

# 大島商船高専における新入生学力診断テスト（数学）の分析 （中間報告）

高田 功\* 神田 全啓\*\* 中井 洋史\*\*\* 吉富 知行\*\*

## Interim Report on the Analysis of the Mathematics Achievement Test after Entering Oshima National College of Maritime Technology

Isao TAKATA, Masahiro KANDA, Hirofumi NAKAI and Tomoyuki YOSHIDOMI

### Abstract

For three years, the new students have taken the same mathematics achievement test when they enter Oshima National College of Maritime Technology. In this paper, in order to analyze the results of this test, we compared the scores of the tests and the percentages of correct answer of each question for three years. We also calculated the correlation coefficient between the percentage of correct answer of each question and the grade of mathematics in their 1st and 2nd year, and compared the result of repeaters with that of 3 classes for each question. By this consideration, we found some suitable and unsuitable questions for this achievement test.

Key words : Analysis, Mathematics achievement test

### 1. はじめに

大島商船高等専門学校（以下「本校」という。）では、毎年新入生に対して学力診断テストを行ってきた。平成15年度までは市販されている問題集に添付してあるテストを学力診断テストとして使用してきた。しかし、その市販のテストは、毎年同じ種類の問題集から選んでいなかったため、テストの難易度は毎年異なっていた。そのため、入学してくる学生の学力を安易に比較することはできなかった。学力が低下してきているといわれる新入生の学力の推移を把握できていないことは、長い見地からみて学生の数学教育にとって不利益をもたらすものと考えられた。そこで、平成16年度から本校の教員が学力診断試験問題を作成し、まずは5年間同じ試験問題で新入生の学力診断テストを行ってみることにした。今年度までに3年間実施したので、その中間報告として、学力診断テストの各設問の新入生の学力推移と進級してからの数学の成績との関連などの分析を試みた。

### 2. 出題問題

まず、出題問題のあらましを紹介しておく。ただし、今後2年間同じ問題を使う予定なので、出題問題そのものを書くことは控えたい。出題問題は【1】から【9】まであり、【1】は（1）から（7）までの小問に分かれている。内容を列挙すると次のようになる。

- 【1】（1）分数を含んだ四則計算の問題
- （2）分数と符号を含んだ指数計算の問題
- （3）公式を使い間違えるおそれのある展開の問題
- （4）共通因数でくくったあと2次式の因数分解を必要とする因数分解の問題
- （5）有理化も含んだ根号の計算問題
- （6）分数を含んだ1次方程式の問題
- （7）完全平方の形に変形して解く2次方程式の問題（解の公式を使っても解けるが、最近の中学校の学習指導要領から解の公式は省かれている。）

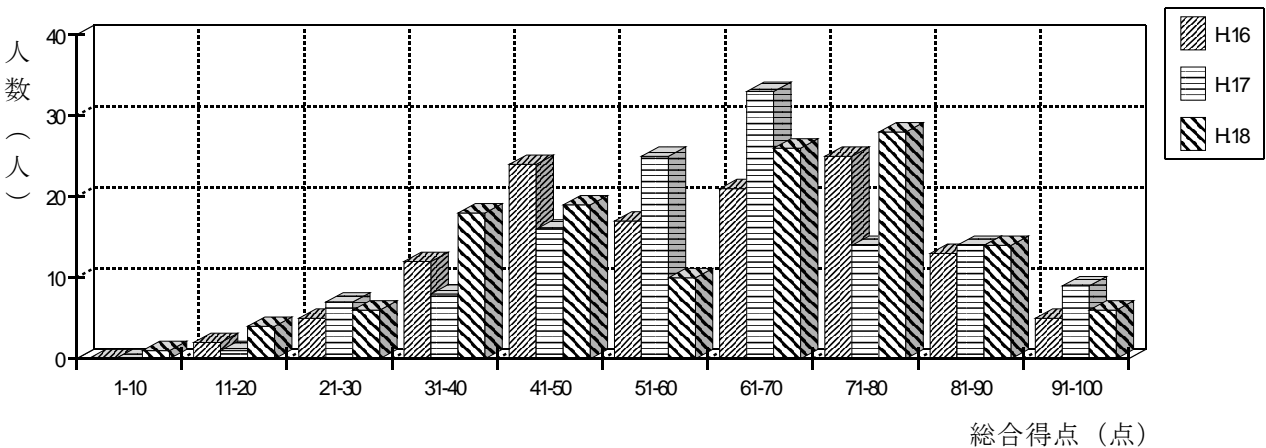
- 【2】  $x + y$  と  $xy$  の値から  $x^2 + y^2$  の値を求める問題
- 【3】 連立1次方程式の問題（ただし、変数  $x$ 、 $y$  の解が与えられて、係数に使っている  $a$ 、 $b$  の値を求める問題）
- 【4】 2点を通る直線の方程式を求める問題
- 【5】 2次関数の  $x$  の変域を与えて  $y$  の変域を求める問題
- 【6】 カードを使った確率の問題
- 【7】 三角形の相似比を使って線分の長さを求める問題
- 【8】 円周角と中心角の関係から角度を求める問題
- 【9】 円錐の体積と表面積を求める問題

### 3. 試験結果の分布

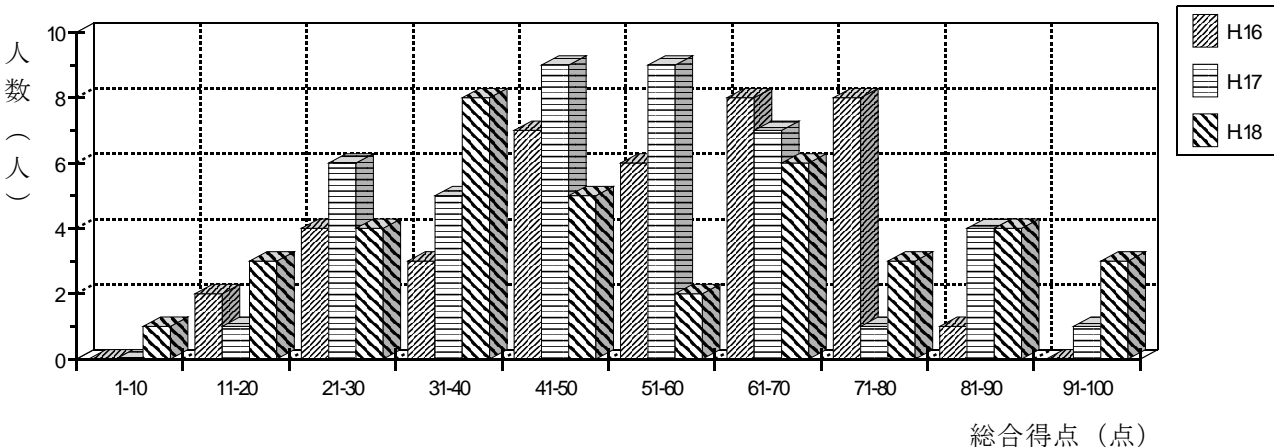
平成16年度から平成18年度までに行われた数学の学力診断テストの点数の分布を図1に示す。この図は、学年全体と学科ごとに、また、3年間を比較できるように示している。本校には商船学科（以下「S科」という。）と電子機械工学科（以下「M科」という。）と情報工学科（以下「I科」という。）の3学科がある。

平均点は平成16年度から平成18年度にかけて、60.3点、61.8点、59.7点と推移し、平成17年度がやや高いがそれほど差があるとは思えない。図1で学年全体の各年度の試験結果を見ると、平成17年度は点数分布のピークが60点台だけなのに対して、平成16年度と平成18年度は40点台と70点台の2カ所にピークがある。これは、学年全体に限ったことではなく、平成16年度と平成18年度には、S科で3カ所ずつ、M科で2カ所ずつ、I科で2カ所ずつピークがあり、このことが学年全体にも影響しているものと思われる。これに対して、平成17年度は、S科で3カ所ピークがあるもののM科とI科でピークが1カ所であることにより、学年全体ではピークが1カ所におさまったのであろう。点数分布のピークが何カ所かに分かれて現れるということは、1つのクラスに数学のよくできる学生の

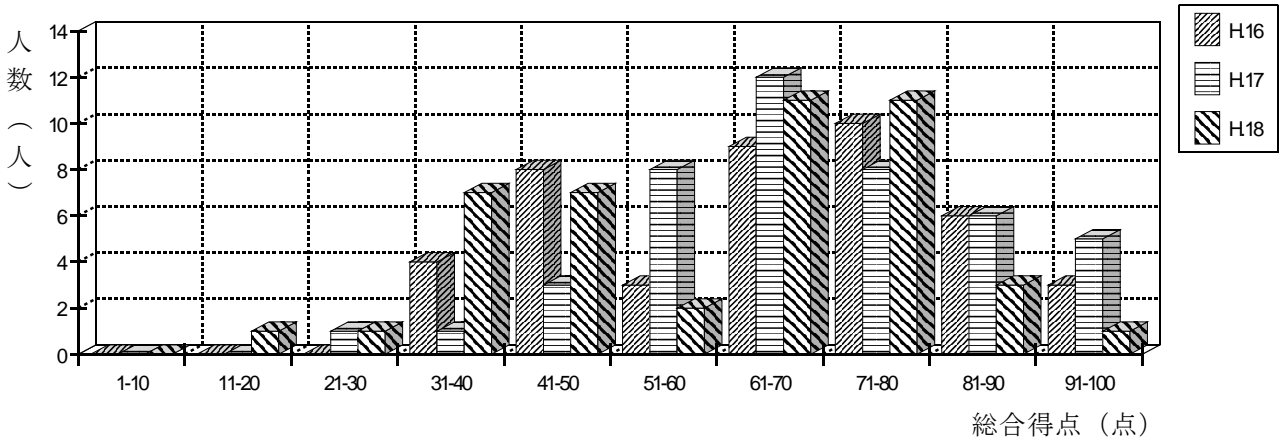
学年全体



S科



M科



I科

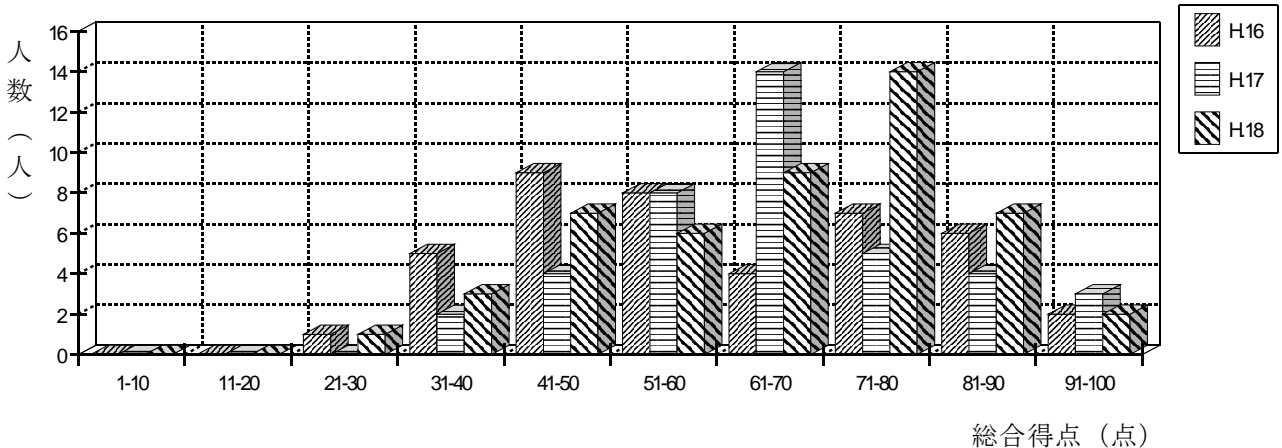


図1 学力診断テストの得点分布

グループとできない学生のグループがはっきり分かれてしまうことを意味するので、数学を教える上で、補習をするなどなんらかの対策をたてる必要があるものと考えます。

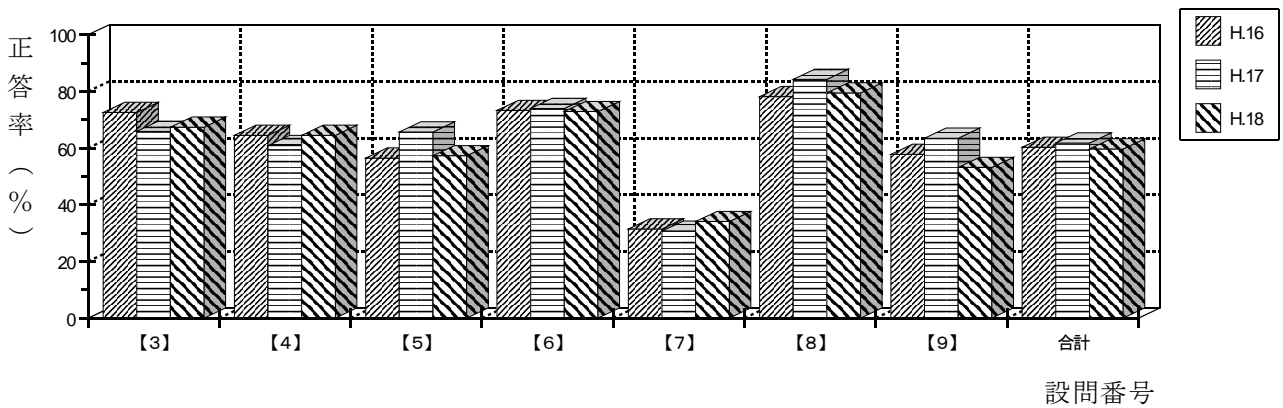
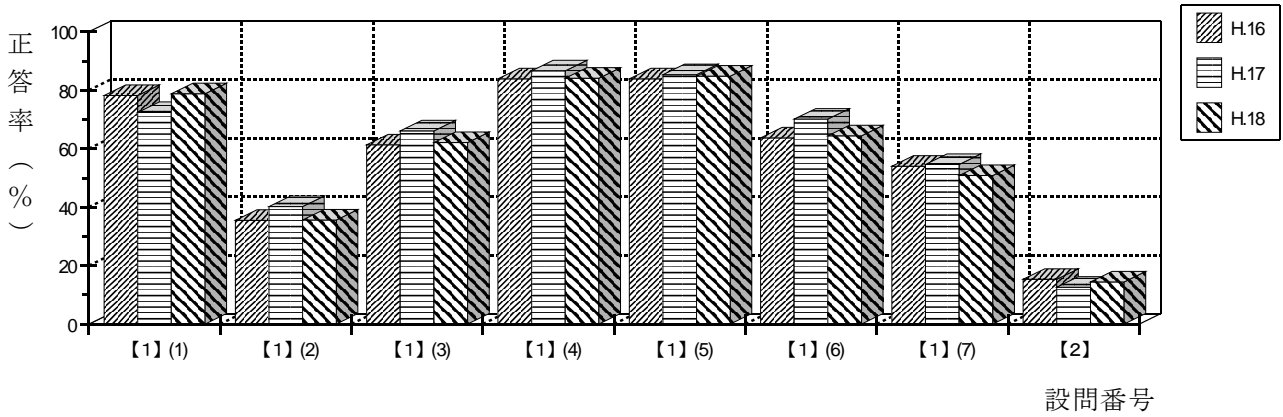
また、入学した時点のテストで点数分布のピークが何カ所かで現れるということは、本校の入学試験が公立高校との併願を許可していることにより、本気で勉強しようと入学した学生と公立高校に行けなかったため仕方なく入学してきた学生がいることも、入学した時点で学力の差がでてくる原因になっていると思う。このように学力に差のある学生をどのように指導していくかは、絶えず模索していかなければならないことであろう。

4. 試験問題の正答率の推移

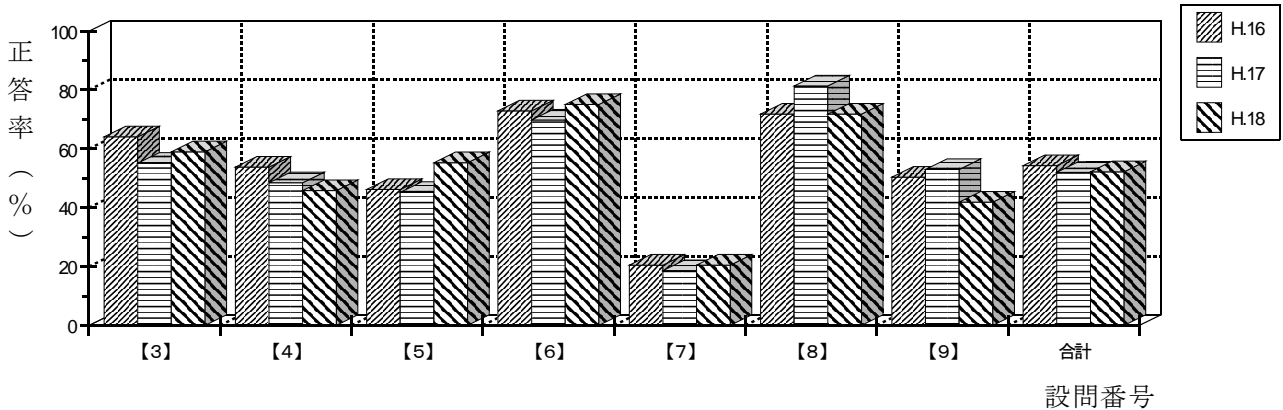
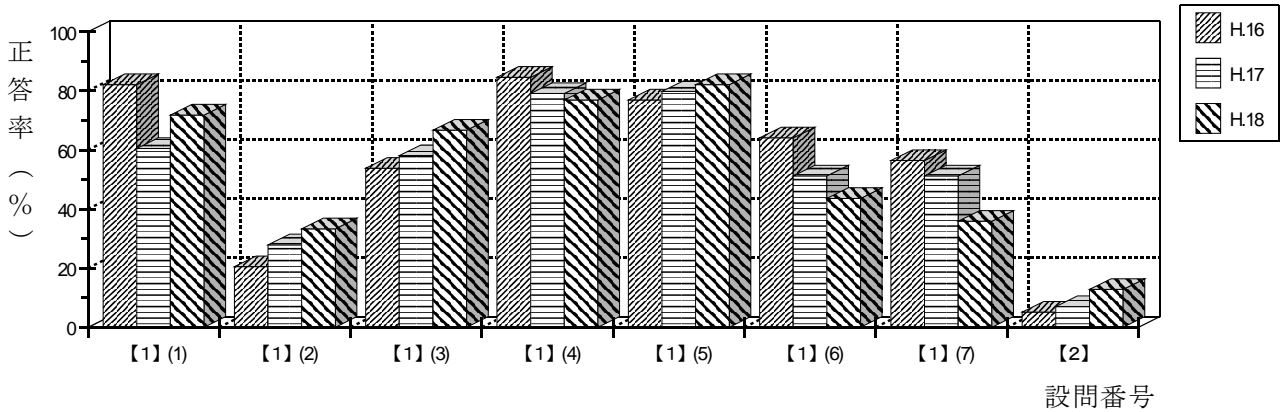
学力診断テストの結果の正答率の推移を設問ごとに、また学年全体と学科ごとに示すと、図2のようになる。

全体的に見て、【1】(2)と【2】と【7】の正答率が3年間とも低い。この理由として、【1】(2)に関しては指数法則の理解が足りていないこと。これは、高専に入学してからの学生に関しても同じことで、1年生の時に、指数関数を習う前にもう一度指数法則を復習するのであるが、2年・3年になっても間違える学生が少なからずいる。【2】に関しては、 $x$ と $y$ の和と積の値が与えられているが、 $x$ と $y$ の値を求めようと思うと、整数の範囲では求めることができない問題にしてある。中学校の知識だけではすこし難しい問題であるかもしれないが、 $x^2 + y^2 = (x + y)^2 - 2xy$ の変形を思いつけば簡単に解ける問題である。【7】に関しては、三角形の相似比を2回ていねいに使えば解ける問題であるが、あわてると勘違いしてしまいそうである。答えが整数でないことも、正答率が低くなった原因になっているであろう。また、小問も含めて15問ある問題のうち、【1】(1)・【2】・【3】・【4】・【7】を除く10問はすべて平成17年度入学の学生の正答率がいちばん高い。これは、3年間通じて平成17年度入学のM科の学生の平均点が68.2点といちばん高かったことの影響が大きいと思える。ちなみに、

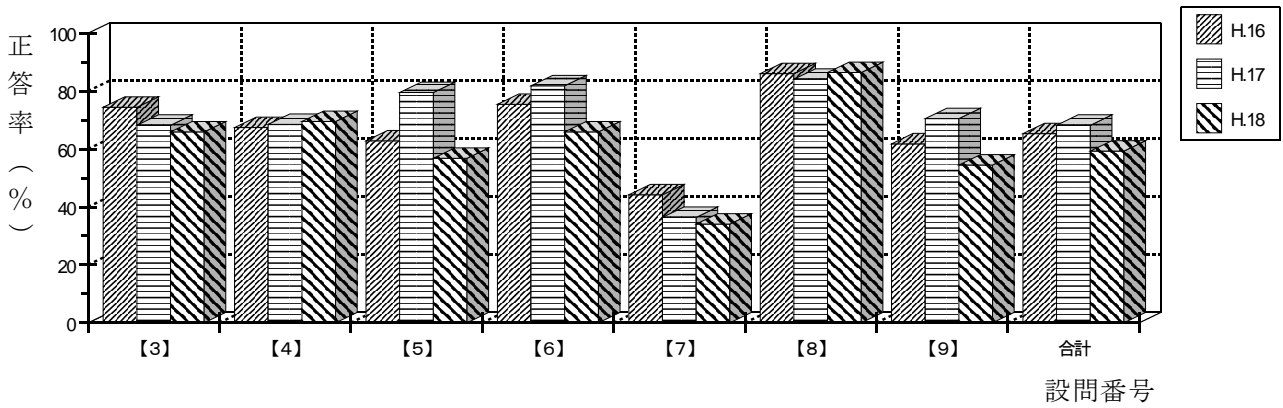
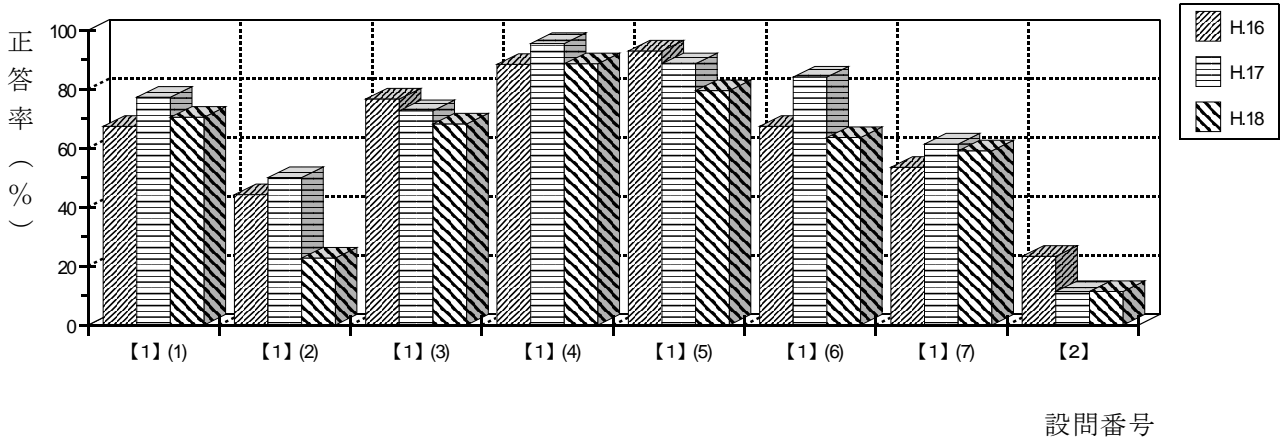
学年全体



S科



M科



I科

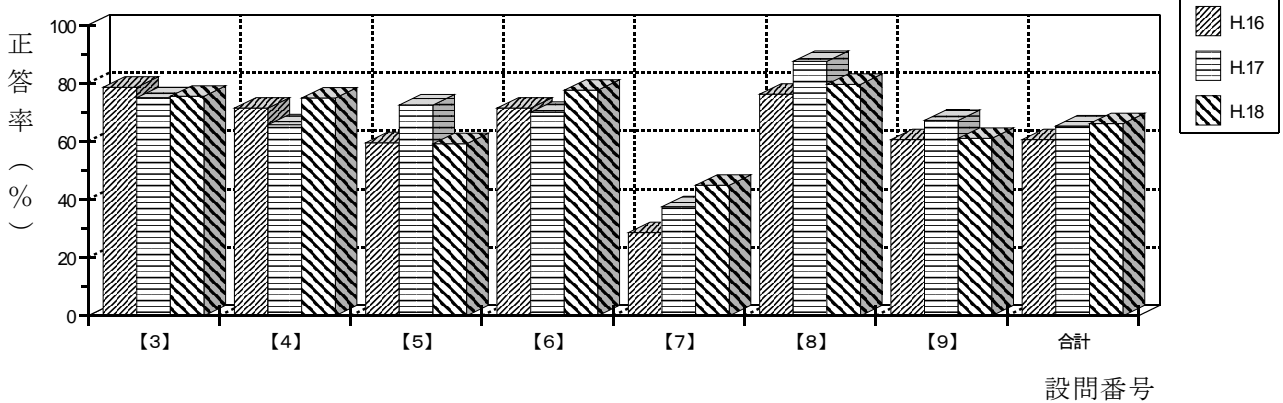
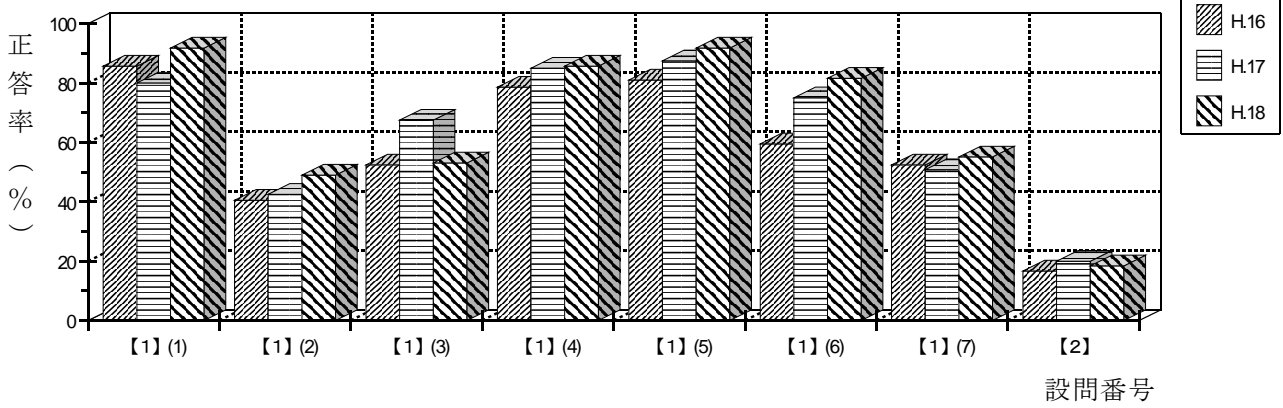


図2 各設問の正答率

このクラスは入学後も数学に意欲的に取り組む学生が多く、クラス全体の平均点を引っ張り上げてくれている。

各学科ごとにみると、S科では、【1】(4)(6)(7)・【4】に関して2年連続して正答率が下がってきているが、代わりに 【1】(2)(3)(5)・【2】に関しては2年連続して上がってきている。M科では、【1】(3)(5)・【3】・【7】で正答率が下がり、【4】で上がり、I科では、【1】(2)(4)(5)(6)・【7】で上がり、2年連続して下がり続けた問題はなかった。今回のこのデータだけでは、すべての学科に共通して2年間正答率が上がり続けたり、または、下がり続けたりした問題はなかった。例えば、【1】(5)は、S科とI科で2年間正答率が上がっているが、逆にM科では下がり続けている。入学年度や学科ごとによりばらばらなので、次回は中学校の成績や入試成績との関連も調べてみる必要があるかもしれない。

また、全体的に3年間を比較して、【1】(7)の2次方程式の問題と、【6】の確率の問題と、【9】の円錐の体積と表面積を求める問題の平成18年度入学者の正答率がもっとも低くなっている。これが中学生の学力の傾向なのかどうか、これからも続けて観察していきたいと考えている。

## 5. 試験結果と数学の成績との相関

今回の数学の学力診断テストの各設問と総合得点との相関、および、平成16年度に入学した学生は現在3年生に、平成17年度に入学した学生は2年生になっているので、1年生および2年生のときの数学の成績との相関を調べてみた。

### 5. 1 総合得点との相関

表1に、学力診断テストの各設問と総合得点との相関を、入学年度別および学科別に表してみた。この表において、正答率がだんだん低くなってきている【1】(7)と【9】、また、3年間とも正答率の低かった【7】が、すべての入学年度およびすべての学科で相関係数が0.4以上であったことに注目したい。相関係数が高いということは、数学ができる学生なのかできない学生なのかを判断する上で適した問題であるとも考えられる。逆に、正答率がだんだん低くなってきている【6】と3年間とも正答率の低かった【1】(2)、および、【1】(1)は「◎」および「○」の個数が極端に少ない。相関係数が低いということは、よくできる学生でも間違えるおそれがあり、できない学生でも正解になる可能性が高いということなので、学力診断テストの問題としては不適切なのかも知れない。

また、平成16年度入学S科・平成17年度入学S科・平成18年度入学S科とI科は、「◎」または「○」の個数が9個以上あり、特に平成18年度入学S科は13個のうち相関係数が0.5以上である「◎」だけでも11個あることにも注意しておきたい。相関係数が高い設問が多いということは、できる学生はどの問題も解け、できない学生はどの問題も解けていない傾向が強いことを表しているので、「3. 試験結果の分布」で考察した、数学ができる学生のグループとできない学生のグループとの格差ができていいることと関連があるように思われる。

総合得点との相関

	【1】							【2】	【3】	【4】	【5】	【6】	【7】	【8】	【9】
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)								
H.16 S科	○	○		◎		◎	◎		○		◎		○		◎
H.16 M科							◎	○		◎	○		◎		◎
H.16 I科			◎				◎			○	○		◎		◎
H.17 S科					◎		◎	◎	◎	◎	○		◎	○	◎
H.17 M科			○				○	◎	◎	◎	○		◎		○
H.17 I科							○	◎	◎	○			○		○
H.18 S科		◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	○	◎	◎		◎	◎	◎
H.18 M科	○		◎		○	◎	◎					○	◎		◎
H.18 I科				○	○		◎	◎	○		◎		◎	◎	○

「◎」… 相関係数が0.5以上  
「○」… 相関係数が0.4以上

表1

## 5. 2 学年進行にともなう数学の成績との相関

学年進行にともなう1年生および2年生のときの数学の成績と、学力診断テストの各設問との相関を下の表2に表した。この表の「◎」および「○」は表1のものとは異なるので説明を加えておく。

本校では、便宜上、1年生の数学を「数学1」・「数学2」、2年生の数学を「数学3」・「数学4」と名付けて、2人の教員で分担して授業をし、それぞれの教員で別々に成績をだしている。今回の学力診断テストの各設問と「数学1」～「数学4」のそれぞれとの相関係数が0.4以上になったものはきわめて少なかったため、各設問の点数をいくつか足し合わせて相関係数がもっとも高くなる組合せの設問に「◎」または「○」をつけている。例えば、表2の「1年生の数学の成績との相関」のなかのH.16 S科であれば、【1】(4)・【2】・【4】・【9】の点数を加えた合計点数と「数学1」および「数学2」との相関係数はそれぞれ0.631と0.623となり、その合計1.254を超える組合せは他にはないということである。その中でも、各設問単独で、2つの数学(1年生であれば「数学1」と「数学2」、2年生であれば「数学3」と「数学4」と)との相関係数の和が0.7以上(平均をとると0.35以上)になっているものに「◎」をつけている。

全体に共通していえることは、3年間通して正答率の低かった【2】の $x^2 + y^2$ の値を求める問題と、【7】の相似比を使う問題との相関が高く、この2問を自力で解くことができる能力があるということが、その後の数学の成績とも関係があるということかもしれない。この2問の他に、1年生の成績とであれば、【1】(2)指数法則の計算問題・【1】(6)1次方程式の問題・【4】直線の方程式を求める問題・【9】円錐の体積と表面積を求める問題と相関があり、2年生の成績とであれば、【1】(3)展開の問題・【1】(5)根号の計算問題・【1】(6)1次方程式の問題・【3】連立1次方程式の問題と相関がある。これらの違いは、1年生の間は、式の計算・2次関数・集合・等式・不等式・指数関数・対数関数・三角関数・平面の図形などの数学の基礎的なことを学習するのに対して、2年生の間は、極限・微分積分・ベクトル・行列など、少し基礎からはなれた内容の学習に変わることによって原因があると思われる。また、【6】の確率の問題だけはどこにも「◎」や「○」の印がないことにも注意しておきたい。これは、1年生・2年生の間に数学で確率の授業をすることがないことも原因の1つであると思うが、やはり、入学時点での数学の学力を診断する問題としては不適切なのかもしれない。

### 1年生の数学の成績との相関

	【1】							【2】	【3】	【4】	【5】	【6】	【7】	【8】	【9】
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)								
H.16 S科				◎				◎		◎					○
H.16 M科		◎	◎							◎			◎		
H.16 I科			◎	○				◎	◎				◎		
H.17 S科	○	○			◎	○	◎		◎	◎	○		◎	◎	◎
H.17 M科						○		◎							○
H.17 I科	○	○				○		◎					○	○	

### 2年生の数学の成績との相関

	【1】							【2】	【3】	【4】	【5】	【6】	【7】	【8】	【9】
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)								
H.16 S科					○	○	○	○	○	○			○		○
H.16 M科			◎		◎										
H.16 I科			◎	◎		○		◎	○				◎		

「◎」「○」… 点数の合計と数学の成績との相関係数がもっとも高い組合せの設問  
 「◎」… 単独で数学の成績との相関係数が平均0.35以上

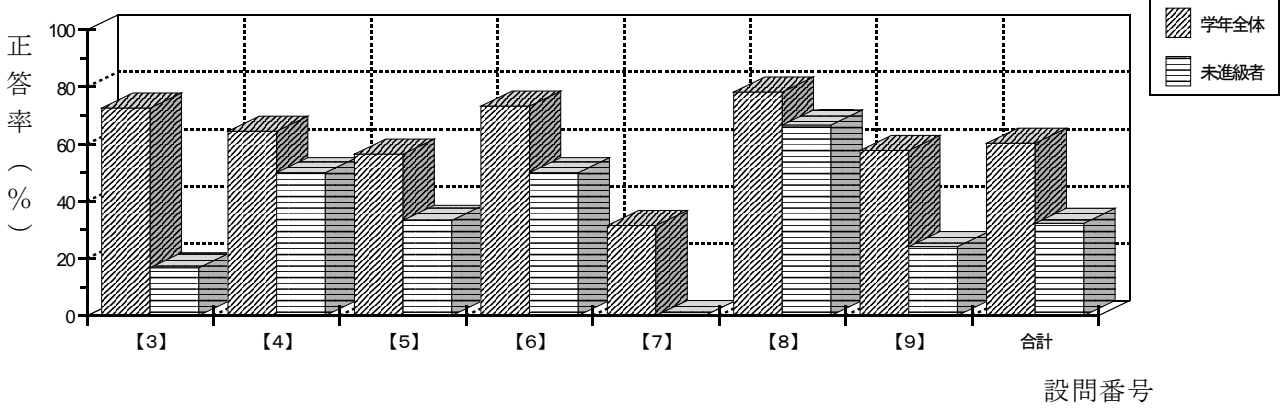
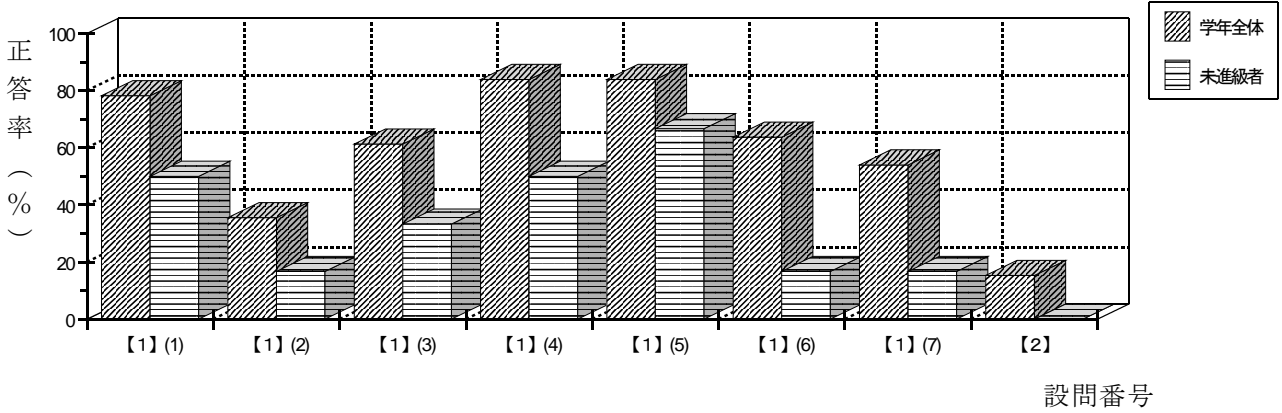
表2

## 6. 未進級者の成績

平成16年度入学と平成17年度入学の学生には、学年進行にともない進級できていない学生が少なからずいる。平成16年度入学ではS科に3人・I科に3人の合計6人、平成17年度入学ではS科に5人・M科に2人・I科に2人の合計9人である。この中には、本当に学力がついていけなくて留年した学生もいれば、人間関係のトラブル、または、事件を起こして退学した学生も含まれている。平成1

6年度入学では、2年生の時に留年もしくは退学した学生も含まれている。ここでは、入学はしたが一般の学生のように進級できなかった学生を「未進級者」と名付けて、未進級者の入学時の学力診断テ

平成16年度入学



平成17年度入学

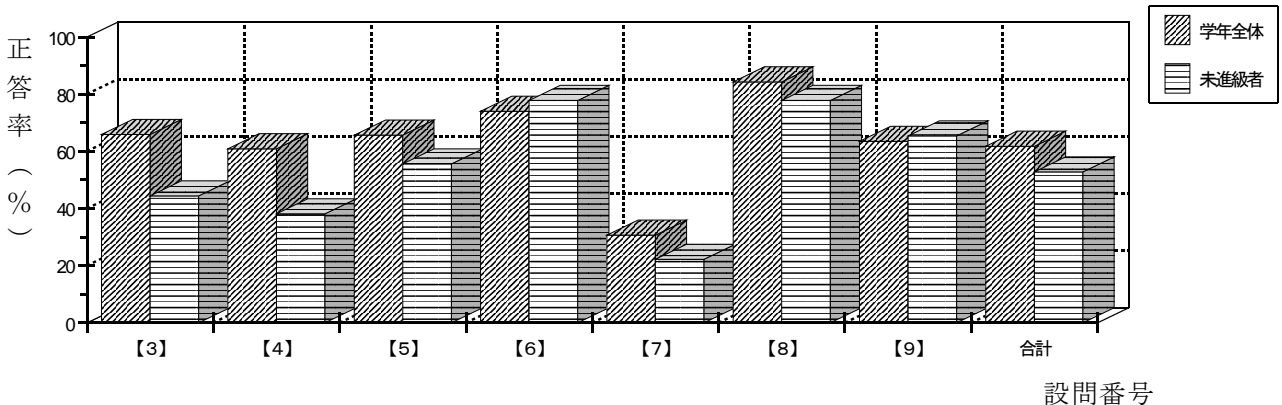
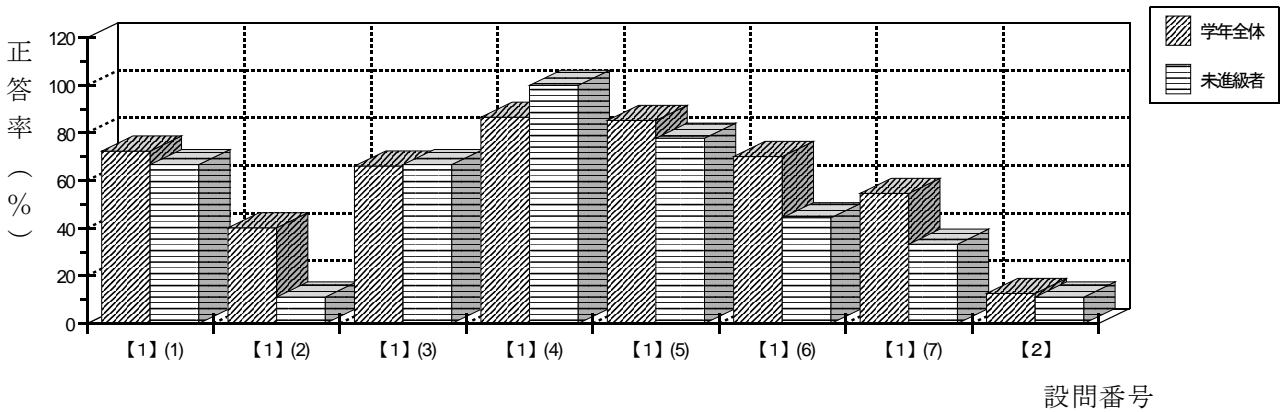


図3 学年全体と未進級者の正答率



トの結果と学年全体の結果を各設問の正答率で比較するために図3を用意した。

まず、平成16年度入学の未進級者の成績よりも平成17年度入学の未進級者の成績の方がいいことに注意しておく。これは、平成16年度入学の未進級者6人のうち学力診断テストで平均点以上とった学生が1人だったのに対して、平成17年度では、9人のうち4人もいたことによると思われる。ちなみに、この4人のうち2人は学業以外のことで1年生の途中から学校に出てこなくなったが、残りの2人は、1年間学校には出てきたが、授業を受ける態度が悪く最終的には留年してしまった。平成17年度入学の【1】(3)(4)・【6】・【9】の正答率が、学年全体よりも未進級者の方がいいのもこの影響であると思われる。

2年間通じて、未進級者の正答率が学年全体より極端に低いと思われる問題を列举すると、【1】(2)指数法則の計算問題・【1】(6)1次方程式の問題・【1】(7)2次方程式の問題・【3】連立1次方程式の問題である。逆に、【1】(5)平方根の計算問題と【8】円周角と中心角を使う問題の2問は、2年間を通して未進級者と学年全体で正答率にほとんど差が認められない。もちろん、これらの問題ができたかできなかったかによって、進級できるかできないかに直接関係があるとは思われないが、あと2年間この傾向が続くのかどうか観察していきたいと考えている。

## 7. まとめ

今回、同じ問題を使って学力診断テストを3年間おこない分析を試みたが、3年間だけのデータなので満足のいく分析ができたとは思っていない。ただし、【7】のように3年間とも正答率は低いが進級してからの数学の成績との相関が高い問題、【1】(2)のようにやはり3年間正答率が低い、さらに未進級者の正答率がそれよりも低くなった問題、また、【6】のように正答率は3年間とも高いが進級してからの数学の成績との相関がほとんどなかった問題など、各設問に対する学生の学力の傾向はある程度把握できたのではないかと考えている。

今後2年間同じ問題を使って、分析を継続的に行うと同時に、出題問題の妥当性もさらに分析し、3年後からの出題問題の検討も行いたい。さらに、年度ごとに入学してくる学生の学力も変化するので、中学校のときの成績や入学試験の点数も考えに入れて、入学者の数学の学力の推移を検討していきたいと考えている。

## 参考文献

- [1] 藤島勝弘, 菅原道弘, 小鹿正夫, 上木政美, 村本充: 1年数学実力テスト実施結果の分析—平成2～3年度入学生と平成14～15年度入学生を比較して—, 論文集「高専教育」第27号, pp. 131-136 (2004. 3)