

教育学部2年生の理科学力調査の分析と小・中学生の理科理解度の比較

正 元 和 盛^{*1}・林 英 一^{*2}・田 中 均^{*3}・島 田 秀 昭^{*4}

Analysis of Academic Ability Test in Science of Sophomores of the Faculty of Education and Its Comparison with Assessment of Students' Academic Achievements in Science in Elementary and Lower Secondary Schools

Kazumori MASAMOTO, Eiichi HAYASHI, Hitoshi TANAKA and Hideaki SHIMADA

Analysis of academic ability test in science of sophomore of the faculty of education showed different understanding degrees among science subject areas. The achievements in physics and earth sciences were low compared to those of chemistry and biology. Similar tendency was found in the ratio of learning of each subject area of science in upper secondary school. This suggests necessity of an intensive support on these two subject areas of science in university curriculum and improvement for equal learning opportunity of four subject areas in science in upper secondary school. When we consider that at the end of compulsory education fundamental academic achievement must be acquired, we cannot expect enough fixation of the understandings of science because of partial election of science subjects in the upper secondary school. Difference in understanding degree among the science subject areas was not recognized in the results of Kumamoto academic ability test and the Nationwide Academic Ability Assessment of Science in course of study at the compulsory education stage. There is a difference in recognition between teachers and students on the understanding degree of science subject areas. Therefore teachers must try grasp of the actual situation of understandings in science of students. Those activities will support grasping of thought and feeling of each student and lead to a close guidance for each student.

Key Words : Academic Achievement, Elementary School, Faculty of Education, Lower Secondary School, Science Learning

I. はじめに

OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) や国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS) の結果から, 日本の子どもたちの理科の学力は国際的に見て上位であることが分かった^{1) 2)}. しかし, 科学への興味・関心が低く, 理科が楽しいと答える子どもが国際平均値を大きく下回る状況²⁾であり, 「理科離れ」が問題視されている状況を裏付ける結果が示されている.

平成 20 年 3 月に告示された, 新しい学習指導要領³⁾は, それらの調査結果の影響を受けた改訂となっている. 中学校理科では「自然の事物・現象に進んでかわり, 科学的に探究する能力の基礎と態度を育てる」

ことがねらいとされ, 観察・実験の結果を分析し解釈する学習活動, 科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動等を充実し, また, 科学を学ぶことの意義や有用性を実感させ, 科学への関心を高めることが求められている⁴⁾.

現在の大学生の多くは, 現行の学習指導要領で中学・高校時代に授業を受けてきた世代である (4 年生は旧指導要領). 彼らの学力を調査・分析することは, 現行の学習指導要領の教育的効果の一面を評価することにつながり, 来年から新しい学習指導要領の移行措置が実施される前に現行の学習指導要領の成果と課題を再度確認しておくことは意義あることだと考えた.

^{*1} 熊本大学教育学部理科教育生物, ^{*3} 理科教育地学, ^{*4} 理科教育化学 〒 860-8555 熊本市黒髪 2-40-1

^{*1} Laboratory of Biology, ^{*3} Laboratory of Earth Science, ^{*4} Laboratory of Chemistry

Department of Natural Science, Faculty of Education, Kumamoto University, Kurokami 2-40-1, 850-8555, Japan

^{*2} 熊本県宇城市立小川中学校

表1 用いた理科学力調査の問題内容

領域	問題内容	大問数
物理	○水面上に浮かぶ木片と水の質量 ○水に食塩、赤土、砂を溶かした時の質量 ○吊した重りをビーカーに入れた時の全体の質量 ○滑車使って、自分を持ち上げる時の力の大きさ ○豆電球3つの回路で、豆電球の明るさ	5
化学	○5種類の水溶液の名前 ○水酸化ナトリウム水溶液の性質 ○炭酸と食塩水のそれぞれの溶質 ○炎色反応	4
生物	○セキツイ動物の特徴 ○花弁と子房（果実）の位置関係 ○葉脈のようすの作図 ○節足動物の特徴	4
地学	○月の動き ○北の空の星の動き ○褶曲のあとの浸食のようす	3

大問数 16 (小問数 35)

また、小学校から学年が上がるにつれて理科に関する理解度や意識がどのように変化するかを把握するために、大学生の理科学力調査と国立教育政策研究所が実施した小・中学校教育課程実施状況調査等と比較分析を行った。

Ⅱ. 方法と用いた資料

1. 教育学部2年生の理科学力調査

(1) 調査対象

教育学部の小学校教員養成課程の教科に関する専門科目「理科」の受講学生（対象は2年生：A,B 2組のうちB組）において、教員が毎年理科学力調査を実施している。解答者数 n は、2005年度112人（うち理科専攻生15人）、2006年度119人（同16人）、2007年度121人（同18人）、2008年度107人（同19人）である。

(2) 調査時期

毎年、4月上旬に実施していた。

(3) 調査内容

表1のような、中学校で学習する理科の内容が中心のペーパーテストである。

採点は、教員が解答例を示しながら説明し、学生による自己採点で行った。今回、2005～2008年度までの4年間の調査結果を分析した。なお、2005年度と2006年度の大学2年生は中学、高校時代に平成元年版学習指導要領の授業を受け、2007年度、2008年度の大学2年生は平成10年版学習指導要領で学習している。そのため、2005年度と2006年度の地学の問題は内容が一部異なっている。

年度別の各小問の正答率を付表1に示す。

2. 平成19年度熊本県理科学力調査⁵⁾

(1) 調査機関

熊本県教育委員会義務教育課

(2) 調査の趣旨

小学校及び中学校の学習指導要領において身につけることが求められている資質や能力が児童生徒にどの程度身につけているかを調査・分析し、成果や課題等に基づき、新たな取り組みの方向性を明らかにするとともに、市町村教育委員会と連携を図りながら今後の学校における基礎・基本の確実な定着を図るための指導方法の工夫改善に資する。

(3) 調査内容

- 1) (2) 調査の趣旨に基づき、学習指導要領に定める内容の実現状況を測るためのペーパーテスト
- 2) 児童生徒の学習に対する意識等を明らかにするための質問紙調査
- 3) 教師の学校教育についての意識や取組の実態等を明らかにするための質問紙調査

(4) 調査対象学年、教科及び実施日

小学3年生～中学3年生。小学生は国語、社会、算数、理科の4教科、中学生は国語、社会、数学、理科、英語の5教科である。

市町村教育委員会及び当該学校で協議のうえ平成19年11月第4週から12月第2週に実施された。ただし、中学3年生については、平成19年11月第3週から12月第2週に実施された。

(5) 調査対象学校、児童生徒・教師数

ペーパーテストの調査対象学校については、学校規模等を考慮して、小・中学校それぞれ熊本県内の6割程度を無作為に抽出し、対象を当該学校の対象学年の児童生徒全員として実施する。質問紙調査の対象については、調査対象校の児童生徒全員及び教師として実施する。小学校250校（児童38,611人、教師3,172人）、中学校110校（生徒29,263人、教師1,841人）

3. 平成15年度小中学校教育課程実施状況調査⁶⁾

(1) 調査機関

国立教育政策研究所教育課程研究センター

(2) 調査の趣旨

小学校及び中学校の学習指導要領（平成10年告示）に基づく教育課程の実施状況について、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を把握し、今後の教育課程や指導方法等の改善に資する。

(3) 調査内容

- 1) 児童生徒を対象としたペーパーテストによる調査
- 2) 児童生徒及び教師を対象とした質問紙による調査
- (4) 調査対象学年、教科及び実施日

表2 教育学部2年生の理科学力調査の年度別正答率

年度	2005	2006	2007	2008
理科専攻以外の正答率(%)	42	51	44	43
理科専攻の正答率(%)	50	60	50	51
理科専攻正答率比※1	1.17	1.17	1.12	1.18

※1 (理科専攻正答率/理科専攻以外正答率)という比率の値。

表3 理科学力調査の領域別正答率

領域名	物理	化学	生物	地学
正答率(%)	36	67	51	24
正答率比(対化学領域)※1	0.54	1.00	0.75	0.36

※1 (それぞれの正答率/化学領域の正答率)という比率の値。

小学5,6年生と中学1～3年生(中等教育学校の前期課程を含む)。小学生は国語, 社会, 算数, 理科の4教科, 中学生は国語, 社会, 数学, 理科, 英語の5教科である。

平成16年2月17日(小学生と中学1,2年), 平成16年1月22日(中学3年)に行われた。

(5) 調査対象の抽出方法

無作為抽出により, 1教科1問題冊子当たり児童生徒1万6千人を調査対象とした。教師については, 対象学級で調査対象とする教科を担当している者全員を対象とした。

(6) 調査実施学校数及び児童生徒数

小学校3,554校(児童約21万1千人), 中学校2,584校(生徒約24万人)

Ⅲ. 結果と考察

1. 教育学部2年生の理科学力調査の分析

教育学部の理科学力調査において, 解答者中の正答者の割合(正答率)の年度ごとの平均値を付表1のデータから計算し, 比較した(表2)。Excelの分析ツールを使って検定を行うと, 年度によって正答率に有意差はなかった。また, 2005, 2006年度の学生と2007, 2008年度の学生はそれぞれ平成元年版学習指導要領と平成10年版学習指導要領で学習しているので, この結果から現行の学習指導要領の改訂前後で学力の低下, あるいは向上は見られないことになる。

また, 理科専攻生の正答率を理科専攻以外の学生と比較すると, 毎年8%程度高くなっている。

次に, 領域別の正答率を調べてみた。同一の問題で調査した, 2007年度と2008年度の平均で比較すると, 領域別の正答率の違いが見られた(表3)。教育学部生は中学校理科の学習内容において, 化学領域の正答

表4 2006年度科目別教科書採択数(全国)とその割合

科目名※1	物理Ⅰ	化学Ⅰ	生物Ⅰ	地学Ⅰ
教科書採択数※2	375,877	734,804	808,524	108,662
履修状況の割合※3	10.5	20.4	22.5	3.0
履修状況比(対化学Ⅰ)※4	0.51	1.00	1.10	0.15

※1 理科基礎, 理科総合A, 総合Bは領域が重なっているため, 物理Ⅱ, 化学Ⅱ, 生物Ⅱ, 地学Ⅱは履修状況の割合が10%未満のため省略。

※2 文献7)より抜粋。

※3 それぞれの採択数を全国の高校生の数3,594,754人で割った割合。

※4 (それぞれの履修状況の割合/化学の履修状況の割合)という比率の値。

表5 平成19年度熊本県学力調査の領域別定着率

領域名	物理	化学	生物	地学
中1定着率(%)※1	38.6	38.4	40.0	
中2定着率(%)※1	41.8		60.8	41.7
中3定着率(%)※1	53.1	53.7	57.3	44.0
平均定着率(%)※2	44.5	46.1	52.7	42.9
定着率比(対化学領域)※3	0.97	1.00	1.14	0.93

※1 文献5)に示されていた領域別の熊本県全体の定着率を抜粋。

※2 中1～中3の定着率を平均した値。

※3 (それぞれの定着率/化学領域の定着率)という比率の値。

率は7割近くあり, 生物領域は半分程度である。一方, 物理, 地学領域は化学領域と比べるとあまり定着していない状況にあるようだ。

この原因は, 大学入学以前の段階, つまり高校での理科学習に原因があるのではないかと考えた。そこで, 高校での理科の領域ごとの履修状況を調べてみた(表4)。

高校理科の履修状況を調べると, 化学Ⅰや生物Ⅰを選択する生徒が多く, 物理Ⅰを選択する生徒はその半分ぐらいであった。地学Ⅰはほとんど履修する生徒が少ないことが分かった。

この履修状況と前述の教育学部生の理科学力調査の領域別正答率を比較すると, 化学や生物が高く, 次に物理で, 地学がもっとも低いという傾向が両者ともに見られる。高校で履修した領域は, その授業を通して中学校の学習内容が思い出され, 未履修の領域より学習内容が定着したのではないかと考えられる。

2. 大学生と小・中学生のペーパーテストの比較

教育学部生の理科学力調査の結果が, 中学校段階での学習内容定着状況に依存しているかどうかを, 前述の平成19年度熊本県学力調査⁵⁾(表5)や, 平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査^{6) 8) 9)}(表6)の結果から調べてみた。

表5は, 熊本県学力調査における各問での正答及び準正答の割合の合計を領域別に示している。熊本県学

表6 平成15年度教育課程実施状況調査の領域別理解度

領域名	物理	化学	生物	地学
中1理解度※1	82.6	53.8	41.9	67.9
中2理解度※1	69.6	75.0	62.1	64.3
中3理解度※1	82.6	72.7	72.0	75.0
平均理解度※2	78.3	67.2	58.7	69.0
理解度比(対化学領域)※3	1.16	1.00	0.87	1.03

※1 文献 8)に示されていた、設定通過率に対して「上回ると考えられるもの」と「同程度と考えられるもの」のそれぞれの問題数の割合の和。この問題数の割合の和を理解度としている。

※2 中1～中3の理解度を平均した値。

※3 (それぞれの平均理解度/化学の平均理解度)という比率の値。

表7 中学校理科での領域ごとの理解度に対する意識^{※1}

	物理	化学	生物	地学
教師「生徒にとって理解しやすい」(%)	13.7	37.7	72.0	38.1
生徒「よくわかった」(%)	44.4	49.0	62.3	47.4

※1 文献 6)に単元別で興味や理解度に関する回答結果が示されているが、その中で理解度に関する回答の割合を4領域ごとにまとめて平均した値。

力調査では、各問での正答及び準正答の割合を定着率としている。

表6は、教育課程実施状況調査での問題数に対する「通過率が設定通過率を上回る又は同程度と考えられる問題数」の割合を理解度として示している。なお、設定通過率とは、「学習指導要領に示された内容について、標準的な時間をかけ、学習指導要領作成時に想定された学習活動が行われた場合、個々の問題ごとに、正答、準正答の割合の合計である通過率がどの程度になると考えられるかということを示した数値」と定義されている⁹⁾。

熊本県学力調査や教育課程実施状況調査の結果からは、領域によって中学生の理解度(定着率)に大きな差が見られないことが分かった。中学校の理科教師の立場からすると、この結果は意外であった。なぜならば、生徒の反応を見ると1分野(物理、化学領域)の学習内容をとても苦手そうにしている場面を授業中よく見かけるからである。

しかし、この教師の意識が、平成15年度教育課程実施状況調査の質問紙調査の結果から、生徒の意識と違っていることも分かった。

平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査では、教師と生徒それぞれに対して、単元ごとの興味や理解度を尋ねる項目がある⁶⁾。表7は、その中で、教師が「生徒にとって理解しやすい/理解しにくい」と問われた際に「理解しやすい」と回答した割合、また、生徒が「よく分かった/よく分からなかった」と問われた際に「よく分かった」と回答した割合を領域別にま

表8 平成15年度教育課程実施状況調査の領域別理解度

領域名	物理	化学	生物	地学
小5理解度	68.0	92.9	90.2	87.0
小6理解度	77.8	80.0	81.4	88.9
平均理解度	72.9	86.4	85.8	87.9
理解度比(対化学領域)	0.84	1.00	0.99	1.02

領域別理解度は表6と同様。

表9 小学校理科での領域ごとの理解度に対する意識^{※1}

	物理	化学	生物	地学
教師「生徒にとって理解しやすい」(%)	48.2	53.8	51.5	36.9
児童「よくわかった」(%)	62.2	69.9	64.5	61.5

※1 表7と同様。

とめて示したものである。

この表から、生物領域は7割程度の教師が理解しやすいと回答しているが、化学、地学領域は4割弱、物理領域に至っては1割程度の教師しか理解しやすいと回答していないことが分かる。

しかし、生徒の意識としては、物理、化学、地学の3領域ともよく分かったと回答する割合に大きな差はない(4～5割程度)。生物領域がよく分かったと回答する生徒は確かに多いが、理解しやすいと回答した教師の割合よりも少ない(6割程度)。

この教師と生徒の意識の違いはどこに原因があるのだろうか。この両者の意識の違いについて、今後研究を深めていく必要があるだろう。

さらに、小学校段階についても理科の理解度とその意識について、平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査結果から調べた⁶⁾(表8、表9)。

ペーパーテストの結果から、小学校段階では物理領域が他の3領域よりも理解度がやや低いことが分かった。

また、質問紙調査から理解度に対する意識を調べると、中学校同様に小学校教師が「児童にとって理解しやすい」と思う割合よりも、児童の「よく分かった」という割合の方が高かった。特に、児童は地学領域が難しいと思わないようだが、教師は理解しやすいと思っている割合が他の領域よりも低いことが分かった。

IV. まとめ

教育学部2年生の理科学力調査の結果から、物理、地学領域の理解度が低いことが分かった。これは高校理科の履修状況に依存していると考えられる。ゆえに、大学の講義などでこの2領域を重点的に補充しなければならないのではないかと考えられる。

さらに、高校理科の科目選択のあり方も4領域全てを学習できる方法に改める必要があるのではないかとされる。義務教育段階、つまり中学校卒業時点までの学習内容を日本人が学ぶべき基礎学力と捉えるならば、高校での偏った理科の科目選択では十分な定着が望めないことを表3、表4の結果から言えるだろう。

また、中学校段階では領域による理解度の差は、熊本県学力調査や教育課程実施状況調査の結果からは認められなかった。生徒と教師の理解度に関する意識にも差があり、教師自身ももっと生徒の実態把握に努めなければならないと思う（小学校段階でも同様である）。そのことが児童生徒一人一人の思いや気持ちを知ることになり、個に応じたきめ細かな指導につながっていくと考える。

謝辞

本研究は一部、文部科学省科学研究費補助金（基盤研究（C）、課題番号19500749、研究代表者正元和盛）によって行われた。

参考文献

- 1) 国立教育政策研究所編（2007）「生きるための知識と技能 3 OECD生徒の学習到達度調査（PISA）2006年調査国際結果報告書」p.49 ぎょうせい
- 2) 国立教育政策研究所編（2005）「TIMSS2003 理科教育の国際比較 国際数学・理科教育動向調査の2003年調査報告書」p.22, p.98 ぎょうせい
- 3) 文部科学省（2008）「中学校学習指導要領」東山書房
- 4) 文部科学省（2008）「中学校学習指導要領解説 理科編」pp.3-10 大日本図書
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chukaisetsu/005.zip
- 5) 熊本県教育委員会（2007）「平成19年度『熊本県学力調査』結果報告書【中学校】」p.1, p.36
- 6) 国立教育政策研究所 教育課程研究センター 研究開発部（2005）「平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査」『結果の概要』p.1, 「質問紙調査集計結果－理科－」pp.65-98, pp.99-152, 「教科別分析と改善点（小学校・理科）」p.2
http://www.nier.go.jp/kaihatsu/katei_h15/index.htm
- 7) 左巻健男（2006）「『2006年問題』とは何か―高校理科の教育課程の現状と問題」生物工学会誌 84(5), p.190
http://www.nacos.com/sfbj/pages/mokuji/pdf/8405/8405_series_02.pdf
- 8) 清原洋一・中村日出夫・山口晃弘（2007）「中学校理科学力向上6つの授業改善―新時代を見通す課題と対策―」p.3 東洋館出版社
- 9) 国立教育政策研究所 教育課程研究センター 研究開発部（2003）「平成13年度小・中学校教育課程実施状況調査の結果概要をみるに当たって」pp.7-8
http://www.nier.go.jp/kaihatsu/katei_h13/01001000000007002.pdf

付表1 教育学部2年生の理科学力調査

年度	理科専攻以外の学生の正答率(%)				理科専攻生の正答率(%)			
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
1	55	56	63	60	87	83	82	68
2-1)	70	67	69	68	87	93	88	95
2-2)	70	64	74	67	87	87	76	79
2-3)	93	91	97	91	100	100	100	95
3-1)	24	32	16	10	33	40	23	26
3-2)	21	18	10	8	40	27	12	21
4-図1	18	32	15	10	13	27	35	21
4-図2	20	2	1	1	0	7	6	5
5-1)	28	27	23	23	47	47	24	32
5-2)	29	25	24	30	33	53	18	32
5-3)	11	11	23	14	20	13	6	21
6	73	84	73	80	93	100	94	89
7	10	36	5	7	20	44	24	16
8	94	86	92	90	93	80	100	89
9	99	86	95	98	93	80	100	100
10-1)	88	76	78	94	67	73	100	100
10-2)	71	71	63	66	80	67	47	58
10-3)	58	58	51	53	67	67	56	58
10-4)	71	95	94	97	80	88	100	100
11-1)	34	27	39	30	40	47	76	37
11-2)	32	54	43	35	40	73	56	37
11-3)	58	58	44	51	40	87	53	47
12-1)	16	82	49	47	67	87	71	63
12-2)	7	48	50	0	27	80	59	0
12-3)	30	78	68	64	40	73	71	74
13-1)	58	92	60	68	53	93	59	79
13-2)	5	49	2	3	7	53	0	21
13-3)	75	90	75	72	87	100	88	74
13-4)	19	55	11	11	40	60	18	26
14-1)	30	27	30	25	20	27	12	42
14-2)	44	50	34	43	47	60	29	42
15-1)	26	26	24	33	66	27	41	26
15-2)	35	38	23	13	47	47	24	16
15-3)	27	22	11	9	33	40	18	21
16	—	—	18	26	—	—	29	58
16-1)	12	10	—	—	7	7	—	—
16-2)	12	10	—	—	7	7	—	—
17	44	69	—	—	33	77	—	—