

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 8 月 7 日現在

機関番号：37402

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26380350

研究課題名(和文) ネットワーク形成と経済成長に関する政策分析とシミュレーション

研究課題名(英文) Policy analysis and simulation on network formation and economic growth

研究代表者

坂上 智哉 (Sakagami, Tomoya)

熊本学園大学・経済学部・教授

研究者番号：50258646

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ネットワーク外部性を伴う経済成長モデルの構築と、そのシミュレーションを行った。具体的には、他国の資本ストックがネットワークを通じて自国の生産性に正の外部性を与えるモデルを構築した。ネットワーク維持費用については、国連やEUネットワークを参考に、各国のGDPに比例して費用を負担するという仮定を置いた。

標準的な経済成長モデルに、このネットワーク外部性をあてはめ、定常状態や動学的な移行過程を分析した。その結果、3つの国がハブ&スポーク型ネットワークを形成している状況では、ネットワークのハブとなる国の経済的な順位が長期的に他の国と比較して弱体化する可能性があることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：In this research, we have constructed and simulated an economic growth model with network externality. Specifically, we built a model in which the capital stock of other countries gives positive externalities to home country's productivity through the network. With regard to network maintenance costs, we assumed that we will bear the expenses in proportion to the GDP of each country with reference to the United Nations and the EU network.

We applied this network externality to a standard economic growth model and analyzed steady state and dynamic transition process. As a result, in the situation where the three countries form a hub & spoke type network, the economic ranking of a hub country sometimes weakened compared to other countries in the long term.

研究分野：経済成長理論

キーワード：経済成長 ネットワーク外部性 進化計算

### 1. 研究開始当初の背景

我々は、外部性を伴う経済成長モデルの構築と、ネットワーク形成モデルによる最適な航空ネットワークに関する研究を個別に進めてきていた。しかし、ネットワーク形成においては「ネットワーク外部性」をモデルで表現することができるため、これを「外部性を伴う経済成長モデル」に当てはめることができるのではないかと思ひ、本研究を着想した。国の垣根が取り除かれ、グローバル化が進む状況に対応した新しい経済成長モデルの構築を試みることにした。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、ネットワーク外部性と経済成長の関係に焦点をあて、望ましいネットワーク政策についての提言を行うことである。国などのノードが成長し、内生的に国際的ネットワークが形成される経済モデルを構築し、進化計算に基づくシミュレーションを実施する。理論とシミュレーションの双方から、ネットワークの形状が各国の経済構造や経済成長に与える影響を分析する。

外部性が存在する場合、各国の自主的なリンク形成では最適なネットワークの達成は困難であることが予想される。そこで、経済政策により望ましいネットワークを達成する方策についても明らかにする。

### 3. 研究の方法

全体の研究組織を「理論分析班」と「シミュレーション班」に分けた。各班が相互に連携することで、ネットワーク形成と経済成長モデルを統合し、そのモデルに基づいたシミュレーションを実施した。

手始めに、これまで手掛けてきた航空ネットワークに関する議論を発展させ、航空会社間の競争とネットワークの形状についての研究を行うことにした。次に、この研究を国内のネットワークに当てはめ、ネットワーク外部性が各国の経済成長に与える影響を分析することにした。

### 4. 研究成果

研究期間の初年度では、実際に人や物の移動を担うネットワークとして航空ネットワークを題材に研究を行った。進化計算を探索アルゴリズムとして実装したシミュレーションにより、航空会社間の競争がネットワークの形状に与える影響を分析した。この成果は Hiroki Inoue, Yasuhiko Kato, Tomoya Sakagami, "Aviation Route Network Competition Game: The Case of Japanese Airlines (ANA vs. JAL)," in *Proceedings of The Clute Institute International Business & Education Conferences: The 2014 International Business Conference in Las Vegas*, pp.411-419, (2014)にまとめている。

概要は以下のとおりである。寡占市場の企業間競争のモデルとしては、ベルトランの価

格競争やクールノーの数量競争がよく知られている。航空路線網は各路線の就航状況が相互作用し合うため、一つの路線における価格や数量の競争を考えるだけでは不十分である。新規路線に参入するか既存路線を撤退するかまで含めて考えなければ、企業の利潤を最大化する航空路線網を捉えることはできない。

本研究では、大手2社(ANAとJAL)による路線への参入撤退競争という根源的な競争を考えている。現在の航空路線網を所与とし、純粋戦略におけるナッシュ均衡を求めるところを目的とする。具体的な戦略として、企業は現在の航空路線網を維持するか利潤を最大化する最適な路線網に変更するかの2つの戦略を持つ。

一般に、実データを用いてシミュレーションを行う際、現実的なスケールの問題は戦略の組み合わせが膨大で数的に解くことができないという問題に直面する。この問題に対しては、近似アルゴリズムがしばしば使用される。進化的計算は、柔軟に様々な問題に適用可能な近似アルゴリズムの一種であり、ネットワーク設計問題にも有用である。そこで、本稿でのシミュレーションには進化的計算を適用して解を求めている。

シミュレーションの結果、航空会社間の競争がネットワークの形状へも影響を与えることが明らかとなった。モデルにおいて価格は距離の関数として定義していることから、競争による価格の変化がなかったとしても航空会社間の競争は路線数の増加とそれに伴う利用者の利便性の向上を引き起こすと言える。

この研究は、ネットワークの締結主体は航空会社であり、個々の空港ではなかった。この研究を本研究のテーマである国際的経済連携ネットワークに当てはめるためには個々の空港を「国」に置き換え、国がネットワーク締結の意思決定を行うモデルに修正する必要がある。

この研究成果は Tomoya Sakagami, Yasuhiko Kato, Hiroki Inoue, Hiroki Unoki, "Externalities of Network Formation and Economic Growth," in Tohru Naito, Woohyung Lee, and Yasunori Ouchida (eds.), Springer, *Applied Approach to the Issues of Societal Institution and Economy: Essays in Honor of Moriki Hosoe*, in Press, にまとめている。

この研究では、ネットワークと経済成長の関係を明らかにするために、知識のスピルオーバーを生み出すつながりを国家間の経済ネットワークによる外部効果として定式化した。概要は以下のとおりである。

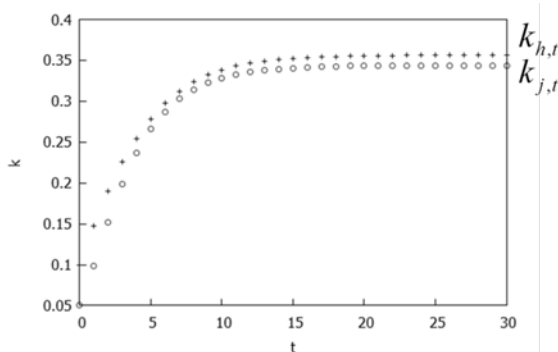
本研究は、ラムゼイ=キャス=クープマンズ・モデルに資本ストックのネットワーク外部性を導入した経済成長モデルを提示するものである。モデルにおいて各国はネットワークから正の外部性を得ることができ、それ

により各国の生産力は向上する．その一方で、各国はネットワーク維持費用を拠出する必要がある．

ネットワーク維持費用については、各国の経済規模（一人当たり GDP）に比例して負担するという仮定を置いた．この仮定は、国連や EU ネットワークにおける各国の費用負担を参考にしたものであるが、この仮定を導入することで、標準的な経済成長モデルのもとで動学的移行過程と定常状態を求めることが可能になった．

また、ネットワークが各国の経済成長に与える効果を解析的に求めるために、本研究では3つの国が星形ネットワークを締結している状況を想定した．星形ネットワークとはハブ・アンド・スポークと呼ばれる形状であり、一般には一つのハブ国（ノード）のみが大多数のノードとの接続を持ち、大多数のノードはハブ国との接続しか持たないネットワークのことである．本研究では、このような星形ネットワークにおいて、ハブ国とそれ以外の国との資本ストックと個人消費の動学的な移行過程に注目した．

その結果、定常状態において、ハブ国の資本ストックよりそれ以外の国の資本ストックが高くなる条件を明らかにした．また、シミュレーションにより、資本ストックと個人消費の成長過程を視覚的に提示することができた．定常状態における資本ストックに関しては、ネットワーク外部性の伝播率によって大小関係が変化し、ネットワーク外部性の伝播率が十分に低いか十分に高い場合には、初期時点においてハブ国の一人当たり資本ストックが他国より大きい場合であっても、長期的にはハブ国の資本ストックよりもそれ以外の国の資本ストックが高くなるという逆転が起こるケースが確認された．このような移行過程のシミュレーションは次の図で示される．



図：ハブ国とそれ以外の国の移行過程

図中、 $k_{h,t}$  はハブ国の一人当たり資本ストックの推移を、 $k_{j,t}$  はそれ以外の国の一人当たり資本ストックの推移を表しており、初期資本ストックはハブ国が大きいにも関わらず、長期的にはハブ国以外の国の資本ストックがより大きくなっていることがわかる．

近年、英国の EU 離脱や、米国の TPP ネットワークからの離脱が相次いでいるが、本研究により、このようなネットワーク瓦解のメカニズムが解明できる可能性があると考えている．

ネットワークからの離脱が相次いでいるが、本研究により、このようなネットワーク瓦解のメカニズムが解明できる可能性があると考えている．

#### 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1件)

[1] Hiroki Inoue, Yasuhiko Kato, Tomoya Sakagami, "Aviation Route Network Competition Game: The Case of Japanese Airlines (ANA vs. JAL)," in Proceedings of The Clute Institute International Business & Education Conferences: The 2014 International Business Conference in Las Vegas, pp.411-419, (2014), 査読あり.

〔学会発表〕(計4件)

[1] Tomoya Sakagami, Hiroki Inoue, Yasuhiko Kato, Hiroki Unoki, "Externalities of Network Formation and Economic Growth," The IAFOR International Conference on the Social Sciences - Hawaii, (2017.1), The Hawai ' i Convention Center, Honolulu.

[2] 坂上智哉・井上寛規・加藤康彦・宇野木広樹, 「ネットワーク形成と経済成長」, 2016年度日本応用経済学会秋季研究大会, (2016.11), 慶應義塾大学.

[3] 井上寛規・加藤康彦・坂上智哉, 「Aviation Route Network Competition Game: The Case of Japanese Airlines (ANA vs. JAL)」, 2014年度日本応用経済学会秋季研究大会, (2014.11), 中央大学.

[4] Hiroki Inoue, Yasuhiko Kato, Tomoya Sakagami, "Aviation Route Network Competition Game: The Case of Japanese Airlines (ANA vs. JAL)," The Clute Institute International Business & Education Conferences: The 2014 International Business Conference in Las Vegas, (2014.10), Monte Carlo Resort, Las Vegas.

〔図書〕(計1件)

[1] Tomoya Sakagami, Yasuhiko Kato, Hiroki Inoue, Hiroki Unoki, "Externalities of Network Formation and Economic Growth," in Tohru Naito, Woohyung Lee, and Yasunori Ouchida (eds.), Springer, Applied Approach to the Issues of Societal Institution and Economy: Essays in Honor of Moriki Hosoe, in Press.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:

発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況（計0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

坂上智哉 (SAKAGAMI, Tomoya)  
熊本学園大学・経済学部・教授  
研究者番号：50258646

##### (2) 研究分担者

井上寛規 (INOUE, Hiroki)  
京都大学経済研究所・研究員  
研究者番号：90635963

加藤康彦 (KATO, Yasuhiko)  
熊本学園大学・経済学部・准教授  
研究者番号：80331073

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：

##### (4) 研究協力者

宇野木広樹 (UNOKI, Hiroki)  
中九州短期大学・経営福祉学科・講師