

## 審査の結果の要旨

氏名 山野 泰子

デジタルトランスフォーメーションの進展や予期せぬ自然災害の頻発など、変動が激しくなった現代市場において、企業間の相互作用を捉え、変動に対する企業や地域クラスターの適応力を評価する社会的な要請が高まっている。本論文では、そうした社会的な要請を踏まえ、ネットワークを構成する要素間の動的推移と構造特性を捉える二つのノード指標を提案し、さらに、それらを企業間取引ネットワークにおける企業単体及び密な取引関係を持つ企業群（産業クラスター）の評価に適用する枠組みを構築することで、地域の産業構造とその変動への適応力に関する新たな知見を抽出することに成功している。

第一章では、提案指標と密接に関連する社会背景や政策的課題として、日本の経済政策の中で用いられてきた新陳代謝の概念とその定量的評価の必要性を述べるとともに、異質な分野間の連携及び産業クラスターの構造転換の進展、その背景にある企業間の遠距離交流の活発化等について論じている。また、こうした課題や背景を捉えて分析するネットワーク科学の評価指標とその限界を説明し、本論文の貢献と枠組みについて整理している。

第二章では、地域クラスターと企業間ネットワークに関する技術経営領域の先行研究を整理するとともに、提案指標等の着想の契機となった極相林のエコシステムと新陳代謝に関する概念を説明している。さらに、本論文で扱うネットワーク科学の分析手法として動的推移解析と静的構造解析、コミュニティ進化イベントの検出と予測手法の概要について説明し、先行研究と対比しつつ、本論文の位置付けを明らかにしている。

第三章では、ネットワーク中のミクロな動的推移を解析する独自の指標を提案している。具体的には、企業間取引関係の変動に基づいて定義した企業の新陳代謝度を東北地方、中部地方及び九州地方の企業属性及び企業間取引の実データに適用して、企業間の相互関係のダイナミクスを定量的に解析している。

企業の新陳代謝度と存続期間については、新陳代謝度の分位点別企業群間で多群検定と多重比較検定を行い、新陳代謝度が 0.1 程度である企業群の平均存続期間が、統計的に有意に長いという検定結果を得ている。この結果から、取引関係が固定的な企業及び取引関係の変動が極端に大きい企業は、どちらも市場での存続が困難になるという新たな知見を得ることに成功している。

第四章では、ネットワークの静的構造に基づいた新たなノード指標を提案している。既存指標では、クラスター間をつなぐノードの検出は可能であるが、そのノードがつないでいるクラスター間の距離、すなわち、クラスター間のエッジ数や共通隣接ノード数が考慮されていない。そこで、距離が遠いクラスター間をつなぐノードの検出に適した新指標 PW を提案し、条件を変えて生成した複数のベンチマークネットワークを用いて提案指標の妥当性を検討している。例えば、ネットワーク中のノードへの攻撃耐性に関する検証実験では、ネットワークの構造的な特徴を捉える八つノード指標の中で、提案指標 PW が稀少かつ重要なエッジを持つノードの検出において最も優れていることを明らかにし、提案指標 PW が有効なものであることを示している。その上で、これらの検証結果と解釈とを踏まえて、提案指標 PW で検出される企業のブローカーとしての役割について論じている。

第五章では、第三章及び第四章で提案した二つのノード指標を東北地方の実際の企業間取引ネットワークにおけるクラスターの進化イベントに適用して、実験を行っている。動的ネットワークにおいて、ミクロなノードのポジション価値がマクロなクラスターの動態にどのように影響するかを明らかにすることはこれまで困難であった。本論文では、実験を通して、提案指標 PW がクラスター進化イベントの予測に最も大きく寄与していることを示す回帰分析の結果を示し、その解釈について述べている。また、クラスター進化の系譜を表す独自のクラスター進化マップを用いて、三つの典型的なクラスターパスを抽出することに成功し、さらに、ケーススタディとしてそれらの特徴を詳しく論じている。具体的には新陳代謝度、Z 値、P 値、PW 値という三つのネットワーク指標、売上高、産業エントロピー、地域エントロピー、クラスターサイズの八つの指標の推移を示すレーダーチャート、及びクラスター進化イベントの出現傾向を用いて、クラスターパス毎に異なる特徴を多角的かつ客観的に捉えることに成功している。

第六章では、提案指標を用いた解析結果を踏まえ、本論文におけるアプローチから導き出される示唆や政策現場への適用可能性について考察している。デ

一タ活用型のアプローチの意義を述べるとともに、三つの典型的なクラスターパスについて、それぞれの特徴に応じた政策的インプリケーションを述べ、各クラスターパスの特徴を踏まえた多様な地域経済のあり方とその成長に向けた具体的な支援方策について論じている。また、本論文における分析結果より、企業のネットワークにおけるポジション価値は、その企業が属するクラスターパスによって大きく異なることを明らかにしている。

本論文は全体として、新陳代謝度とPWという二つの独自指標を提案し、それらを用いたクラスター進化マップの分析枠組みを提案する等、新規性が高く、これまでケーススタディが中心であった地域経済研究の領域に、実用的で客観的なアプローチを提供することになったものと評価出来る。また、その大規模な実データへの適用を通して、既存手法では得ることが困難であった地域の産業クラスターに関する様々な知見を抽出している点も評価できる。さらに、そこから得られた政策への様々な示唆を考慮すると、政策科学の手法としても有用なものであると考えられる。

以上のことから、本論文は、新規性、有用性、完成度の3点において博士論文として求められる条件を満たしていると判断した。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。