

大島商船高専における5年間の新入生学力診断テスト（数学）の 分析

高田 功* 神田 全啓* 堤 康嘉* 吉富 知行*

An Analysis of the Mathematics Achievement Test after Entering Oshima National College of Maritime Technology

Isao TAKATA, Masahiro KANDA, Yasuyoshi TSUTSUMI and Tomoyuki YOSHIDOMI

Abstract

For five years, the new students have the same mathematics achievement test after entering Oshima National College of Maritime Technology. In this paper, we try to analyze of this 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数学の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使ってきたが、市販のテストは、毎年同じ種類の問題集を採用しているわけでもなかったため、テストの難易度も年により異なり、学力の推移の大まかな傾向は知ることができても、その判断の根拠となるデータを示すことには困難が伴っていた。そこで、本校の教員が試験問題を作成し、中期計画の5年間に合わせて、平成16年度から同じ試験問題を使い新入生の学力診断テストを行ってみた。ちょうど、この5年間に入学してきた学生は、小学校・中学校のいわゆる「ゆとり教育」を受けてきた年代であり、数学の学力低下を測る1つの指針にもなると考える。2年前に[1]において中間報告を行ったが、本報告では、各問題作成の意図説明、正答率の推移、および、得点推移と入学倍率との関係の分析を試みた。

2. 出題問題の正答率

出題問題は、図1に示すように【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。各問題の作成意図と正答率の推移を分析する。本校には、商船学科、電子機械工学科、情報工学科の3学科があり、以下それぞれ、S科、M科、I科という。

【1】（1）単純な計算問題であるが、四則計算の順序や符号間違いや分数の計算間違いをする学生もいると考え、各数字はすべて分数にし、符号も2カ所にマイナスをつけてみた。図2に示すように正答率は5年間通して平均して70%から80%あったが、I科が5年間通して80%から90%程度の正答率なのに対して、S科は60%まで落ちてしまった年が2回もある。誤答は、50種類ほどあり、ほとんどが、四則計算の順序の誤りと符号の誤りであった。約分していなかったものも誤答に含めた。

【1】（2）分数を含んだ指数法則の計算問題である。指数計算は、高専に入学してからも学習するが、その基本的な計算が出来るか出来ないかを確認したかったのである。図3に示すように正答率が40%前後とあまり芳しいものではなかった。逆にいえば、指数法則はあまり理解されていないこととして授業を進めなければならないと感じた。誤答も、指数法則の誤りだけでなく、符号の付け間違い、数字の3乗の計算間違い、また、単なる写し間違いもあり、それらの組

[新入生実力テスト]

【1】 (1) $\frac{7}{3} + \left(-\frac{5}{6}\right) \div \frac{15}{4} - \frac{1}{9}$ を計算せよ。

(2) $\left(-\frac{1}{2}a^2\right)^3 \times 3a^2b^4$ を計算せよ。

(3) $(x + 2y - 5)(x - 2y - 5)$ を展開せよ。

(4) $a^2b - 4ab - 12b$ を因数分解せよ。

(5) $\sqrt{6} \times \sqrt{8} - \sqrt{12} + \frac{21}{\sqrt{3}}$ を計算せよ。

(6) 方程式 $\frac{x}{2} - \frac{3x-1}{3} = 1$ を解け。

(7) 方程式 $x^2 - 8x + 16 = 5$ を解け。

【2】 $x + y = 2, xy = -5$ のとき $x^2 + y^2$ の値を求めよ。

【3】 次の連立方程式の解が $x = 2, y = 1$ となるように、定数 a, b の値を求めよ。

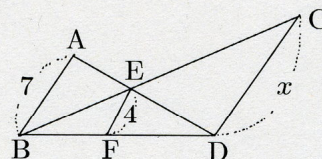
$$\begin{cases} ax - by = 7 \\ bx + 4y = -a \end{cases}$$

【4】 2点 $(2, 5), (-1, 1)$ を通る直線の方程式を求めよ。

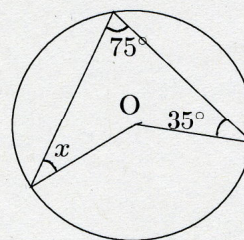
【5】 関数 $y = -\frac{1}{2}x^2$ の x の変域を $-3 \leq x \leq 2$ とするとき、 y の変域を求めよ。

【6】 1, 2, 3, 4, 5 の5枚のカードから1枚ずつ続けて2枚引き、引いた順にならべて2けたの整数をつくる時、この2けたの整数が3の倍数になる確率を求めよ。

【7】 次の図において、 x の値を求めよ。ただし、 $AB \parallel EF \parallel CD$ とする。



【8】 次の図で、 $\angle x$ の大きさを求めよ。ただし、 O は円の中心である。



【9】 次の図のような底面の半径が 3 cm、母線の長さが 5 cm の円錐がある。この円錐の体積と表面積を求めよ。

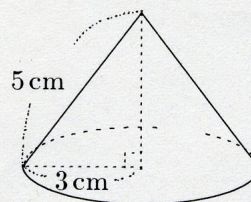


図 1

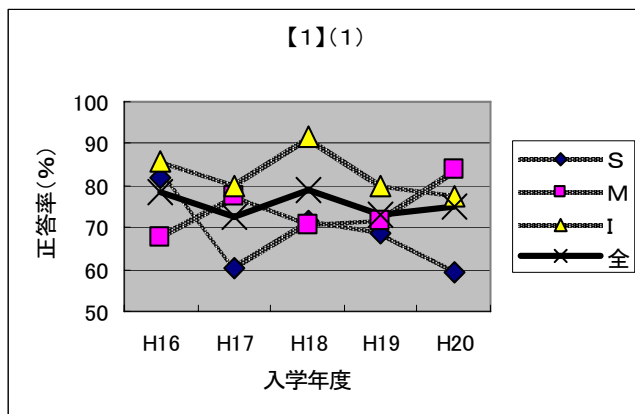


図 2

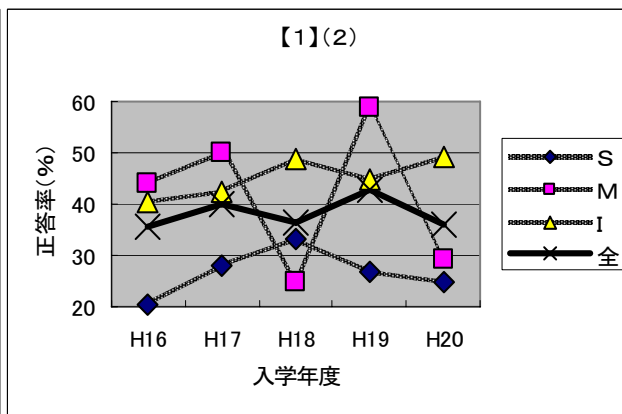


図 3

合せて80種類程度あった。

【1】 (3) 展開の問題である。 $(x + 2y - 5)(x - 2y - 5) = x^2 - (2y - 5)^2$ と間違えることを想定して、わざと2つ目の項だけの符号を変えてみた。答案用紙を見てみると、展開公式を

使わずに分配法則だけを使ってすべての項を掛け算したものがほとんどで、掛け算の計算間違い、掛け算した後の同類項をまとめる時の間違いなど、誤答がやはり80種類ほどあった。正答率も、図4に示すように、平成19年度までは平均して60%以上あったものが、平成20年度にはどの学科も下がり、結局3クラス平均しても50%台まで下がってしまった。これは、本校へ入学した学生だけではなく、中学生の基本的な計算力の低下を懸念させるものとも考えられる。

【1】（4） 因数分解の問題である。bでくくった後にaの2次式を因数分解する2段階方式の因数分解の問題にしてみた。図5に示すように、正答率は3学科平均して5年間とも80%を超えている。中学校で、因数分解の指導が適切に行われている証かもしれない。ただ、残念なことは、M科とI科は正答率が90%近くあるのに対して、S科の正答率が毎年下がってきていることである。誤答は30種類ほどであるが、多かったのは、1回で因数分解を終わらせようとしている答案と、予想外だったのは、式変形の途中で急に文字がaからxに変わったりする答案である。

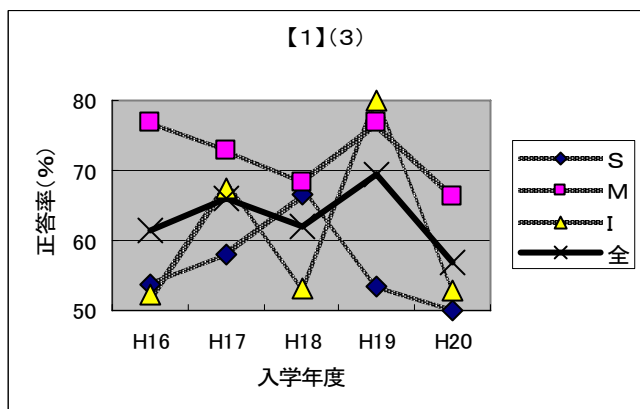


図4

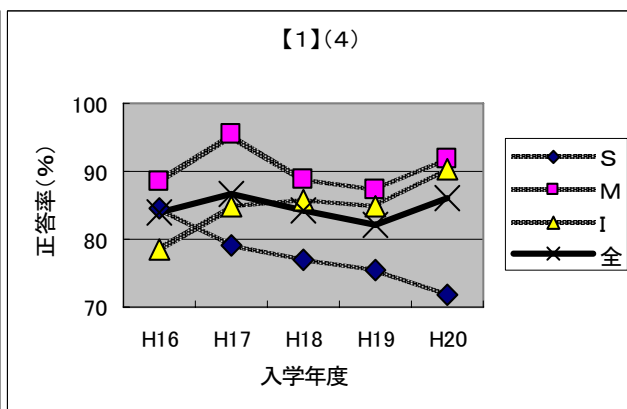


図5

【1】（5） 根号の計算問題である。いろいろな根号の計算を確認することを目的に、2つの根号の掛け算をする項、単に根号から数字をだす項、有理化をする項をすべて入れてみた。図6に示すように、S科の正答率が平成20年度までに60%近くにまで下がってしまったが、3学科を平均すると毎年80%以上の正答率を保っている。誤答は50種類ほどあり、2つの根号の掛け算とか有理化をするときに間違えた学生以外に、根号の足し算や引き算で間違えている学生も少なくなかった。

【1】（6） 見かけが分数式で分子の中に未知数がある1次方程式の問題である。符号間違いをする学生がいることを想定して、左辺を2つの分数の引き算にしてみた。予想通り2つの分数の引き算で符号間違いした学生だけではなく、分数を解消するために両辺に6を掛けたときに右辺

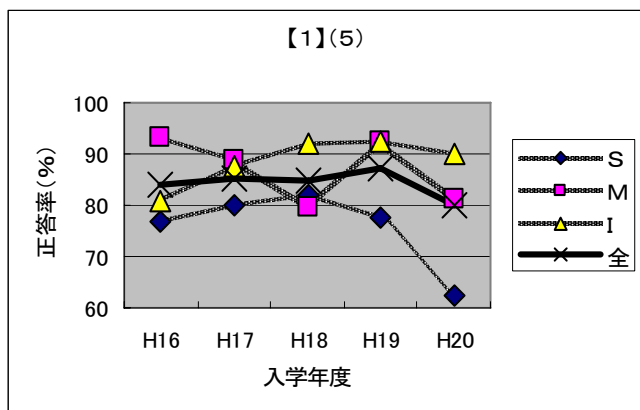


図6

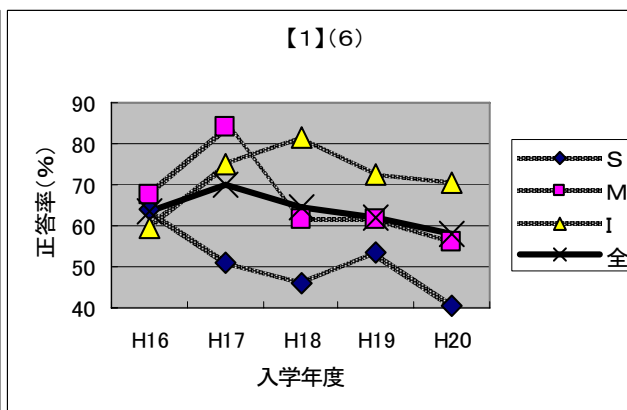


図7

に6を掛けることを忘れた学生もいて、誤答も45種類ほどであった。xの値を答えとせずにxの1次式を答えとした学生が何人かいたことは少し意外であった。正答率は図7に示すようにおよそ60%から70%の間で、因数分解や根号の計算よりも間違いやすい問題であるようである。正答率が全体的に下がり傾向にあるのも気になるところである。

【1】 (7) 因数分解では解くことの出来ない2次方程式の問題である。「ゆとり教育」の影響で中学校の学習指導要領から解の公式が省かれて6年になる。左辺を $(x-4)^2$ と完全平方式に変形して解く方法は中学校でも習っているはずなので出題問題にしてみた。解の公式を習っている学生が使おうと試みていたが、ほとんど失敗していた。完全平方式に変形できても、そこからの式変形でプラスマイナスを忘れてみたり、根号の扱いで間違ってみたりと誤答がやはり80種類ほどであった。それでも図8に示すように、正答率は40%から60%の間にあった。平成20年度にどの学科も正答率が下がっているのは気になるところである。

【2】 $x+y$ と xy の値から x^2+y^2 の値を求める問題である。無理にxまたはyの値を求めようとすると、根号を含んだ式になってしまうように問題を作成してみた。実際には、高専の1年で解と係数の関係を学習したときに、対称式の変形で習うのであるが、中学校でも $(x+y)^2$ の展開公式を習っているのだから、あえて出題問題にしてみた。しかし、やはり新入生には難しかったようで、図9に示すように、正答率は良くできた平成16年度でも16%であり、平成20年度には7%まで下がってしまった。新入生への出題問題としては不適切だったかもしれない。誤答も70種類と多く、特に $x^2+y^2=(x+y)^2=4$ と考えた学生が多かった。

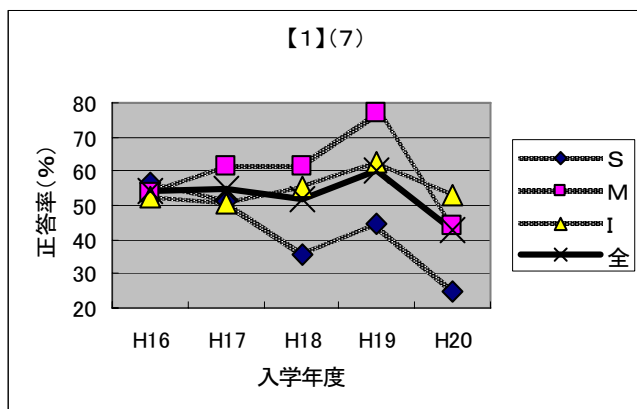


図8

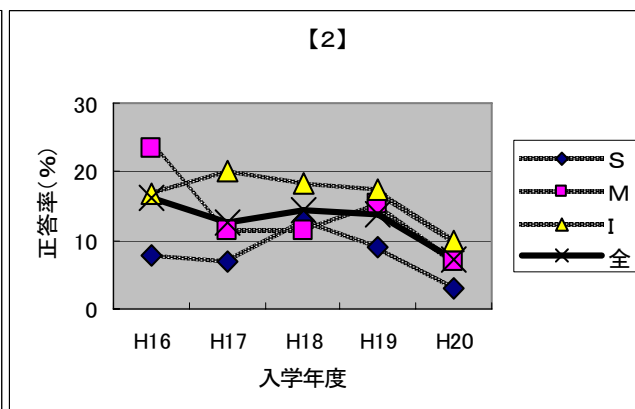


図9

【3】 連立1次方程式の問題である。ただし、単なる連立1次方程式を解かせるだけでは面白くないので、xとyの値を与え、aとbの値を求めるものにしてみた。第2式のaとbの使う場所もあえて左辺と右辺に分けて、間違いを誘うようにしてみたが、図10に示すように、正答率が70%前後を保っていた。平成19年度に3学科の正答率がほとんど変わらなかったのに対して、平成20年度はS科が極端に低くなっていることは気になるところである。誤答は、単純な計算間違い、代入ミスなど60種類にも及んだ。代入ミスには、xとyの値をわざわざaとbに代入しているものもあった。

【4】 2点を通る直線の方程式を求める問題である。高専の入試問題でも公立高校の入試問題でもよくある問題なので、図11に示すように、平成16年度から平成19年度まで正答率が65%以下であり、平成20年度には52%まで下がってしまったことには驚いている。中学校では、 $y=ax+b$ の形で求めるように習っているはずであるが、なかなか定着していないようで残念である。高専でも1年生のとき別の形で習い直すので、しっかりと定着するように教えなければならないと感じている。結局は、連立1次方程式を解くことになり、内容的には【3】とだぶってしまい、出題問題として不適切だったかもしれない。誤答も90種類と多くなった。

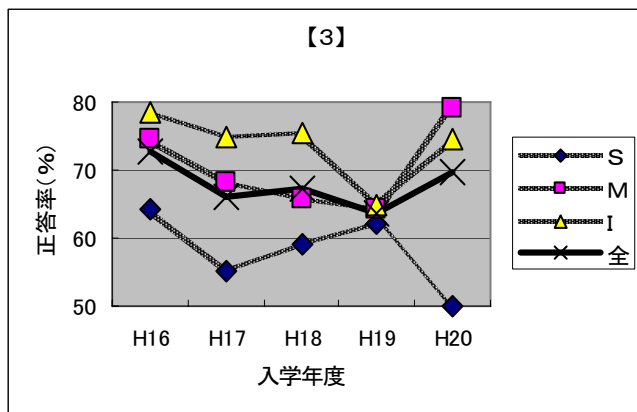


図 1 0

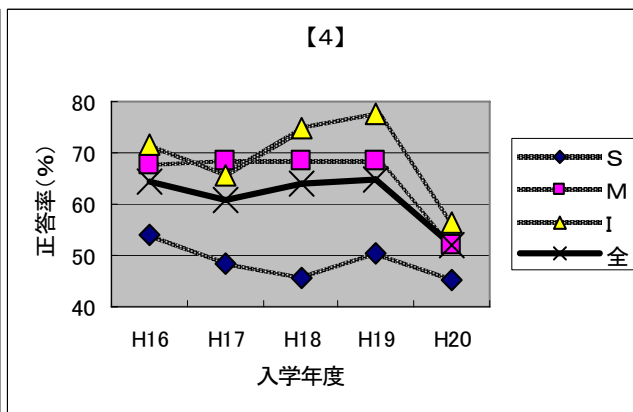


図 1 1

【5】 2次関数の x の変域を与えて y の変域を求める問題である。これも入試問題にはよくある問題と考へて出題してみた。計算間違いをするかもしれないと考へ、 x^2 の係数を負の数の分数にしてみた。それが原因ではないと思うが、図 1 2 に示すように正答率は 60% 前後にとどまっている。誤答は、 x に -3 を代入したときの計算間違いや、 y の変域を 0 までにしなかつた間違い、また、符号間違いや不等号の向き間違いなど限られたパターンばかりで、種類的には 30 種類しかなかった。高専に入学した後、2次関数に限らず、いろいろな関数の最大値・最小値の問題につながる内容で、S 科の正答率が 40% まで下がってしまつているので、しっかり指導しなければいけないと痛感している。

【6】 カードを使った確率の問題である。入試問題でもよくあるパターンで、2けたの整数をすべて列挙してその中から 3 の倍数になる場合を数え上げればいだけなので、図 1 3 に示すように、正答率も 3 学科平均して 5 年間とも 70% を超えている。誤答は、分母の総数を間違えるパターンがほとんどで、25 種類ほどにとどまつた。この問題は、高専に入学してから順列・組合せ・確率の勉強につながると考へて出題した。

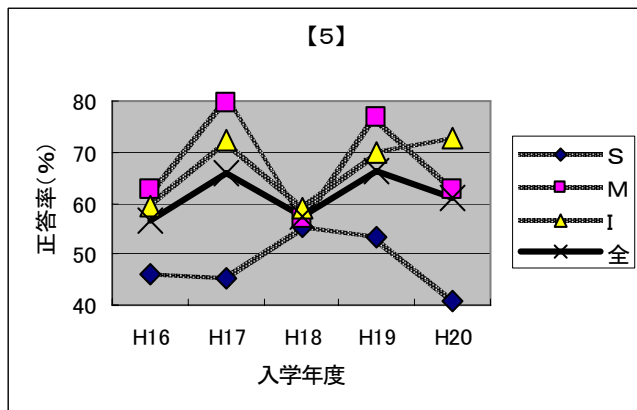


図 1 2

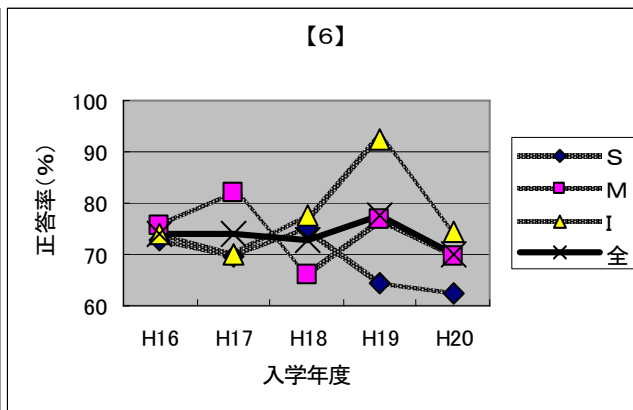


図 1 3

【7】 三角形の相似比を 2 回使つて線分の長さを求める問題である。 $\triangle ABD$ と $\triangle EFD$ が相似であることから $BF : FD$ を求め、改めて $\triangle BFE$ と $\triangle BDC$ が相似であることを使い x の値を求める問題である。しかし、新入生には案外難しかったらしく、図 1 4 に示すように 5 年間とも正答率は 30% 前後であつた。相似の話自体は中学校のとき授業で習つていはずであるが、少し複雑な問題にすると分からなくなるようである。誤答の種類は 30 種類にとどまつているが、相似比の間違いだけではなくて、求め方が分からず、問題の図から当てずっぽうの整数値を答えにしている学生も少なからずいた。

【8】 円周角と中心角の関係から角度を求める問題である。円周角の 2 倍が中心角であることと

四角形の内角の和が360度であることを使えば解ける問題である。図15に示すように、正答率も平成19年度までは80%前後、平成20年度には70%と結構高い正答率を保っている。ただし、平成19年度に比べて平成20年度がどの学科も正答率が下がってしまっていることは気になるところである。誤答の種類も20種類ほどしかなかった。

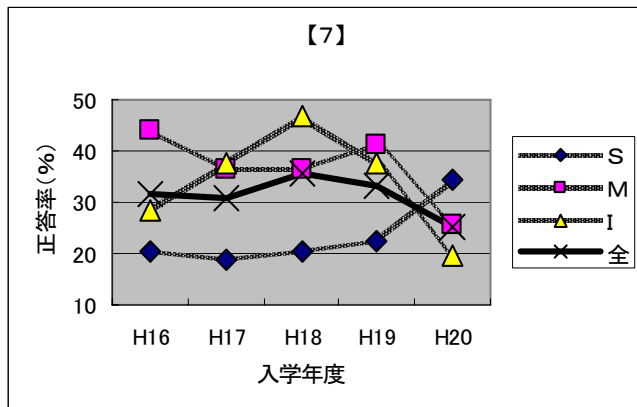


図14

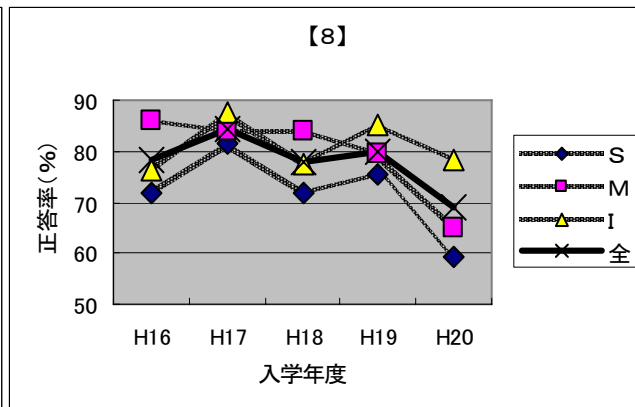


図15

【9】 円錐の体積と表面積を求める問題である。円錐の体積は、(底面積) × (高さ) ÷ 3の公式を覚えていれば解ける問題であるので比較的解けていた。しかし、表面積の方は、円錐の展開図が扇形であることと、扇形の面積だけでなく底面積を足すことも忘れてはいけないので正答率は低かった。両方あわせて、図16に示すように、平成17年度には60%以上あった正答率が平成19年度までに50%まで下がり、平成20年度には、さらに45%まで下がってしまった。これは、中学校でいわゆる空間図形を学習する場面が減ってきていて、学生の学力低下をまねいているのではないかと推察する。誤答も、体積の方は45種類程度であったが、表面積の方は90種類ときわめて多くなった。どちらも円周率のπを書き忘れていた学生が少なからずいたが、やはり、扇形の面積を求めるのに四苦八苦したのではないと思われる答案が多かった。

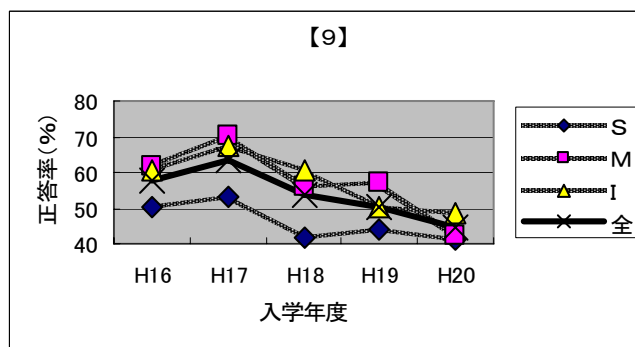


図16

3. 得点推移と入試倍率

図17は5年間の新入学生力テストの得点推移を、また、図18は5年間の入試倍率の推移を示している。細かくこの2つの図を比較すると次のようになる。

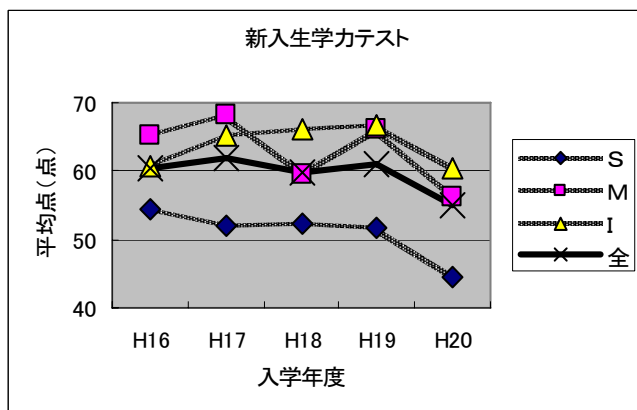


図17

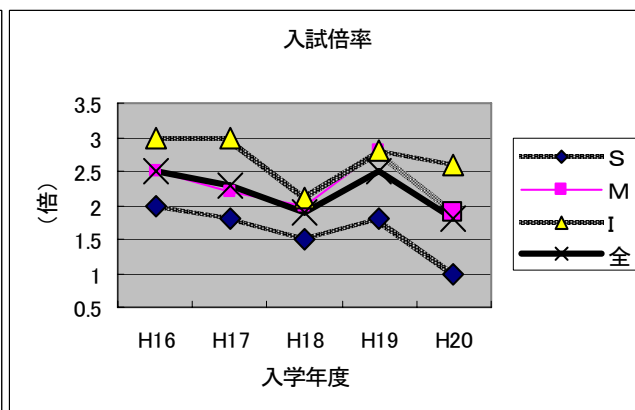


図18

S科に関しては、平成17年度受験生の倍率が1.8倍から平成18年度倍率1.5倍に下がったにもかかわらず、テストの平均点はほとんど変わっていない。逆に、平成19年度に倍率1.8倍に戻ったにもかかわらず、平均点はわずかであるが下がってしまった。平成20年度は倍率が1.0倍まで落ち込んでしまい、平均点も44.4点まで下がってしまった。しかし、全体的に見て、入試の倍率の低下がそのまま平均点の低下に反映されているように思われる。

M科に関しては、倍率の推移と平均点の推移とが異なるのは、平成16年度から平成17年度にかけてで、倍率が下がっているのに平均点は上がっている。これは、平成17年度に入学したM科の学生（現4年生）の中に、数学を得意としている学生が何人もいることが影響しているものと思われる。ただ気になるのは、平成19年度に倍率が2.8倍にまで上がっているのに平均点は平成16年度並までしか上がっておらず、また、平成20年度に倍率が平成18年度とほとんど変わらないのに、平均点は平成18年度よりも下まわっていることである。

I科に関しては、平成18年度まで倍率が下がっているにもかかわらず、平均点は上昇している。ここまでは、倍率に関係なく、成績のよい学生が入学して来てくれているようであるが、平成19年度と平成20年度と倍率が2.6倍以上になったのに対して、平均点はそれほど上昇せず、平成20年度には逆に落ち込んでしまっている。

これら3学科を総合すると、平成18年度までは倍率が下がり気味にもかかわらず、平均点は60点以上を保っているのに、平成19年度に倍率が2.5倍まで戻しても平均点はそれほど上がらず、平成20年度に倍率が1.8倍まで下がると、平均点は今まで以上に下がり、54.9点にまでなっている。本校は、公立高校との併願を許可しているのので、どのくらいの成績の学生が公立高校に逃げってしまうのか、年々歳々変化するので一概には言えないかもしれないが、ここ2年間の学生の学力低下には憂慮するところがあるように思われる。

4. 得点分布

図19は、5年間の新入生学力テストの得点分布を示している。平成17年度だけは例外に60点台にだけ得点人数のピークがあるが、平成16年度と平成18年度には40点台と70点台との2カ所にピークがあり、成績の上位と下位に2分化される傾向が見てとれる。平成19年度と平成20年度にも2カ所のピークがあるが、平成19年度には10点台と70点台に、平成20年度に至っては、10点台と60点台であり、この2年間でだんだん得点分布が下がってきているのがよく分かる。特に、平成20年度には倍率が5年間で最低の1.8倍になってしまい、S科でとうとう定員割れしてしまっていることも影響しているものと思われる。また、0点から10点の枠に平成18年度に1人、平成19年度

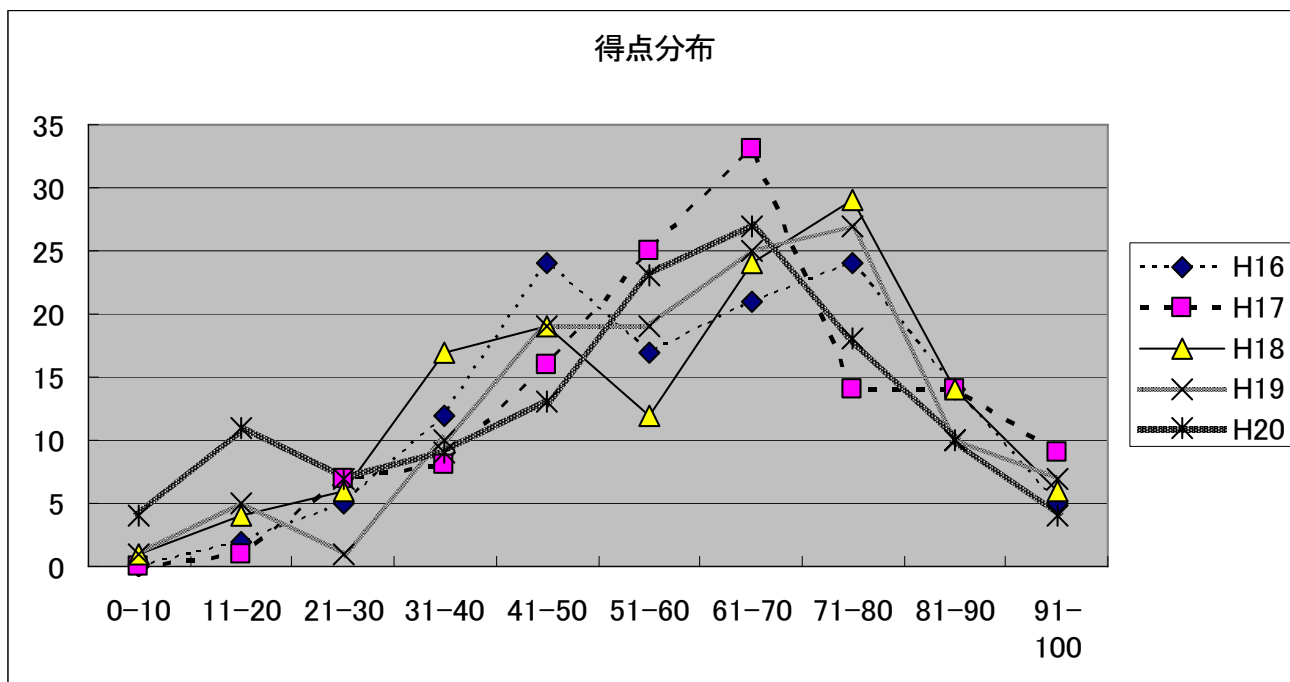


図19

に1人、平成20年度に4人いるのであるが、平成20年度になって初めて0点が3人出てしまったことも付け加えておく。

5. まとめ

5年間、公表しない形で同じ学力診断テストを新入生にさせてみた。その結果、平均点が徐々にではあるが下がってきていること、特に本年度の平均点の低下には目を見張るものがあることがはっきりした。もちろん、本校の入試倍率低下の影響もあると思われるが、それ以上に中学校まで行われてきた「ゆとり教育」の影響で、中学生の学習能力の低下、または、学習しようとする意欲の低下の影響も大きいのではないかと考えられる。しかし、入学を許可した限りにおいては、本校の学生としてその意欲・能力を育て伸ばしていく責任が我々教員側にあることも厳然たる事実である。

今回、5年間の答案を分析する中に、誤答の種類もチェックしてみてその多さに驚かされた。今後、この誤答のパターンを研究材料にして、誤答を防ぐための教材作りなどの方策を模索することができればと考えている。また、来年度から改めて問題を練り直し、5年以上のスパンで、今回と同じような新入生の学力の推移を考察することもできればと考えている。

参考文献

[1] 高田功, 神田全啓, 中井洋史, 吉富知行: 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), 独立行政法人国立高等専門学校機構大島商船高等専門学校紀要第39号, pp. 86-94(2006, 12)