

## Moodle と STACK 3 による数学問題バンクの構築にむけて

三玄舎 中原 敬広(Takahiro Nakahara)

Sangensha LLC

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

### 1 はじめに

近年,多くの大学では e-Learning システムが導入され,実際に授業や課題などで広く e-Learning が利用されている。中でも多くの e-Learning システムに実装されているテスト機能については,受験の簡便さ,即時フィードバック,採点にかかる時間の削減など多くのメリットを持ち,幅広く利用されている。

このテスト機能を自然化科学分野で利用する際に,一つの障壁となるのが数式の取り扱いである。昨今では,TeX などの利用により数式の表示は大きな問題がなくなってきた。しかし,テストングにおいて,学生に数式を解答させるような問題を作ろうとすると,多肢選択問題になることがほとんどである。記述式の問題を利用して解答させることは可能であるが,教師が問題を作成する際に学生が回答すると考えられる数式のパターンを漏れなく全て準備する必要がある。

その問題を解決する一つ的手段として,著者と名古屋大学の中村はオープンソースの数式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)[1]の利用について研究を行ってきた[2][3]。STACK はオンラインで数式を解答するような問題を取り扱うことのできるシステムである。学生の入力した値を数式として正誤評価を行うことができる。現在,STACK は世界中で広く利用されているオープンソースの e-Learning システムである Moodle[4]で利用することができる。STACK の利用により自然科学分野における e-Learning の利用促進と発展が期待されている。

しかし,STACK の利用は少しずつ広まってきているものの,Moodle の利用数に対しての比率はまだまだ期待したほどではない。その要因のひとつとして問題作成における教師の負担と,利用イメージが明確になるようなサンプルコンテンツが不足していることが挙げられる。

そこで今回 Moodle と最新の STACK を用いた数学問題バンクの構築を提案する。誰でも利用可能な問題バンクを構築することにより STACK の導入と利用の促進を計る。

## 2 STACK

### 2.1 概観

STACK は,前述のように,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 年から開発が始め

られた。

STACK は PHP と MySQL をベースとして動作し、数式処理システム(CAS)として Maxima を採用している。全てオープンソースのソフトウェアで構成されている。

また、日本ユーザによるコミュニティ・サイトも存在し、これまでの日本語化された STACK の配布を行っている[5]。

## 2.2 これまでの STACK

2005 年にリリースされた STACK 1.0 は Moodle のような別システムと連携していたわけではなくスタンドアロンの数式オンラインテストシステムであった。

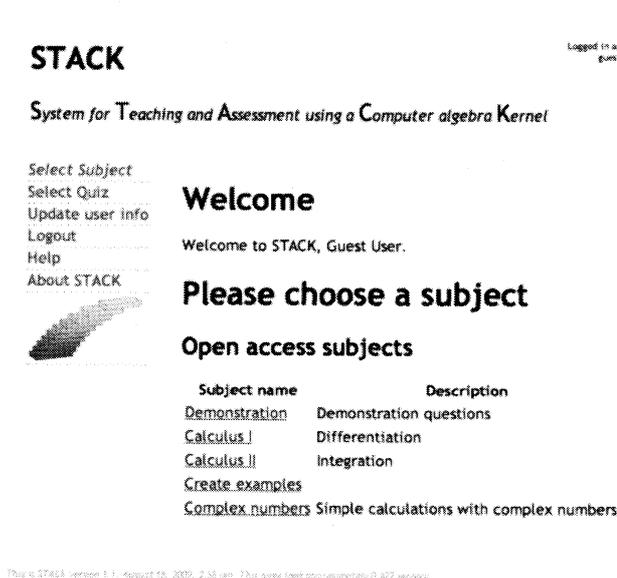


図 1. STACK 1.0

その後、2008 年にリリースされた STACK 2.0 では大幅な改変が行われ、Moodle と連携し、Moodle の小テストで利用できるようになった。STACK 2.0 は、Moodle のサードパーティ製の問題タイプである Opaque モジュールを利用し、SOAP プロトコルで STACK サーバと通信し連携を行っていた。Moodle との連携により、ユーザ管理や成績管理の機能を Moodle で行うことができるようになり、また他の e-Learning コンテンツとのシームレスな関係を築くことができるようになった。STACK の問題データは全て STACK サーバのデータベースに格納され、Moodle のデータベースからは完全に独立していた。

STACK 2.0 は Moodle との連携により利便性が大幅に向上した。しかし、二つの大きな問題点も含んでいた。その一つが処理速度の問題である。STACK は問題提示、入力した解答のチェック、採点と受験の際に 3 回 Maxima による計算を行う。この時の画面遷移のレスポンスがとてもスムーズと呼べるものではなく、受験者のストレスとなりうるものであった。しかし、その後リリースされた STACK 2.2 では、予め提示する問題の計算結果をデータベースにキャッシュとして保存し、また

解答データも同様にキャッシュすることで受験時におけるレスポンスを向上させた。

### STACK 日本語コミュニティ

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)

[ja-stack.org](#) > [問題一覧](#) > [プレビュー](#)

## プレビュー

次の微分を計算せよ。

$$\frac{d}{dx}(x-1)^3$$

3\*(x-1)^2

あなたの回答は受け付けられました。解答をよく見直してもう一度送信してください。

送信

図 2. STACK 2.0

もう一つの大きな問題は、前述した問題作成における教師の負担の大きさである。STACK の問題作成は通常の問題文、正答に加え、ポテンシャル・レスポンス・ツリーという独特の機構に準じたフィードバックツリーを作成する必要がある。これは、受験者が入力した解答のパターンに応じて正誤処理と共に表示するフィードバックを準備するものである。ポテンシャル・レスポンス・ツリーは、多様で柔軟なフィードバックを可能にするが、その反面作成時の負担は大きくなってしまふ。そこで中原・中村らは Excel のマクロを利用した問題作成ツールを開発した。このツールは二つ用意されており、一つは単純な問題文と正答のみで構成され複数の問題を一度に作成できるものと、もう一つは一問ずつ作成し、詳細なポテンシャル・レスポンス・ツリーが作成できるものである[6]。これにより問題作成については負担が若干軽減された。しかし、それでも問題の設計から作成・確認までの流れを考えると負担はまだ大きい。

## 2.3 STACK 3.0

執筆時点での STACK の最新版は STACK 3.0 release candidate 1 である。STACK 3.0 からは Moodle 2.3 に対応し、Moodle の完全なモジュール化が行われ、STACK 問題タイプとなった(図 3)。モジュール化が行われたことで、Opaque モジュールで必要だった SOAP の設定などがなくなるとともにインストールも簡単化された。また、Moodle の問題タイプとなったことにより、他の問題タイプと同様のインターフェイスでの問題作成が可能になった。データベースも他の問題タイプと同様に Moodle のデータベースに準じて格納されるようになった。

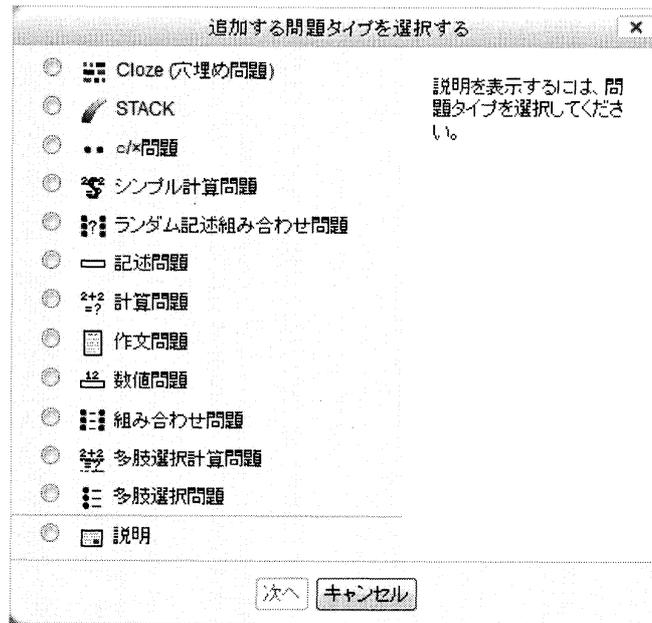


図 3. STACK 3.0 をインストールした Moodle 2.3 の問題タイプ

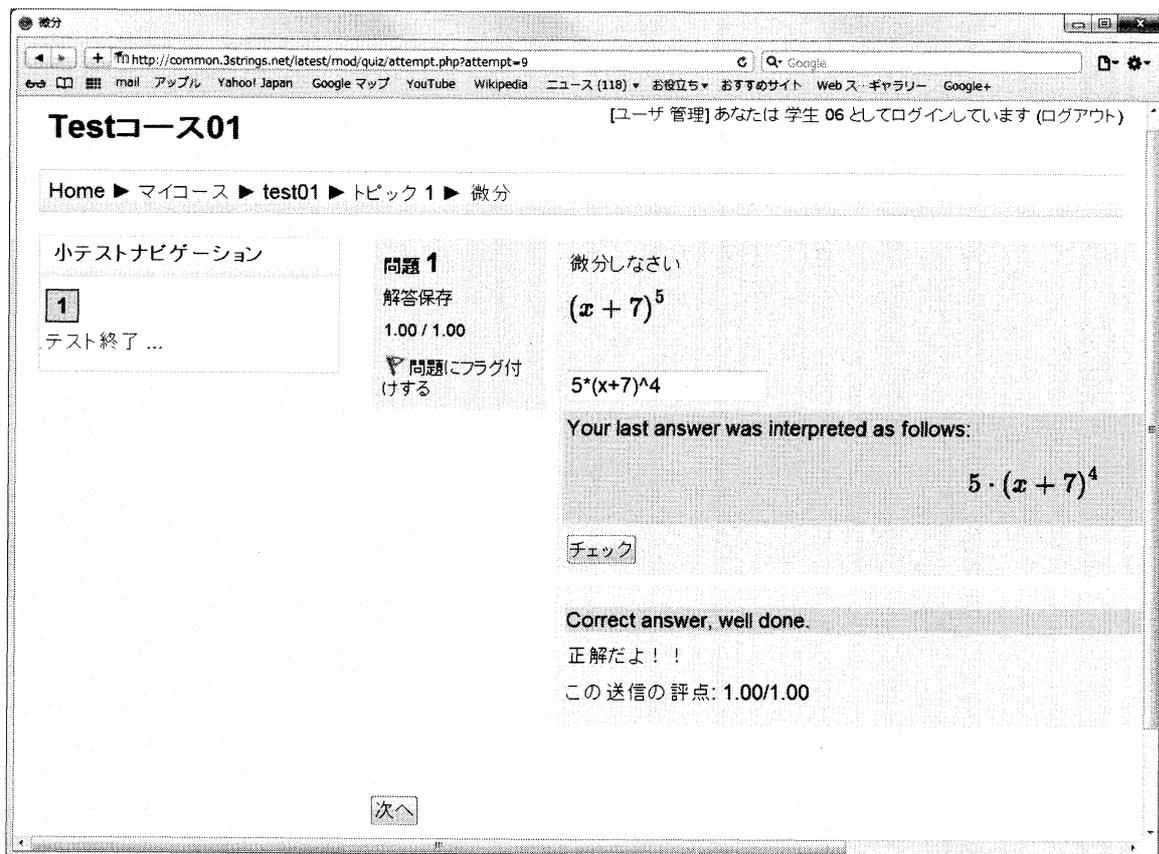


図 4. STACK 3.0 の受験画面

### 3 問題バンク

STACK 3.0では,受験時の処理速度の問題が解決し,インストールも簡単になった。問題作成画面は Moodle の他の問題で利用されているインターフェイスと同じような画面になった。しかし,問題作成における教師の負担が軽減されたとは言い難い。そこで,STACK で利用できる問題を共有できるサイトを構築することとした。問題を共有することにより,教師の問題作成の負担を軽減すると共に,STACK の利用促進を計る。

今回構築する問題バンクは,3 ステップによる発展的な問題バンクを目指す。

#### 3.1 Collect

まず問題を集めることを 1st ステップとする。STACK の問題を集めるために,まずは問題バンクサイトを構築する[7]。本サイトは Moodle と STACK で構築するが,Moodle の通常インターフェイスをカスタマイズし,問題のアップロードを簡単に行えるようなシンプルなものとする。

問題の登録は,サイトでの問題作成と XML ファイルのアップロードの二通りを用意する。登録する問題は「種別」「言語」「公開範囲」「追加キーワード」を設定できるようにする。(図 5)

### アイテム登録

xml ファイルを選択	C:\Users\Nakahara\Documents\ 数列の基礎 01-20.xml	<input type="checkbox"/>
種別	数 B	<input type="checkbox"/>
言語	日本語	<input type="checkbox"/>
追加キーワード	数列, 基礎, 簡単	<input type="checkbox"/>
公開範囲	全体	<input type="checkbox"/>

図 5. 問題バンク登録画面

ユーザがより効率的に問題を作成できるように前述した Excel で開発した問題作成ツールを無償配布する。

#### 3.2 Use

2nd ステップは登録した問題を実際に利用する。登録された問題は,STACK フォーマットの XML ファイルとしてダウンロードできるようにする。ダウンロードされたファイルは各自の STACK がインストールされた Moodle へインポートすることにより,小テストモジュール等で利用可能になる。

また,同時に数学オンライン練習サイトを構築する。サイトは問題バンクに利用した Moodle と STACK で構築する。この練習サイトは誰でも自由に問題を受験できるものとする。ユーザ登録せずとも受験は可能とし,ユーザ登録を行った場合は,受験の履歴や成績など Moodle で管理された情報を閲覧できるようにする。受験者は,問題登録の際に設定したカテゴリやキーワードから受験する問題の種類を選択することとなる。

問題を提示する際に,問題に不備があった場合に簡単に報告できるようなボタンを用意する。問題を集めるだけでなく,実際に利用して運用することにより,不特定多数から集めた問題バンクの精度を高めることを目指す。

### 3.3 Build up

3rd ステップは問題バンクを 2nd ステップで構築した問題サイトの受験データを利用し,発展させるものである。集めた問題にさらなる付加価値を高めることを目的とする。

具体的に考えているものの一つは,練習サイトで得られたデータの誤答分析を行い,数式入力解答式の問題から多肢選択問題を作成する仕組みである。これは,STACK を何らかの理由でインストールできないような場合に,Moodle 標準の問題タイプである多肢選択問題で問題バンクの問題を利用できるようにすることが目的である。この仕組みについては,ある程度の自動化を行い,多数の問題について自動的に多肢選択問題を生成することを考えている。しかし,誤答の中には似通ったものも多く含まれており,選択肢に偏りが生まれることも考えられるので,自動生成に完全に依存するのではなく,チェックする機構についても考えていく必要がある。当然,選択肢の偏りを少なくするような仕組みも今後考えていく予定である。

もう一つの付加できると考えている要素は,問題の難度である。難度は問題作成者の主観により,登録の時点で付加することも可能である。しかし,登録された問題の利用者は色々なレベルの教育機関が含まれると考えられるため,客観的な難度が必要である。よって,練習サイトやダウンロードして実施されたテストの結果を収集し,項目応答理論などのテスト理論を用い,客観的に問題の難度を付加していく仕組みを考えている。利用する理論は練習サイトで集めることができた受験数などに応じて適した理論を利用することとする。

## 4 まとめ

数式オンラインテスト評価システム STACK は,その最新版で Moodle 2.3 の完全なモジュール化が行われ,インストールも簡単になり利用されやすくなったといえる。しかし,その問題作成においてはまだまだ教師負担が大きく,問題バンクによる問題の共有は有用性が高いといえる。また,問題バンクは集めるだけではなく,上述の 3 ステップにより,発展的で効率的な問題バンクの構築を目指す。各ステップはそれぞれ 1 年程度の時間をかけて,じっくりと実施していく予定である。問題バンクの構築により,自然科学分野での問題の共有化を実現し,我々の最終的な目標である自然科学分野での e-Learning 利用の促進へと確実に進んでいきたい。

## 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
- [3] 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
- [4] Moodle.org: open-source community-based tools for learning, <http://moodle.org>
- [5] Ja STACK, <http://ja-stack.org>
- [6] 大俣友佳, 中村泰之, 中原敬広, 「STACK の問題作成ツールの開発と STACK3 に向けて」, 日本数式処理学会第 21 回大会 , 2012
- [7] 数学問題共有サイト Mathbank, <http://mathbank.jp>