

「解析学 I」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，実数値関数や複素数値関数として扱い，微分や積分を用いて，関数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呼ばれている．

解析学に関する授業科目として，数学教育専修の学生は，共通教育で開講されている理系基礎科目「微積分 I」及び，教育学部で開講されている「解析学概論」，「解析学 I」，「解析学 II」を受講できる．それらの目的は次のようになっている．

「微積分 I」（1 年次後学期）

1 変数関数の基本的な微積分を学習する．

「解析学概論」（2 年次前学期）

中学校及び高等学校の教員免許状（数学）の取得に必要な一般的包括的な内容を含む授業科目であり，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 I」（3 年次後学期）

実数の集合に，2 つの要素間の距離を導入し，実数列の収束性について学習する．さらに，具体的な実数列に対して，数学的に厳密な収束証明を行うことができる．

「解析学 II」（4 年次前学期）

関数の連続性，微分，積分について，数学的な概念や定義を理解し，それらを活用することができる．

また，高等学校で学習した数学と「微積分 I」との間のギャップを埋めるために，共通教育で開講されている主題科目「数理と論理の世界（初級微積分）」の受講機会も用意されている．

平成 22 年度は授業スケジュール

1. 授業の内容・進め方などの説明
2. 実数の基本的性質，アルキメデスの原理
3. 実数列の極限（定義）
4. 実数列の極限（収束証明の例）
5. 実数列の極限（性質）
6. ボルツァーノ・ワイエルシュトラスの定理
7. 基本列
8. コンパクト集合
9. 級数，絶対収束，条件収束
10. 級数の収束判定
11. 関数の連続性と基本的性質

12. 中間値の定理
13. 整級数
14. 初等関数
15. 試験と振り返り

で行なうことにし，到達目標として

- (1) 極限の定義を理解し，与えられた数列の収束性を調べることができる，
- (2) 連続関数の定義を理解し，与えられた関数の連続性を調べることができる，
- (3) 基本的な諸概念（開集合，閉集合，コンパクト性など）が理解できる，

ことを挙げた．授業スケジュールは標準的なものあると思われるが，今年度は基本列を定義し，その性質を解説した時点で，15 回の授業が終了した．高等学校において指数関数，対数関数，三角関数などの初等関数は重要であるため，4 年次前学期の「解析学 II」において，それらの解説を前半で行ないたい．

2. 授業評価アンケートと結果

授業開始時には 15 名の受講者があったが，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った．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．

(a) 高等学校で学習した数学の科目

高等学校において，数列は「数学 B」で，微積分は「数学 II」，「数学 III」で学習する機会があり，受講者の 60% 程度は「数学 III」を履修していた．また，数学教育専修の受講者は，共通教育において理系基礎科目「微積分 I」で，さらに進んだ微積分の内容を学習している．しかし，毎行っている小テストから判断すると，微積分とその応用について，理解がまだ十分ではないように思われた．

(b) 事前事後学習

実施したアンケートでは，本授業科目に対する事前事後学習の時間について，ほとんどの受講者が 1 時間に満たないと答えている．論理や集合などに関する数学的なリテラシーが不足していることを考慮すると，宿題などを課すことにより，事前事後学習の機会を増やし，理解を深める努力をさ

せる必要がある。

1 時間未満	30 分程度	30 分未満
17%	8%	67%

(c) 授業全般について

下表は、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ものである。下表から，授業のレベルが適切ではないと指摘する受講者が少ない。また，項目Dから，受講者はシラバスにあまり関心がないことが分かる。

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	平均
A	0%	17%	42%	33%	6%	3.18
B	0%	25%	58%	17%	0%	2.92
C	0%	8%	25%	50%	17%	3.75
D	0%	42%	50%	8%	0%	2.67
E	0%	25%	58%	8%	8%	3.00
F	8%	42%	42%	8%	0%	2.50
G	17%	25%	50%	8%	0%	2.50
H	0%	33%	33%	33%	0%	3.00

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，その解答や解説を行なう時間を短縮するために，昨年度から，解答例を作成し，授業用のウェブページに公開している。一部の受講生はこの解答例を事後学習に用いているようである。小テストの答案から判断すると，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，このことは受講者の厳密な数学的思考がまだ十分に身につけていないことを示している。本授業科目の目的の一つが，高等学校で直感的に捉えてきた極限の概念を，数学的にかつ厳密に捉えなおすことであるため，数学的思考に慣れることは避けられないと考えている。

(d) 自由記述欄

良かった点，改善すべき点や感想などを自由記述で回答を求めた。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。

(i) 良かった点

- 引っかけが取れると，授業内容が分かった。
- 質問すれば，全部丁寧に答えてくれる。
- 授業が難しかったけど，理解できたときはうれしかった。

授業内容に関する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ことが分かる。

(ii) 改善すべき点

- 教科書を指定してほしい。
- 参考書が欲しいです。
- 初めにつまずくと全く分からなくなる。
- テストと授業の関連がない。

教科書や参考書に関して指摘を受けているが，それらとして適切な図書は比較的古いものが多く，入手することが難しいため，教科書の指定ができない状態にある。また，授業の難易度に関しては，他の授業科目と連携しながら，授業内容のレベルを下げることなく，改善していく必要があると思われる。

(iii) その他の意見・感想

- テストがんばりました。
- 難しかったです。
- そこまで至りませんでしたが，勉強すれば楽しいのだろうなと思いました。

アンケート調査を最終回に行ったために，期末試験に関する感想があげられている。

3. まとめ

受講者がこれまでに学習してきた内容に合わせて，授業を計画したつもりであるが，授業内容の難易度と受講者のスキルとの間には未だに大きなギャップがあるように思われる。受講者から様々な意見や感想を頂いたので，これらを参考にして，より良い授業ができるように改善して行きたい。