Oguchi: The 8th International Conference on Multiscale Materials Modeling.
- [3] Materials Exploration for Sodium Secondary Batteries (plenary), T. Oguchi: The 1st International Conference on Physical Instrumentation and Advanced Materials.
- [4] First-Principles Studies on Sodium Secondary Batteries (invited), T. Oguchi: International Workshop on Advanced Materials and Nanotechnology.
- [5] Computational Materials Exploration of Piezoelectrics (invited), T. Oguchi: 2016 International Workshop on Computational Materials in Guangzhou.
- [6] Theoretical Study on  $\alpha$ -Tetragonal Boron and Phase Diagram of Boron (oral), K. Shirai and N. Uemura: The 17th International Conference on High pressure in Semiconductors.
- [7] Superconductivity in low-carrier-density  $\alpha$ -rhombohedral boron at high pressures (poster), H. Dekura, N. Vast, and K. Shirai: The 17th International Conference on High pressure in Semiconductors.
- [8] Effects of strains on the thermoelectric properties of crystals of type XTiO<sub>3</sub> (poster), K. Shirai, Y. Saijo, K. Yamauchi, and T. Oguchi: The 26th Annual Meeting of MRS-J International Symposium.
- [9] Computational exploration of piezoelectric wurtzite materials (invited), H. Momida, T. Oguchi: EU-JAPAN Workshop on Computational Materials Design and Realization for Spintronics, Moltronics, Quantronics, Superconductivity and Topotronics, Juelich, Germany, September 18-30, 2016.
- [10] Ab initio Theoretical Studies on Multiferroicity in Transition Metal Oxide (invited), K. Yamauchi: International Symposium on Magnetism and Magnetic Materials (韓国磁気学会).
- [11] Spin-Valley Coupling and Topological Phase Transition in Ferroelectric Oxide Heterostructures (invited), K. Yamauchi: 11th Korea-Japan Conference on Ferroelectrics (KJC-FE11).

[12]First Principles Study on Topological-Phase Transition in Ferroelectric Oxides (poster), K. Yamauchi: Americal Physical Society (APS) March Meeting 2017.

#### 解説、総説

A サイト秩序型ペロフスカイト酸化物の磁性, 豊田雅之、山内邦彦、小口多美夫, 固体物理, アグネ技術センター, 51 (2016), 33-40.

ビッグデータ時代における新材料探索 - 現状と展望 -, 小口多美夫, マテリアルステージ, 技術情報協会, 4(1) (2016), 1-2.

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

小口 多美夫 The 20th Asian Workshop on First-Principes Electronic Structure Calculations (国際組織委員)

#### 取得学位

修士 (理学) 機械学習を用いた物性予測に関する研究

田中 哲生

修士 (理学) 第一原理計算による二次電池正極材料  $\text{Li}_2\text{MTiO}_4$  ( $M = \text{V}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$ ) の電子構造の解析

修士 (工学) X 線自然円二色性の理論

勝本 啓資

#### 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新奇トポロジカル物質の探索	1,560	
山内 邦彦			
若手研究 (B)	遷移金属酸化物を用いたトポロジカル絶縁体のバンドエン	1,170	
山内 邦彦	지니어リング		
共同研究			
小口 多美夫	住友電気工業株式会社	第一原理計算による遷移金属化合物の熱・機械特性研究	4,752

---

#### ソフトナノマテリアル研究分野

##### 原著論文

[1]Fine structures of organic photovoltaic thin films probed by frequency-shift electrostatic force microscopy, K. Araki, Y. Ie, Y. Aso, T. Matsumoto: Jpn. J. Appl. Phys., 55 (7) (2016) 070305-1-3.

[2]Synthesis, Properties, and Photovoltaic Performance of a Donor-Acceptor Copolymer Having Pyridinobisthiazole as the Acceptor Unit, Y. Ie, S. Sasada, M. Karakawa, Y. Aso: J. Photopolym. Sci. Technol., 29 (4) (2016) 571-574.

[3]Electron-Accepting  $\pi$ -Conjugated Molecules with Fluorine-Containing Dicyanovinylidene as Terminal Groups: Synthesis, Properties, and Semiconducting Characteristics, Y. Ie, A. Uchida, N. Kawaguchi, M. Nitani, H. Tada, F. Kakiuchi, Y. Aso: Org. Lett., 18 (17) (2016) 4320-4323.

[4]Influence of the perfluoroalkyl chain length in buckminsterfullerene derivatives for the field-effect transistor performances, M. Karakawa, T. Nagai, K. Adachi, Y. Ie, Y. Aso: J. Fluoline Chem., 193 (2017) 52-57.

[5]Precise control over reduction potential of fulleropyrrolidines for organic photovoltaic materials, M. Karakawa, T. Nagai, K. Adachi, Y. Ie, Y. Aso: RSC Adv., 7 (12) (2017) 7122-7129.

[6]Three-dimensional  $\pi$ -conjugated compounds as non-fullerene acceptors in organic photovoltaics: the influence of acceptor unit orientation at phase interfaces on photocurrent generation efficiency, S. Jinnai, Y. Ie, Y. Kashimoto, H. Yoshida, M. Karakawa, Y. Aso: J. Mater. Chem. A, 5 (8) (2017) 3932-3141.

[7]Tetraalkoxyphenanthrene-Fused Thiadiazoloquinoxalines: Synthesis, Electronic, Optical, and Electrochemical Properties, and Self-Assembly, S.-i. Kato, K. Watanabe, M. Tamura, M. Ueno, M. Nitani, Y. Ie, Y. Aso, T. Yamanobe, H. Uehara, Y. Nakamura: J. Org. Chem., 82 (6) (2017) 3132-3134.

#### 国際会議

[1]Synthesis, Properties, and Photovoltaic Performance of Copolymers Having New Electron-Accepting Units (invited), Yutaka Ie: The 33rd International Conference of Photopolymer Science and Technology (ICPST-33).

[2]Synthesis, properties, and photovoltaic characteristics of copolymers having fluorine-containing benzodioxocycloalkene-annelated thiophene as an acceptor unit, Koki Morikawa, Yutaka Ie, Makoto Karakawa, Yoshio Aso: The 2016 KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics.

[3]Development of Nonfullerene Acceptors for Application to Organic Photovoltaics: Chemical Structures-Film Properties-Photovoltaic Characteristics Relationship (invited), Yutaka Ie: Organic Electronics Materials 2016 RIKEN Symposium.

[4]Development of Electron-Transporting  $\pi$ -Conjugated Systems for Organic Semiconducting Materials (invited), Yutaka Ie: International Conference on Flexible and Printed Electronics.

[5]Synthesis, Properties, and n-Type Field-effect Transistor Characteristics of Quinoidal Terthiophenes Based on a Benzothiophen Unit, Keitaro Yamamoto, Yutaka Ie, Masashi Nitani, Fumitoshi Kakiuchi, Yoshio Aso: International Conference on Flexible and Printed Electronics.

[6]Development of New  $\pi$ -Conjugated Compounds towards Single-molecule Electronics and Thin-film Electronics (invited), Yutaka Ie, Yoshio Aso: IUPAC 12th International Conference on Novel Materials and their Synthesis (NMS-XII).

[7]Development of Novel  $\pi$ -Conjugated Systems for Electronic Application: Chemical Structures-Properties-Function Relationship (invited), Yutaka Ie, Yoshio Aso: The 14th International Conference on Frontiers of Polymers and Advanced Materials.

#### 解説、総説

Development of donor-acceptor copolymers based on dioxocycloalkene-annelated thiophenes as acceptor units for organic photovoltaic materials, Yutaka Ie and Yoshio Aso, Polymer Journal, 高分子学会, 49[1] (2017), 13-22.

高性能有機エレクトロニクスに向けた有機半導体開発, 安蘇芳雄、家 裕隆, 生産と技術, 生産技術振興協会, 68[4] (2016), 21-27.

単分子エレクトロニクスに向けた新規な機能性ユニットの設計と開発, 家 裕隆、安蘇 芳雄, 有機合成化学協会誌, 有機合成化学協会, 74[7] (2016), 676-688.

単分子エレクトロニクスに向けたナノスケール機能性ユニットの設計と開発, 家 裕隆, 超精密, 精密工学会 超精密加工専門委員会, 22[2] (2016), 4-8.

#### 特許

[1]「国内特許出願」ベンゾビスチアジアゾール化合物、並びにこれを含む有機薄膜および有機半導体素子, 2016-086571

[2]「国内特許出願」フラーレン誘導体、及びn型半導体材料, 2016-118336

[3]「国内特許出願」フラーレン誘導体、およびそれを含有する半導体材料、およびそれを含有

する半導体薄膜, 2016-124488

[4] 「国内特許出願」 高分子化合物、及びこれを含む有機半導体材料, 2016-179929

[5] 「国内特許出願」 ナフトビスカルコゲナジアゾール誘導体, 2016-254341

[6] 「国際特許出願」 紫外線吸収剤, PCT/JP2016/085862

[7] 「国際特許出願」 フラーレン誘導体、及び n 型半導体材料, PCT/JP2016/079795

[8] 「国内成立特許」 含窒素縮合環化合物、含窒素縮合環重合体、有機薄膜及び有機薄膜素子, 2012-018596

[9] 「国内成立特許」 高分子化合物、それを用いた有機半導体材料、有機トランジスタ及び有機太陽電池, 2012-051578

[10] 「国内成立特許」 重合体、この重合体を用いた有機薄膜及び有機薄膜素子, 2012-196331

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

安蘇芳雄 13th International Conference on the Chemistry of Selenium and Tellurium (組織委員)

#### 科学研究費補助金

			単位：千円
新学術領域研究	分子アーキテクニクスに向けた機能性分子合成と構造物性		18,590
家 裕隆	相関解明		
基盤研究 (B)	デバイス駆動メカニズムに基づく高性能 n 型有機半導体の創		5,200
家 裕隆	出と普遍的設計指針の確立		
受託研究			
家 裕隆	(国研) 科学技術振興機構	有機電解効果トランジスタ素子の物性評価	4,160
家 裕隆	(国研) 科学技術振興機構	テトラゾール縮還ユニットを特徴とする新規 $\pi$ 電子系分子の開発と有機半導体材料への応用	2,600
共同研究			
安蘇 芳雄	ダイキン工業株式会社	有機薄膜太陽電池用有機半導体の開発	1,050
安蘇 芳雄	東洋紡株式会社	有機半導体材料に関する研究	1,000
安蘇 芳雄	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	5,368
その他の競争的研究資金			
安蘇 芳雄	(独) 日本学術振興会	がん細胞内における活性酸素種の生成のための新規な拡張パイ共役低分子の開発	1,040

---

#### バイオナノテクノロジー研究分野

##### 原著論文

[1] Roles of vacuum tunnelling and contact mechanics in single-molecule thermopower, M. Tsutsui, K. Yokota, T. Morikawa & M. Taniguchi: Scientific Reports, 7 (11) (2017) 44276(1-9).

[2] Fast and Low-Noise Tunnelling Current Measurements for Single-Molecule Detections in Electrolyte Solution Using Insulator-Protected Nanoelectrodes, T. Morikawa, K. Yokota, M. Tsutsui and M. Taniguchi: Nanoscale, 9 (2017) 4076-4081.

[3] Single crystalline epitaxial platinum film on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0001) prepared by oxygen-doped sputtering

deposition, H. Tanaka and M. Taniguchi: *Jpn. J. Appl. Phys.*, 56 (2017) 058001-1 - 058001-3.

[4]Electrical trapping mechanism of single-microparticles in a pore sensor, A. Arima, M. Tsutsui, Y. He, S. Ryuzaki and M. Taniguchi: *AIP Advances*, 6 (11) (2016) 115004-1 - 115004-8.

[5]Single-crystalline epitaxial platinum film on yttrium-stabilized zirconia (111) prepared by sputtering deposition, H. Tanaka and M. Taniguchi: *Jpn. J. Appl. Phys.*, 55 (2016) 120304-1 - 120304-4.

[6]Tailoring particle translocation via dielectrophoresis in pore channels, S. Tanaka, M. Tsutsui, H. Theodore, H. Yuhui, A. Arima, T. Tsuji, K. Doi, S. Kawano, M. Taniguchi & T. Kawai: *Scientific Reports*, 6 (2016) 31670-1 - 31670-8.

[7]Dipole effects on the formation of molecular junctions, S. Tanimoto, M. Tsutsui, K. Yokota and M. Taniguchi: *Nanoscale Horizons*, 1 (2016) 399-406.

[8]Atomically flat nickel film grown on synthetic mica, H. Tanaka and M. Taniguchi: *Jpn. J. Appl. Phys.*, 55 (7) (2016) 078003-1 - 078003-3.

[9]Salt-Gradient Approach for Regulating Capture-to-Translocation Dynamics of DNA with Nanochannel Sensors, Y. He, M. Tsutsui, R. H. Scheicher, X. S. Miao, M. Taniguchi: *ACS Sensors*, 1 (6) (2016) 807-816.

[10]Particle Trajectory-Dependent Ionic Current Blockade in Low-Aspect-Ratio Pores, M. Tsutsui, Y. He, K. Yokota, A. Arima, S. Hongo, M. Taniguchi, T. Washio, T. Kawai: *Acs Nano*, 10 (1) (2016) 803-809.

[11]Decoding DNA, RNA and peptides with quantum tunnelling, M. Di Ventra and M. Taniguchi: *Nature Nanotechnology*, 11 (2) (2016) 117-126.

#### 国際会議

[1]Nanogap Sequencing for Personalized Medicine and Therapeutics (invited), M. Taniguchi: The 14th International Nanotech Symposium & Nano-Convergence Expo(NANO KOREA 2016).

[2]Development of Single-Molecule Tunnel-Current based Detection For Biopolymer Identification (poster), T. Ohshiro: KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016 (KJF-ICOMEF 2016).

[3]Ionic Current via Adjacent Low-aspect Nanopores (poster), K. Yokota: KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016 (KJF-ICOMEF 2016).

[4]Single-molecule Identification of Biopolymers (invited), M. Taniguchi: International Symposium on Polymer and Related Materials.

[5]SINGLE PARTICLES ANALYSIS USING A NANOPORE TRAPPING METHOD (poster), A. Arima, M. Tsutsui, M. Taniguchi, and T. Kawai: The 20th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences(MicroTAS 2016 Conference).

[6]RECOGNITION MICROPORES FOR DETECTING SINGLE-BACTERIA (poster), M. Tsutsui, K. Yokota, T. Yasui, H. Yasaki, M. Okochi, M. Taniguchi, T. Washio, Y. Baba, and T. Kawai: The 20th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences(MicroTAS 2016 Conference).

[7]Nanogap Sequencing of Biopolymers (invited), M. Taniguchi: Asia NANO 2016.

[8]ナノポアデバイスと機械学習の融合による 1 細菌・1 ウイルス検出 (invited), M. Taniguchi:

MNC 2016 技術セミナー「マイクロ・ナノバイオ技術の最前線」 (29th International Microprocesses and Nanotechnology Conference).

[9]Development of Tunnel-Current Biomolecule Structural Measurement towards Single-Biomolecule Function Detection (oral), Takahito Ohshiro, Makusu Tsutsui, Kazumichi Yokota, Masateru Taniguchi: 2016 MRS Fall Meeting & Exhibit.

[10]Single-Molecule Electrical Sequencing of DNA, RNA, and Peptide (invited), M. Taniguchi: Japan-Spain Joint Workshop on Nanomedicine Research.

[11]Nanotechnology for IoT Era: What should we develop? (plenary), T. Kawai: The 20th ISIR International Symposium.

[12]Electrical identifications of single-particles using solid-state micropores (poster), M. Tsutsui, K. Yokota, A. Arima, W. Tonomura, T. Washio, M. Taniguchi: 第20回産研国際シンポジウム&第15回産研ナノテク国際シンポジウム.

[13]Sequencing of Single-Stranded DNA by STM and Dispersion-Corrected Density Functional Theory (poster), H. Tanaka, M. Taniguchi: 24th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM24).

[14]Structural analysis of Ni (111) epitaxially grown on mica substrate (poster), H. Tanaka, M. Taniguchi: Symposium on Surface Science & Nanotechnology -25th Anniversary of SSSJ Kansai- (SSSN-Kansai).

[15]Smart Biosensing Technologies to Detect Single Bacteria and Viruses (invited), M. Taniguchi: EDTM 2017(Electron Devices Technology and Manufacturing Congerence).

[16]Machine Learning Approach for Resistive-pulse Analysis in Pore Sensors (invited), M. Tsutsui: New Quantum Materials and Transport Seminar.

[17]Machine Learning Approach for Resistive-pulse Analysis in Pore Sensors (invited), M. Tsutsui: Academia Sinica Semiar.

[18]Single-particle Analysis Using Low Aspect-ratio Pore Sensors (invited), M. Tsutsui: BIT's 5th Annual Conference of AnalytiX 2017 (AnalytiX-2017).

#### 解説、総説

1 分子シーケンサーの現状と可能性, 谷口 正輝, 化学と生物, 日本農芸化学会, 54[6] (2016), 396-402.

1 分子DNA シーケンシング技術とその応用, 谷口 正輝, 現代化学, 東京化学同人, 547 (2016), 52-55.

#### 著書

[1]Nanofluidics for Biomolecular Detection (王立化学会)“Nanofluidics: Edition 2”, ハーユフイ、筒井真楠、谷口正輝, Royal Chemical Society, Nanoscience and Nanotechnology series (150-189) 2017.

[2]次世代 DNA シーケンサーの開発 “先端計測 研究を支える機器開発”, 馬場嘉信、谷口正輝、川合知二, 化学同人, (125-131) 2016.

[3]Nanofluidics for Biomolecular Detection “Nanofluidics: Edition 2”, Royal Society of Chemistry, (150-189) 2016.

#### 特許

- [1] 「国内特許出願」 サンプル検出用デバイス、サンプル検出装置、イオン電流の検出方法及びサンプルの識別方法, 2016-085113
- [2] 「国内特許出願」 分類分析方法、分類分析装置および分類分析用記憶媒体, 2016-244326
- [3] 「国内特許出願」 サンプルの分析方法、及びサンプル分析用デバイス, 2016-199331
- [4] 「国際特許出願」 電気測定用デバイス、及び電気測定装置, PCT/JP2016/061225
- [5] 「国際特許出願」 DEVICES AND METHODS FOR CREATON AND CALIBRATION OF A NANO-ELECTRODE PAIR, 62/370175
- [6] 「国際特許出願」 個数分析方法、個数分析装置および個数分析用記憶媒体, PCT/JP2016/087821
- [7] 「国際特許出願」 ナノワイヤデバイス、該ナノワイヤデバイスを含む分析装置、サンプルの加熱処理方法及びサンプルの分離方法, PCT/JP2017/007030
- [8] 「国内成立特許」 試料の固定化方法, 2012-193566
- [9] 「国際成立特許」 THIN-LAYER CHEMICAL TRANSISTOR AND THEIR MANUFACTURE, 5254857.5
- [10] 「出願後譲渡特許（国内）」 核酸抽出用デバイス及び核デバイスの製造方法、並びに核酸抽出方法及び核酸配列解析方法, KP2015004
- [11] 「出願後譲渡特許（国内）」 生体分子抽出用チップ、及び生体分子抽出用チップの製造方法, KP2016039

#### 国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

谷口正輝           apanese Journal of Applied Physics (編集委員)  
 谷口正輝           Nature Publishing Group Scientific Reports (編集委員)

#### 国内学会

人工知能学会	1 件
応用物理学会	6 件
分子科学討論会	4 件
日本分析化学会	1 件
日本生化学会	5 件
真空・表面科学合同講演会	1 件

#### 取得学位

修士（理学）       絶縁被覆 MCBJ を用いた水中における単分子コンダクタンス計測  
 谷本 幸枝

#### 科学研究費補助金

		単位：千円
基盤研究（S）	トンネル電流による 1 分子シーケンシング法	32,890
谷口 正輝		
基盤研究（B）	高性能単分子熱電材料の創製	3,120
筒井 真楠		
挑戦的萌芽研究	挟込み電極組込み型低アスペクト比ポアを応用した 1 粒子	3,770
筒井 真楠	形状解析法の創成	
基盤 B	グラフェンを用いた 1 分子シーケンシング	0
田中 裕行		
基盤研究（B）	グラフェンを用いた 1 分子シーケンシング	1,950
田中 裕行		
若手研究（B）	遠心流路を用いた細胞への過重力負荷と力学刺激負荷細胞	2,340

殿村 涉 研究活動スター ト支援 有馬 彰秀 受託研究	培養システムへの応用 ナノポアトラップ法を利用したナノキャリアの電氣的捕捉 と融合による微小反応場の創出		1,560
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	13,000
川合 知二	(国研) 科学技術振興機 構	ナノ・マイクロポアを用いたIn SECTシステムの開発	222,910
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 本人の育成と産業競争力増進/ 豊かな社会の構築	8,460
<b>奨学寄附金</b>			
筒井 真楠 共同研究	公益財団法人旭硝子財団	理事長 石村 和彦	2,500
谷口 正輝	クオラムバイオシス テムズ株式会社	一分子解析技術に基づく生物試 料解析装置・デバイスの評価	2,484
谷口 正輝	富士テレビオ株式会社	ナノポア技術を基にした疾病診 断技術に関する研究	2,232
谷口 正輝	キリン株式会社	センサーによる酵母検出に関す る研究	600
谷口 正輝	株式会社東芝	単分子の電気特性評価	475
<b>その他の競争的研究資金</b>			
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	34,400

## ナノ医療応用デバイス

### 原著論文

- [1]Mutational analysis of hepatitis B virus pre-S1 (9-24) fusogenic peptide., Liu, Q., Somiya, M., Shimada, N., Sakamoto, W, Yoshimoto, N., Iijima, M., Tatematsu, K., Nakai, T., Okajima, T., Maruyama, A., Kuroda, S.: Biochemical and Biophysical Research Communications, 474 (2) (2016) 406-412.
- [2]Scaffold protein Enigma Homolog 1 overcomes the repression of myogenesis activation by Inhibitor of DNA binding 2, Nakatani, M., Ito, J., Koyama, R., Iijima, M., Yoshimoto, N., Niimi, T., Kuroda, S., Maturana, A.D.: Biochemical and Biophysical Research Communications, 474 (2) (2016) 413-420.
- [3]Bio-nanocapsule-based scaffold improves the sensitivity and ligand-binding capacity of mammalian receptors on the sensor chip, Iijima, M., Yoshimoto, N., Niimi, T., Maturana, A.D., Kuroda, S.: Biotechnology Journal, 11 (6) (2016) 805-813.
- [4]RBM20 and RBM24 cooperatively promote the expression of short ENH splice variants, Ito, J., Iijima, M., Yoshimoto, N., Niimi, T., Kuroda, S., Maturana, A.D.: FEBS Letters, 590 (14) (2016) 2262-2274.
- [5]Cytokine-dependent activation of the JAK-STAT pathway in Saccharomyces cerevisiae, Yoshimoto, N., Ikeda, Y., Tatematsu, K., Iijima, M., Nakai, T., Okajima, T., Tanizawa, K., Kuroda, S.: Biotechnology and Bioengineering, 113 (8) (2016) 1796-1804.
- [6]Cellular uptake of hepatitis B virus envelope L particles is independent of sodium taurocholate cotransporting polypeptide, but dependent on heparan sulfate proteoglycan., Somiya, M., Liu, Q., Yoshimoto, N., Iijima, M., Tatematsu, K., Nakai, T., Okajima, T., Kuroki, K., Ueda, K., Kuroda, S.: Virology, 497 (2016) 23-32.



[7]Release of siRNA from liposomes induced by curcumin, Fujita, K., Hiramatsu, Y., Minematsu, H., Somiya, M., Kuroda, S., Seno, M., Hinuma, S.: *Journal of Nanotechnology*, 2016 (2016) 7051523.

[8]High efficiency penetration of antibody-immobilized nanoneedle through plasma membrane for in situ detection of cytoskeletal proteins in living cells, Kawamura, R., Shimizu, K., Matsumoto, Y., Yamagishi, A., Silberberg, Y.R., Iijima, M., Kuroda, S., Fukazawa, K., Ishihara, K., Nakamura, C.: *Journal of Nanobiotechnology*, 14 (1) (2016) 74.

[9]Core-fucosylation plays a pivotal role in hepatitis B pseudo virus infection: a possible implication for HBV glyco-therapy, Takamatsu, S., Shimomura, M., Kamada, Y., Maeda, H., Sobajima, T., Hikita, H., Iijima, M., Okamoto, Y., Misaki, R., Fujiyama, K., Nagamori, S., Kanai, Y., Takehara, T., Ueda, K., Kuroda, S., Miyoshi, E.: *Glycobiology*, 26 (11) (2016) 1180-1189.

[10]Scaffolds for oriented and close-packed immobilization of immunoglobulins, Iijima, M., Kuroda, S.: *Biosensors and Bioelectronics*, 89 (2) (2017) 810-821.

#### 国際会議

[1]High efficiency penetration of antibody-immobilized nanoneedle through plasma membrane for in situ detection of cytoskeletal proteins in living cells (poster), Shimizu, K., Kawamura, R., Iijima, M., Kuroda, S., Fukazawa, K., Ishihara, K., Nakamura, C.: *Biosensors2016*, May 25-27, 2016, Gothenburg, Sweden.

[2]Reconstituted ZZ-L particles and planar ZZ-L membrane for the oriented immobilization of Fc-fused molecules on various types of biosensors. (oral), Iijima, M., Kuroda S.: *Biosensors2016*, May 25-27, 2016, Gothenburg, Sweden.

[3]Possible involvement of HBV pre-S1 (9–24) fusogenic peptide in uncoating process (poster), Qiushi Liu, Masaharu Somiya, and Shun'ichi Kuroda: *2016 International HBV Meeting*, Seoul, Korea, September 21-24, 2016.

[4]High efficiency insertion of antibody-immobilized nanoneedle into living cells for in situ detection of cytoskeletal proteins (oral), Nakamura, C., Shimizu, K., Kawamura, R., Iijima, M., Kuroda, S., Fukazawa, K., Ishihara, K.: *PRiME2016*, October 2-7, 2016, Honolulu, Hawaii.

[5]Reconstituted planar ZZ-L membrane for the oriented immobilization of immunoglobulin G on biosensors (poster), Masumi Iijima, Shun'ichi Kuroda: *The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium*, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.

[6]Decipherment of olfactory receptor repertoire by using an automated single-cell analysis and isolation system (poster), Nobuo Yoshimoto, Shun'ichi Kuroda: *The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium*, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.

[7]Bio-nanocapsules displaying various immunoglobulins as an active targeting-based drug delivery system (poster), Kenji Tatematsu, Shun'ichi Kuroda: *The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium*, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.

[8]Nuclear delivery of NF- $\kappa$ B corepressor, MTI-II, by using hepatitis B virus infection machinery (poster), Zichang Xu, Kenji Tatematsu, Kazuki Okamoto, Shun'ichi Kuroda: *The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium*, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.

[9]Elucidation of early infection machinery of hepatitis B virus and bio-nanocapsule (poster), Qiushi Liu, Masaharu Somiya, Shun'ichi Kuroda: *The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium*, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.

[10]Synthesis and assembly of hepatitis B virus envelope protein-derived particles in Escherichia coli. (poster), Hao Li, Keisuke Onbe, Qiushi Liu, Masumi Iijima, Nobuo Yoshimoto, Tadashi Nakai, Kenji Tatematsu, Toshihide Okajima, Masaharu Seno, Hiroko Tada, Shun'ichi Kuroda: The 20th SANKEN International The 15th SANKEN Nanotechnology Symposium, Osaka, Japan, Dec. 12-13, 2016.

**解説、総説**

生体分子の整列固定化法, 飯嶋益巳、黒田俊一, 生物工学会誌, 94[8] (2016), 497.

全自動 1 細胞解析単離装置および新たな細胞育種技術の開発, 良元伸男、黒田俊一, バイオサイエンスとバイオインダストリー, 74 (2016), 30-33.

非カチオン性リポソームによる核酸医薬送達法の可能性, 曾宮正晴、黒田俊一, Drug Delivery Systems, 31 (2016), 35-43.

特定の匂い分子に応答する嗅覚受容体群の網羅的取得法, 良元伸男、黒田俊一, アロマリサーチ, 17 (2016), 41-45.

High-throughput analysis of mammalian receptor tyrosine kinase activation in yeast cells, Yoshimoto N., Kuroda, S., Methods in Molecular Biology, 1478 (2017), 35-52.

Elucidation of the early infection machinery of hepatitis B virus by using bio-nanocapsule, Liu Q., Somiya M., and Kuroda S., World Journal of Gastroenterology, 22 (2016), 8489-8496.

バイオミミック技術による DDS ナノキャリアの開発: B 型肝炎ウイルス感染機構に基づくバイオナノカプセルを中心に, 曾宮正晴、黒田俊一, ファインケミカル, 45 (2016), 18-24.

Scaffolds for oriented and close-packed immobilization of immunoglobulin, Iijima M., and Kuroda S., Biosensors and Bioelectronics, 89 (2017), 810-821.

**著書**

[1]匂いのデジタル信号化にむけた嗅細胞アレイセンサーの開発 “ヒトの感覚・知覚メカニズムと製品開発への活かし方”, 良元伸男、黒田俊一, 技術情報協会, 2016.

[2]非カチオン性リポソームの核酸 DDS への応用 “DDS 先端技術の製剤への応用開発”, 曾宮正晴、黒田俊一, 技術情報協会, 2017.

**特許**

[1]「国内特許出願」医薬, 2017-054937

**科学研究費補助金**

		単位：千円
基盤研究 (A)	ウイルス表層機能ドメイン解析に基づく新次元 DDS キャリアの開発	0
黒田 俊一		
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	34,840
黒田 俊一		
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 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	13,000
黒田 俊一	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 (次世代がん医療創生研究事業) 抗体医薬の治療効果を飛躍的に高める足場ナノ粒子の開発	26,730

## 奨学寄附金

黒田 俊一	諸岡 譲		1,000
黒田 俊一	GLOVACC 株式会社 代表取締役社長 村松 光春		3,000
黒田 俊一	岡本 一起		230

## 共同研究

黒田 俊一	ロート製薬株式会社	全自動 1 細胞解析単離ロボットを用いた嗅覚受容体の反応性の解析	1,000
黒田 俊一	パナソニック株式会社	新規タンパク質材料スクリーニング技術の研究	540
黒田 俊一	サントリーグローバルイノベーションセンター株式会社	嗅覚受容体を用いた香り成分の探索	2,160
黒田 俊一	京都府警察本部	混合試料からの DNA 型検出法の開発	0
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	片山化学工業株式会社	膜蛋白質を提示したプロテオリボソームの作成方法に関する研究	0

---

## 総合解析センター (所内兼任を含む)

### 原著論文

[1]Nickel-Catalyzed Construction of Chiral 1-[6]Helicenols and Application in the Synthesis of [6]Helicene-Based Phosphinite Ligands, D.Y.Zhou, T.Suzuki: Eur. J. Org. Chem, 2016 (2016) 4948-4952.

[2]A Model for the Active-Site Formation Process in DMSO Reductase Family Molybdenum Enzymes Involving Oxido-Alcoholato and Oxido-Thiolato Molybdenum(VI) Core Structures, H. Sugimoto, K. Asano, T. Suzuki, S. Itoh,; Inorg. Chem., 55 (2016) 1542-1550.

[3]Palladium(II)-Catalyzed Dehydroboration via Generation of Boron Enolates, T. Amaya, T. Suzuki, T. Hirao: Chem. Eur. J., 22 (2016) 18686-18689.

[4]Supramolecular Photochirogenesis with a Higher-Order Complex: Highly Accelerated Exclusively Head-to-Head Photocyclodimerization of 2-Anthracenecarboxylic Acid via 2:2 Complexation with Prolinol, M. Nishijima, K. Asano, T. Suzuki, Y. Inoue,; J. Am. Chem. Soc, 138 (2016) 12187-12201.

[5]Cyclic mismatch binding ligand CMBL4 binds to the 5'-T-3'/5'-GG-3' site by inducing the flipping out of thymine base, C. Dohno, K. Asano, K. Nakatani: Nucl. Acid., Res., 44 (2016) 7090-7099.

[6]Enhanced head-to-head photodimers in the photocyclodimerization of anthracenecarboxylic acid with a cationic pillar[6]arene, D.Y.Zhou, T.Suzuki: Chin. Chem. Lett., 27 (2016) 1017-1021.

### 国際会議

[1]Catalytic Asymmetric Synthesis of Natural Products Using Ir Catalyzed Tishchenko-type Reaction (poster), T.Suzuki, D.Y.Zhou, K.Asano, H.Sasai: Molecular Chirality Asia 2016, Osaka, Japan, April 20-22, 2016.

[2]Ir Catalyzed Asymmetric Tandem Reaction of meso-Diols (poster), T.Suzuki, D.Y.Zhou, K.Asano, H.Sasai: Late Stage Functionalization for Synthesis and Medicines, Oxford, UK, December 5 2016.

[3]Catalytic Asymmetric Synthesis of Natural Products using Ir-Catalyzed Tishchenko-type Reaction (oral), : 27th ICOMC, Melbourne, Australia, July 17-22, 2016.

[4]Catalytic Asymmetric Synthesis of Natural Products using Ir-Catalyzed Tishchenko-type Reaction (oral), T.Suzuki, D.Y.Zhou, K.Asano: JSPS etc workshop 2016, Dijon, France, September 22, 2016.

[5]Catalytic Asymmetric Synthesis of Natural Products Using Ir Catalyzed Tishchenko-type Reaction (poster), T.Suzuki, D.Y.Zhou, K.Asano, H.Sasai: BOSS XV, Antwerp, Belgium, July 10-15.

**国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員**

鈴木健之 Molecular Chirality Asia 2016 (組織委員)

**国内学会**

日本化学会年会

2 件

---

**量子ビーム科学研究施設 (所内兼任を含む)**

**原著論文**

[1]Structures of 4-substituted thioanisole radical cations studied by time-resolved resonance Raman spectroscopy during pulse radiolysis and theoretical calculations, Sachiko Tojo, Mamoru Fujitsuka, Tetsuro Majima: RSC Advances, 6 (111) (2016) 109334-109339.

[2]Mesolysis Processes with Benzylic Carbon–Oxygen Bond Cleavage in Radical Anions of Aryl Benzyl Ethers Studied by Electron Pulse Radiolysis in DMF, Yamaji, Minoru; Tojo, Sachiko; Fujitsuka, Mamoru; Sugimoto, Akira; Majima, Tetsuro: Bulletin of the Chemical Society of Japan, 89 (7) (2016) 798-803.

**国際会議**

[1]Sudden Increase of the Radiation Chemical Yield for Loss of Carbonate Ester in PADC Detector where the Track Overlapping of 28 MeV Electrons Becomes Significant (poster), T. Kusumoto, Y. Mori, M. Kanasaki, K. Oda, S. Kodaira, Y. Honda, S. Tojo, R. Barillon, and T. Yamauchi: International Symposium on Radiation Detectors and Their Uses.

