

## 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

中村 泰之、 中原 敬広

名古屋大学 情報科学研究科

合同会社 三玄舎

nakamura@nagoya-u.jp

**概要：**著者らは Moodle と連携して数学 e ラーニングを実現するシステム STACK の日本語化と様々な改良・拡張を行ってきた。日本語化は、日本語の言語ファイルを作成するだけでなく、Moodle の言語環境との連携や、ハードコードの解消など、完全な多言語化としての日本語化を実現した。また、グラフ描画機能の拡張や問題作成ツールの開発など、機能拡張・利便性向上にも努めてきた。本報告では、これらの活動を総括し、実際にどのように講義で利用されているかを報告する。

### 1 はじめに

英国バーミンガム大学の Sangwin らによって 2004 年に発表された数学 e ラーニングシステム STACK(System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel) [1, 2]は、オンラインテストで、多項式、三角関数、指数関数、行列など、様々な数式を解答として受け付けることが可能であり、その数式の解釈、正誤評価を行うことができるシステムである。このシステムを利用することにより、従来のオンラインテストの形式である、正誤問題、多肢選択問題などとともに、数式を使った問題を課すことが可能となり、数学をはじめとする、自然科学系科目におけるオンラインテストの利用の幅が広がることが期待される。

我々は STACK の開発の早い段階から日本語化に取り組み、STACK2.0 で完全な多言語化としての日本語を実現した。一方で、STACK は数式を含む問題を Moodle の小テストとして提示することができるが、いくつかの問題点も指摘されている。例えば、グラフを扱う問題を作成することができるが、一変数関数の描画しかできないこと、問題の処理（問題提示、学生の解答の正誤評価）に時間がかかること、問題の作成が手間であることなどである。バージョンアップや、機能強化、支援ツールの開発などでそれらの問題は解決されつつある。

本報告では、以上の問題点の解決も含む、これまでの STACK の開発、日本語化、改良、拡張の経緯を総括すると同時に、STACK が実際の講義でも利用され始めているので、利用実践例の紹介も行いたい。

### 2 STACK の開発の経緯

#### 2.1 STACK1.0 とその日本語化

前述のとおり、STACK は 2004 年に最初のバージョン 1.0 が発表された。このバージョンでは、問題の作成、登録と同時に、学生のアカウント管理、成績管理なども含む、独立した数学 e ラーニングシステムであった。我々はこの初期の段階から日本語化に着手し、日本語の言語ファイルを作成した[3]。

#### 2.2 STACK2.0

2007 年にリリースされた STACK2.0 は代表的な LMS の一つである Moodle と連携がなされた。これにより、ユーザや成績の管理は Moodle で行い、STACK は Opaque 問題タイプとして数式を扱う小テストの問題を提供する形態となった。

#### 2.3 STACK2.0 の日本語化

STACK が Moodle との連携をなしたことにより、日本語化を行うにあたって、Moodle ユーザが違和感を感じないような翻訳を目指した。まず、STACK で利用されている用語をそのまま直訳するようなことはせず、ユーザが利用する上で実際の意味を失わないような翻訳になっている。例えば、STACK には学生が提示した解答を処理するため様々な関数 Answer Test (評価関数) が用意されているが、その一つ一つについて、その意味も問題を作成する教師にとって直感的に理解しやすい日本語を心がけた。また、開発が英語圏で行われているため、随所にハードコードされた出力が見受けられた。これら全てに `get_string` 関数を

利用し、言語ファイルを利用するようにした[4]。

## 2.4 STACK2.0のカスタマイズ

Moodle との連携部分において、日本語化の際にいくつかの改良を行った。

まず、コース情報の追加 STACK1.0 には元々コースという概念が無かったため、STACK2.0 においてもコースという概念が追加されていなかった。Moodle 上で利用するにはコースという単位は重要となってくるので、コースごとの問題バンクを利用できるようにすること、ナビゲーションバーへのコースの追加を行った。

STACK では config.php ファイルに言語の設定を記述する。一方、Moodle ではユーザごと、コースごとに使用言語を設定することが出来る。この不一致を解消するために、STACK の利用画面でも Moodle で利用されている言語を継承するようにカスタマイズを行った。

その他にも各種バグの修正や、日本語を取り扱う上での問題を解消した。

## 2.5 STACK2.2

2010 年に STACK2.2 が発表された。このバージョンではこれまで最大の懸案事項であった受験時の読み込み時間の短縮がなされた。これは、STACK に用いられている CAS である Maxima の計算結果のキャッシュを作成しておくことにより、毎回の処理時間を短縮している。STACK2.2 でも STACK2.0 と同様の日本語化、カスタマイズが行われている。当然であるが、追加された言語についても翻訳されている[5]。

## 2.6 STACK2.2 日本語版独自の機能追加

STACK では数式表示に jsMath が利用されている。jsMath は javascript で動作し、綺麗な TeX フォントを表示することが出来る。しかし、ブラウザによってはユニコードフォントで表示されたり、ユーザごとの設定に依存するところがあったり、不便な点があった。また、最近では開発も止まってしまっている。そこで、世界最大の数学論文データベース MathSciNet にも採用され、世界的に利用が広がっている MathJax を利用することにした。利用するにあたり、Moodle のフィルタ機能のモジュールとして開発を行った。これにより、ユーザごとの表示の食い違いやブラウザ

での煩わしい設定から解消され、快適に美しい数式が表示されるようになった。

## 2.7 STACK のグラフ描画の機能拡張

STACK では Maxima を利用してグラフを描画することが可能であり、ランダムに生成される変数に応じて問題文中に動的にグラフを挿入することができる。単にグラフを静的な画像で表示するだけに比べれば、問題の幅は広がるが、描画できるグラフは単純な一変数関数に限られている。そこで、立体図形、ベクトル場など様々な描画を可能にし、より幅広い問題に対応できるように、機能を拡張した。

MapleNET を利用し、2 変数関数による立体図形、媒介変数表示による図形、微分方程式のベクトル場など、Maple の機能により描けるグラフを STACK でも利用できるように拡張した。また、これにより、描画速度も向上した[6]。

## 2.8 STACK の問題作成ツールの開発

STACK の問題作成インターフェースは使いやすいたとは言いがたい。そこで中原が以前開発し好評を得た Moodle の多肢選択問題作成ツールと同様に、Excel での問題作成ツールを開発した(図 1 参照)。入力項目は極力最低限の物にしぼり、インターフェイスもシンプルなものにすることを心がけた。入力完了後、ボタン押下によりマクロによる XML ファイルが UTF8 エンコードで出力される。この XML ファイルを Moodle 上から STACK の問題インポート機能を利用して問題バンクに登録を行う[7]。

	A	B	C	D	E	F	G
1	STACK問題作成ツール Ver:0.01		XML形式にエクスポートする				
2	問題名	自分の問題001					
3	変数	fx=x^2 ans1=x+1 ans2=5)					
4	問題文	次の式を微分しなさい。 \$f(x)=x^2\$					
5	解答欄の記号	#ans1#					
6	解答欄ID	ans1					
7	入力形式	数式					
8	正答	-1/x^2					
9	ポテンシャル・レスポンス・フィルター		ポテンシャル・レスポンスを追加する				
10	評価対象	No:0	No:1				
11	評価基準	ans1	評価対象	ans1			
12	評価関数	-1/x^2	評価基準	1/x^2			
13	オプション	代数等価	評価関数	代数等価			
14	抑制	抑制	オプション	オプション			
15	採点方法	=	採点方法	=			
16	点数	1	点数	0			
17	減点		減点				
18	TRUE		TRUE				

図 1 問題作成ツール概観

### 3 STACK の利用事例

#### 3.1 物理数学授業での利用事例

2009 年度、2010 年度に名古屋大学情報文化学部「物質情報学 2」の授業にて、微分方程式を解くオンラインテストを Moodle の小テストモジュールを利用して実施した[8]。図 2 は、微分方程式  $\frac{dy}{dx} + 2y = 0$  を解く問題について、ある学生の解答画面である。この学生は、任意定数を忘れており、その旨フィードバックを表示し、また部分点を与えている。

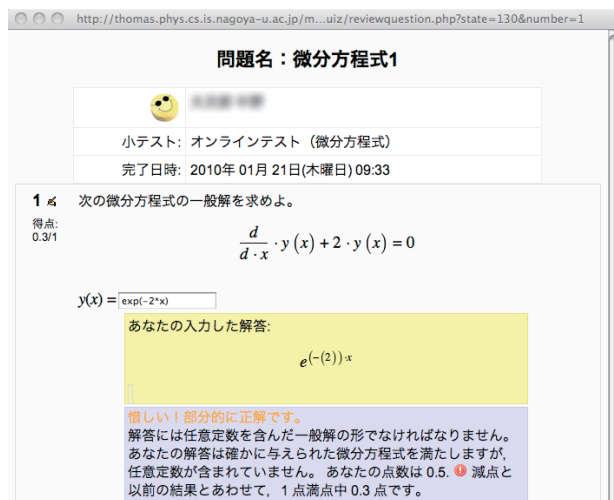


図 2 ある学生の解答履歴 2

#### 3.2 基礎物理学での利用事例

富山大学理学部の専門基礎科目である「物理学概論 I」では、力学の基礎に関する演習問題で STACK を利用している。演習問題を Moodle の小テストとして毎週課され、それをレポート課題としている。その結果を踏まえて、次回に解説を行う形態である。

### 4 まとめ

以上のように、我々は数学 e ラーニングシステム STACK の有用性に着目し、日本での普及を睨んで日本語化と様々な改良・機能拡張を行ってきた。次期バージョンでは我々の成果も STACK 本体のプロジェクトに統合される予定である。

また、本報告で紹介した利用事例以外にも、すでいくつかの大学で、授業やリメディアル教育の一環として STACK が利用されている。そのことは、数式を解答として入力し、その正誤評価

を実現するオンラインテストの必要性のあらわれでもあると考える。

一方、現時点ではそれぞれの機関で独自に問題が作成されている状況であり、十分な情報交換がなされているとは言い難い。今後は、問題バンクなどを作成することにより、教育コンテンツの共有化にも取り組んでいきたい。

#### 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 年
- [3] 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、15 巻、2 号、pp.73-80、2008 年
- [4] 中村泰之、中原敬広、秋山實、「STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニング」、2009PC カンファレンス論文集、pp.19-22、2009 年
- [5] 中原敬広、中村泰之、秋山實、「数学 e ラーニングシステム STACK2.2」、2011PC カンファレンス論文執、2011 年
- [6] 中村泰之、天野晴仁、中原敬広、秋山實、「数学 e ラーニングシステム STACK のグラフ描画機能の強化」、2011PC カンファレンス論文執、2011 年
- [7] 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」、教育システム情報学会第 36 回全国大会講演論文集、2011 年
- [8] 中村泰之、中原敬広、秋山實、「STACK を利用した数学の問題を解答する生徒の思考過程の検証」、教育システム情報学会第 35 回全国大会講演論文集、2010 年