

鹿児島県総合教育センター

平成30年度長期研修研究報告書

研 究 主 題

一連の問題解決の活動を自ら行おうとする児童を育成する
理科学習指導の在り方
一検証計画を発想し，他者と交流する活動を通して一

鹿児島市立吉野東小学校
教諭 上山崎 恭平

目 次

I	研究主題設定の理由	1
II	研究の構想	
1	研究のねらい	1
2	研究の仮説	1
3	研究の計画	2
III	研究の実際	
1	「一連の問題解決の活動を自ら行おうとする児童の姿」について	2
2	児童の実態について	
(1)	実態調査の方法	3
(2)	分析と考察	3
3	「目的が明確になった、より妥当な検証計画」について	4
4	目的が明確になった、より妥当な検証計画を発想させるための手立てについて	
(1)	学習過程の工夫について	5
(2)	個人で発想させるための手立てについて	6
(3)	グループで発想させるための手立てについて	6
(4)	全体での場での交流について	7
(5)	発問の工夫、定型化について	7
5	検証授業Ⅰの実際	
(1)	概要	8
(2)	検証の視点と具体的な手立てについて	10
(3)	授業の実際	11
(4)	検証授業Ⅰの成果と課題	14
6	検証授業Ⅱに向けての改善	
(1)	個人で検証計画を発想させるための手立てについて	14
(2)	「やってみようシート」の作成について	15
(3)	全体での場での交流の方法について	15
(4)	学習の振り返りの場の設定について	15
7	検証授業Ⅱの実際	
(1)	概要	16
(2)	授業の実際	19
(3)	検証授業Ⅱの成果と課題	24
IV	研究のまとめ	
1	研究の成果	24
2	研究の課題	25

I 研究主題設定の理由

今の児童が、成人して社会で活躍する頃、生産年齢人口の減少、グローバル化の進展や絶え間ない技術革新により、予測困難な時代が到来するといわれている。このような時代を前に、児童が様々な社会の変化に対して、積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め、再構成することで、新たな価値につなげていくことを通して、一人一人が自らの可能性を最大限に発揮できることが重要である。そこで、今回の学習指導要領の改訂では、児童が「見方・考え方」を働かせながら、問題解決の活動を通して、資質・能力を獲得することを目指しており、その際、教師が主体的・対話的で深い学びの視点で授業改善することが示された。

2015年に実施されたPISAやTIMSSの結果から、理科を学ぶことに対する関心・意欲や意義・有用性に対する認識は、諸外国よりも低いことが指摘された。また、平成29年度鹿児島学習定着度調査における意識調査の結果から、本校の児童は、「理科の授業では、どのような活動をする人が多いですか。」という問いに対して「手順や方法を考える。」や「調べ学習をする。」といった回答率が県平均よりも低いことが明らかになった。私自身、問題解決的な学習過程を意識して授業に臨んでいたが、一部の児童の予想や仮説だけを取り上げたり、観察、実験の方法を一方的に提示したりしていたために、児童に見通しをもたせながら、観察、実験に取り組ませることができていなかった。このような反省から、児童の予想や仮説を基に発想した検証計画で一連の問題解決の活動に取り組ませることによって、問題を解決するときの楽しさや喜びを味わわせられると考えた。

そこで、本研究では、まず、小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編を読み解き、理科の授業における「一連の問題解決の活動を自ら行おうとする児童の姿」を明らかにする。次に、児童が既習の内容や生活経験を基に予想や仮説、検証計画を発想する過程における児童の実態を把握する。そして、自ら検証計画を発想し、他者と交流することで、児童が問題意識をもって観察、実験に取り組むことができるような学習指導法を明らかにしていく。

このような研究を進めることで、観察、実験、結果の整理、考察といった一連の問題解決の活動においても、児童が問題意識を持続しながら活動するのではないかと考え、本研究主題を設定した。

II 研究の構想

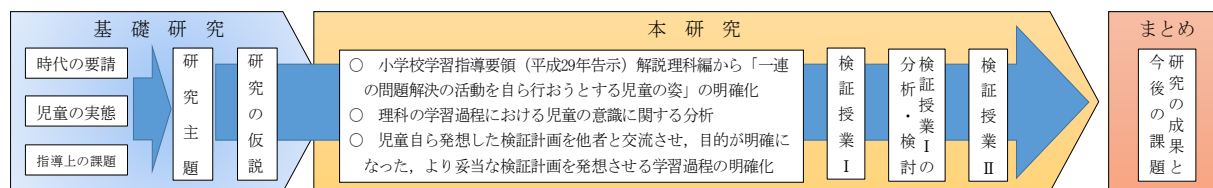
1 研究のねらい

- ア 小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編から「一連の問題解決の活動を自ら行おうとする児童の姿」を明らかにする。
- イ 理科の学習過程における児童の意識調査を実施し、実態を明らかにする。
- ウ 児童自ら発想した検証計画を他者と交流させ、目的が明確になった、より妥当な検証計画を発想させる学習過程を明らかにする。
- エ 検証授業を通して、一連の問題解決の活動を、児童自ら行わせるための手立てや工夫を明らかにする。
- オ 検証授業などの分析や考察を通して、研究の成果と課題を明らかにする。

2 研究の仮説

理科の授業において、「予想」や「予想を確かめるのに必要な実験器具」を基に、全ての児童に検証計画を発想させ、他者と交流する活動を充実させたならば、目的が明確になった、より妥当な検証計画が発想でき、主体的に問題解決しようとする態度を育てられるのではないだろうか。

3 研究の計画



Ⅲ 研究の実際

1 「一連の問題解決の活動を自ら行おうとする児童の姿」について

本研究では、「一連の問題解決の活動を自ら行おうとする児童の姿」を「自ら見いだした問題に明確な見通しをもち、問題意識を持続しながら、科学的に解決しようとする姿」と考えた（図1）。

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編^{*1)}では、「一連の問題解決の活動を自ら行おうとする児童の姿」として、次の四つの姿を示している。（括弧は筆者の加筆）

- ・ 意欲的に自然の事物・現象に関わろうとする姿（意欲）
- ・ 他者と関わりながら問題解決しようとする姿（協働）
- ・ 粘り強く問題解決しようとする姿（粘り強さ）
- ・ 学んだことを自然の事物・現象や日常生活に当てはめてみようとする姿（適用）

「意欲的に自然の事物・現象に関わろうとしている姿」とは、例えば、自然の事物・現象に対する気付きから、問題を見いだす姿などが考えられる。

「粘り強く問題解決しようとする姿」とは、例えば、児童の発想した予想や仮説と観察、実験の結果が不一致だった場合に、自らの予想や仮説、又はそれらを基にして発想した検証計画を振り返り、それらを見直し、再検討し、見通しをもちながら、別の科学的な解決方法で問題の解決に臨む姿などが考えられる。

「他者と関わりながら問題解決しようとする姿」とは、例えば、他者と自分の考えや意見を交流し、自らの考えを柔軟に見直し、より科学的なものに変容しようとしたり、観察、実験時にグループ等で役割分担をしたりするなどして、協働しながら問題解決の活動に取り組んでいる姿などが考えられる。

「学んだことを自然の事物・現象や日常生活に当てはめてみようとする姿」とは、例えば、授業の終末で、学び得た事柄を日常生活の中に当てはめ、そこから新たな問題を自ら見いだしている姿などが考えられる。

森本^{*2)}（2009）は、「理科学習で、子供が問題の追究に費やす時間は多くの場合、十数時間に及ぶことは珍しくなく、彼らの学習意欲を維持させることは重要な課題である。この意味で、子供が主体的に学習にかかわり見通しをもった観察、実験は、彼らの長時間にわたる学習意欲の向上にも寄与する。」と述べ、見通しをもたせることで、問題意識が持続し、主体的な学びが実現するということを指摘している。

これらのことから、「一連の問題解決の活動を自ら行おうとする児童の姿」を「自ら見いだした問題に明確な見通しをもち、問題意識を持続しながら、科学的に解決しようとする姿」と考えた。

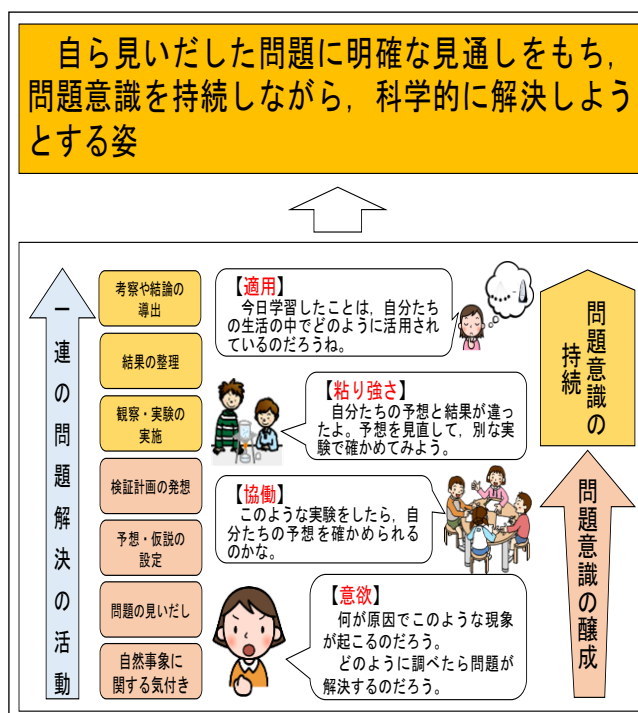


図1 一連の問題解決の活動を自ら行おうとする児童の姿

*1) 文部科学省 『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編』 平成30年 東洋館出版社

*2) 森本 信也 編著 『小学校 理科の指導 第2版』 平成23年 建帛社

2 児童の実態について

(1) 実態調査の方法

ア 対 象 鹿児島市立吉野東小学校第6学年児童36人

イ 実施日 平成30年5月30日

ウ 方 法 質問紙法

エ 内 容 理科学習における児童の意識調査について



(2) 分析と考察

図2より、「理科で学習したことは役に立ちますか。」という質問に対し、約九割の児童が肯定的に回答していることが分かる。

図3より、「自分たちで実験の方法を考えていますか。」という質問に対し、約四割の児童が否定的に回答していることが分かる。

図4より、「実験がうまくいかなかったとき、別な方法で実験に取り組んでいますか。」という質問に対し、約三割の児童が否定的に回答していることが分かる。

図5より、「考察するとき、他のグループの結果も合わせて考えていますか。」という質問に対し、約四割の児童が否定的に回答していることが分かる。

図6より、「理科の授業で学習したことを日常生活の中で活用できないか、考えていますか。」という質問に対し、約三割の児童が否定的に回答していることが分かる。

これらの実態から、本学級の児童は、理科で学習することに関しては、有用感を感じているが、主体的な態度で臨めていない児童もいることが分かる。

また、図3と図4、5、6には、相関があり、検証計画を発想していない児童は、粘り強く問題解決をしたり、多面的に考えたり、学んだことを日常生活に生かそうとしたりしていないことが分かった。これは、検証計画が自ら発想したものではないことから、問題意識を持続できていないからだと考えられる。

これらのことから、予想を確かめる検証計画を自ら発想させ、見通しをもたせながら問題を解決させる活動の充実が重要だと考えた。

調査1 理科で学習したことは役に立ちますか。

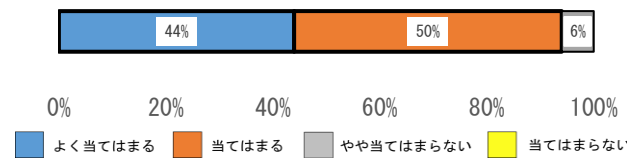


図2 理科を学ぶ有用感に関する意識

調査2 自分たちで実験の方法を考えていますか。

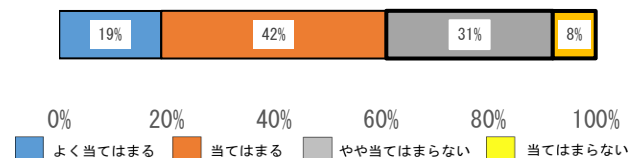


図3 検証計画の発想に関する意識

調査3 実験がうまくいかなかったとき、別な方法で実験に取り組んでいますか。

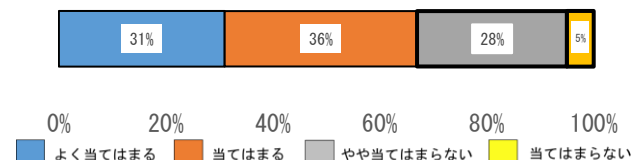


図4 粘り強く実験に取り組むことに関する意識

調査4 考察をするとき、他のグループの結果も合わせて考えていますか。

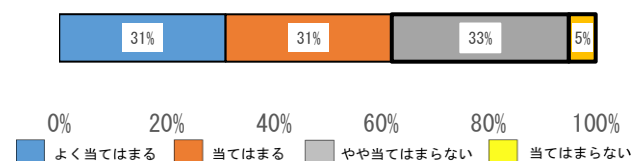


図5 多面的に考えることに関する意識

調査5 理科の授業で学習したことを日常生活の中で活用できないか、考えていますか。

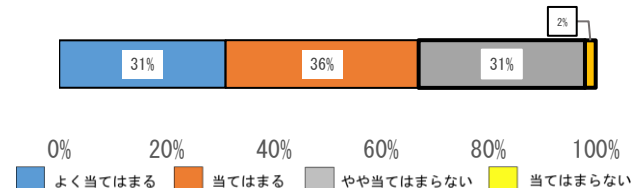


図6 学びを日常生活に生かそうとすることに関する意識

3 「目的が明確になった、より妥当な検証計画」について

本研究のねらいは、一連の問題解決の活動を児童自ら行おうとする児童を育成することである。大高^{*3)} (2013) は、児童に観察、実験の方法を計画させることは、児童の考え方の連続性を保障する。よって、予想を確かめる検証計画を発想する場を充実しなければならないと述べ、検証計画を自ら発想することが、児童の問題意識を持続させるということを指摘している。

そこで、本研究では「検証計画の発想」に重点をおいて研究を進めていく。

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編によると、観察、実験などの活動は、児童自ら目的や問題意識をもって意図的に自然の事物・現象に働き掛けていく活動であり、そのために、児童自らの予想や仮説に基づいて、検証計画を発想することとしている。問題解決の際には、「科学的な条件」や「理科の見方・考え方」、「安全面」が重要であるため、児童が発想する検証計画には、図7のような要素が重要になってくると考えた。

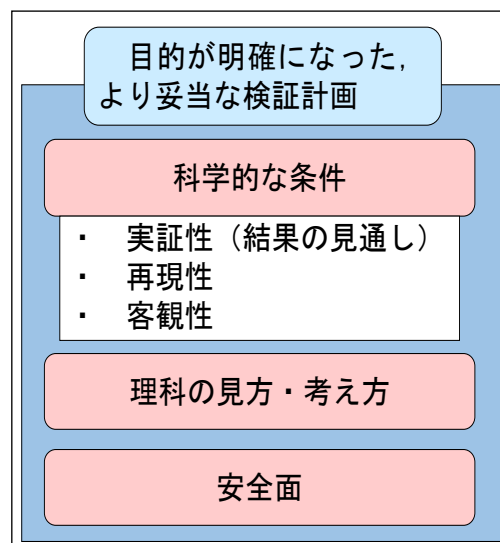


図7 検証計画に必要な要素

「科学的な条件」とは、自然の事物・現象についての問題を解決するために必要な事柄であり、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。

「実証性」とは、児童が発想した予想や仮説を観察、実験などによって検討できるという条件である。この中における、「結果の見通し」とは、自ら発想した検証計画によって、どのような結果が得られるのかということを児童が予想していることを指す。

「再現性」とは、人や時間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である。

「客観性」とは、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である。

「理科の見方・考え方」とは、資質・能力を育成する過程で児童が働かせる、物事を捉える視点や考え方のことを指す。従来の学習指導要領では、「科学的な見方や考え方」を育成することを目標として位置付けていたが、今回の学習指導要領の改訂では、学習過程の中で働かせる視点や考え方として位置付けられた。

また、「理科の見方・考え方」に関して、次のように整理された^{*4)}（表1）。

表1 理科の見方・考え方について

理科の「見方」		理科の「考え方」
様々な事象等を捉える各教科ならではの「視点」		学習活動の中で、どのような考え方で思考していくかということ
領 域	視 点	○ 比較する（差異点や共通点を見つける） ○ 関係付ける（変化と要因を結び付ける） ○ 条件を制御する（変える条件、変えない条件を区別する） ○ 多面的に考える（事物・現象を複数の方向から考える）
エネルギー	量的・関係的な視点	
粒 子	質的・実体的な視点	
生 命	共通性・多様性の視点	
地 球	時間的・空間的な視点	

*3) 大高 泉 『新しい学びを拓く 理科 授業の理論と実践』 平成25年 ミネルヴァ書房

*4) 鹿児島県総合教育センター 『小学校学習指導要領解説Q&A 理科』

「安全面」とは、検証計画の中の危険な要素を取り除き、安全に実験ができるということを指す。

これら三つの要素が入った検証計画を自ら発想する活動を経ることで、児童が目的を明確にもち、その後の問題解決の活動が主体的な活動となり、意味や価値をもつものになると考えた。

4 目的が明確になった、より妥当な検証計画を発想させるための手立てについて

(1) 学習過程の工夫について

「理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ」*5)では、資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージが示された。本研究では、検証計画の発想の学習過程に重点をおいて指導していくことにした。児童が「目的が明確になった、より妥当な検証計画」を発想することができるようにするために、ここでの学習過程を工夫する。

まず、「問題に対する予想（以下、予想）」や「予想を確かめるために必要な実験器具（以下、必要な実験器具）」について考えさせ、個人で検証計画を発想させる。

次に、同じ「予想」と「必要な実験器具」を発想している児童同士でグルーピングを行い、グループで検証計画を発想させる。

さらに、グループで発想した検証計画を全体場で発表させ、他のグループとの質問・助言等の交流を行うことで、検証計画を振り返らせる。

これらの過程を通して、児童は、目的が明確になった、より妥当な検証計画を発想することができると考えた。また、児童の問題意識を醸成させることで、その後の「観察、実験の実施」、「結果の整理」、「考察や結論の導出」などの問題解決の活動において問題意識が持続され、予想や検証計画を振り返りながら、科学的に解決しようとする児童を育成できると考えた（図8）。

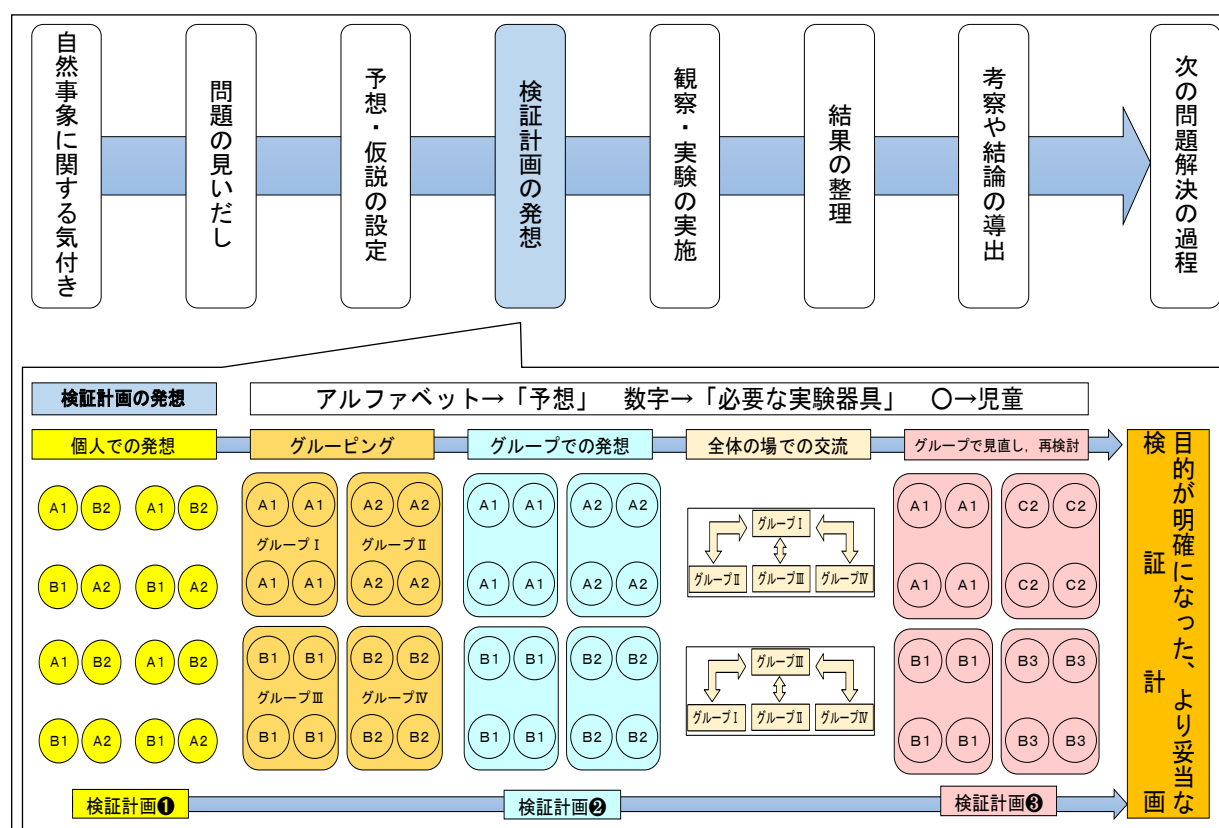


図8 検証計画の発想における学習過程の工夫について

*5) 文部科学省 『理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ』 平成28年

(2) 個人で発想させるための手立てについて【p. 5 図 8 検証計画①】

自分の「予想」に基づいて、問題解決に臨めるようにするために、まず、個人で検証計画を発想させる。個人で検証計画を発想させるためには、「発想の材料」と「発想の要素」が必要だと考える。「発想の材料」とは、「予想」と「必要な実験器具」を指す。「予想」の違いは実験器具の選定に関わる。「発想の要素」とは、「実証性（結果の見通し）」、「再現性」、「客観性」、「理科の見方・考え方」、「安全面」のことを指す。授業の導入で、児童に、この「発想の材料」と「発想の要素」の2点をつぶやかせる。つぶやかせるとは、児童が思ったことや考えたことを発言させることである。

このようなつぶやきにより、それを手掛かりにすることで児童全員が検証計画を発想できるようになると考えた（図9）。

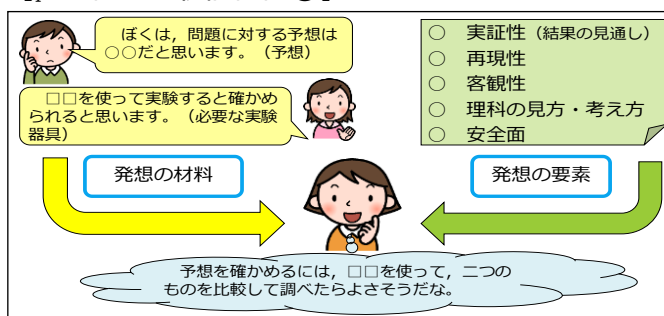


図9 個人で検証計画を発想する際のイメージ

(3) グループで発想させるための手立てについて【p. 5 図 8 検証計画②】

グループで検証計画を発想させるために、同じ「予想」と「必要な実験器具」を発想している児童同士でグルーピングを行う必要があると考えた。グルーピングを行うことで、「発想の材料」、「発想の要素」が共有され、「目的が明確になった、より妥当な検証計画」が発想できると考えた。

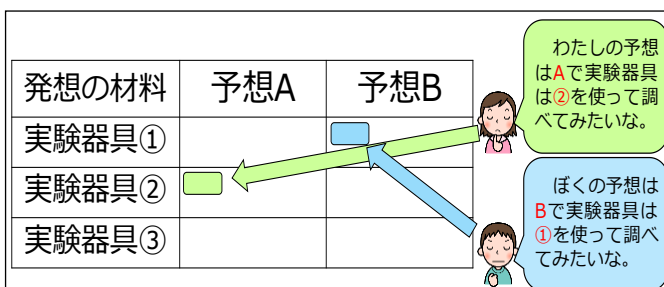


図10 グルーピングの方法について

グルーピングの際には、個人で検証計画を発想した後に、ネームカードを、「予想」と「必要な実験器具」の二つの観点で整理された表に貼らせるようにした（図10）。

グループで検証計画を発想する際は、個人で発想した検証計画の差異点や共通点を中心に話し合うように指示する。差異点や共通点を話し合うことで、発想の要素の不足に気付いたり、学習に見通しをもったりすることができる。また、このときに「発想の要素」をいつでも振り返ることができるように、「発想カード」を各グループに配布しておくようにした（図11）。

また、全体の場での交流時に、グループで発想した検証計画を他のグループに理解してもらえるようにするために、グループで発想した検証計画をホワイトボードにまとめさせ、可視化した（図12）。ホワイトボードには、「実験方法」と「結果の見通し」の2点を記入できるように枠を設定した。

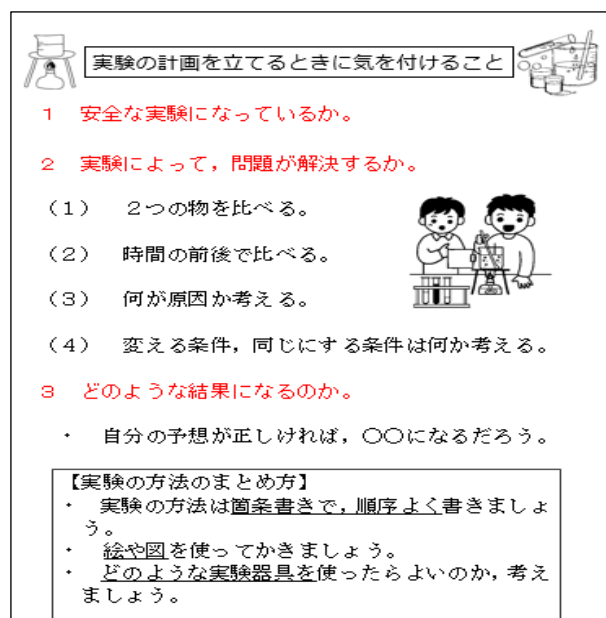


図11 発想カード

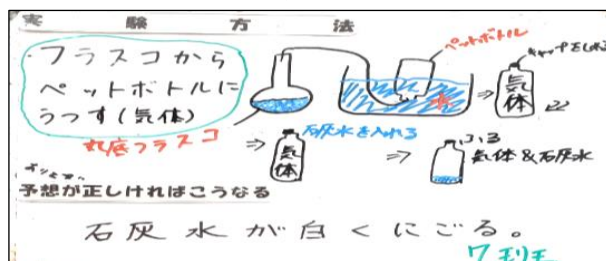


図12 ホワイトボード

(4) 全体の場合での交流について【p.5 図8 検証計画③】

目的が明確になった、より妥当な検証計画を
発想させるために、グループで発想した検証計
画を全体場で発表し、交流する場を設定した。

全体場でグループの検証計画を発表させる
場を設定することで、自分たちとは異なる「予
想」や「必要な実験器具」を発想しているグル
ープの考えに触れることができると考えた。

発表した検証計画に対し、質問・助言、また、
それらに対する返答を繰り返させることで、検
証計画を発表したグループ、質問・助言をしたグル
ープ、それを聞いているグループが、「発想の
要素」を基に、自分たちの検証計画を振り返り、
見直し、再検討できるようになると考えた（図
13）。

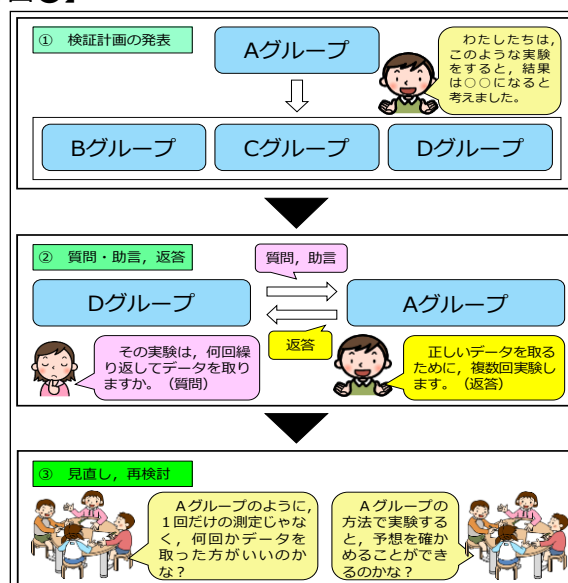


図13 全体の場合での交流（イメージ図）

(5) 発問の工夫、定型化について

問題解決の活動を児童の思考の流れに沿って進めていく上で、発問の工夫、定型化は重要である。角屋ら^{*6)}（2005）は、児童が事象と既習の内容や生活経験を結び付けたり、教師が児童の多様な気付きを整理したりすることが難しいため、発問を定型化することにより、教師も児童も問題解決の活動に慣れ、問題解決の思考が身に付くと述べている。そこで、検証計画の発想の学習過程における主たる教師の発問・指示を整理した（表2）。

表2 検証計画の発想の学習過程における発問・指示

学習過程	教師の発問・指示	
検証計画の発想	個人で検証計画を発想する ○ 「予想」と「必要な実験器具」を基に実験方法を考えましょう。 グループで検証計画を発想する ○ それぞれが考えた実験方法と同じ部分と違う部分を中心に話し合ひましょう。	
	発想の要素	
	科学的な条件	○ 自分たちの考えた実験方法で実験すると、どのような結果が得られそうですか。【実証性】 ○ 考えた実験方法で、予想を確かめられますか。【実証性】 ○ 何回、その実験を繰り返しますか。【再現性】 ○ 他のグループから、質問や助言を受け、変えるところはありませんか。【客観性】
	理科の見方・考え方	○ 何が分かればよいですか。【理科の見方】 ○ 何と何を比べたらよいですか。【理科の考え方】 ○ 何が原因で、このような現象が起きたと考えられますか。【理科の考え方】 ○ 同じにする条件と、変える条件は何にしたらいいですか。【理科の考え方】
	安全面	○ 安全に行える実験方法になっていますか。【安全面】

*6) 角屋 重樹 編著 『小学校 理科の学ばせ方・教え方事典 改訂新装版』 平成21年 教育出版

5 検証授業 I の実際

(平成30年 6 月19日～28日, 対象: 本校第 6 学年38人, 1 学級において実施)

(1) 概要

ア 単元名 「生き物のくらしと環境」

イ 単元の目標

生き物と食べ物, 空気, 水との関わりに興味をもち, 人や動物の食べ物の元は植物であることや, 生き物は「食べる」, 「食べられる」という関係でつながっていること, 空気中の酸素は植物が出していること, 水は生き物にとって不可欠なものであることを, 自ら発想した検証計画で実験したり, 資料等を活用し調べたりする活動を通して, 生き物は互いに関わり合っていて生きていることを捉えることができるようにする。

ウ 単元における目指す資質・能力

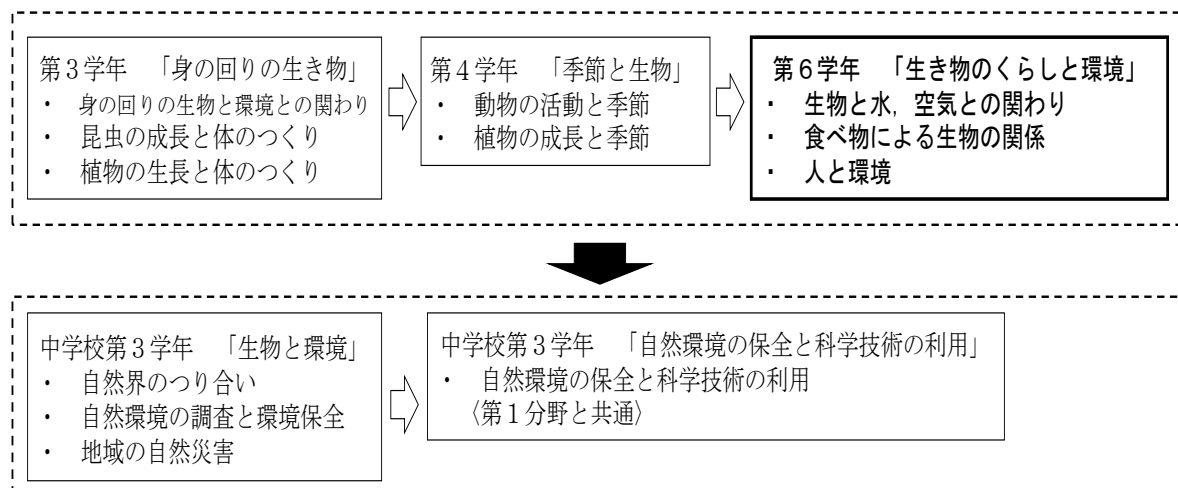
知識及び技能	思考力, 判断力, 表現力等	学びに向かう力, 人間性等
○ 人や動物の食べ物の元は植物であることを理解する。 ○ 生き物の間には, 「食べる」 「食べられる」という関係があることを理解する。 ○ 気体検知管等を適切に用いて, 酸素と二酸化炭素の割合を調べ, 生き物と空気の関係について理解する。 ○ 生き物と水との関わりについて, 資料などを基に調べ, 結果をまとめる。	○ 生き物の食べ物を通した関わり合いについて, 予想や仮説をもち, 自分の考えを表現する。 ○ 生き物と食べ物, 空気, 水との関わりについて調べたことや, 実験の結果を基に多面的に考察し, 表現する。 ○ 予想や仮説を基に, 検証計画を発想し, それらを他者と交流する。	○ 生き物と食べ物, 空気, 水との関わりに興味をもち, 進んでそれらの関係について考えようとする。 ○ 自分の考えた予想や仮説, 検証計画を振り返りながら粘り強く問題を解決しようとする。

エ 単元の位置とねらい

本内容は, 第 4 学年「B (2) 季節と生物」の学習を踏まえて, 「生命」についての基本的な概念等を柱とした内容のうちの「生物と環境の関わり」に関わるものであり, 中学校第 2 分野「(7) ア(ア) 生物と環境」の学習につながるものである。

ここでは, 児童が, 生物と水, 空気及び食べ物との関わりに着目して, それらを多面的に調べる活動を通して, 生物と持続可能な環境との関わりについて理解を図り, 観察, 実験などに関する技能を身に付けるとともに, 主により妥当な考えをつくりだす力や生命を尊重する態度, 主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。

オ 単元における系統



カ 児童の実態と考察（調査人数36名 質問紙法、複数回答有り、主な項のみ記入、数字は人数）

表3 水が必要と思うか

思う	生きていけないから	18
	熱中症になるから	7
	のどがかわくから	7
	植物が育たないから	5
思わない	ジュースがあるから	1
分からない		1
その他		

表4 植物が必要だと思うか

思う	酸素を作るから	11
	空気をきれいにするから	6
	他の動物が困るから	4
	食べ物だから	4
思わない	植物がなくても生きていけるから	6
分からない		
その他		5

表5 動物が必要だと思うか

思う	食べ物がなくなるから	11
	人の役に立つから	3
	人も動物だから	3
	ふれ合いたいから	3
思わない		
分からない		2
その他		14

表6 酸素が多いことを何で確かめるか

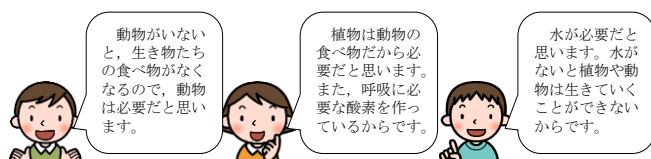
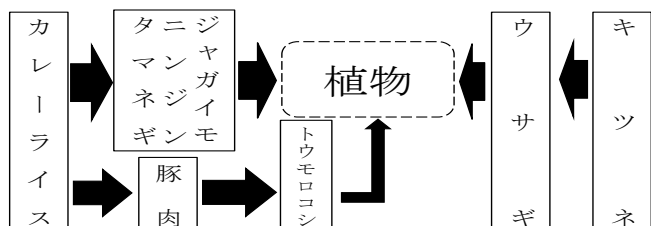
気体検知管を用いて確かめる	20
燃焼実験を行って確かめる	6
無回答	10

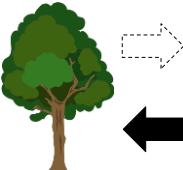
表7 二酸化炭素が多いことを何で確かめるか

気体検知管を用いて確かめる	20
石灰水を用いて確かめる	5
燃焼実験を行って確かめる	5
無回答	6

本学級の児童は、表3から、水が必要と考えている児童が多いことが分かる。これは、生活経験を通して水が自分にとって必要なものと捉えているからだと考えられる。また、表4から、植物が必要と考えている児童が多いことが分かる。これは、植物が空気中の酸素を作ったり、空気をきれいにしたりすると捉えているからだと考えられる。これらは、環境問題に関する報道等により情報として得る機会が多いことが一つの理由として考えられる。表5から、動物が必要だと考えている児童が多いことが分かる。これは、動物が食べ物になることや、人も動物の仲間であるということなどを、既習の内容や生活経験を通して捉えているからだと考えられる。表6、7から、酸素が多いことや、二酸化炭素が多いことを、気体検知管を用いて確かめると考えている児童が多くいるが、燃焼実験や石灰水を用いて確かめることを考えている児童もいることが分かる。これは、燃焼実験や石灰水を用いて、酸素や二酸化炭素の気体の割合の変化を確認する実験を行った経験から発想したものと考えられる。

キ 単元の指導計画（全6時間）

次	主 な 学 習 活 動	指導上の留意点
第一次 生きるのに必要なもの（二時間）	動物や植物、水は、どうして必要なのだろうか。  - 生き物と食べ物はどのように関わっているのか。 - 生き物と空気はどのように関わっているのか。 - 生き物と水はどのように関わっているのか。	○ 生き物が、食べ物、空気、水と関わっていることに興味をもたせるために、教科書の写真や、既習の内容、生活経験などから、「なぜ、動物や植物や水が必要なのか。」と発言し、考えさせる。
第二次 食べ物との関わり（二時間）	人やほかの動物の食べ物の元は何だろうか。  人の食べ物や他の動物の食べ物の元は植物である。	○ 食べ物の元をたどると、植物に行き着くことを捉えさせるために、給食の献立表などから具体的な料理を決めさせ、どのような材料からできているかを考えさせたり、動物が何を食べているのかを情報端末機器等を活用して調べさせたりする。

第二次 食べ物との関わり (二時間)	生き物は、食べ物を通して、どのように関わっているのだろうか。 落ち葉 ↓ 分解者 植物 ↓ 草食動物 ↓ 肉食動物 肉食動物も直接は食べないけれど、植物と関わっているね。 生き物は「食べる」、「食べられる」という関係でつながっており、このつながりを食物連鎖という。	○ 生き物は複雑に関わり合いながら生きていることを捉えさせるために、「食べられるもの」から「食べるもの」への矢印をたどらせたり、ある1種類の生き物が増減することで他の生き物にどのような影響が出るのかを考えさせたりする。									
第三次 空気との関わり (二時間)	植物はどのような気体を取り入れて、出しているのだろうか。  酸素 ← 二酸化炭素 私は植物が二酸化炭素を取り入れて、酸素を出す予想したよ。酸素が多く出たことを確かめるには、どうしたらいいだろう。 この結果から、植物は日光が当たると、二酸化炭素を取り入れて酸素を出していることが分かるね。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>結 果</th><th>酸素</th><th>二酸化炭素</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>初め</td><td>16%</td><td>5%</td></tr> <tr> <td>数時間後</td><td>18%</td><td>3%</td></tr> </tbody> </table> 植物は日光が当たると、二酸化炭素を取り入れ、酸素を出している。	結 果	酸素	二酸化炭素	初め	16%	5%	数時間後	18%	3%	○ 根拠を基にした予想や仮説を設定させるために、今までに行ったことのある実験や生活経験を想起させる。 ○ 個人で検証計画を発想させるために、「予想」と「必要な実験器具」の2点を観点に、グルーピングをする。 ○ 活動の見通しをもたせるために、発想した検証計画による結果の予想をさせる。
結 果	酸素	二酸化炭素									
初め	16%	5%									
数時間後	18%	3%									
第四次 水との関わり (一時間)	水は生き物にとってどのようなはたらきをしているのだろうか。 水が無いと、人や動物、植物は生きていきません。 人や動物、植物の体には、多くの水が含まれています。 ・ 人やほかの動物、植物のからだには、多くの水がふくまれている。水によってからだのはたらきを保ち、生きている。 ・ すべての生き物は、水を取り入れないと生きていけない。	○ 水が生き物にとって必要なものであることを捉えさせるために、植物の水の通り道の学習内容などを想起させる。 ○ 生き物と水との関わりを捉えさせるために、人や動物の体には、多くの水が含まれていることや、植物は、水が無くなると、体を支持できなくなったり、養分を運ぶことができなくなったりすることを理解させる。									

(2) 検証の視点と具体的な手立てについて

ア 個人で検証計画を発想させるための手立てについて

「つかむ」過程では、「発想の材料」を児童からつぶやかせる。まず、「物の燃え方と空気」や「動物のからだのはたらき」の単元で学習した、「物が燃えるときは酸素の一部を使い、二酸化炭素が出てくること」や「人は呼吸で酸素の一部を取り入れ、二酸化炭素をはき出すこと」を振り返らせる。次に、「このままでは、酸素が無くなり、二酸化炭素が増え続け、生き物は死んでしまうのではないか。」と発問し、「植物が二酸化炭素を吸収し、酸素を出している。」という予想や、「植物は動物と同じように呼吸をしている。」などの予想を出させる。そして、「酸素や二酸化炭素の割合の変化をどのような実験器具を使ったら確かめられそうか。」と発問し、予想を確かめるのに必要な実験器具をつぶやかせる。このように、「予想」と「必要な実験器具」を「発想の材料」とし、個人で検証計画を発想させる (図14①)。

イ グループや全体場で目的が明確になった、より妥当な検証計画を発想させるための手立てについて

「見通す」過程では、まず、同じ「予想」と「必要な実験器具」で検証計画を発想している児童同士でグルーピングを行わせる。グルーピングでは、「予想」と「必要な実験器具」が整理された表にネームカードを貼らせる。次に、グループでは、個人で発想した検証計画の差異点や共通点を中心に話し合わせる。グループで発想した「検証計画」と「結果の見通し」をホワイトボードに書かせる（図14②）。

そして、全体場で検証計画を発表させ、互いに質問や助言をさせることで、観察、実験前に検証計画を振り返る視点を全員が共有できるようにする。その後、グループで検証計画の見直し、再検討する場を設定する（図14③）。

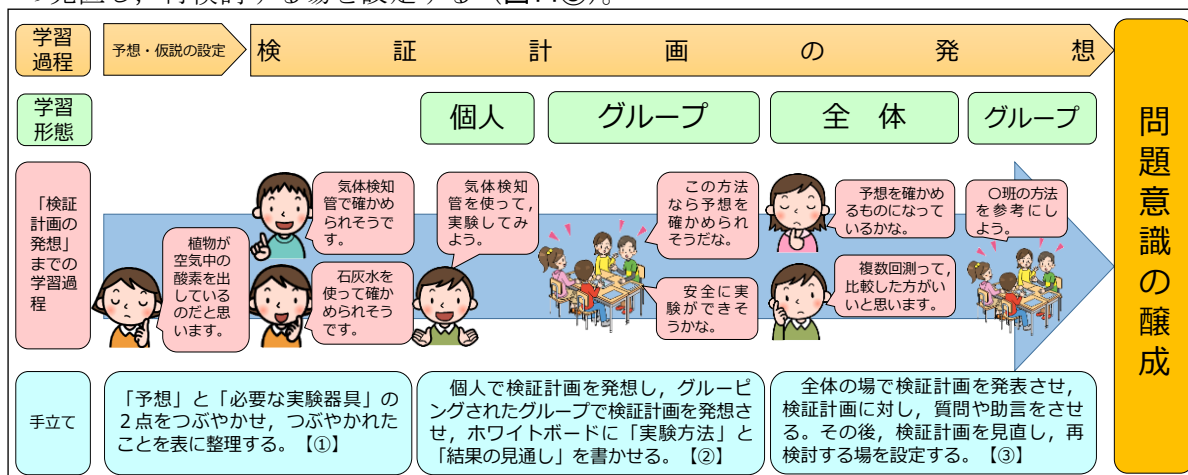


図14 検証計画の発想までの指導上の手立て（第6学年 単元「生き物のくらしと環境」より）

(3) 授業の実際

ア 研究の視点

視点1 「予想」や「必要な実験器具」について、考え、つぶやかせることで、それを手掛かりに全ての児童が自ら検証計画を発想することができているか。

視点2 同じ「予想」と「必要な実験器具」でグルーピングを行い、検証計画を発想させ、全体場で検証計画を交流させることで、より妥当な検証計画を発想することができているか。

イ 実際（児童とのやり取りを中心に一部記載）

過程・学習形態	○…教師の手立て T…教師の主な発問 C…児童の主な反応
つかむ	○ 人の呼吸の際の気体の出入りや物が燃えたときの気体の割合の変化について振り返らせる。【視点1】 T 呼吸をしたり、物を燃やしたりする活動が続けることで、酸素を使い続けて、二酸化炭素を出し続けています。このままだと酸素が無くなって息ができなくて死んでしまうのではないですか。 C 植物があるから大丈夫です。植物が酸素を出しています。 T 植物は呼吸していないのですか。 C 呼吸もしていますが、酸素を多く出していると思います。 T それでは、今日は、植物が何の気体を取り入れて、出しているのかを調べましょう。 植物はどのような気体を取り入れて出しているのだろうか。



	個人	○ 気体の割合の変化をどのようにして、調べられるか、考えさせ、つぶやかせる。【視点1】 T 気体の割合の変化はどのようにして調べたらよいでしょうか。 C 気体検知管で調べられます。(その他・・・石灰水) T それでは、どのような実験をしたらよいのか、考えましょう。実験を考えるときに、予想を確かめる実験になっているか、安全か、といった視点で考えてみましょう。
	グループ	○ 同じ「予想」と「必要な実験器具」を発想している児童同士でグルーピングを行う。【視点2】 T 自分がどの予想で、どの実験器具で確かめようと思ったのか、ネームカードを黒板に貼しましょう。 ○ グループで検証計画を交流させる。【視点2】 C 袋をかぶせないで、外の空気と入れ替わってしまうと思うよ。 C 石灰水を植物に与えて、葉の色が白くなるか、調べてみたらどうかな。 C 呼吸やものを燃やした後の空気を再現するために、二酸化炭素を増やした方がいいと思うよ。 C 二酸化炭素だけではなくて、酸素も調べよう。
	全体	○ グループで発想した検証計画を全体場で発表させる。【視点2】 C 袋を植物にかぶせて、気体検知管で気体の割合を調べます。 T 調べるのは、袋をかぶせて時間が経った後だけでいいですか。 C 袋をかぶせる前も調べる必要があります。 T 空気中に二酸化炭素は0.03%しかないけど、二酸化炭素が減っていると思っているグループはこのまま実験してもいいですか。 C 二酸化炭素を初めに入れます。 T 息を吹き込んだり、ボンベで気体を入れたりする必要がありますね。
	グループ	○ グループで検証計画を見直し、再検討する時間を設定する。【視点2】 C 二酸化炭素を初めに入れたほうがよさそうだね。 【グループで発想した検証計画】 全体場で検証計画を交流することで、「発想の要素」を基に見直し、再検討することで、より妥当な検証計画が発想できている。(点線部) 全体場での交流を通して、気体検知管を使って、空気を2回測定することや、二酸化炭素を初めに吹き込み、問題場面を再現する必要性に気付いたことが分かる。(点線部)

実
験

T それでは、自分たちの考えた実験方法で実験に取り掛かりましょう。

〈気体検知管で測定したグループ〉

C 1 やっぱり、二酸化炭素の割合が減っているね。

C 2 酸素の割合が初めに測ったときに比べて増えているね。

C 3 ということは、植物は、二酸化炭素を吸収して、酸素を出しているということになるね。

〈実験に失敗したグループ〉

C 1 初めに測った気体の割合と変化がないよ。

C 2 他のグループは、変化があったみたいだよ。

C 3 どこか、ミスがあったと思う。

C 4 袋に穴が空いている。セロハンテープで塞ぐのを忘れてしまったから、空気が入れ替わったのかな。

結
果
の
整
理
・
考
察
や
結
論
の
導
出

T 結果が書かれた紙を持ってきてください。

	(3) 班	
	酸素	二酸化炭素
初め	15 %	2 %
数時間後	18 %	1 %

	(6) 班	
	酸素	二酸化炭素
初め	18 %	5.5 %
数時間後	20 %	2 %

【実験の結果】

T それでは、この結果から、何がわかりますか。

C 酸素の割合が増えて、二酸化炭素の割合が減っていることがわかります。

T その結果から、どのようなことが考えられますか。

C 植物が二酸化炭素を取り入れて、酸素を出していると考えられます。

T それでは、今日の学習をまとめましょう。

植物は日光が当たると、二酸化炭素を取り入れ、酸素を出している。



ウ 児童の変容と考察（対象：本校第6学年 児童36人 平成30年6月30日 質問紙法）

「理科で学習したことは役に立ちますか。」という質問に対して、「よく当てはまる」と回答した児童の割合は、31ポイント増加した（図15）。これは、児童が予想を確かめる検証計画を発想し、自らの検証計画で実験を行い、問題解決をすることで、実感の伴った理解が図られたからだと考えられる。

「自分たちで実験の方法を考えていますか。」という質問に対して、「よく当てはまる」と回答した児童の割合は、52ポイント増加した（図16）。これは、問題に対する予想を確かめる検証計画を個で発想した後、他者と交流する活動を充実させたからだと考えられる。

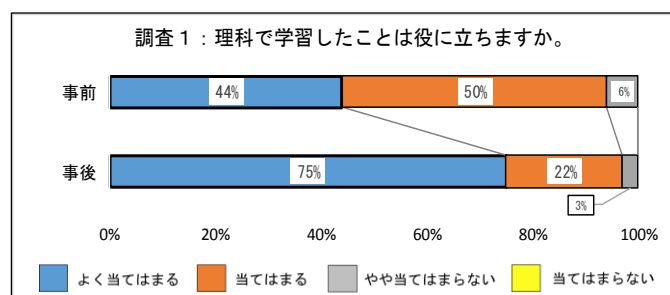


図15 理科を学ぶ有用感に関する意識

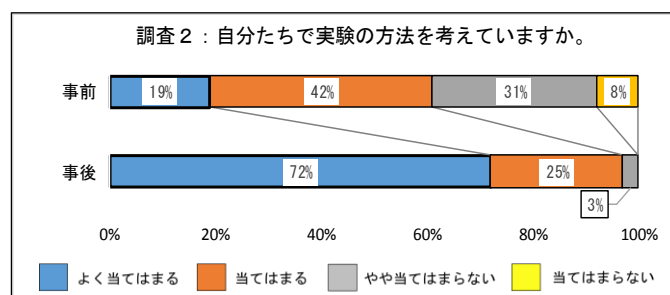


図16 検証計画の発想に関する意識

「実験がうまくいかなかったとき、別な方法で実験に取り組んでいますか。」という質問に対して、「よく当てはまる」と回答した児童の割合は、16ポイント増加した(図17)。これは、検証計画を発想する過程において、児童が発想した検証計画で実験をしたときに、どのような結果が得られるかの、見通しをもった状態で、観察、実験を実施させることができたからだと考えられる。

「考察するとき、他のグループの結果も合わせて考えていますか。」という質問に対し、「よく当てはまる」と回答した児童の割合は30ポイント増加した(図18)。これは、検証計画を全体の場で交流させることにより、他のグループの検証計画を理解することができたからだと考えられる。

「理科の授業で学習したことを日常生活の中で活用できないか考えていますか。」という質問に対して、「当てはまる」と回答した児童は、8ポイント増加した(図19)。これは、問題解決の過程の中で得た知識や新しい決まりを適用しようとする意欲が高まったからだと考えられる。

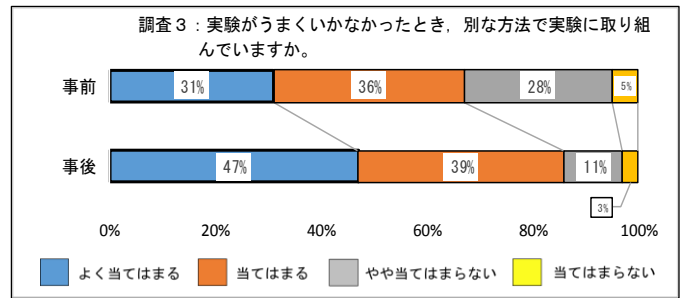


図17 粘り強く実験に取り組むことに関する意識

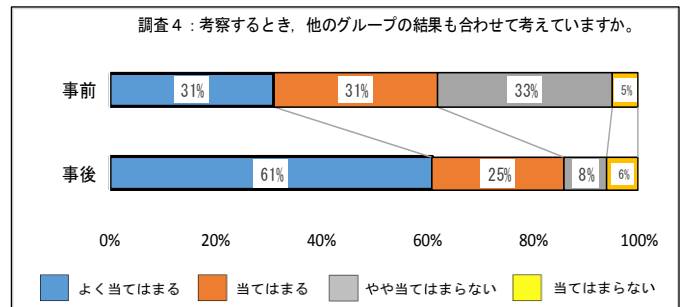


図18 多面的に考えることに関する意識

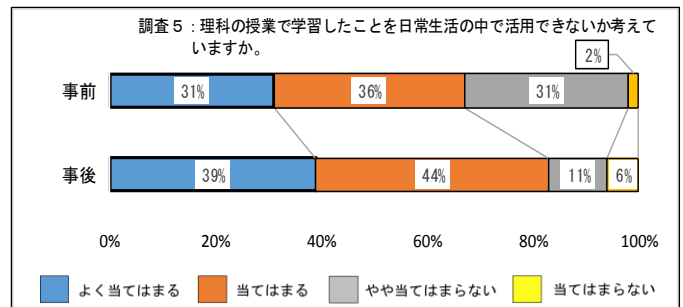


図19 学びを日常生活に生かそうとすることに関する意識

(4) 検証授業Ⅰの成果と課題

	成 果	課 題
視点1	「予想」と「必要な実験器具」をつぶやかせることが、検証計画を発想させる手掛かりとなった。	あらかじめつぶやかれたもの以外(袋・ゴム等)の実験器具を使った検証計画を発想できない児童が見られた。
視点2	- グループで検証計画を発想するとき、目的が明確になった、より妥当な検証計画が発想できた。 - 全体の場で検証計画を交流させることで、「発想の要素」を基に検証計画を見直し、再検討する姿が見られた。	- 自ら発想した検証計画と、グループで発想した検証計画の違いをノートに記録できていないことから、学びの変容を自覚することができなかった。 - 検証計画を見直し、再検討させる際の要素を児童から引き出すことができなかった。

6 検証授業Ⅱに向けての改善

(1) 個人で検証計画を発想させるための手立てについて

検証授業Ⅰより、つぶやかれたもの以外の実験器具(袋・ゴム等)を使っている検証計画を発想できない児童や、実験に使う植物が鉢に植えられた植物なのか、野外に生えている植物を用いるかなど、様々な検証計画を発想している姿が見られた(図20)。このことにより、同

じ「予想」と「必要な実験器具」で発想している児童同士でグルーピングを行っても、グループによる検証計画の発想が難しい場合があった。

そこで、検証計画を発想する際に必要な「発想の要素」をいつでも振り返ることができるような発想カード (p.6 図11) や、どのグループも共通して用いる実験器具は、教師側から提示するなど、おおまかな検証計画のイメージをもたせるように工夫することとした。

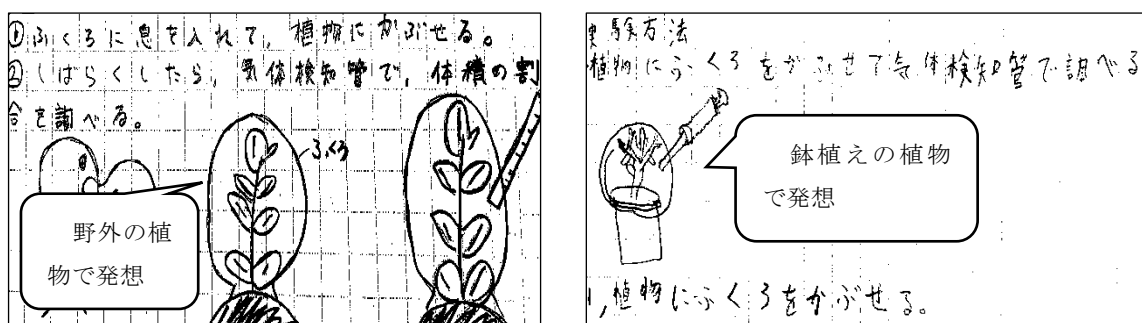


図20 児童のノート

(2) 「やってみようシート」の作成について

検証授業Ⅰより、自ら発想した検証計画と、最終的に発想した検証計画の違いをノートに記録できていなかった児童が多く見られた。これは、グループや全体場で交流し、検証計画を見直し、再検討された部分をノートに記録させる時間を設定していなかったり、どのように修正するか、指示が無かったりしたためだと考えられる。

そこで、検証計画を発想する際には、学習過程に沿った「やってみようシート」を作成した (図21)。その中で、グループや全体場で検証計画を見直し、再検討した部分は「赤」で書き、どの部分を見直し、再検討したのか、視覚的に分かりやすい形で残るように指示を工夫した。

(3) 全体場での交流の方法について

検証授業Ⅰより、全体場での交流の過程の中で、教師側から「発想の要素」を初めから発問、提示してしまい、児童から引き出すことができなかった。児童自らが「発想の要素」を基に、検証計画を見直し、再検討できる発問を工夫する必要がある。そこで、「この実験方法で自分たちの予想が確かめられそうですか。(実証性を問う発問)」や、「自分たちの考えた実験方法と比較して、質問や助言がありませんか。(比較させ、不備に気付かせる発問)」など、検証計画を見直し、再検討できる発問を行うこととした。

(4) 学習の振り返りの場の設定について

検証授業Ⅰの中で、児童が結論として得られた事象の性質や規則性、問題解決における手続き、新たな疑問等を振り返る場の設定をしておらず、児童の学びを自覚させることができていなかった。そこで、「やってみようシート」に振り返りを書かせた後、発表させることとした (図21)。

単元名 () 6年 () 組 () 番 名前 ()	
【問題】	
【予想とその理由 (理由は思いっつけば書きましょう)】	
【実験の方法…グループや全体の話を聞いて変える所は、 赤 で書きましょう。】	
【実験の結果の予想】	
【実験の結果】	
【結果から考えられること】	【まとめ】
【学習の振り返り】○ 実験の方法を友達と考えることで、新たに学んだことや気付いたこと ○ 疑問に残ったこと、新たに学習してみたいこと など	

図21 やってみようシート

7 検証授業Ⅱの実際

(平成30年11月6日～20日，対象：本校第6学年38人，1学級において実施)

(1) 概要

ア 単元名 「水溶液の性質とはたらき」

イ 単元の目標

身の回りの水溶液に興味をもち，水溶液には固体や気体が溶けているものがあることを調べたり，リトマス紙を使って水溶液を酸性，中性，アルカリ性に仲間分けをしたりする実験を通して，水溶液の性質を捉えることができるようにする。また，水溶液は金属を変化させることに興味をもち，多面的に追究する中で，金属が水溶液によって質的に変化することも捉えることができるようにする。

ウ 単元の評価における目指す資質・能力

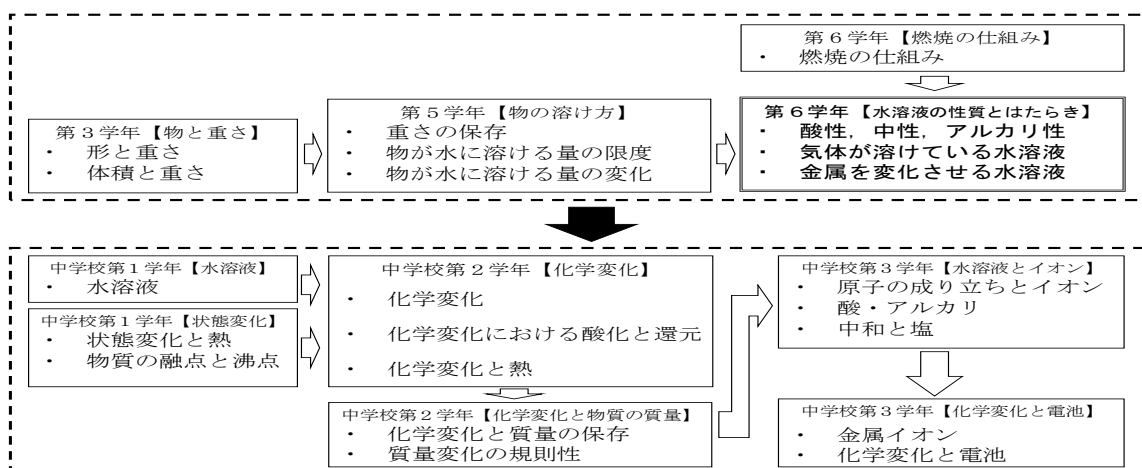
知識及び技能	思考力，判断力，表現力等	学びに向かう力，人間性等
○ 水溶液には，酸性，アルカリ性及び中性のものがあることを理解する。 ○ 水溶液には，気体が溶けているものがあることを理解する。 ○ 水溶液には金属を変化させるものがあることを理解する。 ○ 水溶液の性質や働きについて，実験器具を適切に扱い，調べる。	○ 水溶液の性質や働きについて，予想や仮説をもち，自分の考えを表現する。 ○ 結果を図や表に整理し，文を用いて，そこから考えたことを表現する。 ○ 水溶液の性質や働きについて，複数の結果を基に多面的に考察し，表現する。 ○ 予想や仮説を基に，検証計画を発想し，それらを他者と交流する。	○ 水溶液の性質や働きについて考えようとする。 ○ 自分の考えた予想や仮説，検証計画を振り返りながら粘り強く問題を解決しようとする。

エ 単元の位置とねらい

本内容は，第5学年「A(1)物の溶け方」の学習を踏まえて，「粒子」についての基本的な概念等を柱とした内容のうちの「粒子の保存性」，「粒子の結合」に関わるものであり，中学校第1分野「(2)ア(イ)水溶液」，「(4)ア(イ)化学変化」の学習につながるものである。

ここでは，児童が，水溶液の性質や働きの違いを多面的に調べる活動を通して，水溶液の性質や働きについての理解を図り，観察，実験などに関する技能を身に付けるとともに，妥当な考えをつくりだす力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。

オ 単元における系統



カ 児童の実態と考察（調査人数36名 質問紙法、複数回答有り、主な項のみ記入、数字は人数）

表8 身近な水溶液について

食塩水	11
ジュース	7
炭酸水、味噌汁 消毒液、砂糖水	各 2
固体	2
分からない	17
その他	6

表9 二酸化炭素の測定実験

燃焼実験	17
気体検知管	17
石灰水	12
分からない	1
その他	8

表10 水溶液と金属の反応について

金属を溶かしてしまうから	11
破裂してしまうから	4
粉末が溶けないから	2
粉末が周りにつくから	2
分からない	14
その他	4

表11 電気を通すもの

紙	2
アルミニウム	31
鉄	32
プラスチック	6
木	1

表12 磁石に引き寄せられるもの

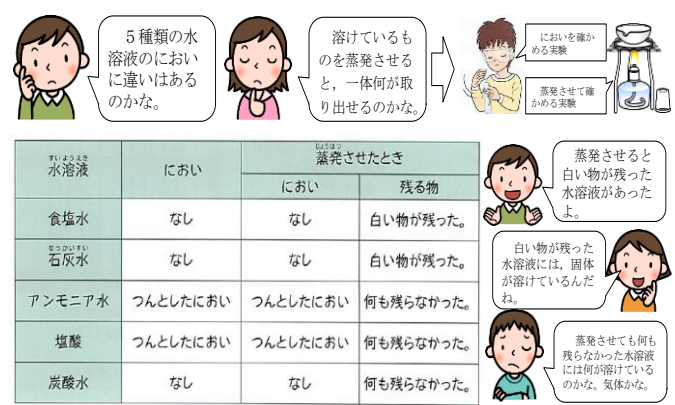
紙	0
アルミニウム	15
鉄	36
プラスチック	2
木	0

表13 水溶液について調べたいことについて

水溶液の種類について	9
水溶液の作り方について	7
水溶液の性質について	3
特になし	9
その他	9

表8より、本学級の児童は、理科の学習で使ったことのある水溶液を「水溶液」として理解しているが、身近にある水溶液を「水溶液である」と指摘できる児童は少ない。これは、身近にある水溶液を「水溶液である」と意識しながら生活していないからだと考えられる。表9より、児童は、二酸化炭素の測定方法について、燃焼実験や気体検知管を発想している児童が多いことが分かる。これは、前単元で行った実験方法を想起できたからだと考えられる。表10より、水溶液が金属を変化させることを捉えている児童は少ないことが分かる。これは、水溶液が金属を変化させる働きがあることに関する体験が少ないからだと考えられる。表11、12より、鉄は、電気を通す、磁石に引き寄せられる、といった事柄が身に付いていることが分かるが、アルミニウムに関しては、磁石に引き寄せられると考えている児童がいることが分かる。これは、「鉄」の特徴と「金属」の特徴が混在した状態で理解しているからだと考えられる。表13より、児童は、水溶液の種類や作り方に興味・関心があることが分かる。一方で、水溶液について興味・関心の乏しい児童もいることが分かる。このことから、水溶液を日常生活と関連付けたり、問題解決的な活動を通して、解決したりする中で、新たに問いを見いだせるようにしたいと考える。

キ 単元の指導計画（全11時間）※ 点線はめあて、点線内の数字は時数、実線はまとめ

次	主 な 学 習 活 動	指導上の留意点
第一次 水溶液にとけている物（四時間）	5種類の水溶液には、どのような違いがあるのだろうか。①、②  5種類の水溶液のにおいには違いはあるのかな。 溶けているものを蒸発させると、一体何が取り出せるのかな。 においを確かめる実験 蒸発させて確かめる実験 蒸発させると白い物が残った水溶液があったよ。 白い物が残った水溶液には、固体が溶けているんだね。 蒸発させても何も残らなかった水溶液には何が溶けているのかな。気体かな。 - 蒸発させると白い物が残るのは、水溶液に固体が溶けている。 - 蒸発させて何も残らない水溶液は、気体が溶けている。	○ それぞれの水溶液に溶けている物について興味をもたせるために、「水溶液の様子やにおいが違うのは、溶けている物が違うからではないか。」と発問する。 ○ 安全に気を付けながら実験させるために、水溶液の扱い方や実験器具の扱い方を指導する。 ○ 溶けている物を判別させるために、「蒸発させた後に何が残るか」と発問し、観察の視点を与える。

第一次 水溶液にとけている物

(四時間)

炭酸水にはどのような気体が溶けているのだろうか。③、④【実践事例②】

【予想】

炭酸水の「炭」は二酸化炭素の「炭」なのかな。

「酸」という字があるから、酸素が溶けているのかな。

【検証計画の発想】

「二酸化炭素が溶けている」と予想したグループ

二酸化炭素の収集

「酸素が溶けている」と予想したグループ

酸素の収集

検証計画	結果
石灰水	白くにごった。
ろうそくの火	すぐ消えた。
気体検知管	・二酸化炭素の割合は0.03%よりも多かった。 ・酸素の割合は空気中の酸素の割合よりも少なかった。

二酸化炭素は石灰水を白くにごす特徴があったよね。

二酸化炭素の中にろうそくの火を入れたらすぐ消えたよね。

炭酸水には、二酸化炭素が溶けている。

- 炭酸水の中には気体が溶けていることを想起させるために、前時の実験で炭酸水を蒸発させたときに何も残らなかったことを振り返らせる。
- 問題意識を醸成させるために、予想を確かめる検証計画を児童に発想させる。
- 安全に実験に取り組ませるために、火を用いる実験を発想しているグループには、安全指導を行う。
- 検証計画の振り返りをさせるために、自身が発想した計画と、実際に実験した検証計画を比較させ、新たに工夫したことや気付いたことをノートに書かせる。

第二次 水溶液の仲間分け

(二時間)

リトマス紙を使うと、水溶液をどのように仲間分けすることができるのだろうか。⑤

水溶液・水	青色のリトマス紙	赤色のリトマス紙
水	変化しない。	変化しない。
食塩水	変化しない。	変化しない。
ぽっかりすい石灰水	変化しない。	青くなった。
アンモニア水	変化しない。	青くなった。
塩酸	赤くなった。	変化しない。
炭酸水	少し赤くなった。	変化しない。

青色のリトマス紙を赤く変えるものを酸性の水溶液、どちらの色も変えないものを中性の水溶液、赤色のリトマス紙を青色に変えるものをアルカリ性水溶液という。

- リトマス紙の色の変化を捉えさせるために、リトマス紙の扱い方を指導する。
- 水溶液の液性には、酸性、中性、アルカリ性の三つがあることを捉えさせるために、「リトマス紙の色の変わり方のパターンは何種類ありますか。」と発言し、三つに仲間分けできることに気付かせる。

第三次 水溶液のはたらき

(六時間)

酸性の雨で金属が変化してしまったのかな。

塩酸や炭酸水は、金属を変化させることができるのかな。

水溶液には、金属を変化させるはたらきがあるのだろうか。⑥

金属	炭酸水	塩酸
アルミニウム	とけなかった	あわをだしてとけた
鉄	とけなかった	あわをだしてとけた

水溶液には、金属を溶かすものがある。

塩酸に金属が溶けた液を蒸発させると、溶けた金属を取り出すことができるのだろうか。⑦

白い固体

【結果】
金属が溶けた液を蒸発させると白い固体が出てきた。

- 水溶液が金属を変化させることに問題意識をもたせるために、酸性雨によって変化した像の写真を示す。
- 安全に実験させるために、保護めがねで実験することや換気をすることを指導する。
- 学習に見通しをもたせるために、「塩酸に溶かしたアルミニウムを取り出すことができるか。」と発問する。
- 安全に実験させるために、実験器具の扱い方を指導する。

アルミニウムが溶けた液から出てきた固体は、アルミニウムと同じものなのだろうか。⑧、⑨【実践事例③】

【予想】



出てきた固体は、元の金属と同じものだと思います。なぜなら、溶けたのはアルミニウムだからです。



出てきた固体は、元の金属と別のものだと思います。なぜなら、取り出した物は見た目が違うからです。

【検証計画の発想】



検証計画	出てきた固体	アルミニウム
電気を通すか	通さない	通す
塩酸をもう一度注ぐ	あわを出さずにとける	あわを出してとける
水にとけるか	とける	とけない
磁石につくか	つかない	つかない
重さ	出てきた固体のほうが、アルミニウムより重い	

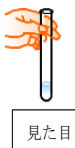
塩酸に金属が溶けた液から出てきた固体は、元の金属とはちがうものである。

正体の分からない水溶液は、5種類のうちのどれだろうか。⑩、⑪

【検証計画の発想】



どの順番で調べると、効率よく水溶液の正体に分かるかな。



検証計画	結 果
リトマス紙	青→赤
蒸発	何も残らなかった
におい	つんとしたにおい

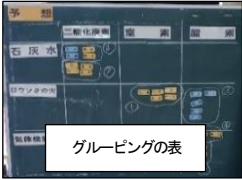
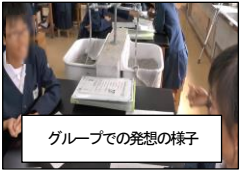
これらの結果から、水溶液の正体は、塩酸である。

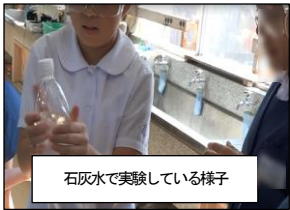
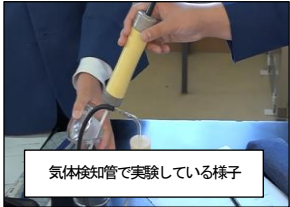
- 学習に見通しをもたせるために、「水溶液を蒸発させて出てきた固体とアルミニウムは同じ物ですか。」と発問し、問題を焦点化する。
- 問題意識を醸成させるために、予想を確かめる検証計画を児童に発想させる。
- 予想と結果を関係付けて考察させるようにするために自分の予想が正しかったときの結果を予想させた後、実験させる。
- 検証計画の振り返りをさせるために、自身が発想した計画と、実際に実験した検証計画を比較させ、新たに工夫したことや気付いたことをノートに書かせる。
- 既習の内容を生かして水溶液を特定する検証計画を発想させるために、これまでの実験方法を振り返らせたり、どのように、どの順序で実験したらよいかを中心に話し合わせたりする。
- 安全に実験させるために、実験器具の使い方や換気等には気を付けるように指導する。

(2) 授業の実際

ア 実践事例②の実際（児童とのやり取りを中心に一部記載）

過程	○…教師の手立て T…教師の主な発問 C…児童の主な反応
つ	T 水溶液に溶けているものは大きく二つありましたね。石灰水や食塩水は何が溶けている水溶液でしたか。
か	C 固体です。
む	T では、炭酸水や塩酸は何が溶けている水溶液でしたか。
	C 気体です。
	T そうですね。でも、何の気体が溶けているか、調べましたか。
	C 調べていないので、分かりません。
	T では、炭酸水には、何が溶けているのか、調べていきたいと思います。
	炭酸水には、どのような気体が溶けているのだろうか。

検 証 計 画 の 発 想	個人	○ 予想を考えさせ、つぶやかせる。【視点1】 T それでは、炭酸水にはどのような気体が溶けているのか、予想をノートに書いてみましょう。 C 二酸化炭素だと思います。なぜなら、家に炭酸水を作るボンベがあって、そのボンベに、二酸化炭素と書いてあるからです。 【予想とその理由(理由は思いつけば書きましょう)】 空気中の二酸化炭素がとけていると思う。 炭酸水は、飲むとくしくなるから。 第6学年「動物のからだのはたらき」の中の学習内容を基に、予想を発想している。 ○ どのような実験器具が必要か、考えさせ、つぶやかせる。【視点1】 T 二酸化炭素が出てきたということを確認するのに、どのような実験の道具が必要だと思いますか。 C 石灰水を使ったら、調べられると思います。(その他…ロウソクの火、気体検知管) ○ 炭酸水の入ったフラスコにゴム栓を付けたものを提示する。【視点1】 T それでは、予想や、必要な実験の道具を参考に、実験の方法を考えてみましょう。	
	グループ	○ 同じ「予想」と「必要な実験器具」を発想している児童同士でグルーピングを行う。【視点2】 T 自分がどの予想で、どの実験器具で確かめようと思ったのか、ネームカードを黒板に貼りましょう。 ○ グループで検証計画を交流させる。【視点2】 C 気体がどれだけ集まったか、分かるように、水の中で気体を集めたらいいと思うよ。 C 初めの空気の中の酸素と二酸化炭素の割合も調べたほうがいいのかな。	 
	全体	○ グループで発想した検証計画を全体場で発表させる。【視点2】 C 私たちのグループは、炭酸水に溶けているのは、窒素だと思います。なので、気体を集めた後に、ロウソクの火を近づけます。ロウソクの火が消えたら、窒素だと考えられます。 T 今のグループの実験方法に対して、何か質問はありませんか。 C すぐに消えるのは、二酸化炭素も同じなので、どのように区別するのですか。 C …。 T もう一度実験の方法を見直してみましょう。	
	グループ	○ グループで検証計画を見直し、再検討する時間を設定する。【視点2】 【グループで発想した検証計画】 実験方法 ⑤ フラスコをふる くたをビニールぶくろに入れる ビニールぶくろの中の気体を気体検知管で言わせる 予想が正しければこうなる 酸素の割合が増える。 炭酸水に溶けている気体を酸素と予想し、酸素用気体検知管を用いて確かめる実験を発想している。 ① 土から入れる 入れる 予想が正しければこうなる 火がすぐ消えたら窒素といえる。 石灰水が白くにごらなければ、炭酸水に溶けている気体は窒素と考える。 初めは、ロウソクの火との反応のみで予想を確かめようとしていたが、石灰水との反応も確かめる実験を追加している。(点線部)	

実 験	T それでは、自分たちの考えた実験方法で実験に取り掛かりましょう。 〈二酸化炭素が溶けていると予想したグループ〉 C 1 集めた気体と石灰水と反応させてみよう。 C 2 白くなった。 C 3 ということは、二酸化炭素だと思う。 C 1 うわっすごい。ペットボトルがへこんだよ。 C 4 どうして？ C 1 二酸化炭素が石灰水に溶けたからかな。 〈酸素が溶けていると予想したグループ〉 C 1 酸素の割合が増えてないよ。 C 2 じゃあ、炭酸水に溶けているのは酸素じゃないということかな。 C 3 二酸化炭素かもしれないよ。 C 4 じゃあ、二酸化炭素の気体検知管でも調べてみよう。	 石灰水で実験している様子  気体検知管で実験している様子
結 果 の 整 理 ・ 考 察 や 結 論 の 導 出	T それでは、結果が書かれた紙を持ってきましたよう。 実験結果 予想とはちがくちっ素ではなく、二酸化炭素が増えた。 最初 二酸化炭素 0.1% 後 7% 酸素 2.1% 20% ② 実験①【結果】石灰水が「白く」になった。 実験②【結果】ろうソウの火が「消えた」。 ※実験③はしてません。 二酸化炭素 ↓ が、炭酸水に溶けていた気体。 実験の結果 T この結果から、何が考えられますか。 C 炭酸水に溶けている気体は二酸化炭素だと考えられます。 T それでは、今日の学習のまとめをしましょう。 炭酸水には、二酸化炭素が溶けている。 T 最後に、今日の学習の振り返りをします。実験方法を友達と考えて、新たに学んだこと、気付いたことや、疑問に残ったこと、もっと調べてみたいことを書いてください。 T それでは、発表してもらいます。 C 初めは一人で実験方法を考えるのは、不安だったけれど、みんなと考えた実験方法で実験すると成功したのでよかったです。 C 他のグループのような実験方法もあるのだなということを学ぶことができました。 私たちが考えた1つの実験だけでは、結果がわからないうえに全体の意見を聞いてみた。1人では考えられなかった実験方法も、グループみんなで考えることができた。 やってみよう シートの 振り返り	

イ 実践事例③の実際（児童とのやり取りを中心に一部記載）

過程	○…教師の手立て T…教師の主な発問 C…児童の主な反応
つ か む	T 前回の授業で、何の水溶液でアルミニウムを溶かしましたか。 C 塩酸です。 T その後、どのようにして、溶けたものを取り出しましたか。 C 蒸発させました。 T すると、固体が出てきましたね。この出てきた固体はアルミニウムと同じものだと思いますか。 C 同じものだと思います。／ 違うものだと思います。 アルミニウムが溶けた液から出てきた固体は、アルミニウムと同じものなのだろうか。

検 証 計 画 の 発 想	個 人	○ 予想を考えさせ、つぶやかせる。【視点1】 T 問題に対する予想をノートに書いてみましょう。予想を教えてください。 C 出てきた固体はアルミニウムだと思います。なぜなら、食塩水を蒸発させたとき、溶けていた食塩が取り出せたからです。 C 出てきた固体はアルミニウムではないと思います。なぜなら、元のアルミニウムと色が違うからです。 【予想とその理由（理由は思いつけば書きましょう）】 同じものだと思う。理由は、食塩を溶かした溶液を蒸発させたら食塩にもどったからアルミニウムも同じだと思う。 第5学年「物のとけ方」の学習内容を基に、予想を発想している。
		○ どのような実験器具が必要か、考えさせ、つぶやかせる。【視点1】 T 元のアルミニウムかどうかということを確認するのに、どのような実験道具が必要ですか。 C 塩酸と反応させるといいと思います。（その他…水、磁石、電気） ○ 試験管に入った塩化アルミニウム水溶液を提示する。【視点1】 T 今日は、塩酸にアルミニウムが溶けた水溶液を渡します。それでは、出てきた固体が元のアルミニウムかどうかということを確認する実験の方法を考えてみましょう。 【個人で発想した検証計画】 電気との反応 磁石との反応
		○ 同じ「予想」と「必要な実験器具」を発想している児童同士でグルーピングを行う。【視点2】 T 自分がどの予想で、どの実験器具で確かめようと思ったのか、名前の書かれたカードを黒板に貼りましょう。 ○ グループで検証計画を交流させる。【視点2】 C アルミニウムは、磁石についたかな。本当に、この実験で確かめられそうかな。
	グ ル ー プ	○ グループで発想した検証計画を全体場で発表させる。【視点2】 C わたしたちのグループは、元のアルミニウムとは違うと予想しました。このような回路をつなげると、元のアルミニウムは電気がついて、出てきた固体は電気がつかないと考えました。
	全 体	○ グループで検証計画を見直し、再検討する時間を設定する。【視点2】 C 磁石の実験だと確かめられないかもしれないから、電気の実験で確かめよう。 【グループで発想した検証計画】 塩酸との反応 磁石との反応 電気との反応

実験	T それでは、自分たちの考えた実験方法で実験に取り掛かりましょう。 〈磁石で実験をしているグループ〉 C 1 アルミニウムも、白い固体も磁石につかなかった。これじゃ調べられないと思うよ。 C 2 じゃあ、どうするの。 C 3 別の方法で調べるしかないと思うよ。 C 1 電気で調べているグループがあるから、電気で実験してみようよ。確か、アルミニウムは電気を通したと思うよ。 『結果』 5班 ・磁石を使ったとき… アルミニウム⇒磁石につかなかった。 出てきた固体⇒磁石につかなかった。 ・電気で調べたとき… アルミニウムだけが光った。 リトマス紙で調べたとき… 青い紙が赤色に変化した。 蒸発して、出てきた固体は、アルミニウムではないことが分かった。 他の実験もしてみたい! 実験の途中で、「磁石」を用いた実験だと、予想を確かめられないと考え、検証計画を見直し、再検討し、別な実験方法で取り組んでいることが分かる。(点線部) 磁石で実験したグループの結果
結果の整理・考察や結論の導出	T それでは、結果が書かれた紙を持ってきましたよう。 結果 <7班> 白い固体は、磁石にくっつかなかった。白い固体は、<u>アルミニウム</u>といえる。 結果 塩酸を白い固体につけても、あわを出すことはなかった。 9, 10班 結果 アルミニウムが塩酸と蒸発させた白い固体は、豆を球をつくれることができなかった。 よ、白い固体は<u>アルミニウム</u>ではないことが分かる。 実験の結果 T 白い固体がアルミニウムと同じものだと思う人は手を挙げてください。 それでは、そう考えた理由を教えてください。 C アルミニウムも白い固体も磁石につかなかったからです。 T 他の考えの人はいませんか。 C わたしは、白い固体はアルミニウムではないと考えました。なぜなら、白い固体は明かりがつかなかったからです。 C わたしもアルミニウムではないと考えました。なぜなら、白い固体を塩酸に溶かしたら、あわを出さずに溶けたからです。 T 意見が分かれましたね。結局、同じものですか、違うものですか。 C 違うものだと思います。 C 水にも溶けたというグループもあります。 T なぜ、磁石の実験で確かめることができないのでしょうか。 C 磁石につかないものは、アルミニウム以外にもあるからだだと思います。 T それでは、学習のまとめをしましょう。 出てきた白い固体は、アルミニウムとは違うものである。 T 最後に、今日の学習の振り返りをします。実験方法を友達と考えて、新たに学んだこと、気付いたことや、疑問に残ったこと、もっと調べてみたいことを書いてください。 C 白い固体の正体は、アルミニウムではないことが分かったけれど、一体何なのか、詳しく調べてみたいと思いました。 アルミニウムが溶けた水溶液を蒸発させてしゃくにくっつけてもくっつかないことが分かった。そして、この実験でアルミニウムではないことが分かったが、白い物は何なのかはまだ分からないので次調べてみたい。 やってみよう シートの 振り返り

ウ 児童の変容と考察（対象：本校第6学年 38人 質問紙法 平成30年10月12日【事前】 平成30年11月27日【事後】）

「観察や実験の方法を考える活動」という項目に対して、授業後に肯定的に回答した児童の割合は、37ポイント増加したことが分かる（図22）。

「観察や実験」という項目に対して、授業後に肯定的に回答した児童の割合は、19ポイント増加したことが分かる（図23）。

「まとめを考える活動」という項目に対して、授業後に肯定的に回答した児童の割合は、18ポイント増加したことが分かる（図24）。

これらの調査より、自らの予想を基に、目的が明確になった、より妥当な検証計画を発想させることで、問題意識が醸成され、その後の問題解決の活動でも問題意識を持続しながら、取り組むことができていると考えられる。

一方で、「考察、結論の導出」といった問題解決の過程において、否定的に回答している児童もいることから、学習の終末において、自ら発想した予想と、実験から得られた結果を照らし合わせながら、結論を導出させる活動の工夫が必要だと考えられる。

（3）検証授業Ⅱの成果と課題

成果	・ 共通して用いる実験器具を提示することで、大まかな検証計画のイメージを児童にもたせることができた。 ・ 色を変えて、個人で発想した検証計画と、グループや全体場で発想した検証計画をやってみようシートに記入させることで、どの部分が見直し、再検討された部分か視覚化され、ノートを振り返りやすくなった。 ・ 全体場での交流時に、実証性を問う発問や、比較させ不備に気付かせる発問を行うことで、検証計画の見直し、再検討する要素を児童から引き出すことができた。 ・ 振り返りの場を設定することで、児童の学びの自覚化を図ることができた。
課題	・ 誤った知識や概念を基に、児童が検証計画を発想した際の教師の関わり方について検討する必要がある。 ・ 実験から得られた結果から、考察する過程において、十分な対話がなされなかった。考察の場面を充実させる手立てについて、検討する必要がある。

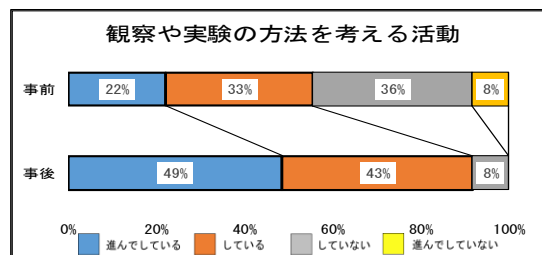


図22 検証計画を発想することに関する意識

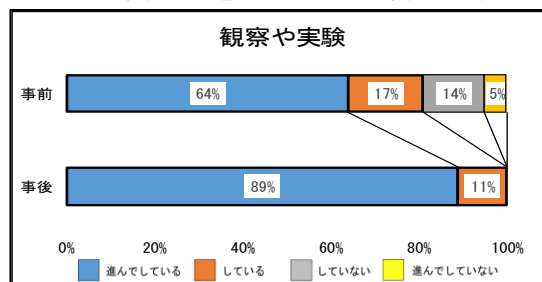


図23 観察や実験時に関する意識

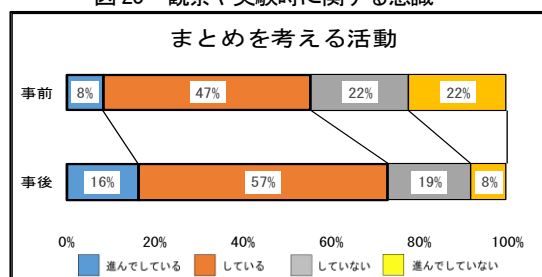


図24 考察や結論の導出時に関する意識

IV 研究のまとめ

1 研究の成果

- （1）「予想」と「必要な実験器具」といった児童のつぶやきを手掛かりにすることで、個人で検証計画を発想することができた。
- （2）個で発想した検証計画を「発想の要素」を基にグループ、全体で交流させ、更に、グループで見直し、再検討させることで、目的が明確になった、より妥当な検証計画を発想することができた。

- (3) 児童が発想した検証計画で実験を行う中で、「結果の見通し」と「実験結果」が一致しない場合、検証計画を見直したり、予想や仮説を変更、改善したりする姿が見られ、粘り強く問題解決しようとする意欲が見られた。
- (4) 実験の結果に対する見通しをもっていることから、実験を通して、何がいえるのかについて児童自ら考察し、結論を導き出すことができた。

2 研究の課題

- (1) 予想や、検証計画を発想する段階で、既習の内容や生活経験で得た知識や概念が誤っていた場合、発想された検証計画について、教師がどの場面で、どのように関わったらよいのか、検討する必要がある。
- (2) 「予想」と「必要な実験器具」の二つの観点でグルーピングを行ったため、構成人数が少ないグループがあった。そのため、検証計画の妥当性をより高めることができない場合があり、学習形態や教師の関わり方を工夫する必要がある。
- (3) 考察の場面において十分な対話がなされなかった。自らの検証計画で出したデータを基に、何が考えられるのか、検証計画ごとの結果を整理し、グループ内で対話させたり、全体の中で交流させたりするなどして、考察の場面を充実する必要がある。

〈引用文献〉

- 1) 文部科学省 『小学校学習指導要領
(平成 29 年告示) 解説理科編』 平成 30 年 東洋館出版社
- 2) 森本 信也・森藤 義孝 編著
『小学校 理科の指導 第 2 版』 平成 23 年 建帛社
- 3) 大高 泉 著 『新しい学びを拓く 理科
授業の理論と実践 中学校編』 平成 25 年 ミネルヴァ書房
- 4) 鹿児島県総合教育センター
『小学校学習指導要領解説 Q & A 理科』
- 5) 文部科学省 『理科ワーキンググループにおける
審議の取りまとめ』 平成 28 年
- 6) 角屋 重樹・林 四郎・石井 雅幸 編著
『小学校 理科の学ばせ方・教え方事典
改訂新装版』 平成 21 年 教育出版
- 7) 毛利 衛・黒田 玲子
『新編 新しい理科 6 年』 平成 26 年 東京書籍

〈参考文献〉

- 文部科学省 『小学校学習指導要領解説 理科編』 平成 29 年 東洋館出版社
- 角屋 重樹 著 『新しい学びを拓く 理科
授業の理論と実践 小学校編』 平成 23 年 ミネルヴァ書房
- 村山 哲哉 著 『小学校理科 「問題解決」
8 つのステップ』 平成 25 年 東洋館出版社
- 角屋 重樹 著 『なぜ、理科を教えるのか
—理科教育がわかる教科書—』 平成 25 年 文溪堂
- 森田 和良 著 『アクティブ・ラーニングの授業展開
小学校理科』 平成 28 年 東洋館出版社
- 左巻 健男 著 『授業づくりのための理科教育法』 平成 16 年 東京書籍
- 左巻 健男・小田 切真・小谷 卓也 編著
『授業に活かす！理科教育法 小学校編』 平成 21 年 東京書籍
- 内山 裕之・広木 正紀 編著
『プロ教師を目指す 新理科教育
早わかり事典』 平成 22 年 明治図書
- 加藤 尚裕・片岡 祥二 著
『小学校理科 授業実践のステップ』 平成 27 年 研成社
- 猿田 祐嗣・中山 迅 編著
『思考と表現を一体化させる理科授業』 平成 23 年 東洋館出版社
- 八田 明夫・丹沢 哲郎・土田 理・田口 哲 編著
『理科教育学 教師と
これから教師になる人のために』 平成 16 年 東京教学社

長期研修者 [上山崎 恭平]

担当所員 [加藤 淳一]

【研究の概要】

本研究は、児童が自らの予想や仮説を基に「目的が明確になった、より妥当な検証計画」を発想する場面に焦点を当て、一連の問題解決の活動を自ら行おうとする児童を育成する理科学習指導の在り方について研究したものである。

具体的には、まず、「発想の材料」と「発想の要素」を基に、個人で検証計画を発想させる。

次に、同じ「予想」、「必要な実験器具」で検証計画を発想している児童同士でグルーピングを行い、グループで検証計画を発想させる。

さらに、全体での交流や、「発想の要素」を基に、グループで検証計画を見直し、再検討する場面を設定し、「目的が明確になった、より妥当な検証計画」を発想させていく。

このような活動を通して、児童に「見通し」をもたせる授業を行うことは、児童が問題意識を醸成、持続しながら、一連の問題解決の活動に取り組む上で有効であることが分かった。また、検証計画が書かれた「ホワイトボード」や、「やってみようシート」等から、児童の意識の変容を確認できたことは、今後の児童の情意面に関する研究に生かすことができると感じた。

【担当所員の所見】

児童の思いや根拠を大切にしながら、一連の問題解決の活動を児童自ら行えるようにする本研究は、大変意義のある研究であると考ええる。これは、新学習指導要領において求められている「主体的・対話的で深い学び」の授業改善に直結するものである。

児童一人一人の思いや根拠を生かして検証計画を発想させたことが「主体的な学び」となり、グループや全体で検証計画を発想・検討させたことが「対話的な学び」につながっている。その際、「発想の要素」を視点に発想、交流させたり、教師が発問したりしたことが「深い学び」に導き、観察、実験や結果の整理、考察の導出への原動力となったと考えられる。

本研究で、児童自ら既習の学習内容、生活経験を基に解決方法を発想し、見通しをもたすことができれば児童が主体的に問題解決に取り組むことを検証することができた。これは、他の教科でも同様であり、今後、教科の特性に応じた「発想の要素」を検討することで、汎用的に指導に生かされるものと期待できる。