

## 「解析学 1」に関する授業評価

数学教育講座・観音幸雄

### 1 授業の概観

解析学は，時間・空間的に変化する量を，例えば実数値関数や複素数値関数などの数学的な対象に置き換え，極限や収束判定などを用いて，その対象がもつ様々な性質を調べる数学の一分野である．特に，その最も基本的な部分は微分積分学とよばれている．

数学教育専攻の学生は，解析学に関する科目として，共通教育における理系基礎科目「微積分 I」，教育学部における「解析学概論」，「解析学 1」，「解析学 2」，「解析学 3」の受講機会があり，それらの授業内容は以下の通りである．

- 微積分 I（1 年次前学期）  
数学教育専攻のみ必修．1 変数関数の基本的な微分積分を主に学習する．
- 解析学 1（1 年次後学期）  
高一種免（数学）の必修科目．多変数関数の基本的な微分積分を主に学習する．
- 解析学概論（2 年次後学期）  
中・高一種免（数学）の必修科目．数の体系（自然数，整数，有理数，実数）について学習する．
- 解析学 2（3 年次前学期）  
高一種免（数学）の必修科目．実数の集合に距離を導入し，実数列の収束性，関数の連続性について学習する．
- 解析学 3（3 年次後学期）  
関数の連続性，微分，積分について，数学的な概念およびその活用法を学習する．

本科目「解析学 1」は平成 28 年度入学者より適用されるカリキュラムから新設された授業科目である．また，大学入学までに学習してきた数学と「微積分 I」のギャップを埋めるために，数学教育専攻の学生には共通教育における学問分野別科目「数学入門（初級微積分）」の受講機会も用意されている．

開講初年度である今年度は，共通教育において理学部や工学部向けに行われている理系

基礎科目「微積分 II」を参考に，授業スケジュール

1. 点集合，距離
2. 多変数の関数
3. 偏微分と全微分
4. 高次偏導関数
5. 合成関数の偏微分
6. テイラーの定理
7. 極値
8. 陰関数
9. 重積分
10. 重積分の性質
11. 重積分の計算
12. 変数変換
13. 重積分の応用
14. 線積分
15. 期末試験とまとめ

で行い，到達目標として

- (1) 偏微分および重積分の概念を理解し，それらの説明や指導ができる（技術・表現），
- (2) 偏微分が計算でき，極値問題などの応用問題が解けるようになる（知識・思考），
- (3) 重積分が計算でき，変数変換法を理解し，応用問題を解くことができる（知識・思考），

ことを挙げた．授業スケジュールは標準的なものであると考えているが，今年度は第 1 回に該当する  $n$  次元ユークリッド空間の解説に多くの時間を取られたため，重積分についてはほとんど解説することができず，1 変数関数の積分を復習した段階で 15 回の授業が終了した．重積分の考え方は重要であることから，この科目に続く「解析学 3」において，重積分の解説を行いたい．

### 2 授業評価アンケートと結果

最終回に出席していた 12 名を対象に記名式でアンケート調査を行い，そのうち 11 名から回答を得ることができた．設問項目は，高等学校で学習した数学，事前事後学習の状況，

授業全般に関する事項，自由記述欄により構成されている。

## 2.1 高等学校で学習した数学

受講者は高等学校において「数学 III」を学習しており，また，数学教育専攻の受講者は「微積分 I」や「数学概論」などを受講していることから，数学的なりテラシーをもっていることが期待できる。

## 2.2 事前事後学習

本科目に対する事前事後学習について，4割以上の受講者が1時間以上事前事後学習を行ったと回答している。本科目においては数学固有な表現方法が多く用いられ，計算技能だけでなく，数学的な思考も要求されることから，事前事後学習の機会をさらに増やし，理解を深める努力をさせる必要がある。

≥ 1hour	< 1hour	< 30min
41.7%	41.7%	8.3%

## 2.3 授業全般について

項目

- A: この授業に積極的に取り組みましたか？
- B: この授業の目的は授業展開の中で明確でしたか？
- C: この授業の内容及びレベルは適切でしたか？
- D: この授業はシラバスどおりに行われましたか？
- E: 授業内容や説明の仕方は分かりやすかったですか？
- F: 担当教員の授業に対する熱意・工夫が感じられましたか？
- G: この授業は全体として満足のいくものでしたか？
- H: この授業を受けて，解析学に興味をもちましたか？

に対して，(1)が最良，(5)が最悪とし，5段階で評価してもらった。下表から分かるように，授業のレベルが適切でない指摘する受講者が少なくない。

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	平均
A	42%	33%	8%	0%	8%	1.91
B	17%	25%	33%	17%	0%	2.55
C	17%	8%	8%	33%	25%	3.45
D	8%	58%	17%	8%	0%	2.27
E	8%	17%	58%	8%	0%	2.73
F	17%	25%	50%	0%	0%	2.36
G	0%	17%	58%	17%	0%	3.00
H	0%	25%	33%	17%	0%	3.27

受講者の理解度を把握するために，毎回小テストを行っている。また，その解説を行なう時間をなるべく短縮するために，解答例を作成し，授業用のウェブページに公開している。

本科目の目的の一つが高等学校で直感的に捉えてきた微分積分を数学的に捉え直すことであるため，数学的な思考に慣れることは避けられない。また，小テストや期末試験から判断すると，少し複雑な記号や数式が現れると，うまく処理できなくなる場合が多く，数学的な思考がまだ十分に身につけていないように思われる。

## 2.4 自由記述欄

### 2.4.1 良かった点・改善すべき点

良かった点(▲)，改善すべき点(▼)について自由記述で意見・感想を求めた。次はそれらの一部であり，その表現は若干変更されている。

- ▲ 発展的な内容を学習することができた。
- ▲ 微積を改めて学習できた。
- ▲ 行列についても学習することができてよかった。
- ▲ 基本的なところの説明はわかりやすかった。
- ▲ 新しい発見ができた。
- ▼ 教材が欲しかった。(複数)
- ▼ レベルが高かった。(複数)
- ▼ 難しかった。(複数)
- ▼ 教科書などがなく，具体的な問題の復習ができなかった。

授業内容の難易度が受講者にとって比較的高いようであるが，その内容や説明方法などが否定的な評価を受けているわけではないと思われる。また，教科書や教材などに関する指摘があるが，指定した教科書などが受講者に合わない可能性があるため，受講者自身が図

書館などで理解できる図書を探すことを勧め  
ている。

#### 2.4.2 地域を核とした教育と研究のつながり

地域社会を核とした教育とのつながりに  
ついて自由記述で意見・感想を求めたが、教育  
実習や教員採用試験などと本科目の授業内容  
に関わる回答はほとんど得られていない。

- 教育実習でこの内容を用いられたら  
いいなと思った。

例えば

$$\frac{d}{dx} [(1-x)^{1/x}], \quad \int_0^{\pi} \sin^n x dx$$

などの期末試験の出来具合から判断すると、偏  
微分や重積分を学習する際の基礎となる「数  
学 III」や「微積分 I」の内容について、理解  
が不十分なところが見受けられる。本科目は  
高一種の一般的包括的な内容を含む科目で  
あることから、計算技能だけでなく、高等学  
校で学習する内容についての理解を深めさせ  
る必要がある。

### 3 まとめ

本科目は 1 年次後学期に開講されるため、  
数学を学習する上で最も基礎的な内容（論理、  
集合、写像など）を前提にすることができず、  
前提にできる予備知識はほぼ高等学校で学習  
した数学のみである。限られた予備知識と授  
業時間数の中で、授業内容のレベルを下げ  
ることなく、本科目の授業内容を改善して  
行きたい。