

2 特別研究

2.1 超伝導セラミックスの特性測定(物理分野)

(1) 研究開発の概要

3年生理系物理選択者に超伝導セラミックスを題材とした先進的な物理実験に取り組みさせた。その後、名古屋工業大学電気電子工学科准教授の大原繁男先生に、生徒実験について講評して頂くとともに、超伝導に関わる知見についての講義をお願いした。

(2) 研究開発の経緯

平成16年度から継続して大原先生にご指導を頂いている特別研究で、本年度は、平成21年4月に生徒実験の講評とまとめ講義を依頼した。その後、研究室での打ち合わせやメールや電話での打ち合わせを通して実施となった。

(3) 仮説(ねらい、目標)

- ア 超伝導に関する知識を身につける。
- イ 熱電対や四端子法などの測定法を理解する。
- ウ 先端的な科学技術に対する意欲・関心を高める。

(4) 研究開発の方法および内容

- ア 対象生徒 3年生理系物理選択者 164名
- イ 実施内容

(ア) 事前講義 5月下旬(65分) 物理実験室

- ・超伝導セラミックスとは何か
- ・熱電対・4端子法

(イ) 実験Ⅰ・Ⅱ 6月上旬(65分) 物理実験室

- ・氷点を作り熱電対で温水の温度を測る
- ・炭素棒の抵抗値を4端子法で求める

(ウ) 実験Ⅲ 6月上旬(65分) 物理実験室

- ・超伝導セラミックスの臨界温度の測定(熱電対、4端子法を使用)

(エ) 実験Ⅳ(実験Ⅲが早く終わったもの) 6月上旬(65分) 物理実験室

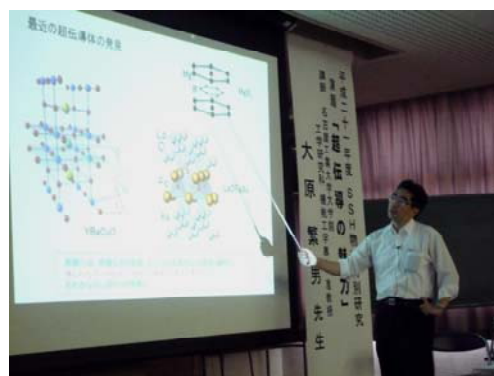
- ・純銅コイルの抵抗率温度変化の測定

(オ) まとめ講義「超伝導の魅力」 7月14・15日(火・水)(150分) 視聴覚教室

- ① 物質の世界の広がり ・電気抵抗には40桁以上の広がりがある。
 - ・小さな世界の理解には量子力学が必要。
- ② 低温とは何か
 - ・物質を加熱するとミクロな状態の秩序が乱れて物質本来の個性が表れてくる。
- ③ 簡単な生徒実験
 - ・ネオジム磁石の加熱 ・酸素の液化 ・浮き磁石の実験
- ④ 実験結果の講評
 - ・ばらばらな結果でも全体で見ると見えるものがある。
- ⑤ 超伝導とは
 - ・最初の実験は偶然から
 - ・超伝導の基本的は4つ
 - 抵抗ゼロ、完全反磁性、
 - 磁束の量子化、ジョセフソン効果
- ⑥ 高温超伝導体の発見
- ⑦ 超伝導の応用



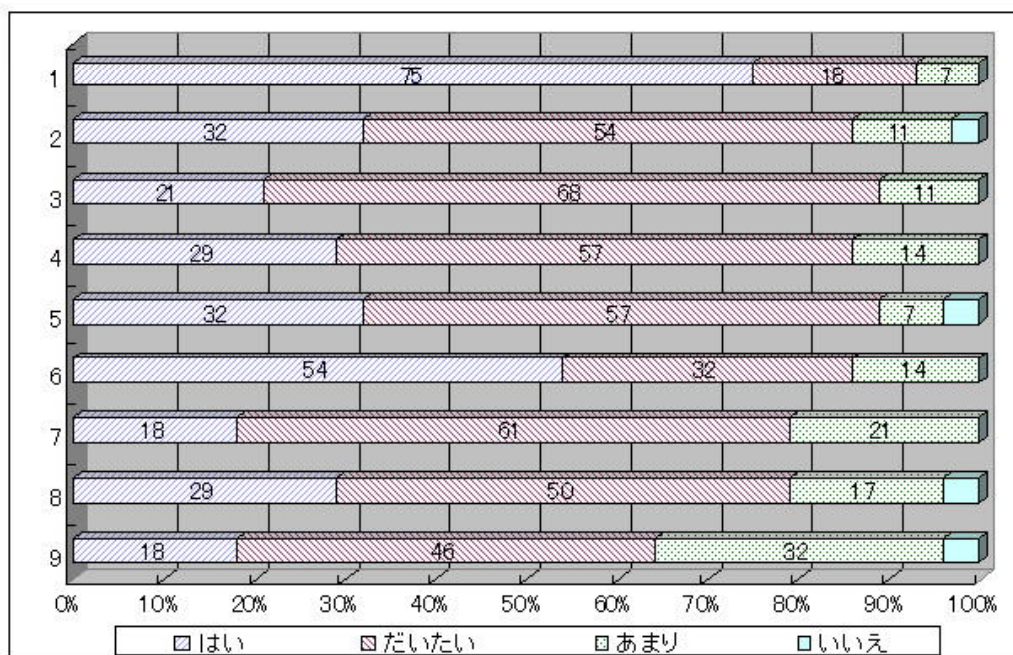
超伝導セラミックスの臨界温度の測定



大原先生のまとめ講義

(5) 検証

ア 事後アンケートの結果から



生徒アンケートの設問

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1 実験は面白かったですか | 5 講義は面白かったですか |
| 2 実験は高度だったと思いますか | 6 講義内容は高度だったと思いますか |
| 3 実験の内容は理解できましたか | 7 講義内容は理解できたと思いますか |
| 4 実験の内容は将来役に立つと思いますか | 8 講義内容は将来役に立つと思いますか |
| | 9 講義や実験の内容を更に学んでみたいと思いますか |

イ 生徒の感想から

- ・超伝導現象は以前、リニアモーターカーについて調べたことがあるので前から興味を持っていたが、今回の実験で超伝導を体感することが出来てとても有意義だと感じた。
- ・磁石を浮かす実験には感動した。また、実際に臨界温度を測れて良かった。
- ・講義中に実験をすることで、低温になると物質の個性が出ることが実感できて良かった。
- ・電気・電子分野や低温物理学に興味を持った。
- ・実験の時には理解が浅かったから、講義後に実験をするようにしたら良いと思う。
- ・大学先生に直接実験について評価がもらえて良かったし考察が大切だと分かった。
- ・純銅コイルの抵抗率を測る実験では、教科書などには抵抗率の式が「あまり広くない温度変化で」と注意書きがしてあるが、それが確かめられてうれしかった。

ウ 今後の特別研究に向けて

今までは実験の後に講義で講師にまとめて頂いたが、生徒の感想にあるように、講義で意欲・関心を高めた上で実験に入ることも意味がある。この順番も検討したい。

また、生徒にとっては、水と氷で氷点 (0°C) を作ることも難しい。現実の奥の深さをいろいろと体験させたい。



まとめ講義中の生徒実験 (酸素の液化)