

ネットワーク環境下におけるイノベーション普及に関する研究 The Diffusion of Innovations in Network Environment

倉岡 寛¹・藤井 信忠²・上田 完次²

KURAOKA Hiroshi¹・FUJII Nobutada²・UEDA Kanji²

¹東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻・²東京大学人工物工学研究センター

¹Department of Precision Engineering, The University of Tokyo

²Research into Artifacts, Center for Engineering, The University of Tokyo

イノベーション、ネットワーク、創発
innovation, network, emergence

1. はじめに

近年、消費者を取り巻く環境は変化してきている。メディアの多様化や、口コミ・ネットワークが大きな影響力をもつようなインターネットの普及により、イノベーションの普及を明らかにするには消費者間のネットワークを考慮する必要がある。

イノベーション普及の研究では、事例分析[1]や、経済理論[2]に基づいて解析するものが主流であった。しかし、実世界では、イノベーションの普及は消費者間の相互作用によって生じるため、消費者間の相互作用をモデルに導入し、その相互作用に基づくイノベーション普及を明らかにすることが重要である。また、消費者は動的に情報網であるネットワークを形成し、情報を得ていると考えられるため、イノベーション普及とネットワーク形成は同時に扱う必要があると考えられる。

本研究では、イノベーションの普及を消費者間の相互作用の結果として創発する現象ととらえ、ボトムアップ的にモデルを構築することで、イノベーション普及のメカニズムを理解することを目指す。

2. モデル

本研究では、消費者エージェント間でネットワークを導入し、相互作用をおこないながら意思決定をおこなうシステムをモデル化する。 N エージェントをランダムに配置した2次元座標空間を考え、各エージェントは a エージェントを指定しリンクを結ぶ。空間の大きさは 200×200 とし、エージェント i の座標を x_i とする。なお、対象とする製品はネットワーク外部性を有する製品とする。ネットワーク外部性とは消費者間に頻繁な相互作用が存在する状況において、同製品を持つ他の消費者が多ければ多いほどその製品の価値が大きくなる性質を指す。本研究ではイノベーションの普及を新製品が普及する過

程ととらえる。扱う製品は簡略化のため2製品A、Bとし、Aを新製品とする。以下にシミュレーションの流れを示す(図1)。

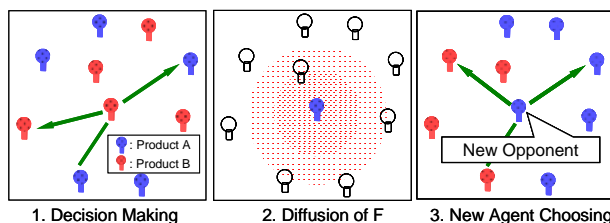


図1. シミュレーションの流れ

1. エージェント i は各製品に対して利得 U_i を見積もる。 U_i は次式で定義される。

$$U_i = \sum_{j \in \Psi_i} v(s_i, s_j) + u_i(s)$$

$u_i(s)$ はエージェントの製品 s に対する嗜好を、 $v(\cdot, \cdot)$ はリンクでつながっているエージェントから受ける外部性の効果を表す。 Ψ_i はエージェント i にリンクでつながっている隣接エージェントの集合である。ここで $v(\cdot, \cdot)$ は以下の利得表として表現される。

表1 利得表

$s_i \backslash s_j$	A	B
A	3.5, 3.5	0, 0
B	0, 0	1, 1

エージェントはより高い U_i を有する製品を購入し、その値をそのターンに得た利得とする。

2. エージェントは影響場 $F_i(l)$ を空間に拡散する。

$$F_i(l) = U_i \{ \exp(-l^2 / \lambda^2) \}$$

ここで、 λ を影響度パラメータと定義し、 l は

エージェントからの空間における距離を現す．

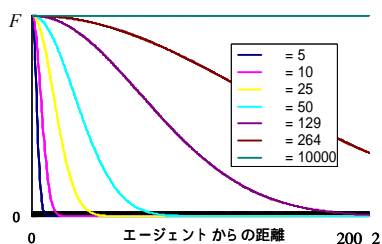


図2．別の影響場 F

の値が大きい場合は，距離の増加に伴う F_i の減少量は小さくなるため，空間を越えて影響を与え，そのエージェントの影響場は大域的となるが，の値が小さい場合は，距離の増加に伴う F_i の減少量が大きくなり，影響場は局在的となる．この時エージェント i は感知量 I_i をシステムから受ける．

$$I_i = \sum_{j \neq i} F_j(|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j|)$$

I_i は，エージェント i が自分を除く全エージェントから感知する影響場の総和である．

3. 製品購入後，各エージェントは指定した a エージェントのうち，そのエージェントが別の製品を選択していたならば，自身の利得も高くなっていたときに限り，そのエージェントを別のエージェントに変更する．新たにエージェント k がエージェント i に選ばれる確率 ϕ_{ik} は，

$$\phi_{ik} = F_k(|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_k|) / I_i$$

で表される．

4. 1.に戻る．

3．シミュレーション結果

実験設定として，以下のようにの値を分布させた場合を考える．

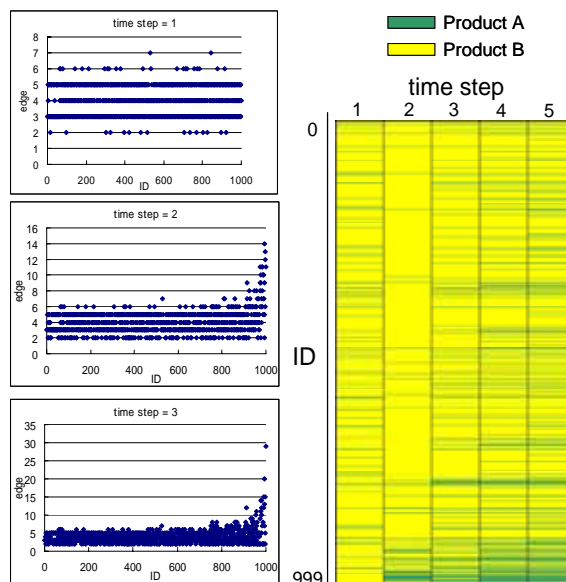
表2 別のエージェント数

	5	10	25	50	129	264	10000
	450	300	150	70	20	9	1

エージェントの ID(0~999)は，より大きいを有するエージェントに大きな値が割り振られる． $N = 1000$ ， $a = 2$ とする．また，単純化のためエージェントの嗜好は考慮しない ($u_i(s) = 0$)．初期状態で

は A の割合を 3%とし，B が広く普及している状態で A がいかに普及するか，ということ进行分析した．

シミュレーション結果として，製品 A は全エージェント間に普及し，製品 A を使用するハブを有したスケールフリーネットワーク[3]が創発した．



(a) 度数の推移

(b) 製品推移

図3．度数と製品の初期段階における推移

図3(a)より，(ID)の大きいエージェントがハブに成長する様子がわかる．また図3(b)より，製品 A の普及は，(ID)の大きいエージェントから徐々に広がっている様子がわかる．すなわち，影響力の強いハブの成長に伴い製品 A は普及する．

4．まとめ

本研究によって，ハブを有したネットワーク形成とイノベーション普及は同時におこなわれる，ということを示唆した．

5．参考文献

- [1]Anderson, C.: The Long Tail, Random House Business Book (2006)
- [2]Arthur, W. B., Lane, D. A. : Increasing contagion, Structural Change and Economic Dynamics, Vol.4, No.1, 81-104 (1996)
- [3]A.-L. Barabási, R. Albert.: Emergence of scaling in random networks, Science. Vol.286, 509-512 (1999)