

平成24年度
広島市教育センター

小学校理科における「知識・技能を活用する力」の 育成に関する研究 —第4学年「もののあたたまり方」を通して—

広島市立吉島小学校教諭 久代麻里子

本研究では、小学校理科学習指導要領の内容区分A物質・エネルギーの中の「粒子のもつエネルギー」として設定された第4学年単元「もののあたたまり方」について、「知識・技能を活用する力」を「適用，分析，構想，改善」の四つの枠組みに分け，それぞれの活用の視点がどのようにつながっているかを意識して知識の活用の流れを示した単元モデルを作成した。金属の温まり方を水の温まり方に適用できないことに気づかせるための単一の実験だけでなく，児童の既存の考えを改善するための複数の実験を行うことで，児童の既存の考えからの改善が図られ，水の温まり方についてより妥当な考えを作り出すことが明らかになった。今後，児童のいろいろなつまずきの相違点を明らかにし，「知識・技能を活用する力」をより効果的に育成することが課題である。

キーワード：知識・技能の活用，単元モデル，小学校理科，もののあたたまり方

I 問題の所在

今年度から全国学力・学習状況調査では新たに理科が加えられた。調査の基本方針として、理科で付ける力を「理科に関する知識・技能」と「理科に関する知識・技能の活用」に分けて、「活用」の中に知識・技能の「適用、分析、構想、改善」を位置付けている¹⁾。調査結果から「観察・実験の結果を整理し考察すること」、「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こと」に課題があることが明らかにされた。そこで知識・技能を活用する力を付けるため、観察・実験の結果を基に自分の考えを改善したり、実験結果を分析して全体の傾向や共通性を捉えて考察したりする指導の充実が求められている²⁾。

また、PISA調査、教育課程実施状況調査でも記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題が見られ³⁾、平成20年1月の中央教育審議会の答申において、思考力・判断力・表現力等をはぐくむために、基礎的・基本的な知識・技能の習得とともに観察・実験やレポートの作成、論述といったそれぞれの教科の知識・技能を活用する学習指導を充実させることを重視する必要があるとされた⁴⁾。

児童が観察・実験の結果を科学的な概念を使用して考えたり説明したりする場面を授業の中に効果的に設定することは、「知識・技能を活用する力」を付けることにつながると考える。そこで、本研究では、「知識・技能を活用する力」を育成する単元モデルを作成し、その有効性を検証することとする。

II 研究の目的

観察・実験の結果を科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動を通して、「知識・技能を活用する力」を育成するための単元モデルを作成し、その有効性を検証する。

III 研究の方法

- 1 研究主題に関する基礎的研究
- 2 「もののあたままり方」における「知識・技能を活用する力」を育成するための単元モデルの作成
- 3 実践授業の実施
- 4 研究の分析・評価

IV 研究の内容

1 研究主題に関する基礎的研究

(1) 平成24年度全国学力・学習状況調査小学校理科の結果について

平成24年度全国学力・学習状況調査（以下、「全国調査」とする）の結果、小学校理科では全国・広島県の平均正答率について、共通して以下の傾向が見られた⁵⁾。広島県の公立小学校の平均正答率は、問題区分では「主として『活用』に関する問題」の方が「主として『知識』に関する問題」の平均正答率より低い。このことから「知識・技能を活用する力」を育成することが、今後の課題である。学習指導要領の領域別では「生命」

1) 国立教育政策研究所『平成24年度 全国学力・学習状況調査 小学校理科 解説資料』2012, 6頁

2) 文部科学省 国立教育政策研究所『平成24年度全国学力・学習状況調査【小学校】報告書』2012, 18-19頁

3) 中央教育審議会『幼稚園、小学校、中学校、高等学校、特別支援学校の学習指導要領の改善について（答申）』2008年1月, 88頁

4) 3) 再掲, 24頁

5) 国立教育政策研究所『平成24年度全国学力・学習状況調査【都道府県別】集計結果 設問別調査結果 広島県一児童（公立）』2012, 2_34_shou_setumonbetu_hiroshima.xls

を柱とした内容での平均正答率が最も高く、「地球」を柱とした内容での平均正答率が最も低い。評価の観点別では「自然事象についての知識・理解」の平均正答率が高く、「観察・実験の技能」の平均正答率が最も低い。とりわけ、解答の形式別では、「記述式」での平均正答率が最も低くなっている。

表1 平成24年度全国学力・学習状況調査小学校理科結果（設問分類・区分別）

分類	区分	対象設問	平均正答率(%)	
			広島県(公)	全国(公立)
問題	主として「知識」に関する問題	7	71.2	69.1
	主として「活用」に関する問題	17	59.4	57.6
学習指導要領の区分	物質	7	63	61.4
	エネルギー	5	62.5	59.8
	生命	7	70.3	68.6
	地球	5	52.5	50.6
評価の観点	自然事象への関心・意欲・態度	0		
	科学的な思考・表現	17	59.4	57.6
	観察・実験の技能	2	46.6	46.2
	自然事象についての知識・理解	5	81	78.2
問題形式	選択式	15	66.4	65
	短答式	6	66.8	63.9
	記述式	3	37.3	34.5

(2) 「知識・技能を活用する力」について

全国調査の小学校理科解説資料では、「問題作成の基本理念による活用の視点」を四つ（「理科に関する知識・技能を『適用』すること」、「理科に関する知識・技能を用いて『分析、構想、改善』すること」）挙げている⁶⁾。本研究ではこの四つの視点を合わせて「知識・技能を活用する力」として扱う。

表2 問題作成の基本理念による活用の視点

適用	理科で学んだ自然の事象・現象の性質や働き、規則性などに関する知識・技能を、実際の自然や日常生活などに当てはめて用いることができる。
分析	自然の事象・現象に関する様々な情報及び観察、実験の結果などについて、その要因や根拠を考察し、説明することができる。
構想	身に付けた知識・技能を用いて、他の場面や他の文脈において、問題点を把握し、解決の方法を構想したり、問題の解決を想定したりすることができる。
改善	身に付けた知識・技能を用いて、自分の考えを証拠や理由に立脚しながら主張したり、他者の考えを認識し、多様な観点からその妥当性や信頼性を吟味したりすることなどにより、批判的にとらえ、自分の考えを改善できる。

(3) 全国調査での課題について

全国調査で課題とされたことは、「観察・実験の結果を整理し考察すること」及び「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こ

と」である。これらは「知識・技能を適用すること」及び「知識・技能を用いて分析、構想、改善すること」を含んでおり、「知識・技能を活用する力」と関連するものであるといえる。

(4) 『小学校学習指導要領解説理科編』⁷⁾より

改善の基本方針の中に、「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。」と記述され、これまで以上に実生活とのかかわりの必要性が述べられている。

(5) 理科における「知識・技能を活用する力」を育成するための単元モデルの意義

全国調査での課題を受け、「知識・技能を活用する力」を育成するためには、1単位時間だけの取組ではなく、継続的に知識・技能を活用する場を設定する必要がある。また、知識・技能を活用する場（知識・技能の「適用、分析、構想、改善」の場）を、単元全体を通して学習活動に位置付けることが、学習活動において「観察・実験の結果を整理し考察すること」及び「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こと」を充実させることに有効に働くと考える。そのための方法として、描画法を取り入れることとする。

(6) 単元モデル作成の視点

以上のことから、単元モデル作成には次の三つの点を取り入れることとする。

- ア 「知識・技能を活用する力」にかかわる「適用、分析、構想、改善」の連続的なつながりを取り入れた授業配列
- イ 描画法による表記とその説明を促す授業構成
- ウ 実生活とのかかわりを取り入れた授業構成

2 「もののあたたまり方」における「知識・技能を活用する力」を育成するための単元モデルの作成

6) 1)再掲、7頁

7) 文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書、2008、3頁

(1) 「もののあたたまり方」を取り上げる理由

本単元は、金属、水及び空気の性質について興味・関心をもって追究する活動を通して、温度の変化と金属、水及び空気の温まり方とを関係付ける能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、金属、水及び空気の性質についての見方や考え方をもちつことができるようにすることをねらいとしている。しかし、実生活の中でもものが温まっている状態については経験していても、温まっていく途中の様子を意識せずに過ごすことが多い。

「もののあたたまり方」の単元は、学校での学習と実生活とが乖離しやすく、学力調査においても平均正答率も低い「エネルギー」の領域である。よって、「もののあたたまり方」の単元を取り上げ、「知識・技能を活用する力」の育成をめざした単元モデルを作成する。

本研究では、単元モデルとは単元そのものの流れを示すものとする。実際の授業での「適用」「分析」「構想」「改善」のつながりを確認するために、「もののあたたまり方」についての単元構想図を合わせて作成する。

(2) 単元モデルの作成

以上の点に留意して、「知識、技能を活用する力」を育成するための単元モデル（試案）を作成した。

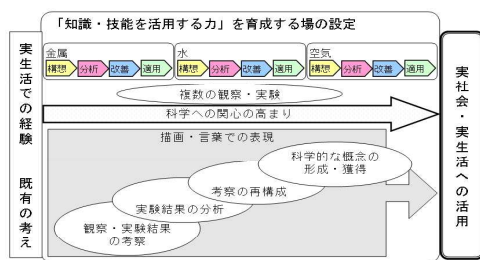


図1 「知識、技能を活用する力」を育成するための単元モデル（試案）

(3) 「知識・技能を活用する力」を育成するための工夫

ア 「知識・技能を活用する力」を育成する場の設定

「知識・技能を活用する力」を育成する場として「構想する場」「分析する場」「改善する場」「適用する場」を次の流れで設定し、学習活動に取り入れた。

はじめに、小学校第4学年を対象とすることから、「構想する場」として予想して実験計画を立てる手順を経験させ、その実験で自分の予想通りになった場合の実験結果を考えさせた。次に、「分析する場」として、実験結果から共通性をとらえたり相違点を見いだしたりして考察させ、言葉や図で表現させた。そして、「改善の場」として、児童が自分の考えと友だちの考えの違いをとらえ、自分の考えを見直したり振り返ったりして、より妥当な考えを作り出すようにさせた。その上で、「適用の場」として、生活の中で見られる事物・現象を想起させることで、学習した知識・技能を結び付けて解釈するようにさせた。

イ 共通性を見いだすための複数の観察・実験

各物質の温まり方の共通性を見いだすために、それぞれ複数の実験を行い、その結果を関連付けて考察させることとした。まず金属について熱の伝導をとらえるために、金属の棒や正方形の板、コの字型の板を端から加熱する実験や金属の棒を中央から加熱する実験を設定した。また、水の温まり方の共通性を見いだすために、温まった水の温度、重さ、粒子としての水の動きを知るための三つの実験を設定した。空気についても同様に、部屋の空気の温度を計ることと粒子としての空気の動きを知るための二つの実験を設定した。

ウ 粒子のもつエネルギーの視覚化

液体である水の対流を視覚化するために、示温インクを用いた。示温インクは約40℃で青色から桃色に変化し、温度変化を色変化としてとらえることができる。しかし、示温インクを希釈した溶液は不透明で中の様子の観察が難しいため、粒子としての水を視覚化するためにヨウ素デンプン感熱液も用いた。ヨウ素デンプン感熱液は、常温では青く、加熱すると無色になる性質があることに加え、ヨウ素デンプン反応をした青色の小さなデンプン顆粒が液の中にあり、対流によって動く様

子を観察することができる。以上の二つの実験と温度の異なる一定体積の水の重さについての実験を設定した。

エ 描画法による表記と記述による考えの顕在化

児童が予想した温まり方や実験結果を矢印や塗りつぶして図に表すことや、それを説明するよう促されることで、児童自身の考えを顕在化し記述につなげるようにした。

(4) 単元構想図の作成

単元の学習内容を金属、水、空気の三つに分けそれぞれを1本の柱として構成した。図中の矢印は、活用の流れを表したものである。「適用」は知識・技能の獲得後に行われる。「分析」は知識・技能を獲得する段階や獲得後に行われる。「構想」は他の時間の知識・技能との関連が基本となる。「改善」はその時間内に行われるため、図では循環させる形で表現した。

イ 指導計画 (表3)

全10時間 (平成25年1月9日～29日)

表3 指導計画

次	時	学習活動	主な評価規準・評価方法
第1次	1	日常生活の中にある身近な事物・現象をもとに物が温まる様子を想起し、学習への目的意識をもつ。	ものの温まり方に興味をもち、意識的に調べようとする。(行動観察、ワークシート)
	2	金属の棒や金属の板の一部を加熱した時の温まり方を予想し、どのようにあたたまるかを調べる。	加熱器具等を安全に操作し、金属の温まり方の特徴を調べる実験をしてその過程や結果を記録している。(行動観察、ワークシート)
	3	試験管に入れた水の一部を加熱した時の温まり方を予想し、どのようにあたたまるかを調べて表現する。	水の温まり方について考え、表現している。(発言分析、ワークシート)
第2次	4	ピーカーに入れた水の一部を加熱した時の温まり方を考え、それをもとに、どのように温まるか実験結果を予想する。	ピーカーに入れた水の温まり方についての考えをもとにして、実験結果を予想する。(発言分析、ワークシート)
	5	ピーカーに入れた水の一部を加熱した時の温まり方を調べ、どのように熱が伝わるのかを考える。	水の温まり方を調べ、どのように温まるのかを考え表現する。(発言分析、ワークシート)
第3次	6	金属や水、空気の温まり方を整理し、日常生活との関連を見いだす。	日常生活で使われているものの温まり方を進んで調べようとしている。(発言分析、ワークシート)
	7	身の回りのもののあたたまり方について考えよう	
第4次	8	身の回りのもののあたたまり方について考えよう	
	9	身の回りのもののあたたまり方について考えよう	

(2) 実践授業の分析・考察

授業の分析・考察はワークシートと授業VTRをもとに行った。特に「適用」「改善」の過程が顕著に見られた第4時～第10時にかかわる分析・考察について述べる。

ア 「適用」について

児童は、第2・3時に「金属は熱せられたところから順に、広がるように温まる」と学習した。第4・5時に試験管に入れた水の温まり方を予想する際、金属の棒の温まり方を適用していると考えられるのは26名中16名、第1時で金属の器に湯を入れた際の金属の温まり方を適用したと考えられるのは5名であった。試験管に入れた水の形状が棒状であり、形状に着目して温まり方を適用した児童や、ものの温まり方は伝導であるにとらえ、適用した児童、第1時を「温めた水を使った実験」としてとらえ、適用した児童がいることがうかがえる。また、金属の温まり方を適用していることが見いだせないのは5名であった。内訳としては、水の温まり方を対流で表現しているのは3名、水と金属の温まり方は別のものととらえてい

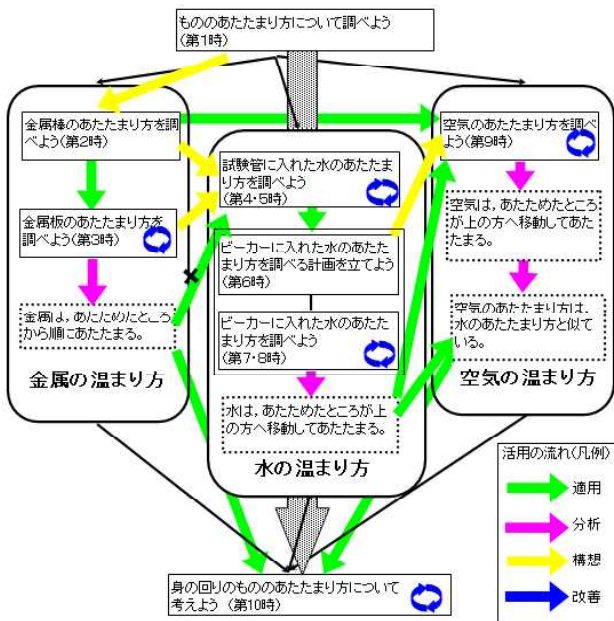


図1 単元構想図

3 実践授業の実施

(1) 実践授業の概要

ア 単元名・学年

「もののあたたまり方」 第4学年26名

ることが明確なのは2名であった。教師側は、水は上の方から温まるという実験結果を想定し、金属の温まり方で得た知識が適用できないことに気付かせたいと考える。しかし、グループでの実験結果にかかわらず、水は加熱した下の方から温まるととらえて記述する児童もいることが明らかになった。このような児童の領域固有性に対して、教師はより妥当な考えへの改善を図る必要がある。

第6時では、ビーカーに入れた水の温まり方を予想した。第4・5時の実験結果「水は下の方から加熱しても上の方から温まる」ことを適用していると考えられるのは26名中21名であった。金属のようにビーカーの水も加熱点から順に温まると予想する児童は3名で、前時の実験で試験管の水は加熱した所から温まるととらえていた児童である。金属と水の温まり方を直接適用していないのは2名であった。このことから、ビーカーに入れた水の温まり方を予想する際は、温める素材が水であることに着目し、前時に試験管の中の水を温めた際の結果を適用していると考えられる。

以上のことから、児童が水の温まり方について予想する際、始めは前時までの学習や経験をもとにしたり形状に着目したりしていたが、二度目は温める素材に着目して適用していると考えられる。

空気の温まり方を調べる第9時の考察では、児童のワークシートに「空気の温まり方は、水の温まり方に似ている」等、水の温まり方を適用した記述が21人中8人に見られた。

第10時に日常生活で見られる場面を取り上げ、説明させる際、科学的な概念を用いて「暖房で部屋の空気を温めると上の方から温まる」ことを説明することは児童21名中19名ができた。しかし、児童はエアコンで暖房された教室で生活しているにもかかわらず、暖房の吹き出し口を下に向ける理由を説明するために、教師からの言葉かけを通して「足元が温かくない」という実生活での経験を想起し、「部屋の下の方を温めたい」という意見と結びつけることが必要であった。

イ 「改善」について

第4・5時に試験管に入れた水の温まり方につ

いて実験した際、下の方から加熱した場合の水の温まり方について、個人のワークシートの記述とグループでとらえた温まり方に相違が見られたのは3名であった。これは、同じ実験を見ても結果のとらえ方が異なること、そのとらえ方がグループで少数意見になり、グループの結果に反映されなかったことが考えられる。実験結果から、教師側は金属の温まり方で得た知識を、分析を通して改善させたいと考える。第4・5時に水は上の方から温まると考察した児童は22名で、結果についての個人のワークシートの記述とグループの結果に相違が見られた3名を含んでいる。グループの結果「水は加熱した所から温まる」としたグループは全体から見ると少数の結果となり、1人は後から「水はどこから温めても上の方から温まる」ととらえた多数のグループに合わせたことが考えられる。

この後、第7・8時の実験を通して、粒子としての水の動き等の見方を確認し、自分で分析・考察したことをもとにさらにグループで分析し、全体の場で改善を図った。水の温度が高い方が上へ移動すること、ビーカーの水を温めると上の方から温まるという考えへ全員が改善することができた。このことから、児童の考えの改善を図るためには、複数の実験が必要であると考えられる。

ウ 「構想」について

第6時にビーカーの中の水の温まり方を予想した際、予想した温まり方と示温インクの変色部分とを関連付けることが難しい児童も見られた。検証実験を児童が主体的に行うために、予想した温まり方と粒子のもつエネルギーを視覚化した実験結果との関連を図る必要があると考えられる。

4 研究の分析・評価

(1) 研究の分析・評価

単元モデルの有効性を検証する中で、次の4点が明らかになった。

1点目は、単元モデルにより、活用の四つの視点のつながりを意識することである。授業者は、時間や知識の連続性を意識して、指示、発問、支

援の言葉かけをすることができた。児童には水の温まり方を空気の温まり方に適用する記述が見られ、学習したことを予想や考察の中で用いる姿が見られた。

2点目は、児童の既存の考えを改善することである。授業者は水の温まり方は対流によるものと考え、金属のような伝導による温まり方を適用できないと考える。しかし、児童側は、一度の実験では考えを改善しづらい児童も見られ、自分の構想とつながる事象を重視する傾向が見られた。そのため、複数の実験が児童の概念形成に有効であることが分かった。

3点目は、段階に応じた他の学年、他の単元での連続的な取組が必要なことである。本研究では小学校第4学年を対象としたため、検証実験の方法を示し、考察する手順を経験させたが、自分の構想に沿って検証実験の結果を予想することにも支援が必要であった。今後、中学校第3学年までを見据えて、反証となる実験を主体的に計画できるようにするために、検証実験を修正する方法を知る等の段階を計画的に取り入れることが必要である。

4点目は、実生活での経験を想起させることが必要なことである。児童は科学的な概念を用いることができたが、実生活との関連を見いだすために、教師からの言葉かけで実生活での経験を想起し、自分の意見と結びつけることが必要であった。

(2) 単元モデルの再構成

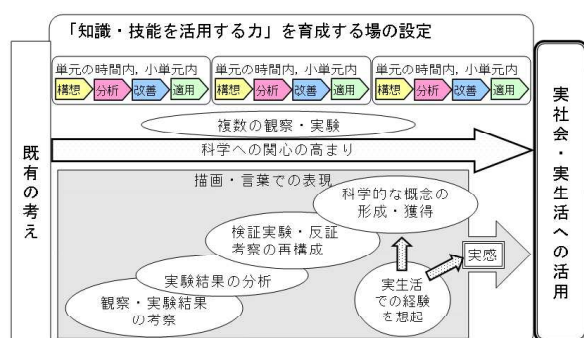


図3 「知識・技能を活用する力」を育成するための単元モデル

以上の分析をもとに、単元モデルを他の単元への汎化という点から再構成した。

V 研究のまとめ

本研究での成果は、小学校理科学習指導要領の内容区分A物質・エネルギーの中の「粒子のもつエネルギー」として設定された第4学年単元「もののあたたまり方」について、「知識・技能を活用する力」を「適用、分析、構想、改善」の四つの枠組みに分け、それぞれの活用の視点がどのようにつながっているかを意識して知識の活用の流れを示した単元モデルを作成したことである。金属の温まり方を水の温まり方に適用できないことに気づかせるための単一の実験だけでなく、児童の既存の考えを改善するための複数の実験を行うことで、児童の既存の考えからの改善が図られ、水の温まり方についてより妥当な考えを作り出すことが明らかになった。

単元モデル作成に当たっての課題は、教師と児童の本当の思考の流れを把握することが難しいことである。児童の一人一人の思考の流れが異なるため、思考の流れの経路は一つではない。そのため、今後児童のいろいろなつまずきの相違点を明らかにし、「知識・技能を活用する力」をより効果的に付けるにはそれに対応する教師の受け止め方、支援の力量が問われる。今後の実践を通して児童の思考の流れを見取り、「知識・技能を活用する力」を育成するための研究を続けていきたい。

参考文献

- ① 栃木県総合教育センター『平成18年度栃木の子どもたちの学力向上を図る学習指導プラン 確かな学力を育むために【小学校・理科】』2007年