

理科教育

科学的な見方や考え方を養う理科授業を目指して － 主体的な問題解決を促す教材の活用を通して －

平成 24 年度	理科教育研究グループ		
専門研究員	大河原町立大河原小学校	高橋 大介	
	松島町立松島中学校	高橋 宏行	
	涌谷町立涌谷中学校	白戸 剛司	
指導主事	企画研究班	高梨 正博	
	企画研究班	阿部 光男	

概 要

本研究は、児童の科学的な見方や考え方を養うことを目指すものである。身近な素材で製作した教材を活用し、主体的な問題解決に取り組み、その有効性を検証する。さらに、「小学校理科授業案(2013)」を作成し、教材を活用した効果的な授業の在り方を提案する。

1 主題設定の理由

1. 1 今日の課題から

1. 1. 1 小学校における理科指導の改善

学習指導要領が改訂され、小学校においては、平成 23 年度から実施されている。この改訂で、これまで 3 つだった領域構成が、中学校の「第 1 分野」「第 2 分野」との整合性を加味し、新たに「A 物質・エネルギー」「B 生命・地球」の 2 つの領域構成に変更された。「A 物質・エネルギー」領域の指導に当たっては、実験から得られた性質や働き、規則性などを活用したものづくりを充実させること、「B 生命・地球」領域の指導に当たっては、自然環境の保全に関する態度を養うために、実際に植物や動物を飼育しながら観察したり、具体的なモデルなどを用いて探究したりすることに重点を置いて構成されている。また、理科の授業時数の増加に伴って追加された新たな学習内容などもあることから、指導の工夫と改善の必要性について記されており、新たな教材研究とともに指導法の開発が必要となるものがあるとされている。

1. 1. 2 全国学力・学習状況調査の結果

平成 24 年度実施の全国学力・学習状況調査（以下、学力調査とする）の対象教科に理科が追加された背景の 1 つとして、「新学習指導要領において、科学的な見方や考え方の育成、科学的な思考力、表現力の育成、科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めることなどの観点から充実が図られており、その

表 1 出題の趣旨と全国及び本県の平均正答率（％）

設問	出題の趣旨	全国	本県
1(3)	水に溶けている物の様子について、実験結果を基に自分の考えを改善して、その理由を記述できる。	54.4	53.9
2(5)	植物の受粉と結実の関係を調べる実験について、結果を基に方法を改善して、理由を記述できる。	32.1	30.8
3(2)	ゴムをねじる回数についてグラフから分析して、予測することができる。	57.4	55.7
3(3)	並列つなぎについて、乾電池の向きと車の進行方向とを関係付けて、分析できる。	52.7	50.7
3(5)	水は、温度によって状態が変化する性質を、物を動かす「エネルギーの見方」として適用できる。	43.5	42.6
4(5)	天気の様子と気温の変化の関係についてデータを基に分析して、その理由を記述できる。	16.9	16.3

方向に沿った学習指導の充実が求められていること」とある。新学習指導要領に基づきながら理

科教育の内容を充実させることの必要性が示されている。理科の調査結果から、本県の児童の学力及び学習状況は、平均正答率の上では全国の結果と比較して大きな差異は見られなかったものの、全国平均正答率を下回った設問が6問あった。出題の趣旨からは、本県の小学生の実態として「実験結果を基に、考えを改善したり、分析したりすることや理由を言葉で表して解答すること」に課題があることが分かる。表1にそのような結果となった設問の出題の趣旨及び全国と本県の平均正答率を示す。

また、分類・区分別集計結果から見ると、評価の観点、問題形式の分類においては、それぞれ「観察、実験の技能」「記述式」が全国、本県ともに、最も低い平均正答率となっている。このことから、「観察、実験器具の操作方法を身に付けること」「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分かった。

1. 1. 3 小学校理科教育実態調査

独立行政法人科学技術振興機構(以下、JSTとする)と国立教育政策研究所が実施した「平成20年度小学校理科教育実態調査」において、「学級担任として理科を教える教員の5割は、理科の指導に苦手意識を感じており、その中でも教職経験が10年未満の教員では、6割を超えている」という結果が出ている。そこで、文部科学省では平成23年3月に「小学校理科の観察、実験の手引き」(以下、「観察、実験の手引き」とする)を発行し、小学校理科教育における観察や実験の充実を図ることを目指した。平成24年度は、JSTが「平成22年度小学校理科教育実態調査」の報告を行い、その中で、理科全般の内容の指導に苦手意識を感じている教員の割合は、平成20年度に比べて減少したことが分かった。しかし、「学習内容」「指導法」「観察、実験」においての知識や技能に関する質問では、全ての項目で肯定的な回答が減少する結果となった。

1. 2 過去の研究の成果と課題から

本センターの平成20年度初等理科研究グループは、問題解決の能力の育成を目指し、問題解決の過程を「つかむ」「調べる」「考察する」の3つの場面と捉えて、問題解決の過程全体における児童の意識の流れを踏まえた教師の働き掛けを工夫し、授業実践によって有効性を検証した。

成果は、教師の働き掛けのポイントを大きな流れでつかみ、授業を焦点化し、児童の意識を高めたり、思考の連続性を図ったりすることができたことである。しかし、「考察する」場面での、教材の特性、時間配分に応じて発問や板書を工夫していくこと、内容や単元の特性の違いによる問題解決の過程を吟味していくことが課題として残った。

1. 3 研究の方向性について

学力調査の結果から、本県における理科教育の課題として「実験結果を基に、考えを改善したり、分析したりすることや理由を言葉で表して解答すること」の正答率の改善が挙げられる。この設問は、実験結果に対する見方や考え方を「科学的」に変容させて解答するものであり、このことから「科学的な見方や考え方を養うことの必要性がうかがえた。また、小学校学習指導要領解説理科編(以下、学習指導要領理科編とする)において、「科学的な見方や考え方は、「問題解決の過程を通して養う」とされているので、本研究では、「関係付けたり、分析したりして理由を記述すること」の充実を図った小学校理科授業を行うことが重要であると考えた。改訂された学習指導要領には、ものづくりを充実させたり、具体的なモデルなどを用いて探究したりする指導に重点を置き、問題解決の活動の充実を図ることが示されている。そこで、問題解決の中核となる「観察、実験」を充実させ、問題解決の能力を育成する授業づくりを行いたいと考えた。課題の探究において、教材の活用を図ったり、身近な素材を用いた教材の開発を行ったりした授業を実践すれば、児童に問題解決の能力を発揮させる場面が充実し、問題解決の能力の育成を促すとともに、結果として児童の「科学的な見方や考え方を養うことができるのではないかと考えた。

過去の研究からは、教材の特性を生かすことや内容や単元の特性に基づいて、問題解決の過程を吟味しなければならないという課題が明確になっている。本研究では、問題解決の過程を見直し、教材

の活用に単元の特性を加味することなども取り入れたいと考えた。

「観察、実験」の充実においては、「観察、実験の手引き」の有効活用を促すことも手だての1つと考え、本県における地域の特性を加味し、「観察、実験の手引き」と関連させた授業案を提案することとした。

2 研究目標

教師が教材を活用することで、児童が主体的に問題解決の活動に取り組む授業づくりを行い、授業実践を通して、その有効性を検証し、科学的な見方や考え方を養う小学校理科授業の在り方について提案する。

3 主題、副題について

3.1 「科学的な見方や考え方」について

学習指導要領理科編では、「科学的」について、「これらの条件を検討する手続きを重視するという側面からも捉えることができる」としている。さらに、「これらの条件」について、「仮説が観察、実験などによって検討することができること、同一の結果が得られること、多くの人に承認され、公認されること」と説明を加えている。

これを踏まえて本研究では、観察、実験などの問題解決の活動の中で、児童が検討したり、結果が得られたり、結論を承認したりする過程を通して、変容した見方や考え方を「科学的な見方や考え方」と捉えることにした。また、「見方や考え方」を養うことについて学習指導要領理科編では、「問題解決の能力や自然を愛する心情、自然の事物・現象についての理解を基にして、見方や考え方が構築される」としている。そこで、児童の問題解決の能力が「自然の事物・現象の変化や働きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べる」過程で育成されることから、以下の

- (1) 「自然事象について関心をもち、働き掛けながら、問題を把握する姿」
- (2) 「見通しをもち、関係付けたり、条件に着目したりして、計画的に観察、実験に取り組む姿」
- (3) 「結果をまとめたり、規則性を見いだしたりしながら理解する姿」

の3つの姿として大きく捉えた。

研究を進める上では、更に具体的に捉える必要があり、それぞれの学年で養うべき、問題解決の能力、自然を愛する心情、自然の事物・現象についての理解を基に、「科学的な見方や考え方」が養われた姿（以下、「養われた姿」とする）を考え、教材の活用や授業づくりを行うこととした。その例として、第5学年の「植物の発芽と成長」「花から実へ」の単元における「養われた姿」を表2に示す。

表2 「科学的な見方や考え方」が養われた具体的な姿

第5学年（小学校学習指導要領解説理科編を基に作成 問題解決の能力は条件制御）

学年	単元名	養われた姿
第5学年	植物の発芽と成長	(1) 植物の発芽、成長に興味をもち、発芽や成長の条件について予想し、進んで方法を考えられている。 (2) 植物の発芽には水、空気及び温度、植物の成長には、日光や肥料などが関係していることを検証するために、それぞれの条件を制御しながら実験をしている。 (3) 植物の発芽や成長するときの条件について理解を深めている。
	花から実へ	(1) 花から実への変化に興味をもち、花粉の働きについて予想し、進んで実験の方法を考えられている。 (2) 花のつくりを調べるとともに、顕微鏡を正しく操作して、花粉を観察し、その様子を記録している。また、花粉の働きを調べるために、めしべの先に花粉を付けたものと付けないものとの実のでき方について、条件を制御して実験している。 (3) 花にはおしべやめしべなどがあり、花粉がめしべの先に付くとめしべのもとが実になり、実の中に種子ができるということについて理解を深めている。また、受粉の働きの学習から生命の連続性への理解を深めている。

また、上記の姿を基に授業における「科学的な見方や考え方」を養う場面をいくつか整理することとした。そこで、「科学的な見方や考え方」が養われる場面を次の3つの場面とし、それぞれ「とらえる」場面、「しらべる」場面、「まとめる」場面とした。

- (1) 「自然の事物・現象に働き掛け、問題を把握する」場面（「とらえる」場面）
- (2) 「見通しをもち、関係付けたり、条件に着目したりして、計画的に観察、実験する」場面（「しらべる」場面）
- (3) 「結果をまとめたり、規則性を見いだしたりして、まとめる」場面（「まとめる」場面）

3. 2 「主体的な問題解決」について

本研究では、「主体的な問題解決」を「児童が自ら予想や仮説を立て、意欲的に観察、実験に取り組み、予想や仮説の妥当性を検討すること」と捉えることにした。そこで、自らの発想により、予想や仮説を立てること、目的意識をもって観察、実験を行い、考察して、結論を見だし、科学的な言葉を用いてまとめることに視点を当てた問題解決の活動を重視することにした。具体的な手だてとして、観察、実験の目的意識をもたせるとともに、自らの体験を重視し、事象をモデル化したり、視覚化したりすることで自然の存在や変化を捉えやすくしたりすることをねらいとした教材の活用を図りたいと考えた。3. 1では、「科学的な見方や考え方」が養われる3つの場面を示したが、「観察、実験の手引き」を基に、問題解決の過程（段階）との関連を

考え、教材の特性を生かした働き掛けを取り入れた授業づくりを行うこととした。重点的に取り組みたい段階との関連を表3に示す。また、理科における問題解決の中核は、観察及び実験を行うことであると考え、特に「しらべる」場面で使用する教材の活用を行うこととした。教材の活用にあたっては、積極的にものづくりの要素を取り入れることで、児童が観察、実験において、目的意識を明確にもち、自らの諸感覚を通して捉えやすくなるようにする。そうすれば、人為的に整えられた条件の下で、教材を用いながら、結果を得ることができるようになり、「とらえる」場面、「まとめる」場面の充実にもつながると考えた。

表3 問題解決の過程（※が視点を当てて取り組む段階）

科学的な見方や考え方を養う場面	問題解決の過程(段階)
とらえる	自然事象への働き掛け
	問題の把握・設定
しらべる	※予想・仮説の設定
	検証計画の立案
	※観察、実験
まとめる	結果の整理
	※考察
	※結論の導出

3. 3 「教材の活用」について

日本教材学会によれば、理科における教材は、他教科とは扱いが異なっているとされており、観察や実験に用いられる器具や道具を含めたものとして捉える考え方が一般的であるとされている。

本研究では、教材を児童の主体的な問題解決を促すために教師が授業で使う器具や道具などの具体物として捉え、3. 2で述べた「主体的な問題解決」を促すために「しらべる」場面で活用できることが重要であると考えた。その活用のねらいを表4に示す。

表4 教材の活用について

場面	段階	教材の活用のねらい
しらべる	予想・仮説の設定	○自然事象への興味・関心を高め、観察や実験の目的を明確にし、条件を考える際の視点を広げる。 ○自然体験不足を補い、一人一人の具体的な体験を重視する。 ○予想に対する結果の妥当性を検証するために、比較したり、関係付けたりして、思考の整理をしやすくする。 ○学習した内容を深めさせる。
	検証計画の立案	
	観察、実験	

3. 1にも述べたとおり「科学的な見方や考え方」を養うことは、問題解決の過程を経て行われる行為である。理科という教科の本質的な部分は、問題解決の能力を生かすことで、予想や仮説と結果の妥当性を検証し、考察して結論を導き出すことにあると考える。したがって、単元によっては、活用する教材を自作することも重要になる場合があると考えた。本研究において教材を活用する視点は

表4で示したとおりであり，活用に向けた教材を自作する方向性，製作の視点について表5のように考えた。

実際の教材製作では，身近な素材を用い，ものづくりの要素を取り入れ，児童自身の手で製作させることで観察，実験に対して主体的にかかわろうとする意欲を高めたり，目的意識を明確にしたりする。さらに，その活用を図るため，比較が行いやすくなるように配慮することとした。教科書にある教材の有効活用も含め，各研究機関や科学機器メーカー等で紹介されているものなども，「科学的な見方や考え方」を養う視点から捉え直し，単元の構成や授業づくりに合わせるように，工夫と改善を行って取り入れることも検討した。

表5 教材の製作について

自作の方向性	製作の視点
モデル化	<ul style="list-style-type: none"> ・問題解決の能力が活かせるようにする。 ・具体的な体験を行わせるのに役立つ。
視覚化	<ul style="list-style-type: none"> ・身近な素材を活用することでものづくりの要素を取り入れる。
簡易化	<ul style="list-style-type: none"> ・操作の容易な器具を準備することで，一人一人の体験を重視する。

3. 4 研究構想図

研究主題

科学的な見方や考え方を養う理科授業を目指して
 —主体的な問題解決を促す教材の活用を通して—

研究目標

教師が教材を活用することで、児童が主体的に問題解決の活動に取り組む授業づくりを行い、授業実践を通して、その有効性を検証し、科学的な見方や考え方を養う小学校理科授業の在り方について提案する。

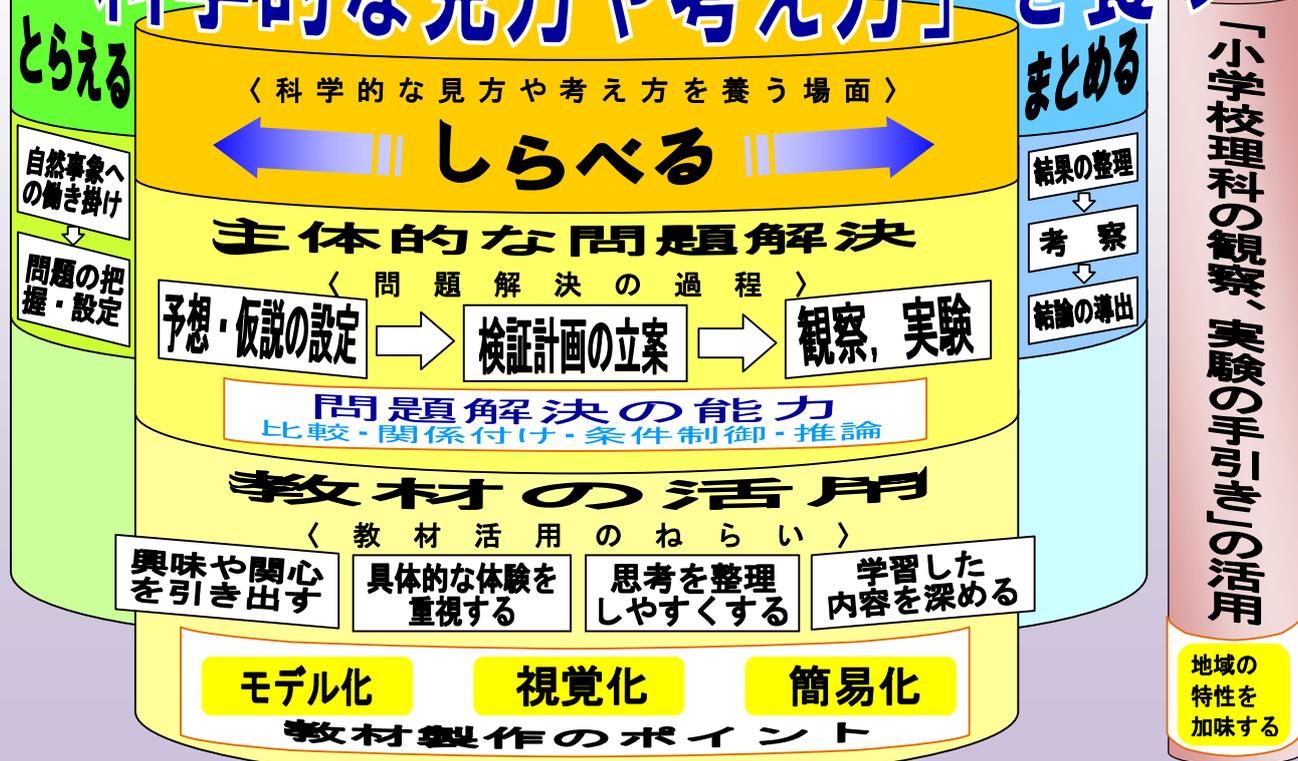
生活科
素直に表現する

小学校理科授業案(2013)の提案

中学校理科
分析して表現する

小学校理科 考察して表現する

「科学的な見方や考え方」を養う



今日的な課題

小学校理科指導の改善

学力調査の結果

実態調査の結果

過去の研究

・H2O問題解決の能力の育成を目指した授業づくり

4 研究の内容

4.1 調査研究

小学校教員の理科指導における教材の活用状況と「観察、実験」の段階における指導上の課題を把握するために実態調査を行い、教材の活用についての方策を探る。調査は、以下のように行う。

- 【調査対象】 科学巡回指導訪問校の小学校教員
小学校理科研修会及び10年経験者研修会受講の小学校教員
- 【調査期日】 平成24年6月から11月
- 【調査方法】 質問紙法（選択技法、自由記述法）

また、本センターで平成23年度に行われた「小学校教員の理科指導に対する意識調査」の結果を踏まえ、検討を加えることとした。

4.2 実践研究

児童の「科学的な見方や考え方」を養うために以下の手だてを講じた授業づくりを行い、実践を通して検証する。

4.2.1 主体的な問題解決を促すための教材の活用と授業案の作成

実態調査の結果を受けて、指導に困難を感じている単元に焦点を当てつつ、配列や単位時間の精選を図り、「科学的な見方や考え方」を養うために適した思考の流れになっているかという視点で検討する。単元を構造化し、主体的な問題解決を促し、問題解決の能力を育成することができるような教材の活用を図る。例えば、「観察、実験」の段階では、具体的な体験により、科学的な探究を技能面からも充実させるために、一班当たりの児童の人数を少なくして観察、実験に取り組ませる。また、「比較する」「関係付ける」「条件を制御する」などの問題解決の能力を育成する場面を充実させるような教材を取り入れ、能力の定着を促すように配慮する。

以上のように活用を工夫した教材を基に、授業づくりを行い、日常的な授業の中で、継続して取り組めるように、「小学校理科授業案(2013)」を作成し、「科学的な見方や考え方」を養うための働き掛けを具体的に提示する。

4.2.2 科学巡回指導訪問における理科の指導に関する提案

教員対象に、具体的な教材例の紹介とその活用例を提案するために「小学校理科授業案(2013)」を使った模擬授業を行い、意見を集約し、学校現場で活用しやすいように改善をする。

4.2.3 所属校での授業実践及び検証

専門研究員の所属校で「小学校理科授業案(2013)」を使った授業実践をし、教材と授業案の有効性を検証する。

5 調査研究の実際

5.1 教材の活用に関する実態調査及び平成23年度の調査結果を踏まえた考察

本研究では、観察、実験の充実を通して、「科学的な見方や考え方」を養うことを目指している。そこで、本県で行っている小学校理科研修会、10年経験者研修会及び科学巡回指導訪問において、各単元の観察、実験に関する実態を把握するために「観察、実験を行う際、どんなことに困難さを感じているか」という調査（小学校理科研修会参加者43名、10年経験者研修会参加者63名、科学巡回指導訪問校の教員83名）を行った。主な要因については、観察、実験に取り組む上で、指導に困難さを感じている理由について分類したもののうち、各学年の上位3つの例を記載した。

表6 各学年で指導に困難さを感じている主な要因

学年	主な要因
第3学年	<ul style="list-style-type: none"> ・飼育が難しい。(モンシロチョウなど) ・気候に左右されやすい。(自然の観察, 植物の栽培) ・飼育や観察では, 教科書の時期とのずれがある。(生命領域)
第4学年	<ul style="list-style-type: none"> ・授業を行っている時間帯に観察できない。(太陽, 月, 星の観測) ・映像資料ばかりで, 実感を伴わせることができない。(地球領域) ・教科書にある温度で, 水が沸騰したり, 凍ったりしない。(水の状態変化)
第5学年	<ul style="list-style-type: none"> ・飼育が難しいことや, 授業とのタイミングを合わせられない。(生命領域) ・天候によって, 成長の様子などが大きく変わってしまう。(植物の栽培) ・装置を組み立てるのに手間取ってしまう。(ふりこの実験)
第6学年	<ul style="list-style-type: none"> ・直接見せることができないので, 実感が伴わない。(地球領域) ・薬品の調整などをしている時間がない。(水溶液の性質) ・グループによって, 様々な結果になってしまう。(粒子分野の実験)

表7 困難さを感じている5つの要因

- (1) 教科書で扱われている季節や時期では, 掲載されている動物・植物の採取及び飼育が難しいという地域特性からの困難さ。
- (2) 自然の事物・現象の観察においては, その日の天候に左右されること, 見学地まで移動する際の安全の確保や見学地の選定に関する時間的な困難さ。
- (3) 指導要領の改訂に伴い「ものづくり」の要素を取り入れるようになったが, 実際は, 既習事項をどう生かしていけばよいのか分からないという, 教材の活用や教材研究の不足からくる困難さ。
- (4) 実感を伴った理解を図るために, 具体的に見せたり, 触れさせたりできるような教材の活用や指導例に対する知識不足による困難さ。
- (5) 観察や実験を行う際の設備の不足による困難さ。

以上のことから, 観察, 実験を充実させるためには, 教材の地域特性を考慮した単元の配列や単元計画の見直しを行うとともに, ものづくりの要素を取り入れ, 具体的な体験を重視した教材を製作し活用することが有効な手だてになると考えた。

さらに, 平成23年度宮城県教育研修センター理科教育研究グループが行った県内の小学校教員554名(そのうち, 理科を指導したことがあると回答した462名分を分析)を対象とした, 理科の指導における実態を把握するための調査を改めて見直すことにした。結果が図1のとおりである。「理科の指導が楽しいと感じている」という質問に「そう思う」「ややそう思う」と回答した割合が80%を超えており, 理科を指導することに意欲的であることが分かる。一方で, 「教材研究の時間が確保されている」という質問の結果から小学校の教員は, 理科指導における教材研究に時間的な困難さを感じていることが分かる。また, 教職経験年数に応じた分析からは, 「理科の知識」「教材研究の仕方や時間の確保」には, 大きな差が見られないものの, 「施設・設備, 備品が十分に確保できているか」という質問については, 経験年数が上がるほど不十分であると感じている傾向がある

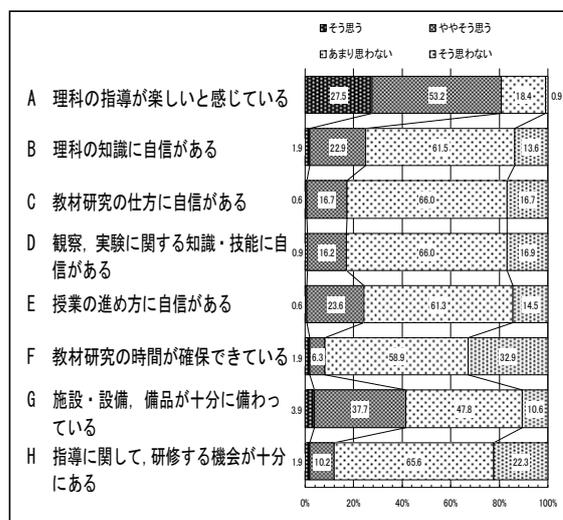


図1 小学校教員の理科指導に対する意識 (回答人数 462名)

ことが分かった。さらに、「観察、実験などの具体的な体験が十分であるか」「学んだことを生かしたもののづくりを行っているか」について、経験年数が上がるほど肯定的な意見が多くなる傾向があることが分かった。これは、教職経験を積むことによって、理科指導に触れる機会が増え、知識や技能の習得が進むからではないかと考える。

これらの結果は、「観察、実験の手引き」が作成された背景に合致している。そこで、本県の学習に合わせた、各単元における働き掛けと教材の活用を記載した授業案の提案を行う。この授業案が活用されることにより、観察、実験の充実が図られ、結果をまとめ、考察させる活動を通して、「科学的な見方や考え方」を養うことができると考える。

6 実践研究の実際

6. 1 各学年における教材の具体例

各学年で「科学的な見方や考え方」を養うために活用したい教材を表8に示す。

表8 各学年で活用したい教材（東京書籍 新しい理科より）

◎第3学年

単元名	チョウを育てよう
活用したい教材	モンシロチョウの羽化の様子(動画)
科学的な見方や考え方[段階]	卵から成虫までの間に蛹の過程を経る。[観察, 実験]
教科書で対応する教材	モンシロチョウの卵
[理由について]	
この単元の指導は、飼育を通して行うこととされている。教科書では、卵から成虫になるまでの写真が掲載されているが、実物を観察させることが望ましい。しかし、実際には入手や飼育が困難であったり、ふ化や羽化の瞬間が授業時間に合わなかったりするので、変化の様子を具体的に提示するための教材を準備する必要がある。	
〈提案〉	
事前にふ化や羽化の様子を撮影し、動画で確認させたい。5月下旬頃にキャベツを定植すれば、葉が育つ頃には、葉の裏に産卵されている様子を確認することができる。モンシロチョウは年間4回の産卵を行うが、春先のモンシロチョウは、産卵数が少ないからである。初夏に見られるモンシロチョウの方が、一度に多くの卵を産む。「風やゴムで動かそう」など、季節に関係なく学習することができる単元を5月中旬から下旬にかけて実践し、6月に入ってからの単元の学習を始める。	
単元名	こん虫をしらべよう
活用したい教材	昆虫観察教材「ムシムシくん」
科学的な見方や考え方[段階]	昆虫の体は、頭、胸、腹からできている。[観察, 実験]
教科書で対応する教材	透明な入れ物
[理由について]	
透明なポリ容器を準備し、昆虫だと思われる虫を入れて外側から観察する。蓋をすれば、逆さにすることもできるので、様々な角度から見るができる。しかし、顔の上にもってこなければ、腹側からの観察ができなかったりするため、虫を苦手とする女子児童などにとっては、観察しにくいことが予想される。	
〈提案〉	
ものづくりの要素を取り入れ、市販の観察用教材と同等のものを廃材などを利用して製作する。昆虫が苦手な児童でもじっくりと観察することができる。観察教材の上部にはルーペを、内部には反射鏡を取り付け、昆虫の体のつくりについて、いろいろな角度から観察できる。一人1個製作することが可能なので、さまざまな昆虫を比較しながら、共通点や差異点なども発見することができ、体のつくりについて考察を深めやすくなる。	



図2 「ムシムシくん」

◎第4学年

単元名	動物のからだのつくりと運動
活用したい教材	肘関節モデル
科学的な見方や考え方[段階]	体の動きを筋肉の動きに合わせて捉える。[観察, 実験]
教科書で対応する教材	骨格標本, 自分の体

[理由について]

この単元の指導に当たっては、関係付けを行うことで運動について調べることになっている。骨と筋肉のかかわりのみならず、関節の働きを扱うこととされ、指や背中には関節がたくさんあるので、物をつかんだり、体を丸めたりできることを見いだすようになっている。自分の体に触れることで骨と筋肉のかかわりを見いだすが、視覚的に捉えられないため、実感しにくいことが予想される。



図3 肘関節モデル

〈提案〉

腕を曲げたり、伸ばしたりしながら自分の体に触れることで、骨格や筋肉の付き方を学習するが、見るができないので実感は伴いにくい。そこで、タオルハンガーを用いた肘関節モデルを使用することで、骨格の付き方、動き方を視覚的に捉えさせることができるようにし、そのモデルの中で、筋肉がどのように動いているかを自分の体に触れながら、考察を深めていくようにすれば、理解が深まると思われる。

単元名	物のあたたまり方
活用したい教材	温感シール, 温感シート
科学的な見方や考え方[段階]	金属は、一部から広がるように温まる。[観察, 実験] 水は、温められた部分が上に移動して全体が温まる。[観察, 実験]
教科書で対応する教材	示温テープ

[理由について]

金属の温まり方を調べるためには、表面にロウを塗って、その溶けていく様子を調べることになっている。これが見にくかったりするために、教科書では示温テープを用いて変色していく様子から、温度が変わっていくことを認識しやすくする工夫をしている。しかし、示温テープは高価なため準備できる数量が制限される。

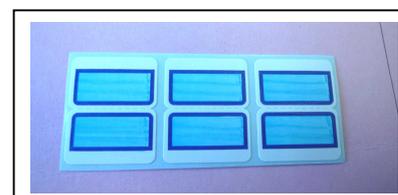


図4 温感シール

〈提案〉

示温テープは、教材販売店やインターネット通販で容易に購入することができるが高価である。また、ロウは温まれば溶ける物という既習の概念であるのに対し、示温テープは、新たに温度で色が変化するテープだということを見えさせなければならない。そこで、市販されている熱で色が消える蛍光ペンを用いて、温感シートを自作する。色と温度の変化が見えやすくなると同時に、予想で色が消える順番を記入しておけば、実際の結果との比較が行いやすくなる。

[理由について]

水の温まり方を調べる実験では、ビーカーや試験管のごく一部を加熱して対流の様子を見せるが、この操作がアルコールランプでは意外に難しく、児童が行うのは困難であると考えられる。そこで、示温テープを活用するが、示温テープは高価なため、準備できる量に限りがある。

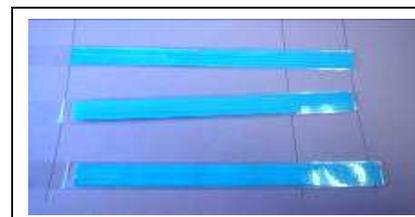


図5 温感シート

〈提案〉

示温テープをラミネート加工した使用方法もあるが、示温テープは、両端に変色帯がないために、温まった水が移動する様子を観察しにくい。自作の温感シートならば、試験管の太さに合わせて製作することで、加熱部が温まり、そこから温かい水が移動して上部が温まり、やがて全体が温まっていくという水が移動する様子まで確認することができる。ここで使用する蛍光ペンのインクは水溶性である。そのため、ペン先を短い時間、水に浸しておくことでインクが溶け出し、温感インクとして使用することもできるようになる。

◎第5学年

単元名	植物の発芽と成長
活用したい教材	ファストプランツ
科学的な見方や考え方[段階]	発芽には、水、空気、適当な温度が必要である。[観察、実験]
教科書で対応する教材	インゲン豆の種子
<p>【理由について】</p> <p>この単元の指導に当たっては、インゲン豆の種子をプラスチックの容器に入れたパーミキュライトに植え付け、発芽する条件を考えることになっている。実際にインゲン豆が発芽するまでには、4、5日かかるとされており、条件を制御しながら実験を進め、成長までを観察するには、時数の関係上困難であることが予想される。ファストプランツならば、開花するまでに20日間程度あればよいので、配当されている時数通りに進めることができると思われる。また、発芽した後は、成長するために必要な物を考える実験にも活用できる。</p>	
<p>〈提案〉</p> <p>この単元の配当時間は、東京書籍の年間指導計画作成資料によると13時間が配当されている。約1ヵ月を通して、植物を対象とする学習に取り組むことになるのだが、実際にインゲン豆の種子を用いて、発芽の様子を調べるのでは時間がかかり過ぎる。そこで、条件を整えば24時間で発芽するファストプランツを活用することで、時間を有効に使えるようにしたい。ファストプランツは、日照時間が短いと育たない。また、栄養を与えることで、成長が促進される。このことから、植物の成長に必要な物を考えるために条件制御をして実験を行うには、価値のある教材だと考えられる。</p>	
<p>〈その他〉</p> <p>ファストプランツは、インターネットで購入できる。50粒入りで1000円程度であり、いくつかの条件を変えながら、同時に実験を進めることができる。</p>	
	
<p>図6 ファストプランツ</p>	
単元名	花から実へ
活用したい教材	簡易顕微鏡
科学的な見方や考え方[段階]	結実するためには、めしべの先に花粉が付くことが必要である。[予想、仮説の設定]
教科書で対応する教材	顕微鏡
<p>【理由について】</p> <p>まず、花のつくりを調べ、おしべの先には花粉があることを発見し、その花粉を調べることによって、多様性などに注目させることで、花粉の働きは何だろうという疑問をもち、受粉の働きへと発展させていく。その際、花粉の観察には、顕微鏡を使用するが、台数が限られており、主体的に関わろうとする意欲が薄れがちになってしまうことが考えられる。また、校庭に持ち出して多くの花を観察するなど、手軽に用いることが難しい。</p>	
<p>〈提案〉</p> <p>簡易顕微鏡は、ペットボトルを再利用したものである。製作する工程も単純なので、大量に作る事が可能である。そのため、各自が2台使用することも可能となり、校庭にある様々な花の花粉を採取し、友達と比較しながら、花粉のつくりについて気付いたことを話し合うことにも有効である。</p>	
	
<p>図7 簡易顕微鏡</p>	

◎第6学年

単元名	物の燃え方と空気
活用したい教材	ペットボトル燃焼セット
科学的な見方や考え方[段階]	燃え続けるには、絶えず空気が入れ替わる必要がある。 [観察, 実験]
教科書で対応する教材	底のない集気びん
[理由について]	
<p>物が燃えるためには、絶えず新鮮な空気に入れ替わる必要があることを見いだすために、底のない集気びんを用いて、空気の流れを確認する。しかし、底のない集気びんは用途が限られており、十分な個数が確保されていない現状があるので、加工しやすい2リットル用のペットボトルを用い、具体的な体験を通して捉えさせるようにしたい。</p>	
<提案>	
<p>ペットボトルは加工がしやすいので、空気の出入りを調べるには都合がよい。お茶やスポーツドリンクに使用されている2リットルのペットボトルが適している。燃焼により、温まった空気は、上部にたまりペットボトルを变形させてしまうことも考えられる。その現象は、水で濡らしたティッシュペーパーをペットボトルの肩口に掛けておくことで防げる。また、使用するろうそくには、100円ショップなどで販売されている3分ろうそくなどが手軽に使えて便利である。キャップは、内側から画鋲を刺しておけば、ろうそく台として使用することができる。</p>	
	
	図8 ペットボトル燃焼セット

単元名	大地のつくりと変化
活用したい教材	堆積実験装置
科学的な見方や考え方[段階]	岩石の色や粒の大きさの違いによって、地層ができる。[観察, 実験]
教科書で対応する教材	スタンド, 雨樋, 水そう
[理由について]	
<p>この単元では、大地やその中に含まれる物を観察し、大地のつくりや大地のでき方を調べ、地層は、流れる水の働きや火山の働きによってでき、化石が含まれることがあることを見いださせるようになっていく。大地などの指導については、野外に出掛け地域の自然に親しむ活動や体験的な活動を多く取り入れることへの配慮をするようになっている。そのためこの単元の指導は、具体的に学習の対象を提示することが重要になるが、実際は、安全上、あるいは時数の問題などで、地域の露頭を観察することが難しい。また、地層は長い年月を費やしてできるものであるから、単位時間で扱うのは擬似的な体験である。したがって、(できる限り)自然に合わせたモデルを製作することが、教材の活用にとって重要な鍵となる。</p>	
<提案>	
<p>自然の中で地層ができる様子を再現するのは難しい部分がある。実際には、河口の水面と海面が一致しているため、流れ込む土砂は粒の大きなものから海底に堆積を始め、泥などの軽い粒は遠くまで運ばれながら、粒の大きなものの上に堆積していく。しかし、教科書で対応する教材では、雨樋から流れ出る水が、水槽に一気に流れ落ちるため、雨樋の真下の部分は地層がきれいに堆積しにくい。ここでは、ファイルラックと雨樋を縦断したものを利用した実験装置を使用する方法を提案する。ファイルラックは比較的深めのものを用意するのがポイントである。ファイルラックの脇には水が流れ込む穴と流れ出る穴を開ける。(穴があるものもある。)</p>	
	
	図9 堆積実験装置

◎第6学年

単元名	大地のつくりと変化
活用したい教材	軽石
科学的な見方や考え方[段階]	火山の働きで地層ができることがある。[観察, 実験]
教科書で対応する教材	火山灰
<p>【理由について】</p> <p>教科書では、火山の働きで地層ができることを知識として教え、火山灰の観察を発展として扱っている。火山灰の観察から、粒の形の違いを捉えさせ、水の働きでできたものではないことを認識させる。その後、現地で地層を調べ、水の働きでできたものか火山の働きでできたものかを判断するようになっていく。しかし、安全上の問題や時数の関係上、現地で学習を行うことは困難であると考えられる。そこで、軽石が軽石凝灰岩でできているということから、軽石を砕くことで、地層から採取してきた状態を再現し、堆積岩のつくりと比較させることで、地層のでき方を判断できるようにさせたい。</p> <p>〈提案〉</p> <p>ホームセンターなどでは「軽石」という名前で凝灰岩が販売されている。大きさや量などによって数種類あるが、1袋3kg入りの大粒の軽石ならば、500円程度で販売されている。それを新聞紙などで包んで金づちなどで砕いたものを火山灰や地層から採集してきた軽石凝灰岩として使用することができる。</p>	



図10 軽石

6.2 授業案の作成について

(1) 「観察, 実験の手引き」の内容

「観察, 実験の手引き」では、観察, 実験に関する基本的な内容が確認され、これをねらいとして、観察, 実験装置や器具の使用法, 実験の注意点がまとめられた。

形式は、各単元には扉になるページがあり、単元のねらい, 単元の内容が記載されている。また、単元における評価規準の設定例もあり、その単元における児童に身に付けさせたい力も記載されている。単元を大きな区分に分けて、指導計画が作成されており、教師の支援や留意点はここに記載されている。以降、その単元にある観察, 実験について、本時の展開の要点を記載している。本時の前後における、導入やまとめの働き掛けも示されている。

(2) 「観察, 実験の手引き」の活用についての実態

科学巡回指導訪問を通して、「観察, 実験の手引き」の活用に関する調査(対象は、科学巡回指導訪問校教員142名)を行った結果、「『観察, 実験の手引き』があることを知っている」と回答した割合が30%にとどまった。さらに、「知っている」と回答した教員のうち、約6割が「あまり活用したことがない」と回答しており、積極的に活用されている実態は見られなかった。

これは、東日本大震災と同時期に発行されたことと、単位時間ごとの学習過程や教材の準備, 使用法については記載されていないことによると考える。また、細かな働き掛けや板書計画等が記載されていないため、教材研究に費やす時間の軽減にはつながらないことなども一要因として考えら

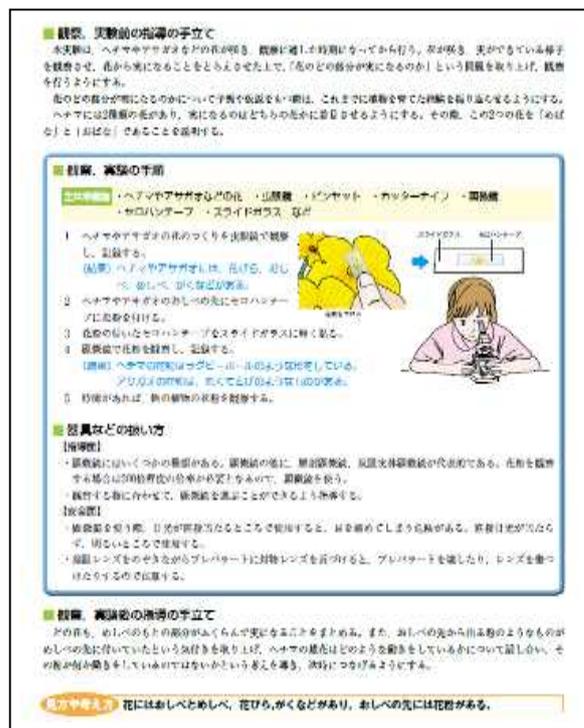


図11 「観察, 実験の手引き」の例

れる。しかし、最も大きな要因には、この「観察、実験の手引き」が小学校学習指導要領を基に作成されており、各校の年間指導計画との配当時数にずれがあったり、学習時期にずれがあったりして、自校化しなければならないことにあると考える。したがって、本研究においては、器具の準備や板書計画、教材に関する予備知識を記載し、教材研究を進めやすくするための授業案を提案することとした。

(3) 授業案作成の実際

授業案については、以下の2つの視点に基づいて作成した。

まず、1つ目が、単元の扉ページを作成し、その単元で養いたい「科学的な見方や考え方」と「養われた姿」、単元を指導するに当たって「指導上困難が予想される点」と「工夫・改善のポイント」及び「指導上の留意点」を記載することとした。教科書通りでは、観察や採集、飼育に困難をきたすことがある。そこで、季節に関連する単元、季節にかかわらずに行える単元に区分し、単元を入れ替えた年間指導計画を作成することとし、年間指導計画の単元の配列についても見直しを行った。

そして2つ目が、「観察、実験の手引き」を参考にしながら、「とらえる」場面、「しらべる」場面、「まとめる」場面という流れになるように単元の流れを整理して、教師の働き掛けを提案することとした。また、「科学的な見方や考え方」を養うために、教材の活用方法与教師の働き掛けを整理し、教科書とのかかわりも記載した。さらに、本時の展開や板書計画の例を示すとともに、育成したい問題解決の能力を記載することとした。

6. 3 授業づくり

6. 3. 1 授業づくり1

(1) 学年・単元名

第5学年「花から実へ」(3/6時間扱い)

(2) 対象

大河原町立大河原小学校(専門研究員所属校)第5学年1組, 40名

(3) 実施日時

平成24年9月20日(木), 6校時

(4) 単元計画(6時間扱い)

場面	問題解決の過程	時	学習活動
とらえる	問題の把握・設定	1	花のつくりを調べ、実になる部分を考える。
しらべる	予想・仮説の設定		
	観察、実験		
まとめる	考察・結論の導出		
とらえる	問題の把握・設定	2	おしべの働きを考え、花粉を顕微鏡で観察する。
しらべる	予想・仮説の設定		
	観察、実験		
まとめる	考察・結論の導出		
とらえる	問題の把握・設定	3	いろいろな花の花粉を簡易顕微鏡で観察する。(本時)
しらべる	予想・仮説の設定		
	観察、実験		
まとめる	考察・結論の導出		
とらえる	問題の把握・設定	4	花粉の働きについて考え、検証のための実験計画を立てる。
しらべる	予想・仮説の設定		
	検証計画の立案		
	観察、実験	5	条件を制御して実験を行い、受粉の働きについて調べる。
まとめる	考察・結論の導出	6	それぞれの雌花を比べ、違いの理由を受粉に結び付けて考える。

(5) 授業案

本単元は、「観察、実験の手引き」では「植物の発芽、成長、結実」として扱うことになっており、そのうち「結実」に関連する部分である。ここでの「科学的な見方や考え方」は、「花は、おしべ、めしべ、花びら、がくでできている」「おしべの先には、花粉という粉が付いている」「受粉するとめしべのもとがふくらんで実ができる」である。「観察、実験の手引き」における花粉の観察では、ヘチマやアサガオの花粉を観察することで、「花粉の形がそれぞれ異なっている」ことに気付かせるようになっている。教科書においても、「めしべのものと部分が実になるときに、花粉はどのような働きをしているのか、考えよう」という発問があり、花粉を観察して形の違いを知り、花粉の働きを考える流れになっている。しかし、2種類の植物の花粉しか観察しておらず、花粉の働きについて、予想や仮説を立てるためには、予備的な知識が足りないと考えられる。そこで、本研究では、観察、実験の視点を広げたり、深めたりするための教材として簡易顕微鏡を用いることで、校庭にある多くの植物の花粉を観察させ、「花粉の形は、花の種類によって異なっている」という新たな考え方を設定した授業案を作成することにした。同時に、花粉の形と花のつくりを関係付けさせることで、花粉には大切な働きがあり、その働きについての児童自らの発想を導き出せるような働き掛けの提案を行う。次時では、その考えを受粉させる実験で行う条件制御に生かしていく。



図 12 花粉を観察する様子

具体的には、校地内にある植物を生かし、簡易顕微鏡を活用することで、多くの花粉を観察させ、それぞれが固有の形をもっていることから、「なぜ、形が違うのか」を深く考えさせる単元計画とした。まず、「予想・仮説の設定」の段階において、手軽に持ち運びができる簡易顕微鏡を活用し、多くの花粉を観察させ、児童の花粉に対する見方や考え方をより科学的なものへと変容させ、花粉の働きへの関心を高めることで、実験への興味や関心を高める。そして、「観察、実験」の段階では、受粉するかしないかだけでなく、違う花の花粉が付いた場合はどうなるのかなどを確認させることで、花粉と受粉の働きについての「科学的な見方や考え方」に気付かせたいと考えた。

(6) 授業の様子

① 事前の様子

第1時において児童は、アサガオとヘチマの花の観察を行い、それぞれを比較することで共通するつくりである、めしべやおしべ、花びら、がくがあることを確認し、おしべの先には粉のようなものがついていることを見いだしている。そこで、第2時では、光学顕微鏡を用いてアサガオとヘチマのおしべを調べ、花粉の観察を行った。その結果から、花粉の形が異なることに気付いた児童からは、「他の花の花粉はどんな形をしているのだろう」「どうして、花粉の形が違っているのだろう」という声が聞かれるなど、花粉についての興味や関心が高まった姿が見られた。そこで、教科書にある「めしべのものと部分が実になるとき、花粉はどのような働きをしているのか、考えよう」という課題に取り組みせ、さまざまな花の花粉を観察することで、花粉の働きという視点に気付かせるため、簡易顕微鏡を製作する作業に取り組んだ。児童の発達段階を踏まえ、レンズ部分は事前に教員が用意したが、簡易顕微鏡の本体部分は児童が自ら製作した。完成した時点から、「早く見たい」「本当に見えるのかな」という声が数多く聞かれ、児童の活動への期待が高まったことが分かった。

② 本時の様子 (本時 3/6)

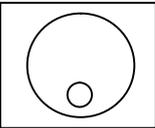
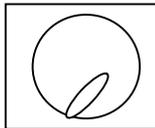
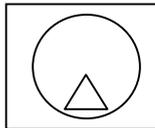
本時では、持ち運びができ、手軽に観察できるという利点を生かし、児童一人につき2個の簡易顕微鏡を首から下げさせ、観察に取り組みさせた。セロハンテープに花粉を付け、ステージに貼り付けることで観察が可能となり、20分の活動時間の中で全ての児童が花粉を観察することができた。見えたことの喜びから、自然に簡易顕微鏡を友達と見せ合う活動が始まり、たくさんの種

類の花粉を観察するというねらいを達成する上でも効果があったと考える。一方、児童の中には、花びらの一部やおしべの一部をセロハンテープに付けてしまい、それを観察していた児童がいたため、事前の指導と、活動中の支援が必要であった。結果を整理する段階では、採取した花粉をスケッチした。全ての児童が観察に成功しているため、スムーズに活動に取り掛かることができた。



図13 簡易顕微鏡を友達と見せ合う姿

本センター内での模擬授業から、考察する段階における「花粉の形が違うのはどうしてだろう」という発問は、児童が考える拠り所がなく、思考の流れが止まってしまうことが分かったため、本時では、「スケッチを比べて、何か分かることはありませんか」という発問に変更した。簡易顕微鏡を使って、数多くの花粉を観察することができたため、花粉の形が種類によって異なることが実感できたようであった。「比べてみよう」という働き掛けを行い、児童に問題解決の能力である「比較」の観点を与えて考えさせることにより、花の種類によっては、花粉の形が似ているものがあることに気付いた児童もいた。

学習活動	教師の働き掛け (T) と児童の反応 (C)
いろいろな花の花粉の形を調べよう。	
<p style="text-align: center;">観察を行う</p> <p>○簡易顕微鏡で、校庭にある花の花粉を観察する。</p> <p style="text-align: center;">結果の整理</p> <p>○採取した数種類の花粉をスケッチする。</p> <p style="text-align: center;">考察</p> <p>○観察結果について班内で話し合う。</p> <p style="text-align: center;">結論</p> <p style="text-align: center;">問題の設定</p> <p>○種類によって花粉の形が違うことを確認する。</p>	<p>T1 簡易顕微鏡を使って、いろいろな花の花粉を調べよう。</p> <p>C1 小さい花粉がたくさん見える。 C2 米粒みたいな形だな。 C3 ほら、こんなのが見えたよ。</p> <p>T2 形が特徴的なものを1つ選んで、よく見てスケッチしましょう。 (板書から)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <p>結果 C4</p>  <p>花の写真</p> <p>ヒマワリ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>C5</p>  <p>花の写真</p> <p>ユリ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>C6</p>  <p>花の写真</p> <p>マツヨイグサ</p> </div> </div> <p>T3 スケッチを比べて、何か分かることはありませんか。</p> <p>C7 花の種類によって、花粉の形はちがう。 C8 花によっては、形がにているものもある。 C9 色もちがうものがある。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">おしべの先には、花の種類によって、異なる花粉がある。</p> <p>T4 花粉の働きは何でしょうか。</p> <p>C10 何だろう。</p> <p>T5 次回は花粉の働きについて考えましょう。</p>

③ 次時の様子

第4時では、観察結果を基にして、花粉の働きについて考える活動を行った。児童の中には、おしべとめしべの存在を既習事項であるメダカの受精と結び付けて考え、花粉がめしべに付くことで、実をつくる働きがあると予想した発言が出され、学級全体での予想へとつながった。実際、花粉の働きを確かめるための実験において、制御する条件を考えたときには、簡易顕微鏡を用いた観察で、とげのような突起物がある花粉が見られたことを想起し、虫を媒介とした受粉を思い出し、花粉を付けた雌花と、花粉を付けない雌花で比べればよいことを導き出すことができた。

(7) 検証と改善

簡易顕微鏡を用いて数多くの花を観察させることによって、「花には粉のようなものがある」という児童の素朴な見方を、「花には花粉がある」という見方に変容させ、さらに、「同じ花の花粉は同じ形をしており、違う花の花粉は違う形をしている」という「科学的な見方や考え方」に発展させることができた。児童に簡易顕微鏡を製作させたことで活動への期待が高まり、多くの花粉を観察させたことで、花粉への興味や関心を高めることができた。また、事後に行う実験に当たっては、自ら発想した花粉の働きを基に、制御する条件を主体的に考えようとする姿も見られた。

よって、このことから「予想・仮説の設定」の段階において、観察の視点を広げたり、高めたりするために簡易顕微鏡を活用したことは、花粉に関する興味や関心を高めたり、活動への意欲を高めたりすることができ、有効な手だてであったと考える。さらに、花粉の形が種類によって違うことから、「メダカの受精と同じような働きをしているのではないか」という児童自らの発想を引き出すことができ、「観察、実験」の段階を充実させ、「受粉することで、めしべのもとがふくらんで、実になる」という「科学的な見方や考え方」を見いださせることに有効であった。一方で、簡易顕微鏡を用いた観察だけでは、花粉の働きを考えさせるための十分な手だてとはならず、児童のスケッチを見比べ、そこから違いや共通点を見つけ出し、話し合うような活動を充実させる働き掛けの工夫も必要であったと考える。

6. 3. 2 授業づくり2

(1) 学年・単元名

第6学年「大地のつくりと変化」(3/11時間扱い)

(2) 対象

大河原町立大河原小学校(専門研究員所属校)第6学年4組, 40名

(3) 実施日時

平成24年10月23日(火), 6校時

(4) 単元計画(11時間扱い)

場面	問題解決の過程	時	学習活動
とらえる	問題の把握・設定	1	大地はどのようなものでできているか関心をもち、地層について知る。
しらべる	観察、実験		
まとめる	考察・結論の導出		
とらえる	問題の把握・設定	2	水の働きによって、地層がどのようにできるのかを推論する。
しらべる	予想・仮説の設定		
しらべる	観察、実験	3	水の働きでできた地層のでき方を考え、水槽に土砂を流し込むモデル実験を通して調べる。(本時)
まとめる	考察・結論の導出	4	水の働きでできた地層の特徴や堆積岩、化石のでき方について理解する。
とらえる	問題の把握・設定	5	火山の働きでできた地層の特徴を調べる。
しらべる	観察、実験		
まとめる	考察・結論の導出		
とらえる	問題の把握・設定	6	自分たちが住んでいる地域の地層のつくりを予想する。
しらべる	予想や仮説の設定		
しらべる	観察、実験	7・8	実際の地層を観察して、水と火山のどちらの働きでできたものかを推論する。
しらべる	観察、実験	9・10	地震や火山の噴火による大地の変化と、災害について調べ、分かりやすくまとめる。
まとめる	考察・結論の導出	11	調べたことを基に発表を行い、単元の学習を振り返る。

(5) 授業案

本単元は「観察、実験の手引き」において、「土地のつくりと変化」に位置付けられている。ここでの「科学的な見方や考え方」は、「流水の働きによって土砂が運搬され、粒の同じ大きさのものが集まって層をつくる」「地層ができるときに、生き物が埋まると化石になることがある」「火山の働きでも地層ができる」「土地は、火山の噴火や地震によって変化することがある」である。本時においては、地層のでき方について予想や仮説を立て、実験を通して検証する。検証するための実験では、川で削られたり運ばれたりした土砂が、海に流れ込んで堆積していく場面を想定して、それを小さなモデルに置き換えて確かめるとしている。そのため、地層の重なりがしっかり観察できることが重要になる。教科書では、川に見立てた雨樋から、海に見立てた水槽にゆっくり土砂を流し込むように工夫した実験が紹介されている。しかし、この実験装置を用いて河口(雨樋)から海(水槽)に土砂が流れ込む様子を再現すると、水の勢いで流れ込む部分の土砂が削り取られてしまい、広がり確認できるものの、堆積物の重なりを確認するには不十分なところがある。そのため本研究では、実際の条件に合わせるために、雨樋の端(河口)と水槽の水面(河口付近の海面)の高さが同じになり、海底の様子を模倣して、水槽の底が徐々に深くなるよう工夫した堆積実験装置の活用とそのための働き掛けを取り入れた授業づくりを行った。



図14 傘袋を使った堆積実験の様子

具体的には、実験を行う「観察、実験」の段階においては、自作した堆積実験装置を用い、川に見立てた雨樋から、土砂を児童に流し込ませることで、増水した川が多くの土砂を運んでいくことを実感させ、海に入ると、流れが弱くなったところで粒の大きさによって層を形成し、縞模様になっていることを確認させたい。堆積実験装置は、安価で準備できるため、3～4人グループに1台の割合で準備し、班同士で実験結果を見合うなどし、結果を比較することで、粒の大きさと縞模様ができることを関連付けさせ、結論の共有をしやすくなるような働き掛けも取り入れていく。そうして、地面に土砂が積もることによって地層ができるという考え方から、流れる水によって、土砂が運ばれることで地層ができ、広がっていくという考え方に変容させたい。

(6) 授業の様子

① 事前の様子

第1時は、地面の下はどうなっているのかをがけの縞模様やボーリング資料などで確認し、大地は様々な色や粒の大きさの違う土砂が層のようになって広がっていることを学習している。第2時では、傘袋を使った堆積実験を行うことで、水の中では粒の大きさによって底に沈む順番が決まっており、粒の大きさが同じものが集まって地層ができることを確認している。さらに、自然現象で大量の土砂が運ばれる状況として、台風によって氾濫した川を想起し、流れる水の働きによって地層ができることを目で見て確かめるには、どのような実験装置を作ればよいか考えた。児童からは、山、川、海をつなぐを再現することや海底の地形に関する意見、さらに、礫、砂、泥が混ざった土砂を流す必要があることなどが出された。

② 本時の様子(本時3/11)

本時における導入では、山、川、海(海底)のつながりを表した図を提示し、堆積実験装置と比較させることで、装置の仕組みへの理解を促した。装置を組み立てる際、実際の河口を再現するために、水槽に挿入する樋の長さをどれ位にすればよいか注意を払う児童の姿が見られ、多くの児童が、川の流れによって運ばれた土砂が、海底にどのようにたまるのかを確かめるという実験の目的を意識することができたと考える。展開では、3～4人のグループで実験を行ったことにより、全ての児童が役割をもち、積極的に活動に取り組む姿が見られた。T1の発問が「地層はどのようにできるのか、考えた方法で調べよう」であったため、粒の大きさの違いに注目し、

比較しながら観察する児童が多く見られた。一方で、土砂を流す水の量や勢い等によって、できる層の様子が異なる結果となった。T2「土砂の重なった様子をスケッチしましょう」では、ほとんどの児童が礫、砂、泥を意識して観察し、層を捉えてスケッチすることができた。T3「流し込んだ土砂はどのようにたまったのか、話し合おう」の話し合う場面では、多くの児童が粒の大きな順に、層になってたまることを導き出すことができた。これは、前時に行った、傘袋を使った堆積実験の結果と関係付けて観察したことによるものと考えられる。



図15 堆積実験装置を用いたモデル実験の様子

学習活動	教師の働き掛け (T) と児童の反応 (C)
<p style="text-align: center;">流れる水の働きで、どのように地層ができるのか調べよう。</p> <p style="text-align: center;">実験を行う</p> <p>○自分たちで考えた実験の装置に基づいて実験を行う。</p> <p style="text-align: center;">結果の整理</p> <p>○結果をワークシートにスケッチする。</p> <p style="text-align: center;">考 察</p> <p>○実験結果についてグループ内で話し合う。</p>	<p style="text-align: center;">T1 地層はどのようにできるのか、考えた方法で調べよう。</p> <p>C1 粒の大きいものはすぐに底に沈んだよ。 C2 水面の近くの水はにごって見えるよ。</p> <p style="text-align: center;">T2 土砂の重なった様子をスケッチしましょう。 (板書から)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p style="text-align: center;">結 果</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div style="margin: 5px;"> <p>A</p> </div> <div style="margin: 5px;"> <p>B</p> </div> <div style="margin: 5px;"> <p>C</p> </div> </div> </div> <p style="text-align: center;">T3 流し込んだ土砂はどのようにたまったか、話し合おう。</p> <p>C3 粒の大きいものからたまる。 C4 層になってたまる。 C5 れきは河口の近くにたまると思う。</p>

③ 事後の様子

第4時では、水の働きでできた地層の岩石を観察し、特徴を調べる活動を行った。第3時で活用した堆積実験装置は水槽の水が抜けるようになっており、乾燥した層を見ながら、礫岩、砂岩、泥岩をルーペで観察した。礫岩を観察した際に、児童は、礫と砂が混ざっていることに気づき、堆積実験装置での河口付近の層を再度観察することで、その特徴を理解することができた。

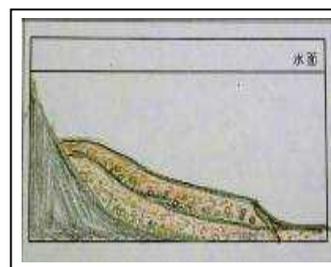


図16 児童のスケッチ

(7) 検証と改善

授業づくり2では、「地面の下には、土や岩、化石や地下水がある」という、児童の素朴な見方を、傘袋を使った堆積実験によって、「水の働きによって、粒の大きさが同じものが集まり、層になってたまる」という見方に変容させ、さらに、堆積実験装置を活用したモデル実験を行うことで、「流れる水の働きで運ばれた土砂が、粒の大きさの同じものが集まって海底にたまり、地層をつくる」という「科学的な見方や考え方」に発展させることができた。実際の川の流れと海の底にたまる土砂を目で見て確かめるには、どのような実験装置を作ればよいかをグループで話し合いながら考えさせた。その考えに基づいた堆積実験装置を活用したことによって、

児童は、明確な目的意識をもち、グループで協力して実験を行ったので、「考察」の段階において、流れる水の働きによって土砂が運ばれ、粒の大きい順に堆積し層をつくることを導き出すことができた。学習形態としてグループ活動を取り入れ、堆積実験装置を活用したことは、「観察、実験」の段階における、「目的を意識しながら、観察、実験に取り組みさせる」ための教材として有効であったと考える。

一方で、課題も明らかになった。考察する場面において、「粒の大きな礫が河口付近にたまる」と答えた児童が数名いたが、その発言を十分生かすことができなかった。第5学年「流れる水のはたらき」での「平地では、流れがゆるやかになり、川幅がさらに広がる。流されてきた土や石などが、川原や川底に積もる」という既習事項と関連付けて考えさせる働き掛けを行うことによって、さらに児童の思考が深まったと考えられる。さらに、考察する場面での学習活動の在り方に課題が残った。本時では、考察する際にグループでの話し合い活動を設定した。しかし、グループごとに層の重なり方が微妙に違っていたため、全体での話し合いを十分深めることができなかった。そこで、堆積実験装置を見合い、他のグループの実験結果と比較して、そこから共通性を見付け出す言語活動を設定することで、児童の思考がより深まったと考える。

6. 3. 3 授業づくり3

授業づくり3では、科学巡回指導訪問において、教員を対象とした模擬授業で検証を行った。

(1) 学年・単元名

第6学年「大地のつくりと変化」(5/11時間扱い)

(2) 対象

東松島市立矢本西小学校(参加教員17名)及び塩竈市立第二小学校(参加教員25名)

(3) 実施日

平成24年10月1日(月)及び10月10日(水)

(4) 単元計画

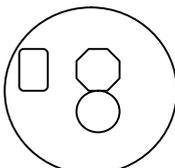
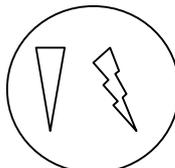
授業づくり2と同じ(本時5/11)

(5) 授業案

本単元は、「観察、実験の手引き」では、「土地のつくりと変化」に位置付けられている。ここで養いたい「科学的な見方や考え方」は、「火山の働きで、地層ができることがある」という考え方である。そのために、「観察、実験の手引き」では、火山の働きでできた地層の写真などを資料として提示することになっており、教科書では、火山灰の観察を通して、流水の働きによってできた岩石との比較から、流水の働きでできた岩石ではないことを確認し、火山の働きによっても地層ができることを説明し、その後露頭の観察を行うことになっている。しかし、実際に露頭を観察することは安全への配慮や時数の確保という面からも困難が予想される。また、地層は岩石になっているため、火山の働きにより火山灰で地層ができたとしても、凝灰岩という状態である。したがって、ここでは堆積岩である砂岩の基になっている砂と凝灰岩を砕いたものを観察して、粒の形を比較させることで、「どうして違いがあるのだろうか」という疑問をもたせ、「流れる水とは違う働きでできたのではないか」という予想を立てさせ、グループ内で考察させるなどし、「火山の働きによって地層ができることがある」という考え方に変容させていきたい。

具体的には、水の働きでできた地層と火山の働きでできた地層の両方が見られる露頭を観察することには、困難が予想され、写真などの提示では実感を伴った理解を十分に図れないと思われる。そこで、写真の資料に合わせて、水の働きでできた地層の砂岩をつくる粒として砂浜の砂を、火山の働きでできた地層の凝灰岩をつくる粒として軽石を砕いたものを用いて観察させる。一般的に市販されている軽石は軽石凝灰岩という岩石を切り出したものであるため、砕いたものには、角張った粒の割合が多くなっており、砂には、角がない粒の割合が多いので、割合を比較すれば、容易に異なったでき方をしたことに気付くことができると思われる。そこから、火山の働きでできる地層があることについての実感を伴った理解を図りたいと考えた。

(6) 学習過程 (本時 5/11)

学習活動	教師の働き掛け (T) と児童の反応 (C)
ある岩石の粒を観察しよう	
<p style="text-align: center;">観察を行う</p> <p>○双眼実体顕微鏡で、砂岩とある岩石の粒を観察する。</p> <p style="text-align: center;">結果の整理</p> <p>○観察した粒のスケッチをする。</p> <p style="text-align: center;">考察</p> <p>○観察結果について班内で話し合う。</p> <p style="text-align: center;">まとめ</p> <p>○火山の働きでも地層ができることを確認する。</p>	<p>T1 双眼実体顕微鏡を使って、砂岩とある岩石の粒を観察しよう。</p> <p>C1 砂岩は1つ1つが丸みを帯びているよ。 C2 ある岩石はとがっている部分もあるよ。 C3 ある岩石は針のようにとがった形もあるよ。</p> <p>T2 形が特徴的なものを1つ選んで、よく見てスケッチしましょう。</p> <p>(板書から) C4 C5</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>結果</p>  <p>砂岩</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ある岩石</p> </div> </div> <p>T3 スケッチを比べて、ある岩石は水の働きでできたものか考えよう。</p> <p>C6 砂岩の粒はさまざまな色があるがどれも丸みがある。 C7 ある岩石は角があるものが多いから水のはたらきではないと思う。</p> <p>T4 ある岩石は火山の働きでできた岩石です。なぜ地層の中に含まれているのでしょうか。</p> <p>C8 火山の噴火などで空から降ってきたものだと思う。</p>

(7) 検証と改善

本時では、火山の働きによっても地層ができることを、軽石を砕いたものを用いて粒の形を観察させ、水の働きでできた地層の砂岩の粒と形を比較させることで見いださせるように配慮している。軽石は火山灰そのものとは厳密には違うものであるが、火山の噴火で噴出するものであるため、中の粒の様子は水の働きでできる堆積岩の丸みを帯びたものとは違うことが観察できる。水の働きでできた堆積岩の粒の特徴を学習している児童にとって、角がある粒の岩石は水の働きでできた岩石とは違ったものであることにすぐに気付くことができる。また、粒よりも比較的大きな固まりを見せることで、岩石自体が多孔質であり、非常に軽いものであることから、成因が異なっているのではないかという考え方にも、容易に変容させることができる。

模擬授業では、解剖顕微鏡でも低倍率で観察を行ったので、それぞれの粒の形の違いについて明確に観察できた。さらに双眼実体顕微鏡を用いての観察を行うことにより、砂岩の粒の立体感も確認することができた。今回の模擬授業について、軽石と砂岩の粒を比較しながら観察を行う授業は有効であると答えた教員の割合は、100%であり、水の働きだけではなく、火山の働きによっても地層ができることがあるという考え方を導き出す教師の働き掛けにおいても、「有効である」と回答した教員は8割を超えた。

7 「科学的な見方や考え方」を養う小学校理科授業についての提案

7.1 教材の活用と授業づくりを振り返って

「科学的な見方や考え方」を養う場面を3つに捉え、主体的な問題解決に取り組みさせるために、「し

らべる」場面における教材の活用を図った。その結果、児童が目的意識をもって、観察や実験に取り組めたことから、教材の活用は、有効な手だてであったと考える。また、ものづくりへの配慮から、教材の自作を目指し、児童に自ら教材を製作させる時間を設けたことで、「とらえる」場面での「問題の把握・設定」の段階がスムーズに行われ、目的意識を明確にして「観察、実験」の段階に進められるだけでなく、児童の意欲を高揚させ、進んで自ら発想しようとする態度が見られるようになった。さらに、教材の活用においては、「比較する」「関係付ける」「条件制御する」という問題解決の能力の育成を視点として設けたため、「まとめる」場面において、予想と結論の妥当性を容易に検証でき、素朴な見方や考え方を「科学的な見方や考え方」に変容させる上で、有効だったことがうかがえた。観察、実験の結果を自分の考えと比較したり、関係付けたりして、結論を導出する上でも、有効性がうかがえた。

授業づくり1において、花粉の働きについて考え、結実するためには受粉することが必要であるという予想や仮説を設定することを支える教材として簡易顕微鏡を活用した。児童は、観察で使用する教材を自ら製作しているために、興味や関心をもち、主体的に観察や実験に取り組むようになった。使い方が容易で観察に多くの時間を割くことができたので、たくさんの花を観察し、「まとめる」場面では、「花の種類毎に、異なる花粉がある」ことに容易に気付かせることができた。また、なぜ花粉には様々な形の違いがあるのだろうかという疑問をもち、花の種類と関係付けることで、花粉の働きに目を向けさせることができたので、花粉がめしべに付かなければ結実はしないことを調べる実験の条件を制御しようとする関心を高めることができた。さらに、次時に向けた「とらえる」場面へのかかわりとして、花粉を付けたものと付けないもの、違う種類の花の花粉を付けた場合はどうなるかなど、多角的に制御する条件を考えようとする意欲も高まった。

授業づくり2においては、重なる地層の様子を観察しやすくするため、土砂が堆積する幅を狭め、厚く積もらせるように配慮した実験装置で取り組んだ結果、児童は、地層として堆積の様子を確実に確認することができた。

授業づくり3においては、資料から考えるだけでなく、実物に触れて考える機会を重視し、同じ部分や違う部分が明確に把握できるように、軽石の観察を取り入れた。これにより、実際に露頭を観察して得ることができる結果と同じような結果を見いださせることができ、準備がしやすくなるだけでなく、児童が砂岩と比較することで考えやすくなり、教師の働き掛けもしやすくなるという回答を模擬授業の参加者から得ることができた。実際、礫岩や砂岩、泥岩と凝灰岩を比べても、違いが明確であるため、「とらえる」場面においても、観察への目的意識を明確にすることに役立つという意見もいただけた。粒の形の違いを明確に捉えることも容易なため、その結果として、「まとめる」場面では、問題解決の能力を発揮する機会が増え、問題解決の能力を育成することができることも分かった。

具体的な体験を充実させることについては、小学校生活科の目標にも設定されている。低学年の段階から、具体的な活動や体験を通すこと、自然とのかかわりに関心をもつことが求められており、そこで養った「知的な気付き」を第3学年以降は、理科において学んでいくことになる。一方、学習指導要領によると下の学年の問題解決の能力は、上の学年の問題解決の能力の基礎となるとされており、今回の改訂では、第6学年で、中学校理科との接続を意識して見直しが行われている。本研究における教材の活用は、自然体験の充実や問題解決の能力を育成する上で有効であり、中学校の理科授業においても、同様の有効性が期待できると考えられる。

7. 2 今後の活用

教材の活用を図った授業づくりを振り返り、研究の成果物として「小学校理科授業案(2013)」を完成させた。これは、小学校の理科授業での観察、実験において、指導に困難さを感じている単元で、「科学的な見方や考え方」を養い、育てていくための授業づくりの進め方の一例を示すものである。授業案の作成では、昨年度の研究において、「エネルギー」「地球」領域の授業案が作成されていることや、教材の活用状況を調べる実態調査の結果を踏まえて、表9のとおりに行った。

表9 提案する授業案「小学校理科授業案(2013)」

【第3学年】	【第4学年】	【第5学年】	【第6学年】
○チョウを育てよう ○こん虫を調べよう [生命]	○動物のからだのつくりと運動[生命] ○物のあたたまり方 [粒子]	○植物の発芽と成長 ○花から実へ [生命]	○物の燃え方と空気 [粒子] ○大地のつくりと変化 [地球]

「科学的な見方や考え方」を養う理科授業として、この授業案が活用されることを期待している。活用にあたっては、単元全体を通しての活用を前提とする。単元全体での活用が困難な場合は、観察、実験を行う場面だけを抽出して、実践していただいても構わない。本授業案は、各単元における「科学的な見方や考え方」を養うことを前提に作成しているが、各校の年間指導計画及び「観察、実験の手引き」を自校化する際の資料としての活用も期待している。

8 研究の成果と課題

本研究を通して、明らかになった成果と課題について以下に述べる。

8.1 研究の成果

本研究では、「しらべる」場面における「予想・仮説の設定」「観察、実験」、「まとめる」場面における「考察」「結論の導出」の各段階に視点を当てて、主体的な問題解決を促す教材の活用を通じた授業づくりに取り組んだ。研究の成果として以下の3点が挙げられる。

1つ目は、児童に教材を自作させることにより、目的意識をもたせるとともに、視点の焦点化や予想や仮説と比較させることが容易にできるようになり、「科学的な見方や考え方」を見いださせることができた。

2つ目は、具体的な体験を重視するために、自作などにより、必要な数の教材の確保に努めたことにより、多くの児童が直接体験する機会が増え、観察、実験の充実を図ることができた。その結果、児童が主体的な問題解決に取り組む態度も育成させることができた。

3つ目は、単元の構成を見直し、「科学的な見方や考え方」を養う場面を「とらえる」「しらべる」「まとめる」の3つに分けて、単元の流れを意識した授業づくりを行ったことで、「科学的な見方や考え方」を養うための思考のプロセスが分かりやすくなったと考える。実際、「しらべる」場面において教材の活用を意識したことで、「とらえる」場面での働き掛けが明確になり、「まとめる」場面においては、問題解決の能力を発揮させる場面を充実させることができ、その育成を図ることができた。授業案の中に教師の働き掛けや問題解決の能力を生かす場面を明示したため、児童の発達段階に応じて、児童が自ら発想したことを検証して確かめさせるという「科学的にかかわる」方法や問題解決の能力を身に付けさせる機会を充実させることができた。

8.2 今後の課題

今後の課題としては以下の3点が挙げられる。

1つ目は、検証を進めることについてである。本研究では、具体的な体験を重視することを大切にしており、季節ごとの観察や飼育がスムーズに行えるように、単元の配列についても提案した。しかし、このことについての有効性は、実践を通して検証できていない。今後、実践を通して検証を進める必要がある。

2つ目は、授業案の作成についてである。「小学校理科授業案(2013)」の実践を行い、さらに検証を進めるとともに、今回、作成できなかった単元での、主体的な問題解決を促せるような教材の活用とその活用を図る授業案の作成を進める必要がある。

3つ目は、学習形態の工夫についてである。本研究においては、「まとめる」場面の充実も考えていたが、実践では授業づくり2において学習形態の工夫を行うだけの取組となってしまう、各単元の授業に十分反映させることができなかった。また、全国学力・学習状況調査の課題としても挙げられた

ように、「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」機会を充実させるためには、「結果の整理」「考察」「結論の導出」の段階において、多様な学習形態を取り入れることも有効な手段であると考えられる。今後は、授業づくりの中で、観察、実験の結果に基づいた言語活動の充実を図れるような学習形態を考えていく必要がある。

主な参考文献

全般的な参考書

- | | | | |
|-----|---|-------|------|
| [1] | 文部科学省：「小学校学習指導要領（平成20年3月告示）」 | 大日本図書 | 2008 |
| [2] | 文部科学省：「小学校学習指導要領解説 理科編 平成20年8月」 | 大日本図書 | 2008 |
| [3] | 文部科学省：「小学校理科の観察、実験の手引き」 | | 2011 |
| [4] | 中央教育審議会：「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」 | | 2008 |
| [5] | 宮城県教育委員会：「平成20年度 初等理科研究グループ報告書」 | | 2009 |
| [6] | 宮城県教育委員会：「平成23年度 理科教育研究グループ報告書」 | | 2012 |
| [7] | 東京書籍：新しい理科（3～6） | 東京書籍 | 2010 |
| [8] | 東京書籍：新編新しい理科教師用指導書資料編3 | 東京書籍 | 2005 |

第1章

- | | | | |
|------|---|--|------|
| [9] | 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 |
| [10] | 科学技術振興機構・国立教育政策研究所：
「平成20年度小学校理科教育実態調査報告書」 | | 2008 |
| [11] | 科学技術振興機構：「平成22年度小学校理科教育実態調査報告書」 | | 2012 |
| [12] | 科学技術振興機構・小学校理科教員支援策検討合同委員会：
「小学校理科教員支援策検討合同委員会報告書」 | | 2012 |

第3章

- | | | | |
|------|---------------------------------------|------|------|
| [13] | 初等理科教育4月号 | 農文協 | 2012 |
| [14] | 日本教材学会設立20周年記念論文集：
「教材学」現状と展望 上・下巻 | 協同出版 | 2008 |

第6章

- | | | | |
|------|--|--|------|
| [15] | 宮城県教育委員会：平成23年度理科教育研究グループ報告書
「小学校教員の理科指導に対する意識調査」結果 | | 2012 |
|------|--|--|------|

第7章

- | | | | |
|------|--|------|------|
| [16] | キャノンサイエンスラボキッズ：ペットボトル顕微鏡を作ってみよう
http://web.canon.jp/technology/kids/experiment/e_02_07.html | | |
| [17] | パイロット株式会社：フリクションライトのひみつ
http://www.pilot.co.jp/library/006/ | | |
| [18] | In the woods. Books：ファストプランツで学ぶ植物の世界 | 東京出版 | 2006 |

第8章

- | | | | |
|------|----------------------------------|-------|------|
| [19] | 文部科学省：「中学校学習指導要領解説 理科編 平成20年8月」 | 大日本図書 | 2008 |
| [20] | 文部科学省：「小学校学習指導要領解説 生活科編 平成20年8月」 | 大日本図書 | 2008 |