高専4年次数学学力診断テストの結果と分析
―技術士一次試験レベル―

長廣恭子[*1]　日南住　博[*2]　原田幸雄[*1]　秋吉康光[*1]

Results and analysis of mathematics achievement tests for the forth year students of our College of Technology

Kyoko NAGAHIRO [*1], Hiroshi HINAZUMI[*2], Yukio HARADA[*1], Yasumitsu AKIYOSHI[*1]

Abstract

We gave Professional Engineer (PE) exams in Japan by statutory order. “Mathematics” is the primary skill tested for the examinee to certify their base level. The level of the exam is equal to an introductory course for the hard sciences department in our universities. The contents of mathematics courses in Technical Colleges are so nearly equal to them that we tried to give an achievement test at the same level as the primary tests of PE. Our testing revealed some comprehension problems in many students. For example, some students understanding is weak in abstract matters while they are good at simple calculations. And they don’t network well among each section.

Key Words : Mathematics , PE exams, Achievement test

１．はじめに

技術士は文部科学省令で定める自然科学分野における国家資格である。その資格取得のための技術士一次試験（共通科目）は工学技術者として必要な数学の基本知識の保証を要請するものとして、どの工学分野の受験にも共通に義務付けられている（五肢択一式２０問）。試験の程度は４年制大学の自然科学系学部の教養課程程度であり、その合格のための正答率は約５０％であるといわれている。

高専 4 年次前期までのカリキュラムは、高専で修得すべき（専門科目等で利用される）数学の内容のほぼすべてを履修すると同時にこの技術士一次試験の試験範囲とほぼ同じである。本校では高専時に習得すべき数学の学力の診断をすべく平成 16 年度より、学力診断テストとして 4 年次末（1 月中旬）にこのテストを行ってきた。範囲は 4 年次までの全数学科目の範囲とし、レベルは、過去に行われた技術士一次試験とほぼ同等とした。学生への告知は 11 月はじめに行い、そのための特別な授業や補習は行わず、過去の問題例を示し、各自で準備をさせることとした。

本報告ではこの２年間のテスト結果の分析を行い、今後どのような対策を考えていくかについて述べる。

[*1] 一般科目
[*2] 土木建築工学科

2. 問題分析と授業との関連

各設問の内容は以下のとおりである。各設問内容の後に、シラバスに示された学習時期および難易度を示す。難易度は、基本的な問題（教科書の例題、問）をA、やや複合的な問題（教科書の章末問題）をB、非常に複合的で難しい問題（教科書で取り扱っていない問題、融合問題）をCで表す。

（1） 2004年度

［設問１］数列の収束・発散、極限値、３年後期、［C］

【類題】実数の数列について、次のうち正しいものはどれか。

① 発散する数列のなかで、極限値を持つものがある。

② 収束する数列の極限値は、ただ１つである。

③ すべての数列は、収束する部分列をもつ。

④ 収束する部分列を含む数列は、収束する。

⑤ 有界なすべての数列は、収束する。

［設問２］関数の連続性、２年前期、［B］

【類題】関数$f(x)$の連続性について、次のうち正しくないものはどれか。

① $f(x)$が連続ならば、$2f(x)$は連続である。

② $2f(x)$が連続ならば、$f(x)$は連続である。

③ $\{f(x)\}^2$が連続ならば、$f(x)$は連続である。

④ $f(x)$が連続ならば、$\{f(x)\}^2$は連続である。

⑤ $f(x)$が連続ならば、$2^{f(x)}$は連続である。

［設問３］数列の極限、２年後期、［B］

ロピタルの定理を用いて、極限値を求めることができる。

【類題】次の極限値を求めよ。.

(1) $\lim_{x\to+0} x^x$ (2) $\lim_{x\to\infty} \sqrt[x]{x}$

［設問４］関数の極限、２年前期、［A］

【類題】極値$\lim_{x\to\infty} \tan^{-1} x$の値は、次のどれか。

① 0，② $\frac{\pi}{6}$，③ $\frac{\pi}{4}$，④ $\frac{\pi}{2}$，⑤ ∞

［設問５］曲線の接線、２年後期、［B］

曲線の接線を求めることができる。

【類題】

(1) 原点を通る直線で、曲線$y=e^x$に接するものを求めよ。

(2) 曲線$y=x^3+2x^2+x+3$の接線で、傾きが５であるものを求めよ。

［設問６］関数の増減・極値、曲線の凹凸、２年後期、［B］

導関数を利用して関数の増減を調べ、極値、変曲点、最大値、最小値、漸近線を求めることができる。

【類題】次の関数のグラフの概形をかけ。

(1) $y=\frac{2e^x}{e^{2x}+1}$ (2) $y=x+\frac{1}{x}$

［設問７］高次導関数、２年後期、［B］

整関数、分数関数、指数関数、対数関数の第n次導関数を求めることができる。

【類題】次の関数の第n次導関数を求めよ。

(1) $y=\log(1-x)$ (2) $y=\frac{1}{1-x^2}$

(3) $y=x^2e^{-3x}$

［設問８］定積分の部分積分、３年前期、［B］

部分積分法を利用して、定積分の計算ができる。

【類題】

(1) $\int_0^1 x^2e^x dx$ (2) $\int_1^2 \log x dx$

［設問９］回転体の体積、３年前期、［B］

定積分を利用して、回転体の体積を求めることができる。

【類題】

(1) 曲線$y=e^x$ $(0 \leqq x \leqq 1)$をx軸のまわりに回転して得られる回転体の体積を求めよ。

(2) 曲線$y=\sin^{-1}x$ $(-1 \leqq x \leqq 1)$をx軸、y軸のまわりにそれぞれ回転して得られる回転体の体積を求めよ。

［設問10］微分方程式、４年後期、［A］

初期条件を満たす、変数分離形の微分方程式を解くことができる。

【類題】次の微分方程式を（　）の初期条件のも

とで解け。

(1) $2y\dfrac{dy}{dx}=x+1$　（$x=2$ のとき $y=1$）

(2) $(1+x^2)\dfrac{dy}{dx}=xy$　（$x=0$ のとき $y=2$）

［設問 11］偏微分、４年前期、［B］

２変数関数 $z=f(x,y)$ における合成関数の微分の計算ができる。

【類題】

(1) $z=\log xy$，$x=u^2+v^2$，$y=2uv$ のとき、$\dfrac{\partial z}{\partial u}$，$\dfrac{\partial z}{\partial v}$ を x，y の式で表せ。

(2) $z=\dfrac{x^2}{y}$，$x=u-2v$，$y=2u+v$ のとき、$\dfrac{\partial^2 z}{\partial u\partial v}$ を x，y の式で表せ。

［設問 12］重積分、４年前期、［B］

２重積分の積分順序を変更することができる。

【類題】次の２重積分の積分順序を変更せよ。

(1) $\displaystyle\int_1^2\left(\int_0^{5-\frac{5}{2}y} f(x,y)dx\right)dy$

(2) $\displaystyle\int_0^1\left(\int_{x^2}^{2-x} f(x,y)dy\right)dx$

［設問 13］複素数の計算、１年前期、［A］

複素数の計算ができる。

【類題】次の計算をせよ。

(1) $(4-3i)(3+2i)$　　(2) $\dfrac{1}{i}+i$

［設問 14］平面ベクトル、２年後期、［A］

成分表示されたベクトルの和・差を求めることができる。

【類題】$\vec{a}=(-1,2)$，$\vec{b}=(3,-1)$ のとき、次のベクトルの成分表示を求めよ。

(1) $3\vec{a}-2\vec{b}$　　(2) $\vec{a}+\dfrac{1}{2}\vec{b}$

(3) $-\dfrac{1}{3}\vec{a}+\dfrac{1}{2}\vec{b}$

［設問 15］４次元数ベクトルの直交、２年後期、［C］

４次元数ベクトル空間における２つのベクトル $\vec{a}$，$\vec{b}$ の内積 $\vec{a}\cdot\vec{b}$ を求めることができる。

【類題】

(1) $\vec{a}=(4,3,2,1)$，$\vec{b}=(-1,4,-3,k)$ のとき、$\vec{a}$ と $\vec{b}$ が直交するように、k の値を定めよ。

(2) $\vec{a}=(3,2,1)$，$\vec{b}=(-1,2,5)$ のとき、$\vec{a}$ と $\vec{b}$ の両方に直交する単位ベクトル $\vec{c}$ を求めよ。

［設問 16］n 次元数ベクトルの１次独立（線形独立）、３年前期、［B］

【類題】n 次元数ベクトル $\overrightarrow{a_1}$，$\overrightarrow{a_2}$，……，$\overrightarrow{a_k}$ が１次独立（線形独立）であるとは、次のどれか。ただし、λ_1，λ_2……，λ_k はスカラーとする。

① $\lambda_1\overrightarrow{a_1}+\lambda_2\overrightarrow{a_2}+\cdots\cdots+\lambda_k\overrightarrow{a_k}=\vec{0}$ ならば、$\lambda_1=\lambda_2=\cdots\cdots=\lambda_k=0$ である。

② $\lambda_1=\lambda_2=\cdots\cdots=\lambda_k=0$ ならば、$\lambda_1\overrightarrow{a_1}+\lambda_2\overrightarrow{a_2}+\cdots\cdots+\lambda_k\overrightarrow{a_k}=\vec{0}$ である。

③ $\lambda_1\overrightarrow{a_1}+\lambda_2\overrightarrow{a_2}+\cdots\cdots+\lambda_k\overrightarrow{a_k}=\vec{0}$ を満たす λ_1，λ_2……，λ_k は、すべてが０とは限らない。

④ 任意の n 次元数ベクトル $\vec{a}$ は、$\vec{a}=\lambda_1\overrightarrow{a_1}+\lambda_2\overrightarrow{a_2}+\cdots\cdots+\lambda_k\overrightarrow{a_k}$ の形に表される。

⑤ 各 $i(\leqq k)$ に対して、$\overrightarrow{a_i}=\lambda_1\overrightarrow{a_1}+\cdots\cdots+\lambda_{i-1}\overrightarrow{a_{i-1}}+\lambda_{i+1}\overrightarrow{a_{i+1}}+\cdots\cdots+\lambda_k\overrightarrow{a_k}$ と表される。

［設問 17］ n 次正方行列、３年後期、［B］

【類題】 n 次正方行列 A，B について、次の命題のうち正しくないものはどれか。ただし、$|A|$ は A の行列式を表し、${}^tA$ は A の転置行列を表す。また、E は n 次単位行列とする。

① $AB=E$ ならば、$BA=E$ である。

② $A^2=B^2$ ならば、$A=\pm B$ である。

③ $|AB|=|A|\cdot|B|$

④ $|{}^tA|=|A|$

⑤ $|A|\neq 0$ ならば、A は逆行列をもつ。

［設問 18］ 行列式、３年前期、［C］

サラスの方法を用いて、３次の行列式を展開することができる。

【類題】

⑴　３次の行列式 $\begin{vmatrix}6&-4&3\\-3&2&-7\\5&-1&4\end{vmatrix}$ の値を求めよ。

⑵　３次の行列式 $\begin{vmatrix}x-2&-1&1\\1&x-4&1\\1&-1&x-2\end{vmatrix}$ を因数分解せよ。

［設問 19］ 行列の固有値、３年後期、［B］

行列の固有値を求めることができる。

【類題】次の行列の固有値、固有ベクトルを求めよ。

⑴ $\begin{pmatrix}3&4\\2&1\end{pmatrix}$　　⑵ $\begin{pmatrix}1&0&-1\\1&2&1\\2&2&3\end{pmatrix}$

［設問 20］ 不等式と領域、２年前期、［B］

不等式で表された領域における式の最大値、最小値を求めることができる。

【類題】次の行列の固有値、固有ベクトルを求めよ。

⑴ 連立不等式 $x\geqq 0$，$y\geqq 0$，$x+y\leqq 5$，$x+2y\leqq 8$ を満足する x，y に対して、１次式 $2x+3y$ の最大値、最小値を求めよ。

⑵ 連立不等式 $x\leqq 2$，$y\leqq 3$，$3x+2y\geqq 6$ を満足する x，y に対して、式 x^2+y^2 の最大値、最小値を求めよ。

（2）2005 年度

［設問１］ 不定形の極限値、２年前期、［B］

（変形して極限、ド・ロピタルは使わないで求まる）

【類題】　⑴ $\lim_{x\to\infty}(\sqrt{x-1}-\sqrt{x})$

⑵ $\lim_{x\to\infty}\left(\sqrt{4x^2+x+1}-2x\right)$

［設問２］ 逆三角関数の値、２年前期、［A］

【類題】　$\sin^{-1}\dfrac{\sqrt{3}}{2}-\cos^{-1}\dfrac{1}{\sqrt{2}}+\tan^{-1}(-1)$

［設問３］ 平均値の定理と接線の傾き、２年後期、［A］

【類題】関数 $f(x)=x^2+px+q$ について $h\neq 0$ のとき、次の式を満たす θ の値を求めよ。

$$f(a+h)=f(a)+f'(a+\theta h)h$$

［設問４］ 連続関数において単調増加（$f'(x)\geq 0$）の条件、２年後期、［B］

判別式（１年前期）、必要十分条件（１年前期）を含む。

【類題】 $f(x)=x^3+3x^2+ax-1$ が単調増加関数であるための条件を求めよ。

［設問５］ ライプニッツの公式よる n 次導関数のある項の係数、２年後期、［A］

【類題】 $f(x)=x^2e^x$ の第 n 次導関数を求めよ。

［設問６］ 双曲線上の点における接線の方程式、２年後期、［A］、陰関数の微分（２年前期前半）を含む。

【類題】$x^2-9y^2=9$ 上の点 $(3\sqrt{2},1)$ における接線の方程式を求めよ。

[設問７] 広義積分の値、３年前期、[B]
極限値（２年前期前半）を含む。

【類題】$\int_0^\infty xe^{-x^2}dx$

[設問８] 回転楕円体の体積、３年前期、[A]

【類題】楕円 $x^2+\dfrac{y^2}{4}=1$ を x 軸の周りに１回転してできる回転体の面積を求めよ。

[設問９] 級数の発散・収束、３年前期、[C]
【類題】次の級数の中で発散するものはどれか。

① $\dfrac{1}{1!}+\dfrac{1}{2!}+\dfrac{1}{3!}+\dfrac{1}{4!}+\dfrac{1}{5!}+\cdots\cdots$

② $\dfrac{1}{1^2}+\dfrac{1}{2^2}+\dfrac{1}{3^2}+\dfrac{1}{4^2}+\dfrac{1}{5^2}+\cdots\cdots$

③ $\dfrac{1}{\sqrt{1\cdot2}}+\dfrac{1}{\sqrt{2\cdot3}}+\dfrac{1}{\sqrt{3\cdot4}}+\dfrac{1}{\sqrt{4\cdot5}}+\cdots\cdots$

④ $\dfrac{1}{2}+\dfrac{1}{4}+\dfrac{1}{8}+\dfrac{1}{16}+\dfrac{1}{32}+\cdots\cdots$

⑤ $1-\dfrac{1}{2}+\dfrac{1}{3}-\dfrac{1}{4}+\dfrac{1}{5}-\cdots\cdots$

[設問10] １階微分方程式（変数分離形）の特殊解、４年後期、[A]
部分分数に分解したのち求積法で求める。

【類題】微分方程式 $\dfrac{dy}{dx}=y(y+1)$ を $x=0$ のとき $y=-\dfrac{1}{2}$ のもとで解け。

[設問11] 行列式で表された関数 $f(x,y,z)$ を偏微分、（行列式）３年前期、（偏微分）４年前期、[A]

【類題】$u=\begin{vmatrix}1&1&1\\x&y&z\\x^2&y^2&z^2\end{vmatrix}$ のとき、

$\dfrac{\partial u}{\partial x}+\dfrac{\partial u}{\partial y}+\dfrac{\partial u}{\partial z}$ を求めよ。

[設問12] 重積分の値、４年前期、[A]
【類題】重積分 $\iint_D (x-y)dxdy$ を積分領域（$D:0\le x\le1, x^2\le y\le\sqrt{x}$）で求めよ。

[設問13] 閉区間の性質、部分列、部分集合、最大元、最小元、和集合などの意味、（区間）２年前期、（集合）１年後期、[C]

【類題】閉区間 $I=[a,b](a<b)$ の性質として正しくないものは次のどれか。
① 上の任意の実数値連続関数は最大値と最小値を持つ。
② Ｉ上の任意の部分集合は最大元と最小元を持つ。
③ Ｉの任意の数列は収束する部分列を含む。
④ Ｉの任意の単調増加数列は収束する。
⑤ Ｉは互いに交わらない２つの閉区間の和集合として表せない。

[設問14] ５次元数ベクトルを単位ベクトルにする成分の値、（ベクトルの長さ）２年前期、（５次元数ベクトル）未学習、[C]

【類題】　５次元ベクトル $\left(x,\dfrac{1}{2},-x,\dfrac{\sqrt{2}}{4},-\dfrac{1}{2}\right)$ が単位ベクトルとなるように x の値を定めよ。

[設問15] ２つのベクトルのなす角、（４次元ベクトル）（ベクトルの内積）２年前期、（４次元ベクトル）未学習、[C]
【類題】４次元ベクトル空間における次の２つのベクトルのなす角を求めよ。

$$(-1,0,1,2)\quad(1,2,0,-1)$$

[設問16] ３次元ベクトル空間の１次独立なベクトル、（ベクトルの計算）２年前期、ただし「一次独立」という言葉は未学習、[C]
【類題】３次元ベクトル空間の１次独立なベクトル $\vec{a},\vec{b},\vec{c}$ について

$$l(\vec{a}+2\vec{b}-\vec{c})+m(2\vec{a}-\vec{b}+\vec{c})+n(\vec{a}-3\vec{b}+2\vec{c})$$
$$=\vec{a}+\vec{b}-2\vec{c}$$

を満たすl,m,nを求めよ。

[設問 17] 3次元行列の演算、3年後期、[A]

【類題】 $A=\begin{pmatrix}1&1&0\\0&1&1\\0&0&1\end{pmatrix}$のとき、

$A^3+4A-3E$を求めよ。Eは単位行列とする。

[設問 18] 3次元行列の階数、3年後期（ただし行列の階数については未学習）、[C]

【類題】次の行列の階数を求めよ

(1) $\begin{pmatrix}1&-1&1\\2&-3&1\\-1&4&2\end{pmatrix}$ (2) $\begin{pmatrix}7&4&1\\4&3&2\\10&9&8\end{pmatrix}$

[設問 19] 連立方程式と行列式、3年後期、[A]

【類題】連立一次方程式

$$\begin{cases}x+2y+z=0\\-2x+3y-z=0\\-x+ky+z=0\end{cases}$$

が$x=y=z=0$以外の解を持つようにkの値を定めよ。

[設問２０] 正方行列の性質、４年前期、[C]

【類題】n次正方行列Aについて、次の命題のうち１つだけ他の命題と同値でないものがある。それはどれか。

① Aは直交行列である。

② AとAの転置行列の積は、単位行列となる。

③ Aの転置行列とAの逆行列は一致する。

④ Aの逆行列はA自身である。

⑤ Aの列ベクトル$\vec{a}_1,\vec{a}_2,\cdots,\vec{a}_n$は$n$次元実ベクトル空間$R^n$の正規直交基底である。

3. 結果と分析

（1） 2004 年度

各学科の平均点および各設問の正答率は以下の通りである。

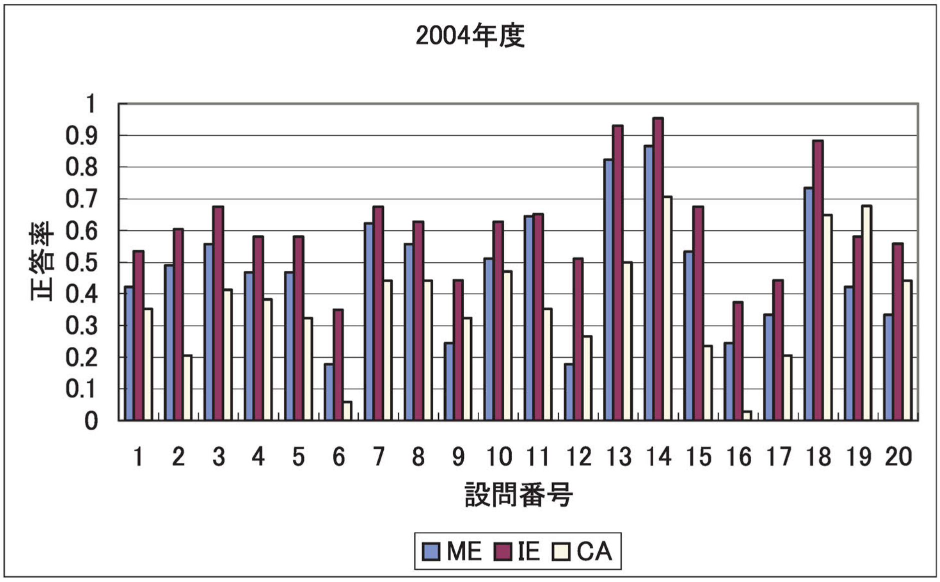
（各設問の内容，難易度については２節を参照のこと。）

学　科	平均点
ME（機械電気工学科）	51.9
IE（情報電子工学科）	61.5
CA（土木建築工学科）	48.4
全　体	54.3

50 点以上を合格者とすれば，全受験者数 122 人に対して 80 人，率にして 65.6%である。これを学科別に見ると，次の表のようになる。

学　科	受験者数	合格者数	合格率(%)
ＭＥ	45	30	66.6
ＩＥ	43	37	86.0
ＣＡ	34	13	38.2

設問ごとの正答率を学科別に比較したものを次のグラフで示す。



比較的オーソドックスな内容の設問が多かったせいか，平均点，正答率ともにほぼ予想通りであったと言えるが，合格率において学科による相違が予想以上に見られたのは少々驚きであった。以下正答率に特徴が見られる設問について見てみる。

・１年次，２年次の学習内容である設問２，３，４，５，６，７，13，14，15，20の内，特に正答率が高いのは，13，14，15 である。これらは比較的解答が容易なものである。
・設問３，４，７はまずまずの正答率であった。
・設問番号６は極端に正答率が低い。これは学習後数学以外では使用頻度が余り多くない分野と考えられ，多くの学生が忘れたものと考えられる。
・設問２，５については学科ごとの正答率にかなりの差が見られた。
・設問20では期待したほどの正答率が得られなかった。
・4年次にて学習する内容の設問10, 11, 12については，学習後間もないこともあってか設問 12 を除いて比較的高い正答率を得た。
・設問12の場合，不等式が表す領域を図示することが苦手な者がかなりいることが示唆される。これは設問20にも通じることである。
・設問１はかなり理論的な問題である。このような内容については時間的な制約もあり，十分に教授することができないので，正答率が低いのもやむをえないもと考える。

	受験者総数	合格者数	合格率(%)
ME	44	17	38.6
ＩＥ	43	19	44.2
CA	36	11	30.6

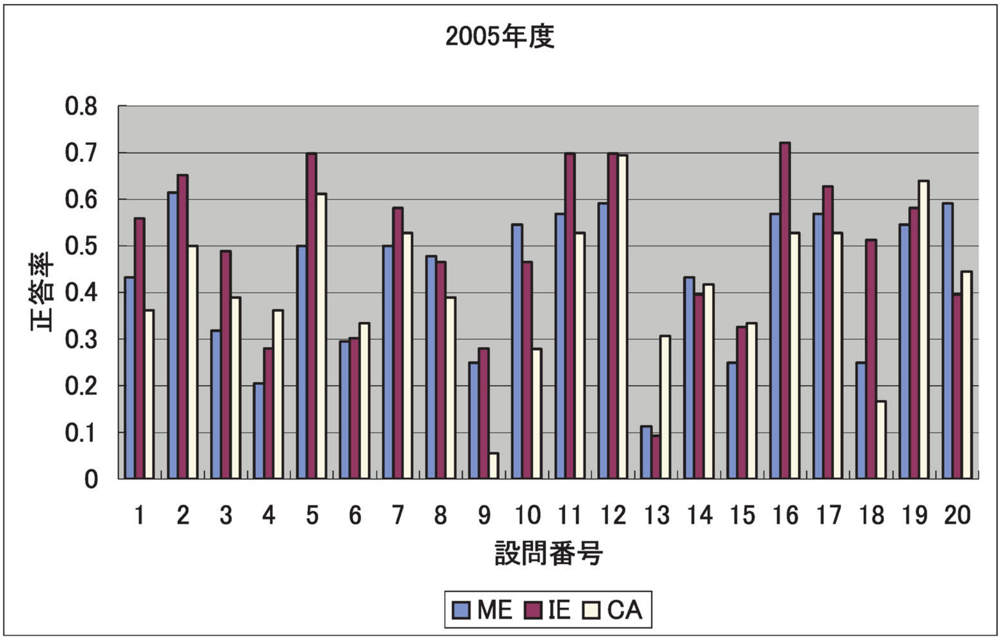
・設問16はこの学年が使用した教科書では扱われなかった分野であるから，多くの者が設問の意味すら理解できなかったのではなかろうかと思われる。

（２）　2005年度

各科の平均点および各設問の正答率は以下のとおりである。

学科	平均点
ME（機械電気工学科）	43.1
ＩＥ（情報電子工学科）	49.1
CA（土木建築工学科）	42
全体	44.7

50点以上を合格とすれば、全受験者数123人に対して47人、率にして37.8%である。これを学科別に見ると次の表のようになる。



前年度に比べて全般的にやや問題の難易度が高かったと思われ、予想されたような結果が出ている。以下に２節の問題分析との関連から気付いたことを列記する。

・２年次の学習内容である設問１，２、３、４、６の問題のうち、２を除いて概ね正答率が低い。これは、学習時期から時間もたち、忘れていること、専門科目での直接的な必要があまりなかったことに起因すると思われるが、（２年次での）基本的事項の理解が浅かったことにも要因があるのではないかと思われる。
・設問７の広義積分は被積分関数が標準的なもので、正答率は比較的よかったが、ほかの被積分関数ではやや心許ない。
・設問８の体積計算は公式に代入するまではわかっても楕円の公式をうまく利用できない学生が多かったのではないか。
・設問９はやや理論的に緻密さを要求される設問で正答率が悪いが、このような問題に対して一般的に高専生は弱い傾向がある。
・設問１８はこの学年は３年次までの線形代数で教授していなかった項目であったことが正答率が低い要因であろう。
・学科による正答率の偏りが大きかった設問は、９、１３、１８である。これらは４年次の専門科目での利用頻度と関係していると思われる。
・今回は４割が線形代数の問題であり、その正答率の平均は　48%　であった。

（３）　2004 年度と 2005 年度の比較

・問題の内容は 2004 年度は関数・微分積分に関するものが７割、線形代数３割、2005 年度の方は線形代数の問題がやや多く 4 割、関数・微分積分に関するものが６割であった。
・2 年次に学習した内容と、3、4 年次に学習した内容はほぼ同率である。
・2004 年度に比べて 2005 年度は難度の高い問題（未学習の内容も含む）が多く、2005 年度の合格率が非常に低いのはそのためであろう。

4. おわりに

2004,2005 年度と 2 回の 4 年次実力テストを行った結果、以下のような傾向が見られた。

① 学習した時期から試験までの期間が長く、専門で使用しないものほど正答率が低い。

② 単純な計算問題は比較的正答率が高いが、概念

的な問題の正答率が低い。
③ 複数単元と関わる複合的な問題ほど正答率が低い。
④ 学科により得意分野と不得意分野の傾向が異なる。

これらの現象を引き起こす原因として考えられることは、
① 学習した事柄が単元ごとにバラバラで、単元間のつながりができていない。
② 概念的な事柄と数式の関係がよく理解されていない。
③ 全般的に理解度が浅い。

これらの問題を少しでも解決するためには
① 単元間や概念と数式の関係について基礎事項をまとめさせる。
② 上記内容に関する問題を解かせる。

など習得した事柄の関連性について考える時間を持たせることが必要であろう。
また、学習時間や意欲と正答率との関係もあると思われるため、今後アンケートの実施なども行う予定である。
高専卒業生として実力を付けるために、時期を選んで総復習の授業を行うことができればと考えている。そこで年間 30 時間（２単位）で「技術士一次試験講座（数学）」といったカリキュラムのシラバスを作成してみた。

（技術士１次試験講座カリキュラム）

数 学（2単位）

「授業の目標」
自然界に生じる現象および理工学分野に現れるさまざまな事象を記述する手段として、必要とされるいくつかの数学分野の基本的知識を修得し、その意味する物理的内容を把握することに努める。そのことを通して、自然現象を厳密にとらえ、さらに複雑な現象を記述する解析的方法を身につけ、それをもとに、工学における諸問題を解決し、新たな分野に活用し発展させうる能力を養う。

「授業の内容」　（各回授業時間：100 分）

1. 数列の収束、発散および二項定理
2. 級数の収束、発散
3. 微分法の基礎（逆三角関数、媒介変数表示、陰関数微分を含む）
4. 微分の応用１（接線、法線の方程式、平均値の定理）
5. 微分の応用２（関数の増減、凹凸）
6. 微分の応用３（ｎ次導関数、近似式、マクローリン展開、テイラー展開）
7. 微分の応用４（不定形の極限（ロピタルの定理））
8. １－７の復習およびテスト

9. 積分法の基礎１（基本的な不定積分、置換積分法、部分積分法）
10. 積分法の基礎２（分数関数、無理関数、三角関数、指数関数、対数関数の積分）
11. 積分の応用１（図形の面積、極座標、媒介変数表示）
12. 積分の応用２（立体の体積、回転体の体積）
13. 積分の応用３（広義積分（異常積分、無限積分））
14. 積分の応用４（曲線の長さ、重心、平均値）
15. ９－１４の復習およびテスト

16. 偏微分法の基礎（偏導関数、合成関数、陰関数）
17. 偏微分の応用（極大極小、条件付き極値、関数の展開）
18. 重積分１（累次積分（極座標による２重積分を含む））
19. 重積分２（積分順序の変更、変数変換）
20. ３重積分（積分領域が空間図形領域）
21. １階微分方程式１（変数分離形、同次形）
22. １階微分方程式２（線形微分方程式）
23. １６－２２の復習およびテスト

24. ｎ次元ベクトルの１次従属、１次独立
25. ベクトルの内積、外積とその応用
26. 行列と１次変換、行列式の計算
27. 行列の階数、逆行列
28. 行列の固有値、固有ベクトル
29. 行列の対角化とその応用
30. ２４－２９の復習およびテスト

「到達目標」

1．さまざまな数列および級数の収束、発散を判定できる
2．微分係数の意味を明確に理解し、応用ができる
3．定積分および広義積分を求めることができ、その応用ができる
4．偏微分係数の意味を明確に理解し、応用ができる
5．求積法で求まる1階微分方程式の解法を身につける
6．ベクトルの演算および1次従属、1次独立の意味を理解する
7．行列の固有値、および固有ベクトルのもつ意味を理解し、求めることができる。
8．行列の対角化の意味を明確に理解し、対角化とその応用ができる

文献

1．矢野・石原編「微分積分」改訂版（裳華房）
2．　〃　「線形代数」改訂版（裳華房）
3．技術士第一次試験問題集
平成10年度～平成13年度合本
（通商産業研究社）

（2006.9.11 受理）