

数理分野を対象とした問題解決支援システム “MathGUIDe”の数学教育への応用

杉山 貴俊[†] 岸本 貞弥^{††} 櫻井 鉄也^{††} 北川 高嗣^{††}

[†]筑波大学 第三学群 情報学類 ^{††}筑波大学大学院 システム情報工学研究科

1 はじめに

現在、研究や教育において計算機が広く用いられている。このような中で、問題解決環境 (Problem Solving Environment: PSE) [1] の研究の重要性が高まってきている。PSE とは、『コンピュータ関係の特別の知識やスキルを必要とせず、問題を解決するための計算ハードウェアとソフトウェア環境』のことである。

これまで我々は数理分野を対象とした問題解決支援システムを提案し問題解決支援システムのプロトタイプである“MathGUIDe”を実装した [2]。“MathGUIDe”によって GUI による数式の作成が可能となり、数式の検索、計算、グラフ描画が可能となった。

問題解決支援システムの応用分野の一つとして、数学教育が挙げられる。問題解決支援システムの持つ数式の検索、計算、グラフ描画の機能を、数学を理解するために使用することで数学教育を支援するシステムとして使用可能である。

そこで、本研究では問題解決支援システム“MathGUIDe”を用いた数学の授業支援システムを実装した。高等学校において実験授業を行い、評価を行った。

2 問題解決支援

数理的分野における問題解決において、ユーザは検索・計算・グラフ描画などを行い、問題解決のための情報を得ながら問題解決を進めていく。検索、計算、グラフ描画の機能を持つシステムは、問題解決においてユーザの支援となる。

これまで我々は、問題解決支援システム“MathGUIDe”を提案した [2]。“MathGUIDe”では、Box 型構造文法によって数式の作成・変換を可能としている。Box 型構造文法とは、Box [3] と呼ばれるデータ構造を用いて数式構造を表す構造規則と、Box のデータを他のデータ形式に変換する変換規則から成り立っている。この Box 型構造文法によって、他の数理ソフトウェアを利用可能としている。“MathGUIDe”では、計算・グラフ描画にフリーの数値計算ソフトウェアである“Scilab”[4] を

用いている。Scilab を用いることによって、高度な数値計算やグラフ描画が可能となる。

3 数学教育への応用

問題解決支援システム“MathGUIDe”の数学教育への応用としては、教師のための授業支援システムやコンテンツ作成システム、生徒のための自習システムなどが挙げられる。本研究では、“MathGUIDe”を授業支援システムへ応用する。

数学の授業では、数式の提示や計算、グラフ描画を通して生徒の数学的な内容理解を図る。“MathGUIDe”は、数式の表示・計算・グラフ描画といった情報提示機能を持つため、授業支援システムとして用いることが可能である。また、“MathGUIDe”は、数式に含まれるパラメータを変化させてグラフの変化を見ることが可能であり、板書ではできないグラフの動的な表示も行うことができる。

数学の授業を行うにあたって下記の機能を実装した。図 1 に“MathGUIDe”の画面例を示す。

- プレゼンテーションのための画面の再構成、文字の拡大
- 定義域によるグラフ描画範囲の設定
- ドラッグによるグラフ表示域の操作
- 授業用の数式作成メニューのテンプレートの実装
- Box の表示枠の消去による、より自然な数式表示

また、ワイヤレスの操作デバイスや書き込み可能な表示デバイスを導入した。

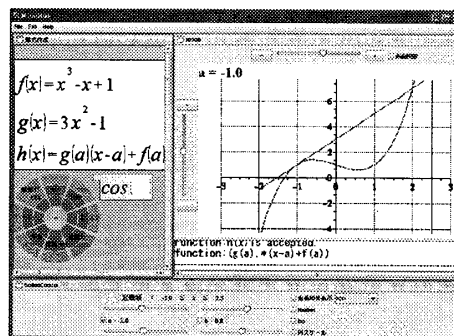


図 1: 問題解決支援システム“MathGUIDe”の画面例。

An Application of Problem-Solving Support System for Mathematical Sciences “MathGUIDe” to Mathematics Education

[†]College of Information Science, University of Tsukuba

^{††}Department of Computer Science, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

4 実験

筑波大学附属坂戸高等学校において、実験授業を計6回行った。1~3,5回目に1年A組で、4回目に1年C組で、6回目に1年D組で実験を行った。授業の内容としては、数学Iの2次関数の最大・最小に関する問題である。また、5,6回目にA組・D組でアンケート調査を行った。実験において使った機材は、1.6GHzノートPC(IBM ThinkPad R51)、ワイヤレスマウス(サンワサプライ GlanzLSW)、及びWiiリモコン(RVL-003)である。図2は授業の様子である。

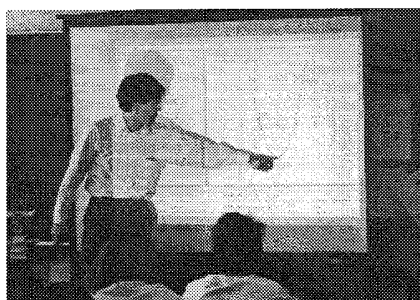


図2: 授業の様子

結果と考察

授業では、教師が初めに黒板やプリントを使って問題の説明を行い、グラフ表示・操作が必要ときに本システムを使用した。

2回目の実験では1回目よりグラフ画面などを拡大表示して実験を行った。映像記録から、1回目と比較して、2回目のほうが見やすかった。このことから、グラフ画面を拡大するというように、授業という特定の使用状況であることを考慮することが重要であると考えられる。

また、1,2回目の実験ではソフトウェアの操作は主にアシスタントが行い、3~5回目の実験では、ワイヤレスマウスやwiiリモコンを導入し、教師が主に操作を行った。1,2回目では、操作する時に教師がアシスタントに操作内容を伝えなくてはならなかった。また教師自身が操作する時も、PCの置いてあるところまで行って操作しなくてはならなかったため、授業の流れが一時的に止まってしまった。3~5回目では、授業の流れを止めずに、教師が一人で操作できるようになった。アンケートにおいても「教師が一人で操作するほうが早く分かりやすい」という意見があった。

5回目まではスクリーンに表示していたが、6回目の実験においては、スクリーンの代わりにホワイトボードに投影した。これにより、教師が直接表示中の画面に書き込めるようにした。生徒からは「グラフに直接書き込めるのはよい」という意見があった。このよう

に、従来の授業において黒板に書くように、システムの表示しているグラフに書きこめる機能や方法は重要であると分かる。

アンケート結果からは他に、グラフが変わっていく様子が見れてよかったといった意見が得られた。グラフの動的な表示が生徒の印象に残ったことが分かる。

図3に授業内容を理解するのに役立ったかという質問に対するアンケート結果を示す。

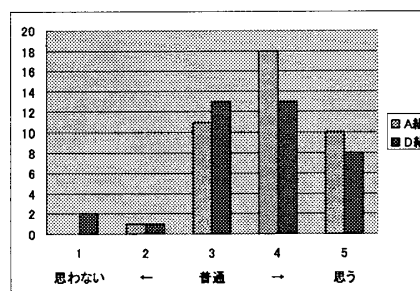


図3: アンケート結果

アンケートの結果から大多数の生徒は本システムを使った授業が役に立つと感じており、本システムは授業支援システムとして有用であると言える。しかしながらアンケートの結果から、画面の見易さについての改善点が残されている。

5 おわりに

本稿では、問題解決支援システム“MathGUIDe”の数学教育への応用について述べた。“MathGUIDe”を用いた授業支援システムを実装し、高等学校において実験授業を行い、アンケート調査および考察を行った。

今後の課題としては、グラフ表示のオプションの選択や授業で使用する数式の作成などのコンテンツ作成を、教師が一人でできるようにすることがあげられる。

参考文献

- [1] 川田重夫, 田子精男, 梅谷征雄, 南多善 共著, “PSE BOOK [基礎編], [応用編],” 培風館, 2005.
- [2] S. Kishimoto, M. Murakata, T. Nakanishi, T. Sakurai, T. Kitagawa, “Problem-Solving Support System for Mathematical Sciences”, Proc. the Third IEEE International Workshop on Databases for Next-Generation Researchers, Istanbul, pp. 79-84, 2007.
- [3] 櫻井鉄也, 趙燕結, 杉浦洋, 鳥居達生, “自然な数式表記のためのユーザインタフェース,” 日本応用数学会論文誌, vol.6, no.1, pp.147-157, 1996.
- [4] “Scilab Home Page” Inria. <http://www.scilab.org/>