

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18710138
 研究課題名（和文） ネットワーク形成問題に対する工学的手法の開発と形成メカニズムの解析
 研究課題名（英文） Development of engineering methods for network formation problem and analysis of the formation mechanism
 研究代表者
 松林 伸生 (MATSUBAYASHI NOBUO)
 慶應義塾大学・理工学部・講師
 研究者番号：00385519

研究成果の概要：

本研究では、研究開発のための戦略的提携やサプライチェーンにおけるネットワーク形成といった、経営システムにおける大規模なネットワーク形成の問題を考え、各企業等の事業主体の提携行動に対する合理的意思決定を、モデルを用いて科学的に分析することを目的とした。モデルはゲーム理論的手法により新たに作成した。そしてその解析によって、複雑かつ大規模な状況下でのネットワーク形成に関して、従来研究では得られなかった様々な形成メカニズムの解明と、戦略的な示唆を得ることができた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	500,000	0	500,000
2007年度	500,000	0	500,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,500,000	150,000	1,650,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学 社会システム工学・安全システム

キーワード：ゲーム理論、寡占競争、ネットビジネス、サプライチェーン、OR

1. 研究開始当初の背景

近年、情報通信、交通、物流等の様々な分野において、あるいは他の分野でも共同研究開発やサプライチェーン構築の場面において、経営システム内の各事業主体が互いにネットワークを形成して事業活動を行うことの重要性が目立ってきている。このようなネットワーク形成において、そのメカニズムを科学的に分析することで、各主体に対する合理的意思決定のための指針を与えることができる。そこで、本研究はこのような問題意識に基づき、ゲーム理論的アプローチを用

いてモデルを作成し、科学的な解析を可能なものにさせようとするものである。

ネットワーク形成問題に対するゲーム理論的アプローチはミクロ経済学の分野で発展してきているが、分析によって定性的な知見を得やすいように、いずれも小規模なものや、あるいは対称性を持つような、非常に限定された状況を前提として分析を行っている。ゆえに、現実に見られる大規模かつ複雑な状況下での解析手法は確立されていなかった。また、工学的アプローチを提供するオペレーションズ・リサーチ(OR)の分野で

もネットワーク最適化の問題と関連付けて、ネットワーク上における意思決定問題についていくつかの数理的研究がなされている。しかし、これらOR的研究はいずれも、各主体をつなぐ最適なネットワークの形成自体は所与とし、その上で形成に携わった各主体間の利益配分や費用負担の問題を扱ったものであり、ネットワークの形成可能性自体については議論されていなかった。

2. 研究の目的

本研究ではこのような大規模かつ複雑なネットワーク形成の問題を解析できるようにするために、ゲーム理論によるアプローチを用いると共に、そこに工学的手法を併用することで、新たにモデル化を行った。また、本研究では具体的に経営システムにおけるネットワーク形成の問題を取り扱うため、そのベースとなる寡占競争下での様々な戦略的意思決定に関して、モデル分析により基本的な洞察を得ておく必要が生じた。そこで、並行してこういった問題に対しても積極的に取り組み、それによって得られた成果をもとにネットワーク形成の問題に再度フィードバックさせるということも合わせて行った。

そして、以上の動機に基づき作成したモデルについて、解析的、あるいは数値的な分析を行うことにより、従来の経済学的研究、あるいはOR的研究では得られなかった、ネットワーク形成に関する様々な知見を得ることを目的とした。また、結果における各経営的意思決定主体に対する戦略的示唆という観点では、実務にも貢献できるような成果をも得ることを目標とした。

3. 研究の方法

本研究は数理的手法に基づくモデル構築とその解析という理論的な研究が主となるため、研究は基本的に関連論文や書籍を参考にした上での机上検討及び数値シミュレーションを中心に行った。また、情報収集や研究成果の発表を目的として、国内外への出張を何度か行った。

4. 研究成果

3年間に渡る本研究を通じて、複雑かつ大規模な状況下での企業等の各事業主体による提携行動の有効性を判断するための、解析可能なモデルを作成することができた。また、そのモデルを解析することにより、経営システムにおけるネットワーク形成メカニズムに関する様々な知見と、それを踏まえた上での各主体に対する戦略的示唆を得ることができた。

具体的な成果を以下に詳述する。

(1) 企業（を含む事業主体）間における大規模な戦略的提携ネットワーク形成問題のモデル化とその分析

まず、従来のミクロ経済学的研究の成果をベースにする形で、リンクのコストの負担額を各プレーヤーが戦略的に決定する状況下でのネットワーク形成問題のモデル化と解析に取り組んだ。より具体的には、通信遅延や情報遅れなど、各主体が目的地に到達するまでに要する経路の長さ依存して生じる障害の影響を考慮した上でのネットワーク形成問題を考えた。結論として、リンク形成コストの負担額をその両端のプレーヤー間で戦略的に決定し合う状況のもとでは、安定的に達成されるネットワークは社会的に最適（効率的）なものに限られ、かつそれは強ナッシュ均衡の意味で必ず形成されることを数学的に証明することができた。

次に、寡占企業間での大規模ネットワーク形成問題の定式化を行い、解析を行った。それにより得られた成果は、各企業におけるネットワーク形成戦略は、形成により得られる正の外部性の程度のみならず、もともとの各企業間の代替性の程度（差別化の度合い）に大きく依存し、それらは均衡状態におけるネットワークのサイズと必ずしも単調な関係を持つとは限らないということである。つまり、正の外部効果が期待できれば常に大きなネットワークを組むことが有利となるわけではなく、代替性の程度との関係がどのようなものであるのかに依存して慎重に判断すべきであることが示唆された。これは、解析的手法により分析可能な、各企業間が対称である場合において既に示されたものであるが、本研究ではさらに、代替性の程度が各企業間で非対称であるケースについても解析した。これは現実的な設定である一方、対称なケースに比べて非常に複雑な数学的解析を伴うものであった。しかし、数値シミュレーションを併用することにより分析を行った結果、代替性に関して非対称な状況下では対称な状況下に比べてより提携行動が合理的となりやすいとの重要な知見を得ることができた。

(2) 企業経営におけるネットワーク形成戦略の分析のための、いくつかの基本モデルの開発とその分析

まず、現代の企業競争戦略の分析には価格のみを競争し合う古典的な寡占競争モデルでは不十分であるとの見地に立ち、品質も同時に決定することを考慮に入れたモデル

を新たに開発した。その上で、まずある財を提供する2企業による競争下において、その補完財を提供する第3の企業との垂直提携戦略の分析を行い、競争企業とのバンドルを回避した独占的統合のビジネスモデルが有効であるとの結論を導くことができた。ついで、競合企業間のブランドロイヤリティに対する非対称性を考慮した上での競争戦略について分析し、消費者の品質志向の強い市場下においては両企業の競争戦略自体に非対称性が存在することが分かった。これらの結果はこういった状況下で、さらに市場内の企業数を増やした場合に生じるネットワーク形成の問題を考える際に必要な、基礎的な知見を与えるものである。

次に、サプライチェーンにおけるネットワーク形成戦略の分析を念頭に置き、そのための準備として必要な基本モデルの開発とその分析を行った。具体的には、サプライチェーンの代表的フェーズである製品開発(ラインナップ決定を含む)段階を取り上げ、競合企業間で戦略的に製品開発が行われることを前提とした場合の均衡分析を行った。本研究では特に、製品における機能数やあるいは製品数そのものから正負の外部性が発生することを仮定した。分析の結論として、負の外部性(消費者の混乱等)がある程度存在する場合には、企業間の競争状態がさほどでない場合に限って、機能数や製品数を増やすべきであり、より競争的な状況下ではむしろ製品数を減らすべきであるとの重要な示唆が得られた。このことは、多種類の製品を扱うサプライチェーンにおいて、その開発、製造や販売段階において、どのようなサイズの提携ネットワークを形成すべきか、ということを考える上で大きな示唆を与えるものである。

(3) ロングテール市場におけるサプライチェーン・ネットワークの戦略的形成のための意思決定モデルの開発に関する基礎的研究

以上(1)(2)の研究成果を受け、本研究課題の最終年度においては、研究課題終了後の将来的な研究の展開を見据える形でロングテール市場を想定した上での戦略的ネットワーク形成の研究についても取り組んだ。ロングテール市場に関する研究はまだ緒についたばかりであるが、従来型市場とは製品種類数のオーダーが根本的に異なるという特徴を踏まえることが本質的となる。それゆえ、研究に当たってはある程度中長期的な計画が必要と考えているが、まずはその第一歩として、簡単なモデル分析を行った。その結果、企業は製品種類数が膨大になることに伴う消費者の混乱(情報処理能力の限界)を

考慮し製品数を最適化することが得策であり、またそのような混乱を軽減させるための技術開発が最優先であるとの示唆を早速に得ることができた。これは非常に基本的な知見であり、ゆえに、将来的にはこの知見を盛り込む形で戦略的ネットワーク形成のためのモデル開発を進める必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 6 件) (全て査読つき)

Matsubayashi, N., Ishii, Y., Watanabe, K. and Yamada, Y.: Full-Line or Specialization Strategy? The Negative Effect of Product Variety on Product Line Strategy, *European Journal of Operational Research*, 196-2 (2009) 795-807.

飯田紘也、山田善靖、松林伸生、難波和明: 複占市場における企業の製品販売チャネル選択戦略, *日本経営工学会論文誌* 59-4 (2008) 342-354.

Matsubayashi, N.: Product Design Rivalry: Multiple-Attributes Approach to Differentiation, *Managerial and Decision Economics* 29 (2008) 555-563.

Matsubayashi, N. and Yamada, Y.: A Note on Price and Quality Competition between Asymmetric Firms, *European Journal of Operational Research* 187-2 (2008) 571-581.

Matsubayashi, N.: Price and Quality Competition: The Effect of Differentiation and Vertical Integration, *European Journal of Operational Research* 180-2 (2007) 907-921.

Matsubayashi, N. and Yamakawa, S.: A Note on Network Formation with Decay, *Economics Letters* 93-3 (2006) 387-392.

〔学会発表〕(計 6 件)

高越規嗣、松林伸生: ブランド力のある
2 企業間の製品カスタマイズ競争, 2008
年 9 月 11 日 日本 OR 学会秋季全国大
会 (札幌コンベンションセンター)

Matsubayashi, N.: Product Line
Competition and ICT Investments,
INFORMS Annual Meeting Seattle
2007, Washington State Convention &
Trade Center, USA, November 6, 2007

飯田哲也、松林伸生: 資金制約のもとで
の多店舗出店戦略に関するゲーム論的
分析, 2007 年 9 月 27 日 日本 OR 学会
秋季全国大会 (政策研究大学院大学)

松林伸生: 製品デザイン競争 ~ 多機能
による差別化戦略 ~, 2007 年 3 月 29 日
日本 OR 学会春季全国大会 (鳥取大学)

松林伸生、山田善靖: 非対称な企業間の
価格・品質競争について, 2006 年 9 月 13
日 日本 OR 学会秋季全国大会 (愛知大
学)

松林伸生: Price and Quality
Competition: The Effect of
Differentiation and Vertical
Integration, 2006 年 6 月 3 日 日本経済
学会 2006 年度春季大会 (福島大学)

〔図書〕(計 1 件)

Matsubayashi, N.: Product Line
Competition and ICT Investments, in
Ingrid N. Haugen and Anna S. Nilsen
(eds.), Game Theory: Strategies,
Equilibria, and Theorems, Nova Science
Publishers (2008) 217-229.

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

松林 伸生 (MATSUBAYASHI NOBUO)
慶應義塾大学・理工学部・講師
研究者番号: 00385519

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし