

大学数学における学習意欲検査と学習データを用いた相対比較フィードバックの効果 Effectiveness of Relative Assessment Feedback Using Motivation Tests and Learning Data in University Mathematics

千田 小百合[†]
Sayuri Chida

南野 謙一[†]
Ken'ichi Minamino

1. はじめに

近年、大学生の学修意欲の低さが問題視されており、東京大学 大学経営・政策研究センターの大学生調査によると、大学 1, 2 年生の合計自律的学習時間は、「週に 0 時間」が 10.9%、「週に 1~5 時間」が 57.5%であり自律学習時間が 1 日 1 時間以下である大学生が 6 割以上になるという結果であった[1]. 本学部でも、「離散数学」授業で行ったアンケートで「あなたは 1 週間でどのくらい離散数学の勉強をしましたか?」という質問に対し、75.6%もの学生が 60 分未満と答えている。

情報化が進む現代では、上記のような問題に対処するために、教育機関においてもデータに基づく分析を行う動きが活発化している。学習・教育データの収集、分析を行い教育に活かす試みが進められており、これらは「ラーニング・アナリティクス (以下 LA)」と呼ばれている。九州大学ではデータに基づく教育・学習の改善に貢献することを目的にラーニングアナリティクスセンターが創設されたり、京都大学では、教育ビッグデータを用いた教育・学習支援等が活発に行われたりしている[2][3].

しかしながら、学習・教育データの分析から得られた客観データからだけでは、学修に対する学習者の意思決定に影響を及ぼす内的要因を判別できないため、個別の教材の提供や学習指導を行ったとしても、必ずしも学修意欲が向上するとは言えない。例えば、学習者の学修意欲が低い内的要因として、難しく授業についていけない場合、課題が多い等のストレス[4]を感じている場合、単に怠けている場合には、それぞれ対応方法は異なる。学修意欲があるが難しく授業についていけない場合には個別の教材の提供や学習指導を行うことで対応できるが、慢性的なストレスがある場合には、ワーキングメモリー (脳の前頭前野で作業に必要な情報を一時的に記憶し処理する作業記憶) が低下し、課題解決能力が低くなっている可能性[5]があるため、ストレスを緩和させる対応もしなくてはならない。

したがって、学習者の不安、学習動機、学習方略、態度等の心理的な面からの主観データの収集・分析を合わせた学習・教育支援が必要である。バイタルセンサーで客観的なストレス測定は可能であるが、内的要因の判別まではできない。そのため心理測定法による主観データの収集・分析が必要となる。個々の学習者の内的要因による学修意欲の低下への対応としては、他者の主観・客観データからその対応策を分析し学習者全員にフィードバックすることで気づきを与え、内省を促し学習方法を自ら調整させる自己調整学習を行わせること等があげられる。

そこで本研究では、e-learning による学習データ (客観データ) と島根式算数・数学の学習意欲検査を用いた主観データを同時に収集し、機械学習により分析しその結果をフィードバックすることで気づきを与え、自己調整学習を行わせる。学習者にフィードバックするデータは、授業クラスの学習者を不安、学習動機、方略、態度の主観データと成績等の客観データを合わせて分析し自己の振り返りができるように授業クラス内で分類、相対比較したものであり、共に授業を受けている他の学習者と自己を比較して気づきを与えるものとなっている。

2. 自己調整学習

2.1 自己調整学習のプロセス

自己調整学習は、1990 年代からアメリカの教育心理学者、バリー・ジーママンらが、中心となって提案した教育心理学の理論体系である[6]. 自己調整学習の過程を、3 つの段階の循環の過程として捉える Zimmerman らのモデルは広く知られている。このモデルでは、実際の学習に先立って、「予見段階 (forethought phase)」が設定されている。自己調整学習を上手く進めるためには、この段階で、課題を分析して、目標を立て、どう学習していくかを計画することが必要で、学習に向けてモチベーションを高めていくことも求められる。次が、学習を行う「遂行段階 (performance phase)」である。この段階では、計画に沿って学習を進めること、そのために、自己の学習過程をモニタリングして必要に応じて修正していくことが肝要とされている。続く「自己内省段階 (self-reflection phase)」は、学習を振り返る段階で、学習の結果だけでなく過程についても、当初の目標や計画と照らし合わせて評価し、成功や失敗の原因を考えることになる。こうした自己内省の結果は、次の予見段階にフィードバックされ、新たな目標の設定や学習計画につながっていく。

学習者の学修意欲が低い原因に、学習ストレスなどからくる不安、やる気がないなどの学習動機、難しく解法が分からないといった学習方略、後回しにするなどの態度などがある。対策がとれないと、自己調整学習の悪い循環として例えば、予見段階で学習の不安などのストレスを感じ、遂行段階では勉強が進まなくなり、自己調整段階では自己嫌悪に陥っていくケースがあげられる。そのため、原因への対策として心理的な面からの主観データの収集・分析も必要になる。

本研究では、図 1 のように自己内省段階から予見段階への循環に注目し、他者との比較から気づきを与える。気づきの種類には、次の 4 つがある。①失敗への不安：他者が

[†] 岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科
Iwate Prefectural University
Graduate school of software and information science

同じ不安を抱えていることを知りその対処法に気づくことで、不安を軽減させプラス思考に向かわせる。②達成動機：他者の達成動機と自分の動機を比較することで自己の意欲の低さに気づき、適切な学習目標を設定させる。③問題解決への道筋：答えを丸暗記ではなく問題が変わっても解けるように、他者との比較から自己の課題解決方法の再設定を行わせる。④自主学習への意識：他者がどの程度自主学習への意識を持っているかを知ることで、自主学習への方針転換を促す。これらにより、自己内省段階での軌道修正を図る。

2.2 自己調整学習理論の関連研究

日本における大学生対象にした先行研究では、自己調整学習方略の尺度を用いて抽出された、自己調整学習に関する因子間の関係を検討する研究が多い。MSLQ[7]の情動・動機づけ、行動をコントロールする側面を補完した尺度を使用して、内発的動機づけが認知調整方略および動機づけ調整方略を媒介して主体的な学習態度を予測することを明らかにした研究[8]や、e-Learning Self-regulated Learning Scale を開発し、情緒的方略、認知的方略、援助要請、自己独立性の4因子で構成されていることを示唆した研究[9]。また、最近ではオンライン大学の基礎教育科目の受講生を対象に、「大学通信教育課程の社会人学生の自己調整学習方略尺度」による2波のパネル調査を行い、大学通信教育課程の社会人学生には学習方法を振り返る方略を使用するよう促すことで、自己調整学習のサイクルに誘導できる可能性があることを明らかにした研究[10]などがある。本研究においても心理測定法を用いて主観データを収集・分析を行う。

3. 研究対象授業「離散数学」

研究対象の授業は、1年後期開講の離散数学である。履修者は100名程度である。表1に離散数学の授業計画を示す。ソフトウェアが計算の対象とする、集合、論理、関数などといった数学的概念である離散構造について学ぶ。15回の授業で、命題論理、集合、関係、関数、グラフと木について講義を行い、第7回に中間試験、第15回に期末試験を実施する。各回では、授業中の課題、宿題を出す。

図4に示すように、本授業ではインターネットを利用した学習形態であるe-learningを活用する。e-learningには2021年からWebClassを使用している。WebClassは、日本の大学向けに開発された国産のLMS(ラーニング・マネジメント・システム)である。大学教育に必要な教材やテストの作成、レポート提出や成績データの集計がシンプルに行うことができる[11]。

多くの大学では学習支援室が設定され、学習のサポートに加え、メンタルサポートや就職支援が行われているが、岩手県立大学の学習支援室はソフトウェア情報学部のみ設けられており、学習のサポートを中心に行われており、年間500人以上が支援室を利用している。本授業では、学生自身が理解していない内容があった場合や、宿題が合格点に達しない場合に、学生自らが学習支援室に予約を行い1対1での個別指導を受ける。

本研究の対象授業である離散数学(1クラス)の授業は、e-learningを用いて学習支援室で履修者の学習データを共有し、学習支援室の学生チューターが予め履修者の問題点を

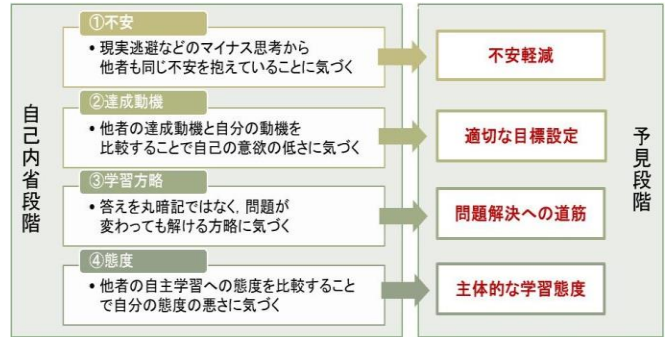


図1 自己内省段階から予見段階への循環

表1 離散数学の授業計画

回	授業日	内容	回	授業日	内容
1	9/24	命題論理(1)	8	11/12	関数(1)
2	10/1	命題論理(2)	9	11/19	関数(2)
3	10/8	集合(1)	10	12/3	関数(3)
4	10/15	集合(2)	11	12/10	グラフと木(1)
5	10/22	関係(1)	12	12/17	グラフと木(2)
6	10/29	関係(2)	13	12/24	グラフと木(3)
7	11/05	中間試験	14	1/7	まとめ
			15	1/21	期末試験

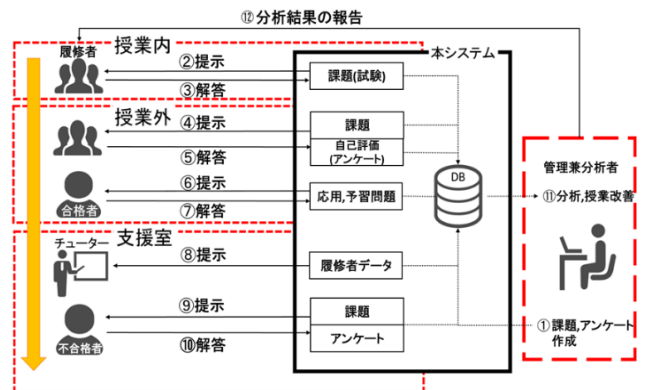


図2 e-Learningによる授業支援の流れ

把握し、すぐに指導できるようにしている。授業後期に学習支援室を利用する割合のうち約6~7割が離散数学履修者となっている。

図2のe-Learningによる授業支援の流れは次に示す。

- ① 管理者兼分析者が問題等を作成し登録する。
- ② 授業中の課題が提示される。課題は2問あり、1問以上正解すれば合格とする。
- ③ 履修者が課題に解答する。直ぐに採点結果が示される。
- ④ 履修者に宿題が提示される。毎週5問出題し、2回の受験の内に全問正解すれば合格とする。
- ⑤ 履修者が宿題に解答する。直ぐに採点結果が示される。
- ⑥ 宿題合格者に向けて応用、予習課題の提示を行う。課題合格者のみが受験できる。
- ⑦ 宿題合格者が応用課題に解答する(任意)。
- ⑧ 学習支援室の学生チューターに宿題が不合格の学生と不正解問題を提示する。これをもとに支援を行う。

- ⑨ 学生チューターの指導後に、宿題不合格者へ確認課題を提示する。
- ⑩ 宿題不合格者が確認課題に解答し合格したら終了となる。
- ⑪ ②～⑩で収集したデータを分析し、授業改善を行う。
- ⑫ 分析して得られた結果を履修者にフィードバックする。

4. 客観・主観データ収集・分析

4.1 e-learning による客観データ

WebClass を用いて収集した客観データは (1) 第 1 回から第 14 回までの授業中の課題の得点, (2) 第 1 回から第 14 回までの宿題の得点, (3) 第 1 回から第 14 回までの応用・予習課題 (宿題) の得点, (4) 中間テストの得点, (5) 中間試験予行演習の得点, (6) 出席と課題の合格率, (7) 学習支援室への訪問回数である。また, 出欠, 授業態度も TA (Teaching Assistant) がデータ収集する。

(1) の出席課題は各回 2 問ずつ, 授業各回の教科書[12]の例題と同等の基礎的な問題を出題する。(2) は各回 5 問ずつ計 10 点となっている。(3) も宿題と同様各回 5 問ずつ出題し, 計 5 点である。(4) は第 7 回に一齐に WebClass 上で行われるテストで 50 点満点, 30 点以上で合格となっている。(5) の中間試験予行演習とは, 第 6 回の講義終了後に課題として提示される, 過去の中間試験の問題であり, 50 点満点で何度でも取り組むことが出来る。

4.2 学習意欲検査による主観データ

本研究で主観データの収集のため用いる学習意欲検査は, 文献「島根式算数・数学の学習意欲検査 (Shimane-AMTM) の開発 (I) 数学に対する自己概念, 数学学習における達成動機, 数学学習不安, 数学不安, 数学的問題解決に対する態度の 5 つの測定用具について[13]」で開発されたものを用いる。この学習意欲検査は, 数学に対する自己概念の高い者と低い者との, 数学学習における情意的特性を明らかにするのを目的として作成された, 数学学習不安尺度 (ASML), 数学学習における達成動機尺度 (AMSML), 算数・数学に対する自己概念尺度 (MSCS), 問題解決に対する態度尺度 (MPSAS) の計 4 種類の学習意欲検査を活用する。それぞれ前述の, 不安, 学習動機, 学習方略, 態度に対応する。「全くあてはまらない～とてもよくあてはまる」までの 5 段階評価で回答する質問票になっており, 図 3 は一例として AMSML アンケートの 25 問の質問票である。数学学習における達成動機とは, 数学教育の目標あるいは数学的問題に対して自己の力を発揮し障害に打ち勝ち, その目標を成し遂げようとする, あるいはその問題を解決しようとする意欲である。

4.3 機械学習によるデータ分析

収集した主観・客観データを用いて, 機械学習によるデータ分析を行う。本研究では機械学習ライブラリが充実している Python を用いる。授業クラス内でそれらのデータを分類し, 相対比較ができるように, クラスタ分析と因子分析を行う。

クラスタ分析では, 非階層的クラスタリングによりデータ間の類似度から反復的にデータを分割する。本研究では, 4 つの観点 (不安, 学習動機, 学習方略, 態度) と成績の対応を分析するために, 4 種の学習意欲検査それぞれに対

- (1) 数学の成績を向上させたいと思う。
- (2) 数学の勉強を毎日きちんとし, 数学のテストのとき, よくできたい。
- (3) 重要な数学のテスト勉強があるときは, 好きな遊びが出来なくても気にならない。
- (4) 数学の勉強をしていて, わからないことがあったときは, そのままにしないで, 人に聞いたり, 調べたりする。
- (5) 図形の勉強を自分からすすんでやる。
- (6) 数学の勉強では友達に負けたくない。
- (7) いつ先生に質問されてもうまくできるように, ふだんから数学の勉強をしておきたい。
- (8) 重要な数学の勉強をしているときは, 他のことができなくても気にならない。
- (9) 数学のテストでうまくできなかった問題を, もう一度やりなおしてみる。
- (10) わずかしい計算問題を自分からすすんで解く。
- (11) 数学のいろんな分野の勉強をして, 自分の能力をのびしたい。
- (12) わずかしい数学の問題でも, 真剣に考えると, きっとわかると思う。
- (13) 数学の勉強を熱心にやっているときは, まわりのことは気にならない。
- (14) 数学の問題で新しい課題に出会ったとき, 考えてわからなくてもすぐにあきらめないで, 新しい試みをおこなう。
- (15) かんたんに解ける関数の問題よりも, わずかしい関数の問題に挑戦したい。
- (16) 他の人に解けない数学の問題を解きたい。
- (17) 数学の勉強はきらいであるが, いっしょうけんめい努力すれば, きっと好きになると思う。
- (18) 自分で立てた数学の目標は, 最後までやりとげる。
- (19) 数学の勉強では, 新しい課題を自分からみつけてとりくむ。
- (20) 数学のテストでよい点をとって先生や親にほめられたい。
- (21) 数学の勉強をきちんとし, 数学の力をつけたい。
- (22) 数学の勉強はいやであるが, やらなければならぬときは, すぐにやりはじめる。
- (23) すすんで自分から応用問題にとりくむ。
- (24) 数学の問題は, 解けなくてもあきらめないでいろいろと考えていけば, きっと解けると思う。
- (25) わずかしい数学の問題は, いろいろなやりかたを考えて, 解けるまでがんばる。

図 3 AMSML の質問票

して, その回答に中間試験結果を加えたものを特徴量としクラスタに分割する。エルボー法によりクラスタ数を決め, k-means 法でのクラスタ分析を行う。

さらに, クラスタ分析で得られたクラスタが持っている特徴を明らかにするために, 4 種の学習意欲検査の回答に対して, 因子分析を行い背後に潜んでいる要因を見つける。因子名は, 文献[13]を参考につける。そして, その因子が各クラスタに含まれる学生にどの程度影響を与えているか分析する。Python での因子分析では, スクリーンプロットにより因子数を決定し, 文献[13]に従い主因子法とバリマックス回転を用いる。これにより, クラスタ毎の特徴が明らかになる。

最後にクラスタ毎の因子負荷量等の数値とそのクラスタに含まれる学生の学習データ (出席, 課題合格率等) を照らし合わせ, フィードバック内容 (文章) を作成する。クラスタ毎にその特徴的な因子を説明するが, 成績が悪いクラスタについては, 成績上位のクラスタと比較するなど, その違いに気づかせるようにする。

5. 評価実験

5.1 主観・客観データの収集・分析

岩手県立大学ソフトウェア情報学部の 2021 年度後期学部 1 年生対象の開講授業である離散数学の 1 クラスを対象に評価実験を行った。履修者は 103 名である。本授業は 1 年生が多数を占めるが再履修の学生もいるため, 明確な内訳は 1 年生 86 名, 再履修者 17 名である。

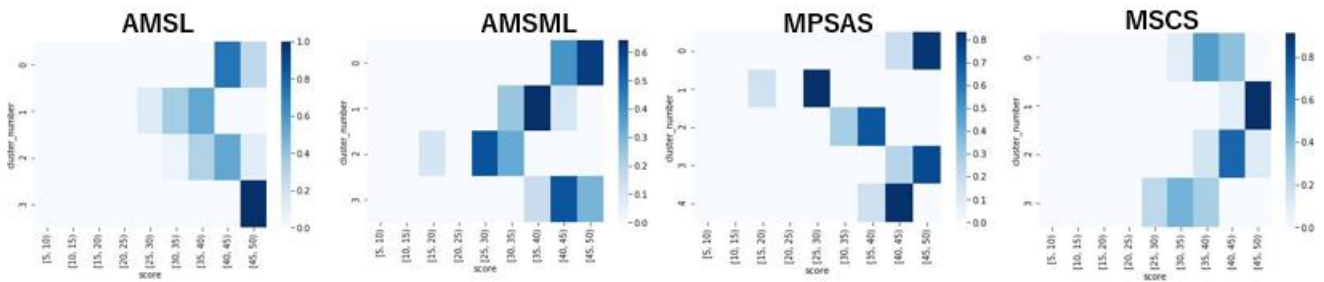


図 4 各学習意欲検査のクラスタ毎の中間試験点数のヒートマップ

●ASML					●MPSAS							
クラスタ	因子	評価性学習不安	数学の授業参加や発表への不安	数学への緊張感	他者への評価	クラスタ	因子	解決への根気強さ	解決への興味・動機づけ	解決の不安・時間	問題解決の戦略	解決への取り組み意欲
A		-0.58	-0.40	-0.23	0.01	A		-0.72	-0.02	0.21	0.22	0.08
B		1.21	0.26	0.10	-0.20	B		1.35	0.25	-0.42	0.20	-0.12
C		-0.87	0.16	0.11	0.05	C		-0.37	-0.26	-0.02	-0.17	-0.08
D		0.59	0.09	0.08	0.11	D		0.23	0.05	0.08	-0.18	-0.03
						E		0.49	0.34	-0.20	0.10	0.37

●AMSML						●MSCS								
クラスタ	因子	自主的数学学習態度	達成志向	成功への欲求	成功への重要性の認識	達成志向への価値	クラスタ	因子	自己受容と劣等感	数学に対する自己防衛と積極性	自己満足感	数学解答に対する不安	数学学習への根気強さ	自主学習への意識
A		0.60	0.08	0.26	0.00	0.08	A		0.17	0.09	-0.09	-0.15	-0.04	0.04
B		-1.23	0.35	0.02	0.14	0.02	B		-1.09	-0.49	0.12	-0.10	-0.05	0.01
C		0.10	-0.34	-0.13	-0.12	-0.12	C		0.96	-0.18	-0.08	0.23	-0.06	0.03
D		0.45	-0.11	-0.64	0.05	0.01	D		-0.37	0.61	0.14	0.10	0.21	-0.14

図 5 各学習意欲検査での各クラスタの因子得点の平均

客観データ（学習データ）は WebClass と TA（カードリーダーによる出席確認・授業態度の観察）により収集した。主観データ（学習意欲検査）は、AMSML と MPSAS は第 2 回、ASML と MSCS は第 4 回の授業で実施した。不真面目な回答をしないように 2 回に分け短い時間で回答させた。すべて WebClass 上で実施しデータ収集を行った。

主観・客観データの分析結果は、図 4, 5 に示すように、ASML, AMSML, MPSAS, MSCS についてクラスタ数がそれぞれ、4, 4, 5, 4 となった。また因子数はそれぞれ、4, 5, 5, 6 となった。図 4 はクラスタ分析の結果であり、学習意欲検査毎に個々のクラスタの中間試験の点数を表したヒートマップである。図 5 に示すように、学習意欲検査の分析から判明した因子は、ASML（評価性学習不安、数学への授業参加や発表への不安、数学への緊張感、他者への評価）、AMSML（自主的数学学習態度、達成志向、成功への欲求、成功への重要性の認識、達成志向への価値）、MPSAS（解決への根気強さ、解決への興味・動機づけ、解決の不安と時間、問題解決の戦略、解決への取り組み意欲）、MSCS（自己受容と劣等感、数学に対する自己防衛と積極性、自己満足感、数学解答に対する不安、数学学習への根気強さ、自主学習への意識）である。図 5 の数値は各クラスタの因子得点であり、各クラスタが持つ因子に対する重みを表している。分析結果をもとに、フィードバック文章を作成した。付録に、学習意欲検査毎の各クラスタに対応するフィードバック文章を示す。クラスタは成績順に示している（例えば ASML では、A, B, C, D の成績順、その他も A', A'', A''' からの成績順）

5.2 フィードバックの効果

前述のフィードバック文章を第 8 回の授業で履修者毎にメールで送信した。また、これに加えて、中間試験の点数

に応じて、前年度の履修者の中間試験と期末試験の点数の変化も個別に送信した（付録）。ただし、学習意欲検査を回答しなかった学生（4 種のうち少なくとも 1 つが未回答）が 30 名いたため、これらの学生にはフィードバックできなかった。このため、フィードバックした学生（実験群）とフィードバックしていない学生（対照群）に分けて評価を行った。なお、対照群は、学習意欲検査に未回答だったが、授業には出席し課題を行っている学生であり、授業への取り組みに実験群との違いは見られなかった。

全ての学生に分析結果をフィードバックした後、現状の位置づけに満足しているかアンケート調査をした結果、4 種類の学習意欲検査で成績が低いクラスタほど満足していないことが分かった。ASML では、“逃避的感情をなくせばクラスタ A に行けるとわかったので、友達と一緒に勉強することで不安を無くそうと思う”や、AMSML では、“教科書の内容や、それについての課題はこなしてきたが、数学の参考書の内容は今までやったことがほとんどなかったため、今後はする回数を増やしてみたい”、MPSAS では、“問題解決は数学を通してさまざまな分野で使えると思うので、これを機に力を伸ばしていきたいと思った”、MSCS では、“数学解答に対して、問題によっては不安になるときがあるので、もう少し自信を持てるようにしたいと思った”という感想が得られた。分析結果と現状がどの程度当てはまっているかについて、図 6 で表しているように、ASML・AMSML・MPSAS では 80%、MSCS では 77% の学生が当てはまっていると回答した。

また、同調査の結果、現状の位置づけに全く満足していないまたは、現状の位置づけにあまり満足していないと答えた人は、図 7 からわかるように MSCS は 16%、MPSAS は

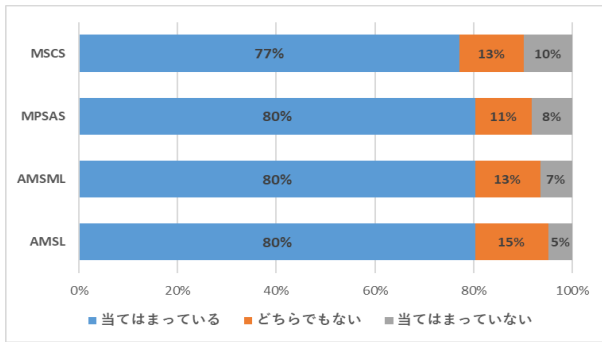


図 6 フィードバックは当てはまっているか

26%, AMSMLは20%, AMSLは18%となっており、自己の認識とクラス内の相対評価とのギャップから気づきが発生していると見られる。

さらに、応用・予習課題(任意課題)の取り組み状況を分析した。フィードバック前の応用・予習課題取り組み人数は平均32人、フィードバック後は33人と微々たる増加であったが、フィードバック前(第7回授業まで)の平均点(5点満点)は3.13点、フィードバック後(第8回から)は3.70点と増加している。実験群を対象にフィードバック前・後で応用・予習課題の成績を分析すると、フィードバック前の平均点は1.71点、フィードバック後の平均点は2.00点となり両側t検定($\alpha=.05$)を行い有意な差が見られた($t(61)=1.762, p=.02$)。対照群のフィードバック前の平均点は0.94点、フィードバック後は0.7点と、実験群はフィードバック後に平均点が上昇したが、対照群はフィードバック時期後の方は平均点が減少し、両側t検定($\alpha=.05$)を行ったところ($t(29)=0.921, p=.18$)であり、フィードバックの前後で点数に差は見られなかった。そして、実験群と対照群のフィードバック後の得点に差があるか両側t検定($\alpha=.05$)を行うと有意な差が見られた($t(89)=3.645, p<.001$)。

図8は中間と期末の得点分布であり、期末テストの得点の平均を見ると実験群71.9点、対照群は66.2点となり、両側t検定($\alpha=.05$)で有意差が見られた($t(89)=2.35, p=.0105$)。これらのことからフィードバックの効果が表れていることが分かる。

6. まとめ

本研究では、e-learningによる学習データ(客観データ)と島根式算数・数学の学習意欲検査を用いた主観データを同時に収集し機械学習により分析しその結果をフィードバックすることで気づきを与え、自己調整学習を行わせた。その結果、自己の認識と授業クラスでの相対評価の違いに気づき、意識と行動の変化を促すことができ、成績の向上につながった。

今後の課題として、本稿では心理測定法が島根式算数・数学の学習意欲検査(Shimane-AMTM)の中の4種類の学習意欲検査のみ用いたため、自己調整学習理論の関連研究で述べたMSLQをはじめとした様々な心理測定法を用いて、さらに自己調整学習の良い循環を促すようなフィードバックを実現する。

参考文献

- [1] 東京大学 大学経営・政策研究センター全国大学生調査, 2018.
- [2] 九州大学 ラーニングアナリティクスセンター <http://la.kyushu-u.ac.jp/>

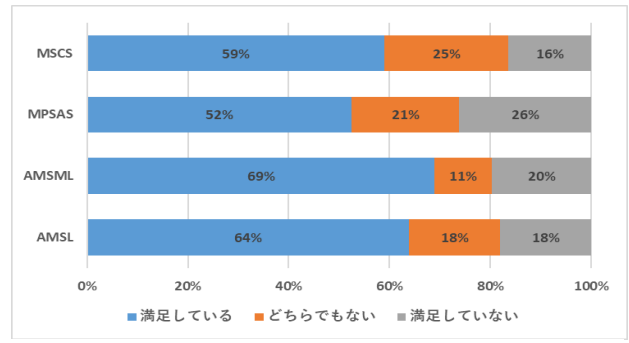


図 7 クラスターの自己位置づけに満足しているか

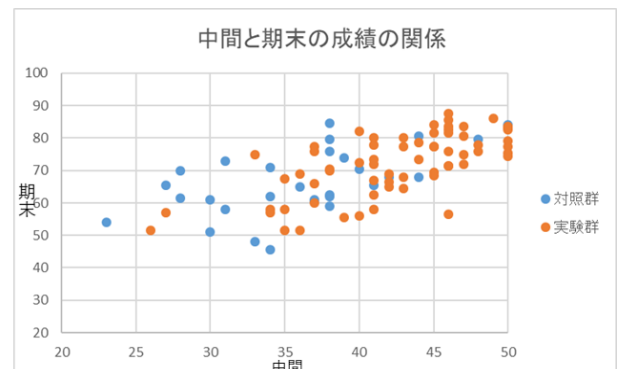


図 8 中間試験と期末試験の点数分布

- [3] 京都大学 緒方研究室
教育ビッグデータを用いた教育・学習支援のためのクラウド情報基盤 <https://eds.let.media.kyoto-u.ac.jp/>
- [4] 鈴木 学, 細木 一成, 北村 達夫, 加藤 仁志, 黒川 望, 鳥海 亮, 中 徹, “臨床実習における学生の自宅での課題実施時間, 負担度および心理的ストレス 反応との関連について”, 第 51 回日本理学療法学会大会, 2016.
- [5] 則武良英, 武井裕子, 寺崎正治, “ハイプレッシャー状況が引き起こすワーキングメモリ課題成績低下に対する短期筆記開示の効果”, 教育心理学研究, 68, 134-146, 2020.
- [6] Zimmerman. B. J., Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: An analysis of exemplary instructional models In D.H. Schunk & B. I. Zimmerman. Self-regulated learning: From leaching to self-regulated practice. New York. The Guilford Press. 学習調整の自己成就サイクルを形成すること:典型的指導モデルの分析」. 自己調整学習の実践. 北大路書房, pp. 1-19, 1998
- [7] PINTRICH, P. R., SMITH, D. A. F, GRACIA, T. and MCKEACHIE, W. J. Reliability and predictive validity of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). Educational and Psychological Measurement, 53 : 801-813, 1993.
- [8] 畑野快, 大学生の内発的動機づけが自己調整学習方略を媒介して主体的な学習態度に及ぼす影響. 日本教育工学会論文誌, 37(Suppl.): 81-84, 2013.
- [9] 合田美子, 山田政寛, 加藤浩, 松田岳士, 齋藤裕, 宮川裕之 (2012) 非同期分散型 e ラーニングにおける自己調整学習尺度. 大学教育年報, 15 : 9-20, 2012.
- [10] 石川奈保子, 向後千春, 大学通信教育課程の社会人学生における自己調整学習方略間の影響関係の分析, 日本教育工学会論文誌 40(4), 315-324, 2017.
- [11] WebClass とは 日本データパシフィック <https://www.datapacific.co.jp/webclass/>
- [12] 猪股俊光, 南野謙一, 情報系のための離散数学, 共立出版, 2020.
- [13] 伊藤 俊彦・岡本 信之・柳楽 茂彦, 島根式算数・数学の学習意欲検査(Shimane-AMTM)の開発(I), 島根大学教育学部紀要第 20 巻, 65-83, 1986.

付録

付録 1 数学学習不安 (ASML) のフィードバック内容

クラス	フィードバック内容
A	数学の授業参加や発表への不安・緊張感が1番低く不安が少ないです。
B	評価性学習不安(無力感・失敗の予測・逃避的感情等)が1番高いです。
C	評価性学習不安(無力感・失敗の予測・逃避的感情等)が1番低く、成績が上位のクラスBと比べ数学の授業参加の緊張感が高いです。1番上位クラス以外は不安を少なからず感じているので過度に不安を感じず、着実に勉強を続けてみてください。
D	成績が上位のクラスCに比べて、数学の授業参加や発表への不安・緊張感が低く、評価性学習不安(無力感・失敗の予測・逃避的感情等)が高いです。成績が1番のクラス以外は不安を少なからず感じているので過度に不安を感じず、着実に勉強を続けてみてください。

付録 2 数学学習における達成動機尺度 (AMSML)

クラス	フィードバック内容
A'	自主的数学学習態度・達成志向への価値・成功への欲求が一番高いです。
B'	達成志向と成功への重要性の認識が1番高いですが、自主的数学態度は1番低いです。
C'	達成志向と成功への重要性の認識と達成志向への価値が一番低いです。また成績が上位のクラスB'に比べて自主的数学態度以外が低いです。達成動機が高ければ高いほど点数につながるため目標をもって勉強してみてください。
D'	成功への欲求が一番低いです。また成績が上位のクラスC'に比べて成功への重要性の認識が低いです。達成動機が高ければ高いほど点数につながるため目標をもって勉強してみてください。

付録 3 問題解決に対する態度尺度 (MPSAS)

クラス	フィードバック内容
A''	問題解決への根気強さが1番高いです。また解決への不安が少なく・解決への時間が1番短いです。
B''	問題解決への根気強さが1番低いです。また解決への不安が少なく・解決への時間が1番長いです。
C''	問題解決に対する戦略性が1番低いので、戦略立てて問題に取り組んでみましょう。
D''	問題解決に対する不安が1番あり、成績が上位のクラスC''に比べ問題解決に対する戦略性がないので、しっかりと取り組み方を考えてみましょう。
E''	問題解決への戦略と興味が1番ないので、前向きに取り組んでみましょう。

付録 4 数学に対する自己概念尺度 (MSCS)

クラス	フィードバック内容
A'''	自主学習への意識が1番高いですが、数学解答に対する不安と自己満足感が1番低いので自信をもって学習してみてください。
B'''	自己受容、劣等感、数学に対する自己防衛と積極性が高いですが、成績が上のクラスA'''に比べ自主学習への意識が低いので気を付けて学習してみてください。
C'''	自己受容と劣等感が1番高く、成績が上位のクラスB'''に比べて数学学習の根気強さが低いので学習する際には注意してみてください。
D'''	数学に対する自己防衛・自己満足感が1番高いですが、成績が上位のクラスC'''に比べ自主学習への意識が低いので、心がけて学習してみてください。

付録 5 中間試験の得点に応じたフィードバック内容

点数	フィードバック内容
6割未満	昨年度のデータでは6割未満の得点の学生は、40%以上が単位を落としました。しかし、その中でも学習支援室に来て指導を受け、しっかりと授業に参加し課題に取り組むようになった学生は良や優を狙えるほど大きく点数を上げた学生もいますので期末試験に向けて苦手を復習してみてください。
6割以上8割未満	昨年度のデータでは、8割未満の得点だった学生の中で約40%が期末テストで中間試験よりも得点を落としましたが、中間試験の間違えや苦手を克服して90点以上(秀を取れる可能性が高い)の得点になった学生も約5%いますので期末試験に向けて毎回の内容にしっかりと取り組むとともに間違いを復習してみてください。
8割以上	昨年度のデータでは8割以上の得点だった学生の中で90%以上が期末試験で中間試験よりも得点を落としてしまい、90点以上(秀を取れる可能性が高い)取れた学生は約7%しかいませんでした。中間試験で満点近い学生が期末試験で15点以上落としてしまうケースもありますので、期末試験まで気を抜かず90点以上を目指して取り組んでみてください。