

2014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27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 26 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（平成 16）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 10 回目になる。調査実施校のご協力により、10 年間で 40 都道府県延べ 627 校の参加校と 44,690 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」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、本研究所幹事の澤田利夫、池田文男、宮岡悦良、眞田克典の各位には調査研究の企画運営にご協力いただいた。さらに、研究補助員の村木恭子さんにはデータの整理集計等にご多大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」結果が第3章にまとめられている。

平成27年2月吉日

東京理科大学理数教育研究センター
数学教育研究部門長 清水 克彦

問題作成・評価協力者名簿：

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
真田 克典：東京理科大学理学部数学科（併）数学教育研究所
澤田 利夫：東京理科大学総合教育機構数学教育研究所
鈴木 清夫：筑波大学附属駒場中・高等学校
須田 学：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：芝浦工業大学工学部

（平成27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 26 年度

中間報告書

はじめに

第 1 章 調査の概要

1.1	調査の目的-----	1
1.2	調査対象・時期・方法-----	1

第 2 章 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-----	18
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-----	28
2.5.1	数学Ⅰ，数学Ⅱについて	
2.5.2	数学Ⅱ，数学Ⅲについて	
2.5.3	数学Ⅲについて	
2.5.4	背理法の問題について	
第 3 章	IRT（項目反応理論）による調査結果の分析 -----	40

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

第1章 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26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」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」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、2014年度の「数学Ⅲ」の採択率は21.3%である。（注：14年度の「数学Ⅲ」採択冊数271.0千冊で、それを2年前の必修「数学Ⅰ」の採択数1,269.0千冊で割った値で推定。）

全高校生のうち約21%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。

学校抽出にあたっては、東京理科大学広報課が所蔵している高校別入学者等の資料を参考にした。また、学力の経年変化を見るために、過年度に実施している学校にも調査をお願い

することにした。それらを含めて 11～13 年度の現役受験者、合格者の多い約 2,000 校の中を 3 つの層に分け、その中から 250 校を抽出した。

調査時期が 2013 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 88 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（11 校）	3,065	－	3,065	1,425	－	1,425
女子校（5 校）	－	913	913	－	165	165
共学校（71 校）	12,140	9,716	21,842	5,808	2,888	8,696
全体（88 校）	15,205	10,629	25,834	7,233	3,053	10,286

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 46%、女子校で 18%、共学校で 36%、全体としては 40%である。また、男子生徒の中の理数系履修者の割合は 48%、女子生徒の中の理数系履修者の割合は 29%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%）

2012 年度：81 校 23,596 名中、理数系生徒は全体の 39%（男子 48%、女子 27%）

2013 年度：92 校 25,892 名中、理数系生徒は全体の 37%（男子 46%、女子 25%）

2014 年度：88 校 25,834 名中、理数系生徒は全体の 40%（男子 48%、女子 29%）

教科書販売実績のデータ等では、約 21%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、今年度は 40%が理系の生徒となっていて、平均的にみて 38%強の数学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。

調査問題は、問題作成・問題評価協力者会議での検討の結果、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	88	88	88	88	88 校
生徒数 (男子 女子)	1, 638 (1, 221 417)	1, 643 (1, 193 450)	1, 611 (1, 177 434)	1, 611 (1, 164 447)	6, 503 人 (4, 755 1, 748)

88校の内訳は、国立学校4校（258名）、公立学校47校（3,574名）、私立学校37校（2,671名）であった。また、全体6,503名のうち、男子は4,755名（73.1%）、女子は1,748名（26.9%）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（1）、岩手（1）、宮城（2）、秋田（2）、山形（3）、茨城（3）、栃木（3）、群馬（3）、埼玉（8）、千葉（8）、東京（14）、神奈川（14）、新潟（4）、石川（1）、福井（1）、山梨（5）、愛知（1）、京都（1）、大阪（1）、兵庫（1）、和歌山（1）、岡山（1）、広島（2）、山口（1）、徳島（1）、福岡（2）、熊本（1）の28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11名～223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 未満	20～	40～	60～	80～	100～	120～	140～	160～	合計
学校数	4	13	23	16	9	11	2	5	5	88

各問題セットでは、各校の平均回答数は16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。しかし、20人未満の参加校4校は各セットも人数が少ないこともあり、学校分析から除くことにした。

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14年度までの10年間の調査では40都道府県延べ627校の参加校と44,690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
- 7 「高校生の数学力 NOW VII-2011 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 2012. 10. 10
- 8 「高校生の数学力 NOW VIII-2012 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 2013. 10. 10
- 9 「高校生の数学力 NOW IX-2013 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 2014. 10. 10

第2章 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：集合と論理（1）、二次関数（2）、三角比（3）、データの分析（2）

数学Ⅱ：図形と方程式（2）、三角関数（2）、指数・対数関数（3）、微分・積分（3）、

数学Ⅲ：関数の極限（1）、微分法（10）、積分法（2）、複素数平面（3）、平面上の曲線（2）

数学A：場合の数と確率（1）、集合と論理（1）、

数学B：数列（2）、ベクトル（4）

合計 44 題

2.2 得点分布

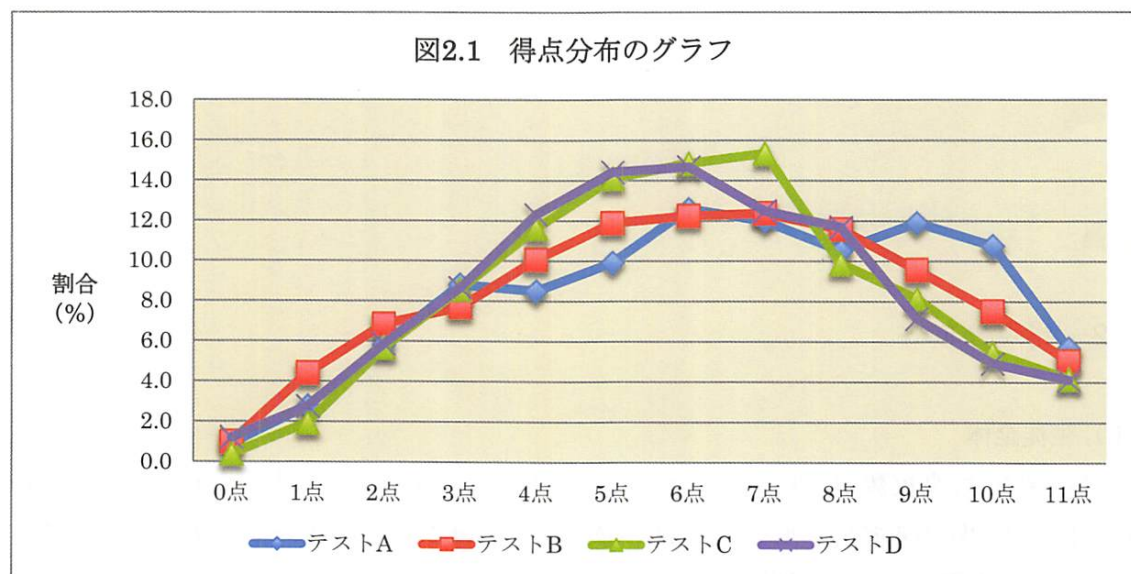
（1）生徒全体

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／生徒全体

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	15	0.9	16	1.0	6	0.4	19	1.2
1	45	2.7	72	4.4	31	1.9	44	2.7
2	95	5.8	112	6.8	91	5.6	94	5.8
3	144	8.8	126	7.7	138	8.6	139	8.6
4	139	8.5	165	10.0	187	11.6	198	12.3
5	162	9.9	195	11.9	223	13.8	232	14.4
6	206	12.6	201	12.2	233	14.5	236	14.6
7	196	12.0	203	12.4	241	15.0	201	12.5
8	172	10.5	190	11.6	164	10.2	188	11.7
9	195	11.9	157	9.6	137	8.5	115	7.1
10	176	10.7	123	7.5	93	5.8	79	4.9
11	93	5.7	83	5.1	67	4.2	66	4.1
人数	1,638	100.0	1,643	100.0	1,611	100.0	1611	100.0
平均	6.4		6.1		6.1		5.9	
標準偏差	2.78		2.77		2.49		2.55	
歪度	-0.21		-0.11		0.04		0.02	
尖度	-0.89		-0.84		-0.65		-0.57	

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



上の表 2. 1 及び図 2. 1 の数学得点分布からもわかるように, 平均値の有意差検定の結果, テ

テスト A とその他の B、C、D、またテスト C と D の平均点の間には有意差があるが、テスト B、C、D の各々の平均値には有意差が認められなかった。

また、分布の対称性を表す歪度（0 近傍で分布は左右対称）からみて、テスト C、D は左右対称の分布であるが、テスト A、B は右に傾いた分布である。一方、分布の尖り具合を表す尖度（正規分布と比較して、正ならより尖った形の分布、負なら扁平な形の分布を表す数値）からみて、いずれの分布も正規分布に比べて左右の広がり大きい。

（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的・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

	テスト A		テスト B		テスト C		テスト D	
得 点	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
0～1 点	3. 4	4. 3	4. 8	6. 9	2. 5	1. 8	2. 5	6. 7
2～3 点	14. 0	16. 3	13. 3	17. 6	13. 8	15. 4	14. 0	15. 7
4～5 点	16. 2	24. 7	20. 4	26. 0	25. 0	26. 7	26. 1	28. 0
6～7 点	24. 1	25. 9	23. 9	26. 4	28. 5	32. 0	27. 1	27. 5
8～9 点	23. 1	20. 4	23. 7	14. 2	20. 1	14. 7	19. 8	16. 3
10～11 点	19. 2	8. 4	13. 9	8. 9	10. 2	9. 2	10. 2	5. 8
人 数	1, 221	417	1, 193	450	1, 177	434	1, 164	447
平 均	6. 6	5. 9	6. 3	5. 9	6. 1	5. 9	6. 0	5. 5
標準偏差	2. 82	2. 57	2. 76	2. 57	2. 52	2. 38	2. 53	2. 55
歪 度	-0. 29	-0. 05	-0. 19	-0. 10	0. 00	0. 15	-0. 20	0. 21
尖 度	-0. 89	-0. 76	-0. 82	-0. 73	-0. 68	-0. 56	-0. 61	-0. 48
t 値	4. 10（男）		2. 88（男）		1. 45（差なし）		4. 03（男）	

（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、D ではいずれも有意差があり、男子の成績は女子の成績より良かった。また、テスト C では男女間の平均値に有意差は無かった。表中の t 値は $t = (m_1 - m_2) / \sqrt{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)}$ 、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、B、D ではいずれも男子の成績が女子のそれよりよい結果

となった。また、テスト C では男女の平均の間には有意差がなかった。

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。09 年度では、テスト A が男子の成績が女子の成績より良い結果だったが、その他のテストでは男女の成績に有意差がなかった。また、10 年度ではテスト A と B は男子の成績が良く、11 年度はテスト A と C、12 年度はテスト A と B が男子の成績が女子の成績より良かったが、13 年度は全てのセットで男子の成績が女子の成績を上回っている。14 年度はテスト C だけ男女に有意差は認められなかった。

一方、得点分布の傾向を見ると、尖度からみて散らばりが大きく、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 等分して数学問題 A, B, C, D を与えた。仮に生徒の学力に偏りがいないものとして数学問題を与えたとする。

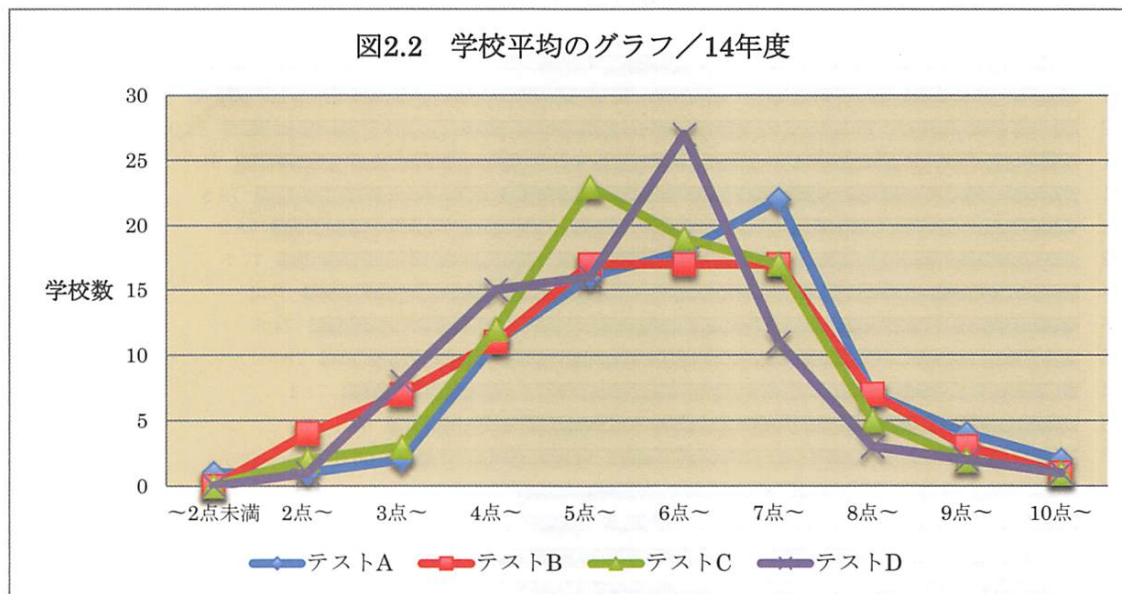
学校ごとに平均点（11 点満点）を算出して分布を求めると、表 2. 3 のようになる。しかし、学校分析のための統計量として、参加生徒数 20 人未満の学校 4 校（公立 1 校、私立 3 校）は、この分析から除外された。

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
～2 点未満	1	0	0	0
2 点～	1	4	2	1
3 点～	2	7	3	8
4 点～	11	11	12	15
5 点～	16	17	23	16
6 点～	18	17	19	27
7 点～	22	17	17	11
8 点～	7	7	5	3
9 点～	4	3	2	2
10 点～11 点	2	1	1	1
学校数	84	84	84	84
平 均	6. 5	6. 1	6. 1	5. 9
標準偏差	1. 61	1. 76	1. 48	1. 52

学校平均得点の分布でみると分かるように、各テスト学校平均の間の有意差検定の結果で

は、いずれのテスト間にも有意差はなかった。



2.3 問題別成績

(1) 各問正答率

資料Ⅱをもとに各問正答率を大きさの順に並べ替えてグラフにしたのが図 2.3 である。

グラフの中で、白抜き（黄色）しているのが各テストの中の記述式問題 9, 10, 11 の成績のいずれかであり、その他の問題 1～8 は選択式問題の成績である。なお、記述式問題の正答率では、準正答率を含めた値で過年度とも比較可能になるようにした。全体平均は 53.1% である。

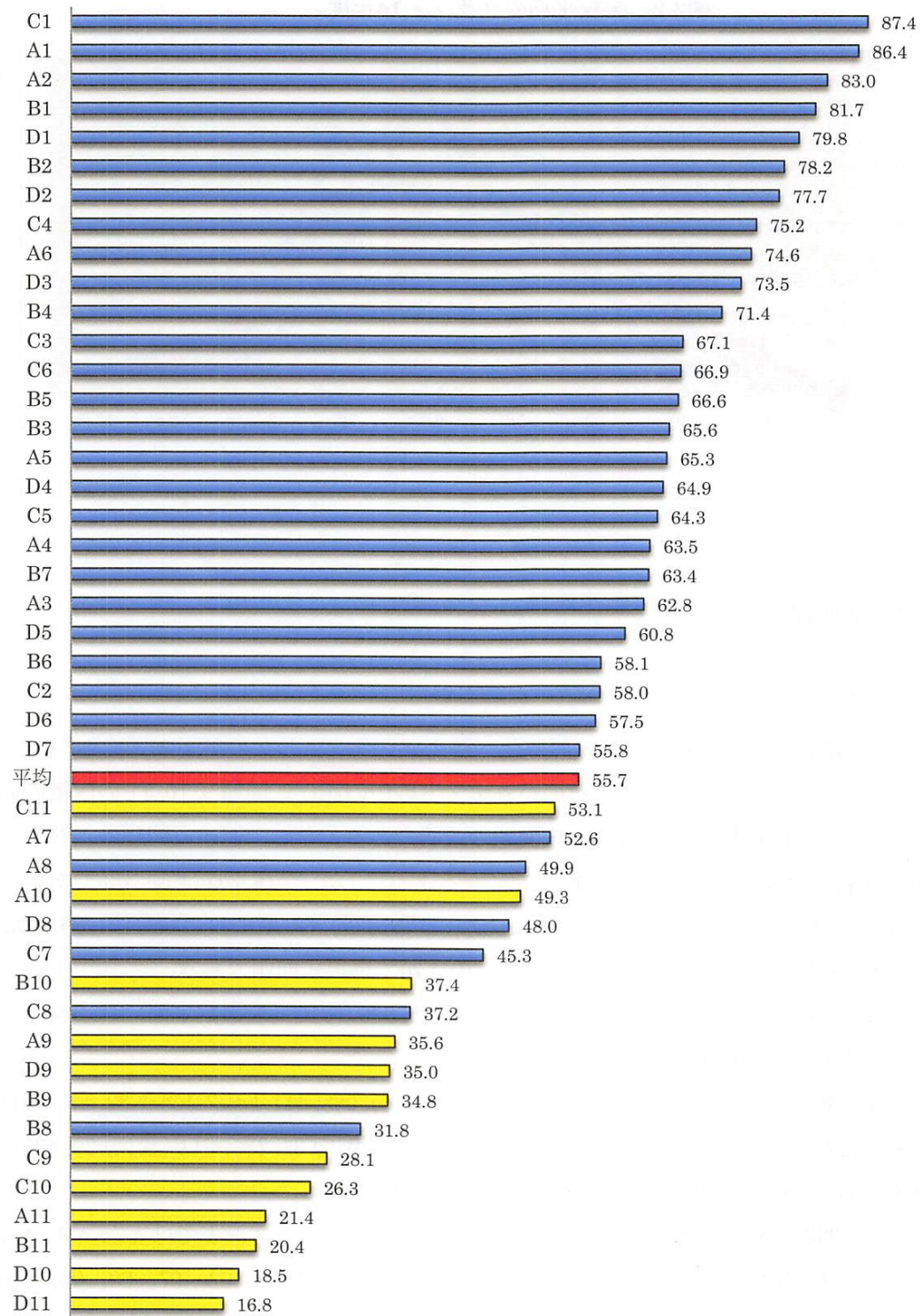
全体 44 題の正答率が 80% 以上の問題は、C1（データの分析）87.4%、A1（積分法）86.4%、A2（指数・対数関数）83.0%、B1（数列）81.7% の 4 題で選択式問題である。

一方、成績がふるわなかったのは、D11（三角関数）16.8%、D10（複素数平面）18.5% の 2 題でいずれも記述形式の問題で、正答率が 20% 以下であった。

資料Ⅱから、無答率が 20% 以上の問題は A9（三角比）40.0%、A11（ベクトル）32.1%、B11（集合と論理）29.9%、C9（ベクトル）31.2%、C10（図形と方程式）31.2%、C11（数列）20.4%、D10（複素数平面）28.8%、D11（三角関数）32.2% の 8 題である。

誤答率の高い問題、例えば誤答率が 40% 以上になった問題は、テスト A では A7, A8, A11 の 3 題、テスト B では B6, B8, B9, B10, B11 の 5 題、テスト C では C2, C7, C8, C9, C10 の 5 題、テスト D では D6, D7, D8, D9, D10, D11 の 6 題であった。そのうち誤答率が 60% 以上に達した問題は、B8（指数・対数関数）、C8（整数の性質）の 2 題で生徒にとっては難しい問題であった。

図2.3 問題別正答率／14年度



そのうち、B8 は選択式の問題で誤答率は 65.7%であった。

B8 : x, y は正の実数で、 $y=4x^3$ とします。 $\log y$ を x 座標、 $\log x$ を y 座標とする点の集合は、つぎのどれになりますか。

(ア) 1 点 (イ) 3 次曲線 (ウ) 放物線 (エ) 直線 (オ) 指数関数の表す曲線

その反応率は (ア) 3.6%, (イ) 14.0%, (ウ) 20.0%, (エ) 31.8% (正答), (オ) 28.2% であった。

これを年次別にみると、

13 年度 : (ア) 3.9%, (イ) 15.2%, (ウ) 20.9%, (エ) 29.0% (正答), (オ) 28.3%

12 年度 : (ア) 3.7%, (イ) 16.3%, (ウ) 20.2%, (エ) 29.4% (正答), (オ) 28.3%

11 年度 : (ア) 4.2%, (イ) 19.0%, (ウ) 17.7%, (エ) 26.1% (正答), (オ) 30.5%

となっていて、各年度とも同じような反応傾向を示していた

また、全体 44 題の平均正答率は 55.7%で、13 年度は 53.1%, 12 年度は 55.2%, 11 年度は 55.9%, 10 年度は 55.3%, 09 年度は 58.0%, 08 年度は 56.4%で、07 年度は 54.6%, 06 年度は 57.4%, 05 年度は 67.5%であった。

(2) 男女別正答率

問題別に男子、女子の正答率を比較したのが、表 2.4 である。

表 2.4 男女別問題別正答率 (%)

問題 番号	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
1	86.9	84.9	84.3*	74.7	86.7	89.2	80.7	77.6
2	83.0	83.0	79.2	75.6	59.3	54.6	79.1*	73.8
3	64.0	59.2	67.9*	59.6	68.4	63.6	73.4	74.0
4	64.9*	59.2	73.7*	65.3	75.5	74.2	66.1	62.0
5	68.2*	56.8	70.8*	55.3	66.1*	59.4	63.1*	54.8
6	76.4*	69.3	59.5	54.4	66.2	68.7	58.5	55.0
7	53.2	50.6	64.1	61.3	45.0	45.9	58.1*	49.7
8	53.7*	38.6	33.1	28.4	39.0*	32.5	50.3*	42.3
9	36.9	31.9	36.2*	31.1	28.1	28.1	35.7	33.1
10	53.4*	37.4	39.6*	31.6	26.6	25.6	21.0*	12.3
11	23.1*	16.5	22.2*	15.6	53.0	53.2	18.5*	12.5
平均	60.3*	53.4	57.3*	50.3	55.8	54.1	54.9	49.7
人数	1,221	417	1,193	450	1,177	434	1,164	447

(注) *印: 正答率の差の検定結果, 有意水準 5% で両者の間に有意差ありの項目. 計算式 $t = (m_1 - m_2) / \sqrt{m_1(100 - m_1) / n_1 + m_2(100 - m_2) / n_2}$, ただし, n_1, n_2 は標本数, m_1, m_2 は平均値として計算した. $|t| > 1.96$ 有意差あり.

その中で男女の正答率に差が認められた問題は, テスト A では A4, A5, A6, A8, A10, A11, テスト B では B1, B3, B4, B5, B9, B10, B11, テスト C では C5, C8, テスト D では D2, D5, D7, D8, D10, D11 の全 44 問中 21 問で, いずれも男子の成績が女子の成績より統計的に有意差があり, 男子の方が良かった問題である。他の 23 問には, 男女の成績に有意差は見られなかった。

各テスト別の平均値の差の検定では, テスト A と B に有意差があり平均成績でも男子がよかった。一方、テスト C と D の平均成績の間には男女の成績に有意差がないことがわかった。

1980 年度実施の SIMS (第 2 回国際数学教育調査) の理数系高校 3 年生の男女別成績の有意差検定では, 136 題中 81 題は男子の成績が女子の成績より良く, 残りの 55 題は男女の成績に有意差が認められなかった。

2005 年度文科省の教育課程実施状況調査では, 高校 3 年「数学 I」36 題の平均正答率が男子 53.7%, 女子 47.2% で男女間の成績に有意差が認められていた。

上の両調査では高校 3 年生の数学成績に男女差があることがわかっていた。

理数系生徒の基礎学力調査の年度ごとの有意差検定の結果を年次別に表にまとめた。

表 2.5 年次別問題別有意差検定の結果

年 度	問題数	男子が上	男女差なし	女子が上
05 年度調査	40 題	2 (5%)	38 (95%)	0 (0%)
06 年度調査	44 題	8 (18%)	35 (80%)	1 (2%)
07 年度調査	44 題	0 (0%)	33 (75%)	11 (25%)
08 年度調査	44 題	12 (27%)	29 (66%)	3 (7%)
09 年度調査	44 題	9 (20%)	34 (79%)	1 (2%)
10 年度調査	44 題	8 (18%)	36 (82%)	0 (0%)
11 年度調査	44 題	6 (14%)	38 (86%)	0 (0%)
12 年度調査	44 題	11 (25%)	33 (75%)	0 (0%)
13 年度調査	44 題	23 (52%)	21 (48%)	0 (0%)
14 年度調査	44 題	21 (48%)	23 (52%)	0 (0%)

10 か年全体 436 題中では男子の成績が女子より上が 100 題 (22.9%), 女子の成績が男子より上が 16 題 (3.7%), 男女差なしが 320 題 (73.4%) であり, 年次別な違いがあるものの全体的に男女の成績の間に有意差がない問題が多かったと言えよう。しかし, 最近の 3 年間

は全体の 1/4 の問題の成績が女子より男子の成績が優れていた。

(3) 学校間・問題別成績

各問題の正答率を学校別に算出し、その成績分布を調べたのが、資料Ⅲである。生徒数が 20 人未満の学校 4 校（公立 1 校、私立 3 校）を除く 84 校について問題別の統計量を算出した。

この分布から学校平均で 75%以上の好成績を上げた問題は A1, A2, A6, B1, B2, C1, C4, D1, D2 の 9 題である。それらの問題の標準偏差の範囲は相対的に小さく、学校間でも易しい問題であった。

逆に、学校平均が 25%未満の問題は A11(21.1%), B11(20.0%), D10(18.7%), D11(16.2%) の 4 題でいずれも記述式の問題であり、全員誤答が多い学校も A11(10校), B11(16校), D10(20校)、D11(19校)で、学校間でも難しい問題となることが分かる。

学校間で成績の開きが大きい問題を、資料Ⅲをもとに作成したのは表 2.6 である。

表 2.6 学校間で正答率にばらつきの大きい問題

成績	A5	A7	A8	A9	B3	B4	B5	B10	C2	C6	C9	C11	D5
0%	0	0	0	4	2	0	1	2	0	0	10	2	0
0～	1	3	7	15	3	1	2	13	1	0	30	2	3
20～	7	19	23	28	10	6	4	31	13	8	17	18	15
40～	28	31	27	25	13	16	21	26	28	20	17	28	22
60～	22	17	12	9	24	25	27	8	27	26	9	24	24
80～	21	13	12	3	23	27	23	4	14	24	1	8	19
100%	5	1	3	0	9	9	6	0	1	6	0	2	1
学校数	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
平均	65.4	53.9	51.0	36.0	65.9	71.4	67.4	37.8	59.2	68.1	27.4	53.1	60.4
偏差	20.8	21.6	23.3	21.0	25.1	20.5	21.7	20.8	20.1	20.7	22.2	21.2	22.0
最大値	100.	100.	100.	90.9	100.	100.	100.	93.8	100.	100.	83.3	100.	100.
最小値	18.2	6.3	5.9	0.0	0.0	16.7	0.0	0.0	13.3	21.4	0.0	0.0	12.5

学校間の成績のばらつきが大きかった問題は、A5, A7, A8, A9, B3, B4, B5, B10, C2, C6, C9, C11, D5 の 13 題で標準偏差が 20～25%の間であった。B9, B10 の記述式問題以外は、学校平均が 48～70%台であり比較的易しい問題であり、基本的な問題である。学校間でこれほどの開きがあることに課題が残る。

(4) 自信度と正答率

生徒が解答後にその解答に対する自信の程度を三肢(1 解答に自信あり, 2 解答にあまり自信なし, 3 解答に全く自信なし)の中から選択して答えてもらった。

正答して, その解答に自信あることが望ましい。資料Ⅱの中に正答率とその自信率(正答者の中で自信ありと答えた生徒の割合%)が示されている。

正答者のうち自信ありと答えた生徒の割合(自信率/正答率)を正答者の自信度としてあらわし, それを分類したのが表 2.7 である。資料Ⅱより, A1 では正答率が 86.4%, 自信率が 60.8%であるから, 正答者の自信度は $60.8/86.4=0.70$ となるので, 表の 0.3 以上~0.5 未満に分類される。この値が 1 なら正答者のすべてが自信ありと答え, 0.5 なら半数の生徒が自信ありと答えたことを示す数値である。

正答の自信度(正答者の中で自信ありと回答した生徒の割合)が 3 割にも満たなかった問題は, C2 (0.28), D6 (0.28), D8 (0.24) の 3 題であり, これらの問題には多くの生徒が正答であっても自信のない解答をしていたことを示している。

表 2.7 正答率と自信度

自信度 正答率		自信度=自信率/正答率			
		0.30 未満	0.3 以上~	0.50~	0.70 以上
正答率 (%)	20%未満		D10, D11		
	20%~	C8	A11, B8, B10, B11, C10	A9, B9, C9, D9	
	40%~	B6, C7, D6	A7, A8, A10, D7, D8	C2, C11,	
	60%~		B7, C5, C6	A3, A5, A6, B2, B3, B4, B5, C3, C4, D2, D3, D4, D5	A4, D1
	80%以上			A2	A1, B1, C1

自信度が 7 割以上に達した問題は, A4, D1, A1, B1, C1 で, そのうち正答率が 80%以上の問題は A1 (微分法), B1 (数列), C1 (データの分析) の 3 題である。

また, 自信率が低い例としての問題 C8 (整数の性質) は, 06 年度から 14 年度まで共通に出題されていた。その問題は,

C8 にが自然数で, $5^{2n}+5^n$ が 13 で割り切れるとき, n はどのような数ですか。	
(ア) $n=2$ だけ	(イ) n は負でない偶数
(エ) $n=4p+2$ (p は負でない整数)	(オ) そのような n はない

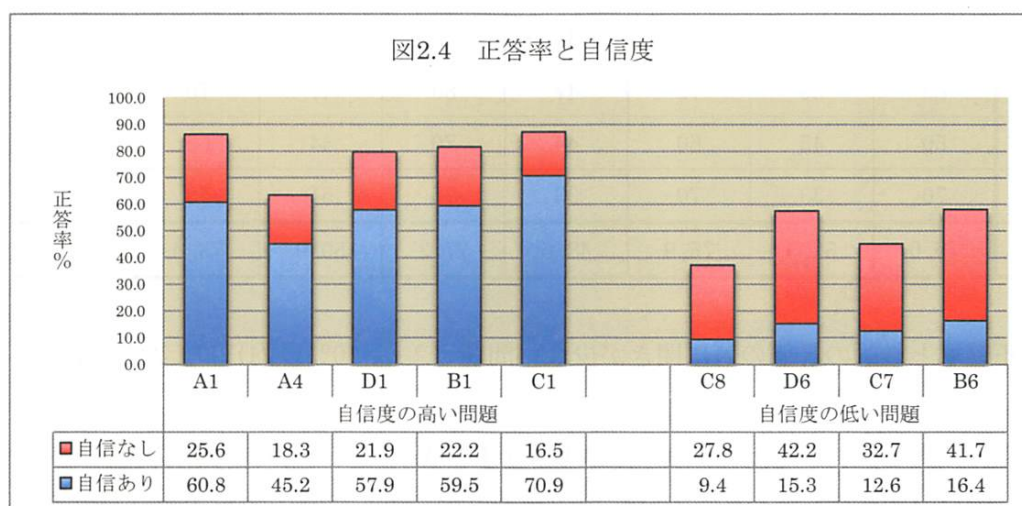
その正答率, 自信率と正答者の自信度は,

06 年度: 正答率 31.1%, 自信率 7.2%, 正答者の自信度 0.23

07年度：正答率 32.6%，自信率 4.8%， 正答者の自信度 0.03
 08年度：正答率 33.1%，自信率 7.1%， 正答者の自信度 0.21
 09年度：正答率 34.3%，自信率 7.2%， 正答者の自信度 0.21
 10年度：正答率 30.8%，自信率 6.8%， 正答者の自信度 0.22
 11年度：正答率 31.9%，自信率 7.8%， 正答者の自信度 0.22
 12年度：正答率 30.0%，自信率 7.6%， 正答者の自信度 0.25
 13年度：正答率 32.7%，自信率 8.0%， 正答者の自信度 0.24
 14年度：正答率 37.2%，自信率 9.4%， 正答者の自信度 0.25

となっており、いずれの年度でも自信度が低く現れた問題であった。

自信度の高い問題（自信度 0.7 以上）は 5 題、自信度の低い問題（自信度 0.3 以下）は 4 題あり、それをグラフに表したのが、図 2.4 である。



自信度が一番高い問題は、C1（数 I，データの分析）で、正答率 87.4%のうちの 70.9%が自信ある解答であったが、自信度が一番低い問題は、C8（数 A，整数の性質）で、正答率 37.2%のうちの 9.4%しか自信ある解答しかえられなかった。

（５）期待正答率と教師の評価

問題作成後に問題作成・問題評価委員会合同会議で、対象生徒の到達度を推定し各問題の予想正答率を策定した。それが「期待正答率」である。さらに、実施校の数学科担当の先生には、実施クラスの実態をふまえて予想正答率を 1（0～20%未満），2（20～40%未満），3（40～60%未満），4（60～80%未満），5（80～100%）の 5 段階で回答していただいた。各校の回答の平均点 X を変換（ $X \times 20 - 10$ ）した値（%）を「教師の評価」として求め、それを期待正答率とともに表 2.7 に表した。

表 2.8 期待正答率と教師の評価 (%)

種類	テスト A		テスト B		テスト C		テスト D	
問題	期待正 答率	教師の 評価	期待正 答率	教師の 評価	期待正 答率	教師の 評価	期待正 答率	教師の 評価
1	90	69	90	60	90	71	90	77
2	85	67	90	63	85	66	80	66
3	80	57	85	63	85	53	90	68
4	75	65	80	51	80	61	80	53
5	80	55	90	60	85	47	80	55
6	85	66	80	46	75	48	80	38
7	70	46	60	31	75	39	75	45
8	80	49	60	37	50	33	50	41
9	60	30	70	47	80	47	70	52
10	50	45	60	44	70	44	65	41
11	70	33	70	33	75	51	50	37
平均	75.0	52.9	75.9	48.6	77.3	50.9	73.6	52.0

期待正答率と教師の評価の値に開きが少ない問題（差が 10%以内）は、A11（指数・対数関数）、D8（積分法）の 2 題である。

反対に、大きなずれがあった問題（30%以上）は、A8, A9, A11, B1, B6, B11, C3, C5, C7, C9, D6, D7 の 12 題である。その中でも D6（データの分析）はその差が 42%で予想正答率と教師の評価とに大きな差が出た。

期待正答率と教師の評価との差が 20%以上の問題は 31 題あり、問題に対する期待値と教師の評価のずれが大きいことがわかる。

（6）正答率と期待正答率

資料Ⅱから誤答率の多い問題を取り上げてみる。例えば誤答率が 40%以上の問題は、A7, A8, A11, B6, B8, B9, B10, B11, C2, C7, C8, C9, C10, D6, D7, D8, D9, D10, D11 の 19 題で、そのうち B8（指数・対数関数）、B9（ベクトル）、B10（微分法）、C7（図形と方程式）、C8（集合と論理）、D9（三角比）、D10（ベクトル）、D11（三角関数）の 8 題は誤答率 50%以上の問題であった。選択肢問題の中で、誤答率が 6 割以上の問題は B8（指数・対数関数）、C8（集合と論理）の 2 題であった。誤答率を減らす工夫が一層望まれる。

つぎに、正答率と期待正答率とを比較したのが表 2.9 である。

表 2.9 期待正答率と生徒の正答率の比較

比較 テスト	期待正答率との比較（正答率-期待正答率）			
	大いに下回るもの (-20%以下)	下回るもの (-20%~-10%)	同程度なもの (-10%~10%)	上回るもの (10%以上)
テスト A	A8, A9, A11	A3, A4, A5, A6, A7	A1, A2, A10	
テスト B	B5, B6, B8, B9, B10, B11	B2, B3	B1, B4, B7	
テスト C	C2, C5, C7, C9, C10, C11	C3, C8	C1, C4, C6	
テスト D	D6, D9, D10, D11	D1, D3, D4, D5, D7	D2, D8	

例えば, A1 は正答率が 86.4%, 期待正答率が 90% で, その差は-3.6% で±10% 以内であるから「同程度なもの」に, A3 は正答率が 62.8%, 期待正答率が 80% で, その差は-17.2% であるから「下回るもの」, A8 は正答率が 49.9%, 期待正答率が 80% で, その差は-30.1% であるから「大いに下回るもの」のように分類してみた。

正答率が期待正答率より 10% 以上「上回っている」問題は皆無で, 「同程度なもの」は A1, A2, A10, B1, B4, B7, C1, C4, C6, D2, D8 の 11 題, 期待正答率が実際の正答率より 20% 以上差のある問題は 19 題であり, そのうち差が 30% 以上のものは A8, A11, B9, B10, C9, C10, D9, D10, D11 の 9 題であり, これらの問題は期待正答率より大幅に下回っていた。

(7) 正答率と教師の評価

クラスの生徒の実態を把握している教師の評価点はどうだろうか。

その評価 (%) は, 実際の生徒の正答率に近いのではないと思われる。表 2.10 は, 生徒の正答率と教師の評価 (%) を比較して表にしたものである。

表 2.10 教師の評価と生徒の正答率の比較

比較 テスト	教師の評価との比較（正答率-教師の評価）				
	大いに下回るもの (-20%以下)	下回るもの (-20~-10%)	同程度なもの (-10%~10%)	上回るもの (10%~20%)	大いに上回るもの (20%以上)
テスト A		A11	A3, A4, A6, A7, A8, A9, A10	A1, A2, A5	

テスト B		B9, B11	B3, B5, B6, B10	B2, B6	B1, B4, B7
テスト C		C9, C10	C2, C7, C8, C11	C1, C3, C4, C5, C6	
テスト D	D10	D9, D11	D1, D3, D5, D8	D2, D4, D6, D7	

生徒の成績と教師の評価の間に差のない問題（同程度なもの）は 19 題（43.2%）、生徒の成績が勝っていた問題は 17 題（38.6%）、その中でも B1, B4, B7 の 3 題の正答率はその差が 20%以上で教師の評価より大いに上回っていた。また、教師の評価が勝っていたのは 8 題（18.2%）で、そのうち C9, D11 の 2 題は成績が教師の評価より 20%以上下回っていた。期待正答率の場合に比べて、教師の評価は比較的バランスのとれた結果で、生徒の実態にあった評価が多かった。

2.4 過去の調査結果との比較

過去の調査問題の成績と比較して、今年度の結果を同一校で比較検討することがこの調査の目的の一つでもある。

2.4.1 同一問題による成績比較

今年度の調査校のうち、過年度でも本調査に参加している学校がある。今年度と同一校の過年度データであれば、各学校の学力は一定で安定したデータが得られるという仮説から、同一校同一問題による分析を試みた。

(1) 13 年度と同一問題の比較

昨年度の調査問題の中から 40 題の問題を取り出して、今年度の各セットに配置し、同一問題による成績の比較検討を行った。

また、今年度実施の 88 校中 57 校が昨年度の調査校でもあった。ここでの分析の対象を昨年度と同じ 57 校にし、以下の 40 題について成績比較した。

その同一 57 校の生徒数は、

14 年度：3,984 名（A：1,012 名， B：1,003 名， C：990 名， D：979 名）

13 年度：4,004 名（A：1,003 名， B：1,019 名， C：990 名， D：977 名）

であった。

各年度の問題と成績を同一校で比較した結果が表 2.11 である。