

琉球大学学術リポジトリ

令和4年度全国学力・学習状況調査を利用した教員志望学生の理科の学力一解答状況と低正答率問題の解答類型99の背景一

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学大学院教育学研究科 公開日: 2023-05-15 キーワード (Ja): 全国学力テスト, 教師教育, 教員養成, 誤答分析 キーワード (En): 作成者: 吉田, 安規良 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24564/0002019833

【研究論文】

令和4年度全国学力・学習状況調査を利用した教員志望学生の理科の学力 —解答状況と低正答率問題の解答類型99の背景—

吉田 安規良¹

Science Proficiency of Undergraduate Students Who Aspire to Become Teachers Using the Results of the National School Achievement Test 2022 —Summary of the Correct Answer Status and Focusing on the Background of the “Unexpected Wrong Answer”—

YOSHIDA Akira¹

要 約

児童生徒の全国学力・学習状況調査(全国学力テスト)を分析する際の評価基準の1つとして機能することを期待するとともに、理科を教える教員養成のための資料として、2022(令和4)年4月19日に実施された全国学力テストの理科の問題を利用して、教員志望学生の「理科の学力」を示した。また、学生の低正答率問題の解答類型99(出題者側が予想していない誤答や誤答の背景を推察していない誤答)の背景を学生の自己分析結果から整理した。小学校理科の問題を解答した学生(57人)の平均正答数は15.1(中央値15)、平均正答率は88.8%、中学校理科の問題を解答した学生(30人)の平均正答数は16.9(中央値17)、平均正答率は80.6%であった。学生の低正答率問題の解答状況から、小学校理科、中学校理科の両方とも、評価の観点として「思考・判断・表現」、枠組み(視点)として「分析・解釈」に弱みがあった。

キーワード：全国学力テスト、教師教育、教員養成、誤答分析

1. はじめに

学校教育(学習)で習得される能力である「学力」は、その時々を対象としている事象によって多種多様な意味を示すため一義的であるとは言い難い。それでも、「基礎的な知識及び技能」、「(基礎的な知識及び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、表現力その他の能力」と「主体的に学習に取り組む態度」を、義務教育段階の学校教育において重視すべき三要素(いわゆる「学力の三要素」)として学校教育法第30条第2項で示している。この三要素に対応する観点別学習状況評価の観点のうち、「知識・技能」、「思考・判断・表現」に関わる前学年(小学校第5学年または中学校第2学年)までの学習内容で構成された問題が、毎年4月に実施されている全国学力・学習状況調査(以下、「全国学力テスト」)で出題される¹⁾。全国学力テストの目的は、①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、②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、③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であり、「学力や学習状況を把握・分析するための調査」、「教育施策の評価のための調査」、「指導の充実や学習状況の改善に役立てるための調査」という3つの側面を担っている。一方で、出題される問題が年度間で異なれば、(その問題で測定可能とされる)解答者の学力の変化なのか問題の難易度(困難度)の変化によるものかの区別ができな

¹ 琉球大学大学院教育学研究科教職実践講座・高度教職実践専攻(教職大学院); Department and Professional School for Teacher Education, Graduate School of Education, University of the Ryukyus

いことから学力の経年比較はできない(文部科学省 2022)。そこで教育施策の検証・改善に役立てることを目的とした「経年変化分析調査」が実施されており、直近では2021(令和3)年に実施された。

しかしながら、全国学力テストの結果が広く一般に公開される際には、この調査結果の解釈等に関する留意事項として、「身に付けるべき学力の特定の一部分であること、学校における教育活動の一側面に過ぎないこと」(文部科学省・国立教育政策研究所, 2022a: 6, 2022b: 6)が示されているにもかかわらず「学力」の総体であるかの如く取り扱われることがある。さらに「昨年度(前回)に比べて・・・」, 「全国平均(1位の〇〇)に比べて・・・」というような形で、その結果が簡単にはできないはずの経年比較や都道府県別比較で相対化されて報告され、論評されてしまう。もし、ここで児童生徒のみを対象とした調査結果以外に何かしらの基準を示すことができれば、「学力や学習状況を把握・分析するための調査」と「指導の充実や学習状況の改善に役立てるための調査」として結果を分析していくための指標として役立つことが期待できる。例えば、義務教育を修了して時間が経った者(大人)がどれくらい正答するのか、どのような誤答をしていくのかというものを比較材料とすることが考えられる。

寺本(2013)、寺島(2016a, 2016b)や宮城(2019)と同様に、これまでに筆者は、学生の実態を把握し、理科を教える教員養成の在り方を検討するための資料や筆者自身の教師教育実践のための教材として用いるため、全国学力テストを教員志望学生に解答させた結果を報告してきた(吉田 2014, 2019a, 2019b; 吉田・比嘉 2017)。本報では、児童生徒の全国学力テストを分析する際の評価基準の1つとして機能することを期待するとともに、理科を教える教員養成のための資料として2022(令和4)年4月19日に実施された全国学力テストの理科の問題を利用して、教員志望学生の「理科の学力」を示すとともに、学生の低正答率問題の解答類型99(出題者側が予想していない誤答や誤答の背景を推察していない誤答)の背景を学生の自己分析結果から報告する。

2. 方法

(1) 小学校理科の問題の解答について

問題の解答は、琉球大学で2022(令和4)年度前学期に開講された教職の意義等に関する科目「教職入門(1組:教育学部学生対象, 登録者60人)」の第2回授業(4月25日)の中で行った。受講学生は全員1年次である。後述する中学校理科の問題を解答した学生とは異なり、小学校理科の指導法科目での実施ではないため、受講学生は必ずしも小学校教員免許の取得を希望しているとは限らない。卒業要件との兼ね合いから9人は小学校教員免許を取得しなくても卒業できる中学校教育コースの学生、5人は小学校または中学校のいずれかの教員免許の取得が卒業要件であるが、問題解答時点で明確にどちらの校種を希望しているのかという意味を把握しなかった特別支援教育コースの学生である。卒業のために小学校教員免許を取得しなければならない小学校教育コースに所属する学生は46人である。なお受講学生には、理科について専門的に学ぶ学校教育教員養成課程理科教育専修に配属されている学生は含まれていない。また、受講学生には試験実施を事前に予告していない。ただし、解答に際して、「学力問題」をテーマにした演習課題の一環としての位置付けを事前に説明し、この問題への解答(正答状況)そのものは、この科目の評価に直接反映されないことを明示した上で解答させた。

解答した学生は当日の出席者58人であり、小学校教育コースに所属する学生1人と中学校教育コースに所属する学生1人の計2人が欠席した。解答時間は全国の小学校での実施方法と同様の45分とし、「調査問題, 正答例, 解説資料を事前に見たかどうか」の調査回答欄と答案返却に必要な解答者情報(学籍番号, 所属と氏名)記入欄を付け加えてA4判の大きさを複製した解答用紙を用いた。

(2) 中学校理科の問題の解答について

問題の解答は、琉球大学で2022(令和4)年度前学期に開講された、中学校(及び高等学校)の理科の指導法に関する科目「理科教育法A(1組:教育学部学生対象, 登録者11人; 2組:2018(平成30)年以

前に入学した教育学部及び理学部の学生対象、登録者2人)及び「理科教育法I(1組:理学部学生対象、登録者19人)」の合併開講授業の第2回授業(4月21日)の中で行った。受講学生は全員3年次以上である。受講学生には、具体的な試験内容は示していないものの、「講義中で理科(理学)に関する基礎学力を測定する」旨をシラバスで予告していた。なお、解答に際して、「求められるこれからの理科の授業」をテーマにした演習課題の一環としての位置付けを事前に説明し、この問題への解答(正答状況)そのものは、この科目の評価に直接反映されないことを明示した上で解答させた。

解答した学生は当日の出席者30人である。解答時間は全国の中学校での実施方法と同様の50分とし、「調査問題、正答例、解説資料を事前に見たかどうか」の調査回答欄と答案返却に必要な解答者情報(学籍番号と氏名)記入欄を付け加えてA4判の大きさを複製した解答用紙を用いた。

(3)採点と結果の分析

採点と解答類型別の分類は、国立教育政策研究所教育課程研究センター(2022a, 2022b)の基準に従った。誤字や脱字のあった解答や文意不明瞭なものは全て誤答とした。小学校理科に関しては、全問正解者の中に調査問題、正答例、解説資料を事前に見た旨を回答した者が1人いたため、この者を除いた57人の解答の全てを有効解答と見なして分析に利用した。中学校理科に関しては、調査問題、正答例、解説資料を事前に見た旨を回答した者がいなかった。それゆえ、30人全員の解答の全てを有効解答と見なして分析に利用した。児童生徒の結果は、2022(令和4)年7月28日に国立教育政策研究所のwebサイト²⁾で公表されたものを用いた。なお、Mann-WhitneyのU検定はKaleida Graph 5.0.2を利用し、それ以外の検定は、田中(2021)を参考に、js-STAR XR+ 1.1.0jとR 4.2.1を合わせて用いた。

(4)誤答理由の自己分析

採点後の答えは、翌第3回目の授業時(小学校理科:5月2日;中学校理科:4月28日)に返却し、解答した学生の結果の全体像と誤答例を紹介した³⁾。その後、誤答理由を自己分析する課題(誤答レポート)を提示し、全問正解者(小学校理科:6人(うち、分析対象解答者5人);中学校理科:1人)以外に提出を求めた。小学校理科については5月8日までに、中学校理科については5月5日までにMicrosoft Teamsの「課題」機能を用いて提出させた。小学校理科については、5月31日までに提出された遅刻提出分(14人)を含めて、47人が提出した。中学校理科については5月8日に遅刻提出された分(1人)を含めて、全問正解者以外の29人全員が提出した。この提出された自己分析結果の全てを解答状況と照合しながらその背景の分析に利用した。

(5)倫理的な配慮

受講者には教師教育研究の一環として各種提出物を個人が特定されない形で利用することと、学術研究の一環として利用する際には、その成果の公開手続後では除外できないが、一端同意した後でも申し出があればその時点で学術研究としての分析対象から除外できることを初回授業時に説明し、全員から包括的同意を書面で得た上で実施した。

3. 結果と考察

(1)小学校理科

① 全体の状況

「調査問題、正答例、解説資料を事前に見た」と回答した者が2人おり、そのうちの全問正解者1人を除いた57人の解答を分析に用いた。なお、分析対象に含めた「調査問題、正答例、解説資料を事前に見た」と回答した残りの1人の正答数は14だった。Mann-WhitneyのU検定を用いて、この57人全員の正答数と「調査問題、正答例、解説資料を事前に見ていない」56人の正答数を比較した結果、有意差は確認できなかった($p = 0.9036 > 0.1$)。

表1 小学校理科の解答状況

	学生	参考：児童の結果		
		全国 (国公立)	全国(公立)	沖縄(公立)
解答人数	57	978,109	965,761	14,454
平均	15.1	10.8	10.8	10.3
中央値	15	11	11	11
標準偏差	1.3	3.8	3.8	4.0
最高	17	17	17	17
最低	9	0	0	0
設問別正答率の平均	88.8%	63.4%	63.3%	61.0%
標準偏差	12.6	—	—	—

全国(国公立)の児童の結果は、
https://www.nier.go.jp/22chousakekkahoukoku/factsheet/data/22p_201.pdf(accessed 2022.9.30)より

全国(公立)及び沖縄(公立)の児童の結果は、
https://www.nier.go.jp/22chousakekkahoukoku/factsheet/47_okinawa/47p_22r.xlsx
 (accessed 2022.9.30)より

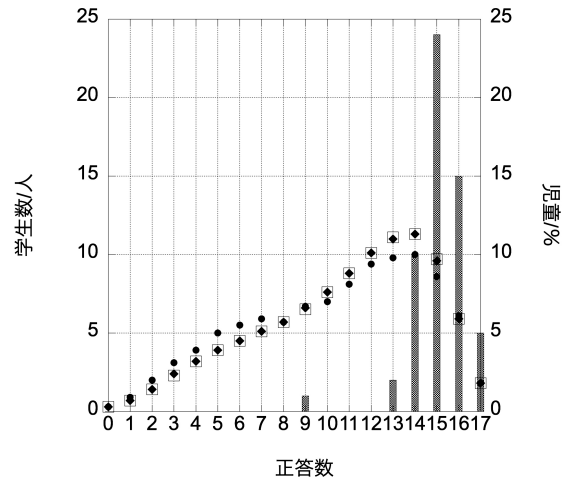


図1 小学校理科の正答数度数分布
 棒：受講学生 / 人；□：全国児童(国公立) / %；◆：全国児童(公立) / %；●：沖縄県児童(公立) / %

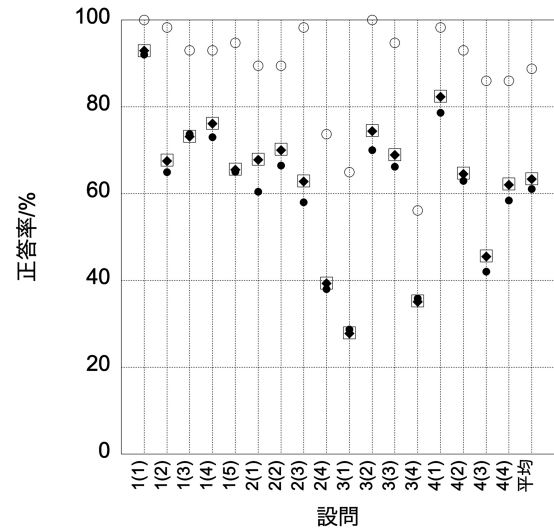
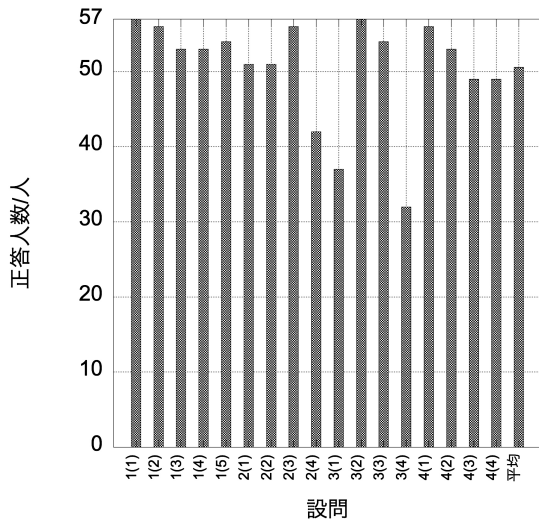


図2 小学校理科の設問別正答人数・正答率

左：受講学生の設問別正答人数(棒：正答人数 / 人)；右：受講学生と児童の設問別正答率(○：受講学生 / %；□：全国児童(国公立) / %；◆：全国児童(公立) / %；●：沖縄県児童(公立) / %)；)

表1に全17問からなる小学校理科の問題の解答状況の概要を、正答数別人数の分布を図1に、設問別正答率とその平均を図2にそれぞれ示す。学生の平均正答数は15.1(中央値15)、設問別正答率の平均(平均正答率)は88.8%⁴⁾であった。「解答類型0：無解答」に該当する解答は一切なく、不正解の解答は全て誤答であった。学生の設問別正答率と全国の児童(国公立)、全国の児童(公立)及び沖縄県の児童(公立)の設問別正答率との間のPearsonの相関係数は、順に0.875、0.875、0.845といずれも強い正の相関があることを示した。

設問別正答率が、平均正答率 - 標準偏差 = 76.2%未滿だった問題(低正答率問題)は、正答率が低い順に大問3(4)「問題に対するまとめから、その根拠を実験の結果を基にして書く」[正答率56.1%]、大問3(1)「光の性質を基に、鏡を操作して、指定した的に反射させた日光を当てることができる人を選ぶ」[正答率64.9%]、大問2(4)「凍った水溶液について、試してみたいことを基に、見いだされた問題を書く」[正答率73.7%]の3問だった。この3問の低正答率問題は順番こそ異なるが児童の正答率が低い3問と同じであった。今回、問題形式が記述式の問題は3問出題されており、その3問とも評価の観点が思考・判断・表現であったが、そのうちの2問が低正答率問題であった一方、残りの1問(大問1

(2)「自分の観察の記録と新たに追加された他者の観察の記録を基に、問題に対するまとめを見直して書く」の正答率は98.2%と1人しか誤答していなかった。

児童と同様に、問題冊子の最終に記されている2つの質問にも回答させた。その結果、「(1)今回の理科の問題では、解答を文章などで書く問題がありました。それらの問題について、どのように解答しましたか。」については、「無解答」が存在しなかったこともあり、全員が「1：全ての書く問題で最後まで解答を書こうと努力した」を選択した。「(2)解答時間は十分でしたか。」への回答は、「1：時間が余った」が48人、「2：ちょうどよかった」が8人、「3：やや足りなかった」が1人で、「4：全く足りなかった」を選択した者はいなかった。「4：全く足りなかった」を除いた3つの選択肢の回答状況を $1 \times 3 \chi^2$ 検定を用いて比較した結果、解答時間の十分さに関する回答選択状況には有意差が見られた($\chi^2(2) = 67.684, p = 0.000 < 0.01, w = 1.09, 1 - \beta = 1$)。効果量 w は便宜的基準(Cohen 1992)によると大きいと判断される。検出力($1 - \beta$)は十分である。正確二項検定を用いた多重比較($\alpha = 0.05$, 両側検定)を行った結果、「1：時間が余った」の回答人数は他の2つの選択肢の回答人数よりも有意に多かった(*adjusted ps* < 0)。また、「2：ちょうどよかった」は「3：やや足りなかった」よりも有意に回答人数が多かった(*adjusted p* = 0.039)。以上の p 値の調整にはBenjamini and Hochberg (1995)の方法を用いた。「3：やや足りなかった」を選択した1人の正答数は15問、「2：ちょうどよかった」を選択した8人の正答数別の内訳は、14問が2人、15問が4人、16問が2人であり、最低正答数の9問だった学生やそれに次ぐ13問しか正答していない学生はいずれも、「1：時間が余った」を選択していた。

② 低正答率問題とその誤答の背景

低正答率問題の解答状況を表2に示す。また誤答の理由は次のように整理された。

大問2(4)

児童、学生とも正答率が3番目に低かった大問2(4)は、評価の観点から「思考・判断・表現」、把握しようとしている枠組み(視点)が、分析・解釈の記述式の問題であった。解答類型2に該当する、凍らせる水溶液の具体的な溶質の名前を挙げて記述して正答した学生が10人だった。このうち9人が食塩水を凍らせた物で解答し、7人は凍らせた物を入れる液体を水に、2人は紅茶にして解答した。残りの1人は「紅茶をこおらせた物は水に入れると沈むのだろうか。」と解答した。

「砂糖水以外の水溶液をこおらせた物を水に浮かべるとどうなるか。」と、明確ではない変化を問う内容で記述した解答類型4に該当する誤答をした1人は、誤答した理由として「砂糖水以外にも凍らせた物の事について記述した方が良いのかと思います、この回答(原文ママ)にした。」を示した。つまり、「砂糖水以外」には着目できていたが、「沈む(浮く)」という具体的な変化の形で問うことができていないことには気がついていない。

「水溶液を凍らせた物を対象として、液体に沈む(浮く)現象自体を問う」解答類型6に該当する誤答をした3人中、「なぜ砂糖水をこおらせた物は水に沈むのだろうか」と解答した1人は誤答レポートが未提出であった。残りの2人のうち「なぜ水の固体は浮きやすく、砂糖水の固体は水に沈むのか?」と誤答した学生は、「砂糖と水に限った話だと思い込んでしまっていたためであり、はるとさんの説明の中にある“砂糖水ではない”という文面を見落としていたからである。」とその理由がケアレスミスである旨を示した。一方「どうして水をこおらせたものは水にうくのに、砂糖水をこおらせたものはしずんだのか。」と誤答した学生は、「私は、この問題を読んで一番初めに疑問に思ったのは、どうして水を凍らせたものは水に浮くのに、砂糖を凍らせたものは水に浮かないのかということでした。しかし、実験は基本的に二つほどに分類するために様々なものを使うので、その過程を飛ばしてしな(原文ママ)いたために、不正解になったと考えます。」と、自分自身が抱いた疑問を書いたことを理由に挙げた。

「水溶液を凍らせていない物を対象として、液体に沈む(浮く)かどうかを問う」解答類型7に該当する誤答をした学生は、「水のみが、こおらせた時に水に浮くのではないか。」と解答し、その理由を、「ど

表2 小学校理科の低正答率問題の解答状況

問題番号	問題の概要	出題の趣旨	評価の観点	問題形式	解答状況										無解答				
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
大問2(4)	凍った水溶液について、試・標本を、他の気が付きの見・現点を分析して、解説し、いじられた問題を書くことができる。	自然の事象・現象から得た試・標本を、他の気が付きの見・現点を分析して、解説し、いじられた問題を書くことができる。	観察・現象	記述式	32	10	0	1	0	3	1	0	0	0	0	10	0		
					32.8%	5.2%	1.4%	3.5%	5.1%	8.4%	12.1%	4.4%	3.7%	14.7%	8.7%				
					全国(国公立)														
					全国(公立)														
					沖縄県(公立)														
大問3(1)	光の性質を基に、鏡を操作して、指定した方向に反射日光は直進することを理解できる人を選ぶ。	知識	選択式	4	16	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				13.1%	48.7%	27.9%	9.8%	0.6%	0.6%	0.6%	0.0%	0.0%	0.6%						
				全国(国公立)															
				全国(公立)															
				沖縄県(公立)															
大問3(4)	問題に対するまとめから、実験で得た結果を、問題の母点で分析して、断その根拠を要約の結果をし、自分の考えを明らかに書く。	観察・現象	記述式	11	21	0	4	10	0	0	1	3	1	1	5	0			
				11.3%	22.6%	1.4%	1.4%	1.7%	19.3%	3.2%	1.2%	1.2%	1.1%	6.1%	11.1%				
				全国(国公立)															
				全国(公立)															
				沖縄県(公立)															

問題の概要、出題の趣旨、評価の観点、問題形式は、国立教育政策研究所教育課程センター(2022a)による。全国(国公立)の児童の解答の結果は、<https://www.wriier.go.jp/22chousa/kakuhokoku/factsheet/> data/2b_305.xlsx (accessed 2022.9.30)より、全国(公立)及び沖縄県(公立)の児童の結果は、<https://www.nier.go.jp/22chousa/kakuhokoku/factsheet/> 47_okinawa/47p2t.xlsx (accessed 2022.9.30)より。

のような問題を見つけたと考えられますか。」という問い方がとても抽象的だったため、模範解答が述べていることと自分の回答(原文ママ)にずれが生じてしまった。どうい疑問を抱いた人がこういう実験をするのかを、逆手に取っている問題作成が回答(原文ママ)する側からすると出題の意図が読み取りづらかったため。」と出題の在り方への意見と合わせてその理由を述べていた。この学生は、水に何かを溶かした水溶液を凍らせた物であれば、砂糖水と同じように水に沈むと考え、水に浮く状態になる物を問うことが出題意図だと理解した可能性が考えられる。ただし、解答類型7の具体的な例は、溶質(コーヒーシュガー)のみを凍らせる場合や、食塩水を凍らせないまま(水溶液の状態)飲み物に入れる場合で示されており、この誤答学生のように「水(溶媒)のみをこおらせる」事例ではない。そもそも問題文中で「水をこおらせた物」の事例を先に示しているので、解答類型7として想定していた誤答ではないだろう。

児童も学生も最多誤答である解答類型99に該当する誤答として、5人は、「砂糖水をこおらせたものを入れる際に、紅茶や水ではない別の飲みものでも沈むのか。」のように、凍らせた物を入れる液体として別な液体を用いる旨の解答をしており、これに加えてこの5人の中の1人は、「食塩水の中に水を凍らせた物を入れたらどうなるのか。また、水の中に食塩水を凍らせたものを入れたらどうなるのか」と解答を記述する際に、「凍」という漢字をサンズイ(音)で記載していた。この「凍」という漢字を誤記した1人は誤答レポートが未提出であるため、誤答であるということ把握・認識できていないかどうかや誤答理由は不明である。他の4人は、誤答理由として、「はるとさんの試したいことをもとに書かないといけないのに、勝手に自分で考えた問題を書いてしまっていた。」と自分自身が抱いた疑問を書いたことを1人が理由に挙げた。2人は「私は、はるとさんが試したこと、深堀り、砂糖水やほかの水溶液を凍らしたのも、水や紅茶とは違う飲み物だと浮き沈みが変わるのか」という問いもあると思い上のような解答をした。この問題では私の問題文の読み取り不足で、はるとさんの試してみたいことを試すきっかけとなるような問いを答えるということが分からなかったため、誤答に至った。」「複雑に考えてしまい、間違ってしまった。はるとさんが発言している内容から子供目線で素直な気持ちをもって、かつ疑問を持てば解ける問題だったのでないかと思った。」と出題意図を深読みしすぎたことを理由に示した。残りの1人は「正答の様に、

何かを問う感じの問題を作成するのではなく、「他の水溶液を凍らせた物でも試してみたいね。」という、はるとさんの発言した内容自体に何か不具合な点や間違いがあるのかと感じ、そういう意味を含んだ“問題点”を記述する形で問われているのかと解釈していた。はるとさんは、試したいことをもとに、【問題】を見つけました。ではなく、作成しました。の書かれ方の方が、問題の意味をくみ取りやすいのではと感じた。」と、出題の在り方への意見と合わせて出題内容を誤解していたことを理由に挙げた。これ以外の誤答として、「他の水よう液をこおらせた物が浮いた場合、その水よう液と砂糖水との違いは何か。」というように現象そのものについて問うのではなく、現象が生じる原因の説明を問うものが3人から寄せられた。現象が生じる原因の説明を問うた残りの2人は「水にうく物とうかない物のちがいは何か。」、「浮くものと沈むものではどんな違いがあるのか。」のように、水溶液を凍らせた物を対象としているか否かが明確ではない解答であった。この3人の誤答理由は順に「食塩水を使うと思ってなかったです。」、「水をこおらせた物と、他の物を凍らせた物との違いを考えるのだろうと思い、この答えになった。」、「どこに焦点を置くかがいまいち決まらなくて、いくつかの回答(原文ママ)が思いついた。回答(原文ママ)を絞るために、小学6年生までに持っていそうな知識や思考力を想像してみて、自分の思考をシフトした。問題にある、はるとさんの発言「砂糖水をこおらせた物だから、水にしずんだのかな。」に注目して、砂糖以外で、こおらせた水溶液が、水に浮かぶか沈むかしたとして、それらの凍らせた物にはどんな違いがあるのかを問題に考えるのではと思ったので、違いに焦点を当てた回答(原文ママ)をした。けど正答例を自分の回答(原文ママ)と比べると、階段を一段飛ばしで上ったような印象を受けた」であった。このように水溶液を凍らせた物を対象としているか否かが明確ではない解答をした2人は「違い」に着目するあまり「はるとさんが試してみたいこと」ではない解答をしたことが推測でき、残りの1人は不明瞭ながら問題で問われていることへの理解不足が推察できた。

解答類型99に該当する他の誤答は「砂糖水をこおらせた物の密度は水の密度より高いのか。」や「水をこおらせたものより他の水溶液をこおらせたもののほうが重いのではないか」であり、それぞれ、「はるとさんが疑問に思ったことを理解できなかった。なぜこの実験をするのかと、考えることができなかった。」と出題内容を理解できなかったことや「自分の中では分かっていたが文章にした時に言葉足らずだったと思う。余計な部分を書いたと思う。水に沈むかという事を書いてなかったから誤答だったのではないか。」と表現に問題があったことを理由に挙げた。

解答類型99は児童の誤答中最多反応率であり、解答類型7がそれに続いている。大問2は、佐久間(2022)が「現実離れした実験」という指摘があることを紹介している。学生の誤答状況から、解答類型7や99の誤答の背景には、出題方法に起因して、出題内容を誤解したことも存在しており、出題の在り方に意見する学生も存在した。また、解答類型6の誤答の背景には「自分の考え」が「問題文中の登場人物の立場」で分析したり解釈したりした解答ではなく、単純に「解答者自身の考え」を示したものもあった。

大問3(1)

児童の正答率が一番低く、学生の正答率が2番目に低かった選択式で解答する大問3(1)は、評価の観点が「知識・技能」、把握しようとしている枠組み(視点)が、知識の問題であった。解答類型4(全員)を選択した学生はゼロであり、学生の誤答である解答類型1(たかしさん；円形の段ボールとその奥にある壁に取り付けられた的に正対している)、2(はなこさん；三角形が切り抜かれた段ボールと正対している)はともに反射した日光が屈折しなければ起こりえない状況である。解答類型1の誤答をした4人のうち1人は誤答レポートが未提出であるため、誤答理由が不明である。他の3人のうち1人は、「問題文をよく読んでおらず、問題が何を聞いているのかよく理解できていなかった。」と誤答理由を示した。他の2人は「光は直進しか出来ないという事を忘れてたおり(原文ママ)、反射とか屈折とかを考えた。問題を単純に捉えることが出来なかった。」、「光は直進することを理解していなかった。問題を見て、

自分の正面にある段ボールだけ光を当てることができると思い込んでいた。的と向き合っているたかしさんだけが的に光を当てれる(原文ママ)と考えた。」と、光の性質の理解不足を理由に示した。

大多数の児童と同じように解答類型2を選択した16人の学生のうち1人は「たかしさんは円形の光があたる」ので、選択肢の1と4が誤答であるところまでは考えたが、「答えの見当がつかなかったため、三角形に切り抜いた段ボールを持つはなこさんの2を選んだ。」とその理由を示し、1人は「考えれば考えるほど、どれが正しいのか分からなくなってしまった。深く考えすぎたしまった。」と示した。他には「三角形という言葉にとらわれすぎた」や「三角形の正面」を理由に示したのが5人、光の性質に関する知識不足を理由に示したのが2人、4人は問題文の読解ミスが原因である旨を理由に示した。また、「四角に切り抜いた板が、的に日光を当ててはね返したとき、三角刑(原文ママ)になるということを知らなかった」や「的はかべの左にあり、正面に立ったたかしさん以外の2人はななめから光を当てることになる。その場合はなこさんの三角形の光はななめに写ることで形が変形する。そしてかつやさんも同様写る光は切り抜いた形が変形する。かつやさんの四角形の光はななめに写ることで三角形になる。その場合はなこさんの三角形の光はななめに写ることで形が変形する。そしてかつやさんも同様写る光は切り抜いた形が変形する。かつやさんの四角形の光はななめに写ることで三角形になる。私はそのことを考えず安直な考えて(原文ママ)2を選んだ。」という誤答理由を示した学生の場合、かつやさんが持つ鏡で反射した光が、かつやさんの正面にある四角形の切り抜きを抜けた後に左端の的に当たったことが正答の根拠だと誤解した上で誤答理由を示した可能性がある。単純に鏡で日光を壁に反射させた際に、例えば円形の鏡が反射した光が楕円形になるなど、鏡とその反射光が壁に当たる位置関係によっては鏡の形そのままではなく若干歪むことを見た経験や太陽の動きによって影が変化することを見た経験を踏まえた上での論述か否かもこの理由からははっきりしないが、「切り抜いた段ボールを抜けた光が的に当たるまでの間に変形する」という、相似形または正方形が長方形や平行四辺形、台形のように縦横比が変わっても四角形という形は維持されるという意味での変形ではなく、出題されている状況では起こりえない変形、文字通り四角形が三角形になるというような意味で変形することを「知らなかった」と理由に示した学生がこのように2人いた。残りの1人は誤答レポートが未提出であるため、誤答理由は不明である。

この問題は、光が様な媒質中では直進するという性質を理解しているのかをみており、誤答は知識そのものを獲得できていないことを意味する。一方、この問題の図では、的がついている壁の影の形から、太陽の高さこそ不明瞭であるものの、相対的に高い位置に太陽が位置しており、その太陽と壁が概ね同じ向きにある(太陽の手前に壁がある)と考えられる。それゆえ、光の性質の知識の獲得と関連して、晴れた日の屋外で十分な光の量があるという認識に立てていないことやそもそもこの問題で示されている鏡をつかった光の反射の実験(ゲームや遊び)を経験していないことなどから、この状況を十分に想像できていない可能性が示唆される。このような経験をせずに大学に進学し、将来理科を教えるようなことになる学生に対しては、Yoshida(2013)のような教師教育が必要である。

大問3(4)

児童の正答率が2番目に低かったのに対して学生の正答率が一番低かった大問3(4)は、評価の観点で「思考・判断・表現」、把握しようとしている枠組み(視点)が、分析・解釈の記述式の問題であった。最低正答率だったこの設問の誤答の特徴は、解答類型4(正答条件①缶の色に言及+②時間について言及+③水の温度について言及)の全員、解答類型5(①缶の色に言及+②時間について言及または①缶の色に言及+③水の温度について言及)の9人、解答類型8(②時間について言及+③水の温度について言及または②時間についてのみ言及か③水の温度についてのみ言及)、解答類型9(結果のみを示す内容)及び解答類型10(結果を用いず、原因を示す内容)の全員、解答類型99の4人の計22人が、「水温の比較」に言及できていなかったことである。このうち、水温ではなく「缶の温度変化」と読める表現に留まるものが13人、色の指摘のみで留まったのが8人で、残りの1人は解答類型8に該当する「実験開始か

ら20分後、40分後共に1番温度が高いから」という解答で、時間について言及するものの温度についての記述が具体的ではないため正答条件②のみ当てはまると判断したものだ。誤答レポートでも、水の温度変化に明確に言及できていないことや正答条件に見合う表現の適切さの確認不足が誤答の理由だと分析している者が多く、解答類型4で誤答した3人、解答類型5で誤答した7人、解答類型8で誤答した2人はこの点を指摘していた。このうち解答類型4に該当した誤答をした3人のうちの1人は、水の温度についての実験考察というのを知っている前提で考えていたことを示した。

一方、水の温度について明確に言及できていないことや正答条件に見合う表現の適切さの確認不足が誤答の理由だと分析できていなかった解答類型4や5に該当する者の誤答理由を以下に示す。

解答類型4に該当する「他の色は20分ごとに1～2℃しかあがっていないが、黒は20分ごとに4℃あがっているため」と誤答した1人は、「私は他の缶に比べ、黒色の缶が20分に4度上がっていると書いていて、経過をかくのではなく最終的な温度の違いを上げる(原文ママ)べきだった。黒色のかんは32度で一番たかく、他のかんよりも高いから。にするとよかった。」と水温であることを明確に言及していないことに気づかない形で誤答理由を述べた。

解答類型5で誤答した3人のうち2人は誤答レポートが未提出であるため、誤答理由は不明である。「結果を見ると、最初はどの色も同じ温度だけど、20分後、40分後と時間が経つにつれて、黒色のかんの水の温度が高くなっているから」と、変化の事実は言及できていたが水温を比較したことが明確ではないと判断したため誤答と判断した残りの1人は「余分な解答の部分があった」というように、「解答のどこが余分なのか」を明示しない抽象的な形でしか誤答の理由を指摘していない。

また、水の温度について言及できている解答類型7(②時間について言及+③水の温度について言及+④水の温度を比較することを示す趣旨または②時間について言及または③水の温度について言及+④水の温度を比較することを示す趣旨)に該当する誤答「20分ごとにあがる水温の変化が一番大きいから」をした学生は、「最終的な水の温度で比べるのではなく、10分ごとの水温の増加率に注目して記述したので誤答になったのではとないかと思う。」とその理由を示し、「缶の色に言及する」という正答条件を満たしていないことに気づいていないことが読み取れた。

解答類型8に該当する3人の中で、「実験開始から20分後、40分後共に1番温度が高いから」と誤答した学生は、「説明不足」と抽象的な形での理由の提示に留まっていた。「0分の24℃を基準にして、4色の中で40分後の温度が最も高いから」と誤答した学生は、「黒色のかん」という主語が抜けていたから。主語がないと何について書いているのか分からない。40分後の温度である「32℃」という記述が抜けていたから。結果の表を見てあきらかに分かっていることだが、記述問題では書かないといけない。」と水温について明確に言及していないものの表現に問題があったと分析した。「結果の黒は40分後には32℃になっていて、この温度は赤、青、白の40分後よりも高い温度になっている。」と、色には言及しつつも缶の色であることを明示しない形で誤答した学生も、「私の回答(原文ママ)は黒の温度という書き方をしている、黒の罐の水の温度と正しく書く必要があった。」と水温について明確に言及した上で表現に問題があったと分析していた。

解答類型9に該当する「はなこさんは日光をはねかえして調理するという動画をみた際に「黒がよい」と書かれていたが、他の色がもしかしたら黒よりもあたたまりやすい可能性があると考え実験したので、実験の結果、1番あたたまりやすいものが黒というまとめかたをした。」と誤答した学生は、「問題が何を答えてほしいのか、きちんと読み取れていなかった。」と分析した。解答類型10に該当する「黒色というのは、様々な色がある中で1番光を吸収しやすく太陽からの熱を吸収したから。」と誤答した学生も、「自分はよく癖で間違える、質問と解答のねじれで答えてしまった。「上の結果を利用して」と書かれているのにも関わらず、自分は黒という色は熱を吸収しやすいという理由を答えてしまった。」と、出題内容を読み取れていないことを理由に挙げた。

解答類型 99 に該当した 5 人の誤答は、「時間が経過すれば(原文ママ)する程、黒い缶の温度がどの缶よりも上昇している」のような日本語の表記としても適切ではないもの、「水温の変化が、20 分後、30 分後のどの時間でも黒色のかんの水の温度が最つも(原文ママ)高い」というように送り仮名が不適切であるだけでなく、問題文で示されていない 30 分後という時間を用いていたもの、「4 色のうち黒色のかんが、もっとも上がり幅が大きいから」や「4 色の中で、同じ時間で、最も温度変化が高かったのが黒だから」のように「黒色の缶」に言及する正答条件①のみ当てはまるもの、「表から、はね返した日光を当て続けると、20 分後も 40 分後もいちばん黒が温度が高かったから」のように、時間について言及する正答条件②に当てはまるが、色には言及しているものの「缶」や「水」に言及していないものだった。このうち、「時間が経過すればする程、黒い缶の温度がどの缶よりも上昇している」と誤答した学生は、「結果に書かれている表の中から考えなければいけないのだが、私は“時間が経てば経つほど”と書いてしまい、表の中だけでは断定できないような回答(原文ママ)をしてしまったから。」というように、時間に関する表現の不適切さを自らが実際に記述した解答とは別の表現で指摘し、「水温の変化が、20 分後、30 分後のどの時間でも黒色のかんの水の温度が最つも高い」と誤答した学生は、「結果の表のメモリを読み間違えた。はなこさんが考えた問題にたいするまとめを一度しか読まなかったから理解が充分じゃなかった。」と誤答理由を挙げ、送り仮名表記の不適切さには言及していない。「4 色のうち黒色のかんが、もっとも上がり幅が大きいから」と誤答した学生は、「書き言葉を意識して採点者に自分が伝えたいことが伝えられることができるようにすることが大切だと感じた。」と表現に関して言及していた。残りの 2 人は誤答レポートが未提出であるため、誤答理由は不明である。

児童の誤答として解答類型 99 の次に多かった解答類型 6 (①缶の色に言及 + ④水の温度を比較することを示す趣旨)に分類される誤答は学生には見られなかった。これは、解答類型 4 や 5 に該当する④水の温度を比較することを示す趣旨に明確に言及できていない学生の多さに起因すると推定できる。つまり、実験結果を正しく分析・解釈した結果として導き出した自分の考えを適切に書き記せていないことが誤答した学生の特徴である。

(2) 中学校理科

① 全体の状況

解答者は全員「調査問題、正答例、解説資料を事前に見ていない」と回答したため、30 人全員の解答をそのまま分析に用いた。はじめに、Mann-Whitney の U 検定を用いて、所属学部による正答数の違いを比較したが、有意差は確認できなかった ($p = 0.7424 > 0.1$)。表 3 に全 21 問からなる中学校理科の問題の解答状況の概要を、正答数別人数の分布を図 3 に、設問別正答率とその平均を図 4 にそれぞれ示す。学生の平均正答数は 16.9 (中央値 17)、設問別正答率の平均(平均正答率)は 80.6%であった。「解答類型 0 : 無解答」に該当する解答は一切なく、不正解の解答は全て誤答であった。学生の設問別正答率と全国の生徒(国公私立)、全国の生徒(公立)及び沖縄県の生徒(公立)の設問別正答率との間の Pearson の相関係数は、順に 0.513, 0.508, 0.459 といずれも中程度の相関があることを示した。これは、相対的に生徒の正答率が低かった問題が必ずしも学生の低正答率問題ではないことが関係していると思われる。

設問別正答率が、平均正答率 - 標準偏差 = 61.7%未滿だった低正答率問題は、正答率が低い順に、大問 3 (3)「水素を燃料として使うしくみの例の全体を働かせるおおもとを指摘する」[正答率 33.3%]、大問 2 (2)「気圧、気温、湿度の変化をグラフから読み取り、雲の種類の変化と関連付けて、適切な天気図を選択する」[正答率 40.0%]、大問 2 (3)「上空の気象現象を地上の観測データを用いて推論した考察の妥当性について判断する」[正答率 53.3%]、大問 8 (3)「生物 X が昆虫類かどうかアリと比較しながら、観点と基準を明確にして判断する」[正答率 60.0%] の 4 問であり、全て、「思考・判断・表現」を評価する問題であった。

表3 中学校理科の解答状況

	学生	内訳		参考:生徒の結果		
		教育学部	理学部	全国(国公立)	全国(公立)	沖縄(公立)
解答人数	30	11	19	928,509	892,585	13,219
正答数	平均	16.9	16.8	17.0	10.4	9.3
	中央値	17	17	17	10	9
	標準偏差	1.9	1.6	2.0	4.1	3.8
	最高	21	19	21	21	21
	最低	13	14	13	0	0
設問別正答率の平均	80.6%	—	—	49.7%	49.3%	44.0%
標準偏差	18.9	—	—	—	—	—

全国(国公立)の生徒の結果は、
https://www.nier.go.jp/22chousakekkahoukoku/factsheet/data/22m_201.pdf(accessed 2022.9.30)より
 全国(公立)及び沖縄(公立)の生徒の結果は、
https://www.nier.go.jp/22chousakekkahoukoku/factsheet/47_okinawa/47m_22r.xlsx(accessed 2022.9.30)より

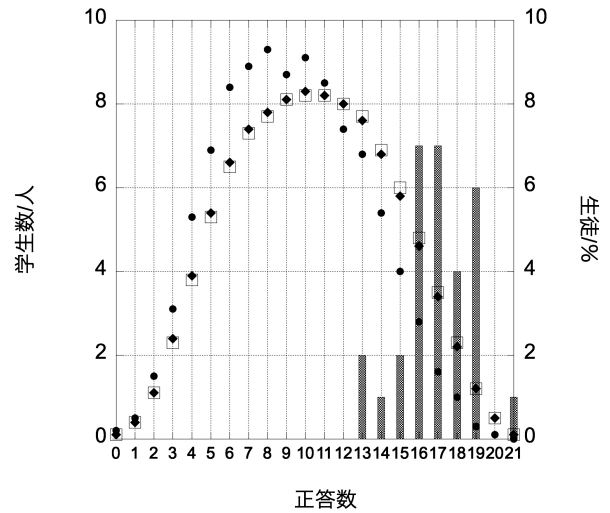


図3 中学校理科の正答度数分布
 棒: 受講学生 / 人; □: 全国生徒(国公立) / %; ◆: 全国生徒(公立) / %; ●: 沖縄県生徒(公立) / %

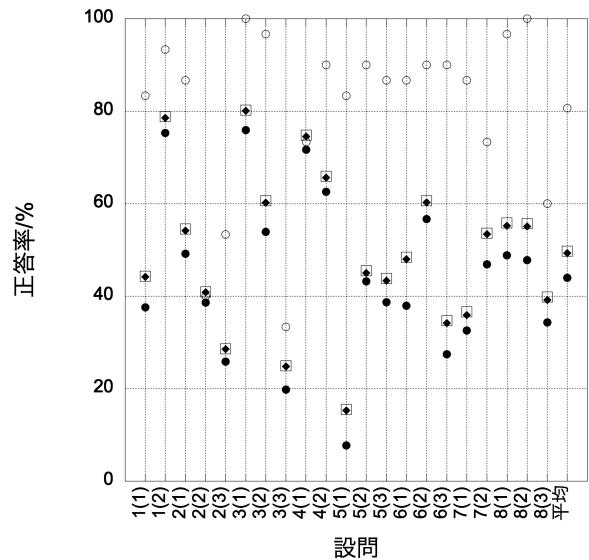
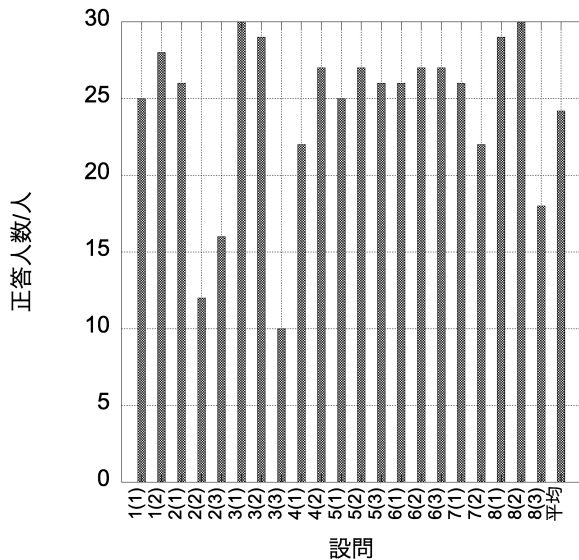


図4 中学校理科の設問別正答人数・正答率

左: 受講学生の設問別正答人数(棒: 正答人数 / 人); 右: 受講学生と生徒の設問別正答率(○: 受講学生 / %; □: 全国生徒(国公立) / %; ◆: 全国生徒(公立) / %; ●: 沖縄県生徒(公立) / %)

生徒と同様に、問題冊子の最終に記されている2つの質問にも回答させた。その結果、「(1)今回の理科の問題では、解答を文章などで書く問題がありました。それらの問題について、どのように解答しましたか。」については、小学校理科の結果と同様に「無解答」が存在しなかったこともあり、30人全員が「1: 全ての書く問題で最後まで解答を書こうと努力した」を選択した。「(2)解答時間は十分でしたか。」への回答は、「1: 時間が余った」が18人、「2: ちょうどよかった」が9人、「3: やや足りなかった」が3人で、「4: 全く足りなかった」を選択した者はいなかった。「4: 全く足りなかった」を除いた他の3つの選択肢の回答人数を $1 \times 3 \chi^2$ 検定を用いて比較した結果、解答時間の十分さに関する回答選択状況には有意差が見られた ($\chi^2(2) = 11.4, p = 0.003, w = 0.616, 1-\beta = 0.866$)。効果量 w は便宜的基準 (Cohen 1992) によると大きいと判断される。検出力 ($1-\beta$) は十分である。正確二項検定を用いた多重比較 ($\alpha=0.05$, 両側検定) を行った結果、「1: 時間が余った」と回答した人数は「2: ちょうどよかった」の回答人数との間には有意差がなく ($adjusted\ p = 0.146$)、「3: やや足りなかった」の回答人数より

表 4 中学校理科の低正答率問題の解答状況

問題番号	問題の概要	出題の趣旨	評価の観点	問題形式	解答状況	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	99	無解答	
大問2(2)	気圧・気温・湿度の変化を字を羅列した空の様クラフから読み取り、葉の箱の観測データを天気図の種類の変化と関連付けて、化を分析して解釈できるかどうかをみる	継続的に記録した空の様を字を羅列した空の様クラフから読み取り、葉の箱の観測データを天気図の種類の変化と関連付けて、化を分析して解釈できるかどうかをみる	表 思 現 考	選 択 式	学生/人	1	12	0	17								0	0
					全国(国公立)	7.3%	40.9%	9.1%	42.4%									
					全国(公立)	7.3%	40.8%	9.2%	42.4%								0.0%	0.3%
					沖縄県(公立)	8.4%	38.6%	11.1%	41.4%								0.1%	0.4%
					正答	◎												
大問2(3)	上空の気象現象を地上の観測データを用いて推論して考察の妥当性について判断する	飛行機雲の残り方を科学的に探究する学習場面において、地上の観測データを用いて推論して考察を行った他の考えについて、多面的・総合的に検討して改善できるかどうかをみる	表 思 現 考	選 択 式	学生/人	1	2	5	16								0	0
					全国(国公立)	7.1%	38.1%	25.6%	28.6%									
					全国(公立)	7.2%	38.1%	25.9%	28.5%								0.0%	0.3%
					沖縄県(公立)	8.6%	39.2%	26.0%	25.8%								0.0%	0.4%
					正答	◎												
大問3(3)	水素を燃料として使う機器を動かせるおおもとを指摘する	化学変化に関する知識及び技能と「エネルギー」を柱とする領域の知識及び技能を関連付け、水素を燃料として使う機器の全体の全体を動かせるおおもとを指摘する	表 思 現 考	短 答 式	学生/人	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	99	無解答	
					全国(国公立)	24.9%	20.1%	43.7%	1.9%									
					全国(公立)	24.8%	19.9%	43.8%	2.0%								5.2%	4.2%
					沖縄県(公立)	19.8%	20.1%	46.9%	2.4%								5.2%	4.3%
					正答	◎											5.4%	5.4%
大問3(3)	生物が昆虫類かどうか外見を比較して共通点と相違点を捉え、分類の基準を明確にして判断する	未知の節足動物とアリの外見を比較して共通点と相違点を捉え、分類の基準を明確にして判断する	表 思 現 考	選 択 式 + 記 述 式	学生/人	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	99	無解答	
					全国(国公立)	8.8%	3.6%	1.6%	9.0%	30.9%								
					全国(公立)	8.9%	3.7%	1.6%	8.9%	30.4%							44.8%	1.4%
					沖縄県(公立)	8.9%	4.1%	1.8%	7.6%	26.8%							45.3%	1.4%
					正答	◎											47.9%	2.9%

問題の概要、出題の趣旨、評価の観点、枠組み、問題形式は、国立教育政策研究所教育課程研究センター(2022b)による。全国(国公立)の生徒の結果は、https://www.nier.go.jp/22chousakkehokoku/factsheet/data/22m_305.xlsx(accessed 2022.9.30)より。全国(公立)と沖縄(公立)の生徒の結果は、https://www.nier.go.jp/22chousakkehokoku/factsheet/47_okinawa/47m_22.xlsx(accessed 2022.9.30)より。

も有意に多かった ($adjusted\ p = 0.004$)。また、「2：ちょうどよかった」と「3：やや足りなかった」の回答人数の間には有意差がなかった ($adjusted\ p = 0.146$)。以上の p 値の調整には Benjamini and Hochberg (1995)の方法を用いた。「3：やや足りなかった」を選択した3人の正答数は少ない方から順に13問,16問,19問であった。もう1人の最低正答数(13問)の学生とそれに次ぐ正答数が14問の学生は2人とも「2：ちょうどよかった」を、全問正解した学生(1人)は「1：時間が余った」をそれぞれ選択していた。

② 低正答率問題とその誤答の背景

低正答率問題の解答状況を表4に示す。また誤答の理由は次のように整理された。

大問2(2)

大問2(2)は、把握しようとしている枠組み(視点)が分析・解釈の選択式問題であった。解答類型1(選択肢ア)で誤答した学生は、「百葉箱の観測データから、温暖前線や低気圧がどこら辺にいるのかを読み取ることが出来ていなかったため、間違いました。」とその理由を誤答レポートに記した。この理由からは、正解に辿り着けない誤ったものであったものの何らかの読み取りをした結果誤答したものの四者択一問題だったため半ばデータラメに解答した結果か不明である。

解答類型4(選択肢エ)で誤答した学生の誤答理由はいくつかに分類できた。まず、前線に関

する知識不足やすっかり忘れていたという抽象的な理由を挙げた学生が2人いた。与えられた情報からイ(正答)とエまで絞ることはできたが、それ以上絞りきれず、迷った結果としてエを選んだ者が3人いた。そのうちの1人はこれに加えて「寒冷前線が通過したのち 気圧が下がると勘違いしていた」ことも合わせて示した。同じように、「寒冷前線は、この地点をちょうど通過した時に気温・気圧が下がり、湿度が高くなると考えていたため」と、寒冷前線の通過に伴って気圧が下がると誤解していたことを理由にした学生は他にも1人いた。その一方で、気圧の低下を気温の低下と読み違えた上に乱層雲と積乱雲と勘違いしていたことを理由にした学生も1人いた。他にもイとエの二者択一からエを誤って選択した理由として、1人は前線の位置と降雨範囲や雨雲の位置の理解の曖昧さを理由に挙げた。次に百葉箱の観測データを読み取り、P地点の気圧が910 hPa付近だと読み取った上で、等圧線の間隔からエの天気図のP地点の気圧を910 hPaだと読み取ったことが誤答の原因であると示した学生が2人いた。この2人は、等圧線の読み取り方そのものを誤っており、そのうち1人は、雨天なので寒冷前線通過中であるという判断をしたことも合わせて示した。もう1人は問題文前文にある気圧の補正について考慮していなかったことを合わせて示した。また、乱層雲と寒冷前線を結びつけていたことを理由に挙げた学生が2人いた一方、乱層雲に覆われていたことを見落とすとともに前線の通過前後の時間帯に気温の低下が見られなかったことに注目できなかつたことを誤答理由に挙げた学生が1人いた。

他には、雲のようすからは何もわからず、百葉箱のデータから湿度が上昇していることを根拠に寒冷前線の通過だと判断した学生がいた。同じように、天気が雨で湿度が上がり、気圧が下がり、気温が若干下がっているので前線が通過している最中だと認識したことを理由にした学生が1人いた。前日の正午の気温から気温が下がっていったと百葉箱の観測データを読み取り、気温が下降傾向にあることから寒冷前線の通過だと考えて誤答した学生が1人いた。また、雲は前線が通り過ぎた時にしか発生しないと勘違いしており、4月29日13時の観測データで乱層雲が発生していることから通過直前の12時にP地点に前線が被さっているエを選択した理由にした学生が1人いた。

以上のような状況から、生徒の誤答の背景分析(文部科学省・国立教育政策研究所, 2022b: 29)と同様に、前線の種類や構造、前線の通過に伴う天気の変化などに関する理解が十分でなかったり、雨が降っているだけで寒冷前線が通過していると考えていたりしている学生の存在が明らかになった。

大問2(3)

大問2(3)は、把握しようとしている枠組み(視点)が検討・改善の選択式問題であった。解答類型1(選択肢ア)で誤答した学生の1人は、「飛行機雲周辺の湿度を海面の湿度と同じと考えて、問題を解いてしまったことがいけなかったように思います。」と上空まで湿度が均一であるという認識をもっていたことを理由に示していた。ここでは百葉箱の観測データを示しているのに海面の湿度を示しているわけではないが、気圧の補正の必要性に言及した問題文の前文を湿度にもそのまま適用するものと誤解している可能性がある。もう1人は「百葉箱の観測データから、アの文章は言っていることは間違っていないと考えた。飛行機雲の高さの湿度が必要だと判断できていなかった。」と誤答理由を示した。飛行機雲は、飛行機の排気ガスに含まれる微粒子が凝結核となり、同じく排気ガス中に含まれる水蒸気が上空の冷たい空気に冷やされて雲となったものである。飛行機雲の極狭い周囲(飛行機雲の発生域)では露点に達していることになる。また、中学校第2学年で習得した学びとして、空気中の水蒸気量が変化しない場合では、気温の変化に伴って飽和水蒸気量が変化するため、湿度に影響を及ぼすことに考えが行き着くであろう。雲が発生するためには、その雲周辺の湿度が高いことが必要である。いずれにせよこの2人はそもそも「湿度が関係していない」という考えに違和感を覚えていないことになる。

解答類型2(選択肢イ)で誤答した学生のうち3人は、飛行機雲が発生した上空の湿度について考えていなかった、高さにより湿度が変わることを考慮しなかった旨を誤答理由に示した。他の1人は「雲が消えるのは、空気の温度が上がって、空気が保てる水蒸気の量が増え、雲の成分である水が空気に含ま

れるからである。雲は、地上からの距離が遠いと気温が低いので消えにくく、近いと気温が高いため消えやすい。その為、飛行機雲の高さを調べる必要があるが、雲が消える仕組みを理解していなかったため選択肢を誤った。」と雲の生じる高さに着目できなかつたことを理由に示した。残りの1人は、「まず、雲の成分は水であることと、雲ができることと地上の気温は関係ないと考えて、選択肢のアは除外した。また、ウは観測データから必要ないと考え除外した。エは、飛行機雲の高さは飛行機の飛んでいるところはみんな空で同じ高さだと考えたから除外して、残ったイを選択してしまった。しかし、飛行機は全部が同じ高さを飛んでいない。また、雲は空の大気の状態によって状態が変わる。雲は上空の水蒸気が成分なので、上空が乾燥していればすぐに消えてしまい、湿っていれば長い時間残る。」と、飛行機雲の生じた高さが同じだったと思い込んだことから、消去法的に残ったイを選択したことを誤答理由に示した。

解答類型3(選択肢ウ)で誤答した学生のうち、1人はこの問題の解答に時間をかけることができなかつたため問題を十分に読み解けなかつたことを理由に挙げた。別の1人は「理由としては、百葉箱の位置と飛行機の高さを見誤っていました。」というように百葉箱の観測データを飛行機が飛んでいた高さのデータと認識していたことを示した。また、1人は「1日と15日の飛行機雲の高さは異なる可能性があるため、飛行機雲の高さの観測データが必要だと判断できていなかった」と、両日の飛行機雲の高さが同じ高さだと思い込んでいたことが推察できる理由を示した。残りの4人は、「もっと多くの比較対象データが必要」だと考え、2人は、「湿度が異なる」という言葉にひかれて、残りの2人は「他の日」という言葉にひかれて選択した旨を理由に示した。

文部科学省・国立教育政策研究所(2022b:32)は、解答類型2と解答類型3の反応率の合計が63.9%であることについて、考察の根拠としてその観測データを用いることが妥当かどうか検討して改善することに課題があると考察している。誤答学生の中にも与えられた観測データをそのまま用いたことを認めている者がいたが、勝手な思い込みを原因にした者や選択肢の表現に惑わされた者も存在している。

大問3(3)

大問3(3)は把握しようとしている枠組み(視点)が分析・解釈であり、今回の調査問題で唯一短答式で出題された問題であった。最低正答率だったこの設問の誤答の特徴は、問題文の誤解もしくは理解不足に起因していた者が多いことである。解答類型2(電気エネルギー又は太陽電池(光電池))と誤答した学生9人のうち、「太陽電池」と解答した2人のうち1人は、「水素を燃料として使うしくみの例の図」から選ぶのではなく、誤ってこの図の上にある「福島水素エネルギー研究フィールドの写真」から言葉を選択していたことを誤答理由に示した。もう1人は「おおもとが電気エネルギーだと考えてしまった。」と、エネルギーの種類で解答するものだと判断した旨が推測できる誤答理由に示した。「電気エネルギー」と誤答した7人は、「おおもととして」の読み落とし、「“おおもととして”というヒントがあるため、矢印を逆にたどれば分かったはずである。自分は「水素を燃料として使う仕組みの例」というワードに縛られすぎて、視野が狭くなっていた。」「“おおもとは何か”と考える問いを「代替不可能なエネルギーは何か」という問いに勝手に変更してしまっていた。太陽光は電池などの化学変化に伴い発生するエネルギーに代替可能であるが、それを電気エネルギーに変換して使用する過程は代替不可能であるために電気エネルギーであると考えた」、「最初は太陽の光だと思ったが、太陽の光がなくても電気エネルギーさえあれば水の電気分解ができるのでおおもと必要なのは電気エネルギーだと思った。」「化学反応式とそれに必要な部分だけを見て電気エネルギーがないとこの式が成り立たないと思って電気エネルギーが必要と回答(原文ママ)した。」「水を電気分解するのに使用しているのは電気エネルギーであると考えたため。」「おおもとという日本語の意味を答えに活かさせませんでした。」であり、問題文の読解・解釈不足や勝手な思い込みが誤答理由に挙げられた。

生徒の最多誤答である、解答類型3の誤答をした10人中9人が「酸素」と誤答した。この誤答理由は、

「化学式は書いて確認したものの水、水素、酸素以外の選択所(原文ママ)が自分の中になく、よく理解しないまま酸素と書いて不正解」、「問題の「図の中から1つ選び」という言葉から、なぜか点線の中の電気分解と燃焼のところにある言葉から選ぶと勘違いしたから。点線の中には酸素だけ矢印がなかったので、酸素を選んだ」、「水素を燃料として使用する時に、水素と酸素を反応させて水をつくるので、酸素が必要なのではと考えました。正直なところ、問題文で話していることの意味が分からなかったので、この問題で問われていることが分かりづらかったです。」、「空欄 Y の前に「水を電気分解して発生させた水素を使い続けるために」とあったため、電気分解して得られた水素を使う(=燃焼させて燃料として用いる)ために必要なものだと考え、酸素がなければ、燃焼がすすまないで、酸素が必要ということだと思った。」、「図にある用語を使って、というのが酸素、水素、水の3択から選ぶと勘違いしたことにより誤答してしまった。」、「問題文の意味が分からず、「図 水素を燃料として使うしくみの例」内の「燃焼」にのみ注目して回答(原文ママ)したため。酸素がなければ、水、水素も発生しないと考えた。」、「初めは、正解である「太陽の光」だと思ったが、「水を電気分解して発生させた水素」とあるため、電気分解の過程は終わったうえで、問題を問いている(原文ママ)と思い、燃焼の過程で、水素を使うためには、酸素が必要だとおもい、酸素と答えた。」、「係数比より酸素は、水素や水より多く生成され、常に余っていると考えられるので、電気分解や燃焼の反応を起こす太陽の光が重要だということ。式より、係数比が酸素は1であることから、水素を燃焼するためにはより多くの酸素が必要だと考えたから。」、「水素を燃料として使う仕組みの例をよく見ずに、燃焼の項目だけに着目し消去法で酸素を選んでしまった。」であり、係数比に言及した1人は化学量論的に誤った理解をしていることが推測できる誤答理由を示したが、それ以外の誤答は、知識の活用というよりは、問題文の読み間違いに起因していた。また「正直なところ、問題文で話していることの意味が分からなかったので、この問題で問われていることが分かりづらかったです。」や「問題文の意味が分からず、「図 水素を燃料として使うしくみの例」内の「燃焼」にのみ注目して回答(原文ママ)したため。」のように出題の在り方に意見する誤答者もいた。

一方、残りの1人は「水」と誤答した。その理由は、「太陽の光があったとしても、水がないと水素ができないような仕組みをとっていたため、おおもとに水が必要なのではないかと考えた。」であり、「おおもととしてのエネルギー源」ではなく「原材料」を解答する問題と誤解していた。

解答類型99で誤答した1人は「燃焼」と解答した。この学生は、「電気分解で発生させた水素を燃焼して使用していることがしくみの例で読み取れたので、発生した水素を使い続けるためには、燃焼が必要なのではないかと考えた。」と誤答理由を示した。つまり、「発生した水素を使い続けるためには、燃焼が必要」だと考え、「使い続ける」ために水素をつくるのではなく水素を使うためのしくみが問われていると考えてを解答した。

大問8(3)

大問8(3)は、把握しようとしている枠組み(視点)が分析・解釈で、解答形式は選択式問題が組み入れられた記述式で解答する完全解答型の問題であった。大問8(3)の誤答は1人を除いて、全て解答類型99(出題者側が想定している解答に当てはまらない誤答)に該当しており、その全てが「根拠」の記述に起因しており、選択式の部分は指定された形式で解答されていた。

解答類型2(ア(昆虫である))を選択し、生物Xの体の特徴やアリとの相違点を記述しているものを解答した学生は、「足が8本あり、顔と胴体がつながっているため」と根拠欄に解答し、「昆虫は胸部に3体節から成る、それぞれ一对の脚が存在することを知らなかった。」→「昆虫の体は、頭部・胸部・腹部にそれぞれ一对の脚が、計6本存在することを知りませんでした。」→「昆虫は足が6本あり、体が頭、胸、腹に分かれていることを知識として覚えていなかった。」と提出期限までの間に2回もその理由を修正して提出した。1回目、2回目に提出された誤答理由はいずれも途中の説明が適切な表現ではなかったり科学的に間違っていたりしていたが、結局のところ全て知識不足が誤答理由であることを明示

していた。

解答類型99の誤答のうち、まず、ア(昆虫である)を選択した4人のうち、1人は「足が4本以上あり、」と文章が途中で止まっていた。この学生は解答時間終了後に回答する「解答時間は十分でしたか」に対して「2 ちょうどよかった」を選択しており、「そもそも昆虫の定義が分かっていなかった。」を誤答理由に示した。他の3人は、「あしの数と同じであり、ありと同じ部位から生えているため」、「アリと同様に腹部からあしが生えているから」、「あたまとはらとあしがあるため」と根拠を示した。その誤答理由は順に「生物Xのあしの手数を6本だと見間違えた 強いて言うなら蟻の触角があしのひとつに見えてしまったのでミスが起きたのではないかと思います。」、「昆虫は頭部・腹部・胸部に分かれていると思えば腹部から足が生えているため昆虫であると判断した。クモは昆虫でなかったとあいまいに覚えていた。また、足が生える場所によって昆虫であるかどうか見分けていると間違えて理解していたため誤答した。」、「昆虫の定義を知らなかったから。」であり、ケアレスミスや知識不足を誤答理由にした。

一方、イ(昆虫でない)を選択した7人は、「胴の部分からあしが3対(6本)出ていることが昆虫の特徴で、また、頭、胴、腹の3つに分かれていることも昆虫の特徴だが、生物Xはどちらも満たしていないから。」、「生物Xは頭と腹が一緒になっているから」、「混(原文ママ)虫は6本脚の生物であるため」、「腹部から足が8本生えているため」、「腹部からのびる脚が6本ではなく8本であるから。」、「あしが4本あるため」、「3本のあしをもつ」という昆虫の特長にそぐわないため、「昆虫の特長である胴体から手足が3本ずつ生えているというのがあてはまらないから。」、でいずれも生物Xはや昆虫の体の特徴を正しく表現できていない解答であった。「腹部から足が8本生えているため」と誤答した学生は誤答理由が無誤答であった。他の学生は順に「胸を胴と勘違いして記憶していたから。「胴」のところをすべて「胸」に変えたら正解だった。」、「昆虫は頭・胸・腹に分かれていることと、昆虫は足が6本であることを忘れていた。」、「普段よく書く混の方を書いてしまった。」、「昆虫のからだのつくりが、頭部・胸部・腹部から成るということを考えていなかった。感覚的に人間の腹部のような気がして、特に考えることもなく「腹部からのびる脚」という言葉を使ってしまった。」、「昆虫のあしは3本ではなく3対である。対と本を書き間違えている。誤答をした理由：確認不足である」、「昆虫の特徴をはっきりと覚えていなかったから間違った。胴体ではなく腹から3対生えている。」であった。「昆虫の特徴をはっきりと覚えていなかったから間違った。胴体ではなく腹から3対生えている。」のように、誤答理由を示す際でも誤った理解をしたままであると判断できる記述をしたものもあった。

見間違いをした1人や誤字(誤表記)で誤答となった2人以外は、程度の差はあるものの、生物の特徴に関する知識不足だと考えられる。

4. おわりに

(1)全体を振り返って

2022(令和4)年4月19日に実施された全国学力テストの理科の問題を琉球大学の教員志望学生に解答させた。小学校理科を解答した学生の平均正答数は15.1(中央値15)、平均正答率は88.8%、中学校理科を解答した学生の平均正答数は16.9(中央値17)、平均正答率は80.6%であり、ある意味当然だが児童生徒の結果に比べて高い。小学校理科で学生と児童の正答率の間に強い相関が見られた理由として、学生の低正答率問題が児童の正答率の低かった問題と同じであったことも関係していると思われる。反対に中学校理科ではそこまで強い相関が見られなかった理由として、生徒の最低正答率問題である大問5(1)「おもりに働く重力とつり合う力の矢印を選択し、その力について説明する」の学生の正答率が学生の平均正答率を超えているなど、生徒の正答率が低かった問題が必ずしも学生の低正答率問題ではないことが関係していると思われる。低正答率問題の解答状況から、小学校理科、中学校理科の両方とも、評価の観点として「思考・判断・表現」、枠組み(視点)として「分析・解釈」に学生の弱みがある

ことをこの結果が示している。将来理科を教える可能性がある教員志望学生のこの弱みを改善することが、児童生徒の学力や学習状況を把握・分析し、指導の充実や学習状況の改善に資する人材育成につながる。

小学校理科の問題を解答した学生は、小学校理科の指導法科目の受講学生ではないので、かならずしも全員が小学校教員免許の取得を希望しているわけではないが、少なく見積もって解答した学生の78%は卒業要件との兼ね合いから小学校教員免許を取得することとなる。もちろん、小学校教員免許を取得した学生が全員小学校教員に就職するとは限らないが、小学校理科の指導法科目で実施した場合には、少し異なった結果となる可能性もあろう。小学校理科の問題を解答した学生には、児童の平均を下回った正答数の者もいたが、正答数が特に少なかった学生のほうが「時間が余った」を選択していることから、時間が余るほどではなかった学生の正答率は低いとは言えず、学生の結果は児童の結果に比べて良い結果を示した。

小学校理科の問題の誤答の背景として、問われている内容の理解に難があることが見られた。出題の在り次第で問題の難易度は変化するが、大問2(4)では、問われている内容の誤解や曲解が誤答理由に散見され、「・・・どういう疑問を抱いた人がこういう実験をするのかを、逆手に取っている問題作成が回答(原文ママ)する側からすると出題の意図が読み取りづらかったため。」や「・・・はるとさんは、試したいことをもとに、【問題】を見つけました。ではなく、作成しました。の書かれ方が、問題の意味をくみ取りやすいのではと感じた。」のように出題の在り方に意見する誤答者もいた。佐久間(2022)が平均正答率の低さから「問題と作成者に問題あり」と指摘したように、この設問に関しては測定したい学力に適した出題だったのかという点の検証も必要であろう。大問3(1)では、知識不足に加えて状況が想像できていない可能性も示唆された。また、大問3(4)では、正答条件に合致しない表現の不適切さが目立った。大問3は、全体の構成が口頭でのやりとりを模した形を組み入れて出題されている。吹き出しに書かれている台詞は丁寧な表現で記されている。しかし、日常会話ではやりとりしていくうちに省略しながら話を展開していくことも少なくない。例えば「かんの中の水の温度」であることが会話をしている当事者にとって自明であれば「○色のかんは□□℃」というように、温度を測定している「中に入っている水」を省略したやりとりは実際には起こり得るであろう。誤字脱字のような単純な表記の間違いでなく、実際の口頭でのやりとりであれば許される表現であっても、文章として記述する形の場合には許容されない解答が、解答類型99に該当する児童の誤答にどの程度含まれていたのか、日常の授業での口頭でのやりとりとの関連性が気になる。この点は学校独自の採点結果と実際の結果との差が生じてくる原因にもなる。また、口頭で発表した場合には「できた」と評価されるが、筆記試験では「できていない」と評価されることがあるという状況を理解した上で学習指導できる能力を教員志望学生に育成しなければならぬ。

中学校理科の問題を解答した学生の大多数は、解答時間が余ったと回答しているが、正答数が少ない学生でも、時間が余るほどの十分さを感じているとは断言できない結果であった。中学校理科教員志望の学生ですら、時間的な余裕を感じられない状況であれば、生徒が十分に思考できる問題の質や量だったのかという点を考える必要がある。

中学校理科の低正答率問題のうち、大問2(2)、大問2(3)は多肢選択式の問題である。ある種の受験のテクニックを身に付けてきたことが想像できる大学生に解答させているため、正答者の中には消去法的に正答を導き出した者や「本当は分かっているけど選択肢の中のどれかに正解が必ずあるので勘で解答した者」が存在している可能性が否定できない。それゆえ、選択する際に根拠となる知識の不足が中学校理科教員志望学生にもあるということが誤答の背景に垣間見られたということは、大学での気象学が関係する専門教育の改善が必要であることを意味している。また、大問2(3)や大問3(3)では問題文そのものや問われている内容の誤解・曲解、思い込み起因する誤答が存在していた。小学校理

科の大問2(1)と同様に、大問3(3)では、「問題文で話していることの意味が分からなかった」や「問題文の意味が分からず、…」のように出題の在り方に意見する誤答者もいた。これも、出題の在り方次第で問題の難易度は変化するため、測定したい学力に適した出題だったのかという点の検証も必要であろう。

大問8(3)も知識不足が目立つが、触角と足を見間違えるなど、観察すること自体やスケッチすることの経験不足も危惧される。ICTが活用できるようになり、実物ではなく高画質な写真や動画を用いることが容易になってきているが、本物をしっかりと観察して、自分の手で記録するという過程を教員養成段階で重視しなければならないことが誤答の背景から示唆された。

学生の結果を踏まえて児童生徒の学力や学習状況を把握・分析し、指導の充実や学習状況の改善に役立てるのであれば、特に記述式問題では解答類型99に分類される誤答の背景の分析が必須である。解答類型99に分類される誤答は多岐にわたる。単純な誤字脱字のような軽微なケアレスミスに起因するものであれば改善に向けた指導は簡単なものかもしれないが、読解や表現に関する事項は理科以外の教科での指導の充実と一体的に行う必要もあろう。特に問題文の設定状況から、自明であるため口頭でのやりとりであれば省略できるような内容であっても文章記述の形で解答していく場合には明記しなければならないものが正答条件に含まれている場合について考える必要がある。

(2)補遺～沖縄の児童生徒の結果を概観して気になった点

学生の結果と比較するために全国学力テストの沖縄県(公立)の結果を概観していく中で、気になった点が2つある。まず小学校理科では、図1から正答数が10問～15問の児童が全国(公立)に比べて明確に少なく、2問～7問の児童が全国(公立)を明確に上回っているものの中学校理科に比べてその差は小さく、両者の分布の形状は似ているように見えた。これに対して、図3から中学校理科では正答数12問以上の上位層～中位層では全国(公立)のほうが沖縄県(公立)よりも明確に多く、正答数11問以下の中位層～下位層では反対に沖縄県(公立)のほうが全国(公立)に比べて明確に多く、図4から小学校理科(図2)に比べて設問別正答率の差が大きい問題が多いように見える。つまり上級学校に進学すると差が開く点がある。ただし、この問題を解答した児童生徒は、学校生活において新型コロナウイルス感染症の影響を受けていることを踏まえなければならない。特に中学校3年生は、小学校生活の最後から中学校生活の始まりの段階で大きな影響を受けた生徒である。しかしこれ以上に気になった点として、出題形式としては単純な多肢選択式の問題での解答類型99に該当する解答(誤答)の背景がある。

児童生徒数の割合が0.0%であってもそれが「ゼロ人(=該当者なし)」とは簡単にはならないことを前提に、問題別(解答類型)調査結果を見ると、小学校理科では大問1(4)「資料を基に、カブトムシは育ち方と主な食べ物の特徴から二次元の表のどこに当てはまるのかを選ぶ」、大問1(5)「育ち方と主な食べ物の二次元の表から気付いたことを基に、昆虫の食べ物に関する問題を見いだして選ぶ」、大問2(2)「水50 mLをはかり取る際に、メスシリンダーに入れた水の量を正しく読み取り、さらにスポイトで加える水の量を選ぶ」、大問3(2)「実験の結果から、問題の解決に必要な情報が取り出しやすく整理された記録を選ぶ」、大問4(1)「冬の天気と気温の変化を基に、問題に対するまとめを選ぶ」、大問4(2)「夜の気温の変化について、他者の予想を基に、記録の結果を表したグラフを見通して選ぶ」で、少数ではあるもののある程度の人数の児童が解答類型99に該当する誤答をしていることが明らかである。そのうち、大問1(4)、大問2(2)、大問3(2)では、沖縄県(公立)も全国(公立)も解答類型99に該当する解答者の割合が同じ0.1%だが、大問1(5)は、解答類型99に該当する解答の割合が沖縄県(公立)0.2%に対して全国(公立)0.1%であり、その反対に無解答の割合は沖縄県(公立)が1.3%に対して全国(公立)が1.4%と、わずかな差ではあるものの違いが見受けられる。同様に、大問4(1)では、解答類型99に該当する解答の割合が沖縄県(公立)0.0%に対して全国(公立)0.1%であり、その反対に無解答の割合は沖縄県(公立)が1.4%に対して全国(公立)が1.0%、大問4(2)では、解答類型99に該

当する解答の割合が沖縄県(公立) 0.3%に対して全国(公立) 0.1%であり、その反対に無解答の割合は沖縄県(公立)が 1.9%に対して全国(公立)が 1.3%、と、わずかな差ではあるものの違いが見受けられる。出題順の影響も否定できないし、沖縄県(公立)のほうが常に解答類型 99 に該当する誤答が多いようでもない。小学校理科の場合には選択した番号を記入する解答形式のため、例えば、大問 1 (5)で「3」と解答するところを「ウ」と書いてしまうような誤答や、大問 2 (2)で、「2」と解答すべきところを選択肢の内容そのものである「3 mL」と解答した場合も解答類型 99 に当てはまる。しかし、単純な多肢選択式の同様な出題形式であるにもかかわらず、大問 1 (1)「見いだされた問題を基に、観察の記録が誰のものであるかを選ぶ」では、沖縄県(公立)も全国(公立)も解答類型 99 の割合が 0.0%であるが、無解答の割合は沖縄県(公立)が 0.1%、全国(公立)が 0.2%という違いが見られる。それゆえ上に例示した「正答を導き出してはいるが指定された解答方法ではない」という誤答か否かの確認と分析が必要である。

中学校理科でも、大問 1 (1)「日常生活の中で、物体が静電気を帯びる現象を選択する」では、解答類型 99 に該当する解答が、沖縄県(公立) 0.0%に対して全国(公立) 0.1% (無解答の割合は両者とも 0.1%)、大問 2 (2)「気圧、気温、湿度の変化をグラフから読み取り、雲の種類の変化と関連付けて、適切な天気図を選択する」では、解答類型 99 に該当する解答が沖縄県(公立) 0.1%に対して全国(公立) 0.0%、無解答の割合が沖縄県(公立) 0.4%に対して全国(公立) 0.3%と違いが見られた。さらに、他の単純な多肢選択式問題の無解答率を比べると大問 2 (1)「観測した気圧と天気図の気圧が異なる理由を空気の柱の長さで説明する際、適切な長さの変化を選択する」、大問 2 (3)「上空の気象現象を地上の観測データを用いて推論した考察の妥当性について判断する」では沖縄県(公立) 0.4%に対して全国(公立) 0.3%、大問 3 (1)「分子のモデルで表した図を基に、水素の燃焼を化学反応式で表す」では沖縄県(公立) 0.2%に対して全国(公立) 0.1%、大問 3 (2)「水素を燃料として使うしくみの例の水の質量の変化について、適切なものを選択する」では沖縄県(公立) 0.4%に対して全国(公立) 0.3%、大問 5 (2)「ばねが縮む長さは、加える力の大きさに比例するか」という課題に正対した考察を行うために、適切に処理されたグラフを選択する」では沖縄県(公立) 0.6%に対して全国(公立) 0.4%、大問 6 (2)「陸上の B 地点で古生代のサンゴの化石が観察されることについて、垂直方向の変動だけで推論した他者の考察を検討し、水平方向の変動も踏まえた推論が必要であることを指摘する」では沖縄県(公立) 1.0%に対して全国(公立) 0.6%、大問 6 (3)「東西方向と南北方向の地層の断面である露頭のスケッチから、地層が傾いている向きを選択する」では沖縄県(公立) 1.1%に対して全国(公立) 0.7%、大問 7 (2)「吸湿発熱繊維に水蒸気を多く含む空気を通した一つの実験だけで行った考察について、課題に正対しているかどうかを検討し、必要な実験を指摘する」では沖縄県(公立) 1.6%に対して全国(公立) 1.0%というように、いずれも解答類型 99 の割合が沖縄県(公立)も全国(公立)も 0.0%であるものの無解答の割合は沖縄県(公立)が全国(公立)に比べて高い。また、沖縄県(公立)も全国(公立)も解答類型 99 の割合が 0.1%であった単純な多肢選択式問題の大問 7 (1)「液体が気体に状態変化することによって温度が下がる身近な現象を選択する」も、無解答の割合は沖縄県(公立)が 0.7%と全国(公立) 0.4%に比べて高いという特徴が見られた。

中学校理科の場合には、マークシート式の解答形式のため小学校理科のような「正答を導き出してはいるが指定された解答方法ではない」誤答は考えにくく、2つ以上塗りつぶしていたことが解答類型 99 に該当する解答例としてまず考えられる。しかし、それ以外にもあるならばそれを含めて、選択式問題で解答類型 99 に該当する誤答が生まれた背景を分析しなければならない。正答率の差から考えれば焼け石に水のような感じもあるが、とりわけ沖縄県の中学校の理科では、単純な多肢選択式の出題形式での解答類型 99 や無解答が存在する背景を探ることが、小学校と中学校での正答人数分布状況の違いの原因究明やこの結果を今後の理科の学習指導に生かすために必要である。

注

- 1) 3年に1度程度の割合で抽出調査の形で実施される「きめ細かい調査」(「経年変化分析調査」と「保護者に対する調査」)に対して、毎年、原則として4月に悉皆調査で行われる全国学力テストのことを「本体調査」という。
- 2) <https://www.nier.go.jp/22chousakekkahoukoku/index.html> (accessed 2022.9.30)
- 3) 小学校理科の結果は、「教職入門(1組)」受講者全体の状況を紹介した。つまり、本報で分析対象外とした調査問題、正答例、解説資料を事前に見たことがある全問正解者1人の結果を除外せずに、58人の解答者全員を対象にした形で示した。
- 4) 「調査問題、正答例、解説資料を事前に見た」と回答した全問正解者1人の結果も含めた、「教職入門(1組)」を受講した解答者全体の正答数の平均は15.1(中央値15)、平均正答率は88.9%であった。

謝辞・付記

小学校理科の問題解答に際しては、琉球大学教育学部の山口剛史教授の御協力を賜りました。また、中学校理科の大問8(3)の解答分析に際しては、琉球大学教育学部の富永 篤教授から御助言を賜りました。この場を借りて御礼申し上げます。

本報は、日本理科教育学会第72回全国大会(2022)での発表内容を基に、さらに研究を深め、加筆したものである。また、琉球大学における理科を教える教員養成に係るFD(Faculty Development)活動の一環である。

引用文献

- Benjamini, Y., & Hochberg, Y., 1995, "Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing," *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, 58: 289-300.
- Cohen, J., 1992, "A Power Primer," *Psychological Bulletin*, 112: 155-159.
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター, 2022a, 『令和4年度全国学力・学習状況調査解説資料 小学校理科』(2022年9月30日取得, Retrieved from https://www.nier.go.jp/22chousa/pdf/22kaisetsu_shou_rika.pdf).
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター, 2022b, 『令和4年度全国学力・学習状況調査解説資料 中学校理科』(2022年9月30日取得, Retrieved from https://www.nier.go.jp/22chousa/pdf/22kaisetsu_chuu_rika.pdf).
- 宮城利佳子, 2019, 「保育者志望の学生のもつ理科知識の検討—平成30年度小学校全国学力調査を用いて—」『日本科学教育学会研究会研究報告』34(2): 1-4.
- 文部科学省, 2022, 『令和3年度『全国学力・学習状況調査』経年変化分析調査テクニカルレポート』, 3-8(2022年9月30日取得, Retrieved from https://www.nier.go.jp/21chousakekkahoukoku/kannren_chousa/pdf/21keinen_tech_01.pdf).
- 文部科学省・国立教育政策研究所, 2022a, 「令和4年度 全国学力・学習状況調査 報告書 小学校理科」(2022年9月30日取得, Retrieved from <https://www.nier.go.jp/22chousakekkahoukoku/report/data/22psci.pdf>).
- 文部科学省・国立教育政策研究所, 2022b, 「令和4年度 全国学力・学習状況調査 報告書 中学校理科」(2022年9月30日取得, Retrieved from <https://www.nier.go.jp/22chousakekkahoukoku/report/data/22msci.pdf>).
- 佐久間徹, 2022, 「全国学力・学習状況調査の理科～何か変だ!～」『理科教室』65(10)[No.814]: 84-85.
- 田中 敏, 2021, 『Rを使った<全自動>統計データ分析ガイド—フリーソフトjs-STAR_XRの手引き』北大路書房.
- 寺本貴啓, 2013, 「小学校理科における大学生の「活用する力」の実態に関する一考察—全国学力・学習状況調査の結果から考える教員養成のありかた」『國學院大學人間開発学研究』(4): 31-37.
- 寺島幸生, 2016a, 「全国学力・学習状況調査を用いたA大学学校教育学部理科教育専修生の理科の学力調査」『鳴門教育大学学校教育研究紀要』30: 105-112.
- 寺島幸生, 2016b, 「小学校教員志望学生の物理の弱点—全国学力・学習状況調査を用いた学力分析」『大学の物理教育』22(1): 9-12.
- Yoshida, A., 2013, "Undergraduate Program to Teach Physics and Chemistry in the Elementary Schools: An Educational Activity "Science Education Study" with Observations and Experiments." *Journal of Research in Science Education*, 53(3): 497-521.
- 吉田安規良, 2014, 「全国学力学習状況調査を利用した中学校理科教員志望の大学生の理科の学力調査—琉球大学を例に—」『理科教育学研究』55(1): 131-138.
- 吉田安規良, 2019a, 「平成30年度全国学力・学習状況調査の中学校理科の問題を利用した中学校教員志望学生の理科の学力—中学生によりよい理科の学習環境を提供するために—」『琉球大学教職センター紀要』(1): 81-93.
- 吉田安規良, 2019b, 「平成30年度全国学力・学習状況調査の小学校理科の問題を利用した教員志望学生の理科の学力—児童の学びを促す理科授業が実践できる教員養成の在り方の検討資料—」『琉球大学大学院教育学研究科高度教職実践専攻紀要』(3): 67-79.

吉田安規良・比嘉 俊, 2017, 「全国学力・学習状況調査を利用した教員志望学生の理科の学力分析—理科の学習環境をデザインできる教員養成に向けたカリキュラムマネジメントのために—」『理科教育学研究』57(4): 403-421.

