新指導要領に移行後の新入生の数学における学力分析

長廣 恭子*　　原田 幸雄*　　秋吉 康光*

An Analysis of the Mathematical Achievement of First Year Students after the Transition for the New Guidelines of Education

Kyoko NAGAHIRO*, Yukio HARADA* and Yasumitsu AKIYOSHI*

Abstract

Mathematics is the most fundamental subject in the engineering field. Especially the first year math classes are very important. If the students understand them well, they will be suitably prepared for study in the upper grades. We have been checking the mathematics ability of freshman since the foundation of this college. And we have asked an analyst to check it for the past three years. So the data is easily and accurately analyzed. And as we have collected the data for 2 or 3years, we tried to analyze the math ability and tendency of freshman in 2003 and 2004 when the guidelines of education were changed. And we also tried to check the growth of first year students in 2002 and 2003 comparing the entrance data to the term examinations.

Key Words : math ability of freshman　new guideline of education　correlation coefficient

1.　はじめに

高専において専門科目を学ぶ上で,数学はその最も基礎をなす重要な科目である.本校では創設以来毎年新入生に対して実力診断テストを行い,その結果を基に自分の弱点や偏りを認識させ,その後の勉強の指針の一助とさせると共に,教員側の方でも指導の一助としてきた.平成１４年度から業者委託によるコンピュータ実力診断テスト（以下,診断テスト）に切り替え,データの処理が容易にできるようになり,データも今年で丸２年分,足かけ３年分出そろったため,指導要領改訂後初めての分析を試みることにした.高専に入学する学生は比較的数学に強い者が多いと言われるが,ここ数年のデータを元に実際のところどうなのか,入学後の伸びはどうなのか,また平成１５年度からは新教育課程で育ってきた学生が入学しているが,その力はどのように変化してきているか分析を試みることにする.

次の２章において平成１５，１６年度における実力診断テストの内容を示すと共に,その正答率と傾向分析を,３章,４章においては平成１４年度,１５年度の新入生の診断テストとそれぞれの学期試験成績との偏差値における相関を調べる.業者テストは元々レベルA,Bの２種類であったが,新指導要領への移行に伴い平成１５年度には新たにＣレベルが設けられてA,B,Cの３種類になった.本校は１４年度はB,１５，１６年度はＣと最も難度の高いものを使用しており,１５，１６年度は全く同一の問題となっている.

---

* 一般科目

2. 15,16 年度入学生の診断テストの正答率と分析

ここでは診断テストの問題ごとに正答率（%）を示してその結果を分析する．

問１．次の各問に答えなさい．

(1) $(3x-y)^2-(x-y)(x+y)$ を展開しなさい．
１５年度（９３%），１６年度（９０%）
１５，１６年度共に高い正答率であるが，１５年度に比べ１６年度は下がっている．

(2) $(a-4)(a+3b-2)$ を展開しなさい．
１５年度（９５%），１６年度（８８%）
１６年度の正答率は，やや低い．

(3) $3x^2-12xy-36y^2$ を因数分解しなさい．
１５年度（９５%），１６年度（９２%）
１５，１６年度共に高い正答率であるが，１５年度に比べ１６年度は下がっている．

(4) $ab-5a-2b+10$ を因数分解しなさい．
１５年度（９５%），１６年度（９５%）
１５，１６年度共に高い正答率である．

(5) $-8m^2n+50n$ を因数分解しなさい．
１５年度（９８%），１６年度（９１%）
１５，１６年度共に高い正答率であるが，１５年度に比べ１６年度は下がっている．

(6) $\sqrt{75}-\dfrac{18}{\sqrt{12}}$ を計算しなさい．
１５年度（９８%），１６年度（９１%）
１５，１６年度共に高い正答率であるが，１５年度に比べ１６年度は下がっている．

(7) $(\sqrt{3}-\sqrt{6})^2$ を計算しなさい．
１５年度（８７%），１６年度（９０%）
１５年度の正答率がやや低い．無理数の計算が正確にできていない．

(8) ２次方程式 $2x^2-16=x(x+6)$ を解きなさい．
１５年度（８７%），１６年度（７８%）
１５，１６年度共に低い正答率である．
とくに，２次方程式 $x^2-6x-16=0$ に変形するところでのまちがいが多い．

(9) ２次方程式 $x^2-6x+8=0$ を解きなさい．
１５年度（９８%），１６年度（１００%）
前問(8)に比べると，１５，１６年度共に非常に高い正答率である．

(10) ２次方程式 $x^2+ax+8=0$ について，解の１つが－４のとき，a の値ともう１つの解を求めなさい．
１５年度（９７%），１６年度（９８%）
前問(9)と同様に，１５，１６年度共に非常に高い正答率である．

問２．次の各問に答えなさい．

(1) ２点（－３，２），（３，４）を通る直線を求めなさい．
１５年度（９２%），１６年度（９０%）
１５，１６年度共に高い正答率であるが，１５年度に比べ１６年度は下がっている．

(2) $y=2x^2$ のグラフ上の点Ｐ（x，y），原点O，点Ａ（４，０）の３点を頂点とする△ＰＯＡの面積をＳとする．このとき，Ｓを x の式で表しなさい．ただし，$x>0$ とする．
１５年度（８４%），１６年度（７９%）
１５，１６年度共に低い正答率である．

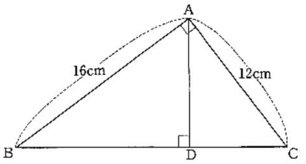
(3) (2)において，Ｓ＝６４のとき，Ｐの座標を求めなさい．
１５年度（８８%），１６年度（８９%）
１５，１６年度共にやや低い正答率である．

(4) $y=-x^2$ において，x の変域が，$-1 \leqq x \leqq 4$ のとき，y の変域を求めなさい．
１５年度（９６%），１６年度（９４%）
１５，１６年度共に高い正答率である．

(5) $y=-x^2$ において，x が－３から－１まで増加するときの変化の割合を求めなさい．
１５年度（８６%），１６年度（９４%）
１５年度はやや低い正答率であるが，１６年度は高い正答率である．

問３．∠Ａが直角で，ＡＢ＝１６㎝，ＡＣ＝１２㎝

である直角三角形ＡＢＣについて，ＡからＢＣにひいた垂線とＢＣとの交点をＤとする．このとき，次の辺の長さを求めなさい．



(1) ＢＣ
　１５年度（９６％），１６年度（９８％）
　１５，１６年度共に高い正答率である．

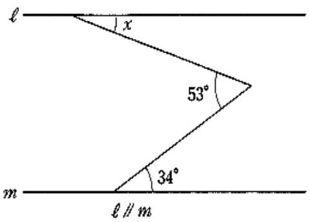
(2) ＡＤ
　１５年度（７０％），１６年度（６６％）
　１５，１６年度共に非常に低い正答率である．

(3) ＢＤ
　１５年度（６６％），１６年度（６１％）
　１５，１６年度共に非常に低い正答率である．

(2)，(3) どちらも相似比を利用すれば求まる問である．低い正答率は，図形に関する学習量が少ないためである．

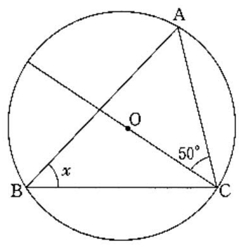
問4．次の各問に答えなさい．

(1) 次の図において，∠x の大きさを求めなさい．



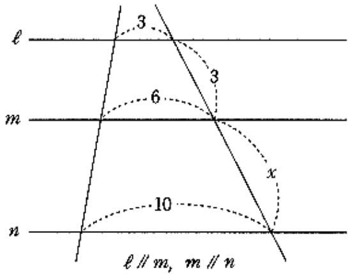
　１５年度（９９％），１６年度（９８％）
　１５，１６年度共に高い正答率である．

(2) 次の図において，∠x の大きさを求めなさい．



　１５年度（９１％），１６年度（９５％）
　１５，１６年度共に高い正答率であるが，１５年度に比べ１６年度は上がっている．

(3) 下の図において，x の値を求めなさい．



　１５年度（３８％），１６年度（３４％）
　１５，１６年度共に極めて低い正答率である
　問３．の(2)，(3) と同様に，比例式を利用して線分（辺）の値を求めることができない．

(4) ２点Ａ（－１，－３），Ｂ（４，２）間の距離を求めなさい．
　１５年度（９６％），１６年度（９７％）
　１５，１６年度共に高い正答率である．

(5) 縦，横，高さがそれぞれ２㎝，４㎝，５㎝である直方体の対角線の長さを求めなさい．
　１５年度（９５％），１６年度（９０％）
　１５，１６年度共に高い正答率であるが，１５年度に比べ１６年度は下がっている．

問５．１から５までの数字を書いた５枚のカードがある．この５枚のカードの中から２枚を同時に取り出すとき，次の問に答えなさい．

(1) ２枚を同時に取り出す場合の数は，全部で何通りありますか．
　１５年度（９５％），１６年度（７４％）
　１５年度は高い正答率であったが，１６年度は低い正答率である．

(2) ２枚のカードに書いてある数字の積が偶数である確率を求めなさい．
　１５年度（９４％），１６年度（９０％）
　１５，１６年度共に高い正答率であるが，１５年度に比べ１６年度は下がっている．

これらの問題の中には，指導時間の軽減が色濃く反映されている項目（相似比など）もあったが，もうすこし全体的に反映されるような問題が望ましい．（指導要領改訂については５．参照）

3.　14 年度入学生の診断テストと学期試験成の偏差値による相関分析

旧学習指導要領のもとで履修した最後の入学生である平成１４年度生（１２２名）については,診断テストと前期末試験,学年末試験成績について,その各偏差値の相関を調べてみた. この調査の意味は学生の学力の中身ではなく,学年順位の変化を見てゆくことでのみ見えてくるものを今後の指導に役立てることが目的である.学力の中身とも関係する達成感,満足度などについて今後さらに検討してゆきたい.

診断テストの設問１は「簡単な因数分解と 2 次方程式」,設問２は「直線の式および 2 次関数」,設問３は「三角形の性質」,設問４は「図形（平行線）の性質」,設問５は「場合の数および確率」の各基本問題である.

基本となるデータは以下の数値および,全学生の得点である.

①入学時診断テスト(100 点)平均点 90.3
標準偏差 7.20
設問１（40 点）平均点 37.4
標準偏差 3.61
設問２（20 点）平均点 18.55
標準偏差 2.41
設問３（8 点）平均点 5.95
標準偏差 2.65
設問４（24 点）平均点 20.9
標準偏差 2.10
設問５（8 点）平均点 7.53
標準偏差 1.40

②数学Ａ前期末試験結果　平均点 58.9
標準偏差 20.0
学年末試験結果　平均点 69.4
標準偏差 7.20

③数学Ｂ前期末試験結果　平均点 68.5
標準偏差 17.8
学年末試験結果　平均点 70.1
標準偏差 12.3

まず,以上の結果をもとに,全学生の試験毎の偏差値を算出した.

偏差値の計算式は

$$\text{偏差値}=\frac{\text{得点}-\text{平均点}}{\text{標準偏差}}\times 10\ +50$$

である.

次に各学期試験と診断テストおよび設問１，２，４との偏差値の相関について調べた.設問３，５については得点の比率が小さく,標準偏差の値も低い.よって偏差値の比較,相関を調べることにあまり意味が見出せないので省略する.

表　１
診断テスト（全体）と学期試験との相関係数

		診断テスト（全体）
数学Ａ	前期末	0.398
	学年末	0.137
数学Ｂ	前期末	0.394
	学年末	0.382

表　２
診断テストの設問１．２．４と学期試験との相関係数

	設問１	設問２	設問４
数学Ａ前期末	0.421	0.177	0.220
学年末	0.101	-0.023	0.145
数学Ｂ前期末	0.409	0.207	0.268
学年末	0.387	0.595	0.208

表１より,診断テスト（全体）と数学Ａ（２次関数など解析的分野）の前期末試験,および数学Ｂ（因数分解など代数的分野）の前期末,学年末試験（以下試験略）にほぼ同様のやや強い相関がみられる.数学Aの学年末については相関が弱い.また,表４－２より,診断テスト設問１に関しては表１と同様の結果であるが,数学A,Ｂともに前期末との相関がさらに強い.設問２については,数学Ｂの学年末とかなり強い相関がみられる.他については,総じて相関は弱い.設問４については,総じてやや弱い相関がみられる.

以上の結果から,数学Aの学習に対しては診断テストの結果は前期末までは影響するが,後期に入ると各自の努力しだいで学年末までにその順位が移動する可能性が高いといえる.一方数学Bに関しては前後期ともに診断テストの結果がそのまま反映される確率が高いと思われる.とくに設問１の基礎的計算問題については前後期とも数学Ｂの結果に影響していると思われる.

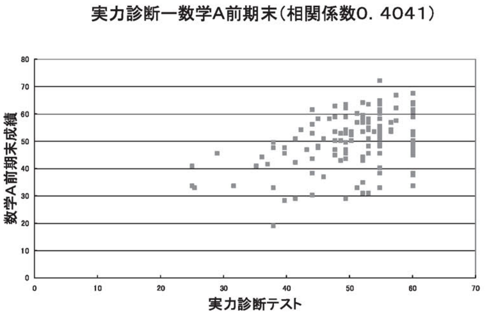
設問２，４については数学A,Ｂともに前後期にわたって概ね影響がみられない.ただし,設問２の結果と数学Ｂの学年末との間に強い相関がみられることについては,理由が見出せない.（数学Ｂの「代数的内容」と設問２の「関数的内容」について,その結果に強い相関があるとは考えにくいからである.）

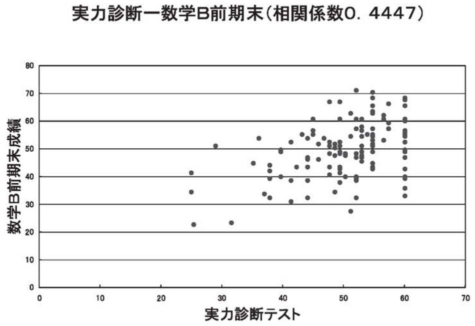
4. 15 年度入学生の診断テストと学期試験成績の偏差値による相関分析

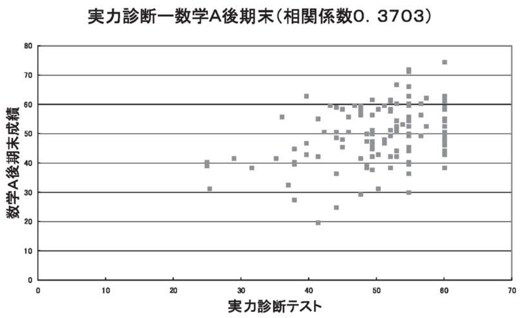
この年度の新入生は,新教育課程に移行して最初の学生である.この年より実力診断テストは前年度までのBレベルより若干難しいCレベルのテストが設けられ,本校もCレベルへ移行した.従って,前年度との比較が難しく,同年度における定期テストの結果との相関を調べた.コンピュータ診断テストの問題内容および点数配分は,式と計算が4割,関数2割,図形3割,確率1割である.この年の平均点は全国平均 73.14 に対して本校の校内平均が 88.60,17%の学生が満点取得者であった.ちなみに16年度については全国平均 68.48 に対して本校の校内平均は 87.00 である.Cレベルの実力診断テストの受験校は進学校が多いということからすると,本校の新入生の数学力のレベルはかなり高いということができよう.

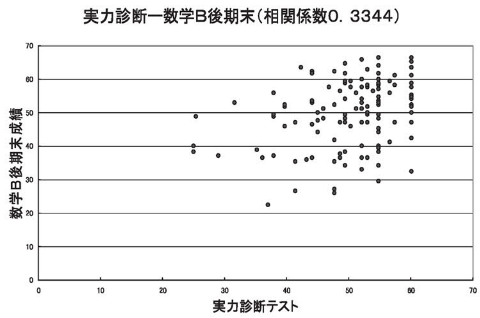
下に実力診断テストと学期定期試験の相関グラフを

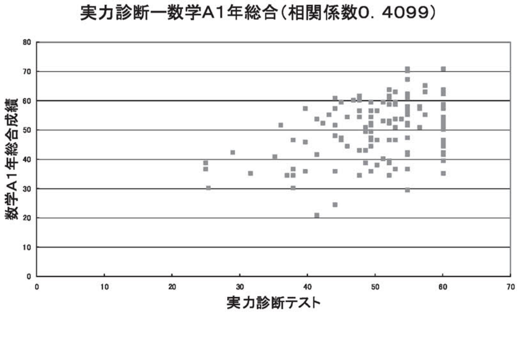
表 3

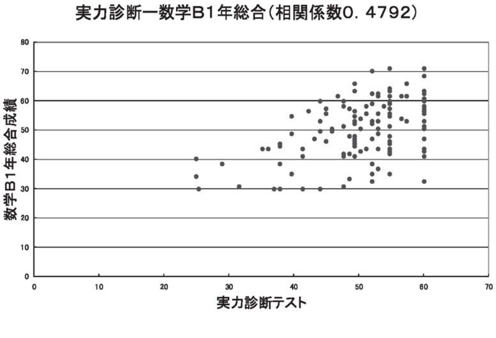












示すが,横軸（x）はすべて診断テストの結果を偏差値で表したものである.縦軸（y）は左側が上から順に本校における数学ＩＡの前期末成績（前期中テストと前期末テストの平均）,後期末成績（後期中間テストと後期末テストの平均）,１年総合成績（４回の定期テストの平均）のテスト結果の偏差値,右側が本校数学ＩＢに関して同様の順にテスト結果の偏差値を表している.本校の数学ＩＡの出題内容は,前期末が 「指数関数,無理関数とその応用など」,後期末が「三角関数とその応用」,ＩＢの内容は,前期末が「数と式の計算」と「方程式」,後期末が「不等式」と「図形と式」の中の「点と直線」,「円」および「楕円」である.これらの相関係数は,何れもほぼ0.33から0.48と前年度に比べると比較的高い数値を示している.これは,前年度は問題が易しすぎて相関があまり出なかったことが考えられ,前年度に比べると少し改善されているということであろう.

これらから言えることは,当初の偏差値が低いものは,その後の偏差値も全般的に低い傾向を示すが,ほぼ全員がｙ＞ｘに位置する.これは,かなり努力をして少しずつではあるが力を伸ばしてきているということであろう.一方,ｙ＜ｘに位置する学生は,コンピュータ診断テストの高得点者に集中している.特にコンピュータ診断テストの満点取得者やそれに近い者で１年総合ではA，Ｂ共に偏差値３０近くまで落ちている者もいる.これらの者は入学後の努力不足ということが考えられる.勉強方法や時間,意欲さらには生活姿勢などに問題が現れてきているケースも考えられるため,一部の学生については数学のみならず多面的な分析を試みることが必要かもしれない.個人的に見ても授業を受ける姿勢が前向きで熱心で,補習に出たり質問によく来たりする学生は当初の成績が良い悪いに関わらずかなり伸びてきている.これらのことから,元々入学時の能力において大差はなく,入学時の成績よりも入学後の努力が数学力を付けるための重要な要素をなすということができよう.

5. 指導要領改訂にともなう本校の対応

新指導要領で内容が軽減されている項目は以下のとおりである.

○「数と式」の領域

１．一元一次不等式
２．多項式を１文字に置き換える因数分解
３．二次方程式の解の公式
４．平方根表

○「図形」の領域

１．平面図形の平行移動,対称移動,回転移動
２．空間図形の切断,投影
３．三角形の重心
４．球の表面積と体積
５．簡単な立体図形の相似
６．相似な図形の相似比,面積比,体積比の関係
７．内接円,外接円,接弦定理など円の性質に関する内容

○「数量関係」の領域

１．資料の整理,母集団と標本調査

これらについて本校では,当面以下のように対応している.

「数と式」の領域における,１.一元一次不等式,２.多項式を１文字に置き換える因数分解,３.二次方程式の解の公式については,入学後すぐに指導しなければならない.それに要する時間は４コマ（１コマ９０分）を当てる.

「図形」の領域における,１．平面図形の平行移動,対称移動,回転移動,２.空間図形の切断,投影については,授業の中で必要時にそれぞれ指導する.それらに要する時間はトータルで１コマを当てる.

「図形」の領域における,３．三角形の重心,４．球の表面積と体積,５．簡単な立体図形の相似,６．相似な図形の相似比,面積比,体積比の関係については,授業の中で必要時にそれぞれ指導する.それに要する時間はトータルで２コマを当てる.

「図形」の領域における,７．内接円,外接円,接弦定理など円の性質に関する内容は必要事項なので,１年生で２コマの時間を設けて指導する.

「数量関係」の領域における,１．資料の整理,標本調査については,「統計」の授業の中で指導する.

6. まとめ

(1) 診断テストの結果わかること

(イ)成績の悪い者は一般に計算力に欠けている.

(ロ)即問即答の形で問う問題はだいたい理解されているようであるが,概念の的確さと思考力を問う問題になると正答率は急に低くなっている.

(ハ)診断テスト問題作成においてはもう少し段階的に小分けすることによって,もっとくわしく分析,診断ができるであろう.

(2) 今後の指導

(イ)診断テストにより中学数学の分野で理解不十分なところを知ることができ,これからの授業において焦点をどこに合わせればよいかがわかった.また,中学数学との連携もより密にしてゆかなくてはならない.

(ロ)中学数学の理解不十分な者については,補習などで夏休みの終わり頃までにマスターさせることが望ましい.

(ハ)計算問題において不注意ミスをする者が多いので問題集を使って家庭学習をさせ,そのレポート添削による指導が必要である.

平成１５年度より本校でも新指導要領のもとで学習してきた学生の受け入れが始まった.これまでにくらべ多くの内容が削減されているため,工学教育の重要な基礎としての数学教育においてこれまでの方法や時間数で十分な学力をつけることができるかどうか少なからぬ不安があった.そこで,指導要領改訂後,初めて新入生の学力分析を行った.結果として診断テストが１４年度と１５年度以降の学力の変化を浮き彫りにする内容になっていなかったこともあり,総合的なデータを提示することはできなかった.しかし,「相似比」で見られたように時間数を削減された内容に学生が弱いということは明らかになった.授業を行っていても力不足を感じることが少なくない.しかしながら,４章で述べたように,本校に入学している学生はかなり高い能力を有し,学習意欲も旺盛である.彼らに対して現在の状況下でこれまでのレベルを維持するためには,授業内容の工夫と学生自身の努力が必要である.本校では補助的な時間として週１回「数学演習」の時間を設け,１年生全員に自学自習をさせながら解からないところはティーチングアシスタント（専攻科生）が対応したり,教員が個人的にオフィスアワーや補習の時間を設け,学生の質問に対応している.これらの時間を総合的に連携させ,効率化を図りながら,同時に入学後学習意欲の低下する学生についても生活面を含めさまざまな面からのフォローが必要であろう.

診断テストの出題内容についてももっと詳細に分析ができるような問題を独自で作成することも一考に値することと思われる.

文献

1) 文部科学省：中学校学習指導要領解説・数学編,大阪書籍（1999）

2) 数研出版「数学通信（特別号）」(1999)

(2004.9.6 受理)