

# 環境エネルギー材料研究拠点の活動

数理物質融合科学センターワークショップ  
2017年1月23日

鍋島 達弥  
(環境エネルギー材料研究拠点長)



# 数理物質融合科学センター

Center for Integrated Research in Fundamental Science and Engineering

センター長 Director

運営協議会  
Steering Committee

連携支援室  
Office of International  
Innovation Interface

センター運営室  
Office of Administration

共用施設室  
Office of Shared Facilities

融合研究企画室  
Design Office of Integrated Research

## 宇宙史国際研究拠点 Research Core for the History of the Universe

## 環境エネルギー材料研究拠点 Research Core for Developing Energy and Environment-friendly Materials

- 南極天文部門 (南極天文台)  
Division of Antarctic Astronomy  
[Antarctic Observatory of Astronomy]
- 素粒子構造部門  
Division of Elementary Particles
- クォーク・核物質部門  
Division of Quark Nuclear Matters

- 逆問題研究推進室  
Laboratory for Inverse Problems
- 光量子計測器開発推進室  
Laboratory for Development of  
Photon and Particle Detectors

- エネルギー貯蔵・変換物質部門  
Division of Materials for  
Energy Storage and Conversion
- バイオエネルギー研究チーム  
Research Team for Bioenergy
- 物質変換材料部門  
Division of Materials for  
Chemical Conversion

計算科学研究センター (CCS)

学際物質科学研究センター (TIMS)

...

# 学際物質科学研究(白川)センター

理念：工学と理学の枠を越えた連携と融合により、未来型機能性物質群の創成と学際物質科学研究の新機軸を構築する

2011年4月改組、3分野9研究コア、ナノグリーンイノベーションを目指し、「 $\pi$ 電子物質科学の基礎と応用」をメインテーマとする

筑波大の中期目標・中期計画、政府の新成長戦略にも合致

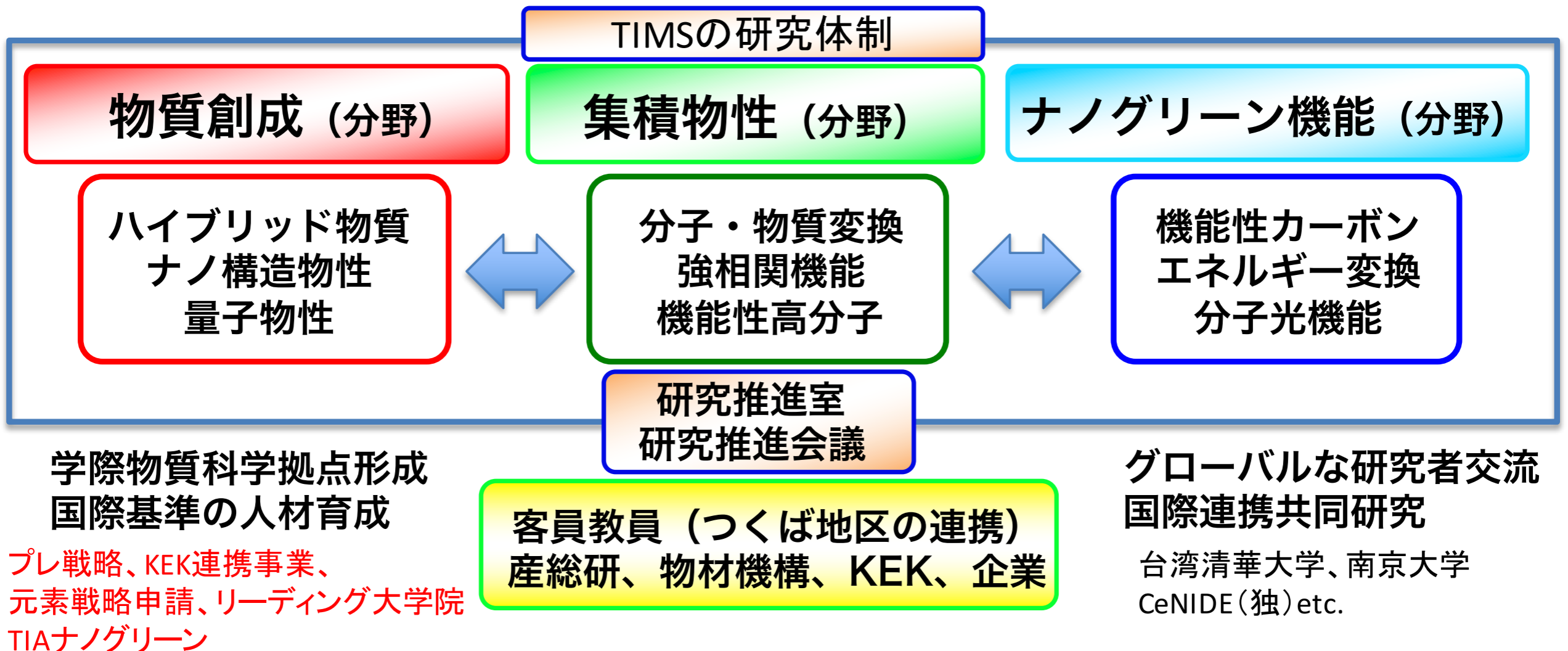


2003年設立



白川英樹  
名誉教授

目的：筑波大が世界をリードしてきた炭素科学、元素科学の研究者を結集し、新学域と革新的エネルギー技術・素材の開発、つくば連携研究拠点を作る




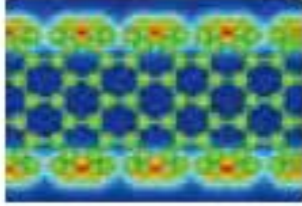
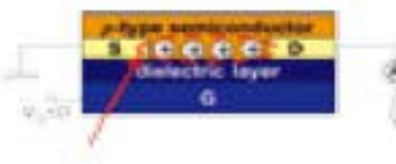

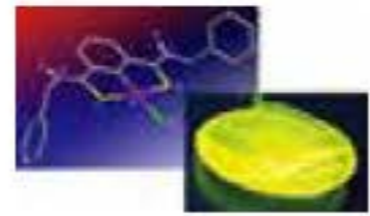



プレ戦略、KEK連携事業、  
元素戦略申請、リーディング大学院  
TIAナノグリーン

グローバルな研究者交流  
国際連携共同研究

台湾清華大学、南京大学  
CeNIDE(独) etc.



研究分野					
物質創成分野		集積物性分野		ナノグリーン機能分野	
ハイブリッド物質コア		分子・物質変換コア		機能性カーボンコア	
ナノ構造物性コア		強相関機能コア		エネルギー変換コア	
量子物性コア		機能性高分子コア		分子光機能コア	

ケイ素化学（関口、一戸、中本）  
 グラフェン構造体創成と評価（藤田、加納、小林、村上）  
 グラフェンの量子物性（初貝、神田）  
 超分子化学（鍋島、北、山村、中村）  
 二次電池（守友、西堀、小林、笠井）  
 $\pi$ 共役系光機能性高分子（神原、木島、山本、辻村、桑原）  
 機能性カーボン（中村、後藤、近藤）  
 太陽電池メカニズム（秋本、丸本、櫻井）  
 光反応ダイナミクス（新井、西村、百武）

現在は「環境・エネルギー」テーマとして研究を推進



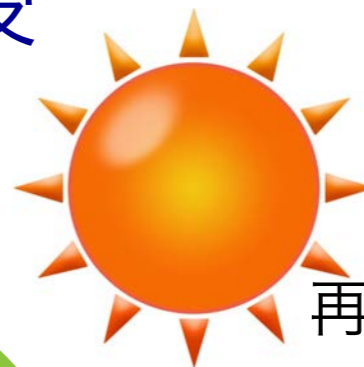
# 環境エネルギー材料研究拠点（白川センター）

ミッション：持続可能な社会の構築に向け、高効率なエネルギー変換や物質変換およびエネルギー貯蔵、さらには再生可能エネルギーの高効率利用を可能にする革新的物質・素材・材料を開発する。

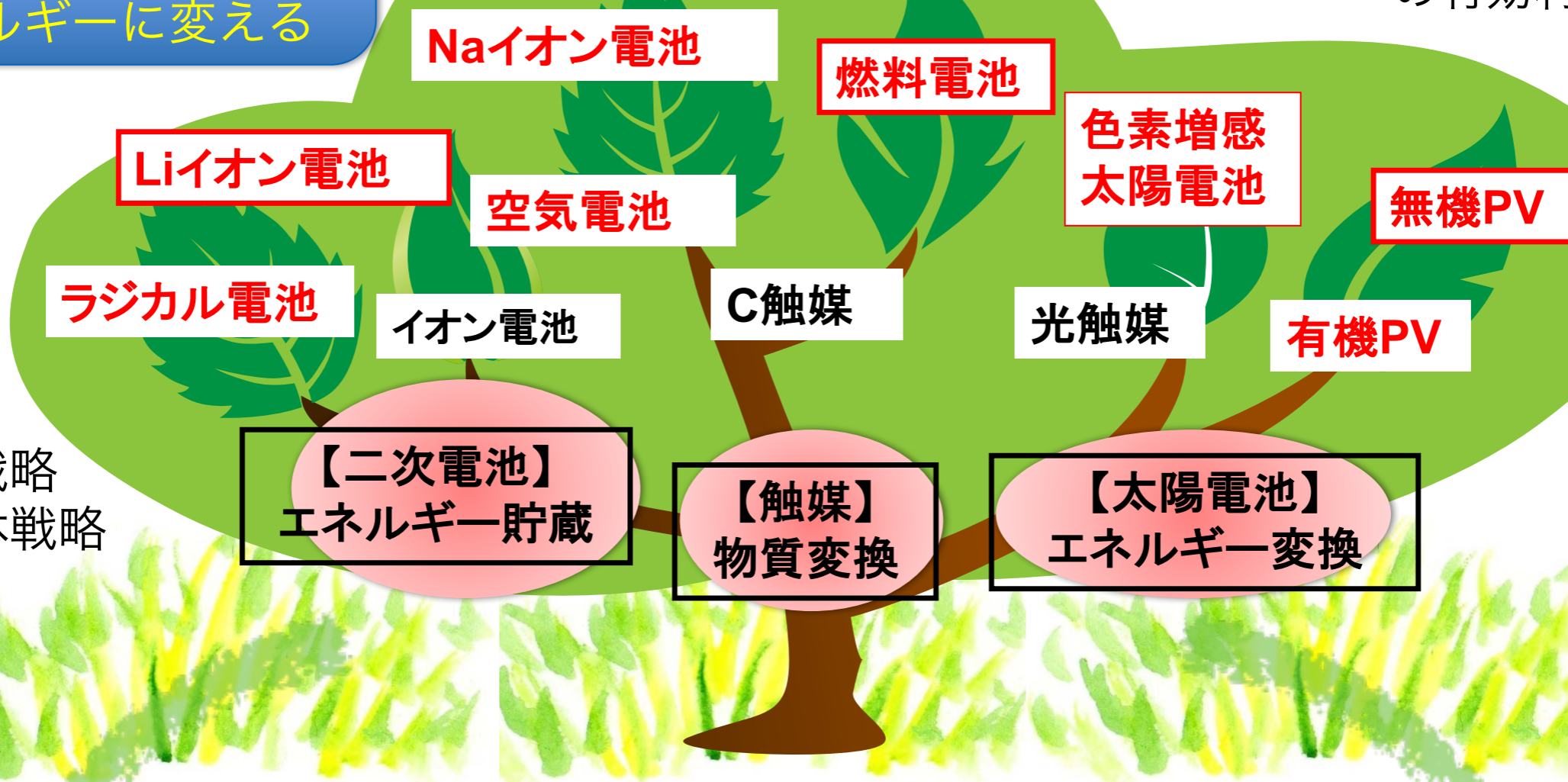
拠点長(コーディネータ)：鍋島達弥教授

エネルギーを生み出す  
エネルギーを輸送する  
エネルギーを貯める  
別のエネルギーに変える

## 新電池と新物質が作る エネルギー系統樹



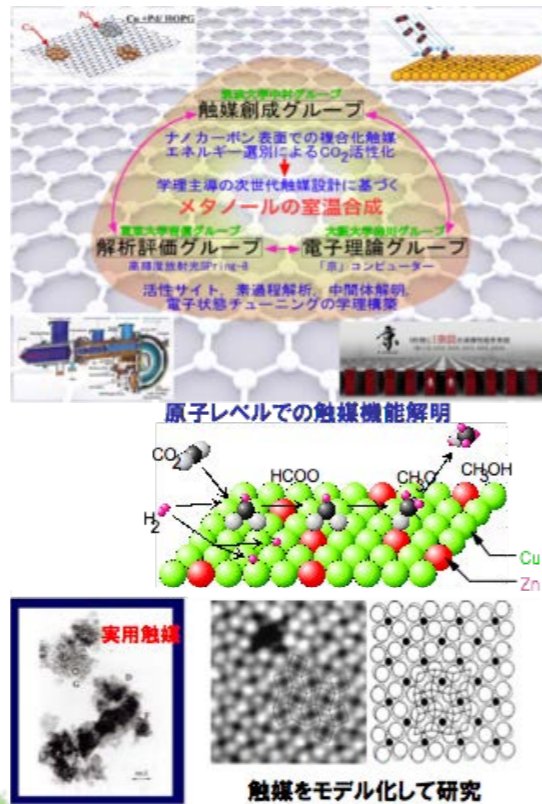
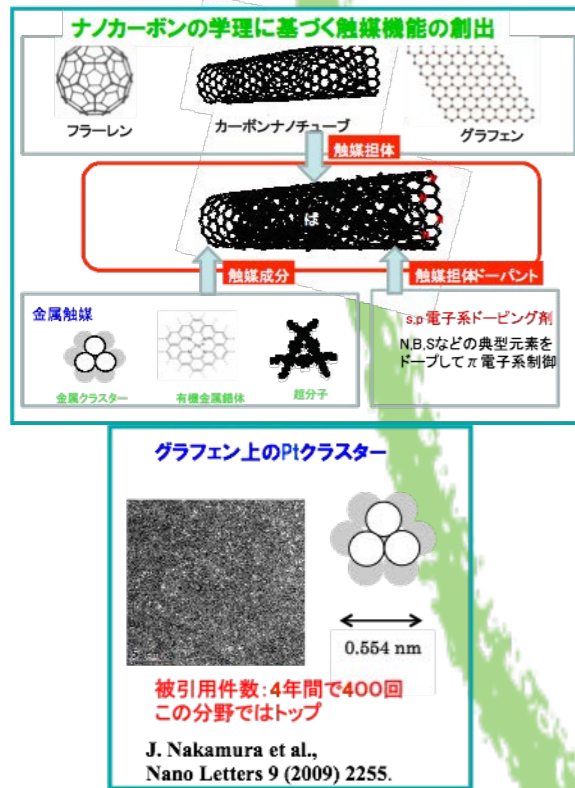
再生可能エネルギー  
の有効利用



代替元素戦略  
代替同素体戦略

# 物質変換材料研究部門

部門長(PI)：中村潤児教授

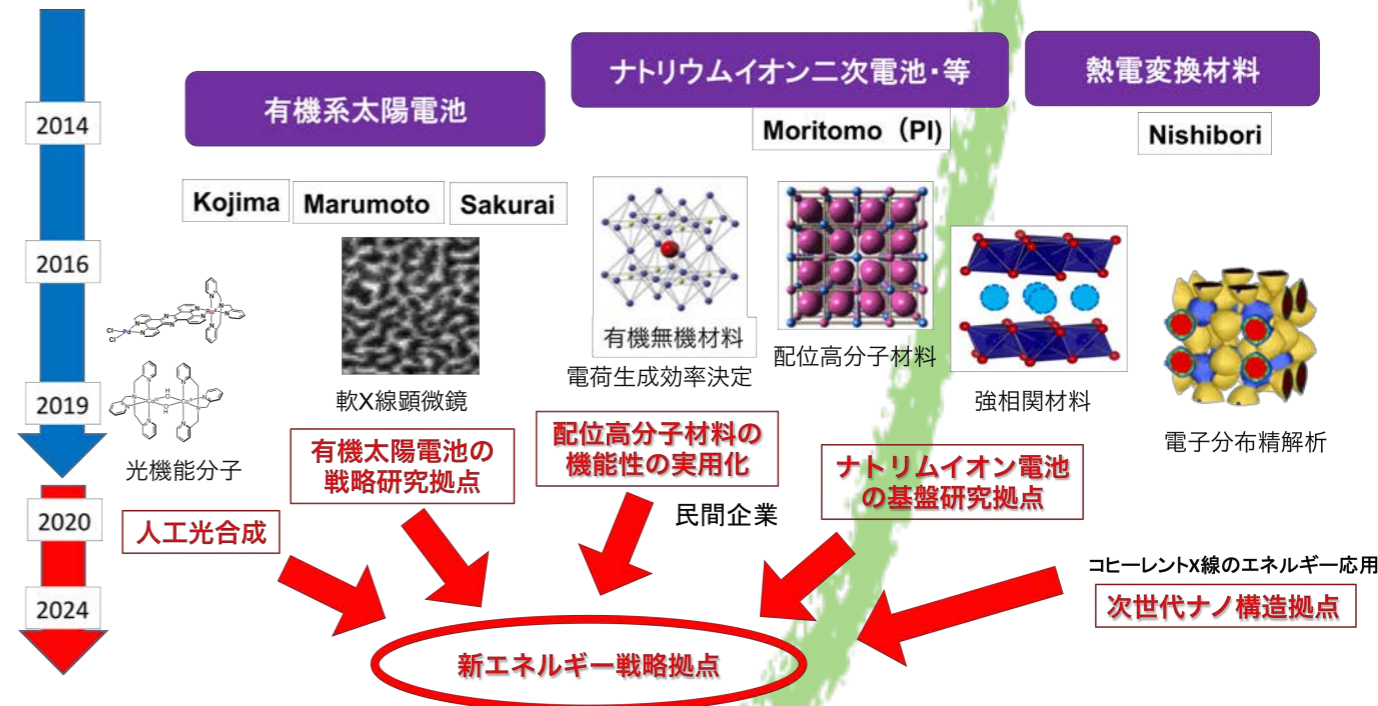


1. ナノカーボンの反応性を物理・化学的に解明
2. ナノカーボンに金属クラスターなどを担持し電子状態をチューンしたコンポジットの作製
3. 燃料電池や二酸化炭素の化学的変換のための新規触媒創成
4. 実際の燃料電池に電極触媒を組み込んだ実用触媒の開発

ナノカーボンの化学機能の解明と  
触媒材料への応用

# エネルギー変換・貯蔵部門

部門長(PI)：守友浩教授



物性物理学の視点からエネルギー物質を深く掘り下げ、高効率エネルギー変換物質と高容量エネルギー貯蔵物質を創製

逆問題研究推進室との協力によるデータ解析手法開発

独自の基礎研究を基盤とした革新的環境エネルギー材料の創出

⇐ オールジャパン「環境エネルギー材料コンソーシアム」の構築と牽引

TIMS将来構想のコアと位置付け、重点研究センター設立時にTIMSと一体化。



# 環境エネルギー材料研究拠点

TIMS改革に向けて

エネルギー材料研究を先導する拠点+つくば地区のHUB機能

TIMSとの  
連携

TIMSの  
再編成

物質変換材料研究部門  
(中村、神原、山本、近藤)

エネルギー変換・貯蔵物質部門(守友、西堀、笠井、岡田)

TIMSとの  
融合

## 拠点のミッション

Energy Materials Scienceの創出

電子・原子・分子レベルでの構造制御と機能に関する学理の確立

設計・合成・計測・計算の融合と連携

## TIMS改革

生体物質を利用した新エネルギーシステムの実現

バイオエネルギー研究チーム

鍋島(チームリーダー)

北、加納、辻村

(次世代の拠点・部門形成に向けて)

機能性生体物質の  
構造を決める  
働きを見る  
再構成する

生命機能をモチーフとした  
次世代エネルギー産生

北 将樹: 資源天然物化学、生命エネルギーに関わる機能性物質の発見

加納英明: バイオ関連非線形フォトニクス、生細胞・生体内の現象を非染色可視化・計測

辻村清也: 電気化学バイオデバイス、生体触媒の電極反応系を構築

バイオエネルギー物質の作用機序を解明し(学理を構築)、新機能材料を創出する

# エネルギー変換・貯蔵物質部門

部門長：守友 浩

構成員：西堀英治

岡田 晋

笠井秀隆

小林 航

丹羽秀治

連携教員

丸本一弘 (物質工学域)

櫻井岳暁 (物理工学域)

柳原英人 (物理工学域)

末益 崇 (物理工学域)

小島隆彦 (化学域)

関口 章 (化学域)

## 部門の使命

【エネルギーサイエンスの推進】

エネルギー現象を電子論的・微視的に解明

【エネルギーイノベーションの実現】

サイエンスに基づき革新的エネルギー技術を創出

【国際エネルギー研究拠点の構築】

エネルギー科学の国際拠点を構築



# エネルギーサイエンスの必要性

エネルギー技術 Energy Technology

- ・未だに伸びしろの大きな産業分野
- ・将来の日本の産業を牽引



無機系太陽電池

配列制御された活物質

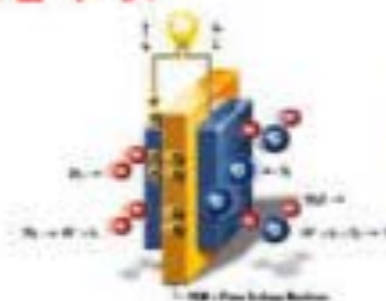


有機系太陽電池

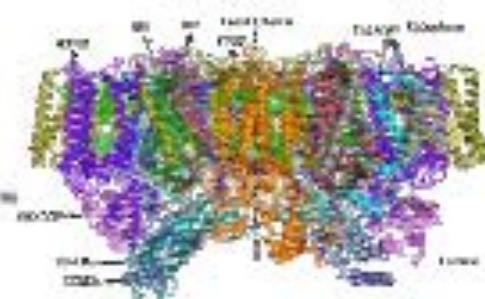
配列制御されていない活物質



次世代二次電池



燃料電池



人工光合成

半導体素子

半導体物理学  
ナノ加工技術

- 計測・解析技術の確立
- 性能の予測・設計

熱電池

二次電池

太陽電池

触媒

生命

エネルギーサイエンス

- 計測・解析技術が未整備

本事業

- ピコ構造解析技術の開発
- 新しい学問分野の創生
- 性能の予測・設計

現在「周期系の科学」

谷渡りの研究

未来「非周期系の科学」

本学が組織をあげて渡り切る



# Mission: Exploration of the energy materials science (EMS) for the sake of innovative device



Dr. V. Pralong



Prof. B. Iversen

TLS/TPS



Dr. D.-J. Huang  
Dr. J. Okamoto



Dr. Y. Ohishi



Prof. T. Kamiyama



Prof. K. Amemiya



Dr. M. Otani

## Division of Materials for Energy Storage and Conversion



Sodium-ion secondary battery

Catalyst

Thermo-electronics

Organic solar cell



Measurement

Material

Calculation



Prof. E. Nishibori  
A.P. H. Kasai



Prof. Y. Moritomo  
A.P. W. Kobayashi  
A.P. H. Niwa



Prof. S. Okada

Prof. A. Sekiguchi  
Prof. T. Suemasu  
Prof. H. Yanagihara  
Prof. T. Kojima  
Prof. K. Marumoto  
Prof. T. Sakurai



Prof. Y. Shigeta



Dr. L. Han  
Dr. A. Islam  
Dr. T. Yasuda  
Dr. M. Takeguchi  
Dr. O. Sakata  
Dr. N. Umezawa

Center for Integrated Research in Science and Engineering (CiRfSE), University of Tsukuba  
Research Core for Developing Energy and Environment-friendly Materials





# 海外教育研究ユニット

## オーフス大学材料結晶学センター研究室（～平成32年3月31日）



PI: Prof. Bo. Brummerstedt Iversen (Aarhus University, Denmark)

世話人: 西堀英治 (数理物質系・物理学域)

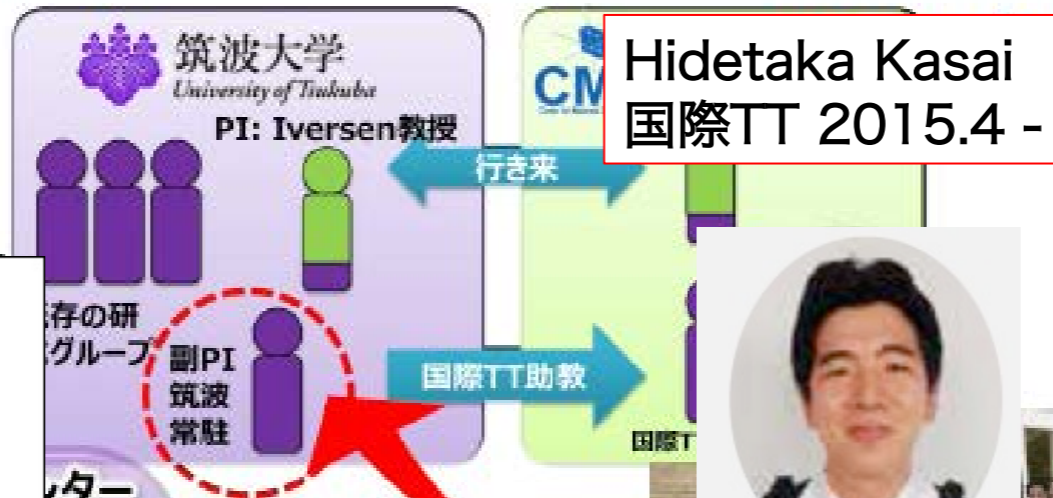
### 海外教育研究ユニット

海外の研究者を含めた研究室（海外教育研究ユニット）を招致し、世界トップレベルの拠点を実現する。

- PI : 委嘱期間中の一定期間、筑波大にて活動 手当 : ¥200万/月
  - 副PI : 筑波大に常駐。任期を付して筑波大で雇用 給与 : ¥600~800万/年
  - 世話人 : PI, 副PIと連携しユニットを運営
  - 国際TT(オプション) : 筑波大より海外研究室へ派遣※本招致では既に国際TTを派遣済み
  - 必要面積 : PI居室 20m<sup>2</sup>, ユニット研究室 100m<sup>2</sup>
- 人件費 : 計 ¥1000万/年  
研究費 : 計 ¥1000万/年  
(研究戦略イニシアティブ推進機構)

#### 学内関連研究科・センター

Venkatesha R. Hathwar  
助教 2016.5 -



Hidetaka Kasai  
国際TT 2015.4 -

Materials Crystallography  
Director: Bo. Brummerstedt Iversen

- 研究者・教員(教授等) : 18名
- 博士研究員 : 13名
- テクニカルスタッフ : 8名
- 博士課程学生 : 54名



Bo Brummerstedt Iversen  
2014 - 2014 Grandfias Prize

TIMS  
CiRISE  
Calculation  
Material  
Center  
拠点  
部門  
ment

数理工学  
環境工  
エネルギー

放射光物質科学コース等

世話人

Prof. S. Okada  
Prof. Y. Moritomo  
A.P. W. Kobayashi  
A.P. H. Niwa  
Prof. E. Nishibori

#### CMCの国際連携：日米欧豪をカバー

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT GÖTTINGEN  
THE UNIVERSITY OF WESTERN AUSTRALIA  
NEUTRON SCIENCES SCIENTIFIC COMPUTING

SPRING-8  
RIKEN  
DESY

# 電池型熱セルによる排熱利用（かけはし課題）

筑波大での研究会(H28.11.21)

KEKでの研究会(H29.1.30)

かけはし「未利用熱エネルギーを変換する熱発電素子」第一回研究会

11月21日(月) 13:00 -

場所 筑波大学自然科学系棟B棟114会議室

プログラム

座長:小林 航

13:00-13:20

守友 浩 筑波大 数理物質融合科学セ エネルギー変換・貯蔵部門 部門長  
「趣旨説明および熱発電素子とは」

13:20-13:50

山本 淳 AIST エネルギー・環境領域 省エネルギー研究部門 熱電変換グループ長  
「高性能熱電材料を利用した発電モジュール試作と評価」

13:50-14:20

田中 喜典 NIMS エネルギー・環境材料研究拠点-ナノ材料科学環境拠点  
「GREENにおける全固体電池の取り組み」

14:20-14:40

休憩

座長:守友 浩

14:40-15:10

小野寛太 KEK 物質構造科学研究所  
「量子ビームを用いた材料解析」

15:10-15:40

小林 航 数理物質融合科学セ エネルギー変換・貯蔵部門  
「二次電池材料の起電力の圧力効果」



TIA かけはし「未利用熱エネルギーを変換する熱発電素子」研究会  
「量子ビームを用いた熱電変換素子の解析技術」

日時: 2017年1月30日 13:30 ~ 17:20

場所: KEK 2号館会議室大

【プログラム】

13:30 小野新平 (電中研)

産業界から見たエネルギーハーベスティングの現状

13:55 清水直 (理研)

電気二重層トランジスタを用いた熱電材料の探索

14:20 水口将輝 (東北大)

スピン熱電変換素子の開発と機能評価

14:55 大江純一郎 (東邦大)

高効率熱電変換理論の構築とデバイス設計

休憩・コーヒーブレイク

15:30 吹留博一 (東北大)

オペランド顕微X線分光を用いた二次元デバイスの動作機構解明

15:55 豊田智史 (京大)

光電子分光を用いたデバイス材料界面の分極物性解析

16:20 小林航 (筑波大)

電池型熱セルにおける熱発電

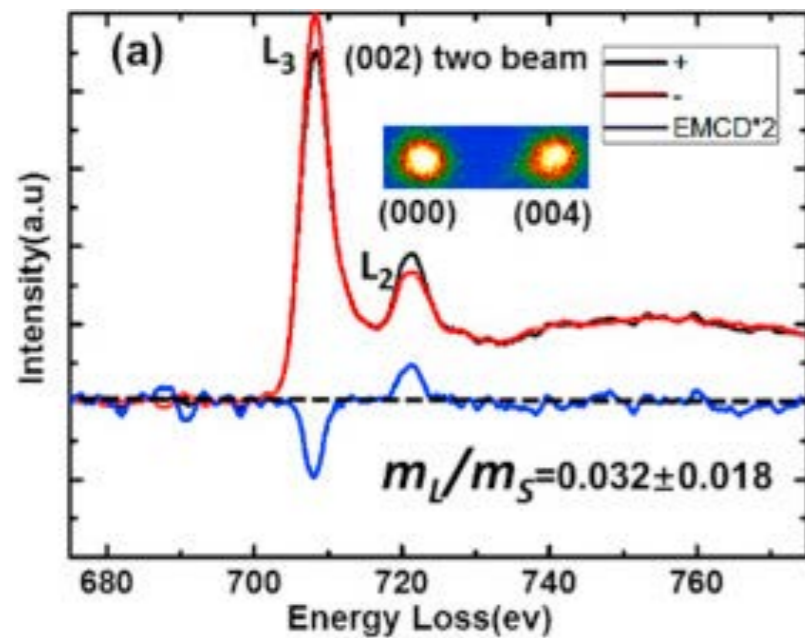
16:55 武市泰男 (KEK)

量子ビームを用いた材料の解析技術の展望



Effects of dynamic diffraction conditions on magnetic parameter determination in a double perovskite  $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$  using electron energy-loss magnetic chiral dichroism

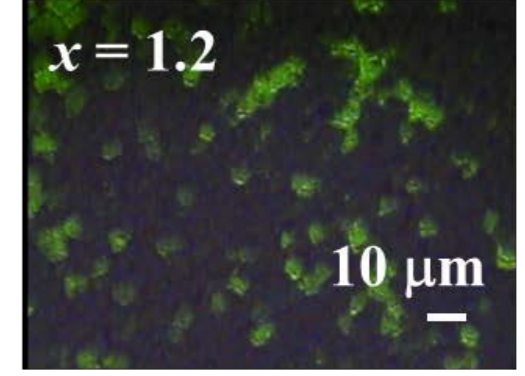
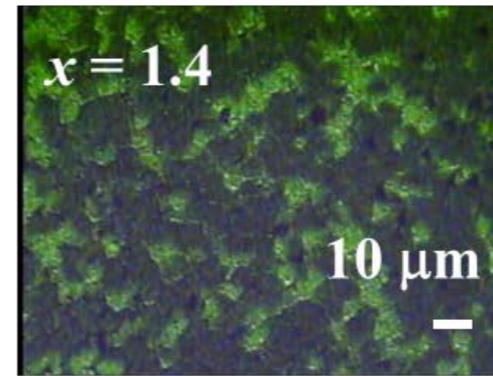
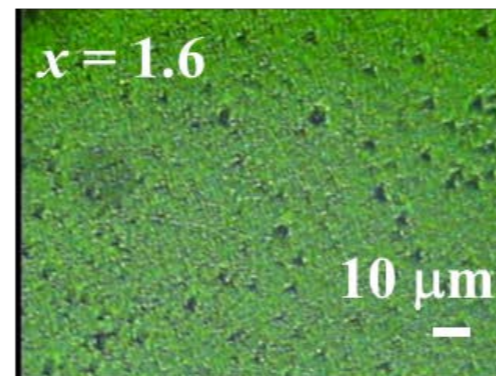
Z.C. Wang<sup>a</sup>, X.Y. Zhong<sup>a</sup>, L. Jin<sup>b</sup>, X.F. Chen<sup>a</sup>, Y. Moritomo<sup>c</sup>, J. Mayer<sup>b, d</sup>



- Electron energy-loss magnetic chiral dichroism (Zhong提案の新手法)
- 守友Gは最適の測定資料を提案・提供

M. Takachi and Y. Moritomo,  
“In situ observation of  
macroscopic phase separation  
in cobalt hexacyanoferrate  
film”

Sci. Reps., in press.



- ドメインの色の異なるコバルトプルシヤンブルー類似体薄膜に着目し、充電時におけるドメインダイナミクスの可視化に成功しました。
- 二次電池の充電にともない、巨大ドメイン（10,000ナノメートル）の成長を確認しました。
- ドメイン境界が、リチウムイオン脱離が起こる活性点であることを突き止めました



# 物質変換材料研究部門

## 学理に基づく環境エネルギー材料の創成

PI: 中村潤児

他連携研究員14名

共同研究者: 神原教授、山本准教授、近藤准教授

### 1. 研究部門のミッション

触媒反応、有機化学、高分子化学など**化学反応を最大限に利用して環境エネルギー材料を創成する**

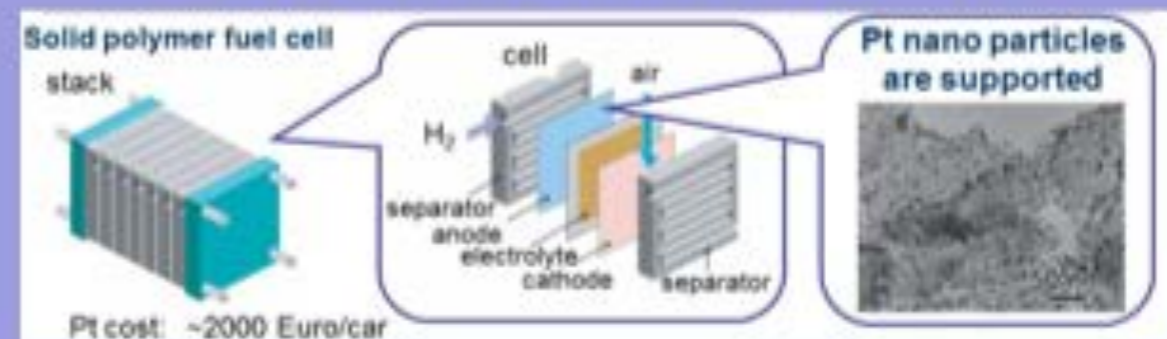
### 2. 重点研究

- ・白金代替カーボン燃料電池触媒 (中村)
- ・化学的CO<sub>2</sub>転換(メタノール合成) (中村)
- ・有機薄膜太陽電池、有機EL (神原)
- ・レーザー共振器、マイクロ波共振器 (山本)

### 3. 特長

- ・メカニズムを原子レベル・電子レベルで研究すると同時に材料設計を行う

PI: 触媒による環境エネルギー分野への貢献  
白金を代替する燃料電池触媒



Nano Lett (2009) 715回被引用、  
Nature Comm.(2012), Sci.Rep.(2014),  
Sci.Rep.(2015), Science (2016) 124  
二酸化炭素のメタノールへの転換

JST ACT-Cプロジェクト進行中 平成24~29年  
総額3億円 (代表:中村) Angew.Chem. (2017)

排ガス中のCO<sub>2</sub>を化学的に転換する最有力手法



# 物質変換材料部門の研究内容

## 1. CO<sub>2</sub> のメタノールへの転換

CO<sub>2</sub>活性化機構解明、グラフェン触媒の応用、計算科学(阪大)と放射光実験(物性研)の共同研究

## 2. 燃料電池用カーボン触媒の開発

炭素/白金界面相互作用の解明、カーボンアロイ触媒の機能と設計

## 3. 触媒機能の学理構築

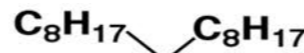
グラファイト系炭素の酸塩基性の起源、担体効果の解明、物性物理と反応性の橋渡し

## 4. 藻類産生油の触媒的転換

C<sub>30</sub>-C<sub>40</sub> 化学の構築、クラッキング、異性化、重合、ハイブリッド化

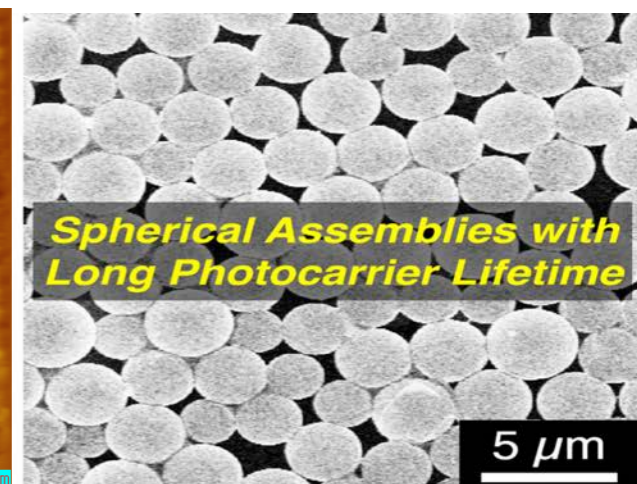
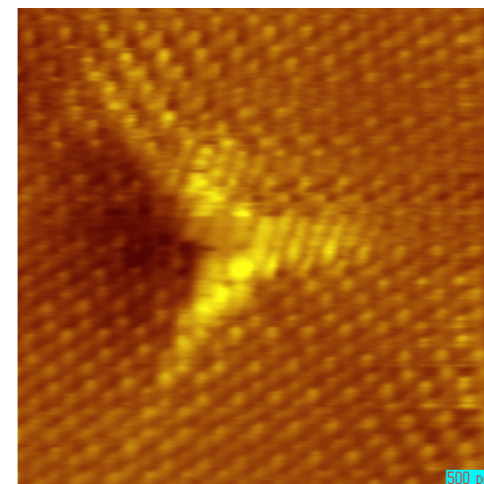
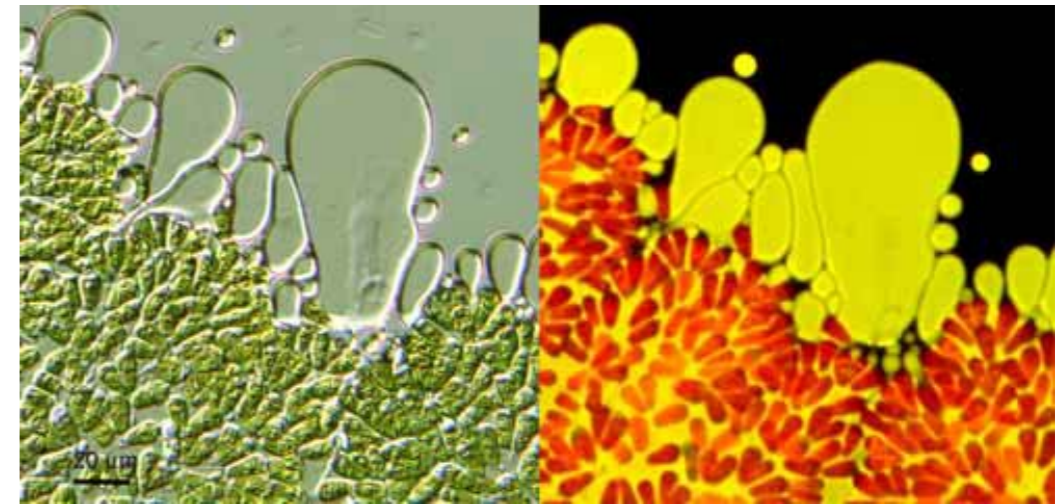
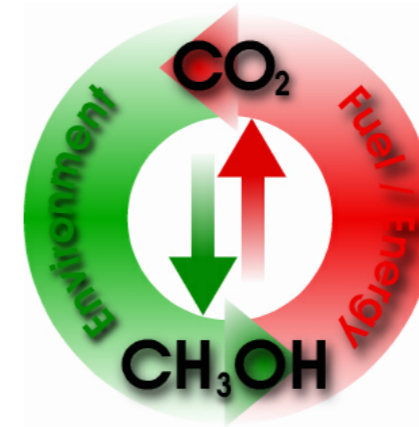
## 5. 光デバイスのための材料合成

ポリマーやグラフェンを用いた発光・レーザー、太陽電池材料



## 6. 新分光法と新物質

ヘテロダイン分光法のSTSへの応用、新二次元物質の創出





# (1) 燃料電池の白金代替となる炭素触媒の活性点を特定した

ネットDe日刊自動車新聞

記事検索

ホーム 本日の紙面・記事 バックナンバー 特集 マイスクラップ

本日の紙面・記事

- 第1面の記事一覧
- 第2面の記事一覧
- 第3面の記事一覧

2016年1月22日(金) 第3面 [紙面を読む](#) [この記事をクリック](#)

**筑波大、白金に代わる炭素材料で触媒の活性点特定**

**触媒の活性点特定**  
白金に代わる炭素材料で 筑波大

筑波大学(水田恭介学長、谷城つとむ市長)は21日、燃料電池の触媒開発で、白金に代わる炭素材料での触媒の活性点を特定したと発表した。これまで炭素材料の活性点が不明であったため、高温や酸性の環境下で白金と同等の触媒特性を引き出すことが困難であった。安価な炭素材料での触媒活性点の特定により、高価で希少な白金を代替

立ちは14年度から開始しており、エンジンの生産台数も増えている。

点と近い獲得。40億円の設備投資を行って、新規の機械加工ラインを設置し、15年秋から生産を始めた。QRの組み

日刊工業新聞

2016年1月22日 金曜日 (赤口)

[ 科学技術・大学 ]

**筑波大、燃料電池向け炭素材料で触媒活性点の窒素種を特定**

(2016年1月22日 科学技術・大学)

筑波大学数理物質系の中村潤児教授、近藤剛弘准教授、郭東輝(グオドンフィ) 研究者らの研究グループは、窒素を導入した炭素材料の燃料電池触媒について、触媒反応が起きる部位(触媒活性点)を形成する窒素の構造(窒素種)を特定した。窒素を導入した触媒を高性能化する安価な触媒の開発の加速が期待される。成果は米科学誌サイエンスに掲載された。

燃料電池の普及に向けては低コスト化が課題。触媒に通常使われている。窒素を導入した炭素材料は、白金に匹敵する触媒性能を知る知見として必要な触媒活性点は未解明だった。

中村教授らは、特定の窒素種だけを持つモデル触媒を複数作製による試験を行い、触媒性能を比較・解析した。

化学工業日報 The Chemical Daily

する燃料電池の開発を加速させ、燃料電池車の本格普及に貢献する。

同大学の中村潤児数理物質系教授らの研究グループは、特定の窒素種を持ついくつかのモデル触媒を調製し、触媒特性を比較・分析。中でも、ピリジン型窒素を含んだ炭素材料は、酸素還元反応に対して高い触媒活性を示した。同

窒素を適宜導入し、活性点の密度を高めることで、実用の際にも白金と同等の触媒特性を持たせることができる。

燃料電池車への実用化に際し、中村教授は「自動車メーカーなど大規模なパートナーと協力し、5〜10年をめぐりに実用化していきたい」と述べた。

論文 D. Guo, R. Shibuya, C. Akiba, S. Saji, T. Kondo, J. Nakamura, **Science 351 (2016) 361.**

ホーム 業界情報 新聞のご案内 出版物

日付検索

- 2016年1月の記事を読む
- 2015年12月の記事を読む
- 2015年11月の記事を読む
- 2015年10月の記事を読む
- 2015年9月の記事を読む
- 2015年8月の記事を読む
- 2015年7月の記事を読む
- 2015年6月の記事を読む
- 2015年5月の記事を読む

ホーム ニュースヘッドライン

2016年01月22日

**筑波大 白金フリー燃料電池の実用化前進 炭素触媒の活性点解明**

筑波大学数理物質系の中村潤児教授らの研究グループは21日、白金を代替する燃料電池触媒として注目をたらす窒素種が、ピリジン型窒素であることを特定したと発表した。これにより白金フリー電極触媒の燃料電池の実用化が大きく前進する。耐久性などの課題が残されているが、メーカーなどとの共同研究による(中村教授)方針。

クルマの軽量化 技術展に出展 積水化成製品

積水化成製品工業は13〜15日



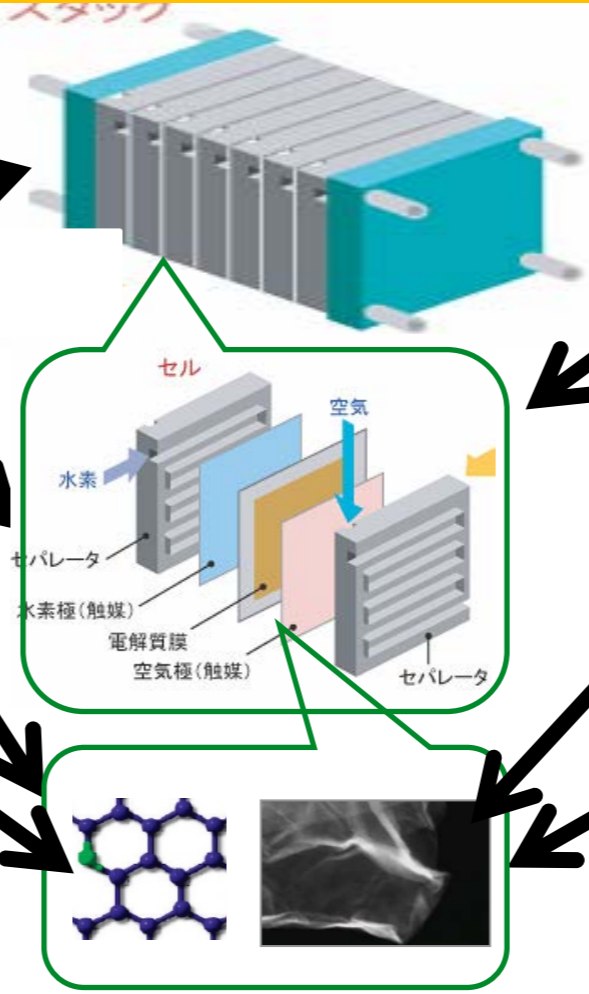
中村潤児

# 白金フリー燃料電池カーボン触媒イノベーション

燃料電池自動車の本格普及のための白金フリー触媒開発には、多角的連携研究が必要不可欠。本研究では、白金フリーカーボン触媒開発を軸として、つくば地区の特色・強みを生かして基礎研究および工学研究をフルに連携し、材料研究から実用化までを繋ぐ戦略を立てる。

AIST  
炭素材料の化学設計、第一原理計算による触媒設計、カーボン触媒の特性評価、産業界の動向調査  
児玉、羽鳥、曾根田、加登、大谷、藤谷

筑波大  
触媒分子のボトムアップ化、触媒活性分子の有機合成 神原、岡田、鍋島、近藤、中村



NIMS  
電極触媒の性能評価、触媒の高耐久化、産業界の動向調査  
森、有賀、Hill

東大  
放射光実験による電極触媒の解析 原田、松田、山本

KEK、SLAC  
放射光実験による電極触媒の解析 間瀬、阿部、近藤、小笠原

目標：白金フリー触媒技術確立

提案先： JST, NEDO, 自動車会社

高活性・高耐久性の窒素ドーパカーボン触媒の候補材料・構造の選定、実用化戦略の立案後、本格研究拠点構築へ

オールジャパン「白金フリー触媒研究拠点」の構築

Science (2016年) で発表した研究を発展させるプロジェクト (ピリジン型窒素に着目)

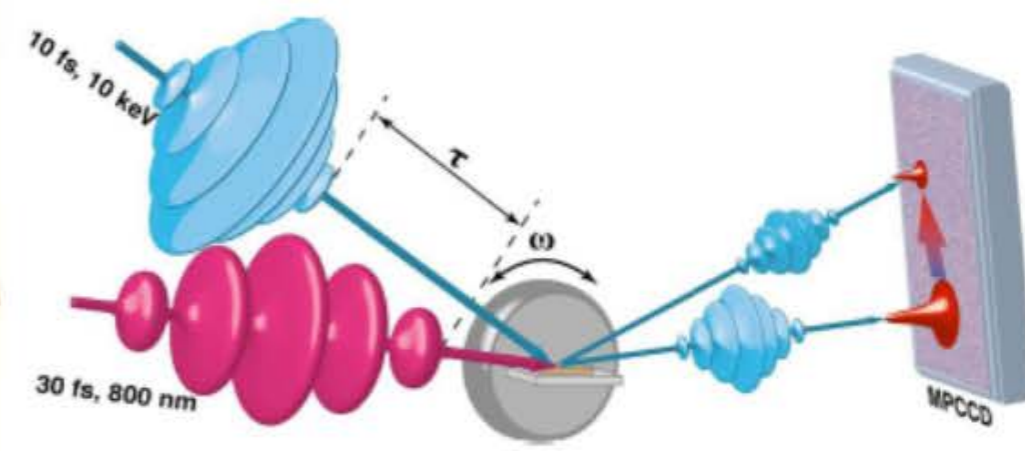
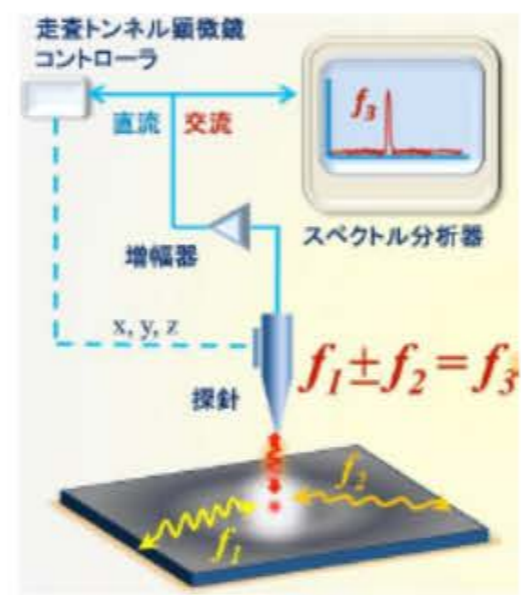
CiRfSE研究者として、神原、近藤、岡田、鍋島が参加



# 平成28年度プレ戦略イニシアティブ 光と物質・生命科学アンサンブル 研究拠点

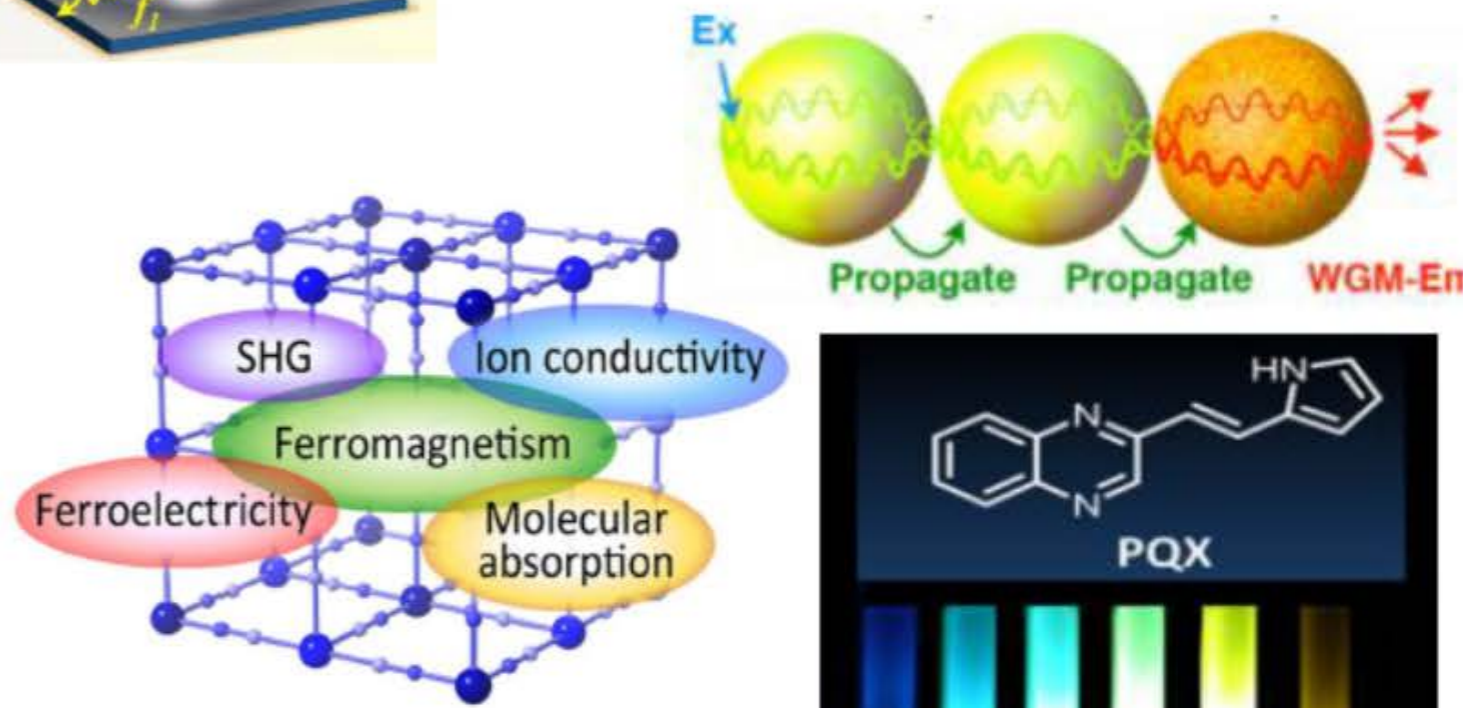
## 新しい光技術の開発

- フェロダイナミクス分光 (中村・近藤)
- 線形ラマン顕微鏡 (加納)
- 精密電子密度マッピング (西堀)
- 先端超高速・表面分光 (長谷・久保)



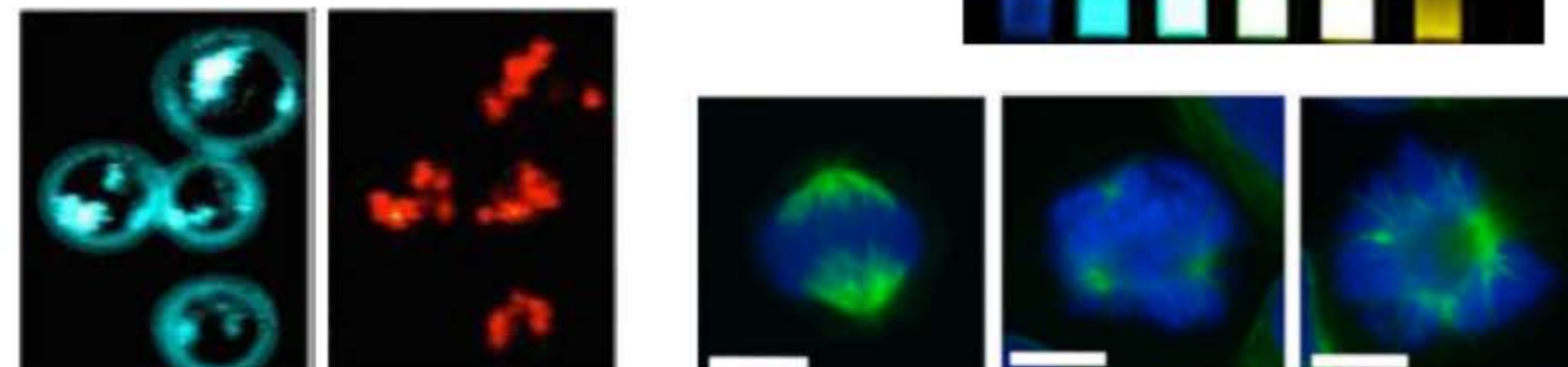
## 物質科学との融合

- 役ポリマー球体共振器 (山本・神原・桑原)
- 積層化合物の光誘起相転移 (所・長谷)
- 分子光素子 (鍋島・山村・中村)



## 生命科学との融合

- 細胞の超解像イメージング (加納)
- プチドの振動分光 (森・加納)
- 体分子への蛍光標識 (北・新井)





白色レーザーを用いた多重分光顕微鏡で、標識なしの  
線毛根構造が、種を超えて可視化できることを証明した。

加納英明

Akiyama *et al.*, *Sci. Rep.* 7,  
39967 (2017)

本学プレスリリース  
[http://www.tsukuba.ac.jp/  
attention-research/  
p201701061900.html](http://www.tsukuba.ac.jp/attention-research/p201701061900.html)

白色レーザー



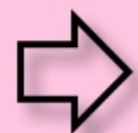
緑色が線毛根



# 標的分子の新規な同定・結合位置解析法の開発

北 将樹

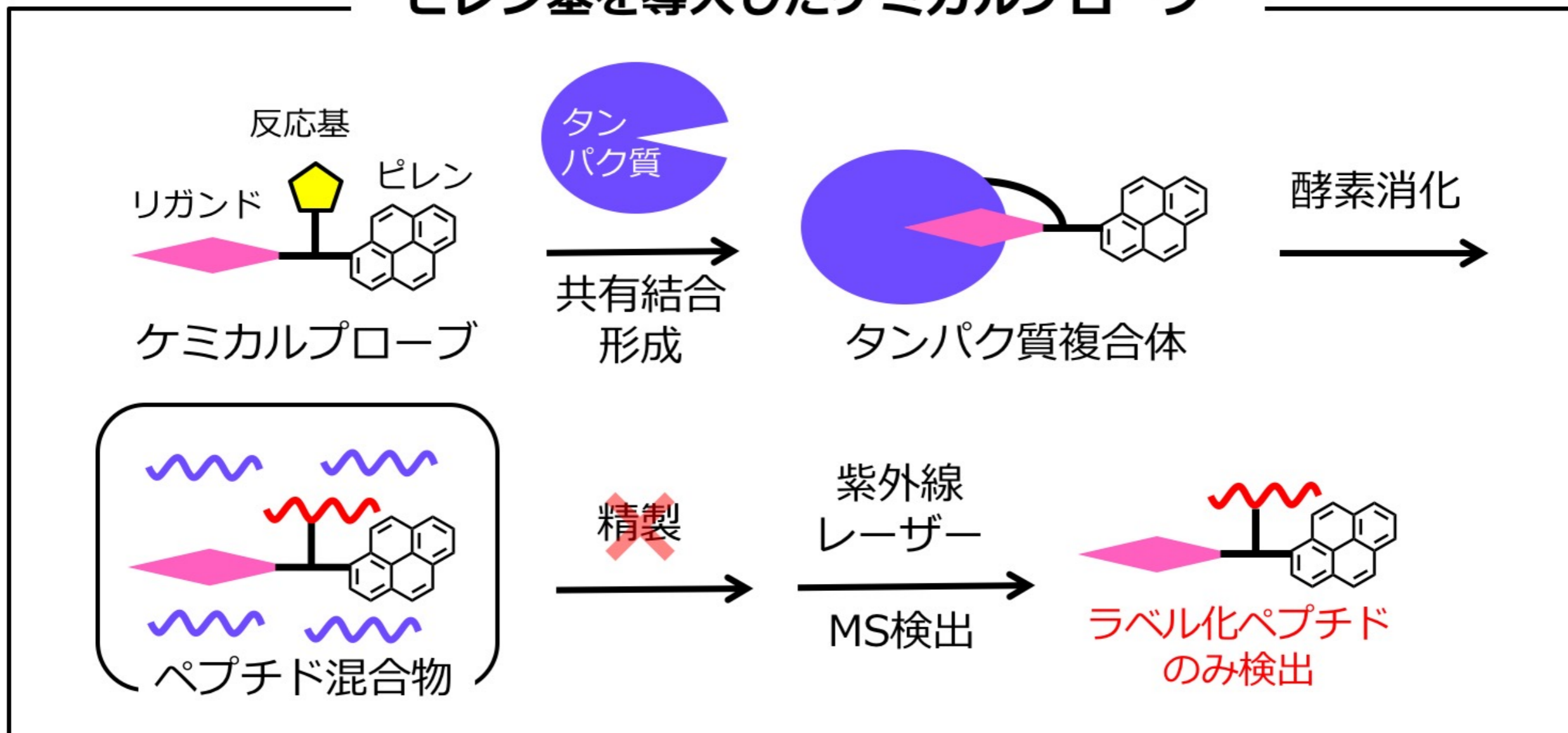
ピレン含有化合物は紫外線レーザーで励起・イオン化



マトリックス不要のLDI MSで選択的に検出

Label-assisted laser desorption/ionization  
**(LA-LDI)** <sup>1)</sup>

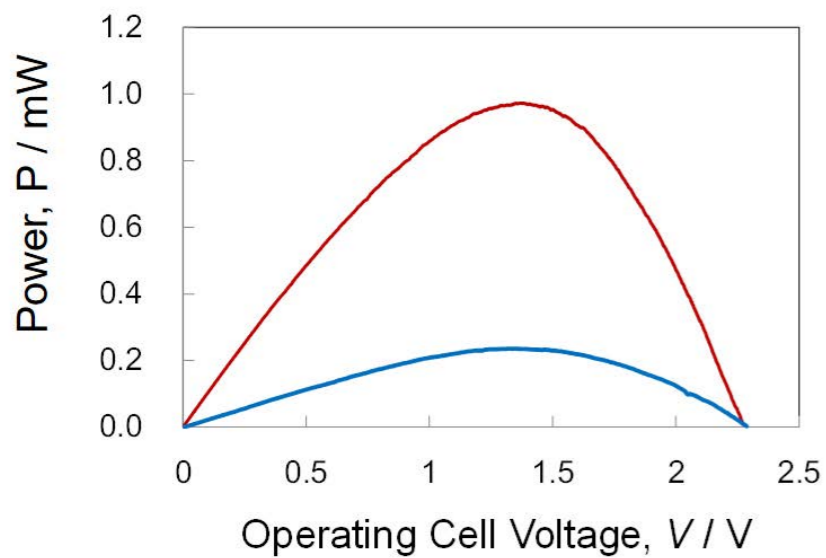
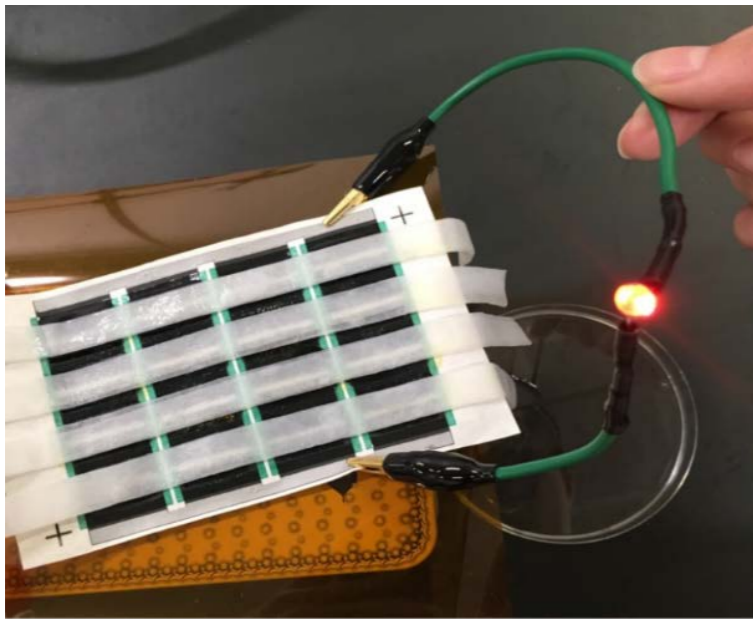
## ピレン基を導入したケミカルプローブ



1) Cabrera-Pardo et al. *Nat. Chem.* 5, 423 (2013).

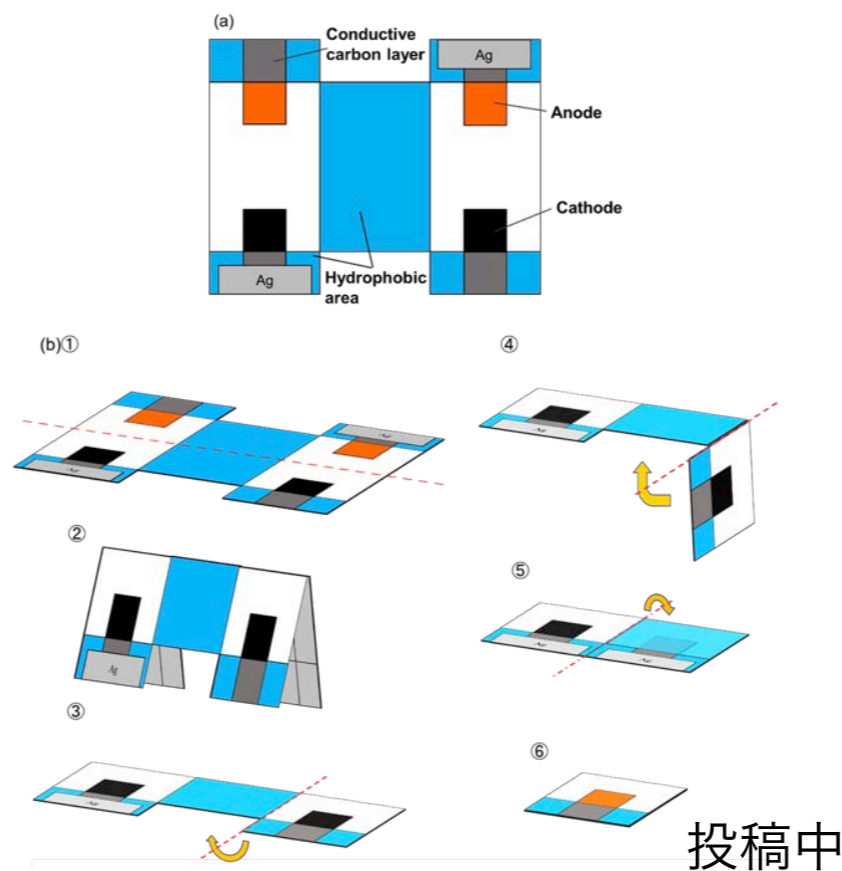
ウェアラブル印刷型発電デバイス開発

16セルアレイ(1mW級)

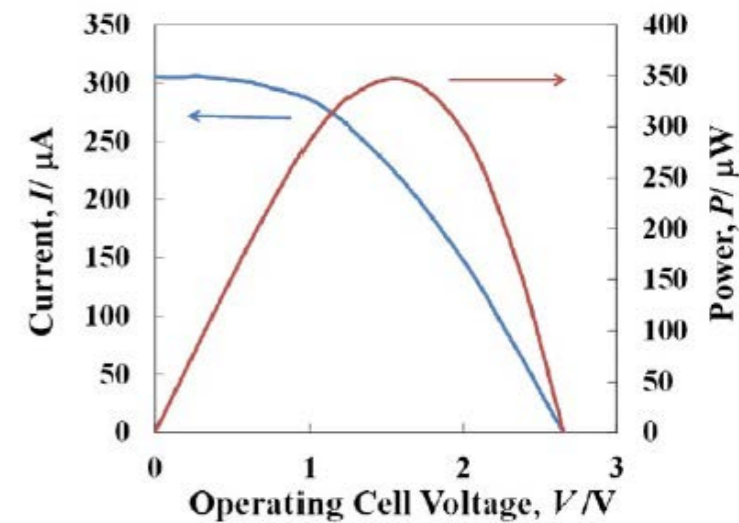
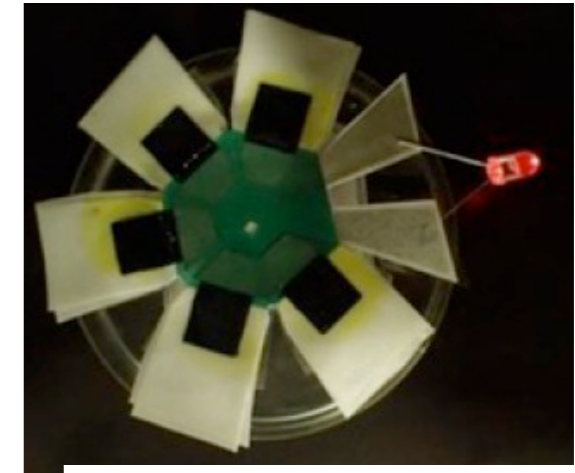


投稿中

折り紙電池

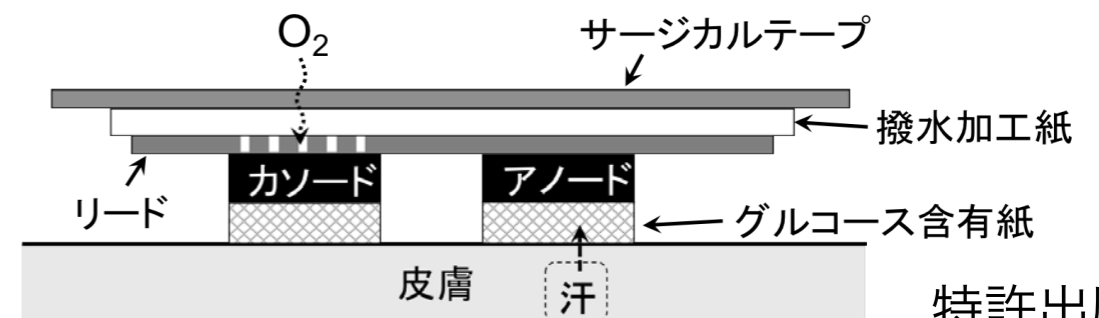


ディスク型電池



投稿中

燃料仕込みバイオ電池



特許出願



# 革新的エネルギー貯蔵・変換・節約システムの構築に向けた TIMSの新体制（白川センター）

卓越大学院による  
人材育成

生体熱発電シート



低価格燃料電池



車載用インバータ



産業界



つくば連携



学内連携



国内連携



国際連携

基礎と応用の融合による課題解決と  
新原理・新物質の迅速な応用/展開  
⇒ イノベーションの牽引

開発部門

基礎部門

実装

評価

試作

マテリアル探索

学理

革新的エネルギー貯蔵・変換・節約システム構築

排熱利用

省エネ

エネルギー・コンソーシアム  
産業ニーズの受信窓口  
産業界への発信母体



貯蔵

熱発電電池

変換

非白金触媒

節約

パワエレ

新分子・新物質・新材料創製



白川センター

基礎研究レベルでの分野融合



異なるエネルギーデバイス技術の融合：基礎学理を通じて初めて可能