

論文内容の要旨

博士論文題目

Bayesian Empirical Analysis in Retail and Digital Media: Data Scientific Applications in Management and Industrial Organization

(小売業とデジタルメディアにおけるベイズ実証分析:マネジメントと産業組織におけるデータサイエンスの応用)

氏 名

松本 知己

(論文内容の要旨)

本博士論文では、小売業とデジタルメディアにおけるベイズ実証分析というテーマで、ベイズ統計学の理論と産業組織でのその応用に関する研究を行った。

まず、ベイズ統計学の理論的研究として、マルコフ連鎖モンテカルロ(MCMC)法の並列化に関して論じた。一般的に MCMC 法の並列化を行うには、事後分布の構築に利用するデータを互いに独立に m 個に分割する。そして、それぞれのデータに対して独立に m 個の MCMC を実行し、データを分割しなかった場合の結果に近づくよう、その m 個の結果を統合する。本論文では、 m 個の結果を統合するための指針を理論的に示し、分類モデルを用いた並列化 MCMC 法の手法を提案した。

次に、ベイズ統計学の応用的研究として、小売業者の価格転嫁行動の可能性の下での、流通チャネルにおける交渉力を検証した。製造業者と小売業者が卸売価格の交渉を行う際に、小売業者は卸売価格の上昇分を消費者に転嫁でき、製造業者もその行動を観測できるときの交渉を、従来のナッシュ交渉を拡張し交互ゲームとして定式化した。そして、両者の交渉力や価格転嫁の度合い等を、MCMC 法を通じてベイズ推定する方法を提案した。その上で、東京都のスーパーマーケットの POS データからツナ缶市場のデータを、提案モデルによって解析した。

また、ニュース配信プラットフォームにおける、記事提供者とプラットフォーム(PF)間の交渉を通じた掲載許諾料の決定過程を検証した。2023 年 9 月 23 日に公正取引委員会は、ニュース PF と記事提供者間での掲載許諾料に関する交渉が公平に行われておらず、記事提供者が不利益を被っている可能性についての報告を行った。本論文では、ニュース提供者と PF の掲載許諾料をめぐる交渉を、ナッシュ交渉を用いて定式化し、報告書に記載されている非常に少数のデータを用いて両者の交渉力を、MCMC 法を通じてベイズ推定を行った。

氏 名	松本 知己
-----	-------

(論文審査結果の要旨)

令和6年2月20日に本博士論文の最終審査を行った。その結果、本博士論文は、提出者が独立した研究者として研究活動が続けていくための十分な素養を備えていることを示すものと認める。

松本知己さんは、本博士論文研究において、マルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC) 法を高速化するための並列化手法の提案と流通チャンネルとデジタルプラットフォームにおける構造モデルの提案とベイズ法による分析を行った。MCMC 法の高速化は、ビッグデータ時代の喫緊の課題であるが、根本的な解決には至っていない。また経済事象では構造モデリングにより各経済主体のインセンティブ構造を明確に定式化し、状況に応じて行動を刻々と変化させる経済主体を記述するため MCMC 法などベイズ法による接近が望まれている。

第一に MCMC 法の並列化手法の提案を行った。MCMC 法の並列化を行うには、事後分布の構築に利用するデータを互いに独立な複数個に分割し、それぞれに MCMC を実行し、その結果を統合する多くの方法が提案されている。本研究では、得られた複数の事後分布が重なる部分から事後サンプルを抽出する理論的方法を提案し、分類モデルを用いた並列化 MCMC 法の手法によりその実行可能性を示した点が高く評価できる。

続く二つの研究は、ベイズ統計学を推定に用いることを前提に、消費者、小売業者、製造業者のインセンティブ構造を取り入れたモデル化と解法の提案を行った。まず小売業者が消費者に対して価格転嫁行動を行い、消費者はその価格転嫁行動に反応して需要を増減し、それらの行動を製造業者が観測できるという現実的な仮定のもと、卸売価格を巡る小売業者と製造業者間の交渉をナッシュ交渉の枠組みを拡張して数学的に定式化し、MCMC 法を基礎に置く推定方法を提案した。東京西部のスーパーマーケットにおけるツナ缶市場のデータの解析を通じ、提案した方法が実行可能であり、重要な先行文献でありながら価格転嫁行動を含まない Draganska et al. (2010) の理論を大幅に拡張させており高く評価できる。

二つ目はオンラインのニュース配信産業についてである。News aggregator (PF) は news provider、広告主、エンドユーザーを相手とし、これら主体の一つがある PF を好むと他の主体にとってもその PF の魅力が高まるネットワーク効果をもった複数面市場を形成しており重要な研究対象となっている。2023年9月23日に公正取引員会はアンケートという表明選好法 (stated preference) に基づき、provider と PF 間の掲載許諾料を巡る交渉で provider が不利益を被っている可能性を報告している。表明選好法は回答者が真の評価を隠匿する戦略的インセンティブが働くため、その結果は注意深く検討する必要がある。本研究では、この許諾料をめぐる交渉を、ネットワーク効果を伴った拡張ナッシュ交渉を用いて理論的に定式化し、市場データに MCMC 法を適用して実際の市場取引から両者の交渉力を推定するという顕示選好法 (revealed preference) を採用した点が高く評価できる。

これらの成果は、ベイズ統計学の推定手法とその経済主体の行動に対する適用という、実社会の問題への架け橋となった。以上から本論文は、博士 (工学) の学位論文として、十分な学術的価値を有すると判断した。