

既存教材を活用した E-Learning システム構築のフレームワーク

Framework for building an E-Learning system using existing teaching materials

山口大学 教育学部 北本 卓也 ^{*1}

TAKUYA KITAMOTO

YAMAGUCHI UNIVERSITY, FACULTY OF EDUCATION

Abstract

E-Learning has become an integral part of education as the Internet and technology evolve, but there are still barriers to its widespread adoption. There are many reasons for this, one of which is that many E-Learning systems on the market are all-in-one packages often disconnected from the educational stream and used in isolation.

To solve this problem, this paper proposes a new framework in which teachers can create their own E-Learning systems according to their own needs. It is hoped that this framework will allow teachers to use E-Learning systems according to the needs of their classrooms and educational objectives. This will promote digitalization and personalization of education and improve the learning experience for students.

1 はじめに

E-Learning は教育界に大きな影響を与えており、インターネットとテクノロジーの進化とともに不可欠な要素となってきた。伝統的な教室学習と異なり、教育コンテンツの提供方法を一新しているが、普及にはまだ障壁がある。特に、多くの学校で E-Learning の導入が進まない理由として、予算の制約、適切なインフラの不足、教員の関連知識や技術の欠如が挙げられる。また、市場に出回る E-Learning システムの多くがオールインワンパッケージであり、特定のニーズに合わせたカスタマイズの難しさから、教室の活動と完全には統合されていないのが現状である。これにより、E-Learning はしばしば教育の流れから切り離され、単独で使用されることが多い。この問題を解決するため、本論文では教師が自身のニーズに応じて E-Learning システムを設計できる新しい枠組みを提案する。この枠組みにより、教師は教室や教育目的に合わせてコンテンツやアクティビティを柔軟にデザインでき、教育のデジタル化と個別化を推進し、結果として生徒の学習体験の向上が期待される。

2 システムの概要

本稿で取り上げる E-Learning 教材作成システムについて解説する。このシステムは、特に学校の教師が自分たちのニーズに合わせて E-Learning コンテンツを独自に開発し、提供できるように設計されている。

^{*1} 〒 753-8513 山口市吉田 1677-1 E-mail: kitamoto@yamaguchi-u.ac.jp

2.1 システムの特徴

このシステムの特徴を以下に挙げる。

- **アクセス性:** このシステムは HTML5 をベースにしており、ウェブブラウザを通じて利用可能である。これにより、PC、タブレット、スマートフォンなど、さまざまなデバイスからアクセスできるため、利用者は場所や使用するデバイスを選ばずに学習資料にアクセスできる。また、HTML5 の採用により、インタラクティブで魅力的な教材を作成できる。
- **統合性:** 既存の教育資料やウェブサイトのコンテンツをシステム内に容易に統合できる。これにより、教師は既に公開されている資源を活用して、新しい教材を作成する際の時間と労力を節約できる。また、多様な情報源からのコンテンツを組み合わせることで、より豊かで多角的な学習体験を生徒に提供可能である。
- **機能性:** JavaScript のライブラリである Algebrite を利用して、記号計算や自動採点の機能を実装している。これは特に数学や科学のような計算が必要な科目において、教師の負担を軽減し、生徒の学習プロセスを支援する。自動採点機能は、即時フィードバックを生徒に提供し、学習の効率を向上させる。
- **実験的なフレームワーク:** このシステムはまだ実験的な段階にあり、全機能を備えた学習管理システム (LMS) ほどの機能を持っていないが、学校での使用には適している。このシステムにより、教師は自分たちの教室や教育スタイルに合わせて柔軟に教材を作成し、適応させることができる。

2.2 システムの構造

本システムの特徴的な機能は、二層スクリーン構造を持っていることである（図 1 参照）。

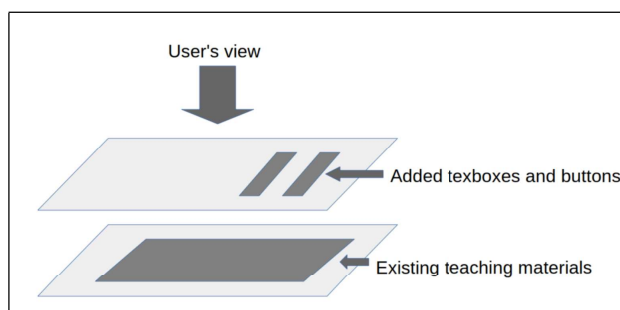


図 1：二層スクリーン構造

下にある画面に既存の教材やウェブサイトを表示し、その上にあるトップ画面には、画面に新たに追加されたボタンとテキストボックスを含んでいる。この二層スクリーン構造の具体的な活用例を後に紹介するが、このような構造を持つことで、既存の教材を直接変更することなく、ボタンやテキストボックスを追加することが可能になっている。

2.3 システムの使い方

このシステムで作成した教材は、ユーザーモードと編集モードを持っている。ユーザーモードは利用者（主に生徒や学生）が使うためのモードであり、編集モードは教材の作成者（主に教師）が使うモードであ

る。教材はこの編集モードを用いて作成される。編集モードの画面を図2に示す。

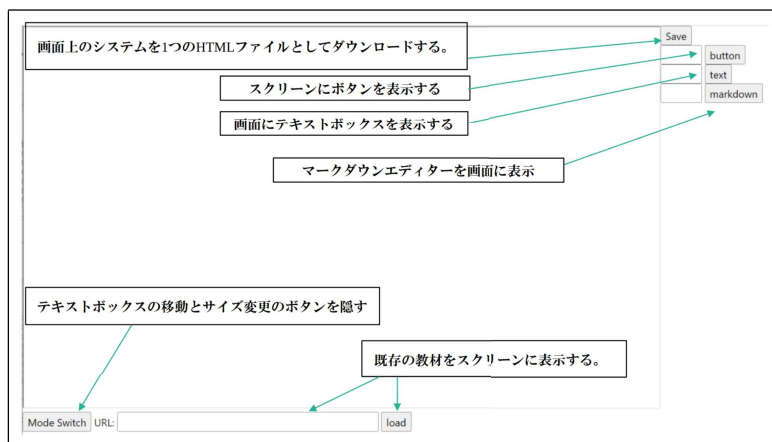


図2：編集モードでの画面

編集モードの使い方は以下の通りである。

- 画面右にあるメニューの「Save」は完成した教材をダウンロードするボタンである。教材は HTML ファイルとしてダウンロードされる。
- 画面右にあるメニューの「button」をクリックすると、スクリーンにボタンの部品が表示される。表示されるボタンの部品を図3の右に示す。図に示されているように、このボタンの部品には中央にある長細いボタンの上下に x, e, s などが付いた別のボタンが付いている。x の付いたボタンをクリックすると、このボタンの部品を消去することができる。e の付いたボタンをクリックすると、テキストボックスが表示されるが、このテキストボックスに書かれたコードは中心にあるボタンがクリックされた時に、JavaScript のコードとして実行される。このテキストボックスはもう一度、e の付いたボタンをクリックすると見えなくなる。s の付いたボタンをドラッグすると、テキストボックスのサイズを調整できる。左上のボタンの何も書かれていないボタンをドラッグすることで、このボタンの部品を移動する事ができるまた、ユーザーモードでは、上下にあるボタンは見えなくなり、中心にあるボタンのみが表示される。
- 画面右にあるメニューの「text」をクリックすると、スクリーンにテキストボックスの部品が表示される。表示されるテキストボックスの部品を図3の左に示す。x, s などが書かれたボタンの動きは上の「ボタンの部品」と同じである（テキストボックスの部品には e が書かれたボタンはない）。
- 画面下にある「Mode Switch」のボタンをクリックすると、ユーザーモードと編集モードが入れ替わる。ユーザーモードでは、x, e, s などが付いたボタンが消え、ボタンやテキストボックスの部品の位置やサイズが変更できなくなる。
- 画面したの URL にファイルや Web の URL を入力し、その右にある「load」のボタンをクリックすると画面に指定したファイルや Web ページがロードされる。

図3からわかるよう

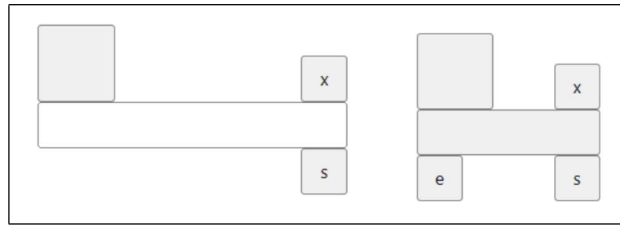


図3:「text」や「button」をクリックしたときに表示されるテキストボックスやボタンの部品

2.4 用いた JavaScript のライブラリ

このシステムでは、以下の JavaScript のライブラリを用いている。

- Algebrite : 多倍長算術計算、多項式や有理関数の計算などの基本的な機能を含む、記号計算のための強力なオープンソースの JavaScript ライブラリ。
- Pagedown : オープンソースの JavaScript ライブラリで、開発者がウェブアプリケーション内でわかりやすく効果的な Markdown エディタを作成できるように支援することを目的とする。複雑な HTML 構文を不要にすることで、説明文を書くプロセスを簡素化する。
- MathJax : ウェブブラウザでの数式や記号のレンダリングを容易にする JavaScript ライブラリ。

3 実践例

このシステムを用いて教材を実際に作成する過程を示す。具体的には、図4の左のドリルのプリントアウトを右の E-Learning システムに変換していく。

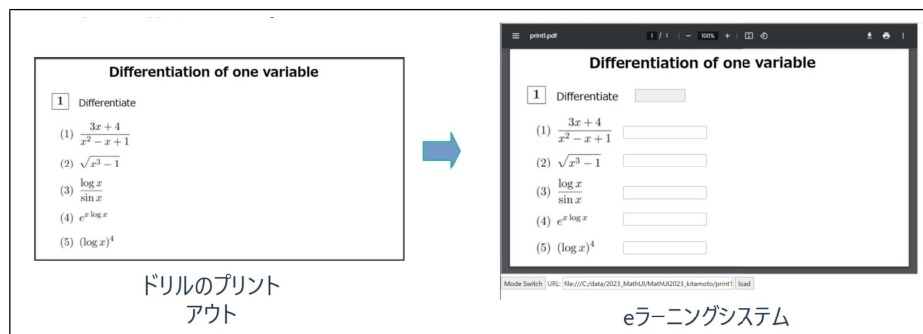


図4: ドリルのプリントアウトと E-Learning システム

3.1 Step1

ドキュメントスキャナーまたは同様のツールを使用し、図4のドリルのプリントアウトをスキャンし、PDF ファイルに変換する。

3.2 Step2

図2の画面下部の「URL」右側の空欄にPDFファイル、またはWebサイトのURLを入力し、「load」ボタンをクリックすると、指定したPDFファイルがシステムに読み込まれ、画面に表示される。PDFがシステムに読み込まれた様子を図5に示す。

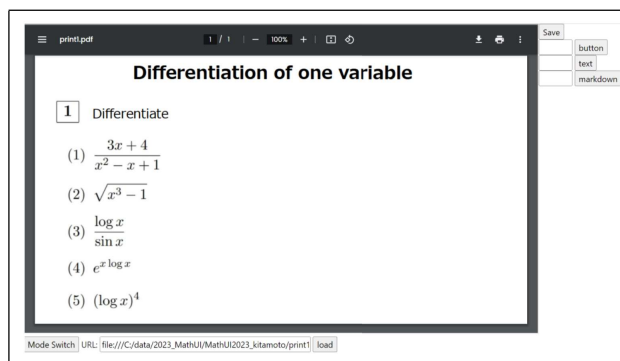


図5：PDF がシステムに読み込まれた様子

3.3 Step3

図2の画面右側のメニューから、テキストボックスやボタンを画面に挿入する。まず、テキストボックスを挿入するために画面右側のメニューの「text」の左にある空欄に「#t1」と入力してから「text」のボタンをクリックする（このようにすることでテキストボックスの部品に t1 という ID を付ける）。そうすると、テキストボックスの部品が画面に表示されるので、このテキストボックスの部品を移動して、図6のように (1) の問題の右に置く。これが問題 (1) の解答欄になる。

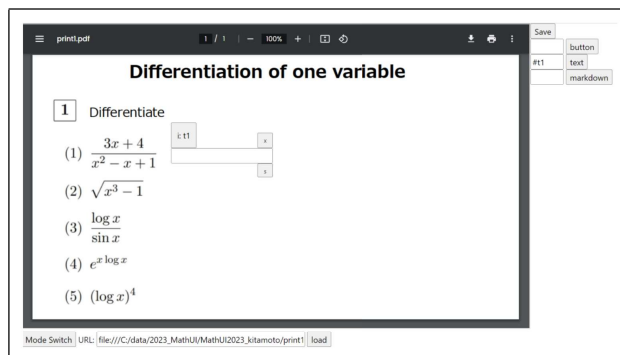


図6：テキストボックスを (1) の問題の右に置く

同様にして、(2)-(5) の問題に対しても、それぞれ解答欄を作り、図7のようにする。

次に、採点のためのボタンを設置する。画面右側のメニューの「button」のボタンをクリックする。そうすると、ボタンの部品が画面に表示されるので、このボタンの部品を移動して適当な場所に置く。その後、e の付いたボタンをクリックしてテキストボックスを開き (図8 参照)、そこに下記の JavaScript のコードを入力する。

```
ids = ["t1","t2","t3","t4","t5"];
```

```
ans =["d((3*x+4)/(x^2-x+1))","d(sqrt(x^3-1))","d(log(x)/sin(x))",
"d(exp(x*log(x)))","d(log(x)^4)"];
score(ids,ans);
```

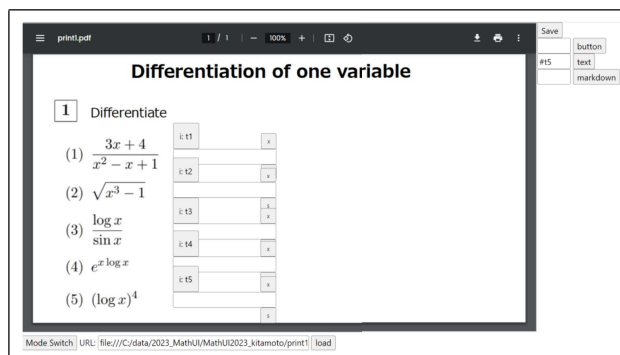


図 7：テキストボックスを (2)-(5) の問題の右に置く

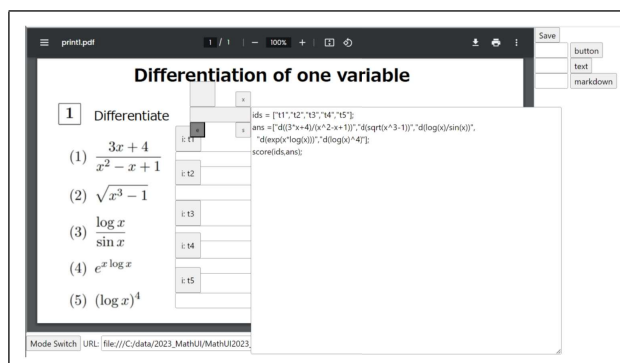


図 8：テキストボックスに JavaScript のコードを入力する

`score(ids,ans)` はこのシステムで定義されている関数でユーザーの解答を採点し、その結果を表示する関数である。変数 `ids` にはテキストボックスの部品につけられた ID が配列として与えられており、変数 `ans` にはそれに対応する問題の解答が配列として与えられている（`d()` は Algebrite で微分を計算する関数）。このような変数 `ids`、`ans` を与えると `score(ids,ans)` は Algebrite の機能を用いて、空欄に入力された数式が `ans` により与えられた問題の正解と等しいかをチェックし、その結果を画面に表示する。

これで採点ボタンが完成したので、e の付いたボタンをもう一度クリックし、JavaScript のコードが書かれたテキストボックスが非表示にしてから、画面下にある「Mode Switch」のボタンをクリックする。そうするとシステムがユーザーモードに移行し、図 9 のようになる。

この状態がユーザーから見える E-Learning 教材である。問題 (1) から (5) の右の空欄に解答を入力して、Differentiate の右にあるボタンをクリックすると、上の JavaScript の命令を実行され、図 10 のように採点結果が表示される。

3.4 Step4

教材が問題なく動作することを確認したら、図 2 の画面右のメニューにある「保存」ボタンをクリックする。そうすると、完成した教材が HTML ファイルとしてダウンロードされる。ダウンロードされた教材

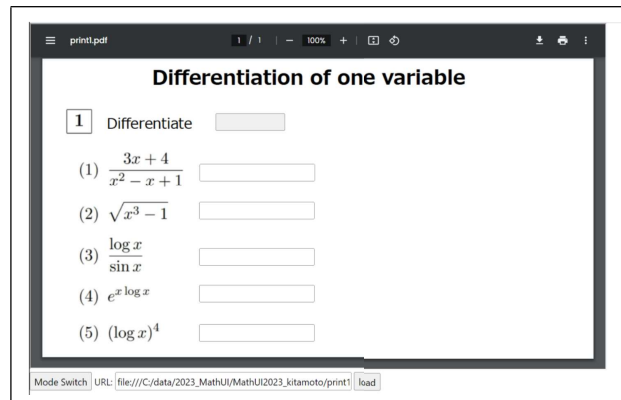


図 9：ユーザーモードでの画面

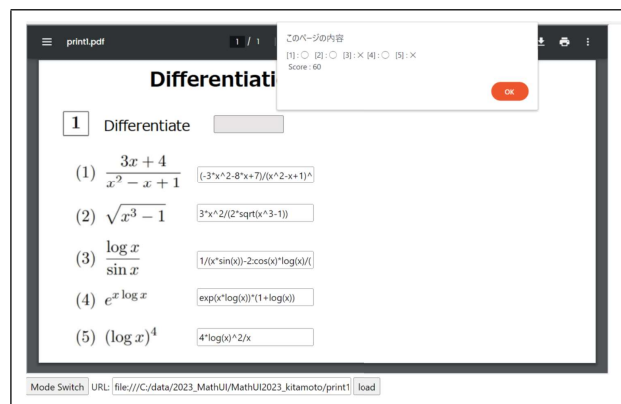


図 10：採点結果の表示

をブラウザで開くと、図 9 のような画面が表示され、問題の解答を空欄に入力して、Differentiate の右にあるボタンをクリックすると解答が採点され、図 10 のように採点結果が表示される。

4 既存の E-Learning システムとの違い

本稿に提案するシステムは、既存の教材を簡単に組み込める柔軟性と、変数を含む複雑な式の採点能力を備えており、これらは明確な利点である。加えて、システムがサーバーを必要としないため、導入の敷居が低く、特に資源に制約のある環境での使用に適している。しかし、生徒との直接的な交流や成績管理の機能が欠けているため、これらの側面を重視する教育活動には向かない可能性がある。さらに、このシステムはまだ実験段階にあり、広範な使用には追加の開発が必要である点を考慮する必要がある。

5 結論と今後の展望

本システムで作成された E-Learning システムは JavaScript で強化された単一の HTML ファイルとして構成されており、数式表示や記号計算が可能であり、PC、タブレット、スマートフォンに対応している。また、2 層スクリーン構造を採用しており、下層に既存の学習教材を、上層にテキストボックスやボタンが配置することができる。この設計により、教師は印刷物やウェブページの内容を迅速に E-Learning 教材に変

換できる。また、本稿では自動採点機能を含む教材作成の実例が示されたが、これらを用いることで学習効率の向上が期待できる。

しかし、このフレームワークはまだ実験段階にあり、実際の教育現場での広範な利用には、さらなる開発が必要である。今後の展望として、システムの機能拡張、特に生徒との交流や成績管理機能の統合、ユーザーフレンドリーなインターフェースの改善が求められる。また、実際の教室での試験運用を通じて、教師や生徒からのフィードバックを収集し、それをシステムの改良に役立てることが重要である。

謝 辞

この研究は JSPS 科研費 21K02752 および 22K02951 の助成を受けたものです。

参 考 文 献

- [1] Moodle Official Homepage, <https://moodle.org/> (2023 年 8 月 5 日 アクセス).
- [2] STACK Official Homepage, https://moodle.org/pluginus/qtype_stack (2023 年 8 月 5 日 アクセス).
- [3] Takuya Kitamoto, Masataka Kaneko, Setsuo Takato, E-learning system with Computer Algebra based on JavaScript programming language, Proceedings of ATCM2018, pp. 123–133, 2018.
- [4] Takuya Kitamoto, Masataka Kaneko, Setsuo Takato, Standalone web application for teachers to create teaching materials on a browser, Proceedings of ATCM2020, pp. 258–267, 2020.
- [5] Algebrite Official Homepage, <http://algebrite.org/> (2023 年 8 月 5 日 アクセス).
- [6] Pagedown Official GitHub repository, <https://github.com/StackExchange/pagedown> (2023 年 8 月 5 日 アクセス).
- [7] MathJax Official Homepage, <https://www.mathjax.org/> (2023 年 8 月 5 日 アクセス).
- [8] Online PDF Splitter, <https://www.freepdfconvert.com/split-pdf> (2023 年 8 月 5 日 アクセス).