

ベイジアンネットワークを用いた 分類条件別購買傾向の分析

千葉工業大学 博士後期課程

村松 康汰

千葉工業大学 准教授

武田 善行

千葉工業大学 教授

加藤 和彦

要約

マイクロマーケティングでは顧客の詳細なニーズを把握する為に大規模データを用いたデータマイニングが盛んに行われている。顧客関係管理はRFM分析等の分析手法を用い顧客満足度向上による収益増加を目的として行われている。

本研究では顧客細分化を行う事でRFM分析の精度向上を図る為、顧客クラスター毎の購買傾向について四半期毎に商品カテゴリ別ベイジアンネットワークを用い因果関係を明らかにする。また、分類条件別に比較を行うことで、詳細な因果関係を明らかにすることを目的とする。

分析は販売履歴データを対象に、製品別に購買頻度と購買金額が上位20%の顧客に対しクラスター分析を用い分類し分析を行った。結果として、各クラスターを四半期ごと分析する事で季節性を考慮した購買傾向を明らかにした。顧客細分化を行う事で詳細な購買傾向の分析が可能である可能性が示唆された。

キーワード

顧客関係管理, RFM分析, クラスタリング

1. はじめに

1. 背景

マイクロマーケティングでは顧客の詳細なニーズを把握する為に大規模データを用いたデータマイニングが行われている。

照井 (2024) は現代の市場取引では、ヒトとモノのマイクロナな大量データが自動的に瞬時に収集される環境にあり、この情報からマネジメントに有用な知識を抽出して、消費者ごとに個別にアプローチすることが求められる。つまりマーケティングの現代的課題は、平均的消費者や大雑把なセグメンテーションをさらに突き詰めて、顧客ごとに嗜好や購買行動を個別に理解することであると述べている。

廉 (2007) は消費者ニーズが多様化していく中で、ニーズを先取りし、変化にリアルタイムで対応することは顧客満足度の向上および購買促進のために重要であると述べている。

顧客のニーズを把握する手法として、顧客関係管理 (CRM) が盛んに行われている。顧客関係管理はRFM分析等の分析手法を用い顧客満足度向上による収益増加を目的として行われている。

2. RFM分析と先行研究

RFM分析は最終購入日 (Recency), 購買頻度 (Frequency), 購買金額 (Monetary) の購買行動指標で顧客を分類する分析方法である。

RFM分析は顧客分類手法として一般的な手法であるが、問題点も多く指摘されている。

新美・星野 (2020) は同一のRFM情報であっても定期利用か、突発的な利用かどうかの判別はRFM分析の各指標だけでは、識別できない消費者の購買パターンが存在する事を指摘している。

このような問題点を解決するためにRFM分析を拡張する研究が盛んに行われている。

田中・濱口・西郷・津田 (2017) はID-POSデータを対象に、RFM分析と購入商品目、ロジスティック回帰分析を用い店舗別の優良顧客の購買傾向を明らかにした。

五十嵐・松井・南・水田 (2015) は共同購入型クーポンサイトの購買データを対象にRFM分析とクラスタリング分析を用いることで、顧客の属性とクーポンジャンルの関係性を明らかにした。

Hsin-Hung Wu, Shian-Chang Huang and Jo-Ting Wei and Shih-Yen Lin (2012) らはRFM指標にデモグラフィック情報 (性別, 年齢, 受診期間等) を追加し、ベイジアン

ンネットワークを用いて小児歯科患者の分析を行い、収益性の高い顧客の予測が可能であることを明らかにした。

竹山・石田・後藤（2013）はベイジアンネットワークとは対象とする現象を構成する複数の確率変数で示される事象をノードで表し、それらの依存関係を原因から結果となる変数の向きを持つ有向リンクで表すグラフィカルモデルの一種であると述べている。

3. 目的

RFM分析を用いた顧客分類とベイジアンネットワークを組み合わせる事で、RFM分析を拡張し優良顧客の購買傾向を明らかにする研究はこれまで盛んに行われてきた。しかし、四半期やクラスタ、カテゴリ等の複数の分類条件別にベイジアンネットワークの結果を用い、因果関係を明らかにする研究はまだ行われていない。

本研究では顧客細分化を行う事でRFM分析の精度向上を図る為、顧客クラスタ毎の購買傾向について四半期毎に商品カテゴリ別ベイジアンネットワークを用い因果関係を明らかにする。また、分類条件別に比較を行うことで、詳細な因果関係を明らかにすることを目的とする。

II. 実験データと方法

1. 実験データ

本研究では、日本の印刷機器販売代理店の購買履歴データを使用する。期間は2013年5月7日から2021年5月21日で、顧客情報、商品情報、購入金額、購入個数、購入日、商品種別、を含む、2万5310件の取引と2784件の顧客を対象に分析を行う。顧客の多くは企業や研究機関であり、個人での購入は少ない。

2. 実験方法

分析には主力商品であるA社製品を使用する。

A社製品はレジンを使用した光造形方式のプリンタとその関連製品である。商品カテゴリとしてアクセサリ、プリンタ、

バンドル、修理、レジンの計5種類がある。

両製品の商品カテゴリと説明については表1に示す。

分析は、印刷機器販売代理店の販売履歴データを対象に製品別にRFM分析を行う。RFM分析のFrequencyとMonetaryの2つの指標がどちらも上位20%の顧客を上位顧客とする。RFM分析の結果から上位顧客に対しクラスタ分析（K-means法）を用い分類を行う。サービス品や割引によるマイナス値等の外れ値は除外し分析を行った。次に各クラスタについて商品カテゴリ別にベイジアンネットワークを用い因果関係の分析を行う。

最後に、各クラスタについて四半期毎に商品カテゴリ別にベイジアンネットワークを用い因果関係の分析を行う。

また四半期についてはQ1を4月から6月、Q2を7月から9月、Q3を10月から12月、Q4を1月から3月とする。

III. 結果と考察

1. クラスタ分析の結果

RFM分析の結果A社製品について上位顧客2671件が抽出された。クラスタ分析を行った結果A社製品の上位顧客は6クラスタに分類された。

各クラスタのRecency, Frequency, Monetaryの平均値と顧客数、クラスタ名を表2に示す。この結果、クラスタ1、クラスタ2は主要顧客であり、FrequencyとMonetaryの平均値のボリュームゾーンである。クラスタ3、クラスタ4、クラスタ5、クラスタ6はヘビーユザ等の特定顧客である。

2. クラスタ別ベイジアンネットワークの結果

各クラスタと顧客全体についてベイジアンネットワークのGrow-Shrinkアルゴリズムを用い、製品毎の商品カテゴリ間の因果関係をネットワーク図で示す。

A社製品の上位顧客では顧客全体、クラスタ1、クラスタ2、クラスタ4、クラスタ5で因果関係が確認された。

A社製品の上位顧客の各クラスタの結果を図1に示す。

表—1 商品カテゴリと説明

商品カテゴリ	説明
アクセサリ	周辺機器などの消耗品
プリンタ	プリンタ本体
バンドル	セット購入
修理	メンテナンス、整備済み品交換
レジン	UVに反応して硬化する樹脂

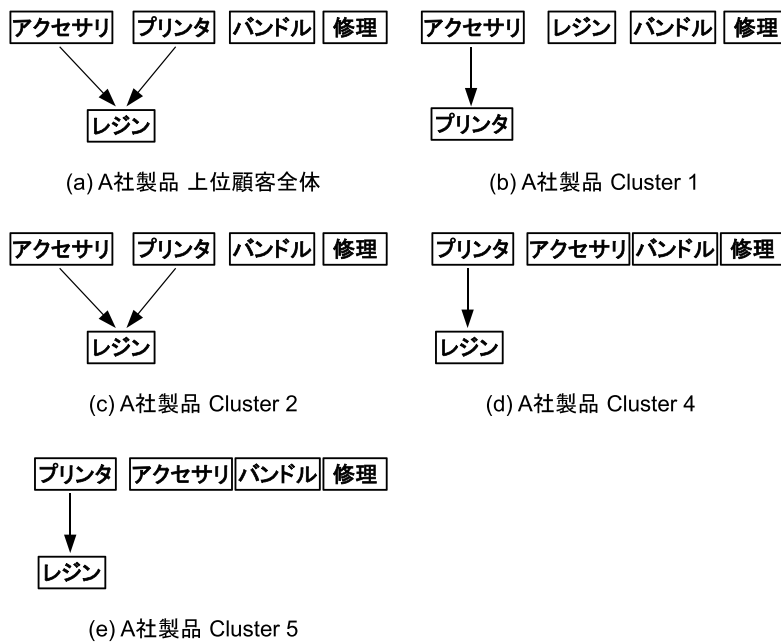
出典：筆者作成

表—2 A社製品各クラスターのクラスタ分析の結果

クラスター名	クラスター分類	Recency	Frequency	Monetary	顧客数
Cluster 1	主要顧客クラスター	916	24	¥1,280,583	175
Cluster 2	主要顧客クラスター	715	70	¥3,974,781	28
Cluster 3	特定顧客クラスター	1216	69	¥32,277,202	1
Cluster 4	特定顧客クラスター	740	429	¥30,722,915	1
Cluster 5	特定顧客クラスター	717	85	¥14,076,514	3
Cluster 6	特定顧客クラスター	558	233	¥8,795,661	3

出典：筆者作成

図—1 A社製品上位顧客のベイジアンネットワークの結果



出典：筆者作成

顧客全体とCluster 2では同様の因果関係が見られた事から一般的な優良顧客の購買傾向である可能性が示唆された。Cluster 1ではプリンタ購入時にアクセサリを多量に購入する傾向が見られた。またレジンとの因果関係が確認されなかった事から他社から購入している可能性が考えられる。Cluster 4とCluster 5では同様の因果関係が見られた事からFrequencyとMonetaryの高低に関わらず特定用途の顧客については同様の購買傾向がある事が考えられる。

3. 四半期毎のクラスター別ベイジアンネットワークの結果

上位顧客全体の結果を図2に示す。上位顧客全体ではQ1, Q2で同様の因果関係が確認された。Q3ではアクセサリからプリンタへの因果関係が確認されなかった。Q4では

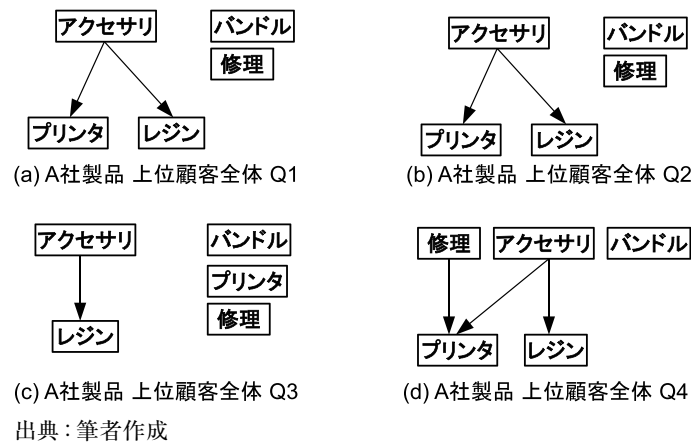
Q1, Q2の因果関係に加え修理からプリンタへの因果関係が確認された。

このことからクラスター分けを行っていない上位顧客全体では四半期毎に分析を行う事で、より季節性を考慮した詳細な購買傾向が明らかとなった。

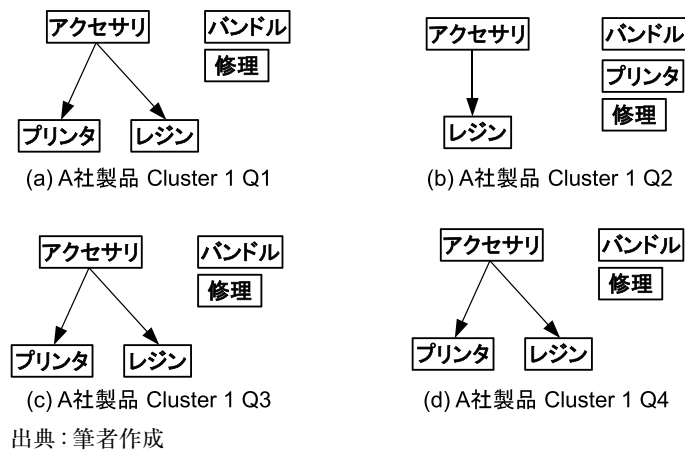
Cluster 1の結果を図3に示す。Cluster 1ではQ1, Q3, Q4で同様の因果関係が確認された。Q2ではアクセサリからプリンタへの因果関係が確認されなかった。四半期毎に分析を行う事で、より季節性を考慮した詳細な購買傾向が明らかとなった。

Cluster 2の結果を図4に示す。Cluster 2では顧客全体と同様の因果関係が確認された。一般的な優良顧客の購買傾向を四半期毎に分析を行う事で、購買傾向の差異を詳細に明らかにした。

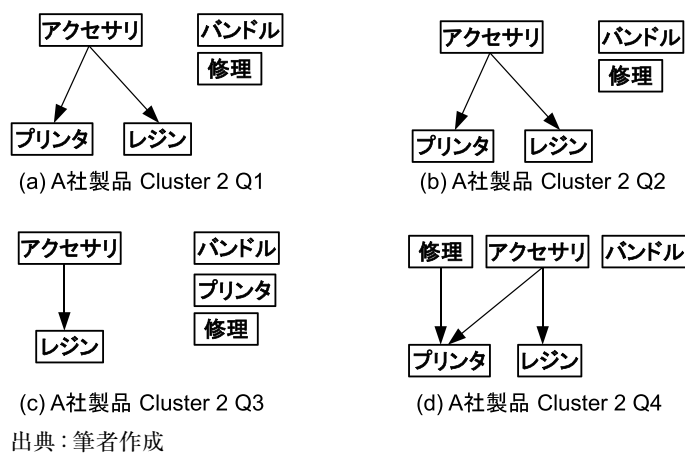
図—2 A社製品四半期別上位顧客全体のベイジアンネットワークの結果



図—3 A社製品四半期別 Cluster 1 のベイジアンネットワークの結果



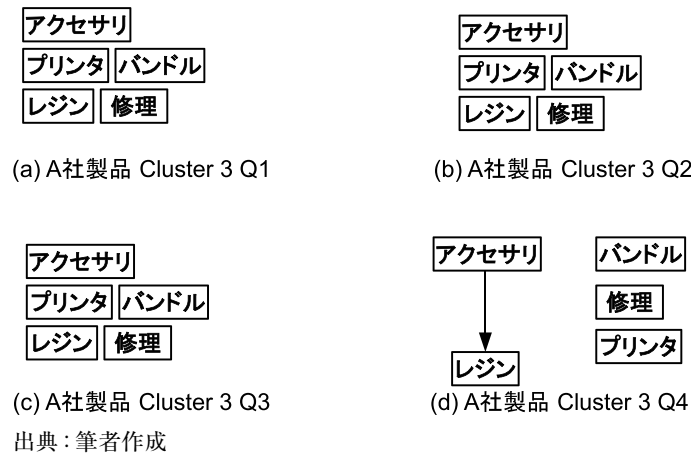
図—4 A社製品四半期別 Cluster 2 のベイジアンネットワークの結果



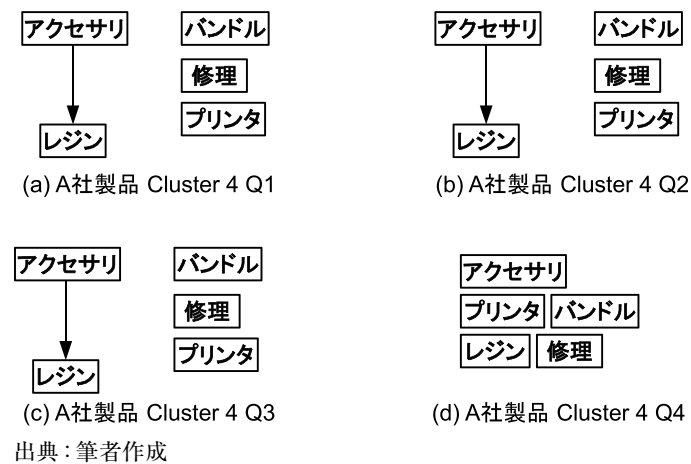
Cluster 3の結果を図5に示す。Cluster 3ではQ1, Q2, Q3で因果関係が確認されなかった。Q4ではアクセサリからレジンへの因果関係が確認された。予算消化等のタイミングで購買を行うと考えられる。

Cluster 4の結果を図6に示す。Cluster 4ではQ1, Q2, Q3で同様の因果関係が確認された。Q4では因果関係は確認されなかった。Q3まではプリンタを使用し、Q4は使用しないような特徴を持った顧客である可能性が考えられる。

図—5 A社製品四半期別 Cluster 3 のベイジアンネットワークの結果



図—6 A社製品四半期別 Cluster 4 のベイジアンネットワークの結果



Cluster 5の結果を図7に示す。Cluster 5ではQ1, Q3, Q4で同様の因果関係が確認された。Q2ではアクセサリからプリンタへの因果関係が確認された。購買傾向に季節性があることが確認された。

Cluster 6の結果を図8に示す。Cluster 6ではQ1, Q2, Q3, Q4で同様の因果関係が確認された。Cluster 6の顧客は購入頻度も高く、一年を通して同様の購買傾向が確認されていることから用途の決まった顧客であることが考えられる。

IV. 結論

本研究では顧客細分化を行う事でRFM分析の精度向上を図る為、顧客クラス毎の購買傾向について四半期毎に商品カテゴリ別ベイジアンネットワークを用い分析を行った。

クラス分けを行っていない上位顧客全体では四半期毎

に分類を行う事で季節性を考量した因果関係を明らかにした。

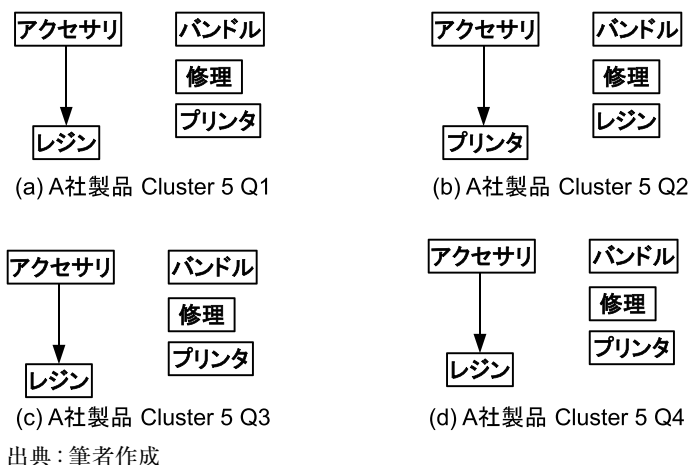
また、クラス別ベイジアンネットワークで因果関係が確認されたクラスについては四半期毎に分析を行う事で季節性を考慮した詳細な因果関係を明らかにした。

更に、クラス別ベイジアンネットワークで因果関係が確認されなかったクラスにおいても四半期毎に分析を行う事で因果関係を明らかにした。

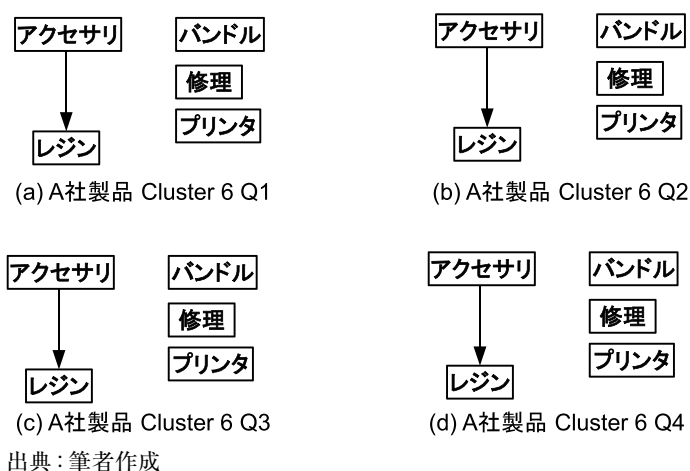
これらの結果から、分類条件別に比較を行うことで、季節性を考慮した購買傾向を明らかにすると共に、これまでは購買傾向が分からなかった顧客についても分析が可能であることを明らかにした。

この結果を活用する事で、顧客への推薦やクロスセル戦略への適応、顧客の満足度向上による収益増加に寄与するだけでなく、製品の需要予測や商品のライフサイクル、商品開発に活用が可能であると考えられる。

図一7 A社製品四半期別 Cluster 5 のベイジアンネットワークの結果



図一8 A社製品四半期別 Cluster 6 のベイジアンネットワークの結果



今後の課題として、職種を考慮した分析を行う事で詳細な因果関係を明らかにできるのではないかと考える。

謝辞

論文執筆に際しご指導いただきました武田善行准教授と加藤和彦教授に深く感謝申し上げます。

引用文献

照井 伸彦 (2024). ビジネスデータの統計モデリングとデータサイエンス. 日本統計学会誌, 53(2), 247-273.

廉 民善 (2007). 音楽 CD 購買履歴データを用いたアーティスト推薦モデル. 赤門マネジメント・レビュー, 6 (1), 7-32.

新美 潤一郎・星野 崇宏 (2020). RFMC 分析における Clumpiness 指標の拡張と自社顧客の行動予測への応用. 行動計量学, 47(1), 27-40.

田中 孝昌・濱口 智大・西郷 拓海・津田 和彦 (2017). スーパーマーケットの店舗別販売傾向とRFM分析を利用した優良顧客分類.

人工知能学会第二種研究会資料, 2017(KSN-020), 4-10.

五十嵐 千人・松井 佑介・南 弘征・水田正弘 (2015). 共同購入型クーポンサイトにおける顧客の分類及び群ごとの購買傾向の解析. 計算機統計学, 28(2), 139-146.

Hsin-Hung Wu, Shian-Chang Huang, Jo-Ting Wei, ShihYen Lin(2012). Using Bayesian Network and LRFM Model in a Pediatric Dental Clinic. International Symposium on Computer, Consumer and Control, 20-23.

竹山 湧祐・石田 崇・後藤 正幸 (2013). 因果関係の可視化を考慮したベイジアンネットワークのベイズ最適予測法. 日本経営工学会論文誌, 64(3), pp399-408.