

科学的な思考力・表現力を高める理科学習指導

～比較や関係付けを意識した振り返る活動を通して～



那覇市立与儀小学校教諭

内間 正樹

目 次

I	テーマ設定の理由	25
II	研究目標	25
III	研究仮説	25
1	基本仮説	
2	作業仮説	
IV	研究構想図	26
V	研究内容	26
1	科学的な思考力・表現力について	
(1)	「科学的な思考力・表現力」とは	
(2)	「科学的な思考力・表現力」を高める活動	
2	比較や関係付けを意識した振り返る活動	
(1)	教師の発問と学習シートの工夫	
①	教師の発問の工夫	
②	比較や関係付けを意識させる学習シートの工夫	
(2)	色別付箋紙の活用	
VI	授業実践（第4学年）	29
1	単元名	
2	単元の目標	
3	単元の評価規準	
4	指導と評価	
5	本時の展開	
VII	結果と考察	33
	作業仮説の検証(1)	
	【結果】【考察】	
	作業仮説の検証(2)	
	【結果】【考察】	
VIII	研究の成果と課題	36
1	成果	
2	課題	

《主な引用文献と資料》

科学的な思考力・表現力を高める理科学習指導

～比較や関係付けを意識した振り返る活動を通して～

那覇市立与儀小学校教諭 内間 正樹

I テーマ設定の理由

小学校学習指導要領解説理科編には、「予想や仮説を立てて観察、実験を行うことだけでなく、その結果について考察を行う学習活動を充実させることにより、科学的な思考力や表現力の育成を図ることが大切である」と示されている。

しかし、平成24年度の全国学力・学習状況調査や国際的な調査（TIMSSやPISA）の結果より、日本の児童は「観察・実験などの活動」に意欲的な一方で、「観察や実験の結果を整理し考察すること」や「導き出した自らの考えを表現すること」などの科学的な思考力・表現力に課題があることが指摘されている。そのため、今後の小学校の理科学習においては、問題解決の過程を通して、予想を実験結果と比較したり関係付けたりして考察を行う学習活動の充実が求められている。

これまでの授業実践では、問題解決までの過程を重視した「学習シート」を実験ごとに作成し、授業に取り組んだ。その結果、予想場面では自分の考えをもつことができる児童が増え、効果はあったと考えられる。しかし、考察場面では、問題把握が不十分であったり、実験結果のみを学習シートに写したりという現状があった。教師が指示した通りに学習シートに記述していくことは、単なる作業となってしまう、実験結果から気付いたことや分かったことをまとめ、既習の知識と結びつけて考えるまでには至らなかった。このことから、比較や関係付けを意識して表現することに課題が見られる。

これらの課題の改善には、「結果を基に比較や関係付けて自己の考えを表現する」という視点をもたせることが大切であると考ええる。比較や関係付けを意識させるために教師の発問や学習シートを工夫した授業づくりを行い、振り返りの手立てとして付箋紙を活用していきたい。

本研究では、教師の発問や学習シートを工夫し、付箋紙を効果的に活用することで、比較や関係付けに対する意識が高まり、科学的な思考力・表現力を高めることにつながると考え、本テーマを設定した。

II 研究目標

科学的な思考力・表現力を高めるために、比較したり関係付けたりして振り返る活動を取り入れた授業実践を通して、その手立てについての有効性を明らかにする。

III 研究仮説

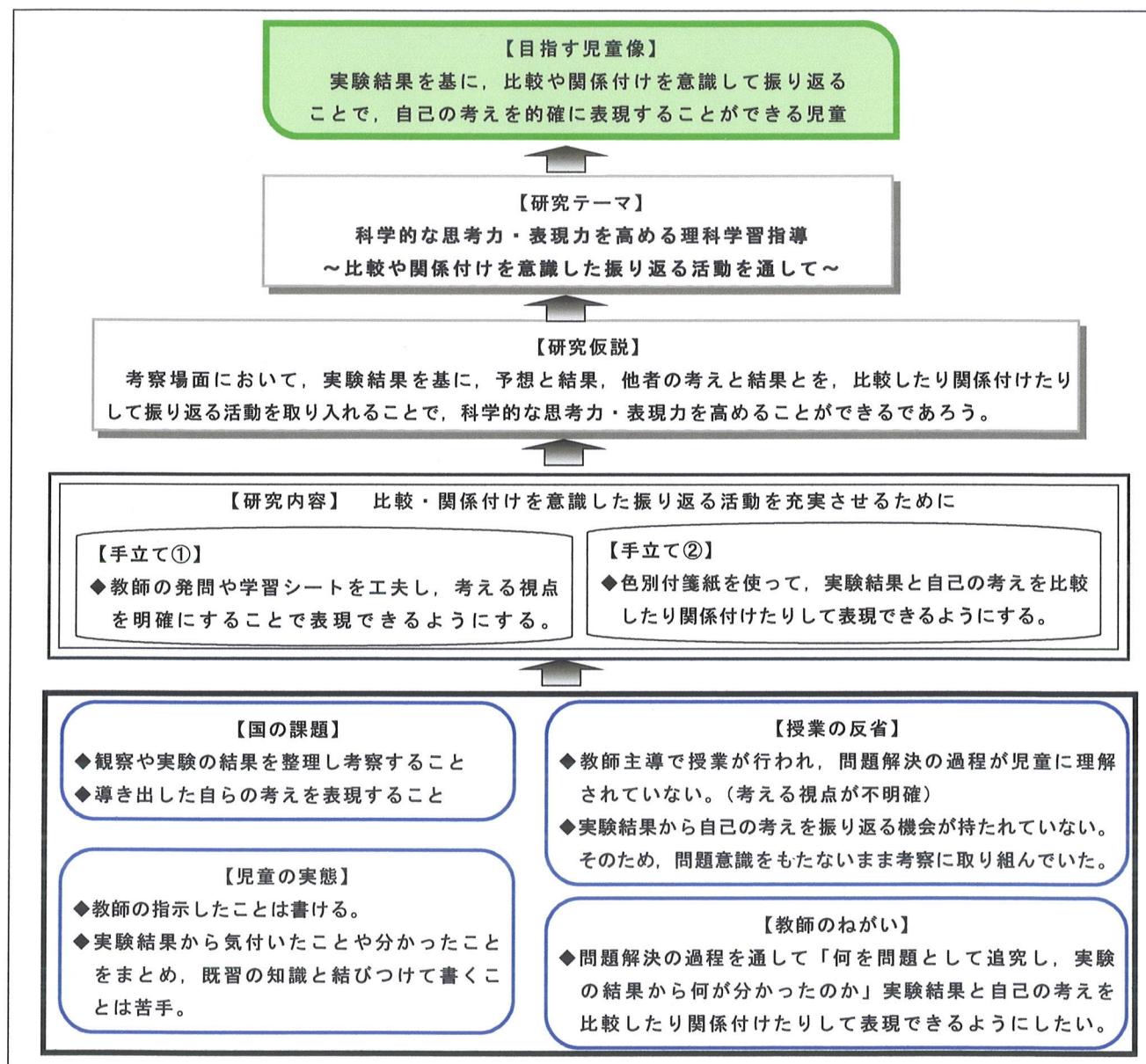
1 基本仮説

考察場面において、実験結果を基に、予想と結果、他者の考えと結果とを、比較したり関係付けたりして振り返る活動を取り入れることで、科学的な思考力・表現力を高めることができるであろう。

2 作業仮説

- (1) 問題解決の過程において、教師の発問と学習シートを工夫し、考える視点を明確にして振り返ることで、自己の考えを表現することができるであろう。
- (2) 考察する場において、予想と実験結果の一致、不一致を付箋紙で色分けし、比較や関係付けを意識して振り返ることで、自己の考えを的確に表現することができるであろう。

IV 研究構想図



V 研究内容

1 「科学的な思考力・表現力」について

(1) 「科学的な思考力・表現力」とは

科学的な思考力・表現力について、角屋（2013）は、「思考とは、ある目標の下に、子どもが既有経験をもとにして対象に働きかけ種々の情報を得、それらを既有の体系と意味付けたり、関係付けたりして、新しい意味の体系（結果から得られた概念やイ

メージ)を創りだしていくことである」と述べている。また、表現力については、「得られた情報を目的に合わせた的確に表すことである」と述べている。科学的な思考力と表現力は表裏一体の関係であり、切り離すことはできないものととらえ、「科学的な思考力・表現力」と表示する。

以上のことから、本研究における科学的な思考力・表現力とは、問題解決の過程において、新しい概念を見いだすために、学習問題と既習の知識や概念とを比較したり関係付けたりして考え、的確に表現する力とする。

本研究では、問題解決の能力の基盤となる「比較・関係付け」の力(図1)に特に着目し、これらの力の育成により、問題解決の能力の向上、そして科学的な思考力を高めることにつながると考えた。

科学的な思考力・表現力が高まった児童とは、学年に応じて高めたい問題解決の能力を活かしながら、自己の考えを的確に言葉や図、モデルなどで表現できる児童であるとする。

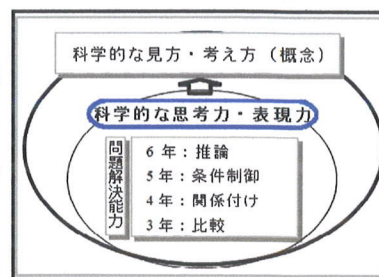


図1 比較・関係付けの位置づけ

(2)「科学的な思考力・表現力」を高める活動

『学習指導要領の解説・展開』(2008)には、「科学的な思考力は、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動などを通して高めることができる」と述べている。その学習活動としては、以下の2つが考えられる。

- ① 観察・実験で得られた科学的なデータに基づいて考察する活動
- ② 自分の考え(予想)に基づいて実験結果を解釈する活動

具体的には、①では、数値化したデータを基に書いたり考えたりする学習活動や観察・実験で得られたデータを表やグラフに表現し直し、それらをもとに考察する学習活動である。②では、実験後「実験結果と予想を比べて、自分の考えをまとめてみよう」と発問し、実験結果を解釈するような学習活動を行うことである。

また、「科学的な表現力は、科学的な言葉や概念を活用して考えたり説明したりする学習活動を通して高めることができる」と述べており、前時で学習した見方や考え方(既習の知識)を活かして、考えたり説明する活動であると考えられる。

つまり、科学的な思考力・表現力を高めるためには、考察場面において、事実やデータを基にして比較したり関係付けたりすることが重要であるとする。

そこで、本研究では、2つの活動の手立てとなるよう、比較や関係付けを意識して振り返る活動を取り入れる。

2 比較や関係付けを意識した振り返る活動

(1) 教師の発問と学習シートの工夫

木下(2011)は、「子どもが思考力や表現力を身につけるには、絶えず自らの学習を振り返り、状況を把握しながら学習を進めていく『学習の基盤』を固める必要がある」とし、そのためには、教師が発問や学習シートを工夫するなどして学習の振り返りを促すことが重要であることを述べている。

そこで、各活動の場面に応じた教師の発問を工夫し、実験ごとの学習シートは1枚にまとめ、単元全体の流れや児童の思考の流れが見えやすいようにする。

① 教師の発問の工夫

角屋(2013)は、比較したり関係付けたりする場面では、「『何』と『何』を比べるのか」「『何が』『どのように』関係付けているか」視点を明確にすることが大切であると述べている。

そこで、比較したり関係付けたりする視点を明確にするための教師の具体的な発問の例を表1に示した。

表1 科学的な思考力を高める教師の具体的な発問例

学習過程	具体的な教師の発問
疑問をもつ	「何が違うの」「何が問題かな」
何を追究するかが分かる	「何をすればいいの」「何ができればいいの」 「そのことを調べるには、何を調べればいいの」 「その結果、どうなると思うの」
実験結果から事実をつかむ	「何をしているの」「なぜ、そうするの」 「なぜ、そうなると思うの」「その結果、何がわかるの」
科学的方法や手続きが身に付く	「このようになったのは、なぜ」「どの結果から言えるの」 「何をどのようにしたらそうなったの」
科学的な見方や考え方が富まる	「そうなることが、どんな意味をもっているの」 「簡単に言うと、何が分かったの」
追究したこと活かす	「他のことについても言えないかな」 「この結果を使えるのは、他にもないかな」

比較したり関係付けたりする視点を明確にする発問と学習シートの工夫を連動させることは、児童が考えたことを的確に表現するための手立てになると考える。

② 比較や関係付けを意識させる学習シートの工夫

本研究では、堀(2013)が開発した1枚ポートフォリオシートの要素を取り入れた学習シートを使用する。「1枚ポートフォリオシート」は、1単元分の内容が1枚のシートに、まとめられたものである。形成評価が容易にでき、児童自身が見通しと振り返りを行いやすいというよさがある。

「学習シート」は、問題解決の各場面を児童が意識しながら書けるように、教師の板書と児童の記録が同じ形式になるように作成した(図2を参照)。

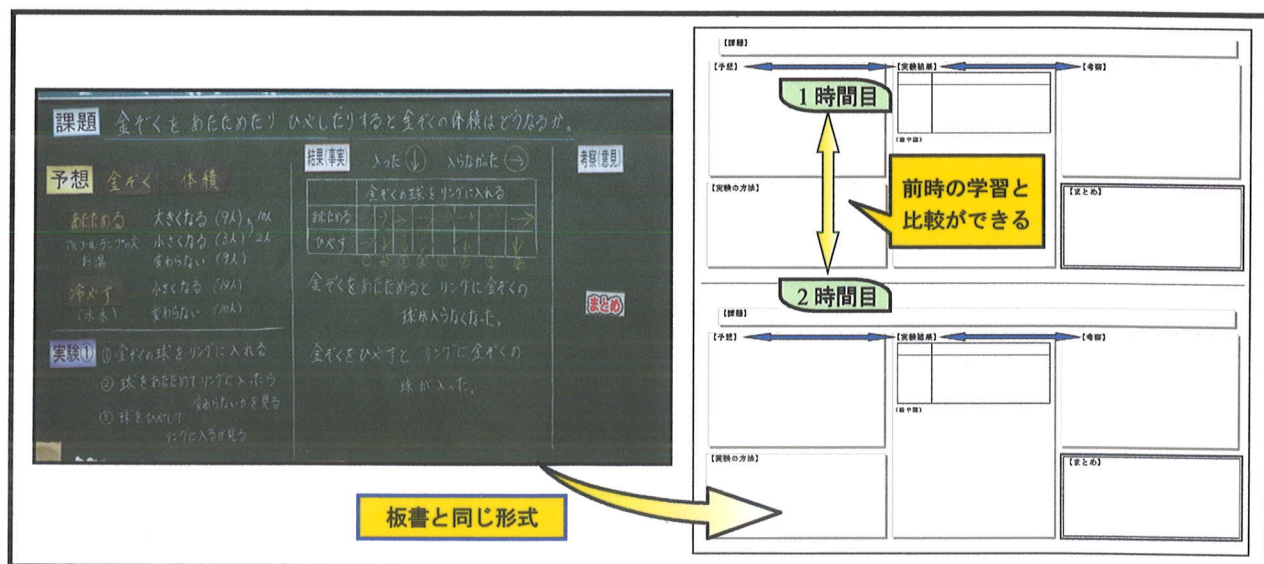


図2 右：学習シートの裏面(板書と同じ形式で1時間ごとの学習前後の変容を確認できる)

単元の学習の記録が1枚のシートになっているので、既習の知識と比較したり関係付けたりして、自己の学習を振り返りながら進めていけるように工夫している。前時の学習の記録を見ると、次時の学習に行くことを見通すことが可能になり、比較したり関係付けたりして振り返るための手立てになると考える。

角屋(2013)は、ワークシートには問題解決の過程の各場面の一連の流れが分かり、見通しをもった活動ができるように、問題解決の各場面を区別して順に示すことが大切であることを述べている。本研究で活用する、比較したり関係付けたりして自己の考えを表現するための「学習シート」の例を図3に示す。

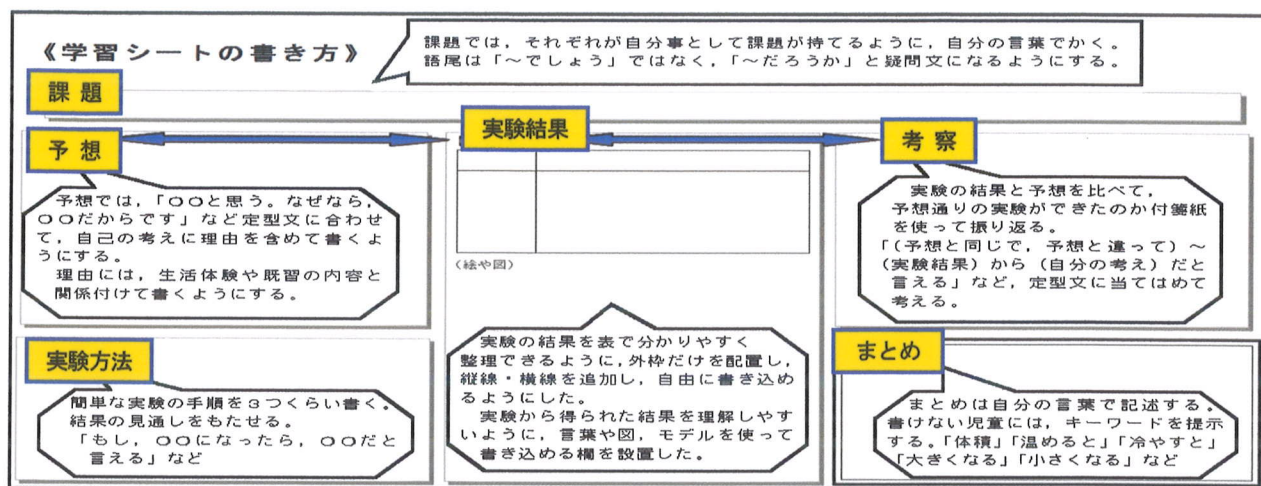


図3 比較や関係付けて、自己の考えを表現するための「学習シート」

予想や実験方法、実験結果の各場面を対比できるように、それぞれの場面が隣り合わせになるように配置を工夫する（図3参照）。問題解決の過程におけるそれぞれの場面の配置を工夫することは、実験結果を基に比較したり関係付けたりして考えるための手立てになると考える。さらに、実験前後の自己の考えの変化や、「何」と「何」を比較し、「何」と「何」を関係付けたのかを振り返る際にも有効であると考え。学習シートの中に、実験結果を視覚的に分かりやすく比較できるように表や図で記述できる欄を設ける。理解を促すための定型文は板書で表示し、シンプルで自由に書き込みができるようにしている。

(2) 色別付箋紙の活用

児童が「学習の振り返り」の重要性を理解し、自ら「振り返り」ができるようにするため、考察場面で付箋紙を活用する。藤井（2007）は「考えを視覚的に捉えやすいようにすることは、どのような理由（事実）を根拠に「変化している」「変化していない」と判断したのか妥当性を確認できたり、共通性を見いだしたりすることが可能になる」と述べている。色別の付箋紙を活用することで、自己の考えを視覚的に捉えやすくなる。予想と実験結果の一致、不一致を付箋紙で色分けし、結果や各自の考えを記述（図4）して学習シートに貼る。

視覚的に比較や関係付けを意識させることは、一人一人が考えを深めることにもつながり、自己の考えを表現しやすくなると考える。

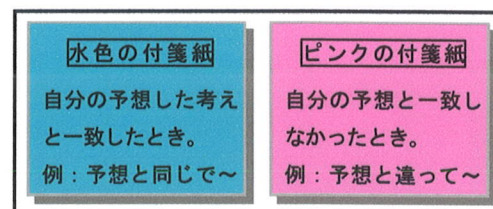


図4 色別付箋紙の記述の仕方

VI 授業実践（第4学年）

1 単元名 物の体積と温度

2 単元目標

金属、水、空気を温めたり、冷やしたりして、その時の物の状態と温度変化とを関係付けながら調べ、熱によって物の体積が変わることや、物によって体積変化の程度に違いがあることなど、物の状態変化や熱の働きをとらえるようにする。

3 単元の評価規準

(ア) 自然事象への 関心・意欲・態度	(イ) 科学的な 思考・表現	(ウ) 観察・実験の技能	(エ) 自然事象についての 知識・理解
①金属、水及び空気を温めたり冷やしたりしたときの現象に興味・関心をもち、進んで物の温度に対する体積の変化を調べようとする。	①金属、水及び空気を温めたり冷やしたりしたときの体積の変化についての考えをもっている。	①金属、水及び空気を温めたり冷やしたりしながら体積の変化を調べ、結果を記録している。	①金属、水及び空気は、温めると体積は膨張し、冷やすと収縮することを理解している。
②物の温度に対する体積変化について、身の回りの現象を見直そうとしている。	②金属、水及び空気の性質と温度変化との関係を、温めたり冷やしたりしたときの体積変化を基に考えている。	②金属、水及び空気それぞれの体積の変化の結果の記録を比較し、まとめている。	②温度による体積変化は、空気が最も大きいことを理解している。

4 指導と評価（11 時間）

時	ねらい	学 習 活 動	評価規準(評価方法)
第一 次	1 ・身の回りにある空気が、温度の変化によりどのように変化するかを考えることができる。	課題：閉じ込めた空気を温めると、どのようなになるのだろうか？ ・丸底フラスコの栓が飛ぶ様子や試験管につけたシャボン玉が膨らむ様子を観察することで、閉じ込めた空気は温められるとどうなるかを話し合う。 ・児童の考えから空気を温めると上に上がる（移動説）空気を温めると膨らむ（膨張説）を実験で確認する。 まとめ：空気は温めるとふくらむ。 疑問：冷やすとどうなるのだろうか。	アー①（発言・観察） イー①（学習シート）
	2 ・閉じこめた空気を温めたり冷やしたりしたとき、どのように体積が変化するか調べ、その性質を理解することができる。	課題：空気を温めたり冷やしたりすると、空気の体積はどう変わるのか？ ・空気が温度の変化によってどのように変化するかを話し合い、予想を立て実験方法までを考える。 ・空気鉄砲の筒に閉じこめた空気をお湯に入れ温めたり、氷水に入れて冷やしたりして、体積の変化を調べる。へこんだピンポン玉をもとに戻すしくみを考える。 まとめ：空気の体積は、温めると大きくなり、冷やすと小さくなる。	ウー①（学習シート） イー①（学習シート）
	3 （本時）		
第二 次	4 ・水を温めたり冷やしたりすると、どのように体積が変化するか調べることができる。	課題：水を温めたり冷やしたりすると、水の体積はどう変わるのか？ ・温度の変化による水の体積の変化について問題意識をもち、試験管の中の水を温めたり冷やしたりして、体積の変化を調べる。 ・空気も水も、温められると体積が大きくなり、冷やされると体積が小さくなること、水の体積の変わり方は、空気に比べて小さいことをまとめる。 ・棒温度計のしくみについて知る。 まとめ：水の体積は、温めると大きくなり、冷やすと小さくなる。	イー①②（発言） ウー②（学習シート）
	5 ・水と空気の体積の変わり方を比較し、まとめることができる。		
第三 次	6 ・アルコールランプの使い方	・アルコールランプなどの使い方を理解する。	
	7 ・金属を温めたり冷やしたりすると、どのように体積が変化するか調べることができる。	課題：金属を温めたり冷やしたりすると、金属の体積はどう変わるのか？ ・金属も温められたり、冷やされたりすると体積が変わることに興味をもち、金属球を熱したり冷やしたりして、体積の変化を調べる。 ・鉄とプラスチックのもののさしのしくみについて知る。 まとめ：金属の体積は、温めると大きくなり、冷やすと小さくなる。	イー①②（発言・観察） ウー②（観察）
	8		
第三 次	9 ・金属、空気及び水の温度による体積変化の違いを比較し、まとめることができる。	課題：温度による物の体積変化について学習したことをまとめよう。 ・金属も、熱せられると体積が大きくなり、冷やされると小さくなること、金属の体積の変わり方は、空気や水に比べると小さいことをまとめる。 まとめ：温度による体積変化は、空気＞水＞金属の順に大きい。	アー②（発言・観察） イー②（発言） エー①②（学習シート）
	10		
	11 ・空気や水、金属の性質は身の回りのどのようなところで使われているのか調べることができる。	・資料を読み、身の回りの金属の伸び縮みの例について知り、身の回りの工夫について話し合う。 ・単元テスト	

5 本時の学習 【3／11時間】

(1) 目標

温度による空気の体積変化について、予想と実験結果を比較したり関係付けたりしながら、考えたことを的確に表現することができる。

(2) 授業仮説

考察場面において、予想の一致、不一致を付箋紙で色分けし、実験結果を基に予想と比較したり関係付けたりして振り返ることで、自己の考えたことを的確に表現することができるであろう。

(3) 展開

* 課題、予想、実験方法を考えるまでの内容は、前時の学習で終えている。

	学 習 活 動	指 導 上 の 留 意 点	評価項目(方法)					
つかむ 2分	1 前時に話し合った学習問題を確認する。 ・「空気をあたためるとふくらんだので、空気をあたためたり、冷やしたりすると、体積も変化するのかな。」	○前時で学習したことを想起させる。 ○前時の話し合いで、空気が冷やされる場合についても考えさせておく。						
	課題：空気は、あたためられたり冷やされたりすると、体積が変わるのだろうか？							
見通す 3分	2 結果について予想する。 <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">空気 体積</td> <td>あたためる</td> <td>大きくなる 小さくなる 変わらない</td> </tr> <tr> <td>冷やす</td> <td>大きくなる 小さくなる 変わらない</td> </tr> </table>	空気 体積	あたためる	大きくなる 小さくなる 変わらない	冷やす	大きくなる 小さくなる 変わらない	○前時に十分な話し合い話を行っているので、予想についての話し合いには、時間をかけないようにする。	
空気 体積	あたためる		大きくなる 小さくなる 変わらない					
	冷やす	大きくなる 小さくなる 変わらない						
たしかめる 15分	3 実験方法（手順）を確認する。 ①空気鉄砲の筒の中に空気を閉じ込める。 ②チューブに目印となるゼリーを差し込む。初めのゼリーの位置に、シールをはる。 ③筒をお湯と氷水につけて、ゼリーの動きを見る。 4 実験をして、結果を記録する。 ・「筒をお湯につけると、ゼリーの位置が上に動いた。」 ・「筒を氷水につけると、ゼリーの位置が下に動いた。」	○実験はお湯の温度によって結果が変わるので、1回の実験で終えてもよいことを確認。 ○【安全指導】やけどをしないように、熱いお湯に手を入れたり、お湯をこぼしたりしないように安全面で注意をする。 ○教師の問いで実験結果の見通しをもたせる。「何をもとに判断するの」 判断の基準「その結果、何がわかるの」関係付け ○グループで実験道具を準備する。	 					
まとめる 20分	5 実験結果から分かったことをまとめる。 (1) 空気鉄砲の筒やチューブの中の空気の様子を、図や絵などを使って表わそう。 (2) 実験をして確かめたことを発表し合いながら、分かったことを言葉でまとめよう。 ・「空気は、あたためられる・・・。」 ・「空気は、冷やされると・・・。」	① 観察・実験で得られた科学的なデータに基づいて考察する活動 ○実験結果を表や図で表す。(板書) ○言葉や矢印を使うようにさせる。 ② 自分の考え（予想）に基づいて実験結果を解釈する活動 (色別付箋紙の活用) ○実験の結果を色分けした付箋紙を使い、自己の予想と比べながら関係付ける。 ・予想と同じで～が分かった。(水色の付箋紙) ・予想と違って～が分かった。(ピンクの付箋紙)	【発言・ノート記録】 温度による空気の体積変化について、予想と実験の結果を関係付けて、自己の考えを表現することができたか。 科学的な思考・表現 (概ね満足) 温度と空気の体積変化について、1つの事柄と関係付けて表現できる。 (十分満足) 温度と空気の体積変化について、2つの事柄の関係を的確に表現できる。					
	まとめ：空気は、あたためると体積が大きくなり、冷やされると体積が小さくなる。							
ふかめる 5分	6 「へこんでしまったピンポン球をもとに戻す方法」を考えて説明する。 ・今日の実験で分かったことが使えそう。 ・中の空気をあたためると体積が大きくなってもとにもどるよ。 ・教師の演示実験を見て、確認する。	教師の発問「今日のまとめから解決できないかな」 ○本実験のまとめから、温度変化と空気の体積の変化とを関係付けて考えられるようにする。 ○演示実験が見やすいように、大型テレビで見せる。 ○学習シートに今日の学習の感想を書かせる。						

授業展開で示した①と②の2つの活動場面を取り上げて説明する。

① 観察・実験で得られた科学的なデータに基づいて考察する活動について

【実験結果を表に整理して考察する】

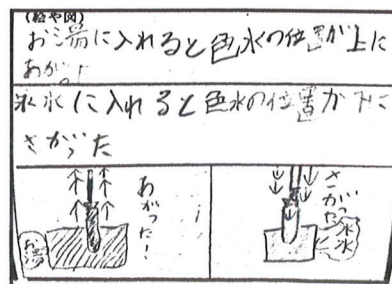
- 各グループの実験結果を比較できるように表でまとめる。ここでは、実験の結果を言葉で書かずに記号を使って表示し、変化が一目でわかるようにした。表のデータを基に、各グループで比較し考察を行った。



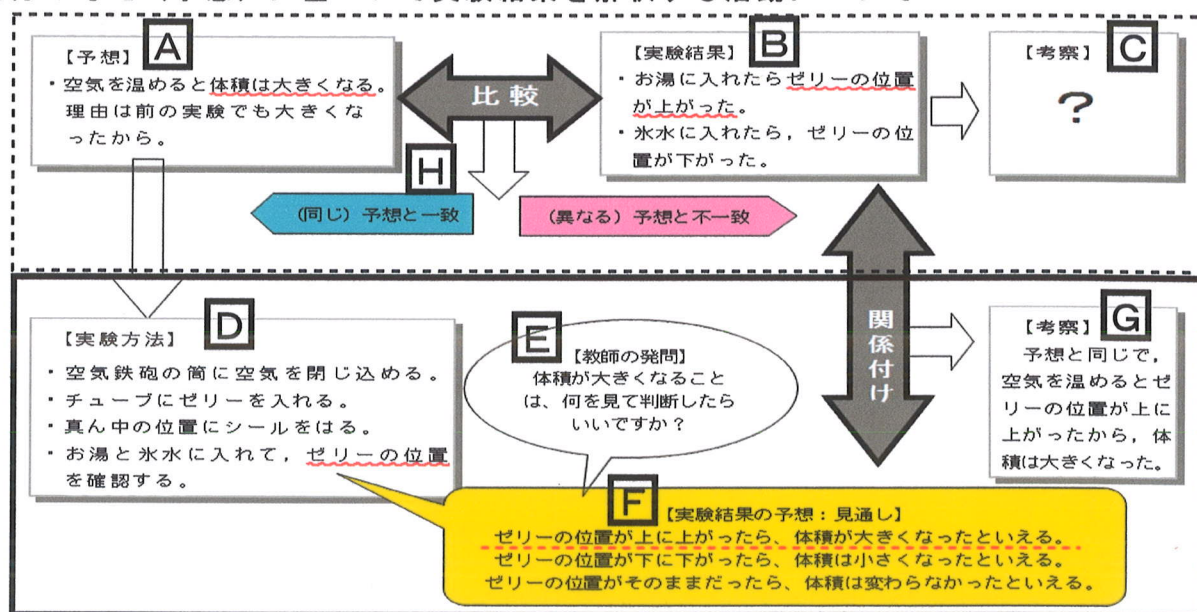
水	色水のいち
お湯	上がった
氷水	下がった
(絵や図)で表現しよう	
あたたか	上がる ↑
ひや	下がる ↓

【実験結果を言葉や図で表現し考察する】

- 児童の学習シートに実験結果を表や図で自由に記述できる欄を設けた。比較する対象を「温める」「冷やす」の2つの場面に分けて、言葉や図で表現している。
- 言葉による記録の不十分さを補うために、変化の様子を矢印を使い、視覚的に分かりやすく表現している。



② 自分の考え（予想）に基づいて実験結果を解釈する活動について



学習シートのA予想とB実験結果の2つの記述を比較しても、C考察場面で「何を書いたらいいの」「自分の予想と同じ結果になったのか」判断できない児童が見られる。そこで、予想の段階で、実験結果の何を見て予想が正しいといえるのか、F実験結果の予想までを確認する必要がある。F実験結果の予想は、自己の考えの判断となる部分で、実験のどこに着目するかの視点となる。A予想とD実験方法を記述後、「自分の予想は実験結果の何を見て判断するのか」E教師が発問し児童に考えさせる。実験でどこを意識して見るのか視点が明確になることで、解決すべき内容を理解し実験に主体的に取り組むことができる。

F実験結果の予想と実際のB実験結果をH付箋紙を使って振り返り、比較や関係付けて自分のA予想が正しいかどうかを考察させる。考察は、F結果の予想とB実験結果を関係付けて考えていく。F実験結果の予想とB実験結果を関係付けてG考察することで、「予想と同じで、空気を温めるとゼリーの位置が上に上がったから、体積は大きくなった」と児童が記述できるようになる。

VII 結果と考察

1 作業仮説(1)の検証

問題解決の過程において、教師の発問と学習シートを工夫し、考える視点を明確にして振り返ることで、自己の考えを表現することができるであろう。

【結果】 学習すべき内容を1枚の学習シート(図5)にまとめることで、振り返りが容易になった。「空気や水も温めると体積が大きくなったので、金属でも同じことがいえるのではないかなどと、既習の内容と実験結果を比較したり関係付けたりして考えた記述が多く見られるようになった。

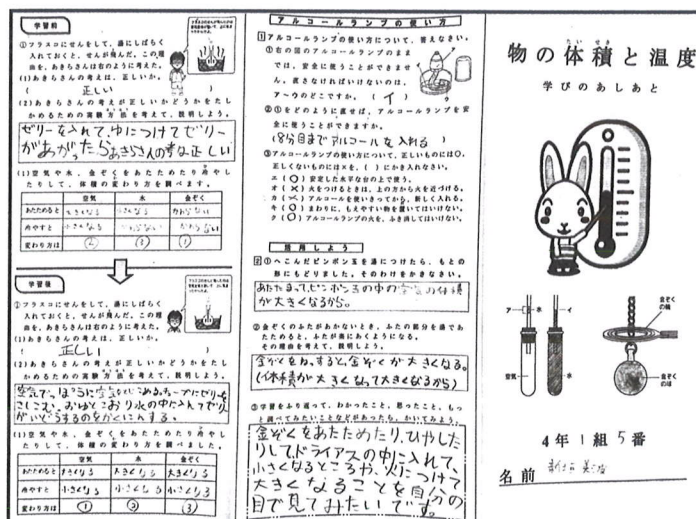


図5-1 単元を終えた後の学習シートの記録(表面)

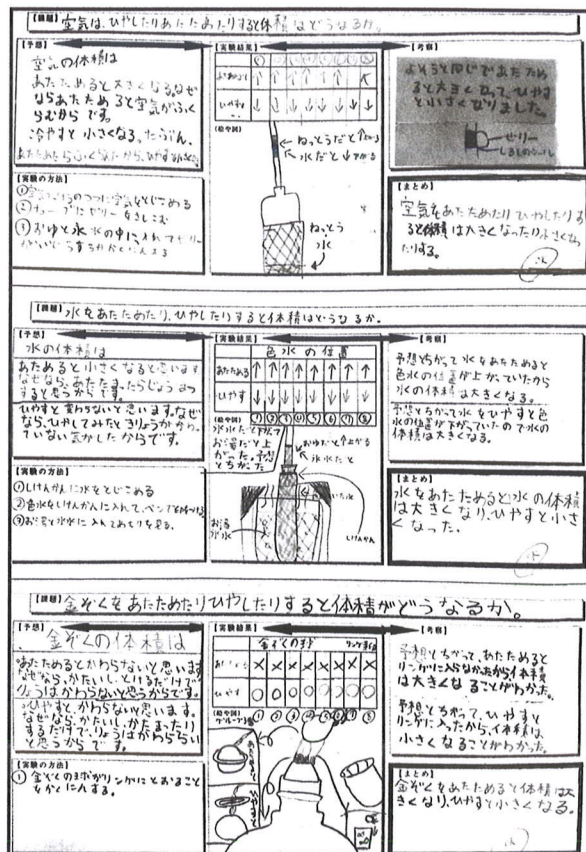


図5-2 単元を終えた後の学習シートの記録(裏面)

図6のアンケート結果からも、予想や考察・まとめを自分の言葉で書けるようになった児童が増えたことがわかる。

9割以上の児童がこれまでのノートに比べて、学習シートが使いやすいと答えている。その理由として、「これまで学習してきたことが、1枚のシートにまとめられていて、わかりやすいから」「黒板と同じで、どこに何を書くか授業の流れがよくわかるから」「実験結果を表や図で書くと分かりやすくなった」という意見が多くあった。

表2は、空気の体積変化についての授業の流れを教師の発問と児童の主な反応について、表示したものである。問題解決の各場面で、比較や関係付けを意識させる発問をすることで、考える視点が明確になるようにした。

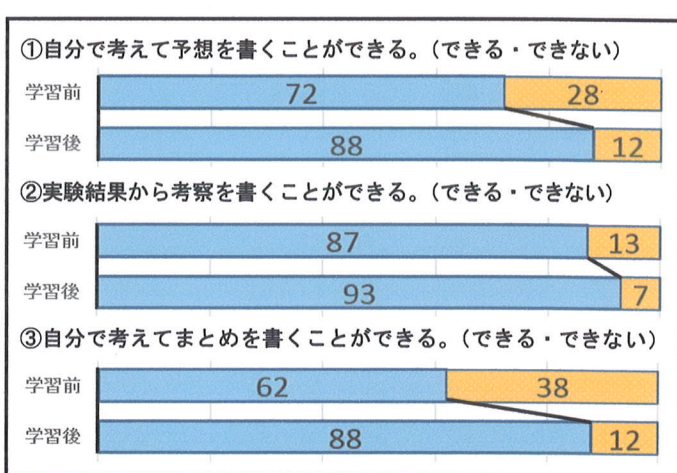


図6 学習シートを活用してのアンケート結果

①の結果の見通しでは、閉じ込めた空気を温めたことと、ゼリーの位置が上がったことの関係性について発問した。「空気を温める」と「ゼリーの位置が上がる」ことには温度変化が関係しており、空気の体積が温度によって変化することを理解することができた。

②の実験後の学習では、「どのような結果になりましたか」「どのようなことが言えるの」「何が分かりましたか」と振り返りを促す発問をした。実験結果と予想を比較したり関係付けたりして、自己の考えを表現することができた。また、各場面に応じた発問をすることで、授業の見通しを持ちやすくなった。

【考察】学習シートと板書を同じ形式にすることで、1時間の授業の見通しを持ちやすくなり、授業の流れが把握しやすくなった。また、実験結果を表で整理し、思考の流れに沿った発問をすることで、自己の考えの「根拠」や「事実」は何だったのかをしっかりと意識して書けるようになったと考えられる。

表2 教師の発問と児童の主な反応

課題	T: 閉じ込めた空気の何と何を比べて調べるのかな? C: 温めたときと冷やしたときの空気の体積の変化。
予想	T: 閉じ込めた空気を温めたり、冷やしたりすると体積はどう変わるのかな? C: 温めたときは体積が大きくなる。理由は〇〇だから。
実験方法	T: 空気を温めたり冷やしたりするためには、何をを使えばいいの? C: 温める (お湯)・冷やす (氷水) T: 空気の体積の変化を見るには、何をを使えばいいの? C: 袋に閉じ込める。 T: 色のついたゼリーをチューブに詰めます。(児童からでなかったの)
結果の見通し	T: 空気の体積の変化を何と何を関係付けるの? C: 温度とゼリーの位置の移動 T: その結果、どうなると思う? (実験結果の予想) C: 空気を温めると、ゼリーの位置が上に上がる。 C: 空気を冷やすと、ゼリーの位置が下に下がる。 T: なぜ、そうなると思うの? (関係付け) C: 空気を温めると大きくなってふくらむと思うから。 C: 空気を冷やすと小さくなってちぢまると思うから。
結果の考察	T: どのような結果になりましたか? C: 空気を温めると、ゼリーの位置が上に上がった。 C: 空気を冷やすと、ゼリーの位置が下に下がった。 T: 実験結果と予想を比べると、どのようなことが言えるの? C: 空気を温めると、ゼリーの位置が上に上がったことから、体積が大きくなったと言える。 C: 空気を冷やすと、ゼリーの位置が下に下がったことから、体積が小さくなったと言える。
まとめ	T: 今日の学習から簡単に言うと、何が分かったの? C: 空気を温めると体積が大きくなること。 C: 空気を冷やすと体積が小さくなること。

2 作業仮説(2)の検証

考察する場において、予想の一致、不一致を付箋紙で色分けし、比較や関係付けを意識して振り返ることで、自己の考えを的確に表現することができるであろう。

第1次の考察

→

第2次の考察

→

関係付けている記述

第1次の考察

【課題】空気をあたためたり、ひやしたりすると空気の体積はどうなるか

予想	結果	考察
空気をあたためると体積は大きくなる 理由は、シャボン玉であたらめたら大きくなるからです。 空気をひやすと体積は小さくなると思います。 ①空気。ぼうのつに空気をひこめる。 ②チューブにゼリーを入れるはしついのしるをはる。 ③お湯と氷水に入れて、ゼリーのいなかをいにする。	お湯 ↑ 氷水 ↓ (お湯) お湯に入れたらゼリーのいちが上に上がった。 (お湯) 氷水に入れたらゼリーのいちが下に下がった。	予想と同じで お湯に入れたらゼリーは上に上がった。 氷水を入れたら、予想と同じで、ゼリーは下に下がった。 【まとめ】 空気をあたためると、空気の体積は大きくなる。ひやすと体積は小さくなる。

第2次の考察

【課題】水をあたためたりひやしたりすると水の体積はどうなるか

予想	結果	考察
水をあたためると体積は、小さくなると思います。理由は、だぶん、水たからあたためたら小さくなるからしからずから。 水をひやすと体積は、小さくなると思います。理由は、空気のときと同じで、小さくなるからしからずから。 【実験方法】 ①しけんかんに色水を入れる。 ②ガラスかんに印を付ける(ペン) ③お湯と氷水に入れて、色水をいれ、しけんかんにする。	色水のいち ↑ お湯 ↑ 氷水 ↓ (お湯) お湯に入れたら色水のいちが上に上がった。 (お湯) 氷水に入れたら色水のいちが下に下がった。 【まとめ】 水をあたためると水の体積は大きくなる。ひやすと水の体積は小さくなる。	水をあたためると水の体積は、小さくなる。理由は、だぶん、水たからあたためたら小さくなるからしからずから。 水をひやすと体積は、小さくなる。理由は、空気のときと同じで、小さくなるからしからずから。 【まとめ】 水をあたためると水の体積は大きくなる。ひやすと水の体積は小さくなる。

図7 児童Bの考察の記述における変容(左:第1次 右:第2次)

【結果】図7は児童Bの第1次の空気の学習と第2次の水の学習の記述を比較したものである。第1次の考察では、「お湯を入れたらゼリーの位置が上に上がった」と記述しており、実験結果をそのまま考察として捉えていることが課題といえる。

考察の場面において、「何と何を関係付けて考えるのか」視点を明確にするために発問を工夫した（表3参照）。

表3 水の学習での児童Bの考察場面

T: どんな結果になりましたか？ 児童B: 予想していた結果と全然違う結果になった。 児童B: 試験管の色水は、お湯で温めると上に上がることがわかった。 T: 実験の結果からわかったことを予想と比較して付箋紙に書いてください。 児童B: <u>予想と違って</u>、試験管を温めると色水が上に上がった。 T: 自分の予想とは違う結果になったようですね。 <u>予想では何って書いたの。</u> 比較する 児童B: 水の体積は温めると小さくなる。	T: 水の体積が小さくなることを<u>実験結果のどこを見て判断したの？</u> 振り返る 児童B: 色水がどこに移動したか。 T: お湯で温めると試験管の中の色水が上に上がったことから、<u>水の体積はどうなったといえますか？</u> 関係付ける T: では、実験結果（色水がどこに移動したか）によって、水の体積がどうなったのか予想と関係付けて、付箋紙にもう一度書いてみよう。
--	--

第2次の水の学習の考察（図7右）では、実験結果と予想とを関係付けて考えており、学習課題に対する結論（まとめ）も科学的な概念として正しく記述できている。

図8のアンケート結果①から、これまでなんとなく考察していた児童は36%から18%に減少し、8割近くの児童が実験結果を基に考察ができるようになっていくことがわかる。

考察の場面で、水色の付箋紙を貼った児童は「自分の予想が正しかった」と自己の考えに自信を持っていた。ピンク色の付箋紙を貼った児童は、「変わ

ると思っていたのに不思議だった」と、なぜ予想と違っていったのかを疑問に感じ、自分と同じ考えを持っている児童がいなか探る姿も見られた。図8のアンケート結果②から、「友達の考えを聞き、自己の考えを深めることができた」と実感できた児童は「⑦よくできている・①できている」を合わせると8割を超えた。

【考察】児童Bの学習の記述における変容は、比較や関係付ける視点が明確になったことが考えられる。色別付箋紙を活用し、互いの考えが視覚的に捉えやすくなったことで、比較や関係付けて考えたことを的確に表現することができるようになった。予想と実験結果の比較を意識させることが、今後の学習活動の充実につながっていくと考える。

中には、色別付箋紙を「実験の成功・失敗」と位置づけるだけで終わってしまい、予想通りの実験結果にならなかった原因を追究するまでには至っていない児童の姿も見られた。実験に満足してしまっている児童には、グループ内での意見交換をさせる必要があったと考える。

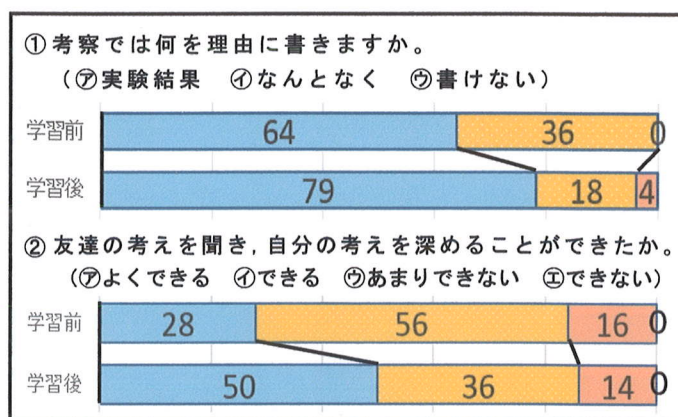


図8 付箋紙を活用してのアンケート結果

3 比較・関係付けを意識した振り返る活動は、科学的な思考力・表現力を高める手立てとなったか。

図9は、授業ごとの「物の体積」と「温度の変化」を関係付けて記述できたかを表したものである。第1次の考察では、予想と実験結果を関係付けて記述できた児童は㊦と㊩を合わせて、13人(45%)と学級の半数近くいたが、第2次の考察では20人(69%)となり、第3次の考察では24人(83%)に増加した。8割近くの児童が、予想と実験結果を関係付けた考察を記述することができた。

また、空気や金属の学習終了後に記述させた、図10の学習シート裏面の評価問題でも既習の知識と関係付けて考えた児童が8割近くいた。その中の児童の記述(図11)からも、空気や金属が温度により体積が変化するという既習の知識や概念と関係付けて説明できていることが分かる。

これらのことから、比較や関係付けを意識させることは、科学的な思考力・表現力を高める上で有効であったと考える。

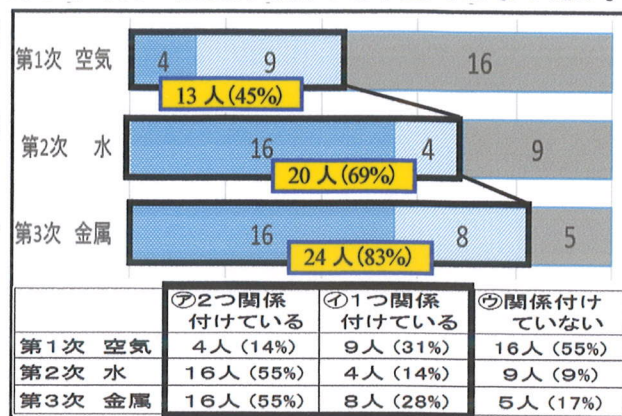


図9 授業ごとの考察場面の記述人数

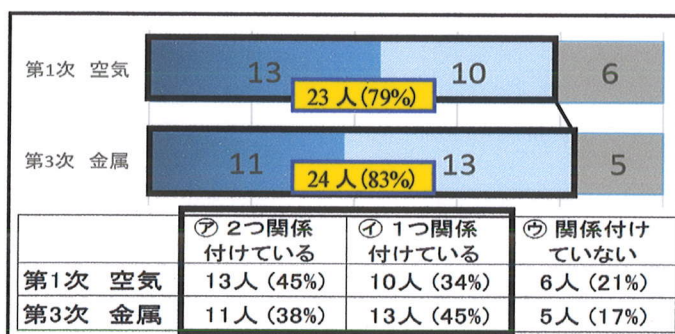


図10 評価問題における科学的な思考力・表現力の結果

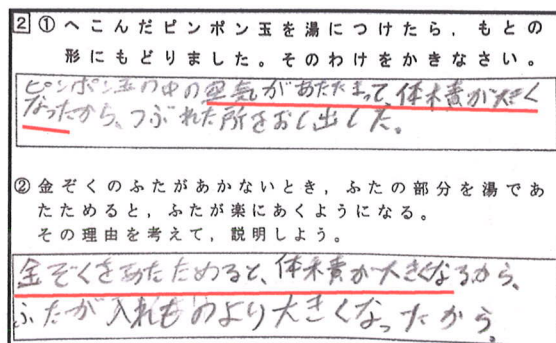


図11 評価問題の記述

VII 研究の成果と課題

1 成果

- (1) 教師の発問と学習シートを工夫することで、授業の流れが把握しやすくなり、自分の考えの根拠を意識して書けるようになった。
- (2) 付箋紙を色分けし比較や関係付けて振り返ることは、予想と実験結果を関係付けて考察することにつながった。

2 課題

- (1) 学習シートが、どの学年のどの単元でも活用できるように改善していく必要がある。
- (2) 付箋紙によって明確になった、互いの考えを交流させるための手立てが必要である。

《主な引用文献》

『小学校学習指導要領解説 理科編』	文部科学省	大日本図書株式会社	2008
『なぜ、理科を教えるのかー理科教育が分かる教科書ー』	角屋重樹	文芸堂	2013
『一枚ポートフォリオ評価』	堀哲夫	東洋館出版社	2013
『「振り返り」を重視した理科学習指導』	木下博義	日本教材文化財団研究紀要	2010
『学習指導要領の解説と展開 理科編』	安彦忠彦 角屋重樹	教育出版	2008
『理科でどんな力が育つのか』	日置光久・矢野英明	明治図書出版	2007