

## なぜ離脱するのか？

——経済成長を伴う経済連携協定ネットワーク形成過程のシミュレーション分析——<sup>†</sup>

坂上智哉<sup>\*</sup>  
加藤康彦<sup>\*\*</sup>  
井上寛規<sup>\*\*\*</sup>

1. はじめに
2. モデル
3. ネットワーク外部性
4. シミュレーション分析
  - 4.1. ネットワーク変化過程のパターン
  - 4.2. リンク費用負担率とネットワークの形状変化
5. おわりに

### 1. はじめに

英国が2016年の国民投票によって欧州連合（European Union: EU）からの離脱を選択したことは、世界に大きな衝撃を与えた。その後、離脱時期は先延ばしにされ続けてはいるものの、その動向は注目を集めている。一方で、2017年にドナルド・トランプ米大統領が環太平洋パートナーシップ協定（Trans-Pacific Partnership Agreement: TPP）から離脱するための大統領令に署名し、アメリカ抜きで TPP 交渉が行われることとなった。

このような国際的な経済連携協定（Economic Partnership Agreement: EPA）からの離脱はなぜ起こるのであろうか。本稿では、経済成長理論とネットワーク経済学を融合することで、大国が経済連携協定から離脱するインセンティブをもつ一因を明らかにする。具体的には、経済成長モデルにネットワーク外部性を取り入れ、国家間の経済連携協定ネットワーク形成過程のシミュレーション分析を試み、連携と離脱のメカニズムを探る。

ネットワーク形成ゲーム理論の先駆的研究に Jackson and Wolinsky (1996) がある。本源的な利得を生み出し、かつネットワーク締結の意思決定を行うプレイヤーをノードと呼ぶ。ノード間に結ばれたリンクを通じて、あるノードで生じた利得が一定の減耗率で他のノードに伝播する。その

---

<sup>†</sup> 本研究は JSPS 科研費17K03744の助成を受けたものです。

一方で、リンクの形成と維持には一定の維持費用がかかる。各ノードはネットワークからの利益とネットワーク維持費用を考慮し、ネットワーク締結戦略を決定する。Jackson and Wolinsky (1996) では、このようにして形成されるネットワークの安定性と効率性を分析している。

本稿では、この Jackson and Wolinsky (1996) によるネットワーク形成ゲーム理論に基づき、ネットワークを結ぶことで得られる便益と費用を、経済成長モデルの枠組みの中で定義する。ノードを国、リンクを国家間の連携協定とし、その集合を国家間の経済連携協定ネットワークとして捉える。本稿のモデルではリンクを接続すると、そのときのネットワークの形状に応じた便益が、正の外部性（これを「ネットワーク外部性」と呼ぶ）として得られる。その一方で、経済力（GDP）に応じた費用をネットワーク維持のために支払う必要があるものとする。EU を例に挙げると、参加国はその国の国内総所得（GDI）に比例する拠出金を支払わなければならない<sup>1)</sup>。また、国連の場合、通常予算の分担金（率）は、加盟国（地域）の国民総所得（GNI）に基づいて決定されている<sup>2)</sup>。

これら正のネットワーク外部性とネットワーク形成費用を組み込んだ経済成長モデルに、Sakagami et al. (2017) がある。彼らのモデルでは、Ramsey=Cass=Koopmans 型の成長モデル<sup>3)</sup> にネットワーク外部性を組み込んでいる。自国以外の国の1期前の1人当たり資本ストックの大きさがネットワーク外部性をもち、その外部性はネットワークのリンクを通じて自国に正の影響を与えるものと仮定されている。また、3か国からなる世界を想定し、初期時点で経済力の最も大きな国をハブとする Star（星）型ネットワークを締結した場合の、各国の資本ストックの動学的な変化を分析している。その結果、ハブ国の1人当たり GDP が他の2国より初期時点で大きいにもかかわらず、その後1人当たり GDP の逆転が生じうることを明らかにしている。GDP の逆転が生じるということは、ハブとなる大国に Star 型ネットワークから離脱するインセンティブがあることを示唆している。

そこで本稿では、Sakagami et al. (2017) で所与とされたネットワークを内生的に決定できるように修正する。具体的には、各国が毎期の期首にその期の1人当たり GDP がより大きくなるように他国とのリンクを接続するか切断するか意思決定を行うプロセスを追加し、ネットワークの形状変化を伴う経済成長過程のシミュレーションを行う。これにより、リンク費用負担率の大きさに

1) Official website of the European Union によれば、加盟国は GDI の約0.7% 分の負担が求められている。また、嶋田・高屋・棚池 (2018) によれば、EU 移民政策方針や EU への拠出金の負担に対する不満が、英国で実施された EU からの離脱を問う国民投票の結果に強く関係していると述べている。

2) The United Nations (2013) によれば、加盟国が負担する分担率は各国の GNI を基礎に、一定の方法に従って算出が行われている。

3) これは Ramsey (1928) によって定式化され、Cass (1965) や Koopmans (1965) らによって精緻化が進められた最適経済成長モデルである。

よってネットワーク形状の変化に違いがみられることを示す。さらに、ネットワークへの参加国が増加し、ネットワーク規模が拡大する場合、Complete ネットワーク（ネットワーク参加国のすべてが「直接リンク」で結ばれる状態）が安定となるための限界的なリンク費用負担率は低下することも明らかになる。このことは、拡大する EU の中での英国の Brexit というメカニズムを説明できる可能性を持つ。

本論文の構成は次のとおりである。まず、第 2 節では Sakagami et al. (2017) で提示されたネットワーク外部性を組み込んだ経済成長モデルについて概説する。第 3 節では、ネットワーク外部性を定式化する。第 4 節において、シミュレーションの結果とそこから得られる政策的含意について述べる。最後に第 5 節を本稿の帰結とする。

## 2. モデル

本稿では Ramsey=Cass=Koopmans 型の最適成長モデルにネットワーク外部性を組み込んだ Sakagami et al. (2017) の経済成長モデルを用いる。そこで本節では Sakagami et al. (2017) のモデルを概説する。

世界には複数の国が存在する。各国の生産関数は同じであり、次のようなコブ=ダグラス型の生産関数として与えられている。

$$Y_{i,t} = A \widehat{K}_{i,t}^\gamma K_{i,t}^\alpha L_{i,t}^\beta, \text{ ただし, } \alpha, \beta, \gamma \in (0, 1) \text{ で } \alpha + \beta = 1. \quad (1)$$

ここで、第  $i$  国の  $t$  期における GDP を  $Y_{i,t}$  で表し、最終財は資本  $K_{i,t}$  と労働  $L_{i,t}$  から生産される<sup>4)</sup>。  $\widehat{K}_{i,t}$  は  $t$  期において第  $i$  国が得るネットワーク外部性を表している。  $A > 0$  は生産技術を表し、通時的に一定であるとする。

この生産関数を  $L_{i,t}$  で割り、第  $i$  国の 1 人当たり GDP に直したものが次式である。

$$y_{i,t} = A \widehat{K}_{i,t}^\gamma k_{i,t}^\alpha. \quad (2)$$

ここで、 $y_{i,t}$  が第  $i$  国の  $t$  期における 1 人当たり GDP、 $k_{i,t}$  が第  $i$  国の  $t$  期における 1 人当たり資本ストックである。

各期における 1 人当たり消費水準を  $c_{i,t}$  とすると、第  $i$  国における代表的個人の通時的効用関数は次式で与えられる。

$$U_i = \sum_{t=0}^{\infty} \left( \frac{1}{1+\rho} \right)^t \ln c_{i,t}. \quad (3)$$

---

4) 最終財はニューメレールである。

ただし、 $\rho > 0$  は割引率を表す。

これに対して、第  $i$  国の代表的個人の予算制約式は次のようになる。

$$k_{i,t+1} = \frac{1}{1+n_i} [y_{i,t} + (1-\delta)k_{i,t} - c_{i,t} - l_{i,t}gy_{i,t}], 0 \leq \delta \leq 1. \quad (4)$$

$n_i \in R$  は第  $i$  国の人口成長率、 $\delta \in [0, 1]$  は資本減耗率、 $g \in [0, \frac{1}{2}]$  はリンク費用負担率を表している<sup>5)</sup>。リンク 1 本当たりの費用負担額は、 $i$  国の 1 人当たり GDP である  $y_{i,t}$  に負担率  $g$  を乗じたものである。これに第  $i$  国が他国とつないでいる直接リンクの数  $l_{i,t}$  を乗じることで、 $t$  期において第  $i$  国が支払う 1 人当たりネットワーク維持費用の総額  $l_{i,t}gy_{i,t}$  が求められる。このように、リンク 1 本当たりに対し、支払わなければならないリンク維持費用はその国の 1 人当たり GDP に比例する。これは EU の拠出金をイメージした仮定である。ただし、本稿のモデルは、リンク維持費用を拠出金に限定するものではなく、移民の社会保障費も含まれている。移民は豊かな国に集まるため、移民の社会保障費も経済力に比例すると考えてよい。しかし、ネットワーク計画者として EU が調整できるのは拠出金の負担率だけである。

ここで、資本減耗率  $\delta=1$ 、人口成長率  $n_i=0$  と仮定すれば、予算制約式は次のように簡単化される。

$$k_{i,t+1} = y_{i,t} - c_{i,t} - gl_{i,t}y_{i,t}. \quad (5)$$

この設定のもとでラグランジアンを解くことによって、次のオイラー方程式が得られる。

$$\frac{c_{i,t+1}}{c_{i,t}} = \frac{(1-gl_{i,t})\alpha \widehat{AK}_{i,t+1}^\gamma k_{i,t+1}^{-(1-\alpha)}}{1+\rho}. \quad (6)$$

(5) の予算制約式と (6) のオイラー方程式から、最適経路に対応する 1 人当たり資本ストックと、1 人当たり消費の動学方程式を得る。

$$k_{i,t+1} = \left[ \frac{(1-gl_{i,t})\alpha}{1+\rho} \right] y_{i,t} = \left[ \frac{(1-gl_{i,t})\alpha}{1+\rho} \right] \widehat{AK}_{i,t}^\gamma k_{i,t}^\alpha. \quad (7)$$

$$c_{i,t} = \left[ 1 - \frac{(1-gl_{i,t})\alpha}{1+\rho} - gl_{i,t} \right] y_{i,t} = \left[ 1 - \frac{(1-gl_{i,t})\alpha}{1+\rho} - gl_{i,t} \right] \widehat{AK}_{i,t}^\gamma k_{i,t}^\alpha. \quad (8)$$

(7) 式はポリシー関数 (policy function) と呼ばれる動学式であり、今期の資本ストックが与えられたときに (7) 式のルールのもとで次期の最適な資本ストックが求められることを示している。

5)  $g \leq \frac{1}{2}$  の仮定は Sakagami et al. (2017) に従った。

### 3. ネットワーク外部性

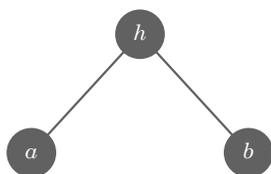
各国は、リンクを接続することによって、正のネットワーク外部性を得ることができるものとする。特に、ネットワーク外部性は自国以外の国の1期前の1人当たり資本ストックに依存すると仮定する。国の集合を  $N$  とし、第  $i$  国 ( $i \in N$ ) が  $t$  期において得られるネットワーク外部性を次のように定義する。

$$\widehat{K}_{i,t} = 1 + \sum_{j \neq i}^N \eta^{s_{ij,t}} k_{j,t-1}. \quad (9)$$

ここで、 $\eta \in (0, 1)$  はネットワーク外部性の伝播率、 $s_{ij,t} \in N$  は第  $i$  国から第  $j$  国までの最短パス長を表す。

以下ではこのネットワーク外部性について、3 か国  $N = \{h, a, b\}$  の Star 型ネットワークの例を使って、具体的に説明する (図1)。

図1 Star 型ネットワーク



このネットワークにおけるハブは  $h$  国であり、 $h$  国は  $a$  国と  $b$  国の両方と直接リンクを結んでいる。一方で、 $a$  国と  $b$  国は  $h$  国とのみ直接リンクを結んでおり、 $a$ - $b$  国間では直接リンクを結んでいない。このようなネットワークで  $a$  国が得られるネットワーク外部性は次式のように計算できる。

$$\widehat{K}_{a,t} = 1 + \eta^{s_{ah,t}} k_{h,t-1} + \eta^{s_{ab,t}} k_{b,t-1} = 1 + \eta k_{h,t-1} + \eta^2 k_{b,t-1}. \quad (10)$$

$a$ - $h$  国間には直接リンクが存在するため、その最短パス長は  $s_{ah,t} = 1$  となる。 $a$ - $b$  国間は  $h$  国を介した間接リンクで結ばれており、その最短パス長は  $s_{ab,t} = 2$  となる。このようにネットワークの便益 (外部性) がリンクを経由するごとに割引されてゆく仮定は、Jackson and Wolinsky (1996) や Bala and Goyal (2000) でも導入されている。

### 4. シミュレーション分析

本節では、3 か国  $N = \{h, a, b\}$  からなる世界において、Sakagami et al. (2017) と同様に、初

期ネットワークは Star 型で所与<sup>6)</sup>とするが、各国が毎期の期首にその期の 1 人当たり GDP がより大きくなるように他国とのリンクを接続するか切断するか意思決定を行うプロセスを追加する。このプロセスを追加することにより、Star 型から出発する経済連携ネットワークが、その後どのような形状に変化していくのかを、シミュレーション分析により明らかにできる<sup>7)</sup>。

1 人当たり GDP を基準にペア安定<sup>8)</sup>を満たさない場合にリンクの状態を変更することを許した上で、リンク費用負担率  $g$  の水準を変化させたときに、ネットワーク形状の動学的な変化にどのような違いが生じるかを調べる。ただし、リンクを結んでいない状態において新たにリンクを結ぶ場合には、相手国側もリンクを結ぶインセンティブを持っていないなければならない。つまり、リンクを結ぶには互いの同意が必要となる。その一方、リンクを結んだ状態において、リンクを切断した方が好ましい場合には、相手国の同意なくリンクを切断することができると仮定する。これにより、経済連携協定ネットワークへの加盟と離脱が表現できる。

#### 4.1. ネットワーク変化過程のパターン

シミュレーションで用いるリンク費用負担率以外のパラメータの値を  $A=3$ ,  $\rho=2$ ,  $\alpha=0.6$ ,  $\gamma=0.4$ ,  $\eta=0.5$  と設定する。リンク費用負担率  $g$  は、 $0 \leq g \leq \frac{1}{2}$  の範囲で様々な値を入力する。そして、資本ストックの初期値を  $k_{h,0}=0.1$ ,  $k_{a,0}=k_{b,0}=0.05$  とし、(8)～(10)式によりネットワーク外部性の大きさ、(7)式により各国の最適な資本ストックの水準<sup>9)</sup>を逐次的に求め、ネットワーク外部性を持つ経済成長モデルをシミュレートする。シミュレーションでは、マルチエージェントシミュレーション用のソフトウェアである Artiscoc<sup>®</sup> を用いてネットワークを可視化し、形状変化の様子を分析する。

以下に、シミュレーションで得られた代表的なネットワーク変化を紹介する。リンク費用負担率  $g$  の水準によって、大きく分けて 4 つのネットワーク変化パターン (パターン 1 からパターン 4) が観察された (図 2～5)。また、ネットワークの形状に変化が起こった時点を自動的に判別し、各国がネットワークへの加盟 (リンク接続) または離脱 (リンク切断) のどちらのインセンティブを持っていたかを記載したファイルを出力するためのプログラムを別途作成した。これにより、大国と小国のどちらがネットワーク瓦解の原因となったかを確認することができるが、その結果についても併せて述べる。

6) 実はどのような形状のネットワークを初期ネットワークとしても、結果に違いはない。

7) 紙面の都合上、国の数を増やした追加シミュレーションの結果については割愛する。

8) ペア安定とは、リンクの両端の国が互いに現在の状況を変えるインセンティブを持たない状態を指す。

9) このモデルでは資本ストックは 1 期で 100% 減耗するので、各期の資本ストックの大きさはフロー変数である「投資」に読み替えても構わない。

【パターン 1】 Complete 型ネットワークに収束 ( $0 \leq g < 0.035$ )

リンク費用負担率が  $0 \leq g < 0.035$  である場合、ハブ以外の国の経済力が十分に成長すると、Complete 型に落ち着く。Complete 型が安定となるパターンでは、初期時点において大国 ( $h$  国) 側がリンク切断のインセンティブを持ち、小国 ( $a$  国と  $b$  国) 側は大国とはリンクを接続したいが他の小国とはリンクを結びたくないというインセンティブを持つ。大国は小国の経済力が十分成長した段階で、リンク接続のインセンティブを持つようになる。そして、小国同士はお互いの経済力がさらに成長した後で、リンクを結ぶインセンティブを持つようになる。

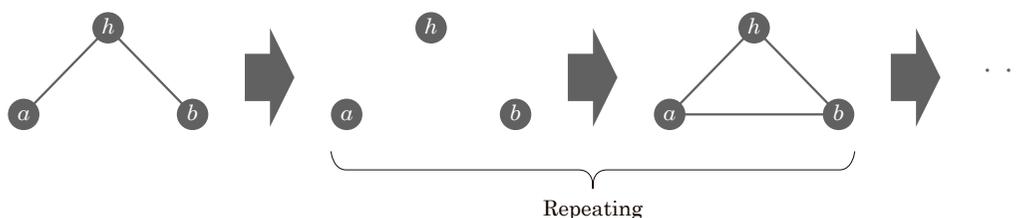
図 2 パターン 1 のネットワーク変化過程



【パターン 2】 周期ネットワーク ( $0.035 \leq g < 0.047$  または  $0.050 \leq g < 0.084$ )

リンク費用負担率が  $0.035 \leq g < 0.047$  または  $0.050 \leq g < 0.084$  である場合、しばらく Empty 型の期間が続いた後、1 期だけ Complete 型となり、また Empty 型の期間に戻るという変化を繰り返す。そして、Empty 型が続く期間は  $g$  の値が大きくなるほど長くなる。1 期だけ Complete 型に変化するときにのみ、各国はリンク接続のインセンティブを持つ。

図 3 パターン 2 のネットワーク変化過程



【パターン 3】 Star 型ネットワークに収束 ( $0.047 \leq g < 0.050$ )

リンク費用負担率が  $0.047 \leq g < 0.050$  という範囲にある場合、一旦 Empty 型ネットワークとなるが最終的に Star 型ネットワークに収束する。各国の経済力が十分に成長したタイミングで Star 型ネットワークが形成されることから、必然的に初期の経済力が大きい  $h$  国がハブとなる。最終的に、ハブとなった  $h$  国は他国に経済力を逆転されてしまうが、リンクを維持せざるを得ない。これは間接リンクから得られる便益（正のネットワーク外部性）が直接リンクを結ぶためのリンク維持費用よりも大きく、直接リンクから得られる便益が直接リンクを結ぶためのリンク維持費用よりも小さいために起こる。間接リンクのほうが好ましいため、最後まで小国同士が直接リンクを接

続するインセンティブは持たない。

図4 パターン3のネットワーク変化過程



【パターン4】 Empty 型ネットワークに収束 ( $0.084 \leq g$ )

リンク費用負担率  $g$  が0.084以上の水準では Empty 型のネットワークに収束した。これは、リンク費用負担率が高すぎて、経済が成長しきった後でさえも、直接リンクから得られる便益を、直接リンクを結ぶためのリンク維持費用が上回ってしまうことを意味する。よって、このケースではどの国もリンクを接続しようとするインセンティブを持つことはない。

図5 パターン4のネットワーク変化過程



#### 4.2. リンク費用負担率とネットワークの形状変化

3か国の場合のリンク費用負担率とネットワークの形状変化をまとめたものが図6である。リンク費用負担率が  $0 \leq g < 0.035$  ならば、Complete 型が安定ネットワークとなる。また、表1にネットワーク規模 (=国の数) が大きくなった際の各ネットワーク変化パターンに対するリンク費用負担率の境界値を示す。この表1より、ネットワーク規模が大きくなれば Complete 型が安定となるための  $g$  の値は単調に小さくなっている (表1のグレー色の列の数値)。例えば  $N=3$  の場合、その  $g$  の値は0.0035であるが、 $N=10$ では0.019にまで低下する。このことから、Complete 型ネットワークを維持したまま、ネットワーク規模を拡大したければ、相応にリンク費用負担率を下げていかなければならないことがわかる。EUは2013年の第6次拡大により28か国にまで増加していることから、英国をEUにとどめるには拠出金の負担率を下げるべきであったと言えるだろう。

ふたたび図6をみてほしい。リンク費用負担率が  $0.047 \leq g < 0.050$  という僅かな  $g$  の範囲において、Star 型ネットワークが安定になるパターンが存在する。しかし、表1からわかるように、ネットワーク規模が大きくなると、Star 型ネットワークが安定となる  $g$  の領域は消滅する。 $N=4$  以上でこのような領域を見出すことはできなかったため、これは3か国特有のパターンであると考えられる。

図6 リンク費用負担率  $g$  とネットワークの形状変化の関係

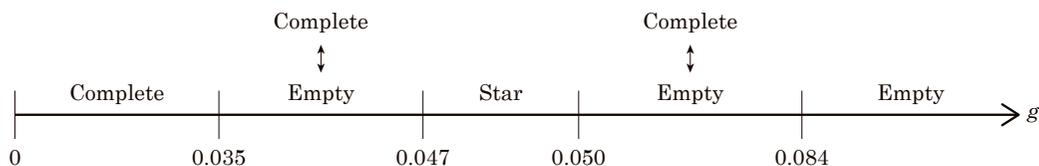


表1 ネットワーク規模別のリンク費用負担率  $g$  とネットワークの形状変化の関係

国の数 $N$	ネットワークの形状変化のパターン			
	Complete	Complete ↓ Empty	Star	Empty
3	$0 \leq g < 0.035$	$0.035 \leq g < 0.047$ , $0.050 \leq g < 0.084$	$0.047 \leq g < 0.050$	$0.084 \leq g$
4	$0 \leq g < 0.031$	$0.031 \leq g < 0.084$	-	$0.084 \leq g$
5	$0 \leq g < 0.028$	$0.028 \leq g < 0.084$	-	$0.084 \leq g$
6	$0 \leq g < 0.026$	$0.026 \leq g < 0.084$	-	$0.084 \leq g$
7	$0 \leq g < 0.024$	$0.024 \leq g < 0.084$	-	$0.084 \leq g$
8	$0 \leq g < 0.022$	$0.022 \leq g < 0.084$	-	$0.084 \leq g$
9	$0 \leq g < 0.021$	$0.021 \leq g < 0.084$	-	$0.084 \leq g$
10	$0 \leq g < 0.019$	$0.019 \leq g < 0.084$	-	$0.084 \leq g$

リンク費用負担率が  $0.084 \leq g$  ならば、Empty 型が安定ネットワークとなる。Empty 型が安定となるための  $g$  の値は、ネットワーク規模や初期の資本ストックの大きさに関係なく一定であった。

そのほかのリンク費用負担率の水準では、Complete ネットワークと Empty ネットワークを交互に繰り返す。これは、その期の1人当たり GDP を基準にリンクの接続・切断をすると仮定したことによる影響であると考えられる。ネットワーク外部性は自国以外の国の1期前の1人当たり資本ストックに依存しているため、リンクを切断した悪影響は後から現れることになる。そして、悪影響が顕在化するとすぐにリンクを結び直すのである。つまり、目先の利益のみを考えた近視眼的な意思決定により、リンクの切断と再接続が繰り返されると言えるだろう。

## 5. おわりに

本稿では、ネットワーク形成ゲーム理論におけるネットワーク便益を正の外部性として最適経済成長モデルに組み込んだ Sakagami et al. (2017) のモデルを使い、ネットワークの接続や切断が

起こる場合のネットワークの形成過程をシミュレーションにより分析した。

シミュレーションの結果、定常状態の安定ネットワークが Complete 型ネットワークや Empty 型ネットワークであるケースの他に、Complete 型ネットワークと Empty 型ネットワークを交互に繰り返す周期解の存在が観察された。このような結果が生じた理由は、ある時点において安定ネットワークであると考えられていたとしても、相手国の経済状況が変化してネットワークが安定でなくなってしまうことによる。これは、経済連携協定ネットワークが長期的に瓦解してしまう場合があることを示唆している。多くの場合、リンク切断のインセンティブは大国側にあり、英国が EU から、アメリカが TPP 交渉から離脱したことの説明にもつながるであろう。

また、Complete 型ネットワークに収束するためのリンク費用負担率は、ネットワーク規模が大きくなるほど小さくなることから、経済連携協定ネットワークが瓦解する要因としてネットワーク規模の肥大化が挙げられることを明らかにした。これは英国が EU から離脱した要因の一つとして考えられる。

今後の課題として、EU ネットワークに特化した分析を行い、英国の EU 離脱の原因を精緻に分析することが挙げられる。具体的には、一本一本のリンクの接続・切断を決定するのではなく、EU に加盟するか否かを決定するように変更する。すなわち、EU に加盟すると、加盟国すべてと Complete 型ネットワークが形成されるようになる。さらに、国を大・中・小の 3 種として、中程度の経済力を持つ国にのみ、EU 離脱のインセンティブが生じる状況が存在するのかを検証する。これにより、ドイツやフランスが EU に残留し、英国のみが EU を離脱することの説明につなげたい。

#### 参考文献

- 嶋田巧・高屋定美・棚池康信 (2018) 『危機の中の EU 経済統合』, 文眞堂.
- Bala, V. and S. Goyal (2000) "A Non-cooperative Model of Network Formation", *Econometrica*, 68, pp. 1181-1229.
- Cass, D. (1965) "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation," *Review of Economic Studies*, 32, pp. 233-240.
- European Union, official website, "How the EU is funded", [https://europa.eu/european-union/about-eu/money/revenue-income\\_en](https://europa.eu/european-union/about-eu/money/revenue-income_en)
- Jackson, M. O. and A. Wolinsky (1996) "A Strategic Model of Social and Economic Networks", *Journal of Economic Theory*, 71, pp. 44-74.
- Koopmans, T. C. (1965) "On the Concept of Optimal Economic Growth," in *Econometric Approach to Development Planning*, Amsterdam: North-Holland.
- Ramsey, F. (1928) "A Mathematical Theory of Saving," *Economic Journal*, 38, pp. 543-559.
- Sakagami, T., Y. Kato, H. Inoue, H. Unoki (2017) "Externalities of Network Formation and Economic Growth," In T. Naito, W. Lee, Y. Ouchida (eds.) *Applied Approaches to Societal Institutions and Economics. New Frontiers in Regional Science: Asian Perspectives*, 18, pp. 215-226, DOI: <https://>

[doi.org/10.1007/978-981-10-5663-5\\_16](https://doi.org/10.1007/978-981-10-5663-5_16)

The United Nations (2013), "UN Budget Scale Assessment Methodology," <https://www.un.org/ldcportal/un-budget-scale-assessment-methodology/>

(\*熊本学園大学経済学部教授 博士(経済学))

(\*\*熊本学園大学経済学部准教授)

(\*\*\*久留米大学経済学部講師 博士(経済学))