

全国学力・学習状況調査と島根県学力調査の比較分析 — 小学校理科における調査問題に焦点を当てて —

有藤 裕衣*・栢野 彰秀**

Yui ARITO ・ Akihide KAYANO

A Comparative Study of "National Assessment of Academic Ability and Study"
and "Academic Ability Survey of Shimane Prefecture"
- Focus on Survey Problems of Elementary School Science -

要 旨

全国学力・学習状況調査における教科「理科」の「活用」問題と島根県学力調査（理科）の問題を実際に解いて、その特徴について検討を加えた。その結果、次の諸点が明らかになった。

第一に、全国調査で「活用」に分類される問では、日常生活や学校生活等が設定された状況で、問を解くために必要な知識等を適用、分析、構想、改善の4つの視点で活用する力が問われている。

第二に、県調査では「基礎」に分類されるが全国調査の枠組みから解釈すると『活用』に分類される問では、教科書に記載されている観察・実験等が設定された状況で、理科授業で獲得した知識等を適用、分析、構想、改善の4つの視点で活用する力が問われている。

【キーワード：全国学力・学習状況調査，島根県学力調査，小学校理科】

I. はじめに

1. 全国学力・学習状況調査

(1) 概要^{1, 2)}

全国学力・学習状況調査（以下、全国調査と略）は、文部科学省が「義務教育の機会均等とその水準の維持向上の観点から、全国的な児童生徒の学力や学習状況を把握・分析し、教育施策の成果と課題を検証し、その改善を図るとともに、そのような取組を通じて、教育に関する継続的な検証改善サイクルを確立することと、また、学校における児童生徒への教育指導の充実や学習状況の改善等に役立てること。」を目的として、2007年から実施されている調査である。小学校では第6学年が対象とされ、「国語」と「算数」の調査が毎年実施されている。2012年からは3年ごとではあるが、「理科」の調査も追加された。調査内容は、「国語」, 「算数」, 「理科」の教科に関する学力調査と生活習慣や学習環境などの学習状況に関する質問紙調査である。

(2) 調査問題の枠組みと基本理念

教科に関する調査問題は、主として「知識」に関する問題と、主として「活用」に関する問題の2つの枠組みで構成されている。それぞれの問題作成における基本理念は次のように説明されている³⁾。

主として「知識」に関する問題(以下『知識』と表記する)

は、「身に付けておかなければ後の学年等の学習内容に影響を及ぼす内容や、実生活において不可欠であり常に活用できるようになっていることが望ましい知識・技能など」が問われる。

主として活用に関する問題(以下『活用』と表記する)は、「知識・技能等を実生活の様々な場面に活用する力や、様々な課題解決のための構想を立て実践し評価・改善する力などにかかわる内容など」が問われる。

(3) 小学校理科の調査問題のつくり⁴⁾

小学校理科の問題作成にあたっては、次の3点が基本方針とされた。第一に、『知識』と『活用』の問題作成の基本理念。第二に、学校教育法第30条第2項に示された学力の3つの要素。第三に、小学校学習指導要領における教科「理科」の目標。である。そして、『知識』では理科に関する「基礎的・基本的な知識・技能」を、『活用』では理科に関する「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」が調査される。

観点別学習状況(理科)の評価の4観点との関連を図るため、『知識』では「自然事象についての知識・理解」及び「観察・実験の技能」に関する問題、『活用』では「科学的な思考・表現」に関する問題が出題される。なお、「自然事象への関心・意欲・態度」は質問紙調査によって測定される。

これらを踏まえ、『知識』には「知識」と「技能」、『活

* 出雲市立四絡小学校

** 島根大学教育学部自然環境教育講座

用』には「適用」、「分析」、「構想」、「改善」という視点がそれぞれ位置づけられた。表1には、全国調査の枠組みとそれを構成する視点と説明、枠組み及び視点に対応する評価の4観点を示されている⁵⁾。

(4) 2012, 2015年調査問題⁶⁾

全国調査問題を見ると、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」領域それぞれで大問が作成されている。すなわち4つの大問で構成されている。大問はいくつかの問に分けられている⁷⁾。それらの問に対し、『知識』の視点である「知識」、「技能」、「活用』の視点である「適用」、「分析」、「構想」、「改善」のうち、どの視点が評価されるかが示されている。これらについて、2012年及び2015年の問題の内訳は表2の通りである。

表2より全国調査では、一つの大問の中の間に『知識』と『活用』を枠組みの問題が出題されていることが分かる。2012年問題では19問中6問が『知識』、13問が『活用』の枠組みの問題である。同様に、2012年問題では『知識』の枠組みのうち4問が「知識」、2問が「技能」の視点であり、2015年問題では4問が「知識」、5問が「技能」の視点である。2012年問題では『活用』の枠組みのうち4問が「適用」、6問が「分析」、1問が「構想」、2問「改善」の視点であり、2015年問題では3問が「適用」、6問が「分析」、2問が「構想」、2問「改善」の視点である。

表2 各問ごとに定められた視点

大問	問	2012		2015	
		『知識』	『活用』	『知識』	『活用』
1	(1)	知識			構想
	(2)		適用		適用
	(3)		改善		分析
	(4)		適用		適用
	(5)	—			改善
2	(1)	技能		知識	
	(2)		適用		分析
	(3)		分析	技能	
	(4)	知識		技能	
	(5)		改善		適用
3	(1)	知識		知識	
	(2)		分析		構想
	(3)		分析		改善
	(4)		構想	技能	
	(5)		適用	技能	
	(6)	—			分析
4	(1)	技能			分析
	(2)	知識		知識	
	(3)		分析	技能	
	(4)		分析		分析
	(5)		分析	知識	
	(6)	—			分析

(5) PISA調査及び科学的リテラシーとの関連

PISA調査 (Programme for Student Assessment) とは、実生活における課題を解決するために知識や技能を用いる能力 (リテラシー) が、義務教育終了段階 (15歳)

表1 全国調査の枠組みとそれを構成する視点と説明、枠組み及び視点に対応する評価の4観点

枠組み	視点	説明	評価の4観点
『知識』	知識	「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの科学の基本的な見方や概念を理解しているかどうかを問う。ここでは、自らの問題意識に支えられ、見通しをもって行う観察、実験を中心とした問題解決に取り組むことにより得られた理解について、知識・技能として確実に習得しているかどうかをみる。	自然事象についての知識・理解
	技能		観察・実験の技能
『活用』	適用	理科で学んだ自然の事物・現象の性質や働き、規則性などに関する知識・技能を、実際の自然や日常生活などに当てはめて用いることができるかどうかを問う。ここでは、提示された自然の事物・現象を的確に理解し、それを自分の知識や経験と結び付けて解釈しているかどうかをみる。	科学的な思考・表現
	分析	自然の事物・現象に関する様々な情報及び観察、実験の結果などについて、その要因や根拠を考察し、説明することができるかどうかを問う。ここでは、提示された自然の事物・現象について視点をもって捉え、その視点に応じて対象から情報を取り出し、原因と結果などの関係で考察しているかどうかをみる。	
	構想	身に付けた知識・技能を用いて、他の場面や他の文脈において、問題点を把握し、解決の方法を構想したり、問題の解決を想定したりすることができるかどうかを問う。ここでは、提示された自然の事物・現象について問題を明確にもち、変化したり制御したりすべき変数は何か、どうすれば適切なデータが得られるかなど、解決に向けた方略を持っているかどうかをみる。	
	改善	身に付けた知識・技能を用いて、自分の考えを証拠や理由に立脚しながら主張したり、他者の考えを認識し、多様な観点からその妥当性や信頼性を吟味したりすることなどにより、批判的に捉え、自分の考えを改善できるかどうかを問う。ここでは、自分の考えと他者の考えの違いを捉え、異なる視点から自分の考えを見直したり振り返ったりすることにより、多面的に考察し、より妥当な考えをつくりだしているかどうかをみる。	
質問紙調査によって問われる。			自然事象への関心・意欲・態度

の生徒にどの程度備わっているかをみる「生徒の学習到達度調査」である。経済協力開発機構（OECD）が2000年から3年ごとに実施している。読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシーの3つの分野が調査対象となっている。2009年調査では、OECD加盟30カ国を含む65カ国・地域が参加し、世界経済の約90%を占める国・地域が参加した。PISA調査ではリテラシーの評価が重要視される。学校での学習により習得したある特定の知識が、成人後の生活において応用できなければならないという理由からである^{8, 9)}。すなわち、理科授業などで獲得した諸知識を実生活の場面で活用できる人が、科学的リテラシーを持った人の姿といえる。

2012年から全国学力・学習状況調査に教科「理科」が追加されたのは、「PISA調査の科学的リテラシーと関係が深い。」と説明されている¹⁰⁾。PISA調査の理念や目的、内容、方法が全国学力・学習状況調査の中でもとりわけ『活用』問題に影響を与えているといえる。

2. 鳥根県学力調査

(1) 概要^{11, 12)}

鳥根県学力調査（以下、県調査と略）は、鳥根県教育委員会が「学習指導要領における各教科の目標や内容に照らした学習の実現状況、及び学習や生活に関する意識や実態を客観的に把握することを通して、鳥根県の市町村立小・中学校における学習指導上の課題やその改善状況を明らかにし、今後の教育施策の充実と学校における指導の一層の改善に資する」ことを目的として、2006年から実施されている調査である。小学校第3学年以上が「国語」と「算数」の調査対象とされ、第5学年以上で「社会」と「理科」が追加され、基本的に毎年実施されている。調査内容は、「国語」、「算数」、「社会」、「理科」の教科に関する学力調査と生活習慣に関するアンケート調査である。

(2) 小学校理科の調査問題のつくり¹²⁾

全国調査は一般に公表された冊子に、問題作成の基本理念や目的、問題内容などに関する記載がある。だが、県調査にはそのような記載のある冊子は見られない。県調査問題の構成を2014年の小学校第5, 6学年の問題を例にしてまとめると、次のようになる。

- ①問題の内容（例：天気の変化、植物の発芽と成長）ごとに大問が作られている。
- ②第5学年の大問は12、第6学年の大問は11となっている。大問はいくつかの間で構成されている。

(3) 結果分析でとり入れられた視点^{11, 12, 13)}

2014年においては、集計結果を分析的にとらえるため調査問題が「総合」、「観点」、「領域」の3つの視点でまとめられている。「総合」については、「基礎」と「活用」の2つに分類されている。このうち、「活用」は2つの活用観点である「思考」、「表現」で分類されている。「思考」は思考力・判断力、「表現」は表現力の意味であると説

明されている。全国調査では、『活用』と『知識』の問題作成における基本理念や、それらに位置づけられた主な視点がどのようなこと問うかなどの説明が記載されていたが、県調査の「基礎」と「活用」にそのような詳細な記載は見られなかった。

「観点」とは、観点別学習状況（理科）の評価の4観点のことである。各大問に、4つの評価の観点のうち一つが主たる観点として示されており、問題によっては、さらに従たる観点が1つか2つ示されている。

「領域」とは、小学校理科の4つの概念を第1分野、第2分野にまとめた「物質・エネルギー」と「生命・地球」のことである。すなわち、ある学年の小学校理科におけるある概念のある学習内容を題材として問題が作成され、結果分析の際に「基礎」と「活用」に分類されているということになる。

表3には、2014年県調査の大問及び問ごとの「基礎」及び「活用」の分類、「活用」については、「思考」、「表現」の区分が示されている。

表3より、一つの大問中の間に「基礎」と「活用」の視点で結果分析される問題が出題されていることが分かる。第5学年問題では33問中24問が「基礎」、9問が「活用」、第6学年問題では32問中24問が「基礎」、8問が「活用」の視点の問題である。

3. 筆者らの有する問題意識

前述したように全国調査はPISAと関係が深く、「知識」に関連する調査だけでなく「知識」をどう「活用」するかという視点からの調査も行われている。一方、県調査は全国調査が悉皆調査で行われた年（2007～2009, 2014年）は、重複する教科である小学校第6学年の「国語」と「算数」、中学校第3学年の「国語」と「数学」は未実施となっている。全国調査と県調査では、調査対象学年・教科の範囲が異なり、その調査の趣旨が異なる部分が少なからずあるという前提を筆者らが持ちながら、県調査2014年問題においては、「国語」も「算数・数学」も「理科」も「基礎」と「活用」という結果分析の枠組みになっている。なぜ、全国調査と同じ『知識』と『活用』という枠組みではないのか。この点が筆者らがこの研究に取り組んだ第一の問題意識である。

全国調査、県調査とも今後も継続的に行われる可能性が高い。全国調査と県調査の問題とそれらの分析結果をどのように常日頃の理科授業に反映させ、理科授業の改善を図るか、この点の直接的な示唆を得たいと考えたのが筆者らがこの研究に取り組んだ第二の問題意識である。

4. 研究の目的と方法

これまでに述べたことから、全国学力・学習状況調査及び鳥根県学力調査における小学校の教科「理科」の調査問題について、『知識』及び『活用』の観点からその特徴を明らかにすることを目的とした。

上述した目的を達成するために、次のような研究方法

表3 2014年県調査における大問及び問ごとの「基礎」または「活用」の分類、「活用」については「思考」または「表現」の区分

第5学年				第6学年			
大問番号	問番号	総合		大問番号	問番号	総合	
		基礎	活用			基礎	活用
1	(1)	○		1	(1)	○	
	(2)	○			(2)	○	
	(3)	○			(3)①	○	
2	(1)	○		(3)②		表現	
	(2)		思考	(1)①	○		
3	(1)	○		(1)②	○		
	(2)	○		(2)		思考	
4	(1)		表現	(1)		表現	
	(2)		思考	(2)	○		
5	(1)①	○		4	(1)	○	
	(1)②	○			(2)	○	
	(2)①	○			(3)	○	
	(2)②	○		5	(1)	○	
	(3)	○			(2)	○	
6	(1)	○		6	(1)	○	
	(2)	○			(2)	○	
7	(1)	○			(3)	○	
	(2)		思考	7	(1)①	○	
8	(1)	○			(1)②	○	
	(2)		思考	(2)	○		
	(3)		思考	8	(1)	○	
9	(1)①	○			(2)	○	
	(1)②	○			(3)		思考
	(2)①	○		9	(1)	○	
	(2)②	○			(2)	○	
10	(1)	○		(3)	○		
	(2)		思考	10	(1)①	○	
11	(1)	○			(1)②	○	
	(2)	○			(2)		思考
12	(1)	○		11	(1)		思考
	(2)	○			(2)		思考
	(3)		思考	(3)		思考	
	(4)		表現				思考

を採用した。

第一に、2012年及び2015年に実施された全国調査における小学校「理科」の問題とそれに関連する解説資料、報告書を基本的文献として収集した^{1, 2, 5, 14)}。

第二に、2014年に実施された県調査における小学校理科第5及び6学年の問題とそれらの結果概要を基本的文献として収集した^{12, 15)}。

第三に、解説資料と報告書及び結果概要はそれらに記載された文章記述から可能な限りその意味内容を把握した。問題については、筆者らが実際に解いて、その意味内容に解釈を加えた。

Ⅱ. 全国調査問題から解釈される『活用』の意味内容

1. 解答した調査問題

実際に解いた問題は、表2に示された2012年及び2015年の全国調査問題のうち、『活用』に分類された問題である。2012年は大問13、そのうち「適用」に分類された問題は4問、「分析」6問、「構想」1問、「改善」2問であった。2015年は大問16、そのうち「適用」3問、「分析」6問、「構想」2問、「改善」2問であった。なお、一つの問に複数の解答箇所もある問もあるので、実際に解いた問題数は32であった。

2. 筆者らによる『活用』の枠組みを構成する4つの視点「適用」、「分析」、「構想」、「改善」の解釈

全国調査問題では、一つの問に対し「適用」、「分析」、「構想」、「改善」という4つの視点が定められている。これら4つの視点の意味内容は表1で説明されている。表1に説明されている4つの視点を筆者らなりに解釈するために、実際に問題を解いた。問題を解く場面では、問題文中の何をどう考え、その時に解答するためにどのような科学的知識が必要か、また、科学的知識をどのように用いるかなど、筆者らが解答を終えるためまでに必要とした思考を書き留めた。そして、表1に説明されている4つの視点それぞれについて、それらの意味内容の更なる解釈を筆者らが行った。その結果が表4に示されている。

表4 筆者らによる『活用』の4つの視点の解釈

視点	意味内容の解釈
適用	① 理科で学んだ自然の事物・現象の性質や働き、規則性などに関する知識・技能を、実際の自然や日常生活などに当てはめる。
分析	② 問題を解決するために、自然の事物・現象に関する様々な情報及び観察、実験の結果などについて、考察する。
構想	③ 予想を把握し、その予想を確かめる実験方法を構想する。 ④ 実験方法を把握し、問題の予想から実験結果を見通す。
改善	⑤ 問題に対する考え（予想）から実験結果を想定し、得られた実験結果をもとに考え（予想）を見直す。 ⑥ 実験内容を把握し、実験結果から実験方法を見直す。

表4より、『活用』を構成する4つの視点ごとの説明全てが筆者らによって解釈され、①～⑥に書き改められていることが分かる。このことによって、より理科授業の場面に近い形で記述された。

なお、表4において意味内容の解釈を行うための根拠となる筆者らが解答を終えるまでに必要とした思考については、問の趣旨とともに資料1～4に示されている。

3. 全国調査に設定された状況

筆者らは別報において、「PISA調査問題では、新聞に記事として掲載されるようなあらゆる状況が設定されている。」と報告した¹⁶⁾。そこで全国調査でも、各問でどのような状況が設定されているか調査した。表5には、全国調査問題に設定された状況とその状況が小学校学習指導要領（理科）のどの学年のどの内容に対応するかが示されている¹⁷⁾。

表5より、全国調査に設定された状況は、小学校学習指導要領の内容を踏まえながらも、日常生活（梅ジュースを作る、振り子時計を調整する、アイスマルクティーを作るなど）や学校生活（氷砂糖を使った実験、水蒸気で風車を回す実験、氷砂糖の溶け方を調べる実験など）が設定されていることが分かる。すなわち、各学年の理科授業において獲得された知識等を、日常生活や学校生活の場面で活用できるような状況が設定されているといえる。

Ⅲ. 全国調査『活用』の視点から見た島根県学力調査

1. 解答した県調査問題

表3に掲げられた第5学年（大問12、合計33問）及び第6学年（大問11、合計32問）の県調査問題全てを解いた。

2. 全国調査『活用』の視点から分類した県調査問題

これまでに述べたように、県調査では問題作成の基本理念や目的、問題内容などに関する記載がある資料は見られない。だが、県調査でも調査結果を分析するために「基礎」と「活用」の2つに問題が分類されるとともに、評価の観点も取り入れられている。このことから、『知識』と『活用』という全国調査の枠組みに県調査問題も対応するのではないかと筆者らは考えた。そこで、全国調査問題を解いたときと同様にして、表3に掲げられた問を解いた。問を解く場面では問題文中の何をどう考え、その時に解答するためにどのような科学的知識が必要か、また、科学的知識はどのように用いるかなど、筆者らが解答を終えるまでに必要とした思考を書き留めた。

その後、書き留めた思考の流れから県調査問題の各問が全国調査の枠組みである『活用』に対応するか否かについて、検討を加えた。『活用』に分類された問については、4つの視点（「適用」、「分析」、「構想」、「改善」）のいずれに対応するか、検討を加えた。表6には、県調査問題の構成と筆者らによって解釈された対応する全国調査の枠組みと『活用』の4つの視点が示されている。

表6より、県調査問題は全国調査の2つの枠組み『知識』または『活用』に分類でき、かつ『活用』に分類された問は4つの視点（「適用」、「分析」、「構想」、「改善」）のいずれかにさらに分類できることが分かる。加えて、

第5、6学年合計して全65問出題され、そのうち筆者らが『活用』に対応すると捉えた問（適用、分析、構想、改善の表示）は37であり、残る28の問は『知識』（▲印の表示）に対応することも分かる。

ここで表6中に筆者らが施したゴシック体太字部分に着目する。筆者らがゴシック体太字を施した問は、県調査の結果分析では「基礎」（△印の表示）に分類されているが、筆者らが全国調査の枠組みと4つの視点から捉えた場合、『活用』に分類されるということである。20問がこれに相当する。すなわち、県調査の「基礎」と「活用」という分類と、全国調査の『知識』と『活用』の枠組みが必ずしも合致していないということになる。

3. 県調査に設定された状況

PISA調査問題では、新聞に記事として掲載されるようなあらゆる状況が設定されていたため、全国調査でも各問でどのような状況が設定されているか調査した。そこで県調査も同様に、各問でどのような状況が設定されているか、次のような手順で調査した。まず第一に、表3に掲げられた全ての問について、『小学校学習指導要領解説理科編』（2008）と小学校理科教科書とを参考にしながら問題の内容がどの学年のどの学習内容に対応するかを調べた¹⁸⁾。すると、第5学年の問題は全て第4学年の学習内容から出題され、第6学年の問題は全て第5学年の学習内容から出題されていることが分かった。次いで、各問ではどのような状況が設定されているかを調べた。表7には、県調査問題の内容と設定された状況が示されている。

表7より、県調査に設定された状況は、全国調査問題と同様に学習指導要領の内容を踏まえていることが分かる。さらに、県調査に設定された状況は、全国調査のそれよりもさらに教科書に記載された内容に近い状況が設定されているのではないかとすることも分かった。そこで、県調査に設定された状況と理科教科書に記載された内容に再度比較検討を加えた。

すると、表7で「基礎」と分類された問は、概ね理科教科書に記載されている内容（観察・実験や実験器具の使い方等）が状況として設定されているといえる。「活用」と分類された問は、概ねそれ以外の状況（理科に関するや日常生活や学校生活など）が設定されているといえる¹⁹⁾。

4. 県調査では「基礎」に分類されているが、全国調査の枠組みでは『活用』と捉えられる問題の検討

本章2では、県調査の結果分析では「基礎」に分類されているが、全国調査の枠組みから解釈すると『活用』に分類される問が20あることを述べた。これらの問番号は表6にゴシック体太字が施されて示されている。

本章3では、県調査問題に設定された状況を表7のように報告した。そして、表7で「基礎」と分類された問は、概ね理科教科書に記載されている内容（観察・実験や実験器具の使い方等）が状況として設定されて

表5 全国調査に設定された状況とその状況に関連する学習指導要領の内容と学年

2012年					2015年						
大問	問	状況	関連する学習指導要領の内容		大問	問	状況	関連する学習指導要領の内容			
			学年	内容				学年	内容		
1	(1)	氷砂糖を使った実験	3	(1)物と重さ	1	(1)	時計店で、店員さんが振り子時計を調整する様子	5	(2)振り子の運動		
	(2)		3	(1)物と重さ		5		(2)振り子の運動			
			5	(1)物の溶け方		4		(2)金属、水、空気と温度			
		5	(1)物の溶け方	5		(2)振り子の運動					
(4)	梅ジュースを使った実験	5	(1)物の溶け方	3		(4)磁石の性質		5	(2)振り子の運動		
2	(1)	サクラの発芽、成長の様子を観察	3	(1)昆虫と植物		2		(5)		4	(1)昆虫と植物
			4	(2)季節と生物						4	(3)電気の働き
			5	(1)植物の発芽、成長、結実						5	(3)電流の働き
			4	(2)季節と生物						5	(3)電流の働き
	5	(1)植物の発芽、成長、結実	(1)	メダカやインゲンマメの発芽や成長について調べる						5	(2)動物の誕生
(5)	スイカの実を使った観察実験	5	(1)植物の発芽、成長、結実	(2)		5	(1)植物の発芽、成長、結実				
3	(1)	ゴムで動く車、光電池で動く車、乾電池で動く車、電磁石で動く車を作り、いろいろなコースで走らせる	3	(2)風やゴムの働き	3	(3)	アイスミルクティーをつくる(湯を沸かす、沸かした湯に紅茶の葉を入れる、砂糖水をつくる)	5	(2)動物の誕生		
			4	(3)電気の働き				5	(2)動物の誕生		
	3		(2)風やゴムの働き	5				(2)動物の誕生			
	4		(3)電気の働き	3				(3)太陽と地面の様子			
	5		(3)電流の働き	5				(1)植物の発芽、成長、結実			
(5)	水が沸騰したときの水蒸気で風車を回す	4	(2)金属、水、空気と温度	(4)		4	(2)金属、水、空気と温度				
4	(1)	太陽の位置と木の陰の動きや長さを観察	3	(3)太陽と地面の様子	4	(4)	月や星座の観察	4	(2)金属、水、空気と温度		
	(2)		3	(3)太陽と地面の様子				4	(2)金属、水、空気と温度		
	(3)		3	(3)太陽と地面の様子				4	(2)金属、水、空気と温度		
	(4)	3	(3)太陽と地面の様子	4				(1)物の溶け方			
		5	(4)天気の変化	5				(1)物の溶け方			
		3	(3)太陽と地面の様子	5				(1)物の溶け方			
(5)	空の様子を写真に撮ったり、その日の気温を測ったりする	3	(3)太陽と地面の様子	(5)	打ち水の効果を確かめる実験	4	(3)天気の様子				
5		(4)天気の様子	4	(3)天気の様子							

いることを述べた。表7にゴシック体太字が施されている問番号は表6のそれと合致させてある。

表6と表7を関連づけて考えると、県調査では「基礎」に分類されているが、全国調査の枠組みから解釈すると『活用』に分類される20の問は、教科書に記載されている観察・実験等が設定された状況で、理科授業で獲得した知識等を適用、分析、構想、改善の4つの視点で活用しているか否かが問われている問題と捉えら

れる。すなわち、全国調査やPISA調査では新聞や日常生活等のようにある程度広い状況が設定されているが、県調査では教科書に記載されている観察・実験等のように状況が限定されている特徴を有している。

なお、本章を論じるに当たって必要となる20の問題の概要と筆者らが解答を終えるまでに必要とした思考については資料5に示されている。

表6 県調査問題の構成と筆者らによって解釈された対応する全国調査の枠組みと『活用』の4つの視点

第5学年						第6学年					
県調査問題の構成				対応する全国調査の枠組みと『活用』の4つの視点		県調査問題の構成				対応する全国調査の枠組みと『活用』の4つの視点	
大問	問	基礎	活用	知識	活用	大問	問	基礎	活用	知識	活用
					視点						視点
1	(1)	△		▲		1	(1)	△			分析
	(2)	△		▲			(2)	△			適用
	(3)	△		▲			(3)①	△		▲	
2	(1)	△		▲		2	(3)②		表現		適用
	(2)		思考		適用・分析		(1)①	△			構想
3	(1)	△		▲		3	(1)②	△		▲	
	(2)	△			適用		(2)		思考		構想
4	(1)		表現		適用・分析	4	(1)		表現		分析
	(2)		思考		適用		(2)	△		▲	
5	(1)①	△		▲		5	(1)	△		▲	
	(1)②	△		▲			(2)	△			適用・分析
	(2)①	△		▲			(3)	△			適用
	(2)②	△		▲		6	(1)	△		▲	
	(3)	△			適用		(2)	△		▲	
6	(1)	△		▲		6	(3)	△			適用
	(2)	△			適用		(1)①	△		▲	
7	(1)	△		▲		7	(1)②	△		▲	
	(2)		思考		適用		(2)	△		▲	
8	(1)	△		▲			8	(1)	△		
	(2)		思考		適用	(2)		△			適用
	(3)		思考		適用	(3)			思考		適用
9	(1)①	△		▲		9	(1)	△		▲	
	(1)②	△			適用		(2)	△			構想
	(2)①	△		▲			(3)	△			適用・構想
10	(1)	△		▲		10	(1)①	△			構想
	(2)		思考		適用		(1)②	△			適用・構想
11	(1)	△			適用	11	(2)		思考		適用
	(2)	△			適用・構想		(1)		思考		適用・分析
12	(1)	△		▲		12	(2)		思考		適用・分析
	(2)	△			適用		(3)		思考		適用・改善
	(3)		思考		分析		(4)		表現		適用・分析
	(4)		表現		適用・分析						

IV. 全国調査と県調査の比較検討

これまでのことをまとめると、①全国調査の『活用』問題、及び②県調査では「基礎」に分類されるが全国調査の枠組みから解釈すると『活用』に分類される問において問われる子どもの力は次のように捉えられる。

- ① 全国調査で『活用』に分類された問では、日常生活や学校生活等が設定された状況で、問を解くために必要な科学的知識等を適用、分析、構想、改善という4つの主な視点で活用する力が問われている。
- ② 県調査では「基礎」に分類されるが全国調査の枠組みから解釈すると『活用』に分類される問では、教科書に記載されている観察・実験等が設定された状況で、理科授業で獲得した知識等を適用、分析、構想、改善という4つの視点で活用する力が問われている。

これらを表にまとめると表8のようになる。

表8より、全国調査と県調査では、獲得されている

科学的知識を様々な形で活用するスキルを測定しようとしている点が類似していることが分かる。しかし、獲得されている科学的知識の意味内容は、全国調査では問を解くための全般的な科学的知識であり、県調査では理科学習で獲得した知識という相違がある。加えて、全国調査では日常や学校生活という状況が設定されているが、県調査では教科書に記載されている観察・実験という状況が設定され、この点も相違点である。

V. おわりに

本研究は、一見同じような内容を重複して調査しているように見える全国学力・学習状況調査（全国調査）と島根県学力調査（県調査）について、次のような疑問点を筆者らが見出したことが発端になっている。それは、全国調査では「知識」と「活用」という枠組みで調査が行われているが、県調査では「基礎」と「活用」という枠組みで結果分析が行われている点である。

表7 県調査問題の内容と設定された状況

第5学年					第6学年				
大問番号	問番号	分類	問題の内容	状況	大問番号	問番号	分類	問題の内容	状況
1	(1)	基礎	1年間の動物の様子	春から夏のツバメの様子	1	(1)	基礎	天気の変化	全国のアメダスと気象衛星の雲の様子が分かるデータ
	(2)	基礎		夏終わりの動物の様子		(2)	基礎		
	(3)	基礎		オオカマキリの様子		(3)①	基礎		
2	(1)	基礎	天気のようにすと気温	温度計の使い方	2	(3)②	活用	植物の発芽と成長	台風による水不足への影響
	(2)	活用		ある1日の気温の変わり方		(1)①	基礎		インゲンマメの種子の発芽に必要な条件を調べる実験
3	(1)	基礎	電気のはたらき	2本の電池、検流計、モーター、スイッチをつないだ回路	2	(1)②	基礎	植物の発芽と成長	インゲンマメの種子の発芽に水が必要かどうかを調べる実験
	(2)	基礎		光電池をつないだ回路		(2)	活用		
4	(1)	活用	電気のはたらき	人工衛星や国際宇宙ステーションでの光電池の利用	3	(1)	活用	植物の発芽と成長	インゲンマメの苗の成長に必要な条件を調べる実験
	(2)	活用		半月の観察		(2)	基礎		インゲンマメの苗の成長に必要な条件を調べる実験
5	(1)①	基礎	月と星	夏の大三角形を星座早見表で観察	4	(1)	基礎	魚と人のたんじょう	メダカの飼い方
	(1)②	基礎				メダカの卵から孵化するまでの様子			
	(2)①	基礎							
	(2)②	基礎							
	(3)	基礎							
6	(1)	基礎	動物のからだのつくりと運動	人体骨格模型	5	(1)	基礎	植物の花のつくりと実	ヘチマの受粉と結実の関係を調べた実験
	(2)	基礎		腕を曲げたり伸ばしたりする		(2)	基礎		
7	(1)	基礎	物の体積と力	空気であらうに空気と水を閉じ込める実験	6	(1)	基礎	けんび鏡の使い方	顕微鏡の使い方
	(2)	活用		空気の性質を利用した道具		(2)	基礎		
8	(1)	基礎	物の体積と温度	閉じ込めた空気の温度による体積変化を調べる実験	7	(1)①	基礎	魚と人のたんじょう	人の赤ちゃんの子宮の中での様子
	(2)	活用		試験管に閉じ込めた水の温度を推定する実験		(1)②	基礎		
	(3)	活用		夏と冬の電線の様子		(2)	基礎		
9	(1)①	基礎	水のすがたとゆくえ	水を冷やしたり熱したりしたときの水のすがたを調べる実験	8	(1)	基礎	ふりこのきまり	振り子の規則性を調べる実験
	(1)②	基礎				振り子の性質を利用したおもちゃ			
	(2)①	基礎							
	(2)②	基礎		水の三態を表した図					
10	(1)	基礎	水のすがたとゆくえ	晴れの日に洗濯物を干したときの様子	9	(1)	基礎	物のとけ方	ゴミが混ざった食塩を濾過する実験
	(2)	活用		冬に部屋の窓ガラスの内側が曇っている様子		(2)	基礎		食塩水から食塩をとり出す
	(3)	基礎							
11	(1)	基礎	物のあたたまり方	金属板の温まり方を調べる実験	10	(1)①	基礎	電流のはたらき	電磁石の働きを調べる実験
	(2)	基礎		線香の煙の動きから、空気の温まり方を調べる実験		(1)②	基礎		
	(2)	活用		電磁石の性質を利用した道具					
12	(1)	基礎	1年間の植物の成長	サクラの観察記録カード	11	(1)	活用	流れる水のはたらき	多摩川の様子や多摩川周辺の地図
	(2)	基礎							
	(3)	活用							
	(4)	活用							

表8 全国調査と県調査の類似点と差異点

調査名	類似点	相違点	
		知識	状況
全国調査	獲得されている科学的知識を様々な形で活用する力を問う	問を解くために必要な科学的知識	日常生活や学校生活
県調査	用する力を問う	主に理科授業で獲得した知識	教科書に記載されている観察・実験

この疑問点を解決するために、全国調査における教科「理科」の「活用」問題と県調査（理科）の問題を実際に解いて、検討を加えた。

その結果、次の諸点が明らかになった。

第一に、全国調査で『活用』に分類される問では、日常生活や学校生活等が設定された状況で、問を解くために必要な科学的知識等を適用、分析、構想、改善という4つの視点で活用する力が問われる。

第二に、県調査では「基礎」に分類されるが全国調査の枠組みから解釈すると『活用』に分類される問では、教科書に記載されている観察・実験等が設定された状況で、理科授業で獲得した知識等を適用、分析、構想、改善という4つの視点で活用する力が問われる。

第一及び第二で明らかになったことをまとめると、次のように捉えられる。全国調査における『活用』の4つの視点（「適用」、「分析」、「構想」、「改善」）の意味内容の正確な理解を伴った教師が、小学校の通常の理科授業の際に、子どもが理科授業で獲得した科学的知識を全国調査の『活用』の4つの視点で活用できるような場面を授業にとり入れると、一見知識の獲得と定着のような授業展開に見えるが、実は全国調査や県調査で測定しようとしている活用する力の一部ではあるが子どもに培われるのではないかと示唆が得られた。

今後は、本研究で得られた示唆を基に、例えば次のような授業を常日頃から行いたい。第3学年「植物の体のつくり」単元を例に説明する²⁰⁾。本単元ではホウセンカの体のつくりを調べて、ホウセンカの体は根、くき、葉からできていることを学習する。この時、一般的には、ホウセンカの観察→観察カードの作成→結論（ホウセンカの体は根、くき、葉からできている）の順で学習が行われる。しかし、教科書をよく見てみると、観察カードの作成から結論に至るまでの途中に、「土の中にある白いひげのようなものは、ホウセンカの根です。」という記述がある。これは「根」という“科学の知識”を教師が教える場面に相当する。この点を見落とさない授業を行う。その後、結論に至った後に教科書には「葉は、くきについて、くきの下に根があります。」という記述がある。この一文は、次の学習課題に子どもを出会わせようとする意図を持つ文章である。この側面からだけに捉えずに、一般化した考えを再度ホウセンカという特殊な場合に“適用”できるかという視点からの子どもへの発問を行う。その時、「観察カードのここにくきが書いてあって、葉はくきからできているように書いてある。」のような、子どもに根拠を持った

発言を常日頃から行わせるような配慮しながら授業を行い、活用する力を子どもにつける。

しかし本研究では、全国調査問題、県調査問題を解いて得られた示唆に過ぎない。今後は、常日頃の授業で子どもが科学的知識を活用する場面を数多くつくり、得られた示唆の妥当性について質的・量的検討を加える課題が明確となった。

註

- 1) 国立教育政策研究所:『平成24年度全国学力・学習状況調査報告書小学校』, 2012.
- 2) 国立教育政策研究所:『平成27年度全国学力・学習状況調査報告書小学校』, 2015.
- 3) 国立教育政策研究所, 前掲書1), p.1f.
- 4) 国立教育政策研究所, 前掲書1), p.1.
- 5) 国立教育政策研究所:『平成27年度全国学力・学習状況調査解説資料小学校理科』, 2015.
- 6) 筆者らが前掲書1及び2をみてまとめた。
- 7) 2012年度問題における大問番号と領域の対応は次の通りである。大問1「粒子」, 大問2「生命」, 大問3「エネルギー」, 大問4「地球」。2015年度問題における大問番号と領域の対応は次の通りである。大問1「エネルギー」, 大問2「生命」, 大問3「粒子」, 大問4「地球」。
- 8) 経済協力開発機構(OECD)編著, 国立教育政策研究所監訳:『PISA2009年調査評価の枠組みOECD生徒の学習到達度評価』, pp.15-29, 2010, 明石書店。
- 9) 経済協力開発機構(OECD)編著, 国立教育政策研究所監訳:『PISA2009の問題できるかな? OECD生徒の学習到達度評価』, 2010, 明石書店。
- 10) 国立教育政策研究所, 前掲書1), p.1.
- 11) 島根県教育委員会教育指導課:「平成18年度島根県学力調査調査結果」(島根県教育委員会HP、http://www.pref.shimane.lg.jp/kyoikusido/H23_18gaku_kekka.html、2015年10月18日確認)
- 12) 島根県教育委員会教育指導課:「平成26年度島根県学力調査調査結果」(島根県教育委員会HP、http://www.pref.shimane.lg.jp/kyoikusido/H23_18gaku_kekka.html、2015年10月18日確認)
- 13) 島根県教育委員会教育指導課:「平成21年度島根県学力調査調査結果」(島根県教育委員会HP、http://www.pref.shimane.lg.jp/kyoikusido/H23_18gaku_kekka.html、2015年10月18日確認)
- 14) 国立教育政策研究所:『平成24年度全国学力・学習状況調査【小学校】解説資料』, 2012.

- 15) 2013年以前の県調査問題は調査後に回収されていた。2014年については解答例を使用した事後指導が十分行えるように配慮されて問題回収がなされなかった。教科「理科」の2014年の第5学年及び第6学年の問題は、鳥根県教育委員会から筆者らに提供された。
- 16) 栢野彰秀,有藤裕衣,佐藤絵美,園山裕之:「PISA調査問題から再考する科学的リテラシー」,『鳥根大学教育学部紀要(教育科学編)』,Vol.50.(投稿中)
- 17) 文部科学省:『小学校学習指導要領解説理科編』,2008,大日本図書。
- 18) この時に参考にしたのは、鳥根県で最も多く採択されている東京書籍版教科書(東京書籍:『新しい理科4』,2015.と東京書籍:『新しい理科5』,2015.である。
- 19) 本文中に“概ね”と記述したのは、表7中に斜体文字で示されている「基礎」に分類された第5学年大問7問(1)、大問10問(1)、第6学年大問9問(1)、(2)及び、「活用」に分類された第5学年大問4問(1)、第6学年大問2問(2)、大問3問(1)が判断がし難い状況が設定されていたためである。
- 20) 参考にした教科書は、教育出版:『みらいをひらく小学理科3』,pp.28-32,2016.である。

資料1 適用

- ① 理科で学んだ自然の事物・現象の性質や働き、規則性などに関する知識・技能を、実際の自然や日常生活などに当てはめる。

H27 大問1 問題文

時計店の店員さんが、時間が遅れがちな時計を直すために、振り子の1往復する時間を短くしている様子が示されている。それを見た子どもが、おもりの位置を上下に動かすと、振り子の1往復する時間が変わるという予想を立てている。

問(2)

予想を調べた結果、おもりの位置を上下に動かすと、振り子の1往復する時間が変わることが分かったと書かれている。そして、以下のような問題文がある。ふりこ時計がおくれないようにするためには、ふりこ時計のおもりをどのように調整するよいですか。下の1から4までの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。選択肢には、おもりの振れ幅やおもりの高さをどのように変えるかについて、絵と言葉で説明されているが、絵については省略する。1 おもりの動き始めの位置を上げて、ふれはばを大きくする。2 おもりの動き始めの位置を下げて、ふれはばを小さくする。3 おもりをじくに沿って上げる。4 おもりをじくに沿って下げる。

解答を終えるまでに必要とした思考

この問を解くためには、ふりこの1往復する時間を変える要因は、糸の長さであるという知識を、振り子時計の時間調整に適用する必要がある。まず、振り子時計が遅れないようにすることが、ふりこの1往復する時間を短くすること、また、おもりを軸に沿って上げたり下げたりすることが、ふりこの糸の長さを短くしたり長くしたりすることとして把握する。次に、ふりこの1往復する時間を短くするために糸の長さを短くするという知識を適用して、振り子時計が遅れないようにするために、おもりの高さが短くなるような選択肢を選ぶ。

資料2 分析

- ② 問題を解決するために、自然の事物・現象に関する様々な情報及び観察、実験の結果などについて、考察する。実験内容・方法から、実験によって調べようとしている課題や疑問を認識すること。

H27 大問4 問題文

ゆりえさんは、家の人と月や星を観察しながら、近所に住んでいるまことさんと情報交かんすることにしました。

問(1)

午後8時に月を見つけたゆりえさんが、まことさんと電話をすると、まことさんは東の空を見ながら、 90° 右の方向に月を見つけたと話している様子が絵とともに説明されている。そして、以下のような問題文がある。ゆりえさんが見ている方位について、どのようなことが考えられますか。下の1から4までの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。1 北を見ている。2 南を見ている。3 西を見ている。4 まことさんと場所がちがうので、方位はわからない。

解答を終えるまでに必要とした思考

この問は、問題である「ゆりえさんが見ている方位」を考えるために、二人の月の観察事実を考察する。そのために、まず、ゆりえさんが見ている方位を考えることは、月の方位を考えることであると把握する。その問題を解決するために、まことさんの観察事実を考察する。まことさんの東の空を見て、 90° 右の方向に月を見つけたという観察事実について、つまり月は東の空から 90° 右の方向にあると考察され、東から 90° 右の方位である南を選ぶ。

資料3 構想

- ③ 予想を把握し、その予想を確かめる実験方法を構想する。

H24 大問3 問題文

太郎さんたちは、3種類の車をつくり、いろいろなコースで車の持ちょうを考えながら走らせました。

問(4)

100 回巻きのコイルを使い、電磁石の働きで動く車をつくったことが、車の絵とともに説明されている。また、電磁石で走る車の持ちょうとして、「電流を流すと、磁石と電磁石とが引き合ったり、退け合ったりして電磁石が回転し、タイヤを回して動く」ことが書かれている。その車で坂道を走らせたとこころ、上ることができなかったという。そこで、正子さんと次郎さんが、車が坂道を上るために、電流を強くしたり、コイルの巻き数(導線の巻き数)を増やしたりして、電磁石のはたらきを強くすることを考えた。それを確かめる実験計画を立てたことが以下のように示されている。・実験計画の表、略す・そして、以下のような問題文が書かれている。上の表の(ウ)、(エ)の中に当てはまる言葉を、それぞれ書きましょう。

解答を終えるまでに必要とした思考

この問を解くために、まず実験で確かめる予想を把握する必要がある。この実験は、電流を強くしたり、コイルの巻き数を増やしたりすれば、電磁石の働きが強くなり、車は坂道を上るようになるという予想を確かめる実験であるということ、問題文から見出す必要がある。そして、正子さん、次郎さんはそれぞれ別の予想を確かめる実験計画を立てていることも見出されなければならない。つまり、正さんは、電流の強さを強くすると、電磁石の回転が速くなって、車は坂道を上るという予想であり、次郎さんはコイルの巻き数を増やすと、電磁石の回転が速くなって、車は坂道を上るという予想であることを把握する。以上のように、2人の実験の予想を把握した上で、実験計画を考える必要がある。正さんの予想であれば、電流が強い車と弱い車の2つの車で、坂道を上るかどうかを比べるとという実験計画が構想される。このとき、2つの車の電流だけを変えなければいけないこと、つまり電流以外の条件は2つの車で変えてはいけないことを見出す。そこで、問題文にあるように、導線の長さを2つの車で変えないこと、コイルの巻き数を変えないことを考える。よって、正さんの実験計画では、変える条件に電流、変えない条件にコイルの巻き数が解答されなければならない。この思考の流れは次郎さんのときも同様である。次郎さんの予想であれば、コイルの巻き数を増やした車と減らした車の2つの車で、坂道を上るかどうかを比べるとという実験計画が構想されると考えられる。このとき、2つの車のコイルの巻き数だけを変えなければならないこと、つまり電流や導線の長さはという他の条件は変えてはいけないことを見出す。よって、次郎さんの実験計画では、変える条件にコイルの巻き数、変えない条件に電流が解答されなければならない。以上のように、まず実験で確かめる予想を把握し、その予想を確かめるための実験計画を構想する必要がある。

④ 実験方法を把握し、問題の予想から実験結果を見通す

H27 大問3 問題文

ゆかりさんたちは、アイスマルクティーとそれに入れる砂糖水をつくることにしました。

問題(2)

沸騰しているお湯に紅茶の葉を入れると、ポットの中で紅茶の葉が動くことについて、説明文と写真で示されている。そこで、紅茶の葉が動く様子から、「水はどのようにあたたまっていくのだろうか」という問題が立てられている。その問題について、水の入ったビーカーの端を熱したときのあたたまり方を4人の子どもが予想し、それぞれ絵とともに予想を説明している。そのうち、りかさんの予想は、「あたためられた水が、横の方に動いてから上の方に動き、上から順にあたたまると思うよ。」であった。予想を確かめるため、A、B、Cの3本の温度計を、高さを変えて水の入ったビーカーに入れ、実験したことが絵とともに示されている。高さは、Bが最も高く、Cが最も低い位置にある。そして、以下のような問題文はある。「りかさんの予想が正しければ、どの温度計から順に温度が高くなっていきますか。下の1から4までの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。」1B→A→C、2B→C→A、3C→A→B、4C→B→A

解答を終えるまでに必要とした思考

この問を解くためには、水はどのようにあたたまっていくのだろうかという問題についての予想から、それを確かめる実験の結果を想定することが必要である。そのため、まず実験方法を理解する必要がある。3つの高さの温度計で温度が高くなる順番を見るという実験は、ビーカーの水があたためられる高さの順番を見ることであると捉えられなければならない。そして、りかさんの予想である「あたためられた水が横の方に動いてから上に動き」から、最も低い位置にあるCの温度計の温度が高くなること、続いて「上から順にあたたまること」から、一番高い位置にあるB、そしてAの順に温度が高くなることが想定される。このように、まず実験方法を把握し、問題の予想から実験結果を見通すことが必要になる。

資料4 改善

⑤ 問題に対する考え(予想)から実験結果を想定し、得られた実験結果をもとに考え(予想)を見直す課題や疑問を調べるのに適切な実験計画を認識すること。

H24 大問3 問題文

よし子さんは、氷砂糖を使って、その重さやとけ方について調べました。

問(4)

よし子さんが、ビーカーで氷砂糖を水に溶かした砂糖水を1日おいたときの、溶けている氷砂糖の様子について以下のように考えていることが、その考えを表した図(下の選択肢2)とともに示されている。「とけている氷砂糖は、下にしずむと思うので、下の方が一番こく、上にいくほどだんだんうすくなると考えます。」この考えを確かめる実験について、その実験方法と、得られた実験結果が図とともに以下のように説明されている。実験方法①スポイトで上の方、中の方、下の方のちがう高さから、混ぜないようにゆっくりと同じ量の砂糖水をとる。②同じ量の砂糖水を、スライドガラスにのせる。③水を自然に蒸発させ、出てきた砂糖の量を比べる。実験結果：水を蒸発させると、どれからも同じ量の砂糖が出てきました。そして、以下のような問題文がある。「上の実験結果から、溶けている氷砂糖の様子を表した図はどれですか。下の1から4までの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。また、その番号を選んだわけを書きましょう。」図略。

解答を終えるまでに必要とした思考

この問を解くためには、まず実験の課題の予想を把握する必要がある。この実験の課題は、砂糖水を1日置くと溶けている砂糖の様子はどうかである。この課題に対するよし子さんの予想があり、この予想を確かめるための実験であることが分かる。そのため、よし子さんの予想を把握し、その予想から実験結果はどうかを想定する必要がある。よし子さんは、溶けている氷砂糖は、下に沈むと思うから、下のほうが一番濃く、上にいくほど薄くなると予想している。つまり、この予想は水に溶けている砂糖は下から上に薄くなることを言っていることと捉えられる。続いて、実験内容を把握する必要がある。この実験内容は、ビーカーの上の方、中の方、下の方で、砂糖が溶けている量を調べるものであると把握される。そして、この実験で確かめる予想と実験内容を把握した上で、実験結果が想定されなければならない。予想では、砂糖は下から上に薄くなることを言っているため、実験結果のスライドガラスの砂糖の量は、上の方が最も少なく、下の方が最も多くなるという結果が想定される。次に、実験結果を想定したことで、得られた実験結果は想定したものと異なるため、溶けている砂糖の量は下から上に薄くなるという予想は課題の答えになっていないことが分かる。そのため、予想で選択肢2のように砂糖が溶けていると予想したことを考え直さなければならない。実験結果は、どれからも同じ量の砂糖が出てきたとある。この実験結果から、どこも同じ量の砂糖が溶けているということを考える。以上のように実験結果やそこから考えられることを理由にして、選択肢2という予想から、どこも同じ量の砂糖が溶けていることを示す選択肢4を選ぶ。

⑥ 実験内容を把握し、実験結果から実験方法を見直す。

H24 大問2 問題文

花子さんはサクラのようすについて、ちがう地域に住む太郎さんと、インターネットを使って情報交かんすることになりました。

問(5)
 太郎さんが、他の植物もサクラと同様、めしべの先におしべの花粉がつくことで実ができると考え、以下のような実験を行ったことが示されている。図略。花粉をつけなかった B のめばなにも実ができてしまったことに対し、花子さんが実験法を見直して、もう一度やり直すことを提案している。そして、以下のような問題文がある。「太郎さんは、どのように実験をやり直せばよいですか。下の 1 から 4 までの中から 1 つ選んで、その番号を書きましょう。また、その番号を選んだわけを書きましょう。」1A と B のめばなに、つぼみのときからふくろをかぶせておく。2A と B のめばなに、ふくろをかぶせない。3A と B のめしべの先に、花粉をつける。4A のめしべの先に花粉をつけ、A と B のめばなのふくろをはずす。

解答を終えるまでに必要とした思考
 この問を解くためには、まず実験内容を把握する必要がある。この実験は、めしべの先におしべの花粉がつくことで、実ができるかどうかを調べる実験である。そのため、花粉をつける A の花と花粉をつけない B の花で、実ができるかどうかと比較されている。しかし、花粉をつけなかった B の花でも実ができるという結果が得られた。そのことから、次に、この結果から、実験方法を見直すことが必要となる。花粉をつけなかったが実ができた、という結果から、花粉のつく可能性のある段階があったかどうかを考える。そこで、袋をかぶせる前のつぼみからめばなが咲くまでの段階に可能性がある。そして、比較実験のため、花粉をつける以外の条件はすべてそろえなければならないことから、A と B のめばなに、つぼみのときから袋をかぶせておくという選択肢が選ばれる。このように、まず実験内容を把握し、実験結果から実験方法を見直す必要がある。

資料 5 県調査では「基礎」に分類されているが、全国調査の枠組みから解釈すると「活用」に分類されると解釈できた 20 の問の概要と筆者らが問を解答するまでに必要とした思考

学 年	大 問	問題の概要	
		思考の流れ	
5	3	(2)	<p>乾電池(2本を直列つなぎ)、モーター、検流計、スイッチをつないだ回路があり、スイッチを入れると検流計の針が右に振れた。スイッチを入れたとき、検流計の針が左に、かつ今の回路より小さく振れる回路はどれか、4つの選択肢から選ぶ。</p> <p>-----</p> <p>乾電池の向きと電流の向き、乾電池のつなぎ方と電流の強さの関係に関する知識を、回路につないだ検流計の針の振れる向きや大きさを変えることに適用する必要がある。まず、検流計の針の振れる向きや大きさが、電流の向きや大きさを表していることと把握される必要がある。これはつまり、検流計の針の振れる向きを右から左にし、振れる大きさを小さくするということは、電流の向きを逆にし、電流の大きさを小さくすることである。次に、電流の向きを逆にするには電池の向きを逆にし、電流の大きさを小さくするためには電池を1本にするか2本を並列つなぎにするという知識を適用して、電池の向きが逆であり、電池の向きが逆で並列つなぎになっている選択肢を選ぶ。</p>
		(3)	<p>南の空に半月の動きを表した図があり、半月の1週間後の形や動きを説明した文章を、4つの選択肢から選ぶ。</p> <p>-----</p> <p>月の日による見え方の違いと動き方に関する知識を、半月が見える空の一週間後の月の形や動き方を考えることに適用する必要がある。この問の4つの選択肢は、1週間後の月の形は変わるかどうか、動き方は東→南→西と西→南→東のどちらかという2種類の項目で4つの組み合わせにしたものである。いずれかを選択する際に、月は日によって見える形が違い、どの日に見える月も東の方からのぼり、南を通って、西にしずむという知識を適用し、選択する。</p>
6	(2)	<p>子どもが腕に手を当て、力を入れて腕を曲げ伸ばしする図がある。この図を見て、腕を曲げ伸ばしたとき、手を当てたところの筋肉はどのようになるか、説明している文章を4つの選択肢から選ぶ。</p> <p>-----</p> <p>この問を解くためには、体を動かすときの筋肉の働きや、縮めたり伸ばしたりした筋肉の固さに関する知識を、腕を曲げたり伸ばしたりしたときの、腕の上側の筋肉の固さを考えることに適用する必要がある。まず、体を動かすときは筋肉を縮めたり緩めたりしているという知識を適用し、腕を曲げたときの図から上側の筋肉は縮んでいること、伸ばしたときの図から上側の筋肉は緩んでいることを把握する。次に、縮めた筋肉は固く、緩めた筋肉は柔らかいという知識を適用して、腕を曲げたときの上側の筋肉は固く、伸ばしたときの筋肉は柔らかくなると示されている選択肢を選ぶ。</p>	
9	(1)②	<p>ビーカーに水を入れ、ストローをつないだらう斗をその中に入れ、ビーカーを下からアルコールランプで熱する図がある。この図には、ストローから出てくる湯気の部分を指してア、ストローから出てすぐのところをイ、沸騰して出たあわをウにしていることが示されている。ア～ウのうち、水が水蒸気になった組合せとして正しいものを4つの選択肢から選ぶ。</p> <p>-----</p> <p>温度による水のすがたに関する知識を、沸騰した水から出てくるものを考えることに適用する必要がある。水は、温度が上がると目に見えない水蒸気という気体のすがたになるという知識がある。その知識を適用し、沸騰したときに出てくるあわをろう斗とストローで集める実験を表した図から、沸騰したときのあわや、あわを集めてすぐのストローの口から出てくる目に見えないところは気体であることを判断し、水蒸気の組み合わせになっている選択肢を選ぶ。</p>	
11	(1)	(1)	<p>金属の板にろうを塗り、㊸と示された部分からアルコールランプで熱することを示す図がある。その金属の板にはア～エの点が四方に示されており、㊸から熱したとき、ア～エの点は、どのような順で温まると考えられるか、左から順に記号を書く。</p> <p>-----</p> <p>金属の温まり方に関する知識を、ろうを塗った金属の板を熱する実験に適用する必要がある。金属は熱されたところから全体に広がるように温まるという知識を適用し、金属板の角から熱したときの温まり方を考え、ア～エを並び替える。</p>
		(2)	<p>アルミニウム箔で蓋をした、中が乾いたビーカーに線香の煙を入れ、その後線香を出してビーカーの底の端を少しの間熱したことが示されている図がある。熱したとき、線香の煙がビーカー内をどのように動くと考えられるか、4つの選択肢の中から選ぶ。</p>

		<p>空気の温まり方に関する知識を、ピーカーに閉じ込めた線香の煙の動き方を調べる実験の結果を構想することに、適用する必要がある。まず、空気は温められた空気が上に移動し、上から順に温まるという知識を適用し、ピーカーに閉じ込められた空気を、底の端の方から熱すると、温められた空気を上に移動することを予想する必要がある。次に、温められる位置にある線香の煙がどう動くか、知識を適用したことで考えられた予想を基に、実験結果を構想し、線香の煙が上へ移動する選択肢を選ぶ。</p>
12	(2)	<p>ある子どもの、桜の様子の観察記録カードと、その日の午前10時の気温を示したデータがある。記録は3月15、24日、4月1、9日の4つである。気温は順に12℃、15℃、15℃、18℃であり、観察記録カードは4月9日が抜けていた。その4月9日に当てはまる桜の様子を表した記録を、選択肢1～4のうちから選ぶ。</p> <p>季節による植物の成長の様子に関する知識を、ある日の桜の様子を考えることに適用する必要がある。まず、観察記録カードから、4月9日までの桜の様子を把握する必要がある。三日間のうち、3月24日の桜は満開であったこと、次の4月1日の桜は花が少ししか咲いていないことを把握する。植物は花を咲かせたり葉を茂らせると、葉を枯らしたり落したりするという知識を適用し、花は咲いておらず、葉は枯れている選択肢を選ぶ。</p>
6	1	<p>(1) ある日の日本各地のアメダスの情報が示された図がある。九州、四国、中部、関西地方のある地点にア～エの記号が振り分けられている。この図から、一番雨が強く降っている場所をア～エのうちから1つ選ぶ。</p> <p>一番雨が強く降っている場所を調べるという課題を解決するために、日本地図のアメダスの情報を分析する必要がある。まず、地図の横にある4つの立方体が雨の強さを表していること、日本地図にその立方体がいくつも分布していることを把握する。そして、一番雨の強い立方体のある地域を探し、その地域を一番雨の強く降っている場所として考察し、選択肢からその地域を選ぶ。</p> <p>(2) 気象衛星の雲の画像が4つあり、(1)のアメダスの情報の日の画像であると考えられる画像を、選択肢4つの中から選ぶ。</p> <p>雲の量と天気の様子に関する知識を、アメダスの情報から雲の衛星画像を特定することに適用する必要がある。まず、アメダスの情報から、雨の降っている地域と降っていない地域を把握する。そのことにより、日本の西側は雨が降っていて、東側は雨が降っていないことが分かる。次に、雲がかかっている地域の天気は雨になり、かかっている地域は晴れているという知識を適用し、日本の西側に雲がかかっている東側にはかかっている衛星画像である選択肢を選ぶ。</p>
	2	<p>(1)① 植物の発芽の条件を調べるため、インゲン豆の種子を用いて次のア、イのような実験をしたことが示されている。アは、湿らせた脱脂綿に種子をのせ、覆いをして日光が当たらないようにした実験である。イは湿らせた脱脂綿に種子をのせ、冷蔵庫に入れて温度を低くする実験である。ア、イの実験を比べると、どのようなことを調べることができるか、選択肢4つの文章から1つ選ぶ。</p> <p>操作できる条件が複数ある時は、調べたい条件だけを「変える条件」にするという条件制御の能力を適用し、植物の発芽に必要な条件を調べるための実験方法から、「変える条件」と「変えない条件」を見いだす必要がある。まず、ア、イの実験方法から「変えない条件」を整理する。どちらも湿らせた脱脂綿の上に種子を置くことで、水の条件は変えていない。アは覆いをし、イは冷蔵庫に入れることで日光の条件も変えていない。そして、イは冷蔵庫に入れることから、温度を低くしているが、アは温度に関する操作は何もしていないことを把握する。これより、アとイの実験方法で、温度を「変える条件」にしていることが把握され、適当な温度が必要かどうかを調べる実験であると記載された選択肢を選ぶ。この思考の流れは、課題を解決するための実験方法を構想できる上で成り立つ流れである。適当な温度が必要かどうかという課題を調べるためには、温度だけを「変える条件」にして他は「変えない条件」とする実験方法を構想する必要がある。このことから、課題を見いだすために実験方法から「変える条件」と「変えない条件」を見いだすという思考の流れは、課題を解決する実験方法の構想となる。</p>
	4	<p>(2) 受精した後のメダカの卵の様子を観察し、スケッチで記録したものが4つある。この4つの観察記録を、メダカの卵が変化していく順に並べるとどのようなようになるか、左から順に選択肢4つを並び替える。</p> <p>魚の卵の中は日を経つにつれ変化し、やがて孵化するという知識を、メダカの卵の中の観察スケッチを分析することに適用する必要がある。まず、受精してから少しずつからだができ、やがて孵化するという知識から、観察スケッチのからだの形に着目する。これより、からだが見られない卵からからだの形がはっきりしていく順に卵を並び替える。</p> <p>(3) 卵からかえったばかりのメダカの子どもの様子を表した図がある。この図から、メダカの子どもの腹が大きくふくらんでいることが分かるが、それはなぜか、適切だと思う理由を4つの選択肢から1つ選ぶ。</p> <p>卵の中の育ち方に関する知識を、卵から孵化した後のメダカの腹が大きく膨らんでいることに適用する必要がある。まず、エサが食べられない卵の中のメダカは、卵の中の養分を使って育つという知識から、卵からかえったばかりのメダカも自分で餌をとることができないため、餌をとらなくてもよい養分が必要であることが分かる。これより、腹の膨らみは養分であることが示された選択肢を選ぶ。</p>
	5	<p>(2) 花が咲きそうなヘチマのめばなのつぼみが2つあり、両方に袋をかぶせてから、それぞれでア、イのような実験を行ったことが図とともに示されている。アは、花が咲いたら袋をとってめしべに花粉をつけ、すぐに袋をかぶせる実験である。イは、花が咲いてもそのまま袋をかぶせておく実験である。この実験の結果はどうなるか、選択肢4つの中から1つ選ぶ。</p> <p>植物の受粉と結実の関係に関する知識や条件制御の能力を、ヘチマのめばなを使った実験方法から実験結果を構想することに適用する必要がある。まず、調べたい条件だけ「変える条件」にして実験計画を立てるといった条件制御の能力によって、この実験方法から調べたいことを把握する必要がある。二つの実験で、一つは花が咲いたら花粉をつけ、一つは花が咲いても何もしないことから、受粉という条件を「変える条件」にしていることが分かる。ここで、実ができるために、めばなは受粉されなければならないという知識を適用し、この実験はそのことを確かめる実験であると把握する。次に、受粉を行った実験では実ができ、受粉を行わなかった実験では実ができないという結果を想定し、そのことが示されている選択肢を選ぶ。</p>

6	(3)	<p>小さな生物がいる水を、顕微鏡で観察したときに見えた生物ア～エが見えたときの倍率とともに図で示されている。図はほとんど同じ大きさである。ア～エのうち、実際の大きさが一番大きいものを選ぶ。</p> <p>顕微鏡で見た小さな生物の実際の大きさを調べるために、顕微鏡で見えたときの観察事実を分析する必要がある。顕微鏡は観察するときのレンズの倍率を変えることで、いろいろな大きさの小さな生物を観察することができるという使い方に関する知識から、観察事実と倍率を読み取る。どの倍率(100倍、400倍、50倍)でもほぼ同じ大きさで観察されているため、低い倍率でも同じ大きさで観察できている観察物は、他の観察物よりも大きいということが考察でき、50倍で観察できている選択肢を選ぶ。</p>
8	(1)	<p>振り子のきまりを調べるために、ア～エのような振り子を用意して実験したことが示されている。長さ、おもりの重さ、ふり幅が、アは50cm、20g、60°、イは100cm、20g、30°、ウは100cm、40g、30°、エは100cm、20g、60°であった。振り子の1往復する時間と振れ幅の関係を調べるためには、ア～エのうちどれとどれを比べればよいか、選ぶ。</p> <p>操作できる条件が複数ある時は、調べたい条件だけを「変える条件」にするという条件制御の能力を適用して、振り子の1往復する時間と振れ幅の関係を調べる、という課題を解決する実験方法を構想することが必要になる。まず、振り子が1往復する時間は、振り子を振って時間を計測し、平均すればよいことを把握する。そして、条件制御の能力から、二つの振り子の振れ幅を「変える条件」にして、1往復する時間を比較する実験方法を構想しなければならないことが分かる。ア～エの中の二つの振り子で、「変える条件」を振り子の振れ幅、「変えない条件」をその他の条件(糸の長さやおもりの重さ)にする方法が構想され、振れ幅以外の条件がそろうような二つの振り子を選ぶ。</p>
	(2)	<p>(1)のア～エのうち、1往復する時間が同じになる組合せを、選択肢4つのうちから1つ選ぶ。</p> <p>振り子のきまりに関する知識を、1往復する時間が同じになる振り子を選ぶことに適用する必要がある。まず、振り子の1往復する時間は振り子の糸の長さによって決まるという知識から、振り子の糸の長さが同じであれば1往復する時間は変わらないことや、振り子の糸の長さが同じであれば他の条件が違っても1往復する時間に影響はないことを把握する。そのことにより、振り子の長さが同じである振り子の組み合わせを選択肢から選ぶ。</p>
9	(2)	<p>ゴミが混ざった食塩15gを、50gの水が入ったビーカーに入れてよくかき混ぜる。ゴミをとり出すため、これをろ紙がついているろう斗に流し込んだことが図とともに示されている。このとき、ろ紙に流し込んだ後の水溶液の重さはどうなると考えられるか、選択肢4つのうちから1つ選ぶ。</p> <p>ゴミの混ざった食塩水からゴミを取り除くための実験から、実験結果を構想する必要がある。まず、ろ過することでゴミと水溶液を完全に分けることができたこととあるため、ろ過する前の水溶液よりも取り除かれたゴミ分、重さが軽くなることを想定する。このとき、ろ過する前の水溶液は水50gとゴミの混ざった食塩15gを合わせたものであるため、65gあることが分かる。そのため65gより軽くなっていることが想定される。そして、ゴミが混ざっていたのは15gの食塩の中であることから、ゴミが取り除かれても水50gに影響はないため、50gよりも重いことを想定する。よって、ろ過した後の水溶液は50gよりも重く60gよりも軽くなることが示された選択肢を選ぶ。</p>
	(3)	<p>(2)のとき、ろう斗に流し込んだ後の水溶液から食塩をとり出すにはどのようにしたらよいか、選択肢4つのうちから1つ選ぶ。</p> <p>食塩水から食塩をとり出す方法に関する知識を適用し、ゴミをとり出すためにろ過した水溶液から食塩をとり出す方法を構想する必要がある。食塩水から食塩をとり出すためには、水を蒸発させなければならないという知識から、ゴミが取り除かれた食塩水から食塩をとり出すために、水を蒸発させるという方法を構想する。そのため、食塩水を熱して水を蒸発させるという方法を選択する。</p>
10	(1)①	<p>電磁石の働きを調べるために、ア～エのように導線の巻き数や電池の数を変えてつくった回路で実験をしたことが図とともに示されている。導線の巻き数、電池の数(つなぎ方)が、アは50回、1つ、イは100回、1つ、ウは100回、2つ(直列)、エは200回、2つである。電流の強さと、電磁石の働きの大きさの関係を調べるためにア～エのうち、どれとどれの実験を比べればよいか選ぶ。</p> <p>操作できる条件が複数ある時は、調べたい条件だけを「変える条件」にするという条件制御の能力を適用し、電流の強さと、電磁石の働きの大きさの関係を調べる、という課題を解決する実験方法を構想することが必要となる。まず、電磁石の働きの大きさは、引き付けられるクリップの個数を比較すればよいことを把握する。また、電流の強さは、電池のつなぎ方や個数を変えることで操作できることも分かるが、ア～エの回路は、電池を一つか二つの直列つなぎにしたものであるため、電流の強さを変えるためには電池の数を変えなければならないことを把握する。そして条件制御の能力から、二つの回路で電池の個数を「変える条件」にして、電磁石に引き付けられたクリップの個数を比較するという実験方法を構想しなければならないことが分かる。ア～エの中の二つの回路で、「変える条件」を電池の個数、「変えない条件」をその他の条件(導線の巻き数)にする方法が構想され、そのような二つの回路を選ぶ。</p>
	(1)②	<p>(1)のア～エで、電流を流した電磁石が、クリップを何個釣り上げられるか調べたとき、クリップの数を比べると結果はどうなるか、選択肢4つのうちから1つ選ぶ。</p> <p>電磁石の性質に関する知識を、電磁石の働きについて調べる実験の結果を構想することに適用する必要がある。まず、電磁石に引き付けられるクリップの個数で電磁石の働きの大きさを表すことを把握する。電磁石の働きの大きさは導線の巻き数、電流の強さが関係しており、電磁石の働きを大きくするためには導線の巻き数を増やしたり、電流の強さを強くしたりするという知識を適用する。この知識を適用して、実験するア～エの回路で電磁石の働きの大きさを比較するために、導線の巻き数や電流の強さ(電池の数)に着目する。電流の強さに着目すると、電磁石の働きの大きさは$A=I \times U=エ$となり、導線の巻き数に着目すると、$A < I=U < エ$になることを想定する。これより、電磁石の働きの大きさは$A < I < U < エ$となることが想定され、そのことが示されている選択肢を選ぶ。</p>