

称号及び氏名	博士（経済学） 小澤 順
学位授与の日付	平成24年3月31日
論文名	「スモールワールドネットワークを用いた人工市場シミュレーションの研究 ーローカルネットワーク外部性を伴うサービス普及の分析ー」
論文審査委員	主査 中山 雄司 副査 荒木 長照 副査 森田 裕之

## 論文要旨

マーケティングサイエンスの分野においては、新商品の市場における普及のモデル化について議論されてきた。その代表的なモデルとして、**Bass** モデルがあげられる。**Bass** モデルは、市場での普及過程を産業レベルで分析するために用いられるが、近年では消費者個人単位のレベルでの購買の意思決定を起点として市場全体での商品の普及をモデル化する研究がより一般的になってきている。そこでは、同じ財やサービスを保有または利用する消費者が多いほど、消費者がその財やサービスから得る効用が高くなるというネットワーク外部性が重要な役割を果たす。

また、近年、スモールワールドネットワークや、スケールフリーネットワーク等、現実世界でのネットワーク構造のモデル化やその挙動について、複雑ネットワークの分野として多く議論されるようになってきている。さらに、計算機技術の発達により、このような消費者個人の購入の意思決定モデルを計算機上に実装し、人工的な市場を用いてシミュレーションを行う研究が行われるようになってきた。

ネットワークの構造を明示的に考慮することで、ネットワーク外部性として、ネットワークの構造に依存しないグローバルな外部性と、ネットワークにおけるリンクに依存したローカルなネットワーク外部性の **2** 種類を区別することができる。これまでは前者のグローバルな外部性に焦点を当てた研究がほとんどだったが、近年になって後者のローカルな外部性についても徐々に研究が進み始めている。

本論文は、ネットワーク外部性が作用する市場で、複数の競合する事業者が参入している状況を人工市場シミュレーションにより分析する研究である。複雑ネットワークの分野で提案されているスモールワールドネットワークをネットワーク構造として採用して、ネ

ネットワーク上のリンクに依存したローカルネットワーク外部性を主に注目する。序論である第 1 章に続く、第 2 章以降の構成は以下の通りである。

第 2 章では、はじめに、マーケティングサイエンスの分野で議論されてきた Bass モデルについて紹介する。そして、多くの研究の蓄積を経て、Bass モデルが様々な観点から拡張され、研究の焦点が変化していることを説明する。それを踏まえて、代表的な複雑ネットワークおよび、このようなネットワークのモデルを利用した人工市場の従来研究について概観する。最後に、これらの従来研究の中での本研究の位置付けについて述べる。

第 3 章では、携帯電話サービス等のネットワーク外部性が作用する市場を想定し、事業者がサービスを無料で提供するプレゼント戦略の効果を確認する。ネットワーク外部性のある市場においては、ある事業者の顧客シェアが大きくなるほど、新たな消費者にとってその事業者の価値が高くなり、市場において独占的な状況を生み出すことが多い。そのため、採用顧客の少ない導入期においてシェアが高い事業者が最終的にもシェアが高くなり、普及過程で逆転が起こりにくい。第 3 章では、このような市場においてシェアが低い事業者がシェアを逆転するために一部の消費者に対して無償でサービスを提供するプレゼント戦略について、シミュレーションにより分析する。具体的には、2 社の事業者が参入している市場を想定し、下位の事業者がプレゼント戦略を実施するとき、プレゼント戦略の対象となる消費者のタイプや人数、プレゼント実施のタイミングによって、最終的に獲得できる顧客シェアが、どれだけ変動するのかについて、シミュレーションを用いて確認する。従来までのプレゼント戦略に関する研究では、異なるネットワーク構造の下でのプレゼント戦略の有効性について議論されていたが、本章ではネットワーク構造はスモールワールドモデルとして、プレゼント戦略の対象者による効果の差異について議論する。

第 4 章においては、グローバルなネットワーク外部性とローカルなネットワーク外部性の 2 つの外部性をそれぞれ定義し、これら 2 つの外部性が作用する市場を想定する。シミュレーションで用いるパラメータは、日本の携帯電話市場の普及過程のデータを参照し決定する。日本国内の携帯電話市場のように、3 社の事業者が参入している市場において、1 位のシェアを保有する事業者は恒常的に最大シェアを維持し続ける場合が多い。第 4 章では、このような 3 社の事業者が参入している市場において、シェア 1 位の事業者に対抗して、2 位の事業者が新たなサービスを導入したときに、新サービスを導入しなかったときと比べ、市場のシェアがどう変化するかについてシミュレーションを用いて分析する。特に、グローバル外部性の効用を増加させるサービスと、ローカル外部性の効用を増加させるサービスを考え、各サービスを実施したときの効果を比較検証する。

ここまでの第 3 章と第 4 章ではサービスの普及過程の導入期から成長前期における市場のモデル化を行い、その過程での事業者がとるべき経営戦略を想定したシミュレーションを考えている。次の第 5 章では、サービスが十分に普及した成長後期から成熟期を想定した分析を行う。一般に、サービスが十分に普及した後は、様々な理由で消費者によるサービス事業者の乗り換えが発生する。特に、携帯電話等のサービスの市場においては、耐

久消費財の市場と比較して、サービス事業者の乗り換えが短期間で多く発生し、このような状況における対応策の検討は重要な経営課題となる。

第 5 章では、消費者によるサービス事業者の乗り換えを想定した市場モデルを構築し、シミュレーションによって市場を表現する。特に、事業者が消費者を獲得するため、消費者の効用を高める期間限定の価格プロモーションの効果とネットワーク外部性を用いた期間限定サービスの効果の比較について議論する。また、ネットワーク外部性を用いた期間限定サービスにおいては、ローカルネットワーク外部性によるサービスとグローバルネットワーク外部性によるサービスの比較を、シミュレーションにより確認する。

最後に、第 6 章において、本論文の第 3 章から第 5 章で提案してきたネットワーク外部性が作用する市場でのサービス普及モデルの特徴と、そのモデルを用いたシミュレーションの結果、得られた知見についてまとめる。さらに、本論文で行った人工市場シミュレーションの限界と、今後の課題についてまとめる。

以 上

## 学位論文審査結果の要旨

本論文は **Bass (1969)** を嚆矢とする新製品の普及過程研究の分野における新たな成果をまとめたものである。その特徴は、以下の通りである。

- (1) 耐久消費財と比較して、購買意思決定の間隔が短く、ブランドのスイッチが容易に起こるサービスをその分析対象としていること
- (2) 各消費者が一定のルールに従って、サービスの購入意思決定を行い、競合する複数のサービス事業者が市場シェア獲得を目指す人工市場を計算機上に構築して、シミュレーションを行っていること
- (3) 消費者間の関係をスモールワールドネットワークで表現し、各消費者の他消費者とのつながりを明示的に考慮したローカルネットワーク外部性に注目して、様々な状況を想定した検証を行っていること

以下では、序論である第 1 章に続く、第 2 章以降についてその内容をまとめ、最後にその評価を述べる。

第 2 章では、本論文と関連するマーケティングサイエンス、複雑ネットワーク、人工市場シミュレーション、経済学の分野の研究を整理し、本論文における手法と取り組む課題

が持つ意義を説明している。

第3章から第5章が新たな研究成果をまとめた本論文の主要な部分である。これらの章では、円環上に並んだ多数のノードがその近傍の一定数のノードとリンクを持つ拡張サイクルと呼ばれるネットワークに、全ノード数と比較して少数のリンクをランダムに加えて、小さなノード間平均距離と大きなクラスタ係数を特徴とするスモールワールドネットワークを構築している。論文ではノードが消費者、ノード間にリンクがあることが、2人の消費者がつながりを持つことを表す。

第3章では、2つの事業者が活動する市場を想定し、サービスの普及過程の途中で市場シェアが第2位の事業者が、サービスをまだ購入していない一部の消費者に自社サービスを無償で提供するプレゼント戦略の効果を検証している。ローカルネットワーク外部性から生じる効用により、一度市場シェアに差が付くと下位の事業者が逆転することは困難であるが、少数のサービス未購入者に対してプレゼント戦略を実施することで、下位事業者の市場シェアが増え、順位が逆転する可能性が高まること、特にプレゼント戦略の対象を市場から無作為に選ぶ場合にシェア逆転の可能性が高いことを明らかにしている。

第4章では、3つの事業者が活動する市場を想定し、消費者間のつながりに依存しないグローバルネットワーク外部性と、消費者間のつながりに依存したローカルネットワーク外部性の2種類の外部性を持つサービスを各事業者が提供する状況を想定した分析を行っている。サービスの普及過程の途中で市場シェア第2位の事業者が提供するサービスに、グローバルまたはローカルなネットワーク外部性を持つ新たな要素を付加した場合、その市場シェアがどの程度向上するかを、外部性の強度と付加のタイミングを様々に変えた上で比較検証している。その結果、ローカルネットワーク外部性を伴う要素の市場シェア向上効果が、グローバルネットワーク外部性を伴う要素と比べて小さいこと、その理由として普及過程の途中では未購入者となつながら持つ消費者は未購入者である場合が多く、ローカルネットワーク外部性の強度を高める要素を導入しても、未購入者の購入誘因を高める効果が弱いことを明らかにしている。

第5章では、3つの事業者が活動する市場においてサービスが普及した後を想定して、利用するサービス事業者の変更（ブランドスイッチ）を促すための期間限定プロモーションを考察している。その結果、価格値下げよりもローカルネットワーク外部性を伴う要素を追加する方が期間後に獲得できる消費者数が多いこと、連続して実施する場合には、値下げの後に外部性を伴う要素をサービスに追加する方が消費者獲得に効果的であることを明らかにしている。さらに、ネットワーク外部性を用いた期間限定プロモーションとして、グローバルネットワーク外部性を伴う要素とローカルネットワーク外部性を伴う要素の比較を行い、サービスが十分に普及している状況においては、ローカルネットワーク外部性の期間限定プロモーションの方が消費者獲得に効果的であることを明らかにしている。

第6章では、第3章から第5章の内容をまとめ、得られた結果を整理した上で、その限界と今後の課題について述べている。

新製品の普及過程研究に関する最近の展望論文である **Peres, Muller and Mahajan (2010)**では、この分野における今後の研究の方向性の中で、人工市場シミュレーション（エージェントベースドモデル）を用いたブランドレベルでの消費者の意思決定のモデル化や、普及に働く外部性の性質の検証、サービス市場の代表例である通信分野の分析を挙げている。本論文の第 3 章から第 5 章はこれらの点と関連した研究の成果であり、第 3 章と第 4 章については既に査読付論文として公刊されている。第 5 章も潜在的には査読付論文として公刊できる水準にある。従って、本論文はマーケティングサイエンスの分野における新製品の普及過程研究に対する新たな貢献であると言える。

スモールワールドネットワーク以外の複雑ネットワークでも本論文で得られた結果が成立するかは未確認であるなどの問題点はあるが、既存の商用ソフトウェアに頼らずに人工市場シミュレーション分析を行うことができる著者は、今後この分野の研究者として自立できる能力を備えていると判断する。

以上の結果に基づき、本審査委員会は、申請者に対して博士（経済学）の学位を授与することを適当と認める。