

第1学年数学共通テストの地域別分析

池田盛一* 山 俊博* 林 義實* 澤柳博文*

Analysis of Mathematical Proficiency of First-year Students, Based on Regional Groups

Seiichi Ikeda Toshihiro Yamazaki Yoshimi Hayashi Hirohumi Sawayanagi

1 はじめに

本校では毎年、年度始めに新入生に対して共通テスト（英語と数学）を実施している。このテストは、1983年度（昭和58年度）に一部のクラスで実施し、翌1984年度（昭和59年度）より全クラス対象として実施するようになった。このテストの目的は、学力試験を受けた入学者と学力試験を受けずに入学した推薦入学者に対して共通のテストをすることによって、新入生全体の入学前の学力状態や分布を把握し、授業に生かすことである。1985年度（昭和60年度）に英語と数学の2科目で始めたこのテストは、1999年度（平成11年度）まで問題を毎回変えながら実施してきたが、学力の年次変化を調べる目的で、2000年度（平成12年度）から数学のみ同一の問題で実施している。

テストの実施については、入学約1ヶ月前に新入生に予告しており、同時に市販の復習用問題集を与えている。入学する以前の学力実態を把握するために、通常授業が行われる前に実施し、出題分野は中学校での既習事項である（試験時間は45分間、内容は表1参照）。

この論文は、高専教育第26号に現在投稿中の『第1学年共通テストの結果と分析』[1]をさらに発展させたもので、受験者の出身地域別に分けた学力の年次変化を正答者数の推移で把握する事とする。ただし出身地域は「釧路市内」、「釧根管内（根室市、釧路郡、白糠郡、阿寒郡、厚岸郡、川上郡、野付郡、標津郡、目梨郡）」と「釧根管外（道外も含む）」の3つに区分している。

表1: 各設問の主な出題内容

1	(1)	分数を含む四則計算問題
	(2)	分数式の四則演算問題
	(3)	文字式の指数計算問題
	(4)	根号の四則演算問題
2	(1)	2文字の因数分解
	(2)	かっこのある因数分解
	(3)	平方の差の因数分解
3	(1)	2次方程式
	(2)	展開を含む2次方程式
	(3)	連立1次方程式
	(4)	1次不等式
4		点の座標と直線の方程式
5	(1)	2直線の交点の座標
	(2)	三角形の面積と直線の方程式
6	(1)	平均の速さ(2次関数)
	(2)	平均の速さと時間の関係
7		確率
8		円柱と内接する球の関係

2 正答者数の推移と分散分析法

前回の調査[1]の方法とその結果を以下に説明する。

2000年度（平成12年度）から2002年度（平成14年度）までをH12、H13、H14と略記すると、この間の受験者数（年度始めの1学年の学生数）の推移は表2の通りである。

* 一般教科

表 2: 受験者数の推移 (人数)

年度	総数	機械	電気	電子	情報	建築
H12	208	43	43	41	40	41
H13	212	42	43	42	43	42
H14	208	41	42	42	43	40

また、表 1 の各設問ごとの正答者数の推移は表 3 の通りである。

表 3: 正答者数の推移 (全体)

		H12	H13	H14	F 値
1	(1)	188	178	183	2.02
	(2)	153	128	126	5.28**
	(3)	195	191	195	1.36
	(4)	182	176	178	0.85
2	(1)	128	115	126	1.36
	(2)	163	159	160	0.34
	(3)	175	165	173	1.63
3	(1)	141	141	123	1.99
	(2)	98	79	84	2.19
	(3)	160	163	164	0.15
	(4)	124	122	122	0.09
4		148	152	140	0.57
5	(1)	191	185	187	1.19
	(2)	0	1	2	1.01
6	(1)	97	89	72	3.17*
	(2)	34	31	26	0.62
7		162	163	160	0.04
8		57	55	49	0.41

表 3 からは、各設問ごとの正答率の分布が毎年同様な傾向にあることがわかる。つまり、設問 1 や設問 2 の基本的な問題、設問 3(2) 以外の問題、設問 4、設問 5(1) そして確率を扱った設問 7 はほぼ 6 割以上の正答率 (約 120 人以上) であるが、設問 3(2) のように、多少の計算を要する 2 次方程式や設問 6 の 2 次関数を用いた速さの応用 (文章) 問題そして設問 8 の立体図形の応用問題は軒並み正答率が 5 割を下回っている (約 100 人以下)。また、

設問 5(2) の図形と方程式の応用問題はほとんど手がつけられていない状況である。

この表 3 からは正答率が年々増加しているとみられる設問は見当たらないが (設問 3(3) や設問 5(2) は誤差の範囲内の変動と見られる)、減少していると思われる設問がいくつかある。例えば設問 1(2)、設問 3(1)、設問 6(1) と (2)、設問 8 である。これらの設問の正答者数の減少が誤差の範囲内なのかそれとも見逃すことのできない変動なのかを分散分析法 (一元配置法) という統計的な手法を適用して検定してみた。

この分散分析法によると、表 3 の F 値の欄で 3.00 を上回ったところ (*印) が「95% の確率で有意差のある変動である」とみなされる。言いかえると、「95% の確率で正答者数が増減している」ということである (**印は 99% の確率で有意差のある変動である)。この F 値の計算方法は前回の調査 [1] の中で詳しく述べているので、そちらを参照して欲しい。

表 3 からは有意差のある変動 (減少) が確認されたのは、設問 1(2) と設問 6(1) である。この設問 1(2) はいわゆる分数式の計算問題で、最近「分数計算のできない大学生」がクローズアップされてきていることに符合するところである。また、設問 6(1) は 2 次関数を用いた平均の速さの問題であるが、文章問題や応用問題への読解力が低下しているものと思われる。

以上は前回の調査結果である。次節ではこの調査をさらに発展させて、受験者の出身地別の正答者数の変動を調べ、その変動の有意差を確認してみる。

3 受験者の出身地域別の正答者数の変動

表 2 の受験者数を出身地域別に分けて示したのが表 4 である。この表から、受験者のうち釧路市内の中学校出身者の占める割合がこの 3 年間でわずかながら増加傾向にあることがわかる。

表 4 に示したように、出身地域別の正答者数の推移で F 検定を行う場合、受験者の総数をもとに F 値を算出した場合と違い、各年度の出身地域別の標本数の差が大きいため F 値の計算式が違って

表 4: 出身地域別の受験者数の推移

年度	総数	釧路市内	釧根管内	釧根管外
H12	208	69(33%)	64(31%)	75(36%)
H13	212	76(36%)	78(37%)	56(27%)
H14	208	78(38%)	59(28%)	71(34%)

くる。この計算式は参考文献 [2] の 265 頁を参照して欲しい。

例として、釧路市内出身者の設問 1(3) をとりあげてみる。測定値としては、前回の調査 [1] 同様に、1(正しい解答)、0(正しくない解答、ただし無解答も含む) とした。

この設問 1(3) の正答者数の変動での分散分析表は次の表 5 の通りである。すなわち、釧路市内出身者の正答者数はこの 3 年間で、63 → 72 → 77 より、増加しているように見えるが、F 値が 3.00 未満なので有意な差ではないことが判明した。

表 5: 設問 1(3) の分散分析表 (釧路市内)

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F 値
級間 (B)	0.892	2	0.101	2.18
級内 (W)	50.121	221	0.046	
全体 (T)	51.013	223		

この計算を各出身地域の各設問ごとに表したのが次の表 6~8 である。

表 6~8 及び表 3 から次のことが分かった。

(a) どの地域の受験者にも有意差のある増加がなかった。

(b) 釧路市内の受験者には次の設問で有意差のある減少があった。

設問 6(1) 平均の速さ (2 次関数)

(c) 釧根管内の受験者には次の設問で有意差のある減少があった。

設問 1(3) 文字式の指数計算問題

表 6: 正答者数の変動 (釧路市内)

		H12	H13	H14	F 値
1	(1)	64	64	67	1.33
	(2)	51	45	48	1.97
	(3)	63	72	77	2.18
	(4)	56	66	64	0.50
2	(1)	40	41	47	0.32
	(2)	51	55	54	0.21
	(3)	56	62	67	0.37
3	(1)	41	53	44	1.59
	(2)	29	32	32	0.01
	(3)	50	56	62	0.57
	(4)	41	48	50	0.19
4		46	57	54	0.64
5	(1)	61	68	69	0.03
	(2)	0	0	1	0.93
6	(1)	36	35	21	5.58**
	(2)	13	16	10	0.97
7		57	58	59	0.61
8		18	22	13	1.76

表 7: 正答者数の変動 (釧根管内)

		H12	H13	H14	F 値
1	(1)	59	66	56	2.24
	(2)	48	47	36	2.01
	(3)	64	66	53	5.38**
	(4)	57	60	52	2.47
2	(1)	40	44	39	0.69
	(2)	49	62	49	0.39
	(3)	55	63	50	0.38
3	(1)	48	52	33	2.53
	(2)	29	22	25	2.58
	(3)	50	62	47	0.03
	(4)	39	43	32	0.34
4		42	51	40	0.05
5	(1)	60	69	46	3.58*
	(2)	0	1	0	0.79
6	(1)	30	26	24	1.36
	(2)	9	8	4	0.87
7		50	56	45	0.40
8		17	17	19	0.93

表 8: 正答者数の変動 (鉚根管外)

		H12	H13	H14	F 値
1	(1)	65	48	61	0.21
	(2)	54	34	44	1.46
	(3)	68	53	65	0.02
	(4)	69	50	62	0.65
2	(1)	48	30	40	1.06
	(2)	63	42	57	1.37
	(3)	64	40	56	2.62
3	(1)	52	36	46	0.40
	(2)	40	25	27	1.80
	(3)	60	45	55	0.09
	(4)	44	31	40	0.18
4		60	44	46	2.30
5	(1)	70	50	65	1.03
	(2)	0	0	1	0.94
6	(1)	31	28	27	0.70
	(2)	12	7	12	0.32
7		55	49	56	1.20
8		22	15	16	0.43

設問 5(1) 2 直線の交点の座標

- (d) 鉚根管外の受験者にはこの 3 年間、正答者数において有意差のある変動は無かった。
- (e) 次の設問は各地域ごとの正答者数において有意差のある変動はなかったが、全体としては有意差のある減少になった。

設問 1(2) 分数式の四則演算問題

- (f) 鉚路市内の出身者の正答者数の有意差のある変動が、全体として有意差のある減少の大きな要素であったのは次の設問である。

設問 6(1) 平均の速さ (2 次関数)

4 考察

前回の調査 [1] では本校に入学してきた学生の数学共通テストでの設問において、設問 1(2) と設問 6(1) の正答者数に有意差のある減少が確認され

ていた。今回の調査では、さらに一步踏み込んで、入学者の出身地域別での正答者数の変動を分析してみた。その結果、地域の変動が全体に及んでいたものと、全体ではその変動が確認できなかったものの地域の中では有意差のある変動として確認されたものがあった。具体的には、設問 6(1) は全体で有意差のある減少が確認されたが、この減少傾向は鉚路市内の出身者にのみ顕著に表れていた。鉚路市内の本校入学生は、文章 (応用) 問題が解けなくなってきている。また、鉚管内出身者には設問 1(3) や設問 5(1) に有意差のある減少が確認された。文字式の指数計算や 2 直線の交点の座標を求める問題が解けなくなってきている。

今回の分散分析法による調査では、その因子までを見つけ出すことはできないが、この 3 年間の入学者の数学の学力のある特徴を捉えることはできた。時代的な背景として、平成 14 年度から実施される新学習指導要領と週 5 日制への移行期であったことで、中学での数学の応用問題への取り組みが若干減少したのかもしれない。また、少子化の影響で受験生そのもののレベル低下があったのかもしれない。あるいは、本校の入試制度の変更などが影響したのかもしれない。尚、推薦入試制度については別の調査『数学共通テストによる推薦入学者の動向 (鉚路高専紀要第 36 号投稿中)』において検討している。

さて、正答者数が減少してきた設問にはどのような間違いがあるのかその類題を以下に列挙し、答案用紙の欄外などに記述された計算メモなどをもとにした誤答例を通して考察してみる。

【類題 1(2)】 次の計算をせよ

$$\frac{x+y}{3} - \frac{2x-y}{4}$$

(誤答例 1)

$$\frac{x+y}{3} - \frac{2x-y}{4} = 4(x+y) - 3(2x-y) = \dots$$

(誤答例 2)

$$\frac{x+y}{3} - \frac{2x-y}{4} = \frac{-2x+7y}{12} = \frac{2x+7y}{12}$$

これらの誤答例からは、分母が消えてしまったり、括弧や符合、分数の割り算でのミス、その他 0 と 6 が区別できない乱雑な計算メモから誤答に到ってしまった例などが目立った。

【類題 1(3)】 次の計算をせよ

$$xy^2 \times 3xy^2 \div (x^2y^3)$$

(誤答例 3)

$$xy^2 \times 3xy^2 \div (x^2y^3) = \frac{3x^2y^4}{x^2y^3} = 3xy$$

単なる約分ミスだが、約分するとき文字にきちんと斜線を書かなかつたことによるミスが多かつた。

【類題 5(1)】 次の 2 直線の交点の座標を求めよ。

$$y = \frac{1}{3}x + 3 \quad y = \frac{2}{3}x$$

(誤答例 4) 2 式の両辺に 3 をかけて、

$$3y = x + 3 \quad 3y = 2x$$

より、

$$x = 3 \quad y = \dots$$

両辺に 3 をかけた際に、定数 3 に 3 をかけ忘れた場合である。その他に計算の途中で移項する際の符合のミスや、座標を記述するときに括弧 () を書かないものも目立つた。

【類題 6(1)】

動き始めてから x 秒経過する間に y m だけ進むとき、 x と y の間に $y = \frac{1}{3}x^2$ という関係がある。進み始めてから 3 m の地点を A、進み始めてから 12 m の地点を B とするとき A から B までの平均の速さを求めよ。

以下の誤答例 5~7 では、時間 (時刻) と移動距離の関数としての概念がきちんと捉えられていない。

(誤答例 5)

A から B までに移動した距離は 9 m なので、

$$9 = \frac{1}{3}x^2$$

より、 $x = \sqrt{3}$ (秒)。よって、平均の速さは、

$$\frac{9}{\sqrt{3}} = 3\sqrt{3}$$

(誤答例 6)

A から B までに移動した距離は 9 m なので、

$$9 = \frac{1}{3}x^2$$

より、 $x = 3\sqrt{3}$ (秒)。よって、平均の速さは、

$$\frac{9}{3\sqrt{3}} = \sqrt{3}$$

(誤答例 7)

B までに移動した距離は 12 m なので、

$$y = \frac{1}{3} \times 12^2$$

より、 $y = 48$ (秒)。また、A までに移動した距離は 3 m なので、

$$y = \frac{1}{3} \times 3^2$$

より、 $y = 3$ (秒)。以上より、平均の速さは、

$$\frac{48 - 3}{12 - 3} = 5$$

5 まとめ

この 3 年間で、第 1 学年数学共通テストの受験者の全体の傾向として、正答者数の増加が見られず、分数の計算と 2 次関数を用いた平均の速さの文章 (応用) 問題の正答者数が減少してきた。そしてその受験者の地域別の正答率を調べた結果、各地域での正答者数の増加は見られず、釧路市内での「2 次関数を用いた平均の速さの文章 (応用) 問題の正答者数の減少」が全体に大きな影響を与えていたことと、釧路管内では「文字式の指数計算問題」と「2 直線の交点の座標」の 2 つの設問で正答者数の減少があったことが確認された。また、釧路管外からの受験者にはこの 3 年間に変化は見られなかった。これらの結果は分散分析法 (一元配置法) という統計的な手法で明らかになった。

新学習指導要領と週 5 日制が平成 14 年度から完全実施されたが、少子化傾向はこれからも続くであろう。このような状況を踏まえて、数学や専門での効果的な教科指導を考える必要が生じてきた。今後もこのテストを継続し、学力の推移を調べると同時に、本校と同一テストを実施している他高専との比較も検討している。

参考文献

- [1] 池田・山　・林・澤柳：第1学年共通テストの結果と分析（高専教育第26号に投稿中）
- [2] スネデカー，コ克蘭：統計的方法，岩波書店（1972）
- [3] 和田秀三：統計入門，サイエンス社（1982）
- [4] 石山・澤井・東・枝澤・林：釧路高専紀要第22号（1988）,135.