



文部科学省と国立大学附置研究所・センター 個別定例ランチミーティング

第82回 北海道大学 電子科学研究所 (2024.5.24)

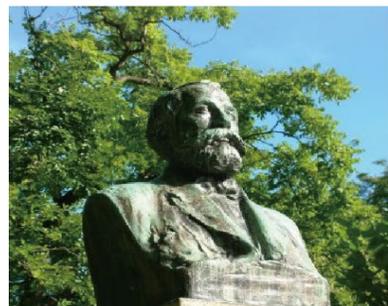
12:05 – 12:10(5分)	: 研究所の概要 所長 居城邦治
12:10 – 12:25(15分)	: 准教授 平井健二 「光を使って分子の集合を操る」
12:25 – 12:45(20分)	: 質疑応答

新しい学際領域を開拓します

北海道大学 電子科学研究所



所長 居城 邦治



HOKKAIDO
UNIVERSITY

「電子科学」とは

「電子科学」はエレクトロニクス(電子工学)だけを意味するわけではない

光:電子は光を生み、また光は電子の状態を変える

物質:電子が動くと物質の性質が変化し、また電子の動きは電気を起こす

生命:電子は光合成の主役である

数理:電子の動きを数理解析することで、光・物質・生命現象を解明できる

光科学・**物質科学**・**生命科学**・**数理科学**を融合した学際領域を開拓し、新しい電子科学の創成をめざしています。

ターゲット:光応用技術、機能性マテリアル、細胞知能、数理科学の応用など

電子科学研究所の沿革

※無線で使われる電波

昭和16年	1941	北海道帝国大学に※超短波研究室を設置
昭和18年	1943	超短波研究所に昇格(勅令)
昭和21年	1946	応用電気研究所に改称(勅令)
昭和24年	1949	新制北海道大学応用電気研究所となる(省令、国立学校設置法＝文部省の管轄)
平成4年	1992	電子科学研究所に改組
平成22年	2010	共同利用・共同研究拠点に認定 (平成22年4月1日～令和9年3月31日)
令和4年	2022	電子科学研究所 創立30周年
令和5年	2023	超短波研究所に昇格してから80年

研究組織と研究実施状況

研究組織

光科学研究部門
物質科学研究部門
生命科学研究部門
グリーンナノテクノロジー研究センター
社会創造数学研究センター
ニコンイメージングセンター

R6.4	減員数	女性	外国人
教授	16	1	1
准教授	11	0	0
助教	23	3	7
技術職員	10	5	0
事務職員	23	16	0

3部局を所掌する
合同事務部

若手教員(40歳未満)率 46%

国際学術論文	R4
論文数	115
TOP10%補正論文数	17
国際共著論文数	58

R4年度 教員1人当たりの研究費

教員数	研究費総額 (外部資金を含む)	教員1人当たりの研究費 (外部資金を含む)
55人	1,382百万円	25百万円

科学研究費助成事業(新規+継続)

	採択件数	金額
R4年度	1.0件/人	7,521千円/人
R5年度	1.0件/人	7,100千円/人

共共拠点中間評価用調書と北大BIから引用

大型プロジェクト(直近5年間)

※研究代表者

	科研費 学術変革(A)	ジオラマ行動力学	中垣俊之 教授 2022-2027
	科研費 特別推進	ナノ共振器-プラズモン強結合を用いた高効率光反応システムの開拓とその学理解明	三澤弘明 教授 2018-2023
	科研費 基盤S	量子コヒーレント強結合を発現する革新的光反応場の構築とその学理攻究	三澤弘明 教授 2023-2028
	JSPS Core-to-Core	1分子・1粒子レベルの細胞間コミュニケーション解明のための先端研究拠点の確立	雲林院宏 教授 2019-2024
	JST CREST	数理モデリングを基盤とした数理皮膚科学の創設	長山雅晴 教授 2015-2021
	JST CREST	高速・高次元閉ループ光計測技術の確立と神経科学への応用	三上秀治 教授 2022-2027
	JST CREST	個体差を活かした計測介入型の迅速スクリーニング計測基盤	小松崎民樹 教授 2023-2028
	JST さきがけ	生命活動をリアルタイムに追跡する超高速3D蛍光顕微鏡	三上秀治 教授 2017-2020
	JST さきがけ	ラビ分裂による化学反応操作法の確立	平井健二 准教授 2018-2022
	JST さきがけ	誘電・光学応用に向けた新奇酸フッ化物材料の創出	片山司 准教授 2021-2024
	JST さきがけ	離散的化学反応論のための量子計算技術	水野雄太 助教 2022-2025
	JST 創発	世界最速光波面シェイピングによる光散乱との共生	澁川敦史 准教授 2021-2024
	JST 創発	縮重性を備えた神経回路網の動的制御機構の解明	富菜雄介 特任助教 2023-2026



文科省科研費 学術変革(A)

文部科学省科学研究費 助成事業「学術変革領域研究(A)」 ジオラマ環境で覚醒する原生知能を定式化する細胞行動力学

English

日本語



ジオラマ行動力学

Ethological dynamics in diorama environments



領域紹介

計画研究

公募研究

業績

活動報告

領域専用

お問合せ



北海道大学
電子科学研究所 教授
領域代表 中垣 俊之

10億年前の原生的知能から 新領域を見出す ～ジオラマ行動力学

研究領域の目的と背景

本領域では、細胞レベルで発現する巧みな環境・状況適応能力（ここではこれを原生知能と呼ぶ）を探索し、その能力を力学モデルで書き下すことを目的としています。そのための方法論として、「ジオラマ行動学」と「環境連成力学」を確立し、それを基盤とした新規学術領域「ジオラマ行動力学」の創出を目指します。これにより、原生知能の仕組みが明らかになることが期待されます。また、微生物行動の予測と制御の技術が進み、パノラマ環境（自然環境）で展開する健康問題や環境問題の克服に資する知見を提供することも期待できます。

微細藻類による環境赤潮と精子による生殖、卓越した新規細胞行動の探索の3つに焦点を絞り、ジオラマ行動力学の有効性を検証してまいります。

領域紹介映像



中垣 俊之 教授

粘菌の迷路でイグ・ノーベル賞
を2度受賞

JSPS Core-to-Core



雲林院 宏 教授

ベルギー・ルーヴァン
カトリック大学とクロ
スポイントメント(研
究室を2つ持つ)

JSPS 先端研究国際拠点 形成事業 (2019年4月-2024年3月)
1分子・1粒子レベルの細胞間コミュニケーション解明のための先端研究拠点の確立

iC Cubix³

Most in-depth understanding

ベルギー
ルーヴァン カトリック大学
KU LEUVEN KU Leuven

Fastest observation

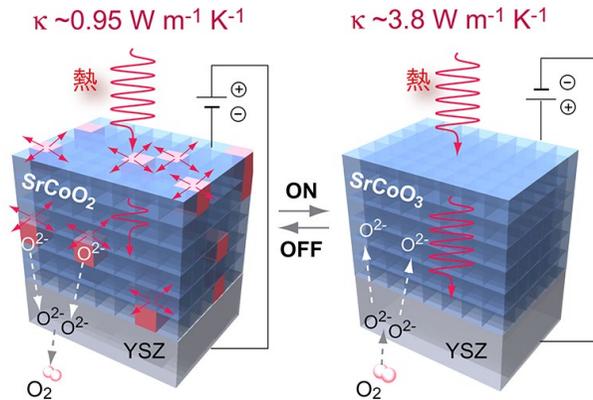
北海道大学 電子科学研究所
Hokkaido University
Research Institute
for Electronic Science

Deepest observation

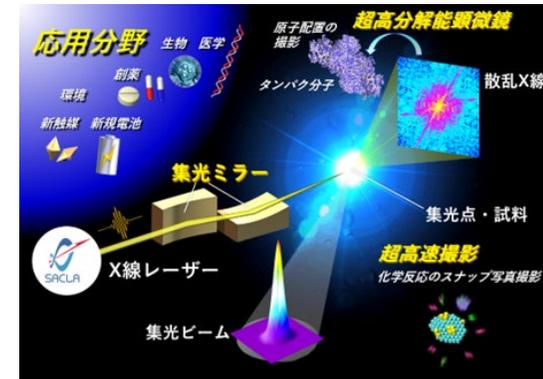
オーストラリア
メルボルン大学
**The University
of Melbourne**

Brightest observation

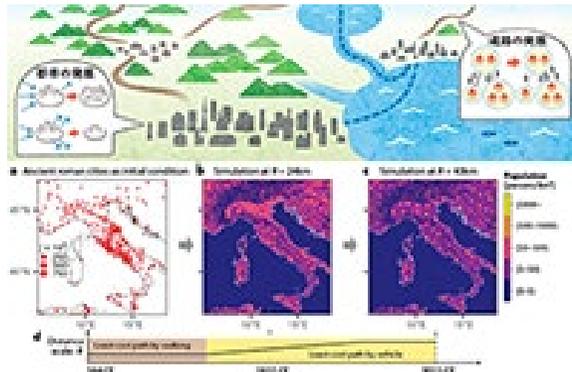
プレスリリース(一部)(令和4年度)



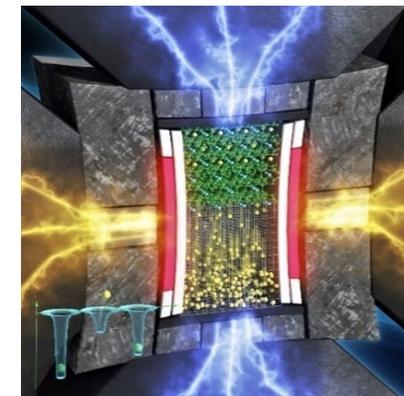
1) 熱伝導率を制御するトランジスタ、実用化へ王手
-熱の伝わり方を電気スイッチで切り替える技術に向けた大きな前進- (薄膜機能材料研究分野)



2) 分子サイズの世界を明るく照らす超高強度X線集光ビームをX線フラッシュ顕微鏡に応用 -SACLAIにおいて世界最高分解能の2ナノメートルを達成- (コヒーレント光研究分野)

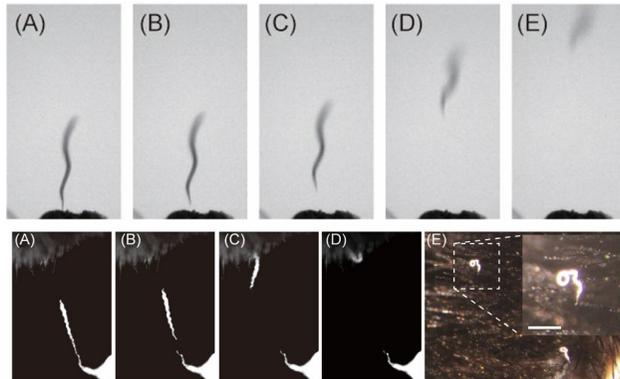


3) 人類の都市文明の立地と発展に粘菌からヒント
- 現実の地形にあわせた、街と道の千年紀シミュレーション - (知能数理研究分野)

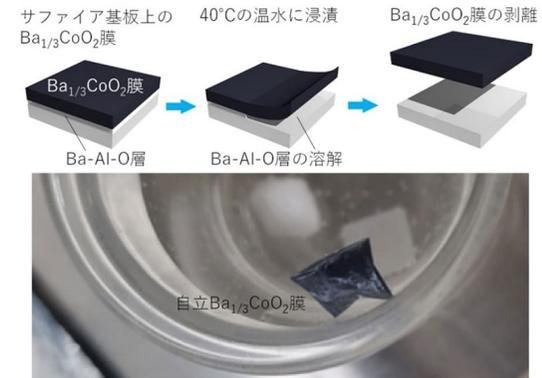


4) 温度・圧力・電圧の同時制御が可能な新規合成手法の開発 -高圧拡散制御法を用いた準安定物質の合成- (光電子ナノ材料研究分野)

プレスリリース(一部)(令和5年度)

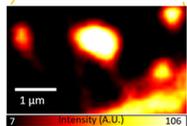
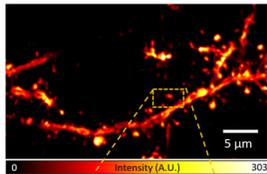


1) 線虫は静電気力を利用して空中を飛ぶ -小さな虫は帯電している昆虫や鳥に飛び乗り，世界中に広がりうることを発見- (知能数理研究分野)

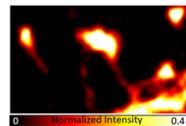
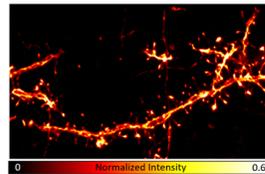


2) 実用的な熱電材料の単結晶化に成功 -毒性元素を使わない熱電変換の実現に向けて大きく前進- (薄膜機能材料研究分野)

2PLSM



2P-SRRF



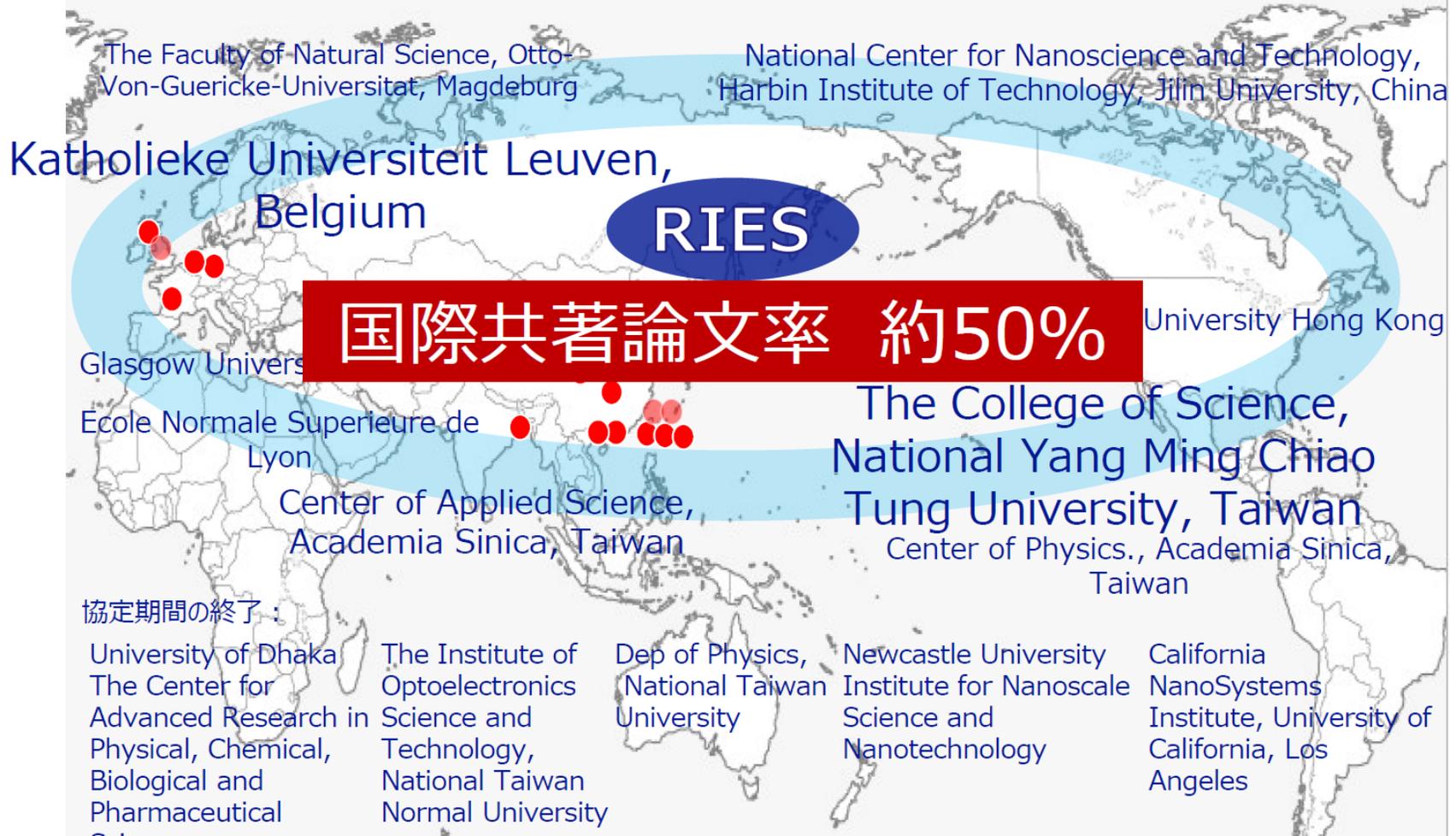
3) 時空間での蛍光相関解析が生体深部超解像イメージングを可能にする -生きた脳の深部でナノスケールの神経細胞微細形態の可視化に成功- (ニコンイメージングセンター)



4) 計測過程そのものに人工知能を介入させることで計測を飛躍的に迅速化! -所望の識別精度を保証しつつ測定すべき領域を必要な回数だけ自動的に視る- (データ数理研究分野)

国際交流

これまで19機関と部局間交流協定を締結し、すでに終了したものを除くと現在13件が有効
大学間交流協定の責任部局が1件（台湾国立陽明交通大学）、関係部局が6件、**全部で20件**



国際交流の一例 電子科学研究所-台湾国立陽明交通大学理学院 共同研究教育センターの設立

2013年3月 北大-台湾国立交通大学（現 国立陽明交通大学）大学間交流協定（電子研が責任部局）
物質デバイス共同研究拠点の台湾国際化ハブ（5 + 2 国際シンポ， 5 + 2 国際講義）

- 5（北大電子研、東北大多元研、東工大化生研、阪大産研、九大先導物研）
- 2（台湾陽明交通大理学院、台湾中央研究院応用科学研究センター）



交通大学でのセンター設立調印式



交通大学側
センター

電子研側
センター

5+2 組織長会議
@交通大学

NEW INTERNATIONAL TRAINING OPPORTUNITY OFFERED BY
EMERGING COLLEGE OF THE FUTURE
STARTING IN NEW SEMESTER FROM SEPTEMBER, 2018
IN DEPARTMENT OF APPLIED CHEMISTRY, NCTU

Course: Current Topics in Emerging Materials and Devices (國際研習及公開研習)
Credit: 2.0
Lecturers: More Than 18 Top Japanese Professors of Hokkaido, Tohoku, Osaka and Kyoto Universities and 30th Director of Technology
Lecture room: Science Building, T2, Room 210
Lecture time: 9:00 am - 12:00 pm (Wed)
Maximum attendance: 60 students
Course fee: 100,000 JPY (1,000 USD)
Department of Applied Chemistry, NCTU
No. 1, Sec. 2, Yangmingshan Rd., Taipei 112, Taiwan
Tel: 02-27312171 ext. 54545
Email: nctufuture@gmail.com

RIES
College of Science, Center for Emerging
Frontier Material Science (CEFM) co-ordinated by
Prof. T.-P. Lu and C.-S. Shieh, NCTU and
Emerging Center for Applied Quantum Materials
Group have co-organized a "2-year
cross-department course related to the fields of
chemistry, materials, physics and nanotechnology.
The course will focus on introducing the
fundamental concept of a subject and connecting
to the new and advanced research topics.
It is a very rare and unique course for master
undergraduate students as well as graduate
students.

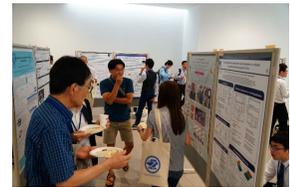


↑ 第1回5+2国際シンポ(交通大学, 2018年5月)

←(5+2)共同講義ポスター (国際教育経験, 3単位)



交通大学学長と5+2組織長



若手ポスター発表風景

学術コミュニティへの貢献 物質・デバイス領域共同研究拠点によるネットワーク型共同研究事業

ネットワーク型共同研究拠点(平成22年度～)(第1,2期期末評価:ダブルS評価)



「物質・デバイス領域共同研究拠点」

◆公募(2010～2021年度)
累積>5,500件の共同研究支援

◆拠点機能強化プログラム創設(2016年度～)
累積>770件の共同研究支援

第2期(2016～2021年度)



5研究所間共同研究

- 社会問題に資するイノベーション創出
- 世界の科学をリードする人材輩出



第3期(2022～2027年度)

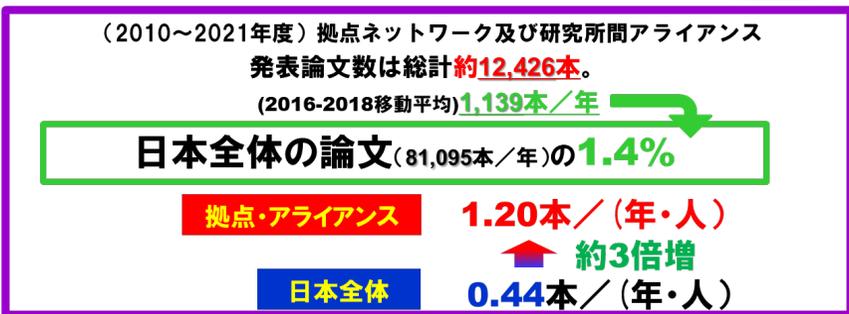
拠点本部: 阪大産研

新規プログラム

新 クロスバ-共同研究

新 機動的共同研究

【異分野領域との融合】
人文社会科学を含む社会課題等の研究者との交流

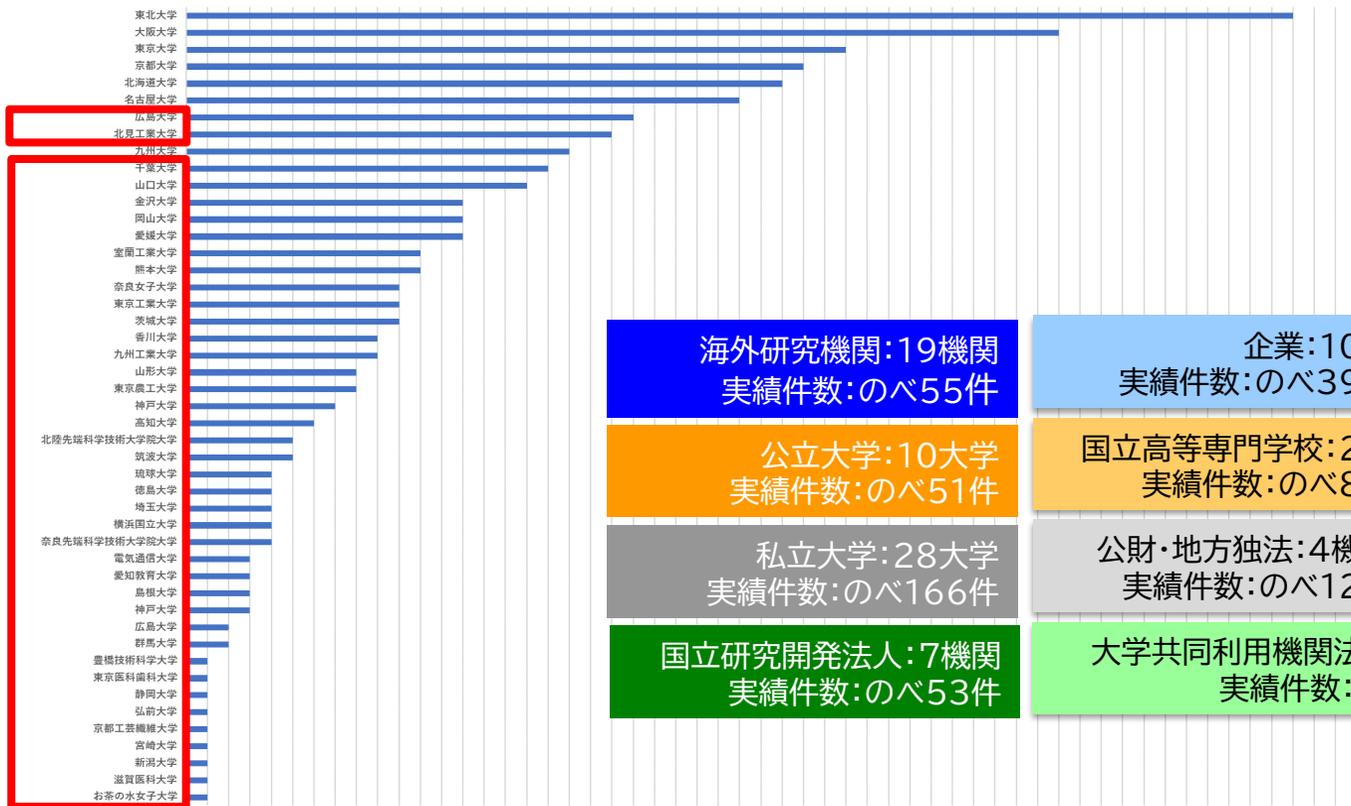


令和3年度概算要求事業
「新たな学際領域を生み出す
異分野融合研究拠点をコアに
した若手研究者育成」
(電子科学研究所
+ 遺伝子病制御研究所)

学術コミュニティへの貢献 物質・デバイス領域共同研究拠点によるネットワーク型共同研究事業

電子科学研究所 共同研究実績件数:のべ902件 2010年度～2021年度(12年間)

国立大学 実績件数



国立大学:
47大学(55%)

実績件数:のべ492件

赤枠は旧帝大以外

学術コミュニティへの貢献 マテリアル先端リサーチインフラ事業



附属ナノテクノロジー研究センター設立(H14年度)
クリーンルーム設備・ナノテック関連大型共用装置の設置



北海道イノベーション創出ナノ加工・計測支援ネットワーク(H19~23年度)

【参画組織】電子科学研究所(中核), 触媒化学研究所, 工学研究院, 量子集積エレクトロニクス研究センター, 千歳科学技術大学



ナノテクノロジープラットフォーム(H24~R3年度)

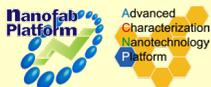
最先端ナノテック機器を学内外(含企業)に有料開放し全国NWで研究支援

利用実績: 2326件(学外へ1000件)・年平均230件以上

第2期中期計画期間の業務評価での最高評価に貢献

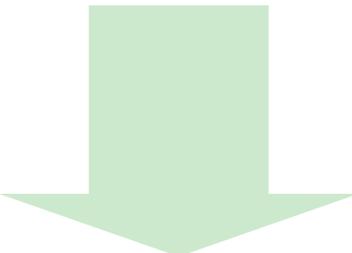
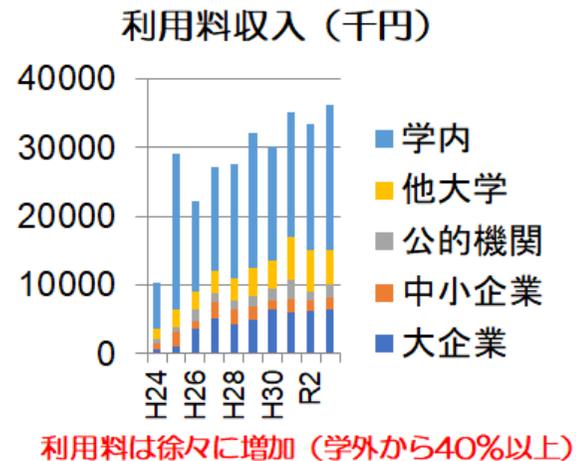
高い稼働率

- 薄膜加工装置群 76.1%
- 高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡 72.9%
- 収差補正走査型透過電子顕微鏡 65.7%
- (平成28~29年度平均)



2拠点: 微細加工, 微細構造解析

技術支援貢献賞として3グループ(合計7名)
秀でた支援成果3件(H25, 26, 29年度)



ARIM



HOKKAIDO UNIVERSITY

マテリアル先端リサーチインフラ(R4年度~)

(Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology)

ARIMでの装置開発・材料開発 産学連携と人材育成

新規導入 プラズマ原子層堆積装置



- ・プラズマALD
- ・8インチウエハ対応
- ・H₂、NH₃ガス導入

装置仕様はこれまでの成膜ノウハウを盛り込んで装置設計
(メーカーと協議してほぼ新設計)

→ **SamcoからAD-800LPとして販売開始**

今まで以上に多様な材料へ対応

- オンラインで装置メンテナンス・システム更新
- 産総研などと共通のマテリアル・プロセスデータベース構築

先端材料メーカーから社会人博士課程の学生を受入

人材育成と産学連携の促進、研究成果の社会実装の加速

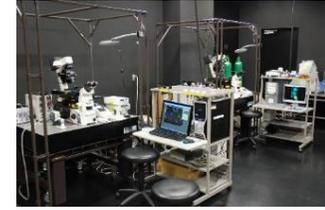
学術コミュニティへの貢献 ニコンイメージングセンター(NIC)

H17年ニコンバイオイメージングセンター

最先端バイオ顕微鏡の共用サービス

学内外の利用件数

延べ1436件(H19-H22)



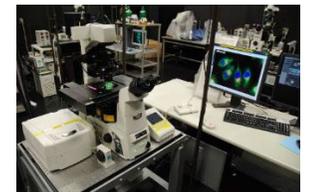
H24年ニコンイメージングセンター(NIC)

人材育成: 蛍光イメージングセミナー他

全国の大学院生・若手研究者・企業を対象とした最新バイオイメージングの教育

各種学術講演会の開催、顕微鏡メーカー・関連企業の協力

(例年)のべ利用時間**2500時間**・利用者**430名**(1割は海外), これまでの論文**92報**



R1~R5 フォトエキサイトニクス-光励起状態制御の予測と高度利用-研究拠点

「学内機能強化促進事業」(代表: 理学研究院・遺伝子病制御研究所), **NIC医歯薬計測サテライト設置**

H28~R9年 先端バイオイメージング支援プラットフォーム(ABiS)事業

文科省「学術研究支援基盤形成」(代表: 生理学研究所・基礎生物学研究所)

科研費「学術変革領域研究(学術研究支援基盤形成)」(代表: 鍋倉 淳一@生理学研究所)

科研費採択者に先端イメージングに関する技術支援・トレーニング

NICは先端光学顕微鏡支援と地域支援(R3年度までの科研費課題支援22件, 講習会セミナー20件)



アウトリーチ活動

- 市民との対話 研究所一般公開 (1400名が来場)
- 高校生との科学対話
- 読売新聞連携科学講座
- サイエンスカフェ・札幌
- 発明品の社会実装



将来展望：半導体産業との連携強化

EUROPE

KU LEUVEN 欧州

imec

IC Cubix
Fastest observation
Deepest observation
Brightest observation



ASIA

國立陽明交通大學

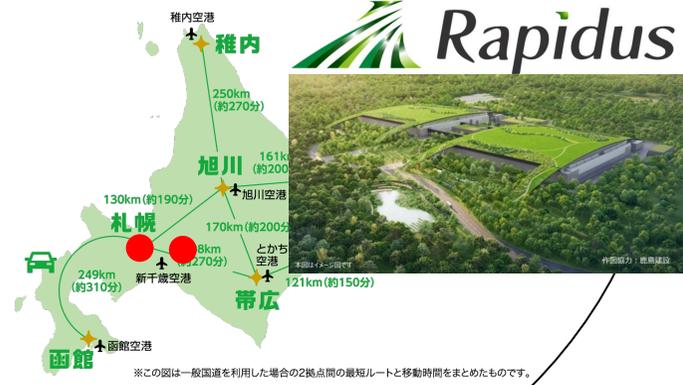
台湾国内大学ランキングで4位の有名国立大学です。2018年に医学分野が強い陽明交通大学と、理工科学分野が強い国立交通大学が合併し今の校名に改称しました。そのため、研究の為の最新の施設や豊富な研究費があります。別荘大学病院も所有しています。

tsmc



HOKKAIDO UNIVERSITY 北海道

北海道大学





北海道大学 Research Institute for Electronic
Science Hokkaido University

電子科学研究所

光を使って分子の集合を操る

北海道大学 電子科学研究所
准教授 平井 健二

略歴

平井 健二

1984年8月23日生（39歳）

2013年3月 京都大学 大学院工学研究科 合成・生物化学専攻 博士課程修了
博士論文指導教官 北川進 教授

2013年4月 JSPS海外特別研究員（ミシガン大学）

2014年11月 北海道大学 大学院理学研究院 化学部門 特任助教

2017年12月 北海道大学 電子科学研究所 光科学研究部門 准教授

MOF: metal-organic framework

気体や液体の吸蔵・分離材として利用可能

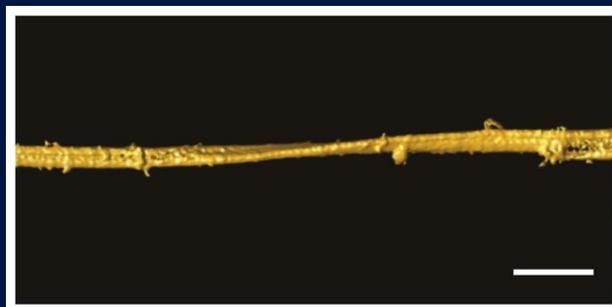
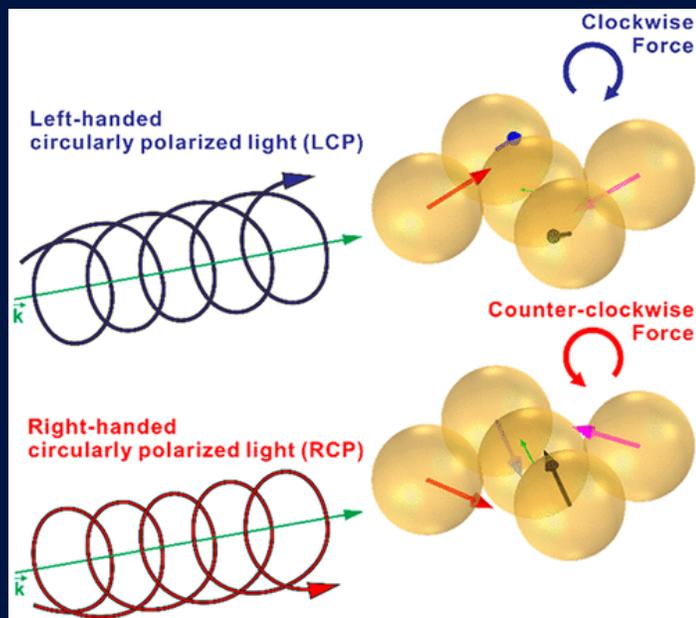


Angew. Chem. Int. Ed. 2011, 50, 8057
J. Am. Chem. Soc. 2014, 136, 14966. etc.

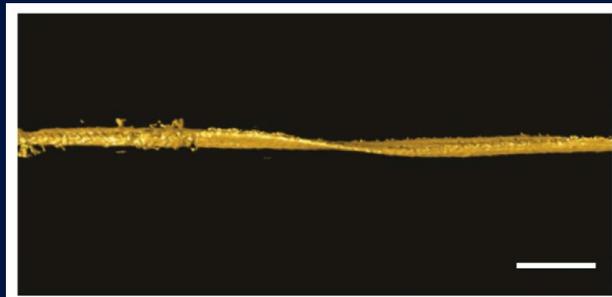
分子が自然と集合することでMOFができる
望みの構造を意図的につくるのは難しい

キャリア初期に考えていたこと：分子の集合を操作する方法をつくりたい

光で粒子の電子状態を変化させ、望みの集合構造へと導ける



左巻き円偏光：左巻きの粒子集合



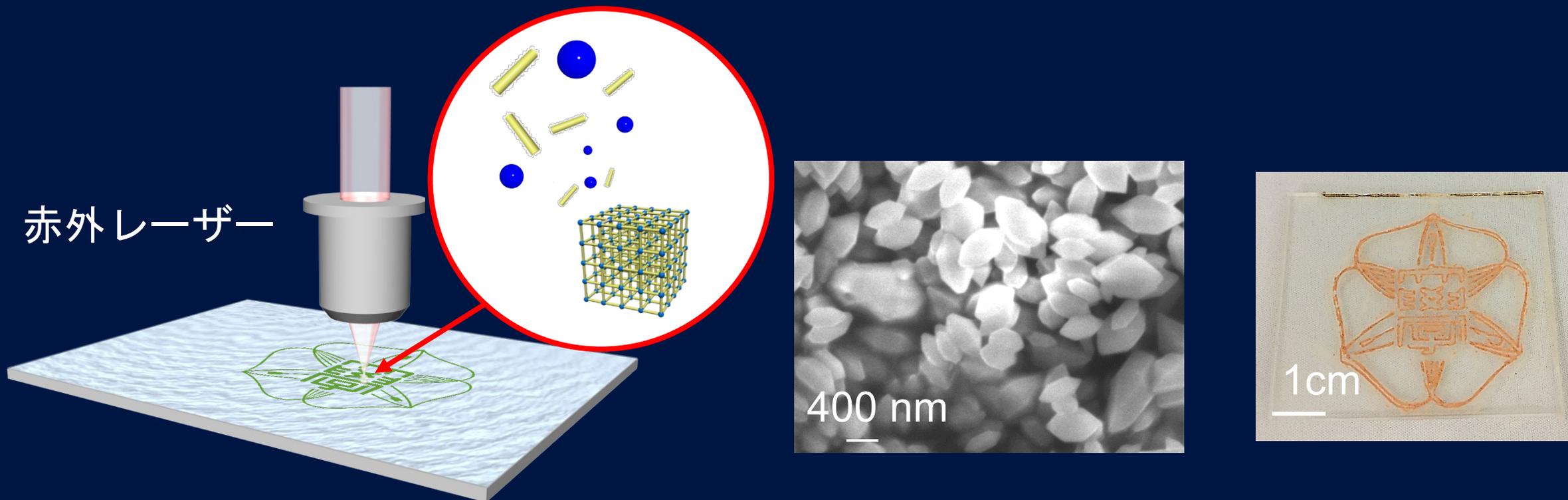
右巻き円偏光：左巻きの粒子集合

J. Yeom, N. A. Kotov et al. *Nat. Mater.* 2015, 14, 66

研究手法以外に得られたこと

- ・ 同僚が若手PIになっていく環境で、研究者としての自立を意識するようになった
- ・ 複数の専門を学び、学際研究や共同研究を推進する素養が身についた

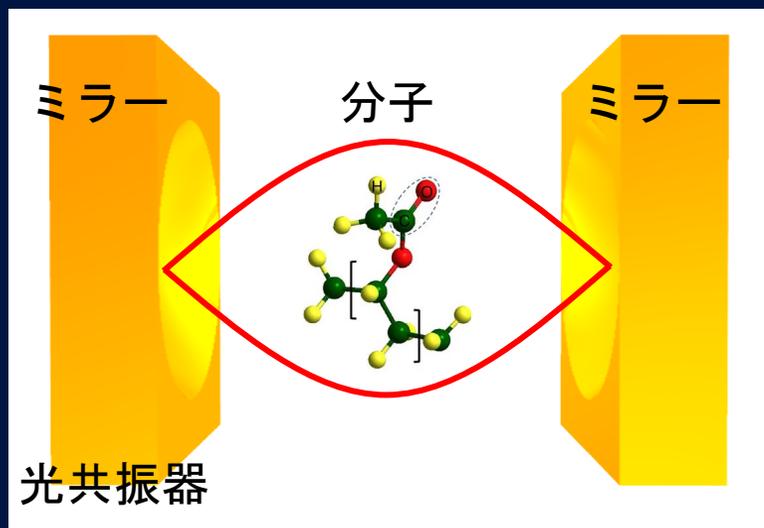
帰国後、分子の集合を赤外光で操作することにトライ



Chem. Commun. **2017**, 53, 5275

発熱が速いため、集合の操作ではなく、加熱反応になってしまう...

電子科学研究所光科学研究部門に着任 赤外光の光共振器の技術を知る



2枚の光反射ミラー（光共振器）で分子を挟む
光共振器の中で分子の電子雲の偏りを操作できる
放熱よりも速く分子と光が相互作用する
熱が発生しない

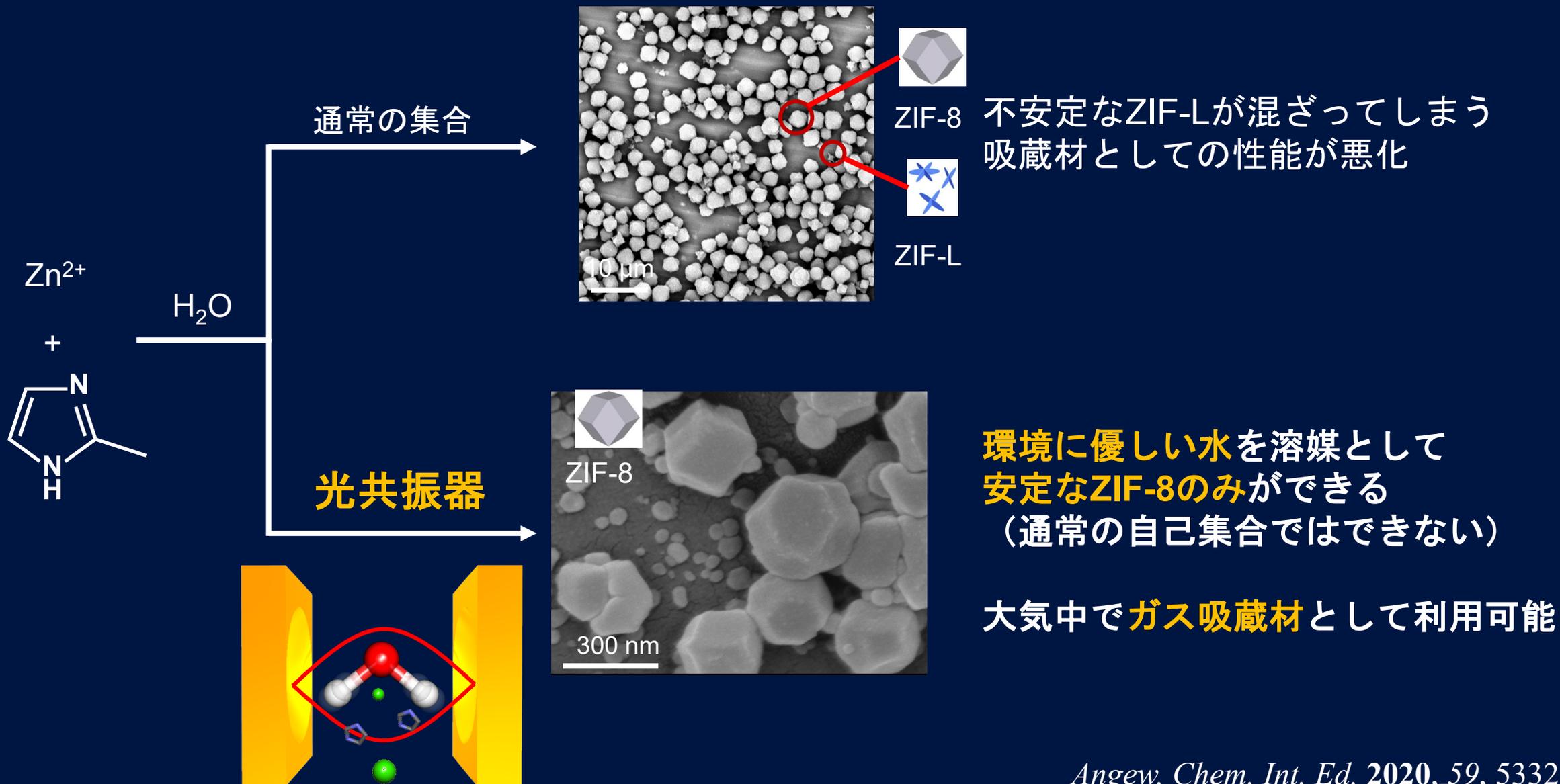
A. Shalabney *et al.*, *Nat. Commun.* **2015**, 6, 5981



2018~2022
JSTさきがけ研究

光共振器による分子集合の操作に世界で初めて成功

2017~現在
准教授@北大電子研



学術的波及効果

光共振器による分子集合の操作に世界で初めて成功
Angew. Chem. Int. Ed. 2020 の論文は140回引用 Google Scholar

*Chem. Rev.*誌 (Impact Factor 62.1) から執筆依頼

招待講演26件 (うち国際学会10件)

技術展開

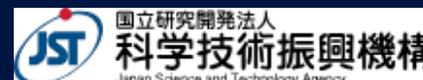
特開2021-178311 共振器リアクタ

JST新技術説明会 (2023年10月20日)

民間企業2社と技術相談



新技術説明会 動画



将来の目標

分子集合と光共振器の学際領域を拓き、集合・物性操作の技術を確立したい。



クロスオーバーアライアンス



物質・デバイス領域共同研究拠点



笠井 教授
(東北大多元研)



小澤 教授
(東北大多元研)



大谷 准教授
(九大)



田中 教授
(九工大)



増原 教授
(山形大)

Adv. Opt. Mater. 2023
ACS Appl. Nano Mater. 2021
ACS Appl. Nano Mater. 2020

ACS Omega 2021

Chem. Mater. 2024
Angew. Chem. Int. Ed. 2020

Small 2024

Nano Lett. 2023
RSC Adv. 2022
ACS Appl. Nano Mater. 2020
Chem. Commun. 2019

分子の集合と光科学をベースに共同研究 (10報の論文発表)

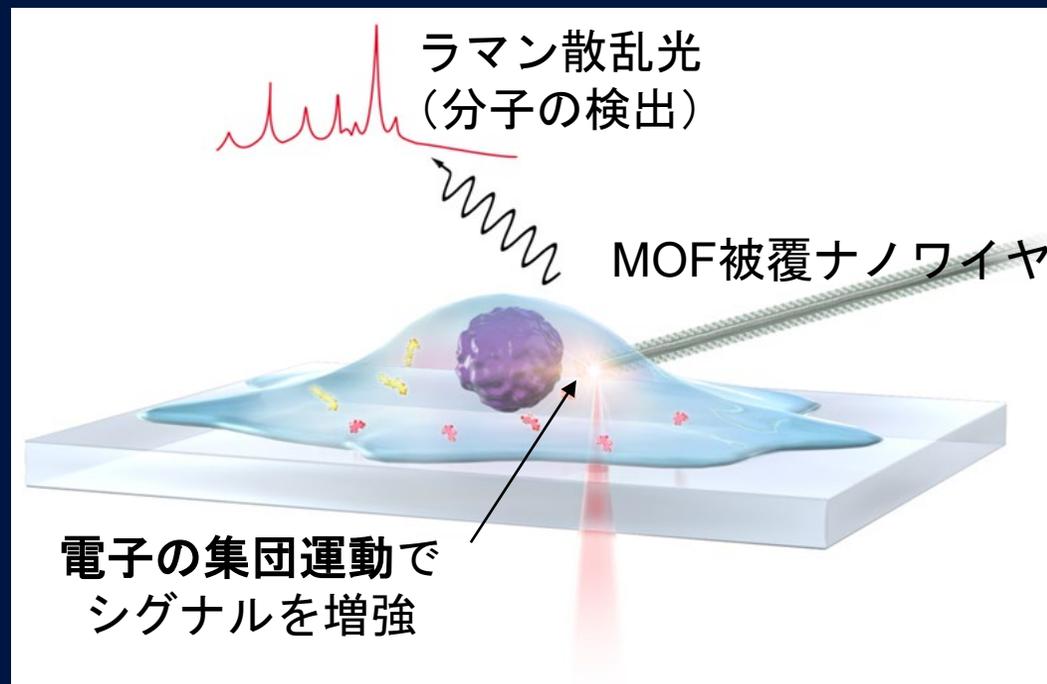
クロスオーバーアライアンス共同研究の例

2017~現在
准教授@北大電子研

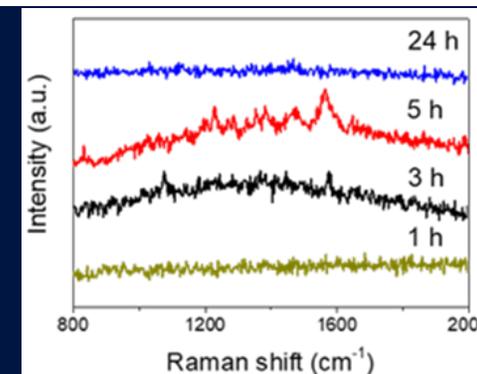
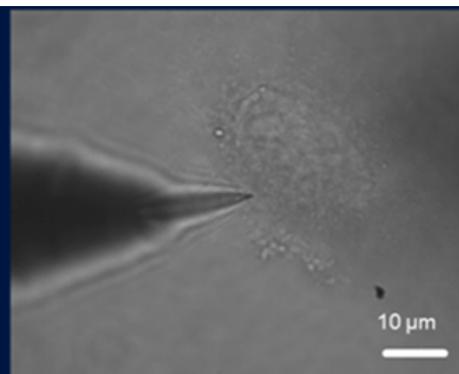
光科学 (平井・雲林院)



笠井 教授
(東北大多元研)



分子集合
(平井)



Adv. Opt. Mater. **2023**
ACS Appl. Nano Mater. **2021**
ACS Appl. Nano Mater. **2020**

分子集合による材料開発と光科学を利用して細胞内の抗がん剤代謝を観測