

統計学習における心理的变化パターンと学習成果の関連

Psychological Change Profiles and Learning Outcomes in Statistics Education

安部 健太^{*1,*2}
Kenta ABE^{*1,*2}戸田 真志^{*1}
Masashi TODA^{*1}熊本大学^{*1} 帝京大学^{*2}
Kumamoto University^{*1} Teikyo University^{*2}

〈あらまし〉 本研究は統計基礎コースにおける学生の心理的变化パターンと学習成果の関連を明らかにすることを目的とした。76名のデータに潜在変化得点モデルを適用し、3つの変化プロファイルを同定した：初期高不安・軽減型 ($N=26$)、初期高不安・増加型 ($N=16$)、初期低不安・効力感向上型 ($N=34$)。変化パターン間で最終テスト得点に有意な差が認められた ($F(2, 72) = 4.21, p = .019, \eta^2 = .105$)。階層回帰分析の結果、効力感の変化を加えると説明力が有意に向上した ($\Delta R^2 = .159, F(1, 72) = 13.61, p < .001$)。本研究の結果は、学生の心理状態に応じた個別化された介入戦略の必要性和、学習成果に対しては、自己効力感の変化がより重要な予測因子であることを示している。

〈キーワード〉 統計不安、自己効力感、個人差、潜在変化得点モデル、階層回帰分析

1. はじめに

統計不安は統計学習の阻害要因であり (ONWUEGBUZIE and WILSON 2003)、自己効力感は学習成果と密接に関連している (BANDURA 1977)。先行研究では平均的な心理的变化のみが検討されてきたが、学生ごとに心理的变化プロファイルが異なる可能性がある。本研究では、潜在変化得点モデルを統計基礎コースに適用し、統計不安と自己効力感の変化パターンと学習成果の関連を検証することを目的とする。

2. 方法

2.1. 参加者と測定

2つの大学の統計基礎コース3クラスの学生76名を対象とした。測定は授業前後の2時点で行った。統計不安を STARS (Statistics Anxiety Rating Scale) 日本語版で、自己効力感を SESL (Self-Efficacy for Statistical Literacy Scale) 日本語版で、学習成果を最終テスト得点 (48点満点) で測定した (有効回答75名)。

2.2. 分析方法

潜在変化得点モデル (Latent Change Score Model) を2時点データに適用した。潜在変化

得点モデルは、各変数について第1時点の真値 (初期値) と第1時点から第2時点への潜在的な変化得点を推定する手法であり、測定誤差を分離することで信頼性の高い変化指標を得ることができる。本研究では、統計不安と自己効力感の初期値および変化得点の4つの潜在因子スコアを推定した。推定された潜在因子スコアを標準化した上で、k-means法によるクラスタリング ($k=3$) を実施し、学習者の変化パターンを同定した。なお、2時点データでは構造方程式モデルの飽和条件を満たすため従来の適合度指数は算出されないが、最尤推定法により推定された潜在因子の信頼性は保証されている。

また、変化パターンの分析から示唆された仮説を検証するために、階層回帰分析と調整効果分析を実施した。

3. 結果

3.1. 相関分析と変化パターン

効力感の変化と最終テスト得点の相関係数は $r = .328 (p = .004)$ で有意だが、初期効力感と最終テスト得点の相関は $r = .028 (p = .808)$ で有意ではなかった。一方で、初期不安と最

表1 変化パターンの記述統計

パターン	N	初期不安	不安変化	初期効力感	効力感変化	テスト得点 (SD)
A(初期高不安・軽減型)	26	0.44	-1.01	0.85	-0.57	41.88 (9.66)
B(初期高不安・増加型)	16	0.96	0.43	-0.47	-0.82	34.90 (16.70)
C(初期低不安・効力感向上型)	34	-0.79	0.57	-0.42	0.82	44.20 (6.67)

終テスト得点の相関係数は $r = -.378$ ($p < .001$) で有意だが、不安変化と最終テスト得点の相関は $r = .039$ ($p = .742$) で有意ではなかった。

潜在変化得点モデルで推定された4つの潜在因子スコアに対して、k-means法によるクラスタリング ($k = 3$) を実施した結果、3つの変化パターンが同定された(表1参照)。3つの変化パターン間で最終テスト得点に有意な差が認められた ($F(2, 72) = 4.21, p = .019, \eta^2 = .105$)。Tukey HSD法による事後検定の結果、パターンCはパターンBより有意に高い得点を示した(差 9.3点, $p = .013$)。パターンAとパターンCの間には有意差が認められなかった(差 2.32点, $p = .672$) が、両者は異なる心理的変化プロファイルを示しており、心理的な「変化」が学習成果を予測する可能性を示唆している。

3.2. 階層回帰分析と調整効果

変化パターンの分析から示唆された仮説を検証するため、初期値を統制した上での変化の予測力を検討する階層回帰分析を実施した。

ステップ1(初期効力感のみ)では $R^2 = .001$ ($p = .808$) で有意ではなかったが、ステップ2(効力感の変化を追加)では $R^2 = .160$ ($\Delta R^2 = .159, F(1, 72) = 13.61, p < .001$) となり、説明力が有意に向上した。この段階で、効力感の変化は有意な正の予測力を示した ($\beta = 4.974, p < .001$)。

効力感の独自性を確認するため、不安を含めた拡張モデルも検討した。初期不安は学習成果と有意な負の相関を示しており、授業開始時点での不安レベルは学習成果に影響を及ぼす可能性がある ($\beta = -4.076, p < .001$)。しかし、不安の変化を単独で投入したモデルでは、不安の変化は有意な予測力を示さなかった ($\beta = .415, p = .742$)。さらに、効力感と不安の両方を含めたモデルでは、深刻な多重共線性が検出され ($VIF > 400$)、係数の解釈が困難であった。これは2時点データからの潜在変化得点モデルで4つの潜在因子(初期不安、不安変化、初期効力感、効力感変化)を同時に推定する際に、これら潜在因子間に高い相互相関 ($r < -.50$) が生じたためである。このため、以下の分析では効力感の予測力を主軸とし、段階的に検討を進めた。

階層回帰分析の結果から、効力感の変化が学習成果を予測することが確認された。しかし、初期効力感がすでに高い学生は、効力感を更に向上させる余地が限定的であり、効力感の変化が小さい可能性がある。そこで、初

期効力感のレベルによって効力感の変化が学習成果に及ぼす影響が異なるかを検討した。初期効力感を低群 ($z < -0.5, N = 23$)、中群 ($-0.5 \leq z \leq 0.5, N = 32$)、高群 ($z > 0.5, N = 20$) の3群に分割し、群別の相関分析を実施した。初期効力感の低群と中群では、効力感の変化と最終テスト得点の相関は有意だが(低: $r = .469, p = .024$; 中: $r = .448, p = .010$)、高群では、有意な相関は認められなかった ($r = .086, p = .719$)。初期効力感がすでに高い学生では、効力感の変化が学習成果を予測しないことを示している。

4. 考察

4.1. 学習促進への異なる経路

パターンAとパターンCは類似した最終成績(差 2.32点, $p = .672$)を示したが、その到達プロセスは対照的である。パターンAは、授業前の高い統計不安を大幅に軽減し学習を促進した。一方、パターンCは、初期から不安が低い状態で、授業を通じて自己効力感を大きく向上させることで学習を促進した。

変化パターン間の全体的効果量は中程度 ($\eta^2 = .105$) であり、これは主にパターンBとの差異に起因する。しかしながら、パターンAとCが異なるプロセスで同等の学習成果に到達したことは、統計学習において「不安への対処」と「自信の構築」という2つの独立した支援経路が存在することを示唆している。この結果は、学生の初期心理状態に応じた個別化された介入戦略の必要性を裏付けている。

4.2. 効力感の「変化」の重要性

第二に、効力感の「変化」プロセスの重要性が示された。階層回帰分析の結果、初期効力感のみでは学習成果を予測しない ($R^2 = .001$) が、授業を通じた効力感の変化を加えると説明力が大幅に向上した ($\Delta R^2 = .159$)。この結果は、学習成果の向上には、単に「初期段階で高い自信を持っていること」ではなく、「授業を通じて自信を構築していくプロセス」が重要であることを示している。

4.3. 限界と今後の課題

本研究の主な限界として、測定が授業前後の2時点のみであり、授業中の詳細な変化プロセスは捉えられていない点が挙げられる。今後、3時点以上の測定による成長曲線モデルにより、本研究で同定されたパターンの頑健性と一般化可能性を検証する必要がある。