

## 連立一次方程式解法理解のための タブレット PC を用いた教育用ソフトウェア開発

### Development of an educational software for understanding the numerical solution of simultaneous linear equations on tablet PC

宮本 優, 藤井健一

Masaru MMIYAMOTO, Kenichi FUJI

大阪工業大学情報科学部

Department of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

あらまし: 初等数学教育で学ぶ連立方程式は代数を学ぶ上で重要な位置を占めている。このための解法を学ぶための教材を、iOS を使用したタブレット PC 上の開発を試みた。代数の理解は、その後の数学理解に必須と考えられるが、記号処理の理解と考えるならコンピュータプログラム理解のためにも必須と考えられる。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)数式としてどのような意味を持つかを示し理解可能にすることの2点に重点をおいた。

このため、タブレットの操作性の特性(タッピングなど)を積極的に利用するように設計した。

#### 1. はじめに

中等教育における一次方程式と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を築くために、非常に重要である。

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言い難い。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い。

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)と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ものとして考えられる。

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のそれぞれに記号操作の意味付けを割り当て、記号操作理解への影響を調べることを試みた。

本研究では、代数学習の入門として線形連立方程式の解法を考えタブレット PC 上のソフトウェアの設計と開発を行った。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。

これはまた近年、スマートフォンやタブレット PC の普及に伴い、教育現場においてもタブレット PC 利用が進められていることを踏まえ、実際の教育現場への普及を図るためには、効果的な UI の研究が必要との立場からも意味をもつと考えられる。

実際、タブレット PC ハードウェアの普及に対し、教育教材のソフトウェア開発の進捗は大きいとはい

えない。このためタブレット PC を用いて学習可能な教育ツール開発のために、UI に関する研究は急務と考えられる。

初等数学において連立方程式の解法理解に限定し、適切な UIF の設計に注力して連立方程式解法の教育用ソフトウェアの開発を行った。

#### 2. 開発環境とソフトウェア概要

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、MacOS X 10.9.5 上の Xcode6.1 を用い、実装は iPad air (iOS 7.0.2) に対して行った。

連立方程式は次のような2式からなる。

$$a_1x + b_1y = c_1 \quad \dots (1)$$

$$a_2x + b_2y = c_2 \quad \dots (2)$$

連立方程式の解法として、上式の二変数の一方(例えば  $y$ ) を消去し、変数( $x$ )の値を求めたのち、他方の変数値を求める加減法と一方の式より変数の一つを他方の変数を用いて表し他方の式に代入して変数値を求める代入法の2つの解法を学校教育で学習する。本ソフトウェアでは、この2つの解法双方を学習可能とした。利用者として中学校2年生を考え、学習者自身が任意に選択し、解法を学べるように設計した。学習者が上式の定数項  $a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2$  に数値を与え繰り返し数値解を求めることで解法の理解が得られることを狙っている。

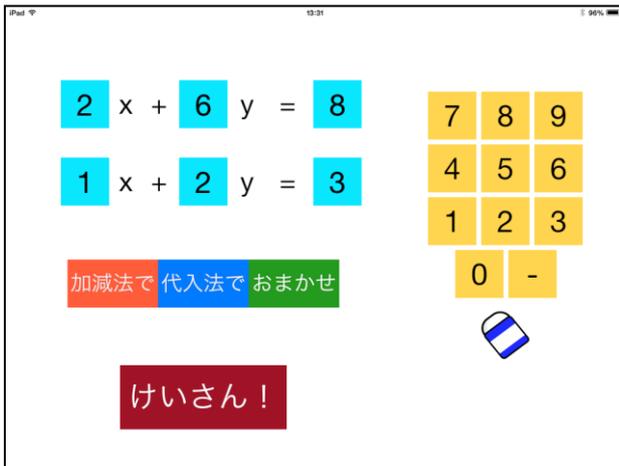


図1 連立方程式解法ソフトウェア。

図1に本ソフトウェアの表示画面を示す。タブレット PC に標準装備されたソフトウェアキーボードは用いずに、画面に表示された数字のキーボードを用いる。これを用いて、二式(1,2)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ドラッグ&ドロップし解くべき式を決定する。その後、学習者は式を操作して解を得るが、その様子を図2に加減法の解法を例として示した。

図2画面で、学習者が画面右のキーボードから一変数を消去するために一方の式に乘算すべき係数値をタップし図2の式の左側に設けた正方形枠内に入力すると、式の係数が変更され、一変数消去の準備ができたことが示される。

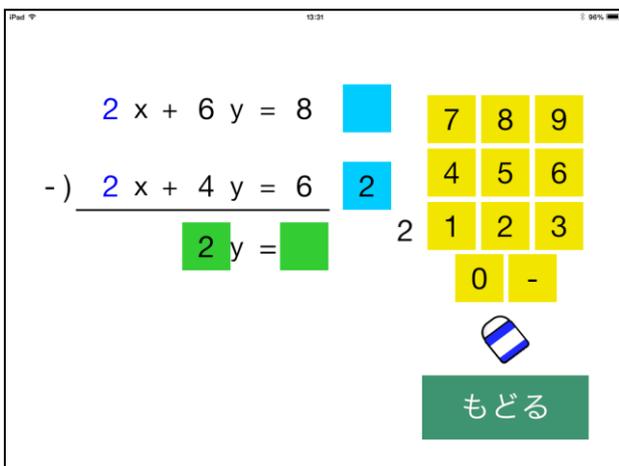


図2 式を解き、変数yの解を得る。

2つの式の係数を揃えると自動的に筆算に移行する。二式の下直線直下の正方形枠内に入るべき差(又は和)の数値をテンキーから入力することで、yの解が得られ示される。

また、図3に示すように、連立方程式のグラフの参照が可能で、学習者がグラフと式との結びつきを

理解する助けとなっている。

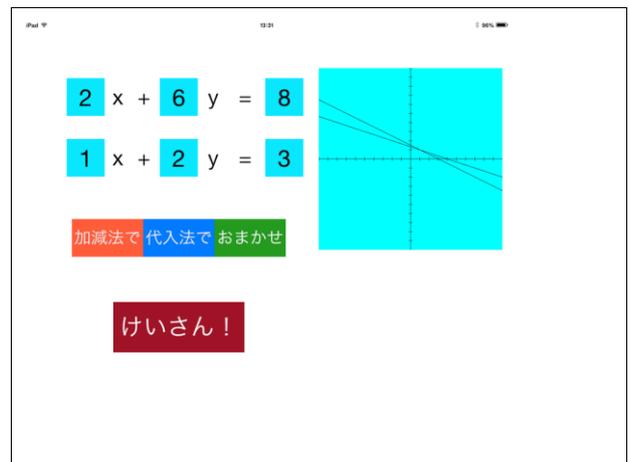


図3 グラフの表示

### 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。学習者自身が二式の間関係を考え、解を導くにあたり、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、UIF 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 UIF を利用した。

また本ソフトウェアでは、使用者が計算ミスや解法を誤解して操作する場合、次の操作ができないように設定している。これにより、自分がどこでミスをしているかを逐一気付くことができ、連立方程式解法を効果的に理解できるものと期待している。

### 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 UIF に対応させて行える様にする事で直感的に行える様にしたソフトウェアを開発した。これにより想定している中学2年生の学習者に連立方程式の解法としての代入法と加減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。さらに本ソフトウェアを拡充させることで、グラフとの対応や行列の理解への接続も可能であると考えられる。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昨日として含める様に開発を続けたい。