

理系基礎教育(教養科目)の充実に向けて II

茨城大学
大学教育センター
(理系基礎教育部)

2007年1月

はじめに

全国の国立大学では、法人化の対応に一段落ついたのもつかの間、今度は「認証評価」への対応で追われそうな雰囲気である。しかし、「認証評価」での要求は、教育機関として備わるべきものが備わっているかどうかであり、当然のことが求められているというべきであろう。特に、「計画企画→実施→点検評価→改善改革」(PDCA) サイクルがきちんと働いているかがチェックされる。これを機会に、覚悟を決めて教育への「質の保証」に取り組むべきであり、そのシステムティックな実行は組織の効率化を生み出すことにもなるだろう。この試みのひとつとして、教養科目における理系基礎教育の見直しを数年前より行ってきた。理系の基礎教育は、積み上げ的な学習が求められるものであり、段階ごとの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る。

本報告書は、この理系基礎教育の取り組みについて、昨年度の報告書にその後の進展内容を追加し、まとめ直したものである。

この取り組みの起こりは、平成 15 年 11 月 20 日の総合計画委員会において、接続教育に関する以下の決定がなされたことであった。ここでいう接続教育とは、

- 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 種類のことを意味する。1) については、(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しようとした。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 (現大学教育センター) 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。

「接続教育」のうち、理系学生向けの概要は次の通りである。まず全体的なこととして、理系では、上記の 1) と 2) のどちらも一体的に考える必要があり、それは結局習得度に応じた教材や指導法を導入するということになる。すなわち、新入生を概ね 3 つの習得度別グループ

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。

この構想の実現化のために、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、まず微分積分の基礎教育について、ついで物理学の基礎教育について段階的に具体化してきた。その0型学生を対象とする授業では、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、平成17年度前学期に工学部新生を対象とし、以下のような設定で微分積分に関するパイロット授業が実施された。

(1) 工学部新生全員を対象として、高校レベル(数学III)の基礎事項がどの程度習得できているかをみるため、「微分積分の基礎テスト」(プレースメントテスト)を実施する。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、前学期終了時に再度実施し、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(前学期の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、学科の指定の下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、以下の通りの結果が得られた。

(a) パイロット授業の履修生は、4月と8月に行った「微分積分の基礎テスト」(プレースメントテスト)によると、次の通り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。

・この授業を履修して、全体としてよかったですか → 大変よかったです

パイロットクラス 59%

通常クラス 16%

・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、平成17年度の取り組みはかなり成功であった。しかし、この平成17年度の取り組みの中で次のようなことが課題と認識された。

(1) 大学教育として重要である「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。

(2) 上記のホームページ形式の CD 教材を、学生ポータルシステム (インターネット) で配信する教材に発展させる必要がある。そのためには、

- (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

が課題となる。この中で (a) の成否が重要であり、それにはかなりの労力と資金が必要になる。さらに、継続的に実行するには、何かこのための支援組織が必要である。上記のパイロット授業を大規模に実施するには、(b) でいう情報システムが必要であり、そのためにはまずインフラ的な整備を行う必要がある。(c) については、平成 18 年度の大学教育研究開発センターの改組に合わせて具体化を考えなければならない。

これらの課題に留意しながら、平成 18 年度は、(イ) 工学部と農学部の学生を対象に、上記 0 型のパイロット授業とほぼ同じ形態で 2 クラスを正規のカリキュラムに組み込んだ。さらに、(ロ) 前学期について 1 型以上の学生のクラス編成を学科の枠を取り払い、試験問題等を統一化し、担当教員間の意思疎通を強化した。また、(ハ) 力学を中心とする物理学の基礎教育について、上記の微分積分と同じやり方で、工学部学生を対象として 0 型クラスのパイロット授業を実施した。

これら (イ)~(ハ) についてどのような結果が得られたか、簡単にまとめておきたい (詳しくは後述している部分を参照されたい)。まず、(イ) に関する成績上昇について、平成 17 年度のとおり同じような方法で調べ、次のような結果を得た。

4 月 8 月

パイロットクラス	47.5 点	72.0 点
通常クラス	76.1 点	80.6 点

0 型クラスの人数が約 2 倍になっていることを考慮すれば、平成 17 年度とほぼ同じ効果があったとみていいであろう。また、学生のアンケート結果については、やはり平成 17 年度と同様に肯定的な反応であったが、0 型のうち上位クラスは下位クラス程には肯定的ではなかった。これは、自分の能力への不安度が違うことや担当者の違いによるように思われる。

次に、(ロ) についてだが、1 型では各クラス一定程度の成績上昇があったが、0 型のような著しい成績上昇は起こらなかった。しかし、(ロ) はやるかやらないかという選択の問題ではなく、今後 (教育の) 質の保証を確保する上でやらなければならないことである。今回教員から多少の否定的な反応はあったけれども、おおむねスムーズに (ロ) が実行できたこと自体成功だったといえるだろう。

(ハ) については、次の通り一定程度成果が上がったが、上記の微分積分のときのように著しいものではなかった。

4 月 8 月

パイロットクラス	42.4 点	56.3 点
通常クラス	69.6 点	69.3 点

これは現在分析中ではあるが、そもそも題材の特質から数学と同じにはいかないのではないかと

と考えられる。その一つは、物理学(力学)の理解に必要な微分積分が十分習得できていない者が少なくなく、この状況にうまく対応できていなかった。さらに、物理学、さらには化学などになるに従い、理解の前提として、実験で培われるような「現象への体験」が必要になってきて、その面での習得度の差が背後にあるのではないだろうかと思われる。

また、上記(a)～(c)の関連事項として、平成18年4月大学教育研究開発センターの改組とともに、センターに専任教員が配置され、接続教育の企画や教育のIT利用への人員が確保された。現在この人員の確保は接続教育の充実に大きな力となっている。

以上の結果から概ね当初の計画をそのまま推進してよいと判断しているが、以下のような検討すべき課題もある。

[1] 上述の取り組みのやり方を正規のカリキュラムに定着させようとする、担当者に以前とは違った努力を求めなくてはならない。このようなことにすべての担当者が理解と熱意をもってあたってくれるかは現実問題としてはなかなか難しいことである。このことを解決するために、どういうFD活動をしていくかが今後の課題である。

[2] [1]のことに関連することであるが、新しい方法を開発企画したり、各教員が新しい授業方法を取り入れていくことを支援したりする専属的な組織が必要である。これは大学教育センターの発足とともにある程度実現してはいるが、スタッフも少なく何らかの一層の充実を図らない限り、上述の取り組みを標準モデルとして全体に及ぼすことは困難である。

[3] 上述の取り組みで数学については一応の見通しはついてきたが、今後物理、化学等についても同様の検討をしていく必要がある。この方面の見直しでどうしても考慮に入れなくてはならないのは、実験を何らかの形で授業の中に組み入れることである。具体的な将来像はこれからの検討課題であるが、実験の未経験者を想定した(物理と化学の)実験科目を、平成19年度パイロット授業として立てることを予定している。この授業の成果を検証して実験科目の将来計画を作る必要がある。

これらの課題を解決しながら、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確立していきたい。

大学教育センター 理系基礎教育部

五十嵐浩 栗原和美 榊原暢久 曾我日出夫 千葉康生 藤間昌一 藤原高德 湊 淳

(平成17年4月～平成18年3月)

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

(平成17年3月まで)

理系基礎教育ワーキンググループ

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
第1部 構想について	1
1 全体構想	1
(1) 背景と趣旨	1
(2) 取り組みの概要	2
2 微分積分の授業形態 (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) 各回の授業のテーマ	7
(5) 教材について	8
3 履修の枠組み	9
4 運営体制	10
第2部 微分積分に関する実施結果	11
1 平成 17 年度	11
(1) 全体的評価	11
(2) 「微分積分入門」(前半)について	13
1 成績	13
2 アンケート	17
(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	39
1 成績(基礎テスト)	39
2 アンケート	40
(5) 追跡調査	42
2 平成 18 年度	43
(1) 全体的評価	43
(2) 0 型クラス	43
1 「微分積分入門」の成績	44
2 「微分積分入門」のアンケート	46
3 「微分積分基礎」の成績	56

4	「微分積分基礎」のアンケート	58
(3)	1 型クラス	67
1	授業内容	68
2	成績結果	69
3	アンケート結果	72
(4)	4月・8月実施の基礎テスト結果の比較	79
(5)	不合格者への対応	80
第3部	物理学の基礎教育	81
1	力学の授業形態	81
(1)	基本方針について	81
(2)	授業内容	82
2	平成18年度実施結果	83
(1)	全体的評価	83
(2)	「力学基礎」について	84
1	成績	84
2	アンケート	88
(3)	通常クラスとの比較	96
1	成績(基礎テスト)	96
2	アンケート	97
第4部	今後の予定および課題	99
1	今後の課題	99
2	実験を導入した授業	100
3	運営体制	101

第1部

構想について

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。ここでは、「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。

後に詳述するように、平成17年のパイロット授業では概ね期待通りの成果が得られた。この成果を基にした平成18年度計画が実施され、素案の実現化という方向で作業が進んでいる。さらに、平成19年度およびそれ以降に向けて、ここでの改革を一層推進する計画案が作成されている。その案には理系接続教育の(恒常的な)運営体制の提案も含んでいる。

本報告書は、この理系基礎(接続)教育の計画内容を説明するとともに、既に実施された内容への点検評価結果をまとめたものである。

(2) 取り組みの概要

工学部や理学部等で行われる理系基礎教育の企画実施については

- ・ 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。本取り組みは、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。理系接続教育の具体化には、まず「数学の基礎教育」(その中でも微分積分)について基本形を確立し、それをモデルとして線型代数、物理、化学、生物の形態を定め、実施していくことにした。

平成 15 年 7 月、当センター運営委員会において、「微分積分の基礎教育」の具体的な検討が行われ、次のような方針でこの教育を実施することになった。

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) 入学生をプレースメントテスト(「微分積分の基礎テスト」)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習得できていない。(15 ~20 %)

1 型 : 高校レベルの内容は概ね習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習得に興味がありそれに耐える。(15 ~20 %)

さらに、1 型の学生が半期で習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(前学期の 1/2)と後半とを分けて別科目としておく。

- ・ 前半は高校レベル習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 型学生に概ね追いつくようにする。

- ・ 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(現大学教育センター)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、上級内容の習得を主目標とする。

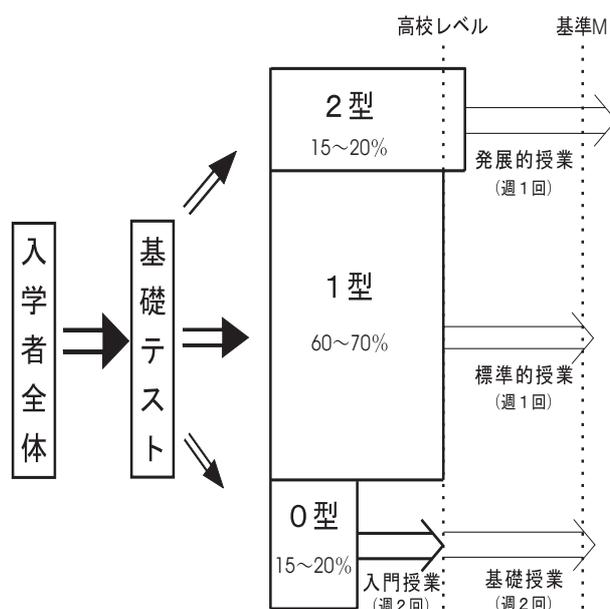
- ・ 授業編成や運営などについては今後検討する。

(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態で成績を付ける。基準 M の可否判定は統一的なテストで行う。

また、この授業内容の企画に際しては、次のことに留意することとした。

- ・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、この部が中心となって上記の理系接続教育を展開させることとした。平成 17 年度前学期、上記の方針通り、「微分積分の基礎テスト」を工学部新生生に実施し、0 型学生約 50 名を抽出し、試行的に新しい微分積分の授業 (パイロット授業) を実施した。この実施結果をもとに、平成 18 年度は微分積分に関する「接続教育」を工学部の正規のカリキュラムに組み込んだ。これと同時に、1 型以上の学生について、クラス編成で学科の枠を取り払い、授業内容を統一化した。さらに、力学を中心とする物理学の基礎教育について、上記の微分積分と同じやり方で、工学部学生を対象とする 0 型クラスのパイロット授業を実施した。これらの具体的な内容については、次章以降で詳述したい。

さらに物理学や化学の基礎教育には実験の導入が望まれるが、接続教育において実験の導入はこれまで考えてこなかった。この実験の導入は、基礎的な実験を通して、自然現象への理解を深め、物理学や化学の基礎を理解させることを意図している。このような趣旨の実験科目を恒常的なものとして用意することを目指して、まずは平成 19 年度、物理学と化学の実験科目のパイロット授業を立てることを予定している。

2 微分積分の授業形態 (パイロット授業の計画内容)

(1) 基本方針について

「微分積分の基礎教育」の新しいやり方を企画し、平成 17 年度前学期、工学部新生を対象とするパイロット授業を実施した。このパイロット授業は、理系接続教育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」を意図したものであった。この授業とほぼ同じ形態のものを、平成 18 年度前学期に工学部の正規のカリキュラムに組み込んだ。この授業 (特別クラス) は以下のような内容のものである。

基礎テストの実施について

平成 17 年度および 18 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「微分積分の基礎テスト」(プレースメントテスト) を実施した。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。テスト結果は、特別クラス履修者のスクリーニングテストとして使う他、再度前学期終了時に実施し、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

工学部新生全員を対象として上記の「微分積分の基礎テスト」を行い、下位 50~60 名をパイロット授業の履修者とする。

授業内容等について

週 2 回授業で、前半 (前学期の 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習得を第一目標とし、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) の学生に概ね追いつくようにする。

復習重視の自習 (予習・復習) を授業の一部として組み入れる。自習には、インターネットを使うパソコン教材を用意する。また、意味や論理の理解を得させるように論述式の宿題も課す。

単位設定等について

前半、後半とは別科目とし、ともに教養科目分野別基礎科目 (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基礎科目 (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。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

特別クラスの担当教員は、大学教育センターの専任教員をあてる。

(2) 授業のねらい及び到達目標・概要

特別クラスの授業は、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、微分積分入門の第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

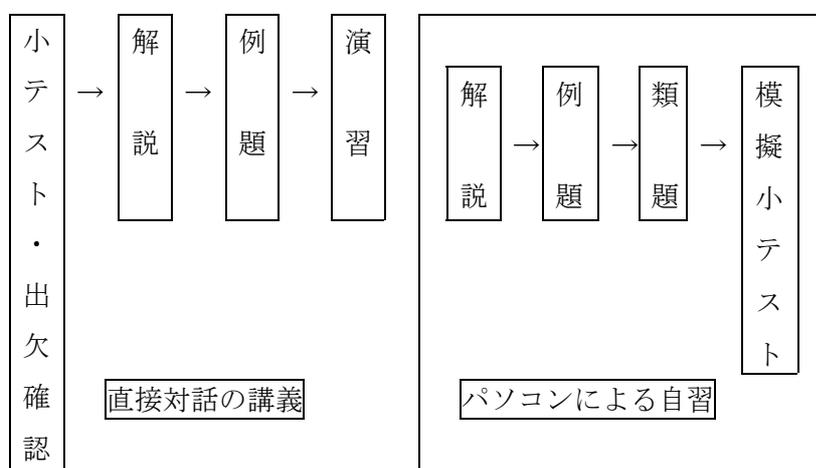
- (a) プリント配布後、前回の内容に関する小テスト。
- (b) 三角関数の初歩的な性質について、定義から簡単に導かれることを説明する。

- (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、インターネットから利用するパソコンの教材で与えられる。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) 各回の授業のテーマ

「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。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、インターネットよりパソコン教材を配布する。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。また、この教材には小テストがあり、WEB上で解答させる。

1.1 弧度法

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簡単にできる

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、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 という、 $\theta = \frac{h}{r}$ 、つまり

長さ
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、まさに「弧の長さを角の大きさで表す方法 = 弧度法」である。

この円で円の長さが $2\pi r$ 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とできる $\angle AOB$ 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とできる $\angle AOB$ 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とできる $\angle AOB$ 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表されることにする。このように角の大きさを表すことを、

Copyright © 2005 Ibaraki University. All rights reserved.

3 履修の枠組み

平成 18 年度より、分野別科目を分野別教養科目と分野別基礎科目に分け、接続教育を分野別基礎科目の中で行うこととした。ここでいう接続教育とは、理系接続教育だけでなく、文系も含めた意味である。既に述べたように、この区分の変更は、従来の分野別科目が専攻分野によらないリベラルアーツ的なものと専門教育への基礎教育的なものとの区別がはっきりしないまま、授業内容については担当者に、科目選択については学生に判断が任せられてきたため、これらを別々の枠として分け両者の趣旨を徹底させようとしたものである。したがって、分野別基礎科目内の授業科目は、各学部の専門教育との連携性を重視したものであり、特に体系的履修を必要とする専門科目への基礎知識の習得や能力を育成する内容となる。

卒業に必要な教養科目の具体的な履修基準は以下の通りである。

人文学部人文コミュニケーション学科

		外国語科目	10	
		健康・スポーツ科目	2	
		情報関連科目	2	
		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	4	
自由履修				0
専門科目				82
	合計			124

教育学部

		外国語科目	6	
		健康・スポーツ科目	2	
		情報関連科目	2	
		分野別教養科目	6	
		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	2	
自由履修				14
専門科目				80
	合計			124

(課程・コースにより若干異なる)

人文学部人文学部社会科学科

		外国語科目	6	
		健康・スポーツ科目	2	
		情報関連科目	2	
		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	6	
自由履修				0
専門科目				82
	合計			124

工学部・農学部

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

(学科により若干異なる)

理学部

		外国語科目	6	
		健康・スポーツ科目	2	
		情報関連科目	2	
		分野別科目	8	
		総合科目	4	
		主題別ゼミナール	2	
		教養科目自由選択	6	
自由履修				6
専門科目				88
	合計			124

(学科により若干異なる)

4 運営体制

大学教育研究開発センターは、平成18年4月より大学教育センターに改組され、専属的な教員ポストをもつことになった。この専属教員は、その業務の一つとして、理系接続教育を推進維持することになっている。また、この改組と連動して、教養教育全体の運営体制は、大学教育センターがより責任を持つ方向に一元化された。これにともなって、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った。特に、理系接続教育を担う自然系基礎教育専門部会は大幅に改編され、教育学部、理学部、工学部、農学部からの委員で構成される組織となった。

各専門部会の役割は次のようになっている。

- ・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

また、自然系基礎教育専門部会の構成員等は次の通りである。

- ・分野別教養科目(自然系)および(今後定まっていく)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、農学部の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)

教育学部 1名 理学部 5名 工学部 3名 農学部 2名 計 11名

さらに、この理系基礎教育に関わる理系基礎教育部は当初、「接続教育」の立ち上げ期間のみの設置と考えていた。しかし、その教材開発や授業内容の企画等には恒常的な努力を払わなければならないことが次第に明らかになってきた。そのため、この教育部を専任教員1名と学内の兼任教員数名からなる恒常的な組織として(自然系基礎教育専門部会の下に置く)存続させることにした。平成19年度以後もこれまで通り、理系基礎教育部が中心となって新しい理系基礎(接続)教育を展開していくことになる。しかし、この教育部は「接続教育」の授業担当を担う組織ではなく、授業内容の企画や教材の開発などとともそれを普及させるための組織である。授業担当は、従来のように全学出動を基本とした教養科目担当体制の一環の中で行なわれる。その際、上述の「接続教育」を展開するには、各担当教員が「自学部(学科)学生へのこだわりをもたないこと」や「授業内容等の(一定程度の)規格化に協力すること」などが必要である。これをどのようにスムーズに実行するかということも重要な課題である。

第2部

微分積分に関する実施結果

1 平成 17 年度

(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 (自習)教材を開発した。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)成績を十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.16 「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.39 「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.40 「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.21 「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年生の後学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.17 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%

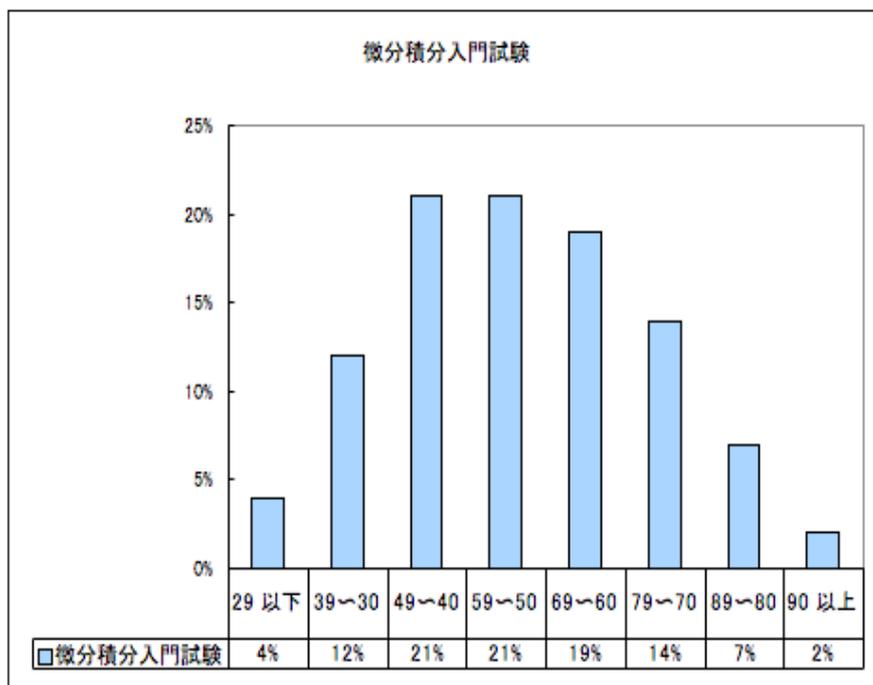
第 6 問(積分の定義)51.2%

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つたら、かなり出来はよかつたであろう。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つた。この授業を受けている学生たちは、ガイダンス時の「微分積分の基礎テスト」の計算問題ができなかつたのであるから、この授業の一つの意義は果たしているようである。

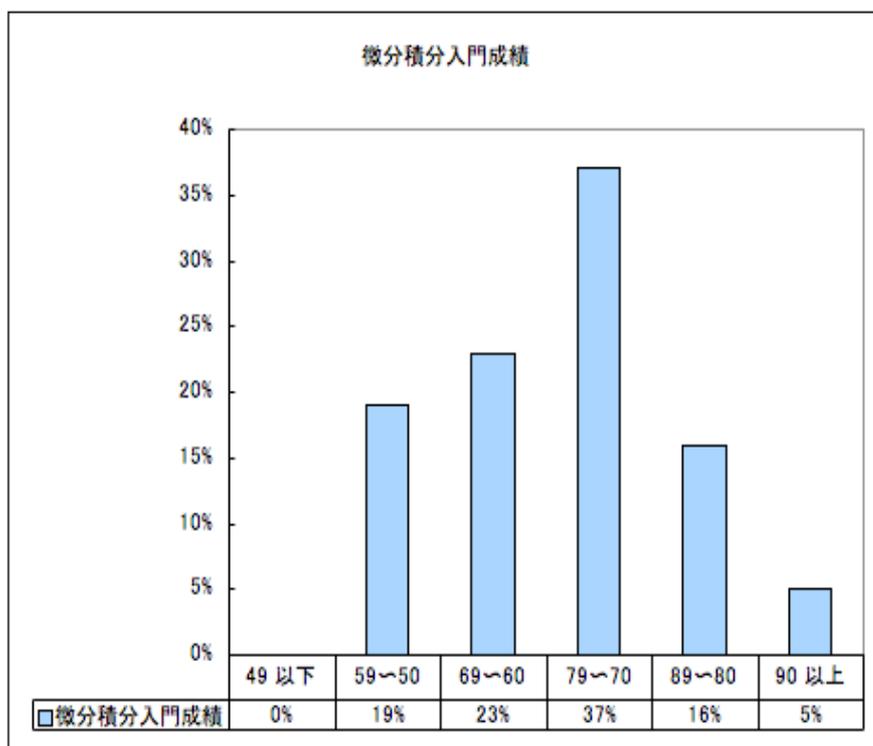
ところで、試験の前に「証明問題は出るんですか？」という質問がよく出た。試験では証明しなさい、という問題は皆無であつたが、上の結果を見ると、数学は計算であると思つている

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。普段の成績を充分に加味する、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「微分積分の基礎テスト」によるクラス分けや CD 教材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

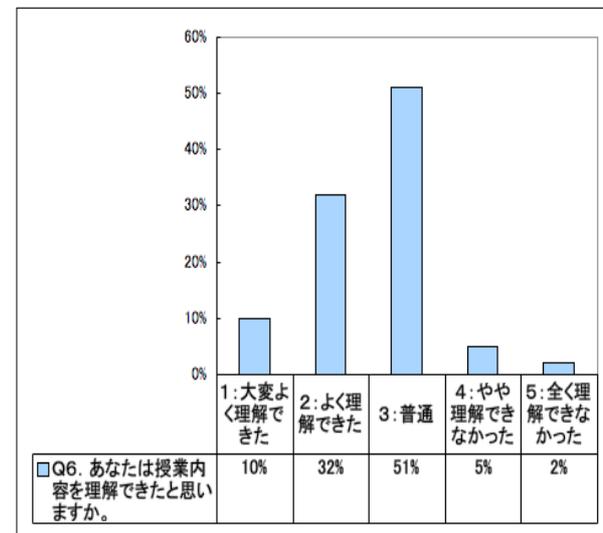
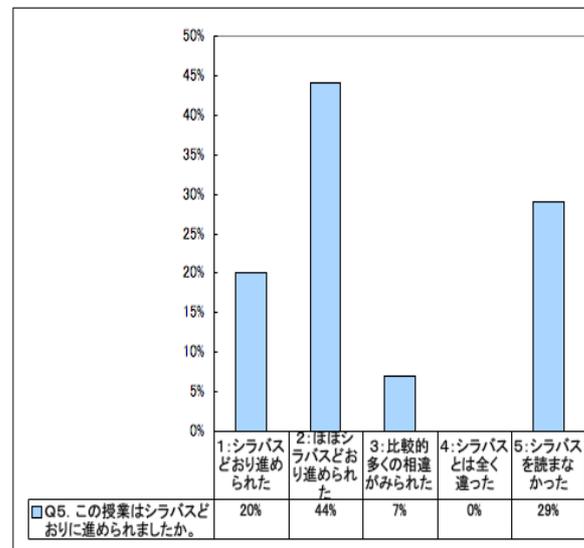
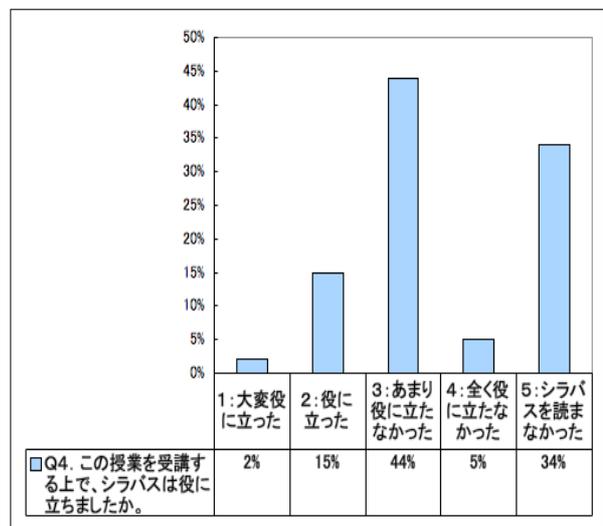
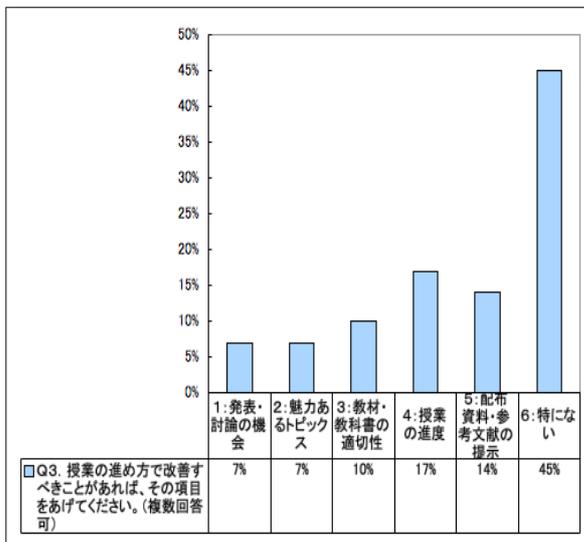
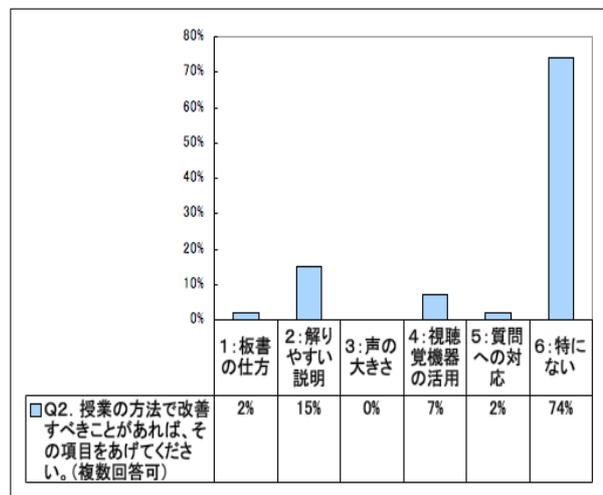
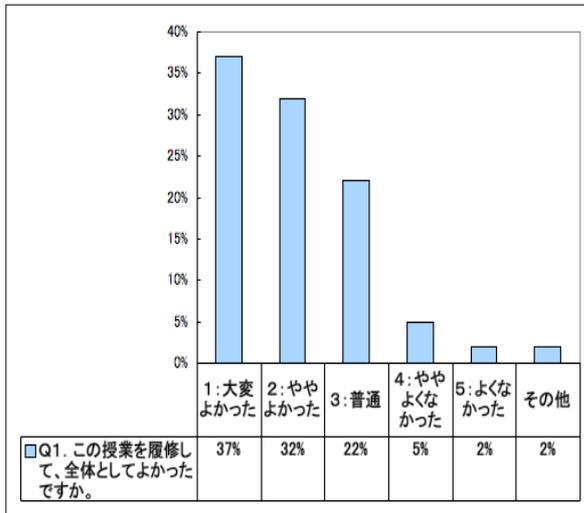
1) 授業についてのアンケート (マーク式)

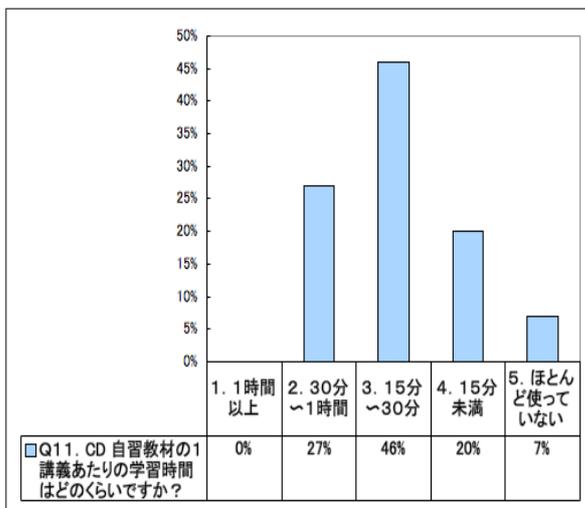
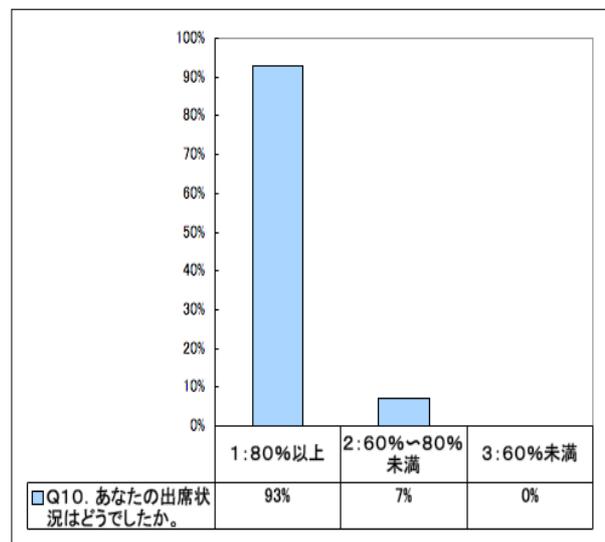
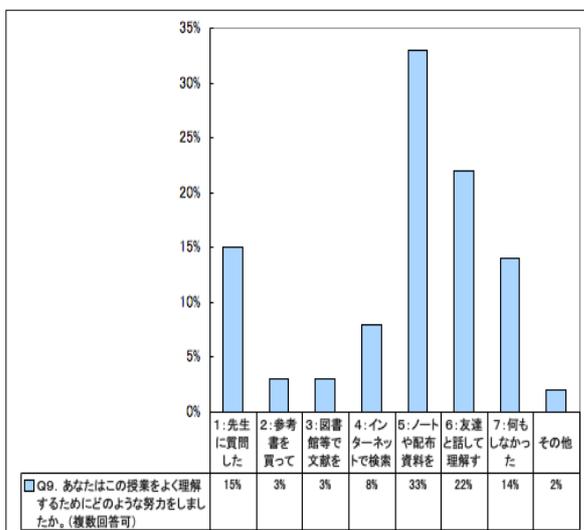
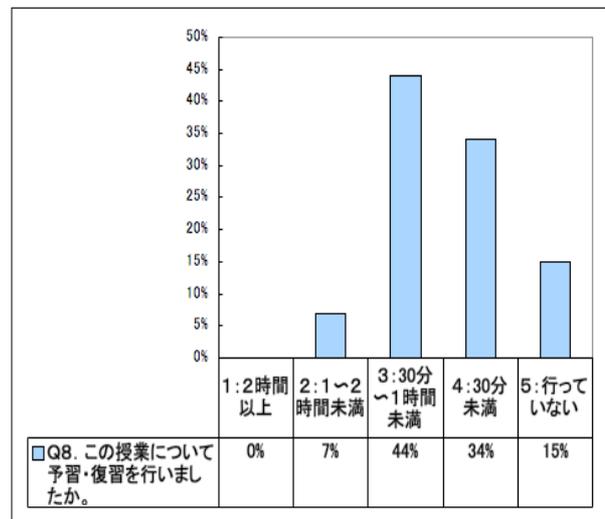
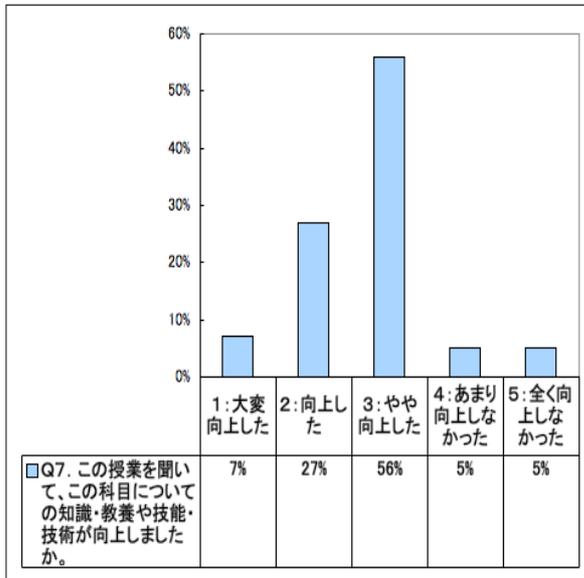
総評 授業について以下の項目についてマーク式のアンケートを行った。

- 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.15「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しての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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

- 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ので、ついていくのは少し大変だった。
- 高校で数 III 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。
- 高校で数学 III はあまり勉強していないので、また大学でも勉強できてよかったと思う。
- 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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

- 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あと思った。
- 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が良かった。
- 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かあった。
- 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。

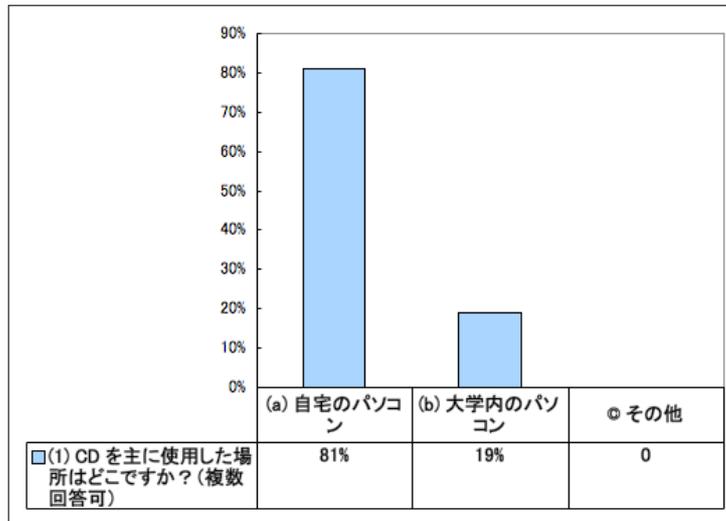
まず (1) の質問について、相当数の学生が自宅のパソコンをもっていて、それを利用していることは注目すべきことである。これは CD 教材をいつでも使える環境にある生徒が沢山いるということであり、今後の教材開発等においても、学校のパソコンだけでなく、自宅にいなから学習できる環境を提供できる可能性を見出せよう。

(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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

- くわしく書かれているので良いと思う。
- けっこういいと思う
- 便利
- 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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

- 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行けるのがよかったです。
- 講義ごとにわかれていて良かった。
- わかりやすいような気がする。
- 例題や、問題があつてよかったです。
- 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。
- 小テストとかがあつて、よかったです。
- 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つたので扱いやすかつた

(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？(回答の一部。誤字は原文のまま)

- 役に立った
- 分からない所とかがちゃんと分かつた
- 記述がわかりやすかつたです
- 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つた
- ヒントがあつたのでわかりやすかつた。
- 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。
- 間違つた知識を改善できた。
- 役にたつた
- 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つた
- 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つた
- 短い時間で復習できて便利だつた

(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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

- 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つた。
- 授業でやらなかつ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、解説もあればよかつた
- 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つたと思う。
- もうすこし詳しく解説をかいて欲しいと思つた
- 新しい自習方法だつたので、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.14 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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

- 難しいと思った。
- 他の問題文を換えたりしたりとか自分で考えたものもあるけど…あんまり意味ないような気がする
- 論理的に考えることは、けっこう難しい。
- 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。
- 問題の意味が理解できないものがあった。
- 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。
- 少し難しいが、練習になる。物理っぽい。
- 難しい問題ばかりで大変だった
- 問題の考え方が難しいものもいくつかあった
- 論述は苦手です。
- 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。
- 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。
- いろいろと考えられて良かったと思う。
- 論述宿題によって、いろいろ考えさせられた。よかった。
- 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。
- 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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

- この授業があるのはよかった。前、自分勉強できなかつたから。
- 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があつた方が勉強しやすかつた。
- 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。
- 良い復習になつたと思います。

(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%

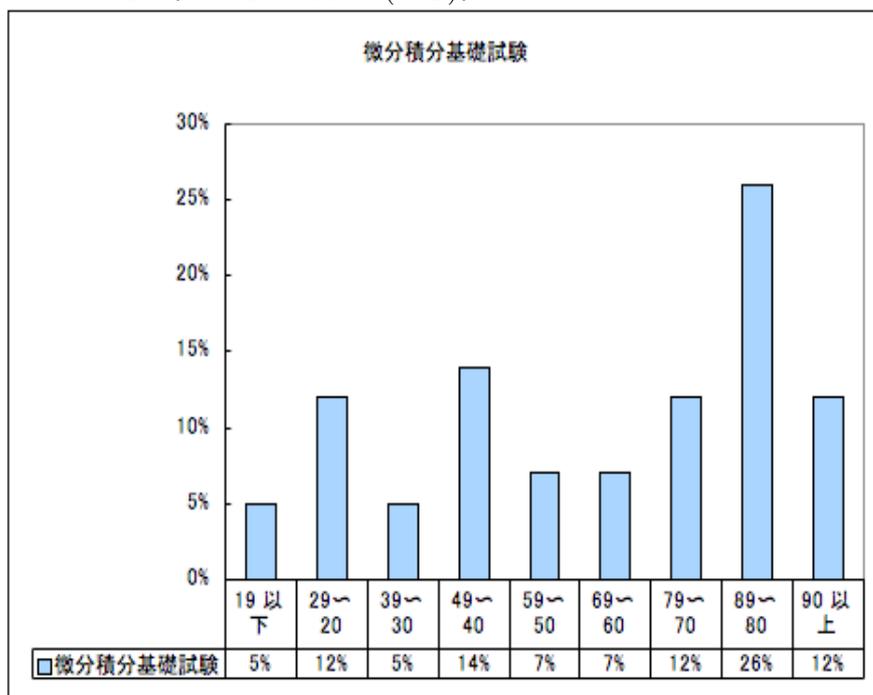
第 2 問 (l'Hôpital の定理)64.3%

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)。

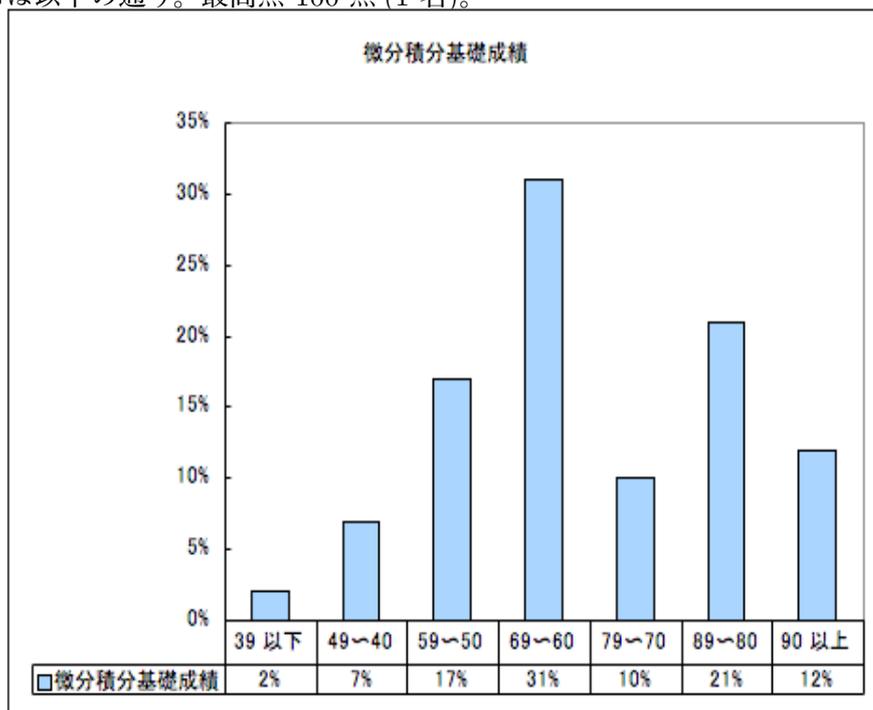


問題は、CD の内容や小テストを理解していれば難しくない問題であり、80 点以上が 4 割近くいる状況を見ると、正しく理解している学生にとっては易しかったようである。5 割が 70 点以上なので、4 月の「微分積分の基礎テスト」の成績が悪いことから考えると、大学初年時の微分積分の成績としてはかなりよくできている。一方で、80 点台の次に多いのが 40 点台である。理解度に二極化が起こっているようである。この現象を回避することが検討課題である。

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：大変よかったです」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)

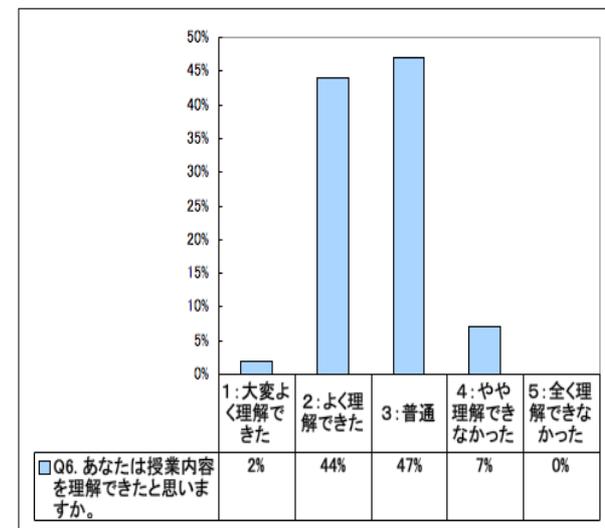
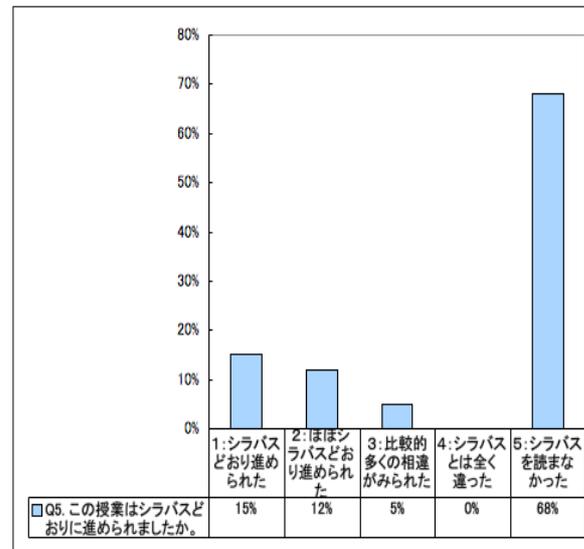
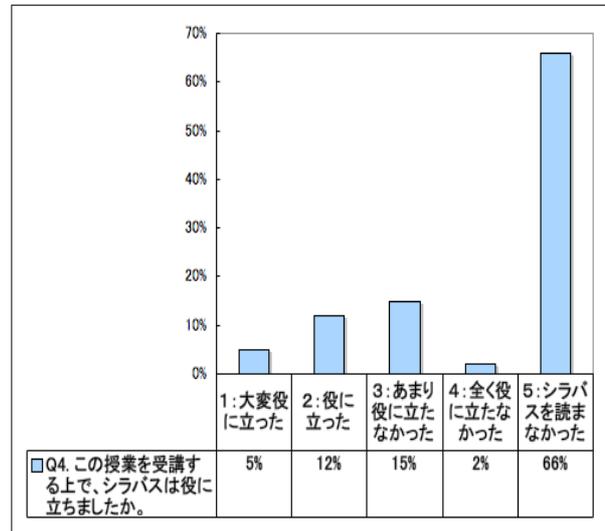
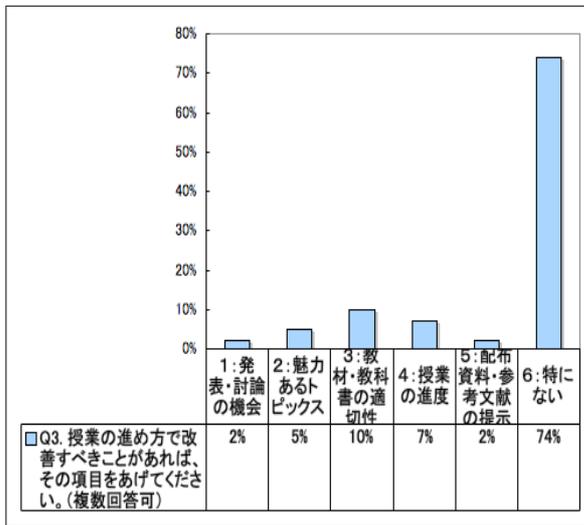
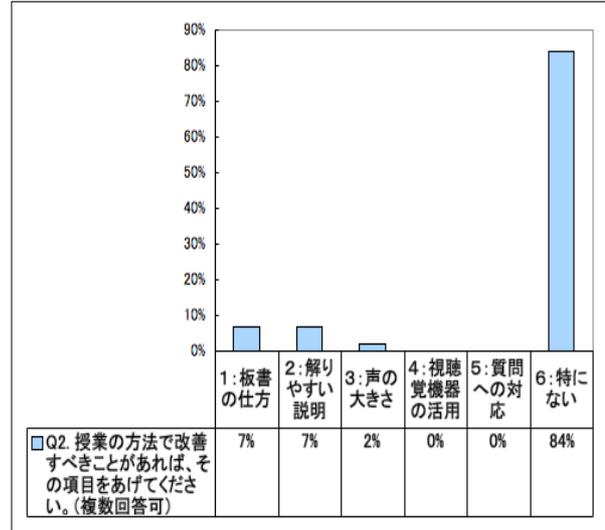
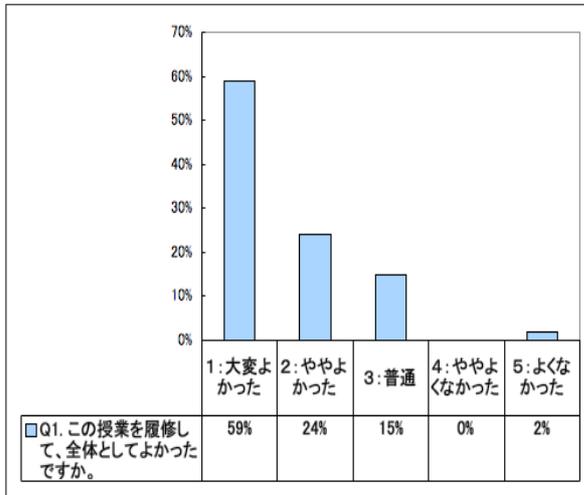
総評 授業に関して次のようなマーク式のアンケートを行った。

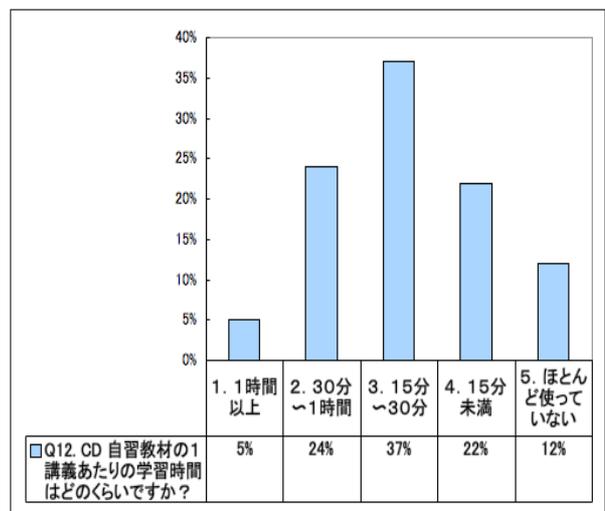
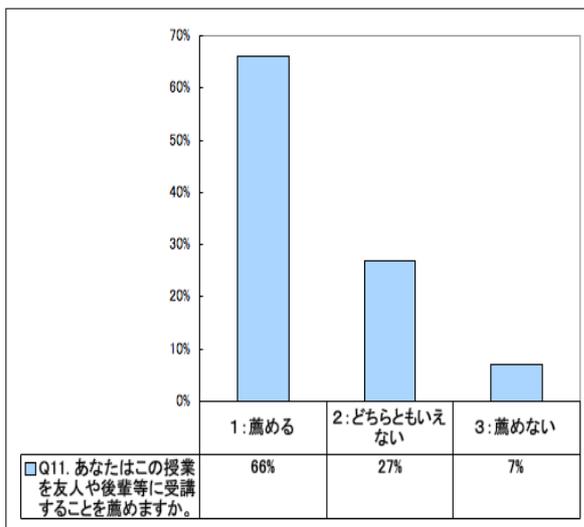
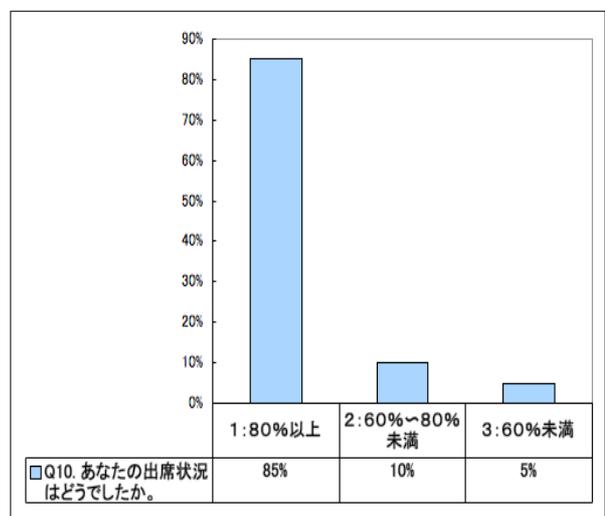
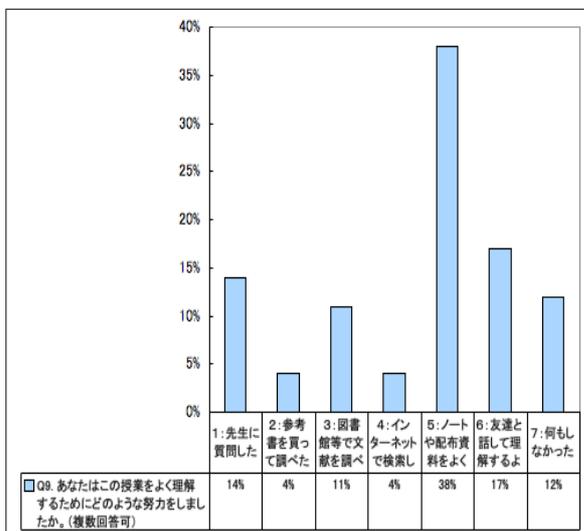
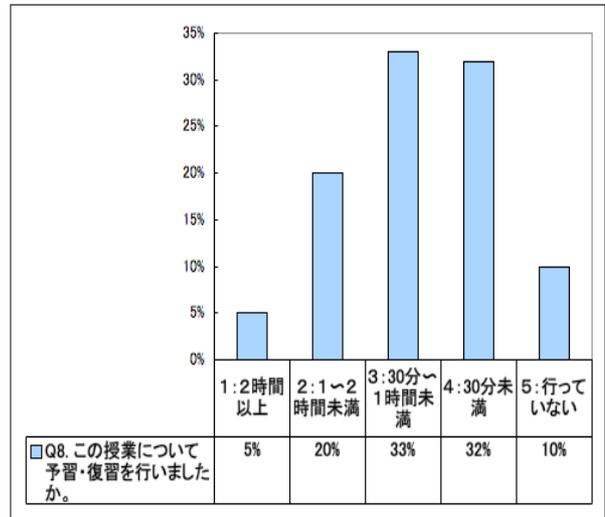
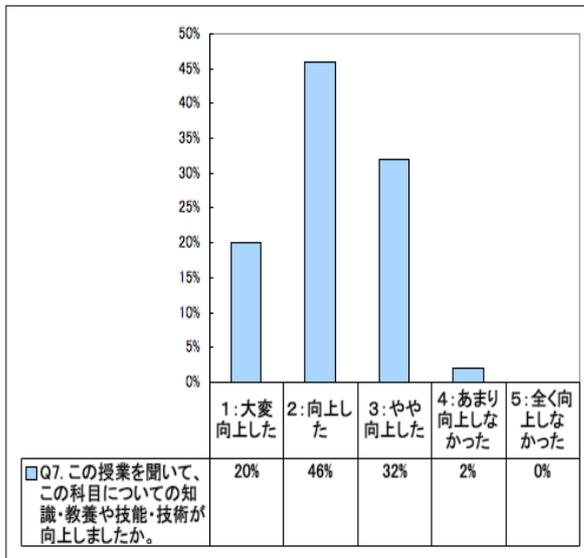
- Q1 この授業を履修して、全体としてよかったですか。
- Q2 授業の方法で改善すべきことがあれば、その項目をあげてください。(複数回答可)
- Q3 授業の進め方で改善すべきことがあれば、その項目をあげてください。(複数回答可)
- Q4 この授業を受講する上で、シラバスは役に立ちましたか。
- Q5 この授業はシラバスどおりに進められましたか。
- Q6 あなたは授業内容を理解できたと思いますか。
- Q7 この授業を聞いて、この科目についての知識・教養や技能・技術が向上しましたか。
- Q8 この授業について予習・復習を行いましたか。
- Q9 あなたはこの授業をよく理解するためにど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する問い(p.21 「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。(回答の一部。原文のまま)

- 授業の復習、予習に役立った。
- 説明があったが、読んでも理解できないときもあった。
- 予習・復習しやすく良い。全て音声付きにしてほしかった。
- 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。
- もっとヒントがほしい
- とてもわかりやすかった。
- 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
- 問題に解説をもっとつけてほしい
- 問題の解説がもう少しあるといいと思った。
- 間違いをなくしてわたしてほしいと思いました。
- 見やすい。
- 解答だけでなく、計算過程もやってほしかった。
- わかりやすくてよかった。
- 音声ガイドの導入により、復習がよりやりやすくなった。
- 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。
- 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。
- CD は復習のために、とても役に立った。
- 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。
- 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？(回答の一部。誤字は原文のまま)

- 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。
- 授業中間きのがしたことも家でチェックできてよかった。
- 授業で聞きもらった点を聞いたり、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。

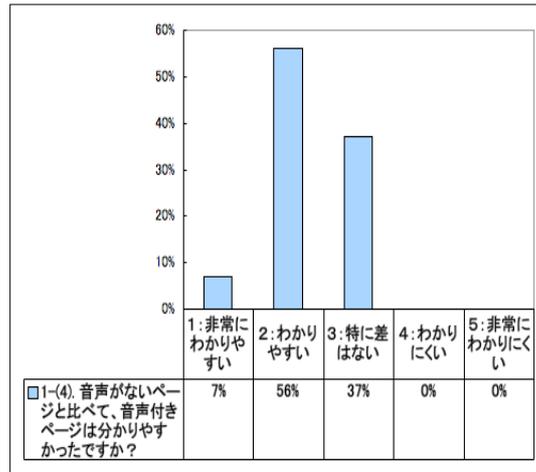
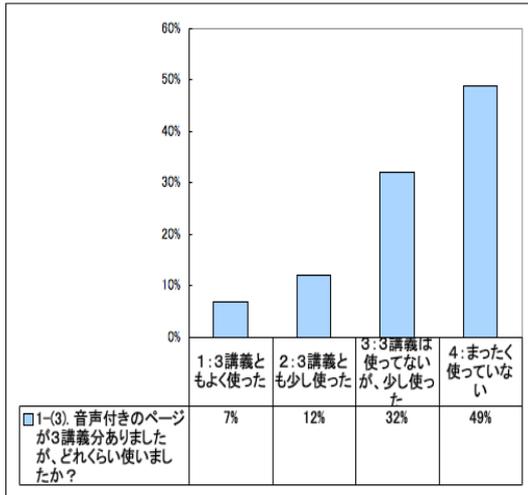
音声付きのページを使っていない学生も多いが、使用した学生たちには、音声付きのページは有益であったようだ。授業は90分の限られた枠の中で行わなければならない、時に窮屈に詰め込まれ十分に理解できずに終わってしまうこともあり得るが、音声付きのページは何度も授業を追体験できる点では巧く使えば有効である。

(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 講義は使っていないが、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	2	3	3

1-(3)	4	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											

(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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

- 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行せつめいさされていて、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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

- 前半はあまりつかわなかったが、後半はつかえた
- 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。
- 音声がついたぶん、使いやすい
- 前半よりも音声などをとり入れたのがよかった。
- 多少使い易くなった…と思う。
- 「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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

- 難しかったが、アドバイスが良かった。
- 前半より良かった。
- 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。)
- 自分で考え解くのでとても良かったと思います。
- 問題が少々難しかった。
- 適度な量と難しきでよかった
- 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。
- もっと、自分はやらなくてはならないと思った。
- 理解力を深めるにはいいことだと思った。
- 自分で問題を作ることでより内容を理解できた。
- 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
- 難しかったのもあったが勉強になる。
- 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。

(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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

- 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、とてもいい授業だと思った
- 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年間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。

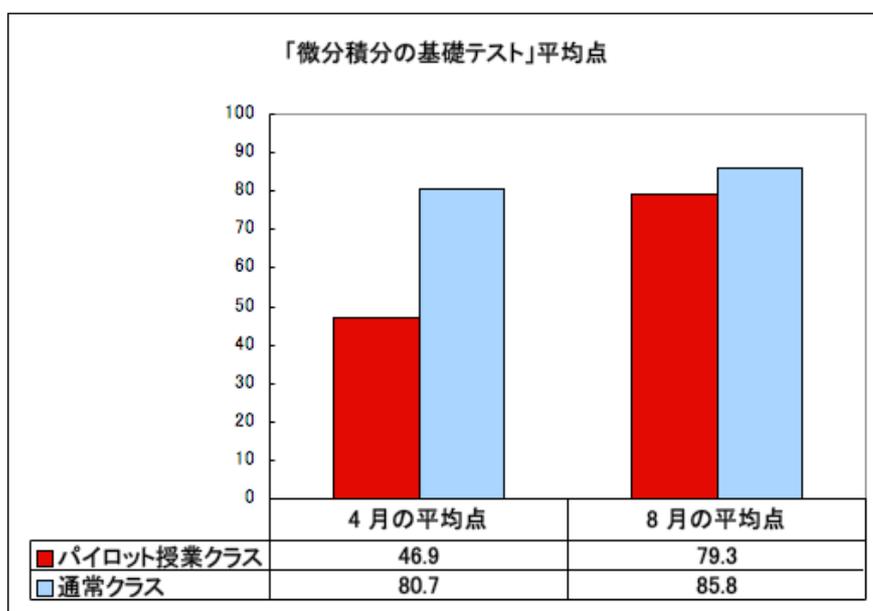
(4) 通常クラスとの比較

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.21 「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。

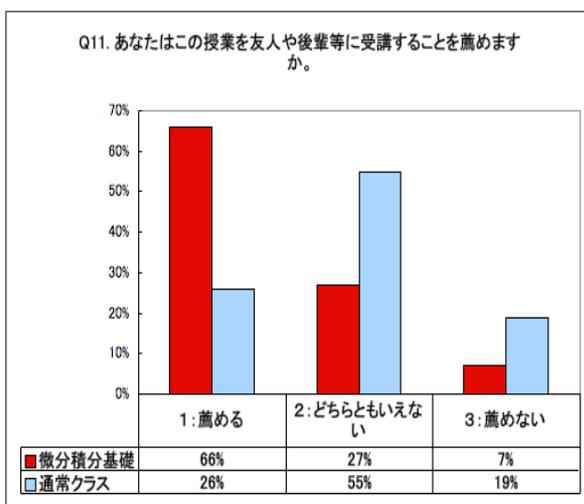
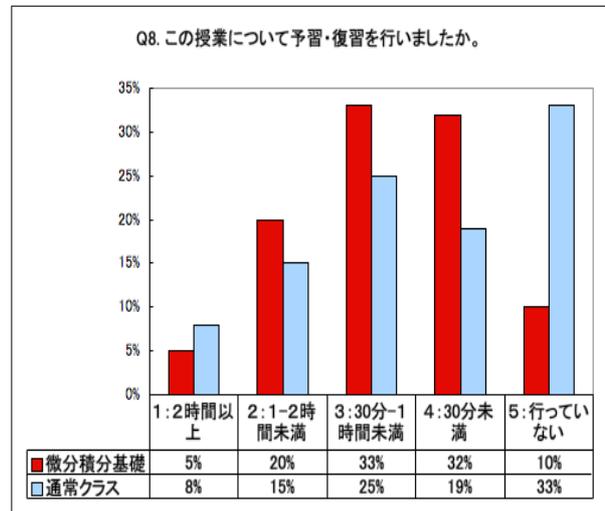
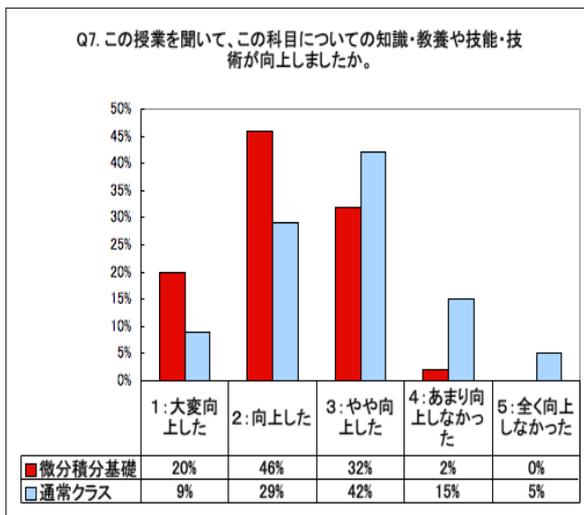
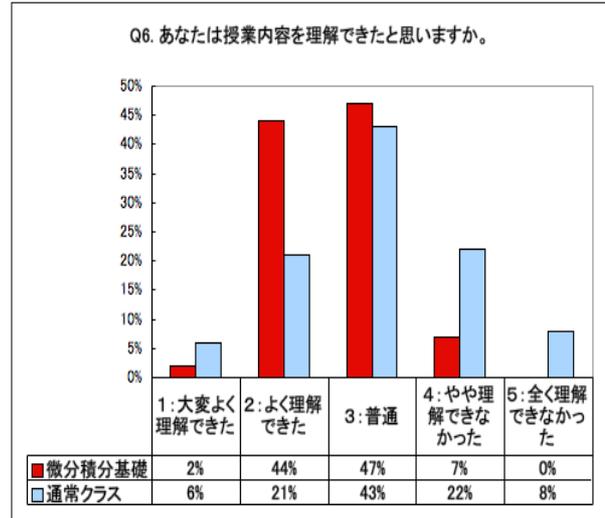
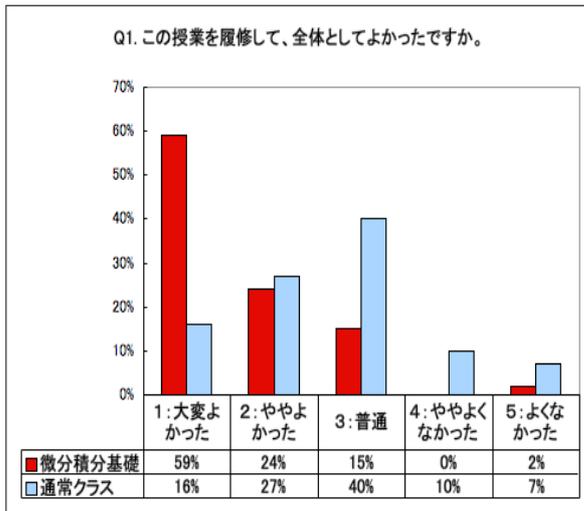
Q8 この授業について予習・復習を行いましたか。

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.21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.21「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。

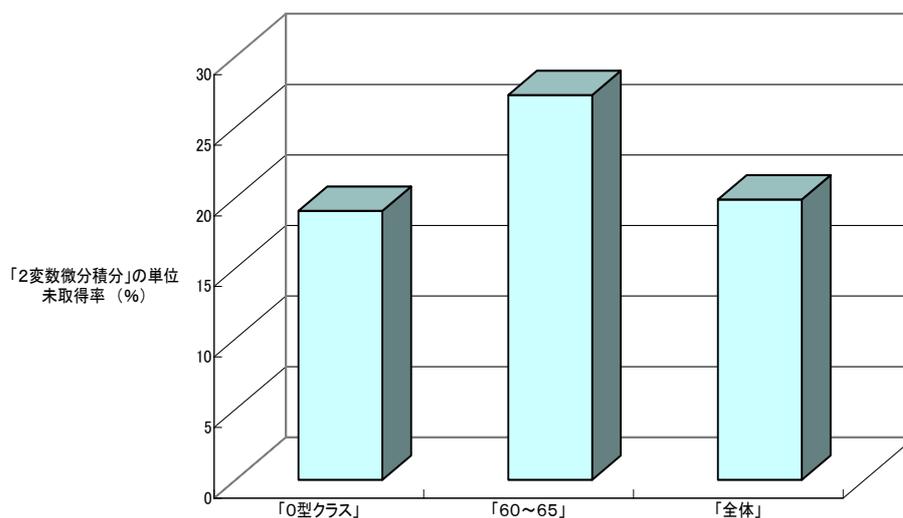


(5) 追跡調査

0型クラスの学生が通常クラスの学生に、入学時に必要な数学の基礎学力の面(主に数学IIIの内容)で概ね追いついたことはp.39の調査結果で明らかになったが、1年後学期に学ぶ「2変数微分積分」の内容を理解するための基礎学力がどの程度定着しているかは問題である。そこで、平成17年度0型クラス受講学生の、学科ごとに行われた「2変数微分積分」の単位取得状況について調査した。下のグラフは、次の3つのグループごとに調査した「2変数微分積分」の単位未取得率の比較である。

- 0型クラスの学生のうち、「微分積分入門」「微分積分基礎」2つの試験をともに受験した学生42名(「0型クラス」)
- 4月の「微分積分の基礎テスト」の点数が60点～65点であった学生66名(「60～65」)
- Bコースを除く工学部1年次生全体(「全体」)

「0型クラス」の学生の未取得率は、「全体」の未取得率並みであり、このことから、「0型クラス」の学生は「2変数微分積分」の講義の内容を理解するための基礎学力が通常クラスレベルまで上昇していたと考えられる。また、「60～65」グループの未取得率が「全体」の未取得率よりも1割程度高くなっていることから、入学時における数学の基礎学力が不足している者に標準的な学力を持たせる、という0型クラスの方法は効果的であると考えられる(平成18年度からは0型クラスが2クラスに拡大され、「60～65」グループの学生も概ね0型クラスに編成された)。



2 平成 18 年度

(1) 全体的評価

平成 17 年度にパイロット授業として立ち上げた理系基礎教育のシステムは、前節にあるように成績の面でも学生の満足度の面でもある一定の成果を取めたと言える。

平成 18 年度は昨年度の試みを軸に、理系基礎教育のシステムとして次の点を新たに行った。

- 入学時に行った「微分積分の基礎テスト」(プレースメントテスト)の下位約 100 名を 2 クラスに分け(0 型)、前年度と同様、微分積分の授業を週 2 回行った。
- その他の微分積分のクラスは、プレースメントテストの成績によって 4 クラスに分け(1 型)、通常の微分積分の授業を週 1 回行った。
- 0 型クラスについては、工学部に加え、同じ手順によって農学部の学生も数名参加した。
- 理学部は、プレースメントテストのみを行った。
- 1 型については、どのクラスも同じ教科書を使い、同じ成績評価方法を取り入れた(中間試験、期末試験を同じものにした)。
- 前学期の期末時に再度プレースメントテストを行い、微分積分の基礎知識に関するレベルの到達度を量った。
- 物理(力学)について、プレースメントテストを入学時に行い、その成績下位の学生約 50 名に、週 2 コマのパイロット授業を行った(後節に詳述)。

平成 17 年度との大きな違いは、微分積分の授業について 0 型クラスを増設したことと、通常クラス(1 型)の授業の統一化を図ったこと、また、物理(力学)の 0 型パイロット授業を行ったことである。

(2) 0 型クラス

前年度と同様、4 月のガイダンス時に「微分積分の基礎テスト」(プレースメントテスト)を、工学部および農学部(農学部の学生は希望者のみ)の新生に対して行った。その成績の下位約 100 名を成績ごとに 2 クラスに分けて、前年度と同じように週 2 回の微分積分の授業を行った。2 クラスの 0 型クラスのうち、「微分積分の基礎テスト」の下位グループを 00 型、上位グループを 01 型とした。

授業の内容は基本的に昨年度と同じで、まず高校の復習を兼ねた「微分積分入門」を週 2 回全 15 回行い、その後、通常クラス(1 型)とほぼ同様の授業内容である「微分積分基礎」を週 2 回全 15 回に渡って実施した。

CD 自習教材を配布し、授業では、まず自習教材に基づいた前回の内容の復習小テストを行い、講義、場合によっては論述宿題を課す、という形式をとった。これは基本的に前年度と変わらない。

前年度と変わった点は、講義に使用するプリントの簡素化や教材のマイナーチェンジを図ったことと、パソコンを使った学習支援ツールを一部に用いたことがある。これは、特に演習の時間を授業では取れないことから、選択式のテスト問題をパソコンの画面上で解かせるものをメインに、毎回授業の後に担当教員がコメントを載せたり(ブログ機能)、毎回の授業プリントを置いたり、掲示板や質問の機能を備えたものである。

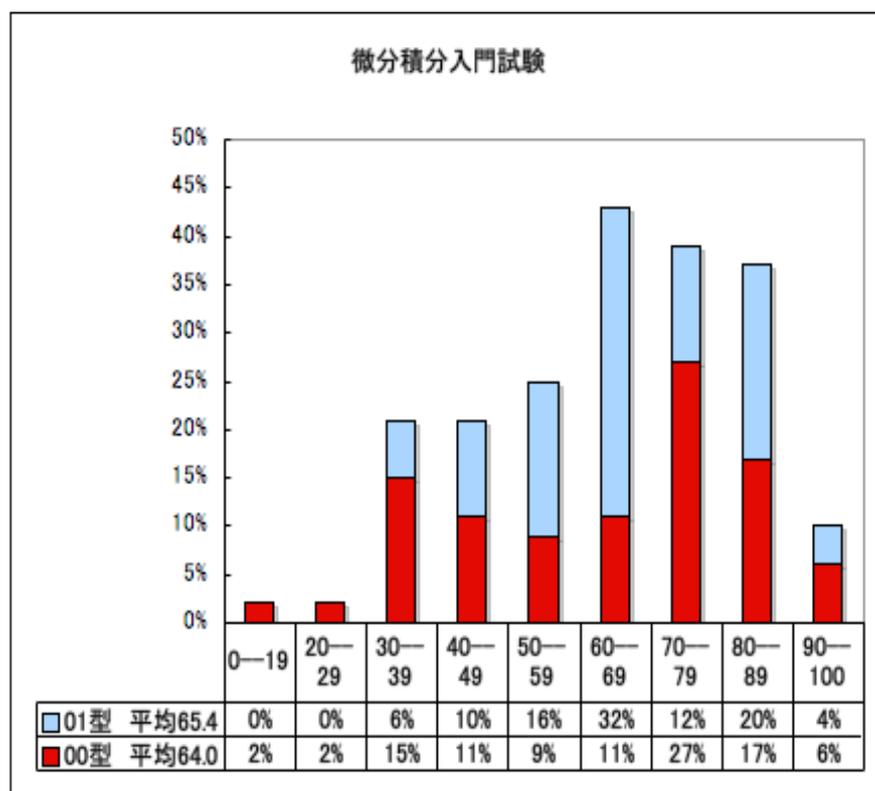
前学期の期末時に、再度4月に行った「微分積分の基礎テスト」を行った。結果的に、00型クラスは平均で30点近く、01型は25点近く成績は上昇し、ある程度微分積分に関しては底上げがなされた。

また、前年度と同様、学生アンケートの結果も良好で、前年度から始まった0型の理系基礎教育のシステムは軌道に乗ったと言えよう。

1 「微分積分入門」の成績

平成18年度の微分積分入門も、基本的に平成17年度と同様の授業スタイルをとっている(p.13「微分積分入門(前半)について」参照)。

試験では、三角関数や指数関数の定義・性質、微分・積分の定義・性質などについて聞いてみた。また、微分の導入の際、微分方程式についても触れたので、それに関する出題もあった。以下が、その結果である。

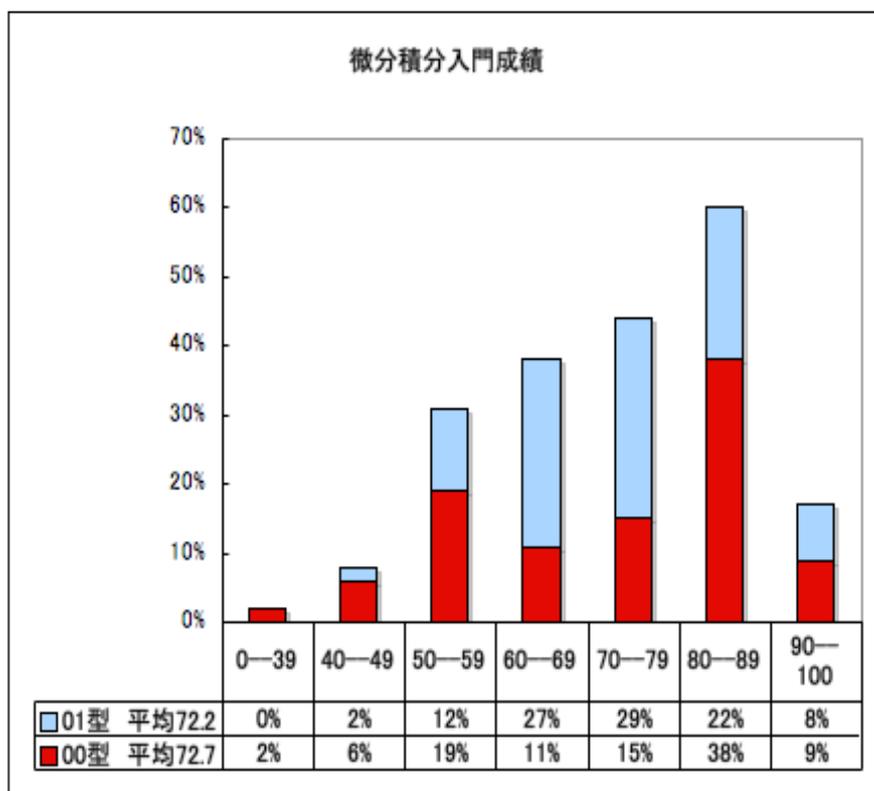


00型に関しては、得点の高い学生とそうでない学生に分布が分かれた感がある。これは、試験問題が単なる計算力や知識を問うものではなく、定義に基づいた計算や微分方程式に関する

問題が出題されており、かなり勉強して(復習して)いないと点数がとれなかったことにその一因があると思われる。実際、定義に基づいた定積分の計算問題などは平均点は低く、一方で、単純な計算問題は高かった。

01 型も各問毎の正答率は 00 型とあまりかわらなかったが、こちらは点数の分布は平均点付近に最も集中している。

次に、実際に学生に出した成績であるが、これも前年度と同様、試験 50%、毎回の小テスト 40%、論述宿題 10% という配点とした。



00 型も 01 型も平均点に違いはあまりないのだが、その成績分布ははっきりと異なっている。00 型においては、試験と同様で、成績の良し悪しがはっきりと分かれている。毎回の小テストの積み重ねもかなり点数の比重が高いため、数学そのものや授業に対する姿勢の差が出ているかもしれない。一方で、01 型は平均的な分布になっている。

前年度はこの微分積分入門では不合格者(49 点以下)は出なかったのだが、今年度は残念なことに数名が単位をとることができなかった。

2 「微分積分入門」のアンケート

平成 18 年度も、教養科目全体で行っているアンケートと、理系基礎教育部で作成した(主に記述式の)アンケートを、授業の最後に行った。

実施日 2006 年 6 月 5 日(月曜日) 1 講時(「微分積分入門」最後の授業時)

有効回答数 00 型 52, 01 型 46

1) 授業についてのアンケート(マーク式)

総評 教養科目全体のアンケートは次の通りである。

- Q1 この授業を履修して、全体としてよかったですか。
- 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。

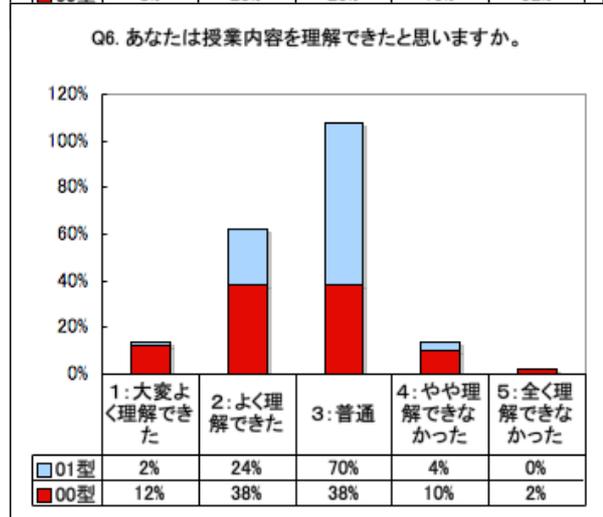
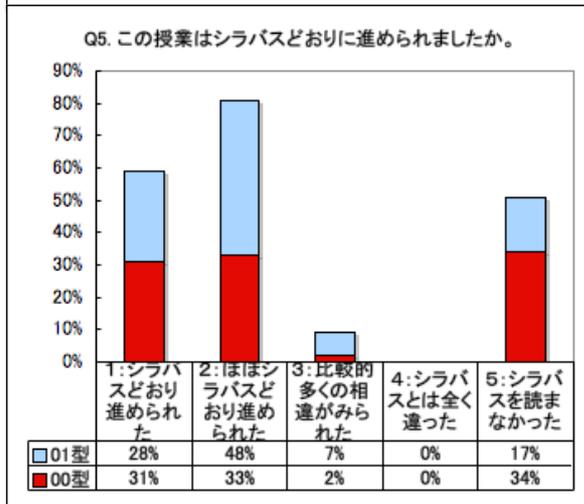
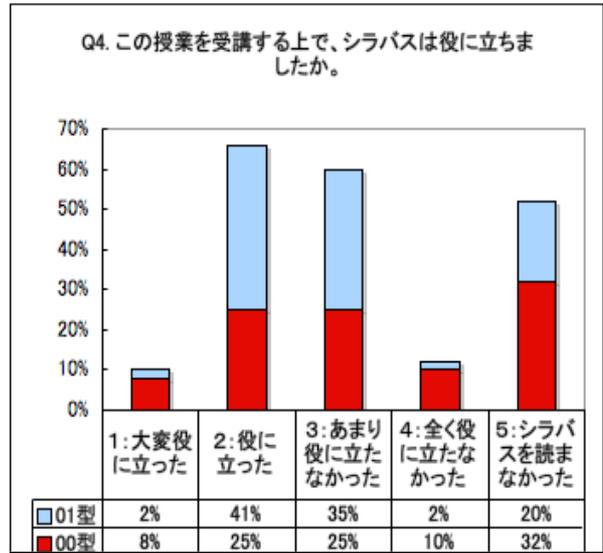
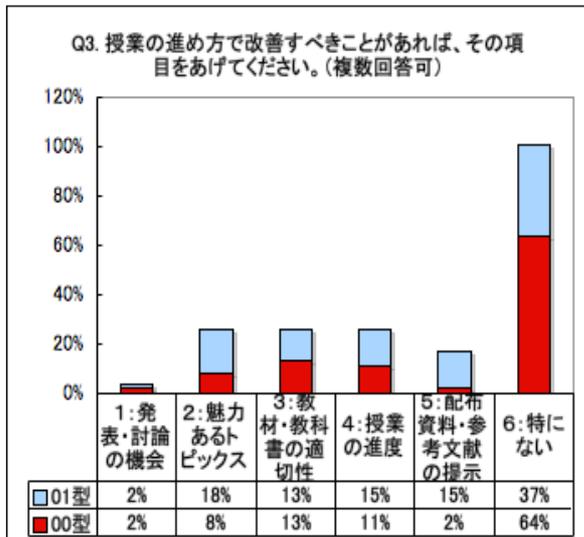
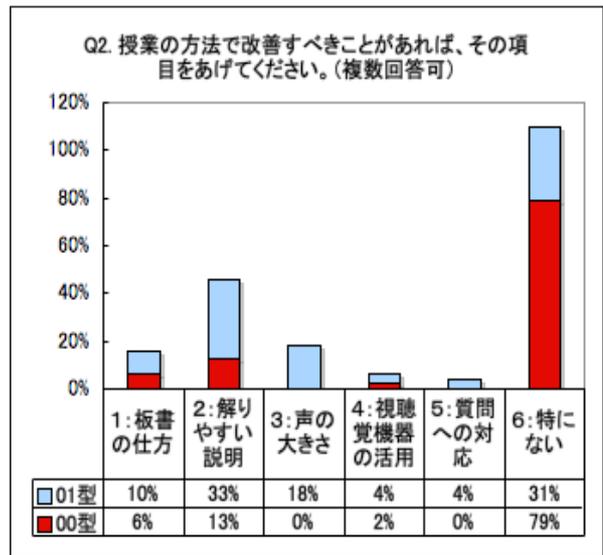
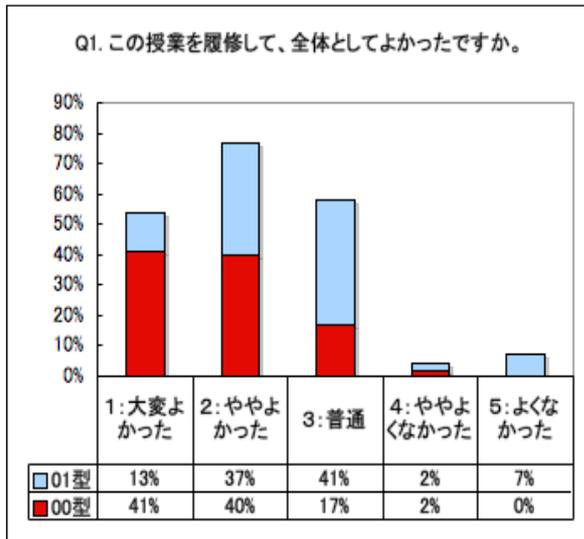
また、これに加えて、理系基礎教育部による独自の次の質問も(前年度同様)行った。

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？

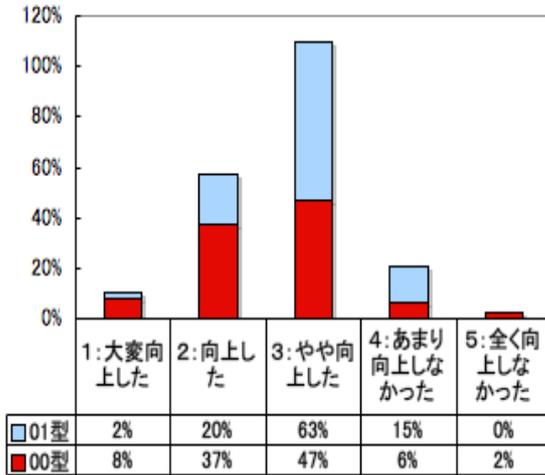
Q1 を見ると、特に 00 型では、この授業に対する学生の満足度が高いことがわかる。この傾向は後述する記述式のアンケートでも同様である。しかも「大変よかった」「ややよかった」と答えている割合は昨年度よりもかなり多い。微分積分の基礎学力に自信がない学生が多いことを表しているようだ。

その他、00 型に関しては、Q6 や Q7 の理解度や Q12 の CD 自習教材の学習時間に関してなど、ほとんどの項目で昨年度と同じような傾向が現れている。

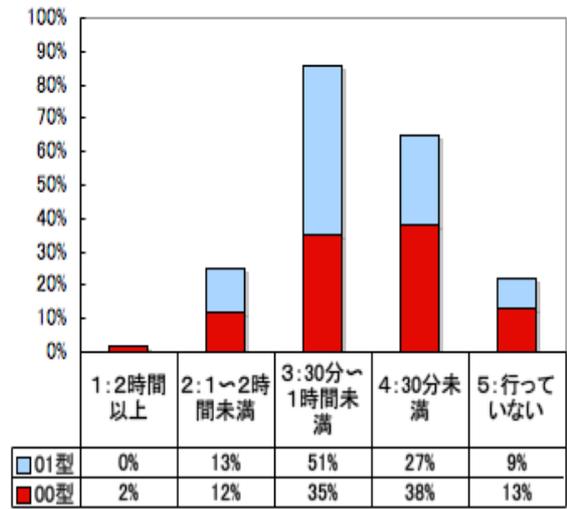
01 型の場合は、00 型よりも危機意識が薄いせいも、00 型ほど授業に関して肯定的でも否定的でもない回答が多い(特に Q1、Q6、Q7、Q11)。



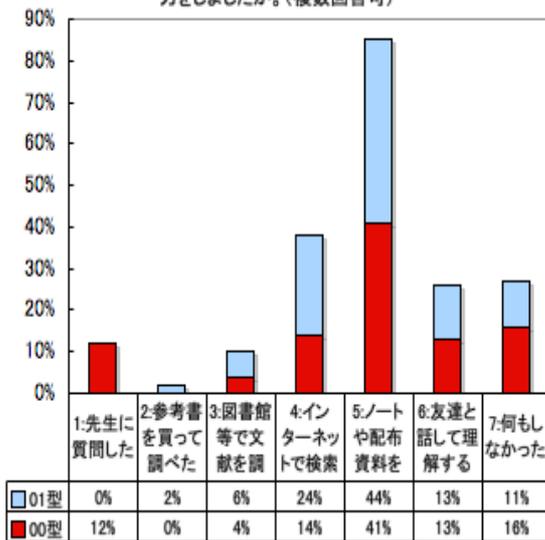
Q7. この授業を聞いて、この科目についての知識・教養や技能・技術が向上しましたか。



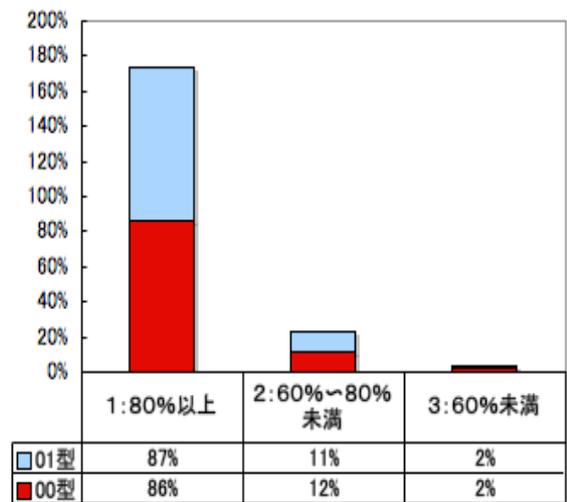
Q8. この授業について予習・復習を行いましたか。



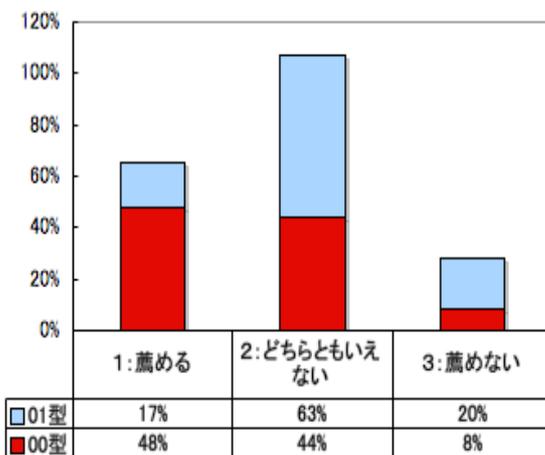
Q9. あなたはこの授業をよく理解するためにどのような努力をしましたか。(複数回答可)



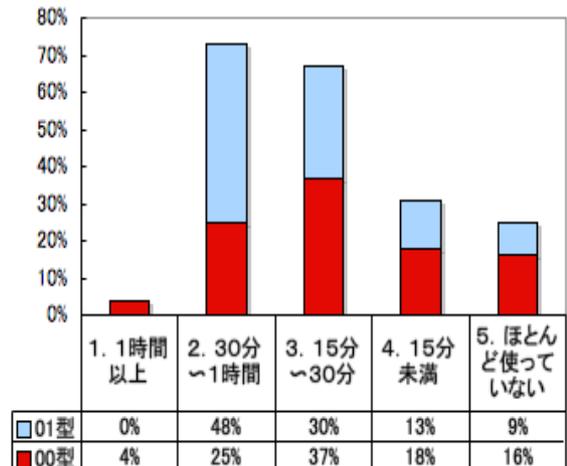
Q10. あなたの出席状況はどうでしたか。



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？



2) クラス分け、授業についてのアンケート (記述式)

総評 昨年度と同様、次の記述式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。

以下にあるように、ほとんどの学生がクラス分けを肯定的に捉えていて、自分のレベルにあっている、という認識をもっているようである。

これは昨年度とまったく同様であり、基礎学力の低下を裏付けるような形になっている。そしてそのことが「微分積分入門」の開講理由の一つにもなっており、来年度以降もこの傾向は続くものと予想される。

(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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

00 型

- とても良いと思いました (複数)
- 授講してもあまり意味はなかった気がする
- クラス分けはいいと思うが、理解できていない分野の授業だけを重点的に受けたかった。
- 時間が空いて忘れていたので、助かった
- 良い事だったと思う。(高校で数 III を習っていない人もいるわけだし)
- もう少しレベルの数を増やした方が良く思う
- みんなスタートラインが違うので良かったと思う。
- 高校では、途中から数 III を使わないクラスにうつったので、クラス分けにより、基礎の授業をうけて良かった。
- 数 III が完璧ではなかったのでいい復習になった
- 正しいと思う
- 数学 III は学習したけれど、習得しきれていなかったのでもう良かった。
- 自分のレベルに合っていて良かったと思う。
- 自分の力に合った授業を受けられるのでよかったと思う。
- クラス分けされてよかったと思う
- 適切な判断だったと思いました。
- 異論はない
- レベル分けされていいと思った。
- ショックだった。(複数)
- 入学時に突然のテストで忘れていた部分があった。そのおかげで微分基礎・入門になったけど、授業内容はまるで簡単で意味がないし、分けて欲しくなかった。
- わからないまま上のクラスにいかなくてよかった
- 授業がふえてしまうのはイヤだが、復習ができるのでいいと思う。
- みんなやった方がいいと思うようないい授業だった。
- 理系の学部だからいいと思う。
- 数 III の勉強に不安があったのでクラス分けはよかったと思います

01 型

- 入学時におけるクラス分けにて、テストをしたことで、大学受験が終了して以来、ほとんど勉強していなかった人にとっては、気合を入れなおすよい機会になると思いました。
- 特になし (複数)
- 自分の実力に合った授業が受けられたので良かった
- 大変よかった。(複数)
- 思い出すためには十分よかったと思う。
- やはり自分にあつたレベルで授業を受けた方が学力は伸びると思った。
- 最初のテストだけで実力が分かるのかな？ と思いました
- クラス分けしたおかげで高校の復習ができた
- 事前に説明がないと対策できない
- 自分の数学の力に少し自信がなかったのでもう良かった
- ヘコンだ

(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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

00 型

- 私自身にとってはとても良かったと思っています
- 内容があまりに表面的すぎて高校の授業をサラリと思い出す程度にしかならなかった。
- 基礎から見直せていい授業だと思う。
- 証明の必要性を再認識した
- 復習のような感じだったので良かった。
- アプローチの仕方は高校流ではなかったのよかったと思う
- 高校よりも定理について詳しく理解できた
- とてもよかったですと思います。(複数)
- 良い復習になった。次のレベルへの土台がしっかりできた気がする。
- やはり高校よりはレベルが高かった気がする
- 高校で理解できなかったことが、丁寧な説明でわかるようになったので、よかったですと思う
- 復習というか改めて力になるいい授業だと思う
- 最初の方は簡単だったけど、最後の方は高校レベルを越えていた気がする。
- 自分の不十分だった部分が補えたのでよかったです。
- 必要だったと思う
- 基礎がおろそかになっていたことに気付いた
- 大学に合格してから勉強しなかったのも、いい復習になった
- かなり忘れていた
- 高レベルの数学は多少ごまかしが混じっていたことがわかった。
- 復習になったし、よくわかっていなかったところがくわしくできてよかった。
- やや難しいと感じる所もあったが基礎からの授業だったのでよかったと思います。
- プラスになった
- 忘れていた点を思い出すことができた

01 型

- 高校のときの数学で習ったことについて、あやふやだったので、とてもよい復習になった。
- 復習になってよかった(複数)
- 高校レベルより難しかった。
- よかったと思う。
- 自分のレベルにあっていてよかった。
- 不十分だったので確実にできるようにするのはいいと思いました。
- 主に忘れていたことについての復習だったが、新たに学んだこともあった。
- 自分の情けなさ
- 高校で不足していた式の意味について学べた
- 指数・対数・三角関数の成り立ちからやったからよけいにわからなくなった
- 思ったより忘れていた内容があった。
- 苦ではなかった
- 高校レベルがあまりわからなかったのよかったと思う
- 定義がわかり理解が深まった。

3) CD 教材についてのアンケート (記述式)

総評 CD 自習教材についても昨年度と同様の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 の内容や使いやすさについて感じたことを書いてください。
- (3) 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？
- (4) 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。

これらの設問への回答の傾向も昨年度と大差はない。具体的には、設問 (1) には自宅のパソコンで CD 自習教材を使用した学生が多いことが窺える。また、(2)(3)(4) の教材に関する設問には肯定的なコメントが多い(一方で、一部の計算の説明を意図的に省いた部分については否定的なものも多い)。

2 年間使ってみて、この教材のよいところは、

- 各講義ごとにわかれている
- 過去に遡って参照がしやすい

という点、短所としては

- 計算方法が詳しくない箇所がある
- (パソコンに慣れていないと) 使い方がわからない

ということのようである。これらの反省を踏まえて、来年度以降はより一層の充実を図りたい。

(1) CD を主に使用した場所はどこですか？

00 型

- (a) 自宅のパソコン 34 人
- (b) 大学内のパソコン 8 人 (図書館 4 人, マルチメディア教室 1 人)
- (c) その他の場所のパソコン 2 人 (友達のパソコン 2 人)

(a)(b) 3 人 (図書館 1, マルチメディア教室 1)

(b)(c) 1 人 (友達の家)

01 型 (a) 自宅のパソコン 22 人

- (b) 大学内のパソコン 2 人 (いろいろ 1)
- (c) その他の場所のパソコン 2 人 (先輩のパソコン 1, 友達の家 1)

(2) CD の内容や使いやすさについて感じたことを書いてください。(回答の一部。誤字は原文のまま)

00 型

- 最後の方にヒントがついてなくて最初の簡単な所にヒントがついてるのはいかなものかと思いました
- いちいち開くのがめんどくさい。
- 使いやすかった。(複数)
- 各講義ごとに分れていて良かった。
- 問題があつてよかった
- 使いにくい。教科書の方が良いと思う。
- 板書とちがいいいつでも見れること。文章がやさしくて読みやすかった。
- 復習しやすい。
- たまに問題の解説がほしいと思った。
- ログインがめんどく
- とても便利だった
- ほしい情報を手に入れやすかった。
- もうすこし答えをくわしくかいてもらいたい (複数)
- 使いやすい (複数)
- 回ごとに分けられていたのが使いやすかった
- 使いやすい
- 復習が自分のペースでできてよいと思いました。
- 自分ですぐ答えを確任できて理解しやすかった

01 型

- 模擬小テストの問題が、小テストの問題とよく似ていたので非常に参考になった。
- CD は使いやすかった (複数)
- 模擬小テストはよかった。
- ちょっとわかりづらいところもあった。
- 説明はくわしいと思った
- よかった
- 探す手間がない
- 内容が端的でよかった
- 少し使いづらい
- せつめいがよくできていた
- とてもべんり
- いちいちパソコンを使うのでめんどくさい
- プリントの方がいい
- 家にパソコンがないと不便

(3) 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？(回答の一部。誤字は原文のまま)

00 型

- 模擬テストの勉強になった。
- 役に立った。(複数)
- 確認テストで自分の理解度を確認
- 授業をもう一回受けるのに等しかった。
- わからない所が書いてあってよかった
- あまり使っていない。
- 要点がまとめられている。
- びみょう
- 小テストの役に立った。(複数)
- 問題演習などの役に立った。
- プリントを探す手間がはぶけた
- 解説の他に基本テスト、小テストのように問題があったのが役にたった
- やることによって計算慣れしたと思う
- 多分役に立った
- 問題演習
- あまり役に立たない。
- 読めばわかった。
- 短時間でできる
- 苦手な所だけ何度も反復する時
- 理解が深まった。

01 型

- プリントにない問題が含まれていたので、計算の練習をする時に役に立った。
- 復習がしやすかった。
- 模擬小テスト, 手軽さ。
- 家でもできるのがよかった
- 説明がくわしいので復習する上でとてもよかった
- あいまいなところが思い出せる
- 授業でやった内容が復習できた(複数)
- 復習には使っていない
- 復習に丁度よい。
- 授業でわからなかったことがわかった
- いつも CD をみて練習している
- わからなかったらすぐ前にもどって考えられてよかった
- 小テスト対策
- もぎ小テストは役に立ったと思う

(4) 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。(回答の一部。原文のまま)

00 型

- あまり必要のない気がします。
- 計算の途中過程も書いてほしかった。
- 復習よりも予習のほうで役立った。
- 答えしかのっていないので、計算のし方が書かれていればもっとよかったです。
- なし。(多数)
- 使いやすかったと思う
- 確認問題の解説が欲しい
- パソコンをもっていないので役に立たなかった

01 型

- 解説がわかりづらい
- 便利でいいと思う。
- もう少し計算などの解説を加えてほしい。(複数)
- プリントの方がやりやすい
- よくわかりにくかった
- 特になし(多数)

4) その他 (論述宿題、授業について)

総評 その他 2 つの設問を昨年度と同様に聞いた。

(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、かなりの学生が昨年度同様「難しい」と答えているのだが、今年度目立ったのは、「よかった」「ためになる」などの肯定的意見が少なからず出ていることである。

その理由としては、問題の回数を限定し、さらに内容についても精査したことがあげられるが、それと同時に学生も単なる計算が数学ではないことを学んだ、ということもあるだろう。

来年度以降も、よりよい課題を見出したい。

また、その他の意見も肯定的なものが多かった。

(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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

00 型

- 良かったと思います
- もう少し分かりやすい例があればよかったなあとと思う。
- 例もつけ加えてほしかった。
- 非常に良かった
- 論理的に考えることも必要だと思う。
- 難しかった。(多数)
- もっと増やすべき
- 自分で考えるものは難しかった。
- もともと課程をしっかりと書くのが得意ではないので、つらいところはあった。
- ためになったと思う。
- 少ない回数だったらいいと思う
- よりくわしく理解するのに少し役に立った。
- 本質的な事を考える機会でありよかったです
- 難しいものができるとたいへんだった
- 必要な事だと思う
- 論述のものはよくわからない
- 何を求められているのか分らない
- 抽象的すぎて、何が言いたいのかわからない宿題があった。
- とても良いと思った。
- 難しく何をやればいいのか分からなかった。
- よく書き方がわからなかった。
- 少し難しいときもあった
- よいと思う
- プラスになる
- 証明が苦手だったのでその点で勉強になった
- 大変いいことだと思う

01 型

- 論述式の宿題を出すことはよいことかと思いますが、成練評価にて、10%は少なすぎると思うので、20%ぐらいは成練評価に割り合てたらよいかと思います。
- 特になし(多数)
- 論述宿題をやると理解が深まった
- 論理的に書くという意味は理解できた
- もうちょつと解説がほしい。
- 聞かれていることが分からない場合があった。
- 非常にめんどろだった
- 難しい(多数)
- 方程式の説明が意味がわからなかった
- する時間なかった
- 筆記の問題の練習になった。
- どうすればいいかわからないのもっと具体的な宿題にしてほしい
- 説明できなかつたからできるようになった。
- 書く練習になってよかった

(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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

00 型

- 先生は丁寧で分かりやすかったです。すごく単純な質問をしても、バカにせずきちんと答えてくれてよかったです。
- 論述課題を残してほしい
- とくになし (多数)
- 小テストの時間を削って、授業にまわしてほしい。マークの小テストなら10分もいらない。
- 先生が良かったです。
- 月曜の朝一番に数学をするのはつらかった。なので時間がずれるとよかった。
- 月曜の1限に授業が入るのはつらい。
- ていねいで良かった。ねててゴメンなさい
- いい授業だと思う
- 論述の仕方を授業でやってほしかった。

01 型

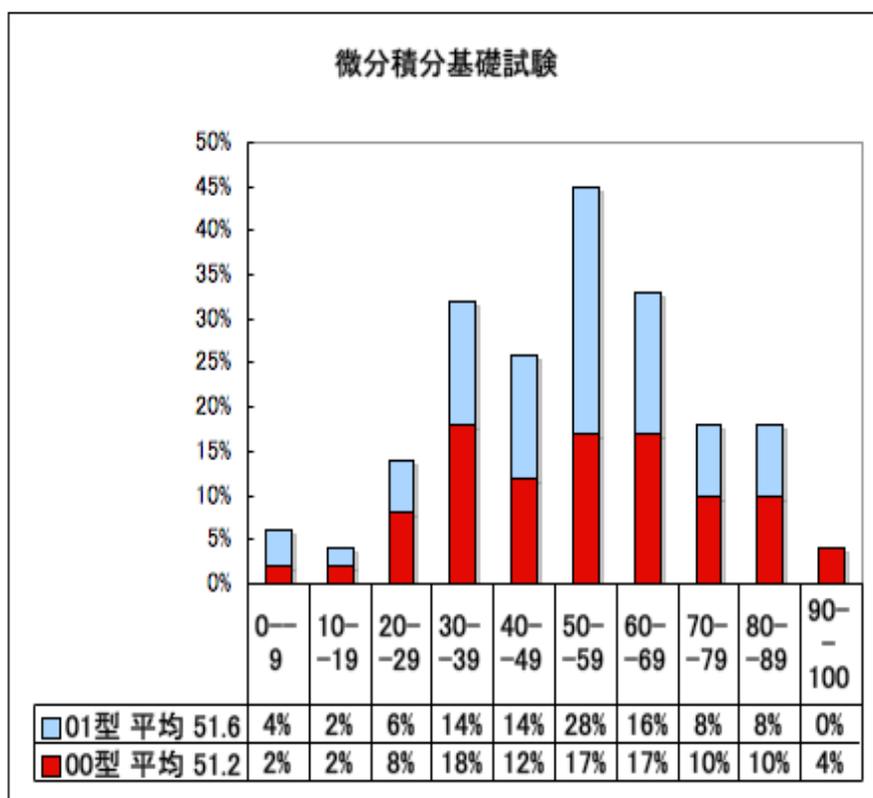
- 高校の時の数学の授業より丁寧でわかりやすく、定義や法則などが生まれるまでのいきさつに関する説明があったので、より、
- 説明だけで眠かった。もっと問題を解くほうがいいと思いました
- 前よりも理解できた所が増えた。

3 「微分積分基礎」の成績

平成 18 年度の「微分積分基礎」の授業は、昨年度の内容をより簡素化かつ厳密化することに主眼を置いた。この相反する 2 つを実現するために、毎回のプリントは原則 A4 用紙 2 枚分とし、論理の把握がしやすいよう工夫する一方、厳密な証明はプリントの最後にまわす、などの工夫をした。

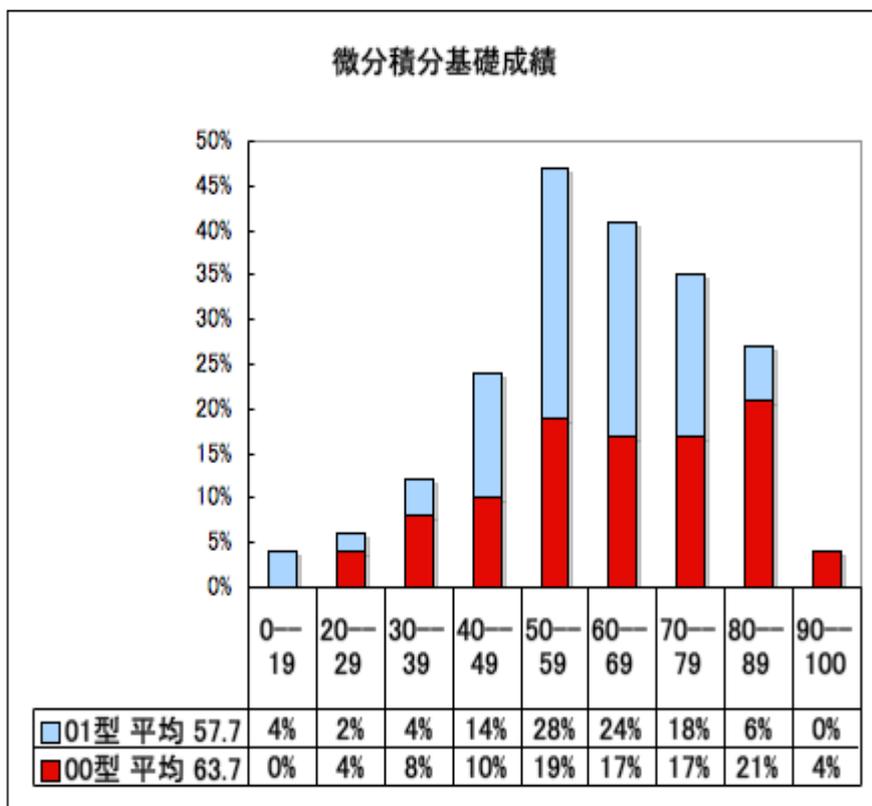
各授業の内容については平成 17 年度と変わらない。

期末試験は、「微分積分入門」と同様、計算問題だけでなく、説明させる問題をかかり取り入れた。結果は以下の通りである。



00 型では、成績の二極分化が起こっており、01 型は平均的な出来になっている。00 型の人数の半分については問題ないのだが、残りの半分への対応が今後の課題である。

次に、最終成績であるが、試験 50%、小テスト 40% (うち、5% は E ラーニングシステム RENANDI 上で毎週行っていた小テストとした)、論述宿題 10% とした。その分布は以下のようになった。



01 型は標準的な分布であり、00 型は上位が多い傾向にある。成績の付け方から推測するに、この一つの理由は、普段の課題 (CD 自習教材や E ラーニングシステム RENANDI 上の宿題) に対する取り組みや、危機意識の差もあるかと思われる。

なお、1 型クラスを含めて不合格者 (49 点以下) には、後学期に「微分積分 I」という、1 変数関数の微分積分の授業を開講している (p.80 「不合格者への対応」参照)。

4 「微分積分基礎」のアンケート

「微分積分基礎」においても、「微分積分入門」と同様に教養科目で行っているマーク式のアンケートと、理系基礎教育部で用意した記述式のアンケートを行った。

実施日 2006年7月31日(月曜日) 1 講時(「微分積分基礎」最後の授業時)

有効回答数 00 型 49、01 型 45

1) 授業についてのアンケート(マーク式)

総評 教養科目全体のアンケートは次の通りである。

- Q1 この授業を履修して、全体としてよかったですか。
- 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。

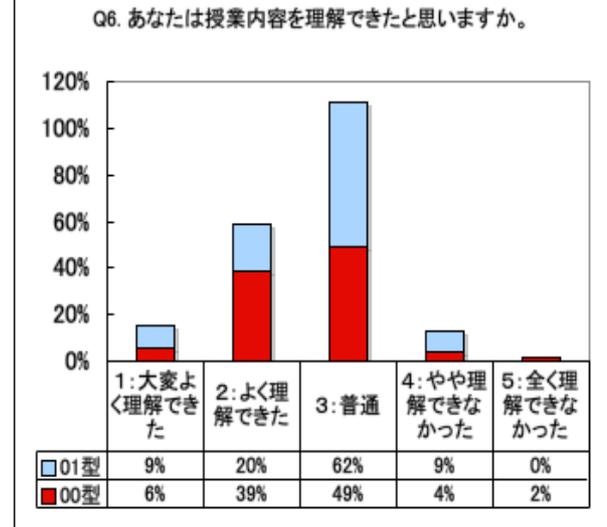
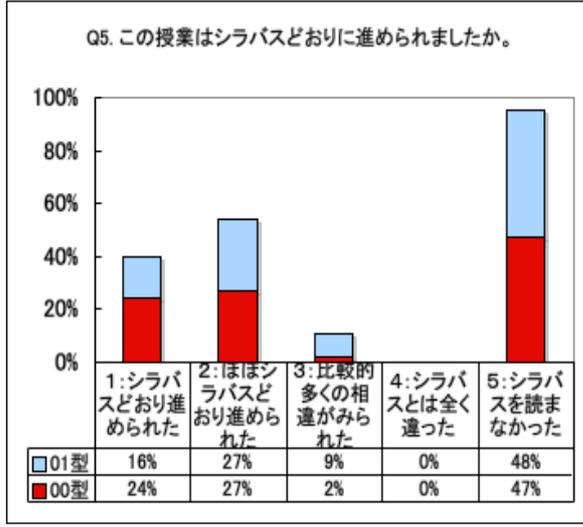
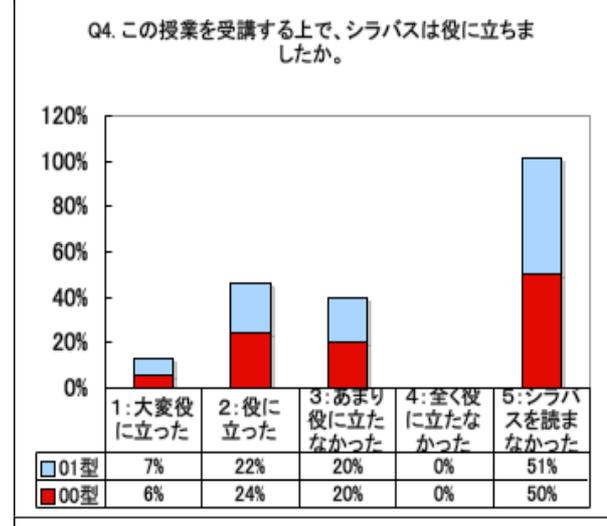
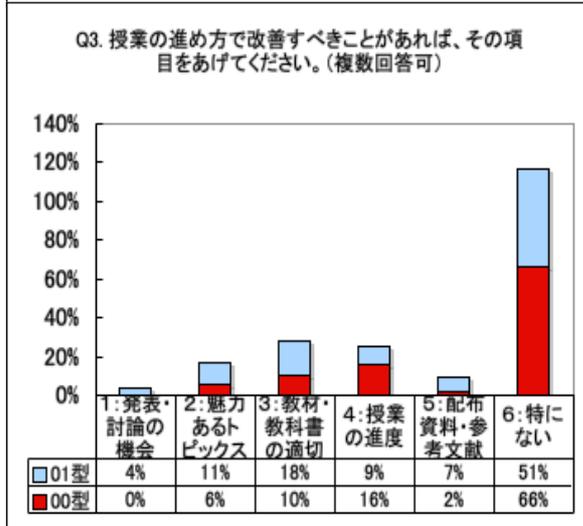
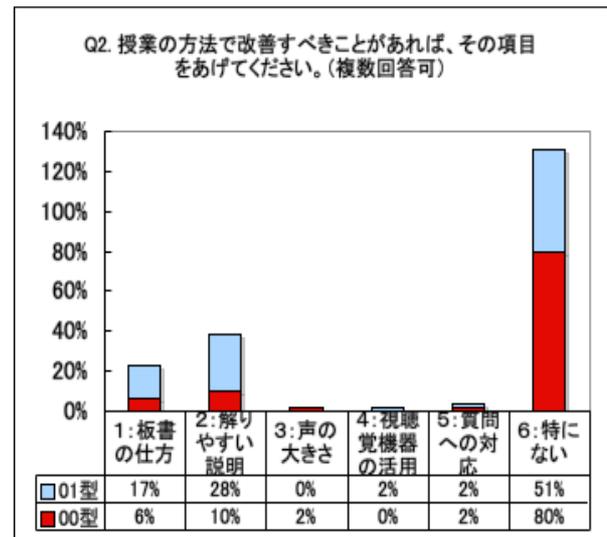
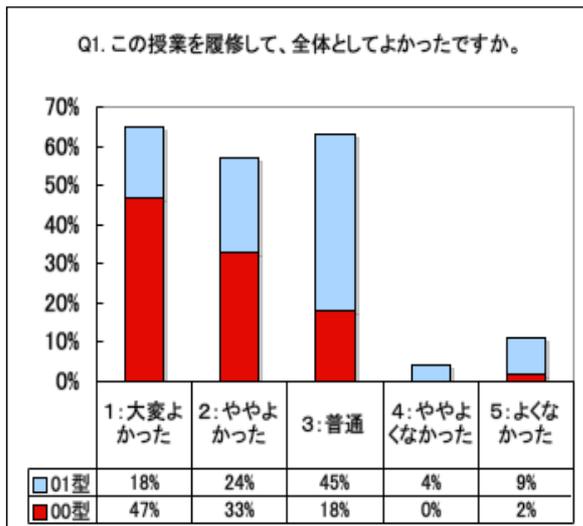
また、これに加えて「微分積分入門」と同じく、CD 自習教材の学習時間を聞いた。

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？

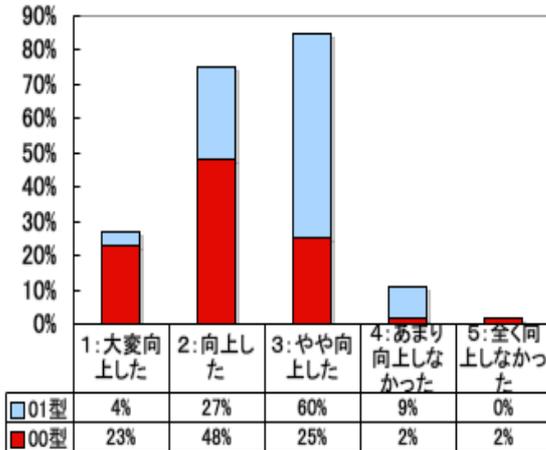
なお、Q12 のみこの授業固有の質問であるが、01 型の回答数が少数となったため、結果は00 型のみを掲載した。

全体的に00 型は良い結果になっている(特に、Q1、Q7、Q11)。今年度は昨年度よりも若干、理論に重きを置いているのだが、アンケートの傾向は昨年度と同様なので、授業の難易度に関わらず基礎部分を理解しようとする意欲があるものと思われる。

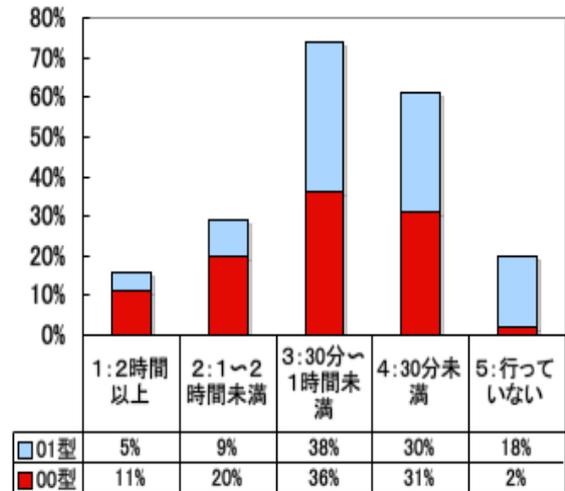
01 型は特に際立ってよいわけではないが、教授法に若干の違いがあるとは言え、プリントその他の内容はすべて同じなので、成績と同様00 型との意欲の違いがあるかもしれない。



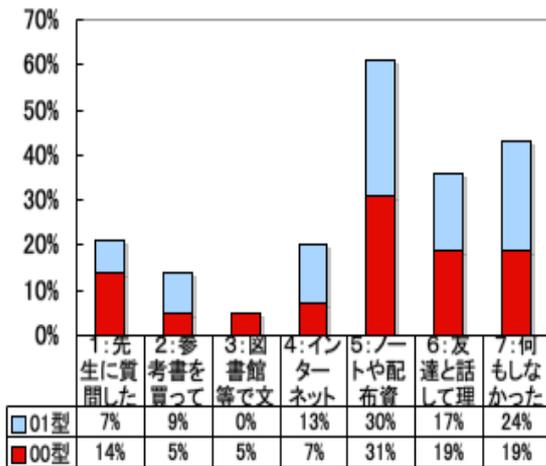
Q7. この授業を聞いて、この科目についての知識・教養
や技能・技術が向上しましたか。



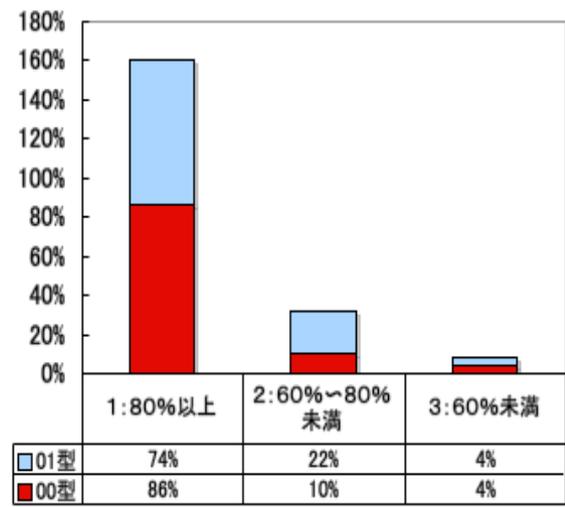
Q8. この授業について予習・復習を行いましたか。



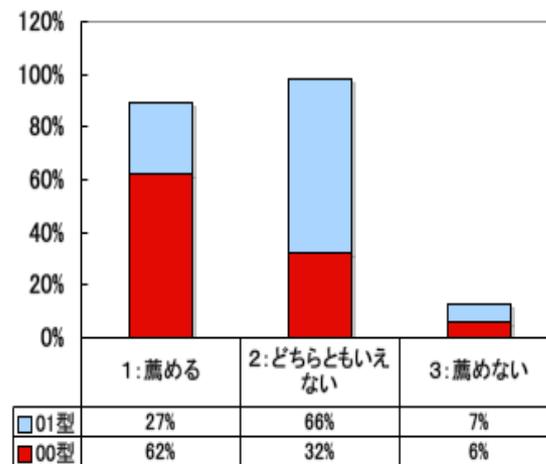
Q9. あなたはこの授業をよく理解するためにどのような努力をしましたか。(複数回答可)



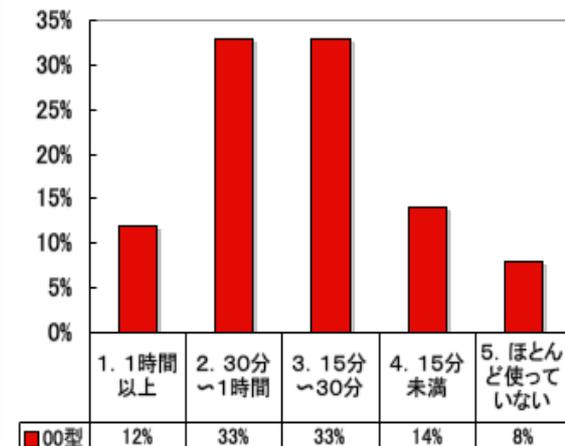
Q10. あなたの出席状況はどうでしたか。



Q11. あなたはこの授業を友人や後輩等に受講することを勧めますか。



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？



2) CD 教材についてのアンケート (記述式)

総評 「微分積分入門」と同じ質問を行った。

- (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？
- (3) 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。

「微分積分入門」のときと同じく、わかりやすい、難しい、解答を詳しくしてほしい、などがもっとも目立った回答だった。

これらを踏まえて、今後の改訂を試みたい。

(1) CD の内容について感じたことを書いてください。(回答の一部。誤字は原文のまま)

00 型

- 模擬小テストに、解答だけでなく、解説をつけてほしい。
- 例題から問題まであってとてもよかった。
- 役に立つ (多数)
- 初心者には難しかったです
- 解答をもっとくわしくしてほしい。(多数)
- プリントと合わせて完ペキになるという感じ
- 予習をする時に具体的な問題があって役に立ちました。
- CD をいちいち開くのがめんどうなので、授業のプリントだけでいいと思う。
- わかりやすかった。(多数)
- よかった (多数)
- あると便利
- 問や例題が出ているところはとてもよかったと思いました。
- プリントと違う問題があってよかった
- わかりやすくいいと思う。問題の解説がもう少しくわしくてもいいと思う。
- たまに解答にミスがあった
- 便利
- 授業より分かりやすかった。
- 授業の内容がしっかり書かれていたので復習しやすかった。
- 小テストがついているのはよいと思った。細かい説明がもう少しほしかった。

01 型

- もう少し解説を加えてほしい。
- 毎回開くのが面倒
- 確認テストの解答が少なかった。
- 入門や基礎は、もっとバカ丁寧ぐらいの説明の方が良いと感じた。
- プリントと違う問題も出題されていて、よい練習になった。
- 授業との相異点が多々見られる。
- つかいやすかった。
- よかった
- わかりづらい
- 適切だと思う。

(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？(回答の一部。誤字は原文のまま)

00 型

- 見直しができた
- これなしでは授業がなりたないくらい重要でした
- 小テストのためにやっていたが、それが内容理解につながった。
- 計算方法や公式を調べる時に役に立った
- 小テストのための勉強
- 見やすくよかった。
- 問題があってそれが役に立ちました。
- 例題、確認テストが問題数をこなすために役に立った。
- 小テスト対策にしかなかった。
- その日の復習をするのに役立った。
- 理解するのによかった
- やりたいときにやれるので楽
- 内容が理解できた
- 公式を再度覚えるためや問題を解いてその内容を理解するために大いに役に立った
- テストみたいに実際にとくのがよかった
- とてもやりやすい。
- なかなか良かった。(分からない所に気づく点で)
- 問題の練習(多数)
- 計算問題演習
- プリントをなくしても役立つ
- 授業中に出きなかったことをすることができた
- 例題や確認テストといった問題が多くあった
- 授業中分からなかったことをもう一度やることで理解出来た
- 自分の好きなときに復習できた。

01 型

- 問題の解法
- テスト対策
- 例題がプリントとちがったものがあつたので理解しやすくなった。
- 自分の理解の程度を知る上でとても役立った。
- ポイントがまとまっている。
- 問題を解く際、答えを間違った場合でも正解までたどりつけるような道しるべがあつたのがとても役に立った。
- 復習にはつかわなかった。
- わからない所の見直し
- みやすい
- あまり役立たなかった

(3) 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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

00 型

- 特にない。(多数)
- 計算が多くなり せまいつくえと計算用紙を広げるのが大変だった
- わかりやすくなった気がした。
- 基礎のほう少し難しい
- 特に変わった点はなかったと思う
- パソコンをもっていなかったので学校に行かなければならないのがちょっとやだった
- 小テストなどの問題がいい。
- あんまり変わらなかった。
- むづかしかった
- あまりかわらない

01 型

- 使いやすくなった
- 例題の模範解答はもっとこまかく詳しく書いてもらいたかった。
- まちがいが少なくなった
- 後半に入り、授業が難しくなったので、前半のときよりも、CD 自習教材がより参考教材だ思えるようになった。
- 特にない。

2) 自習用のホームページ (RENANDI) について

総評 今年度の「微分積分基礎」から、本格的に E ラーニングシステムを取り入れた。具体的には、

- 各回の授業プリントの掲載
- CD 自習教材の掲載
- 小テスト (計算練習) の実施
- 掲示板、質問

が主なものである。

特に、計算練習の時間が授業時間中には不十分であることから、毎週 4 問を小テストとして (半ば強制的に) 施行した。

そこで、アンケートとしては以下の点に絞って尋ねた。

- (1) あなたはどのように活用しましたか? 該当する番号に○をつけてください。(複数回答可)
1. 教材グループ (CD 教材の内容)
 2. テスト
 3. お知らせ (授業 Blog を読んだ)
 4. 掲示板、質問
 5. その他 (具体的に書いてください)
 6. ほとんど使っていない
- (2) 自習用のホームページ RENANDI について感じたことを書いてください。

結果としては、以下にある通り、概ね好評であった。授業だけでは疎かになってしまう問題練習をこのように自習の形で行うことができたことがその一因のようだ。

ただし、CD 自習教材でもそうであったように、コンテンツの作成には労力が必要なため、今年度は必要最小限の活用となった。来年度は問題のストックがかなりできるので、より一層の充実を図りたい。

(1) あなたはどのように活用しましたか？該当する番号に○をつけてください。(複数回答可)

1. 教材グループ (CD 教材の内容)
2. テスト
3. お知らせ (授業 Blog を読んだ)
4. 掲示板、質問
5. その他 (具体的に書いてください)()
6. ほとんど使っていない

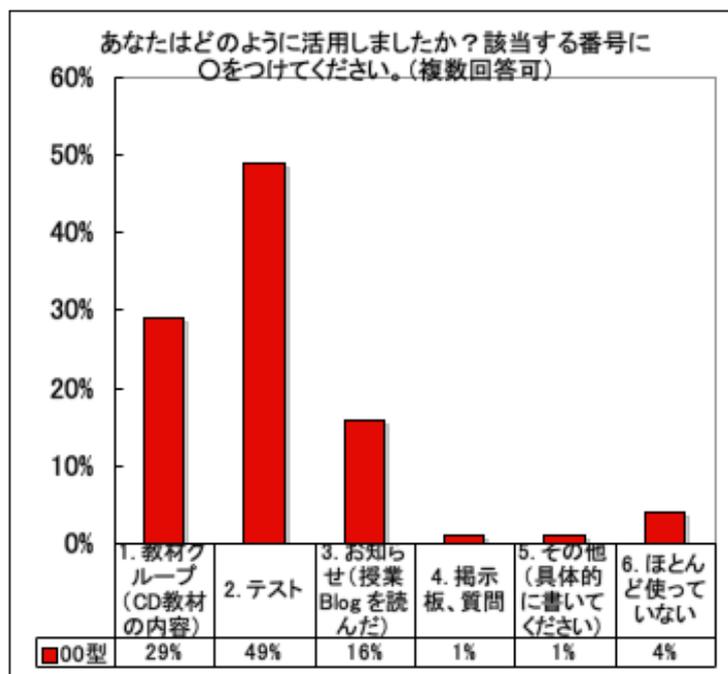
00 型

5 で、成績という回答が 1 名.

01 型

回答数が少なかったなので、人数のみを記す。

1 : 6 名, 2 : 12 名, 3 : 3 名, 4 : 0 名, 5 : 0 名, 6 : 0 名



(2) 自習用のホームページ RENANDI について感じたことを書いてください。(回答の一部。原文のまま)

00 型

- 問題が多くてよかった。
- テストの方がよくするから連習にとっても便利。
- 家のパソコンがネットにつながっていないのでちょっと面倒に感じた。
- 良かったです
- 役に立つ
- テストが良かった。
- 他の講義で使われているのか？
- テスト以外で利用する重要性が低い
- 使いやすかった。
- 掲示板や質問を活用できなかったのが残念だった。
- インターネット上でテストを受けるのは大変。ちゃんとプリントで配ったものでやりたい。
- やりやすく、わかりやすかった。
- どこでもできるからいいと思う。
- 家でつながっていないので、わざわざ学校でやらなきゃいけないところが大変だった。
- 便利. 助かる
- 特にない (複数)
- 良いと思います。
- 使いにくい. やめてほしい
- お手軽にしてほしい
- テストの提出日時がいろいろと変化して困った
- 掲示板を皆が利用できるようになればもっと個人個人の実力が上がると思う。
- よかった
- 選択式なのがよかった。
- URL を毎回プリントに書いてほしい

01 型

- 問題の解き方やだし方がおかしい時がある。
- 良かったと思う
- 毎回パスワードを入力するのがめんどろ。ID だけでも記録しておいてほしい。
- テスト結果を見るとき、自分はどれを解答したのかわかるようになるといいと思う。
- RENANDI を使っていないと小テストでまともな点は期待できないと感じました。
- 特になし。
- つかいやすかった。
- 日記が良かった
- とても役に立った
- テスト形式でよい。

3) その他

総評 授業に対する感想や意見などを聞いた。「よかった」や CD 自習教材に関するものなど様々であった。ここにある有意義なコメントを基に来年度の「微分積分入門」「微分積分基礎」の授業や教材を改善したい。

(1) 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。(回答の一部。誤字は原文のまま)

00 型

- 毎回、授業の後半の内容が時間がないうえに説明が十分でなかった。
- 受けてよかった！でも CD 教材じゃなくて教科書がいい。解説つきの答えをくばってほしい(授業のプリントの)。
- テスト前には全ての問題のくわしい答えが欲しいです
- 特にないです。(多数)
- 講義プリントの解答が群しくない
- 授業のペース配分が、たまに足早になるので、そこを直してくれればいいと思います。
- CD もよいが、教科書のようなものがあればもっと良いと思った。
- CD 教材や RENANDI はめんどくさかったり、開くのにトラブルがあったりで、教科書の方がいい。
- いつも時間が足りない。でも先生の教え方はとてもいいです。
- インターネットを使うことはとてもいい。つながってないとつらいけど。
- 良かった
- 全体的に大分良かったと思います。
- 上で上げた細かい点を改善していけば、かなりいい授業になると思った

01 型

- 良かったと思う
- 週に2回で、しかも内容はけっこう濃いのでついていくのは大変だったけど、この授業を取って本当にためになったと思う。それに記述式の確認テストをもっともっと増やしてほしいと思います。

(3) 1 型クラス

平成 17 年度前学期に始まった 0 型クラスに加えて、標準的な学力をもつ学生を対象とした新編成の 1 型クラスを、18 年度前学期から工学部新入生を対象として実施した。18 年度 1 型クラス実施の目的は、「1 型クラス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」である。

1 型クラスである「微分積分 I」における狙いの 1 つは、高等学校で学んだ初等関数の微分積分について復習しつつ、高等学校では学ばなかった逆三角関数などの典型的な 1 変数関数の微分積分に関する計算を習得することにある。また、不定形の極限や関数のグラフのかき方、級数展開、面積・体積の求積などへの応用について学習し、微分積分の計算の有効性について学ぶことにも重点を置いている。

「微分積分 I」の授業は、前学期毎週 1 回ののべ 15 回に渡って行われた。対象となる学生は、4 月のガイダンス時に行った「微分積分の基礎テスト」(プレースメントテスト)の結果により 0 型クラスに配置された学生及び機械工学科・メディア通信工学科・知能システム工学科 B コース(夜間主コース)の学生を除く 294 人である。この学生を「微分積分の基礎テスト」の成績順に 4 分割したクラス編成をとった(以下、成績が低い方から 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 クラスと呼ぶことにする)。

教科書は、0 型クラス用に作成した CD 教材をシラバスにある 13 回の授業構成にあわせて編集し、練習問題を追加したものを理系基礎教育部で用意・印刷し、1 型クラスすべてで無料配布し使用した(機械工学科・知能システム工学科 B コースでも使用)。

この授業を進める上での特徴的だった点は、

- 1) 授業者の 4 人が毎回の授業前に 30 分程度の打ち合わせを行い、毎回の授業内容の留意事項や学生の理解しにくい点等を確認しあったこと
- 2) 2 回の試験問題を数度にわたって検討し、統一の試験問題で試験を行ったこと
- 3) 欠席の多い学生を学科へ早期に連絡したこと

である。授業者ごとの授業内容のブレを最小限にして、統一の試験問題で試験・評価をするためには 1) の打ち合わせは欠かせなかった。また、従来は学科ごとのクラス編成であったので、欠席の多い学生への対応は授業者によってある程度なされていたと考えられるが、学科ごとのクラス編成でなくなったことでその対応が希薄になることを避けねばならなかった。

この授業では、8 回目に「微分」に関する中間試験、15 回目に「積分」に関する期末試験を行い、成績は中間テストの成績を 4 割、期末テストの成績を 6 割として評価したが、結果として約 25 % の学生が E 評価(単位未取得)となった。これは例年の単位未取得率よりも若干高く、1 型クラス受験者の学科ごと単位未取得率も大きくばらつきがあった。主たる原因は、統一試験を行うことにより成績を厳格につけたことと、成績をつける上での割合を高く設定した期末テストの難度が学生の実態に合っていなかったことが考えられる。基本的な計算技能部分は、演習の量によってその習得度が比較的容易に上がると考えられるので、演習量の増加を促すような自習システムの導入が必要ではないかと思われる。そのような取り組みはすでに 0 型では行われているので、次年度はその活用に向けて準備が進んでいる。

1 授業内容

基礎テストの実施について

平成 18 年度工学部新入生全員、加えて農学部新入生の希望者を対象として、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、「微分積分の基礎テスト」(プレースメントテスト) を実施した。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った。このテストは、1 型クラス授業履修者のスクリーニングテストとして使う他、再度前学期終了時に実施し、習得度の上昇率や他クラスとの比較のために使った。

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 100 名を除く学生を 1 型クラスの履修者とし、成績順に 4 クラスに分割する (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 1 回の授業で、標準的な 1 変数微分積分の基礎教育を行う。

単位設定等について

教養科目分野別基礎科目 (自然系)(2 単位) とし、従来学科ごとに実施されていた分野別科目 (自然系) の数学 (微分積分) と同等なものとする。名称は「微分積分 I」とする。

担当教員について

平成 18 年度前学期の担当教員は、工学部教官 3 名及び理学部教官 1 名とする。

1 型クラスの授業については以下のような目標を掲げた。

概要：初等関数や微分積分のいくつかの有効な性質の本質的意味を学び、典型的な 1 変数関数の微分積分に関する計算を習得する。また、不定形の極限や関数のグラフのかき方、級数展開、面積・体積の求積などへの応用について学習し、微分積分の計算の有効性について学ぶ。

到達目標：

- (1) 初等関数や微分積分の種々の公式やいくつかの有効な手法を使い、典型的な 1 変数関数の微分積分に関する計算が問題なく出来る。
- (2) 初等関数・微分・積分に関係する性質の本質的な意味を理解出来る。
- (3) 論理的に思考・記述することが出来る。主体的に学習出来る。

授業の流れ

毎回の授業は、「宿題の解説 → 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。

授業のテーマ

- 1) ガイダンスの後、微分係数・導関数について学び、微分とは何かを学ぶ
- 2) 有理関数・合成関数・逆関数の微分について学ぶ
- 3) 指数・対数関数の導関数について学ぶ
- 4) 三角関数の導関数、逆三角関数の定義と導関数について学ぶ
- 5) 不定形の極限の求め方を学び、その計算を習得する
- 6) 関数の増減の調べ方、グラフの書き方を学ぶ

- 7) マクローリン展開の意味を知り、簡単な展開の計算を習得する
- 8) (1)-(7)に関する試験
- 9) 試験の解答の後、定積分・不定積分の意味、微分積分学の基本定理について学ぶ
- 10) 部分積分・置換積分について学び、基本的な計算を習得する
- 11) 部分分数分解と有理関数の積分の計算を習得する
- 12) 三角関数の有理式や無理関数の積分の計算を習得する
- 13) 広義積分の定義を知り、簡単な広義積分の計算を習得する
- 14) 極座標の場合の計算を含めて、面積・体積の求め方等を学ぶ
- 15) (9)-(14)に関する試験

授業者間の打ち合わせ

今回の授業システムにおける最大の特徴は、授業者の4人が毎回の授業前に30分程度の打ち合わせを行い、毎回の授業内容の留意事項や学生の理解しにくい点等を確認しあったことにある。授業内容の留意事項や学生の理解しにくい点、教科書の訂正部分の確認以外の各回の打ち合わせ事項をあげると：

- 1) 教科書の配布依頼。履修対象者と受講生が一致していることの確認依頼。学生への周知事項(出欠、授業内容、授業方法、評価方法等)の確認と周知依頼。
- 2) 2年生以上の受講者数の確認。欠席が多い学生の早めの連絡依頼。中間試験問題の作成方針検討。
- 3) 2回欠席者の確認。教科書の付録部分の周知依頼。中間試験問題の検討。
- 4)-6) 欠席の多い学生の確認。中間試験問題の検討。
- 7) 欠席の多い学生の確認。中間アンケートの実施と提出依頼。中間試験の配点・部分点の検討。追試対象者への連絡依頼。
- 8) 中間試験での不正行為防止の徹底確認。
- 9) 中間試験実施状況の確認。習熟度クラス編成の意図についての周知依頼。
- 10) 欠席の多い学生の確認。中間試験の成績総括。期末試験問題の検討。
- 11)-12) 欠席の多い学生の確認。期末試験問題の検討。
- 13) 欠席の多い学生の確認。期末試験の配点・部分点の検討。
- 14) 欠席の多い学生の確認。期末試験の配点・部分点の検討。期末アンケートの実施依頼。
- 15) 期末試験での不正行為防止の徹底確認。未取得者用の後学期開講科目の周知依頼。

すべての授業が終わった後に、期末試験及び最終成績の総括をまとめ、4人で共通理解をもった。また、「クラス分けの方法」「成績評価方法」「演習時間の不足」「各回の授業内容の微調整の必要性」などの課題が確認された。

2 成績結果

中間テスト

6月15日(木)4講時、1型の4クラス同時に統一問題で中間テストを実施した。試験問題は各単元にわたり平均的に評価するように次の計10問を出題した。

1. 次の各々について y' を求めなさい。

(1) $y = \frac{\sin x}{\cos^2 x} + \tan x$ (2) $y = x \tan^{-1} \sqrt{x}$ (3) $y = x^{-x}$

2. 次の各々の極限を求めなさい。

(1) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x + e^{-x} - 2}{\sin x}$ (2) $\lim_{x \rightarrow \infty} x \left(2^{\frac{1}{x}} - 1 \right)$

3. $\sin^{-1} \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\cos^{-1}(-1)$, $\tan^{-1}(-\sqrt{3})$ の値を求めなさい。

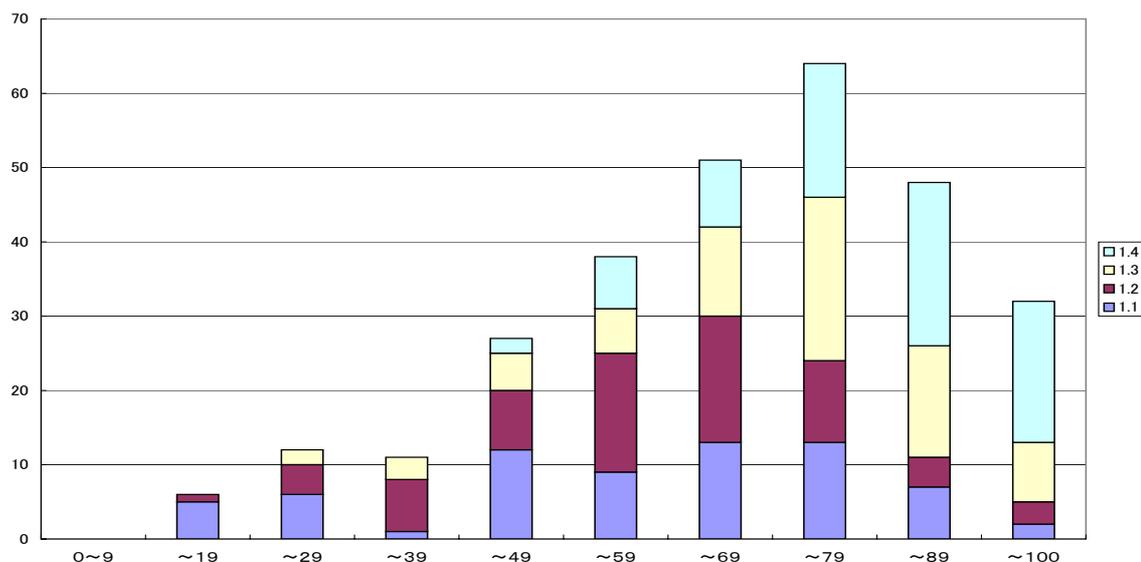
4. $y = \sin 2x$ のマクローリン展開, 及び $y = \cos 3x$ のマクローリン展開を求めなさい。

5. $y = e^x$ のマクローリン展開の x までの項, x^2 までの項, x^3 までの項を利用して, それぞれにおける e の近似値を求めなさい。

6. $\sin x = \frac{e^{ix} - e^{-ix}}{2i}$ 及び $\sin x \sin y = -\frac{1}{2} \{ \cos(x+y) - \cos(x-y) \}$ が成り立つことを, オイラーの公式を用いて示しなさい。

7. $y = \frac{x}{x^2 - 1}$ の増減・凹凸を調べ, グラフをかきなさい。その際, もし存在するならば, 極値をとる点, 変曲点, 漸近線をグラフ上に明示すること。

受験者は合計 288 名 (6 名欠席)。試験の平均点は 66.4 点であったが、各クラスの平均点は 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 クラスの順に 56.8 点, 58.3 点, 70.5 点, 78.3 点であり、「微分積分の基礎テスト」内容の習得度がこの試験結果に強く影響していることがうかがわれる。



期末テスト

8月3日(木) 4 講時、1 型の 4 クラス同時に統一問題で期末テストを実施した。試験問題は各単元にわたり平均的に評価するように次の計 11 問を出題した。

1. 次の各々の積分を計算しなさい。

(1) $\int x^2 \log x dx$ (2) $\int \frac{\sin x (1 - \cos^2 x)}{\cos^3 x} dx$ (3) $\int_0^{\frac{1}{2}} \sin^{-1} x dx$ (4) $\int \frac{x-1}{x(x+1)} dx$
 (5) $\int \frac{-x^2 + 2x + 2}{x^3 - 1} dx$ (6) $\int \frac{1}{1 - \cos x + \sin x} dx$ (7) $\int_1^{+\infty} \frac{1}{x\sqrt{x-1}} dx$

2. 極方程式 $r^2 = \cos 2\theta$ で表される曲線の概形を描き、その曲線によって囲まれる図形の面積を求めなさい。

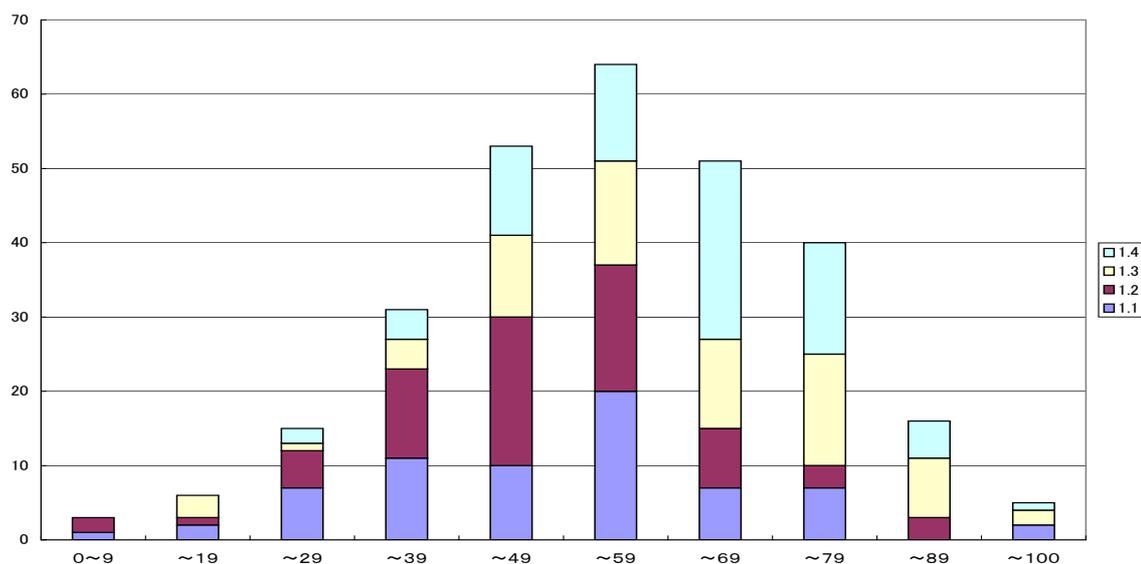
3. 半径 1 の球の体積が $\frac{4\pi}{3}$ で与えられることを、「断面積」という言葉、及びその定積分を用いることにより説明なさい。

4. 次の各問に答えなさい。

(1) $\int_0^1 f(x)dx$ の定義を、シグマ記号と極限を用いて表しなさい。

(2) $\int_a^b f(x)dx$, $\int_a^x f(t)dt$, $\int f(x)dx$ のそれぞれの x に関する微分を計算し、 $\int_a^b f(x)dx$, $\int_a^x f(t)dt$, $\int f(x)dx$ の違いについて、「原始関数」「 x の関数」「積分定数」という言葉を必ず用いることにより説明しなさい。

受験者は合計 284 名 (10 名欠席)。試験の平均点は 54.6 点、各クラスの平均点は 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 クラスの順に 49.0 点, 47.6 点, 60.9 点, 60.1 点であった。教科書の練習問題とほぼ同じような問題を出題したのだが、「…を説明しなさい」といった論述問題 2 問の正答率が低く、積分計算の定着率も予想以上に低かった。

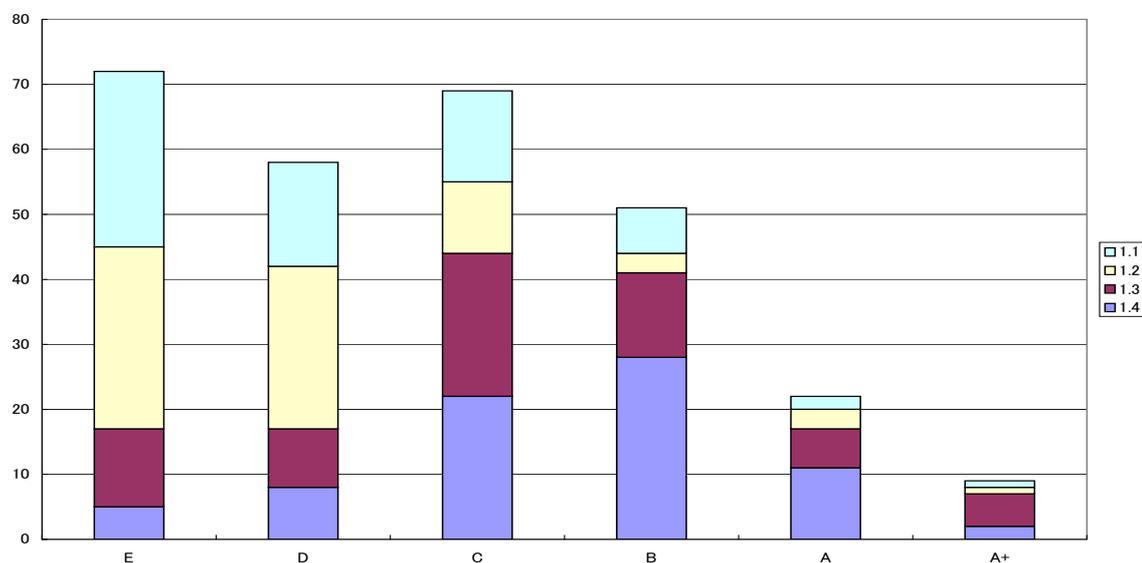


成績

成績は、中間テストの成績を 4 割、期末テストの成績を 6 割として評価し、その割合で換算した点数で 49 点以下を不可 (E)、以下 10 点刻みで D, C, B, A, A+ とした。結果として約 25 % の学生が E 評価 (単位未取得) となった。これは例年の単位未取得率 (平成 16 年度前学期約 24 %, 平成 17 年度前学期約 20 %) よりも若干高く、成績分布も低いほうに偏っている。また、1 型クラス受験者の学科ごと単位未取得率も低いほうから 16 %, 17 %, 24 %, 25 %, 30 %, 47 % と大きくばらつきがある。

主たる原因は、従来は授業者ごとに試験問題を作成し実施・評価していたので良くも悪くも受講者の習得度に試験内容が適合していたが、統一試験を行い成績を統一基準でつけたことによって本来の学力差が明確に出たこと、成績をつける上での割合を高く設定した期末テストの

難度が、積分計算の演習量が絶対的に不足していた学生の実態に合っていなかったことが考えられる。基本的な計算技能部分は、演習の量によってその習得度が比較的容易に上がると考えられるので、演習量の増加を促すような自習システムの導入が必要ではないかと思われる。この自習システムについては、平成 19 年度の稼働を目指して現在、実験的試行が重ねられている。



3 アンケート結果

茨城大学工学部においては、すべての科目で学期途中に自由記述式の間接アンケートをとることが義務づけられている。これにならい 1 型の 4 クラスで同時に、中間試験直前の講義で中間アンケートを実施した。以下がその内容である。ただし、意見は原文から意味をくみ取りまとめてある。また、括弧内の人数は 4 クラス合計の人数であり、複数の指摘をした学生が多数いるので人数の合計はあわない。

1) クラス分けについて

- 習熟度別のクラス分けには賛成 (55 名).
- クラスの人数をもっと少なく (9 名).
- 基礎テストのような基礎事項を診る問題で習熟度を計ることが出来るかは疑問等 (9 名).
- 基礎テスト (クラス分けテスト) の成績が知りたい (8 名).
- このクラスが本当にあっているか疑問 (6 名).
- マーク式のテストではなく記述式にすべき (6 名).
- 習熟度別のクラス分けには反対 (5 名).
- 1 回の抜き打ちテストでクラスを決めるのではなく前もって知らせしてほしい等 (6 名).
- 基礎テストは簡単すぎる (2 名).
- 基礎的な問題が少ない (2 名).
- 標準クラスは学科ごとがよい (2 名).
- テスト時間が短い (1 名).

アンケート結果にあるように、実施初年次という事もあり、基礎テスト実施の入学前の周知や意味づけの徹底が不十分であった。また、学生を基礎テストの成績順に4分割したクラス編成についても、そのクラスが自分にあっているか疑問であるという意見があった。クラス分けの方法については検討の余地があり、現在来年度のクラス分け方法について検討中である。

2) 授業について

ていねいでわかりやすい等 (27名).
進度が速い (20名).
黒板の字が見にくい等 (17名).
今のままで問題ない (12名).
説明が分かりにくい (12名).
もう少しはっきり話してほしい (11名).
進度はちょうどよい (8名).
演習をもっとやってほしい (8名).
今の講義で満足している (8名).
高校で習っていないことはもう少しゆっくりやってほしい (7名).
補足プリントがあると理解しやすい (5名).
進度が遅い (4名).
簡単な問題の解説はとぼしてよい (3名).
自分で問題を解く時間があってよい (3名).
自分で解く時間をもう少しとってほしい (3名).
眠くなる等 (3名).
もっと応用問題を解いてほしい (3名).
息抜きの時間ももっとほしい (2名).
高校と類似している部分をもっと早く終わってよい (2名).
補足プリントがほしい (2名).
黒板を写す時間ももっとほしい (2名).
先生と授業がすごくよい (1名).
この授業はやる気が出るので好きです (1名).
緊張感があってよい (1名).
講義はまあまあ面白い (1名).
公式の証明をしっかりやってほしい (1名).
要点を強調してほしい (1名).
難しい (1名).
速くて集中できる (1名).

この項目は授業者に依存する項目が多く、4クラスでの総合的な判断は出来ない。授業者の4人が毎回の授業前に30分程度の打ち合わせを行い、毎回の授業内容の留意事項や学生の理解しにくい点等を確認しあったことで、授業内容や注意すべき点についての4クラス間のぶれは少なくすることが出来たが、良くも悪くも授業の進めかたに関する個人の癖は存在し、それ

が学生にうまく適合しないとクラス運営は滑らかさを欠くものとなる。各自の授業の進めかたをより良い方向にすることはこの理系基礎教育改革の範疇に収まるものではなく、大学全体のFDの在り方とその真価が問われる点である。

3) 教科書・宿題について

解答をもっと詳しくしてほしい (21名).

教科書の間違が多い (7名).

演習問題をもっと多くしてほしい (2名).

分かりやすい (2名).

教科書が大きすぎる (1名).

学生を書く字が読めないときがあるので、宿題を黒板でやらせるのはやめてほしい (3名).

難しい宿題は指名しないでほしい (1名).

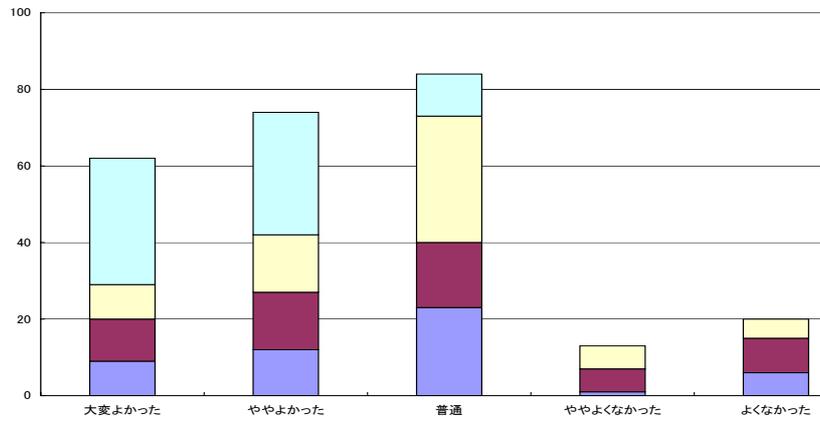
宿題を出してほしい (1名).

実施初年次ということもあったが、教科書の訂正がひじょうに多かった点は反省しなければならない。幸い今年度の試用を経て、明らかな間違いは訂正され、1回の授業ごとの内容も見直される予定である。

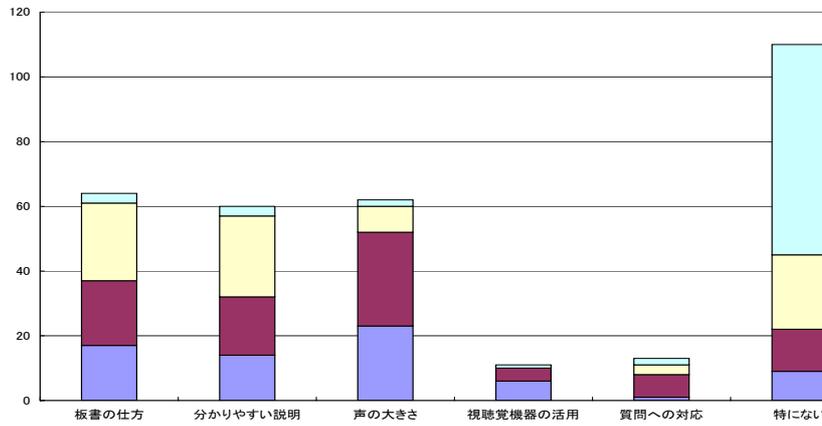
4) マーク式のアンケート

茨城大学においては、教養科目のすべてで学期末に統一した質問事項をもつマーク式のアンケートをとることが義務づけられている。これにならい1型の4クラスで同時に、期末試験前の14回目の授業終了時にアンケートを行った。以下がその詳細なデータである。この授業を受けての全体的な印象は概ね肯定的であったが、教科書の誤りの多さを指摘する学生が多く、また、自ら行う復習が十分になされていない点が問題として見てとれる。「成績」の項でも述べたが、基本的な計算技能部分は演習の量によってその習得度が比較的容易に上がると考えられるので、自ら行う復習を促すような自習システムの導入が必要ではないかと思われる。

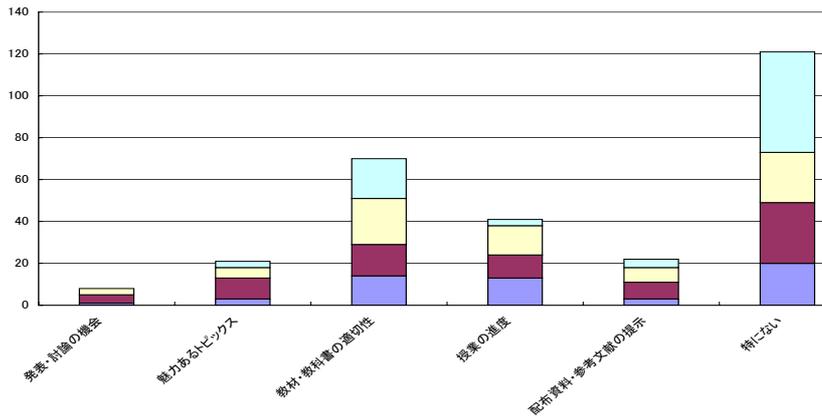
Q1. この授業を履修して、全体としてよかったですか



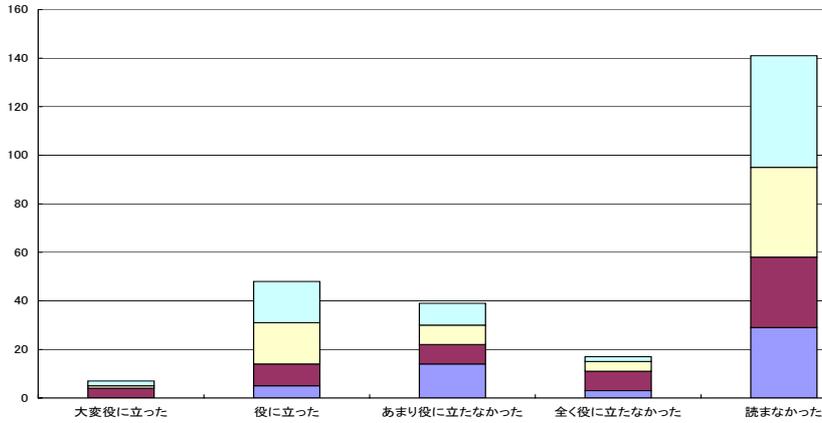
Q2. 授業方法で改善すべきことがあれば、その項目をあげてください



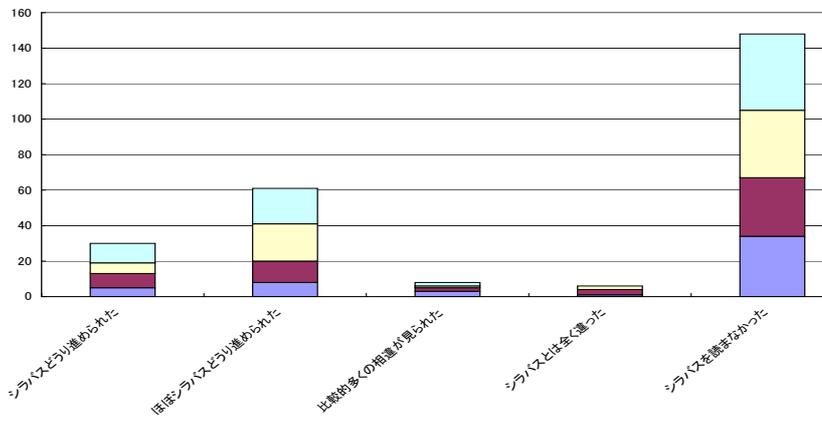
Q3. 授業の進め方で改善すべきことがあれば、その項目をあげてください



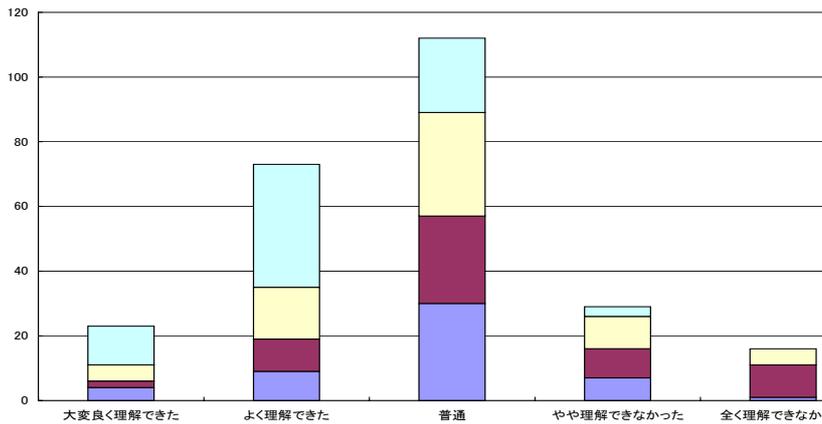
Q4. この授業を理解する上で、シラバスは役に立ちましたか



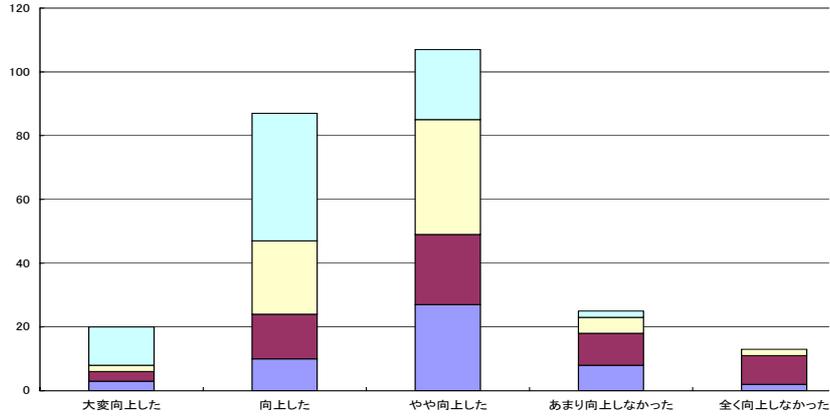
Q5. この授業はシラバスどりに進められましたか



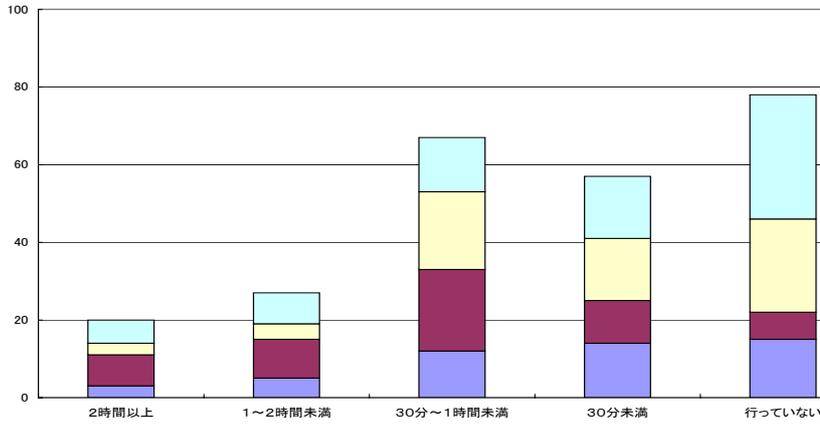
Q6. あなたは授業内容を理解できたと思いますか



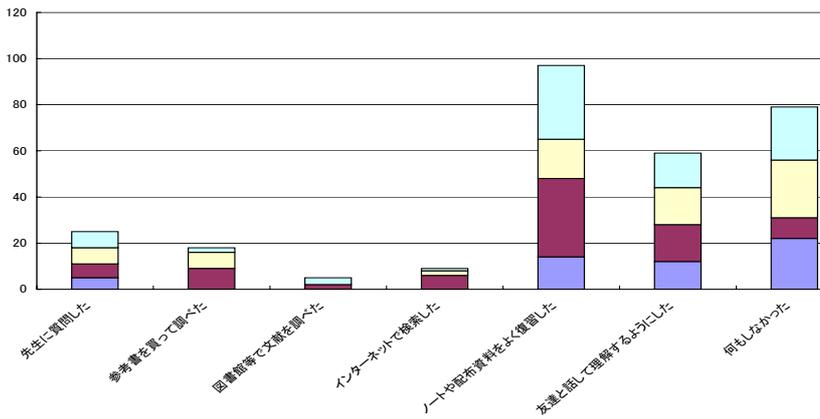
Q7. この授業を聞いて、この科目についての知識・教養や技能・技術が向上しましたか



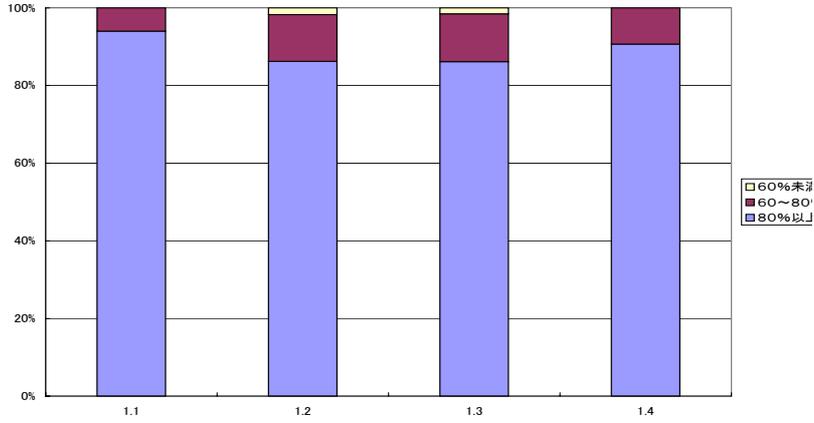
Q8. この授業について予習・復習を行いましたか



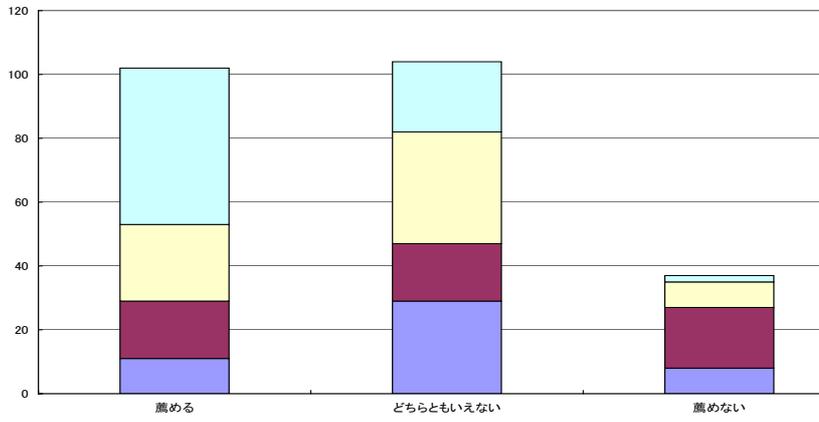
Q9. あなたはこの授業をよく理解するためにどのような努力をしましたか



Q10. あなたの出席状況はどうでしたか



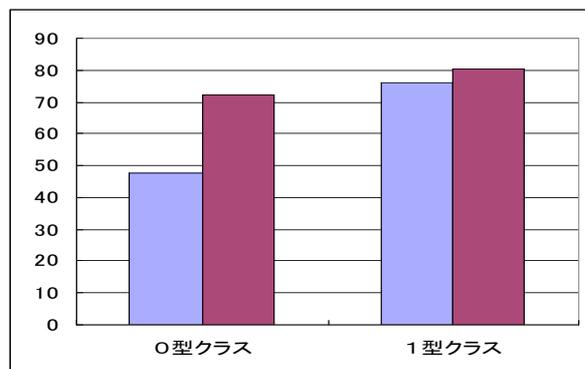
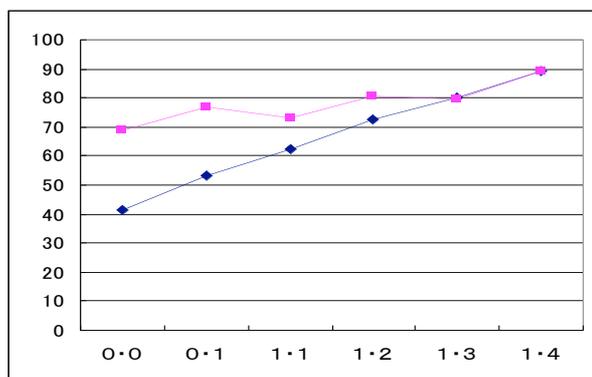
Q11. あなたはこの授業を友人や後輩等に受講することを薦めますか



(4) 4月・8月実施の基礎テスト結果の比較

0型クラスと1型クラスの学生の半年間の数学的基礎学力の伸び具合を確認することは、この講義システムがよいシステムであるかどうかを判断する1つの材料といえる。そのために、4月の基礎テストと同一の問題で8月に再び「微分積分の基礎テスト」(プレースメントテスト)を実施した。以下が4月と8月に実施した基礎テストの成績比較のグラフである。

4月と8月の「基礎テスト」成績の比較



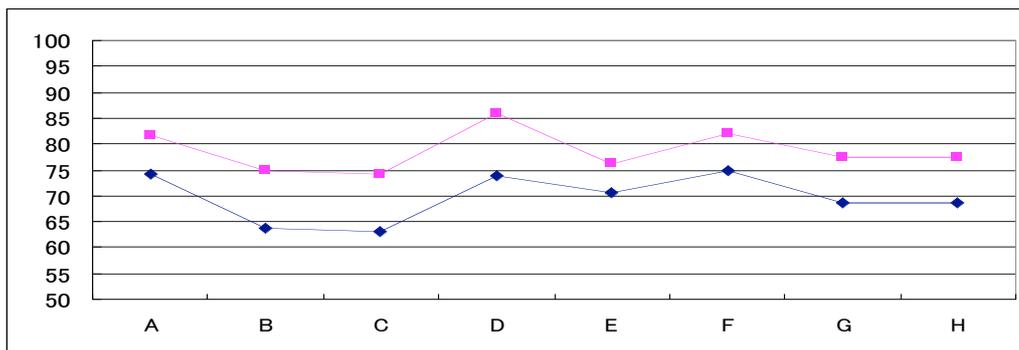
	00	01	1.1	1.2	1.3	1.4
4月	41.6	53.4	62.3	72.4	80.1	89.0
8月	68.9	76.7	73.3	80.5	79.4	89.5

	0型	1型
4月	47.5	76.1
8月	72.0	80.6

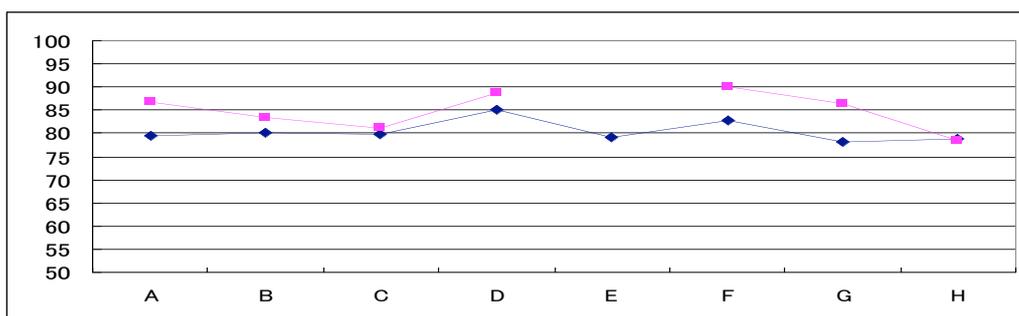
上のグラフから分かることは、0型クラス(00及び01型クラス)の学生は大きな伸びを示し、結果的には1型クラス(1.1、1.2、1.3、1.4クラス)の学生に「基礎テスト」の範囲での学力は概ね追いついたことが見てとれる。また、左のグラフからは、4月の基礎テストの平均点が80点以下であった00、01、1.1、1.2クラスの平均点が、8月の段階では大きく上積みされ、4月時点での学生間の学力差が縮小したことが分かる。

また、昨年と今年の4月と8月の基礎テストの成績を学科ごとに比較したグラフが以下のグラフである。

4月と8月の「基礎テスト」成績の比較（学科ごと）



4月と8月の「基礎テスト」成績の比較（学科ごと）（H17年度）



昨年は学科によって成績の上積みにむらがあり、結果として担当する教員に依存した講義システムであったと考えられるが、今年は各学科とも一定程度以上の上積みが見られ、担当する教員に依存する部分がより小さくなった講義システムといえる。工学部生にとって「1変数微分積分」はその後の教育を受けていく上での基盤となるべき科目であり、担当教員に関わらず毎年度平均的な上積みを得られるような講義システムを構築することが理想的だと考えられる。その意味で、1型クラスのクラス分けの方法に課題が残っているが、学科によらない、授業者間の連絡を密にしたこの講義システムは有効だと考えられる。

(5) 不合格者への対応

工学部の1年生に対し、前学期は全学科において「微分積分 I」あるいは「微分積分基礎」（機械工学科のみ「機械数学 I」）の授業を行ったが、そのうち合計2割ほどの学生が成績評価において不合格となった。

これら（のうち上記科目が何らかの意味で必修）の学生は、通常ならば次年度にまた同一の授業を受けることとなるが、目標はあくまで、卒業時の質の保証であり、十分に基礎部分を理解して2年生にあがってもらうために、1年生の後学期に新たに「微分積分 I」を開講した。

受講者数は91名であり、毎週1回の授業を行っている。授業内容は、前学期の「微分積分 I」と同一である。演習不足を補うために、Eラーニングによる演習を毎回宿題として課している。成績は、この宿題を含め、中間および期末試験にて判定する予定である。

第3部

物理学の基礎教育

1 力学の授業形態

(1) 基本方針について

平成17年度の微分積分のパイロット授業に続き、「物理学の基礎教育」の新しいやり方の企画として、物理学でも平成18年度前期、主に工学部の新生を対象にパイロット授業を実施した。この授業の内容は以下のようなものである。

基礎テストの実施について

微分積分と同様に、平成18年度工学部新生全員に加えて農学部新生の希望者を対象に、高校レベルの基本的事項の習得度を見る基礎テストを実施する。このテストは40分程度でできるものとし、マークシートで解答を行う。テストの結果は基礎クラス履修者のスクリーニングテストとして使う他、前期終了後に再度実施し、得点の上昇率や基礎クラスと通常クラスとの比較に用いる。

クラス編成について

平成17年度の微分積分にならない、上記の基礎テストの下位約50名と、参加を希望する農学部の新入生数名をパイロット授業の履修者とする(工学部の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)。

授業内容について

週に講義と演習を連動して1講時ずつ力学の基礎教育を行う。高校で学ぶ物理を再確認し力学的なものの捉え方、考え方を身に着けるようにし、終了時には通常クラスの学生に概ね追いつくようにする。微分積分と同様に、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教材を用いる。

単位設定について

講義・演習ともに教養科目分野別基礎科目(自然系)(2単位)とし、従来の学科ごとに行われる分野別基礎科目(自然系)の物理学と同等なものとする。講義と演習一方のみの履修は認めない。名称は講義を「力学基礎」とし、演習を「力学基礎演習」とする。

担当教員について

基礎クラスの担当教員は、大学教育センターの任期付き専任教員をあてる。

(2) 授業内容

授業の概要・到達目標・授業の流れ・テーマは以下の通りである。

概要：高等学校で学ぶ物理（「運動とエネルギー」、「力と運動」）について再確認し、主として、1 質点の力学について学ぶ。ここで、力学的なものの捉え方、考え方を身につける。

物体の位置・速度・加速度の記述方法から始めて、ニュートンの運動法則を学ぶ。運動の例として、一様重力場中の放物運動や摩擦や空気抵抗がある運動、ばねに取り付けられた物体の振動等を扱う。仕事やポテンシャルの概念を導入し、エネルギー法則を導く。次に、中心力と角運動量保存則の関係を議論し、太陽のまわりの惑星の運動を扱う。最後に剛体の運動を学ぶ。

到達目標：

- (1) 物体の位置・速度・加速度の記述ができる。
- (2) ニュートンの運動法則を理解し、簡単な力学系の運動方程式を解くことができる。
- (3) エネルギーや運動量、保存則といった諸概念をしっかりと理解できる。
- (4) 力学系の運動を予測し、自分で微分方程式を作成することができる。
- (5) 力学的なものの見方、考え方ができる。

授業の流れ：講義の「力学基礎」と演習の「力学基礎演習」を2講時続けて実施する。授業の流れは「小テスト → 小テストの解答解説 → 基本事項の説明 → 例題の説明 → 類題の演習」を基本とした。

授業のテーマ：

- 1) 全体ガイダンス、位置・速度・加速度 (その1)
- 2) 全体ガイダンス、位置・速度・加速度 (その2)、物体の平衡と力
- 3) 運動の法則、作用反作用の法則と運動量保存則、単位と次元
- 4) 簡単な1次元運動 (自由運動、自由落下、動摩擦、空気抵抗)
- 5) 簡単な2次元運動 (単振動、単振り子)
- 6) 簡単な1次元運動 (減衰振動、強制振動)
- 7) 簡単な2次元運動 (放物運動、空気抵抗ありなし)、中間試験
- 8) 仕事と運動エネルギー
- 9) 保存力とポテンシャル
- 10) 力のモーメントと角運動量
- 11) 中心力と角運動量保存則、平面運動
- 12) 太陽の回りの惑星の運動 (その1)
- 13) 太陽の回りの惑星の運動 (その2)
- 14) 剛体の運動
- 15) 定期試験

2 平成 18 年度実施結果

(1) 全体的評価

平成 18 年度実施した物理学 (力学) のパイロット授業は、概ね前年度の微分積分のパイロット授業と同じ発想で、しかも同じ結果を期待して実施されたものである。この期待からみると、物理学のパイロット授業はあまり成功したとはいえない。入学時と前学期最後に 2 回行った「力学の基礎テスト」(プレースメントテスト)では大幅な点数上昇は起こらず、微分積分のように通常クラスに追いつく程ではなかった。また、アンケートも通常の物理学の授業と比較すれば良い方ではあるが、微分積分のものほどには高い評価は得られなかった。

しかし、問題点はあるものの一定程度成功したと考えている。上記の基礎テストでは、パイロット授業の学生の平均点は、42.4 点(4月)から 56.3 点(8月)に伸びている。一方、パイロット授業に参加していない学生の平均点は、4月に 69.6 点だったものが 8月には 69.3 点で全く上昇していなかった。両者の比較からみると、やはりこのパイロット授業で著しい教育効果があったといえるであろう。ただ、学生の学習状況やアンケート結果から判断して、微分積分の実施結果からは類推できない問題点があったと考えられる。その大きなものは次の 2 点である。

- (1) 力学の学習には微分積分の基礎事項が必要であるにもかかわらず、それが十分に習得できていない学生が少なくなかった。
- (2) 学習の前提となる「物理現象への体験」が不足している学生が相当数存在していた。

このようなことへの対策が十分ではなかったと考えられる。授業全体に対する評価が微分積分のパイロット授業と比較するとそれほど高くないのもこのようなことが背景にあると思われる。また、平成 18 年度は授業を 2 講時続けて行っていたので、アンケートからも分かるように、学生には時間的に大きな負担となっていたようである。これも微分積分ほどアンケートが良くなかった理由の 1 つであると考えられる。今後これらを反省して物理学の基礎教育を企画しなければならない。以下、平成 18 年度の物理学パイロット授業の内容についてまとめておこう。

平成 18 年度に実施した物理学パイロット授業において対象とした学生は、工学部新入生のうち 4 月に行った「力学の基礎テスト」の成績下位 50 名(実際は、日本語の授業と重なる留学生 5 名を除く 45 名)と農学部の数名(同じ「力学の基礎テスト」を受験し、工学部と同じ基準で選んだ受講希望者 3 名)である。微分積分では、週 2 回「微分積分入門」を 15 回行った後、週 2 回「微分積分基礎」の授業 15 回を実施したのであるが、物理学では演習の重要性を考慮して、週 1 回、講義の「力学基礎」と演習の「力学基礎演習」を 2 講時続けて計 15 回実施した。

微分積分のときと同様に、E ラーニング教材としてホームページ形式の CD 教材を開発し、生徒の自主学習教材として 1 回目の授業時に配布した。授業では毎回授業の初めに、前回の講義に対応する CD 教材の模擬小テストに問題を出題して、前回の内容の復習を行った。CD 教材の予習・復習時間に対するアンケート結果を見ると、生徒に自主学習する習慣が付き、CD 教材が非常に有用であることが分かった(p.88「授業についてのアンケート」参照)。しかし、微分積分の CD 教材のアンケートにもあったように、ミスプリントや小テストの解答だけではなく解説も載せてほしいという意見が多数あった。また、微分積分のように、力学でもインター

ネットで教材を見られるようにしてほしいという意見もあった。これらについては今後の検討課題である (p.93 「3) CD 教材についてのアンケート」参照)。

成績は小テスト 4 割、中間試験 3 割、期末試験 3 割で評価した。小テストの比率を高くしたのは、CD 教材の模擬小テストの類題で小テストを行うことにより、CD 教材を用いた自習学習の習慣をつけさせるためである。中間試験の結果は平均が 61.3 点でまずまずの点数であるが、山が 2 つある点数分布になっており、2 極化の傾向が現れている。微分して速度、加速度を求めるような、計算するだけの問題の正答率が高いが、運動方程式を立てて微分方程式を解くような問題の正答率は低かった。期末試験の結果は平均が 50.4 点で定期試験としては厳しい結果になった。問題が多少難しかったこともあるが、出来る生徒と出来ない生徒の差が大きく開いてしまった (p.84 「1 成績」参照)。

今年度の結果は以上の通りである。パイロット授業の反省点を踏まえて、来年度はより教育効果のあるものを目指したい。

(2) 「力学基礎」について

この「力学基礎」では、高校で物理を履修していないなどの物理についての基礎力が足りない学生に、微分積分を用いた力学を基礎から習得させることが目的である。本来、力学は微分積分を使って記述されるので、微分積分を用いて初めて正確な理解が出来る。したがって、物理未履修者を主な対象者とした授業であっても、ただ単に高校で扱う内容の復習ではなく、大学で学ぶ微分積分を用いた力学を演習を交え、数多くの例題、問題を解いて理解することにより、基本事項から丁寧に学ぶ。高等学校での物理 (力学) について再確認し、主に 1 質点の力学から、力学的なもの見方、考え方を習得する。

授業形態は 1 講時目に講義を行い、その後続けて 2 講時目に演習を行った。授業の最初に 10 分程度の小テストを実施し、テスト終了後に解説を行った。

4 月の初めに行った基礎テストの成績に基づき、工学部の学生 45 名、農学部 3 名の計 48 名に対して授業を行った。

第 1、2 回目の講義では、質点の位置、速度、加速度の関係について、第 3 回の講義で運動の 3 法則、第 4、5、6、7 回では、1、2 次元での簡単な運動について、第 8、9、10 回では、仕事と力学的エネルギーについて、第 11 回は力のモーメントと角運動量について、第 12、13 回講義では、中心力場中の運動、第 14 回では剛体の運動について学習した。

1 成績

成績は中間テスト 3 割、期末テスト 3 割、小テスト 4 割の比率で最終成績を評価した。日々の自主学習を重要視するため、通常の授業よりも CD 教材で自習する必要がある小テストの割合を多くした。

小テストについては、基本的に CD 教材の模擬小テストの問題に基づいて出題した。CD を見て復習することを習慣づけさせる為に、前半の第 1 回から第 7 回講義分までは CD 教材の問題をほとんど変えずに出題した。しかし、これでは学生が本当の意味で勉強をしているのかが

疑問だったので、後半の第8回から第13回はCD教材の模擬小テストの問題を少し変えて類題を出題し、自習できるように模擬小テストの解答のプリントを毎回配布した。

中間試験、期末試験はともに平均点はあまり良くない。特に後半になればなるほど出来る生徒と出来ない生徒の差が開いてしまっている。また、微分積分と同様に、ただ計算するような問題についての正解率は高くなっている。

最終的な成績は期末試験の出来が悪かったこともあり、標準的な成績の分布より悪くなっている。

1) 小テスト

総評：毎週講義の初めに、前回の講義内容に関する小テストを行った。問題はCD教材のその講義に対応している部分の模擬小テストに基づくもので、選択式である。

前半の第1回から第7回講義分に比べて、後半の第8回から第13回はCD教材の模擬小テストの内容と変更した部分を増やした為に、後半部分の方が平均点が10点程度低くなっている。

結果は以下の通りである。100点満点で欠席者を除いて平均を算出した。

	内容	平均得点率 (%)	受験者数 (人)	満点者数 (人)
第1回講義分 (4/26)	質点の位置・速度・加速度	83.3	42	24
第2回講義分 (5/10)	質点の変位・速度・加速度の関係	78.7	47	32
第3回講義分 (5/17)	運動の法則	86.4	46	28
第4回講義分 (5/24)	簡単な1次元運動	86.1	46	33
第5回講義分 (5/31)	簡単な1次元運動2(単振動, 単振り子)	86.7	47	29
第6回講義分 (6/14)	簡単な1次元運動3(減衰振動, 強制振動)	92.9	46	35
第7回講義分 (6/14)	簡単な2次元運動	73.7	48	26
第8回講義分 (6/21)	仕事とエネルギー	73.9	45	14
第9回講義分 (6/28)	保存力とポテンシャル	61.6	44	6
第10回講義分 (7/5)	ポテンシャルと力学的エネルギー	76.7	43	20
第11回講義分 (7/12)	力のモーメントと角運動量	72.9	47	15
第12回講義分 (7/19)	中心力場中の物体の運動	76.0	48	16
第13回講義分 (7/26)	惑星の運動	64.4	47	11

2) 中間テスト

総評：中間試験は第1回「質点の位置・速度・加速度」から第6回「簡単な1次元運動」までの内容から大問4題を出題した。試験の平均点は61.3点(受験者数48人)である。各大問の得点率は以下の通りである。

第1問 位置から速度、加速度を求める … 88.4 %

第2問 いろいろな運動に対する小問 … 62.3 %

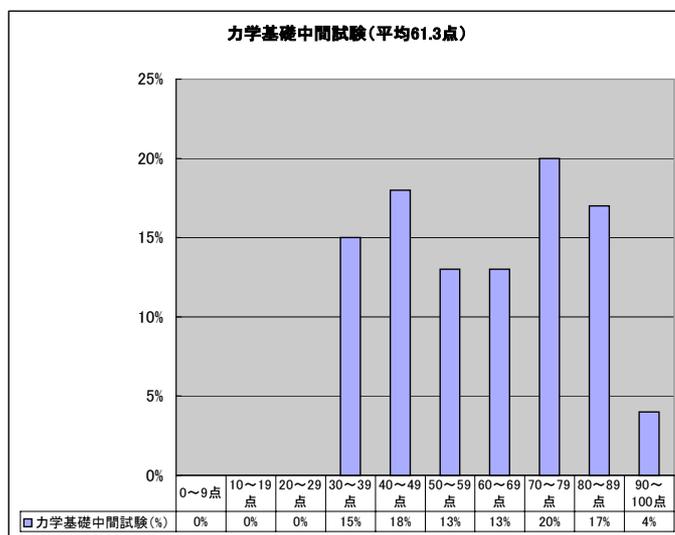
第3問 滑らかな斜面上での運動 … 53.8 %

第4問 摩擦と空気抵抗があるときの運動 … 21.6 %

第1問は微分の計算問題とあまり変わらないのでかなり出来が良かった。それに比べ第4問

は運動方程式を立てて変数分離型の微分方程式を解かせる問題だったので、予想された事ではあるが出来が悪かった。もし物理的な概念の理解が出来たとしても、運動方程式を立ててさらにそれを解くということは、微分積分を十分に習得できていない生徒にはかなり難しいことと思われる。

点数の分布を見ると 2 つ山があり、2 極化の傾向が現れ始め、授業についていけない生徒が出始めている。

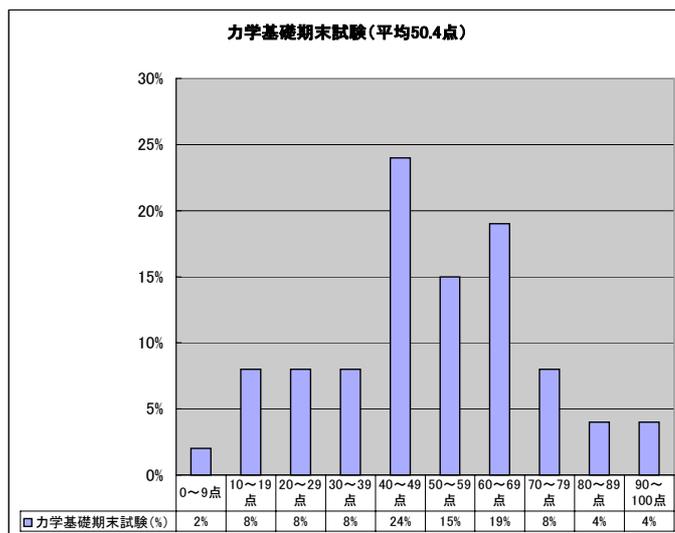


3) 期末テスト

総評：期末試験は中間試験以降の第7回「簡単な2次元運動」から第14回「剛体の運動」の内容から以下の大問5題を出題した。後半になって授業内容が難しくなった事もあり、出来はあまりよくない。試験の平均点は50.4点(受験者数48人)。各大問の得点率は以下の通りである。

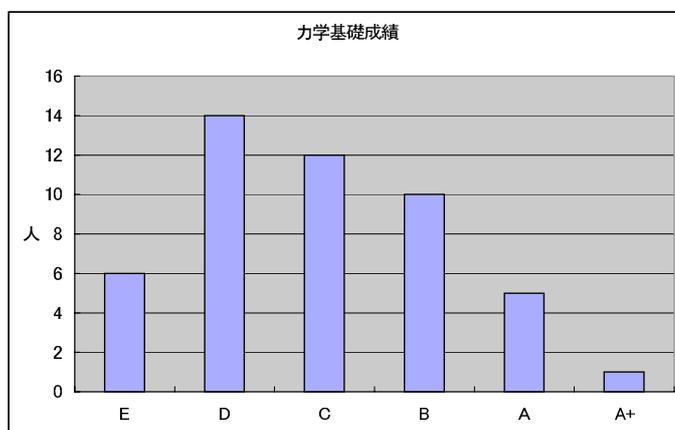
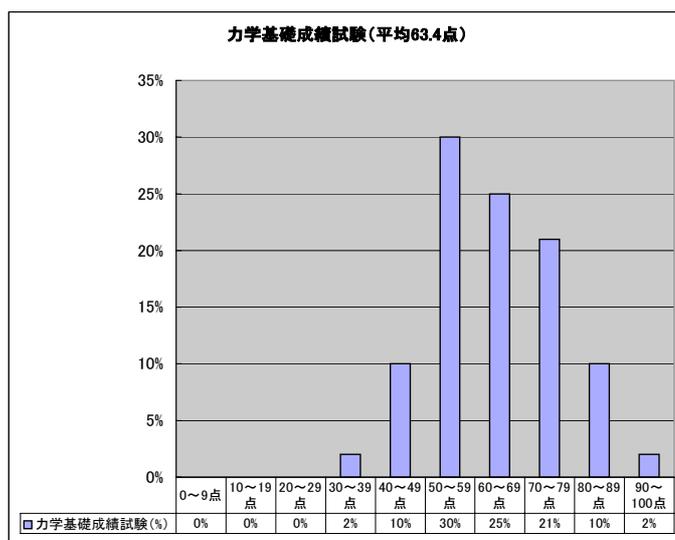
- 第1問 ポテンシャルから保存力を求める … 67.1 %
- 第2問 保存力からポテンシャルを求める … 49.1 %
- 第3問 仕事、角運動量保存、重心などに関する小問 … 62.3 %
- 第4問 角運動量と面積速度 … 32.1 %
- 第5問 有効ポテンシャル … 18.5 %

どの大問に対しても、出来ている問題と出来ていない問題の正解率の差が大きく、簡単な問題なら解けるが、少し問題が難しくなると正解率が落ちている。特に第5問の有効ポテンシャルの問題はかなり出来が悪かった。点数の分布を見ると、問題が多少難しかったこともあるが、出来る生徒と出来ない生徒の差が中間試験の時よりも広がっているのが分かる。



3) 成績

総評：成績は中間テスト3割、期末テスト3割、小テスト4割によって評価した。平均点は63.4点で成績の平均としては少し厳しいものになった。分布は以下の通りである。点数の49点以下をE、50点～59点をD、60点～69点をC、70点～79点をB、80点～89点をA、90点以上をA+としている。成績がDの学生が1番多いというのは少々問題である。



2 アンケート

教養科目すべてについて行われるマーク式のアンケートの他に、「力学基礎」の時間帯や授業形態についてと CD 教材に関することに対する記述式のアンケートを実施した。

マーク式のアンケートについては、「Q1 この授業を履修して、全体としてよかったですか。」という質問に対して、「大変良かった。」「やや良かった。」という肯定的な意見が全体の 55% にのぼり、まずまずの評価といえる。しかし、微分積分の基礎クラスと比較すると「大変良かった。」という人の割合がそれほど多くなく、微分積分ほど高い評価は得られなかった。また、「Q6 この授業について予習・復習を行いましたか。」という質問については、「行っていない。」という人の割合は 1 割以下になっている。これは微分積分と同様に、毎週、授業の最初に前回の授業の内容についての小テストを行っているので、CD 教材等での復習の習慣づけがされたためと思われる。

授業形態についてのアンケートでは、講義と演習をセットで行うことについては「よかった。」という意見が多かったが、授業を行う時間帯や 2 講時続けて授業を行うことについては「つらい。」「集中力が続かない。」などの否定的な意見が圧倒的に多かった。今後は授業を 2 講時続けてではなく、週 2 回別の日に行う方が教育効果があると考えられる。

CD 教材については肯定的な意見も多かったが、小テストなどの解説の不足やミスプリントなどについての指摘も多くみられた。これは今後の改善すべき点である。

実施日 2006 年 7 月 26 日 (水曜日)3・4 講時 (「力学基礎」最後の授業時)

回答数 43

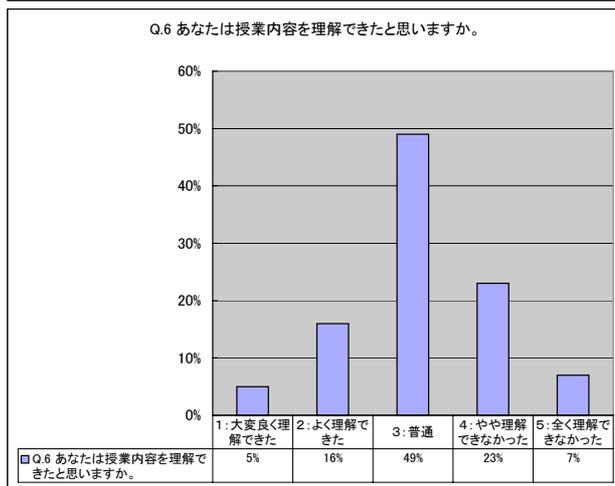
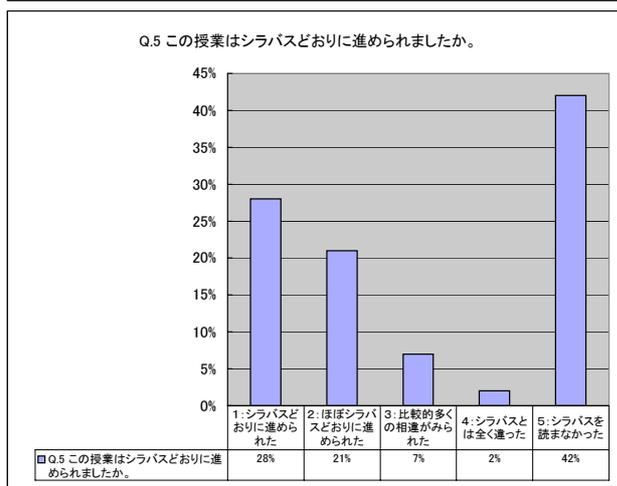
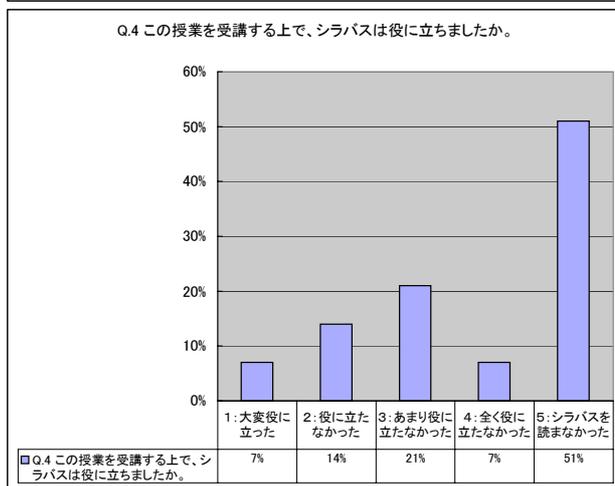
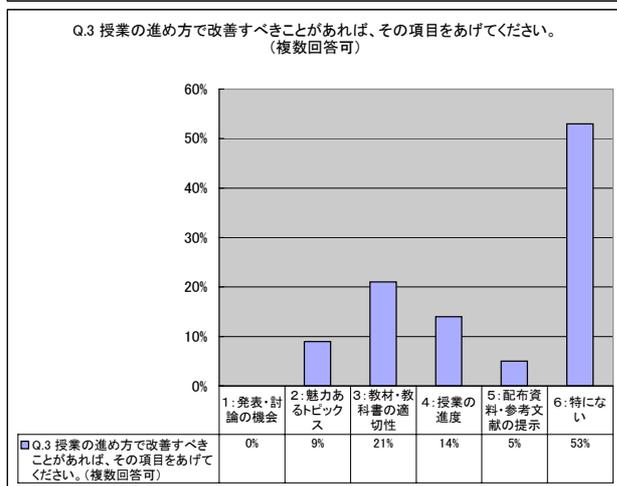
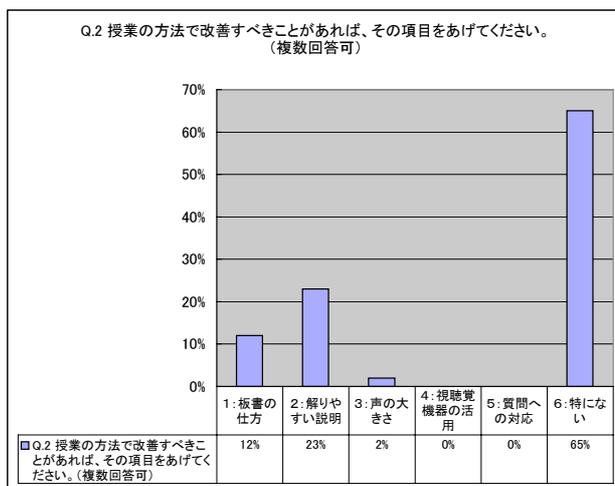
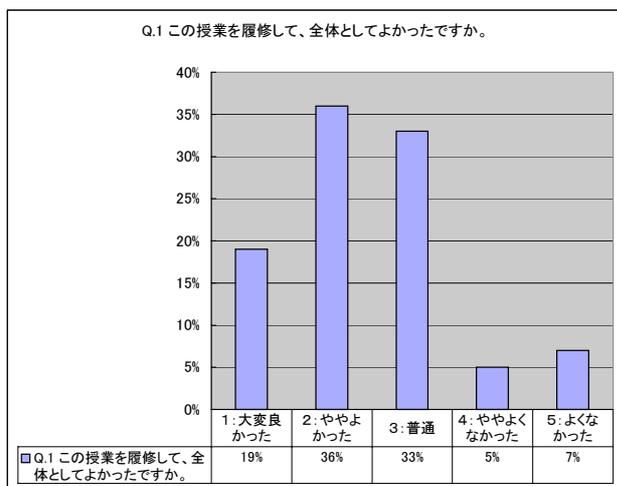
1) 授業についてのアンケート (マーク式)

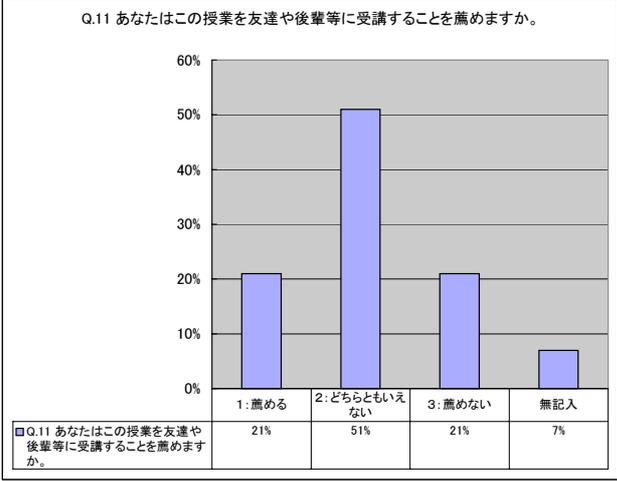
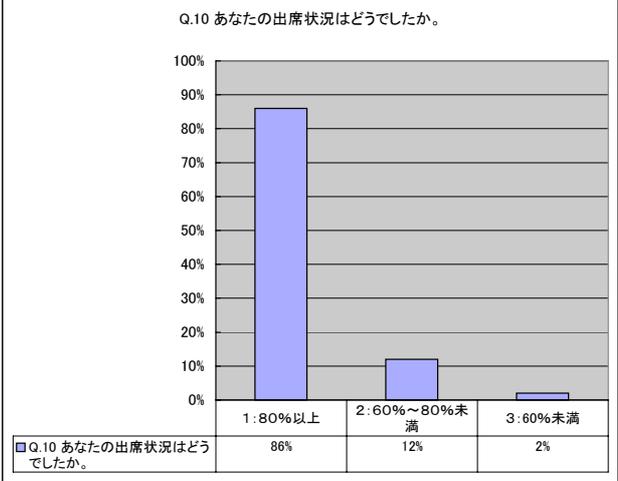
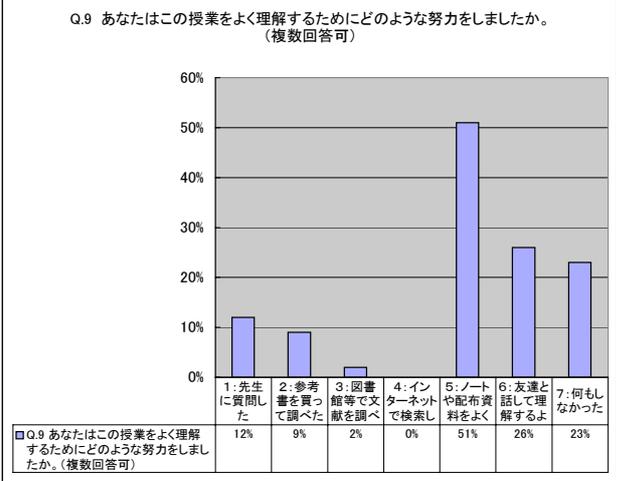
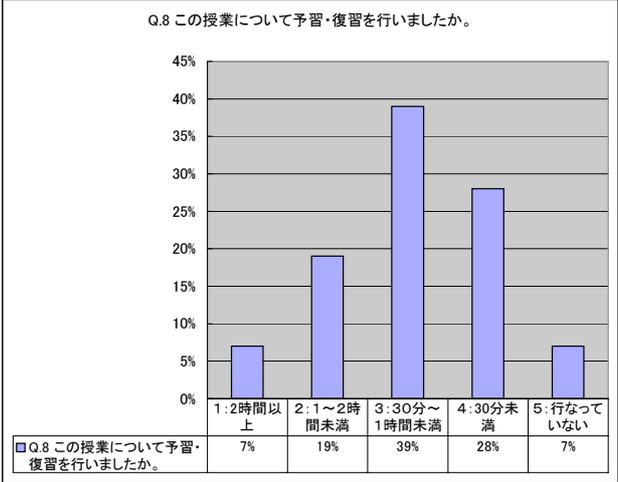
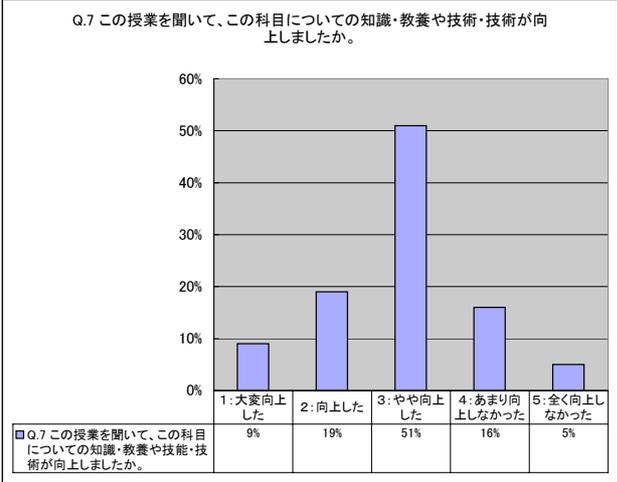
総評：授業に関して次のようなマーク式のアンケートを行った。

- 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達や後輩等に受講することを薦めますか。

Q1、Q2 を見ると授業全体に対する評価はまずまずである。しかし、微分積分と比較すると、微分積分ほど高い評価は得られていない。Q4、Q5 のシラバスについてであるが、微分積分のアンケートと同様にシラバスとの差は感じていないようである。CD 教材の各章と 1 回の講義の内容が対応しているので、シラバス通り授業を実施していたことを考えると当然の結果と

いえる。Q6、Q7の理解度については、微分積分と比較すると、理解度が足りない人の割合が多くなっている。また、CD教材で自習学習をすることを前提としていたので、Q8の予習・復習についてのアンケートはほとんどの人が30分以上の予習・復習を行っている。





2) 授業についてのアンケート (記述式)

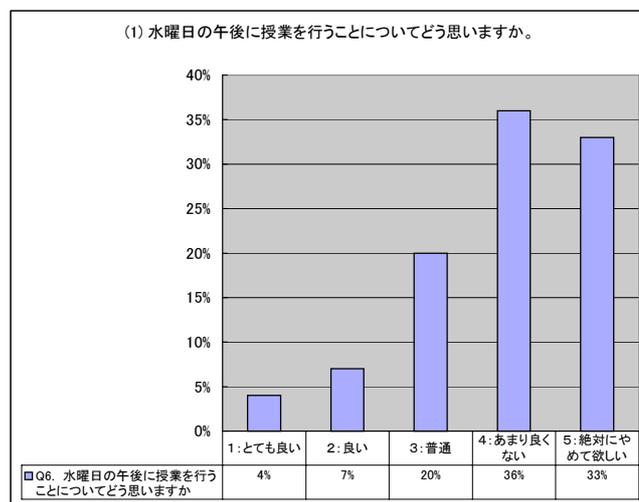
総評：力学基礎の講義の時間帯や形態などについて、次のような自由記述式のアンケートを行った。

- (1) 水曜日の午後に授業を行うことについてどう思いますか。
- (2) 2 講時続けて授業を行うことについてどう思いますか。
- (3) 講義と演習をセットで行うことについて感じたことを書いてください。
- (4) 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。

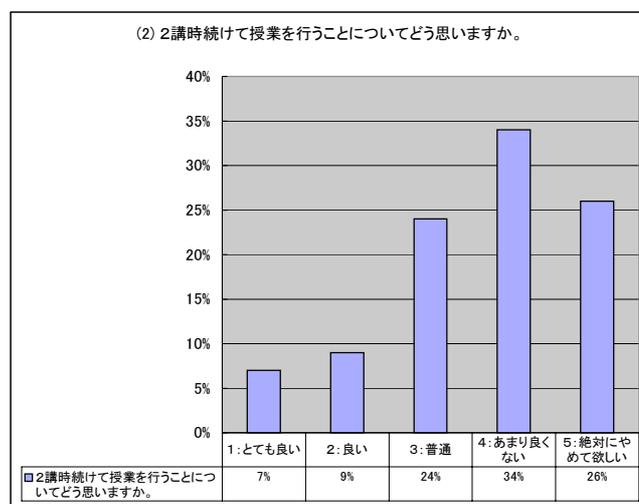
(1)、(2) のアンケート結果をみるとやはり予想されてはいたことだが、2 講時続けての授業は学生にとって大きな負担になっていたようである。また、水曜日の午後はサークルの活動などもあり、時間の長さだけではなく、開講している時間に対しても不満があるようだ。

(3) のアンケート結果で否定的な意見は時間の長さに対するもので、それ以外は演習と講義をセットで行うという事については肯定的な意見が多数であった。

(1) 水曜日の午後に授業を行うことについてどう思いますか。



(2) 2 講時続けて授業を行うことについてどう思いますか。



(3) 講義と演習をセットで行うことについて感じたことを書いてください。(回答の一部)

- 内容を忘れにくくなる。
- 身につくやすすくていいと思う。
- コンパクトでいいと思う。
- 効率的でいいと思う。
- 疑問点をその場で解決できるので良いと思う。
- 集中力が続かない。
- つかれる。
- 良いんじゃないですか。
- まとめて1科目の長い授業と思えば、2科目分の気を使うことなく、非常に楽だ。
- 身につくやすすいと思う。
- 講義、演習のどちらかに集中してやると飽きるのでセットなのは良いと思う。
- 講義で教わったことをすぐに演習できるのはとても良いと思います。もう少し演習の時間を多くとっても良いかも。
- 良いと思う
- 講義をやって演習をするのは頭に入りやすくなるのでいいと思うが、2講時続けてだと集中力が続かない。一回の授業で講義・演習、別の日にまた講義・演習がベスト。
- 演習をあまりやってないからもう少し増やした方がいいと思う。
- 2講時続けてなので集中力がもたない。
- 「講義と演習」という形をしっかりとれていたかは別として、理解を少しでも多く増やすためには良かったと思う。
- 理解しやすく、いいと思う。
- とりあえず長いのでグダグダになる。
- 区別がつかない(講義と演習の)
- すばらしい
- 今のままで良いと思う。

(4) 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。(回答の一部)

- とてもよい授業だったと思いました。もう少し演習の時間があってもいいかな思いました。
- むずかしかった。問題演習を増やしてほしい。
- 他の補講に出られない。
- 物理学び直せたのはよかったと思うが、だんだん難しくなっていくと、少しついていけない所もあった。
- 時間帯に問題がある!! 教材があまりわかりやすくなかったのが残念。CDの教材の中にも、もう少しわかりやすい解説がほしかった。(授業での解説みたいな)
- 講義プリントを事前に配布してくれれば、パソコンをまだ持っていない人でも予習ができる。予習ができない分、理解に時間がかかった。
- 2講時連続はしんどい。サークルもいけないから、水曜日の午後はちょっと…。数学みたく普通の力学の時間に入れるとかしてほしい。
- CDの内容をネットで流してもいいと思う。もし、訂正があっても改正できるし。
- 大変理解しやすかった。
- 3時間はつらいです。
- 疲れる
- 授業内容は良いが授業方法については見直したほうが良い。(時間とか)
- 長すぎて集中力がだんだんなくなってしまふ。
- 絶対に2講時続けてするのはやめるべき。また練習用の問題などをもっとよいするべき。
- 物理をさっぱりやった事がない人用にやってほしい。
- 2講時連続はちょっと…。でも受講して良かったと思う。
- 講義の時板書で精一杯で説明がなかなかきけない。理解することが大切だと思うので長い式などはあらかじめプリント化して説明をきき書きこんでいく形式がいいと思う。

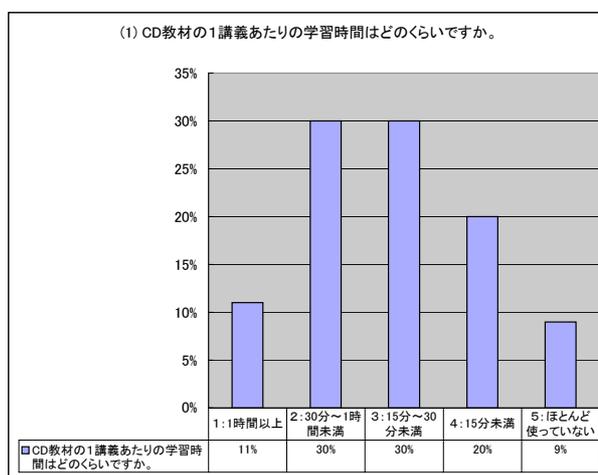
3) CD 教材についてのアンケート

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) から (3) がマーク式で、(4)、(5) が記述式である。

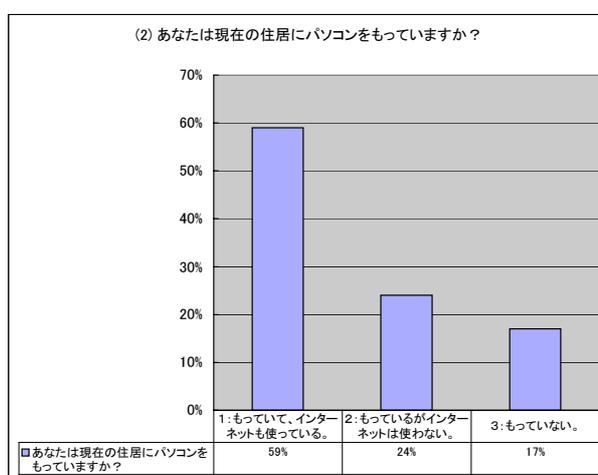
- (1) CD 自習教材の 1 講義あたりの学習時間はどのくらいですか。
- (2) あなたは現在の住居にパソコンをもっていますか？
- (3) CD 自習教材の主な使用場所はどこですか。(その際、使用場所はどこですか?)
- (4) CD の内容について感じたことを書いてください。
- (5) CD 自習教材は復習をする上でどのように役に立ちましたか。

(1) のアンケート結果だが、小テストを CD 教材に基づいて出題していたので、CD 教材を使っていない生徒はかなり少なく、CD 教材を用いた自主学習が浸透していたことがわかる。パソコンの使用状況については微分積分のアンケートと大体同じである。

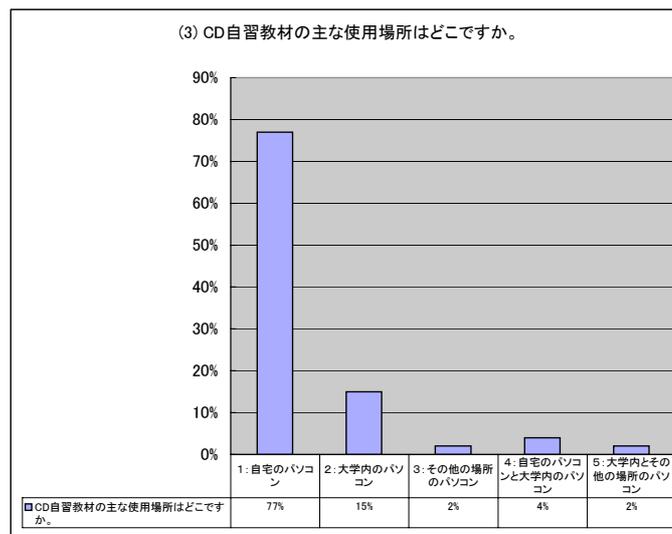
(1) CD 自習教材の 1 講義あたりの学習時間はどのくらいですか。



(2) あなたは現在の住居にパソコンをもっていますか？



(3) CD 自習教材の主な使用場所はどこですか。(その際、使用場所はどこですか?)



(4) CD の内容について感じたことを書いてください。(回答の一部)

- ほぼ授業に配布されたプリントとまったく同じ内容だったので別に使用する必要はないだろうと思った。
- せっかくパソコンを使えるので図に動きがあったら(動画説明)いいと思う。(容量が空いているので)
- 調度よいと思う。
- 役立っている。
- 小テストの解説がないのがやだった。
- 間違いを無くす。わかりにくい。
- プリントと違った感じで勉強できるのでよかった。
- 数式がたくさんあって、どれが重要かわかりづらい。すべての解答に解説があればよかった。
- 問題の解説を入れてほしい。
- わからんところが所々あった。
- 分りやすかった。
- 模擬テストの内容はだいたい授業の内容に沿っていたがたまに難解な問題があるのは辛かった。
- 普通
- いいと思う
- 問題に関する解答をしっかりと書いてほしい。
- 解説がついていなかったのがよくなかったし、もっと練習問題などもつけてほしい。
- CD の内容に入るまでの手順が面倒。
- 分かりやすい
- よかった。
- すばらしい
- もう少しわかりやすくしてほしい部分が少しある。

(5) 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。(回答の一部)

- あまり使用する必要がなかったが、問を解いたりする上では十分役に立ったと思う。
- 授業の復習
- インデックスがあって、すぐに他へ飛びやすい。
- 小テストの勉強に役に立った。復習できた。
- 家での学習
- 間違いが多く役に立たない。
- 自習のみで CD を使うのはよくわからない。
- 全部まとまっているから、自分でどこやりたいとか、すぐ見つけてできた。
- 持ち運びが楽なので、大学でもできるところ。
- 1週間たつと前回の授業内容を忘れてしまうが、CD でテスト勉強すると思い出せる。
- ”基本テスト”で問題を解き、解答も確認できること。
- 学習ペースの促進
- 問題がやりやすい
- 間違っ所の確認
- 復習する時 CD をあまり使わなかった。
- 次の小テストの勉強をするのに役立った。後半は毎回プリントに次の小テストの解説があるので使用しなかったのが役立たなかった。
- 後半の小テストでは、CD 教材の模擬小テストをしっかりやらなくてはいけなかったなので、その分理解は深まった。
- 毎回の小テストのための勉強に活用した。
- 図があって分かりやすい。
- テスト前は要点をしばり復習した。(特に小テスト)
- すべてにおいて役に立つ
- 予習には使っているけど復習はノート、プリントで勉強するので使っていない。

(3) 通常クラスとの比較

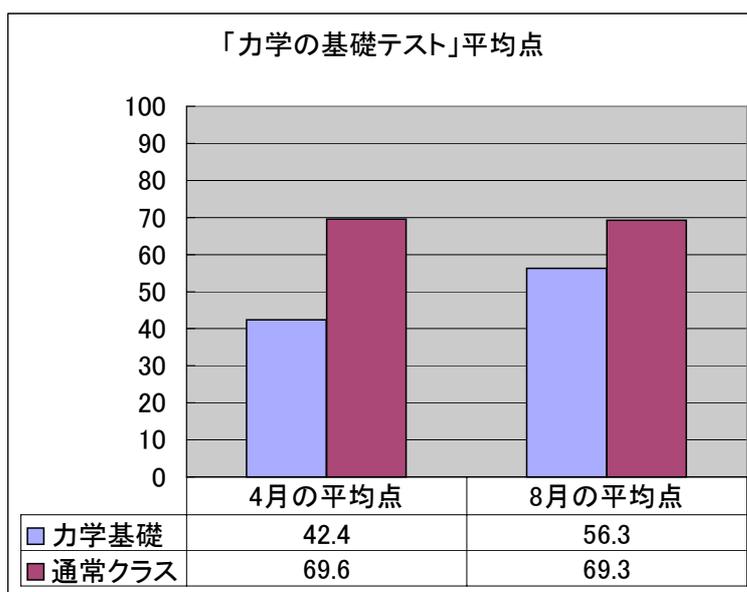
1 成績(基礎テスト)

4月に行った「力学の基礎テスト」の成績が下位の学生たちにより力学基礎のクラスを編成し、そのクラスの平均点は42.4点であった。また、このときの基礎クラスを除いた通常クラスの平均点は69.6点であった。

前期の終了時の8月に4月のテストと同じ内容のテストを再び行った。この結果、通常クラスでは平均点が69.2点と4月と8月であまり点数に変化がないのに対して、基礎クラスでは平均が56.3点となり、通常クラスとの差はまだあるものの、15点近く平均点が上昇している。しかし、微分積分では平成17年度、18年度ともに、基礎クラスの点数が通常クラスにほぼ迫りついており、力学での成果は微分積分はど著しいものにならなかった。

大学での力学は、高校時代に学んだ力学を微分積分を用いてもう一度学び直すようなものなので、高校のときと比べて力学の理解は深まっているはずである。しかし、通常クラスで4月と8月であまり点数に変化がないのを見ると、この理解がすぐテストの点数に反映されはしないようである。大学で扱う力学の問題と高校の力学の問題には共通な部分も多く、微分方程式を用いるような問題以外では、大学で力学を学んだ事により解けるようになる問題はそれほど多くはない。基礎テストの問題も基本的に高校生の知識で解ける問題なので、微積分を使わないと解けないような問題は入っていない。これが4月と8月で点数にあまり変化がなかった原因の1つではないかと考えられる。

しかし、本来、微分積分を用いてもう一度力学を学び直しているのだから、理解が深まった分、4月よりも点数はよくなるはずで、基礎クラスにはその効果がきちんと現れている。通常クラスとの差はまだあるが、基礎クラスの力学に対する理解が4月より深まっていると思われる。ただ、微分積分でのような著しい成果にならなかったのは、微分積分を用いて力学を学ぶには、十分に微分積分が習得できていない生徒が少なくなく、授業についていけなくなる生徒が生じてしまった事が1つの原因になっていると考えられる。



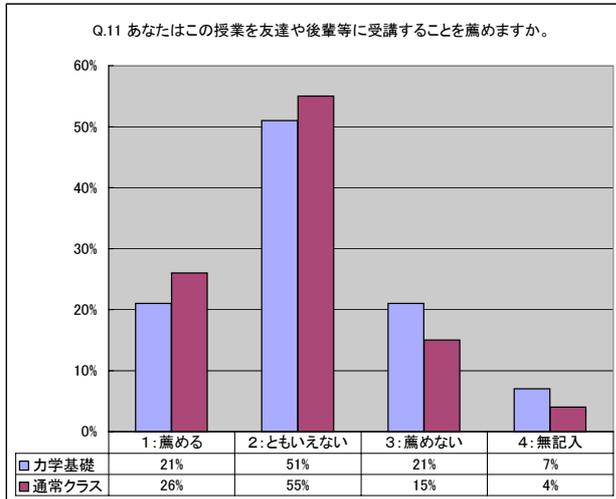
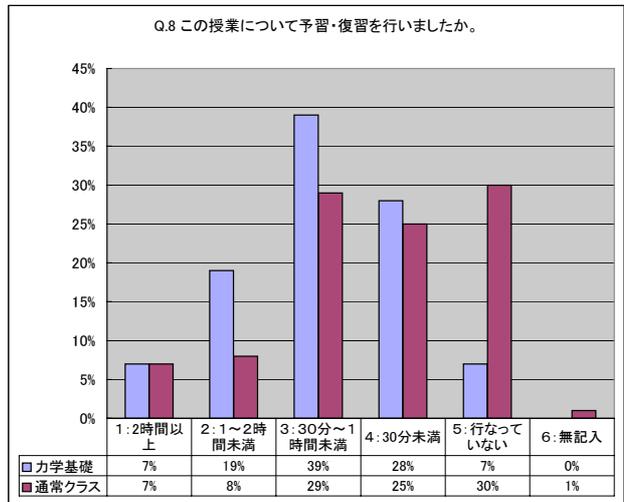
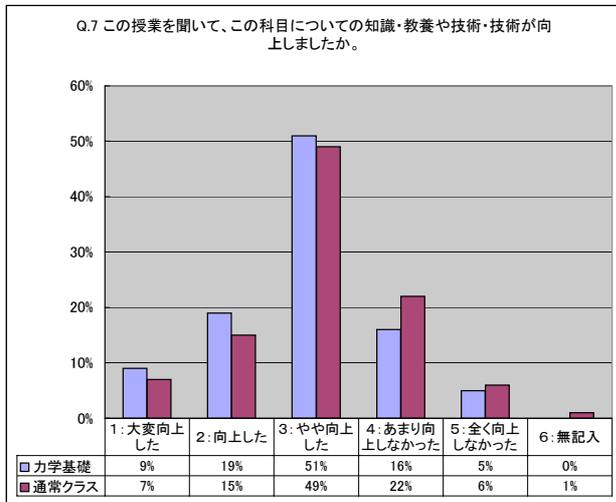
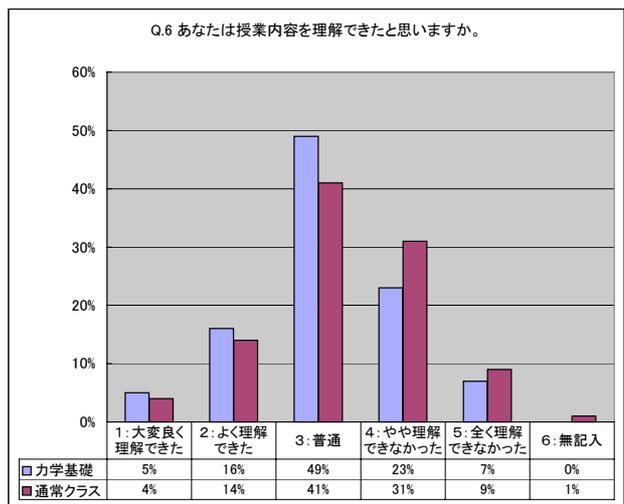
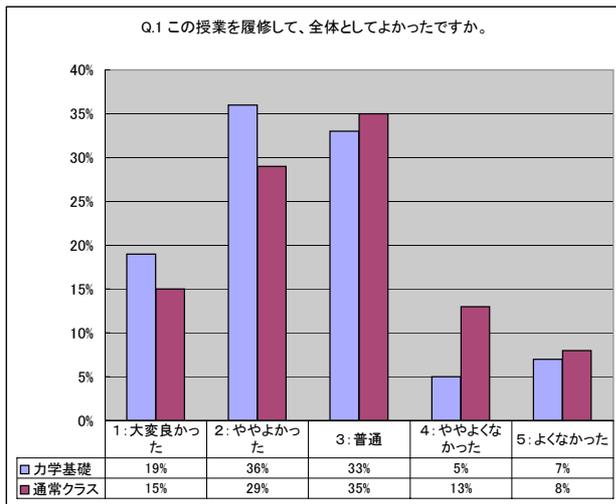
2 アンケート

基礎テストの比較では、基礎クラスとそれ以外の工学部の学生の成績を比較した。しかし、アンケートについては前期に物理学の授業を行っていない学科があるので、前期に物理学の授業を行っているクラスと基礎クラスについてアンケートの比較を行った。これらのクラスは学科によって授業内容は若干異なるが、力学についての講義を行っている。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達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、基礎クラスと通常クラスを比較すると、ややではあるがパイロット授業の方が満足度が高いといえる。Q11のアンケート結果では基礎クラスを他の人に薦めるか薦めないかは半々に分かれてしまった。この結果は通常クラスの方がややいいように見える。これらの結果はやはり微分積分と比べるとあまり肯定的な結果とはいえない。しかし、記述によるアンケートの結果から分るように、2講時続けて授業を行うことに対する不満が多かったことを考えると、パイロット授業を受ける負担が大きかったと思われる。それでも人にこの授業を進められるという生徒の数が通常クラスとほとんど変わっていないという事は、パイロット授業に対する満足度や評価は実際の数字よりは高いのではないかと思われる。平成19年度ではこれらの事を考慮し、演習と講義を週2回に分けて実施する予定である。

Q8については、通常クラスと比較してパイロット授業では毎週小テストを行なって、CD教材での自主学習を前提にしていたので、微分積分と時と同様に、全体的に予習・復習の時間は通常クラスより基礎クラスのほうが多く、「行っていない」という生徒の数はかなり少ない。



第4部

今後の予定および課題

1 今後の課題

(1) 化学等の検討

理系の接続教育を全体的にどのように行うかについて、おおよその方針は第1部「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」についてはかなりの形が定まり、物理学についても概ね基本方針が決まってきた。

これらの成果を踏まえて、化学、線型代数さらに生物学等について今後どのような設定で充実させていくか検討し、具体的な計画を作る必要がある。これらの科目は、関連学科での必要性、科目の特質、学生の既履修状況などにおいて微分積分とはかなり違っており、それ独自の検討が求められる。一般的に、これらは微分積分の場合程には共通的に対応することができないと思われる。したがって、ある程度基本的なところから検討し直す必要があるだろう。また、物理学や、化学などの検討の際、考慮に入れなくてはならないのは、実験をどのように授業の中に組み入れるかということである。これについては、次節「実験を導入した授業」で詳しく現在の進捗状況を述べたい。

(2) 運営組織の検討

新しい方法を開発企画したり、各教員が新しい授業方法を取り入れていくことを支援したりする専属的な組織が必要である。これは大学教育センターの発足とともにある程度実現しているが、スタッフも少なく何らかの一層の充実を図らない限り、本報告書の取り組みを標準モデルとして全体に及ぼすことは困難である。理系接続教育の恒常的な運営組織について定める必要がある。3節「運営体制」でこの件に関する進捗状況を述べたい。

(3) FD の検討

「微分積分」の基礎教育で明らかになってきたように、下位グループの学生を効果的に引き上げるためには、それ用の特別なやり方を導入しなくてはならない。さらに、そのようなやり方を正規のカリキュラムに定着させようとする、担当者に以前とは違った努力を求めなくてはならない。担当者にこのことに対する理解を得るため、どのようなFD活動をしていくかは今後の課題である。

(4) E ラーニングの検討

「微分積分」に関する取り組みで、E ラーニングの利用が教育上非常に有効であることが分かってきた。特に、予習復習を促す手段として、今後もっと幅広く導入することを目指す必要がある。このEラーニングへの整備について、現在次のような進捗状況にある。

本取り組みにより、微分積分や物理学について、インターネットの利用を前提とする自習用のパソコン教材を開発し、かなりいい成果を得た。しかし、この教材では、授業の演習に準ずる効果を得たり、学生の考察力を育成したりすることにはあまり成功していない。今後この方面の効果が期待できる教材を開発する必要がある。

また、授業と一体化した自習用の教材は作成できているが、単位取得を前提としない自主学習のためのパソコン教材を作る必要があるだろう。微分積分の基礎のように、共通的な基礎分

野についてはこのような教材をインターネットから引き出して、学生が自律的に学習できるような仕組みをつくる必要があるだろう。

このような E ラーニング教育を充実させていく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) E ラーニング教育を支える運営体制 (組織) をどのようにつくるか。

高い教育効果を得られるか否かは a) の成否によるところが大きい。しかも、この教材の開発と普及を継続的に実行していくには、b) でいうインフラ的な情報システムの整備と c) でいう支援組織の設置が必要である。b) のシステムとして平成 18 年 10 月より、「RENANDI」が導入されている。さらに、c) の組織が大学教育センターと IT 基盤センターの中につくられている。しかし、このための専属的な人員は教員 1 名しかおらず、導入したシステムの現状維持にも不安な状況である。

2 実験を導入した授業

今後物理、化学等の基礎教育についても、微分積分の場合と同様の検討をしていく必要があるが、その際考慮に入れなくてはならないことは、実験を何らかの形で授業の中に組み入れることである。この将来像について、以下の通りある程度検討が進んでいる。その検討結果をもとに、実験の未経験者を想定した (物理と化学の) 実験科目を平成 19 年度パイロット授業として開講することが予定されている。

従来より理系学部から初年次級教育に実験科目を置く希望があった。大学教育センターの自然系基礎教育専門部会では、教養科目における実験を取り入れた授業の検討を行っている。このような授業には次のようなタイプが考えられる。

- (1) 講義科目の一部に取り入れる (演示実験等として)
- (2) 分野別基礎科目 (あるいは分野別教養科目) の中に実験科目として立てる。
- (3) 専門基礎科目等の中に実験科目として立てる。

自然系基礎教育専門部会が主体的に係るのは (1) および (2) であり、(3) は基本的には関係学部が企画実施することになる。さらに、(2) についてはセンターと関係学部との協議連携が必要である。

実験科目導入の関連事項として、現在水戸キャンパスで理学部棟の改修が行われており、初年次級実験ができる実験室 (物理、化学) が整備される (全学共用施設として)。履修者の人数は、最大、物理が約 60 名、化学が約 50 名まで可能である。実験科目の検討には、このように実験室が整備されることも背景にある。

上記の (1) と (2) について、次の 3 つのタイプで具体化を検討している。

- (a) 高校レベルの物理や化学の習得度が低い理科系学生を対象に専門教育への基礎教育としての底上げを行う。
- (b) 物理学や化学の実験が未経験の理系学生を対象に、物理学や化学の見方・考え方の理解に力点をおいて基礎的な実験を体験させる。

- (c) 文系(人文・教育)の学生(希望者)に自然の成り立ちや自然の仕組みの理解させる科目を分野別教養科目(自然)に開講する。

まずは(a)と(b)について検討し、平成19年度、物理学と化学についてパイロット授業を立て、その結果をもとに、理系学部の正規のカリキュラムにどのような科目を立てるかを検討していくことになる。この検討の中で最も困難が予想されるのは、授業の担当者の調整であろう。これが合意にいたるには、従来の科目(カリキュラム)の見直しと何らかの意味の削減が必要であろう。

上記のパイロット授業は、実験未経験の学生を対象とし、授業のねらいを次のように設定している。

基礎的な実験(と講義)を通して、自然現象への理解を深め、現代科学や近代技術の基礎となる自然の仕組み等を理解させることに重点をおく。(レポートを毎回提出させる従来型の実験授業より、視覚や直感に訴えて実験の意味が理解できるような授業を目指す)

さらに、実験科目の充実のために、物理基礎実験のある程度の器具が既に購入され、化学実験についても購入を予定されている。

3 運営体制

大学教育研究開発センターの改組・拡充(大学教育センターの設置)は、既に採択されている概算要求事項(平成17~19年度「4年一貫カリキュラムの実質化と教育の「質の保証」の確保—大学教育センターの事業の推進—)の1つとして行われた。この計画は、大学教育センターの設置を前提として、次のことを行うものである。

- (1) 教養教育の運営を一元的な責任体制の下で行う。
- (2) FD活動の活発化や教材開発の教育支援等を全学的に行う。さらに、全学の教育の点検評価に関する支援を行う。
- (3) 4年一貫カリキュラムとして接続性に留意した教養教育の充実を図る。特に、英語教育や理系基礎教育を充実させる。

上記(3)にあるように、本報告書にある理系基礎教育の充実は、実は概算要求に関係するものでもある。この理系基礎教育の充実のために、概算要求の平成17年度分で、理系基礎教育部を設置し、任期付き教員1名を配置した。平成18年4月、大学教育センターの設置とともに、学長運用教員ポストより、2名の教員ポストを新センターに配置した。このポストに配置された教員のうち1名は、点検評価部の専任教員として上記(2)の業務に携わるとともに、理系基礎教育部の一員ともなっている。また、他の1名は教育支援部の専任教員として全学の教育支援に携わっている。特に、IT基盤センターの教育IT化推進部に兼任で所属し、全学の教育IT化の推進者となっている。また、理系基礎教育部は、概算要求書では平成18年度までとなっていたが、「理系基礎教育」の充実維持するため、常設の組織として維持することとなった。

この教育部は、自然系基礎教育専門部会の下にあり、次の業務を行う。

- (a) 平成 17 年度から行ってきた理系基礎教育改革を推進する。
- (b) 微分積分や物理 (力学) の自習のためのプログラムと教材を開発する。
- (c) 理系基礎実験を授業に取り入れるためのカリキュラムや授業内容を企画する。
- (d) 理系基礎教育の視点から、全学的な教育 IT 化の推進や IT 教材の開発を行う。

理系基礎教育部の構成員は、上記の専任教員 1 名、点検評価部に所属する専任教員 1 名および学内から兼任の教員 4 名を加えて構成する。さらに、この中の少なくとも 2 名は自然系基礎教育専門部会に所属する。

参考文献

- [1] 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), 報告書, 2005 年 9 月.
- [2] 理系基礎教育 (教養科目) の充実に向けて 資料編—微分積分学の初年次教育—, 茨城大学大学教育研究開発センター (理系基礎教育部), 報告書, 2006 年 2 月.
- [3] 榊原暢久・栗原和美・曾我日出夫・千葉康生・藤原高德・堀内利郎, “理系基礎教育の充実に向けての試み～茨城大学における「1 変数微分積分」パイロット授業～”, *Transactions of Mathematical Education for College and University* **13** (2006), Japan Society of Mathematical Education, Division for College and University, pp.41–52.