

数式自動採点システム STACK の問題バンク構築にむけて

中原敬広*1・中村泰之*2
Email: nakahara@3strings.co.jp

*1: 合同会社三玄舎

*2: 名古屋大学大学院情報科学

◎Key Words STACK, e ラーニング, オンラインテスト

1. はじめに

自然科学系の e ラーニングシステムで、数式を自動採点することのできる STACK(System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel)⁽¹⁾は、英国バーミンガム大学の Sangwin らによって開発され、2005年に公開された。その後、2010年に日本語版が公開され⁽²⁾、国内でも少しずつ利用が広まってきている⁽³⁾。STACK は、オンラインテストで数式の正誤評価を行うことができるだけでなく、学生が提示した不完全な解答に対しては部分点を与え、様々な解答に応じて適切なフィードバックを与えることが可能である。一方、そのような問題は、あらゆる想定される解答を準備し、それらに対するフィードバックを設定するなど、問題が適切にデザインされていることが不可欠である。その意味では、よく練られ、教育効果が高いことが期待される問題は、重要な教育資源ともなり得る。

STACK は既に複数の大学で利用されているが、各大学で個別に作成された問題が利用されており、ある程度数の問題数も蓄積されている。問題作成者の同意のもとで、それらの問題が相互に利用されれば、貴重な教育資源の有効利用にもつながると考えられる。著作権など考慮しなければならない問題もあるが、本講演では、それらの問題点を明確にした上で、STACK の問題を相互利用するための「問題バンク」構築にむけた構想を紹介したい。

2. STACK の問題開発の重要性

STACK の大きな特徴の一つは、オンラインテストにおいて学生が提示した解答に応じて、柔軟なフィードバックを与える機構が備わっていることである。例えば、同次二階線形常微分方程式を解く問題 $d^2y/dx^2 - 5dy/dx + 6y = 0$ を与えたとして (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 ($y = Ae^{2x}$, $y = Ae^{2x} + Be^{3x}$)、(3) $y = 0$ という自明な解の場合などである。それぞれの場合を適切に処理し、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。

一方で、そのような問題を開発することは労力を伴うものでもある。我々は少しでもその労力を軽減することを目的として、問題作成支援ツールを開発した⁽⁴⁾。それだけ、STACK の運用においては、いかに教育効果の高い問題を多く作成するかが、e ラーニングを成功させるための鍵となっているとも言える。だからこそ、すべての教員が同じように苦勞するのではなく、問題を共有することにより、相互利用し、さらにより良いものへと改良していくことが重要であると考えられる。

3. 問題バンク構築に向けて

3.1 目的

「e ラーニング白書 2008/2009 年版」によると、e ラーニング実施している授業分野としては、理数系科目は比較的少なく、この分野で e ラーニングを用いた教育はあまり積極的に導入されていないことがわかる⁽⁵⁾。e ラーニングの重要な機能の一つとしてオンラインテストが挙げられるが、その解答方式は、正誤判定、多肢選択、数値入力、簡易記述などが中心で、理数系科目のような思考力を問う問題にはあまり相応しくないために、利用が進んでいないのではないかと我々は考えている。

それを補うものとして、数式を扱うことのできる STACK が理数系科目において e ラーニングを促進するための一つの方法であると考えられる。一方で、前述のとおり、効果的な問題を多く蓄積することが重要である一方、現在ではそれら貴重な教育資源の有効利用がなされているとは言えず、それが STACK の利用が促進されない理由の一つでもあろう。

そこで、我々は、数学の各種問題をインターネットを通じて共有し、e ラーニングコンテンツ開発、特にテスト問題作成における教師の負担を減らし、理数系科目での e ラーニング利用促進を図ることを目的として、問題バンク構築を計画した。

3.2 方法

STACK は LMS の一つである Moodle と連携して動作するオンラインテストシステムである。問題バンクサーバに STACK の問題を集約する場合、そのサーバ上で

問題の提示・解答・評価の確認を行うことを考えれば、やはり Moodle と STACK とで問題バンクサイトを構築することが自然であると考えられる。同時に、問題バンクに登録された問題を自由に練習できるようなサイト構成とする。

ただし、LMS として動作するのではなく、あくまで問題バンクサーバとして運用することを考慮し、インターフェースはできるだけ簡素なものとするために、問題の分類、アップロードするための専用の Moodle 用プラグインの開発・カスタマイズを行い、利便性を図る。

3.3 利用形態

STACK の問題を提供する利用者は、ID とパスワードによる認証を経てから、問題種別 (数学 I, II, III, 数学 A, B, C などの科目名, あるいは、線形代数, 微分方程式などの分野名), 利用言語, キーワードを設定し、作成した問題を問題バンクにアップロードする。アップロードするファイル形式は、STACK にインポート可能な XML 形式とするのが妥当であると考えている。そして、アップロードされた問題については、誰でも自由に利用できるようにするために、適切な著作権処理も必要であろう。また、登録した問題について公開範囲を設定できるようにする。範囲は「サイト利用者すべて」「自分のみ」「自分と同じグループ (大学など) に属するユーザ」などが考えられる。図 1, 2 は現在試作中の問題バンクインターフェースである。

図 1 問題バンクログイン画面

図 2 問題登録画面

3.4 運用

問題バンクに問題が蓄積されると同時に、それらの問題の保守など、運用面も考えなければならない。

問題の質を高めていくために、登録されている問題

を自由に受験することができるようにし、不備が見つかった場合には、それを通知できるシステムを整備する。これにより、相互に問題の質をチェックすることが可能となり、結果として信頼性の高い問題バンクとすることができる。

問題の難易度は、問題バンク登録時に登録者の判断で決めるという方法もあるが、項目応答理論等を用いてアイテム評価を行うことにより客観的評価を行う機能の開発も考えられる。項目応答理論を用いるには十分な受験数が必要だが、練習問題を自由に受験できるようにすることで受験数が増えることを期待する。

STACK には受験者の解答を記録し、それを提示するレポート機能が備わっている。実際の受験結果から典型的な誤答の傾向を集約・分析し、有効な選択肢を自動で作成する機能の開発も考え得る。このように多肢選択問題を自動で生成することができれば、STACK 利用者以外でも問題バンクを利用できるようになる。またモバイル端末での利用の場合、数式入力が困難になると考えられるため、今後の e ラーニングにおいて多肢選択問題の自動生成機能は有用である。

4. まとめ

理数系科目用のオンラインテストとして、数式で解答を提示し、その解答の正誤評価を自動で行うことのできる STACK の利用が少しずつ広がっている。現在、STACK を利用している教員は、独自に問題を作成しているが、それらの問題が相互に利用されれば、貴重な教育資源の有効利用にもつながると考えられる。そこで、STACK の問題を相互利用するための「問題バンク」構築にむけた構想を紹介した。

Moodle と STACK で問題バンクシステムを構築し、利用者は基本的な属性 (問題種別, 言語, キーワード) を付加して STACK の問題を XML 形式でアップロードできるものとする。また、登録された問題を自由に受験できるようにすることにより、不備の報告や利用者間での相互チェックを通じて問題の質を高めるしくみを構築したい。さらには、項目応答理論等を利用し、より客観的な問題の難易度の設定と、受験レポートに基づく誤答分析による多肢選択問題の自動生成など、様々な利用形態の可能性について紹介した。

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 (2010).
- (3) 中村泰之, 中原敬広: “数学 e ラーニングシステム STACK の日本語化総括と活用事例”, 大学 ICT 推進協議会 2011 年度年次大会論文集, pp.569-571 (2011).
- (4) Yasuyuki Nakamura, Yuka Ohmata, Takahiro Nakahara: “DEVELOPMENT OF A QUESTION-AUTHORING TOOL FOR MATH E-LEARNING SYSTEM STACK”, to appear in Proceedings of IADIS International Conference e-Learning 2012, (2012).
- (5) 特定非営利活動法人日本イーラーニングコンソシアム 編: “e ラーニング白書 2008/2009 年版”, pp.67, 東京電機大学出版局 (2008).