

2.4 銅の抵抗率と超伝導セラミックスの臨界温度の測定（物理分野）

(1) 研究開発の課題（概要）

はじめに、名古屋工業大学電気電子工学科教授の大原繁男先生に、超伝導に関わる講義をお願いした。その後、講義の内容を予備知識として、銅の抵抗率や超伝導セラミックスの臨界温度を測定する生徒実験を実施した。なお、この実験は平成16年度から内容を改良しながら継続的に実施している。

(2) 仮説（ねらい、目標）

講義のねらいは、近い将来には重要な意味を持つてくると予想される超伝導に関する諸知識を身に付けさせ、それに関わる事項への興味・関心を育てる事にある。また、生徒実験のねらいは、図の回路と実際の回路を対照して進める実験を体験させる事や、抵抗の測定や熱電対の使用といった操作に生徒を慣れさせる事に置いた。

(3) 研究の方法・内容

ア 対象生徒

3年生理系物理選択者 164名（5クラス）

イ 実施日程等

第1回 日時 平成23年7月12日（火） 2・3限 1組・2組・3組
4・5限 4組・5組

演題 「超伝導の魅力」

講師 名古屋工業大学 電気電子工学科 教授 大原 繁男 先生

場所 本校 視聴覚教室

第2回 日時 平成23年12月8日（木）、9日（金）

内容 超伝導セラミックス、抵抗の測定方法についての事前授業

場所 本校 物理実験室

第3回 日時 平成23年12月13日（火）、14日（水）各クラス65分

内容 生徒実験「純銅コイルの抵抗率測定」

場所 本校 物理実験室

第4回 日時 平成23年12月15日（木）、16日（金）各クラス65分

内容 生徒実験「超伝導セラミックスの臨界温度の測定」

場所 本校 物理実験室

ウ 実施内容

(ア) 講義 「超伝導の魅力」

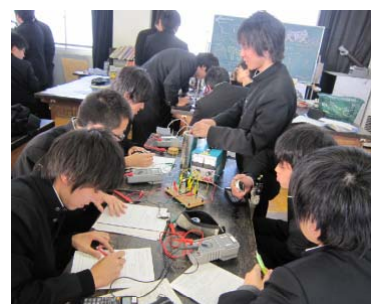
- ① 物質とは、科学とは、物理とは
 - ・電気抵抗には40桁以上の広がりがある。
- ② 低温とは何か
 - ・物質を加熱するとミクロな状態の秩序が乱れる物質本来の個性が表れる。
- ③ 簡単な生徒実験
 - ・ネオジム磁石の加熱
 - ・酸素の液化
 - ・浮き磁石の実験
- ④ 超電導とは
 - ・超伝導の発見は偶然から
 - ・基本性質は、抵抗ゼロ、完全反磁性、磁束の量子化、ジョセフソン効果
- ⑤ 高温超伝導体の発見
- ⑥ 超伝導の応用



液体窒素を用いた演示実験

(イ) 生徒実験 「純銅コイルの抵抗率・超伝導セラミックスの臨界温度の測定」

① 銅の細線を7m 巻いたコイルに電流を流してその両端の電圧を測定する方法で抵抗値を求めた。コイルの温度は、ポリエチレンを通して液体窒素で冷やしたり熱湯で暖めたりして変化させた。また、温度の数値はアルメルクロメル熱電対に生じた起電力を液体窒素温度を基準点として測定して求めた。



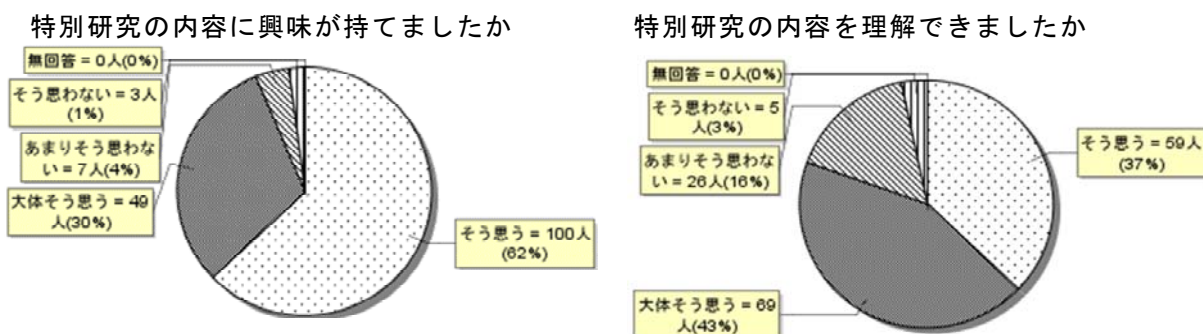
超伝導セラミックスの実験

② ①とほぼ同様の方法で超伝導セラミックスの抵抗値を測定した（ただし、測定には四端子法を用いている）。抵抗値を測定しながら、液体窒素でゆっくりと冷やしていき、抵抗値が急変して0になったところを臨界温度とした。

(4) 検証（成果と反省）

ア 事後アンケートの結果から

生徒の実習態度やレポートからも生徒が実習に興味を持って取り組んでいた事がわかる。また、実験後のアンケート（右）で、実験内容をあまり理解できなかったとする生徒が16%見られたが、これらの生徒は、図の回路としては理解できても実際の回路を扱った体験がなく、やや受け身の姿勢になった事に起因している。今後、このような実際の回路を扱う実験・実習を増やした方が良いと考える。



イ 実験レポートから

(7) 測定結果から

超伝導セラミックスの臨界温度の測定については、どの班もうまくできたと答えており、精度の問題は残るが数値も妥当であった。これは、似た手法を用いる純銅コイルの抵抗率測定の実験を直前に実施した事や超伝導セラミックスと測定端子間の密着性を確認する事を徹底したためである。

(イ) 生徒の感想から

- ・受験勉強も大切ですが、今回の実験はとても有意義だと思いました。大学で深めたい分野でした。
- ・この超伝導セラミックスを金属のように自由に変形させる事が出来れば送電線にも利用できるが、やっぱり新たな物質を探さなければならないと思いました。
- ・抵抗値が急激に下がり始めた時はとても興奮しました。これを初めて発見した人の興奮が少しわかるような気がしました。良い経験をしたと思います。
- ・抵抗率について詳しく学べたので良かった。熱電対の仕組みは不思議に思った。
- ・実際の実験では、誤差も大きく、なかなか正しい値が出ないことを実感しました。

ウ 今後の実施に向けて

今回は講義の実施が7月であったのに対して、日程の都合もあり、実験の実施が12月となってしまった。今後、講義や実験の日程を再考したい。