

じつきょう

数学資料

No. 92

Contents

巻頭	理系高校生の基礎学力の推移 ……………	1
紹介	令和9年度新刊教科書のご紹介 ……………	6
実践記録	『例題から学ぶ』シリーズの実践報告 ……	12

巻頭 理系高校生の基礎学力の推移

東京理科大学名誉教授 澤田利夫

1. はじめに

戦後80年、我が国の数学科カリキュラムは大きな変遷をたどった。即ち1960年代の「系統化学習」、1970年代の「現代化学習」、1980年代の「ゆとりと充実」、1990年代の「新しい学力観」、2000年代の「生きる力」、2010年代の「活用力重視」、そして2020年代の「個性化・多様化」などはそれぞれの標語のもとに改革された。

特に「現代化学習」では、集合論、関数論、位相数学などを高校の教材に取り入れて行き過ぎた指導も見られ、学力低下や落ちこぼれの問題が世間の攻撃的になった。また、その頃70%であった高校進学率も1975年には90%超になって大衆化が進んだことも影響して、「ゆとり教育」の30年間の時代へと突き進んで行った。

1990年代の初めには高校進学率が95%、大学進学率が30%にもなり、高等教育が大衆化し、多様な個性に対応するため「個性化・多様化」に対応する教育へと改革され、さらに「数学的楽しさ」が付加された2000年代の数学教育の時代になった。そして、近年では大学進学率が58%にも達してますます大衆化した。

「ゆとり教育」に関しては、2000年代当初から生徒の学力低下が深刻化し、さらに2020年代のコロナ禍の時期にもその傾向が強いのではな

いかと心配されていた。

ここでは、過去の国際調査結果をベースにして、最近の理数系高校生の基礎学力について取り上げることにする。

2. 国際調査結果から

生徒の学力が低下したか否かの判断は、過去の同一問題の成績比較によって行われるのが最適な方法である。

ここでは、IEA(国際教育到達度評価学会)が理系高校3年生を対象にした1964年のFIMS(第1回国際数学教育調査)と1980年のSIMS(第2回国際数学教育調査)の結果を取り上げてみる。

高校3年生の両調査の中に19題の同一問題があった。それらは計算題14題、文章題5題に分類されていた。また中学1年生の調査では、共通問題37題中計算題が20題、文章題が17題に分類されていた。

共通問題の成績をみると、高校ではFIMSが60.7%、SIMSが76.4%であり、成績の伸びは認められたが、中学ではFIMSが64.6%に対してSIMSが64.3%となり、ほぼ等しい値になっていた。それらを計算題、文章題にわけて、各々の平均成績をあらわしたのが表1である。

表1 計算・文章題別平均成績 (%)⁽¹⁾

学年	内容	SIMS	FIMS	差
高校3年	計算題	74.9	55.8	19.1
	文章題	80.9	74.2	6.7
中学1年	計算題	62.8	60.0	2.8
	文章題	66.1	70.1	-4.0

高校3年生では共通19題の問題に対して、計算題14題のFIMS成績が55.8%、SIMS成績が74.9%でその差が19.1%であり、文章題5題は74.2%から80.9%とその差は6.7%の伸びであった。一方、中学1年では20題の計算題の成績は60.0%から62.8%で2.8%の伸びに対して、文章題は70.1%から66.1%で4.0%下がったことになる。

計算題の成績は伸びたが、反対に文章題の成績は中学では悪くなっていた。いずれの集団でも計算題の伸びに比べて文章題の伸びが少ないことがわかった。

一方、OECDが主催するPISA（学習到達度調査）は、2000年から3年おきに高校1年生を対象に読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシーの3教科で実施された。

近年の我が国のカリキュラムは、思考力・判断力・表現力を強調しているため、ここでは数学的能力の一部として、数学と読解力のわが国の結果を取り上げたのが表2である。

表2 数学、読解力成績の推移/PISA⁽²⁾

年度	数学			読解力		
	得点	誤差	順位	得点	誤差	順位
2000	557	5.5	1位	522	5.2	8位
2003	534	4.0	6	498	3.9	14
2006	523	3.3	10	498	3.6	15
2009	529	3.3	9	520	3.8	8
2012	536	3.6	7	538	3.7	4
2015	532	3.0	2	516	3.1	8

(注) 得点：国際平均を500点、標準偏差を100点になるように変換したときの各国の得点、
誤差：標準偏差/√人数、順位：参加国全体の順位

順位から見ると、数学では2003年から2012年までは6位～10位であったが2015年に2位と飛躍的に上昇した。一方、読解力の成績では2012年度以外は8～15位と低迷している。数学、読解力とも、シンガポール、フィンランド、台湾、韓国、香港などの成績がわが国より良い。

国内の隣接する年度の有意差検定では、

数 学：00年▼03年▼06年=09年=12年=15年

読解力：00年▼03年=06年▲09年▲12年▼15年

(注) ▼：成績が前年度より低い、▲：成績が前年度より高い事を示す

数学では、2000年度より2003年度の成績が有意に低下し、2003年度より2006年度の成績が更に低下したが、以降の年には有意差が認められなかった。

また、読解力では2000年より2003年度の成績が有意に低下し、2006年度より2012年度まで有意に上昇したが2015年度にまた下がった。

これら二つの国際調査で明らかになったように「ゆとり教育」年代のカリキュラムが生徒の学力低下を招いたという事実が明らかになった。

3. 理大基礎学力調査結果から

東京理科大学数学教育研究所では、2005年度より毎年高校3年の理系生徒を対象に数学基礎学力調査を実施しており、それらの調査結果を『高校生の数学力NOW』シリーズ⁽³⁾として毎年刊行している。

調査は、毎年9～10月に東京理科大入試センターのデータをもとにサンプリングして、その学校の1クラスを4等分した1グループに11題合計44題の問題を与えて1校時分のテストで解答させた。また個々の問題には、生徒の自信度を聞くことにした。

SIMS との比較：毎年の調査問題は、前述の80年に実施したSIMS問題の中から32題、委員会が作成した12題計44題を4グループ（各11題）に分けて実施された。

次の表3は、過去20年間にわたる調査のうち毎年の共通問題が12題あったので、その内容と20年間の正答率の最大値と最小値および平均成

績を表した。なお、20年間で43都道府県は延べ1,438校、生徒数101,054名を対象にした調査結果である。

表3 24～05年度の共通問題成績(%)

問題	内容	最小～ 最大	正答	SIMS
A3	集合と論理	62～76	67.2	55.5
A4	三角関数	63～74	68.9	50.0
A6	微分法	58～69	64.5	56.8
A8	指数・対数	26～36	32.0	38.1
B3	三角比	76～86	79.9	74.6
B6	微分法	55～69	60.9	58.0
C1	数列	78～88	83.7	67.4
C3	平面上の曲線	66～77	72.3	66.2
C7	積分法	45～57	50.5	42.3
D3	関数の極限	63～73	68.1	55.8
D6	二次関数	62～72	68.5	58.6
D8	平面上の曲線	47～62	52.5	43.8

(注) 最小～最大：過去20年間の成績の最小値と最大値

年度ごとの平均正答率で見ると、その差が11%前後であるのに対して、D8(平面上の曲線)はその差が16%と開いた問題であり、A8(指数・対数関数)は唯一各年度の正答率がSIMSより低い問題であった。一方、正答率で19%以上成績が良くなった問題として、A4の三角関数に関する問題があった。(※問題は右段に掲載)

点の軌跡の問題D8では、媒介変数の消去方法が問題によって異なることが難しい問題だったであろう。また、A8は対数の性質を用いて点の軌跡の方程式を求めるものであるが、対数の扱いに慣れていない上に、「 $\log y$ を x 座標、 $\log x$ を y 座標」とすることの意味とその処理法についての理解が不十分であったことが原因と推察される。

次に、SIMSの分類に従って、表3の内容を計算題、文章題に分類し、5年おきに平均正答率で分類したのが次の表4である。

計算題7題、文章題5題の平均正答率で見ると、SIMSではその差が8%であるのに対して、理大調査では12～17%になった。

表4 計算・文章題別平均正答率(%)

	24年	20年	15年	10年	05年	SIMS
計算	72.6	71.5	67.1	70.4	73.7	59.0
文章	58.0	57.9	54.7	53.2	60.4	50.8
差	14.7	13.5	12.4	17.2	13.3	8.2

SIMS時点の調査より成績が伸びたが、その差で見ると計算題の伸びに比べて文章題の伸びは少なかったように見える。

D8. 座標平面上で、時刻 t における動点Mの座標 (x, y)

$$\text{は、} \begin{cases} x = 2\sin t \\ y = 2\cos 2t - 1 \end{cases}$$

です。点Mの軌跡はつぎのどれですか。

- (ア) 直線 (イ) 半円 (ウ) 半楕円
(エ) 放物線 (オ) うずまき線

正答(エ)

A8. 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

正答(エ)

A4. θ は、 90° と 180° の間の角で、 $\cos^2 \theta = \frac{16}{25}$ です。
 $\sin 2\theta$ の値は、つぎのどれですか。

- (ア) $-\frac{24}{25}$ (イ) $-\frac{15}{25}$ (ウ) $-\frac{7}{25}$
(エ) $\frac{7}{25}$ (オ) $\frac{24}{25}$ 正答(ア)

さて、理大調査20年間のうち、最近5年間の結果をSIMS調査と同一31題の成績を中心に特徴ある問題を取り上げてみたい。まず、各問題の成績(正答率)の分布で表すと表5になる。

表5 成績分布 (各年 21 題の平均成績)

年度	24 年	23 年	22 年	21 年	20 年	SIMS
90～	1 題	1 題	1 題	1 題	2 題	1 題
70～	15	15	15	17	15	5
50～	12	12	12	11	11	19
30～	3	3	3	2	3	5
10～	0	0	0	0	0	1
平均	68.3	69.2	69.1	69.0	68.8	58.6

各年の平均成績では 68～69% で差がなく、分布も類似しているが、1980 年代の SIMS の成績との差が 10% もあり、分布も異なっていることが分かる。

次は、最近 5 年間の同一問題 31 題を計算題 (17 題) か文章題 (14 題) かによって分類し、その成績を求めたのが表 6 である。

表6 計算・文章題別平均正答率 (%)

	24 年	23 年	22 年	21 年	20 年	SIMS
計算	76.3	76.8	75.9	76.2	76.8	62.4
文章	58.5	59.9	60.7	60.3	59.1	54.3
差	17.8	17.0	15.2	15.9	17.8	8.3

最近 5 年間で使用した計算題の成績と文章題の成績の差で比べてみると SIMS 当時の差 8% に対して、今回は 15～18% の差になってますます広がってきた。

また表 7 は、科目別に集計した結果を年度ごとに表したものである。

表7 科目別成績 (%)

科目	24 年	23 年	22 年	21 年	20 年	SIMS
数 I A	73.4	73.6	73.7	73.2	73.8	64.8
数 IIB	67.5	66.9	66.3	67.8	67.5	59.0
数 IIIC	67.7	69.7	68.9	69.2	68.3	56.7

(注) 数 IA(7 題), 数 IIB(9 題), 数 IIIC(15 題) の平均正答率

どの年度もほぼ同じ平均正答率で、科目ごとに SIMS 調査より 10% の成績が上昇していることが分かるが、各年度間には変化がない。

表 5～表 7 の結果を総合してみると、2020 年代のコロナ禍における授業のもとでも、基礎学力の低下の事実が見当たらない。

正答率と自信度：この調査では、問題を解答した後に解答に対する自信度を個々の生徒に聞いて、解答に対する自信の程度 (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) を答えてもらった。解答した問題に自信があることが望ましいが、その自信率 (正答かつ自信あり) が高いことが望まれる。ここでは自信率 / 正答率を各問題の自信度とし表すことにした。

表8 自信度の分布 (自信率 / 正答率)

	24 年	23 年	22 年	21 年	20 年
0.8～	5	6	5	7	2
0.6～	13	16	18	13	18
0.4～	8	6	4	7	10
0.2～	5	3	4	4	1

自信度が 5 年間平均で 0.8 以上 (正答率の 8 割以上) 「自信あり」と答えた生徒の問題は、次の A4 (三角関数), B1 (積分法), D1 (微分・積分) の 3 題であった。

A4. θ は、 90° と 180° の間の角で、 $\cos^2 \theta = \frac{16}{25}$ です。
 $\sin 2\theta$ の値は、つぎのどれですか。

(ア) $-\frac{24}{25}$ (イ) $-\frac{15}{25}$ (ウ) $-\frac{7}{25}$

(エ) $\frac{7}{25}$ (オ) $\frac{24}{25}$ 正答 (ア)

B1. $\int \sqrt{x-1} dx$ はつぎのどれですか。

(ア) $\frac{2}{3}(x-1)^{\frac{3}{2}} + C$ (イ) $\left(\frac{x^2}{2} - x\right)^{\frac{3}{2}} + C$

(ウ) $\frac{1}{2}(x-1) + C$ (エ) $(x-1)^{\frac{3}{2}} + C$

(オ) $\frac{1}{2\sqrt{x-1}} + C$ 正答 (ア)

D1. 関数 $y = 3x^2 - x^3$ のグラフをかくとき、この関数の極小値を示す点の座標は、つぎのどれですか。

(ア) (2, 4) (イ) (3, 0) (ウ) (1, 2)

(エ) (0, 3) (オ) (0, 0) 正答 (オ)

A4 は三角関数の 2 倍角の公式を使う基本問題

であり、B1 は不定積分を求める基本問題であり、D1 は 3 次関数の微分の問題である。いずれも自信を持って答えられた問題であるといえる。

これに対して、自信度が 4 割にも満たなかった問題は、A7 (微分法)、A8 (指数・対数関数)、B8 (整数の性質)、C6 (データの分析) であった。

<p>A7. $f(x)$ は偶関数で $x=0$ で微分可能であるとき、$f'(x)$ は、つぎのどの条件を満たしますか。</p> <p>(ア) $f'(0) = 1$ (イ) $f'(0) > 0$ (ウ) $f'(0) < 0$ (エ) $f'(0) = 0$ (オ) $f'(0)$ はどんな値でもとることができる。</p> <p style="text-align: right;">正答 (エ)</p> <p>A8. 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。</p> <p>(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</p> <p style="text-align: right;">正答 (エ)</p> <p>B8. n 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。 答えは、次の中から選びなさい。</p> <p>(ア) $n = 2$ だけ (イ) n は負でない偶数 (ウ) $n = 8p + 2$ (p は負でない整数) (エ) $n = 4p + 2$ (p は負でない整数) (オ) そのような n はない</p> <p style="text-align: right;">正答 (エ)</p> <p>C6. ある母集団の平均は 5 で標準偏差は 1 である。この母集団の各要素に 10 を加えたとき、平均と標準偏差はつぎのどれになりますか。</p> <p>(ア) 平均 15, 標準偏差 1 (イ) 平均 15, 標準偏差 5 (ウ) 平均 15, 標準偏差 11 (エ) 平均 10, 標準偏差 1 (オ) 平均 10, 標準偏差 5</p> <p style="text-align: right;">正答 (ア)</p>

A7 は偶関数の微分の問題、A8 は指数・対数関数の問題で、B8 は 5^n は 13 で割り切れないことに気づけば、 $5^n + 1$ が 13 で割り切れるか否かを調べればよい問題で、C6 はデータの分析に関する問題である。

これまでみてきたように、過去の調査で使用された同一問題によつての基礎学力の比較では、1980 年代より現在の高校生の基礎学力は劣っていないということがわかった。また、2020 年代のコロナ禍でも高校生の学力低下の証拠は見当たらないことがわかった。

しかし、生徒の解答に対する自信度は日頃のきめ細かな指導で改善される部分が大いにあることも痛感された。特に、問題に対する自信度の低い問題は、反復練習などをして解答に自信を持たせる努力を教師側の責務と心掛けてもらいたい。

紙面の都合で取り上げた問題数も少なく十分な分析とは言えないが、詳細は毎年度発行される報告書⁽³⁾で調査結果の概要、IRT (項目反応理論) による結果の分析、調査問題の解説や各種統計量などを参考にさせていただき、上記の分析結果を補っていただきたい。

参考文献

- (1) 国立教育研究所編 (1981)「中学・高校生の数学の成績」第一法規 pp.42 ~ 52, 129 ~ 174
- (2) 澤田 利夫 (2022)「国際調査から見た日本の学力」科学新興新社 pp.240
- (3) 東京理科大学数学教育研究所編 (2025)「高校生の数学力 NOW XX」科学新興新社 / 清風堂書店 pp.150