

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, Hirotaka 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

昨年度に引き続き、本プロジェクトでは、社会情報学部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を行う。(1)社会情報学部で学ぶ数学の応用でき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。(2)中学校・高等学校の教科「数学」において、IoT を活用できる教員を養成するための活用調査を行う。昨年度に電子黒板や大型ディスプレイを設置した教室を整備した。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について研究をする。(3)電子黒板やタブレット用の数学教材を作成する場合、数式を含む文章のデジタル化が障碍となる。社会情報学部の数学系教員は TeX により教材を作成している。そこで、日本における TeX 開発者の集会である texconf2019 を共催し、数式のデジタル化のための調査を行う。(4)今年度の公開講座では、数学を知ることによりスポーツの能力が向上するかについて話す予定である。そのために中学生・高校生の数学とバレーボールの能力のデータ集取を行う。

2. 研究の方法

(1)「現象の数理演習」にて、講義科目「現象の数理」で学んだ微分方程式の解曲線や相図を描写する数値計算プログラムを作成しながら、その振る舞いを観察し理解することを目標にする授業を行った。履修者は 6 名であり、多くが数学の教職課程を履修中である。教室は B604 教室であり、設備は以下のようであった。

- (a) 機の配置はスクール形式
- (b) 黒板が 3 枚
- (c) シャープ製 70 インチ電子黒板 PNC703C (1 台),
ソニー製 65 インチ 4K ディスプレイ (1 台)
- (d) 黒板と電子黒板の干渉があり 1 枚は使用できない。

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。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。

(2) 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 2 名であり、全員が、2 年次に「プログラミング基礎」を履修済みである。教室は B604 教室であり、設備は以下のようであった。

- (e) 机の配置はスクール形式
- (f) 黒板が3枚
- (g) シャープ製 70 インチ電子黒板 PNC703C (1台),

ソニー製 65 インチ 4K ディスプレイ (1 台)

黒板と電子黒板の干渉があり 1 枚は使用できない。

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。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。

(3) 2019 年 10 月 12 日 (土) に青山学院アスタジオ B1 ホールにて「TeXConf 2019」を開催予定であったが、台風第 19 号の進路等を勘案し、中止とした。

3. 進捗状況

(1) 「現象の数理演習」の目的は、前期の講義科目「現象の数理」で学んだ微分方程式の解曲線や相図を数値計算により求め、描写するプログラムを作成し、解曲線や相図の振る舞いを理解することである。授業内容を簡単に説明しておく。微分方程式を数値的に解く方法として、オイラー法やルンゲ・クッタ法がある。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。受講生が卒業後も利用できると考えたからである。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、オイラー法やルンゲ・クッタ法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

題材の 1 つとしてロトカ・ヴォルテラ方程式を選んだ。これは、2 元連立非線形常微分方程式系であり、一例として、「現象の数理」ではその相図を黒板に描いた。

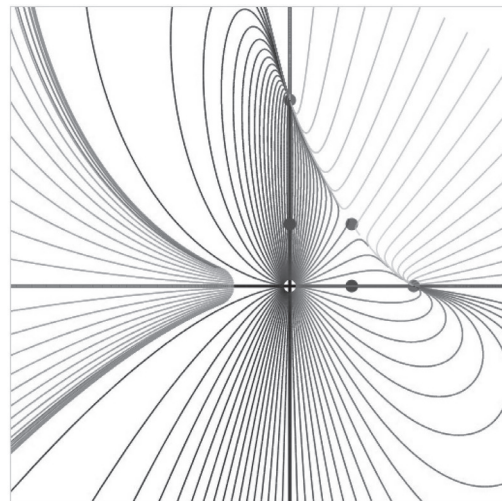


図 2 ロトカ・ヴォルテラ方程式の相図

プログラムでは、パラメータを変化させることにより、相図の変化が瞬時にわかり、板書よりも有効的に学習できる。

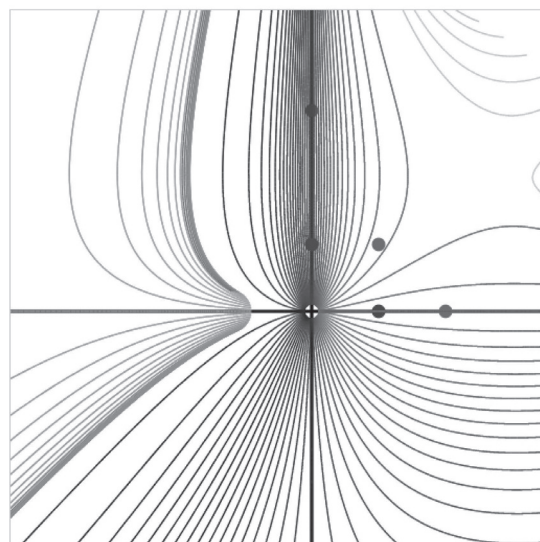


図 3 別のパラメータのロトカ・ヴォルテラ方程式の相図

受講生の感想として、次のものがあつた。

- (a) 現象の数理で学んだ相図がパソコン上で実装できることに興味が湧き、参加することにしました。やってみると、プログラムを理解するのは難しかったのですが、実行結果として現

れる図がとても綺麗に Chrome 上に現れて、ある意味数学を使って芸術品を作れることがとても面白いと感じました。

- (b) 大きなモニターに繋いで説明が行われていたの、とても見やすくわかりやすい授業だった。
- (c) シミュレーションを行うことで、視覚的に、学んだ内容が現れるという点が、復習に役立ったと思います。また、プログラミングはあまり得意ではないのですが、自分で考えたり、周囲の学生と協力したりすることにより、楽しさを感じることができました。

(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。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、「現象の数理演習」と同様に、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。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。昨年度作成した教材を用いて講義を行った。

(3) 2019 年 10 月 12 日(土)に青山学院アスタジオ B1 ホールにて「TeXConf 2019」を開催予定であったが、台風第 19 号の進路等を勘案し、中止とした。行われる予定であった講演プログラムは以下の通りである。

- 〈ショートコミュニケーション〉大浦光章(東大 TeX 愛好会)『東大 TeX 愛好会 5 年のあゆみ』
- 〈ショートコミュニケーション〉加藤秀徳『英語教育における LaTeX の活用について』
- 〈ショートコミュニケーション〉阿部紀行『TeX で縦書き』
- 〈ショートコミュニケーション〉朝倉卓人『TeX

Live とドキュメンテーション』

- 〈一般講演〉金子尚樹(開成学園)『SATySFi のテキスト出力モードを使用した tex ファイルの自動生成について』
- 〈一般講演〉諏訪敬之『組版処理システム SATySFi に於けるプリプロセス機能について』
- 〈一般講演〉荒田実樹『LaTeX 処理自動化ツール ClutTeX について』
- 〈一般講演〉プライニング ノルベルト(アクセリア株式会社)『TLcontrib の復活』
- 〈一般講演〉鹿野桂一郎(ラムダノート株式会社)『TeX の脚注をなんとかする』
- 〈一般講演〉山下弘展『pTeX のペナルティ』
- 〈一般講演〉北川弘典『pTeX 系列の文字列化における和文欧文の区別』
- 〈一般講演〉細田真道『原ノ味フォントと ToUnicode CMap』

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い、授業の結果を分析し、来年度の授業計画に活用する。2020 年度から始まる新カリキュラムの科目である「構造幾何入門」において、平面曲線の理解に役立て、一般の学生が受講しやすい環境を作っていく。

中止になった「texconf」について、「texconf2020」を共催し、数式のデジタル化へのより一層の理解を深める。

【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「IoT 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] 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
- [3] 齊藤 宣一, 数値解析, 共立出版, 2017