

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24年 6月 1日現在

機関番号：31304

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2011

課題番号：20530603

研究課題名（和文） 小学校理科における単元理解に寄与する「ものづくり活動」の条件

研究課題名（英文） Conditions of “Monozukuri” Activities for Encouraging Children to understand learning units in Elementary School Science

研究代表者

白井 秀明 (SHIRAI HIDEAKI)

東北福祉大学・子ども科学部・准教授

研究者番号：50281291

研究成果の概要（和文）：小学校理科の授業における「ものづくり」活動が単元学習の理解を促進する条件として、作成する物・作業そして操作活動全てを可能な限り単純化し学習する法則性を顕在化させ、電流計等によって視覚化された電流の大きさとはたらきの関連性を明確化する必要がある。現場へ調査からは、小学校教員は、「ものづくり」をおまけやつけたしではなく、子どもの疑問や興味関心を引き出す効果があると考える一方、時間が無くキット教材を使わざるを得ない現状におかれている。

研究成果の概要（英文）：We found the following conditions of “Monozukuri” activities were important to encourage children to understand learning units in elementary school science. 1) We need to simplify the whole “Monozukuri” activities to expose the relation of the rule expected to learn by children. 2) We need to use an ammeter to get clear about the relation between degree of electric current and magnetic force in every case.

Teachers of actual elementary schools regard “Monozukuri” not as sideshows but as activities in order to encourage children to understand learning units. On the other hand, teachers, who have a lot of school business, cannot choose but buy kit materials for children of their own science classes.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・教育心理学

キーワード：教授法、ものづくり、小学校理科、単元理解、単純化、法則性

1. 研究開始当初の背景

近年、「ものづくり」に関連する種々の製作活動に子ども、学生、社会人、高齢者など

多様な人々が参画している。これらの活動はおおむね好評で、参加者が楽しみながら製作に取りくんだとする報告が目立つ。学校教育

においても、地域の人々を取り込んだ「ものづくり」教室を企画し、教員が外部の同種企画に参加するなど「ものづくり活動」は浸透してきている。活動がもたらす効果に関する研究報告もなされている。例えば、製作活動講座を受講した現場教員が、小学生に及ぼす教育効果（道具使用の習熟、素材特性への気づき、効力感を高める）の見積もりをより高く評価するようになった（伏見ら、2005）り、教職を志す大学生が、種々の製作活動実習を含めた授業を高く評価した（伏見、2006）り、子どもの製作活動全般についてより肯定的に捉えるようになった（立木ら、2004）りしたという報告がある。「ものづくり」活動は参加者の興味や関心を引き出す上で、教師および教師予備軍にとって魅力的なものに映るということができる。

2. 研究の目的

研究の背景にあるように、学校教育の内外に「ものづくり」活動が浸透してきている。小学校理科の新しい学習指導要領においても、どの学年の内容の取扱についても「ものづくり」活動を積極的に取り入れる方針が打ち出され、知識を「つめこむ」ことから知識内容の活用性へ重点をシフトさせる方向にあると考えられる。

ところが、これまでの「ものづくり」実践の効果については、興味や関心などといった抽象度の高いレベルで議論検討されてきているだけで、学校教育における学習単元内容の知識の活用という形で「ものづくり」活動の効果を実証した研究はほとんどみられない。学校教育の授業として行われる「ものづくり」活動を評価する際には、当該教科ないし単元内容の理解と切り離さずに論じる必要があると考えられる。

そこで、本研究では、これらの「ものづくり」活動と教育目標たる学習内容に関する知識獲得の様相との関連を実践的に追求し、「ものづくり」活動が関連単元の学習促進のために必要な条件を検討することにより、「知識内容の活用性」をめぐる諸条件についての知見を得たい。

また、あわせて現場の小学校教員を対象に、「ものづくり」活動についての実施状況や意識について調査を行い、学習者の単元学習内容理解につなげるために、授業の中で教師が「ものづくり」活動行う方法について検討することとする。

3. 研究の方法

大きく2通りの研究を行う。一方は授業研

究である。研究代表者が非常勤講師として行っている私立小学校5～6年理科を対象に実験授業を行う。また、研究分担者が対象単元の実験授業を短期間で集中的に複数の小学校で行った。こうした一連の授業について、その計画の立案、実施、結果の分析（授業記録や事前・事後テスト結果の比較や授業後の感想をデータとして）と評価とを行いながら、単元学習内容の理解を促進する「ものづくり活動」の条件を探り出したい。

もう一方は、小学校理科のものづくり活動に関する実施状況調査である。宮城県内を中心に197の小学校に調査用紙を郵送した。理科専科や得意な教師に回答者が偏らないように配布に配慮をお願いしたうえで回答をお願いし、回答済み用紙を返送してもらった。①理科の各単元において、実際にどの単元でどのようなものづくりを行った経験があるのか、②セットものや教科書の付録の利用状況、③（単元内での）導入時期、④導入理由（興味・関心、学習内容活用、子どもが好きだから、子どもから疑問を引き出すため、息抜き）、⑤ものづくりの効果についての考え（自由記述）、⑥ものづくりの種類数が学習指導要領で増加したことに対する考え（時間がなく確保することが難しい、理科には詳しくなくさらに困ることになる、教材屋から適当なものを購入して指定の数以上を取り入れたい、自分で参考書などをみながら自作のものを使って指定の数以上を取り入れたい）、⑦理科について（理科が好きか、理科が得意か、理科授業に力を入れているか）等の項目について調査をした。

4. 研究成果

平成20年度には2つの実験授業（小6年の「電流のはたらき」）を行い次のような成果を得た。

1) 「ものづくり」として何をつくるかによって必要な当該単元内と単元外の知識の相対的な割合（「単元完結性」）が異なると考えられ、その割合の高い「ものづくり」活動の方が活動過程における単元学習内容の知識の活用度が相対的に高くなり、単元学習内容の理解をより促進すると予想された。そこで「単元完結性」の異なる2種のものづくり活動（モーターづくりとスピーカーづくり）の配列を変更することによって、その予想が確かめられた。その結果、各々の「ものづくり」活動に密接な範囲については、単元完結性の高い方が肯定的な理解促進がわずかに得られたのみであった。ものづくり活動そのものの性質による効果を検討するだけではなく、

単元内容との関連を授業内にどのようにつけるかという検討が必要だと考えられた。(白井、他 2008) (荒井、他 2008)

平成 21 年度では、研究代表者が 5 年理科で実験授業を行い、次のような成果を得た。2) すぐれた「ものづくり」活動は、それ自体で学習すべき内容を内包しているはずであって、「ものづくり」を“おまけ”や“つけたし”にとらえず、むしろ中心にすえて単元学習の進展を測ることを目指すべきであると考えられる。そこで、そうした意図のもとに計画された授業の効果が検討された。具体的なものづくり活動としては、①コイル船をつくる ②コイルモーターをつくる ③電磁石をつくる ④スピーカをつくる ⑤コイルで発電をする などである。その結果、とりあげた「ものづくり」は学習者全員が夢中になって完成し、つくったもので「電流と磁力の不思議な関係」を楽しむ様子が見られた。また、事後テストでは、コイルの極性や磁力を増減する要因など単元内容の再生的な理解の促進が見られた。そこで、再生的な理解の十分なされた学習者とそうでない学習者にわけて、他の理解との関連を見た。通電性や電流と仕事の関係の理解には差が見られず、電気製品使用時の電流の有無や電気製品中の磁石の有無を問う課題には、高理解者の方が好成績であった。ものづくりを単元学習の中心に据える授業の一定の効果があつたと考えられる。(白井、他 2009) (白井 2009)

3) 研究分担者は、5 年理科の「電流が生み出す力」や 6 年理科の「電流のはたらき」といった電流関連単元を中心に、8 小学校にて集中的 (2 から 4 コマ) に授業を行い、次のような成果を得た。

一連の授業実践からあげられた成果として、①電流単元における実験や「ものづくり」の中で検流計や電流計を回路に入れ「電流の大きさ」に注目させることによって、発熱、発光、そして磁場を生むといった電流のはたらきについての理解を深める効果があつたこと ②ものづくり活動の中で電流の大きさをコントロールする手段として、乾電池の数を増減させると回路に流れる電流は電池の個数分だけ増加せず電流量が減少してしまうデメリットがあること、そしてそのデメリットを解消するために電源装置を使って電流を一定にした上で電流のはたらきの大きさを比較することによって、定量的な理解をわかりやすく深められるというメリットがうまれるとなどが報告された。(小石川 2009)

平成 22 年度では、研究代表者が実験授業を行い次の成果を得た。

4) 研究代表者が実施した実験授業では、「電流が大きくなるとそのはたらきも大きくなる」という基本的な法則的知識の理解を促進するために、「導線で作らせたコイル」と「磁石」を単純に組み合わせて行うものづくりによって「コイルに流れる電流のはたらき」に直接注目させることが意図された一連の「ものづくり活動 (「コイルを動かす」「磁石を動かす」「発電する」など)」を組み入れた授業を行った。子どもたちはこうした一連の実験を楽しんでいた (例えば、コイルと磁石の距離角度の調節を楽しむなど。むき出しにしたコイルを使った単純な実験の体験や検流計と豆電球で電流の有無を視覚化したことが「電流が磁力を生む」ということにつながつたと考えられる。

5) 研究分担者が複数小学校で集中的に実施した実験授業では、検流計や電流計を回路に入れると「電流の大きさ」に注目させやすい効果があること、電源装置を使って電流を一定にした上で電流の働きの大きさを比較することによって、定量的な理解をわかりやすく深められることなどが見いだされた。なお、乾電池の数が増すと豆電球の光が明るくなるという事実が、電流の大きさが増すと光るといった電流のはたらきが大きくなるという法則的知識になっていない子どもたちが数多くいるということが見いだされた。このように、現象の「具体的イメージ (見かけ)」にとらわれて個別的知識から法則的知識への組みかえが難しいということからも、実験やものづくりで単元内容の本質的な理解と意識的に結びつけるように授業を計画する必要性が確認された (小石川 2010)。

6) 小学校現場の教員に対する理科授業で行っている「ものづくり」活動に関する調査からは、大きく次の 4 点がわかった。

①回答者の 88.3%が「ものづくり活動」の経験があるとした通り、平成 10 年度の学習指導要領改訂以来うたわれてきた「ものづくり活動」は理科授業に定着してきたといえる。とりわけ 3 年生では「じしゃくにつけよう」「明かりをつけよう」といった単元で実施率が高く、両者の内容を併せてものづくりを行わせるなどの工夫を行う教師も見られた。これらのものづくり活動を通じ、意欲の向上や学習内容の活用が図れることが、この活動を取り入れる大きな理由であるといえる。

②少数ではあるが教師によってはユニークなものづくりを取り入れていることがうか

がえた。ただし、殆どの教師によるものづくり活動は教材キット（セットもの）を利用したものであり、一部の「理科好き」教師を除けば、自らの材料を用意して製作物を自作するといったことはあまり見られなかった。この理由として時間や精神的余裕の不足を挙げる回答が目立った。

③単元内のものづくり活動の実施タイミングはばらついており、当初危惧したように学習内容との関連なしにもものづくりを行うといったケースが多いわけではないと言える。むしろ、学習内容とものづくりの内容との関連に苦勞するといった記述も見られたことから、ものづくり活動に当たり、学習内容をどう活用していくか（あるいはどうつなげていくか）、という意識をもつ教師が多いことが推測される。

④6年「電流のはたらき」単元でもものづくり活動を行った教師のうち、88%が教材キットを利用し、85%以上が単元学習の中盤までに作らせていた。製作物を利用しながら単元学習を進めていく様子うかがえる。一方、4割弱の教師は、単元学習の終盤にもものづくり活動を実施していた。これらは比較的理科好きの教師に多かった。また、ものづくり活動を「息抜き」とみる意識はほとんどなく、学習内容の活用や関連としてもものづくりを行わせるという位置づけを考える傾向があるようだった。

④平成20年告示の学習指導要領で示されたものづくり活動のさらなる増加については、理科好きでない教師がより対応に苦慮していることが問題となった。他の単元でのものづくり活動について検討することが今後の課題となる。

以上の一連の実験授業や調査の成果をまとめると、単元学習内容の理解を促進する「ものづくり活動」の条件としては、

①作成するもの、作業、そして操作活動全てを可能な限り単純化することによって、単元内で学習対象となる概念がもつ法則性（電流と磁力の関係性）を顕在化させる（剥き出させる）。

②電池の数を増やすことによる電圧の低下という弊害を防ぐため（電流の大きさだけをコントロールできる）電源装置を使う、あるいは電流計を作成したものの回路に入れて電流の大きさを視覚化することによって、電流の大きさとのはたらき（電流が磁力を生む、電流大なら磁力も大）の関連性を明確化する。ということが重要だと考えられる。

現場教員が忙しさのために子どもたちに

与えざるを得ないキット教材を使った「ものづくり活動」では、何か「完成されたもの（例えば、自動車、ロボットなど）」をつくるのが目的になり、見かけのかわやかさやかわいらしさなどに子どもが注目し、かつ、肝心の学習内容の法則性・関連性がむき出しになっていないため、子どもが注目しにくい。つくるものの構造が単純であればあるほど、それが持つ法則性は子どもたちの注目を得やすいことになる。しかも、つくったものを操作して「回す」「動かす」「くっつける」「はなす」などの動きを楽しむ活動の中でも、電流と磁力の「関係性」「法則性」が注目しやすくなることになろう。「ものづくり活動」のもつ「法則性ドミナンス（学習内容の法則性を晒す程度）」を高める工夫が、単元内容理解の促進にとって重要になると考える。

ただし、この工夫の有効性は「電流とのはたらき（磁力）」の2者の関係性・法則性の理解という観点だけから授業の効果を考察した場合である。小学校の電流関連単元には、例えば「回路になると電流が流れる」「断線すれば電流は流れない」「電流が流れたときにだけ仕事（光る、熱をだす、磁力を生む）」「仕事をしている（光っている、熱をだしている、磁力が生じている）なら電流が流れている」などの他の目標（学習内容）も含まれている。これらの小学校電流関連単元全般にわたって学習を期待される内容の理解が、各実験授業後のテスト課題の比較によって、本研究の一連の実験授業によって促進されたわけではないということもわかった。（荒井2010）上であげた他の目標を学習者に理解してもらうには、適切属性への注目とその要因化、さらに適用範囲の拡張を伴う法則理解が必要であるが、それらが一連の授業では不十分のままに残されてしまったという傍証となる。教科書などでものづくり活動を「つけたし」にする理由はそこにあるが、「ものづくり活動」を子どもにさせたから、すぐにそうした適切属性への注目や要因化、法則の適用範囲の拡大化ができるようになるわけではないことになる。

しかし、すぐに今回実施した一連の授業で見つかった「ものづくり活動」の促進条件を捨て去るのではなく、上に示した内容の抽出をより丁寧に行なう授業により、一定の効果が得られる可能性はある。例えば「ものづくり活動」中に必ず電流や磁場の測定を伴わせ、内容の「まとめ」的活動をするなどである。促進条件としてあげた②をさらに取り入れていくことの重要性がここにある。このようなプランの改訂を重ねた場合の学習効果を

確認することが今後の課題となる。

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)

[学会発表] (計8件)

①荒井龍弥、白井秀明、小学生理科の「ものづくり」活動を中心とした授業プランの作成とその効果、日本教育心理学会第52回総会論文集、2010、pp. 504

②小石川秀一、理科支援特別授業をしてみた現場の課題と授業の構成への課題ー小学校5年・6年の電流のはたらき(電磁石)の授業からー、日本教授学習心理学会大6回年会予稿集、2010、pp. 36-37

③荒井龍弥、白井秀明、小石川秀一、理科ものづくり活動に対する小学校教諭の態度と実践状況(2)、日本教授学習心理学会第6回年会予稿集、2010、pp. 26-27

④白井秀明、荒井龍弥、小石川秀一、理科ものづくり活動に対する小学校教諭の態度と実践状況(1)、日本教授学習心理学会第6回年会予稿集、2010、pp. 24-25

⑤白井秀明 電流のはたらき(小6) 極地方式研究会3月学習会レジメ 2009 pp. 1-6

⑥白井秀明、荒井龍弥、小石川秀一、ものづくり活動を単元学習の中心にした授業の効果～小学6年理科「電流のはたらき」単元を対象に～ 日本教授学習心理学会第5回年会予稿集、2009、pp. 54-55

⑦荒井龍弥、白井秀明、小学生のものづくり活動が単元学習に及ぼす効果(2)、日本教授学習心理学会第4回年会予稿集、2008、pp. 30-31

⑧白井秀明、荒井龍弥、小学生のものづくり活動が単元学習に及ぼす効果(1)、日本教授学習心理学会第4回年会予稿集、2008、pp. 28-29

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

白井 秀明 (SHIRAI HIDEAKI)
東北福祉大学・子ども科学部・准教授
研究者番号：50281291

(2) 研究分担者

荒井 龍弥 (ARAI TATSUYA)
仙台大学・体育学部・教授
研究者番号：60254819
小石川 秀一 (KOISHIKAWA SYUUIICHI)
東北福祉大学・子ども科学部・教授
研究者番号：70458199

(3) 連携研究者

宇野 忍 (UNO SHINOBU)
仙台白百合女子大学・人間学部・教授
研究者番号：30004120
工藤 与志文 (KUDOU YOSHIFUMI)
東北大学大学院・教育学研究科・教授
研究者番号：20231293
斉藤 裕 (SAITOU YUTAKA)
新潟県立大学・人間生活学部・教授
研究者番号：90215567
佐藤 淳 (SATOU JUN)
北海学園大学・経営学部・教授
研究者番号：60265056