

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 25 日現在

機関番号：33202

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650541

研究課題名(和文) 教員養成学部における「ものづくり」を重視した理科教育プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of science education program emphasizing the importance of making learning materials in department of education

研究代表者

原 稔 (HARA, Minoru)

富山国際大学・公私立大学の部局等・教授

研究者番号：20019061

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,300,000円、(間接経費) 390,000円

研究成果の概要(和文)：小学校理科において「ものづくり」授業を効果的に行うために、教員養成の段階で留意すべき点について検討した結果、自分が作りたいものを明確にイメージできること及びそれを実現するための技術を身に付けることが重要であり、つぎの2点を大学の授業に取り入れると有効であることが明らかになった。(1) 学生が小学校理科における学習内容を利用して、おもちゃなどを実際に設計・製作し、道具の使い方や材料の性質を把握する。(2) 小学校理科の教科書実験の問題点を見出し、その問題解決のために器具を改良したり新規に開発したりする中で多くの試行錯誤を経験する。

研究成果の概要(英文)：An effective curriculum of science education in the department of education was discussed (considered) in order to provide with lessons emphasizing the importance of making learning materials in the science class of elementary school. It is very significant for students to get clear images of their learning materials and to gain techniques to materialize (make) them. And it is effective to take in the following two points to the curriculum of science education in the department of education. 1) Students actually design and make toys realizing the principle studied in a class and they learn how to use tools and how to get to know about properties of materials. 2) Students study any problems of experimental methods in the science textbook in elementary school and they experience problem-solving to improve the experimental tools or to develop new tools.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学、科学研究

キーワード：ものづくり 実験器具開発 理科教育 教員養成

### 1. 研究開始当初の背景

平成10年改訂の小学校学習指導要領から、理科における「ものづくり」が明記されている。教員養成学部の理科教育担当教員としては、その重要性は認識していたものの、授業においては時間に限りがあることもあり、「ものづくり」は積極的には導入してこなかった。そこで、本研究では次の二つの方向から、教員養成学部の理科関係科目における「ものづくり」を検討する必要がある。

(1)小学校理科 A 区分の単元ごとに導入するオモチャ作りなどの「ものづくり」を効果的に実施するためには、教員養成学部における理科教育関連授業科目の内容構成を相応しいものに修正すべきである。

(2)小学校の理科授業で扱う「ものづくり」の結果は、担任教員の指導力により大きな差が出ると危惧していた。教員がものづくり体験積む過程で様々な失敗体験をすることが、「ものづくり」授業のいろいろな段階で指導に役立つと考え、ある単元での学習内容を利用したオモチャ等を作る「ものづくり」だけではなく、教科書実験を詳細に検討し、子ども達の正確な実験のために実験器具をより良いものに改良したり、新しい器具を開発したりする「ものづくり」を体験することが重要であると考えた。

### 2. 研究の目的

(1)理科授業で学習した内容を利用した「ものづくり」を行うことは、学習内容の定着および新たな問題発見という点で優れた手段であると考えられる。そこで、教員を目指す学生が「ものづくり」の大切さを自覚でき、実感をもてる体験をするには、教員養成学部においてどのような配慮が必要かに基づいて授業内容を再構成し、考察を加える。

(2)小学校理科における「ものづくり」を効果的に行うには、担当教員の資質が大きく影響する。そこで、教員志望学生自らが常日頃から「ものづくり」に親しむために、子ども達が行う理科実験の環境改善に積極的に関わると指導する。

### 3. 研究の方法

(1)授業科目「理科」においては、小学校理科の教科書実験を可能な限り多く体験させる。また、各実験のレポートでは学習内容を利用したオモチャの設計図の報告を義務付ける。このうちの一つを授業最終日に実際に各自で作製する場を設ける。さらに、教科書に「ものづくりの例」として掲載されているオモチャを担当教員が忠実に再現して演示し、例示の中には記載通りには作動しない例もあることを示し、学生達にはその問題点をできるだけ多く挙げさせ、彼らの提案に従って担当教員が改良しては演示することを繰り返し、学生達に継続することの大切さに気付かせ

る。

(2)授業科目「理科」において、自分たちが実験に使用するろうそく立てや集気びんのふた、ガラス製のピペットやL字管など簡単な器具の作製体験を導入する。「理科教育法」においては電熱線に関する教科書実験の実験条件がどのようにして決められるかを体験し、目的に合った実験器具を作製させる。「卒業研究」では一つのテーマに比較的多くの時間を割くことができるので、小学校理科実験で使用する電源について再検討を行う。特に強い電流が流れる電熱線実験の電源について、すべての小学校理科教科書の実験を追試し、問題点があればその解決方法について検討する。

### 4. 研究成果

小学校理科における「ものづくり」で大切なことは、これから作製しようとするものもつべき機能を的確にイメージできること、及びその機能を実現する技術の獲得が重要である。小学校で教員が的確な指導を行うためには、教員養成学部の授業では失敗経験を含む直接的および間接的な多くの「ものづくり」体験をすることが大切であることが明らかになった。

(1)各単元の最後に行う学習内容を利用したオモチャ作りなどに関連する事項として、次のことが明らかになった。

「理科」授業15週のうち9週を小学校理科の教科書実験の体験に当て、残り6週はその解説を行ったところ、次の結果が得られた。

- ・小学校理科実験を指導者の立場から見ることで、学生達は多くの新しい知見を得ることができた。
- ・実施した実験に関連するオモチャのアイデア報告では苦労していたが、見本を提示されると関連したモデルのイメージが湧き易かった。
- ・自分で設計したオモチャを実際に作製する段階では、体験不足による設計ミス・使用道具の不慣れ・使用材料の性質の把握不足などが目に着いたが、時間が経つにつれて少しずつ工作がスムーズになってきた。

「理科教育法」においては、オモチャ作りにおける指導方法の一環として、教科書に「ものづくりの例」として掲載されているゴム動力やモーター、電磁石で動く乗物などのいくつかを担当教員が忠実に再現して授業で演示し、正常に機能しない例があることを伝えた。学生から挙げたいくつかの改善案に従って改良を繰り返すことは、「ものづくり」が改良の連続であることを伝えるために効果的であった。

- ・手回し発電機を使用したプロペラロープウェーでは、支え兼導体として使っていたヒートンでは摩擦が大きくて全く動かなかったが、プラスチック滑車とエナメル線によるパンタグラフ方式に変更することに

より前進だけはできた。ゴム動力模型飛行機用のプロペラでは手回し発電機を逆回ししても後進は困難であったが、プロペラをモーターに逆に取り付けると今度は後進だけが可能になった。

(2)オモチャ作りには直ちに関係する訳ではないが、学生の「ものづくり」体験を充実させる目的で、簡単な実験器具の作製や理科の教科書実験の見直し及び使用する器具・装置の改良・開発の体験を取り入れることは、「ものづくり」が試行錯誤の連続であることを実感することができ、資質向上の面で非常に効果的であることが明らかになった。

「理科」において、実験に使用する簡単な器具を学生達に作らせることは、実験に必要な器具の持つべき機能を再確認する上で有効であった。

- ・太めの針金とアルミ箔を使用してろうそく立てを自作すること、集気びん中でろうそく立てを使用するためのフタを木製板とアルミ箔で工夫して作ることは、融けたろうそくが集気びんの底に落ちないようにする必要があるので、ガラス製フタでは割れるおそれや火傷の危険性があること、集気びんの密閉性に問題があることなどを知る上で有効であった。

- ・電熱線の発熱の程度を比較する実験では、太さの異なる 2 種類のニクロム線を与え、乾電池 1 個を使って発泡スチロールの融け方にはっきりした差が出るのは電熱線長さを何 cm にする場合かという課題を出したところ、数種類の長さでそれぞれの融け具合を比較することを地道に繰り返すことにより最適長さを決めることができた。受講生たちは、この実験により、教科書の実験条件の一つ一つを決めることの大変さと重要性に気付くことができた。

本学部の 2 年間にわたる「卒業研究」では、かなり系統的な実験研究を行うことができるので、2 人の卒研生が小学校 6 年で扱う電熱線実験の電源に関する問題点について追究した。

- ・6 社の小学校用理科教科書における電熱線実験を追試したところ、電熱線に流れる電流が強いため、実験の短い時間内でも電池の消耗が激しくて実験に支障をきたす場合があった。

- ・電池の中では、充電式のニッケル - 水素電池は電圧がほぼ一定とみなせる状態が比較的長く続き、電熱線実験や電磁石のように強い電流が流れる実験に適していることが分かった。

- ・単 1 形マンガン乾電池は、1 個では消耗が激しかったが、4 本を並列つなぎにすると、実験時間中の消耗は比較的少なくなった。小学校理科では電池の直列・並列を学習するが、直列つなぎの利点だけが強調されていて、並列つなぎは何の役にも立たないように受け取れるが、電流を長時間流し続け

ることができるという長所を持つことは、小学生にも分かりやすいと考えられる。

- ・小学校理科実験用として市販されている電源装置は、数 A の強い電流が流れても電源電圧の低下は無視できる程度で電熱線実験に最適であったが、小学校理科実験用としては過剰な機能を有している。市販のスイッチング型電源キットを利用して組み立てると、市販電源装置の 1/10 の予算で十分な機能を備えた電源装置を組み立てることができた。

- ・電熱線実験のための最も安価な電源は、3V スwitching型 AC アダプターであり、小学校理科実験用電源装置の価格の 3%程度であった。これは、3A 程度の強い電流を回路に流しても電源の電圧低下が無視できるうえに安価であるので、消耗を気にしないで乾電池感覚の気軽さで実験に専念できる利点があった。

## 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 1 件)

原 稔、長越 友紀、八倉 千尋、小学校理科の電熱線実験に適した電源、富山国際大学子ども育成学部紀要、査読なし、第 5 巻、2014、83-92

<http://www.tuins.ac.jp/library/pdf/2014kodomu-PDF/2014-11hara.pdf>

[学会発表](計 1 件)

原 稔、長越 友紀、八倉 千尋、小学校 6 年・電熱線実験に適した電源、日本理科教育学会北陸支部大会、信州大学教育学部、平成 25 年 11 月 16 日

[図書](計 件)

[産業財産権]

出願状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

原 稔 (HARA, Minoru)

富山国際大学・子ども育成学部・特任教授

研究者番号：20019061

(2) 研究分担者

( )

研究者番号：

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：