

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：32675

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2018～2019

課題番号：18H05689・19K20890

研究課題名（和文）マクロ・マイクロデータの統計的データ融合とマーケティング・モデルの精緻化

研究課題名（英文）Statistical Data Fusion for Macro and Micro Data and its Application to Marketing Models

研究代表者

猪狩 良介 (Igari, Ryosuke)

法政大学・経営学部・講師

研究者番号：00824468

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、競合店舗における購買が観測されない不完全データに対して、マクロデータとマイクロデータを組み合わせる統計的データ融合手法を用いた購買間隔モデルを提案した。具体的には、購買間隔の和データを用いたガンマ比例ハザードモデルを提案し、統計的データ融合を用いてマクロ情報をマイクロレベルのモデル内に組み込む方法を提案した。シミュレーション研究および実データ解析によって、既存モデルでは適切に母数を推定できないが、提案モデルでは適切に母数の推定ができることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

通常、企業側に得られる自社データベースは、自社店舗における購買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。このような不完全データを解析すると、価格やプロモーション等の重要なマーケティング変数の効果を誤って推定する可能性がある。本研究では、このような問題意識に対して、マクロデータとマイクロデータを組み合わせる統計的データ融合手法を活用した購買間隔モデルを提案した。提案手法は、これまでの多くの研究では考慮していなかった他社店舗における購買行動を考慮した手法であり、企業における正しいマーケティング意思決定に応用することが可能である。

研究成果の概要（英文）：In this study, we proposed interpurchase-timing models using a statistical data fusion method that combines both macro-level and micro-level data for incomplete micro-level data in which purchase behaviors in competing stores are not observed. Besides, we proposed Gamma proportional hazard models using the summed data of purchase times and a method of incorporating macro-level information into a micro-level data model using the statistical data fusion. The simulation studies and empirical data analysis show that the existing models cannot estimate the parameters appropriately, but the proposed model can estimate the parameter appropriately.

研究分野：マーケティング・サイエンス

キーワード：購買間隔モデル 統計的データ融合 生存時間解析 階層ベイズモデル マルコフ連鎖モンテカルロ法

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

マーケティングでは、企業側に得られている自社データベースを活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、近年ではマーケティングデータの環境が複雑化しており、様々な競合店舗や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自社データベースは、自社店舗における購買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得られない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、価格やプロモーション等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。

### 2. 研究の目的

本研究では、このような問題意識に対して、マクロデータとミクロデータの双方を組み合わせる統計的データ融合手法を一貫して活用する。具体的には、潜在変数を利用可能な新しい準ベイズ法を利用し、これまで自社データベース(ミクロデータ)のみでは推定が困難であった競合他社における購買を考慮した購買間隔モデルを提案し、マーケティング・モデルの精緻化をはかる。

### 3. 研究の方法

本研究では、不完全な購買間隔、特に購買間隔の和データを用いた購買間隔モデルを提案する。購買間隔の和とは、図1の自社データベース上に観測される観測イベント間の時間の長さであり、他社購買を含む複数の購買間隔が累積されたものである。しかし、自社データベースからは、「観測されている購買間隔が何個の購買間隔の和なのかかわからない」ため扱いは非常に難しい。そこで、統計的データ融合を活用してこの問題に対処する。

本研究は、大きく2つのパート、(1)購買間隔の和データからの購買間隔モデルの母数推定(和データの個数は既知)、(2)購買間隔の和の個数が未知の時の購買間隔モデルの母数推定、に分かれている。しかし、基本的な考え方は(1)と(2)は同じである。

まず、 $y^{*own}$ を観測されない自社店舗における購買間隔(前回購買からの経過時間)、 $y^{*comp}$ を観測されない競合店舗における購買間隔(前回購買からの経過時間)とする。自社データベース上に観測される購買間隔を $y$ とする。 $y$ は $(K+1)$ 個の購買間隔の和であり、1つの $y^{*own}$ と $K$ 個の $y^{*comp}$ から構成される。 $K$ は競合店舗における購買回数であり、研究(1)では既知として固定し、研究(2)では未知として推定する。図1に、 $(K+1)=3$ とした場合のモデルのイメージを示す。また、 $y^{*own}$ と $y^{*comp}$ はそれぞれ異なる母数 $\theta_{own}$ と $\theta_{comp}$ を持つガンマ分布 $Ga(\theta_{own})$ および $Ga(\theta_{comp})$ に従うと仮定する。ここで、観測される購買間隔の和データ $y$ から $\theta_{own}$ と $\theta_{comp}$ の両方を推定する。これにより、自社店舗における購買間隔モデルと、競合店舗における購買間隔モデルの両方を推定することができる。また、和データから自社店舗と競合店舗の分布の母数を適切に推定するため、統計的データ融合によりマクロ情報をミクロレベルのモデルに組み込む方法を提案する。加えて研究(2)では、購買間隔の和の個数 $K$ を推定するために、別の調査から得られたデータを組み込む統計的データ融合法を提案する。また、マクロ情報をミクロデータのモデルに組み込むために準ベイズ法を用い、マルコフ連鎖モンテカルロ法を利用して母数を推定する。

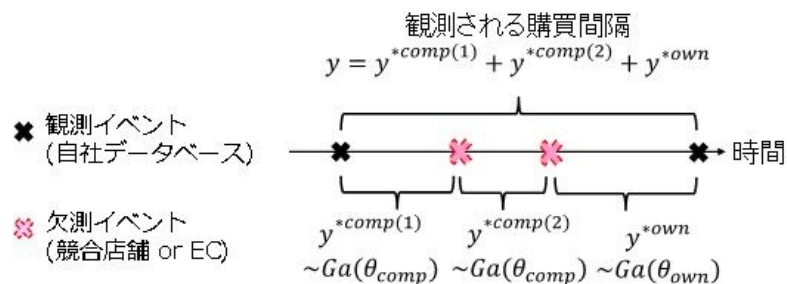


図1. 研究方法の概要(K+1=3の場合)

### 4. 研究成果

提案手法の有効性を確かめるために、人工データを用いたシミュレーション研究を実施した。ここでは、 $K$ (何個の和からなるか)は既知とした研究(1)購買間隔の和データからの購買間隔モデルの母数推定(和データの個数は既知)のシミュレーション結果を記載する。シミュレーション設定は $n=500$ 、マクロ情報の数 $NMR=0,1,3$ 、シミュレーション回数は200回とした。 $NMR=0$ は結果では“Non-Macro”と記載する。シミュレーション結果のボックスプロットを図2に示す。結果から、統計的データ融合によりマクロデータをミクロデータの解析に組み込んだ提案モデルProposed( $NMR=3$ )では、それぞれの母数を適切に推定できているが、マクロ情報を活用しないモデルでは、母数を適切に推定できていないことがわかる。これにより、提案モデルの有効性が示された。

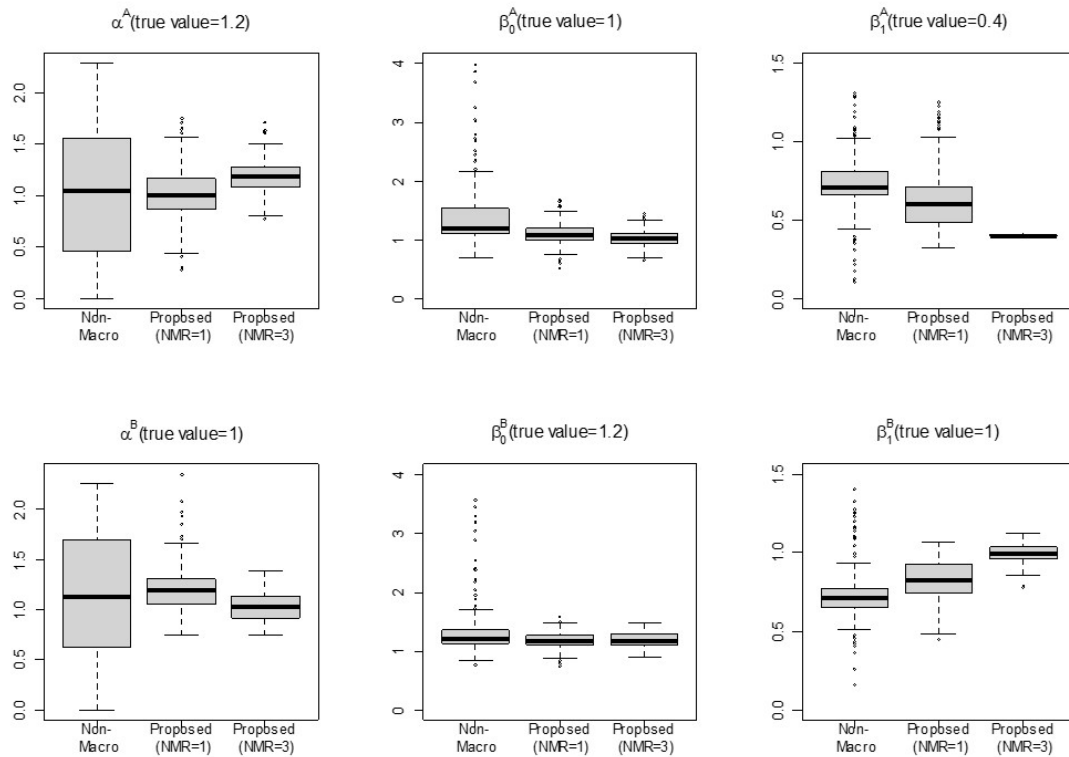


図 2. シミュレーション結果(Boxplot)

また、スキャンパネルデータから自社店舗での購買履歴のみが記録されている疑似的なデータベースを作成して実証分析を実施した。ここでは、 $K$ (何個の和からなるか)は既知としたモデルを用いている。分析対象は、日本の大手総合スーパーチェーンとした。提案モデルの有効性を確かめるため、[1]完全データモデル(正解)、[2]観測データを利用したモデル(和データから構築した通常の購買間隔モデル)、[3]提案モデル(マクロ情報の統計的データ融合なし)、[4]提案モデル(マクロ情報の統計的データ融合あり)の4モデルを推定した。スキャンパネルデータは競合店舗における購買履歴も記録しているため、正解であるモデル[1]を利用することが可能である。推定結果では、正解であるモデル[1]では、価格は低くなると購買時期を早める、という結果が得られたが、対立モデルの[2]や[3]では、価格の係数が過大評価および過少評価された結果が得られた。一方で、提案モデルであるモデル[4]の価格の係数は、正解であるモデル[1]の価格の係수에非常に近い結果が得られた。これにより、マクロレベルの情報を融合した提案モデル[4]は適切に機能していることが明らかになった。また、提案モデル[4]では、競合店舗における各消費者の観測されない購買間隔を推定できることも示した(図3を参照)。

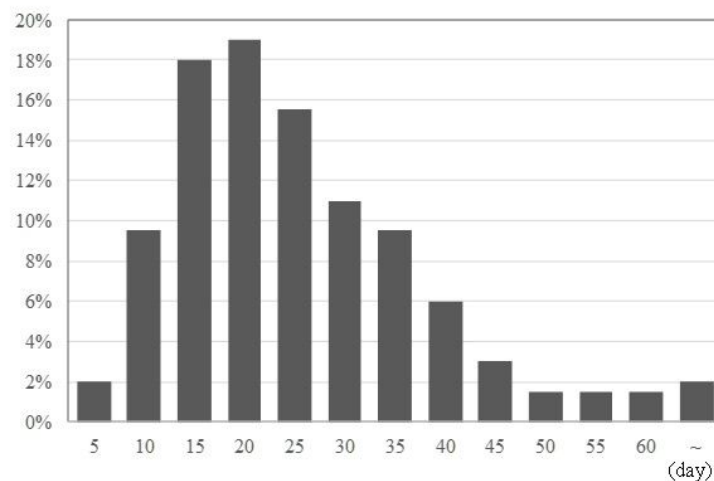


図 3. 推定された他社店舗における購買間隔の分布

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Igar, R. and Hoshino, T.	4. 巻 DP2018-021
2. 論文標題 A Bayesian Gamma Frailty Model Using the Sum of Independent Random Variables: Application of the Estimation of an Interpurchase Timing Model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Keio-IES- discussion paper series	6. 最初と最後の頁 1-25
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 猪狩良介	4. 巻 57(3)
2. 論文標題 マーケティングにおける購買間隔モデルの展望 - ベイズモデリングによる実証分析 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 経営志林	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 猪狩良介
2. 発表標題 はじめての継続時間分析と生存時間解析 人文社会科学やマーケティングへの応用
3. 学会等名 第46回行動計量学会チュートリアルセミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Igar, R. and Hoshino, T.
2. 発表標題 A Data Fusion Approach for Interpurchase-Timing Model Using the Incomplete Purchase Histories
3. 学会等名 INFORMS Marketing Science Conference 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹内真登・猪狩良介
2. 発表標題 文脈効果を考慮したコンジョイント分析手法の開発
3. 学会等名 第59回消費者行動研究コンファレンス
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----