

タブレット PC を用いた代数学習支援教材の開発

Development of the educational software for understanding the algebra calculation on tablet PC

宮本 優, 藤井 研一

Masaru MIYAMOTO, Kenichi FUJI

大阪工業大学大学院情報科学研究科

Graduate School of Informatics, Osaka Institute of Technology

あらまし：初等数学教育で学ぶ代数方程式はその後の数学を学ぶ上で重要な役割を担っている．この代数方程式解法理解のための教材を，iOS を使用したタブレット PC 上に開発した．開発にあたってタブレット上の操作が(1)解法の直感的理解に結びつくこと，(2)代数方程式の意味理解を可能にするものの2点に重点をおいた．また，個々の教育に携わる人それぞれの柔軟な教授が可能となるよう，学習者に文字、数式、グラフそれぞれの情報を独立なレイヤー構造上に実現可能としている．

1. はじめに

中等教育における一次方程式および連立方程式学習は数学の大きな分野である代数学習への入り口であるに留まらず，記号操作の理解という意味で理工学分野学習の基礎構築に、非常に重要であるが学習者に取って一つの壁ともなってきた．

このような学校教育における代数の学習は，これまで筆記により習得されてきた．筆記による学習は身体性の利用であるが，操作と身体動作の関係性は高いとはいえない．等式における記号操作として移項，置換といった操作が身体の特定の動きに対応するわけではなく，身体性と切り離された抽象化した思考操作として理解する必要があった．

このような身体動作と記号操作の関係はタブレット PC を用いた場合，タブレット PC に用意されているユーザーインターフェース (UI) を用いることで，明確に対応付けが可能となる．これを利用し記号操作と身体動作の関係性を明確にし，記号操作の理解を促す教材開発を行なった．

例として，タブレット PC の代表的な UI であるタップ，ドラッグ，フリックといった操作に代数操作の意味付けを与えて代数記号操作として用い、その代数理解への影響を調べることに試みた．

題材として取り上げた連立方程式解法において，上記の UI を記号操作に対応付け，代数における記号操作理解の深化が得られるかを試みた．

2. 開発環境とソフトウェア概要

2.1 開発環境

今回開発したソフトウェアは iPad 上での使用を想定した．このため開発環境として，Mac OS X 10.9.5 上の Xcode 6.2 を用い，実装は iPad Air (iOS 7.0.2) に対して行った．

2.2 レイヤー構造

ソフトウェアの全体のシステムとして，レイヤー

構造を導入している．これは，教育者側の立場の際，連立方程式の解法にあたって，どこに注目して欲しいのか，注意する点はどこか，と学習者側に示したい部分を容易に行えるよう設計している．レイヤー構造の階層化について図 1 に示す．

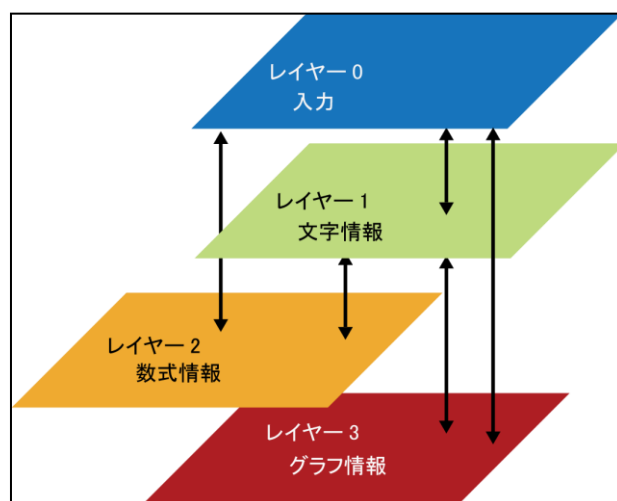


図 1 レイヤー構造

上から入力，文字情報，数式情報，グラフ情報と設定している．

入力は学習者が実際にソフトウェアに対し，文字の入力を行い解法を進める．文字情報は教育者側が設定し，注目部分にコメントを表示したり，解法の解説を表示する．数式情報が実際の式の数式を表示する階層である．グラフ情報は，連立方程式のグラフを表示することでグラフ上での式の特徴を理解付けることを目的としている．

2.3 入力情報と数式情報

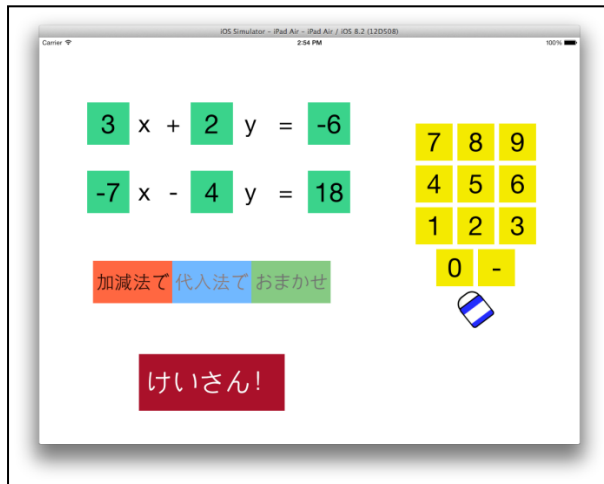


図 2 連立方程式解法のソフトウェア

図 2 に本ソフトウェアの表示画面を示す。一貫した UI が利用可能とするため、画面に数字のキーボードを表示し用いた。これにより、二式の定数項位置(図の式表示の正方形枠内)のそれぞれに数値を代入(ドラッグ&ドロップ)し、方程式を決定する。その後、学習者は式を操作して解を得るが、その様子を図 3 に加減法の解法を例として示した。消しゴムを用いて学習者は与えられた係数を消去し、任意の係数をキーボードよりタップすることで、自由に変更可能となる。入力が完了すると正方形枠は丸枠に変更されるように設定している。

学習者は、2 つの式の係数を揃え一変数消去後には二式の直下の正方形枠内に得られた一次方程式の係数を入力する必要がある、同様の手続きを繰り返して解を求めることになる。

2.4 グラフ情報

図 4 にグラフ画面を示す。これは連立方程式の二式を表したグラフであり、学習者に求めた解はどのような意味があるのかを視覚的にも理解可能になることを狙っている。連立方程式における解が存在しない場合や無限に存在する場合、このグラフを用いて、理解が容易になると考えられる。

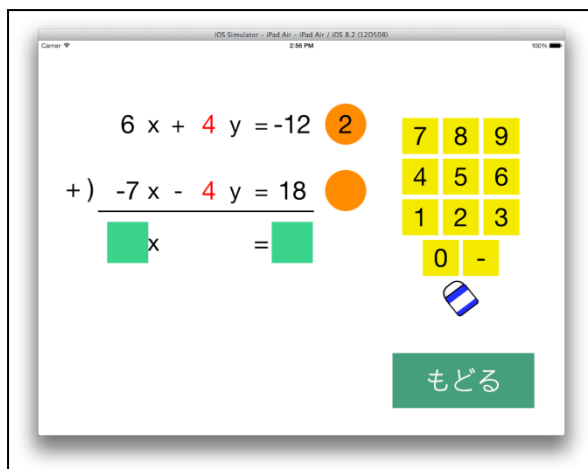


図 3 式を解き、変数 y の解を得る。

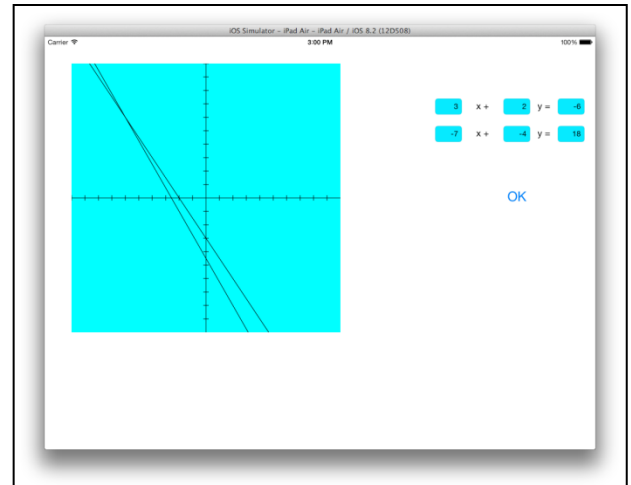


図 4 グラフ情報の表示

3. 考察

今回開発したソフトウェアは、ただ式に数値を入力して計算するのではなく、“どのように”解いていくのかを理解してもらうことを意識して作成したものである。学習者自身が連立方程式の関係を理解し、解を得るにあたり、唯一の数値を選択し、その上で式を変形する必要が生じる。この点をどのようにわかりやすく理解出来るかを意識し、UI 上の操作と関係付けるかを重点的にした。タブレット PC は紙媒体と異なり、連立方程式解法の際に必要な手順である代入や移項といった操作を直接行うことができ、画面に反映させられる。この特長を生かし、学習者が直感的に解法を理解することが期待できるようにタブレット PC 固有の UI を利用した。

4. まとめ

連立方程式の解法は代入や移項といった操作をタブレット PC の UI に対応させて行える様にすることで直感的に行える様にしたソフトウェアを開発した。これにより学習者に想定している中学校での代数方程式の解法を直感的に理解させることを可能にしたと考えられる。レイヤー構造の導入により、教師側が与える情報の表示や、グラフによる視覚的理解を柔軟に変更可能とし、更なる理解に繋げられるようにしたい。また、多元方程式は物理の分野でも多く用いられているので、今後、連立方程式(2元 1 次方程式)だけでなく、多くの解を必要とする方程式の解法も本ソフトウェアの拡張として開発を行いたいと考えている。