

オンラインテストを活用した高校数学自習教材

玉田瑛子*1・堀之内あゆ*1・浅本紀子*2

Email: tamada.eiko@is.ocha.ac.jp, horinouchi.ayu@is.ocha.ac.jp

*1: お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 情報科学コース

*2: お茶の水女子大学 理学部 情報科学科 教授

◎Key Words オンラインテスト, 高校数学, 数式処理

1. はじめに

新学習指導要領のICT分野におけるポイントとして、教育機関のICT環境の整備・活用が挙げられている。特にPC・タブレットの整備だけでなく、それらを有効に活用するためのオンライン教育システムの充実が求められる(1)。また、私は附属高校のチームティーチングの非常勤講師を経験し、授業時間外に様々な場所で学習できるオンライン教育システムと対面授業との連携で、より効果的な教育に繋がると感じた。さらに2020年3月頃からは世界的な感染症対策により、生徒は長期間の自宅学習が強いられ、今後もその傾向が少なからず続くことが想定される。

そこで、すでに附属高校で利用しているLMSであるMoodle上で、数学オンラインテストSTACKを利用した数学自習システムを作成した。特に、数学は専門だが数式処理システムやLMSにあまり詳しくない教員にも利用しやすい教材を目指した。また、先行研究のMathMLの意味形式への自動変換を利用すれば教材作成者の支援に役立つのではないかと考え、その検証も行う。

2. オンラインテスト作成において用いる機能

2.1 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(2)。用途としては、オンラインでの課題提出・評価、小テストの実施・採点、学習状況の管理や閲覧、教員と生徒とのコミュニケーションが可能なフォーラム機能などがある。

2.2 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での数式の入力法は、基本的にはMaximaの数式入力記法に従う。例えば乗算は『*』、累乗は『^』などである。また、STACKはMoodleの小テストの型の1タイプとして提供されている。

STACKを用いるメリットは、上述したように数式による解答ができる点や、入力された数式解答に関する様々な結果を、管理者が即時にチェックできるという点である。

3. 高校数学でのオンラインテストの活用

3.1 活用におけるメリットと注意点

Moodle上でのオンラインテストやその他の機能を、高校数学の学習に活用することを目的とすると、その利点は主に3つあると考える。

まず1つ目は、学習に関するデータをテストや課題ごとにMoodle上で一括管理できる為、長期間に渡る学習管理や、教員の負担軽減が期待できるという点である。

Moodleのページは図1のように構造化されていて、科目(コース)毎の学習状況の把握・管理が可能である。利用手順としてはまず、生徒や教員はMoodleにユーザ登録をする。その後、教員は自身が担当するコース(科目)のページをMoodle上にアップロードして、生徒は各々が受講するコースに登録する。数学や英語のようなそれぞれの『コース』の中に、単元名ないしは各回の授業で分けた複数の『セクション』が含まれる。さらにその1つのセクションのページ内に、教員がセクション内で提供した資料や課題ファイルを置くことができる。これを『リソース』と呼ぶ。また、1セクション内には『活動』という、担当教員と生徒間(または生徒どうし)でのやりとりを可能にする機能がある。例えば小テスト、出欠確認、フォーラムなどである。コース以下の内容は担当教員が管理し、コース内の情報は登録されている者のみが見ることができる。

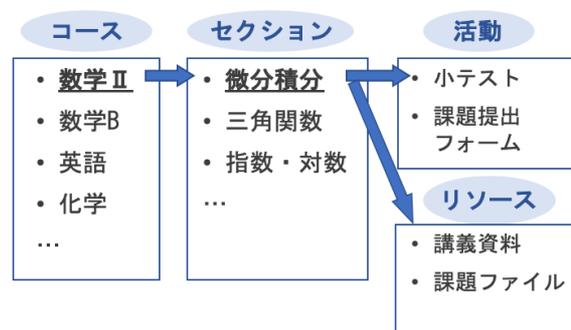


図1 Moodleの構造

利点の2つ目は、オンラインテストでの即時の自動採点やフィードバックにより生徒の理解スピードの向上が見込まれ、また教員側は結果を把握しやすくなる為、生徒たちの状況に合わせた教育が可能になるという点である。生徒と教員の間で学習データを共有することで、授業や教育の改善に繋がると考えられる。

3つ目に、生徒側のメリットとして、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。デバイスさえあれば、急な自宅学習への切り替えもスムーズに行うことができる。

また、オンラインテストシステムにおいてSTACKを用いることのメリットは2点考えられる。

1つ目は、数式での解答を可能にするSTACKの機能を活かし、問題の幅を広げられることである。Moodleページ内の『活動』の1つである小テストは、Moodleの機能では数値問題や選択問題、証明などの評価の難しい記述問題の類しか扱うことができない。数学は解答形式が数式である問題が非常に多い為、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。

2つ目は、教員側が、生徒の数式解答に関する様々な結果を即時に見ることができる点である。単なる正誤判定だけでなく、所要時間や部分点も含めた採点結果、さらに解く過程でどのポイントを間違えたのかについても把握できる。それにより教員は生徒の傾向や得意不得意などを即時に把握し、より迅速な授業の改善や方針決定が可能になると考えられる。

対するデメリットとしては、数式入力の際、演算子などの記号に注意が必要となる点である。上述の通り、生徒が普段手書きで数式を書く時に使用する演算子や記号とは異なる場合がほとんどなので、慣れが必要である。高校数学では解答が複雑な数式となる問題も多い為、生徒の苦手意識が強まる前に、初期段階でSTACKの記法を習得してもらうことがポイントとなる。

3.2 オンラインテスト活用に適した単元

実際のオンラインテストの活用に向けて、まず高校3年生は文理に分かれて履修を組む学校が多い為、数I A・IIBをメインターゲットとしたい。ここでMoodleオンラインテストの活用に適する単元・分野を判断するポイントを3つ程挙げる。

まず1つ目に、反復の計算練習や小テストが重要視される単元である。Moodleではランダム変数により、数字替えの問題を多数生成できる。また、計算結果の採点とフィードバックが即時に行われる為、つまずきにくくなると予想できる。

2つ目に、解答形式が数式である問題である。グラフやベクトルでの解答は現段階では難しい。証明問題は、問題が複雑になる程様々な解答が存在することになり採点基準を作成することが難しくなる。

3つ目に、小単元の学習範囲がオンラインテストで網羅できる単元である。自宅学習においては、1つの単元の中でオンライン授業と対面授業を行き来することができない。また、小單元ごとに授業形式が変わると効率が悪い。

以上を踏まえると、「数と式」、「微分積分」、「二次関数」の単元におけるオンラインテストの導入が、より効果的な数学学習に繋がると考えた。

4. オンラインテスト教材の作成

4.1 高校数学向けオンラインテスト

高校数学オンラインテスト教材として、家庭学習で

使用する小テストを作成した。単元は数学IIの微分・積分で、微分の単元からは「接線」「極値」「解の個数」の問題を出題し、積分の単元からは「定積分」「面積」の問題を出題する。各問題は大問1題と、それに関連した1~3題の小問で構成される。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できる。問題で使用する数式の係数などは毎回ランダムな値が設定される。そして、テストの受験後は何回でも再挑戦することが可能である。

座標平面上で、直線 $y = ax - b$ が点 $(1, 1)$ を通る。
ただし、 a, b は実数。
この時、

$$\int_0^1 (ax - b)^2 dx$$

が最小になるような a, b を求めると、
 $a =$

図2 テストページ

大学のMoodleサーバーにSTACKをインストールし(Moodle3.6, STACK4.2.2)、大学生4名に実際に小テストを受験してもらった結果、間違えた問題に再挑戦することで知識の定着が期待できることや、Moodleのチェック機能の活用により、予想よりも入力がしやすかったことが分かった。

4.2 今後の課題

今後の課題としては、オンラインテストを用いた学習効果やその利便性を数値的に検証することや、ランダム変数を活用することで問題を充実させることが挙げられる。

5. おわりに

Moodle上で、数学オンラインテストSTACKを利用した数学自習システムの作成を行った。数I A・IIBをメインターゲットとした教材を作成するにあたり、単元は数学IIの微分・積分で、微分の単元からは「接線」「極値」「解の個数」、積分の単元からは「定積分」「面積」の問題を出題する。現在はモニターとして大学生にテストを受験してもらっているが、今後は実際に高校生に使ってもらい、その効果を検証していく予定である。

また、授業時間外に様々な場所で学習できるオンライン教育システムと対面授業との連携で、より効果的な数学教育を目指したい。

参考文献

- (1) 文部科学省：新学習指導要領(情報活用能力の育成・ICT活用) (2018) .
- (2) 日本ムードル協会ホームページ
- (3) 古園 憲一郎, 葛 崎偉：「Moodleを用いた中学校数学の学習支援」, 山口大学教育学部研究論叢, 第68巻, pp.1-10 (2019)