

全国学力・学習状況調査の問題を用いた教員志望大学生の理科の学力調査

寺島幸生

(キーワード：理科，教員養成，学力調査)

1 背景と目的

教員養成課程を置く大学等が直面する教育課題の一つとして、学生の理科に関する基本的知識の不足があげられる。理科を教える小学校教員の養成に関する調査（科学技術振興機構，2011）により、小学校の教科書で取り扱う観察・実験や実験器具の使用法を全員に指導できる大学が少ないこと、実験を指導するために授業時間が足りない大学が多いこと、理科非専修の学生は理科指導への苦手意識が高く、基礎的な学習内容の大半で教える自信がないことなどが知られている。理科を専門としない教員養成課程の学生を対象とした質問紙調査から、彼らは教科内容への知識不足や実験・観察の経験不足を不安に感じており、小学校理科の全項目について、浅くても広く一通り体験できるような授業を望んでいることが明らかにされている（下井倉ら，2014）。新規採用の小学校教員においても、学習内容や実験・観察の項目によっては、教える自信がない教員の割合が半数を超えている実態が報告されている（入江ら，2008）。

理科指導への自信度などの意識調査は広く行われているが、大学生の理科の学習内容に対する理解度を評価した学力調査は比較的少ないのが現状である。一方、全国の小中学生に対しては、平成24、27年度に理科の全国学力・学習状況調査（以後、全国学力テスト）が実施され、その結果に基づいて、小中学生が抱える学力の課題が指摘されている（文部科学省・国立教育政策研究所，2012，2015）。指摘された課題を解決していくためには、理科の指導改善が重要であり、現職教員はもちろん、将来教師となる教員志望大学生の理科の専門性と指導力の向上が必要である。教師の指導力が彼らの学力に依存すると仮定すると、理科の指導改善の実現には、教師自身の理科の学力の向上が前提となる。

最近では、いくつかの教員養成大学・学部でも全国学力テストの問題を用いた学力調査が試行されている。吉田（2014）や寺島（2016）は、中学校教員志望大学生に対して平成24年度全国学力テストの中学校理科の問題を用いた学力調査を実施し、中学生が苦手な問題を大学生も苦手とする傾向にあることを指摘した。また、寺島（2016）は、同テストの小学校理科の問題を用いて小学校教員志望大学生の学力調査を実施し、特に正答率が低い下位層の大学生が小学生と同様の課題を依然抱えている実態を明らかにした。さらに寺島（2016）は、小学校教員志望大学生の誤答傾向を分析し、大学生が苦手とする物理の学習項目を具体的に抽出している。大学生を対象とする全国一斉の学力調査は現実的に不可能であるため、個々の大学での調査結果を報告、共有し合い、教員志望大学生に共通する課題や教員養成の諸問題を明らかにしていくことが重要である。

本研究では、全国学力テストの中学校理科の問題を用いて、教員志望大学生を対象に理科の学力調査を試行した。この目的は、義務教育修了レベルの理科に関して、教員志望大学生が苦手とする具体的内容を明らかにし、今後の教員養成の改善策を考えるための資料を得ることである。実際に全国の中学生が受検した問題を用いることで、大学生の正答率を中学生の場合と対比することができ、大学生が比較的得意あるいは不得意な項目を抽出したり、共通する弱点を見出したりすることが容易になる。本稿では、今回の調査結果を報告しながら、この大学生が苦手とする具体的な学習内容を整理し、今後の理科の教員養成における現実的な改善策について検討する。

2 調査方法

2014年4月、国立の教員養成大学であるN大学学校教育学部の「初等理科教育論」の授業において、学力調査を実施した。この科目（2単位）は、N大学同学部の卒業要件および小学校教員免許の取得に必修の教職に

関する科目であり、2年次生が前期に履修する。今回はこの科目を初めて履修した2013年度入学の2年次生97名（以下、N大生）を調査、分析の対象とした。調査問題には、小学校よりも中学校の問題の方が弱点の抽出に適した難易度であると判断し、平成24年度全国学力テストで使用された中学3年生対象の理科の学力問題26問（文部科学省・国立教育政策研究所、2012）を用いた。調査は受講生に予告せずに、実際の全国学力テストと同じ要領で実施した。所定の書式の問題・解答両用紙を配布し、45分間の解答時間後に解答用紙を回収した。

調査問題は、理科に関する基礎的・基本的な知識・技能を問うA問題とそれらを活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等を問うB問題で構成される。また、内容面では「物理」、「化学」、「生物」、「地学」の4領域に、認知面に関して「思考・表現」、「技能」、「知識・理解」の3観点に、問題形式として「選択」、「短答」、「記述」の3形式に各々分類される。全国学力テストの報告書（文部科学省・国立教育政策研究所、2012）に基づいて、答案毎に各設問の正誤を点検し、設問別の正答率を算出した。さらにそれらを集計して、正答数の度数分布、平均正答数（率）、標準偏差、中央値、最頻値をそれぞれ求めた。また、上述の両枠組、4領域、3観点、3形式の分類別正答率をそれぞれ算出した。N大生の分類別正答率については、正規性や等分散性を前提としないKruskal-Wallis検定による多重比較を行い、有意差の有無を検討した。以上の結果について、平成24年度に同テストを実際に受検した国公立を含む全国の中学生（以下、中学生）の場合と比較した。さらに、設問別正答率について、N大生と中学生の間の相関関係を調べて、N大生が比較的得意あるいは不得意とする設問を分類した。特に正答率が低い問題の誤答傾向を整理し、N大生の理解が不十分な具体的内容について詳しく考察した。

3 結果概要

(1) 正答数の度数分布

学力調査におけるN大生と中学生の正答数の度数分布を比較して図1に示す。N大生の平均正答数（正答率）±標準偏差は、 16.1 ± 3.6 問（ $61.9 \pm 13.7\%$ ）であり、中学生の 13.6 ± 5.4 問（ $52.1 \pm 20.8\%$ ）に比べると、平均で2.5問（9.8ポイント）高く、幅の狭い度数分布を示した。N大生において、正答数9問未満および全問（26問）正答者はおらず、中央値は16問（61.5%）、最頻値は15問（57.7%）であった。一方、中学生の正答率は0問～26問に分布し、中央値は14問、最頻値は16問であった。

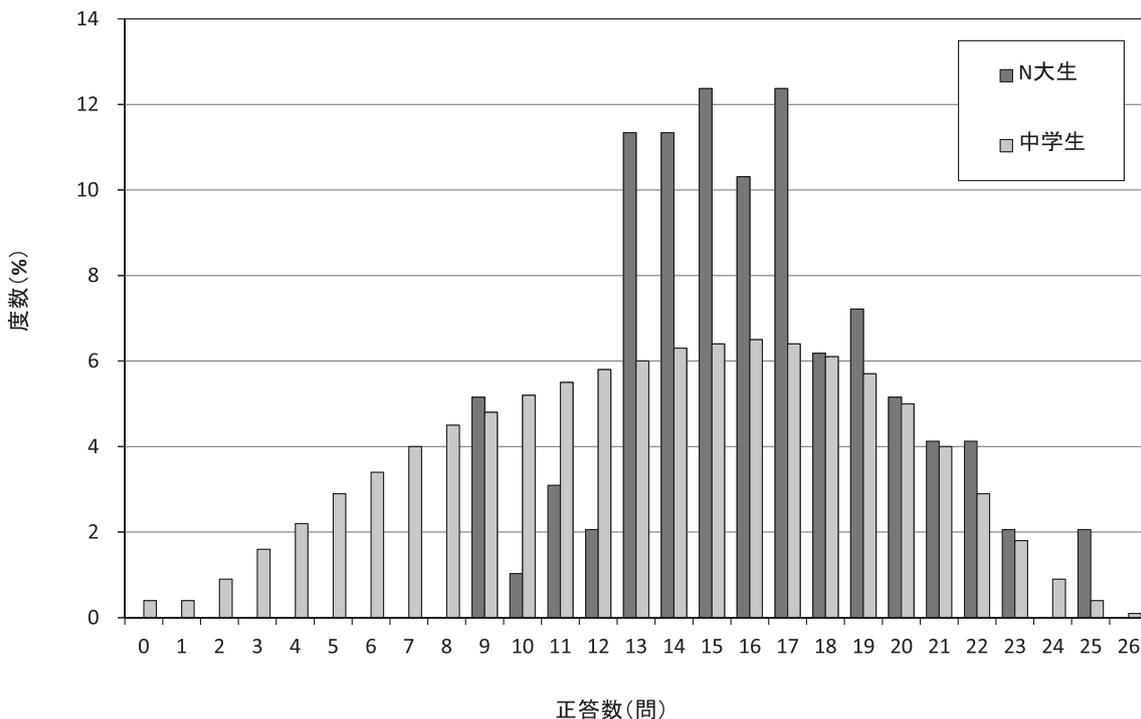


図1 N大生と中学生の正答数の度数分布

(2) 分類別の正答率

各枠組、各領域、各観点、各形式における N 大生と中学生の各正答率を表 1 に示す。N 大生において、A,B 両問題の正答率はそれぞれ 66.5%, 59.1% であり、両者間に有意差が認められた ($S=11.06$, $p<.01$)。領域別では、「生物」の正答率が 77.8% と最も高く、「地学」60.0%、「物理」57.5% と続いて、「化学」が 54.0% と最も低かった。「物理」と「生物」($S=41.06$, $p<.01$)、「化学」と「生物」($S=42.08$, $p<.01$)、「地学」と「生物」($S=30.94$, $p<.01$) の間にそれぞれ有意差が検出された。観点別では、「技能」75.0%、「知識・理解」60.8%、「思考・表現」59.1% の順に正答率が高く、「思考・表現」と「技能」の間 ($S=25.04$, $p<.01$) および「知識・理解」と「技能」の間 ($S=19.47$, $p<.01$) にそれぞれ有意差が検出された。形式別では、「短答」65.9%、「選択」65.6%、「記述」46.0% の順であり、「短答」と「記述」の間 ($S=35.10$, $p<.01$) および「選択」と「記述」の間 ($S=35.54$, $p<.01$) にそれぞれ有意差が検出された。

N 大生と中学生を比較すると、N 大生の正答率は「化学」以外の項目で中学生を上回ったが、「化学」の正答率だけは中学生よりも 4.5 ポイント低かった。中学生では、「化学」、「地学」、「生物」、「物理」の順に正答率が高く、「化学」を最も苦手とする N 大生とは傾向が異なっていた。一方、「生物」の正答率では、N 大生は中学生よりも 25.9 ポイント高く、その差は全項目中で最大であった。

以上の結果から、N 大生は全体として「知識」よりも「活用」に関する問題を苦手とし、「技能」よりも「思考・表現」および「知識・理解」に関する問題を、「選択」式や「短答」式よりも「記述」式の問題をそれぞれ苦手とすることが明らかになった。また N 大生は、今回の出題範囲において、「生物」の内容に対する理解度が他の 3 領域よりも高い一方、「化学」の内容については中学生よりも理解が不十分であることが分かった。この原因は特定できていないが、高校での理科の履修科目や大学での学習経験等が影響している可能性が考えられる。

表 1 N 大生, 中学生の各分類別正答率 (%)

分類	N 大生	中学生	差*
A (主に知識)	66.5	57.3	9.2
B (主に活用)	59.1	48.9	10.2
物理	57.5	47.1	10.4
化学	54.0	58.5	-4.5
生物	77.8	51.9	25.9
地学	60.0	52.8	7.2
思考・表現	59.1	48.9	10.2
技能	75.0	64.8	10.2
知識・理解	60.8	52.2	8.6
選択	65.6	61.3	4.3
短答	65.9	50.5	15.4
記述	46.0	33.2	12.8
平均	61.9	52.1	9.8

*N 大生 - 中学生

(3) 設問別の正答率

N 大生, 中学生の各設問別正答率を表 2 に示す。N 大生の正答率上位 5 問は高い順に 2 (3) Y, 3 (1), 1 (1), 1 (3), 2 (3) X であり、いずれの正答率も 85% を超えた。一方、下位 5 問は、低い順に 2 (6), 3 (3), 2 (2), 3 (2), 4 (6) であり、いずれの正答率も 40% を下回った。N 大生から中学生の正答率を差し引いた正答率差が大きい上位 5 問は、差が正に大きい順に 1 (5), 1 (1), 2 (3) X, 1 (6), 1 (2) であり、このうち 4 問は「生物」の内容であった。一方、正答率差が小さい下位 5 問は、全て N 大生が中学生を下回り、そのマイナス幅が大きい順に 4 (5) 望, 4 (5) 和宏, 4 (6), 2 (6), 4 (3) であった。この内下位 3 問は「化学」、残り 2 問は「物理」

表 2 N 大生と中学生の設問別正答率 (%)

設問番号	枠組	領域	観点	形式	N 大生	中学生	差*	分類
1(1)	A	生物	知識・理解	短答	94.8	56.8	38.0	I
1(2)	B	生物	思考・表現	記述	62.9	38.5	24.4	II
1(3)	A	生物	知識・理解	選択	90.7	70.8	19.9	I
1(4)	B	生物	思考・表現	選択	71.1	66.6	4.5	I
1(5)	B	生物	思考・表現	選択	85.6	43.3	42.3	II
1(6)	B	生物	思考・表現	短答	61.9	35.1	26.8	II
2(1)	A	物理	技能	短答	48.5	45.4	3.1	III
2(2)	B	物理	思考・表現	記述	20.6	7.8	12.8	III
2(3)X	B	物理	思考・表現	短答	86.6	55.5	31.1	I
2(3)Y	B	物理	思考・表現	短答	99.0	84.8	14.2	I
2(4)	B	物理	思考・表現	選択	80.4	72.9	7.5	I
2(5)	B	物理	思考・表現	記述	76.3	60	16.3	I
2(6)	A	物理	知識・理解	短答	10.3	11.5	-1.2	III
3(1)	A	地学	技能	選択	97.9	87.3	10.6	I
3(2)	B	地学	思考・表現	選択	33.0	31.5	1.5	III
3(3)	B	地学	思考・表現	記述	18.6	11.3	7.3	III
3(4)	B	地学	思考・表現	選択	50.5	49.6	0.9	III
3(5)	A	地学	知識・理解	選択	77.3	62.9	14.4	I
3(6)	A	地学	技能	短答	82.5	74.4	8.1	I
4(1)	A	化学	技能	短答	71.1	52	19.1	II
4(2)	B	化学	思考・表現	選択	62.9	62.6	0.3	I
4(3)	A	物理	知識・理解	短答	38.1	38.6	-0.5	III
4(4)	B	化学	思考・表現	記述	51.5	48.3	3.2	III
4(5)和宏	A	化学	知識・理解	選択	53.6	72.8	-19.2	IV
4(5)望	B	化学	思考・表現	選択	47.4	69.5	-22.1	IV
4(6)	B	化学	思考・表現	選択	37.1	45.5	-8.4	III
平均					61.9	52.1	9.8	

設問 本稿で詳しく考察する設問

*N 大生 - 中学生
 網掛け部：正答率（差）上位 5 問
 下線部：正答率（差）下位 5 問

の問題であった。

設問別正答率における N 大生と中学生の間の Pearson の相関係数は 0.798 であり、両者の間には強い相関が見られた。N 大生 (Y) と中学生 (X) の正答率の相関 (回帰直線 $Y = 0.948X + 12.5$) を図 2 に示す。全体として、中学生が苦手な問題を N 大生も苦手とする傾向が見られた。各設問を、その正答率が N 大生、中学生それぞれの平均正答率以上か未満かで 4 区分した。具体的には、正答率が N 大生、中学生共に平均正答率以上の問題 (I) には、1(1)、1(3)、1(4)、2(3)X、2(3)Y、2(4)、2(5)、3(1)、3(5)、3(6)、4(2) の 11 問、正答率が N 大生では平均以上だが、中学生では平均より低い問題 (II) には 1(2)、1(5)、1(6)、4(1) の 4 問、正答率が N 大生、中学生共に平均正答率より低い問題 (III) には 2(1)、2(2)、2(6)、3(2)、3(3)、3(4)、4

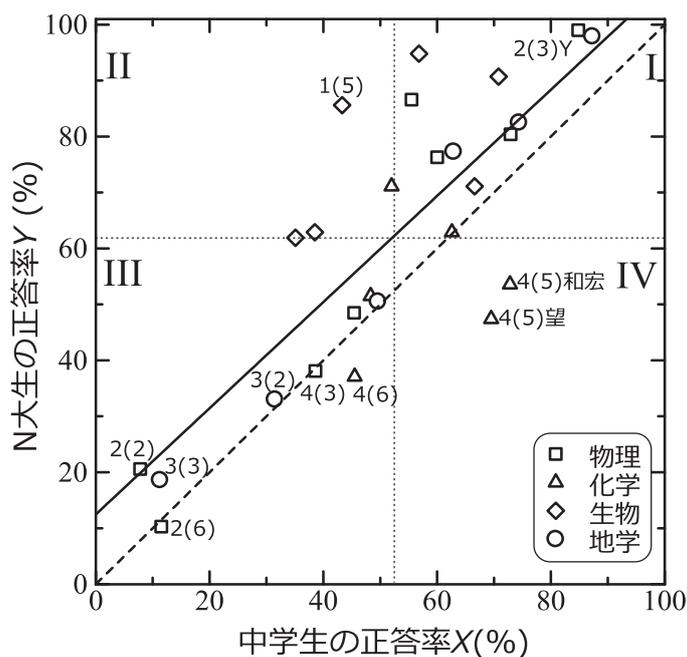


図2 N大生と中学生の設問別正答率の相関

(3), 4(4), 4(6)の9問、正答率がN大生では平均より低く、中学生では平均以上の問題(IV)には4(5)和宏、望の2問がそれぞれ分類された。III, IV類に属する「生物」の問題はなかった。先述の正答率下位5問は全てIII類に分類された。IV類の2問はいずれも「化学」の問題であった。

4 主な設問の誤答分析

本節では、先述のI~IV各類型の代表的な設問、N大生の正答率が下位5問および中学生より低正答率の問題をそれぞれ抽出し、誤答傾向を整理しながらN大生が苦手とする学習項目について具体的に考察していく。中学生の場合と同様に、全国学力テストの報告書(文部科学省・国立教育政策研究所, 2012)に記載されている解答類型に従ってN大生の解答を分類、整理し、その解答類型番号を以下では[数字]で表す。

I類の2(3)Yは、豆電球とLEDの消費電力の比較から省エネ効果を考察し、LED電球の方が白熱電球よりも省エネ効果が「高い(大きい, 優れている)」ことを答える「物理」の問題である。正答率はN大生が99.0%とほぼ100%であり、中学生も84.8%と高い。問題で提示された実験結果を日常の事例に適用して、消費電力から省エネ効果の優劣を判断する能力は、中学生からN大生に至るまで十分備わっていると言える。

II類の1(5)は、チューリップの開花には温度が関係しているという考察を導くために、比較すべき実験の正しい組合せを指摘できるかをみる「生物」の問題である。光と温度のどちらが開花要因となっているかを確かめる実験条件を選択式で答える問題であり、中学生の正答率が43.3%と比較的低いものに対して、N大生の正答率は85.6%と高い。したがって、多くのN大生は、開花条件を調べるこの実験に関して、結果を分析、解釈して、結論を導き出すために必要な実験を正しく組み合わせる能力を備えていると評価できる。

以下に挙げるIII, IV類の設問については、問題文を記述する都合上、設問番号順にまとめて説明する。

III類の2(2)は、豆電球とLED電球を1つの回路で同時に使用して両者の電圧、電流を測定する実験において、抵抗の直列・並列接続に関する知識を活用し、他者の実験方法を検討、改善しながら正しい方法を説明する「物理」の問題である。正答は、(a)「同じ電圧を加えるために」などと実験の目的を適切に記述し、かつ(b)「(それらを)並列につないで」などと回路の作り方を適切に記述している解答[1]である。N大生の正答率20.6%は設問中3番目に低く、中学生では最低の7.8%である。N大生と中学生で類似した誤答傾向が見られ、「同じ電流を流すために、並列につないで」など、(b)については正しいが、(a)について誤りのある誤答[3]がN大生では60名と最も多く、中学生もこの誤答の割合が58.4%と最多であった。この誤答をした大学生は、並列につないで各抵抗に等しく電流が流れると誤解していると考えられ、抵抗の接続方法と電流、電圧との関係について正しく理解できていない可能性がある。

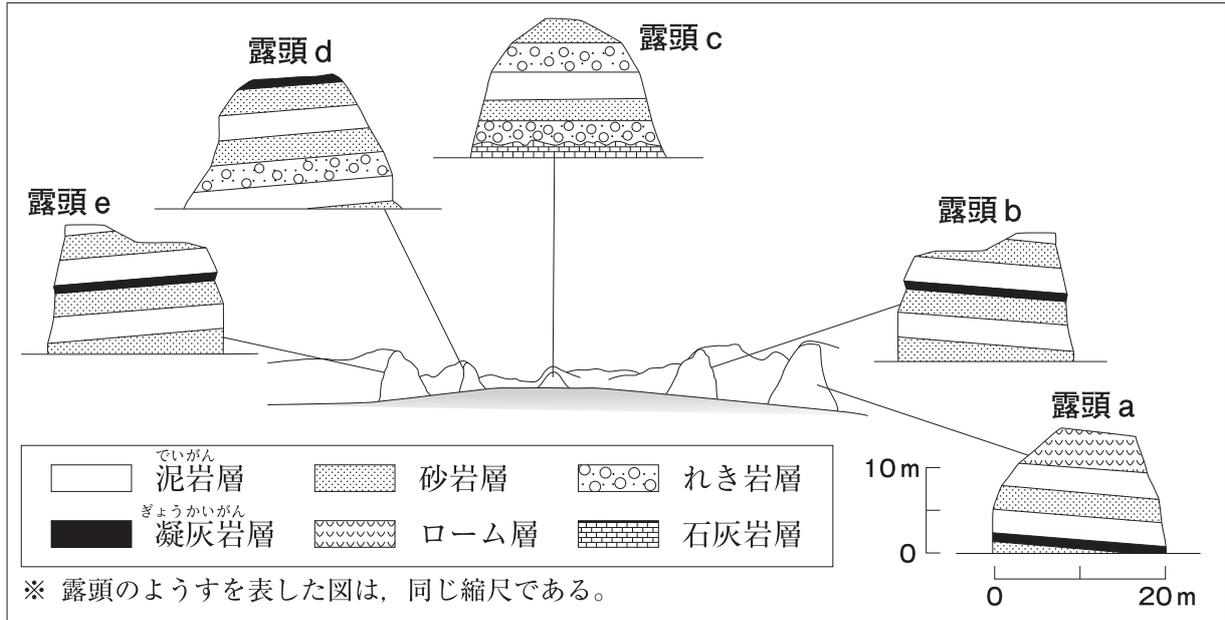


図3 設問3(2), (3)に示された地層の観察結果を示す模式図
(文部科学省・国立教育政策研究所, 2012)

III類の2(6)は、60Wの白熱電球と9WのLED電球を各1時間の使用するときの消費電力量の差を「 $(60-9)W \times (60 \times 60)s = 183600J = 183.6kJ$ 」などと1時間を60×60秒に換算して計算し、その計算式とkJ単位の答えを記述する「物理」の問題である。N大生の正答率10.3%は設問中最低であり、さらに中学生の正答率11.5%より低い。N大生の解答では、無解答[0]が59名と最も多く、時間を分単位で計算した「3.06kJ」の誤答[6]が14名、時間単位のまま計算した「0.051kJ」の誤答[4]が4名、その他誤答[9]が4名であり、これらの誤答傾向は中学生の場合と類似している。以上の結果から、正答できなかった9割近いN大生は、中学生と同程度に電力量の物理的意味を正しく理解できておらず、エネルギーのkJ単位の換算できなかったと言える。

III類の3(2)は、観察した露頭の様子を示す図(図3)から地層の広がり方を空間的に分析し、正しい地層の傾きとして、「ウ東より西」の方が低くなっていること(正答[3])を選択式で答える「地学」の問題である。N大生の正答率33.0%は、中学生の31.5%と同程度に低い。誤答では、「エ西より東」が低い[4]が29名と最多で、「ア北より南」が低い[1]および「イ南より北」が低い[2]が各17名、無解答[0]が2名であった。中学生の誤答も同様に[4]32.0%、[1]18.0%、[2]17.3%の順であり、N大生と中学生で類似する傾向が見られた。問題文と図から、観察地の地層を奥行も含めて立体的に正しくイメージできると、例えば露頭c以外の露頭に共通して見られる凝灰岩層が紙面奥(東)から手前(西)に向かって下がっていること、つまり「ウ東より西」の方が低くなっていることが分かる。N大生と中学生に共通して、「ア」、「イ」よりも「エ」の誤答が多いことから、紙面上で地層の状態を平面的(左右)にイメージできても、奥行きを含めて地層の傾きを空間的に正しく認識することに課題があると言える。

III類の3(3)は、過去の火山活動が活発だった時期の回数について、問題中に記された図や説明を基に、「ア1回/イ2回/ウ3回/エ4回/オ6回」から正しいものを1つ選び、その理由を記述する「地学」の問題である。正答は「イ」を選択し、かつ(a)「1つのローム層が見られるから」などと観察できるローム層が1つであること、(b)「4つの露頭に見られる凝灰岩層は、つながった一つの地層だから」などと観察できる凝灰岩層は同一の地層であることの(a)、(b)両方について記述している解答[1]である。N大生の正答率18.6%は2(6)に次いで低く、中学生も11.3%と低い。N大生では、「ア」の誤答[5]が28名と最多であり、次いで「イ」を選択しているが(b)の記述のみで(a)に関する記述のない誤答[2]が15名、「ウ」の誤答[6]が11名、「イ」を選択し上記(a)、(b)以外の記述をした誤答[3]が7名、「オ」の誤答[8]が5名、「エ」の誤答[7]、「イ」を選択し理由なしの誤答[4]および無解答[0]が各4名、その他誤答[9]が1名であった。最も多い[5]の誤答には、ローム層または凝灰岩層のどちらか一方だけが火山活動によるものと誤って理解していると考えられる記述が見られた。解答のばらつきが大きく、誤答傾向やその原因を特定することは難しいが、N大生は火山や地層、堆積岩の知識を活用して過去の火山活動が活発だった時期の回数を推論し、根拠を示しながら説明す

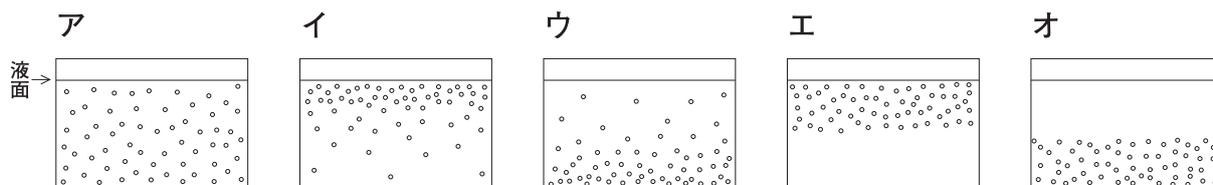


図4 設問4(5)の選択肢として与えられた食塩水中の食塩の分布を示す模式図
(文部科学省・国立教育政策研究所, 2012)

ることに課題があると言える。

III類の4(3)は、卵を空気中でばねばかりにつるして量った重さ(0.58N)と食塩水中に沈めて量った重さ(0.02N)から、食塩水中で卵にはたらく浮力の大きさを求める計算式と答えを記述する「物理」の問題である。正答は例えば「 $0.58N - 0.02N$ 」などの計算式を記し、かつ「0.56N」と正しい値を答えた解答[1]である。N大生、中学生ともに正答率は約38%と同程度である。N大生では無解答[0]が57名であり、その割合58.8%は、中学生の38.4%よりも20ポイント以上高い。無解答のN大生は、浮力がどのような物理量でどのように求めるのかを全く理解できていない可能性がある。

IV類に分類される4(5)和宏、4(5)望の2問は、水溶液中では溶質が均一に分散していることを粒子モデルに関連付けて理解できているかをみる「化学」の問題である。設問には「(前略)水と濃い食塩水が混ざって、水槽中の液体の全体が、卵とちょうど同じ密度の食塩水になったから(中略)しばらくの間、水槽中の液体の上部は水、下部は濃い食塩水と、混ざらないで、2つの層に分かれているから(後略)」の会話文の後に、「和宏さんと望さんは(中略)それぞれ下線部a,bのように考えています。液体中の食塩の粒子を「 \cdot 」であらわすとき、液体のようすを表す適切な図を、それぞれ下のアからオまでの中から1つ選びなさい。」の問題文と図4に示す模式図などが与えられている。N大生の正答率は、4(5)和宏が53.6%、4(5)望が47.4%であり、中学生の各正答率72.8%、69.5%をいずれも20ポイント前後下回った。下線部aに対応する4(5)和宏の正答は「ア」[1]であるが、N大生の誤答は「イ」[2]が17名、「ウ」[3]が18名、「エ」[4]が2名、「オ」[5]が3名、無解答[0]が5名であった。「イ」/「ウ」の誤答が比較的多いことから、下線部aの考えを食塩の濃度が上部/下部に向かって連続的に高くなっている状態だと誤解したN大生が多いと考えられる。また、下線部bに対応する4(5)望の正答は「オ」[5]であるが、N大生の誤答は「ア」[1]が4名、「イ」[2]が12名、「ウ」[3]が19名、「エ」[4]が11名、無解答[0]が5名であった。「ウ」の誤答が比較的多いことから、下線部bを食塩水の濃度が下部に向かって連続的に濃くなっている状態だと誤解したN大生が多いと考えられる。

続く4(6)は、水槽中の液体が均一な濃度の食塩水一層か、上層が水、下層が食塩水の二層のいずれであるかを検証する実験を計画できるかどうかをみる「化学」の問題でIII類に分類される。先述の会話文に続き「水槽中の液体の[X]に注目して実験方法を考えてみたらどうかしら。液体の[X]から液体を数滴とり、乾燥させて、食塩が[Y]、私(望)の考えの方が正しそうね。食塩が[Z]、和宏さんの考えの方が正しそうね。(後略)」の会話文が与えられている。先述の下線部a,bのどちらが正しい考えなのかを実験で確かめるために、会話文の[X]から[Z]に入る正しいものの組合せとして、「アX-上部、Y-残れば、Z-残らなければ/イX-上部、Y-残らなければ、Z-残れば/ウX-下部、Y-残れば、Z-残らなければ/エX-下部、Y-残らなければ、Z-残れば」から1つを選ぶ選択式の問題で、正答は「イ」[2]である。この問題に対するN大生の正答率37.1%は中学生の45.5%より8.4ポイント低かった。N大生では、「ア」の誤答[1]が22名、「ウ」の誤答[3]が21名と比較的多く、「エ」の誤答[4]が12名、無解答[0]が6名であった。「ア」と「ウ」の誤答が多い傾向は中学生の場合と類似する。「ア」では、「液体の[X]上部から液体を数滴とり、乾燥させて、食塩が[Y]残れば、私(望)の考え(下線部b)の方が正しそうね。食塩が[Z]残らなければ、和宏さんの考え(下線部a)の方が正しそうね。」であり、「ウ」では「液体の[X]下部から液体を数滴とり、乾燥させて、食塩が[Y]残れば、私(望)の考え(下線部b)の方が正しそうね。食塩が[Z]残らなければ、和宏さんの考え(下線部a)の方が正しそうね。」となるため、いずれも下線部a,bのどちらが正しいかを検証できる方法とはならない。以上の誤答傾向から、4(5)和宏、望、4(6)の各設問に正解できなかったN大生は、水溶液中における溶質の状態についての仮説を粒子モデルで説明することや、その仮説を検証するための実験を計画することに課題があると言える。

5 まとめと今後の課題・展望

平成24年度に実施された全国学力テストの中学校理科の問題を用いて、教員志望大学生（N大生）を対象に、理科の学力調査を試行した。その結果、N大生の平均正答率は約62%であり、本テストを受検した全国中学生の正答率と比べて約10%だけ高いことが分かった。問題分類別にみると、「知識」よりも「活用」に関する問題を苦手とすること、「生物」が他の3領域よりも得意である一方、「化学」では中学生よりも正答率が低いこと、「技能」よりも「思考・表現」や「知識・理解」に関する問題を不得意とすることが明らかとなった。設問別に見ると、中学生が不得意だった問題を依然苦手とする傾向が強く、両者には類似する課題があることが示唆された。大学生であっても、正答率が極めて低い問題や中学生の正答率を下回る問題が複数あり、特に苦手とする理科の学習項目がいくつも存在することが明らかとなった。具体的には、抵抗の接続方法と電流・電圧の関係に対する理解やそれを利用した実験方法の改善（2(2)）、電力量の理解とその算出（2(6)）、傾いた地層の空間認識（3(2)）、地層の観察結果に基づく過去の火山活動に関する推論（3(3)）、浮力の理解とその算出（4(3)）、水溶液中の溶質の状態に関する理解とそれを検証する実験方法の構想（4(5)和宏、4(5)望、4(6)）などに課題があることが明らかとなった。

今回調査した学力が、理科の指導力の基盤になると仮定すると、小中学校で理科を不備なく指導できる教師を養成していくためには、明らかになった学力上の課題を克服できるような教科専門教育が必要になる。しかし、学生の学修内容は多様化して過密化傾向にあり、限られた修学期間において理科の専門科目数を増やすことは難しい。したがって、既存科目、単位数の範囲内で、学生と指導者の両者が学生の課題を具体的に把握し、その弱点を効率的かつ着実に克服できるような授業が重要となる。

これまでも理科の教員養成の改善策が報告されている。例えば、物質・エネルギー領域に関する実験を一通り体験できる授業実践によって、受講生の理科指導に対する自信度が向上した事例が報告されている（Yoshida, 2013）。また、小学校理科の全項目を浅く広く指導することに加えて、教える自信度が特に低い項目を重点的に指導することや教育実習的な模擬授業を取り入れる必要性が指摘されている（下井倉ら, 2014）。これらの報告と今回の調査結果を考慮すると、今後の教員養成では、大学入学直後から定期的に学力調査を実施して、学生に共通して見られる課題を把握し、得意、不得意分野に応じて内容や学修形態を調整しながら全項目を網羅する授業が求められる。例えば、小中学生、大学生が共に不得意な項目では、一人ひとりが実験・観察を体験できるような模擬授業を取り入れ、両者が得意な項目では簡単な演示実験や講義形式で効率的に授業を進めるなどの工夫が考えられる。

さらに、各学年で実施した学力調査の結果を個々の学生にフィードバックできれば、学生が自身の成長と課題を定期的に省察することができ、学修意欲の持続、向上も期待できる。また、学生が在学中にどのような能力を形成し何を補うべきかを確認する「学びの軌跡の集大成」としての科目「教職実践演習」に向けた学修記録としても活用することができる。このような取組を継続することが、将来的に学び続ける教員像を確立していくことにつながっていくと期待される。

謝辞

本研究に御協力いただいた鳴門教育大学の教員および学生の皆様に記して感謝の意を表します。

引用文献

- 入江薫, 尾竹良一, 小林辰至: 「小学校新規採用教員の理科指導に関する実態－理科の有用感・探究的態度・理科指導の自信度等の観点から－」『理科教育学研究』第48巻・第3号, 2008年, 13-23.
- 独立行政法人科学技術振興機構理科教育支援センター: 「理科を教える小学校教員の養成に関する調査」報告書, 2011年.
- 文部科学省・国立教育政策研究所: 「平成24年度全国学力・学習状況調査【中学校】理科報告書」, 2012年.
- 文部科学省・国立教育政策研究所: 「平成27年度全国学力・学習状況調査【中学校】理科報告書」, 2015年.
- 下井倉ともみ, 土橋一仁, 松本伸示: 「理科を専攻としない学生を対象とした「小学校理科を教える自信」に関する調査－理科内容学の視点から－」『科学教育研究』第38巻・第4号, 2014年, 238-247.

- 寺島幸生：「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』第30号，2016年，105-112.
- 寺島幸生：「鳴門教育大学における小学校教員志望大学生の理科の学力調査」“THE PROCEEDINGS OF THE SIXTH JAPAN-CHINA TEACHER EDUCATION CONFERENCE2015”，2016年，163-171.
- 寺島幸生：「小学校教員志望学生の物理分野の弱点—全国・学力学習状況調査を用いた学力調査」『大学の物理教育』第22巻・第1号，2016年，9-12.
- Yoshida, A.: “Undergraduate Program to Teach Physics and Chemistry in Elementary Schools: An Educational Activity “Science Education Study” with Observations and Experiments”, *Journal of Research in Science Education*, 53(3), 2013, 497-521.
- 吉田安規良：「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』第55巻・第1号，2014年，131-138.

An Academic Survey in Science for Pre-service Teachers Using Problems of the National School Achievement Tests in Japan

TERASHIMA Yukio

Abstract

We conducted an academic survey in science for 97 undergraduates of teacher training courses using 26 science problems of the national school achievement tests for 9th grade students at lower secondary school in Japan. Based on the results, we found the following trends in their academic abilities: The average correctness of the undergraduates is about 62% and is only 10 points better than that of nationwide 9th graders. Although the undergraduates are good at Biology, they are poorer at Chemistry than nationwide 9th graders. From the correlation in the correctness for each problem between the undergraduates and 9th graders, both of them share some common weaknesses. For example, the pre-service teachers are still poor at understanding about electricity, buoyancy, dissolution of substances in water and recognizing strata spatially. In order to train undergraduates to teach science sufficiently in the near future, it is necessary to improve teacher training programs as undergraduates can overcome their weak points steadily.