

科学的な思考力・表現力を育成する指導と評価の工夫

— 第5学年「天気の変化」におけるパフォーマンス評価を通して —

熊野町立熊野第一小学校 三浦 隆聖

研究の要約

本研究は、小学校第5学年理科「天気の変化」において、科学的な思考力・表現力を育成するための指導と評価の工夫について研究したものである。文献研究から、科学的な思考力・表現力を育成するためには、記述により科学的な思考を表出させ、習得した知識を活用させる指導を工夫することが有効であると分かった。そこで、思考シートに「主張」「証拠」「理由づけ」を記述させる授業構成を行い、習得した知識を活用するパフォーマンス課題及びプレ・ポストテストを作成し実践した。また、児童の記述から要素を抽出することにより短時間での評価を可能にしたルーブリックを開発し、それぞれの評価に用いた。その結果、効率的な評価を行い適切な指導につなげることができたため、科学的な思考を適切に表出できる児童が増加した。このことから、本研究における指導と評価の工夫は、科学的な思考力・表現力の育成に有効であることが明らかになった。

キーワード：パフォーマンス評価 ルーブリック 思考シート

I 主題設定の理由

中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」（平成20年）に、理科の改善の基本方針として、科学的な思考力・表現力の育成を図ることが示されている。文部科学省「新学習指導要領・生きる力 学習評価に関するQ&A」（平成22年）の中で、科学的な思考・表現は、児童が思考・判断した内容を表現する活動と一体的に評価するものであり、学習活動の過程において児童の状況を適切に評価することが重要であると示されている。また、中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会報告「児童生徒の学習評価の在り方について」（平成22年）の中で、「思考力・判断力・表現力等を評価するに当たって、『パフォーマンス評価』に取り組んでいる例も見られる。」¹⁾とあり、科学的な思考・表現を評価する際に、パフォーマンス評価が有効であることが示唆されている。

国立教育政策研究所教育課程研究センター「平成24年度全国学力・学習状況調査結果について（概要）」では、観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明することに課題がみられることが報告されている。また、平成21年度文部科学省委託調査である財団法人日本システム開発研究所「学習指導と学習評価に対する意識調査報告書」（平成22年）に、思考・判断に関する評価については、課

題を感じる教員が多くみられることが調査結果から述べられている。

そこで、第5学年の「天気の変化」において、問題解決の過程に沿った学習活動の後、習得した知識や技能を総合して使いこなすことを求めるパフォーマンス課題を行わせる。その課題に対する評価は、短時間で見取することを目的に開発したルーブリック（判断基準）で行い、適切な指導へとつなげる。このように指導と評価の一体化の取組が、児童の科学的な思考力・表現力の育成につながると考え、本主題を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 科学的な思考力・表現力について

国立教育政策研究所教育課程研究センター「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料（小学校理科）」（平成23年）には、「思考・判断・表現」の「表現」について、「基礎的・基本的な知識・技能を活用しつつ、各教科の内容に即して考えたり、判断したりしたことを、児童生徒の説明・論述・討論などの言語活動等を通じて評価することを意味している。」²⁾とある。

そこで、「思考力」と「表現力」を分けず一体的なものと捉え、「科学的な思考力・表現力」として定義することとする。

小学校学習指導要領解説理科編には、「科学的」ということは、実証性、再現性、客観性などの条件を検討する手続きを重視することであると示されている。

井藤芳喜（1972）は、科学的思考力の特徴として次の三つをあげている。

- 思考の基礎が事実や既知の科学的概念であること。
- 思考が論理的であること。
- 思考によって得られた結論（仮説）を客観化する手段を自然の事実の発見に求めていること。

角屋重樹（2012）は、「思考とは、ある目標のもとに、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、新しい意味の体系を創り出していくことと考えられる」³⁾と述べている。また、角屋（平成22年）は、問題解決の過程に即した捉えがこれまでの各研究者の科学的な思考力の捉え方の大部分を占めていると述べている。

これらのことから、本研究における科学的な思考力・表現力を、問題解決の過程で、学習対象から得た情報を既有の体系と意味付けたり、関係付けたりして、新しい意味の体系を創り出し、それを自分の考えとして表出する能力と捉え、表1に示す。

表1 本研究における科学的な思考力・表現力

① 学習問題に対する予想・仮説を設定し、それを表出する能力
② 予想・仮説を検証するための観察・実験の方略を立案し、それを表出する能力
③ 観察・実験の結果を基に結論を導き出し、それを表出する能力

2 本研究における指導の工夫と重点

(1) 全国学力・学習状況調査の課題から

平成24年度全国学力・学習状況調査（小学校理科）（以下、「全国学力」とする。）の⁴⁾地球に関する問題の設問（5）は、天気の様子と気温の関係についてデータを基に分析して、その理由を記述することができるかどうかをみる問題であったが、正答率はわずか17.1%だった。これは、表1で定義した科学的な思考力・表現力の③「観察・実験の結果を基に結論を導き出し、それを表出する能力」に課題があることを意味している。本研究は、この能力の育成に重点を置き、研究を進める。

(2) 科学的な思考を記述させる指導について

松浦拓也（平成23年）は、「科学的概念の習得や科学的な思考力の発達と、書きことばの随意的使用の発達は密接に関わっていると考えることができる。」⁴⁾と述べ、書く活動は科学的な思考力の育成につながると指摘している。

羽村昭彦他（平成19年）は、思考が明確に表現できるようなワークシートを用いて、論理的根拠に基づく記述の有無を、適宜、評価することが、科学的な思考力を育成する上で有効な指導だとしている。

以上のことから、どのデータを基に結論を導き出したのか、どのような科学的なきまりと関連付けたのかなど、思考の流れを明確に記述できる構成のワークシートを用いることが、科学的な思考力・表現力の③「観察・実験の結果を基に結論を導き出し、それを表出する能力」の育成につながると考える。

(3) ワークシートについて

坂本美紀他（2011）は、思考力を伸ばすために、科学的原理を用いて主張とデータとを結び付けて書くスキル（アーギュメント・スキル）の育成を図る重要性を強調し、ツールミン・モデルを参考に開発したワークシートを用いて研究を行っている。

図1は、坂本他（2011）が開発したワークシートであり、「結果（証拠）」「理由づけ」「結論（主張）」の3要素を結び付けて記述できるレイアウトになっている。そのため、児童は「主張」「証拠」「理由づけ」の3要素を意識しながら考察する能力が身に付き、科学的な思考力・表現力が向上すると考える。

本研究では、図1のワークシートを思考シートとし、習得した知識を基に天気を予想する場面で活用する。

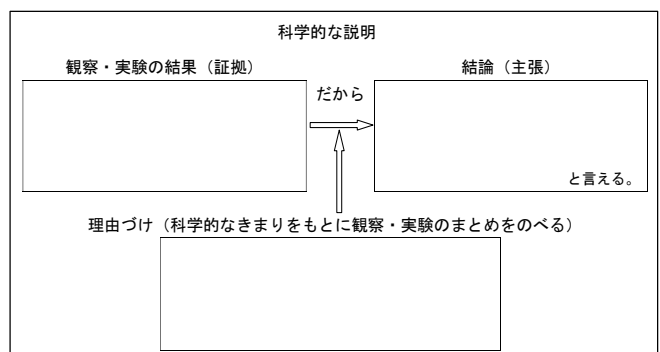


図1 坂本美紀他が開発したワークシート

3 評価の工夫について

(1) パフォーマンス評価について

松下佳代（2007）は、パフォーマンス評価について

て、「ある特定の文脈のもとで、様々な知識や技能などを用いて行われる人のふるまいや作品を、直接的に評価する方法のこと」⁵⁾であると述べている。また、思考力等は「見えにくい学力」であるが、「パフォーマンス課題」によって可視化することで、思考力等が評価できるとも述べている。

古屋光一（2012）は、「パフォーマンス課題は、主として、学力の3要素のうち、『活用』を、そして評価の4観点のうち『思考力・判断力・表現力』を評価するものである」⁶⁾と述べ、思考力・表現力の評価に適していることを示している。

(2) パフォーマンス課題について

パフォーマンス課題とは、ウィギンズ他（2012）によると「効果的に行動するために知識を活用する課題、または、ある人の知識と熟達化を明らかにするような複雑な完成作品を実現するための課題」⁷⁾と定義し、現実的な状況で、さまざまな知識や技能を総合して使いこなすことが求められるような課題であると述べている。

西岡加名恵（2011）は「パフォーマンス課題は、通常、単元のまとめの課題として位置づく」⁸⁾として、①単元の重点目標に見当を付ける、②「本質的な問い」を設定する、③「永続的理解」を明文化する、④パフォーマンス課題のシナリオを考える、という手順を示している。

図2は、西岡（2011）の論を基に、第5学年「天気の変化」のパフォーマンス課題を作成する手順を示したものである。

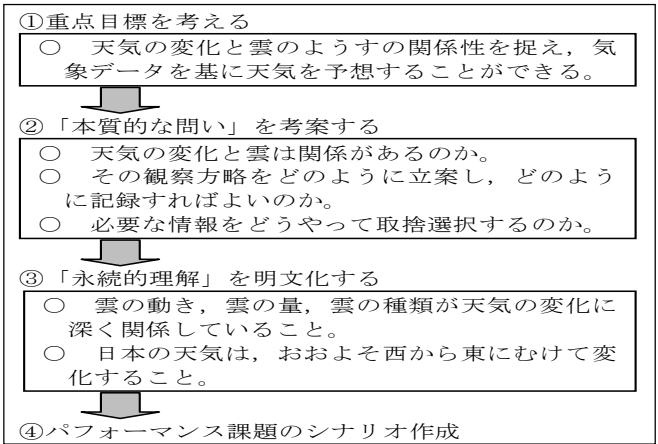


図2 「天気の変化」のパフォーマンス課題作成手順

図3は、図2で示した手順を基に作成したパフォーマンス課題のシナリオと資料の一部である。「全国学力」の「分析」問題を参考に、リアルな文脈の中で、複数の資料を分析して考察する問題を作成した。

「くま子」さんからのお願い

写真を撮った時間を教えて！

わたしは、熊野町に住んでる「くま子」よ。

今日、広島市にある山に初めて登ったの。そのときの写真が下の2枚よ。今から、山登りのことを日記に書きたいの…。でも、2枚の写真を何時ごろ撮ったのか思い出せなくてこまっています。だから、あなたに助けてほしいの。

写真を撮ったときのメモと、天気のを資料を手がかりに、2枚の写真を何時ごろ撮られたのか考えて、教えてください。お願いします！！

あっ！ それから、今日の夜の9時ごろ、花火をしようと思うんだけど、天気はどうかしら？

今日の夜の天気も予想して、教えてください。よろしくお願いします。

1枚目の写真のメモ

今日は朝からずっと雨だったけど、30分くらい前に雨がやんだよ。晴れるといいな。

2枚目の写真のメモ

1枚目の写真をとってから、2時間がたったよ。青空が見えるよ。いいながめだな。

資料1

気象衛星

資料2

雨雲レーダー

資料3

アメダス

午前7時

午前9時

資料4 広島市の気象データ

時刻	気圧 (hPa)	降水量 (mm)	気温 (℃)	湿度 (%)	風向・風速(m/s)		日の出：4:57 日の入り：19:24 日照時間		雪(cm)		天気	雲量	視程 (km)
					風速	風向	(分)		降雪	積雪			
午前5時	1005.4	4	25	88	0.7	東南東	0		×	×		10	
午前6時	1005.3	3.5	24.9	89	1.9	北	0		×	×	●	10	6
午前7時	1005.5	6.5	24	94	2.8	北北東	0		×	×		10	
午前8時	1005.8	15.5	23.4	95	3.1	北北東	0		×	×		10	
午前9時	1005.7	7.5	23.6	95	2.2	北北東	0		×	×	●	10	3

図3 パフォーマンス課題のシナリオと資料の一部

(3) ルーブリックについて

図4は「全国学力」の解答類型等を一部抜粋したものである。「全国学力」では、記述式の問題が3問出題されたが、その評価方法は、児童の記述を分析して要素を抽出し、解答類型に照らし合わせて正誤を判断するものである。これにより、評価のブレが少なく、簡便で効率的な評価を可能にしている。

問題番号	解答類型	反応率 (%)	正答
4	<div>(正答の条件)</div> <div>番号を4と解答し、次の①、②、③の全てを記述している。</div> <div>① 「午前10時から正午前まで」など、時間を示す趣旨で解答しているもの</div> <div>② 「くもっていた」など、天気の様子を示す趣旨で解答しているもの</div> <div>③ 「気温はあまり変わらない」など、気温の変化を示す趣旨で解答しているもの</div> <div>(正答例)</div> <div>【番号】4</div> <div>【わけ】 午前10時から正午前まではくもっていたので気温はあまり変わらないが、それ以外の時間は晴れていたで気温は上がるから。</div>		
	<div>配号</div> <div>わけ</div> <div>①、②、③の全てを記述しているもの</div> <div>①、②を記述しているもの</div> <div>①、③を記述しているもの</div> <div>②、③を記述しているもの</div>	<div>10.4</div> <div>2.5</div> <div>4.2</div> <div>3.1</div>	<div>◎</div> <div>○</div> <div>○</div> <div>○</div>

図4 「全国学力」の解答類型等

図5は、坂本他（2011）のルーブリックや「全国学力」の解答類型等を参考に開発したパフォーマンス課題用のルーブリックである。

このルーブリックは、「主張」「証拠」「理由づけ」の3要素に分け、3段階の評価基準を設定している。評価者は、児童の記述から各要素を抽出し、課題の答えにあたる「主張」や、答えの根拠にあたる「証拠」と「理由づけ」の正誤を評価し、点数化する。

このようなルーブリックを用いることにより、効率的な評価ができると考える。

写真の撮影時間を特定して！			
点数	主張	証拠	理由づけ
0	・主張にあたる記述がない。 ・誤った主張が記述されている。	・証拠にあたる記述がない。 ・誤った証拠が記述されている。	・理由づけにあたる記述がない。 ・誤った証拠が記述されている。
1	以下の2つのうち、1つ記述されている。 ■1枚目…午後3時ごろ ■2枚目…午後5時ごろ	以下の2つのうち、1つ記述されている。 3時のことについてどれか1つでOK ■広島上空に厚い雲がない ■雲量が10だが、降水量がない。 5時のことについてどれか1つでOK ■広島上空に雲がない ■雲量が7	以下の2つのうち、1つ記述されている。 ■降水量がなく、雲量が10なら「くもり」 ■降水量がなく、雲量が7なら「晴れ」
2	以上の内容を2つとも記述している。	以上の内容を2つとも記述している。	以上の内容を2つとも記述している。
夜の天気			
点数	主張	証拠	理由づけ
0	・主張にあたる記述がない。 ・誤った主張が記述されている。	・証拠にあたる記述がない。 ・誤った証拠が記述されている。	・理由づけにあたる記述がない。 ・誤った証拠が記述されている。
1	以下の記述がされている。 ■夜は晴れだと考える。	以下の記述がされている。 ■午後5時の衛星写真では、西の空に雲が見られない。	以下の記述がされている。 ■雲は西から東に向けて移動し、天気が変わる。

図5 パフォーマンス課題用のルーブリック

Ⅲ 研究授業について

1 研究の仮説と検証の視点と方法

(1) 研究の仮説

小学校第5学年「天気の変化」において、「主張」「証拠」「理由づけ」を記述する思考シートを用いた授業構成を行い、効率的なパフォーマンス評価を行えば、科学的な思考力・表現力が高まるであろう。

(2) 検証の視点とその方法

検証の視点と方法について、表2に示す。

表2 仮説検証の視点とその方法

	検証の視点	検証の方法
1	思考シートを用いた授業構成により、「主張」「証拠」「理由づけ」を意識した記述ができたか。	思考シート
2	効率的なパフォーマンス評価ができたか。	パフォーマンス課題における記述分析 評価時間
3	科学的な思考力・表現力を育成することができたか。	プレテスト ポストテスト

(3) プレテスト・ポストテスト

プレ・ポストテストの作成にあたっては、科学的な思考力・表現力の変容を検証するため、なるべく知識量の差が影響しない問題になるよう配慮し、「全国学力」の「分析」に相当するものを2問作成した。

図6に問題1を示した。問題1は、実験結果の表から金属および鉄がアからオのどれにあたるか考察するものである。

下の表は、5種類の物の性質を調べるために実験を行い、結果をまとめたものです。					
実験	ア	イ	ウ	エ	オ
磁石につくか？	はい	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
電気が流れるか？	はい	いいえ	いいえ	いいえ	はい
手で引っばるとのびるか？	いいえ	はい	いいえ	いいえ	いいえ
光って見えるか？	はい	いいえ	いいえ	はい	はい

ア～オの中で、どれが金ぞくだと考えますか。
また、それは鉄ですか。
あなたの考えとその理由を、上の表を手がかりにして書きましょう。

点数	主張	証拠	理由づけ
0	・主張にあたる記述がない。 ・誤った主張が記述されている。	・証拠にあたる記述がない。 ・誤った証拠が記述されている。	・理由づけにあたる記述がない。 ・誤った証拠が記述されている。
1	以下の2つのうち、1つ記述されている。 ■アは金属で鉄 ■オは金属だが鉄ではない	以下の2つのうち、1つ記述されている。 ■アは電気が流れ、磁石がつく。 ■オは電気が流れるが、磁石につかない。	以下の2つのうち、1つ記述されている。 ■金属は、電気を通す。 ■磁石は鉄を引きつける。
2	以上の内容を2つとも記述している。	以上の内容を2つとも記述している。	以上の内容を2つとも記述している。

図6 物質調べ問題とルーブリック

図7に問題2を示した。問題2は、3都市の平均気温の表と紅葉前線を示した図から、広島市のもみじが紅葉する時期を考察するものである。

つぎの表は、札幌市、広島市、鹿児島市の11月ごとの平均気温（札幌の気象のこと）を記したものです。												
月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
気	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
札幌市	7.9	8.4	10.5	11.1	13.1	14.1	16.1	17.1	21.1	21.1	23.1	24.1
広島市	4.4	5.4	6.4	7.4	9.4	10.4	12.4	13.4	15.4	16.4	18.4	19.4
鹿児島市	-2.4	-1.4	-0.4	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4	9.4

※気とは、1か月を3つに区切ったもので、上は1日～10日、中は11日～20日、下は21日～末日のことです。

もみじの紅葉の時期

また、右の図は、もみじの紅葉（葉が赤くなる）の時期を地域ごとに、区切ったものです。しかし、右の図では広島市のもみじがいつごろ紅葉するか分かりません。

あなたは、広島市のもみじがいつごろ紅葉するかと考えますか。

あなたの考えとその理由を、上の気温の表ともみじの紅葉の時期を表した図を手がかりにして書きましょう。

点数	主張	証拠	理由づけ
0	・主張にあたる記述がない。 ・誤った主張が記述されている。	・証拠にあたる記述がない。 ・誤った証拠が記述されている。	・理由づけにあたる記述がない。 ・誤った証拠が記述されている。
1	以下の記述がされている。 ■11月下旬。	以下の2つのうち、1つ記述されている。 ■札幌市は10月下旬に紅葉 ■その時期の平均気温は2市とも11℃	以下の2つのうち、1つ記述されている。 ■広島は、札幌と鹿児島に位置している。 ■広島市の平均気温が11℃になるのは、11月下旬。
2	以上の内容を2つとも記述している。	以上の内容を2つとも記述している。	以上の内容を2つとも記述している。

図7 紅葉前線問題とルーブリック

評価はルーブリックを用いて行い、プレテストの記述パターンとポストテストの記述パターンを比較し、その変容から、科学的な思考力・表現力の③「観察・実験の結果を基に結論を導き出し、それを表出する能力」が育成できたか検証する。

なお、本研究にけるプレ・ポストテストは、2問の同一問題で実施する。

2 研究授業の計画

- 期 間 平成25年6月28日～平成25年7月11日
- 対 象 所属校第5学年（1学級28人）
- 単元名 天気の変化
- 指導計画

次	時	学習活動
1	1	○事前の調査問題（プレテスト） ○天気ってなに？ ・第4学年「天気のようにす」を想起し、天気について話し合う。
	2	○雲のようすの観察 ・雲量による「晴れ」「曇」の定義を知り、雲の色や形、方角に着目して観察する。
2	3	○雲のようすと天気の変化 ・晴天と雨天のようすを比較して、天気の変化の要因について仮説を立て、個別→グループ→全体で仮説を確認する。
	4	○雲のようすと天気の変化の観察 ・観察の方略を立案する。 ・方略に沿って観察する。（1日2回、5日間観察する）
3	5・6	○天気の変化のきまり ・インターネットで気象衛星の画像などを調べる。 ・観察記録や写真、校舎から撮影した動画と比較して天気の変化の要因やきまりを考察する。
4	7	○思考シートの記述の仕方を知る。 ○午後の天気を予想するために必要なデータを収集し、思考シートに記述する。
	8	○データを基に明日の天気を予想し、思考シートに記述する。 ○パフォーマンス課題 ・リアルな文脈で習得した知識を活用する。
	9	○パフォーマンス課題の結果をフィードバック ○事後の調査問題（ポストテスト）

IV 研究授業の分析と考察

1 思考シートを用いた授業構成により「主張」「証拠」「理由づけ」を意識した記述ができたか

児童に思考シートの記述の仕方を理解させるため、簡単な例を用いて練習を行った。その後、天気を予想する場面で思考シートを2回活用した。

既に、児童は考察の段階で「天気の変化は雲の量や色、動きが関係していること」や「日本の天気はおおよそ西から東に変化すること」を知識として概ね習得している。したがって、天気を予想する場面

では、習得した知識を「理由づけ」として記述しているか、気象庁のデータや気象衛星等の画像を「証拠」として記述しているか、「主張」は「証拠」や「理由づけ」との整合性がとれているかを評価した。

表3は、記述内容の正誤は問わず「主張」「証拠」「理由づけ」を記述した児童数と3要素を適切に記述した児童数を示したものである。

表3 思考シートの記述の変容

	1回目の 天気予想	2回目の 天気予想
「主張」「証拠」「理由づけ」の3要素を記述した児童	10人 (35%)	22人 (88%)
3要素の記述内容が適切だった児童	8人 (28%)	16人 (64%)

※2回目は3人欠席

1回目の天気予想では、何らかの「主張」「証拠」「理由づけ」を記述した児童は35%、3要素の記述内容が適切だった児童は28%だった。「主張」と「証拠」は適切に記述できても、「理由づけ」の記述ができない児童が多かった。原因として、「証拠」と「理由づけ」の違いが理解しきれていないことと、「天気の変化」についての知識が十分定着していないことが考えられた。そこで、グループや学級全体で意見の交流を図り、データから読み取れることが「証拠」であり、習得した天気の変化のきまりが「理由づけ」にあたることを確認し、思考シートの記述を修正させた。

2回目の天気予想では、何らかの「主張」「証拠」「理由づけ」の3要素を記述できた児童は88%に増加し、3要素の記述内容が適切だった児童は64%に増加した。

これまでの児童は、「証拠」を用いて「主張」を述べれば十分だと考えていたが、思考シートの記述を通して、「理由づけ」が科学的な説明をする上で、最も重要であることを理解し、意識して記述するようになった。また、結論を導き出す際、表出方法が漠然としていたが、思考シートにより明確な思考手順が示され、児童は自信をもって表出できるようになったと考えられる。

以上のことから、思考シートを用いた指導は、結果（証拠）と科学的な根拠（理由づけ）に基づいて結論（主張）を導き出そうとする意識を高めることが明らかになった。一方、「理由づけ」の記述が適切ではない児童が9人（36%）いることから、思考シートを用いた学習を継続していく必要があることも判明した。

2 効率的なパフォーマンス評価ができたか

(1) パフォーマンス課題の結果

図8は、パフォーマンス課題において、児童が「主張」の理由を述べる際に、証拠としていくつの資料を用いて説明したか分析したものである。

写真の撮影時間を特定する課題では、「主張」が正しかった児童9人の内、2つ以上の資料を用いて「主張」の理由を適切に説明できた児童は8人（31%）だった。また、夜の天気を予想する課題では、「主張」が正しかった児童20人の内、2つ以上の資料を用いて「主張」の理由を適切に説明できた児童は7人（27%）だった。

一方、両問とも誤答だった児童6人（23%）は、適切に資料を用いて説明しておらず、視点に応じて対象から情報を取り出す「分析」の能力に課題があることが分かった。

パフォーマンス課題を実施することで、児童がどこで躓いているか把握することができ、具体的な指導につなげることができた。

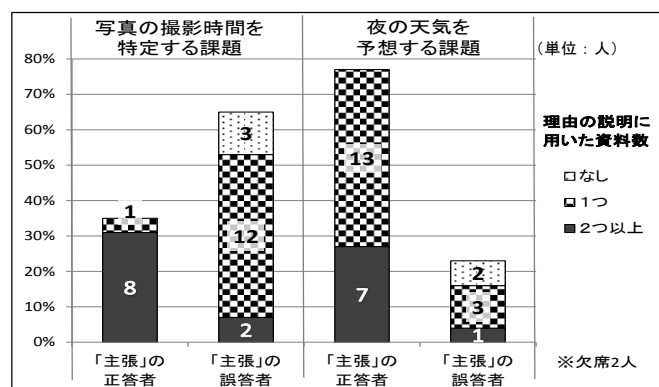


図8 理由の説明に用いた資料数と正答・誤答の関係

(2) ルーブリックを用いた評価の効率性

表4はプレ・ポストテスト及びパフォーマンス課題の評価に要した時間を示したものである。評価は開発したルーブリックを用いて行った。

プレ・ポストテストは教師2人が別々に採点し、評価が一致しなかった点は協議により解消した。評価時間を比較すると、プレテストよりポストテストの評価時間が短縮していることが分かる。これは、評価が一致しなかった点を協議したことにより、一致率が上昇し、評価時間の短縮につながった。また、評価者2人とも、ルーブリックを用いて児童の記述を評価した方が、評価のブレが無く、効率的に評価ができると実感できた。

パフォーマンス課題の評価は授業者1人で行い、評価時間は15分だった。そのため、パフォーマンス

課題を実施して30分後には、児童に評価結果と助言をフィードバックすることができた。

表4 開発したルーブリックによる評価時間と一致率

		評価者 A	評価者 B	評価の一致率
プレテスト	学級全体	30 分	35 分	87%
	児童 1 人あたり	64 秒	75 秒	
パフォーマンス課題	学級全体	15 分		95%
	児童 1 人あたり	34 秒		
ポストテスト	学級全体	18 分	25 分	95%
	児童 1 人あたり	38 秒	53 秒	

(3) 各要素に分けたルーブリックの簡便性

ルーブリックは、「主張」「証拠」「理由づけ」の3要素に分け、3段階の基準を設定した。児童の記述全体を評価するときと比べて、要素を抽出することにより、思考過程のどこに課題があるのか、指導のどこを見直せばよいのか、詳細に把握することができた。また、先述したように、評価時間も短縮でき、児童への適切で素早いフィードバックにつながった。

以上のことから、各要素に分けて基準を設定したルーブリックは簡便性があり、教育現場で日常的に使えるものといえる。

3 科学的な思考力・表現力を育成できたか

(1) 研究授業を実施した学級と本研究における指導と評価の工夫を実施していない学級のプレ・ポストテストの記述パターンの分析

授業研究を実施した学級（以下、研究学級とする。）と本研究における指導と評価の工夫を実施していない学級（以下、比較学級とする。）の2学級で、プレ・ポストテストを実施した。図9は、研究学級と比較学級のプレ・ポストテストの記述パターンの変容を比較したものである。

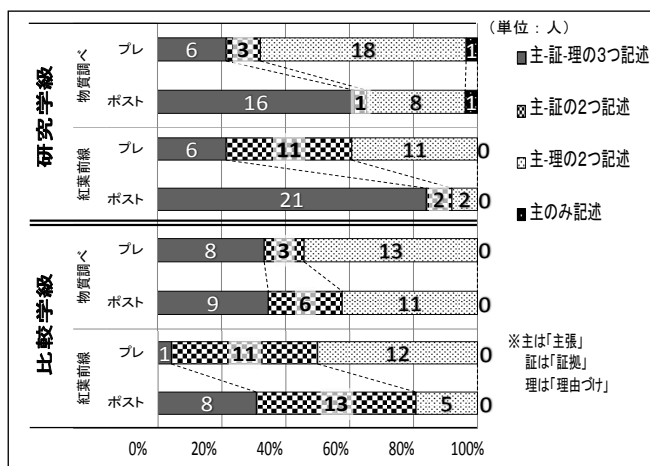


図9 研究学級及び比較学級の記述パターンの変容

記述内容の正誤は問わず、「主張」「証拠」「理由づけ」の各要素にあたる記述が1つでもある場合をカウントし、問題ごとにパターンの組み合わせを分類した。

研究学級において、プレ・ポストテストの記述パターンを比較すると、「主張」「証拠」「理由づけ」の3要素を記述した児童の割合が、物質調べ問題で40.1%増加し、紅葉前線問題で59.3%増加した。

一方、比較学級では、物質調べ問題で1.3%増加し、紅葉前線問題で26.6%増加した。

プレテストでは、両学級とも、「主張・証拠」のみ、及び「主張・理由づけ」のみの記述パターンが多かった。ポストテストでは、比較学級に比べて研究学級では、3要素を意識して記述できる児童が大幅に増えていることが分かる。

なお、比較学級については、本研究の指導と評価の工夫を後日行う予定である。

(2) 研究学級と比較学級のプレ・ポストテストの得点分析

図10と図11は、研究学級と比較学級の得点分布の変容を示したものである。

まず、研究学級と比較学級の平均得点の差を比較する。

プレテストの平均得点をt検定により比較したところ、物質調べ問題 ($p=.842$) 及び紅葉前線問題 ($p=.06$) とともに学級間に有意な差は認められなかった。

プレテストの記述をみると、物質調べ問題では、「金属は磁石につくが、鉄は磁石につかない」という誤答が目立った。金属と鉄の概念があいまいなことがうかがえた。また、「証拠」に言及する記述がほとんど無かった。これは、「証拠」は明らかであることから、記述を省略した児童が多かったと考えられる。紅葉前線問題では、図とデータを関連付けて考察する経験が不足していることがうかがえた。

ポストテストの平均得点をt検定により比較したところ、物質調べ問題 ($p=.0046$) 及び紅葉前線問題 ($p=.0056$) とともに学級間に有意な差が認められ、比較学級に比べ研究学級の正答率が大きく向上していることが判明した。

次に、プレ・ポストテストにおける各要素の正答率を比較する。プレ・ポストテストにおいて「主張」「証拠」「理由づけ」の要素ごとに集計し、t検定により比較した。

その結果、比較学級では、6要素中2要素の向上が認められた。一方、研究学級では、6要素中5要

素の向上が認められた。

以上のことから、本研究における指導と評価の工夫により、「主張」「証拠」「理由づけ」を適切に記述できる児童が増加し、科学的な思考力・表現力の③「観察・実験の結果を基に結論を導き出し、それを表出する能力」を育成できることが明らかになった。

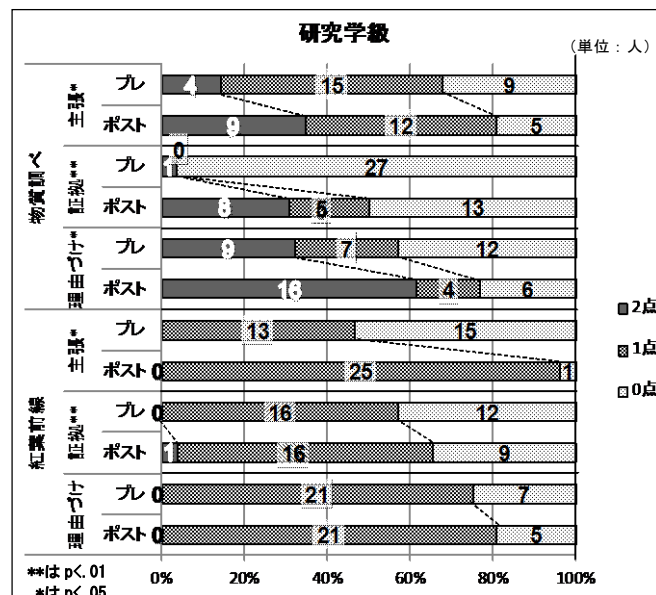


図10 研究学級における各要素の得点分布の変容

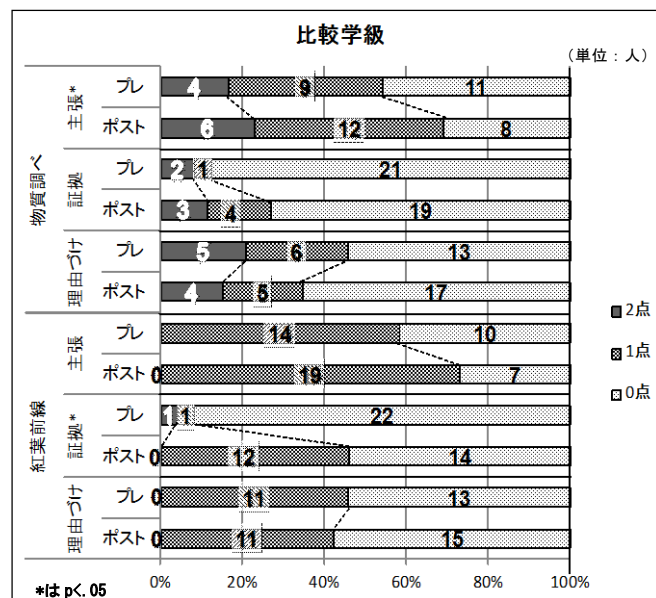


図11 比較学級における各要素の得点分布の変容

(3) 個に焦点をあてた分析

図12はA児のプレ・ポストテストの記述を比較したものである。

プレテストでは、「証拠」に基づく記述しか見られなかったが、ポストテストでは、「証拠」と「理由づけ」を記述している。特に、紅葉前線問題の理由の

