

# 数式オンラインテストの標準仕様 MeLQS の提案と仕様書作成ツールの試作

## MeLQS a Standard Specification for Math Online Test and a Prototype of Authoring Tool for It

吉富 賢太郎<sup>\*1</sup>, 川添 充<sup>\*1</sup>, 中原 敬広<sup>\*2</sup>, 中村 泰之<sup>\*3</sup>, 福井 哲夫<sup>\*4</sup>, 白井 誌沙香<sup>\*4</sup>, 加藤 克也<sup>\*5</sup>, 谷口 哲也<sup>\*6</sup>  
 Kentaro YOSHITOMI<sup>\*1</sup>, Mitsuru KAWAZOE<sup>\*1</sup>, Takahiro NAKAHARA<sup>\*2</sup>, Yasuyuki NAKAMURA<sup>\*3</sup>,  
 Tetsuo FUKUI<sup>\*4</sup>, Shizuka SHIRAI<sup>\*4</sup>, Katsuya KATO<sup>\*5</sup>, Tetsuya TANIGUCHI<sup>\*6</sup>  
<sup>\*1</sup>大阪府立大学, <sup>\*2</sup>合同会社三玄舎, <sup>\*3</sup>名古屋大学, <sup>\*4</sup>武庫川女子大学,  
<sup>\*5</sup>サイバネットシステム株式会社, <sup>\*6</sup>日本大学  
<sup>\*1</sup>Osaka Prefecture University, <sup>\*2</sup>Sangensha LLC., <sup>\*3</sup>Nagoya University, <sup>\*4</sup>Mukogawa Women's University,  
<sup>\*5</sup>Cybernet Systems Co., Ltd., <sup>\*6</sup>Nihon University,  
 Email : yositomi@las.osakafu-u.ac.jp

あらまし：近年、数式オンラインテストシステムが多数開発され利用が広まっている。我々はこれらの異なるシステムで問題を利用することができるような、数式オンラインテストの標準仕様 MeLQS の検討を行っている。MeLQS は問題そのものの設計である問題仕様とオンラインテストに実装するための実装仕様の二段階で構成される。今回は仕様策定の現状と、問題仕様データ（仕様書）を簡単に記述しデータベース化できるよう開発した仕様書作成ツールを紹介する。

キーワード：数学オンラインテスト、標準仕様

### 1. はじめに

数学をはじめとする自然科学の分野での効果的なオンラインテストを実施したいという要請から、学生が解答として提出した数式の正誤評価を行う、数式自動採点可能なシステム（以下、数学 e ラーニングシステム）が注目され、多くの機関で導入され始めている。日本で主に利用されている数学 e ラーニングシステムは、STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer Algebra Kernel)<sup>(1)</sup>, Maple T.A.<sup>(2)</sup>, MATH ON WEB<sup>(3)</sup> であろう。これらのシステムを運用していく上で最も重要なことは、いかに多くの良問を準備し、提供していくかということである。そのためには重要な教育資源としての良問を共有することにより、効果的かつ効率的に数学 e ラーニングを運用することが求められ、STACK では Mathbank<sup>(4)</sup>, Maple T.A. では Maple Cloud, MATH ON WEB では大阪府立大学のシステムでそれぞれのシステム向けの問題が共有されている。ただし、当然ながら独立に問題が作成されているため、学習効果の高い良問を相互に利用したいと思っても、単純な問題であれば変換ツールにより相互に利用することも部分的には可能であるが、基本的には各システム用に問題を手作業で移植するしか、その良問を利用する手段はない。これでは、良質な問題が重複して分散していると言わざるを得ない。一方で、異種システム間で良質な問題の共有が可能となれば、飛躍的に数学 e ラーニングの普及が進み、学生の学習機会の向上につながることを期待される。

そのような構想に基づき、我々は数学 e ラーニングコンテンツの標準化による異種システム間連携を実現するための標準仕様 MeLQS (Mathematics e-Learning Question Specification) を提案し、その仕様

データ（以下、仕様書という）から各システムの問題を生成する仕組みの構築を行っている。本稿では、MeLQS の概要、仕様書作成ツールについて紹介する。

### 2. MeLQS の概要

MeLQS では、webMathematica をベースとした MATH ON WEB の問題データと Maxima をベースとした STACK の問題データとの相互移植の検証例と構造比較の考察<sup>(5)</sup> を元に、数学オンラインテストの問題データの構造を次のように分類している：

1. 問題文および問題文生成ルーチン
2. 解答欄等の解答スタイルの定義
3. 解答判定ルーチンとフィードバック

また、問題のメタデータとして、科目・単元等の分類、出題意図、問題名などを持つ。

MeLQS の大きな特徴の一つは、一般的な教員による問題提供や利用における検索を想定したコンセプトデザインを記述する「問題仕様」とシステムへの実装が必要となる情報を記述する「実装仕様」の二段階式を採用した点である。実際の仕様に準拠した仕様書例は、本稿では紙面の都合上割愛するが、以下、これらの仕様の概要を述べる。

#### 2.1 問題仕様 (Concept Design)

問題仕様に基づいて作成された仕様書は、数学オンラインテストについて詳しくないユーザが見ても、問題の内容を把握可能な情報となる。問題仕様書では、上記の問題データ構造の 1~3 の内容を、数式処理システムのプログラム記法ではなく、内容の把握が容易な数学的記述で記載する。数式表現には TeX が利用可能である。データベース化された問題仕様書は、ユーザのスキルに合わせ Web 上での閲覧の他、TeX や PDF 形式で利用できる。問題仕様書はオンラ

インテストだけでなく、紙などの別媒体によるテスト作成においても有用となる。

## 2.2 実装仕様 (Implementation Specification)

実装仕様については2017年5月現在において規格策定段階である。実装仕様は、提供された問題仕様に基づいて、数学オンラインテストの作成経験があるユーザが作成することが想定される。現在策定中の実装仕様は、各システムの利用者であれば実装仕様書をもとにコンテンツを実装できるよう、問題パラメータの乱数の規定(乱数の範囲や条件)、問題データの構造3における実際の判定基準の記述などの実装方法に関するより詳細な仕様として検討を行っている。実装仕様には、システム依存性を下げる効果が期待される問題データの代数化(パラメータ設定により算術的にインスタンスを生成できる雛形)も規定する予定である。

## 2.3 オンラインテストへの実装

実装仕様書が作成された問題は、各システムでの実装仕様書に基づいた問題作成により、同質の問題が利用可能となる。さらに利便性を向上させるために、3章で述べるツールにおいて、実装仕様書から各システムの問題形式へのエクスポート機能の追加を予定しており、実装仕様の規格と併せて検討を行っている。なお、Maple T.A.ではシステムの構造3のフィードバック機能を反映させることは現時点では困難であるが、MeLQSの提案に沿って、開発会社において将来的な機能拡張案として現在検討されている。既存システムだけでなく、以降新規に開発されるシステムにおいてもMeLQSの仕様は有効であり、そのシステムがMeLQSに準じていれば、問題作成のコストが軽減され、積極的に利用されるようになることが期待される。

## 3. 仕様書作成ツール

仕様書を手軽に作成でき、即時データベース化され共有できるWEBベースの仕様書作成ツールを開発した。STACKなどでの問題プレビュー機能等の拡充を考慮し、Moodleプラグインとした。

問題仕様書の作成では、問題仕様の項目に対応した入力フォームに内容を記述していく(図1)。一画面に多数の入力フォームが表示されることによる混乱をさけるためステップ・バイ・ステップ形式を採用した。最後の確認画面では一画面にすべての仕様項目が表示され、すべての項目が編集可能である。

図1 仕様書ツール (新規作成)

仕様書作成ツールは、データベース機能も有しており、作成された仕様書はデータベースに格納され、検索、閲覧、TeX形式ファイルのダウンロードが可能である(図2)。仕様書の閲覧画面においてはコメント機能を有する。

ID	仕様書タイプ	教科	コース	単元	問題名	作成者	最終更新日
4	問題仕様書	大学数学	線形代数	連立1次方程式	連立1次方程式(3変数2連立)	中庭 敬広	2017年05月23日(火曜日) 16:04
5	問題仕様書	大学数学	線形代数	空間内の直線・平面	空間直線のパラメータ表示	中庭 敬広	2017年05月23日(火曜日) 16:47

図2 仕様書ツール (検索画面)

## 4. まとめ

本稿では、数学eラーニングコンテンツの異種システム間連携を実現するための標準仕様として提案するMeLQSについて、MeLQSにおける「問題仕様」と「実装仕様」の概要を紹介するとともに、問題仕様書の作成とデータベース化のために開発した仕様書作成ツールの概要を紹介した。

MeLQSは現在、問題仕様の規格が定まり、その仕様書作成ツールの開発までが完了した段階であり、実装仕様の規格策定とその作成ツールの開発は今後の課題として残されている。数学eラーニングシステムの開発・運営に携わる研究者、教員、技術者の意見を取り入れつつ、問題仕様の改訂、および、仕様書作成ツールの改良、実装仕様の規格策定、および、MathTOUCH<sup>(6)</sup>を利用した、システム毎に異なる数式処理システムの書式の違いを吸収可能な数式入力インターフェースを備えた実装仕様書作成ツールの開発を進めていく予定である。

## 謝辞

本研究はJSPS科研費16H03067の助成を受けたものです。

## 参考文献

- (1) Sangwin, C.: "STACK", <https://stack.maths.ed.ac.uk/>
- (2) Maplesoft: "Maple T.A.", <http://www.maplesoft.com/products/mapleta/>
- (3) Osaka Prefecture University: "MATH ON WEB" <http://www.las.osakafu-u.ac.jp/lecture/math/MathOnWeb/>
- (4) Nakamura, Y., Taniguchi, T. and Nakahara, T.: "Item Bank System for the Mathematics e-Learning System STACK", *Electronic Journal of Mathematics & Technology*, Vol.8, No.5, pp.355-362 (2014)
- (5) 吉富賢太郎: "数学eラーニングコンテンツ仕様の策定とコンテンツ開発への利用", 教育システム情報学会第39回全国大会予稿集, pp.167-168 (2014)
- (6) Shirai, S. and Fukui, T.: "MathTOUCH: Mathematical Input Interface for E-Assessment Systems", *MSOR Connections*, Vol.15, No.2, pp.70-75 (2017)