

令和元年度「研究助成金」受領者 14 名、
「国際交流援助」受領者 13 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」)は令和元年度の「研究助成金」受領者 14 名、「国際交流援助」受領者 13 名、「矢崎学術賞」受賞者 2 名を決定しました。

当財団は、1983(昭和 58)年以来、科学技術の発展を目的として「研究助成」事業を行っており、今年度も独創的で成果が科学技術の進歩に大きく貢献すると考えられる研究を対象とし選考が行われました。当財団の「研究助成」は、「新材料」「エネルギー」「情報」の各分野を対象領域としており、「一般研究助成」、「奨励研究助成」、「特定研究助成」の三つの助成制度があります。また、国際的な学会での研究発表や共同研究をする際の渡航費を支援する「国際交流援助」、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業績をあげられた研究者に与える「矢崎学術賞」があります。

【一般研究助成(200 万円)】

小野 智司(オノ サトシ) 鹿児島大学学術研究院理工学域工学系 准教授

「異常検知や変化点検知における教師信号付き学習データの合成方式の提案」はじめ 7 件(応募 79 件)

【奨励研究助成(100 万円):原則 35 歳以下の若手研究者が対象】

佐藤 孝憲(サトウ タカノリ) 兵庫県立大学大学院工学研究科 助教

「光演算回路のためのシリコンリング光共振器を用いた集積型可変フェーズシフタおよびパワーディバイダの開発」はじめ 7 件(応募 44 件)

【特定研究助成(1,000 万円):当財団が特定したテーマにふさわしい研究が対象】

当財団が特定した 2 テーマ

1. 「質の高い高齢者・身障者支援技術の開発」
2. 「モビリティ社会の変革(CASE、MaaS など)実現を支える基盤技術に関する研究」

厳正な審査の結果、該当なし(応募 10 件)

【国際交流援助】

13 名(応募 20 件)

【矢崎学術賞】

功績賞:水口 将輝(ミズグチ マサキ) 東北大学金属材料研究所 准教授

奨励賞(若手研究者を対象):坂本 良太(サカモト リョウタ) 京都大学大学院工学研究科 准教授
(応募 11 件)

なお、3 月 5 日に開催を予定していた研究助成金贈呈式は、新型コロナウイルスの感染拡大のリスクが高まっていること等を踏まえ中止いたしました。

◎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 : 1982(昭和 57)年 12 月 15 日(矢崎総業株の創業 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

基本財産 : 9 億 4,410 万円

主務官庁 : 内閣府

U R L : <https://www.yazaki-found.jp/>

目次

受領者・受賞者の決定について	1
目次	3
一般研究助成 受領者名簿	4
一般研究助成 研究紹介文	5
奨励研究助成 受領者名簿	12
奨励研究助成 研究紹介文	13
国際交流援助 受領者名簿	20
学術賞 受賞者名簿	24
学術賞 研究紹介文	25

2019年度(令和元年度)

「一般研究助成」受領者名簿

敬称略五十音順

新材料

氏名	所属機関	役職	研究題名
大木 靖弘 オオキ ヤスヒロ	名古屋大学 大学院理学研究科 物質理学専攻(化学系)	准教授	分子性ナノ金属触媒の創製とエネルギー変換反応
堀毛 悟史 ホリケ サシ	京都大学 高等研究院 物質-細胞統合システム拠点	准教授	金属イオン含有イオン液体ネットワークによる無加湿プロトン伝導体の合成
本倉 健 モクラ ケン	東京工業大学 物質理工学院	准教授	金属ケイ素を還元剤とするCO ₂ 直接変換のための酸塩基触媒の創製

エネルギー

氏名	所属機関	役職	研究題名
砂田 祐輔 スナダ ユウスケ	東京大学 生産技術研究所	准教授	最少量の貴金属で駆動する金属ナノシート分子触媒の創出
土屋 敬志 ツチャ タシ	物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクニクス研究拠点	主任研究員	リチウム及び多価イオン固体電解質における界面分極挙動の定量評価

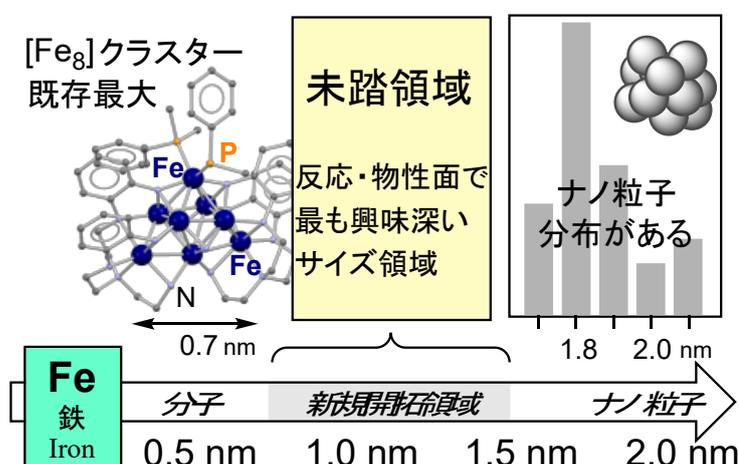
情報

氏名	所属機関	役職	研究題名
小野 智司 オノ サシ	鹿児島大学 学術研究院理工学域 工学系情報生体システム工学専攻	准教授	異常検知や変化点検知における教師信号付き学習データの合成方式の提案
李 洪譜 リコウフ	静岡大学 工学部 機械工学科	教授	波長及びOAMモード多重光通信のための多チャンネル螺旋状ファイバ回折格子の開発

分子性ナノ金属触媒の創製とエネルギー変換反応

名古屋大学大学院 理学研究科 物質理学専攻(化学系) 准教授 大木 靖弘

金属数に分布のあるナノ「粒子」を、金属数や構造が規定された「分子」として精密合成できれば、構造と反応性や物性の関係を明らかにし、合目的に触媒・材料開発へ繋げられる。現在知られる1 nmを前後するクラスターは貨幣金属にほぼ限られ、Pt, Pd化合物も散発的な報告があるが、本研究では入手が比較的容易かつ貴金属より高い反応性を備える汎用金属(Fe, Coなど)、特にFeを対象に、反応面で最も興味深く未踏領域でもある1 nmを前後する金属集積体(クラスター)を、構造・組成が規定される「分子」として合成し、CO₂から炭化水素への直接変換に代表されるエネルギー変換触媒としての利用を検討する。本研究は、これまで存在しなかった化合物群を創製するものであり、先行研究が存在する貨幣金属のクラスター分子と合わせ、少し広い概念で捉え、「金属ナノ分子」と呼べる新しい化合物カテゴリーを築く礎になり得る。



【実用化が期待される分野】

本研究で創製する化合物群は、真の貴金属代替触媒を開発する契機となり得る。貴金属触媒を代替する目的で近年利用されているFeナノ粒子は、安定性が高い反面、反応性が低い。また既存の分子触媒は、反応性が極めて高いものの、寿命が十分ではない。従って貴金属と同レベルに鉄族金属を使うためには、安定性と反応性のバランスを取ることが重要であり、その答えはナノ粒子と分子触媒の間にあたるナノクラスターにあると考えている。1 nm前後のFeクラスターには先例がなく、既存分子の最大は[Fe₈]クラスター、ナノ粒子の最小は平均粒径1.5 nmであった。両者の間にあたる未踏領域の化合物を創製することで、第一歩を踏み出したい。

金属イオン含有イオン液体ネットワークによる無加湿プロトン伝導体の合成

京都大学 高等研究院 物質-細胞統合システム拠点 准教授 堀毛 悟史

燃料電池の普及においては、電池を構成する材料、特にプロトン(H⁺)を伝導する固体電解質の発展が不可欠である。例えば車載用として考えたとき、湿度ゼロかつ 100～200℃の環境で安定に作動するプロトン伝導電解質は、燃料電池の作動効率の向上やレアメタルである Pt 触媒の低減などを可能とする。しかし未だ決定的な材料は見いだせていない。本研究ではその要求に資する新たなプロトン電解質を、イオン液体と金属イオンの分子レベルでの組み合わせによって実現する。イオン液体を構成するアニオンを金属イオンによって連結させポリマー化することにより、プロトンの移動度を向上させるとともに材料の固体形状の確保ができる。

合成した電解質については放射光、固体 NMR、シミュレーションなど先端分析により構造を明らかとし、プロトンの輸送経路を理解する。また得られる構造体は柔らかいことが期待され、電極との接合を行うとともに無加湿・150℃における電池出力特性を評価し、デバイスにおける材料特性の解明と改良を行ってゆく。

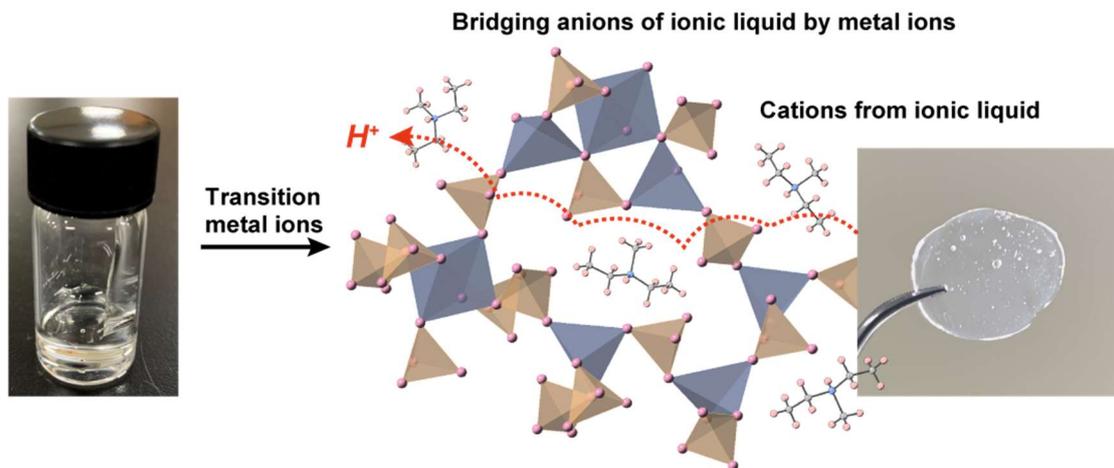


図1. イオン液体と金属イオン(おもに遷移金属イオン)との反応により組み上がる無機-有機複合ネットワークの模式図。ソフトな構造体であり、図に示すように自立膜の形成が可能。

【実用化が期待される分野】

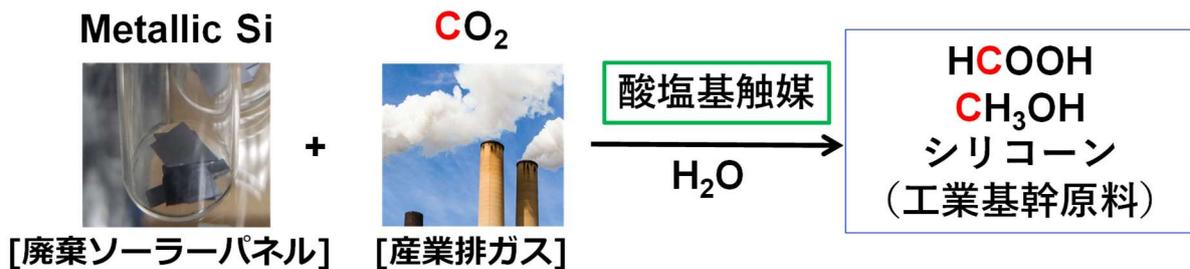
特に車載用の燃料電池

金属ケイ素を還元剤とする CO₂ 直接変換のための酸塩基触媒の創製

東京工業大学 物質理工学院 准教授 本倉 健

本研究では、ソーラーパネルの製造および廃棄工程において排出される金属ケイ素と、二酸化炭素 (CO₂) との反応による、工業基幹原料(ギ酸・メタノール・シリコン)の合成を目指す。ソーラーパネルの成型・製造の際に、約 50%の金属ケイ素結晶が廃棄されると言われている。加えて、ソーラーパネルの平均耐用年数は 30 年程度であり、近年の急速な需要増加から考えて、近い将来確実に大量にパネルが廃棄される。これら廃棄金属ケイ素の主な処分方法は粉碎・埋め立てであり、明確な再利用方法は確立されていない。すなわち、酸化ケイ素の還元による金属ケイ素結晶製造の際に投入された大量のエネルギーは再利用されず廃棄されている。

ケイ素-ケイ素結合を有する化合物は高い還元力を有しており、適切な触媒を介在させることができれば、金属ケイ素によって CO₂ を還元し、工業基幹原料であるギ酸・メタノールを合成できる可能性は極めて高い。さらに、ケイ素原子と CO₂ 還元によって生成したメチル基との間でケイ素-炭素結合を形成させることで、機能性高分子材料であるシリコンの骨格をつくることができる。本研究ではこれらの反応を加速するための酸塩基触媒を原子・分子レベルでの設計によって新たに開発する。本研究が成功すれば、我が国のエネルギー供給の一端を担うソーラーパネルの廃棄問題解決と、CO₂ の排出量削減の両方を実現できる。



酸塩基触媒による廃棄物からの工業基幹原料合成

【実用化が期待される分野】

CO₂ 削減が望まれる化学工業や、ギ酸・メタノール・シリコンなどの工業基幹原料・機能性材料の生産プロセスにおける実用化が期待される。加えて、ソーラーパネルの製造・廃棄の際の廃棄物に付加価値を見出すことができるため、再生可能エネルギーによる発電プロセスの経済性向上に貢献できる。

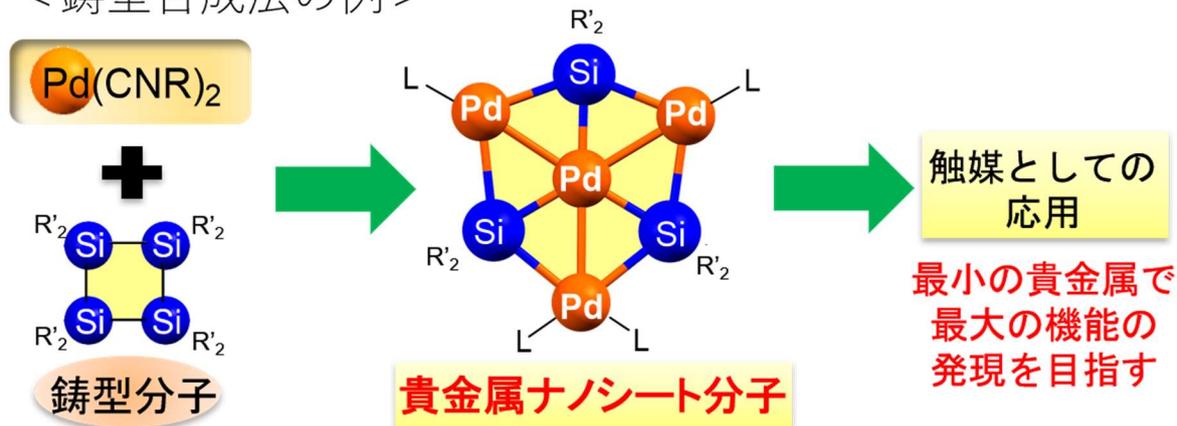
最少量の貴金属で駆動する金属ナノシート分子触媒の創出

東京大学 生産技術研究所 准教授 砂田 祐輔

貴金属ナノ粒子に代表される、数百から数千原子のパラジウムや白金などの貴金属原子が集積されたナノサイズの金属集積体は、医薬原料や液晶・有機 EL などの様々な化学品の合成における触媒や、自動車の排ガス浄化用の触媒、燃料電池用触媒など、広範な科学分野で活用されております。しかし、一般に貴金属は地殻埋蔵量が極めて少ない希少元素であるため高価であるのに加え、多用途で用いられているため、各要素技術において必要とされる貴金属の使用量の最小限化を達成する技術の開発が世界的にも強く望まれています。

本研究では、ナノサイズ貴金属触媒において、表面部分に位置する金属種が触媒機能を担っていることに着目し、表面部位の構造・機能を模倣する分子状触媒を合成し、これを触媒として活用することで、貴金属使用量の最少化の実現に寄与する技術を開発します。特に、申請者が独自に開発したケイ素化合物を活用した「鑄型合成法」に基づく、広い比表面積を持ち平面状構造を有する貴金属ナノシート分子の開発に注力し、これを触媒として適用することで、従来のナノサイズの貴金属触媒と同等以上の性能を、最少の貴金属使用量で達成できる触媒の開発を目指します。

< 鑄型合成法の例 >



【実用化が期待される分野】

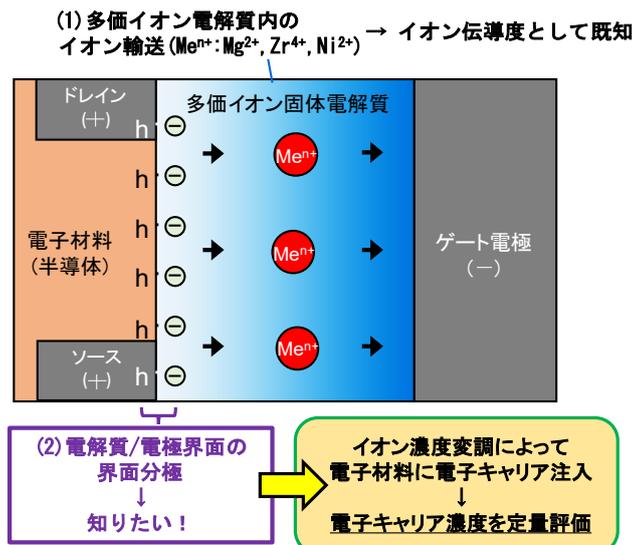
ナノサイズの貴金属化合物は、燃料電池用触媒や自動車などの排気ガスの分解用の触媒、化学品合成用触媒、など多岐にわたって用いられています。本研究課題で開発する、最少量の貴金属で駆動するナノシート分子触媒をこれらの分野へと適用することで、各種用途における貴金属使用量の最少化が可能となると見込まれることから、これらの分野への実用化が期待されます。

リチウム及び多価イオン固体電解質における界面分極挙動の定量評価

物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトゥクス研究拠点
主任研究員 土屋 敬志

液体電解質を利用する二次電池やスーパーキャパシタは低エネルギー密度や燃焼・爆発リスクの問題があることから、近年これらを固体電解質で置き換える全固体化が精力的に進められている。従来高伝導度が知られているリチウムイオンに加え、最近イオン1個あたり2倍以上の電荷を運ぶことが可能な多価イオン伝導性(Mg^{2+} , Zr^{4+} , Ni^{2+} 等)の新規固体電解質についての報告がなされており、これらが応用されれば飛躍的に高性能、すなわち高エネルギー密度の次世代技術につながる可能性がある。しかし、これらの電解質材料では(1)イオン伝導度についてはよく調べられている一方、電極界面でのイオン濃度変調により誘起される(2)界面分極についてはよくわかっていない。多価イオン固体電解質における界面分極は電極と電解質の間のイオン移動に対して障壁となり、電池の充放電特性に致命的な影響を与えると考えられるが、この調査は容易でなく詳細は不明である。

そこで本研究では、従来の電気化学測定に新たに半導体科学の技術を取り入れ、リチウム及び多価イオン固体電解質界面近傍の分極挙動を解明する。電界効果トランジスタの原理、すなわち電子材料中の電子キャリア濃度変調を利用して各種固体電解質における界面分極量の定量評価を行い、固体電解質のイオン伝導度に次ぐ固体電池・キャパシタ開発のガイドラインを得ることを目的とする。



【実用化が期待される分野】

リチウムや多価イオンを利用する固体電池やキャパシタ

異常検知や変化点検知における教師信号付き学習データの合成方式の提案

鹿児島大学 学術研究院 理工学域 工学系 情報生体システム工学専攻
准教授 小野 智司

本研究の目的は、系列データにおいて、専門家でも発見が困難な微小な変化や異常を検出できる技術を実現することである。一般に、異常や変化を検知する機械学習技術は、正常データと比較して異常や変化等のデータが圧倒的に少ないために、教師無し学習が用いられることが多い。このため、比較的大きな変動パターンでなければ変化や異常を検出することが難しい。

これに対して本研究では、教師信号が付与されていないデータをもとに、教師信号付き学習データを合成し、教師有り学習を可能にする方法を提案する。教師有り学習を行うことで、従来は発見が困難であった自然変動に対してより微小な変動パターンのみを含む変化や異常であっても、検出が可能となる。

提案する教師信号付き学習データの合成は、複数の正常なデータを組み合わせることで行う。すなわち、2つの異なる系列データを、ある時点で分割し、組み替えることで新しい系列データを生成する。このとき、分割した時点で何らかの異常や変化が生じたとみなして、異常や変化があったという教師信号を付与できる。例えば、気象観測データでは、変化を含むサンプルを、 $(\text{拠点数})^2 \times (\text{時点数})^2$ のオーダーで合成することが可能となる。以上のようにして生成したデータをもとに学習器の訓練を行うことで注目すべき特徴を学習することが可能となり、学習データよりも微小な変動を検知することが可能となる。

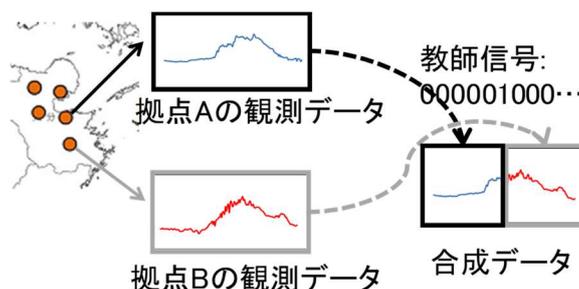


図 提案する教師信号付き訓練データの合成方式. $(\text{拠点数})^2 \times (\text{時点数})^2$ オーダーのサンプルを合成可能.

【実用化が期待される分野】

地球科学分野, 医療分野, 製造分野を始めとする幅広い分野に応用が可能である。地球科学分野の種々の計測における、長期的な気象変動の予測に使用される基礎データの整備に貢献する。その他、生体計測データによる患者の取り違い等の医療事故の発生の検知や、機械の早期異常発見等にも応用が期待できる。

波長及び OAM モード多重光通信のための 多チャンネル螺旋状ファイバ回折格子の開発

静岡大学 工学部 機械工学科 教授 李 洪譜

インターネット、無線ネットワークの急激な普及に伴い、情報通信インフラである光ファイバネットワークの更なる高速大容量化が必要となり、これを支えるシステムとして軌道角運動量(OAM)モードの多重分割と波長の多重分割 (WDM)技術を融合したフォトニックネットワークの実現が期待されている。このようなシステムでは多波長かつ OAM モードの多重・分割デバイスが不可欠である。

OAM モードは図1に示すような伝搬方向に対して螺旋面状の等位相面を持つ電磁波であり、近年大容量モード多重光通信への応用が期待されている。

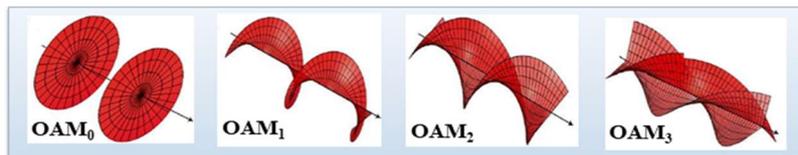


図1 次数0から3までのOAMモードの波面分布

一方で、螺旋状ファイバ回折格子(HLPG)は図2に示すようなファイバ軸に沿って周期的なスクリュータイプの屈折率変調があるファイバデバイスであり、その中に存在するモード(電磁波の空間分布)は固有の OAM モードであるので、現在有望な OAM モード変換・多重デバイスとして注目されている。現在、1本の短い光ファイバに、多くのチャンネルかつ異なる次数の OAM モードを有する螺旋状ファイバ回折格子の実現が求められているが、その為の設計法及び製作技術は存在しない。



図2 螺旋状ファイバ回折格子

本研究では、我々はこれまでに開発した螺旋状ファイバ回折格子(HLPG)の作製技術を更に発展し、波長・OAM モード多重光通信システムのための全ファイバ系多波長 OAM モード変換・多重デバイスの実現を目指す。

【実用化が期待される分野】

本研究は成功すれば、WDM システムと OAM 多重システムにおいて、大容量・超高速光通信、光情報処理及びフォトニクス of 進展に大きな貢献を与えられられる。本研究提案した螺旋状多チャンネル HLPG を更に工夫すると、医療、生命科学、環境診断学等分野にて用いられる光ピンセット、光円二色性測定器等への応用も可能である。

2019年度(令和元年度)

「奨励研究助成」受領者名簿

敬称略五十音順

新材料

氏名	所属機関	役職	研究題名
伊藤 英人 イトウ ヒロト	名古屋大学 大学院理学研究科 物質理学専攻(化学系)	准教授	光学活性グラフェンナリボンの創製
信田 尚毅 シダ ナオキ	東京工業大学 物質理工学院	特任助教	含テルル共役系分子のレドックスに基づく分子触媒の開発と応用
星本 陽一 ホシモト ヨウイチ	大阪大学 大学院工学研究科	准教授	有機ホウ素触媒の精密設計を鍵とする革新的水素貯蔵システムの開発
正井 宏 マサイ ヒロシ	東京大学 大学院総合文化研究科	助教	発光・屈折・液晶材料に対する直接的光微細加工技術の創出

エネルギー

氏名	所属機関	役職	研究題名
中田 明伸 ナカダ アキノブ	中央大学 理工学部 応用化学科	助教	分子導線により結合した複合体光触媒による高効率水分解
矢地 謙太郎 ヤジ ケンタロウ	大阪大学 大学院工学研究科	助教	レドックスフロー電池の流路構造と電極構造の同時最適設計法

情報

氏名	所属機関	役職	研究題名
佐藤 孝憲 サウ タカノリ	兵庫県立大学 大学院工学研究科 電子情報工学専攻	助教	光演算回路のためのシリコンリング光共振器を用いた集積型可変フェーズシフタおよびパワーディバイダの開発

光学活性グラフェンナノリボンの創製

名古屋大学大学院 理学研究科 物質理学専攻(化学系) 准教授 伊藤 英人

本課題は湾曲した多環芳香族炭化水素構造の軸不斉やヘリシティーに基づく光学活性グラフェンナノリボンを世界で初めて合成する研究である。グラフェンナノリボン(GNR)はその構造依存性が高い金属性・半導体性・磁性などによって世界で注目されている次世代ナノ炭素材料である。現在物理的なトップダウン合成法や有機合成手法を用いたボトムアップ合成法により、長さ・幅・周辺構造を精密に制御して GNR を合成する試みがなされているが、軸不斉やヘリシティーに基づくキラリティー(不斉)については言及されておらず、光学活性 GNR の合成例はない。本課題では、これまで申請者らが開発してきた縮環 π 拡張(APEX)反応やリビング APEX 重合法を用いて、GNR の長さ・幅・構造の制御に加えて第四の構造因子である「不斉」を制御した新規合成・変換手法を開発し、世界初となる光学活性 GNR を創製するものである。これを実現するために、光学活性な芳香環開始剤を用いたキラルリビング APEX 重合や、不斉配位子とパラジウム触媒を用いたキラル APEX 反応を新たに開発する。本研究により、キラル光学物性やキラル磁性といったこれまで GNR にはみられなかった性質の発現と、新しいナノ炭素材料の創出が期待できる。

参考文献:

- (1) Yuuta Yano, Nobuhiko Mitoma, Kaho Matsushima, Feijiu Wang, Yusuke Matsui, Akira Takakura, Yuhei Miyauchi, Hideto Ito,* Kenichiro Itami* *Nature*, **2019**, *571*, 387–392.
- (2) Yuuta Yano, Feijiu Wang, Nobuhiko Mitoma, Yuhei Miyauchi, Hideto Ito,* Kenichiro Itami* *J. Am. Chem. Soc.* **2020**, *142*, 1686–1691.

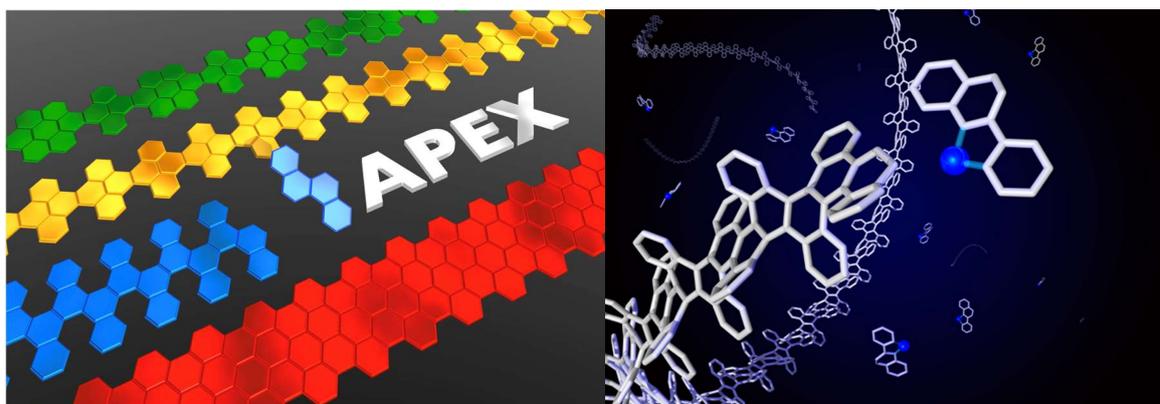


図 APEX 重合反応とそれによって合成されるグラフェンナノリボンのイメージ図
【実用化が期待される分野】

・高分子材料、有機機能性材料、有機半導体、キラル光学材料などをつかった材料科学など

含テルル共役系分子のレドックスに基づく分子触媒の開発と応用

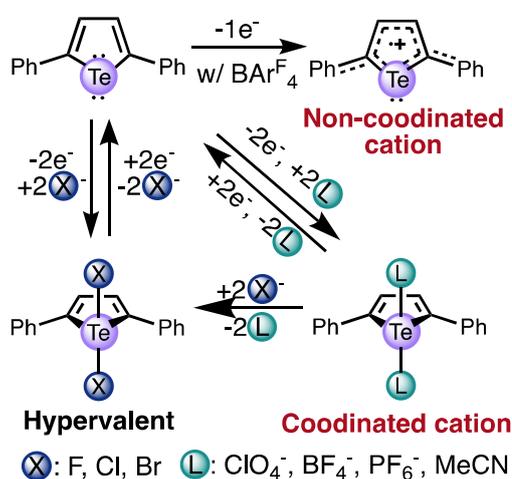
東京工業大学 物質理工学院 特任助教 信田 尚毅

チオフェンの硫黄原子をテルル元素に置き換えたテルロフェンは、近年の合成手法の発展に伴い、注目されているビルディングブロックである。テルロフェン骨格を有する分子材料・高分子材料は、チオフェン類と異なる物性を示し、薄膜トランジスタ、発光素子、太陽光発電、熱電素子といった材料への応用が研究されている。また、テルロフェンは重元素であるテルルを芳香環に含んでおり、 π 共役系と重元素それぞれに起因する酸化還元(レドックス)挙動が見られることが期待され、特異な有機分子である。

我々は最近、テルロフェン類を電気化学的に酸化することで、テルル元素上に ClO_4^- , BF_4^- や PF_6^- のような比較的配位性の弱いアニオンや、アセトニトリルのような中性のドナーが配位することを明らかにした。一方で、 $\text{Bu}_4\text{NB}(\text{C}_6\text{F}_5)_4/\text{CH}_2\text{Cl}_2$ のように非常に配位性の弱い電解液を用いた場合、テルロフェンは配位を受けず、正電荷とスピンの π 電子系に非局在化したラジカルカチオン種が発生することを見出している。このように、アニオンや溶媒といった周辺分子の配位がテルロフェンのレドックスに対して強く影響を及ぼすという知見はこれまでに報告例がなく、興味深いものである。

本研究においてはこの概念の発展とそれに基づく有機分子材料の開発を提案する。具体的には、テルロフェンを含む有機分子を電気化学的に酸化することで、カチオン性化学種を発生させ、これを Lewis 酸触媒として低分子活性化反応に応用する。カチオン性テルロフェンは、高い Lewis 酸性を示すのみならず、 π 系における電荷の非局在化により準安定状態をとることから、高い安定性を示すことが期待できる。

本研究を通して、高活性な電解発生化学種を触媒として利用し、遷移金属の利用に依存しない新たな触媒系の構築を目指す。



【実用化が期待される分野】

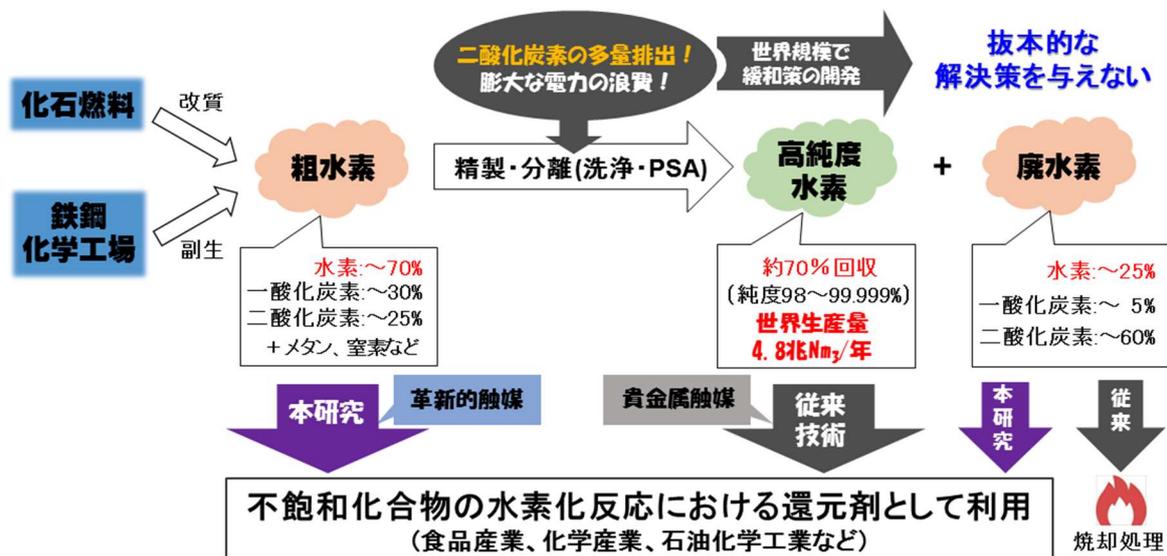
水の電気分解のように、電気エネルギーを用いた分子の変換は電解合成と呼ばれる。近年、環境調和型の物質合成法として、有機分子や高分子材料の電解合成が注目されている。本研究は「電解反応を利用した高活性触媒のその場発生」を意図するものであり、環境に優しい新たな物質合成プロセスとしての実用化が期待できる。

有機ホウ素触媒の精密設計を鍵とする革新的水素貯蔵システムの開発

大阪大学大学院 工学研究科 准教授 星本 陽一

水素社会を迎え、H₂の国内需要は2050年には2,514万トン/年に達すると見込まれており、その80%以上は外国から輸入することで補填される。2050年におけるH₂の大半は、今日と同様に化石燃料から生産されると予測されており、膨大な量の粗水素(H₂とCO、CO₂、CH₄などの混合ガス)がH₂の原料として、今後も生産され続けることは明白である。粗水素から高純度H₂(純度99.999以上)を製造する既存プロセス(例:CO転化、圧カスイング吸着)はエネルギー多消費型であり、間接的に膨大な量のCO₂を排出する。さらに、既存プロセスにおけるH₂損失は大きく、約30%近いH₂が失われる。水素社会を支える大量のH₂を安定に供給し続けるためには、外国産の褐炭や天然ガス由来の粗水素から、安価な高純度H₂を生産・輸入するための革新的技術が必要である。

本研究は相当量のCO₂やCOが共存する条件下においてもH₂と選択的に反応する革新的な分子材料を開発することで、粗水素からH₂キャリア分子への直接的なH₂貯蔵プロセス(粗水素→H₂貯蔵・運搬→H₂回収)の構築を目指す。



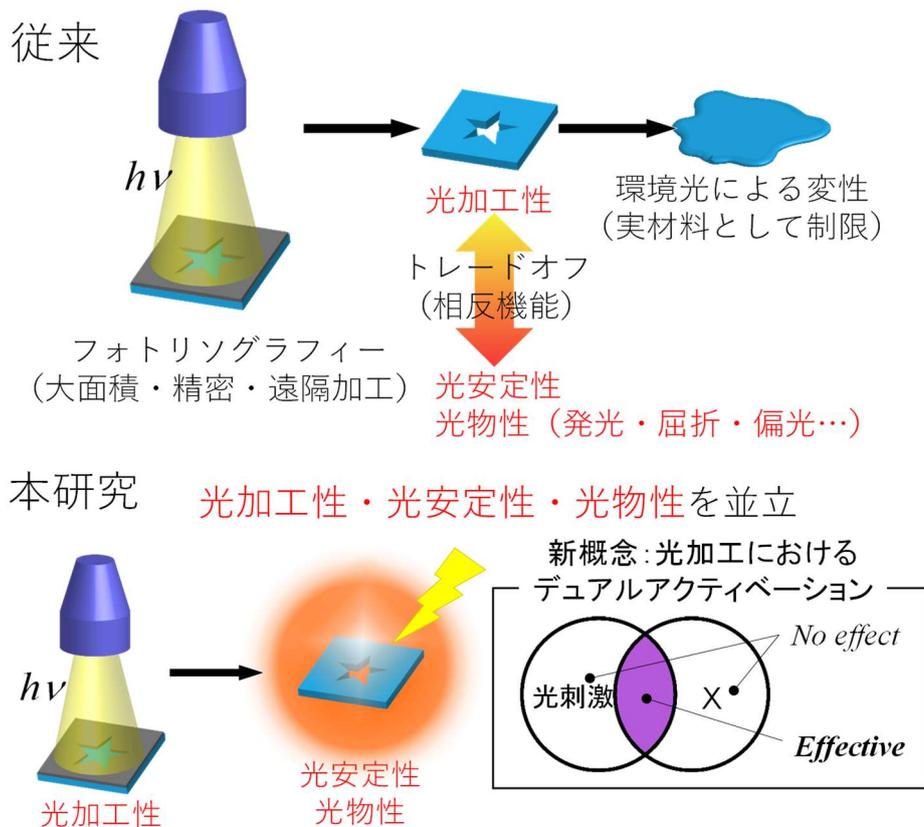
【実用化が期待される分野】

- ✚ H₂の製造・運搬に関する産業
- ✚ 製鉄業や化学産業など、廃水素を排出する業種

発光・屈折・液晶材料に対する直接的光微細加工技術の創出

東京大学 大学院総合文化研究科 助教 正井 宏

光加工可能な材料はマイクロスケールで材料を加工するための有用な技術であるものの、材料が光に不安定という本質的な問題点を抱えている。そのため紫外光によって材料が容易に変性するなど、材料を長期利用することが困難とされてきた。本研究ではこの問題を解決するために、光のみではなく第二の刺激が共存する条件下でのみ開裂する分子を高分子中に導入する。加工時には光ともう一つの刺激を用いたデュアルアクティベーションによって光加工を行いつつ、加工後は片方の刺激を除去することによって、環境光に対する安定性や光物性を並立可能である。特に本研究においては、光機能性の中でも発光性・屈折性・液晶性に着目し、光物性を後天的にパターンニングしつつ、光に対して安定な材料を構築し、材料機能の高次元化を実現する。



【実用化が期待される分野】

光加工材料分野・構造材料分野・光機能性材料分野

分子導線により結合した複合体光触媒による高効率水分解

中央大学 理工学部 応用化学科 助教 中田 明伸

太陽光エネルギーにより水を分解して水素を生成する光触媒反応は、クリーンな化学エネルギー製造法として注目されている。これまで光触媒材料の探索および高品質化による水素製造効率の向上に関する研究は数多くなされてきたのに対し、効率向上に欠かせない光触媒間の電子伝達系の高品位化に資する研究は少ない。また従来手法では、電極化によるコストや系の複雑化、レドックス試薬の利用では光電子伝達の方向性制御が困難であるなどの課題がある。

本研究では、太陽光水分解の効率向上に不可欠である「電子伝達過程」を、電極などを使わずにシンプルに高品位化することを目的とする。具体的には、分子導線を開発して光触媒粒子を選択的に結合する、これまでにない手法で新たな電子伝達系を構築する。分子導線の HOMO-LUMO 準位や分子軌道のチューニングにより電子伝達の整流化を実現し、効率良く水分解水素製造を機能する複合体光触媒の創成を目指す。

【実用化が期待される分野】

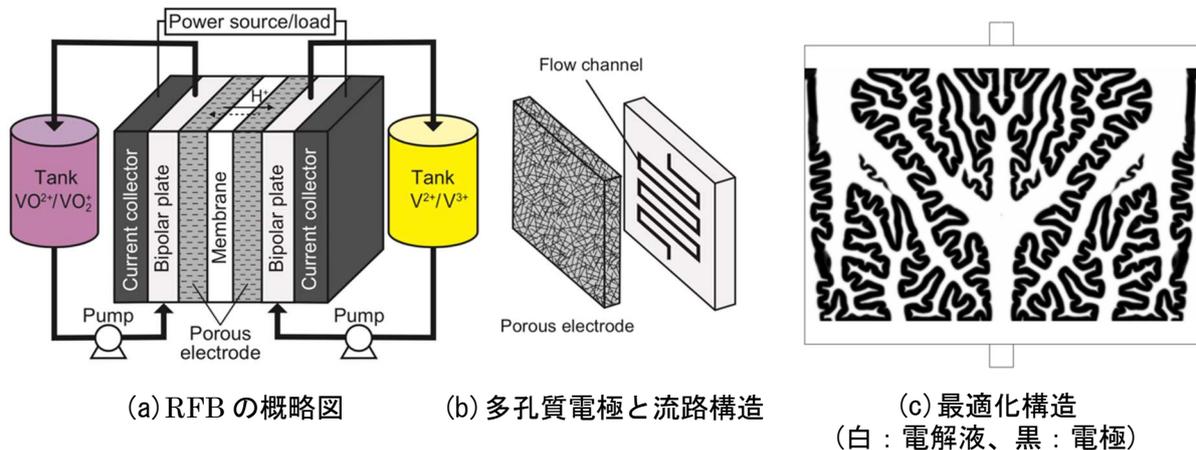
本研究により得られる成果により、従来の電極化などの手法を用いずに光触媒間の電子伝達整流化を達成することが可能となり、水分解水素製造のみならず、二酸化炭素還元や窒素固定など、電子伝達過程の効率化が不可欠な他の重要な光エネルギー変換反応の効率化に資する技術基盤となることが期待される。

レドックスフロー電池の流路構造と電極構造の同時最適設計法

大阪大学大学院 工学研究科 助教 矢地 謙太郎

地球環境保全が叫ばれる現代社会において、自然エネルギーを利用した発電設備の導入は世界各国で進められている。これに伴い、新たな蓄電設備を自立分散的に各地へ配備することが求められている。このような背景のもと、次世代の蓄電システムの有力候補として、レドックスフロー電池(RFB)が注目を集めている。RFB は他の蓄電池と比較して、大規模化が容易、寿命が長い、安全性が高い、といった特徴を有する。しかし一方で、充放電効率の低さがボトルネックとなっており、実用化のためには高効率化が必須の課題であることから、世界各国で研究が進められている。

本研究では、RFB の充放電性能を最大限に高めることを目的として、コンピュータを利用した数的最適化に基づく RFB の最適設計法の構築を目指す。下図に示すように、これまでの研究では、トポロジー最適化と呼ばれる構造物の最適な形状と形態を創成する最適化手法によって、RFB 内部の流路構造を対象とした最適設計法を構築済みである。この研究では流路構造のみに着目しており、電極構造については均一の多孔質材料を仮定している。そこで本研究では、RFB のさらなる高性能化の実現のために、多孔質材料のファイバー直径や空隙率をも最適化対象に含めた新しい最適設計法の構築を目指す。



【実用化が期待される分野】

本研究は、数的最適化によって RFB の超高性能化を目指した研究であり、将来的には実験的検証とも組み合わせることで、RFB の社会実装への足がかりとなる可能性を秘めている。また、RFBと同様のシステムで構成される燃料電池の最適設計にも応用が期待される。

光演算回路のためのシリコンリング光共振器を用いた 集積型可変フェーズシフタおよびパワーディバイダの開発

兵庫県立大学大学院 工学研究科 電子情報工学専攻 助教 佐藤 孝憲

現在の電子デバイスの演算性能は既に限界に達しつつあり、並列計算に頼らない、ブレイクスルーとなる革新的なデバイス開発が望まれています。その突破口の1つとして、電気信号ではなく光信号を使った「光演算回路」が近年注目されています。光回路は電子回路に比べて演算量が多く、低電力かつ高速な演算が可能です。しかしながら、光回路素子（特にフェーズシフタとパワーディバイダ）のサイズが大きいために集積度を上げられず、演算ビット数が制限されてしまう問題がありました。

そこで本研究では、光回路素子の小型化を目的として、シリコンリング光共振器を用いた可変フェーズシフタおよび可変パワーディバイダの設計・開発を行います。従来用いられた光演算回路の動作原理にシリコンリング光共振器の特性を用いることで、これまでに報告されていたデバイスサイズを 1/10～1/100 まで削減可能であることが見込まれます。こうした光回路の小型化により、スケーラビリティが飛躍的に向上し、電子デバイスの演算性能を超える光演算デバイス開発の加速化が期待されます。

【実用化が期待される分野】

- ・スーパーコンピュータにおける演算処理の高速化・低消費電力化
- ・大容量光通信技術における光 MIMO 処理

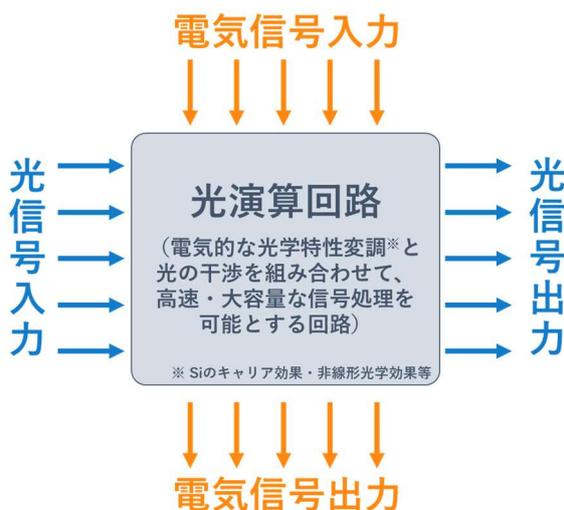


図 1 光演算回路の概略図

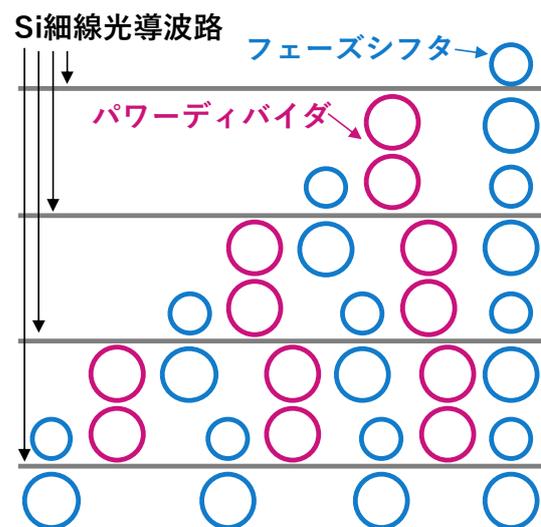


図 2 リング共振器を用いた
光演算回路の構成例

2019年度(令和元年度)

「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	主席集会(行先)	分野	期間	金額 (千円)
内山 峰人 ウチャマ ミト	名古屋大学 工学研究科 有機・高分子化学専攻	助教	可逆的連鎖移動 機構に基づくメ ルフリーリビングカ チオン重合系の開 発	258th American Chemical Society (ACS) National Meeting & Exposition (第258 回アメリカ化学会国際会議) / American Chemical Society (アメリカ化学会) (アメリカ, カリフォルニア州 サンディエゴ, サンディエゴ・ コンベンションセンター)	エネ ル ギー	2019/08/24 / 2019/08/30	192
正直 花奈 子 ショウジキ カ コ	三重大学 大学院工学 研究科電気 電子工学専 攻	助教	アニール処理ス パッタAIN膜上の AlGaIn多重量子井 戸構造の光学特 性評価に関する研 究	13th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-13) 第13回窒化物半導体に関する国際学会 / Material Research Society (MRS) 材料研究会 (アメリカ, ワシントン州ベル ビュー, ハイアット リージェン シー ベルビュー)	新材 料	2019/07/06 / 2019/07/13	153
清水 荘雄 シズ 効オ	東京工業大 学 物質理工学 院	助教	強誘電性ハフニウ ム酸化物の厚膜 化	7th International Symposium on Integrated Functionalities (第7回機能性材料の集積化 に関する国際シンポジウム) / ISIF 2019 organizing committee (ISIF 2019組織委 員会) (アイルランド ダブリン ユニ バーシティ・カレッジ・ダブリ ン)	新材 料	2019/08/11 / 2019/08/14	318
清水 雅裕 シズ マサヒロ	信州大学 工学部・物 質化学科	助教	高性能金属空気 電池の実現を目指 した界面活性剤に よるZnの析出形態 制御	The Electrochemical Conference on Energy and the Environment: Bioelectrochemistry and Energy Storage (ECEE 2019) (エネルギーと環境に関する 電気化学会議: 生物電気化 学とエネルギー貯蔵) / The Electrochemical Society (アメ リカ電気化学会) (スコットランド, グラスゴー, SECセンター)	エネ ル ギー	2019/07/20 / 2019/07/26	303

氏名	所属機関	役職	研究題名	主席集会(行先)	分野	期間	金額 (千円)
中西 勇介 ナカニ ユスケ	首都大学東 京大学院 理学研究科 物理学専攻	助教	ナノスケールの 「ねじれ」を活かした 新原理スイッチ 材料の創製	16th International Conference on Nanosciences & Nanotechnologies (NN19) (ナノサイエンス・ナノテクノロジーに関する第16回国際会議) / NanoTexnology(ナノテックスノロジー) (ギリシャ, テッサロニキ, ポルトパレスホテル)	新材料	2019/07/01 / 2019/07/06	222
福島 潤 フクシマ ジュン	東北大学 大学院工学 研究科応用 化学専攻分子 システム 化学講座極 限材料創製 化学分野	助教	高空間分解二色 サーモグラフィを利用した マイクロ波 選択加熱のその場 観察	Materials Science & Technology 2019(材料科学 と材料工学2019) / ACerS AIST ASM and TMS (米セラ ミックス学会、米鉄鋼技術協 会、米物質科学工学学会、 米鉱物学会) (オレゴンコンベンションセン ター、ポートランド、オレゴン 州、アメリカ)	新材料	2019/09/28 / 2019/10/03	142
藤埜 大裕 フジノ ヒロヤ ス	東京工業大 学 物質理工学 院 応用化 学系	助教	メタン二酸化炭素 改質に高活性・高 安定性を示すNi微 粒子内包ゼオライ ト触媒の開発	19th International Zeolite Conference (IZC' 19) / 第19 回 ゼオライトに関する国際 会議 / International Zeolite Association / 国際ゼオライト 学会 (オーストラリア, パース, クラ ウンパースホテル)	新材料	2019/07/07 / 2019/07/12	190
堀部 貴大 ホリベ 効ヒロ	名古屋大学 工学研究科	特任 助教	塩化鉄(III)から生 成する芳香族ラジ カルカチオンの構 造とその反応性	Gordon Research Conference, Organometallic [ゴードン会議 有機金属セッ ション] / Gordon Research Conference [ゴードン会議] (米国、ニューポート、サルブ レジーナ大学)	新材料	2019/07/06 / 2019/07/12	176

2019年度(令和元年度)

「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	主席集会(行先)	分野	期間	金額 (千円)
アルブレヒト 建 アルブレヒト ケン	九州大学 先導物質化学研究所	准教授	頭-尾結合型カルバゾールを基盤とした有機エレクトロニクス材料の創製	π -System Figuration European-Japanese Workshop 2019 (π 造形科学ヨーロッパ-日本共同ワークショップ)/ π -System Figuration European-Japanese Workshop Organizing Committee (π 造形ヨーロッパ-日本共同ワークショップ実行委員会) (Poland(ポーランド) Zabrze(ザブジェ) Guido Mine and Coal Mining Museum (Guido 鉱山博物館))	新材料	2019/11/11 / 2019/11/17	163
木下 雅之 キノシタ マサユキ	千葉工業大学 工学部情報通信システム工学科	助教	二眼カメラを用いた可視光通信・距離推定統合システム	IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM) 米国電気電子学会 電気通信国際会議/IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 米国電気電子学会 (アメリカ合衆国 ハワイ州ワイコロア ヒルトン・ワイコロア・ヴィレッジ)	情報	2019/12/08 / 2019/12/14	139
志垣 俊介 シガキ シュンスケ	大阪大学 基礎工学研究科	助教	情報熱力学を用いた昆虫の適応的匂い源探索行動の解析とモデル化	The 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (知能ロボットとシステムに関する国際会議)/IEEE (米国電気学会), RSJ (日本ロボット学会) (中華人民共和国マカオ特別行政区, ザ・ベネチアン・マカオ)	情報	2019/11/04 / 2019/11/08	84

2019年度(令和元年度)

「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	主席集会(行先)	分野	期間	金額 (千円)
中村 奈緒 子 ナカムラ ナオコ	芝浦工業大 学 システム理 工学部	助教	歯根膜再生のための 三次元的配向 性を有するECM シートの作製	11th World Biomaterials Congress (WBC2020) (第11 回世界バイオマテリアル学 会) / European Society for Biomaterials (欧州バイオマテ リアル学会) Society for Biomaterials (米国バイオマテ リアル学会) Japanese Society for Biomaterials (日 本バイオマテリアル学会) の 合同開催 (スコットランド、グラスゴー、 スコットランド・イベント・キャン パス)	新材 料	2020/05/18 / 2020/05/25	164
守友 博紀 モリトモ ヒロキ	津山工業高 等専門学校 総合理工学 科先進科学 系	助教	低侵襲・高深度生 体イメージングの ための高効率多光 子励起蛍光プロ ーブの開発	Third International Conference on Material Science (第三回 材料科学 国際会議) / Department of Physics Tripura University (トリプラ大学 物理学科) (インドトリプラ州 799022 サーヤマーニー・ナガー トリ プラ大学)	新材 料	2020/03/01 / 2020/03/08	30

2019年度(令和元年度)

「学術賞」受賞者名簿

功績賞

氏名	所属機関	役職	研究題名
水口 将輝 ミスグチ マサキ	東北大学 金属材料研究所	准教授	磁性ナノ構造の創製とスピントロニクスデバイスへの 応用展開

奨励賞

氏名	所属機関	役職	研究題名
坂本 良太 サカモト リョウタ	京都大学 大学院工学研究科 物質化学エネルギー専 攻	准教授	エレクトロニクス・スピントロニクスへ応用可能な「ボト ムアップ型」金属錯体ナノシート

磁性ナノ構造の創製とスピントロニクスデバイスへの応用展開

東北大学 金属材料研究所 先端エネルギー材料理工共創研究センター
准教授 水口 将輝

電子におけるスピンと電荷の二つの機能の融合を目的とする「スピントロニクス」と呼ばれる研究分野が盛んに研究されている。この分野の応用技術の一つである磁気記録においては、記録密度の著しい上昇にともない、大きな磁気異方性（強磁性体中の磁気モーメントの方向に依存した内部エネルギーの異方性）を有する磁石材料の開発が必要とされている。一般に、そのような磁石材料の有力な候補の一つとして、 $L1_0$ 型（AuCu 型）規則合金が長らく研究されてきた。この規則合金は、二種類の原子層が交互に積層した結晶構造をとり、結晶の一軸性に起因した強い磁気異方性を有する材料が数多く存在する。中でも遷移金属と貴金属との組み合わせからなる FePt、CoPt あるいは FePd、CoPd などは、大きな一軸結晶磁気異方性（一軸磁気異方性エネルギー: K_u にして 10^7 erg/cm³ 以上）を示し、次世代の磁石材料として期待されている。しかしながら、これらの既存の $L1_0$ 型規則合金は、Pt や Pd のような希少元素である貴金属を多く含有しており、元素戦略的見地からは好ましくない。そのため、 $L1_0$ 型規則合金磁石材料において、これらの貴金属元素を他のユビキタス元素で代替できれば、その経済的効果が絶大であることは想像に難くない。

そこで、本研究では、希少貴金属を含まない新しいスピントロニクス磁性材料として、材料が潤沢でかつ安価な Fe と Ni を用いた「単結晶 $L1_0$ 型 FeNi 規則合金」の開発を進めた。Fe と Ni の合金は、Fe₅₀Ni₅₀ の等比組成付近・低温領域において $L1_0$ 型規則合金の存在が指摘されている（図 1）。しかしながら、 $L1_0$ 型 FeNi 規則合金は超徐冷環境でのみ形成される合金であり、自然界では宇宙空間で徐冷された石質鉄隕石中にものみ含まれる。本研究では「単原子交互積層法」と呼ばれる手法により $L1_0$ 型 FeNi 規則合金薄膜を人工的に作製することを試みた。この手法は、異なる元素の単原子層を交互に蒸着することにより、 c 軸方向に磁気異方性を有する規則合金を人工的に作製する技術であり、高い化学的規則度（Fe 原子及び Ni 原子がどの程度、規則的に交互積層されているかを示すパラメータ）を有する $L1_0$ 型 FeNi 規則合金磁石の創製を目指した。

単原子積層法を駆使することにより、Fe と Ni を高い精度で交互積層する技術を生み出すことに成功した。人工創成した $L1_0$ 型 FeNi の結晶構造特性や磁気特性について、様々な分析手法を用いて精緻な解析を行った。その結果、 $L1_0$ 型 FeNi の薄膜は、最大で 60% 程度の規則度を有しており、この比較的高い規則度により目標としていた垂直磁気異方性が発現していることが分かった。通常、Fe および Ni の合金はパーマロイに代表されるように極めて磁気異方性が低い軟磁性材料になることが知られており、Pt や Pd のような貴金属を含まずに高い磁気異方性を持つ磁性材料が開発できたことを意味する。

続いて、さらに工業化に適した成膜手法であるスパッタリング法で L_{10} 型 FeNi を作製することを目指した。交互積層法のような複雑な手法でなく、Fe および Ni を同時にスパッタし、その後急速加熱を加えることで L_{10} 型 FeNi を作製することに成功した。薄膜全体での規則度は 60%を超えることはできなかったが、部分的には高い規則度を有する薄膜が作製され、より簡便な手法による本材料の創製が達成された。さらに、化学的手法により、より高い規則度を有するバルク体の L_{10} 型 FeNi を創製することに挑んだ。Fe と Ni の相互拡散に頼らない規則化手法の開発がカギであると考え、(株)デンソーとの共同研究により、規則化した安定中間物を經由した規則合金形成プロセスである NITE 法を考案した。これは、FeNiN の金属原子配置が L_{10} 型 FeNi と全く同じである点に着目し、FeNiN から規則構造を壊すことなく窒素原子を引き抜くポタクティック脱窒素反応により高規則度の FeNi 超格子構造を得る手法である。その結果、規則度が 70%を超え、保磁力も大幅に増加した L_{10} 型 FeNi バルク磁石の創製を実現することに成功した (図 2)。これは、本材料の工業化と実用化に大きくつながる成果である。

【実用化が期待される分野】

NITE 法により作製した FeNi の磁力は規則化していない FeNi よりも格段に大きく、図 2 の挿入図に示すように、クリップが吸着する程度の大きさである。そのため、この L_{10} 型 FeNi が本研究で目指すような特性を発揮すれば、市場の磁気記録媒体が全てこの材料を利用した垂直磁気記録方式の媒体に置き換わることも想定され、環境面のみならず、巨大なマーケットを開拓する可能性も秘めた、波及効果の大きい研究であると考えている。

【参考文献】

1. T. Kojima, M. Ogiwara, **M. Mizuguchi**, M. Kotsugi, T. Koganezawa, T. Ohtsuki, T. Y. Tashiro, and K. Takanashi, "Fe-Ni composition dependence of magnetic anisotropy in artificially fabricated L_{10} -ordered FeNi films" *Journal of Physics: Condensed Matter*, **26**, 064207 (2014).
2. S. Goto, H. Kura, E. Watanabe, Y. Hayashi, H. Yanagihara, Y. Shimada, **M. Mizuguchi**, K. Takanashi, and E. Kita, "Synthesis of single-phase L_{10} -FeNi magnet powder by nitrogen insertion and topotactic extraction", *Scientific Reports*, **7**, 13216 (2017).
3. T. Tashiro, **M. Mizuguchi**, T. Kojima, T. Koganezawa, M. Kotsugi, T. Ohtsuki, K. Sato, T. J. Konno, and K. Takanashi, "Fabrication of L_{10} -FeNi phase by sputtering with rapid thermal annealing", *Journal of Alloys and Compounds*, **750**, 164 (2018).

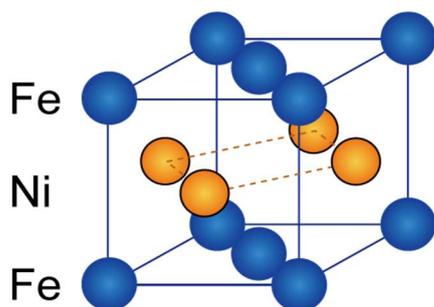


図 1: L_{10} 型 FeNi 規則合金の結晶構造。

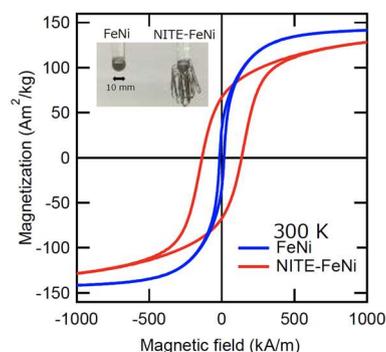


図 2: NITE 法で作製した L_{10} 型 FeNi 規則合金磁石の磁気特性と磁石性能。

エレクトロニクス・スピントロニクスへ応用可能な 「ボトムアップ型」金属錯体ナノシート

京都大学大学院 工学研究科 物質化学エネルギー専攻 准教授 坂本 良太

新規ナノ材料としての二次元物質「ナノシート」の重要性・注目度は近年飛躍的に増大している。現状ナノシートの研究は結晶性層状化合物を母体とする無機ナノシートに偏っている。例えば二次元カーボン物質であるグラフェンには大きな期待が寄せられているが、エレクトロニクス素材としての応用は道半ばである。無機ナノシートとは対照的に、微小構成要素（有機分子・金属イオン）からナノシート格子を直接構築する「分子ナノシート」という物質群が存在する。国内外でここ 10 年に報告され始めた萌芽的な研究対象で、現状ではナノシート構造の構築に留まり、応用展開を示した例は存在しなかった。

筆者は金属錯体ナノシートを含め、分子ナノシートのボトムアップ構築に成功した。例えばジチオレンナノシートでは「気液界面」の利用が有効である（図 1a,c-e）。有機配位子のベンゼンヘキサチオール（BHT）と金属塩（酢酸ニッケルなど）水溶液に BHT の酢酸エチル溶液を微量散布する。酢酸エチルが揮散することで気液界面にて自発的な錯形成反応が進行し、BHT の物質質量に応じた厚み（単層～数十層、厚さ 0.6-10 nm）のナノシートが得られる。本研究においては、上記研究成果を発展させ、ジチオレンナノシートを含む分子ナノシートのエレクトロニクス材料などへの応用展開を追究した。ジチオレンナノシートは強く非局在化した π 共役構造を特徴とし、積層体では金属的な高い伝導度 (160 Scm^{-1})、単層では分子系初の二次元トポロジカル絶縁体として駆動するとの理論的予測がなされている。「トポロジカル絶縁体」(Topological Insulator, 以下 TI) とはバルク（物質内部）は絶縁体であるものの、エッジ部分はスピン偏極した金属性を示す「新奇な物質状態」である。このエッジ部分は高速電子移動、無散逸スピン流を示すため、エレクトロニクスの劇的な省電力化・スピントロニクスの実用化など、パラダイムシフト級の応用展開が期待されている。今後はこの TI の実証を進めたい。

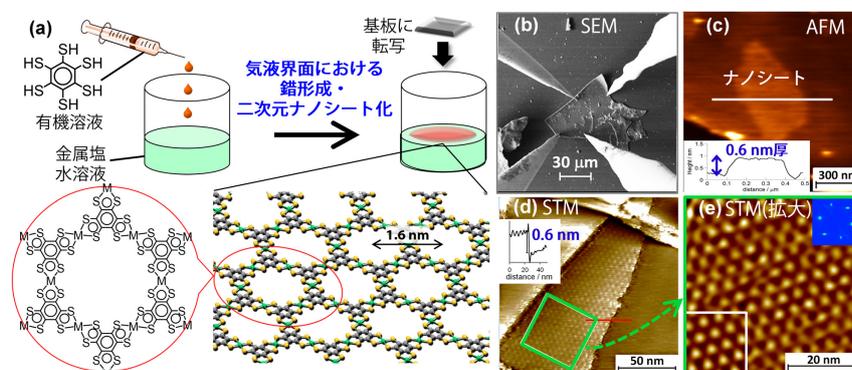


図 1 (a) ジチオレンナノシートの気液界面合成法と構造, M = Ni. (b) SEM 観察下の四探針法による導電性測定. (c) 単原子層ナノシートの AFM 像. (d,e) STM 像.

ジチオレンナノシートについてはその他の応用展開も見えてきている。水素有機配位子・金属イオンから構築される「分子ナノシート」の利点は構成要素のデザイン・選択により豊富なバリエーションを実現できる点にある。ジチオレンナノシートについても誘導体の合成と機能創出を行った。例えば配位子 L2 と Ni^{2+} からなるナノシート IN と AN (図 2a,b) はほぼ同一の構造を有し、違いは N 上の水素原子の数のみである。これらは液液界面法、すなわち L2 と Ni 塩をそれぞれ水・有機相に溶解させ、両者を静かに重ねる手法により合成されるが (図 2c), 水相のアンモニアの有無により精密に作り分けができる。IN と AN は化学的酸化還元によっても相互変換できる。TEM/SAED で回折パターン、すなわち良好な結晶性が確認され (図 2d,e), AFM では 0.7 nm 厚の単原子層ドメインが観察された (図 2f)。IN は水からの水素発生反応 (HER) に対する活性を示した (図 2g)。IN は小さな過電圧、すなわち良好な HER 活性を有することを見出した。HER は今後の水素時代に重要視される機能であり、特に貴金属レスの触媒が求められており、本研究成果は社会的にも還元可能な内容である。AN の積層体は絶縁的 ($1.0 \times 10^{-6} \text{ S cm}^{-1}$) であるが、IN の積層体は高伝導性 (0.10 S cm^{-1}) を示した。バンド計算から、IN の単原子層は 2D-TI の有力候補である一方、AN の積層体がトポロジカル金属として振る舞う可能性が示された。以上のように、ジチオレンナノシート類は多彩な物理・化学ナノデバイスに応用可能なナノ材料である。

このほか、金属錯体ナノシートの研究として、エレクトロクロミズムを示し電子ペーパーに応用可能、または発光特性と光捕集能を示すテルピリジンナノシートの創製、太陽電池活性物質層として機能しうるジピリンナノシートの構築を達成した。さらに金属錯体ナノシートの研究から飛躍し、炭素—炭素共有結合に基づく分子ナノシートであるグラフィジンの精密合成と機能発現、および分子ナノシートを含む分子性ナノ構造体の大気下 AFM を用いた簡便な構造解析法の開発にも取り組んだ。

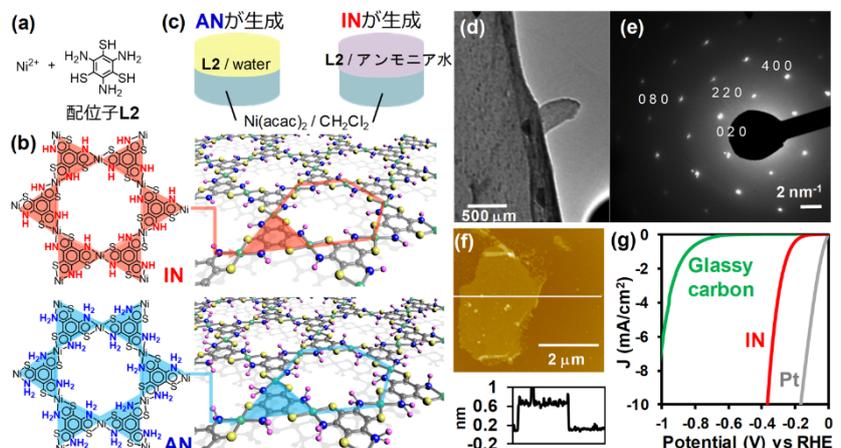


図 2 (a,b) Ni^{2+} と配位子 L2 の組み合わせとナノシート IN と AN. (c) 液液界面合成法. (d,e) AN 積層体の TEM 像と SAED. (f) AN 単原子層の AFM 像と高さプロファイル. (g) 0.05 M 硫酸中における水素発生反応に関する電流—電位プロット.

【実用化が期待される分野】

グラフェンに代表される無機ナノシートは次世代のエレクトロニクスを担う電子材料として世界各国の電機メーカーも研究に参入しており、基礎研究レベルを超えた熾烈な開発競争が繰り広げられている。魅力的な物性を有し、ナノ材料として機能する分子ナノシートを提案できれば学术界のみならず産業界から注目を集めることは想像に難くない。