

# ランキングデータに基づく消費者の 価値構造に関する分析

柴 田 淳 子

## 1. はじめに

マーケティング分野や消費者行動研究の領域において、「商品価値」はこれまでにさまざまな観点から議論されているが、一貫した概念はまだ存在していない。製品の価値は消費者の価値構造によって、機能的価値と情緒的価値に分けることができる。機能的価値とは消費者が製品の機能について客観的に評価する価値のことであり、情緒的価値とは心理的な満足度により主観的に製品を評価する価値のことである。製品価値の大きさは消費者の購買行動に影響を与え、価値の高い製品はより多くの消費者が購入すると考えられる。そのため、製品そのものの機能的価値や情緒的価値が与える影響を明らかにすることは、マーケティング活動において重要な役割を果たす。尾上（2015）は、情緒的価値のひとつである「こだわり」を万年筆のデータを用いて定量的に測定し、「こだわり」を決定する要因の選定を行っている。しかし、情緒的価値と機能的価値の具体的な関係性については議論されていない。

これら2つの価値の関係性を議論するためには、機能的価値を定量的に測定する必要がある。製品そのものの価値は、他の製品との機能を比較することでその大きさが決定する。そのため、妥協可能な合意のメカニズムを用いることで、製品の機能的価値を客観的に測定する。この手法を用いることにより、製品の機能を相互に評価することが可能となる。本研究では、ノート型パソコン

ランキングデータに基づく消費者の価値構造に関する分析

の仮想的なランキングデータを用いた計算機実験を行い、その有効性を明らかにする。製品の購入量に基づくランキングとの比較により、消費者の製品購入に関する価値構造について考察する。

## 2. 妥協可能な合意形成モデル

ここでは、複数の主体が存在するとき、資金などの有限資源をどのように配分するかを考える。このような問題における解決法としてデータ包絡分析 (DEA) が提案されている。DEA は効率性という概念を用いて、各主体に対する多入力データから、全体のバランスを反映した配分を行う手法である。DEA では分析対象を DMU (意思決定者) と表すため、本論文でも主体のことを DMU と呼ぶ。

表 1 に示すように、 $K$  個の DMU が存在し、 $k(k=1, 2, \dots, K)$  番目の DMU は  $N$  個の入力要素 ( $x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kN}$ ) と  $M$  個の出力要素 ( $y_{k1}, y_{k2}, \dots, y_{kM}$ ) をもつと仮定する。

表 1: 入出力データ

No.	入力データ			出力データ		
	1	...	$N$	1	...	$M$
DMU 1	$x_{11}$	...	$x_{1N}$	$y_{11}$	...	$y_{1M}$
DUM 2	$x_{21}$	...	$x_{2N}$	$y_{21}$	...	$y_{2M}$
...	...	...	...	...	...	...
DUM $K$	$x_{K1}$	...	$x_{KN}$	$y_{K1}$	...	$y_{KM}$

このとき DMU  $d$  の効率値  $\theta_d$  は、以下の式によって計算される。

$$\text{Maximize } \theta_d = \frac{\sum_{j=1}^M v_{dj} y_{dj}}{\sum_{i=1}^N w_{di} x_{di}}$$

$$\text{Subject to } \frac{\sum_{j=1}^M v_{dj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^N w_{di} x_{ki}} \leq 1 \quad (d=1, 2, 3, \dots, K)$$

$$w_{di} \geq 0, \quad v_{dj} \geq 0$$

ただし、 $w_{ki}$  は、DMU  $k$  の  $i$  番目の入力データ  $x_{ki}$  に対する重みを表し、 $v_{kj}$

は、DMU  $k$  の  $j$  番目の出力データ  $y_{kj}$  に対する重みを表す。ここで、効率値  $\theta_k=1$  のとき、DMU  $k$  は効率的であるという。DMU  $k$  の効率値  $\theta_k$  は主観的に自分自身の効率値が最も高くなるような重みを指向する。そのときに得られる入出力データに対する重みを表2に示す。

表2：入出力データに対する重みと効率値

No.	入力データの重み			出力データの重み			効率値
	1	...	$N$	1	...	$M$	
DMU 1	$w_{11}^*$	...	$w_{1N}^*$	$v_{11}^*$	...	$v_{1M}^*$	$\theta_1$
DUM 2	$w_{21}^*$	...	$w_{2N}^*$	$v_{21}^*$	...	$v_{2M}^*$	$\theta_2$
...	...	...	...	...	...	...	
DUM $K$	$w_{K1}^*$	...	$w_{KN}^*$	$v_{K1}^*$	...	$v_{KM}^*$	$\theta_K$

一方、個人合理性と全体合理性を満たす最小の負担割合を求める方法として、DEA minimum game を用いる方法が提案されている。

$$G(S) = \text{Minimize } \sum_{d \in S} \sum_{i=1}^N w_i x_{di}$$

$$\text{Subject to } \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N w_i x_{ki} = 1 \quad (\equiv \sum_{k=1}^K y'_{dk})$$

ただし、 $S$  は提携した DMU を表す。DEA minimum game は対象とした要素のみならず考慮する全ての要因を入力要素とみなし、仮想的に出力要素を相互評価として、それらの重みを全て1とした DEA モデルと類似している。

ここで、個人合理性と全体合理性が満たされるとき、

$$\text{個人合理性； } z_k \geq G_k \quad (k=1, 2, 3, \dots, K)$$

$$\text{全体合理性； } \sum_{k=1}^K z_k = G(K) = 1$$

Shapley 値は、以下の式によって定義される。

$$\phi_a(G) = \sum_{S \setminus \{d\} \in S \subset K} \frac{(s-1)!(K-s)!}{K!} \{G(S) - G(S \setminus \{d\})\}$$

ただし、 $s$  は提携  $S$  のメンバーの数である。

ここで得られた Shapley 値を用いて、表3に示すように、入力データの重みから Shapley 値を近似するような要素ごとの共通の重みを求めることができる。

この手法を相互評価に適用することで、以下のような妥協案の候補が得られ

ランキングデータに基づく消費者の価値構造に関する分析

表 3：共通の重み

No.	入力データの重み			Shapley 値
	1	...	$N$	
DMU 1	$w_{11}$	...	$w_{1N}$	$\phi_1(G)$
DUM 2	$w_{21}$	...	$w_{2N}$	$\phi_2(G)$
...	...	...	...	...
DUM $K$	$w_{K1}$	...	$w_{KN}$	$\phi_K(G)$

ることが提案されている。

$$\bar{\theta}_d = \sum_{k=1}^K w_k^* \theta_{dk}$$

ただし、効率値  $\theta_{dk}$  は、DEA により導出された各 DMU における効率値を用いて、他の DMU を評価したものである。具体的に、効率値  $\theta_{dk}$  は DMU  $k$  の効率値が  $\theta_k$  である場合の入出力データの重みを用いて、DMU  $d$  の効率値を求めた値である。これらを表 4 に示す。

表 4：DEA minimum game に関して相互評価により得られるデータ

No.	DMU 1	DUM 2	...	DUM $K$	
DMU 1	$\theta_{11}$	$\theta_{12}$	...	$\theta_{1K}$	$\bar{\theta}_1$
DUM 2	$\theta_{21}$	$\theta_{22}$	...	$\theta_{2K}$	$\bar{\theta}_2$
...	...		...		...
DUM $K$	$\theta_{K1}$	$\theta_{K2}$	...	$\theta_{KK}$	$\bar{\theta}_K$
重み*	$w_1^*$	$w_2^*$	...	$w_K^*$	

### 3. 計算機実験と考察

本研究ではノート型パソコンの仮想的なランキングデータを用いて数値実験を行う。まず、製品の要素データの特徴に基づいた相互評価により、製品そのものの評価を相互的に行う。具体的には、ノート型パソコンを DMU とみなし、製品データから構成される製品の効率値を求める。次に、Shapley 値を導出し、相互評価によって得られた値の大小によりランク付けする。次に、製品の購入

量に基づくランキングと比較し、考察を述べる。

ここで、計算機実験に用いる5つの製品のデータを表5に示す。

表5：数値実験に用いた製品データ

	ランキング	金額	サイズ	CPU	メモリ	SSD	重量	駆動時間	満足度	処理速度
製品A	1	59,950	15.6	AMD Ryzen 2.10GHz	8GB	256GB	2.10	10.80	4.02	4.25
製品B	2	58,938	14	AMD Ryzen 5 2.1GHz	8GB	256GB	1.50	10.00	4.27	4.6
製品C	3	77,000	15.6	AMD Ryzen 5 2.1GHz	8GB	512GB	1.98	13.00	4.10	4.7
製品D	4	109,800	15.6	Core i7 9750H 2.6GHz	16GB	256GB	2.10	7.40	4.63	4.88
製品E	5	87,980	13.3	Core i5 8265U 1.6GHz	8GB	256GB	1.29	16.10	4.50	5

ただし、表5の2列目のランキングはある期間に購入された製品の数に基づくランキングを示し、10列目と11列目の値は消費者が感じた満足度と処理速度に関する満足度の値を示している。満足度は0から5の間の値をとり、値が大きいほどその商品に満足していることを表している。

まず、表5のデータを数値化し、各DMUの効率値から得られるデータの重みを他のDUMに適用した結果を表6に示す。

表6：DEAの相互評価によって得られた効率値

DUM	製品A	製品B	製品C	製品D	製品E
製品A	0.940	1.000	0.764	0.823	1.000
製品B	0.869	1.000	0.806	0.860	0.884
製品C	0.913	1.000	0.980	0.762	1.000
製品D	0.863	1.000	0.801	1.000	0.852
製品E	0.738	0.884	0.787	0.848	1.000

次に、DEA minimum gameによって得られた特性関数の値を表7に示す。これにより、それぞれの製品におけるShapley値を得る。そして、これらの結果を用いて、表4に示した $\hat{\theta}$ の値を求めることができる。導出した値を表8に示す。

これらを値の大きいものから順にランキングした結果と、表5に示した製品

ランキングデータに基づく消費者の価値構造に関する分析

表 7 : それぞれの提携に対する特性関数の値

提携	特性関数 G	提携	特性関数 G	提携	特性関数 G
A	0.152285679	C, D	0.361062	A, B, C, E	0.720366
B	0.150100844	A, C, D	0.538049	D, E	0.363632
A, B	0.300200815	B, C, D	0.538049	A, D, E	0.545447
C	0.181818213	A, B, C, D	0.715039	B, D, E	0.545455
A, C	0.346201249	E	0.152381	A, B, D, E	0.727262
B, C	0.346201249	A, E	0.333333	C, D, E	0.599995
A, B, C	0.496302993	B, E	0.333334	A, C, D, E	0.799993
D	0.130971934	A, B, E	0.512545	B, C, D, E	0.799993
A, D	0.307961162	C, E	0.352381	A, B, C, D, E	0.999979
B, D	0.307961162	A, C, E	0.545443	$\phi$	0
A, B, D	0.484950472	B, C, E	0.545455		

表 8 : 5 製品に関する Shapley 値と  
DEA minimum game から得られた相互評価の値

	Shapley 値	$\bar{\theta}$
製品 A	0.17603	0.89747
製品 B	0.17549	0.87840
製品 C	0.23528	0.93095
製品 D	0.20646	0.89839
製品 E	0.20673	0.85216

の購入量に基づくランキングを表 9 に示す。

表 9 より、製品の機能的価値の大きさは、製品の購入数に基づくランキングと一致しないことが分かる。機能的価値以外の価値を決定するものとしては、消費者の好みやクチコミ、企業イメージなどがあり、それらは主観的な評価であるため本研究では情緒的価値として扱う。つまり、機能的価値が低い製品であっても情緒的価値が高ければ、製品価値が高くなり、購入する消費者が増える。今回の計算機実験では、製品 A と製品 B がそれに当てはまる製品になっている。逆に、製品 C と製品 D は、機能的価値は高いが情緒的価値が低いいため、購入数に基づくランキングが低くなっている。また、表 9 に示す 2 つのランキ

表9：5製品に関する購入量に基づく  
ランキングと相互評価に基づくランキング

	購入量に基づく ランキング	相互評価に基づく ランキング
製品A	1	3
製品B	2	4
製品C	3	1
製品D	4	2
製品E	5	5

ングが一致している製品Eは、情緒的価値による影響がほとんどないと考えられる。

#### 4. おわりに

本研究では、製品のランキングデータを用いた数値実験の結果に基づき、製品に関する機能的価値と情緒的価値の関係性について議論した。製品の機能的価値の大きさは、妥協可能な合意のメカニズムの概念により測定した。購入数に基づくランキングと比較することで、情緒的価値が消費者の製品購入に与える影響を明らかにした。

#### 参 考 文 献

- [1] 牧野圭子, 個々の消費者が認識する商品価値の概念に関する論考—経済学理論を導入して—, コミュニケーション紀要成城大学大学院文学研究科, 第12輯, 1998.
- [2] 尾上裕美, 消費者のこだわりに関する一考察: 万年筆ユーザーの価値構造の視点から, 立教ビジネスデザイン研究 (12), pp. 19-30, 2015.
- [3] Sheth, J.N., Newman, B.I., Gross, B.L., Consumption values and market choices: theory and applications, Cincinnati, South-Western Publishing, 1991.
- [4] 鈴木豊:「マイクロマーケティング入門」, PHP 研究所, 2009.
- [5] 奥原浩之, 価値観の分析にもとづく妥協可能な合意の探索メカニズム, 第45回日本経営システム学会全国研究発表大会講演論文集, pp. 86-89, 2010.
- [6] 柴田淳子, 奥原浩之, 塩出省吾, 製品ランキングを利用したマイクロマーケティング実現のための心理的価値の分析, 第48回日本経営システム学会全国研究発表大

ランキングデータに基づく消費者の価値構造に関する分析

会講演論文集 pp. 70-73, 2012.

- [ 7 ] 刀根薫, 経営効率性の測定と改善, 日科技連, 1993.
- [ 8 ] Liang Liang J. W., Wade D. C. and Jow Z., The DEA Game Cross-Efficiency Model and Its Nash Equilibrium. Oper. Res. Articles in Advance, pp. 1-11, 2008.
- [ 9 ] 岡田章, ゲーム理論, 有斐閣, 1996.
- [10] 中林健, 刀根薫, DEA ゲームの凸性, 数理解析研究所講究録, vol. 1349, pp. 204-220, 2004.
- [11] Shapley, L. S., On balanced sets and cores. Naval Research Logistics Quarterly, vol. 14, pp. 453-460, 1968.
- [12] Wu, J., Liang, L., and Yang, F., Determination of the weights for the ultimate cross efficiency using Shapley value in cooperative game. Expert Systems with Applications, vol. 36, No. 1, pp. 872-876, 2007.