

原 著

科学的な見方や考え方を育てる指導の工夫

—小学校理科における「エネルギー変換」の教材としての可能性—

高原芳明 A, 渡部陽平 A, 堀之内裕子 A, 金万旭 A, 金長善 A,
河田有紀 B, 吉岡勉 B, 平山元士 B, 稲田佳彦 C, 柿原聖治 C, 喜多雅一 C
(A 岡山大学教育学研究科 B 岡山大学教育学部附属小学校 C 岡山大学教育学部)

小学校中学年B区分の学習内容を相互に関連付けて考えるための視点として「エネルギー変換」を取り上げ、これをキーワードにした教材開発と授業設計を行った。岡山大学教育学部附属小学校の第4学年の児童を対象に研究授業を行い、児童の変容を学習の記録や授業前後のコンセプトマップの記述をもとに分析した。その結果、児童の中には、既習事項である「光」「熱」「電気」「力」とそれらがもたらす現象とを、相互に関連付けて考えようとする反応が見られるようになった。

キーワード; 小学校理科, エネルギー変換, 教材開発, 授業実践

I. 研究の目的

本研究の目的は、小学校中学年B区分の学習内容を相互に関連付けて考えるための視点として「エネルギー変換」を取り上げ、これをキーワードにした教材開発と授業設計を行うこと、また、授業実践を通してその有用性を考察することである。

小学校中学年では、自然の事物・現象を追及する切り口として、「比較」や「関連付け」が取り上げられている。学習内容を見ると、例えば、第3学年における「日光の当て方と物の明るさや暖かさとのかわり」¹⁾に見られるように、中学年における事物や現象の比較、変化と要因の関連付けは一对一の対応が中心である。また、学習内容の配列や枠組みを見ると、学習内容はそれぞれ個別に取扱われており、単元や学年の枠を超えて相互の関連を図る取扱いはあまりなされていない。

児童が科学的な見方や考え方を構築していくためには、単に問題解決の活動を累積するだけでなく、そこで得られた新しい考えを相互に関連させ、多面的、総合的に捉えることが大切である。そこで本研究では、小学校中学年のB区分における学習内容を相互に関連付けるための視点として「エネルギー変換」を取り上げ、実験と話し合いを中心とする授業実践を行った。実験をもとに話し合い、エネルギーをキーワードとして結果を相互に結び付けて考えることで、事物・現象を多面的、総合的に見る力の基

礎を育てることができると考えた。

II. 学習指導におけるエネルギーに関する現状分析

1 学習指導要領における取り扱い

① 小学校学習指導要領における取り扱い

小学校学習指導要領には、エネルギーに関する記述は見られない。指導内容の領域構成として、「B区分 物質とエネルギー」が設定されており、各学年において、エネルギーを背景とする事物・現象が指導内容に位置づけられている。各学年のB区分の指導内容(教科書における単元名)を表1に示す。なお、他教科・領域の学習指導要領には、「エネルギー」という言葉は見られなかった。社会科では、生活や産業を支える資源としての意味合いで「エネルギー」が取扱われている。

表1 B区分の指導内容

学年	指導内容 (単元名)
第3学年	「光をあてよう」「明かりをつけよう」 「じしゃくにつけよう」
第4学年	「電気のはたらき」「もののかさと力」 「もののかさと温度」「もののおまわり方」
第5学年	「てこのはたらき」「もののとけかた」 「おもりのはたらき」
第6学年	「ものの燃え方と空気」 「水よう液の性質とはたらき」 「電流のはたらき」

※ 単元名は東京書籍の教科書より抜粋 ²⁾

② 中学校学習指導要領における取り扱い

中学校学習指導要領において、エネルギーに関する記述が見られるのは、第1分野の目標及び内容である。学習指導要領の記述を表2に示す³⁾。

表2 エネルギーに関する記述 (中学校学習指導要領より抜粋)

<p>第2 各分野の目標及び内容 〔第1分野〕</p> <p>1 目標</p> <p>(1) 物質やエネルギーに関する事物・現象に関する関心を高め、その中に問題を見出し意欲的に迫及する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。</p> <p>(4) 物質やエネルギーに関する事物・現象を調べる活動を通して、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養うとともに、自然を総合的に見るができるようにする。</p> <p>2 内容</p> <p>(5) 物体の運動やエネルギーに関する観察、実験を通して、物体の運動やエネルギーの基礎について理解させるとともに、日常生活と関連付けて運動とエネルギーの初歩的な見方や考え方を養う。</p> <p>(ウ) エネルギーに関する実験や体験を通して、エネルギーには運動エネルギー、位置エネルギー、電気、熱や光などさまざまなものがあることを知るとともに、エネルギーが相互に変換されること及びエネルギーが保存されることを知ること。</p>
--

③ 高等学校学習指導要領における取り扱い

高等学校学習指導要領において、エネルギーに関する記述が見られるのは、理科基礎・理科総合A・理科総合B・物理I及びII・化学I及びII・生物II・地学I・理数物理においてである。それぞれの教科の特性に基づき、エネルギーに関するさまざまな指導内容が位置づけられている。最も多くの記述が見られる理科総合Aでは、目標及び内容のほとんどすべてに、エネルギーに関わる記述が見られる⁴⁾。

このように、中学校・高等学校では、エネルギーについての概念形成が発達段階を追って系統的に位

置づけられている。また、自然の事物・現象とエネルギーとのかかわりや日常生活とエネルギーとのかかわりについて広範に学習することになっている。これに対して小学校では、エネルギーを背景とする学習は位置づけられているものの、エネルギーについての概念形成は指導内容にはなっていない。また、指導内容は単元ごとに個別に扱われており、それぞれの内容を関連付けて扱う構成にはなっていない。

2 エネルギーに対する小学生のイメージ

子どものエネルギーに対するイメージを把握するために、コンセプトマップによる調査を行った。対象は、岡山大学教育学部附属小学校第4学年の児童37名である。児童にとってコンセプトマップを書くのは初めての体験であったので、附属小学校の先生にお願いして、事前に別のキーワードで練習をしてもらった。

コンセプトマップの分析から、子どもがエネルギーから連想する言葉には、日常生活やテレビのアニメ番組などでよく耳にする身体や機械などに関するものが多いことが分かった。また、社会科で学習した、生活や産業を支える電気・ガスなどのイメージが大きく影響していることも分かった。3年生の理科で学習した「光」「熱」「磁石」を連想した反応は見られなかった。これらのことから、対象児童のエネルギーに対するイメージは、さまざまな情報から得た素朴概念を反映したものであり、自然科学的な概念は形成されていないと考えることができる。児童のエネルギーに対するイメージをより自然科学的な概念に近づける必要性が明らかになった。

児童が記述したコンセプトマップの例を図1に、記述された第一次の連想語(キーワードに最も近いラベルの記述)を抽出分類した結果を表3に示す。

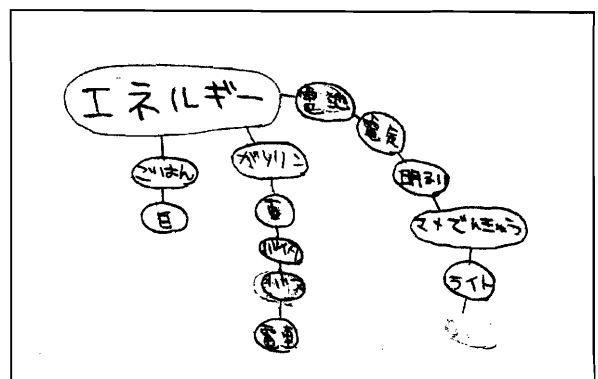


図1 エネルギーに関する児童のイメージ (事前)

表3 エネルギーに関する児童のイメージ（第一次の連想語 事前のコンセプトマップの分析）

分類	言葉	記述数	分類	言葉	記述数
電気に関する言葉	電池	15	機械に関する言葉	車・エンジン	9
	電気	15		電化製品	4
	ソーラーパネル	3		ロケット	3
	ソーラーカー	3		ロボット	2
	水力発電	3		小計	18
	電球	2	燃料に関する言葉	ガソリン・石油	6
	風力発電	2		ガス	2
	発電機	2		小計	8
	充電	2	その他	エネルギー会社	9
	プロペラカー	1		太陽	7
	モーターカー	1		下水道	2
	小計	49		カロリー	2
身体に関する言葉	食事	12		力	1
	体力	7		先生	1
	体	5		風船	1
	栄養	3		消費	1
	運動(体育)	3		宇宙	1
	その他	5		小計	25
	小計	35	合計	135	

Ⅲ 授業の実際

1 単元 「エネルギーって何だろう」

2 単元目標

- エネルギーについて興味・関心を持ち、進んで実験や話し合いに参加することができる。
- エネルギーが移り変わっていくことを、実験の結果に基づいて適切に表現することができる。
- 実験を通して、現象に対する働きかけとその結果を関連付けて考えるとともに、エネルギーはお互いにその姿を変えるという考えをもつことができる。
- エネルギーには、熱・力・電気・光などさまざまな姿があることを理解することができる。

3 単元について

① 学習内容について

中学年B区分には、エネルギーを背景とする学習内容として、「光」「電気」「熱」「磁石」が取り上げられている。教科書ではこれらの学習がそれぞれ独

立した単元で構成されている場合がほとんどである。このような学習では、「光」「電気」「熱」「磁石」それぞれに対する見方や考え方は育っても、学習指導要領に謳われている、「自然の事物・現象に見られる共通性や相互のかかわり、物質の性質や特徴、関係などについての見方や考え方⁵⁾」を育てることは難しいのではないかと考えた。そこで本研究では、既習事項を相互に関連付けて考えるための視点として「エネルギー」を取り上げ、エネルギーの変換を示す実験と話し合い活動を学習の中心に位置付けた。実験の結果をもとに話し合い、エネルギーをキーワードとしてこれらを相互に結び付けて考えることで、事物・現象を統一的に見る力の基礎を育てることができると考えた。

② ティームティーチングについて

今回の実践は、附属小学校の教諭を指導者として、5人の大学院生によるティームティーチングの形式で行った。研究授業では、大学院生の一人がTⅠとして授業を進め、4人がTⅡとして、「熱」「力」「電気」「光」が相互に変換される様子を示す4種類の

実験を児童とともに行った。児童は1つの実験ごとに2グループずつ、合計8グループに分けた。4人のTIIは、それぞれが担当するグループごとの実験と結果のまとめ、発表の支援までを担当した。

ティームティーチングによるグループ別の実験を授業に取り入れることの利点を次のように考えた。まず、グループ別の学習では、他グループへの発表を意識することで明確な目的意識をもって実験や発表に取り組むことができること。また、その後の話し合いでは、他のグループが担当した複数の実験結果を結び付けて考えることができることである。ティームティーチングによる実験とその後の話し合いを通して、エネルギーがさまざまな形に変換されるという考えをもたせるとともに、既習事項である「熱」「力」「電気」「光」とそれらがもたらす現象を、「エネルギー」をキーワードに相互に結び付けて考えることができると考えた。

③ 実験と教材開発について

本単元で扱う実験と教材の開発は、以下のような基本的な考えに基づいて行った。

- 「何のエネルギー」が「何のエネルギー」に変換されたのかが、児童に分かりやすく理解されること。
- 条件と結果をできるだけ定量的に扱うことができること。
- エネルギーを加える方法と変換されたエネルギーを調べる方法に、児童なりのアプローチを工夫することができること。
- 必要に応じて他のグループが同じ実験を行い、結果を確認することができること。
- 安全であること。

このような基本的な考えに基づき、以下のような教材を開発した。教材の開発に当たっては、教育学部の教官の指導を受けた。また、小学校中学年における教材として適切かどうかについては附属小学校の先生方のご指導をいただいた。

○「電気」→「熱」の実験

ニクロム線を乾電池につないだ時の発熱を観察した。発熱の大きさは、フォームポリスチレン製の棒（市販の隙間補修材）が溶けて切断されるまでの時間を測定することで表現した。電流の強さと発熱の様子とを関係付けながら実験が

できるように、乾電池を複数用意した。

○「力」→「熱」の実験

ペットボトルに乾いた砂や水を入れ、それを振ることによって生じる温度の変化を測定した。与える力の大きさは、ペットボトルを振る回数や時間で制御するよう助言した。手の温度が中の物に伝わることを避けるために軍手を用意した。温度はデジタル温度計で測定した。

○「力」→「電気」

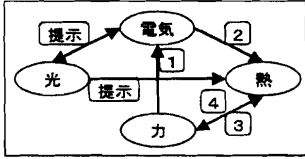
モーターにプロペラをつけた発電機を用意した。発電している様子は電子オルゴールの音やLEDの発光で観察した。プロペラに安定的に力を加えるために水車も用意した。

○「熱」→「力」

アルミニウム箔で作ったプロペラを、割り箸に固定した実験器具を用意した。加える熱は、やかんの口から出る湯気やストーブの熱などを利用した。高温のものを取扱うので、安全の確保には特に留意した。

4 単元構成

表4 単元の構成

	学習活動と子どもの意識	教師の支援
一次 (1)	<p>○イメージマップ ①</p> <p>○エネルギーについて考える。①</p> <ul style="list-style-type: none"> ・体の力のことかな。 ・ガソリンなどの、物を動かす燃料のことだよ。 ・電気エネルギーとか、光エネルギーとか聞いた事があるよ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・子どものエネルギーに対するイメージを把握する。 ・子どもの発表やイメージマップをもとに、エネルギーを自然科学的な内容とそれ以外とに分け、板書で整理する。 ・本時で学習するエネルギーとして、「電気」「力」「熱」「光」を紹介する。
二次 (3) 本時は2・3時	<p>○エネルギーについて考える。②</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光電池は光を電気に変える事ができたね。 ・できた電気でモーターが回ったよ。 ・鏡で光を集めるとあたたかくなったよ。 ・他のエネルギーはどうかな。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: fit-content;"> 他のエネルギーも姿を変える事ができるかな？ </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin: 10px auto;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>① 力 → 電気</p> <p>② 電気 → 熱</p> <p>③ 熱 → 力</p> <p>④ 力 → 熱</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: fit-content;"> エネルギーって何だろう？ </div> <p>○エネルギーについて考える。③</p> <ul style="list-style-type: none"> ・グループごとに実験に参加する。 ・分かったことを話し合うとともに、他のグループに発表することができるよう準備する。 <p>○分かったことを発表しあう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験をみんなの前で再現するなどして、結果を分かりやすく発表しあう。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: fit-content;"> 身の回りのいろいろな出来事が「エネルギー」で結びついているよ。 エネルギーは姿をいろいろに変える事ができるんだね。 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・光電池の学習で、光が電気に変わったこと、電気で車（モーター）を動かすことができたことを想起させる。 ・既習事項や生活経験を想起させ、他にも変換できるエネルギーがあることに気付かせる。 <ul style="list-style-type: none"> ・クラスを4（8）グループに分けグループごとにどの実験に参加するかを決めておく。 <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーの変換を示す実験をする。 ・T.Ⅱは、子どもの思考を支援するとともに、発表の支援までを行う。 ・T.Ⅰはグループ間を巡視し、全体の進行を把握、調整する。 ・T.Ⅰは質問を促すなど話し合いの活性化を、T.Ⅱは発表を支援する。 ・必要に応じて、双方向の変換が示されていない関係について演習実験を行い、「電気」「力」「熱」「光」を「エネルギー」という視点で結び付けて考えることができるよう子どもの思考を支援する。
	○イメージマップ ②	・子どもの意識の変容を評価する。

5 本事案

表5 本時案

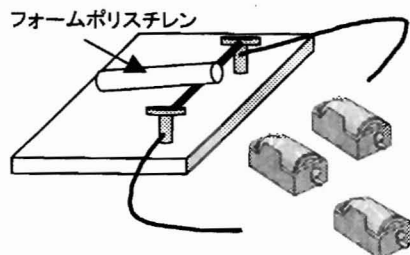
4 年は組 自然科学科 学習指導案 2月15日水曜日 第1・2校時	
単元名	エネルギーって何だろう
目標	エネルギーにはさまざまな姿があり、お互いにその姿を変えることができるという考えをもつとともに、光・力・熱・電気が示すさまざまな現象を、エネルギーを視点として関連付けて考えることができる。
学 習 活 動	指導の要点と留意点
1.本時のめあてをつかむ。	<p>○本時で学習するのは、「電気」「熱」「光」「力」のエネルギーであることを確認する。</p> <p>○既習事項や日常生活の経験から「電気」「熱」「光」「力」がお互いに姿を変えている例を話し合うことにより、本時のめあてをつかむことができるようにする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">エネルギーが姿を変える様子を実験で確かめよう。</div> <p>具体的には、以下の4つのめあてで実験を進めることを確認する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・「電気」が「熱」に変わる様子を確認めよう。 ・「力」が「電気」に変わる様子を確認めよう。 ・「熱」が「力」に変わる様子を確認めよう。 ・「力」が「熱」に変わる様子を確認めよう。 </div>
2.グループ別に、ある一つのエネルギーを他のエネルギーに変える実験をする。	<p>○各実験の担当のT2を紹介し、実験に関する指示や説明を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・グループごとにやってみたい実験を選ぶこと。 ・活動後に他のグループに自分たちの実験とその結果を発表するので、発表用ボードを使ってその準備をすること。 <p>○T2は、この後の実験とその後の発表の支援までを担当する。</p> <p>○T1は、グループ別に活動の実態把握に努め、次のように関わる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要に応じてT2の補助をしたり実験の安全を確保したりする。 ・発表ボードにまとめる段階では、どのグループがどのような発見をしたのかを把握しておく。 <p>○実験結果の発表では、次のような点に留意する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同じ実験をしたグループの発表は、まだ発表されていない内容や、異なる結果などを中心とする。 ・グループでの実験を再現するなどして、分かりやすく発表する。 ・T2は必要に応じて発表や再現実験の補助に入る。 <p>○エネルギーがさまざまな現象に総合的に作用しているというイメージをもつことができるよう次のような点に留意する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発表が終わるごとに「何が何に変わったか」を明確にし、エネルギーの変換の様子を関連付けながら板書する。 ・相互に変換される例や連続的に変換される例に着目し話し合いを深めることで、実験の結果を、エネルギーを視点として関連付けて考えることができるようにする。
3. グループ別の実験でわかったことを発表し合い、話し合う。	<p>○熱、力、電気、光がすべて一つにつながって変換されるような実験を提示することで、同じもの（エネルギー）がそれぞれ別のものに姿を変えているという認識をもつことができるよう支援する。</p> <p>○各自、分かった事を自分の言葉でノートにまとめるよう伝える。</p>
4. 学習のまとめをする。	

表6 グループごとの指導案(例 「電気」→「熱」の変換を示す実験)

学習活動と子どもの意識	教師の支援
<p>1 日常生活の中での「電気→熱」の変換の例を想起する。実験のめあてを把握する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電気ストーブ ・こたつ ・熱帯魚のヒーター <p>・電気が熱に変わったんだね。</p> <p>・電気は作ることができるんだね。</p> <p>・いろいろな方法を試してみよう。</p> <p>2 実験を行い、わかったことを話し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フォームポリスチレンの棒が溶けて切れたよ。 ・ニクロム線が赤くなっている。 ・電池をたくさんつないで見たい。 ・電池をたくさんつなぐと早く溶けたよ。 <p>4 発表する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・何を確かめる実験か ・実験装置の図 ・結果 ・分かったこと ・分からなかったこと ・感想 	<p>○くらしの中でも身近に見られるエネルギー変換であることに気づかせる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・みんなのくらしの中で、電気が熱に変わる様子を見たことはないかな。 <p>○ニクロム線を使った発熱の実験を演示し、実験のめあてを把握させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・変化したエネルギーは何と何かな。 ・電気が熱に変わっていることをいろいろな方法で確かめよう。 <p>○発熱したニクロム線とターミナルに触れないよう指示する。</p> <p>○いろいろな結果が得られるよう必要に応じて助言し、結果の変化に気づかせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・もっと早く切ることができるかな。 ・他のものも切ることができるかな。 ・電池のつなぎ方を変えてみたらどうかな。 <p>○結果をできるだけ数値で記録することができるよう、ストップウォッチや記録用紙等を用意しておく。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・結果を記録しておこう。 <p>○結果をまとめ、他のグループに発表することができるよう支援する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発表者の分担 ・演示実験者の分担 ・発表ボードの書き方 ・質問への対応 ・発表練習 <p>○メンバー全員で役割を分担する。また、全員の意見が発表に反映されるよう配慮する。</p> <p>○分かりやすい発表ができるよう支援する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験を演示する。 ・質問を促す。

実験装置

ニクロム線に電流を流し、発熱したニクロム線でフォームポリスチレンが溶けて切断されるまでの時間を測定する。フォームポリスチレンはニクロム線に斜めに立てかけ、さわらないように指導する。(安全のため 条件統一のため) 電池と電池ボックスはたくさん用意し、子どもの必要に応じてつなぎ方を自由に工夫することができるようにする。また、フォームポリスチレンの他に熱で溶かして切断することのできるものを数種類用意しておく。



準備物

- ・発熱装置(ニクロム線 ターミナル)
- ・フォームポリスチレン
- ・みのむしクリップ付導線
- ・乾電池 電池ボックス
- ・ストップウォッチ
- ・記録用紙
- ・ろうそく 氷 等

6 授業の様子



「力」から「電気」への変換を確かめる実験。

電気が力に変わることは、4 学年で既に学習している。実験を通して、力を電気に変えることができることを知り、子どもたちは驚いていた。使っているのは「電子オルゴール」。

この段階では、「プロペラを回すとオルゴールが鳴る」という現象そのものに興味を持ち実験に取り組んでいた。



この段階では、プロペラに加える力とオルゴールの鳴り方の関係に着目始め、力の加え方をいろいろに変えてオルゴールの鳴り方の変化を確かめている。分かったことはワークシートに記入しておき、発表の際に役立つよう助言した。

プロペラに与える「力」として、指で動かすだけでなく、水車を使った実験装置も用意した。



発表の段階。実験の結果を図や表を使って分かりやすく発表することができていた。

黒板の右側に見える図は、「電気」「光」「力」「熱」それぞれ移り変わり（変換）を示す図。発表を通して、他のグループに自分たちの実験の結果を伝えることができれば、確かめた実験を矢印でつなぐことができる。実験や発表を支える子どもたちのモチベーションの一つになっていた。



子どもたちの実験では扱わなかった、「力」から「光」への変換を示す実験を TI が演示している。使用しているのは火打石の一種。石をこすり合わせると光を発する。

自分たちの実験では明らかにならなかったところにも、移り変わりがありそうだという子どもの予想を確かめることができた。ここでの「それ、熱くないの?」という子どもの発言は、「光」「力」「熱」の3つのエネルギーを相互に関連付けた考えに基づくものと捉えた。

IV 考察

1 研究授業後の検討会から

研究授業後、授業者・大学教員・附属小学校教諭

を交えて、検討会を行った。また、指導助言者として岡山県教育センターの山崎光洋指導主事を迎え、指導を仰いだ。検討会での討議の概要は以下の通り。

○ 授業者反省

- ・授業時間が休憩をはさんで120分近かった。子どもの集中力の持続を考えると、本時の内容を一度に扱うことには無理があった。
- ・子どもたちは、実験、話し合い、発表それぞれに意欲的に取り組んでいた。
- ・自分のグループの実験結果はよく理解することができていたが、他グループの発表を通してその結果を納得することは難しかったようだった。他グループの発表を聞いている時の、「自分たちもしてみたい」という子どものつぶやきが、そのことを物語っていたと思う。

○ 指導講評

- ・実験、話し合い、発表にはそれぞれ別のねらいがある。今回のように、1回の授業でそのすべてを満足させることには無理がある。単元の構成を改善する必要がある。
- ・今回の授業では「体験」と「理解」2つのねらいが混在していた。「体験」は、後々の理論の組み立てに役に立つ。4学年の発達段階や、5,6年生に位置付けられているB区分の学習内容を考えると、「体験」を中心にした授業の方がよかったのではないか。
- ・自分たちが取り組んでいない実験の結果を、発表を通して理解することは4学年の児童には難しい。すべての実験を体験することができるようにするか、他グループの実験を追試することができるような授業形態を工夫する必要がある。
- ・中学年は、試行錯誤しながら考えを生み出していく発達段階。現象相互を関連付けて概念を構築することはかなり高度な内容になる。
- ・エネルギーの概念を小学校段階でも扱うべきであるという考えは間違っていない。この授業を4学年で扱うことの意味を考えるべき。概念的な考え方がまだ十分できない4学年でこの学習をあつかうなら、何を、どのように変えればよいか今後の課題になる。

2 学習のまとめ・コンセプトマップの分析から

児童が記述した「学習のまとめ」とコンセプトマップを分析し考察した。「学習のまとめ」の例を図2に、コンセプトマップの例を図3に、コンセプトマップの記述を授業前後で比較した結果を表7に示す。

「学習のまとめ」には、エネルギーが変換される様子を自分の言葉でまとめることができていたもの

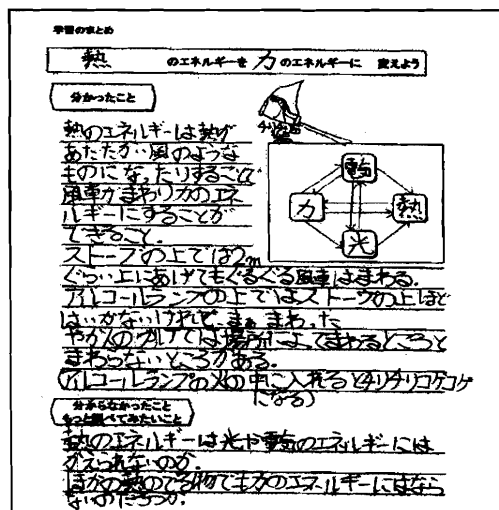


図2 「学習のまとめ」の例

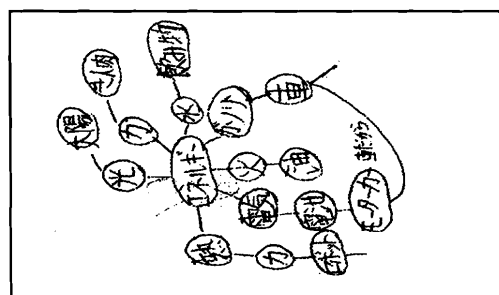


図3 エネルギーに関する子どものイメージ（事後）

表7 コンセプトマップの分析

	ラベル数	エネルギーに関するラベル数と割合	パスの数 (1人あたりの平均)
事前	695	72 (10%)	0.8
事後	525	155 (30%)	0.9

が多かった。「電気」「力」「光」「熱」の関係については、大半の児童が既習事項と本時の実験の結果を組み合わせ矢印で結ぶことができていた。「分かったこと・もっと調べてみたいこと」には、本時までで明らかにならなかった関係（矢印で結ばなかった関係）について調べてみたいという感想も見られた。

コンセプトマップの分析からは、事前に多く見られた身体や機械に関するラベルが減っていることが分かった。ラベル総数の減少とエネルギーに関するラベル数の増加は、授業を通して、児童のエネルギーに対するイメージがより自然科学的なものへと焦点化されたことを示していると考えられる。一方、パス（環状方向の結びつき）の数には有意と思われる変化は見られなかった。これは、自分のグループの実験とその結果を理解することはできたが、それ

と他グループの発表を結び付けて一つの概念を導き出すまでには至っていないことを示すものとする。検討会での、中学年の発達段階に関わる指摘を裏付ける結果となった。

3 総合的な考察

本研究では、小学校中学年B区分の学習内容を相互に関連付けて考えるための視点として「エネルギー」を取り上げ、これをキーワードにした教材開発と授業設計を行った。4 学年の発達段階という視点から、さまざまな課題が明らかになった授業実践であった。しかし、「エネルギー」という言葉に対する子どもの素朴概念を、より自然科学的なものへと焦点化することができたこと、エネルギーという言葉を使って既習事項を相互に関連させて考えることができるようになったことは、一つの成果であると考えている。これらの成果は、例えば、第6 学年での「電流のはたらき」の学習で、「磁石」「電気」「熱」などを相互に関連付けながら、電流のはたらきを追求する時などに生かされると考えている。本実践を第4 学年に位置付けた意義を確かめるためにも、対象児童の追跡調査をぜひ行いたいと考えている。

小学校理科の学習で、エネルギーをキーワードにして單元ごとに異なる学習内容を相互に関連づけて考える習慣をつけるためには、4 年生か5 年生の初期までにエネルギーをキーワードにしたものの見方を体験させておく必要がある。そうすることで、高学年での理科学習の時に、関連づけの能力を生かすことが可能になる。ただし、4 年生でエネルギー変

換を扱うときには、発達段階を考慮して、児童が直接実験・体験を行なえる授業構成をとることが大切である。適切な授業形態が実現できれば、学習内容の相互関連づけに「エネルギー変換」を有効に活用することができるのではないと思われる。

本実践は、大学院の授業の一環として、いわば実験的な研究授業として行われた。大学院において学んだことを実践の場で生かす機会として、また、授業実践を経なくては得られない示唆を得る機会として、たいへん貴重な経験であった。ご指導いただいた教育学部理科教育講座の先生方に感謝の意を表したい。また、附属小学校の先生方には、研究授業の場をお与えいただいただけでなく、指導案検討や教材開発に際して、終始熱心にご指導いただいた。心からの感謝の意を表したい。

引用・参考文献

- 1) 文部省 『小学校学習指導要領解説理科編』 1999 年 5 月
- 2) 三浦 登 ほか『新編 新しい理科』3～6 学年 東京書籍株式会社 2005 年 2 月
- 3) 文部省 『中学校学習指導要領解説理科編』 1999 年 9 月
- 4) 文部省 『高等学校指導要領解説 理科編 理数編』1999 年 12 月
- 5) 前掲書 1) p18

Title : Science Teaching to Develop Pupils' Scientific Viewpoints and Ways of Thinking : The Possibility for Instructing the 'Energy Conversion' in Elementary School Science

Yoshiaki TAKAHARA Yohei WATANABE Yuko HORINOUCI JIN chang shan Jin wan Xu

(Graduate School of Education, Okayama University)

Yuki KAWATA Tsutomu YOSHIOKA Motosi HIRAYAMA

(Attached Primary School of Okayama University)

Yoshihiko INADA Seiji KAKIHARA Masakazu KITA (Faculty of Education, Okayama University)

Abstract:

Attempts were made to correlate learning contents with each other in the physical science of elementary school science. The authors approached this subject from the energetic viewpoint. We developed some materials and designed an instruction, based on the 'energy conversion.' One author conducted a science class to the fourth graders of elementary school attached to Okayama University. Then we made an analysis of the children's records of learning in class, and used a concept mapping. In this survey, it was found that some of the pupils tried to associate 'light', 'heat', 'electricity', and 'force' with some phenomena that were brought about from these concepts.

Keywords : Elementary School Science, Energy Conversion, Instructional Material Development, Practical Example of Teaching
