

## インタビュー

## 酸化物材料工学研究室（高知工科大学理工学群）



前田 敏彦 教授

## プロフィール

高知工科大学理工学群応用物理専攻  
酸化物材料工学研究室

所在地：高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

電話：0887-57-2503

FAX：0887-57-2520

E-mail：maeda.toshihiko@kochi-tech.ac.jp

## Q1. 高知工科大学についてお聞かせ下さい。

高知工科大学は、高知県が設置し運営を私立大学として行う「公設民営」方式の大学として、1997年に開学しました。当初は工学部（5学科：物質・環境システム工学、知能機械システム工学、電子・光システム工学、情報システム工学、社会システム工学）のみでしたが、その後、文系学部の併設（マネジメント学部、2008）、工学系5学部の3学群（システム工学群、環境理工学群、情報学群）への再編（2009）、マネジメント学部の経済・マネジメント学群への再編（2015）、などの組織改編が行われました。私が所属していた環境理工学群は、環境数理、化学、生命科学、マテリアル工学の4専攻体制でしたが、2022年度から理工学群へと名称変更されるとともに、応用物理、機能化学、生命情報の3専攻体制へと改編されて現在に至っています。この間、2009年に公立大学法人化を実施し、さらに2015年には、高知県立大学を擁する高知県公立大学法人との法人統合を行い、高知県公立大学法人高知工科大学となりました（1法人2大学）。

本学は、建学の理念として

- ・ 来たるべき社会に活躍できる人材の育成（教育）
- ・ 世界の未来に貢献できる研究成果の創出（研究）
- ・ 地域社会との連携と貢献（社会貢献）

を掲げ、開学以来、種々の先進的な試みを他に先駆けて導入してきました（詳しくは大学のホームページ等を参照ください）。私自身は近々退職となりますが、本学が、上述

の教育、研究、社会貢献の理念のもと、今後とも発展を続けていくことを願っています。

## Q2. 研究室についてお聞かせ下さい。

本学では講座制を採用しておらず、原則として教員1名で研究室を主宰します。標準的な1研究室あたりの所属学生数は学部生（3、4年次生）6～8名、修士課程学生が2～6名程度です。数名の博士課程学生や留学生が所属する場合があります。当研究室の場合は、筆者が今年度末で定年退職予定のため現在修士生がおらず、学部4年次生3名のみと少々寂しくなっていました。

当研究室は、理工学群応用物理専攻に属しており、「酸化物材料工学研究室」と称しています。金属酸化物、特に遷移金属酸化物の世界は特徴的な物性を有する機能性物質、機能材料の宝庫です。高温超伝導現象、巨大磁気抵抗効果、高効率熱電変換材料などが代表的な例として挙げられます。私は、前勤務先の会社で、入社4年目に「高温超伝導」現象発見のニュースに接しました。それまでは超伝導についてほとんど知るところはなかったのですが、会社が金属系超伝導線材の開発を行っていたこともあり、高温超伝導の世界に飛び込むこととなりました。以後、高温超伝導物質の基礎研究や高温超伝導線材開発に従事し、2004年9月に研究の場を本学に移してからも、ほぼ高温超伝導物質に特化した研究を行っています。

小さな研究室ですので、独自で高価な設備を所有しているわけではありませんが、本学には大学共用機器として、最新鋭の透過型電子顕微鏡 (TEM) をはじめ多くの高性能分析装置が設置されており、学内の他研究室の協力も得ながら研究を進めています。



透過型電子顕微鏡

### Q3. 研究テーマについてお聞かせください。

今でこそ比較的高い超伝導転移温度 ( $T_c$ ) を持つ多くの物質が知られるようになりましたが、その原点は銅を含む複合酸化物セラミックスにあります。超伝導特性は、非超伝導物質から 100 K を超える  $T_c$  を持つ物質まで、結晶構造、化学組成、酸素不定比性等によって大きく変化します。このことは、超伝導キャリアの生成機構と密接に関連すると考えられます。高温超伝導の理論についてはかなり理解が進んでいるようですが、それぞれの物質固有の性質については不明な点もまだ多く残されているのです。

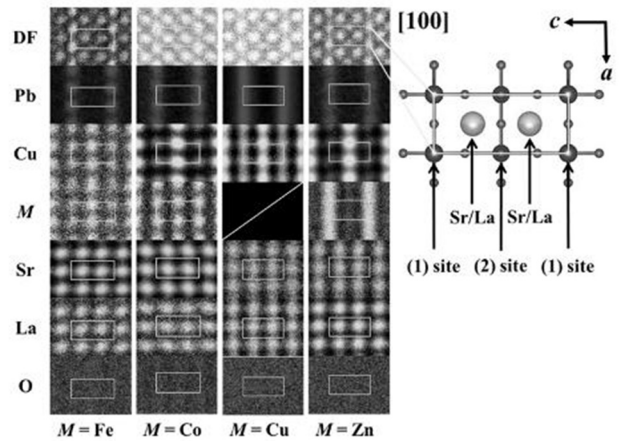
約 90 K の  $T_c$  を持つ  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  に代表されるいわゆる "1-2-1-2" 型構造を有する超伝導銅酸化物および「ブロック層」(電荷供給層) に Pb を含む物質についての新物質創製と元素置換効果および酸素不定比性に基づくキャリア生成機構とが当研究室の主たる研究テーマです。

### Q4. 最近の研究成果についてお聞かせください。

#### (1) (Pb,Cu)-"1-2-0-1" について

Pb 系物質群は  $(\text{Pb,Cu})\text{Sr}_2(\text{Y,Ca})_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+3}$  と表されますが、その中で  $n=1$  の物質 (Pb,Cu)-"1-2-0-1" の化学組成は  $(\text{Pb}_{0.5}\text{Cu}_{0.5})(\text{Sr}_{0.5}\text{La}_{0.5})\text{CuO}_5$  と表されます。電荷の中性条件から  $\text{Sr}^{2+}$  のサイトの半分が  $\text{La}^{3+}$  で置換されています。結晶学的に異なる 2 種類の  $\text{Cu}^{2+}$  サイトが存在しますが、 $(\text{Pb}_{0.5}\text{M}_{0.5})(\text{Sr}^{2+},\text{La}^{3+})\text{CuO}_5$  ( $\text{M}=\text{Fe}, \text{Co}, \text{Zn}$ ) の配合組成で Cu サイトの置換効果を調べた結果、Fe, Co が +3 価をとるために  $\text{Sr}^{2+}/\text{La}^{3+}$  が 3:1 の時に単一相が得られること

を明らかにしました。M=Zn の場合は Zn は +2 価で  $\text{Sr}^{2+}/\text{La}^{3+}$  が 1:1 でした。また、本学藤田武志教授の協力のもと、原子分解能を有する分析 TEM により、Fe, Co, Zn が実際にはどちらの Cu サイトをどのような比率で置換するのかを明らかにしました。



( $\text{Pb}_{0.5}\text{M}_{0.5})(\text{Sr}^{2+},\text{La}^{3+})\text{CuO}_5$  ( $\text{M}=\text{Fe}, \text{Co}, \text{Zn}$ ) の TEM 像

#### (2) (Pb,Cu)-"1-2-1-2" について

Pb 系の  $n=2$  の物質は  $(\text{Pb,Cu})\text{Sr}_2(\text{Y,Ca})\text{Cu}_2\text{O}_7$  と表され、Pb/Cu 比と Y/Ca 比とが相関して変化します。また、多くの超伝導銅酸化物とは異なり、急冷処理による過剰酸素の除去により超伝導体化します。さらには、Pb が +4 価と +2 価の混合原子価状態をとるなど、超伝導キャリア生成には多くの要因が複合的に関与します。そのため、あいちシンクロトロン光センタの XANES 測定に決定した Pb の平均価数を用いた Cu の平均価数の算出を試みています。

#### (3) Nb-"1-2-1-2" について

Nb 系の "1-2-1-2" 型物質は当初  $\text{NbBa}_2\text{LaCu}_2\text{O}_8$  が合成されましたが非超伝導物質でした。その後、Ba を Sr に代え、 $\text{Nb}^{5+}$  サイトを  $\text{Sn}^{4+}$  で置換することにより超伝導化しました。当研究室では、Gd よりも原子番号の大きいランタノイド元素では Nb-"1-2-1-2" が生成しないことを明らかにするとともに、 $\text{Sn}^{4+}$  に代わる  $\text{Pb}^{4+}$  による置換によっても超伝導物質が得られることを明らかにしました。

### Q5. 学会に期待することについてお聞かせ下さい。

材料研究の裾野のさらなる拡大が重要と考えます。日本材料科学会の貢献を期待しています。

お忙しい中インタビューに応じて頂きました。期して感謝の意を表します。

(日本材料科学会 編集委員長 井上泰志)