

STACKによる高校数学オンラインテストを用いた学習支援

理学専攻・情報科学コース 1940658 堀之内 あゆ（指導教員：浅本紀子）

1 はじめに

現在の学習指導要領 [1] の ICT 分野では、学校現場で PC やタブレットなどの機器を導入し ICT 環境を整備すること、また、ICT を活用して生徒の学習活動の充実をはかることを目指すと記載されている。また、2020 年に始まった世界的な感染症により教育現場でも様々な問題が発生したため、臨時休校等で生徒が家庭学習する時間が大幅に増えた際に、生徒がいつでもどこでも学習できるオンライン教育システムを全国展開することが急務となっている。

本研究では、生徒が場所や時間を選ばずに学習できるようなオンライン学習システムを提案する。これまでも、Moodle などの学習管理システムを用いたオンラインでの学習支援は行われてきたが [2]、より充実させる必要がある。特に、これまで数式入力の難しさから普及が進んでいない数学の単元に絞ってオンラインテストの作成を試みた。さらに、オンライン学習システムを用いて生徒の学習支援につなげるため、生徒がいつでもどこでも利用可能・生徒自身がそれぞれの成績を管理可能・サーバー管理者でない一般の教師でも利用可能なシステムを目指した。

2 学校教育と ICT 環境

2.1 学校 ICT の現状と課題

全国の学校 ICT の環境整備については、教育用コンピュータ 1 台当たりの児童生徒数が、地域間格差はあるものの、平均すると平成 17 年の 8.1 人/台から平成 28 年の 6.2 人/台とあり、教育現場での ICT 環境整備が進んできていることが分かる。

また、「令和 3 年度概算要求のポイント」[3] では、「GIGA スクールにおける学びの充実」を目指すために、今年度新たにオンライン学習システムの全国展開と教育データ利活用推進のために新たに予算が組まれ、教育 ICT 環境の整備に力を入れている。

2.2 Moodle

教育での ICT 利活用において、オンライン教育・教材の 1 つである学習管理システムの活用を考える。主に「教材の配信」・「レポートや課題の提出」・「電子掲示板」などが行えるシステムだが、学習状況の管理、コミュニケーションツールとしても利用できる。本学では Moodle を利用している。Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) とは、インターネット上にソースコードが公開されている無料のオープンソースの e ラーニングプラットフォームの 1 つである。GNU General Public License (GPL) のもとで公開、配布されている。

3 研究概要

本研究は、高校生を対象とする生徒の、オンライン教材を活用した数学の学習支援を目的とする。生徒は、自分の解答や個人に向けたフィードバックを即座に見ることができるため、単元の理解度や解答スピードの

向上が期待できる。また、講義内容を Moodle 上で一括管理できるため、自宅学習の充実につながる。そして、本研究のポイントは、学内サーバーの管理や学校 Moodle 自体を編集できる権限のない、Moodle コースの作成と編集のみを行う教師権限でシステム使用可能であることである。教師権限のみで、オンラインテストの作成や生徒へのフィードバックを行うことができるため、ICT 分野の専門家でない人が広く使用可能となり、活用の幅が上げられると考える。

3.1 STACK

高校数学における Moodle の活用を考える際に、Moodle の「小テスト」機能では問題の幅が狭まってしまう。そこで、STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel) を用いて高校数学オンラインテストの充実を図る。STACK とは、2005 年に英国バーミンガム大学で開発された、数学のためのオンラインテスト・評価システムである。STACK は数式処理システムを利用しており、数式を含めた解答や代数処理による正確な正誤判定が可能となる。STACK での数式の入力は、Maxima の数式入力記法に従う。入力形式に誤りがある場合は、エラーメッセージがすぐに表示される。STACK は数式を扱う分野のオンラインテストとして豊富な機能を持ち、Moodle と連携する事で成績など学習管理を効率よく行うことができる。

4 提案手法

4.1 高校数学オンラインテスト

本研究では、多くの生徒に本システムを使用してもらうために文理選択をする以前の範囲である、「数学 I・A」・「数学 II・B」をターゲットとした。Moodle のオンラインテストに適する条件について以下に記述する。

1. 反復の計算練習・小テストが重要視される単元。
2. 解答形式が数式である問題が多く含まれる単元。
3. オンライン小テストにより、その単元を網羅できる単元。

以上より、数 I・A からは「数と式」数 II・B からは「微分・積分」を選択し、高校数学オンラインテストを作成した。

4.2 オンラインテストの概要

大学入試問題とその類題、関連する計算問題で構成される。特徴としては、生徒はオンラインテストを受験後、すぐにフィードバックが表示され、それと同時に解答のデータを確認することができる。解答のデータとは、自分の解答、問題ごとの正誤判定、開始時刻、終了時刻、所要時間、得点、評点である。また、出題される問題の係数は毎回ランダムになっていて受験するたびに違う問題を解くことになる。さらに、オンラインテストは何度でも再挑戦することができる。

5 実行結果

実際のページを以下に示す。



図 1: 数学オンラインテスト「数と式」のページ

図 1 の、問題 1 では x の 2 次関数の因数分解の問題となっているが、この係数部分は毎回ランダムな値が設定される。また、数式の下にある四角の枠内をクリックして数式入力をする。

5.1 生徒へのフィードバック

本研究で用いたオンラインテストの活用のために、STACK を用いた生徒の不正解パターン分析手法と適切なフィードバックを返す教師向けシステム作成について以下に記述する。

研究目的としている、生徒の理解度や解答のスピード向上に向けて、各生徒の不正解パターンを把握し、適切なフィードバックを返すシステムを作成した。今回は不正解パターンの取得から分析までを目的とし、計算ミスパターンを把握するためのオンラインテストを新たに用意した。

数学オンラインテストの解答データを活用し、生徒の学習支援につなげるため、以下の 3 つの処理を行う。

1. 不正解パターン分析

生徒が問題をどこで間違えたのかを調べる。ここでは PRT (ポテンシャル・レスポンス・ツリー) と呼ばれる機構を用いた。PRT とは、想定される生徒の解答を処理するための機構で、生徒の予想される解答 (ポテンシャルレスポンス) を互いに関連づけてツリー状にしたものである。部分正解の判定が可能で、それに加えて、不正解時にどのポイントでミスしたかがわかるため、PRT を基準として分析を進める。

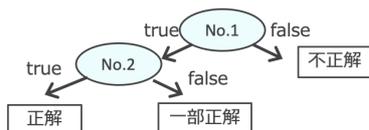


図 2: PRT (ポテンシャル・レスポンス・ツリー) の構造のイメージ

2. スクレイピング

生徒の解答が表示されたページからタイプ分析に必要な箇所 (PRT 部分) を抽出する。Python で

記述した実行ファイルに HTML ファイルを通すと、生徒ごとに解答でたどった PRT が書き込まれた CSV ファイルを作成する。

3. タイプ診断をフィードバック

生徒に合わせたタイプ診断と 1 クラス分の平均点と自分の得点の関係を示すグラフをフィードバックする。Moodle の「小テスト」に対するフィードバックは、タブ区切りテキストファイルをアップロードすることによって行うことが可能である。このテキストファイル作成は、Microsoft Visual Basic のマクロを用いて行う。生徒のメールアドレスをキーとして、HTML 形式のコメントが記入されたテキストファイルを Moodle のフィードバックにアップロードすると、個人のページに表示される。

計算方法を見直してみましょう。

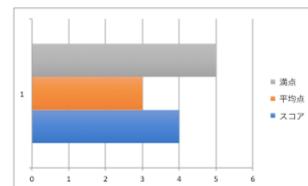


図 3: フィードバックが表示される様子

6 まとめと今後の課題

生徒が場所や時間を選ばずに学習できるようなオンライン学習システムを提案・開発した。高校数学における大学入試問題とその類題、関連する計算問題で構成されるオンラインテストを作成した。また、生徒の理解度や解答のスピード向上に向けて、各生徒の不正解パターンを把握し、適切なフィードバックを返す教師向けシステムを作成した。ここでは、Moodle の「小テスト」に対するフィードバックを用いて、生徒のタイプ診断結果に対するコメントや成績グラフをまとめたフィードバックを表示する。

今後の課題としては、フィードバックの内容の充実や生徒のタイプごとにテストを自動で選択する等、生徒がより効率的な学習ができるようなサポートを目指す。

参考文献

- [1] 文部科学省 (2018) 「平成 29・30 年改訂学習指導要領」 <https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1383986.htm> (2021/1/12 閲覧)
- [2] 中村泰之 中原敬広 秋山實, 数理解析研究所講究録 (2010) 「STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニング (数式処理と教育)」 <<https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/141217/1/1674-06.pdf>> (2021/1/12 閲覧)
- [3] 文部科学省 (2020) 「令和 3 年度概算要求のポイント」 <https://www.mext.go.jp/content/20200929-mxt_kouhou01-000010168_1.pdf> (2021/1/12 閲覧)