

Ⅲ—3 理科

特定の課題に対する調査 教科等別結果の分析と考察

1 【系統性】の理解に基づく【連続性】を確保した調査企画の全体像

校種	小学校		
対象学年	第4学年	第5学年	第6学年
出題範囲	第3学年	第4学年	第5学年

(1) 科学的な思考・表現の系統

領域		比較	関係付け	条件制御
A エネルギー	エネルギーの見方	風やコムの働き (2) A【考】 7-2 磁石の性質 (4) A【考】 6-2		
	エネルギーの変換と保存	電気の通り道 (5) S【考】 5-3		
	エネルギー資源の有効活用			
B 粒子	粒子の存在			
	粒子の結合			
	粒子の保存性			
	粒子のもつエネルギー			
C 生命	生物の構造と機能	昆虫と植物 (1)ア A【考】 2-3		
	生物の多様性と共通性	昆虫と植物 (1)イ B【考】 1-3 植物の発芽、成長、結実 (1)ウ A【考】 1-3		
	生命の連続性	動物の誕生 (2)ア A【考】 2-2		
	生物と環境のかかわり			
D 地球	地球の内部	太陽と地面の様子 (3)ア S【考】 3-3		
	地球の表面			
	地球の周辺	太陽と地面の様子 (3)イ A【考】 4-2		

(2) 知識・技能の配列

A エネルギー	エネルギーの見方	風やコムの働き (2)ア B【技】 7-1 磁石の性質 (4)ア B【知】 6-1		
	エネルギーの変換と保存	電気の通り道 (5)ア C【知】 5-1 (5)イ B【知】 5-2		
	エネルギー資源の有効活用			
B 粒子	粒子の存在			
	粒子の結合			
	粒子の保存性	物と重さ (1)ア B【技】 8-1 (1)ア C【知】 8-2		
	粒子のもつエネルギー			
C 生命	生物の構造と機能	昆虫と植物 (1)ア C【知】 2-1 (1)ア B【技】 2-2		
	生物の多様性と共通性	昆虫と植物 (1)イ C【知】 1-1 (1)イ C【技】 1-2		
	生命の連続性			
	生物と環境のかかわり			
D 地球	地球の内部			
	地球の表面	太陽と地面の様子 (3)ア C【知】 3-1 (3)ア B【技】 3-2		
	地球の周辺	太陽と地面の様子 (3)イ C【技】 4-1		

※S～C：設問レベル、【考】科学的な思考・表現、【技】観察・実験の技能
【知】自然事象についての知識・理解、番号：設問番号

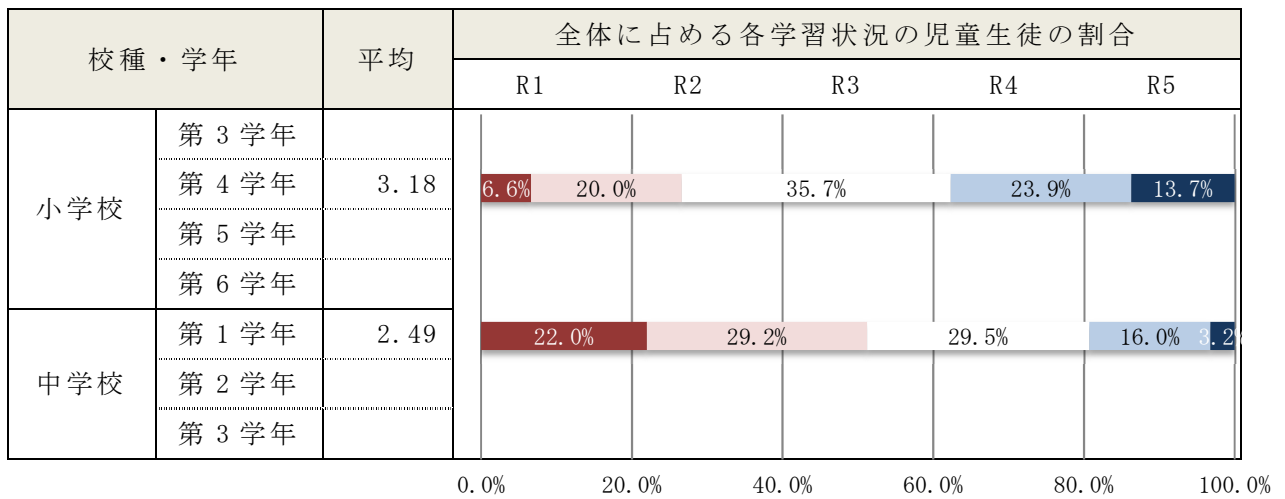
第1学年	中学校 第2学年	第3学年	校種 対象学年
小学校第6学年	第1学年	第2学年	出題範囲

推論	分析・解釈		領域	
			エネルギーの見方	A エネルギー
電気の利用 (4)イ B【考】 5-2			エネルギーの変換と保存 エネルギー資源の有効活用	
燃焼のしくみ (1)ア A【考】 6-2			粒子の存在	B 粒子
水溶液の性質 (2)ウ A【考】 7-2 (2) S【考】 7-4			粒子の結合	
			粒子の保存性	
			粒子のもつエネルギー	
人の体のつくりと働き (1)ア A【考】 2-1 (1)イ B【考】 2-2			生物の構造と機能	C 生命
植物の養分と水の通り道 (2)ア A【考】 1-1			生物の多様性と共通性	
			生命の連続性	
			生物と環境のかかわり	
土地のつくりと変化 (4)イ S【考】 3-3			地球の内部	D 地球
			地球の表面	
月と太陽 (5)ア B【考】 4-2			地球の周辺	

			エネルギーの見方	A エネルギー
電気の利用 (4)ア C【知】 5-1			エネルギーの変換と保存 エネルギー資源の有効活用	
燃焼のしくみ (1) B【技】 6-1			粒子の存在	B 粒子
水溶液の性質 (2)イ B【技】 7-1 (2)ウ A【考】 7-2 (2) S【知】 7-3			粒子の結合	
			粒子の保存性	
			粒子のもつエネルギー	
人の体のつくりと働き (1)イ C【知】 2-3 (1) B【技】 2-4			生物の構造と機能	C 生命
植物の養分と水の通り道 (2)ア C【知】 1-2 (2)イ B【技】 1-3			生物の多様性と共通性	
			生命の連続性	
			生物と環境のかかわり	
土地のつくりと変化 (4)ア C【技】 3-1 (4)ア C【知】 3-2 (4)イ S【考】 3-3			地球の内部	D 地球
			地球の表面	
月と太陽 (5)ア C【知】 4-1			地球の周辺	

2 結果の分析と考察

(1) 5段階の学習状況の評定（学力段階）（再掲）



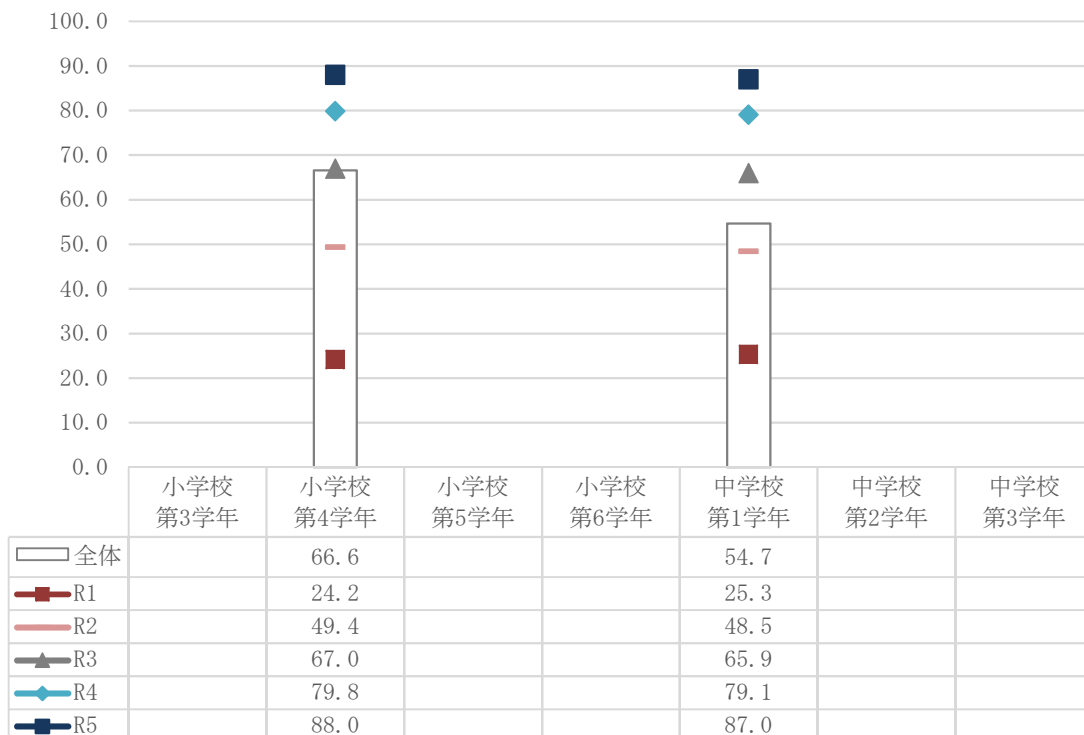
※学習指導要領に準拠した調査実施の前学年の学習状況の評定（学力段階）

R5 発展的な力が身に付いている R4 十分定着がみられる

R3 おおむね定着がみられる(最低限の到達目標)

R2 特定の内容でつまずきがある R1 学び残しが多い

(2) 学習状況の評定（学力段階）ごとの平均正答率（教科全体）（再掲）



〔学力段階に関する考察〕

- 「杉並区教育ビジョン 2012 推進計画」の目標 I に準拠すると、中学校第 1 学年における R3 以上の割合はおよそ 50% である。仮に中学校第 3 学年までこの割合を維持したとしても、平成 33 年度の目標値 80% からは 30 ポイント低い状況である。この状況を生徒数に換算すると、平成 33 年度目標値に至るためには、杉並区全体では 600 人（学年を 2,000 人とした場合）、1 校あたりではおおむね 26 人を R3（以上）に引き上げる必要がある。
- 小学校第 4 学年と中学校第 1 学年を比較すると、後者では R1 の全体に占める割合が 15.4 ポイント増加している。R1 は、主として基礎 C の設問を（おおむね）通過できなかった場合の評定である。基礎 C は「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」の全領域から出題しており、理科における基礎的な知識や理解を内容としている。R1 を減少させるためには、観察・実験の体験を通して基礎的な知識を確実に理解させていく必要がある。
- また、中学校第 1 学年では、R4・5 の全体に占める割合が 18.4 ポイント減少している。R4・5 を維持・増加させるために、主体的な問題解決の学習過程を通して科学的な思考力や活用の能力を育成していく必要がある。
- ◎（概括）学年進行に伴い R1・2 の児童・生徒の割合が増加し、R3 から 5 の児童・生徒の割合が減少する傾向がある。この傾向を解消するための方向性としては、新たな知識の獲得に向けて必要な観察・実験の体験を通じた実感を伴った理解を深めることが必要である。また、問題解決の学習過程の中で、主体的・対話的な学習を進めることで思考力や活用の能力を高めることが必要である。

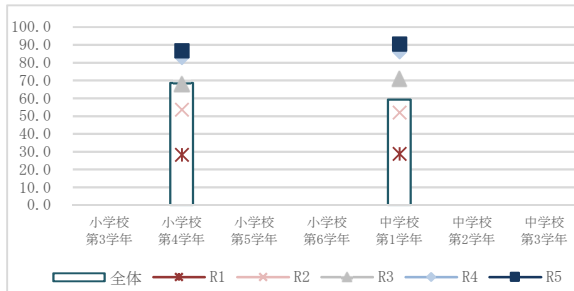
〔教科全体の学力段階ごとの平均正答率に関する考察〕

- 段階ごとの正答率は、学年の進行によらず同程度である。一方、全体の正答率は、中学校第 1 学年が 11.9 ポイント減少している。この要因は、R1・2 の割合の増加と、R3 から 5 の割合の減少であると考えられる。
- 段階間の正答率の差は、両学年ともに、下位の段階に行くほど大きくなる傾向がある。
- 小学校第 4 学年では、R1 と 2 の差は 25.2 ポイントであり設問数では約 5 問、R2 と 3 の差は 17.6 ポイントであり設問数では 4.4 問となる。また、中学校第 1 学年では、R1 と 2 の差は 23.2 ポイントあり設問数では 4.6 問、R2 と 3 の差は 17.4 ポイントあり設問数では 3.5 問となる。R1 を 2、R2 を 3 に引き上げるためには、まずこれら設問分の指導事項について、学び残しやつまづきを解消する必要がある。
- ◎（概括）全ての児童・生徒が主体となり、観察・実験などを通じ自ら見いだした問題を解決する中で、実感を伴った理解を積み重ね、知識や技能を確実に習得させる必要がある。特に R1・2 の児童・生徒が主体的に実験に取り組むには、「一人一実験」を念頭に置きつつも、グループで実験などを行う際に確実に役割を与えたり、対話を通じて実験の目的や意義に対する理解を深めさせたりすることが必要である。また、指導の改善の視点として、安全に実験を行う技能を確実に習得させることも重要である。

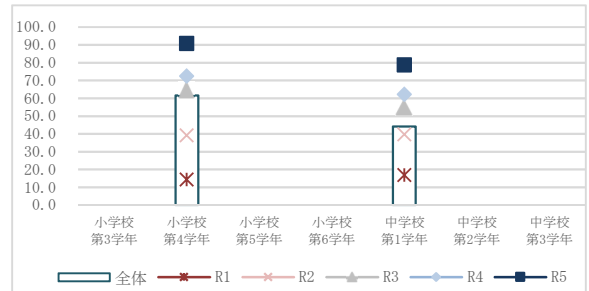
(3) 基礎・活用別、観点別、領域別の学力段階ごとの平均正答率

①基礎・活用別

ア 基礎

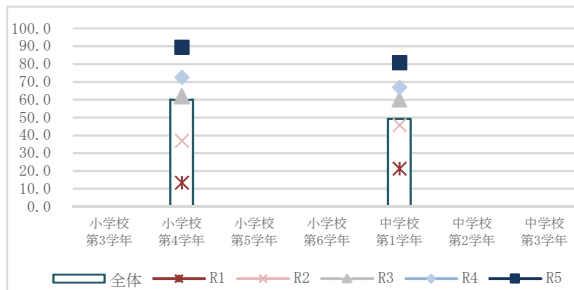


イ 活用

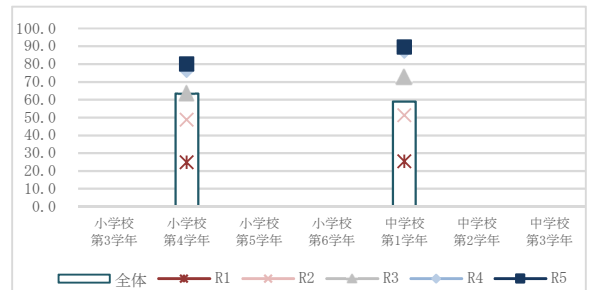


②観点別

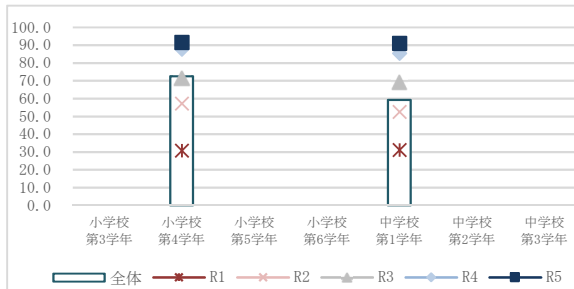
ア 科学的な思考・表現



イ 観察・実験の技能

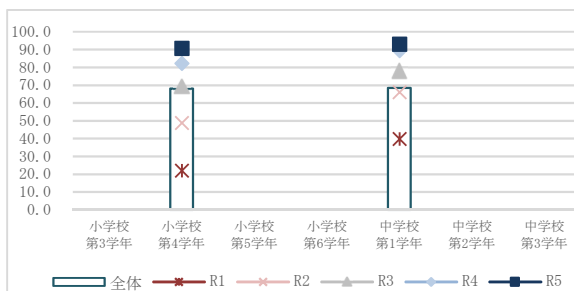


ウ 自然事象についての知識・理解

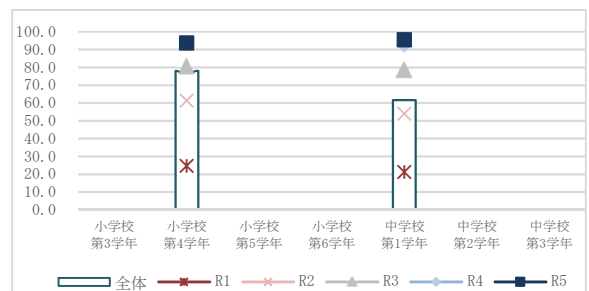


③領域別

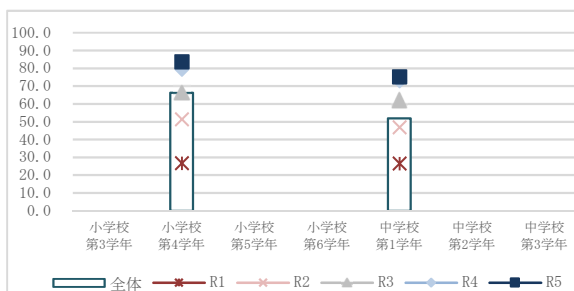
ア エネルギー



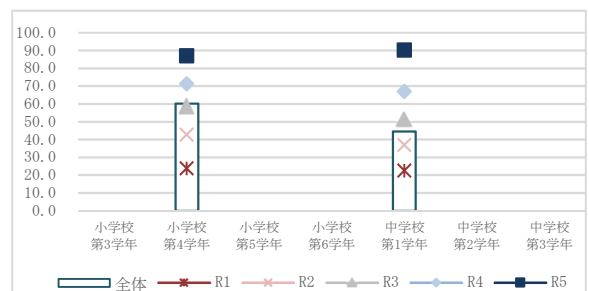
イ 粒子



ウ 生命



エ 地球



〔基礎・活用別、観点別の考察〕

- 学年進行に伴う正答率の変化は、「基礎」「活用」とともに低下の傾向がある。
- 段階別に正答率をみると、「基礎」は学年の進行によらず同程度である。「活用」は R1・2 で同程度、それ以外は低下の傾向がある。

〔観点別の考察〕

- 「科学的な思考・表現」は、R1・2 に学年進行に伴う上昇傾向、R3 から 5 に低下の傾向がある。
- 「観察・実験の技能」は、R1・2 は同程度であり、R3 から 5 に学年進行に伴う上昇の傾向がある。
- 「自然事象についての知識・理解」は、各学力段階において学年進行によらずほぼ同程度である。
- 3 観点の中では、「観察・実験の技能」が、学年間の正答率の差が最も少なくなっている。
- 全観点において、学年進行に伴い全体の正答率と R3 のそれとの差が大きくなる傾向がみられる。中学校第 1 学年では、全観点で全体の正答率が R3 のそれを下回る。

〔領域別の考察〕（それぞれの領域を比べる）

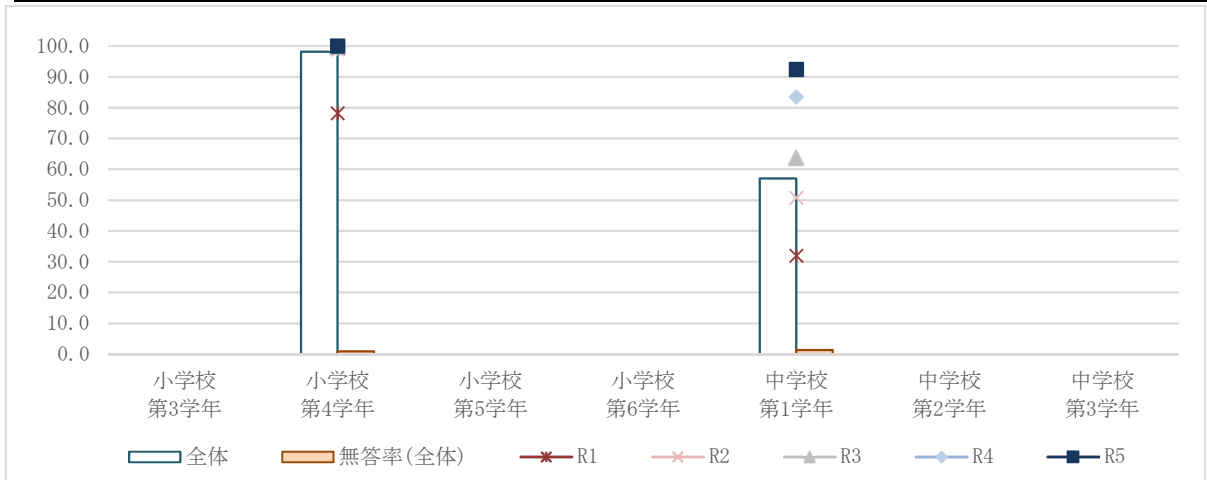
- 4 領域を比べると「エネルギー」「粒子」よりも「生命」「地球」領域において正答率が低い傾向がある。特に顕著なのが「地球」領域である。その背景には、観察・実験の難しさはもちろん、児童・生徒のみならず教師も、空間的・時間的な広がりをもった自然事象であるがゆえに身近に捉えにくいという領域特性があると考えられる。
- ◎（概括 1）上記は、正答率を主たる材料にした考察であり、また同個体の経年変化に基づくものではないことを主たる理由とし、正答率の微細な変化や差をもって、学年進行に伴う傾向や観点・領域間を比較した傾向を同定することは避けるべきである。以下は、このことを前提し特に留意すべきことである。
- ◎（概括 2）「活用」においては、特に全体の正答率が低下する傾向がある。活用の設問は、「知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力その他能力」を趣旨とすることから、身に付けた知識・技能を活用し、ものづくりを行ったり、日常生活とのかかわりを考えたりする機会を設定することが大切である。
- ◎（概括 3）技能の習得については、主に授業における観察・実験の経験によるところが大きい。そのため、実際の実験器具を用いて具体的な操作方法を示し、試行錯誤しながら観察・実験を進められるように十分な時間を確保することが肝要である。
- ◎（概括 4）観察・実験の難しさなどの領域特性のある「地球」領域の指導においては、観察・実験の結果と時間的・空間的に広がりのある自然事象との関係付けを十分に行うことや、映像資料や ICT 等の活用を工夫することにより、主体的な問題解決を通じた確かな学びを進め、実感を伴った理解を深めていくことが必要である。

(4) 領域別に抽出した設問の(準)通過率・無答率

ア エネルギー

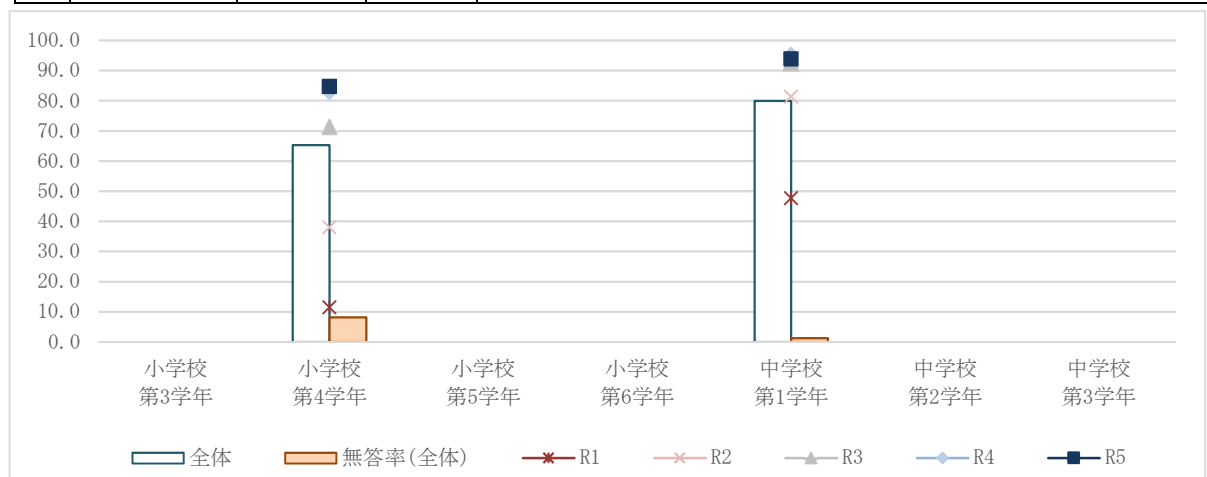
① 「電気」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

校種・学年		レベル	番号	出題趣旨・内容【観点】
小学校	第3学年			
	第4学年	C	5-1	5(ア) 電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があること【知】
	第5学年			
	第6学年			
中学校	第1学年	C	5-1	4(ア) 電気はつくりだしたり蓄えたりできること【知】
	第2学年			
	第3学年			



② 「比較」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

校種・学年		レベル	番号	出題趣旨・内容【観点】
小学校	第3学年			
	第4学年	A	6-2	(4)イ 身の回りの道具などには、磁石の性質を利用した物が多くあること【考】
	第5学年			
	第6学年			
中学校	第1学年	B	5-2	(4)イ 電気は、光、音、熱などに変えることができること【考】
	第2学年			
	第3学年			



〔「電流の働き」に関する設問の考察〕

小学校第4学年と中学校第1学年ともに「エネルギーの変換と保存」の見方・概念に規定されており「電流の働き」に関する設問である。設問レベルはともにCである。

小学校第4学年は回路のつなぎ方に関する設問であり、全体の通過率は99.2%である。一方、中学校第1学年は手回し発電機を回したときの電流の向きの変化についての設問であり、通過率は53.7%である。両学年の通過率は40ポイント以上の差がある。これら設問は基礎Cである以上、全ての児童・生徒が通過する＝通過率100%を目指す趣旨の出題である。特に電流の向きについての理解は課題が大きい。

この結果の背景には、一人一人の観察・実験等の経験不足が要因として考えられる。例えば、小学校第3学年が豆電球に明かりをつける活動に比べ、小学校第6学年の手回し発電機を活用した発電・蓄電の活動は、実験者の役割分担が固定化されるなど、児童全員が試行錯誤して実験を行うのが難しいという課題がある。このように学年の上昇に伴って観察・実験が複雑化・高度化していく中で、指導事項に関する経験が不足し、十分な定着が図られないことがある。

電流の働きについては、各学年で単元設定があり、回路づくりやものづくりなどを通じ、直接観察できない電流の流れる仕組みや概念の理解を繰り返し深めていくことが大切である。また、学年の進行によらず、観察・実験の機会を十分に確保し、一人一人が主体的に観察・実験を行い、確実に知識を定着させることが必要である。

〔「比較」に関する設問の考察〕

理科の学習を通して育む科学的な思考力のうち、比較する能力は、小学校第3学年で中心的に育成し、上の学年の問題解決の基盤となる。

まず、小学校第4学年は、「エネルギーの見方」の見方・概念に規定される設問である。アルミニウムと鉄を磁石に近付けたときの様子を比較し考察するものであり、設問レベルはAである。次に、中学校第1学年は、「エネルギーの変換と保存」の見方・概念に規定される設問である。豆電球と発光ダイオードの点灯時間の違いについて実験結果を元に比較し考察するものであり、設問レベルはBである。

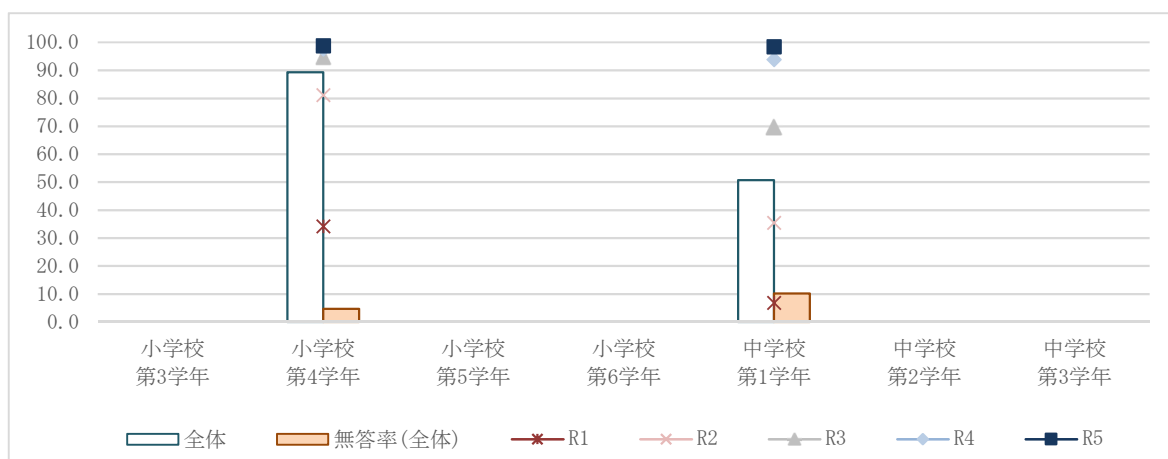
小学校第4学年は、全体の通過率は65.3%であり、段階別にみると、R3から5においては全体の通過率を上回っている。一方、中学校第1学年の設問は、全体の通過率が79.9%であり、R2から5において全体の通過率を上回っている。

これらの結果から、比較する能力については、設問レベルや個体が異なることを考慮しても、学年進行に伴う一定の向上が図られていると考えられる。R1・2についても同様である。比較する能力を、全ての児童に、且つ更に高めていくためには、問題解決の学習過程における「事象提示」「実験結果の整理」「考察」などの各場面において自然事象の「同じところ」「違うところ」に着目し、比較する機会を多く設定すればよい。その際、比較から関係付け、推論を経て分析・解釈に至る系統を念頭に、比較の視点を明示し、繰り返し考察させることを常に意識する必要がある。

イ 粒子

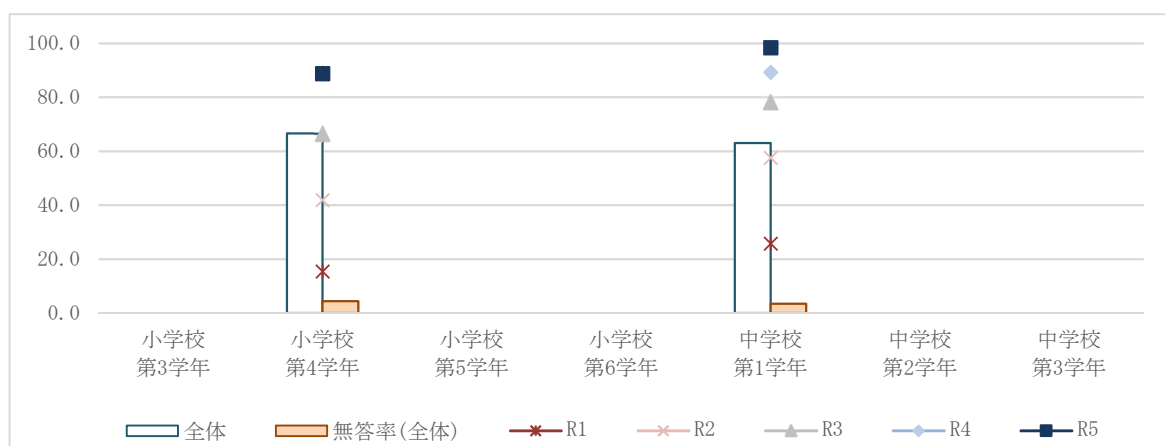
① 「粒子の保存性」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

校種・学年		レベル	番号	出題趣旨【観点】
小学校	第3学年			
	第4学年	C	8-2	(1)ア 物は形が変わっても重さは変わらないこと【知】
	第5学年			
	第6学年			
中学校	第1学年	C	7-3	(2)ウ 水溶液の性質や働きについて考えをもつこと【知】
	第2学年			
	第3学年			



② 「実験の技能」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

校種・学年		レベル	番号	出題趣旨
小学校	第3学年			
	第4学年	C	8-1	(1)ア 物は形が変わっても重さは変わらないこと【技】
	第5学年			
	第6学年			
中学校	第1学年	B	6-1	(1) 正しい気体検知管を選ぶこと【技】
	第2学年			
	第3学年			



〔「粒子の保存性」に関する設問の考察〕

小学校第4学年と中学校第1学年ともに「粒子の保存性」の見方・概念に規定される設問であり、設問レベルはCである。

小学校第4学年は、新聞紙を丸めたり小さく切ったりしたときの重さの変化に関する設問であり、全体の通過率は89.4%である。段階別にみると、R1と2との差が46.9ポイント開いている。中学校第1学年は、実験結果を元にアルミニウムが別の物質に変わったことについて記述する設問であり、全体の通過率は50.7%である。両学年の結果を段階別に比較すると、中学校第1学年では、特にR3以下において通過率の低下が大きい。

この結果の背景には、小学校第3学年の重さ比べの体験が実感を伴わず、したがって物質の形が変わると重さが増えたり減ったりするという誤概念が学習後にも解消されていないことが考えられる。粒子の保存性の理解に関しては、まず、小学校第3学年における物の重さを比較する実験を通して、「物は形が変わっても重さが変わらないこと」についての見方・概念を理解し、第5学年における定量的な実験を通して「物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないこと」についての見方・概念を理解する。次に、第6学年では、第5学年までの学習を踏まえ、本設問のような金属を変化させる水溶液についての見方・概念を深めることになる。知識の確実な理解を図るためには、第一に、これらの系統性を踏まえ、一人一人が主体となる問題解決の学習過程が必要である。その際、ものの重さを体感的に比較する活動を設定し、ものの重さについての量感を高めることや、溶けているものなどをモデル図に表すなど、粒子の概念について自分なりの考えをもたせる工夫などが大切である。

〔「実験の技能」に関する設問の考察〕

小学校第4学年、中学校第1学年ともに「実験の技能」に関する設問であり、設問レベルはCとBである。

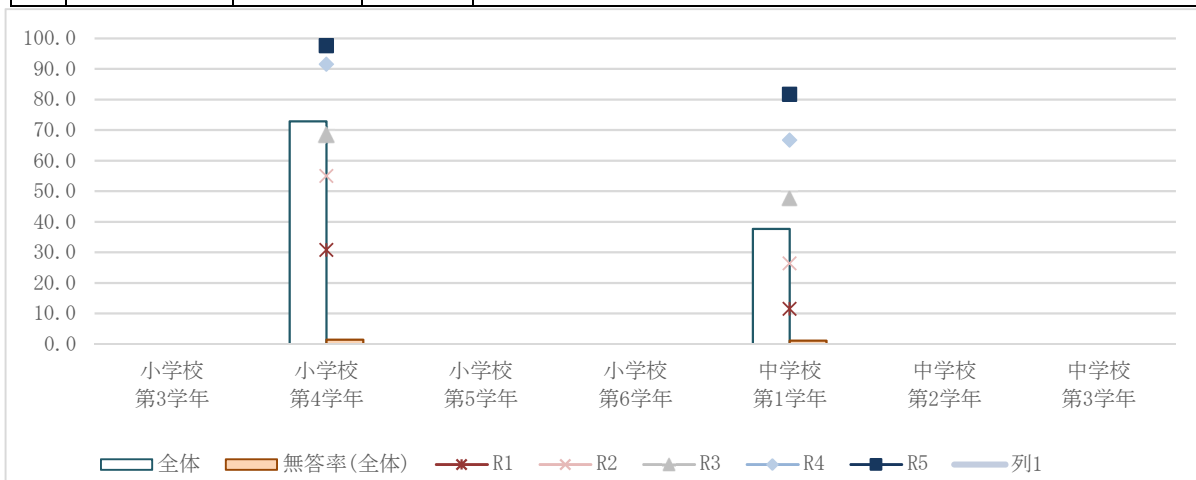
小学校第4学年は、物の重さを量るうえでの適切な方法や正しい実験結果を選択する設問である。全体の通過率から、天秤や電子天秤に関する基本的な使い方が定着している児童が約6割である。一方、中学校第1学年は、物が燃える前と後の空気を調べるための適切な気体検知管を選択する設問である。全体の通過率から、気体検知管に関する基本的な使い方が定着している生徒は約6割である。

両学年の通過率を比較すると、全体では同程度である一方、段階別では学年の進行に伴い、R1からR3において差が大きくなる傾向がある。その背景には、特にR1・2の児童・生徒が主体的に実験に取り組みず、技能の習熟が図れていないことが考えられる。例えば、観察・実験を行う際には、授業形態や役割分担を工夫し、全ての児童・生徒が実験器具を扱う時間を十分に確保することが必要である。加えて、一人一人が立てた実験の計画や実験結果の予想をペアやグループで話し合うことで、実験することの意義や目的に対する理解を深めるようにする。

ウ 生命

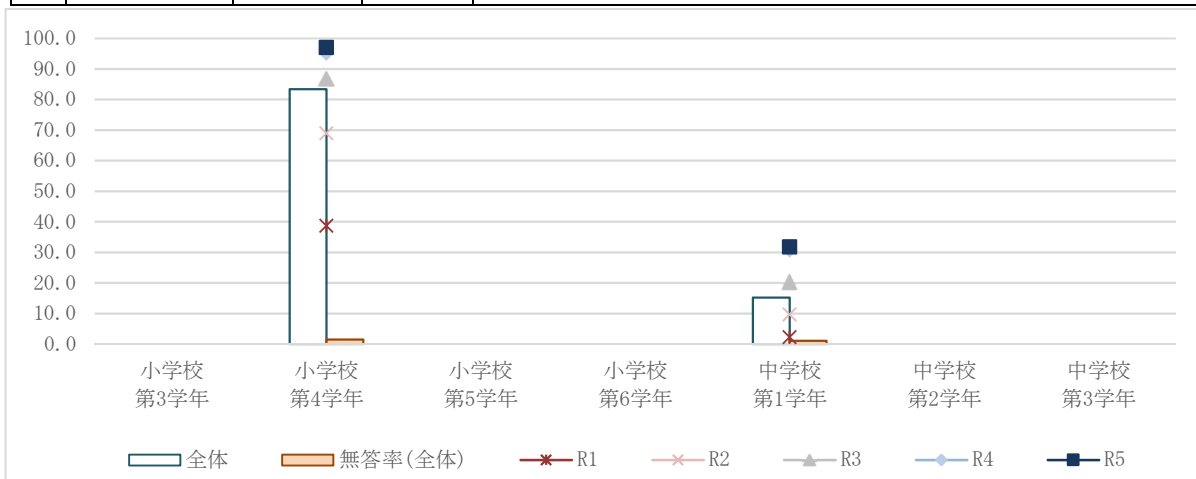
① 「動物の体のつくり」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

校種・学年		レベル	番号	出題趣旨
小学校	第3学年			
	第4学年	C	2-1	(1)ア 昆虫の体の特徴【知】
	第5学年			
	第6学年			
中学校	第1学年	B	2-4	(1) 呼吸器、消化器などからだの特徴【知】
	第2学年			
	第3学年			



② 「観察・実験」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

校種・学年		レベル	番号	出題趣旨
小学校	第3学年			
	第4学年	B	2-2	(1)ア 身近に見られる昆虫を育てること【技】
	第5学年			
	第6学年			
中学校	第1学年	A	1-1	(1) 葉の光合成の実験方法について考えること【考】
	第2学年			
	第3学年			



〔「動物の体のつくり」に関する設問の考察〕

小学校第4学年と中学校第1学年ともに「生物の構造と機能」の見方・概念に規定される設問であり、設問レベルはそれぞれCとBである。

小学校第4学年は、アリの足の付き方に関して適切なものを選択する設問である。全体の通過率は72.8%であり、誤答類型をみると、17.9%の児童は一对の足が腹から、およそ5.7%の児童は二対の足が腹から出ていると回答をしている。

中学校第1学年は、コイの体のつくりと比較してヒトの体のつくりとして正しいもの、間違っているものを選択する設問である。全体の通過率は35.5%であり、誤答類型をみると、ヒトは「口からこう門まで消化管がつながっている」を×とした回答が25.7%、「(食べたものは) こう門に近い部分ではほとんど形はわからなくなっている」を×とした回答が24.2%であった。

それぞれの学年の誤答から、「生物の構造と機能」について児童・生徒が具体的にイメージできていない課題が考えられる。こうしたつまずきを解消するためには、ヒトや魚の体について、模型などの具体物を用いたり、図を表したりするなどの活動を行い、「生物の構造と機能」についてのイメージをもたせることが必要である。

また、学年進行に伴い全体の通過率が低くなり、全段階に同様の傾向がある。生命領域は、一般に学年進行に伴い内容が増え、複雑化する。観察の視点を与えること、スケッチなどを通して丁寧な観察を行うこと、飼育・栽培などの体験を取り入れることなどを通し、知識の確実な理解を図ることが肝要である。

〔「観察・実験」に関する設問の考察〕

小学校第4学年、中学校第1学年ともに「生物の構造と機能」の見方・概念に規定される設問であり、設問レベルはそれぞれBとAである。

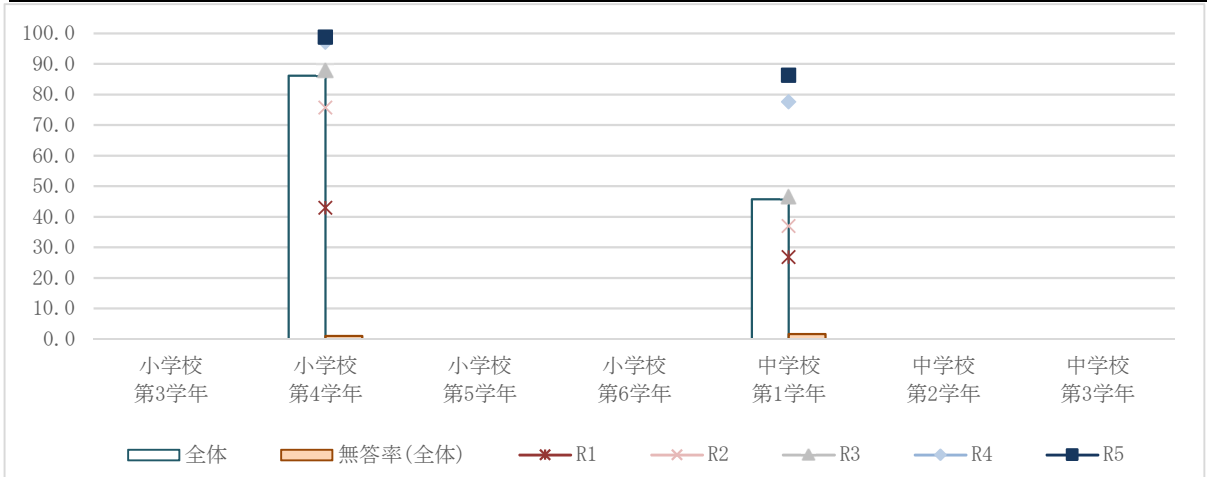
小学校第4学年は、カイコガ、トンボ、モンシロチョウの幼虫の飼い方について適切なものを選択する【技能】観点の設問であり、通過率は83.4%である。中学校第1学年は、植物と日光との関わりについて調べる実験の中で、はじめに全ての葉をアルミニウム箔で覆う理由を記述する【科学的な思考・表現】の設問であり、通過率は15.3%であった。観点・設問レベル、また個体が異なることを考慮しても、小学校第4学年と中学校第1学年の差は70ポイントに近く、小学校第3学年での技能の習得過程における課題が、小学校第6学年での課題につながっていると考えられる。

小学校第3学年の昆虫の観察では、昆虫の卵や幼虫を探し、児童がそれらを飼育し観察する。この段階で、児童自らが主体的に計画を立て、それぞれの昆虫のすみかや食べ物などの条件を考慮した飼育・観察を行うことが、第6学年における学習の素地となる。理科における飼育の機会は、主に第3学年の昆虫の飼育と第5学年における魚の飼育であり、決して多くはない。これら飼育の機会においては、単元導入前から飼育環境や観察の視点を含む飼育計画を立てさせ、十分な時間をかけて活動させることが、自ら問題を発見し、解決に向けて計画的に追究する力を育むことにつながる。

エ 地球

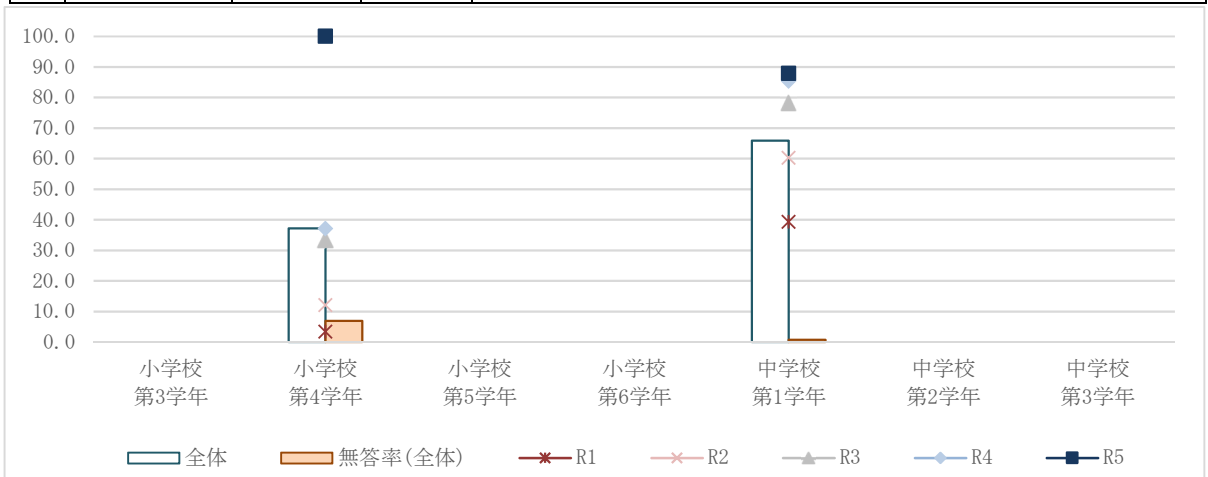
① 「月と太陽」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

校種・学年		レベル	番号	出題趣旨
小学校	第3学年			
	第4学年	C	3-1	(3)ア
	第5学年			
	第6学年			
中学校	第1学年	C	4-1	(5)ア 月の輝いている側に太陽があること【知】
	第2学年			
	第3学年			



② 「思考・表現(推論)」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

校種・学年		レベル	番号	出題趣旨
小学校	第3学年			
	第4学年	S	3-3	(3)ア 日陰の位置と太陽の位置を比較し、太陽の動きについて考えをもつこと【考】
	第5学年			
	第6学年			
中学校	第1学年	B	4-2	(5)ア 実際の月の満ち欠けを推論すること【考】
	第2学年			
	第3学年			



〔「月と太陽」に関する設問の考察〕

小学校第4学年は「地球の表面」に関する見方・概念、中学校第1学年は「地球の周辺」に関する見方・概念に規定される設問であり、設問レベルはともにCである。

小学校第4学年は、太陽によってできるかげの観察記録として間違っているものを選択する設問であり、全体の通過率は84.7%である。段階別にみると、R2～5が接近し、R1と2とが32.8ポイント開いている。一方、中学校第1学年は、月の見える位置と形から観察した時刻を推論する設問であり、全体の通過率は45.1%である。段階別に両学年を比較すると、学年進行に伴うR3以下の低下が大きく、中学校第1学年ではR1～3が接近している。全ての児童・生徒に確実な習得を目指す基礎Cの設問である以上、小学校第6学年での月と太陽に関する学習の課題は大きい。

小学校第3学年においては、授業の中で確実にかげを観察させると同時に、日常生活と関連させてまとめることが重要である。また、学校では、満月後の朝方の月は観察することがあるが、夕方の月の観察は様々な理由から機会が少ない。したがって小学校第6学年では、プラネタリウムの出前授業「月と太陽」と連携した学習を展開することが、特にR3以下の児童が天体に関する理解を深めていくうえで重要になる。

これらの知識理解は、日常の観察から夕方の月の見え方と太陽との位置関係を把握し、月の満ち欠けを推論する力の素地となる。逆説には、観察を行うことはもちろん、観察に基づく推論を十分に展開することが、確実な知識理解の手だてとなる。

〔「思考・表現（推論）」に関する設問の考察〕

小学校第4学年、中学校第1学年の設問はともに地球領域に属し、【科学的な思考・表現】を問うものである。設問レベルは、第4学年がS、第1学年がBである。

小学校第4学年の設問は、立てた棒でできるかげの動きと長さの記録から、1日の太陽の動き方を推論し説明する設問である。全体の通過率は39.2%であり、段階別にみるとR4と5の間に62.9ポイントの差がある。誤答例を考慮すると、児童にとってかげの長さから太陽の高さを考えることが難しいことが分かる。

中学校第1学年の設問は、ボールを月、電灯を太陽、観察者を月に見立てたモデル実験における下弦の月の見え方を選択するものである。全体の通過率は67.6%であり、段階別ではR3から5が接近している。光とかげを逆にした誤答が24.9%あり、児童・生徒の空間認識に課題があると考えられる。

地球領域での科学的な思考・表現は、時間的にも空間的にも児童・生徒の日常生活を超えた範囲の認識を必要とする。しかし、出発点は日常の生活である。小学校第3学年では、十分な観察を通じ、かげのできる方向と光源の方向、かげの長さや光源の位置（高さ）、また、太陽の動きについて、日本では太陽が南の高い空を通ることを理解させる。小学校第6学年では、こうした学習を素地としたモデル実験を通じ、一人一人に太陽（光源）の方向と月（ボール）の見え方を論理的に理解させていくことが、自然事象に関する問題を科学的に推論し追究する力につながる。

【方位磁針で方位を測ること 大問3 (2) 基礎B 45.8%】

■ 分析

方位磁針の使い方です正しいものを選び、記号で答える設問である。通過率は段階別にみると、R1が20.3%、R2が28.7%、R3が40.0%、R4が62.3%、R5が69.7%であった。R4や5についても60%台にとどまった。

■ 考察

誤答をみると、誤答のアが4.6%、イが36.7%、エが12.2%であり、イを選択した割合が最も多い。イは方位磁針の色が付いた針が、北でなく南を指している設問である。この誤答の背景として、方位磁針の色に着目していないことが考えられる。次に誤答エは、方位磁針の針の向きではなく太陽のある方向に南を合わせたものである。これらの誤答は、方位磁針を用いた観察経験の不足や、方位磁針の使い方に関する指導が十分ではないことが要因であると考えられる。方位磁針の適切な使用法を身に付け、観察・実験を積み重ねること、対象物でなく方位に針を合わせたり、方位磁針の針の色に注目したりすることができる。また、R4やR5の児童にとっても方位磁針を使用する経験を多く確保することに課題があると考えられる。

■ 授業改善

(1) 適切な使用法を学ばせる。

教科書には、「方位磁針の色がぬってあるはりの先は「北」をさします」とあり、方位磁針の使い方として以下のように記載されている。

- ①方位磁針を手のひらに水平におき、はりのうごきが止まるまでまつ。
 - ②ケースを回して色がぬってあるはりの先に北の文字を合わせる。
 - ③東、西、南、北、を向いて、その方位にどのようなものがあるか調べる。
- 方位磁針の使い方を実際に指導し、正確に使用できるようにさせる必要がある。

(2) 実験を通して一人一人に学ばせる。

全ての児童が方位磁針を用いて学習活動を行い、方位磁針の用い方を習熟させる必要がある。グループで1箇所の方位を調べるにとどまらず、一人一人が方位を調べる活動を行うことで経験を蓄積させることができる。

(3) ものづくりや他教科と関連させながら習熟を図る。

本単元の中に日時計を作る、身の回りの物の方位を調べるなどの活動を設定し、方位磁針を使う活動を多く取り入れることが有効である。また、第3学年社会科における方位の指導を行う際、方位磁針の指導を行うことで習熟を図ることができる。

【物には電気を通す物と通さない物があること 大問5 (2) 基礎B 36.7%】

■ 分析

8つの選択肢の中から、間につないだとき豆電球にあまりがつく物を全て選び、記号で答える設問である。通過率は段階別にみると、R1が6.8%、R2が15.8%、R3が26%、R4が59.3%、R5が69.2%であった。同様に、8つの選択肢の中から磁石に付く物を選ぶ【大問6(1)基礎B 65.1%】と比較すると、電気に関する設問の方が相対的に通過率が低かった。

■ 考察

誤答類型をみると電気を通すもの5つを完答できていない児童が59.4%おり、以下のような傾向がみられる。「鉄のクリップ」と「はさみの鉄部分」のみを選んでいられる。「鉄のクリップ」と「はさみの鉄部分」と「アルミニウムはく」を選択し、一円玉、十円玉を選択していない。これらの背景として、アルミニウムや銅は電気を通さないという誤解や、電気を通す物と磁石に付く物との混同などの要因が考えられる。現代社会において、多岐にわたる金属やコーティングされている物、電気を通すプラスチックなど鉄と金属が不明確であることもますますの要因と考えられる。

■ 授業改善

(1) 確かめる材料を十分用意する。

教科書の実験では、身の回りにあるものとして、一円玉、十円玉、クリップ、はさみ、アルミニウムはく、わりばし、ノート、ペットボトル、空き缶、ガラスコップが例示され、これら回路の間に挟んで豆電球のあたりがつかを確かめる展開になっている。児童が確かめられる十分な数の材料を用意し実験する。

(2) 実験結果を確認し、正しい認識を共有する。

児童が主体的に実験に取り組むとともに、グループや全体での知識の共有化を図り、知識の定着を図る必要がある。実験結果が自分の予想と反している場合、自分の期待どおりの結果だったと誤認識してしまうことがある。プラスチックが使われている物やビニルなどでコーティングされている物では、実験結果が異なることがある。学級で実験結果を確認し、必要に応じて訂正することで誤概念をより科学的な概念に更新することができる。

(3) 磁石に付く物との関連を図りながら、知識の定着を図る。

磁石に付く物が鉄であることを学ぶことで、電気を通す物との間に混乱が生じる場合がある。電気を通す物と磁石に付く物を学習した後にそれぞれを表などに整理し、知識の定着を図ることが必要である。

【月の満ち欠けに関わる設問 大問4 (1) 基礎C 45.7%】

■ 分析

月が観察されたときの時間帯を4つから選択する設問である。通過率はR1が26.9%、R2が37.0%、R3が46.6%、R4が77.7%、R5が86.4%であった。

■ 考察

- 月の見え方が変わるのは、月が太陽の光を反射して輝いていること、太陽、月、地球との位置が変化することが関係している。したがって本設問の3つの観察記録は、どれも日の入りの頃の記録を表している。誤答類型をみると、エ（真夜中）が24.9%、ア（日の出のころ）が18.0%、イ（正午）が7.7%であった。正答以外を選んだ生徒のつまずきには、以下のような要因があると考えられる。
- 月を観察する学習体験を十分積んでいないこと。
- モデル実験を通して月の位置と太陽の位置との関係が理解できていないこと。
- 月の観察経験とモデル実験の結果が結び付いていないこと。

■ 授業改善

(1) 月の観察の機会を確保する。

教科書においては、午前中に見える月の形、位置（方位、高さ）、太陽の位置を観察する。夏休みなどに課外での学習を通して、朝の月、夜の月を実際に見る機会を多く設定する。ただし、課外での観察を行う場合は、大人の付き添いを確実に確保する必要がある。

(2) モデル実験を児童一人一人に操作させる。

ボールなどを用いて月の形の変わり方についてモデル実験を行い、月と太陽の位置関係についての認識を深める。モデル実験においては教師が一方的に演示するだけでなく、一人一人がボールを操作しながら実験する。特に月（ボール）、太陽（ライト）、地球（自分）の位置関係を意識させる。

(3) 月の観察結果とモデル実験の結果とを結び付けて捉えさせる。

カメラやインタラクティブボードなどを活用しながら、月と太陽との位置関係と月の見え方の関係を整理させ、野外での月の観察結果と太陽と月の位置関係を結び付けて捉えられるようにする。

(4) 出前授業（プラネタリウム）と連携する。

小学校第6学年の理科出前授業においては、月の形の変化や三日月から半月、満月の見える位置の変化を観察する。これらの学習を単元の学習と関連付けることで理解を深めることができる。

【丸い礫はどのようにしてきたか考える設問 大問3 (2) 基礎C 40.9%】

■ 分析

ボーリング資料に含まれる礫が丸みを帯びている理由について、□に当てはまる言葉を書く設問である。通過率は段階別にみると、R1が14.9%、R2が31.5%、R3が48.1%、R4が72.6%、R5が81.8%であった。

■ 考察

誤答類型をみると、「水」が20.9%、その他が29.0%である。その他には、侵食、火山などの言葉がみられた。本設問においては、地層に含まれる礫が丸いことについて、小学校第5学年での学習内容が十分結び付いていないことが要因の一つと考えられる。現行の小学校学習指導要領における第5学年(3)イを具体化する単元「流れる水の働き」では、川原に見られる石が丸いことやその理由について指導することが追加された。この既習内容と本設問の内容との関連がより一層重視される必要がある。

■ 授業改善

(1) 小学校第5学年での実験との関連を図る。

小学校第5学年「流れる水のはたらき」は、築山や流水実験機などを用いながら実験を行う。流水実験機を各グループに用意し、条件を制御しながら流れる水の働きを調べるとともに実験結果と自然の土地の変化を関連付けて考察させていくことが大切である。また、実験結果は写真やVTRなどを保存して繰り返し見ることが有効である。石が丸みを帯びている要因を確かめるには、上流や下流の石を観察するとともに、軽石等を使用したモデル実験で確認することができる。

(2) 児童にモデル実験を経験させる。

教科書では、堆積実験において、砂と泥を混ぜたものを流し、容器にためることで地層ができる様子を再現する。このようなモデル実験を行うことで、地層ができる環境や条件を学ぶことができる。その際には、パイプや水槽が意味しているものを考えながら規則性や法則性を見いださせ、それを根拠に実際の自然現象に当てはめ推論させることで、土地のつくりについて理解を深めさせる。また、実際の時間的・空間的な広がりや常に意識させることも重要である。

(3) 土地の構成物に目を向けさせ、推論させる。

土地の構成物に目を向けながら地層を観察すると、流水の働きによってできた川原の石によく似ていることに気付く。また、化石などが見付かることもある。地層に含まれる構成物と関連付けて推論させつつ、堆積実験と流水実験の結果との関連を図り、考えを整理させることで、科学的な思考力や表現力を育むことができる。

4 総括：次期学習指導要領を見据えた一貫性のある理科教育

- 各校種・学年の考察においては、本調査の目的の一つである「特定の内容でのつまづき、学び残しの解消を重点とする」という考えの下、基礎的・基本的な知識及び技能（設問レベル C・B）を趣旨とする設問を取り上げ、改善方策をまとめてある。
- 一方、知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等の（主として設問レベル A・S）の育成に当たっては、第一に、次期学習指導要領を見据え、知識・技能を「生きて働く」ものと捉え直す必要がある。そのうえで、「理科の見方・考え方」として整理された「未知の状況にも対応できる」思考力・判断力・表現力等の育成、ひいては「学びを人生や社会に生かそうとする」学びに向かう力・人間性等の涵養を期すため、これらの【系統性】を構造的に理解する必要がある。
- また、上記の資質や能力の育成を図るためには、校種を超えた【協働】の下、系統性に基つき、主体的な問題解決活動の【連続性】を確保していくことも必要である。本調査では、ここまでを踏まえつつ、下表に基つき、各学年で中心的に育成すべき問題解決の能力の【系統性】を「科学的な思考・表現の系統」（pp. 87-88.）で問うことにした。つまり本調査の結果は、次期学習指導要領に向けた課題を明らかにするものでもある。

表 現行学習指導要領に規定される「科学的な思考力・表現力」の系統性

小学校				中学校
第 3 学年	第 4 学年	第 5 学年	第 6 学年	
物理的な事物・現象／化学的な事物・現象／生物や生物学的現象／地学的な事物・現象について				
比較しながら調べ	力、熱、電気の働きと関係付けながら調べ	変化や働きにかかわる条件に目を向けながら調べ	現象についての要因や規則性を推論しながら調べ	実験の結果を分析して解釈し表現する能力を育てるとともに
性質や働き、規則性など、これらの事物・現象に対する科学的な見方や考え方を養う				

- 平成 28 年度調査の結果においては、学年進行に伴い全体の正答率が低下する傾向がみられた。領域を考慮すると、特に、地球領域における科学的な思考・表現の育成に課題を残す。これは、地球領域での科学的な思考・表現に、児童・生徒の日常生活を大きく超えた範囲の認識を必要とするからである。
- しかし、地球領域に限らず、比較から始まり推論を経て分析・解釈に至る科学的な思考・表現の出発点は、日常の生活である。小学校第 3 学年では、例えば日陰の位置の変化や地面の様子、昆虫・植物の成長や体のつくり、風やゴムで物が動く様子といった事象について観察する。学年進行に伴い、例えば小学校第 6 学年では、直接観察の経験を素地としたモデル実験を通じ、てこのつり合いの規則性、水溶液の性質、人の呼吸や消化、排出・循環の仕組みといったことを論理的に理解させていくことが、自然事象に関する問題を、児童・生徒一人一人が主体となり、科学的に追究する力につながる。
- こうした学びの系統性・連続性は、次期学習指導要領が求めるものでもある。また、問題解決の過程で対話を通じた学びの深まりを一層重視することにより、相互に関連する「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」から学習過程を改善していくことができる。これらを踏まえ、次 29 年度（以降）の調査では、科学的な思考・表現、その育成に資する学習過程の 2 つの視点から、内容の改善・充実を図っていく予定である。