

平成27年度全国学力・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*, 香西武*

(キーワード: 理科, 教員養成, 学力調査)

1 背景と目的

これまでの理科教育の成果と課題を明らかにするため、全国の小中学生に対して理科の全国学力・学習状況調査(以後、全国学力テスト)が平成24年度から3年毎に実施され、その結果に基づいて、小中学生における理科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)。それらの課題を解決していくためには、現職教員だけでなく、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。学力を基盤にして教師の指導力が形成されると仮定すると、理科の指導改善には、教師自身の理科の学力向上が前提となる。

教員養成における理科教育の課題として、小学校教員養成課程における理科非専修学生の理科指導への苦手意識の高さ(科学技術振興機構, 2011)や、教科内容への知識不足、実験・観察の経験不足(下井倉ら, 2014)などが指摘されている。近年、いくつかの教員養成大学・学部で全国学力テストの問題を用いた学力調査が試行され、教員志望大学生の学力の実態が明らかになりつつある。吉田(2014)や寺島(2016a)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試行し、中学生が苦手な問題を大学生も苦手とすることを指摘した。さらに寺島(2016b)は、物理領域の問題の誤答分析から、教員志望大学生が苦手とする物理の学習項目を具体的に抽出した。また、小学校教員志望大学生対象に、同テストの小学校理科の問題(寺島, 2016c)および中学校理科の問題(寺島, 2017a)を用いた学力調査を実施し、正答率が低い下位層の大学生が小中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。一方、2011年に行われた国際数学・理科教育動向調査TIMSS2011の中学校理科の問題(IEA, 2013)を用いた学力調査を行い(寺島, 2017b)、物理領域における教員志望大学生の弱点を詳細に分析した(寺島, 2017c)。直近では、吉田(2017)が平成27年度の全国学力テストの問題を用いた学力調査を実施している。

本研究では、平成27年度の全国学力テストの中学校理科の問題を用いて、教員志望大学生の理科の学力調査を実施し、これまでの調査(寺島, 2016a, 2016b, 2016c, 2017a)と同様の手法を用いて、この大学生の理科の学力の状況を分析した。本調査の目的は、中学校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、教員養成における理科教育の改善策を検討するための資料を得ることである。過去の調査と同様、全国の中学生在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、この大学生の理科の学力の傾向と苦手とする学習項目について整理する。

2 調査方法

2015年10月、国立教員養成大学であるN大学学校教育学部の「初等理科」の初回授業において、受講生を対象に学力調査を実施した。この科目は、同学部小学校教育専修の卒業要件となる教科専門科目(必修2単位)で、1年次生が後期に履修する。被検した受講生のうち大学院生を除く学部学生80名(以下、N大生)を調査、分析の対象とした。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、調査問題には、平成27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25問(文部科学省・国立教育政策研究所, 2015)を用いた。調査は受講生に予告せず、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

*鳴門教育大学自然系コース(理科)

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。学力調査と併せて、高校で履修した理科の科目を複数選択式で回答する質問紙調査を受講生対象に実施した。

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、2015）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27年度に同テストを実際に受検した国公私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、 18.9 ± 3.3 問（ $75.5 \pm 13.4\%$ ）であり、中学生の 13.4 ± 5.7 問（ $53.5 \pm 22.0\%$ ）に比べると、平均で5.5問（22.0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、全問（25問）正答者はおらず、正答数9問以上および24問以下に分布し、中央値、最頻値は共に19問（76.0%）であった。一方、中学生は正答数0問～26問に分布し、中央値は14問、最頻値は15問であった。中学生の平均正答数13.4を下回るN大生の割合は6.3%であった。この下位層のN大生は、全国の平均的な中学生よりも、中学校理科の内容に対する理解度が低い可能性がある。

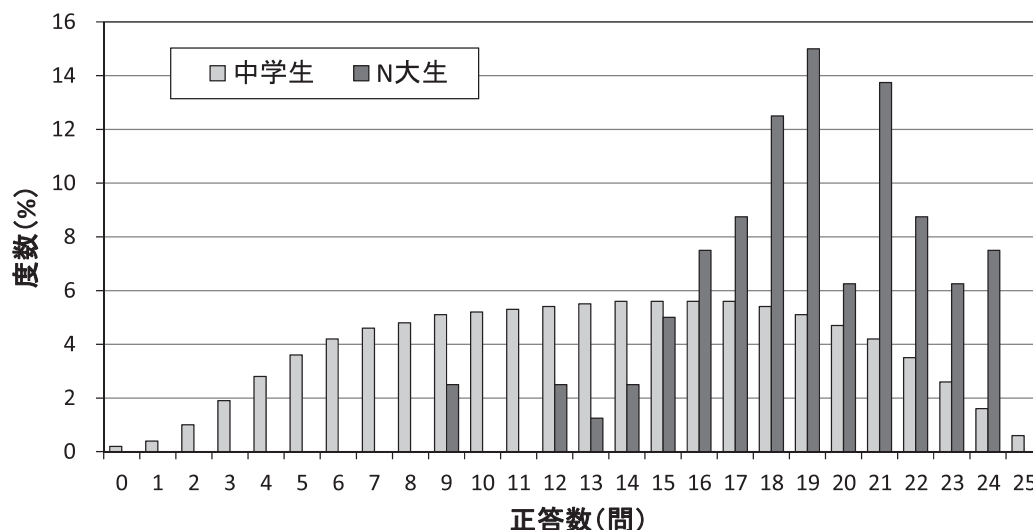


図1 N大生と中学生の正答数の度数分布

(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図2に示す。N大生において、A、B両問題の正答率はそれぞれ73.6%、76.3%であり、両問題間には有意差が認められなかった（ $S=2.44$, $p>.10$ ）。領域別正答率では、「化学」が89.3%、「生物」が88.8%とほぼ90%に達した一方、「物理」は68.4%、「地学」は56.7%と4領域で最も低かった。「化学」と「生物」の間（ $S=0.63$, $p>.10$ ）を除く各領域間に1%水準で有意差が検出された。観点別では、「知識・理解」77.8%、「思考・表現」76.3%、「技能」63.1%の順であり、「知

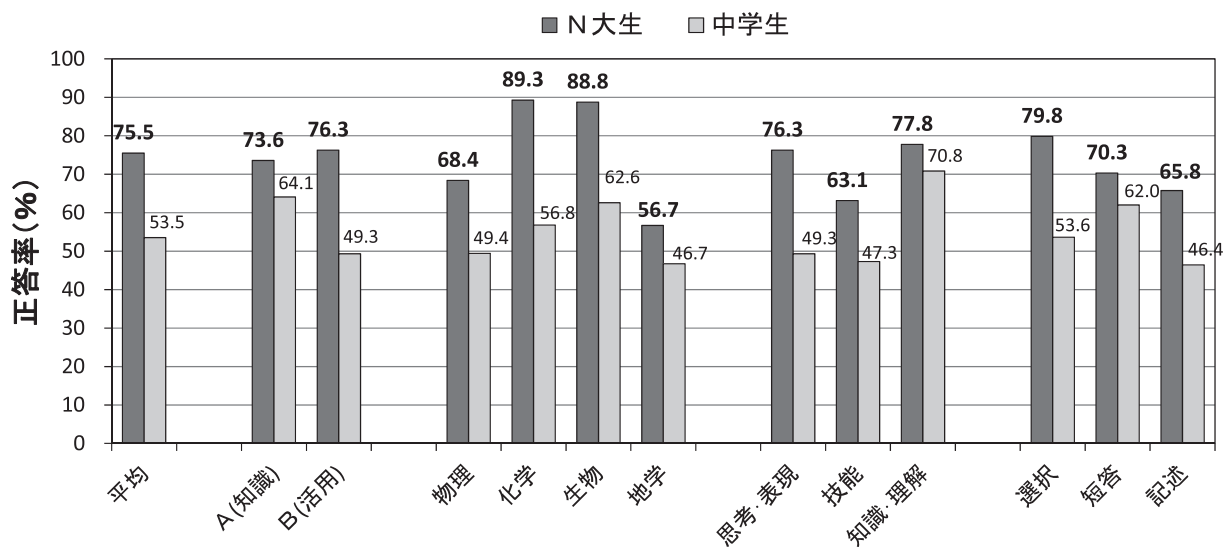


図2 N大生、中学生の各分類別正答率 (%)

識・理解」と「技能」の間 ($S=7.80$, $p<.05$) に有意差が認められた。形式別では、「選択」79.8%、「短答」70.3%、「記述」65.8%の順であり、「選択」と「記述」の間 ($S=20.59$, $p<.001$) および「短答」と「記述」の間 ($S=8.64$, $p<.01$) にそれぞれ有意差が検出された。以上の結果から、N大生の傾向として、「化学」や「生物」を得意とする一方、「物理」や「地学」を苦手とすること、「知識・理解」に比べて「技能」に関する問題を苦手とすること、「選択」式や「短答」式の問題に比べて、「記述」式の問題を苦手とすることが、それぞれ明らかとなった。

各分類における項目間の正答率の違いを見ると、問題の枠組では2.7ポイント、内容領域では最大32.6ポイント（「化学」と「地学」の間）、評価の観点では最大14.7ポイント（「知識・理解」と「技能」の間）、問題形式では最大14.0ポイント（「選択」と「記述」の間）となっており、特に内容領域による正答率のばらつきが大きかった。

N大生と中学生を比較すると、N大生の正答率は全項目で中学生を上回った。両者の正答率差（N大生－中学生）を見ると、「B問題」（27.0ポイント）が「A問題」（9.5ポイント）を大きく上回った。観点別では、「思考・表現」（27.0ポイント）が「知識・理解」（7.0ポイント）を大きく上回った。知識に関しては、中学生の段階である程度定着していて、中学校から大学間の伸び幅は小さいが、知識の活用や思考・表現に関する能力については、中学生の段階で不十分でも、高校以降の学習を通してある程度改善していると考えられる。

領域別の正答率差を見ると、「化学」（32.5ポイント）、「生物」（26.2ポイント）が比較的大きい一方、「物理」（19.0ポイント）、「地学」（10.0ポイント）は比較的小さかった。N大生の正答率や中学生との正答率差が4領域によって大きく異なっている背景には、高校での理科の履修科目が関係していると推察される。今回の学力調査と併せて実施した高校理科の履修科目に関する質問紙調査の結果を図3に示す。現行の各科目を履修したN大生の割合を履修率(%)として表示している。一部の過年度生が履修した旧課程の各科目については、例えば、「物理Ⅰ」は「物理基礎」に、「物理Ⅱ」は「物理」に（化学、生物、地学の各科目も同様）、「理科基礎」や「理科総合A・B」は「科学と人間生活」になどと、対応する現行科目にそれぞれ読み替えて履修率を算出した。「化学基礎」、「生物基礎」を履修した学生の割合は共に81.3%と最も高い一方、それらより「物理基礎」52.5%は30ポイント近く、「地学基礎」30.0%は50ポイント以上低かった。また、基礎を付した科目を履修した後に履修する「物理」、「化学」、「生物」、「地学」の各科目では、「化学」36.3%、「生物」26.3%、「物理」23.8%、「地学」5.0%の順であった。以上の結果から、高校で化学と生物に関する科目を履修したN大生は多いが、物理や地学を履修した学生は少なく、特に地学の科目の履修者はごく少数であると言える。履修率の順は、今回の学力調査におけるN大生の正答率および中学生との正答率差の順に一致する。個々のN大生の履修パターンと領域別正答率との相関を精査する必要があるが、全体的な傾向として、履修率が高い科目の内容領域ほど、N大生の正答率が高く、中学生との正答率差も大きくなっている。

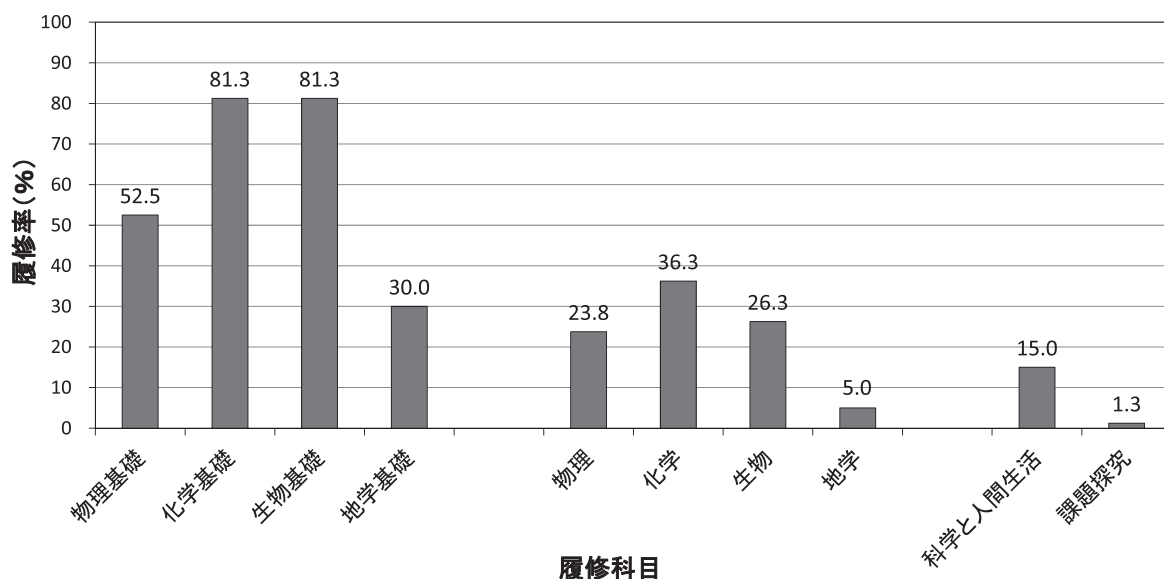


図3 N大生の高校理科の各科目に対する履修率 (%)

(3) 設問別の正答率

N大生、中学生の各設問別正答率を表1に示す。設問2(4)は「物理」、「地学」の両方に関する問題である。N大生の正答率上位5問は高い順に1(1)1, 7(2), 1(4)と1(6), 8(3)であり、いずれの正答率も90%を超え、このうち3問が「化学」、2問が「生物」の問題であった。一方、下位5問は、低い順に2(3), 5(2), 2(2), 2(1), 3(1)であり、このうち4問が「地学」、1問が「物理」の問題であった。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(2), 8(3), 3(2), 1(5), 1(6)であり、このうち3問は「化学」の問題であった。一方、正答率差が小さい下位5問は、2(1), 5(2), 2(2), 2(3), 5(1)で、この内下位3問はN大生の正答率が中学生下回り、正答率差はマイナスとなった。この5問の内訳は「地学」が3問、「物理」が2問であった。各設問の正答率から、N大生が特に得意とする問題には「化学」や「生物」の内容が多く、逆に特に苦手とする問題は「地学」や「物理」の内容であることが分かった。

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0.504であり、両者の間には中程度の相関があることがわかった。N大生(Y)と中学生(X)の正答率の相関(回帰直線 $Y=0.624X+42.5$)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), 1(6), 2(4), 7(1), 7(2), 7(3), 8(1), 8(2)の10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(1)2, 1(2), 1(5), 3(2), 4(1), 4(2), 8(3)の7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(2), 2(3), 3(1), 6(1), 6(2)の5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2(1), 5(1), 5(2)の3問がそれぞれ分類された。「化学」、「生物」の両問題は全てI, II類に分類された。

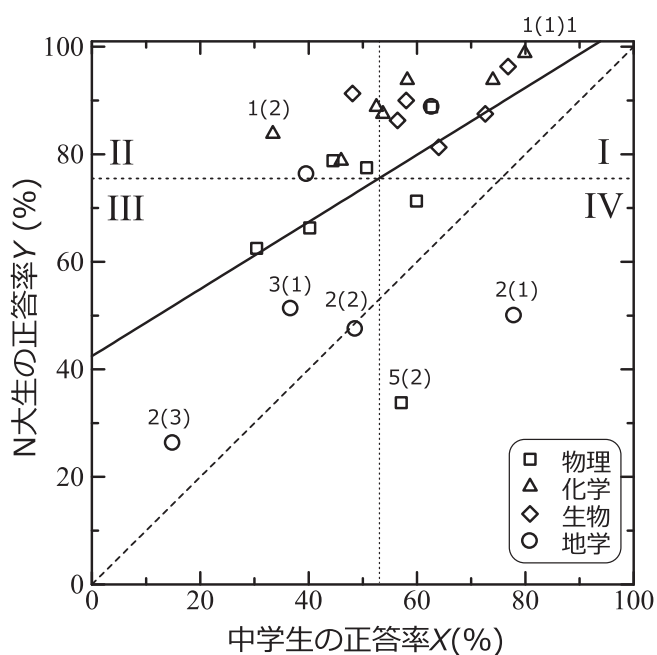


図4 N大生と中学生の設問別正答率の相関
縦横の点線はそれぞれ中学生、N大生の平均正答率、実線は両者の回帰直線、破線は両者の等正答率線 $Y=X$ である。本稿で詳しく取り扱う設問には番号を付している。

表1 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 |
|--------------|----|-----------|-------|----|------|------|-------|-----|
| <u>1(1)1</u> | A | 化学 | 知識・理解 | 選択 | 98.8 | 79.9 | 18.9 | I |
| 1(1)2 | A | 化学 | 技能 | 短答 | 78.8 | 46.0 | 32.8 | II |
| <u>1(2)</u> | B | 化学 | 思考・表現 | 選択 | 83.8 | 33.4 | 50.4 | II |
| 1(3) | B | 化学 | 思考・表現 | 記述 | 87.5 | 53.7 | 33.8 | I |
| 1(4) | B | 化学 | 思考・表現 | 選択 | 93.8 | 74.0 | 19.8 | I |
| 1(5) | B | 化学 | 思考・表現 | 選択 | 88.8 | 52.5 | 36.3 | II |
| 1(6) | B | 化学 | 思考・表現 | 選択 | 93.8 | 58.2 | 35.6 | I |
| <u>2(1)</u> | A | 地学 | 知識・理解 | 短答 | 50.0 | 77.9 | -27.9 | IV |
| <u>2(2)</u> | A | 地学 | 技能 | 選択 | 47.5 | 48.6 | -1.1 | III |
| <u>2(3)</u> | B | 地学 | 思考・表現 | 記述 | 26.3 | 14.9 | 11.4 | III |
| 2(4) | B | 物理, 地学 | 思考・表現 | 選択 | 88.8 | 62.7 | 26.1 | I |
| <u>3(1)</u> | B | 地学 | 思考・表現 | 選択 | 51.3 | 36.7 | 14.6 | III |
| 3(2) | B | 地学 | 思考・表現 | 選択 | 76.3 | 39.6 | 36.7 | II |
| 4(1) | B | 物理 | 思考・表現 | 選択 | 78.8 | 44.5 | 34.3 | II |
| 4(2) | B | 物理 | 思考・表現 | 選択 | 77.5 | 50.7 | 26.8 | II |
| 5(1) | A | 物理 | 知識・理解 | 短答 | 71.3 | 59.9 | 11.4 | IV |
| <u>5(2)</u> | B | 物理 | 思考・表現 | 記述 | 33.8 | 57.1 | -23.4 | IV |
| 6(1) | B | 物理 | 思考・表現 | 選択 | 66.3 | 40.2 | 26.1 | III |
| 6(2) | B | 物理 | 思考・表現 | 選択 | 62.5 | 30.4 | 32.1 | III |
| 7(1) | A | 生物 | 知識・理解 | 選択 | 87.5 | 72.6 | 14.9 | I |
| 7(2) | B | 生物 | 思考・表現 | 選択 | 96.3 | 76.8 | 19.5 | I |
| 7(3) | B | 生物 | 思考・表現 | 記述 | 90.0 | 58.0 | 32.0 | I |
| 8(1) | A | 生物 | 知識・理解 | 短答 | 81.3 | 64.0 | 17.3 | I |
| 8(2) | B | 生物 | 思考・表現 | 選択 | 86.3 | 56.4 | 29.9 | I |
| 8(3) | B | 生物 | 思考・表現 | 記述 | 91.3 | 48.1 | 43.2 | II |
| 平均 | | | | | 75.5 | 53.5 | 22.0 | |

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

4 主な設問の誤答分析

本節では、上述のI~IV各類型の代表的な設問を抽出し、その誤答傾向を整理しながらN大生が比較的得意あるいは特に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、2015)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。

中学生、N大生共に比較的得意なI類の問題

1 (1) 1は、塩化ナトリウムの化学式として正しいものを選択肢から選ぶ「化学」の問題で、正答[1]は「ア NaCl」である。N大生では、誤答[3]「ウ Nacl」の1名を除く79名が正答し、その正答率(98.8%)はほぼ100%であり、中学生も79.9%と高い。食塩として身近な塩化ナトリウムの化学式に関する知識は、中学生からN大生まで十分備わっていると言える。

中学生は苦手だが、N大生は比較的得意なII類の問題

1 (2)は、同じ量の水に同じ量の炭酸水素ナトリウムと硫酸ナトリウムをそれぞれ加える実験の結果を分析して解釈し、どちらが炭酸水素ナトリウムを溶かした試験管かを指摘する「化学」の問題である。与えられた40℃での溶解度の表(炭酸水素ナトリウム12.7g、硫酸ナトリウム48.1g)と、溶け残りが多い(左)、少ない(右)試験管の各図から、溶け残った質量が大きい物質[X]は「ア炭酸水素ナトリウム」であり、それを溶かした方の試験管[Y]は「ア左」であることを共に選択した解答「X—ア、Y—ア」が正答[1]である。中学生の正答率33.4%は2(3)、6(2)に次いで3番目に低く、正答[1]とは真逆に[X]「イ硫酸ナトリウム」、[Y]「イ右」の誤答[4]が34.3%と最も多い。溶解度が大きい物質が多く溶け残ると誤解している中学生が多いと予想される。一方、N大生では、上記「X—イ、Y—イ」の誤答[4]は5名、「X—イ、Y—ア」の誤答[3]が8名いたが、正答率は83.8%と比較的高い。正答した大半のN大生は、与えられた実験結果を分析、解釈して、溶け残った溶質の量と溶解度の大小関係を正しく関連付けられていると言える。

以下のⅢ、Ⅳ類の設問については、問題文を記述する都合上、設問番号順に適宜まとめて説明する。

中学生、N大生共に苦手なⅢ類の問題、中学生は比較的得意だがN大生が苦手とするⅣ類の問題

2 (1)は、図5に示す与えられた天気図内の天気記号が示す風力を数値で答える「地学」の問題で、正答[1]は「5」である。中学生の正答率77.9%は、平均正答率53.5%を大きく上回り、中学生にとっては比較的簡単だった問題である。大半の中学生は、普段の理科の授業を通して天気記号による風力の表し方を正しく理解していると考えられる。一方、N大生の正答率50.0%は、平均正答率75.5%を大きく下回り、中学生と比較しても27.9ポイント低く、このマイナス幅は全問中で最大であった。N大生の誤答は、風力「5」、「4」以外の解答[9]が32名と最多で、無解答[0]は8名であった。誤答、無解答のN大生は、日常生活や大学の授業で天気図や天気記号を目にすることが少なく、天気記号に関する知識が抜け落ちていると予想される。

次の2(2)は、先述の天気記号が示す風向を南西と読み取り、矢羽根の風向計を使ってこの南西風を観測したときの図として、矢先が南西、矢羽根が北東を向いた図「ア」(正答[1])を選ぶ「地学」の問題である。N大生の正答率47.5%は、中学生の48.6%をやや下回るが、共に平均正答率より低く、両者が共通して苦手とするⅢ類の問題である。N大生の誤答では、矢先が北東、矢尻が南西を向いた図「イ」[2]が34名と最多で、矢先が南東向きの図「ウ」[3]が5名、矢先が北西向きの図「エ」[4]が3名であった。中学生の誤答も、[2]が41.8%、[3]が6.3%、[4]が2.9%であり、N大生と中学生に共通して、矢先と矢羽根の向きが正答と真逆の誤答[2]が最多である。中学生と同様に、N大生の半数以上は、風が吹いてきた風上の方向に矢羽根が向くと誤解していて、風向計による風向の観測方法を正しく理解できていないと考えられる。

続く2(3)は、図5内の写真に関して、S島の上空だけに雲ができる理由として提示された4つの説明文の正誤を、図5内に示す天気図や島の地形の断面図、気温、湿度の表に基づいて検討し、誤っているものを1つ選ん

- 図1は、1月24日に南側から撮影したS島の写真。
- 図2は、S島を撮影したときの天気図。
- 図3は、S島を撮影したときの、風の吹く方向に沿ったS島の断面図。
- 表は、S島の1月23日から1月25日までの1日の平均気温と1日の平均湿度の記録。

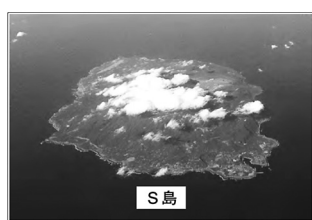


図1

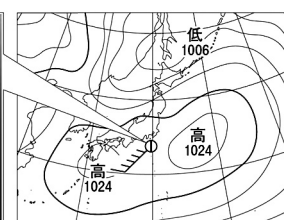


図2

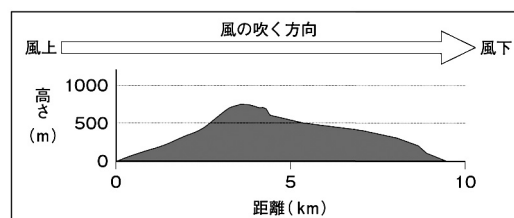


図3

表

| 月 日 | 1月23日 | 1月24日 | 1月25日 |
|------------|-------|-------|-------|
| 1日の平均気温(℃) | 5.9 | 9.2 | 12.6 |
| 1日の平均湿度(%) | 66 | 71 | 64 |

図5 設問2(1)、(2)、(3)で提示された図表資料
(文部科学省・国立教育政策研究所, 2015)

で、雲ができる理由を正しく書き直す「地学」の問題である。N大生の正答率26.3%、中学生の正答率14.9%は、共に全問中最低であり、Ⅲ類の問題の中でも両者が最も苦手とする問題と言える。正答は、誤っている説明として「エ水滴が冷やされて水蒸気になり、雲ができる。」を選び、かつ『水蒸気が冷やされて、^(a)水滴（水の粒）になり、雲ができる。』などと、(a)「水蒸気が水滴（水の粒）に状態変化すること」と、(b)「水蒸気が冷やされること」の(a)、(b)の両方について記述しているもの[1]、上記のうちで(b)だけ満たしていないもの[2]、(a)だけ満たしていないもの[3]の3類型である。N大生の正答では[1]が20名、[2]が1名、[3]が0名であり、誤答では、「エ」の説明文を選び、理由の書き直しが上記[1]～[3]以外か無解答のもの[4]が25名、説明文「ア」を選んだ誤答[5, 6, 7]が計4名、説明文「イ」

か「ウ」を選んだ誤答[8]が27名、上記以外の誤答[9]が0名、無解答[0]が3名であった。中学生では、正答が[1]13.7%、[2]0.3%、[3]1.0%であり、誤答では[4]27.6%、[5, 6, 7]計14.3%、[8]36.4%、[9]0.2%、[0]6.6%であった。N大生、中学生ともに、[8]と[4]の誤答が比較的多い。N大生の誤答[8]には、中学生と類似して、『上昇した空気のかたまりが膨張し、温度が上がる。』などの解答が多く見られ、この誤答のN大生は、空気の体積と気温の関係を正しく理解できていないと考えられる。また、N大生の誤答[4]には、中学生の場合と類似して『水滴があたためられて、水蒸気になり雲ができる。』などの解答が多く見られた。誤答[4]のN大生は、水蒸気が冷やされてできた水滴（水の粒）が雲の正体であることを理解できていないと考えられる。

Ⅲ類に属する「地学」の問題3(1)は、図6に示した各時刻における気温と露点をまとめた表と、気温が下がっても露点はほとんど変化しない一方、湿度が変化していたという説明文に基づいて、湿度が最も高い時刻を「ア13時／イ14時／ウ15時／エ16時」から1つ選ぶ問題である。正答は「エ16時」[4]であり、最も気温が低く飽和水蒸気量が下がって湿度が高くなった状態にあたる。N大生では正答[4]が41名（正答率51.3%）であり、誤答では「ア」[1]が29名と最も多く、「イ」[2]が6名、「ウ」[3]が4名であった。中学生では、正答[4]36.7%、誤答[1]29.3%、誤答[2]20.3%、誤答[3]13.1%であり。N大生、中学生共に、誤答では気温が最も高い時刻「ア13時」[1]が最も多かった。この誤答をしたN大生は、中学生が抱える課題と類似して、気温が高くなると湿度が高くなると誤解していると考えられる。

Ⅳ類に属する5(2)は、図7に図示する【方法Ⅲ】の電磁誘導の実験において、検流計の針が振れた理由を「磁界」という言葉を使って説明する「物理」の問題である。正答は、記述内容によって[1]～[4]に分類されているが、『コイルの中の磁界の向き、大きさが変化する（大きくなったり小さくなったりする）から。』などとコイルの中の磁界の変化という記述が含まれたものである。N大生の正答率33.8%は、2(3)の26.3%に次いで低く、中学生の正答率57.1%よりも23.4ポイント低い。中学生にはそれほど難しくなかったが、N大生には特に難しかった問題と言える。N大生の誤答では、上記の正答例以外の誤答[9]が34名と最も多く、その解答のほとんどは『電磁誘導で磁界が生じたから。』など、電磁誘導という用語を記述しているが、コイルの中の磁界の向きや大きさが変化することに言及できていないものであった。この誤答のN大生は、電磁誘導という用語だけは記憶しているが、その現象を具体的に理解できていないと考えられる。また、無解答[0]は19名であり、全問中で無解答者の割合が最も多かった。この約20%のN大生においては、中学校レベルの電磁誘導に関する知識が全く定着していない可能性がある。

| ○月△日 | | | | |
|-------|------|------|------|------|
| 時刻(時) | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 気温(℃) | 26.1 | 24.8 | 22.5 | 21.7 |
| 露点(℃) | 19.0 | 19.1 | 18.9 | 19.0 |

図6 設問3(1)で提示された気温と露点に関する記録資料
(文部科学省・国立教育政策研究所, 2015)

【方法Ⅰ】

磁石を電磁石に置きかえ、電磁石を矢印のように動かす(図2)。

【結果】

検流計の針が振れた。

【方法Ⅲ】

図2の装置で、電磁石は動かさず、スイッチを入れたり切ったりする。

【結果】

検流計の針が振れた。

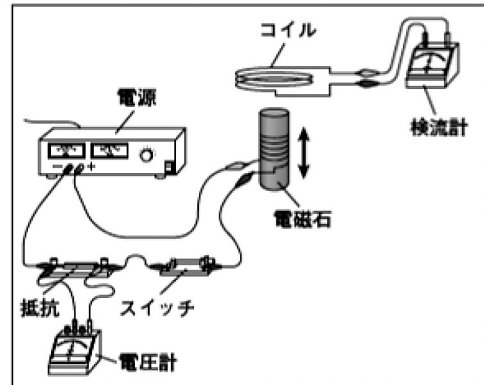


図2

図7 設問5(1)、(2)で提示された実験の模式図と方法、結果の説明
(文部科学省・国立教育政策研究所, 2015)

5 まとめと今後の課題

平成27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75%であるが、内容領域によって正答率に大きな差があり、「化学」、「生物」の問題を得意とする一方、「物理」や特に「地学」の問題を苦手とすることが分かった。各領域の正答率の順と高校理科の各科目の履修率の順は類似しており、高校での物理、化学、生物、地学の各科目の履修の有無が、各領域の理解度に影響している可能性が示唆された。全体的には、中学生が不得意だった問題を依然苦手とする傾向が見られ、両者には類似する課題があることが示唆された。さらに、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あり、特に苦手とする理科の学習項目が複数存在することが明らかとなった。具体的には、天気の記事から風力、風向を読み取ること（2(1)、2(2))、風向計による風向の観測方法（2(2))、水の状態変化と関連付けて雲の成因を正しく説明すること（2(3))、気温による飽和水蒸気量の変化から湿度の変化を理解すること（3(1))、電磁誘導の実験における誘導電流と磁界の変化の関係を説明すること（5(2))などに課題があることが明らかとなった。

今後の研究課題として、平成24年度の全国学力テストの問題を用いた前回調査の結果と今回の調査結果を比較し、共通して見られる傾向や弱点について詳細に分析することが求められる。全国や各大学で一斉に学力調査を実施することは難しいが、小規模な学力調査を継続してその結果を蓄積し、教員志望大学生が共通して抱える理科の弱点を1つ1つ明らかにしていくことが重要である。また、教員志望大学生が将来小学校教員あるいは中学校理科の教員になった際、小中学校の理科の全内容を確実に教えることができるように、高校で未履修の内容や弱点を補完し、4領域の学力と指導力をバランスよく向上できるような授業や学習支援が必要である。

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

- 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.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)：TIMSS 2011 User Guide for International Database, Released Items, Science-Eighth Grade, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, USA, 2013.
- 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.
- 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.
- 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，2014，238－247.
- 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，2016a，105－112.
- 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，2016b，9－12.
- 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 CONFERENCE 2015”，2016c，163－171.
- 寺島幸生：「全国学力・学習状況調査を用いた教員志望大学生の理科の学力調査」『鳴門教育大学研究紀要』第32巻，2017a，454－463.
- 寺島幸生：「TIMSS2011を用いた小学校教員志望大学生の理科の学力調査」『日本教育大学協会研究年報』第35集，2017b，25－36.
- 寺島幸生：「TIMSS2011を用いた小学校教員志望学生の物理の学力調査」『大学の物理教育』第23巻・第1号，2017c，35－38.

- 吉田安規良：「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』第57巻・第4号，2017，403－421.
- 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，2014，131－138.

An Academic Survey in Science for Pre-service Teachers Using Problems of the National School Achievement Tests in 2015

TERASHIMA Yukio* and KOZAI Takeshi*

(Keywords : Science, Teacher training, Academic survey)

Abstract

We carried out an academic survey in science for 80 undergraduates of teacher training courses using 25 science problems of the national school achievement tests conducted in 2015 for 9th grade students at lower secondary school in Japan. Based on the results, we found the following trends in their academic abilities: Although the total average correctness of the undergraduates is about 75%, the itemized scores for physics, chemistry, biology and earth science are significantly different each other. The undergraduates are good at chemistry and biology, whereas they are poor at earth science and physics. The difference in achievement for the undergraduates between the four scientific content domains can be originated from their major subjects at upper secondary school. From the correlation in the correctness for each problem between the undergraduates and 9th graders, both of them are found to share some common weaknesses. Moreover, we found some strong and weak points peculiar to the pre-service teachers.

*Departments of Natural Science Education, Naruto University of Education