

STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニング

名古屋大学大学院・情報科学研究科 中村 泰之 (Yasuyuki Nakamura)
Graduate School of Information Science,
Nagoya University
e ラーニングサービス 中原 敬広 (Takahiro Nakahara)
秋山 實 (Minoru Akiyama)
e Learning Service

数学オンラインテスト評価システム STACK(System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel) は, Web 上で数学の問題を解き, その解答を数式として正誤評価を行う e-Learning システムである。バーミンガム大学の Sangwin らによって 2004 年から開発が始まったこのシステムは, 2008 年に入り Moodle との連携を実現させ, 数学をはじめとする自然科学教育のための e-Learning システムとして期待される。本報告では, STACK の概要を紹介する。

1 はじめに

近年, 大学では, 各種計算機センター, コンピュータールームの設置などの情報インフラの整備が進み, 家庭内においても ADSL, 光などの高速インターネット回線が普及してきた。このような環境変化を背景に, 教材を Web 上に配備し, それを授業中に補助的に用いたり, あるいは学生が学内, 自宅などで自学・自習できるように整備されたりした, いわゆる e-Learning のサイトが多く公開されるようになってきた。

このような e-Learning の広まりにより, 自然科学教育の分野でも様々な取り組みがなされている。例えば「初歩の物理ページ Everyday Physics on Web」[1]では, シミュレーション教材を提供したり, 掲示板を備えてサイトの利用にインタラクティブ性を取り入れたりすることにより, 学習効果をねらっている。また, 数学教育の教材を含む CIST-Solomon[2]では, Flash を活用した動画による解説, 練習問題ドリル, 成績集計などを備え, 数学補習教材としては完成度の高いものとなっている。

しかし, これらをはじめとする多くの自然科学分野での e-Learning サイトでは, 数式の扱いに困難があると言わざるを得ない。例えば, シミュレーション教材では, 初期条件やパラメータとして数値を指定することができるだけであつたり, 数学の練習問題においても, 解答は数値によるもの, あるいは多肢選択式になつたりしており, 数式自体の指定や数式を解答とした場合の, 正誤評価はできないものがほとんどである。しかし, 自然科学教育における e-Learning で数式を扱うことができれば, 教材の幅が広がることは間違いない。

2 数学オンラインテスト評価システム

2.1 概観

前節で述べたように、Web上で数式を扱うことができ、数式を数式として処理（解積、正誤評価）できれば、数学教育をはじめとする自然科学教育のコンテンツ開発に、可能性が広がることが期待される。本報告では、これらのうち、数学教育の分野に話題を絞り、Web上での数学オンラインテスト・評価システムについて考察していくこととする。

趣旨を同じくするシステムとしては、利用する数式処理システム(CAS)の違い、コース・マネジメント・システム(CMS)との連携の有無などにより、いくつかのシステムが存在する。代表的なものとしては、米国数学協会による数学のPlacement test（レベル判定テスト）にも利用されているMapleT.A.[3]があげられる。Maple T.A.はCASとしてMaple[4]を用い、またCMSの一つであるBlackboard[5]との連携が実現されているという意味で完成度の高いシステムであると言える。また、webMathematica[6]を用いたシステムで、Flashを利用して数式入力支援を実現したものも提案されている[7]。そして、今回紹介するSTACKはCASとしてMaxima[8]を利用することをはじめとして、すべてオープンソース・ソフトウェアで構成されていることが特徴である。その他の数学オンラインテスト評価システムについては、文献[9]にまとめられている。

2.2 STACK

STACK(System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel)[10, 11]はPHP言語とデータベースMySQLを用いることにより、ユーザ管理、成績管理を行うことを実現した数学オンラインテスト・評価システムである。前述のとおり、CASとしてMaximaを採用し、全てオープンソース・ソフトウェアで構成されていることが特徴である。2004年にSangwinらによって開発が始まり、2005年から公開されている。そして、2008年に入り、大幅な改変が行われ、CMSの一つであるMoodle[12]との連携が実現され、STACKでのテスト結果がMoodle上の生徒の成績に統合され、シームレスな利用が可能になっている。

3 STACKの利用例

3.1 解答評価

本節では、STACKの利用例を簡単に紹介する。図1は、微分の問題を解く例を示している。 x^5 を x で積分する問題であり、解答欄に $5*x^4$ という解答を入力している。

この入力書式はMaximaに従う。この例では、5問の問題が出題されているので、それらを順に解いていき、その採点結果が最後に表示される。図2では、正答だった場合の採点結果の例が示されている。同時に、5題のうちの正解率も示され、これを成績と

STACK000 微分のテスト

あなたは 中村 泰之 としてログインしています。(ログアウト)

eラーニングサービス
e Learning Service

stack-moodle > STACK000 > 小テスト > 微分のテスト > 微分

この小テストを更新する

インフォメーション 受験結果 プレビュー 編集

微分のテストのプレビュー

もう一度始める

ページ: 1 2 3 4 5 (次へ)

1 点 次の微分を計算せよ。
得点: 0/1

$$\frac{d}{dx} x^5$$

5*x^4

保存せずに戻る すべてを消去する すべてを消去して終了する

ページ: 1 2 3 4 5 (次へ)

このページのMoodle Docs

あなたは 中村 泰之 としてログインしています。(ログアウト)

STACK000

図 1: STACK における問題解答画面

STACK000 微分のテスト

あなたは 中村 泰之 としてログインしています。(ログアウト)

eラーニングサービス
e Learning Service

stack-moodle > STACK000 > 小テスト > 微分のテスト > プレビュー

この小テストを更新する

インフォメーション 受験結果 プレビュー 編集

微分のテスト

もう一度始める

プレビューのレビュー

開始日時	2009年 06月 14日(日曜日) 21:03
完了日時	2009年 06月 14日(日曜日) 21:07
所要時間	3分 30秒
得点	3 / 5
評点	6 / 10 (60%)

ページ: 1 2 3 4 5 (次へ)

1 点 次の微分を計算せよ。
得点: 1/1

$$\frac{d}{dx} x^5$$

5*x^4

Your last answer was interpreted as:

$$5 \cdot x^4$$

Correct answer, well done.
Your mark for this attempt is 1. With penalties, and previous attempts, this gives 1 out of 1

図 2: STACK による採点結果 (正答例)

して残すこともできる。また、5問の問題を解答するにあたり、開始時刻と終了時刻、解答に要した時間を知ることができる。この解答時間に関する情報は、単なる採点結果だけでは測ることが難しい習得度を測るために使えると考えられ、重要な情報となりうる[13]。図3では、誤答の場合の例が示されている。また、たとえ正解でも、 $(x-1)^3$ を微分する問題の場合、チェインルールを用いずに $(x-1)^3 = x^3 - 3x^2 + 3x - 1$ と展開してから微分したと考えられる場合（解答が $3x^2 - 6x + 3$ となっている場合）には、その旨、メッセージが出力される（図4）。このような、生徒の解答結果に応じたメッセージの出力は、問題作成時に設定することができるが、柔軟な問題作成機能を備えていることがSTACKの大きな特徴の一つである。

The screenshot shows a web browser window displaying a quiz review page for 'STACK000: 微分のテスト'. The page title is 'stack-moodle > STACK000 > テスト > 微分のテスト > プレビューのレビュー'. The main content area is titled '微分のテスト' and 'プレビューのレビュー'. A table shows the quiz details:

開始日時	2009年 06月 14日(日曜日) 21:03
完了日時	2009年 06月 14日(日曜日) 21:07
所要時間	3分 30秒
得点	3 / 5
評点	6 / 10 (60%)

Below the table, there are navigation links: 'ページ: (前へ) 1 2 3 4 5 (次へ)'. The main question area shows '3 問 次の微分を計算せよ。' and '得点: 1/1'. The question is $\frac{d}{dx}(x-1)^3$. The student's answer is $3 \cdot x^2 - 6 \cdot x + 3$. The system message says: 'Your last answer was interpreted as: $3 \cdot x^2 - 6 \cdot x + 3$ '. Below this, it says: 'Correct answer was done. 展開してから微分されたようですね。チェインルールを思い出してください。 Your mark for this attempt is 1. With penalties, and previous attempts, this gives 1 out of 1'.

図 3: STACK による採点結果（誤答例）

3.2 ポテンシャル・レスポンス・ツリー

図4のようなある種の解答に対して、特定のコメントを表示するために、STACKでは、「ポテンシャル・レスポンス・ツリー」という機構を用いている。これは、問題作成の時に設定できるものであるが、解答を図5で示される分岐図に従って評価し、適切なコメントを表示できるようにするものである。図5の例では、 $(x-1)^3$ を微分する問題の場合、解答が因数分解されているかどうかをチェックすることにより、生徒がチェインルールを用いずに $(x-1)^3 = x^3 - 3x^2 + 3x - 1$ と展開してから微分したということを推定し、コメントを表示するものである。また、誤答に対するコメントも与えることができる。このように、たとえば、正解であっても適切なコメントを加えることなど、想定される生徒の解答に対する様々なコメントを用意することで、教育効果を高めることにもつながると期待される。

STACK000 微分のテスト

Remember The Milk アップル Google Yahoo! ニュース(7002) はてな Mac Mac OS X 個人 研究(593) eLearning Service

stack-moodle STACK000 のテスト: 微分のテスト

この小テストを再開する

インフォメーション 受験結果 プレビュー 編集

微分のテスト

もう一度始める

プレビューのレビュー

開始日時	2009年 06月 14日(日曜日) 21.03
完了日時	2009年 06月 14日(日曜日) 21.07
所要時間	3分 30秒
得点	3 / 5
割合	6 / 10 (60%)

ページ (新へ) 1 2 3 4 5 (次へ)

2 次 微分の積分を計算せよ。

得点: 0/1

$$\frac{d}{dx} (x+2)^3$$

3*(x+2)*3

Your last answer was interpreted as:

$$3 \cdot (x+2)^3$$

Incorrect answer.
Your mark for this attempt is 0. With penalties, and previous attempts, this gives 0 out of 1

図 4: STACK からのコメント例

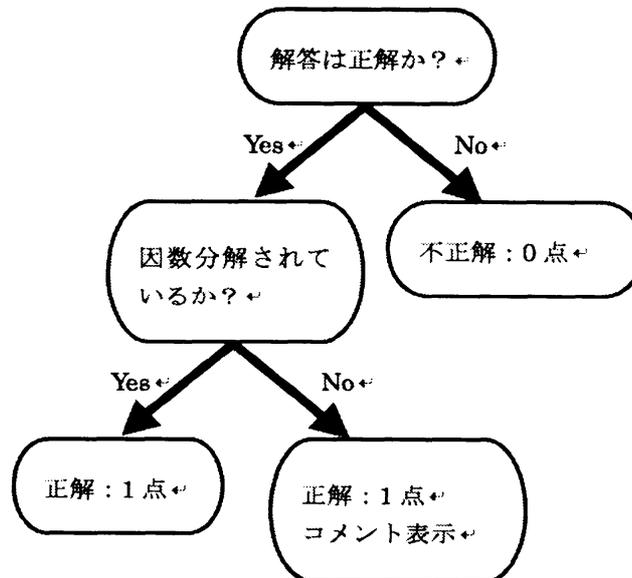


図 5: ポテンシャル・レスポンス・ツリー

4 日本語化

STACK はバージョン 1 では英語の他に、スペイン語、フランス語、オランダ語に対応していたが、現在のバージョン 2 では、英語版しか公開されていない。各言語への対応は、それぞれの言語ファイルを用意することが中心であり、基本的にソースコードの改変は必要ない。ただ、現在では Moodle の言語環境と、STACK の言語環境の連携がとられておらず、それぞれ独立に設定することになるので、この点を解決するためには、STACK のソースコードの改変が必要となり、日本語化に限らず多言語化する場合には考慮すべき内容である。我々は、日本語の言語ファイルを作成しつつ、STACK の日本語版の公開に向けて準備中である。

5 まとめ

以上、簡単ではあるが、数学オンラインテスト評価システム開発の一つである STACK を紹介した。Web 上で数学の問題の採点・評価を実現し、さらに CMS の Moodle と連携させることにより、Moodle の「小テスト」の作成の幅が広がっている。そして、問題を作成するにあたって、ポテンシャル・レスポンス・ツリーの機構を用いることにより、様々な解答に対する適切なコメントを表示することも可能であり、教育効果を高める工夫をすることが可能である。また、数学だけでなく、自然科学の問題を作成する場合においても、文字式の正誤評価に適用するなど、応用範囲も広いと考えられる。バージョン 1 については、国内での利用を想定し、部分的に日本語化を行ってきたが、Moodle と連携が可能になった新しいバージョン 2 の STACK のシステムにおいても、日本語化を行っており、コミュニティ・サイト [14] で配布中である。

参考文献

- [1] 初歩の物理ページ Everyday Physics on Web, <http://topicmaps.u-gakugei.ac.jp/>
- [2] 北海道・千歳科学技術大学 e ラーニングシステム CIST-Solomon (学内・高大連携用),
<http://solomon.mc.chitose.ac.jp/ael/>
- [3] Maple T.A. Testing, Evaluation and Grading Software,
<http://www.maplesoft.com/products/mapleta/>
- [4] Maple 13 -Math & Engineering Software-, <http://www.maplesoft.com/products/Maple/>
- [5] Blackboard Home, <http://www.blackboard.com/>
- [6] webMathematica : ダイナミックな計算と結果の可視化を Web サイトに追加,
<http://www.wolfram.com/products/webmathematica/>

- [7] 篠田有史, 吉田賢史, 中山弘隆, 松本茂樹, 「WebMathematica と Flash による数式の自動採点システム」, 2007 PC Conference 論文集, 69, 2007
- [8] Maxima-A GPL CAS based on DOE-MACSYMA, <http://maxima.sourceforge.net/>
- [9] 中村泰之, 「数学オンラインテスト・評価システム STACK の日本語化」, 数式処理, Vol. 15, 73, 2008
- [10] STACK, <http://www.stack.bham.ac.uk/>
- [11] 中村泰之, 中原敬広, 「数学オンラインテスト評価システム STACK」, 情報教育研究集会論文集, CD-ROM, 2008
- [12] Moodle.org: open-source community-based tools for learning, <http://moodle.org/>
- [13] 秋山實, 「回答時間を考慮したオンラインテストによる評価」, 2009PC Conference 論文集
- [14] Ja STACK, <http://ja-stack.org/>