

2023 年度年次報告書
信頼される AI の基盤技術
2021 年度採択研究代表者

岡田 謙介

東京大学 大学院教育学研究科
准教授

透明性の高い達成度テスト運用基盤の開発

研究成果の概要

本年度は第一に、最も典型的な達成度テスト法である多肢選択型項目の解答に基づき、解答者の部分的知識を考慮して達成度の精緻な推定を行うための認知診断モデルと推定法を開発した。従来法にあった達成度過大推定の問題が、提案する方法では解消されることを数値シミュレーション実験と実データ分析で示した。提案手法により、多肢選択型テストに基づく認知診断の各段階における診断基準が明確化され、透明性の担保されたテスト運用に貢献できると考えられる。本成果は米国統計学会 (American Statistical Association) が持つ唯一の心理統計学分野の論文誌である *Journal of Educational and Behavioral Statistics* 誌に出版された¹⁾。論文中の結果を再現するために必要な R と JAGS のスクリプトもオンライン公開した。

第二に、共変量の正則化を伴う説明的認知診断モデルを開発した。ここで提案したのは学習者の属性・背景情報変数や学習履歴、既有知識等の共変量を含む認知診断モデルであり、正則化のため Lasso 型の事前分布が設定されている。数値実験と実データ分析を通じ、回帰係数を適切に縮小させることで高い解釈性を持つ結果が得られ、計算効率も高いことを示した。提案手法が提供する共変量選択により、達成度テストの解釈性と実用性が向上することが期待できる。本論文は *Behaviormetrika* 誌に出版された²⁾。数値実験で用いた R スクリプトもオンライン公開した。

第三に、昨年度開発した、大規模達成度測定データを活用する各種認知診断モデルのための高速な変分ベイズ推定法を実装した R パッケージを、オブジェクト指向によるクラス設計を行って再構築した。このバージョンアップによって総称関数が利用できるようになり、ユーザーの利便性が向上した。本パッケージは Comprehensive R Archive Network (CRAN) に掲載された³⁾。

さらに、オンライン学習状況における知識追跡 (knowledge tracing) での測定の信頼性を評価する方法の開発に取り組み、プレプリントを公開した⁴⁾。また、解答者数と項目数がともに大きな状況における多次元項目反応モデルの高速な同時推定法開発、および自然言語処理技術を活用した透明性の高いテスト運用技術の開発に取り組んだ。これらの成果は翌年度に開催される心理統計学分野最大の国際学会 (International Meeting of the Psychometric Society) に採択されており、発表を行う予定である。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Fukushima, K., Uchida, N., & Okada, K. (2024). Modeling partial knowledge in multiple-choice cognitive diagnostic assessment. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, Online Advance Publication. <https://doi.org/10.3102/10769986241245707>
- 2) Tan, Y., Ito, T., & Okada, K. (2024). Bayesian penalization for explanatory cognitive diagnostic models: covariate DINA model and covariate LCDM with the lasso prior. *Behaviormetrika*, 51(1), 237-257. <https://doi.org/10.1007/s41237-023-00219-w>
- 3) Hijikata, K., Oka, M., Yamaguchi, K., & Okada, K. (2024). variationalDCM: Variational Bayesian estimation for diagnostic classification models. R package version 2.0.1. <https://CRAN.R-project.org/package=variationalDCM>
- 4) Shimada, D., & Okada, K. (2024). Reliability coefficient for Bayesian knowledge tracing models. PsyArXiv Preprint. <https://doi.org/10.31234/osf.io/k7x43>