

本博士論文では、近年新しいテスト理論として注目を集めている項目反応理論 (item response theory, IRT) について、非等質母集団のための新たな母数推定法を提案した。

項目反応理論は心理テストを効果的に作成、運用するための実践的な数理モデルであり、内容の異なるテストであっても結果を容易に比較できる、項目別に受験者の能力測定の精度を測ることができる、各受験者の能力を測るために最適な問題をその場で選択し、出題できるなどの特長を持つ。

項目反応理論における主要なテーマは、(1) 等化法、及び (2) 項目特性曲線 (ICC: Item Characteristic Curve) の2つである。本論文ではこれら2つの事項について、データが非等質な母集団から得られる際に発生する問題を解決している。

本論文は6章から構成される。第1章では非等質な母集団から得られたテストデータを解析する際の問題点、その解決法、並びに今後の研究の展開を概説し、第2章では項目反応理論、特に等化法、項目特性曲線の導入・説明を行っている。第3章では非等質母集団から得られたテストデータに対し項目反応理論を適用する際、特に等化法と項目特性曲線による表現において生じる問題を詳述し、かつ既存の方法の限界について述べている。第4章では第3章において述べられた問題を解決するための基礎的な統計概念・表記法・パラメータ推定法の導入・説明に割かれる。第5章では前章で紹介された手法を用いて、等化と項目特性曲線に対し、非等質母集団からデータが得られた際の問題の解決法を提案、シミュレーション研究、及び実データ解析を示し、提案手法の有用性を実証している。第6章では調査観察研究において有用なデータ解析法を俯瞰し、その中における本研究の位置づけ、及び今後の研究の展開が記述される。

等化とは複数の異なるテストデータから得られた項目パラメータ値の尺度を統一するための統計操作のことである。テスト実施前にその特性が既に推定されている項目群は項目プールと呼ばれ、等化により、この項目プールの拡充が達成される。項目プールが豊富であるほど、様々な受検者の特性に対応したテストを構成することが可能である。等化デザインは複数存在し、その中でも共通項目デザインが代表的である。本論文では共通項目デザインにおいて非等質な母集団からデータが得られる際に、受験者のテスト形式選択行動が存在することを指摘し、その際に既存の等化法を適用すると、バイアスを含んだ推定値が得られることを、シミュレーション研究、および実データ解析にて実証している。またその上でテストの自由選択行動をモデル化し、推定パラメータのバイアス補正に成功している。これはつまり、心理テスト作成場面において受験者の正確な能力推定のために誤っ

た項目を選択する可能性を軽減することを意味する。

項目特性曲線とは、受検者の能力特性と正答確率との関数関係をグラフ表現したものであり、項目特性曲線の形状を観察することで、各項目の特性（困難度や識別力）を確認できる。非等質母集団から得られたデータを解析する場合、様々な形状の項目特性曲線が考えられるが、通常のロジスティックモデルは一定の形状の項目特性曲線しか表現できず、そのためモデルがデータに合致しない可能性がある。このような場合に用いられるノンパラメトリック IRT は項目・能力パラメータを直接推定できないため、本来の研究関心とは外れるという問題があった。本研究では任意の形状の分布を複数の既知の分布を混合し表現可能にする有限ディリクレ過程事前分布というセミパラメトリック推定法を項目反応モデルに導入することで、既存のモデルで表現しきれない複雑な形状の項目特性曲線を表現可能にし、非等質母集団をモデル化し、また能力パラメータをモデル内に導入、推定する方法を開発した。

以上、本論文では IRT における代表的な事項である等化と項目特性曲線において生じる問題とその解決法を提案している。総合考察では、現在観察研究におけるデータ解析法として知られる「共変量の利用」「セミパラメトリック推定」「欠測データモデリング」の 3 手法の中で、提案手法の位置づけが記述される。本論文は、上述の方法のうち「欠測データモデリング」と「セミパラメトリック推定」をそれぞれ IRT における等化法と項目特性曲線に適用したものに当たり、今後の研究の方向性はこれら諸方法の、等化と項目特性曲線への応用を考えることで明らかとなるだろう。

以上要約した本博士論文において、特に次の諸点が高く評価された。

- 1) 心理テストデータ解析において使用頻度の高い項目反応理論について、高度な統計技術を要する不完全データ解析法を行い、実際のテスト運用上重要である等化法におけるパラメータ推定のバイアス低減法を提案していること
- 2) 項目特性曲線において用いられたディリクレ過程事前分布は母集団の非等質性の表現に有用な方法であるが、計算機性能の向上に伴い最近に応用可能となった手法であり、その意味で最新の統計手法の動向をとらえ、行動科学研究に有用かつ新たな解析法を提案していること
- 3) 本研究を通して、未だ解決されていなかった高度な数理統計的問題を解決し、既存の方法に優る新手法を開発していること

これらの成果により、本論文は博士（学術）の学位に値するものであると審査員全員が判定した。なお上記（1）等化法と（2）項目特性曲線に関する研究はともに *Psychometrika* 誌上に公表済みである。