

平成29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

HT29023 電気抵抗のない世界 — 超伝導体を作ってみよう! —



開催日: 平成29年7月31日(月), 8月9日(水)

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: 中学生 17 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】

- ・昨年度までは 20 名定員で 1 回の実施であったが, 今年度は 10 名定員の 2 回実施(同内容)として, 超伝導体作製に掛ける時間に余裕を持たせた(再実験の時間も確保)。
- ・実際の参加者は, 1 回目参加者 10 名, 2 回目参加者 9 名(1 名キャンセル)であった。まず自己紹介(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。引き続き科研費の説明の後, 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。
- ・今年は 2 回実施にしたこともあり人数的には余裕が出来たが, 超伝導体以外の実験ブースへの振分が困難になった。そこで, 自分たちで自由に回ってもらう形式にした。詳細は, 超伝導体に関する実験ブース 3 つ(超伝導の作製, 電極端子付け, 電気抵抗の温度依存性測定)だけでなく, 抵抗に関する実験・思考ブース 4 つ(液体窒素を用いた摩擦抵抗の実験, 各種電球やシャーペンの芯を用いた電気抵抗と光・熱の実験ブース, 電気抵抗の応用実験: 電流計と電圧計の違い, 電気抵抗の測定法; 四端子法と二端子法の違い)を用意した。まず, 参加者には超伝導体を作製する順番表を配付し, その順番にしたがって超伝導体作製ブースに移動して, 出発材料の調査から超伝導体作製を行ってもらう。超伝導作製の順番が来るまでの参加者は, 抵抗に関する実験・思考ブースから好きな実験を選んで取り組んでもらう。それぞれの実験が終わったら, 別のブースに移動して, また実験を行ってもらう。超伝導体作製の順番が来たら一人ずつ超伝導に関する実験ブースに抜けて行き, 作製後は端子付け, 電気抵抗の測定を行う。測定まで終わったら, また抵抗に関する実験・思考ブースの循環に戻る。
- ・本プログラムでは, 上記のように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。これは正しくアクティブ・ラーニングの実践である。
- ・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】

9:00-9:30

受付(昼食の確認および手配, 写真撮影許可の確認)

- 9:30-10:00 開講式(あいさつ, 自己紹介, 科研費の説明, 本実験に関する基礎講義(内山))
- 10:00-12:00 個人単位で各実験ブースを回る。(適宜, 休憩を取ってもらう)
超伝導体に関する実験ブース3つ(超伝導の作製, 電極端子付け, 電気抵抗の温度依存性測定)
抵抗に関する実験・思考ブース4つ(液体窒素を用いた摩擦抵抗の実験, 各種電球やシャーペンの芯を用いた電気抵抗と光・熱の実験ブース, 電気抵抗の応用実験:電流計と電圧計の違い, 電気抵抗の測定法:四端子法と二端子法の違い)
- 12:00-13:00 昼食(講師/大学院生/学生との交流)
- 13:00-15:30 午前中と同様に, 個人単位で各実験ブースを回る。(適宜, 休憩を取ってもらう)
超伝導体に関する実験ブース3つ(超伝導の作製, 電極端子付け, 電気抵抗の温度依存性測定)
抵抗に関する実験・思考ブース4つ(液体窒素を用いた摩擦抵抗の実験, 各種電球やシャーペンの芯を用いた電気抵抗と光・熱の実験ブース, 電気抵抗の応用実験:電流計と電圧計の違い, 電気抵抗の測定法:四端子法と二端子法の違い)
- 15:30-16:00 クッキータイム(講師/大学院生/学生との交流)
- 16:00-16:55 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】



自己紹介

基礎のお勉強

超伝導体作製の全体説明

各ブースで実験



別のブースでまた実験

出発材料の調合中

超伝導体作製中!

電気抵抗の応用実験



電気抵抗の測定法

一人でもくもく端子付け

超伝導体測定中

ゼロ抵抗が見えるか?

【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。
- ・県内の小・中・高、各教育施設、計 713 校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 2017』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・コミュニティー』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。
- ・学校情報サイト「JS日本の学校」に案内情報を掲載した。

【安全配慮】

- ・傷害保険に加入した。
- ・注意を要する次の実験ブース(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))に固定の実施協力者を置き，実験・指導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7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，第5回目の実施から短時間で作製できる手順を考案し，実践してきた。第5回と第6回は，定員 20 名の 1 回実施で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，ゼロ抵抗を観測した参加者は1-2名であった。しかし今回，各 10 名定員の 2 回実施にしたことで，時間に余裕が出来，ゼロ抵抗の観測は 14 名であった。
- ・昨年度から超伝導体作製だけではなくて，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。これに加え，今年度は「電気抵抗の応用実験：電流計と電圧計の違い」と「電気抵抗の測定法：四端子法と二端子法の違い」という物理的意味を考えるブースも入れ，参加者の思考を促した。
- ・アンケートで，「学校で習っていないところもあり，難しく感じるところもありましたが，予習できて良い経験になりました」「高校での勉強に生かせそうなので，とても良かったです」「大学で物理学を学ぶ意欲がさらに増した。良い将来へのビジョンをもつことができた」等があるように，参加者の学習・研究意欲向上に大いに貢献できたと思っている。
- ・昨年度と今年度と関東からの参加者もあり，アンケート結果も良いことから，より短時間での超伝導作製に向け，今後検討したいと思う。
- ・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 時半開始の 17 時終了であったが，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。ただ，高校生の参加が少ないため，2 回目実施をお盆明けの日程で再考したい。

【実施分担者】 なし

【実施協力者】 3 名

【事務担当者】 鶴岡 希望，芝 千秋 研究・連携推進課 研究協力係