

鹿児島県総合教育センター
平成 24 年度長期研修研究報告書

研 究 主 題

**子どもが明確な予想や仮説をもち、自ら考えを深める
理科学習指導法の研究**
— 既有知識の顕在化を重視した指導の工夫を通して —



出水市立江内小学校
教諭 片平 嘉文

目 次

研究主題設定の理由	1
研究の構想	
1 研究のねらい	2
2 研究の仮説	2
3 研究計画	2
研究の実際	
1 研究主題に関する基本的な考え方	
(1) 問題解決の過程における明確な予想や仮説の重要性	3
(2) 明確な予想や仮説の捉え方	4
(3) 既有知識の顕在化の捉え方	6
2 明確な予想や仮説をもたせる手立て	
(1) 単元構成の工夫について	7
(2) 発問の工夫について	8
3 児童の実態	
(1) 実態調査の方法と内容	10
(2) 意識調査及び実態調査の分析と考察	10
4 検証授業の実際と考察	
(1) 単元構成の工夫について	12
(2) 本時の発問の工夫について	14
(3) 検証授業の実際	16
(4) 検証授業後の児童の変容と考察	19
研究の成果と課題	
1 研究の成果	24
2 今後の課題	24
【引用文献・参考文献】	25

研究主題設定の理由

本校の子どもたちは、理科の学習において、自分の予想や仮説をもって、観察、実験に積極的に取り組む様子が見られる。しかし、考察の段階では予想や仮説の当たり外れにだけ関心が集まり、どうしてそのような結果になったのか、自分の予想や仮説と観察、実験の結果が一致しなかったのはなぜか、といった考察が行われないことが課題である。そのため、学習で得た知識を、いろいろな場面で活用して考えることが十分に行えなかったり、問われ方によって答え方に一貫性がなかったりする。これは、観察、実験の結果を予想や仮説と関係付けて、考察を行っていないため、子どもが授業場面や学習の結果をそのまま暗記するにとどまっているためではないかと考える。観察、実験の結果と予想や仮説を関連付けるためには、予想や仮説を意識して学習を進めることが大切だと考える。

学習指導要領においても、「予想や仮説の基に観察、実験を行うこと」、「予想や仮説と関連付けながら考察を言語化し、表現すること」など、問題解決の過程における予想や仮説の重視が示されている。子どもにしっかりとした予想や仮説をもたせ、学習を行うことは、考察の充実と深く関わっていると言える。また、予想や仮説をしっかりとつこと、どのような観察、実験を行えばよいか、そこからどのような結果が得られれば良いのかなどが明確になることで、学習の見通しをもって取り組むことができるようになる。このような学習が繰り返されることで、考察が深まり、自ら考えを深める子どもが育成され则认为る。

全国や本県の学力調査の結果を見ると、理科においては、同じ内容の問題でも問われ方により知識にブレが生じていることや、観察、実験の結果を基に自分の考えを整理し、その理由を記述することに課題が見られる。例えば、物は形が変わっても重さは変わらないということを理解しているかを問う問題では、85.9%と相当数の児童が正解している。しかし、物は水に溶けても重さは変わらないことを氷砂糖に応用できるかを問う問題では、正答率 76.3%であることから、十分な理解に至っていないと考えられる。物は水に溶けても、物と水の重さを合わせた重さは変わらないという質量保存の考え方を、既に学習した食塩以外の物に適用することに課題が見られたといえる。これは、観察、実験の結果と予想や仮説を関係付けた考察を十分に行わず、結論を重要視した授業を行っているためではないかと考えられる。そのため、子どもは、学習で得た結果と既有知識との関係に気付かず、既有知識を活用して結論を説明することがうまく行えないのだと考える。つまり、自分の考えと観察、実験の結果との関係をしっかりと理解せず、授業場面をそのまま暗記しているため、学習で得たきまりを、関係する他の事象に活用したり、適用したりできていない可能性がある。学習の結果だけを一面的に捉えさせるのではなく、他者の考えとの関係を比較、検討し、多面的に捉えさせることが必要だと言える。

このように、本校の子どもたちが抱えている課題と、全国や本県における理科の課題は類似する点が多いと言える。考察が充実しない理由を探り、考察を充実させることが、それらの課題の解決につながる则认为る。そこで、本研究においては、予想や仮説の重要性について改めて整理し、そこから子どもにどのような予想や仮説をもたせればよいかを検討する。また、予想や仮説をもつために必要な要素は何かについて整理することで、教師の関わり方や効果的な指導法についても明らかにしていきたいと考える。これにより、子どもが明確な予想や仮説をもち、学習に取り組むことで、自ら深く考える力を身に付けていくことがねらいである。

研究の構想

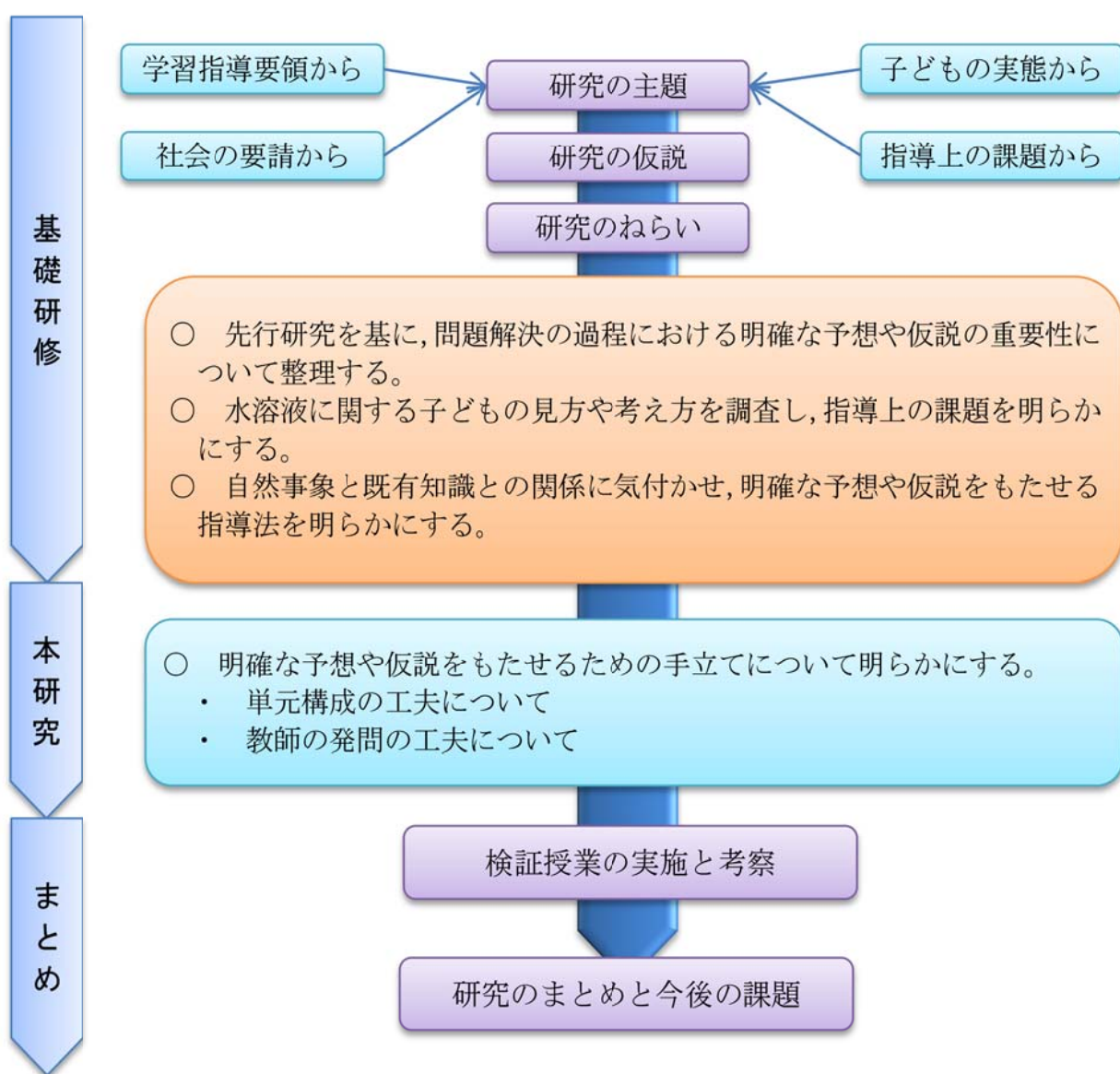
1 研究のねらい

- (1) 先行研究を基に，問題解決の過程における明確な予想や仮説の重要性について整理する。
- (2) 水溶液に関する子どもの見方や考え方を調査し，指導上の課題を明らかにする。
- (3) 自然事象と既有知識との関係に気付かせ，明確な予想や仮説をもたせる指導法を明らかにする。
- (4) 検証授業の実施と分析を通して，本研究の成果と課題を明らかにする。

2 研究の仮説

自然事象と既有知識との関係に気付かせる働きかけを行えば，子どもは確かな予想や仮説を持ち，見通しをもって追究し，自ら考えを深めることができるのではないか。

3 研究計画



研究の実際

1 研究主題に関する基本的な考え方

(1) 問題解決の過程における明確な予想や仮説の重要性

主題設定でも述べたとおり、学習指導要領において、「予想や仮説の基に観察、実験を行うこと」、「予想や仮説と関連付けながら考察を言語化し、表現すること」など、問題解決の過程における予想や仮説の重視が示されている（図1）。

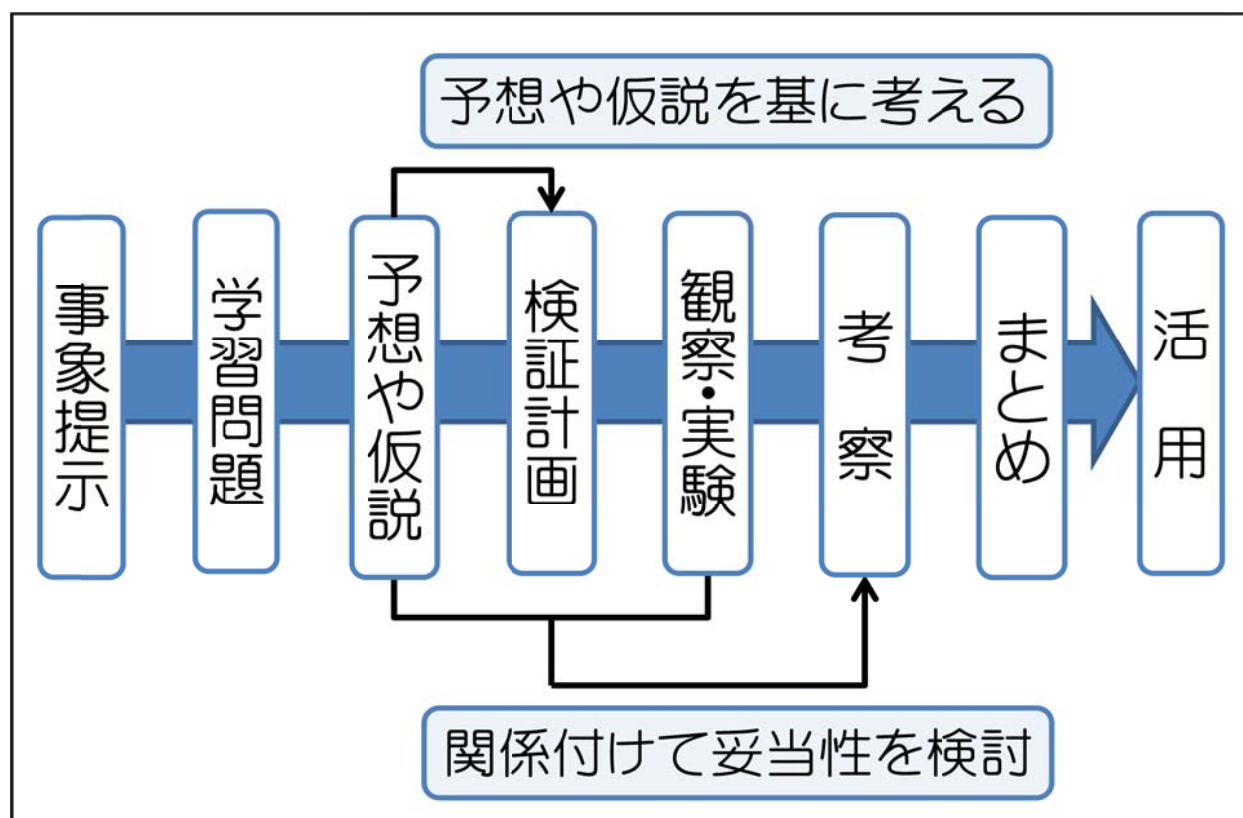


図1 問題解決の過程における予想や仮説の重要性について

予想や仮説の重要性は、その妥当性を観察、実験によって検証することで、科学概念の形成を図ってきたところにある。予想や仮説のない観察、実験は、事象のどこに注目すればよいか、どのような方法で検証すればよいか明確ではなく、結果が得られてもその正誤を判断する情報がないため、単なる経験に終わってしまうことが問題である。子どもたちが予想や仮説をもって学習に取り組むということは、見通しをもって学習に取り組むことであり、結果を基に自らの考えを振り返り、見直すことでもある。予想や仮説を重視した指導は、問題解決の過程の様々な場面と関連をもち、子どもたちの科学概念形成に効果的に働くと考えられる。

このことについて、森本（1993）は、「科学概念は『橋渡しとなる理論』を媒介にして観察情報へと翻訳されるが、観察情報は、いくら累積されても『橋渡しとなる理論』無しに科学概念へと誘導されることはない。この『橋渡しとなる理論』は、仮説としての性格を有し、観察情報という事実に対して検証され、その意味内容の精緻化が図られていく」^{*1}と述べている。つまり、観察、実験によって得られた事実の抽象あるいは累積的な積み上げをいくら行っても、科学概念を獲得することはできないということである（図2）。

これらのことから、予想や仮説を重視した学習活動が、子どもたちの科学概念形成に重要な役割を果たしていることは明らかである。予想や仮説を重視した学習活動を行うことで、子どもは

^{*1} 森本信也 著 「子どもの理論と科学理論を結ぶ理科授業の条件」 1993年 東洋館出版

自らの考えを絶えず見直し、検証する態度を身に付けることができる考える。

これまでも予想や仮説を立てて問題解決に取り組む学習を重視してきた。その結果、観察、実験への意欲は高まったが、予想や仮説の当たり外れだけに子どもの関心が集まり、考察の充実までには至らなかった。つまり、子ども自身が自分の考えを深く意識できなかったことに問題があると考え。単に予想や仮説をもてばよいのではなく、子どもがもつ、予想や仮説の理由や根拠に注目する必要がある

と考える。予想や仮説の理由や根拠に気付くことで、子どもは、明確な予想や仮説をもつようになるのではないかと考える。

(2) 明確な予想や仮説の捉え方

水に砂糖を溶かし、溶けた砂糖の重さについて尋ねると、子どもは目の前で砂糖を水の中に入れた状況から、「多分、重さは変わらない」と予想する。この時、子どもの予想や仮説は、直感的または感覚的であり、その理由や根拠は十分に意識できていない。この状態で、学習を進め、「砂糖は水に溶けて見えなくなっても重さは変化しない」という結果を得ても、予想や仮説が当たったということに満足するだけで、予想や仮説と関連付けて妥当性を検討することはない。結果を単なる事実として受け入れるだけで、原理や法則として一般化されない。

一方、予想した理由や根拠を意識させた場合は、自分の予想や仮説が当たった場合、結果と関連付けて妥当性を検討する。また、自分の予想や仮説と一致しない結果に対しては、再度検証を行ったり、検証方法を見直したりするなど、再度、検討が行われる。これにより、学習した内容の一般化が図られ、原理や法則として理解され、学習した内容が他の自然事象に適応されていく。つまり、子ども自身に、「どうしてそう考えたのか」という予想や仮説に至るまでの過程を意識させることで、既有知識との関係に気付かせ、理由や根拠の伴った明確な予想や仮説に高めることが重要だと考える。

子どもの直感的な予想や仮説が、論理的な予想や仮説に高まっていく過程を、庄司(1985)は、思考の内的な発展過程と捉え、第一段階を気持ち的思考、第二段階を比喩的思考、第三段階を原理的思考とした、三段階で表している。

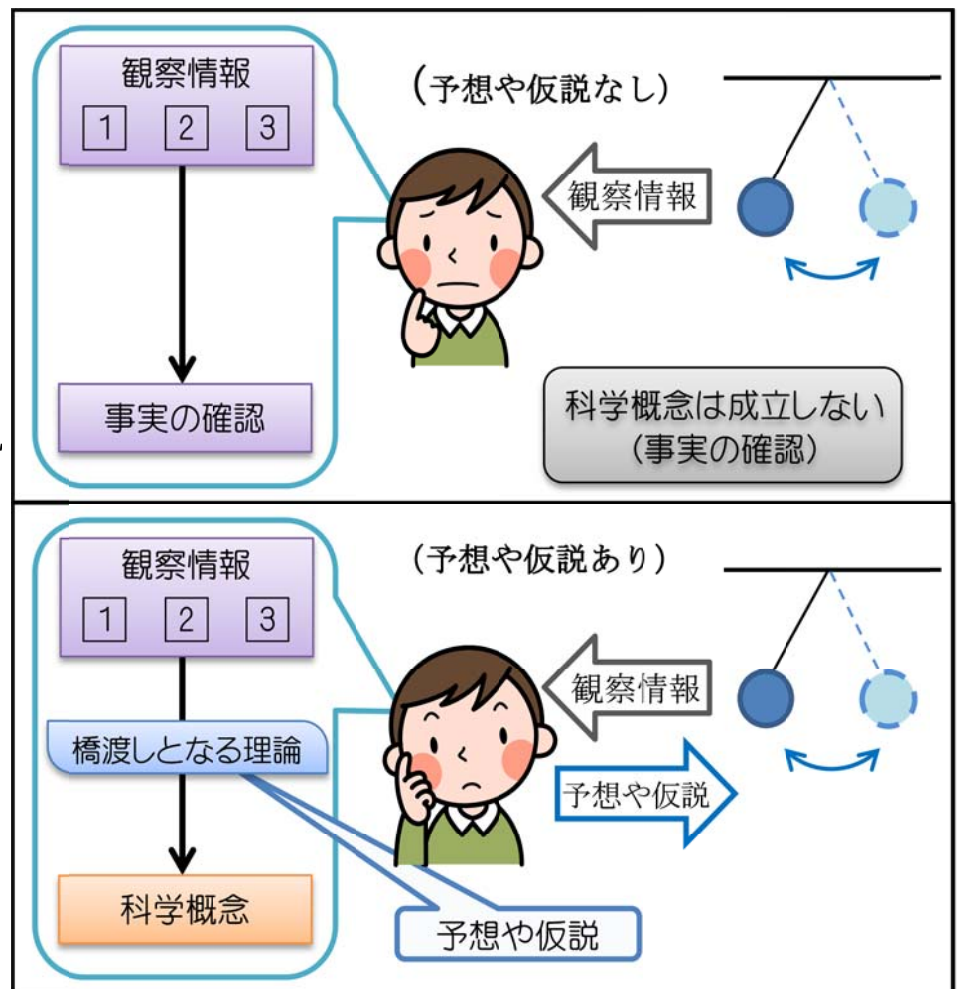


図2 科学概念の形成と観察情報、橋渡しとなる理論の関係

第一段階の気持ち的思考とは、直観や感覚を基に予想や仮説をもつため、その考えの理由や根拠がはっきりとしていない状態である。この段階は、理屈以前の思考ではあるが、子どもが自然事象に対して問いかける姿勢がある、いわば考えの出発点であることから、その価値を認め、大切にすることが必要がある（図3）。第二段階の比喩的思考とは、具体的な場面や他の事象との類似性を根拠に予想や仮説をもった状態である。この段階は、理屈と感性が共存した、いわば半理屈的な思考である。「例えば」、「○○のように」などの言葉を使い、考え方の類似する具体的な場面に置き換えながら説明を行う（図4）。第三段階の原理的思考とは、原理や法則など、理論の裏付けのある予想や仮説をもった状態である。この段階は、普遍的な考えや一般化された考えを根拠に考えるため、思考の段階としては、最も高い状態と言える（図5）。

それぞれの思考の段階の示す内容から、ここで示す思考の三段階は、予想や仮説の質を表す三段階と考えることができる（図6）。この中で庄司（1985）は、「原理、法則、概念の基本的なものを身に付けていなくては、この思考の三段階を自在に活用することはできない。しかし、それらの原理や法則をしっかりと理解していなければ、いくら表現が原理的であったとしても意味のないことである。思考の段階としてどれがよいということではなく、状況によって使い分けることが大切である。そのためには、現在の問題に意識的に適用しつつ、自らの考えを鍛えることが重要である」^{*2}と述べている。つまり、原理や法則を使った表現を行っていても、その内容を理解し、場面に応じた表現の具体化や抽象化が自由にできなくては、予想や仮説の質が高まったとは言えないということである。

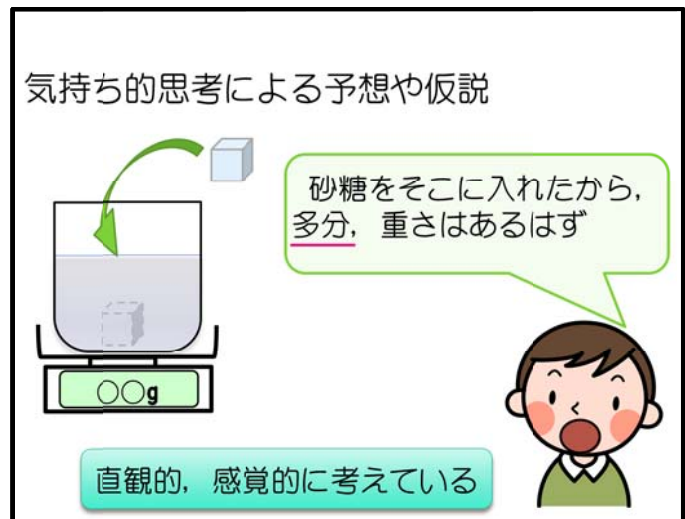


図3 気持ち的思考による予想や仮説

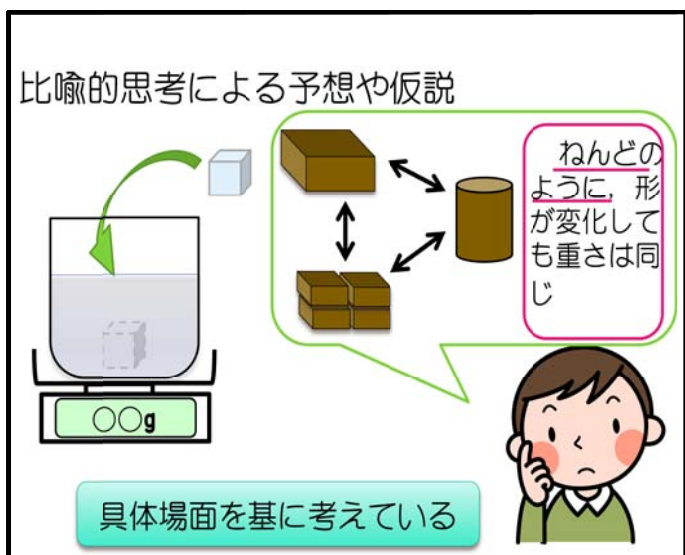


図4 比喩的思考による予想や仮説

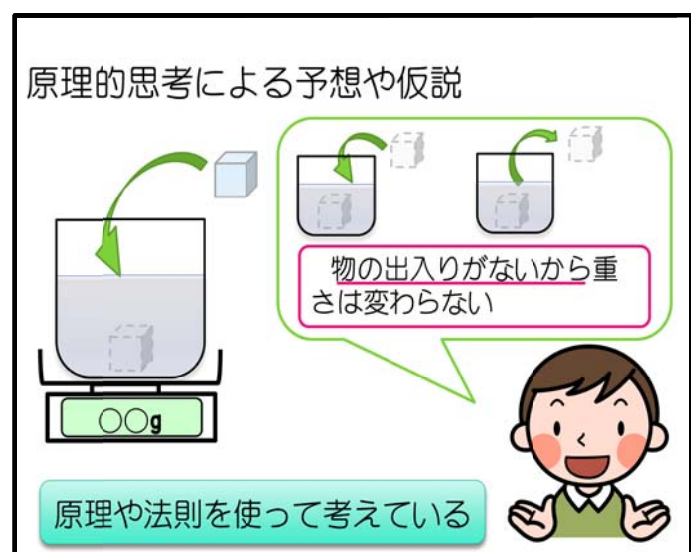


図5 原理的思考による予想や仮説

^{*2} 庄司 和晃 著 「認識の三段階連関理論」(増補版) 1985年 図書印刷株式会社

これまでの学習を振り返ると、子どもの気持ち的思考による予想や仮説とのつながりを十分に意識しないまま、原理的な思考による予想や仮説をもたせることを重視してきたのではないかと反省する。この二つの思考をつなぎ、子どもが自らの考えに気付किながら予想や仮説をもつためには、比喩的思考による予想や仮説に注目した指導を行うことが大切ではないかと考える。この比喩的思考による予想や仮説は、思考の三段階の連結点に位置することや子どもの思考が具体から抽象へと転換する際の連結点であることを考えれば、その大切さは十分に理解できる。

比喩的思考による予想や仮説を重視した指導を行うことで、子どもは具体的な場面を基に考え、自らの考えに気付くことで、明確な予想や仮説がもてるようになると考える。

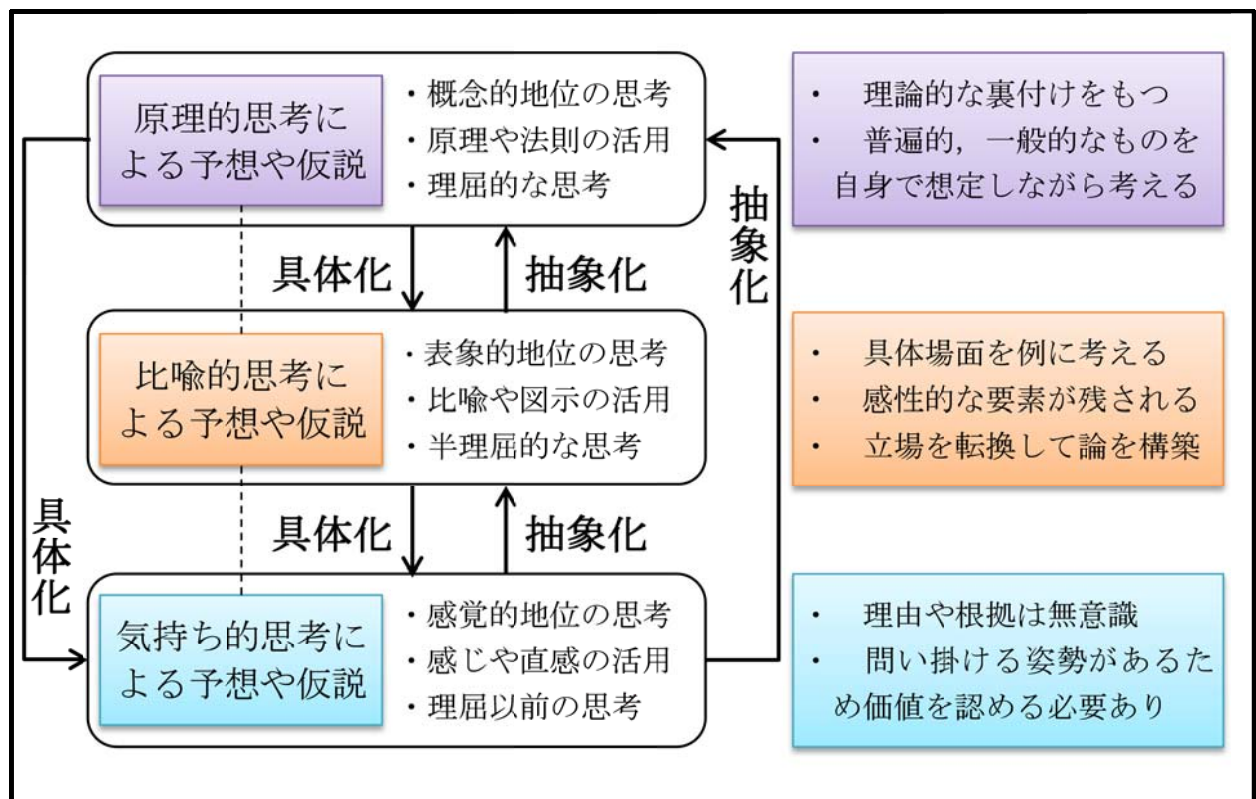


図6 科学的な思考の三段階連関図式

(3) 既有知識の顕在化の捉え方

既有知識の顕在化については、子どもが想起した既有知識を自然事象と関係付けて活用できることと捉えている。既有知識を想起するとは、予想や仮説を考えるための情報を獲得することである。そのためには、まず、子どもの既有知識から、学習に関連のある経験や知識を情報として獲得させることが有効だと考える。子どものもつ予想や仮説は、どの既有知識を自然事象と関係付けたかによって、その内容や理由、根拠が大きく変化する。

しかし、全ての既有知識が十分に意識されているわけではない。子どもに多様な情報を獲得させるためには、無意識の部分に刺激し、掘り起こすことが求められる。この無意識にもっている既有知識を意識化するためには、五感へ働きかけることで思い出させる方法や話し合い、討論による連想的な想起の方法が考えられる。子どもが予想や仮説を立てるとき、信頼性のある情報が多いほど、多様な考えが可能になると考える。

しかし、いくら情報だけ獲得させても、それを活用できなくては、既有知識を顕在化したとは言えない。既有知識を活用して考える場を設定することで、子ども自身が、自然事象と既有知識との関係に気付けるようにすることが必要である。

2 明確な予想や仮説をもたせる手立て

子どもに明確な予想や仮説をもたせるためには、子どもがもっている既有知識と自然事象との関係に気付かせることが大切だと考える。そのためには、子どもがもつ既有知識を顕在化させ、自然事象との類似性や共通性に気付かせる必要がある。これにより、子どもが直感的・感覚的にもった予想や仮説が理由や根拠を伴った明確な予想や仮説へと高まると考えるからである。そこで、予想や仮説の質の高まりと、子どもの既有知識の関係を図7のように考える。子どもが直感的、感覚的に考えた気持ち的思考による予想は、自然事象と既有知識との関係を十分に意識できていないため、予想や仮説の理由や根拠が明確ではない。そこで、自然事象と既有知識との関係を意識させ、理由や根拠を伴った、比喩的思考による予想へと高めることが大切だと考える。子どもが比喩的思考による予想をもつことで、気持ち的思考による予想と原理的思考による予想の間がつながり、具体から抽象、抽象から具体という思考が自在にできるようになる。これにより、子どもは明確な予想や仮説をもてるようになると思う。しかし、子どもは常に既有知識を意識して、自然事象を見ているわけではない。また、子どもが自らの力で既有知識と自然事象との関係に気付き、意識することは難しい。そこで、既有知識を顕在化する手立てを工夫し、子どもが明確な予想や仮説をもてるようにする必要があると考える。既有知識を顕在化する具体的な手立てについては以下に述べていく。

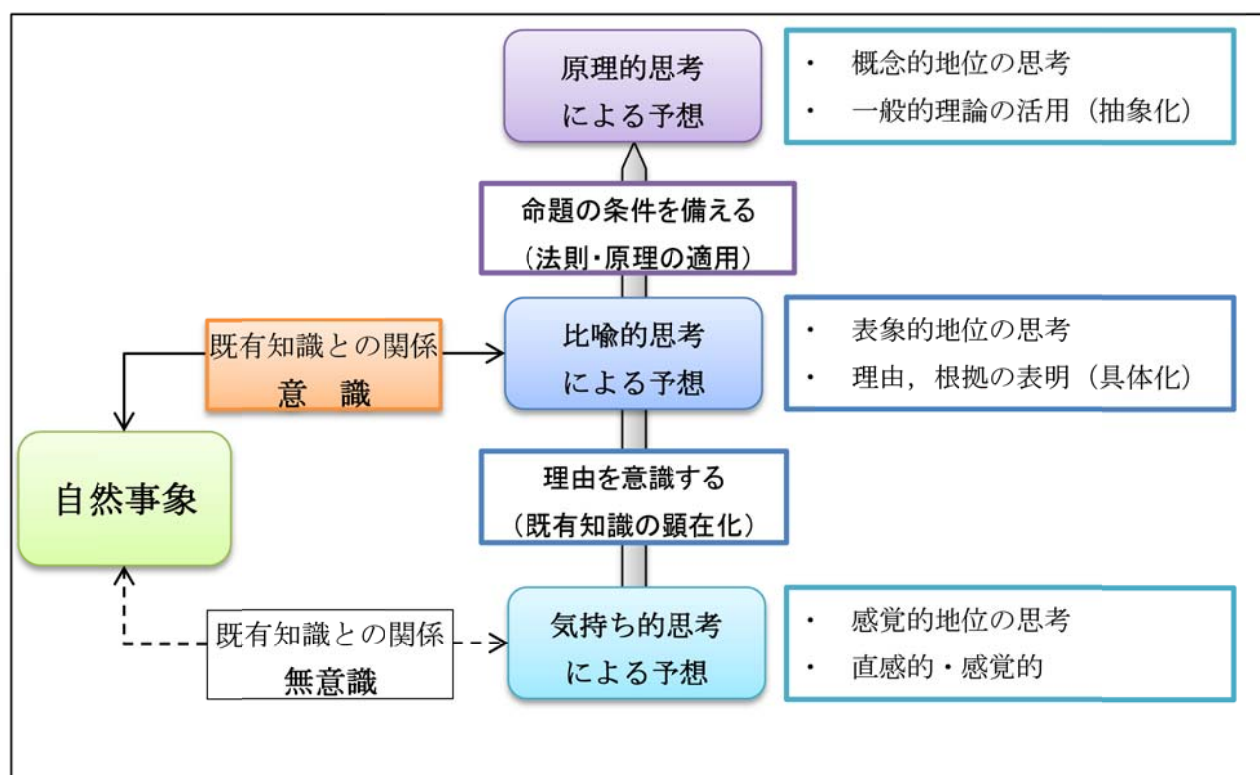


図7 予想や仮説の質と既有知識の顕在化との関係について

(1) 単元構成の工夫について

既有知識を顕在化させるためには、子どもに自らの考えを意識させることが求められる。そのための単元構成の工夫として、まず、既有知識を想起させる場面を単元に位置付けることが必要ではないかと考える。既有知識を想起する場面を設定することで、子どもはこれまでの学習や生活経験等を思いだすきっかけになり、自然事象と関係のある既有知識を直接想起したり、流れの中で連鎖的に想起したりすることが期待できる。この時、子どもに身近な物を活用した事象提示を行うことで、更に効果が期待できる。また、既有知識を想起させる場面は、子どもが必要な知識を学習していない場合や忘れてしまっている場合に、意図的に情報を獲得させることができるといった利点もある。ここで獲得した情報は、次時の学習から子どもの既有知識として想起され

ることが期待できる。子どもが主体的に既有知識を顕在化できれば、自然事象と既有知識の関係に気付き、質の高い予想や仮説をもつことができるようになると思う。

次に、想起した既有知識が活用されるようなつながりのある単元構成が必要だと考える。想起した既有知識を意図的に活用へと導くには、単元のつながりを意識した構成が求められる。導入段階で想起した既有知識が、単元を通して活用されることで、子どもは一貫性のある考え方を頼りに、見通しをもって学習を進めることができる。これにより、既有知識と自然事象との関係に気付くことで、より具体性を帯びた既有知識の想起や活用が期待できる。

既有知識の想起については、ソースモニタリングの考え方を活用した。これは、ある情報の起源“ソース（Source）”を想起する際の認知過程である。言い換えると、自分が知っている知識をどのようにして獲得したのか、その過程を認識することである。近藤〔2007〕は、ソースモニタリングにおいて、情報の起源を判断する際に必要な手がかりを、感覚・知覚情報、文脈情報、意味情報、情緒、認知操作としている。また、情報判断に必要な知識がない場合は正確な判断が行えないこと、情報の植え付けにより記憶の強化が図られると正確な情報判断が行われることなどについて述べている。このことから、既有知識を想起したり、想起した既有知識を活用したりする活動を単元に位置付けることは、子どもに既有知識を意識させる上で効果的であると言えるのではないかと考える。

(2) 発問の工夫について

子どもは、自然事象に対して何らかの認識をもっていることから、教師は、子どもが直観的または感覚的にもった予想や仮説をきっかけとしてその認識に気付かせていく必要がある。つまり、予想や仮説の質を高めるような働きかけが必要になるということである。

子どもが直感や感覚によって得た、気持ち的思考による予想のまま学習を進めた場合、結果を現象として理解するか、教科書の言葉をそのまま暗記するかになってしまう。これは、子どもが自らの考えを意識できていないことで、予想や仮説と結果のつながりが不明確なことが原因として考えられる。そこで、予想や仮説と結果のつながりを子どもにしっかりと意識させるような、教師の発問が大切だと考える。

この教師による発問は、子どもの発言の内容からどのような考えを基にしているかを想定し、子どもが自分の考えの中で気付いていない部分への気付きを促すような発問を返していくことが求められる（図8）。子どもの思考を想定しながら行う教師の問いかけは、子どもが考えに至った過程を、子ども自身に意識させるために行うものである。子どもが自らの考えに気付き、考えを深めていくような問いかけを行うことで、子どもは自らの既有知識と自然事象の関係から明確な予想や仮説がもてるようになると思う。また、主体的な気付きを促すことで、子ども自身が自らの考えをより深めて行くことが期待できると考える（図9）。

ここで注意すべは、教師の発問は子どもの考えを意識化することを目的に行うということである。そのためには、原理や法則を直接的に問う発問を行うのではなく、子ども自身がどう考えたかを問うような、発問を行わなくてはならない。また、子どもの考えを全て受容するような態度で臨むことも大切である。子どもの予想や仮説を正解に導いたり、無理に原理や法則を伴った理由を引き出したりするために行う発問では、子どもに自分の考え方を意識させたことにはならない。

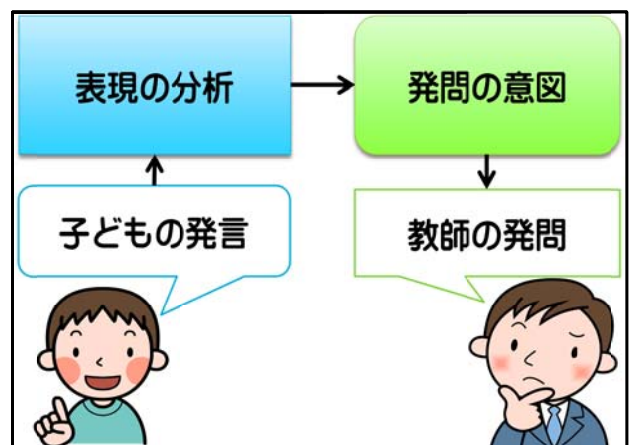


図8 教師による発問の考え方

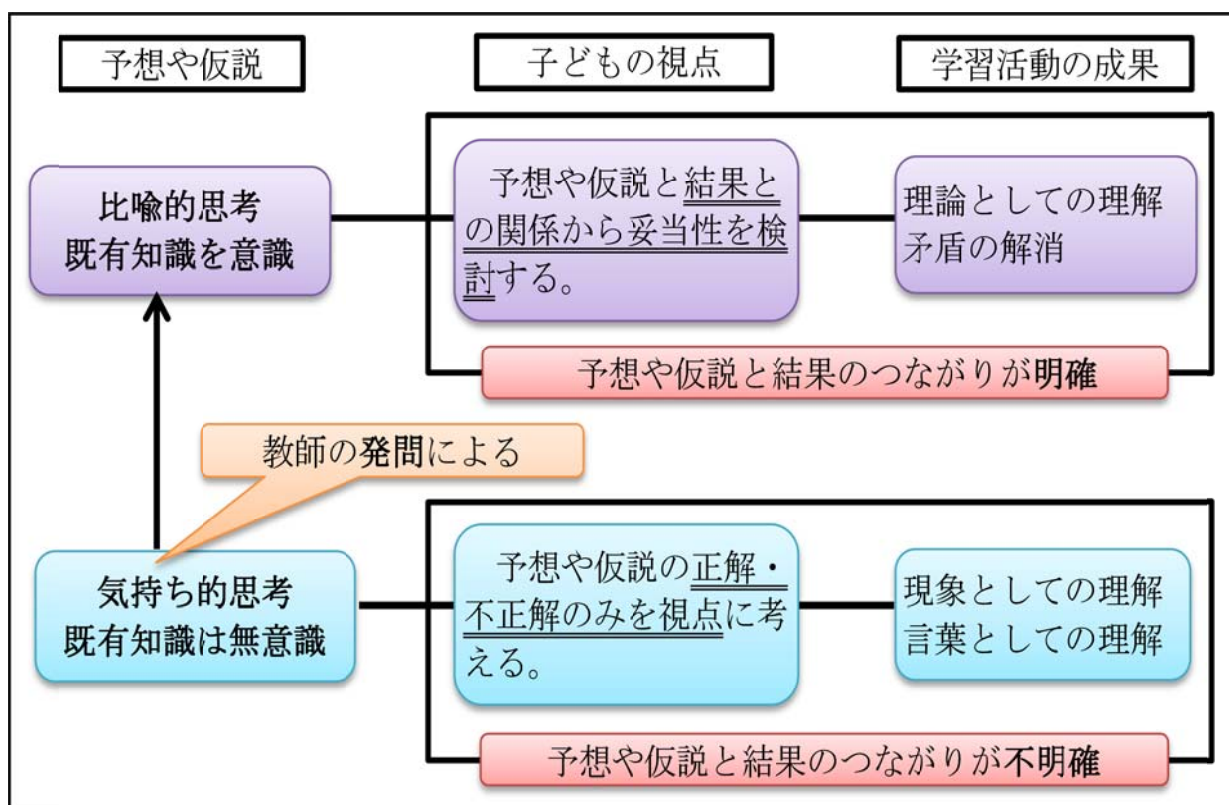


図9 教師の発問による予想や仮説の質の変化と学習の成果

以上のような考えを基に、学習活動における典型的な子どもの発言に含まれる表現から、思考の過程を分析することで、教師の効果的な発問を考えた(表1)。この表を参考に、検証授業の実際においては、思考を想定した図に、教師の発問を位置付けた図を作成し、活用を図った。

表1 子どもの発話表現を基にした教師の発問例

学習活動	子どもの発言(C)と 教師の発問(T)	表現の分析と発問の意図
水溶液を蒸発させ、何が残るかを確かめる活動	(水溶液を蒸発させても、何も残らなかったことで) C: <u>水溶液ではない。</u> T: これは水溶液ではないの。どうしてそう考えたの。	・ の表現は、蒸発実験の結果と子どもの考えた結果が異なっていたことが原因と考えられる。しかし、この段階では、子どもはどの既有知識を基に考えているか、はっきりと意識していないことが想定されるため、結果を判断するために関係付けた既有知識を意識させるための発問を行う必要がある。
	C: 水溶液なら溶けている物が出てくるはずだから。	
	C: <u>他の物が溶けている。</u>	・ の表現は、これまでに学習した水溶液との違いを意識していることが想定できる。そこで、考えの根拠となる既有知識に気付かせる発問を行う必要がある。
	T: あなたは、どうして他の物が溶けていると考えたの。	
	C: <u>固体が溶けていたら、何か出てくるはず。でも、何も出てこないから。</u>	・ の表現から、固体以外の物が溶けていると考えていることから、固体以外の物が何かをはっきりと意識させる発問を行う必要がある。これにより、その後の検証方法等の見通しがもちやすくなる。
	T: 例えば、どんな物が溶けていると考えているの。 C: 気体とか。	

3 児童の実態

(1) 実態調査の方法と内容

ア 調査の方法

- (ア) 対象児童 出水市立江内小学校児童 6年生 19人
- (イ) 調査日 平成24年6月27日(水), 7月12日(木)
- (ウ) 調査方法 質問紙法, 面接法

イ 調査の内容

- (ア) 理科の学習活動に関する意識調査
(質問紙法, 選択)
- (イ) 水溶液に関する実態調査
(質問紙法, 選択・自由記述)
- (ウ) 水溶液に関する実態調査(面接法)

(2) 意識調査及び実態調査の分析と考察

ア 理科の活動に関する意識調査

本校の子どもは, 予想や仮説をもって観察, 実験に積極的に取り組む様子が見られる。しかし, 考察の段階では予想や仮説の当たり外れだけに関心が集まり, 観察, 実験の結果と, 予想や仮説を関係付けて考えることが十分ではなかったため, 予想や仮説に関する意識調査を行った。

予想や仮説をもつときに, これまでの生活経験や既習内容等の既有知識を活用して考えている子どもは, 68%であった。しかし, 常に既有知識を活用して考えている子どもは, 11%であることから, 既有知識の活用が十分行われているとは言えないことが分かる(図10)。

予想や仮説と合わせて, 検証計画まで考えている子どもは 26%であった(図11)。また, 問題解決において, 予想や仮説を確認しながら学習に取り組んでいる子どもは, 32%であった(図12)。これらのことから, 子どもは予想や仮説はもっていても, 見通しをもって学習に取り組んだり, 予想や仮説の重要性を意識して学習に取り組んだりすることができていないといえる。

最後に, 考察の内容を理解している子どもは 37%であった(図13)。これらの結果から, 子どもは, 予想や仮説はもっていても, それを基に, 見通しをもって学習に取り組み, 自ら追究しているとは言えないことが分かる。

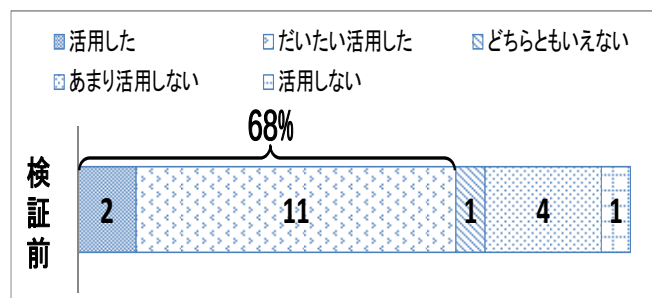


図10 既有知識の活用について

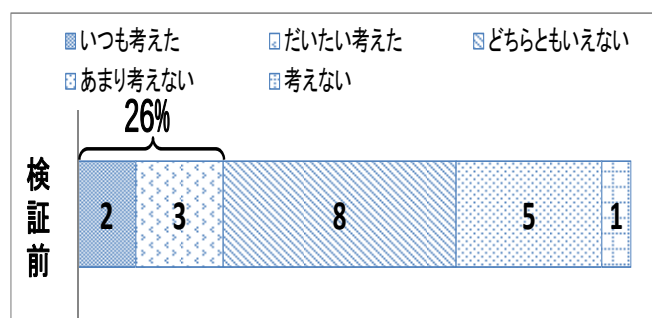


図11 検証計画について

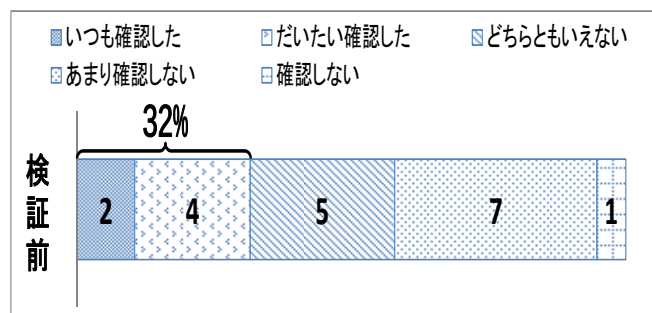


図12 予想や仮説の確認について

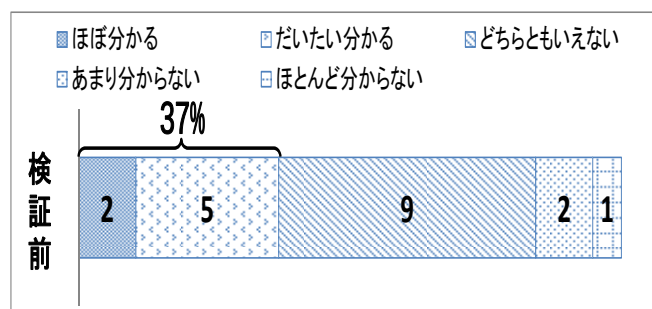


図13 考察について

イ 水溶液に関する概念調査

意識調査と合わせて、検証授業で行う、水溶液に関する概念調査も実施した。これまで水溶液の学習は、予想や仮説を基にした思考活動を十分に行わなくても、観察、実験で得られる結果をまとめることで学習の目的が達成できる現状があった。また、水溶液では、目に見えない事象を取り扱うため、子どもたちは物が溶けて見えなくなった状態の理解が難しく、溶けた物の存在を十分に意識できない子どもが多かった。そのため、質量保存についてもしっかりと理解できていない状況がある。そこで、子どもが、質量保存についてどのような考えを持っているのかを知るために、質問紙と面接法により実態調査を行った（表2）。これにより課題を明らかにすることで、予想や仮説を基に十分思考活動を行わせたいと考えるものである。なお、質量保存の概念については、3年生『ものの形と重さ』、5年生『ものの溶け方』で既に学習している内容である。

表2 概念に関する実態調査の結果

質問1：物を水に溶かすと重さはなくなる（質問紙）			
質問2：物の重さは水に溶けた後も、溶ける前と変わらない（質問紙）			
質問3：水 100 g に砂糖 10 g を完全に溶かした時の、全体の重さ（面接法）			
質問 児童	質問1 (正：なくなる)	質問2 (正：変わらない)	質問3 (正：110 g)
1	なくなる	変わらない	110 g
2	なくなる	変わらない	110 g
3	なくなる	変わらない	110 g
4	どちらとも言えない	変わらない	110 g
5	なくなる	変わらない	100 g
6	多分なくなる	多分変わらない	100 g < □ < 110 g
7	なくなる	どちらとも言えない	110 g
8	多分なくなる	変わらない	110 g
9	なくなる	変わらない	110 g
10	なくなる	多分変わらない	110 g より重い
11	どちらとも言えない	変わらない	110 g
12	なくなる	変わらない	110 g
13	なくなる	変わらない	110 g
14	なくなる	変わる	100 g < □ < 110 g
15	なくなる	多分変わらない	110 g
16	なくなる	変わらない	110 g
17	なくなる	変わらない	110 g
18	なくなる	変わらない	110 g
19	なくなる	変わる	110 g
 砂糖を入れた直後  砂糖が少し溶けた状態  砂糖が完全に溶けた状態			

調査結果から、質量保存に関する考え方に整合性がみられない子どもがいることが明らかになった。5番、6番、10番の3人は、質問紙では溶けた物の重さを、「溶けても変わらない」と解答しているが、面接法では、砂糖が完全に溶けた状態を、5番、6番の2人は、「軽くなる」と解答、10番の子どもは「重くなる」と解答している。19番の子どもは、質問紙では、溶けた物の重さを、「溶けると変化する」と解答しているが、面接法では、正しく答えている。

これらの子どもたちは、質問紙と面接法において解答にブレが見られたことから、質量保存についての考え方が、複数存在しているのではないかと考えることができる。また、14番の子どもは、質問紙と面接法の解答に整合性は見られるが、誤った考えをもっていることが分かる。

4 検証授業の実際と考察

第6学年「水溶液の性質とはたらき」

(1) 単元構成の工夫について

本単元は、水溶液の性質や働きについての考えをもつことができるようにすることをねらいとしている。単元における学習内容は、「水溶液には酸性、アルカリ性及び中性のものがあること」、「水溶液には、気体が溶けているものがあること」、「水溶液には、金属を変化させるものがあること」の三つである。

子どもたちは、第5学年「物の溶け方」の学習で、水の温度や水の量による食塩やホウ酸の溶け方の違いを学習している。また、食塩水やホウ酸水を蒸発させたり、温度を下げたりすることで、溶けた食塩やホウ酸を取り出せることも学習している。これらの既有知識を活用し、6年生では、身近な水溶液の性質について、諸感覚を用いたり、蒸発させたり、指示薬を用いたりしながら調べる学習を行う。また、水溶液と金属を反応させ、溶けた金属が別の物に変化することについても学習を行う。この時、水溶液を定性的、多面的に追究できるような学習活動を行う。これらの小学校での活動を受け、中学1年では、水溶液の概念、水溶液から溶質を取り出す方法、B T B 溶液等の指示薬による、酸、アルカリの性質を見出すこと、酸とアルカリを混ぜると塩が生じることなどを学習する。

この単元では、日常生活と関係の少ない水溶液や科学的な言葉などが多く登場するため、他の単元と比べて子どもが日常生活との関係に気付きにくい。また、水溶液は目に見えない事象を扱うことも多いため、子どもがイメージをもちにくい。そのため、既有知識と自然事象との関係を意識できず、表面的な理解に留まってしまうと考えられる。そこで、子どもが、提示された自然事象と既有知識や生活との関連を意識できるような工夫が必要となる。具体的には、身近な素材を使った事象提示から単元を始めることで子どもが、既有知識を想起しやすくしたり、学習した内容が次時で活用できるような単元構成を行い、見通しをもちやすくしたりするなどの工夫が必要と考える。また、子どもの考えに対して教師が問いかけたり、言語活動を充実させたりすることで、子ども自身に自らの考えに気付かせ、深めていけるようにすることも大切だと考える。

そこで、今回の検証授業では、既有知識を想起させる活動や、既有知識を活用して自然事象との関係に気付かせるための活動を位置付けた単元構成を行った。実際の検証授業での単元構成は、表3、表4に示すとおりである。これまでの水溶液の学習における反省点を基に、予想や仮説を基にした思考活動が十分行えるような単元構成を行った。子どもが思考活動を円滑に行うために、前時までに学習して獲得した知識が、次の学習において活用できるような単元構成に配慮した。さらに、気体の溶けている水溶液では、子どもの生活に身近な炭酸水と塩酸、アンモニア水の学習を分けることで、炭酸水で学習した内容や獲得した知識を既有知識として活用できるようにした。これにより、同じ酸性でも、金属を溶かすものと溶かさない物があることを理解できるようにした。

表3 検証授業における単元構成の実際（水溶液の性質）

これまでの指導内容	検証授業での指導内容	改善のポイント
1 塩酸，炭酸水，アンモニア水，食塩水，石灰水に何が溶けているかを調べる。	1 食塩水，ホウ酸水，石灰水に何が溶けているかを調べる。 (固体の溶けている水溶液)	○ 水溶液に関する既習内容の想起を図るため，5年生で学習した水溶液と，固体が溶けている水溶液だけを扱った。また，ここで得た考えが，学習全体を通して活用できるように単元の構成を行った。
2 水溶液には，気体や固体が溶けていることをまとめる。	2 炭酸水に何が溶けているかを調べる。(気体の溶けている水溶液) 本時(2/13, 3/13)	○ 子どもに身近な炭酸水を単独で扱った。これにより，具体場面を伴った，既有知識の想起を図った。また，溶質の同定が可能と判断し，溶質の同定を行った。
3 いろいろな水溶液をリトマス紙につけ，性質を調べる。	3 塩酸やアンモニア水に何が溶けているかを調べる。(気体の溶けている水溶液)	○ 子どもに身近ではない水溶液を分けて学習することで，炭酸水の学習で身に付けた既有知識が活用できるようにした。また，気体の溶けている水溶液についての考えを確認できる構成にした。
4 水溶液は酸性，中性，アルカリ性，になかま分けできることをまとめる。	4 学習した水溶液を，リトマス紙を使って性質を調べ，なかま分けする。	○ ここまでに学習した水溶液を使用することで，既有知識を活用してなかま分けについての推論が行えるようにした。また，リトマス紙の色の変化と酸性，中性，アルカリ性の分類の方法については事前に指導した。
	5 ペットボトルに水と二酸化炭素を入れて振るとどうなるか考えよう。	○ 気体が溶ける水溶液についての理解を深めるために，水に気体を溶かす学習を位置付けた。また，既有知識を活用して予想や仮説を立てさせ，それを検証させることで，気体が水に溶けることを実感させる。

○ 囲みの数は，指導時数を表している。

表4 検証授業における単元構成の実際（金属の溶解）

これまでの指導内容	検証授業での指導内容	改善のポイント
5 水溶液には，金属を変化させるはたらきがあるか調べる。	6 水溶液には，金属を溶かす働きがあるかを調べる。（炭酸水と塩酸を使い，鉄とアルミニウムの溶ける様子を比較）	○ 塩酸と炭酸水を使って，金属が溶ける様子を観察させることで，同じ酸性でも，金属を溶かすものと溶かさない物があることを確認させる。また，溶ける様子を鉄とアルミニウムでも比較させる。
6 塩酸にアルミニウム（または鉄）がとけた液を蒸発させて，出てきた物の性質を調べる。	7 塩酸に鉄（アルミニウム）が溶けた液を蒸発させて，出てきた物の性質を調べる。	○ 鉄やアルミニウムについての既有知識と，炭酸水で行った溶質の同定の考え方を合わせて活用することで，蒸発させて出てきた物の性質を調べる方法について考えられるようにした。
7 水溶液には，金属を変化させるものがあることをまとめる。	8 水溶液には，金属を溶かす働きがあるかを調べる。（水酸化ナトリウムとアンモニア水で，鉄とアルミニウムが溶ける様子を観察）	○ 塩酸での学習を活用して，アルカリ性の水溶液に，鉄やアルミニウムが溶けるのかを考えたり，溶けた液を蒸発させて，出てきた物の性質はどうなるかを推論させたりする。
8 水溶液の性質とはたらきについて，学習したことをまとめる。		

(2) 本時の発問の工夫について

本時は，炭酸水を使って気体が溶けている水溶液についての理解を深めることを目的としている。そこで，子どもが，事象提示から予想や仮説をもつまでの思考の流れを想定した図に，教師の発問を位置付けた図を作成し，授業で活用した（図14）。子どもの思考を想定しておくことで，子どもの発言から，どのような思考を行っているか，どの思考段階かを把握することが容易になり，効果的な発問を行うことができるようになる。

しかし，教師の発問は，子どもに自分の考えを気付かせることが目的であることから，安易に正解に導くような発問や原理や法則を問うような発問は行わない。教師の発問により，子どもが考えを深めていくように，子ども一人一人の発言やつぶやきに注意して，学習を進めていくことが大切である。場合によっては，想定しない発言等も予想されるが，「君はどう考えたの」「君の考えは」というように，子どもの考えを受容しながら問い掛ける姿勢を大切にしたい。

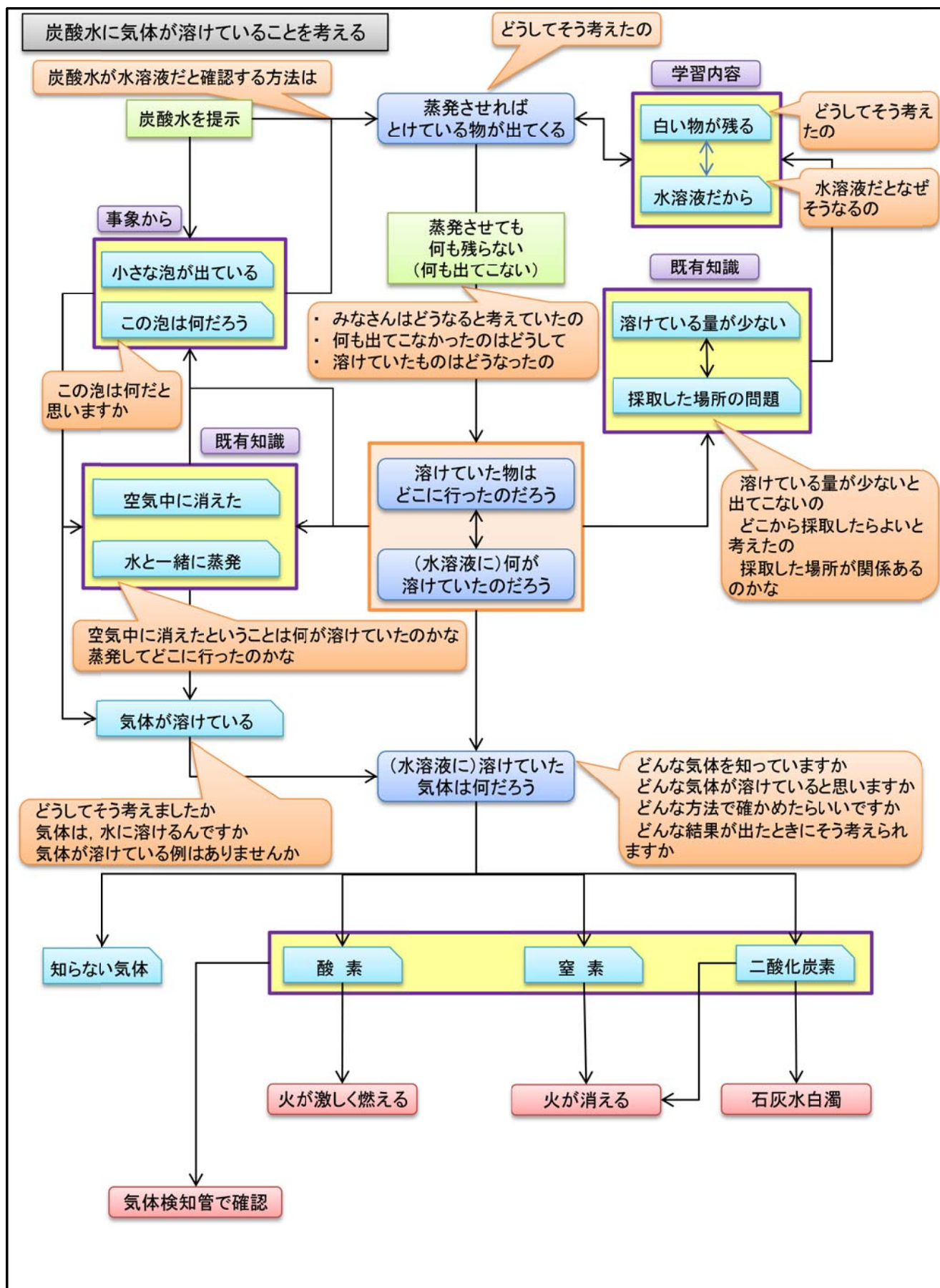


図 14 子どもの思考を想定した教師の発問例

(3) 検証授業の実際

今回の検証授業は、第6学年「水溶液の性質とはたらき」の中の、気体が溶けている水溶液について調べる学習で実施した。

ここでは、炭酸水に溶けている物について考えていく。その際、前時の固体が溶けている水溶液の学習を活用して考えることで生じる既有知識とのズレから、学習問題を設定する。学習活動では、炭酸水に関する既有知識の想起や、物の燃え方で学習した気体についての既有知識を関連付けて活用することで、溶質の同定までを行う。

検証授業の実際では、子どもの発言を基に、教師はその考え方を分析し、どのような意図で発問を行っているかについて示していく。これにより、子どもがどのように考え、予想や仮説をもったかについて明らかにする。

< 児童 C1 の反応に対する教師の発問 >

学習活動	教師の発問(T)と 子どもの反応(C)	子どもの表現の分析	発問の意図
炭酸水を提示した場面	T: このペットボトルの中身はなんだと思いますか。 (少し沈黙) C1: <u>炭酸。</u> T: 炭酸だね。 <u>どんなものに使われているかな。</u> C1: ジュースとか。	・ ペットボトルの中には、気泡がついていなかったのに、炭酸と答えていることから、生活経験により、炭酸を知っていると想定される。	○ 炭酸について何らかの既有知識をもっていることが伺えるため、他の既有知識についても確認する発問を行った。
炭酸水について観察を行う場面	T: 気付いたことはあるかな。 C1: <u>泡が出ている。</u> T: <u>泡ということは、どういうことかな。</u> C1: 気体。	・ 泡の存在には気付いているが、「泡は気体である」ということには、はっきりと気付いていない。	○ 子どもが泡の存在に気付いたので、泡をどのように捉えているか気付かせるための発問を行った。
検証方法について考える場面	T: 他に調べる方法はないかな。 C1: <u>ろうそくを燃やす。</u> T: ろうそくを燃やす。 <u>ろうそくを燃やすとどうなるの。</u> C1: 酸素なら「ボッ」と燃えて、二酸化炭素なら「シュッ」と消える。	・ ろうそくを燃やすという発言から、既有知識を活用して、特定の気体を考えていることがうかがえる。	○ 既有知識を想起して考えていることが伺えるため、検証でそのような様子が見られたらよいかを意識させるような発問を行った。
検証実験を行う場面	T: ろうそくはどうになりましたか。 C1: 「シュッ」と消えました。(嬉しそうに) この後、石灰水に直接炭酸水を	・ 嬉しそうな表情や結果に対して歓声が上がったことから、予想と結果が一	○ 自分の考えをさらにはっきりと意識させ、結果との関係に気付

	入れ、白濁した結果を見て「<u>ヤッタ</u>」と歓声を上げる。 T: <u>何か分かったのかな。まとめておいてね。</u>	致したことが伺える。また、予想の理由がはっきりしていることで、どのような結果が得られたらよいかははっきりと理解していたと想定される。	かせるための発問を行った。子どもの表情や態度からはっきりと理解できていると考え、その場で答えを求めず、自分の言葉で記録するように促す発問を行った。
ワークシートの記述	<u>加熱しても何も残らなかった事から、固体ではないことが分かる。</u> 泡があるから水の中に溶けている物は<u>気体かもしれない。</u> <u>二酸化炭素</u>だと思う。		
考 察	○ , の記述から、泡が気体だと考える根拠を、蒸発実験の結果と炭酸水の観察の二つを理由に考えている。また、炭酸水の中の泡が、どこから出てきているかについては、考えがまとまっていなかったが、泡に注目して考えを推し進めていることは読み取れる。 ○ グループや全体での意見の交流から、溶けている気体について二酸化炭素だと考えていることが の記述から読み取れる。また、検証実験の様子から、二酸化炭素だと明確な予想や仮説をもって取り組んでいたことがうかがえる。		

< 児童 C2 の反応に対する教師の発問 >

学習活動	教師の発問(T)と 子どもの反応(C)	子どもの表現の分析	発問の意図
蒸発実験の結果を受けて 思考する場面	T: 炭酸水を蒸発させても何も残らなかったね。 C1: <u>炭酸が抜けて、ただの水になった。</u> T: <u>炭酸が抜けて</u>。炭酸って何？ C1: 気体。	・ 炭酸が抜けるという表現と水になるという表現から、水の中に溶けている物が出ていったと考えていることが分かる。	○ 水に溶けている、溶けている物は気体であるという考えに気付かせるために「抜ける」を復唱した。
炭酸水について観察を行う場面	T: 何か気付いたことはあったかな。 C1: <u>泡が水の中から出てきている。</u> T: 水の中から出てきているの。 C1: <u>多分、空気が溶けている。</u>	・ 泡が水の中からという表現から、気体が溶けていることを意識していることがうかがえる。また、溶けている気体を空気と考えているが、理由がはっきりとしないため、多分という言葉で表現している。	○ 学習の前半から、気体が溶けていることを意識しながら学習していたため、溶けている気体をどのように考えているかを意識させる発問を行った。

まとめを行う場面	T：今日の学習で，二酸化炭素は，どうなっていたといえますか。 子どもの多くは混ざっていると表現。 T：これでいいかな。 C2：<u>水の中に溶けていた。</u> T：<u>今日，調べることはどんなことだったかな。</u> 学習問題と対応させることで，まとめでは「気体が溶けている」に統一。 C2：(まとめをみて大きくうなずく)	・ 学習の中で，気体が水に溶けていると確信していることがうかがえる。まとめの表現が，溶けるに統一された場面で，大きくうなずいたことから，溶けることと混ざることとを区別して考えていることが分かる。	○ 学習問題を確認させることで，溶けることと混ざることとの違いを意識させるために，一人の発言をきっかけとして，全員が考える発問を行った。
ワークシートの記述	この泡が<u>気体だとすると</u>，加熱することにより，<u>上へ上へと抜けていく</u>はず。すると，炭酸水は，ただの水に戻る。(だから何も残らない) この泡の正体が<u>酸素だと燃える</u>ため上に行くという可能性は減る。二酸化炭素に置き換えると，燃やしていないのに上に上がっているの×。<u>そう考えると</u>，(水に溶けているのは)<u>窒素</u>だと考えることができる。		
考 察	○ の表現から，溶けている物は気体であることを前提にして考えを推し進めていることが読み取れる。また，学習を通して，気体が溶けているという考え方を深めていることが検証授業の様子からうかがえる。 ○ の記述から，それぞれの気体に関する既有知識に誤りはあるが，その子の中にある既有知識をしっかりと活用して考えている。溶けている気体は，消去法で決定している。		

< 児童 C3 の反応に対する教師の発問 >

学習活動	教師の発問(T)と 子どもの反応(C)	子どもの表現の分析	発問の意図
蒸発実験の結果を受けて 思考する場面	T：どうして何も出てこなかったのかな。 C3：<u>空気中に逃げて水になったから。</u> T：<u>空気中に逃げたということは，どう考えているのかな。</u> C3：液体。	・ 炭酸水の中にあるものが，加熱したことで空気中に逃げていくと表現していることから，何かあることは意識している。	○ 炭酸水に溶けている物を意識させる発問を行った。
検証方法について考える 場面	T：何が溶けていると考えているのかな。 C3：<u>液体。</u> T：<u>何について注目して調べようと 考えているのかな。</u> C3：<u>泡。</u> T：どうやって調べたらいいかな。	・ 溶けているものとして，調べるために注目していることにズレが生じていることから，直観的な予想と学習を進める中で	○ 子どもの考え方のズレに気付かせるような発問を行った。予想として考えていることと，観察，実験で注目し

	C3: (少し考える) T: 水 <u>溶液</u> とはどんなものだったかな。 C3: 気体だ。 考え方の矛盾に気付き、「気体だ。」という歓声が上がった。	獲得した情報との関係に気付いていないことが伺える。	ていること、水溶液についての既有知識をそれぞれ投げかけることで、関係付けて考えられるようにした。
ワークシートの記述	炭酸水に溶けている物は気体。二酸化炭素。 この気体は、軽い気体だから、どんどん上に上がっていく。ペットボトルだと、上に泡が溜まっていく。		
考 察	○ の記述から、炭酸水に溶けている物は気体だと考えている。導入時は、液体だと考えていたが、予想や仮説の交流や事象から得られた事実と既有知識との関係に気付いたことで、予想や仮説が修正されている。 ○ 二酸化炭素だと考えた理由が に示されているが、既有知識に誤りがあるため、気付かせるような活動が必要だと考えられる。 ○ 授業の感想に、「二酸化炭素が混ざっていることが分かった。」と書いていることから、水に溶けると混ざるの違いを十分理解できていないことがうかがえる。		

(4) 検証授業後の児童の変容と考察

(平成 24 年 11 月 2 日実施 6 年生 19 人)

ア 意識の変容について

検証授業後に、前回と同様の意識調査を実施した。検証授業前は、予想や仮説をもつときに既有知識を活用して考える子どもは、68%であったが、検証授業後は、95%に増加した(図15)。これは、既有知識を想起する場を単元に位置付けたことや、前時に学習した内容を次時で既有知識として活用できるような単元構成の工夫を行った効果だと考えられる。

検証計画については、79%の子どもが予想や仮説をもつときに考えるようになっている(図16)。これは、既有知識を基に予想や仮説をもったことで、どのような結果を得られれば良いか、どのような方法で調べればよいかが明らかになったためだと考えられる。

予想や仮説の確認については、89%の子どもが学習の中で確認し

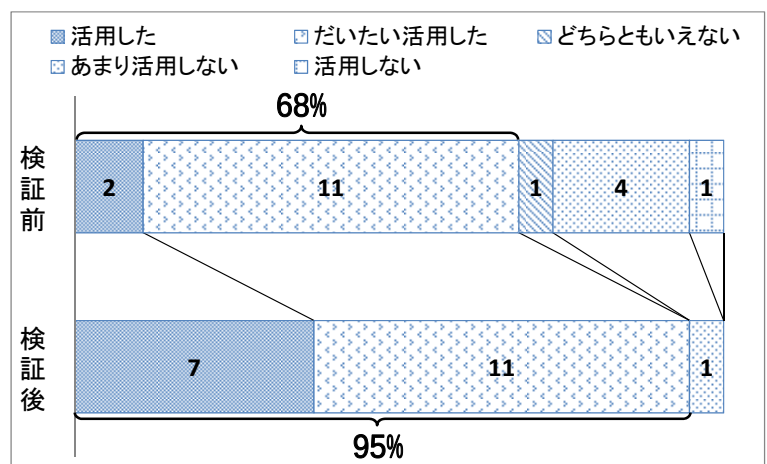


図 15 既有知識の活用について

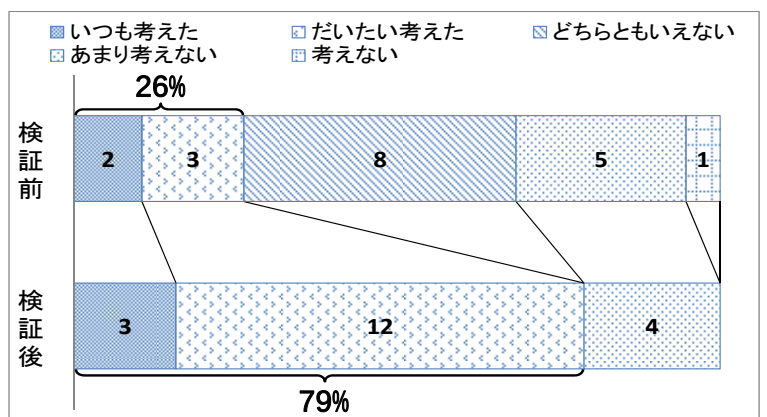


図 16 検証計画について

ながら取り組んでいることが分かる（図17）。これは、明確な予想や仮説をもったことで、学習の見通しがもてるようになったことや、自分の考えに対するこだわりを子どもがもつようになったからだと考えられる。

考察する内容の理解については、検証授業後は89%の子どもがどのような考察を行えばよいかについて分かる、だいたい分かったと答えている（図18）。これは、明確な予想や仮説をもつための手立てを行ったことで、学習の見通しがもてるようになったことや、観察、実験の視点が明確になったことなどが原因と考えられる。これにより、観察、実験の結果と予想や仮説を関連付けた考察が行えるようになり、考察が深まったと考えることができる。

イ 子どものワークシートの変容

検証授業において、明確な予想や仮説をもたせるための手立てを行ったことで、子どもは自然事象と既有知識との関係を考えながら予想や仮説を立てるようになった。また、自分の考えをはっきりと意識しながら、ワークシート等へ記載することで、より既有知識の顕在化が図られたと考える。子どもたちが、授業において活用したワークシートからも変容を見取ることができた（図19, 20, 21, 22, 23, 24, ）。

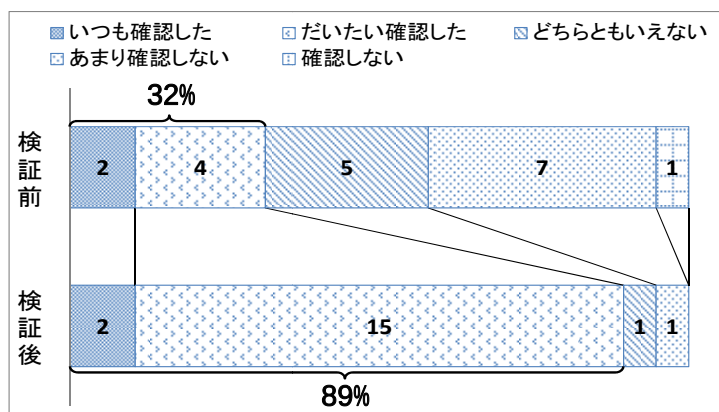


図 17 予想や仮説の確認について

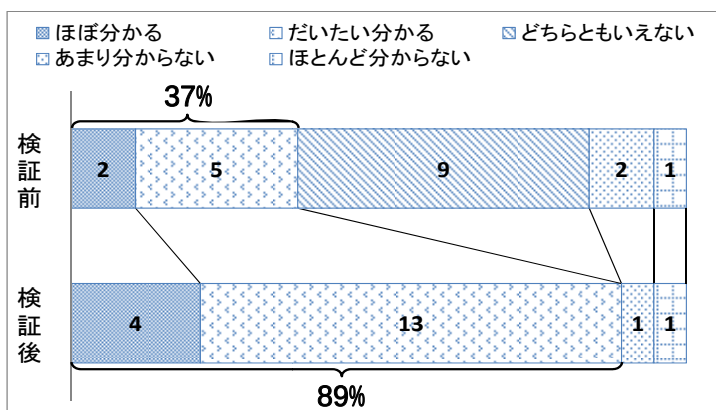


図 18 考察について

- 塩酸には鉄が溶けていると思う。
(理由) においをかいだら、少し鉄のにおいがするから。
塩酸・・・においは弱い(鉄、病院)
- アンモニア水は、固体が溶けていると思う。
(理由) においをかいだら、消毒液のにおいがしたから。
アンモニア水・・・においは強いおしっこ

< 考察 >

- ・ それぞれの水溶液のにおいに注目して考えている。それぞれのにおいが、病院や消毒液のにおいと似ていることを根拠に、最初の予想や仮説を考えていることが分かる。また、においを強弱で表すなど、既有知識の活用が図られている。

図 19 塩酸，アンモニア水に溶けている物を調べる学習から（その1）

2 予想（言葉や図等で）
 アンモニア → 石灰水と二酸化炭素
 塩酸 → 塩と二酸化炭素
 塩酸の理由
 塩酸の「塩」という字で塩、「酸」という字で二酸化炭素がまじっていると思う。
 アンモニア水の理由
 前回の実験で石灰水を蒸発させると、くさいにおいがしたので石灰水。
 アンモニア水をふると、泡が出たので二酸化炭素。

- アンモニア → 石灰水と二酸化炭素
 （理由） 前回の実験で石灰水を蒸発させる
 とくさいにおいがしたので石灰水。
 アンモニア水をふると、泡が出た
 ので二酸化炭素。
- 塩酸 → 塩と二酸化炭素
 （理由） 塩酸の「塩」という字で塩、「酸」
 という字で二酸化炭素が混じっている
 と思う。

< 考察 >

- ・ 前時までの学習を根拠に溶けている物を考えていることが分かる。また、水溶液の名前を根拠に溶けている物を考えていることから、これまでの学習で得た既有知識を活用して考えていることが読み取れる。

図 20 塩酸，アンモニア水に溶けている物を調べる学習から（その2）

つぶれた後

ペットボトルをふると水も二酸化炭素が入っているところへ水がはいり、水も水が入っているところへ二酸化炭素が入っている部分に水がはいり、二酸化炭素が入っているところに水がはいり、水とまじりあって、最後には水と二酸化炭素が水の中に入っていると思う。

- ペットボトルを振ることで、水が全体に行きわたり、水と二酸化炭素が混ざり合う。そして最後は、すべての二酸化炭素が水に溶ける。
- 二酸化炭素が溶けたことで、水の上の二酸化炭素がなくなりつぶれたと思う。

< 考察 >

- 炭酸水の学習を基に、ペットボトルの中の水と二酸化炭素が、混ざり合うと考えている。また、ペットボトルがつぶれる現象については、二酸化炭素が水に溶けることで、それまで二酸化炭素があった場所からなくなるためと考えていることが分かる。

図 21 二酸化炭素が水に溶けることを考える学習から (その1)

つぶれた後

- 二酸化炭素は、水に溶けるので、水の中に行く。
- 二酸化炭素がなくなると、(ペットボトルが)へこむ。完全にへこまないのは、酸素が少し残っているから。

< 考察 >

- ・ 二酸化炭素が水に溶けることで、ペットボトルがへこむことを理解するだけでなく、完全にへこまない理由についても考えている。ペットボトルが完全にへこまない理由を酸素と考えたのは、二酸化炭素と酸素が、学習の中で対比して活用されるためだと考えられる。

図 22 二酸化炭素が水に溶けることを考える学習から（その1）

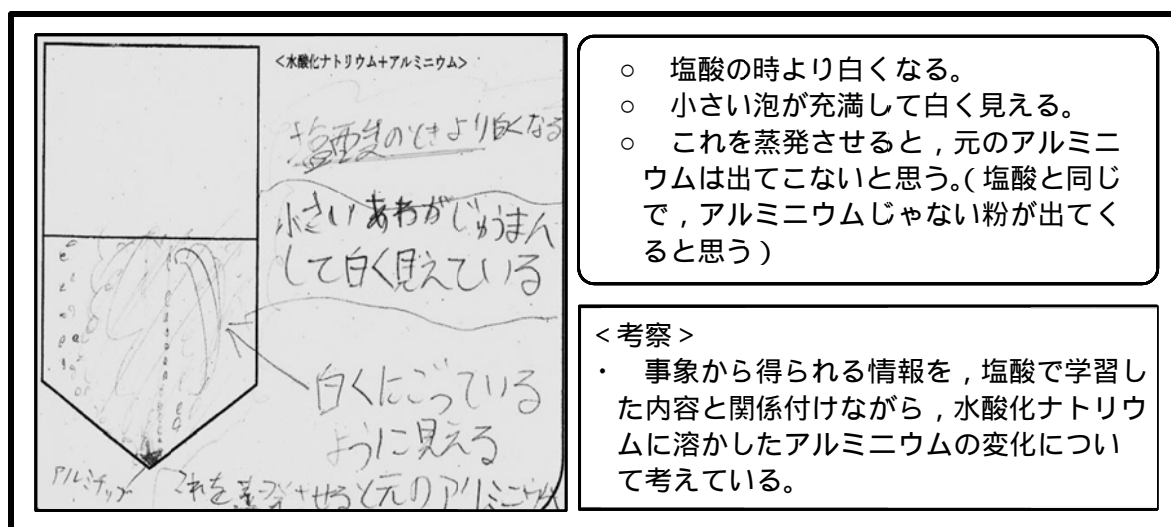


図 23 水溶液に金属を溶かす学習から（その１）

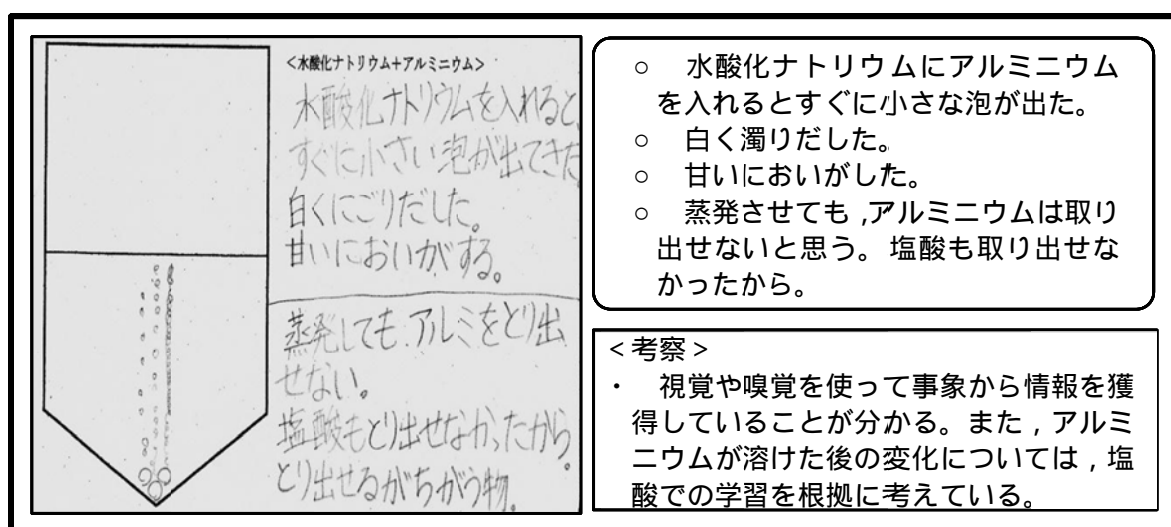


図 24 水溶液に金属を溶かす学習から（その２）

子どもに明確な予想や仮説をもたせる授業を行ったことで、授業では直接取り扱わなかった、水に物が溶けている様子についてのイメージにも変容が見られた（表５，６，７）。

表 5 水に物が溶ける様子についてのイメージの変容（児童 C1）

	水に固体が溶けた様子 （検証前）	水に固体が溶けた様子 （検証後）	水に気体が溶けた様子 （検証後）
児童 C1			
ワーク シートの 記述	・ <u>本当は見えない</u> 。最初は、全部同じように溶けていたが、砂糖の溶けた物が、下に降りていっている。 <u>全部は沈まない</u> 。	・ <u>どこも同じ濃さ</u> になっている。	・ <u>水に溶けてかさ</u> が <u>小さくなる</u> と思う。 ・ すき間がなかったのに、 <u>ペットボトルがへこんだ</u> から。

考察	溶けている物の存在については意識できている。しかし、溶けた物が全体に広がる均一性については理解できていない。しかし、検証授業後は、均一性についての理解が図られている。 ・ 気体の溶解については、ペットボトルがつぶれる事象を根拠に、かさが小さくなるという表現から、固体と同じように水に溶けると考えていることが分かる。
----	--

表6 水に物が溶ける様子についてのイメージの変容（児童 C2）

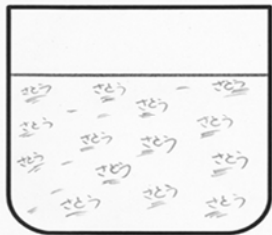
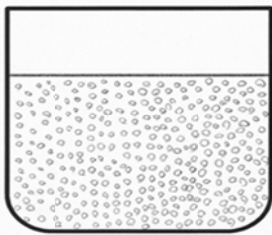
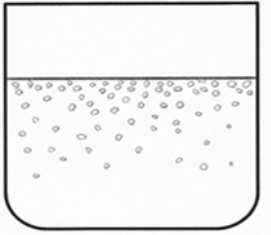
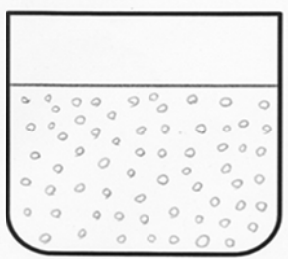
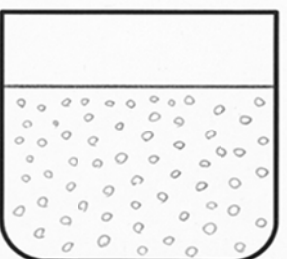
	水に固体が溶けた様子 （検証前）	水に固体が溶けた様子 （検証後）	水に気体が溶けた様子 （検証後）
児童 C2			
ワーク シート の記述	・ 混ぜて溶かした場合は、<u>全体にいきわたる</u>。（うっすらと）見える状態。	・ <u>目に見えなくても</u>，<u>食塩は水全体にある</u>と思う。 （<u>散らばっている</u>）	・ <u>気体は、上の方に集まって溶けている</u>と考えます。<u>気体は水の中だと上に上がっていくから</u>です。
考察	検証授業前は、水に溶けた砂糖を、文字で書いていることから、そこにあることは意識していても、その様子までは考えられていない。検証授業後は、溶けた物の様子まで意識していることがイラストからうかがえる。 検証授業前は、溶けた様子をはっきりと理解できず、うっすら見えると書いているが、検証授業後は、溶けると見えなくなることや、全体に散らばっていることなどを理解している。 固体が溶けることについての理解と、気体が溶けることについての理解にズレがあることが分かる。気体が上に行くと考えるのは、生活経験による既有知識が関係していると考えられる。		

表7 水に物が溶ける様子についてのイメージの変容（児童 C3）

	水に固体が溶けた様子 （検証前）	水に固体が溶けた様子 （検証後）	水に気体が溶けた様子 （検証後）
児童 C3			
ワーク シート の記述	・ 水の中の、<u>左右、上下、</u><u>ななめに広がっている</u>と思う。	・ 塩は<u>全体的に形を変えて、全面にある</u>と思う。それは、<u>蒸発したら形が変わった</u>から。	・ 上のように、<u>水全体に気体が広がっている</u>と思う。ぼくのイメージでは、<u>気体が、細かな粒になっている</u>と思うから、粒で描いた。

考察	・ 初めから，溶けている物の存在をはっきりと意識している様子が伺える。 ・ 溶けている物の様子については，形を変えてという表現から，3年生で学習した内容を想起し，活用して考えていることが分かる。また，気体が溶けている水溶液では，目に見えない気体を粒子としてイメージできていることが分かる。
----	---

ウ 水溶液に関する概念の変容

明確な予想や仮説をもたせる手立てを行ったことで，水溶液に関する概念についても変容が見られた。

気体の溶けている水溶液の存在については，授業の中で取り扱った内容でもあることから，すべての子どもが気体が溶けている水溶液について理解することができた（図25）。

水に溶けた物の存在については，5年生の「物の溶け方」の内容のため，今回の学習においては特に取り扱ってはいないが，既有知識を想起し，活用を図ったことで，全員が溶けて見えなくなった物の存在を理解することができた（図26）。

この結果から，子どもに明確な予想や仮説をもたせる手立てを行うことは，単元の目標を達成するためだけでなく，既習内容や既有知識の修正にも効果が期待できる。

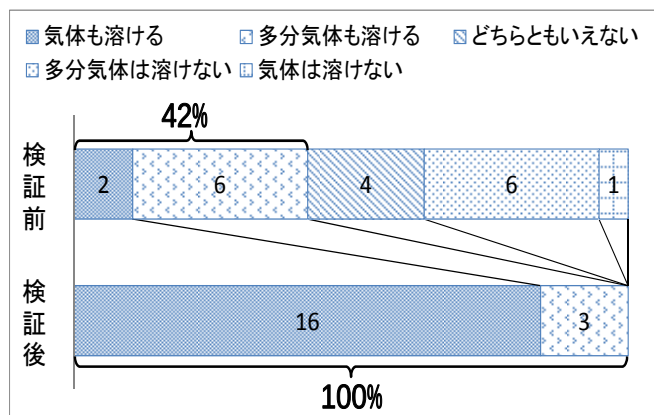


図25 気体の溶解について

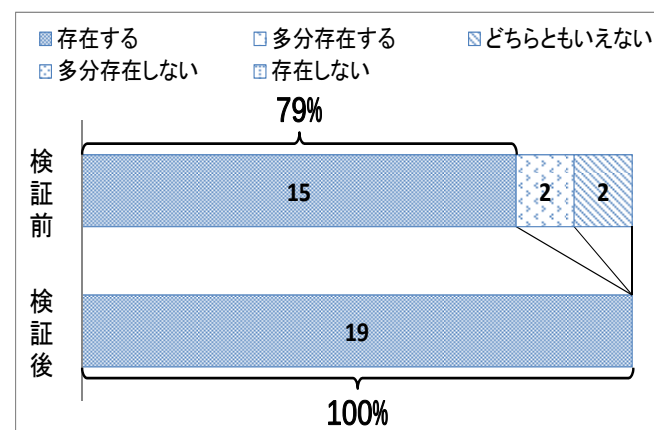


図26 溶けた物の存在について

研究の成果と課題

1 研究の成果

- (1) 単元構成や発問の工夫など，子どもに既有知識を意識しながら活用し，考えさせるための手立てを行うことが，確かな予想や仮説をもたせる上で効果的であることが分かった。
- (2) 確かな予想や仮説をもつことが，見通しをもった観察，実験や考察の深まりに影響することを確認することができた。
- (3) 既有知識に基づいた確かな予想や仮説は，観察，実験で誤りが明らかになった場合でも，主体的に問題点を見直したり，新たな観察，実験を工夫したりする態度の育成につながる事が分かった。

2 今後の課題

- (1) 自然事象と関連する多様な既有知識を引き出すために，事前の実態把握の在り方を検討していく必要がある。
- (2) 子どもが意欲的に追究する学習問題の設定と関連付けて，予想や仮説の質を高める工夫を検討していく必要がある。

引用文献

- 1) 森本 信也 著 『子どもの論理と科学の論理を結ぶ理科授業の条件』
1993 年 東洋館出版社
- 2) 庄司 和晃 著 『認識の三段階連関理論』(増補版) 1994 年 図書印刷株式会社

参考文献

- 文部科学省 『学習指導要領解説 理科編』 平成 20 年 大日本図書
- 庄司 和晃 著 『認識の三段階連関理論』(増補版) 1994 年 図書印刷株式会社
- 庄司 和晃 著 『仮説実験授業と認識の理論』 1976 年 季節社
- 庄司 和晃 著 『科学的思考とは何か』 1978 年
明治図書出版株式会社
- 赤川 元昭 著 『直観的発想と論理的思考』 2007 年
流通大学大学論集 経済・経営情報編 第 16 巻第 2 号
- 近藤 綾 著 『子どものソースモニタリング能力に関する研究動向と展望』
2007 年
広島大学大学院教育学研究科紀要 第三部 第 56 号
- 日本理科教育学会 編 『理科教育学講座 2 発達と科学概念形成』
1992 年 東洋館出版社
- 日本理科教育学会 編 『理科教育学講座 4 理科の学習論(上)』
1992 年 東洋館出版社
- 日本理科教育学会 編 『理科教育学講座 5 理科の学習論(下)』
1992 年 東洋館出版社
- 湯澤 正通 編著 『認知心理学から理科学習への提言』 1998 年 北大路書房

長期研修者〔 片平 嘉文 〕

担 当 所 員〔 山田 吉夫 〕

【研究の概要】

本研究は、自から考えを深める子どもの育成を目指し、
既有知識の顕在化を重視した指導の工夫を通して、子どもが明確な予想や仮説をもつような理科学習指導法について研究したものである。

具体的には、問題解決における予想や仮説の重要性について整理し、実態調査から検証単位に関する指導上の課題を明らかにした。また、既有知識を顕在化させる手立てとして、単元構成の工夫や教師の発問の工夫を行うことで、子どもが明確な予想や仮説をもち、自ら考えを深めるのではないかと考え、検証授業を行った。

その結果、明確な予想や仮説をもたせることが、自ら考えを深める子どもの育成に有効だということが明らかになった。

【担当所員の所見】

複数の観察者が、同じ自然事象を観察しても、得られる情報は全て同じであるとは限らない。これは、観察者の既有知識が異なるため、観察して得られる情報とその解釈が異なるからだと考えられる。このことから、個々の観察者の既有知識が、自然事象を観察する際の理論と結びついていることを前提として考えなければならない。

そこで、本研究が明らかにしようとしたことは、単に予想や仮説を重視した指導を行えば、子どもの考えが深まるということではない。予想や仮説の基になっている既有知識を、個々の子どもが自覚した時こそ、考えが深まるということに着目した研究である。

本研究では、具体的な思考過程として、庄司氏の三段階連関理論を参考にしている。その理論に基づいて授業作りを行う際、「気持ち的な思考」の段階から、「比喩的な思考」の段階へ、いかに子どもを導いていくかが最も大きな課題であった。

それを解決するための手立てとして、子どもの経験を重視した単元構成、及び自然事象と既有知識との関係に気付かせる発問に着目し、実践を行ったところ、子どもの意識や概念の変容を確認することができた。

自然事象について主体的に考える子どもを育成するためにも、一人一人の異なる既有知識に対応した指導を目指し、更に研究を深めていくことに期待したい。