

数学 e ラーニングのための問題共有サイトの運用とアイテム分析に向けて Item Bank System for Math e-Learning System and Item Analysis

中村 泰之^{*1}, 谷口 哲也^{*2}, 中原 敬広^{*3}
Yasuyuki NAKAMURA^{*1}, Tetsuya TANIGUCHI^{*2}, Takahiro NAKAHARA^{*3}

^{*1}名古屋大学大学院情報科学研究科
^{*1}Graduate School of Information Science, Nagoya University

^{*2}北里大学一般教育部

^{*2}College of Liberal Arts and Sciences, Kitasato University

^{*3}合同会社三玄舎

^{*3}Sangensha LLC

Email: nakamura@nagoya-u.jp

あらまし：STACK は Moodle のプラグインとして動作し、小テストにおいて数式の自動採点を行うことのできるシステムであり、ポテンシャル・レスポンス・ツリーという機構により、数式の正誤評価だけでなく、部分点や柔軟なフィードバックを与えることなどが可能である。このような STACK の機能を生かした教育効果が高いと期待される良質な問題を貴重な教育資源と考え、それらを共有するための仕組みとしての問題（アイテム）バンクシステムを構築した。そのために「拡張問題バンク」Moodle プラグインを開発すると同時に、共有された問題を自由に受験することができる仕組みを導入し、アイテム分析を行う土台を築くことができた。

キーワード：e-Learning, Moodle, オンラインテスト, オーサリング支援

1. はじめに

各教育機関や家庭において、高速インターネット回線が普及するなど、情報インフラが整備されてきたこと、また、コンピュータやタブレットなどの情報端末が身近になってきたことなどから、近年 e ラーニングによる教育・学習の機会が増えてきた。特に、Moodle や Blackboard などの学習管理システム（Learning Management System, LMS）を用いることにより、教材の配布、レポートの提出、小テストの実施、成績の管理など機能を利用することができ、LMS を導入している中・高等教育機関も多い。そのような LMS の機能の中でも、小テストは自動採点による採点の効率化や、その基盤の上での繰り返し受験によるドリル学習的な活用により、知識の定着のために重要な機能であると言える。しかし、小テストで出題可能なテスト形式は、自動採点の容易さにより、正誤判定型、多肢選択型、数値入力型がほとんどであり、理数系科目で要求される、計算問題で数式を解答として求めるようなタイプの小テストが望まれていた。

Sangwin らによる STACK(System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel)^(1, 2), Maplesoft 社による Maple T.A.⁽³⁾, 大阪府立大学の MATH ON WEB⁽⁴⁾などは、数式で提出された解答を自動採点することのできる、いわゆる数学 e ラーニングシステムの例であり、それぞれ、Maxima, Maple, webMathematica の数式処理システムを利用することにより、数式の自動採点を可能にしている。

我々はこれまで、オープンソース・システムであること、世界でも利用ユーザの多い LMS である Moodle との連携が実現している点に着目し、先に挙げた数学 e ラーニングシステムの中の STACK の日

本語化、機能拡張などを行ってきた⁽⁵⁾。なお、STACK3.0以降では Moodle のプラグインとして動作し、小テストの問題タイプの一つ「STACK 問題タイプ」が利用可能となっていることから、STACK を利用するための環境を構築すること自体は従来に比べて容易になったが、STACK を効果的に活用していくために最も大切なことは、いかに良質な小テストを、いかに多く提供していくことができるかであると考えている。

2. 問題共有データベースの必要性

良質な小テストの問題をできるだけ多く提供していくことの重要性は、STACK 問題タイプに限らず、その他の問題タイプでも同様であるが、STACK 問題タイプの問題は、他の問題タイプのものに比べて、作問が複雑であるという理由で、特に留意しなければならない。STACK 問題タイプの作問の複雑さは、STACK のポテンシャル・レスポンス・ツリー(PRT)という機構に由来するところが大きい。PRT とは、学生が提示した解答に対して、適切なフィードバックを与えるために、学生が解答すると想定される解答例を樹状に整理したものである。我々が「良質な」問題と考えるものは、一つの問題を解くことを通して、学生が様々なことを学びとることができるように設計された問題のことであり、PRT は良質な問題を提供するために、不可欠のものであると位置づけている。

我々は良質な問題をより簡単に作成するために、PRT の視覚化を可能にした問題作成支援ツールを開発したが⁽⁶⁾、一方で、すでに作成された良質な問題は貴重な教育資源であり、それらを共有することも数学 e ラーニングを効果的に実施するためには重要

であると考え、昨年、教材データベースとしての問題バンクシステムを開発した⁽⁷⁾。実際、その重要性が認識されていることは、仕様を作成することで、異なる数学 e ラーニングシステムの問題も共有しようとする試み⁽⁸⁾があることから、伺い知ることができる。

3. 問題バンクシステムの運用

3.1 問題バンクの概要

数学の問題をユーザ同士で共有することのできる問題バンクシステムの運用として、我々は、Collect (問題の収集)、Use (問題の利用)、Build Up (問題バンクの発展) の三段階のフェーズを考えている。Collect は、共有すべき問題を蓄積するフェーズであり、XML 形式の STACK の問題をアップロードできる仕組みを提供している。Use は蓄積された問題を利用し、各問題の受験データを収集するフェーズである。そして、Build Up は、Use フェーズで蓄積された受験データをもとに、誤答分析を行い、集められた問題に対して付加価値を与えるフェーズである。

3.2 拡張問題バンクブロックの開発

昨年は、主に Collect のフェーズを運用するために、Moodle プラグインとしての「拡張問題バンク」ブロックを開発した。このブロックが、問題バンクシステム開発の根幹となる。STACK の問題をアップロードする際、大きなカテゴリとして「中学 1~3 年」「数学 I, II, III」「数学 A, B」「大学」を指定することになるが、問題の検索を支援するために、それぞれのカテゴリ内にキーワードを自由に登録することが可能である。これにより、なお、この拡張問題バンクブロックにより、STACK の問題だけでなく、その他の問題タイプのものについても登録・利用することができ、問題を個別にエクスポートすることが可能である点など、従来の Moodle の「問題バンク」に比べて柔軟な利用が可能となっている。

3.3 問題受験インターフェースの設計

今後、蓄積された問題を実際に受験することができ、その受験データを収集・解析することを想定して、問題受験インターフェースを設計した。

練習する分野を選ぶ	あなたの練習履歴
中学 1 年生	2014/ 6/23 中学 3 年生：平方根を練習し、4問正解しました。
中学 2 年生	2014/ 6/21 中学 3 年生：平方根を練習し、1問正解しました。
中学 3 年生	2014/ 6/10 中学 3 年生：平方根を練習し、1問正解しました。
数学I	2014/ 6/ 2 中学 3 年生：平方根を練習し、1問正解しました。
図形と計量	2014/ 5/20 中学2年生：文字式を用いた式の四則演算を練習し、4問正解しました。
二次関数	
データの分析	
数学A	
数学II	
数学B	
数学III	

図 1 問題受験インターフェース

受験に際しては、まず受験する分野を選択すると、登録されている問題の中から複数の問題がランダムに提示され、受験者はそれに取り組んでいくことになる。また、受験するにはシステムにログインする必要はなく、ゲストとしても受験が可能であり、その受験データも蓄積されるようにカスタマイズしている。個別のアカウントでログインした場合は、これまでの受験履歴・受験状況が表示され、新たに受験する分野を選ぶ際の参考にすることが可能となっている。

4. まとめ

良質な問題とは、一つの問題を解くことを通して、学生が様々なことを学びとることができるように設計された問題である。STACK の大きな特徴である PRT を利用することにより、想定される様々な解答パターンに対して柔軟に対応し、適切なフィードバックを与えることができ、結果として良質な問題を設計することが可能になると期待される。そのような問題は貴重な教育資源であると考え、良質な問題を共有することのできるプラットフォームとして、問題バンクシステムを開発した。その基盤となるのは Moodle プラグインとしての「拡張問題バンク」ブロックであり、STACK の問題だけに限らず、Moodle の一般の問題に対応する汎用化の可能性も有している。さらに、問題バンク上で受験出来る仕組みとしての問題受験インターフェース提供することにより、今後の受験データを収集・解析に向けた準備を行った。

このような、コンテンツの共有化は STACK に限らず、e ラーニングシステムの運用の促進につながると期待される。

参考文献

- (1) Chris Sangwin: “Computer Aided Assessment of Mathematics”, Oxford University Press (2013)
- (2) “STACK”, https://github.com/mathsmoodle-qttype_stack/
- (3) “Maple T.A.”, <http://www.maplesoft.com/products/mapleta/>
- (4) “MATH ON WEB Learning College Mathematics by webMathematica”, <http://www.las.osakafu-u.ac.jp/lecture/math/MathOnWeb/>
- (5) “Ja STACK.org”, <http://ja-stack.org/>
- (6) 中村泰之, 大俣友佳, 中原敬広: “数学オンラインテストシステム STACK の問題作成支援ツールの開発と STACK3.0 の展望”, JSiSE 第 37 回全国大会講演論文集, pp.390-391 (2012)
- (7) Yasuyuki Nakamura, Tetsuya Taniguchi and Takahiro Nakahara: “Item Bank System for the Mathematics e-Learning System STACK”, Research Journal of Mathematics and Technology, to appear.
- (8) 吉富賢太郎: “Mathematica 利用の数学到達度評価システムと STACK とのコンテンツ相互利用”, CIEC 第 100 回研究会「e-Learning における数式自動採点の可能性 2」