

平成 21 年 6 月 7 日現在

研究種目： 若手研究(B)
 研究期間： 2005～2008 (平成 19 年度は育休により研究を中断)
 課題番号： 17700590
 研究課題名 (和文) 小学校理科の教員養成カリキュラムの検討と教育プログラムの開発
 研究課題名 (英文) Preservice Teacher Training Curriculum and Education Programs for Teaching Science in Elementary Schools

研究代表者
 種村雅子 (TANEMURA MASAKO)
 大阪教育大学・教育学部・准教授
 研究者番号： 30263354

研究成果の概要：物理を苦手とする教員志望の学生でも興味を持てるように科学史的方法を活用し、低価格で作れる実験や科学館での教育実践を取り入れた小学校理科の教員養成カリキュラムおよび教育プログラムを検討し、教育実践した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005 年度	1,300,000	0	1,300,000
2006 年度	700,000	0	700,000
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	270,000	3,170,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 科学教育

キーワード：物理教育，教員養成，科学史，科学館，知的財産教育

1. 研究開始当初の背景

子どもの理科離れを食い止め、理科教育の質を向上させるための議論や教員免許の更新制度や教員養成の専門職大学院についての議論が出ていた。教員養成に携わる立場として、小学校教員を目指す学生の理科嫌い、とりわけ物理嫌が多いことに大きな問題があると考えた。本学で調査を行った結果、高校での物理履修者は少ないうえに、大学教養科目でも物理系科目の履修者は稀有であることが明らかになった。さらに、現行の教育職員免許法のもとでは、小学校専門科目として理科を修得しなくてもよいことになっている。教員養成系大学には文系出身者が多く、理科を得意とする小学校教員は益々減少する可能性があり、小学校教員養成での物理

教育のあり方は重要な課題であった。

2. 研究の目的

教員養成系学部での物理教育では学生が理解することと、彼らが教員になったときに現場で実践的な授業ができることという2つの側面を担っている。教員養成向けの新しいカリキュラムと物理嫌いの多い教員志望の学生が興味を持てる教育内容・方法を検討すること。

3. 研究の方法

物理嫌いの多い教員志望の学生でも興味を持てる教育内容・方法を主に次の4つの方法で実践的に研究した。

(1) 科学史的方法を活用した物理実験教材

- の開発
- (2) 低価格で作れる実験教材の検討と教育実践
- (3) 物理教育における知的財産教育の検討と教育実践
- (4) 科学館を活用した教育の検討と教育実践

4. 研究成果

- (1) 科学史的方法を活用した物理実験教材の開発

物理教育において科学史を活用するというのは、単に何年に誰が何を発見・発明したかを覚えさせるということではなく、科学者が発見に至った思考過程を初学者の思考過程と重ねて、当時の社会的背景を踏まえたうえで科学者の素朴な疑問や彼らが着目した点にも注目しながら、追体験的に実験させることに教育効果があると考えている。また、科学史上の偉大な発見やその発見を導いた時の実験装置は身近な素材で構成され、再現が容易で原理も明解なものも多く、この点においても教育効果が高い。

図1のような電磁気学の発展に貢献した実験の教材化を試み、教育実践を行った。ガルバーニは動物電気を発見したと発表した。これを知ったボルタは興味を持ち、これを研究していてその誤りを指摘し、2種類の金属を用いてボルタ電池を発明した。ゼーベックはボルタが発明した電池を知り、2種の金属の接点点が異なった物理状態にあることにより起電力が発生するのではないかと考え、両接点間に温度差をつけると熱起電力が発生するゼーベック効果を発見した。また、オームはゼーベックが発見した熱電対を安定した電源として使うことで、導線の長さや太さと抵抗の関係を明らかにした。エールステッドはボルタ電池を使っていた際に、導線の近くにあった磁針が動くのを見て、電流の磁気作用を発見した。これを知ったアンペール

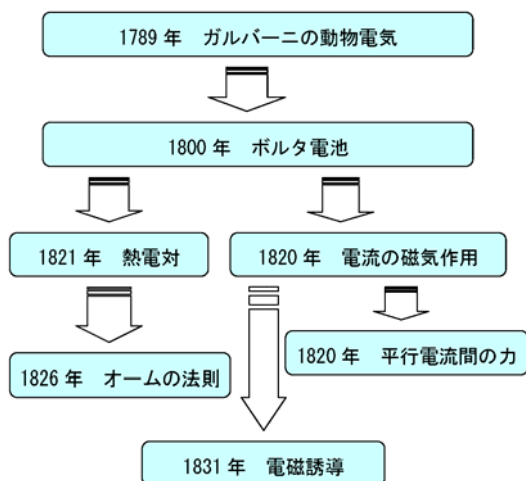


図1 電磁気学の発展に貢献した実験

は、磁石同士が引き合ったり、反発したりするように、平行な導線に電流が流れているとそれぞれの磁界によって引力または斥力が生じることから、アンペールの右ねじの法則を発見した。ファラデーは電流から磁力が得られるならば、逆に磁力から電流を得られるのではないかと考えた。当時は電流を作りだし、利用したいという社会的要求が高かったからであろう。そしてさまざまな実験を試み、ついに電磁誘導を発見した。

- (2) 低価格で作れる実験教材の検討と教育実践

小学校理科ではものづくりをすることになっているが、画一的なキットを使用していることが多いので、身の回りにある材料から手作りできる教材を検討した。明治～昭和初期に使われていた教材である歴史の実験機器の中には意外性のある双円錐という実験装置がある(図2)。これは重心の移動を学ぶための装置で、双円錐は傾斜台を上っていくように見える。しかし、実際には重心は下方に向かって進んでいる。円錐は100円ショップで安く入手し、物理教育国際会議

(ICPE2006)でのデモンストレーションで参加者に作製してもらった。また、科学の祭典特別大会(大阪市立自然史博物館)においては、子ども向けの工作教室を行なった。両者とも始めは実験に驚くが、原理を理解できると大変興味を示していた。



図2 双円錐

また歴史の実験機器の一つである表面張力試験器は表面張力の性質を理解するのに効果的な実験装置で、カラーモールを使えば小学生でも作製し、実験することができる(図3)。工作自体は図工との関連が高く、



図3 小学生による表面張力の実験

一筆書きの要素が含まれているので算数との関連もある。理科の授業だけでなく、図工・算数との教科を横断した教育実践が可能である。

(3) 物理教育における知的財産教育の検討と教育実践

現代においては知的財産権について理解し、その活用において正しい知識が必要である。ところが、知的財産権に関して学校で教えられることは少ないのが実情である。まずは教員が知的財産権について理解する必要があり、知的財産教育のできる教員養成向けの授業実践と教材開発を試みた。物理に関する発明のエピソードを題材にして、特許とは何かを学習できる小冊子「レントゲンって誰？X線って何？」を作成した(図4,5,6)。開発した教材は、X線の発見者であるレントゲンが特許権を取得しなかったという科学史をもとにした内容で、知的創造サイクルの重要性の説明へと展開している。そしてX線についての理解を深めることも目的としている。小学生向けにレントゲンの科学史部分を漫画で解説した。X線や放射線については高校で物理Ⅱを履修しないと学習する機会がなく、正しく理解している人は少ない。11月の青少年のための科学の祭典大阪大会2006特別大会(大阪市立科学館)において教育実践を行なった。レントゲンや特許という言葉初めて聞いたという子どもたちは多かったが、教育的に意義のあることだと考えられる。この実践を参考に放射線教育のためのWeb教材を作成した。



図4 作成した小冊子の4ページ目



図5 作成した小冊子の5ページ目

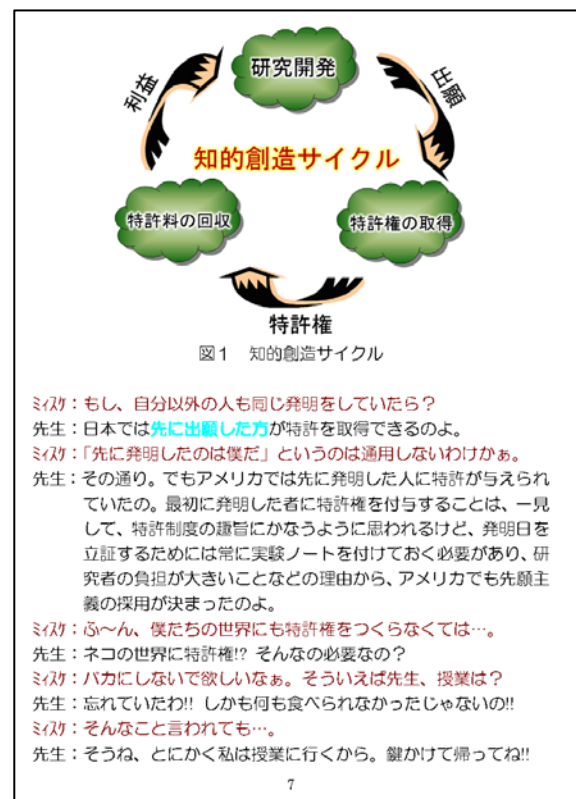


図6 作成した小冊子の7ページ目

(4) 科学館を活用した教育の検討

最近科学の意義や楽しさを社会の中で普及させる役割を担う科学コミュニケータを育成・確保することの重要性が議論されている。2005年度は「世界物理年」と称されて、各地で物理教育に関するイベントが開催された。その一つとして、大阪市立科学館の協力を得て学生が展示物を解説するという企画を立てた。事前に学生は科学館の展示物について勉強し、来館者に渡すための解説書



図7 解説書の表紙

目次	
I はじめに	1
II 発刊にあたって	2
III 館内MAP	3
IV 展示物写真	7
V 展示解説	
1 星の三次元分布 (瀧口小快里)	12
2 ニュートリノを探る (渡辺裕美子)	15
3 カオティック振り子 (手島佑梨)	18
4 スペクトル (大垣友香・服部泰佑)	20
5 人間電池 (斎藤雄一郎・濱塚哲郎)	23
6 原子力発電 (前川 慶)	25
7 水力発電 (服部泰佑・西岡里織)	28
8 グロー発電 (芝田たける・岡本奈穂子)	30
9 ブラックウォール&偏光板 (三輪美佳・家藤奈津子)	34
10 センサ (石崎祐美子・芝山宗久)	38
11 ふくらんだりちぢんだり (羽野弘子・神原久美)	40
12 風の性質&シュート (川口 喬・中瀬聖史)	46
VI スタッフ一覧	48
VII 編集者一覧	50

図8 解説書の目次

を執筆させた(図7,8)。そして来館者に解説をするなどの交流を体験した。学生にとっては「教えてもらう」という従来のスタイルから「自ら学び、伝える」という新しい教育スタイルである。

小学校学習指導要領の理科の中には「指導に当たっては、博物館や科学学習センターなどを積極的に活用するよう配慮すること。」と書かれているように、課外授業として大阪市立科学館を活用している大阪府下の小学校も多い。ところが科学館では展示物の解説をするスタッフが少なく、小学生にとっては難しいものが多く、十分な教育効果が上げられていないのが現状である。今回の企画は積極的に科学館の利用に貢献できる教員の養成に効果的であった。さらに、作成した解説書は大阪府下の小中学校に配布した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 15 件)

- ① 神鳥和彦・川村三志夫・生田亮介・片桐昌直・廣木義久・種村雅子，文系専攻の学生に対する小学校理科実験講座，大阪教育大学紀要V - 53, 15-26, 2005, 査読無
- ② 種村雅子，ものづくりと知的財産権に対する大学生の意識，実践学校教育 第7号 55-68, 2005, 査読無
- ③ 種村雅子，楽器で音の実験！，子供の科学，第68巻 第8号 80-81, 2005, 査読有
- ④ 種村雅子，教員養成課程二部理科における知的財産教育の実践とその評価，大学における知的財産権教育，平成16年度報告書 153-160, 2005, 査読無。
- ⑤ Hiroshi KAWAKATSU, Hiroki HOSODA, Hideki MANABE, Akira SAKAMI, Naoshi TAKAHASHI, Kyoko ISHII, Haruka ONISHI, Chizuru HASHI, Saori MISUKO, Masako TANEMURA, "Paper Craft Experiments 2: By Shikoku Teachers & LADY CATS", Proceedings of the International Conference on Physics Education 2005, in Press, 査読無
- ⑥ 種村雅子，森ノ宮少年少女発明クラブとの連携による知的財産教育の調査，知財教育のできる教員養成システムの構築 平成17年度 現代GP報告書 21-22, 2006, 査読無。
- ⑦ 筒井和幸・廣瀬明浩・種村雅子・斎藤吉彦・高橋憲明，学生・生徒による科学館展示解説，大阪市立科学館研究報告 第16号 93-102, 2006, 査読無。
- ⑧ Masako TANEMURA, Yasuo UNZAI, "Understanding of Intellectual

- Property Rights based on Physics Education”, Proceedings of The International Conference on Physics Education 2006, 343-344, 2008, 査読有.
- ⑨ Masako TANEMURA, Kyoko ISHII, Haruka ONISHI, Chizuru HASHI, Fumiko OKIHARU, Saori MIZUKO, Sinobu RYUGO, Kumi KAMBARA and Mika YOKOE, ”Simple and Beautiful Experiments by LADY CATS”, Proceedings of The International Conference on Physics Education 2006, 392-401, 2008, 査読有.
- ⑩ Noriaki TAKAHASHI, Kazuyuki TSUTSUI, Akihiro HIROSE, Yoshihiko SAITO and Masako TANEMURA, ”Visit to the Basics of Natural Sciences – A New Scheme of Science Education –”, Proceedings of The International Conference on Physics Education 2006, 329-330, 2008, 査読有
- ⑪ Akihiro HIROSE, Kazuyuki TSUTSUI, Yoshihiko SAITO, Masako TANEMURA and Noriaki TAKAHASHI, ”Visit to the Basics of Natural Sciences – Scientific Themes Selected by Young Trainees –”, Proceedings of the International Conference on Physics Education 2006, 361-362, 2008, 査読有
- ⑫ Kazuyuki TSUTSUI, Akihiro HIROSE, Yoshihiko SAITO, Masako TANEMURA and Noriaki TAKAHASHI, ”Visit to the Basics of Natural Sciences – Evaluation of the Achievements by the Visitors and the Trainees –”, Proceedings of the International Conference on Physics Education 2006, 363-364, 2008, 査読有.
- ⑬ 種村雅子, 物理教育研鑽会報告 –旧制三高の歴史的実験機器に関する講演と資料見学–, 近畿の物理教育 第 13 号 42-45, 2007, 査読無
- ⑭ 種村雅子, 物理の教育内容と関連付けた知的財産教育の実践と教材開発, 知財教育のできる教員養成システムの構築 平成 18 年度 現代 GP 報告書 15-22, 2007, 査読無.
- ⑮ 種村雅子, 知的財産教育を視野に入れた物理教材の開発, 大阪教育大学知的財産教育実践事例集 15-16, 2008, 査読無.

[学会発表] (計 9 件)

- ① 種村雅子・雲財康雄・南木留美, 科学館を活用した知的財産教育の実践, 日本物理教育学会近畿支部 第 35 回物理教育研究集会, 大阪教育大学 2005. 11. 26
- ② 雲財康雄・種村雅子, 光教材に関する日本と韓国におけるカリキュラム及び教科書の比較研究, 日本物理教育学会近畿支部 第 35 回物理教育研究集会, 大阪教育大学, 2005. 11. 26

- ③ 筒井和幸・廣瀬明浩・種村雅子・斎藤吉彦, 科学の基礎を訪ねる –青少年による科学館ガイドの実践(1)–, 日本物理教育学会近畿支部 第 35 回物理教育研究集会, 大阪教育大学, 2005. 11. 26
- ④ Hiroshi KAWAKATSU, Masako TANEMURA, Kyoko ISHII, Haruka ONISHI, Mika YOKOE, Yoshiaki HIRAKI, Miwa ONISHI, Hiroki TAKEUCHI, Takashi HOSHINO, Tomoyasu YOSHIMURA, Masashi KONDO, Yoshiaki YAMADA and Shinobu RYUGO, ”Simple and Beautiful Experiments II by LADY CATS and Japanese Teachers”, ASE (the Association for Science Education) Annual Conference 2008, Liverpool University, 2008.1.3
- ⑤ 種村雅子, (招待講演) 大阪における理科支援員の状況, シンポジウム・ワークショップ「理科支援員(SCOT)事業における連携・協同・交流の促進に向けて」新潟大学教育人間科学部主催, 新潟大学, 2008.3.14
- ⑥ Masako TANEMURA, Fumiko OKIHARU, Kyoko ISHII, Haruka ONISHI, Mika YOKOE and Hiroshi KAWAKATSU, ”The History and Aim of LADY CATS (Physics Women Teachers in Japan)”, The Third IUPAP International Conference on Women in Physics 2008, Seoul, 2008.10.9
- ⑦ 種村雅子, 振り子の実験における問題点と教員志望学生の認識, 日本物理教育学会 第 58 回全国大会, 福井大学, 2008.9.14
- ⑧ 種村雅子, (招待講演) 物理学実験・科学史とデジタル教材開発, シンポジウム・ワークショップ「理科好きの子どもを育てる、伸ばすには ~家庭・地域・学校間の連携を目指して~」新潟大学教育学部主催, 新潟大学, 2009.3.14
- ⑨ 種村雅子, (招待講演) 科学史を活用した物理実験教材の開発, 日本物理学会 第 64 回年次大会, 立教大学, 2009.3.29

[その他]

ホームページ等

<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~masako/exp/exp.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

種村雅子 (TANEMURA MASAKO)
大阪教育大学・教育学部・准教授
研究者番号：30263354

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし