

## 消費者間ネットワークにおける情報流通が普及プロセスに与える影響の解明 マルチエージェントシミュレーションを用いた消費者行動モデルによる分析

### The impact of social networks on diffusion process

### An analysis of consumer behavior model by multi-agent simulation

新井 雄大, 梶山 朋子, 大内 紀知 (青山学院大学)

**要旨:**近年、消費者がSNSを通じて大量の情報を得るようになっており、これらの消費者間ネットワークにおける情報流通の影響を考慮した消費者行動の解明が望まれている。本研究の目的は(1)消費者間ネットワークにおける情報流通が消費者行動に与える影響の解明、(2)消費者行動の変化した社会における効果的な宣伝戦略の提示である。本研究では、映画市場を対象に消費者行動モデルをマルチエージェントシミュレーションにより構築した。構築モデルを用いたシミュレーションにより、映画作品タイプ別に消費者行動の変化が観客動員数に与える影響を明らかにした。続いて、宣伝投下シミュレーションを行い、宣伝予算の効果的な時系列的配分を提示した。

**Abstract:** As consumers have been becoming to get a lot of information through social networking services such as “Twitter” and “Facebook”, the elucidation of consumer behavior considering the effect of social networking service is required. The purposes of this study are (i) to elucidate the impact of social networks on consumer behavior and (ii) to demonstrate the effective way of advertising. We construct a consumer behavior model considering the effect of social networks with movie market by using multi-agent model. Simulation results show that the impact of social networks on diffusion process varies according to the characteristic of movies. Furthermore we demonstrate the effective time-series allocation of advertising budget in appropriate to the characteristic of movies.

#### 1 研究背景・目的

近年、FacebookやTwitterなどのSocial Networking Service(SNS)が消費者間で流行し、消費者はSNSを通して多くの情報を収集することが可能になっている。その結果、SNSが消費者行動に与える影響は増大し、製品・サービスの普及プロセスが変化していると考えられる。したがって、SNSに代表される消費者間ネットワークが消費者行動に与える影響を考慮することは、企業にとって重要な課題である。これまで、消費者行動モデルや普及モデルに関する多くの研究が行われてきた(Mansfield, 1961; Bass, 1969; Mahajan et al, 1990; Meyer, 1994; Libai et al, 2009)。しかし、SNSによって構築される消費者間ネットワークが消費者行動に与える影響を組み込んだモデルはほとんど存在しない。

消費者行動モデルを構築し、企業戦略に応用している研究がいくつか行われている(Tilman et al, 2007; Mahvi and Ardehali, 2011; 上村他, 2006)。特に、上村他(2006)は、消費者間ネットワークにおける情報流通が大きな影響を与えると考えられる映画市場を対象としている点で注目される。上村他(2006)は、マルチエージェントシミュレーションによって宣伝費の効果的な時系列配分を分析している。しかし、上村他(2006)がモデルを提案した当時は、まだSNSが普及しておらず、消費者行動モデルにSNSのような消費者間ネットワークは考慮されていない。また、消費者間ネットワークにおける情報流通が消費者行動に与える影響や、宣伝費の効果的な時系列配分は、製品特性により異なると考えられる。

したがって、本研究では次の2点を目的とする。1点目は、消費者間ネットワークを考慮した消費者行動モデルを、映画市場を事例に構築し、作品タイプ別に消費者行動の変化が普及プロセスに与える影響を明らかにすることである。2点目は、作品タイプ別に有効な宣伝費の時系列配分を分析し、効果的な宣伝戦略を提示することである。

#### 2 モデル概要・検証

本研究では、分析手法としてマルチエージェントシミュレーションを用いる。本手法は、個々のエージェント主体の行動や相互作用が全体に与える影響を観察できるため、本研究のような消費者間ネットワークを考える上で適している。

シミュレーション上の仮想社会として、50セル×50セルの2次元空間を設定し、そこに消費者エージェント1000体をランダムに配置する。

モデル上のそれぞれの消費者エージェントは、映画作品を鑑賞するかどうかの意思決定を行う。意思決定は、「選好度」、「総情報量」、「鑑賞閾値」の3つの要因によって決定される。各エージェントは、それぞれの特性によって「選好度」と「総情報量」の加重和を計算し、その値が「鑑賞閾値」を上回った場合に作品を鑑賞する。消費者エージェントの意思決定条件を(1)式に示す。なお、(1)式は作品を鑑賞する場合の条件式を表している。

$$W(i) * U(i, k) + (1 - W(i)) * T(i, k) > B(i, k) \quad (1)$$

i:エージェント番号, k:週単位の期間, W:0-1の一様乱数, U:選好度, T:総情報量, B:鑑賞閾値

「選好度」は各エージェントが作品に対して持つ独自の効用であり、作品のジャンルや出演俳優などの要因によって決定される。各エージェントは、(2)式によって作品が自身の興味あるジャンルかどうかを判断し、該当する場合には(3)式により効用の大きさを計算する。

$$Rnd < \text{Genre} \quad (2)$$

$Rnd$ :エージェントの特性を表す0-1の一様乱数、 $\text{Genre}$ :ジャンル別選好割合(上村他(2006)の値を引用)

$$U(i, k) = (PB + adv + ex) * UQ(k) * E_U \quad (3)$$

$PB$ :製作費(10段階で評価)、 $adv$ :宣伝規模(7段階で評価)、 $ex$ :原作・前作の影響(10段階で評価)、 $UQ$ :新作に対する興味、 $E_U$ :個々の影響の受けやすさ

「総情報量」は各エージェントが外部から受ける作品情報の総和であり、宣伝と口コミの2種類から構成される。消費者エージェントは、(4)式によってマスメディアから宣伝を受け取るかどうかを判断し、該当する場合に(5)式によりマスメディアから受け取る宣伝の大きさを計算する。

$$Rnd < P_A * AQ(k) * adv / adv_{max} \quad (4)$$

$P_A$ :マスメディアから宣伝を受け取る確率(宮田(2008)の値を引用)、 $AQ(k)$ :宣伝活性度、 $adv_{max}$ :宣伝規模の最大値(ここでは $adv_{max}=7$ とする)

$$A(i) = (adv * S_A * R_A) * E_A(i) \quad (5)$$

$S_A$ :スケールパラメータ、 $R_A$ :マスメディアへの信頼度、 $E_A(i)$ :個々の影響の受けやすさ

また、消費者エージェントは(6)式によって口コミを受け取るかどうかを判断し、該当する場合に、作品公開前は(7)式、作品公開後は(8)式によって受け取る口コミの大きさを計算する。

$$Rnd < P_w * WQ(k) \quad (6)$$

$P_w$ :消費者が映画情報の口コミを得る確率(宮田(2008)の値を引用)、 $WQ(k)$ :口コミ活性度

$$W(i) = \{(PB + adv + ex) * D(i') * S_W * R_w\} * E_w(i) \quad (7)$$

$D(i')$ :相手の発言力、 $S_W$ :スケールパラメータ、 $R_w$ :口コミへの信頼度、 $E_w(i)$ :個々の影響の受けやすさ

$$W(i) = (\text{Rating} * D(i') * S_W * R_w) * E_w(i) \quad (8)$$

$\text{Rating}$ :作品評価値(The Numbers)

本研究では、口コミの情報源を「周囲」、「インターネットサイト」、「消費者間ネットワーク」の3種類とした。これらの違いは、情報流通範囲、情報流通頻度、情報源への信頼度によって表現した。なお、「消費者間ネットワーク」は、現実社会の人的ネットワークで見られるとされるスケールフリーネットワーク(Barabasi and Albert, 1999)を参考に、消費者間のつながりが次数のべき分布に従うように生成した。

「鑑賞閾値」は各エージェントが作品鑑賞に際し

て持つ一定値であり、Rogersの採用者カテゴリー(Rogers, 1962)により各エージェントに異なる値を与えた。

続いて、上記のように構築したモデルの妥当性を検証する。モデルのパラメータ設定は、Toy Story 3によって対象作品共通のパラメータを設定し、製作費などの作品独自のパラメータは作品ごとに設定する。検証は、週単位の累積観客動員数を実測値とシミュレーション値で比較し、(9)式のように誤差率を算出することにより行う。

$$E_r^t = \frac{|A_s^t - A_a^t|}{A_a^t} \quad (9)$$

$A_a^t$ :t週目の実測値の観客動員数比

$A_s^t$ :t週目のシミュレーション値の観客動員数比

対象作品は、構築モデルの妥当性を様々なタイプの作品で検証するため、2010年度全米興行収入上位7作品、下位5作品(30位-34位)、同年度アカデミー賞作品賞1作品の計13作品とする。表1に検証結果の誤差率を示す。

表1 検証結果

No.	タイトル	平均誤差率	最大誤差率	最小誤差率
1	Toy Story 3	3.73%	15.21%	0.00%
2	Alice in wonderland	3.99%	28.28%	0.49%
3	Iron Man 2	2.37%	7.68%	0.04%
4	The Twilight Saga: Eclipse	9.51%	19.94%	2.00%
5	Inception	9.40%	16.27%	4.20%
6	Harry Potter and the Deathly Hallow: Part I	3.60%	13.9%	0.01%
7	Shrek Forever After	8.66%	76.5%	0.22%
8	The Book of Eli	6.6%	20.58%	0.70%
9	The Social Network	9.43%	23.85%	0.47%
10	The Town	8.67%	17.7%	0.25%
11	Red	7.07%	21.12%	0.81%
12	Percy Jackson & the Olympians: The Lightning Thief	6.24%	17.46%	1.32%
13	The King's Speech	11.40%	32.66%	2.94%

表1より、ほとんどの作品において平均誤差率が10%以内であることから、構築モデルによって実測値の観客動員数推移をある程度再現することができたと考えられる。

### 3 戦略的シミュレーション

#### 3.1 消費者行動変化の普及プロセスへの影響

ここでは、構築モデルを用いて、消費者間ネットワークが観客動員数に与える影響を作品タイプ別に分析する。本研究では、作品タイプを表2のように「公開前の期待」の大小と「公開後の評価」の高低によって4種類に分類する。「公開前の期待」の大小は、製作費、宣伝規模、原作・前作の影響によ

って決定され、「公開後の評価」の大小は、鑑賞者による作品レビューによって決定されるものとする。2章のモデル検証に用いた対象作品を表2の作品タイプにあてはめると、No. 1, 2, 3, 5, 6 が作品タイプ1、No. 9, 10, 11, 13 が作品タイプ2、No. 4, 7 が作品タイプ3、No. 8, 12 が作品タイプ4となる。

表2 作品タイプ

作品タイプ	公開前の期待	公開後の評価
1	高	高
2	低	高
3	高	低
4	低	低

消費者間ネットワークの観客動員数への影響を観察するために、2章で説明した「周囲」、「インターネットサイト」、「消費者間ネットワーク」の3種類の口コミ情報源の中の「消費者間ネットワーク」を(a)考慮する場合、(b)考慮しない場合の2パターンを、それぞれの作品タイプに対してシミュレーションする。シミュレーション結果を図1-図4に示す。なお、図中の実線は(a)を、点線は(b)を示し、縦軸はそれぞれの図の(b)の最終的な観客動員数を基準1とした場合の累積動員数比を表す。

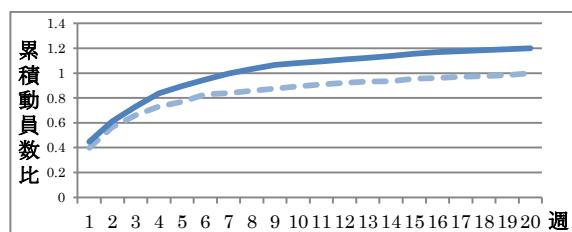


図1 作品タイプ1

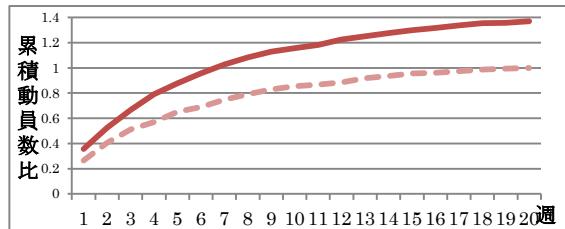


図2 作品タイプ2

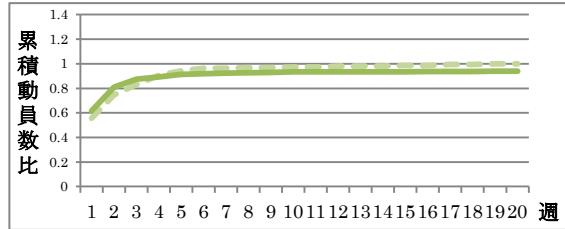


図3 作品タイプ3

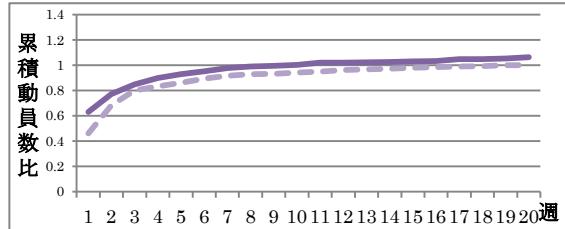


図4 作品タイプ4

タイプ1では、(a)の方が観客動員数を獲得する結果となった。これは、消費者間ネットワークを通して正の口コミがより一層流れたためだと考えられる。タイプ2では、タイプ1以上に(a)の方が観客動員数を獲得する結果となった。これは、正の口コミの伝播に加えて、作品自体の認知が高まったためだと考えられる。タイプ3では、公開途中から(b)の観客動員数が(a)の観客動員数を逆転した。これは、消費者間ネットワークによって作品がより認知されるようになったものの、負の口コミの活発化によって最終的な観客動員数が減少したためだと考えられる。一方、タイプ4では、(b)の観客動員数が(a)の観客動員数に徐々に差を縮めたが、タイプ3のような逆転現象は起きなかつた。これは、タイプ3とは反対に、作品認知の影響の方が負の口コミの活発化の影響よりも大きかったためだと考えられる。

以上のことから、消費者間ネットワークが普及プロセスに与える影響は、製品特性によって異なることがわかった。特に、作品タイプ1と作品タイプ3のような多額の製作費や宣伝費を投入した大規模な映画作品では、公開後に高評価を得ることができるかどうかによって、消費者間ネットワークが普及プロセスにとってプラスに働くかどうかが決まるという結果が示された。

### 3.2 宣伝費の効果的な時系列配分

効果的な宣伝費の時系列配分方法を、構築モデルを用いて作品タイプ別に分析する。本研究では、宣伝投下方法を表3に示す4種類とする。ここで、標準宣伝は上村他(2006)を参考に公開日付近に宣伝費を集中する宣伝方法とし、宣伝予算は4種類の宣伝方法すべてにおいて同額である。

表3 宣伝投下方法

標準	公開日付近に集中
公開前重視	公開前に集中
公開後重視	公開後に集中
一定	常に一定の割合

シミュレーション結果を図5-図8に示す。なお、観客動員数は、作品タイプごとに標準宣伝における(a)の観客動員数を基準1とした場合の比率で表す。

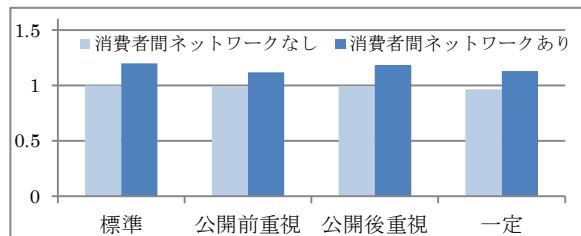


図5 作品タイプ1

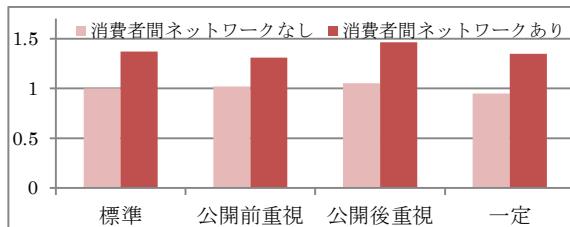


図6 作品タイプ2

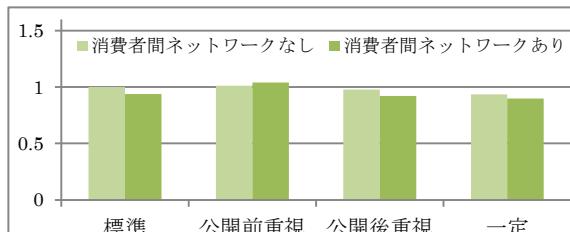


図7 作品タイプ3

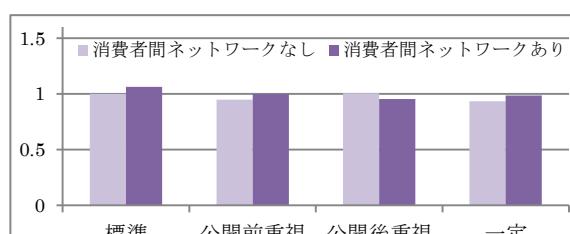


図8 作品タイプ4

タイプ1とタイプ4では、標準宣伝が最適な結果となった。消費者の作品に対する評価が公開前後であまり変化しないこれらの作品タイプでは、公開日付近に宣伝費を集中させる標準的な宣伝方法が有効であったと考えられる。タイプ2では、公開後重視宣伝が最も効果的であった。これは、公開後に集中的に宣伝を行うことで、正の口コミがより活発化され、観客動員数の増加につながったためと考えられる。一方、タイプ3では、公開前重視宣伝が有効であった。これは、タイプ2とは反対に、公開前の集中的な宣伝によって公開後の負の口コミの伝播を抑制できたためだと考えられる。以上から、製品特性によって適切な宣伝費の配分方法が異なるという結果が示された。

また、各作品タイプの結果を見ると、消費者間ネットワークを考慮することによって、宣伝投下方法の違いによる観客動員数のばらつきが顕著になったことがわかる。このことから、消費者間ネットワークの影響が強まっている現在では、製品特性を見極め、適切な宣伝投下方法を選択することが今まで以上に重要になっているということが言える。適切な宣伝投下方法選択のための具体的な施策としては、企業の製造部門とマーケティング部門の連携強化などが考えられる。

#### 4 結論と今後の課題

本研究では、近年のSNSの発展に代表される消費者間ネットワークの強まりに着目し、消費者間ネットワークを考慮した消費者行動モデルを、映画市場を事例に取り構築した。そして、消費者間ネットワ

ークが観客動員数に与える影響を分析したところ、作品タイプによって異なる結果が得られた。続いて、観客動員数を最大化するための宣伝費の時系列配分を、4種類の宣伝投下方法によって分析した。その結果、作品タイプによってそれぞれ最適な宣伝投下方法が存在することと、消費者間ネットワークの強まりによって適切な宣伝投下方法を選択することが今まで以上に重要になっているという示唆が得られた。本研究は、近年顕著な社会的現象である消費者間ネットワークを消費者行動モデルに組み込み、製品の普及プロセスへの影響を製品特性別に解明した点、宣伝費の時系列的な投下方法を定量的に分析し、効果的な宣伝戦略を製品特性別に提示した点に意義があると考えられる。

今後の課題としては、構築モデルの拡張、宣伝媒体別の効果的な宣伝費配分の分析、構築モデルの他の市場への適用などが挙げられる。

#### 謝辞

本研究に際し、(株)構造計画研究所様よりマルチエージェント・シミュレータ artisoc academic 3.0を無償貸与いただいた。ここに記して謝意を表したい。

#### 参考文献

- [1] Barabasi, A.L., Albert, R., 1999. Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286, 509-512.
- [2] Bass, F.M., 1969. A new product growth model for consumer durables. *Management Science*, 15, 215-227.
- [3] Libai, B., Muller, E., Peres, R., 2009. The diffusion of services. *Journal of Marketing Research*, 46 (April), 163-175.
- [4] Mahajan, V., Muller E., Bass, F. M., 1990. New product diffusion models in marketing: a review and direction for research. *Journal of Marketing*, 54 (January), 1-26.
- [5] Mahvi, M., Ardehali, M., 2011. Optimal bidding strategy in a competitive electricity market based on agent-based approach and numerical sensitivity analysis. *Energy*, 36, 6367-6374.
- [6] Mansfield, E., 1961. Technical change and the rate of imitation. *The Econometric Society*, 29 (4), 741-766.
- [7] Meyer, P. S., 1994. Bi-logistic growth. *Technological Forecasting and Social Change*, 47, 89-102.
- [8] Rogers, E. M., 1962. *Diffusion of Innovations*. New York: The Free Press.
- [9] The Numbers: <http://www.the-numbers.com>
- [10] Tilman, A. S., Gunter, L., Jurgen, R., 2007. Agent-based simulation of consumer behavior in grocery shopping on a regional level. *Journal of Business Research*, 60, 894-903.
- [11] 上村亮介, 増田浩通, 新井健, 2006. 「消費者購買行動のマルチエージェントモデル-映画市場を事例として-」『日本経営工学会論文誌』, Vol.57, No.5, pp.450-469.
- [12] 宮田加久子, 池田謙一, 2008. 『ネットが変える消費者行動: クチコミの影響力の実証分析』, NTT出版.