

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：13401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350193

研究課題名(和文)「見る」とはどのようなことか? から展開する科学教育・学習方法の探究と実践的研究

研究課題名(英文) Exploration of Science Education and Learning Method: Expanding the Notion of "Seeing"

研究代表者

内田 聡子 (Uchida, Satoko)

福井大学・学術研究院医学系部門・助教

研究者番号：60334843

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：実験・工作・見学などの一連の体験学習により思考力を養う科学教育・学習方法を探究した。この目的のために、学習者にとって身近で、科学技術の発展を実感できる「見る」ことに関する体験学習教材を開発・作製し、これらを用いて一連の体験学習による教育・学習方法を実践した。「見る」という一つのテーマを軸とした体験による学習は、知識の修得、学習意欲の向上、学習内容への関心および新たな視点の獲得、自発的な学習の継続に不可欠な成功体験に効果的であった。また科学技術の発展についての考察にも繋がった。

この教育・学習方法は展開方法により様々な学習者を対象に実施できる。

研究成果の概要(英文)：We explored a science education and learning method comprising a series of practical activities that inculcated the ability to think. For this purpose, we created educational materials regarding "seeing" that were familiar to learners. Moreover, they could understand the development of science and technology by studying instruments for "seeing" and we tested our science education and learning method using these educational materials. Learning through practical experiences by focusing on "seeing" was effective in acquiring knowledge, increasing the incentive to study, developing interest in the subjects, discovering a new perspective, and experiencing a sense of achievement that are indispensable for spontaneous learning. Surveying the history of development concerning "seeing" led learners to consider the future development of science. This education and learning method can be applicable to various learners by employing appropriate exposition.

研究分野：科学教育

キーワード：科学教育

## 1. 研究開始当初の背景

今日、個個人が科学的素養を身に付け、必要に応じて活用できることが求められる。

本研究開始と同時期に実施された現行学習指導要領では(小学校は平成23年4月から、中学校は平成24年4月から、高等学校は平成25年入学生から全面実施)、知識や技能の習得とともに思考力・判断力・表現力などの育成を重視している。理数教育に関する主な事項として

- ・観察や実験、課題学習の充実
- ・日常生活や社会との関連を重視
- ・系統性、国際的な通用性を考慮した学習内容の充実

などが挙げられている。

研究代表者らは医学部に所属し、医学部学生に対して物理教育を行っている。生体現象や医療技術の理解には物理学の知識が不可欠である。しかしながら学生は、実験や物理現象の体験に乏しく、現実との遊離感を抱いていることが多い。そこで物理現象を直接に示し、感覚的な理解を促すために、実験機器の開発・製作を行い、演習実験を多く取り入れて講義を行っている。更にこれらの実験を公開講座等において実践することで、地域の初等・中等教育への貢献を図っている。このような活動を通して、実体験に基づく学習から大きな教育効果を得られることが確認された。

## 2. 研究の目的

思考力は、本人が経験を通して体得するものである。教育者が、思考力そのものを教授することはできない。学習者が自身で体験をして五感を通じて学ぶことにより、学習内容は知識として単に受け入れるものではなく腑に落ちたものとなる。また能動的に試行錯誤をする過程を通して、血となり肉となるような思考力を獲得することが可能になる。このような実感を伴った確かな知識と思索し判断する能力は、進歩と変化の激しい現代社会において必須のものであり、次世代を養成するにあたって涵養すべきものである。

このような教育の実現に向けて、本研究では、実験・工作・見学などの一連の体験学習により思考力を培うことができる教育・学習方法を探求し、実践する。体験学習の題材は学習者にとって身近で、かつ、科学技術の発展を肌で感じられる‘見る’ことに関するものとする。可視光だけでなく、赤外線やX線、更に超音波や電子などを用いて‘見る’を含む。‘見る’という一つのテーマに関して分野横断的に考察する経験は、多角的な視点への気付きや課題解決型の能力を養うことに繋がると考えられる。

本研究で開発される教育・学習方法は一連の体験学習により構成されるので、その展開

方法により、様々な学習者を対象に実施することができる。特に、医学系学生（医学・看護学・歯学・薬学等）の物理教育、理工系学部の初年次教育における専門課程学習への動機付け、文科系学生の科学リテラシー教育、初等・中等教育機関での課外授業、幅広い年齢層を対象とした公開講座などにおいて、効果的に活用できる。

## 3. 研究の方法

### (1) 題材の整理と精選

可視光を中心に、赤外線やX線など幅広い波長の電磁波、更に超音波や電子顕微鏡に関する実験・工作・見学などの題材を精選する。広範な分野の題材を取り扱うよう考慮する。

### (2) 体験学習教材の開発と作製

示そうとする自然現象や基本原理が明瞭となるような実験装置・工作手法を開発・作製する。このとき、

- ・短時間で手際良く行える
- ・再現性が良い

仕組みにする。また工作には、身近で安価に調達できる材料を用いる。

### (3) 体験学習教材及び教育・学習方法の実践

開発・作製した体験学習教材を公開講座等で実践する。また実験・工作・見学などの一連の体験学習から構成される教育・学習方法を実践する。

## 4. 研究成果

### (1) 体験学習教材の開発と作製

#### ①目の模型

光源と水レンズの距離の変化に応じて、水レンズ内の水量をチューブで接続した注射筒により調節し、水レンズの焦点距離を変化させることでアクリルドーム（乳白半透明）に像を結ぶ様子を示す装置とした（図1）。水レンズは水晶体、アクリルドームは網膜を模す。水レンズは繰り返し使用可能な食品保存用の枠付きラップ（直径 8.5cm, keepeez, United Home Technologies）2個を用いて作製した。



図1 目の模型

## ②凸レンズによる像

ろうそくの炎の凸レンズによる像をスクリーン（アクリル樹脂、乳白半透明）に映す。物体とレンズ、レンズとスクリーンの距離を変化させ、像の大きさが変化する様子を演示する装置とした。簡便かつ安価、また収納の便も考慮して、凸レンズは油粘土に柄を刺して、スクリーンはポップスタンドを用いて固定し、物体 - レンズ - スクリーン間の距離を示すために、ストッパー付きの巻尺を使用した(図2)。

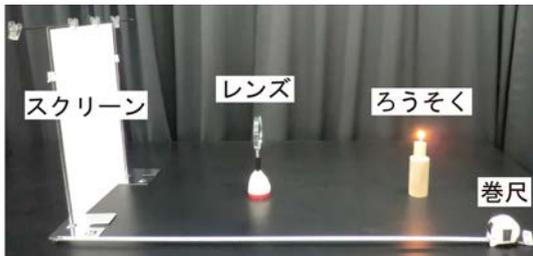


図2 凸レンズによる像

## ③平行光線の集束と発散

赤色レーザー発光モジュール(LM-101-A2) 7個を円形に配置して平行光線の光源を作製し、舞台用の煙を用いて凸レンズ、凹レンズ、凹面鏡による平行光線の集束および発散を可視化する装置とした(図3, 4)。

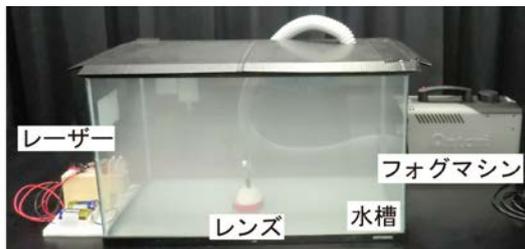


図3 平行光線の集束と発散



図4 平行光線の集束と発散の可視化

## ④水滴レンズ

印刷された字をプラスチック製スプーンに転写し、水滴により字が拡大されて見える様子を観察できる。小学生が実施できるように作業手法を整備した(図5)。



図5 水滴レンズ

## ⑤屈折望遠鏡

ガリレオ式およびケプラー式屈折望遠鏡を菓子包装筒およびガラス製の凹レンズ、凸レンズを使用して作製した(図6)。

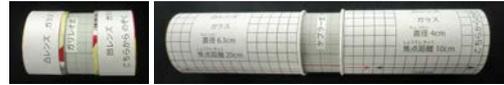


図6 ガリレオ式望遠鏡(左), ケプラー式望遠鏡(右)

## ⑥反射望遠鏡

ニュートン式反射望遠鏡(KT-10cm 鏡筒キット, オルビス株式会社)を作製した。反射望遠鏡の仕組みを理解しやすい形状である(図7)。



図7 反射望遠鏡

## ⑦簡易顕微鏡

菓子包装筒と教材用の安価なレンズ(PMMA, 焦点距離 3cm)を用いる工作手法とした。レンズの取り付けに、薬品瓶の穴あきキャップおよびシリコン製指サックを利用することで、簡便に作製できる。スライドガラスはクリップと輪ゴムを用いて取り付ける(図8)。タマネギの表皮細胞(図9, 酢酸カーミン溶液で染色)を観察できる。



図8 簡易顕微鏡

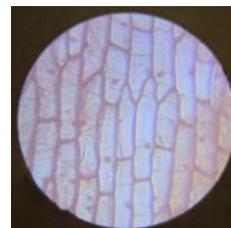


図9 タマネギ表皮細胞

## ⑧窒素レーザー

空気中の窒素で紫外線を出力するレーザーおよび高圧電源を作製した(図10)。

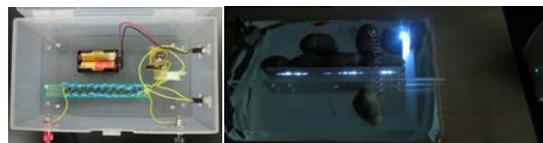


図10 高圧電源(左), 窒素レーザー(右)

## (2) 体験学習教材及び教育・学習方法の実践

開発・作製した体験学習教材を福井大学公開講座および福井県児童科学館ジュニアサイエンス講座の実験・工作の一環として実施した。

また、実験・工作・見学などの一連の体験学習から構成される教育・学習方法を中学2年生に実施した(図11)。実験・工作には本研究で作製した実験装置・工作手法を使用した。福井大学医学部ライフサイエンス支援センターの走査型電子顕微鏡を見学し、毛髪の観察を行った。解説の際にはプロジェクターで使用する図および写真を生徒が使用している教科書(1,2,3年用)から抜粋することで、実験・工作・見学する題材と教科書での学習内容との関連を明瞭にした。



図11 教育・学習方法の実践

生徒の感想から体験による学習が有意義であったことが伺えた。自身で体験して学習することは強い印象を伴う。そのことにより知識がより納得のいくものとして定着し、学習内容へさらに関心を抱くことに繋がる。簡易顕微鏡の作製では幾分細かい作業を経たため、タマネギの表皮細胞を観察できたときには、達成感や小さな成功体験を得ることができた。このような体験も自発的な学習の継続に不可欠な要素である。教科書での履修内容について‘見る’という一つのテーマを軸に単元を横断して考えることは、生徒にとって新鮮で、学習内容に対する新たな視点の獲得となった。また‘見る’ことに関する科学技術の発展を概観することで、これからの進展へ思考を巡らすことへと繋がった。

### <引用文献>

- ① 内田 聡子, 岡倉 加代子, 小鍛治 優, 「‘見る’とはどういうことか?」から展開する体験プログラム, 大学の物理教育, 21巻, 2015, 85 - 88.
- ② 内田 聡子, 菓子包装筒を用いた簡易顕微鏡, 第32回物理教育研究大会発表予稿集, 2015, 145-146.

## 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1件)

- ① 内田 聡子, 岡倉 加代子, 小鍛治 優, 「‘見る’とはどういうことか?」から

展開する体験プログラム, 大学の物理教育, 査読有, 21巻, 2015, 85 - 88.

[学会発表] (計3件)

- ① Satoko Uchida, Kayoko Okakura and Masaru Kokaji, Extracurricular Activities with Practical Experience Based on Expanding ‘Seeing’, 2016 International Conference of East-Asian Association for Science Education, 2016.8.28, 東京理科大学 神楽坂キャンパス(東京都新宿区)
- ② 内田 聡子, 岡倉 加代子, 小鍛治 優, 「‘見る’とはどういうことか?」から展開する校外学習, 日本物理学会 2015年秋季大会, 2015.9.19, 関西大学 千里山キャンパス(大阪府吹田市)
- ③ 内田 聡子, 菓子包装筒を用いた簡易顕微鏡, 2015年度日本物理教育学会年会第32回物理教育研究大会, 2015.8.8, 九州大学 伊都キャンパス(福岡県福岡市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

内田 聡子 (UCHIDA, Satoko)  
福井大学・学術研究院医学系部門・助教  
研究者番号: 60334843

### (2) 研究分担者

田村 圭介 (TAMURA, Keisuke)  
福井大学・学術研究院医学系部門・教授  
研究者番号: 30212046