

高校数学オンラインテストにおける教師支援システムの開発

理学専攻・情報科学コース 1940653 玉田瑛子 (指導教員：浅本紀子)

1 はじめに

2020 年は世界的な感染症の感染拡大により、日本ではほぼ全ての中学校・高校において急遽対面での学校生活が中断された。数ヶ月後に対面授業が再開した学校がほとんどであるが、今後はオンライン教育の充実がより不可欠な状況となったと言える。オンライン授業に限らず、情報技術を教育現場において適切に活用することは、教師不足や教育格差などの社会問題の解決に繋がるだけでなく、指導内容の質向上や校務の合理化等の為に非常に重要であると考えられる。2020 年 6 月の文部科学省による調査 [1] では、高等学校に限ると全 154 校の内、自粛期間中(休校中)の家庭学習で、デジタル教材を用いたのは全体の高校の 51%、同時双方向型オンライン指導を用いたのは 47%にとどまっている。今回の機会に教育のデジタル化・オンライン化は急速に進んでいると思われる一方、多くの課題が存在することも事実である。

また、学校の ICT 環境の整備に関して、2012-2018 年にかけて行われた調査 [2] によると、『教育用コンピュータ 1 台当たりの児童生徒数』は、6 年間で 1 台あたり 6.6 人/台から、1 台あたり 5.6 人まで普及が進んでいる。また『普通教室の無線 LAN 整備率』についてはこちらも 6 年間で、約 20%から 35%に伸びており、学校の無線 LAN の整備が急速に進んでいることがわかる。しかし一方で現状ではかなりの地域間格差があり、普及が遅れている地域はセキュリティ問題や整備コストの問題を抱えている場合も多い。

そこで本研究では、文部科学省が有意義な ICT 教育に向けた指針において重要視している『遠隔・オンライン教育』の 1 つである LMS(Learning Management System) に焦点を当て、高校数学におけるオンラインテストの作成、その受験結果に関する分析を進める。

2 本研究の目的とシステムの概要

本研究の目的は、今後高校の数学教育において、各教員が数学オンラインテストを受験した学生の解答ログから、クラス(学年)全体の不正解パターンの傾向を問題ごとに導くことにより、授業や指導の質を向上させるシステムを構築することである。本研究では、オープンソースの LMS としては世界的に広く普及している Moodle を用いてシステムを構成する。ポイントは、サーバー自体に手を加えることなく、Moodle の一般 User としての教員権限を所持してさえいればこのシステムを使用できるという点である。

この目的である教師支援システムの開発が達成されることで、特に教員側のメリットが大きいと考える。現在の Moodle システムでは、オンラインテスト問題について正答率以上に詳しいデータを見ることはできない。そこで、STACK という数式処理システムを利用し、Potential Response Tree という、解答ログからそれぞれの解答パターンを分類する機能を用い分析することで、生徒の解答パターンの傾向がより具体的に詳しく分かるようになることを考えた。

今回は教員側が、正答率や各生徒の成績だけでなく、生徒が受験したテストの入力データから、問題ごとに生徒がどのような種類の解答をしているのか、つまり、特に不正解時に“どのポイントでミスをしているか”がわかるような『不正解パターン』の傾向を整理し、確認できるようにする。そしてそれを教員が即時に把握し全体で共有することで、その後の指導に随時活用することが期待できる。

3 オンラインテスト作成にて用いる機能

3.1 Moodle

Moodle とは、e ラーニングを支援する Web サービスで、生徒の学習について管理する LMS(Learning Management System) の 1 つである。オンラインでの課題提出・評価、小テスト等を利用できるオープンソースの e ラーニングプラットフォームである。

利点は学習に関するデータをテストや課題ごとに Moodle 上で一括管理することにより、長期間に渡る学習管理や教員の負担軽減が期待でき、また生徒は PC やタブレットを通じていつでもどこにいても学習に取り組むことができる点である。

3.2 STACK

STACK とは、数式による解答が可能なオンラインテスト・評価システムのことである。STACK での数式の入力は、基本的には Excel 等の記法と同じように、フリーの数式処理システムである Maxima の数式入力記法に従う。

利点は数式での解答により、問題の幅を広げられることである。数学は解答形式が数式である問題が多いため、STACK を導入することでオンラインでの数学学習の充実を図りたい。対する留意点としては、数式入力の際、演算子などの記号に注意が必要となる点が挙げられる。

4 オンラインテストの概要



図 1: Moodle ページの例

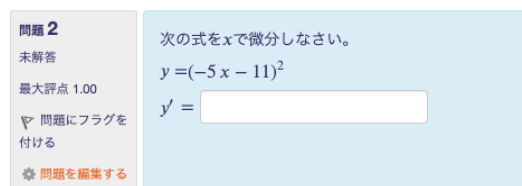


図 2: オンラインテストの問題例

高校数学オンラインテスト教材として、Moodle や STACK の利用に適すると考えた、計算演習が多く必要な分野である数学 II の微分・積分の分野から小テストを作成した。生徒がオンラインテストを受験すると、即座にフィードバックが表示されると同時に、教師は解答のデータを確認することができる。

5 不正解パターン分析

受験者の不正解時の解答パターンに関する分析を、『不正解パターン分析』と呼ぶことにする。

分析には、STACK に搭載されている Potential Response Tree(以下 PRT) という機能を利用する。PRT とは、想定される学生の解答を処理する為の機構であり、学生の予想される解答 (Potential Response) を互いに関連付けてツリー状にしたものである。

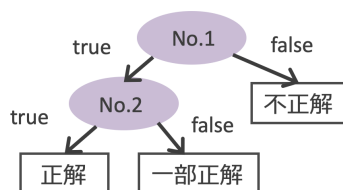


図 3: PRT の概念図

No.1, No.2 とある部分はノードと呼ばれ、このノードごとに、それぞれの判定条件に基づいて true/false 判定がなされる。この判定により生徒の解答に対して単に正解/不正解のみを返すだけでなく、『どのような種の正解解答なのか』、『計算過程のどの部分で間違えたのか』等を把握することができる。

6 実装・実験

6.1 解答記録データの取得

以上の不正解パターンに関する分析を進めるにあたって、生徒の解答記録データを取得する必要がある。尚今回の実験では、5問で構成された微分分野の小テストを、お茶の水女子大学理学部情報科学科の1年生から、同専攻大学院博士前期課程2年生までの30人に解答してもらいデータを収集した。データ収集は、教師がレビューページ(図4)で Chrome 拡張機能を使い、分析に使用する解答記録の PRT 情報部分のみをスクレイピングで抽出し、CSV ファイルに出力する。

ステップ	時間	動作	状態	得点
1	20年 08月 31日 10:26	開始	未解答	
2	20年 08月 31日 10:34	保存: ans1: -8*(-4*x-7) [score]: prt1: prt1-1-T AtFacForm_nofactored. prt1-2-F	解答保存済み	
3	20年 08月 31日 10:34	受験終了	正解	1.00

図 4: 解答記録

6.2 分析の流れ



今回は、2で述べた目的に向けて、実施した小テストの問題ごとの解答パターン内訳(クラスの解答パターン傾向)とコメントを合わせた分析シートを、Excel 上のマクロを用いて作成する。

教員は、1つの Excel ブックが与えられ、今回実施した小テストの問題数と受験した生徒数を入力し、7.1の通り解答記録データを取得する。その上でシートにある『分析シート作成』というボタンを押せば、解答パターン傾向を含む分析シート(図5)が自動で作成されるという流れだ。各教員はこの分析シートにコメントなどを書き加え、PDF 形式に変換の上、Moodle のフィードバックページに投稿することができる。

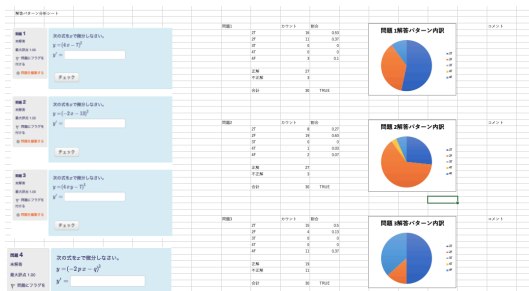


図 5: 分析シート

7 まとめ

本研究では、以下2点について、高校数学のオンラインテストにおける教師支援システムの開発を行った。

まず1点目は、生徒の学習成果を図る為のオンラインテストの作成である。STACK という数式処理システムを活用し、より実用性が高く充実した数学オンラインテストを目指した。

2点目に、紙面での試験では難しい、または非常に時間のかかる試験結果の分析を、教員が簡単に実施し、さらにすぐに生徒と共有できるような仕組みを実装した。従来の対面式試験では、例えばクラスで数学の小テストを実施したとして、各教員は正誤判定や正解率だけで生徒たちにフィードバックをしているケースが多い。さらに採点にも時間がかかるため即時的に対応・採点するのはかなりの負担がかかる。しかしこのオンラインテストと、それについての解答パターン分析シートがほぼ自動で作成できることによって、教員はより具体的な情報を素早くクラスに返すことができ、次回の授業にてそのニーズに応えることができる。それが結果として持続的な教育の質向上や教員の負担軽減に大いに繋がると考えられる。

参考文献

- [1] 文部科学省 (2020) 『新型コロナウイルス感染症の影響を踏まえた公立学校における学習指導等に関する状況について』 <https://www.mext.go.jp/content/20200717-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf>(2020/12 閲覧)
- [2] 文部科学省 (2016) 『学校における ICT 環境整備の状況について』 <https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/_icsFiles/afiedfile/2017/11/15/1398036_12.pdf>(2020/12 閲覧)
- [3] 市川 裕子, STACK 利用の実践報告(数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究), 2017 <<https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/231776/1/2022-17.pdf>>