

原著論文

アライアンスの相互補完数理モデルにおけるギブ・アンド・
テイク
ーフロー・インテンシティとフロー・バランスによる理論的
説明ー

A Mathematical Model of Mutual Complementarity for Corporate Alliances
from the Perspective of Balancing Give and Take
-An explanation by Flow Intensity and Flow Balancing-

Abstract:

Until presently, the theoretical explanation of the mutually complementary mathematical model of proposed corporate alliances by Satoshi Tomita and Yoshiyasu Takefuji was based solely on resource based theory and the physical spin glass magnetic force model showing that the N and S poles attract each other. For this reason, we could not sufficiently explain the attracting force that brings two companies together in a mutually complementary model. In this paper, we introduce the flow concept in physics and the idea of Give & Take as researched in conjunction with human relationships, and from these we derive the two terms of Flow Intensity and Flow Balance, which are then used to explain the mechanism of the mutually complementary model. That is to say, as the Flow Intensity grows stronger and the Flow Balance is maintained, we conclude that corporate alliances are more likely to be successful. For the two patterns where a corporate alliance is not successfully established and when a corporate alliance is most likely to be successfully established we can describe this relationships using these two terms. Hence, the theoretical explanation of the complementary model of corporate alliances becomes more robust. This paper contributes to the development of the study of mathematical model construction expressing the mechanism during the matching phase of future potential intercorporate alliances.

慶應義塾大学 SFC 研究所

富田賢

Satoshi Tomita

Keio Research Institute at SFC, Keio
University

慶應義塾大学環境情報学部

武藤佳恭

Yoshiyasu Takefuji

Faculty of Environment and Information
Studies, Keio University

2016年7月30日 受付 Submitted 30, July 2016.

2016年9月30日 受理 Accepted 30, September 2016.

1. はじめに

1.1 本稿の目的

富田・武藤 (2015, 2016) 及び Tomita and Takefuji (2016a, 2016b) にて、資源ベース理論によるアライアンス研究のフレームワークを発展させ、そこに、コンピュータ・サイエンスの数学のモデル化の手法を用いて、初めてのアライアンス成立のメカニズムを表現する数理モデルが提案され、2社間の関係性を数値として演算可能となった。

しかし、それらの研究では、磁力のN極とS極の引き合う力を示すスピングラス・モデルでの説明及び数学表現の説明にとどまっており、2社間の引き合う力とアライアンスが成立しやすい状況についての説明が不十分となっていた。

本稿では、物理学のフローの概念と、人間関係におけるギブ・アンド・テイクの社会的交換理論の考え方を取り入れ、アライアンスの相互補完数理モデルの理論的な説明付けを補強する。すなわち、フロー・インテンシティ (Flow Intensity) と、フロー・バランス (Flow Balance) という2つの概念を追加的に導入して、富田・武藤 (2015, 2016) 及び Tomita and Takefuji (2016) にて提案されたモデルの理論的背景を追加して、補足的な説明を行う。それが、本稿の目的である。

アライアンスの相互補完モデルを、磁石のスピングラス・モデルによる理論的説明から、人間関係論からのギブ・アンド・テイク (Give and Take) による理論的説明へ、モデルの考え方を変化させる。

なお、本稿は、筆者の慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科・後期博士課程での博士学位論文「企業間アライアンスの相互補完数理モデルの提案と応用」の中で、まだ唯一、査読論文として投稿・発表がなされていない部分を単独の研究論文として取りまとめたものである。

1.2 アライアンスの定義

本稿では、アライアンスとは「複数の企業が独立したままの状態、新規事業構築や既存事業の拡大のために各企業が持つ経営資源を提供し合って相互補完し、契約の締結や資本関係の有無に関わらず、継続的な協力を行って、その成果を分け合うこと」と定義する。これは、アライアンス研究の起点となった代表的な文献であり、包括的にアライアンスの形態の類型・分類・定義付けを

行っている Yoshino and Rangan (1995) におけるアライアンスの定義、そして、その研究を発展・整理させた Yasuda (2003) 及び安田 (2006, 2010) の定義を踏まえたものである。ただし、富田・武藤 (2015, 2016) 及び Tomita and Takefuji (2016a, 2016b) におけるアライアンスの成立は、「企業紹介をして、それら2社間にて、事業・サービスの構築や新製品開発、既存事業の拡大、新規取引(受注・販売)、営業協力・販売代理などのメリットを感じて、なんらかの話し合いが前に進んだ場合」と定義されており、また、「まったく前に進まなかった場合」を不成立と定義されている。また、同様に、マッチングとは、「企業と企業がアライアンスの契約締結や共同での事業構築などのために話し合いをし始めること」と定義されている。この点に留意されたい。

1.3 本研究の対象とするアライアンスの段階

アライアンス研究では、アライアンスを行う企業の当事者側からのスタンスでの研究として、アライアンスの提携先の選定、条件や目標の設定、協力関係の構築・維持・解消、利益の享受などについての研究がなされている。

本研究では、アライアンスの各過程における最初のマッチングの段階、つまり、不特定多数の企業が存在する中で、企業と企業がアライアンスをすることに意義を見出し、2社の企業がアライアンスの実行に向けて結び付き始める段階の成立メカニズムを明らかにするものである。

先行研究についての詳細は、次の章に譲るが、Yasuda (2003) 及び安田 (2006, 2010) や Doz and Hamel (1998), Tjemkes et al. (2012), 元橋 (2014) で行われているアライアンス研究の主流は、アライアンス先候補企業が見つかった後の段階、あるいは、アライアンスをすることを決めた後の段階に関するものとなっており、多くの潜在的なマッチング候補先が存在する中で、アライアンス先企業として適した企業を選択する段階(すなわち、マッチング段階)の研究が十分なされておらず、アライアンス研究が狭い範囲だけにとどまっている。本研究は、これまでのアライアンス研究では十分取り上げられてこなかった領域であるアライアンス成立の最初のマッチング段階にまでアライアンス研究を拡大し、まだ十分な研究がなされていないマッチング段階を研究対象としている。

2. 先行研究のレビュー

2.1 アライアンス研究の基礎理論の概観

アライアンス研究の概観については、Yasuda (2003) 及び安田 (2006, 2010) や、米倉 (2012)、中村 (2013)、湯川 (2013)、石井 (2003)、Mitsuhashi and Greve (2009) にてまとめられており、アライアンス研究は、経営学の理論の発展の延長戦上とともに、経済学の発展の延長戦上にも位置付けられる。

アライアンス研究においては、資源ベース理論 (RBV) による研究が、Das and Teng (1998) や Das and Teng (2000) にて、資源の特性やアライアンスのタイプ、リスク管理などの観点からなされてきている。Lavie (2006) では、資源の成立よりも、その関係性に重点が置かれている。アライアンス研究における経営学の系譜としては、Wernerfelt (1984) 及び Barney (1991) を起点として提示された資源ベース理論 (Resource-Based View, RBV) が主要な基礎理論となっている。

筆者は、企業の競争優位性の源泉は、企業内部の経営資源に依存しており、また、経営資源の獲得のために、企業はアライアンスを行うと捉えることが適切であると考え、すでにアライアンス研究に用いられている資源ベース理論を主たる理論フレームワークとして選択した。

その他、取引コスト理論¹もアライアンス研究の基礎理論となっているが、これは、アライアンスの形成の静観的に現象を捉えているだけであり、ダイナミックに企業と企業がどのように結びつくのかを説明しきれていないため、採用しない。

ゲーム理論も同じく、アライアンス研究において用いられているが、これは、アライアンス先企業がすでに見えており、戦略的提携の相手先がいくつかに絞られて特定している段階での企業間の関係性を分析したものとなっていたため、アライアンス候補先を探索する段階での理論背景としては適さないため、採用しない。

2.2 資源ベース理論によるアライアンス研究

前述のように、アライアンスの成立を説明する理論としては、資源ベース理論がある。これは、企業が有する経営資源に企業の持続的な競争優位性が依存するという考え方である。Das and Teng (1998a) では、外部の競争環境に対応する戦略として、アライアンスを捉え、資金、技術、物質、管理の4つの資源を協調的に調整する観点で、アライアンスの形態やリスク・リターンの関係について分析されている。

Das and Teng (2000) では、資源の移動困難性 (imperfect mobility)、模倣困難性 (imitability)、代替可能性 (substitutability) といった資源の特徴の観点から、アライアンスのパートナー間の資源連携の調整について、資源の類似性 (similarity) や効用 (utilization) に着目して、アライアンスの4つのタイプ、すなわち、補填 (supplementary)、余剰 (surplus)、補完 (complementary)、無駄 (wasteful) について分析しており、エクイティ・ジョイント・ベンチャー、契約に基づくアライアンスなどについて研究している。

その発展として、Yasuda (2003) 及び安田 (2006, 2010) は、戦略的提携の研究に新しい分析アプローチとして、“アライアンスは経営資源の交換である”という考え方を提示している。すなわち、Yasuda (2003) 及び安田 (2006, 2010) は、企業の有する資源を、(1) 技術資源、(2) 人材資源、(3) 生産資源、(4) 販売資源、(5) 資金資源という5つの経営資源に、簡略化して分類・整理し、アライアンスとは、それら5つの経営資源の交換であると結論づけている。本研究においては、“アライアンスは経営資源の交換である”と結論付けている。Yasuda (2003) 及び安田 (2006, 2010) が、最大の先行研究との位置づけとなり、本研究は、この理論フレームワークを拡大させている

その他、資源ベース理論を用いたアライアンス研究としては、Lavie (2006) があり、インターコネクティッド企業のネットワーク資源の研究に応用されており、異質性、移動困難性、模倣困難性、持続可能性について、再度の検証が行われ、ネットワーク化された環境においては、資源の本質よりも、関係性の本質のほうがより重要であると結論づけている。本研究も、資源ベース理論の資源の特性についての検討よりも、2社間の資源をめぐる関係性に注目しており、当該研究を参考にしている。

¹ 他の経営学分野と同様に、経済学のミクロ経済学の応用として、企業は必要な資源を獲得するにあたって、外部企業と通常の市場取引をするためにかかる取引コストと、内部化して独自に内製で行う場合に必要となる内部化コストの比較・合算の中で、アライアンスをしたほうが最適である点において、企業間のアライアンスが行われると捉える。

しかしながら、これらの先行研究においては、想定されるアライアンス候補先企業間の関係性を表現する数理モデルが存在していない。例えば、アライアンスのマッチング段階を取り扱っている研究である Mitsunashi and Greve (2009) においても、Yasuda (2003) 及び安田 (2006, 2010) においても、アライアンス・パートナー間の関係性を、経営資源の交換の観点から説明しているが、数理モデルの構築には至っていない。

2.3 多くの計量分析と数理モデルの欠如

アライアンス研究における計量分析による研究は多数存在しているが、それらは、統計手法によるものとなっており、アライアンスが成立するか不成立となるかのメカニズムを表現する数理モデルではない。これまで、アライアンスが成立する際の企業と企業の結びつきがどのようなメカニズムで成立しているのかを表す数理モデルが存在していないため、アライアンスを行う2社の組み合わせの関係性を数値で算出することができていない。

たとえば、重回帰分析を用いた実証研究としては、アライアンスによる企業価値向上については、Anand and Khanna (2000), Chang, Chen, Lai (2008), アライアンスによるイノベーション創出力や製品開発力の強化については、Kelley & Rice (2002), Lee and Cavusgil (2006), アライアンスによる売上拡大については、Leiblein and Reuer (2004), アライアンスによるマネジメント能力の向上については、Rothaermel and Deeds (2006) がある。

Mitsunashi and Greve (2009) では、資源ベース理論や、あるいは、社会的交換理論、組織論を手法として用いて、アライアンスのマッチング段階の研究が行われており、特に、海運業界におけるパートナー選択について検討されているが、観念的な議論にとどまっており、マッチングのメカニズムを表現する数理モデルは提示されていない。つまり、アライアンスにおける相互補完関係が数学的に示されていないため、観念的にはアライアンスの相互補完性を捉えることはできるものの、アライアンスの相互補完メカニズムを厳密に把握して操作性を与えたり、数値として捉えたりすることができない。

相互補完性については、一部、先行研究が存在している。たとえば、Adegbesan (2009) におい

ては、企業の強みをより強くするための企業間で補い合うことや、企業がグループになることの価格交渉力についてなど、相互補完性についての議論がなされているが、ゲーム理論による双方の企業の関係性の検討のための数理モデルは提示されているが、相手先がまだ定まっていない段階のマッチングの場面での数理モデルが提示されていない。

Roth (2015) で取り上げられているような臓器や結婚などの一般市場では取り扱いにくいものに関するマーケット・デザインの分野ではマッチングの数理モデルは存在している。マーケット・デザインの分野では、Akbarpour, Li, and Ghara (2014) や坂井 (2010) のように、数理モデルが研究されており、マッチ・メイクの数学モデルとしては、マーケット・デザインという一つの研究分野として確立している。しかし、それらは、企業間アライアンスを対象としていないため、やはり、企業間アライアンスのマッチング段階の数理モデルは存在していない状況にある。

次に示す図1は、ここまで述べてきた先行研究のサーベイの状況を図としてまとめたものであり、企業間アライアンスのマッチング段階のメカニズムに関連する先行研究について、関連研究の位置づけを示し、その中で、研究されていない領域、すなわち、“ホワイト・スペース”を示している。

このように、企業間アライアンスのマッチング段階の関係性を表現する数理モデルの構築は、研究上の“ホワイト・スペース”となっており、その領域において、富田・武藤 (2015) 及びTomita and Takefuji (2016a, 2016b) が初めて、アライアンスの相互補完数理モデルを提案し、また、富田・武藤 (2016) では、アライアンスの相互補完・加算・相乗の数理モデルが提案されている。

本稿は、富田・武藤 (2015, 2016) 及びTomita and Takefuji (2016a, 2016b) で提案されたアライアンスの相互補完数理モデルの理論的背景を強固にするためのものである。

先行研究の概略と“ホワイト・スペース”(研究上の空白地帯)を示しているのが表1である。

表1 先行研究における“ホワイト・スペース”

アライアンスに関する先行研究の分類	当該研究の代表論文・著者	研究上の特徴とホワイト・スペース
資源ベース理論によるアライアンス研究 (相互補完性の研究も含む) ※このフレームワークを発展	Das and Teng (1998, 2000), Lavie (2008), Yasuda (2003), 安田 (2006, 2010), Adegbesan (2009)	数理モデルがない
取引コスト理論やゲーム理論によるアライアンス研究	牛丸 (2007), Yasuda (2003), 安田 (2006, 2010) でも紹介されている	マッチング段階ではない
アライアンス・マネジメントの研究	Dozs and Hamel (1998), Tjemkes, Vos, and Burgers (2012)	マッチング段階ではない
	元橋 (2014), 石井 (2003)	
アライアンスのマッチング段階の研究	Mitsuhashi and Greve (2009)	数理モデルがない
多変量解析 (一般的な統計学) によるアライアンス研究	Anand nad Khanna (2000), Chang, Chen and Lai (2008), Kelley and Rice (2002), Lee and Cavusgil (2006), Leiblein and Reuer (2004), Rothaermel and Deeds (2006)	統計手法であり、数理モデルがない
マーケット・デザインの研究	Roth (2015), 坂井 (2010), Akbarpour, Li and Gharan (2014)	数理モデルではあるが、対象が企業間アライアンスではない
		↓ 企業間アライアンスのマッチング段階の数理モデルが存在しない ↓ 研究上の空白地帯となっている

2.4 人間関係のギブ・アンド・テイクに関する社会的交換理論

アライアンスの基礎理論として、Yasuda (2003) 及び安田 (2006, 2010) では、もう一つの理論として、社会的交換理論が紹介されている。これは、経済的な側面よりも、非経済的な側面に注目している。本研究では、主として、経済的な経営資源の交換にフォーカスを当てているので、その面では、本研究のメインの理論フレームワークとはならない。

しかし、社会的交換理論には、人間同士、あるいは、人と企業の間での両方の研究におけるギブ・アンド・テイクについて分析し、説明付けをしている研究がある。

Schaufeli (2006) による心理学分野の学術的な論文などの広範囲にわたる研究の結果、8000人以上の専門家(教師、医者、看護師、警察官)、囚人、警護官、ソーシャルワーカー、精神障害労働者について調査しており、人間関係や人と企業の関係において、ギブ・アンド・テイクのバランス

が崩れると、バーンアウトを引き起こすことが示されている。関係において、バランスが大きく崩れていたり、あるいは、ミスマッチが起こったりしている場合には、ギブ・アンド・テイクのバランスが崩れており、さもなければ、ある集団と他の集団にとって、偏ったいびつな不均衡な状態となっており、関係性が崩壊し、それは、バーンアウトと呼ばれている。その論文では、報酬とコストのギャップが大きくなりすぎて、インバランスとなっている時にバーンアウトが引き起こされるとしている。

ギブ・アンド・テイクに関する近い領域の先行研究としては、Chesbrough (2003) によってスタートしたオープン・イノベーションの研究において、企業間のギブ・アンド・テイクが非常に重要であると述べられている。例えば、Grassmann and Enkkel (2004) は、124社の企業データを用いた実証研究を行っており、成功のために、ギブ・アンド・テイクが極めて重要であることを示す3つのコア・プロセス・アーキタイプを用いて、オープン・イノベーションの研究となっている。

これにより、個人の間関係において研究されてきたギブ・アンド・テイクの社会的交換理論の考え方を、アライアンスの数理モデルの構築の本研究に取り込むこととした。

3. 相互補完数理モデルへのフロー・インテンシティ及びフロー・バランスの概念の導入

富田・武藤 (2015, 2016) 及び Tomita and Takefuji (2016a, 2016b) にて提案されたアライアンスの相互補完数理モデルについて、概要を振り返るとともに、物理学におけるフローの概念と人間関係におけるギブ・アンド・テイクの考え方を導入する。

3.1 企業の強み・弱みの1次元行列と2極ベクトルで

の表現

まず、アライアンスの相互補完数理モデルでは、企業の強みと弱みを1次元行列で表現し、それを演算(引き算)して、2極のベクトルで、2社間の関係性を数学表現する。

たとえば、企業の強みと弱みを8つの特徴数で、5段階の評点付け(5が一番良い評価)すると、それらは、次のように、1次元行列で数学的に表現できる。

$$A \text{ 社} \quad a = (1, 3, 4, 2, 5, 1, 3, 1)$$

$$B \text{ 社} \quad b = (4, 1, 1, 3, 1, 5, 3, 1)$$

上記において、A社からB社を引いた結果のcは、各特徴において0~4(正か負)の間の数値で、プラスかマイナスの方向性のある2極のベクトルとなる。このように、2社間の相互補完関係は、2極のベクトルで数学的に表現できる。

$$c = a - b = (-3, 2, 3, -1, 4, -4, 0, 0)$$

プラスのベクトルは、A社からB社への強みの提供(B社にとっては弱みの補完)を示し、マイナスのベクトルは、A社がB社に提供してもらっている強み(A社にとっての弱みの補完)を示す。0は、A社とB社の強みと弱みが同じで、A社からB社も、B社からA社も、強みの提供も弱みの補完もないことを表す。

アライアンスの相互補完モデルでは、B社の強みがA社の弱みを補完し、A社の強みがB社の弱みを補完することが考え方のベースとなる。もし片方か両方の企業からの強みの提供が大きければ、相互補完関係が強くなり、強みと弱みの相互補完が小さければ、2社間の相互補完関係は弱くなる。

図で示すと、次の図1のようになる。

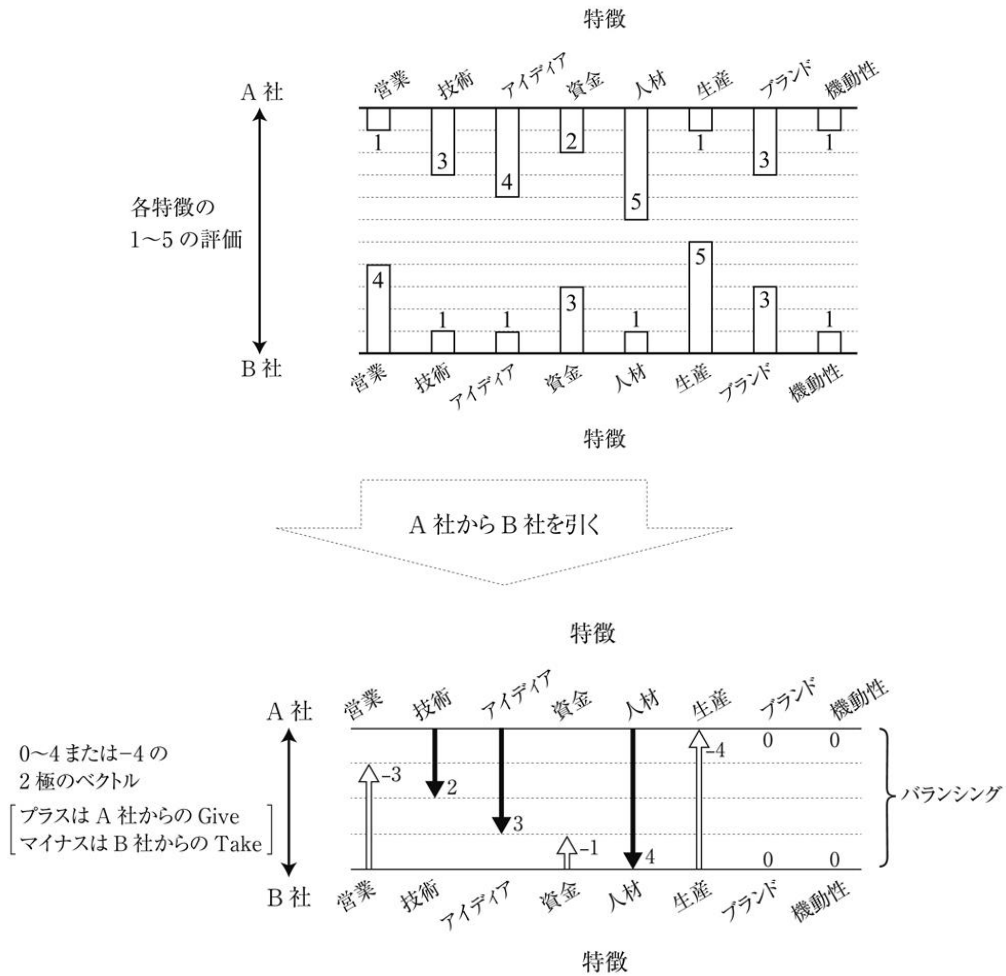


図1 特徴数8つでの5段階評価の相互補完のA社とB社の例

3.2 8つの特徴の選定と5段階評価

強みと弱みについて、本研究では、8つの特徴を用いている。

本研究で提案するモデルの特徴数は、自由に決められるため、特徴数は、必ずしも8つである必要はない。事実、富田・武藤（2015）において、最初のモデル構築では、特徴数4つで行っている。

本研究にて、特徴数を8つとし、それぞれの特徴を選定した理由としては、Yasuda（2003）及び安田（2006, 2010）において、アライアンスは経営資源の交換であり、5つの経営資源として、①技術資源、②販売資源、③生産資源、④人材資源、⑤資金資源であるとされているため、まず、この5つを採用した。

加えて、Das and Teng（1998b）において、信用の大切さが述べられているため、信用・ブランド

を追加し、また、Chesbrough（2003）や米倉・清水（2015）で、オープン・イノベーションにおけるアイデア獲得の重要性が述べられているため、アイデア力を追加した。さらには、Hamel and Prahalad（1994）にて、アライアンスをする理由として、スピードアップと組織としての学習効果が述べられているため、組織の機動性を追加した。これら3つを追加し、合計8つを企業の強みと弱みの評価付けの特徴数とした。

これらの8つの項目（特徴）について、1～5の5段階評価を行った。強み・弱みが最も強い時が5、最も弱い時が1という評点付け方法とした。5段階評価の方法を採用した理由は、日本においても、米国をはじめとする諸外国においても、学校の成績評価は5段階が用いられており、最も馴染み深い評点付け方法であるためである。

3.3 評点付けにおける主観性排除への対応

富田・武藤 (2015, 2016) 及び Tomita and Takefuji (2016a, 2016b) にて提案されたアライアンスの相互補完数理モデルの正当性の確認で用いているデータは、筆者のコンサルティング先企業 152 社について、8 つの項目について、筆者が中心となって、強み・弱みの評点付けを行った形となっている。すなわち、評価を付けている者の主観性という問題が残る。そのため、できる限り、評価者の主観性を排除するために、次の 2 つの方策を講じた。

1 つ目の方策としては、強み・弱みについての 8 つの各項目の評点を付けるにあたり、各項目を構成する 4 つの項目を因子としてさらに作成し、それらの 4 つの項目で評価付けをした上で、それらを取りまとめる形で、最終的な各特徴における評点付けを決めるというステップを取った。

たとえば、営業力があるということは、どういうことかという項目として、営業マンの数が多、営業マンが生き生きしているなどの基準、また、資金力があるというのは、財務数値としてどういう状態かを判断する基準を因子として作った。これらについては、本稿の付録 2 として、その内容を掲載している。

強みと弱みの 8 つの特徴ごとの評価にあたって設けた 4 つずつのクライテリア(因子)の概要は、本稿末尾の付録 1 の通りである。

経営学研究におけるデータセット作成のプロセスやその大きさの設定、測定の方法などについては、それらのデータを用いた実証分析の結果の確からしさを担保するためにも、重要である。データセット作成のプロセス自体についても、DeVellis (2012), Hinkin (1998), Hensley (1999), Pierre et al. (2009), Thanos et al. (2016) 等において、適切かつ妥当な手法について、研究がなされてきている。しかしながら、本研究は、データを用いて実証する研究ではなく、企業間アライアンスのマッチング段階の成立メカニズムを示す数理モデルを提案することにあるため、データセットの構築のプロセスについては、簡素化して行われている。

3.4 フロー・インテンシティとフロー・バランスによる説明

前述の通り、相互補完モデルでは、B 社の強み

が A 社の弱みを補完し、A 社の強みが B 社の弱みを補完することが考え方のベースとなる。

このことを、物理学のフローの概念と人間関係におけるギブ・アンド・テイクの考え方を導入して説明すると、A 社から B 社への強みの提供が、ギブ (Give) となり、それは、B 社にとっては、弱みの補完、つまり、テイク (Take) となる。その逆もまた同じ言い方となる。

片方が両方の企業からの強みの提供 (Give) が大きく、相手にとっての弱みの補完 (Take) が大きければ、相互補完関係が強くなる。このことを、フロー・インテンシティの概念で説明すれば、相互補完関係が強い時、つまり、ギブ (Give) とテイク (Take) のやり取りが大きい時、フロー・インテンシティが強いと言い、反対に、相互補完強度が弱い時、フロー・インテンシティが弱いと説明することとなる。

相互補完モデルでは、フロー・インテンシティが強ければ、強いほど、アライアンスが成立しやすいと考える。

ただし、ギブ・アンド・テイクの考え方に基づき、片方の企業からのギブばかりで、相手先企業がテイクばかりだと、関係性はバーンアウトしてしまうこととなる。すなわち、もう一つの概念として、フロー・バランスを考える必要があり、2 社間におけるギブとテイクのバランスが重要となる。

相互補完モデルにおいては、プラスとマイナスの 2 極のベクトルが存在する時、すなわち、ギブとテイクが双方向にある時、フロー・バランスが保たれている状態であり、アライアンスが成立しやすい。

このように、フロー・インテンシティとフロー・バランスを用いて、アライアンスの相互補完モデルを解説すると、企業間アライアンスにおいては、強みと弱みの相互補完のフロー・インテンシティが強く、かつ、フロー・バランスが保たれている時にアライアンスは成立しやすいと説明できる。

3.5 アライアンスが成立しないパターン1: フロー・バランスが保たれておらず、一方的な関係性の時

次に、このように、フロー・インテンシティとフロー・バランスという 2 つの概念を用いて、どのような時に、アライアンスが成立しない状況となるのかを説明する。

図2のように、A社のそれぞれの特徴におけるスコアがすべて、B社のそれぞれの特徴におけるスコアよりも大きい状態を考える。

このケースでは、A社はB社に対して、資源・メリットを一方向的に提供するだけとなり、バランスが保たれていない。言い換えれば、A社からB社へのプラスの2極のベクトルが、一方的（ワンサイド）である。B社からA社へのアピール、強みの提供（Give）がなにもない状態であり、こういうケースでは、アライアンスは成功しない。

このような状態が、アライアンスが成立しないパターン1となる。

片方の企業から、ギブ、ギブ、ギブばかりとなり、片方の企業がテイク、テイク、テイクばかりとなると、相互補完の関係性は成り立たず、その関係性はバーンアウトしてしまうのである。

2社間で、相手先への強みの提供と、自社の弱みの補完のバランス、すなわち、ギブ・アンド・テイクのバランスが重要である。

図2のような状態、つまり、フロー・バランスが保たれていない時は、アライアンスが成立しないのである。

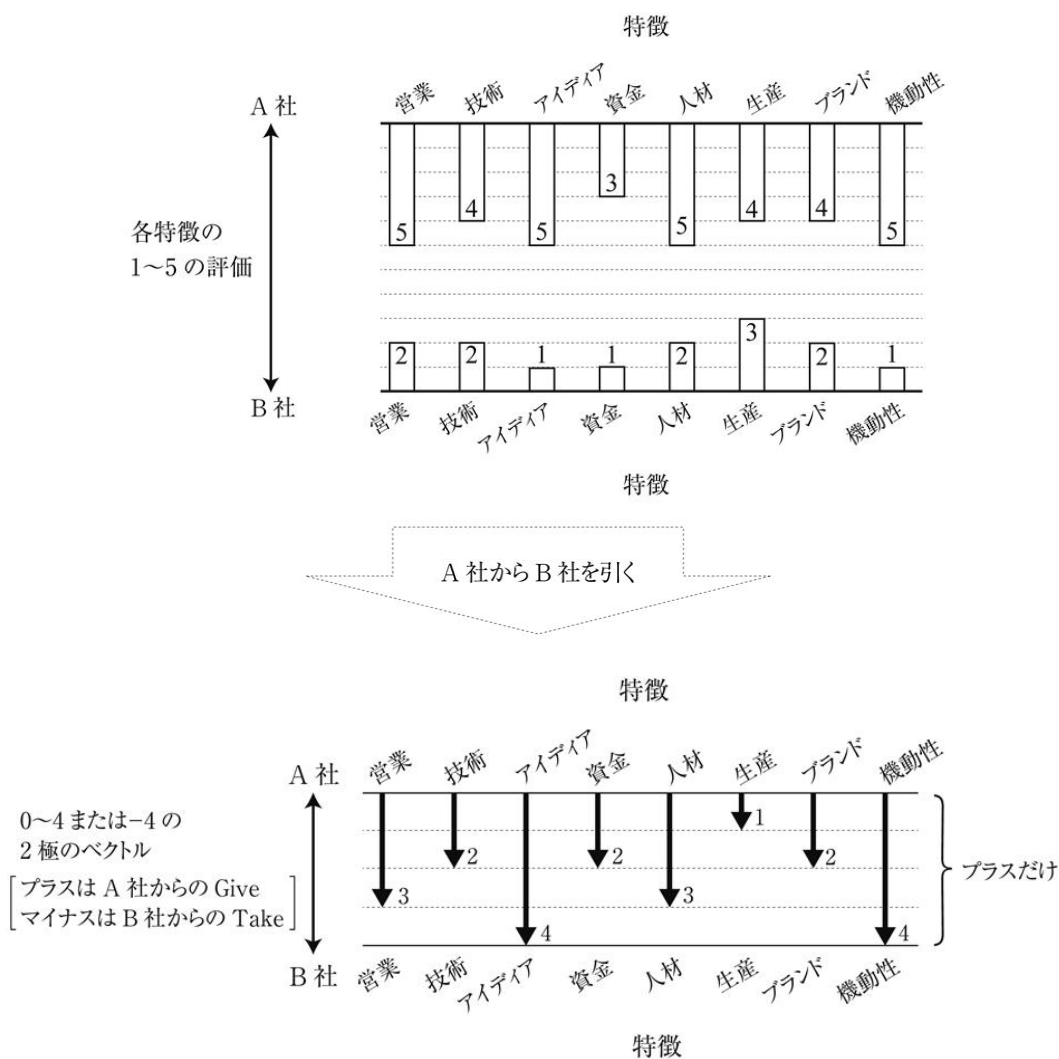


図2 アライアンス成立しないパターン1：
A社からB社への一方的な強みの提供（B社からA社への魅力の提供がない状況）

逆もまた真なりで、反対に、B社のスコアが、すべての特徴において、A社よりも大きい場合に

は、B社だけが、一方的に、A社に対して、強みを提供している状態となる。マイナスの2極のベ

クトルだけとなり、ワンサイドな関係性となる。つまり、フロー・バランスが保たれておらず、A社からB社への魅力の提供が何もないため、このケースでは、アライアンスは成立しない。

3.6 アライアンスが成立しないパターン2：フロー・インテンシティがない時

図3のように、A社とB社のスコアが、すべて同じ状況の場合は、それぞれの企業にとって、相

互補完の恩恵が何もない。フロー・インテンシティというタームで説明すれば、A社とB社の強みと弱みが、すべての特徴において全く同じ場合には、フロー・インテンシティがゼロと言える。このような状況においては、アライアンスは成立しない

このような状態が、アライアンスが成立しないパターン2となる。

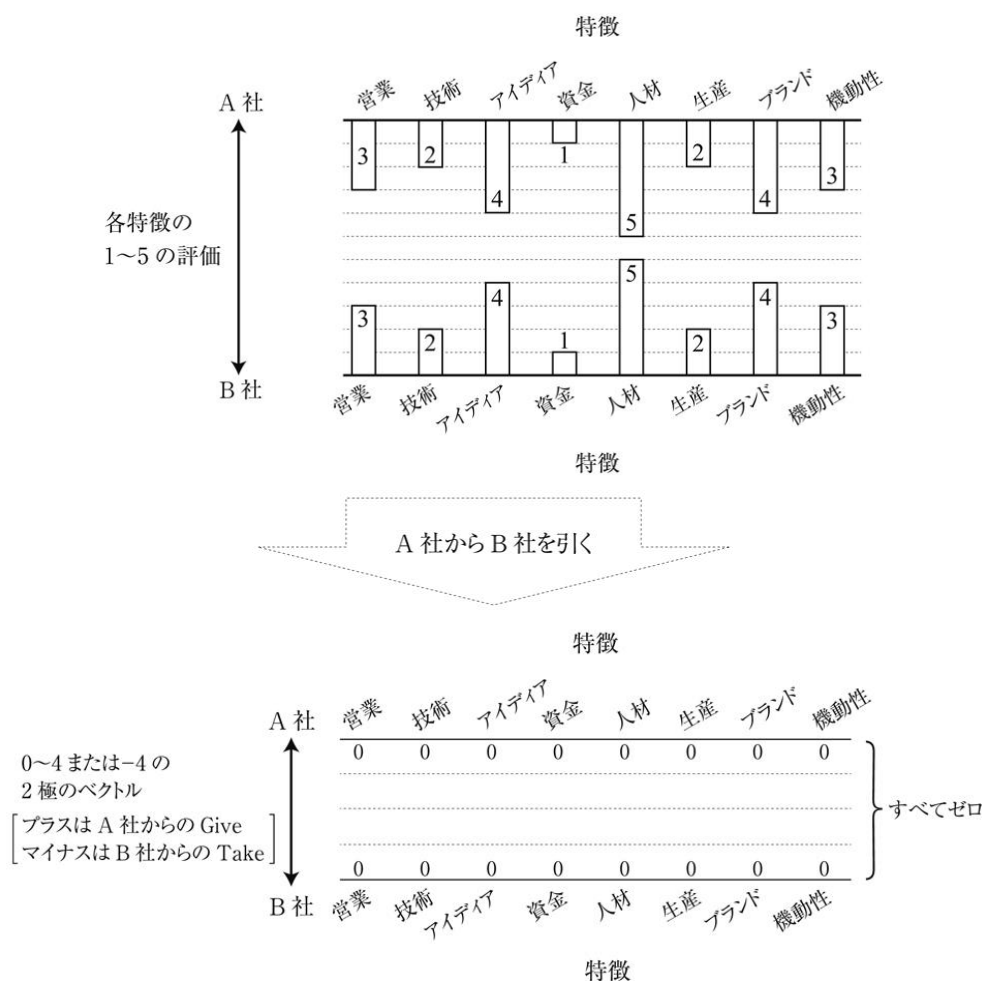


図3 アライアンスが成立しないパターン2：2社の強み・弱みの評点がすべて同じ時
(フロー・インテンシティがない状況)

以上のように、提案する相互補完モデルでは、プラスかマイナスかどちらかだけのベクトルではなく、強みの提供が片方からの一方的な関係性の場合には、アライアンスは成立しないと考える。なぜなら、2社間の強みの提供 (Give) と弱みの

補完 (Take) のバランス、すなわち、フロー・バランスが保たれていないからである。また、2社の評点付けがすべて同じで、プラスやマイナスのベクトルがない状態も、フロー・インテンシティがゼロであるため、アライアンスは成立しないと

考える。この2つのパターンが、アライアンスが成立しない状態となる。

先に掲載した図1に示したように、プラスとマイナスの両方の2極のベクトルがあり、双方向の強み(Give)と弱みの補完(Take)が存在し、フロー・インテンシティがあり、フロー・バランスが保たれている時にアライアンスは成立しやすくと説明付けることができる。

3.7 最大の相互補完関係の状態:最大のフロー・インテンシティで、バランスが均衡している時

次に、アライアンスにおける2社間の最も強い関係性について考えてみよう。これは、1~5の評点付けで、8つの特徴数の場合、8つの半分の4

つずつの特徴数で、双方向で、取りうる最大の2極のベクトル4か-4の値となっている状態であり、2社の相互補完関係が(16,-16)の時となる。

この最大の相互補完強度の関係となる状態は、フロー・インテンシティとフロー・バランスの概念を用いて説明すれば、最大のフロー・インテンシティの状態で、かつ、フロー・バランスが均等に保たれている時となる。

図4では、最大の大きさのプラスとマイナスのベクトルが、右側から4つ、左側から4つの続いた順番で、シンプルに図解したが、実際は、次の図5のように、最大の大きなプラスとマイナスのベクトルは、ランダムに8つの特徴の中で、4つずつ存在する形となる。

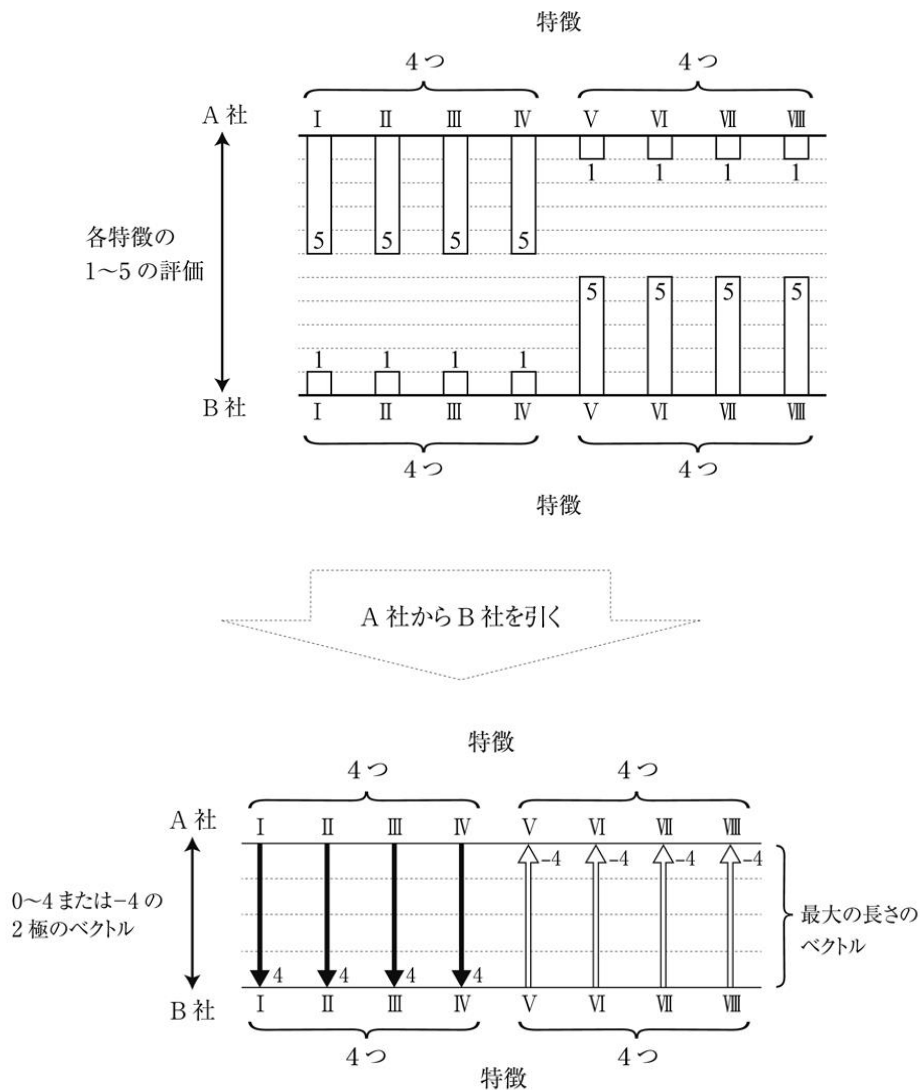


図4 最大の強さの相互補完関係の状態:最大の大きさの2極のベクトルが,

特徴数の半分の数で，双方向で，存在する時
(シンプルに，4つずつで配置)

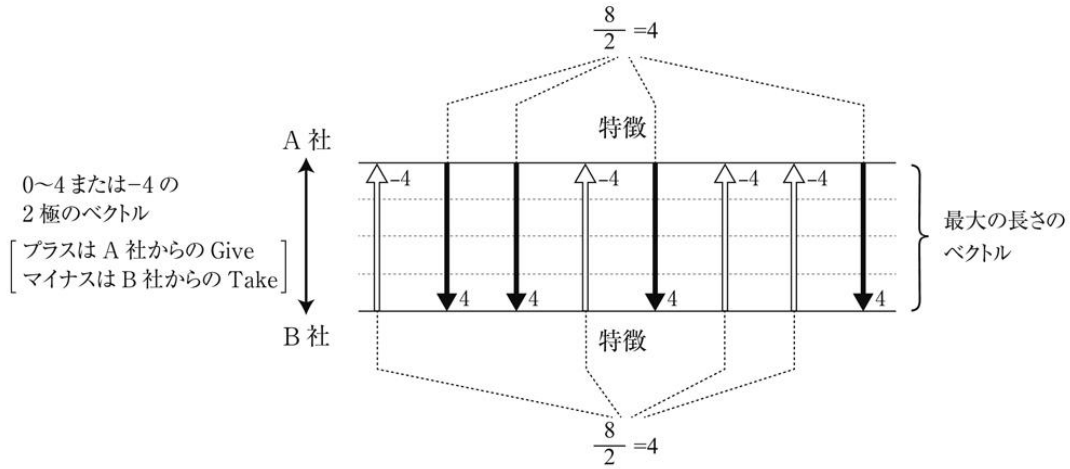


図5 最大の相互補完強度となる状況：最大の大きさの2極のベクトルが，
特徴数の半分の数で，双方向で，存在する時
(ランダムに配置)

このように，相互補完数理モデルでは，フロー・インテンシティが最大で，フロー・バランスが均等な時に，相互補完強度が最大になると捉える。
計算式としては，

$$(\text{特徴数 } 8 \text{ つ} \div 2) \times \text{ベクトルの最大の長さ } 4 = (16, -16)$$

となる。

相互補完モデルでは，フロー・インテンシティが最大で，フロー・バランスが均等な時に，相互補完強度が最大になると捉える。

3.8 2次元マップでの距離での数学表現

3.1 企業の強み・弱みの1次元行列と2極ベクトルでの表現の項で提示したA社とB社の例において，A社からB社を引いた際のプラスの2極のベクトルを示す正の整数の総和9は，A社からB

社への強みの提供(A社にとってのGive)を示しており，マイナスの2極のベクトルを示す負の整数の総和-8は，B社の強みでA社の弱みを補完している度合い(A社にとってのTake)を表す数値となる。この2つの数字(9, -8)は，A社とB社の相互補完関係を表す数値となり，2次元上のマップに表現される。

このように，2社間のアライアンスにおける相互補完関係は，この2つの数字(i, j)によって，2次元のマップ上の点としてプロットされる。

富田・武藤(2015, 2016)及びTomita and Takefuji(2016a, 2016b)で提案された相互補完モデルでは，最大の相互補完関係の点(「マキシマム・ポイント」と名付ける)からの距離で，相互補完強度が数学表現される。

それらは，次の図6にて，示されている。

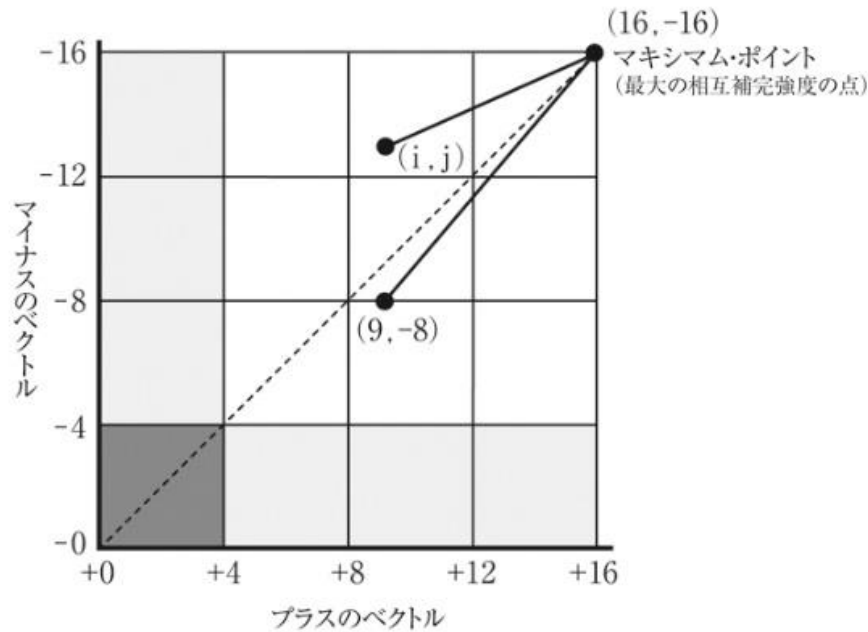


図6 2次元マップ上での表示と最大の相互補完の点からの距離での数学表現

3.9 相互補完モデルの図のグレーの部分の説明

上記の図6において、原点に近い2つの軸に近い薄いグレーの部分は、2社間のバランスが崩れており、相互補完関係が弱く、アライアンスが成立しにくいゾーンとなる。さらには、原点から最大の強度の点への線（オプティマル・ライン）に対して、オプティマル・ラインから離れれば離れるほど、フロー・バランスが崩れており、すなわち、2社間のギブ・アンド・テイクのバランスが崩れている。本研究で提案するモデルでは、このインバランス（不均衡さ）は、アライアンスを成立しにくくしていると考えられる。

加えて、図6の原点により近い濃いグレーの部分は、フロー・インテンシティが弱く、原点に近づけば近づくほど、さらに弱くなっており、最大の点から原点に近いほど、よりインテンシティが弱い。原点では、フロー・インテンシティは、ゼロとなる。それゆえ、濃いグレーのゾーンは、相互補完関係が弱く、アライアンスがより成立しにくい。

3.10 相互補完強度係数の一般式

富田・武藤（2015, 2016）及び Tomita and

Takefuji（2016a, 2016b）にて提案されたアライアンスの相互補完数理モデルでは、最大の相互補完強度の点からの距離で相互補完強度を算出する。相互補完強度 AS を示す一般式は、下記である。

$$AS = \sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2}\right)^2 \times 2} - \sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2} - \Sigma_{\text{plus}}\right)^2 + \left(\frac{-(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2} - \Sigma_{\text{minus}}\right)^2}$$

上記の式において、s (max) は、最大の評点の値、s (min) は、最小の評点の値、len (c) は特徴数、Σplus は正の整数の総和、Σ minus は負の整数の総和を示している。

最大の相互補完強度の数値から、差し引くことでインバートしてあるため、相互補完強度は、数値が大きければ大きいほど、強度が強いことを示している。数値が小さければ、相互補完強度が弱いことを示す。

この数値を、0～1の間の数値に正規化したほうが、指標として、特徴の数に依存することなく、比較に使いやすい。

正規化した相互補完強度係数（ASC）は、次の式で求められる。

$$ASC = 1 - \frac{\sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2} - \Sigma \text{plus}\right)^2 + \left(\frac{-(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2} - \Sigma \text{minus}\right)^2}}{\sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2}\right)^2 \times 2}}$$

上記の式では、s (max) は、最大の評点の値、s (min) は、最小の評点の値、len (c) は特徴数、Σplus は正の整数の総和、Σ minus は負の整数の総和を示している。

なお、富田・武藤 (2015, 2016) 及び Tomita and Takefuji (2016a, 2016b) では、筆者のコンサルティング先企業 152 社のデータを用いて、相互補完強度係数を、アライアンスの成立・不成立、そして、すべての組み合わせについて算出した結果が、グラフとして掲載されている²。

4. 本稿のまとめ

4.1 本稿のまとめと成果

富田・武藤 (2015, 2016) 及び Tomita and Takefuji (2016a, 2016b) によって提案された企業間アライアンスの相互補完数理モデルの理論的な説明としては、これまで、資源ベース理論と磁石の N 極と S 極の引き合う力を示すスピングラス・モデルだけに基づいていた。それでは、相互補完モデルにおける 2 社が引き合う力を十分、説明できていなかったが、本稿では、物理学におけるフローの概念と、人間関係において研究されてきたギブ・アンド・テイク (Give & Take) の考え方を導入し、フロー・インテンシティ (Flow Intensity) とフロー・バランス (Flow Balance) という 2 つのタームを用いて、相互補完モデルの仕組みを理論的に説明した。すなわち、フロー・インテンシティがより強く、フロー・バランスが保たれている時、企業間アライアンスは成り立ちやすいと結論付けた。アライアンスが成立しない 2 つのパターン、及び、アライアンスが最も成り立ちやすい関係性についても、この 2 つのタームを用いて、分類して、

² 152 社の企業データにおいて、アライアンスが成立した組み合わせ、不成立となった組み合わせ、すべての組み合わせの相互補完強度係数のグラフの他、それぞれの平均、中央値、最頻値、最小値、最大値も掲載している。

説明付けることができた。これにより、アライアンスの相互補完モデルの理論的な説明付けがより強固なものとなったと考えている。

このように、物理学におけるフローの概念、そして、人間関係におけるギブ・アンド・テイクの考え方を導入し、フロー・インテンシティとフロー・バランスの 2 つの概念を新しく用いることで、2 社間のアライアンスの相互補完関係を説明づけることができ、相互補完数理モデルの理論的背景をより強固にすることができたことが、本稿の研究上の成果である。

本稿は、今後の企業間アライアンスのマッチング段階のメカニズムを示す数理モデル構築の研究の発展に寄与した研究となった。

4.2 相互補完モデルの限界

提案したアライアンスの相互補完モデルは、いくつかの限界を有している。次のような限界がある。

(1) 相互補完モデルでは、2 社間の相互補完関係が最も強い状況は、双方からの特徴数(企業の評価付けの強み・弱みの項目の数)の半分ずつの数で、最大の長さのベクトルが双方に提供されている時に、最大の相互補完関係となると設定する。すなわち、特徴数の半分の特徴からの最大の大きさの双方向の強みの提供から、最大の相互補完強度を求めることとしている。そのため、特徴数を偶数であれば、2 で割れるため、すぐに利用できるが、特徴数が奇数になる場合には、ダミー項目としての特徴を一つ追加し、特徴数が偶数にする対処が必要となる。あるいは、特徴数が奇数で、このモデルを利用する場合には、2 つのマキシマム・ポイントが存在することを理解しなければならない。そして、その 2 点間が線形 (リニア) であると想定した場合、平均を取る形で、相互補完強度を求めることが可能である。特徴数が 7 つのケースの相互補完強度係数の算出の仕方について、付録 2 に掲載している。

(2) 相互補完強度及びその係数は、あくまで、各特徴の評点に基づいて算出されるため、評点の付け方次第で、相互補完関係についての評価が変わり、算出される相互補完強度及び

係数が左右される。評点付けを今後より一層工夫していくことにより、より実態に近い形にモデルの算出結果の精度を高めることができるであろう。

(3) 実際のビジネスの推進においては、2社の経営者同士や社員同士が意気投合して事業に取り組めるかといった相性もアライアンスの成立・不成立に影響を与えることが考えられる。そういった経営資源以外の目に見えない要素については、ブランド・信用力や機動的な組織風土については、企業評価の8つの特徴に入っているが、2社間の考え方やカルチャーなどの相性については、加味されていない。本稿で提案したモデルは、フレキシブルなものであり、ユーザーは、自由にパラメーターや評点付けなどを変更することができるようになっている。今後、様々、パラメーターを変更するなどして、モデルを進化・発展させていくことが必要である。

4.3 今後の研究課題

アライアンスの数理モデル構築の研究として、まず新しい数理モデルを提案することに注力しており、それが実現したことは大きな成果であり、意義であると考えられる。

しかしながら、提案したモデルの特徴の数や項目、各特徴の評点付けの方法などは、より実態を正確に反映するように、今後、ブラッシュアップして、改良していく余地がある。

今後、パラメーターの選定や数の設定、思いつき付けを様々、検討していくとともに、様々な企業データで試してみる必要がある。

本稿で提案したモデルは、ユーザーは、様々なデータセットで、モデルを自由に修正が可能であり、試してみるができるように、インターネット上で、オープン・ソースとして、アクセス可能としている。それらを用いて、企業間アライアンスの数理モデル構築の研究が発展していくことを期待したい。

参考文献

[1] 石井真一 (2003) 『企業間提携の戦略と組織』中央経済社。
 [2] 牛丸元 (2007) 『企業間アライアンスの理論と実証』同文館出版。

[3] 坂井 豊貴 (2010) 『マーケットデザイン入門—オークションとマッチングの経済学』ミネルヴァ書房。
 [4] 富田賢・武藤佳恭 (2015) 「アライアンスの相互補完数理モデルの構築と実証分析 ～152社のコンサルティング先企業データを用いて」『経営会計研究』第20巻第1号。
 [5] 富田賢・武藤佳恭 (2016) 「アライアンスの相互補完・加算・相乗に関する数理モデルの提案とPython言語による実証～152社の企業データをもとに」『ビジネスクリエーター研究』第7号。
 [6] 中村裕一郎 (2013) 『アライアンス・イノベーション:大企業とベンチャー企業の提携:理論と実際』白桃書房。
 [7] 元橋一之編著 (2014) 『アライアンスマネジメント ～米国の実践論と日本企業への適用』白桃書房。
 [8] 安田洋史 (2006) 『競争環境における戦略的提携 その理論と実践』NTT出版。
 [9] 安田洋史 (2010) 『アライアンス戦略論』NTT出版。
 [10] 湯川 抗 (2013) 『コーポレートベンチャーリング新時代:本格化するベンチャーの時代と大手ICT企業の成長戦略』白桃書房。
 [11] 米倉誠一郎・清水洋 (2015) 『オープン・イノベーションのマネジメント ～高い経営成果を生む仕組みづくり』有斐閣。
 [12] 米倉穰 (2012) 『オープン・イノベーションと企業の戦略的提携 ～再生医療のネットワーク型総合産業化の創造に関する研究』税務経営協会。
 [13] Adegbesan, J. Adetunji, (2009), "On the Origins of Competitive Advantage : Strategic Factor Markets and Heterogeneous Resource Complementarity," *Academy of Management Review*, 2009, vol.34, no.3, pp.463-475.
 [14] Akbarpour, Mohammad, Shengwu Li, & Shayan Oveis Gharan, (2014), "Dynamic Matching Market Design," *Proceedings of the fifteenth ACM conference on Economics and computation*.
 [15] Anand, Bharat & Tarun Khanna, T., (2000), "Do Firms Learn to Create Value? The Case of Alliances," *Strategic Management Journal*, vol.21, pp.295-315.

- [16] Barney, Jay, (1991), "Firm Resources and Sustained Competitive Advantage," *Journal of Management*, vol.17, no.1, pp.99-120.
- [17] Chang, Shao-Chi, Sheng-Syan Chen, Jung-Ho Lai, (2008), "The effect of alliance experience and intellectual capital on the value creation of international strategic alliances," *Omega*, vol.36, no.2, pp.298-316.
- [18] Chesbrough, Henry, (2003), *Open Innovation*, Harvard Business School Press (大前恵一朗訳 (2004)『OPEN INNOVATION』産業能率大学出版部.)
- [19] Das, T.K., & Bing-Sheng Teng, (1998), "Resource and Risk Management in the Strategic Alliance Making Process," *Journal of Management*, vol.24, no.1, pp.21-42.
- [20] Das, T.K., & Bing-Sheng Teng, (2000), "A Resource-Based Theory of Strategic Alliances," *Journal of Management*, vol.26, no.1, pp.31-61.
- [21] Das, T.K., & Bing-Sheng Teng, (2002), "Alliance Constellations : A Social Exchange Perspective," *Academy of Management Review*, 2002 vol.27, no.3, pp.445-456.
- [22] DeVellis, Robert F. (2012) *Scale Development –Theory and Applications*, Third Edition, Applied Social Research Methods Series, SAGE
- [23] Doz, Yves & Gary Hamel, (1998), *Alliance Advantage –The Art of Creating Value through Partnering*, Harvard Business School Press. (志太勤一・柳孝一監訳, 和田正春訳 (2001)『競争優位のアライアンス戦略 ～スピードと価値創造のパートナーシップ』ダイヤモンド社.)
- [24] Gassmann, Oliver & Ellen Enkel, (2004), "Towards a Theory of Open Innovation: Three Core Process Archetypes," *conference paper*, R and D Management Conference (RADMA) (Lisabon, Portugal), 6-7 2004, double-blind review.
- [25] Hamel, Gary and C.K. Prahalad, (1994), *Competing for the Future*, Harvard Business School Press. (邦訳 : ハメル,ゲイリー,C.K.プラハラッド『コア・コンピタンス経営』, 日本経済新聞社, 1995年, 日経文庫 2001年.)
- [26] Hensley, Rhonda L, (1999), "A review of operations management studies using scale development techniques," *Journal of Operations Management*, vol.17, Issue 3, March 1999, pp.343-358.
- [27] Hinkin, T. R., (1998), "A brief tutorial on the development of measures for use in survey questionnaires," *Organizational Research Methods*, 2(1), pp.104-121.
- [28] Kelley, Donna J. & Mark P. Rice, (2002), "Advantage beyond founding : The strategic use of technologies," *Journal of Business Venturing*, vol. 17, no.1, pp.41-57.
- [29] Lavie, Dovev, (2006), "The Competitive Advantage of Interconnected Firms : An Extension of the Resource-Based View," *Academy of Management Review*, vol.31, no.3, pp.638-658.
- [30] Lee, Yikuan & S Tamer Cavusgil, (2006), "Enhancing alliance performance: The effects of contractual-based versus relational-based governance," *Journal of business research*, vol.59, no.8, pp.896-905.
- [31] Leiblein, Michael J & Jeffrey J Reuer, (2004), "Building a foreign sales base: the roles of capabilities and alliances for entrepreneurial firms," *Journal of Business Venturing*, vol.19, no.2, pp.285-307.
- [32] Mitsuhashi, Hitoshi & Henrich R. Greve, (2009), "A Matching Theory of Alliance Formation and Organizational Success: Complementarity and Compatibility," *Academy of Management Journal*, 52 (5), pp.975-995.
- [33] Roth, Alvin E., (2015), *Who Gets What – and Why, The New Economics of Matchmaking and Market Design*, William Collins.
- [34] Rothaermel, Frank T. & David L Deeds, (2006) "Alliance type, alliance experience and alliance management capability in high-technology ventures," *Journal of business venturing*, vol.21, no.4, pp.429-460.
- [35] Schaufeli, Wilmar B., (2006), "The Balance of Give and Take : Toward Social Exchange Model of Burnout," *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, vol.19(1), Mar 2006, pp.87-131.
- [36] Tjemkes, Brian, Pepijn Vos, & Koen Burgers, (2012), *Strategic Alliance Management*, Routledge.
- [37] Tomita, Satoshi & Yoshiyasu Takefuji, (2016a), "A

- New Mathematical Model of Mutually Complementary for Corporate Alliances : Selection of Optimal Partners using Eight Characteristics,” Proceedings (HI092415299, double-blind review) of 2016 Hawaii Global Conference on Business and Finance (GCBF)
- [39] Tomita, Satoshi & Yoshiyasu Takefuji, (2016b), “A Mathematical Model for Optimal Corporate Alliances : Evidence from Japan,” *International Journal of Management and Marketing Research(IJMMR)*, vol.9, no.1, 2016.
- [40] Wernerfelt, Birger, (1984), “A Resource-Based View of the Firm,” *Strategic Management Journal*, 5: pp.171-180
- [41] Yasuda, Hiroshi, (2003), “New Analytical Approach for Strategic Alliances from the Perspective of Exchange of Management Resources,” *Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy*, Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology.

付録1 強みと弱みの8つの特徴の評点付けにおける4つの因子（クライテリア）の概要

1. 営業力	2. 技術力
1. 営業マンがアクティブかどうか 2. 営業マネジメントができているか 3. 営業マンの数が多いか少ないか 4. 経営者自身が営業が得意か否か	1. ユニークな独自の技術を有しているか 2. 技術力のレベルが高いか低いか 3. 特定領域で長く培っている技術があるか 4. 研究開発部門が充実しているかどうか
3. アイディア創出力	4. 資金力
1. 自由に新しいアイディアを出せる環境にあるか 2. アイディアを出せる人が多いか少ないか 3. 継続してアイディア出しを行っているかどうか 4. アイディア出しができる仕組みを有しているか	1. 使用できる資金量が豊富かどうか 2. 自己資本比率が高いか低いか 3. 資金調達力があるかどうか 4. 営業利益率が高いか低いか
5. 人材力	6. 生産力
1. 従業員数が多いか少ないか 2. 人員が余剰しているか不足しているか 3. 人材採用力が高いか低いか 4. 人材紹介や派遣の免許を持っているかどうか	1. 工場設備が大きい小さいか 2. 工場での作業員が多いか少ないか 3. 生産工程でのノウハウを有しているか 4. ファブレス企業の方針であるかないか
7. ブランドや信用	8. 組織の機動性
1. 上場企業や上場企業の子会社であるかどうか 2. 業歴が長い短い 3. 売上規模が大きい小さいか 4. ブランディングに力を入れているかどうか	1. 新しいことに挑戦する体質であるか 2. 議論ばかりでなく、実行する社風か 3. 年功序列であるかどうか 4. 外部と組もうという雰囲気があるか

付録2：特徴数が奇数の場合の相互補完モデルについての考察

アライアンスの相互補完モデルは、最大の相互補完強度を、特徴数の半分ずつの数の最大の長さのベクトルから求めるため、特徴数が偶数の場合はよいが、奇数の場合、どうするのかという問題が残っている。

それについては、本編においては、特徴数

を奇数にする場合は、一つダミー変数を追加する解決策について記述している。

この点についても、もう少し、考察を深めてみたい。

本編でも用いた特徴数8つのケースから、一つ特徴数を削って、7つにした場合で、考えてみる。評点付けは、同じく、5段階とする。すなわち、最大の長さのベクトルは4ということとなる。

相互補完モデルの考え方では、特徴数が7つのケースでは、2極のベクトルが、片方からの強みの提供が4つで、相手先からの弱みを補完する強みの提供が3つの場合で、4つと3つの組み合わせとなり、

$$4, 4, 4, 4, -4, -4, -4$$

と、

$$-4, -4, -4, 4, 4, 4, 4$$

である。

このように、特徴数が奇数の場合は、最大の点が、2つ、出現する。

つまり、

$$(16, -12)$$

と、

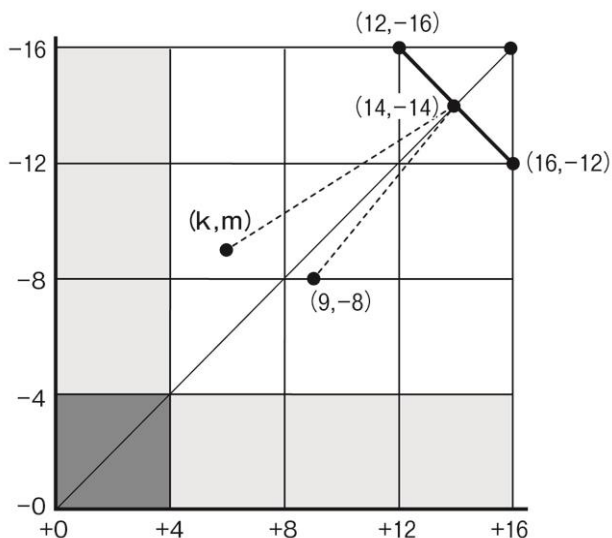
$$(12, -16)$$

の2つの点が出てくる。

その際の相互補完強度の求め方は、(16, -12)と(12, -16)を結ぶ線は、リニア（線形）であると想定した場合、平均で算出することができる。ただし、その点は、実際には存在しない点となる³。計算は、下記となる。

$$\left(\frac{16+12}{2}, \frac{-12+(-16)}{2} \right) = (14, -14)$$

が、特徴数7つで、最大のベクトルの長さが4の場合の最大の相互補完強度の点となる。図で示すと、次の図8のようになる。



³ 1~5の評点付けで、7つの特徴数の場合で、(14, -14)の組み合わせは、実在しないためである。

図8 特徴数が奇数の場合の相互補完強度の求め方

たとえば、本編での下記のA社とB社の例で、最後の8つ目の特徴を削って、7つにした場合、

$$\text{A社} \quad a = (1, 3, 4, 2, 5, 1, 3)$$

$$\text{B社} \quad b = (4, 1, 1, 3, 1, 5, 3)$$

A社からB社のそれぞれの特徴における点数を引き算した結果のcは、2極のベクトルの配列として表現され、0~4の間のプラスかマイナスの数値となる。

A社 - B社

$$c = a - b = (-3, 2, 3, -1, 4, -4, 0)$$

となつて、変わらず、(9, -8)が、この2社の組み合わせの相互補完関係を示す点となる。

特徴数7つでの相互補完強度は、次の式で求められる。

$$d(a,b) = \sqrt{(14-0)^2 + (-14-0)^2} - \sqrt{(14-9)^2 + (-14-(-8))^2}$$

A社とB社の特徴数7つでの相互補完強度は、計算すると、11.989となる。正規化した相互補完強度係数は、0.606である。なお、7つの場合の相互補完強度の最大値は、19.799である。なお、これらは、Python言語によって、計算した。

一般化して、特徴数7つの場合の(k, m)となる組み合わせの相互補完強度は、

$$d(k,m) = \sqrt{(14-0)^2 + (-14-0)^2} - \sqrt{(14-k)^2 + (-14-m)^2}$$

として、算出できる。それを、正規化すれば、相互補完強度係数となる。正規化の方法は、最大の相互補完の数字で、上記の右辺を割る形である。

このように、(14, -14)の点はバーチャルな点で、実際には存在しない点となるが、2つの最大の相互補完の点の平均から、マキシマム・ポイントを設定して、特徴数が奇数の場

合の相互補完強度を求めることができる。

これにより、本稿で提案するアライアンスの相互補完数理モデルは、特徴数が奇数の場合にも、機能すると言える。

以上が、アライアンスの相互補完数理モデルにおける特徴数を奇数にする場合に関する追加的な考察である。