

プログラミング実行環境「ますめ」の設計・実装と 教育現場のPBLへの適用

荻野 哲男¹ 藤岡 健史² 柳瀬 大輔³

神戸大学情報基盤センター¹ 京都市立塔南高等学校² 京都市立堀川高等学校³

はじめに

2013年度から高等学校において新学習指導要領が年次実施され、共通教科「情報」も新しくなる¹⁾。その一科目である「情報の科学」では、情報と情報技術の科学的理解とその活用を目的としてモデル化とシミュレーションを学習する。このため高等学校ではこれまで以上にプログラミングを取り入れるようになると考えられる。初学者でも扱いやすいグラフィカル指向のプログラミング学習環境としては Squeak eToys²⁾、Scratch³⁾等があるが、これらはC言語やJava言語、Excel VBA等のテキストベースと比較するとユーザインターフェースがビジュアルベースで直感的に分かりやすく、プログラミングの基本的な概念が学習しやすいという報告がなされている^{2)~5)}等。

問題点

ユーザインターフェースがビジュアルベースの場合、プログラミングの基本的な概念が容易に習得できる一方、少し複雑なアルゴリズムを記述したり規模が大きくなったりすると実現が困難になるという問題がある。一方、C言語やJava言語などの大規模プログラミングが可能なテキストベースのプログラミング環境の場合、初学者にはその言語の習得自体に労力がかかり過ぎてしまうという問題がある。具体的には、コンパイルエラーで躓く、ポインタの理解ができず挫折する等が挙げられる。従って、ビジュアルベースの初学者用プログラミング環境と、テキストベースの実践的なプログラミング環境の間を埋める新しいプログラミング実行環境が必要である。

設計

提案する新しいプログラミング実行環境「ますめ」⁶⁾は、表計算アプリケーションのようなイ

ンターフェースで直感的な操作を可能にしつつ、個々のセルにテキストベースのプログラミングを可能にして複雑なアルゴリズムを記述することができる。「ますめ」の設計上の特徴として以下の3点が挙げられる。

- プログラミング変数の視覚化
- 個々のセルにプログラミング
- 学習プロセス分析のための操作記録

プログラミング変数の視覚化

表計算アプリケーションと似たユーザインターフェースを持つ「ますめ」では、シミュレーションで用いられるパラメータや状態を表す値を表の中の個々のセルで表し、値の変更などの管理ができる。これは、プログラミング変数をタイルなどで表現するビジュアルベースと同じく、変数の値を視覚化することで直感的なプログラミングを可能としている。

個々のセルにプログラミング

セルに数式を入力するとその計算結果がセルの値となるのは従来の表計算アプリケーションと同様である。「ますめ」ではこれを拡張し、セルにプログラムを記述でき、その実行結果がセルの値となる。さらに、プログラム内で参照している他のセルの値が変更された場合、そのプログラムが再度実行される仕様となっている。このため、状態遷移の様子をシミュレーションするのが初学者にとっても容易である。

学習プロセス分析のための操作記録

「ますめ」は、プログラム実行環境全体をブラウザで動作するJavaScriptで記述している。このため、すべてのユーザの操作を記録（ロギング）して分析することが可能になっている。生徒がどのようにプログラミングを行っているのか、どこで躓いているのかなど、学習プロセスを詳細に分析することができる。

実装

「ますめ」の実行画面を図1に示す。画面は(1)シートエリア(2)インスペクタエリア(3)キャンバスエリア(4)メニューエリアから成る。

シートエリア 表計算ソフトウェアと同じようにセルが格子状に配置され、セルが保持する値

1 Testsuo OGINO,
Information Science and Technology Center, Kobe University
2 Takeshi FUJIOKA,
Kyoto Municipal Tonan Senior High School
3 Daisuke YANASE,
Kyoto Municipal Horikawa Senior High School

を表示している。すべてのセルは値とプログラムの2つを保持している。セルをクリックして選択することでそのセルのプログラムをインスペクタエリアに表示させることができる。

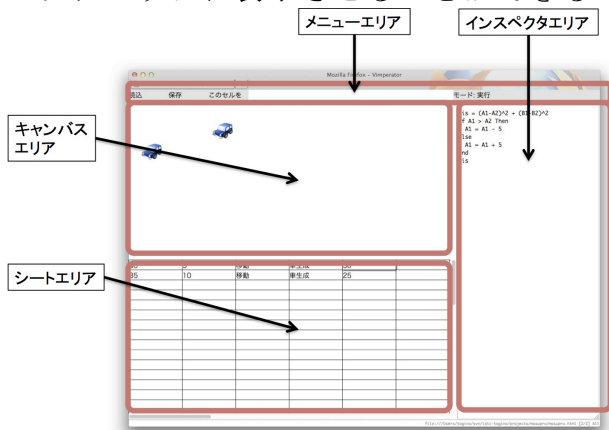


図 1 「ますめ」の実行画面

キャンバスエリア プログラムの中で生成されたグラフィックオブジェクトを表示するエリアである。HTML5 の Canvas タグで実装されており、点や円・直線などの基本的図形を描画するコードを JavaScript のオブジェクトでカプセル化したものがグラフィックオブジェクトである。すべてのグラフィックオブジェクトは、表示座標等の基本属性を保持しており、その値をプログラムから変更することで、キャンバスエリア内でその位置に表示させることができる。

PBL への適用

平成 25 年度から高等学校で実際に用いる予定である教材（風邪の感染シミュレーション）の一例を図 2 に示す。

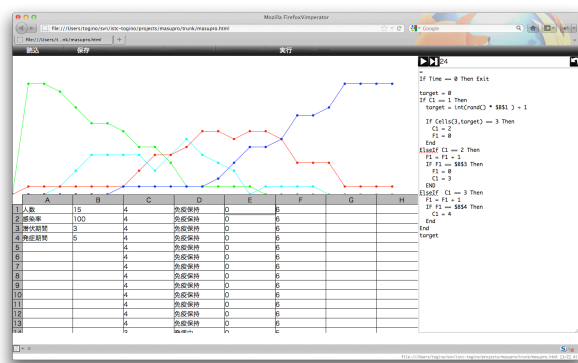


図 2 教材の例(風邪の感染シミュレーション)

4)5)等の先行研究では、モデル化とシミュレーションを題材とした PBL の分析が詳細に行われている。PBL では生徒が主体的にプログラミングを進めていくことを重視するが、教員が多く

の生徒の躰きを個別に把握して適切に指導するには大きな負担がかかる。このため 4)5)等では、少人数指導を行う等の工夫が必要であると指摘されている。そこで「ますめ」では、すべての生徒の操作を記録・分析して教師が把握しておくべきポイントをあらかじめ洗い出すことによって、一斉指導にも役立てられるようにする。また、PBL のプロセスを長期的・継続的に分析することによって、これまで明らかになっていない高校生段階でのプログラミング学習に関する新たな知見を得たいと考えている。

おわりに

プログラミング初心者にも扱いやすいグラフィカル指向のプログラミング環境と、テキストベースの実践的なプログラミング環境の間を埋める新しいプログラミング実行環境「ますめ」を設計・実装した。高等学校等での継続的な活用を想定し、新学習指導要領が実施される平成 25 年度から本格的に PBL 環境として導入していく計画で現在準備を進めている。今後は、実際の教育現場で用いる具体的な教材と指導案を高校の情報科教員と共同で研究開発していく。

謝辞

本研究は科研費（若手(B) No. 22700788）の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 文部科学省:高等学校学習指導要領.
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/kou/kou.pdf.
- 2) Squeakland. <http://squeakland.jp/>
- 3) Scratch. <http://scratch.mit.edu/>
- 4) 藤岡健史, 高田秀志, 岩井原瑞穂:高等学校における Squeak を用いた課題解決型情報教育の実践と評価, 日本教育工学会論文誌, Vol. 28, pp. 141-144
- 5) Fujioka, T., Takada, H. and Kita, H.: What Does Squeak Provide Students with? - A Comparative Study of Squeak eToy and Excel VBA as Tools for Problem-Solving Learning in High School -, Creating, Connecting and Collaborating through Computing, International Conference on, Vol. 0, pp. 4249
- 6) 荻野哲男, 藤岡健史, 柳瀬大輔:教育現場での実践に向けたプログラミング実行環境「ますめ」の試作, 情報処理学会研究報告 Vol. 2011-CE111-No. 5.