

教育の質保証に向けた e-Learning によるエビデンス

— 自主的学修時間とオンラインテスト評点 —

亀田真澄^{*1}, 宇田川暢^{*2}

^{*1} 山陽小野田市立山口東京理科大学, ^{*2} 新潟大学

e-Learning Evidence for Quality Assurance of Education

- Total Time by Learning and Score of Online Test -

KAMEDA Masumi^{*1}, UDAGAWA Mitsuru^{*2}

^{*1} Sanyo Onoda City University, ^{*2} Niigata University

筆者らは、当学会の 2017 年度第 3 回研究会（同じ会場）で、数学基礎教育の e-Learning に対する数学コンテンツの配信に関する研究内容について口頭発表を行った⁽¹⁾。その後も継続的な研究活動を行い今回の発表に至った。本発表では大学初年次教育の数学授業において e-Learning の数学コンテンツを開発・提供した結果、教育の質保証に対するエビデンスと捉える学修成果物「自主的学修時間」「オンラインテスト評点」を考察することができたことを報告する。

キーワード: 質保証, 初年次教育, e-Learning, 数学, 自主的学修時間, オンラインテスト

1. はじめに

第一筆者は大学教育において、教育実践された結果として「教育の質保証」を導き出すことは非常に困難であると考えている。この見解に対する一方策に、筆者らは、山陽小野田市立山口東京理科大学（以下、「本学」）の改組前大学時期（2013 年度頃）における協働活動として対面授業に融合させた e-Learning 環境を大学初年次教育に、特に数学教育に高度化した学習（修）環境を提供し、継続している。

この関連する教育研究活動として、筆者らは今回と同会場であった当学会の 2017 年度第 3 回研究会にて口頭発表を行い⁽¹⁾、その発表内容では動的グラフを含むオンラインテキスト、さらに正解数式をランダム化させた問題を出題されたオンラインテストを紹介し、次の教育研究成果を報告した。(i) 学習者の e-Learning サイトへのアクセスログ分析により 1 日 24 時間、週 7 日間で実行されている学修活動の可視化、(ii) オンラインテストの反復受験による短期間での高得点化の傾向、(iii) オンラインテストの総評点と紙ベースの統一試験の評点との相関の有意性、(iv) オンラ

インテストの反復受験による短期間での高得点化の実績。

本発表は教育研究の継続活動として、教育の質保証に対するエビデンスとして考察できる「自主的学修時間」「オンラインテスト評点」について報告する。

2. 学修（習）環境

2.1 自主的学修時間

文科省は大学設置基準(昭和 31 年文部省令第 28 号)において「一単位の授業科目を四十五時間の学修を必要とする」と定めている。このとき自主的学修時間には、大学での学びに資する活動に費やした時間、すなわち授業時間と関連した授業の予習・復習で構成されていると判断され、第一筆者はこの自主的学修時間は教育の質保証の基盤の一要因であると考えている。

2.2 単位認定方法

本学の単位認定方法は、履修者の学習成果物を総合的に判断して定められる（例えば、第一筆者が担当する科目「線形代数 I」では、試験：60%、演習と小問：40%で構成させている）。このとき学習成果物の中で

試験の評点判定は公正・公平な学習環境の中で決定されることは重要である。

2.3 学修インフラストラクチャー

本学の学修環境に対するインフラストラクチャー (infrastructure) は次のような変遷がされている。

- 1987年(本学の母体大学の新設時期), 全ての新生がノートパソコン(以下, 「ノート PC」)を所持することを指導され, 特定教室にネットワーク環境が設置され, 有線 LAN で接続したノート PC を利活用できる授業 (bring your own device, BYOD) が開講される
- 2012年, Moodle による学習管理システム (learning management system, LMS) を利活用した授業 (例えば, 地域学, 確率・統計) を第一筆者が担当する
- 2017年, 構内全域で利用できる無線 LAN システムが運用開始され, 全学生が構内全域でノート PC を利活用できる学習環境が開始される

この変遷とともに, スマートフォン(以下, 「スマホ」)を最近のほぼ全員の新生が保持している事実がある。その結果, スマホを利活用している授業も開講され, BYOD と LMS との相乗効果を導き出す情報通信技術 (information and communication technology, ICT) を活用した学修環境を履修者に提供することが重要になる。

2.4 数学履修環境

第一筆者が担当する数学科目は, 数学リメディアル科目「基礎数学」, 初等代数学科目「線形代数 I 及び II」, 初等解析科目「微分積分学及び演習」「工学数学及び演習」があり, STEM (science, technology, engineering and mathematics) 教育の重要な要素となり, STEM 教育に対する 4 学期制の履修システムかつ複数クラスで提供されている。第一筆者が担当する履修クラスでは, 対面授業を実行しながら, 数学特有の特性を持たせた e-Learning 環境を提供している。次の小節において e-Learning の高度な数学特性をもったコンテンツについて解説する。

2.4.1 数学オンラインテキスト

e-Learning で配信している Web ページにおいて

高度かつ複雑な数式を表示できるように組版システム「TeX」と JavaScript ライブラリ「MathJax」で対応させている。

2.4.2 数学オンラインテスト

e-Learning で配信している Moodle の小テスト (Quiz) 機能に, 問題タイプとなる数式オンラインテスト評価システム「STACK」を組み込み, 同時に数式処理システム「Maxima」による数学的正誤判定とともにサポートされている。

また Moodle 運用の下, 試験時間 (開始期間, 終了時間, 受験可能時間など) が管理され, Maxima コマンドによる単純なプログラムにより, ランダム化された正答をもった数学問題が出題され, 受験終了後には自動的にサーバ採点され, その採点結果は常時振り返りすることができ, さらに反復受験を可能にした試験環境が構成されている。

2.4.3 関数グラフ描画システム

STACK と Maxima に付随した関数グラフ生成システム「gnuplot」による静的な関数グラフを含んだ数学コンテンツが活用されている。また, 動的数学ソフトウェア「GeoGebra」により生成された動的な関数グラフを含んだ数学コンテンツが Moodle 配信の Web ページに組み込み・活用されている。

3. 自主的学修時間

「線形代数 I」は 1 年次第 1 期に開講される必修 2 単位の担当講義である。

この 2018 年度学修環境では, 1 回 90 分・週 2 回の対面授業を 15 回分開講した結果, 30 時間 (本学では 90 分授業を 120 分に換算) の学修時間を提供していた。

また直近の学習内容に対して, 大問が 2 題, 試験期間が 4 日間, 最大受験時間が 30 分, 反復受験を可能にしたオンラインテスト (以下, 「e-Test」) を 12 回分配信したことで, 履修者一人当たり平均 24.9 時間の学修時間 (予習・復習による実質時間の 3 倍換算) を費やしていることが分かった。

さらに学習単元 (ベクトル, 行列, 行列式など) 学習に対して, 大問が 5 題, 試験期間が 14 日間, 最大受験時間が 60 分, 反復受験を可能にしたオンライン

テスト（以下、「e-Report」）を 6 回分提供したことで、履修者一人当たり平均 19.0 時間の学修時間（予習・復習による実質時間の 3 倍換算）を費やしていることが分かった。

これらの学修時間の総和が履修者一人当たり平均 73.9 時間であった。すなわち 2 単位に対して必要とする自主的学修時間 90 時間における比率が 80%であることが分かった。

さらに図 1 には自主的学修時間に関する各要素の割合を円グラフで示したものである⁽²⁾。

なお定期（期末）試験は、5 組の履修クラス合同で統一の紙ベースで実施された。

したがって、e-Learning を利活用した結果による自主的学修時間の約 80%が数学コンテンツ等で可視化されたことを示した。すなわちこのように実績された自主的学修時間が、教育の質保証に対して重要な可視化されたエビデンスであると判断している。

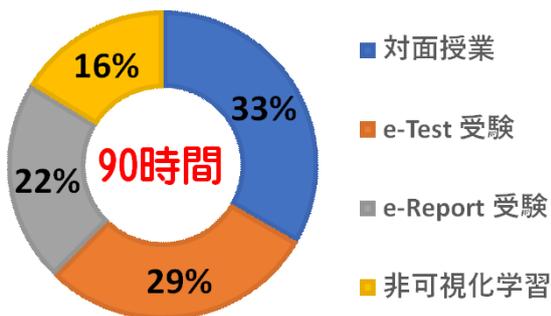


図 1 自主的学修時間構成グラフ

4. 定期（期末）試験のオンライン化

「線形代数 II」は 2 年次第 3 期に開講される選択 2 単位であり、「線形代数 I」の継続かつ担当講義である。

この 2018 年度学修環境では、対面授業、直近学習のオンラインテスト e-Test、学習単元学習のオンラインテスト e-Report を「線形代数 I」と同様に提供した後、定期（期末）試験をオンラインで実施した。

このオンライン化された定期試験では、大問が 11 題、試験時間が 2 時間、最大所要時間が 60 分、反復受験を可能にした試験条件の下、履修者は通常の授業教室に集合し、第一筆者の監督下で、受験者が所持しているノート PC またはスマホ（1 人だけ受験）を e-Learning サーバにインターネット接続しながら受験する試験環境を提供した。

なお受験媒体として使用しているスマートデバイスでは、受験表示画面を最大化、右クリック機能を利用不可にさせている。さらに試験期間中に利用される採点手法ではダミー正答「1」として採点実行され、全試験終了後に真正な正答で再採点させている。また全受験者は 2 回以上の反復受験を選択していた。なお各受験者の単位評価成果物は最高評点を取り入れている。図 2 にはオンライン化された定期試験の最高評点に対するヒストグラムである⁽³⁾。

したがって、e-Learning を利活用した結果によるオンラインテストの評点は学習者の可視化された成果物である。すなわちこの公平・校正なオンラインテストの評点が、教育の質保証に対して具現化したエビデンスであると判断している。

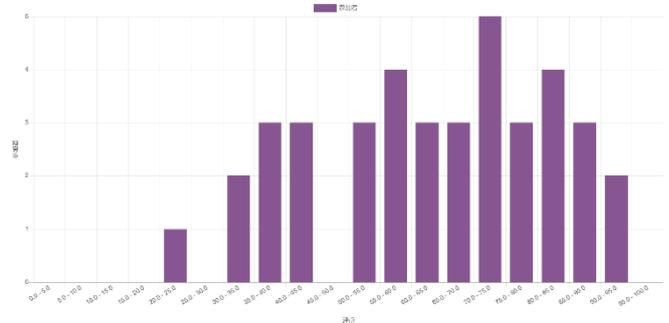


図 2 オンライン化定期試験評点ヒストグラム

5. まとめ

STEM 教育に対する e-Learning 環境を通して有効的な数学コンテンツ（特に、オンラインテスト）を提供することにより、積算された「自主的学修時間」は単位認定に必要な学修時間の可視化成果物であり、また「オンラインテストの評点」は履修者が定着した知識を客観的に判定した可視化成果物である。その結果、この 2 種の学習成果物は「教育の質保証」を可視化させたエビデンスであると考えられる。

参考文献

- (1) 亀田真澄, 宇田川暢: “工学系大学における数学基礎教育の e-Learning に対する数学コンテンツの配信について”, JSiSE Research Report vol.32, no.3 (2017-9), pp.1-5 (2017)
- (2) 亀田真澄, 宇田川暢: “数学基礎教育の自主的学修時間に対する e-Learning による構築”, 第 25 回大学教育研究フォーラム発表論文集, p.1 (2019)

- (3) 亀田真澄, 宇田川暢: “数理的記述式, 自動採点方式, かつ反復受験に対応したオンラインテストの実践”, 私立大学情報教育協会「ICT利用による教育改善研究発表会」論文集, pp.173-176 (2019)