

単元を通してものづくりを行い学習することの効果

—中学校第1学年「音」の学習を通して—

館 野 俊 之*
清 水 誠**

【 要 約 】

本研究は、単元を通して生徒がものづくりを行いながら課題を追究する学習の効果を明らかにすることを目的としている。授業は、中学校第1学年「音」の学習で単元を通してものづくりを行いながら学習を進める群（実験群）と教師が用意した教材を使って学習を進める群（統制群）を設定し実施した。その結果、単元を通してものづくりを行いながら進める学習は、1. 生徒に、より確かな科学概念を構成することができる。2. 学習内容に対する新たな疑問や発展的な疑問を多く見出すことができるといった点で有効であることが分かった。

I. 問題の所在

1999年にもものづくり基盤技術振興基本法が定められ、2000年には労働省職業能力開発局からもものづくり教育・学習に関する懇談会の中間まとめが出される等、ものづくりに対する社会的関心は年々高まってきている。小・中学校の理科学習においても、2002年から完全実施された新しい教育課程をみるとものづくりが重視されている¹⁾。理科学習においてもものづくりをすることは、児童生徒の学習意欲を高めたり、製作物の仕組みや働きを理解させるのに有効な方法であるとされてきた²⁾。2001年度に使われていた理科の教科書5社の「音」の学習をみると、ものづくりについて触れているのは東京書籍と大日本図書の2社のみであり、それも単元の動機づけや発展として扱われる程度で単元の学習の中に位置づけられていない。しかし、改訂された学習指導要領が完全実施となった2002年度から使用されている教科書をみると、東京書籍が「自作の楽器などでも調べてみよう」、学校図書が「音の出る楽器を作ってみよう」、啓林館が「モノコードや弦楽器、自作の楽器からどれか選んで調べてみよう」、教育出版が「モノコードは自作することもできる」と多くの教科書で楽器づくりが取り上げられるようになった。

しかしながら多くの実践家がものづくりの開発に取り

**埼玉大学教育学部

組んでいるのにもかかわらず、概念の形成や生徒の意識にどのような効果をもたらすことができるかについて調べた先行研究は少ない。わずかに、樽本・益子³⁾が小学校5年「おもりのはたらき」の学習で、法則を技術的応用事象へ適用させてからものづくりを行うと科学の有用性を感じ、発想力も高まるとしている。理科以外の教科に目を向けても、ものづくり学習の製作場面での思考活動の解析を試みた上田ら⁴⁾、学生自らが何らかのものをつくり、そこから得た結果を自分で表現する授業について検討した林ら⁵⁾、工業高等学校の科目「原動機」の授業に「羽根車」の製作を取り入れ、学習者の創意工夫を引き出すことを試みた三田⁶⁾の研究がみられる程度である。ものづくりを通して課題解決を図る中学校理科の授業研究があまり取り上げられていないことが分かる。

そこで、本研究では音の学習で音の出るおもちゃ（楽器）を生徒が自作しながら課題追究したときの学びに現れる効果を、教師が用意した教材を使って進める学習と比較しながら明らかにすることを目的とする。

II. 調査の方法

1. 調査対象、方法

(1) 調査対象

埼玉県内の公立中学校 1年生6学級（213人）

* 埼玉県春日部市立春日部中学校

(2) 調査時期

2001年11月2日～24日

2 調査内容

(1) 概念の調査

「音」の学習で構成すべき概念は、1. 音はものが振動することによって生じること、2. 音の大小は、振動の振幅に関係すること、3. 音の高低は、振動の振動数に関係することの3つであり、このことが指摘できるようになる必要がある。そこで、この3つの概念が学習を通して構成されたか質問紙により調査した。質問紙の問いは、1. 音が出るとき、物体はどうなっていますか、2. 大きい音と小さい音の違いは、どんなことだと思いますか、3. 高い音と低い音の違いは、どんなことだと思いますかの3つとした。同一の質問紙を使って、第1時の授業開始時、授業後、単元の終了時、学習終了1ヶ月後の4回調査を行った。

(2) 生徒の意識の調査

a 学習後の生徒の意識

「音」の学習を生徒は、どのように受け止めていたかを調べるため、質問紙により「楽しかったか」「興味を持てたか」「理解が深まったか」の3点について第5時の授業開始時に質問紙により調査した。

b 授業後に抱いた疑問

学習をすることで、生徒にどのような発展がみられるのかを調べるため、疑問に思ったことやもっと調べてみたいことがあるか、第5時の授業開始時に質問紙により調査した。

3 実験群と統制群の決定

「音」に関する授業実施前の概念調査及び音が出るおもちゃづくりの経験の有無の調査結果をもとに、できるだけ各群が等質となるように調査対象校の9学級の中から6学級を選び、実験群3学級(106人)、統制群3学級(107人)に分けた。

なお、このようにして分けた各群の生徒が学習前に正しい概念を構成していた割合は、音の発生についての質問では実験群66%、統制群68%、音の大小に関する質問では実験群、統制群ともに22%、音の高低に関する質問では実験群15%、統制群14%となっている。また、おもちゃづくりを経験したことのある生徒は、実験群53%、統制群57%となっている。

4 授業の概要

授業は、単元「音」(中学校学習指導要領第1分野(1)ア(ウ)の内容)を7時間扱いで行った。

第1時・第2時は、音の学習の導入として実験群・統制群ともに生徒は「音の出るおもちゃづくり」を行った。教師が指示したおもちゃをつくるのではなく、どのようなおもちゃをつくるかは生徒の発想に任せた。

第3時から第5時は、「音の正体は何だろう(音の発生)」、「音の大きさを決めるのは何だろう(音の大小)」

「音の高さを決めるものは何だろう(音の高低)」という3つの授業課題を3時間かけて進めた。実験群では、音の学習の導入でつくったおもちゃをもう一度作り直したり、改良したり、仲間のおもちゃを参考にしたりしながらおもちゃづくりを継続して課題追究を行った。授業時間内に、どのような活動に取り組むかについては、生徒の考えに委ねた。音の出るおもちゃを製作し改良していく方向には、1. うまく音が出ないことを改良し、色々な音階や音の大小を変えようとおもちゃの性能を質的に向上させようとしたもの、2. 別のおもちゃを製作し、色々な音を出すといった2通りの方向がみられた。また、生徒が製作したおもちゃは、たたくと音が出る打楽器、輪ゴムを使ったギターのように弾くと音が出る弦楽器、空き缶を使った笛のように吹くと音が出る管楽器の3つに分類できた。教師は、おもちゃづくりの進行状況に応じて個々への支援を適宜行った。授業のまとめでは、課題を自分なりに解決した生徒のおもちゃを全体に紹介し、まとめとした。統制群では、教師が用意した教材を活用し、3つの課題の追究(音の発生ではステンレス製のボールに水を入れ音を出す実験、音の大小ではギターの弦をはじく実験、音の高低では回転している自転車の後輪に紙をあてる実験)を行った。生徒は、用意された実験を行いながら、各課題ごとに実験群と同じく3時間かけて学習を進めた。なお、統制群でも教師が用意した教材を活用しながら生徒が主体的に問題解決するよう配慮した。

第6時は、実験群・統制群ともに教師の指導により「音の速さを調べよう」という課題に取り組んだ。その後、第7時に実験群・統制群ともに音の学習のまとめを教師が中心になって進めた。

Ⅲ 結果及び考察

1 概念の構成

(1) 音の発生

生徒が音の発生は、ものが振動することによって生じるということを捉えることができたか、第1時の授業開始時(学習前)、第5時の授業終了時(授業後)、単元の終了時(学習後)、単元終了1ヶ月後(1ヶ月後)に質問紙により調査した結果が図1である。なお、質問紙に「振動」「ふるえ」といった内容が記述されていたとき、音の発生する理由が捉えられたとした。

音の発生する理由については、学習前に既に7割近くの生徒が振動することによって生じると記述できていることが分かる。学習の進行とともに、音はものが振動す

ることによって生じると記述できた生徒の数は増加し、単元の終了時にはほとんどの生徒が記述できていることが分かる。単元終了1ヶ月後も、ほぼ全員が単元の終了

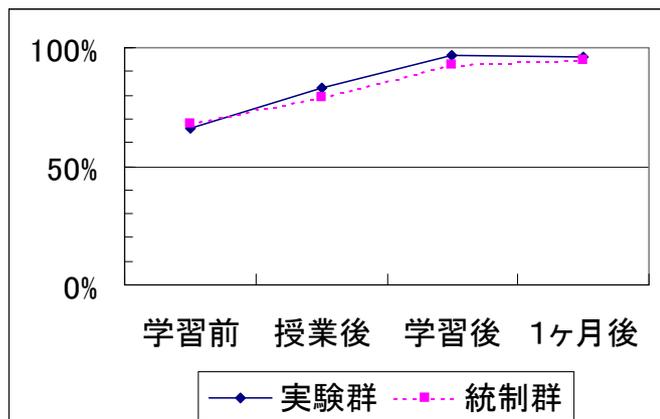


図1 概念構成の推移 (音の発生)

時の状態を維持している。実験群・統制群の間に、結果に顕著な違いはみられない。

(2) 音の大小

音の大小は振動の振幅に関係することを、生徒が捉えることができたかどうかについて、第1時の授業開始時、第5時の授業終了時、単元の終了時、単元終了1ヶ月後に質問紙により調査した結果が図2である。なお、質問紙に「ふるえの大きさ」「振動の幅」といった内容が記述されていたとき、音の大小が生じる理由を捉えたとした。

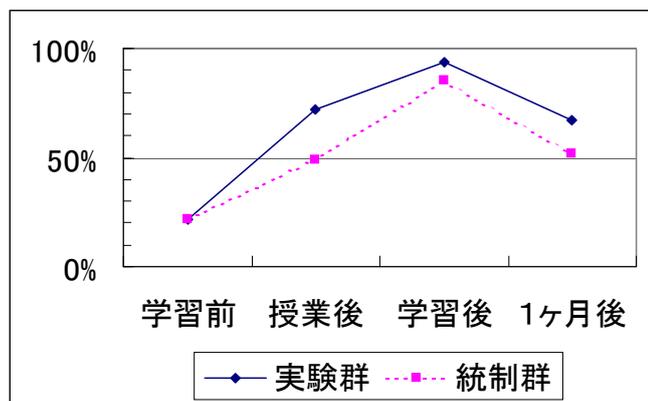


図2 概念構成の推移 (音の大小)

音の大小が生じる理由が振動の振幅に関係することでと記述できた生徒の数は、単元の終了時までは学習の進行とともに増加し、単元終了1ヶ月後になると両群ともに減少することが分かる。しかし、単元終了1ヶ月後では、振動の振幅に関係すると記述できた生徒は実験群が67% (71人)と統制群の52% (56人)に比べ多かった。なお、2群間で記述できた生徒とできなかった生徒の割合を2×2の直接確率計算を行った結果5%水準で有意な差が見られた

準で有意な差が見られた (両側検定: $p=0.0362$)。

(3) 音の高低

生徒が音の高低は、振動の振動数に関係することを捉

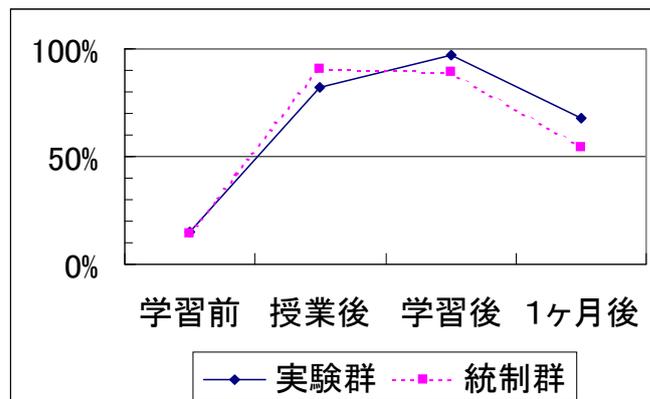


図3 概念構成の推移 (音の高低)

えることができたか、第1時の授業開始時、第5時の授業終了時、単元の終了時、単元終了1ヶ月後に質問紙により調査した結果が図3である。なお、「振動する速さ」「振動する回数」といった内容が記述されていたとき、音の高低の概念が構成されているとした。

音の高低が生じる理由が振動の振動数に関係することであることを記述できた生徒の数は、第1時の授業開始時では実験群15%、統制群14%とともに少なかった。そのため、単元の終了時までには、学習の進行とともに、振動の振動数に関係することを記述できた生徒の数が急激に増加していることが分かる。また、音の大小と同様に単元終了1ヶ月後になると両群ともに振動の振動数に関係することを記述できた生徒が減少していることが分かる。しかし、単元終了1ヶ月後では振動の振動数に関係すると記述できた生徒は実験群が68% (72人)と統制群の54% (58人)に比べ多かった。なお、2群間で記述できた生徒とできなかった生徒の割合を2×2の直接確率計算を行った結果5%水準で有意な差が見られた (両側検定: $p=0.0492$)。

(4) 全体的な傾向

実験群・統制群ともに学習の進行に伴い、本単元の学習目標とする音に関する3つの概念のいずれもを構成した生徒の割合が増加していることが分かる。また、単元の学習のまとめで教師から補足説明が行われた時点 (単元の終了時) で、学習目標とする概念を構成した生徒の割合は最高の値となっていることが分かる。

しかし、単元の学習が終了し1ヶ月経過すると音の大小と音の高低に関しては構成した概念を保持している生徒の割合が急激に減少していることが分かる。これは、学習前に持っていなかった概念を教師による補足説明により一時的に獲得したものの十分に概念が構成されてい

なかったため、時間がたつと忘れ去られてしまったためと考える。

さらに、実験群と統制群を比較すると、音の大小や音の高低では単元終了1ヶ月後に正しく記述できた生徒の割合が減少するものの、実験群は統制群に比べ減少する割合がいずれも小さいことが分かる。この結果から、単元を通して生徒がものづくりをしながら課題解決を行うほうが、構成した概念が長期にわたって定着するのに有効であるといえる。課題を生徒が、より主体的に自分の方法で解決していくことで、構成された概念がより強固なものとなったため、こうした違いとして現れたのではないかと推測される。なお、音の発生では、実験群・統制群ともに差がみられなかった原因としては、学習前から既に多くの生徒が概念を構成していたためと考える。

2 生徒の意識

(1) 学習終了後の生徒の意識

「音」の学習を、生徒がどのように受け止めていたか第5時の授業終了時に「音が出るおもちゃづくりは楽しかったですか。音の学習を通して音に興味を持ちましたか。音についての理解が深まりましたか」と質問紙により調査した結果が図4である。

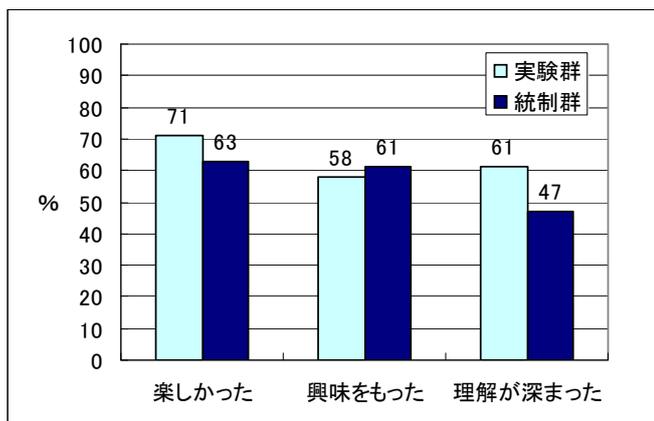


図4 学習後の生徒の意識

「音が出るおもちゃづくりは楽しかったか」という質問に対しては、実験群(71%)、統制群(63%)ともに楽しかったと受け止めていることが分かる(統計的に有意な差はみられない)。おもちゃづくりをした実施時間数に関わらず、生徒はおもちゃづくりを取り入れた授業を好意的に受け止めていることが分かる。「音に興味を持ったか」という質問に対しても、実験群・統制群ともに約6割の生徒が興味を持ったとしている。

「音についての理解が深まったか」という質問に対しては、実験群(61%)のほうが統制群(47%)に比べ理解が深まったと考えている生徒が多いことが分かる($p < .05$ で有意差あり)。教師が用意した教材を通して

問題を解決していくことよりも、ものづくりを通して自分なりに問題を解決していくことで、生徒自身に理解が深まったと意識させたものと考えられる。

また、実験群に対しこれからも、ものづくりを取り入れてほしいかという質問(選択肢は、かなりそう思う、そう思う、どちらでもない、そう思わない、絶対そう思わない)に対しては、かなりそう思う、そう思うと答えた生徒の数を合わせると74%がものづくりを取り入れてほしいとしており、ものづくりを取り入れた学習を肯定的に生徒が捉えていることが分かった。

(2) 授業後に抱いた疑問

第5時の授業終了時に、「音について3つの課題を調べましたが、学習をすることで何か疑問を持ったことはありますか。あったら書いてください」と質問紙により調査をしたところ、図5のようになった。

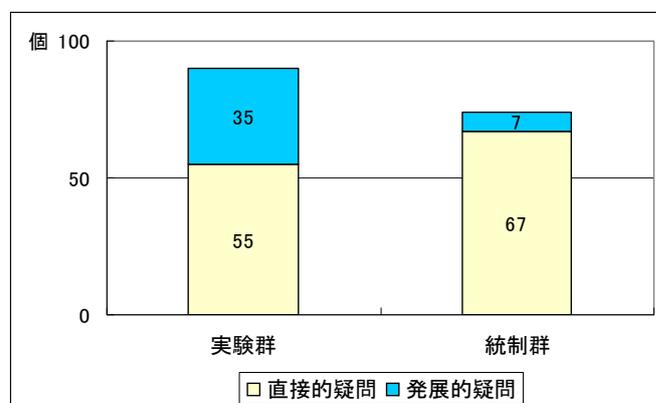


図5 授業後に抱いた疑問

なお、生徒の記述はその書かれた内容から2つに大別している。図5の中の「発展的疑問」とは、表1に例を示したように、授業で扱った内容をさらに発展させた疑問の記述である。また、「直接的疑問」とは、「長さを変えるとなぜ音の高さが変わるのか」、「私のおもちゃは、どうやったらもっと大きな音が出るのか」といった授業で扱った内容に関わる直接的な疑問の記述である。

全記述数を比べると、実験群が90個、統制群が74個と実験群のほうが疑問を多く記述していた。また、発展

表1 発展的な疑問の記述例

- ・音は、どのようにして空気中を伝わっていくのか。
- ・空気が変わったら出る音も変わるのか。
- ・音はどのところが伝わりやすく、どのところが伝わりにくいのか。
- ・声は、どこどこが振動して出るのか。
- ・音は、人間の耳にどのように伝わっていくのか。

的な疑問の記述数は、実験群が 35 個あったのに対し統制群は 7 個と大きな違いがみられた。

この結果から、実験群のほうが統制群に比べて学習を通してより多くの疑問が生まれること、発展的な疑問を多く持つようになることが分かる。おもちゃづくりを単元を通して行うことは、学習した内容を、授業という枠組みを越え、より幅広く、発展的に考えていくことができるといえよう。

IV まとめと今後の課題

単元を通してものづくり(本研究ではおもちゃづくり)を行い学習することの効果について検証したところ、以下のことが明らかになった。

1. 学習後、音の大小や高低が生じる理由を正しく述べることができた生徒の割合はいずれの群においても減少するが、単元を通してものづくりをした群のほうが教師が用意した教材をもとに課題を解決する群に比べて減少する割合が少ない。ものづくりを通して問題解決することは、より確かに生徒の中に概念を構成させるために有効な方法であるといえる。このことは、単元を通してものづくりをした群のほうが、教師が用意した教材を活用して課題を解決をした群よりも理解が深まったと捉えている生徒が多いという結果からも伺うことができる。
2. 単元にある内容を、ものづくりを通して課題を解決していく学習は、教師が用意した教材を通して学習させるよりも、生徒は学習した内容に対してより多くの疑問を持つようになる。また、学習内容を発展させた疑問をより多く持つようになる。こうしたことから、単元を通してものづくりを導入することは、学習内容に対して新たな疑問を持ち、学習内容を発展させる課題を発見していくといった、生徒自身による新たな学びの創造につながるという点で有効な方法であるといえる。

しかしながら、本研究では授業実践の結果、質問紙に表れた実験群・統制群の概念の構成の違いと生徒の意識の違いを量的に比較するという手法を主に用いている。したがって、ものづくり(おもちゃづくり)の過程を通して生徒個々の中にどのようなアイデアが生み出され課題の解決が図られたのか、仲間とはどう関わっていたのかといったことは明らかにできていない。また、生徒が製作したおもちゃの違いにより概念構成や構成された概念の保持に差が生じていることも考えられる。さらに、楽しかった、興味を持った理解が深まったとするが個々の生徒の意識を事例面接などの手法を用いて分析してはいない。今後の課題としたい。

謝辞

埼玉県春日部市立春日部中学校前校長 植竹英生先生、同校の先生方や生徒諸君に多大なるご協力をいただきました。深く感謝申し上げます。

註・引用文献

- 1) 1999 年に示された小学校学習指導要領解説理科編(文部省)では、児童の知的好奇心を高め、実感を伴う理解を図るため、各学年の「物質とエネルギー」の指導に当たっては、ものづくりを行うことを充実したとしている。また、1999 年に示された中学校学習指導要領解説理科編(文部省)でも、簡単なものづくりを取り入れるなどして生徒の興味・関心を高めることに留意するという記述をみることができる。
文部省：「小学校学習指導要領解説理科編」,p.8, 1999, 東洋館出版社。
文部省：「中学校学習指導要領解説理科編」,p.22, 1999, 大日本図書。
- 2) 武村重和,秋山幹雄編：「理科重要用語 300 の基礎知識」,p.129, 2000, 明治図書。
- 3) 樽本導和・益子典文：「自然法則の技術的応用を取り入れた「ものづくり」活動を基盤とする理科単元開発ー工作的目標に基づく 3 フェイズ融合活動の効果と単元設計への適用ー」, 日本科学教育学会年会論文集, Vol.25, pp.475-476, 2001.
- 4) 上田邦夫・谷田親彦：「ものづくり学習の製作場面における生徒の思考活動の構造解析」, 科学教育研究, Vol.25(2), pp.102-107, 2001.
- 5) 林孝広・竹俣一也・直江伸至・堀岡雅清：「モノ作り体験学習と視覚体験学習を取り入れた授業法の検討」, 科学教育研究, Vol.22(2), pp.78-85, 1998.
- 6) 三田純義：「機械工業教育における“ものづくり”で学習者の創意・工夫を引き出す一斉学習指導の試みー羽根車の設計・製作・性能試験の導入による指導の改善ー」, 科学教育研究, Vol.24(1), pp.58-66, 2000.

SUMMARY

The Learning Effects of "Products Creation" Method in a Lesson Unit :
Teaching Sounds in the First Grade of Lower Secondary School

Kasukabe Lower Secondary School

Toshiyuki TATENO

Faculty of Education , Saitama University

Makoto SHIMIZU

The purpose of this research is to examine the learning effects of the "products creations" method through teaching sounds to first graders of a lower secondary school. In order to test these effects, we compared an experimental group's lessons using the "products creations" metho and a control group's lesson using materials prepared by the teacher. As a result, it was found that "the products creations" method produced the following two effects: 1) students could construct scientific concepts more accurately, and 2) students discovered many new problems to be solved.