

小学校理科における問題解決能力を 育成する学習指導法の研究

—結果を見通しながら実験計画を立てる指導を通して—

2016/3

四日市市教育委員会 教育支援課

はじめに

子どもたちが将来生きていく社会は、変化が激しく、一層複雑化し、解決の道筋が明らかでない問題が多く存在することが予想されます。

そのためには、得た知識を活用し、自ら考え、他者と議論し、解決方法を見つけていくような力を養うことが求められています。

そこで、四日市市では、知識・技能を実社会や実生活で応用するとともに、他者と協働しながら問題を解決していく主体的・能動的な能力を、「社会人になっても通用する問題解決能力」と位置付け、問題解決能力を身に付けた子どもたちの育成を目指しています。そして、平成28年1月に策定された第3次四日市市学校教育ビジョンにおいても、重要目標の一つとして掲げられています。

教育支援課としては、子どもたちの問題解決能力の向上を図るために、指針となる「四日市モデル」を構築しました。それを基盤とした学習指導法や実践事例集をまとめた、「問題解決能力向上のための授業づくりガイドブック」を作成し、平成25年に市内全教職員へ配付し、これを活用した授業改善に取り組んできました。

さらに、本年度は、「問題解決能力向上のための授業づくりガイドブック」活用推進協力校を課題研究の協力校としても兼ねていただき、授業づくりの研究を進めてきました。その成果や課題についての報告は、平成28年度の教職員講座を通じて行います。

上記の取り組みに加えて、課題研究として、本年度は前述した「問題解決能力向上のための授業づくり」の他、本市の課題である「ICTを活用した言語活動の充実」や「不登校児童生徒支援の充実」も設定し、授業実践や調査・研究を進めてきました。ここに、その成果を研究調査報告書としてまとめました。

これらの研究成果が、教育課題の解決に向けた学校・園の研修・研究において活用されるとともに、日々の教育実践に役立つことを期待します。

最後に、本課の研究調査を進めるにあたって、御指導・御助言いただいた国立教育政策研究所初等中等教育研究部の松尾知明 総括研究官、並びに研究協力員をはじめとして調査・実践面で御協力いただいた学校等の関係者の皆様に心から感謝の意を表します。

平成28年3月

四日市市教育委員会教育支援課
課長 田中 重行

— 目 次 —

I	研究主題	1
II	主題設定の理由	1
III	研究の目的	2
IV	研究の内容・方法	
1	研究の内容	2
2	研究の方法	7
3	研究計画	8
V	結果と考察	
1	指導の実際	9
2	結果	18
3	考察	22
VI	研究のまとめ	
1	研究の成果	26
2	研究の課題	26
	[引用文献・参考文献]	27
	[資料]	28

I 研究主題

小学校理科における問題解決能力を育成する学習指導法の研究 —結果を見通しながら実験計画を立てる指導を通して—

II 主題設定の理由

本年度、小学校理科の全国学力・学習状況調査が3年ぶりに行われた。その結果からは、問題解決能力が十分に育成されていないと言える。それは、『平成27年度全国学力・学習状況調査報告書 小学校理科』（以下『報告書』）において、「予想が一致した場合に得られる結果を見通して実験を構想したり、実験結果を基に自分の考えを改善したりすることに課題がある」（p. 1）と指摘されていることから伺える。前述の「結果を見通して実験を構想する」「結果を基に自分の考えを改善する」は、問題解決に必要な能力であり、それが課題となっているのである。

問題解決能力が十分に育成されていない原因として、理科の授業における指導方法に課題があると思われる。右の【表1】がそのことを示している。【表1】は、全国学力・学習状況調査「学校質問紙」「児童質問紙」の

「実験を構想する」「自分の考えを改善する」に対応する質問を取り上げ、学校と児童の回答を比較したものである。「予想をもとに実験の計画を立てる」「実験結果から考察する」など、問題解決の過程の重要な部分の活動について、児童の意識は、学校（教師）の意識と比べて低い。

つまり、教師が意識して指導しているにもかかわらず、児童は問題解決をした実感がないと言えるだろう。したがって、問題解決の過程を意識した指導の改善・充実を図ることが、問題解決能力の育成につながると考える。

小学校学習指導要領(2008)の理科の目標では、「問題解決能力を育てること」が掲げられ、取り組まれているにもかかわらず、児童に問題解決をした実感が伴わないのは、なぜだろう。それは、問題を解決する過程において、予想と得られた実験結果を照らし合わせ、自分の考えを確認したり、見直したり、検討したりする活動が不十分であることが理由の一つと考えられる。

そこで、本研究では、小学校理科において結果を見通しながら実験計画を立てる指導に重点をおくことで、予想と実験結果を照らし合わせ、考察が書けるようになることを、実践を通して明らかにしていく。

このことは、小学校理科の授業づくりにおいて、問題解決能力を育成するための具体的な手だてを示す点で意義があると考えられる。

【表1】学校質問紙回答と児童質問紙回答の比較

質問番号		質問事項	全国	本市
学校	74 (小)	(略)自ら考えた仮説をもとに観察、実験の計画を立てさせる指導を行いましたか	81.8%	84%
児童	79	(略)自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てていますか	75.3%	72%
学校質問紙回答と児童質問紙回答の差			6.5%	12%
学校	75	(略)観察や実験の結果を整理し考察する指導を行いましたか	93.9%	100%
児童	80	(略)観察や実験の結果から、どのようなことが分かったのか考えていますか	80.5%	77%
学校質問紙回答と児童質問紙回答の差			13.4%	23%

【学校】「よく行った」「どちらかといえば行った」と回答した学校の割合を合計したもの
【児童】「当てはまる」「どちらかといえば当てはまる」と回答した児童の割合を合計したもの

III 研究の目的

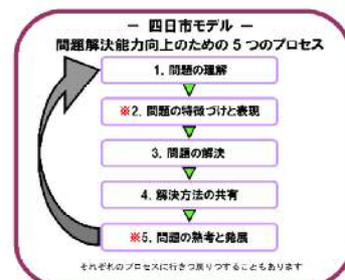
本研究の目的は、問題解決能力を育成するために、小学校理科において結果を見通しながら実験計画を立てることに重点をおいた指導を行い、その実践による効果を検証することである。

IV 研究の内容・方法

1 研究の内容

(1) 「小学校理科の授業モデル」の作成について

本市では、『問題解決能力¹向上のための授業づくりガイドブック 四日市モデル』（2013）（以下『四日市モデル』）を提唱している。『四日市モデル』【図1】は、子どもたちが持つ既存の知識・技能を活用して、問題を理解し、解決方法を導き、実行するための5つのプロセスから構成されている。特に、本市では第2プロセス「問題の特徴づけと表現」に指導の重点をおいている。



【図1】『四日市モデル』

問題解決の過程を児童に意識させるために、児童対象の授業モデルを設定する。そこで、『四日市モデル』の5つのプロセスを軸に、啓林館「わくわく理科6」（2015）の「学習の進め方」（p p. 6-7）に記載されている問題解決の過程や話型などを参考にして、「小学校理科の授業モデル」を設定する。具体例については、本実践に関連した既習の単元を活用して作成する。「小学校理科の授業モデル」の特徴としては、本研究の目的である「結果を見通しながら実験計画を立てる」ことに重点をおいている。これは、『四日市モデル』の第1・2プロセスにあたる。

3, 4頁に「小学校理科の授業モデル」を提案する。併せて、「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導の流れ、及び、めざす児童の姿について記す。

(2) 「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導のポイント

「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導について、次の2つの場面に分けて考える。

- ①「予想をもとに実験方法を考え、結果を見通す」場面
- ②「実験計画を立てる」場面

①「予想をもとに実験方法を考え、結果を見通す」とは、まず児童が問題に対する予想（仮の答え）を考え、次にその予想（仮の答え）が正しいのかを確かめるための実験方法を考え、実験で得られる結果まで見通すことである。

②「実験計画を立てる」とは、①で考えた実験方法をもとに、実際に実験を進めるための具体的な手順などを考えることである。

そして、①・②の指導を充実させることで、「予想と実験結果を照らし合わせ、考察が書けるようになる」のではないかと考える。

①・②の指導のポイントについては、5頁から述べる。

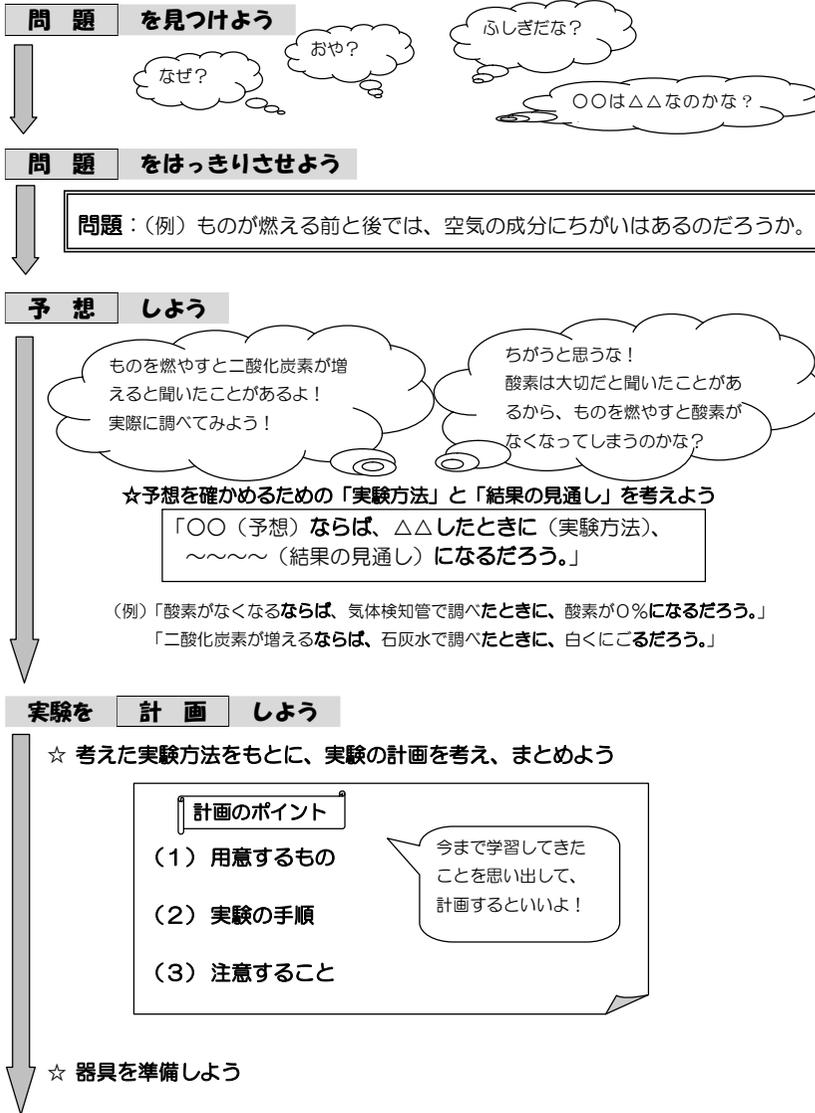
¹ 『四日市モデル』では、次のように定義されている。「問題解決能力とは、解決の道筋がすぐには明らかでない問題に対し、身につけた知識・技能や収集した情報、体験等を活用し、問題を解決していく力」（p. 1）

【四日市モデル】 【小学校理科の授業モデル】

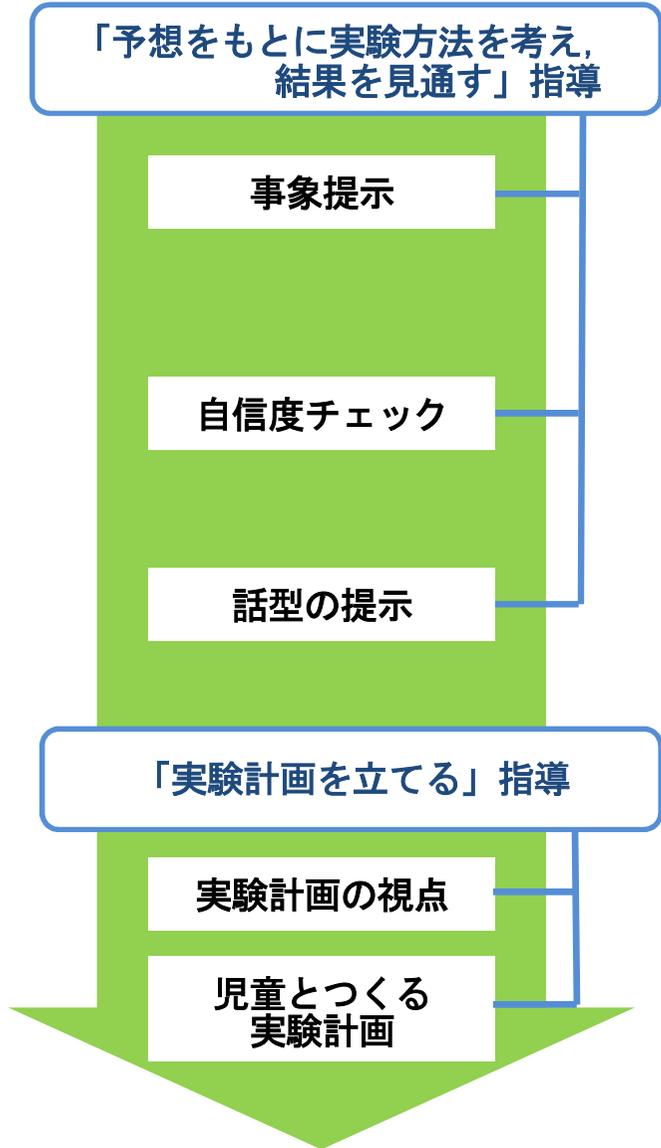
－ 5つのプロセス－

1
問題の理解

2
問題の特徴づけと表現



【結果を見通しながら実験計画を立てる指導の流れ】



3 問題の解決

4 解決方法
の共有

5 問題の熟考と発展

解決しよう

☆ 実験 しよう

ポイント

目的をしっかりとって実験しよう
安全に注意しながら、実験をすすめよう

☆ 結果 を記録しよう

ポイント

文、図、表、グラフ、絵などを使ってわかりやすく記録しよう

☆ 結果からわかったこと (考察) をまとめよう

ポイント

予想にもどって考えよう
「△△の実験をしたら(実験方法)、□□(結果)になった。
このことから、~~~~~ということがわかった。」

(例)「気体検知管を使って酸素の割合を調べたら、実験前は約21%で実験後は約17%になった。
このことから、ものを燃やすと酸素がなくなるのではなく、酸素が減り、ものを燃やす前と後では空気の成分にちがいがあることがわかった。」

交流しよう

- ☆ 友だちの考えと自分の考え(考察)を比べてみよう。「似ているところ」や「ちがうところ」に目を向けてみよう

ふり返ろう

- ☆ 学んだことをふり返ろう。

ふり返りのポイント

- 今日の学習をふり返り、考えたこと・思ったこと・疑問などを書こう
- 「解決したこと」と「新しい疑問」を整理してみよう
- 身の回りの生活で使われているか、考えてみよう

(例)「ものを燃やすと酸素は全部なくなってしまうと予想したが、酸素はなくなるのではなく、減るんだということがわかり、びっくりした。」
「もし、酸素が21%よりもたくさんあれば、ものはどのように燃えるのだろうか。」
「火事のひなん訓練で、まどをしめるのは、空気の通り道をなくすためなんだとわかった。」

めざす児童の姿

予想と実験結果を照らし合わせ、
考察が書けるようになる



① 「予想をもとに実験方法を考え、結果を見通す」指導

生活経験や既習事項を生かして児童が予想を立て、それをもとに実験方法を考え、結果を見通す学習活動が大切である。

村山(2013)は、「予想・仮説を設定するということは、(中略)子どもがもつ考えを顕在化させることを意味」とし、「子どもの考えには、何らかの根拠があるもの」「その根拠は、既有経験や既習事項を基盤としたものが多い」(p. 76)と述べている。つまり、「何となく」という当て推量の予想ではなく、生活経験や既習事項に基づいた予想をすることが、解決しようとする意欲につながると考える。

また、『報告書』においても、「実験を開始する前に結果の見通しをもち、その内容を発表したり説明したりするなどの学習活動が大切である。それにより、自分の考えと異なる他者の予想に対しても、結果の見通しをもつこととなる」(p. 50)と示している。

そこで、児童の予想を促し、結果を見通す手だてとして、以下の3点をあげる。

ア 「事象提示²」を行う

理科の学習の基盤となる自然に親しむ体験は、児童によって経験の差がある。

そこで、導入場面で、自然に親しむ活動を取り入れる、あるいは、自然の事物・現象を提示することが大切である。そうすることで、児童は関心や意欲をもって対象とかかわり、問題を見いだすことになる。

その手だてとして、「事象提示」を行う。「事象提示」を行うことで、児童が持つ既有的知識・経験と事象との間に「ズレ」が生まれ、疑問となって表出すると考える。また、問題に対する予想が、生活経験や既習事項に基づいたものになるとも考える。例えば、炭酸水から泡が出ている事象提示を行うと、「泡が出ているってことは、空気が溶けているのかな？」など、事実に基づいた予想が引き出せる。さらに、「容器に二酸化炭素って書いてあったから、気体だと思う」「水を熱すると出てきた泡は水蒸気だったから、気体だと思う」など、生活経験や既習事項を根拠に、理由を考える手だてにもなる。

イ 「自信度チェック」を行う

児童にとって、「わからない」「自信がない」などの思いは表出しにくい。また、知識が豊富、あるいは、発想が豊かな一部の児童の考えに沿って、授業が展開されることもしばしばである。

そこで、予想の場面で、自分の考えを自覚させることが大切である。そうすることで、考察時に自分の考えを確認することができる。

その手だてとして、「自信度チェック」【図5(p. 12)】を導入する。「自信度チェック」を用いると、自信がある・ないを含め、自分の考えを持つことになる。そして、自信度(ぜ

² 本研究では、「事象提示」とは、「児童の気づきや疑問を促すために、導入場面で具体的な事物・現象を見せたり、聞かせたり、触れさせたりする活動を設定し、提示すること」と定義する。

ったい・たぶん) を記したマトリックスなどに児童全員の考えを位置づけることで、予想とその理由を表出しやすくなる。また、他者の考えも知ることができる。これは、同じ予想を持つ他者の意見を知って安心したり、異なる予想を持つ他者の意見に興味を抱いたりするためである。そして、意見交流する中で、自分の考えを確認したいという意欲を持って、実験に取り組む姿につながると考える。

なお、「自信度チェック」の詳細については、後述V 1 (1)②の項で述べる。

ウ 「話型」を提示する

授業の中で、児童は問題に対して予想する機会が多い。しかし、予想をもとに実験方法を考え、結果を見通す経験は少ないと思われる。それは、教師が意識して指導できていないことが原因だと考える。

そこで、「予想→実験方法→実験結果」を見通し、思考の流れを整理するための指導を取り入れる。その手だてとして、以下の「話型」を用いる。

「〇〇(予想)ならば、△△したときに(実験方法)、～～(結果の見通し)になるだろう」

「話型」を用いることで、自分の考えが明確になる。そうすることで、実験で起こる現象をよく観察し、結果から何が言えるのかを、思考することにつながる。そして、結果の見通しと実験結果が一致した場合は、自分の考えを確認できる。不一致だった場合において、自分の考えを見直したり、検討したりすることができる。

② 「実験計画を立てる」指導

児童自らが既習の実験経験を生かして、実験方法やその計画を考えることが大切である。教師主導で実験方法や計画を説明すると、児童は実験の目的や見通しが曖昧なまま、実験に移ってしまう可能性がある。そうならないために、児童自らが実験計画を立てることによって、実験の目的と見通しをより確かに意識することが必要である。

村山(2013)は「教師の適切なかわりと段階的な指導により、観察、実験の企画などの『構成力』の育成につながっていく」(p. 94)「教師が子どもの考えを十分にくみ取り、その考えを実証する実験の企画を子どもと協同的に行うことが重要」(p. 95)と述べている。このことから、具体的な手だてとして以下の2点をあげる。

ア 実験計画の視点を持たせる

実験計画を順序立てて考えるためには、「手順」「用意するもの」「注意すること」の3点を常に意識することが必要である。

「手順」においては、文頭番号や接続詞(「はじめに」「次に」「最後に」など)を用いることで、時系列に整理できると考える。実験計画を立てることが定着してきたら、徐々に、文頭番号や接続詞を提示することを控えたり、ワークシートからノートに記述させた

りするなど、教師は児童の実態に合わせて、段階的な指導を行うことが大切である。

イ 児童とつくる実験計画

児童自らが実験計画を立てるために、既習の実験を活用しながら、計画を立てる経験を重ねることが大切だと考える。そのために、教師は全体や班で実験の概要を共有させながら、児童とともに実験計画をつくる必要がある。

その際、教師は、学習内容の系統性や児童の生活経験から、児童の発言を想定しておくことが大切である。さらに、児童の発言がより具体的になるように、教師は立ち止まったり、問い返したり、復唱したり、付け加えたりするなど、児童の発言を教師は価値づけることが大切である。

2 研究の方法

(1) 調査対象と方法

四日市市内小学校に依頼し、6年生2クラス（先行クラスと検証クラス）を調査対象として研究を進める。

先行クラス（36名）の指導は、研修員が行う。

検証クラス（35名）の指導は、研究協力員が行う。研修員は、授業の様子の観察と記録を行う。検証クラスのデータ・授業記録で分析する。

(2) データの収集

・ルーブリックによる評価

以下の3点についてルーブリック【資料1】を作成し、ワークシートの記述を評価する。

ア 予想をもとに実験方法を考え、結果を見通すことができる

イ 実験計画を立てることができる

ウ 結果から考察を書くことができる

・児童対象の事前・事後意識調査【資料2, 3】

検証授業前後に、理科の授業に対する児童の意識について質問紙による調査を実施する。事前・事後の意識の変化を検証する。

・ふり返りカード【資料4】

授業の終わりに、「ふり返りカード」で自己評価させる。児童の自己評価と感想を把握し、次時への指導に生かす。

(3) データの分析

- ・「(1) 予想をもとに実験方法を考え、結果を見通すことができたか」「(2) 実験計画を立てることができたか」について

ルーブリックによる評価，児童の事前・事後意識調査の比較で分析する【表2】。

検証項目	比較授業		データ
(1) 予想をもとに実験方法を考え、結果を見通すことができたか	第2次 6, 7時	→ 活用 13, 14時	<ul style="list-style-type: none"> ・ ルーブリックによる評価 (ア 結果の見通し) ・ 事前・事後意識調査質問(7)
(2) 実験計画を立てることができたか	第2次 4, 5時	→ 第3次 12時 → 活用 13, 14時	<ul style="list-style-type: none"> ・ ルーブリックによる評価 (イ 実験計画) ・ 事前・事後意識調査質問(8)

【表2】検証比較（単元構想は【図2】を参照）

- ・「(3) 予想と実験結果を照らし合わせ、考察が書けるようになったか」について

「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導の効果を検証するために、単元末 13, 14 時の「活用」問題を用いて、「ア 予想をもとに実験方法を考え、結果を見通すことができる」と「ウ 結果から考察を書くことができる」とのクロス分析を行う【表3】。

検証項目	ワークシートのクロス分析		データ
(3) 予想と実験結果を照らし合わせ、考察が書けるようになったか	【活用13, 14時】 ア 結果の見通し	→ 【活用13, 14時】 ウ 考察	<ul style="list-style-type: none"> ・ ルーブリックによる評価 (ア 結果の見通し, ウ 考察) ・ 事前・事後意識調査質問(9) ・ ふり返りカード

【表3】「活用」問題におけるクロス分析（単元構想は【図2】を参照）

3 研究計画

研究計画は、以下の通りである。

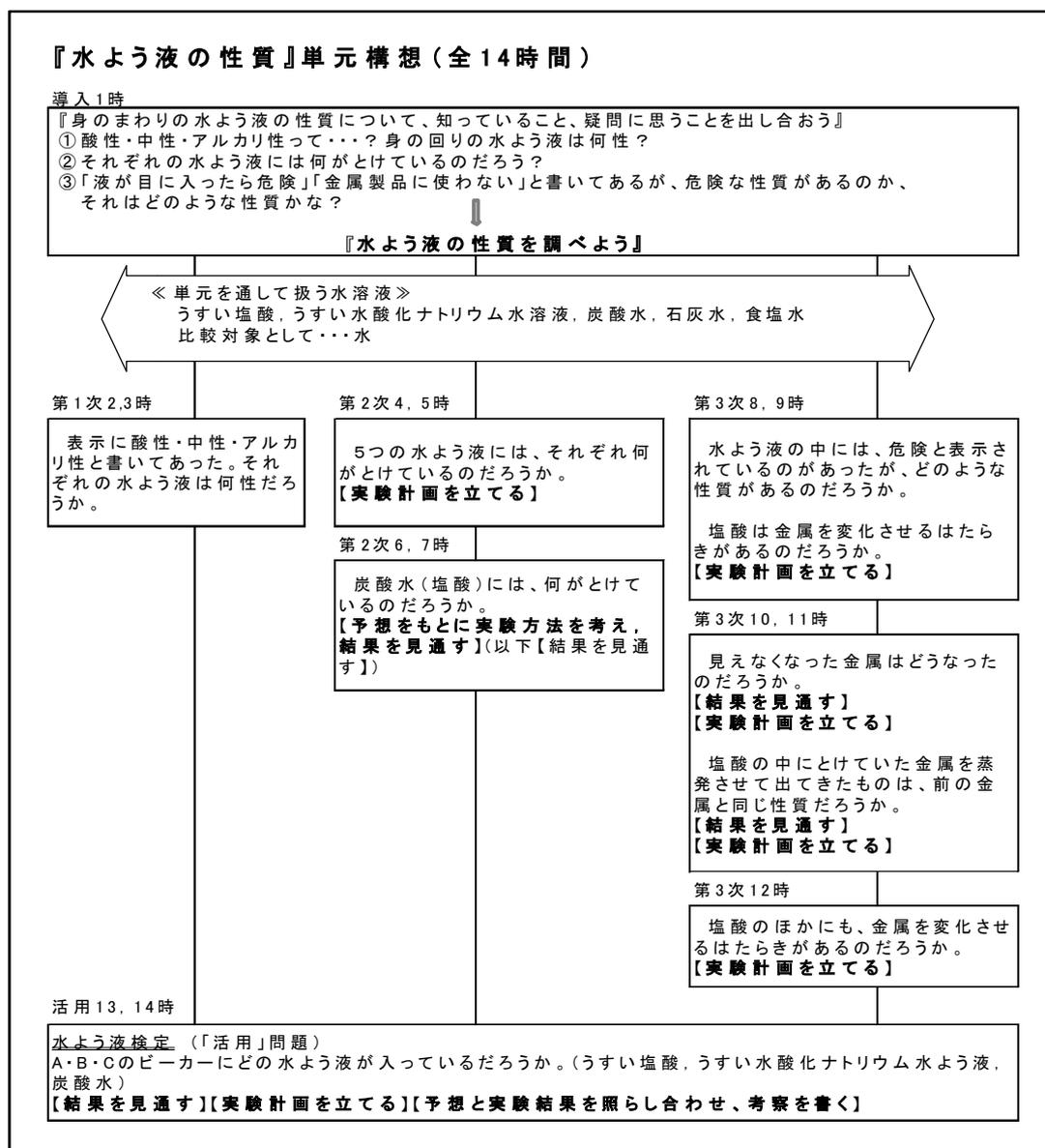
月	本研究に関する計画	研究協力校との連携
4	課題研究打合せ会	
5	第1回課題研究会議（第1回国研指導）	研究協力校への依頼
6	第2回課題研究会議	
7	第3回課題研究会議（第2回国研指導）	
8	検証授業の準備	
9	検証授業の準備 第4回課題研究会議	研究協力員との打ち合わせ
10	検証授業	事前調査の実施（児童対象の意識調査） 検証授業

11	検証授業	検証授業 事後調査の実施（児童対象の意識調査）
12	第5回課題研究会議（第3回国研指導） 第6回課題研究会議	
1	第7回課題研究会議（第4回国研指導）	
2	第8回課題研究会議	

V 結果と考察

1 指導の実際

「小学校理科の授業モデル」と「結果を見通しながら実験計画を立てる指導の流れ」に基づき、「水よう液の性質」全14時間の授業を行った。（単元構想【図2】，指導の流れ【資料10～14】）



【図2】「水よう液の性質」単元構想

(1) 「予想をもとに実験方法を考え、結果を見通す」指導について

① 第2次6, 7時 「炭酸水には、何がとけているのだろう」【資料11】

指導の重点	児童の予想をもとに、炭酸水に溶けているものを調べるための「実験方法」と「結果の見通し」を考えさせる。
具体的な手だて	事象提示 : 予想を持たせるために、炭酸水から出る気体を提示する。 話型の提示 : ワークシート【資料5】に「話型」を記載する。 児童が整理した後、全体場で交流する。

「事象提示」【図3】を行うと、炭酸水から出る泡をじっくり観察する姿があった。前時には、「炭酸水には何も溶けてない」と考える児童もいたが、実際に見ることで「泡が出ている」「もしかして、気体が溶けている?」「ペットボトルの表示を見たらわかる」と話し出した。炭酸水から出る泡を見たことで、「気体が溶けているのではないかと問題をはっきりとさせていった。そして、児童全員がワークシート【資料5】に「二酸化炭素」「酸素」「窒素」などの「気体が溶けている」という予想を書くことができた。さらに、空気中の気体の割合を復習する場にもなった。



【図3】「事象提示」の様子

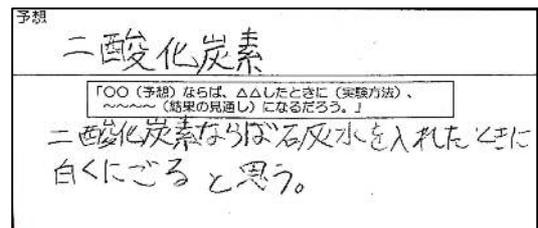
次の記録は、「実験方法」と「結果の見通し」を全体で交流した場面である。

C1: 石灰水を使い、調べる。	T : ほかに?
T : これをすることによって、どんな結果になる?	C7: 火をつけたものを試験管の中に入れる。
C2: もし、二酸化炭素なら白くにごるだろう。	C8: 線香の火を入れて…
T : ほかに?	T : これやったら、どんなことがわかりそう?
C3: 気体検知管で調べる。	C9: 二酸化炭素なら、すぐ消える。酸素なら、けむりがあがる。
T : 調べたら、どんな結果になる?	C10: 酸素なら火がすごく強くなる。
C4: 二酸化炭素なら目盛に何か表れるから、二酸化炭素が何%か…	T : 窒素なら?
C5: 二酸化炭素なら目盛が上がる。	C11: 窒素なら、すぐ消える。
C6: もし二酸化炭素なら(検知管が)0.04%より大きくなると思う。それより下だと、二酸化炭素が減ってることになる。	

はじめは、「二酸化炭素なら、石灰水が白くにごるだろう」のように、1つの実験方法に対して、二酸化炭素の結果の見通ししか出なかった。次の気体検知管になると、目盛の読み方に着目できたことで、二酸化炭素か、二酸化炭素でないかを見通す展開になった。最後の

線香になると、二酸化炭素や酸素だった場合の発言につながっていった。さらに、教師の補足によって、窒素だった場合の結果を見通すことができた。

「話型」を提示したことで、実験では「石灰水が白くにごったということは、炭酸水には二酸化炭素が溶けている」のように、予想と実験結果を比べ、考察する姿が見られた。



【図4】A児の「結果の見通し」

② 第3次10, 11時 「見えなくなった金属は、どうなったのだろうか」【資料12】

指導の重点	「自信度チェック」を用いて、児童の予想とその理由を顕在化させる。
具体的な手だて	<p>自信度チェック</p> <p>①問題に対する予想と理由を書かせ、自信度（2段階「ぜったい」「たぶん」）をチェックさせる。</p> <p>②黒板に表【図5】を提示する。該当する自信度の欄に名前磁石³を貼らせる。</p> <p>③自信度の理由を聞く。「たぶん」を貼った児童の考えも聞く。</p>

以下は、「自信度チェック」を用いて、全体で交流した場面の記録である。

<p>T : 「金属は残っている」「気体になって出ていった」という2つの意見が出てきました。名前磁石を持って、自分の予想について「ぜったい」か「たぶん」に貼りに来ましょう。</p> <p>～Cの活動：黒板の表に名前磁石を貼る～</p> <p>T : 「ぜったい」残っていると思う人？</p> <p>C1 : 固体になってまた出てくると思う。</p> <p>C2 : 食塩水と同じように出てくる。</p> <p>C3 : 食塩水みたいに残っていると思うから、出てくる。</p> <p>C4 : みんなの意見と同じで、食塩水を蒸発させると固体になってもどってくる。気体であれば、何も無い状態のはず。</p>	<p>T : 次に、「たぶん」の人は？</p> <p>C5 : 食塩水のようになると思うけど、自分的にはどうか…と。</p> <p>C6 : 何かが残っていると思うけど、ぜったいという自信がない。</p> <p>C7 : 固体を溶かすと、また戻ってくるんじゃないかな？</p> <p>T : 反対に、気体になって出ていったと思う人？</p> <p>C8 : 〇〇さんが言ってたように、3分ぐらいすると炭酸水みたいに泡がぶくぶくしてきて、蒸発したんじゃないかな。さわってみたら、少し熱かったし…</p> <p>C9 : C8さんと同じでパチパチしたり、温かかったりして、(中略)金属もとられて出ていったんじゃないかな。</p>
---	--

³ 「名前磁石」とは、各児童の名前を書いた板磁石のことである。「自信度チェック」の表の中に貼っている磁石【図5】のことを指す。

「自信度チェック」を用いたことで、さまざまな意見が出てきた。児童は、自分の考えと比較しながら他者の意見を聞く姿があった。「水溶液の中で見えないが、固体が溶けている」と考える児童が多かったが、「気体になって出ていく」という少数の考えを知ることができた。



【図5】「自信度チェック」の表

また、一部の自信のある児童の意見だけで授業が展開されるのではなく、困ったり迷ったりしている自信のない意見を引き出すことができた。

本時は「自信度チェック」を初めて導入したこと、実験内容が多かったことから、「結果の見通し」を考えさせる時間がなかった。そのため、ワークシートの「結果の見通し」欄は、空欄の児童が多くいた。

しかし、「自信度チェック」を用いたことで、2パターンの予想を念頭におきながら、実験の変化をよく観察し、結果から考察する姿が見られた。そして、「鉄やアルミニウムは、塩酸によって別のものに変化した」と考察が書けた児童は、84.4%いた。

(2) 「実験計画を立てる」指導について

① 第2次4, 5時 「5つの水よう液には、それぞれ何がとけているのだろうか」【資料10】

指導の重点	水溶液に溶けているものを調べるための実験計画を考えさせる。
具体的な手だて	<p>実験計画の視点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「手順」「用意するもの」「注意すること」の視点をワークシートや板書で示す。 ・「手順」に関しては、文頭番号や「はじめに」「次に」などの接続詞をワークシート【資料6】に示しておく。 <p>児童とつくる実験計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・児童に既習内容を想起させるため、食塩水を蒸発させて残った食塩を提示する。 ・全体の場で児童の発言を取り上げる。その際、教師は問い返したり、付け加えたりして、実験計画を具体的かつ順序立て、実験の見通しを持たせる。

食塩を提示すると、「5年の時の実験で、熱すると食塩が出てきた」の発言があり、多くの児童が思い出した。既習実験を想起できた児童は、視点を示したワークシートに実験計画を立てることができた。しかし、実験の概要を想起できなかつたり、順序立てて書けなかつたりした児童が多く、児童自らが実験計画を立てることができなかつた。

そこで、実験計画の立て方を学ぶために、全体の場で交流した。

以下は、実験計画を交流した場面の記録である。

T : 手順です。はじめに…, 何をしますか。	T : 次に何をしよう?
C1 : 調べたい水溶液を蒸発皿に入れる。	C5 : ガスコンロの上に蒸発皿をのせて蒸発させる。
T : どうやって?	T : つけたしは?
C2 : ピペットで入れていく。	C6 : 蒸発したと思ったら、火を止める。
T : どれだけ?	T : 最後にどんなことをしたらいい?
C3 : 少しの量。	C7 : 記録をして、結果や考察を書く。
T : C3さんが少量と言ったのは何で?	T : 用意するものは?
C4 : 蒸発するのに時間がかかるから。	C8 : ガスコンロ。
T : ①番目にすることは、これでいい?	C9 : ピペット。
C : うん	C10 : 蒸発皿。 …と続く

実験計画を想起できた児童が中心となって発言した。その発言を教師は取り上げ、「はじめに」「次に」などの接続詞を使って問いかけたり、「どうやって?」「どれだけ?」などの問い返しをしたりして、具体的に量や器具、手順等を確かめながら、児童と教師がともに実験計画を立てていった。

多くの児童は、友達の見や教師の補足を聞き、実験計画を書き込むことができた。

② 第3次12時 「塩酸の他にも、金属を変化させるはたらきがあるのだろうか」【資料13】

指導の重点	水溶液と金属との反応を調べるための実験計画を考えさせる。
具体的な手だて	<p>実験計画の視点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「手順」「用意するもの」「注意すること」の視点をワークシート【資料7】に記載する。 <p>※児童自らが実験計画を立てられるようにするために、事前に提示する視点を段階的に減らす。ここでは、「手順」に関して、文頭番号や接続詞は記載しない。</p>

予想の場面後、教師が実験計画を指示しようとする時、児童は「計画を立てる!」「もう(計画を)立ててる!」などの声があがり、進んで実験計画を立てる児童が多く見られた。

以下の【図6】は、A児の第2次4,5時と第3次12時のワークシートの比較である。A児は「実験計画を立てる」ことの検証において、顕著な伸びが見られた。

第2次4,5時では、実験計画の流れは書けているが、「用意するもの」「注意すること」が書けておらず、実験の場面が想定できていなかった。

第3次12時になると、「手順」に関して、番号をつけて順序立てて書けている。さらに、

既習の道具を使って、どのように実験を進めるのかが書けている。また、「用意するもの」「注意すること」も既習実験から想起し、書けている。つまり、実験場面が具体的にイメージできていると思われる。

<p>計画 実験方法：水よう液を蒸発させて調べる。</p> <p>(1) 手順</p> <p>①はじめに 調べたい水溶液を蒸発皿にのせガラスコップにのせる。</p> <p>②次に とけた物を取りだし調べる。</p> <p>③最後に 実験結果をまとめ、考察する。</p> <p>(2) 用意するもの</p> <p>(3) 注意すること</p>	<p>計画 実験方法：アルミニウムと鉄に水溶液をたこえる。</p> <p>(1) 手順</p> <p>①試験管に金属を入れた。(つけたい) アルミニウム 金属-鉄</p> <p>②次にビーカーを使い金属に調べたい水溶液をかける。少量</p> <p>③反応を止し結果と考察をまとめる。</p> <p>(2) 用意するもの 調べたい水溶液、試験管×8 ビーカー、ぬれたろう紙、試験管立て</p> <p>(3) 注意すること 安全メガネ、鉄とアルミニウム 反応が止まらないうちに洗う。</p>
第2次 4, 5時	第3次 12時

【図6】 A児の実験計画の記述の様子

(3) 予想と実験結果を照らし合わせ、考察が書けるようになったか

「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導によって、予想と実験結果を照らし合わせ、考察が書けるようになったかどうかについて、本実践で確認する。

活用 13, 14時 「A・B・Cのビーカーにどのような水よう液が入っているだろうか」

【資料 14】

指導の重点	既習の知識や技能を活用して、問題「A・B・Cのビーカーに、どの水よう液が入っているか」について解決させる。 (A：うすい水酸化ナトリウム水溶液 B：うすい塩酸 C：炭酸水)
具体的な手だて	<p>事象提示：実物を見せて、問題提示する。</p> <p>話型の提示：ワークシート【資料8】に「話型」を記載する。 「結果の見通し」を整理する書き方【資料9】を例示する。</p> <p>実験計画の視点：ワークシート【資料8】には視点のみ記載。</p> <p>児童とつくる実験計画：各班で相談させる。</p>

《全体》

1種類の実験方法では、3つの水溶液を特定することができない。そのため、2種類の実験方法を組み合わせなければならない問題である。

どの班も実験の方向性をすぐには決められず、班で相談し合っていた。そして、既習のワ

ークシートや教科書で、水溶液の性質を復習する姿が各班で見られた。そのとき、「実験方法」と「結果の見通し」をホワイトボードにメモし、実験の方向性を探る姿が見られた【図7】。

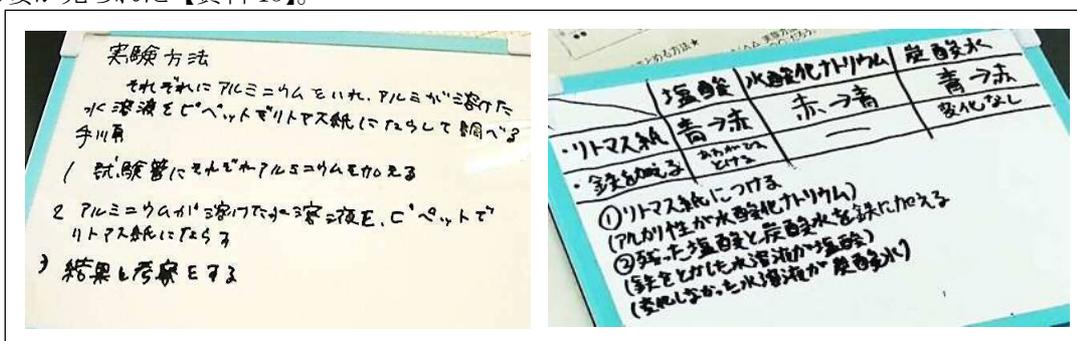
方向性が決まれば、「実験計画」をスムーズに立て、実験を進めていった。

各班で、「実験方法」や「手順」を意識して、実験の概要をホワイトボード【図8】にまとめ、一人一人がワークシートに計画を立てる姿が見られた。さらに、「用意するもの」に沿って、自分たちで必要な器具を準備し、実験を進めていった。

予想の場面で結果を見通しているので、実験中は変化をよく観察し、結果をもとに考察する姿が見られた【資料15】。



【図7】実験の方向性を探る姿



【図8】実験の概要をまとめたホワイトボード

正しい結論を導けた班と導けなかった班の様子を以下に記す。

《正しい結論を導けた班》

問題提示後、児童は既習のワークシートを見ながら、水溶液の性質を確認していた。そして、「3つの水溶液にリトマス紙をつけると、炭酸水か塩酸かがわからない」「炭酸水は二酸化炭素が溶けているから、ふったらわかるかも」などの発言があった。ここで、教師が「確実に見分ける方法にしましょう」と助言したことで、児童は水溶液の性質と実験方法を既習のワークシートで何度も振り返っていた。

児童は、「線香の火が消えたら、炭酸水だ」という性質に気づいたが、同時に二酸化炭素を集めることができないことにも気づき、別の実験方法を考え始めた。次に、金属を溶かす水溶液の性質に気づき、「塩酸なら両方(鉄・アルミニウム)溶ける」「水酸化ナトリウム水溶液なら片方(アルミニ



【図9】考察する姿

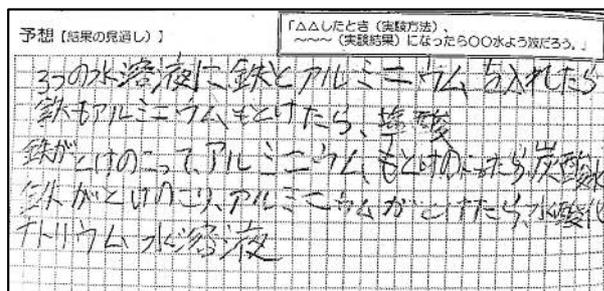
ウム) 溶ける」「炭酸水なら両方 (鉄・アルミニウム) 溶けない」と、結果を見通すことができた。最後に、金属を使えば、リトマス紙を使わずに実験できることがわかり、実験の方向性を班で見いだしていった。

「実験方法」と「結果の見通し」が定まると、「実験計画」を進んで書いていた。このとき、「1番目に…、次に…、3番目に…、4番目に…」と、班で実験の手順を確認し合っていた。また、「用意するもの」に沿って、実験道具を分担して準備する姿も見られた。

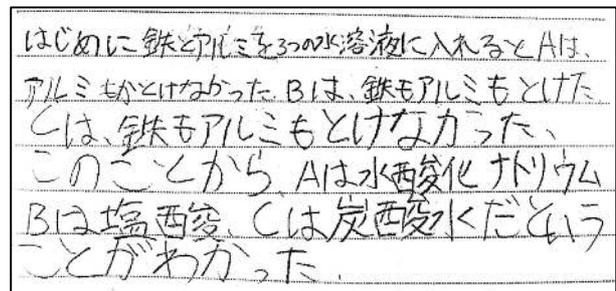
実験では、金属を加えた水溶液の変化を観察し、「結果の見通し」と実験結果を比較し、考察する姿があった【図9】。考察する中で、「両方とも溶けるのは水酸化ナトリウム水溶液だよ」とまちがった発言をしたB児がいた。そうすると、A児は「ちがうよ、両方溶けるのは塩酸」と助言し、既習のワークシートをB児に示した。A児が結果を見通していたことで、知識が曖昧になっていたB児に助言することができた。そして、班全体で結論を導き出すことができた。

【児童のふり回りカード】

- ・学習のはじめは、計画や考察がそんなに書けなかったけど、どんどん積み重ねていくと、自分で計画や考察が書けて、うれしかった。(A児)
- ・この実験をして、何が入っているか分からなくなったら、その水よう液の特徴を生かせば分かるということが分かった。(B児)



【図10】A児のワークシート (結果の見通し欄)



【図11】A児のワークシート (考察欄)

《正しい結論を導けなかった班》

他班と同様、既習のワークシートで調べ始めた。その中で、「石灰水」「気体検知管」「リトマス紙」「アルミニウム」などの実験方法が出てきた。

はじめに、水溶液の液性を調べるために「リトマス紙を使う」実験方法に絞っていった。次に、「炭酸水」を調べる方法として「石灰水を使う」実験方法を考えついた。このとき、1つずつの水溶液に対して調べる方法は理解できているが、2種類の実験方法を用いて、「結果の見通し」を整理することができなかった。その一例として、「炭酸水」をリトマス紙で調べたら、何性になるのかが見通せていない。なおかつ、「塩酸」「水酸化ナトリウム水溶液」

に石灰水を加えたら、どのような結果になるのかが見通せていない【図 12, 13】。

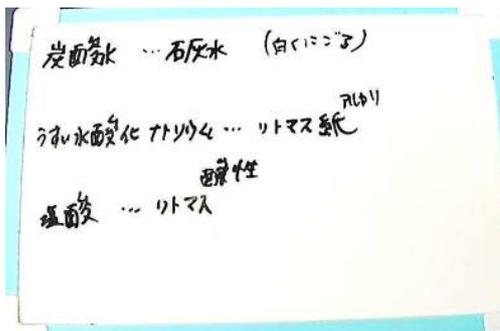
そのため、考察の場面では結果から導き出せず、再度既習のワークシートを調べ直す姿が見られた。また、「塩酸」「水酸化ナトリウム水溶液」に石灰水を加えた実験経験がないため、実験結果が出て、考察が書けなかった【図 14】。

しかし、自分たちが考えた「結果の見通し」を再度確認して実験をやり直したり、他班の実験結果を見に行ったりするなど、「結果の見通し」と実験結果を比較し、考察しようとする姿が見られた。

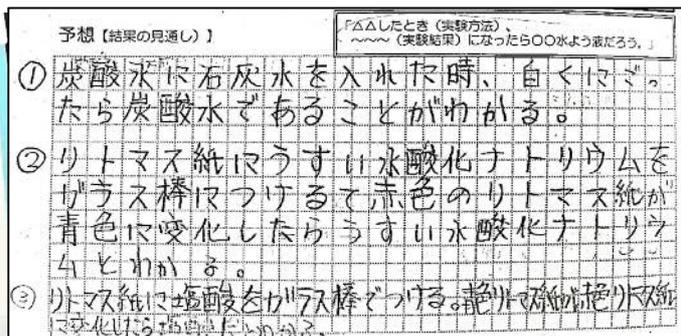
全体交流の場では、この班の困っていた点をあえて取り上げた。他班の実験方法・結果・考察を知ったり、他班からどうすればよかったかのアドバイスをもらったりすることで、自分たちの班の実験方法を見直す姿が見られた。

【児童のふり返しカード】

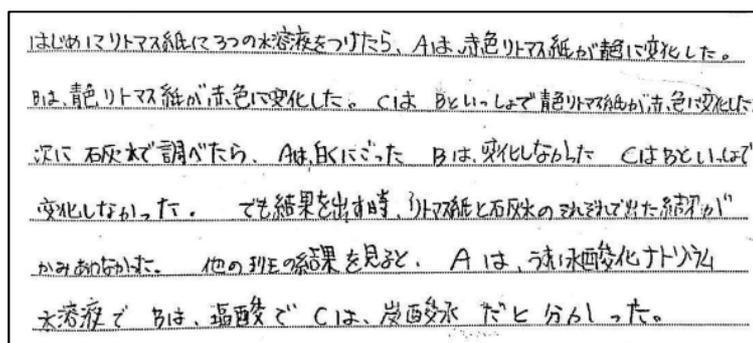
- 炭酸水と水酸化ナトリウム水溶液と塩酸を見つけるのが難しかった。私たちの班は結果が出せなかった。でも、金属を使えば、結果を出せると分かった。(C児)



【図 12】 C児の班の「結果の見通し」のホワイトボード



【図 13】 C児のワークシート（結果の見通し欄）



【図 14】 C児のワークシート（考察欄）

2 結果

(1) 「予想をもとに実験方法を考え、結果を見通す」指導について

① ワークシートの記述から

「ア 予想をもとに実験方法を考え、結果を見通すことができる」について、ルーブリック【資料1】をもとにワークシートの記述【資料5, 8】を評価し、児童の変容を検証する【図15】。

第2次6, 7時では、「実験方法を考え、結果を見通すこと」ができたAB評価児童は、78.8%だった。内訳として、「2つ以上の実験方法を関連づけて考え、結果を見通した」A評価児童は12.1%、「1つの実験方法を考え、結果を見通した」B評価児童は、66.7%だった。「既習の知識をもとに実験方法・結果の見通しができず、間違っただけの記述をしている」「未記入」のC評価児童は、21.2%いた。

活用13, 14時では、「実験方法を考え、結果を見通すこと」ができたAB評価児童は、78.2%だった。A評価児童は、12.1%から43.8%に増加している。

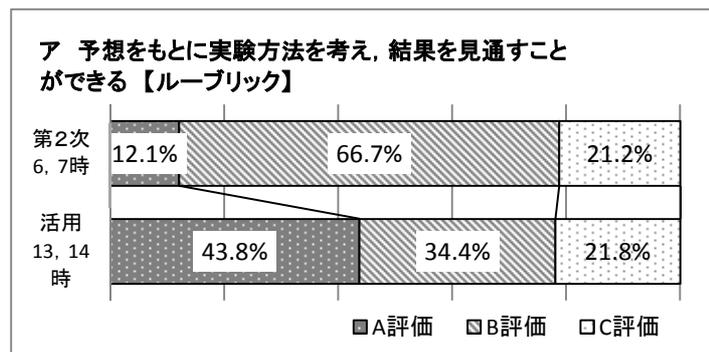
C評価児童が、第2次6, 7時・活用13, 14時とほぼ同じ割合（ともに7名）で存在している。そして、両時ともC評価だったのは、3名だった。

C評価児童の「結果の見通し」欄の分析を行った。

第2次6, 7時では、「未記入」児童4名、「途中」児童1名、「実験方法は書いているが、結果の見通しを書けていない」児童1名、「実験方法は書けていないが、結果の見通しをしている」児童1名だった。

一方、活用13, 14時では、「実験方法」に関して、C評価児童全員が記入できていた。しかし、「結果を見通す」際に、既習の知識が曖昧だったため、「結果の見通し」が間違っていた児童が5名いた。また、既習の知識が定着しておらず、「結果の見通し」ができなかった児童が2名いた。

第2次6, 7時・活用13, 14時においてC評価だった割合の変化はないが、ワークシートの記述を見ると、「実験方法」は記述できるようになっており、「結果の見通し」を考えようとする姿が見られた。



【図15】「予想をもとに実験方法を考え、結果を見通すこと」についてのルーブリック評価

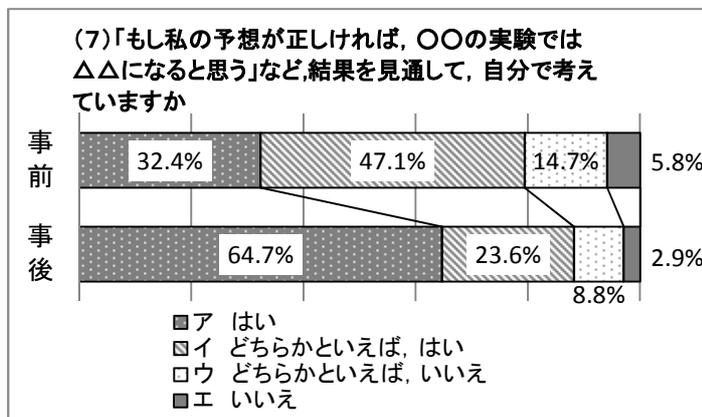
② 児童の意識調査から【図 16】

単元前（事前）と単元後（事後）に、児童意識調査を行った。

事前調査では、『もし私の予想が正しければ、〇〇の実験では△△になると思う』など、結果を見通して、自分で考えていますか』という質問に対して、肯定回答 79.5%，否定回答が 20.5%だった。

事後調査では、「考えることができましたか」という質問に対して、肯定回答は 88.3%，否定回答は 11.7%だった。

事前・事後を比較すると、肯定回答が 79.5%から 88.3%に増加した。特に、「ア はい」と回答した児童は 32.4%から 64.7%に増加した。



【図 16】 児童の意識調査（事前・事後）

(2) 「実験計画を立てる」指導について

① ワークシートの記述から

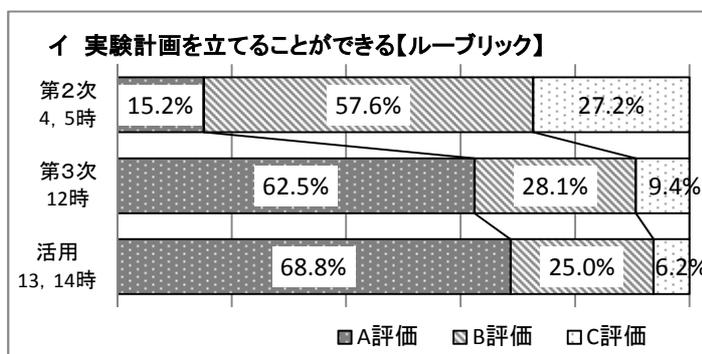
「イ 実験計画を立てることができる」について、ルーブリック【資料 1】をもとにワークシートの記述【資料 6～8】を評価し、児童の変容を検証する【図 17】。

第 2 次 4, 5 時では、「実験計画を立てる」ことができた A B 評価児童は、72.8%だった。内訳として、「実験計画を順序立てて、詳細に書けている」A 評価児童は、15.2%、「実験計画の手順が書けている」B 評価児童は、57.6%だった。「実験計画が書けていない」「未記入」の C 評価児童は、27.2%いた。

第 3 次 12 時では、「実験計画を立てる」ことができた A B 評価児童は、90.6%だった。

活用 13, 14 時では、「実験計画を立てる」ことができた A B 評価児童は、93.8%だった。

第 2 次 4, 5 時と活用 13, 14 時を比較すると、「実験計画を立てる」ことができた児童は、72.8%から 93.8%に増え、特に、A 評価児童が 15.2%から 68.8%に増加した。



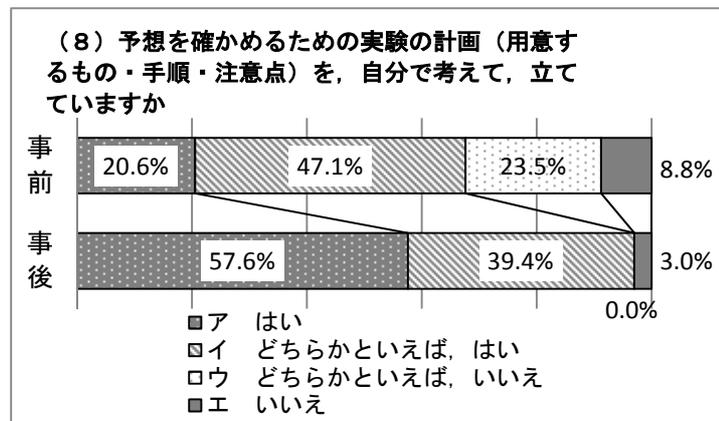
【図 17】 「実験計画を立てること」についてのルーブリック評価

② 児童の意識調査から【図 18】

事前調査では、「予想を確かめるための実験の計画を、自分で考えて、立てていますか」という質問に対して、肯定回答 67.7%、否定回答が 32.3%だった。

事後調査では、「立てることができましたか」という質問に対して、肯定回答した児童は 97.0%、否定回答は 3.0%だった。

事前・事後を比較すると、肯定回答が 67.7%から 97.0%に増加した。特に、「ア はい」と回答した児童は 20.6%から 57.6%に増加した。



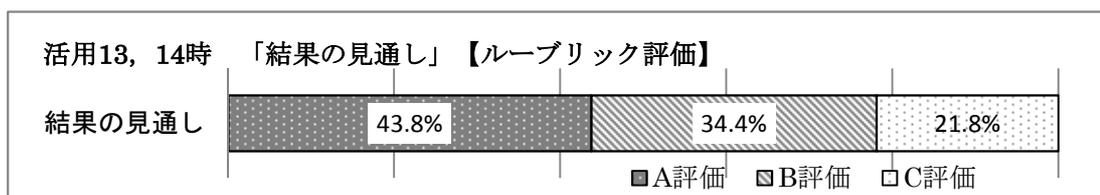
【図 18】 児童の意識調査（事前・事後）

(3) 予想と実験結果を照らし合わせ、考察が書けるようになったか

「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導によって、予想と実験結果を照らし合わせ、考察が書けるようになったかどうかについて、活用 13, 14 時において分析する。

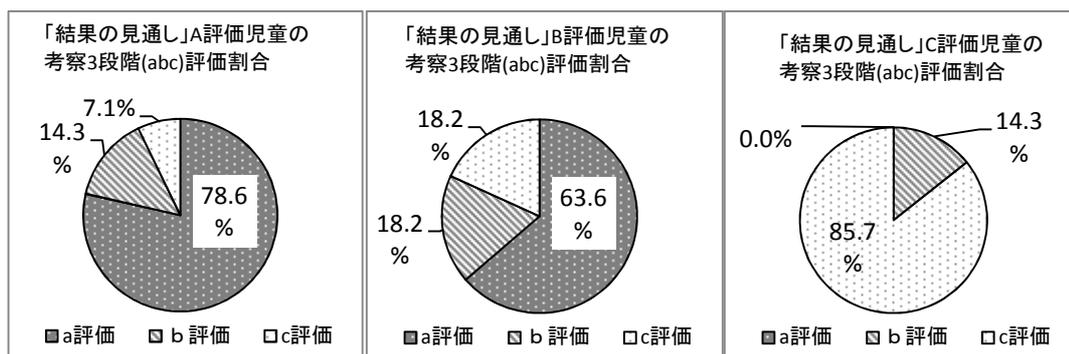
① 「結果の見通し」と「考察」のクロス分析

【図 19】は、活用 13, 14 時において使用したワークシート【資料 8】の「結果の見通し」をルーブリック【資料 1】で評価したグラフである。「結果の見通し」ができた A B 評価児童は、78.2%である。



【図 19】 活用 13, 14 時「結果の見通し」のルーブリック評価

【図 20~22】は、【図 19】の「結果の見通し」A, B, C 評価児童を、「ウ 結果から考察を書くことができる」【資料 1】の視点で、さらに 3 段階 (a, b, c) で評価したグラフである。



【図 20】

【図 21】

【図 22】

「結果の見通し」 A評価で、「結果から考察を書くことができた」 a b 評価児童は 92.9% だった【図 20】。

「結果の見通し」 B評価で、「結果から考察を書くことができた」 a b 評価児童は 81.8% だった【図 21】。

「結果の見通し」 C評価で、「結果から考察を書くことができた」 a b 評価児童は 14.3% だった【図 22】。

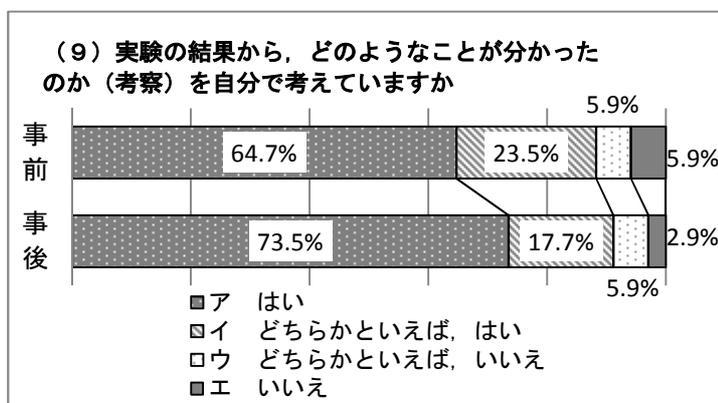
以上の結果から、予想の場面で「結果の見通し」が持てると、8割以上の児童が結果をもとに、考察を書くことができた。「結果の見通し」がAB評価だったのに、考察c評価だった3名は、時間が足りず考察が途中だった児童が2名、実験結果が「結果の見通し」と不一致だったため、考察がまとめられなかった児童が1名だった。「結果の見通し」C評価で考察が書けた児童は14.3%だったが、「結果の見通し」が持てず、「結果から考察できなかった」児童は85.7%だった。

② 児童の意識調査から【図 23】

事前調査では、「実験の結果から、どのようなことがわかったのか（考察）を自分で考えていますか」という質問に対して、肯定回答 88.2%，否定回答が 11.8%だった。

事後調査では、「自分で考えることができましたか」という質問に対して、肯定回答した児童は 91.2%，否定回答した児童は 8.8%だった。

事前・事後を比較すると、「ア はい」と回答した児童が 64.7%から 73.5%に増加した。



【図 23】 児童の意識調査（事前・事後）

3 考察

(1) 「予想をもとに実験方法を考え、結果を見通す」指導について

「予想をもとに実験方法を考え、結果を見通す」指導を行ったことは、生活経験や既習事項に基づいて予想したり、実験前に結果の見通しを持ったりすることで、自分の考えをはっきりさせて実験に取り組む姿につながったと言える。

このような姿は、以下の手だてによる効果だと思われる。

《事象提示》

導入場面で「事象提示」を行ったことで、児童自らが問題を見だし、観察した事象に基づいた予想ができたと思われる。

このことは、第2次4, 5時では「炭酸水には何も溶けていない」と考えていた児童が、第2次6, 7時で炭酸水から出る泡を提示したことで、「気体が溶けているのかな」と考えが揺さぶられたことから判断できる。これは、既存の知識・経験と事象との間に「ズレ」が生まれ、「気体が溶けているのではないか」という問題を見出すことになったと思われる。

また、「事象提示」は、事実に基づいた予想や「ペットボトルの表示を見たらわかる」のように生活経験に基づいた発言を引き出すことができ、児童の既存の知識・経験を喚起させ、根拠のある予想を持たせることにつながったと思われる。

以上のことから、児童自らが問題を見いだしたり、事実に基づいた予想を考えたりするために、教師が意図的に「事象提示」をすることは重要な手だてだと考える。

《自信度チェック》

予想の場面において、「自信度チェック」を行ったことで、児童は自分の考えを持つことができた。このことは、第3次10, 11時において、児童全員が名前磁石を用いて、該当する欄に自分の考えを位置づけたことから判断できる。中でも、「ぜったい」欄に位置づけた児童は、既習事項をもとに理由を考えることができた。また、「たぶん」欄に位置づけた児童は、戸惑っている考えを発表するなど、さまざまな意見を出し合うことができた。そして、自分と同じ考えを知ることによって安心して発表したり、自分と異なる考えを知ることによって実験で確かめようとしたりする姿につながっていったことから判断できる。

これらの姿から、一部の児童の意見で授業が進むのではなく、クラスの一人一人が自分の考えに向き合うことができたと考える。つまり、なぜこのような事象が起こるのかについて、生活経験や既習事項に基づいて考えたり、または、「わからない」「何となく」などの自信のなさを自覚したりすることで、「他者の考えを聞いてみたい」「実験で確かめてみたい」という意欲につながったと考える。

また、「自分の考え」「自信度」「児童全員の名前」をマトリックスなどに位置づけることで予想が視覚的に整理され、実験の見通しにつながったと考える。

《話型の提示》

予想の場面で、「話型」を提示したことで、「予想→実験方法→実験結果」を見通し、思考の流れを整理することが概ねできたと思われる。

これは、第2次6, 7時・活用13, 14時において、8割弱の児童が「予想をもとに実験方法を考え、結果を見通すことができた」ことから、概ね効果があったと思われる。さらに、「2つの実験方法を関連付けて考え、その結果を見通した」A評価児童が12.1%から43.8%に増加したことから、効果があったと判断できる【図15】。

しかしながら、課題となる点も見えてきた。それは、「結果の見通し」C評価児童が2割強存在することである。そこで、C評価児童の「結果の見通し」欄を分析すると、第2次6, 7時では「未記入」児童がいたが、活用13, 14時になると、「実験方法」に関して児童全員が記述できていた。そして、「結果の見通し」は間違っただけのもの記述していた。これは、問題解決の過程を経てきたことで、「実験方法」「結果の見通し」を考えようとする姿につながったと思われる。

これらのデータや児童の姿から、「自信度チェック」などで他者の考えを知り、頭の中で思考していたことを、「話型」を用いることで整理し、より明確に自分の考えを言語化できたと思われる。そして、予想の場面で自分の考えをしっかりと持つことは、実験結果と照らし合わせて考察するためにも、重要な学習活動であったと言える。

ただし、「話型」を提示しても、既習の知識が定着していなかったり、調べたことを整理できなかったりすると、「結果の見通し」が持てないことが分かってきた。

そこで、今後も「結果の見通し」を持たせる指導を継続して行っていく必要がある。さらに、知識を定着させるための指導や、調べたことを関係付けて整理するための指導の工夫が必要であると言えるだろう。

一方、「予想をもとに実験方法を考え、結果を見通す」指導は、「結果の見通し」に関して、児童の実感を高めたという点でも効果があった。これは、単元後の児童意識調査で、肯定回答児童が増加したことから判断される【図16】。

(2) 「実験計画を立てる」指導について

「実験計画を立てる」指導を継続して行ってきたことは、考えた「実験方法」「結果の見通し」をもとに、実験計画を立てる姿につながったと言える。このことは、活用13, 14時において、実験計画の視点「手順」「用意するもの」「注意すること」についてまとめたり、順序立てて計画を立てたりすることができた児童が93.8%いたことから判断できる【図17】。

この結果は、以下の手だてによる効果だと思われる。

《実験計画の視点》

実験計画の視点を示したことは、児童が実験計画を立てていく上で効果があったと思われる。このことは、活用13, 14時に、ホワイトボードに実験の概要を順序立ててまとめている姿【図8】や、A児の「実験計画」の記述【図6】も、順序立てて書けていることから、実験の見通しを持つことができたと言える。

以上の姿から、「実験計画の視点」は、実験を実行するための大枠を示す役割を果たし、児童は実験内容を整理したり、見通したりすることができたと言える。そして、「実験して確かめたい」という意欲や、「どんな実験をどのように行うのか」という目的意識を具体化するための手だてになったと思われる。

《児童とつくる実験計画》

実験計画を児童とともに作成してきたことは、児童自らが実験計画を立てていく上で効果があったと思われる。第2次4, 5時は実験計画を立てるのに戸惑っている姿が多く見られたが、活用13, 14時では、既習の実験から必要な実験を選択し、実験計画を班で相談し合って作成する姿が見られたことから言える。

これは、教師が、既習の実験・児童の生活経験と毎時の実験内容の関係付けを想定していたことや、児童に実験計画を立てさせる意義を理解していたことによって、児童の発言に耳を傾け、問い返したり、付け加えたりすることができたのだと考える。そして、実験計画を全体の場で整理してきた経験が積み重なり、班で相談して実験計画を立てることができるようになったのだと考える。

一方、児童の「実験計画を立てる」実感を高めたという点においても効果があった。このことは、事後意識調査でも肯定回答した児童が97.0%いたことから判断できる【図18】。これは、全国学力・学習状況調査児童質問紙「(略)自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てていますか」の全国値75.3%より高いことから言える【表1】。

(3) 予想と実験結果を照らし合わせ、考察が書けるようになったか

「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導によって、予想と実験結果を照らし合わせ考察が書けるようになったかどうかについて、活用13, 14時において考察する。

「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導を行うことで、予想と実験結果を照らし合わせて、考察が概ね書けるようになったと考える。

「結果の見通し」を持つことができると、8割以上の児童が、結果をもとに考察が書けるようになることが分かってきた【図20, 21】。これは、実験前の考えと実験で得られた結果を照

らし合わせ、自分の考えが正しかったのだと確認ができたため、児童は考察を書くことができたのだと言える。

また、「結果の見通し」が整理できないまま実験を行うと、考察を書くのに戸惑う児童が一部いることが分かってきた。これは、実験前の考えと実験結果が不一致だったため、自分の考えが確認できず戸惑ったのである。しかし、児童は考察する際に、既習内容を調べ直したり、「結果の見通し」を見直したり、実験をやり直したりするなど、自分の考えを見直そうとする姿が明らかになった。そうすると、考察時間が確保できず結論を導くことはできなかったが、全体の中で「実験方法」「結果」「考察」の交流をすれば、失敗を振り返り、自分の考えや実験方法を再検討し、考察を書こうとする姿につながったと言える。

一方、「結果の見通し」が持てずに実験を行うと、8割以上の児童が、結果をもとに考察が書けないことに着目しなければならない【図22】。これは、既習事項が定着していない、すなわち、実験前の考えが明確でなかったために、実験結果から何が言えるのかがわからず考察が書けないのだと推測される。「結果の見通し」がC評価児童に対しては、結果が見通せるようになるために、実験等の体験活動を言語化させて知識の定着を図ったり、他者の考えから学びを深める場を設定したりするなど、さらなる指導の工夫が必要であると考えられる。

最後に、「結果の見通し」を持てなかったが、考察を書くことができた児童が1人(14.3%)いた【図22】。これは、1人だったために傾向がつかめず、「結果の見通し」と「考察」との関連性が判断できなかった。このことから、今後の実践において「結果の見通し」を持てなかったが考察が書けた児童の姿を追い、どのような場面でどのように考えを整理し、考察が書けるようになるのかを探ることは、「結果の見通し」と「考察」の関係を明らかにするために意味があることだと考える。

以上のことから、「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導に重点をおいたことは、実験前に自分の考えを明確化する点で効果があった。ひいては、得られた実験結果と自分の考えを照らし合わせて、考察が書けるようになり、自分の考えを確かめられたという点で有効であったと言える。

さらに、児童の「結果から考察する」実感を高めたという点においても効果があった【図23】。このことは、事後意識調査でも肯定回答した児童が91.2%いたことから判断できる。これは、全国学力・学習状況調査児童質問紙「(略)観察や実験の結果から、どのようなことが分かったのか考えていますか」の全国値80.5%より高いことから言える【表1】。

VI 研究のまとめ

1 研究の成果

本研究では、問題解決能力を育成するために、「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導を行ったことで、予想と実験結果を照らし合わせて、考察が書けるようになったかを検証してきた。その結果、「結果の見通し」と「考察」との関連性について明らかにできたことは成果だと考える。それは、「結果の見通し」が持てれば、自分の考えを確認して、考察が書けるようになる姿が見られたことである。また、「結果の見通し」が整理できなくても、考察時に自分の考えを見直したり、検討したりするなど、考察を書こうとする姿が見られたことである。つまり、「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導を行ったことで、予想と実験結果を照らし合わせ、考察が概ね書けるようになったとともに、考察を書こうとする意欲を育成できたことは成果だと考える。そして、これらの姿は、問題解決しようとする姿だと言える。

さらに、「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導は、児童が問題解決をした実感、つまり、「予想をもとに実験計画を立てる」「結果から考察する」実感を高めた点でも効果があったと思われる。

以上のことから、「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導は、問題解決能力を育成するための有効な学習指導法だと考える。そして、「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導の効果が明らかになったことにより、『四日市モデル』第1・2プロセスに重点をおく授業づくりの必要性も示されたと言える。

2 研究の課題

本研究では、「結果の見通し」が持てないまま実験が進み、考察を書くことができない児童がいることが明らかになった。「結果の見通し」が持てない児童が、「結果の見通し」を持ち考察が書けるようになる、つまり、見通しを持って問題解決できるようになるためには、さらなる学習指導法を研究する必要があると言える。

また、本実践は、実験を中心とした限られた単元のみの実践であったとともに、1クラスの児童の様子やデータのみで分析を進めてきた。「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導についての一定の効果は得られたが、「結果の見通し」と「考察」との関連性をさらに明らかにするためには、ほかの観察・ものづくり・栽培・飼育の単元においても、問題解決能力の育成につながる学習指導法として具現化する必要がある。さらに、各学年の発達段階に沿った「小学校理科の授業モデル」や「結果を見通しながら実験計画を立てる」指導の検討も必要である。

以上のことから、「結果を見通しながら実験計画を立てる」授業実践を継続的に行い、より効果的な手だてと児童の変容を探っていきたい。

[引用文献]

- 石浦章一ほか (2015) 「わくわく理科6」新興出版社啓林館 p p. 6-7
- 村山哲哉 (2013) 「小学校理科『問題解決』8つのステップーこれからの理科教育と授業論ー」東洋館出版社 p. 76 p. 94
- 文部科学省 (2008) 「小学校学習指導要領解説 理科編」大日本図書 p. 7
- 文部科学省 国立教育政策研究所 (2015) 「平成27年度 全国学力・学習状況調査 報告書 小学校理科」 p. 8 p. 50
- 文部科学省 国立教育政策研究所 (2015) 「平成27年度 全国学力・学習状況調査 報告書 質問紙調査」 p p. 28-29 p p. 82-83
- 四日市市教育委員会 (2013) 「問題解決能力向上のための授業づくりガイドブック 四日市モデル」 p p. 1-5
- 四日市市教育委員会 (2015) 「平成27年度全国学力・学習状況調査結果の分析」 p. 30 p p. 54-55

[参考文献]

- 石井英真 (2015) 「今求められる学力と学びとはーコンピテンシー・ベースのカリキュラムの光と影ー」日本標準
- 角屋重樹 (2013) 「なぜ、理科を教えるのかー理科教育がわかる教科書ー」文溪堂
- 鏑木良夫 (2007) 「教えて考えさせる先行学習で理科を大好きにする」学事出版
- 佐々木昭弘編著 (2009) 「必備!理科の定番授業 小学校6年」学事出版
- 佐々木昭弘 (2012) 「図解 必ずうまくいく理科の観察・実験 小学5・6年」学事出版
- 鷲見辰美 (2007) 「『なぜ?』を楽しむ理科の授業」学事出版
- 高浦勝義・松尾知明・山森光陽 (2006) 「ルーブリックを活用した授業づくりと評価 ①小学校編」教育開発研究所
- 日本理科教育学会 (2016) 「理科の教育 1月号通巻762号」東洋館出版社
- 子ども科学教育研究全国大会実行委員長 (2015) 「平成27年度 子ども科学教育研究全国大会研究紀要」東広島市立河内小学校
- 松下佳代 (2007) 「パフォーマンス評価ー子どもの思考と表現を評価するー」日本標準
- 森田和良 (2006) 「科学的読解力を育てる説明活動のレパートリー」学事出版
- 森田和良 (2012) 「秘伝 森田和良の理科教材研究ノート ここから始まる授業成功への道」学事出版
- 森本信也 (2013) 「考える力が身につく対話的な理科授業」東洋館出版社
- 文部科学省 (2011) 「小学校理科の観察, 実験の手引き」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/senseioun/1304651.htm
- 文部科学省 (2015) 「論点整理」
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/sonota/1361117.htm
- 四日市市教育委員会 (2011) 「第2次四日市市学校教育ビジョン」

観点	観点の内容	A(4点以上)	B(3点)	C(2点以下)
第2次 4・5時	イ 実験計画を立てることができる 思考・表現	実験方法を書いている。 『蒸発させる』…1点		実験方法が書けていない。
		既習の実験方法をもとに、実験の「手順」「留意するもの」「注意点」を順序立てて、詳しく書けている。 ①水溶液を蒸発皿にピペットで少量入れる ②加熱する ③液が残っているうちに、火をとめ、そのまましておく。 ※安全めがね ※換気する ※蒸発皿は直接手でさわらない ※加熱中は、とびはねることがあるので気をつける 等	既習の実験方法をもとに、主に実験計画の「手順」が書けている。 ①水溶液を蒸発皿に入れる…1点 ②加熱する…1点	実験計画が書けていない。または、未記入。

観点	観点の内容	A	B	C
第2次 6・7時	ア 予想をもとに実験方法を考え、結果を見通すことができる 思考・表現	既習を生かして2つ以上の実験方法を関連づけて考え、その結果を見通している。 (例)『炭酸水に二酸化炭素が溶けているなら、線香で調べたときに火が消えるだろう。また、石灰水で調べたら、白くにごるだろう。』 既習を生かして実験方法を考え、他者の予想を参考に、結果を見通している。 (例)『炭酸水に酸素が溶けているなら、火のついた線香を入れたら激しく燃えるだろう。もし、二酸化炭素であれば、線香の火はすぐに消えるだろう。空気であれば、線香はそのまま燃え続けるだろう。』	既習を生かして1つの実験方法を考え、その結果を見通している。 (例)炭酸水に二酸化炭素が溶けているなら、石灰水を入れると、白くにごるだろう。	既習の知識をもとに、実験方法・結果の見通しができず、間違った記述をしている。または、未記入。

観点	観点の内容	A	B	C
第3次 10・11時	ア 予想をもとに実験方法を考え、結果を見通すことができる 思考・表現	予想をもとに実験方法を考え、その結果を見通している。さらに、予想とは異なった場合の結果も見通している。	予想をもとに1つの実験方法を考え、その結果を見通している。	既習の知識をもとに、実験方法・結果の見通しができず、間違った記述をしている。または、未記入。

観点	観点の内容	A(5点以上)	B(3, 4点)	C(2点以下)
第3次 12時	イ 実験計画を立てることができる 思考・表現	既習の実験方法をもとに、実験の「手順」「留意するもの」「注意点」を順序立てて、詳しく書けている。	既習の実験方法をもとに、主に実験計画の「手順」が書けている。	実験計画が書けていない。または、未記入。

観点	観点の内容	A	B	C
活用 13・14時	ア 予想をもとに実験方法を考え、結果を見通すことができる 思考・表現	水溶液の性質を理解した上で、2つの実験方法を関連づけて考え、その結果を見通している。	水溶液の性質を理解した上で、実験方法を考え、その結果を見通している。	既習の知識をもとに、実験方法・結果の見通しができず、間違った記述をしている。または、未記入。
	イ 実験計画を立てることができる 思考・表現	既習の実験方法をもとに、実験の「手順」「留意するもの」「注意点」を順序立てて、詳しく書けている。	既習の実験方法をもとに、主に実験計画の「手順」が書けている。	実験計画が書けていない。または、未記入。
	ウ 結果から考察を書くことができる	実験結果から3つの水溶液を特定し、自分の考えを総合的に表現している。	実験結果から3つの水溶液を特定し、自分の考えを表現している。	間違った記述をしている。または、未記入。

理科についてのアンケート

6年 組 番 名 前 _____

★「水よう液の性質」の学習を終えて、理科の「学習」について、質問します。
あてはまるものに○をつけてください。

(1) 理科の学習はすぎですか

- ア はい
- イ どちらかといえば、はい
- ウ どちらかといえば、いいえ
- エ いいえ

(2) 実験することはすぎですか

- ア はい
- イ どちらかといえば、はい
- ウ どちらかといえば、いいえ
- エ いいえ

★「水よう液の性質」の授業について、質問します。あてはまるものに○をつけてください。

(3) 授業の内容は、分かりましたか

- ア 分かった
- イ どちらかといえば、分かった
- ウ どちらかといえば、分からなかった
- エ 分からなかった

(4) 授業の中で分からないことがあったら、どうすることが多かったですか（複数回答○）

- ア その場で先生にたずねた
- イ 授業が終わってから、先生にたずねた
- ウ 友だちにたずねた
- エ 家の人にたずねた
- オ 学習塾（家庭教師の先生もふくむ）にたずねた
- カ 自分で調べた
- キ そのままにしておいた
- ク その他
- （ _____ ）

(5) 自分の考えをまわりの人に説明したり、発表したりすることができましたか

- ア はい
- イ どちらかといえば、はい
- ウ どちらかといえば、いいえ
- エ いいえ

(6) 自分の考えを文章や図、表で表すことができましたか

- ア はい
- イ どちらかといえば、はい
- ウ どちらかといえば、いいえ
- エ いいえ

(7) 「もし私の予想が正しければ、〇〇の実験では△△になると思う」など、結果を見通して、自分で考えることができましたか

- ア はい
- イ どちらかといえば、はい
- ウ どちらかといえば、いいえ
- エ いいえ

(8) 予想を確かめるための実験の計画（用意するもの・手順・注意点）を、自分で考えて、立てることができましたか

- ア はい
- イ どちらかといえば、はい
- ウ どちらかといえば、いいえ
- エ いいえ

(9) 実験の結果から、どのようなことが分かったのか（考察）を自分で考えることができましたか

- ア はい
- イ どちらかといえば、はい
- ウ どちらかといえば、いいえ
- エ いいえ

(10) 理科の授業で学習したことをふだんの生活の中で活用できないかを考えることができましたか

- ア はい
- イ どちらかといえば、はい
- ウ どちらかといえば、いいえ
- エ いいえ

(11) 「水よう液の性質」の学習を終えて、考えたことや思ったことなどを書きましょう

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ご協力、ありがとうございました

「水よう液の性質」 ふうり返りカード

6年 組 番 名前

月 日 ()

今日の問題	○ できた	△ あまり できなかった
①楽しく学習することができましたか。		
②「もし私の予想が正しければ、〇〇の実験では△△になると思う」など、結果を見通して考えることができましたか。		
③予想を確かめるための実験の計画（用意するもの・手順・注意点）を、自分で考えて立てることができましたか。		
④実験の結果から、どのようなことがわかったのか（考察）を自分で考えることができましたか。		
<p>授業の振り返り</p> <p>☆今日の学習の始めから終わりまでで、考えたことや思ったこと、疑問などを書きましょう。</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		

水よう液の性質について調べよう

月 日 ()

天気 気温

組 番 名前

問題

予想

①炭酸水	
②うすい塩酸	
③うすい水酸化ナトリウム水よう液	
④石灰水	

計画

実験方法:

(1) 手順

①はじめに

②次に

③最後に

(2) 用意するもの

(3) 注意すること

【つけたし】

結果

	実験結果
①炭酸水	
②うすい塩酸	
③うすい水酸化ナトリウム水よう液	
④石灰水	
⑤食塩水	

考察

(例)
「〇〇を△△すると(実験方法)、□□に(結果)なった。
このことから、〇〇は～～だということがわかった。」

① 炭酸水	
② うすい塩酸	
③うすい水酸化ナトリウム水よう液	
④ 石灰水	
⑤ 食塩水	

水よう液の性質について調べよう

月 日 ()
 天気 気温

組 番 名前

問題

予想

炭酸水	
うすい水酸化ナトリウム水よう液	
石灰水	
食塩水	

計画

実験方法：

(1) 手順 【つけたし】

(2) 用意するもの

(3) 注意すること

結果

	鉄に加えたとき	アルミニウムに加えたとき
炭酸水		
うすい水酸化ナトリウム水よう液		
石灰水		
食塩水		

考察

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

「水よう液の性質」検定

組 番 名 前

月 日 () 天気

気温

問題

A・B・Cのビーカーにどの水よう液が入っているだろうか。
(うすい塩酸・うすい水酸化ナトリウム水よう液・炭酸水)

予想【結果の見通し】

「△△したとき(実験方法)、
~~~(実験結果)になったら〇〇水よう液だろう。」

## 実験計画 【 実験方法、(1)手順、(2)用意するもの、(3)注意すること 】

## 結果

| 実験方法             |   |
|------------------|---|
| 水<br>よ<br>う<br>液 | A |
|                  | B |
|                  | C |

## 考察

「はじめに、□を△△すると(実験方法)、~~~に(結果)なった。このことから、□は〇〇だということがわかった。次に・・・。」

## 『結果の見通し』を整理してみよう

## ★表にまとめる方法★

|                  |                  | 実験方法              |      |
|------------------|------------------|-------------------|------|
|                  |                  | ① △△              | ② ▲▲ |
| 水<br>よ<br>う<br>液 | ○○<br>(例) 食塩水 なら | ～～<br>(例) 固体が出てくる |      |
|                  | ◎◎<br>なら         |                   | * *  |
|                  | ●●<br>なら         |                   | # #  |
|                  |                  |                   |      |

## ★文章にまとめる方法★

- ① 3つの水溶液を蒸発させたとき(△△:実験方法)、  
固体が残ったら(～～:結果)、食塩水(○○)だろう。  
何も残らなかったら、◎◎や●●だろう。
- ② ◎◎と●●を見分けるために、▲▲で調べたとき(実験方法)、  
\* \*になったら◎◎だろう。# #になったら●●だろう。

## ○ 指導の流れ 第2次 4, 5時

| 問題解決の<br>プロセス                                                           | 学習活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 指導上の留意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>第1プロセス</b><br/>問題の理解</p> <p><b>第2プロセス</b><br/>問題の特徴<br/>づけと表現</p> | <p>○ 問題をはっきりさせる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>「残りの4つの水溶液には、何がとけているのだろう。」</p> </div> <p>○ 予想する。</p> <p>①塩酸…塩, 塩素, わからない, 危険なもの</p> <p>②水酸化ナトリウム水よう液…水酸化ナトリウム, わからない, 危険なもの</p> <p>③炭酸水…炭酸, 空気, 二酸化炭素, あわ</p> <p>④石灰水…石灰</p> <p>○ 実験計画を立てる。</p> <p>・実験の「手順」「用意するもの」「注意すること」を整理する。</p> | <p>・既習内容を想起させるため、蒸発させた食塩を提示する。</p> <p>・食塩水を蒸発させると固体が出てきたことをおさえ、問題を焦点化する。</p> <p>・既習事項や生活経験から理由を考えさせるのは難しいため、理由に関しては深く求めない。</p> <p>・予想を確かめるための「実験方法」を問いかける。</p> <p>・「実験計画の視点」をワークシート【資料6】や板書で提示する。</p> <p>≪児童の考えを整理するために≫</p> <p>①接続詞で問いかけ、実験の順序を意識させる。</p> <p>②「どのように」と問い返し、児童の発言を具体化する。</p> <p>③児童の考えを認める言葉がけをする。</p> <p>・水酸化ナトリウム水溶液と石灰水を加熱するのは危険な為、実験の動画を見せる。</p> |
| <p><b>第3プロセス</b><br/>問題の解決</p>                                          | <p>○ 実験する。</p> <p>・結果をワークシートにまとめる。</p> <p>・結果から考察する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>・まとめた結果を板書させる。</p> <p>・考察は話型に沿って整理させる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>第4プロセス</b><br/>解決方法の<br/>共有</p>                                   | <p>○ 交流する。</p> <p>「食塩水, 石灰水, 水酸化ナトリウム水よう液を蒸発させると, 白いものが残った。このことから, 食塩水, 石灰水, 水酸化ナトリウム水よう液は固体がとけていることがわかった。」</p> <p>「塩酸, 炭酸水を蒸発させると, 何も残らなかった。このことから, 固体がとけていないことがわかった。しかし, 何がとけているのか分からない。」「何もとけてない。」</p>                                                                                                                         | <p>・結果, 考察を発表させる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>第5プロセス</b><br/>問題の熟考と<br/>発展</p>                                  | <p>○次時の問題を見つける。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>・塩酸, 炭酸水は酸性だったことをおさえ, 「何かとけているのではないか」という予想を持たせる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## ○ 指導の流れ 第2次6, 7時

| 問題解決の<br>プロセス            | 学習活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 指導上の留意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第1プロセス<br>問題の理解          | <p>○ 問題をはっきりさせる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 「炭酸水には、気体がとけているのだろうか。」 </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・炭酸水から泡（二酸化炭素）が出ている様子を見せ、問題を焦点化させる。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                         |
| 第2プロセス<br>問題の特徴<br>づけと表現 | <p>○ 「実験方法」と「結果の見通し」を考え、交流する。</p> <p><u>二酸化炭素なら</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・線香を入れると消えるが、二酸化炭素だとは言えない。</li> <li>・石灰水を入れると、白くにごる。</li> </ul> <p><u>酸素なら</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・線香を入れると激しく燃える。</li> </ul> <p><u>窒素なら</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・線香を入れると、消える。</li> </ul> <p><u>空気なら</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・線香がつく。</li> <li>・石灰水を入れても、にごらない。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・気体を採集する方法や計画については、教師が実験器具を提示しながら、説明する。</li> <li>・気体を調べる方法は既習内容をもとに考えさせる。（線香・石灰水・気体検知管）</li> <li>・「話型」【資料5】に沿って、「実験方法」と「結果の見通し」を整理させる。</li> <li>・整理した考えを交流させる。</li> <li>・線香だけで調べると、炭酸水から出る気体が二酸化炭素か窒素なのかが分からない。線香を使用する場合は、石灰水か気体検知管を併用して調べなければならないことに気づかせる。</li> </ul> |
| 第3プロセス<br>問題の解決          | <p>○ 実験する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・結果をワークシートにまとめる。</li> <li>・結果から考察する。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・まとめた結果を板書させる。</li> <li>・考察は話型に沿って、整理させる。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   |
| 第4プロセス<br>解決方法の<br>共有    | <p>○ 交流する。</p> <p>「炭酸水から出る気体を石灰水で調べると、白くにごった。このことから、炭酸水には二酸化炭素がとけていることが分かった。」</p> <p>「炭酸水から出る気体に線香の火を入れてみると、火がすぐに消えた。このことから、炭酸水には二酸化炭素か窒素がとけているのではないか。他の方法で確かめてみないと分からない。」</p> <p>「炭酸水から出る気体を気体検知管で調べると、二酸化炭素が8%以上になった。このことから、炭酸水には二酸化炭素が溶けていることが分かった。」</p>                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・結果、考察を発表させる。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                               |
| 第5プロセス<br>問題の熟考と<br>発展   | <p>○ 本時の学習内容をふり返る。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・学習の中で、考えたことや思ったこと、疑問などをふり返りカードに書かせる。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                       |

## ○ 指導の流れ 第 3 次 10, 11 時

| 問題解決の<br>プロセス                                                                                                                                        | 学習活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 指導上の留意点    |       |            |      |  |  |     |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|------------|------|--|--|-----|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>第 1 プロセス</b><br/>問題の理解</p> <p><b>第 2 プロセス</b><br/>問題の特徴<br/>づけと表現</p> <p><b>第 3 プロセス</b><br/>問題の解決</p> <p><b>第 4 プロセス</b><br/>解決方法の<br/>共有</p> | <p>○ 問題をはっきりさせる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">「見えなくなった金属はどうなったのだろうか。」</div> <p>○ 予想する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・予想を交流する。</li> </ul> <p>《児童の予想》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・見えなくなった金属は気体になって出て行ったと思う。</li> <li>・目には見えないけど残っていると思う。</li> </ul> <p>・自信度チェックをする。</p> <table border="1" data-bbox="379 880 863 1131"> <tr> <td></td> <td>残っている</td> <td>気体になって出ていく</td> </tr> <tr> <td>ぜったい</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>たぶん</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>・「話型」に沿って、結果の見通しをする。</p> <p>○ 実験計画を立てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全体で交流する。</li> </ul> <p>○ 実験する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・結果をワークシートにまとめる。</li> <li>・結果から考察する。</li> </ul> <p>○ 交流する。</p> <p>「鉄（アルミニウム）にうすい塩酸を加えた液を蒸発させると、黄色い（白い）固体が出てきた。このことから、鉄（アルミニウム）に塩酸を加えると残っている（溶けている）ことが分かった。</p> <p>しかし、<u>塩酸を加える前の鉄（アルミニウム）と同じ鉄（アルミニウム）なのか分からない。</u>」</p> |            | 残っている | 気体になって出ていく | ぜったい |  |  | たぶん |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・前時の実験で使った試験管（金属が溶けた水溶液）を提示し、児童のつぶやきや疑問をひろい、問題を焦点化する。</li> <li>・なぜそのように考えたのか、理由を問いかける。</li> </ul> <p>①予想と理由を書かせ、自信度（「ぜったい」「たぶん」）をチェックさせる。</p> <p>②黒板に表を提示する。該当する自信度の欄に名前磁石を貼らせる。</p> <p>③自信度の理由を尋ねる。「たぶん」を貼った児童の考えも尋ねる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自信度チェックの表をもとに、いろいろな考えを引き出す。</li> <li>・既習の実験をもとに、「実験方法」を考えさせる。「実験計画の視点」をワークシートに記載しておく。</li> <li>・「実験方法」や「実験計画」を発表させる。児童から出てこないことは、補足する。</li> <li>・まとめた結果を板書させる。</li> <li>・考察は「話型」に沿って、整理させる。</li> <li>・結果、考察を発表させる。</li> </ul> |
|                                                                                                                                                      | 残っている                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 気体になって出ていく |       |            |      |  |  |     |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ぜったい                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |            |      |  |  |     |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| たぶん                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |            |      |  |  |     |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |



## ○ 指導の流れ 第3次 12時

| 問題解決の<br>プロセス                                                                                                                                                                       | 学習活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 指導上の留意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>第1プロセス</b><br/>問題の理解</p> <p><b>第2プロセス</b><br/>問題の特徴<br/>づけと表現</p> <p><b>第3プロセス</b><br/>問題の解決</p> <p><b>第4プロセス</b><br/>解決方法の<br/>共有</p> <p><b>第5プロセス</b><br/>問題の熟考と<br/>発展</p> | <p>○ 問題をはっきりさせる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>塩酸のほかにも、金属を変化させるはたらきがあるのだろうか。</p> </div> <p>○ 予想する。<br/>変化させる / 変化させない</p> <p>①炭酸水<br/>・酸性だったから、少しは溶けると思う。</p> <p>②水酸化ナトリウム水溶液<br/>・パイプ用洗剤は変色すると表示されていたから、溶けると思う。</p> <p>③石灰水<br/>・蒸発させるのは危険と先生が言ったので、溶けると思う。</p> <p>④食塩水<br/>・海の近くはさびやすいから、変化させると思う。</p> <p>○ 実験計画を立てる。</p> <p>・全体で交流する。</p> <p>○ 実験する。<br/>・結果をワークシートにまとめる。<br/>・結果から考察する。</p> <p>○ 交流する。<br/>「鉄に① ② ③ ④の水よう液を加えると、変化がなかった。アルミニウムに① ④の水よう液を加えると、変化しなかった。アルミニウムに② ③の水よう液を加えると、あわが出てきて金属が変化した。<br/>このことから、塩酸以外にも水酸化ナトリウム水よう液や石灰水のように、金属を変化させる水溶液がある。」</p> <p>○ 「水よう液の性質」についてまとめる。</p> | <p>・本時で調べる水溶液を確認する。<br/>①炭酸水 ②水酸化ナトリウム水溶液<br/>③石灰水 ④食塩水</p> <p>・様々な水溶液で金属を溶かした知識や経験は少ないと思われるので、理由に関して深く求めない。</p> <p>・「変化させる」のであれば、どのような状態になるのかを確認する。<br/>※金属が溶ける（なくなる）。<br/>※金属から泡（気体）が出る。<br/>※発熱する。</p> <p>・既習の実験をもとに、実験方法を考えさせる。「実験計画の視点」をワークシートに記載しておく。</p> <p>・「実験方法」や「実験計画」を発表させる。児童から出てこないことは、補足する。</p> <p>・水溶液の中で金属が変化の様子、変化しない様子を観察させ、気づいたことも結果にかかせる。</p> <p>・まとめた結果を板書させる。</p> <p>・結果、考察を発表させる。</p> <p>・単元を通して、水溶液の3つの性質について、まとめさせる。</p> |

## ○ 指導の流れ 活用 13, 14 時

| 問題解決の<br>プロセス                      | 学習活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 指導上の留意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>第1プロセス</b><br><b>問題の理解</b>      | ○問題を理解する。<br><br>○○先生は、「水よう液検定」のために、うすい塩酸・うすい水酸化ナトリウム水よう液・炭酸水を準備しました。ところが、○○先生は、水よう液を入れたビーカーに水よう液の名前を書きわすれてしまい、どのビーカーに何が入っているのか分からなくなってしまいました。そこで、みんなで3つ（A・B・C）のビーカーにどの水よう液が入っているのか、つきとめてください。<br><br><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">             問題：A・B・Cのビーカーにどの水よう液が入っているだろうか。<br/>             （うすい塩酸・うすい水酸化ナトリウム水よう液・炭酸水）           </div> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>実物のビーカーを見せながら、問題を提示する。</b></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>第2プロセス</b><br><b>問題の特徴づけと表現</b> | A：うすい水酸化ナトリウム水溶液<br>B：うすい塩酸<br>C：炭酸水<br><br>○予想する。<br>・「実験方法」と「結果の見通し」を考える。<br><br>○実験計画を立てる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・安全に注意させる。特に、水酸化ナトリウム水溶液は蒸発させないことを確認する。</li> <li>・「<b>話型</b>」に沿って、「<b>実験方法</b>」「<b>結果の見通し</b>」を整理させる。</li> <li>・「<b>実験方法</b>」「<b>結果の見通し</b>」を整理する書き方【資料8】を例示し、考えの助けとする。</li> <li>・ワークシート【資料7】には、「<b>実験計画の視点</b>」を示しておく。</li> <li>・「<b>実験方法</b>」をもとに、<b>班で実験計画を相談させる</b>。</li> <li>・危険な器具以外は、自分たちで準備させる。</li> </ul> |
| <b>第3プロセス</b><br><b>問題の解決</b>      | ○実験する。<br><br>○結果と考察をまとめる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・各班でどのような実験を行っているかを把握する。</li> <li>・「<b>実験方法</b>」「<b>結果</b>」が他者に伝わるように、各班のボードにまとめさせる。</li> <li>・考察は「<b>話型</b>」に沿って、整理させる。</li> </ul>                                                                                                                                                                                |
| <b>第4プロセス</b><br><b>解決方法の共有</b>    | ○各班の「 <b>実験方法</b> 」「 <b>結果</b> 」「 <b>考察</b> 」を交流する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボードをもとに、各班で「<b>実験方法</b>」「<b>結果</b>」「<b>考察</b>」を説明させる。</li> <li>・自分の班と比較させるために、同じ<b>実験方法</b>か、ちがう<b>実験方法</b>だったかを問いかけながら、板書で「<b>実験方法</b>」「<b>結果</b>」について、整理していく。</li> </ul>                                                                                                                                        |
| <b>第5プロセス</b><br><b>問題の熟考と発展</b>   | ○他の <b>実験方法</b> でも調べることができないかを考える。<br><br>○「 <b>水よう液検定</b> 」を通して、学んだことをふり返る。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・結果から考察できなかった班の考えを取り上げ、どのような「<b>実験方法</b>」で調べればよかったのかを考えさせる。</li> <li>・学んだことや思ったことをふり返りカードにまとめさせる。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                       |

○活用 13, 14 時 各班の「結果の見通し」と「考察」

**A班**

「結果の見通し」

うすい塩酸・うすい水酸化ナトリウム水溶液・炭酸水が水かを調べたのはリトマス紙を使った実験したときうすい塩酸なら青色リトマス紙が赤色に変化する。うすい水酸化ナトリウム水溶液も青色リトマス紙が青く変化する。炭酸水も青色リトマス紙にかけると赤色に変化する。

リトマス紙を使った実験で、炭酸水とうすい塩酸の2つが青色から赤色に変化するからその2つは、石炭水を使った実験すると炭酸水は白く白くうすい塩酸に変化しないからリトマス紙を使った実験しても分からなかった。

「考察」

はじめに A の水溶液をリトマス紙にかけると、赤色リトマス紙が青色に変化した。B と C の水溶液をリトマス紙にかけると2つとも青色リトマス紙が赤色に変化した。

次に同じ結果だった B と C の水溶液を調べるために石灰水を使って実験すると、B の水溶液は変化なしで、C の水溶液は白く白くした。このことから、C の水溶液は炭酸水だということの分かった。B の水溶液はうすい塩酸だということの分かった。

このことから A の水溶液はうすい水酸化ナトリウム水溶液だということの分かった。

**B班**

「結果の見通し」

赤色のリトマス紙に水溶液をたらすと青色に変化したのか、うすい水酸化ナトリウム。

金属に水溶液を入れた時金属がとけたのか、うすい塩酸。

「考察」

はじめに A を赤色のリトマス紙にたらすと、青色に変化した。このことから A はうすい水酸化ナトリウムだということの分かった。次に、B を赤色のリトマス紙にたらすと変化なく、金属に入けるとジュジュととけた。このことから B はうすい塩酸だということの分かった。最後に C を赤色のリトマス紙にたらすと変化なく、金属を加えても変化しなかった。このことから C は炭酸水だということの分かった。

**C班**

「結果の見通し」

3つの水溶液のうち炭酸水はアルミニウムが溶けなかった。うすい塩酸はリトマス紙の青を赤に変え、水酸化ナトリウムはリトマス紙の赤を青に変える。

「考察」

最初に A の水溶液に入れたアルミニウムが溶けたので、リトマス紙を使って調べたところ、赤のリトマス紙を青に変えた。B の水溶液に入れたアルミニウムも A の次に溶けた。リトマス紙を使うと、青のリトマス紙を赤に変えた。このことから、赤を青に変化した A はアルカリ性のうすい水酸化ナトリウム水溶液で、青を赤に変化した B は酸性の塩酸で、アルミニウムが溶けなかった C は炭酸水ということの分かった。

**D班**

「結果の見通し」

3つの水溶液を、それぞれ鉄とアルミニウムに加えた時、鉄もアルミニウムもとけたら塩酸、アルミニウムだけとけたら水酸化ナトリウム、どちらもとけなければ炭酸水だ。



「考察」

はじめに、A を金属にかけると、アルミニウムだけとけた。このことから、A は水酸化ナトリウムだということの分かった。次に、B を金属にかけると、どちらもとけた。このことから B は塩酸だということの分かった。そして、C を金属にかけると、どちらも変化しなかった。このことから、C は炭酸水だということの分かった。つまり、A が水酸化ナトリウム、B が塩酸、C が炭酸水だということの分かった。

E班

「結果の見通し」

水溶液に鉄とアルミニウムを入れたとき  
変化したら塩酸。変化しなかったら水酸化  
ナトリウムと炭酸水で炭酸水ならあ  
がでているから炭酸水とわかる。

「考察」

はじめに鉄とA,B,Cの液体に入れると、  
AもBもCもとけなかつた。アルミニウムを  
A,B,Cの液体に入れるとAとBは  
とけてCはとけなかつた。このこと  
からAは水酸化ナトリウム Bは塩酸  
Cは炭酸水だということがわかった。

F班

「結果の見通し」

A,B,Cの水溶液をリトマス紙につけると  
1つは赤→青。2つは青→赤になる。  
赤から青になるのは水酸化ナトリウム水  
溶液だろう。  
青から赤になった水溶液に鉄を加える。  
鉄がとけた方が塩酸とけなかつた方が炭  
酸水。

「考察」

はじめにリトマス紙にABCの水溶液をつけるとAは赤→青  
になった。このことからAのビーカーに入っている水溶液は水酸  
化ナトリウムということがわかった。次に、青→赤になったB,C  
のビーカーに入っている水溶液をしけんかんに入れ、鉄、アルミを加  
えたら、Bの方がとけた。炭酸水に金属をとかあはたら  
きはない。だから、塩酸には金属をとかすはたらき  
がある。なのでBは塩酸ということがわかった。Cは炭酸水  
ということがわかった。

G班

「結果の見通し」

リトマス紙にA,B,Cをつけたとき赤のリ  
トマス紙が青に変わった。それは  
水酸化ナトリウムだろう。  
残りの2つの水溶液を鉄に加えたとき  
鉄がとけたものが塩酸とけなかつた  
ものが炭酸水だろう。

「考察」

はじめに赤のリトマス紙にA,B,Cの3つの水溶液  
をつけるとAは青に変わり、B,Cは変じなかった。  
このことからAは水酸化ナトリウムだということか  
わかった。  
次に3つの水溶液をアルミニウムと鉄に加えると  
Aはアルミニウムをとかし、Bは鉄、アルミニウムをとかし  
Cは

小学校理科における問題解決能力を育成する学習指導法の研究  
—結果を見通しながら実験計画を立てる指導を通して—

|         |            |       |       |
|---------|------------|-------|-------|
| 〔研究協力員〕 | 四日市市立常磐小学校 | 教諭    | 松岡 弘高 |
|         |            | 教諭    | 滕 麻有  |
| 〔執筆者〕   | 四日市市教育委員会  | 研修員   | 丹羽 晶子 |
| 〔指導・助言〕 | 国立教育政策研究所  | 総括研究官 | 松尾 知明 |

---

研究調査報告 第398集

小学校理科における問題解決能力を育成する学習指導法の研究  
—結果を見通しながら実験計画を立てる指導を通して—

発行 平成28年3月22日  
発行所 四日市市教育委員会教育支援課  
四日市市諏訪町2番2号  
電話 (059) 354-8149  
FAX (059) 359-0280

---