

## 入学前・初年次を接続した数学学習の 数学オンラインテストを用いたアセスメント

### Assessment of University Pre-entrance and First Year Courses with Mathematics Online Tests

樋口 三郎<sup>\*1</sup>

Saburo HIGUCHI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 龍谷大学理工学部

<sup>\*1</sup>Faculty of Science and Technology

Email: hig@math.ryukoku.ac.jp

**あらまし**：学習者が数式で解答し、数式処理システムで採点する数学オンラインテストを、数学の大学入学前・初年次教育のアセスメントに使用した例を報告する。数式処理システムの文法に学習者が十分習熟した状態で行うことに留意している。授業時間外に Web 上で実行し、正課科目の成績と直接は関係しないため、学習者に有用性を十分に説明している。初年次学年末のアセスメントでは、参加率 55%程度を得ている。

**キーワード**：LMS, 数式処理, 数学オンラインテスト, 大学数学, 学習評価, 入学前教育, 初年次教育

#### 1. はじめに

微分積分、線形代数などの数学は、大学における学習の基礎のひとつであり、理系学部では初年次に必修として学習することが多い。理系学部で専門的な科目の学習を始める前には一定の数学を修得することが求められる。学習項目の間に依存関係が強い一方で、大学入学時点での中等教育での学習項目の修得状況が学生によって大きく異なることが多く、一律の対応が困難となっている。

このような状況で、大学初年次の数学で e-learning が様々な形で利用されている。各科目の担当教員の判断で対面授業とブレンドして用いられることもあれば、学部などのより大きい単位で共通の e-learning 基盤が利用されることもある<sup>(1)</sup>。

一方、中等教育での修得状況が学生によって大きく異なる状況に、数学の入学前教育で対処することもしばしば行われている。入学前教育では学習者が対面授業に頻繁に出席することが困難であることから、e-learning が利用されることは多い<sup>(2)</sup>。

入学前教育は初年次教育を効果的にすることが目的であり、これらの間の連携は重要である。入学前教育の評価は、初年次教育の結果を参照して行う必要がある。

この発表では、龍谷大学理工学部の数学の入学前・初年次教育とアセスメントの方法と結果を報告する。

#### 2. 数学オンラインテスト

数学オンラインテスト<sup>(3)</sup>は、数学の問題への学習者の解答を、数式処理システムを用いて、数学的等価性を考慮して自動的に評価するシステムである。問題をランダムに生成し、数学的に意味のある問題になっているかどうか数式処理を用いてチェックするようになっているものが多い。

数学オンラインテストでは、学習者が数式を指定

された書式で構成して入力する必要があることが指摘されている。

#### 3. 入学前・初年次数学教育とアセスメント

龍谷大学理工学部では、2015 年度から初年次数学教育<sup>(4)</sup>に、2016 年度から専願推薦入学者の入学前教育<sup>(5)</sup>に、2018 年度からすべての推薦入学者の入学前教育<sup>(6)</sup>に、数式処理に基づく数学オンラインテスト Maple T.A.(2018 年に Mobius Assessment と改称)と LMS である Moodle を、LTI または単なるリンクによって連携させて利用している。入学前・初年次の計算的な要素を多く含む数学では、ランダムな多数の問題を自動的に採点できる数学オンラインテストは有効である。初年次教育では、前後期の学期末のアセスメントの一部にこのシステムを利用している。

##### 3.1 専願推薦入学者の入学前教育

11 月に合格の決まる専願推薦入学者には、12 月に入学前教育の事前テストであるスタートテスト(表 1)を行い、次いで 12 月-3 月の時期に、独自の問題集による学習と、Maple T.A.上の演習問題を実行することを必須としている。

すべての入学予定者には、4 月初旬に数学のプレイズメントテストがあることを伝えており、プレイズメントは入学前教育の事後テストと位置づけられる(表 1)。専願推薦入学者にはプレイズメントテストの出題例を目標として提示している。

##### 3.2 専願以外の推薦入学者の入学前教育

12 月に合格の決まる専願以外の推薦入学者には、専願と同様の問題集、Maple T.A.上の演習問題を任意で実行することを奨めている。やはりプレイズメントテストの出題例を提示し、各自が追加の学習を必要とするか、自ら判定できるようにしている。

##### 3.3 初年次教育

1 年次前期には、数学オンラインテストの演習問題による高等学校の数学の復習を全員に課している。さらに、いくつかの学科ではリメディアル科目の対面授業があり、プレイズメントテストはその事前テストとしても位置づけられる(表 1)。

1 年次前後期とも、正課の数学科目のデザインは学部内の学科ごとに様々である。この中では、少数の正課の数学科目でだけ数学オンラインテストが利用されている。

7 月の前期到達度テストは、リメディアル科目の主要部分の事後テストと位置づけられる(表 1)。

3 月の後期到達度テストは、大学で新たに学んだ内容について出題している(表 1)。

表 1 の 4,7,3 月のアセスメントは正課の科目の可否や点数とは(7 月分を成績に含めている少数の科目を除き)無関係である。結果は、教員と学生(本人)に公開され、その後の学習の参考とされるが、正課の科目の成績・可否はこれとは別の紙の定期試験や紙の課題によって決定される。

7,3 月の到達度テストは数学オンラインテストによるが、1 年次前期の数学オンラインテストの演習問題により数式入力方法に習熟してもらっている。しかし、誤りが数式入力の習熟不足によると疑われる例が一定比率あり<sup>(7)</sup>、単純な数式入力問題に正解した後でだけ到達度試験を受験できる、到達度試験に数式入力問題を混ぜておいて正誤を見る、などによりその比率をモニターしている。

#### 4. アセスメントの結果との分析

表 2 に、2018 年度入学生についての、各アセスメントの参加率、得点率の平均と標準偏差を示す。この得点率は単なる合計値で、数式入力の誤りを補正するようなことは行っていない。

推薦による入学者と推薦以外による入学者の間には、一貫して得点率の平均に差があり、学年末に至っても差が残っていることがわかる。

表 1 アセスメントの時期と方法

時期	名称	対象	方法	範囲
入学前 12 月	スタート テスト	専願制 推薦入 学者	紙. 自 宅受 験.	高等学 校数学 (内容 1)
1 年次 4 月	プレイズ メントテ スト	1 年生	紙. 学 内集合 受験.	高等学 校数学 (内容 2)
1 年次 7 月	前期到達 度テスト	1 年生	数学オ ンライ ンテ スト	高等学 校数学 (内容 2)
1 年次 3 月	後期到達 度テスト	1 年生	数学オ ンライ ンテ スト	微分積 分・線 形代数

表 2 各アセスメントの参加率と得点率

アセスマ ント		専 願 推 薦	専 願 以 外 の 推 薦	推 薦 以 外
プレイズ メントテ スト	参加率	0.97	0.99	1.00
	平均	0.72	0.73	0.84
	標準偏差	0.20	0.21	0.13
前期到達 度テスト	参加率	0.88	0.81	0.83
	平均	0.75	0.80	0.84
	標準偏差	0.19	0.20	0.17
後期到達 度テスト	参加率	0.56	0.57	0.58
	平均	0.51	0.55	0.66
	標準偏差	0.48	0.47	0.47

参加率は、初期には専願推薦入学者が高い。これは、入学前学習で数学オンラインテストに習熟していることによるものと推測できる。学年末には、参加率は入学経路によらずに同程度になっている。

プレイズメントテストと前期到達度テストの得点率の相関係数は 0.44、プレイズメントテストと後期到達度テストの相関係数は 0.24 だった。前者は同じ範囲を扱う組なので、弱い相関があることは自然である。

#### 5. おわりに

本発表では、数学オンラインテストによる入学前および初年次数学教育のアセスメントの試みについて述べた。これまではアセスメントの結果を本人に加え対面授業担当者に送ることを主な利用としていたが、今後は、数学オンラインテストによる学習内容をパーソナライズするためのデータとしての利用を検討したい。

#### 参考文献

- (1) 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. 臨時増刊, 総会特集号 92, p.491(2010)
- (2) 亀田真澄, 宇田川暢: “Moodle, TeX, STACK による数学の e ラーニングの取り組み, 日本ムードル協会”, Proceedings of Moodle Moot Japan 2013, pp.22-27 (2013)
- (3) Chris Sangwin: “Computer Aided Assessment of Mathematics”, Oxford University Press (2013)
- (4) 樋口三郎, 藤田和弘, 松木平淳太, “数式自動採点 e ラーニングシステムによる理工系初年次教育の試み”, 平成 27 年度教育改革 ICT 戦略大会, pp.208-209, 私立大学情報教育協会(2015)
- (5) 樋口三郎: “数学オンラインテスト Maple T.A. を用いた大学入学前数学教育の実践”, 教育システム情報学会 第 41 回全国大会論文集 pp.186-187(2016)
- (6) 樋口三郎: “数学オンラインテストを用いた大学入学前数学教育の改良と拡張”, 教育システム情報学会 第 42 回全国大会論文集 pp.469-470(2017)
- (7) 樋口三郎: “従来型と数学オンラインテストによる事前事後テスト結果の数式入力ミスを検討した分析”, 数理解析研究所講究録 2067, pp.152-155(2018)