

理系基礎教育(教養科目)の充実に向けて

茨城大学大学教育研究開発センター
(理系基礎教育部)

2005年9月

はじめに

全国の国立大学は法人化の対応で追われている感じであるが、従来からある教育上の課題が解消した訳ではない。その大きなものの1つとして、「教育の質」の保証があるだろう。それは、社会的には卒業生の質を保証することを意味するのであるが、そのことを具体的にどのように実行していくかということ、従来のやり方をかなり根本的に見直す必要がある。これは結局「計画企画→実施→点検評価→改善改革」(P→D→C→A サイクル)を確実に実行することに尽きるのであろうが、具体的に授業をどのようにしていけばいいかを考えると、科目の種類ごとに固有の努力が求められることになる。特に、理系の基礎教育のように積み上げ的な学習が求められるものについては、段階ごとに確実な習得ができるように各授業での工夫と組織的な全体の統括が必要になり、この点について茨城大学はかなりの反省をしなければならぬと思われる。

本報告書の取り組みは、このような要請や反省に応えようとするものであるが、ことの起こりは、平成15年11月20日の総合計画委員会において、接続教育に関する次の決定がなされたことである。接続教育には、

- 1) 専門教育への接続教育(専門科目への移行をスムーズに行うための教育)
- 2) 学生の多様化に対応する接続教育(大学教育への接続教育の意味が強い)

の2種類があり、1)については、現在の分野別科目を分野別教養科目と分野別基礎科目とに改編し、分野別基礎科目の中に盛り込み、2)については、これに連携する形で補習的に実施する。さらに、その具体化のために、

- a) 教養教育において接続教育を実施する(教養科目区分の見直し等を含む)
- b) 接続教育の実施に関する具体案の策定及びその実施を大学教育研究開発センターに依頼する
- c) 学部専門教育での専門基礎教育重視と教養科目区分の見直しを、大学教育研究開発センターが中心となって引き続き行う

ことが大学教育研究開発センターに要請された。これを受けて、大学教育研究開発センターでは「基礎教育」(接続教育)について具体案を策定した。

その案(理系学生向け)の概要は次の通りである。新入生を概ね3つのグループ

0型: 高校レベルの内容が相当量修得できていない。(15~20%)

1型: 高校レベルの内容は概ね修得できているが自信はない。(60~70%)

2型: 高校レベルを越えた内容の修得に興味がありそれに耐える。(15~20%)

に分け、それぞれに応じた授業を用意して、下位グループ(0型)を早期に標準グループ(1型)に追いつかせるとともに、上位グループでは特化した上級テーマを学習させる。また、標準グループの修得すべきミニマム的な内容を定め、全体の成績評価や授業内容について一定程度基準化する。

このようなことを目指して、今回まず、最も典型的である数学の基礎教育(その中でも微積分)について新しいやり方を企画実施することとした。これをモデルとして、今後、線型代数や物理等に拡大していくことにした。この構想のために、大学教育研究開発センターでは、

理系基礎教育ワーキンググループ（現理系基礎教育部に継承）を設置した。このワーキンググループにおいて、0型学生を対象として見本となる授業（パイロット授業）を実際に実施してみることにし、次のことを基本方針とした。

- ・ 復習重視の自習（予習・復習）を授業の一部として予定に入れる
- ・ 自習にはEラーニングを活用する
- ・ 小テスト等についてIT機器・システムを最大限活用する
- ・ 単なる計算術の習得でなく、意味や論理の理解を得させるように配慮する

この方針に沿って、パイロット授業は、平成17年度前期に工学部新入生を対象とし、以下のような設定で実施された。

(1) 工学部新入生全員を対象として、高校レベル（数学III）の基礎事項がどの程度習得できているかをみるため、基礎テストを実施した。このテストは、パイロット授業履修者のスクリーニングテストとして使う他、再度前期終了時に実施し、習得度の上昇率や他クラスとの比較のために使う。

(2) この基礎テストの下位約50名をパイロット授業の履修者とする。週2回授業で、前半（前期の1/2）と後半とを分けて微分積分の基礎教育を行う。前半は高校レベルの内容の修得を第一目標とし、後半は標準的な内容の習得を目標とする。終了時には標準グループ（1型）の学生に概ね追いつくようにする。

(3) 前半と後半は別科目とし（前半の名称は微分積分入門、後半は微分積分基礎）、ともに教養科目分野別科目（自然系）（2単位）とする。前半は、自由履修の単位としてのみ認め、後半は、現在学科指定などで行われている分野別科目（自然系）の数学（微分積分）と同等なものとする。

パイロット授業は平成17年7月に終了したが、その結果を要約すると以下の通りである。

(a) パイロット授業の履修生は、4月と8月に行った「基礎テスト」によると、成績が飛躍的に上昇し、通常クラスにほぼ追いついた。

	4月	8月
パイロットクラス →	46.9点	79.3点
通常クラス →	80.7点	85.8点

(b) 学生のアンケート調査では、通常クラスと比べて非常に高い評価を得た（「微分積分基礎」について）。

- ・ この授業を履修して、全体としてよかったですか → 大変よかった
パイロットクラス 59%
通常クラス 16%
- ・ この授業を聞いて、この科目についての知識・教養や技能・技術が向上しましたか → 大変向上した
パイロットクラス 20%
通常クラス 9%
- ・ あなたはこの授業を友人や後輩等に受講することを薦めますか → 薦める
パイロットクラス 66%
通常クラス 26%

(c) テストによるクラス分けやCD教材による(かなり押し付けがましい)宿題に対する反発はほとんどなく、むしろ基礎から徹底して学習できることで、これらを肯定的に受け入れていた。

以上の通り、今回の取り組みはかなり成功だったといえるが、これを標準的なものとして大規模化するにはいくつかの課題がある。

[1] パイロット授業では、高等学校での基礎部分を補完し、なおかつ大学で求められる微分積分基礎の習得を目指した。その目標の一つである「計算力の向上」については、かなりの成果が上がったが、本来重要である「定義についての理解度」や「論述的な表現力」の向上については、こちらの期待通りにはいかなかった。このような向上のために、論述形式の宿題を課したのであるが、学生は単に「難しい」というとらえ方をしただけで、積極的に取り組もうとした学生は少なかった。論理的な記述の練習やイメージの理解に向かわせるより適切なやり方や教材を開発する必要がある。

[2] 今回のパイロット授業では、自習用としてホームページ形式のCD教材を使った。これは将来的には、学生ポータルシステム(インターネット)で配信し、さらに双方向的な教材に発展させる必要がある。そのためには、次のようなことが課題となる。

(a) 具体的な教材(コンテンツ)をどのように作成するか。

(b) Eラーニングを支える情報システムをどのように作るか。

(c) 一連の科目群のシステムを支える運営体制(組織)をどのように作るか。

(a)の成否が重要であり、またこれには想像以上に労力や資金が必要になる。さらに、これを継続的に実行するには、何かこのための支援組織が必要となるであろう。今回のパイロット授業を大規模に実施するには、やはり(b)でいう情報システムが必要であり、そのためのインフラ的な整備を早急に行わなければならない。この整備と併行して(c)についても定めていく必要がある。

[3] 今回のパイロット授業は、Eラーニングを導入する他、従来のやり方とはかなり違ったことを行っている。この教育効果を上げるには、担当教員の理解と熱意が必要である。現実問題としてそのような担当教員をいかに確保するかはかなり深刻な問題のように思われる。

本報告書は、検討が進んでいる理系接続教育の計画内容を説明するとともに、既に実施したパイロット授業の成果をまとめたものである。今回の取り組みを今後さらに発展させ、茨城大学方式とも言えるような特色ある基礎教育のスタイルを作りたいと思っている。

大学教育研究開発センター 理系基礎教育部

栗原和美
榊原暢久
曾我日出夫
千葉康生
藤原高德
堀内利郎

理系基礎教育ワーキンググループ（平成17年3月まで）

栗原和美
榊原暢久
曾我日出夫
藤原高德
前川克廣
山上滋

目 次

はじめに	i
1 全体構想	1
(1) 背景と趣旨	1
(2) 計画の概要	2
2 パイロット授業の計画内容	5
(1) 基本方針について	5
(2) 授業のねらい及び到達目標・概要	5
(3) 授業の流れ	6
(4) 授業のテーマ	7
(5) 教材について	9
3 パイロット授業の点検評価	10
(1) 全体的評価	10
(2) 「微分積分入門」(前半)について	12
1 成績	12
2 アンケート	16
(3) 「微分積分基礎」(後半)について	27
1 成績	27
2 アンケート	30
(4) 通常クラスとの比較	40
1 成績(基礎テスト)	40
2 アンケート	41
4 今後の予定および課題	43
(1) 実施の枠組みについて	43
(2) 今後の課題について	45

1 全体構想

(1) 背景と趣旨

平成15年11月20日の総合計画委員会において、茨城大学教務委員会の下にある「授業のあり方に関する小委員会」の答申内容を全学的に実施していくことが確認された。その答申では次のことが提案されていた。

茨城大学において2種類の接続教育

(1) 専門教育への接続教育（専門科目への移行をスムーズに行うための教育）

(2) 学生の多様化に対応する接続教育（大学教育への接続教育の意味が強い）

を具体化する必要がある。(1)については、現在の分野別科目を分野別教養科目と分野別基礎科目とに改編し、分野別基礎科目の中に盛り込み、(2)については、これに連携する形で補習的に実施する。

さらに、その具体化のために、次のことが大学教育研究開発センターに要請された。

(a) 教養教育において接続教育を実施する。（教養科目区分の見直し等を含む）

(b) 接続教育の実施に関する具体案の策定及びその実施を大学教育研究開発センターに依頼する。

(c) 学部専門教育での専門基礎教育重視と教養科目区分の見直しを、大学教育研究開発センターが中心となって引き続き行うこととする。

また、茨城大学の中期計画の中には、上記の接続教育に関連する事項が次のように盛り込まれている。

教育の成果に関する目標を達成するための措置

○教養教育

[教育プログラム]

(1) 4年一貫カリキュラムをより実質化するために、各学部の専門教育と連携した教養科目の編成と授業内容の設定を行う。

(2) 効果的な4年一貫教育の実現のために、教養科目を区分ごとに趣旨を明確にし、履修基準を見直し、積み上げ的な学習が求められる科目（群）は、体系的なカリキュラムを組み、授業科目を精選する。

教育の実施体制等に関する目標を達成するための措置

○教養教育

[教育実施体制]

(1) 大学教育研究開発センターを改組し、広い意味での専門への基礎教育を含む教養教育の実施組織として整備充実し、継続的な改善がやりやすい組織体制とする。

(2) 4年一貫教育の実現のために、教養科目区分と履修基準を見直し、各分野で専門性の基盤となる教養科目と専門基礎科目を重視した実施体制を構築する。

以上のようなことを背景として、平成16年1月15日、大学教育研究開発センターでは、「接続教育」の実施に向けての計画案を作るため、ワーキンググループを設置した。そこでは、「接続教育の検討には、教養科目と専門科目の枠を外れて、4年一貫カリキュラムにおける基礎教育という視点から行わなくてはならない」との認識の下で、理系基礎教育、文系基礎教育、教育系基礎教育の3つのタイプごとに具体化案を検討することとなった。

このうち理系基礎教育のタイプでは、大学教育研究開発センターの関係者と工学部関係者のメンバーにより素案が作られた。その中で、理系基礎教育の立場から(工学部生だけでなく、理学部、農学部さらに教育学部理系学生をも視野に入れて)、接続教育の実施内容の基本構想が示された。さらに、平成17年4月にパイロット授業を実施し、その成果をもとに平成18年4月に本格的に実施することが提案された。その後、この素案の実現化という方向で作業が進んでいる。

(2) 計画の概要

工学部や理学部等で行われる理系基礎教育の特徴的なこととして

- ・積み上げ的な学習が必要であり、段階ごとに確実な修得が求められる
- ・学生の習得度が多様で、その実状に合わせた教育内容の設定が必要である
- ・かなりの多人数を対象とする大規模実施を想定しなくてはならない

ことに留意する必要がある。本計画は、このような要請の中で、理系基礎教育を効果的にしかも「質の保証」を確保して行おうとするものである。その背景には

- ・国際化などにより、教育における「質の保証」が強く求められてきている
- ・入学生の習得状況が多様化し、従来のやり方では効果が上がらなくなっている

ことがある。また、従来

- ・授業の内容方法についてあまりにも各担当教員に任せすぎていたこと
- ・毎回の授業内容を完全に理解させることについて学生への支援がたりなかったこと

なども反省する必要がある。さらに、これらの実施にあたっては、大学の法人化などにより、より制約化された人員の中で行わなくてはならないことにも注意する必要がある。

以上のようなことに留意して新しい理系基礎教育を開発し、当該学部の正規のカリキュラム(教養科目)に組み込むことを目指している。理系基礎教育は本来4年一貫カリキュラム全体の中で考えられるべきものであるが、その教育のうち教養科目の引き受け分を理系接続教育と呼ぶことにする。この理系接続教育を以下のように実施する。

理系接続教育において、最も典型的なものは数学の基礎教育と考えられる。理系接続教育の最初の具体化として、この数学の基礎教育(その中でも微分積分)について新しいやり方を企

画実施することとした。これをモデルとして、今後、線型代数、物理、化学、生物についてどのような対応をするべきか検討する。平成15年7月8日当センター運営委員会において、数学(微分積分)の基礎教育の実施への具体的検討が行われた。その結果は次の通りである。

教養科目の分野別科目(自然系)を改編し、2~4単位の履修枠を想定して、数学(微分積分)の基礎教育を次の形態で行う。

(1) 入学生を事前テストで次の3つのグループ(0型、1型、2型)に分け、それらの型に応じた授業を用意する。

0型：高校レベルの内容が相当量修得できていない。(15~20%)

1型：高校レベルの内容は概ね修得できているが自信はない。(60~70%)

2型：高校レベルを越えた内容の修得に興味がありそれに耐える。(15~20%)

さらに、1型の学生が半期で修得すべきミニマム的な内容(基準M)を定め、どの型の学生も(0型も含めて)半期でこの基準はみたすようにする。

(2) 1型の学生についての対応

- ・基準Mの達成は必要目標とするが、学部(学科)の要望に応じてさらに上級の内容を組み込む。
- ・週1回授業で、このタイプを標準的なものとし、基本的には従来と同様の形態で運営する。しかし、授業本数は従来より少なくする。

(3) 0型の学生についての対応

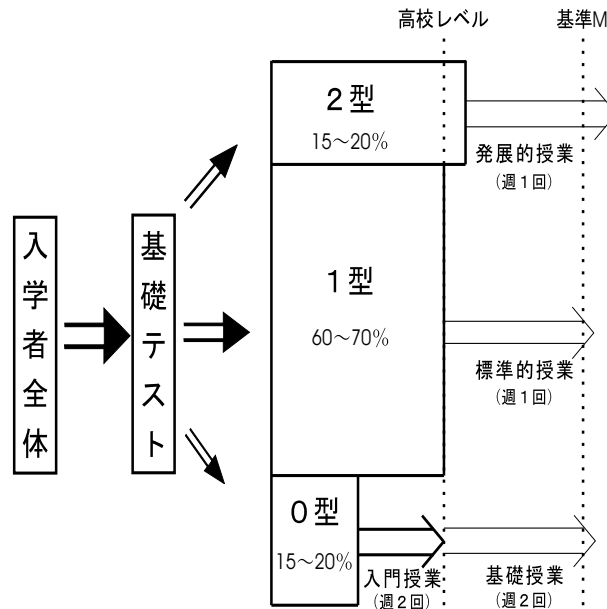
- ・週2回授業で、前半(前期の1/2)と後半とを分けて別科目としておく。
- ・前半は高校レベル修得が第一目標とするが、大学のやり方でやる。
- ・後半は基準Mの達成を目標とし、終了時には1型学生に概ね迫り着くようにする。
- ・クラス編成は学生の所属にこだわらないこととし、大学教育研究開発センターが中心となって運営する。

(4) 2型の学生についての対応

- ・週1回授業で、基準Mの達成に余裕があることを前提にし、何かのテーマを材料にして、上級内容の修得を主目標とする。
- ・授業編成や運営などについては今後検討する。

(5) その他関連事項

- ・成績評価等については、次のような考え方で設定する。基準Mを越えていることが合格の前提条件(D以上である条件)であるとし、この基準からの上澄み状況で成績を付ける。基準Mの合否判定は統一的なテストで行う。



このような方針に基づいて、大学教育研究開発センターでは、理系基礎教育部を設置し、上記の0型学生を対象とした具体的な授業内容を検討することとした。この授業では、基本方針として

- ・ 復習重視の自習(予習・復習)を授業の一部として予定に入れる
- ・ 自習にはEラーニングを活用する
- ・ 小テスト等についてIT機器・システムを最大限活用する
- ・ 単なる計算術の習得でなく、意味や論理の理解を得させるように配慮する

さらに、平成17年度試行的にこの授業(パイロット授業)を実施し、その結果を次年度の本格的実施への基礎データとすることとした。パイロット授業の内容については、次章で詳述する。

2 パイロット授業の計画内容

(1) 基本方針について

理系接続教育について、まず数学(微分積分)の基礎教育の新しいやり方を企画実施することを目指し、平成17年度前期に工学部新生を対象とするパイロット授業を実施する。このパイロット授業は、次年度の本格的実施に向けての標準的な見本をつくることと教育効果等の基礎データをとることが目的である。

基礎テストの実施について

平成17年度工学部新生全員を対象として、高校レベル(数学III)の基礎事項(公式的な扱いと計算)がどの程度習得できているかをみるため、基礎テストを実施する。このテストは40分程度で解答できるものとし、解答はマークカードを使う。このテストは、パイロット授業履修者のスクリーニングテストとして使う他、再度前期終了時に実施し、習得度の上昇率や他クラスとの比較のために使う。

クラス編成について

入学時に行う上記の基礎テストの下位約50名をパイロット授業の履修者とする。(パイロット授業の参加を望まない学科の学生は対象としない。)

授業内容等について

週2回授業で、前半(前期の1/2)と後半とを分けて微分積分の基礎教育を行う。前半は高校レベルの内容の修得を第一目標とし、後半は標準的な内容(前章で述べた基準M)の習得を目標とする。終了時には多数組(1型)の学生に概ね追い着くようにする。

復習重視の自習を授業の一部として組み入れる。自習にはパソコンを利用するCD教材を使う。また、意味や論理の理解を得させるための論述式宿題も課す。

単位設定等について

前半と後半は別科目とし、ともに教養科目分野別科目(自然系)(2単位)とする。後半は、現在学科指定などで行われている分野別科目(自然系)の数学(微分積分)と同等なものとする。前半は、自由履修の単位としてのみ認める(必要科目の単位にはしない)。

前半の名称は微分積分入門とし、後半の名称は微分積分基礎とする。

担当教員について

このパイロット授業の担当教員は、大学教育センター設置の概算要求による任期付き教員をあてる。

(2) 授業のねらい及び到達目標・概要

パイロット授業は、前半(「微分積分入門」)と後半(「微分積分基礎」)に区切って実施するが、それぞれのねらい・到達目標・概要は以下の通りである。

「微分積分入門」

ねらい：高等学校で学んだ初等関数・微分・積分について、それらに関する初歩的な計算や意味を再確認し、この科目に続く「微分積分基礎」において必要な計算力・論理的思考力・記述力・主体的に学習できる能力を身につける。

到達目標：

- (a) 初等関数・微分・積分の初歩的な計算が的確に出来る。
- (b) 初等関数・微分・積分の本質的な意味を理解することが出来る。
- (c) (a)(b) の過程で的確な論理的思考・主体的な学習が出来る。

概要：三角関数・指数関数・対数関数の定義や有効性を確認し、それらの基本的な性質を習得させる。また、微分・積分に関する本質的な意味や有効性を確認し、それらの基本的な計算を習得させる。

「微分積分基礎」

ねらい：工学を学ぶ上で必要とされる微分積分の基礎事項について、その意味の理解と必要な計算力を得る。さらに、その基礎事項を簡単な現象の分析に活用できる能力を身につける。

到達目標：

- (a) 微分・積分の基礎的な計算が的確に出来る。
- (b) 微分・積分の基礎的な定理の意味を理解することが出来る。
- (c) 簡単な物理現象の分析を、微分・積分を使って出来る。

概要：前半で学んだ微分・積分の初歩的な内容が習得できていることを前提として、合成関数の微分、置換積分、逆関数の微分、テイラー展開などの微分・積分の基本公式を解説し、それらが使えるようにする。また、簡単な物理現象の分析も行う。

(3) 授業の流れ

毎回の授業は、「復習小テスト → 基本事項の解説 → 例題の解説 → 類題での演習 → 演習の解説」という流れを基本としている。例えば、第2回目の授業内容を具体的に列挙すると次の通りである。

テーマ：三角関数のグラフといくつかの性質について学ぶ。

習得すべき事項

- (1) 三角関数の初歩的な性質が難なく使える。
- (2) 三角関数のグラフをかくことが出来る。
- (3) 三角関数の加法定理が難なく使える。
- (4) 加法定理から導かれるいくつかの性質を自ら求めることが出来る。

授業展開の概要

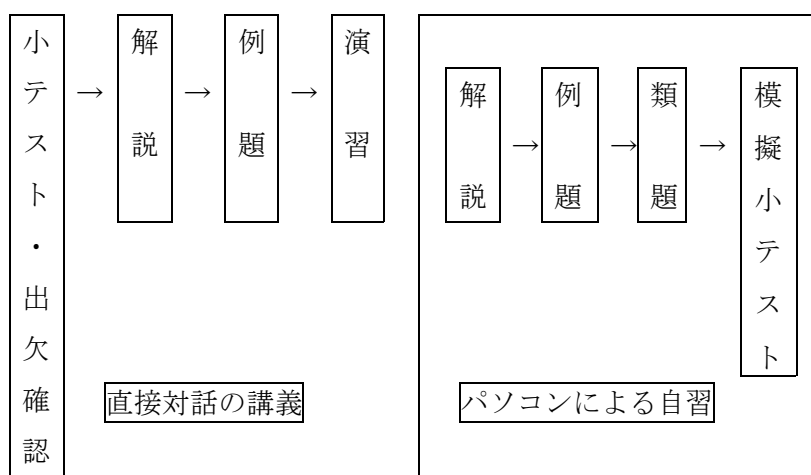
- (a) プリント配布後、前回の内容に関する小テスト。
- (b) 三角関数の初歩的な性質について、定義から簡単に導かれることを説明する。

- (c) 類題を各自で解いてもらい、簡単に解説する。
- (d) 三角関数のグラフのかき方について説明する。
- (e) 類題を各自で解いてもらい、簡単に解説する。
 - ・加法定理について説明し、それによっていくつかの性質が導かれることを説明する。
 - ・類題を各自で解いてもらい、簡単に解説する。

授業時資料

- (1) 講義プリント
- (2) 小テスト用プリント・マークシート

さらに、毎回の授業内容の理解を徹底させるため、授業と一体化した復習重視の宿題が課される。この宿題は、パソコンの利用を前提としたCD教材で与えられる。授業の最初にある復習小テストは、このCD教材の習得を確認するもの(すなわち、前回の授業内容の総復習)である。また、題材の意味の理解やレポートの書き方、論述の仕方などの練習のために、適宜、論述宿題も課す。



(4) 授業のテーマ

「微分積分入門」

- 1) 全体ガイダンス、弧度法と三角関数の定義について学ぶ
- 2) 三角関数のグラフといくつかの性質について学ぶ
- 3) 指数法則と指数関数の定義について学ぶ
- 4) 対数法則と対数関数の定義について学ぶ
- 5) 指数・対数関数のグラフと e (自然対数の底) について学ぶ
- 6) シグマ記号・数列の極限・無限級数・関数の極限について学ぶ
- 7) 微分係数・導関数について学び、微分とは何かということに触れる
- 8) 微分係数の意味を関数のグラフや微分方程式との関わりの中で知る
- 9) 関数の四則演算・定数倍・有理関数の微分について学ぶ
- 10) 微分係数と関数のグラフの増減・凹凸について学ぶ
- 11) 三角関数の微分について学ぶ
- 12) 指数関数の微分について学ぶ
- 13) 定積分の定義と具体的な意味及び性質について学ぶ

- 14) 微分積分学の基本定理について学び、微分と積分の関係について学ぶ
- 15) 微分積分入門に関する試験

「微分積分基礎」

- 1) 前半の授業「微分積分入門」の復習（前半試験の解説）
- 2) 部分積分について学ぶ
- 3) 合成関数の微分と置換積分について学ぶ
- 4) 逆関数・対数関数の微分とその積分への応用について学ぶ
- 5) 逆三角関数の定義とその微分について学ぶ
- 6) 不定形の極限の求め方、その計算法を学ぶ
- 7) 不連続点や漸近線をもつ関数のグラフのかき方について学ぶ
- 8) テイラー展開について学び、その意味を知る
- 9) マクローリン展開について学び、簡単な展開の計算を学ぶ
- 10) 部分分数分解と有理関数の積分の計算について学ぶ
- 11) 三角関数の有理式の積分計算について学ぶ
- 12) 無理関数の積分計算について学ぶ
- 13) 広義積分の定義を知り、簡単な広義積分の計算について学ぶ
- 14) 曲線の極座標表示及びそれに関連した積分計算について学ぶ
- 15) 微分積分基礎についての試験

(5) 教材について

各回の授業で、全体をまとめた講義資料を配布する（別冊資料編参照）。学生はこの資料をみれば、おおよその授業内容が分かるようになっている。

さらに、パソコンの利用を前提としたCD教材を配布する。その内容は、第1回のもを例にとると以下のようなものである。学生は、パソコン画面でこの解説文を読み、内容の理解を確認するテストを自分で解いてみる。今回はCD教材であったが、大学全体のIT基盤が整備され次第、WEB上で閲覧・学習・解答・履歴の蓄積等が出来るようにする。

The screenshot shows a web browser window titled "微分積分入門 - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows "D:\html\index.html". The page content is as follows:

1.1 弧度法
 解説
[確認テスト](#)
[例題](#)
[基本テスト](#)

1.2 三角関数の定義
 解説
[確認テスト](#)
[例題](#)
[基本テスト](#)

1.3 三角関数を使った表現
 解説
[模擬小テスト](#)

1.1 学習目標 弧度法の意味を理解し、弧度法と度数法の換算が難なくできる

右の図のような半径 r の円を考える。弧 AB の長さ h は $\angle AOB$ の大きさに比例する。そこで、 $\angle AOB$ の大きさ θ を $\theta = \frac{h}{r}$ で表す表し方を **弧度法** といひ、特に「...度」という言い方と区別する必要があるときは、 θ ラジアン といひ、 $\theta = \frac{h}{r}$ 、つまり

$\frac{\text{長さ}}{\text{長さ}}$ であるので、これは単なる実数にすぎず、無単位の数で、通常はラジアンを省いて使う。円の半径 r が 1 であれば「 $\theta =$ 対応する弧の長さ」であるので、まさしく「弧の長さで角の大きさを表す方法 = 弧度法」である。

この図で円周の長さが $2\pi r$ であるので、ラジアンと度の関係は、360 度が 2π ラジアンとなる。いくつかの角度の対応を表にしてみると以下の表のようになる。

度	30°	45°	60°	90°	120°	135°	180°
ラジアン	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/2$	$2\pi/3$	$3\pi/4$	π

また、考える角の大きさは 0 から 2π の範囲である必要はない。下の図のように、点 B が点 A を出発して反時計回りに動いたときにできる $\angle AOB$ を + (プラス) の角、点 B が点 A を出発して時計回りに動いたときにできる $\angle AOB$ を - (マイナス) の角ということにする。また、点 B が点 A を出発して円周上を何周か動いたときにできる $\angle AOB$ は、円周をまわった分だけ角の大きさを増やしたり減らしたりして考えることにする。このように角の大きさを表すことを、

Copyright © 2005 Ibaraki University. All rights reserved.

図 1: 第 1 回の画面

3 パイロット授業の点検評価

(1) 全体的評価

パイロット授業である「微分積分入門」と「微分積分基礎」は連動した一对の授業である。授業は、週2回、各15回ずつ（試験を含む）の計30回、半期に渡って行われた。対象となる学生は、工学部の新生であり、4月のガイダンス時において行った「微分積分の基礎テスト」の成績の下位45人（実際に2授業を受講した学生は43人）である。

具体的には「微分積分入門」において高校数学で学習した内容を定義から再確認しつつ、厳密な理論の認識に重点をおき、「微分積分基礎」では、本来大学初年時の学生が学ぶ標準的な微分積分の内容を扱った。

授業とは別に、Eラーニング教材として、CDを開発した。このCD教材はホームページ形式であり、各講義ごとの章から成り立ち、授業は1講義に1章分ずつ行われた。実際の授業は、最初に小テストを行い前回の内容を復習することから始まる。また、何度か論述式の宿題を課した。この繰り返しの作業において、授業を復習（あるいは予習）するためのCD教材が非常に有効であることがわかった（特に、小テストの対策や、疑問に思った点を追って復習できる点など。p.34「2）CD教材についてのアンケート」の項参照）。

成績は普段の（あるいは不断の）成績を充分に加味するという考えから、小テストの成績を4割加算し、論述宿題も1割入れ、試験を5割とした。

「微分積分入門」の成績は、定義や考え方を文章化することに対しては若干の弱さを見せつつも、一般的な成績分布となった（p.15「4）成績」参照）。

「微分積分基礎」では、ガイダンス時の学力のままでは覚束なかったであろうが、「微分積分入門」を経て、こちらもよい成績となっている（p.29「4）成績」参照）。

このように入学時の習得度がよくない学生に対して、パイロット授業は高い教育効果を上げている。実際、入学から半年間の学生の数学的実力の伸び具合を確認するために行われた、8月の「微分積分の基礎テスト」（4月と全く同一の問題であるが）では、パイロット授業を受けた学生は飛躍的な伸びを示し、結果的には通常の授業を受けたクラスの学生たちに成績の面で追いついた（p.40「1）成績（基礎テスト）」参照）。この点でこのパイロット授業は、入学時に数学の成績不振者に標準的な学力を持たせるという当初の目的を果たしたと言えよう。これは教える側にとって、1年生の後半以降の授業がスムーズに進められる点で画期的である。

この成績面での飛躍的な伸びに加え、その授業に対しても学生の満足度は高いと言える。実際、他の授業と「微分積分基礎」の授業アンケートの比較でもこれは数値としてはっきりと現れている（p.41「2）アンケート」参照）。

記述によるアンケート意見としても、このようなパイロット授業の学生側からの要請は想像以上に高いこともわかった（p.20「クラス分け、授業についてのアンケート（記述式）」参照）。

全体を要約すると、次のような点が成果として挙げられた。

- ・ 入学時に数学の実力が乏しい学生たちの成績が飛躍的に上昇し、1年生の後期からの授業についていけるようなレベルになった。
- ・ このような基礎からの授業を学生側も望んでおり、授業に対してアンケート評価も高い。

一方、今後の検討課題として次のようなことが挙げられる。

- ・教材のより一層の充実化（内容や書式）。
- ・学生たちの説明力、理解力をあげるための論述式の宿題の、（特に「微分積分入門」について言えることだが、）内容や回数、与える時期についての再検討。

大学の厳密な解析学への導入部分である「微分積分入門」と、それを踏まえて応用を見据えたスタンダードな解析学を扱う「微分積分基礎」、そしてそれを支える E ラーニング教材の CD、その開始初年度は上々のスタートを切ったと言えよう。

実施スケジュール

4月11日「微分積分の基礎テスト」を工学部入学の全一年生に実施。

↓

4月14日上記試験の下位の学生たちに「微分積分入門」のパイロット授業開始。
CD教材（第7回講義分まで）を配布（5月12日に全講義分のCD教材を配布）。

↓

以降、週2回計14回の授業。前の講義についての小テストを初めに行い、講義をする。

↓

6月6日「微分積分入門」試験。

↓

6月9日「微分積分基礎」の授業開始。CD教材（第8回講義分まで）を配布
（7月7日に全講義分のCD教材を配布）。

↓

以降、週2回計14回の授業。前の講義についての小テストを初めに行い、講義をする。

↓

8月1日「微分積分基礎」試験。

↓

8月3日 4月に行った「微分積分の基礎テスト」を再び工学部の全一年生（一部除く）に実施。

(2) 「微分積分入門」(前半) について

「微分積分入門」における狙いの一つは、高等学校で学んだ初等関数の微分積分について、それらに関する初歩的な計算や意味を再確認することにある。ただしそればかりではなく、微分したり積分したりすることの意味をも再確認し、厳密な数学の理論を認識することにも重点を置いている。つまり、本来であれば身につけてほしい高校レベルの数学の基礎能力が不十分である学生に対して、単に計算テクニックや公式の暗記的習得を意図している訳ではなく、17世紀以降発達した解析学の歴史やその神髄、それは微分積分がどのように生まれ、どのように発展し、どのようなものに応用されるかを臚げながら認識させることで、後半の「微分積分基礎」引いては大学初年度後半以降の理科系科目の理解へと導くことを目的としている。高校で扱うべき教材を単純化して教えるのではなく、本来大学で学ぶべき厳密な数学を理解させようとしている点で、単なる復習とは異なっている(例えば、長さや面積、ひいては三角関数についても正確な定義と意味を知る)。

そのような観点から、授業に於いて使用している CD 教材並びにプリントでは、計算のテクニックは「微分積分基礎」にて充分学習することにし、所謂初等関数の定義や、微分とは何か? 積分するとはどういうことなのか? という数学の本来あるべき問いかけ、つまり論理的基礎を土台とした内容を扱っている。

対象となる学生は、入学時のガイダンスにおいて行った基本テストの成績に基づき、工学部の学生 43 名である(実際の対象者は 45 人、登録者数は 44 人)。

実際の授業は、講義の前に前回の復習の小テストを 10 分程度行い、その都度解説を行った。

第 1、2 回目の講義では、三角関数の定義及び諸性質、第 3、4、5 回講義では、指数関数、対数関数の定義と諸性質、第 6 回は数列や関数の極限について、第 7、8 回は微分の定義と微分方程式の紹介、第 9、10、11、12 回は初等関数の微分について、第 13、14 回講義では積分の定義とその応用について学習した。

1 成績

普段の学習状況も重視する観点から、授業の前に行う小テストの比率を高くし、最終的な成績は、期末試験 5 割、小テスト 4 割、論述宿題 1 割によって評価した。

まず、小テストについてであるが、CD 教材の「模擬小テスト」に基づいた出題とした。CD を見ればすべて答えることができるが、そのことで常に復習の為に CD を見て活用することを習慣付けさせた。その成果は期待通りであった。

論述宿題は単なる計算や証明ではなく、自由な発想を求める問題が多く、学生たちは苦勞したようだが、提出状況は悪くない。しかし、文章化する力がのなさが予想以上であることがわかった。

最後の試験は、論述させる問題をかなり出題したためか、平均点はよくない。ただし、計算問題についての正答率は高くなっている。

最終的な成績の点数分布は標準的なものに落ち着いている。

1) 小テスト

総評 毎回講義の前に、その前の回の講義に関する小テストを行った。この小テストは、CD 教材に含まれている模擬小テストに基づく選択式のものである。

「微分積分入門」の小テストに関しては、押し並べてよくできているようである。これは、小テストの問題が CD 自習教材の内容に基づき出題されているからであろうが、そのことによって CD を見る作業が習慣づけられ、講義を復習する一端となるようである (p.16 アンケート「1) 授業についてのアンケート (マーク式)」Q 8、11 参照)。

また、第 9 回の小テストに見られるように、計算問題が多いほど正解率が高くなっていた。結果は以下の通りである。100 点満点に換算。平均点は欠席者を除く。

	内容	平均得点率 (%)	受験者数 (人)	満点者数 (人)
第 1 回講義分 (4/18(月)1 限実施)	三角関数の定義	84.6	39	22
第 2 回講義分 (4/21(木)4 限実施)	三角関数の性質	80.0	40	19
第 3 回講義分 (4/25(月)1 限実施)	指数関数の定義	86.0	43	32
第 4 回講義分 (4/28(木)4 限実施)	対数関数の定義	85.6	44	30
第 5 回講義分 (5/2(月)1 限実施)	指数・対数関数の性質	95.3	38	32
第 6 回講義分 (5/9(月)1 限実施)	数列・関数の極限	76.6	40	26
第 7 回講義分 (5/12(木)4 限実施)	微分の定義	94.8	45	34
第 8 回講義分 (5/16(月)1 限実施)	微分の性質	92.4	44	35
第 9 回講義分 (5/19(木)4 限実施)	微分の計算	99.4	43	42
第 10 回講義分 (5/23(月)1 限実施)	関数のグラフ	93.0	36	29
第 11 回講義分 (5/26(木)4 限実施)	三角関数の微分	95.8	42	37
第 12 回講義分 (5/30(月)1 限実施)	指数関数の微分	87.7	38	28
第 13 回講義分 (6/2(木)4 限実施)	積分の定義	91.0	42	32

2) 論述宿題

総評 講義の復習し、学習する題材について論理的に考え、考えたことを論理的に書く練習として、論述式の宿題を数度課した。

論述宿題 1 は、皆、丁寧なレポートを提出したが、それ以降のものは、内容の短いものが多かった。特に具体例を作るものは、取り組み難いものが多かったので、学生もどのような方向でレポートを書いていいのかわかりにくい側面もあったかと思われるが、そもそも数式のみで文章や説明のないものが多く、数学の内容以前に「文章を書く」ことに慣れていないという現象が垣間見えた。これは、後述の試験問題でも同様である。

学生たちへのアンケートではこの宿題に関してはあまりいい印象を抱いてないようである (p.25 アンケート「4) その他 (論述宿題、授業について)」の項参照)。

	内容	提出者数
論述宿題 1	三角関数の円運動に関する現象を作る	41
論述宿題 2	一部分の正弦関数のグラフを、三角関数の性質から全体に拡張	40
論述宿題 3	指数増大（現象）する事象の具体例を作る	40
論述宿題 4	論述宿題 3 の逆の現象を対数関数を使って作る	36
論述宿題 6	等比数列となるような現象の具体例を作る	31
論述宿題 7	x^{-1} の微分を定義に基づいて計算する	42
論述宿題 11	正弦関数の微分を近似値をグラフにプロットすることで確認	27

3) 試験

総評 試験問題は、計算問題よりも各種の定義や論述的な説明に重きを置いている。そのため、試験としての出来は必ずしもいいものではない。

試験問題は、計 6 問出題した。試験の平均点は 56.2 点（受験者数 43）。各問の得点率は次の通りである。

第 1 問（三角関数） 52.2%

第 2 問（指数関数、対数関数） 42.6%

第 3 問（種々の計算問題） 72.3%

第 4 問（グラフ作成） 64.1%

第 5 問（微分の定義） 45.5%

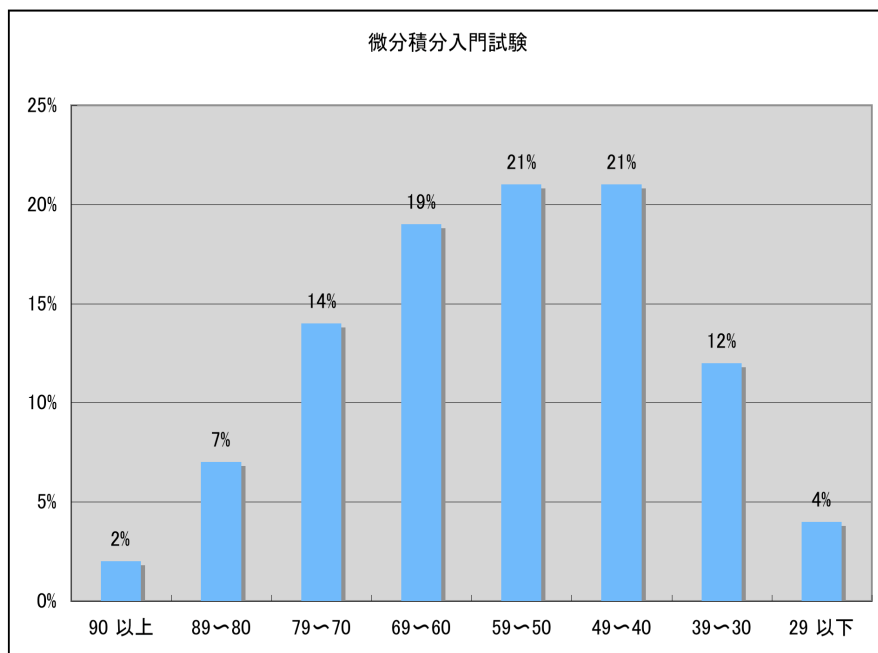
第 6 問（積分の定義） 51.2%

点数の分布は以下の通りである。

予想通りではあったが、第 3 問の計算問題以外の、応用や定義に関する論述に関しては出来がよくない。しかし、すべてが単純な計算問題であったら、かなり出来はよかったであろう。実際、第 3 問の計算問題のうち、関数の微分の問題では、90 % を超える正解率があった。この授業を受けている学生たちは、ガイダンス時の基礎テストの計算問題ができなかったのだから、この授業の一つの意義は果たしているようである。

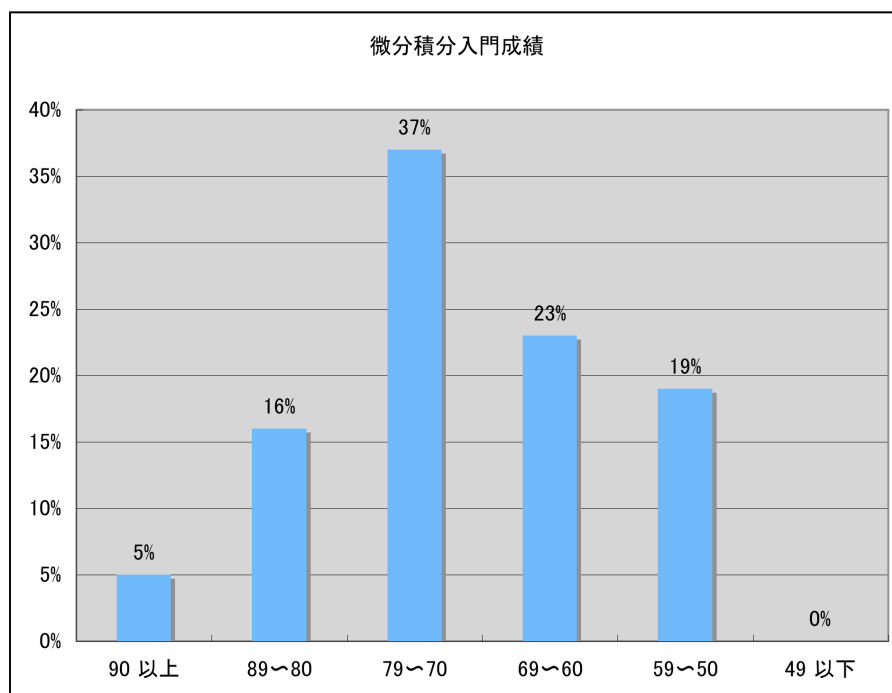
ところで、試験の前に「証明問題は出るんですか？」という質問がよく出た。試験では証明しなさい、という問題は皆無であったが、上の結果を見ると、数学は計算であると思っ

ようで、文章化するというのは（数学に限らず）苦手なようだ。



4) 成績

総評 成績は、試験 5 割、小テスト 4 割、論述宿題 1 割で評価した。普段の成績を十分に加味する、という目的から、小テストの割合も試験と同程度にしている。平均点は 71.0 点であり、結果的には不合格者は皆無であった。分布としては標準的であると言えよう。



2 アンケート

パイロット授業の前半「微分積分入門」においては、通常のマーク式のアンケートの他に、ガイダンス時の基礎テストによるクラス分けや CD に関することを記述式にて質問した。

まず、マーク式のアンケートについてであるが、「この授業を履修して、全体としてよかったですか。」という問いに対して、「大変よかった」「ややよかった」という評価が全体の 7 割近くおり、パイロット授業に対する評価はよいと言える。また、記述式のアンケート「主に高等学校の数学 III の入学時における習得度によりクラス分けしたことについて、考えたことを書いてください。」では、学生たちが自ら成績が良くないことを認め、更に、このパイロット授業の設置を肯定的に受け止めていることがわかる。記述式のアンケート「この講義「微分積分入門」では主に高校レベルの数学を学びましたが、そのことについて考えたことを書いてください。」でも、「復習できてよかった」とする意見が多く、これらの質問から、「微分積分入門」の授業に対して満足度の高いことが窺える。

また、小テストに CD 教材の内容を出題しているので、30 分程度は授業の復習が義務的になされている。CD 教材はパソコンを使わなければならないが、大学内のパソコンを使用している学生が全体の 19% であるのに対し、自宅のパソコンを使用しているという学生は 81% であった。

CD 教材についてのアンケートでは、「わかりやすい」という回答が多かったが、解説が不足している箇所がある、など改善すべき点もある。

実施日 2005 年 6 月 2 日 (木曜日) 4 講時 (「微分積分入門」最後の授業時)

回答数 41

1) 授業についてのアンケート (マーク式)

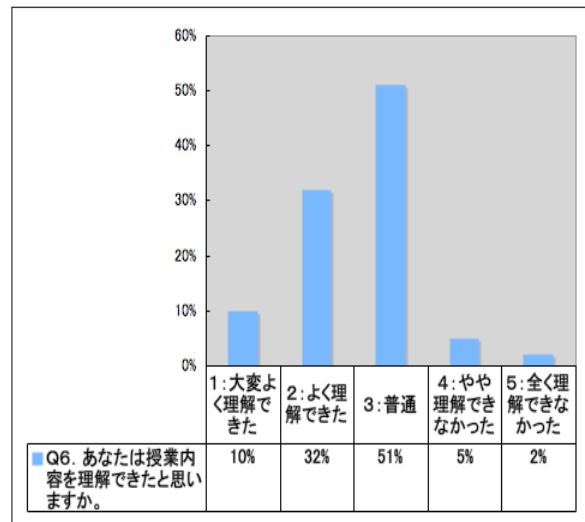
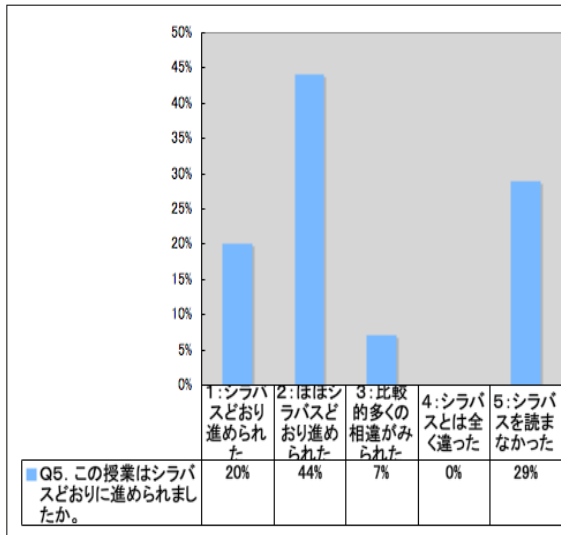
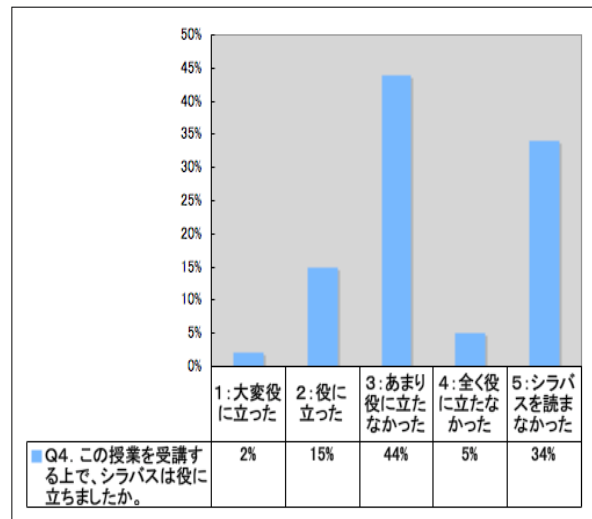
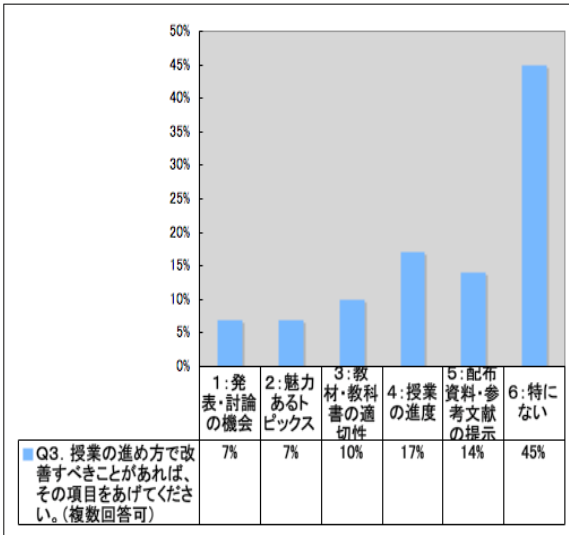
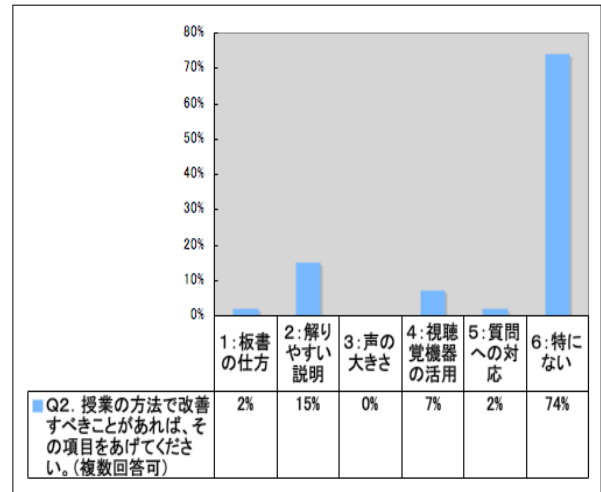
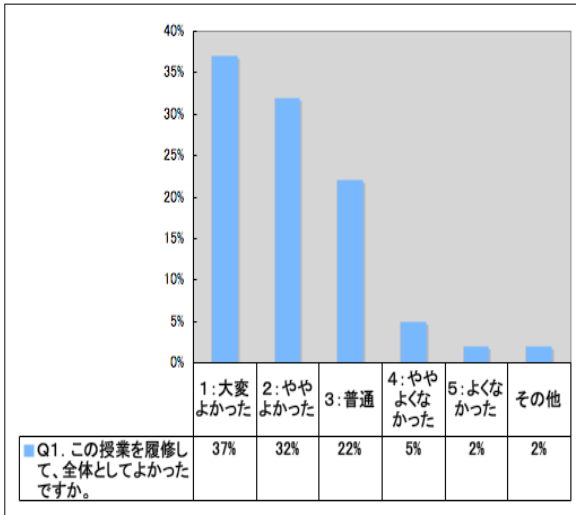
総評 授業について以下の項目についてマーク式のアンケートを行った。

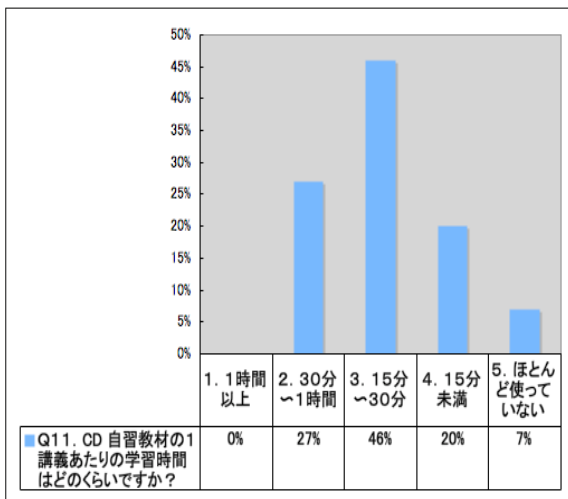
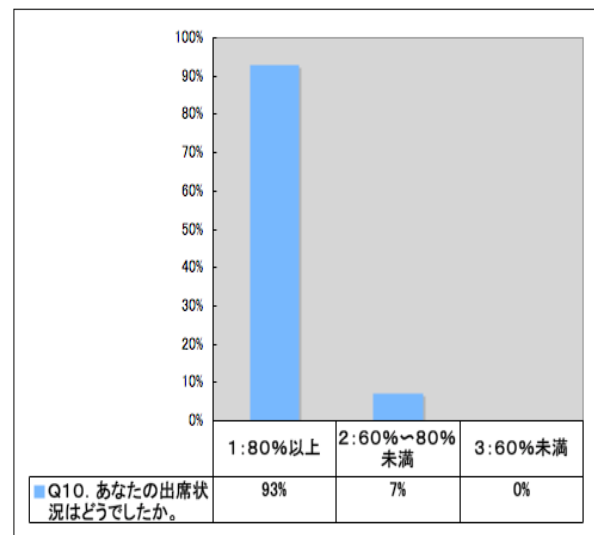
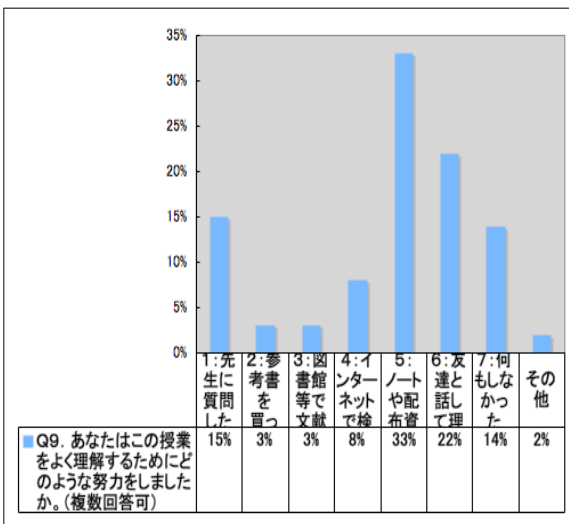
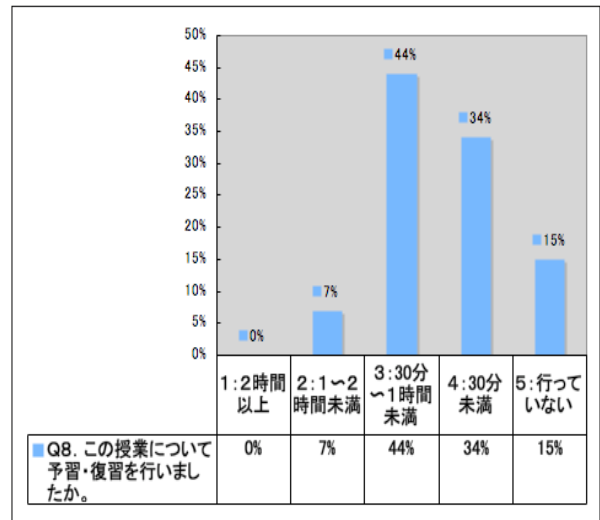
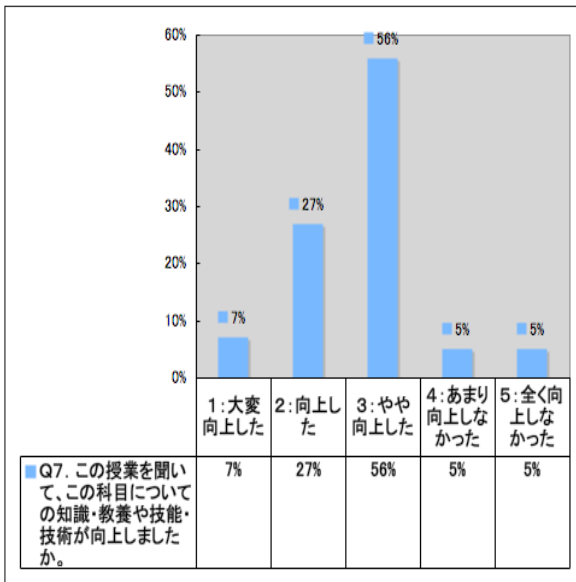
- Q1 この授業を履修して、全体としてよかったですか。
- Q2 授業の方法で改善すべきことがあれば、その項目をあげてください。(複数回答可)
- Q3 授業の進め方で改善すべきことがあれば、その項目をあげてください。(複数回答可)
- Q4 この授業を受講する上で、シラバスは役に立ちましたか。
- Q5 この授業はシラバスどおりに進められましたか。
- Q6 あなたは授業内容を理解できたと思いますか。
- Q7 この授業を聞いて、この科目についての知識・教養や技能・技術が向上しましたか。
- Q8 この授業について予習・復習を行いましたか。
- Q9 あなたはこの授業をよく理解するためにどのような努力をしましたか。(複数回答可)
- Q10 あなたの出席状況はどうでしたか。
- Q11 CD 自習教材の 1 講義あたりの学習時間はどのくらいですか？

Q1、Q2 を見ると、授業そのものに対する評価は高い。Q4、Q5 ではシラバスについての問いであるが、その性質から、CD 教材に基づいた授業が行われているので、シラバスとの格差

があるとは評価していないようである。また、Q6、Q7 の理解度は、試験の成績（p.14 「3) 試験」参照）と比較すると、その分布にはある程度相関関係がある、つまり、理解度と実際の成績の間に大きな差はないようである。

Q8、Q9、Q11 は予習や復習に関する項目であるが、毎回 CD 教材に基づいた小テストを行ったので、少なくとも 30 分程度の復習がなされているようである。





2) クラス分け、授業についてのアンケート（記述式）

総評 パイロット授業を行う際のクラス分けなどについて、次のような自由記述式のアンケートを行った。

- (1) 主に高等学校の数学 III の入学時における習得度によりクラス分けしたことについて、考えたことを書いてください。
- (2) この講義「微分積分入門」では主に高校レベルの数学を学びましたが、そのことについて考えたことを書いてください。

ガイダンス時に「微分積分の基礎テスト」を行い、それに基づいて成績が下位の学生たちを通常クラスとは異なるクラスに分けたのであるが、そのこと自体についてはどちらかと言えば好意的な印象を持っている。このような分け方をすることによって反発したり、授業回数が「微分積分基礎」と併せれば通常クラスの 2 倍になってしまったりすることに対する不満などはほとんどなかった。寧ろ復習できてよかった、など肯定的な意見が多数であった。

その意味においては、能力に不安がある学生たちにとって、大学初年次後半の通常クラスへの「接続教育」は、教える側にとっても能力不足の学生の理解度を高め、引いては大学全体の学力向上に繋がるだけでなく、教わる側も自分たちの能力に対して虚勢を張るより真摯に学ぼうとしているようである。

(1) 主に高等学校の数学 III の入学時における習得度によりクラス分けしたことについて、考えたことを書いてください。

- 高校で深くやらなかったので又学びなおす機会ができて良かったと思う。
- 私は数 3 を高校時代に勉強していなかったので大変助かりました。
- 合格してから勉強してなかったためできなくなっていた。
- 分からないままでは困るのでとてもよかった
- 分からないところを詳しくできた点はよかった。
- ついていけなくなりつぶれていくという人もいると思うので私は感謝しています。
- クラス分けをしたことについては、別にしなくてもよかったと思います。何回か授業を受ければ思い出すから。
- ありがたい
- 数学が苦手な人にはいい事だと思ったが、あまり自分は理解できていなかったので、ついていくのは少し大変だった。
- 高校で数 III C を受けていない人がいることを考えると、まずその人達を優先した方がいいだろうから適切だと思う。
- そうした方が、大学の講義についていける生徒が、最終的に増えることになるから好ましいと思います。
- やって悪いということは無い。むしろやれる範囲でもっとあっても良いと思う。
- 微積をよく理解していなかったので良かった。
- 高等学校と同じレベルです。
- 非常によいと思います。工学部でも、やはり苦手な物はあると思うんで（自分もそうでした）

- よかったと思う。自分が復習できるから。
- 復習できてよかった。数学が苦手な人にはいいと思う。
- 修得度によるクラス分けはいいと思う。

ただ希望者の履修も考えた方がいいと思う。

- 入学時は嫌だったが、自分にあったレベルの授業だったので、基礎からやり直すことができた。

(2) この講義「微分積分入門」では主に高校レベルの数学を学びましたが、そのことについて考えたことを書いてください。

- あやふやな部分が多かったので理解できてよかったです
- ちょうどいいレベル
- 本質的なことを理解していない部分が多いことに気づかされた。
- 基本的なことばかりでわからない所はわからないままだった。
- 高校で数 III をとっていなかったのが良かった。
- 高校のときはできていたので、少し復習すればできるかなと思った。
- 高校であまり数 III を学ばなかったのが大変だった
- 高校より詳しく、分かりやすいと思いました。
- 自分が理解できなかったところが分かるようになったので良かった。
- 難しいと思いました。

- 高校のときの内容が復習できて、いいと思う。忘れていた所や、理解しきれなかった所が補完できた。
- 説明より問題を解くのを多くした方がいい。
- 改めて学んでみると、分かったつもりでいたところがいくつもあった。
- 実際入学しても不得意な人はいるし、良いと思う。
- 初期からやってもらったので結構良かった
- もうすこし、細く、また練習問題を増してほしい。
- 忘れてたりわからなかったりした所があったので、復習できてよかった。
- 数 III があまりわからなかったのがよかった。
- 自分でも思わぬ所を忘れていたりしたので、とてもよいと思う
- これからの大学の授業で役に立つと思う。

3) CD 教材についてのアンケート

総評 次のような自由記述式のアンケートを行った。

- (1) CD を主に使用した場所はどこですか？
- (2) CD の内容について感じたことを書いてください。
- (3) CD の使いやすさについて感じたことを書いてください。
- (4) CD 自習教材は復習をする上でどのように役に立ちましたか？
- (5) CD 自習教材について他に感じたことがあれば書いてください。

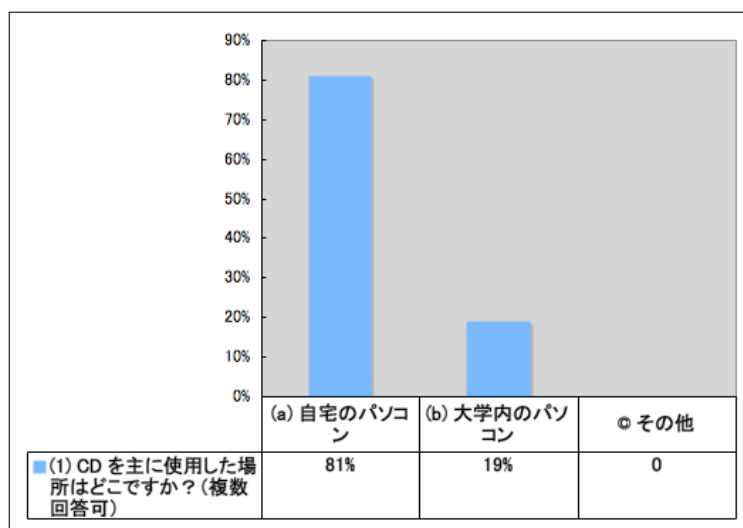
まず (1) の質問について、相当数の学生が自宅のパソコンをもって、それを利用していることは注目すべきことである。これは CD 教材をいつでも使える環境にある生徒が沢山いるということであり、今後の教材開発等においても、学校のパソコンだけでなく、自宅にいながら学習できる環境を提供できる可能性を見出せよう。

(2)、(3) の質問は CD 教材自体についてであるが、問題によっては正解、不正解だけでなく、解説もあった方がよかった点などは反省点であるが、総じていい印象をもっているようである。

(4) の CD 教材がどのように役立ったかについても、参考になったという意見が趨勢である。

最後の (5) の CD に対する意見は多種多様であるが、問題に対する解説が足らなかったものについては、改善すべき点として残る。ただし、数学が実際に紙と鉛筆を使って計算し、証明などの補完をすることが必要な学問である以上、必要以上の解説は、学生にとって必ずしもいい効果をもたらすとは限らないことも同時に鑑みなければならない。

(1) CD を主に使用した場所はどこですか？



(2) CD の内容について感じたことを書いてください。

- くわしく書かれているので良いと思う。
- 便利
- けっこういいと思う
- CD の内容は結構わかりやすかった

- 正解、不正解だけでなく、くわしい解説がほしかった
- ヒントなど分かりやすい説明がよかったです
- 分かりやすかった
- CDに問題がついてるので、学びやすかった。
- 普通
- もう少し解説を詳しくしてほしいと思いました。
- 解答だけでなく解き方も書いてほしかった。(小テストの問題)
- ・「～が～の法則を考えた」っていうのは必要があるのかが疑問
- 説明がくわしく書かれていたが、自分には理解するのが難しかった…。
- 分かりやすかった。
- 授業内容と同じだったので復習には役立った
- 勉強しやすかった。
- 文章が短かくまとめてあってよかった。
- よくできていた

(3) CDの使いやすさについて感じたことを書いてください。

- 使いやすい
- 答えを選んで見るのがいちいちちょっとめんどくさい
- テストが何回もできてよかったです
- すぐに答えを見れたり 学習したいこうもくにもすぐに行けるのがよかったです。
- 講義ごとにわかれている良かった。
- わかりやすいような気がする。
- 例題や、問題があってよかった。
- 間違っていれば「ヒント」(考えさせるように)が出てくる所。
- ややよかった。
- 小テストとかがあって、よかった。
- 確認テストも、答えがすぐに表示されて使い易かった。
- 程々に使いやすいと思った。
- 持ちはこびがべんり
- 見出しもわかりやすかったので扱いやすかった

(4) CD 自習教材は復習をする上でどのように役に立ちましたか？

- 役に立った
- 分からない所とかがちゃんと分かった
- 記述がわかりやすかったです
- 答えを確認するため
- ノートのとり忘れなどの穴埋めになった
- ヒントがついていたので分かりやすかった。
- 基本の確認からもぎテストまでできるので良かったです
- 確認できる。(どこができないかなど)
- のんびりするには向いていた
- パソコンは目がつかれるし、立ちあげなくちゃなんないし、やる気がおきない。

- 問題を解いて理解を深める
- 教科書の代わりです。
- 次回テストの予習
- 授業でよく分からないところを復習できた。
- 間違った知識を改善できた。
- 役にたった
- 確認テストで、できない所だけ復習できるのでその辺が良かった。
- 一つ一つのたんげんで分かれていて、見返すのがしやすかった
- パソコンを使える
- 授業を受ける前に復習ことができ、役に立つと思う。
- さんこうにすることができたから役に立つ。
- 授業の補足として役立った
- 短い時間で復習できて便利だった

(5) CD 自習教材について他に感じたことがあれば書いてください。

- 基本テストの解説も、もう少し詳しくしてほしい。
- テストに解説をつけてほしかった。
- 授業でやらなかった発展的な問題を入れてほしい
- 問題の正解・不正解だけでなく、解説もあればよかった
- パソコンを持っていない場合の人がいるのでプリントの方がいいと思う。
- 答えだけでなく、式も書いてほしい。
- 自分の学習ペースに合わせた先取り学習もできるので、非常に有益だと思います。
- 解答の所に、途中経過の例があるととっても参考になったと思う。
- もうすこし詳しく解説をかいて欲しいと思った
- 新しい自習方法だったので、とてもやる気が出た。

4) その他（論述宿題、授業について）

総評 次のような自由記述式のアンケートを行った。

- (1) 学習する題材について論理的に考え、考えたことを論理的に書く練習として、論述式の宿題が何回かありましたが、そのことについて考えたことを書いてください。
- (2) この授業に関する感想・要望・意見、あるいは改善のための提案があれば書いてください。

論述宿題については、以下のアンケート結果を見る限り、非常に不評である。「難しい」と感じる学生が多かったようである（問題については p.13 成績「2）論述宿題」の項参照）。これは、問題自体が計算問題など通り一遍なものでない上に、問題の難易度も高く、しかも数式のみではなく、説明文を要求されるものであったため、考えにくく、難しいと感じた学生が多かったためである。

また、「(2) この授業に関する感想・要望・意見、あるいは改善のための提案があれば書いてください。」という質問では、「特に何もない」という学生が多かったのだが、難しくした方がいい、という学生がいれば、基礎から入りすぎている、という意見もあり、難易度に関しては学生によって感じ方がそれぞれであるようである。これは、一見すると中身は高校で習得した数学の内容であるのだけれど、実際には定義や本質に根ざした微分積分の授業であるがゆえの現象であろう。つまり、この授業で扱った計算のテクニックというのは、大学入試に必要とされるものよりもずっと少ない。しかし、数学が定義の蓄積から成り立っていることを認識し、方法論よりも本質論に重点を置いていることが、難易度に関してばらつきのあるアンケート結果になったことの一因であろう。

(1) 学習する題材について論理的に考え、考えたことを論理的に書く練習として、論述式の宿題が何回かありましたが、そのことについて考えたことを書いてください。

- 難しいと思った。
- 問題の考え方が難しいものもいくつかあった
- 他の問題文を換えたりしたりとか自分で考えたのもあるけど…あんまり意味ないような気がする
- 論述は苦手です。
- 論理的に考えることは、けっこう難しい。
- 自分で問題をつくるということは理解する上で大切だと思った。
- 適当に流してしまった部分もあってあんまり自分としては身になってない。
- 初めての事だとまどい悩むこともありましたが、とても身に付き、よい勉強になりました。
- 問題の意味が理解できないものがあった。
- いろいろ考えられて良かったと思う。
- 自分で問題を考えてとくのはむずかしかったけどおもしろくもありました。
- 論述宿題によって、いろいろ考えさせられた。よかった。
- 少し難しいが、練習になる。物理っぽい。
- 何を書いていいのかよく分からなかった。だから、なんとなくでしか書けなかった。
- 難しい問題ばかりで大変だった

- 今までにやったことがなかったので、いい練習になったと思う。
- 具体例を考えるのが難しかった。
- 論述宿題は知識もつとあがると思う
- 問題があまりにも難しくはないかと感じた。自分で考えるにもある程度はサポートしてほしい。
- 難しい問題が多かったけれど、論理的に考えるという行為の練習になると思う

(2) この授業に関する感想・要望・意見、あるいは改善のための提案があれば書いてください。

- この授業があるのはよかった。前、自分勉強できなかったから。
- もう少し難しくしてもいいと思う。
- 特になし。(多数)
- この授業を受けてよかった。高校の復習が出来たので。
- 授業をつめすぎている感じがする。
- あまりに基礎から入りすぎて、途中で集中が切れることが多々あった。
- CDがあった方が勉強しやすかった。
- もう少しだけくわしく説明してほしい。
- そのままでいいと思います。
- 良い復習になったと思います。

(3) 「微分積分基礎」(後半) について

前半の「微分積分入門」に引き続き、後半の「微分積分基礎」では、大学初年時において通常行われる基礎的な解析学の習得を目標としている。

授業の進め方は基本的に「微分積分入門」と変わらない。各授業の初めに、前回のおさらいを小テストの形で行い、その解説をし、講義に入っていく。論述宿題も同様に課す。CD 教材を予習復習の手段とする点も同じである。

大きな変更点としては、途中から小テストに記述式の問題を取り入れた点である。これによって、単純に CD 教材の引き写しのみでなく、より本質的な問題を問うことにした。

また、CD 教材の一部に音声付きの解説を付けたページを設けた。

第 1 回目の授業は、「微分積分入門」の試験の解説、第 2 回目は部分積分、第 3 回目の授業は合成関数の微分と置換積分、第 4、5 回は逆関数と逆三角関数、第 6 回目の授業では不定形の極限、第 7 回目では関数のグラフ、第 8、9 回目は関数の多項式展開、第 10、11、12 回は有理関数を中心とした積分計算、第 13 回目は広義積分、第 14 回目には極座標を扱った。

1 成績

成績は、「微分積分入門」のときと同様、期末試験 5 割、小テスト 4 割、論述宿題 1 割の配点によって評価された。

小テストは、平均点は高いが、マーク式の問題以外に記述式の計算問題を入れてから満点の人数はかなり減った。

論述宿題は「微分積分入門」時に比べて出題回数が減ってしまったのだが、文章を書くことに主眼を置かせるようにしたためか、レポートの内容に若干の改善は見られた。

期末試験は、まだ文章力に疑問が残りつつも、計算問題ではいい点数となった。特に好成績者が多かった。しかし、下位も多かったのが検討課題である。

最終的な成績の平均点は、上位も多く、標準的な分布になった。

1) 小テスト

総評 「微分積分入門」のときがそうであったように、小テストの問題も基本的に CD の内容に準拠している。予想していたことだが、概念を問う問題がただ選択肢を記憶するだけになってしまっている(いた)ので、第 5 回の小テストから記述式の具体的な計算問題を追加した。このため、単純な選択式の問題だけのときより満点者数は減っている。しかし、全体の平均点は一部を除いて高い状態を維持できている。今後の課題として、計算問題以外のごく簡単な記述問題を追加することも考えられる。

結果は以下の通り。100 点満点に換算。平均点は欠席者を除く。

	内容	平均得点率 (%)	受験者数 (人)	満点者数 (人)
第 2 回講義分 (6/16(木)4 限実施)	部分積分	89.7	42	33
第 3 回講義分 (6/20(月)1 限実施)	合成関数と置換積分	91.0	36	28
第 4 回講義分 (6/23(木)4 限実施)	逆関数	81.4	39	19
第 5 回講義分 (6/27(月)1 限実施)	逆三角関数	82.6	38	14
第 6 回講義分 (6/30(木)4 限実施)	関数の極限	86.9	40	23
第 7 回講義分 (7/4(月)1 限実施)	関数のグラフ	53.8	39	4
第 8 回講義分 (7/7(木)4 限実施)	関数の近似	68.8	42	5
第 9 回講義分 (7/11(月)1 限実施)	マクローリン展開	80.0	39	17
第 10 回講義分 (7/14(木)4 限実施)	有理関数の積分	81.7	42	11
第 11 回講義分 (7/18(月)1 限実施)	三角関数の積分	80.7	42	12
第 12 回講義分 (7/25(月)1 限実施)	無理関数の積分	81.6	40	5
第 13 回講義分 (7/28(木)4 限実施)	広義積分	81.8	42	9

第 5 回以降の小テストには記述式の問題を 1 題ずつ課した。その内容は以下の通り。

- 第 5 回の記述式問題は、不定積分 $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}}$ の計算。
- 第 6 回の記述式問題は、極限值 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \sin x}{x^3}$ の計算。
- 第 7 回の記述式問題は、関数 $y = x \log x$ の極を求める問題。
- 第 8 回の記述式問題は、誤差評価の問題。
- 第 9 回の記述式問題は、 $f(x) = \cos x$ の Maclaurin 展開。
- 第 10 回の記述式問題は、不定積分 $\int \frac{dx}{x^2 - 2x + 4}$ の計算。
- 第 11 回の記述式問題は、不定積分 $\int \frac{dx}{1 + \sin x}$ の計算。
- 第 12 回の記述式問題は、定積分 $\int_0^1 \frac{\sqrt{x}}{x+1} dx$ の計算。
- 第 13 回の記述式問題は、広義積分 $\int_0^3 \frac{dx}{\sqrt{9 - x^2}}$ の計算。

2) 論述宿題

総評 時間の制約や問題作りの都合から、「微分積分入門」のときほど出題できなかった。また、問題は文章で説明することに重点を置いた。第 1 回目問題は定義や性質をまとめ、理解するという、単純なものではあったが、表現や内容の不十分なものは再度提出させる、というスタイルをとり、正確に「説明する」ことが難しいと感じた生徒も少なくなかった（アンケート「CD、論述式宿題、授業全般について」参照）。

	内容	提出者数
第 1 回	逆三角関数の定義、微分積分について	28
第 2 回	$\cos 0.1$ の誤差評価	37
第 3 回	有理関数の積分の問題を作成する	31

3) 試験

総評 試験は 100 点満点で採点した。平均点は 61.5 点（受験者数 42 (実際の受験者数 43 名のうち、1 名は微分積分入門を未受講のため、データの対象外とした)）。各問いごとの得点率は

第 1 問（関数の微分） 53.5%

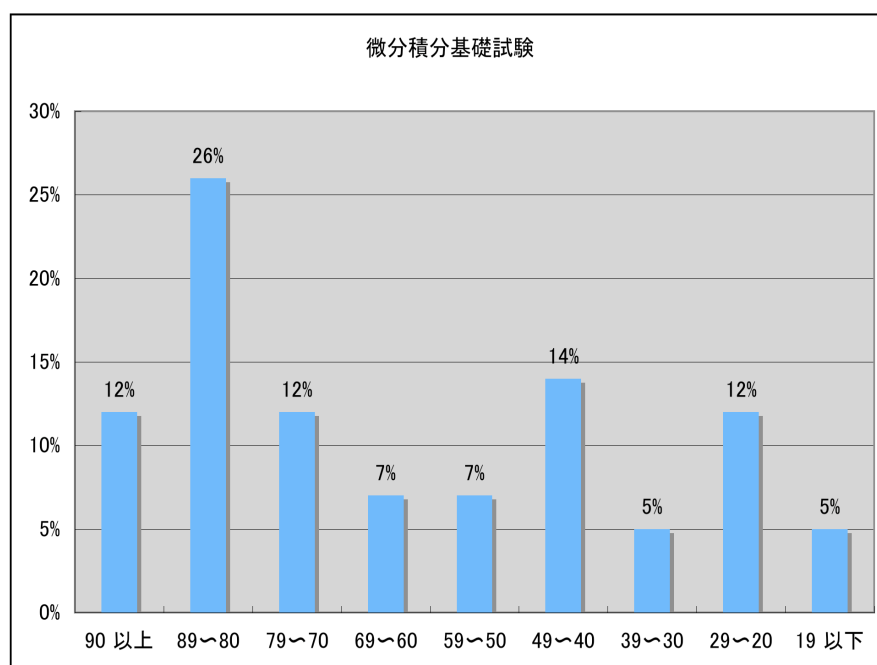
第 2 問（l'Hôpital の定理） 64.3%

第 3 問（Taylor 展開の意味を問う問題） 59.8%

第 4 問（Maclaurin 展開） 45.2%

第 5 問（各種積分の計算） 68.6%

分布は以下の通り。最高点 100 点（2 名）。

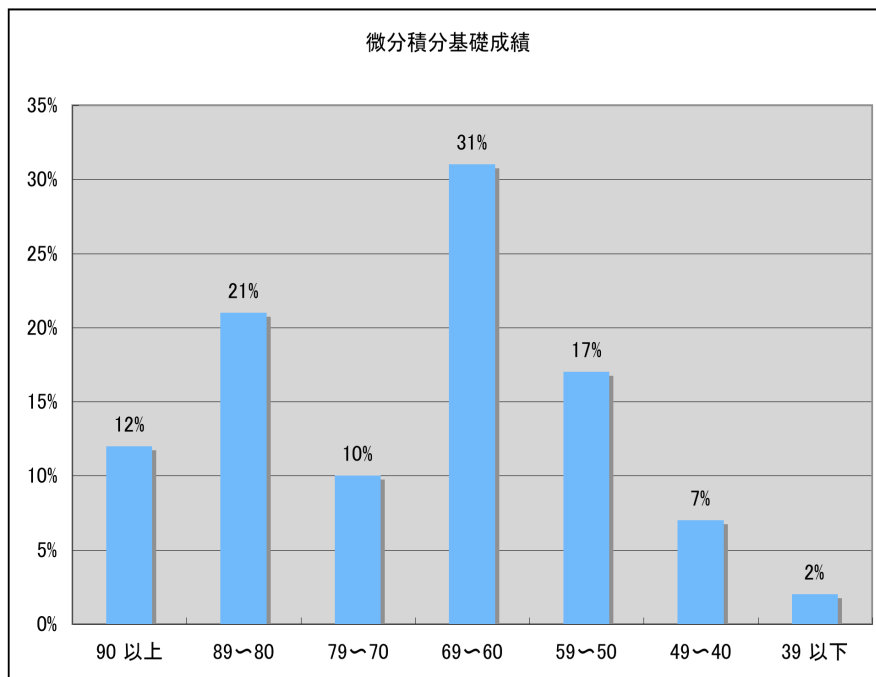


問題は、CD の内容や小テストを理解していれば難しくない問題であり、80 点以上が 4 割近くいる状況を見ると、正しく理解している学生にとっては易しかったようである。5 割が 70 点以上なので、4 月の「微分積分の基礎テスト」の成績が悪いことから考えると、大学初年時の微分積分の成績としてはかなりよくできている。一方で、80 点台の次に多いのが 40 点台である。理解度に二極化が起こっているようである。この現象を回避することが検討課題である。

4) 成績

総評 成績は、試験 5 割、小テスト 4 割、論述宿題 1 割で計算した。平均点は 69.2 点。

分布は以下の通り。最高点 100 点（1 名）。



普段の成績を充分加味する観点から、小テストの割合などすべて「微分積分入門」のときと同じである。この分布も「微分積分入門」のときと同様、標準的な分布と言えよう。80 点以上は「微分積分入門」のときより増えている。

2 アンケート

「微分積分入門」のときと同様のアンケートを行った。ただし、記述式のアンケートについてはそのときとは他のことを聞いている。

マーク式のアンケート（授業についてのアンケート）では、「この授業を履修して、全体としてよかったですか。」に「1：大変よかった」と答える学生が「微分積分入門」のときに比べて増えた。全体としての割合も非常に高く、このパイロット授業全体への満足度が高かったことが窺える。

記述式のアンケートでは、主に CD 教材のことを聞いたが、3 講義分ある、音声付き解説のあるページについては、使った学生の評価は高い。ただし、使っていない学生もかなりいるようである。

CD 教材自体の満足度は「微分積分入門」のときと変わらず高いが、特に、以前の項目をもう一度確認できる、という意見がいくつかあった。解説がもっとほしい、という意見も相変わらず多い。

論述宿題へのアンケートは、「微分積分入門」のときと比べて、「難しい」という意見だけでなく、「役に立つ」などの肯定的な意見が増えた。これは、問題の性質を若干変えたためであろう。

実施日 平成 17 年 7 月 28 日 (木曜日) 4 講時 (「微分積分基礎」最後の授業時)

有効回答数 41

1) 授業についてのアンケート (マーク式)

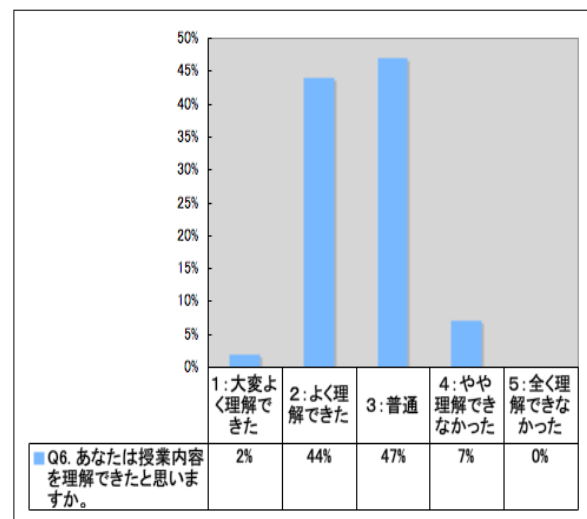
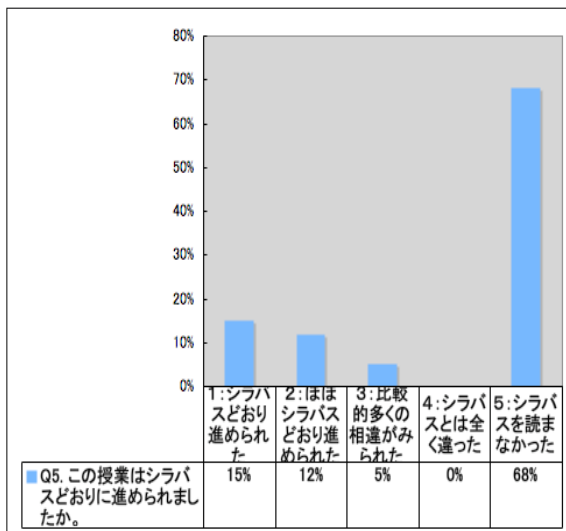
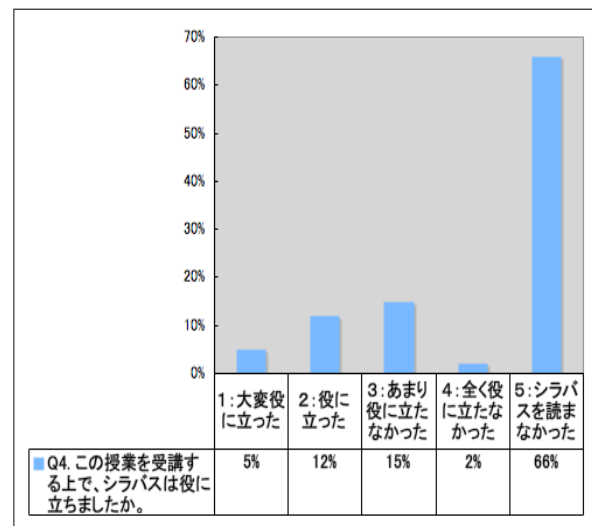
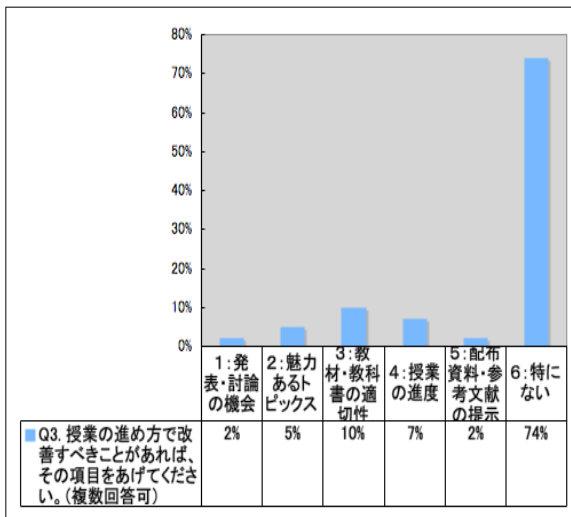
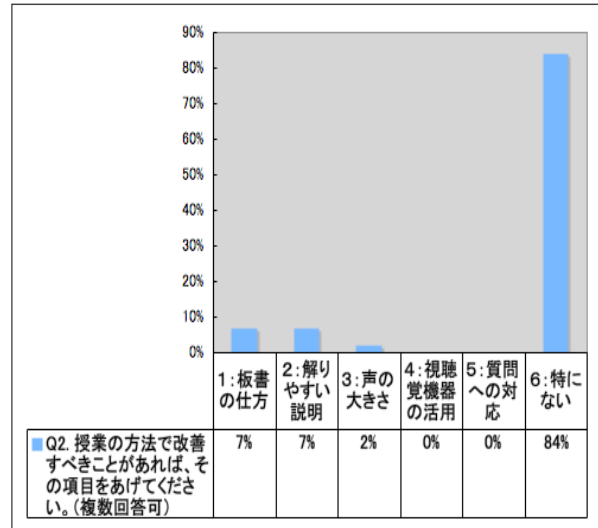
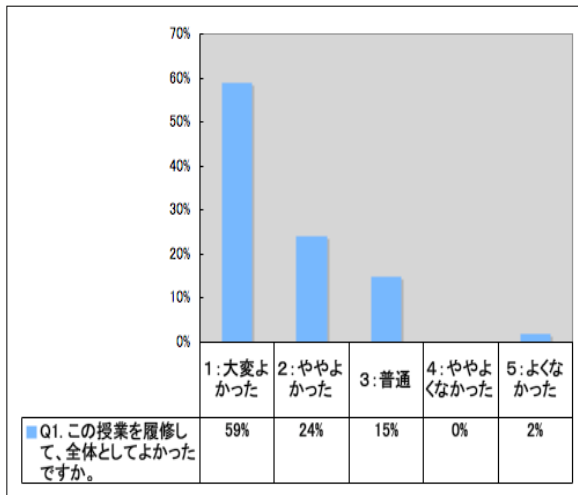
総評 授業に関して次のようなマーク式のアンケートを行った。

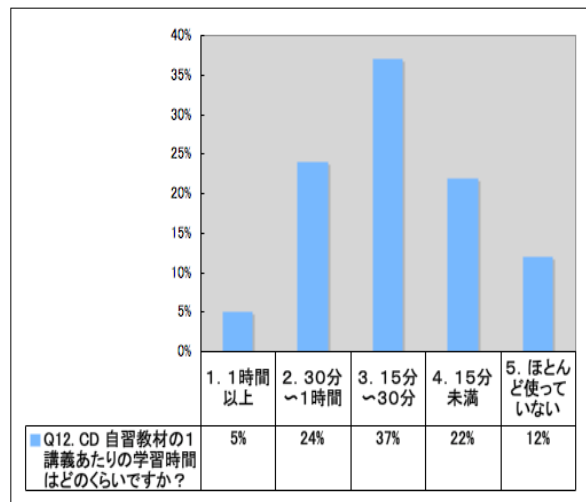
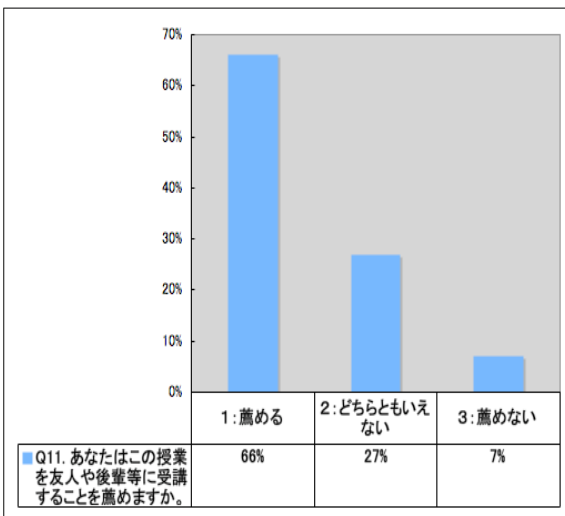
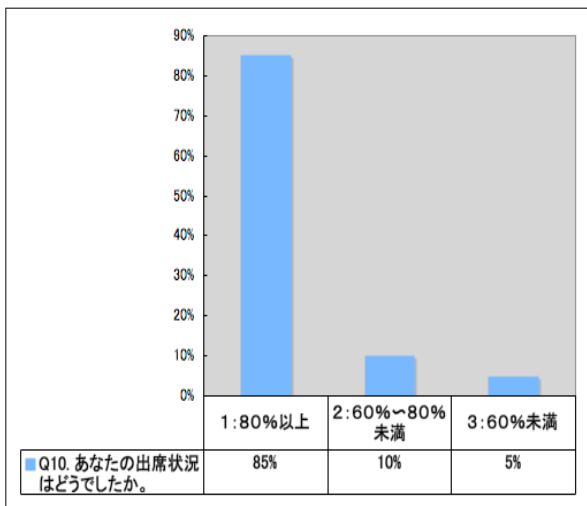
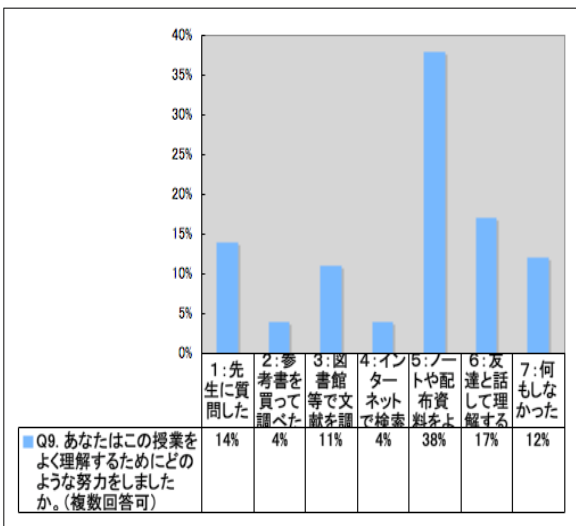
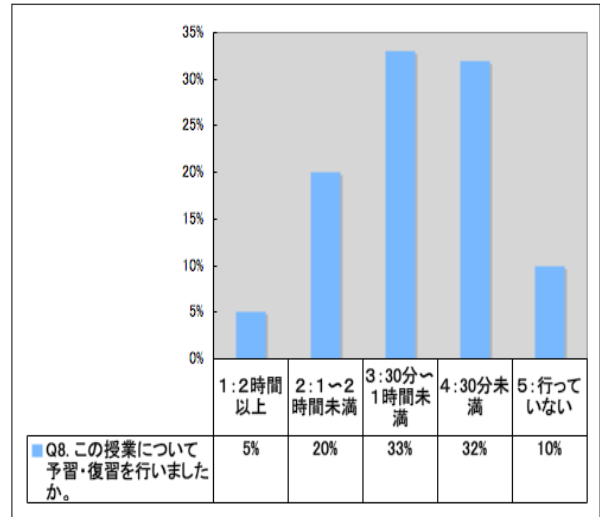
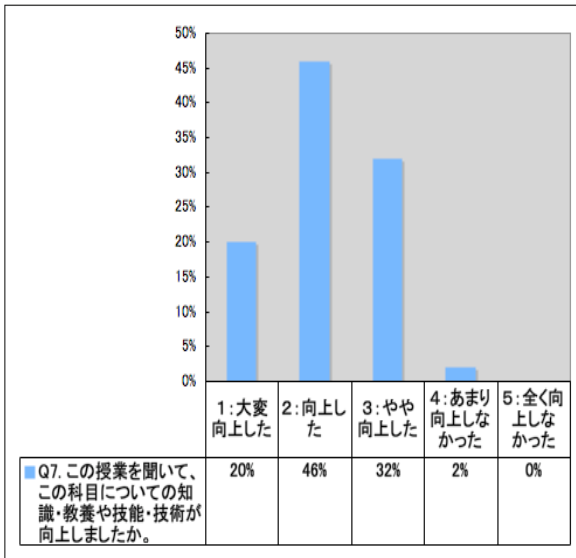
- Q1 この授業を履修して、全体としてよかったですか。
- Q2 授業の方法で改善すべきことがあれば、その項目をあげてください。(複数回答可)
- Q3 授業の進め方で改善すべきことがあれば、その項目をあげてください。(複数回答可)
- Q4 この授業を受講する上で、シラバスは役に立ちましたか。
- Q5 この授業はシラバスどおりに進められましたか。
- Q6 あなたは授業内容を理解できたと思いますか。
- Q7 この授業を聞いて、この科目についての知識・教養や技能・技術が向上しましたか。
- Q8 この授業について予習・復習を行いましたか。
- Q9 あなたはこの授業をよく理解するためにどのような努力をしましたか。(複数回答可)
- Q10 あなたの出席状況はどうでしたか。
- Q11 あなたはこの授業を友人や後輩等に受講することを薦めますか。
- Q12 CD 自習教材の 1 講義あたりの学習時間はどのくらいですか？

注目すべきは、Q1 の「この授業を履修して、全体としてよかったですか。」の問いに対して、選択肢「1：大変よかった」の率が極めて高い(59%)点である。「微分積分入門」では同じ質問の選択肢「1：大変よかった」の率は 37% であったから、これは「微分積分入門」と「微分積分基礎」の一連の授業による効果と見られる。実際、後述の「CD、論述宿題、授業全般について」の項でも、この一連の授業を高評価している学生が目立つ。

Q11 「あなたはこの授業を友人や後輩等に受講することを薦めますか。」でも、「1：薦める」の割合が多い。これは「微分積分入門」時のアンケートの、クラス分けについてや高校レベルの数学を学んだことに対しての問い (p.20 「2) クラス分け、授業についてのアンケート (記述式)」の項参照) の結果とも合致するものである。

その他の項目でも総じてよい評価がなされている。





2) CD 教材についてのアンケート（記述式）

総評 CD 教材について次のような自由記述式のアンケートを行った。

- (1) CD の内容について感じたことを書いてください。
- (2) CD 自習教材は復習をする上でどのように役に立ちましたか？

「微分積分入門」と比べて「微分積分基礎」になってくると特に、その授業 1 回の内容だけでその項目が完結しているとは限らない。新しい知識や理論が多く、前の項目の知識を今まで以上に使うことが多い。そのときに CD 自習教材が威力を発揮することが下の回答でよくわかる。簡単に以前の項目に移動できるのがその利点である。

一方で、CD の作成と授業がほとんど同時進行で行われていたため、一部の内容に不備があり、また、問題を解く途中の仮定を掲載してほしいという意見が多々あったことは今後の検討課題である。

(1) CD の内容について感じたことを書いてください。

- 授業の復習、予習に役立った。
- 見やすい。
- 説明があったが、読んでも理解できないときもあった。
- 解答だけじゃなく、計算過程もやってほしかった。
- 予習・復習しやすく良い。全て音声付きにしてほしかった。
- わかりやすくよかった。
- CD の内容は大変よかったです。基礎のほうは、音声も入っていて、とてもわかりやすいです。
- 音声ガイドの導入により、復習がよりやりやすくなった。
- もっとヒントがほしい
- とてもわかりやすく、見やすかった。
- 音声も出るようになり、さらに分かりやすくなったと思う。
- とてもわかりやすかった。
- 内容自体は充実していた。欲を言えば細かな解説があるとよい。
- テストのくわしい解答は、つけてほしい。授業にただ答えを暗記しただけででしまうから
- CD は復習のために、とても役に立った。
- 問題に解説をもっとつけてほしい
- とても分かりやすく作られていて、内容も復習・見なおしのしやすい形になっていたと思う。
- 問題の解説がもう少しあるといいと思った。
- 問題演習の部分で解説が欲しいなと思う問題が全体の中で数問あった。
- 間違いをなくしてわたしてほしいと思いました。
- 役に立った

(2) CD 自習教材は復習をする上でどのように役に立ちましたか？

- 要点がまとめてあってよかった。
- 小テストの参考になり、助かった。
- 短時間でできてよかった
- 問題がついているのはとても役立ちました。
- 細かい部分や、見落していた部分を復習できるので役に立ちました。
- 小テストで大活やくする。
- 音声付きの復習したのでわかりやすかった。
- テストがあることで、習ったことがすぐ使えた事がよかった
- プリントを見るよりも意欲がわく。
- 休んでしまった時に役に立ちました。
- 思い出す。
- 授業中聞きのがしたことも家でチェックできてよかった。
- 授業で聞きもらした点を聞いたり、理解を深めるのに役立った。
- 授業を二度できるようでよかった
- 簡単、かんけつに復習できたのでよかった。
- わからない所の復習以外に、以前の講義に戻ったりして関連のある所を拾って学習できる点
- 題目ごとに分けられて入っていたので、自分の知りたいことをすぐに調べられて役に立った

3) 音声付きページについて

総評 CD 教材の一部に、音声と解説の書き込み付きのページを実験的に取り入れた。そのことに関して以下のようなアンケートを行った。

- (1) 音声付きのページが3講義分ありましたが、どれくらい使いましたか？
- (2) 音声がないページと比べて、音声付きページは分かりやすかったですか？
- (3) 音声付きページについて感じたことがあれば書いてください。

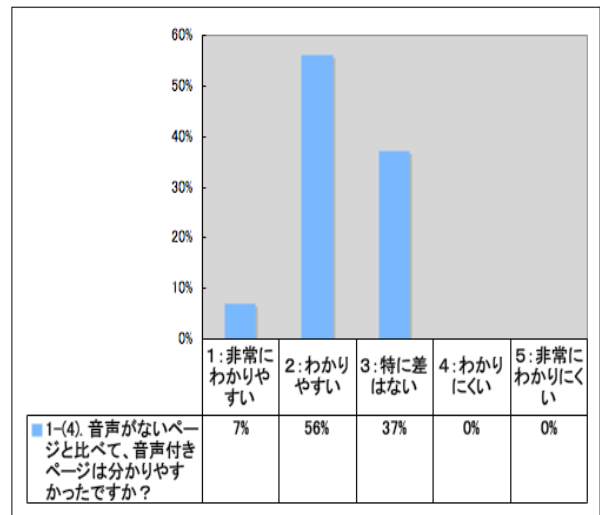
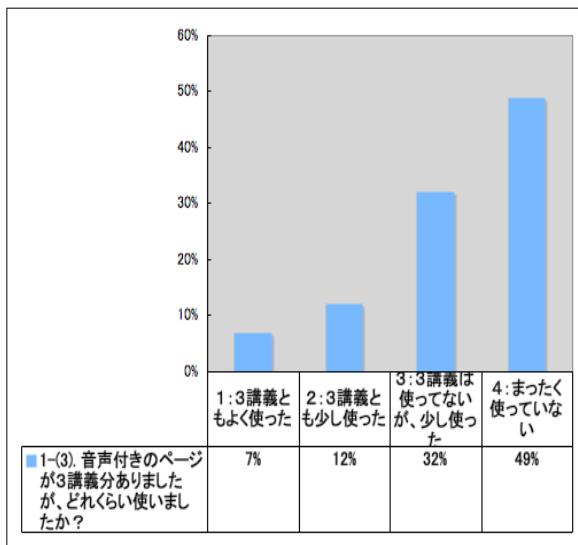
音声付きのページを使っていない学生も多いが、使用した学生たちには、音声付きのページは有益であったようだ。授業は 90 分の限られた枠の中で行わなければならない、時に窮屈に詰め込まれ十分に理解できずに終わってしまうこともあり得るが、音声付きのページは何度も授業を追体験できる点で巧く使えば有効である。

(1) 音声付きのページが3講義分ありましたが、どれくらい使いましたか？該当する選択番号に○をつけてください。

- 1：3講義ともよく使った 2：3講義とも少し使った
 3：3講義は使ってないが、少し使った 4：まったく使っていない

(2) 音声がないページと比べて、音声付きページは分かりやすかったですか？該当する選択番号に○をつけてください。

- 1：非常にわかりやすい 2：わかりやすい 3：特に差はない
 4：わかりにくい 5：非常にわかりにくい



(3) と (4) の相関関係

1-(3)	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1-(4)	1	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3

1-(3)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1-(4)	2	2	3	3	3	3	3	3											

(3) 音声付きページについて感じたことがあれば書いてください。

- おもしろかった
- 授業以外の問題をといてほしい
- 音声付きで解説してくれると読むだけより分かりやすい。
- 画面の大きさを変えると○の位置がずれてしまう。
- とてもいいと思う
- 何かおくの方で何か話しているなあという感じでした。
- おもしろかった
- 授業が2回分受けれたようでオトク
- 自分で他の人に教える時の参考にもなって、とてもよいです。
- 全部につけてほしかった。
- 音声があると、よりわかりやすくて良かった
- 深く理解することができて、全てのページに音声付きがあればよかった。
- 1行1行せつめいさかれていて、分かりやすかったけど少しペースが遅い気がした
- 使ってなかったのでわかりません

4) CD、論述式宿題、授業全般について

総評 授業や論述宿題などについて次のような自由記述式のアンケートを行った。

- (1) 前半の授業（微分積分入門）のときに比べて、CD 自習教材について他に感じたことがあれば書いてください。
- (2) 論述式の宿題について感じたことを書いてください。
- (3) この授業に関する感想・要望・意見、あるいは改善のための提案があれば書いてください。

授業全般、CD については好評価が得られている。論述宿題については、「難しい」という意見が多いものの、前半の「微分積分入門」のときに比べると、肯定的に捉えている意見も多い。これは回数が少なかったことと、問題の傾向を若干変えたからであろう。発想を重視させた「微分積分入門」時の論述宿題に対して、「微分積分基礎」では日本語で表現させることに若干の重きを置いた（三角関数の定義を再確認するための問題や、積分の問題を具体的に作らせる問題）。「難しい」と感じる反面、「ためになる」ことを認識してもらえたようだ。

(1) 前半の授業（微分積分入門）のときに比べて、CD 自習教材について他に感じたことがあれば書いてください。

- 前半はあまりつかわなかったが、後半はつかえた
- 後半よりも音声などをとり入れたのがよかった。
- 後半はむずかしくなっていたので、理解するには少し苦労した。
- 多少使い易くなった…と思う。
- 音声がついたぶん、使いやすい
- 「特になし」という意見が多数

(2) 論述式の宿題について感じたことを書いてください。

- 難しかったが、アドバイスが良かった。
- もっと、自分はやらなくてはならないと思った。
- 前半より良かった。
- 理解力を深めるにはいいことだと思った。
- 増やした方がいいと思う。(計算問題を作らせるとか、そういうの。)
- 自分で問題を作ることでより内容を理解できた。
- 自分で考え解くのでとても良かったと思います。
- 数は少なかったけど、なかなか難しかった。
- 考え方をやしなうには適切
- 問題が少々難しかった。
- 難しかったのもあったが勉強になる。
- 適度な量と難しさでよかった
- 自分で考える機会が増えたとし、学力も向上したのでよかった。
- 難しかったけれど、ためになりました
- 確認する上で悩みましたが、とても役に立ちました。

(3) この授業に関する感想・要望・意見、あるいは改善のための提案があれば書いてください。

- CD 自習教材が良かった。
- この授業を受けて全体としてとても良かったと思います。
- 授業をうけてよかったです。
- 今のままで問題ない。ただ、前半15時間じゃなくて、12ぐらいにして後半を増やすべきと思う。
- すばらしい授業だったと思います。
- 基礎から学べてよかった。
- 微積を分かっていない人には、とてもいい授業だった
- 週2回は大変だけど、理解しやすくいい授業だったと思う
- 高校での復習もできたので、受けられてよかったと思う。
- 教え方がいいと思います。内容は2年前に高校で勉強したがわすれてしまったのでこの授業をきて思い出しました。

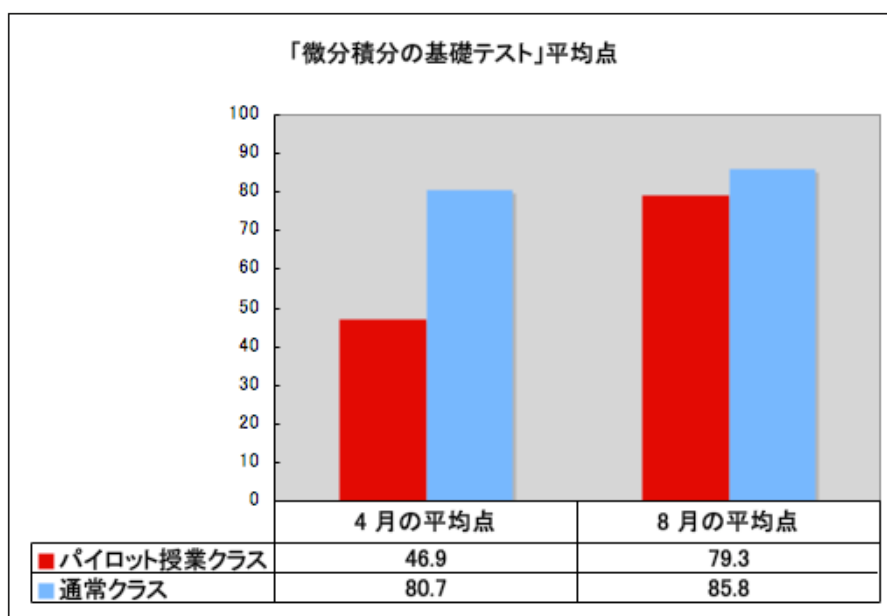
(4) 通常クラスとの比較

1 成績 (基礎テスト)

入学時のガイダンスにおける「微分積分の基礎テスト」時の通常クラス（パイロット授業以外）の平均点は、100点満点で80.7点である。一方、このテストにおいて下位の学生たちを接続教育のクラスに編成したが、その平均点は46.9点である。

全体の平均点は我々の当初のイメージよりも高かった。また、このテストにおいて下位の学生の中には、(p.20 「2) クラス分け、授業についてのアンケート（記述式）」の問い(1)、(2)にあったように、そもそも数学 III、C を学んでいない学生もいた。

このテストを前学期終了時の8月にも行った。テストの問題は入学時に行ったものと同一である。この結果は、全体の平均点が85.8点であった。そしてパイロット授業を受けた学生たちの平均点は79.3点となり、入学時の平均46.9点から大幅に躍進し、全体の平均には及ばなかったものの学科によってはその平均点に匹敵するものとなった。



2 アンケート

通常クラスとパイロット授業クラスの授業アンケートの比較は次のようになっている（パイロット授業は、通常クラスとほぼ同じ内容を扱っている「微分積分基礎」のデータを用いた）。比較したのは次の4つの設問についてである。

Q1 この授業を履修して、全体としてよかったですか。

Q6 あなたは授業内容を理解できたと思いますか。

Q7 この授業を聞いて、この科目についての知識・教養や技能・技術が向上しましたか。

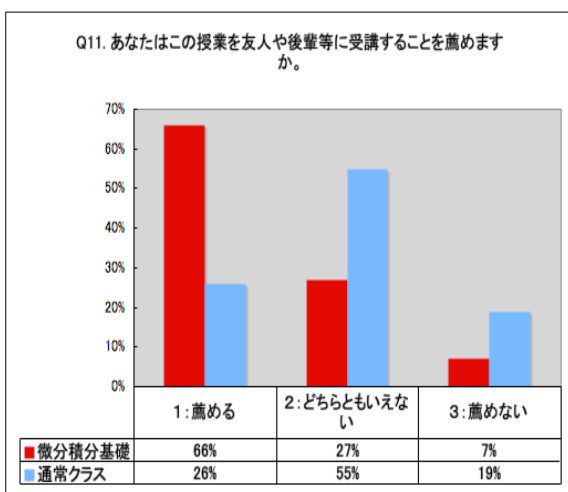
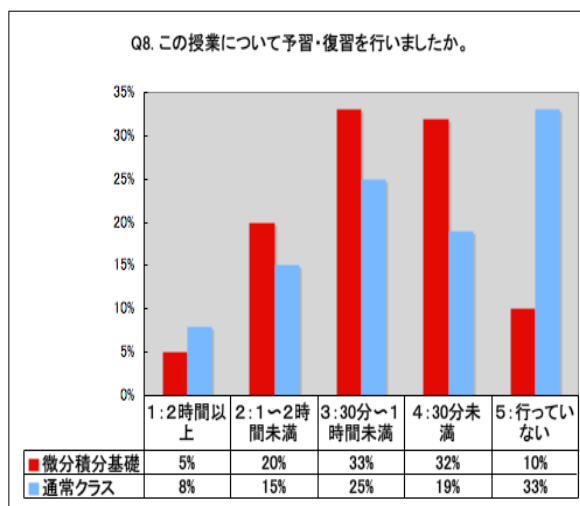
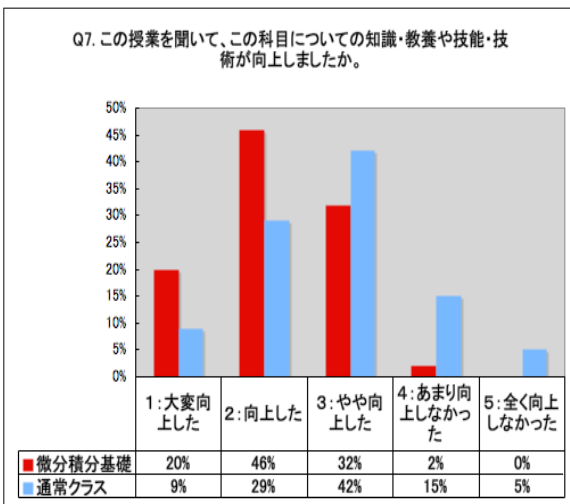
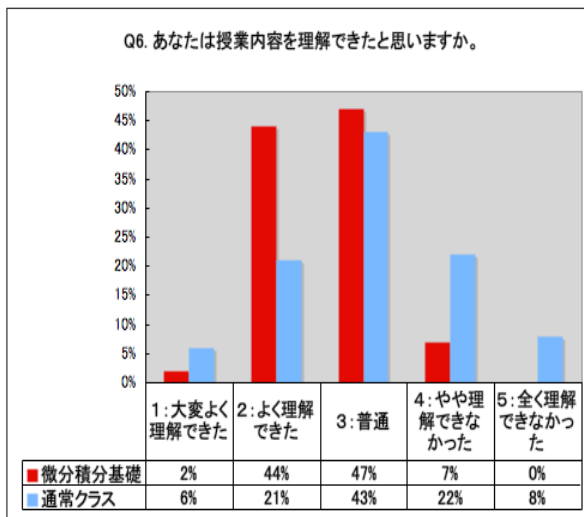
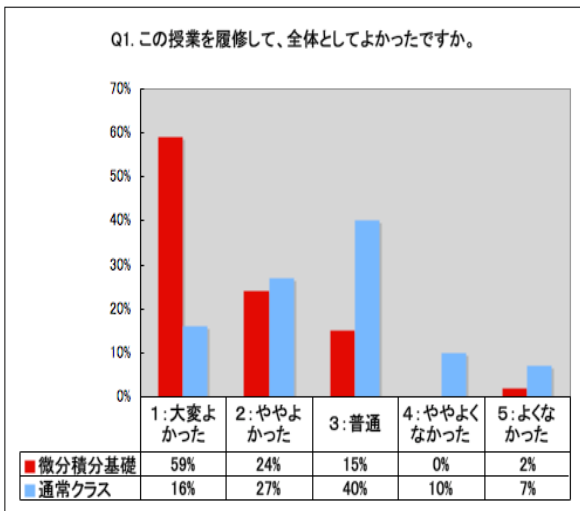
Q8 この授業について予習・復習を行いましたか。

Q11 あなたはこの授業を友人や後輩等に受講することを薦めますか。

Q1、Q6、Q7 のアンケート結果を見ると、パイロット授業の満足度の高さが窺える。Q1 に関しては、「微分積分入門」のときは37%が「1：大変よかった」という回答であったから、「微分積分基礎」でも高い水準を維持している。これは p.20 の授業についてのアンケートにあるように、学生自身が基礎からの授業を望み、なおかつ理解力が向上している結果であろう。

Q8 については、通常クラスと比べて、パイロット授業では CD 教材に基づいて小テストが行われるために、「行っていない」の選択は少ない。

最後に、Q11 については、通常クラスと比べて圧倒的に「薦める」の割合が多い。このことは p.20 「2) クラス分け、授業についてのアンケート」にあるように、学力不足を認識している学生からこのパイロット授業が支持されていることを示している。



4 今後の予定および課題

今回のパイロット授業は、学生の基礎学力を確実に付けさせる見本として使えると考えているが、正規のカリキュラムに組み込んでいくには、前章「3. パイロット授業の点検評価」から得られる反省点や課題を解決していかななくてはならない。また、このような授業をどのような枠組みで実施するかも定めなくてはならない。これらに対して、現時点で言えることを以下の通りまとめた。

(1) 実施の枠組みについて

現在、本報告書の理系接続教育だけでなく、他の接続教育も含めて、それを実施する教養科目の枠組みを具体的にどのように設定するかが検討されている。従来の分野別科目を分野別教養科目と分野別基礎科目に改編し、接続教育を分野別基礎科目で実施するのが基本的な方向である。平成17年7月7日の大学教育研究開発センター運営委員会において、教養科目の科目区分等の変更が審議された。そのとき検討された履修基準の変更案は次の通りであった。

教育学部

人文学部人文コミュニケーション学科

教養科目	共通基礎科目	外国語科目	10	40
		健康・スポーツ科目	2	
		情報関連科目	2	
	主題別科目	分野別教養科目	10	
		分野別基礎科目	8	
		総合科目	4	
	主題別ゼミナール		2	
	教養科目自由選択		2	
自由履修			4	
専門科目			80	
			合計	124

教養科目	共通基礎科目	外国語科目	6	30
		健康・スポーツ科目	2	
		情報関連科目	2	
	主題別科目	分野別教養科目	8	
		分野別基礎科目	2	
		総合科目	4	
	主題別ゼミナール		2	
	教養科目自由選択		4	
自由履修			14	
専門科目			80	
			合計	124

人文学部人文学部社会科学科

理学部・工学部・農学部

教養科目	共通基礎科目	外国語科目	6	40
		健康・スポーツ科目	2	
		情報関連科目	2	
		分野別教養科目	8	
	主題別科目	分野別基礎科目	12	
		総合科目	4	
	主題別ゼミナール		2	
	教養科目自由選択		2	
自由履修			4	
専門科目			80	
			合計	124

教養科目	共通基礎科目	外国語科目	6	40
		健康・スポーツ科目	2	
		情報関連科目	2	
	主題別科目	分野別教養科目	8	
		分野別基礎科目	12	
		総合科目	4	
	主題別ゼミナール		2	
	教養科目自由選択		4	
自由履修			4	
専門科目			80	
			合計	124

また、新しい枠組みである分野別教養科目および分野別基礎科目の定義は、大学教育研究開発センターの接続教育ワーキンググループより、次のように提案されている。

分野別教養科目

人文、社会、自然の3分野の題材をもとに、それぞれの科学の理念を知るとともに、人間、社会、自然に対する理解を深める。また、これらを通して、物事を主体的に判断し、実証的な態度や批判的能力を身につける。

分野別基礎科目

専攻する分野の基礎あるいはその分野の学修に必要な基礎能力を習得する。また、これらを通して、専攻分野の基礎にある特有の方法や見方を身につける。

これは、従来の分野別科目を分野別教養科目と分野別基礎科目に改編し、前者を「専攻分野に限定されないリベラルアーツ的なもの」に、後者を「専門科目につながる基礎教育的なもの」にすることを意図している。これらの変更により、授業の担当についても検討しておく必要があるが、これについて平成17年7月7日運営委員会においては次のような提案がなされている。

- (1) 分野別教養科目は現行の分野別科目と同じに扱う。
- (2) 分野別基礎科目は、現行の分野別科目と同じに扱うものと、主題別ゼミナールのように関係学部が担当者等を定めるものに分ける。どちらにするかは、全学性、過去の経緯などをもとに個々に決める。
- (3) 現行の分野別科目と同じに扱うもの(全学対応科目)の総本数は、現行の教養科目の負担状況を大幅に変えないようなものとする。
- (4) (3)で言う「現行の分野別科目と同じに扱うもの」(全学対応科目)については、その担当者の調整等は(新)大学教育センターが行う。

大学教育研究開発センターは、平成18年度より大学教育センターに改組され、教養教育の運営体制を一元化し、専属的な教員を定員化するものである。これに伴って、これまでの専門部会と責任部局による運営は、新しい専門部会による一元的な運営に変わる。理系接続教育もこの新専門部会(自然系基礎教育専門部会)によって運営されることになる。

教育研究評議会の教育改革ワーキンググループは、新しい各専門部会の役割を、また自然系基礎教育専門部会の構成員等については次のように提案している。

各専門部会の業務について

- ・カリキュラムや授業内容の企画、授業科目の編成、授業担当者の調達
- ・所定の授業科目の実施
- ・非常勤講師の審査(任用の最終決定は基礎教育運営委員会)
- ・カリキュラムや授業の点検評価、FD活動の企画や推進

自然系基礎教育専門部会について

- ・分野別教養科目(自然系)および(今後定まってくる)分野別基礎科目の分担部分について上述の業務を行う。
- ・キャンパスごとに分かれて行える業務はそれぞれのキャンパスの委員で処理する。

- ・理学部、工学部、農学部委員は当該学部の教務関係者との連携に留意する。
- ・構成員（部会長を含む）：

理学部から5名 工学部から3名 農学部から2名 教育学部から1名 計 11名

未だ不確定なところもあるが、「接続教育」は概ね上述のような枠組みで実施運営されるものと思われる。

(2) 今後の課題について

授業内容について

既に掲げた通り（「2. パイロット授業の計画内容」参照）、本パイロット授業では、高等学校での基礎部分を補完し、なおかつ大学で求められる微分積分基礎の習得を目指した。履修者の成績データや4月および8月に行った「微分積分の基礎テスト」の成績の比較より、目標の一つである「計算力の向上」については、かなりの成果が上がったことがわかる。しかし、本来最も重要である「定義についての理解度」や「論述的な表現力」の向上については、こちらの期待通りにはいかなかった。このような向上のために、論述形式の宿題を課したのであるが、アンケートによれば論述宿題を「難しい」と感じている学生が多く、それと呼応するかの如く、短くて雑な文章が少なくなかった。もっとも、前半の「微分積分入門」より後半の「微分積分基礎」の方が論述宿題や試験において、表現力が若干改善してはいた。

特に「微分積分入門」においては、定義や理論の理解に重点を置いて、単なる高校の復習にならないように配慮した。例えば、「なぜ微分するのか」、「微分とは何なのか」という問いかけをするようにした。そのような意味もわからずに、ただ問題に出てくるからという理由で計算力だけをつけても、微分積分を意味あるものとして使いこなせないと考える。数学の理解には、一定程度論理的な記述の練習と表そうとしているイメージの理解が求められるのである。その意味で、より適切な論述宿題の作成および回数や与える時期についての再検討が必要である。

また、今回使用した E ラーニング教材 CD は、アンケート結果から分かるように、前後の予習復習がしやすいことなどで一応の成功ではあるが、学生の自主性を促すものまでにはなっていない。すなわち、受け身の履修ではなく、学生に「なぜそうなるのか？」というような疑問を常に持たせるようなものにはなっていない。この点更なる教材の改善が必要である。

CD 教材には、必要だと思われる内容がおおむね網羅されているが、実際の講義でそのすべてを丁寧に言及することは困難であった。CD 教材の中味を取捨選択して、時間の関係で言及しない部分、あるいは他の回に移すとか削除する部分をはっきりさせる必要があるであろう。現在のものでは、来年度の 0 型クラスを実施する際、今年と同じ問題点が出てくるであろう。

また、今後この種の教材が、問題を演習的に解かせることに使えるように工夫する必要があるだろう。というのは、講義の授業時間内では、自分で演習問題を解く練習量がどうしても少なくなってしまうからである。茨城大学では、このような意図をもって、E ラーニングを用いた教科を増やそうという方向にある。

E ラーニングシステムについて

講義内容の理解を徹底させるため、今回のパイロット授業ではホームページ形式の CD 教材を使った。これは将来的には、学生ポータルシステム(インターネット)で配信し、さらに双方

向的な教材に発展させようとしている。そのためには、次のようなことが課題となる。

- a) 具体的な教材（コンテンツ）をどのように作成するか。
- b) Eラーニングを支える情報システムをどのようにつくるか。
- c) 一連の科目群のシステムを支える運営体制（組織）をどのようにつくるか。

今回改めて感じたことは、a)の成否が重要であり、またこれには想像以上に労力や資金が必要になることである。さらに、これを継続的に実行するには、何かこのための支援組織が必要となるであろう。今回のパイロット授業を大規模に実施するには、やはりb)でいう情報システムが必要であり、そのためのインフラ的な整備を早急に行わなければならない。この整備と併行してc)についても定めていく必要がある。

授業担当について

今回のパイロット授業は、Eラーニングを導入する他、いろいろ従来のやり方とは違ったことを行っている。そして何よりも、教育効果を上げるには、担当教員が初心者に何とか解らせようとする熱意のようなものをもつ必要がある。このようなことを考えると、現実問題として今回のようなタイプの授業を大規模化するには、いかにして担当教員を確保するかがかなり深刻な問題のように思われる。

平成18年度まではそのための任期付教員の確保に見通しが立っているが、それ以後については今後の検討課題である。この種の教員を引き続き採用するか、あるいは学内で適任者を継続的に確保する何らかの方策を考えなければならないだろう。

具体的構想について

理系の接続教育を全体的にどのように行うかについて、おおよその方針は「1. 全体構想」で述べた通りである。また、接続教育の重要部分である「微分積分」については、下位グループ（0型の学生）のやり方を詳細に設定した。しかしながら、標準および上級グループ（1型・2型の学生）に対してどうするのか、さらに「微分積分」以外の分野（線型代数、物理、化学等）についてどうするのか、具体的には定まってははいない。今後これらに関する具体的な設定を決めなければならない。履修者の習得度のバラツキ、授業内容の特質等、「微分積分」のときと同じという訳にはいかないであろう。したがって、ある程度基本的なところから検討をし直す必要があるだろう。