

交互作用統計量に基づく消費者選好構造の研究

企業科学専攻システムズ・マネジメント
 主指導教員 西尾チヅル 教授
 副指導教員 椿広計 教授
 副指導教員 佐藤忠彦 准教授

石田 実

第1章. 序論

社会におけるライフスタイルが多様化し、消費者の多様な選好構造を捉える事が重要になっている。独自の選好を持つ消費者は、周囲の購買行動に倣うのではなく、それぞれが自らの価値観に基づいて製品の評価を行うために、多くの製品知識を主体的に集めて合理的に情報処理する必要があるが、消費者が合理的な情報処理能力や情報探索に使える時間は限られている。そこで、消費者は製品に対する既存の知識をカテゴリ化して、情報処理の負荷を最小化していると考えられている。そのような消費者の多様な選好構造を空間的表現として捉えるために、次の研究目的を設定した。

第1の研究目的として、行動面から消費者の製品カテゴリの類似関係を推定する指標として交互作用統計量を提案し、その妥当性を示す。第2の研究目的として、製品カテゴリの類似関係が製品選択に与える影響を明らかにする。第3の研究目的として、製品カテゴリの類似関係と消費者セグメントの対応を用いて消費者の選好構造を空間的に表現する。また、消費者の選好構造と売上パターンとの関係を明らかにして新製品のプロモーション戦略への応用を提案する。

研究目的	研究目標
研究1 消費者の購買行動から製品カテゴリの類似関係を推定する	・交互作用統計量が優位な類似評価指標であると明らかにする。
研究2 製品カテゴリの類似関係と製品選択の関係を明らかにする	・交互作用統計量を用いて、消費者の将来の製品選択を説明するモデルを提案する。
研究3 製品カテゴリに対応した消費者セグメントの空間的表現を示し、消費者の多様な選好構造を捉える	・消費者の製品に対する選好を空間的に表現する。 ・新製品のポジショニング戦略に資する知見を導出する(有用性確認)。

図1. 研究の構成

第2章. 先行研究のレビューと研究課題

研究目的に関連する先行研究として、ピースミール処理とカテゴリベース処理の概念と特徴の対比、カテゴリ概念とカテゴリの類似関係の定量的表現、競争市場構造分析による製品カテゴリと消費者セグメントの対応手法と空間的表現、および消費者の異質性の扱い、製品カテゴリの類似関係を用いた製品のクラスター分析手法と評価基準について、関連する研究をレビューして課題を整理した。

その結果、(1) 消費者の行動面から製品カテゴリの類似関係を推定する手法の提示、(2) 製品カテゴリの類似関係と製品選択との関係を示すモデルの提示、(3) 競争市場構造分析の空間的表現として多様な消費者の選好構造を捉え、消費者の選好構造と売上との関係についての新たな知見を示す事を、研究課題として設定した。(図2参照)。

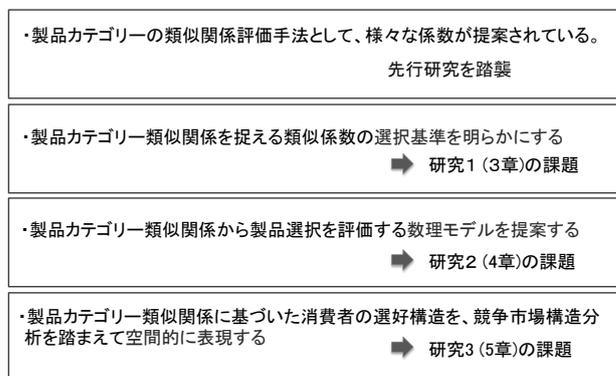


図2. 先行研究のレビューと研究課題

第3章. 行動面からの製品カテゴリの類似関係の推定

第3章では、多様な消費者の製品選択を捉える目的から、製品カテゴリの類似関係を表現するのに適切な類似係数を明らかにする研究を行った。これまでに表1の通り多数の類似係数が提案されているが(Wedel and Kamakula, 2000)、類似係数の選択基準

は示されていない。そこで、交互作用統計量を含む代表的な 16 種類の類似係数で分類を作成し、教師なし分類の妥当性評価手法であるクラスターバリデーションを用いて各分類結果の妥当性を比較した。クラスターバリデーション(Gordon, 1999)の評価基準には再現性・均等性・外的基準・内的基準の定量的な基準と、定性的な解釈可能性を用いた。特に定量的評価においては分類の 2-フォールド交差確認法を取り入れて評価の信頼性を高めた。

表 1. 代表的な類似係数

名称	算式
1 Simple matching	$(a + d)/n$
2 Jaccard	$a/(a + b + c)$
3 Czesanowski	$2a/(2a + b + c)$
4 Sokal & Sneath 1	$2(a + d)/(2a + 2d + b + c)$
5 Sokal & Sneath 2	$a/(a + 2b + 2c)$
6 Russel & Rao	a/n
7 Hamann	$(a + d - b - c)/n$
8 Rogers & Tanimoto	$(a + d)/(a + 2b + 2c + d)$
9 Yule's Q	$(ad - bc)/(ad + bc)$
10 Kulczynski	$a/(b + c)$
11 Ochiai	$a/\sqrt{(a + b)(a + c)}$
12 Psi	$ ad - bc /\sqrt{r_1 r_2 c_1 c_2}$

出典 Wedel and Kamakula(2000)

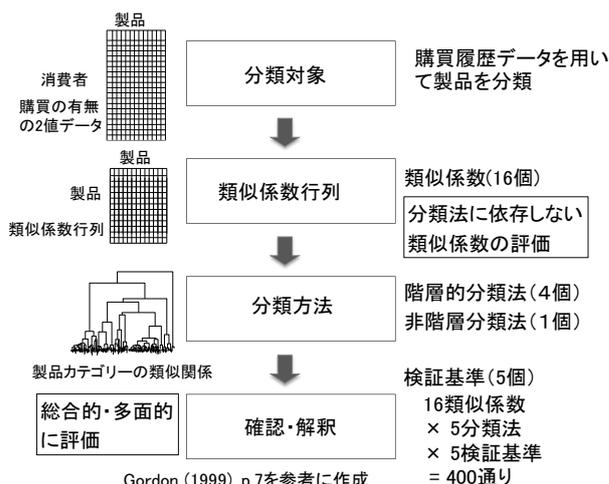
共通購買人数		B製品		計
		○	×	
A製品	○	a人	b人	r_1 人
	×	c人	d人	r_2 人
計		c_1 人	c_2 人	n人

$$\text{交互作用統計量} = \frac{ad - bc}{\sqrt{r_1 r_2 c_1 c_2 / n}}$$

図 3. 交互作用統計量

分類法としては、ウォード法、群平均法、最長距離法、最短距離法の4つの階層的クラスタリング法と、非階層的なPAM法をそれぞれ適用し、類似係数の評価が分類法の選択に影響されないように配慮した。音楽CDの個人ID付き販売POSデータを用いた実証分析の結果、交互作用統計量と相関が高い類似係数ほど妥当な分類を与える事が分かった。

全ての類似係数は交互作用統計量と主効果で記述できることに着目して結果を考察すると、交互作用統計量が2項関係であるのに対し、主効果は各観測対象に固有の属性であるため、主効果は観測対象に直線的な順序を与えてしまい、樹形図のような分類構



Gordon (1999), p.7を参考に作成

図 4. クラスターバリデーションの検証手順

造より直線的なランキングを与える機能を果たす。実際、主効果と相関の高い類似係数を用いた階層的クラスタリングは、空間収縮的と呼ばれるチェーンの形状をしたデンドログラムを生成し、各分類における要素数が著しく不均等となった。このため、主効果の影響を受けない交互作用統計量を用いて消費者のカテゴリー構造を捉える手法が適切であると分かった。

学術的貢献として、類似係数の選択基準として交互作用統計量と主効果の2軸を示す事ができた。特に分類を目的とする場合は、交互作用統計量が優位となる事を、実証検証と類似係数の関数の特徴として明らかにできた。類似係数は様々な実務の領域で判別分析に使われており、これらの分析者にとって類似係数の選択基準は有益であろう。

第4章. 交互作用統計量に基づく製品選択の研究

第4章では、第3章の結果を踏まえて、交互作用統計量を用いて製品カテゴリーの類似関係を評価し、この類似関係が製品選択に与える影響を明らかにする。まず、表2の通り、交互作用統計量は、購買経験を条件とする条件付き確率と、期間併売との関係を与える点に着目し、交互作用統計量を説明変数として、消費者の将来の購買の確率を推定する算式を導いた。消費者の過去の購買経験が将来の製品選択に影響を与える算式は、過去の経験によって得た知識に基づいて消費者がカテゴリーベース処理を行って製品を理解し、その結果が製品選択に影響を与える影響を表すと解釈できる。

表 2. 交互作用統計量と周辺確率・同時確率

購買確率		製品b		
		購買する	購買しない	計
製品 a	購買する	$p_i(a \cap b)$	$p_i(a) - p_i(a \cap b)$	$p_i(a)$
	購買しない	$p_i(b) - p_i(a \cap b)$	$1 + p_i(a \cap b) - p_i(a) - p_i(b)$	$1 - p_i(a)$
	計	$p_i(b)$	$1 - p_i(b)$	1

消費者 i の捉える製品 a と b の交互作用統計量を $s_i(a,b)$ として、

$$p_i(b|a) = p_i(b) \left\{ 1 + t_{i,a} \cdot s_i(a,b) \sqrt{\left(\frac{1-p_i(a)}{p_i(a)}\right)^{t_{i,a}} \frac{1-p_i(b)}{p_i(b)}} \right\}$$

$$\text{ただし } t_{i,a} = \begin{cases} 1 & (\text{a 製品を購入した}) \\ -1 & (\text{しない}) \end{cases}$$

複数製品の購買履歴に対する条件付き確率を計算する際の仮定

$$(1) \quad \forall i, \quad s_i(a,b) = s(a,b)$$

$$(2) \quad p_i(b|A_i) = \frac{1}{m} \sum_{a_j \in A_i} p_i(b|a_j)$$

音楽CDの購買履歴データと模擬データを用いて、将来の製品選択確率の推定を行った結果、購買予測が有意である事を検証できた。また、市場の競争構造としてレコードレーベルによる選択と集中戦略が観察される音楽CD市場では、同じレコードレーベル内のアーティストの類似関係が高く、提案した購買確率の推定式による売上の相乗効果が観察されるアーティスト達は、同じレコードレーベルに所属しているであろうと推測して、これを確認する数値実験を行った。その結果、推測に沿った結果を得て、提案した購買確率の推定式の妥当性を示す内容であると解釈した。

本研究は、購買履歴から類似関係を求めて製品推奨を行う協調フィルタリングのアルゴリズムに対し、消費者行動に沿った数理モデルを与えている。この結果は、協調フィルタリングを研究するコンピューターサイエンスの分野にも有益であろう。また、製品間の類似関係と売上との定量的関係は、競合ブランドからの影響を評価するためにも応用できよう。

第 5 章. 消費者の選好構造の空間的表現の研究

競争市場構造分析として、多様な消費者の選好を空間的に表現して評価する研究を行う。ただし、本研究における空間的表現は 2 次元の視覚的なマップを意図しておらず、高次元の直交座標系への埋め込みを意図している。第3章と第4章より、消費者の行動面から推定する製品カテゴリーの類似関係と、消費者の

製品選択との間に関係があると分かっている。そこで、さらに踏み込んで、交互作用統計量を用いて評価した製品カテゴリーと消費者セグメントの対応関係を空間的に表現し、競争市場構造分析の観点から消費者の選好構造を表現している事の確認を行った。交互作用統計量は2項分布の相関係数であるため、その値を内積とする直交座標系を構成することができる。具体的には、各製品を各軸に対応させた直交座標系に消費者をベクトルとして配置し、消費者間の交互作用統計量による類似評価が内積に一致する理想ベクトルモデルとしての空間配置が、先行研究を踏まえて独自に設定した競争市場構造分析の空間的表現としての3つの評価基準、(1)製品カテゴリーに直交座標系が対応、(2)消費者セグメントと製品カテゴリーの対応、(3)消費者の座標と選好の強さの対応(表3,図5参照)を満たしている事を実証する。

表 3. 競争市場分析の空間的表現の要件

阿部(2003)	A1. 空間的表現を与えるモデルの適合度(対数尤度) A2. モデルによる製品選択の予測確率 A3. ヒット率(実際の正解率)
本研究で示す要件	1. 直交座標系を直接与える(モデルなし) 2. 消費者セグメントと製品カテゴリーの対応 3. 消費者の座標と選好の強さの対応

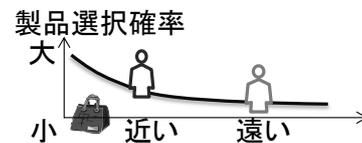


図 5. 消費者の座標と選好の強さの対応

分析の結果、図 6-a.の通り、消費者が製品に近づくにつれて製品選択確率が高くなる結果を得た。製品から遠ざかると選択確率は下がるが、該当する消費者数は増えるため、図 6-b.の通り一定の距離離れた点で新規採択者数は最大となる。

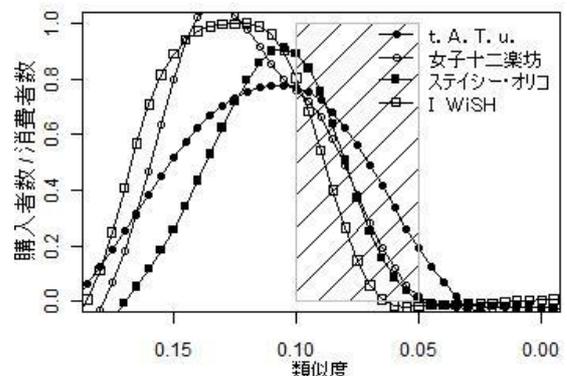


図 6-a. 製品からの距離と消費者の選択確率

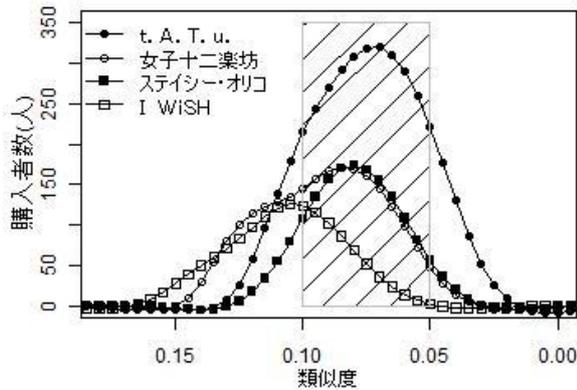


図 6-b. 製品からの距離と新規採択者数

この結果は、表3の競争市場構造分析の空間的表現の要件を満たすものであり、構成した空間が消費者の選好構造を捉えている事を示している。

応用として、新製品の新規採択者の類似関係の分布の推移を評価したところ、図 7 の通り、新製品が市場に浸透するにつれて、新規採択者の類似関係がお互いに強まり、狭い範囲の消費者に限定される傾向がある事が分かった。また、この変化により図 8-a,b.の通り、売上推移のライフサイクルが短期化する事が分かった。この新たな知見は、新製品の市場における浸透が、同心円状に周囲に波及すると考える普及モデルや口コミとは逆の現象を示している。解釈として、新製品の初期の採択者には様々な選好を持つ革新的なバラエティー・シーカーが含まれるのに対し、次第に同質な選好を持つロイヤル顧客が形成され、その割合が増えていくと考えられる。この知見は、製品のライフサイクルやポジショニング戦略に関心のあるマーケッターに示唆を与えるものと期待できる。

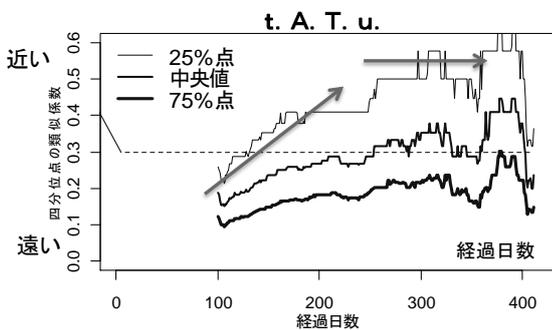


図 7. 新製品の市場への浸透と、新規採択者の分布の四分位点の推移

第 6 章. 結論

第6章では、図 9 の通り、本研究の成果をまとめるとと

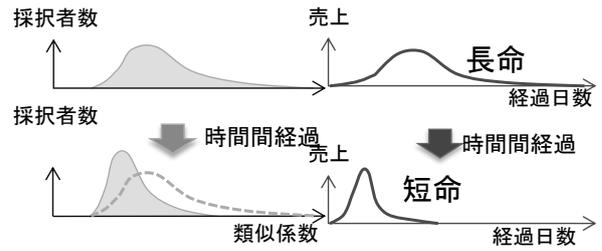


図 8-a. 新製品の新規採択者 図 8-b. 新製品の売上の類似係数の分布の推移

もに、学術的貢献と実務的示唆について整理した。

これまでの先行研究では交互作用統計量を類似係数として扱ってこなかったが、本研究では類似係数と相関係数の両方の特徴を持つ交互作用統計量に着目したことが、独自の視点となった。今後の課題は、繰り返し購買への適用、連続的な時系列推移への対応や、様々な市場での実証分析を重ねて本研究手法が適用可能な製品の範囲を特徴付けることである。

研究目的	研究成果
(1) 消費者の購買行動から製品カテゴリの類似関係を推定する。	3章 ・製品カテゴリの類似関係を捉える類似係数として、交互作用統計量が妥当である事をクラスターバリエーションにより示した。
(2) 製品カテゴリの類似関係と製品選択の関係を明らかにする	4章 ・交互作用統計量を用いた製品選択確率の推定式を示し、製品カテゴリの類似関係が売上に与える影響を考察した。
(3) 製品カテゴリに対応した消費者セグメントの空間的表現を示し、消費者の多様な選好構造を捉える	5章 ・空間の座標系を示し、競争空間の要件を検証し、新製品のポジショニング戦略に関する知見を導いた。

図 9. 研究成果のまとめ

参考文献

- 井上 哲浩 (2001), 「競争市場構造分析」, 朝倉書店, 編者 岡太 彬訓・木島 正明・守口 剛, 『マーケティングの数理モデル』, 第6章.
- 新倉貴士 (2005), 『消費者の認知世界: ブランドマーケティング・パースペクティブ』, 千倉書房.
- Gordon, AD (1999), 'Classification, 2nd Edition,' Monographs on Statistics and Applied Probability 82, Chapman & Hall/CRC.
- Rosch, E.H.(1975), "Cognitive representation of semantic categories," Journal of Experimental Psychology, 104(3), pp.192-233.
- Wedel, Michel and Kamakula, A. Wagner (2000), 'Market Segmentation: Conceptual and Methodological Foundations 2nd ed.,' Kluwer Academic Publisher.

以上