

高校・中学数学における関数および図形の理解を促す ソフトウェア教材カタログの試作

佐々木 重雄[†]阿部 寛之[‡]秋田大学 教育文化学部[†]日立東日本ソリューションズ[‡]

概要 高等学校および中学校の数学，特に関数および図形分野の補助教材となるソフトウェアを数式処理ソフト Mathematica および動的幾何ソフト GeoGebra で作成した。これを教育現場での活用が容易になるよう，教科・単元に合わせて分類し教材カタログとして提供することを試みている。その現状を報告する。

1. はじめに

教育の情報化が叫ばれて久しい。日本国内においては学校教育の現場で情報機器が十分活用されているとは言い難い状況である。この問題には様々な面からの取り組みが必要であるが，ここでは教育現場での効果が高いソフトウェア教材を提供し，かつ，それをいかに認知してもらうかという観点から取り組むことにした。

授業単元によって情報機器の導入が効果的な分野とそうでない分野がある。効果の高い分野として高校（一部は中学）の関数および図形をターゲットとすることとした。両者は，内容が高度になるにつれ，紙の教科書や黒板への板書だけでは概念を伝えるのが難しくなる分野である。また様々なバリエーションの作図によって理解が深まるにもかかわらず，生徒が自習の仕方をわからないために，予習復習がおろそかになりがちなる分野でもある。そこで両分野の教材ソフトウェアを作成し，教師が授業内で使用する教材として，あるいは，生徒が自習で様々なバリエーションの作図を試みるための教材として提供することとした。

もう一つの観点は，作成した教材ソフトウェアを教師が認知し利用しやすくすることである。これまでに多数の効果的な教材ソフトウェアが開発されているが，それを再利用する事例は決して多くない。その理由として，学校のカリキュラムに合ったアプリケーションを見つけるのが難しいことを指摘しておきたい。

第2節で取り上げるソフトウェア上で多数の教材が開発されているが，そこから授業で使えるものを探するのは難儀な作業になる。これが日本の学校教育のカリキュラムに合わせて分類されていれば取捨選択が容易になる。

2. 教材開発用ソフトウェア

開発に用いるソフトウェアに Mathematica, GRAPES, Cinderella, GeoGebra が候補に挙げられた。これらのソフトの特徴を述べる。

Mathematica[1] は，代表的な数式処理システムであり，様々な分野の数理的解析に使われる。3D プロット，陰関数の表示，パラメータを時系列あるいは対話的に変化させての図形のアニメーション化など，教育目的にも有用な機能が多い。また三角比などを根号を含む正確な式で計算するという数式処理の機能は，学校教育の教材として，かゆいところに手が届く特徴である。

Mathematica は，学校教育の場に導入するには非常に高額なソフトウェアである。しかし無償の Mathematica Player (バージョン 8 から CDF Player) を用いることで，Mathematica で作成した教材を生徒に配布することができる。ただし Mathematica Player では数式の入力ができないため，数式決め打ちで教材を作るか，アニメーション機能でパラメータを変更するような教材を作る必要がある。

GRAPES[5] は，友田勝久教諭が開発した，関数のグラフ，軌跡などを描くソフトウェアである。無償で利用できる。高校数学の教育向けに作り込まれており，GRAPES を利用した様々な授業事例がある。

Cinderella[2] は，動的幾何ソフトと呼ばれるソフトウェアの一つである。平面幾何の作図や証明ができる。動的幾何ソフトの特徴は，制約条件を満たしながら図形を変形させられることである。様々な図形のバリエーションを観察することで図形への理解を深めることができる。

GeoGebra[3][4] も動的幾何ソフトの一つである。Cinderella と機能が類似するが，β版ながら 3D への対応など，挑戦的に開発が進められている。

A Prototype of an Educational Material Software Catalogue for Function Calculus and Geometry in Secondary School Mathematics

[†] Shigeo SASAKI, Faculty of Education and Human Studies, Akita University.

[‡] Hiroyuki ABE, Hitachi Solutions East Japan, Ltd.

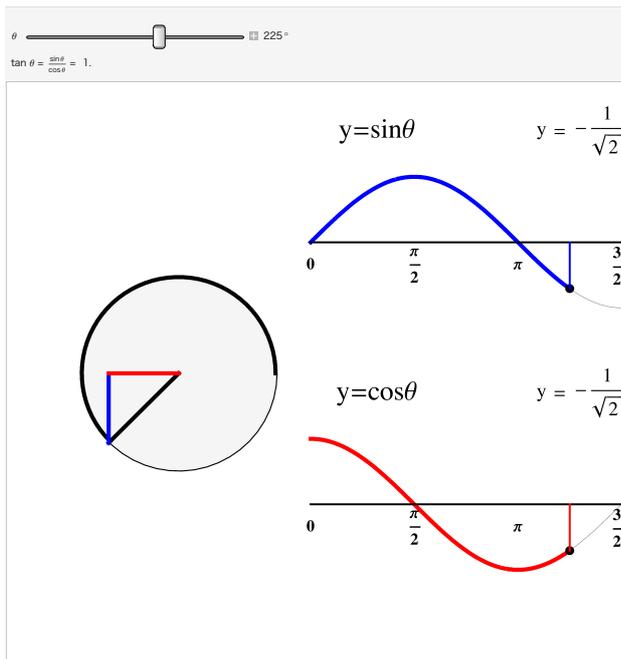


図 1：三角関数教材の実行画面

3. 教材の作成

目的とする教材と開発ソフトウェアの特徴を鑑み、Mathematica と GeoGebra を用いて教材を作成した。作成した教材の単元は次のとおりである。中学：回転体，二等分線の作図，円周角，三平方の定理の証明，高校 数 I：二次関数，数 II：三角関数，数 A：円の五心，数 B：ベクトルの演算。このうち三角関数および垂心の教材の実行例をそれぞれ図 1，図 2 に示す。

垂心は三角形の外にはみ出すことができる。これは授業で扱うことはあまり考えられず，またその意味を考えることは，動的幾何ソフトを使えばこそできることといえる。

4. 教材のカタログ化

作成した教材は，科目，単元毎に分類し，簡単な説明を添えることでカタログ化する。ネットから利用できることが望ましいと考え，次の方式で変換し，誰でも実行できるようにした。

- Mathematica: Mathematica Player 形式 (バージョン 8 以降は CDF 形式) に変換し
- GeoGebra: GeoGebra の Java アプレットが解釈・実行するバイナリデータを含む HTML に変換

それぞれの形式を考慮した HTML ファイルでディレクトリを作ることが望ましいと考えているが，現在は，仮に Wiki で公開している。アドレスは次のとおり。

<http://www.is.akita-u.ac.jp/pukiwiki/>

高校数学教材

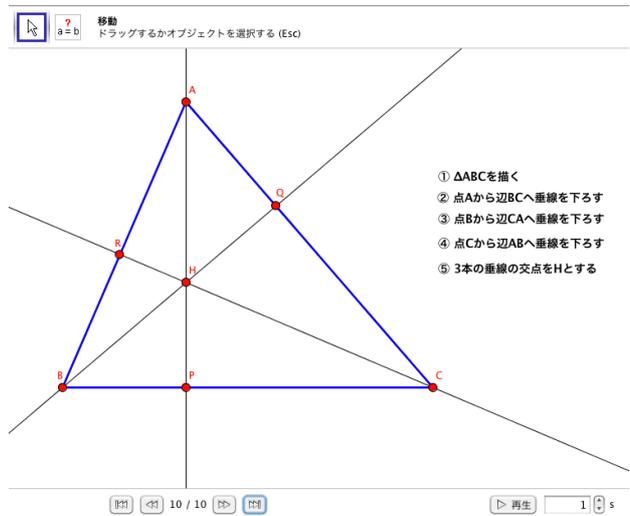


図 2：垂心の教材の実行画面

5. まとめと今後の課題

Mathematica および GeoGebra で教材ソフトウェアを作成しカタログ化して公開した。今後は，様々な形式のファイルを取り込めるような仕組みを作り，それによってコンテンツを集めていく方向に進化するべきではないかと考えている。

参考文献

- [1] Stephen Wolfram: Mathematica Book, Wolfram Media (2003).
- [2] Jürgen Richter-Gebert and Ulrich H. Kortenkamp: The Cinderella 2 Manual: Working with the Interactive Geometry Software, Springer (2012).
- [3] Markus Hohenwarter and Karl Fuchs: Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra, in Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Teaching Conference (2004).
- [4] Markus Hohenwarter and Judith Preiner: Dynamic Mathematics with GeoGebra, in The Journal of Online Mathematics and Its Applications, Volume 7 (2007).
- [5] 友田勝久「GRAPES パーフェクトガイド」文英堂 (2003).

謝辞 秋田大学教育文化学部 杜威教授，林良雄教授には様々な助言をいただきました。平成 22 年度秋田大学教育文化学部数学ボランティアの学生の皆さんには様々なコメントをいただきました。ここに感謝します。