

報告番号	甲 第	号	氏 名	猪狩 良介
主 論 文 題 名 : Bayesian Data Combination Approach Integrating Micro and Macro Information: Application to Duration Models for Incomplete Marketing Data				
(内容の要旨) マーケティング分野では、企業側に得られているデータベースを利用して広告効果や価格販促効果を推定し、次回のマーケティング施策の意思決定に活用している。しかし、近年のマーケティングはデータ環境が複雑化しており、様々な店舗や EC サイトにおける消費者の購買行動をシングルソースデータで取得することが困難になってきている。加えて、通常企業側に得られるデータベースは、自社店舗における購買履歴のみを記録しており、競合店舗における購買行動を捉えていない。そのため、自社データベースから得られた購買履歴データは競合店舗での購買が欠測する不完全データであると考えられる。このような不完全データを解析すると、推定結果にはバイアスが生じることが広く知られており、価格などの重要なマーケティング変数の効果を過小評価または過大評価する可能性がある。加えて、経済学分野では価格弾力性が重要な指標として用いられている。価格弾力性は通常、集計レベルのデータや個票データを用いてそれぞれ推定されるが、集計レベルのデータには集計バイアスの問題が、また個票データには選択バイアスやパネルの離脱等の問題がそれぞれ指摘されている。 本研究では、このような問題意識に対して、マクロデータ(集計データ)とマイクロデータ(個票データ)の双方を組み合わせることで、不完全なマイクロデータから本来の結果を推定するための方法論を開発する。複数のデータソースを組み合わせた解析は Data Combination と呼ばれており、マイクロ・マクロレベルのデータを組み合わせる提案手法もその一つと捉えることができる。これまでに提案されているマクロ・マイクロレベルの Data Combination 手法は一般化モーメント法や経験尤度法が用いられてきたが、ベイズ統計学を利用した方法はまだ確立されていない。そこで、本研究ではベイズ的アプローチによる Data Combination 手法を提案する。具体的には、準ベイズ法またはベイズ一般化モーメント法を用いることで、マイクロデータの解析においてマクロ情報を制約として課しつつ推定を行うことが可能になる。また、マルコフ連鎖モンテカルロ法を利用することで、数値最適化を行わずにパラメータの推定が可能になり、複雑なモデル等も推定可能である。またマクロ情報を利用することで、欠測インディケータが完全には得られない状況や、欠測メカニズムの特定が困難な場合においても本来の推定値を再現す				

ることが出来る。さらに、開発した方法を、経済学やマーケティング分野においてよく利用される、継続時間分析(Duration Analysis)に応用する。

第2章では、継続時間分析とマーケティングにおける購買間隔モデルのレビューを行い、また継続時間分析における欠測データ問題に関するレビューを実施する。加えて、本研究で利用する Data Combination アプローチについてもレビューを実施する。

第3章では、競合イベントが存在する状況下における継続時間分析と、マルチチャネル(Online と Offline)環境下における購買間隔モデルへの応用に焦点を当てる。継続時間解析において競合イベントが存在する場合、最も継続時間の短いイベントのデータのみが観測され、それ以外のイベントのデータは観測されない。競合イベントが存在する場合、競合イベントを無視した解析を行うと推定値にはバイアスが生じることが知られている。そこで、本章では、消費者異質性を考慮したベイズ的アプローチによる競合リスクモデルを提案する。競合リスクモデルを利用することで、競合イベントの存在を打ち切りインディケータとして表現することが可能になる。提案モデルを、シングルソースデータを用いた Online と Offline チャネルにおける購買間隔モデルに適用し、競合イベントを考慮しない解析は推定値にバイアスが生じることを示した。提案モデルは、マルチチャネルにおける購買間隔のみならず、チャネルを競合他社と捉えることで、競合店舗を考慮した購買間隔モデルとしても応用可能である。

第4章では、打ち切りインディケータが欠測する状況における継続時間分析とベイズ Data Combination アプローチによる解決法を提案する。第3章では競合イベントが存在する状況における継続時間解析を扱ったが、マーケティングでは一般的に、競合他社における購買履歴は観測されない。そのため、競合データが得られない自社データベースにおいては、第3章で用いた競合リスクモデルは適切に機能しない。本章では、この問題を打ち切りインディケータの欠測として捉え、マクロ情報を融合することで、打ち切りインディケータが欠測するデータから正しい推定結果を得るための方法を提案する。具体的には、ミクロレベルの継続時間分析において準ベイズ法または一般化モーメント法を利用することで、マクロ情報を制約として課すことで推定精度を高める。また、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いてパラメータの推定を行う。提案手法を、不完全な購買履歴データに適用した結果、不完全データから得られた推定結果は価格の効果を過小評価しており、また性別の効果がプラスマイナス逆に推定されているが、提案手法では本来の結果を推定出来ることを示した。これにより、提案手法の有用性が示された。

第5章では、中間欠測を含む繰り返しのある継続時間分析に焦点を当てる。繰り返しのある継続時間分析を扱う際、もし観測されたイベント間に他社購買が存在する場合、観測される継続時間は複数の継続時間が積み上げられたものとなり、誤ったデータとなる。しかし、中間欠測に

においては、どのデータに中間欠測が含まれているかを示す欠測インディケータが観測されないという問題があり、マイクロデータのみからパラメータの推定を適切に行うことは難しい。そこで、マクロ情報を融合することで、欠測インディケータが観測されない状況における継続時間データから本来のパラメータを推定する方法を提案する。本章では、中間欠測の有無を表す欠測インディケータが観測されないため、欠測インディケータを潜在変数として扱う必要があるが、第4章で利用した準ベイズ法またはベイズ一般化モーメント法において、潜在変数を含めた方法は確立されていない。そのため、本章では準ベイズ法において尤度と一般化モーメント法の目的関数を分離することで、潜在変数が利用可能な新しい準ベイズ法を用いて、マクロ情報を補助的に活用するベイズ Data Combination アプローチを提案する。具体的には、マクロ情報を利用することで、中間欠測の含まれる継続時間と含まれない継続時間を分離し、中間欠測が含まれない継続時間から本来の推定結果を導くためのモデルと推定アルゴリズムを提案する。提案モデルを他社購買が記録されていないデータベースマーケティングの状況のデータに適用したところ、既存モデルでは価格の効果が正しく推定されないが、提案モデルでは正しく推定することができることを示した。

第6章では、本研究のまとめと今後の課題についての議論を行った。

以上