広島大学　学部・附属学校共同研究紀要
〈第31号　2003. 3〉

中学校・高等学校における新しい数学科教育課程の研究開発(6)

――教育課程の高・大連接の問題について――

中原　忠男　小山　正孝　下村　哲
松本　堯生　久保　泉　吉田　清
水田　義弘　井上　芳文　井ノ迫泰弘
喜田　英昭　河野　芳文　砂原　徹
富永　和宏　仲渡　雅史　吉村　直道

1．はじめに

昨年度本研究の第５報として，高等学校での学習歴と大学で必要な知識とのミスマッチを中心に，大学教官へのアンケート調査を行い，数学科教育課程における高等学校から大学への連接の問題を考えてきた。そして,問題点を克服するために数学A (Advanced) ～数学C (Advanced)という具体的な科目の提言を行った。

本年度は主として理科系の大学生に調査を行い，学習者の立場からの教育課程の問題点を明らかにし，それを踏まえて数学A (Advanced)～数学C (Advanced)の内容の検討を再度行うこととした。

推薦入学が取り入れられ，その入学者の中には数学Ⅰ，数学Aは既習であるが，数学Ⅱは未習の者がいたり，あるいは数学Ⅲ・数学Cはほぼ全員が未習である場合もあり，このような学生を対象に補習授業が実施されている大学も存在する。この例からも分かるように，近年特に学習者の学力が多様に成ってきていると考えられ，学習者の立場から数学科教育課程の問題点を解明することが必要であるといえよう。

以下，学習指導要領とは原則として平成11年告示の学習指導要領を示すものとする。

2．アンケートの実施とその結果の考察

本研究の目的が，標準的な理科系の進学者についての「中学校・高等学校から大学までの数学科教育課程の研究」であることから，対象者で調査が可能な学生集団を探していたが，広島大学理学部数学科・教育学部第二類数理系コース・広島市立大学情報学科の学生31名に実施することができた。

実施したアンケート内容は資料３を参照されたい。

実施したアンケートの内容のうち，度数的な部分をまとめると以下のようになる。

(1)　高等学校での数学の学習について

①　選択科目について履修した内容

科目名	数学A			
章	数と式	平面幾何	数列	計算とコンピュータ
内容	整数・有理数・実数　整式・不等式	平面図形の性質 平面上の変換	数列とその和 漸化式と数学的帰納法　二項定理	コンピュータの操作 流れ図とプログラム コンピュータによる計算
履修者数	31	19	30	0
率(%)	100.0	61.3	96.8	0

科目名	数学B			
章	ベクトル	複素数と複素数平面	確率分布	算法とコンピュータ
内容	平面上のベクトル 空間におけるベクトル	複素数と方程式の解 複素数平面	確率の計算 確率分布	コンピュータの機能 いろいろな算法のプログラム
履修者数	31	29	22	0
率(%)	100.0	93.5	71.0	0

科目名	数学C			
章	行列と線形計算	いろいろな曲線	数値計算	統計処理
内容	行列 連立一次方程式	楕円・双曲線 媒介変数表示と極座標	方程式の近似解 数値積分法	統計資料の整理 統計的な推測
履修者数	30	29	9	4
率(%)	96.8	93.5	29.0	12.9

②　高等学校の学習内容で難しかった内容

科目名	数学B	数学C	数学Ⅲ	数学Ⅲ	数学B	数学A	数学C
章	複素数と複素数平面	いろいろな曲線	積分法	微分法	ベクトル	数列	行列と線形計算
内容	複素数と方程式の解 複素数平面	楕円・双曲線 媒介変数表示と極座標	不定積分と定積分 積分の応用	導関数 導関数の応用	平面上のベクトル 空間におけるベクトル	数列とその和 漸化式と数学的帰納法 二項定理	行列 連立一次方程式
31人中	9名	8名	7名	6名	6名	6名	5名

・内容が難しかったことで，大学まで含めて後の学習に困りましたか。

ア．困らなかった（13名）　イ．困った(16名)

③　内容や学習の順番は現在のままでよいですか。

Tadao Nakahara, Masataka Koyama, Tetsu Shimomura, Takao Matsumoto, Izumi Kubo, Kiyoshi Yoshida, Yoshihiro Mizuta, Yoshifumi Inoue, Yasuhiro Inosako, Hideaki Kida, Yoshifumi Kohno, Toru Sunahara, Kazuhiro Tominaga, Masafumi Nakato, and Naomichi Yoshimura : A Study on Curriculum Development of Mathematics in Junior and Senior High Schools (6)—On the Issues of the Curriculum Mismatch between High School and University—

ア．概ねよい（22名）　イ．よくない（7名）

(2) **大学での数学の学習について**

① 数学関係科目の内容・学習順序は，よいですか。

ア．概ねよい（20名）　イ．よくない（10名）

この結果から，高校・大学での数学の学習内容・連接について，学習者の立場から考えても是非が別れており，本稿をのような研究が必要といえる。

次に，実施したアンケートの内容のうち，選択科目について，学生が記述したことから課題をまとめると以下のようになる。

1）数学Aについて，平面幾何の学習は，学習している者と，学習していない者にほぼ二分されている。そして，「その内容が難しかったことで，その後の学習に困りましたか」という質問に対して，『高校で幾何に対する内容が少なかったので，大学の幾何との間のギャップが大きかった』とか，「高校と大学との学習内容のギャップにより，学習が難しいと感じた科目・内容等を書いて下さい」という質問で，『漠然としたものですが答えを出すという目的ではなく，如何に考えて証明するかに重点が置かれているところにギャップを感じました（幾何学演習)』という意見（いずれも「平面幾何」未習者の意見）があり，平面幾何を履修しておく必要性を指摘している。このことは昨年度のアンケートで大学教官の立場から，特に論証問題における学生の抱える問題点として，論理的な思考力に加え，表現力や課題に対する姿勢が十分でないことが指摘されていることからも言えることである。この意味では，平成15年度から学年進行により実施される新学習指導要領の数学Aでは，中学校から移行された平面幾何を含めて扱うことになっているので，高校生にふさわしい幾何の教育内容を工夫することができれば，この課題は解消することができるのではないかと思われる。われわれは数学A（Advanced）において，平面図形の指導内容に

- 発展的な内容（チェバの定理やメネラウスの定理など）を扱ったり，定理の逆について考える。
- 図形の変換（合同変換・相似変換）を扱う。

を加えることを提案している。

2）数学Bについては，確率分布を未習の者が少なからず存在し，また，数学Cにおける「統計処理」については7割の者が未習であって，「高校と大学との学習内容のギャップにより，学習が難しいと感じた科目・内容等を書いて下さい」という質問に対して，確率や確率・統計，統計学をあげており，『統計に関する考え方が高校のときとはほとんど違う。統計的なものの見方が高校では出来なかった』と答えていることには，大きな課題として受けとめる必要がある。

3）数学Cについては，行列について，『行列では2×2行列からどんどん次数が上がっていき，どういう意味かよく分からなかった』，『行列は計算のみであり，写像に至ってはササッと流す程度のみで，それなら必要ないのではないか』等の意見があり，考慮する必要がある。

4）高校数学の難しかった内容については，数学Bの「複素数と複素数平面」，数学Cの「いろいろな曲線」をあげている学生が多い。「複素数と複素数平面」では極形式の理解や，極形式を利用して図形の性質を考えることが難しいと感じているのであろう。また，数学Cの「いろいろな曲線」は，実際に曲線をえがいてみないと理解につながらないので，コンピュータ等を利用して実際に曲線をえがくことによって，この内容の理解と曲線の美しさを納得させるような指導の工夫が必要である。

以上の課題に対して，昨年度本紀要で発表した　数学A（Advanced）～数学C（Advanced）という具体的な科目の中で，どのように対応するのかを述べる。

3．アンケート結果の課題に対する対応
―数学A（Advanced）～数学C（Advanced）において―

①「集合」に関する内容について

大学において高等学校の数学とのギャップを感じている分野に代数学や解析学など様々な分野があげられている。その要因として最も大きなものは，数学という学問のもつ高い抽象性にあるように思われる。さらに内容的に見てみると，大学に入学した学生が困難に直面する様々な場面が明らかとなるが，その中で，高校数学の立場からこれらのギャップを少しでも埋めることができると考えられるのが「集合」に関する学習である。

例えば，群の概念を扱ったり，位相空間を学習するにあたっては，その前提として集合の定義がなされ，その後に様々な定理が登場する。

～群の定義～

集合Gに関して乗法が定まっており，この乗法に関して次の3つのことが成り立つとき，Gは群であるという；

i）結合法則：　$(a\cdot b)\cdot c = a\cdot(b\cdot c)$

ii）単位元の存在：　Gの元1で，任意の$a\in G$に対し，$a\cdot 1 = 1\cdot a = a$ となるものが存在する。

iii）逆元の存在：Gの任意の元aに対し，Gの元 a^{-1}で，$a \cdot a^{-1} = a^{-1} \cdot a = 1$ となるものが存在する。

～位相空間の定義～

集合Xの部分集合族Θが与えられ，次の3つの条件を満たしているとき，ΘはXの位相を定めるといい，位相の定められた集合Xを位相空間という。

i）XおよびϕはΘに属する。

ii）$O_1 \in \Theta$，$O_2 \in \Theta$　ならば　$O_1 \cap O_2 \in \Theta$

iii）$\{O_\lambda\}_{\lambda \in \Delta}$ をΘの元からなる任意の集合族とすれば，$\cup O_\lambda \in \Theta$

これらの定義がなされた後に，様々な定理が登場し，それを証明しては次へと発展させるという道筋をたどることになる。

ここにあげたもの以外でも，集合についての知識は，数学の様々な領域においてその議論の前提とされている場合が多い。

高等学校の数学では，数学Aにおいて，『ある条件を満たすもの全体の集まり』として集合が定義され，集合の包含関係や相等について次のように定められている。

定義（*）

・集合Aの要素がすべて集合Bの要素になっているとき　$A \subset B$　と表す

・　$A \subset B$　と　$A \supset B$　がともに成り立つとき，$A = B$

このような定義が実際に準備されるものの，この記述を用いて証明をすすめるような問題場面に出会うことはあまりない。

例えば，ド・モルガンの法則

$$\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B},\qquad \overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B}$$

は，ベン図を用いるなどして直感的に理解させるのが一般的となっている。

しかし，集合の相等や包含関係についての定義が(*)のようになされているので，数学的な議論は可能である。

実際には，$P = \overline{A \cup B}$　，$Q = \overline{A} \cap \overline{B}$　とし，$P = Q$　であることが次のようにして確認できる。

$x \in P$ とする。

このとき，$x \notin A \cup B$であるから

$x \notin A$　かつ　$x \notin B$

すなわち　$x \in \overline{A}$　かつ　$x \in \overline{B}$

したがって　$x \in \overline{A} \cap \overline{B}$

すなわち　$x \in Q$

よって　$P \subset Q$

同様にして $P \supset Q$　を示し，$P = Q$ が証明される。

集合の相等に関する議論は，大学の数学の導入段階において頻繁に現れる。しかも，記号も含めてこれらの大半の部分は高等学校で扱っているはずのものなのである。しかし，アンケートの回答の中の「習ったはずなのに…」「高校で学習したものとして話を進められると困る…」という意見に代表されるように，高等学校での現状程度の扱いでは大学での数学の前提になり得ないことを示している。そこで，先の集合の相等に関する証明を数学A（advanced）に付加的な内容として加えることを提案する。昨年度の研究（2001）においては，内容的な追加を主張したが，今回は，それに加えて定義に沿った数学的な証明の導入を積極的に行うものを想定している。

実際に，次のような集合に関する問題が，昨今の大学の入学試験にも度々出題されている。

9で割り切れる整数全体の集合をA，15で割り切れる整数全体の集合をBとする。

$C = \{x + y \mid x \in A,\ y \in B\}$

とするとき，Cは3で割り切れる整数全体の集合と一致することを示せ。　（1998年　東京女子大学）

このことは，大学での数学を学ぶ上で，集合に関する議論の能力が要求されていること示しているとも考えられる。

② 「確率・統計」に関する内容について

数学Bは，数列やベクトル，統計や数値計算について理解させることにより，基礎的な知識の習得と技能の習熟を図り，事象を数学的に考察し処理する能力を伸ばすとともに，それらを活用する態度を育てることを目標にしている。

内容からみて，数学Bのメインは数列とベクトルということになろうが，今回のアンケートの結果でもあげられているように，統計について全く学習せずに大学に進んだ学生がいきなり統計を学ぶことのギャップは，教育課程の連接上大きな問題点として取り上げられるべきである。

具体的に数学Bで扱う統計とは，「統計についての基本的な概念を理解し，身近な資料を表計算用のソフトウェアなどを利用して整理・分析し，資料の傾向を的確にとらえることができるようにする。」ことを目

標に,「ア　資料の整理」として,度数分布表,相関図,「イ　資料の分析」として,代表値,分散,標準偏差,相関係数　などを扱うことになっている。これは,従前の学習指導要領(平成元年告示)でいえば,中学校第2学年で学習していた「資料の整理」に,従前の数学Bの「確率分布」の内容の一部をつけくわえたものである。さらに,内容の取り扱いの留意点として,「理論的な考察には深入りしないものとする。」とあり,この内容だけでは,前にあげた大学における学習内容とのギャップの解消には不十分である。

このギャップを解消するには,数学Bの「統計とコンピュータ」に加えて,数学Cの「確率分布」,「統計処理」も学習すればよいのであるが,数学B,Cは学習する内容を,履修する生徒の実態に応じて適宜選択することになっており,同じ科目内で他にも重要な内容を含んでいることから,これらをすべて学習することは難しいのが現実である。

さらに,大学で統計学を必要とする学生は,必ずしも理科系の学生に限らないということも重要である。経済学や社会学,心理学など,一般には文科系といわれる学部・学科においても,統計学は必要である。

ところが,高等学校において数学Cを履修するのは,ほとんどの場合理科系の生徒であり,文科系の生徒は数学Ⅱ,数学Bまでしか履修しない。ここにも,高等学校と大学との学習内容のギャップを生ずる原因がある。

そこで,学習内容のギャップの解消を目指して,学習内容ひいては教育課程の改善を考えて,内容の取り扱いについて以下のような検討を行った。

平成11年告示学習指導要領の数学B,数学C

・統計とコンピュータ(数学B)
　ア　資料の整理
　イ　資料の分析
・確率分布(数学C)
　ア　確率の計算
　イ　確率分布
・統計処理(数学C)
　ア　正規分布
　イ　統計的な推測

現行の「統計とコンピュータ」の内容については,既に述べたが,「確率分布」と「統計処理」の内容について,その内容を大まかにあげておくと,確率分布は,「ア　確率の計算」で条件つき確率を,「イ　確率分布」で確率変数と確率分布,二項分布を学習する。この際,平均,分散,標準偏差についても学習する。また,統計処理は,「ア　正規分布」で連続型確率変数,正規分布を,「イ　統計的な推測」で母集団と標本,統計的な推測の考えを学習する。なお,統計処理については内容の取り扱いの留意点として,「理論的な考察には深入りしないものとする。」とされている。

これらの内容は,確率・統計を学習する上でそれぞれ必要なことがらで,欠かすことのできないものであるが,それをすべて学習することは,現行の教育課程では無理がある。

さらに,文科系の生徒が数学Cをほとんど履修しない現状を考えれば,大学での学習内容とのギャップを解消するためにできることは,推定や検定などといった統計的な考え方に触れることができるように,現行の内容を整理しなおした上で,それを数学Bの内容として扱うことである。

無論,3つに分けられた内容を1つにまとめるのであるから,すべてをカバーすることは到底不可能である。もし,それを望むのであれば,単位数増を含む高等学校における数学の教育課程を再度組み立てるという作業が必要になるが,現実的な対応としては難しい。　そこで,今回の提案はそこまでの大幅な変更は行わずに,現行の教育課程の中で,将来さらに数学が必要となる生徒に対してAdvanced科目を編成するという形で行うことにする。

数学B(Advanced)

(3)　統計的な考え方
　ア　資料の整理
　　(ア)度数分布表,平均,分散,標準偏差
　イ　確率分布
　　(ア)確率変数と分散,標準偏差
　　(イ)二項分布
　ウ　統計的な考え方
　　(ア)正規分布
　　(イ)統計的な考え方

この学習においては,コンピュータの活用が欠かせない。というのも,これらの内容をすべて理論的に扱うとすれば,かなりの時間数が必要になり,それを現行の教育課程の中で行うのは無理があるからである。それよりは,コンピュータを活用することにより,統計的な考え方を理解することに重点をおいて扱うべきである。実際,高等学校と大学とのギャップは,高等学校において統計的な考え方を全く扱わないことが原因となっている。つまり,統計的な考え方について,ある程度の理解とイメージをもたせることが重要なのである。

イメージをもたせるということについては,表計算

ソフトを利用すれば，単に数値計算を行うだけでなく，分布の様子をグラフを表示したりすることもできるので，コンピュータの活用が大きな意味をもつところである。さらに，表計算ソフトは平均値や標準偏差を求められるなど，多様な関数も持っているので，この学習においては極めて利用価値の高いものである。

しかし，コンピュータによる演習だけでは，統計的な考え方は理解されず，単に資料の処理方法を学習することになりかねない。重要なことは，統計的な考え方について，具体的な資料をコンピュータを活用して処理することにより，理解を深めることである。

そのためには，例えば「イ　確率分布」の（イ）二項分布の学習においても，$_{n}C_{r}p^{r}q^{n-r}$　の値を計算して求めることよりも，nの値によって分布の様子がいかに変化しているのかを，グラフに表して観察させ，次の正規分布の学習につなげるなどの工夫が必要とされよう。また，「ウ　統計的な考え方」の（ア）正規分布においては，偏差値など，生徒にとって身近な事例を取り上げながら，その性質や考え方などを理解させたい。また，（イ）統計的な考え方においては，統計的な考え方がいかに有用で様々な分野で活用されているかということも，取り上げたい。

学校教育学部4年生を対象に，コンピュータを利用した教材例を主題にした授業において，具体的な資料を処理して検定を行う過程で，学生の何人かが「検定とはこういうことだったんですね。」と納得したように確認していたことが印象に残っている。彼らは既に統計学の理論も学習していたのだが，それが具体的な事例に結びついていなかったということであろうか。

また別のことがらとして，表計算ソフトを用いた統計処理の仕方を解説しているマニュアル本は，コンピュータの扱いの方が前面に出ており，「こうすれば正規分布を利用した推定はできる」という手順はわかっても，なぜそうすればできるのかという背景はわかりにくい。これでは，自分が何を行っているのかというイメージをもたせることにはつながりにくいであろう。

今回提案した数学B（Advanced）の「統計的な考え方」は，統計的な考え方のイメージを，具体的な資料をコンピュータを活用して扱うことにより，理解させることを目標にしたい。

確率に関する内容は，数学Aで

(3)　場合の数と確率

ア　順列・組合せ

イ　確率とその基本的な性質

ウ　独立な試行と確率

となっていて，今までの数学Ⅰにおける内容から移動している。ここで学習する「確率」は比較的理解しやすいものである。学生のアンケートにおける『統計に関する考え方が高校のときとは殆ど違う。統計的なものの見方が高校では出来なかった』とあるのは，大量の数値データを，ただ単に統計資料として，度数分布やグラフにして表すだけで，統計における「推定・検定」の考え方については，殆どの者が未習であって，このような考え方についてこれまで全く学習していないことから，このような意見となったものであろう。

③　「行列」に関する内容について

(1)　高校と大学における「行列」の差

前述の学生のアンケート回答に，n×n行列を扱い，抽象的で分かりにくいという意見があったが，それは高校と大学で，何を目標として行列を指導するかの違いによるものではないかと考える。

高校では，無味乾燥な学習をさけるため，例えば商店の売り上げを取り上げて行列を導入し，多変量の計算法として行列を扱っていく。ややもすると生徒にとって，行列は単なる数の配列，多変量を扱う際の合理的な表記上の体系とみなされる。扱う行列も3×3行列程度の計算であったり，行列の最終段階の学習が消去法による連立方程式の解法であったりして，このことも行列が単なる数の配列であり多変量を扱うものといった捉え方を強めてしまうのではないかと思われる。

しかし，大学では，線形空間（ベクトル空間）の構造理解や，一次変換に関する理論の学習として行列の研究（学習）を進めるため，「行列全体は線形空間をつくる」という捉え方が行列の学習の根本にある。そして，線形写像φ：$\mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^m$における構造の研究(学習）が主要な部分であり，高校での行列と大学での行列で大きく扱い方に差があると考えられる[(1)]。

この扱い方の飛躍をうまく処理できない学生にとっては，高校の行列と大学の行列が全く異なるもののように感じるかもしれない。したがって，この差を少しでも少なくするよう高校の段階で大学との連接を考慮した「行列」指導を工夫する必要があると考え，次で「数学C（Advanced)」の指導を提案する。

(2)　「数学C（Advanced)」の「行列」指導への提案

本研究(5)において，「数学C（Advanced)」の「行列」は次のような内容を指導することを提案した。

ア　行列	（ア）行列とその演算	
	（イ）行列の積と逆行列	
イ　行列の応用	（ア）連立1次方程式	
	（イ）1次変換	

学習内容について変更の必要はないが，今回はその指導についてより詳細に提案する。

まず，A，B，Cを同じ型の$m \times n$行列，s，tを実数とするとき，

$$A+B=B+A \quad \text{（交換法則）}$$
$$(A+B)+C=A+(B+C) \quad \text{（結合法則）}$$
$$s(tA)=(st)A \quad \text{（〃）}$$
$$(s+t)A=sA+tB \quad \text{（分配法則）}$$
$$s(A+B)=sA+sB \quad \text{（分配法則）}$$

が成り立つことを高校で行列の性質として指導する際，$m=n=1$とすると数の体系として，$m=2$, $n=1$とするとベクトルの体系として成り立つことを意識させ，数やベクトルを一般化したものが$m \times n$行列全体であり，行列はこうした性質（線形空間の条件）を満たす抽象的なものであることを理解させるよう指導する。

また，高校で扱うのは3×3行列までであり，大学での$n \times n$行列への困難さの解消として，$n \times n$行列Aを$A=(a_{ij})$　$1 \leqq i \leqq n$，$1 \leqq j \leqq n$とかく表記・処理法を，高校でも可能な部分で取り入れていく必要があると考える。例えば，「$(A+B)C=AC+BC$」の証明を，

$$((A+B)C \text{ の } (i,j) \text{ 成分})$$
$$=\sum_{k=1}^{n}(a_{ik}+b_{ik})c_{kj}$$
$$=\cdots\text{（省略）}\cdots$$
$$=\sum_{k=1}^{n}(a_{ik}c_{kj}+b_{ik}c_{kj})$$
$$=(AC \text{ の } (i,j) \text{ 成分})+(BC \text{ の } (i,j) \text{ 成分})$$

とするのは高校生でも理解できると考えられる内容であり，「$AE=EA=A$　（E：単位行列）」の証明も，行列を(a_{ij})として考え処理していくには，ちょうどよい演習問題である。

さらに，行列の乗法の学習のところで，

$$\begin{pmatrix}1&2\\3&4\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1\\2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}5\\11\end{pmatrix},\ \begin{pmatrix}1&2\\3&4\\5&6\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1\\2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}5\\11\\17\end{pmatrix}$$

などの計算をする際，写像：$\mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}^2$，$\mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}^3$を意識させて指導する。それによって，$m \times n$行列全体の集合と$\mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^m$への線形写像全体の集合とが対応するということを理解する素地をつくることができると考える。

以上のような指導の工夫をすることで，高校と大学の「行列」学習の連接を少しでもスムースなものにできるのではないだろうか。

4．おわりに

最後にわれわれ授業する者への要望として，学生は以下のように書いている。理科系離れの傾向や，学力低落傾向が顕著である昨今，閉塞感を打破し少しでも前進するために，私達も努力しなければならない。

(1)　受験のために，1つ1つの内容を十分に時間をかけて学習することが出来ず，十分理解できないまま次の単元に進められることが多かったと思う。この点を改善して欲しい。

(2)　文科系，理科系のコース決めを早く行い，文科系の生徒には必要最低限の理解を求める。しかしその際，公式の暗記中心の理解はさせないようにすべきだ。

(3)　理科系の生徒には本質の理解のために，良質な問題を多く解かせるようにして欲しい。暗記させない。

(4)　高校の内容を理解しているという前提で，講義が進んでいくので，ついていけない。

(5)　大学入学後の講義で，学生は知っていると思って説明が簡単にされたことやカットされたことがあるが，実際には高校で学習した記憶がないものや，学習が浅すぎて，講義が理解できなかったことがある。

(6)　大学での学習内容の順番はよいと思うが，もう少し丁寧に説明して欲しい。

(7)　理解できないことの言い訳のようになるが，「学生に解答を黒板を通して伝えている」だけのように感じ，教える側の意識改革も必要だと思う。

最後に，大学の数学関係のカリキュラムを参考資料として添付したが，大学の各授業科目の内容を学習するために，本当に高校の授業内容が基礎になっているのか，また，大学教育のために本当に高校数学の学習内容が必要であるのかということを，大学教育・高校教育の現場に携わっている者同士で検討してみる必要があるように思える。高等学校では，「統計処理，推定・検定」の内容は限られた時間数の中では，やはり選択できないであろう。しかしながら，統計処理の内容を，高校生の段階で未学習であることは，たとえ大学で学習するにしても，相当理解が困難であることは私達の経験済みのことである。このため1つの方法は，大学入学後の1セメに統計学の入門的な科目の設置が必要ではないかと思われる。あるいは高校側の窮余の一策として高校三年の終わりに，意欲のある者を中心に学習させることである。

謝辞

今回のアンケートにご協力を頂いた広島大学教育学部第二類数理系コース・広島大学理学部数学科・広島市立大学情報学科の学生の方々には，心より感謝申し上げたい。

参考文献等

(1)佐久間元敬他編，「線形代数　教科書」，共立出版，1978.

(2)文部省「高等学校学習指導要領解説　数学編理数編」実教出版，1999.

参考資料

1．理学部数学科のカリキュラム

理学部数学科のカリキュラム

	授業科目	授業内容
1年	解析学ＩⅡ	数列の極限，１変数関数の連続性，微分，積分
	線形代数学ＩⅡ	ベクトル，行列，線形空間，線形写像
	数学概説Ａ	数個のテーマを速んで現代数学の一端を紹介
	教養ゼミ	数学の学び方，基本的事項について，少人数のセミナー形式で行う
	情報活用演習	コンピュータ，情報の受発信の基礎技術
2年	解析学ⅢⅣ	関数列，べき級数，多変数関数の微分・積分
	代数学ＩⅡ	線形空間，商空間，ジョルダンの標準形，群論入門
	数学通論	距離空間，位相空間
	幾何学	２次曲面，平面上のベクトル場と微分形式
	計算数学	数値計乱数式処理入野
	数学英語演習	数理科学に関する英語文献，英文和訳，英作文
3年	代数学AB	群論，環論，可換体論，ガロア理論
	幾何学AB	曲面の微分幾何学，可微分多様体，多様体上の微分形式
	解析学ABCD	Ｒ上のルベーグ積分，抽象積分入門 正則関数，コーシーの積分定理，有理型関数 常微分方程式
	計算数理Ａ	数値計算，数値解析，熱方程式，差分法
	非線形数理	１次元離散・連続力学系のダイナミックス，安定性と分岐理論
	現象数理	非線形微分方程式，確率微分方複式
	確率・統計AB	確率空間，確率変数，確率分布に関する基本事項
		数理硫計学の基礎（極限定理，標本分布，推定，検定）
4年	代数学CD	二次形式論と平方剰余の相互法則 可換体と代数多様体，層とコホモロジー，代数多様体論・代数曲線論
	幾何学CD	代数的位相幾何学，モース理論・手術理論，結び目理論 平均曲率一定曲率の幾何学
	数理解析学AB	ソボレフ空間，ソボレフ埋蔵定理，ラプラシアン，ポアソン方程式，２階線形偏微分方程式の解の性質
	確率・統計Ｃ	測度論的確率論，離散的確率過程
	計算数理Ｂ	非線形偏微分方程式の特異摂動法，数値計算による解析方法
	複雑系数理	非平衡系の科学，相転移ダイナミクス
	数学特殊講義	代数学，幾何学，数理解析，確率統計のそれぞれに対して，トピックを選んで講義する
	数学特別講義	学外から講師を招いて最中講義をする
	卒業研究	指導教官の下で各自の選んだテーマに沿って学習・研究し卒業論文をまとめる。

2．教育学部のカリキュラム

（第二類　数理コース）　　○印は必修

	授業科目	単位数	1せ	2せ	3せ	4せ	5せ	6せ	7せ	8せ
必修科目	科学文化教育論	②			2					
数学教育学	数学教育基礎論	2		2						
	数学教育カリキュラム論	2			2					
	数学教育史	2			2					
	数学教育学概論Ｉ	②					2			
	数学文化教育論	2							2	
	数学教育学研究	2						2		
数学教育方法学	数学教育方法論	2				2				
	数学教育デザイン論	2				2				
	数学教育評価論	2					2			
	数学教育学概論Ⅱ	②						2		
	数学教育実践論	2							2	
	数学教育方法学研究	2						2		
数理の世界	数学入門	②	2							
	数学文化論	2		2						
	数学プレゼンテーション	2							2	
	数理の世界	2								2
	応用数理の世界	2								2
代数学	行列論及び演習	2		2						
	代数学概論	②			2					
	代数学概論演習	2				2				
	代数学研究方法Ｉ	2					2			
	代数学研究方法Ⅱ	2						2		
	代数内容研究	2						2		
幾何学	幾何学概論	②			2					
	幾何学概論演習	2				2				
	幾何学研究法Ｉ	2					2			
	幾何学研究法Ⅱ	2						2		
	幾何学内容研究	2						2		
解析学	微分積分学および演習	2	2							
	解析学概論	②			2					
	解析学概論演習	2				2				
	解析学研究Ｉ	2					2			
	解析学研究Ⅱ	2						2		
	解析内容研究	2						2		
確率論・統計学	数理統計学概論	②			2					
	確率論・統計学研究法Ｉ	2					2			
	確率論・統計学研究法Ⅱ	2						2		
	数理統計内容研究	2						2		
コンピュータ	コンピュータ基礎演習Ｉ	②			2					
	コンピュータ基礎演習Ⅱ	2				2				
	コンピュータ教材作成演習	2						2		
必修科目	卒業研究（卒業論文）	⑥								

資料３

実施アンケート

高校から大学までの効率的・効果的な学習を目指す「新しい数学科教育課程研究」のためのアンケート

2002．12．　広島大学附属高等学校　数学科

〈アンケートの趣旨〉

・このアンケートは，理数科系の大学生に対する高校から大学までの数学の効率的・効果的な学習を目指す「新しい数学科教育課程研究」のためのアンケートであって，他の目的には使用はしません。どうかご協力をお願い致します。

・学部と学年を答えて下さい。

（　　　　　）学部　（　　　）年生

○高校から大学までの数学の学習について，以下のことに答えて下さい。

Ｉ．高校での数学の学習について

① どんな内容を学習したか

② 難しかった内容について

・その内容が難しかったことで，その後の学習（大学まで含めて）に困りましたか。

ア．困らなかった　イ．困った　ウ．大変困った

・イ，ウの場合，どのように困りましたか。学習の困った大学での科目名等があればそれも答え

て下さい。

・イ，ウの場合，自分でとった対策や方法があれば書いて下さい。

③ 内容や学習の順番は現在のままでよいですか。

ア．概ねよいと思う（　　）

この場合，その理由があれば書いて下さい。

イ．良くないと思う（　　）

この場合，その理由を具体的に書いて下さい。良くない点を解消するためにはどうすればよいと思われますか。

④ その他に全体として困ったり，改善した方がよいと思うことがあれば書いて下さい。

Ⅱ．大学での学習について

① 難しかった科目・学習に困った科目について

（ｉ）その科目名を書いて下さい。

（ii）特に「高校と大学との学習内容のギャップにより，学習が難しいと感じた科目・内容等」があれば書いて下さい。

（iii）（ii）の他に，具体的にどんな点がどのように難しかったり，学習に困りましたか。

（iv）上記の（ii），（iii）に対して自分でとった対策があれば書いて下さい。

② 大学での数学に関係する科目の内容や学習の順番，講義について，現在のままでよいですか。（該当に○印を記入）

ア．概ねよいと思う（　　）

この場合，その理由があれば書いて下さい。

イ．良くないと思う（　　）

この場合，その理由を具体的に書いて下さい。イの場合改善すべきと思う点を書いて下さい。

③ その他に全体として困ったこと

・具体的にどんな点がどのように困りましたか。

・自分でとった対策があれば書いて下さい。