香川大学教育実践総合研究（*Bull. Educ. Res. Teach. Develop. Kagawa Univ.*），16：35－43，2008

学部における実験教材研究を中心とした授業の改善のための学部・附属教員による協同的研究

高橋尚志・礒田誠・大浦みゆき・西原浩・高木由美子・佐々木信行・藤原佳代子・高橋智香・金子之史・末廣喜代一・松本一範・稗田美嘉・森征洋・松村雅文・寺尾徹・川勝博・北林雅洋・笠潤平・福家弘康*・西川健男*・高橋正人*・久利知光*・林雄二**・東条直樹**・横川勝正**・上村和則***・武藤成継***・石川恭広****・長谷川忍****

760-8522　高松市幸町１－１　香川大学教育学部
*760-0017　高松市番町５－１－１　香川大学教育学部附属高松小学校
**762-0031　坂出市文京町２－４－２　香川大学教育学部附属坂出小学校
***761-8082　高松市鹿角町394　香川大学教育学部附属高松中学校
****762-0037　坂出市青葉町１－７　香川大学教育学部附属坂出中学校

A Joint Research to Improve the Class of the University which Researches an Experiment Subject by the University Teacher and the Attached School Teacher

N Takahashi, M Isoda, M Ohura, H Nishihara, Y Takagi, N Sasaki, K Fujiwara, C Takahashi, Y Kaneko, K Suehiro, K Matsumoto, M Hieda, M Mori, M Matsumura, T Terao, H Kawakatsu, M Kitabayashi, J Ryu, H Fuke, T Nishikawa, M Takahashi, T Kuri, Y Hayashi, N Tojo, K Yokokawa, K Uemura, N Muto, T Ishikawa and S Hasegawa

Faculty of Education, Kagawa University, 1-1, Saiwai-cho, Takamatsu 760-8522
**Takamatsu Elementary School, Kagawa University, 5-1-1, Ban-cho, Takamatsu 760-0017*
***Sakaide Elementary School, Kagawa University, 2-4-2, Bunkyo-cho, Sakaide 762-0031*
****Takamatsu Junior High School, 394, Kanotsuno-cho, Takamatsu 761-8082*
*****Sakaide Junior High School, 1-7, Aoba-cho, Sakaide 762-0037*

要　旨　学部の理科教員全員によるチームティーチングを実施している「理科授業研究Ｉ」の内容を，附属学校教員の立場から評価した。その観点は教育現場での実験教材としての有効性と教育実習の事前の指導としての意義であり，本報告は授業の概要の紹介を行った後に，考察結果と今後の課題をまとめたものである。

キーワード　理科授業研究Ｉ　演示実験　教材研究　附属学校教員　教育実習の事前指導

1．研究の背景

1998年（平成10年）の本学部のカリキュラム改革を受け，理科領域でも既存の授業科目を大幅に見直した。その中心部分は，旧来の各専門科目を精選縮小し，その部分を「教育実践力を持つ学校教員の養成」を目指す科目群に編成し直した。2000年度（平成12年度）より開講された対応する科目とあわせてTable 1にまとめた。なお，表中にある「教科専門＋教科教育」または「教科教育」は各教科の担当者を示しており，「理科授業研究Ⅰ」および「同Ⅱ」は理科に所属する教員のチームティーチングで，学部の理科教員全員が参加している。

「理科授業研究Ⅰ」は，上記授業群の中でも特異な位置を占めている。小学校・中学校の理科の教師として期待されるものの一つに，授業の中で自然科学の材料を駆使し自然現象をわかりやすく演示実験する能力がある。そのような社会的な要求とは裏腹に，ここ最近の学生は，「理科離れ」という言葉が象徴するように，そのような自然との対話が欠如していることは否めない。そこで，理科の教師を養成するという観点からは，演示実験をわかりやすく行うことができるようにという目標のために，個々の学生がまず多くの演示実験に取り組み，さらにそれを披露しあって最終的にはすべての実験を自分のものとしていくことを目指すこととした。つまり，この授業は実験マラソン的な要素を含む。今ひとつこの授業は，別の側面を同時に持つ。それは，教育実習の事前指導的役割である。本学の教育実習プログラムでは，3年次に初めての本格的な教育実習が夏休み後にある。(学生が選択する小学校または中学校サブコースにより，それぞれ附属小学校または附属中学校における4週間の実習が9月に配置されている。）学生は，実践教育の場としての位置付けを持つ教育実習を軸に，実習前（3年次前期）に必要な知識技能を身につけ実習に望み，実習を経てその後（同後期）には実践的な問題意識を明確に持ちつつ教育法・指導法を学ぶことになる。その事前の授業の一つが，「理科授業研究Ⅰ」であり，物理・化学・生物・地学各教科の専門教員がその専門性を以て，教育現場における実験教材としての意味と学問的な正確さをあわせて集団で指導するという，他大学では例のない「香川大学型」形態をこの授業は取っている。今回我々は，2000年度より試行錯誤しつつ取り組んでいるこの授業について教育実習の指導に当たっている附属学校教員と協同して考察を深めることにする。

2．研究の目的

前節で触れたように，この授業は二つの側面を持つ。つまり，実験マラソンであり，かつ教育実習の事前指導である。実験マラソンといえども，各教科の大学教員が一つ一つの実験の学問的意味は十分吟味して最終的には「実験カード」としてまとめる事を行い，内容的な点検は行っている。一方，学校教育現場をかなり意識して実験を取り組むように指導はしながらも，現実の教室とは別空間で行われている訳で，特に教育実習との関連では何ら専門的な立場からの検証を行っているとは言いがたい。そこで，本研究の目的を次のように定めた。(1) 学部授

Table 1　1998年のカリキュラム改革の目標と対応する理科の開講科目

1998年カリキュラム改革	2000年開講科目（対応する講義）	担当教員
目標：教育実践力を持つ学校教員の養成		
(1)演示実験をわかりやすく行うことができる	理科授業研究Ⅰ	教科専門＋教科教育
(2)指導案（細案）を作成することができる	理科教育論	教科教育
(3)単元の指導案を作成することができる	理科授業研究Ⅱ	教科専門＋教科教育
(4)科学教育の論文購読ができる	理科内容学演習	教科教育
(5)新聞などから科学・教育の全般の情勢をつかみ自分の意見を深める	理科教育論・理科内容学演習	教科教育

業の内容をより現場での実践を視野に入れたものに改良していくための第一歩として，この実験を中心とした学部授業を教育の実践家としての附属教員の目から見つめ直し，(2) 教育実習の事前指導としての有効性や各実験自身の教育的意味を吟味，意見交換し，次年度以降の同授業の改善につなげることである。また，学生により新しい工夫が生まれるが，それをくみ上げることも目指す。そして，(3) このプロジェクト研究を通じ，学部と附属教員が共通の課題での取り組みと具体的な協同による更なる連携の強化を図ることも目的とする。これは，各種研究会や「科学体験フェスティバル」等行事を通じ教員個々の連携はこれまでもあったのだが，今回はもう一段踏み込み，教員集団としての連携共同を推進するものである。

3．理科授業研究Ⅰの紹介

「理科授業研究Ⅰ」は，演示実験をわかりやすく行うことができるスキルを学生一人一人が持てるようにするため，個々の学生が主体的に関わることのできる仕掛けを織り交ぜて授業を行っている。具体的に紹介しよう。(Table 2 をご覧いただきたい。) まず授業の一番初めに全体のオリエンテーションを行い概要説明した後に，学生を大きくAB2グループに分け，さらに2人一組の班に分ける。それぞれの学生は，翌週よりまず自分のやりたい演示実験を，理科共通で整備した科学実験の実験書や授業案の参考書の中から探し出す作業を行う。各班の人数分の実験計画が出そろったならばその回は終了し，次回及び次々回に演示実験を披露するための準備に学生たちは取りかかる。班での共同作業を要求しているので，班の仲間と時間調整しながら，空き時間に準備を進めることになる。必要物品については，あるものについては貸すか与えるかし，すぐにないもので比較的入手しにくいものは大学で準備し，簡単な材料などはいわゆる100円ショップ等から学生が購入してくる。予備実験を繰り返す中，ある程度の条件出しも済ませた状態で，二週にわたり一人一つの実験（つまり，班では二つ）を授業時間に披露する。Fig. 1～3はその風景である。そこで，実験のねらいや注意点，工夫点などもあわせて発表し，教員はその専門性に基づいたコメントなり注意点なりを，他の学生は自分の視点からの意見や感想を出し合う。こうして次の回までに，自分の実験についてA4サイズのカード（Fig. 5～6は実際の実験カードであり，目的や概要，重要な結果や工夫点，参考文

Table 2　理科授業研究Ⅰ予定表(2007年度分)

<table>
<tr><th colspan="6">2007年度　理科授業研究Ⅰ予定表　水・2</th></tr>
<tr><th>日程</th><th>A</th><th>担当</th><th>教室</th><th>B</th><th>担当</th></tr>
<tr><td>4月11日</td><td colspan="4">オリエンテーション</td><td></td></tr>
<tr><td>4月18日</td><td rowspan="3">化学</td><td rowspan="3">西原
笠</td><td>理科教育
実験室No.4
2F</td><td rowspan="3">地学</td><td rowspan="3">松村
北林</td></tr>
<tr><td>4月25日</td><td rowspan="2">化学実験室
No.2　2F</td></tr>
<tr><td>5月2日</td></tr>
<tr><td>5月9日</td><td rowspan="3">生物</td><td rowspan="3">末廣
北林</td><td rowspan="3">生物大
実験室3F</td><td rowspan="3">化学</td><td rowspan="3">高木
笠</td></tr>
<tr><td>5月16日</td></tr>
<tr><td>5月23日</td></tr>
<tr><td>5月30日</td><td rowspan="3">地学</td><td rowspan="3">松村
北林</td><td>地学実験室
No.2　1F</td><td rowspan="3">物理</td><td rowspan="3">高橋
礒田
笠</td></tr>
<tr><td>6月6日</td><td rowspan="2">地学大
実験室1F</td></tr>
<tr><td>6月13日</td></tr>
<tr><td>6月20日</td><td rowspan="3">物理</td><td rowspan="3">高橋
礒田
笠</td><td rowspan="3">物理大
実験室2F</td><td rowspan="3">生物</td><td rowspan="3">松本
北林</td></tr>
<tr><td>7月4日</td></tr>
<tr><td>7月11日</td></tr>
<tr><td>7月18日</td><td colspan="4">理科教育（まとめ1）</td><td></td></tr>
<tr><td>7月25日</td><td colspan="4">理科教育（まとめ2）</td><td></td></tr>
</table>

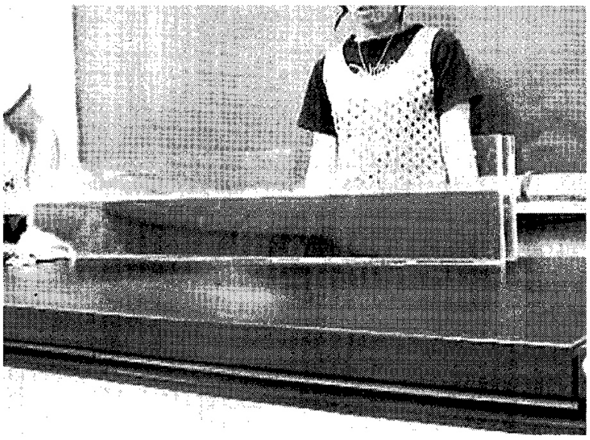


Fig. 1　理科授業研究Ⅰの授業風景1
学生による演示実験の様子。右側の暖かい空気と左側の冷たい空気がぶつかり、前線となっている様子を表している、水槽での実験

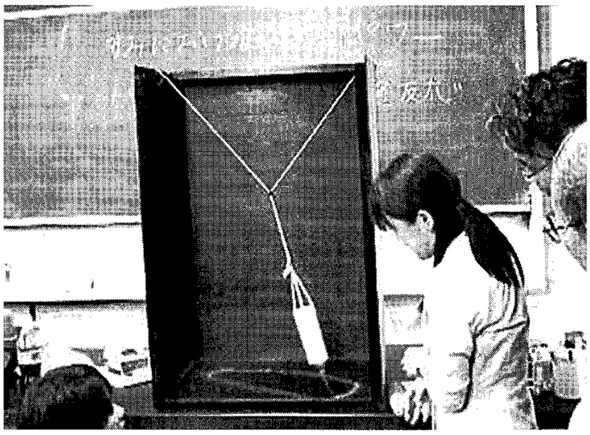


Fig. 2　理科授業研究Ｉの授業風景２
リサージュ曲線のデモンストレーション

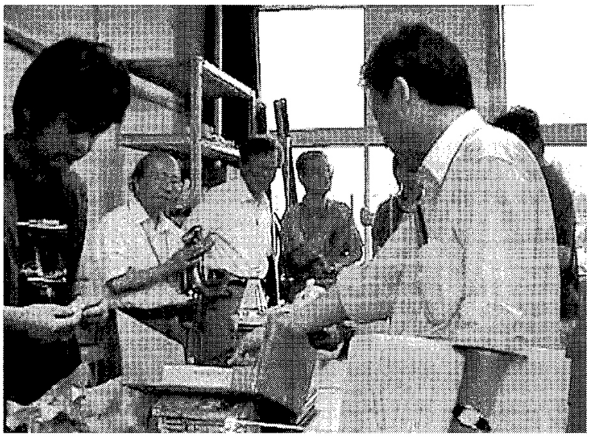


Fig. 3　理科授業研究Ｉの授業風景３
質疑応答・議論の様子

献などの出典もある）にまとめて教員に提出する。出されたカードは教員のチェックと修正を経て，全部まとめて冊子とし，香川県下の小・中学校に配布している。以上三回の授業で一つの科目をクリアした後，学生は次の科目に取りかかり，最終的に12回の授業で一通り理科の全科目をクリアする。この一連の作業を通じて学生個々の教材理解力・選択力・開発能力の向上を，そして実験の教育的位置付けとコツの共有化を図る。Fig. 4とTable 3はそれぞれ2006年度（平成18年度）の実験カードの表紙と実験タイトル一覧であり，多くの実験がまとめられている事が分かる。

4．研究の方法

本研究の具体的な方法は次の通りである。

①「理科授業研究Ｉ」の中において学生の演示実験を支援し，具体的に科学的意義や教育的意味について議論を深める。

②附属学校教員が当該授業の実際（あるいはビデオ撮りしたものもの）を見て，附属教員の目から検討を加える。

③学部・附属教員が当該授業についてそれぞれの立場から意見交換をし，今後の指導体制について検討する。

①については，学部教員が個別具体的に対応し，②については，附属教員が参加，あるいはビデオ撮りしたものを見た。そして③の意見交換の場として，一つには先頃立ち上げた学部と附属の理科教員グループ共同のメーリングリストを利用し，もう一つには学部・附属の理科教員が一堂に会する研究会を設けて，授業のあり方や指導のあり方，教材としての演示実験の内容やその新たな方向性など，双方の立場から吟味を加えた。

5．研究討議から

研究討議の中から特徴的な意見を抜き出そう。まず議論になったのが，教育実習の現場担当者として感じるここ最近の特徴は，残念ながら教壇に立つことのできる理科教師としてのレベルにまで相当開きがあることが否めないということが報告された。その現状を受けての授業改善であり，一歩でも理想像に近づけるよう取り組むのだが，学力自体がいまだ望ましい段階にまでは達していないようだということであった。カリキュラム改革に伴い（全国的には教員免許の基準が変更になり），教育実践力強化の反面，限られた時間数のもと必然的に各教科の内容が減らされている。そのため理科という教科の内容の理解力自体に弱点を抱えることになったのではないかとの指摘でもある。この点については今回の報告の内容を超えているのでこれ以上は述べないが，実は教科専門の教員が「理科授業研究Ｉ」に配置されているもう一つの理由が，実験の指導を通じて不足しがちな教

科の内容の学習を支援するためであることを付記しておく。

教育実践力のこの授業について，積極的に評価する面もあると指摘を受けた。その注目できる点として，教材の構成力のもとになる「引き出し」をいかに豊かにするかということが現場教師として重要なのだが，その観点から多くの実験を身につける取り組みは重要である。また，学生がすぐに教材に手を伸ばし，自分で工夫するという姿勢を養うことができているのが教育実習全般を通じて見受けられ，高い評価を得ている。ほとんど理科の実験を体験できていない中，科学の実験を通して，学生を教育しようとしているのは貴重であり，教育実習との関係では学生の教材への関わり方が一定基礎トレーニング的な効果も認められることが指摘された。一方で，教育実習で教科書以外のものを使いたいという希望を述べるので，どう授業・単元の中で位置付けるのか問うと，それに答えることができなかったことが紹介された。ネタは多いが授業の中で位置付かない，指導要領（学習内容）との関わりが希薄であるとのことである。授業の中で実験を決める際に，目的とおおよその対象学年または使いうる単元などを述べさせるようにしていたが，今後はよりそれを徹底しかつ指導要領・単元との関わりの意識を高める努力が必要であることが明らかになった。

授業の中では学生は全体の前で実験を披露するのであるが，その時に行っているのは実は現象の説明に過ぎず，生徒実験と演示実験の違いも曖昧になっている点が改善するべき点として指摘された。また，来るべき教育実習との関連では，白衣を着ないとかドライアイスを素手で触るとかといった，現場では常識であるそのような技術の未熟さもあわせて指摘された。今後の指導に反映されるべきである。

実験カードについては，出典が出ていて実際に行ったデータなどが出ているので実際に参考になるということが紹介された。しかしながら，理科に十分慣れ親しんでいる教師であるならばそうであろうが，忙しい教師が短時間で読んで実験を行うにはもう一つ工夫が必要であることも指摘された。少なくとも，何年生の何という単元で使えるかを明示するようにすることが求められる。

最後に，この授業を通じて学生がいだいていた実験に対する精神的な壁のようなものが取り払われ，自信をつけている様子が見て取れることは何より重要であるとの指摘は，我々を大変勇気づけるものであった。現在香川大学で試みているように，教科教育の世界に教科専門の教員が関わるのはまれである。専門の力を伸ばしながら，実践力もまた身につけさせ伸ばすということを狙ってのことではあるが，今回の研究を通じてよりそれに近づくため「理科授業研究Ｉ」の改善点が明らかになった。

６．まとめと今後の課題

カリキュラム改革に伴い2000年度（平成12年度）より開講された，理科に所属する全教員のチームティーチングで担当している，学生による実験を主とする「理科授業研究I」について，現場教員からの視点も含めた吟味を行った。その目的は，(1) 学校現場での実践を視野に入れたものに改良するため附属教員の目からも再評価し，(2) 教育実習の事前指導としての有効性や各実験自身の教育的意味を吟味する事にある。また，(3) このプロジェクト研究を通じ，学部と附属教員の協同を進めることも目指した。授業内容を皆で見て，内容を吟味した結果，いくつかの積極的な面と改善すべき点が明らかになった。教材構成力の土台となる数多くの実験を多く身につける試みは高く評価でき，学生が実験を自分で行い自分で工夫をしていくことができるようになるのは，貴重である。一方で，授業内容との関係では，個々の実験がどの単元に位置付くのかが曖昧であるとの指摘があった。事前指導という観点からは，学生が多くの実験を行い自信をつけているということは高く評価できるが，一方で学問的な内容には不十分な点も見られることも注意が必要である。これらのことより，我々の今後の課題として次

のものが上げられよう。すなわち，(1) 実験を決める際に，何を子ども達に理解させる教材とするのか (2) また，どの段階のどの単元での教材とするのか明らかにする。(3) 実際に実験をしたときに，「それで何を教えるのか？」という問いかけが，そして (4) 実験カードを書く際に，その「目的」の中で，教育的意味について書かせるように指導することが教員に求められる。これらを通じて，専門の力を伸ばしながら，実践力もまた身につけさせ伸ばす授業を目指したい。

7．謝辞

今回の研究は，平成18年度香川大学教育学部研究開発プロジェクト（A）課題研究「学部と附属学校園の連携協力による双方の教育のための開発研究」(研究題目「実験教材研究を中心とした学部授業の改善のための学部・附属教員による協同的研究」) の支援を受けた。この場を借りて謝意を表する。本稿はその研究報告を兼ねている。

文献

西原浩ら (2003) 教育実践力を持つ学校教員養成のための実践的指導法およびカリキュラム論の構築研究 (1). 香川大学教育実践研究6 41-46.

西原浩ら (2003) 教育実践力を持つ学校教員養成のための実践的指導法およびカリキュラム論の構築研究 (2). 香川大学教育実践研究6 47-58.

森征洋ら (2004)「初等理科」(実験) に対する学生の意識調査－香川大学教育学部における場合－. 香川大学教育実践総合研究8 135-146.

金子之史ら (2004) 小学校「理科」3～6年教科書（6社）の比較検討 (1) 小学校3･4年. 香川大学教育実践総合研究8. 37-48.

金子之史ら (2004) 小学校「理科」3～6年教科書（6社）の比較検討 (1) 小学校5・6年. 香川大学教育実践総合研究8 49-61.

森征洋ら (2005) 中学校理科教科書の比較検討 (その1) －新旧教科書の比較－. 香川大学教育実践総合研究 10 87-97.

森征洋ら (2005) 中学校理科教科書の比較検討 (その2) －新教科書の比較－. 香川大学教育実践総合研究 10 99-110.

川勝博 (2005) よい理科の先生を養成するには－教員養成系大学・学部の現状と展望－. 日本物理学会誌Vol.60 No.2 140-144.

理科実験カード

vol.7

平成１８年度学生作成

香川大学教育学部学校教育教員養成課程理科専攻

Fig. 4　2006年度（平成18年度）実施の理科授業研究Ⅰによる実験カードの表紙

Table. 3　2006年度の実験タイトル一覧

【物理分野】	【生物分野】
不思議な噴水を作ろう	植物の繊維から紙をつくろう
共振現象を見よう（２種類）	脱水素酵素が肝臓の中にあることを確めよう
たった１階でも気圧差が	落とし穴でムシを捕えよう
振り子が描くリサージュ曲線	ピーナッツとタマネギの「呼吸」
めざせ成層圏！すっとびボール	葉に光合成を利用してプリントしよう！
おふろで遊ぼう！自動浮沈子	光合成ペンダントを作ろう！
シャボン膜の不思議	根から吸いあげられた水の通り道
ホントに電流は流れているの？	目で見る！アルコール発酵！
ミニ熱気球を作ろう	植物の呼吸
電子レンジを使って遊ぼう	納豆はなぜおいしいか？！
カラオケマイク、ばね電話	消化は口ではじまっている（デンプンの分解）
聴診器をつくろう	アジを解剖しよう！！！
太陽熱でクッキング♪	赤い葉っぱって光合成してるの？
塩で描くグラードン図形とポコペコ風船	デンプンが糖に変身！！
はかりを使って遊んでみよう☆	葉脈標本をつくろう！
え、鉄が燃える！？	紫キャベツでたたき染めをしよう
光のブーケをつくろう！！	花粉管を見よう
飛行機を空に浮かべる空気の力	
【化学分野】	【地学分野】
色ガラスづくり	すじ雲を見よう
Belousov-Zhabotinsky反応（振動反応）を見よう	液状化現象を見よう
化学マジックをやろう	ミニ台風を作ろう
色が変わる不思議なくらげ	ダイヤモンドダストを見よう
割れたピペットでオゾン発生装置	円形の虹を見よう！
飛ばそう野菜ロケット	人工雪の結晶づくり
巨大ミョウバンの結晶を作ろう！！	これはびっくり！！フラスコ中に風船が…
おいしい化学実験（乳製品ver.）	ミニ地球が汚染される！？
偏光フィルムを作ろう	温室効果を調べる
アルデヒドとケトンの性質はちがうのか？	紫外線の楽しい実験
何でも電池～身のまわりのもので電池をつくろう～	どうしてあがる、なぜさがる。きまぐれシャボン玉
ふにゃふにゃ動く磁性スライム、スライムボール	砂鉄採集をしよう
身近な食品で指示薬を作ってみよう！！	ペットボトル霧箱で放射線を観察
ぶよぶよタマゴで浸透の実験	お水とお湯で前線のようすを見よう
タンパク質の性質を調べよう！！	酸性・アルカリ性で楽しもう☆
身のまわりの塩分を調べよう！！	身のまわりの水に溶けている物を取り出そう！
手作りカイロをつくろう	火山岩と深成岩の結晶を見よう
ハイパーロウソクで炎色反応を見よう	活性炭でジュースの色をとろう

2006年 5月 24日　　　　学籍番号

（題目）振り子が描くリサージュ曲線

氏名：奥田真弓（04L025）

共同実験者：二神千佳（04L116）

目的

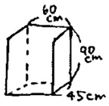
小・中学校理科や高校物理で扱う振り子は、ほとんどが単振り子（おもりを糸につるして左右に振らせるもの）である。その発展として、糸をY字形にし、2次元で振動させる振り子を作る。それが規則的な図形を描く様子を演示し、振動の合成に関する興味を持たせる。

準備物

Ⓐ振り子用…調味料ポット（直径60×高さ210mm、容量320ml）、厚紙（約7cm×7cm）、たこ糸（20cmを3本、約3mを1本）、ビニルテープ、キリ、はさみ、クリップ、ゼムクリップ

Ⓑ台紙用…黒い布（約40×55cm）、厚紙（布と同じ大きさ）、両面テープ、セロハンテープ

Ⓒその他…サラサラした塩（今回使用→商品名：エンリッチ塩）
木製の箱（縦90cm×横60cm×奥行き45cm）

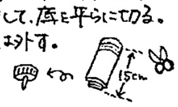


※箱ではなく、ドア枠等につるしてもできる。

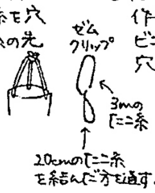
方法

〈振り子の作成〉

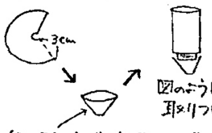
①調味料ポットを、筒の部分を15cm残して、底を平らに切る。キャップは外す。



②底部に均等に3カ所、キリで穴を開け、20cmのたこ糸を穴に通して結ぶ。たこ糸の先を一つに結ぶ。ゼムクリップをつける。



③厚紙を下図のように切り、円錐形を作る（半径3cm）。調味料ポットにビニルテープで貼りつける。塩の出る穴は直径3mmとする。



〈台紙の作成〉

①厚紙を半分に切り、再びセロハンテープで貼りつける。（折りたたんで、塩を回収しやすくする）

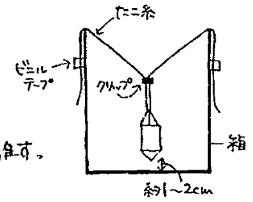
②両面テープを用いて、黒い布を厚紙の上に貼る。

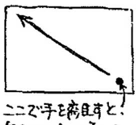
〈実験の手順〉

①箱に振り子とたこ糸をセットする（右図参照）

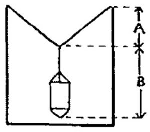
②箱の底に台紙を置く。

③振り子の先の穴を指でふさぎながら、中に塩を入れる。振り子が台紙の対角線上を動くように、静かに手を離す。





結果



A、Bを左図のように仮定。右のような図形ができた。

A=0cm、B=88cm（単振り子）

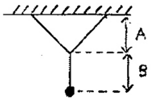
A=28cm、B=60cm

A=20cm、B=67cm

※塩がなくなるまで図形を描き続け、振り幅もだんだん狭くなってくるので、図形が分かりやすいように、適当に図形が描けたところで、穴をふさぐように止めた。

考察

- 単振り子ではおもりを振らせる方向を変えても一定に往復運動をする。この実験のように糸をY字にすると動き方が変わる。右図で、前後におもりを振らせると、糸の長さA+Bの単振り子、左右に振らせると糸の長さBの単振り子として動く。この中間の斜め45度から振らせると、前後・左右のそれぞれを合成した動きをする。また、AとBの比率を変えると、図の形も変わる。これは、糸の長さと周期（1往復するのにかかる時間）が関係しているからである。糸の長さが長くなれば周期は大きく、長さが短くなれば周期は小さい。



- 単振り子の運動はほぼ単振動に近い。2つの振動を $x = \sin at$、$y = \sin bt$ とし、この2つの振動が直角な方向に起こっているとする。このとき、x、yを座標に持つ点がx－y平面上でどんな動きをするか考える。この動きを描いた図を「リサージュ曲線」「リサージュ図形」という。

参考文献
① 竹内均・編『Newtonムック 大人も感激の科学の工作』ニュートンプレス、2003年
② 涌井良幸、涌井貞美『パソコンで遊ぶ数学実験』講談社、2003年
③ 小暮陽三『ゼロから学ぶ振動と波動』講談社、2005年

－4－

Fig. 5　実験カードの例1

2006 年　6 月 21 日　　　　学籍番号

（題目）　　　　氏　名　：　楠 依子　（ 04L041 ）

飛ばそう野菜ロケット　　　　共同実験者：藤澤奈津子　（ 04L113 ）

目的

野菜をすりおろしたものにオキシドールをかけると酵素の働きで酸素が発生する。この性質を利用して簡単で比較的安全なロケット装置を作りつつ、酵素の働きを学ぶ。

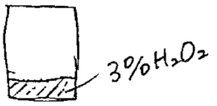
準備物

その時旬の野菜が好ましい。根菜や、野菜、果物の皮（本実験では、ダイコン、ニンジン、ジャガイモ）、オキシドール（3% H_2O_2）、おろし金、水道もしくはバケツ一杯の水、フィルムケース（ふたが内側に入って、カチッとしっかり音が鳴るタイプ ）

方法

① 新鮮な野菜をおろし金ですりおろす。実験の直前にするのがよい。

② フィルムケースに高さ1cmくらいまでオキシドールを入れる。（フィルムケースの約1/5）



③ すりおろした野菜に水分があれば、手でしぼり、おはじきくらいの大きさのものをフィルムケースに入れる。

④ フィルムケースにカチッと音がするまでしっかりふたをして、シャカシャカと5回（本実験では）振ってから地面にふたを下側にして置く。

⑤ 飛ぶまでじっくり待つ。もし、なかなか飛ばず、装置を解除する場合は、ハンカチでおさえながら行う。

上からは絶対にのぞきこまない。

⑥ 飛んだら、地面に残っている野菜を片づける。（そんなにとびちりません）

結果

オキシドールはフィルムケースの1cmがベストだった。野菜も少なければ、そんなに飛びません。本実験では4mほどとんだ。中でもじゃがいもが最もよくとんだ。ダイコンが、飛ぶのに時間もかかるし、高さもあまり出なかったが、やはりその時の旬はかなり関係している。フィルムケースの形が一番重要であった。

考察

フィルムケースの形だが、私がはじめに何も考えずに使用していたのは、外側にふたのふちがくるもので、それなにしっかり閉まらないものだった。 今はこのタイプのフィルムケースが多いらしく、成功したタイプのフィルムケースは、数がそんなになかった。しかしふたのふちが外に来るタイプのものでは、どんなに待っても成功せず、どんなにオキシドールや野菜を増やしたり減らしたりしても、泡は発生するが圧力が上がらず、プスッという音をたてるだけだった。しっかりふたが閉まっていて空気がもれないことが成功のヒケツである。オキシドールと野菜が反応したのはカタラーゼによって O_2 が発生し、フィルムケースにたまって飛び出す。

$$2H_2O_2 \xrightarrow{\text{カタラーゼ}} 2H_2O + O_2\uparrow$$

参考文献

ガリレオ工房のおもしろ実験クラブ 13 飛ばそう野菜ロケット ー台所の実験ー 1999年 ポプラ社

−24−

Fig. 6　実験カードの例２