

数学 e ラーニングシステム STACK の問題作成ツールの開発

中村泰之*1・大俣友佳*2・中原敬広*3

Email: nakamura@nagoya-u.jp

*1: 名古屋大学大学院情報科学研究科

*2: 名古屋大学情報文化学部

*3: 合同会社三玄舎

◎Key Words 科学教育, e ラーニング, Moodle, オンラインテスト

1. はじめに

英国バーミンガム大学の Sangwin らによって 2005 年に公開された数学 e ラーニングシステム STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel)⁽¹⁾ は、オンラインテストで、数式を含む解答の正誤評価を行うことのできるシステムであり、現在 STACK2.2 が運用されている。我々は自然科学教育における e ラーニングの有効なシステムであるとの認識により、早くから日本語化に取り組み⁽²⁾、またコミュニティサイトを運用することにより、STACK の普及に努めてきた⁽³⁾。

我々は、STACK が普及するためには、次の 5 つの問題点を克服しなければならないと考えている。(1) インストールの困難さ。(2) Moodle と STACK の言語環境が連携されていない問題。(3) 問題提示、正誤判定処理における、動作速度の問題。(4) 数式の入力方法の問題。(5) 問題作成の困難さの問題。これらの解決のため、(1) と(2)に対して STACK の多言語化の一環としての日本語化を行い、インストール環境を整備した。(3)については STACK のバージョンアップに伴い、劇的に改善された⁽⁴⁾。(4)についてはグラフィカル・ユーザ・インターフェースを利用した数式支援ツールも存在するが、最適なものがあるとは言えず、現在のところ、ユーザの好みに応じて使い分けるしかない状況である。(5)の解決を目的として、昨年問題作成支援ツールの試作を開始し⁽⁴⁾、今回一定の成果を得ることができたので報告したい。

2. STACK での解答処理

STACK は Moodle の小テストの問題タイプとして、数式の解答を受け付け、数式処理システム Maxima を利用することにより、解答の正誤評価を行うことのできるシステムである。そして、単なる正誤評価にとどまらず、適切に問題を設計・作成することにより、学生の解答に応じて、部分点を与えたり、適切なフィードバックを与えたりすることなど、柔軟な対応が可能であることも、教育という側面から見た時に大きな特徴でもあると言える。

例えば、同次二階線形常微分方程式を解く問題 $d^2y/dx^2 - 5dy/dx + 6y = 0$ を与えたとしよう (正解は A, B を任意定数として $y = Ae^{2x} + Be^{3x}$ である)。数式処理の機能を利用して学生の解答が微分方程式を

満たすかどうかを判定することは可能であるが、たとえ微分方程式を満たしていたとしても、次のような解答の候補を考慮しなければならない。(1) 任意定数が含まれていない場合 ($y = e^{2x} + e^{3x}$)、(2) 独立な解が 1 つしかない場合 ($y = Ae^{2x}, y = Ae^{2x} + Be^{2x}$)、(3) $y = 0$ という自明な解の場合。これらのケースを適切に処理し、フィードバックを与えるために、STACK にはポテンシャル・レスポンス・ツリーという機構が用意されており、学生の解答に対する柔軟な対応が可能になっている。これを利用することにより、オンラインテストを自習に利用させることも可能であると考えられる。

しかしながら、教育効果を高める問題を作成するために、STACK で提供されている問題作成インターフェースは使い勝手の良いものとは言えず、問題作成の支障となっていた。我々はこれを克服するための問題作成支援ツールを作成したので、次節で紹介する。

3. 問題作成支援ツール

問題作成ツールは、Microsoft Excel と VBA を利用して開発した。問題文や解答、ポテンシャル・レスポンス・ツリーの内容を入力し、STACK で読み込み可能な XML 形式で出力することのできるツールである。より複雑な問題作成に対応した完全版と、単純な正誤評価のみを行う問題を作成するための簡易版とを用意している。

3.1 問題作成支援ツール (完全版)

図 1 は問題作成支援ツール (完全版) のスクリーンショットである。問題文を入力することにより、ある程度解答欄の設定などが自動化されている。また、一番重要なポテンシャル・レスポンス・ツリーの作成部分は、Excel 画面で各ポテンシャル・レスポンスの一覧性を高めると同時に、HTML5 の Canvas 機能を利用して、ポテンシャル・レスポンス・ツリーの可視化を可能にした (図 2)。これにより、Excel 画面で作成された各ポテンシャル・レスポンスの関連性を確認することが可能となった。

ポテンシャル・レスポンス・ツリーの可視化は今回のツールの機能の一つとして実現されたものであるが、HTML5 を利用したことにより、STACK の従来問題作成画面に組み込むことも可能であると考えられる。

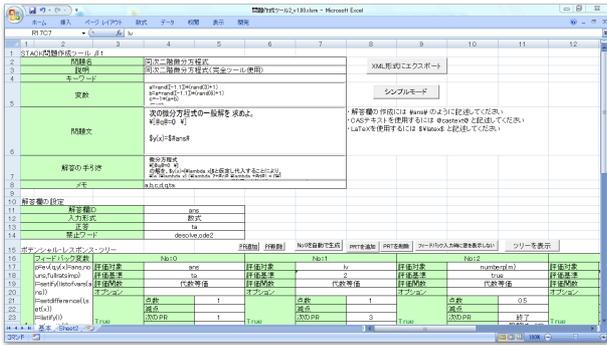


図1 問題作成支援ツール (完全版)

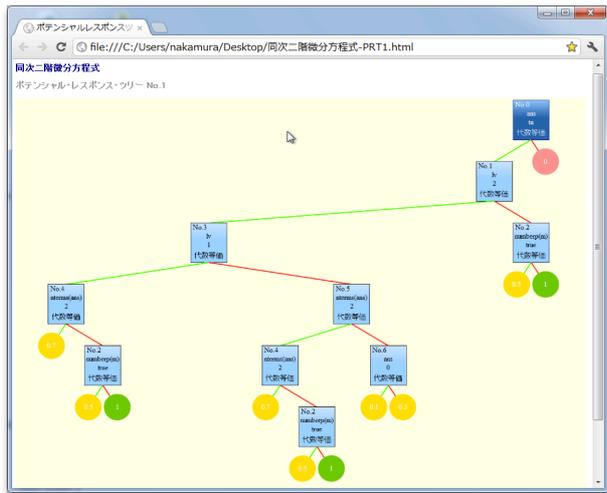


図2 ポテンシャル・レスポンス・ツリーの可視化

3.2 問題作成支援ツール (簡易版)

シンプルな問題を数多く用意して学生に解かせたい場合がある。その場合は、各問題は学生の解答の単純な正誤評価だけで十分であり、ポテンシャル・レスポンス・ツリーの作成も不要である。このような要請に応えるために、Excel の一つのシートで、複数の問題を作成することを可能にした、問題作成支援ツールの簡易版を開発した (図3)

簡易版では、Excel シートの1行が STACK の問題1問に対応しており、多くの問題を一度に作成することが可能となっている。



図3 問題作成支援ツール (簡易版)

4. まとめ

STACK の大きな特徴であるポテンシャル・レスポンス・ツリーを利用して、学生の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は、教育効果を高めることにつながると期待される。しかし、そのような問題を適切に設計し、作成するためには、現状の STACK の問題作成インターフェースでは困難を伴うものであった。それを解決するために、ポテンシャル・レスポンス・ツリーの可視化にも対応した問題作成支援ツールを開発した。同時に、よりシンプルな問題を多く作成することを目指した簡易版も提供した。

一方で、様々な解答に対応するためにポテンシャル・レスポンス・ツリーを作成する場合、通常図2のようなツリー図を下書きしてから、各ポテンシャル・レスポンスの関連性を考えつつ、ポテンシャル・レスポンス・ツリーを作成するはずである。その意味では、ツリーの可視化から一歩進んで、可視化されたツリーからポテンシャル・レスポンス・ツリーを編集する機能が備われば、より効果的であると考えられる。

現在 STACK3 の開発が進んでおり、STACK は Moodle のモジュールとしての位置づけとなる予定である。これにより、今まで以上に SATCK を導入する壁が低くなり、利用が進むことが期待される。その際に、より少ない労力で問題を作成するために、今回開発されたツールが有効に利用されることを期待する。

参考文献

- (1) “STACK”, <http://www.stack.bham.ac.uk/>
- (2) 中村泰之: ”数学eラーニング”, 東京電機大学出版局, 東京 (2010)
- (3) “Ja STACK.org”, <http://ja-stack.org/>
- (4) 中原敬広, 中村泰之: “数学eラーニングシステム STACK2.2 とその問題作成ツールの試作”, JSiSE 第36回全国大会講演論文集, pp.122-123 (2011)