

第一学年数学実力試験の分析

上 木 政 美*・小 鹿 正 夫*

Analysis of Achievement Test in Mathematics for First-Year Students

Masami UEKI and Masao KOSIKA

要 旨

我々、数学科は1984年度より毎年、本校に入学してきた新1年生に対して独自の実力試験を実施してきた。本校は本年度(1990年度)、4学科から5学科に増学科された。その影響が新1年生に対してどのようなであったか、数学実力試験について分析するものである。

abstract

The teaching staff of Mathematics has held original achievement tests for the new first-year students who entered our college every year since 1984.

Since another course was added to the existing four courses of our college this year (1990), we analyze its influence on the new first-year students through an achievement test in mathematics.

1. は じ め に

我々、数学科は1984年度より毎年、本校に入学してきた新1年生に対して独自の実力試験¹⁾を同一問題で実施してきた。内容は基礎学力を見ることを主眼としてあり、数量的問題、図形的問題をバランスよく出題したものである。程度も過去7年間の平均点が67.2点であることから標準的なものと考えられる。入学後まもなく、最初の数学の授業において50分間で全学科一斉に実施される。また、実施後直ちに問題は回収され、学生に返却されることはなく、実施前に「参考資料にするだけである。」と説明されるので問題が翌年に漏れることはまず無いと考えられる。

この実力試験を我々は7年間、合計1181名の新入学生に実施してきた。また、本校は本年度(1990年度)、機械、電気、工化、土木の4学科から、情報を加えた5学科に増学科された。

本論文の内容は、この1181名のデータをもとに色々な角度から、特に増学科の影響がどのように新入学生についてあったか、数学実力試験に関して

統計的に考察するものである。

2. 主に平均点の推移に関する分析

1) 基本的な統計量等の推移

表1-1は7年間の全データ1181名の得点を5点幅の度数分布表にしたものである。正規分布にかなり似かよっていることが推察される。表1-2は平均、分散、標準偏差などの基本的な統計量、及び本校志願者数と倍率の推移を一覧表にしたものである。また、表1-3は特に平均点の推移に注目してグラフ化したものである。学科はP、Q、R、S、T科(順不同)としてある。

我々はこれらのデータを元にいくつかの分析を試みることにした。

a) 全学科について

新入学生の数学の学力に関して、年度によって大きな変化があったとは認めにくい。87年度(1987年度の略、以下同様に表現する)が他の年度より若干平均点が高いが、著しい特徴とはいえない。また、志願者数、倍率の変化も学力の変化と相関関係があるようには見えない。これは、中学校卒業生数の変化や中学校の進路指導のあり

* 助教授 一般教科

表 1－1 数学実力試験受験者得点分布状況

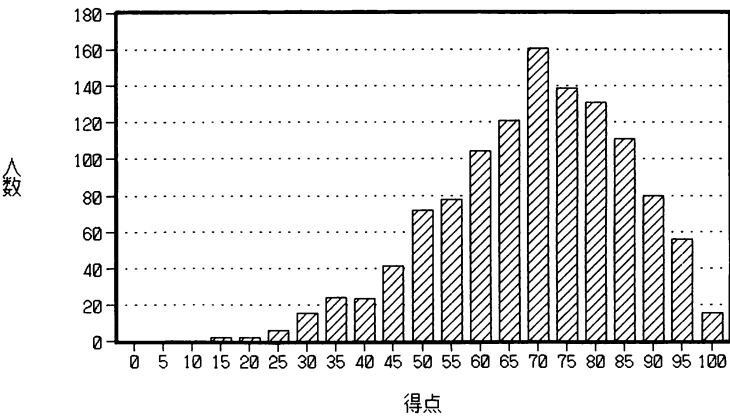
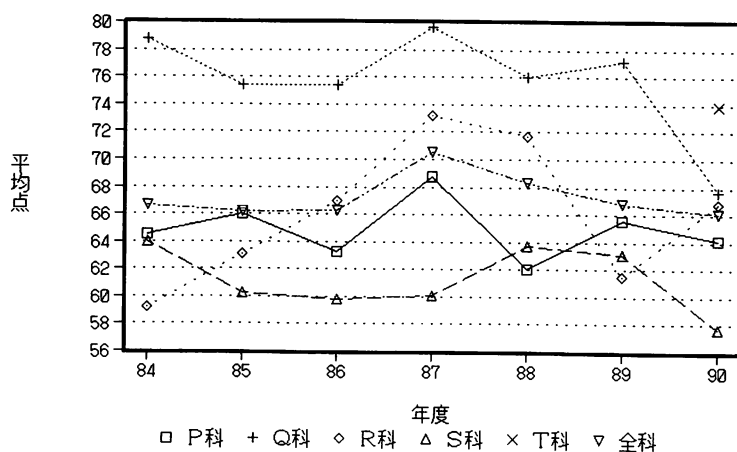


表 1－2 基本的な統計量の推移

	年 度	84	85	86	87	88	89	90	84～89	84～90
P 科	合 計	2517.0	2639.0	2532.0	2887.0	2666.0	2557.0	2694.0	15798.0	18492.0
	平 均	64.54	65.98	63.30	68.74	62.00	65.56	64.14	65.00	64.90
	人 数	39.0	40.0	40.0	42.0	43.0	39.0	42.0	243.0	285.0
	分 散	277.2	180.8	295.4	162.4	220.5	196.1	181.7	226.2	219.7
	標準偏差	16.6	13.4	17.2	12.7	14.8	14.0	13.5	15.0	14.8
Q 科	合 計	3150.0	3015.0	2866.0	3346.0	3269.0	3085.0	2775.0	18731.0	21506.0
	平 均	78.75	75.38	75.42	79.67	76.02	77.13	67.68	77.10	75.70
	人 数	40.0	40.0	38.0	42.0	43.0	40.0	41.0	243.0	284.0
	分 散	145.7	91.5	134.7	111.7	229.5	264.1	276.9	166.2	193.1
	標準偏差	12.1	9.6	11.6	10.6	15.1	16.2	16.6	12.9	13.9
R 科	合 計	2366.0	2523.0	2679.0	3075.0	3012.0	2520.0	2671.0	16175.0	18846.0
	平 均	59.15	63.08	66.98	73.21	71.71	61.46	66.78	66.0	66.10
	人 数	40.0	40.0	40.0	42.0	42.0	41.0	40.0	245.0	285.0
	分 散	199.3	239.4	302.6	184.3	317.7	267.4	147.3	279.0	260.6
	標準偏差	14.1	15.5	17.4	13.6	17.8	16.4	12.1	16.7	16.1
S 科	合 計	2560.0	2409.0	2392.0	2402.0	2804.0	2525.0	2365.0	15092.0	17457.0
	平 均	64.00	60.23	59.80	60.05	63.73	63.13	57.68	61.90	61.30
	人 数	40.0	40.0	40.0	40.0	44.0	40.0	41.0	244.0	285.0
	分 散	276.1	333.9	246.5	227.1	207.2	189.8	357.7	249.4	267.1
	標準偏差	16.6	18.3	15.7	15.1	14.4	13.8	18.9	15.8	16.3
T 科	合 計							3103.0		
	平 均							73.88		
	人 数							42.0		
	分 散							184.3		
	標準偏差							13.6		
全 体	合 計	10593.0	10586.0	10469.0	11710.0	11751.0	10687.0	13608.0	65796.0	79404.0
	平 均	66.62	66.16	66.26	70.54	68.32	66.79	66.06	67.48	67.23
	人 数	159.0	160.0	158.0	166.0	172.0	160.0	206.0	975.0	1181.0
	分 散	278.1	243.8	279.3	220.9	276.1	267.5	257.4	263.3	262.5
	標準偏差	16.7	15.6	16.7	14.9	16.6	16.4	16.0	16.2	16.2
体	志願者数	481	466	401	320	351	313	308	2332	2640
	定員	160	160	160	160	160	16.0	200	960	1160
	倍率	3.01	2.91	2.51	2.00	2.19	1.96	1.54	2.43	2.28

表 1-3 数学実力試験平均点の推移



かたによって変化するものであって、志願者の学力まで推し量ることはできないと考えられる。しかし、86年度あたりから志願者数は減少傾向にあり、増学科のあった90年度も、我々が期待した志願者数増は望めず、逆に志願者数の微減となり、結果、倍率は過去最低となった。ただ、全学科について平均点に注目して言うと、90年度が必ずしも低いわけではなく、増学科の影響をこれらの表だけからは読み取ることはできない。しかし、学科によってはかなりの変化があったようである。

b) P科について

P科は年度における差異は認めにくい。また、この科の平均点の変化は全学科の平均点に近いものがあることが観察でき、ある意味で本校の入学生を代表していると考えられる。

c) Q科について

Q科は84年度から89年度にかけて若干の差はあるものの、その平均点は4学科中最高の得点率であった。しかし、90年度は大きく平均点を下げ、新しくできたT科に首位の座を明け渡す結果となった。

d) R科について

R科は年度による平均点の変動が大きく、動きを予測することが難しい。89年度から90年度にかけてもその変化は捕らえにくく、増学科の影響が現れているとは考えにくい。学科の人気は日本の景気動向に左右されることも考えられるし、この科は女子学生の数が多い事も一つの特徴である。

e) S科について

S科は年度による差は大きくないが、その平均

点は常に下位にあり、89年度から90年度にかけてはさらにマイナスしたと観察される。

f) T科について

T科は90年度増設された学科で平均点は5学科中最高で、既存のQ科にとって変わったように90年度については観察される。

以上、表1-1から表1-3で観察されることをまとめると、学科間の差がどの年度もかなり認められること、年度間の差は全学科を平均してしまふとそれほど大きいものではなく、90年度の増学科の影響もあまり顕著とは言えない事などが観察できる。しかし、1学科毎に観察すると学科によっては大きく影響を受けているようだ。そこで、我々は統計学のいくつかの手法でさらに分析を試みることにした。

2) 学科間の有意差

表1-3によると平均点に関して、毎年、学科間格差がかなりあるように見受けられる。そこで我々は、分散分析の手法により、学科間の有意差があるかどうか考察してみた。有意水準5%で判定してみた結果が表2-1である。いずれの年度も4学科(84年度~89年度)、5学科(90年度)においては有意差が認められるという結果が出た。しかし、表1-3によると84年度~89年度のQ科、90年度のT科は他の学科と平均点においてかなりの開きが観察されるので、これらの学科をのぞいた他の学科についても分散分析してみた。※マークに示したように84, 85, 86, 89年度はQ科を除いた3学科については有意差無しという判定結果である。また87, 88年度についても、F分

表2-1 学科間分散分析

84～89年度は4学科間 90年度は5学科間			84～89年度はP、R、S科間 90年度はP、Q、R、S科間		
F (3,∞;0.025) = 3.116			F (2,120;0.025) = 3.805		
F (3,∞;0.975) = 0.719			F (2,120;0.975) = 0.027		
F (4,∞;0.025) = 2.786			F (3,∞;0.025) = 3.116		
F (4,∞;0.975) = 0.121			F (3,∞;0.975) = 0.719		
年度	f=	分析結果	f=	分析結果	
84年度	12.406	※有意差有り	1.363	※有意差無し	
85年度	7.975	※有意差有り	1.282	※有意差無し	
86年度	6.902	※有意差有り	1.784	※有意差無し	
87年度	15.886	有意差有り	9.354	有意差有り	
88年度	7.609	有意差有り	4.495	有意差有り	
89年度	8.531	※有意差有り	0.757	※有意差無し	
90年度	6.088	*有意差有り	3.372	*有意差有り	

表2-2 年度間分散分析

1984年度～1989年度			1984年度～1990年度	
F (5,∞,0.025) = 2.5670			F (6,∞,0.025) = 2.4080	
F (5,∞,0.975) = 0.1663			F (6,∞,0.975) = 0.2062	
	f=	分析結果	f=	分析結果
全 科	1.7597	有意差無し	1.7371	有意差無し
P 科	1.0114	有意差無し	0.8863	有意差無し
Q 科	0.7892	※有意差無し	3.3987	※有意差有り
R 科	5.1583	有意差有り	4.5776	有意差有り
S 科	0.6994	有意差無し	0.8797	有意差無し

布の実現値 f は大幅にその値をさげている。これは Q 科が他の 3 学科とかなり有意差のある学科であることを示している。

90 年度は T 科を除いて判定を試みたが * マークに示す通り、F 分布の実現値 f はかなり小さな値であり (有意水準 2 % では有意差無しの判定)、これは T 科が他の 4 学科とかなり有意差のある学科であることを示し、Q 科が P、R、S 科と有意差がなくなったことを示している。

以上から、84 年度～89 年度の Q 科、90 年度の T 科は、数学の学力に関して、他学科と有意差のある (学力の高い) 学生が多い。

3) 年度間の有意差

表 1-3 によると、学科間のばらつきが観察される他に、年度間のばらつきも学科によっては観察される。そこで我々は、学科間同様、分散分析の手法でその有意差を調べてみることにした。その結果が表 2-2 である。やはり有意水準 5 % で判定して有る。まず、84 年度～89 年度についていえば、表 1-3 からもある程度は推察されるところではあるが、P、Q、S 科、そして全学科とし

ては有意差無しの判定が出た。しかし、R 科は年度間のばらつきが大きく有意差ありの判定結果であった。次に、増学科がどのように影響したか、我々が最も注目した 90 年度を加えての分析結果では、P、S 科、そして全学科としては有意差無しの判定結果であった。しかし、Q、R 科については有意差ありの判定であった。やはり R 科については年度間のばらつきが大きく単純に増学科の影響をこの分析から読みとることは難しい。注目に値するのは Q 科である。この学科は 89 年度までは 4 学科中、常に最高の得点率であったが、90 年度は大きく平均点を下げた。* マークに示すように 84 年度～89 年度に 90 年度を加えた判定では有意差ありと出たのである。全学科としては増学科の影響が平均化されるので判定結果としては現れないが、Q 科に関してはその影響をおおきく受けた。

3. A B C ランクわけによる分析

我々は 1181 名のデータを主に平均値に関して分散分析の手法で分析してきたが、さらに視点を変えて、得点の分布状態がどのように変化したかを具体的にとらえる試みをした。一旦、全データを偏差値に置き換えて、平均値から標準偏差の 0.5 倍の所で区切り、3 階級に分けることにした。このわけ方は、一般的に行われている 5 段階評定を元にしており、4 または 5 に相当するところを A ランク、3 に相当するところを B ランク、1 または 2 に相当するところを C ランクとしてある。この結果、次に示すランクわけとなった。

	C ランク	B ランク	A ランク
得点 X	$X \leq 59$	$60 \leq X \leq 75$	$76 \leq X$

1) 得点分布状態の推移と増学科の影響に関して

表 3-1 から表 3-5 が P、Q (90 年度 T 科を含む)、R、S 科、そして全学科についての得点分布状態を A B C ランクわけして相対度数に直し、グラフ化したものである。左より年度順に並んでいるが右端には 84 年度から 89 年度までをまとめてあり、90 年度との比較がしやすくしてある。特に Q 科については T 科の 90 年度をあわせて載せてある。また、表 4 は 84 年度から 89 年度までと 90 年度との差異について適合度検定と独立検定を行ったものであり、有意水準はいずれも 5 % と

表 3-1 ABC分布表P科

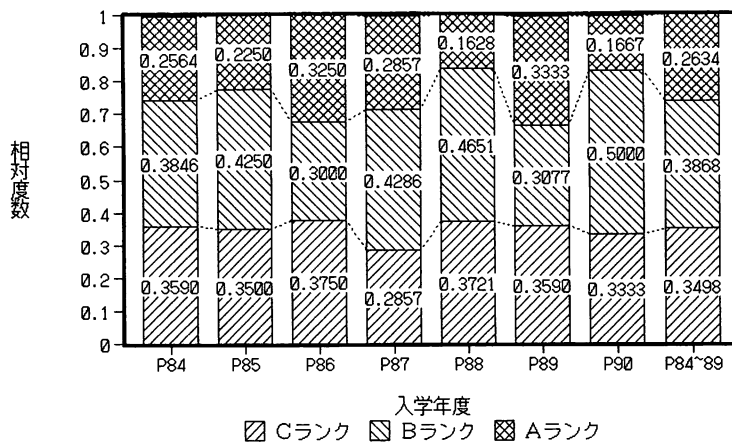


表 3-2 ABC分布表Q科とT科90年度

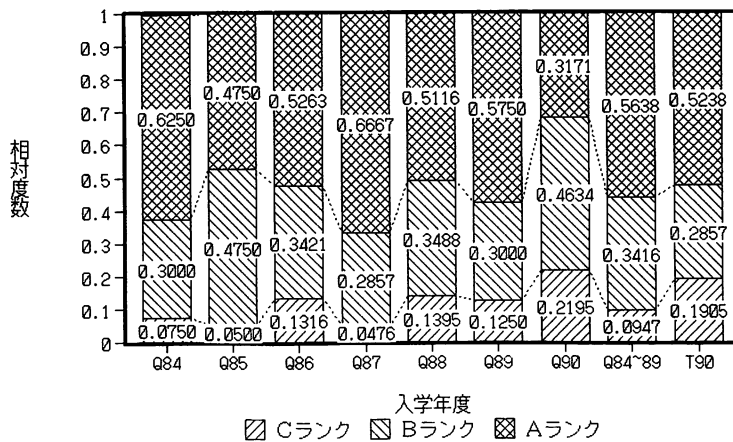


表 3-3 ABC分布表R科

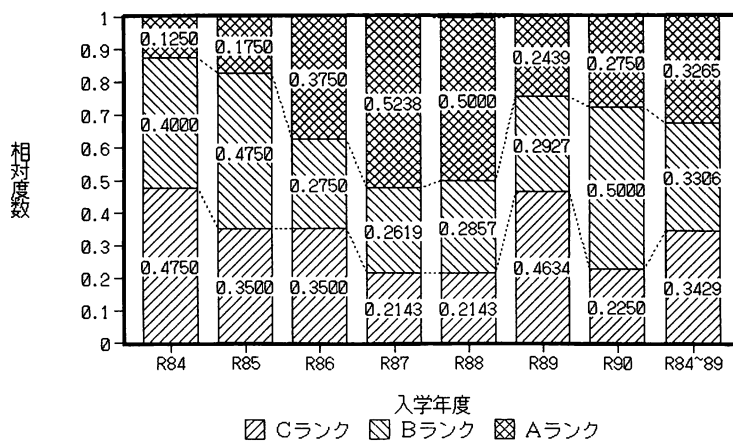


表 3-4 ABC分布表S科

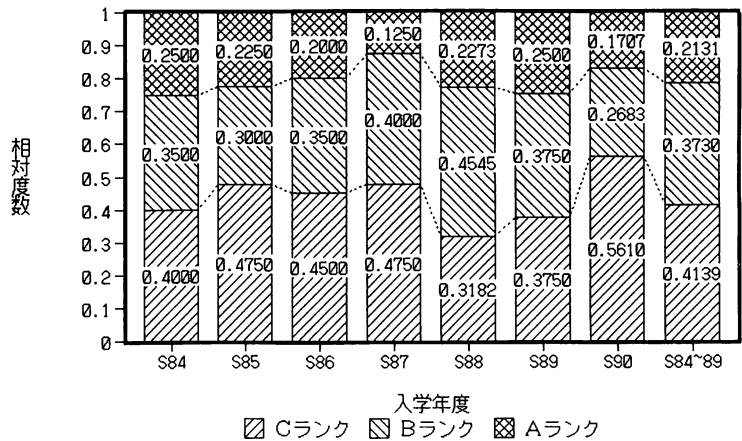


表 3-5 ABC分布表全科

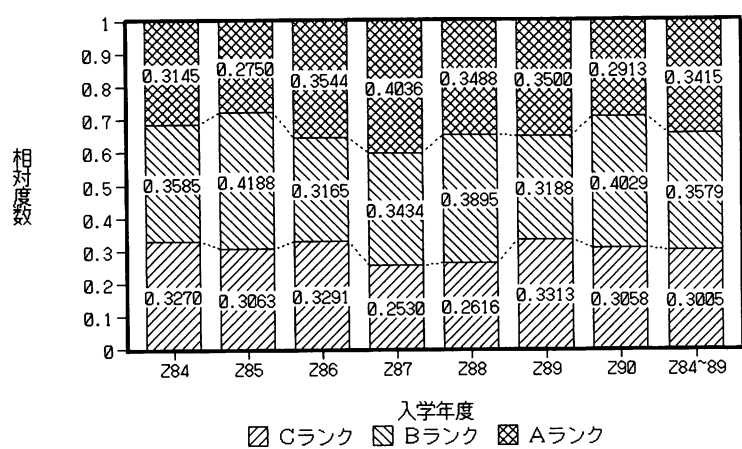


表 4 適合度及び独立検定

$\chi^2(0.05) = 5.991$

	Aランク	Bランク	Cランク	適合度検定	独立検定
P科84-89年度	64	94	85	$\chi^2=2.916$	$\chi^2=2.509$
P科90年度	7	21	14	有位差無し	有位差無し
Q科84-89年度	137	83	23	$\chi^2=12.925$	$\chi^2=10.347$
Q科90年度	13	19	9	有位差有り	有位差有り
R科84-89年度	80	81	84	$\chi^2=5.419$	$\chi^2=4.534$
R科90年度	11	20	9	有位差無し	有位差無し
S科84-89年度	52	91	101	$\chi^2=3.693$	$\chi^2=3.123$
S科90年度	7	11	23	有位差無し	有位差無し
Q科84-89年度	137	83	23	$\chi^2=4.571$	$\chi^2=3.461$
T科90年度	22	12	8	有位差無し	有位差無し

して判定した。各学科と全学科として、そして89年度までのQ科と90年度のT科について比較してある。我々は次の事を考察した。

a) P科について

分散分析による有意差検定では年度による有意差無しの判定であった。また表4の検定でも有意差無しの結論であった。しかし、表3-1によると年度による変化はかなり認められるし、特に89年度までと90年度に關しての絞ると、90年度はAランクの学生の割合が下がり、かわりにBランクの割合が高くなった。單純に増学科の影響があったとはいいい難いが、一つの特徴である。

b) Q科について

89年度まで、つねに高い平均点であったこの学科は90年度に大きくその得点を下げた。分散分析による有意差検定でも、89年度までは有意差無し、90年度を加えると有意差ありの判定結果であった。また、表3-2によると、90年度はAランクの大幅減、B、Cランク大幅増という分布で89年度までとは明らかに違う得点分布となっている。それは、表4の適合度、独立、いずれの検定からも確認できた。この科については、増学科の影響が大きかったと結論づけてよい。

c) R科について

この科の年度による変動は大きなものがあり、理由を推測する事は難しい。表3-3によると87, 88年度等はQ科に匹敵するほどの得点の高い学生が集まっている。想像するに、このころバイオテクノロジーが注目されていた時期でもあった。ただ84~89年度までまとめて考えると、3つのランクわけはほぼ同じ比率で、本校のもっとも平均的な学生が集まっているという結果であった。また、90年度に注目すると、他の学科は前年度より、軒並平均点を下げているなかで、この科は逆に上がっているし、Bランクの学生の割合は増えて50%となり、過去このような高い比率はなかった。これは一つの特徴であろう。ただ、表4の両検定においては、その実現値 χ^2 の値はかなり高いものの有意差無しの判定で、單純に増学科の影響を判断することはできない。

d) S科について

この科の平均点は、どの年度も常に下位にあるのであるが、分散分析、及び適合度、独立の両検定では有意差無しの判定であった。しかし表3-4からはかなりの変化がよみ取れる。87年度と90年度、Aランクの学生の割合が低いのであるが、

87年度は他学科の平均点が軒並最高点であり、この年度は他学科に学力の高い学生が流れたものと推測される。また、90年度に關しては、Aランクの学生の割合が低く、若干平均点を下げているのであるが、Cランクの学生の割合が大幅に増え、56.1%と最高値であり過去にこのようなことはなかった。平均点だけから、増学科の影響があったことを読み取ることは難しいが、この表からは、その影響を読み取ることが出来る。

e) T科について

新しく増設されたこの学科は5学科中最高の平均点であり、規存のQ科にとって変わったかのように見える。表3-2にT科90年度の得点分布状態をQ科と合わせて載せてあるが、Q科の89年度までの分布状態と非常によく似ている。また表4の適合度、独立の両検定でも有意差無しの判定が出た。90年度に關しては、このT科が規存のQ科にとって変わったと結論づけてよい。ただ、89年度までのQ科より、若干平均点が低いことを、Cランクの学生の割合が10%程高いことから読み取ることが出来る。

f) 全学科について

表3-5が全学科についてのものであるが、表1-3からも推察されるようにそれほど大きな変化はない。学科によっては大きな変動があったが、全学科と言うことになれば平均化の効果が現れるからである。表からは85年度と90年度が他の年度よりAランクの割合が低く、Bランクの割合が高いことが読み取れる。85年度の理由づけは難しいものがありここでは触れることが出来ない。しかし、90年度は増学科にともない、志願者大幅増を我々が期待したにも拘らず、逆に微減となった現実があった。そのため定員増の分をBランク、Cランクから補充せざるを得なかったことが分かる。

4. ま と め

今までの考察から、増学科の影響に關してまとめてみる。

第一に、90年度Q科入学生の数学の学力が大幅にダウンして、89年度までのQ科入学生とは明らかに有意差が生じ、その結果90年度、新設されたT科を除く他学科とさほど差が無くなった。

また、T科は90年度他学科との有意差が大きく、89年度までのQ科の学生と有意差がないことから、従来のQ科に変わる学力の高い集団を形成

した。これらは統計的分析で数学的に確認され、90年度入試前に、Q科の志願者倍率が例年よりかなり下がり、心配されていたことが裏付けられた形となった。

第二に、学科によっては増学科の影響は顕著ではないが、84～89年度の平均と90年度を比較すると、P、R科についてはAランクの減少Bランクの増加、S科についてはAランクの減少Cランクの増加、Q科についてはAランクの大幅減少B、Cランクの大幅増加という特徴がみられた。全体としては定員増になった40名程を、期待した学力Aランク学生の増加ではなくB、Cランク学生の増加で埋めざるを得なかった。つまり、学科増に伴って新たな志願者の増加を我々は期待したが、現実には従来の志願者を5学科に振り分けた形となった。

これらは、我々にとって必ずしも好ましい影響ばかりとは言えないようである。色々な学科があることは教育の多様性の意味から言ってよいことだと思われる。しかし、予想されている中学卒業生数の減少、また本校が設置されている地域について言えば、人口の大幅増は余り期待できない現実のなかで、優秀な学生を獲得することの困難さが再確認されたものと思われる。しかし、現実には学生は入学しているのであり、我々は彼らの学力が上がるように、色々な方法で努力しなければならない。また、さらに言えば、我々は機会ある事に、一般人に以外と知られていない高専制度をもっと宣伝する必要があるのではなかろうか。そしてより優秀な学生の獲得に努力する必要があると思われる。

参 考 文 献

- 1) 小鹿正夫：一年生数学実力テストの分析，本校紀要19号
- 2) 篠原昌彦：確率統計，朝倉書店
- 3) 上田稔，岡田泰栄，芳谷大和：確率統計，大日本図書
- 4) 稲葉三男，北川敏男：統計学通論，共立出版
- 5) P. G.ホーエル：入門数理統計学，培風館
- 6) 越昭三：初等確率統計学，廣川書店
- 7) E.クライツィグ：確率統計入門，培風館
- 8) 猪野富秋，伊藤正義：数理統計学，森北出版
- 9) 河田龍夫，國沢清典：現代統計学，廣川書店
- 10) スネデガー：統計的方法，岩波書店
- 11) 山元周行：統計学要論，明文書房

(平成2年11月28日受理)