

平成27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

HT27022 電気抵抗ゼロの世界 ―超伝導体を作ってみよう！―



開催日：平成27年8月11日(火)
実施機関：宮城教育大学
(実施場所) (理科実験棟 物理学第一実験室)
実施代表者：内山 哲治
(所属・職名) (教育学部・教授)
受講生：中学生 18名
関連URL：<http://renkei.miyakyo-u.ac.jp/hirameki/index.html>

【実施内容】

【受講生に分かりやすく研究成果を伝えるために、また受講生に自ら活発な活動をさせるためにプログラムを留意、工夫した点】

- ・当日参加者 18 名を 4 つの班に分け、自己紹介(講師、協力者、参加者全員のネームプレートを用意)の後、本プログラムのスケジュールを表で示しながら実験が多くタイトなことを説明した。引き続いて科研費の説明の後、本日の基本事項となる「物理」、「熱」、「光」、「電気」、「金属」と「超伝導」を概説した。
- ・講義は、適宜板書を加えたパワーポイントによるプロジェクター形式で行った。
- ・実験は大きく前半と後半に分けた。前半の実験は、「超伝導作製の実験」、「熱の実験」、「光の実験」および「電気抵抗の実験」と異なる内容のものを 4 つ用意した。この 4 つの実験を 1 時間程度で班毎に行ってもらい、ローテーションしてもらった。
- ・具体的には、本プログラムメイン(作製)の「放射加熱炉を用いた酸化物高温超伝導体の瞬間作製(大学院生担当)」、「液体窒素を用いた状態変化など熱に関する実験(大学院生担当)」、「凸レンズや 3D プリンタによる自作パラボラによる光の集光実験、シャーペンの芯の燃焼による熱と光に関する実験、エジソン電球と白熱電球のエネルギー変換効率に関する実験(学部生担当)」, および「温度変化に対する金属と半導体の電気抵抗特性の実験とそれらの原理の説明・ディスカッション(内山担当)」を行い、それぞれ充分実験してもらった。
- ・後半の実験は、上記の「超伝導作製の実験」の代わりに「超伝導体の電気抵抗温度測定(大学院生担当)」が入り、また、他の実験の代わりに 2 班合同で「超伝導の原理を考えよう！(内山担当)」と題して、ディスカッションしてもらった。本プログラムのメイン(測定)である「超伝導体の電気抵抗測定」は、実験室教卓で行いプロジェクター表示することによって、他の班も常時見られるように工夫した。
- ・今回は非常に多くの実験を行った。また、液体窒素やシャーペンの芯の燃焼実験、金属と半導体の電気抵抗特性実験など中学校・高等学校では行わない内容を多く取り入れ、各個人の実体験を重要視した。
- ・本学が教員養成系大学であり、実施協力者 3 名は全員教員志望であるため受講生への積極的なサポートが出来たと考えている。

【当日のスケジュール】

今回は超伝導体の作製および測定を全員に行ってもらったので、昨年までと異なり 1 時間早く開始した。当日のスケジュールは以下の通りである。

8:30-9:00 受付(昼食の確認および手配、写真撮影許可の確認)

9:00-9:30 開講式(あいさつ, 班内で自己紹介, 科研費の説明, 本実験に関する基礎講義(内山))

9:30-10:30 班毎にそれぞれ以下の実験を行う。(最後の10分程度は休憩時間)

<1班:超伝導体の作製, 2班:電気抵抗に関する実験, 3班:光に関する実験, 4班:熱に関する実験>

10:30-11:30 班毎にそれぞれ以下の実験を行う。(最後の10分程度は休憩時間)

<1班:熱に関する実験, 2班:超伝導体の作製, 3班:電気抵抗に関する実験, 4班:光に関する実験>

11:30-12:30 班毎にそれぞれ以下の実験を行う。(最後の10分程度は休憩時間)

<1班:超伝導体の測定, 2班:熱に関する実験, 3班:超伝導体の作製, 4班:電気抵抗に関する実験>

12:30-13:10 昼食(講師/大学院生/学生との交流)

13:10-14:10 班毎にそれぞれ以下の実験を行う。(最後の10分程度は休憩時間)

<1班:電気抵抗に関する実験, 2班:超伝導体の測定, 3班:熱に関する実験, 4班:超伝導体の作製>

14:10-15:10 班毎にそれぞれ以下の実験を行う。(最後の10分程度は休憩時間)

<1班:光に関する実験, 2・4班:超伝導の原理について考えよう!, 3班:超伝導体の測定>

15:10-15:30 クッキータイム(講師/大学院生/学生との交流)

15:30-16:30 班毎にそれぞれ以下の実験を行う。(最後の10分程度は休憩時間)

<1・3班:超伝導の原理について考えよう!, 2班:光に関する実験, 4班:超伝導体の測定>

16:30-16:50 全体でのディスカッションとまとめ「超伝導体はなぜ電気抵抗がゼロになるのか?」

16:50-17:00 修了式(未来博士号授与, 全体での写真撮影, アンケート記入)

17:00 解散

【実施の様子】



班編成と自己紹介



基礎内容の概説



熱の実験



光の実験



電気抵抗の実験



ディスカッション



まとめの説明



最後に集合写真

【事務局との協力体制】

- ・事務局は実施時期の調整、広報活動、参加者申し込みのとりまとめ、保険加入、予算執行にあたり教員に対して全面的に協力し、効率的で円滑な事業の実施が可能であった。
- ・地元情報誌「ままばれ 宮城版」に案内情報を掲載した。
- ・体験イベント in 大学 原稿のご依頼し、HPやパンフレットに掲載した。
- ・県内の小・中・高や各教育施設(美術館・博物館・図書館など)にチラシを配布した。
- ・学都「仙台・宮城」サイエンスコミュニティのHPに案内情報を掲載し、広報を行った。
- ・本学の専用HPを立ち上げ広報を行った。本学のツイッター・フェイスブックに記載した。
- ・同担当が、参加者の父兄との連絡調整の一部を行った。

【広報活動】

- ・日本学術振興会および本学のホームページにおいて紹介した。
- ・地元情報誌「ままぱれ 宮城版」, 「まなびのめ」に案内情報を掲載した。
- ・県内の小・中・高, 各教育施設(美術館・博物館・図書館など)計 850 校にカラーパンフレットを配布した。
- ・本学附属中学校, 仙台市確かな学力研修委員会, 日本物理教育学会東北支部会において, 講師が広報活動を行った。
- ・講師が関係している『学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ 2015』に案内情報を掲載した。
- ・本学卒業および本大学院修了の中学・高等学校教員に講師が広報活動を行った。

【安全配慮】

- ・参加者傷害保険に加入させた。各グループにひとり大学院生を配置した。

【今後の発展性、課題】

- ・本事業への参加は今回で5度目になる。これまで学外施設などで出前授業・科学教室を開いてきたが, 本事業は昼食・おやつを出せて, 一日掛けてゆっくり子供たちと話し実験が出来るので, 一つのテーマを深く掘り下げるには非常によいと思っている。
- ・これまでの参加者から超伝導を実際に作りたいという希望が多かったため, 昨年より短時間で作製できる手順を考案した。昨年度は, 超伝導体の作製を中心に行ったが, 実際の超伝導性確認が難しかったこともあり, 今回は, 超伝導体作製だけではなく, 測定も各人で行ってもらった。
- ・結果としては, 今回, 超伝導転移を示すものは何人も居たが, 液多窒素の沸点(77K)でゼロ抵抗を実現した人は居なかった。これまで専門知識のない他分野の学生にも協力してもらい予備実験を行ってきたが, 8割の確率でゼロ抵抗を得ていたため, 非常に残念な結果であった。しかしながら, 改善策も見つかって既に鋭意改良を行っている。来年度は, 確実に超伝導体の焼成を行い, 是非とも参加者全員にゼロ抵抗を実現してもらいたいと思っている。
- ・実施日に関しては, 中学校・高等学校の先生に問い合わせ, 8月平日で設定した。6月初旬のホームページ開設時から申し込みがあり, 6月末には定員を超えた。7月に入ってから申し込みが多かったが, 残念ながら募集締め切りの旨を伝えた。
- ・今回, 全員に超伝導体の作製と測定を行ってもらうために募集定員を15名にしたが, 実際は20名受け付けた(当日の体調不良での欠席が2名)。申し込みが多かったこともあり, 来年度は, 募集人数を20名にしたい。

【実施分担者】 なし

【実施協力者】 3名

【事務担当者】 北澤 優, 大矢 麻喜 研究・連携推進課 研究協力係