

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	①／乙第 号	氏 名	米山 慎太郎
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学教授 Ph. D. 南 美穂子			
副査 慶應義塾大学教授 博士(工学) 鈴木 秀男			
慶應義塾大学教授 博士(理学) 白石 博			
慶應義塾大学教授 博士(情報理工学) 小林 景			
慶應義塾大学准教授 博士(工学) 林 賢一			
(論文審査の要旨) 修士(工学) 米山慎太郎 君提出の学位請求論文は, “Covariate Selection for Estimating Population Means and Procedures for Estimating Treatment Effects When Data Are Missing Not at Random” (Missing Not at Random データにおける母平均推定の共変量選択と処置効果の推定手順) と題し, 本文 5 章と付録 2 章より成る. 本論文は, 結果変数に欠測があり, そのメカニズムが Missing Not at Random (MNAR) の場合に, 結果変数の母平均推定においてバイアスと分散を小さくするための共変量の選択方針, 及び, 処置の有無による効果の差である処置効果をバイアスなく推定する方法についての研究成果をまとめたものである. MNAR は, 欠測が観測値のみならず, 欠測した値にも依存する欠測メカニズムであり, 観察研究において頻繁に生じる欠測だが, その他の欠測メカニズムと比べ適切な調整が難しいため, 結果変数の平均や平均処置効果の統計的推測方法に関する既存の研究は少なく, 特に重要な課題である. 第一章は序論であり, 欠測データの調整法に関する先行研究について概観し, 現状の MNAR データに対する統計的推測の問題意識について述べている. 第二章では, 本論文での議論に用いる Sun et al. (2018) で提案された, 結果変数に MNAR の欠測がある場合の母平均推定法を紹介している. この母平均推定法は, 共変量を条件付けたときに結果変数と条件付き独立で, 欠測とは関連がある変数である操作変数を用い, 共変量, 結果変数及び操作変数を条件付けたもとでの欠測確率である拡張傾向スコアを推定し, その推定値を用いて母平均の推定を行う 2 段階推定手順である. 第三章では, 第二章で説明した母平均推定法において, 拡張傾向スコアを推定するモデルに対する共変量選択指針を提案している. まず, 母平均推定量が一致性を持つために拡張傾向スコアのモデルに最小限含めるべき共変量の集合を示し, 次に, 母平均推定量のバイアスと分散を小さくするには, 一致性を持つために最小限含めるべき共変量のみを拡張傾向スコアモデルに含めることが良い共変量選択指針であり, たとえ拡張傾向スコアに対する説明力があっても, 最小限含めるべき共変量集合に入っていない変数を拡張傾向スコアのモデルに含めると, 母平均推定量の分散を大きくする可能性があることを示している. 第四章では, 結果変数に MNAR の欠測がある場合に処置効果を推定する方法を提案している. 観察研究において処置効果を推定する際は, 交絡変数の存在が問題になるため, 欠測と交絡の調整を同時に考える必要がある. そこで, 欠測と処置の有無の両方に対する拡張二重傾向スコアを定義し, その推定方法, および, それを用いた平均処置効果, 処置群・対照群での平均処置効果の推定量を提案している. 第五章は, 結果変数に MNAR の欠測がある場合における母平均推定のための共変量選択, 及び処置効果の推定手順についての議論をまとめ, MNAR を調整する 2 段階推定手順における課題と今後の展望についても述べている. このように, 本論文は, 結果変数に MNAR の欠測があるという現実には頻繁に発生するが, 統計的推測が難しいデータに対して, 母集団平均推定における変数選択の指針を与え, 操作変数と拡張二重傾向スコアを用いた 2 段階推定法による平均処置効果, および, 処置群・対照群での平均処置効果の推定方法を提案しており, 観察研究における統計的推測の発展に大きく寄与するものである. よって, 本論文の著者は博士(工学) の学位を受ける資格があるものと認める.			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い, 当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した. また, 語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した.		