

「情報数学概論」の授業評価報告書

数学教育講座・河村泰之

1. 授業の概要

本授業は教員養成課程数学教育専修の必修科目で、2年次学生を主な対象に後学期に開講されている。また、中一種免（数学）、高一種免（数学）を取得する際の教科に関する科目の必修科目でもある（免許法施行規則に定める科目区分は「コンピュータ」である）。

授業の目的は前任の担当者からほぼそのまま引き継いでおり、プログラム言語 BASIC の基礎を学ぶことであり、コンピュータを用いた数学的なアプローチについて経験する。

BASIC の経験はないことを前提に進めなければならない、必然的に演習の多い授業となる。プログラムの構造と背景となる数学的な知識を講義し、演習問題で実際にプログラミングに取り組むことがメインとなる。

履修登録は 28 名で、内訳は数学教育専修 14 名、情報教育コース 10 名、その他 4 名である。数学教育専修は卒業のための必修科目で、3~4 年次の学生もいる。情報教育コースにとっては卒業のための選択科目であり、内容がプログラミングであるため、自発的に履修しているようである。その他の 4 名にとっては、本学で数学の教員免許を追加で取得するための必修科目である。

2. 「授業時間外学習」の促進について

本年度は、コンピュータによる問題解決の初歩を授業に取り入れた。題材として NP 困難と呼ばれる問題（現実的な計算時間では解決が難しいと予想されている問題）の一つで、設定が直観的で理解しやすい巡回セールスパーソン問題を選んだ。最適な解を求める方法は google で検索しても答えがあるわけではなく、アクティブ・ラーニングに有効だと言われている方法の一つの問題解決学習に適している題材であると思われる。ただ、この授業の受講生はプログラミング能力が初心者レベルだと想定され、手順をほとんど示したので、本来の問題解決型とは言えない。簡単なルールで構成できる 2-opt 法の概要を説明し

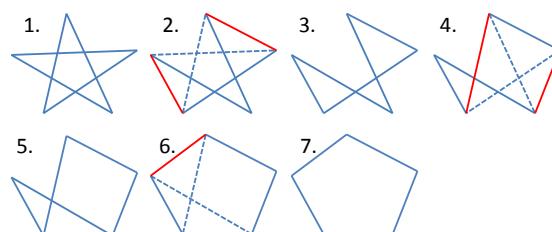


図1 2-opt 法

た上で、能動的に工夫できる余地を残して課題とした（アクティブ・ラーニング）。

この課題の要点を簡単に述べる。巡回セールスパーソン問題では、 n 個の頂点をすべて線分をつなぎ、線分の長さの合計をできるだけ小さくすることが目的となる。2-opt 法は、線分を入れ替えることで長さが短くなるような 4 点を探し、そのような組み合わせがなくなるまで探し続ける。図 1 に例を出して示す。1. では 5 点を結んだ 5 本の線分がある。2. では、破線で示した 2 本の線分の代わりに赤色で示した 2 本の線分を使った方が合計の長さが短くなることを示している。3. は破線の代わりに赤色を使ったものである。以下、同様に繰り返して、入れ替えが起きなくなるまで続けると、7. で終了する。

受講生が能動的に工夫できるのは、入れ替えると短くなる線分の組の見つけ方である。単純なプログラムでも何通りか作ることができ、さらに効率を考えるとかなり種類の工夫が考えられる。

3. アンケート結果

アンケートでは、次に示す 11 個の課題について、授業外に取った学習時間を答えてもらった：(1)円を描く、(2)数値計算、(3)証明、(4)シミュレーション、(5)中間テスト、(6)最小二乗法、(7)冬休み課題、(8)~(10)巡回セールスパーソン問題、(11)期末テスト。図 2 にアンケート結果を示す。横軸は課題番号で、実際に与えた順で、縦軸の単位は分である。折れ線は学習時間の平均値を示している。

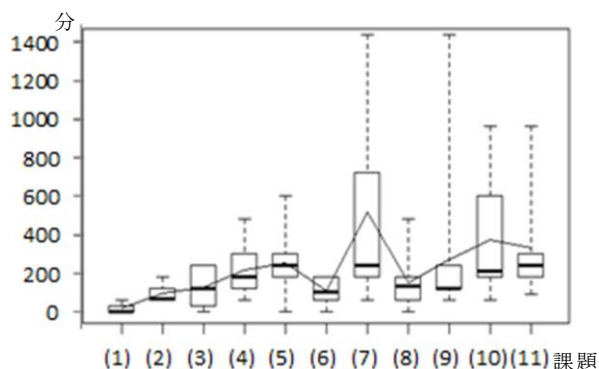


図2：アンケート結果の箱ひげ図

学習時間の単位を分 (minute) で答えてもらうように問いかけたが、数名が3日や半日などと答えた。24時間取り組んでいることはないので、それらは1日を8時間として換算した。

課題(6)は、冬休み課題(7)の準備の意味合いが強く、学習時間が短くなっているが、実際は(7)も同時に出題しているため、早く終わった者は(7)に取り組んでいる。つまり、時系列で見れば(6)と(7)はセットと考えても差し支えない。

プログラミングはそもそも時間のかかる学習であり、しかも受講生のほとんどが初心者であることを踏まえると、本授業は従来から授業時間外学習が多いと考えられる。実際、課題(7)までは昨年までとほとんど同じレベルで課していて、授業時間外学習は決して少なくない。

2節で述べた授業時間外学習を促進させようとした課題は(8)～(10)である。課題(6)と(7)は冬休みの課題なので除外して考えると、通常期間中の授業時間外学習時間は、課題(8)～(10)で伸びていることが確認できる。特に注意したいのは最大値の伸びは予想以上であったことである。加えて、課題(8)と(9)は明確なゴールを設定せずに努力目標だけを伝えていたので、実際は課題扱いでなく、受講生にとってはその週を過ごすだけなら何もしなくても良い状況であるのに、自主的に学習が進んでいる様子が見て取れる。

4. 総括

本授業に限らず、プログラミングが含まれている授業では少し複雑なプログラム課題を出すと、授業時間外学習は多くなる。重要なのは時間ではなく質を上げるところにある。

同じレベルであるなら、むしろ時間をかけない方が取り組んだ質は高いと考えられる。時間による評価は良くないのかもしれない。

授業時間外学習の促進を狙った課題は予想以上の効果を上げた。課題(7)はこれまでの課題の与え方で最終課題に相当するものである。最大値が大幅に上がり、第3四分位もずいぶん上昇する。これに比べ、今回の課題(8)～(10)では、(9)で最大値だけが伸び、(10)では最大値はそれほど伸びないが、第3四分位が大きく伸びている。この特徴は、今後の課題の与え方の参考になる。

5. Appendix

最後に、授業時間外学習時間は課題難度の影響も考えられるので、各課題の概要を付記する。

課題	内容	必要な数学	プログラム難度
(1)	BASIC で円を表示する	円の中心と半径	簡単
(2)	与えられた漸化式を基にして、数値計算する	漸化式	普通
(3)	課題(2)の証明	数列の極限、収束	
(4)	「さいころを360回ふる」を1万回繰り返すシミュレーション	同様に確からしい ヒストグラム	やや難
(5)	中間テスト	範囲指定せず	
(6)	最小二乗法 (1次式)	最小二乗法 偏微分	やや難
(7)	冬休み課題 数値実験 最小二乗法 (2次式)	最小二乗法 偏微分 誤差の知識	難
(8)	巡回セールスパーソン問題	ファイル読込 点描画 線分描画	易しい
(9)		配列要素の入替	やや難
(10)		2-opt 法	難
(11)	期末テスト	範囲指定せず	