

# 知識の活用力向上を意図した授業における 知識活用の効果に関する研究 ～小学校4学年「物の温まり方」の実践を通して～

大前暁政<sup>1</sup> 岡崎隼人<sup>2</sup>  
京都文教大学<sup>1</sup> 京都文教短期大学付属小学校<sup>2</sup>

## 【要 約】

学習指導要領では、知識の確実な習得だけでなく、知識を活用する力を養うことが重視されている。しかし、理科学習において、知識の習得がある一定程度なされていたとしても、知識を活用する場面になると、活用ができない課題が指摘されている。知識の活用力を高めるには、児童の生活体験や学習経験とはやや異なった別文脈からの発展的な課題を提示し、既習の知識の適用を促すことが必要だと考えられ、小学校4学年「物の温まり方」の単元の最終段階において、発展課題を提示し、知識をどの程度活用できるかの検討を行った。発展課題により、既習の知識の活用をさせたところ、予想の段階では知識の活用がうまくできなかった児童も、実験結果を把握させた後に、考察の時間を確保し、もう一度熟考する場面を用意することで、知識の活用を促すことができた。

【キーワード】 小学校理科、活用力、発展課題、別文脈

## 1. 研究の背景と目的

### 1.1 研究の背景

現行学習指導要領の目的の一つとして、活用力を養うことの重要性が挙げられている。学習指導要領解説理科編では、改訂の経緯として、OECD の PISA 調査など各種の調査から、「知識・技能を活用する問題に課題」があるとし、「科学的な思考力・表現力の育成を図る」ことを明記している<sup>1)</sup>。

2008 年の中央教育審議会答申では、全国学力・学習状況調査の結果から、「知識・技能を活用する力が身に付いている児童は基礎的・基本的な知識・技能も定着している傾向にあるが、知識・技能が定着しているからといって、それらを活用する力が身に付いているとは限らないという結果が出ている。」と指摘している<sup>2)</sup>。

理科の調査が行われた 2012 年度の全国学力学習状況調査では、国立教育政策研究所において分析が行われ、学んだ知識や技能を活用して、現象の原理を説明する問題の正答率が低いことが明らかとなった<sup>3)</sup>。

2015 年に行われた全国学力学習状況調査でも、これまでと同様に、小学校理科の問題作成の基本理念として、主として「知識」に関する問題と、主として「活用」に関する問題が出題され、「振り子の運動の規則性を的確に捉え、振り子時計の調整の仕方に適用することに課題がある。」「電磁石と磁石の同極が退け合う性質を振り子が左右に等しく振れる仕組みに適用することに課題がある。」「植物の適した栽培場所を判断する場合において、植物の成長の様子と日光の当たり方

を適用して考察することに課題がある。」など、既習の知識を適用する問題に課題があることが示された<sup>4)</sup>。

中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程企画特別部会における論点整理(2015)では、児童に育成すべき資質・能力を三つの柱として示しており、「何を知っているか、何ができるか(個別の知識・技能)」、「知っていること・できることをどう使うか(思考力・判断力・表現力等)」、「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか(学びに向かう力、人間性等)」を育てることが重要とされている<sup>5)</sup>。特に、二つ目の資質・能力の中で、例示として「問題発見・解決に必要な情報を収集・蓄積するとともに、既存の知識に加え、必要となる新たな知識・技能を獲得し、知識・技能を適切に組み合わせ、それらを活用しながら問題を解決していくために必要となる思考」ができるようになることが重要であると示されている。

このように、知識や技能を活用する力を高めることが求められている一方で、活用力を十分ではないという調査結果もあり、活用力を育てる授業を研究・開発していくことが課題として挙げられる。

ある課題を解決するために、学習者は既習の知識をどう活用して、課題を解決しているのかの研究は国内外でも行われており、例えば、Siegler(1976)は、小学生に天秤の釣り合いに関する問題を提示し、知識を確実に獲得している学習者ほど、知識を活用でき、課題を解決する達成率が上がったことを報告している。

しかしながら、活用力を育てるための授業に関して

は、現状で多く開発されておらず、例えば角屋(2012)は、「理科における「活用する力」に関しては、これまで「何をどのように活用するのか」が明確に示されていないのが現状である。」と指摘している。また、例えば柴本(2013)などの研究に見られるように、理科における活用に関する力の具体的な中身の提案は行われてきているものの、具体的な単元において、どのような基礎基本を、どのような形で活用させることで、活用の力を伸ばせるかの授業研究は少ないと言える。

## 1.2 研究の目的

以上の答申などに見られるように、知識を確実に習得させるだけでなく、知識を活用して、現象の原理を説明したり、問題を解決したりするという、「活用力」を高める授業が求められていると言える。

活用力には様々な要素があると考えられ、定義も様々なものがあると考えられる。村山哲哉(2013)は、「活用する力」について「実際の自然や日常生活などといった他の場面や他の文脈において、学習で身に付けた知識・技能を働かせる力」であるとしている。梶田(2009)は、「活用する力」を、「高次の総合的な認知的能力」であるとし、具体例としてPISA調査の科学的リテラシーを挙げている。PISA2006の調査で示された科学的リテラシーの中には、「与えられた状況において科学の知識を適用すること」が、知識を活用する力をして挙げられている。

2015年に行われた全国学力学習状況調査においても、「主として「活用」に関する問題は、理科の学習で学んだ知識・技能が実際の自然の中で成り立っていることを捉えたり、日常生活の中で役立てられていることを確かめたりすることができるかどうか、つまり、実際の自然や日常生活などの他の場面や他の文脈において、学習で身に付けた知識・技能を活用しているかどうかを問うものである。」とされた<sup>6)</sup>。

先行研究として、知識の活用を高める実践が行われ始めているが、その実践の多くは、単元全体を通して、知識や技能を活用する場面を取り入れたものとなっている。

例えば、最上(2009)は、活用に関する学習活動を、「a 科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりする学習活動」、「b 結果を整理し考察する学習活動」、「c 実社会・実生活と関連付ける学習活動」としながら、問題解決の過程に、活用に関する学習活動を位置付けた実践を報告している。

栗栖(2013)は、基礎的・基本的な知識・技能を「活用

する力」を育てる理科指導の工夫として、平成24年度全国学力・学習状況調査理科で示された「活用」に関する問題の四つの視点である、「適用、分析、構想、改善」を位置付けた授業モデル開発を行っており、問題の見出しから、仮説の設定、観察・実験計画の立案、考察など、問題解決の過程において、四つの活用をさせていく実践で、活用力を高める効果があったことを報告している。

滋賀大学教育学部附属小学校理科部(2011)の実践のように、学んだ知識を実生活と関係づけることで、学びの有用感を高め、理科学習における活用力を育てる取り組みを行っているものもあり、学校と博物館や科学館などが連携して授業を行っている実践が報告されている。

以上のように、単元全体を通して、問題解決の過程において活用場面を設定する実践や、実生活への活用を意図した実践は発表され始めている。しかしながら、単元を通して得た知識を、単元の最終場面で、これまでの学習経験や児童の生活体験やとはやや異なった発展的な課題に生かすことができるかどうかや、発展課題を解決する活動をする中で知識の活用が促されるかどうかについての研究は多くは行われていない。国立教育政策研究所の「理科の学習指導の改善・充実に向けた調査分析について(小学校)」(2013)でも、知識・技能の活用に関する課題があり、その原因を、「習得した知識を活用して考察する学習の機会が少なかったものと考えられる。」としている<sup>7)</sup>。

認知心理学や学習心理学では、知識の活用を、学習の転移ととらえ、学習した知識が、別文脈での問題に当てはめることができたときに、学習の転移ができたと考え、学習の転移を促す研究が行われている<sup>8)</sup>。海外の研究では、学習の展開方法として、教授の中に、学習したことを転移させる働きかけを行うことが教授効果を高めるとするものもあり、例えば、Briggs(1977)は、効果的な外的教授事象の段階を示す中で、最後の教授段階において、学習した内容の保持と転移を高めることが必要であることを示している。しかしながら、小学校の理科授業においては、別文脈と言えるような、これまでの学習経験や生活体験とはやや異なった発展的な課題を提示し、その課題に対して、予想や仮説を立てさせながら、実験を行わせ、結果を得た上でさらに熟考させ、学習した知識の適用を促すといった実践はあまり行われていない<sup>9)</sup>。例えば、中野・東田(2010)の実践のように、日常の遊びから連想でき、かつ基礎的事項の定着を試すことのできる活用型課題に取り組ま

せることで活用力の伸張を図る実践は見られるものの、小学校理科の授業において、児童の生活経験とは異なった別文脈からの発展課題を提示することで、知識の活用を促す授業は見られないことから、具体的な授業のやり方を研究する上で、大きな意義があると考えられる。また、国外の研究において、ある課題に対して、その課題を解くための類推をあらかじめ促すようにすれば、転移が近い問題だけでなく、転移が遠い発展的課題でも、課題を解くことができるとする研究があり、例えば Beeson (1981) は、電気回路の課題において実証している。しかしながら、類推を促すことなしに、転移が遠いと考えられる別文脈からの発展課題を、既習の知識を適用して解くことができるかどうかや、どのような活動をすれば知識を適用して課題を解決できるようになるのか、といった研究は少なく、研究の余地が残されている。

知識の転移が難しくなる発展的な課題ほど、課題提示の予想場面での、知識の適用は難しくなることが考えられるが、知識の適用がうまくできなかったとしても、実験を通してもう一度熟考の機会を用意することで、学習した知識の適用が促され、解決が可能になる可能性が考えられる。そこで、単元の最後に、別文脈からの発展課題(以降、発展課題と呼ぶ)を提示し、発展課題に対して、単元で学んだ知識をどの程度活用して考えることができたのか、できなかったとしたら、どのような間違いが見られたのか、そして、発展課題を解決する学習活動を通して、最終的に知識をどの程度活用できたのかを調べる実践を行うこととした。予想段階では発展課題に対して、既習の知識を活用して、結果を予想する児童は多くないと考えられ、課題を解決する活動を行った上で、もう一度原理を考え直す機会を用意することで、知識の活用を促すことができると考え、実践を行うこととした。そのため、授業前後に児童がどの程度知識の活用ができたのかを調べることで、本実践が知識の活用を促す効果があったかどうかの検証を行うことができると考えた。

なお、本研究で対象とする活用力は、「ある場面で習得した知識・技能を、他の場面の問題解決のために適用する力」とする。この意味での活用力は、児童が普段体験したことや、学習経験とはやや異なった「別文脈」からの発展課題に対し、学習した知識を適用して考えることができる力をイメージしており、先行研究や答申、PISA などの国際調査に沿ったものであり、特に認知心理学や学習心理学で重視されている考え方に

基づいたものであると言える。

## 2. 授業実践の概要と調査方法

### 2.1 授業実践の概要

実践期間は、2015 年 12 月、単元は、小学校 4 年「物の温まり方」であり、発展課題として「水の温まり方」に関する問題を扱うこととした。小学校 4 年生では、水や金属、空気を扱う単元が多く設定されており、特に水の性質に関しては、似た実験も多い学年となっている。学習した知識が似通っているために、どの知識を適用してよいのか混乱しやすいと考え、ある場面で得た知識を、別の場面で正しく適用できるかどうかを調べるのに適していると考えた。

先に述べたように、活用を促す工夫として、ある場面で学習した知識を、発展課題という別の場面で適用する学習活動を単元の最後に用意することとした。これまでの学習経験や生活体験とはやや異なった別文脈からの課題であり、解決がやや困難な課題に対して原理を考えさせることで、予想の段階では、既習の知識の適用が困難であると考えられ、どの程度知識の活用ができるかを調べるができる上に、実験後の結果から、原理をもう一度考え直すという熟考の機会を与えることで、適用を促すことにつながると考えたからである。特に、予想の段階では知識を適用できなかった児童に、実験を行わせ、結果を把握させることで、結果との整合性を図りながら、習得した知識をどう適用すればよいのかを、熟考・判断させることができると考えた。

発展課題として、サーモインクを使つての実験を用意することとした。具体的には、図 1 を提示し、「試験管の水は、どのように温まるか」を尋ねることとした。この課題は、温められた水が上昇するという知識を適用しないと、正しく原理を説明できないものとなっている。児童は、「湯でサーモインク全体を同時に温める」という学習経験はしていないが、サーモインク自体はすでに単元の中で何度も使用しており、アルコールランプの

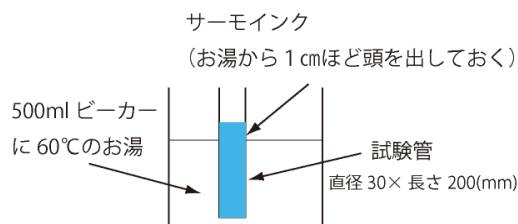


図1 サーモインクを使った発展課題



火で温めた経験は十分にある。児童が経験しているアルコールランプの火の代わりが、湯であることは説明するが、湯で全体を同時に温めるため、全体が同時に変色すると勘違いしやすいと予想される。しかも、最上部のサーモインクは、湯に直接触れていないため、「最後に温まる」といった間違っただけの予想が出るのではないかと考えた。実際は、湯に近い側のサーモインクがまず温められ、うっすら変色しながら上昇し、最上部の空気に触れた部分の温度が最も高くなり、ピンク色に変色するという結果が得られる。空気に触れる部分はどこからも温められておらず、「温められた水は上昇して、上部にたまる」という知識を適用することが思いつきにくいと考えた。

## 2.2 本時に至るまでの授業展開と児童の実態

本授業に至るまでの、単元全体の指導過程を以下に示す。本授業は、第8時に行ったものである。

第1時 金属、水、空気の温まり方について話し合い、予想する。

第2時 金属の温まり方を調べる。

第3時 傾けた試験管の中の、水の温まり方を調べる。

第4時 ビーカーの中の水の温まり方を調べる。

第5時 空気の温まり方を調べる。

第6時 金属、水、空気の温まり方についてまとめ、その違いを確認する。

第7時 単元のまとめテストを行う。

第8時 サーモインクを使用した発展課題を自分なりに解決する。(本時)

単元終了後の段階で、市販テストの「水のあたたまりかた」に関する問題の正答率は、「知識・理解」の部分で97%(38人/39人中)であり、正答率から考えると、教科書レベルの知識・技能は、おおむね身につけていると考えられる。

単元が終わり、テストが終わった直後に本時の授業を行ったため、知識の活用ができるだけの、既習事項の習得はほぼできていると考えた。なお、テストの返却や解説は行わずに本授業を行った。

## 2.3 調査方法

予想の段階で、学習した知識をどの程度適用できたのかと、発展課題に対して繰り返し実験を行い、結果をまとめる学習活動を通して、実験結果を得た上で再度、知識の活用のため、熟考させる機会を用意し、最終的に学習した知識をどの程度適用できたのかを調査

することで、本授業の展開によって知識の活用が促されたかどうか調べられると考えた。

具体的には、発展課題を提示した後に、一人一人に結果の予想と、理由とをワークシートに書かせることにした。そして、繰り返し実験を行わせ、結果をまとめる時間を確保するようにした。児童は自分の予想をもとに実験を行い、予想と結果を照らし合わせながら、実験結果を把握することで、予想と結果が違ったときに、もう一度考え直す作業を行うと予想される。授業の最後には、現象がなぜ起きたのかを、再度考察する時間を確保することとした。考察の際は、結果の検証のため、個人で考察させ、ワークシートに記入させるようにし、ワークシートの記述から検証を行うこととした。つまり、個々の児童の活用力を検証することを調査対象としたため、予想と考察共に、個々に記述を行わせ、個人の予想と考察に焦点をあてて集計を行うこととした。

本実践における知識の活用とは、具体的には、単元で習得した「水は温めると上昇して上部にたまり、上部から下部へ温まっていく」という知識を適用して、発展課題の原理を解説できることとした。授業前後での知識の活用程度がどう変化したのかを見ていくことで、本実践が知識の活用を促す効果があったのかを判断できると考えた。

知識の活用の程度は、以下の基準をつくり、その基準にどの程度の児童が当てはまるのかを調べることにした。なお、「冷たい水は下がる」という知識を活用すると、より正確に原理の説明ができるため、「水を温めると上昇する」と、「冷たい水は下がる」の両方を説明できている者を、S 評定と定めた。

なお、児童の予想や考察の評価については、著者2名で行い、児童の記述を一つずつ2名で協議を行いながら評価を行うこととした。2名が異なる評価になった場合でも、児童にワークシートの記述の意味を確認し

①現象の要因について、温められた水が上昇し、冷たい水が下がることで、温かい水が上にたまり、最上部から順に温まることが説明できる。【S 評定:知識の活用を十分に行うことができるもの】

②冷たい水の動きには触れられていないものの、温められた水が上昇することによって、上部から温まることが説明できる。【A 評定:知識の活用ができているもの】

③温められた水は上昇するという知識は活用できているものの、現象をうまく説明できないか、間違っただけの解釈が一部含まれる。【B 評定:知識の活用が不十分ながらできているもの】

④上部から温まる理由が、温められた水が上昇するからであることが説明できない。【C 評定:知識の活用が不十分なもの】

た上で、評価基準に照らして協議を行い、最も評価基準に近いと思われる記述ごとに分類することとした。市販テストの結果や単元展開から、実験結果の予測とその説明を行うことが可能な知識は有していたと判断した。授業前後の理解度は、前述している基準で評価を行い、Wilcoxon signed-rank test で検定を行うこととし、本授業によって、知識の活用がどの程度促されたのかを考えていくことにした。ただし、市販テストで不正解だった1名は、実験結果の予想が困難であると思われるので検定から除外することとした。なお、除外した1名の知識の活用程度を見ていく必要があると考え、授業は著者2名のうち一名が担当し、もう一名は、市販のテストにおいて唯一不正解だった児童が、どのような予想や考察をするのかに注目して記録をとることとした。

### 3. 授業の実際

以下、実際にどのような授業を行ったのかの概略を紹介する。教師の発言を『』、児童の発言を「」で示した。授業時間は1単位時間である。なお、班での会話の様子は、市販テストで唯一不正解だったCのいる班の記録である。この班は、A、B、Cの3名がいたが、予想の段階で、全員が間違った予想をしていた。Aは、予想で「お湯に浸かっている上のサーモインクは、ピンク色になると思う。」、B「一番上のサーモインクはお湯で温まらないので、その部分は色は変わらないと思う。」、C「一番上の部分は温まらないと思う。真ん中の部分(湯に浸かっている部分の一番上)から、下の部分に温まると思う。」と考えていた。

#### 1 課題をつかませる

『サーモインクを使って、水がどのように温まるかを確かめたよね。サーモインクは、温められてお風呂ぐらい、40℃ぐらいになったところは、ピンク色に変化しました。』

『今日はこの問題をみんなが解けるかどうか、やってみたいと思います。』

#### 2 結果を予想させる

『サーモインクはどのように温まりますか。』

火の代わりとして湯で温めることを説明し、それぞれ、ワークシートに、絵と説明とを書かせる時間を5分確保した。

『どうしてそう考えたのか、理由を書いてごらん。』

#### 3 実験で確かめさせる

『それでは、実験で確かめてごらん下さい。』

3～4名の班で実験を行わせた。実験は全ての班が2回以上行った。

【1 回目の実験における班での会話】(試験管内のサーモインクの、一番上の空気の触れている部分からピンク色に変色することを観察している場面)

C「え？なんでなんで？」

A「ふしぎ～」

B「どうしてそうなる？」

C「上から温まったよ」

A「何もないのに、上から温めてないのに」

B「どうして～？」

【2 回目の実験におけるCのつぶやき】



写真1 実験中の様子

C「なぜだろう？分からない……。 (しばらくして、よく観察してから)、ひょっとして温まった水が上にいったんじゃないか？……。なってる、なってる。温まった水が少しだけピンクになって、上にいってる。そうか。温まった水が上にいっているから。」

### 4 結果を整理させる

『実験結果を、ノートにまとめなさい。』

しばらく実験結果を書かせる時間をとった後で、学級全体で、結果を確認した。

まず、湯で温めていない水面より上の部分がピンク色に変化する。次に水面より下の、一番上の部分がピンクに変化する。最後に、一番下の部分がピンク色に変化することが確認できた。

### 5 現象の原理を考えさせる

学習した知識を活用して現象の説明を行うことを促すため、次のように尋ねた。

『どうしてこういう結果になったのか。その理由を書いてごらん下さい。』

5分程度、個別にプリントに考察を書かせ、授業を終えた。

Cの意見「温かい水は上にいくから、上の部分から真ん中にいき、下に温まる。」

## 4. 授業の結果

### 4.1 課題提示後の予想場面における児童の知識活用程度

「サーモインクはどのように温まりますか。」という発

間に対し、評定をもとにした知識の活用程度は、次のようになった。以下、評定ごとの人数と、ワークシートへの記入例を紹介する。

【S 評定】・・・6 名（「温まった水は上にいき、冷えた水は下に行くから、上から順にあたたまっていく。」、「温まった水は上へ、冷たい水は下へ動くと思う。アルコールランプで温めた時、そう温まったから同じだと思うから。」）

【A 評定】・・・8 名（「温かい空気や水は上にいくから、上から順に全体が温まっていく。」、「上の方から温まると思います。なぜかという、温かい空気や水は、上の方にいくからです。」）

【B 評定】・・・13 名（「お湯につかっている一番上からピンクになって、最後にお湯につかっていない一番上からピンクになっている部分までがピンクになる。お湯につかっている部分は温かくて、つかっていない部分はつかっている部分より少し冷たそうだから。」、「お湯から出ている所以外は、上から下へ色が変わり、最後に、お湯から出ている所が色が変わる。お湯につかっている方が、温度が高いし、つかっていない方は温まるのがおそいと思うから。」）

【C 評定】・・・10 名（「今日の実験は、水をまわりから温めるので、上からではなく、真ん中（中心）から端の方へと温まる。」、「前の実験で下から熱したら上から温まったので、上から温まる」、「空気のところは温まらないから、お湯につかっている所だけ（全体が）ピンクになっていく。」、「サーモインクは下の方から順に温まっていくと思います。理由は、ちょっとでも上の部分が出ていたら、上からは温まらないと思ったからです。」）

B 評定の予想の多くは、「湯に浸かっている部分の一番上からピンク色に変化し、その下の部分と、空気の触れた最上部はその後に温まる」といったものであった。つまり、水を温めると、上昇するという知識は活用できているものの、空気に触れている部分は温められていないので、最後の方に温まるという、一部正しく、一部間違った予想をしていた。

予想の段階で C 評定の人数分布が最もバリエーションに富んでおり、具体的な人数分布としては、「湯に浸かっている部分の下から順に温まる」という考え方が 5 名、「湯に浸けている部分の全体がピンクになる」が 3 名、「中心から両端へ温まる」が 1 名、「下から温めると、水は上から温まる」が 1 名であった。「下から温めると、水は上から温まる」という考え方は、温めた場所とは反対から温まるという誤概念を適用したものである。

C 評定を詳しく見ていくと、児童によっては間違った自分なりの理論を展開していることが見受けられた。例えば、「下から順に温まる」と予想した児童が最も多く、

5 名であったが、理由として、「温かさは、下から上に伝わる」といった誤概念や、「一番上が冷えているから、下の方が温まりやすい」といった考え方があった。

## 4.2 課題考察場面における児童の知識活用程度

実験を終え、「どうしてこういう結果になったのか」の考察を個々に書かせた。以下、評定ごとの人数と、ワークシートへの記入例を紹介する。

【S 評定】・・・7 名（「温まった水は上にいき、冷たい水は下に行くから。」）

【A 評定】・・・21 名（「温かい所は上の方へいくし、サーモインクの一部分が温まっていると上にいくから。」、「温かい水は上の方にいくからです。」）

【B 評定】・・・3 名（「湯気で温まるのが関係している。」など、一部間違いや説明不足が見られる。）

【C 評定】・・・6 名（「分からない。」、「空気が温まり、体積が大きくなり、温められた空気が外に出ようと上にあがっていくため、上から温まった。」）

B 評定は、「温めた水は上に移動する」ということは思い出したものの、それ以上はうまく説明ができなかったり、湯気で温まったなどといった間違った考え方で説明しようとしていたりしていた。

C 評定を詳しく見ていくと、「分からない」と答えた児童が 5 名であり、温めた水が上昇することを思い出すことができず、その知識の活用はできなかった。C 評定の 1 名のみ、「温められた空気は体積が大きくなる」という別の知識を活用して、説明を試みようとしていた。なお、この児童は、予想段階で、「下から温めると、水は上から温まる」という、温めた場所とは反対側から温まるという誤概念を適用していた児童である。

## 5. 考察

### 5.1 予想の段階における児童の知識活用程度

市販のテストでは、1 名を除き、本授業で必要な知識の習得はなされている状況であったため、S 評定が 6 名、A 評定が 8 名と、多くが正確に結果を予想し、理由も記述することができていた。一方で、市販のテストでは正解したものの、全く別の知識を適用しようとしていたり、知識が適用できなかったりした児童もあり、B 評定は 13 名、C 評定は 10 名という結果となった。B 評定の児童の多くが、湯に浸かっていない部分、つまり空気の触

れている部分は周りから温められていないために、遅れて温まると考えていた。B 評定の児童は、温められた水は上昇するという知識の適用はできていたものの、多くの児童が、最初に上部は温まらないと予想したのは、温められた水が上昇するという知識を、空気に触れている部分にまで拡張して適用することが難しかったのだと考えられる。

C 評定の児童は、「温められた水が上昇する」という既習の知識の適用ができていないばかりでなく、「湯に浸かっている部分の下から順に温まる」、「湯に浸けている部分の全体がピンクになる」、「中心から両端へ温まる」、「下から温めると、水は上から温まる」といった、間違った知識の適用をしていた。これらの間違った知識を見ていくと、三種類の間違いがあるように見受けられる。一つは、「下から温めると、水は上から温まる」といった知識であり、これは、単元の中で、試験管やビーカーに入った水を下から温めると、上から温まったという経験をもとに、「ある場所を温めると、反対側の場所が温まる」といった、独自の解釈で現象をとらえた結果、誤概念を学習したのだと推察される。つまり、この児童は、「下側を温めた結果、温められた水が上昇し、上側が温まった」という正しい知識の中の、「温められた水が上昇し」の部分、理解しきれなかったのだと考えられる。「ある場所を温めると、反対側の場所が温まる」という誤概念を当てはめると、市販のテスト問題では、正答になることから、今回のような発展的課題を提示しながら、知識の活用を促す授業を行うことで、誤概念の獲得状況が明らかにできると考えられる。

C 評定の間違いの中で、二種類目の間違いは、「湯に浸かっている部分の下から順に温まる」といったものであり、これは「水は下から温まる」、「火は下から上にいく」といったガスコンロの生活体験などを思い出した上で誤答をしたのだと考えられる。すなわち、生活体験で得た素朴概念をもとに予想をしたのだと考えられる。

C 評定の間違いの中で、三種類目の間違いは、「湯に浸けている部分の全体がピンクになる」、「中心から両端へ温まる」といった、既習事項にはない、独自の考え方をしているものである。

二種類目と三種類目の間違いが起きた原因として、別文脈からの発展課題を考えさせることで、既習事項のどの知識を活用すればよいのかが分からず、混乱したことが推察され、結果として、生活体験で得た素朴概念や、独自の考え方を適用したのだと考えられる。

## 5.2 考察の段階における児童の知識活用の程度

実験結果を踏まえての考察段階では、S 評定が 7

名、A 評定が 21 名と、現象の説明を正しくできた児童の数が増加した。市販テストで唯一不正解だった児童も、予想段階では、間違った考え方をしていたものの、考察の段階では、実験結果をもとに、温くなった水が上にいくことで上から温まったことを正しく説明できるようになった。

一方で、結果が明らかになっても、うまく現象の説明ができない児童もおり、B 評定の児童は 3 名、C 評定は 6 名という結果となった。B 評定の児童は、温めた水は上昇するという知識は思い出して、適用しようとしていたが、言葉足らずでうまく説明できなかったり、間違った知識の適用が一部見られたりしたことから、A 評定とは判定できなかったものであるが、あと少しで正しい知識の活用をもとに、現象を説明できたと推測された。

C 評定の児童は、1 名が、「温められた空気は体積が大きくなる」といった、予想のときとは違った別の概念で説明を試みようとしていた。残りの 5 名はうまく説明ができなかったので C 評定とした。C 評定だった 6 名は、市販のテストでは全員が正答であったが、発展課題における知識の適用に困難さが見受けられた。これは、単元の中での習得段階における知識の理解が、浅い理解で終わっていたことと、普段考えたことのない別文脈からの発展課題を提示することで、どの知識を適用すればよいのかが分からず混乱したことの、両方の要因が考えられる。

授業前後の評定の変化を、Wilcoxon signed-rank test で検定したところ、統計学的有意差 ( $p < 0.001$ ) が認められた (図 2)。

## 5.3 児童の知識活用の変化について

考察の段階で評定が上がっているのは、授業前には知識を適用して原理を説明することができなかった児童が、授業後には知識を適用して現象の原理を説明できるようになったことが考えられる。これは、授業前後において、理解が深まったことも要因の一部とは考

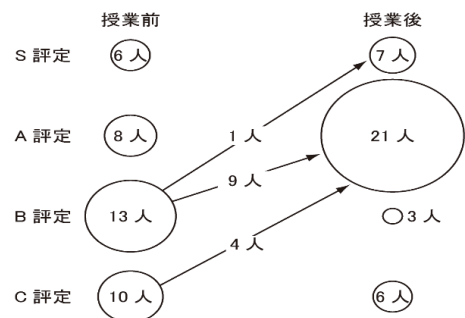


図 2 授業前後における知識の活用評定の変化



えられるが、主たる要因は、発展課題を提示することで、予想の段階では、習得した知識の適用ができなかった児童が、結果を把握し、再び考察を行うことで熟考の機会となり、これまでに習得した知識の適用が促されたことであると示唆される。

学習した知識の適用が適切にできるかどうかは、例えば市販のテストにおける問題である、「水はどのように温まるか」の知識の習得だけを尋ねる問題では、測ることができないことが示唆される。本実践で扱ったような別文脈と言える発展的な課題を提示することにより、本当に学習した知識を深く理解していたのかどうかは調べられると考えられる。本実践で提示した課題は、「水を同時に温めるとどうなるか」という点と、「上部はどこからも温められていない」という点で、発展的な要素があったと考えられる。子どもたちの予想からは、「水を同時に温めている」がゆえに、全体的に温まるのではないかという勘違いの予想が見られた。また、「上部はどこからも温められていない」ゆえに、上部は最後に温まるといった勘違いも見られた。本来なら、発展的な要素のある課題であっても、教科書で学んだ知識を適用できれば、十分に適切な予想はできるはずであったが、そうはならなかった実態が明らかとなった。しかしながら、複数回の実験を通して、もう一度現象の説明を行わせる機会を用意するという授業の工夫を取り入れることで、知識の適用に関して熟考を促すことにつながり、考察では、知識の適用ができた者が増加したのだと考えられる。これらのことから、既習の知識を様々な状況に応じて適用するという活用力を高めるためには、単元の展開の中で、教科書レベルの知識を習得させていたとしても、単元の最終場面において、別文脈と言える発展的な課題を提示し、もう一度、学習した知識を振り返らせるという授業の工夫を取り入れることが有効であることが示唆される。

## 6. 結論と今後の課題

別文脈からの発展課題を提示することによって、知識の活用が必要になった場合、知識を習得していたとしても、知識の適用がしにくい場合があるが、実験結果をもとにして、改めて実験結果と整合性を図りながら、もう一度熟考させる機会を確保することで、知識の適用を促す効果があったことが推察される。

今後の課題として、他の単元においても、習得した知識を適用する別文脈からの発展課題を提示し、知識の適用を促し、活用力を高める効果があるのかどうかを確かめることで、研究の蓄積を図っていく必要がある。また、熟考の機会を用意したとしても、知識の適用が適切にできなかった児童に関して、知識の理解が、

浅い理解で終わっていたことや、普段考えたことのない別文脈からの発展課題を提示することで、どの知識を適用すればよいのかが分からず混乱したことなどが予想されるものの、発展的な問題への知識の適用自体が困難である可能性もあり、知識の適用が難しい子どもに関して、どう活用力を高めることができるのかを研究することも必要になってくると考えられる。

## 付記・謝辞

授業実践にご協力いただいた京都文教短期大学付属小学校の勝部正雄校長先生をはじめとする先生方、ならびに児童たちに感謝申し上げます。なお本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金・若手研究(B)JP26750070(研究代表者:大前暁政, 2014年度～2016年度「小学校理科における科学的思考力・表現力育成のための自律型探究学習モデル・教材開発」)の助成を受けて行った。

## 【註】

- 1) 文部科学省(2008)「学習指導要領解説 理科編」, pp.12-15
- 2) 文部科学省中央教育審議会答申(2008)「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」, pp.13-14
- 3) 国立教育政策研究所(2012)「平成 24 年度全国学力・学習状況調査の結果について(概要)」
- 4) 文部科学省・国立教育政策研究所(2015)「平成 27 年度 全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント」
- 5) 文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程企画特別部会(2015)「教育課程企画特別部会 論点整理」
- 6) 国立教育政策研究所教育課程研究センター(2015)「平成 27 年度全国学力・学習状況調査解説資料 一人一人の児童の学力・学習状況に応じた学習指導の改善・充実に向けて 小学校理科」, pp.7
- 7) 国立教育政策研究所教育課程研究センター(2013)「理科の学習指導の改善・充実に向けた調査分析について(小学校)」, pp.4
- 8) 例えば、森敏昭(2011)「心理学の世界基礎編2 学習心理学 理論と実践の統合をめざして」、『培風館』や、坂本篤史・秋田喜代美(2015)「学校教育と学習の心理学 心理学入門コース3」, 『岩波書店』, ロバート・M. ガニエ, キャサリン・C. ゴラス, ジョン・M. ケラー, ウォルター・W. ウェイジャー(2007), 鈴木 克明・岩崎 信(監訳)「インストラクショナルデザインの原理」, 『北大路



書房』など

- 9) 発展課題とは、ここでは、生活で体験できるような課題とはやや異なっており、授業においても児童が今までに考えたり経験したりといったことが少なく、かつ解決がやや困難な課題を意味している。

#### 【引用文献】

- 1) Beeson, G.W. (1981) 「Influence of knowledge context on the learning of intellectual skills」, 『American Educational Research Journal』, 18, pp.363-379
- 2) Briggs, L.J. (Ed.) (1977) 「Instructional design: Principles and applications」, 『NJ: Educational Technology Publications』
- 3) 角屋重樹 (2012) 「理科の『活用する力』の育成と評価に関する研究」, 『日本教材文化研究財団』, pp.6
- 4) 梶田叡一 (2009) 「〈活用〉の力とは何か 新しい学習指導要領の理念と実践」, 『金子書房』, pp.8
- 5) 国立教育政策研究所監訳 (2007) 「PISA2006 調査評価の枠組み—OECD 生徒の学習到達度調査」, 『ぎょうせい』, pp.25
- 6) 栗栖清 (2013) 「基礎的・基本的な知識・技能を「活用する力」を育てる理科指導の工夫—活用の四つの視点を位置付けた授業モデルの実践を通して」, 『広島県立教育センター報告』
- 7) 最上啓 (2009) 「小学校理科における知識・技能の活用を図る学習活動に関する指導展開例の作成」, 『岩手県立総合教育センター』
- 8) 村山哲哉 (2013) : 「小学校理科「問題解決」の8つのステップ—これからの理科教育と授業論—」, 『東洋館出版社』, pp.192
- 9) 中野正俊・東田充弘 (2010) 「児童の科学的概念を討論で深める問題解決学習Ⅱ——活用力を高め合う第5学年理科「振り子運動」の学習から——」, 『滋賀大学教育学部紀要 教育科学』, 第60号, pp.155-167
- 10) 柴本枝美 (2013) 「理科における「活用」する力についての一考察 —平成24年度全国学力・学習状況調査、TIMSS2007、PISA2006の問題例を通して—」, 『教育実践開発研究センター研究紀要』, 第22巻, pp.57-65
- 11) Siegler, R.S. (1976) 「Three aspects of cognitive development」, 『Cognitive Psychology』, 8, pp.481-520
- 12) 滋賀大学教育学部附属小学校理科部 (2011) 「活用力を高め合う理科学習～博物館・科学館連携をベースとした機器活用～」, 『パナソニック教育財団実践研究助成報告書』

# A Study of Knowledge Application Skills on Science Lessons to Develop Application of Science Knowledge

～Through Practice in the “How does a thing warm?” Unit of the Fourth Grade Elementary Science Curriculum in Japan～

Akimasa Omae<sup>1</sup>, Okazaki Hayato<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Education and Psychology, Kyoto Bunkyo University

<sup>2</sup>Kyoto Bunkyo Jr.College Elementary School

## SUMMARY

According to government course guidelines, it is important to help students acquire fundamental knowledge but more important to help them develop the ability to use scientific knowledge rather than merely encourage rote memorization of facts. However, even if the children acquire the degree of scientific knowledge required, they may not be able to use it. It is necessary to implement science tuition that shows a developed problem from a different context than the children's living and learning experiences and suggests using scientific knowledge to increase degree of utilization.

For this research, a teacher showed his class a developed problem from the final stage unit “How does a thing warm?” of the fourth grade curriculum and observed the degree to which children used their scientific knowledge. When the teacher showed the children a developed problem and asked them to use their knowledge, some could not apply it as well as was expected. However, they were given the chance to reconsider after the experiment, and could then explain a phenomenon as expected while using their knowledge.

**Keywords:** Elementary-school science education, Ability to use knowledge, Advanced learning, Another context