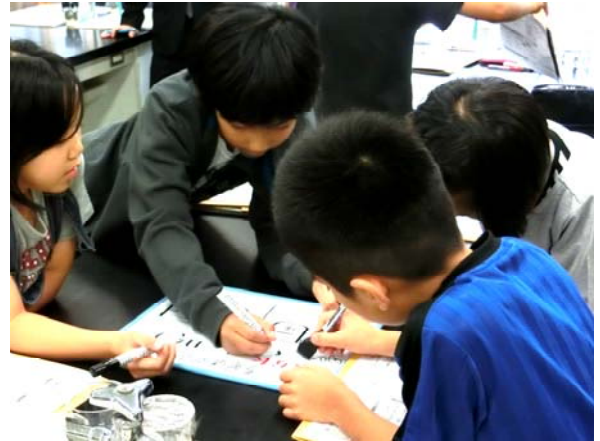


〈小学校 理科〉

科学的な思考力・表現力を育成する指導の工夫

—理科におけるイメージ図と定型文を活用した対話活動を通して—



浦添市立 牧港小学校

喜屋武 真史

目 次

I	テーマ設定理由	23
II	目指す児童像	23
III	研究の目標	24
IV	研究仮説	24
1	基本仮説	24
2	作業仮説	24
V	研究構想図	24
VI	研究内容	25
1	科学的な思考力・表現力について	25
2	対話活動について	27
3	イメージ図と定型文の活用について	29
VII	授業実践	31
1	単元名	31
2	単元の目標	31
3	単元について	31
4	単元の評価規準	32
5	単元の系統性	33
6	指導計画	33
7	本時の学習	34
VIII	研究の考察	36
1	作業仮説（1）の検証	36
2	作業仮説（2）の検証	38
3	本研究を通して	43
IX	研究の成果と課題	44
1	成果	44
2	課題	44
	おわりに	44
	主な参考・引用文献	44

科学的な思考力・表現力を育成する指導の工夫

ー 理科におけるイメージ図と定型文を活用した対話活動を通して ー

浦添市立牧港小学校 喜屋武 真史

【要 約】

本研究は、自然事象等に対する児童の考えを、定型文の活用で言語化するとともに、イメージ図で可視化し、それらを基にした交流をもつことにより、他者との対話や自己内対話のある学習活動を活発にし、科学的な思考力・表現力をはぐくんでいくことを目指したものである。

キーワード □科学的な思考力・表現力 □定型文 □イメージ図 □対話 □コミュニケーションボード

I テーマ設定理由

21世紀は、「知識基盤社会」の時代であると言われ、幅広い知識と柔軟な思考力に基づく判断が一層重要になり、同時に「グローバル化・多様化」する社会変化に合わせ、他者を理解する資質も必要性を増している。こうした社会の変化やニーズから考えても、これからの授業づくりでは、他者と関わり、他者を理解しながら、基礎的・基本的な知識・技能と、思考力・判断力・表現力等を調和的にはぐくむことを考えていくことが重要となる。

こうした状況を踏まえ、我が国における児童生徒の学力についてみると、PISA調査等の結果からは、「思考力・判断力・表現力を問う問題、知識・技能を活用する問題に課題がある」ということが分かっている。また、平成24年度全国学力・学習状況調査の結果からも、科学的思考力・表現力が十分定着していないという実態が示された。

こうした課題に対し小学校学習指導要領解説理科編（以下、「解説理科編」）では、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から「観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、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、探究的な学習活動を充実する方向で改善する」と方針が明記された。

これまでの私の授業実践を振り返ると、理科における「問題解決学習（探究的な学習活動）」という授業スタイルの定着を図ることで、見通しや意欲を持って学習に取り組むという点で、一定の成果はあった。しかし、実験の結果から考察について話し合う場面などでは、発言する

児童がやや限定され、特に説明を求められると尻込みをしてしまう児童が多かったと感じる。児童一人ひとりに、言語活動の機会を保障し、科学的な思考力・表現力を育成するために授業展開に工夫が必要である。

また、アンケートによる意識調査では、考察などを説明することが苦手な理由として、「説明の仕方がわからない」「時間内に書けない」などの意見が多く見られた。このことから、「考察等を表現する力の定着が不十分、故に説明できない」という実態を捉えることができる。

これらの課題を改善するには、考察したことを言語化する表現力を高めるとともに、絵や図などを用いて可視化表現するよさを味わわせ、それらを基にして、考えを相互に交流させる活動を展開することが有効であると考えられる。

そこで、本研究では、理科における問題解決学習の過程において、定型文の活用による考えの言語化や、頭の中のイメージを絵や図で表現する思考の可視化を試み、それを基にして、コミュニケーションボードを媒体とした対話のある活動を取り入れていく。その活動の中で、児童は目の前の自然事象について、考えたり説明したりしながら、他者との対話や自己内対話をくり返して、自分の考えを整理していく。そのような学習活動を充実させてこそ、科学的な思考力・表現力をはぐくんでいくことができるのではないかと考え、本テーマを設定した。

II 目指す児童像

自然事象について、根拠をもとにした対話をしながら、科学的に思考し表現できる児童

III 研究の目標

科学的な思考力・表現力を育成するために、根拠をもとにした対話を活発にする手立てとしての、イメージ図や定型文の活用のしかたについて、具体的に研究する。

IV 研究仮説

1 基本仮説

問題解決の学習過程において、定型文やイメージ図を活用した対話活動を取り入れることで、考えたり説明したりできるようになり、

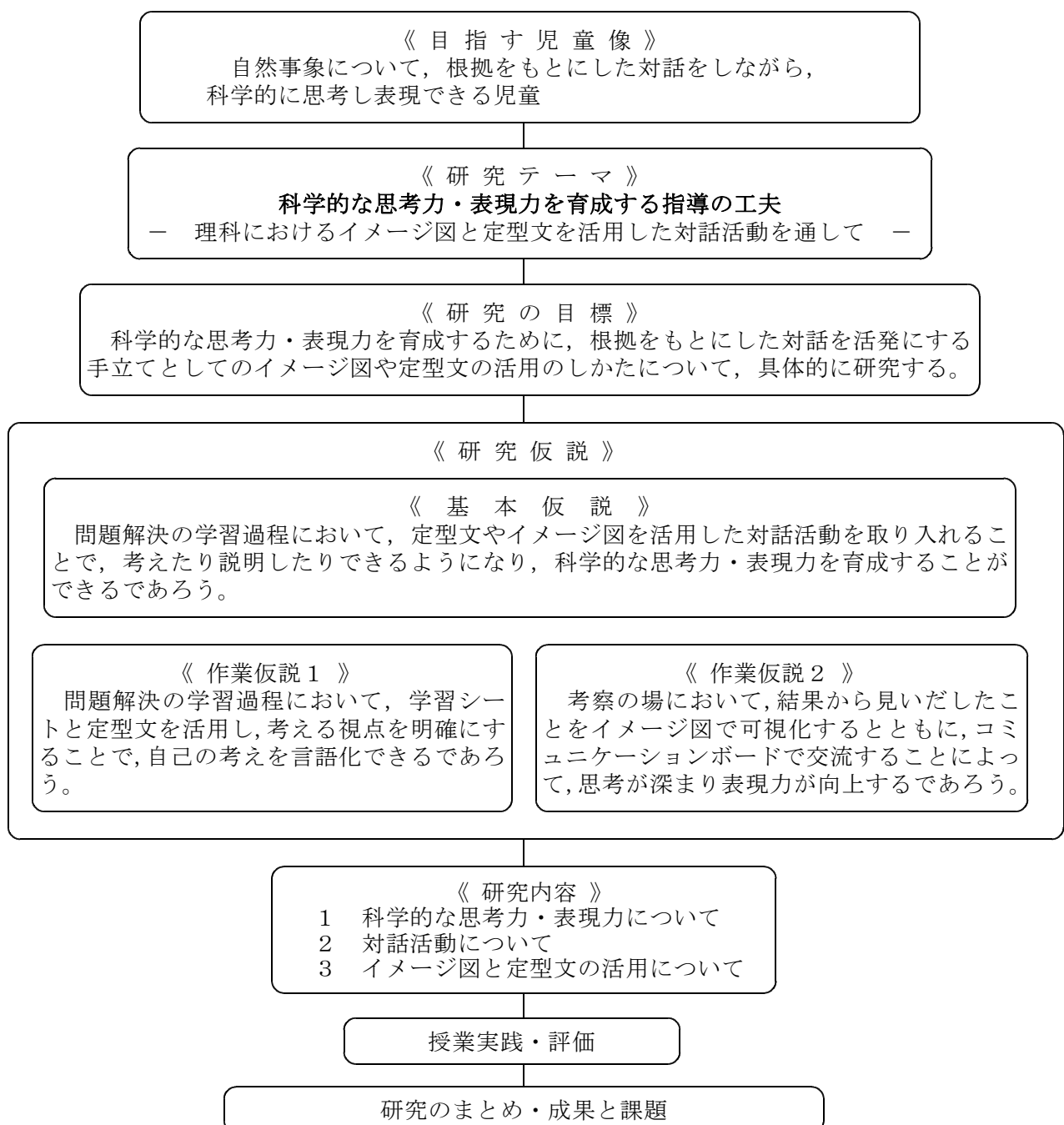
科学的な思考力・表現力を育成することができるであろう。

2 作業仮説

(1) 問題解決の学習過程において、学習シートと定型文を活用し、考える視点を明確にすることで、自己の考えを言語化できるであろう。

(2) 考察の場において、結果から見いだしたことをイメージ図で可視化するとともに、コミュニケーションボードで交流することによって、思考が深まり表現力が向上するであろう。

V 研究構想図



VI 研究内容

1 科学的な思考力・表現力について

(1) 科学的な思考力・表現力とは

解説理科編(2008)には、『科学が、それ以外の文化と区別される基本的な条件としては、実証性、再現性、客観性などが考えられる。「科学的」ということは、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とらえることができる』と示されている。つまり、「科学的」であるためには、表1に示した、その3つの条件を検討することを重視していることが条件となり、小学校理科教育においては、「問題解決の過程」そのものが「科学的」な学習活動であると考えることができる。よって本研究において、「科学的な思考力・表現力」とは、「問題解決の過程において、思考する力、思考したことを表現する力」と捉えることとする。

表1 科学が、それ以外の文化と区別される基本的な条件（解説理科編より）

実証性	考えられた仮説が観察、実験などによって検討することができるという条件
再現性	仮説を観察、実験などを通して実証するとき、時間や場所を変えて複数回行っても同一の実験条件下では同一の結果が得られるという条件
客観性	実証性や再現性という条件を満足することにより、多くの人々に承認され公認されるという条件

また、角屋重樹(2011)は、「思考とは、ある目標の下に、子どもが既有知識をもとにして対象に働きかけ種々の情報を得、それらを既有の体系と意味づけたり、関係づけたりして、新しい意味の体系を創りだしていくことである」とし、「表現は、対象に働きかけて得られた情報を目的に合わせた的確に表すこと」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を、「問題解決の過程において、得られた情報を根拠として、新しい概念を創り出す力」とし、科学的な表現力を「科学的に思考したことを、文章や図などを用いて表す力」と定義する。

(2) 科学的な思考力・表現力を育成するには

平成20年の中央教育審議会答申の中で、理科の改善の基本方針として「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達段階、指導内容に応じて、例えば、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、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、探究的な学習活動を充実する方向で改善する」と示された。

ここでは、「観察・実験の結果を整理し考察する学習活動」「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」を理科における言語活動ととらえ、「探究的な学習活動」を問題解決ととらえることとする。よって、理科の授業づくりでは、問題解決や、その中で行われる言語活動の充実を図ることが、科学的な思考力・表現力を育成することにつながると考えられる。

本研究は、「対話」という活動を通して科学的な思考力・表現力をはぐくむ指導について研究することが目的であるが、問題解決の学習過程と言語活動の充実について研究することが、対話の活動を充実させることに資すると捉え、以下、理科における問題解決と言語活動の充実について考察する。

① 理科における問題解決の充実

解説理科編においては、問題解決の過程について「児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心を持ち、そこから問題を見だし、予想や仮説の基に観察、実験などを行い、結果を整理し、相互に話し合う中から結論として科学的な見方や考え方をもつ過程」と解説されている。このような過程の中で、目標に示されている問題解決の能力が育成されるのであるが、平成20年告示の学習指導要領では、問題解決において同じような科学的な思考を用いるものを、同じ学年に配置するように内容が整理されている(表2)。

そのため、理科の学習で充実した問題解決を成立させるためには、各学年で示されている問題解決に必要な能力の育成を意識し、授業をデザインしていくことに留意が必要である。ただし、これらの問題解決の能力は、その学年で中心的に育成するものであるが、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盤となるものであることも忘れてはならない。

表2 各学年で育成する問題解決の能力

第3学年	比較しながら調べる（比較）
第4学年	関係づけながら調べる（関係づけ）
第5学年	条件に目を向けながら調べる（条件制御）
第6学年	推論しながら調べる（推論）

また、村山哲哉（2013）は、『理科の問題解決のプロセスにおいて重要なのは、具体の事物・現象から受け取る子どもの見方や考え方が、観察、実験といった「体験」と思考、表現といった「言語」を織り交ぜながら、科学的な見方や考え方に高まるように指導することである。つまり、「具体」の体験を重視しながら、「抽象」操作である言語活動を充実することが、問題解決を成立させる重要な要件となる』と述べている（図1）。

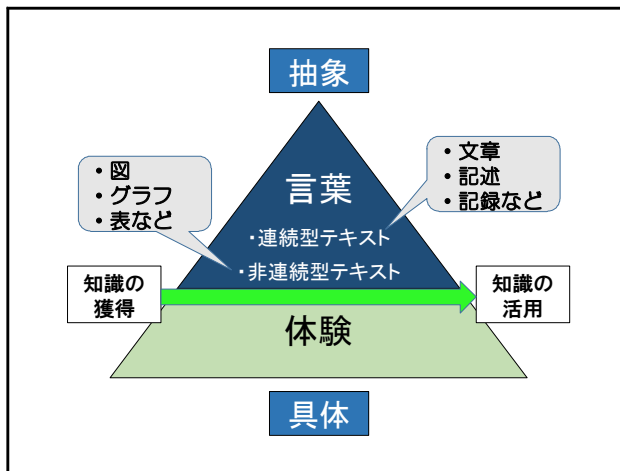


図1 小学校理科における言語活動の充実（村山の図を参考に作成）

新しい知識を獲得した上で、その知識を活用していくためには、問題解決の過程において、実験や観察などの「具体」と、「抽象」操作である言語活動を織り交ぜて設定することが重要である。そこで本研究では、予想や仮説を立てる場面や結果から考察する場面において「抽象」操作である言語活動を設定し、児童の見方や考え方が科学的なものに高まるよう指導していく。その際、科学的に思考したことを表現する方法としては、文章、記述、記録などの連続型テキストばかりでなく、

図やグラフ、表などの非連続型テキストを用いて表現することも大切であると考えられる。

② 理科における言語活動の充実

理科における言語活動の充実については、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点として解説理科編にも示されているように、学年や発達の段階、指導内容に応じて、例えば観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、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を充実することが考えられる。これまで述べてきたように小学校理科の学習においては、問題解決で探究的に学ぶことが重視されるが、その中のどの過程で言語活動の充実を図るのか、教師が意図的に組み込んでいくことが重要であると考えられる。

村山（2013）は、問題解決のプロセスを、8つのステップに分けて考えており、これらを体験活動と言語活動に分類すると、図2のように整理することができる。その上で、「問題解決は、体験活動と言語活動の両面から成り立っており、問題解決のプロセスを子ども自身が成立させることが、言語活動の充実につながると考えられるであろう」と述べている。

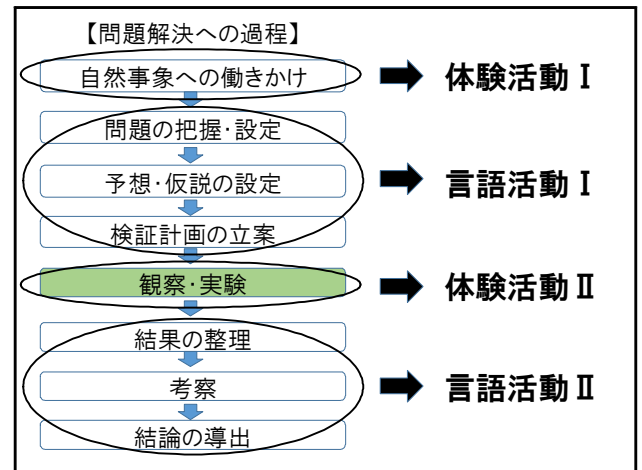


図2 問題解決のステップと体験活動, 言語活動

よって本研究では、言語活動の充実を図るための前提条件として、まず、子ども達自身が問題解決のプロセスを十分に理解し、見通しをもつことから始めたい。そのための環境整備として、まず揭示資料を活用し、問題解決のプロセスについて常に意識しながら取り組める工夫を講じる（図3）。次に、児童の学習シートも、問題解決の流れに沿ったレイアウトにし、思考

パターンの定着を図る（図4）。そして、予想や仮説を立てる場面や結果の考察をする場面において、意図的な「対話」活動を組み込み、言語活動の充実を図っていくこととする。

対話を活性化する手だてとして、予想や仮説を立てる場面では、定型文の活用による思考の言語化に取り組む。そして、それを基に、自ら

の考えを顕在化させていくための、他者との対話や自己内対話を活発にしていきたい。結果を整理し考察していく場面では、定型文の活用による思考の言語化や、イメージ図を活用した思考の可視化を行う。そして、表現したそれぞれの考察を持ち寄り、グループでの対話というスタイルで言語活動を活発に展開していきたい。

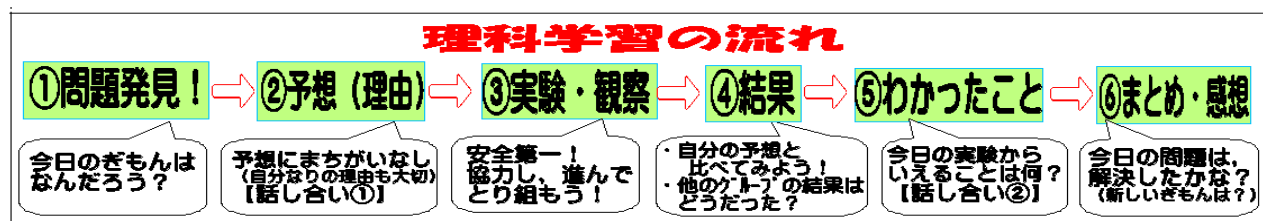


図3 問題解決の流れ（教室掲示用）

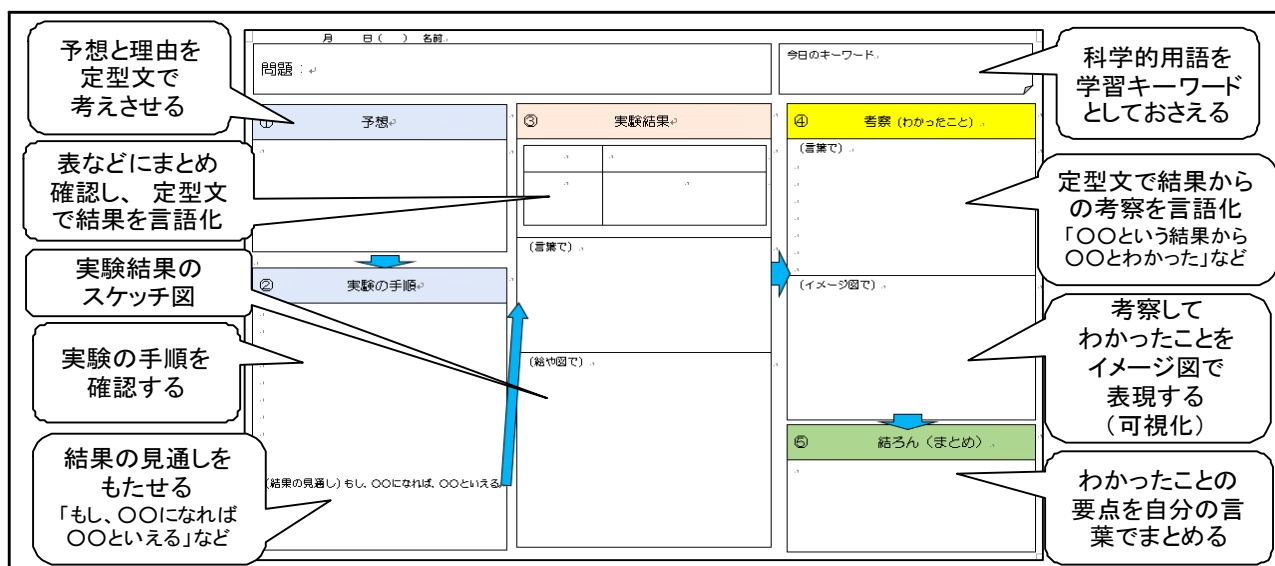


図4 問題解決の流れに沿った学習シートの工夫

2 対話活動について

(1) 対話とは

「対話」を辞書で調べると、「広義には2人以上の人物間の思想の交流」とある。しかし、授業では目的に応じてさまざまな形態の対話がなされている。それは、「教材（自然事象）との対話」「自己内対話」「他者との対話」などが挙げられる。そのため、本研究においては、対話について「教材との対話や自己内対話を含めた科学的な思考の交流（他者との対話については相互交流）」と定義する。

理科の学習では問題解決を通して、それぞれの対話を効果的に取り入れていきたい。本研究では、その中でも特に、ペアでの対話、グループでの対話、全体での対話などの「他

者との対話」と、他者との対話を活発にしてこそ深まるであろう「自己内対話」による科学的な思考力・表現力の高まりについて考えていく。

(2) 対話と思考力・表現力について

① 対話による思考力の向上

小野田亮介(2014)は、根拠に基づく対話の重要性について、『「自分の考えの根拠」と「他者の考えの根拠」とを比べられるところにある』と述べ、さらに「根拠という比較のポイントがあるからこそ、子どもは自分と他者がなぜ異なる考えを持つのかについて思考を深めることができる」と説明している。つまり、根拠について語り合うことは、他者の考えについて良く理解するためでもあるが、自分の

考えについて振り返り、より考えを深めていく活動でもあると考える。

② 「ズレ」が生み出す対話

話し合う必要性を生み出す一つの視点として、「ズレ」という考え方がある。ズレという言葉は、一般的には良いイメージの言葉ではないが、「ズレ」を追究していくことで感性や認識を深めていくという考え方がある。

福島県教育センター提供資料（「言語活動の充実」のために－「思考力・判断力・表現力等」の育成をめざして－資料編）によると、『「ズレ」を明確にした上で、それを中心に話し合わせるとよい。相違点を明らかにし、それぞれにその根拠を説明させ、正しいか否かを検討し合うことで、ズレを修正しようと、あるいはそのズレの基を探ろうと、話し合いは進んでいく』とある（表3）。

表3 話し合う必要性を生み出す「ズレ」

○ 「イメージ」とのズレ	○ 「感覚」とのズレ
○ 「生活経験」とのズレ	○ 「既習内容」とのズレ
○ 「予想」とのズレ	○ 「友達」とのズレ 等

授業で対話を取り入れるからには「必要性」を持たせることが重要になる。対話を活発にし、科学的な思考力・表現力をはぐくんでいくために、子ども達に「ズレ」を感じさせる仕掛けを講じていきたい。

本研究で扱う、定型文やイメージ図の活用による、思考の「言語化」や「可視化」は子ども達に「ズレ」を感じるためにも有効な手だてになると考えられる。

(3) 対話を活性化するコミュニケーションボードの活用について

① コミュニケーションボードとは

もともとは、知的障害や自閉症などといった障害者や高齢者、病気療養中の方、外国人など、話し言葉によるコミュニケーションが困難な人とのコミュニケーションツールとして使われ始めた。文字での説明に加えて、絵や図での表現をすることによって、コミュニケーションの補助的ツールとして大きな役割を果たしている。

理科の学習においては、文字という言葉による理解だけではなく、絵や図で表現し、イ

メージとして理解することも重要である。よって、話し言葉によるコミュニケーションに障壁が有る無しに関わらず、絵や図を用いて、コミュニケーションボードに表し、「ズレ」を出発点として対話をするのが、思考を深め表現を見直す手だてとして有効にはたらくものと考えられる。

ボードの種類としては、使用する場面や対象者、目的等に応じて様々な物が活用されている。本研究においては、児童に、「安心してかき込み表現してほしい」というねらいから、A3サイズのホワイトボードをコミュニケーションボードとして使用することとする（図5）。

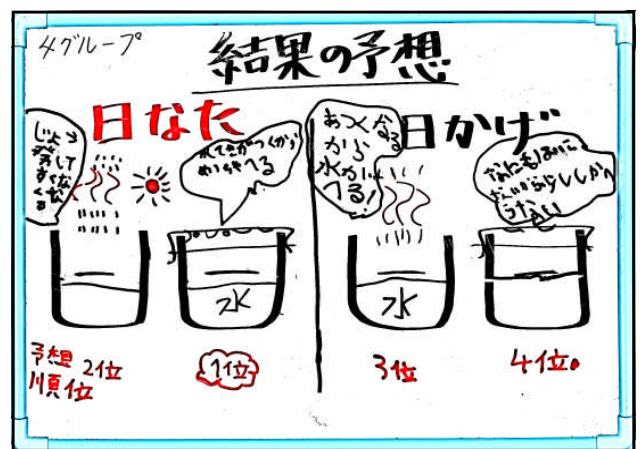


図5 使用したコミュニケーションボード

② 理科授業におけるコミュニケーションボードの活用の仕方

まず、コミュニケーションボードを活用し、対話を活性化させるために必要な前提条件として、「個の考えを持たせてから使用する」ということが考えられる。積極的にリードする子がどんどん進め、グループのイメージ図を完成させてしまえば、必要とする「対話」は生まれない。考えの「ズレ」を感じさせ、必然的に対話が広がり深まっていく展開を求めていくことが重要である。

次に、コミュニケーションボードに表すべき内容について視点を明確にする必要がある。そのために「基本となる実験器具などの図」は、あらかじめ教師で作図したものを準備することが考えられる。また、本時のねらいに則した「学習キーワード」を児童から引き出し、焦点化することも有効であると考えられる。

その他の留意点として、使用ルールの設定が

大切になると考えられる。全員の意見や考えが一枚のコミュニケーションボードに反映され、考察となる絵や図が深まっていくように、ルールを確認し使用する（表4）。

表4 コミュニケーションボード使用ルール

<p>【コミュニケーションボード使用のルール】</p> <p>①ボードは、グループ全員の真ん中に置く。</p> <p>②全員がマーカーを持ち、いつでも発言できる。</p> <p>③何度かき直してもよい。</p> <p>④絵や図だけでなく、言葉の説明も工夫する。</p> <p>⑤全員の考えの良さが、表現できるようにする。</p> <p>⑥全員が理解し、誰でも説明できるようにする。</p>
--

3 イメージ図と定型文の活用について

(1) イメージ図を活用することの意義

教師用指導書（資料編）では、「子どもは、一つの事象を目にしたとき、さまざまな気づきや考えを持つが、子ども達が考えていること、想像していることをイメージ図として表現させると、同じような言葉で表現していた子ども達が、いろいろなイメージ図を基に説明し始めるようになる」と述べられている。

図6～図8は、いずれも「空気をおし縮め、体積が小さくなったときのようす」についてのイメージ図であるが、このような「ズレ」を感じた時にこそ対話の必然性が生じるものとする。そしてお互いの考えのズレの部分を問題とし、他者と対話することによって、自分のイメージの良さや矛盾点に気づくことができる。その結果として、再び自己内対話が生まれ、自分の考えを見直すきっかけになるものとする。そういう対話をくり返すことを通して、子ども達に科学的な思考力・表現力をはぐくむことができるものとする。

また、イメージ図は教師にとっての評価材料としても役立つことができる。イメージ図に表すことは、本来見えないものである「児童の思考のようす」を可視化することといえる。そのことは、児童の思考の過程や変容を見取る材料にもなる。科学的な思考力・表現力についての診断的評価・形成的評価・総括的評価に生かし、指導と評価の一体化という観点でも活用していきたい。

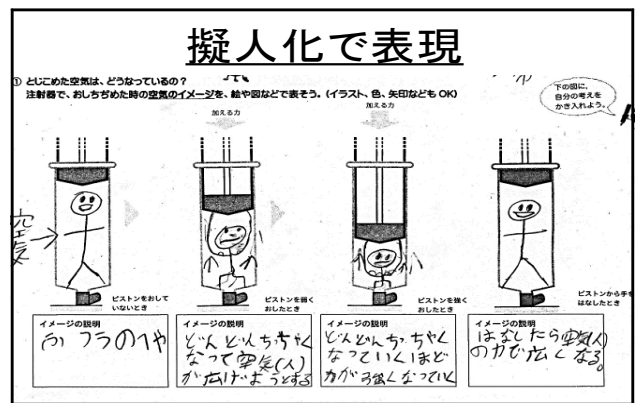


図6 空気のイメージ図（擬人化タイプ）

図6をかいた児童は、空気の体積が小さくなるほど、空気がおし返してくる「手ごたえ」が大きくなることを関係づけて捉えている。

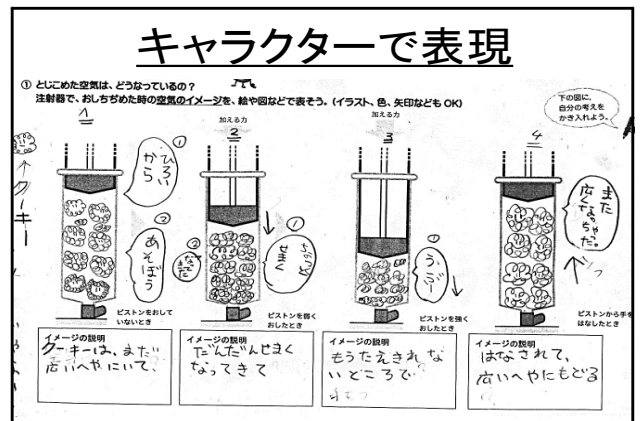


図7 空気のイメージ図（キャラクタータイプ）

図7をかいた児童は、キャラクターを小さくかいたことで、空気をおし縮めたときの空気の体積が小さくなるようすを捉えていることを見取ることができる。

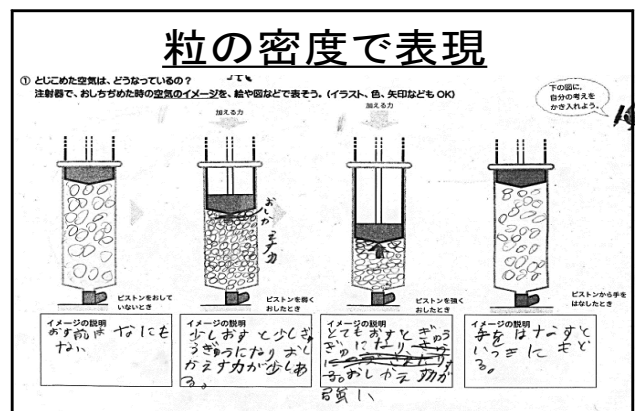


図8 空気のイメージ図（密度タイプ）

図8をかいた児童は粒の密度の変化で表現しているが、気密性の観点からは、粒の数を変えない方が科学的であることに気づかせる必要がある。

(2) イメージ図に表すための手立てについて

教師が「イメージ図をかきましょう」というすぐにかくことができる児童は少数と思われる。頭の中にイメージを持っていたとしても、どうかいていいかわからないこともあるだろうし、そもそもイメージ自体が持っていない場合も考えられる。ここでは、児童がイメージしたことを図に表現していくための手立てについて考える。

① 学習キーワードの活用

イメージ図やその説明に表すべき事項として、科学的な用語「学習キーワード」を確認し、思考の視点を明確にする。学習キーワードは、できるだけ児童から引きだし、ワークシートに書き込ませ、常に意識できるようにする。

② グループ交流

友達のかいたイメージ図を見たり説明を聞いたりしながら、自分の考えに最も近い図や絵を参考にすることを認める。

③ ふきだし法や矢印の活用

イメージ図にふきだしや矢印を使った説明をかきこませることで、他者に対し、より伝わるように工夫させる。

④ その他の留意点として

(新しい理科教師用指導書資料編参考)

ア 無理にかかせず、絵や図で表すことが有効だと感じたらかくようにさせる。

イ イメージ図は言葉を補助したり、言葉によって補助されたりするものと捉えるように指導し、図に執着させすぎないようにする。絵や図で表現したものを言葉でも説明できるように指導する。

ウ 例えば、粒子の考えや、質量の保存性など、科学的な視点のあるものを紹介するなど教師が価値づけし、児童の表現が、より科学的になっていくよう支援する。

エ 実験結果では、結果のスケッチ（見たまま）をかかせ、考察では、見えないものを含めたイメージ図をかかせる。

オ 学習シートをファイリングし、学習履歴として使うことで、前時までの既習事項を振り返りながら考えるなどの思考の連続性をもたせる。

(3) 定型文を活用する意義について

小学校理科教育においては、実験や観察をする際、何を目的として、どのような方法で行うのか、また、得られた結果についてどのように考察していくのかを、しっかりと見通しを持って行うことが重要視されている。しかし、実際に予想や仮説を示したり、実験の結果を述べたり、考察を説明したりする場面では、「結果の記述に自分の考えが混在」「結果と考察の区別がついていない」「結論の記述に主語が入っていない」「単語での記述で文章になっていない」などの課題が多く見られる。そこで、理科授業における言語環境を整え、児童がきちんとした文章で表現できるように、手だての一つとして「定型文の活用による思考の言語化」が有効であると考えられる。

① 思考の言語化

予想や考察の場面では、定型文を示すことにより、「何を根拠として書けばよいのか」など、視点を持たせ児童の思考を促すとともに、スムーズな言語化により適切に表現することができるように考える。

また、思考の言語化は、学習内容に対する「納得」にも資すると思われる。それは、実験の結果得られた情報について、しっかりと形での考察文でまとめることにより、児童の中におとし込む「実感」につなげることができるからである。

② 科学的に思考・表現する素地づくり

予想場面、結果確認場面、考察場面など、問題解決それぞれの場面に応じた定型文を示すことにより、問題解決のプロセスを身につけるとともに、根拠を示す表現を身につけ、科学的に思考し表現する素地づくりに役立つと考える。

(4) 定型文の活用法について

① イメージ図との連動

実験結果の考察をする場面では、定型文による言語化とイメージ図による可視化に取り組ませる。前述したように、イメージ図は言葉を補助し、言葉によって補助されるものと捉える。定型文で言語化した文章に連動したイメージ図をかかせることで、表現力を高め、他者へわかりやすく伝える工夫をさせる。

② 理科定型文の掲示（言語環境整備）

那覇市立教育研究所の玉村かおり指導主事（2012）作成の文例を参考に、発達段階や場面ごとの定型文を作成し表にまとめた（表5）。

③ 定型文活用の留意点として

- ア 学習キーワードを使用させる。
- イ 発達段階に応じた定型文を示し、思考の誘導にならないようにする。
- ウ 教室に掲示し、必要に応じて活用するように助言する（定型文にこだわらせすぎないように配慮し、自分の言葉や感性で表現していけるように指導する）。

表5 理科定型文活用表

学年		予想	結果	考察
3年生	比較	～をしたら、～は～になると 思います。なぜかという (生活経験から)～だからです。	【比べながら】 aとbを比べると、 aは～なのに対して、 bは～でした。	予想通り(予想とちがって)、 aはbよりも～だったので、 ～わかりました。【結論】
4年生	関係づけ	【自分の立場を明確にして】 ～になると思います。 なぜなら(既習、生活経験から)	【関係づけながら】 ～(操作)をしたら、 ～になりました。(結果)	予想通り(予想とちがって)、 ～(操作)をしたら、 ～になりました。(結果) このことから～ということが わかりました。【結論】
5年生	条件制御	～になると思います。 なぜなら(既習、生活経験から) ～だからです。	【関係づけながら】 ～(操作)をしたら、 ～になりました。(結果)	予想通り(予想とちがって)、 ～(操作)をしたら、 ～になりました。(結果) このことから～ということが わかりました。【結論】 【結論】になったわけは、 (根拠)だからです。
6年生	推論	【自分の立場を明確にして】 ～になると思います。 なぜなら(既習、生活経験から) ～だからです。	【関係づけながら】 ～(操作)をしたら、 ～になりました。(結果)	予想通り(予想とちがって)、 ～(操作)をしたら、 ～になりました。(結果) このことから～ということが わかりました。【結論】 【結論】になったわけは、 (根拠)だからです。

※根拠は、実験結果に基づいた理由(わけ)のレベルで捉える

VII 授業実践

第4学年 理科学習指導案

平成26年12月17日（水）5校時
 牧港小学校 4年3組 30名
 指導者 喜屋武 真史

1 単元名

「水のすがたとゆくえ」

2 単元の目標

水を熱したときのようすに興味をもち、水を熱すると水蒸気になることや冷やすと氷になることを温度と関係づけて調べたり、水面やしめった物から水が蒸発していることや空気中の水蒸気は水滴になって現れることを調べたりして、水は温度によって固体、液体、気体に状態が変化すること、水が氷になると体積がふえることなど、水の状態変化についての考えをもつことができるようにする。

3 単元について

(1) 教材観

本単元は、学習指導要領理科4学年の内容「A 物質・エネルギー (2)ウ 水は、温度によって水蒸気や氷に変わる。また、水が氷になると体積が増えること。」及び、「B 生命・地球 (3)イ 水は、水面や地面などから蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれていくこと。また、空気中の水蒸気は、結露して再び水になって現れることがあること。」にあたるものである。

ここでは、水の性質について興味・関心を持って追究する活動を通して、水の状態変化と温度変化を関係づ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、水の性質についての見方や考え方をもつことができるようにする。また、自然界の水の変化が起こる様子について興味・関心をもって追究する活動を通して、水と空気中に存在する水蒸気とを関係づ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、自然界の水の変化についての見方や考え方を持つことができるようにすることがねらいである。

(2) 児童観

単元との関わりから児童の実態を見ると、児童は、夏場には水やお茶を冷やすために氷を用いたり、冬場には温めた水やお茶を飲んだり、水や氷、または湯を日常的に目にしたり利用したりしている。しかし、白い湯気を見て「水蒸気」と言ったりしている姿から、特に水蒸気や湯気、蒸発

などについては、言葉だけが先行し誤解や捉え違いも見られ、科学的に理解しているとは言い難い。また、水が100℃で沸騰し0℃で凍ることを知識として持っていて、固体、液体、気体の違いや、水がいつも決まった温度で変化することを実感を持って理解しているわけではない。

次に、本研究との関わりから児童の実態を見る。アンケートにより「理科で好きな活動」を問うと、「実験や観察」（約80％）に対し「結果などについて話し合うとき」（約28％）となっている。「考えや意見を説明することができますか」の問いに対しても、「あまりできない、できない」の合計が58％にもものぼり、自分の考えを言語化し伝えることに対し、苦手意識を持っている児童が多いといえる。ペアやグループでの話し合いでは、友達の意見を聞くことを好む児童が多い反面、積極的に意見や考えを伝えることができる児童は限られている。また、意見が言える児童も「自分の意見や考えを一方向的に伝える」ととどまっている場合が多く、考えながら聞いたり、質問し合ったりという「対話」には発展しないケースが多い。本単元では、気体になった水蒸気が目に見えない物であることから、目には見えないものを図に表したりするイメージ化も、「ズレ」を生み出し対話を活発にする上でも重要となってくるが、これまでの学習の様子から、「絵や図に表し思考する」ということも習慣化はしていないというのが実態である。

(3) 指導観

指導にあたっては、まず単元導入において、児童の生活経験を引き出し学習問題と結びつけていく。水を熱したときの温度変化と水の様子について調べる場面においては、温度変化をグラフ化しながら、水はおよそ100℃で沸騰し、沸騰中は水の温度が一定であることを捉えさせる。沸騰中の様子を見て湯気や泡について着目する児童がいると考えられるので、湯気の正体と泡の正体を探る実験を行う。これらの実験を通して、水蒸気の内容念を持たせていく。しかし、水蒸気や湯気、泡などに対する児童の見方や考え方には、捉え違いが起きやすいので、実験後に言葉やイメージ図などで表現させ、交流させる活動を設定し、一人ひとりの見方や考え方を確実なものにしていきたい。

水を冷やした時の温度変化と水の様子について調べる場面においても、温度変化をグラフ化し、凝固中は水の温度が一定であることを捉えさせる。同時に水が氷になると体積が大きくなることも実験を通して理解させる。

水の自然蒸発を扱う場面においては、水が自然に蒸発する現象を通して、水は沸騰しなくても表面から水蒸気となって空気中に出て行くことを確認する。また、生活経験から日なたと日かげでの自然蒸発の違いについても着目させる。

水の結露を扱う場面においては、冷やした飲み物の容器につく水滴を提示し、結露について考えさせる。温度が異なる水を入れた二つのビーカーの表面を観察し、既習事項を使って現象の説明ができるようにする。

単元を通して様々な実験器具を取り扱うことになるので、事前に操作方法を確認する。特に単元前半では加熱器具を扱う実験が多いので、安全への配慮を怠らないようにする。

4 単元の評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
① 水を熱したり冷やしたりしたときの現象に興味や関心をもち、進んでそれらの性質を調べようとしている。 ② 水が蒸発する様子に興味や関心を持ち進んで自然界の水の変化を調べようとしている。また自然界の水の変化について見いだしたきまりで日常生活を見直そうとしている。	① 水蒸気や氷に姿を変える水の状態変化と温度を関係づけて、それらについて予想や仮説をもったり考察したりし、自分の考えを表現している。 ② 蒸発や結露によって姿を変える水の状態変化と気温を関係づけて考え、予想や仮説をもったり考察したりし、自分の考えを表現している。	① 加熱器具などを安全に操作し、水の状態変化を調べ、その過程や結果を記録している。 ② 水の状態変化を定点で観測したり、自然蒸発や結露などの現象を観察したりして、その過程や結果を記録している。	① 水は、温度によって水蒸気や氷に姿を変えることや、水が氷になると体積が増えることを理解している。 ② 水は、水面や地面などから蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれていくことや、空気中の水蒸気は、結露して再び水になって現れることがあることを理解している。

5 単元の系統性

3年 太陽の光を調べよう

○地面は太陽によって暖められ、日なたと日かげでは地面の暖かさや湿り気に違いがあること。

9 物の体積と温度

○金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わること。

【本単元】

●水は、温度によって水蒸気や氷に変わる。また、水が氷になると体積が増えること。
●水は、水面や地面などから蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれていくこと。また、空気中の水蒸気は、結露して再び水になって現れることがあること。

発展的な学習内容

☆自然のなかの水のすがた
☆霜をつくる

5年 物のとけ方

○物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うこと。また、この性質を利用して、溶けている物を取り出すことができること。

中学校(1分野1年)

(4) 身の回りの物質
ウ 状態変化

6 指導計画

時	ねらい	学習活動	評価の観点と方法
第1次 水を熱するとどうなるか			
1	水は、身のまわりにさまざまなすがたで存在していることに興味をもち、熱したり冷やしたりしたときの水のすがたについて、生活経験や既習事項などをもとに考えることができる。	・水を熱したときのように、知っていることをまとめる。	関意態① 水を熱したときのように興味をもち、進んで調べようとしている。 〔発言・行動観察〕
2	加熱器具を安全に正しく使い、水を熱したときのように温度の変わり方を調べ、グラフにまとめることができる。	・水を熱したときのように温度の変わり方を調べ、グラフにまとめる。(実験①)	技能① 加熱器具を正しく安全に使用して、水を熱したときのように温度の変化を調べ、結果を記録している。 〔行動観察・記録〕
3			
4	水を熱したときに出てくる湯気や、水が沸騰しているときに出てくる泡に興味をもち、加熱器具を安全に正しく使いながら、それらの正体を進んで調べることができる。	・水を熱して、湯気や泡の正体について調べる。 (実験②③)	思表① 実験結果をもとに、湯気や泡の正体について考察し、自分の考えを表現している。 〔発言・記録〕
5			
6	水を熱したときに出てくる湯気や泡について調べた結果から、水を熱したときの変化と水のゆくえについて考え、水は熱せられると湯気や目に見えない水蒸気(気体)になるということをとらえることができる。	・水を熱したときの変化をまとめる。	知理① 水は、熱し続けると約100℃で沸騰して、水蒸気になることを理解している。 〔発言・記録〕
第2次 水は冷やされるとどうなるか			
7	水を冷やすと、水はどうなるかに興味をもち、水を冷やしたときの温度変化や水のすがたの変化、体積の変化について、進んで調べることができる。	・水を冷やしたときのように氷になるときの温度と体積の変化を調べ、グラフにまとめる。(実験④)	技能② 温度計を正しく使って、水が氷になるときの温度と体積の変化を調べ、記録している。〔行動観察・記録〕 知理② 水は冷やされると0℃でこおり始め、水が氷になると体積がふえることを理解している。 〔発言・記録〕
8			
9	水をあたためたり、冷やしたりしたとき、固体、液体、気体と状態が変化するきまりを、温度と関係づけて考察し、表現することができる。	・温度による水のすがたの変化についてまとめる。	思表② 水を温めたり、冷やしたりしたとき、固体、液体、気体と状態が変化するきまりを、温度と関係づけて考察し、表現している。 〔発言・記録〕

第3次 水たまりの水はどこへいったのか			
10	水が自然に蒸発して、水たまりの水がなくなったり、洗たく物が乾いたりする現象に興味をもち、生活経験などから、自然界の水のゆくえを予想し、進んで調べることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・水たまりの水のゆくへについて考え、入れ物に水を入れて、おおいをした物としない物で蒸発実験を行う。(実験⑤) 	関意態② 水たまりや、洗たく物などにふくまれている水のゆくえについて興味をもち、進んで予想したり、調べたりしようとしている。 [発言・行動観察]
11 【本時】	実験結果から、水は沸騰しなくても蒸発するかどうかを考え、水は自然に蒸発すること、日なたほど蒸発しやすいことをまとめることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・水が空気中に出ていくようすをイメージ図に表現し、話し合う。 ・水は空気中に出ていくことをまとめる。 	思表③ おおいをしない入れ物の水がなくなっている実験結果から、水は熱しなくても空気中に出て行っていることを説明している。 [発言・記録]
第4次 水じょう気は水にもどせるのか			
12	空気中の水蒸気の水にもどすことができるかどうかに興味をもち、冷やした物の表面に水滴がつくことを調べ、空気中の水蒸気が冷やされると水にもどることをまとめることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・空気中の水蒸気は水にもどることを調べ、まとめる。(実験⑥) 	思表④ 空気中の水蒸気は冷やされると、液体の水になって、とり出せることを実験結果から考察し、自分の考えを表現している。 [発言・記録]
13	イメージ図や模型などを活用して、自然界の水がどのようなすがたで循環しているかを説明することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・自然の中の水のすがたについてまとめる。 	関意態③ 自然界の中で水がどのようなすがたで循環しているのかに興味を持ち、自分の考えを説明しようとしている。 [発言・行動観察]
14	これまでの学習をふり返って、水のすがたとゆくえについて、まとめることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・水のすがたの変化について、学習したことをまとめる。 	知理③ 水は水面や地面などから蒸発し、水蒸気になって空気中にふくまれていることや、空気中の水蒸気は水になってとり出せることを理解している。 [発言・記録]

7 本時の学習 【11/14時間】



(1) 目標

水は熱しなくても、自然蒸発することや、日なたほど蒸発しやすいことを、実験結果と関係づけて考え、表現する。

(2) 本時の授業の工夫

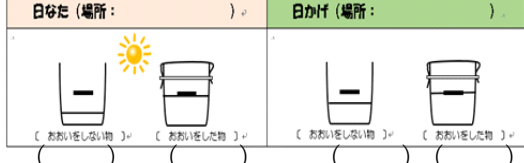
実験結果について考察させる場において、結果からわかったことを定型文を活用し言語化させるとともにイメージ図に表現させる。それを基にコミュニケーションボードで考えの交流をさせることにより、自己の考えや表現を深めさせる。

(3) 展開

	学 習 活 動	指 導 上 の 留 意 点	評価項目(方法)
導 入 (5 分	1 前時の確認をする。 (1) 実験方法のふり返り。 (2) 「問題」の確認。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">問題：水は、ふつとうしなくても、じょう発するのだろうか？</div> (3) 予想のふり返り。 (4) 実験用コップを設置場所から理科室へ運ぶ。	<ul style="list-style-type: none"> ・画像で問題解決の前段をふり返る。(実験の目的を再確認する) ・グループ話し合った予想をふり返らせる。 ・水滴などをよく観察するために、ゆっくり運ばせる。(設置場所が遠い場合は、前もって理科室へ運んでおく。) 	 

<p>展 開 (3 5) 分</p>	<p>2 実験結果を確認する。 (1) 結果をスケッチし、水のようすを確認する。 (2) 全体で実験結果を確認し、言葉で整理する。 3 結果の考察をする。 (1) 考察文をかき、グループで交流する。 (2) わかったことをイメージ図に表現する。〔個人〕 (3) コミュニケーションボードでグループの考察としてまとめる。 4 全体で考察の共有をする。 (1) 仕上がったグループから前面にはる。 (2) 1～2人発表する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・見間違えないよう順番良くコップを並べさせる。 ・結果の図は見たままを記録させる。 ・さかんにじょう発した順位も確認する。(全グループの結果を確認する。) ・結果から見取れることを言葉でも記録させる。 ・結果と関係づけた考察をさせる。〔定型文活用〕 ・学習キーワードを確認し、視点を与える。 ・交流後の直しには、赤ペンを使わせる。 ・グループでまとめることを予告する。 ・考察したことやキーワードを意識させる。 ・グループの真ん中に置くこと。 ・かきながら説明したりし、みんなが納得したものを残していくこと。 ・みんなの良いところが集まるようにする。 ・誰でも説明できるようにすること。 ・実物投影機等を使い、発表させる。 	<p>【思考・表現】 〔発言・学習汴〕 (十分満足) おいをしない入れ物の水がなくなっている実験結果や日常生活での経験などから、水は空気中に出ていくことを、イメージ図や具体例を用いて説明している。 (概ね満足) おいをしない入れ物の水がなくなっている実験結果から、水は熱しなくても空気中に出ていっていることを説明している。 〔概ね満足に至らない場合の支援〕 ラップシートをした物としていない物を比較させ、どちらの水も自然蒸発しようとしている共通性と、空気中に出ることが可能かどうかの違いを確認させる。</p>
<p>ま と め (5) 分</p>	<p>5 考察したことを基に、結論(まとめ)をかく。 6 日常生活で、温度と蒸発に関係することを考えさせる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・児童の言葉を引き出し、まとめるようにする。 〔蒸発を早める工夫〕 ・洗濯物を早く乾かすには、どんな日にどのような場所に干すと良いか。 〔蒸発を防ぐ工夫〕 ・水そうを置く場所は、どんなところが良いか。 	

(4) 板書計画

<p>問題</p>	<p>水は、ふっとうしなくても、じょう発するのだろうか？</p>	<p>キーワード</p>								
<p>実験結果</p>		<p>水じょう気, じょう発, 水てき</p>								
<p>① おおいをしない物は、だいぶ水がへった。 ② おおいをした物は、ほとんどへっていない。 ③ 日なたのおおいの内側には、たくさんの水てきがついた。</p>	<p>考察</p>	<p>～(結果),このことから～とわかった。(結ろん)</p>								
<table border="1"> <tr> <td>コミュニケーションボード ①</td> <td>コミュニケーションボード ②</td> <td>コミュニケーションボード ③</td> <td>コミュニケーションボード ④</td> </tr> <tr> <td>コミュニケーションボード ⑤</td> <td>コミュニケーションボード ⑥</td> <td>コミュニケーションボード ⑦</td> <td>コミュニケーションボード ⑧</td> </tr> </table>	コミュニケーションボード ①	コミュニケーションボード ②	コミュニケーションボード ③	コミュニケーションボード ④	コミュニケーションボード ⑤	コミュニケーションボード ⑥	コミュニケーションボード ⑦	コミュニケーションボード ⑧	<p>結ろん</p>	<p>① 水は、ふっとうしなくても、(表面から)じょう発する。 ② 水は、温められると早くじょう発する。</p>
コミュニケーションボード ①	コミュニケーションボード ②	コミュニケーションボード ③	コミュニケーションボード ④							
コミュニケーションボード ⑤	コミュニケーションボード ⑥	コミュニケーションボード ⑦	コミュニケーションボード ⑧							

VIII 研究の考察

1 作業仮説(1)の検証

問題解決の学習過程において、学習シートと定型文を活用し、考える視点を明確にすることで、自己の考えを言語化できるであろう。

(1) 学習シートの工夫について

① 手だて

問題解決の流れに沿った板書と同様の形式の学習シートを活用することで、パターン化した学習過程ごとに、考える視点を明確にしながら取り組めるようにする(図9)。

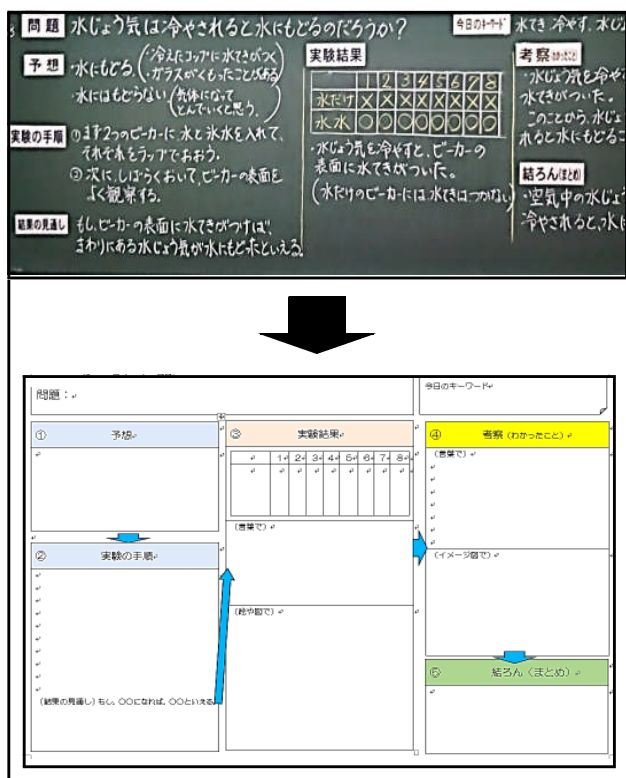


図9 問題解決の流れに沿った板書と同じレイアウトの学習シート

② 結果

理科の授業に関するアンケートによる児童の意識調査の結果を見ると、「学習シートを使うと、実験(学習)の流れがわかりやすいと思うか?」という問題解決過程の見通しに関する設問に対し、90%の児童が肯定的に回答している。また、「思わない」と回答した児童はいなかった(図10)。

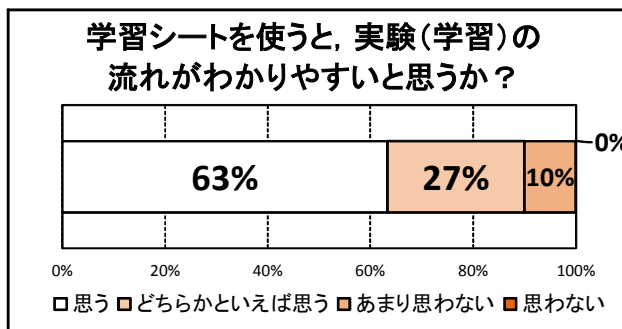


図10 学習シートと学習過程の理解に関する調査 [N=29]

また、本研究においては、板書と同様の形式の学習シートにしたが、「学習シートを使うと、黒板に書いてあることが理解しやすいと思うか?」という設問では、93%の児童が肯定的に回答している(図11)。

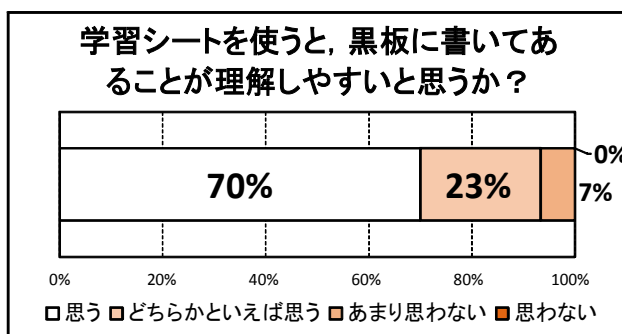


図11 学習シートと板書の理解に関する調査

学習シートを使用した児童の感想の中には、問題解決の学習過程や板書との関連において、肯定的な記述が多く見られた(表6)。

表6 学習シートに対する児童からの主な肯定的感想

【学習の流れとの関連】

- 「理科の学習の流れ」(P&図3参照)と同じ流れだったから、わかりやすかった。
- 今から「何を書く」とかわかりやすい。

【板書との関連】

- (市販の)ノートは、黒板と違うから、学習シートを使うとわかりやすい。
- ほとんど学習シートと(黒板が)よく似ていたからわかりやすかった。

③ 考察

学習シートに関するアンケートの結果から、児童が学習シートを使うことに対し肯定的に考

えており、利便性を感じながら活用していることがわかる（図10, 11）。また、その理由として「『理科の学習の流れ』と同じだったから、わかりやすい」「今から『何を書く』とかわかりやすい」という児童の反応がある（表6）。このことから、児童は問題解決の過程において、学習シートを使うことによって学習の流れをつかみやすくなり、見通しを持って学習に取り組めたことがうかがえる。

また、板書との関連として「(市販の)ノートは黒板と違うから、学習シートを使うとわかりやすい」「ほとんど学習シートと(黒板が)よく似ていたからわかりやすかった」という反応もあった（表6）。これらの感想から、学習シートは、実験結果を確認したり全体の考えを集約したりする場面等で、板書と自分の記述を比べたりしながら学習を進めることに役立つと見取ることができる。

以上のことから「学習シートの活用」は、思考のガイドラインとして機能したと見ることができ、学習活動の場面ごとに、考える視点を明確にすることにつながったといえる。

(2) 定型文の活用について

① 手だて

学習過程ごとの定型文を作成し、掲示物を工夫し活用することにより、言語化による表現力の向上を図る（図12）。

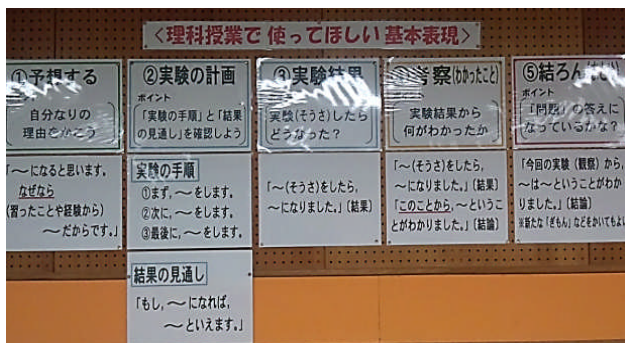


図12 教室に掲示した、理科的定型文

② 結果

まず、指導事前と事後で記述による表現力に変容が見られるか、同じ問題に対する記述の様子で比較した。既習事項である「温度変化による金属球の体積変化」について、実験の様子を示したイラストを見ながら、その実験結果と考察についての的確な記述ができるか

調査した。

図13では、児童Aの結果と考察の記述の変容を見ることができる。指導事前では、実験の結果と考察の区別がついておらず、逆の記述になっているが、事後では、「実験操作をした結果」や「実験結果を根拠とした考察」の記述ができています。

問題1
ひびきさんは、下の図のように金ぞくをあたためたり冷やしたりして、体積の変わり方を調べる実験をしました。実験のようすをみて、この実験の結果と考察(わかったこと)をかきましょう。

実験結果
金ぞくをあたためると、金ぞくの体積が大きくなった。冷やすと、元にもどった。(体積が小さくなった)

考察(わかったこと)
金ぞくは、あたためると、輪をとおりぬけなくなり、冷やすと、通るようになった。

(事前) 結果と考察の記述が逆になっている

↓

実験結果
球を熱すると、通りぬけなくなり、冷やすと通る。

考察(わかったこと)
球を熱すると通りぬけなくなり冷やすと通ることがわかりこのことから金ぞくを熱すると体積が大きくなり冷やすと体積が小さくなることが分かった。

(事後) 実験操作をした「結果」と結果を根拠とした「考察」が書けている

図13 児童Aの結果と考察についての記述変容の様子

図14は、上記同調査(記述による表現力の変容)について学級の結果をグラフ化したものである。

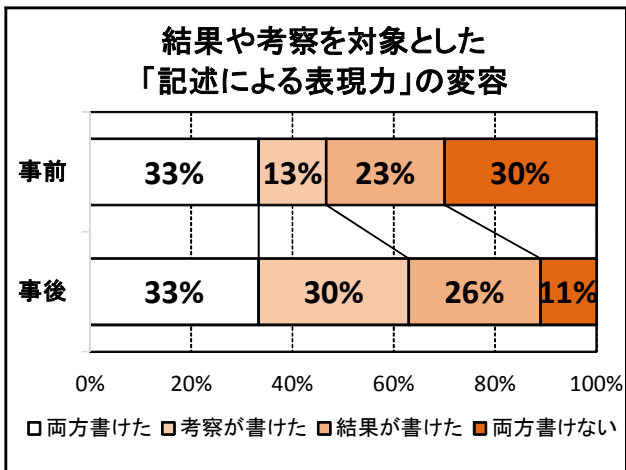


図14 「記述による表現力」の変容

両方書けた児童の割合には変化がなかったものの、結果か考察のどちらかがきちんと書けている児童が増加した。両方書けないという児童は減少した。

ここで、理科の授業に関するアンケートによる児童の意識調査の結果を見る。「基本表現（定型文）は、考えを書くのに役立ったか？」という設問に対し、87%の児童が「役立った」「どちらかといえば役立った」と肯定的に回答している。また、「役立たない」という回答はなかった（図15）。

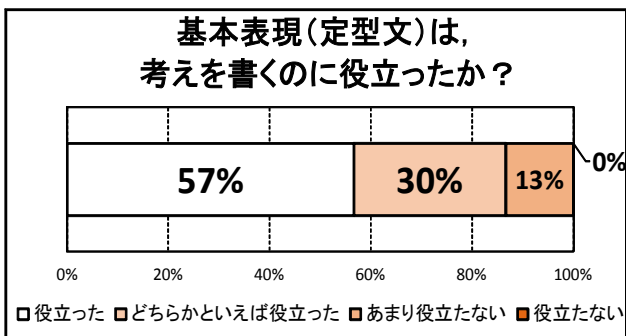


図15 定型文に対する意識調査

③ 考察

アンケートによる意識調査から、児童は理科的基本表現（定型文）を活用することに有用性を感じていることがわかる。また、定型文に当てはめることで、自分の考えを言語化し、まとめることに自信を持つ児童がふえた。また、その意識調査を裏付けるように、記述による表現力の調査においても、結果と考察を記述する力の向上が確認された（図13, 14）。

以上のことから、理科的定型文を活用するこ

とは、「何に注目して書けば良いのかという視点」を明確にする一助となり、児童が自分の考えを言語化することの手だてとして有効であることがわかった。

しかし、記述内容を分析する中で、定型文を指導したことにより、逆に迷いや難しさを感じている様子も浮かび上がった。また、児童の自由な発想や表現の妨げになるケースもあった。したがって、定型文に当てはめることよりも、「何を根拠（基）として書くのか」など、ポイントを理解させることの方が重要であると考えられる。

今後の指導としては、考えを言語化する力を段階的に身につけていけるように、例えば小単元1では教師と共に考え、小単元2では定型文の掲示物や前時までの自分の記述を見ながら考え、小単元3では自力で考えまとめるなど、単元を通して習熟を図る方法や、あるいは、年間を見通して徐々にスキルを上げていく方法が考えられる。

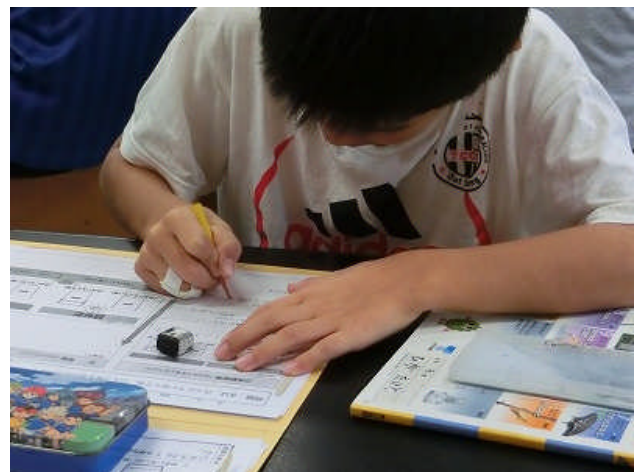


図16 定型文を参考に記述する児童の様子

2 作業仮説(2)の検証

考察の場において、結果から見いだしたことをイメージ図で可視化し、コミュニケーションボードで交流することによって、思考が深まり表現力が向上するであろう。

(1) 考察におけるイメージの可視化について

① 手だて

学習シートを工夫することで、結果から見いだしたことを考察文に書くとともに、

イメージ図でも表現することを習慣化する。

② 結果

理科の授業に関するアンケートによる児童の意識調査の結果を見ると、「絵や図に表すことで、自分の考えが深まると思えますか？」という設問では、肯定的に回答した児童数の合計が事前は69%だったのに対し、事後は83%まで増加した（図17）。

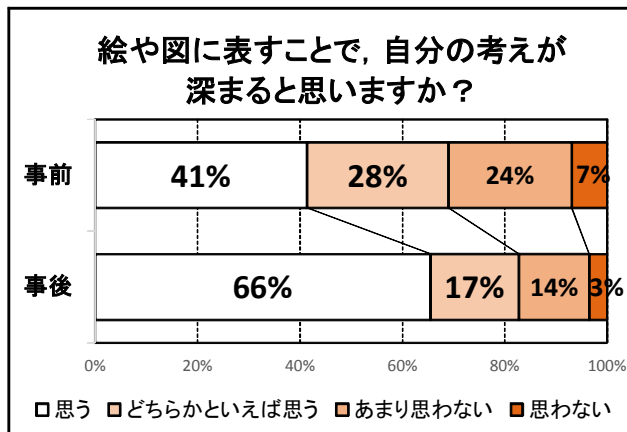


図17 イメージ図と思考についての意識調査

肯定的に変容した理由を問うと、「何か足りないと感じた時に、友達の絵が参考になる」（他者との対話における活用）、「吹き出しとかで、忘れていたことを思い出せる」「自分の考えたことを絵や図に表すと、見直せるから発見がある」（自己との対話における活用）、などと答えており、色々な場面で対話に生かされたことが述べられている（表7）。

表7 イメージ図と思考についての意識変容例（アンケート記述より）

絵や図に表すことで自分の考えが深まると思うか	
児童M（事前：思わない）	絵をかいても字がないとだめ。 →（事後：思う）何か足りないと感じた時に、友達の絵が参考になるから。
児童N（事前：思う）	絵にかくとわかりやすいから。 →（事後：思う）吹き出しとかで、忘れていたことを思い出せるから。
児童P（事前：思う）	絵や図に表すと、考えの意味が伝わりやすいから。 →（事後：思う）自分の考えたことを絵や図に表すと、見直せるから発見がある。

次に、児童のイメージ図での表現について変容を見る。図18は、本単元を通して、イメージ図の表現に変容が見られた児童Pの例である。単元の前半（第4時）と後半（第12時）では、表出したイメージの量や、矢印や言葉での補足の仕方に違いがあり、深化のようすがわかる。このような表現の変容は、一部の児童に限ることではなく全体的に見ることができた。

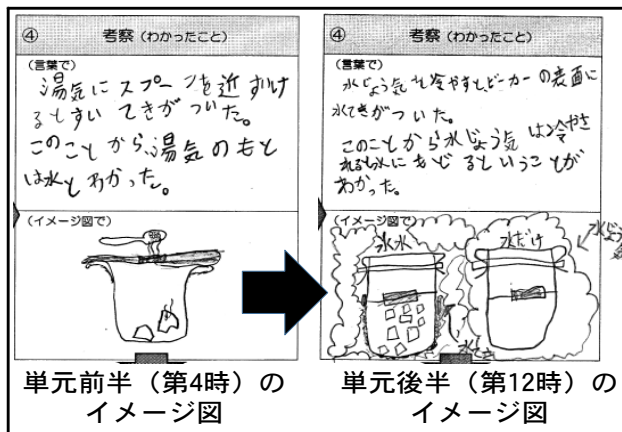


図18 児童Pの考察におけるイメージ図の変容

③ 考察

学習シートに考察を記述する際に、言葉での記述とともに「絵や図（イメージ図）」で表現するスペースを設けたことで、自然と絵や図に表現し考えることを習慣化することができた。また、「何を書いて良いか、すぐにイメージが持てない」という児童への手だての一つとして、学習シートの一角に「学習キーワード」を確認するコーナーを設けた。そうすることで、イメージ図に表すべき重要事項に焦点化でき、ポイントを押さえたイメージ図をかかせることにつながった（図19）。

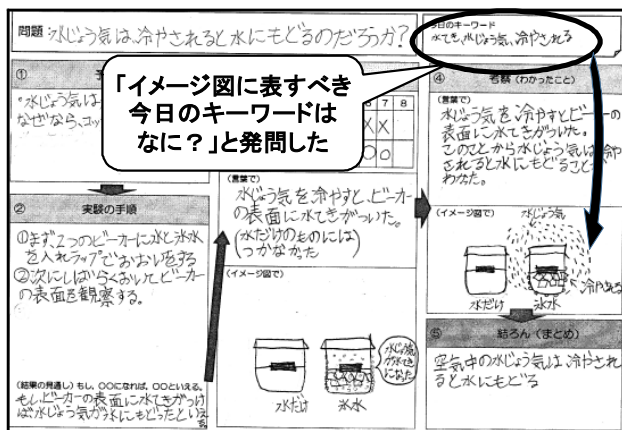


図19 学習キーワードで焦点化を図りイメージ図へ反映させる学習シート

図17のアンケートによる意識調査の結果に加え、児童からは「絵や図でかいたら、文が書きやすくなる」「自分や友達の考えがわかりやすくなる」「絵や図に表す自信がついた」などという感想も聞かれた。これらのことから、児童がイメージ図として絵や図に表現することに「よさ」を感じながら進んで取り組めたことがわかる。

次に、イメージ図と思考力・表現力の関係を考察する。図18に示した児童Pのように、児童のイメージ図は、回を重ねるごとに表現が豊かになった。これは、児童の言葉にも表れているが（表7）、自己との対話、他者との対話に有効に機能し、「児童の思考が深まった結果」と見ることができる。事実、図18のイメージ図をかいた児童Pは、表7に示されているように、事前には「絵や図に表すと、考えの意味が伝わりやすいから」と、他者との対話を意識した理由を述べているが、事後では、「自分の考えたことを絵や図に表すと、見直せるから発見がある」と、自己内対話にも有効であることについて言及している。

これらのことから、学習シートを工夫し、考察の場面において、「言葉」による表現（言語化）のみならず、「イメージ図」による表現（思考の可視化）でわかったことを整理していくこと、またそれを習慣化することは、児童の思考力を高め、表現力を向上させることに寄与したと結論づけることができる。

(2) コミュニケーションボードの活用について

① 手だて

自分の考えを持った上で、コミュニケーションボードを活用しグループで考えの交流を持つことで、進んで発言でき、思考のズレや優れた表現に気づくようにする。

② 結果

理科の授業に関するアンケートによる意識調査では、「コミュニケーションボードで、友達と考えを出し合ってまとめることが好きか？」という情意面を問う設問に対し、児童の93%が肯定的に回答している。また、「好きではない」という回答はなかった（図20）。

次に、「コミュニケーションボードを使うと、自分の考えを説明しやすいと思うか？」

という使用感についての設問でも、90%にあたる児童が、肯定的に回答している（図21）。

そして、「コミュニケーションボードは、考えを深めるのに役立ったか？」という思考することに対する有用感に関する設問においては97%もの児童が肯定的に回答した（図22）。

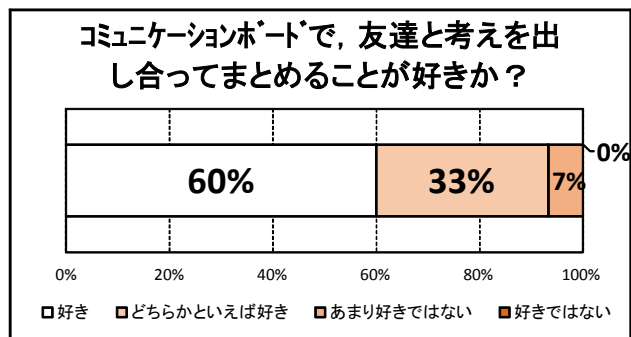


図20 コミュニケーションボードについての意識調査 (情意面)

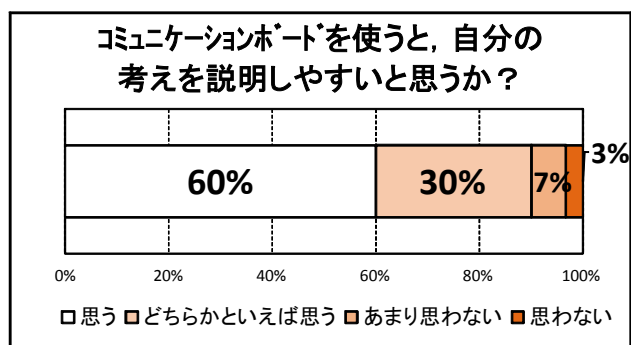


図21 コミュニケーションボードについての意識調査 (使用感)

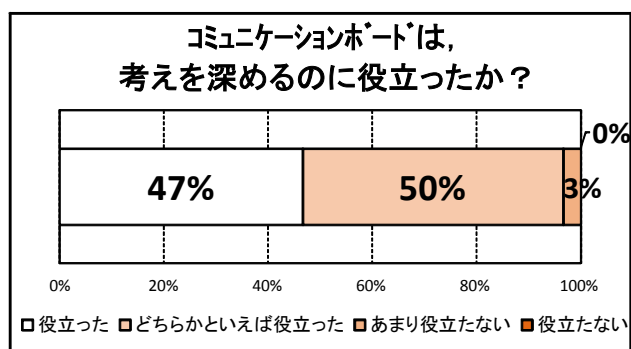


図22 コミュニケーションボードについての意識調査 (有用感)

図23-1は、小単元の確認として「水の三態変化」のようすについて、グループで対話をしながらコミュニケーションボードにまとめたものである。各自が考えを持った上で、話し合う展開にしたことで、一人ひとりが自由にかき表しながら説明す

るなど、考えを伝えようとする姿が見られた。

図23-2は、児童Kが「水の三態変化」について、自分の学習シートにイメージ図として表現したものである。グループ交流などを通して得た考えは、赤ペンを使用して加除修正するよう指示したので、思考の変容の様子を見取ることができる。児童Kのイメージ図では、コミュニケーションボードで考えの交流を持った後に表現内容の追加が見られたことから、グループでの対話によって思考の深まりがあり、新たな表現へと結びついたものであると捉えることができる。

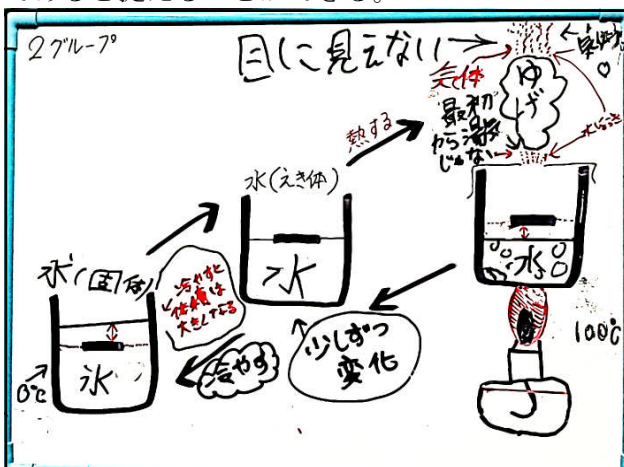


図23-1 コミュニケーションボードで交流しグループの考えとしてまとめたイメージ図

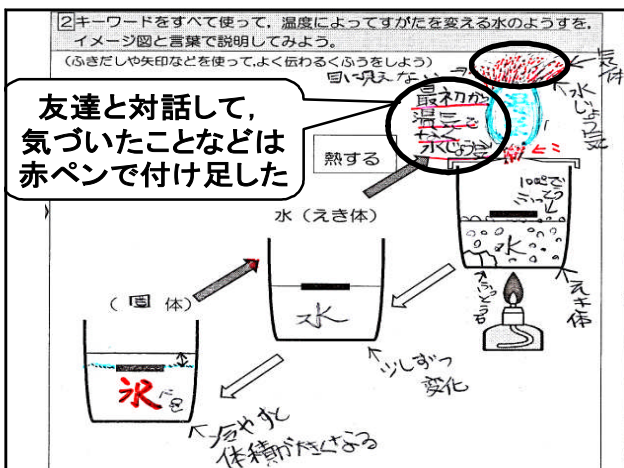


図23-2 コミュニケーションボード(図23-1)で交流後に表現内容を追加した児童Kのイメージ図

図24は、コミュニケーションボードを使うことで、児童の発言意欲に変容があるか検証した結果である。コミュニケーションボード未使用時(事前)と使用時(事後)の両方で、同じ評価基準を用いて、グループ活動での発言の様子から関心・意欲・態度として評価したものを比較した。

コミュニケーションボードを話し合いのツールとしたことで発言が増え、生活経験や既習内容を根拠として説明しようとする児童が増えたため、A評価やB評価が多くなり、C評価はほとんど見られなくなった。

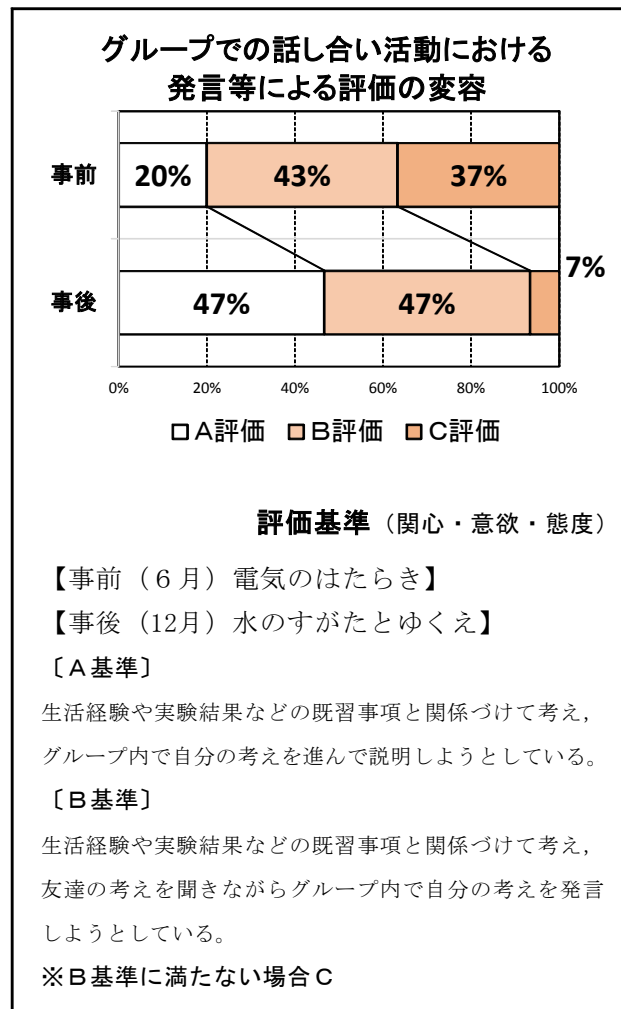


図24 コミュニケーションボード使用前後での発言意欲に対する評価の比較と評価基準

表8 児童の感想から見るコミュニケーションボードの有用性

- 【コミュニケーションボードを使った感想より】
- みんなの意見を一つに表せて便利だったし、コミュニケーションボードに表現するのが楽しかった。
 - 自分の考えと友達の考えがちがっていて、「あーそうか!」と思うときがあった。また、使いたい。
 - 自分の考えを説明しやすい。これからも使いたい。
 - 友達が自分の考えのダメなところや良いところを教えてくださいから考えが深まると思う。

コミュニケーションボードを使用した児童の感想は、発言意欲の向上を裏付けている(表8)。

グループ全員で考えるのが楽しいと感じたものや、考えを話しやすいと感じたもの、または考えの違いがわかりやすいなど、全体の93%が肯定的で有用感を表したものであった。

③ 考察

アンケートによる児童の意識調査では、93%もの児童がコミュニケーションボードを使って話し合うことを肯定的に考えていることがわかった。また、使用した感想の言葉からも有用性を感じていることがうかがえた。実際に発言の様子を評価した結果からも、コミュニケーションボードを使わない場合（事前）と使った場合（事後）では、使った場合に関心・意欲・態度の評価が良くなったことなどから、コミュニケーションボードを使うと児童の発言意欲が向上すると結論づけることができる。

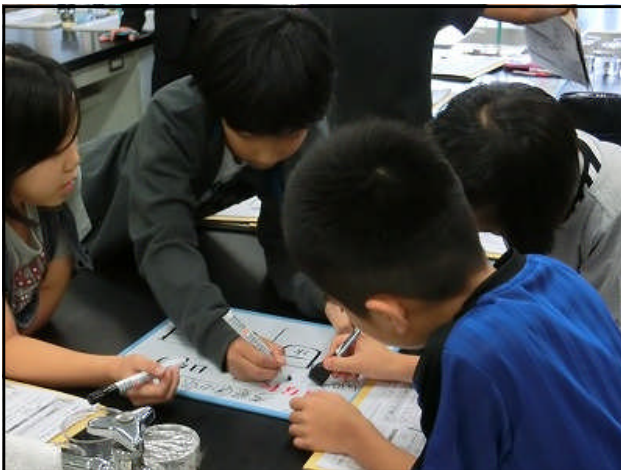


図25 イメージをかきながら説明する様子

また、他者との対話を通して自分の考えが変わったときには、赤ペンで加除修正したことによって自分の思考の変容にも気づくことができたものと考えられる。

図23-2児童Kのイメージ図からは、コミュニケーションボードを使ったグループでの対話によって気づきがあり、表現を追加した様子わかる。このことから、児童はコミュニケーションボードで対話などの交流を持ち、他者の考えを聞いたり自分の考えを説明したりすることで、自分の捉え違いや、気がつかなかったことに気がついたり、表現の仕方を学んだりできるということがわかった。

今回、コミュニケーションボードを活用するにあたり、全員にマーカーを持たせた（図25）。

そうすることで児童は、四隅から遠慮することなく表現することができた。さらに、コミュニケーションボードには、ビーカーなどの基本となる器具の図をあらかじめ油性マジックでかいておくという工夫をした。そうすることによって、児童の思考に必要な部分に焦点をあてることができると同時に、時間の確保にもつながった（図26）。

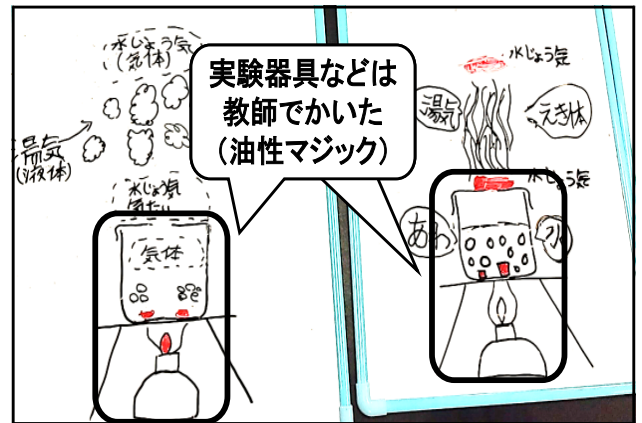


図26 図の基本となる実験器具などはあらかじめ教師でかいた（油性）

また、表現の修正をする時には、油性でかいた基本部分は消えないので、児童は安心して何度でも表現の見直しができる。そのように何度もイメージ図の修正をしながら、より可視化された思考を基に、「他者との対話」「自己内対話」を深め何度も検討を重ねることで、思考を整理することができた。また、思考したことを何度もかき表す活動を通して、表現力も高めることができた。

授業者にとっても、児童の表現の変容から思考の過程を見取ることができ、評価と指導の改善に役立てることもできた（図27）。



図27 コミュニケーションボードで可視化された思考を見取り指導と評価に活用する

課題としては、全体での共有があげられる。今回の授業では、A3サイズ程度のボードを使用した。黒板に提示した場合、教室全体を考えると十分な大きさとはいえなかった。そのため、全体での共有の場面では投影機で拡大する必要があった(図28)。

今後これらのことを解消する対応策として、タブレット端末等のICT機器の活用が考えられる。ICT機器をコミュニケーションのツールとし、対話を通して思考力・表現力を育む指導と、それを全体で共有していく方法等について継続し研究していきたい。

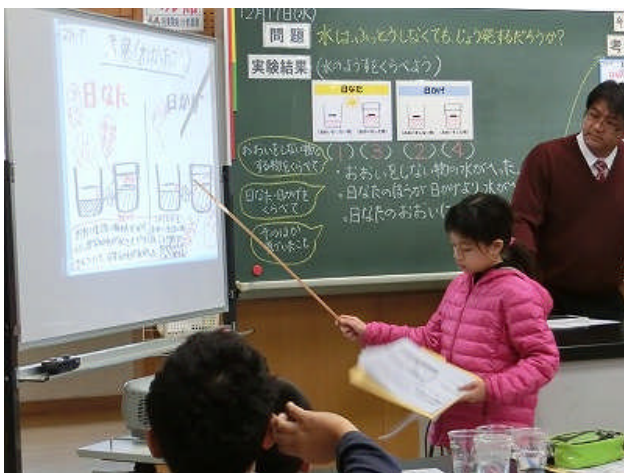


図28 タブレット端末とプロジェクタを活用しコミュニケーションボードを投影した様子

3 本研究を通して

本研究において目指してきた児童像は「自然事象について、根拠をもとにした対話をしながら、科学的に思考し表現できる児童」である。そのため、対話を促進する第一歩として、言語

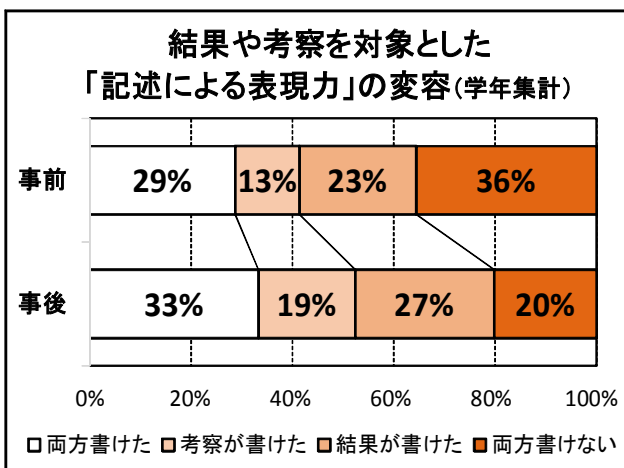


図29 記述による表現力の変容 [N=88 学年集計]

化による表現力の向上に取り組んだ。手だてとしての定型文活用は、学年の取り組みとして他学級にも同様の指導したが、やはり学年全体で見ても、言語化による表現力の向上は確認できた(図29)。

本研究を通して、児童は、自分の考えを定型文により言語化したり、イメージ図に可視化したりしたうえで、コミュニケーションボードを媒体として、対話活動を活発にすることができた。児童一人ひとりが、肩を寄せ合う中で、根拠を示しながら考えを相互に交流させる姿を多く見ることができた(図30)。



図30 肩を寄せ合い相談する本学級児童

図31のアンケートによる意識調査を見ると、本学級の児童は指導事前に比べ事後の方が「結果の考察を話し合う活動」や「まとめる活動」など、思考力・表現力を要する活動を好む人数が増えるという結果となった。このことは「本研究で試みた仮説が有効であった」ということを指し示すものであると考える。

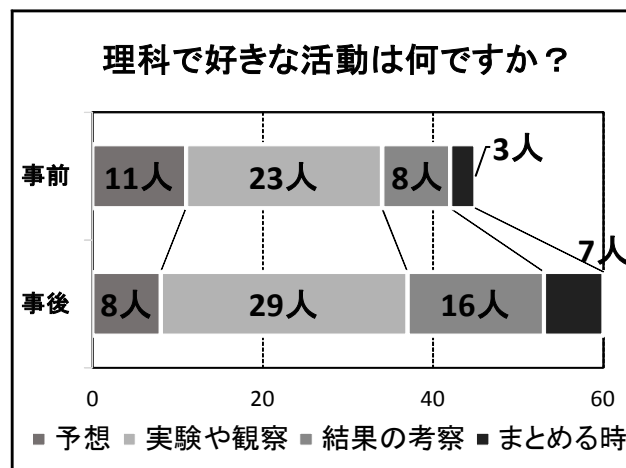


図31 理科の問題解決過程における好きな活動について(複数回答) [N=29]

IX 研究の成果と課題

1 成果

- (1) 定型文を示したことで、考える視点を持つことができ、考察を書く場面などにおいて、言語化による表現力が向上した。
- (2) イメージ図に表現し考えることを習慣化することができ、科学的な思考力・表現力の向上につながった。
- (3) コミュニケーションボードで可視化された思考をもとに、「他者との対話」や「自己内対話」を何度も重ね、思考を深め整理することができた。また、思考したことを、くり返しかき表したことで、表現力も高めることができた。

2 課題

- (1) 定型文により、自由な発想や表現が妨げられた児童もいた。定型文に当てはめることよりも、「何を根拠として書くのか」という、ポイントの継続的な指導が重要である。
- (2) 問題解決の過程の中で、図に表したり、対話活動を取り入れたりするのには、時間配分の難しさがあった。絵や図に表すことや対話活動が、ねらいに対し有効な時間を見極めて、指導計画を立てる必要がある。

おわりに

今回の研究を通して、水蒸気の存在をイメージ図の中に表現させたことで、「水の量が減っ

たことは、無くなったのではなく、姿を変えたのである」というように、目には見えないが存在しているものがあることを理解し、捉えることができたと思われる。このような、イメージ図による思考の可視化は、今後「物質が溶解し目に見えなくなるが存在すること」（5年生）や「空気中の酸素や二酸化炭素の様子について考えていくこと」（6年生）など、目には見えない自然事象について、科学的に思考し、理解し、概念を構築していく際にも有効にはたらくものと期待できる。

また、定型文を示し、思考の言語化を支援できたことは、児童の自己表現の自信を高め、発言意欲にももつながったと考えている。そして一人ひとりが自分の考えやイメージを語り合う中で、「ズレ」をきっかけとした「他者との対話」「自己内対話」を深めていくことが、児童の科学的な思考力・表現力を高める手だてになることを、確かな手ごたえと共に実感することができた。

最後に、研修期間中多くのご指導をいただきました浦添市立教育研究所の仲西起實所長、山里崇研究係長、日高聡指導主事をはじめ、職員の皆様、浦添市教育委員会の諸先生方に深く感謝申し上げます。また、研究所での研修を勧め、送り出して下さい下さった牧港小学校の仲底善章校長先生をはじめ、いつも笑顔で励ましてくださった多賀教頭先生や諸先生方、特に本研究に協力してくれた4学年の先生方、また第43期研究員として共に支え合った先生方にも感謝とお礼を申し上げます。

【主な参考・引用文献】

- ・理科の学ばせ方・教え方事典 改訂新装版 角屋重樹編 教育出版 2011年
- ・指導と評価 vol. 58 連載小学校理科の授業づくり第1回 小学校理科の授業づくりのポイント 村山哲哉 日本図書文化協会 日本教育評価研究会 2012年
- ・指導と評価 vol. 59 連載小学校理科の授業づくり第21回 理科における言語活動の充実と問題解決 村山哲哉 日本図書文化協会 日本教育評価研究会 2013年
- ・根拠に基づく対話 小野田 亮介 対話が生まれる教室～居場所感と夢中を保障する授業～ 秋田喜代美編 教育開発研究所 2014年
- ・考え・表現する子どもを育む理科授業 森本 信也 編著 東洋館出版社 2007年
- ・考える力が身につく対話的な理科授業 森本 信也 東洋館出版社 2013年
- ・サイエンス・ワールド第19号 玉村かおり 那覇市立教育研究所理科通信 2012年
- ・「言語活動の充実」のために－「思考力・判断力・表現力等」の育成をめざして－ 2010年 福島県教育センター www.cms-center.gr.fks.ed.jp/?action=common_download_main&upload_id=2671
- ・佐世保市教育センター研究紀要No.84 佐世保市教育センター 2014年
- ・新しい理科4教師用指導書資料編 東京書籍 東京書籍 2011年