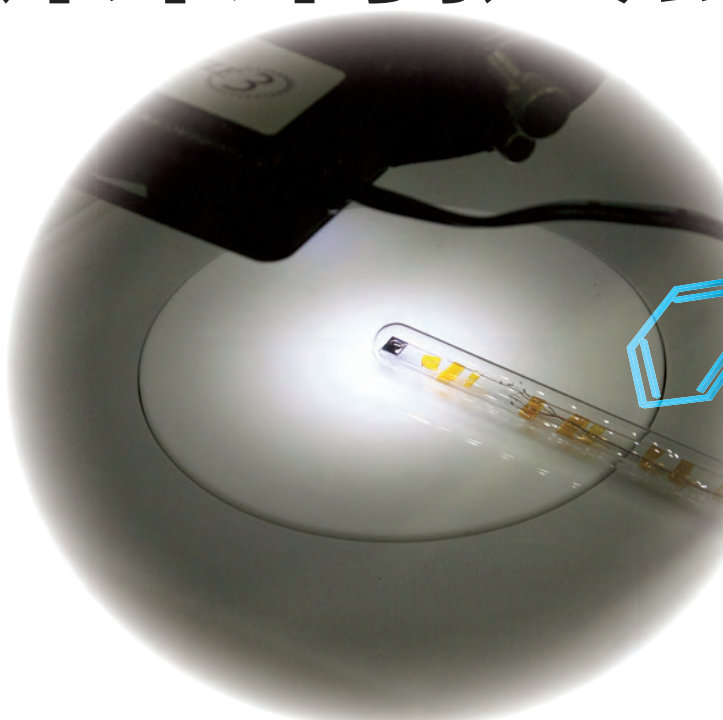


特集  
プロジェクト  
岡大03

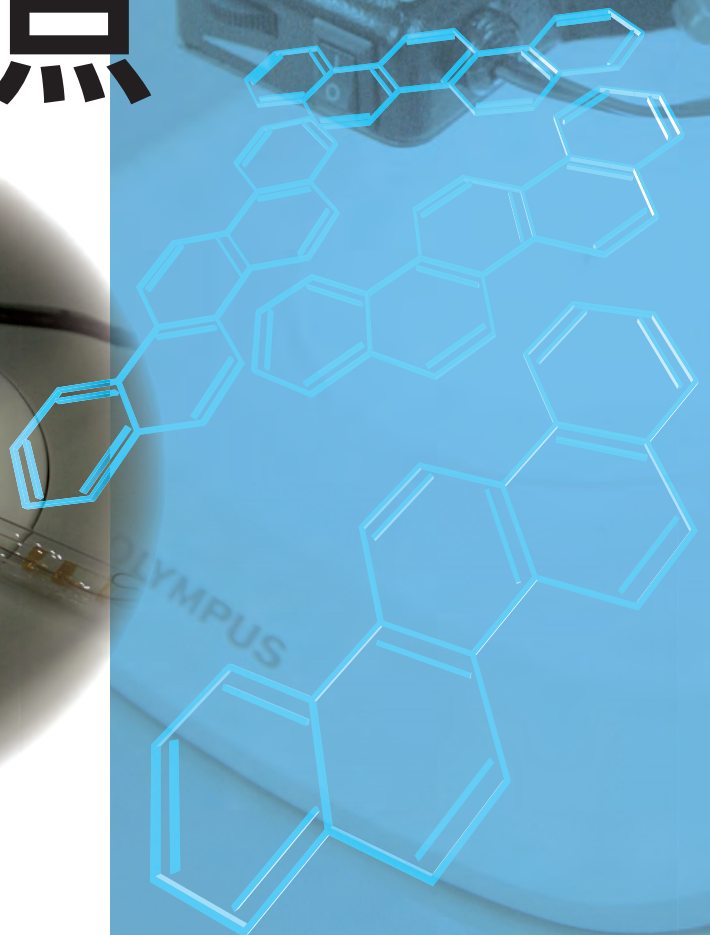
本学の研究所・組織を取り上げる「プロジェクト岡大」。今号は、学部・研究科などの枠を超え、戦略的に大型研究プロジェクトを推進する組織として、7月に新設された「エネルギー環境新素材拠点」を紹介します。

Research center  
of new functional materials  
for energy production,  
storage, and transport

# エネルギー環境 新素材拠点



有機半導体デバイスを顕微鏡でチェック。▲  
新拠点は、有機半導体などで革新的なエネルギー関連素材  
を研究、開発する





◀拠点長となり、意気込みを語る  
久保園芳博教授

中国・四国地域の「学部」を  
目指す本学に7月、エネルギー  
の生産や貯蔵のための有機新素  
材などを研究する新たな組織  
「エネルギー環境新素材拠点」  
が誕生した。

有機物は機能に多様性があ  
り、省エネルギー素材として注  
目されている。同拠点は、こう  
した有機物を使った半導体など  
革新的で高効率なエネルギー  
の生産や輸送用の素材・デバイ  
ス（機器）の研究、開発が狙い。  
産業や社会情勢などの変化、学  
問領域の新たな発展に対応する  
ため、学部などの枠を超えて戦  
略的に研究を推進する拠点とな  
る。

自然科学研究科の機能分子化  
学、先端基礎科学、バイオサ  
イエンス専攻の教授13人を中心  
に、若手研究者9人や学生たち  
が研究に参加。拠点長となった  
自然科学研究科機能分子化学  
専攻の久保園芳博教授は「本学  
で強みのある分野を結集し、環  
境に優しいエネルギーを創り出  
す新素材を開発したい」と意気  
込む。

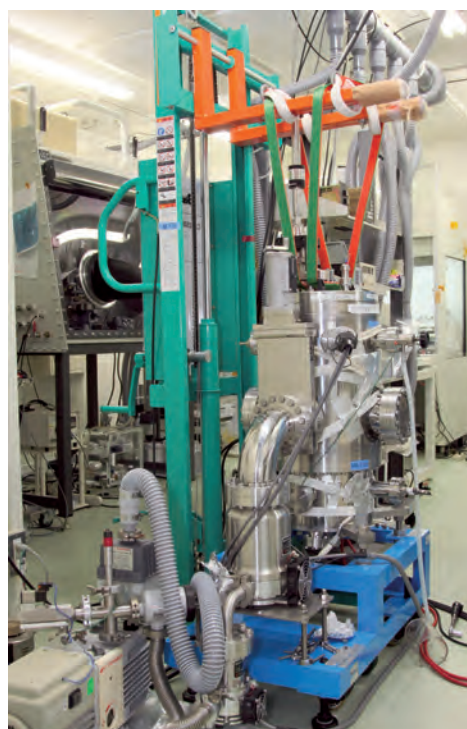
具体的な研究テーマは有機  
系、無機系の超伝導（電子抵抗  
がゼロの状態）、物質、有機エ  
レクトロニクス材料、水素電池  
物質エネルギー、理論化学な  
ど。それぞれの分野から専門家  
が集まり、あくまでも基礎研究  
を進展させつつ、産業にも役立  
つ成果を上げることが目標。国  
内トップクラスの研究アドバイ  
ザーも招く予定だ。

この拠点に加わるメンバ  
ーは、有力学術誌への発表も活発。  
久保園拠点長と、拠点に参加し  
ている池田直教授、神戸高志  
准教授らは今年3月、有機物  
として世界最高の零下255度  
で超伝導状態となる化合物を発  
見、その業績が著名なイギリス  
の科学誌「ネイチャー」に掲載  
された。

「電磁誘導現象を発明したマ  
イケル・ファラデーの言葉に  
『work finish p  
ublish』がある。研究は  
発表してこそ。論文発表実績を  
外部委員に適切に評価してもら  
い、力が発揮できないメンバー  
は、退場いただく。それはもち

ろん、自分も含めてのことです。  
また、突出した成果が出れば、  
そこへ資源を集中させ、拠点の  
リーダーシップもお願ひしたい  
と考えている」。久保園拠点長  
は、運営方法にも完全成果主義  
を貫く。

その裏にあるのは「世界トッ  
プレベルの拠点を作りたい」と  
いう情熱。先端エネルギー材料  
とデバイス開発の分野は非常に  
競争が激しいが、久保園拠点長  
は「研究テーマを絞り込むこと  
で、どこにも負けない突出した  
拠点となるのが目標。このチャ  
ンスを生かし、本学の世界的な  
ランクアップにも貢献してい  
きたい」と力を込める。



▲左：インク状の有機物で配線する装置 右：基板に有機物の薄膜などを蒸着する装置



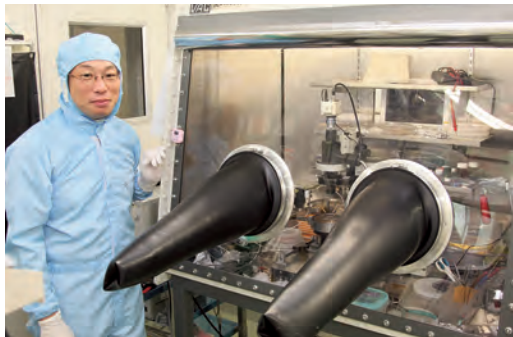
研究  
紹介

# 有機物の半導体と超伝導体

久保園 芳博 教授

## 魅力的な有機物

有機半導体の素材やデバイス（機器）の性能向上と、有機物の超伝導（電気抵抗がゼロの状態）がテーマ。例えば、現在、コンピューターや電子機器に使われているシリコン系の半導体は、ちりやほこりをとことん排除した清潔な空間に、非常に高価な装置を導入して製造。大規模な設備投資と大量のエネルギーを必要とする。材料面でも供給が不安定なレアメタル（希少金属）に頼っている。これに対し、広く存在し、物性が柔軟で扱いやすい有機物は、製造コストなどを抑制できる「省エネルギー素材」。大きな可能性を秘めているのだ。



▲水や酸素を極力排したボックス内で有機半導体デバイスの電流をチェックする



▲クリーンルーム内で有機半導体デバイスの回路形成の準備をする研究者

## 効率や劣化が課題

ただ、現状の有機半導体は、シリコン系に比べ、変換効率は半分から4分の1以下、電子などの移動のしやすさも、はるかに低レベル。水や酸素に触れると劣化するのも課題だ。さまざまな素材や回路、製法でデバイスを製造し、導電性や分子、電子の状態などを詳細に観測しながら、効率の良い有機半導体をつくるため、研究を進めている。

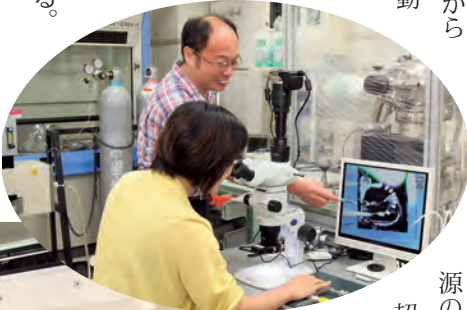
## 高温で超伝導を

電気抵抗がゼロとなる超伝導は、エネルギーをロスなく輸送、貯蔵できる物理学の中心的なテーマの一つ。有機物を使って実現しているの

が特徴だ。具体的には、有機物に微量のアルカリ金属を混ぜて、超伝導物質を探索。3月にネイチャーに発表したのは、ベンゼン5個が結合した「ピセン」という分子にカリウム原子を結合させ、有機物としては世界最高の零下255度で超伝導体となることを発見した成果だ。超伝導となる温度が常温に近づくほど、実用化しやすくなるため、少しでも高温で超伝導を実現しようと世界中でのしぎを削っている。有機トランジスタを超伝導にし、電源のオン、オフで超伝導を作り出す研究も進めている。

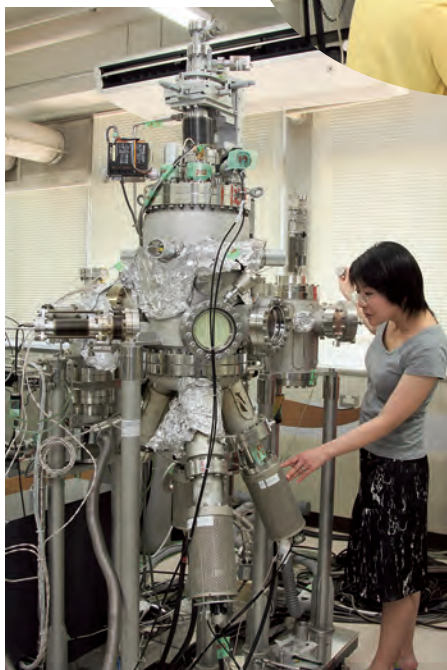
## みんなの科学

こうした問題をクリアしていけば、例えば、インク状にした有機半導体を、プリンターで印刷して配線し、トランジスタをオーダーメイドできるかもしれない。建物の壁に有機半導体塗料を塗ったり、服の糸を太陽電池に変えたりして、家庭や自分自身で発電をする生活も実現可能になってくる。産業面でも、大規模な設備投資が不要なため、小さな会社でも、ベンチャーでも、事業化しやすい。有機分野はトップクラスのお金持ちだけのものではなく、「みんなの科学」。拠点のメンバーとの連携を一層強化し、こうした新素材、新技術の発見、開発につながるインパクトのある成果を目指す。



イオン液体中の物性の変化の様子を拡大して観察する

真空中で有機太陽電池などの高性能の膜をつくる装置



## 無機化合物の超伝導体

野原 実 教授



◀組み合わせた試料をバーナー  
であぶり、新物質を合成する



▲不活性ガスを充満させたボックスの中で元素を  
調合する野原教授

無機化合物の新超伝導体を開発しようと取り組んでいる。無機化合物でも、高温で超伝導を示す物質をつくることは実用化に向けた大きな課題。現在、遷移金属元素を混ぜた鉄系超伝導体では、世界最高の零下236度という超伝導転移温度を実現している。

具体的な研究としては、不活性ガスを充満させた装置の中で、元素を計量して、調合。バーナーであぶってガラス管に封じ、新物質を合成する。物質が無限にある中、どの元素を組み合わせるかが、腕とアイデアの見せ所。月100種類もの組み合わせを試している。

## 誘電体や有機超伝導の新素材

池田 直 教授 / 神戸 高志 准教授

エネルギー環境新素材拠点のメンバーとなった  
池田教授(中)、神戸准教授(右)と山成さん▼

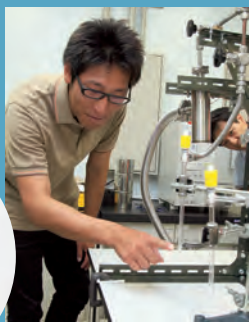
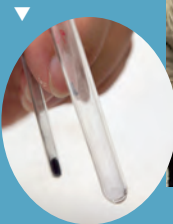
### 神戸研究室

山成 悠介 さん

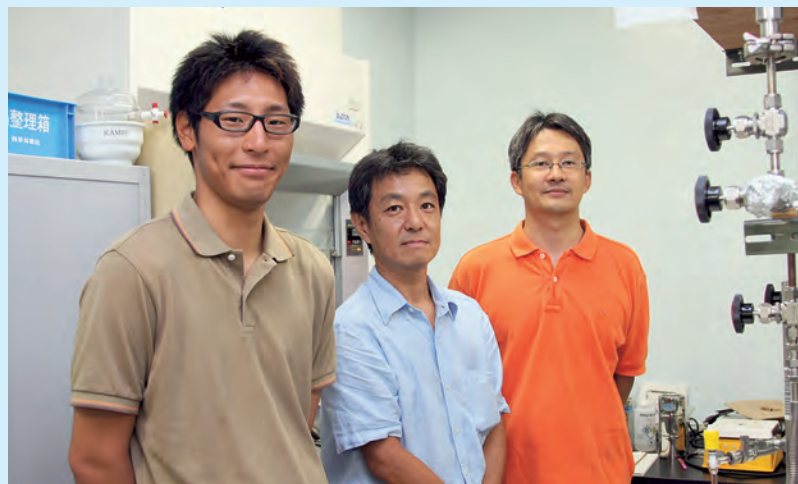
自然科学研究科  
数理解物理学専攻 修士課程2年

ネイチャーに掲載された業績に携わり、「ネイチャー・ジャパン」(国内電子版)に著者インタビューが紹介された。この研究室に進んだのは「高校時代から超伝導に興味を持っていたから」という。実際に、ピセンとカリウムを真空にした管の中に入れて加熱し、超伝導体を合成する作業を担当。「新しく、しかも、これから大きく発展する分野で、今までなかった発見に携わられた。インタビューを受けたことも含め、大変、うれしいです」

ピセン(右)にカリウムを加えると金属状態になる(左)



▲ピセンにカリウムを入れる  
作業を確認する山成さん



久保園教授らとの共同研究で、安価で大量に合成できる有機分子「ピセン」にカリウムを混ぜ、有機物としては最高温度で超伝導体となることを発見、ネイチャーに掲載された。

神戸准教授は、次世代炭素系材料として注目されているサッカーボールのような形をした分子・フラーレンC<sub>60</sub>に金属分子を入れ込んだ磁性体や、超伝導体を作る研究も手がけている。

池田教授の主な研究対象は、新種の誘電体である鉄酸化物「グリーンフェライト」。室温で電子が規則配列をおこす初の物質で、まったく新しい特性を解明し、新たな電子素子(誘電体、太陽電池、トランジスタ)としての活用を提案している。