



博士課程の研究から現在の研究へ

大阪大学助教；大学院工学研究科
環境・エネルギー工学専攻

大石 佑治

1. はじめに

現在私は、大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻で助教として勤務しております。山中伸介教授の下、環境調和型元素からなる熱電材料の研究などを行っています。

大阪大学には2009年の秋に着任しましたが、それまでは東京大学新領域創成科学研究科物質系専攻の博士課程に在籍していました。博士課程では、木村薫教授のご指導の下で四重極イオントラップ(EQSIT)を用いたボロンクラスターに関する研究を行っていました。この度、本稿を執筆する貴重な機会を頂きましたので、現在の研究と学生との研究との関係について感じたことを述べさせていただきますと思います。

2. 博士課程の研究と現在の研究

博士課程では、EQSIT と呼ばれるイオントラップを用いてデカボランやジボランガスを原料にボロン系クラスターを創製し、第一原理計算による解析と併せてクラスターの挙動を調べていました。クラスターとは、原子や分子の有限個の集団であると定義できます。これは、統計力学では少数多体系と呼ばれるサイズであり、固体・液体等の凝集相とも原子・分子の孤立相とも異なる相です。クラスターはそのサイズが小さいために、そのなかにある電子の状態が量子化されることによる久保効果や量子サイズ効果、表面に出ている原子の数の割合が大きくなることによる表面効果など、ナノレベルの物質独特の様々な性質を持つことが知られています。また、EQSIT は産総研で独自に開発された装置であり、材料ガスからクラスターを成長させ、質量選択した任意のクラスターのみを取り出せるという興味深い装置です。

EQSIT を用いて物性を制御したクラスターを創製し、堆積させて材料を作ることができれば、これまでになく新しい物性を発現する物質を創製できるのではないかと考え、研究を進めていました。木村研究室のOBで、EQSIT を用いたシリコンクラスター創製に関する研究を行っていた産総研の内田紀行博士や、山口政見博士のご指導も受けながら研究に取り組んでいましたが、クラスターの創製と成長過程の解明までで時間切れとなり、新材料の創製までには至りませんでした。

その後、幸運にも大阪大学の山中伸介教授の下で助教を務

めさせていただける機会を頂き、2009年に博士課程を中退して大阪大学に助教として着任しました。山中研究室は、バルク試料を作製し、諸物性を測定するという、材料の作製と評価を得意とする研究室です。新材料の創製を目指しながら、結局バルク材料を作ることも測ることもしなかった私は、少なからぬ不安を感じていました。

山中研究室では、熱電材料の研究を始めました。研究対象である熱電材料は、ゼーベック効果を利用して熱と電気の間で直接的なエネルギー変換を実現するため、機械的な稼働部が無いので信頼性が高く、発電時にCO₂などの廃棄物を出さず環境にも優しいという特徴があります。このため、産業用から民生用まで分散的に存在する廃熱エネルギーを電力に変換する究極の分散熱エネルギー有効利用技術として近年注目を集めています。しかし、代表的な既存熱電材料は毒性元素やレアメタルを含んでおり、Siのような環境調和型元素からなる高効率熱電変換材料の開発が望まれています。

Si は代表的な環境調和元素ですが、熱伝導率が非常に高い(約 $100 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$)ため、熱電発電性能が悪いという欠点がありました。ナノ構造化することで熱伝導率が下がり、熱電発電性能が大幅に向上するということが知られています。熱電性能向上に最適と言われる 10 nm 程度の大きさのナノ結晶を精密かつ緻密に構築するナノ構造化手法はいまだに確立されていません。何か良いナノ構造化手法はないかと考えていた頃、EQSIT の実験でお世話になっていた産総研の内田博士と話をすることがありました。内田博士から、近年シリコンクラスター薄膜やシリコン-遷移金属シリサイドナノ結晶コンポジット薄膜を開発したと話を聞き、これは熱電材料に使えないかと山中研究室の黒崎健准教授に相談したことから、産総研との共同研究が始まりました。シリコン-Mo シリサイドナノ結晶コンポジット薄膜は 10 nm 程度のナノ結晶シリコンとシリサイドが密に形成されており、その後の研究で熱伝導率がナノ結晶 Si では最小の $2.2 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$ を示し、熱電材料として非常に有望であることが分かってきています。

助教着任時は、博士課程までの研究と分野が異なることに不安を抱いていましたが、結果的には博士課程までの研究や人との繋がりが、熱電分野にシリコン-Mo シリサイドナノ結晶コンポジット薄膜という新しい材料を導入するきっかけとなりました。改めて考えてみると、博士課程での研究でもEQSIT という産総研で独自に開発された装置を用いて新材料の開発を目指していました。これらのことから、異分野のバックグラウンドは、ある研究分野へ新たな視点を持ち込むことで、独創的な研究へとつながるのではないかと現在では考えています。

3. おわりに

他の研究分野のバックグラウンドを持つことは、専門性という点でデメリットになる可能性があります。しかし、ある研究分野に新たな視点を導入できるというメリットは、そのデメリットを補って余りあるものであると考えています。今後もこのようなメリットを生かした研究を展開していきたいと考えています。

(2011年10月23日受理)

(連絡先：〒565-0871 吹田市山田丘 2-1)