

IT を利活用した数学の教育方法の研究

Research on educational method of mathematics utilizing IT

<プロジェクト・メンバー>

高村正志, 小池和彦, 矢野公一, 伏屋広隆

Masashi Takamura, Kazuhiko Koike, Koichi Yano, Hiroataka Fushiya

青山学院大学 社会情報学部

Aoyama Gakuin University School of Social Informatics

1. 研究の目的

本プロジェクトの目的は、社会情報学科における数理系科目における IT を利活用した教育方法の研究である。社会情報学科では数理系科目が 2 科目 4 単位の選択必修になっているが、多くの学生はなぜ数学を学ばなければならないのかと疑問に感じている。これは学生が数学を学ぶ時期と利用する時期のずれから生じていると考える。「数理情報Ⅰ・Ⅱ」で学ぶ線形代数はロボットの制御や画像処理といった分野で用いられている。さまざまな分野の簡単なモデルを例に出し、数学と共に学ぶことができる教材を開発する。これらの教材を利用することで、数学を学ぶ動機付けとなることが期待される。また、中学校・高等学校の教科「数学」において、IT を活用できる教員を養成するための活用調査を行う。2017 年度に電子黒板や大型ディスプレイを設置した教室を利用し、中学校・高等学校の数学でこれらの機材を活用できる内容とできない内容を調査する。

2. 研究の方法

(1) 2 年次以降エリア (社会) 科目「現象の数理」にて、

微分方程式について、スライドを主に使用し、板書はスライドを補う形での使用する授業を行った。履修者は 23 名であり、半数が数学の教職課程を履修中である。教室は F309 教室であり、設備は以下のようであった。

- (a) 机の配置はスクール形式
- (b) 黒板が 1 枚
- (c) プロジェクタとスクリーンであり、スクリーンは黒板の左側に斜めに設置
- (d) 黒板とスクリーンの干渉はほぼ無い

スライドを冊子の形にして、毎回の授業で配布した。メモを取るスペースや演習問題を解くスペースを十分に配置した。

(2) 2 年次以降エリア (社会) 科目「現象の数理演習」にて、数理モデルを作り、シミュレーションによりそのふるまいを見る授業の予定であったが、履修者が 0 人のため休講になった。

(3) 3 年次以降専門自由科目「構造幾何Ⅱ演習」にて、平面曲線の微分幾何について、プログラミングをしながら描写することで理解することを目標にする授業を行った。履修者は 7 名であり、全員が数学の教職課程を履修中であり、2 年次に「プログラミング基礎」を履修済みである。教室は B304 教室であり、設備は以下のようであった。

- (a) 机の配置は島型形式
- (b) 白板が 1 枚
- (c) プロジェクタとスクリーンであり、スクリー

ンは白板の右側に斜めに設置

(d) 白板とスクリーンの干渉はほぼ無い

(e) Call 教室であり、PC が設置

スライドを冊子の形にして、毎回の授業で配布した。メモを取るスペースや演習問題を解くスペースを十分に配置した。プログラムの部分は担当者が重要と考える部分のみを掲載した。

(4)「数理情報Ⅰ・Ⅱ」で学ぶ線形代数の向けの教材としてアーム型ロボットを選んだ。近藤科学株式会社の KXR-A5 アーム型を基本とし、一つ一つの動きを確認できる教材を作成中である。2018 年度「数理情報Ⅰ・Ⅱ」の履修済みの 1 年生に、この教材を用いて、回転行列、合成と行列の積との関係や座標変換について実習を行う予定である。

3. 進捗状況

(1)「現象の数理」では、2017 年度までの講義ノートに LaTeX により作成したスライドを使用した。講義内容としては 2017 年度までと同様であるが、板書の時間が短くなった時間を利用して演習を行うことができた。受講生の感想として、次のものがあつた。

- (a) 従来の板書の方が数学をやっている気がする。
- (b) スライドを印刷してくれるのは良い。
- (c) 進度が早すぎて、数式が頭に入ってこない。
- (d) スライドが前後に行ったり来たりして、どこを説明しているのかわからなくなる。
- (e) 明るいときスクリーンが見えなくなり、暗いとき黒板が見えなくなる。

この結果、この授業に関しては、スライドを用いたことは良い結果とはならなかった。

(2)「構造幾何Ⅱ演習」の目的は、平面曲線のパラメータ表示、接線、曲率円、フレネ標構、弧長パラメータを理解することである。2017 年度までは、この内容を板書のみで講義していた。授業内容を簡単に説明しておく。平面曲線について板書の講義の他に、HTML5 で提供されている canvas 要素、Scalable Vector Graphics(SVG)、JavaScript

を用いて、受講生自身がプログラミングをしながら、Web ブラウザ上で曲線を描画した。これらの環境の環境を選んだ理由は、Web ブラウザとテキストエディタのみで開発することができ、受講生が卒業後も利用できると思ったからである。担当者が描写に関わる部分のプログラムをある程度作成し、曲線の定義式や接ベクトルを求める部分など数学に関わる部分のプログラムを受講生が作成する形式とした。

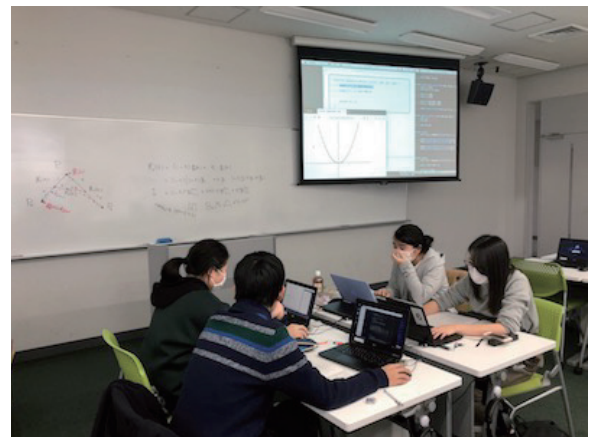


図 1 プログラミングをしている様子



図 2 数学をしている様子

コンピュータ上で滑らかな曲線を描く場合にベジエ曲線が利用される。ベジエ曲線は昨年度までは扱っていなかったが、今年度はコンピュータで描写できるため扱うことにした。2 次ベジエ曲線は、3 個の制御点が与えられ、それぞれの点の位置ベクトルを p_0 , p_1 , p_2 とするとき、ベジエ曲線上の点の位置ベクトルは、ベジエ曲線上の点の位置ベクトルは

$$p(t) = (1-t)^2 p_0 + 2t(1-t)p_1 + t^2 p_3, 0 \leq t \leq 1$$

となる。この曲線の始点は p_0 であり、終点は p_2 である。一般に制御点 p_1 は通らない

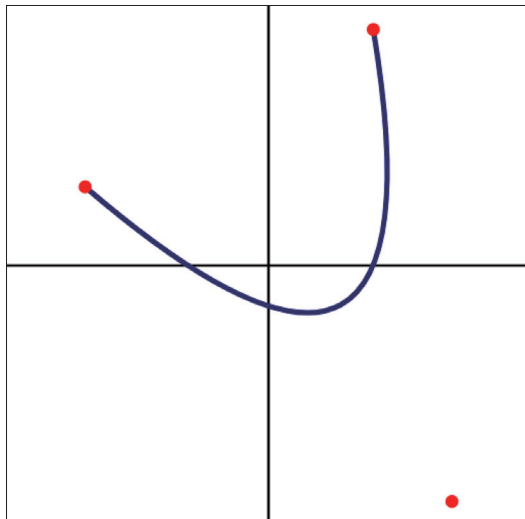


図3 ベジエ曲線

この式を求めるための基本的知識は、「数理情報Ⅰ,Ⅱ」で学ぶ直線のベクトル方程式である。受講生は正確に理解しており、ベジエ曲線の定義式の算出はすぐに理解できていた。しかし、プログラミングにより曲線上の点をプロットすることは難しく、特に、ベクトルと配列の結びつきが弱いと感じた。接線や接触円を求めるときには微分が必要である。微分は、講義では解析微分を用いて、プログラミングでは数値微分を用いた。ここでは、「社会数理Ⅰ,Ⅱ」で学ぶテイラー展開の知識が必要となる。

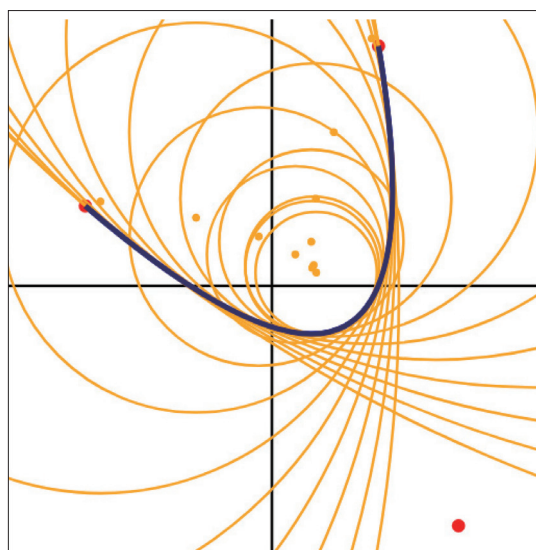


図4 曲率円と曲率の中心

受講生の感想として、次のものがあつた。

- (a) やりたいことは理解できるんだけど、プログラミングでコードを書こうとするのが難しい。
- (b) 曲率円がどんなものなのかわからず勉強してたから、実際に見れたのはよかった。
- (c) 始めのほうは、数学的にもプログラミング的にも割と簡単だと感じていました。
- (d) 中間モニターがほしい。
- (e) プログラミングによって様々な図形を描けるようになることは、とても興味深く、これからの学校教育に求められている教育活動のプログラミング的な要素に触れられたことは私にとってプラスになると考えています。
- (f) 授業の形式として、その授業で終わったものを提出させるのはいいと思うが、提出が終わった後にその日のプログラミングの回答を配布したり印刷して配るなどで全員の歩幅をそろえることがあると自分は安心だと感じた。
- (g) やっている式の意味が図的に見れたことはよかった。

受講生は、プログラミングに苦手意識を持っており、ミスをすることに不安感があると感じた。中間モニターや机の配置等、教室の設備の面で改良が必要であると感じた。また、受講正が7名と少人数であるため、TAやSAを配置しなかった。プログラミングの部分では、1人の受講生がわからなくなってしまった場合、先に進むことが出来ず、授業が止まってしまう場面が何回かあった。一方で、実際にコンピュータで図を描写することは、好意的な意見となった。

4. 今後の課題

作成途中である教材を完成させ、多くの学生に実践してもらおう。授業の結果を分析し、来年度の授業計画に活用する。2017年度に整備した教室では、黒板と大型ディスプレイが設置されている。黒板と大型ディスプレイの高さを合わせることで目線の移動が滑らかに行える。また、教室の明るさも一定に保つことができている。しかし、教室の定員が12名と少ない。また、コンピュータの環境が整っていない。コンピュー

タの環境を整え、黒板と IT を利活用した教育方法を研究していく。ベジエ曲線は Adobe Illustrator を使うときも利用されており、ベジエ曲線の構造を理解することは、一般の学生が「構造幾何Ⅱ演習」を受講しやすい環境を作っていく。

【謝辞】

本研究は社会情報学研究センターによる研究プロジェクト「IT を利活用した数学の教育方法の研究」の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 小林 昭七, 曲線と曲面の微分幾何, 裳華房, 1995
- [2] 近藤科学 ホームページ, <https://kondo-robot.com/>
- [3] 梅原 雅顕, 山田 光太郎, 曲線と曲面(改訂版) -微分幾何的アプローチ, 裳華房, 2015
- [4] 杉原 厚吉, グラフィックスの数理, 共立出版, 1995