Osaka University Knowledge Archive

Title	ボランティア講師派遣での出前実験 -高校での低温学生実験-
Author(s)	摂待, 力生
Citation	大阪大学低温センターだより. 2001, 114, p. 14-18
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/8644
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

ボランティア講師派遣での出前実験
― 高校での低温学生実験 ―

理学研究科　摂待力生（内線5371）
E-mail: settai @phys.sci.osaka-u.ac.jp

1．はじめに

大阪大学理学部物理学科では、「地域に生き、世界に伸びる」をモットーとする大阪大学の精神にのっとり、大阪近隣の高校や中学校に赴き、物理のおもしろさを伝える「ボランティア講師派遣」を平成11年度から始めました。この企画は、新しい物理のトピックの紹介や、簡単ながらも自然の不思議を体感させるような実験を通して、最近よく言われる「理科離れ」を少しでもくい止め、物理に親しみを持ってもらおうという趣旨のものです。また、大阪大学や理学部のPRも多少なりとも行い、これからの少子化による定員割れ対策の意味も込められていると思われます。生徒にとっては、学校で学ぶ物理とはまた違った話や、実際の研究者を見聞きすることで、物理や大学のイメージを広げるのに役に立っているようです。また、高校側としては、生徒の自然への興味をかき立てるのに加えて、進路決定の参考となるよい機会としても活用されています。

この企画を推進される木下修一先生がまとめ役となり、各高校へ配布するポスターづくりから、高校との交渉、報告書づくりとご尽力されてきました。木下先生や「ボランティア講師」の奮闘の甲斐あって、平成11年度は10数件だった講演依頼が平成12年度は20数件となり、年々「ボランティア講師派遣」が高校側に浸透し、人気を呼びつつあるようです。

筆者も平成11年度は兵庫県立小野高等学校、平成12年度は和歌山県立田辺高等学校へ「ボランティア講師」として行ってきました。小野高校では、OHPを使って、低温の実験装置や単結晶育成装置の写真、それらを使ってどういう物質を作り、どういう実験をするかを1時間ほど講演しました。写真を多くし、易しく話したつもりでしたが、それでも難しかったようです。高校2年生で波の性質をまだ習っていない上に、電子の波としての性質の話などは眠気を誘ってしまったようです。そのときの反省もあり、「ボランティア講師」2回目の田辺高校では、実験を中心にした講演することにしました。本稿では講演の様子や講演のときに用いた実験装置やなどについて報告したいと思います。

2．出前実験の様子

田辺高校からの「ボランティア講師」に対する依頼内容は、「自然科学科の課題研究という授業で話してほしい。全く物理を知らない子も含むので、科学の面白さをわかりやすく話してほしい。」ということでした。毎年、田辺高校ではこのような企画を行っているようで、以前行われたドライアイスを用いた実験での資料や、生徒の感想文を送っていただきました。このような資料をあらかじめ頂けると、

講演内容を考える上で非常に助かります。今回の講演テーマは筆者の専門も絡めて、「低温の世界」とし、液体窒素を用いた簡単な実験を通して、物質の電気的、磁気的性質を体験してもらうことにしました。当日は実験道具や液体窒素を車に積んで、高速道路を使い、約4時間あまりで田辺市に到着しました。午後1時過ぎからの講演の前に、担当の古田先生や教頭先生と最近の理科教育や受験勉強の様子について雑談しました。高校の先生と直に話せる機会がもてるのも「ボランティア講師派遣」の利点の一つです。

さて、講演は2時間近くの予定でしたので、大まかに3部（講義、実験、まとめ）に分け、はじめの40分はOHPを用いた講義に当てました。まず、理学部4年間で学ぶことや基礎セミナー、自主ゼミなど阪大の特色を話しました。それから、物理学全体の大まかな枠組みと、その中での物性物理学の位置づけ、そして講演後の実験テーマとなる原子、電子、電子軌道、金属・半導体・磁石の特徴とそれぞれの物質における電子の振る舞いなどを話しました。30分も過ぎると、お昼過ぎの満腹感と部屋が薄暗くなっていること、話が退屈（？）なせいか、頭をもたげてきた生徒も出てきたので、話を予定より短くして、実験に移りました。

実験では、約40名を3つのグループに分けて、物質の電気的性質と磁気的性質を調べる実験をしました。実験の前にあらかじめ実験用のプリントを配布し、実験のポイントや考察してほしい点を強調しました（付録A）。また、液体窒素を使いますので、液体窒素の性質と取り扱いの安全注意には気をつけるように強調しました。多人数の生徒に実験をしてもらう場合、生徒の安全に気を配るのは大変ですが、当日は理科担当の先生方数人も講演を聞きにきてくれましたので、その点に関して大変助かりました。説明の際、液体窒素がデュワー瓶からこぼれ、テーブルの上を走り回る様を見て歓声が上がり、それで眠気も覚めたのか、その後の実験もみんなテーブルの周りに集まって積極的に参加していました。

さて、物質の電気的性質を調べる実験では、銅線、シリコンダイオード、鉛筆の芯などを「電気抵抗観測装置」につなぎ、室温から液体窒素まで冷やして、「電気抵抗観測装置」の電球の明るさの変化を観測してもらいました。写真1に「電気抵抗観測装置」を示します。基本的には電池（単一2本）と豆電球、測定試料が直列につながった簡単な装置です。ただし、実験をより効果的に見せるためには、室温と窒素温度で測定試料の抵抗値が適度に変化する必要があります。銅線の場合には直径0.1㎜の銅線を室温で10Ω程度になるように直径3㎝程度の絶縁体に巻いてあります。液体窒素で銅線を冷やしていくと、ぼんやりと光っていた豆電球がまぶしいくらいにその光を強めていき、生徒から驚きの声が挙がります。この銅線は窒素温度では1Ω程度になります。一方、シリコンダイオードは実験室にころがっているもの

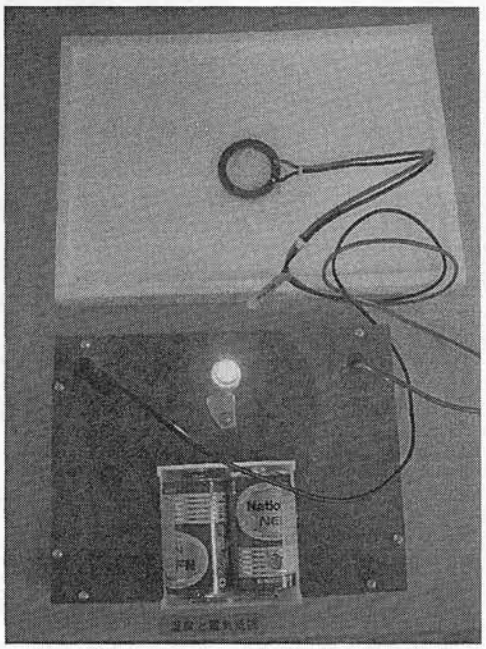

写真1　電気抵抗観測装置

を２本直列につないだもので、こちらは液体窒素で冷やしていくと、はじめぼんやり光っていた豆電球がますます暗くなり、最後はほとんど消えてしまいます。ここで生徒も「なんで？なんで？」目を輝かせて、中には逆にドライヤーで暖めたらどうなるだろうと考える生徒も出てきて、先生たちといっしょになって実験を楽しんでくれます。

次の物質の磁気的性質を調べる実験では、銅、シリコン、鉄、ガドリニウム（キュリー温度が室温）、高温超伝導体をひもでつるし、室温で磁石に近づけたり、液体窒素で冷やしてから磁石に近づけたりして、物質の引っ張られ具合、反発具合を感じてもらうという実験をしました。低温センターからお借りした高温超伝導体に磁石を浮かせる実験は、生徒も知識としては知っていても、目の前で実際に見ると非常に感激します。ただし、浮かせるだけの見せ物で終わっては意味がないので、写真２に示すような電磁石で実際に磁石を浮かせて、そこから完全反磁性体としての超伝導体を体感してもらいます。実験中も生徒から質問がいろいろ出て、「絶縁体も磁石になるんですか」とか、「絶縁体も金属になるんですか」（ノーベル賞の白川先生がらみ？）とかいった大学での研究と結びついた話にもなりました。まだ実験したかったようですが、実験は45分くらいで切り上げてもらいました。

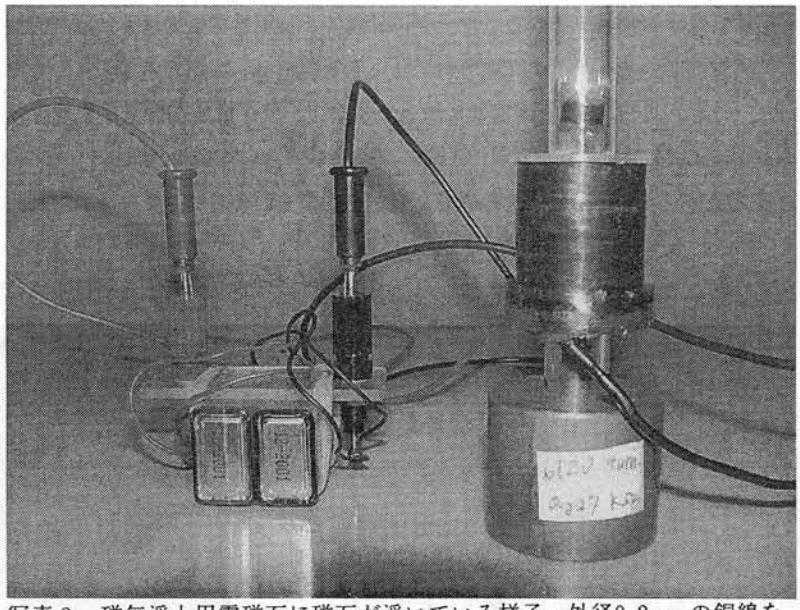

写真２　磁気浮上用電磁石に磁石が浮いている様子。外径0.2mm の銅線を6120ターン巻いて、内径15mm、外径30mm、高さ35mm としたもの。抵抗は約230Ω。９Ｖの電池２本を並列につないである。

残り30分は実験結果を生徒に尋ねつつ黒板でまとめ、その結果をはじめの講義内容と絡めつつ解説しました。物質の電気伝導は電気を運ぶキャリアーの数と、そのキャリアーの動きやすさ（易動度）の両方で決まり、金属ではキャリアーの数はほとんど温度変化せず、易動度が低温で大きくなります。一方、半導体ではキャリアーの数は温度を下げると急激に減少します。このような専門的なことは、実験をせずに説明しても、ほとんどの生徒は興味を示してくれません。しかし、実験をしたあとで「なぜだろう？」の気持ちが残っている内は、多少難しいことを説明しても、眠る生徒もなく、頷きつつ聞いてくれたり、質問が出たりと、敏感に反応してくれます。ともかく、生徒自ら参加する形式にすると、目の色が変わって講演に興味をもってくれるということを実感しました。また、最初の講義をもっと短くして、実験後の講義を長くした方が、「動機づけ」がされていて効果的だと感じました。

3．まとめ

今後、「ボランティア講師派遣」のような、大学の社会的貢献はますます重要になってくると思われます。大学教官にとって高校での講義は結構難しいところがあります。物理学科にも高校生から「笑い」をとりつつ講演に引きつけることのできる先生もいらっしゃることでしょうが、私を含め多くの教官にはそのような講義は苦手だと思います。高校生、中学生さらには小学生を引きつけるような話術を磨いていくこともちろん大切なことですが、それよりも、「なぜだろう？」、「おやっ！」と思えるような現象を生徒に提示し、生徒たちの好奇心を掘り起こすということがまず第１に重要だと思います。それにはやはり、生徒たちにみずから実験してもらうことが有効です。こちらから実験装置をたずさえて高校に赴いていくことになるので、大がかりな実験装置は使えませんが、今後、「低温センターだより」の学生実験シリーズなどで「私はボランティア講師でこんな実験をしました。」ということが紹介されていくことを期待します。

紀伊民報　2000年(平成12年)11月4日　土曜日　第17358号　日刊

膨らむ物理への好奇心

県立田辺高校

2年自然科学科生

実験にチャレンジ

摂待・阪大助教授講師に

テーマは「低温の世界」

写真３　ボランティア講師の新聞紹介記事（紀伊民報　2000年11月４日掲載）

謝　辞

今回使った「電気抵抗観測装置」は簡単な構造ながら絶妙に調整されていて、実に効果的でした。考案・製作された低温センター・竹内徹也さん、技官の古木良一さん・大貫惇睦教授に感謝いたします。また、田辺高校の古田静六先生ならび理科担当の先生方には実験に際し、講演を盛り上げるべくいろいろとサポートしていただきましたことを、深く感謝します。また紀伊民報という新聞にも今回の「ボランティア講師」の講演の様子を紹介していただきましたが、筆者にとって非常な励みとなりました。ありがとうございました。

付録A　ー生徒への配布プリントー

「低温の世界」

物質には，金属，半導体，絶縁体などいろいろな種類があります．さらに磁石や超伝導体など変わった性質をもつ物質もあります．このように、いろいろな物質の性質を物理的に調べる学問を「物性物理学」といいます．物性物理学では，物質の温度を変えたり，磁場を加えたり，光を当てたり，圧力を加えたりと，いろいろな実験方法でその物質の性質を調べます．

1．低温になると，電気は流れやすくなるのか，流れにくくなるのでしょうか．

ちょっと実験してみましょう．銅線，シリコン，鉛筆の芯に導線，電池，豆電球をつなぎ，ゆっくりと液体窒素に浸けたり引き上げたりして，明るさの変化を観測しましょう．

結果　銅線：

シリコン（ダイオード）：

鉛筆の芯：

考察（それぞれの物質で電気の流れ方が，違いますが，それはどうしてでしょう？

そのほか疑問に思ったことは何ですか？）

2．磁石に反応する物質というと鉄を思い浮かべると思いますが，強さ弱さの違いこそあるものの物質は磁石に引きつけられたり反発したりします．物質の磁気的な性質を磁性といいます．温度を変えることで物質の磁性がどう変化するか実験してみましょう．

a．銅，鉄，シリコン，ガドリニウム，高温超伝導体($YBa_2C_3O_{6+x}$)を室温で磁石に近づけてどう反応するか調べてみよう．

b．上の物質を液体窒素に浸けて，沸騰がおさまった後引き上げ，磁石に近づけてみよう．室温のときとどう違うだろうか？

結果　銅：

シリコン：

ガドリニウム：

高温超伝導体($YBa_2C_3O_{6+x}$)：

考察（それぞれの物質で磁石に対する反応や冷やしたときの変化が違いますが，それはどうしてでしょう？　そのほか疑問に思ったことは何ですか？）

3．感　想