

連立方程式用 CAI の設計と実践
プログラミング教育への応用に向けて

武井 翔

北九州市立緑丘中学校

uverworld.tak.nano@gmail.com

鈴木 貢

島根大学総合理工学研究科

suzuki@cis.shimane-u.ac.jp

中学校の数学において、連立方程式での躓きから学生を救うことは、理科離れの歯止めの一歩である。連立方程式では正解に至るまでに複数の道筋を全て理解していることが望ましいが、その習得に向けての最初の道筋は学生によって異なる。また、基礎事項のうち理解・応用ができていないものも様々であるので、躓いている学生を救うのは、個人教授的な学習形式ということになる。そこで我々は、底上げを主眼とした連立方程式 CAI を設計実装し、約 40 名の被験者で改良を加えながら実践した。本発表では、これについて報告する。さらに連立方程式の教授とプログラミングの教授の類似点を指摘し、実践した方法論のプログラミング教育への応用を提案する。

1 はじめに

教育の現場では、情報関連機材の低廉化により広範囲に ICT 化が進み、ネットワークの発達により多様なメディアが利用可能になった。さらに HTML5 によるメディアデータ伝送の標準化など、教育の ICT 化を加速する基盤が整備されている。

また、端末の低廉化と多様化によって個人所有が進み、アプリケーションと端末のインタフェースも、Office365 のように Web アプリ化しつつある。これに沿って CAI も、従前のような専用ソフトウェアのローカル実行から、サーバと Web ブラウザの組合せに移行している。これにより、Web ブラウザとアカウントとネットワーク接続さえあれば、時間や場所によらず自習可能で、履歴のポートフォリオも容易かつ詳細になっている。

一方で、MOOC(Massive open online course) が ICT 化の例として注目を集めているが、受講生の 9 割が脱落、単位を取得するのは 3% 未満という指摘 [1] もある。これは、Massive という語が示すように、大学における数百人を相手にする授業の延長上にあり、ICT 的なのは、主に映像と教材の配布だけに留まっているので、その実情を招いていると考えられる。

Moodle[2] に代表される LMS(Leaning management system) は、元来は学生の個人指導やポートフォリオを目的として開発されたものである。しかし現状では、LMS の使われ方の多くは、教材の配布や課題の収集等の ICT 化に留まり、授業支援システムの域を超えない [1]。Moodle を本格的な個人指導に適用するには、適切なプラグインの導入・管理が必要である。

我々は、中学校数学における連立方程式に着目し、苦手な学生の救済を目的とした個人指導システムを、Moodle のコースとして設計・実装・実践した。連立方程式は、中学 1 年から始まる代数の一里塚であり、正負の符号に始まり、移項や式の乗算に至る式の変形の基本テクニックを総合的に用いる一方で、次のステップへの橋渡しの役割も果たす単元で、習得の可否が学生のその後の数理科目への好き嫌いを左右する。

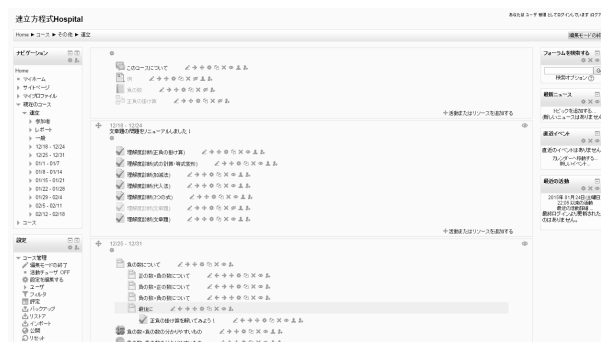


図 1: コースのトップレベル画面

連立方程式では、解に到達するまでの道筋の理解は、図的な方法から純粋な式変形に依るものまで多様であり、学生によって適切な手段は異なるので、学生の振る舞いに応じて説明法を変更できることが好ましい。本稿で提案するシステムは、quiz で学生の各項目に対する理解度を測り、弱点をドリルで鍛えていながら、各段階を踏んでいくように構成されている。

さらに本稿では、連立方程式を含む数学的な能力の習得とプログラミング能力習得の類似性を指摘し、この実践で得た知見のプログラミング教育への展開を提案する。

2 コースの設計

コースは、(1) コースの説明、(2) 理解度診断、(3) 正負の乗算、(4) 式の計算と等式変形、(5) 加減法、(6) 代入法、(7) 3 元連立方程式、(8) 文章題のモデル化、(9) 用語集、(10) アンケート、という構成になっている。コースのトップレベルの画面を図 1 に示す。

理解度診断では、苦手な内容の診断を行い、その内容をトレーニングし、定着度をテストで確かめる。定着が確認されたら、再度理解度診断を行う。各段階では、繰返しや中断／再開を自由に行えるので、学生のペースに合わせて学習を行える。

理解度診断では Adaptive quiz プラグインを用いることを検討したが、我々の要求に合致しないので今回は利用しなかった。記述式のテストでは、Select missing words プラグインを用いて、正答の検出を行った。文章題のモデル化では、図の提示を先に行っている [3]。

3 実践結果

被験者の構成は、中学生 30 名、大学生 10 名、社会人（主に中学校教員）6 名からなる。被験者にはアンケートを依頼した。システムの問題点の指摘には、直ちに改良で対応した。被験者に対するアンケートでは、Moodle に備わっているものでは不十分であることが判り、外部のサービス [4] を用いた。

アンケートの内容と回答を図 2 に示す。アンケートの最初の 2 項目は学年と使用端末の種類であった。多くの被験者がコースを楽しみと感じ、半数の学生が連立方程式の理解度が上がったと答えているので、一定の成果は得られていると考えられる。

4 プログラミング教育への応用

教育・研究対象が広範囲に渡るようになるにつれて、情報系学科の学生の意識の中では、かつての同学生がみな抱いていた「情報といえばプログラミング」という覚悟が希薄になっている。プログラミング能力は Computational Thinking[5] の中心的な素養の 1 つである。「自分はプログラミングで落ちこぼれた」と言う情報系学科の卒業生と、「連立方程式が解けなくても生活に困らない」と言う中学卒業生は大差ないと考える。

プログラミング能力と数学の能力の関係を調べた研究 [6] を援用すれば、Johnson-Laird が提唱する演繹モデル [7] の下では、数学の同じ単元において、問題を数多く解きながら一般性を見出していくのと、プログラミングの例題を解きながら、プログラム作成のスキルを養っていくことは同じであるということになる。

従って、連立方程式が苦手な学生救済のために用意した本コースの手法、すなわち、例題を解かせながらその途中における小さな躓きを CAI が検出し手を差し伸べるという CAI の構成方式は、プログラミングが苦手な学生の救済にも使えると考えられる。

5 おわりに

連立方程式が苦手な学生を対象としたトレーニングを行う CAI を、Moodle を用いて設計・実装・実践した。多くの一本道のコースとは異なり、連立方程式のマスターに必要な小項目に関して CAI がきめ細かくチェック・補強しながら進めていく点が特徴である。

そして、提案手法の方法論を、プログラミングが苦手な学生を対象としたトレーニングコースへの応用を提案した。現在、筆者の研究室では、これを実現する CAI を作成している。

参考文献

[1] Reisman,S.: “The Future of Online Instruction, Part 1”, IEEE Computer, Vol. 47 No. 4, pp.92-93 (2014).

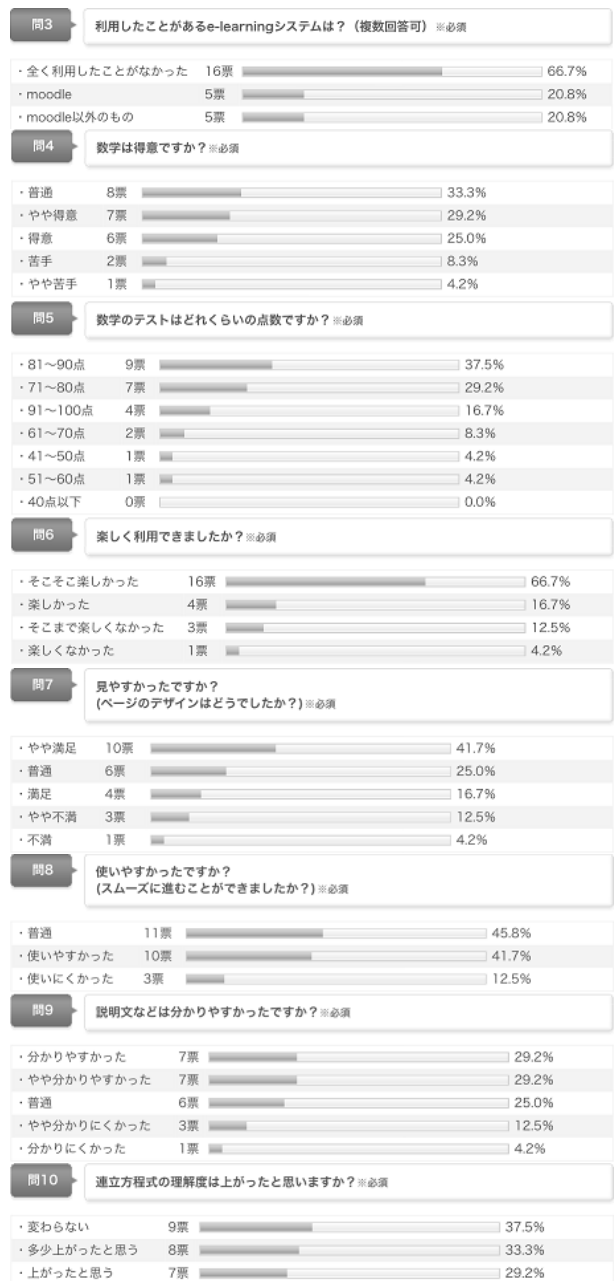


図 2: アンケート結果

[2] “Moodle”, <https://moodle.org/>.
 [3] 宮崎 仁志, 宮本 正一: “算数・数学の文章題解決における図の生成と提示の効果”, 岐阜大学教育学部研究報告 (人文科学), Vol. 61, No.2, pp.153-162 (2013).
 [4] “アンケートツクレール”, <http://enq-maker.com/>.
 [5] Wing,J.M.: “Computational Thinking”,CACM, Vol. 49, No. 3, pp.33-35 (2006).
 [6] Dehnadi,S., Bornat,R.: “The camel has two humps”, <http://www.eis.mdx.ac.uk/research/PhDArea/saeed/paper1.pdf> (2006).
 [7] Johnson-Laird,P.N.: “Models of deduction”, Reasoning: Representation and process in children and adults, Erlbaum Hillsdale, pp.7-54 (1975).