情報管理学科生の新入学時の数学的な基礎学力とプログラミング関連科目の学習到達度

Relation between Ability in Basic Mathematics and Attainments in Programming Course of Freshmen at Department of Information Management in Asahi University

森　下　伊三男
Isao Morishita

要　旨

情報管理学科開設以来、新入学生に対し、毎年４月に同一の基礎的な数学の問題を用いた学力調査を実施してきた。その調査結果について述べると共に、得られた数学の基礎学力と第１学年に開講されているプログラミング関連の科目の学習到達度との関係について、その解析結果を報告する。なお、これは平成５年度の宮田研究奨励金(A)の補助の元に進められた研究である。

1　はじめに

経営学部情報管理学科は平成３年度に創設され、本年度（平成６年度）の終わりには初めて卒業生（第１期生）を送り出す。学科開設以来、著者は第１学年の必修科目としてプログラミング論（以下「Ｐ論」と略す）及びプログラミング演習Ⅰ（以下「Ｐ演」と略す）を４年間担当してきた。後に詳しく述べるが、Ｐ論では基礎的なアルゴリズムの導入とプログラミングの考え方を学び、Ｐ演では実際にプログラミング言語を利用して自らプログラムを作成し、Ｐ論で学んだことを具現化していくことが大きな目標となっている。

そのようなＰ論やＰ演などのプログラミング関連の科目（Ｐ論、Ｐ演の他にプログラミング演習Ⅱ、プログラミング演習Ⅲなどがある）を学ぶには、一般に、論理的な思考や数学的な素養が欠かせないと言われている。そこで、これらの科目を担当するに当たって、その学習到達度と新入生の入学時の数学的な学力とがどの程度関連するものなのか、その分析を試みることにした。もし、それらの間に何らかの関係が見いだされれば、その結果を授業に反映させることができる。更に、入学試験の実施科目の設定についても何らかの寄与ができる可能性もある。例えば、平成６年度までの入学試験では、数学について、課せられていた入試区分もあるし、必ずしも必要とされない入試区分もあった。ところが、平成７年度から数学は選択となり、受験時に数学を必要としなかった学生の数は大幅に増えることが予想されている。そのような現状の中で、基礎的な数学力の違いがどのように

プログラミング関連科目の学習到達度に影響してくるかが明らかになれば、入試科目の選定についての何らかの提言が可能となる。

一方、筆者は平成3年度入学の第1期生から平成6年度入学の第4期生までの4年間の新入生について、その特徴を捕らえるために毎年度の最初の授業でアンケート調査を実施してきた。その内容は、新入生のパソコン環境、情報処理技術者試験への関心度、4分野への関心、情報処理関連用語の認知度、将来の希望などである。更に、新入生の数学的な基礎学力を見ることを目的に、それらの諸項目に加えて数学の基礎的な問題（以下「基礎数学」ということにする）についても解答させた。アンケートの各項目の分析結果は本稿の内容とは離れるので別の機会に譲るとして、ここでは、その基礎数学の調査結果を分析の対象とする。

新入生の数学の基礎学力については、入学試験の結果が利用可能であるならば、それらをある程度活用する事ができる。しかし、入学試験の結果については当然の事ながら非公開であるからそれは不可能である。また、たとえ可能であっても、入試区分によっては数学を全く必要としなかった学生もいるため、新入生全員についてのデータは得られない。その点、アンケート調査で実施したものは、全員が同一の問題について解答することになり、新入生全員についての調査が可能となる。この点については、以前に英語についてのアチーブメントテストを実施したことと同様の効果を得ることができる。更に、このアンケート調査では毎年度同じ問題を課しており、年度による違いなどの経年変化についても分析を行うことが可能となる。従って、ここでは、そのアンケート調査で実施した基礎数学の正解率（以下、「基礎数学の学力」あるいは「基礎数学力」ということにする）とＰ論・Ｐ演の学習到達度との関連を調べることにする。

2　基礎的な数学力の調査

前節で述べたように、新入生の中には、本学科へ入学するに当たって、数学を受験して入学した者もいるし、全く数学は関係せずに入学してきた者もいる。また、当然の事ながら、高等学校の課程で数学を学んではいるが、その範囲は様々である。出身高等学校が普通科なのか商業科なのかによっても違うし、選択の幅もかなり広い。例えば、高等学校での数学関連の科目は数学Ⅰ、数学Ⅱ、基礎解析、代数幾何、微分積分、確率統計などがあり、アンケートの詳しい集計結果はまだ出ていないが新入生の履修科目は様々なようである。これらの関連科目のうち、本学科入試における数学の出題範囲は数学Ⅰとなっている。従って、少なくとも新入生は数学Ⅰについては全員が高等学校で学習しているであろうという前提の元に、アンケート調査では出題範囲を数学Ⅰの内容に限定した。

このアンケートは、著者の担当している必修科目であるＰ論の最初の授業の時に毎年度実施してきた。従って、第1回目の授業を欠席した学生は調査の対象外となる。しかし、

授業への出席率は、第1学年の最初の授業であることから極めて高く、アンケート回収率は以下の表1の通りであった。第2期生の回答率が一番が高く、4年間を平均しても90%以上の新入生がアンケートに答えていることになる。アンケート用紙はB4用紙で2ページにわたり、数学の問題は2ページ目のほぼ3分の2を占めている。また、アンケートは全体で約1時間をかけて実施され、その中で、数学に関連した部分の解答時間は、毎年度固定して、時間不足とならないように考慮し、30分に設定した。

表1．新入学生数とアンケート回収率

入学年度	平成3年	平成4年	平成5年	平成6年	4年間
入学者数(名)	183	178	178	178	717
回答者数(名)	165	171	159	160	655
回収率(%)	90.2	96.1	89.3	89.9	91.4

アンケートの中での基礎数学の出題数は、調査の段階では全部で7問であった。しかし、ここでは6番目の問いをその内容を考慮して二つに分け、それらを第6問、第7問とし、7番目の問いを第8問とする。以下に各問題の内容とねらい及び正解数の分布ついて述べる。また、実際の問題は参考資料として本稿の最後に載せておく。正解数の分布については、図1-1から図1-8に各年度・各問ごとの正解者数の比率をヒストグラムの形で示す。各図は、上から順に平成3年度（'91年度）から平成6年度（'94年度）までを示し、横軸は正解数、縦軸は人数の相対度数を示す。各問の解答すべき数（解答欄の数）は以下に述べるようにまちまちであり、グラフの横軸の最大値はその解答欄の数と一致させてある。なお、各問について図はすべて同じ仕様であり、問題の番号及び年度をグラフのタイトルに記してある。

各問題の内容とねらい及びその結果

第1問：集合演算（論理演算）の問題

集合演算の論理和・論理積・否定を用い、ド・モルガンの定理を含んだ2種類の演算結果を解答欄にある8つ選択肢の中から選ぶ形式で、解答欄は二つである。プログラミングにおいて、論理型の演算やif文などでの条件判断には、論理演算や論理式の考え方が不可欠であることから、その理解度を調べるために導入した。図1-1を見ると、年度が下がるに従って正答率が落ちていく傾向にあることがわかる。しかし、これが有意であるかどうかはここでは検証しない。また、ほぼ4分の1から3分の1の新入生が全く正解を出していない事実は注目に値するであろう。

第2問：整数に関する問題

二つの正の整数の最大公約数と最小公倍数を求める小問を2つ出題し、解答欄は四つで

ある。プログラミング関連の教科書では、アルゴリズムを解説するとき初期の段階でユークリッドの互除法を紹介する事が多い。著者の担当するP論でもそうしている。そこで、少なくとも、自分の手で最大公約数や最小公倍数を求めることが必要であろうという前提のもとにこの問題を導入した。図1-2を見ると、この問題についてはほぼ70％前後の新入生が正解を出しており、このような整数に関した問題についての学力は特に心配はないように見受けられる。

第3問：分数式の単純な加減算の問題

問題のレベルとしては小学校高学年の問題であろうが、実際に通分や約分などを自分の手で間違えずに実行できるかどうかを問う問題である。算術計算での注意深さ、正確さを見ることもねらいに含め、小問2題を出題し、解答欄は二つである。図1-3を見ると、各年度ともほぼ80％の新入生が2問とも正解している。第2問と同様に、この種の問題に対する学力ついては心配するには及ばないようである。ただし、約2割の新入生が1問しか解けなかった事を重視すべきか否かについては議論の余地があるかもしれない。一方、中には、「面倒くさい」という記述があるだけで回答拒否をする学生もいた。従って、この問題は数学力を問うというよりも、面倒な計算を如何に着実に実行できるかという注意力や忍耐力を問う性格も持ってしまったようである。ここでは性格の傾向を調べているわけではないので、その点については別の調査が必要であろう。

第4問：方程式を解く問題

$ax^2+bx+c=0$　（ただし、各係数は定数とする）という方程式を解く過程をも含めて答えさせる問題である。特に二次方程式とは明示せずに出題している。記述式であるため、解答の中には、特に意識せずに二次方程式と判断してその根の公式を記述するだけの者、自分で変形して根の公式を求める者、各係数がゼロか否かで場合分けをして解答する者など、さまざまであった。新入生が方程式をどのように理解しているか、また、実際に式を変形できるか、場合分けが考えられるかなどを見ようとした問題である。図1-4を見て分かるように、完全に正解した新入生はほとんどいない。この問題の場合の正解数は、根の公式だけを答えた段階で正解数1、更に、式の変形をして解を求めた場合に正解数1、場合分けができ不定や不能という答えを出すに至った場合に更に正解数1を与えた。従って、合計の正解数を3としてグラフを表した。ほとんどの新入生は根の公式は知っているものの実際にそれを自分で求めることは困難なようである。

第5問：平方根の値を問う問題

整数の1から9までの平方根の値を小数点以下3桁程度で記入する問題で、解答欄は九つである。大抵の新入生は2や3の平方根は暗記しており、ねらいとしては5や7の平方根まで暗記しているか否か、さらに、6や8の平方根を2や3の平方根から計算で求める

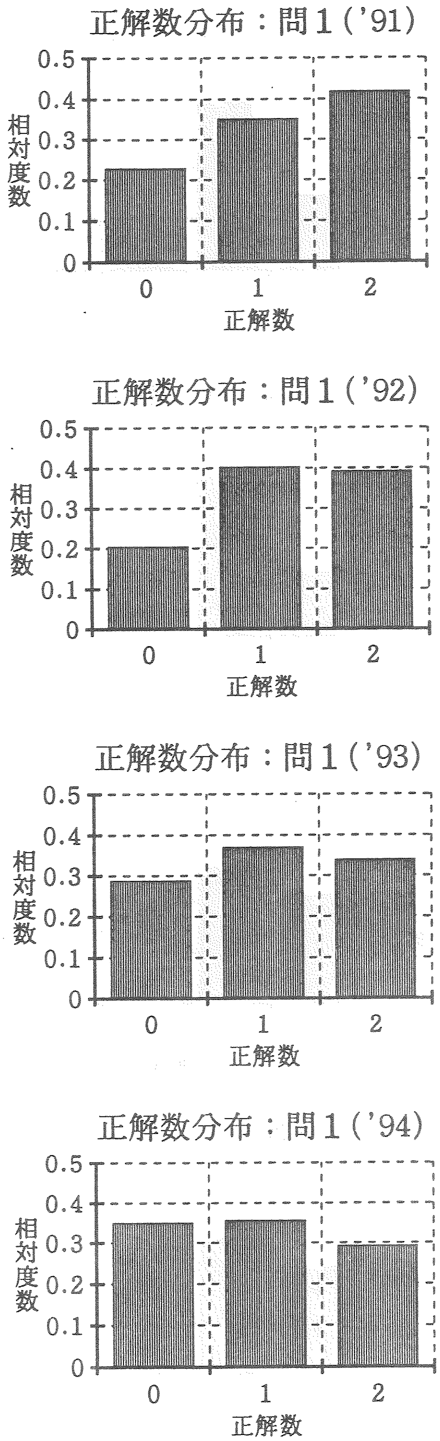

正解数分布：問1('91)
正解数分布：問1('92)
正解数分布：問1('93)
正解数分布：問1('94)
相対度数
正解数
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
1
2

図 1-1

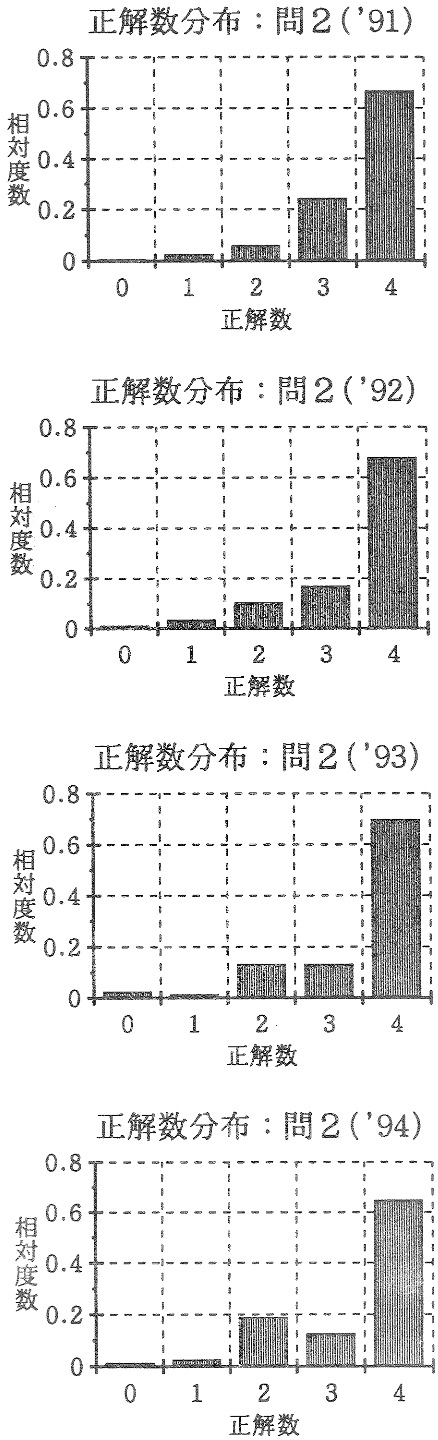

正解数分布：問2('91)
正解数分布：問2('92)
正解数分布：問2('93)
正解数分布：問2('94)
相対度数
正解数
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
1
2
3
4

図 1-2

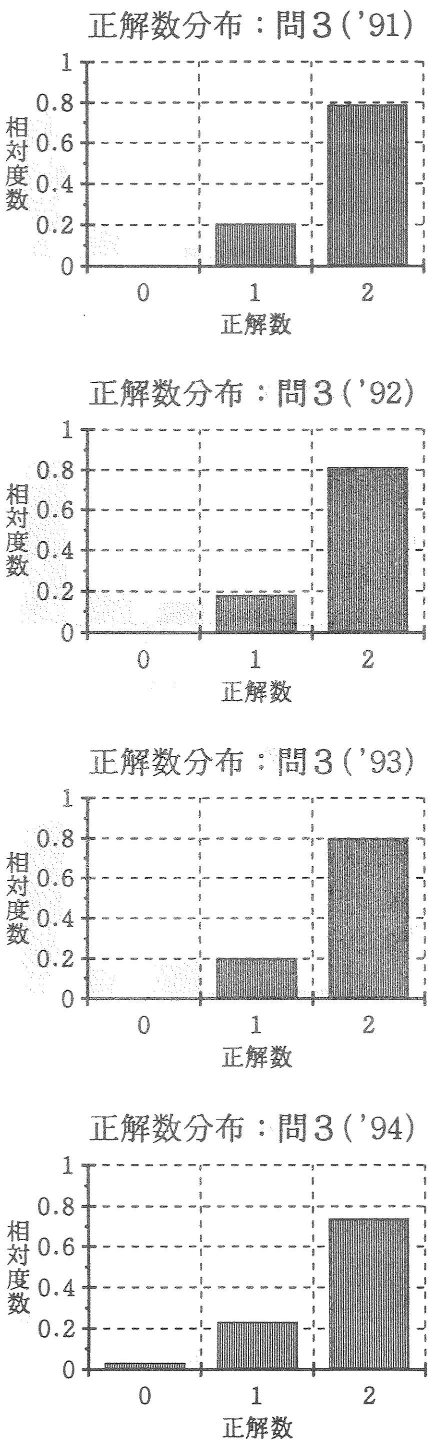

正解数分布：問3('91)
正解数分布：問3('92)
正解数分布：問3('93)
正解数分布：問3('94)
相対度数
正解数
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
1
2

図 1-3

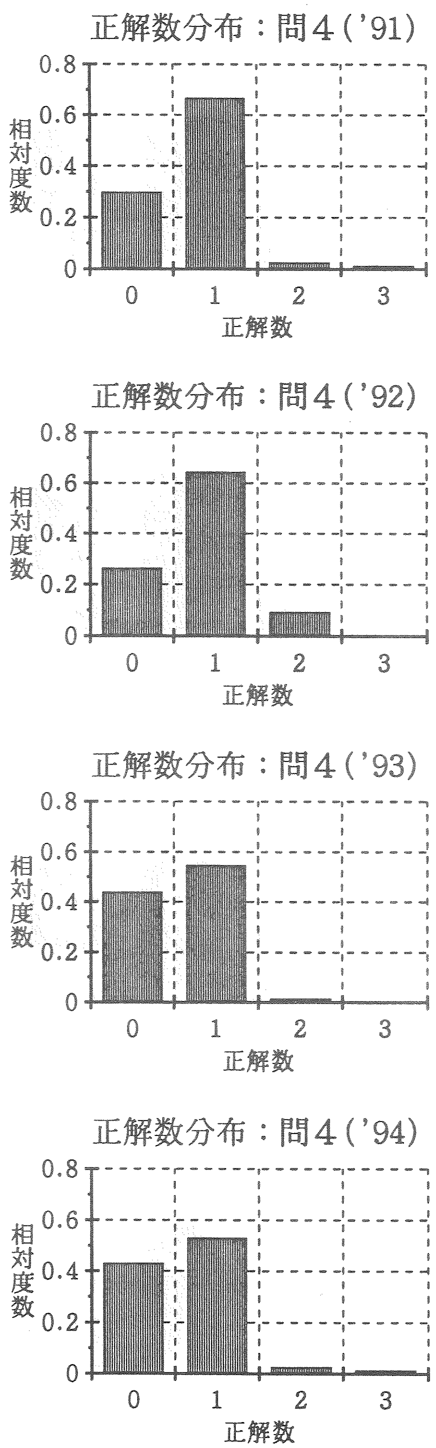

正解数分布：問4('91)
正解数分布：問4('92)
正解数分布：問4('93)
正解数分布：問4('94)
相対度数
正解数
0
0.2
0.4
0.6
0.8
0
1
2
3

図 1-4

ことができるかどうかを見るものである。図 1–5 に見られるように、初年の平成 3 年度（ '91 年度）の新入生だけ若干異常なところにピークがある。しかし、それ以外の年度では、1, 2, 3, 4, 9 の平方根に加えて、5 と 8 の一方あるいは両方の平方根が正解となり、それが正解数 5 又は 6 のところのピークとなっている。初年度（ '91 年度）については、解答の方法について特に口頭での注意をしなかったため、多くの新入生が問題をよく読まず、ルートをつけて解答（例えば、2 の平方根を $\sqrt{2}$ と記入）したことにより、他の年度とは異なった分布になってしまった。

第 6 問：三角比の問題

三角比の値を問う問題である。三角関数のサイン（正弦）、コサイン（余弦）、タンジェント（正接）のそれぞれ 0, 30, 45, 60, 90, 120, 135, 150, 180 度の各角度での値表を埋める問題で解答欄は 27 である。表の一部だけを解答欄として記入させれば大体の傾向は分かるのだが、一応、値が正から負に変わったり、絶対値の大きさの変化の様子を理解しているかどうかを見るつもりで表全体を記入させることとした。これは特定の角度について三角比を覚えているかどうか、その三角比から各角度での三角関数の値を導き出せるか否かを問う問題である。ほぼ 8 割近い新入生が若干のケアレスミス（符号の間違いなど）を除いてほぼ全部を正解している。ただ図 1–6 の平成 6 年度（ '94 年度）の分布は他の年度と違って正解率が小さくなっているし、その前年の平成 5 年度（ '93 年度）と共に 0 点の新入生もいることが特徴である。

第 7 問：三角関数の計算問題

三角関数のサインの値を与え、それからコサインとタンジェントの値を計算する小問、及び、コサインの値を与え、それからサインとタンジェントを計算する小問を各 1 問づつ出題し、解答欄は四つとなっている。三角関数にはいろいろな公式があり、実際にそれらを計算に役立てることができるか否かを見る問題である。図 1–7 にあるように、6 割前後の新入生は全問とも正解であったが、全く解答できなかった者も 1 割前後いた。また、年度が後になるほど正解数 0 の新入生の割合が多くなっている。

第 8 問：図形と式の問題

全部で三つの小問があり、1 問目は 2 点の座標を与え、その 2 点を通る直線の式を求めること、2 問目は原点と半径を与えて円の式を求めること、3 問目は 2 次形式の展開された式を与え、その式を変形の後、式の表すグラフを描かせることである。この問題も、平成 6 年度（ '94 年度）を除いてほぼ 7 割から 8 割の新入生が全問正解であった。第 7 問同様に、年度が後になるほど正解率が小さくなっていることに注目すべきかもしれない。

以上、各問題のねらいとその結果を述べたが、果たして、これらの問題が本当に数学の

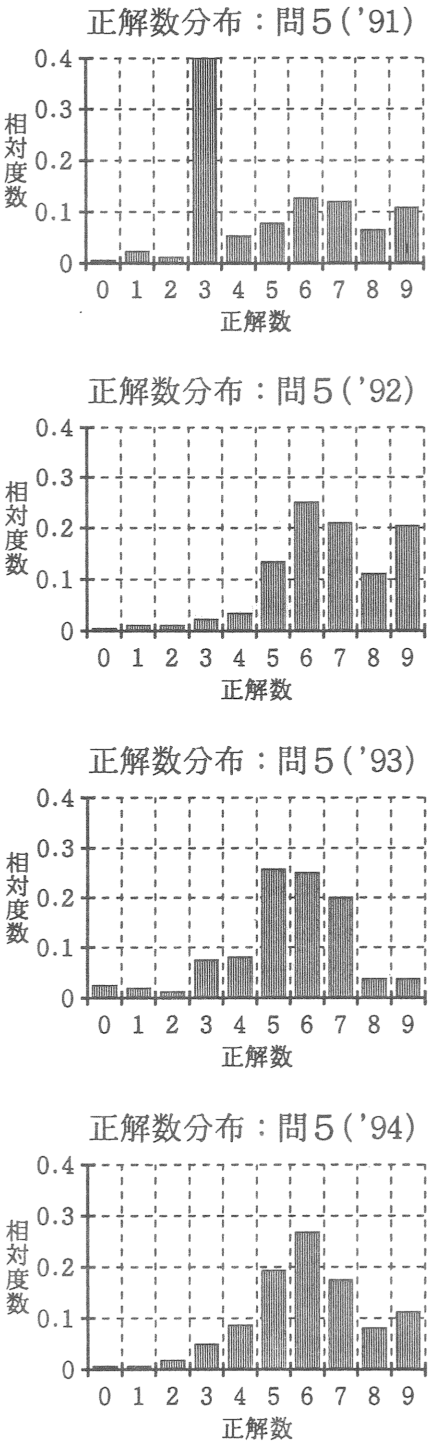

正解数分布：問５（'91）
相対度数
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
正解数
正解数分布：問５（'92）
相対度数
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
正解数
正解数分布：問５（'93）
相対度数
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
正解数
正解数分布：問５（'94）
相対度数
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
正解数

図 1 - 5

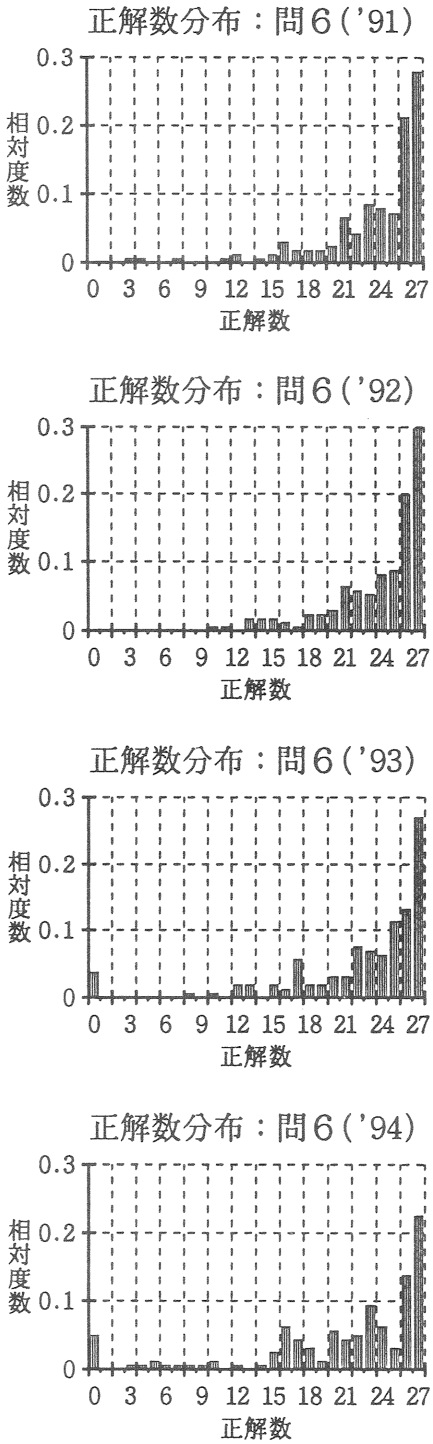

正解数分布：問６（'91）
相対度数
0.3
0.2
0.1
0
0 3 6 9 12 15 18 21 24 27
正解数
正解数分布：問６（'92）
相対度数
0.3
0.2
0.1
0
0 3 6 9 12 15 18 21 24 27
正解数
正解数分布：問６（'93）
相対度数
0.3
0.2
0.1
0
0 3 6 9 12 15 18 21 24 27
正解数
正解数分布：問６（'94）
相対度数
0.3
0.2
0.1
0
0 3 6 9 12 15 18 21 24 27
正解数

図 1 - 6

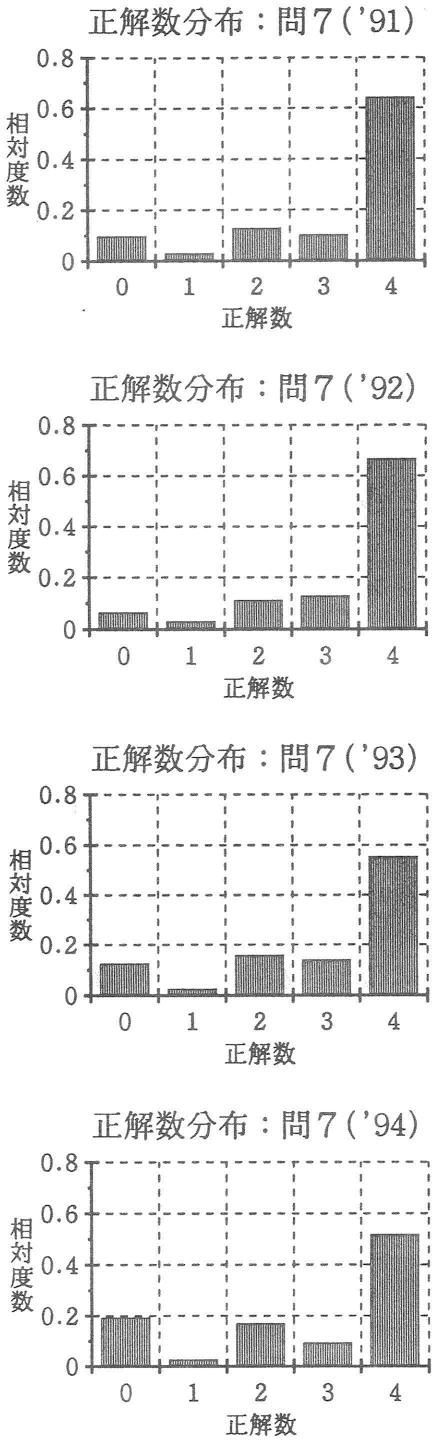

正解数分布：問7('91)
正解数分布：問7('92)
正解数分布：問7('93)
正解数分布：問7('94)
相対度数
正解数
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
2
3
4

図 1-7

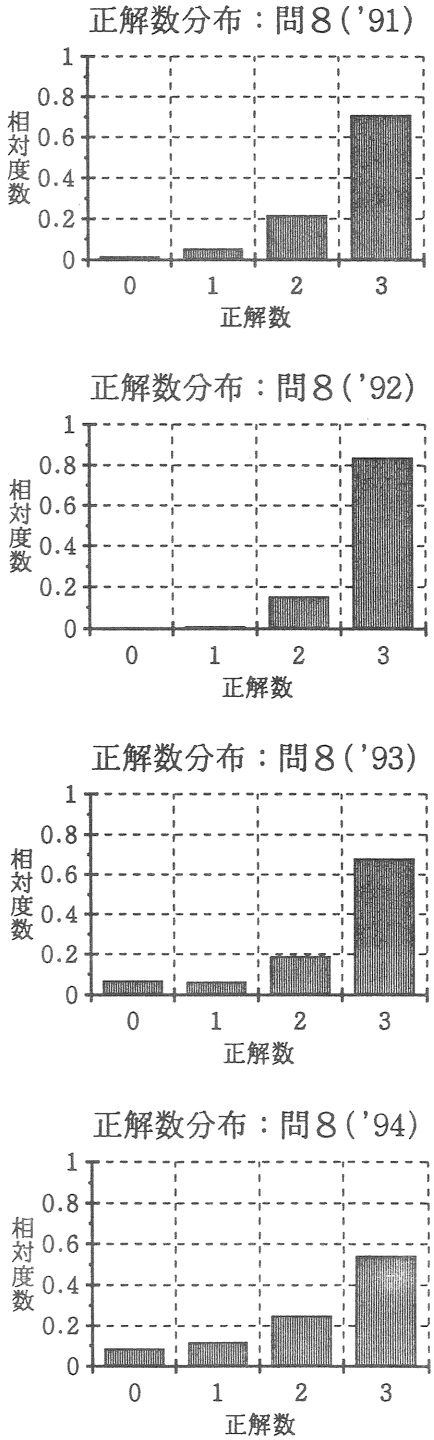

正解数分布：問8('91)
正解数分布：問8('92)
正解数分布：問8('93)
正解数分布：問8('94)
相対度数
正解数
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
2
3

図 1-8

基礎的な学力を調べる上で適当であるかどうかについては議論の余地があろう。しかし、現段階では、この資料しかなく、また、ある程度は本来の数学力が反映されているであろうと考え、以下の分析を行うことにする。ただし、実際の高等学校で学習する数学Ｉでは、上記の出題分野の他に関数（二次関数、分数関数、無理関数）、連立方程式、不等式なども学習範囲に入っている。従って、アンケート調査時に行った学力検査は出題分野が若干限定されていることを念頭に置いておく必要があろう。

上記の第１問から第８問まで、各問題のそれぞれの正解率とＰ論やＰ演の学習到達度との関係を個別に調べるのが妥当であろうが、本稿では、解析の第１段階として、これら８問の全体の得点を分析の対象とした。得点は、各問題を１点満点とし、合計で８点満点として表した。つまり、各問題の中で複数の解答欄がある場合は、平等に配点して、各問題で１点満点となるように正規化した。例えば、第１問は解答欄が二つあるので、正解数１につき 0.5 点とし、第６問では解答欄が 27 あるので正解数１につき 1/27 点という得点を与えた。また、記述式である第３問は、前述したように単に根の公式を書いた場合から自分で式を変形して根の公式を導き出した場合、更に係数の場合分けをした場合にそれぞれ正解数１とし、全部で解答欄を三つと考えて採点した。

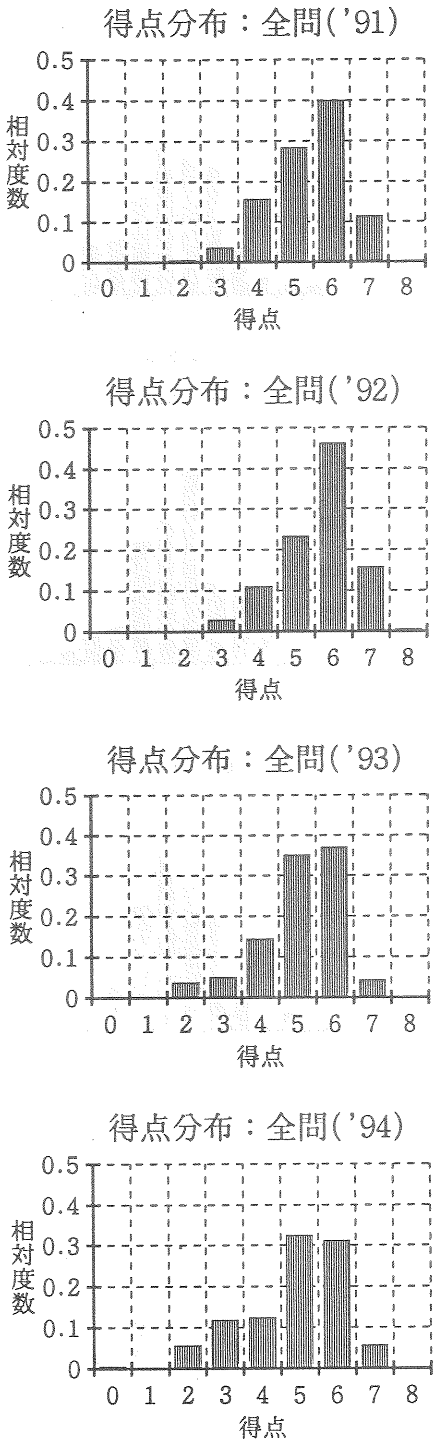
このようにして得られた各年度の全問に対する得点分布を図２に示す。横軸の得点は、一番左端が０点以上１点未満の範囲、続いて１点以上２点未満の範囲、というきざみ方をした。従って、横軸の一番右側は８点満点の相対人数を表すことになるが、実際には満点の学生は 1992 年度に１人いただけである。縦軸はその各範囲に入った人数の相対度数である。また、表２に各分布の平均値と標準偏差を示す。平均点は第２期生をピークに徐々に下がりつつあり、それに伴って、標準偏差も大きくなりつつある。例えば、平成６年度は全体として基礎数学力は過去４年間で最低であるが、得点の多い学生と少ない学生の差が一番大きくなっていることを意味している。実際に図２を見ると、それをはっきりと読みとることができる。

表２．各年度の基礎数学の平均値と標準偏差

入学年度	平成３年	平成４年	平成５年	平成６年
平均値（点）	5.86	6.15	5.56	5.28
標準偏差（点）	1.00	0.93	1.15	1.37

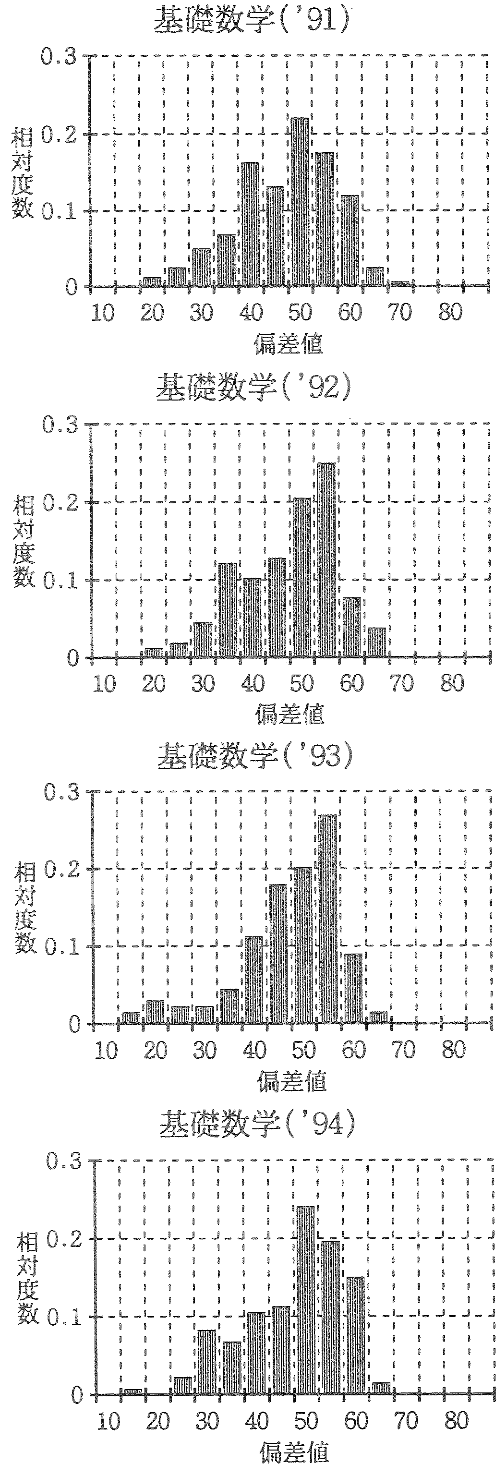
最後に、Ｐ論やＰ演の学習到達度との関連を見るため、８点満点で採点した得点から平均を 50 点とした偏差値を計算し、その値を基礎数学力を表すデータとして扱った。

3 プログラミング関連科目



得点分布：全問('91)
得点分布：全問('92)
得点分布：全問('93)
得点分布：全問('94)
相対度数
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5
0 1 2 3 4 5 6 7 8
得点

図 2



基礎数学('91)
基礎数学('92)
基礎数学('93)
基礎数学('94)
相対度数
0 0.1 0.2 0.3
10 20 30 40 50 60 70 80
偏差値

図 3 - 1

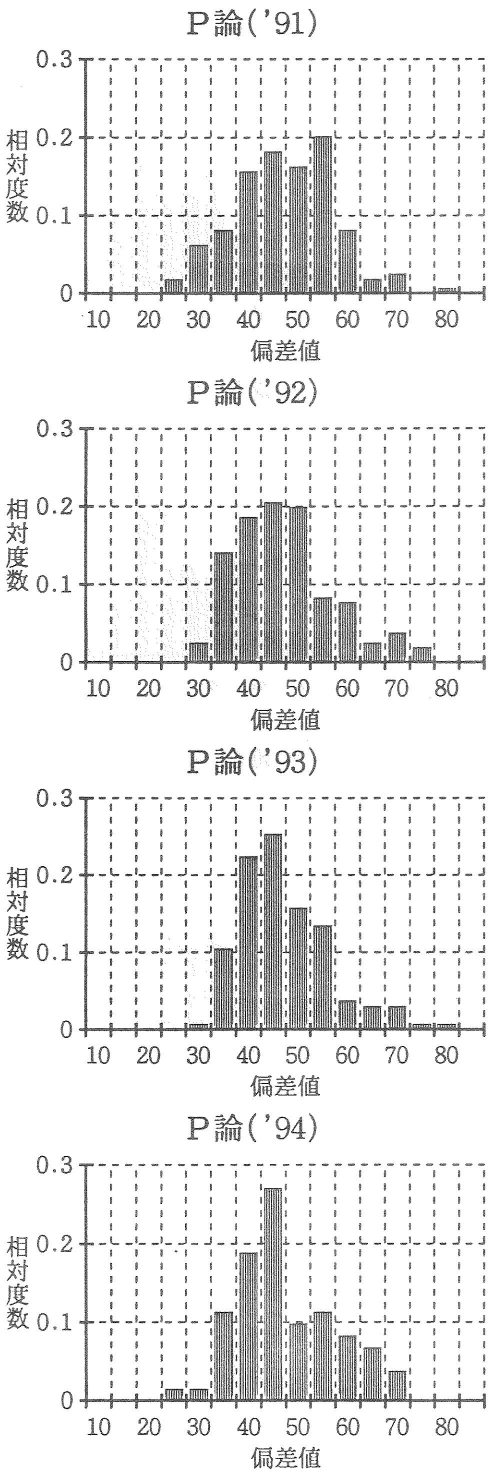

P論('91)
P論('92)
P論('93)
P論('94)
相対度数
0.3
0.2
0.1
0
10 20 30 40 50 60 70 80
偏差値

図　3－2

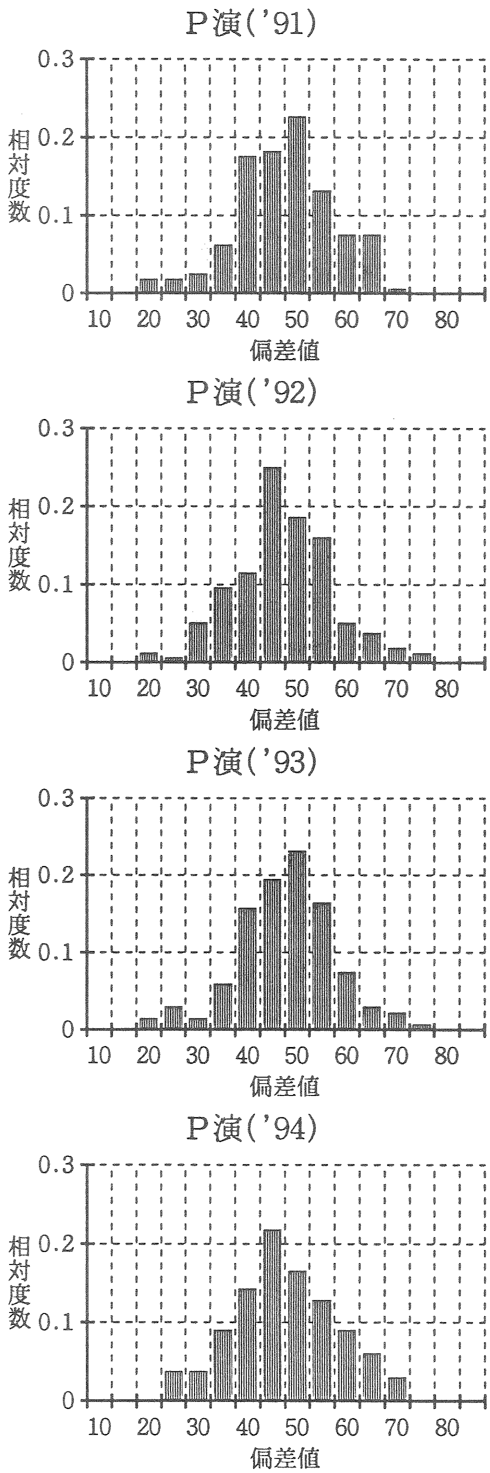

P演('91)
P演('92)
P演('93)
P演('94)
相対度数
0.3
0.2
0.1
0
10 20 30 40 50 60 70 80
偏差値

図　3－3

入学後、1年間の講義や演習を受けた後の学習到達度を表す指標として、ここでは、必修科目であるP論とP演の年度末の成績を用いることとした。

P論ではプログラミングの考え方を構造化プログラミングを中心に講義し、並行して、基本的なアルゴリズムの紹介と実際のプログラム言語であるPascalの紹介も行っている。Pascalについては、実際にプログラムを記述することよりも書かれたプログラムを正しく読むことを主体としている。この科目の成績は、前学期と後学期の各期末試験によって判定され、最終的には1年間の成績として得点で表示される。正式な評価はAからDの4段階の評価となるが、著者の手元にある実際の成績原簿は点数で評価されている。

一方、P演はPascalを用いて自分でプログラムを実際に組み立てる演習であり、処理系としてはTurbo Pascalを利用し、それに伴うシステムの扱いやMS-DOSの簡単な操作についても演習する。作成するプログラムの規模は、簡単な入出力を行う数行のものから、関数や手続きを用いたかなり長いもの(30から50行程度、場合によっては100行程度)まで授業の進行に伴って徐々にその内容も複雑になっていく。P演の評価は、P論と違って演習科目であるので、出席やレポート提出などに重点が置かれ、学期末のプログラム作成試験の結果が考慮されてP論と同様に成績原簿は点数化されている。

これら2科目の成績を直接扱うことは支障があると思われるので、ここでは、学習到達度の表現として、基礎数学と同様に平均を50点とする偏差値を計算し、それらをデータとして扱うことにする。また、これらの科目については、試験の内容・難易度・試験範囲などが年度によって異なることから、各年度の平均点や標準偏差については公表は差し控えることとする。

4 解析

4－1 データについて

すでに述べたように、基礎数学・P論・P演の3種類のデータはすべて平均が50点、標準偏差が10点の分布となっている。更に、これら3種類のデータの内どれか一つでも欠けている場合にはその学生のデータは解析から除外することとした。その結果、実際に解析で使われたデータ数及び入学者数に占める割合については表3に示すようになった。初めの2年間は採用率が85％を上回っていたが、後半の2年は初めに比べて10ポイント以上も採用率が下回っている。これは、後半の2年間はP演の欠席者が大変多く、年度末に成績の出なかった学生が多かったことによる。具体的な学生数は、平成3年度は14人、平成4年度は12人であったものが、平成5年度は30人、平成6年度には32人に及んでいる。P演は必修科目であるにもかかわらず、授業に一度も出席しないという学生も多く、そのような学生の他の科目への出席状況が気になるところである。

表3．解析に採用したたデータ数とその採用率

入学年度	平成３年	平成４年	平成５年	平成６年	４年間
入学者数(名)	１８３	１７８	１７８	１７８	７１７
採用数(名)	１５９	１５６	１３４	１３３	５８２
採用率(%)	８６．９	８７．６	７５．３	７４．７	８１．２

基礎数学・Ｐ論・Ｐ演の偏差値の分布をそれぞれ年度ごとに図 3-1, 3-2, 3-3 に示す。それぞれの図は上から順に平成 3 年度（ '91 年度）から平成 6 年度（ '94 年度）の結果を示し、横軸は偏差値、縦軸は相対度数である。横軸の偏差値については、5 点きざみで、一番左側は偏差値が 10 点以上 15 点未満の範囲を表している。当然のことながらすべて平均値は 50 点で、正規分布を仮定したときの標準偏差は 10 点である。

４－２　解析

三者の関係を見るために、互いの相関図を図 4 に示す。また、これらのデータについての相関行列を表 4 に示す。これらの図や表から分かるように、基礎数学とＰ論あるいはＰ演との回帰分析によって得られる相関はほとんど見られない。このことは、入学時に基礎数学の学力と関係なくプログラミング関連の科目の学習到達度が決まっていることを意味するものである。一方、Ｐ論とＰ演は明らかに相関が見られる。これは、講義と演習が密接に関係していることからも理解できる。これらのことから、基本的には、入学後のプログラミング関連科目の成績は、入学後の学生の学習の程度によって決まってくるものであり、入学時の学力はあまり関係しないと判断することができる。従って、入学時にたとえ基礎数学の成績がよくても、入学後に十分な勉学をしなければＰ論やＰ演の成績は悪くなってしまうということで、これは極めて当然の結果であろう。当然の事ながら、このことはプログラミング関連の科目に限ったことであり、他の科目については何の言及もできない。

表４　基礎数学、Ｐ論、Ｐ演の各年度の相関行列

◎平成３('91)年度

	基礎数学	Ｐ論	Ｐ演
基礎数学	1.000		
Ｐ　論	0.026	1.000	
Ｐ　演	0.113	0.584	1.000

◎平成４('92)年度

	基礎数学	Ｐ論	Ｐ演
基礎数学	1.000		
Ｐ　論	-0.046	1.000	
Ｐ　演	0.002	0.630	1.000

◎平成５('93)年度

	基礎数学	Ｐ論	Ｐ演
基礎数学	1.000		
Ｐ　論	0.143	1.000	
Ｐ　演	0.148	0.705	1.000

◎平成６('94)年度

	基礎数学	Ｐ論	Ｐ演
基礎数学	1.000		
Ｐ　論	-0.120	1.000	
Ｐ　演	-0.139	0.693	1.000

４－３　相関図の分布について

相関分析の結果は上記の通りであるが、年度によっては、相関係数は小さくても明らかに分布に偏りのある相関図が見られる。例えば、1993年度のＰ論－基礎数学の相関図の分布パターンは左上の点の少ない「かぎ型」となっている。また、1994年度のＰ論－基礎数学の分布パターンは「Ｕ型」になっている。この分布については、後に述べるが、パソコン入試で入ってきた新入生を除くと「Ｕ型」の左上の点が少なくなり「かぎ型」分布に移行することが分かった。この他、1993年度のＰ演－基礎数学も中心から左、右上、右下の３方向に足を延ばしたようなおかしな分布パターンになっている。このような分布の偏りについて本稿では詳しく述べないが、「かぎ型」分布について若干の言及をしておく。

「かぎ型」分布は、図の左上側の領域にデータが少ないことを意味している。この領域は、基礎数学の値が小さくＰ論やＰ演の値が大きい領域である。従って、この「かぎ型」分布は、基礎数学の値が大きい場合はＰ論やＰ演の値は大小まちまちであるが、基礎数学の値が小さい場合、Ｐ論やＰ演の値は小さい傾向にあるということを意味する。つまり、「基礎数学の成績が悪い学生には、Ｐ論やＰ演の成績の良い者が少ない」ということである。これは、対偶として、「Ｐ論やＰ演の成績のよい学生は基礎数学の成績も良い」とも言える。当然ながら、逆の「基礎数学の成績がよいならばＰ論やＰ演の成績も良い」とい

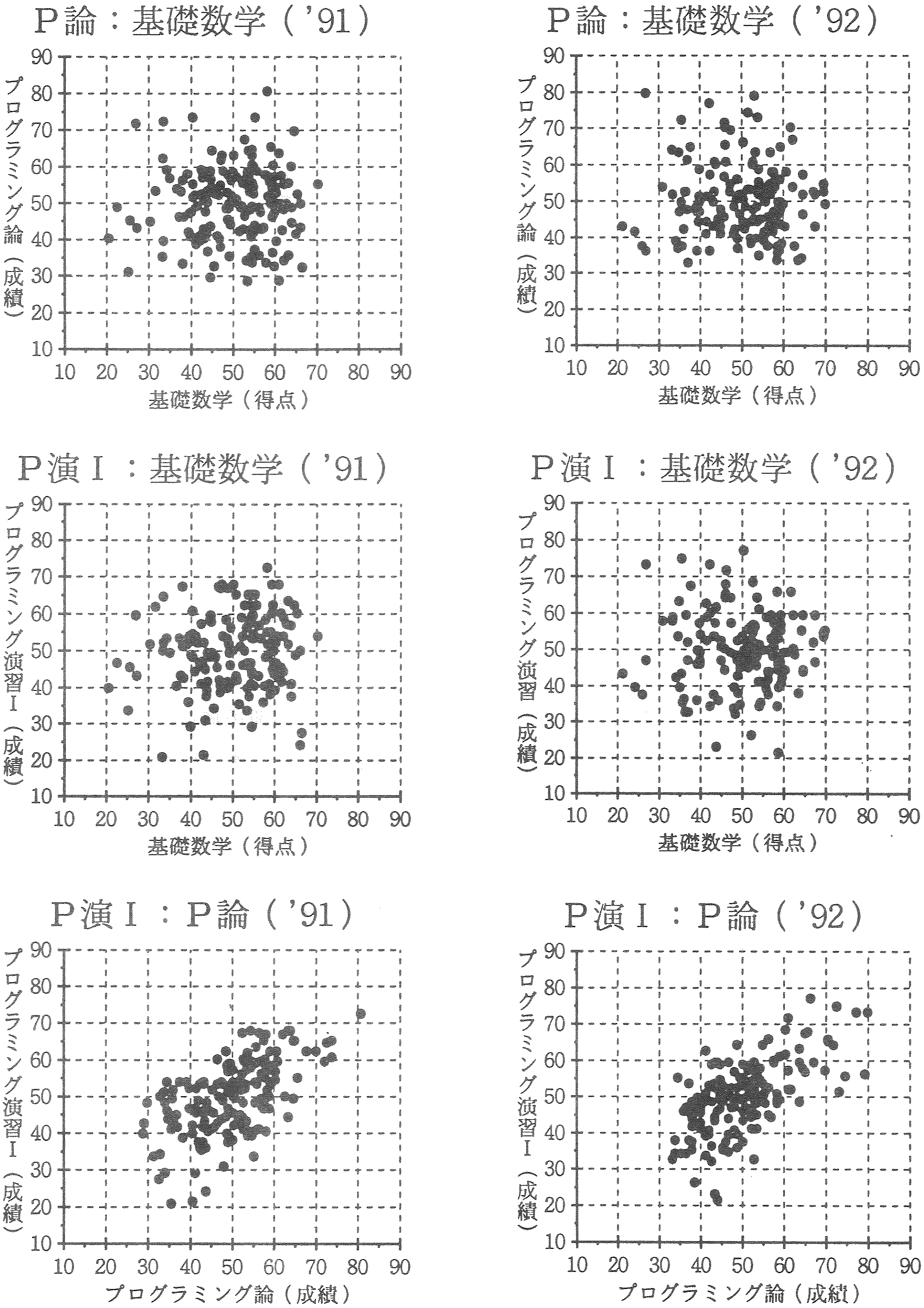

P論：基礎数学（'91）
P論：基礎数学（'92）
プログラミング論（成績）
基礎数学（得点）
P演Ⅰ：基礎数学（'91）
P演Ⅰ：基礎数学（'92）
プログラミング演習Ⅰ（成績）
プログラミング演習（成績）
P演Ⅰ：P論（'91）
P演Ⅰ：P論（'92）
プログラミング論（成績）
10 20 30 40 50 60 70 80 90

図 4

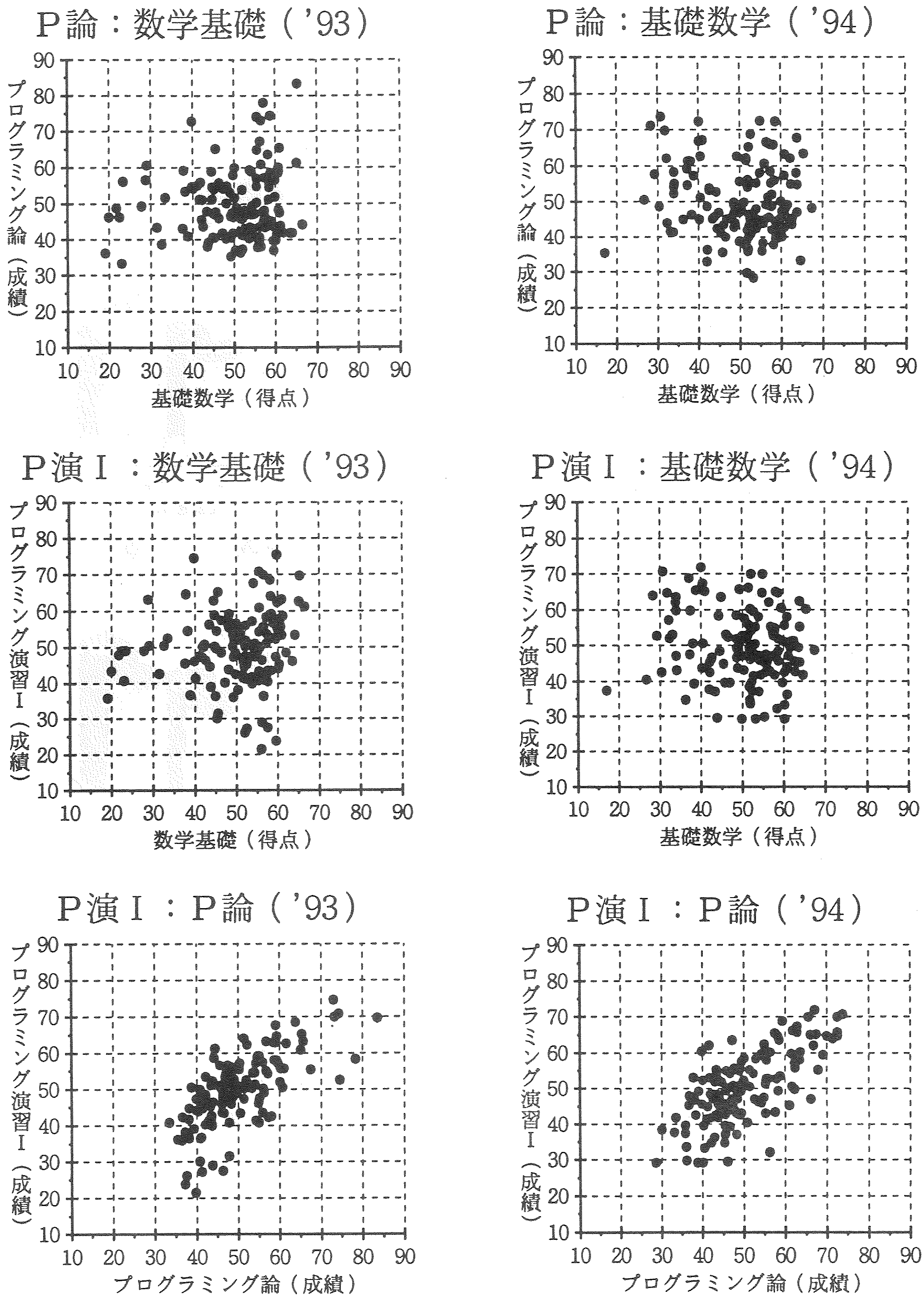

P論：数学基礎（'93）
プログラミング論（成績）
基礎数学（得点）
P論：基礎数学（'94）
プログラミング論（成績）
基礎数学（得点）
P演Ⅰ：数学基礎（'93）
プログラミング演習Ⅰ（成績）
数学基礎（得点）
P演Ⅰ：基礎数学（'94）
プログラミング演習Ⅰ（成績）
基礎数学（得点）
P演Ⅰ：P論（'93）
プログラミング演習Ⅰ（成績）
プログラミング論（成績）
P演Ⅰ：P論（'94）
プログラミング演習Ⅰ（成績）
プログラミング論（成績）
10
20
30
40
50
60
70
80
90

図 4（つづき）

うことは成立しない。基礎数学の成績が良いからと言って必ずしもP論やP演の成績も良くなるわけではなく悪くなる場合もあるのである。

そこで、試みに、基礎数学－P論、基礎数学－P演の相関図より、それぞれ、平均（偏差値50点）を境にそれ以上とそれ以下の偏差値の人数を数えてみた。つまり、基礎数学が平均以下でP論が平均以下あるいは以上の学生の人数、そして、基礎数学が平均以上でP論が平均以下あるいは以上という4通りの組み合わせで、それぞれの範疇に入る人数を調べた。4年間の全体について、それぞれの範疇に入る人数の相対度数を図5の円柱グラフに示す。図の横方向の軸は基礎数学、奥方向がP論（上の図）あるいはP円（下の図）を示す。左側の2本の円柱が基礎数学の平均以下、右側の2本が平均以上の範疇である。また、手前側の2本の円柱はP論又はP演が平均以下、奥側の2本が平均以上の範疇に入る。これらの図から明らかなように、4年間の平均では、左奥側の円柱の高さが特に低いということは見受けられない。従って、特定の年度についてのみ「かぎ型」分布が現れている可能性がある。一方、平均以上・以下という分け方では、この「かぎ型」分布の特徴を見い出すことはできず、分け方が不適当なために有意な違いが見られなかった可能性もある。相関図では、平均点より上の60点ぐらいに境があるように見える。この点に関する統計的な議論は別の機会に譲ることとする。

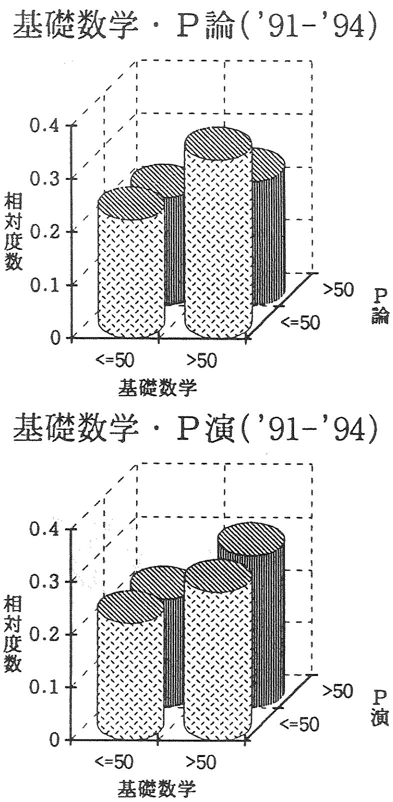


図 5

5 まとめ

平成3年度（'91年度）から平成6年度（'94年度）までの情報管理学科の入学生について、入学時に行った数学の基礎的な問題についての学力調査を行った。本稿ではその調査結果の報告をした。更に、その結果と入学後のプログラミング関連科目の学習到達度との関係について解析した。その結果、全体的には、両者に有意な相関関係はみられなかった。しかし、年度によっては、プログラミング関連の学科目の成績が上位の学生については、基礎数学の成績も良いことが分かった。つまり、基礎数学の成績の良くない学生は入学後のP論やP演の成績もあまり良くないという結果である。ただし、基礎数学の成績が良いからといってP論やP演の成績も良いとは必ずしもいえない。これは一般的な傾向で

あり、実際には、基礎数学の成績が悪くてもP論やP演で良い成績を修めている学生もいる。ここでの結論は、あくまで、傾向を示しているのみであり、学生の修学意欲や勉学の程度によって結果は変わりうることを特に強調しておきたい。

今後の課題として、相関図の分布パターンについての詳しい解析があげられる。また、基礎数学の学力検査と同時に実施したアンケート調査の中の別の項目との関連についての解析も行う必要があろう。この点は現段階では全く未解析の状態である。

一方、今回の解析では、基礎数学の合計得点をデータとして用いたが、基礎数学の各問題について同様の調査内容を試みる必要もあろう。今回の解析で相関が見られなかったのは、数学全体に対するものであり、個別の問題について解析を行うと何らかの相関がみれれる可能性が高い。例えば、論理演算に関連した第1問とP論やP演との相関については調べる必要があろう。

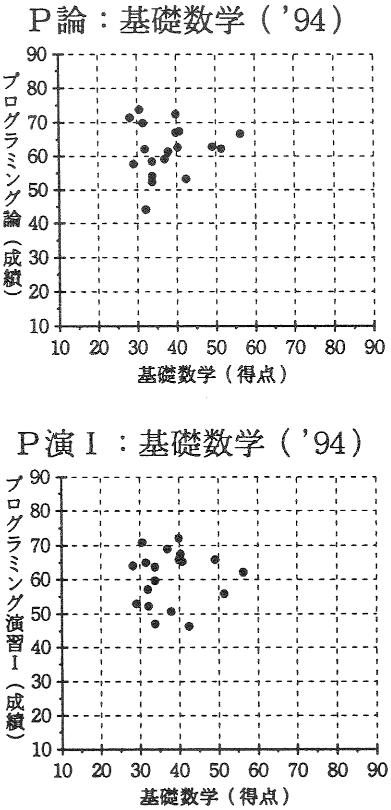


図 6

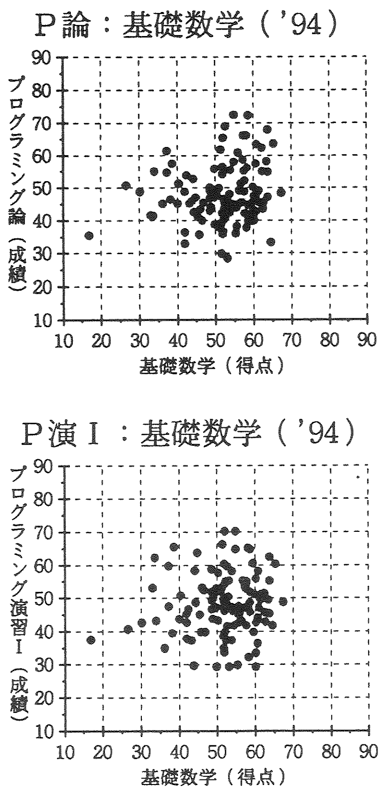


図 7

また、まだ初年度であり例数が少ないことから今回は解析を行わなかったが、平成6年度より実施されたいわゆる「パソコン入試」の区分によって入学してきた学生のみに対する同様な調査も必要があろう。これまでの予備解析では、パソコン入試で入学してきた新入生の中の19名について、基礎数学の得点は17名が平均以下であった。しかし、P論では18名、P演では17名の学生が平均以上の成績となっている。それぞれの相関図を図6に示す。これらの分布は、先に述べた「かぎ型」分布の逆の形であり、「かぎ型」分布の相関図の点の少ない領域にほとんどの学生が入っている。従って元の相関図の分布からこれらの点を除くと4-3で述べた「U型」分布は図7に示すように明らかに「かぎ型」分布に移行する。従って、「かぎ型」

分布について言及したことは1994年度の新入生についても当てはまる事になる。平成7年度にも「パソコン入試」は実施されているので、この点については例数を増やし、今後の解析を続けなければならない。

一方、今後、同様の調査を続けようとすると次のような問題点が生じてくる。今回の解析で利用したＰ論やＰ演は平成7年度より、科目名も変更され必修科目から選択科目へ、更に、第1学年から第2学年での開講へと移行する。従って、新入生全員に対する基礎数学力の調査は著者の担当する科目の授業時間では不可能となる。また、プログラミング関連の学習到達度についても、Ｐ論やＰ演が選択科目になるので、学生全員についてのデータを得ることは不可能となる。前者については、第1学年で必修科目となっている科目の授業時間を利用させていただき調査を実施することでデータを得ることが可能であろう。しかし、後者については、本稿のような解析が平成7年度以後の入学生に対しても実施できるか否かは分からない。選択科目となっても受講生が多ければ問題はないと思われるが、もし、受講生が少ない場合、統計的な精度にも問題が出てくる可能性がある。その場合には何らかの対応策を考えなければならない。その点について現在方向を探っているところである。

［参考資料］（平成６年度の問題：実際の問題より解答欄などの空行は除いてある。）

１）次の集合演算の結果として正しい式を右の１～８から選びその番号を（　）の中に記入せよ。

$\overline{(A \cup B)}$ ⇒（　　　）
$\overline{A} \cup (A \cap B)$ ⇒（　　　）

［1. $A \cap B$　2. $A \cap \overline{B}$　3. $\overline{A} \cap B$　4. $\overline{A} \cap \overline{B}$
5. $A \cup B$　6. $A \cup \overline{B}$　7. $\overline{A} \cup B$　8. $\overline{A} \cup \overline{B}$］

２）次の二つの数字の最大公約数と最小公倍数を求めよ。

１８　と　１２　の　最大公約数は＿＿＿＿＿＿、　最小公倍数は＿＿＿＿＿＿

５７６　と　８４　の　最大公約数は＿＿＿＿＿＿、　最小公倍数は＿＿＿＿＿＿

３）次の分数式を計算せよ。［計算途中の式も書いておく］

$\frac{3}{4} - \frac{1}{6} =$　　　　$\frac{7}{18} + \frac{5}{14} =$

４）次の方程式を解け。ただし、ａ，ｂ，ｃは定数とし、解く過程も示せ。

$aX^2 + bX + c = 0$

５）次の値の平方根を整数又は小数で書け。［小数点以下２～３桁まででよい］

１の平方根は＿＿＿＿＿＿、　２の平方根は＿＿＿＿＿＿、　３の平方根は＿＿＿＿＿＿

４の平方根は＿＿＿＿＿＿、　５の平方根は＿＿＿＿＿＿、　６の平方根は＿＿＿＿＿＿

７の平方根は＿＿＿＿＿＿、　８の平方根は＿＿＿＿＿＿、　９の平方根は＿＿＿＿＿＿

６）次の三角比の表及び（　）の中に値を記入せよ。値の無い場合は「値なし」と書け。

［$\sqrt{2}$，$\sqrt{3}$ を使っても良い］

	0°	30°	45°	60°	90°	120°	135°	150°	180°
sin									
cos									
tan									

［( ) 内を埋めるとき、途中の計算式も空欄に書き残して置く］

$\sin A = \frac{4}{5}$ のとき、$\cos A =$（　　　　）、$\tan A =$（　　　　）となる。

$\cos A = -\frac{2}{3}$ のとき、$\sin A =$（　　　　）、$\tan A =$（　　　　）となる。

７）a) ２点（０，３），（－１，２）を通る直線の式を（きれいな形にまとめて）書け。
b) 原点を中心とする半径２の円の式を書け。
c) $x^2 + y^2 - 2x - 4y - 20 = 0$　はどんな曲線か。
式を変形する場合は、途中の式を下に書き、右の空欄にグラフを示せ。

森下　伊三男（経営学部情報管理学科助教授）