

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 DOMINGUEZ Alvaro

論文題目 Essays on networks: Applications to diffusion, productivity and bargaining
(ネットワークに関するエッセイ: 普及、生産性、交渉への応用)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院経済学研究科教授 萬行 英二

名古屋大学大学院経済学研究科教授 工藤 教孝

名古屋大学大学院経済学研究科教授 柳瀬 明彦

論文審査の結果の要旨

1. 本論文の概要

(1) 本論文の目的

ネットワークは日常生活のあらゆるところに存在する。友人関係から脳内のニューロンに至るまで、これらの種類の関係はすべてネットワークを介して表現され、理解される。経済学の場合、ネットワークは国際貿易や買い手と売り手の相互作用などを理解するのに役立つ。さらに近年、ネットワークサイエンスは学際的な発展を重ねて、生物学、コンピューターサイエンス、物理学、社会学、経済学などの分野間のギャップを埋めるのに有用な手段となっている。

本論文はネットワーク理論を通じて、重要な経済問題を分析し、プレイヤーの相互作用関係の構造が経済的結果にどのような影響を与えるかに焦点を当てている。ネットワーク構造に応じて、エージェントと他者との接続は多かれ少なかれ、相対的な位置、選択肢、そのエージェントが持つ力と重要性に対して影響を与えうる。そこでプレイヤーをモデル化するためにグラフ理論とゲーム理論を使用し、データに基づくコンピューターシミュレーションを用いて理論の検証を行っている。具体的には、本論文がネットワーク理論に基づき分析したネットワーク構造は以下のとおり。

- 国際貿易ネットワークにおける欧州各国の位置や重要性が、欧州内の協調的な温暖化ガス排出削減に対するコミットメントに与える影響（第2章）
- 日本の産業間投入産出ネットワークにおいて、他産業と密に接続された産業グループ（定常コミュニティ）とそれ以外の産業から構成されるグループ（移行コミュニティ）の間では、労働生産性の産業間収束の度合いが異なるのか（第3章）
- ネットワーク内でのプレイヤーの位置が定常的交渉ゲームから得られる利得を決定するのに重要な役割を果たす状況の考察（第4章）

(2) 本論文の構成と内容

第1章ではネットワークとは何かを定義している。さらに、本論文の後続の章を簡単に紹介し、得られた発見と結果について簡単に説明している。

第2章の Expanding a Climate Club in Europe: A Network Simulation（欧州気候クラブの拡大：ネットワークシミュレーション）では、各国がどのように協調して気候環境政策にコミットするかを検討している。本章では1996年から2011年までの欧州の二国間貿易および気候環境政策のデータに依拠し、気候クラブ（調和のとれた方法で温暖化ガス排出量を削減することに同意する国の連合）の拡大を考察している。この拡大はネットワークを介して広まるウィルスと同様に、次のようなメカニズムで拡散される前提としている。気候環境政策の採用および実施をすることで気候クラブに参加することを決定した国は「感染」したと見なされる。「ウィルス」が広がるには2つの代替しきい値のいずれかを超過する必要がある。最初のしきい値は同じグループに属する国との接続と他のグループに属する国との接続の相対的な頻度から決定される。2つ目のしきい値は、最初のしきい値に基づく分析において、二国間貿易の輸出金額をウェイトとして使用した。上記の2種類のしきい値のうち、より適切に、分析期間中に観察された欧州各国の気候クラブ加盟の順番を説明できるのは、2番目のしきい値であった。

論文審査の結果の要旨

また、気候クラブ拡大に大きな影響力を持つ国を分析し、国内市場が大きい国（ドイツやフランス）の気候クラブ加盟が他国の加盟を加速させる可能性を示唆している。

第3章の Industrial Productivity Divergence and Input-Output Network Structures: Evidence from Japan 1973-2012（産業生産性の乖離と投入産出ネットワーク構造：1973年から2012年の日本の産業構造の分析）においては、日本の産業間の労働生産性の違いを分析している。1990年代初頭以降の日本において、産業間の労働生産性のばらつき度合いは大きくなっている。そこで、1973年から2012年までの経済産業研究所(RIETI)の投入産出データを使用し、ネットワークサイエンス分野で用いられる「コミュニティ検出アルゴリズム」に基づいて産業を二つのグループに分割する。1つ目のグループは、密に接続された産業グループ（定常コミュニティ）であり、分析期間すべてにおいて、「コミュニティ検出アルゴリズム」が密に接続されたと判断した産業のみを含む。2つ目のグループは、1つ目のグループに属さない産業として定義される（移行コミュニティ）。次に、ここで定義したグループ別に、1973年から2012年までの産業間の労働生産性のばらつき度合いを検証したところ、次のような結果が得られた。1973年から1993年までのデータに基づく分析では、定常コミュニティと移行コミュニティともに産業間の労働生産性の違いは収束していた（1973年当初の労働生産性が低い産業ほど、その後の労働生産性の成長率は高かった）が、その収束度合いは、定常コミュニティでより顕著であった。一方、1998年から2012年までのデータに基づく分析では、定常コミュニティでは産業間の労働生産性の違いの収束が引き続き観察された（統計的有意ではない）が、移行コミュニティでは産業間の労働生産性の違いの発散が観察された（1998年当初の労働生産性が高い産業ほど、その後の労働生産性の成長率は高かった；統計的有意でない）。

第4章の Strategic Formation of Bargaining Networks with Heterogenous Costs（不均一コストを伴う交渉ネットワークの戦略的形成）では、分権的な意思決定によって経済主体間のつながり、すなわち主体間のネットワークがどのように形成されるのかを、以下のような枠組みで理論的に考察した。モデルの第1段階では各主体が費用をかけてネットワークを形成し、第2段階では形成されたネットワークのもと、各主体はつながりのある他の主体と生産活動を行い、成果配分を交渉により決定する。先行研究に従い、交渉配分は Manea (2011) による Rubinstein 交渉の均衡配分の一般化を用い、ネットワーク形成の解概念は Jackson and Wolinsky (1996) の対安定性(pairwise stability)を用いている。本研究の新規性は、各経済主体に2つの異なるタイプを導入し、異タイプ間のリンクを形成する費用が同一タイプ間より高いとし、なるべく異なるタイプを混合せずにペアやサイクル等を形成するのが社会的に望ましい状況を考察した点である。本研究ではどのような条件下、孤立点、ペア（2つの主体のみのつながり方）、直線（3つ以上の主体の直線的なつながり方）、サイクル（3つ以上の主体が輪になるつながり方）、およびそれらのさまざまな組み合わせが上記の安定性を満たすのかを詳細に分析している。

注目すべき結果は、異タイプ間のリンク形成費用が比較的安く同一タイプ間の費用に近づくと、そのような主体のつながりを許すようなネットワークが安定性を満たすという、非効率的なネットワーク形成を明らかにした点である（たとえば Theorem 4 の (iv), Theorem 5 の (v)）。一方で、異タイプ間のリンク形成費用が十分に高ければ、そのような

論文審査の結果の要旨

リンクが形成されるインセンティブはなくなるため、非効率性が避けられる (Theorem 4(iii), Theorem 5(iv))。すなわち、異タイプ間のネットワーク形成費用の低下が却って非効率的なネットワーク形成を誘発するという、非常に興味深い結果を導いた。

2. 本論文の評価

本論文の学術上の貢献は以下の3点である。

第1に、経済学の分野での利用が限られていたネットワーク理論を、科学的厳密性を維持しつつ本論文で扱った3つの重要な経済問題に応用したことが挙げられる。例えば、第2章で扱った、欧州各国が気候クラブに加盟する順番などのダイナミックな結果を説明する際、経済学の実証分析で伝統的に使われている計量経済ではサバイバル・モデルが使われるが、その前提条件や分析に必要なデータ量を考慮すると分析コストは高いと言える。一方、本論文の分析ツールであるネットワーク理論においては、分析に必要なデータ量は少ない上、モデルも直感的である。

第2に、第3章では、産業間連関の構造が産業間の技術伝播を通じて産業における労働生産性に影響を与える可能性を示唆したが、このことは、これまでの研究文献で指摘がなかったことで、一産業の労働生産性の成長に与える他産業との産業連関の影響という新しい研究の視点を提供したと言える。

第3に、第4章について、経済主体間のネットワークが経済取引や資源の配分にどのような影響を与えるかを分析することは、その重要性にもかかわらず分析的な難易度が高く、これまでは比較的単純なケースにおける分析が行われてきており、政策インプリケーションにつながるような結果はあまり多く出てきていない。本研究では、分権的なネットワーク形成においてリンク形成費用の異質性がネットワークの安定性に与える影響を詳細に分析し、リンク形成費用の低下により非効率的なネットワークが却って安定的になってしまうという、明確な政策インプリケーションを持つ状況を発見した点に貢献がある。本研究の枠組みは、パートナーシップ、共同研究体制、企業提携などに応用可能であり、そのような文脈における分権的なネットワーク形成をもたらす効率性の歪みやそのロジックを発見した意義は大きいと言える。

以上のように、本論文はいくつかの学術的貢献を有するものであるが、他方で以下のような課題を残していることも事実である。

第1に、第2章における分析では、分析結果の頑強性に不安を残している。例えば、気候クラブ加盟は欧州各国によって発表される性格のものではなく、論文著者が気候環境対策として分類される政策の採用・実施状況を観察し、欧州各国の気候クラブへの加盟のタイミングを判断している。論文筆者は客観的な事実に基づき気候クラブへの加盟のタイミングを判断しているが、分析対象となる気候環境政策の範疇などの違いにより、本論文の分析結果とは異なる結果を得る可能性を排除することはできない。本論文の結果の頑強性を示すために、「気候環境政策」の定義など、分析フレームワークの鍵となる概念について、代替的な概念を使用しても、分析結果が保持されることを示すことが望ましい。

論文審査の結果の要旨

第 2 に、第 3 章において、他産業との産業連関が 1973 年から 2012 年までの間、定常的であった産業グループと移行的であった産業グループとでは、各グループ内での労働生産性の収束・発散の状況が異なることを発見したが、この現象の背後にあるメカニズムについての分析がない。発見した現象を説明するメカニズムを明らかにすることが、第 3 章の発見の信用性を高め、さらには労働生産性向上のための具体的な政策提言のためには必要である。

第 3 に、第 4 章の研究に残されている課題としては、以下の 2 点を挙げるができる。

- 本研究で用いられている対安定性の解概念は、通常、解の一意性を保証しないため、複数の解がある際にはどの解がより起こりやすいのかを何らかの形で議論することが重要となる。特に、本研究で発見された非効率的な解が起こりやすいのかを分析することが望ましい。
- 本研究における生産構造は既存研究と同じく、つながりのある一対の主体間においてそれぞれ価値 1 単位分の産出を考えるという非常に単純化されたもので、ネットワークの広がりを通じた生産における外部性を捨象している（ネットワーク外部効果や混雑効果など）。ネットワーク構造は交渉配分だけではなく生産にも影響を与えると考えることは自然で、そのような論点を織り込んだより現実的な経済問題を考えることにより、さらに豊かな分析結果や政策インプリケーションが得られることが期待される。

3. 結語

以上の評価に基づき、われわれは本論文が博士（経済学）の学位に値するものであることを認める。

2020 年 2 月 19 日

論文審査担当者

主査	名古屋大学大学院経済学研究科	教授	萬行	英二
委員	名古屋大学大学院経済学研究科	教授	工藤	教孝
委員	名古屋大学大学院経済学研究科	教授	柳瀬	明彦

