

平成28年度
ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI
(研究成果の社会還元・普及事業)
実施報告書

HT28081 未来を変える夢の物質たち —超伝導、磁石、熱電変換の不思議—



開催日：平成28年8月6日（土）

実施機関：首都大学東京

(実施場所) (南大沢キャンパス 理工学研究科)

実施代表者：青木 勇二

(所属・職名) (大学院理工学研究科・教授)

受講生：高校生 17名

関連URL：<http://www.tmu.ac.jp/news/event/13178.html>

【実施内容】

コンピュータ、自動車、携帯電話など、私たちが普段使う装置は、様々な機能を持った物質の組み合わせでできている。未来を変える新しい機能を持つ物質の開発を目指して、マテリアルサイエンス(物質科学)の研究が進んでいる。物理と化学が手を結んだ最新の研究の一端を、高校生にも理解できるよう紹介しながら、磁石の上に浮かび、摩擦なく電流が流れる超伝導や、熱が電気エネルギーに変換される現象が、なぜ物質の中で起きるのか、考えながら体験してもらう機会を提供する。

このようなマテリアルサイエンスの研究分野は、高校の教科書では後半にわずかに掲載されている程度である。よって、この分野に興味を持って大学に入学してくる学生は非常に少ない。本プログラムは、高校生に物質の多彩な驚くべき振る舞いを紹介しながら、この研究分野の魅力や楽しさ、研究の最前線の雰囲気、講義や体験実験、大学生・大学院生との交流を通して伝えることを目的として企画した。

実施スケジュールを以下に示す。

9:40-10:00 受付

10:00-10:15 実施代表者の開会挨拶、プログラムと科研費の説明

10:15-12:00 3つの講義

①「電子は踊る、ペアになって」堀田貴嗣

②「有機物も超伝導体になる！」菊地耕一

③「物質に何をさせることができるだろうか？」青木勇二

12:00-13:00 昼食：大学生・大学院生や大学教員と懇談しながら

13:00-15:30 3つの体験実験

①「超伝導や磁性を体験しよう」松田達磨、東中隆二

②「ナノチューブで熱電素子を作ってみよう！」

「ナノの分離を体験しよう！」柳和宏、蓬田陽平

③「ナノ炭素材料フラーレンを分けてみよう：C₆₀とC₇₀の分離実験」兒玉健

15:30-16:10 ティータイム「大学生に色々なことを聞いてみよう」

超伝導が宇宙の研究にも役立っていることを、宇宙実験研究室の大学院生が紹介

16:10-16:30 修了式、「未来博士号」授与式、アンケート記入

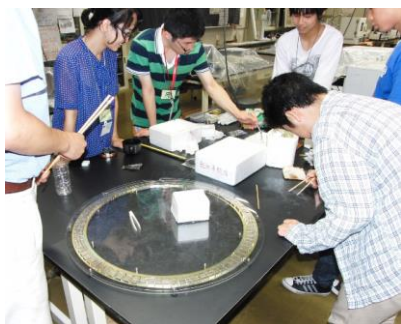
16:30 解散

実施代表者による挨拶、科研費の簡単な説明の後、3つの講義を行なった。①超伝導現象とそのメカニズム、②様々な有機化合物の紹介と超伝導体の開発、③物質のどのような性質を利用すれば我々の生活に役立てることができるかについて、高校生にも理解ができるように(イメージが伝わるように)工夫された内容で講義が行なわれた。

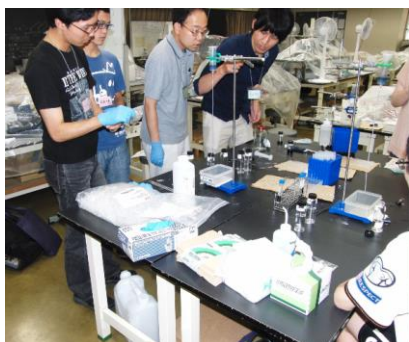
昼食会では、実施教員と大学生・大学院生が参加者の中に入って、懇談しながら一緒に食事をした。大学での勉強や研究生活など、高校生が持つ様々な疑問や興味について大学生が答えたり、逆に我々実施者側が、現在の高校生の知識や興味などについて実情を聞くなど、非常に有益な機会になった。なお、本イベントには、将来高校教員を目指す大学生にも積極的に参加してもらい、参加者と大学生の双方にとって役立つ機会となるようにした。

午後は、3つのグループに分かれて、ローテーションしながら3つの実験を体験してもらった。

(1)液体窒素を使って身近な物質を凍らせたりしながら、低温の世界を体験してもらった。酸化物超伝導体の磁気浮上やピン止め効果、永久電流が流れていることの確認、温度差により電力が発生する現象、身近な物を使って自作する磁性流体、などを取り扱った。磁石で作った円形軌道の上を、超伝導体が浮上して何周も回る様子は、普段なかなか見る機会がないためか、興味津々で見入っていた。



(2)ナノチューブを用いた2つの実験を体験してもらった。一つ目は、金属型と半導体型の種類異なるナノチューブで熱電素子を化学的手法を用いて自作し、最後にそれぞれの発電性能を比較する実験である。2つ目は、ゲルを用いて直径異なるナノチューブを分離し、直径が異なるとナノチューブの色が異なることを実感してもらったものである。



(3)サッカーボール型やラグビーボール型のカゴ構造を持つ炭素分子フラーレン C_{60} と C_{70} を分離する実験を体験してもらった。これらの分子で形成される化合物も、キャリアを制御すると超伝導になることが紹介された。



体験実験では、高校生が普段手にすることができない装置や材料(化学実験器具、真空乾燥装置、ナノチューブ、フラーレン、液体窒素など)を使うことができるもので構成した。このためか、熱心に集中して参加している雰囲気であった。幾つかの自作した成果は、持ち帰ってもらった。

ティータイムでは、休憩をしてもらいつつ、歓談の途中で、宇宙実験研究室の大学院生に、「宇宙に存在するダークマターの研究のための、超伝導を利用したX線望遠鏡の開発」について紹介してもらった。マテリアルサイエンスが、広く様々な分野に関わっていることを伝えることができたと思う。

最後に、可知直毅 理工学研究科長から修了証(未来博士号)が参加者全員に手渡しで授与された。アンケートに感想を記入してもらい、全プログラムが無事終了した。

広報活動について：ポスターを作成して、大学本部と物理学専攻のホームページで告知した。また、首都圏約 100 校の高校へ案内を郵送したり、推薦入試および教育実習の研究授業と関連した高校訪問の際に本イベントの紹介を行い、参加をよびかけた。ホームページによる案内が有効に働いていたようで、予想外に随分遠くからの参加があった(例：宮城県の高校の科学部5名が引率の先生と一緒に)。今回、定員30名を予定していたが、締切日の設定が少し早すぎたため、申込が順調に伸びている時期に受付終了となってしまったことが残念であり、反省点である(受付ホームページにおける申込終了を、申込状況を見ながら実施者が柔軟に設定できる仕組みを今後期待したい)。申込者数が24名、その後の取り消し(学校行事の都合、体調不良などの理由)が30%ほど出たため、参加者数が17名であった。

安全配慮について：参加者と実施協力者に、レクリエーション保険に加入してもらった。参加者には、事前に服装や靴についてアドバイスを伝えた。当日、実験の前に注意事項を伝え、薬品を使用する化学実験においては、白衣、ゴーグル、手袋を着用してもらった。十分な数の実施協力者を手配していたので、十分に目の行き届いた適切な指導のもと、無事に体験実験を行うことができたものと思う。

本プログラムを実施するにあたっては、産学公連携センター調整係に日本学術振興会との連絡を、首都大学東京管理部理系管理課会計係に委託費の管理を、物理事務室に様々な準備・会計手続き・取りまとめの実務をご担当頂き、円滑に実施することができた。実施代表者として感謝したい。

マテリアルサイエンス研究の最先端は、非常に速いスピードで進展している。よって、高校生が学習する知識との間には大きなギャップがあり、今回の様な短時間で仕組みや原理まで理解してもらうことはなかなか難しい。しかし、不思議な現象を自らの手で作り出したり、体験してもらうことは可能であり、それが本イベントの主目的であった。今回の高校生の反応を参考にしながら、高校生の「驚きや興味」をうまく刺激できる体験型のコンテンツを、次回に向けてさらに開発して行きたい。

【実施分担者】

堀田 貴嗣	理工学研究科・教授
菊地 耕一	理工学研究科・教授
松田 達磨	理工学研究科・准教授
東中 隆二	理工学研究科・助教
柳 和宏	理工学研究科・准教授
蓬田 陽平	理工学研究科・助教
兒玉 健	理工学研究科・准教授

【実施協力者】 12名

【事務担当者】

田沼 あさ美	産学公連携センター調整係
--------	--------------