

論文審査の要旨及び担当者

No.1

報告番号	甲 第 号	氏 名	西尾 和生
論文審査担当者	主 査	：長倉 大輔（慶應義塾大学経済学部教授 Ph.D.）	
	副 査	：猪狩 良介（慶應義塾大学商学部准教授 博士（経済学））	
		：星野 崇宏（慶應義塾大学経済学部教授 博士（経済学））	
	面接担当	：中妻 照雄（慶應義塾大学経済学部教授 Ph.D.）	
		：沖本 竜義（慶應義塾大学経済学部教授 Ph.D.）	
（論文審査の要旨） 論文題名：Essays on Econometric Marketing: Three Empirical Studies on Customer Purchase Behavior 1. 論文の概要 本論文は、消費者行動、特に顧客の購買行動のメカニズムを解明するための 3 つの実証研究をまとめたものである。顧客購買行動は、マーケティングサイエンス・計量マーケティングの文脈で活発に議論されてきた一方、購買行動の偶発性や顧客ごとの異質性、企業によって実行されるマーケティング戦略などの存在によって、正確な捕捉や予測が困難であることが知られている。従って本論文では、マーケティングサイエンス領域で適用されてこなかった新規的な計量モデルに着目することで、顧客購買行動メカニズムの正確な理解と実用的な実務的示唆の提案を試みている。3 つの実証研究の詳細はそれぞれ、本論文の 2～4 章に記述されている。 2 章では、ロイヤルティプログラム（LP）における主要なインセンティブ効果であるポイントプレッシャー効果（PP 効果）に焦点を当てた上で、顧客階層プログラム（CTP）における顧客購買行動の分析を行っている。CTP における PP 効果は、次期に優待サービスを受け取るために今期到達すべき閾値に近づくほど、購買頻度や購買金額が高まるという現象として定義される。PP 効果は、行動主義における古典的な知見である目標勾配仮説によって基礎づけされるものであり、企業に短期的な収益をもたらすという観点で実務上非常に重要な効果である。本研究では、前月購買金額に応じて当月のポイント付与率が変化するという 3 階層の CTP を実施した国内某スーパーマーケットチェーンの ID-POS データを対象に、マーク付き点過程を用いた PP 効果の異質性の検証・最適な閾値に関する議論が行われている。マーク付き点過程は従来、地震や犯罪、金融、感染症といった文脈で利用されてきた確率過程であり、イベントの発生時刻と属性情報（マーク）を同時かつ確率的に捉えることができる点に特徴を有するが、これを顧客購買行動の文脈に応用した点が本研究の新規的な部分である。実証分析の結果、プレ期間における購買頻度や閾値到達回数が少ない顧客ほどポイントプレッシャーの影響を受けやすい点、1 つ目の閾値に向かって働く PP 効果の方が 2 つ目の閾値に向かって働くものより強く、特に購買頻度に対してポジティブな効果を有する点、営業利益の観点で 3 階層の CTP は 2 階層の CTP より優れている点が明らかになった。本研究は、CTP の収益源を明らかにした上で、小売企業が当該 LP を実施する際の重要な手			

がかりを提供しているという点で、LP 研究として非常に有用なものである。

3 章では、LP に組み込まれた販促インセンティブ（クーポン・ポイントキャンペーン・誕生日特典などの販売促進に用いられるインセンティブ）が顧客購買行動に与える短期・長期的影響を、PP 効果と顧客生涯価値（CLV）の観点から定量的に分析している。CLV とは、顧客が企業に生涯でもたらす利益を現在価値に換算したものであり、マーケティングにおける重要な長期指標である。本研究では、販促インセンティブとして誕生日特典を組み込んだ LP を実施した国内某小売チェーンの ID-POS データを対象に、Weibull 比例ハザードモデル・対数線形回帰・Pareto/NBD & gamma-gamma モデルを用いた LP 内販促インセンティブの短期・長期的効果の推定が行われている。但し、誕生日特典の受け取り自体が内生的なものであるため、本研究では傾向スコアマッチング（PSM）によって選択バイアスが適切に除去されている。販促インセンティブに関する先行研究は多数存在する一方、LP に組み込まれた場合を扱ったものは殆ど存在せず、加えて近年のレビュー論文において LP 研究自体が CLV に着目してこなかった点が指摘されていることから、本研究の新規性を伺うことができる。実証分析の結果、LP 内販促インセンティブを受け取った後に購買頻度に関する PP 効果が一時的に弱まる点、LP 内販促インセンティブが全体として CLV を高める効果を有さない点、LP 内販促インセンティブによって引き起こされた衝動買いの後で、一定期間購買行動が停滞した顧客の CLV は特に低い点が明らかになった。本研究は、販促インセンティブが LP に組み込まれているという、現実で頻繁に観測される状況に着目した上で、その短期・長期的効果を LP 固有の効果と絡めつつ定量化し、LP 内販促インセンティブ導入の是非に関する議論を行っている点で、マーケティングサイエンスの研究として非常に優れたものである。

4 章では、マーク付き点過程の一種であるマーク付き Hawkes 過程を ID-POS データに適用するためのモデル開発と、シミュレーションベースでの予測精度の検証を行っている。マーク付き Hawkes 過程は、対象イベントの発生時刻と属性情報（マーク）を同時にモデリングできることに加え、利用可能なデータ数を減らすことなく過去の全てのイベント発生履歴をモデル内で明示的に考慮することが可能なため、顧客購買行動の文脈においても高い予測精度を達成することが期待される。本研究では、条件付き強度関数に顧客依存の切片パラメータを組み込んでいるため、通常の最尤法に代わって EM アルゴリズムを用いたパラメータ推定を実施している。従来のマーク付き Hawkes 過程と異なり、各顧客に付随する共変量の影響を考慮している点、過去のマーク（購買金額）との乖離幅が現在の購買生起に与える影響をスイッチング構造を伴った冪減衰関数によって表現している点、過去のイベント発生時刻（購買時刻）からの経過時間が現在の購買生起に与える影響をワイブル密度関数によって表現している点が本研究の新規的な部分である。分析の結果、直近の購買行動のみを説明変数として組み込み、購買間隔と購買金額を別個にモデリングする従来の手法と比べて、本研究で提案されたマーク付き Hawkes 過程は非常に高精度の予測を達成することが明らかになった。本研究は、マーク付き Hawkes 過程の新たな適用可能性を示唆している点で、応用統計の文脈で非常に重要かつ有用なものである。

2. 論文の評価

顧客購買行動に関する実証研究はこれまで、マーケティングサイエンス・計量マーケティングの文脈で頻繁に実施されてきた一方、型にはまったモデリングが行われることも多く、計量経済学の観点でより適切なアプローチを考案する余地が存在していた。このような状況において、1) 主に自然科学の文脈で広く利用されてきたマーク付き点過程・マーク付き Hawkes 過程を顧客購買行動の文脈に応用している点、2) これまでの LP 研究で議論されてこなかった CLV に着目し、CLV 推定用のモデルを用いた議論を行っている点で、本論文はマーケティングサイエンス・計量マーケティング領域に大きな貢献をもたらすものであると考えられる。なお、本論文の 2 章と 3 章については、それぞれマーケティング分野の Q1 誌である *Journal of Retailing and Consumer Services* に 2 本の論文として採択されており、加えて 4 章についても、応用統計学誌に既に採択されている。

しかしながら、審査委員からはいくつかの疑問点や問題点も提起された。例えば、2 章で推定された CTP における PP 効果の強弱について、購買間隔（購買頻度）に対して働くものと購買金額に対して働くものとを識別可能な形でモデリングを行った方がよいのではないかという意見があった。また、4 章の条件付き強度関数における顧客依存の切片パラメータについて、背後に何かしらの確率分布を設定することで、その分布の母数を推定する形にした方がよいのではないかという指摘があった。但し、これらの指摘は本論文の学術的価値や貢献を損なうものではなく、提案された諸手法の有用性を更に高めるための今後の研究課題であるといえる。

以上の所見から、本論文はマーケティングサイエンス及び計量マーケティング領域における知見を深める新規的かつ有用な研究であり、審査委員会は全員一致で本論文が博士（経済学）の学位を授与するにふさわしい内容であると判断する。