

生活や授業とのつながりを大切にした中学理科授業の実践研究

宮下 治* 加藤 寛之**

*教職実践講座

**愛知県西尾市立吉良中学校

Practice Study of the Junior High School Science Class that Valued the Connection with Life and the Class

Osamu MIYASHITA* and Hiroyuki KATOU**

*Graduate School of Practitioners in Education, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

**Kira Junior High School, Nishio 444-0525, Japan

要 約

学ぶ有用感をもたせるためには、学んだことが生かされる場面が必要である。それには、授業が単発でなく、授業と生活とのつながり、授業とこれまでに学んだ授業とのつながりを明確にして単元を構成していくことが必要である。そこで、本研究では、単元の導入で生活とつながりのある体験をさせ、認知的な葛藤を呼び起こし、単元を貫くような「課題」を作らせるために、現行の中学校理科教科書の内容項目を入れ替えた「研究実践プラン」を作成した。また、このプランによる学習指導方法により、「電流と磁界」、「運動とエネルギー」の単元において実践し、生徒たちが生活やこれまでに学んだ授業とのつながりを大切にし、学ぶ有用感をもてるようなることを検証した。

Keywords：中学校、生活、理科授業、実践研究、学びの有用感

1 問題の所在

(1) 日本の中学生の理科の学力

国立教育政策研究所(2013)は、PISA(2012)調査において「科学的リテラシーの平均得点は、(略)日本は547点であり、4番目に高い。日本の2012年の平均得点は、科学的リテラシーの比較が可能な2006年以降のいずれの調査との比較においても7～15点高く、2006年との比較において統計的な有意差がある。」としている。TIMSS(2011)においても同様に、前回2007を上回る平均点が得られている。こうした結果からも平成20年度版学習指導要領の改訂が効果を上げているとも考えることができる。

しかし、一方でTIMSS(2011)の中で行われた意識調査では、「理科が楽しい」と答えた日本の中学生は国際平均を下回り、特に「理科、数学を使うことが含まれる職業に就きたい」と答えた生徒は20%(国際平均50%)と極めて低くなっている(国立教育政策研究所, 2012a)。

現行中学校学習指導要領が全面実施された平成24年

度、はじめて理科で全国学力状況調査が実施された。その結果、他教科に比べて顕著であったのが、理科に対する興味・関心が、中学に入ると急激に落ち込むということである。特に「理科の勉強は大切だと思う」と回答した生徒の割合(約69%)が、国語(約90%)・数学(約82%)と比べて低くなっている。また、「理科の授業で学習したことは、将来、役に立つと思う」と回答した生徒の割合(約53%)も、国語(約83%)・数学(約71%)と比べて低くなっている(国立教育政策研究所, 2012b)。こうした結果は、理科における学習意欲、特に「学びの有用感」をもたせることが難しいということを裏付けている。

(2) 学習指導要領の改訂を受けて

平成20年度版中学校学習指導要領解説理科編の「2 理科改訂の趣旨」には、表1のように示されている(文部科学省, 2008a)。

「(i)改善の基本方針」には、「理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ」、「実社会・実生活との関連を重視する」とある。また、「(ii)改善の

表1 平成20年度版中学校学習指導要領解説
理科編の「2 理科改訂の趣旨」

<p>(i) 改善の基本方針</p> <p>(オ) <u>理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る。</u></p> <p>(ii) 改善の具体的事項（中学校） 身近な自然の事物・現象について生徒が自ら問題を見だし解決する観察・実験などを一層重視し、自然を探究する能力や態度を育成するとともに、<u>科学的な知識や概念を活用したり実社会や実生活と関連付けたりしながら定着を図り、科学的な見方や考え方、自然に対する総合的なものの見方を育てることを重視して、次のような改善を図る。</u> (アンダーラインは筆者らによる)</p>

具体的事項（中学校）」には、「科学的な知識や概念を活用」、「実社会や実生活と関連付け」という表現が加わり、活用という視点及び社会との関連付けが明確に記されている。

また、「3 理科改訂の要点」には、『国内外の様々な調査から、生徒が科学を学ぶ意義や有用性を実感していないことなどが課題となっている。そのため、科学技術が日常生活や社会を豊かにしていることや安全性の向上に役立っていること、理科で学習することが様々な職業と関係していることなど、日常生活や社会との関連を重視して改善を図る。』と記されている（文部科学省，2008a）。

これらはいずれも、理科を学習することの重要性や有用性についての意識が他国に比べて低いという、前回までのTIMSS及びPISA調査で明らかになった課題の改善を意識したものであるが、先の調査結果からも分かるように、未だ改善に至っていないと言える。

(3) 調査校生徒の理科学習に対する意識の実態

平成24年9月、愛知県公立A中学校の2年生(107名)を対象に行った理科の意識調査では、「理科の授業の内容がよく分かる」、「どちらかと言えばよく分かる」と回答した生徒が69.9%（全国64.7%）となった。また、「理科の勉強は大切だと思う」と回答した生徒が、80.3%（全国69.1%）であり、全国学力状況調査の中で行われた意識調査の全国平均を大きく上回った（国立教育政策研究所，2012b）。

一方、同調査の中で行った「理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考えますか。」の問いに対し、「あてはまる」、「どちらかと言えばあてはまる」と回答した生徒は35.9%（全国38.5%）と低い値であった。また、「将来、理科や科学技術に関係する職業に就きたいと思いませんか。」との問いに対し、「あてはまる」、「どちらかと言えばあてはまる」と回答した生徒は19.6%（全国23.9%）とさらに低い値であった。これらはいずれも、全国平均より低い値であった。

こうした結果から、A中学校の生徒は学びの成果は

感じているものの、全国的な傾向と同様に理科に対する学びの有用感をもつまでには至っていないことが分かった。

2 研究の目的と方法

(1) 研究の目的

藤田(2012)は、「中学生になると実用志向よりも充実志向に理科の有用性を求めるようになる。」としている。このことから、有用性を実利としてだけではなく、学習の転移までを含め、広義に解釈することとす。そこで本研究では「学びの有用感をもつ」ということを、「授業で学習したことが生活やその他の授業で役に立つと分かること」と定義する。

そこで本研究は、生徒たちが生活やこれまでに学んだ授業とのつながりを大切にし、学ぶ有用感をもてるようにするための、中学校理科授業の学習指導方法を見出すことを目的とする。

(2) 研究の方法

本研究の方法として、以下の4点について着目した。

- ① 先行研究や教科書分析、教師の実態調査などから、実際の授業と生活とのつながり、また実際の授業とこれまでに学んだ授業のつながりを明確にした学習指導方法について検討する。
- ② 学びの有用感をもてるようにするための学習指導方法を提案する。
- ③ 学習指導方法の提案に基づいた研究単元を構想し実施する。
- ④ 生徒のノートや授業記録、意識調査から学習指導方法について評価を行う。

3 学びの有用感をもつことができる学習指導方法

(1) 学ぶ有用感をもつことができる学習指導方法についての検討

① 現行の教科書分析

奥田(2008)は、現在の日英の中学理科教科書における光の単元の構成を比較している。その結果、「日本の教科書は物理学の知識を体系的に理解できるような順序で構成されているが、イギリスの教科書は身近な存在としての光を知覚するまでの流れを追う順序で構成されている」と分析している。また、森(2005)は「中学理科の教科書単元は学習指導要領の記載順に配列されていることが多いが、その順序は合理的ではない場合がある」と指摘している。そうした状況を踏まえ、浅石(2012)は、現在の理科教育における教科書の重要性を解きながらも、改善の必要性を述べている。

では、実際に平成20年度版学習指導要領の改訂を受けて作られた現行の教科書は、どのような内容構成になっているのだろうか。中学校2年生で学習する「電気」の単元を例に分析を行った。なお、分析に用いた教科書は、東京書籍(2012a)、大日本図書(2012)、啓林館(2012)の3社の教科書を用いた。また、分析する際には、戦後最も「問題解決学習」としての色合いの強い昭和26年度版学習指導要領に基づいた教科書(学校図書, 1951)と比較した。

その結果、例えば「電気」の単元において、現行の理科教科書は、電流の性質から入っている。学習指導要領(文部科学省, 2008b)の「内容」で示された「(ア)回路と電流・電圧、(イ)電流・電圧と抵抗、(ウ)電気とそのエネルギー、(エ)静電気と電流」に沿って、並びや項目の付け方も3社ともほぼ同じである。また、学校図書(1951)と比べると、内容は精選され、「エネルギー」学習の系統性を重視した内容となっている。

さらに、東京書籍(2012b)では、編集の基本方針の一つとして、「『科学と日常生活や社会との関連』に気づき、科学の有用性や理科を学ぶ意義を理解する」ことを挙げている。

多くの教科書は、「コラム」や「読み物」、また「発展的な内容」として、生活とのつながりのある話題を取り上げている。言わば、系統重視の学習内容の中に、生活とのつながりをちりばめているのが現行の教科書と言える。

② 教師の実態調査

中学校の理科教科書は現在どのように教育現場で用いられているのだろうか。愛知県N市内の中学校理科教師53名を対象に平成25年10月に実態調査を行った。

アンケート結果によると、約91%の理科教師が「年間を通し、理科の授業は教科書に沿って展開している」と回答している。一方で、有用性の定義を挙げた上で、「教科書に沿って授業を行った場合、有用性に関する意識は改善できるか。」との問いに対し、約71%の理科教師が「難しい」と回答している。

この原因は、同じアンケートの他の項目から推測できる。現在、「教科書をどのような場面で使っているか。(複数回答可)」という問いに対して、表2に示すように、「まとめ」や「実験観察」の場面が多いことが分かる。

しかし、「どのような場면을工夫すれば学びの有用感をもたせられるか。」との問いに対しては、「導入」の場面と回答する教師が最も多く、「まとめ」の場面、「実験観察」の場面、「問題提起」の場面の順に回答している(表3)。

この2つのアンケート結果から、「導入」や「問題提起」の工夫が有用感をもたせるために重要だとしながらも、実際の授業では「導入」や「問題提起」の場面

表2 教科書をどのような場面で使っているか(複数回答可)

場面	導入	問題提起	実験観察	考察	まとめ	練習問題
人数	15	7	26	4	33	13

表3 どのような場면을工夫すれば学びの有用感をもたせられるか

場面	導入	問題提起	実験観察	考察	まとめ	練習問題
人数	15	8	10	5	12	1

で、教科書を用いる教師が相対的に少ないと言える。これこそが、現行の教科書に沿って「授業を行った場合、有用感をもたせることが難しい。」と考える教師が多い原因の一つであると考えられる。

では、なぜ学びの有用感をもたせるには、「導入」や「問題提起」の場面の工夫が必要と考えながらも、教科書を使う教師が少ないのであろうか。

中学校理科教師は、表3に示すように、導入を工夫していくことが有用感をもたせることにつながるということは感じている。しかし、現行の教科書では、十分な体験もないまま突然の「問い」から始まる部分もある。また、導入に生活との結び付きを連想させるような写真を掲載したり、ト書きを入れたりして「工夫」がされているが、教師がそれを十分に使いこなせていないということもある。このような理由から、導入や問題提起の場面で教科書が十分に利用されないものと考えられる。

以上のような課題と現状を踏まえ、学習内容の系統性が重視されている現行の教科書のねらいを損なわないまま、導入や問題提起の場면을工夫することによって、学ぶ有用感をもたせることができる問題解決学習の学習指導方法について検討を行った。

(2) 学ぶ有用感をもつことができる学習指導方法の工夫

① 問題解決学習の単元を設定する手順

学ぶ有用感をもたせるためには、問題解決学習が有効であることは先行研究にもある通りである(千葉県総合教育センター, 2012)。しかし、生徒の学びの質の問題や、問題解決学習の妨げになっている課題を解消しない限り一般化していくことは難しいものと考えられる。そこで、昭和27年度版小学校学習指導要領理科編(文部省, 1952)に提唱されている問題解決学習のねらいや段階を参考に、現行の教科書の内容項目を組み替え、導入を工夫することによって「教科書の内容を問題解決的に学習指導する方法」を工夫した。

現行の教科書内容は、1~2時間のまとまりの中で問題解決的に学習していくことが多い。しかし、問題設定が教師主導になりがちで、大きな単元の中での生徒

の問題意識をつないでいくことが難しい。

学ぶ有用感をもたせるためには、学んだことが生かされる場面が必要である。それには、授業が単発でなく、授業と生活とのつながり、授業とこれまでに学んだ授業のつながりを明確にして単元を構成していくことが必要である。

特に重視したいのは、単元の導入で生活とつながりのある体験をさせ、認知的な葛藤を呼び起こし、単元を貫くような「課題」を作ることである。もともと教科書では、関連した内容が順に並べられているので、単元を貫く課題があれば生徒の意識に沿って教科書を学習することも難しくないと考える。以上のことを踏まえ、学ぶ有用感をもたせることができる学習指導方法のプラン作成の手順と成果をみる言葉を図1に示した。

【手順1】では、単元で習得しなければならない知識や技能を明確にする。【手順2】では、その習得した知識や技能を用いなければ解決できないような学習課題を設定しておく。【手順3】では、その学習課題が生徒たちから自然と出されるような導入の教材を探す。現行の教科書には「コラム」や「読み物」など、発展に用いられているものが大いに参考になる。ここまでは、単元をさかのぼることができるようにしておく。そして、【手順4】として、生徒から出された学習課題を解決する場面を単元の最後に設定する。

② 教科書の内容項目を入れ替えた単元の例

先に示した問題解決学習の単元を設定する手順に従い、教科書の内容項目を入れ替えた単元の具体例を示す。

「電流と磁界」の単元では、先にあげた主要3社の教科書（東京書籍，2012a；大日本図書，2012；啓林館，2012）ともに、モーターのしくみを最後に学習する。モーターのしくみは、本単元で習得すべき「右ねじの法則」や「電流と磁界の関係」といった知識を用いなければ、解き明かすことができないからであろう。これを先の手順に従って単元を作成すると、表4のようにになる。

図2は、「電流と磁界」の単元を例に、教科書の内容項目を入れ替えた「研究実践プラン」を示したものである。単元の終末にある「モーター作り」を先に行うことにより、「問題解決学習」の段階に沿って小単元を学習することができる。導入と終末で生活とのつながりのある学習を行うので、理科室で行う授業を身近な事象と関連付けることができる。

導入で用いたい「生活とつながりのある教材」は、現行の教科書には、「コラム」や「読み物」、また「発展的な内容」や「単元の終末」に用いられていることが多い。こうした「コラム」や「読み物」、また「発展的な内容」や「単元の終末」から、導入で用いる材料を探そうとすれば時間短縮になり、新たに単元を開発する労力を省くことができる。

「コラム」や「読み物」を用いる場合、未習であるのでしくみは分からなくて当然である。その「分からなさ」を集約し、学級共通の問題を作るようにする。その後の教科書に沿った授業は、導入で設定した課題を解決するための時間となる。単元を貫く課題があるので、教科書の内容が意欲的に習得できる。

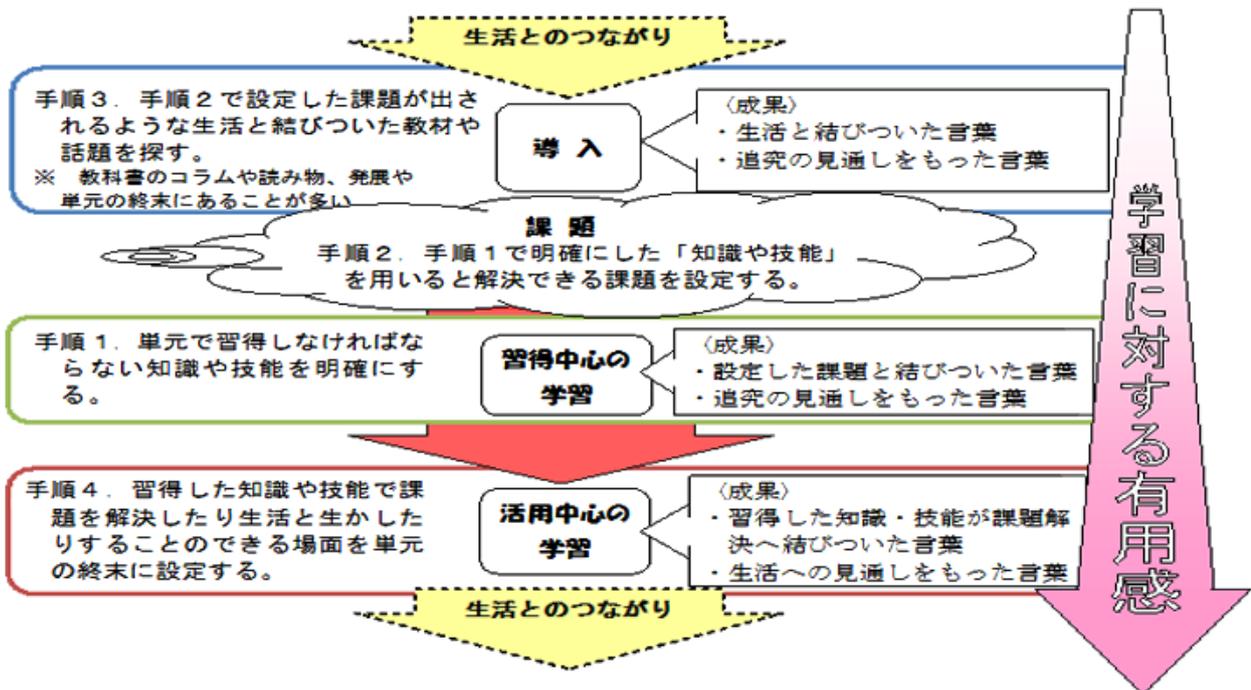


図1 学ぶ有用感をもたせることができる学習指導方法のプラン作成の手順と成果をみる言葉

表4 教科書の内容を入れ替えた単元の作成例

【手順1】本単元で習得させるべき知識や技能を明らかにした ⇒「磁力・磁界・磁力線・コイルの磁界。右ねじの法則・右手の法則・フレミングの法則など」
【手順2】習得した知識や技能を使うと解決できる課題を準備した ⇒「モーターはどうして回転するのか」
【手順3】手順2で設定した課題が出されるような生活と結びついた教材や話題を探した ⇒「身の周り電気製品の中でモーターが使われているものを探す。家のリビングには30～40使われている。クリップモーターを作製する。」
【手順4】習得した知識や技能で課題を解決したり生活と生かしたりすることのできる場面を設定した ⇒「モーターしくみの説明。IHヒーター、スピーカーなどのしくみの探究」

現行教科書の流れ		研究実践プラン	
現行教科書の 問題点	単元名 「電流と磁界」	単元名 「電流と磁界」	問題解決学習 の段階
○単元の最後に、生活とのつながりがある教材を用いているのでそれ以前の学習に、目的をもたせるのが難しい。	単元の終末に用いられる教材を導入して、課題を作る	項目4「モーターが回るしくみ」 学習課題「なぜモーターが回るのか」	①学習するべき課題をつかむ。 ②結果を予想し、計画を立てる。
	項目1「磁界のようす」	項目1「磁界のようす」	③計画に基づいて研究や作業を続ける。 ④研究や作業の結果をまとめる。
○学習の系統性はあるが、連続性が薄い。	項目2「コイルのまわりの磁界」	項目2「コイルのまわりの磁界」	
	項目3「電流が磁界の中で受ける力」	項目3「電流が磁界の中で受ける力」	⑤まとめた結果を活用し、応用してみる。
	項目4「モーターが回るしくみ」	項目5「モーターが回るしくみを説明する」	

図2 「電流と磁界」単元の研究実践プラン

4 提案した学習指導方法に基づいた授業の実践と考察

(1) 検証授業1；

第2学年「電流と磁界」の授業の実践と考察

① 調査対象

- ・愛知県公立A中学校 2年生36名
- ・期間 平成24年10月～12月
- ・実践単元の流れ 図2に示す通り

② 単元の実施

ア. 単元の導入場面

実際の授業では、「生活の中でどのように電気が使われているか。」と課題を設定し、身の回りの電気の製品を、一人ひとつずつ挙げさせた。電気エネルギーが、動力（機械的エネルギー）に変えられているものに「モーター」が必ず使われていることに気付かせるため、教師はそれを意図的に分類しながら板書をした。

その板書をもとに、電気エネルギーが、様々な発明品によって「光、音、動力、熱」などのエネルギーに変換されていることを「電熱線」と「熱」を例にとって説明すると、生徒は「モーター」が電気エネルギーを動力に変えているものだとすることを類推すること

ができた。

そして、実際におもちゃの電車に使われている「マブチモーター」を分解して見せた。「コイル」と「磁石」だけのシンプルな構造に驚いている生徒たちに、「残りの時間でクリップモーターを作ってみましょう。」と投げかけると、「そんな短い時間にできるの？」と興味を抱いた様子であった。

さらに、クリップモーターが完成して5秒以上回せたら「○」、教えた友だちも5秒以上回せたらさらに「◎」という評価をすることを伝え、生徒の学習への意欲を高めた。20分間という時間内に「○」がついた生徒は36人中31人、「◎」がついた生徒は36人中5人という結果であった。

この導入授業後にB子は、次のように授業の振り返りをノートに書いている。

ふり振り返り
 ・家の中だけでこんなにたくさんの電流が流れて使われていてびっくりしました。電流がないと生きていけない程電気力はすごいと思いました。
 ・このモーターに磁石はなんているのか？

そこにある、「家の中だけで」、「電流がないと生きていけない程」という言葉は、自分の生活と授業とのつながりを強く感じた言葉だと言える。また、「このモーターに磁石はなんているのか。」という言葉からは、モーターを作ることによって、今後につながる磁石と電気との関係に疑問をもったことが分かる。

学級全体としての振り返りを分類すると表5のようになる。多くの生徒たちがB子と同様に、クリップモーターの作製を導入で行うことによって、半数以上の生徒が生活と授業とのつながりに気付き、今後の授業へとつながる疑問をもたせることができたと言える。

表5 導入後の振り返りに見られた生活や授業とのつながり

生活と結びついた言葉を書いた生徒数		21名 (36名中)
内 訳	「家」「生活」などという言葉を書いている	11名
	身近な電気製品を書いている	9名
	小学校の経験を書いている	1名
追究の見通し(疑問)をもった言葉を書いた生徒数		29名 (36名中)
内 訳	コイルが回転することへの疑問を書いている	19名
	コイルの半分を削ることなど構造への疑問を書いている	6名
	その他の疑問を書いている	4名

イ. 習得中心の学習場面

クリップモーターを作製することによって一人ひとりが抱いた疑問を、学級全体の問題として「なぜコイルが回るのか（磁石がなぜ必要か）」と「なぜ片側だけ半分削るのか」という2つに集約した。

集約する過程で、生徒たちから予想がすでに出てきていたので、二つの疑問に対しての仮説を班ごとにまとめた。8つの班のうち4つの班は、「コイルが電磁石になって、磁石と反応する」とし、別の4つの班は「電気の+、-と磁石が反応する」と仮説を立てた。

そこで、まずはコイルに電流を流した時の様子を砂鉄や方位磁針を用いて観察した。習得1時間目の授業後にB子は次のようにノートに考察を書いている。

考察 どこがSN?
 私は-〇- (コイル) の上半分がSで下半分がNだと思います。理由は-〇-にする前がS-Nになっていて、だからそのままつづせば半分ずつになると思いました。
 なのでコイルは回るんだと思います。

そこに書かれてある「なのでコイルは回るんだと思います。」という言葉は、前時に設定した問題を意識した言葉であり、前の授業からのつながりが証明される。

さらに次の時間には、電流と磁石の関係を調べさせるために、「電気ブランコ」の実験を行った。磁界の中で導線に電気が流れると、導線を動かそうとする力が生まれるという、いわゆるフレミングの法則を調べるための実験である。仮説を立てた時点で、「電流と磁界はNSと+-で単位が違うから関係ない」という意見もあったことから、U字磁石の中で動く導線を不思議そうに観察する生徒も大勢いた。

さらにB子は、習得2時間目の授業後の感想を次のようにノートに書いている。

感想
 コイルが電流を流して回る前に前後にクルクル動いていたし、私が動かそうとした方に動かなかったのは、この性質があったからかなと思いました。

そこには「私が動かそうとした方に動かなかったのは、この性質があったからかなと思いました。」と述べ、作製したクリップモーターとこの実験の結果を結び付けて考えていることが分かる。

B子のように導入と結び付けながら、コイルの磁界の様子や磁界の中で電流が受ける力について述べていた生徒は36人中24人いた。身近な現象として捉えにくいフレミングの法則も問題解決の段階を踏まえることによって、有用感をもちながら理解することができたとと言える。

ウ. 活用中心の学習場面

単元の終わりには、当初に設定した「なぜコイルが回るのか（磁石がなぜ必要か）」と「なぜ片側だけ半

分削るのか」という問題について、班ごとにホワイトボードにしくみをまとめ、順に発表する時間を設定した。

班での話し合いは、身振り手振りを使って大いに過熱した(図3)。しかし、「なぜコイルが回るのかについて」は左手の法則を使って説明できるようになった班が多かったものの、片側だけを削る理由については、十分な説明が難しいようであった。そこで、途中、大きい立体模型を準備し、反回転することに電流の向きが逆になることをヒントとして示した。ある程度まとまった頃を見計らって、教卓の前に集合し、順に発表していった。

図4は、B子の班のホワイトボードである。前時に学習した「左手の法則」を用いながら回転するしくみを説明している。B子の班だけでなく、全ての班で、前時までに学習した知識を用いながら、モーターが回る理由を述べることができた。こうしたことから、提案した「研究実践プラン」により、単元を通して問題を意識しながら知識を習得し、その知識を活用して問題を解決するという授業と授業のつながりに気付かせることができたものと考えられる。

単元の最後には、「電流と磁界」の関係を利用した身近な道具をいくつか紹介した。スピーカーのしくみとして、黒板に磁石を張りCDラジカセのイヤホンジャックとつないだコイルを近付けて音を出し、その原理を考えさせた。また、IHヒーターのしくみとして、分解して中の構造を見せた後、磁石を近付けると激しく振動する理由を考えさせた。



図3 モーターのしくみを話し合う授業の風景

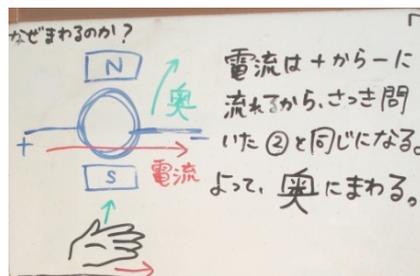


図4 前時の学習を生かした問題解決

その後、B子は次のように振り返りをノートに書いた。

コイルが回転すると、一〇一の中の電流の向きが変わるので両方ともけずってしまったら、ずっと電磁石のままなので、半回転してもまた戻ってくるくり返しになってしまうので片方だけ残しておくで一時的に電流が流れないので反動で1回転する。IHやラジカセなどでもコイルと磁石があればできるので、電子レンジなどの熱類は全てクリップモーターのしくみなのかなと思いました。

「両方ともけずってしまったら、ずっと電磁石のまま」という言葉からは、2時間前に学習した電磁石の性質を生かしていることが分かる。また「電子レンジなどの熱類は全てクリップモーターのしくみなのかな」と述べているのは、IHヒーターを分解して見せたことにより、普段の生活で使われる他の電気製品までつなげて考えることができた姿だと言える。

学級全体としては、前時からのつながりや生活へのつながりをもった言葉を書いた生徒がいずれも半数以上という結果になった(表6)。このような結果から、提案した「研究実践プラン」を行うことによって、単元の導入で設定した問題が最後まで生き、授業と授業のつながりを意識させることができたと言える。なお、生活へのつながりを書いた生徒が予想より少なかったのは、単元を通してよく分かったことを自由記述することになっているので、クリップモーターのしくみのみを書く生徒が多かったためと考える。

表6 単元後の振り返りに見られた生活や授業とのつながり

「電磁石」や「フレミングの法則」など習得した知識を具体的に用いて、問題解決できたことを書いている生徒数	28名 (36名中)
生活への見通し(つながり)をもった言葉を書いた生徒数	19名 (36名中)

(2) 検証授業2:

3学年「運動とエネルギー」の授業の実践と考察

① 調査対象

- ・愛知県公立A中学校 3年生36名
- ・期間 平成25年5月~6月
- ・実践単元の流れ 図5に示す通り

② 単元の実施

ア. 単元の導入場面

単元導入では、「力のはたらき」で使った20kgの荷物を、動滑車を使ったクレーンで持ち上げる体験をさせ、単元を貫く課題を設定することを計画した。途中で学習する仕事の原理などの知識も、課題と結びつけて習得することができれば、理解も深まると考えたからである。

実際の授業では、「『仕事』を楽にする方法を体験しよう」と学習課題を設定し、修学旅行で尋ねたスカイツリーがクレーンによって組み上げられていく様子を映像で紹介した後、ホームセンターなどで市販されているロープ型の小型クレーンで荷物を持ち上げる体験

現行教科書の流れ	研究実践プラン
単元名 「仕事」	単元名 「力持ちクレーンのしくみ」
項目1「仕事」 ? 理科で使う仕事とはどんな意味だろうか ・物体を持ち上げる仕事 ・物体を床の上で動かす仕事	クレーン(動滑車)を使って荷物を持ち上げてみよう 【学習課題】 クレーンを使うと軽くなるのはなぜ?
項目2「仕事の原理」 ? 動滑車を使ったときの仕事の大きさを比べよう	項目1「仕事」 (※内容省略) 項目2「仕事の原理」 (※内容省略)
・てこによる仕事 ・斜面での仕事	クレーン(動滑車)のしくみを説明する

図5 「仕事」単元の研究実践プラン

を一人ひとりにさせた。

20gのコンクリートブロックが入っている箱を、クレーンを使わずに吊り上げるとかなり重く感じるが、2車のクレーンを使うと理論上は1/4の力で持ち上げることができる。中にはクレーンなしでは持ち上げられないが、クレーンを使うと持ち上げられるという生徒もおり、「すごい軽い!!」などと歓声が上がった。

B子は、授業後の振り返りに次のようにノートに書いている。B子は、「クレーンで持ち上げると、軽くなるのは何でだろう?」と書いている。

クレーンで持ちあげると、軽くなるのは何でだろう?
滑車が力を分散しているのか、持ち方や力の向きによってかわるか、どちら?

また、表7に示すように、クレーンを体感した授業後の振り返りに、生活と結びついた言葉を書いた生徒が36名中32名いた。また、B子と同様に、追究の見通し(疑問)をもった言葉を書いた生徒が36名中34名いた。

表7 導入後の振り返りに見られた生活や授業とのつながり

生活と結びついた言葉を書いた生徒数	32名 (36名中)	
内訳	「クレーン」という言葉を書いている	25名
	小学校の経験(てこ等)を書いている	7名
追究の見通し(疑問)をもった言葉を書いた生徒数	34名 (36名中)	

イ. 習得中心の学習場面

クレーンを体験することによって「なぜクレーンを使うと軽く持ち上げることができるのか?」という学習課題を設定した。B子は、課題に対して次のように予想をノートに書いている。

予想 上に持ち上げると重力にさからっているのが重いけど、滑車を使うと、下に引っ張って重力と同じ向きなので軽くなる。

「滑車を使うと下に引っ張っていて重力と同じ向きなので軽くなる。」という言葉は、前回の振り返りで書いた「持ち方や力の向きによって変わる」ということとつながっていることが分かる。

予想は2つに大別できた。一つはB子のように、滑車を使うことによって引く向きが変わり、重力に逆らわなくなったからという意見である。もう一つは、クレーンを使うことによってひもが何重にもなって力が分散されるからという意見である。

それぞれの仮説を確かめるために、「仕事の原理」について学習する時間を2時間設定した。

その結果、引く向きが変わっても力の大きさが変わらないが、動滑車を使い2本の糸で支えることによって1本あたりにかかる力が小さくなることを確かめることができた。そして、習得の時間の最後には、重さが分散して1/2の力の大きさに持ち上げることができたとき、実際に持ち上げた距離に比べ引く距離が2倍になるという「仕事の原理」を確認した。B子は、「クレーンもひもを長い時間引っ張っていて、動滑車と同じかもしれない。」と述べた。B子のように導入と結び付けながら、動滑車とクレーンを結びつけて述べていた生徒は36人中20人いた。動滑車だけでは身近な現象として捉えにくい仕事の原理も問題解決の段階を踏まえることによって、有用感をもちながら理解することができるものと考ええる。

ウ. 活用中心の学習場面

単元の最後には、再び授業の導入で用いたクレーンのしくみについて話し合う時間を設定した。クレーンは2車の動滑車であるので、習得の時間に用いたモデルの動滑車よりも、さらに力が少なくすむ。表8はその時の教師と生徒との発話記録である。

話し合いの随所に、「きのうと同じみたい」、「この前の滑車は」とあるように、習得の時間に行った実験をもとに話し合いがなされていることが分かる。習得した知識がいかされ、まさに授業と授業がつながった場面と言える。さらに、B子は本時の振り返りで次のように書いている。

クレーンで持ち上げる力がなくても持ち上げることができるのは滑車は関係ないと思ってたけど、でも実際は2つの滑車がすごく重要で、滑車が力を1/4に分散して……（中略）仕事の原理がハサミやペンチなど、すごく身近なところで使われていることを知りました。私はてこの原理と仕事の原理はちがうと思っていたのでおどろきました。昔のピラミッドなどは仕事の原理が……

「滑車は関係ないと思ってたけど、でも実際は2つの滑車がすごく重要で」という言葉からは、習得の時間に学習した「動滑車」と「クレーン」が、本時ではじめて結びついたということが分かる。学習の転移を自覚できた、すなわち有用感を実感できた場面と言える。「仕事の原理がハサミやペンチなど、すごく身近な

表8 活用中心の学習場面における発話記録

T (教師)	滑車が2個ってどこのこと言っている？ 実際に見せてよ。
生徒C	ここが2つある。1つだときのうと同じみみたいになるけど、2つあることによって糸がさらに2倍分往復する距離が長くなるもんで、力がさらに2分されてちっちゃくなるんだと思います。
T	さらに2倍って、きのうと比べるとどうなのかな
生徒C	距離が2倍になった分だけ、力がその分ちっちゃくなる。
T	これと近い意見あるかな。
生徒D	動滑車を使うことでひもがうねうねなっているの、そこで力が一方向だけでなくいるんな方に方向が変わって、それで違う力が分かれた分だけ軽くなると思います。
T	最初に比べると、どれくらい軽くなっているの？
生徒D	4分の1？半分？……半分。
T	具体的な数字が出てくるとイメージしやすいと思うんだけど、みんなどれくらい小さな力で引っ張っていると思う？ 根拠も。
生徒E	違うかもしれないけど、滑車をよく見ると下通って、上通って、下通って、上通って、そんで下で引いているので、この前の滑車は、滑車が1個でひもが一本通っていて、それで2分の1だったから、もっと小さくなっているんじゃないかなと思って、ひもが滑車を通るたびに2分の1にされているんじゃないかなと思って……。
T	こちらに絵を描いて説明してくれるかな。
生徒F	滑車をよこに分解っていうか、横に並べるとこういうふうには滑車が上がっているんじゃないかなと思って、この前はこの1本だったので力が半分になっただけだったけど、今度のは、ここで一回半分になって、それがまた半分になって、また半分になって、半分になって小さくなっているんじゃないかなと思いました。

表9 単元後の振り返りに見られた生活や授業とのつながり

「動滑車」「仕事の原理」など習得した知識を具体的に使い、授業とこれまでに学んだ授業とのつながりにより、問題解決できたことを書いている生徒数	22名 (36名中)
生活への見通し(つながり)をもった言葉を書いた生徒数	33名 (36名中)

ところで使われていることを知りました。」という言葉からは、理科の学習内容が生活と結びついたとも言える。表9に示すように、授業とこれまでに学んだ授業とのつながりにより問題解決できたことを書いた生徒が36名中22名、生活とのつながりをもった言葉を書いた生徒が36名中33名いた。

以上から、提案した「研究実践プラン」を行うことによって、単元の導入で設定した問題が最後まで生き、授業とこれまでに学んだ授業のつながりや、授業と生活とのつながりを多くの生徒に認識させることができたものと考ええる。

5 成果と課題

(1) 自由記述によるアンケート結果より

2つの単元終了後に、「単元の中の順番を変えて行うことについてどう思うか」を自由記述により調査した。その結果、肯定的な記述をした生徒が89%、否定的な記述をした生徒が1%、どちらでもない記述をした生徒が10%いた。今回の学習方法を概ね肯定的に捉えていることが分かった。代表的な記述を表10に示す。

「いつも何でこれを学ぶのか、どんなところで使われているのか分からないことが多いです。でも最初に体験を取り入れることによって身近にある現象を感じることができました。」「理解してから体験するより、体験してからの方が理解しやすいと思います。」とあるように、内容を組み替えることによって、学びの有用感をもつことができるようになると言える。また、「理解する『元』』という言葉からは、導入が後の学習にも生き、授業とこれまでに学んだ授業とのつながりを実感させることができると考える。

表10 「単元の中の順番を変えて行うことについてどう思うか」の自由記述例

<ul style="list-style-type: none"> ・いつも何でこれを学ぶのか、どんなところで使われているのか分からないことが多いです。最初に体験を取り入れることによって身近にある現象を感じることができました ・ジェットコースター作りを最初にやることによって、疑問が色々出て来て、それを後から授業で勉強すると、「だからか!」と、ナルホドってなり、面白いです。理解してから体験するより、体験してからの方が理解しやすいと思います。理解する「元」となるので、体験を先にする方がイイです。

(2) 単元ごとに行った意識調査より

表11、12は、平成24年度に「電流と磁界」の単元を、平成25年度に「運動とエネルギー」の単元を実施したときの有用性に関する生徒の意識の変容調査の結果である。

〈調査1〉

- ・調査対象 愛知県公立A中学校 2年生107名
- ・単元名 「電流と磁界」
- ・調査期間 平成24年9月～平成25年1月

〈調査2〉

- ・調査対象 愛知県公立A中学校 3年生108名
- ・単元名 「運動とエネルギー」
- ・調査期間 平成25年4月～平成25年7月

平成24年度実施の「電流と磁界」の単元では、もとの意識が高く、大きな変容が見られない。これは、1学期から似たような手法で単元を実施していたことが原因として考えられた。

こうした課題を踏まえ、平成25年度実施の「運動とエネルギー」の単元では、4月にクラス替えがあった

直後に、プレアンケートを行った。クラス替えによって、平成24年度に授業を経験した生徒は、半数になっている。

「運動とエネルギー」の単元では、実施前は、「学習することが普段の生活で活用できる」と考える生徒が76.0%であったが、実施後は88.2%と肯定する生徒が増えた(表11)。こうしたことから、実施前の意識の高低にかかわらず、提案する「研究実践プラン」を実施することによって有用感をもつことができると言える。

また、「将来社会に出た時に役に立つか」というアンケートも、平成24年度と比べ、平成25年度は実施前後の変容が大きくなった(表12)。特に、平成25年度は「当てはまる」と答えた生徒が、2つのアンケートともに倍増しており、プランの有効性が実証できたと考える。

ところで、文部科学省(2008a)は、今回の学習指導要領の改訂を「ゆとりでも詰め込みでもない教育」とし、「系統性の重視」と「学ぶことの意義や有用性の実感」の、どちらも改訂のポイントとして挙げている。

これまでの理科教育は、「系統性の重視」と「学ぶことの意義や有用性の実感」の両立は難しく、どちらを重視するかで揺れ動いていると言われる。前述(3(1)(2))したように、教科書を重視しながらも、現状のま

表11 調査校生徒の有用性に関する意識調査①

学習することは、普段の生活の中で活用できると思いますか。					
	当てはまる	まあ当てはまる	あまり当てはまらない	当てはまらない	無回答
調査1 「電流と磁界」の単元					
実施前	54.8%	32.7%	9.6%	2.9%	0%
実施後	57.0%	35.5%	6.5%	1.0%	0%
調査2 「運動とエネルギー」の単元					
実施前	26.0%	50.0%	19.2%	4.8%	0%
実施後	53.9%	34.3%	10.8%	1.0%	0%

表12 調査校生徒の有用性に関する意識調査②

学習することは、将来社会に出たときに役立つと思いますか。					
	当てはまる	まあ当てはまる	あまり当てはまらない	当てはまらない	無回答
調査1 「電流と磁界」の単元					
実施前	26.0%	49.0%	13.5%	9.6%	1.9%
実施後	39.4%	47.7%	11.0%	0%	1.9%
調査2 「運動とエネルギー」の単元					
実施前	19.2%	46.2%	27.9%	6.7%	0%
実施後	39.2%	46.1%	12.7%	2.0%	0%

までは有用感をもたせることが難しいという現場の教師の声は、その表れでもあろう。今回、提案した「研究実践プラン」が、そうした声に応え、限られた時間内で、どちらのねらいも達成できる方法の一つになると考える。

(3) 今後の課題

提案した「研究実践プラン」に沿って検証授業を実施した単元は2つである。さらに多くの単元でその有効性を検証していく必要がある。第2分野に関しては、観察や資料を用いて学習することも多く、導入で単元を貫く課題の設定をすることが難しいことも感じている。今後、特に第2分野にも単元を広げ研究を進める必要を感じている。

付記

本研究は、加藤が、愛知教育大学大学院教育実践研究科（教職大学院）において、宮下の指導のもとに研究をした成果の一部をもとに、新たに書き加えたものである。

引用文献

- ・浅石卓真：「中学・高校の理科教科書の記述様式に関する予備的考察」、東京大学大学院教育学研究科紀要、第52巻、2012。
- ・千葉県総合教育センター：「理科の有用性を実感する指導方法の調査研究」、千葉県総合教育センター科学技術教育、第223号、2012。
- ・大日本図書：『理科の世界』、文部科学省検定済教科書、2012。
- ・藤田剛志：「理科の有用性認知と学習動機の志向性に関する実証的研究」、千葉大学教育学部研究紀要、第60巻、2012。
- ・学校図書：『中学理科』、昭和26年版学習指導要領に基づく中学校理科の検定教科書、1951。
- ・啓林館：『未来へひろがるサイエンス2』、文部科学省検定済教科書、2012。
- ・国立教育施策研究所：『TIMSS2011国際比較結果の概要』、2012a。
- ・国立教育施策研究所：『平成24年度全国学力・学習状況調査の結果について（概要）』、2012b。
- ・国立教育施策研究所：『PISA2012年国際結果の概要』、2013。
- ・文部科学省：『中学校学習指導要領解説理科編』、大日本図書、2008a。
- ・文部科学省：『中学校学習指導要領』、東山書房、2008b。
- ・文部省：『小学校学習指導要領理科編（試案）』、1952。
- ・森 征洋：「中学校理科教科書の比較・検討（その2）—新教科書の比較—」、香川大学教育実践総合研究、第10巻、2005。
- ・奥田雅史：「日英の中学校理科教材の比較—光の単元—」、物理教育、第56巻、第4号、2008。
- ・東京書籍：『新しい科学2年生』、文部科学省検定済教科書、2012a。
- ・東京書籍：『新しい科学 編集の基本方針』、2012b。

（2014年8月5日受理）