

高等学校における理数科目の履修状況および基礎概念の学習度調査 (2006 年 4 月)

原田 茂治

The Investigation on the Science and Mathematics Courses Taken by Our Freshmen in High School and on the Understanding Level of Their Basic Concepts (April, 2006)

HARADA, Shigeharu¹

1. はじめに

大学で理科系科目を学ぶためのエッセンシャルミニマムとは、数学Ⅲ程度の初等微積分と高校物理の基礎概念に高校化学の基本的内容を足し合わせた程度の内容ではないかと筆者は考えている。決して生物学や地学を等閑視しているのではない。それを学ぶためにも必要な素養なのであって、そこを土台にして大学での自然科学的思考が始まると思う。ところで医療福祉系短大である本学入学生についての調査結果^{1), 2)}によると、残念ながら高校でそこまで学んだ者は少数である。彼らは総じて高校物理を学んでおらず、力や圧力という力学的概念にすら馴染みがない。そして本学では物理学が開講されていないので、「医療で利用される物理的手法」を理解するのは困難であろうと思われる。それでも、第一看護学科・歯科衛生学科入学生の 40~50% を占める高校理科系コース出身者は、ある程度の化学の素養を有しているので、講義内容を工夫することによって、化学に関わる科目の内容を理解するに至らしめることは可能であると思われる。問題は、第一看護学科・歯科衛生学科入学生の 30~40% を占める高校文科系コース出身者であって、多くの者は化学を履修したがその学習の成果は得られていない（あるいは忘れてしまっている）し、履修はしたが有機化学は学ばなかったという者も目につく。彼らにいきなり生化学を語ろうとしても、それは無理というものだ。高校理数科目の選択制がこれらの問題の原因になっていることは確かであるが、大学はその教育を行うために現状に対応しなければならない。この点についていくつかの提言を行った²⁾ が、それはまだ実行に移されてはいない。看護師や歯科衛生士の養成教育にとって理学的視点がさほど重要なものではないならば、提言の実行を強くは主張しないが。

ところで、大学は 2006 年の春、平成 11 年に告示された高等学校学習指導要領³⁾ (以下新指導要領と略) で学んだ新生を迎えた。いわゆる「ゆとり教育」を受けた世代である。その結果、学生の理数科目に関する履修状況と素養はどのように変化したのかを知るために、2006 年度においても一昨年度¹⁾ および昨年度²⁾ と同内容の調査を行い、化学等の今後の講義の実施や新たな講義科目の設定に役立てようとした。

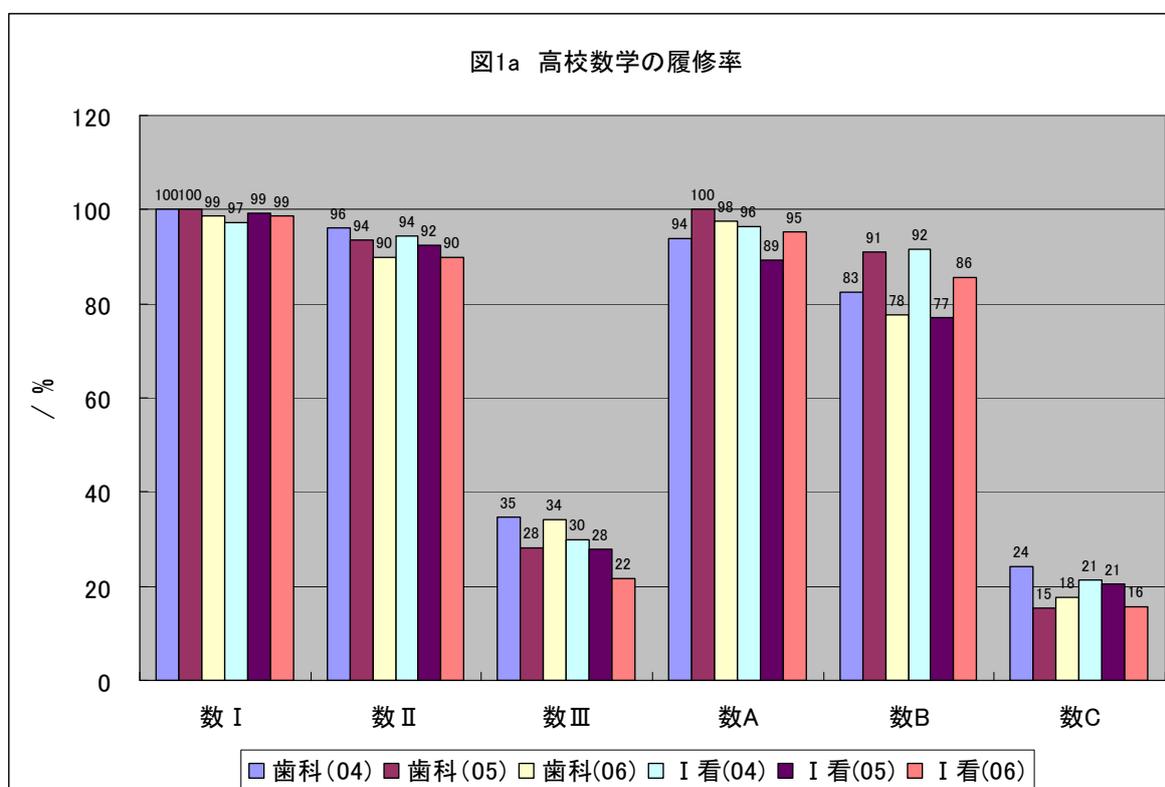
¹ 連絡先 〒422-8021 静岡市駿河区小鹿 2-2-1 静岡県立大学短期大学部一般教育等
E-mail: haradas@bambi.t.u-shizuoka-ken.ac.jp

2. 調査内容

本学 2006 年度入学生（社会福祉学科を除く第一看護学科 78 名，歯科衛生学科 40 名）の高等学校における理科・数学履修科目を調査し，そして「履修したのであれば必ず知っているはずである基礎的な内容」に関する設問の解答を求めた。前者の履修率から形式上の，後者の正答率から実質上の「素養」を知ろうとした。

2. 1. 既履修科目の調査

履修科目調査票と設問票を p. 11 および 12 に示す。昨年度の調査と異なる点は，科目名を新課程の名称に変更した点だけである。履修科目調査票 1 では高等学校普通科で開講されている理科・数学の全科目を挙げ，既履修科目に○を付けさせた。履修して単位を取得していても，実は教科書の半分しか授業が行われなかったということがあるので，そのような場合にはコメントを記すことを求めた。そのような事例は，数学Ⅲと化学Ⅱで約 50%，生物Ⅱで約 40%，化学Ⅰで 20%に上った。化学Ⅰについては昨年度の化学ⅠB同様，1年生の時に前半だけをやった（＝有機化学を学ばなかった）と答える例が多く，このことは本学における生化学などの理科系専門科目履修上の大きな問題となっている。既履修を 10 点，半分履修を 5 点，「少しだけやった（3 点）」や「さわりの部分だけをやった（3 点）」，「一部やらないところがあった（8 点）」などと適当に点数化し，重み付きの履修率求めて図 1a および 1b に示した。図中の歯科および I 看はそれぞれ，歯科衛生学科および第一看護学科の略称であり，括弧内の数字は学生の入学年度を表している。



数学で学習する内容を簡潔に記しておく。新課程になって多少の変更があった。

数学基礎：省略

数学Ⅰ：方程式と不等式，二次関数，図形と計量（三角比）

数学Ⅱ：式と証明・高次方程式，図形と方程式（直線と円の方程式），いろいろな関数（三角関数，指数関数，対数関数），微分・積分の考え

数学Ⅲ：極限，微分法，積分法

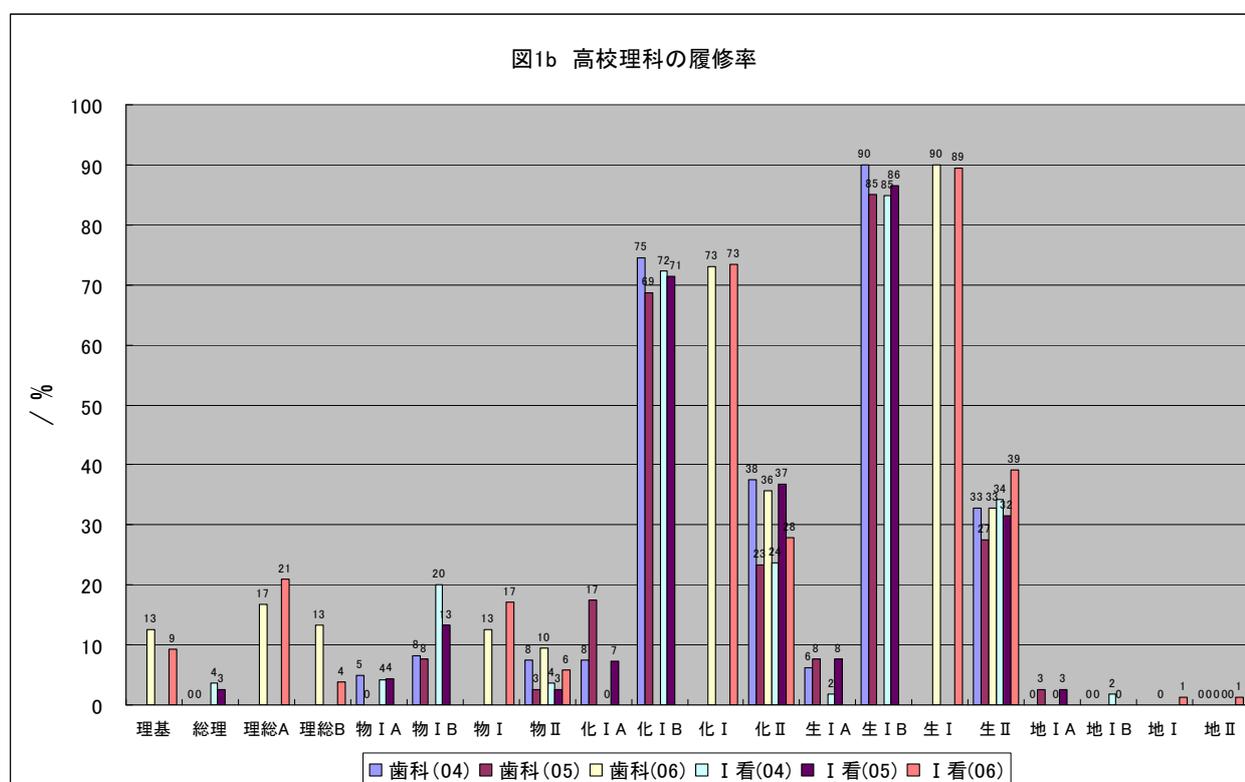
数学A：平面図形，集合と論理，場合の数と確率

数学B：数列，ベクトル，統計とコンピュータ，数値計算とコンピュータ

数学C：行列とその応用，式と曲線（二次曲線），確率分布，統計処理

数学については，過年度同様，Ⅰ，Ⅱ，AをⅠ看と歯科の全員に近い学生が履修しており，最低限の数学的素養は備わっているものと期待される。対数関数も学んでいるので，「体内の酸塩基平衡」などに出てくるpHも理解できるはずだ。数学Ⅲの履修率は例年通り低く，対数や指数の微積分を講義で使うときには解説が必要である。そして「統計学」の根本的な理解は無理であろう。

新指導要領の理科は，基礎理科，理科総合A，理科総合B（以上2単位），物理Ⅰ，物理Ⅱ，化学Ⅰ，化学Ⅱ，生物Ⅰ，生物Ⅱ，地学Ⅰ，地学Ⅱ（以上3単位）で構成され，「理科基礎」，「理科総合A」，「理科総合B」，「物理Ⅰ」，「化学Ⅰ」，「生物Ⅰ」および「地学Ⅰ」のうちから2科目（「理科基礎」，「理科総合A」および「理科総合B」のうちから1科目以上を含む）が必修である。理科の履修率を図1bに示す。

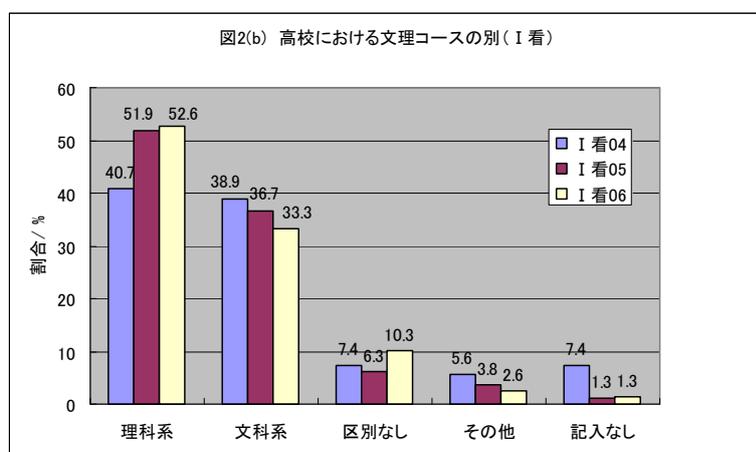


旧課程の総合理科（総理と略記）は，その高邁な目標⁴⁾とは裏腹に履修者は稀であった（2004，2005年）。それにかわって新設された，理科基礎（理基と略記），理科総

合A（理総A），理科総合B（理総B）は選択必修科目にも関わらず，現実には履修率の合計は100%には遠く及んでいない。「授業はなかった」という学生のコメントにもあるように，高校では物化生地Ⅰの一部として取り込まれてしまっている可能性がある。物理Ⅰの履修率は過年度の（物理ⅠA＋ⅠB）と同様10%台程度であり，「医学における物理的内容」を理解できる者は過年度同様に少ないであろう。生物Ⅰと化学Ⅰの履修率は，昨年度の生物ⅠBおよび化学ⅠBと同様90%および70%程度であった。物理Ⅱ，化学Ⅱ，生物Ⅱの履修率も過年度同様であって，大きな変化はない。新課程になって「ゆとり教育」で収容しきれなくなった単元が選択理科Ⅱに押し込まれてしまい，Ⅱは重要な内容で過密になったように思われる。化学においては，まずは学ばなくてはならない，化学結合や化学平衡の概念が化学Ⅱにまとめられてしまい，化学Ⅰは論理性を失い暗記科目化しつつあるかのように見える。

2. 2. 入学生の高校文科系・理科系コース比

履修科目調査票2では出身高校の履修課程（コース）を問うた。入学生の履修課程（コース）のうち，普通科理科系，英数科理科系コース，および理数科を「理科系」，普通科文科系と英数科文科系コースを「文科系」，普通科文理の区別なしを「文理区別なし」，福祉科・商業科等を「その他」として集計した「入学生の高等学校における文理の別」を図2に示す。理数科文科系コースと記された調査票があつて理解に苦しんだが，そういうコースもあるのかも知れないので，それは文科系とした。

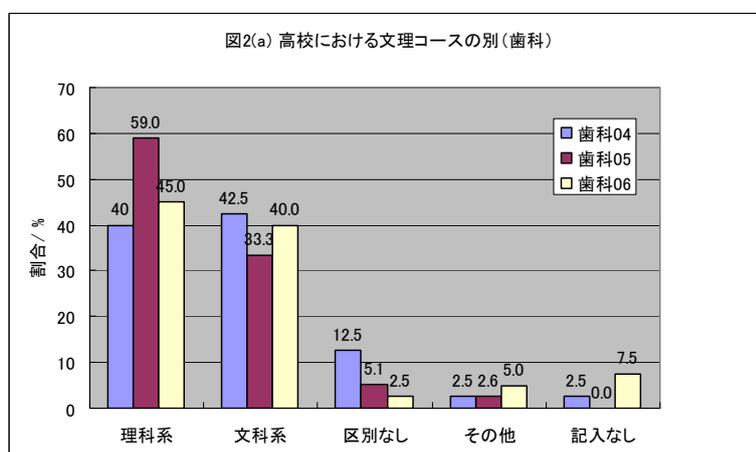


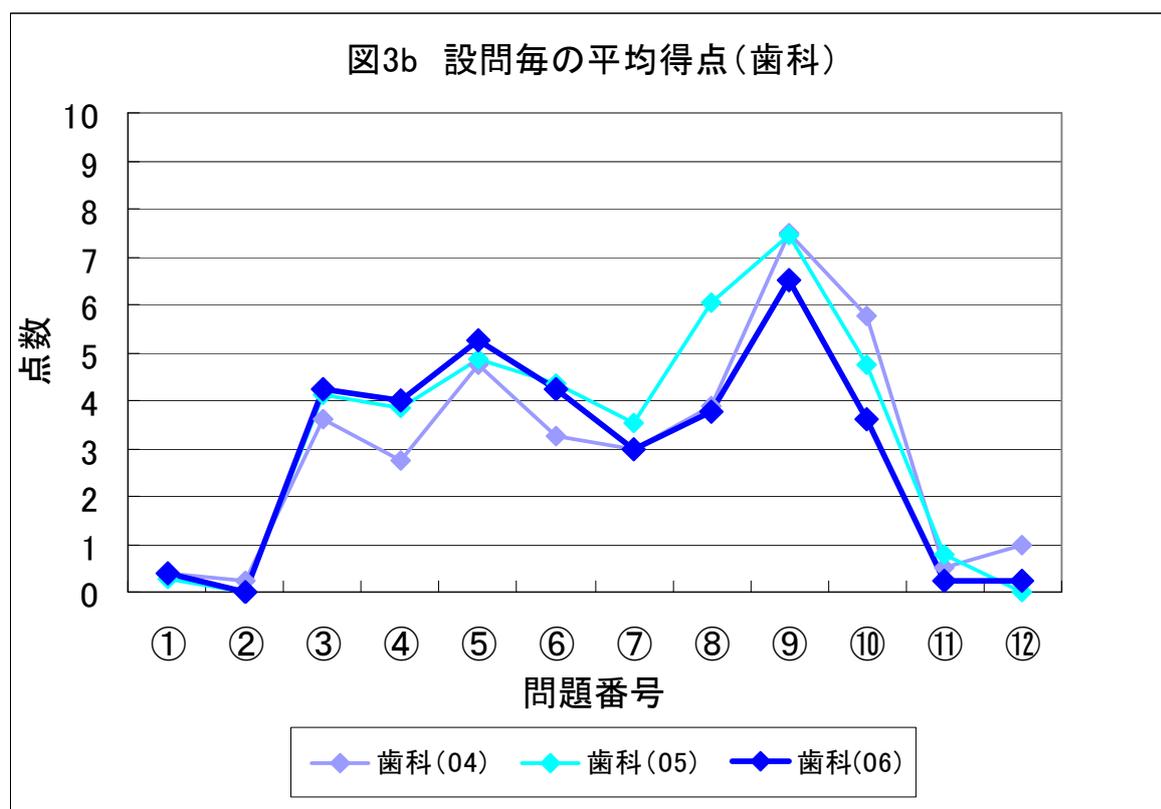
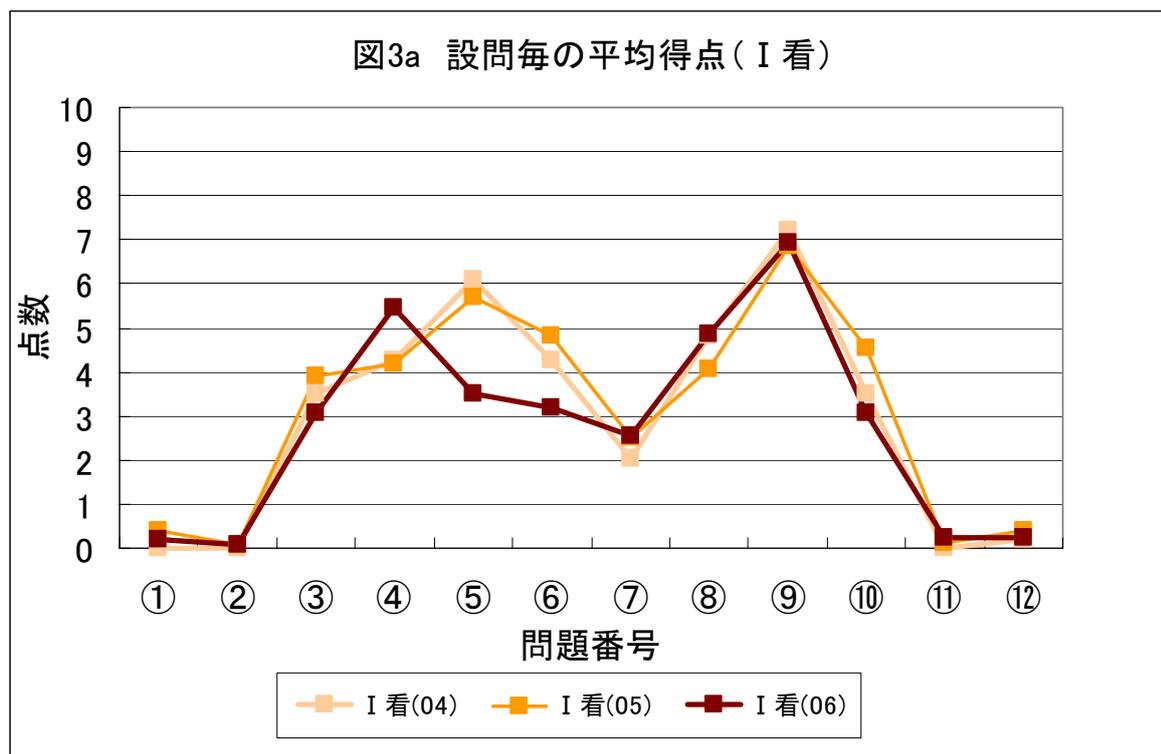
理系学生の割合は約50%であるが，昨年と比べてI 看では変化なく，歯科では14%の減少であった。

2. 3. 設問の平均得点とその考察

先に触れたように，設問票の問題は「履修したのであるならば必ず知っているはずである基礎的な内容」である。正解を10点，不正解を0点として平均得点を計算した。不正解であっても論理的な思考ができているときに5点を与えた場合がある。

設問毎の平均得点を図3に示す。





①では力を知っているかを問うた。9.8 N と答えた者は2名のみであった。②では圧力を理解しているかを問うた。過年度と同じく正解者はいなかった。化学の講義をしていて、力学ばかりではなく、電磁気学や熱学上の用語も学生に通じないように感

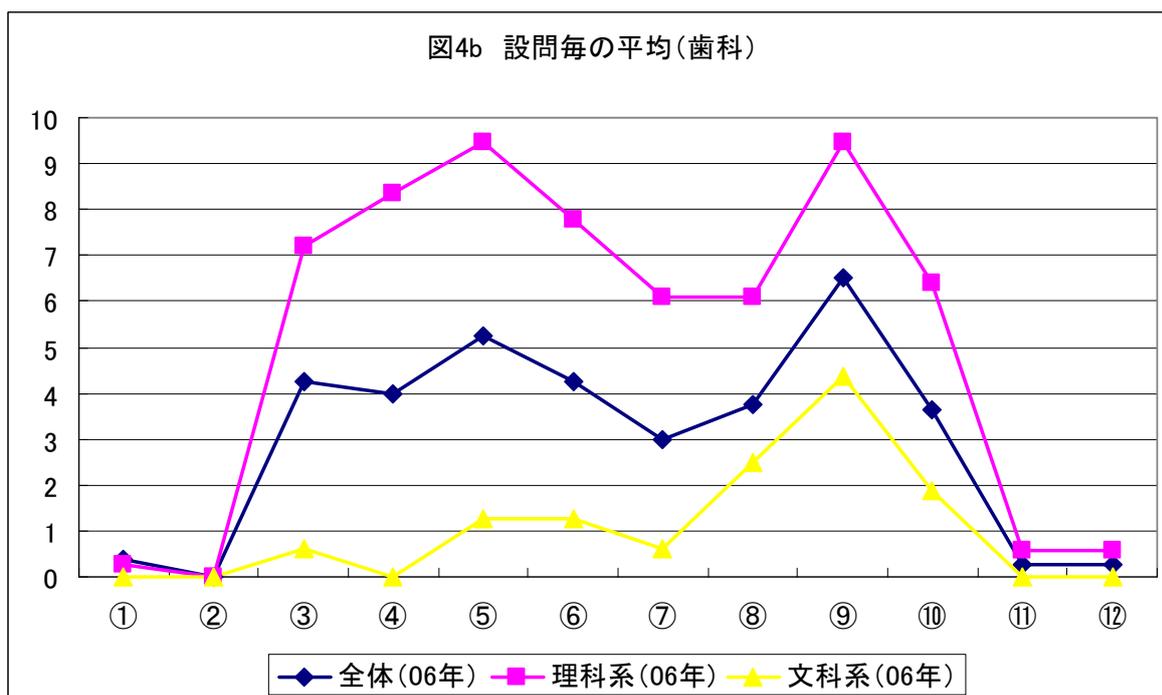
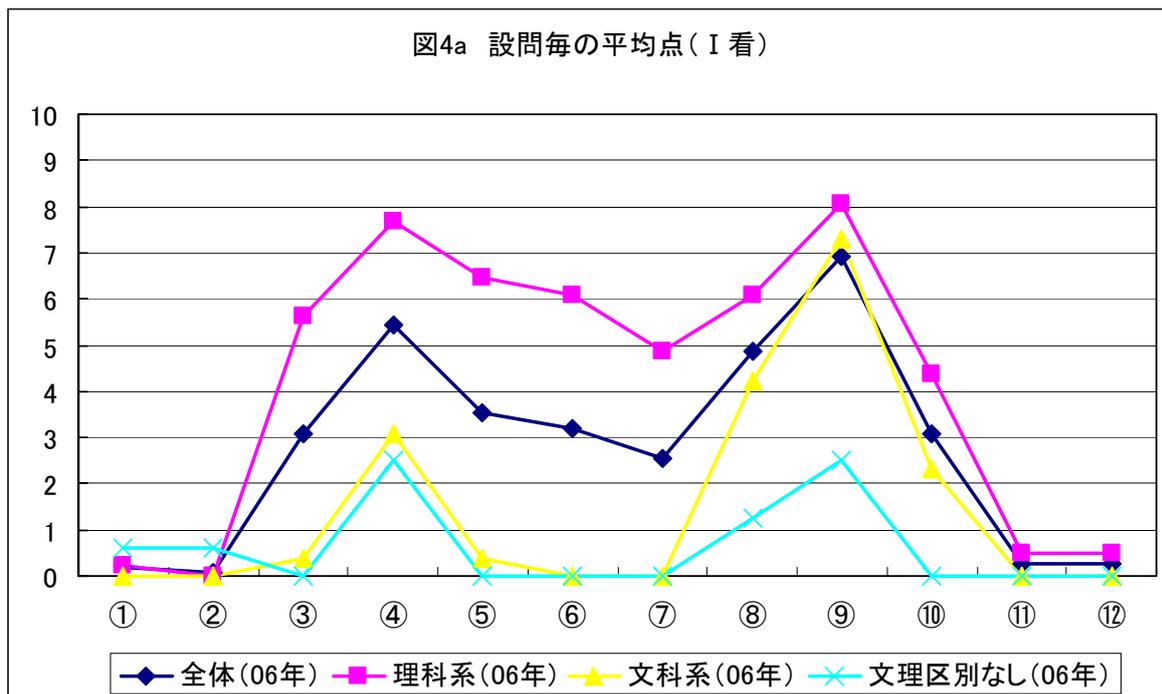
じている。

③から⑦までの設問は、化学 I を履修していれば必ず答えられる内容である。③ではエタノールの化学式を知っているかを確認した。有機化学を学んだかどうかの確認問題となろう。平均得点は、2004→2005→2006 年度の順に、歯科 3.6→4.1→4.3, I 看 3.5→3.9→3.1 であった。④では芳香族の代表化合物であるベンゼンの構造式を知っているかを確認した。平均得点は、歯科 2.8→3.8→4.0, I 看 4.3→4.2→5.4。今年度の調査ではなぜかベンゼンの正答率が高かった（調査前の講義でベンゼンが出てきたのかも知れない）。⑤では分子量を知っているかどうかを確認した。C と H の原子量は与えなかった。それこそ記憶すべき基本的な数値だからである。平均得点は、歯科 4.8→4.9→5.3, I 看 6.1→5.7→3.5 であり、歯科が高得点であった。⑥では物質質量 (モル) を知っているかを確認した。平均得点は、歯科 3.3→4.4→4.3, I 看 4.3→4.8→3.2 であった。⑤と⑥は化学のもっとも基礎を問う設問である。物質質量を知らなければモル濃度がわからず、そして圧力を知らないならば、滲透圧も理解できないし、生理食塩水の濃度がなぜ 0.9 % かもわからない。⑦では標準状態にある気体の体積を知っているか確認した。これも化学の基礎を学んだかの確認問題である。平均得点は、歯科 3.0→3.5→3.0, I 看 2.0→2.5→2.6。③から⑦の正答率については、後に詳しく見てゆく。

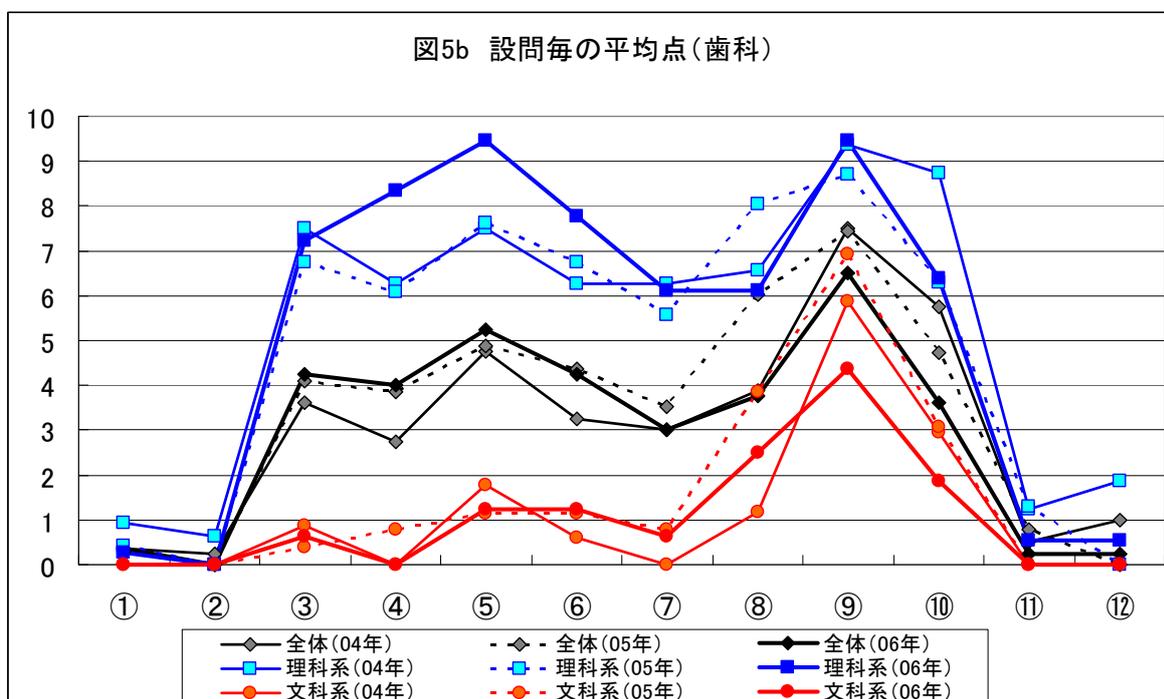
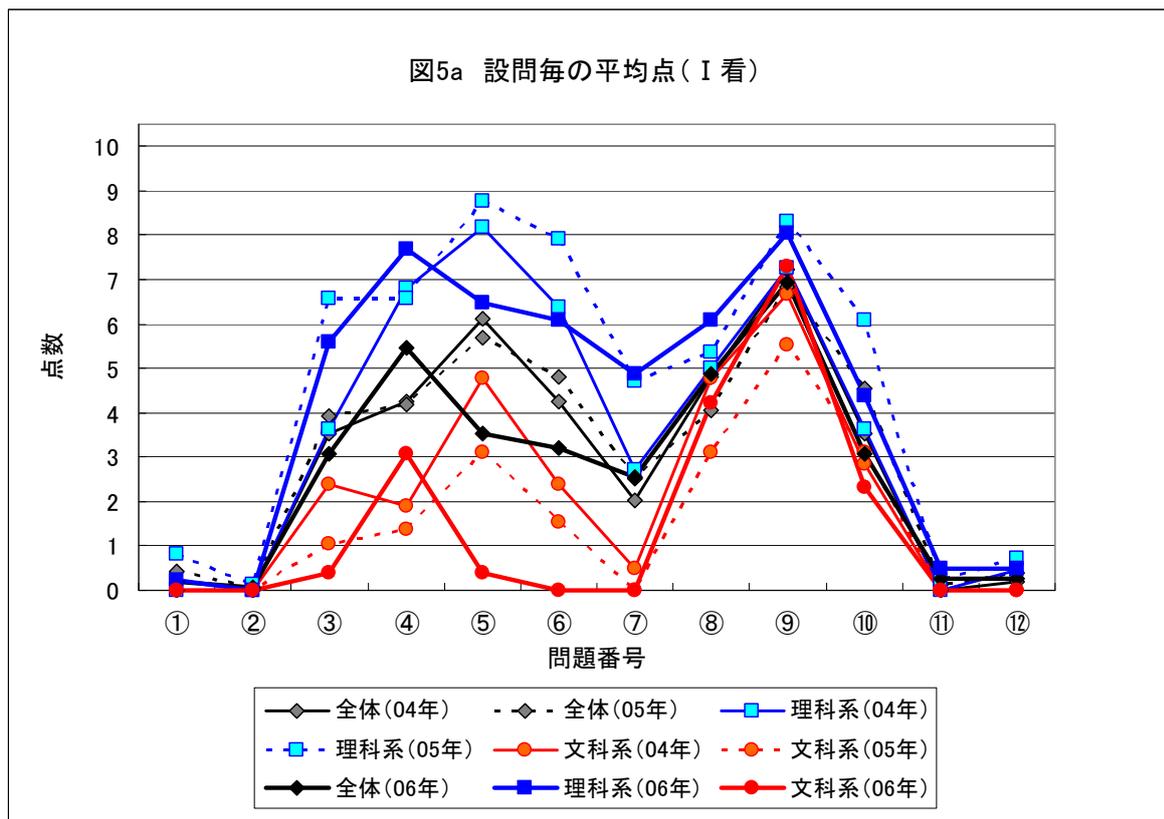
⑧では対数を知っているかを確認した。pH の定義に必要な関数である。平均得点は、歯科 3.9→6.0→3.8, I 看 4.8→4.1→4.9 であった。対数関数を学ぶ数学 II の履修率は 90 % であるのに、あまりにも身に付いていないことに驚くのは過年度と同じである。⑨～⑫は、講義においてどの程度の数理的取り扱いができるかを知るために出題した。⑨, ⑩は数学 II の微分と積分, ⑪, ⑫は数学 III の微分と積分の基本的な極めて易しい問題である。平均得点は、⑨, 歯科 7.5→7.4→6.5, I 看 7.2→6.8→6.9; ⑩, 歯科 5.8→4.7→3.6, I 看 3.5→4.6→3.1; ⑪, 歯科 0.5→0.8→0.3, I 看 0.2→0.4→0.3; ⑫, 歯科 1.0→0→0.3, I 看 0.2→0.4→0.3 であった。「数学 II の微分はできるが積分は怪しく、数学 III の内容は無理」という結果は過年度と同じであった。講義において数理的取扱いをするのは、過年度同様困難であることがわかった。

全設問の平均点は、歯科 3.05→3.33→2.96, I 看 2.99→3.38→3.02 であった。今年度平均点が減少した理由は安易には結論できない。今年度は、歯科で数学の設問の正答率が下がり、I 看では分子量 (⑤) とモルの計算の正答率 (⑥) が大きく下がっている。この点が心配であるが、しかし、「ゆとりの世代」だからといって自然科学を学ぶ素養が過年度に比べて極端に低下しているわけではないことがわかって一安心した。

しかしながら設問⑨の点数以外は、相変わらず不満な平均得点であった。分子量 (⑤) ですら学生の半数程度以下しか理解しておらず、モル (⑥) はそれ以下の理解度なのだから。過年度の調査によると、この平均点の低さは文系学生の理解度の低さの現れであった。そこで今年度も、理系文系にわけて平均点を集計することにした。その結果を図 4a および 4b に示す。歯科においては「文理区別なし」のサンプル数が 1 であったので、図 4b から省いた。



過年度と同様に、文科系学生の③～⑦の成績が惨憺たる結果（I 看では④を除くとほとんど0点，歯科も高々1点）であり，これが学科全体としての低得点の原因になっている。歯科の理科系学生の平均点だけをみれば6～9点であり，不満があるというほどではない。図 5a および 5b に，ここ3年間の文系理系別データを示した。今年度の歯科理科系の化学系設問の平均点は過年度のそれに比べて好ましい傾向であるが，I 看理科系の平均点の低下が今後も続くものなのかと危惧される。



化学分野の設問 (③～⑦) の平均得点が、化学の履修状態によってどのように異なるかを図 6a および 6b に示した。

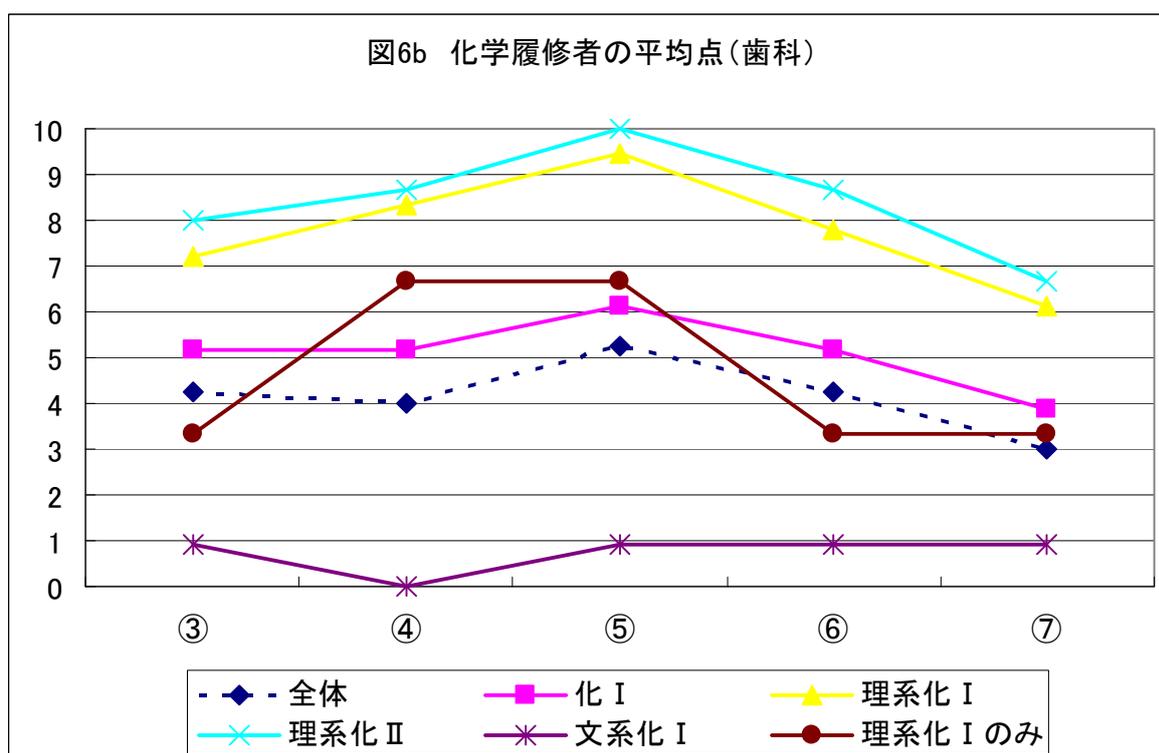
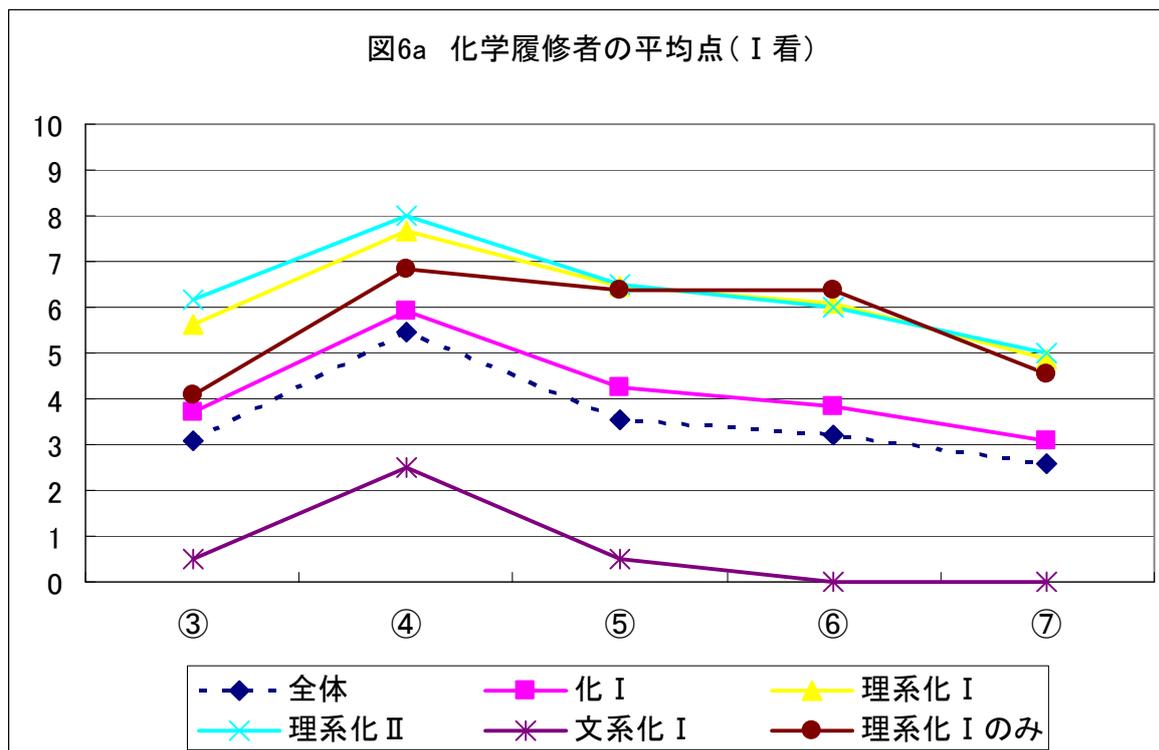


図 6b について解説する。青の破線は歯科全員の平均点である。化学 I 未履修者を除いた者 (=化学 I を履修した者, 「化 I」と表記) の平均点がピンクの実線で示されており, 「全体」よりも 1 点程度点数が上がる。40 名中 8 名が未履修であり, 未履修者は全問に対して 0 点であった。「化 I」を高校文科系コースであった者(「文系化 I」)と理科系コースであった者(「理系化 I」)に分けて平均点を示すと, 著しい差が

生じた。前者の平均点は0~1点であり極端に悪く、後者は高得点となる。「理系化Ⅰ」のうち化学Ⅱを履修した者（「理系化Ⅱ」）の平均点はさらに高くなり、概ね満足できる状態となる。一方、化学Ⅱを履修しなかった者（「理系化Ⅰのみ」）の点数は好ましくない。Ⅰ看についても同様の傾向が読み取れるが（図 6a）、歯科に比べて点数そのものがあまり良くない。この集計から過年度と全く同じ結論が引き出せる。『文科系学生は化学を履修したが「学ばなかった」。設問③、⑤、⑥に正答できない者は、恐らく化学（そしてその応用諸科学）を語る言葉を知らないのではないかと危惧される。講義を聴いても（聞いても？）すべてがわかりませんという学生がいる。そういうことになってしまいかも知れない。』²⁾

3. 提言

化学Ⅰ既履修の文科系学生のうち、歯科では36%が、Ⅰ看では55%が前半しか学んでいないので、有機化学についてほとんど何も知らない。そして一通り化学Ⅰを学んだ者も簡単な設問に答えられない状況であった。このまま放置しておく、「エタノールって何？」という学生に糖やタンパク質や核酸を語らねばならないという無理が生じたままである。私の化学講義においても、化学Ⅱ既履修で全員がメタンの分子量を正しく求めた（高校化学を5単位学んできた）理科系学生と、化学系設問の平均点が0~1点である文科系学生が概ね半数ずつ混在するクラスがある。前者を対象に大学初年級向けの講義をすれば後者にはまるで通じず、後者のレベルで話をすれば高校初年級の話となり、前者には非常に不満をもたせる結果になる。そして専門課程で必要としている化学的素養は化学Ⅰ+Ⅱあるいは大学初年級のものだすれば、ここはどう考えても文科系学生を主な対象とした化学の導入教育が必須である。化学以外についてもこのような状態が存在するであろう。それから、看護師や歯科衛生士めざす学生には「医療に関わる物理的概念」を是非学んでおいて貰いたいと願っている。もう少し積極的・具体的な提言は昨年度報告²⁾に記したので、ここでは省略する。「ゆとり教育」の最初の学生の「理数科目の素養」が、心配されていたほど低下していないことを素直に喜んで稿を閉じることとする。

末筆ながら、本調査に協力下さった本学の藤原愛子教授、高林ふみ代助教授に御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 原田茂治, 静岡県立大学短期大学部研究紀要, 18-W, 1 (2005).
<http://bambi.u-shizuoka-ken.ac.jp/~kiyou4228021/18w/18w1.pdf>
- 2) 原田茂治, 静岡県立大学短期大学部研究紀要, 19-W, 1 (2006).
<http://bambi.u-shizuoka-ken.ac.jp/~kiyou4228021/19w/19w1.pdf>
- 3) 新学習指導要領 http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301.htm
- 4) 高等学校学習指導要領（平成元年3月）
<http://www.nicer.go.jp/guideline/old/h01h/chap2-5.htm>

(2007年2月26日受理)

履修科目調査票

高等学校における理数科目の履修状況および基礎概念の学習度調査（2006年4月）

高等学校の理数科目に選択制が取り入れられた結果、大学教育が前提としている数学や自然科学の基礎概念を習得しないまま入学する学生諸君が増えてきました。近年この傾向がますます著しくなっているように感じられます。そこで、一般教育で化学を担当する私（原田）は、新入生諸君が高等学校で履修した理数科目の種類、およびそのいくつかの基礎概念の修得度を調査することによって、どの程度の基礎学力を前提にして講義を始めることができるのかを知りたいと思いました。私にとってだけでなく、この調査は本学の自然科学系科目を講義する教員にとっても役に立つデータを提供するものと思われまます。

なおこの調査は無記名で実施しますし、回答用紙が誰のものであるかということは決して調べません。皆様が本学で履修する科目の成績には全く関係はありません。個々の回答用紙は公表しませんが、全体としての調査結果は公表して皆様にもお知らせします。

以上の趣旨を了解いただき、この調査へのご協力をお願いします。私以外の幾人かの先生方にも調査へのご協力をお願いして実施します。

1. 高等学校で履修した科目に○をつけて下さい。コメント（例えば、教科書の前半分だけ授業があった、など）があれば括弧内に書いて下さい。得意であるとか、不得手であるとかは書く必要はありません、

- | | | |
|--------|---|---|
| 数学基礎 | (|) |
| 数学 I | (|) |
| 数学 II | (|) |
| 数学 III | (|) |
| 数学 A | (|) |
| 数学 B | (|) |
| 数学 C | (|) |
| 理科基礎 | (|) |
| 理科総合A | (|) |
| 理科総合B | (|) |
| 物理 I | (|) |
| 物理 II | (|) |
| 化学 I | (|) |
| 化学 II | (|) |
| 生物 I | (|) |
| 生物 II | (|) |
| 地学 I | (|) |
| 地学 II | (|) |

2. あなたが卒業した高等学校の課程やコースに○をつけて下さい。

普通科理科系, 普通科文科系, 普通科文理の区別なし, 理数, 工業, 商業, 看護, その他 ()

裏面の問題に解答して下さい。どの段階まで高等学校で勉強してきたかを調査するための設問です。例えば、「力の概念」を知っているだろうか、「モル」を知っているだろうか、「微分」を勉強したのかしら、ということ「私どもが知るための設問」です。わからない問題があっても不安に感じたりする必要はありません。

設問票

1) 1 kg の物体が、面積 0.01 m^2 の水平な台の上に載っています。

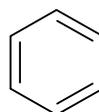
① この物体が地球から受ける力の大きさを求めて下さい。重力加速度は 9.8 m/s^2 です。

② この物体によって台が受ける圧力はいくらですか。

2) 化合物名を書いて下さい。

③ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

④



3) メタン CH_4 が 8 g あります。以下の間に答えて下さい。

⑤ メタンの分子量はいくらですか。

⑥ メタン 8 g は何モルですか。

⑦ メタン 8 g は 1atm, 0°C で何 L の体積を占めますか。

4) 以下の計算をして下さい。

⑧ $\log_{10} \frac{1}{100}$

⑨ $y = x^3$ の微分

⑩ 不定積分 $\int x^2 dx$

⑪ 微分 $\frac{d}{dx} e^{ax}$ (a は定数)

⑫ 不定積分 $\int \frac{1}{x} dx$

以上です。お疲れ様でした。