JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	コンソーシアム型研究開発プロジェクトに関するネットワーク分析
Author(s)	野間口，隆郎；山崎，晃；林田，英樹；舩島，洋紀；高橋，雅和
Citation	年次学術大会講演要旨集，33：26-31
Issue Date	2018-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/15565
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

１Ａ０７

コンソーシアム型研究開発プロジェクトに関するネットワーク分析

○野間口 隆郎（和歌山大学），山崎 晃（千葉工業大学），林田 英樹（大阪大学），
舩島 洋紀（神戸大学），高橋 雅和（山口大学）
※責任著者のメールアドレス tnoma@eco.wakayama-u.ac.jp

1. はじめに

チェスブロウ（2008）は、オープン・イノベーションを、内部のイノベーションを加速し、イノベーション の外部利用市場を拡大するための意図的なナレッジの流入・流出であるとし、自社ビジネスをオープンにすることが求められるとした。その意味ではコンソーシアム型研究開発もオープン・イノベーションの考え方を取り入れることを検討する必要がある。複数の企業組織のコンソーシアム型で行う実用技術の研究開発プロジェクトにおいて、それぞれ独立した価値観と思惑を持つ組織がバリューチェーンを構築する。そのため、それらのプロジェクトのバリューチェーンはネットワーク構造となる。最終的に実用化されたプロジェクト成果としての技術を残す場合と、技術が実用化にはいたらない場合がある。それらの実用化における結果を分ける特徴はスター型をとらないことであると仮説設定し、その検証をこころみるためネットワーク分析をおこなった。

2. 先行研究

加藤ら（2014）は、材料分野とライフサイエンス分野のNEDOプロジェクトにおいて，川下との垂直連携が上市・製品化に有効であるとする。そして、垂直連携の有効性を高めるためには，連携企業間で連携する技術の位置付けや参加動機をマッチさせる必要があること，水平連携は，上市・製品化に対してネガティブな効果をもつことなどを明らかにしている。水平分業は役割に差別化がなければ利害の対立を生むことが考えられるため妥当な結論とはいえる。その意味では、日本企業はやはり１：１の垂直連携、つまり垂直統合が得意であるという結論とも考えられる。または加藤ら（2014）の研究はコンソーシアム形式の研究開発を対象としており水平分業が所与であるとするならば。これは企業群に水平分業をさせるためには、垂直連携をする必要があると考えることもできる。つまり、水平分業と垂直連携または垂直統合の縦横コンビネーションである。Farrell&Gallini（1988)は、相手に大きな投資をさせてから価格を引き上げる「ホールドアップ問題」を防ぐために外部オプションを作る「人質」の一種として、セカンドソース（複数のメーカーにライセンス生産させる）契約などで複数の供給先を保証する必要があるとする。これは垂直連携のためには水平分業が必要であることを示している。これには買う側のホールドアップだけでなく、売る側にもホールドアップ問題がある。つまり、売る側に大きな投資をさせてから買う側が価格を引き下げることも「ホールドアップ問題」である。この問題を解決するためには、買う側も水平分業するしかない。そしてそのネットワーク図を最も単純化して描くと以下の図１のようなネットワークになる。

図１　垂直連携と水平分業のネットワーク図

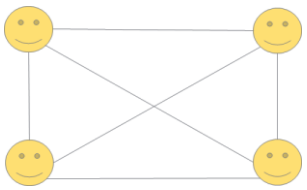
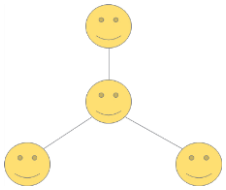


図２　スター型ネットワーク



上記の図１は単純なものであるが、４つのノードの利害は相反するため維持には第三者の客観的な調整が必要である。これは典型的なネットワーク型（完全といわれる）ネットワークである。それに対して、典型的なスター型ネットワークは上記の図2となる。

イアンシティ＆レビーン(2007)は、いまや、自社単独で実現できるイノベーションは皆無に近く、外部企業との共生関係を通して競争優位性の源泉となるリソースを組み合わせ、イノベーション創出を図らざるをえないとする。そして、そのような複数の産業の境界線が融合しあい、多種多様な企業が協調

と競争を繰り返す混沌とした事業環境のなかで、それぞれが共生しあう関係性をベースにしたビジネス・インフラの体系をビジネス・エコシステムとした。その上で企業の競争優位性の源泉を、いわゆるビジネス生態系全体の中から位置づけていくキーストーン戦略を提唱する。

Paine（1966）によると、生態系が多様な種を育むための健全性に必要不可欠な少数または一つの種があるという。その種を彼はキーストーン種と呼んだ。そして、セイウチやオオカミ、ヒトデなどがキーストーン種であることを発見した。キーストーンはアーチ形式の建築物の一番頂点にある石である。その石を取り除くと建築物は崩壊するため、最も建築物のなかで最も重要な石である。その概念を生態系に応用して、生態系全体を安定させる役割を果たす種をキーストーン種と呼んだ。イエローストーン国立公園では、オオカミが絶滅したため、エルクが増加しました。エルクの増加により、公園内の植生が乱れ生態系の健全性が失われた。つまり、蝶や昆虫などの生物多様性が失われた。そこで、オオカミを公園内に再導入したところ、オオカミがエルクを捕食した。エルクが減少することで、公園内の生態系の健全性が回復し、ポプラの森林が育ち、ビーバーのリバーバンクが現れ、蝶などの昆虫の多様性が復活したという。生態系の健全性は生物の多様性であるが、これをビジネスにあてはめると、多様なニッチ・プレイヤーが次々に創業される産業環境とみることがきる。そして、多様なニッチ・プレイヤーの存在がオープン・イノベーションの源泉であると考えられる。イアンシティ＆レヴィーン(2007)は、ビジネス生態系の中の参加者を以下の４種類に分類している。

- キーストーン

生態系におけるハブ機能を果たす。生態系全体の健全性を促進するよう努め、その結果として自社の持続的なパフォーマンスも高める。キーストーン企業は、生態系の参加者が利用できるプラットフォームやサービスを構築して、生態系内の企業間の協業を促進するところにある。また、生態系での価値創出を促す一方、そこで生まれた価値を他のメンバーと共有する。

- モノのドミネーター

ドミネーターは垂直的あるいは水平的に生態系の大部分を統合してコントロールし、価値創出活動の大半を単独で行う。また、生態系内で生まれた価値の大半を自社のみで独占する。

- 価値のドミネーター

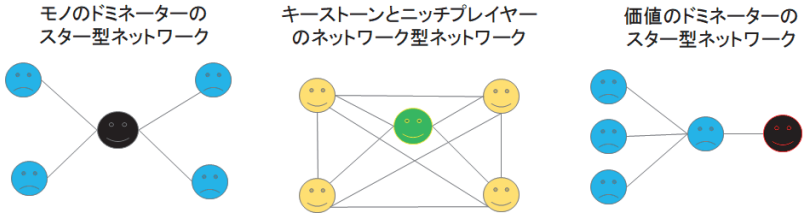
価値創出はネットワークの他のメンバーに依存しているにもかかわらず、価値の大半を自社のみで独占して価値を横奪する。

- ニッチ・プレイヤー

個々には小規模な存在ではあるが、生態系の構成員数の割合からみると圧倒的に多い。それぞれが特殊な能力を持ち、ハブ企業に依存しながら生態系の他のメンバーと連携し価値創出を促す。キーストーンの提供するプラットフォームを利用しながら、絶えず自己革新を続け、生態系のイノベーション能力を維持する。

企業のオープン・イノベーション戦略としてはドミネーターを回避し、キーストーンかニッチ・プレイヤーの戦略を選択するべきである。なぜなら、ドミネーターは全てのリソースや機能・利益を保有することから短期的には成功しているように見えるが、持続的な成長は見込めないからである。それには理由がある。ドミネーターはリソースや機能を自社で保有し生態系をコントロールすることから、生態系内の多様性を減少させイノベーションの創出を妨げてしまう。また、生態系全体が閉鎖的になることから、変化の激しい予測困難な現代の事業環境に適応できない。さらに、ドミネーターは最終的に価値を独占しようとするため、ニッチ・プレイヤーは不満を抱き他のキーストーンのいる生態系に移動するため生態系の存続自体が危うくなる。以下の図１がイアンシティ＆レビーン(2007)を参考に作成したビジネス・エコシステムのネットワーク図である。

図３　３つのビジネスエコシステムタイプのネットワーク図



筆者らがイアンシティ＆レヴィーン(2004)を参考に作成

上記図３において、モノのドミネーターのいるスター型はドミネーターがモノの流れの中心にあり、研究開発でいえばすべてのノードの情報を一元的に持つ。そのため生態系全体をコントロールし、価値を獲得できる。しかしニッチ・プレイヤーの多様性は失われる。また、価値のドミネーターのいるスター型は最終顧客との接点を価値のドミネーターが持ちネットワークの価値のすべてを独占する。その結果としてニッチ・プレイヤーの多様性が失われる。キーストーンとニッチ・プレイヤーからなるネットワーク型では、キーストーンがノード間の関係を作り出し、モノと情報と価値を全てのノードで共有する。そのためニッチ・プレイヤーの分業がさらにすすみ多様性が増進されると考えられる。また、キーストーンがいる生態系は垂直連携と水平分業の組み合わせとみることができる。つまり縦も横も両方分業だとみることができる。

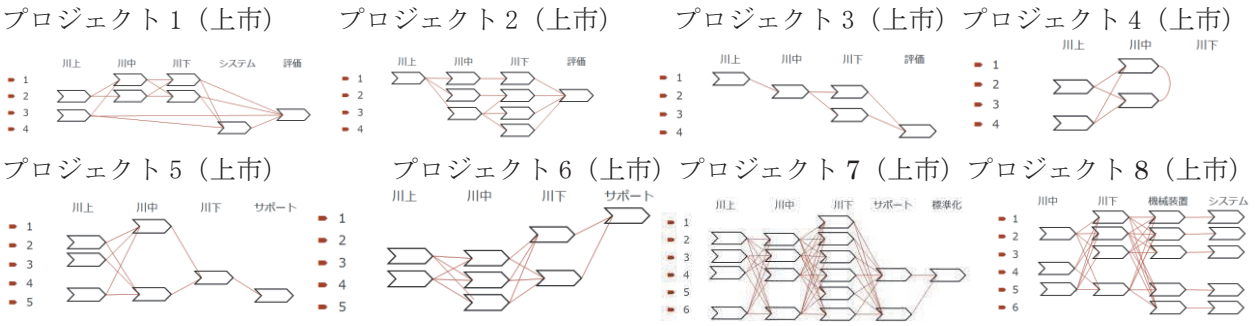
ビジネス生態系の理論に背景には、複雑系ネットワーク理論がある。現実世界に存在するネットワークは多様であり、巨大で複雑な構造を有しているが、一定の共通する性質を見出すことができる。宇宙、気象、インターネット、食物連鎖、さらには生態系、人間社会、経済、株価などといったあらゆるネットワークにおいて共通の性質が発見されている。つまり、一見複雑なビジネス・エコシステムにおけるネットワークもその性質を単純化して記述できると考えられる。

本研究では、キーストーン戦略における、モノのドミネーターおよび価値のドミネーターが存在するコンソーシアムプロジェクトは、それらがハブとなったスター型バリューチェーンを形成すると想定する。また、キーストーンが存在するプロジェクトは水平分業と垂直連携に基づいたネットワーク型バリューチェーンを形成すると想定する。その上で仮説として、「スター型ネットワーク型バリューチェーンに基づくコンソーシアムプロジェクトの成果に課題があり、ネットワーク型バリューチェーンに基づくコンソーシアムプロジェクトに成果があること」を検証するため。ノード数４以上複数コンソーシアム型プロジェクトのバリューチェーンをネットワーク分析し、その結果における上市プロジェクト群と中止プロジェクト群の差の検定を次章でこころみる。

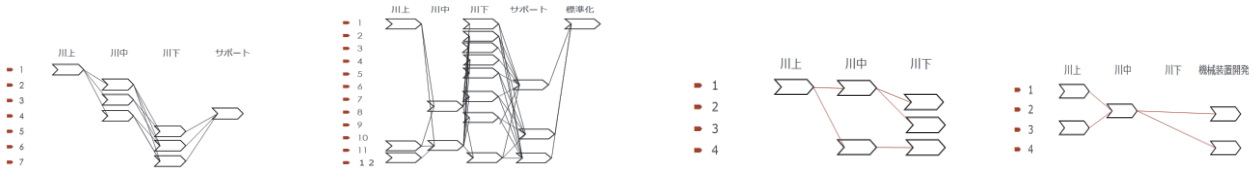
3. 考察

前章で設定した仮説を検証するため、平成 23 年度から平成 27 年度の間に NEDO による追跡調査が行われたコンソーシアム型の研究開発プロジェクトのうち、ノード数 4 以上を有する 19 のプロジェクトを対象としてネットワーク分析をおこなった。ノード３以下では現実的にはネットワークではないと判断して除外している。なお本研究は、「NEDO プロジェクトの効果測定及びマネジメントに関する研究（平成 28 年度募集）」の一環として実施するものであり、NEDO からの提供データのうち、詳細上市調査及び詳細中止調査の結果を利用した。19 つの対象プロジェクトのうち、最終的な成果を上市にこぎつけた数は 10 であり、上市にいたる前に中止となった数は 9 である。通常コンソーシアム型研究開発プロジェクトはプロジェクトリーダーにプロジェクト全体の情報伝達の負荷をかけることはできない、もしくは、情報伝達の負担を期待することは困難な場合が多いと考えられる。そのため研究開発の仕様に関する情報伝達は、モノづくりのバリューチェーンのネットワークを経由するとみるべきである。分析対象としたコンソーシアム型プロジェクトでは、その参加企業がバリューチェーン上の川上であるか、川中であるか、川下であるか、最終的な製品の評価サポートであるか、装置製造であるかという役割分担の情報がアンケートから読み取ることができるため、それを元にバリューチェーン・ネットワークを抽出した。それが以下図４である。

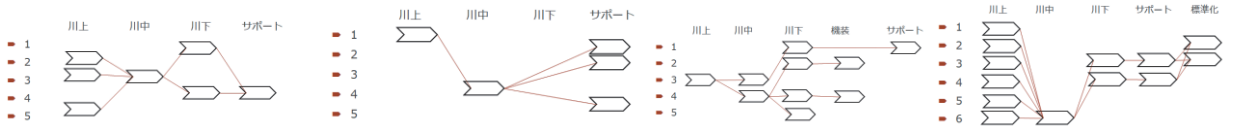
図４　コンソーシアム型研究開発プロジェクトのバリューチェーン・ネットワーク



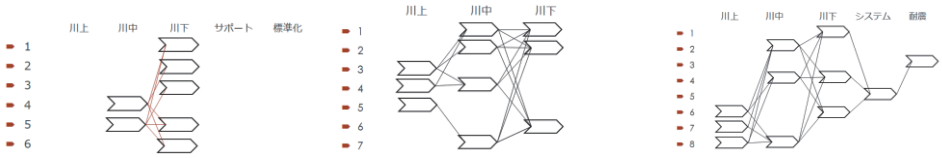
プロジェクト９（上市）プロジェククト１０（上市）プロジェクト１１（中止）プロジェクト１２（中止）



プロジェクト１３（中止）プロジェクト１４（中止）　　プロジェクト１５（中止）プロジェクト１６（中止）



プロジェクト１７（中止）　プロジェクト１８（中止）　プロジェクト１９（中止）



そして、上記のバリューチェーン・ネットワークを隣接行列にすると以下の図２となる。

図５　各プロジェクトの隣接行列

プロジェクト１（上市）

	1	2	3	4
1	0	1	1	1
2	1	0	1	1
3	1	1	0	1
4	1	1	1	0

プロジェクト２（上市）

	1	2	3	4
1	0	1	1	0
2	1	0	1	1
3	1	1	0	1
4	0	1	1	0

プロジェクト３（上市）

	1	2	3	4
1	0	1	1	1
2	1	0	1	1
3	0	1	0	1
4	0	1	1	0

プロジェクト４（上市）

	1	2	3	4
1	0	1	1	1
2	1	0	1	0
3	1	1	0	1
4	1	0	1	0

プロジェクト５（上市）

	1	2	3	4	5
1	0	1	1	1	1
2	1	0	0	0	1
3	1	0	0	0	1
4	1	0	0	0	1
5	1	1	1	1	0

プロジェクト６（上市）

	1	2	3	4	5
1	0	1	0	1	0
2	1	0	1	1	1
3	0	1	0	1	1
4	1	1	1	0	1
5	0	1	1	1	0

プロジェクト７（上市）

	1	2	3	4	5	6
1	0	1	1	1	0	1
2	1	0	1	1	1	1
3	1	1	0	1	1	1
4	1	1	1	0	1	1
5	0	1	1	1	0	1
6	1	1	1	1	1	0

プロジェクト８（上市）

	1	2	3	4	5	6
1	0	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1	1
3	1	1	0	1	1	1
4	1	1	1	0	1	0
5	1	1	1	1	0	1
6	1	1	1	0	1	0

プロジェクト９（上市）

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	1	1	0	0	0
2	1	0	0	0	1	1	1
3	1	0	0	0	1	1	1
4	1	0	0	0	1	1	1
5	0	1	1	1	0	0	0
6	0	1	1	1	0	0	0
7	0	1	1	1	0	0	0

プロジェクト１０（上市）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
3	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
4	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
5	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
6	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
7	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
8	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
9	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
10	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

プロジェク 11（中止）

	1	2	3	4
1	0	1	1	1
2	1	0	0	0
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0

プロジェクト１２（中止）

	1	2	3	4
1	0	1	0	0
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	1	0	0

プロジェクト１３（中止）

	1	2	3	4	5
1	0	0	1	1	0
2	0	0	1	0	0
3	1	1	0	1	1
4	1	0	1	0	0
5	0	0	1	0	0

プロジェクト１４（中止）

	1	2	3	4	5
1	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0
3	0	0	0	1	0
4	1	1	1	0	1
5	0	0	0	1	0

プロジェクト１５（中止）

	1	2	3	4	5
1	0	0	1	0	0
2	0	0	0	1	0
3	1	0	0	1	0
4	0	1	1	0	1
5	0	0	0	1	0

プロジェクト１６（中止）

	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	1
2	0	0	1	1	0	1
3	0	1	0	1	0	1
4	0	1	1	0	0	1
5	0	0	0	0	0	1
6	1	1	1	1	1	0

プロジェクト１７（中止）

	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	1	1	0
2	0	0	0	1	1	0
3	0	0	0	1	1	0
4	1	1	1	0	1	1
5	1	1	1	1	0	1
6	0	0	0	1	1	0

プロジェクト１８（中止）

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	1	1	0	1	1
2	1	0	1	1	0	1	1
3	1	1	0	0	0	0	0
4	1	1	0	0	0	1	0
5	0	0	0	0	0	0	1
6	1	1	0	1	0	0	1
7	1	1	0	0	1	1	0

プロジェクト１９（中止）

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	0	1	1	0	0	1
2	1	0	0	1	0	1	1	1
3	0	0	0	0	1	0	0	0
4	1	1	0	0	1	1	1	1
5	1	0	1	1	0	1	0	0
6	0	1	0	1	1	0	0	1
7	0	1	0	1	0	0	0	1
8	1	1	0	1	0	1	1	0

上記図５の隣接行列によりネットワーク分析をおこなった。分析指標はノード数の違いを標準化したものであり、推移性、次数中心化傾向、媒介中心化傾向、近接中心化傾向である。推移性とは、ノード間のリンクが推移的である割合であるが、現実社会でいうと推移性とは友達の友達が友達であるということである。ネットワーク分析ツールは Simple Network Analysis Tool Ver1.0.3.4 である。Simple Network Analysis Tool のチュートリアルによると、各指標の定義と説明は以下の表１のようになる。

表１　分析指標の定義と説明

分析指標	定義と説明
推移性	すべてのノードが推移的である割合を表す指標。現実的な社会でいうと、友達の友達が友達である割合である。0～1 の値をとり、1 が最も推移性が高い。
次数中心化傾向	ノードのもつリンク数により中心化傾向を評価する指標。0～1 の値をとり、0 が最もネットワーク型であり、1 が最もスター構造である。
媒介中心化傾向	ノードが他の２つノードをつなぐ最短の経路上にいる程度により、中心化傾向を評価する指標。0～1 の値をとり、0 が最もネットワーク型であり、1 が最もスター構造である。
近接中心化傾向	ノードが他の全てのノードとどれくらい近いかという点から中心性化傾向を評価する指標。0～1 の値をとり、0 が最もネットワーク型であり、1 が最もスター構造である。

引用：Simple Network Analysis Tool チュートリアルにより筆者作成

それらの標準化指標の結果は、上市および中止群別に以下のようになる。

表２　推移性

上市	Pj1	Pj2	Pj3	Pj4	Pj5	Pj6	Pj7	Pj8	Pj9	Pj10	平均
推移性	1	0.75	0.6	0.75	0.6	0.789	0.923	0.923	0	0.678	0.701

中止	Pj11	Pj12	Pj13	Pj14	Pj15	Pj16	Pj17	Pj18	Pj19	平均
推移性	0	0	0.375	0	0	0.632	0.5	0.667	0.643	0.313

表３　次数中心化傾向

上市	Pj1	Pj2	Pj3	Pj4	Pj5	Pj6	Pj7	Pj8	Pj9	Pj10	平均
次数中心化傾向	0	0.333	0.667	0.333	0.5	0.333	0.1	0.1	0.133	0.327	0.283

中止	Pj11	Pj12	Pj13	Pj14	Pj15	Pj16	Pj17	Pj18	Pj19	平均
次数中心化傾向	1	1	0.833	1	0.583	0.7	0.6	0.367	0.381	0.718

表４　媒介中心化傾向

上市	Pj1	Pj2	Pj3	Pj4	Pj5	Pj6	Pj7	Pj8	Pj9	Pj10	平均
媒介中心化傾向	0	0.417	0.75	0.417	0.583	0.428	0.15	0.15	0.122	0.446	0.346

中止	Pj11	Pj12	Pj13	Pj14	Pj15	Pj16	Pj17	Pj18	Pj19	平均
媒介中心化傾向	1	1	0.833	1	0.708	0.7	0.24	0.267	0.238	0.665

表５　近接中心化傾向

上市	Pj1	Pj2	Pj3	Pj4	Pj5	Pj6	Pj7	Pj8	Pj9	Pj10	平均
近接中心化傾向	0	0.111	0.667	0.111	0.188	0.125	0.01	0.01	0.056	0.026	0.13

中止	Pj11	Pj12	Pj13	Pj14	Pj15	Pj16	Pj17	Pj18	Pj19	平均
近接中心化傾向	1	1	0.889	1	0.635	0.79	0.675	0.432	0.497	0.769

これらの上市群と中止群の推移性、次数中心化傾向、媒介中心化傾向、近接中心化傾向の値について t 検定（２つの平均を比べる検定）をおこなった。帰無仮説は「上市群と中止群において、推移性、次数中心化傾向、媒介中心化傾向、近接中心化傾向の平均には差はない」である。その結果は以下表６である。検定ツールはマイクロソフト・エクセル・アドイン・分析ツールである。

表６　各標準化指標の t 検定結果

	自由度	t値	p値
推移性	17	2.865	0.01074
次数中心化傾向	17	-4.133	0.00070
媒介中心化傾向	17	-4.302	0.00048
近接中心化傾向	17	-4.035	0.00086

上記、表 6 により、帰無仮説のうち、1%有意確率により３つの中心化傾向の指標による部分は棄却され、中心化傾向により上市と中止の差がある結果となる。推移性においては帰無仮説は棄却されず。推移性には上市と中止の２つの群において差がないということになる。この結果の考察は、コンソーシアム型研究開発プロジェクトの上市と中止を分ける特徴はスター型かどうかということであり、スター型であると中止となるということである。また、ネットワークの推移性、つまり友達の友達が友達だと

いう関係よりもスター型の方が差を分ける特徴だといえる。また、ネットワーク型が成果につながる特徴だといえる。

4. 結論

本研究が設定した仮説「スター型ネットワーク型バリューチェーンに基づくコンソーシアムプロジェクトの成果に課題があり、ネットワーク型バリューチェーンに基づくコンソーシアムプロジェクトに成果がある」を検証するため。ノード数 4 以上複数コンソーシアム型プロジェクトのバリューチェーンをネットワーク分析し、その結果における上市プロジェクト群と中止プロジェクト群の差の検定をおこなった。その結果は中止プロジェクトではスター型の傾向が高く、上市プロジェクトではネットワーク型の傾向が高い結果となり、それが上市と中止を分ける特徴であることが統計的に検証されたといえる。この結果はデータから実証したとも言える。また、この結果は、イアンシティ＆レヴィーン(2007)のいうドミネーターのいるビジネス・エコシステム（スター型）は多様性を損ない、オープン・イノベーションを創出しないという結論を支持することになった。

中止プロジェクトがスター型をとる理由は、ドミネーターが垂直統合を目指しプロジェクトを編成するからだと考えられるが、それを実証することが本研究の今後の課題である。また、コンソーシアム型プロジェクトのサンプル数を増やして分析を追加することも必要である。

参考文献

チェスブロウ，ヘンリー・ヴァンハーベク，ウィム，ウェスト・ジョエル（著），長尾高弘（訳）(2008) オープン・イノベーション 組織を越えたネットワークが成長を加速する，英治出版.

加藤知彦，柴山創太郎，馬場靖憲（2014）コンソーシアム型研究開発 プロジェクトの政策評価：NEDO 追跡調査の事例分析，研究技術計画 Vol.29，No.4，2014，p232－248

Farrell, J. and Gallini, N.T. (1988) “Second-Sourcing as a Commitment”, Quarterly Journal of Economics, Vol.103, pp.673-94.

イアンシティ, マルコ・レビーン，ロイ（著），杉本 幸太郎(訳)（2007）キーストーン戦略 イノベーションを持続させるビジネス・エコシステム 翔泳社.

Paine, Robert.T. (1966) Food web complexity and species diversity, Amer. Naturalist Vol.100, pp.65-75.

バラバシ, アルバート, ラズロ（著），青木 薫（訳）(2002) 新ネットワーク思考―世界のしくみを読み解く，NHK 出版.