

# 科学的な思考力・表現力を育成する理科授業の工夫

## — 「問題解決ワークシート」を活用して比較したり関係付けたりする活動を通して —

海田町立海田南小学校 山光 誠司

### 研究の要約

本研究は、小学校第4学年理科「もののあたたまり方」において、科学的な思考力・表現力を育成するための理科授業の工夫について研究したものである。文献研究から、科学的な思考力・表現力を育成するためには、比較したり関係付けたりする際に視点を明確にして考えさせる理科授業の工夫が重要であることが分かった。そこで、比較や関係付けの視点を明確にし、予想や仮説を振り返りながら活動することを意識させる授業モデルと授業モデルに対応した「問題解決ワークシート」を作成した。「問題解決ワークシート」を活用することにより、実験結果と事物・現象とを関係付けた記述ができるようになり、金属、水、空気それぞれの学習終了後に実施した評価テストにおいて、科学的な思考力・表現力の向上が確認できた。このことから、「問題解決ワークシート」を活用して比較したり関係付けたりする活動の充実を図る理科授業の工夫は、科学的な思考力・表現力の育成に有効であることが分かった。

キーワード：科学的な思考力・表現力　問題解決ワークシート　比較　関係付け

### I 主題設定の理由

小学校学習指導要領解説理科編（平成20年）の指導計画の作成と内容の取扱いには、「予想や仮説を立てて観察、実験を行うことだけでなく、その結果について考察を行う学習活動を充実させることにより、科学的な思考力や表現力の育成を図ることが大切である。」<sup>1)</sup>と示されている。

国立教育政策研究所「特定の課題に関する調査（理科）調査結果」（平成19年）には、小学校理科の課題の一つとして、「予想や仮説を、観察・実験の結果と関係付けて考察を行うこと」が挙げられており、予想や仮説を実験結果と比較したり関係付けたりして考察を行う学習活動を充実させる必要があると考える。

そこで、第4学年「もののあたたまり方」の単元において、「問題解決ワークシート」を活用した授業モデルを作成する。「問題解決ワークシート」は、問題解決の過程における各場面において、比較や関係付けの視点を明確にするとともに、実験前の予想や仮説と実験結果を比較したり関係付けたりする活動を充実させるための手立てとして活用する。このように、「問題解決ワークシート」を活用して、比較したり関係付けたりする活動を充実させることで、科学的な思考力・表現力を育成することができると考え、本主題を設定した。

### II 研究の基本的な考え方

#### 1 科学的な思考力・表現力とは

国立教育政策研究所教育課程研究センター「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料（小学校理科）」（平成23年）には、「思考・判断・表現」の「表現」の評価について、「基礎的・基本的な知識・技能を活用しつつ、各教科の内容に即して考えたり、判断したりしたことを、児童生徒の説明・論述、討論などの言語活動等を通じて評価することを意味している。」<sup>2)</sup>と示されている。

このことから、本研究においては、「思考力」と「表現力」を分けず一体的なものと捉え、「科学的な思考力・表現力」と定義することとする。

角屋重樹（2013）は、理科における科学的な思考力について「思考とは、ある目標の下に、子どもが既存経験をもとに対象に働きかけ種々の情報を得、それらを既存の体系と意味付けたり、関係付けたりして、新しい意味の体系を創りだしていくことである。ここでいう意味の体系とは、対象に働きかける方法とその結果得られた概念やイメージなどをいう。また、意味付け、関係付けには、違いに気付いたり、比較したり、観察している現象と既存知識を関係付ける等の操作がある。」<sup>3)</sup>としている。

山極隆（2007）は、「科学的思考力とは、知識・

技能を習得したり、探究の過程、問題解決の過程で新しい知識や法則を見いだすまでの一連の能力である。」<sup>4)</sup>と述べている。

以上のことから、本研究における科学的な思考力・表現力とは、問題解決の過程において、新しい知識や概念を見いだすために、学習問題と既有知識や概念とを比較したり関係付けたりして考え、考えたことを表す力とする。

## 2 科学的な思考力・表現力を育成するためには、比較したり関係付けたりする活動について

### (1) 比較したり関係付けたりする活動の重要性

中央教育審議会答申「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」（平成20年）の「理数教育の充実」において、理数教育の充実の言語活動との関連の基本的な考え方として、思考力・判断力・表現力等の育成の観点から、論理や思考といった知的活動の基盤という言語の役割に着目した場合、比較や分類、関連付けといった考えるための技法を活用して説明する言語活動が重要であることが示されている。

角屋（2013）は、「子どもに思考力を育成するには、日常の学習指導において、違いに気づいたり、分類したり、比較したりする操作や、観察している対象と既有知識を関係付ける操作を行う学習活動の工夫が大切になる。このような思考の操作は、思考のすべてもいい、思考力の最も基本的な要素である。この要素を身に付けさせることができれば、思考力育成の重要なポイントになる。」<sup>5)</sup>と述べている。

以上のことから、比較したり関係付けたりする活動は、思考力を育成するに当たって重要なポイントになる活動であるとともに、考えたことを表す際にも重要な活動であると考える。

### (2) 比較したり関係付けたりする活動を充実させるために

角屋（2013）は、比較するときには、「何」と「何」をどういう視点で比較するかということや、「何」と「何」をどのような関係で関係付けるかということが大切であることを述べている。

村山哲哉（2012）は、問題解決の過程の中で子供が事象を比較したり、関係付けたり、条件に着目したり、推論したりというように思考して追究した自己の考えを記述させる際、何をどのように記述させるかということや、考察部分で、自分の立てた予想と実験結果とを比較して考えを表現させることができることを述べている。

切であることを述べている。

以上のことから、比較したり関係付けたりする活動を充実させるためには、問題解決の過程の中で、比較したり関係付けたりする視点を明確にして考えさせ、考えたことを表すことができるよう何をどのように記述させるのかを工夫することが重要であると考える。

### (3) 科学的な思考力・表現力を育成するために比較したり関係付けたりする活動

日置光久（2005）は、観察・実験の処理から自分の考えをつくるときには、観察・実験の結果は、予想や仮説と比較し、結論を一般化する必要があることを述べている。

矢野英明（2007）は、「観察・実験の結果を丁寧に『考察し、結論を得る』ようにすることは、事実やデータをもとに意味付けたり、関係付けたりして思考することであり、思考力を育成することもある。」<sup>6)</sup>と述べている。

村山（2012）は、科学的な思考力・表現力の育成の観点から、問題解決の過程における実験の結果から何が言えるのかを考察しまとめていく場面が重要なポイントであることを述べている。さらに、観察・実験の結果から何が言えるのかを考察しまとめていく場面では、「自らの観察記録や実験データを整理し、それに基づいて考えたり、それを根拠にして説明したりすることが重要である。」<sup>7)</sup>と述べている。

つまり、科学的な思考力・表現力の育成を図るために比較したり関係付けたりする活動として、考察場面において、仮説と実験結果とを比較したり、事実やデータを基にした実験結果と学習問題とを関係付けたりする活動が重要であると考える。

そこで、本研究では、科学的な思考力・表現力の育成を図るために、考察場面で、比較したり関係付けたりする視点を明確にして考え、考えたことを表すことができるよう、

- ① 仮説と実験結果とを比較する活動
  - ② 実験結果と学習問題とを関係付ける活動
- を位置付ける。この二つの活動の手立てとなるよう、問題解決の過程における理科授業の工夫をしていく。本研究における、比較したり関係付けたりする活動を充実させるための授業モデルを図1に示す。

なお、実験結果は、「(7) 考察する」場面における上述した①②の活動での比較又は関係付けの視点となる。そのため、実験結果を比較や関係付けの視点として考えることを意識させるため、考察場面でも再度記述されることとする。

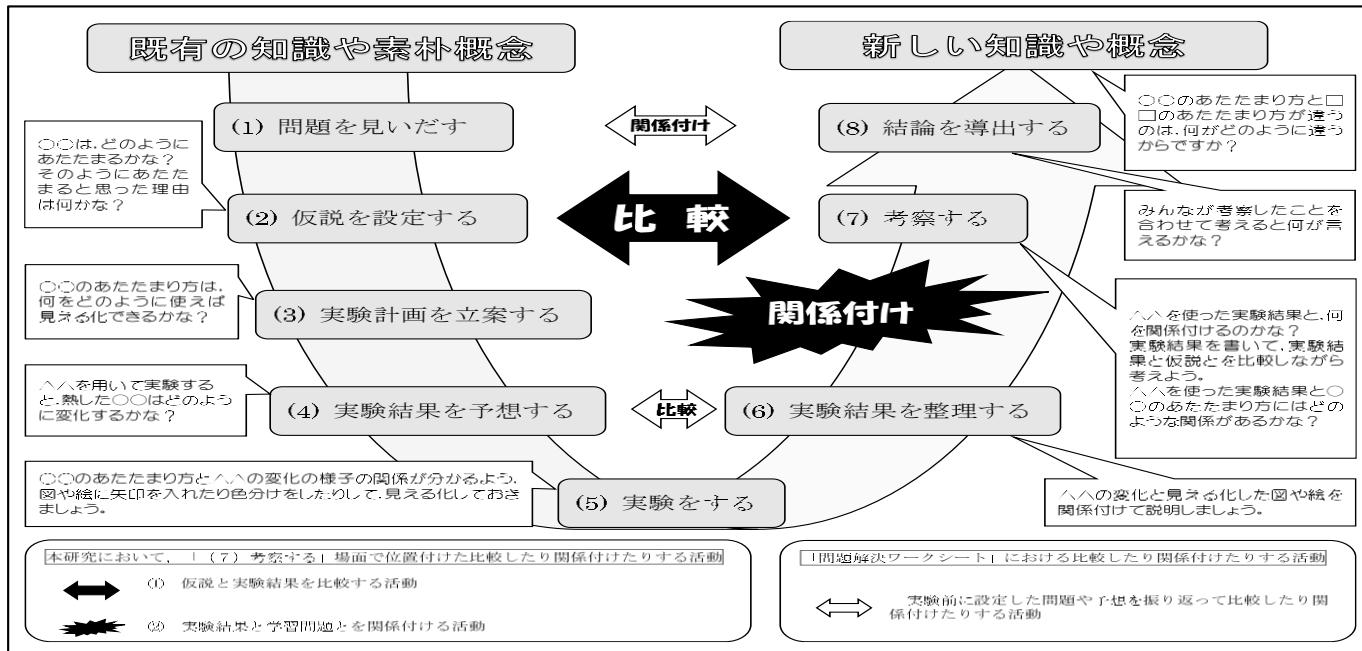


図1 本研究における比較したり関係付けたりする活動の充実を図るための授業モデル

### 3 比較したり関係付けたりする活動の充実を図る「問題解決ワークシート」について

#### (1) 指導者の発問とワークシートの工夫

角屋(2013)は、ワークシートには問題解決の過程の各場面の一連の流れが分かり、見通しをもった活動ができるように、問題解決の各場面を区別して順に示すことが大切であることを述べている。

木下博義(平成23年)は、「子どもが思考力や表現力を身につけるには、絶えず自らの学習を振り返り、状況を把握しながら学習を進めていく『学習の基盤』を固める必要がある。」<sup>8)</sup>とし、そのためには、指導者が問い合わせやワークシートを工夫するなどして学習の振り返りを促すことが重要であることを述べている。

以上のことから、思考力や表現力を育成するためには、絶えず自らの学習を振り返り、見通しをもって活動を進めていくように、指導者の発問・指示やワークシートの工夫が重要であると考える。そこで、指導者の発問・指示に対応し、問題解決の一連の流れが分かり、何と何を比較したり関係付けたりするのかが明確になるような1枚もののワークシートを作成する。

#### (2) 「問題解決ワークシート」とは

本研究で活用する「問題解決ワークシート」（以下、「ワークシート」とする。）とは、指導者の発問・指示とワークシートの一体化を図り、比較したり関係付けたりする活動を充実させるための手立てとして活用するワークシートである。「ワークシ

ト」は、問題解決の過程における指導者の発問・指示が、「ワークシート」に対応し、比較したり関係付けたりする視点が明確になるように工夫する。比較したり関係付けたりする視点を明確にし、児童が自己的学習を振り返りながら学習を進めていくよう工夫した「ワークシート」は、比較したり関係付けたりする活動を充実させる手立てになると考える。

#### (3) 比較したり関係付けたりする活動の充実を図る「ワークシート」の工夫

##### ア 「ワークシート」により自己の考えを振り返り、実験前の予想や仮説と比較したり関係付けたりしながら学習を進める工夫

森藤義孝ら（平成23年）は、科学的な思考力の育成の手立てとして予想と結果を並列したワークシートを活用した研究を行っている。

本研究では、森藤らの研究を基に、「ワークシート」の問題解決の過程を、「(1)問題を見いだす」と「(8)結論を導出する」、「(2)仮説を設定する」と「(7)考察する」、「(4)実験結果を予想する」と「(6)実験結果を整理する」というそれぞれの場面が隣り合わせになるように配置を工夫する。このように問題解決の過程におけるそれぞれの場面の配置を工夫することは、実験前の仮説や予想と実験結果とを照らし合わせて比較したり関係付けたりして考えるための手立てになると考える。さらに、実験前後の自己の考え方の変化や、「何」と「何」を比較し、「何」と「何」を関係付けたのかを振り返る際にも有効であると考える。

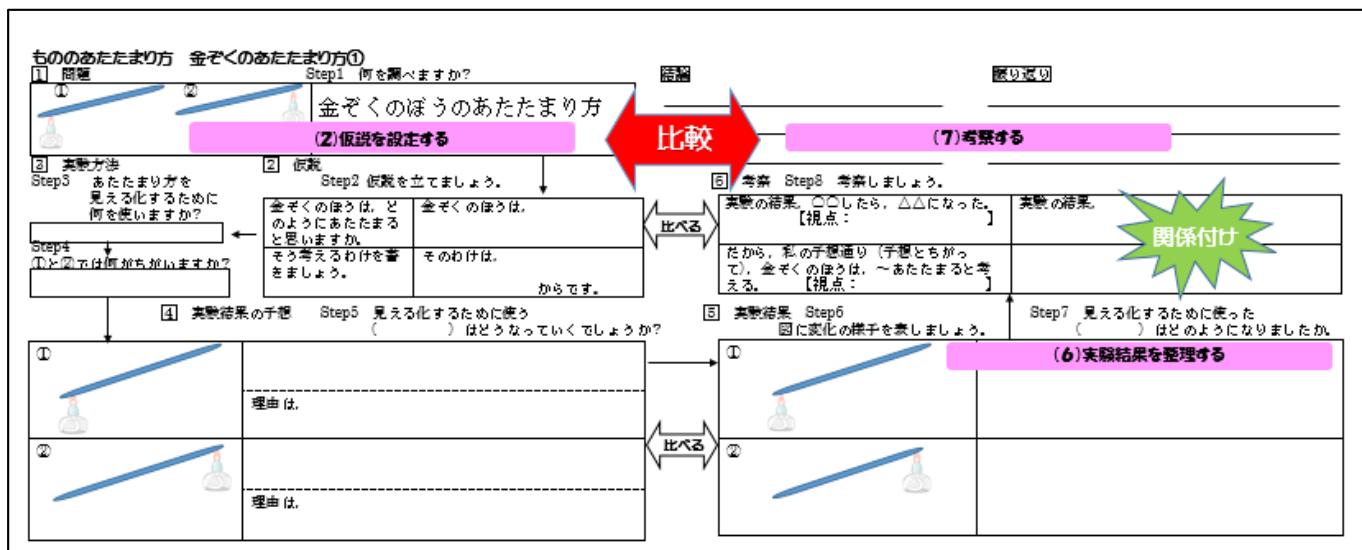


図2 比較したり関係付けたりして思考したことを表すための「ワークシート」の例

## イ 比較したり関係付けたりする視点を明確にする工夫

比較したり関係付けたりする活動を行う際、「『何』と『何』を比べるのか。」「○○のあたたまり方は『何』がどのように関係しているのか。」というように、視点を明確にすることが大切である。

そこで、比較したり関係付けたりする視点を明確にするための指導者の発問・指示を考えておく必要がある。指導者の発問・指示の例は、図1に示した。

「ワークシート」には、児童が何をどのように記述すればよいかが分かるよう、指導者の発問・指示に対応した補助的な発問・指示を示す。比較したり関係付けたりする視点を明確にする発問・指示とワークシートの工夫の一体化は、実験結果と学習問題とを比較したり関係付けたりして考えたことを表すための手立てになると考える。

本研究で活用する比較したり関係付けたりして考えたことを表すための「ワークシート」の例を図2に示す。

## III 研究授業について

### 1 研究の仮説及び検証の視点と方法

#### (1) 研究の仮説

第4学年「もののあたたまり方」の単元で、問題解決の過程において、「問題解決ワークシート」を活用して、比較したり関係付けたりする視点を明確にした理科授業を展開していくことにより、比較したり関係付けたりして考え、考えたことを表すことができるようになり、科学的な思考力・表現力を育成することができるであろう。

## (2) 検証の視点とその方法

検証の視点とその方法を表1に示す。

表1 検証の視点とその方法

	検証の視点	検証の方法
1	「ワークシート」を活用することにより、比較したり関係付けたりする活動を充実させることができたか。	「ワークシート」
2	比較したり関係付けたりする活動を通して、科学的な思考力・表現力を育成することができたか。	「ワークシート」評価テスト

「ワークシート」は、金属の実験で2回、水の実験で2回、空気の実験で1回の合計5回活用し、比較したり関係付けたりする活動の充実を図るために用いる。ただし、本研究においては、科学的な思考力・表現力を育成するために重点を置く考察場面での比較したり関係付けたりする活動の記述について検証する。

評価テストは、科学的な思考力・表現力を評価を目的として、金属、水、空気の各学習終了後に合計3回、それぞれの学習に関わる問題を実施する。

## 2 研究授業の計画

○ 期間 平成25年12月9日～平成25年12月18日

○ 対象 所属校第4学年（1学級35人）

○ 単元名 もののあたたまり方

○ 指導計画

次	時	学習内容	「ワークシート」の活用	評価テストの実施
一	1・2	金属の棒のあたたまり方	金属①	
	3・4	金属の板のあたたまり方	金属②	金属（金属終了後）
二	5・6	水のあたたまり方	水①	
	7・8	水はどうして上からあたたまっていくのか	水②	水（水終了後）
三	9・10 11	空気のあたたまり方	空気①	空気（空気終了後）

## IV 研究授業の分析と考察

### 1 「ワークシート」を活用することにより、比較したり関係付けたりする活動を充実させることができたか

#### (1) 「ワークシート」を活用することにより、関係付けえたことを表す力が育成できたか

表2は、金属①の「ワークシート」における考察場面でのループリックと記述例を示し、各段階に該当する人数を表したものである。ループリックは、「実験結果と学習問題とを関係付けて考え、考えたことを結論として正しく表すことができたか」を基準に作成した。なお、ループリックの段階は、結論として正しいことを前提としたため、関係付けができていても結論として正しくないものは、段階「0」とした。

図3は、ループリックを基に「2：二つの実験結果と関係付けている」「1：実験結果と関係付けている」「0：実験結果と関係付けていない」の3段階に分類し、関係付けの記述の変容を分析したものである。

金属①の考察場面では、結論として正しいこと（金属の棒は、熱したところから順にあたたまる）を前提として、実験結果と関係付けて導き出した段階「2」「1」に該当した児童11人（31%）のうち、段階「2」の児童は2人（6%）だった。

その後、段階「2」「1」に該当した児童は、金属②では20人（57%）、水①では27人（77%）、水

表2 金属①の「ワークシート」における考察場面でのループリックと記述例

段階	関係付け	人数	記述例
2	○できている (二つの実験結果を関係付けた記述がある。)	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験の結果、金属の棒のロウは、下を熱しても上を熱しても、熱したところからとけていった。したがって、金属の棒は、熱したところから順にあたたまると考えられる。</li> </ul>
1	○できている (実験の結果を関係付けた記述がある。)	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験の結果、金属の棒のロウは、熱したところからとけていった。したがって、金属の棒は、熱したところから順にあたたまると考えられる。</li> </ul>
0	○できていない (学習問題に対して適切に記述できていない。)	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>無記述</li> <li>実験の結果、ロウはとけた。だから、金属の棒は、熱するとあたたまる。</li> </ul>
0	○できっていない (考えたことが実験結果の繰り返しになっている。)	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験の結果、金属の棒のロウは、熱したところからとけていた。したがって、金属の棒は、熱したところからロウがとけていくと考えられる。</li> </ul>
0	○できていない (その他)	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験の結果、金属の棒のロウは、熱したところからとけていた。したがって、金属の棒は、熱したところと反対の端からあたたまる。</li> </ul>
	○できている (学習問題に対して記述し、関係付けているが、結論として正しくない。)	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験の結果、金属の棒のロウは、熱したところの反対の端からとけていた。金属の棒は、熱したところと反対の端からあたたまる。</li> </ul>

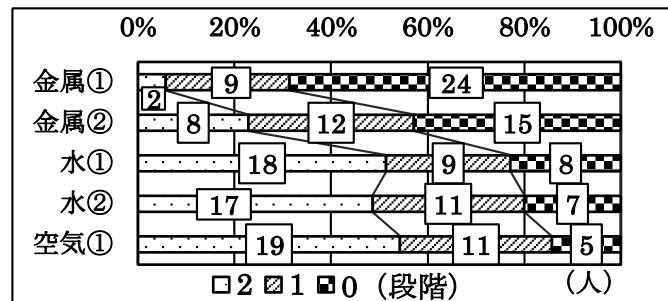


図3 「ワークシート」における関係付けの記述段階の変容

②では28人（80%），空気①では30人（86%）と増加した。段階「2」の児童も、最終的に、空気①では19人（54%）まで増加した。

以上のことから、「ワークシート」を活用することにより、実験結果と学習問題とを関係付けて考え、考えたことを表す力を育成することができたと考える。

#### (2) 比較したり関係付けたりする活動における考察場面での記述の変容

##### ア 金属①で見られた課題

考察場面において、段階「0」に該当した児童は、金属①で24人（69%）だった。

金属①では学習問題を「金属の棒は熱するとどのようにあたたまっていくのだろうか。」とした。これらの段階「0」に該当した児童の記述は、問題に対して適切に記述できていなかったり、考えたことが実験結果の繰り返しの記述になっていたりしていることが多いことが分かった。

##### イ 実験前の仮説と実験結果を比較する活動における考えたことの記述の変容

図4はA児の金属①と水①での、仮説設定場面と考察場面での記述である。

A児の金属①の学習における考察場面の記述では、「問題に対して適切に記述できていない」という課題が見られた。A児の金属①での仮説設定場面での記述と考察場面での記述とを比較すると、仮説設定場面では「火の近くからあたたまる」という課題に対して適切に思考した記述があるが、考察場面では仮説設定場面での記述に対して「予想通り」としながら、「火に近づけると熱くなる」という問題に対して適切に答えることができない記述が見られ、仮説に対する確証も不適切であることが分かった。

金属①の考察場面では、A児のように問題に対して適切に記述できていない児童が10人（29%）いた。そこで、金属②では、授業の始めに既習事項の復習とともに、金属①で仮説の確証、反証や関係付けを適切に記述できた児童の記述を紹介しながら「ワー

	仮説	考察
金属①	<p>【仮説】 Step9 金屬を熱してみましょう。 金属が火に近づくと、そののまくからあたたまると思います。 そう考えるわけを書きましょう。(金属のあたたまり方と比べよう)</p> <p>【2】仮説を立てましょう。 水は、どのようにあたたまると思いませんか? そう考えるわけを書きましょう。(金属のあたたまり方と比べよう)</p>	<p>【考察】 Step9 考察をしてみましょう。 金属が火に近づくと、そののまくからあたたまると思います。 だから、そののまくからあたたまると思います。</p> <p>【仮説】 Step9 仮説をしてみましょう。 水は、どのようにあたたまると思います? そう考えるわけを書きましょう。(金属のあたたまり方と比べよう)</p>
水①	<p>【仮説】 Step9 仮説をしてみましょう。 水は、どのようにあたたまると思います? そう考えるわけを書きましょう。(金属のあたたまり方と比べよう)</p>	<p>【考察】 Step9 考察をしてみましょう。 実験の結果、○○したら、△△になった。 だから、私の予想通り(予想どちらがって)、金属のほうがあたたまり方は、～と考える。</p>

図4 A児の金属①と水①での仮説と考察の記述

クシート」で実験前の仮説と実験結果を比較しながら学習を進めていくことを再確認した。

水①では、学習問題を「水は熱するとどのようにあたたまっていくのだろうか。」とした。A児の水①の考察場面では、実験結果と学習問題とを関係付けて考えたことを結論として正しく表すことができている。また、仮説設定場面と考察場面の記述を比較してみると、仮説設定場面では「熱したところの近くからあたたまる」という記述があり、考察場面では「予想どちらがって」として、「上からだんだんあたたまる」という記述が見られる。A児の反証が適切であることが分かる。

金属①では、確証が曖昧で考えたことも学習問題に対して適切であるとはいえない記述であったが、水①では、反証が仮説に対して、考えたことが学習問題に対して適切であるといえる。A児の変容は、考察場面において、実験前の仮説と実験結果を比較しながら学習を進めたため、学習問題から外れることなく考えたことを表すことができたと考えられる。

## ウ 実験結果と学習問題とを関係付ける活動における考えたことの記述の変容

図5はB児の金属①と空気①の学習における考察場面での記述を比較したものである。

B児の金属①の考察場面では、考えたことが実験結果の繰り返しの記述になっているという課題が見られた。B児は実験結果を「熱したところからロウが溶けた。」と表しながら、考えたことでも「火をつけたところから溶けていく。」と繰り返している。

B児のように考えたことが実験結果の繰り返しになっている児童が9人(26%)いた。考えたことが実験結果の繰り返しになっている児童の課題としては、何と何を関係付けるのか、何をどのように書くのかの視点が明確になっていないことが考えられる。

B児の空気①の考察では、実験結果と学習問題と

金属①	<p>【考察】 Step8 考察しましょう。 実験の結果、○○したら、△△になった。</p> <p>だから、私の予想通り(予想どちらがって)、金属のほうがあたたまり方は、～と考える。</p>	<p>実験の結果、金屬を熱すると、熱したことから遠くに向かってとけいだ。</p> <p>だから、私の予想通り(予想どちらがって)、金屬のほうがあたたまり方は、～と考える。</p>
空気①	<p>【考察】 実験の結果、○○したら、△△になった。</p> <p>だから、私の予想通り(予想どちらがって)、空気の温まり方は、～と考える。</p>	<p>実験の結果、空気をあたためると、上方から気温が上がった。 また、火に近づけると、周りの上方の温度が上がりやすくなったり、 したがって、私の予想通り空気のあたたまり方は、あたたまつ空気は、水と一緒にてよく動きにかんげいあり、上方があたたまつといふと考える。</p>

図5 B児の金属①と空気①での考察の記述

を関係付けて考えており、考えたことを結論として正しく表すことができている。

B児の変容は、毎時間、問題解決の過程の中の各場面において、何と何を比較し、何と何を関係付けるのかということや、何を使えばどのような変化を目で見ることができるのか、何をどのように書くのかと視点を明確にして考えたり記述したりしていく活動を継続することで、比較したり関係付けたりする視点を明確にして考え、考えたことを表すことができるようになったと考えられる。

## エ 「ワークシート」は、比較したり関係付けたりする活動を充実させる手立てになったか

「ワークシート」の活用において、実験前の自分の考えを振り返りながら学習を進めたり、視点を明確にして比較したり関係付けたりして考えたことを記述したりすることを繰り返すことにより、A児やB児と同様の変容が見られた児童が数名おり、ループリックにおける評価において段階「0」にあたる児童は、金属①での24人(69%)から空気①での5人(14%)に減少した。

以上(1)(2)のことから、「ワークシート」は、比較したり関係付けたりする活動を充実させる手立てになり、「ワークシート」を活用することにより、比較したり関係付けたりする活動を充実させることができたと考える。

## 2 比較したり関係付けたりする活動を通して、科学的な思考力・表現力を育成することができたか

### (1) 科学的な思考力・表現力が育成できたか

表3は、金属の学習終了後に実施した評価テストにおけるループリックと記述例を示したものである。ループリックは、「学習問題と既習の知識や概念とを関係付けて考え、考えたことを結論として正しく表すことができたか」を基準に作成した。なお、ル

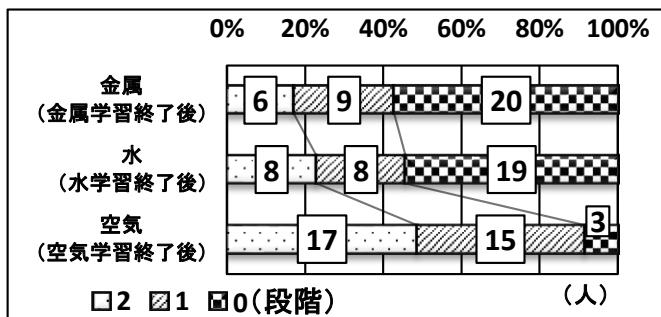
表3 金属の学習終了後に実施した評価テストにおけるループリックと記述例

段階	関係付け	人数	記述例
2	○ できている (以下の内容のうち、理由として二つが記述されている。) ★ 金属は熱したところから順にあたたまる ★ 切込みは（金属ではないので、直接）熱を伝えない	6	・ ア、イ、ウ、エの順にあたたまつていく。そのわけは、金属の棒も板も熟したところから順にあたたまり、切込みは金属ではないので熱は伝わらないと思うからです。
1	○ できている (以下の内容のうち、理由としてどちらかが記述されている。) ★ 金属は熱したところから順にあたたまる ★ 切込みは（金属ではないので、直接）熱を伝えない	9	・ ア、イ、ウ、エの順にあたたまつていく。そのわけは、金属の棒も板も熟したところから順にあたたまつたからです。 ・ ア、イ、ウ、エの順にあたたまつていく。そのわけは、切りこみは熱が通らないと思うですから。
0	○ できていない (理由が記述されていない。) ○ できていない (理由が考えたことの繰り返しになっている。) ○ できていない (その他) ○ できている (理由を記述しているが、結論として正しく導き出せていない。)	5 5 2 8	・ ア、イ、ウ、エの順にあたたまつていく。 ・ ア、イ、ウ、エの順にあたたまつていく。そのわけは、ア、イ、ウ、エの順にあたたまつていいと思うからです。 ・ 無記述 ・ 全体が一緒にあたたまる。そのわけは、金属は、一度に全体があたたまつていいと思うからです。 ・ アの次に、イとエが同じくらいにあたたまり、最後にウがあたたまる。そのわけは、金属は熟したところから近いところから順にあたたまるので、切り込みがあっても、それは変わらないと考えるからです。

一ブリックの段階は、結論として正しいことを前提としたため、関係付けができていても結論として正しくないものは、段階「0」とした。

図6は、ループリックを基に、記述を「2」「1」「0」の3段階で分類し、科学的な思考力・表現力の変容を示したものである。金属と空気それぞれの学習終了後の評価テストを比較すると、ループリックにおける段階が「2」または「1」に該当した児童が、金属の学習終了後での15人(43%)から、空気の学習終了後には32人(91%)と増加した。その中で、段階「2」に該当した児童も、6人(17%)から17人(49%)に増加している。

評価テストの結果から、科学的な思考力・表現力を育成することができたと考える。



## (2) 比較したり関係付けたりする活動は科学的な思考力・表現力の育成と関連があるか

図7は、金属、水、空気のそれぞれの学習で活用した「ワークシート」の考察場面での関係付けの段

階と、金属、水、空気のそれぞれの学習終了後に実施した評価テストでの科学的な思考力・表現力の段階をクロス集計したものである。

「ワークシート」においては段階「2」

「1」を関係付けすることでできた児童とし、評価テストでは段階「2」「1」を科学的な思考力・表現力を育成できた児童とし、いずれも達成されている児童の集団は図7の凡例「A」とする。

「ワークシート」の考察場面での関係付けの段階と、評価テストでの科学的な思考力・表現力の段階について $\chi^2$ 検定を行ったところ、有意水準5%（金属学習終了後： $p=0.0173$ 、水学習終了後： $p=0.0089$ 、空気学習終了後： $p=0.0003$ ）において、評価テストにおける科学的な思考力・表現力の段階は「ワークシート」における関係付けの段階に関連があると考えられる。

図7のクロス集計を詳しく見ていくと、金属では、「ワークシート」における関係付けの段階が「0」「1」「2」それぞれの段階ごとの、科学的な思考力・表現力を育成できた児童の割合は、29%，33%，100%と、関係付けの段階が上がるにつれて、科学的な思考力・表現力が育成できたと考えられる児童の割合も上がっている。水、空気の学習においても同様の結果が見られる。

以上のことから、「ワークシート」を活用して比較したり関係付けたりする活動を行うことは、科学的な思考力・表現力の育成と関連があると考える。

## (3) 比較したり関係付けたりする活動に関連した科学的な思考力・表現力の変容

図7のクロス集計から、関係付けの段階が、科学的な思考力・表現力の段階にどのように関連しているのかを見ていく。

金属では凡例「D」の集団に属する関係付けの段階と科学的な思考力・表現力の段階が共に低い段階の児童の人数が多く、空気では凡例「A」の集団に

金属	評価テスト (科学的な思考力・表現力)			科学的な思考力・表現力が育成されたと考えられる割合 (評価テスト段階1・2の人数/ワーク各段階人数)	
	2	1	0		
～関係付け	2	5	1	6/12	100%
シート	1	3	8	4/12	33%
ト	0	5	12	5/17	29%

水	評価テスト (科学的な思考力・表現力)			科学的な思考力・表現力が育成されたと考えられる割合 (評価テスト段階1・2の人数/ワーク各段階人数)	
	2	1	0		
～関係付け	2	5	7	12/17	71%
シート	1	3	7	4/11	36%
ト	0		7	0/7	0%

空気	評価テスト (科学的な思考力・表現力)			科学的な思考力・表現力が育成されたと考えられる割合 (評価テスト段階1・2の人数/ワーク各段階人数)	
	2	1	0		
～関係付け	2	14	5	19/19	100%
シート	1	3	7	10/11	91%
ト	0	3	2	3/5	60%

図7 「ワークシート」における比較、関係付けの評価と評価テストにおける科学的な思考力・表現力の評価のクロス集計結果

属する関係付けの段階と科学的な思考力・表現力の段階が共に高い児童の人数が多いことが分かる。金属から水、空気の学習へと進んでいくにしたがい、凡例「A」の集団に属する数が多くなっている。「ワークシート」における関係付けの段階においても、評価テストでの科学的な思考力・表現力の段階においても満足と判断できる凡例「A」の集団に属する児童は、金属の学習終了後では10人（29%）、水の学習終了後では16人（46%）、空気の学習終了後では28人（80%）と増加している。

#### (4) 比較したり関係付けたりする活動は、科学的思考力・表現力を育成する手立てとなつたか

図8はC児の評価テストの記述の変容である。金属の学習終了後の記述を見ると、切り込みのある金属の板のあたたまり方の理由として考えたことが、金属の板のあたたまり方の繰り返しになっており、段階「0」に該当した。空気の学習終了後の記述を見ると、黒いビニール袋で作ったクジラが浮かぶ理由を既習の空気のあたたまり方と関係付けて考え、二つ以上挙げて表していることから、段階「2」に該当し、向上が見られる。

「ワークシート」と同様に、評価テストでも、始めは多くみられていた理由の無記述や「理由が考えたことの繰り返し」になっている記述、問題に対して適切に解答できていない記述が、評価テストを重ねていくごとに減少していった。

このことから、比較したり関係付けたりする活動は、科学的な思考力・表現力を育成するための手立てとなつたと考えられる。

以上（1）（2）（3）（4）のことから、「ワークシート」を活用して比較したり関係付けたりする活動を通して、科学的な思考力・表現力が育成できたと考える。

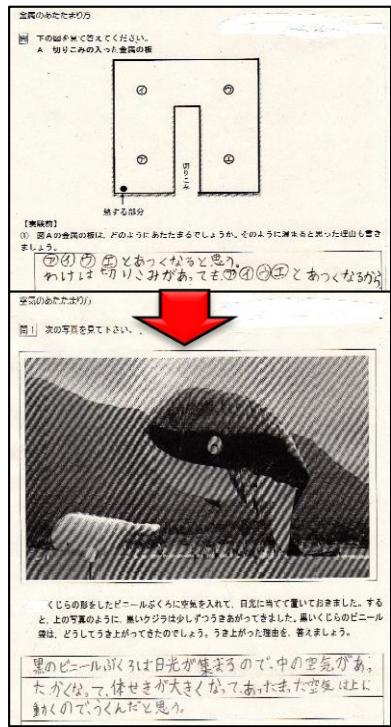


図8 C児の金属と空気の評価テストにおける記述

## V 研究の成果と今後の課題

### 1 研究の成果

「ワークシート」を活用して、比較したり関係付けたりする視点を明確にし、実験前の自分の考えと比較しながら学習を進めていくことは、実験結果と学習問題とを関係付けて考え、考えたことを表すための手立てとなつた。また、このような比較したり関係付けたりする活動は、新しい知識や概念を見いだすために、学習問題と既有知識や概念とを比較したり関係付けたりして考え、考えたことを表す力の向上につながり、科学的な思考力・表現力の育成に有効であることが分かった。

### 2 今後の課題

「問題解決ワークシート」を活用した比較したり関係付けたりする活動の充実と科学的な思考力・表現力の育成との関連と有効性については、小学校第4学年「もののあたたまり方」でしか確認することができていない。今後、「問題解決ワークシート」は、どの学年のどの単元で活用することが有効であるのかを検証し、他の学年、他の単元でも活用していくことができるよう改善していく必要がある。

### 【引用文献】

- 文部科学省(平成20年)：『小学校学習指導要領解説理科編』大日本図書 p. 68
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター(平成23年)：『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料(小学校理科)』教育出版 p. 4
- 角屋重樹(2013)：『なぜ、理科を教えるのか—理科教育が分かる教科書—』文溪堂 p. 51
- 山極隆(2007)：『教育フォーラム第39号 思考力を育てる』金子書房 p. 35
- 角屋重樹(2013)：前掲書 p. 51
- 矢野英明(2007)：『考察し、結論を得る』『理科でどんな力が育つか わかりやすい問題解決論』東洋館出版社 pp. 130-131
- 村山哲哉(2012)：『小学校理科 事例でわかる！子どもの科学的な思考・表現』図書文化社 pp. 10-11
- 木下博義(平成23年)：『『振り返り』を重視した理科学習指導 思考力・表現力育成の視点から』『習得・活用・探求型学力の育成と評価の理論Ⅱ』公益財團法人日本教材文化研究財団 p. 18