

1 調査の趣旨

愛知県総合教育センターでは、愛知県高等学校数学研究会と共同で、昭和30年度以来、高等学校入学者数学学力調査を実施してきた。調査結果を分析・考察し、指導上の留意点を明らかにして、中高連携の立場からそれぞれの数学教育に有用な資料を提供することが目的である。また、本調査を継続して実施することにより新入学生徒の学力傾向の推移をつかみ、指導の参考とすることができる。

2 調査の実施及び処理

(1) 調査問題の構成

調査問題をテスト[A]、テスト[B]の2種類に分け、各々について次の立場で問題を作成した。調査時間はいずれも50分である。

テスト[A] 中学校学習指導要領に示された内容を出題基準とし、高等学校で数学を学習するのに必要と思われる基礎的・基本的な事項により問題を構成した。

テスト[B] 問題構成の立場はテスト[A]と同様であるが、基礎的・基本的な事項の問題に、より高度な思考力、洞察力を要する問題を加えて構成した。

(2) 調査の対象

県内の高等学校及び特別支援学校の高等部に今年度入学した生徒を対象として、調査を実施した。実施校（課程別資料提供校）の数はテスト[A]が46校、テスト[B]が104校であった。

(3) 調査の実施時期及び資料の回収

学校ごとに3月下旬から4月中旬までの間に調査を実施し、集計用紙（全員の度数分布と各標本の解答をそのまま一覧表に転記したもの）を4月20日までに回収した。

(4) 標本の抽出

テスト[A]では291名（抽出率6.5%）、テスト[B]では1,468名（抽出率5.3%）を抽出して、問題別の正答率・無答率を算出し、主な誤答について分析した（テスト全体の平均点及び標準偏差は全員を対象にして算出した）。

なお、テスト[A]及びテスト[B]における後出の「上位群」、「下位群」は、それぞれのテストの合計得点が「平均点＋標準偏差」、「平均点－標準偏差」を中央値とした各1割で形成される標本群である。

3 調査結果の概要

(1) 人数・平均点・標準偏差（過去との比較）

表1

テスト	テスト[A]			テスト[B]		
	平均	SD	人数	平均	SD	人数
H28	56.5	25.1	4,506	52.9	24.2	29,201
H29	62.3	23.4	5,152	53.5	21.2	28,336
H30	47.2	23.3	4,473	44.5	19.3	27,567

(2) 頻数分布（%）

表2

得点	90~100	80~89	70~79	60~69	50~59	40~49	30~39	20~29	10~19	0~9
テスト[A]	2.2	8.0	8.5	15.1	10.7	17.4	12.3	13.4	6.6	6.0
テスト[B]	1.4	3.3	6.1	10.4	16.1	21.8	18.9	12.5	7.0	2.5

(3) 調査問題別平均点分布 (校)

表3

平均点	90 以上	85~ 90	80~ 85	75~ 80	70~ 75	65~ 70	60~ 65	55~ 60	50~ 55	45~ 50	40~ 45	35~ 40	30~ 35	25~ 30	20~ 25	20 未満	計
テストA				1	6	3	1	3	6	4	8	5	5	2	2		46
テストB				1	3	2	6	7	10	9	20	11	13	14	7	1	104

4 分析結果の概要

(1) 因数分解に関する問題に課題

因数分解に関する問題をテストA, テストBでそれぞれ出題した(表4)。テストA [1] (6)では、まず因数分解をさせて、それを利用して二次方程式を解かせる問題、テストB [1] (3)では、前の2項を a でくくり、後ろの2項を -1 でくくることで、 $(b+1)$ という共通因数を見つけて因数分解する問題である。テストA [1] (6)の正答率は、アが67.7%、イが13.7%で、因数分解の結果を方程式の解を求めることに生かすことができていることが分かる。また、テストB [1] (3)の正答率は45.4%で、半数以上の生徒が不正解であった。誤答を分析すると、 $a(b+1)-b-1$, $a(b+1)-(b+1)$ など計算の途中で終わっている誤答が多く見られた。以上のことから、因数分解をすることが方程式の解法につながることを、因数分解とは因数による積の形で表すことなどを理解していないことが分かる。因数分解を単なる“展開の逆”として指導するのではなく、「A×B」という因数の積の形にすることであると、きちんと理解させる指導が必要である。

表4

問題	番号	問題の概要	正答率
テストA	[1] (6)	アで $4x^2-9$ を因数分解し、イで $4x^2-9=0$ を解く	ア 67.7% イ 13.7%
テストB	[1] (3)	$ab+a-b-1$ を因数分解する	45.4%

(2) 図形に関する問題に課題

図形に関する発展問題をテストA, テストBともに出題した(表5)。テストA [5] (1)及び[6] (1)の正答率は60%程度であったが、その他の問題の正答率は10%前後の正答率であった。正答率が10%前後の問題に共通することは、問題にある図を見るだけでは問われている図形をイメージできないことである。例えば、テストA [6] (2)では、展開図から図形を組み立てなければならず、テストB [5] では、正三角形の周りを円が動いたときの軌跡をかかなければならない。さらに、線分の長さや面積を求めるには、正確な図形をかくことが求められる。高等学校では、数学Iの図形と計量、数学IIの図形と方程式、数学Aの図形の性質、数学Bのベクトルなど多くの分野で図形を扱うことがある。問題を解く際に、正確に図形をかくことも解法の大切なプロセスであることを認識させるために、最初から図形を与えるのではなく、生徒に図形をかかせて正しいかどうか確認する場面を設けるなど、丁寧な指導が必要である。

表5

テストA	問題の概要	正答率	テストB	問題の概要	正答率
[5] (1)	台形の面積を求める	62.5%	[5] (1)	正三角形の周りを動く円の中心の軌跡の長さを求める	9.5%
[5] (2)	相似を利用して面積を求める	10.7%	[5] (2)	正三角形の周りを動く円が通過した部分の面積を求める	6.0%
[6] (1)	展開図から図形の名称を答える	62.5%	[6] (1)	直方体を切り取った面の面積を求める	8.7%
[6] (2)	展開図から体積を求める	9.3%	[6] (2)	切り取った面の違う色の部分の面積比を求める	14.9%

5 調査問題の妥当性と信頼性（S－P表処理等による分析）

平成 29 年度高等学校入学者数学学力調査[A]、[B]について、S－P表処理等を基にして差異係数、信頼性係数、内容別平均正答率、正答率帯別問題数、正答率、注意係数、UL指数、問題間の相関等を考察したところ、次のような結果を得た。なお、データは、テスト[A]については参加 46 校から 291 名、テスト[B]については 104 校から 1,468 名を抽出して作成した。

[1] 問題全体について

表 6

(1) 差異係数

差異係数とは、S、P両曲線のずれの程度を数量化したもので、生徒の理解と一連の学習内容がうまくかみ合っているかを見るものである。差異係数は0から1までの値をとり、0.5より小さい値のとき生徒の理解と指導の密着性が高いとされている。簡単な確認テストのようなドリル演習型のテストではS曲線とP曲線の乖離は小さく、差異係数は小さくなる。実力テストのような多面にわたる総合的な問題ではS曲線とP曲線は大きく乖離して、差異係数は大きくなる。差異係数が0.5を超えたとき、指導内容に問題がなかったか、出題に問題がなかったか、学習者の理解やモチベーションは高かったかなどを検討する必要がある。今回のテストでは表6のように差異係数は0.3前後であり、出題にとりわけ大きな問題はないと考えられる。

		(1) 差異係数		
テスト	年度	H28	H29	H30
テスト	[A]	0.311	0.327	0.341
テスト	[B]	0.337	0.295	0.281

(2) 信頼性係数（ケガー・リチャードソンの公式 20 による）

表 7

信頼性係数とは、作成されたテスト問題が内容的に妥当で信頼できるものなのかを算出するものである。ここで言う信頼性とは、同一条件下で再度試験を実施しても同じ結果が出ると思われる安定性のことで、0から1までの値をとり、1に近いほど信頼性が高いとされている。今回のテストでは表7のように信頼性係数は0.85前後であり、信頼できる良好な問題であったことが分かる。

		(2) 信頼性係数		
テスト	年度	H28	H29	H30
テスト	[A]	0.909	0.881	0.870
テスト	[B]	0.891	0.875	0.831

(3) 内容別平均正答率（ ）内の数字は問題数

表 8

テスト 内容	年度	テスト[A]			テスト[B]		
		H28	H29	H30	H28	H29	H30
① 数と式		73.0% (11)	72.2% (11)	60.3% (10)	58.0% (11)	63.8% (11)	55.9% (7)
② 図形		37.7% (6)	44.9% (6)	36.7% (6)	42.1% (6)	34.8% (6)	24.8% (6)
③ 関数		43.2% (6)	51.2% (6)	34.6% (6)	49.2% (6)	47.6% (6)	39.5% (5)
④ 資料の活用		49.3% (2)	66.2% (2)	55.1% (3)	77.0% (2)	72.5% (2)	65.5% (4)

(4) 正答率帯別問題数

表 9

テスト 正答率	年度	テスト[A]			テスト[B]		
		H28	H29	H30	H28	H29	H30
0.851以上		1	2	0	0	0	1
0.667～0.850		9	9	7	7	10	6
0.333～0.666		11	12	12	13	9	8
0.150～0.332		4	2	3	5	4	2
0.149以下		0	0	3	0	2	5

(5) 全体の正答率との相関別問題数

表 10

テスト 相関	年度	テスト[A]			テスト[B]		
		H28	H29	H30	H28	H29	H30
0.70以上		0	0	0	0	0	0
0.60～0.69		11	7	4	6	5	0
0.50～0.59		5	9	7	10	5	6
0.40～0.49		6	5	9	6	12	11
0.30～0.39		2	3	2	3	3	2
0.29以下		0	1	3	2	0	3

[2] 検討を要する問題群

テストA, テストBの全ての問題について, ②注意係数, ③UL指数, ④相関係数を算出した。表11は, 三つの指標のうち一つでも基準値を満たさない問題を抽出し, 基準を満たさない指標に注意マーク“×”を付け, ①正答率が基準を満たす“I群”と, ①正答率が基準を満たさない“II群”とに分け整理した表である。

②から④までの指標については, 上位群と下位群の正答率の差が小さいときに基準値から外れる傾向にあり, 正答率が非常に高い問題(正答率75%以上)と正答率が基準を満たさない(II群)問題のときに起こりやすく, これらの問題については, 難易度に関して検討する必要がある。それ以外の問題で, ②から④までの指標について検討を要する問題は2問あり, 表11に※印で示した。

テストAの[1](4)は, 他の問題と比較して, 上位群の正答率に対して, 下位群の正答率が高いことが原因である。これについては, 誤答分析等でより詳細に分析する必要がある。テストAの[1](11)は, 選択形式の問題であったので, たまたま正解してしまう者がいて上位群と下位群の差が小さくなったことが原因である。

(×印は該当項目について検討を要する数値であることを示す)

表 11

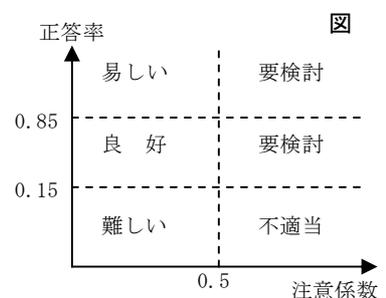
問 題	指 標 基準値	①正 答 率	②注意指数	③UL指数	④相関係数	
		>0.333	<0.500	>0.400	>0.400	
I	テストA	1	0.811	0.391	0.382×	0.418
		[1](4)※	0.612	0.569×	0.356×	0.344×
		[1](11)※	0.347	0.686×	0.331×	0.250×
		2	0.753	0.718×	0.204×	0.207×
	テストB	1	0.764	0.599×	0.326×	0.293×
		[2](3)	0.784	0.583×	0.326×	0.299×
[3](1)		0.866	0.246	0.399×	0.474	
II	テストA	[1](6)イ	0.137×	0.388	0.318×	0.398×
		[1](13)	0.261×	0.651×	0.229×	0.265×
		[3](2)	0.275×	0.161	0.687	0.643
		[4](2)	0.192×	0.202	0.598	0.590
		[5](2)	0.107×	0.300	0.305×	0.420
		[6](2)	0.093×	0.290	0.242×	0.407
	テストB	[1](7)	0.239×	0.402	0.499	0.437
		[3](2)	0.186×	0.202	0.523	0.549
		[4](2)	0.149×	0.265	0.414	0.477
		[5](1)	0.095×	0.285	0.260×	0.399×
		[5](2)	0.060×	0.263	0.189×	0.353×
		[6](1)	0.087×	0.261	0.255×	0.400×
		[6](2)	0.149×	0.624×	0.167×	0.244×

(各項目の説明)

①正 答 率：各問題の正答率を示す。

$$\frac{\text{正答者数}}{\text{受検者数}}$$

②注意係数：S-P表において, ある問題の正誤の状況と全ての問題の正誤の状況と比較して, その関係性を数値化したものである。0.5より小さい方が適切な問題であるとされている。右図に示すように正答率と併せて検討するとよい。



③UL指数：
$$\frac{(\text{上位 27\% の正答者数}) - (\text{下位 27\% の正答者数})}{(\text{生徒 27\% の人数})}$$

UL指数は上式で算出する。「上位27%の正答者数が多く, 下位27%の正答者数が少ない」場合, UL指数は大きくなるが, 「上位27%の正答者数が少なく, 下位27%の正答者数が多い」場合, UL指数は小さくなる。UL指数が0.4より大きい方が適切な問題であるとされている。

④相関係数：生徒の得点合計とその問題の正解との相関を示す。基準値を0.4として大きい方が適切な問題であるとされている。