

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：32689
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2019～2022
課題番号：19K04893
研究課題名（和文）企業の多角化・集中戦略に着目したサプライネットワーク創発原理の追究とモデル化

研究課題名（英文）Empirical data analysis and modeling of the emergence of supply network complexity with a specific focus on firms' strategies of diversification and exploration/exploitation

研究代表者
鬼頭 朋見（Kito, Tomomi）

早稲田大学・理工学術院・准教授

研究者番号：50636107
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：製造業を取り巻く環境が不確実性・複雑性を増す中、企業は何を造り誰と取引するかの戦略的意思決定を、適応的に行う必要がある。また、サプライネットワーク全体としても、高い頑健性・効率性が求められる。しかし、サプライネットワーク構造の特徴が多様な企業戦略と相互依存関係からいかに創発するか、というボトムアップ的原理は、未だ十分に研究されていない。また、ポートフォリオと取引先の多角化戦略を統合的に測る指標や、他企業の戦略を考慮した適応戦略の評価指標も確立されていない。本研究ではこれらの指標を提案した上で、企業の多角化戦略の多様性と相互依存性から、サプライネットワークの全体構造が創発する原理を追究した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、データ科学と複雑ネットワーク科学に依拠したアプローチによる新たな指標提案を行う。さらに、企業戦略とサプライネットワークのモデル化という、学術的にも実務的にも非常に重要な2つの課題領域を、複雑創発システム論の展開や、ネットワーク理論・シミュレーションといった新たな方法論によってつなぎ、学術的パラダイムを拓くことを目指す。本目的が達成されれば、複雑な社会システムへの理解がより深化し、サプライネットワークや企業戦略の研究発展に大きく寄与する。また実務的にも、企業の戦略決定支援や企業群全体のレジリエンス評価、脆弱箇所の特定等のための知見提供につながるもので、産業的インパクトが非常に高い。

研究成果の概要（英文）：As the environment surrounding the manufacturing industry becomes increasingly uncertain and complex, companies need to be adaptive in their strategic decision-making about what to make and with whom to do business. The supply network as a whole must also be highly robust and efficient. However, the bottom-up principle of how the characteristics of the supply network structure emerge from diverse corporate strategies and interdependencies has not yet been sufficiently studied. Furthermore, indicators to measure the diversification strategies of portfolios and suppliers in an integrated manner and evaluation indicators for adaptation strategies that take into account the strategies of other firms have not yet been established. In this study, these indicators are proposed and the principle of the emergence of the overall structure of the supply network from the diversity and interdependence of the diversification strategies of companies is pursued.

研究分野：経営工学

キーワード：サプライチェーン ポートフォリオ 多角化戦略 ネットワーク科学 実データ 競争戦略

1. 研究開始当初の背景

近年の様々な研究により、ネットワークの構造が、全体の頑健性や効率性、各ノード(この場合は企業)の晒されるリスク等に影響することが既に明らかとなってきた。従って、現実のサプライネットワーク構造の体系的理解は、頑健で効率的な物流を維持・発展させるために非常に重要な課題である。

様々な数理モデルが提案されているものの、現実のサプライネットワークは、トップダウンには設計できず、様々な企業が各々に戦略的意思決定をし互いに作用し合うことで、結果的にボトムアップに形成される(=創発する)“複雑適応系”である。特に「何を新たに造るか/造り続けるか/造るのを止めるか」(製造ポートフォリオの多角化・集中戦略)、および「誰から調達するか/誰に供給するか」(取引先の多角化・集中戦略)の意思決定は、取引関係を直接的に決定づける。企業はこれらの戦略を、各々の資源制約の下で他企業の戦略も鑑みつつ適応的に行っており、サプライネットワーク全体の構造は、その結果を反映しているはずである。現実的なサプライネットワークのモデルを構築するためには、企業の多角化・集中戦略と企業間の相互作用を定式化した上で、いかにボトムアップ的に全体が実現され得るかという“ミクロとマクロを繋ぐ原理”を解明する必要がある。

2. 研究の目的

本研究は、製造企業のポートフォリオおよび取引先の多角化・集中戦略の多様性と相互依存性から、いかに複雑な企業間サプライネットワーク構造が創発するか、その原理を追究することを目的とするものである。また、より頑健で効率的な生産を実現するサプライネットワーク形成のためには、企業は各々の制約に応じてどのような適応戦略を獲得すべきかという、企業レベルの戦略的示唆を導出する礎を築くことも目指す。この目的実現のために、本研究では、まず製造ポートフォリオと取引先の多角化・集中戦略を統合的に測る定量指標を設計・検証する。さらに、他企業の戦略を考慮した上で、各企業の戦略を評価する指標についても立案を目指す。これらの指標を用いて企業をコンピュータ上に表現したうえで、サプライネットワークの実態を捉える実データを収集・分析し、ミクロレベルの企業戦略と、マクロレベルのサプライネットワーク構造の間を繋げる原理に関する知見を導出する。

3. 研究の方法

本研究目的を達成すべく、いくつかのアプローチを複合的に進めた。

まず、実データの整備を行った。自動車産業の詳細な時系列データはすでに保有・整備済みであったため、本課題では別産業のデータの収集に取り組む予定であった。それがうまく進まない場合には、自動車産業データをより充実させて用いることを計画していた。

次に、多角化指標の立案については、数ある既存の多角化指標を体系的に調査したうえで、数理的に妥当性のある統合多角化指標を立案することを計画した。また、企業のパフォーマンスを捉えるデータも収集し、経営学分野で長年議論されてきた多角化度とパフォーマンスの関係について新たな知見を導くことを目指した。

また、製品間の関連性を考慮した多角化度の指標を新たに提案することとした。たとえ多くの製品を手掛けていても、それらの製品が互いに類似していれば(例:同一の製造機械や材料で作れる、必要なスキルや知識が重複しているなど)、そのポートフォリオの多角化度は低く見積もられるべきである。しかし、類似性の情報を直接入手することや、そもそも測ることは不可能である。そこで本研究では、国家間貿易における各国の輸出品ポートフォリオの時系列データから、国の経済の複雑性を間接的に定量化した既存研究[1]の手法を応用する。

これらの指標を実データに適用し、サプライヤの戦略の時系列変化とその経路依存性について分析することとした。

さらに、ミクロレベルとマクロレベルをつなぐため、企業レベルの戦略的特徴をいくつかのパターンに類型化し、その組み合わせから成るいわばメゾスコピックレベルの構造的特徴(ネットワークモチーフと称する)を特定するアプローチをとる。ネットワーク科学分野においては、対象とするネットワークの全体構造において、どのような部分ネットワークの構造的パターンが統計的に顕著に表れているかを測り、それによって全体の創発原理を理解しようとする試みが、さまざまな文脈でおこなわれている。本研究でもそのアプローチに則り、サプライネットワークを構成するネットワークモチーフの特定に取り組むこととした。

4. 研究成果

まず、実データの整備に関しては、複数の産業を検討し、入手可能なデータを調査した。しかし、さまざまな観点から、研究を滞りなく進めるためには、既に入手・整備済みの自動車産業データを有効活用し、本課題遂行に必要な追加データを収集する方が有益であろうと判断した。そのため本課題では、自動車産業の部品サプライヤの取引に関する詳細な時系列データを追加整備し、さらにサプライヤの自動車産業以外での事業展開や、それぞれの事業での業績などのデー

タも収集した。このようにして構築した自動車産業サプライネットワークに関するデータベースは、(それ自体が研究成果ではないものの) 今後さらなる研究の発展にも有効活用できると期待できる。

本研究ではまず、製品と顧客の多角化を統合的に評価できる指標を、エントロピー指標を応用することで立案した。この指標を用いて自動車産業サプライヤの統合多角化度を測り、またそれらの企業の業績の情報を用いて、多角化度と業績の関係性を分析した。その結果、統合多角化度と業績の間には逆 U 字の関係性が観察された。多角化度と業績の関係性については数々の議論や分析がなされてきたが、顧客の多角化度を考慮したものはほぼ存在せず、また産業内での多角化について詳細なデータ分析をした先行研究も存在しないため、本研究は strategic management 分野に大きく貢献するものと言える。

次に、製品間の関連性を考慮した多角化度の指標も設計した。さまざまな分野の既存研究を幅広く調査した結果、生態学で提案されている種の近縁性を測る指標を応用できると着眼した。この指標を応用し、本課題では自動車部品間の関連性を定量化し、その情報を組み込んだうえでの各サプライヤの製造ポートフォリオの多角化度を測ることが実現できた。この指標を用いると、多角化度と業績の間に正の関係性が現れることが分かった。本提案指標を用い、サプライヤの多角化の過程の経路依存性を、部品間の関連性を捉えたネットワーク上に投影し観察することができるようになった。

さらに、ネットワークモチーフの特定にも取り組んだ。ネットワーク科学におけるネットワークモチーフは通常、ノードやエッジの数を固定した幾何学的パターンに限定される。たとえば 3 ノード間では、エッジの方向性も考慮すると、エッジの表れ方のパターンが 13 種類存在する。元のネットワークと同じノード数・エッジ数で、エッジをランダムに張り替えた幾何学モデルを用意し、その中でこれら 13 種が観察される頻度に比べ、元のネットワークでは各種の出現頻度が統計的にどの程度顕著に多い/少ないのか、を測ることで、元のネットワークの構造的特徴を明らかにする、という具合である。実際には比較対象がランダムなネットワークで良いのかについて慎重な検討が必要である、という点については、ネットワーク科学分野で既に盛んに議論がなされている。しかし、ノードの数を固定してモチーフを限定するという制約自体を外すというのは、あまり多くなされてはいない。本研究では、自動車産業サプライネットワークにおいて「意味のある」モチーフが何であるのかを特定した。そのために、経営学的理論を調査し、企業間取引戦略のパターンを特定した。そしてそれらの組み合わせと、実データの詳細な観察の両方を同時におこない、両者を統合することで、結果的に 6 つのモチーフの特定に至った。すなわち、これらのモチーフが組み合わせあって、サプライネットワークの全体が構成されると本研究では考える。一方で、その組み合わせ方のパターンについては、残念ながら本課題の研究期間中に追究することが出来なかった。これを実現することが今後の課題である。

< 引用文献 >

- [1] Hidalgo CA *et al.*: The product space conditions the development of nations. *Science* 317:5837, 482-487 (2007).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Tomomi Kito, Kunihiro Ueda	4. 巻 -
2. 論文標題 Measuring product relatedness for capturing product portfolio diversification strategies of auto-parts suppliers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 28th International Annual European Operations Management Association (EuOMA) Conference	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Penghang Liu, Naoki Masuda, Tomomi Kito, Ahmet Erdem Sariyuce	4. 巻 12
2. 論文標題 Temporal motifs in patent opposition and collaboration networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1917
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-05217-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Tomomi Kito, Kunihiro Ueda	4. 巻 -
2. 論文標題 Measuring product relatedness for capturing product portfolio diversification strategies of auto-parts suppliers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 28th International Annual EurOMA (European Operations Management Association) Conference	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tomomi Kito, Nagi Moriya, Junichi Yamanoi	4. 巻 -
2. 論文標題 The emergence of the inter-organisational adversarial network in strategic patenting	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the Conference on Complex Systems	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tomomi Kito, Nagi Moriya, Junichi Yamanoi	4. 巻 72
2. 論文標題 Inter-organisational patent opposition network: how companies form adversarial relationships	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Japanese Economic Review	6. 最初と最後の頁 145-166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42973-020-00057-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計10件(うち招待講演 0件/うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Tomomi Kito, Takahiro Furue
2. 発表標題 Motif analysis of the establishing, sustaining, and unwinding of cross-shareholdings in Japan
3. 学会等名 Networks 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomomi Kito, Yuki Murata, Nagi Moriya, Junichi Yamanoi
2. 発表標題 The dynamics of inter-organisational adversarial relationships in patenting
3. 学会等名 Networks 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Penghang Liu, Tomomi Kito, Naoki Masuda, A. Erdem Saryuce
2. 発表標題 Temporal motifs in patent opposition and collaboration networks
3. 学会等名 Third Northeast Regional Conference on Complex Systems (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村田 裕乙, 守谷 凧季, 鬼頭 朋見
2. 発表標題 技術領域に着目した企業間特許抗告メカニズムのネットワーク分析
3. 学会等名 日本経営工学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深澤 実緒, 鬼頭 朋見, 上田 邦裕
2. 発表標題 部品情報に着目した日本の自動車アセンブラのサプライネットワーク分析
3. 学会等名 日本経営工学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上田 邦裕, 鬼頭 朋見, 浅野 修平, 深澤 実緒
2. 発表標題 産业内・産業間多角化に着目した国内自動車産業一次サプライヤの戦略の多様性の分析
3. 学会等名 日本経営工学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomomi Kito, Mayu Furukawa, Junichi Yamanoi, Hiroki Sayama
2. 発表標題 An integrated index for product & customer diversification strategies
3. 学会等名 NetSci-X 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomomi Kito, Yuki Murata, Junichi Yamanoi, Ravi Madhavan
2. 発表標題 Strategic determinants of decisions not to settle patent litigation: replication and extension of Somaya (2003)
3. 学会等名 the Strategic Management Society (SMS) 42nd Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kaito Hosoi, Yuki Murata, Tomomi Kito
2. 発表標題 Technology network focusing on "small" firms
3. 学会等名 NetSci 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tasuku Yasui, Taiga Ishii, Tomomi Kito
2. 発表標題 Co-evolutionary dynamics between startups and investor portfolios
3. 学会等名 10th Computational Social Science Satellite Workshop in the Conference on Complex Systems 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計2件

国際研究集会 Science of Innovation and Success Workshop	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 Socioeconomic Networks and Network Science Workshop	開催年 2022年～2022年

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------