

数学学習システムのコンテンツ素材共有化のための データベース構築について

On a Design of Mathematics e-Learning Materials Database for Content Developers

吉富 賢太郎, 川添 充

Kentaro Yoshitomi, Mitsuru Kawazoe

大阪府立大学 高等教育推進機構

Faculty of Liberal Arts and Sciences, Osaka Prefecture University

Email:yositomi@las.osakafu-u.ac.jp

あらまし: 数学教育において, ICT を利用した学習システムはさまざまなところで設計され, 利用されている。だが, そのシステムは多種多様であり互換性を持たせることは容易ではない。データの互換性を持たせようという試みはあるが, システムの多様さを考慮すると, コンテンツの相互融通が重要と思われる。本稿では, 大阪府立大学において運用している webMathematica ベースの学習システムや現在開発運用中の数学到達度評価システムのコンテンツデータに注目し, 問題と正解判定, および間違いパターンのフィードバックを取り出し, データベース化することにより, 学習コンテンツの共有化を促進させることを提案し, そのためのデータベースのスキームを提示する。

キーワード: e ラーニング, 数学教育, データベース, フィードバック

1. はじめに

理科系大学における数学教育において, 学生の自宅学習を如何に促進させるかは非常に重要である。個々の教員による課題作成や毎回の小テスト, 質問受付室のような取組によって試みられている。Web 等の ICT を利用した数学学習システムもそのような自宅学習に一定の効果があることは広く認められるところである。しかしながら, そのようなシステムを教員個人で運用することは一般には困難であり, そのため, 大学によっては独自のシステムを開発して利用しようとするところもある。その際, 教材すなわち問題コンテンツをどのようにするか問題となり, コンテンツの不足で効果を出し切れないところもあると思われる。

本学における Web 数学学習システムの問題コンテンツは線形代数と微積分学を合わせ, 200 以上を作成し, 本学学生だけでも年間 600~700 人が利用する。このシステムのデータベースをより汎用的な形で提供し, 大学や教育機関において共有すると同時に, コンテンツの修正や改良をより相互的にできるような仕組みを現在研究中である。本稿では, 現在までに検討している仕様について発表する。

2. データベースの構成とアプリケーション仕様

データベースは, さまざまなシステムにエクスポートできることを配慮した形式にし, そのために, 多様性に対応できるような細かいフィールド設定を持つ問題データマスタを作成する。また, サーバアプリケーション仕様の特徴として,

- * 問題作成が非常に容易。
- * 各システムへのエクスポートが可能。
- * 設置が容易 (Apache + Ruby + MySQL)。

問題作成を容易にするために, 本学 Web 数学学習システムの問題パターンを分析し, 解答欄作成,

正解判定も含め, 選択と問題文入力だけで大半を作成できるようにする。また, 各システムへのエクスポートはプラグインとして必要に応じて追加できるようにものとする。アプリケーション開発そのものはオープンソース (GitHub⁽⁷⁾) で行い, 開発にも参加可能にする。また, 問題データベースは筆者らが運用するアプリケーションサーバーを設置し公開する。

データベースに設置するテーブル (マスタ) は主に「学習単元・学習目標」マスタと「問題データ」マスタの 2 つである。

2.1 「学習単元・学習目標」マスタ

各問題データは, 学習単元および学習目標に分類される。その情報は検索とフィードバックにおいて使用される。本マスタは, 例えば, 学習単元「空間における平面の方程式」に対しては,

- ▷「法線ベクトルと 1 点から方程式を求められる」
- ▷「パラメータ表示から方程式を求められる」
- ▷「3 点を通る平面の方程式を求められる」
- ▷「直線と直線にない 1 点を含む平面の方程式を求められる」

などの学習目標をレコードとして持つ。

2.2 「問題データ」マスタ

各データ (レコード) は主に次の 3 つのフィールドから構成され, それぞれ 1 つの学習単元と 1 つ以上の学習目標に関連づけられる。

- ・ 問題情報 (問題本文およびパラメータ)
- ・ 解答入力情報 (解答欄および変数)
- ・ 解答判定とフィードバック情報 (条件分岐)

問題情報

問題情報は, TeX 形式のテキストで記述した問題本文とパラメータ情報 (乱数の範囲や変数の型など) で構成する。問題文の TeX に埋め込むパラメータは特別な記法で記載するが, それ以外は通常の TeX

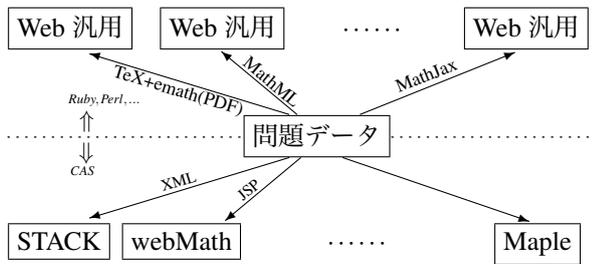


図1 エクスポート

文とする。パラメータ情報は、CAS へのエクスポートを想定したメタ言語で保持する。また、問題サンプル画像を保持し、閲覧の便宜を供する。

解答入力情報

解答欄を HTML 等へ変換して表示するための情報と解答判定のための変数情報を持つ。行列・ベクトル型などのタイプを設け、対応する入力変数とともにメタ言語で記述し保持する。

解答判定・フィードバック情報

解答入力の変数から解答判定を行うルーチンを記述する。解答入力を満たす条件式を CAS や Ruby などの動的言語にエクスポートしやすい表記で保持する。また、条件に対応する動作として、フィードバック先の学習単元・学習目標を保持するようにする。

2.3 エクスポート

問題データのエクスポートは、例えば次のような形式に変換し、ファイルもしくはクリップボードコピーで出力する(図1)。

- ・ JSP 形式：webMathematica での利用を想定。
- ・ XML 形式：Stack での利用を想定。
- ・ XML 形式：システムそのもので利用。
- ・ HTML 形式：汎用的な Web での利用を想定。
- ・ TeX 形式：紙媒体での利用。

JSP や XML は本学で利用しているシステムや比較的普及していると考えられる STACK へのエクスポートを想定する。STACK と完全ではないが相互変換できるシステムもある⁽⁵⁾ので、可搬性が高い。また、HTML への変換は問題情報と解答入力については、MathJax もしくは MathML を用いてパラメータを固定して行い、Web での汎用的利用に用いることができるようなものとする。また、解答判定部分は動的言語等による CGI ルーチンで出力したり、QR コード生成により、利用者が携帯などを用いて正解判定ができるようにする。

また、TeX での利用へも対応する。パラメータを指定数生成し小間形式で TeX を出力したり、emath⁽⁸⁾を用いて TeX 内部にパラメータ生成機能を内包したものを出力すれば、授業でのプリントとして利用が可能である(図2)。

2.4 公開方法と保守

データベースのコンテンツである問題データは誰でも自由に参照でき、また、登録ユーザは権限設定に応じて問題の作成・修正に参加できる。システムをローカルに保持してもよいが、利用条件として、作成データは公開サーバーへも登録することを要件

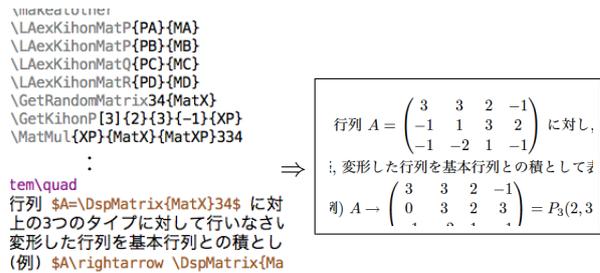


図2 emath 利用の行列計算マクロの実装例

とする。また、公開後は次のような保守を行う。

- ・ 学習目標と問題データの関連付けの検証と補正。
- ・ 類似した問題の検証と統合。
- ・ 学習単元・学習目標の追加と修正。
- ・ ユーザの新規登録と検証。
- ・ エクスポートプラグインの実装。

3. 実装方法および今後の計画

ユーザ認証機能を持たせることができ、データベースを基本とするアプリケーションフレームワークである Ruby on Rails3 (Apache+MySQL) を用いて実装する予定である。今後はさまざまなシステムを利用している教員や組織から意見を広く集め、データベースの仕様を確定し GitHub⁽⁷⁾ 上で開発していく予定である。

なお、本研究は日本学術振興会 科学研究費助成事業 基盤研究 (C) 23501072 「Web 数学学習システムの普及促進のための改良と汎用化」の補助で行われている。

参考文献

- (1) “Web-based learning system for college mathematics powered by a computer algebra system”, Proceedings of ITK-FUKUOKA 2009 and JADE Kyushu-Okinawa branch Joint Conference, pp.9-10 (2009)
- (2) 川添充, 高橋哲也, 吉富賢太郎: “webMathematica を用いた Web 数学学習システムの構築”, 日本数学教育学会誌, 第 92 巻 (2010), 臨時増刊 第 9 2 回総会特集号, p.491 (2010)
- (3) 川添充, 高橋哲也, 吉富賢太郎: “授業時間外学習のための数学 e ラーニング・システムの構築とその効果”, 日本リメディアル教育学会第 6 回全国大会発表予稿集, pp.122-123 (2010)
- (4) “Web 数学学習システムの開発と利用状況に関する報告”, 大阪府立大学 文部科学省「特色ある大学教育支援プログラム」平成 19 年度採択取組 大学初年次数学教育の再構築 成果報告書, pp.8-11 (2010)
- (5) 中村 泰之: “数学 e ラーニング 数式解答評価システム STACK と Moodle による理工系教育” 東京電機大学出版局, (2010)
- (6) 吉富賢太郎, 川添充: “学習目標データベースを基盤とする数学到達度評価システムの開発”, 教育システム情報学会研究報告 (JSiSE Research Report), to appear
- (7) GitHub: <https://github.com/yositomi-opu/WebMathDB>
- (8) emath: <http://emath.s40.xrea.com/>