

機関番号：32675

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2010

課題番号：19500765

研究課題名（和文）「ものづくり」を組み入れた小学校理科カリキュラムの研究

研究課題名（英文）The study of the science curriculum which I incorporated "making" in elementary school

研究代表者

左巻 健男（SAMAKI TAKEO）

法政大学・生命科学部・教授

研究者番号：30335319

研究成果の概要（和文）：小学校理科における「ものづくり」のテーマを 25 選ぶことができた。それらの「ものづくり」は理科の観察・実験とともに、技術的な要素を含んでいる。それらを実際にやって検討する「ものづくりワークショップ」を 2 回開催し、その成果を『RikaTan 理科の探検』誌に 2 回にわたって掲載した。

研究成果の概要（英文）：About "making" in the elementary school science, I was able to choose 25 themes. Those "making" includes an element of the science and a technical element. I held "workshop of making" twice and examined 25 themes. A magazine announced the result in "RikaTan-the exploration of the science" twice.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008 年度	700,000	210,000	910,000
2009 年度	600,000	180,000	780,000
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
総計	3,330,000	990,000	4,290,000

研究分野：理科教育

科研費の分科・細目：教科教育学(A)

キーワード：小学校理科 ものづくり 理科カリキュラム

1. 研究開始当初の背景

小学校理科教育において、観察・実験とともに、技術的な要素をふくんだものづくり・工作が重要であるにもかかわらず、現在の教育課程では取り上げ方が希薄化している。せいぜい、学習指導要領小学校理科編で、“内容の「B 物質とエネルギー」の指導に当たっては、3 種類程度のものづくりを行うものとする。”（3 年）とあり、4～6 年では「2 種類程度」になっているという状況である。

現在の小学生が、与えられたものを消費していくという文化のなかで生活するようになり、自然離れが進行し、この中で、ナイフが使えない、はさみが使えない、ひもがうまく結べないなどの手の不器用さが問題にさ

れている。

皮肉なことに、かつて子どもたちが野外で大いに遊んでいたころの理科の教育課程では、理科工作は重視されていた。

私は、小学生時代、電信機やブザーを作ったことを覚えている。それは、当時の文部省学習指導要領理科では「電磁石を使った簡単な電信機やブザーなどを工夫して作ることができる」という内容があったからであると思われる。

それが、その後の改訂で理科工作やものづくりにかかわる内容が落とされていったり軽くなっていったのである。

ヒトは、直立二足歩行になることで、手が自由に動かせるようになり、手を直接使って、

または手で道具を作って自然にはたらきかけるなかで巧みな手とすぐれた知力を獲得した。したがって、子どもたちを人間として育てる理科教育では、自然・ものにはたらきかけ、頭と手が結合した人間になるように理科工作・ものづくりを行わなければならない。今日のような自然とかかわる体験、さまざまな遊び体験が不足している時代においては意識して取り組む必要がある。

2. 研究の目的

小学校理科で「ものづくり」を組み入れたカリキュラムの作成を行う。

3. 研究の方法

(1) 「ものづくり」テーマの選び出し

「風やゴムの力で動く物」「電気が通る物、通らない物」「磁石」「光の反射・収束」「燃烧」「溶解」「電磁石」などの単元で、理科の能力を育成するのに有効性のある「ものづくり」を選び出す。

(2) 情報収集

(1)の「ものづくり」について、方法や授業実践記録などの収集を行う。

(3) 検討のワークショップの開催

それぞれの「ものづくり」について、小学生の知識理解、技術的程度を考慮しながら、小学校教員を中心とした協力者のサポートも受けて実際にやってみて検討を行うワークショップを開催する。

(4) カリキュラムの作成

「ものづくり」を組み入れたカリキュラム案をいくつか作成する。

4. 研究成果

(1) 理科ものづくりの意義

今までの経験も踏まえて、今回の経験から理科ものづくりの意義を考えてみたい。

私は子どもの頃から落ち着きがなく、集中力が弱かった。それが理科教育を専門として、実験やものづくりなどを行うようになってだいぶ改善されてきたようだ。

教員になって2年目の頃、カルメ焼きを誰にもできるようにしようと何度も何度も挑戦していたことを思い出した。うまくいく方法を見いだすまで1年半かかった。温度計を用いて、砂糖液の温度をはかりながら火から下ろすタイミングを見る、という方法は、今では検定中学校理科教科書5社全部に載っている。

「ダイヤモンドは炭素の固まりだから簡単に燃える」と思ったのに、燃やすことができるまでに1年以上かかったことを思い出した。「探偵ナイトスクープ」というテレビ番組で、視聴者の小学生から「ダイヤモンドを炭のように燃やして、マツタケを焼いて食べたい」というリクエストに応じて、多量のダイヤモ

ンドを燃やしたこともあった。

理科ものづくりは、成功の見通しがあり、うまくいけば達成感があるものなら、ふだん落ち着きがなく、集中力が欠ける子どもであっても成功するまで何度も挑戦するものである。とくにクラスの誰かができれば、自分もできると挑戦する。あるいは、できたことによる自信が、精神の安定と積極性を生み出す。

そのものづくりを成功させるためのポイントには科学性がある場合が多い。まず、そこが理科にとって意味がある。

レーチェル・カーソンは晩年『センス・オブ・ワンダー』で「「知る」ことは「感じる」ことの半分も重要ではないと固く信じています。」と述べているが、生きた知識は、ゆたかな感情の支えがあり、頭だけではなく手やからだを存分に使う活動によって支えられると思う。

(2) 理科ものづくりの例

紙飛行機、竹とんぼづくりは、流体力学の理論を教えて飛ぶわけをはっきりさせるために行うのではない。では「理科ではない」ということになるのだろうか。「できるだけ遠くまで飛ぶものをつくろう」とか「できるだけ滞空時間が長いものをつくろう」などという呼びかけで作らせることで、目的どおりうまく飛ぶために経験的に工夫させていくことは、試行錯誤的に流体力学の世界を体験させていることになる。これは、理科教育の範囲にふくまれるであろう。

電気の世界では、小学校や中学校で扱っている内容の学問的バックは電磁気学というより電気工学である。こうした分野は、理科ものづくりを入れた授業が可能である。「どうしたら電球がつけられるか」「どうしたら電球をもっと明るくつけられるか」「どうしたら電球をもっとたくさんつけられるか」などの実践的な課題に取り組んでいくのである。

電磁気の世界では、小学校では、「強力な電磁石をつくろう」「ブザーをつくろう」「モーターをつくろう」などが考えられる。

光の学習では、ピンホールカメラやレンズカメラをつくらせる。コピー用紙（富士フイルム）をつかえば熱で現像・定着できる。

私がワークショップおよび月刊『RikaTa 理科の探検』誌で紹介した「ミニ熱気球」は、ゴミ袋を使った熱気球である。ゴミ袋にアルコールをしめらせた脱脂綿をぶら下げて、アルコールを燃やして袋内部の空気をあたためて膨張させて浮かべようというものである。空気を熱すると、膨張して、軽くなるのがわかる。組み立ててから上部を2人にもって貰い、脱脂綿に火をつけると、袋は

ふくらみむ。かなりふくらんだところで手を離すとゆっくりと上がっていく。

上で傾いたら、糸でコントロールする。しばらくして落ちてきたら、ぬれぞうきんで、未だ燃えている脱脂綿を挟んで回収する。

体育館など天井が高いところでやれば天井まで上がる。風が弱ければ屋外でもできる。

空気の膨張や、膨張すると軽くなるなることが実感できるものづくりであるが、安全上の留意点など注意すべき事が多い。ものづくりしても実験にしても安全は第一に考えるべき事である。

以上、いくつかの例をあげたが、これらの理科ものづくりに子どもたちは大いに燃えて取り組むものである。

その他、綿あめ器づくり、結晶づくり、原始火おこし、ガラス細工、スライムづくり、紙づくり、ソーラーパルーンづくりなど授業や課題研究などで行わせたい理科ものづくりはたくさんある。

(3) 今回の研究で選んだテーマ

小学校理科における「ものづくり」のテーマを25選ぶことができた。

アイスクャンデー、折り初め、ミョウバンの結晶、尿素の結晶、潜望鏡、お花炭、ミニモーター、豆電球・電子ブザーテスター、発泡スチロールカッター、ミニ熱気球、空気ロケット、風力発電機、サボニウス型風力カー、ソーラークッカー、砂糖の大結晶、アルミ針金とビー玉でやじるべえ、ビリビリ棒をつくらう！（回路の初歩）、ペットボトルを利用した風車と風力発電機づくり、ボルトが芯の電磁石づくり、お金が消える!?マジック貯金箱（鏡の反射）、ペットボトルでつくる握力計（水と空気の性質）、ゴムの力を実感できる「輪ゴムでぐいっと」づくり等である。

(4) ワークショップの開催

ワークショップを2回開催した。ワークショップでは、小学生が実際にやった場合の指導、関係の単元の中での位置づけ、有効性を討議した。

そのワークショップへの思い（協力者への呼びかけ）は次のようである。

「親や教員が不思議な事実・現象に感動する心を持っているならば、そして子どもたちにたのしくわかる実験・ものづくりをぶつけてやると感動するということを実感しているならば、ちょっと面倒でも実験・ものづくりをやってみたくなると思う。

大事なことは親や教員も子どもと一緒にになって“不思議なこと”に興味をもつことだ。好奇心はサイエンスのはじめの一步。

「なぜ?」「どうして?」といった目を向けて実験・ものづくりをしてみると、理科はぐっと身近なものになる。

そんな思いをもって、理科ものづくりワークショップを開いた。」

(5) 理科雑誌 (RikaTan 誌) で特集として掲載

ワークショップでの討議を踏まえて、その成果は、月刊誌『RikaTan 理科の探検』4巻2号の5～39頁(2010年2月号)及び5巻3号(2011年3月号)の「ものづくりワークショップ」特集として掲載された。

以下のテーマの執筆者は、すべてワークショップの参加者である。

【2010年2月号】

- ・「理科ものづくり」のすすめ 左巻 健男
- ・机の上で凍らせる「アイスクャンデー」づくり 横須賀 篤
- ・ムラサキキャベツで「折り染め遊び」 神原 優一
- ・神秘的「ミョウバンの結晶づくり」 横須賀 篤
- ・樹氷づくり「尿素の結晶」 青野 裕幸
- ・光の性質を利用する「潜望鏡」 富田 香
- ・手づくりアート「お花炭」 相馬 恵子
- ・挑戦! 「ミニモーターづくり」 田崎 真理子
- ・「マグくるりん」と「マグふりこ」 福武 剛
- ・電気の通るもの・通らないものを調べる「豆電球・電子ブザーテスター」 櫻井 昭三
- ・なめらかな断面が特徴「発泡スチロールカッター」 井上 貫之
- ・「電気の通り道」を楽しむ 竹本 信之
- ・あたたかいと回りだす「蛇と風車」 横須賀 篤
- ・「ミニ熱気球」をあげる 左巻 健男
- ・パイプカバーの「空気ロケット」 渡辺 信彦

- ・ペットボトルでつくる「風力発電機」 長戸 基
- ・どこから風が吹いても走る「サボニウス型風力カー」 橋本 頼仁
- ・パラボラアンテナ型の鏡「ソーラークッカー」 橋本 頼仁

【2011年3月号】

- ・理科ものづくりと理科教育 左巻 健男
- ・つくれます! 『砂糖の大結晶』 杉原 和男
- ・アルミ針金とビー玉でやじるべえ 青野 裕幸
- ・ビリビリ棒をつくらう! 薄 伸也
- ・ペットボトルを利用した風車と風力発電機づくり 横須賀 篤
- ・ボルトが芯の電磁石 福武 剛
- ・お金が消える!? マジック貯金箱 富田

香

- ・ペットボトルでつくる握力計 手嶋 静
- ・ゴムの力を実感できる「輪ゴムでぐいっと」をつくってみよう 田崎 真理子

これらのテーマは、小学校理科授業の中で行うと、学習した科学概念が、実感的に理解されると思われる。理科が学校の中に閉じているものではなく、日常生活にも深く関係していることを知るであろう。

頭だけで理解するより、ずっと有効性をもった理科教育になるとと思われる。

小学校理科の教育課程への位置づけは、小学校各学年で1時間ごとの授業展開の例を示した著作と関連させようと考えた。執筆者には、今回の協力者が多い。

ただし、今回選び出し、方法を工夫し、洗練させた25のものづくりについて、実際の授業にかけて、その評価をしていくことができなかった。個々の協力者の授業や実験教室での経験上としての適時性はワークショップで出されたが、客観的な評価は今後の課題である。

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3件)

- ① 左巻健男、「理科ものづくり」のすすめ、RikaTan 理科の探検、査読無、2010、Vol. 4、No. 2、pp. 5-6
- ② 左巻健男、「ミニ熱気球」をあげる、RikaTan 理科の探検、査読無、2010、Vol. 4、No. 2、pp. 30-31
- ③ 左巻健男、理科ものづくりと理科教育、RikaTan 理科の探検、査読無、2011、Vol. 5、No. 3、pp. 46-49

[図書] (計5件)

- ① 左巻健男 (編著) 他、東京書籍、やさしくわかる化学実験事典 2010、255
- ② 左巻健男・青野裕幸 (編著) 他、学習研究社、最新小3理科授業完全マニュアル、2009、161
- ③ 左巻健男・市村滋規 (編著) 他、学習研究社、最新小4理科授業完全マニュアル、2009、191
- ④ 左巻健男・薄伸也 (編著) 他、学習研究社、最新小5理科授業完全マニュアル、2009、199
- ⑤ 左巻健男・橋本頼仁 (編著) 他、学習研究社、最新小6理科授業完全マニュアル、2009、183

6. 研究組織

(1) 研究代表者

左巻 健男 (SAMAKI TAKEO)

法政大学・生命科学部・教授

研究者番号：30335319