

大学生の理数認識の研究 (I)

— 中学校数学及び理科の内容理解に関する質問紙調査及びインタビューから —

A Study on Status of University Students' Awareness for Mathematics and Science (I)

— Research Based on Questionnaire and Interview —

林 武広・山田 恵次・山田耕太郎・土井 徹・間處 耕吉
Takehiro HAYASHI, Keiji YAMADA, Kotaro YAMADA,
Tohru DOI and Koukichi MADOKORO

We have studied university students' awareness for Mathematics and Science aiming to enhance their abilities on those two subjects. In this study, two research instruments are included, one is the questionnaire to ask students' understanding in Mathematics and Science when they were junior high school students; and the other is interview for 5 students focusing on the time they felt difficulties in Mathematics and Science learning. The findings showed the difficulties started at higher grade of elementary school. The contents they feel difficulties are "spatial figure" in Mathematics and "concentration percent" containing calculation in Science. Furthermore, they feel difficulties in "invisible phenomenon" such as electricity and magnetism.

I 本研究の背景と目的

グローバル化が進む現代社会では経済やビジネス分野をはじめどのような分野においても多彩な教養と高い資質・能力が求められている。特に、近年の情報化の発展に伴い、ビッグデータの活用が進んでおり、実際にデータ処理を扱わないまでも、それに基づいた結果や数値データに接することが多くなると考えられる。一方、たゆまぬ科学・技術の進化、環境や防災の問題、医療など一定の科学的な理解が必要となることも少なくない。そのため成人の科学リテラシーに関する実態調査が行われ（西條ほか, 2008 c 西條ほか, 2010; 東京工業大学リテラシープロジェクト), リテラシー向上のための個別プログラムが提案されている。

特に、2000年前後から児童生徒の理科離れの実態が多く報告されるようになり（例えば、村松ほか（2004)), その状況は現在においても十分に改善されていない

（国立教育政策研究所, 2018）。花野木ほか（2017）は合計800名余りの中学生、高校生の調査から、生徒の文系-理系選択の時期と要因を調査し、要因として教科の得意・不得意に依る生徒が多く、文系選択者では数学と理科が不得意と答えた生徒が多いことを報告し、時期として中学性段階でのこれら2教科の学習が重要であることを指摘している。

理科については全国学力調査結果（国立教育政策研究所, 2018）からも小学6年時に比べ中学3年になると理科が好きな生徒の割合が20ポイント以上、下落する状況が報告されている。数学と理科では数式や数値を扱うことが通常であり、両教科の知識・理解、技能が相まって内容の理解が高まることは言うまでもない。

上記のような背景のもと筆者らは、大学においても数学や理科への認識（以下、理数認識）を深めていくことが重要と考え、そのための有効な取り組みを検討しているところである。山田ほか（2013）は、筆者が

所属する大学生を対象に科学に関する調査を行った結果、科学技術へは好意的な意識を持っているが、科学の基礎的概念には課題があることを報告している。林ほか（2016）は小学校現職教員と教員志望の大学生の科学リテラシーを調査し、学生では科学好きタイプが最も多いが、教員では生活重視タイプが最も多いことを報告している。教員では経験年数によるタイプの偏りが見られないことから教員になる前から科学リテラシーのタイプが確立している可能性を指摘している。

従って本研究では大学で行う理数系の共通教育等で理数認識を高めることが重要と捉え、そのための教育改善に資するための第1段階として現在の大学生における中学校時での数学及び理科の理解状況の傾向を把握することとした。

II 研究方法

本研究では、3大学の文系所属の1年次、2年次生を対象に質問紙による調査及び1大学の理数を苦手とする学生5名に対しインタビュー調査を行った。

質問紙ではより確度が高い回答をより多く得ること、及び回答者への負荷がなるべく少なくなることを目指して下記の数学と理科の質問を設定した。

調査は2017年～2018年にかけて3大学で1～2年次学生を対象に調査を行い、341名からの回答の集計と統計解析を中心に検討を行った。なお本研究では文系所属の大学生全般の傾向をみることを目的としているため、各大学ごとの回答集計は行っていない。

インタビューでは理数が苦手になったきっかけ等について尋ねることとし、本人の承諾を得て録音した。録音から文字おこしを行い、SCAT法（大谷，2007；大谷，2011）によって解析した。

以下に質問内容を示す。過去の数学と理科の学習で理解が困難と思った内容を記憶をたどって尋ねるものである。そのため個々人の印象に残っていることに注目し、内容項目からの強く思う、次に強く思う、3番目に強く思う項目をそれぞれ選択する形式としている。

まず数学の選択項目については、中学校学習指導要領を参考に、中学校数学で扱う内容について以下の16項目取り上げた。

1：式の計算，2：1次方程式，3：連立方程式，4：1次関数，5：図形の性質，6：図形の合同，7：

円の性質，8：2次関数，9：因数分解，10：文字式，11：正・負の数，12：三平方の定理，13：平面図形，14：空間図形，15：図形の相似，16：標本調査

次に理科の選択項目では、花野木（2017）が中学生への直接インタビューを通して不得意（理解困難）と判断している下記の13項目とした。

1：凸レンズ，2：質量%濃度，3：圧力，
4：化学反応式，5：オームの法則，6：電流磁界
7：イオン，8：エネルギー，9：地震波，
10：湿度，11：天気と前線，12：天体の動き，
13：遺伝

数学と理科では項目の項目設定の条件で同質ではないが、数学では本調査で概要を把握し、今後さらに詳しい調査を行いたいと考えている。

III 結果

(1) 数学の質問

数学の集計結果を表Iに示す。

表1 数学で理解が難しかったこと

	N=332 %	理解が難しかった			
		最も	次に	3番目に	合計
1	式の計算	0.6	0.9	0.0	1.5
2	1次方程式	1.8	0.6	1.2	3.6
3	連立方程式	2.1	1.5	2.7	6.3
4	1次関数	1.5	7.2	2.4	11.1
5	図形の性質	0.6	3.3	6.0	9.9
6	図形の合同	2.1	5.1	7.2	14.5
7	円の性質	3.0	6.0	8.7	17.8
8	2次関数	20.8	11.7	7.2	39.8
9	因数分解	2.7	4.2	6.0	13.0
10	文字式	1.2	3.3	3.6	8.1
11	正・負の数	0.3	0.3	1.5	2.1
12	三平方の定理	10.2	4.5	9.3	24.1
13	平面図形	1.2	5.7	8.7	15.7
14	空間図形	26.2	22.6	12.3	61.1
15	図形の相似	10.8	11.1	10.5	32.5
16	標本調査	15.4	11.7	12.3	39.5

最も理解が難しかった内容項目として「空間図形」、次いで「2次関数」が顕著である。前者は“最も”、と“最も”から“3番目”の“合計”でも最も回答が多い。これらに次いで、「図形の相似」、「標本調査」である。「三平方の定理」の選択もやや多いようであるが、そ

他の内容項目は合計でも20%以下である。全体的に図形的な内容に理解が難しい傾向が見て取れる。

数学における“最も”、“次に”及び“3番目”の選択組み合わせをみるために対応分析を行った結果を図1に示す。この分析では単に回答の重み付けを行わず、単純に組み合わせのみの処理を行っている。また、回答数が少ない「式の計算」と「正・負の数」を除いて処理を行った。その結果、「円の性質」、「空間図形」、「標本調査」を併せて選んでいることがうかがえる。

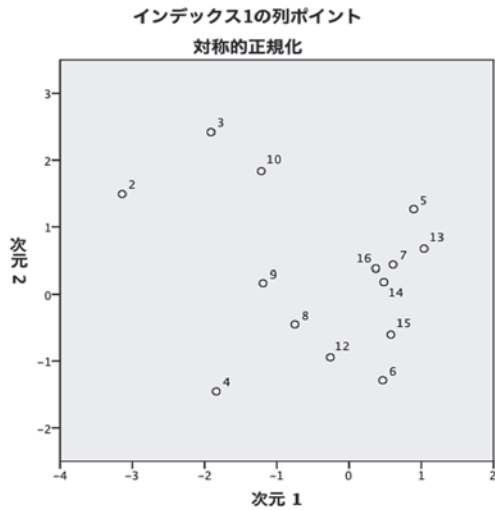


図1：数学で難しかった内容の選択組み合わせ（対応分析のプロット）* 図中の数字は表1と同じ
次元1：数理-図形 次元2：操作的-概念的

(2) 理科の質問

理科の集計結果を表2に示す。

「質量%濃度」が顕著である。次いで「化学反応式」「電流と磁界」、「オームの法則」、「イオン」である。特に「質量%濃度」の回答は“最も”から“3番目”までの合計が約6割であり突出している。その他は“合計”でみるかぎり、どの項目も1割台である。

理科における“最も”から“3番目”の選択組み合わせをみるために対応分析を行った結果を図2に示す。この分析でも数学の場合と同様に単に回答の重み付けを行わず、単純に組み合わせのみの処理を行っている。その結果、「天気と前線」、「天体の動き」、「遺伝」を併せて、また「化学反応式」と「イオン」の組み合わせも見られる。

表2 理科で理解が難しかったこと

	N=332 %	理解が難しかった			
		最も	次に	3番目に	合計
1	凸レンズ	3.0	4.8	4.5	12.3
2	質量%濃度	32.5	16.3	10.2	59.0
3	圧力	1.8	5.1	9.6	16.6
4	化学反応式	14.2	12.7	11.4	38.3
5	オームの法則	8.4	10.5	12.3	31.3
6	電流磁界	12.0	11.4	12.0	35.5
7	イオン	6.9	9.0	11.4	27.4
8	エネルギー	2.7	6.0	7.5	16.3
9	地震波	1.8	6.9	4.8	13.6
10	湿度	2.4	8.1	5.7	16.3
11	天気と前線	3.6	4.2	5.1	13.0
12	天体の動き	8.4	3.9	5.1	17.5
13	遺伝	2.7	2.1	0.9	5.7

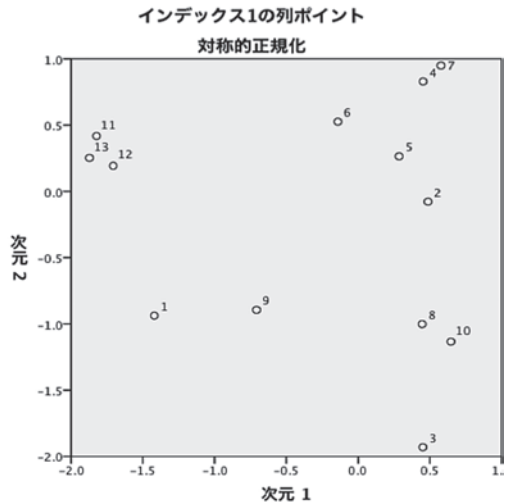


図2：理科で難しかった内容の選択組み合わせ（対応分析のプロット）* 図中の数字は表2と同じ
次元1：計算多-少 次元2：科学的-物理的

(3) 数学と理科の選択組み合わせ

数学と理科それぞれで理解が困難と感じた選択項目間の関連を見るためにそれぞれの教科の“最も”難しいことと思った内容項目、ここでは回答者にとって最も印象に残っているとみなされる内容の組み合わせによる13×16クロス集計を行った（表3）。

その結果、理科で「質量%濃度」と数学で「空間図形」を選択した回答者が最も多く、全回答中、7.8%いること、次いで理科で「質量%濃度」と数学で「2次関数」を選択した回答者が7.2%であった。同じく

表3 数学と理科で最も理解が難しかった内容のクロス表

N=332 %		理科：最も難しかった												合計	
		凸 レンズ	質量% 濃度	圧力	化学 反応式	オーム の法則	電流 磁界	イオン	エネル ギー	地震波	湿度	天気と 前線	天体の 動き		遺伝
数学 .. 最も 難し かつ た	式の計算		0.3			0.3									0.6
	1次方程式		0.3			0.3	0.6				0.3	0.3			1.8
	連立方程式		1.2	0.3		0.3							0.3		2.1
	1次関数		0.6					0.3	0.3						1.5
	図形の性質		0.3		0.3										0.6
	図形の合同		0.9		0.9					0.3					2.1
	円の性質		0.6		0.3		0.6	0.3			0.3	0.3	0.3	0.3	3.0
	2次関数	0.3	7.2		3.3	2.4	3.0	1.8	0.6		0.6		1.2	0.3	20.8
	因数分解		0.6		0.9	0.6	0.3								2.7
	文字式				0.3		0.6								1.2
	正・負の数		0.3												0.3
	三平方の定理	0.3	3.0	0.3	3.0	1.2	0.3	0.3	0.3		0.6		0.3	0.3	9.9
	平面図形	0.3	0.6		0.3										1.2
	空間図形	1.2	7.8	0.6	1.8	1.5	3.0	2.4	0.3	0.3	0.6	1.8	3.6	0.9	25.9
	図形の相似		3.6		1.2		2.1	0.3	0.6	0.6		0.6	1.5	0.3	10.8
標本調査	0.6	5.1	0.3	1.8	1.5	1.5	1.2	0.6	0.6	0.3	0.6	0.9	0.3	15.4	
合計	3.0	32.5	1.5	14.2	8.1	12.0	6.9	2.7	1.8	2.4	3.6	8.4	2.7	100.0	

理科で「質量%濃度」に対し数学で「標本調査」(5.1%)、「図形の相似」(3.6%)があげられる。その他、理科の「天体の動き」と数学の「空間図形」が3.6%であった。

なお、両教科で「次に」難しいと思った内容の選択組み合わせで同様に13×16クロス集計も行ってみたいところ、「質量%濃度」と「空間図形」の選択が3.6%、「オームの法則」と「空間図形」が3.3%であったこと以外では顕著な集中が見いだせなかった。

(4) インタビュー

インタビューでは、理数を苦手とする5名に学生の対し、一人ずつ別個に行った。インタビューでは、理数意識を持つようになった時期や要因を中心に質問した。

回答は4つのステップを通してコーディングし、最終的に5名のストーリーラインをもとに、考察をおこなった。

5名のストーリーラインのうち苦手意識を持つようになった時期と要因に関する部分のみを以下に記す。

①～⑤は個々の学生を示す。

学生①：「消極的文系」への進路決定をした理数嫌いの理由の一つは、小学校算数「割合」の理解不足等、学習基盤の未構築に起因する理数学習中の霧の中状態

や「見えないもの」への不安、「宙ぶらりん」状態からの早期脱出願望にある。

“図形”嫌いは、文章読解能力不足による問題状況のふんわり把握とイメージ能力不足による定義定理のぼんやり把握。

学生②：理数嫌いになった一因は、状況進行速度と自分ベースの決定的相違にある。教員のブラック化進展と細やかな支援不足の正の相関による慢性的支援不足の下、小学校算数「割合」の理解不足や「書きことば」発達の困難性も相まって、理数授業中は霧の中状態に陥り、負のエンドレススパイラルを経て現在に至っている。

学生③：自身の理数嫌いの理由は興味と集中の安定的関係だと考えているが、その原因は「書きことば」発達の困難性に起因する定理・定義のあいまい理解やトレーニング不足と「グラフ読み取り」苦手生徒増加の安定的関係がもたらしたグラフ作成能力の欠如である。

学生④：学習基盤の未構築と逆算的思考への無知によって興味と集中の安定的関係が築かれなかったこと、および「明日役に立つこと」志向によるものである。数学では、グラフ作成能力の欠如と可視化不能内容学習時の不安定状態に長期滞在することへの居心地の悪さからの逃避、理科では、定理・定義のあいまい

理解が際立っている。「書きことば」発達の困難性による学習課題のふんわり読解も理数嫌いを助長してきた。

学生⑤：小学校から継続中の“知的な楽しさ”の未経験によって、理科学習は負のエンドレススパイラルに陥っており、現在も門前払い的毛嫌いの状況にある。数学に対しては、高校までは“自己評価的”自信もっていたが、実際には、学習への低いプライオリティと「書きことば」発達の困難性に基づく学習課題のふんわり読解や定理・定義のあいまい理解によって、得意とは言い難い状況にある。

IV 考察

今回の調査から、いわゆる文系の大学生の理数認識の特徴として、まず数学では「空間図形」と「2次関数」が理解困難と答えた回答者が多いことがあげられる。一方、計算が主となる「式の計算」、「正・負の数」の選択はさきわめて少ない。前の2者とも内容理解のためには抽象的な思考とイメージ化が必要であることで理解が困難であったと考えられる。参考のために行った理系所属の学生への調査でも、「空間図形」には困難を感じた回答は多いことから、空間イメージは中学生では容易ではなく大学生に至っても克服されていない可能性がある。

次に理科の場合では花野木ほか(2017)が指摘した文系を選択した高校生の特徴として計算を含む内容や電気、磁気、力など不可視な現象を扱う内容に課題があることを指摘しており、本調査でも類似の傾向がみられた。

特に「質量%濃度」の選択が非常に多い。この内容では大学生でも課題があることが予見されたので、本調査の際に、簡単な問題を解いてもらったところ正解できた回答者は1割程度であった。また解答に至るまでのプロセスに誤りが多く、問いの内容を式に置き換えることや順序立てて記述していくこと、また比例配分など誤った計算を行っている例が少なくない。このことは国立教育政策研究所(2013, 2018)による全国学調査報告の中学数学において指摘された“数学的に表現したり、数学的に表現された事柄を読み取ったりすること”、数学的な結果を事象に即して解釈することを通して、成り立つ事柄を判断し、その理由を数学的

な表現を用いて説明すること“に課題があることにも符合すると考えられる。“割合”に関する課題は、算数においても多くの研究者や教師からの多く指摘がある。理科と算数・数学で取り組みを進める必要があらう。

参考のために行った理系所属の学生への調査では、「質量%濃度」や「化学反応式」、「オームの法則」に理解困難を感じた回答は少なく、「天体の動き」に理解困難を感じた回答がやや多い。今回調査した全員が文系所属の学生の場合とは回答傾向が明らかに異なる。花野木ほか(2017)の報告のようにこれらの内容への対応、あるいは理解が理数認識の違いの要因である可能性がある。

学生インタビューのSCAT分析によるストーリーラインから、「小学校」、「割合」、「グラフ」、「ふんわり読解」、「あいまい」「書き言葉の不足」のような要素が見出される。まず小学校時から理数への“つまづき”があり、それがその後の学習に対しても少なからぬ影響を及ぼしていることがあげられる。また、“あいまい”な読解やあいまいな用語の理解や使い方など、理数の学習を進める上では不十分な対応、習慣もうかがえる。さらに“教員のブラック化”、つまり業務が多忙すぎて児童・生徒の指導を十分に受けられなかったこともうかがえる。

今回の質問紙調査及びインタビュー調査から大学生の理数の苦手意識は小学校時代から始まっており、内容の抽象度が高まっていく上級学校でも、その克服が十分になされないまま現在に至っていると考えられる。

今後、必要性が高まることが予見される確率・統計的な内容については現在、調査結果の精査中であるので、結果は稿を改めて報告したい。

謝辞

本研究は平成29年度の比治山大学・比治山大学短期大学部研究助成を受けて行ったものである。記して御礼申し上げる。

引用・参考文献

大谷 尚(2007)：4ステップコーディングによる質的データ分析手法SCATの提案、名古屋大学 大学院

- 教育発達科学研究科紀要(教育科学), 第54巻2号, pp.27-44.
- 大谷 尚(2011): SCAT: Steps for Coding and Theorization - 明示の手続きで着しやすく小規模データに適用可能な質的データ分析手法 -, 感性工学会誌, 10巻3号, pp.155-160.
- 国立教育政策研究所(2013): 平成24年度全国学力・学習状況調査の結果について(概報).
http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukou/01gaiyou/24_chousanokekkansuite.pdf
- 国立教育政策研究所(2018): 平成30年度全国学力・学習状況調査の結果.
<http://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukou/18summary.pdf>
- 西條美紀・川本思心(2008)社会関与を可能にする科学技術リテラシー-質問紙の分析と教育プログラムの実施を通じて, 科学教育研究, 32(4), pp378-391.
- 西條美紀・川本思心・筒井千絵・林武広・浅羽雅晴・野原佳代子・吉野由美子(2010)東京工業大学科学技術リテラシープロジェクト研究報告書(科学技術リテラシーの実態調査と社会的活動傾向別教育プログラムの開発), 東京工業大学統合研究院, pp 1-132.
- 東京工業大学リテラシープロジェクト
<http://www.sec-titech.jp/shindan/>
<http://sec-titech.jp/report/cate06/post-5.htm>
- 花野木政信・磯崎哲夫・林武広(2017): 大学進学を目指す高校生の文系・理系コース選択の時期と要因 - 特に中学校理科の内容理解に関連して -, 日本教科教育学会誌, 40, pp85-93.
- 林武広・鹿江宏明・土井徹・間處耕吉・藤川義範(2016): 小学校現職教員と教員志望学生の科学リテラシーの現状, 比治山大学紀要, 23, pp115-120.
- 村松泰子・河野銀子・中澤智恵・池上 徹・藤原千賀・高橋道子(2004): 理科離れしているのは誰か, 日本評論社, 東京, pp1-220.
- 山田耕太郎・鈴木盛久・赤井利行・山田恵次・鹿江宏明・古谷嘉一郎(2013): 理科と科学技術に対する意識調査から見た学生の特徴, 比治山大学現代文化学部紀要, 20, pp101-109.
- 〈キーワード〉
 大学生の理数認識, 中学数学・理科の内容理解, 中学数学・理科への苦手意識, 質問紙調査, インタビュー調査
- 林 武広(現代文化学部子ども発達教育学科)
 山田 恵次(現代文化学部子ども発達教育学科)
 山田耕太郎(現代文化学部マスコミュニケーション学科)
 土井 徹(富山大学人間発達科学部発達教育学科)
 間處 耕吉(桃山学院教育大学教育学部教育学科)

(2018.11.7 受理)