

児童が自然の事物・現象についての問題を科学的に解決する授業の在り方に関する研究

—問題解決の活動の充実を通して—

【研究の概要】

本研究は、児童が自然の事物・現象についての問題を科学的に解決することができるようにするために、①問題を科学的に解決する学習活動を位置付けた単元構成、②単位時間における問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけ、③単元全体の学びを俯瞰する振り返りの三つの手立てを考案し授業実践を行った。分析の結果、①から③の手立てが、問題解決の活動の充実を図り、問題を科学的に解決する資質・能力の育成に役立ったことが分かった。

また、本研究の成果を基に、問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけの一例を「小学校理科授業づくりリーフレット」にまとめた。

キーワード：理科の授業づくり 理科の見方・考え方 単元構成 教師の働きかけ 振り返り

《研究協力校》
花巻市立湯口小学校

《研究アドバイザー》
岩手大学教育学部 准教授 久坂 哲也

令和6年3月
岩手県立総合教育センター
理科教育担当
田口 一茂

目次

I	研究主題	1
II	主題設定の理由	1
III	研究の目的	1
IV	研究の方法	1
V	研究構想	2
1	自然の事物・現象についての問題を科学的に解決することについて	2
2	問題解決の活動の充実について	2
3	問題解決の過程で理科の考え方を働かせている児童の姿について	2
4	問題解決の活動の充実を図る指導の手立てについて	3
(1)	問題を科学的に解決する学習活動を位置付けた単元構成	3
(2)	単位時間における問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけ	4
(3)	単元全体の学びを俯瞰する振り返り	5
5	検証計画	5
6	研究構想図	6
VI	研究の実際	6
1	授業実践について	6
2	実践1 第6学年「物の燃え方と空気」	7
(1)	第6学年「物の燃え方と空気」単元構想シート	7
(2)	第6学年「物の燃え方と空気」の実践	8
3	実践2 第4学年「物の温まり方」	14
(1)	第4学年「物の温まり方」単元構想シート	14
(2)	第4学年「物の温まり方」の実践	14
VII	検証と考察	21
1	問題を科学的に解決する学習活動を位置付けた単元構想シートの有用性	21
2	単位時間における問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけの有用性	22
3	単元全体の学びを俯瞰する振り返りの有用性	25
VIII	研究のまとめ	25
1	全体考察	25
2	成果	25
3	課題	26
IX	引用文献及び参考文献	28

I 研究主題

児童が自然の事物・現象についての問題を科学的に解決する授業の在り方に関する研究
—問題解決の活動の充実を通して—

II 主題設定の理由

小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編（以下「解説」という）において、理科の目標は、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を育成することとされている。そして、育成にあたっては、自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付け、問題解決の力を養い、自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養うこととされている。

これに関わって、令和 4 年度全国学力・学習状況調査小学校理科の結果（注 1）を分析すると、本県児童の約 8 割は、観察や実験の計画を立てたり、結果を基に考察したり、観察や実験の進め方を振り返ったりする問題解決の活動を行っていた。しかし、これらに関わる育成を目指す資質・能力は十分に身に付いているとは言えないことが分かった。また、令和 4 年度に当センターで実施された小学校理科に関わる研修では、「問題を科学的に解決するとは、具体的にどのような学習活動なのか」、「児童が理科の見方・考え方を働かせている姿が捉えにくい」、「理科の見方・考え方を働かせて問題解決するために、どのような手立てが必要なのか」、「振り返りを授業にどう活かしたらよいか」等の疑問が複数の研修者から挙げられ、問題解決の活動の充実を図るための指導に難しさを感じていることが推察された。

したがって、理科における本県児童の実態を改善するために、児童が理科の見方・考え方を働かせたり、自分の学習活動を振り返ったりしながら問題解決の活動の充実を図り、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決することができるようにするための指導の手立てを検討し、授業改善に取り組んでいく必要がある。

III 研究の目的

理科の授業改善に資するために、問題解決の活動の充実を図る指導の手立てを考案し、授業実践を行う。また、その成果を基に「小学校理科授業づくりリーフレット」を作成し、問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけの一例を示す。

IV 研究の方法

1 自然の事物・現象についての問題を科学的に解決する学習活動の整理

令和 4 年度全国学力・学習状況調査の調査問題と解説資料（注 2）を基に、問題を科学的に解決する学習活動を整理する。

2 問題解決の過程で理科の考え方を働かせている児童の姿の整理

児童が問題解決の際に理科の考え方を働かせている児童の姿を、県内で使用している教科書や「解説」を基に整理する。

3 問題解決の活動の充実を図る指導の手立ての考案

上記 1、2 を基に、単元構成や単位時間、振り返りを観点として、問題解決の活動の充実を図る指導の手立てを考案する。

4 授業実践と「小学校理科授業づくりリーフレット」の作成

本研究の成果を基に、問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけについて簡潔に記したリーフレットを作成し、日々の理科の授業づくりに役立てることができるようにする。

V 研究構想

1 自然の事物・現象についての問題を科学的に解決することについて

自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するとは、実証性、再現性、客観性などといった条件を検討する手続きを重視しながら解決していくことである（注3）。このことについて、令和4年度全国学力・学習状況調査では、思考・判断・表現を「分析・解釈」、「構想」、「検討・改善」の三つを枠組みとして調査問題が作成され、問題を科学的に解決する学習活動の具体を示している。

本研究では、この調査問題と解説資料を基に、問題を科学的に解決する学習活動の具体を表1に整理した（注4）。

表1 自然の事物・現象の問題を科学的に解決する学習活動（令和4年度全国学力・学習状況調査の調査問題と解説資料を基に整理）

分析・ 解釈	①観察や実験で得た結果を、複数の視点で分析して解釈し自分の考えをもつ。 ②観察や実験で得た結果を、問題の視点で分析して解釈し自分の考えをもつ。 ③自然の事物・現象から得た情報を、他者の気付きの視点で分析して解釈し考えをもつ。 ④提示された情報を、複数の視点で分析して解釈し自分の考えをもつ。
構 想	①予想が確かめられた場合に得られる結果を見通す。 ②問題を解決するまでの道筋を構想し、自分の考えをもつ。
検 討・ 改 善	①発想した観察や実験の方法と追加された情報を基に、方法を検討して改善し考えをもつ。 ②予想と観察や実験の結果を基に問題に対するまとめを検討して改善し考えをもつ。 ③観察や実験で収集した情報と話し合い等で追加された情報を基に問題に対するまとめを検討して改善し自分の考えをもつ。

2 問題解決の活動の充実について

「解説」には、「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を基に考察し、結論を導き出すなどの問題解決の活動の、より一層の充実を図ることが大切である」（「解説」2017:102）と述べられている。本研究では、問題解決の活動の充実について以下のように定義する。

児童が、理科の見方・考え方を働かせ、自然の事物・現象についての問題を、見通しをもって科学的に解決する。

3 問題解決の過程で理科の考え方を働かせている児童の姿について

鳴川らは「問題解決の過程を通じて、どのような「考え方」を働かせるのか、どのような「問題解決の力」を育成するのかを明確にすることが、問題解決の充実につながる」（鳴川他、2019:76）と述べている。「解説」では、理科の問題解決の過程において、どのような考え方で思考していくかという理科の考え方として、比較する、関係付ける、条件を制御する、多面的に考えることが挙げられている（注5）。本研究では、県内で使用している教科書（注6）を基に、問題解決の過程で理科の考え方を働かせている児童の姿を、次頁の図1から図4にそれぞれ整理した。

対 象	【比較する】	対 象	目的
ある事物・現象	←————→ ≪着眼点≫ 差異点や共通点 時間的・空間的変化 量的・質的变化	別の事物・現象	特徴や変化を捉える 問題を見いだす 規則性を捉える 要因を予想する
変化前の事物・現象		変化後の事物・現象	
観察・実験の結果		観察・実験の結果	

図1 理科の考え方「比較する」を働かせている児童の姿

対 象	【関係付ける】	対 象	目的
事物・現象	←————→	既習の内容	事物・現象の変化を予想する 変化の要因を予想する
事物・現象		生活経験	
ある事物・現象		別の事物・現象	規則性を考える 仕組みを考える 日常生活との関連を考える
ある観察・実験の結果		別の観察・実験の結果	
事物・現象		日常生活	

図2 理科の考え方「関係付ける」を働かせている児童の姿

対 象	【条件を制御する】	目的
	≪着眼点≫ 観察・実験の目的 制御すべき要因と制御しない要因	解決したい問題について、解決の方法を発想する
観察・実験の方法		

図3 理科の考え方「条件を制御する」を働かせている児童の姿

対 象	【多面的に考える】	対 象	目的
観察・実験の結果	←————→ 振り返る 再検討する 考察する	予想や仮説	自然の事物・現象を複数の側面から考える
観察・実験の結果		観察・実験の方法	
複数の観察・実験の結果		観察・実験の考察	

図4 理科の考え方「多面的に考える」を働かせている児童の姿

4 問題解決の活動の充実を図る指導の手立てについて

本研究では、単元構成や単位時間における教師の働きかけ、振り返りを観点（注7）として、問題解決の活動の充実を図る指導の手立てを考案した。

(1) 問題を科学的に解決する学習活動を位置付けた単元構成

問題解決の活動の充実を図り児童に資質・能力を育てていくために、次頁の図5の単元構想シートを作成する。なお、作成に当たっては、岩手県立総合教育センター（2017、2021）を参考に、次の2点に留意して内容を構成した。また、【補助資料5】に単元構想シートの作成過程例を掲載した。

- 自然の事物・現象についての問題を科学的に解決する学習活動を単位時間ごとに考えたり（表1）、理科の考え方を働かせている児童の姿（図1から図4）や理科の見方を基に単元で重点とする理科の見方・考え方を具体的に考えたりして構想することができるようにする。
- 手順を参考にしながら、単元構成を「ゴール→単元の導入→各時間の展開」で構想することができるようにする（注8）。

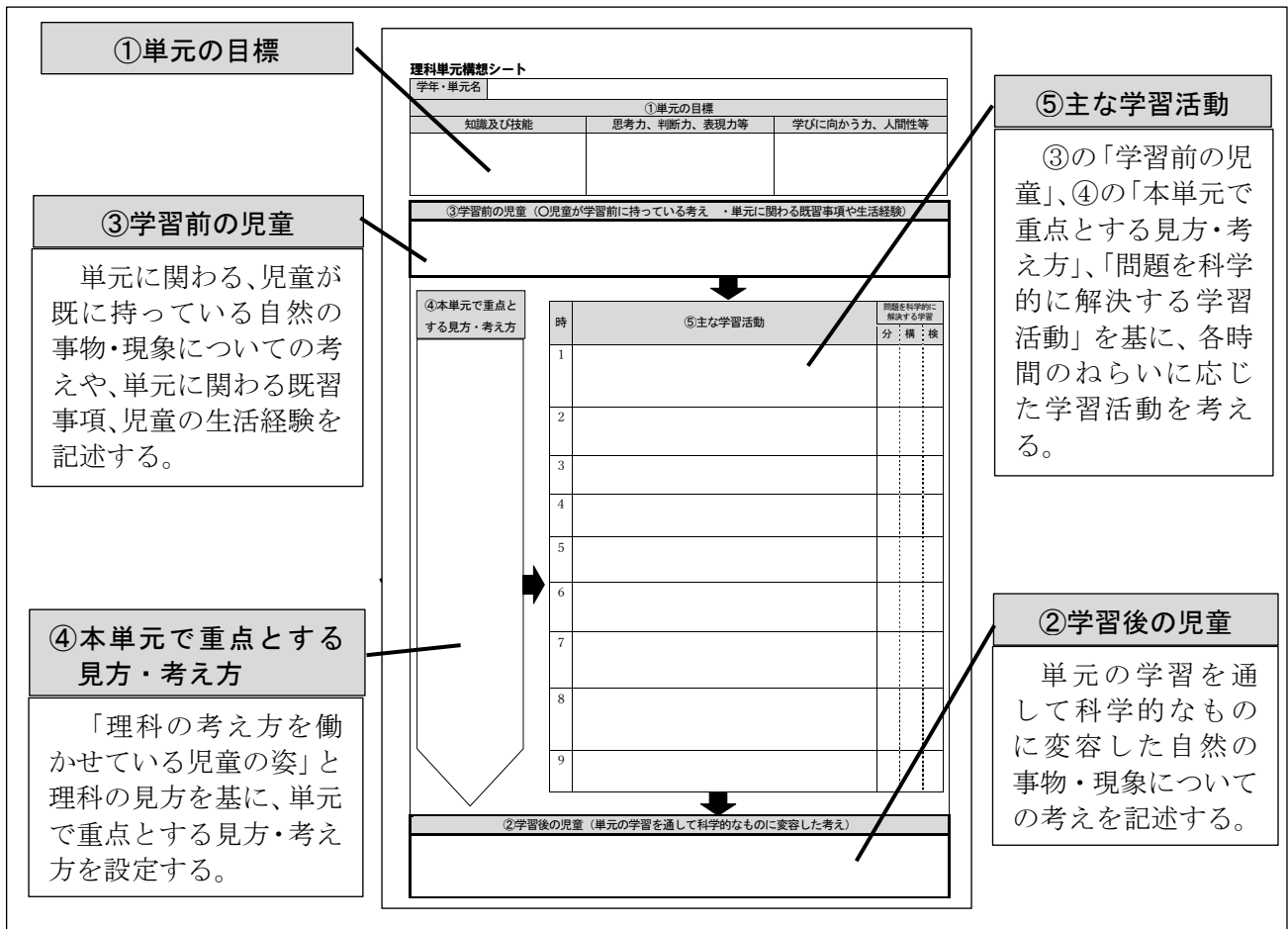


図5 単元構想シートの内容構成 (丸囲み数字は単元構想シートの作成の手順を表す)

(2) 単位時間における問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけ指導の手立ては、以下の2点である。

- ①見通しをもって、理科の見方・考え方を働かせながら問題を科学的に解決することができるようにするための発問や板書、思考ツール
- ②問題解決の活動の充実につながる児童の望ましい学び方を「理科の大事な学び方」とする価値付け

本研究では、学習のねらいと関連させて上記の手立てを取り入れ、児童が理科の見方・考え方を働かせながら問題を解決することができるようにする(注9)。

①の発問については、以下を視点に働きかけを考える。

- 児童の生活経験や既存の知識との矛盾を促す発問
- 実験方法や結果の見通しを促す発問
- 今後の学習の見通しを促す発問
- より妥当な考えづくりだすことを促す発問

①の板書については、以下を視点に働きかけを考える。

- 既習事項や実験結果と関係付けながら、自然の事物・現象や生活事象について考えることができる板書

①の思考ツールについては、以下を視点に働きかけを考える。

- 予想や、予想が確かめられた際に得られる結果、実験の際の着眼点を考え、見通しをもって問題解決できるようにするための思考ツール
- 共通点や相違点を考えたり、多面的に考察したりして、結論を導くことができるようにするための思考ツール

②については、主体的に問題解決（注10）しようとしている児童や、理科の見方・考え方を働かせながら問題解決しようとしている児童を称賛し、主体的に学習に取り組む態度の育成とも関連させながら「理科の大事な学び方」として価値付ける。この内容は、問題解決の活動の際に見られる児童の姿を、教師が意図的に取り上げて提示をするが、問題解決の活動の際に、その仕方を修正したり改善したりする必要が生じた時は、「どんなことに気を付けて問題を解決すればよいか」と問い、児童が考えることができるようにする。学習初期の段階では、教師が児童の姿を取り上げ、その理由を伝えるが、学習が進むにつれて、教師から伝えるだけでなく、その学び方が望ましい理由を児童が考えるようにする。さらに、板書や理科室の掲示板上に、「理科の大事な学び方」を記した短冊を掲示し、児童が必要に応じ参照し、学習の際に役立てることができるようにする。そうすることで、児童がそれらの価値に気付き、問題を解決する際に自ら行おうとすることが期待できる。

(3) 単元全体の学びを俯瞰する振り返り

○「理科の大事な学び方でできるようになったこと」、「次の単元の学習で頑張りたい理科の学び方」を視点にした単元の終末に行う振り返り

単元の終末に、その単元全体の学びを俯瞰し、学んできた道筋を振り返ったり、学習前と学習後の自分を振り返ったりする。そうすることで、学習に対する自己の高まりを児童自身が自覚したり、児童が問題を科学的に解決することの良さを自覚し、新たな問題を解決する際に役立てたりすることができるようにする。

5 検証計画

児童が自然の事物・現象についての問題を科学的に解決する授業の在り方について、問題解決の充実を図るために考案した本研究の手立ての有効性について表2の方法で検証する。なお、プレテストとポストテスト及び質問紙調査の各調査用紙は【補助資料1から4、8から11】に掲載した。

表2 検証の方法と内容

研究の手立て	対象	方法	内容
単元構成	教員	インタビュー調査	ア 単元構想シートの有用性についての調査
単位時間における教師の働きかけ	児童	記述分析・ビデオ撮影	ア 抽出児童のノート等の記述分析
		プレテストとポストテスト	ア 知識・技能（ポストテストのみ） 学校で使用している教科書章末問題 イ 思考・判断・表現（ポストテストのみ） 令和4年度全国学力・学習状況調査の「思考・判断・表現」の既習の問題。本県平均正答率との有意差が見られるかを検討。 ウ 主体的に学習に取り組む態度 平澤（2021）を基に作成した質問紙調査を分析。プレテストとポストテストを実施し、有意差が見られるかを検討。
	児童	質問紙調査	ア 「理科の大事な学び方」の有用性についての調査
	教員	インタビュー調査	
振り返り	児童	記述分析	ア 抽出児童の記述内容の分析

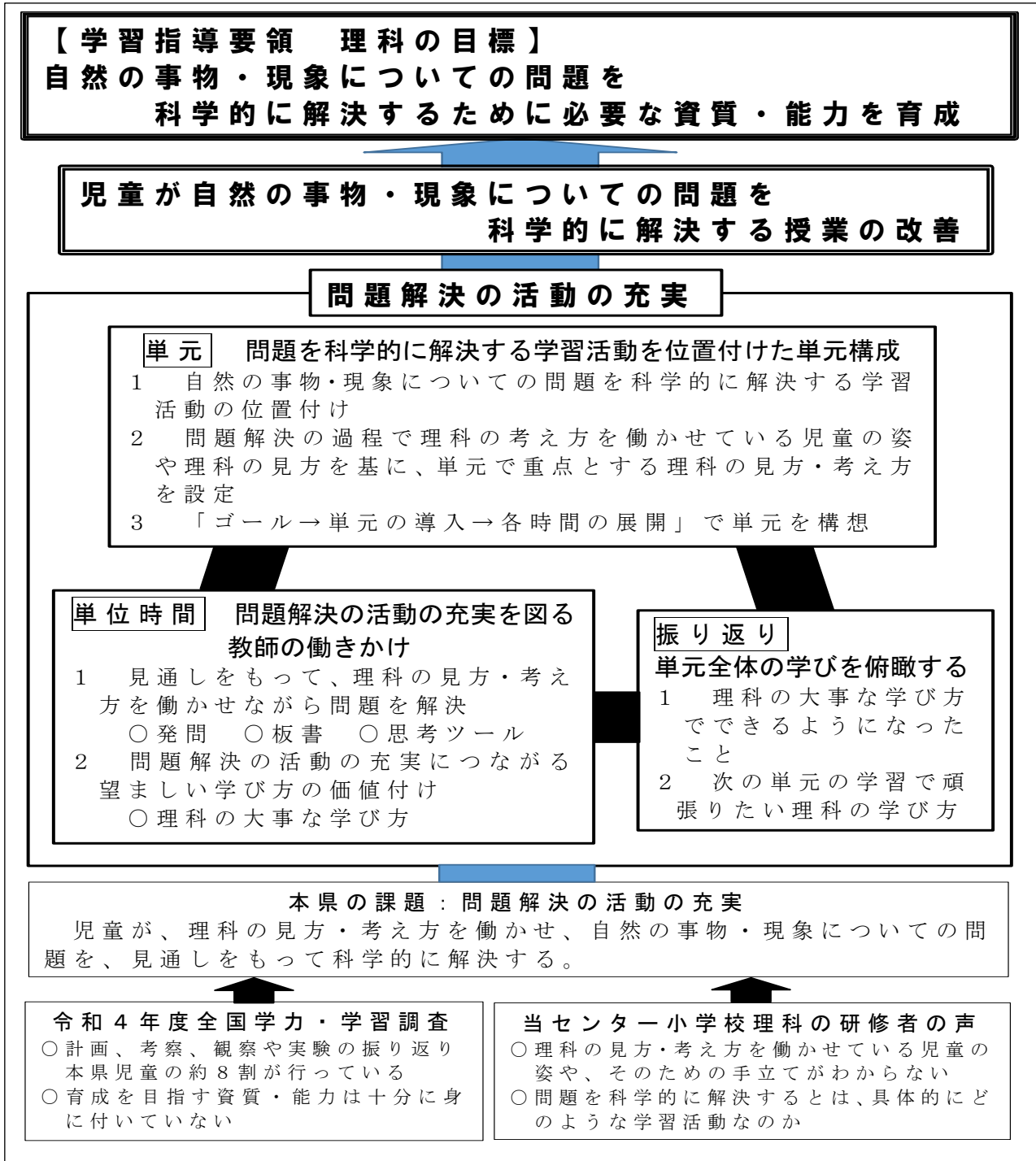


図6 研究構想図

VI 研究の実際

1 授業実践について

研究対象学級 花巻市立湯口小学校 第6学年及び第4学年

学年	単元名	実施時期	指導者
第6学年	物の燃え方と空気	令和5年5月24日～6月9日	総合教育センター所員
第4学年	物の温まり方	令和5年10月10日～11月6日	総合教育センター所員

2 実践1 第6学年「物の燃え方と空気」

(1) 第6学年「物の燃え方と空気」単元構想シート

単元構想シートを図7に示す。図中⑤の「分・構・検」と丸数字は、表1の「分析・解釈」「構想」「検討・改善」の各項目を表す。本単元の学習指導案は【補助資料6】に掲載した。

理科単元構想シート					
学年・単元名		第6学年 物の燃え方と空気			
①単元の目標					
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			
植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができることを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けることができる。	燃焼の仕組みについて追究する中で、物が燃えたときの空気の変化について、より妥当な考えをつくりだし、表現することができる。	燃焼の仕組みについて、主体的に問題解決しようとする。			
③学習前の児童（○児童が学習前に持っている考え ・単元に関わる既習事項や生活経験）					
<p>○物がよく燃えるためには、空気がたくさん必要で、うちわで風を送ったり、空気が無くならないようにしたりすればよい。酸素をたくさん用意すればよいと思う。</p> <ul style="list-style-type: none"> 花火の際にろうそくを使用した、落ち葉を使っての焼き芋、バーベキュー、飯盒炊飯の際に木と新聞紙を使って燃やした等、多くの児童は物を燃やす経験がある。 既習事項は、第4学年の空気は熱せられた部分が移動して全体が温まることである。 					
④本単元で重点とする見方・考え方		⑤主な学習活動			
<p>・実験の結果を関係付けながら、燃焼の仕組みについて捉える。</p> <p>・植物体が燃える時の空気の変化に着目して、植物体が燃える前と燃えた後の空気の性質について、複数の実験結果を基に多面的に考える。</p>		問題を科学的に解決する学習			
		分	構	検	
		1	<ul style="list-style-type: none"> 1本のろうそくを燃やし炎の様子や燃える様子を観察する。 燃えているろうそくに集気瓶を被せるとろうそくの炎が消える理由を考える。 		
		2	<ul style="list-style-type: none"> これから調べたいことを考える。 	②	
		3	<ul style="list-style-type: none"> 集気瓶の中でろうそくを燃やし続ける方法を調べる。 実験結果を基に、物が燃え続けるために必要なことを考える。 		
		4		②	③
		5	<ul style="list-style-type: none"> 空気中のどの気体が、物を燃やす働きがあるのかを調べてまとめる。 	②	①
		6	<ul style="list-style-type: none"> 物が燃える前と後の空気の変化について予想する。 		①
		7	<ul style="list-style-type: none"> 予想が確かめられた場合に得られる結果を見通し、実験する。 物が燃える前と燃えた後の空気の変化についてまとめる。 	②	
8					
9	<ul style="list-style-type: none"> 学校で行われる火災を想定した避難訓練の際に、窓を閉めて避難する理由を考える。 単元全体の学習の振り返りを行う。 	④			
9					
②学習後の児童（単元の学習を通して科学的なものに変容した考え）					
○物が燃えると、空気中の酸素が減り、二酸化炭素ができるから、物が燃え続けるには、常に空気が入れ替わるようにして、物を燃やす働きのある酸素を取り入れることが必要だ。					

図7 第6学年「物の燃え方と空気」単元構想シート

(2) 第6学年「物の燃え方と空気」の実践

研究の手立ての有効性を質的に検証するために、2名の児童（児童Aと児童B）を抽出する。理科の資質・能力として、児童Aは中間層、児童Bは上位層の児童である。ここでは児童Aの記録を中心に述べる。児童Bやその他の児童の記録については【補助資料7】に掲載した。また、本文中の太枠は本資料2頁の表1や7頁の図7に記載の自然の事物・現象についての問題を科学的に解決する学習活動を、破線枠は本資料4頁の4（2）や5頁の4（3）、【補助資料6】に記載の単位時間における問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけを示す。

《第1・2時》

下に隙間があっても炎が消えてしまう事象を提示する際に炎がどうなるかを問うことで、児童の生活経験や既存の知識との矛盾を促し、問題を見いだすことができるようにする。

最初に、「炎に集気瓶を被せるとどうなるか」と発問した。ろうそくの炎が消えるのを全体で観察した後に、ある児童の「空気があれば消えない」という発言を受けて、下に隙間を作って集気瓶を被せる事象を提示した。その際、「この場合はどうなると思うか」と発問し、多くの児童は「炎は消えない」と考えた。炎が消えてしまった現象を見て「なぜだろう」「空気があるのに…」と疑問をもった（図8）。これを受け、学習課題を設定した。



図8 燃焼の様子を見る児童

【分析②】 観察や実験で得た結果を、問題の視点で分析して解釈し自分の考えをもつ。

集気瓶とろうそく、粘土を使って班ごとに調べた後、集気瓶の中でろうそくを燃やし続けるにはどうすればよいかを考えた。児童Aは、「熱した空気を上に移動させれば、ろうそくは燃え続ける」と考えた（図9）。児童Bは、「隙間の高さを作った方が、ろうそくが燃え続けている時間は長い」と考えた。多くの児童から、「集気瓶とろうそく、粘土では、ろうそくを燃やし続けることはできない」という声上がり、単元を貫く学習課題「物が燃え続けるにはどうすればよいか」を設定した。

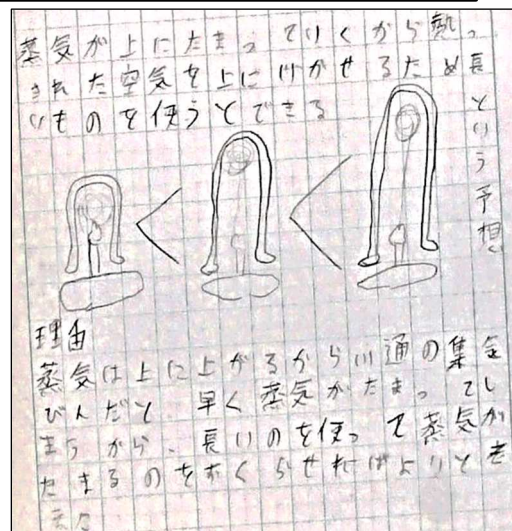


図9 児童Aのノート(児童Bは補助資料32頁)

《第3・4時》

「集気瓶の底を開けて、集気瓶に溜まった空気を逃がせばよい」という、ある児童の考えを受け、底無し集気瓶やろうそく、粘土、線香を使って、再度、集気瓶の中でろうそくを燃やし続けるにはどうすればよいか調べた。結果を各自で整理後、班毎に、集気瓶の中でろうそくを燃やし続ける方法についてまとめた。児童らは「新しい空気が必要」「空気を入れ換えるとよい」「古い空気を出す」などのキーワードを使って、分かったことを整理した。

【検討③】 観察や実験で収集した情報と話し合等で追加された情報を基に問題に対するまとめを検討して改善し自分の考えをもつ。

次に、改めて前時に実験した集気瓶の中で炎が消えてしまった理由について考えた（表3）。

表3 集気瓶の中で炎が消えてしまった理由について話し合っている場面の授業記録

T：空気がという言葉が出てきたり、出たり入ったりとか新しい空気という言葉がありました。考えをお話しできそうな人いるかな。

C1：こっち（集気瓶）では、底有りでは、空気が上から入ってこなかったけど、底無しでは、空気が上から入ってくることで、逆に二酸化炭素が逃げていくから、燃える原料の空気が入ってくることで、ずっと燃えると思います。

T：今の言った意味わかった人？

C2：C1君が言ったのは、底が無いと空気が上にいって燃える、あつたかい空気ばかり上にいって、新しい空気が無くて、普通の空気が無くて、燃えることができなくて、でも底が抜けていると空気は新しく入ってきて、燃えても、またそこから上にいけることができるから。

C3：過去に理科で習ったのを使うと、温かいものは上にいくという性質があるので、底があるとあつたかい空気が上にいくばかりで、湿気がこもることになって、新しい空気が入らなくなって、二酸化炭素ばかりがたまるので消えてしまうけど、底が無いことで新しい空気が入ったり、温かい空気が出たりすることで、ずっと燃え続けることができます。

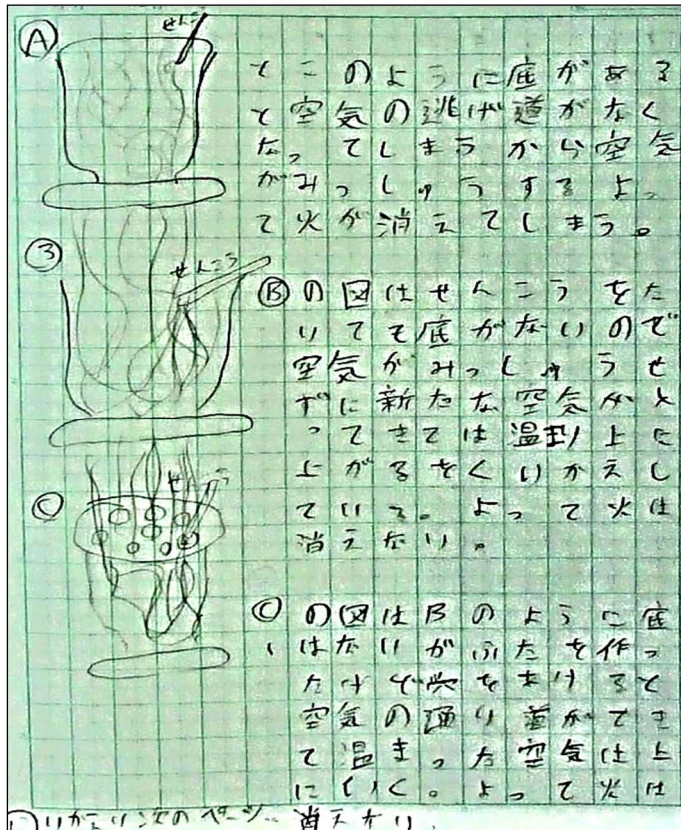


図10 児童Aの考察(児童Bは補助資料32頁)

一人一人が図や言葉を使ってじっくりと考えることとした。児童Aは、「燃え続けるには、新しい空気を入れ換えることが必要である」と考えた(図10)。児童Bは、「温められた空気がこもること

で消えるので、新しい空気が必要である」と考えた。

まとめ後、学習を振り返った(図11)。

今日の理科の大事な学び方は、変化
する前と変化した後です。理由は、変
化する前と変化した後を比べてみる
こともできるし、「変化がある時は理
由がある」のように、変化の理由を比
べることによって、学習課題を解決するこ
とができるかもしれないからです。

図11 児童Aの学習の振り返り
(児童Bは補助資料33頁)
(原文ママ。以後の振り返りの記載も同様)

《第5時》

授業冒頭に、前時に書いた4名の学習の振り返りを紹介し、「自分の目で確かめる」、「変化があるときは理由がある」、「比べる」、「着眼点を考える」ことについて取り上げた。次に、空気中の気体の体積の割合を説明し、空気中のどの気体が物を燃やす働きがあるのか問題を見いだした。28名のうち、25名の児童は、窒素に物を燃やす働きがあると予想した。

【構想①】 予想が確かめられた場合に得られる結果を見通す。

ここで、見通しをもって実験することができるよう、キャンディ・チャートを用いて、酸素、窒素、二酸化炭素のそれぞれの予想が確かめられた場合に得られる結果を考えた。

自分の予想が正しければ、どのような結果になるかを問うことで、見通しをもって実験することができるようにする。

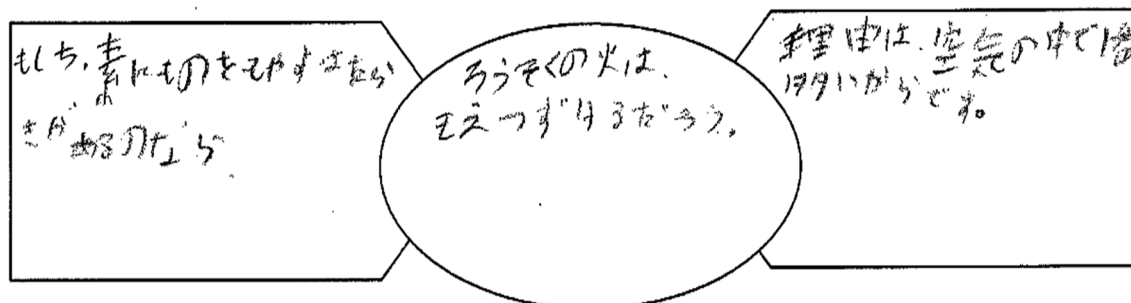


図 12 児童Aの見通し(窒素のみ掲載)(児童Bは補助資料 33 頁)

キャンディ・チャートの左端には「もし～なら」と自分の予想を書き、中央には「予想が正しかった時に得られる結果」、右端には「理由」を書いた。児童Aは、「酸素と窒素に物を燃やす働きがある」と予想し、窒素については、空気の中で最も体積の割合が大きいことを理由として挙げた(図 12)。児童Bは、「二酸化炭素に物を燃やす働きがある」と予想した。

【分析②】 観察や実験で得た結果を、問題の視点で分析して解釈し自分の考えをもつ。

実験後、結果を整理し考察した後に、学級全体で話し合った(表 4)。

表 4 考察について話し合っている場面の授業記録

C 4 : 二酸化炭素と一緒にすぐに消えた。
 T : C 4 さん、今ね理科の学びで大事なことを言ったの。もう一回しゃべってくれる。
 C 4 : 二酸化炭素と同じですぐに消えた。
 T : どこが良いかわかる？
 C 多 : 比べている 二酸化炭素と比べている
 T : なんという言葉で表れていた？
 C 多 : 同じで 二酸化炭素と同じで
 T : 比べましたね。二酸化炭素と窒素を比べて、同じだと。
 ~略~
 T : 3人が話したように、これ大事な、今日の新しい理科の考え方、比べるという大事な考え方になります。比べることで何か似ているなということが分かるね。

学級全体で酸素や窒素、二酸化炭素について話し合っているときに、表4のC4の発言を「理科の大事な学び方」として取り上げた。取り上げた理由を児童に問い、大事な学び方として価値付けた。また、それぞれの気体の性質の相違点を問い、空気中の酸素に物を燃やす働きがあることを捉えることができるようにした。

「理科の大事な学び方」を視点に振り返る。

まとめ後、学習を振り返った(図 13)。

今日の理科の大事な学び方は「着眼点」です。理由は、今日の実験で炎が消えた時に、着眼点の炎にしっかり集中して見ていたから、どのような時に消えたかや、どのような時に燃え続けたのかが分かるからです。

図 13 児童Aの学習の振り返り(児童Bは補助資料 34 頁)

《第6・7・8時》

授業冒頭に、前時に書いた4名の学習の振り返りを紹介し、「方法を振り返る」、「繰り返して実験し、自分の目で確かめる」、「他の結果と比べる」ことを取り上げた。そして、前時に学習した「物を燃やす働きがある」ことについて、本時は線香を用いて再度取り上げた(図14)。



図14 線香の様子を見る児童

次に、ある児童の「物が燃えると空気が変わるのか」という疑問を受け、本時の学習課題を設定した。児童に、既習事項である周りの空気中の気体の体積の割合を表した帯グラフを提示し、燃焼前後で窒素の割合は変化しないことを伝え、燃焼後の酸素と二酸化炭素の割合の変化を考えることとした。

【構想①】 予想が確かめられた場合に得られる結果を見通す。

石灰水や気体検知管の特徴の説明後、予想が確かめられた場合に得られる結果を考えた。

気体検知管や石灰水を使って実験した場合について、キャンディ・チャートを用いることで、予想を確かめられた際に得られる結果を考え、見通しをもって実験することができるようにする。

キャンディ・チャートの構成は第5時と同じである。児童Aは、「燃焼後の空気は変わり、二酸化炭素が増える」と予想した(図15)。児童Bは、「酸素が減り、ほぼ0%に近い数値を示し、二酸化炭素は約20%になり、燃える前の状態と逆転する」と予想した。

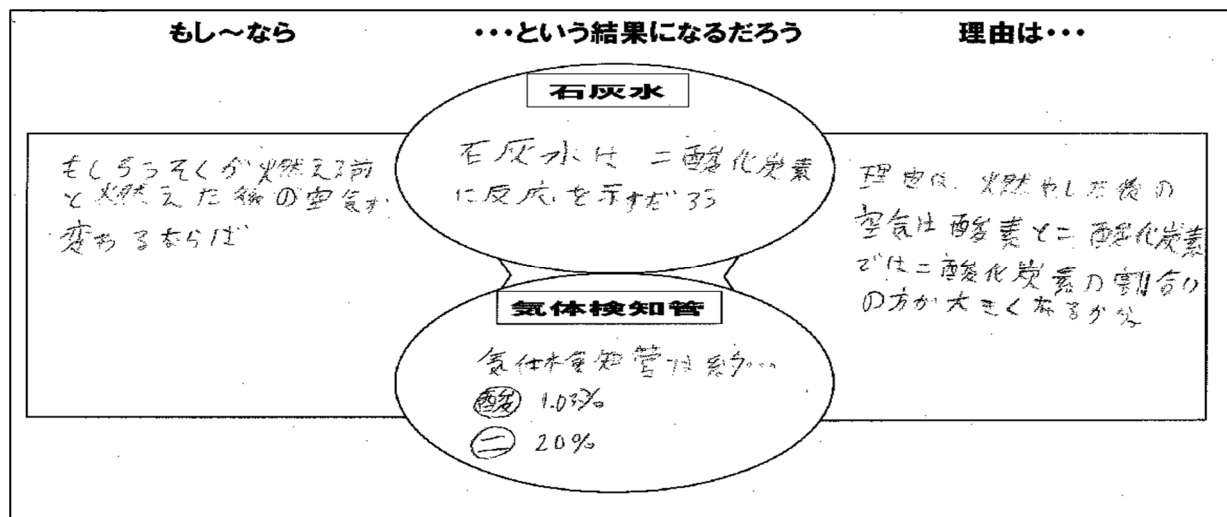


図15 児童Aの見通し(児童Bは補助資料34頁)

班ごとに実験後、班毎にまとめた結果を大型提示装置に提示した。

【検討①】 実験の方法と追加された情報を基に、方法を検討して改善し考えをもつ。

各班の結果に大きな違いが生じていたため、次の手立てを講じることとした。

「各班の結果を見てどう思うか」と問い、より妥当な考えをつくりだすことができるようにする。

大型提示装置に提示された各班の結果を見ている児童に、「自分たちのグループだけではなくて、六つのグループの記録を見て考えたことはありますか」と発問した(次頁表5)。

表5 実験結果について話し合っている場面の授業記録

T：自分たちのグループだけではなくて、六つのグループの記録を見て考えたことはありますか。
 C5：他の班もそうだけど、特にDさんの班では、酸素の実験した後のあるっていう数字が9%という一桁になっているから、同じ実験方法かどうか分からないです。
 C6：物が燃えた後の酸素はDさん以外の班は、二桁だけど、Dさんの班は一桁だったし、一桁でなくても、16%とか14%とか数が違ったから、実験方法が違ったのかなと思いました。
 C7：全部の班の結果が全く一緒というわけではなくて、どれが間違っているか、どれが正しいのかも分からないから、この結果はあんまり正しくないと思う。

話し合いを受けて、各班で操作方法を検討し、改善するところを考えた。「気体検知管を気体検知器に真っすぐに入れて瓶の中の気体を入れる」、「気体検知管を入れるときに、気体が逃げていかないように蓋の隙間に気を付けて開閉する」などの考えが出た。再実験後、結果を整理した。

【分析②】 観察や実験で得た結果を、問題の視点で分析して解釈し自分の考えをもつ。

結果を板書（図16）する際は、以下の手立てを講じた。

思考ツールを用いて板書したり、二つの実験結果の共通点を問うたりすることで、実験結果を基に多面的に結論を考えることができるようにする。

児童は自分たちの班の実験結果や板書を基に、考察を考えた。児童Aは「気体検知管の数値を根拠に、酸素が減り、二酸化炭素が増える」と考えた（図17）。児童Bは「気体検知管と石灰水の結果を基に、二酸化炭素が増えた」と考えた。



図16 実験結果をまとめた板書

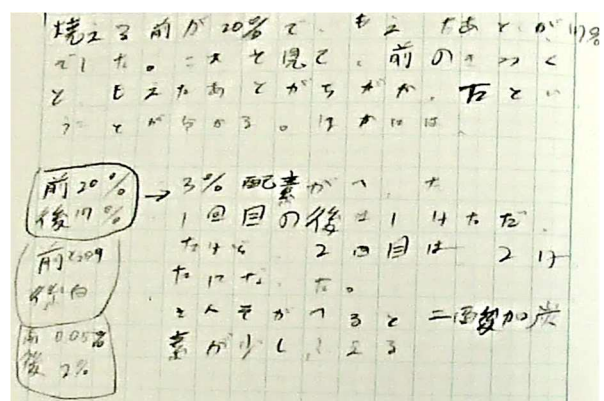


図17 児童Aの考察(児童Bは補助資料35頁)

「理科の大事な学び方」を視点を振り返る。

まとめ後、学習を振り返った（図18）。

今日の大事な学び方は複数の結果です。理由は、一つだけの結果からは答えが見つかりにくいことがあるから、今日のように二つの結果を使って考えると良いと思ったからです。

図18 児童Aの学習の振り返り(児童Bは補助資料35頁)

《第9時》

授業冒頭に、前時に書いた学習の振り返りを4名紹介し、「比べる」「複数の結果を基に考える」「実験方法を振り返る」「数値に注目する」ことについて取り上げた。

【分析④】 提示された情報を、複数の視点で分析して解釈し自分の考えをもつ。

次に、教師から避難訓練の写真を提示し、避難する際に気を付けていることを尋ねた。児童から出された「教室の窓や戸を閉めて避難している」という発言を取り上げ、その理由を考えていくこととした。この時点で、数人の児童から「あ、習ったことと関係している」「見えた」などのつぶやきがあった。

簡単な部屋の図を配付し、図も使いながら考えることで、既習事項を関係付けたり、空気の質的变化に着目したりしながら考えることができるようにする。

児童は、各自のタブレットに送信された部屋の図に空気の流れを描いたり、理由をノートに文章で書いたりしながら考えた。児童らは、これまでの学習で使用したノートや、タブレットに蓄積している実験動画や写真を見ながら取り組んだ。児童Aは、「酸素には物を燃やす働きがあるので、窓やドアを開けておくと空気の入れ換えが起き、酸素が入ってきて炎が燃え続けてしまう」と考えた(図19)。

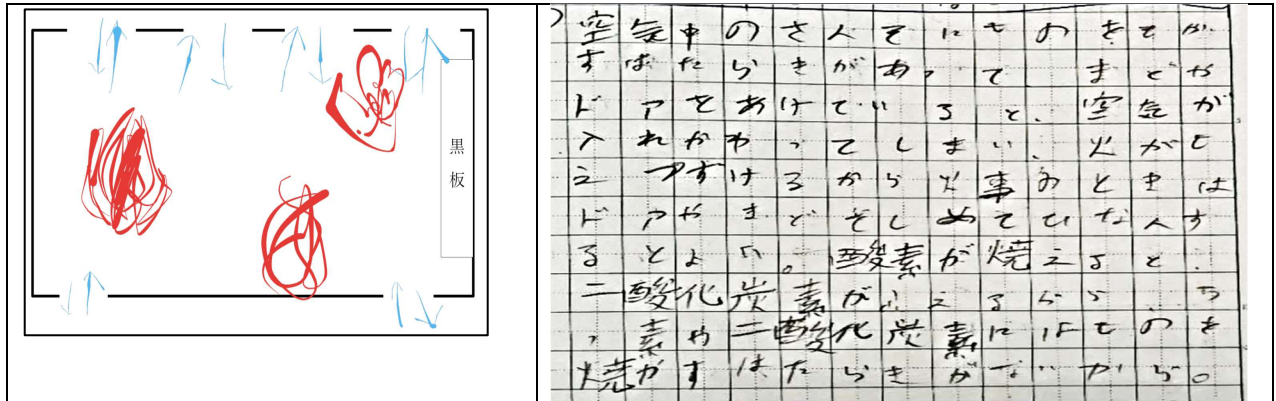


図19 児童Aの図(左)と窓や扉を閉めて避難する理由の考え(児童Bは補助資料36頁)

既習事項を整理して板書することで、既習事項を関係付けて生活事象を考えることができるようにする。

各自で考えた後、学級で話し合った。その際、考えの根拠を問い、既習事項を板書(図20)しながら話し合った。質的な空気の変化について言及できなかった児童も、板書を見て、改めて気づき、考えを改善する姿があった。

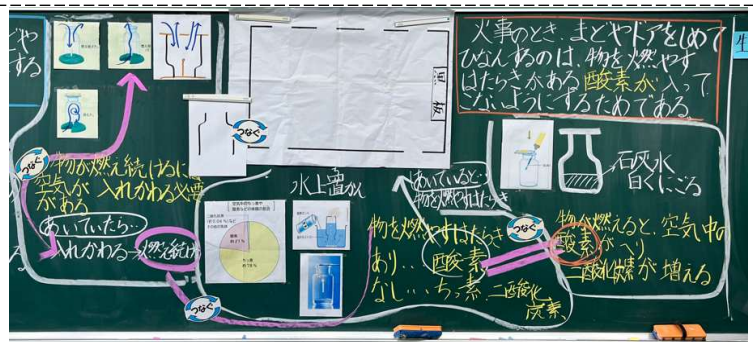


図20 既習事項との関係付けを図った板書

「理科の大事な学び方でできるようになったこと」、「次の単元で頑張りたい理科の学び方」を視点に振り返ることで、単元の学習を俯瞰することができるようにする。

まとめ後、学習を振り返った(図21)。児童らは、これまでの学習で使用したノートや、これまでに蓄積した「理科の大事な学び方ボード」(補助資料37頁)を見ながら振り返った。

理科の前までの学び方は、理くつつつかんで結果さえ分かれば、それで良いと考えていたけど、変化とか着眼点に注目して学んでいたら、理くつと結果から何が言えるのか考えるようになったり、変化するちがいなどを考えるようになったりした。次の単元の学習でがんばりたい理科の学び方は事実です。理由は、事実に基づいて考えるとどうということ、この事実にとどりついたのかがわかると思ったからです。もう一つは共通点です。共通点に気を付けると、違いや同じところなどが分かって、ヒントになるかもしれないからです。

図21 児童Aの学習の振り返り(児童Bは補助資料36頁)

3 実践2 第4学年「物の温まり方」

(1) 第4学年「物の温まり方」単元構想シート

単元構想シートを図22に示す。図中⑤の「分・構・検」と丸数字は、表1の「分析・解釈」「構想」「検討・改善」の各項目を表す。本単元の学習指導案は【補助資料13】に掲載した。

理科単元構想シート							
学年・単元名		第4学年 物の温まり方					
①単元の目標							
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			
金属は熱せられた部分から順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まることを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けることができる。		金属、水及び空気の性質について追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、金属、水及び空気の熱の伝わり方について、根拠のある予想や仮説を発想し、表現することができる。		金属、水及び空気の性質について、主体的に問題解決しようとする。			
③学習前の児童（○児童が学習前に持っている考え・単元に関わる既習事項や生活経験）							
○金属や水、空気など物が変わっても、温まり方は変わらないと思う。どれも熱しているところから順に温まっていくと思う。熱しているところの付近だけが温くなるのかな。 ・台所で水を温めたり部屋を温めたりすることは多くの児童は経験したり見たりしている。数名は、フライパンを使って料理をしている時に、火傷防止の為に持ち手に布を巻いて調理している姿を見ている。							
④本単元で重点とする見方・考え方		⑤主な学習活動		問題を科学的に解決する学習			
<ul style="list-style-type: none"> 金属、水及び空気の温まり方の共通点や相違点を捉える。 金属、水及び空気の温まり方の共通点や相違点を捉える。 金属、水及び空気の温まり方の共通点や相違点を捉える。 金属、水及び空気の温まり方の共通点や相違点を捉える。 金属、水及び空気の温まり方の共通点や相違点を捉える。 金属、水及び空気の温まり方の共通点や相違点を捉える。 金属、水及び空気の温まり方の共通点や相違点を捉える。 金属、水及び空気の温まり方の共通点や相違点を捉える。 金属、水及び空気の温まり方の共通点や相違点を捉える。 金属、水及び空気の温まり方の共通点や相違点を捉える。 		時	⑤主な学習活動		分	構	検
		1	○暮らしの中で、どんなものをどのように温めているか話し合う。 ○金属製の中華鍋や玉子焼用フライパンを使って料理する際、持ち手にタオルを巻いて調理する理由を考える。 ○金属棒や板の温まり方を予想し、実験の見通しをもつ。			①	
		2	○金属の棒や板はどのように温まるのか調べる。		②		③
		3	○形を変えた金属板の温まり方を考え、調べる。 ○金属の温まり方をまとめる。				
		4	○フライパンを使って料理をする際、持ち手にタオルを巻いて調理する理由を考える。			①	
		5	○寸胴鍋の上と下で卵を茹でると、どちらが早く茹で上がるかを考える。 ○水の温まり方を予想し、実験の見通しをもつ。			①	
		6	○水はどのように温まるのか調べる。 ○容器の形を変えた時の水の温まり方を考え、調べる。 ○水の温まり方をまとめる。		②		③
		7	○寸胴鍋で卵を茹でる際、上の方に置いた方が早く茹で上がる理由を考える。				
		8	○暖房している理科室の空気の温度を調べる。 ○空気の温まり方を予想し、実験の見通しをもつ。			①	
		9	○エアコンで暖房する時に、吹き出し口を下に向ける理由を考える。 ○物の温まり方について、学んだことをまとめる。 ○単元全体の学習を振り返る。		②	④	
			①				
②学習後の児童（単元の学習を通して科学的なものに変容した考え）							
○物によって温まり方は違う。水や空気は同じ温まり方をしている、熱して温められた部分が上へ動いて全体が温まるけど、金属は熱したところから順に温まっていくんだね。 ○エアコンの吹き出しやフライパンの持ち手に布を巻くのは、熱の伝わり方が関係していたんだね。他にも身の回りに、熱の伝わり方を生かした物はあるかな。							

図22 第4学年「物の温まり方」単元構想シート

(2) 第4学年「物の温まり方」の実践

実践1同様、研究の手立ての有効性を質的に検証するために、2名の児童（児童Cと児童D）を抽出する。理科の資質・能力として、児童Cは中間層、児童Dは上位層の児童である。ここでは児童Cの記録を中心に述べる。児童Dやその他の児童の記録については【補助資料14】に掲載

載した。また、本文中の太枠は本資料2頁の表1や14頁の図22に記載の自然の事物・現象についての問題を科学的に解決する学習活動を、破線枠は本資料4頁の4(2)や5頁の4(3)、【補助資料13】に記載の、単位時間における問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけを示す。

《第1時》

暮らしの中で、どんな物をどのように温めているか話し合った後、金属製の中華鍋やフライパンを使って料理している3人の料理人の画像を提示した。3人の料理人に共通していることを問い、児童からは「鍋を持つところにタオルを巻いている」と発言があり、その理由を話し合った。これを受け、学習課題につなげた。

【構想①】予想が確かめられた場合に得られる結果を見通す。

金属の棒や板がどのように温まるのか考えた。その際、金属の棒や板の温まり方は、個々のタブレットに送信された図に矢印を用いて表現した(図23)。

思考ツールを用いて、予想、予想の理由、実験の際の着眼点を考え、見通しをもって問題解決できるようにする。



図23 予想を考えている児童

また、見通しをもって実験することができるように、キャンディ・チャートを用いて、予想とその理由を各自で考えた。なお、本時では、キャンディ・チャートの「注目するところ(実験の着眼点)」については、児童にとって初めて考えることであり、着眼点をもって実験に取り組むことの良さを児童の体験を基に捉えさせるために、実験後に学級全体で取り扱うこととした。金属の板の中央を熱する実験について、児童Cは、板の中央から放射線状に矢印を描き(図24)、「板の端まで温まる」と予想した(図25)。児童Dも同様の予想をした。



図24 児童Cの予想(金属の板の中央を熱する実験のみ掲載)(児童Dは補助資料64頁)

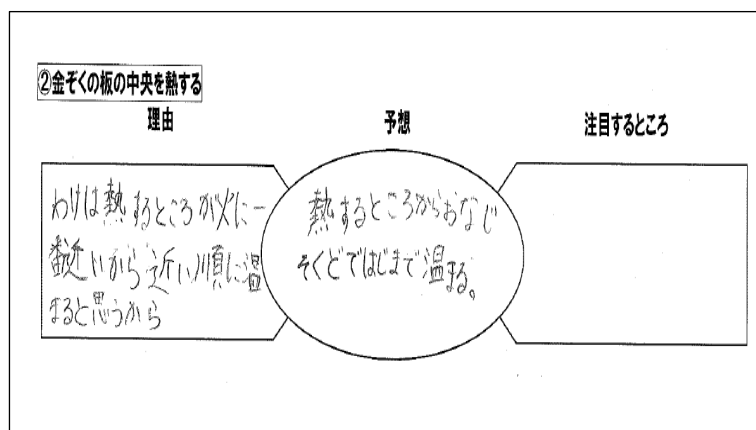


図25 児童Cの見通し(金属の板の中央を熱する実験のみ掲載)(児童Dは補助資料64頁)

《第2・3時》

前時に考えた予想を確認後、金属の棒や板がどのように温まるのか調べた。最初に、金属の棒から実験を行った。金属の棒の実験後、児童に「理科の大事な学び方」の一つである「実験の着眼点」に着目を促すために、「実験中、どこを見ていたか」と発問した(次頁表6)。児童からは「(金属の)棒を見ていた」と発言があった。さらに、「なぜ、(金属の)棒に注目したのか」と発問した。

表6 金属の棒を熱する実験後に、「理科の大事な学び方」について話し合っている場面の授業記録

T：実験中、今、みんなはどこを見ていましたか？
 C多：棒
 T：今、みんなは実験するときに棒を見ていたでしょ。
 なんで、棒に注目していたの？
 C8：金属の変化が分かるようにするためです。
 C9：棒の変化が分からなくなるからです。

話し合いを通して、「実験中に注目するところを決める」という「理科の大事な学び方」を共有した。その後、児童は、金属の板の実験を行った。

示温インクの色の変化と熱の伝わり方を関係付けながら考察することができるよう、「加熱前→加熱中→加熱終了」の三つの時間経過に分けて、結果を板書に整理する。

実験後、実験結果の整理を行った。その際、児童が、実体的な見方を働かせながら金属の温まり方を考えることができるよう、「加熱前→加熱中→加熱終了」の三つの時間経過毎に結果を板書に整理した（図26）。

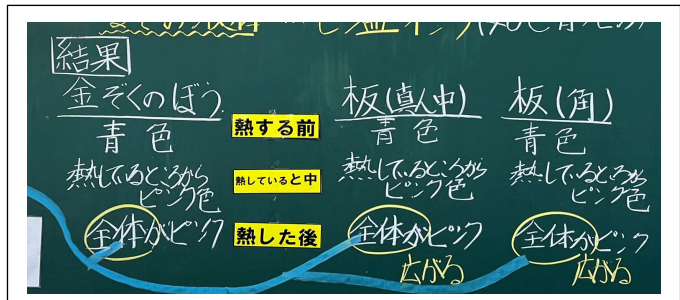


図26 金属の温まり方の実験の結果を整理した板書

【分析②】 観察や実験で得た結果を、問題の視点で分析して解釈し自分の考えをもつ。

実験結果を学級全体で確認した後、金属の温まり方について考察した。児童Cは、示温インクの色の変化や変化する過程と関係付けながら、金属の温まり方を考えた（図27）。児童Dも同様の考察を書いた。

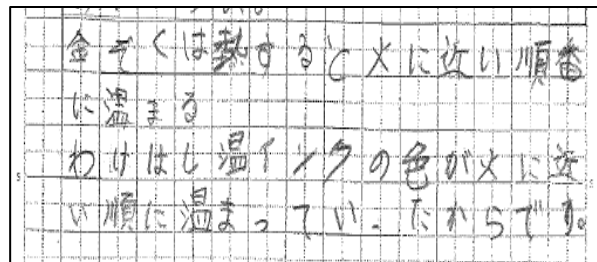


図27 児童Cの考察（児童Dは補助資料65頁）

【検討③】 観察や実験で収集した情報と話し合い等で追加された情報を基に問題に対するまとめを検討して改善し自分の考えをもつ。



図28 フライパンを熱している様子を見る児童

本時の学習をまとめた後、第1時の事象提示で扱ったフライパンを再度提示し、「持ち手に熱が伝わるからタオルを巻いている」という児童の予想を想起した。その後、示温インクが塗られているフライパンを使って実際に熱した（図28）。その後、児童は、フライパンの持ち手にタオルを巻く理由を再度考えた。児童は、本時で学習したことを関係付けながら考えることができた。

《第4時》

金属の温まり方とは異なる水の温まり方の現象と出会うことで、児童の生活経験や既存の知識との矛盾を促し、問題を見いだすことができるようにする。

児童が水の温まり方について問題を見いだすことができるように、寸胴鍋の上と下でうずらの卵を茹でると、どちらが早く茹で上がるかを考える活動から始めた（表7）。

表7 うずらの卵の茹でられ方について話し合っている場面の授業記録

- T：卵を2箇所に置きました。鍋の上の方に1個、下の方に1個置いてあります。上と下の卵、どちらの卵が早く茹で上がると思いますか。
- T：上が温まるよ？
- C：（挙手無し）
- T：下が温まるよ？
- C：（全員挙手）
- T：理由は何ですか。
- C10：火をつけている所が、上よりも下の方が近いからです。
- C11：火に、下の方の卵が近いからです。
- C12：下の方で熱しているの、速く熱が伝わると思うからです。
- C13：下に熱があるから、下から上に熱が伝わるから下だと思いました。
- C14：火に近いから、下の方だと思いました。

予想を話し合った後に、寸胴鍋の中のうずらの卵の様子を観察した。寸胴鍋の上にあるうずらの卵が茹で上がっていて、寸胴鍋の下にあるうずらの卵が半熟だった様子を見た児童は、「えー」、「なんで」と声を上げて驚いた。そこで、「どうしたの」と発問した。児童からは「下の方が早く茹で上がると思ってたから」、「水の温まり方がどうなっているのか」と発言が出た。これを受け、学習課題へつなげた。

【構想①】 予想が確かめられた場合に得られる結果を見通す。

水がどのように温まるのか考えた。その際、水の温まり方は、個々のタブレットに送信された図に矢印を用いて表現した。

思考ツールを用いて、予想、予想の理由、実験の際の着眼点を考え、見通しをもって問題解決できるようにする。

また、第2時同様、キャンディ・チャートを用いて、予想とその理由を各自で考えた。なお、キャンディ・チャートの「注目するところ（実験の着眼点）」については、班の友達と相談しながら考えて良いこととした。児童Cは、熱源から上の方に向かって矢印を描き、全体に熱が伝わると考えた（図29）。本時の最初に事象提示したうずらの卵の茹で上がり方を根拠に予想を考えた（図30）。児童Dは、金属と同じ温まり方をすると考えた。

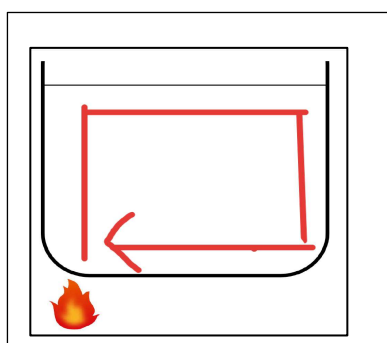


図29 児童Cの予想
（児童Dは補助資料65頁）

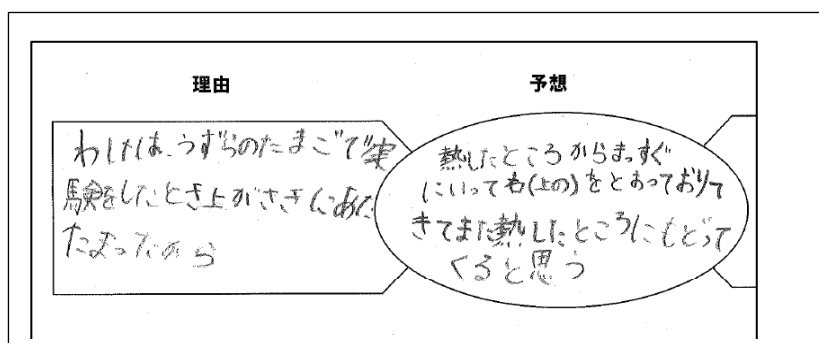


図30 児童Cの見通し（児童Dは補助資料65頁）

「理科の大事な学び方」を視点を振り返る。

本時の学習を振り返った（図 31）。

今日の学び方で大事なものは、「自分の目で確かめる」ということです。わけは、たまごの実験のとき、みんな下と予想したけど、本当は上だったから、「結果を自分の目で確かめる」ということが大事だと思いました。

図 31 児童Cの学習の振り返り（児童Dは補助資料 66 頁）

《第5・6時》

授業冒頭に、前時に書いた4名の学習の振り返りを紹介し、「自分の目で確かめる」、「注目しながら実験する」、「実験して確かめる」、「変化がある時は理由がある」ことについて取り上げた。

次に、前時に考えた予想や、実験の着眼点を確認し、水の温まり方を調べる実験を行った（図 32）。

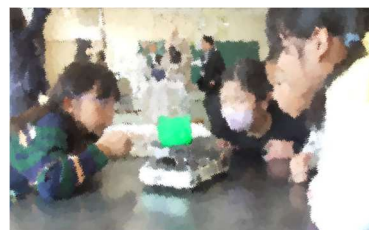


図 32 水の温まり方を調べる児童

温められた水の移動や熱の伝わり方を考えることができるよう、「加熱前→加熱中→加熱終了」の三つの時間経過に分けて、結果を板書に整理する。

実験後、実験結果の整理を行った。その際、児童が、実体的な見方を働かせながら水の温まり方を考えることができるよう、「加熱前→加熱中→加熱終了」の三つの時間経過毎に結果を板書に整理した（図 33）。

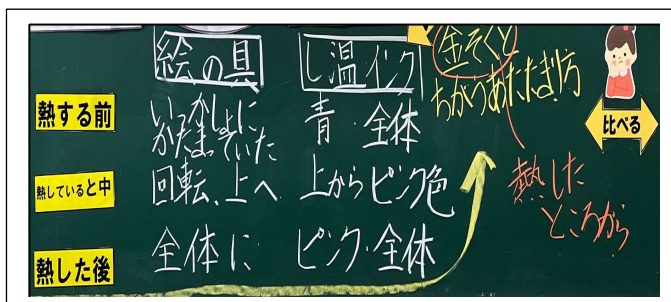


図 33 水の温まり方の実験の結果を整理した板書

【分析②】 観察や実験で得た結果を、問題の視点で分析して解釈し自分の考えをもつ。

実験結果を基に考察した後、児童に、容器の形を変えた物として試験管を提示し、試験管を熱した時の水の温まり方について問うた（表 8）。

表 8 容器の形を変えた時の水の温まり方について話し合っている場面の授業記録

- T : これ（試験管）の下を熱します。どこから温まると思う？
C : 上！ 下 真ん中？
T : 真ん中という人もいるね。斜めにして、試験管の下を熱します。どこから温まると思う？聞いてみるよ。今、上、真ん中、下とてきたから三択で聞いてみるよ。上から温まるなど思う人？
C : (17人が挙手)
T : 真ん中だと思う人？
C : (5人が挙手)
T : 下からだと思う人？
C : (11人が挙手)
T : もし、上から温まるなって思っている人は、示温インクの色が、どこからピンクになっていればいいの？

C多：上から

T：もし、下から温まるなって思っている人は、示温インクの色が、どこからピンクになっていればいい？

C多：下

T：じゃ、注目するのはどこ？ どこを見て実験すればいい？

C多：上 下 自分の予想の所

T：やってみるよ。

(実験中)

C多：やっぱりな あれ？ あ、同じだ

T：同じだ。何かと比べているみたいだよ。

C多：あーわかった 確かに

ここまでを受け、水の温まり方について分かったことをノートに書き、本時の学習をまとめた。

【検討③】 観察や実験で収集した情報と話し合い等で追加された情報を基に問題に対するまとめを検討して改善し自分の考えをもつ。

本時の学習をまとめた後、第4時の事象提示で扱った寸胴鍋を再度提示し、鍋の上の方にある卵が先に茹で上がる理由を考えた。「水を温めると、熱した部分が上に動いて、上から下に順に温まるから、上にあった卵が先に茹で上がる」と、児童は、本時で学習したことを関係付けながら考えることができた。

「理科の大事な学び方」を視点に振り返る。

最後に、本時の学習を振り返った (図 34)。

今日の学び方で大事なことは、「自分の目で確かめたことを問題とつなぐ」ことです。自分の目で確かめずに決めつけるのは良くないからです。あと、し温インクで実験して、自分の目で水の温まり方を確かめたから、おなべの上のうずらの卵が先に温まったとわかったからです。

図 34 児童Cの学習の振り返り (児童Dは補助資料 66 頁)

《第7時》

授業冒頭に、前時に書いた4名の学習の振り返りを紹介し、「自分の目で確かめる」、「注目しながら実験する」、「予想と比べながら実験する」、「自分の目で確かめて問題とつなげる」ことについて取り上げた。

水槽の中の空気の一部を温めた時の、水槽の上部と下部の空気の温度について考え、児童の生活経験や既存の知識との矛盾を促し、問題を見いだすことができるようにする。

水槽の中の空気の一部を白熱電球で温めた時の、水槽の上部と下部の空気の温度はどちらが高いかについて考えた (図 35)。12人の児童が水槽上部が高いと考えた。また、21人の児童が熱源に近い水槽下部が高いと予想した。理由は、熱源から近いからというものが多い。測定してみると、水槽上部の方が高かった。児童から「上の方から温まるのかも」、「温まり方が水と似ている」等の考えが出た。これを受け、学習課題につなげた。



図 35 空気の温度について考える児童

【構想①】 予想が確かめられた場合に得られる結果を見通す。

空気がどのように温まるのか考えた。その際、空気の温まり方は、個々のタブレットに送信された図に矢印を用いて表現した。

思考ツールを用いて、予想、予想の理由、実験の際の着眼点を考え、見通しをもって問題解決できるようにする。

また、第2時、第4時同様、キャンディ・チャートを用いて、予想とその理由を各自で考えた。キャンディ・チャートを用いて考える学習は、本時で3回目だったため、本時は全ての項目を一人一人で行うこととした。児童Cは、熱源から上の方に向かって矢印を描き、全体に熱が伝わると考えた(図36)。本時の最初に事象提示した水槽内の空気の温度の実験結果を根拠に予想を考えた(図37)。児童Dも、同様の予想を考えた。

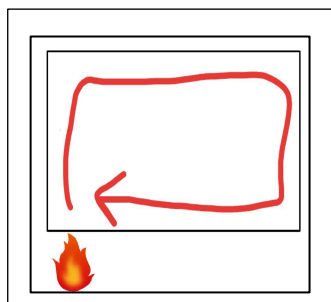


図36 児童Cの予想
(児童Dは補助資料66頁)

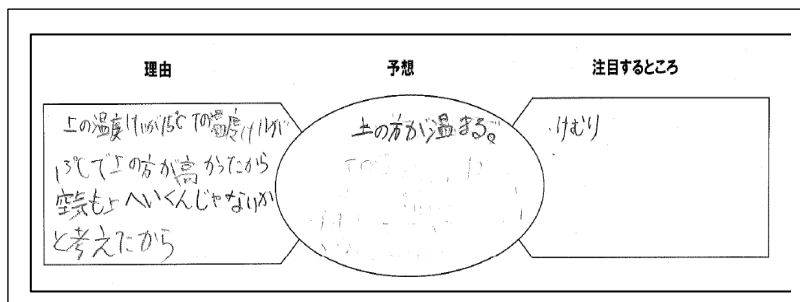


図37 児童Cの見通し(児童Dは補助資料66頁)

「理科の大事な学び方」を視点を振り返る。

本時の学習を振り返った(図38)。

今日の学び方で大事なものは、友達の考えとくらべることです。わけは、予想を話し合っている時、友達の意見を聞いていて、そういう考えもあるんだと思ったからです。

図38 児童Cの学習の振り返り(児童Dは補助資料66頁)

《第8時》

授業冒頭に、前時に書いた3名の学習の振り返りを紹介し、「予想の理由を大事にする」、「学習したこととつなげて考える」、「友達の予想と自分の予想を比べる」ことを取り上げた。

【分析④】 提示された情報を、複数の視点で分析して解釈し自分の考えをもつ。

実験後、考察をして学習のまとめを行った後、電車の暖房の吹き出し口が主に足元にある理由を考えた。児童からは、「空気の実験で、空気は上から温まるから、それを利用して全体を温めようとしている」、「温められた空気は下から上に動いて温まるから、下にあった方が良い」、「温められた空気は下から上について、上から動いていくから」等の考えが出された。

《第9時》

【分析①】 観察や実験で得た結果を、複数の視点で分析して解釈し自分の考えをもつ。

最初に、本単元でどんな学習をしてきたのかを確認し、単元の学習の想起を促した。その際、児童が行った9枚の実験の写真を黒板に貼った。想起後、「九つの実験を、大きく二つの仲間に分けるとすると、どんな分け方になりますか」と発問し、各自で思考ツールを用いて分類した(図39)。

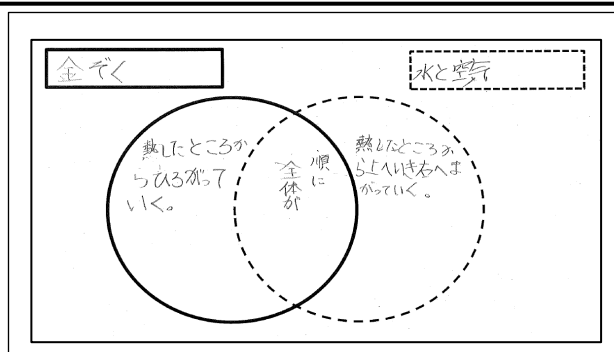


図39 児童Cの学習プリント(児童Dは補助資料67頁)

自分一人で考えることが難しい児童には、分類の視点として温まり方に着目するよう支援した。二つに分類後、それぞれの物の温まり方を書いた。そして、物の温まり方としての共通点を捉えることができるように、共通部分について、「二つの仲間で、同じことは何でしょうか」と発問した。多くの児童は、物の性質として、金属や水、空気の性質をとらえることができた。

「理科の大事な学び方でできるようになったこと」、「次の単元で頑張りたい理科の学び方」を視点を振り返ることで、単元の学習を俯瞰し、学習の達成感をもつことができるようにする。

学習のまとめ後、学習を振り返った（図 40）。児童らは、これまでの学習で使用したノートや、これまでに蓄積した「理科の大事な学び方ボード」（補助資料 68 頁）を見ながら振り返った。

できるようになったことは、実験をして自分の目でたしかめることです。前は、テレビや本で調べればいいやと思っていたけど、実験をしてみるとたくさんの発見があって、実験してわかったことがあったからです。二つ目は、友達にまかせないで、自分で注目しながら実験することです。前までは、外やちがうところを見て、友達に教えてもらっていたけど、だんだん注目するようになったし、自分で実験をしてみると、何をやっているかや、どのようにすればよいか分かったからです。次の単元では、予想するときに習ったことを使って考えることをがんばりたいです。



図 41 学習を振り返る児童

図 40 児童 C の学習の振り返り（児童 D は補助資料 68 頁）

Ⅶ 検証と考察

1 問題を科学的に解決する学習活動を位置付けた単元構想シートの有用性

単元構想シートについて、本実践の授業を参観していた研究協力校の教員 3 人（第 6 学年担任、第 6 学年理科専科教員、第 4 学年担任）にインタビューを行い、その有用性についてまとめた。なお、インタビュー内容を整理したものを、【補助資料 15】に示した。

研究協力校の教員へのインタビューを基に考えると、本実践における単元構想シートの有用性は、以下のア～エの 4 点である。

- ア 問題を科学的に解決する学習活動が計画的に位置付くことで、問題解決の活動の充実を図ることができる
- イ 単元で重点とする理科の見方・考え方を働かせている児童の姿を基に、指導の手立てを考えることができる
- ウ 育てたい児童の姿を意識しながら、単元の学習活動を考えることができる
- エ 単元の指導を俯瞰することができる

また、本実践における単元構想シートの課題は、次のとおりである。

「本単元で重点とする見方・考え方」を、児童の姿で表記する際に難しさがある。

研究協力校の教員へのインタビューでは、単元構想シート内の「本単元で重点とする見方・考え方」の記載が、児童の姿で表記されていることで、授業展開に生かすことができるという意見があった。しかし、どのような過程を経て考えられているのか不明なため、単元構想シートを作成する際に難しさがあるという意見もあった。これを受け、「本単元で重点とする見方・考え方」をどのような過程を経て設定しているのか、その説明を【補助資料 5】に記載することで改善を図った。

2 単位時間における問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけの有用性

(1) 抽出児童のノート等の記述分析から

第6学年及び第4学年の実践で、それぞれ2名ずつ抽出児童を選定した。実践1と実践2に掲載した抽出児童の学習の振り返り以外の全ての記述は、評価の観点では「思考・判断・表現」である。各時間の評価規準に照らしてその実現状況で判断すると、「十分満足できる」状況又は「おおむね満足できる」状況と評価できた。

(2) テストの分析から

本資料5頁の表2の通り、「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」の三つの観点別に分析した。

ア 知識・技能

【補助資料1】と【補助資料8】に掲載の問題を用いて分析した。第6学年及び第4学年の、それぞれの問題の正答率は全て9割以上だった。以下の問題は、正答した児童が全員ではなかった問題である（表9）。

表9 知識・技能のポストテストで、正答した児童が全員ではなかった問題

第6学年	<ul style="list-style-type: none"> ・集気瓶の中のろうそくが最も長く燃える物を選択し、その理由を記述する。 ・空気中の気体の体積の割合。 ・二酸化炭素によって起こる石灰水の変化。
第4学年	<ul style="list-style-type: none"> ・金属の板の中央を熱する時の温まり方を図示する。 ・温められた空気がどのように動くかを図示する。

イ 思考・判断・表現

本資料5頁の表2の通り、令和4年度全国学力・学習状況調査を用いて分析した。なお、分析の際は、対象学級の正答率と誤答率、本県の平均正答率や誤答率を用いて、当該校の児童と県平均の間に有意な差が見られるか、カイ二乗検定を行った。結果は、【補助資料16】【補助資料17】に示した。

第6学年は五つの問題のうち、表10に示す四つの問題において、当該校は県平均よりも有意に高かった。また、残り一つの問題においても、当該校は県平均よりも高かったが有意傾向であった。

表10 「思考・判断・表現」の第6学年のポストテストで有意だった問題の趣旨

問題1	自分で行った観察で収集した情報と追加された情報を基に、問題に対するまとめを検討して、改善し、自分の考えをもち、その内容を記述できる。
問題2	自分で発想した予想と、実験の結果を基に、問題に対するまとめを検討して、改善し、自分の考えをもつことができる。
問題4	実験で得た結果を、問題の視点で分析して解釈し自分の考えをもち、記述できる。
問題5	観察などで得られた結果を、結果からいえることの視点で分析して、解釈し、自分の考えをもつことができる。

第4学年は四つの問題のうち、表11に示す三つの問題において、当該校は県平均よりも有意に高かった。また、残り一つの問題は有意ではなかった。

表11 「思考・判断・表現」の第4学年のポストテストで有意だった問題の趣旨

問題2	観察で得た結果を他者の気付きの視点で分析して解釈し考えをもつことができる。
問題3	観察で得た結果を、問題の視点で分析して解釈し考えをもつことができる。
問題4	予想が確かめられた場合に得られる結果を見通して、問題を解決するまでの道筋を構想し、自分の考えをもち。

ウ 主体的に学習に取り組む態度

本資料5頁の表2の通り、実践前と実践後に行った質問紙調査の比較を基に分析した。なお、分析の際は、自己調整尺度と粘り強さ尺度について、実践前と実践後で有意な差が見られるか、*t*検定を行った。結果は、【補助資料18】【補助資料19】に示した。

第6学年及び第4学年の自己調整尺度と粘り強さ尺度は、実践前と実践後で比べると、両学年共にどちらの尺度も実践後の方が高く、有意水準1%以下で差が見られた。

(3) 児童の質問紙調査及び教師のインタビュー調査から

「理科の大事な学び方」の有用性について、実践後に行った児童の質問紙調査及び教師のインタビュー調査を基に分析した。

ア 児童の質問紙調査から

「理科の大事な学び方」が理科の学習にどの程度役に立ったのかを児童に調査した。結果は、【補助資料20】【補助資料21】に示した。

第6学年児童、第4学年児童共に、全員が肯定的回答をした。また、自由記述では、主に、理科の大事な学び方を他教科でも活用した時の学習の成果や、前の自分と比較して、理科の学習でできるようになったこと、「理科の大事な学び方」を意識してやってみたことによる学習の成果を自覚したことで、「理科の大事な学び方」の有用性を実感したことが伺えた。

イ 研究協力校の教員へのインタビュー調査から

「理科の大事な学び方」について、児童の様子を見て気付いたことをインタビューし、その有用性についてまとめた。なお、インタビューの内容は、【補助資料22】に示した。

研究協力校の教員へのインタビューを基に考えると、「理科の大事な学び方」の有用性は、以下の①～③の3点である。

- ① 児童の問題解決の充実に役立てることができる
- ② 児童が自分の学び方を振り返り、新たな問題を解決する際に役立てることができる
- ③ 次の学年の理科の学習に生かすことができる

(4) (1) から (3) を基にした考察

表12は、本資料4頁の4(2)の本研究の授業実践で行った単位時間における問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけ(同一手立てを複数の授業で用いたものもある)を整理したものである。

表12 本研究で行った単位時間における問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけ

第6学年の授業実践	第4学年の授業実践
児童の生活経験や既存の知識との矛盾を促す発問	
①児童の生活経験や既存の知識との矛盾を促し、問題を見いだすことができるようにする。	②児童の生活経験や既存の知識との矛盾を促し問題を見いだすことができるようにする。
実験方法や結果の見通しを促す発問	
②調べる際、何を記録として残せばよいかを問うことで、見通しをもって実験できるようにする。 ③予想が正しければどのような結果になるかを問うことで、見通しをもって実験できるようにする。	
今後の学習の見通しを促す発問	
④今後の学習ではっきりさせたいことを問うことで、学習の見通しをもつことができるようにする。	

より妥当な考えづくりだすことを促す発問	
⑤「各班の結果を見てどう思うか」と問い、より妥当な考えをつくりだすことができるようにする。	
既習事項や実験結果と関係付けながら、自然の事物・現象や生活事象について考えることができる板書	
⑥図を使って考えることで、既習事項を関係付けたり、空気の質的变化に着目したりしながら考えることができるようにする。 ⑦既習事項を整理して板書することで、既習事項を関係付けて生活事象を考えることができるようにする。	⑬示温インクの色の変化と熱の伝わり方を関係付けながら考察することができるよう、「加熱前→加熱中→加熱終了」の三つの時間経過に分けて、結果を板書に整理する。
予想や、予想が確かめられた際に得られる結果、実験の際の着眼点を考え、見通しをもって問題解決できるようにするための思考ツール	
⑧キャンディ・チャートを用いて、予想が確かめられた際に得られる結果を考え、見通しをもって実験することができるようにする。	⑭予想やその理由、実験の着眼点を考え、見通しをもって問題解決できるようにする。
共通点や相違点を考えたり、多面的に考察したりして、結論を導くことができるようにするための思考ツール	
⑨思考ツールを用いて結果を板書し、共通点を問うことで、多面的に考察し、結論を導くことができるようにする。	⑮思考ツールを用いて、金属、水及び空気の温まり方を整理する。また、物の温まり方としての共通点や差異点を問うことで、物の性質として捉えることができるようにする。
理科の大事な学び方	
⑩「理科の大事な学び方」を視点に振り返る。 ⑪「理科の大事な学び方でできるようになったこと」、「次の単元で頑張りたい理科の学び方」を視点に振り返ることで、単元の学習を俯瞰することができるようにする。	

考案した表12の教師の働きかけの有用性は、「自然の事物・現象についての問題を科学的に解決する」ために必要な資質・能力として、「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」が育成されたかで検討される必要がある

知識・技能については、第6学年及び第4学年のそれぞれの正答率が全ての問題で9割以上だった。知識・技能を、問題解決の活動の過程を通した習得状況と捉えれば、表12の教師の働きかけによって、児童の問題解決の活動が充実し、それが全ての問題で9割以上という習得状況に寄与したと考えられる。

思考・判断・表現については、第6学年及び第4学年で、共に、本県平均との有意な差が見られた。第6学年について、表10のポストテストで有意だった問題を見てみると、問題1は表12の⑨の手立てが、問題2は表12の⑤の手立てが、問題4は表12の⑥⑦⑨が、問題5は表12の⑨の手立てが関係している。また、第4学年について、表11のポストテストで有意だった問題を見てみると、問題2と問題3は表12の⑬や⑮の手立てが、問題4は表12の⑭の手立てが関係している。以上から、これらの手立てが、児童の「思考・判断・表現」の育成に寄与したと考えられる。

主体的に学習に取り組む態度については、第6学年及び第4学年で、共に、実践前と実践後で有意な差が見られた。表12の⑩の「理科の大事な学び方」を視点に振り返る」が関与していると考えられる。

【補助資料3】【補助資料10】の主体的に学習に取り組む態度の調査問題の粘り強さ尺度と自己調整尺度の全ての項目を満たすわけではないが、【補助資料20】【補助資料21】の児童の質問紙調査の自由記述を分析すると、「理科の大事な学び方」を振り返ることが、主体的に学習に取り組む態度の育成に関与

していたと考えられる。また、【補助資料 22】の研究協力校の教員へのインタビューからも、その一端を垣間見ることができた。

以上から、本実践で行った単位時間における問題解決の活動の充実を図る教師の働きかけは、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力の育成に有効だったと考えられる。

3 単元全体の学びを俯瞰する振り返りの有用性

それぞれの学年の抽出児童4名の、単元終末に行った学習の振り返りの記述内容を分析した。その内容は、以下の①～③の3点に分類された。

- ① 自分の理科の学び方の変容の自覚
- ② 次単元の学習での理科の学び方の目標設定
- ③ 理科の大事な学び方をやってみたことによる学習の成果の自覚

上記の分類から、単元の終末に、単元全体の学習を振り返ることは、学習に対する自己の高まりを自覚したり、「理科の大事な学び方」を生かして問題解決することの良さを自覚したりすることに有効だと考えられる。なお、このことは、抽出児童以外の児童にも同様のことが言えた。しかし、抽出児童以外の児童の中には、学習前の自分の様子を思い出すことができず、単元全体の学習を振り返ることが難しい児童もいた。その際は、教師から、該当児童の単元の初めの時の学習の様子を伝えたり、具体的な視点を示したりすることで、学習を振り返ることができた。

VIII 研究のまとめ

1 全体考察

本研究は、問題解決の活動の充実を図る指導の手立てを考案し、授業実践を通して明らかになった成果を基に、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決する授業の在り方について指導の一例を提案した。

令和4年度全国学力・学習状況調査を基に整理した自然の事物・現象についての問題を科学的に解決する学習活動や、問題解決の過程で理科の考え方を働かせている児童の姿を整理し、これらを位置付けた単元構想シートを作成したことが、問題解決の活動の充実を図ったり、単元の指導を俯瞰しながら、育てたい児童の姿を明確にもって単元の学習活動を考えたりすることに有効であることが分かった。また、表12の発問や板書、思考ツール、「理科の大事な学び方」の振り返りなどの教師の働きかけが、問題解決の活動の充実につながり、それが、問題を科学的に解決するために必要な資質・能力の育成に寄与したことが分かった。そして、単元の終末に行う振り返りが、学習に対する自己の高まりを自覚したり、「理科の大事な学び方」を生かして問題解決することの良さを自覚したりすることに有効であることが分かった。

しかし、上記の成果は、研究協力校の第6学年及び第4学年の1学級ずつを対象に、一つの単元のみで実施した授業実践から明らかになったものである。よって、上記の成果が、他学年での指導や、他の単元での指導にも活用できるか、今後、実践的に明らかにしていく必要がある。また、一部の児童に、問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を十分に育成することができなかった。今後、改善を図るための教師の働きかけを考えていく必要がある。

2 成果

- (1) 問題解決の過程で理科の考え方を働かせている児童の姿を明らかにすることができた。
- (2) 問題を科学的に解決する学習活動を位置付けた単元構想シートの作成によって、問題解決の活

動の充実を図ったり、単元の指導を俯瞰しながら、育てたい児童の姿を明確にもちながら単元の学習活動を考えたりすることに有効であることが明らかになった。

(3) 児童が、見通しをもって、理科の見方・考え方を働かせながら問題を科学的に解決することができるようにするための、教師の働きかけを明らかにした。

(4) 単元の終末に行う振り返りが、学習に対する自己の高まりを自覚したり、「理科の大事な学び方」を生かして問題解決することの良さを自覚したりすることに有効であることが明らかになった。

3 課題

(1) 問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を十分に育成することができなかった児童への教師の働きかけを考え、実践的に明らかにすることが必要である。

(2) 本研究の成果を、他学年や他の単元での指導にも活用できるか、実践的に明らかにすることが必要である。

《おわりに》

本研究に当たって、研究実践にご協力いただきました研究協力校の児童の皆さんと、校長先生をはじめとする教職員の皆さん、研究の検証や分析の仕方について丁寧にご指導いただいた岩手大学久坂哲也准教授に、心から御礼申し上げます。ありがとうございました。

【注】

1. 令和4年度全国学力・学習状況調査小学校理科によれば、「思考・判断・表現」に分類される問題のうち、出題の趣旨が育成を目指す問題解決の力を調査した問題の正答率（各数値は小数第一位を四捨五入）は、「問題を見いだす力」は記述式の問題で41%、選択式の問題で68%、「解決の方法を発想する力」は短答式の問題で69%、「より妥当な考えをつくりだす力」は記述式の二つの問題で、それぞれ37%と70%、選択式の二つの問題では、それぞれ44%と60%だった。一方、理科の授業に関する児童への質問紙調査では、本県児童の肯定的な回答の割合（「当てはまる、どちらかといえば当てはまる、どちらかといえば当てはまらない、当てはまらない」の四つの選択肢のうち、「当てはまる、どちらかといえば当てはまる」を肯定的回答とし、各数値は小数第一位を四捨五入）は、「自分の予想を基に観察や実験の計画を立てていますか」は82%、「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」は87%、「観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返って考えていますか」は78%だった。
2. 令和4年度全国学力・学習状況調査解説資料には、調査問題自体が学校の教員や児童生徒に対して土台となる基盤的な事項を具体的に示すものであり、教員による指導改善や、児童生徒の学習改善・学習意欲の向上などに役に立つことを調査問題作成の基本理念の一つとして記されている。また、調査問題は、調査の対象学年だけではなく、全学年を通じた学習指導の改善・充実を図るための参考とすることができると記されている。
3. 「解説」の16頁に、問題を科学的に解決するとは、自然の事物・現象についての問題を、実証性、再現性、客観性などといった条件を検討する手続きを重視しながら解決していくことであるとし、以下のように説明されている。

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

4. 令和4年度全国学力・学習状況調査解説資料の7頁に、「分析・解釈」、「構想」、「検討・改善」について、以下のように説明されている。

分析・解釈	自然の事物・現象に働きかけることで得られた様々な情報について、要因や根拠を見いだすことや、観察、実験などの結果について、その傾向を見いだしたり、考察したりする。
構想	見いだした問題を解決するために、自然の事物・現象に影響を与えると考える要因を予想し、どの要因が影響を与えるのかを調べる方法を考える。また、予想が確かめられた場合に得られる結果を見通す。
検討・改善	自分の考えた理由やそれを支える証拠に立脚しながら主張したり、他者の考えを認識し、多様な視点からその妥当性や信頼性を吟味したりして、自分の考えや他者の考えを批判的に捉え、多様な視点から見直したり振り返ったりする。

5. 「解説」の13頁から14頁に、理科の考え方について以下のように説明されている。

理科の考え方	説明
比較する	複数の自然の事物・現象を対応させ比べること。比較には、同時に複数の自然の事物・現象を比べたり、ある自然の事物・現象の変化を時間的な前後の関係で比べたりすることなどがある。
関係付ける	自然の事物・現象を様々な視点から結び付けること。関係付けには、変化とそれに関わる要因を結び付けたり、既習の内容や生活経験と結び付けたりすることなどがある。
条件を制御する	自然の事物・現象に影響を与えると考えられる要因について、どの要因が影響を与えるかを調べる際に、変化させる要因と変化させない要因を区別すること。
多面的に考える	自然の事物・現象を複数の側面から考えること。

6. 本県で使用している小学校理科の教科書は、東京書籍の「新しい理科」と大日本図書の「たのしい理科」である。それぞれの教科書に掲載されている問題文や吹き出し等を基に、問題解決の過程で理科の考え方を働かせている児童の姿を整理した。
7. 「解説」の94頁では、理科の指導に当たっては、(1)「知識及び技能」が習得されること、(2)「思考力、判断力、表現力等」を育成すること、(3)「学びに向かう力、人間性等」を涵養することが偏りなく実現されるよう、単元など内容や時間のまとまりを見通しながら、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を行うことが重要であることが述べられている。また、鳴川(2021)の182頁では、「振り返ることで、身に付いた資質・能力を意識し、次の活動への見通しをもつことができる。もちろん、資質・能力には「見方・考え方」が伴っているので、その時間に働かせた「見方・考え方」も自覚できるようになる。」と、学習を振り返ることの重要性について述べられている。
8. 田村(2022)は、単元は、一連の問題解決が連続していくため、その問題解決を終えた時、最終的に児童がどのような姿になってほしいのかというゴールとなる到達点を描くことが必要であると述べている。また、単元をデザインしていくための見通しには、ゴールとなる到達点の見通しと、通過点の見通しの二つがあるとし、この二つの見通しがうまく描けると、単元の構想ができると述べている。
9. 森田(2021)は、現在の小学校における理科の授業について、見方・考え方を働かせることができ

ずに活動が滞ったり理解不足になったりしている児童がいることを指摘し、「今後は、どの児童も見方・考え方を働かせることが可能となる状況を教師が意図的に設定することが不可欠となる」と、教師の働きかけの重要性について述べている。

10. 文部科学省国立政策教育研究所（2020）では、主体的に学習に取り組む態度の評価の観点の趣旨を「自然の事物・現象に進んで関わり、粘り強く、他者と関わりながら問題解決しようとしているとともに、学んだことを学習や生活に生かそうとしている。」としている。

IX 引用文献及び参考文献

- ・岩手県立総合教育センター（2018）『資質・能力の「三つの柱」を総合的に育む授業の在り方に関する研究—主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を通して—』岩手県立総合教育センター：4
- ・岩手県立総合教育センター（2021）『児童が造形的な活動を思い付いたり、表したいことを見付けたりする学習指導に関する研究—指導の手立てを明確にする題材構想シートの活用を通して—』岩手県立総合教育センター：12-22
- ・角屋重樹、山根悠平、西内舞、雲財寛、稲田結美（2018）『思考力・判断力・表現力の育成を目指した学習指導法の開発』日本体育大学大学院教育学研究科紀要
- ・澤井陽介（2017）『授業の見方「主体的・対話的で深い学び」の授業改善』東洋館出版社
- ・田村学（2022）『「学習指導要領がめざす」子を育む！「ゴール→導入→展開」で考える「単元づくり・授業づくり」』小学館：58
- ・鳴川哲也・山中謙司・寺本貴啓・辻健（2019）『イラスト図解ですっきりわかる理科』東洋館出版社：76
- ・鳴川哲也（2020）『理科の授業を形づくるもの』東洋館出版社
- ・鳴川哲也・寺本貴啓・辻健・三井寿哉・有本淳（2021）『小学校見方・考え方を働かせる問題解決の理科授業』明治図書：182
- ・鳴川哲也・山中謙司・寺本貴啓・辻健（2022）『イラスト図解ですっきりわかる理科 授業づくり編』東洋館出版社
- ・平澤傑、久坂哲也（2021）『中学校理科における「主体的に学習に取り組む態度」の評価指標の開発』日本理科教育学会
- ・森田和良（2021）『初等理科教育』日本初等理科教育研究会：4
- ・文部科学省（2017）『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編』、東洋館出版：16、13-14、18-19、94、102
- ・文部科学省国立政策教育研究所（2020）『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 小学校理科』東洋館出版社：28
- ・文部科学省国立政策教育研究所教育課程研究センター（2022）『令和4年度全国学力・学習状況調査解説資料 小学校理科』：7