

# 数理的問題の基礎教育を補完する e-learning システムの高度化と検証

Sophistication and verification of e-learning system  
complementing basic education of mathematical problems

共同研究メンバー

○大森拓哉\*、良峯徳和\*、久保田貴文\*（○代表、執筆者）

**Keywords** : business mathematics, question-posing, flip teaching

## 1. 本研究の目的

本研究の目的は、本学初年次教育科目「ビジネス数学基礎」を中心に、Web ベースでの教材提供を行い、個に応じた学習ができるような環境を整え、さらには授業時間外にも取り組む環境を整備することにより、学習効果の向上を目指し、同時に自宅学習時間の増加も図ることである。このシステムは在学期間中継続的に利用可能とし、就職試験の際の SPI 対策にも十分対応できるものとなる可能性がある。

具体的には、学外でも自習可能な e-learning システムを LMS (Learning Management System) の一つである Moodle を用いて構築し、授業時間以外にも個別学習を進めることができるようにする。Moodle にはテスト項目の提示や自動採点機能があるため、個人の学習状況や理解状態を把握でき、授業時における指導にも利用することが可能となる。本研究では、Moodle の運用に加え、運用の際の問題作成に学習者が参加することにより、学習の深化を図り、より学習が定着することを目的とする。

## 2. 多摩大学経営情報学部における「ビジネス数学基礎」概要と成績推移

多摩大学経営情報学部では、初年次において「ビジネス数学基礎」を授業展開している。これは中等教育までの数学をベースに、実社会における問題解決のための数理的手段の適用が可能になることを目指すものであり、公益財団法人 日本数学検定協会実施の“ビジネス数学検定 3 級”取得が一つの目標となる。なお、2019 年度より、学期中間時点で 3 級に合格した者に対しては、学期末に 2 級を受験することとした。

2015 年度から 2019 年度までの 5 年間における 3 級合格者数の推移を表 1 および図 1 に示す。当初はほぼ毎年同程度が検定合格者となっていたが、2018 年度、2019 年度は合格者数が増加し、2019 年度には半数以上が 3 級合格を達成した。

---

\* 多摩大学経営情報学部 School of Management and Information Sciences, Tama University

表 1. ビジネス数学検定合格者数推移

年度	受講者人数	2級合格者人数	2級合格割合 (%)	3級合格者 (含2級合格者) 人数	3級合格割合 (%)
2015	285	0	0	135	47.4
2016	333	0	0	143	42.9
2017	373	0	0	141	37.8
2018	356	0	0	169	47.5
2019	367	40	10.9	223	60.8

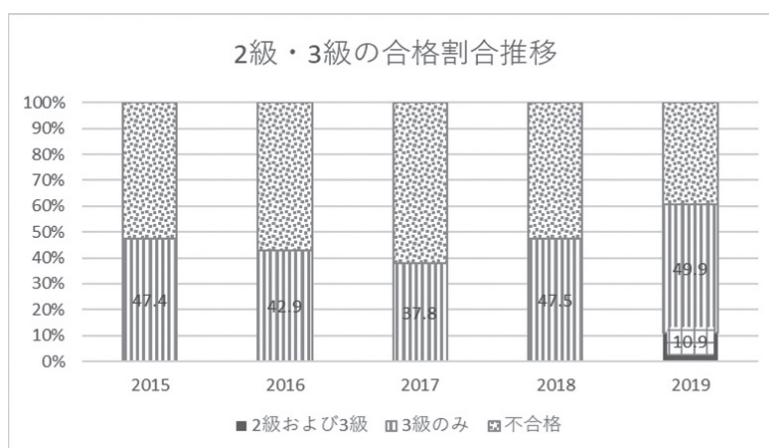


図 1. 合格者割合の推移（縦軸：割合、横軸：年度、図中数字：%）

### 3. 問題作成による学習の深化

学習過程において、問題を解答するのみならず、学習者が自ら問題作成を行うことにより問題空間・構造の把握と解答への道のりを設計することで、より学習の深化が進むことが明らかとなっている（例えば、Brown ら（1993）など）。また、この効果を利用して学習の促進を支援するシステムなども開発されている（例えば、中野ら（2000））。これまでの研究成果から、問題作成が学習効果を高めることは明らかであり、教育者たちの経験上も納得の得られる教育手法であろう。

本研究では、予備実験として少人数のグループを対象に問題作成の効果を測定し、後に実際の授業での実践を行い、問題作成過程を取り入れた場合とそうでない場合との比較をし、実践における効果検証を行う。

#### 3.1 予備実験

ビジネス数学基礎既修者 3 名に対し、事前テスト→問題作成→事後テスト、というプロセスを実施し、得点の変化を観察した。ここでは、事前テストと事後テストに別の試験を使用するため、偏差値得点を比較することとした（多人数受験時、事前テスト：平均 44.3 点、事後テスト 49.0 点）。実験の結果、偏差値得点で 5.2 ポイントの上昇がみられた（事前テスト偏差値平均：52.6、事後テスト偏差値平均：57.7）。このことから、問題作成過程の導入は有効であることが示唆された。

表 2. 事前テスト・事後テストにおける偏差値の変化

	事前テスト	事後テスト
偏差値	52.6	57.7

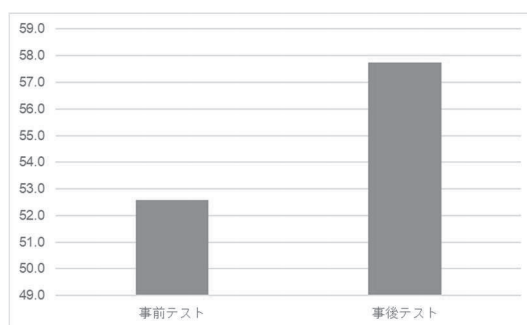


図 2. 偏差値の変化

### 3.2 授業内実験

授業内において、学習者による問題作成過程を取り入れた群（実験群）と取り入れなかった群（統制群）の、事前テスト・事後テストの成績を比較した。実際には、ほぼ同程度の成績のケースを対象に、問題作成改定を取り入れなかった統制群（2018 年度）と取り入れた実験群（2019 年度）を比較した。事前テストは学期途中の中間テスト、事後テストは学期末テストとする。

なお、問題作成過程とは、授業内において示した例題の解答・解説の後、受講者自身に類題を作成させ、同時に模範解答も作成させる課題を行うことである。これにより問題構造の把握と解答過程の理解が促進されることが期待できる。

比較する両群を調整するため、①両群調整なし、②事前テストの平均値が等しくなるように群を設定する場合、③事前テストにおける得点範囲を等しくする場合、④事前テストにおいてまったく同じ点数のものを同じ人数分抽出する場合、の 4 通りを設定した。

#### ①受講者調整なしの比較

統制群 55 名（範囲：16~48 点、事前テスト平均：49.1）、実験群 49 名（範囲：2 ~ 68 点、事前テスト平均：38.4）の事後テストにおける点数変化の平均を比較する。実験群と統制群との事後テストにおける点数上昇の平均は 13.1 点と 8.0 点で、実験群のほうが 5.1 点上回っていることがわかった。なお、t 検定を行ったところ、5% 水準では有意な差はみられなかった ( $p=0.0727$ )。

#### ②事前テストの平均値が等しくなるように群を設定する場合

統制群 55 名（範囲：16~48 点）全員の平均点 38.4 点とほぼ平均点が等しくなるよう、実験群 49 名の中から 30 名を抽出した（範囲：2 ~ 62 点、平均 38.4 点）。実験群と統制群との事後テストにおける点数上昇の平均は 14.0 点と 8.0 点で、実験群のほうが約 6 点上回っていることがわかった。なお、t 検定を行ったところ、5% 水準では有意な差はみられなかった ( $p=0.0897$ )。

#### ③事前テストにおける得点範囲を等しくする場合

統制群 55 名（範囲：16 ~ 48 点、事前テスト平均点 38.4 点）とほぼ範囲が等しくなるよう、実験群 49 名の中から 22 名を抽出した（範囲：16 ~ 50 点、事前テスト平均 38.5 点）。実験群と統制群との事後テストにおける点数上昇の平均は 14.1 点と 8.0 点で、実験群のほうが約 6 点上回っていることがわかった。なお、t 検定を行ったところ、5% 水準では有意な差はみられなかった ( $p=0.1261$ )。

④事前テストにおいてまったく同じ点数のものを同じ人数分抽出する場合

統制群 55 名、実験群 49 名の中から、同点数の 16 人ずつを抽出した（範囲 16 点～46 点、平均点は両群同じで 34.1 点、同一点数の場合は事後テストの点数が良いものを抽出。事後テストの平均点は、統制群：43.3 点、実験群：47.6 点）。実験群と統制群との事後テストにおける点数上昇の平均は 13.5 点と 9.1 点で、実験群のほうが 4.4 点上回っていることがわかった。なお、t 検定を行ったところ、5% 水準では有意な差はみられなかった ( $p=0.4846$ )。

表 3. 各実験条件による点数の変化

	実験①	実験②	実験③	実験④
統制群	8	8	8	9.1
実験群	13.1	14	14.1	13.5

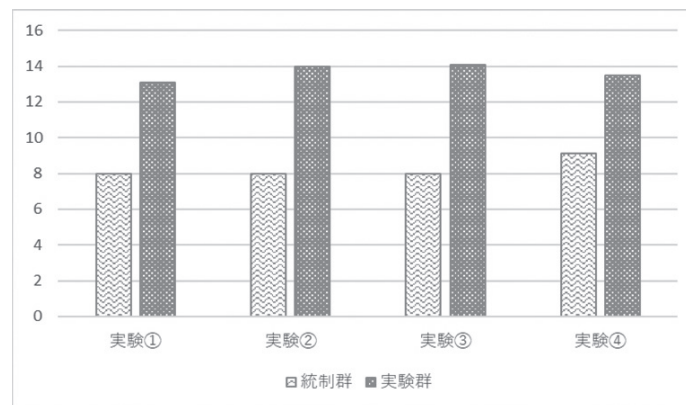


図 3. 各実験条件による点数の変化（縦軸：事前・事後テストにおける点数の変化）

## 4. まとめ

本研究においては、統計的仮説検定の結果としては有意ではなかったが、いずれの場合も事後テストの点数は実験群のほうが上昇の度合いが高かった。すなわち、学習者が問題作成をする過程を取り入れることによって、学習が深化することを確認することができたといえる。本研究では問題作成及びその模範解答作成にとどまっているが、学習者が作成した問題を e-learning システム上にプールし出題する仕組みを整え、従来の問題と学習者が作成した問題とのどちらを練習問題として回答したほうが学習効果が高いかといった点を今後の研究課題としたい。

## 参考文献

Brown, S., Walter, M.(1993), :Problem Posing: Refraction and Applications, L.E.A.

中野明, 平嶋宗, 竹内章 (2000)「問題を作ることによる学習」の知的支援環境, 電子情報通信学会論文誌 D, J83-D1 (6) : 539-549