

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

HT28021 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28年度8月18日(木)

実施機関：宮城教育大学

(実施場所) (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：小学生3名・中学生16名・高校生2名

関連URL：<http://renkei.miyakyo-u.ac.jp/hirameki/index.html>

【実施内容】

【プログラムで留意、工夫した点】

・当日参加者21名を5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。

・概説は、テキスト配布に加え、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。

・本プログラムのメイン企画である「超伝導体の作製」に各班1時間程度掛かるため、他に4つの実験ブース「電気と光の関係」「液体窒素の実験」「電気と磁界の関係(2時間)」「超伝導体の測定」を用意し、1時間を目途に班毎でローテーションするようにした。

・各ブースの具体的な内容は以下の通りである。

「超伝導体の作製」：放射加熱炉で参加者自身に出発原料を焼成してもらい、数分のうちに超伝導体を作製してもらう。ここで、実施側は焼成のポイントを述べるだけにとどめ、あくまでも参加者自身が試料の状態を観測しながら、超伝導体を作製してもらう。

「電気と光の関係」：エジソン電球、白熱電球とLED電球の発光を観測し、電気と光の関係およびそれぞれの発光原理を確認する。また、消費電力を測定することによってエネルギー消費の違いを確認する。エジソン電球・白熱電球の原理を理解する実験として、シャーペンの芯に通電しどのような現象が起こるかを観測してもらう。ここで、電球の理解を深めてもらうと共に、電気抵抗と熱(ジュール熱)の関係を理解してもらう。

「液体窒素の実験」：熱(低温)の実験を通して、物質の状態変化を考え、熱とは何か？を理解してもらう。この理解を踏まえて、金属における電気抵抗を考え、その温度特性を予想してもらう。最後に、金属における電気抵抗の温度特性実験を行い、予想を検証してもらう。

「電気と磁界の関係」：コイルにつないだ検流計の針を動かそう！をテーマに、どのようにすればいいかを参加者に考えてもらう。コイルへの磁石の出し入れや二次コイルに電流を流す/切るなどの実験から、電流と磁界の関係や電磁誘導現象を体験して理解してもらう。

「超伝導体の測定」：今回から参加者一人一人に超伝導体作製だけでなく、作製した超伝導体を電気抵抗測定するための試料準備(端子付け)まで行ってもらった。参加者は苦勞しながら、測定プローブに銀ペーストで試料に四端子を付けていた。今回からこの作業を入れたのは、派手でない実際の研究・実験というものを参加者にふれてもらいたいと思ったからである。また、実際の電気抵抗測定は、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、参加者・保護者全員で見られるように工夫した。

・本プログラムでは、超伝導の実験以外に非常に多くの実験を行った。これらは超伝導現象の理解への基礎実験であるだけでなく、液体窒素やシャーペンの芯の通電実験、コイル実験など中学校・高等学校では行われない内容を特に多く取り入れ、一人一人の実体験から思考させることを重要視したためである。

・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】

昨年から超伝導体の作製および測定を全員に行ってもらっているため、9時から17時までの長いプログラムになっている。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分程度は休憩および移動時間)
- 1班:超伝導体作製, 2班:液体窒素, 3班:電気と光, 4班:電気と磁界, 5班:電気と磁界
- 10:30-11:30 班毎にそれぞれ以下の実験を行う。(最後の10分程度は休憩および移動時間)
- 1班:電気と光, 2班:超伝導体作製, 3班:液体窒素, 4班:電気と磁界, 5班:電気と磁界
- 11:30-12:30 班毎にそれぞれ以下の実験を行う。(最後の10分程度は休憩および移動時間)
- 1班:超伝導体測定, 2班:電気と光, 3班:超伝導体作製, 4班:液体窒素, 5班:液体窒素
- 12:30-13:30 昼食(講師/大学院生/学生との交流)
- 13:30-14:30 班毎にそれぞれ以下の実験を行う。(最後の10分程度は休憩および移動時間)
- 1班:液体窒素, 2班:超伝導体測定, 3班:超伝導体測定, 4班:超伝導体作製, 5班:電気と光
- 14:30-15:30 班毎にそれぞれ以下の実験を行う。(最後の10分程度は休憩および移動時間)
- 1班:電気と磁界, 2班:電気と磁界, 3班:電気と磁界, 4班:電気と光, 5班:超伝導体作製
- 15:30-15:45 クッキータイム(講師/大学院生/学生との交流)
- 15:45-16:45 班毎にそれぞれ以下の実験を行う。(最後の10分程度は休憩および移動時間)
- 1班:電気と磁界, 2班:電気と磁界, 3班:電気と磁界, 4班:超伝導体測定, 5班:超伝導体測定
- 16:45-16:55 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？」
- 16:55-17:00 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



電気と光の実験



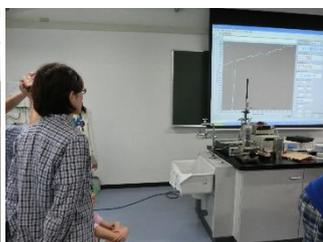
液体窒素の実験



電気と磁界の実験



端子付け



電気抵抗測定



まとめの説明



最後に集合写真

### 【事務局との協力体制】

- ・研究・連携推進課研究協力係が、委託費の管理と支出報告書の確認を行った。
- ・同担当が、日本学術振興会への連絡調整および提出書類の確認・修正等を行った。
- ・同担当が、本学のひらめき☆ときめきサイエンス事業の専用ホームページを立ち上げ、募集案内の掲載を行った。

### 【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」に案内情報を掲載した。
- ・宮城県内(公立)の小・中・高、教育委員会計 723 箇所にカラーパンフレットを配布した。
- ・講師が指導助言で関わっている高等学校理数科課題研究校、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、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 2016』に案内情報を掲載した。
- ・上記と関連した『学都「仙台・宮城」サイエンス・コミュニティ』にも掲載した。
- ・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】

- ・傷害保険に加入した。
- ・参加者を5班体制(4名程度/班)にし、講師および実施協力者の指導および安全確認が行き届くようにした。特に、熱の実験(液体窒素)や光の実験(高電圧)、超伝導体作製の実験(高温焼成)に細心の注意を払った。

### 【今後の発展性、課題】

- ・本事業への参加は今回で6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・おやつを出せるので、実施者としては一日掛けてゆっくり参加者と話しながら実験が出来る。参加者からの希望に答える形で、超伝導体作製を実施するなど改良改善を行ってきている。また、参加者が普段行わない/行えないような実験を取り入れ、理解の促進とアクティブラーニングの実践を心掛けている。
- ・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、一昨年度から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、試料の端子付から測定も各人で行ってもらいより実際の研究を味わってもらった。
- ・結果としては、超伝導転移を示すものは何人か居たが、昨年同様、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。学生による予備実験では9割程度の高い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。いくつかの改善案も見つかったので、来年度に向けて、手順等を含めた検討を行う予定である。
- ・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。平日9時開始の17時終了であったが、一昨年度に超伝導体作製をメインにしてから申し込みが非常に多く、今年度も20名の募集定員がすぐに充足した。出来れば募集人数を増やしたいが、実験の都合上、9時-17時の20名が限界である。そこで、来年度は、まず10名程度(10時-17時)で、2回の実施にすることを検討している。

【実施分担者】 なし

【実施協力者】 3名

【事務担当者】 北澤 優, 芝 千秋 研究・連携推進課 研究協力係