

固体の中を高速でイオンが走る

広島大学理学研究科教授 奥田 勉先生

S P P 科学技術・理科学習プログラム 2003年3月 3日15:50~17:00

26日13:00~16:00

<ねらい>

本プログラムでは、広島大学大学院理学研究科と広島県立大門高等学校及び広島大学附属福山高等学校との高大連携により、化学に興味を持つ生徒、将来化学を志す高校生を対象に、化学における研究方法を紹介し、専門教育としての化学への啓発を目的とする。また、大学の設備を活用することにより、高等学校の現場では実施不可能な実験などもまじえた学習を進め、化学研究の最前線の一端を生徒に紹介することで、科学研究に意欲ある生徒を育てることをねらいとしている。



<概要>

固体電解質の中を高速で走るイオンをテーマに、固体の結晶構造や、固体の中をイオンが移動する仕組みについて、実験・実習をまじえながら生徒に解説し、固体化学研究の基本的な考え方や方法を紹介する。また、大学でどのような研究活動が行われているのか、それがどのように応用されているのかについて生徒が直接的に感じ取ることができるような内容とする。具体的には下記のプログラムを実施した。

学習1：「固体の結晶構造と超イオン伝導体」(講義)

実施日時：平成15年3月3日(月)15:50~17:00

実施場所：広島大学附属福山中・高等学校

講師：広島大学大学院理学研究科 教授 奥田 勉

参加生徒：広島県立大門高等学校、広島大学附属福山高等学校 計18名

内容：超イオン伝導体におけるイオンの移動について考えるために必要となる、固体の結晶構造やその特徴、結晶に生じる欠陥、電気伝導などの基本的な知識について理解を深めるとともに、現在実用化されているイオン伝導体を用いた電池などの事例について、講義を行った。

学習2：「超イオン伝導体ではどのようにイオンが移動するのか」(実習)

実施日時：平成15年3月26日(水)13:00~16:00

実施場所：広島大学大学院理学研究科

講 師：広島大学大学院理学研究科 教授 奥田 勉

参加生徒：広島県立大門高等学校，広島大学附属福山高等学校 計12名

内 容：超イオン伝導体ではどのようにイオンが移動しているのかについて理解を深め，さらに大学における化学研究とはどのようなものかを体験するため，広島大学大学院理学研究科において実験・実習を行った。

学習1：「固体の結晶構造と超イオン伝導体」(講義)

<結果>

「固体の中を高速でイオンが走る」というテーマに基づき，学習1：「固体の結晶構造と超イオン伝導体」として，テーマにアプローチしていくために必要とされる基本的な知識の習得をねらいとして講義を行った。

本学習では，超イオン伝導体におけるイオンの移動について考えるために必要となる，固体の結晶構造やその特徴，結晶に生じる欠陥，電気伝導などの基本的な知識について理解を深めるとともに，イオン伝導体を用いた電池など，実社会において実用化されている事例について紹介を行った。また，結晶中に生じる欠陥や固体中におけるイオンの移動の様子についてのイメージを持たせるため，その一助として，例えば格子欠損のモデルを用いたり，黒板に磁石を貼り付けそれを移動させたりすることで，結晶中の現象を視覚的に捉えることができるよう試みた。



写真1 講義風景その1



写真2 講義風景その2

<結果>

本講義は、大学において研究されている「超イオン伝導体」をテーマにしたものであり、テーマを理解するために必要な用語に難解なものを用いざるを得ない状況もあった。この点で高校生にとっては、多少難しく感じられたかもしれない。しかし、高校において学習される内容とともに、それを発展するかたちでテーマについてのアプローチがなされ、生徒の理解の状況を随時把握しながら、丁寧な解説が行われた。そのため、学習2を実施するために必要となる基本的な知識の習得、および興味・関心の喚起という当初の目的は達成できたものと考えられる。

また、理解を促進するために用いた格子欠損のモデルやマジックによるイオンの移動の説明は、目で見ることができない世界で起きている現象について、言葉のみならず、視覚的にとらえさせるために効果的であり、生徒の印象に強く残るものとなった。さらに身近に利用されている超イオン伝導体の具体的事例を取り上げることにより、身の回りのものを科学的に見る目も養われたものと考えられる。

講義を終えて、生徒は自分なりの疑問を持っており、実験を行うことでさらに超イオン伝導体について考えてみたいなど、学習2に対する強い動機付けがなされていた。

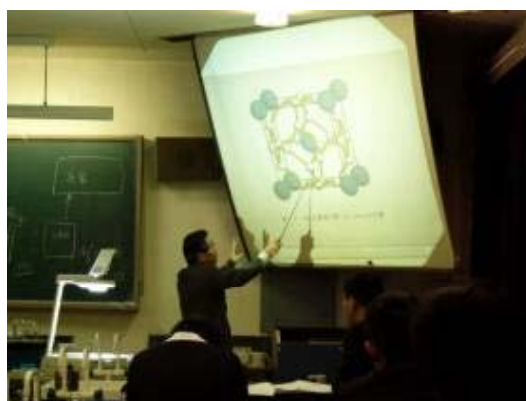


写真3 ヨウ化銀の構造



写真4 マジックを使った解説



写真5 講義風景その3

<留意点・課題>

本講義は、より専門的な内容で高校生にとっては多少難解なものとなったが、学習2における実験・実習を実施する前段階として大変有意義であり、必要なものであった。この学習活動により、生徒自身、次回行われる実験内容を把握するとともに、化学に対する興味・関心が喚起されたものと考えられる。

今後、高大連携による学習活動を展開していく上で、より効果的に事業を実施できるようにするためには、相互の理解（たとえば生徒の学習状況の把握、大学における研究活動の実態の理解など）が重要であることを再認識させられた。

学習2：「超イオン伝導体ではどのようにイオンが移動するのか」(実習)

<内容>

学習1における講義に引き続き，学習2：「超イオン伝導体ではどのようにイオンが移動するのか」と題し，広島大学大学院理学研究科固体物性化学研究室の実験室において実験・実習を行った。

本学習では，燃料電池やリチウム2次電池の固体電解質として期待されているイオン伝導体の電気的な特徴を実験・実習を通して理解し，さらに新しいイオン伝導体の探索や伝導機構の解明など大学で行われている最先端の研究方法を体験することをねらいとした。このようなねらいを達成するため，一斉実験及びグループ実験を組み合わせた下記のプログラムを実施した。なお，実験・実習をすすめるにあたっては，広島大学大学院理学研究科固体物性化学研究室の構成員(教員および学生)の協力を得た。

<超イオン伝導体の電気的な特徴の理解> (一斉実験)

実験A - 1：超イオン伝導相での電気伝導

実験A - 2：イオン伝導体と電子伝導体(半導体)の比較

<大学での最新の研究方法の体験実習> (グループ実験)

実験B - 1：X線回折と構造

実験B - 2：核磁気共鳴(NMR)とイオンの運動の速度

実験B - 3：インピーダンス測定と熱測定



写真1 一斉実験の様子

<結果>

普段の学校とは離れた，大学という環境での学習活動，そして学校の授業では体験することができない専門的な機器を用いた実験・実習ということで，生徒たちの期待は大きいものであった。

一斉実験では、これまでの学習で学んできた試料を用いてそれぞれがサンプルをつくり、電気伝導度の測定をしたり、電子伝導体との比較実験を行ったりした。実験を行う過程で生じた疑問を、すぐ大学教員やTAである大学院生に聞き、解決することができたことは、テーマに対する生徒の理解を深める上で良かった点である。また、グループ実験においても、X線回折やNMR、インピーダンス測定と熱測定など専門的で難解な内容にもかかわらず、少人数であったため、きめ細かな学習活動を展開することができた。



写真2 サンプルの製作

今回の学習活動を展開するにあたり、TAとして大学院生の協力を得たが、生徒と年齢の近い大学院生が、熱意を持って研究について語る姿に、自分も将来同じように化学の研究に携わってみたい、新しい物質を発見してみたいと多くの生徒が感銘を受けていた。このように、本学習は生徒自身の将来について考える機会ともなったようである。



写真3 NMRによる実験・実習

<留意点・課題>

大学の研究室における専門的な器具を用いての実験・実習は、普段の学校の授業では体験できないものばかりであり、生徒にとってかなり興味を引いたようであった。実験・実習では、全員がそれぞれの手によって実験を体験することができ、またグループ学習においても生徒と講師との対話がスムーズに行われ、きめ細かな対応が行われたことから、人数的に良かったものと思われる。しかし、時間的な問題のため、生徒自身が工夫して実験を行ったり、実験結果を解析し結論を導き出したりするところまで発展できなかった点が残念であった。しかし、生徒の集中力など考えると、これ以上の時間配分は難しいのかもしれない。実施時期としては、大学側としても3月は実施しやすい時期であるが、予算の面での不都合が起きる可能性があるため、その点が解消されれば円滑に事業が実施できるものと考えられる。

今回の大学における実験・実習を通して、研究の最前線を行っている大学教員および学生から直接に説明を受け、ふれあうことができたことは、生徒にとって、大学の雰囲気を知り、さらに将来の科学探求の夢へとつながる良い機会となったと考えられる。