

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
出題範囲	第3学年	第4学年
		第6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	風やゴムの働き (2)ア A【技】7-2 磁石の性質 (4)ア A【考】6-2		
	エネルギーの変換と保存 (5)ア S【考】5-3		電流の働き (3)イ A【考】5-2 (3)ア S【考】5-3
	エネルギー資源の有効活用		
B 粒子	粒子の存在	空気と水の性質 (1)ア S【考】6-2	
	粒子の結合		
	粒子の保存性		物の溶け方 (1)イ B【考】7-3 (1)イ A【考】7-4
	粒子のもつエネルギー	金属、水、空気と温度 (2)イ A【考】7-3 (2)ウ S【考】8-3	
C 生命	生物の構造と機能 (1)イ B【考】2-3	人の体のつくりと運動 (1)イ B【考・知】2-2	
	生物の多様性と共通性		
	生命の連続性 身近な植物の観察 (1)イ A【考】1-3		植物の発芽、成長、結実 (1)ウ A【考】1-3
	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		流水の働き (3)ウ S【考】4-3
	地球の表面 (3)イ A【考】4-2	天気の様子 (3)ア A【考】3-2	天気の変化 (4)イ A【考】3-2
	地球の周辺	月と星 (4)ア A【考】4-1 (4)ウ A【考】4-3	

(2) 知識・技能の配列

A エネルギー	エネルギーの見方 (2)イ B【技】7-1 磁石の性質 (4)ア B【知】6-1		振り子の運動 (2)ア C【知】6-1 (2)ア B【技】6-2
	エネルギーの変換と保存 (5)ア C【知】5-1 (5)イ B【知】5-2	電気の働き (3)ア C【技】5-1 (3)ア C【知】5-2 (3)イ B【技】5-3	電流の働き (3)ア C【知】5-1
	エネルギー資源の有効活用		
B 粒子	粒子の存在	空気と水の性質 (1)イ B【知】6-1	
	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		物の溶け方 (1)ウ C【知】7-1 (1) B【技】7-2
	粒子のもつエネルギー	金属、水、空気と温度 (2)ア C【知】7-1 (2)イ B【技】7-2 (2)ウ C【技】8-1 (2)ウ B【知】8-2	
C 生命	生物の構造と機能 (1)ア C【知】2-1 (1)ア B【技】2-2	人の体のつくりと運動 (1) C【知】2-1	
	生物の多様性と共通性	季節と生物 (2)ア B【技】1-1 (2) C【知】1-2	
	生命の連続性 身近な植物の観察 (1)イ C【知】1-1 (1) C【技】1-2		植物の発芽・成長・結実 (1) B【技】1-1 (1) C【技】1-2 (1)エ C【知】2-3 動物の誕生 (2)イ B【技】2-1 (2)エ C【知】2-2
	生物と環境のかかわり		
D 地球	地球の内部		流水の働き (3)ア B【技】4-1 (3)ア B【知】4-2
	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 太陽と地面の様子 (3)イ C【技】4-1	天気の様子 (3)ア B【技】3-1	天気の変化 (4)ア C【知】3-1
	地球の周辺	月と星 (4)イ C【知】4-2	

※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

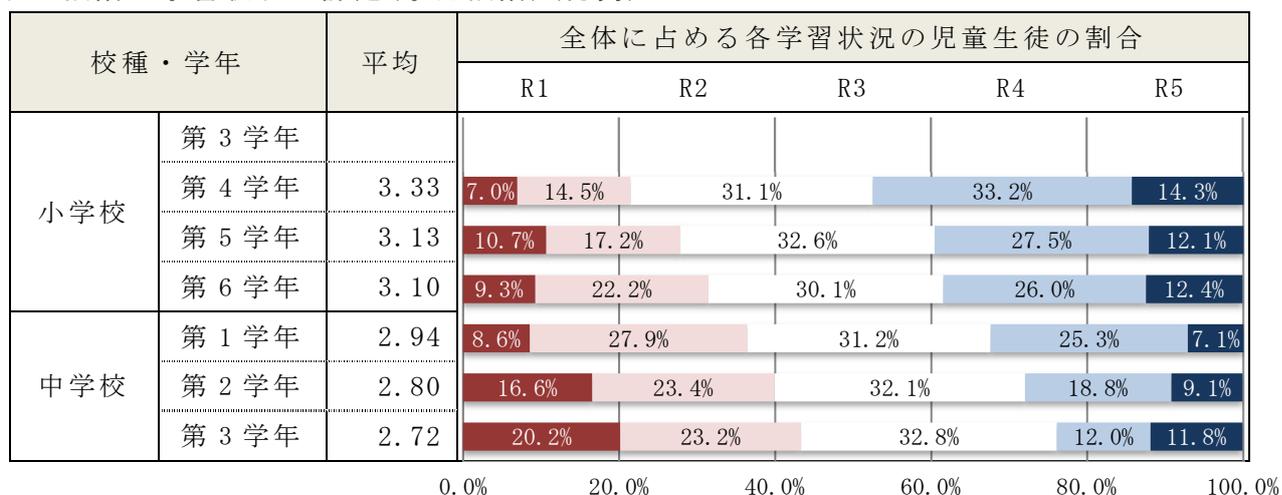
第1学年 小学校第6学年	中学校 第2学年 第1学年	第3学年 第2学年	校種 対象学年 出題範囲
-----------------	---------------------	--------------	--------------------

推論	分析・解釈		領域	
	力と圧力 (1)イイ A【考】6-2	電流 (3)ア A【考】4-2	エネルギーの 見方	A エネルギー
電気の利用 (4) B【考】5-2	光と音 (1)アイ S【考】5-2	電流と磁界 (3)イ A【考】5-3	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		酸化と還元 (4)イ S【考】7-2 (4)イ A【考】7-3	粒子の存在	B 粒子
水溶液の性質 (2)ウ A【考】7-2 (2)ウ S【考】7-4			粒子の結合	
	状態変化 (2)ウ S【考】8-2		粒子の保存性	C 生命
人の体のつくりと働き (1)ア A【考】2-1	植物の体のつくりと働き (1)イイ A【考】1-3 (1)ウイ C【知】2-3		粒子のもつ エネルギー	
植物の養分と水の通り道 (2)ア A【考】1-1		動物の仲間 (3)ウ S【考】2-2	生物の構造と 機能	D 地球
			生物の多様性と 共通性	
			生命の連続性	D 地球
			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	火山と地震 (2)アイ A【考】3-2 地層の重なりと過去の様子 (2)イア A【考】4-2		地球の内部	D 地球
		天気の変化 (4)イ B【考】3-2 日本の気象 (4)ウ S【考】3-4	地球の表面	
月と太陽			地球の周辺	

	力と圧力 (1)イイ C【知】6-1	電流 (3)ア C【知】4-1	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	光と音 (1)アア C【技】5-1 (1)アウ B【知】5-3	電流 (3)ア B【技】5-1	エネルギーの 変換と保存	
		電流 (3)ア B【技】5-2	エネルギー資源 の有効活用	B 粒子
燃焼のしくみ (1)ア B【技】6-1	物質のすがた (2)アア C【知】7-1 (2)ア B【技】7-2 (2)アイ B【技】7-3	物質の成り立ち (4)ア B【技】6-1 (4)ア C【知】6-2	粒子の存在	
水溶液の性質 (2)イ C【技】7-1 (2)ウ B【知】7-3	水溶液 (2)イイ B【技】8-1	酸化と還元 (4)イ B【技】7-1	粒子の結合	C 生命
	状態変化 ※ 科学的な思考・表現のみ出題		粒子の保存性	
			粒子のもつ エネルギー	D 地球
人の体のつくりと働き (1)イ C【技】2-2 (1) B【知】2-3 (1)イ B【知】2-4 植物の養分と水の通り道 (2)ア C【知】1-2 (2)イ B【技】1-3	植物の体のつくりと働き (1)イイ B【技】1-2 (1)イ C【知】2-1 (1)イ B【技】2-2	生物と細胞 (3)ア C【技】1-1 動物の体のつくりと働き (3)ア B【技】1-2 動物の体のつくりと働き (3)イ C【知】1-3 (3)イ C【知】1-4	生物の構造と 機能	
		動物の仲間 (3)ウ C【知】2-1	生物の多様性と 共通性	D 地球
			生命の連続性	
	生物の観察 (1)ア C【技】1-1		生物と環境の かかわり	D 地球
土地のつくりと変化 (4)ア C【技】3-1 (4)ア C【知】3-2	火山と地震 (2)ア C【知】3-1 地層の重なりと過去の様子 (2)イ C【知】4-1		地球の内部	
		天気の変化 (4)イ B【知】3-1 日本の気象 (4)ウ C【知】3-3	地球の表面	D 地球
月と太陽 (5)ア C【知】4-1 (5)ア B【技】4-2			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)



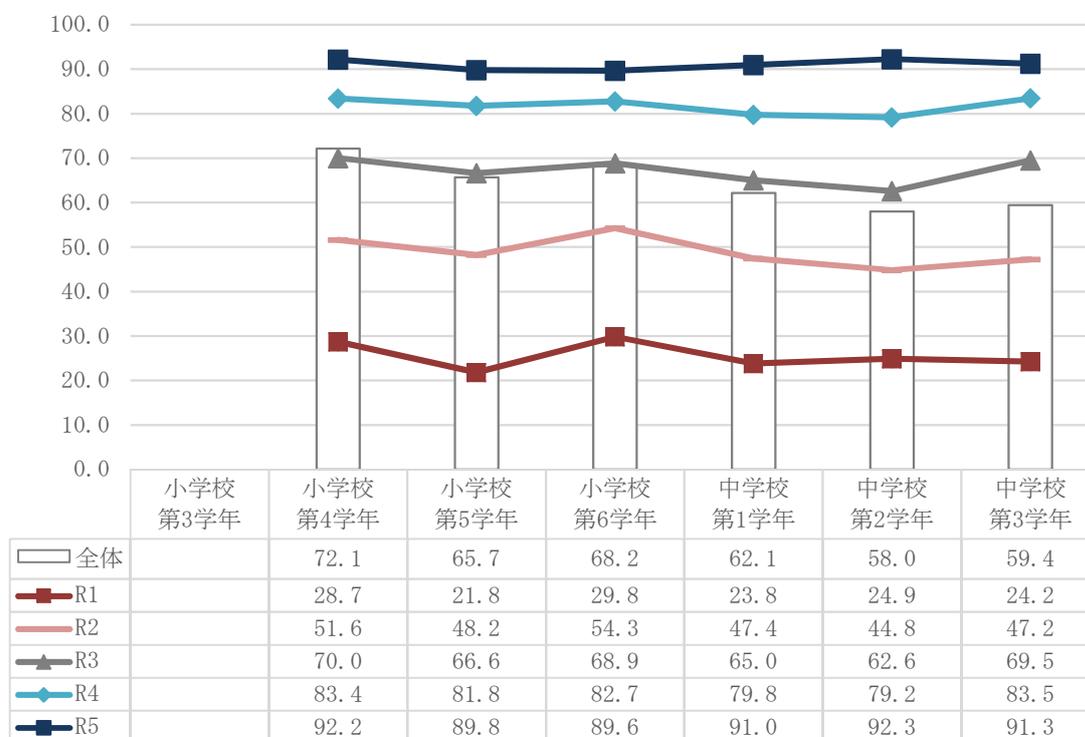
※学習指導要領に準拠した調査実施の前学年の学習状況の評定(学力段階)

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 3 学年における R3 以上の割合は 56.6% であり、令和 3 年度の目標値 80% からは 23.4 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、令和 3 年度目標値に至るためには、杉並区全体では 493 人、1 校あたりでは約 21 人を R3（以上）に引き上げる必要がある。
- R1 の割合は、小学校第 4 学年が 7.0%、第 5 学年が 10.7%、第 6 学年が 9.3%、中学校第 1 学年が 8.6%、第 2 学年が 16.6%、第 3 学年が 20.2% となり、総計で 13.2 ポイント増加している。R1 は、主として基礎 C の設問を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・基本的な知識やその理解を内容としている。
- また、R4 と 5 を合計した割合は、学年進行に伴って小学校第 4 学年から中学校第 1 学年で 15.1 ポイント減少し、中学校第 1 学年から第 3 学年では 8.6 ポイント減少している。
- ◎（概括）学年進行に伴って R1・2 の割合が増加し、R3 から 5 の割合が減少する傾向がある。この課題の解決に向けて R1・2 を R3 に引き上げる学習が重要である。観察・実験の具体的な体験を通して学ぶ楽しさを味わわせるなど、きめ細かな学習の展開から基礎的・基本的な知識の確実な習得を図る。また、自らに合った学び方を個別に選び、児童・生徒が内発的に課題解決する学びへと構造転換することが重要である。

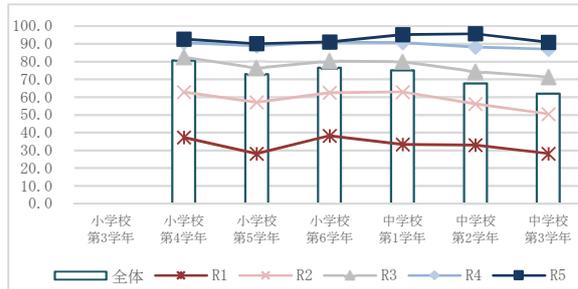
〔教科全体の学力段階ごとの平均正答率に関する考察〕

- 全体の正答率は、小学校第 4 学年から第 6 学年でほぼ同程度である。また、中学校第 1 学年から第 3 学年でもほぼ同程度であるものの、小学校の平均より 8.8 ポイント低下している。
- 段階間の正答率の差は、どの学年も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 22.9 ポイント、R2 と 3 の差は 18.4 ポイントとなる。中学校第 3 学年では、R1 と 2 の差は 23.0 ポイント、R2 と 3 の差は 22.3 ポイントである。
また、段階別の正答率は、学年進行によって変化はあるものの、顕著な低下はみられない。このことと R1～5 の割合の学年進行による変化を重ねると、R3～5 と R1・2 の児童・生徒の学習の習得・定着の大きな差がみられる。
- ◎（概括）各領域の特性を踏まえた学習の展開を進めること、観察・実験等の体験的学習を通して実感を伴った知識や技能を身に付けること、質の高い問題解決学習の積み重ねから思考力・判断力・表現力等を伸ばすことが重要である。
また、この課題解決に向けても、主体的・対話的で深い学びを本質的に実現する学びの構造転換を推進することが求められている。そのためにも教員は専門性に裏付けられた教授者、支援者であるとともに、これからは学習者が自己決定する学びや探究に関わる共同探究者としての役割も重要となる。

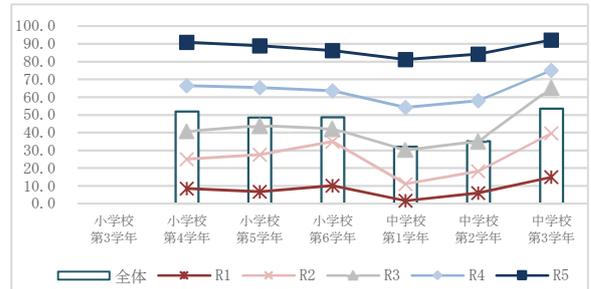
(3) 基礎・活用別、観点別、領域別の学力段階ごとの平均正答率

①基礎・活用別

ア 基礎

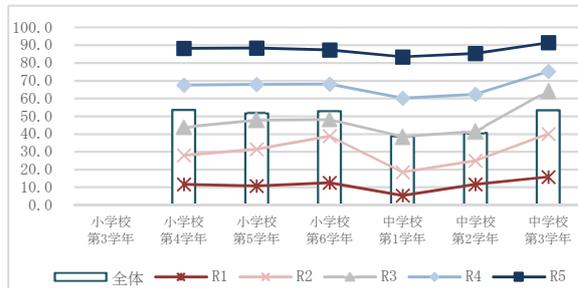


イ 活用

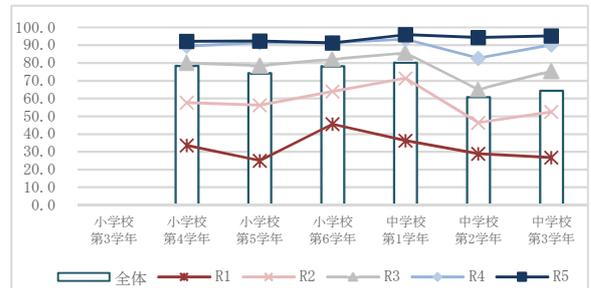


②観点別

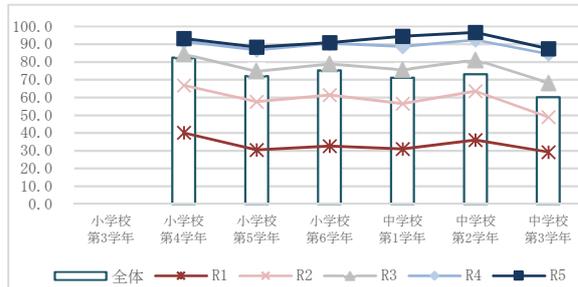
ア 科学的な思考・表現



イ 観察・実験の技能

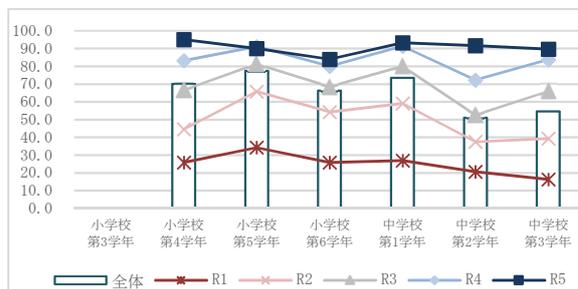


ウ 自然事象についての知識・理解

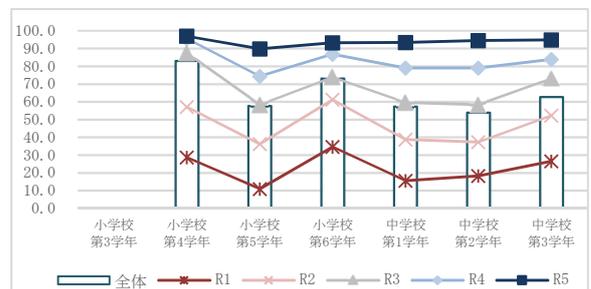


③領域別

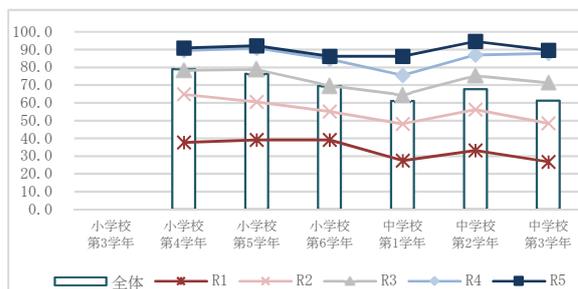
ア エネルギー



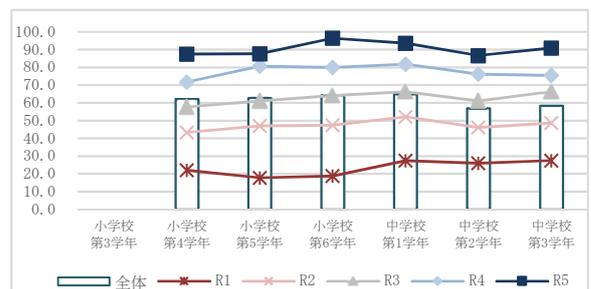
イ 粒子



ウ 生命



エ 地球



〔基礎・活用別の考察〕

- 「基礎」の平均正答率は、学年進行に伴って変化しており、中学校第2学年と第3学年で低下が顕著である。「活用」の平均正答率は、中学校第1学年と第2学年で低下が顕著である。
- 段階別に学年進行による変化を見ると、「基礎」では、中学校第2学年と第3学年のR1～3で低下がみられる。「活用」では、中学校第1学年と第2学年のR1～5で低下の傾向がみられる。

〔観点別の考察〕

- 「科学的な思考・表現」は、小学校第4学年から第6学年及び中学校第3学年のR1～5でほぼ同様である。中学校第1学年と第2学年では低下がみられる。
- 「観察・実験の技能」は、R4と5は小学校第4学年から中学校第3学年までほぼ同様である。R1～3は中学校第2学年と第3学年で低下の傾向がみられる。
- 「自然事象についての知識・理解」は、小学校第4学年から中学校第2学年ではどの段階もほぼ同程度である。中学校第3学年ではR1～5では低下の傾向がみられる。

〔領域別の考察〕

- 「エネルギー」領域は、中学校第2学年と第3学年のR1～R3で低下している。
「粒子」領域は、R1～R3で学年進行による変化が大きい。
「生命」領域は、R1～R5で学年進行による変化が少ない。
「地球」領域は、R1～R5で学年進行による変化が少ない。
- ◎（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、同児童・生徒の経年変化に基づくものではない。したがって、正答率の僅かな変化や差をもって学年進行に伴う傾向や観点・領域間を比較した結果を確定することは避けるべきである。
- ◎（概括 2）「活用」と「科学的な思考・表現」の結果はほぼ同様で、学年進行による変化が大きく、段階間の差も大きい。問題解決学習の継続的な実践による思考力・判断力の育成を進めていく。特に説明する・説明し合う活動の充実は重要である。
- ◎（概括 3）技能の習得については、各領域の学習における観察・実験の体験によるところが大きい。条件を制御した正確な実験・観察の実施、安全への意識を高めた役割を分担した実験・観察の実施、児童・生徒の実験・観察への関わり方を考えた実験・観察の設定をなお進めていくことが重要である。
- ◎（概括 4）各領域の学習は、その領域の特性を考慮して進めることが重要である。また、領域の特性を考慮した学習を進めるとともに、主体的・対話的で深い学びの実現を目指し、学習者の主体性と多様性を土台として学びを広げ深める学びの構造転換を推進することが求められている。

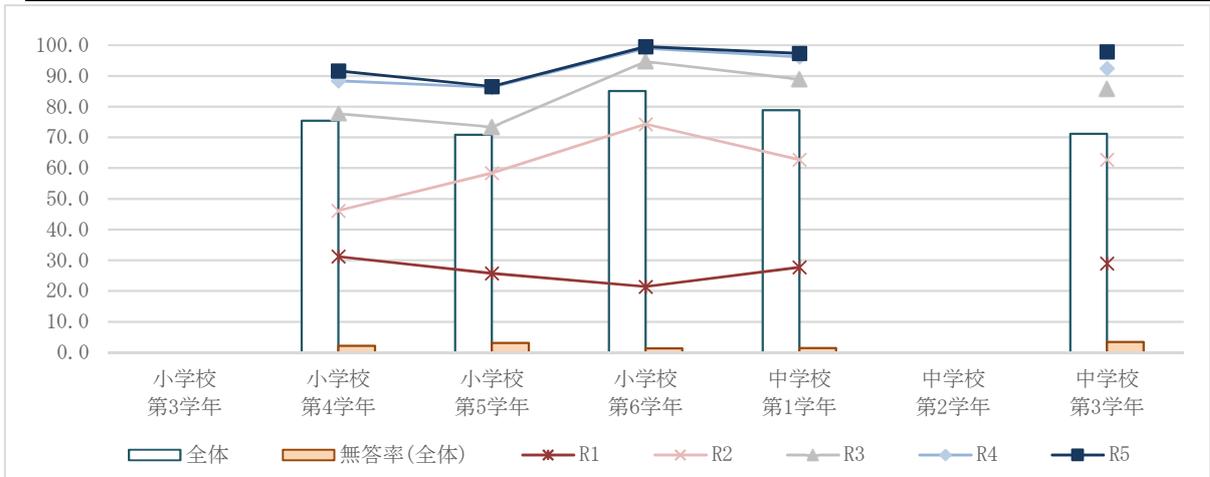
この学習観に立った理科の学習での具体像については、各領域での設問の考察において実践例を報告して考察することとする。

(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

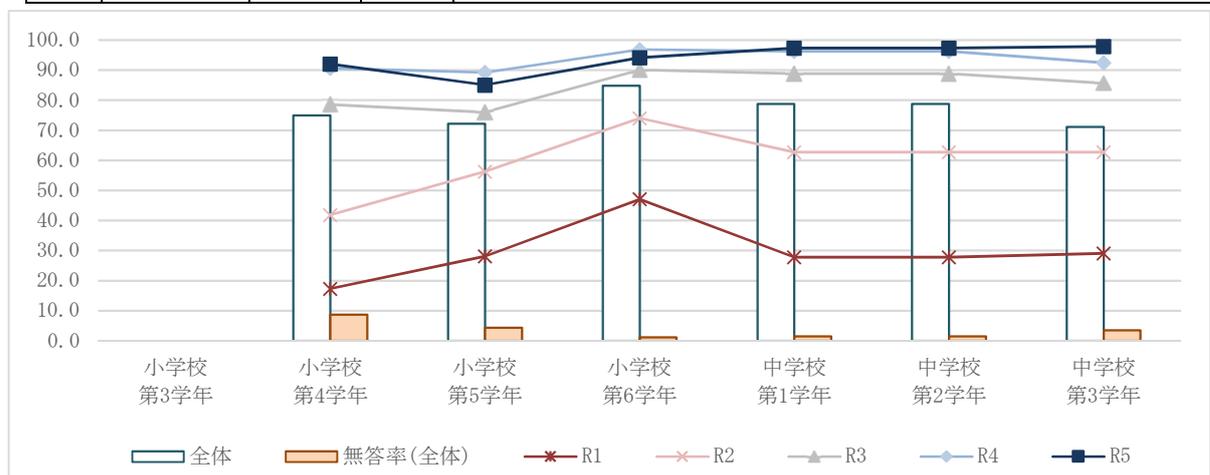
① 「電気」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

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	基礎 B	5-2	(5)ア 電気を通すもの、通さないものを判別する【知】
	第5学年	基礎 C	5-2	(3)ア 直列並列の電池のつなぎ方【技】
	第6学年	基礎 C	5-1	(3)ア 電流の向きが変わると、電磁石の極が変わる【知】
中学校	第1学年	基礎 B	5-2	(4)エ 豆電球と発光ダイオードの性能の比較【考・知】
	第2学年			
	第3学年	基礎 B	5-2	(3)ア 電流による発熱実験の考察【技】



② 「力などの計測」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	基礎 B	7-1	(5)ア ゴムや風のはたらき【技】
	第5学年	基礎 B	5-3	(3)イ 簡易検流計による電流の強さの計測【技】
	第6学年	基礎 B	5-1	(3)ア ふりこの1往復の時間の正しい計測方法【技】
中学校	第1学年	基礎 B	5-2	(4)イ 豆電球と発光ダイオードの性能比較【考・知】
	第2学年	基礎 C	6-1	(1)イ 重さと質量の違いについて捉えること【知】
	第3学年	基礎 B	5-2	(3)ア 電流による発熱実験を考察すること【技】



〔「電気」に関する設問の考察〕

電気に関する設問の全体の通過率は、小学校第4学年は電気を通すものはどれかを問う基礎Bの設問で75.4%、第5学年はモーターが速く回る電池の直列・並列つなぎの基礎Cで70.9%、第6学年は電流の向きが変わると電磁石の極が変わることの基礎Cで85.1%、中学校第1学年は豆電球と発光ダイオードの性能比較の基礎Bは78.8%であった。中学校第3学年は電流による発熱実験の考察の基礎Bの設問で71.2%である。

今年度は、各領域の特性との関連から考察に加え、学習者の視点に立った学びの構造転換の考え方を理科の学習においてどのように具体化できるか考察していく。

理科では、これまでも、児童・生徒の主体的な学びの姿として問題解決学習を行ってきた。問題解決学習の考え方は学びの構造転換と多くの共通点をもつものである。個別に選ぶ、探究に浸る、協同して共に生きるの学習の要素を融合し、「学習の個別化」と「個別から協同へ」の観点から、各領域の特性とも関連させながら、学習の具体的な姿として実践例・工夫例を報告することとした。

実践例：電気を通すか・磁石につくか「学習の個別化」「個別から協同へ」

小学校第3学年の学習では、身近なものが電気を通すか、磁石につくかを調べる。この学習では、学級で共通の調べるもの（検体）を意図的に決めて行うことが多い。共通のものに加え、児童が個人で調べてみたいものを加えていく。児童はテスターや棒磁石を持って教室内を動き回って多様なものを調べる。調べたものを共有することで、例えば塗装されている金属はそのままでは必ずしも電気を通さないことについて理解を広げることができる。

〔「力などの計測」に関する設問の考察〕

小学校第4学年は空気やゴムの力の基礎Bの設問で74.9%、第5学年は簡易検流計による電流の強さの計測の基礎Bで72.2%、第6学年は振り子の1往復の時間を正しく測定する方法の基礎Bで84.8%、中学校第1学年は豆電球と発光ダイオードの性能比較の基礎Bで78.8%であった。第2学年は重力と質量の基礎Cの設問で76.5%、第3学年は電流による発熱量の計測の基礎Bで71.2%である。

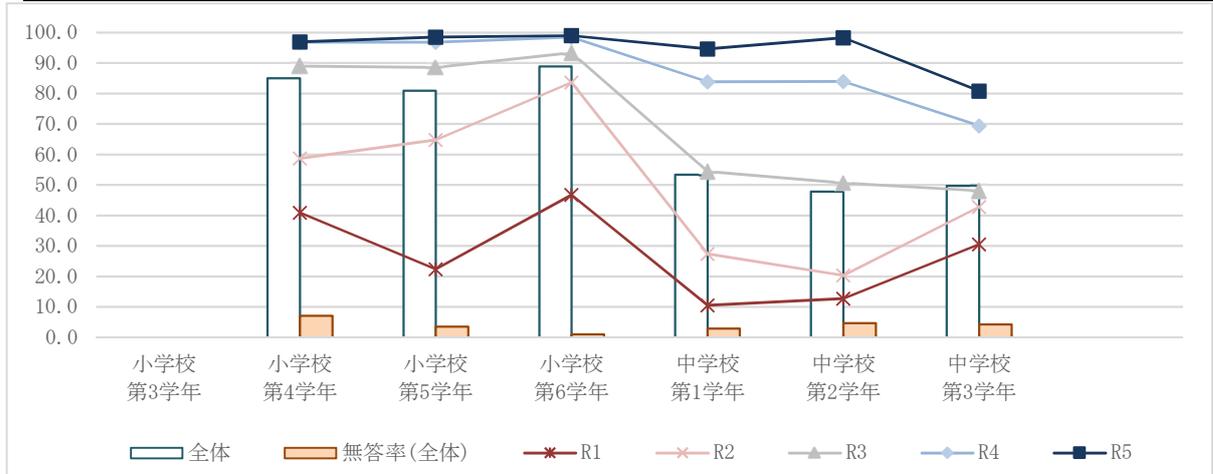
実践例：電磁石の巻き数と磁力の変化の実験

小学校第5学年の電磁石の巻き数による磁力の増加を調べる学習では、通常は100回巻きと200回巻きの電磁石で磁力を計測し比較することが多い。この実験を児童が調べたい巻き数n回巻きの電磁石を作り、磁力を計測することを複数回繰り返す実験とする。また、結果の集約は、横軸がコイルの巻き数、縦軸が引きつけた鉄の重さ（磁力）の大きなグラフをあらかじめ準備しておき、児童が毎回計測したデータを追加して記入していく。この大きなグラフを基に豊富なデータから分析・考察をすることで、巻き数の増加による磁力の増加は1巻きずつの連続性のあるものとして捉えることができる。

イ 粒子

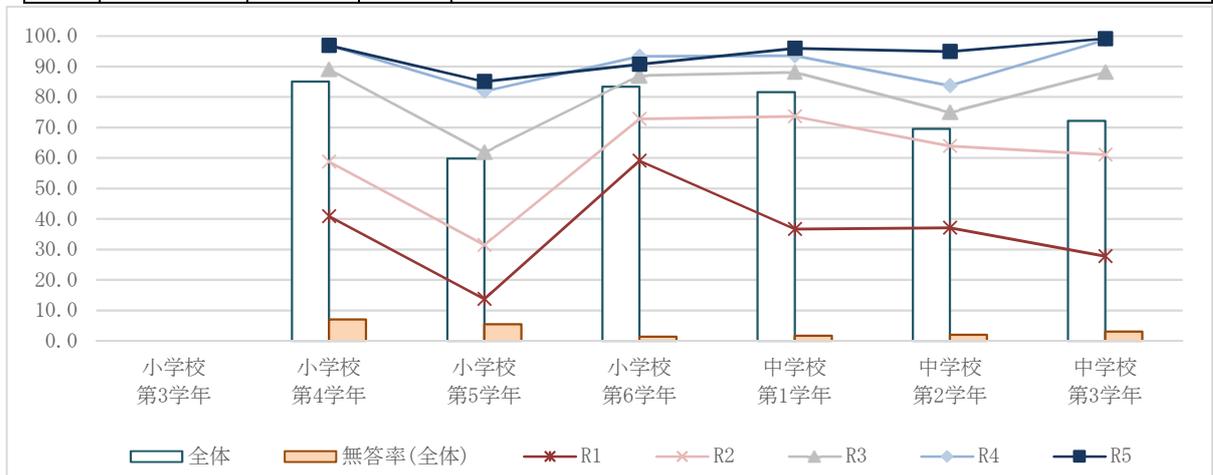
① 「粒子の保存性」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

校種・学年		レベル	番号	出題趣旨・内容【観点】
小学校	第3学年			
	第4学年	基礎 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	基礎 B	6-1	(1)イ 閉じ込められた空気と水の体積変化【知】
	第6学年	基礎 C	7-1	(1)ウ 物が水に溶けても、重さは変わらないこと【知】
中学校	第1学年	基礎 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	基礎 B	8-1	(2)イ 水溶液から溶質を取り出すことを溶解度曲線と関連付けること【技】
	第3学年	基礎 B	7-1	(4)ア 金属の酸化と還元【技】



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・内容【観点】
小学校	第3学年			
	第4学年	基礎 B	8-1	(1)ア 天秤、はかりを正しい操作すること【技】
	第5学年	基礎 B	7-2	(2)イ 空気、水、金属の温まり方を調べること【技】
	第6学年	基礎 B	7-2	(1) メスシリンダーを正しく操作すること【技】
中学校	第1学年	基礎 B	6-1	(1) 気体検知管の数値を読み取る【技】
	第2学年	基礎 B	7-2	(2)ア ガスバーナーを正しく操作すること【技】
	第3学年	基礎 B	6-1	(4)ア 炭酸水素ナトリウムの熱分解【技】



〔「粒子の保存性」に関する設問の考察〕

小学校第4学年は紙を丸めたり小さく切ったりしたときの重さの基礎Cの設問で81.2%、第5学年は閉じ込められた空気と水の体積変化についての基礎Bで80.9%、第6学年は水に溶かす前と溶かした後の重さの比較の基礎Cで88.9%、中学校第1学年は実験結果からアルミニウムが別の物質に変わったことを問う基礎Bで53.4%であった。中学校第2学年は硝酸カリウムの飽和水溶液を冷やしたときに出る結晶の量の基礎Bの設問で47.6%、第3学年は金属の酸化と還元の基礎Bでは49.7%であった。

この領域の学習では、実験方法を個別化し、個人が違う実験方法を選ぶことが難しい。その理由は、条件を制御した正確な実験が必要なこと、薬品や加熱など危険性の高い実験のため、安全への配慮が必要なことにある。

ここでは、学級に一つの演示実験ではなく班に一つずつの実験を設定し、安全に留意し正確に行っていくことで、児童・生徒の実験への主体性を高めていくことができる。小学校第5学年の「物の溶け方」を例に挙げると、食塩の粒が溶ける様子を観察し、図や絵、言葉で表す活動を行いながら、個別に探究する時間や方法を確保できるようにすることで、個々に多様な観察の視点や表現をもつことができる。そして、見え方や考え方の違いについて意見交換を行うことで、何に注目して実験をするのかを明確にし、解決の方法を個別に考えられるようにする。

〔「実験の技能」に関する設問の考察〕

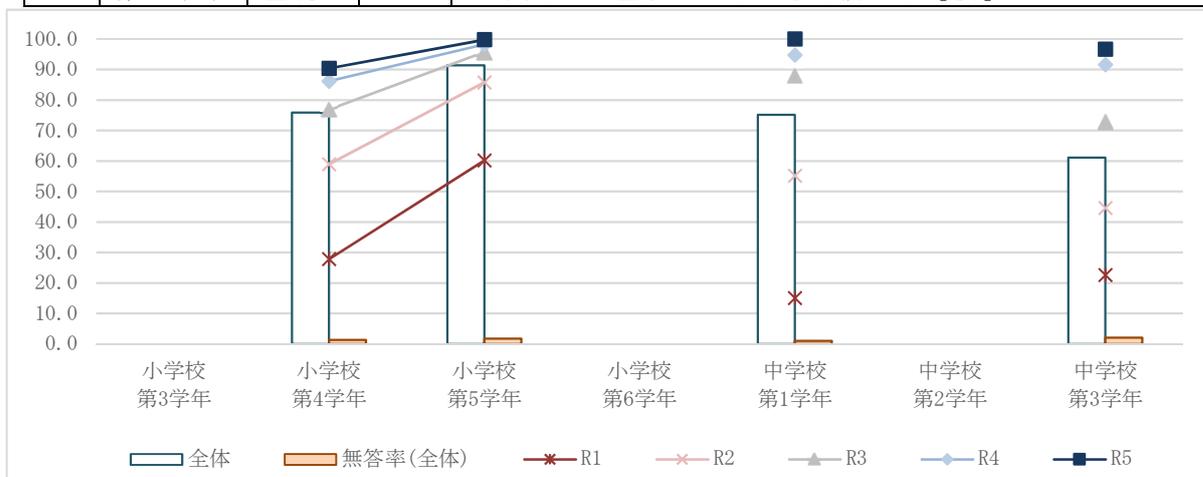
小学校第4学年は、てんびんやはかりの操作方法の基礎Bの設問で85.0%、第5学年は線香のけむり、削り節やインク、示温テープ、ろうの物の温まり方の実験での正しい操作の基礎Bで59.8%、第6学年はメスシリンダーの正しい操作の基礎Bで83.4%、中学校第1学年は気体検知管の読み取りの基礎Bで81.6%となった。中学校第2学年はガスバーナーの正しい使い方の基礎Bの設問で69.6%、第3学年は石灰水、塩化コバルト紙、フェノールフタレイン溶液の変化から分かることの基礎Bで72.2%となった。

「粒子」についての基本的な概念等を柱とした学習では、多くの実験が行われている。そのため、体験の積み重ねによる実験の技能の習得も重要な課題となる。基礎・基本となる実験の技能の習得については、一定の成果がみられる。段階別に見ると、R3～5は各学年とも技能の習得が進んでいる。一方R1・2は昨年との比較ではR2に一定の改善がみられるが、技能の習得についてR3以上との差が大きい。この結果から、R3以上の児童・生徒は技能の確実な習得がなされている一方、R1・2は班の実験等で実験器具の操作に十分に関わることができておらず、したがって技能の習得が不足しているのではないかと考えられる。観察・実験を行う際には、学習形態や役割分担を工夫し、全ての児童・生徒が目的を理解して実験器具を扱い、具体的に操作する機会を十分に確保して技能の習得を目指す必要がある。

ウ 生命

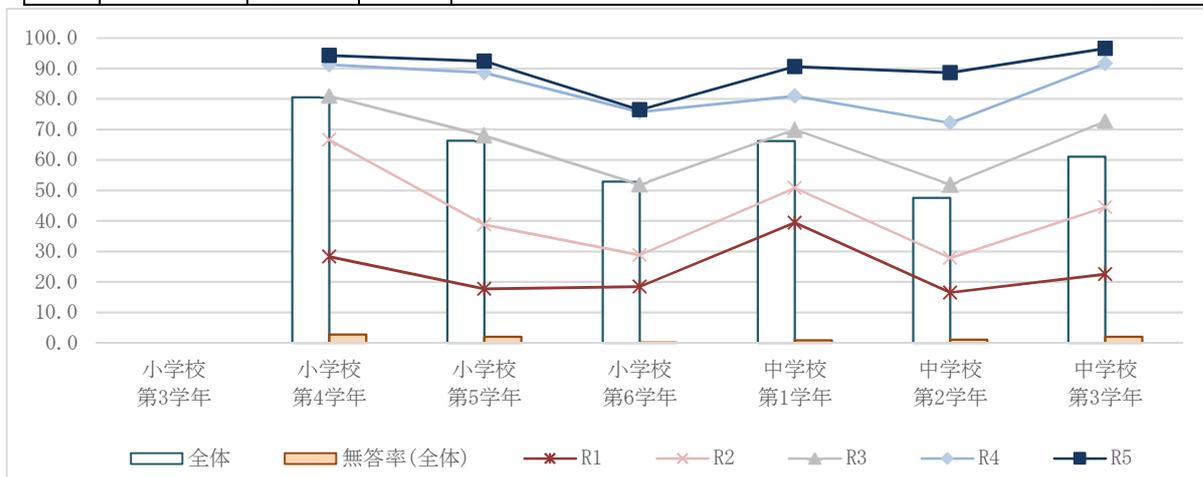
① 「動物の体のつくりとはたらき」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

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	基礎 C	2-1	(1)ア 昆虫の体の特徴【知】
	第5学年	基礎 C	2-1	(1)ア 人の体には骨と筋肉があること【知】
	第6学年			
中学校	第1学年	基礎 B	2-3	(1)ウ だ液のはたらきを調べる【知】
	第2学年			
	第3学年	基礎 B	1-2	(3)イ 唾液のはたらきを調べる【技】



② 「動物・植物の観察・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・内容【観点】
小学校	第3学年			
	第4学年	基礎 C	1-2	(1)ア 虫めがねの使い方【技】
	第5学年	基礎 B	1-1	(2)ア 温度計の使い方【技】
	第6学年	基礎 B	2-1	(1)ウ 顕微鏡の操作方法【技】
中学校	第1学年	基礎 B	1-3	(2)イ 植物の通り道を調べた結果からそのはたらきを考えること【技】
	第2学年	基礎 B	1-2	(1)イ 植物の光合成実験の BTB 溶液の変化【技】
	第3学年	基礎 B	1-2	(3)イ ヨウ素液とベネジクト液で分かること【技】



〔「動物の体のつくりとはたらき」に関する設問の考察〕

小学校第4学年は昆虫（アリ）の体のつくりの基礎Cの設問で全体の通過率は75.9%、第5学年は人の体の骨と筋肉についての基礎Cで91.4%、中学校第1学年はだ液のはたらきの基礎Bで75.1%となった。中学校第3学年はだ液の実験においてヨウ素液とベネジクト液で確かめられることの基礎Bの設問で61.1%であった。

人や動物の体のつくりとはたらきについて呼吸、消化、吸収、血液循環、神経などのしくみを調べる学習では、その特性として体外から得られる情報や摂取可能な証拠をもとに体内の仕組みを推論することが多い。

実践例：だ液（消化液）によるでんぷんから麦芽糖への変化（学習の個別化）

小学校第6学年と中学校第2学年の「体のつくりとはたらき」の消化のはたらきでは、ご飯を液状にした検体にだ液を加えたものと、だ液を加えないものにヨウ素液やベネジクト液を使って色変化を捉え、性質の変化を調べる実験が行われる。この実験では、班に一つの検体を調べることが多い。

この実験では、一人に一つの検体をつくり、自分のだ液の性能を調べる。個別に探究することで、思春期の児童・生徒には心理的に難しいだ液の摂取や実験にも主体的に取り組むことができる。また、青ムラサキ色の検体がだ液の消化液としての力が働いて色変化することを知り、更に学習意欲を増すことができる。

〔「動物・植物の観察・実験」に関する設問の考察〕

小学校第4学年は虫めがねの使い方の基礎Cの設問で全体の通過率は80.6%、第5学年は温度計の使い方の基礎Bで66.3%、第6学年は顕微鏡の操作方法の基礎Bで52.9%、中学校第1学年は染色した茎の観察図から植物の水の通り道を捉える基礎Bで66.3%であった。第2学年は植物の光合成の実験で使用するBTB液の基礎Bの設問で47.5%、第3学年はだ液の実験においてヨウ素液とベネジクト液で確かめられることの基礎Bで61.1%であった。

この領域の特性は、植物・動物の観察活動である。対象物を大きさ、色、形などの視点で正確にスケッチ・記録していく。目視から始まり、ルーペ、双眼実体顕微鏡、生物顕微鏡など機器を正しく使用する技能も学年を追って求められる。

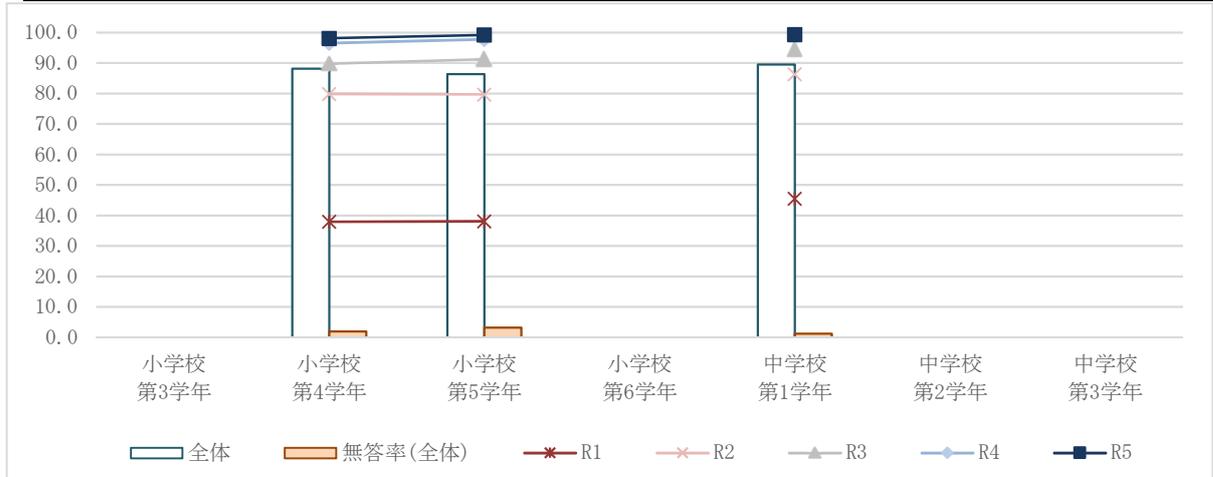
小学校第5学年「植物の実や種子のでき方」の学習では、アサガオの花粉の顕微鏡観察を行っている。まず、アサガオの花粉は全員が観察する。

次に、自分が調べたい花と花粉の観察を設定する。児童は校庭で調べてみたい花を見付け、その花粉を観察し、スケッチ・記録する。クラスで互いに花と花粉を見せ合いながら、個々の児童の見え方の共通点や相違点を明らかにすることで、アサガオのような球体の花粉は多いが、ヘチマやツルレイシなど楕円の形状をした花粉もあることなどに気付くことができる。自然の事物・現象を多面的に考えることで、問題解決を行う際に、複数の観察から得た結果を基に考察するなど、理科の見方・考え方をより豊かなものにすることができる。

エ 地球

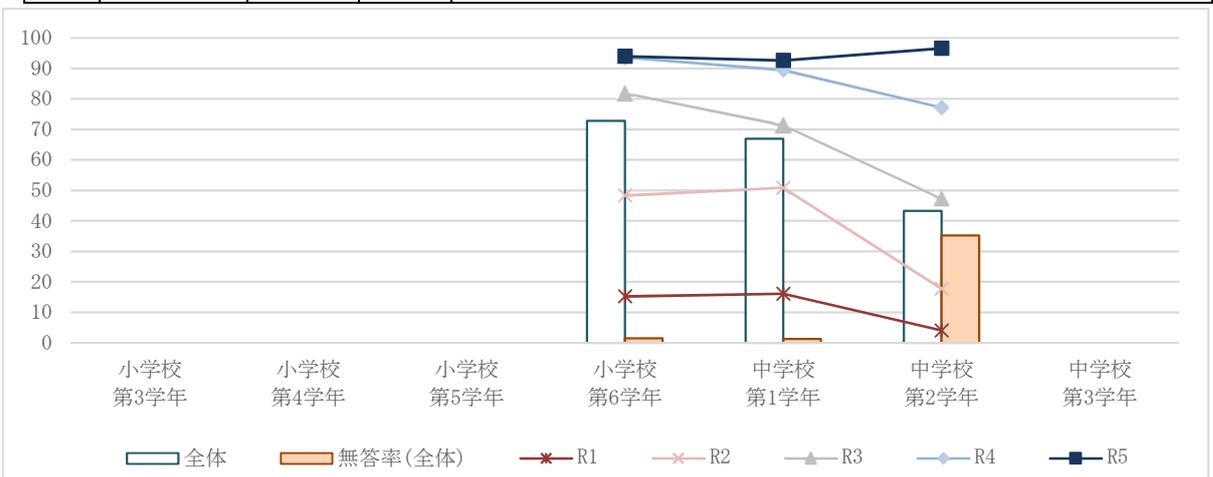
① 「月と太陽」に関する設問の出題趣旨と学力段階別(準)通過率(%)

校種・学年		レベル	番号	出題趣旨・内容【観点】
小学校	第3学年			
	第4学年	基礎 C	3-1	(3)ア かげは人や物が太陽の光をさえぎるとできること【知】
	第5学年	基礎 C	4-2	(4)ア 星には明るさや色の違いがあること【知】
	第6学年			
中学校	第1学年	基礎 C	4-2	(5)ア 月の形は太陽と月の位置によって変わること【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・内容【観点】
小学校	第3学年			
	第4学年			
	第5学年			
	第6学年	基礎 B	4-1	(4)イ 流れる水のはたらきの実験【技】
中学校	第1学年	基礎 C	3-1	(4)イ ボーリング試料から柱状図を作る【技】
	第2学年	基礎 C	3-1	(2)ア 火山の形をつくるマグマのねばりけ【知】
	第3学年			



〔「月と太陽と星と地球」に関する設問の考察〕

地球領域では、月、太陽、星、地球に関わる設問について考察をする。

小学校第4学年は太陽によってできるかげの観察の基礎Cの設問で88.2%。第5学年は星の知識を問う基礎Cで86.4%。中学校第1学年は月の満ち欠けのモデル実験で太陽・月・地球に見立てたものを特定する基礎Cで89.5%である。中学校では天体の学習が第3学年にあるため、調査の対象外となる。

地球領域の天文では、観察の対象が授業中の理科室では直接観察できないことが多い。そのため、観察活動を共有することが難しい。

杉並区では、出前授業の一環として小学校第4学年と第6学年、中学校第3学年で移動式プラネタリウムを行っている。区内全小中学校へ専門の指導者が出向き、体育館にエアドームを設置してその中でプラネタリウムを使った学習を行っている。

第4学年の「星の動き」の授業では、児童が予想を発表し映像で結果を示すことを繰り返し、太陽の動き、月の動き、星の動きを映像で明らかにしていった。児童は、正確な情報を得ることで、実際の星空観察への意欲を高めることができた。

〔「流れる水・地層・火山と地震」に関する設問の考察〕

小学校第6学年は流れる水の働きの実験の条件制御の基礎Bの設問で72.8%、中学校第1学年は地下のボーリング試料から柱状図をつくる基礎Cで67.0%であった。第2学年は火山の形をマグマの粘性などから問う基礎Cの設問で81.1%となった。

小学校第5学年「流れる水の働き」では、侵食・運搬・堆積の働きを調べるために流水実験を行う。この流水実験は学級全体で一つの流水で行うことが多い。

杉並区では、理科室の実験台の上で行うことができる流水実験装置を開発した。その結果、流水実験を班の実験として行うことができるようになった。また、児童が流水実験の条件を変えながら実験を行うことで、自ら関与して学習を進めることができるようになった。

これまで各領域の学習で「学習の個別化」「個別から協同へ」の観点から実践例を報告してきた。理科における学びの構造転換の在り方は、児童・生徒が多様な学習課題を個々に探究するものや、学習課題は学級で共通のものとし、課題に対する実験・観察等の活動を個別化したものなどが想定できる。

これまでに掲載した実践例では、課題に対する実験・観察の方法を個別化した学習の工夫を主に取り上げている。理科においては、観察・実験を主軸とした児童・生徒の思考から学びを展開することで、学びの構造転換を実現することが可能である。そのために、学習者が自己決定する学びに教員は後追いで関わるという視座を展開の基本とする必要がある。自然の事物・事象と出会ったときに、一人一人の・多様な児童・生徒がどのような見方・考え方を働かせてどのような問題を見いだすのか、どのような予想や仮説を確かめようとするのか、すなわち、学習者と学習材の往還的な研究を行うことによって、より質の高い問題解決を求めていく必要がある。

【身近な植物を比較し、植物の育ち方などについて考える 大問1 (3) 基礎B 63.3%】

■ 分析

ヒマワリとホウセンカの育ち様子を記録したグラフを基に比較し、育つ順序の規則性について記号で答える設問である。通過率を段階別に見ると R1 が 30.0%、R2 が 44.9%、R3 が 62.5%、R4 が 75.2%、R5 が 72.3%であった。植物の体のつくりの名称を答える大問1 (1) 基礎Cでの R3~5の通過率93%以上に対し、本問題の通過率は全体的に低い。

■ 考察

誤答類型を見ると、花が咲いた後のア「枯れてしまった」とイ「実ができた」の順序を反対に選択した児童が 24.9%、さらに、花が咲く前にイ「実ができた」、その後ウ「葉がさらに増えた」を選択する児童が 4.7%であった。実際に育て、観察する活動を行いつながらも、栽培・観察活動が長期にわたること、気象などに影響されやすいこと、夏休みの期間があるため成長の様子を確認する機会が取れないことなどから、植物の成長の段階を継続しているものとして捉えられていることも要因として考えられる。

■ 学びの構造転換に向けて

(1) 児童の気付きを基に主体的に活動できるようにする。

一人一人が意欲をもって確実に学習できるように、単元の導入時に自然体験活動の充実を図ることで、児童の自発的な発見や気付きを大切にしながら、観察の視点を明確にもてるようにする。

(2) 観察・記録の仕方を丁寧に指導する。

初めての長期にわたる観察である。時期を逃さずに確実に学習し、積み重ねができるように観察や記録の仕方を丁寧に指導していく。その際には、①観察の視点をもつ。②予想を立ててから観察する。③視覚的に捉えやすいグラフや理科の用語を使って結果を表現し、まとめる。④植物同士の比較や観察と観察の間の様子や変化について考察する、という過程を経ることが望ましい。また、観察・記録の際にデジタルカメラやタブレットパソコン等で撮影するなど、ICTを活用することで成長の様子の比較や考察の手だてともなる。

(3) 協同の学びを取り入れる。

育てる植物を各自で個別に選び、友達と協同しながら観察活動を行うことで、複数の植物の成長過程を比較しながら差異点や共通点を見いだすことができる。また、結果の整理や考察の場面においても協同の学びを取り入れると、複数の記録や考えを共有することができ、植物の育ち方の規則性を見付けやすくなる。

【身の回りに、磁石の性質を利用した物が多くあること 大問6 (2) 活用A 65.5%】

■ 分析

磁石の性質を利用して、分別するごみ箱の絵と「アルミニウム」「鉄」「磁石」の三つのキーワードを使い、アルミニウムと鉄の空き缶を分別するための仕組みについて記述する設問である。磁石に引き付けられる物と引き付けられない物があることを答える大問6(1)基礎BではR1が42.6%、R2が62.6%、R3が89.4%、R4が95.8%、R5が96.9%であり、その設問と比較すると本問題の通過率は全体的に低い。

■ 考察

誤答類型を見ると、アルミニウムと鉄を分ける理由(要素a)のみを書いたものが17.8%、鉄は「い」、アルミニウムは「あ」の分別(要素b)のみを書いたものが10.5%であり、4人に1人は設問に対して半分の回答しか書けていない。また、アルミニウムをアルミに省略しているのが2.4%、無答が9.2%、その他が17.5%であった。児童のつまずきには、以下のような要因があると考えられる。

また、設問文『アルミニウム』『鉄』『じしゃく』のことばをすべて使い(要素a)、どちらの空き缶が入るかも含めて説明しましょう(要素b)」に対し、設問の条件に注意を払わずに回答している。

■ 学びの構造転換に向けて

(1) 体験活動の充実を図る。

アルミニウム缶とスチール缶を分別するために、磁石が鉄を引きつけ、アルミニウムは引きつけないことなど、理科の学習で学んだ性質や原理の活用について考える学習を設定する。

そのために本単元の導入時に、磁石を身の回りの物に近付ける体験活動を設定する。磁石を物に近付けたときの物の様子や特徴に着目することで、身近な事象に問題を見いだして予想を立て、実験の方法も自分で考える力を育成することにつながる。また、一人一人が学習課題を個別に立てることで、児童が主体的に学びながら磁石の性質や規則を発見することができる。

(2) 個別から協同の学びへ。

実験前にペアやグループで考えを共有することで、課題意識を明確にして実験に取り組みることができる。また、問題に対する予想に加え、実験の方法に関する予想も確認したい。その際、実験の予想や結果を個別に検討することで、一人一人の多角的な視点で実験のねらいや見通しをもつことが期待できる。そして、結果を予想してから一人一人が実際に実験し、グループで実験の結果や考察を話し合いながら考えを共有することで、実験方法の検証や再実験の検討などができる。

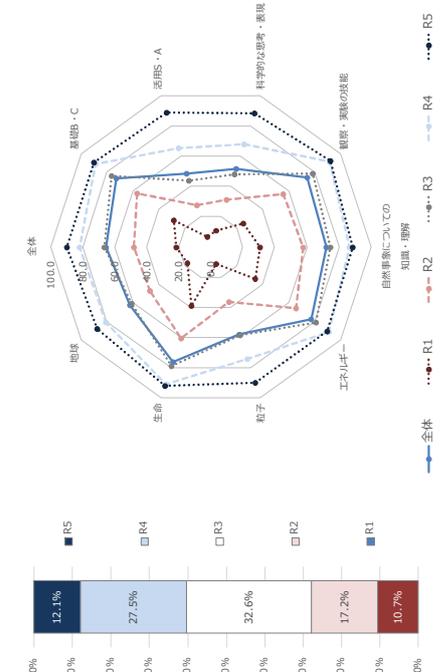
小学校第5学年

説明番号	学習目標の観点					指導内容の領域					単元				
	1	2	3	4	5	A	B	C	D	E	(第1) 運動量 (%)	(第2) 運動量 (%)	(第3) 運動量 (%)	単元	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	7	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	7	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	8	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	8	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															

■学習状況の詳述(学力段階)、段階別の平均正答率(%)

教科書	単元	平均正答率(%)				
		R1	R2	R3	R4	R5
授業・学年	小学校第5学年	65.7	21.8	46.2	66.6	81.8
	小学校第5学年	73.0	28.2	57.1	76.3	88.8
	小学校第5学年	48.5	6.8	27.6	44.0	65.3
対応教科書	大日本図書	51.5	10.7	31.5	47.7	68.0
	教科書出版	74.2	25.1	56.2	78.5	91.5
	教育出版	72.1	30.6	57.7	74.7	86.9
	学研出版	77.5	34.3	63.8	81.4	91.2
	教育出版	57.8	11.0	36.2	58.5	74.4

■学習状況の詳述(学力段階)、段階別の平均正答率(%)



■対集教科、授業・学年、出題範囲、対応教科書

教科書	単元
授業・学年	小学校第5学年
出題範囲	小学校第5学年
対応教科書	大日本図書

学習状況の詳述(学力段階)				
レベル	R1	R2	R3	R4
全体	10.7%	17.2%	32.6%	27.5%
自然科学	12.1%	27.5%	32.6%	17.2%

レベル	S	2	10.0
説明	A	4	36.0
基礎	B	7	35.0
応用	C	7	35.0
発展	D	7	35.0
総合	E	7	35.0
総合	F	7	35.0
総合	G	7	35.0
総合	H	7	35.0
総合	I	7	35.0
総合	J	7	35.0
総合	K	7	35.0
総合	L	7	35.0
総合	M	7	35.0
総合	N	7	35.0
総合	O	7	35.0
総合	P	7	35.0
総合	Q	7	35.0
総合	R	7	35.0
総合	S	7	35.0
総合	T	7	35.0
総合	U	7	35.0
総合	V	7	35.0
総合	W	7	35.0
総合	X	7	35.0
総合	Y	7	35.0
総合	Z	7	35.0

【乾電池の働きと乾電池の数や光の強さを調べ、電気の働きについて考えをもつ

大問5 (2) 基礎C 70.9%】

■ 分析

乾電池、プロペラ付きモーター、スイッチ、簡易検流計をつないだ実際の回路と、記号を使った回路図を組み合わせ、乾電池の数やつなぎ方とモーターの回る速さと関連付けて答えるR5が86.6%であった。大問5 (1) 基礎Cの通過率が90%台であるR3、R4、R5が70～80%台にとどまっている。

■ 考察

誤答類型を見ると、並列つなぎを選択した児童が22.5%にも上る。小問(1)で90%以上の回答率の児童もこの問題では誤答をしている。要因としては、乾電池を2個使用している回路を反対に理解しているのではないかということである。また、「モーターが速く回る」ことのみ注目し、乾電池が2個という理由のみで回答していることが考えられる。

■ 学びの構造転換に向けて

(1) 体験的活動を数多く行う。
本単元では、つなぎ方によって豆電球の光り方やモーターが回る速さに違いがあることを確かめ、「直列つなぎ」「並列つなぎ」の用語についての学習を行う。それらの学習活動を児童一人一人が個別に、実際に確かめることで、単元の初めに自分が立てた学習課題への理解が確かなものになると考えられる。その際、児童が主体的に実験に関われるよう、個別に実験器具を準備し、実験の時間を十分に確保できるようにする。

(2) 実際の回路と記号を使った回路図を関連付ける活動を取り入れる。

一見すると複雑に見える回路も、記号を使った回路図にすると簡潔に表すことができるので、回路作りと回路図を関連付けた活動はつなぎ方を意識するために有効である。友達の間で回路図と自分の作った回路、それぞれの回路図を比較し、つなぎ方について説明する活動を行うことで、その共通性や違いに気付くことができる。そのことで、集団全体の理解も深く、広がりをもつものとなること

(3) ものづくりと関連させて、習熟を図る。

乾電池を使ったおもちゃ作りなど、直列つなぎや並列つなぎを使ったものづくりの活動を設定することで、知識・技能の活用を図り、より探究の学びが深まるものとなる。また、個々に気付いたことを友達と共有（協同）することにより、科学的な見方・考え方を確かなものとする。

【閉じ込めた空気を圧すと、体積は小さくなるが、押し返す力は大きくなること

大問6 (2) 活用S 24.8%】

■ 分析

筒の中に閉じ込めた空気に力を加え、閉じ込めた空気の体積の大きさと、栓を押し戻したときの手応えの大きさの関係性について答える設問である。通過率を段階別に見ると、R1が0.6%、R2が3.7%、R3が15.5%、R4が25.3%、R5が100%であった。閉じ込めた空気と水の性質の違いを答える大問6 (1) 基礎Bでは、R3は88.6%、R4は96.9%の通過率であり、その設問と比較すると本設問の通過率は低かった。

■ 考察

誤答類型を見ると、「空気の体積は小さくなり、手応えは大きくなる」12.0%、「手応えは空気の体積によって変わる」2.0%など、事象は合っているものの関係性の説明になっていないものや、空気の体積や手応えの変化が具体的にではない回答があった。「無回答」「その他」は合わせて63.8%であった。児童のつまずきの要因として、閉じ込めた空気や水と加える力が相互に作用する関係性の視点を捉えられず、言葉での説明も不十分なものとなってしまっていることが考えられる。

■ 学びの構造転換に向けて

(1) 主体的に学習活動に関わられるように教材準備をする。

この実験は、空気も水も同じ実験器具を使って行う場合が多い。そのため、実験器具が異なる時も空気や水の性質は変わらないことが理解できるよう、複数の実験器具が使える環境を整える。

(2) 考察について伝え合う場面を設定する。

考察した内容をペアで伝え合い、その後、全体で互いの意見を交流する。閉じ込めた空気や水と加える力との関係性を明確にするためには、どのように説明することが必要なか、出てきた考察を元に話し合い、考えていくことで具体的に説明する力や関係性に着目した考え方が身に付く。その際、自分の考察を自分の方法でじっくりまとめる個別の学びの充実を図ることで、協同の学びをより多角的なものとすることができる。

(3) 身近な遊びを繰り返し経験させることで、生活の中にある理科を感じる。

単元の中で、ビニール袋や空気鉄砲、水鉄砲などを使って空気や水の性質について考える場面がある。学習のまとめとして、空気と水の性質を踏まえ、再度これらの実験器具を使った経験をしながら、理科的な視点で日常生活について考える機会を設けることで、ボールやタイヤなど、空気の性質を利用した物があることにも見方を広げること、学習内容の理解を更に深めることができる。

【電磁石の強さを変える条件を調べる実験方法 大問5 (2) 活用A 12.2%】

■ 分析

電磁石のコイルの巻き数と電磁石の強さの関係について調べる実験の方法 (図) を選り、選んだ理由を説明する設問である。通過率を段階別に見ると、R1が1.9%、R2が4.2%、R3が4.9%、R4が20.6%、R5が34.2%であった。

■ 考察

誤答類型を見ると、正しい実験方法ウを選ぶことができていたものが17.7%である。そのうち5.6%は説明が無答や誤答で不正解となっている。正しい実験方法でないものを選んでいないものが78.0%であった。正答でない実験方法としては、ア…コイルの巻き数だけでなく、乾電池の数が増えているもの イ…電池の数は同じだが100回巻きにして余った部分を切り取っているもの二つが示されていた。他の条件制御に関する設問では、大問4 (1) 流れる水の働きの通過率が72.8%、大問6 (2) ふりこの通過率が84.8%あるので (二つとも選択肢は文章による記述)、児童は「調べたいこと以外は条件を変えない」という条件制御についてある程度、理解していると考ええる。上記二つの設問の通過率と比較して考察した結果、誤答の原因として以下の2点が考えられる。

- ・イラストで描かれている回路 (電磁石) の違いを見取ることができていない。
- ・余った導線の処理について考えた経験がない。

■ 学びの構造転換に向けて

(1) 実際の実験場面を意識した実験計画を立てる。

何を調べる実験なのかを明確に示し、その後どのような実験が必要になるのか児童が個別に実験計画を立てる経験を積む。また、その際、言葉で条件を整えるだけでなく、図やイラストで表現することを重要視する。言葉で「同じ条件にする」と書くだけでなく、どのような回路になるのかを用具を仮に置いてみながら友達に説明することで、どのような実験になるか確実に捉えさせたい。

(2) 余った導線の処理について意見を交わす。

本区では理科の出前授業の単元となっており、電磁石作成キットが用意されている。100回巻と200回巻の電磁石の磁力の比較をする場合、100回巻のコイルで余ったものは切らないようにあらかじめ教員が指示を出す場合がある。しかし、自然な疑問として「余っているのだから切ってはどうか。」と思う児童も少なからずいると考えられる。実験における条件制御について理解を深めるためにも、指導者が事前に工程のマニュアルを示すだけでなく、なぜコイルを余らせる必要があるのか、実験の方法について根拠を明確にもてるようにする。

【ふりこの一往復する時間に関係する条件 大問6 (1) 基礎C 75.1%】

■ 分析

振り子の一往復する時間に関係する条件を選び答える設問である。通過率は段階別に見ると、R1が36.7%、R2が58.8%、R3が78.2%、R4が91.3%、R5が92.0%であった。基礎Cであるため、特にR1～R3の通過率に課題を残す結果である。

■ 考察

誤答類型を見ると、ふりこの1往復する時間を変える条件が、「ア おもりの重さ」は7.9%、「ウ 振れ幅」と回答している児童が19.3%であった。正答以外を選んだ児童のつまづきには、以下のような要因があると考えられる。

- ・「おもりの重さ」「ふりこの長さ」「ふれはば」と3パターンの実験を続けて行うこと、条件制御についての指導が入ること等から、時間の経過とともに、どの条件が正しかったのか曖昧になってしまい、実験前の予想と混同してしまう。
- ・「ふりこの長さ」を意識してふりこに触れる時間が、他の条件の場合と同等で、「ふりこの長さ」がふりこの1往復する時間を変えるという実感が乏しい。

■ 学びの構造転換に向けて

(1) 1往復の時間を意識したものづくり体験を行う。

「ふりこの長さ」がふりこの1往復する時間を変える条件であることが結論として出た時点で単元を終わりにするのではなく、ふりこの1往復する時間を変える条件を使った「1秒ふりこ作り」「ふりこを利用したおもちゃ作り」等のものづくり体験を単元の最後に入れる。児童はものづくりの過程で、ふりこの1往復する時間を変えるために、何度もふりこの長さを調節することになる。ものづくりを通して「ふりこの長さ」がふりこの1往復する時間に関係していることを意識し、体感する機会を増やす。ものづくりをする際には、どのくらいのテンポで動くかを決めたり (1秒ふりこの場合は1秒など)、おもりの位置を動かして楽しむおもちゃにしたりするなど、児童が自ら個別に問いを立てながら取り組み、学習者主体の活動を意識することが必要である。

(2) 日常の道具との関連付けをする。

グループでメトロノーム、ふりこ時計等、「ふりこの長さ」を利用した道具を紹介し合ったり、仕組みを話し合ったりすることで、「ふりこの長さ」と時間の関係を実感し、「ふりこ→メトロノーム→ふりこの長さによって速さが変わる」等の連想ができるようになり、理解がより深まると考えられる。また、音楽の時間等にも機械式メトロノームを扱うことで、日常的にふりこの長さを利用した道具に触れ合い、ふりこをより身近なものとして捉えることができる。

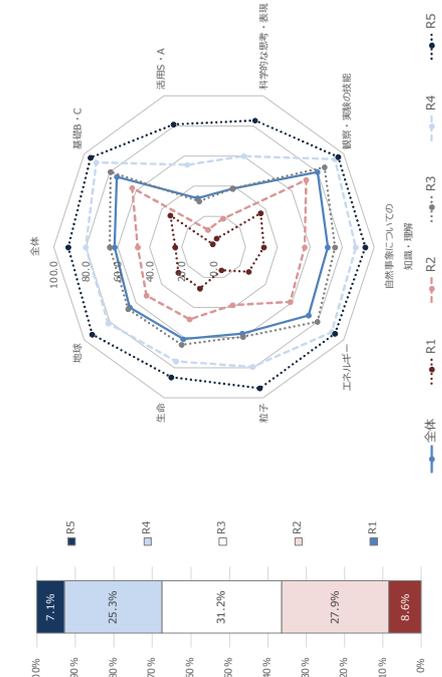
中学校第1学年

説明番号	出題					学習目標の観点					指導内容の領域					配当率 (%)								
	形式	解答形式	設問レベル	1	2	3	4	5	A	B	C	D	E	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
2	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
3	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
4	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
5	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
6	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
7	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
8	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
9	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
10	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
11	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
12	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
13	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
14	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
15	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
16	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
17	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
18	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
19	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
20	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
21	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
22	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
23	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
24	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
25	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
26	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
27	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
28	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
29	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													
30	自由回答	選択	基礎	●					自然科学	生命	地球													

■対象教科、校種・学年、出題範囲、対応教科書

教科書	理科
校種・学年	中学校第1学年
出題範囲	小学校第1学年
対応教科書	大日本図書

■学習状況の評定（学力段階）、出題別の平均正答率 (%)



設問	%	出題/出題別					平均正答率 (%)					
		全体	基礎・C	基礎・A	基礎・B	基礎・D	R1	R2	R3	R4	R5	
20	70.0	62.1	23.8	47.4	65.0	79.8	91.0					
14	70.0	75.0	33.3	62.9	80.0	90.7	95.2					
6	30.0	32.1	11.2	30.2	54.2	81.2						
7	35.0	38.8	5.4	18.5	38.5	60.2	83.5					
6	30.0	80.2	36.3	71.4	85.7	93.4	96.0					
8	40.0	71.2	31.1	56.6	75.7	88.7	94.5					
2	10.0	73.5	26.9	59.2	80.0	91.4	93.7					
6	30.0	57.4	15.6	38.7	79.2	93.4						
7	35.0	61.1	27.4	48.1	64.5	75.5	86.3					
5	25.0	64.8	27.4	52.1	66.2	81.8	93.7					

学習状況の評定 (学力段階)					
R1	R2	R3	R4	R5	
8.6%	27.9%	31.2%	25.3%	7.1%	

レベル	学習状況の評定 (学力段階)					
	S	2	10.0	4	35.0	6
説明	A	4	30.0	4	35.0	6
基礎	B	7	25.0	7	35.0	6
	C	7	35.0	7	35.0	6
出題	基礎	14	70.0	14	70.0	6
	自由回答	6	30.0	6	30.0	6
解答	基礎	14	70.0	14	70.0	6
	解答	6	30.0	6	30.0	6
解答	基礎	6	30.0	6	30.0	6

【ボーリング試料を基に作成された柱状図に関する設問 大問3(1)基礎C 67.0%】

■ 分析

ボーリング試料を基に作成された正しい柱状図を選択する設問である。通過率は、R1が16.1%、R2が50.9%、R3が71.3%、R4が89.5%、R5が92.6%であった。

■ 考察

設問では、四つの柱状図の中から、ボーリング試料データ(試料の表示パターン、深さ、種類)を基に、正しく作成されているものを選択するようになっている。アが正解であり、試料の順序も深さ(図では長さで表示される)もデータ通り正しく表示されている。誤答類型を見ると、イ(順序が上下逆だが、深さは正しい)を選択したのは5.6%、ウ(順序も深さもデータと異なる)は13.9%、エ(順序は正しいが深さが異なる)は12.9%となっている。順序も深さもデータと異なるウを選択している児童は、設問の内容を理解していないと考えられる。また、イやエを選択した児童は、データの意味や表現の仕方を理解していないと考えられる。

■ 学びの構造転換に向けて

(1) 個人で作業をする活動を大切にす。

本単元では、済美教育センターの出前授業として、地層の働き方を調べる実験を行う。その際、事前に地面の下の様子を予想する学習やボーリング試料を基に柱状図を作成する学習をしている。実際に、野外で地層を観察しながら柱状図を作成することは難しいため、ボーリング試料を活用する学習は、実物に触れる大切な機会となる。ボーリング試料が自校にない場合には、センターから提供される柱状図の資料を使用することになっている。柱状図の作成に当たっては、資料をそのまま写すのではなく、ボーリング試料とはどのようなものなのかを理解し、自分で地質名や深度の読み取り、空間的な見方を働かせて柱状図作成に取り組みることができるようにさせたい。そして個人で柱状図を作成した後、全体で確認していく。そのことにより、データの見方について正しく理解し、地層を空間的に広がりがあるものとして捉えられるようになる。

(2) 実物に触れる機会を多くする。

できる限り児童が実物に触れる機会を増やしたい。そのためには、試料を小分けしてグループごとに観察させたり、試料のデータを印刷して一人一人に配布したりすることが有効である。ボーリング試料に直に触れることができない場合も、代替のもので、礫、砂、泥の標本に触れさせ、その粒の大きさを実感させるようにする。間近で観察することで、土地をつくる構成物についてのイメージがもちやすくなり、柱状図や地層の広がりについての理解も深まる。

【塩酸に溶けたアルミニウムの粉の変化に関わる設問 大問7(3)基礎C 49.3%】

■ 分析

複数の実験結果より、五つの水溶液及び水を推論して特定する設問である。通過率は、R1が1.7%、R2が19.4%、R3が54.0%、R4が84.8%、R5が96.0%であった。

■ 考察

本設問は、無答率が全体で15.2%と全設問の中で最も高い。R1の58.3%、R2の26.5%が無答であり、これは、内容の理解度の低さに加え、記述形式となっていることが影響していると考えられる。

まずは、無答、誤答ともにそれぞれの水溶液の性質や働きに対する理解が足りないことが要因として挙げられる。水溶液について理解できていても、設問の図の構造を正しくとらえられていないことや、図に沿って知識を当てはめることが難しいと考えられる。日頃の学習を通して、主体的に問題解決しようとする態度が不十分であり、これらの実験を通して何を明らかにするのかということを論理的に考えることができていると考えられる。

■ 学びの構造転換に向けて

(1) 個人で考えることを大切に、少人数や全体の話し合いにつなげる。

水溶液を調べる実験方法を考える過程において、個人で考える時間を十分に確保することが必要である。本単元で一人一人実験を実施することは、安全面等から考えると難しい。しかし、実験方法を一部の考えに任せられるのではなく、個人で考える過程を大切にすることで、一人一人が問題解決のプロセスをより意識することができ、論理的に考える力が育まれていくと考えられる。その上で、個人で考えた実験方法を基に、グループにおいて実証性、再現性、客観性の視点で、実験に向けて話し合えるようにしたい。

(2) 自分の考えを言語化する。

水溶液の性質について調べた後、結果、考察、結論を自らの力で言語化し、論述する活動を増やしていくことも必要であると考ええる。言語化することで、それが妥当なものか捉え直すことができ、深い理解につながる。

(3) 活用場面を工夫する。

単元の終盤に、本設問のように実験方法を考え、水溶液を見分ける活動を取り入れることも有効である。学んだことを生かして問題解決を自ら行うことで、科学的・論理的に考える力が育まれていく。また、グループで友達と話し合いながら計画を立て、実験を行うことで、他者と関わりながら学ぶことの意義を感じることができる。

【硝酸カリウム水溶液の析出の設問 大問8 (1) 基礎B 47.9%】

■ 分析

水溶液から溶質を取り出すことについて、溶解度曲線と関連付けて考える設問であり、60℃と20℃の溶解度がグラフに明記されているのでその差分を求めればよい。通過率は段階別に見ると、R1が12.8%、R2が20.4%、R3が50.6%、R4が84.0%、R5が83.5%であった。

■ 考察

無答率5.2% 誤答率45.7%から考えられることは、小学校で学習した「温度が変わると溶ける量が変わる」という高温と低温での比較が、連続した曲線のグラフとして表されていることに戸惑うとともに、溶液の温度を変化させた際の、飽和点前後における溶液のイメージがつかめず、溶解度曲線への関連付けができていない生徒が多いくると考えられる。

水溶液の性質は、目に見える現象の原因を目で見ることができない粒子と関連付けて理解させる教材であり、粒子の概念を身に付ける第一歩である。溶解度曲線を理解し、そのグラフから水に溶けることのできる溶質の質量を求めることなど、グラフなどの資料を読み取る力を養う必要がある。

■ 学びの構造転換に向けて

この単元は第2学年の原子・分子や第3学年のイオンといった学習につながる粒子概念を獲得する初めの単元である。また、溶解度曲線のグラフについては、第2学年の飽和水蒸気量のグラフの見方にもつながっていく。このような系統的なつながりを踏まえ、目に見えない現象をモデルやグラフ、質量パーセント濃度のような科学的な概念を使って表現できるようにすることを意図して学習活動を展開していく。

一般的な学習の展開では、溶液の温度を変化させた際の飽和点前後における溶液のイメージがつかめず、理解ができない場合が多い。そこで、様々な濃度の硝酸カリウム水溶液をつくり(個別)、これらの水溶液の温度を下げていったときに析出し始める温度を測定し、これらのデータを溶解度曲線に重ねるとほぼ重なることを生徒が深究的に見いだしていくとともに(探究)、析出の様子の観察結果から考えられる溶液の様子を粒子のモデルを使って発表し、全体で共有することで(協同)、析出に対する理解を深めるようにする。

教科書では、析出量を求める際に棒グラフを溶解度曲線に重ねて示している。しかしながら、飽和点よりも低い温度領域での棒グラフしか描かれていない。飽和点よりも高い温度領域から描かせることも、溶解度への多角的な理解ということから大切である。

【植物と光合成に関わる設問 大問1 (2) 基礎C 47.6%】

■ 分析

②は呼吸気を水溶液に吹き込むことで水溶液に溶けた気体は何か、また、BTB溶液の色の変化から水溶液の性質はどのように変化したかを考え、記号を選ぶ設問、③は暗所で石灰水の色の変化から植物がどのようになたらきを行ったのかを答える設問である。通過率は②がR1:16.5%、R2:27.9%、R3:51.9%、R4:72.2%、R5:88.6%に対し、③がR1:19.6%、R2:52.9%、R3:80.6%、R4:90.6%、R5:97.7%であった。

■ 考察

本設問では、植物が光合成や呼吸をする際の気体の出入りを調べる実験方法、及びその考察について確認している。設問②の誤答類型を見ると呼吸が溶けた水溶液の性質が「酸性」と選択した生徒が55.7%に対し、「アルカリ性」と選択した生徒は42.4%と多く、BTB溶液の色の変化と水溶液の性質の関係を理解していないことが考えられる。

また、設問③の石灰水の色の変化から「呼吸を行う」「二酸化炭素をだす」に準ずる解答をした生徒は71.4%と多く、石灰水の色の変化から二酸化炭素の発生を確かめることについては正しく理解している様子が伺える。

以上のことから

- ・BTB溶液を使って水溶液の性質を調べる実験に慣れていないこと。
 - ・酸性やアルカリ性の原因となる溶質を理解していないこと。
- などが原因であると考えられる。

■ 学びの構造転換に向けて

植物を入れた試験管にBTB溶液を加え、明るい場所、暗い場所での色の変化や呼吸を入れることによるBTB溶液の色の変化を確認し、原因となる物質について予想を行う。酸素が原因と考える生徒も出てくると予想できるが、自分たちで確認の仕方を考える(個別)。また、BTB溶液の色の変化の原因となった物質が何かを調べるにはどうすればよいかを個々で考え、それぞれの計画した実験方法から原因となる物質を特定する(探求)。さらに、各自の実験結果をふまえ、原因となる物質(気体)が特定された上で、植物のどのようななたらきによって気体が発生したのかを全体で考察していく。また、色の変化が3段階あることから、BTB溶液の色変化による水溶液の性質が何かを確認していく(協同)。そのことで、BTB溶液の色変化による水溶液の酸性、中性、アルカリ性の性質の変化と、性質の変化をつくり出し出した事象を主体的に調べることができる。

【動物の血液の循環の設問 大問1 (3) 基礎C 43.0%】

■ 分析

ヒトの循環器系について、肺循環・体循環の図から、酸素を多く含む血液（動脈血）と二酸化炭素を多く含む血液（静脈血）の流れる血管を答える、自然事象についての知識・理解についての設問である。通過率は段階別に見ると、R1が13.9%、R2が26.6%、R3が48.9%、R4が75.3%、R5が76.2%であった。

■ 考察

誤答類型を見ると、無答は1.5%であるが、その他の誤答が51.3%と多い。その他の誤答では、すべて答えられたいないものや逆に答えているものは少数で、名称としての動脈・静脈で分けた答になっているものが圧倒的に多く、基本的な用語に関する知識・理解が不足していると考えられる。

■ 学びの構造転換に向けて

(1) 協同の学びの活性化

ヒトの循環器に関する学習は、授業で実際の臓器を扱うことは難しいため、図などを用いたものになることが多いが、血液が血管を流れる向きと酸素や二酸化炭素の含有量の学習がきちんと分離されていない可能性が高い。全身の血液循環を塗り分ける活動を行ったり（一般的に動脈血を赤色、静脈血を青色にすることが多い）、血管の名称と流れている血液の嚙嚙に気付いたりするような学習を行うことで、つまずきは少なくとも考えられる。その際、ICTの活用や試行錯誤できるプリントの活用、それぞれの項目ごとの学習をグループにもち帰って説明するセッション学習など、協同の学びを活性化することも考えられる。

(2) 体験的な活動によるイメージ化

生徒の日常生活の中で、赤色・青色からそれぞれ動脈血・静脈血をイメージすることは少ないと考えられる。また、手の甲に浮かぶ青い血管が静脈であるという認識をもっていることは少ない。生徒にイメージをもたせる手だてとして、まぶたを閉じて灯りを透かしてみて血液の赤色を実感させ、手の甲や上腕などを流れる血液の色を確認するなど、体験的な活動によって動脈血・静脈血をイメージできるように指導の工夫を行うことが有効である。

(3) 学びの個別化

灯油ポンプを使った心臓の血液循環モデルを作り、ワトロリの心臓を用いて血液の流れを観察することにより、学びの個別化を進めることも考えられる。またモデルであるため、循環する血液に色分けがなされるわけではなく、最終的にはモデル図等で確認を行っていくことが大切であると考える。

【化学変化による発熱についての設問 大問7 (3) 活用A 72.4%】

■ 分析

化学かいろを使用する時に密閉性の高い外袋を開けて取り出して、内袋ごと振ると暖かくなる仕組を「鉄粉」「空気」「酸化」という言葉を使って説明する科学的な思考・表現についての設問である。通過率はR1が26.8%、R2が67.3%、R3が86.4%、R4が96.7%、R5が97.0%であった。無答率は20.2%であった。

■ 考察

本設問の誤答類型を見ると、無答率17.6%、その他が7.1%であった。解答欄に記述をした場合かなり多くの生徒が正答できていることになる。正答率が高かったのは、鉄粉と活性炭と食塩水を空気で混ぜながら温度を測定する生徒実験を行っている成果と考えられる。正答できなかった生徒は記述に苦手意識をもっているため、無答にしたと考えられる。

■ 学びの構造転換に向けて

(1) 実験を軸にした学びの展開

鉄粉と活性炭と食塩水を空気でかき混ぜ温度を測定する実験では、時間がたつにつれて温度が上昇し、混ぜ方や食塩水の追加の仕方によって温度が70℃～90℃になり、はやく温度を上げようと生徒が楽しみながら実験することができると。この実験を班で行った後で、園芸用のバークキュライトを活性炭の代わりに使い、鉄粉と食塩水を混ぜて個人でチャック付きのビニール小袋に入れて次の日まで保存することにより、袋を閉じておくと発熱が続かないが袋を開けて空気を入れると再び発熱する事を体感することができると。このように実験を通して学習することで、科学変化による発熱の原理を確実に理解することができると。また、全員が自分だけのかいろを実際に作る学習を通して、理科の学習で学んだ性質や原理が生活にどのように活用されているかを考える学習の機会となる。

(2) 考察を自分の言葉で発表する。

化学変化が起こると、発熱や吸熱するなど温度が変化することを実験で体感することで、学習課題を自ら立て、探究できるようにする。個別の学びにおいて課題を追究した後、結果や考察を班で発表し、レポートにまとめるように協同の学びの充実を図る。記述に苦手意識をもっていた生徒も、個別に探究する過程を十分に確保することで、意見交換や議論を深める主体的・対話的で深い学びを充実化させることができる。さらに、個別に実験の計画を考え、鉄粉が酸化する際の化学反応式や分子モデルも考察に書くことにより、発熱的学習に取り組みたい生徒の知的好奇心も喚起することができる。

4 総括：理科教育における学びの構造転換に向けて

理科の調査結果では、中学校第3学年のR3以上の割合を見ると、昨年度比で改善がみられる。他方、学年進行に伴う教科全体の正答率の低下とともに、R1・2の増加＝R3以上の減少傾向を課題として残す。義務教育の終了までに全ての生徒をR3以上にする目標からしても、学びを支える考え方や具体的な方法を抜本的に見直す必要がある。

こうした考えの下、本論では、「授業改善」という言葉に潜んだ教員主体の視点を転換し、児童・生徒を真に主体とする学びの在り方を提案した。また、各学年の考察では、「学びの個別化」「個別から協同へ」の観点から、自ら学習課題を立てて科学的に探究していく実践例を取り上げた。加えて本稿では、実験・観察の前提となる課題設定を重点にこれからの学びの在り方を提案したい。

平成29年告示の小・中学校学習指導要領では、課題の把握（発見）、探究（追究）、解決という一連の過程を通じた学習活動を行い、各々の過程で必要となる資質・能力を育むことができるよう、探究の過程全体を主体的に遂行することが示されている。そこで本調査においても、知識・技能を活用して科学的に探究する設問を出題したものの、依然として学力段階間の差が大きい傾向にある。活用の設問に課題がみられる要因として、知識・技能を別の文脈や未知の状況で活用するための学習が不十分な現状が考えられる。

このような課題を踏まえ、科学的な探究の在り方として、問題解決の場面を現実的近付け、体験的な学習とすることはもとより、自己決定・自己選択の機会を最大化することで、探究過程の全てを問題解決への内発的な主体性で貫く学びへの構造転換が求められる。

例として、中学校第2学年の「化学変化と熱の出入り」を取り上げる。生徒たちは既に、鉄が酸素と化合すること（酸化）によって熱が発生すること、さらに、酸化のうち、光や熱を出しながら激しく進むものを「燃焼」と呼ぶことを学習している。単元の導入では、「燃焼以外で酸化によって熱を発する物」という条件の下、一人一人が該当する物を予測して探す。典型的には教科書に記載のある化学カイロや加熱式弁当が考えられるが、発砲入浴剤などその範囲を超える様々な商品を挙げる事が予想できる。そして、化学変化を再現する実験を個別又は協同で行うことにより、鉄と塩と水（化学カイロ）、酸化カルシウムと水（加熱式弁当）、炭酸水素ナトリウムとコハク酸（発砲入浴剤）など様々な成分による複数の実験過程が生まれ、同じ化学変化の現象であっても、成分の化合によって多様な化学変化があることを多角的・多面的に分析することができる。すると当然一人一人の考察にも多様性が生まれ、共通点を確認して実験の客観性を確認するだけでなく、相違点にも着目することで原理の理解がより確かになる。例えば、酸化カルシウムと水について考察した場合は、発熱反応は微弱であり、二酸化炭素を発生させることが発砲入浴剤の目的であることを発見することができる。この例をはじめとした複線の探究過程をもち寄ることで、日常生活における発熱反応の現象の捉え方も大きく広がるだろう。

このように、理科の見方・考え方を働かせながら、学習者の自己決定・自己選択を最大化することで多様な探究過程が生まれ、自分にはなかった未知の考え方に出会うことができる。協同の学びも、必要感や仲間との組合せの必然を伴う内発的なものとなる。それは同時に、科学の発明・発見の過程を追体験することでもある。児童・生徒が真の主体となる学びの構造転換は、このように多様な学習者の視点に立った探究の学びが出発点となる。