

# 微積分学教育における和歌山大学と同志社大学の実践例について

Examples on calculus educations in Wakayama University and Doshisha University

川上 智博  
KAWAKAMI Tomohiro  
(和歌山大学教育学部)

長瀬 昭子  
NAGASE Teruko  
(大阪大学)

森 淳秀  
MORI Atsuhide  
(大阪大学)

近藤 弘一  
KONDO Koichi  
(同志社大学工学部)

## 概要

本稿では、和歌山大学と同志社大学における微積分教育の実践例について考察する。

キーワード：微積分教育、数Ⅲ、実践例、一変数の微積分、e-class

## 1. はじめに

本稿では、和歌山大学教養科目「数学AⅠ」、「数学AⅡ」と同志社大学工学部の微積分科目についての実践例について考察する。4人の著者は、同志社大学において、それぞれ微積分科目を担当している。

## 2. 第一著者の実践例

「数学AⅠ」と「数学AⅡ」は教養科目であるので、1年生から4年生まで履修することができる。「数学AⅠ」の授業の概要は、以下である。数学の応用の形はいろいろあるが、微積分学がその基礎となっているものが多い。この講義の内容は、そのうち微分法に力点を置き、特に計算力を重視する。高校の「数学Ⅲ」程度の復習から始める。数学としての理論的精度は多少無視しても、初等関数等の取り扱いに慣れてもらい、計算技術を習得してもらいたい。授業計画は以下である。まず、べき関数、三角関数、逆三角関数、指数関数、対数関数等の初等関数の微分法、次に、それらのマクローリン展開について解説する。さらに時間の許す限り、それらの応用例を取り上げる。主な項目は、  
・微分のための関数の連続性・微分可能性と微分係数・微分の基本公式・べき関数の微分・三角関数の微分・逆三角関数の微分・指数・対数関数の微分・高次導関数  
・平均値の定理とその周辺・関数の展開・関数の増減  
・偏導関数・2変数の関数の極値である。

「数学AⅡ」の授業の概要は、以下である。「数学AⅠ」の続きで、ねらいも同一線上にある。ただし中心は積分法となる。具体的に扱う関数は、数学AⅠとほとんど同じだが、積分法の方が微分法よりも内容が豊

富である。数学としての理論的精度は多少無視しても、初等関数の微分積分法に慣れ、計算技術を習得してもらうことを目的とする。授業計画は以下である。まず、不定積分の基本的なことから始める。積分論の面白さは、あるいは、難しさは、定積分にある。それゆえ、定積分と不定積分の関係について、しっかりと理解してもらえるようにつとめる。その応用としてさまざまな定積分の計算を、多くの実例を軸にして説明し、計算力のアップをはかる。また、多変数の微分積分(偏微分、重積分等)の初歩についても解説する。最後に余裕があれば、途中、理論的精度を無視した点について解説を多少でも加えるつもりである。主な項目は、  
・不定積分1・不定積分2・定積分1・定積分2・広義積分  
・重積分1・重積分2・面積・体積・曲線の長さ1  
・面積・体積・曲線の長さ2・1階の微分方程式1  
・1階の微分方程式2・2階の微分方程式1  
・2階の微分方程式2である。

「解析学Ⅰ」、「解析学Ⅱ」は講義と演習がセットになった2コマ分の科目で、同志社大学工学部の1年生を履修の主体とする。「解析学Ⅰ」の授業の概要は、以下である。主として1変数の微分および2変数の偏微分について講述し、演習に重点をおく。解析学の基礎概念を習熟し、それを応用する力をつけることを目標とする。授業計画は、1 微分のための関数の連続性、2 微分可能性と微分係数、3 微分の基本公式、4 べき関数の微分、5 三角関数の微分、6 逆三角関数の微分、7 指数・対数関数の微分、8 高次導関数、9 平均値の定理とその周辺、10 関数の展開、11 関数の増減、12 偏導関数、13 2変数の関数の極値である。

「解析学Ⅱ」の授業の概要は、主に多変数の積分を講述することである。授業計画は、1 不定積分1、2 不

定積分2、3 不定積分3、4 定積分1、5 定積分2、6 定積分3、7 広義積分、8 重積分1、9 重積分2、10 重積分3、11 重積分4、12 面積・体積・曲線の長さ1、13 面積・体積・曲線の長さ2である。

教科書は、4科目とも[2]を用いた。

各授業とも、授業方法は以下である。始業時間の10分前には、講義室に行き、始業のチャイムとともに授業を開始した。そして、終業のチャイムと同時に終わるように心がけた。

「数学AⅠ」と「数学AⅡ」は、毎回、演習問題プリントを配り、学生の理解の向上を図った。この演習問題は、配った週から2週間以内に解答をレポートとして提出してもらうことにした。2週間以内に提出した学生は、少数であり、ほとんどが試験直前か試験後に提出されることが多かった。提出されたレポートは、次の週には返却した。試験後にレポートを提出した学生は、採点済みのレポートをほとんど受け取りに来なかった。期末試験のあと、できるだけはやく合格者・レポート提出資格者・不合格者を研究室の前の扉に発表した。試験答案も希望者には返却した。

「数学AⅠ」は登録者131人のマンモス科目であり、学生の名前を覚えることは不可能であった。「数学AⅡ」の登録者は、16人の少人数科目なので、授業中に問題を提起して、学生を指名し、答えてもらうという方法をとった。指名された学生がわからなければ、その隣の座席に座っている学生を指名するというふうに、不公平にならないように、出席している学生全員を指名した。学生を指名して答えてもらう方法は、学生全員の顔と名前を覚えることに役立った。最終回には、授業のアンケートを行った。

「解析学Ⅰ」と「解析学Ⅱ」は、どちらも登録者50数名の科目であり、出席率は90パーセント以上であった。1コマ目に講義を行い、2コマ目に演習を行う形式であった。演習は、大学院生のTAつきであり、学生の理解の助けとなった。演習の評価は、TAに「A」、「B」、「C」、「D」でつけてもらった。「数学AⅠ」「数学AⅡ」と同様に、授業中に問題を提起して、学生を指名し、答えてもらうという方法をとった。指名された学生がわからなければ、次の学生を指名するというふうに、不公平にならないように指名して答えてもらった。時間の関係上、三分の二くらいの学生しか指名できなかった。学生全員の顔と名前を覚えることに役立った。

アンケート内容と考察は以下である。行ったアンケート項目は以下である。

### 1. この授業について

5点法で評価してください。

- 1) 授業の内容はほとんど理解できましたか。
- 2) 授業中に重要な所を強調してくれましたか。
- 3) 教員の説明のしかたは分かりやすかったですか。
- 4) 教員の話し方や黒板の文字は明瞭でしたか。
- 5) 教員はクラスの勉学の雰囲気を保つよう努めていましたか。
- 6) 授業に刺激され授業内容に興味を持つようになりましたか。
- 7) 授業はシラバスとおりに進められましたか。

### 2. この授業における教員について

5点法で評価してください。

- 8) 教員は授業の準備を十分にしていましたか。
- 9) 授業に対する教員の熱意を感じましたか。
- 10) 教員は学生の質問、疑問、意見をくみとってくれましたか。
- 11) 教員のあなたがたへの接し方は適当だったと思いますか。

### 3. 総合評価

- 12) この教員の授業を10点法で評価してください。そのように評価した理由を書いてください。

4科目合算の1)から12)までの平均点は、1)4.1点、2)4.5点、3)4.3点、4)4.2点、5)4.5点、6)3.2点、7)3.5点、8)4.8点、9)4.7点、10)4.5点、11)4.5点、12)8.1点であった。

上記の結果から、学生からの評価も良好といえるが、6)と7)の改善が課題である。

総合評価の理由として、以下のものがあつた。

- ・クラス全員に声をかけ、授業に集中させてくれた。
- ・丁寧に授業を進めようとしていた。
- ・一人一人に指名していくので、常に授業に集中できた。
- ・声が大きくてよかった。
- ・難しいところに時間をかけてほしかった。
- ・面白かったので、あきることがなかった。
- ・演習問題が復習にもなった。
- ・名前を覚えてくれたところがよかった。
- ・声が聞き取りやすく、重要どころもわかった。
- ・授業の雰囲気がよかった。
- ・やる気になる授業であった。
- ・すこし授業のスピードが速かった。
- ・熱意を感じた。

### 3. 第二著者の実践例

ここでは、同志社大学工学部科目「数学基礎1, 2」についての実践例について考察する。この科目は、高校の数学Ⅲと解析学の前半（一変数の微積分）を徹底させるためのコースである。主体は1年生であるが、1年生から4年生まで履修することができる。これと関連

して同志社大学工学部の1年生のほとんどは「解析学Ⅰ、Ⅱ」（講義と演習がセットになった2コマ分の科目）を履修している。

「数学基礎1」「数学基礎2」の授業の概要は、以下である。高校で微分積分を一応履修はしたのだが十分ではない人達を対象に大学での微分積分の基礎を高校の復習から始め講義する。数学的なものの考え方や概念なども見ると同時に問題演習の時間を多く取り学生が自ら解くことで微分積分の理解を深めるとともに計算力を養う。授業計画は以下である。

「数学基礎1」では、関数とその連続性、微分について基礎をしっかりとさせるとともに大学の微積分の基礎である実数の連続性や関数の一様連続、テイラーの定理について解説する。主な項目は

- ・関数、合成、逆関数
- ・弧度法と三角関数、逆三角関数
- ・数列、実数の連続性と上限、下限
- ・級数、正項級数の収束判定
- ・関数の極限と連続
- ・連続関数の性質、一様連続
- ・微分、導関数の性質
- ・初等関数の微分、高次の導関数
- ・平面曲線の接線、法線
- ・平均値定理と応用
- ・テイラーの定理と応用
- ・近似式、ニュートン近似
- ・関数のグラフ

である。

「数学基礎2」は「数学基礎1」の続きで、積分について基礎をしっかりとさせるとともに微分積分を応用してべき級数展開をしたり、この時期既に解析学で学んでいる多変数関数の補強も行う。複素数は複素平面等の概念を補強するために取り入れた。主な項目は

- ・複素数
- ・初等関数の不定積分
- ・不定積分の計算
- ・定積分の計算
- ・定積分の定義と性質
- ・定積分で定義される関数、広義積分
- ・定積分と不等式
- ・面積、体積、曲線の長さ
- ・速度と道のり、曲率
- ・微分方程式、求積法
- ・べき級数
- ・関数のべき級数展開
- ・2変数関数と接平面

である。

教科書はなしで、解析学の教科書（[4]）と高校の「数学Ⅲ」の教科書（[1]）や「チャート式数学Ⅲ」（[3]）などを参考書として使うよう指示した。

講義は週1コマで、「数学基礎1」が春学期科目、「数学基礎2」が秋学期科目である。いずれも、途中で履修中止ができるため当初の受講生は200名前後で、最終履修者は「数学基礎1」が199名、「数学基礎2」は187名となった。多人数のうえ、「数学Ⅲ」を全く習っていない人が約10名と卒業単位の必要から受講する4年生も含まれているので、e-classを併用した。

e-classはこの講義のホームページのようなもので受講している学生はIDとパスワードでアクセス可能で講師側から教材管理等ができる。

授業方法は、演習問題のプリントを配布してしばらく考えてもらった後解説をして、プリントの中から問題を指定して解答を提出してもらう。考えてもらっているときにできるだけ教壇からおりて、学生の間を歩いて、相談にのったりアドバイスをして学生のニーズをつかんで、解説のとき気を配った。また解説はできるだけ個々の問題にとどまらず数学の理論が理解してもらえるよう心がけた。この演習問題はあらかじめ授業前日までにe-classに掲示して予習可能なようにしておいた。提出物の整理はTAの大学院生がやってくれて助かったが多人数のため返せなかった。その代わりに講義の後で演習問題の解答と確認事項として大切な性質や定理をまとめたファイルをe-classに掲示することにした。全然「数学Ⅲ」を習っていない人のためには定義や講義では話せなかった例をのせるようにした。

講義の後で毎回e-classにアクセスするよう呼びかけるとともに、e-classを見ていれば講義をさぼれると考えられても困るので確認事項は簡潔にし、授業では幅広い話題を提供するように心がけた。

成績評価は講義中の提出物20パーセント、定期試験80パーセントで、定期試験の問題は配布した演習問題の中から出すことにしておいた。この方式は、4年生を含んでいるため早急に成績を出す必要があり、そのため有効であった。学生も自己採点可能である。

その他、講義の後や早朝などに学生からの質問に答える時間をとった。丁寧に取ったノートに質問事項の付箋を付けて熱心に質問する学生もいた。e-classは教材管理のみに使って、ここで質問を受け付けることはしなかった。

期末試験後行われる定期アンケート（Webを利用した授業に関するアンケート）では、解答者が約13パーセントなので正確な判断材料にはならないかもしれないが、e-class併用の効果は、次の項目で判断すると「テキスト配布物資料などは適切であった。」という質問に対して解答は5段階の選択肢があるが「そう思う」と「どちらかというと思う」の合計が「数学基礎1」88パーセント、「数学基礎2」75パーセントであった。

反省点としては、e-classを併用すると、授業が講義の場面で終結してしまわないので講師も負担が大きいですが、それでも講師側は沢山の情報を提供している気分

になるが、学生側は毎回アクセスできるとは限らないようである。熱心な学生には助けになるようであるが、最終回の講義直前までアクセスできない学生もいた。現状では、e-classに頼る講義はしない方がよいようだ。しかし、多彩な受講生に対応できるメリットも大きく、今年は最終回の講義と期末試験までに半月以上もありe-classを利用して試験勉強をしたという声も聞いた。

e-classと関係しない反省点としては大教室のため、音声はマイクでカバーできるが板書は大きい字で書く必要があり4行位が限界であるがそれより細くなると学生からクレームが来た。

以下は感想であるが、今年も学生と話していると「数学Ⅲ」が高校の時よりよくわかったとか、「数学Ⅲ」の復習ということで軽く見ていた学生がきちんとした理論を聞いて実はかなり高度なことを習っているのだと気がついてくれるときがあった。できるだけ大勢の学生がそうなってくればこの講義の意義が満たされる。

#### 4. 第三著者の実践例

「解析学Ⅰ」（連続2コマ）の概要は、1変数関数の微分法・積分法の基礎について講義を行い（1コマ）、更に関連する問題について演習を行う（1コマ）というものであった。授業計画は以下の通りとした。

- 1 数列と極限、初等関数と逆関数
- 2 関数の極限、連続と不連続
- 3 微分係数と導関数、導関数の計算
- 4 平均値の定理、微分法の実用
- 5 近似とその評価
- 6 中間試験（演習と解説）
- 7 無限級数とその和、絶対収束と条件収束
- 8 べき級数とその項別微分、テイラー展開
- 9 原始関数と不定積分、不定積分の計算
- 10 面積と定積分、定積分と不定積分
- 11 定積分の計算、広義積分
- 12 積分法の実用
- 13 数値積分法

成績評価の基準として、平常点（毎回の演習における目標の到達度を記録し、学期末に集計）を3割、筆記試験を7割（中間試験20点と期末試験50点の計70点満点）とし、他の課題を与えての加点や底上げなどについては、一切行わないことを予め周知徹底した。

「解析学Ⅱ」は「解析学Ⅰ」の続きに位置づけられた授業である。授業の概要は多変数関数の微分法・積分法の基礎について講義を行い、関連する問題について演習を行うというものであった。授業計画は以下の通りとし、成績評価等については「解析学Ⅰ」に準じた。

- 1 多変数関数の連続性、偏微分
- 2 全微分と合成関数の微分法、平均値の定理とテイ

ラーの定理

- 3 多変数関数の極値
- 4 陰関数の微分法、条件付き極値問題
- 5 多重積分と累次積分
- 6 中間試験（演習と解説）
- 7 多重積分と累次積分
- 8 極座標における重積分
- 9 曲線座標とヤコビ行列式
- 10 積分変数の変換
- 11 重積分の発展的計算
- 12 重積分の応用（質量、重心、慣性モーメント）
- 13 線積分

両科目とも[5]を教科書として指定し、演習はこの本に含まれる演習問題と板書する問題を解くこととした。演習は毎回配布する答案用紙を用いて行い、授業終了時に提出させた。大学院生のTAには、提出された答案用紙の回収・整理・返却、および提出状況の記録と余りに不真面目なものの報告を依頼した。更に必要と思われる場合に添削指導をするようお願いした。これはTAの熱意が学生に届くことを狙った配慮であり、TAと学生の双方に幾分かは得るところがあったようである。

「解析学Ⅰ」に見られる大学1年の数学の標準的内容には、高校の「数学Ⅲ」との重複が多い。この事実は高校から大学への滑らかな移行に好都合であるというよりは、むしろ長年にわたって弊害を生じている。「解析学Ⅰ」においても問題は深刻であった。先ず高校において「数学Ⅲ」の内容を身につけることなく単位を得た者が大学に相当数流入している問題がある。このため「解析学Ⅰ」を大学の標準的カリキュラムに含める限り、「数学Ⅲ」の内容を教え直す必要が生じることになる。次に「数学Ⅲ」の内容を概ね身につけた者にとって「解析学Ⅰ」の内容は易しすぎる。周知のように今日では解析学の論理的な厳密さが、標準的な大学生に要求されなくなったので、「解析学Ⅰ」を通して学生の学習意欲を増すためには、反対に高校教育の不十分さを指摘することになりがちである。しかし「解析学Ⅰ」の内容が「数学Ⅲ」に関する受講生の不揃いな理解度に依存することは、大学教育の独自性に照らして不適切である。

そこで私が行なった工夫は以下の通りである。

- 1) 「解析学Ⅰ」と「数学Ⅲ」の守備範囲の違いを明確にすること。
- 2) 「解析学Ⅱ」を「解析学Ⅰ」から切り離すこと。
- 3) 学力格差の問題を高校の段階ではなく、もっと初等的な段階に帰して問題意識を共有させること。
- 4) 不思議な現象、隠された秘密といった知的好奇心に訴える話題を提供すること。

具体的にはそれぞれ次のようにした。

- 1) について：例えば $(1/n+2/n+\cdots+n/n)/n$ の極限と

$(1/2+2/3+\dots+n/(n+1))/n$ の極限を対比させる。また例えば $(x^2+1)^{-1}$ の定積分と不定積分、更には $(x^2+1)^{-3}$ の不定積分を対比させる。こうして授業毎に一つの対比の構図を示すことにより、復習と発展を常に同時進行させるように配慮した。また逆三角関数や双曲線関数を可能な限り頻繁に用い、中間試験において配点を大きくすることにより、「高校の延長」という安易な考えを徹底的に排除した。

2) について：「解析学Ⅰ」で身につけた力が少なかったとしても、「解析学Ⅱ」に現れる微積の計算は極力単純なものに限定した。これは「解析学Ⅱ」の内容が完全に新しいものであることを強調し、全員を同じスタートラインに立たせるための配慮である。実際、「解析学Ⅰ」の成績が悪くても「解析学Ⅱ」でAを得た者は少なくなかった。

3) について：部分分数分解（有理関数の積分に関連して）や反復組み立て除法（テイラーの定理に関連して）を整数の互除法や $n$ 進法の話にまで戻してきちんと教える。これらの話は初等的であるが彼らにとっては新鮮である。また $1=0.99\dots$ の正しさと不都合さを自由に考えさせ、極限の概念や実数の連続性について認識を新たにさせた。

4) について：1次近似の考えを利用した近似計算などのよく知られた話題だけでなく、個別の面白い問題や、理由がわからないこと（例えば $x=0,\dots,4$ での $16/(x^2+16)$ の値からシンプソンの公式を使って手計算で円周率の近似値を求めると予想外に良い値が出ること）まで何でも面白がって話してみた。

レポートは基本的には課さないことにした。授業の時間に集中すること、上手に時間を使うことが学園生活において重要であることを何度も説明した。また勉強が苦手な人は予習・復習に十分時間を割くように指導し、基礎学力が余りにも不足している人にはもっと気楽に別の道についても考えるよう促した。授業中の私語は頭ごなしに遮るのではなく、そこから数学の話題やその他の学園生活において重要な話題を引き出すように心がけた。黒板の文字の大きさや声の出し方などの技術については、良い授業を行う上で各自が工夫することだからここでは議論しない。また授業における様々な試みの成果をアンケートで測ることも差し控えたい。本稿のような機会だけでなく、常日頃から担当者間で活発な議論を行い、学生たちの今後の人生について見据える教育者の視点を確立したいと願う。

## 5. 第四著者の実践例

解析学Ⅰ、解析学Ⅱは同志社大学工学部電気工学科および電子工学科の開講科目である。解析学Ⅰは1年次春学期、解析学Ⅱは1年次秋学期の開講である。講義と演習を1コマずつ連続して行う。単位数は3単位である。

講義回数は全部で13回、期末試験1回である。クラスは各学科2クラスに分けて行う。担当は電気工学科を川上（クラス1）、近藤（クラス2）、電子工学科を長瀬（クラス3）、森（クラス4）である。解析学Ⅰの受講者は53人（クラス1）、51人（クラス2）、64人（クラス3）、66人（クラス4）である。解析学Ⅱの受講者は51人（クラス1）、56人（クラス2）、69人（クラス3）、61人（クラス4）である。講義内容は1変数関数および多変数関数の微分、積分の習得を目的とする。学科の要請から講義内容は物理的および工学的イメージを養うことを主眼とする。定理やその証明などの論理は大幅に省略する。繰り返し演習を行い計算能力の向上を目指す。計算力がつくことで数式の意味と物理現象の意味とを総合的に理解する能力の習得を目的とする。

講義は次のように進めた。1コマ目で講義を行い、その内容の小テストを次回の2コマ目に行う。第1回目の講義は小テストが行えないため2コマ連続して講義を行う。小テストは計12回行う。2コマ目の講義では15分間をテストの返却に割り当て、残りの75分間を小テストの答案時間とする。小テストの問題作成および採点はTAが行う。問題の難易度については学生の勉強意欲が衰えないように毎回調整をする。また、本講義において小テストを行う理由は演習効果を高めるためである。近藤が2002年度に最初に本科目を担当したときは小テストではなく演習を行った。しかし期末試験の結果は演習の学習効果がみられなかった。そのため以降は演習ではなく小テストを課すことにより学生個々の演習および学習意欲の促進を期待している。また、各講義において演習問題を配付する。これは学生の自主的学習意欲が前年度より落ちていると感じたためである。この傾向は2002年度より続いており、本年度は配布した演習問題から小テストを出題することに変更している。

成績評価は次の通りである。小テスト60%、期末試験40%とする。小テストは計12回行うもののうち良いもの10回分を平均する。また、自主提出のレポートにより加点を行う。レポートの内容は自由とし、本科目の予習、復習などの学習結果の量を評価基準とする。自主提出レポートにより学習意欲の向上とその結果のテストの点の向上を期待する。

講義内容は大きく3部に分けて行う。解析学Ⅰでは1変数関数の微分、テイラー展開、積分を取り扱い、解析学Ⅱでは多変数関数の微分、テイラー展開、積分を取り扱う。これらは電気工学において最重要となるものを選んでいく。講義内容の詳細は次の通りである。解析学Ⅰにおける各回の講義内容は次の通りである：

- 1) 数列、級数、極限
- 2) 集合、写像、関数、初等関数
- 3) 関数の極限、連続と不連続
- 4) 微分係数、導関数

- 5) 導関数の計算、高階導関数
- 6)  $C^n$ 級、接線、巾級数
- 7) テイラー級数、テイラー級数の計算
- 8) テイラー展開、テイラー級数展開の応用
- 9) 不定積分
- 10) 不定積分の計算法
- 11) 不定積分の計算法
- 12) 定積分
- 13) 広義積分

解析学Ⅱにおける各回の講義内容は次の通りである：

- 1) 空間の直線と平面、2変数関数、極限、連続性
- 2) 偏微分、高階偏導関数
- 3) ランダウの記号、全微分
- 4) 合成関数の微分
- 5) 座標変換
- 6) テイラー展開
- 7) 陰関数
- 8) 接線、接平面
- 9) 極値、条件付き極値問題
- 10) 多重積分、累次積分
- 11) 多重積分の置換積分

- 12) 線積分
- 13) 体積、曲面積

解析学Ⅰの小テストの平均は66.4点、期末試験の平均は70.0点、総合点の平均は72.2点である。解析学Ⅱの小テストの平均は68.1点、期末試験の平均は56.1点、総合点の平均は69.8点である。前年度の成績の結果は、解析学Ⅰの小テストの平均は76.0点、期末試験の平均は63.7点、総合点の平均は76.4点である。解析学Ⅱの小テストの平均は72.4点、期末試験の平均は59.0点、総合点の平均は72.4点である。小テストの難易度は前年度に比べて若干低くし、期末試験の難易度は少し低く設定している。しかし、前年度に比べ今年度の成績は芳しくない。基礎学力および学習意欲の低下があらさまになっている。次年度では講義内容およびその教授方法の再検討が必要であると考えられる。

#### 参考文献

- [1] 大矢雅則・岡部恒治 他 12名編、新編「数学Ⅲ」、(2005)、数研出版（高校の教科書）
- [2] 川上智博・松谷崇、詳解微分積分学、(2005)、中央印刷
- [3] 砂川利一編「チャート式 数学Ⅲ」、(2005)、数研出版
- [4] 三宅敏恒著「入門微分積分」、(1992)、培風館
- [5] 和達三樹著「微分積分—理工系の数学入門コース」、(1988)、岩波書店