

「平成30年度 第36回研究助成金贈呈式」を開催

**「研究助成金」受領者15名、「国際交流援助」受領者13名、
「特定研究助成金」受領者1名、「矢崎学術賞」受賞者2名を決定**

公益財団法人矢崎科学技術振興記念財団（理事長：細川 興一、所在地：東京都港区；以下「当財団」）は平成30年度の「研究助成金」受領者15名、「国際交流援助」受領者13名、「特定研究助成金」受領者1名、「矢崎学術賞」受賞者2名を決定しました。

当財団は、昭和58年以来、科学技術の発展を目的として「研究助成」事業を行ってまいり、当年度も「新材料」「エネルギー」「情報」の3分野を対象領域とし、研究の独創性に重点を置いて助成対象の研究が選考されました。「一般研究助成」（助成金200万円）と、特に若手研究者を対象とした「奨励研究助成」（同100万円）、および平成12年から当財団が特定したテーマにふさわしい研究を助成する「特定研究助成」（同1,000万円）を行っています。また、国際的な学会で論文や共同研究発表をする際の渡航費を「国際交流援助」事業で援助しています。

今年度、「一般研究助成」には74件の応募があり、審査の結果、新材料分野で山添 誠司（ヤマゾエ セイジ）首都大学東京大学院理学研究科化学専攻教授の研究「二酸化炭素変換反応に活性な複合クラスター触媒の創製」、エネルギー分野の、大石 昌嗣（オishi マサツグ）徳島大学大学院社会産業理工学研究部機械科学系准教授の「リチウムイオン二次電池の高エネルギー密度化に向けた非晶質相電極の開発」、辨 天 宏明（ハントウ ヒロアキ）奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科物質創成科学領域准教授の研究「電荷の非損失輸送による革新的有機光電変換」を含む6名への助成が決定しました。

「奨励研究助成」は、58件の応募の中から、新材料分野の、廣瀬 大祐（ヒロセ ダイスケ）金沢大学 理工研究域特任助教の研究、「ラセン高分子の協同効果を用いたテーラーメイド型蛍光アニオンセンサー」、情報分野の、横田 信英（ヨコタ ノブヒデ）東北大学電気通信研究所助教の研究「デジタルコヒーレント光通信に向けた省電力狭線幅多波長光源の開発」を含む計9名への助成が決定されました。

「特定研究助成」は、領域a「質の高い高齢者支援を実現する技術に関する研究」および、領域b「未来の暮らしに夢を与える革新的なつなぐ技術に関する研究」の当財団が特定したテーマに対し、計10件の応募がありました。厳正な審査の結果、当年度の助成は、領域bから、伊藤 智義（イトウ トモヨシ）千葉大学大学院工学研究院教授の研究、「FPGAを活用したエッジコンピューティングIoTの開発による次世代ネットワークシステムの研究」に決定されました。

また、「矢崎学術賞」は、過去に当財団から研究助成を受けた研究者の中から、優れた成果をあげられた研究者に贈っており、功績賞は小林 研介（コバヤシ ケンスケ）大阪大学大学院理学研究科物理学専攻教授、奨励賞は田中 俊輔（タナカ シュンスケ）関西大学環境都市工学部エネルギー・環境工学科准教授に決定しました。

また、「国際交流援助」は、13名の受領者となりました。

贈呈式は、3月7日午前11時30分より、東京都港区の東京プリンスホテルにて開催しました。
「研究助成」「国際交流援助」「矢崎学術賞」の各対象者の詳細および各研究紹介文は、以下の通りです。

◎財団概要

名 称：公益財団法人 矢崎科学技術振興記念財団

理事長：細川 興一

所在地：〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目13番地3号 虎ノ門東洋共同ビル

電 話：03-5501-9831

設 立：昭和57年12月15日（矢崎総業㈱の創業40周年を記念して設立）

目 的：科学技術にかかる研究開発の助成と振興を図り、公益の増進と活力ある社会の実現に資することを目的とします。

基本財産：9億5,410万円

主務官庁：内閣府

URL：<http://www.yazaki-found.jp/>

事業活動：

「研究助成」

- ・独創性に重点を置き、「エネルギー」「新材料」「情報」の3分野の研究助成を対象領域としています。
- ・助成の種目は「一般研究助成」と、若手研究者のための「奨励研究助成」及び平成12年度から新設された当財団が指定する特定のテーマに関する「特定研究助成」があります。
- ・一般研究助成金は1件について200万円、奨励研究助成金は1件について100万円を基準とします。また、特定研究助成金については、1件につき1,000万円が基準となります。
- ・昭和58年度に第1回助成を行い、平成30年度で第36回となります。
- ・助成した研究の概要は、当財団ホームページ「助成金受領者研究のご紹介」にあります。

「国際交流援助」

- ・国際研究集会に出席し、研究の発表、講演等を行い、もしくは国際共同研究のために先方より招聘されている研究者に対し、渡航費用を援助するものです。

「矢崎学術賞」

- ・研究助成金受領者の研究報告書に基づき、優秀な成果に対して贈ります。
- ・平成9年度より「功績賞」と、若手研究者を対象とした「奨励賞」とに分けて表彰しています。

＜この件に関するお問い合わせ先＞
公益財団法人 矢崎科学技術振興記念財団
TEL. 03-5501-9831
矢崎総業株式会社 広報部
TEL. 055-965-3002

平成30年度（2018年度）

「一般研究助成」 受領者名簿 — 新材料

敬称略五十音順

氏名	所属機関	役職	分野	研究題名
河野 正規 カノ マサキ	東京工業大学 理学院	教授	新材料	非平衡を利用した機能性ネットワーク錯体の創生
長汐 晃輔 カガシ アキラ	東京大学 工学系研究科 マテリアル工学専攻	准教授	新材料	IoT利用を目指した2次元層状環境発電素子
山添 誠司 ヤマゾエ セイジ	首都大学東京 大学院理学研究科化学専攻	教授	新材料	二酸化炭素変換反応に活性な複合クラスター触媒の創製

平成30年度（2018年度）

「一般研究助成」 受領者名簿 — エネルギー

敬称略五十音順

氏名	所属機関	役職	分野	研究題名
大石 昌嗣 オオイシ マサカズ	徳島大学 大学院社会産業理工学研究部 機械科学系	准教授	エネルギー	リチウムイオン二次電池の高エネルギー密度化に向けた非晶質相電極の開発
辨天 宏明 ハントウ ヒロアキ	奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 物質創成科学領域	准教授	エネルギー	電荷の非損失輸送による革新的有機光電変換

平成30年度（2018年度）

「一般研究助成」 受領者名簿 — 情報

敬称略五十音順

氏名	所属機関	役職	分野	研究題名
飯塚 哲也 イヅカ テツヤ	東京大学 大規模集積システム設計教育研究センター	准教授	情報	誘電体製導波路を用いた高速・高信頼有線通信システムの研究開発

助成対象研究の紹介文

非平衡を利用した機能性ネットワーク錯体の創生

東京工業大学 理学院 教授 河野正規

本研究では、 T_d 対称性を有する 4-ピリジル四座配位子や C_3 対称性を有する 4-ピリジル三座配位子などと様々な金属コネクタを用いる細孔性ネットワーク錯体の構築法を基盤として、まず、四座・三座配位子の配位部位を 3-ピリジルに置き換えた配位子を合成し、配位子の対称性を C_1 へ減少させることにより金属イオンとのネットワーク形成に与える影響を非平衡条件下で多角的に検討し、配位子の対称性を制御することによる新規細孔性ネットワーク錯体を合成する一般的手法を確立する。さらに非平衡下で構築されたネットワーク錯体は、細孔サイズが大きくかつ相互作用部位を有していることが期待されることから、選択的ゲスト認識や一般的には進行し難い反応や基質選択的な反応の実現を目指す。その際、ミリ秒オーダーで X 線回折データを測定できる検出器を用いて細孔内の反応の逐次観測を行うことで細孔内での反応途上の中間体の構造情報を取得し、新規反応の開拓およびさらに高度な反応場の設計を行い、革新的細孔内反応を実現する。

【将来実用化が期待される分野】

本課題の手法を利用して細孔表面の酸・塩基性などの性質・形・柔軟性などの特性を制御できれば、たとえば、今まで処理しきれないで燃やしている天然ガスからそれぞれの有効成分を分離することにより新たな資源として活用することが可能になる。また、工場の製造現場でもオレフィン系とアルカン系のガス成分の分離は、未だ技術的に困難な課題であるが、新たな細孔材料を利用して適切な分離膜が作製できれば、原料を余すことなくより効率よく製品化へと繋げることができ、結果的に温暖化ガスの削減にもつながる。さらに、その場観察 X 線回折法によりストロボ写真のように分子の相対配置などの情報を含む化学反応のダイナミックな現象を解明でき、より精密な材料設計が可能になると期待できる。

IoT利用を目指した2次元層状環境発電素子

東京大学 大学院工学系研究科マテリアル工学専攻 准教授 長汐 晃輔

本研究は、普遍的に存在する「振動」という環境エネルギーから電気エネルギーを獲得し、IoT デバイスに独立した形で電力供給を可能とする材料開発を提案するものであり、CO₂を増加させない技術である。これまで精力的に研究が進められてきたが、IoT 向け自立電源の中でも特に商用センサデバイス用に要求される「100 μ W」までは厳しい状況である。これは、材料/デバイス/システムと応用までを階層化して考えた場合、100 μ W に到達するためには、材料自身にブレークスルーが必要であることを示している。そこで、本研究では、既存の材料では到達できない理論的に最も高い圧電定数($d \times g$)が報告されているが、未だ実証されていない二次元層状材料 SnS の高い圧電特性を実証し、100 μ W を達成することを目的とする。環境発電により一般的なセンサデバイスを動作させることが可能となる本提案は社会へのインパクトは非常に大きい。

【将来実用化が期待される分野】

圧電効果は、投入できるエネルギー密度が大きいため小型化でき、0.5 cm³ 以下の領域では圧電方式が有利である考えられてきた。既存のセラミクス PZT や有機 PVDF を用いた圧電発電素子は精力的に行われてきたが、現時点で IOT 用発電デバイスの観点では特性が足りず、センサー応用がメインである。本研究により IoT デバイスに電力を供給することが可能になることが期待される。

二酸化炭素変換反応に活性な複合クラスター触媒の創製

首都大学東京 大学院理学研究科化学専攻 教授 山添誠司

研究紹介

化石資源に変わる新しい炭素源として二酸化炭素が注目を集めており、二酸化炭素を有効な化成品に変換する技術の開発が求められている。日本が抱える諸問題（省エネルギー対策、廃棄物削減等）を考えると環境低負荷型の二酸化炭素変換プロセスの構築が必要不可欠であり、そのためには高度に設計された高活性・高選択的な革新的な触媒の開発が極めて重要となる。最近、我々は多価の金属酸化物クラスターが二酸化炭素を活性化し、二酸化炭素固定化反応に高い活性を示すことを報告した。また、水素化反応に活性を示す金属クラスターの表面を一部酸化することで、水素化反応と脱水素反応を同時に示す二元機能触媒になることを見出している。本研究では、組成やサイズを精密制御した、触媒作用の異なる二種類のクラスターを複合化することで、クラスター界面で起こる反応を原子レベルで制御できる複合クラスター触媒を新たに開発する。具体的には、二酸化炭素を活性化可能な金属クラスターと、水素分子を活性可能な金属酸化物クラスターを複合化することで、これら分子を同時に活性化可能な二元機能触媒を設計・開発し、C-N 及び C-C 結合形成反応を伴う二酸化炭素変換反応へと応用する。それぞれのクラスターの組成やサイズの独立制御による高活性化に加え、クラスター間での電子授受による界面での新たな分子活性化を誘起することにより、革新的な二酸化炭素変換触媒反応系を構築する。

【将来実用化が期待される分野】

本研究は異なる触媒作用を示すクラスターの複合化により、二酸化炭素を有機化合物に変換する触媒反応プロセスを構築する基盤的研究であり、将来は二酸化炭素から有用な化成品の合成など、材料合成の分野での実用化が期待できる。

助成対象研究の紹介文

リチウムイオン二次電池の高エネルギー密度化に向けた非晶質相電極の開発

徳島大学 大学院社会産業理工学研究部 准教授 大石 昌嗣

地球環境問題より、自動車の電動化が実用され、また船や飛行機などの大型原動機の電動化に向けた研究開発も盛んに進められている。そのような中で、蓄電池に対する要求が高くなり、蓄電池の高エネルギー密度化が求められている。リチウムイオン電池(Lithium ion battery、LIB)は最も高性能な蓄電池ではあるが、現状の反応システムを用いる限り、更なる高エネルギー密度化は困難である。従来の LIB では、結晶性電極材料が用いられ、その結晶構造が保たれた状況下で、電極材料の構成金属カチオンの酸化還元反応によってリチウムイオンの脱離挿入の電荷補償をしている。しかし、更なる高エネルギー密度化を目指すと電極材料の構造劣化が生じ、特性が得られない。そこで、本研究では、LIB の新規反応システムとして非晶質電極材料の酸素アニオンによる酸化還元反応を提案する。今まで申請者が取組んできた軟X線吸収分光法を用いた酸素アニオンの電子状態解析に加えて、非晶質構造解析として全散乱回折測定による Pair distribution function (PDF)解析にて行い、新規反応システムの可逆的な反応を実現する材料機構を明らかにする。

【将来実用化が期待される分野】

大型電動原動機， リチウムイオン二次電池， 電気自動車

助成対象研究の紹介文

電荷の非損失輸送による革新的有機光電変換

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 物質創成科学領域
准教授 辨天 宏明

共役高分子は半導体としての電子特性と有機高分子の優れた溶解性、成膜性、柔軟性をあわせもつ次世代のプラスチック材料です。電子ドナー（正孔輸送）性と電子アクセプタ（電子輸送）性の共役高分子をブレンドした薄膜を使って光電変換をおこなう“プラスチック太陽電池”は、低炭素社会の実現に資する重要な科学技術として期待されています。プラスチック太陽電池では、共役高分子のドナー/アクセプタ相分離構造を巧みに利用することで、太陽光（励起子）から正負の電荷を高効率で生成できます。しかし、多くの電荷は電極に輸送される途中で再結合によって失活してしまいます。このように、電荷の再結合がエネルギー変換効率向上のボトルネックとなっていますが、これを解決する有効なアプローチが未だありません。

本研究では、電荷再結合を抑制する手段として、エネルギー勾配を有するダブルパーコレーション（ダブル PC）構造をブレンド膜内に導入することを提案します。生成した大量の電荷を失活させることなく輸送できるブレンド薄膜を設計し、薄膜シリコン型太陽電池に匹敵する高効率なプラスチック太陽電池の開発を目指します。実験ではまず、材料の相溶性等を指標に、ダブル PC を形成しうる共役高分子の選定を進めます。続いて、ブレンド薄膜に対しダブル PC の構造と電荷再結合のダイナミクスを評価します。ダブル PC 形成による電荷再結合の抑制効果を検証しながら、非損失輸送性に優れたブレンド薄膜の設計指針を確立します。最後に、実デバイスを用いてエネルギー変換効率の向上を実証します。

【将来実用化が期待される分野】

有機太陽電池

誘電体導波路を用いた高速・高信頼有線通信システムの研究開発

東京大学大規模集積システム設計教育研究センター 准教授 飯塚哲也

近年の微細集積回路技術においてはミリ波帯(30～300GHz)の周波数の信号を制御することが可能となり、それにより得られる広い周波数帯域を利用した高速通信技術が拡がりを見せています。これらの技術は特に無線通信分野において研究がなされてきましたが、従来の金属配線の代わりにプラスチックなどの誘電体材料を導波路として利用した高速有線通信への応用が、特に通信経路の低コスト化・軽量化の観点から自動車・航空機・人口衛星などの移動体への応用分野で注目を浴びています。本研究ではこれらの応用分野に向けて、高い通信速度と信頼性を両立する通信方式とそのための新規要素回路技術および新規実装技術を提案し、理論・実測に基づく設計および実装手法の最適化を通して同通信システムを実現し、提案する有線通信技術の高い通信速度と信頼性を実証するとともにその学術基盤を確立し、実用化への道を拓くことを目的とします。

【将来実用化が期待される分野】

本研究で着目する誘電体導波路を用いた通信方式は主にその軽量性と低いコストから特に自動車や航空機・人工衛星への搭載と言った移動体に関わる応用分野での活用が期待されています。特に自動車への応用を具体例として挙げますと、多数の信号線を誘電体導波路に置き換えることでケーブル重量の低減が可能となり、燃費の向上を通じたCO₂排出量削減に繋がります。自動運転技術等の拡大に応じて車内の信号伝送はさらに複雑化することも見込まれており、さらなる効果の拡大も予想されます。また、研究対象となる集積回路加工技術の応用先は信号通信のみに限定されるものではなく、磁界検出プローブやインダクタンス素子としてのコイル性能の向上を通じた発振回路の最適化など、関連分野へのさらなる展開が想定されます。

平成30年度（2018年度）

「奨励研究助成」 受領者名簿 ― 新材料

敬称略五十音順

氏名	所属機関	役職	分野	研究題名
井手上 敏也 イヱウエ トシ	東京大学 大学院工学系研究科附属 量子相エレクトロニクス 研究センター	助教	新材料	新奇空間反転対称性の破れた超伝導体における整流効果
倉科 佑太 クラシ ユウ	東京工業大学 物質理工学院 材料系	助教	新材料	UV照射遠心分離システムによるインテリジェントマイクロゲル ビーズ材料の生成
鈴木 大地 スズキ ダイ	理化学研究所 創発物性科学研究セン ター量子効果デバイス研 究チーム	基礎科学特 別研究員	新材料	カーボンナノチューブ自立膜アレイを使用したウェアラブル検査デ バイスの開発
田邊 一郎 タナベ イチロウ	大阪大学 大学院基礎工学研究科	助教	新材料	高性能トランジスタ開発に向けた有機半導体/イオン液体界面の電 子状態研究
玉手 亮多 タテノリ	横浜国立大学 大学院工学研究院機能の 創製部門	日本学術振 興会特別研 究員(PD)	新材料	活物質と高分子の共有結合を利用した高耐久電極の創製
廣瀬 大祐 ヒロセ ダイスケ	金沢大学 理工研究域	特任助教	新材料	ラセン高分子の協同効果を用いたテーラーメイド型蛍光アニオンセ ンサー

平成30年度（2018年度）

「奨励研究助成」 受領者名簿 ― エネルギー

敬称略五十音順

氏名	所属機関	役職	分野	研究題名
都甲 薫 トウキ カル	筑波大学 数理物質系	准教授	エネ ル ギー	高効率多接合太陽電池の超汎用化に向けた革新ボトムセルの開発
Bekarevich Raman ベカリビチ ラ マン	国立研究開発法人 物質・ 材料研究機構 ナノ材料科学環境拠点	NIMSポス ドク研究員	エネ ル ギー	Development of nanostructured anode for lithium ion batteries

平成30年度（2018年度）

「奨励研究助成」 受領者名簿 ― 情報

敬称略五十音順

氏名	所属機関	役職	分野	研究題名
横田 信英 ヨコタ ノブヒデ	東北大学 電気通信研究所	助教	情報	デジタルコヒーレント光通信に向けた省電力狭線幅多波長光源の開 発

新奇空間反転対称性の破れた超伝導体における整流効果

東京大学大学院工学系研究科附属量子相エレクトロニクス研究センター 助教 井手上敏也

空間反転対称性の破れた物質や構造体では、対称性の破れを反映した高次の応答（非線形応答）が一般的に期待され、特徴的な輸送現象や外場応答の舞台として基礎・応用の両面から重要です。例えば、空間反転非対称な系における光の非線形応答は、レーザー発振や光アイソレーター等、種々の光学素子で中心的な役割を果たしています。一方で、固体中の結晶対称性の破れに起因する電荷輸送現象の研究は、これまで稀で極めて限定的でした。その理由は、空間反転対称性の破れた結晶構造を持った伝導体の種類自体が少なかったためであると考えられますが、近年のイオン液体等を用いた界面における巨大な電界印加技術の発見や新物質探索の進展に伴い、様々な空間反転対称性の破れた伝導体、特に超伝導体が実現できるようになりました。

本研究では、そのような空間反転対称性の破れた伝導体の中でも、特に新奇超伝導体に着目して、空間反転対称性の破れに起因する電流の2次の非線形効果の研究に取り組みます。電流の2次の非線形効果は、電気抵抗が電流の正負の方向によって異なる現象で、従来の半導体接合構造を必要としない、物質が固有に持つ整流特性と捉えることができます。非相反超伝導輸送の詳細な電流・磁場方位依存性や温度依存性の測定を通して微視的機構を明らかにし、超伝導輸送の新学理構築と応用に向けた応答の巨大化を目指します。

【将来実用化が期待される分野】

電流の方向制御・整流性を実現するためには、これまで半導体接合構造等、人工的な構造の作製が必須でしたが、非相反電荷輸送現象は、物質が固有に持つ整流性であるため、これまでに固体中で実現されていた機能を一つの物質だけで簡便に行える可能性があります。特に、超伝導流は散逸が極めて小さいため、本研究は、超伝導流の新たな制御技術の構築という側面を持ち、省エネルギーエレクトロニクスの確立に向けた重要な機能となり得る可能性があります。また、超伝導はマイクロ波領域の励起を持つため、マイクロ波を直流電流に変換するレクテナとしても有望な現象であると考えられます。

助成対照研究の紹介文

UV 照射遠心分離システムによるインテリジェントマイクロゲルビーズ材料の生成

東京工業大学 物質理工学院材料系 助教 倉科 佑太

ハイドロゲルは、水を含む高分子ネットワークで構成され、その分子の特性により極めて多様な機能や性質を示す。例えば、温度などの刺激に反応する機能性ポリマなどが開発されている。ハイドロゲルを用いたマイクロゲルビーズは、ドラッグデリバリーシステム（DDS）をはじめとした体内で活躍するインテリジェントデバイスとなる新たな材料として注目を集めている。従来、マイクロゲルビーズはマイクロ流路中に油液を流し、重合させる方法で生成していた。このため、さまざまな機能を持ったポリマを生成できる一方で、プロセスが複雑であり、生成するために時間がかかるため、劣化の早い生体サンプルには不適であった。一方で、遠心分離機を用いたマイクロゲルビーズの生成方法は、少量のサンプルで高速に生成できることから、細胞やその他生体物質を封入した DDS の生成に期待されている。しかし、アルギン酸ナトリウムを塩化カルシウムの溶液中に投射してマイクロゲルビーズの形を形成するため、紫外線（UV）照射による光重合などを用いた刺激応答性のゲルを生成しようとする、光重合を行う前にモノマー状態の物質はアルギン酸カルシウムの網目構造から抜け出し、高分子を生成することができない。このため、本研究では、遠心分離機を用いたイオン架橋を UV 照射によるモノマーの光重合と同時に行うことにより、遠心分離機によるマイクロゲルビーズの生成方法を用いて刺激応答性ゲルを生成することを目的とする。本研究によりマイクロゲルビーズを生成する方法を確立することで、複数の重合反応を同時に行うことで起きる高分子の挙動の観察ができること、従来では生成に時間がかかるために医療応用が困難であった細胞やその他生体材料を含有したマイクロゲルビーズ材料を生成することが可能となる。

【将来実用化が期待される分野】

マイクロナノ工学、ドラッグデリバリーリリース、再生医療、バイオセンシング

助成対象研究の紹介文

カーボンナノチューブ自立膜アレイを使用したウェアラブル検査デバイスの開発

理化学研究所 創発物性科学研究センター 量子効果デバイス研究チーム
基礎科学特別研究員 鈴木 大地

医薬品や工業用材料等の製造業界における製品の安全性・信頼性への要求は年々増加しており、高い品質を保証するための高機能な検査手法の開発・導入が重要課題の一つとして挙げられている。そのなかで、テラヘルツ (THz) 帯電磁波を活用した検査手法は、製品の内部に渡る空間情報や材質情報を非破壊・非接触で得ることができる強力な手法として注目を集めている。しかし既存の THz 計測システムは検出器の構造上、大規模な測定系や極低温の冷却槽を用いるため自由に持ち運ぶことができず、検査には対象物を計測システムの設置場所まで運搬することが必須である。そのため、形状や稼働場所、運搬可能といった条件を満たすモノでなければ検査が行えないという問題を内包している。

本研究ではこの問題の解決を目的とし、任意の場所で簡便に検査が行えるウェアラブル検査デバイスの開発を行う。材料となるカーボンナノチューブ (CNT) の自立膜を任意の箇所に形成する成膜技術を開発し、マイクロサイズで 2 次元に配列された CNT 自立膜アレイを材料とするフレキシブル THz カメラを作製する。作製したフレキシブル THz カメラを手袋の指先にマウントしたウェアラブル検査デバイスを開発し、大規模な測定系を必要としない非破壊検査応用の実現を目指す。

【将来実用化が期待される分野】

本研究で開発する本ウェアラブル検査デバイスにより、あらゆる形状の測定対象を、任意の場所で簡便に検査することが可能となる。これにより、工場内の配管といった入り組んだ環境における品質検査や、信号機や配電線等の既に運用中で検査工場に持ち運ぶことが難しい機械の現地検査、訪問医療等の移動先での即時検査といった検査応用が実現可能となる。本研究により大規模な測定系を必要としない非破壊検査システムが開発された暁には、既存の検査技術の応用範囲は大幅に拡大し、非破壊検査市場にブレークスルーが起きることが期待される。

助成研究対象の紹介文

高性能トランジスタ開発に向けた有機半導体/イオン液体界面の電子状態研究

大阪大学 大学院基礎工学研究科 助教 田邊一郎

従来の無機半導体(Si など)に代わり有機半導体を活性層に用い、さらに固体絶縁層(SiO_2 など)の代わりにイオン液体を利用した、電気二重層-有機電界効果トランジスタ(EDL-OFET)が近年注目を集めている。高い電荷移動度もつ有機半導体を用いることで低コストかつ大面積な電子デバイスの作製が可能となり、さらにイオン液体を利用することで従来よりも 2 桁以上小さい動作電圧が実現されたことから、エネルギーの有効利用の観点からも注目されている。また、イオン液体の難燃性や極めて低い揮発性に由来する、高い安全性と耐久性を実現することもできる。

本研究では、EDL-OFET において機能発現の場となる有機半導体/イオン液体界面における電子状態解析を通して、未だ解明されていない本系の高いデバイス特性(高い電気移動度と低い動作電圧)の発現機構を明らかにする。そして、各種の有機半導体とイオン液体を用いて電子状態とデバイス特性を比較検討することで、優れた材料設計指針を構築することを目的とする。そのために、電気化学環境下で測定可能な独自の減衰全反射型紫外分光装置を構築し、デバイス稼働下における有機半導体とイオン液体の電子励起スペクトルを測定する。測定されたスペクトルの解釈には、量子化学計算と分子動力学計算による検討を行う。

電気化学デバイスにおいて固液界面(特にデバイス特性に直接的に関与する電子状態)の重要性は明らかであるものの、その測定手法は非常に限られてきた。特に、イオン液体は基板との界面においてアニオンとカチオンが交互に積層した層構造を形成するという、従来の液体や電解質とは全く異なる挙動が明らかになりつつあり、国内外で精力的に研究が進められている。本研究の手法(簡便な分光手法による測定と、理論計算による裏付け)を確立することで、将来的には EDL-OFET に限らずさまざまな電気化学デバイスやエネルギーデバイスの評価と開発に貢献することができる。

【将来実用化が期待される分野】

トランジスタやリチウムイオン電池などの電気化学デバイスやエネルギーデバイス分野

活物質と高分子の共有結合を利用した高耐久電極の創製

横浜国立大学 大学院工学研究院 機能の創製部門
日本学術振興会特別研究員(PD) 玉手 亮多

リチウム二次電池に代表される蓄電デバイスは、電気自動車や再生可能エネルギーの利用拡大に伴います重要性を増している。特に電気自動車の普及に向けては蓄電デバイスの高エネルギー密度化が不可欠であると同時に、年単位の長期間における耐久性・安全性が求められる。

シリコンやスズといった合金系負極活物質や硫黄正極はリチウムイオン吸蔵量が多く、高容量な次世代活物質として有望視される。しかしイオン吸蔵・放出に伴う大きな体積変化が避けられず、充放電の繰り返しによる活物質の微粉化・剥離・不均一凝集などで著しく容量が劣化する。

従来、活物質・導電材を結着する高分子バインダーは、分子間力などの弱い非共有結合により相互作用して電極構造を維持していた。申請者は高分子と活物質の界面を補強し、活物質の分散性を高めることで、体積変化に伴う活物質の剥離や不均一凝集を抑制できると着想した。本研究では活物質/高分子間の共有結合形成を利用した界面補強・分散向上を行い、大きな体積変化に耐えうる高耐久性電極を創製する。

【将来実用化が期待される分野】

本研究によって共有結合形成を用いた高耐久電極創製の技術が確立されれば、シリコン負極、スズ負極、硫黄正極などの合金系活物質への技術応用が考えられ、次世代リチウム二次電池のエネルギー密度向上に貢献できる基礎技術としての長期的な波及効果が期待される。

短期的には、市場に流通する二次電池においてグラファイト負極がすぐにシリコン負極等に完全に置き換わることは困難であると予測される。しかし一部の市販リチウムイオン二次電池においても、エネルギー密度向上のためにわずか数%であるがシリコンがグラファイトに混合されている。このため本技術を適用することでシリコン/グラファイト混合負極のシリコン比率の段階的な向上に貢献できると考えられ、短期的な波及効果も期待できる。

助成対象研究の紹介文

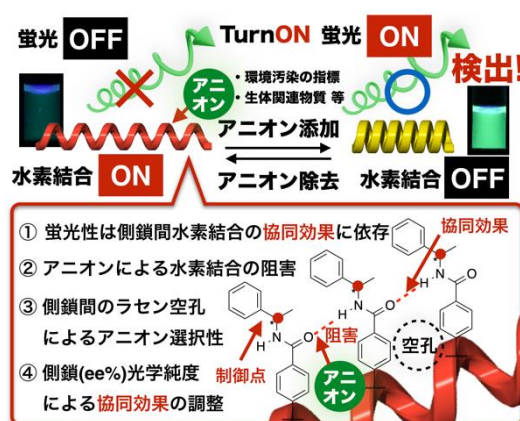
ラセン高分子の協同効果を用いたテーラーメイド型蛍光アニオンセンサー

金沢大学 理工研究域生命理工学系 特任助教 廣瀬 大祐

塩化物イオンなどのアニオンと呼ばれる化学種は、生体内における生命活動や河川等における環境汚染の指標となるため、その簡便かつ迅速な検出法の開発が求められています。比色や蛍光変化を示す分子センサーを用いるアニオンセンシング法は大掛かりな装置を用いるイオンクロマト法などと比較して、目視で簡便にアニオン種を検出できるため、異なる用途を指向した研究が進められています。しかし、一般的な分子センサーの感度は分子構造に強く依存しており、閾値や応答性を制御するためには分子設計から検討し直す必要がありました。より効率的に分子センサーを最適化するために、既存の設計手法から脱却した新たな分子設計のプラットフォームの構築が必要です。

申請者はラセン状高分子のポリジフェニルアセチレン (PDPA) 誘導体が、有機溶媒中でのアニオン種の添加により側鎖間の連続した水素結合ネットワークが阻害され協同的に PDPA の状態が変化することで、強く蛍光するようになる性質を最近発見し、この高分子が蛍光増強型のアニオンセンサーとして利用できることを見出しました。さらに、その蛍光応答性は PDPA の側鎖の立体構造のわずかな違い（特に光学純度）に対応して、連続的に変化することに着目しました。

本研究では、PDPA の蛍光アニオンセンサーとしての詳細を明らかにするとともに、一般的な分子センサーでは精密制御が困難なアニオン応答性や選択性を自在かつ無段階に選択可能な、テーラーメイド型蛍光アニオンセンサーの概念を確立し、その有用性を明らかにします。



【将来実用化が期待される分野】

環境汚染物質、生体由来物質などの微量検出

助成対象研究の紹介文

高効率多接合太陽電池の超汎用化に向けた革新ボトムセルの開発

筑波大学 数理物質系 准教授 都甲 薫

太陽電池の最高変換効率は、バンドギャップの異なる材料を積層した「多接合太陽電池」によって達成されてきた。しかし、基板コストの高さから民生応用には至っていない。もし、軽くて柔らかいプラスチックの上に多接合太陽電池を構築できれば、高い効率と広い汎用性を両立した「ユビキタス太陽電池」の実現につながる。

ゲルマニウム(Ge)は、多接合太陽電池のボトムセル(赤外光吸収層)として最適な物性をもつ数少ない材料である。プラスチック上に Ge 薄膜を合成する研究は国内外で行われてきたが、結晶性および電気的特性は劣悪であった。研究代表者は最近、新しい合成技術を開発すると共に、プラスチック上 Ge 薄膜の最高移動度を約 7 倍更新した。実応用に則したシンプルな技術であり、現在、国内外で急速に注目を集めている。本研究は、最新 Ge 薄膜技術の太陽電池応用に焦点を絞り、Ge 薄膜として初の太陽電池動作の実証を目指す。

【将来実用化が期待される分野】

Si 太陽電池の効率は理論限界に近づいており、技術革新が急務である。本提案のフレキシブル多接合太陽電池は、薄膜化とフレキシブル・軽量化による生産性向上を考慮すると、Si 太陽電池に匹敵するモジュールコストで生産される(生産規模を同等とし、初期設備コストを除外した場合)。トップ／ミドルセルには多様な材料候補があり、ボトムセルの結晶性を引き継ぐこともできるため、本研究の「プラスチック上ボトムセル」が最重要技術課題となる。「限られた面積で大きな発電量」の必要な機器、建築(家屋)などへの用途に加え、太陽光で充電できる携帯端末や電気自動車など、新市場の開拓も期待される。太陽光エネルギーの利用率を飛躍的に向上することに加え、新産業を国内から創出する点に社会的・産業的意義がある。

助成対象研究の紹介文

リチウムイオン電池のためのナノ構造負極の開発

物質・材料研究機構 ナノ材料科学環境拠点 NIMS ポスドク研究員
ベカレビッチ ラマン

リチウムイオン電池 (LIB) はその優れた電池特性により、生活に欠かせない物となっている。現在、負極に最もよく使用されるのはグラファイトであるが、その容量は 372 mAh g^{-1} と未だ小さく、電気自動車市場が求める基準を満たすことは出来ていない。そのため、より高い可逆容量、リチウム拡散速度、安全性、及び低コストを備えた他の材料が必要となっている。これらの条件を満たすため、ナノ構造材料が持つ利点（高表面積、低拡散距離、力学的安定性）を用いることができる。集電体上に直接成長した一次元ナノ構造（ナノロッド、ナノチューブ）には、電子／イオン輸送特性に大きな異方性が見られ、それは高い電子収集率を可能にする。しかし、ナノ構造負極に適した特性だけではなく、適切な材料を見出すことも重要と言える。例えば、高い電極容量と安全性を有する合金は、リチウム化/脱リチウム化の過程で体積が大きく変化するという難点があり、そのサイクル中に急速な容量低下が生じる。一方で、遷移金属酸化物は、比較的高い容量を持ち、サイクル安定性では合金よりもはるかに優れている。中でも、理論容量が 693 mAh g^{-1} の酸化タングステン (WO_3) は、低コストかつ 5274 mAh cm^{-3} の大容量を合わせ持つことで、他の遷移金属酸化物よりも際立っており、 WO_3 のフィルム、シート及びランダムに整列したナノロッドは、高容量と高サイクル性を有する負極材料として期待されている。本研究では、 WO_3 負極の特性を向上させることを目的とし、垂直方向に並んだナノロッド配列の作製、およびカップエンドとコアシェル構造の合成を行なう。これにより、電極表面積は劇的に増大し、負極容量を増大させることが期待される。また、ナノロッドの幾何学的形状が制御された構造によって、リチウムイオン電池の力学的安定性における体積膨張の影響を最小限に抑え、電池寿命とレート特性を向上させることもできる。

【将来実用化が期待される分野】

提案しているナノ構造を持った遷移金属酸化物負極は、良好な電池寿命を維持しつつ、高出力密度と超高速充放電特性を合わせ持つ、新世代のリチウムイオン電池を作り出す高い可能性を持っている。

助成対象研究の紹介文

デジタルコヒーレント光通信に向けた省電力狭線幅多波長光源の開発

東北大学 電気通信研究所 助教 横田 信英

高精細動画配信やクラウドサービスなどの普及に伴い光通信トラフィック量は爆発的に増大している。この問題に対処するため、長距離かつ大容量の光通信を実現するデジタルコヒーレント光通信方式が精力的に研究されている。本方式では狭線幅多波長光源が必要とされ、コスト面や利便性などの観点から単一の狭線幅レーザと光周波数コム発生法の組み合わせによる光源構成が重要視されている。ここで、光周波数コムとは櫛状のスペクトルを有する光であり、光通信における波長多重では光周波数コムの各スペクトル成分を搬送波として情報伝達する。これまでに、制御の自由度が高く簡便で省電力な単側波帯（SSB）変調に基づく光周波数コム発生法が注目を集めたが、図1に示すように、光周波数コムスペクトルの広帯域化と信号ノイズ比の間にトレードオフ関係が存在し、デジタルコヒーレント光通信用の光源として用いることは困難であった。本研究では、SSB 変調に基づく光周波数コム発生法と半導体レーザの注入同期法を組み合わせた独自のアイデアによって上記のトレードオフ関係を打破し、狭線幅多波長光源を省電力かつ低コストで実現するための基盤技術を開拓する。具体的には、波長多重したシード光によって SSB コムを一斉に生成し、これらを半導体レーザの注入同期現象によって数珠つなぎ的に同期させる手法を用いる。生成した波長多重 SSB コムのスペクトル線幅や信号ノイズ比を評価し、デジタルコヒーレント光通信への適用可能性を議論する。

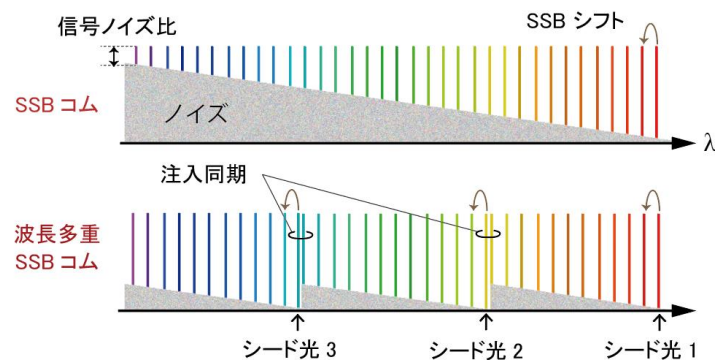


図1 波長多重 SSB コムの概念図

【将来実用化が期待される分野】

省電力な狭線幅多波長光源が要求されるデジタルコヒーレント光通信分野への応用が期待される。

平成30年度（2018年度）

「特定研究助成」 受領者名簿

敬称略五十音順

研究 領域	氏名	所属機関	役職	分野	研究題名
特定 b	伊藤 智義 イトウ トモシ	千葉大学 大学院工学研究院	教授		FPGAを活用したエッジコンピューティングIoTの開発による 次世代ネットワークシステムの研究

助成対象研究の紹介文

FPGA を活用したエッジコンピューティング IoT の開発による 次世代ネットワークシステムの研究

千葉大学 大学院工学研究院 教授 伊藤智義

ネットワークシステムと IoT 技術によって現実空間から得られた豊富な情報がデータセンタに集約されて強力なコンピュータで処理されるクラウドコンピューティングが発展してきています。ところが、IoT などの端末（エッジ）数は急速に膨れあがっており、中央集約型のクラウドコンピューティングが機能しなくなる危険性が指摘され始めています。また、中央集約型のネットワークシステムはプライバシー保護の観点からも脆弱性を抱えています。例えば、街中にネットワークカメラを設置すれば、犯罪の防止に役立ちます。しかし、カメラ情報をそのままクラウドに上げてしまうことは計算・通信負荷の増大を招くとともに、個人情報情報を漏洩する危険性も高めてしまいます。

本研究では、エッジ側でも情報処理を分担する分散型のネットワークシステムの構築を目的とし、知的な映像・計測機能を有する IoT デバイスの開発を行います。私たちの研究グループは 20 年以上にわたって、FPGA（Field Programmable Gate Array）を活用した 3 次元映像システムの研究を続けてきています。その知見活かして、エッジ側でクラウドに送るべき情報を精査する機能を持つ機能性 IoT デバイスの開発にチャレンジします。エッジ側とクラウド側で適切な情報処理を分担し、高機能で高効率な次世代ネットワークシステムの実現に貢献したいと考えています。

【将来実用化が期待される分野】

科学技術のベースとなる技術として、映像と計測（画像処理）があり、近年、AI 技術との親和性も高まっています。知的な映像・計測 IoT が新たな映像システムや計測システムにつながれば、魅力的なネットワークシステムの要素技術となり、次世代産業の創出に貢献できます。私たちの研究グループでは、すでに、視覚に負担のないバーチャルリアリティ（VR）システム、安心・安全な街作りのネットワーク、植物栽培を革新する可能性を持つ植物工場の AI 化などをターゲットに研究を始めています。社会実装につながれば、いずれもが大きな波及効果を持ち、その研究成果はさらに多くの分野に広がっていくものと期待されます。

平成30年度（2018年度）

「国際交流援助（前期）」 受領者名簿

敬称略五十音順

氏名	所属機関	役職	研究題名	渡航 主席集会（行先）	分野	期間	金額 (千円)
岡本 侑子 オカモト ユウコ	崇城大学大学院 薬学研究科	共同 研究 員	アルブミン内包リ ボソームの創製と 新規DDSキャリア としての有用性評 価	The University of Sydney (シドニー大学) / Professor HAK-KIM CHAN (ハク-キム チャン 教授) (オーストラリア (シドニー))	新材 料	2018/09/29 / 2019/09/28	156
奥井 学 オキイ マサフミ	中央大学 研究開発機構	機構 助教	空気圧人工筋肉と 磁気粘性流体を用 いたハプティック デバイスの開発研 究	the 2018 International Electrorheological Fluids and Magnetorheological Suspensions Conference (ERM2018) 電気粘性流体と磁 気粘性流体と磁気粘性サスペンションに関する 国際会議 / University of Maryland (アメリカ合衆国, メリーランド州, メリーラ ンド大学)	新材 料	2018/07/15 / 2018/07/21	225
河野 直樹 カノ ナツキ	秋田大学 理工学研究科 物質科学専攻	特任 講師	有機無機層状ペロ ブスカイト型化合 物の光学及びシン チレーション特性	12th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE2018)、 第12回エネルギー及び環境応用のためのセラ ミックス材料に関する国際会議 / National University of Singapore、The American Ceramics Society、シンガポール大学、アメリ カセラミックス協会 (シンガポール共和国、サンテック市、サン テックコンベンションアンドエキシビションセ ンター)	新材 料	2018/07/22 / 2018/07/27	81
後藤 太一 ゴトリ タイチ	豊橋技術科学 大学 大学院工学研 究科 電気・電 子情報工学系	助教	磁気的位相干渉を 用いた磁性デバイ ス開発	3rd International Advanced School on Magnonics (第3回マグノニクスに関する国際先 端会議) / IEEE Magnetics 米国電気電子学会磁 気 (キエフ, ウクライナ, ウクライナキエフ国立 工業大学)	エネ ル ギー	2018/09/15 / 2018/09/22	229
田中 裕也 タナカ ヒロユキ	東京工業大学 科学技術創成 研究院 化学 生命科学研究 所	助教	有機金属骨格を基 盤とした分子素子 の開発	28th International Conference on Organometallic Chemistry 第28回有機金属 化学国際会議 / Organizing committee of ICOMC Maurizio Perugini Director of DSCTM-CNR、ICOMC運営会議、代表マウリ ツィオ ペルチーニ、DSCTM-CNR所長 (フィレンツェ国際会議場 (イタリア・フィレ ンツェ))	新材 料	2018/07/15 / 2018/07/21	346
近田 拓未 チカダ タミ	静岡大学 学術院理学領 域	講師	耐環境性水素同位 体透過低減被覆の 研究開発	International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC'2018) (先進材料加工・製造に関 する国際会議) / MINES ParisTech (パリ国立 高等鉱業学校) (フランス, パリ, シテ科学産業博物館)	エネ ル ギー	2018/07/08 / 2018/07/13	215

氏名	所属機関	役職	研究題名	渡航 主席集会（行先）	分野	期間	金額 (千円)
広瀬 侑 ヒロセ ユウ	豊橋技術科学 大学 大学院工学研 究科 環境・生 命工学系	助教	シアノバクテリア の新しい光合成ア ンテナ調節機構の 発見	16th International Symposium on Phototrophic Prokaryotes（第16回国際光合 成原核生物会議）／Committee of 16th International Symposium on Phototrophic Prokaryotes（第16回国際光合成原核生物会 議開催委員会） （開催国：カナダ、開催地：バンクーバー、会 場：ブリティッシュコロンビア大学）	エネ ル ギー	2018/08/05 / 2018/08/09	249
本林 健太 モリバヤ ケンタ	名古屋工業大 学 大学院工学研 究科応用物理 学専攻	助教	界面構造と連動し たイオン液体中の 金属メッキ反応の メカニズムの解明	69th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry／第69回 国際電 気化学会 年会／The International Society of Electrochemistry／国際電気化学会 （イタリア ボローニャ ノオボポロ国際会議 場）	エネ ル ギー	2018/09/02 / 2018/09/07	226
吉田 浩之 ヨシダ ヒロキ	大阪大学 大学院 工学研 究科 電気電子 情報工学専攻	助教	ブルー相液晶の配 向挙動観察とその 制御に関する研究	SPIE Optics and Photonics 2018（SPIE 光学 + フォトニクス2018）／SPIE（国際光工学 会） （アメリカ、サンディエゴ、サンディエゴコン ベンションセンター）	情報	2018/08/19 / 2018/08/23	180
援助金額合計							1907

平成30年度（2018年度）

「国際交流援助（中期）」受領者名簿

敬称略五十音順

氏名	所属機関	役職	研究題名	渡航 主席集会（行先）	分野	期間	金額 (千円)
有坂 慶紀 アリカ ヨシノ	東京医科歯科大学 生体材料工学 研究所	助教	肝由来細胞の機能を亢進するためのヘパリン結合性成長因子導入分子可動性表面	2018 MRS Fall Meeting & Exhibit(2018年材料研究学会秋期講演会)／Materials Research Society(材料研究学会) (ボストン、Hynes Convention Center)	新材料	2018/11/24 / 2018/12/02	183
石井 佑弥 イシイ ユウヤ	京都工芸繊維大学 繊維学系	助教	ポリマサブミクロン光ファイバの伝播損失低減に関する研究	2018 Materials Research Society Fall Meeting & Exhibit/2018年米国材料学会冬季講演会&展示会／Materials Research Society/米国材料学会 (米国, ボストン, ハイネズコンベンションセンター)	新材料	2018/11/25 / 2018/11/30	216
小松 啓志 コマツ ケイジ	長岡技術科学大学 物質材料工学 専攻	助教	炭素基質を有する廃棄物由来の高機能活性炭に関する研究	2018 International Conference Young Researchers on Advanced Materials (2018 ICYRAM)先進材料に関する若手研究者による国際会議2018／International Union of Materials Research Societies (IUMRS)国際材料研究学会 (オーストラリア・南オーストラリア州(アデレード)・アデレードコンベンションセンター)	新材料	2018/11/04 / 2018/11/08	144
援助金額合計							543

平成30年度（2018年度）

「国際交流援助（後期）」 受領者名簿

敬称略五十音順

氏名	所属機関	役職	研究題名	渡航 主席集会（行先）	分野	期間	金額 (千円)
安達 洋平 アタチ ヨウヘイ	広島大学 大学院工学研究科 応用化学専攻	助教	元素の特徴を生かした 新奇なn電子系材料の創出	Rutgers University (ラトガース大学) / Prof. Frieder Jäkle (フリーダー・イエークル教授) (アメリカ合衆国 ニューアーク ラトガース大学)	新材料	2019/03/01 / 2020/01/31	232
東野 智洋 ヒガシノ トモヨシ	京都大学 大学院工学研究科 分子工学専攻	助教	ヘテロールが縮環した 新規ポルフィリノイドの開発	235th ECS Meeting (米国電気化学会第235回年会) / The Electrochemical Society (米国電気化学会) (米国テキサス州ダラス シェラトン・ダラスホテル)	新材料	2019/05/26 / 2019/05/31	200
援助金額合計							432

平成30年度（2018年度）

「矢崎学術賞」 受賞者名簿

功績賞

敬称略五十音順

氏名	所属機関	役職	研究題名
小林 研介 コバヤシ ケンスケ	大阪大学 大学院 理学研究科 物理学専攻	教授	高精度ゆらぎ測定を用いた非平衡スピン依存伝導の研究

奨励賞

敬称略五十音順

氏名	所属機関	役職	研究題名
田中 俊輔 タナカ シュンスケ	関西大学 環境都市工学部 エネルギー・環境工学科	准教授	酸化亜鉛からミクロ孔性ゼオライト型錯体への結晶転換とイオン伝導性材料としての展開

平成 3 0 年 度
矢 崎 学 術 賞 功 績 賞

大阪大学大学院 理学研究科
物理学専攻

教 授 小 林 研 介 氏

[講 演 資 料]

公益財団法人矢崎科学技術振興記念財団

ゆらぎは語る

大阪大学 大学院理学研究科 物理学専攻 小林 研介

物理学の世界では、20 世紀前半に「量子力学」という新しい学問が打ち立てられました。量子力学の出現によって、それ以前にはよく分からなかった、原子・分子や光の性質をはじめとする、私たちの身の回りにある自然の成り立ちを精密に理解できるようになりました。例えば、ガラスはなぜ透明なのか、金属はなぜ電気を流すのか、磁石はどうして鉄をひきつけるのか、などを理解できるようになったのです。さらに、1990 年代以降、ナノテクノロジー（微細加工技術）の発展によって、「ナノ物理学」と呼ばれる分野が生まれました。この分野は、「量子力学に基づいて自然現象を理解する」というだけでなく、「量子力学を利用して自然現象を制御する」ことを目標とします。ナノ物理学は、物質の性質の制御、という、これまでは夢物語に思われてきたことを様々な形で実現できる可能性を切り拓いてきました。この分野に挑戦することの意義は、このような、量子力学のもたらす新しい可能性を探求する点にあります。

ナノ物理学では、微小な電子回路を用いて物質の性質を制御する研究が活発に行われています。半導体・金属・超伝導体などを非常に小さく（ナノメートルスケールに）加工すると、しばしば、もとの性質とは質的に異なった量子力学的な性質が出現することがあります。その意味において、このような微小な回路を「人工量子系」と呼ぶこともできます。

人工量子系の最大の特長は、量子力学に基づく現象を直接観測し、制御できる点にあります。たとえば、人工原子と呼ばれる微小な電子回路では、電子を一個ずつ制御することができ、電子がただ一個あるだけで発現するような現象を観測できます。あるいは、電子波干渉計と呼ばれる回路では、電子の波動性を制御する実験が可能です。このような研究は、量子力学がどこまで正しいのか、という物理学の根本的な問いに答えることを可能にしてくれる点で、基礎研究として大きな価値を持ちます。さらに、この方向での発展は、これまでとは質的に異なる新しいテクノロジーにつながります。たとえば、近年の量子コンピュータ研究は、このような基礎研究がまさにテクノロジーのレベルにまで到達してきた結果と言えるでしょう。

私たちは、世界最高の感度で「ゆらぎ（=雑音）」を精密に測定する技術を独自に開発してきました。この手法を武器に、これまでの研究では見過ごされてきたような人工量子系におけるゆらぎを高精度に検出する研究を行っています [1]。回路におけるゆらぎとは、文字通り、回路を流れる電流に含まれる雑音のことを意味します。多くの場合、雑音は邪魔者であり、できれば取り除きたい、

と思うのが人情ではないでしょうか。しかしながら、制御性の高い人工量子系では、通常の測定では無視されるような雑音でさえも定量的に扱うことができ、そこから意味のある新しい情報を引き出すことができるのです。本講演のタイトル「ゆらぎは語る」は、ゆらぎを研究することによって自然の本質を引き出したい、という私たちの研究の動機を表しています。

近年の私たちの研究成果の一つに人工原子における非平衡近藤効果の解明があります[2,3]。導線につながれた人工原子の中に、ただ一つの電子を閉じ込めた状態を作ると、近藤効果と呼ばれる一風変わった量子効果がおこります。これは、その電子のスピンを、隣接した導線中にある無数の電子が取り囲んで一つの量子状態（量子液体）を作りだすことが原因です。私たちは、量子液体を通過する電流のゆらぎを精密に調べ、理論的に予測されていた非平衡状態にある量子液体の挙動を解明することに成功しました。

量子液体は物理学の中心的な課題の一つです。高い精度で理論の検証に成功した本成果は、物質の新しい性質や機能を見いだすなど、今後の研究の発展に貢献していくものと期待されます。また、私たちの研究は、現代物理学にとって今なお難問である「非平衡」を解明していく出発点になる可能性があります。

謝辞 本研究は、荒川智紀、秦徳郎、藤原亮（阪大理物）、M. Ferrier、R. Delagrance、R. Deblock、R. Weil（パリ南大-CNRS）、阪野壘（東大物性研）、寺谷義道、小栗章（大阪市大理）の各氏との共同研究によります。本研究の一部は、科学研究費補助金 基盤研究（S）・新学術領域の補助を受けて行われました。さらに、本研究を含めた私たちの研究「高精度ゆらぎ測定を用いた非平衡スピン依存伝導の研究」は、矢崎科学技術振興記念財団 平成 25 年度 第 31 回研究助成を頂いております。温かく支援して下さいました財団に深く御礼を申し上げます。また、このたび矢崎学術賞（功績賞）を頂けることになりました。望外の喜びであり大変光栄なことと感謝申し上げます。本賞を励みとし、これからも志を高く持って精進を重ねて参りたいと決意を新たにしております。

【参考文献】

- [1] K. Kobayashi, What can we learn from noise? — Mesoscopic nonequilibrium statistical physics —. *Proceedings of the Japan Academy, Series B* **92**, 204 (2016).
- [2] M. Ferrier *et al.*, Universality of non-equilibrium fluctuations in strongly correlated quantum liquids. *Nature Physics* **12**, 230 (2016).
- [3] 小林研介、「ゆらぎで探る量子液体」、パリティ Vol. **32**, No. 11, 16 (2017).

平成 3 0 年 度
矢 崎 学 術 賞 奨 励 賞

関西大学 環境都市工学部
エネルギー・環境工学科

准 教 授 田 中 俊 輔 氏

[講 演 資 料]

公益財団法人矢崎科学技術振興記念財団

Metal-Organic Framework (MOF) と呼ばれる多孔性の金属錯体は、結晶学的に精度よく定義される構造と高い比表面積、細孔容積をもつため、吸着、分離、貯蔵、触媒への応用が期待されている。金属イオン（またはクラスター）と有機配位子の組み合わせにより構造を多様に設計できることが MOF の特長である一方、MOF を利用した用途開発が飛躍的に進む背景には、その組成・構造の多様化ばかりでなく、合成方法の多様化、生産技術の効率化の進展がある。本講演では、筆者らが提案・実証してきた MOF 合成法とその機構について紹介し、MOF の空間空隙設計と応用展開について展望を述べたい。

(1) MOF の粒子径と構造柔軟性

MOF の骨格は、既存の無機多孔体に比べて柔軟性が高く、ゲスト分子の出し入れによって細孔形状が菱形構造から正方形型に変形したり、相互貫入型の構造が相対位置を変えたり、格子層間が膨張・収縮したり、細孔開口部の配位子が回転したりするなどの様々な構造転移挙動を示す (Fig. 1)。筆者らは、MOF の構造柔軟性が粒子径によって変化することを明らかにし、結晶構造や組成の制御に加えて、粒子径や形態の制御ならびに高次構造化が吸着・分離機能の精密設計において重要な因子であることを示した。

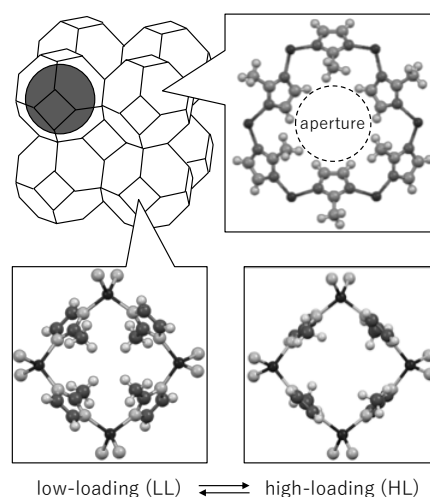


Fig. 1 A type of MOF with SOD structure and schematic illustration of part of 4-ring aperture in the low-loading and high-loading structures of MOF.

(2) メカノケミカル法と粒子構造の階層化

MOF の合成は錯形成反応を基礎とし、一般的に金属塩と配位子を液相中で反応させて合成される。これに対して、筆者らは、低環境負荷型の大量製造プロセスとして、金属酸化物を利用した MOF の無溶媒メカノケミカル合成法を提案・実証した。本手法で得られる MOF は、粒子径が大きく良好なハンドリング性を示すことに加え、マイクロ／メソ／マクロの階層化された構造をもつため、優れた有機物吸着速度をもつことを明らかにした。

(3) 噴霧乾燥法と多結晶粒子化

これまでに合成された MOF の結晶構造は 2 万種以上とも言われるが、結晶以外の相（ガラス相や液相）に関する研究はほとんどない。筆者らは、噴霧乾燥法を利用することによっ

て Zn イオンと 2-methylimidazole からなる MOF がガラス（アモルファス）化することを見出した。さらに、ガラス相の生成物を有機溶媒で処理することで容易に結晶相に転移できることを明らかにした (Fig. 2)。このようにガラス相から結晶相へ、またその逆への相転移を制御できれば、粒子や膜、繊維状など材料の形態を制御したり、異種材料と複合化したりすることが期待できる。本手法で得られる MOF は微結晶がインターグロースした多結晶構造をもつところに特徴がある。また、従来の MOF はガス分離を指向した研究が多い中、MOF 多結晶は、液相分離にも応用でき、高い吸着容量と吸着速度を兼ね備えることを実証した。

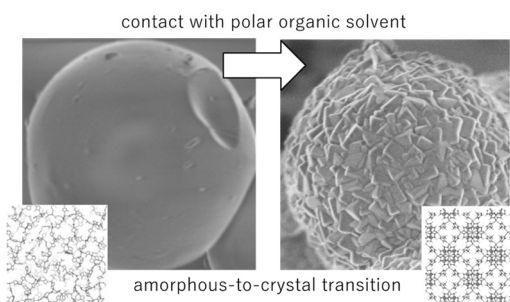


Fig. 2 FESEM images of amorphous MOF (left) after spray-drying and polycrystalline MOF (right) after amorphous-to-crystal transition.

(4) *in-situ* 製膜法と膜分離

筆者らは、MOF を多孔質支持体上に簡便に薄膜化する *in-situ* 製膜法を提案した。本製膜法の特徴は、配位子に類似した構造をもつ官能基を支持体上に表面修飾することによって、不均一核生成と結晶成長の場を制御するところにある。本手法により、MOF の製膜において課題とされていた支持体への固定化や膜欠陥の低減が図られ、サブナノ細孔を利用した気体の選択分離が可能であることを明らかにした。また、支持体の表面修飾量を調整することによって、結晶粒サイズが制御された多結晶膜を作製できることを実証した。多結晶膜を構成する結晶粒サイズによって、プロピレン／プロパンのような微小な分子径の差しかない分離対象の選択分離特性を制御できることを示した。

MOF の組成および結晶構造の制御に加えて、粒子径や形態の制御、高次構造化による性能の向上ならびに新たな機能創出の可能性を示した。また、高効率かつ多様な合成経路を提案できることは MOF の工業的応用に大いに寄与すると期待される。生産性向上の追求、異種材料との相乗効果に基づく複合機能化を図り、MOF の特徴を活かした独自の用途分野を展開していきたい。

【謝辞】本研究は、矢崎科学技術振興記念財団の支援を受けて行われました。また、研究室学生ならびに多くの共同研究者によって遂行されました。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】 [1] *J. Phys. Chem. C* **119** (2015) 28430. [2] *膜* **41** (2016) 165. [3] *ゼオライト* **33** (2016) 1. [4] *触媒* **58** (2016) 135. [5] *ACS Omega* **2** (2017) 6437. [6] *触媒* **59** (2017) 155. [7] *J. Membr. Sci.* **544** (2017) 306. [8] *Adsorption News* **32** (2018) 14. [9] *Cryst. Growth Des.* **18** (2018) 274. [10] *Langmuir* **34** (2018) 7028. [11] *膜* **43** (2018) 224. [12] *Polyhedron* **158** (2019) 290. [13] *膜* **44** (2019) 2.