

2.4 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）

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超伝導に関わるいろいろな知見に関する講義を頂いた。その後、講義の内容を予備知識として、超伝導セラミックスの特性についての生徒実験を実施した。

(2) 研究開発の経緯

本研究は平成16年度から内容を改善しながら継続的に実施している。大原先生には4月に指導を依頼し快諾を頂いた。従来は、生徒実験を最初に行い、大原先生には各班の実験結果の講評を含めてまとめ講義をお願いしてきたが、本年度は、3年生の電流分野の指導が遅れていたため順番を入れ替えて、始めに予備知識としての講義をお願いし、生徒の知識が増えて意識も高まったところで生徒実験を実施する展開とした。

(3) 仮説（ねらい、目標）

高校で学習した直流回路の知識の応用として4端子法などの測定法や熱電対についての理解を進める。また、大きな技術革新として期待される超伝導に関する知見を身に付け、先端的な科学技術に対する意欲・関心を高める。

(4) 研究の方法・内容

ア 対象生徒

2年生理系物理選択者 154名（5クラス）

イ 実施日時・実施場所

(ア) 講義「新しい電子材料の研究 ～極低温実験と超伝導のお話～」

名古屋工業大学電気電子工学科准教授 大原繁男先生

7月9日（金）各クラス 140分 視聴覚教室

(イ) 実験「超伝導セラミックスの特性測定」

7月13日（火）～16日（金）各クラス65分を2回 物理実験室

ウ 実施内容

(ア) 講義「新しい電子材料の研究 ～極低温実験と超伝導のお話～」

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。
- ・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 実験に向けての予備知識

- ・銅酸化物超伝導体、4端子法・熱電対

⑤ 超電導とは

- ・超伝導の発見は偶然から
- ・超伝導の基本性質は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

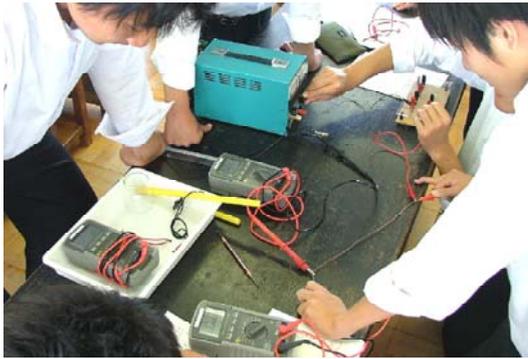
(イ) 実験「超伝導セラミックスの特性測定」

① 実験 I（65分）物理実験室

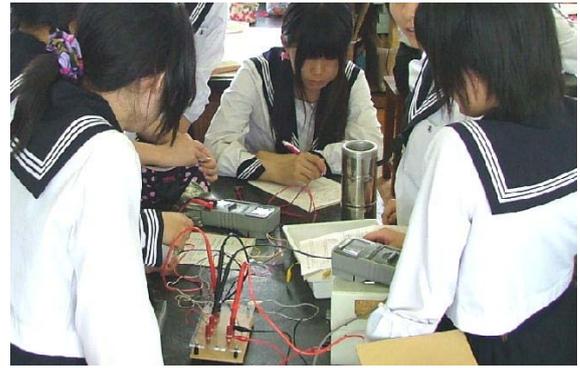
- ・4端子法による小さな抵抗値の測定
- ・超電導セラミックスの抵抗測定回路の結線練習



講義中の生徒実験（酸素の液化）



4端子法による小さな抵抗値の測定



超伝導セラミックスの臨界温度の測定

② 実験② (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)
- ・純銅コイルの抵抗率温度変化の測定 (臨界温度の測定が早く終了した班)

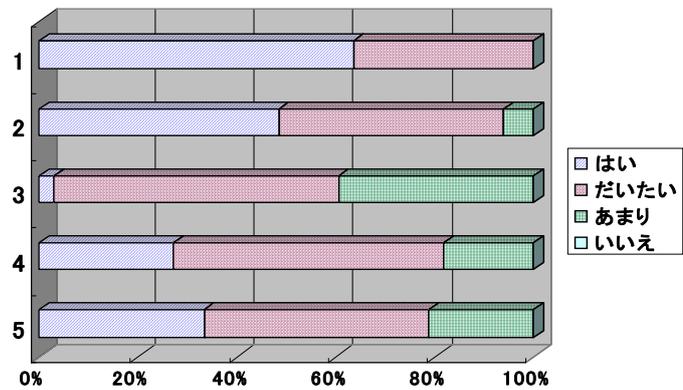
(5) 検証 (成果と反省)

ア 事後アンケートの結果から

<生徒アンケートの設問>

- 1 講義は面白かったですか。
- 2 講義内容は高度だったと思いますか。
- 3 講義内容を理解できたと思いますか。
- 4 講義内容は将来役に立つと思いますか。
- 5 講義内容に関してさらに学びたいと思いますか。

事後アンケートの結果



<講義についての感想>

- ・実験の内容も面白かったが、それ以上に実験を行う時にどんなことでも観察し、時には結果を疑うことが大切だと分かったので良かった。また、何かを体験する時に自分から考えて疑問を掘り下げて行くことが大切だと再認識した。同時に、やはり自分で考えることは楽しいことだと感じ、大学で研究を行うことが楽しみになってきた。
- ・オーダーエスティメーションなどの役立つ知識が得られて有意義だった。液体窒素の実験はともかく面白かった。また、液体酸素は微妙に青色で、磁力的性質を持っていることに驚いた。超伝導によってネオジム磁石が宙に浮いているのを見た時は、本当にこんな現象があるのだと感動した。

<実験についての感想>

- ・見た目はそんなに変わらないのにある温度で抵抗値が全く変わってしまうなんて不思議な気がする。
- ・一度失敗すると空気中の水分が付着して実験が難しくなる。一度でちゃんとできるようにしっかり確認するべきだったと思う。

物質の本質に迫る講義に生徒は大変に興味・関心を持って臨んでいた。ただ、超伝導の原因や高温超伝導体の結晶構造などの話は難しく感じたようだ。

イ 今後の特別研究に向けて

授業進度の都合から、本年度は、講義が先に実験が後になった。このため実験にはより興味・関心をもって臨むことができたが、生徒たちが考えて行った実験操作について専門家からの指導を頂いた方が効果的であったように感じた。

2.5 光の性質を探る（物理分野）

(1) 研究開発の課題（概要）

光の本質に迫る「光の粒子性と波動性」、「簡易分光器の製作と光のスペクトルの観察」の2テーマの生徒実験を実施した。

(2) 研究開発の経緯

「光の粒子性と波動性」で用いたイメージインテンシファイア装置によるヤングの実験観察装置（以下 I.I.装置）は名古屋市科学館所有の装置で、従来は名古屋市科学館の学芸員の方に講義を依頼してきたが、本校教員が研修により操作方法を習うことにより貸し出しを許可していただいて授業に使用した。

(3) 仮説（ねらい、目標）

高校物理ではヤングの実験を光の波動性の結果として説明する。しかし、この現象をミクロな目で見ると、波動性を示す光粒子が全体として波として見えている（この問題は現代科学でもきちんと説明されていない）ということになる。この様子を実感させることにより自然現象はじっくりと細かく見なくてはいけないことが分かる。

また、原子分野のまとめとして太陽光中のフラウンホーファー線について理解させる。

(4) 研究の方法・内容

ア 対象生徒 3年生理系 物理選択者 152名

イ 実施日時 実験Ⅰ 12月7日（火）、8日（水）

実験Ⅱ 12月9日（木）、10日（金）

ウ 実施場所 物理実験室

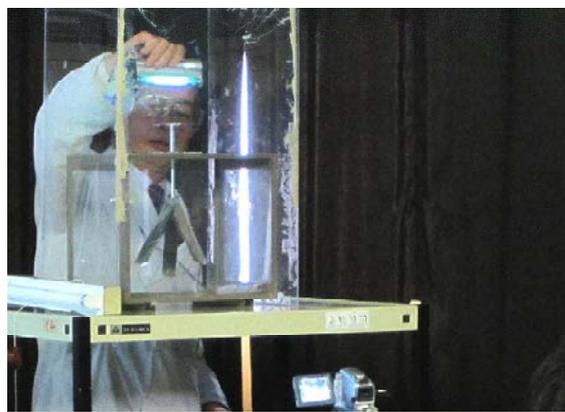
エ 実施内容

実験Ⅰ 光の粒子性と波動性

- ・二重スリット、回折格子を用いてヤングの実験を確認
- ・紫外線ランプと大型箔検電器を用いた光電効果の演示実験
- ・I.I.装置を用いたヤングの実験で光の波動性と粒子性について考えさせる。



二重スリットにより光の干渉を確かめる



紫外線ランプによる光電効果の確認



イメージインテンシファイアによるヤングの実験観察装置



光子の重なりが干渉縞を作る

実験Ⅱ 簡易分光器の製作と光のスペクトルの観察

- ・回折格子レプリカを利用した簡易分光器の制作、各種光源の観察
- ・太陽光中のフラウンホーファー線の確認
- ・ナトリウム光源中で紙を燃やした時に黒い炎ができる理由の考察



制作した簡易分光器で光源を調べる



ナトリウムの黒い炎で吸光を考える

(5) 検証（成果と反省）

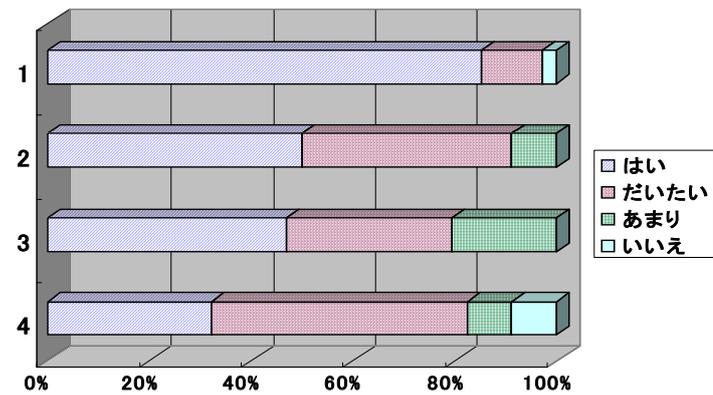
ア 事後のアンケート

<生徒アンケートの設問>

2回のSSH事業について、質問に答えて下さい。

- 1 内容は面白かったですか。
- 2 内容は理解できましたか。
- 3 内容は高度だったと思いますか。
- 4 これらの内容についてさらに調べてみようと思いますか。

事後アンケートの結果



<生徒アンケートより>

- ・光についてはアインシュタインのような有名な物理学者が数多く研究してきたのにも関わらず、まだまだ分からないことがあるので奥深い分野であると思った。
- ・光のスペクトルにより何万光年も離れた星の成分元素が分かるなんてすごいと思った。
- ・資料集に載っていたフラウンホーファー線を自分の目で確認できて楽しかった。
- ・原子分野で習ったことと実験で得られた結果とかが結びついて面白かった。
- ・一見同じに見える様々な光も、光の成因の違いによって、多種多様なものがあるのだと知り驚いた。「光」というものに対する興味が大きくなった。
- ・授業で習った事柄を実際に目で見ることができたので、より理解が深まった。他の分野でもできる限りこういう機会を増やして欲しいと思う。

イ アンケートから分かること

この内容についてさらに調べてみたいとする回答が多く、生徒がこの実験・観察に意欲・関心を持って取り組んでいたことがよく分かる。

ウ 今後の特別研究に向けて

この授業を通して、生徒達は不思議な光の性質について様々な考察をしながら関心を高めた。この中で、最も身近に存在する光でさえ実際はよく分かっていないことが分かり、周囲を見る目が育ったのではないか。次年度以降もさらにこのような教材を開発していきたい。