

「情報数学 II」に関する授業評価

数学教育講座・河村泰之

1. 授業科目の説明

「情報数学 II」は数学教育専修の選択必修科目として4年次に開講されている。また、他の専修の学生も履修することができる。

授業の内容は、コンピュータサイエンスに必要な基礎的な数学の講義であり、平成19年度はS.Lipschutz 著(成嶋 弘 監訳)「マグロウヒル大学演習 離散数学 コンピュータサイエンスの基礎数学」(オーム社)を参考教材とした。

離散数学でよく扱われるグラフ理論に関する習熟を目標とするため、はじめに行列によるグラフの定義をするための準備的な数学知識を講じた。その後、具体的なグラフの説明を行い、最終的には彩色問題や充足可能性問題などいくつかの応用的な話題を用いて離散数学の考え方を説明した。命題論理をグラフ理論的に考えることはコンピュータサイエンスでは歴史的に意味のある話題で、充足可能性(2SAT)を考える足がかりとなる。充足可能性問題は多くの研究者が今なお取り組み続けているオープンプロブレム、 $P \neq NP$ 問題を議論するための重要な話題であり、コンピュータサイエンスの中で数学の貢献を考えても非常に意義深い。数学教員を目指す者としては知っておくと良い話題であるだろう。

2. 授業評価アンケートと結果

受講者3名に対し、無記名でアンケート調査を行った。設問ごとにその設問の意図と結果をまとめる。

教員に関する設問を図1に示す。教員の説明で

【授業担当者に関する質問】

教員の説明はわかりやすかったですか。

- ①まったくそう思わない ②あまりそう思わない
③まあそう思う ④そう思う

授業中に質問や発言する機会が十分に与えられていましたか。

- ①まったくそう思わない ②あまりそう思わない
③まあそう思う ④そう思う

図1. 担当教員に関する設問

は③が2名④が1名、発言する機会では③が1名④が2名で、良い印象を持ってもらっているようだ。授業中にわかりにくいところは何度も学生に質問し、説明させながら講義を進めたので、難しいところを教員が説明していない印象を与えたかと心配していたが、取り越し苦労だったようだ。しかしながら、アンケート結果には表れていないが、思い返せばたまに責め立てるような質問を連続したこともあり、授業の雰囲気が悪くなりかけたときがあったので、今後は注意しておく必要があると心に留めておく。

授業に関する設問を図2に示した。目標に関する設問には③の回答が3名であった。数学は定理の利用などは直接的でわかりやすいが、この授業のように考え方を伝える場合は関係が明確にできないために曖昧な評価なのだと思う。今後も目標を伝える努力は必要だが、本質的に目標の把握の難しい科目であるように感じる。シラバスに即したかたずねる設問では③が2名、④が1名だった。補講を入れた(補講は後述する。)ことにより回数の配分はシラバスから少しずれたが、授業の順序や内容はシラバス通りであったので全く問題ないことだろう。続く2つの設問は難易度を問うている。簡単だったかという設問には全員が「②あまりそう思わない」と答え、難しかったかという設問には全員が「③まあそう思う」と答えた。このように、少し難しいと感じているくらいが受講生にとってはちょうど良いと考えている。最後の2つの設問は受講生の満足や興味・関心などを問う。個人的な意見を述べると、実際には習得する知識の量よりも、この部分を刺激できるような授業を心がけたい。満足、興味・感心のどちらに関する設問にも③が2名、④が1名という回答だった。大きな刺激を与えたわけではないので、今後も継続的に努力しなければならない課題である。どのような授業が受講生の満足度が高く、また、興味・感心を引き出すことができるのか模範解答があるわけではないが自分なりの考えを持って、改善し続けることはできるだろう。

【授業の内容に関する質問】

この授業の目標は「コンピュータサイエンスで必要となる数学の基礎知識の習得を目標とする」です。

この目標に沿った授業でしたか。

- ①まったくそう思わない ②あまりそう思わない
③まあそう思う ④そう思う

シラバスに即して授業が行われましたか。

- ①まったくそう思わない ②あまりそう思わない
③まあそう思う ④そう思う

内容は簡単でしたか。

- ①まったくそう思わない ②あまりそう思わない
③まあそう思う ④そう思う

内容は難しかったですか。

- ①まったくそう思わない ②あまりそう思わない
③まあそう思う ④そう思う

この授業は全体として満足のいくものでしたか。

- ①まったくそう思わない ②あまりそう思わない
③まあそう思う ④そう思う

この授業で取り上げられた事柄について、興味・関心を持ちましたか。

- ①まったくそう思わない ②あまりそう思わない
③まあそう思う ④そう思う

図2. 授業に関する設問

図3に補講に関する設問を示した。平成19年度の授業では、教育実習で受講生が長期間講義に出られない時期があった。しかも、実習期間には個人ごとにズレがあり、全員がそろわないことがわかっている週が1ヶ月もあった。少人数の授業で、一人の欠席が授業に与える影響が大きかったため、土曜日を利用して5時限分（本来、用意されている予備日1回と土曜を利用した4回）の補講を行った。学生のために行ったつもりであるが、それを学生はどのように受け止めているのか知っておきたかったのだ。この設問に対する回答を以下に示す。

一般的な補講については、「①補講はしてほしくない」が2名、「②正規の授業回数に含まれるなら出席する」が1名と消極的な意見であったのに対し、この授業の補講は有意義であったか問う項目では3名全員が「④そう思う」と肯定的な意見であった。補講は成功だったと言える。

（この授業に限らず）一般的に補講について意見を教えて下さい。

- ① 補講はしてほしくない
② 正規の授業回数に含まれるなら出席する
③ 授業回数に関係なく可能な限り出席する
④ その他（ ）

この授業では4回分の補講を行いました。補講は有意義でしたか。

- ①まったくそう思わない ②あまりそう思わない
③まあそう思う ④そう思う

図3. 補講に関する設問

この授業の良かった点・改善すべき点を自由に記述してください。

図4. 授業に関する自由記述

図4のように自由記述の欄も設けたところ、一人の学生から回答があったので原文のまま紹介する。

「発言の機会がたくさんあった点や、復習を踏まえながら授業が進んでいた点はすごく良かったです。」

これは少人数であるからできたことである。授業中に何度も学生を指名して質問し、全員の理解度を把握しながら、必要ならば随時補足的な説明をして復習を促してきたことに良い印象を持ってもらえたようだ。しかし、受講人数が多くなると必ずしもうまくいくとは限らない。

ところで、講義に不満がある場合は、アンケートにはかなり辛辣な記述が書かれることが多いが、今回のように改善すべき点を何も指摘されないことは最低限のことはクリアしていると解釈しても良いかもしれない。しかし、もちろん慢心はいけない。

図5にはいくつか項目を並べ講義の印象をたずねた。キーワードを出してすぐに思い出す項目

この授業の内容は主に4つの部分に分類できます。

- (1) 数学的基礎知識前半（集合、組み合わせ、写像）
(2) アフィン変換（ベクトル、行列、連立方程式の幾何的意味）
(3) グラフ理論
(4) 論理式

それぞれの内容で最も記憶に残っている内容を教えて下さい。

図5. 具体的な内容に関する設問

はよく定着している証だと考えている。以下に、記述された項目を示す。

- (1) で最も記憶に残っているもの
集合 2 名、ベン図 1 名
- (2) で最も記憶に残っているもの
行列 2 名、逆行列 1 名
- (3) で最も記憶に残っているもの
平面グラフ 2 名、ケーニッヒベルクの橋 1 名
- (4) で最も記憶に残っているもの
真理値表 2 名、ド・モルガンの法則 1 名

設問に現れたキーワードから選んで答えた受講生が 2 名いたが、意図としては設問には大きな分類をかしていないので、残る 1 人が書いたように具体的なトピックを答えて欲しかった。設問を吟味・工夫する必要があった。

また、これらの回答は導入～解説の話題ばかりが印象に残っていることを示しており、本当に理解して欲しい発展的な話題が印象に残っていなかったのは残念である。内容を深く理解してもらうためには、少し時間配分を変える必要があったのかもしれない。つまり、発展的な部分で時間をとるため、導入～解説の部分を少し短くすることだ。しかし、そうすると、基礎的な知識が怪しくなるので理解度が落ちてしまうかもしれない。そのバランスは受講学生にも依るので、教員が経験を積むしかないのだろう。

図 5 に分類した授業の 4 つの部分それぞれについて、図 6 のような設問をした。該当すれば、表に○印を記入する形式の設問である。この設問に対して○をつけた学生の人数を表 1 の対応するそれぞれの欄に示した。全般的に難しい話題が多く、時間をもっと取ってほしいという結果だと読むことができる。しかし、図 2 の易しい・難しいに関する設問と合わせて考えると、授業の難易度設定は間違っているとは考えにくい。また、時間をとるといっているのはどういう意図であろうか。図 3 の補講に関する設問の回答から補講などで単純に授業時間を増やすのは望んでないことはわかるので、難しい部分に時間を費やすことを望んでいると考えるのが自然だろう。図 5 の設問で、

(a) もっと時間をとってほしい
(b) この内容は興味が無かった
(c) 難しい話題が多かった
(d) 知りたい話題が取り上げられなかった
(e) 教員の知識が足りないと思った
図 6. ○をつける形式の設問

表 1. 図 6 の設問に該当する学生の数

	(1)	(2)	(3)	(4)
(a)	1	2	1	1
(b)		1		
(c)	1	3	1	2
(d)				
(e)				

発展部分に多くの時間をとろう考えたことと同じ結論が導かれる。

コンピュータサイエンスに関連の深い数学で取り上げてほしい話題は何ですか。
図 7. 取り上げて欲しい話題の設問

図 7 のように授業でとりあげて欲しい話題をたずねたが、残念ながら回答は特に得られなかった。授業とは別に興味を持って自主的に調べている者にしか答えにくい設問であるから仕方が無い。付け加えるなら、本学部の学生はコンピュータサイエンスがどんな学問なのかイメージできていないのかもしれない。授業目的を伝えるためにも、離散数学やコンピュータサイエンス等の概念形成をもう少し手伝う必要があるかもしれない。これは今後の課題である。

この授業の感想や担当教員へのメッセージ等を書いてください。
図 8. 感想やメッセージの設問

最後に、本当に自由なことを書いてもらいたく図 8 の設問を用意した。以下に、学生の回答をそのまま記載する。

- 学生 1 「説明が分かりやすかった。平面グラフがおもしろく、すごく興味が持てた。」
- 学生 2 「ありがとうございました。」
- 学生 3 「質疑形式が良かったと思います。」

良いコメントばかりで、今年度の講義は成功だったと思う。しかし、これは幸運が重なっただけで今後も維持できるとは限らない。次年度も良い評価を得られるよう努力しなければならない。

3. 課題とまとめ

現行のカリキュラムの特性で、この授業は少人数であることが通例のようだ。選択必修であるため卒業に必要な選択単位をそろえた学生が受講

することは稀らしい。また、4年次向けの開講であるため就職活動は避けられない。加えて、数学専修以外のコース、例えば、授業の内容的に情報文化コースなどの学生の受講が考えられるが、その場合、やはり4年次に教育実習が重なる。学生がしばしば長期的に欠席することを予め考慮しておく必要がある。少人数で欠席が多いと、授業が作りにくいので平成19年度は補講で対処したが、負担が大きかったため、宿題等の自主学習課題を与えることが考えられる。講義の前に、欠席者用に講義の内容に合わせた宿題を準備しておくとも良いかもしれない。

今年度の補講は、土曜日という、学生にとっても教員にとっても貴重な休日を使って行った。アンケートにより、その苦労は無駄ではなかったと示されていると考えられるので、報われた感があるが、できれば本来のスケジュールでこなすようにすべきだろう。

図2、図6の設問に対する回答から、学生は授業の内容が少し難しいと考えているようだが、現状でも復習や確認の時間をとるようにしているので、これ以上は簡単な話題にするべきではないと考える。少しくらい難しいと思われる授業の方が学生のためになっていることだろう。

図5、図6の設問に対する回答からも考えられるように、授業時間の配分について、もう少し検討する必要があるようだ。授業中の学生への質問でずいぶん復習を促してきて、それが良かったと評価されているが、その分、発展的な内容の説明の時間が少なくなったのかもしれない。次年度は、少し基礎的な説明の時間を少なくして試行してみることにする。