

大学数学における学習意欲検査と学習データの分析に基づいた成績別動機づけ

千田小百合[†] 南野謙一[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部[†]

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]. 本学でも、「離散数学」講義で行ったアンケートで「あなたは1週間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%の学生が60分未満と答えており、学習意欲の低さが表れている。

本稿では、意欲が低く成績が落ちている学生の成績向上を目的として、4種類の学習意欲検査[2]および学習データから意欲や不安などと成績の関係について機械学習を用いて分析した結果を学生にフィードバックすることにより、動機づけを行う。本研究の「動機づけ」とは、社会的、対人知覚的な意味での自己と他者との間の不一致・ずれの認知であり自己の要素を変えていくことである。本研究では、学生がフィードバック結果からクラス内の自己の位置づけを客観視し、気づきを促し自己調整学習をさせる。

2. 学習データと分析

収集した学習データと分析を次に示す。履修者は103名であり、2021年9月24日から2021年12月11日まで学習データを収集した。毎回の離散数学ではe-learningを活用しており、課題の提示・提出、採点、確認テストの実施、課題不合格時の支援室指導をLMSの「WebClass」を使用する。学習データは、授業後の必須課題、応用・予習課題、復習課題、支援室用課題、確認テスト成績である。必須課題は満点で合格、不合格の場合学習支援室で指導を受ける。学生の理解度を明確化するため2021年11月5日に30点以上を合格点とする50点満点の確認テストに取り組みさせた。

2.1 学習意欲検査とフィードバック

前年度(2020年度)では試行実験として、数学学習における達成動機尺度(以下, AMSML)の1種類のアンケート調査と確認テストの成績から因子分析・クラス

タリングを行いその結果をフィードバックした。その後期末試験を行い、確認テストと期末テストを比較すると、確認テストの成績が最も低いクラスだけが上昇する結果となった。そのクラスタの確認テストの成績が期末テストよりも向上しているかを確認するために、片側t検定を行ったところ、0.1%水準で有意な差が見られた($t(16)=4.36954, p<.001$)。このことから、動機づけが有効であることが分かった。

本年度は、AMSMLだけでは分からない因子をはかるために、1. 数学学習不安尺度(以下, ASML), 2. AMSML, 3. 数学問題解決に対する態度尺度(以下, MPSAS), 4. 数学に対する自己概念尺度(以下, MSCS)の計4種類のアンケートを行った。AMSMLとMPSASは第2回, ASMLとMSCSは第4回の授業後に、課題の一部として取り組ませた。その後分析を行っていき、このアンケート全てに回答した61名について分析結果をメールで第8回の授業である11月16日に個別にフィードバックした。分析の結果MPSASは5つのクラスタ、それ以外の3種類の学習意欲検査は4つのクラスタに分けられ、個別で当てはまるクラスタの特徴を4つの学習意欲検査全て述べているため、最大で320パターンでのフィードバック結果になる。

2.2 因子分析・クラスタリングの結果

4種類の学習意欲検査と成績から学生の傾向を分析するために成績を軸としアンケートデータを活用したk-means法でのクラスタリング分析[4]を行う。クラスタリングとは教師なし学習の1種であり、データ間の類似度に基づき、グループ分けをする。エルボー法によりクラスタを設定した。隠れた要因を明らかにするためアンケートデータについて因子分析を行う。因子分析とは複数の説明変数に影響を与えている共通因子を抽出する分析手法であり、本研究では主因子法とバリマックス回転で分析する。主因子法とは第一因子から順に因子寄与が最大となるように因子を抽出する方法であり、バリマックス回転は因子の解釈を行うために活用する。因子決めの際は文献[1]を参考に行った。表1は4種類の学習意欲検査での各クラスタの因子スコアの平均であり、因子名は列ラベルのように名付けた。因子から見て因子スコアの平均が1番高い

Motivational Method based on Analysis of Academic Motivation Tests and Learning Data in College Mathematics

[†] SAYURI CHIDA, KEN-ICHI MINAMINO,

Faculty Software and information Science Iwate Prefectural University

表 1. 各学習意欲検査での各クラスタの因子スコアの平均

●ASML

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
A		-0.58	-0.40	-0.23	0.01
B		1.21	0.26	0.10	-0.20
C		-0.87	0.16	0.11	0.05
D		0.59	0.09	0.08	0.11

●MPSAS

クラスタ	因子	解決への 根気強さ	解決への興味・ 動機付け	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
A		-0.72	-0.02	0.21	0.22	0.08
B		1.35	0.25	-0.42	0.20	-0.12
C		-0.37	-0.26	-0.02	-0.17	-0.08
D		0.23	0.05	0.08	-0.18	-0.03
E		0.49	0.34	-0.20	0.10	0.37

●AMSML

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
A		0.60	0.08	0.26	0.00	0.08
B		-1.23	0.35	0.02	0.14	0.02
C		0.10	-0.34	-0.13	-0.12	-0.12
D		0.45	-0.11	-0.64	0.05	0.01

●MSCS

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		0.17	0.09	-0.09	-0.15	-0.04	0.04
B		-1.09	-0.49	0.12	-0.10	-0.05	0.01
C		0.96	-0.18	-0.08	0.23	-0.06	0.03
D		-0.37	0.61	0.14	0.10	0.21	-0.14

ものは青色で、1番低いものは赤色で示している。各学習意欲検査のクラスタ A~E は必ずしも同じ名前のクラスタに同じ学生が属しているわけではない。

2.3 学習効果の分析

結果を全ての学生にフィードバックし現状の位置づけに満足しているか調査した結果、4種類の学習意欲検査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の、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、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、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ASML(18%)、AMSML(19%)、MPSAS(26%)、MSCS(16%)となっており、自己の認識とクラス内の評価とのギャップから気づきが発生していると考えられる。

また、フィードバックを行った61人を対象に応用・予習課題の取り組み状況を分析してみると、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、フィードバック前の平均点(5点満点)は3.13点、フィードバック後は3.70点と増加している。フィードバックをしたグループ(以下、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(第7回授業まで)の平均点は1.71

点、フィードバック後(第8回から)の平均点は2.00点となり片側t検定を行い有意水準5%で有意な差が見られた($t(61)=2.028, p=.02$)。また、フィードバックをしていないグループ(以下、対照群)のフィードバック前までの平均点は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後の方は平均点が下がっている。また、片側t検定を行ったところ($t(29)=1.366, p=.09$)であり、フィードバックの前後で点数に有意な差は見られなかった。そして、実験群・対照群のフィードバック後の得点に差があるか片側t検定を行ったところ、有意水準0.1%で有意な差が見られた($t(89)=3.846, p<.001$)。これらのことからフィードバックによる動機づけの効果が表れていることが分かる。

3. まとめ

学習意欲検査と学習データからフィードバックを行うことで自分がクラスでどのような位置にいるかを客観視することができ、意識と学習行動の変化を促すことができた。今後の課題として、学生の傾向をより詳細に把握するために、離散数学の教育・学習活動において単位を落とす危険性がある学生を早期に予測するために、蓄積された学習データを元に、機械学習を用いて学習者の成績や能力、ドロップアウト等の行動を予測する行動予測モデルの開発を行い、次に、開発した行動予測モデルを用いて学生を動機づけるe-learningシステムを開発していく。

参考文献

[1] 東京大学 大学経営・政策研究センター (2018) 全国大学生調査
 [2] 伊藤彦彦,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.
 [3] 塚本邦尊,“東京大学のデータサイエンティスト育成講座”,マイナビ出版,2019.