

2011年度

「理数系高校生のための数学基礎学力調査」

報告書（中間）

平成24年2月

東京理科大学

数学教育研究所

はじめに

本書は、平成 23 年度に東京理科大学数学教育研究所が実施した理数系高校生のための数学基礎学力調査の中間報告書である。

東京理科大学は理工系の総合大学として、中等学校教育に対しては、主にその教科教育の側面からの貢献が求められている。それに応えるために、中学・高等学校の現職数学教員と本学教員の数学教育に関する情報交換の場となり、共同研究を通して教育方法の調査研究および教材の開発や数学の学力調査などを行い、その成果を中等学校等に提供することを目的として、本学に「数学教育研究所」が 2004 年度に設立された。

本研究所では研究事業の一環として、平成 17 年度から高校の理数系進学希望者に対して数学の基礎学力調査を実施し、本年度で 7 回目になる。調査実施校のご協力により、7 年間で 38 都道府県延べ 366 校の参加校と 26,255 名の生徒のデータを得ることができた。

ここでは、この貴重なデータを今後の高校数学の改善のために有効に利用・活用していただくために公表することとした。それによって、高校数学への参考・改善資料を提供するとともに、科学技術教育進展のための基礎的な資料を提供できると考えている。

標本として選ばれた各学校の数学科教員には、9 月下旬から 10 月上旬の間、多忙な時期に調査を担当していただき大変感謝している。調査結果はなるべく迅速に処理することに心がけ、その結果の一部は 11 月上旬に各調査校に送付した。

また、問題作成に当っては、下記の委員による問題作成・評価委員会を構成して、高校数学科の科目「数学Ⅲ」「数学 C」までを履修した生徒を前提として、基礎的・基本的な問題構成で生徒の学力を測定するための問題作成を依頼した。

本報告書は、それらの結果をもとに調査結果全体から見られる高校生の学力傾向について、データから読み取れる分析を行った結果の中間的なものである。詳しい問題分析等を含めた報告書は本年 8 月をめどに公刊する予定である。

最後に、この調査に参加された高等学校の校長、数学科主任、3 年数学科担当者、そして生徒の皆さんの衷心からお礼と感謝を申し上げたい。

問題作成・評価・分析に当った委員はもとより、本研究所幹事の宮岡悦良、眞田克典の各先生には調査研究の企画運営にご協力いただいた。さらに、研究補助の村木恭子さ

んにはデータの整理集計等に変なご助力をいただいた。これらの方々に厚く感謝を申し上げたい。

なお、今回の報告書には、学力の推移を調べるために、眞田克典先生らの研究グループが行った「IRT（項目反応理論）による分析」結果が最後に含まれている。

平成 24 年 2 月吉日

東京理科大学総合教育機構・理数教育研究センター長

東京理科大学数学教育研究所長

新妻 弘

問題作成・評価委員会の委員名簿：

池田 文男：東京理科大学理学部数学科（併）数学教育研究所

今井 寛人：国学院久我山中学・高等学校

荻野 大吾：東京都立戸山高等学校

小林 徹也：茨城県立竜ヶ崎第一高等学校

澤田 利夫：東京理科大学総合研究機構数学教育研究所

菅 達徳：明治大学附属中野中学・高等学校

鈴木 清夫：筑波大学附属駒場中・高等学校

新井田和人：慶應義塾高等学校

半田 真：東京女学館中学校・高等学校

深瀬 幹雄：東京理科大学理学部

牧下 英世：筑波大学附属駒場中・高等学校

（平成 24 年 1 月 1 日現在，五十音順）

「理数系高校生のための数学基礎学力調査」

平成 23 年度

中間報告書

はじめに

1 調査の概要

1.1	調査の目的	1
1.2	調査対象・時期・方法	1

2 結果の概要

2.1	調査問題の選定	5
2.2	得点分布	5
	(1) 標本生徒全体	
	(2) 成績の男女差	
	(3) 学校平均の分布	
2.3	問題別成績	9
	(1) 各問正答率	
	(2) 男女別正答率	
	(3) 学校間・問題別成績	
	(4) 自信度と正答率	
	(5) 期待正答率と教師の評価	
	(6) 正答率と期待正答率	
	(7) 正答率と教師の評価	
2.4	過去の調査結果との比較分析	16
	2.4.1 同一問題による成績比較	
	2.4.2 IEA 調査との比較	
2.5	問題分析	26
3	IRT による成績分析	33

資料 I 調査問題および解答

資料 II 問題別, 内容・正答率等の統計量

資料 III 問題別・学校間成績分布

平成 23 年度「理数系高校生のための数学基礎学力調査」報告書（中間）概要

1 調査の概要

この調査は、理数系高校生のための「数学基礎学力調査」として平成 23 年 9 月下旬～10 月上旬に東京理科大学数学教育研究所が実施したものである。

1.1 調査の目的

昨今の教育に関する話題の中に、「学力低下」の問題がある。学習指導要領の改訂時に必ずと言っていいほど取り上げられるキーワードであるが、最近の教育界では大変深刻な問題である。これに対して、文部科学省では OECD 調査や IEA 調査の国際結果等からその低下傾向を認めながらも、「ゆとり教育」のもとでは児童・生徒の学力は低下していないと反論している。しかし、生徒の数学嫌いが増加したことや学校外での勉強時間が減ったことなどは事実として認識し、その対策に苦慮している。

言うまでもなく高等学校の理数教育は、科学技術の基盤を形成するものであり、「科学技術創造立国」を目指す我が国にとってきわめて重要な教育として位置づけられている。しかるに、昨今の教育界では、「学力低下」や「理数離れ」などがマスコミの紙面をにぎわして社会問題になっているが、理系に進学を希望する高校生の現在の学力を的確に把握する信頼できる資料がない。

本研究所では、このたび理数系進学希望者に対して数学の基礎学力調査を実施することにした。そこでは、理数系高校生の学習到達度についてのデータを集め、それを公表することによって、これからの科学技術教育進展のための基礎的な資料を提供できると考えた。

1.2 調査対象・時期・方法

今回の対象は、高校 3 年生のうち「数学Ⅲ」、「数学 C」を現在履修している生徒である。しかし、その生徒を特定することは非常に難しい。各高校で「数学Ⅲ」、「数学 C」を現在履修している生徒を全国的に推定するには、その基礎となるデータを得る十分な統計資料がないためである。例えば、教科書の販売実績で大まかな割合を推定することも一つである。それによると、2010 年度の「数学Ⅲ」の採択率は 20.3%、「数学 C」は 18.5%である。（注：10 年度の「数学Ⅲ」採択冊数 260.6 千冊、「数学 C」237.7 千冊で、それを 2 年前の必修「数学 I」の採択数 1,284.9 千冊で割った値で推定。）

全高校生のうち約 20%の生徒が各学校で理系コースとして数学を履修していると予

想されるが、それを正確に把握するためのデータがない。

標本抽出にあたっては、東京理科大学数学教育研究所が、2005 年 3 月全国の私立高校で行った報告書「数学科・教育課程に関する調査」の資料や同大学広報課の高校別入学者等の資料を参考にした。

今回は、2005～10 年度に実施した学校に再度調査をお願いすることにした。それは同一校の学力の経年変化を見るためでもあった。

調査時期が 2011 年 9 月下旬から 10 月上旬と決めたので、各学校の都合で参加できないところもあり結局 54 校が調査に参加していただいた。調査時間は 1 校時（50 分）である。

これらの学校には事前に高校 3 学年の生徒数等の調査を行った。その結果は表 1.1 の通りであった。

表 1.1 調査校の生徒数

学校種別	生徒数（高校 3 年）			理系生徒数（数Ⅲ, C 履修者）		
	男子	女子	合計	男子	女子	合計
男子校（8 校）	3,134	－	3,134	1,459	－	1,459
女子校（4 校）	－	807	807	－	201	201
共学校（42 校）	7,603	6,173	13,776	3,340	1,626	4,966
全体（51 校）	10,737	6,980	17,717	4,799	1,827	6,626

調査校において、高校 3 年生の中で理数系生徒の割合は男子校で 47%、女子校で 25%、共学校で 36%、全体としては 37%である。また、男子生徒の中の理数系履修者の割合は 45%、女子生徒の中の理数系履修者の割合は 26%となっていた。

調査校のデータから、理数系生徒の割合は年次別に、次のようになっていた。

2005 年度：42 校 4,660 名中、理数系生徒は全体の 48%（男子 50%、女子 24%）

2006 年度：46 校 15,880 名中、理数系生徒は全体の 38%（男子 48%、女子 22%）

2007 年度：58 校 18,826 名中、理数系生徒は全体の 37%（男子 45%、女子 24%）

2008 年度：68 校 22,660 名中、理数系生徒は全体の 36%（男子 47%、女子 21%）

2009 年度：45 校 14,295 名中、理数系生徒は全体の 34%（男子 41%、女子 23%）

2010 年度：51 校 15,539 名中、理数系生徒は全体の 39%（男子 49%、女子 25%）

2011 年度：54 校 17,717 名中、理数系生徒は全体の 37%（男子 45%、女子 26%）

教科書販売実績のデータ等では、約 20%の高校生が数学Ⅲを履修していることが分かっているが、上記の結果からみれば、平均的にみて 37%の数学Ⅲの履修生であり、

その意味では理数系の生徒が多い高校での調査であるとみることが出来る。また、年次別にみて女子の理数系生徒の割合が増加傾向にある。

調査問題は、問題作成委員会、問題評価委員会での検討の結果、昨年度と同じように44題を選択し、それを11題ずつ4セット（数学問題A, B, C, D）で構成した。

調査した学校数や生徒数を問題種別、男女別に集計したのが、表1.2である。

表1.2 学校種別、学年別生徒数（男女別）

	数学問題 A	数学問題 B	数学問題 C	数学問題 D	合 計
学校数	54	54	54	54	54 校
生徒数	1,034	1,015	1,007	1,028	4,084 人
(男子 女子)	(716 318)	(739 276)	(736 271)	(749 279)	(2,940 1,144)

54校の内訳は、国立学校3校（187名）、公立学校28校（2,339名）、私立学校23校（1,558名）であった。また、全体4,084名のうち、男子は2,940名（72%）、女子は1,144名（28%）であった。

また、本年度の調査校を県別にみると北海道（2）、青森（2）、宮城（2）、秋田（1）、福島（1）、茨城（2）、栃木（1）、群馬（2）、埼玉（6）、千葉（3）、東京（11）、神奈川（7）、新潟（2）、山梨（2）、静岡（1）、大阪（1）、岡山（1）、広島（2）、山口（1）、福岡（2）、熊本（1）、鹿児島（1）の22都道府県からの参加であった。（ ）内の数値は参加校数。

実施校の参加者数の範囲は22名～178名で、その分布は表1.2の通りである。

表1.3 学校別実施生徒数の分布

人数	20～	40～	60～	80～	100～	120～	140～	160～	合計
学校数	12	10	10	7	7	6	0	2	54

各問題セットでは、各校の平均回答数は19名前後で、結果の解釈の上で十分なデータを収集することができた。

調査した問題とその解答例は資料I-1, I-2の通りである。生徒には各問に解答したあとに、解答に対する自信の程度（1自信がある 2あまり自信がない 3全く自信がない）を聞く項目が与えられた。解答と自信度の関係は、学力の定着度を探る指標として重要な手がかりとなるものである。

この中間報告には、自信度についての詳細な分析結果は取り上げないが、いずれ正式

な報告書には公表することになる。

なお、05年度から11年度までの7年間の調査では38都道府県延べ366校の参加校と26,255名の生徒のデータデータが得られた。過年度調査結果については、下記の報告書が既に出版されている。

記

- 1 「高校生の数学力NOW-2005年基礎学力調査報告」
東京理科大学数学教育研究所 科学新興新社／フォーラム・A 2006.11.10
- 2 「高校生の数学力NOW II-2006年基礎学力調査報告」
東京理科大学数学教育研究所 科学新興新社／フォーラム・A 2007.10.10
- 3 「高校生の数学力NOW III-2007年基礎学力調査報告」
東京理科大学数学教育研究所 科学新興新社／フォーラム・A 2008.10.10
- 4 「高校生の数学力NOW IV-2008年基礎学力調査報告」
東京理科大学数学教育研究所 科学新興新社／フォーラム・A 2009.10.10
- 5 「高校生の数学力NOW V-2009年基礎学力調査報告」
東京理科大学数学教育研究所 科学新興新社／フォーラム・A 2010.10.10
- 6 「高校生の数学力NOW VI-2010年基礎学力調査報告」
東京理科大学数学教育研究所 科学新興新社／フォーラム・A 2011.10.10

2 結 果 の 概 要

2.1 調査問題の選定

調査問題は、高校数学科で履修する内容のうち基礎的・基本的な問題を選択して出題した。過去の大規模調査で使用した問題の中から、基礎的・基本的な問題の一部として選ぶことも考えた。過去の大規模調査とは、1980年度に実施した IEA（国際教育到達度評価学会）が実施した「SIMS」（第2回国際数学教育調査）のことである。これは理数系の高校生を対象にした調査であり、当時の高校3年生で「数学Ⅲ」を5単位以上履修している生徒を対象にし、1980年11月に実施したものである。

問題の作成にあたっては、いわゆる受験校で数学科の指導に当たっているベテランの高校教師8名に問題作成委員及び問題評価委員になっていただいた。こうして選択された候補問題を、各委員会での検討を経て、最終的には理系の大学に進学する生徒集団の「期待正答率」として50%～90%の問題11題を1セットにして数学問題A, B, C, Dの4種類を作成した。

実際に出題された問題の内訳、問題数（括弧内）は、次の通りである。

数学Ⅰ：二次関数（2）、三角比（3）

数学Ⅱ：図形と方程式（3）、三角関数（3）、指数・対数関数（4）、微分・積分（6）

数学Ⅲ：関数の極限（2）、微分法（8）、積分法（1）

数学A：集合と論理（1）、場合の数と確率（3）

数学B：数列（1）、ベクトル（3）

数学C：行列（1）、式と曲線（3） 合計 44題

2.2 得点分布

（1）標本生徒全体

今回の調査は、高校数学全領域から基礎的・基本的な問題を選んで実施された。数学問題A, B, C, Dの各問題の正答に1点を与え11点満点として計算した結果が、次の表2.1である。以下では数学問題A, B, C, Dの問題セットを便宜上テストA, B, C, Dと表すことにする。

表 2. 1 得点分布／受験者全体

種類	テスト A		テスト B		テスト C		テスト D	
得点	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
0	5	0.5	9	0.9	8	0.8	6	0.6
1	26	2.5	24	2.4	25	2.5	12	1.2
2	63	6.1	59	5.8	51	5.1	40	3.9
3	80	7.7	66	6.5	92	9.1	76	7.4
4	129	12.5	97	9.6	111	11.0	134	13.0
5	153	14.8	112	11.0	126	12.5	145	14.1
6	148	14.3	134	13.2	157	15.6	162	15.8
7	142	13.7	143	14.1	146	14.5	141	13.7
8	134	13.0	131	12.9	129	12.8	118	11.5
9	83	8.0	107	10.5	72	7.1	90	8.8
10	49	4.7	95	9.4	59	5.9	63	6.1
11	22	2.1	38	3.7	31	3.1	41	4.0
人数	1,034	100.0	1,015	100.0	1,007	100.0	1,028	100.0
平均	5.9		6.4		6.0		6.2	
標準偏差	2.41		2.61		2.47		2.40	
歪度	-0.05		-0.24		-0.07		0.03	
尖度	-0.62		-0.70		-0.58		-0.57	

(注) 有意水準 5 % で平均値の有意差検定の結果, A=C, B=D, C=D, A<B, A<D, B>C

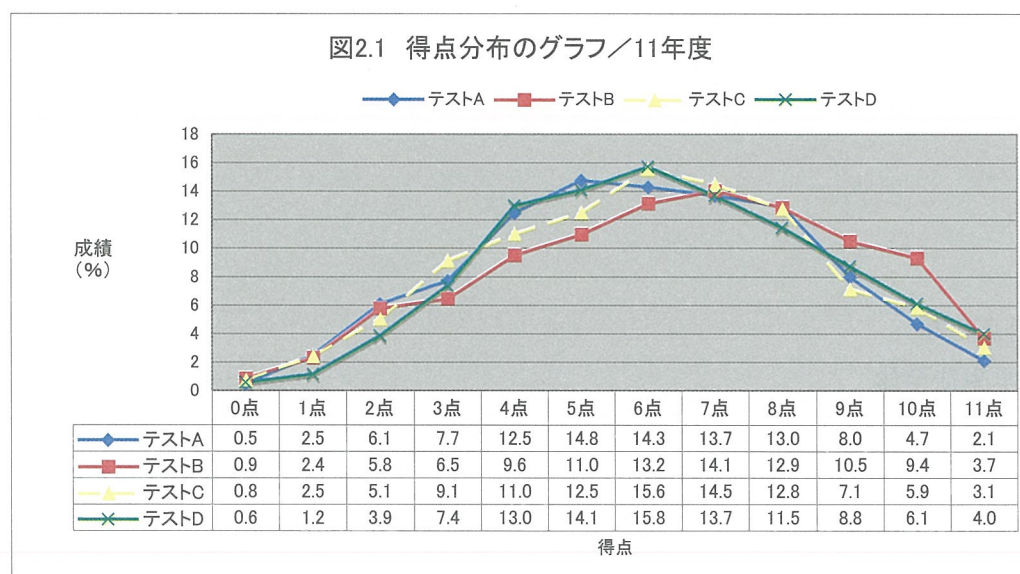


表 2. 1 及び図 2. 1 の数学得点分布からもわかるように, テスト平均点では, B, D, C,

A の順であるが、平均値の有意差検定の結果では、 $A=C, B=D, C=D, A<B, A<D, B>C$ となっていた。得点5～7点の範囲には、テストAの43%、Bの38%、Cの43%、Dの44%の生徒が含まれていた。

(2) 成績の男女差

IEA などの国際調査結果でみると、多くの国で数学成績に男女の違いが出てくるのは中学校段階以降であると言われる。今回の調査は、理数系高校生について調べたもので、将来大学等の理系学部に進学を希望する集団での調査と見ることもできる。

このような集団で基礎・基本的な数学能力に男女差があるかどうかを検証することを試みた。表2.2は男女別の得点分布(%)、平均成績等の統計量である。

表2.2 男女別得点度数分布(%), 平均成績等の統計量

得点	テストA		テストB		テストC		テストD	
	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
0～1点	2.9	3.1	3.5	2.5	3.7	2.2	1.9	1.4
2～3点	14.0	13.5	11.5	14.5	12.5	18.8	10.7	12.9
4～5点	25.7	30.8	19.6	23.2	22.8	25.5	28.2	24.4
6～7点	26.5	31.4	27.5	26.8	29.6	31.4	28.2	33.0
8～9点	22.5	17.6	23.3	24.0	21.3	16.2	18.8	24.0
10～11点	8.4	3.5	14.6	9.1	10.1	5.9	12.3	4.3
人数	716	318	739	276	736	271	749	279
平均	6.0	5.6	6.5	6.2	6.6	5.6	6.2	6.1
標準偏差	2.50	2.16	2.64	2.51	2.29	2.32	2.48	2.20
t 値	2.73(男)		1.60 (ns)		3.02 (男)		1.08 (ns)	

(注) 5%有意水準で平均値の差の検定(t-検定)の結果、テストA、Bは男子の成績は女子より良く、テストC、Dは男女の成績に有意差はみられない。その値 $t = (m_1 - m_2) / \sqrt{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)}$ 、ただし、 n_1, n_2 は標本数、 m_1, m_2 は平均値、 s_1, s_2 は標準偏差値として計算した。

平均値の差の検定では、テストA、Cでは男子の成績が女子のそれよりよい結果となったが、テストB、Dは男女の成績に有意差がないことがわかった。

過去の調査結果では、05年度、06年度の両調査では各テストとも男女の成績の間に有意差はあったが、07年度ではテストAのみ女子の成績が男子のそれより良く、08年度ではテストDのみ男子の成績が女子のそれより良かった。また、09年度では、テストAのみ男子の成績が女子の成績より良く、10年度ではテストA、Bで男子がよく、テスト

C, D では男女の成績に有意差がなかった。

これらの結果からみて、理系生徒の基礎・基本的な数学学力の間には大局的にみて男女差はないということが言えそうである。しかし、これまでの調査結果でもわかるように、各年度とも高得点者（10 点以上）の男女の割合では男子が多い傾向が見られる。

（3）学校平均の分布

各校では生徒を 4 分割して数学問題 A, B, C, D を与えた。仮に生徒の学力に偏りがないものとして数学問題を与えたとする。学校ごとに平均点（11 点満点）を算出して分布を求めると、表 2. 3 のようになる。

表 2. 3 学校平均得点の分布

学校平均	テスト A	テスト B	テスト C	テスト D
1 点～	0	0	0	0
2 点～	2	0	0	0
3 点～	3	1	1	2
4 点～	6	10	11	10
5 点～	18	9	13	11
6 点～	15	9	14	12
7 点～	8	17	11	13
8 点～	1	6	3	5
9 点～	1	2	1	1
10 点～11 点	0	0	0	0
学校数	54	54	54	54
平 均	5.9	6.5	6.2	6.3
標準偏差	1.37	1.44	1.30	1.41