

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～

富田 賢 (慶應義塾大学大学院)

武藤 佳恭 (慶應義塾大学)

I. はじめに

これまで、企業間のアライアンス¹ 研究においては、2 社間のアライアンスの成立の関係性を表す数理モデルが存在していなかった。

富田・武藤 [2015] では、2008 年 5 月～2015 年 3 月までの約 7 年間で 152 社の筆者のコンサルティング先企業データ² を用いて、アライアンスの相互補完数理モデルが提案されている。これにより、アライアンス成立の 2 社間の関係性を示す数理モデルが初めて提示され、関係性を数値として演算可能となった。

しかしながら、営業エリアが異なる企業間のアライアンスは、相互補完モデルでは記述することができず、また、意欲（やる気）があるか否かが加味されていなかった。

本稿では、富田・武藤 [2015] で提案された相互補完数理モデルに、オプションとして、営業エリアの加算モデルと、意欲の度合いの重みを加味した相乗モデルを追加し、提案された数理モデルが、さらに発展可能なフレキシブルなものであることを示す。

本稿での相互補完・加算・相乗モデルについても、オープンソースの Python 言語で実装し、筆者の有する企業データを用いて、モデルが機能することを確認した。

本稿は、アライアンスの仲介者のコンサル

タントが頭の中で行っているマッチングのメカニズムを数学的に表現し、演算可能にすることが目的である。ここで用いた企業データはあくまで一例であり、このデータをもって、実証するものではない。

提案するモデル構築の研究の進展は、実務・研究の両面での貢献があり、わが国におけるアライアンスによる新規事業立ち上げの促進、強いては、日本経済の活性化に寄与するものとする。

II. 先行研究のレビュー

1. 経営学・経済学の系譜の中でのアライアンス研究の発展経緯

Hamel and Prahalad [1994] にて、「アライアンスが必要になる最も明白な理由は、新製品や新サービスを生むのに必要な経営資源をすべて取り揃えている企業など 1 社たりと存在しないという事実である」とされており、また、その有用性として、①経営資源を補う、②成功を早める、③パートナー企業同士でリスクを共有し合うことにあるとされている。それらは、富田 [2014] においても、踏襲・発展されている。

アライアンス研究は、Yoshino and Rangan [1995] において、初めて包括的にアライアンスの形態の類型・分類・定義付けがなされ、

ライバル企業と競合しすぎることを避ける観点からの戦略的提携の理論としても、Hamel、Prahalad and Doz [1989] を起点として発展してきている。アライアンス研究の概観については安田 [2006、2010] や、米倉 [2012]、中村 [2013]、湯川 [2013]、石井 [2003] にてまとめられているように、アライアンス研究は、経営学の理論の発展の延長戦上だけでなく、経済学の理論研究の発展の延長線上にも位置付けられる。

経済学のミクロ経済学の応用として、取引コスト理論³や、相手となる企業との関係性を検討するゲーム理論⁴といったフレームワークがある。

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) がある。これは、企業の持続的な競争優位性の源泉は、経営資源にあるとしている。

その後、資源ベース理論は、アライアンス研究に取り入れられてきている。アライアンス研究における資源ベース理論に基づく先行研究としては、Das and Teng [1998a、2000] が中心的なものになっている。これらでは、経営資源の模倣困難性、移動困難性、代替困難性の観点からアライアンスをする企業間の関係性が検討されている。

その他、Hamel and Doz [1989] でアライアンスは学習することが目的と主張されているように、組織学習アプローチの面からの研究がなされてきている。

2. 本研究の根拠となる理論フレームワーク

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⁵と考えることが適切であると考えするため、すでにアライアンス研究に取り入れられている資源ベース理論⁶をベースとなる理論としている。

Das and Teng [1998a] では、戦略的提携における財務、技術、物質、管理の4つの資源を協調的に調整する観点での検討が、アライアンスの形態やリスク・リターンの関係などについてなされており、Das and Teng [2000] では、資源の類似性と資源の活用という2軸に基づくアライアンスのパートナー間の資源連携の調整が補強、余剰、補完、無駄の4つのタイプで検討されている。

その発展として、安田 [2006、2010] では、RBVのフレームワークを簡素化し、経営資源の種類、すなわち①技術資源、②販売資源、③生産資源、④人材資源、⑤資金資源の5つの経営資源の集合体が企業であり、それらの経営資源の交換がアライアンスであると述べている。

本研究では、この安田 [2006、2010] のアライアンスの資源ベース理論に基づくフレームワーク⁷として適用し、そのフレームワークを発展させて、マッチング段階で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を構築する⁸。

資源ベース理論以外のアライアンス研究の基礎理論である取引コスト理論は、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。

また、ゲーム理論は、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。

さらには、Das and Teng [2002] のように、企業が束なってグループとなることによって、非経済的なものが交換される観点での社会的交換理論があるが、本稿では、経済的なものを交換し、事業展開上のメリットを得ることを研究対象としているため、社会的交換理論は、本研究のメインの理論とはならない。

本稿では、富田・武藤 [2015] 及び Tomita and Takefuji [2016] での強み・弱みの8つの特徴での相互補完関係⁹の評点付けを用いている。

それらの評点付けの項目の選定においても、安田 [2006, 2010] の資源ベース理論に基づくフレームワーク、すなわち、営業力、技術力、生産力、資金力、人材の5つをベースとしている¹⁰。

その5つに加え、Das and Teng [1998b] にて、信用の重要性が述べられているため、信用・ブランドを追加しており、また、アライアンスは新規事業立ち上げを目的として行われることが多いため、事業シーズとなるアイデアを生み出す力（アイデア力）も追加した。さらには、Hamel and Prahalad [1994] で述べられているように、アライアンスは事業展開のスピードアップを目的の一つとしているため、組織としての機動性の度合いを追加した。これにより、合計8つの特徴による強み・弱みの評価を行っている。

3. マッチングの段階に研究を拡大

これまでのアライアンスの研究は、アライ

アンス成立後の関係調整、契約内容の設定や契約の解消、成果の評価などが中心となっている。代表的なものとしては、安田 [2006, 2010, 2015]、元 橋 [2014]、Doz and Hamel [1998]、Bamford et al. [2003]、Tjemkes et al. [2012] である。これらの研究では、アライアンスの相手先企業が見えた後のアライアンスの形態、契約条項の決め方、協業の仕方、アライアンスの管理などが研究対象となっている。

加えて、相手先企業が見えた段階の買収か提携かの手法の選択の研究として Dye, Prashant Kale, and Singh [2004] があり、また、アライアンス実施後のアライアンスの撤収については Ernst and Bamford [2005]、アライアンスの管理については Kaplan, Norton, and Rugelsjoen [2009] がある。

本稿では、それらのアライアンスの相手先が見えている段階やアライアンスの実施後ではなく、最初のマッチングの部分、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つけ出し、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ことを研究のメイン対象としている。

アライアンスの最初のマッチングの段階を取り上げたものとしては、Mitsubishi and Greve [2009] が先行研究として存在するが、観念的な議論だけにとどまっており、マッチングの成立の数理モデルは提示されていない。

4. 計量分析ではなく数理モデルの構築

アライアンスの統計手法による計量分析は、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 and 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 and 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 & 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 & Deeds [2006] とったように多数存在する。

このように、アライアンス研究においても計量分析の研究は存在するものの、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 社の組み合わせを数値で算出することができていない。

本稿は、統計学に基づいてデータを統計処理で有意分析などを行うことがテーマではなく、マッチングのメカニズムを数学的に表現するモデルを構築・提案することを目的としている。

5. オープン・イノベーション研究との関係

最後に、本研究は、アライアンス研究の中での位置づけは、上述の通りであるが、本研究は、Chesbrough [2003, 2006a, 2006b] で提唱されたオープン・イノベーション（自前主義で、自社内での研究開発で生み出されたものだけを経営資源として利用するのではなく、外部企業が生み出した技術などを取り込んで利用していく考え方）の研究の系譜・文脈の中でも捉えることができる。清水 [2012] 及び米倉・清水 [2015] で述べられているような、不特定多数の企業の中から、自社のアライアンス先として適合する企業を

探索する際、とりわけ、企業と企業が出会って、アライアンスに向けて話し合いをし始めるマッチングの段階に焦点を当てている。この文脈における探索コストを低減させるための理論的なモデルとなる。

米倉・清水 [2015] のオープン・イノベーションの研究においても、探索コストや「エージェント活用型探索¹¹」について述べられているが、マッチングが成立するメカニズムについての数理モデルは示されていない¹²。

米倉・清水 [2015] では、中小企業が新しい事業展開をするにあたって、経営資源の制約が大きいことが述べられているが¹³、本研究においては、中小企業も企業データの中に含まれており、中小企業のオープン・イノベーションに関する研究とも呼べる。

このように、本研究は、アライアンス研究における資源ベース理論の研究である Das and Teng [1998a, 2000] 及び安田 [2006, 2010] を発展させた研究であるとともに、上述のように、オープン・イノベーション研究の発展上にあるという捉え方もできる。

Ⅲ. 対象データの特徴と一例としての位置づけ

データのサンプリングについての記述は、富田・武藤 [2015] に掲載したため、本稿には重複して掲載することになる部分を割愛する。ただし、本稿で用いた企業データの特徴について、ここで解説しておく。

1. 対象データの特徴

当研究で用いた企業データは、筆頭著者が約 7 年間で実際にコンサルティングをした企

業についての一般には公開されていない非公開のインフォーマル情報を含んでいる点に特色がある。

本稿で用いたデータは、コンサルティング先企業から提出された資料や、ミーティング（経営者や社員が対象）でのアドバイスで得られた情報、提携先の紹介・アレンジメントで得られた情報などとして把握・収集された情報となっている。単なるアンケート実施の表層的な調査形態ではなく、論文執筆者自らが事業活動に参加した参与分析の形態となっている点に特徴がある。

また、多くのアライアンスの先行研究が、株式市場に上場をしているような大手企業を対象とした研究となっている。たとえば、Doz and Hamel [1998] や安田 [2006, 2010, 2015] も、対象を大手企業¹⁴としているが、本稿では中小企業も対象としていることが特色の一つとなっている。

2. 一つの例としての対象企業データ

本稿では、まずは自らが有しているデータを用いて、試行錯誤しながら、モデルを構築し、そして、提案するモデルを自らが有している企業データで実際に機能することを確認することを目指した。そのため、本稿で利用している筆者のコンサルティング先企業 152 社のデータは、モデル構築の検討とその機能の確認のために用いたものであり、あくまで、“one of them” の一例としてのデータと捉えることが適切である。

3. アライアンス成立・不成立のカウントの定義

本稿の目的・意義は、アライアンスの初期であるマッチングの段階まで、アライアンス

研究を拡大し、その段階でのアライアンス成立のメカニズムを数学的に表現し、発展可能なモデルを提案することにある。

そのため、本稿におけるアライアンス成立の定義は、「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」と定義し、また、「まったく前に進まなかった場合」を不成立と定義した。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」と定義する。

あくまで、アライアンスの最初の段階であるマッチングのフェーズを研究しているため、まずは、話し合いが進み始めたか否かで、アライアンスの成立をカウントすることとした。

また、日本においては、アライアンスの成立・推進において、必ずしも、契約締結が行われるとは限らず、口頭での合意やアライアンス契約ではなく、紹介料やマージン支払などが実際に発生した時点で契約締結や請求書発行をする形で進めることもある。日本のビジネス社会の風土が、米国のような契約主義でないことにも考慮して、アライアンスの契約締結をアライアンス成立の要件とはしていない。

4. アライアンスの組み合わせの範囲の限定

筆者によるコンサルティングの実務における企業紹介では、コンサルティング先企業以外の企業の中からマッチする企業の紹介も行い、アライアンスが成立している。

しかし、コンサルティング先企業 152 社以外の企業については、公開されている情報及

びミーティング等において入手した情報があるものの、コンサルティング先企業と同じように評価するだけの正確な情報を入手・整備できない状況である。

それら、情報入手が不完全な企業をデータとして盛り込むと、本研究の検証結果にゆがみが生じてしまうため、本稿においては、データを正確に取れる 152 社のコンサルティング先企業同士のアライアンス成立・不成立に限定して検証した。

本稿での 152 社の企業データにおけるアライアンス成立の組み合わせは 121 件、アライアンス不成立の組み合わせ 30 件となった。152 社と 152 社とのすべての組み合わせ 11476 件(152 × 152-152)についても算出し、比較対象とした。

IV. アライアンスの相互補完数理モデルの概要

本稿は、富田・武藤 [2015] 及び Tomita and Takefuji [2016] で提案された相互補完モデルをさらに発展させることを目的としている。富田・武藤 [2015] 及び Tomita and Takefuji [2016] にて提案された相互補完モデルの概要は次の通りである。

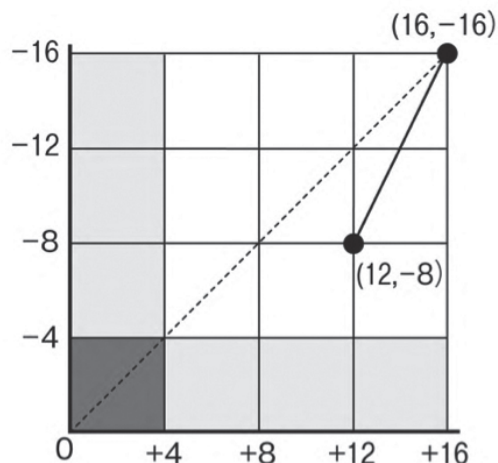
(1) 相互補完の捉え方と物理モデルの応用

アライアンス成立の相互補完のメカニズムを示す数理モデルを構築するにあたり、物理学の分野での磁力のスピングラス・モデル(N極とS極が引き合う理論のこと)を応用させた。

アライアンスの相互補完モデルの考え方としては、ある企業 X 社の弱みを別の企業 Y 社の強みで補完し、逆に、Y 社の弱みを X 社の

強みで補完することが基本となり、片方の企業だけの補完や、両方の補完が小さい場合は、相互補完の強度は小さいと考え、相互に強みや弱みを、強く補完し合っている場合には、強い相互補完だと捉える。つまり、アライアンスの相互補完は、2 社間の互いに引き合う力に基づく 2 極モデルであると考えられる。

図表 1 2 極の相互補完モデル



上記の図表 2 にて、薄いグレーのゾーンは、相互補完関係が弱く、アライアンスが成立ににくい組み合わせとなる。

(2) 企業の強み・弱みの 1 次元行列と 2 極ベクトルでの表現

富田・武藤 [2015] では、より単純化して、4 つの特徴数で説明されているが、ここでは、本稿の企業データでの実証と同じく、8 つの特徴数に应用させて解説する。Tomita and Takefuji [2016] では、すでに 8 つの特徴数でのモデルの解説を行っている。

企業 2 社の相互補完関係は、1 次元行列で表現できる。X 社と Y 社の強み・弱みを 8 つの項目で、1 から 5 の評点を付けると、下記

のように表現できる。

一例としては、

X社 $x = (1, 4, 5, 2, 5, 1, 3, 2)$

Y社 $y = (4, 1, 1, 3, 1, 5, 3, 1)$

となる。

その上で、X社とY社の項目ごとに演算(引き算)した結果のzは、特徴数(項目数)8つの-4~+4の2極ベクトルとして表現できる。 $z = x - y = (-3, 3, 4, -1, 4, -4, 0, 1)$

このように、相互補完関係は、各社の強み・弱みは1次元行列、2社間の相互補完関係は、2極のベクトルで表現される。

(3) 最大の相互補完とそこからの距離

相互補完の強さを表すにあたっては、最大の相互補完強度の地点からの距離で、その2社の企業間の相互補完強度を表現できる。

すなわち、特徴数(強み・弱みの評点を付ける項目の数)8つで、長さ0~4の2極ベクトルでは、最大の相互補完は、特徴数8のうち、特徴数4つずつで、最大の長さ4となるケースとなり、(特徴数8/2)×最大の長さ4で、(16,-16)となる。

2点間の距離dは、下記で算出される。

$$d = \sqrt{(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

最大の点(16,-16)の相互補完強度は、(0,-0)から(16,-16)の距離となり、

$$\sqrt{(16 - 0)^2 + (-16 + 0)^2} = 22.63$$

と計算される。

2極の相互補完モデルでは、最大の相互補完強度の点からの距離で、2社間の相互補完強度を表現するため、前述のX社とY社の(+12,-8)の相互補完強度は、(16,-16)からの距離として算出することができる。相互補完強度を示す数値は、最大値から引いて、数値が大きくなればなるほど、相互補完関係が強くなると表わすため、最大の数値からマイナスをして、下記となる。

$$\sqrt{(16 - 0)^2 + (-16 + 0)^2}$$

$$- \sqrt{(16 - 12)^2 + (-16 - (-8))^2} = 13.68$$

(4) 相互補完強度と相互補完強度係数

以上、構築してきた相互補完関係を示す通知を相互補完強度(英語では Mutually Complementary Strength)と名付け、数式で表わすと、下記となる。

アライアンスの相互補完強度ASの式

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

なお、s(max)は評点付けの最大値、s(min)は評点付けの最小値、len(c)は特徴数(項目数)、 $\Sigma \text{ plus}$ は正の整数の総和、 $\Sigma \text{ minus}$ は負の整数の総和である。

この数値を取り扱いやすいように、0～1の間の数字に正規化すると、計算式は、下記となり、この式で求められる数値を相互補完強度係数（英語では Mutually Complementary Strength Coefficient）と、富田・武藤 [2015] で名付けている。Tomita

and Takefuji [2016] では、複数のアライアンス候補先が存在する際に、この相互補完強度係数を算出することによって、最適なアライアンス先企業を選択することができるが、例とともに、掲載されている。

アライアンスの相互補完強度係数 ASCの式

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

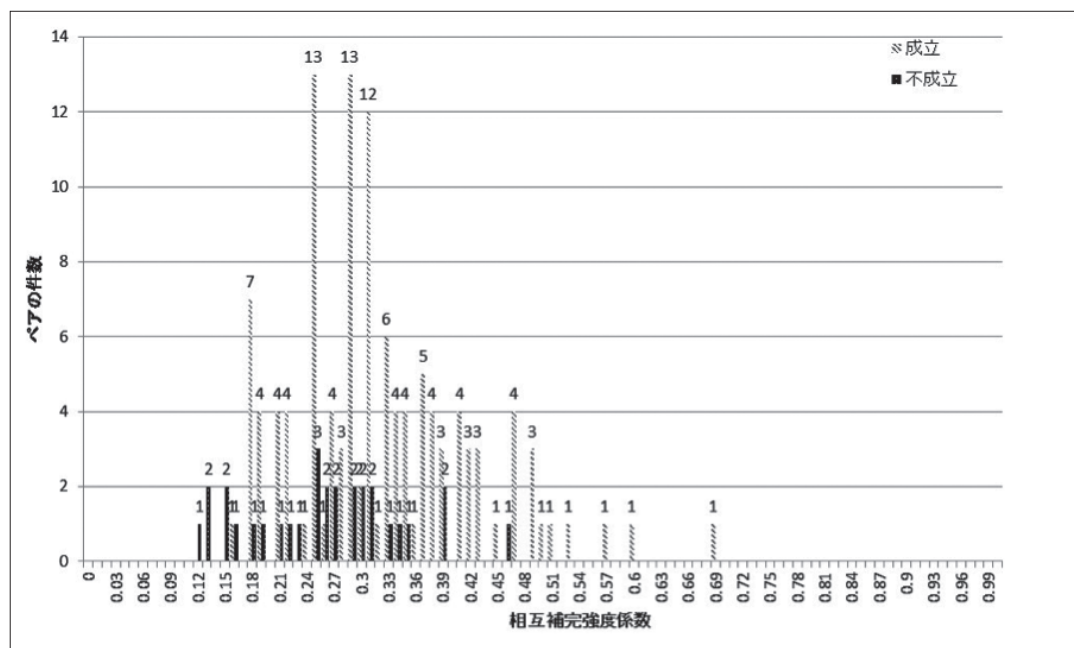
なお、s(max)は評点付けの最大値、s(min)は評点付けの最小値、len(c)は特徴数(項目数)、Σ plusは正の整数の総和、Σ minusは負の整数の総和である。

アライアンス成立・不成立・全体の相互補完強度係数は、富田・武藤 [2015] の通り、アライアンスが成立した組み合わせは、アライアンスが不成立となった組み合わせよりも、高い相互補完強度係数となっており、相互補完関係が強い時に、アライアンスが成立しや

すいという仮説が支持されている。

図表3では、Python言語で実装して計算した相互補完強度係数について、アライアンス・成立・不成立の分布を示している（0.01刻みで、数値以上～数値未満のレンジで表示）。

図表2 アライアンス成立・不成立の相互補完強度係数

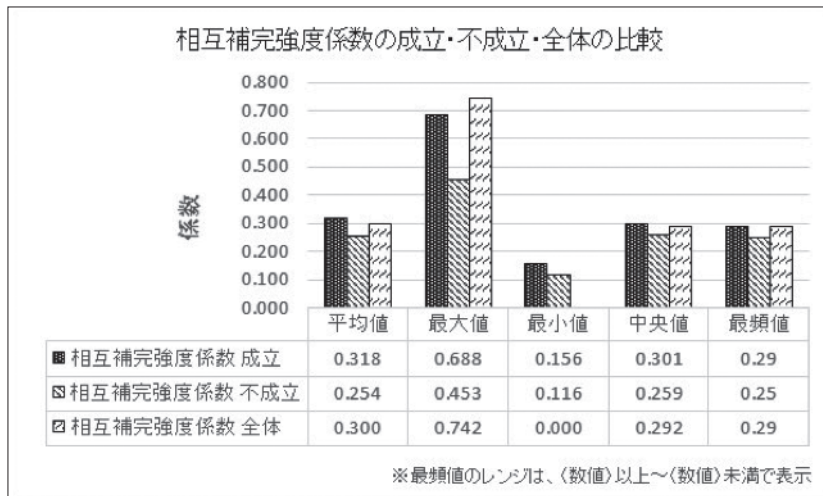


また、相互補完強度係数の成立・不成立・全体の各組み合わせの平均値・最大値・最小値・中央値・最頻値は、次の図表4の通りである。

いずれの数値においても、成立が不成立よりも大きい数字となっており、不成立は全体

よりも小さい数字となっている。ここでの相互補完強度係数の詳細な検討は、富田・武藤 [2015] において行われているため、ここでは割愛する。

図表3 相互補完強度係数の成立・不成立・全体の各組み合わせの平均値・最大値・最小値・中央値・最頻値



IV. アライアンスの相互補完・加算モデルの構築と実証

1. アライアンスの相互補完数理モデルの未対応部分

アライアンスの機能別にみると、富田 [2014] に示されているように、次の7つに分けられる。

- (1) 技術開発力（アイディア力）のある企業と営業力のある企業
- (2) 新規事業のシーズ¹⁵のある企業とシーズはないが資金が余っている企業
- (3) 技術系企業¹⁶ 同士の製品開発の技術補完
- (4) 開発力のある企業と生産力を持っている企業
- (5) 人が余っている企業と人の足りない企業

(6) 営業先が共通の企業同士の営業先の共同利用

(7) 強いエリアが違う企業同士の地域的補完
富田・武藤 [2015] 及び Tomita and Takefuji [2016] では、これらのパターンのうちの(1)～(5)に該当するものをアライアンスの相互補完数理モデルにて取り扱ったが、本稿では、それらの論文で取り扱えなかった(6)及び(7)についてアライアンスの相互補完・加算モデルとして盛り込むこととし、モデルを発展させる。

営業力がある・ないについては、相互補完関係となるが、営業力の特に営業エリアについては、足し算（加算）と考えられる。そのため、相互補完モデルには盛り込むことができていなかった。

営業エリアが異なる企業同士のアライアンスは、相互補完のようにも見えるが、地域的な補完性は、相互補完モデルでの差し引き（引き算）ではなく、加わっていく足し算となる。

アライアンスの相互補完・加算モデルは、図表5のように、相互補完モデルに加算モデルを加える仕組みとなる。

図表4 アライアンスの相互補完・加算モデル



相互補完モデルまでの段階については、富田・武藤 [2015] では、152社の企業についての強み・弱みの評点付けについては、先に述べたように、①営業力がある・なし、②技術力がある・なし、③アイデア力がある・なし、④資金力がある・なし、⑤人材がいる・いない、⑥生産力がある・なし、⑦ブランド・信用がある・なし、⑧機動的な組織風土である・ないという8つの項目（特徴）について、1～5の5段階評価を行っており、加算モデルの構築においても、後述の相互補完・加算・相乗モデルにおいても、そのまま踏襲した。

ここで用いている企業データや評点付けの仕方については、マッチング数理モデルを構築するにあたって、データの一例として用いており、この評点付けが実態を表すにあたって、絶対的なものではない。

2. 日本国内の地域、ネット販売、海外販売

本研究で取り上げている152社の企業について、日本国内において、都道府県を次の5つに分け、各企業が営業展開をしている地域か否かの評価付けを行った。地域分類は以下となる。①首都圏（東京、神奈川、埼玉、千葉）、②関西エリア（京都、大阪、兵庫、奈良、滋賀）、③東海エリア（愛知、岐阜、静岡、山梨、長野）、④北陸エリア（石川、福井、富山、新潟）、⑤その他地域（①～④に含まれていない地域すべて）。

加えて、インターネット販売をしているかどうかの有無を、152社について判別をした。インターネット販売については、Webでのプロモーションだけでなく、Web上での受注をしているかどうかで判断をした。

さらに、海外での営業展開をしているか否かでの判別も行った。海外での営業展開については、商社等を通じてではなく、直接的に自社で海外営業をしているか否かで判断をした。

152社の企業について、該当するエリアについては、図表6の配分でスコアをカウントした。すなわち、営業展開をしているエリアは1、していないエリアは0を入れ、1については、配分されたスコアが加算されることとした。重なっているエリアについては、営業力としては割り引くとの考え方もできるが、やはり、営業力については加算になるとの考えから、加算されていく形とした。

図表5 営業エリアとインターネット販売の加算スコア

	首都圏	関西エリア	東海エリア	北陸エリア	その他地域	ネット販売	海外
県内総生産(名目、平成24年度)	161,673,053	74,231,964	67,805,216	20,587,764	175,860,233	—	—
全国の中での比率	32.3%	14.8%	13.6%	4.1%	35.2%	—	—
モデル構築のために整数に単純化したスコア	8	4	3	1	9	12	5
日本国内のスコアの合計:25						※首都圏とのバランスでの今回の規定	

3. 加算モデルの評点の付け方

前述のように、日本国内5区分、インターネット販売の有無、海外販売の有無の7つの観点で、そのエリア・手法にて行っているか否かで区分をただけでなく、各エリア・手法の重み付けを行って、相互補完・加算モデルとしてのスコアを付けた。相互補完・加算モデルにおける各エリア及び手法のスコアは、前述の図表6の通りである。

日本国内については、各エリアの営業エリアとしての重要さをなんらかの形で把握することが必要であり、人口や面積などでウエイトを付けることもできるが、ここでは、内閣府が公表している県別の県内総生産（名目、平成24年度）を用いて、①～⑤の各地域の重みを算出して、各地域のスコアを規定した。エリア分けにおいては、このたび用いた企業データの中で、営業展開している企業が少ない北海道や九州は、その他エリアに含めた。逆に、当該データには金沢など、北陸企業が相対的に多く含まれていたため、北陸エリアは、エリア分けにおいて、取り上げた。また、インターネット販売のスコアと海外販売のスコアについては、首都圏のスコアとのバランスを勘案して、各手法のスコアを規定した。ここで、ウエイト付けを行いやすくするため、32.3%、14.8%、13.6%、4.1%、35.2を割りやすい整数が4となるため、4で割って、ウエイト付けを1桁の整数とする丸め計算を便宜上、行ったことを付記しておく。

加算モデルにおいて、加算スコアの算出のためのベースとするデータを何にするか、各エリアの分け方をどのようにするか、ネット販売のウエイトを地域エリアとのバランスをどのようにするかは、今後、このモデルを利

用するユーザーが自由に変更・調整可能である。

4. アライアンスの相互補完・加算モデルの数式化

このような営業展開しているエリア及び手法によってスコア付けをしたものを、富田・武藤 [2015] で提案された相互補完数理モデルに追加した。

相互補完モデルへの追加にあたり、相互補完モデルでの一つの項目に割り当てられている数値を、最大の相互補完強度を項目数（特徴数）で割ることで算出し、その一つの項目に割り当てられた数値の何倍の重みで、加算モデルを相互補完モデルに追加するかを、 $ad(w)$ として規定することとした。

その上で、X社とY社のアライアンスにおいて、X社の加算スコア（営業展開エリアのスコアのこと）の合計（ $\sum \text{area}(a)$ ）とY社の営業展開エリアのスコアの合計（ $\sum \text{area}(b)$ ）を加算した。それを加算スコアの最大値で割り、当該組み合わせの加算モデルに配分された点数の何%を、相互補完モデルに足し合わせるのかを計算した。

アライアンスの相互補完・加算モデルの式は下記となる。この式によって求められる数値を、アライアンスの加算値と呼ぶこととする。

アライアンスの相互補完・加算モデルの加算値 APの式

$$AP = \frac{\sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2}\right)^2 \times 2} - \sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2} - \Sigma \text{ plus}\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2} - \Sigma \text{ minus}\right)^2}}{2} + \frac{\sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2}\right)^2 \times 2}}{\text{len}(c)} \times \text{ad}(w) \times \frac{\Sigma \text{ area}(a) + \Sigma \text{ area}(b)}{\Sigma \text{ area}(t)}$$

なお、s(max)は評点付けの最大値、s(min)は評点付けの最小値、len(c)は評点付けの項目数(特徴数)、Σ plusは正の整数の総和、Σ minusは負の整数の総和、Σ area(a)はA社の営業エリアの加算スコアの合計、Σ area(b)はB社の営業エリアの加算スコアの合計、ad(w)は相互補完強度の算出の一つの項目の何倍の重みで加算モデルを追加するかを規定する数値、Σ area(t)は営業エリアの加算スコアの最大値である。

上記の式で求められるアライアンスの加算値を、相互補完モデルの最大値に加算モデルの最大値を足し合わせた相互補完・加算モデルの最大値で割り、0～1の間の数値となる

ように正規化した数値を、アライアンスの加算係数と呼ぶこととする。

アライアンスの加算係数を算出する式は、次の通りである。

アライアンスの相互補完・加算モデルの加算係数APC

$$APC = \frac{S + A}{T(AP)}$$

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

$$A = \left(\frac{\sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2}\right)^2 \times 2}}{\text{len}(c)} \times \text{ad}(w) \right) \times \frac{\Sigma \text{ area}(a) + \Sigma \text{ area}(b)}{\Sigma \text{ area}(t)}$$

$$T(AP) = \sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2}\right)^2 \times 2} + \frac{\sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2}\right)^2 \times 2}}{\text{len}(c)} \times \text{ad}(w) \times \frac{\Sigma \text{ area}(t)}{\Sigma \text{ area}(t)}$$

なお、s(max)は評点付けの最大値、s(min)は評点付けの最小値、len(c)は評点付けの項目数(特徴数)、Σ plusは正の整数の総和、Σ minusは負の整数の総和、Σ area(a)はA社の営業エリアの加算スコアの合計、Σ area(b)はB社の営業エリアの加算スコアの合計、ad(w)は相互補完強度の算出の一つの項目の何倍の重みで加算モデルを追加するかを規定する数値、Σ area(t)は営業エリアの加算スコアの最大値である。

たとえば、冒頭の例のX社とY社について、地域及び手法の評点が下記だったとする。(首都圏、関西、東海、北陸、その他、ネット、海外)について、該当すれば1、該当しなければ0と、1次元行列にて表示する。

X社 (1, 1, 0, 0, 1, 0, 1)

Y社 (1, 0, 0, 1, 0, 1, 0)

各エリアの配分は、(首都圏、関西、東海、北陸、その他、ネット、海外) = (8, 4, 3, 1, 9, 12, 5) であるため、X社の加算スコアは26、Y社の加算スコアは21で、この組み合わせの加算スコアは47となる。

ネット販売を、この加算モデルの構築・算出において、含めないということもできるが、今日、ネット販売の能力は、非常に重要になっており、また、このたびの企業データの中には、ネット販売を得意とする企業がいくつも含まれていたため、加算スコアの項目として追加し、相対的に大きめのウエイトとした。この配点も自由に変更可能である。

同じく、海外での営業展開も、加算モデルの構築・算出において含めないということもできるが、昨今、日本国内市場の成熟化・縮小に伴い、海外での販売を伸ばそうとする企

業も増えており、その面で、海外での営業展開をすでに行っているか否かは、企業の強み・弱みの判定において、意味があると考え、加算モデルの項目として追加した。削除して、日本国内だけで検討することも可能である。

ここでの例としている X 社・Y 加算モデルにおける $ad(w)$ を 3 とし、加算値を実際に計算すると、18.43 となる¹⁷。また、それを正規化した加算係数は 0.5924 となる¹⁸。

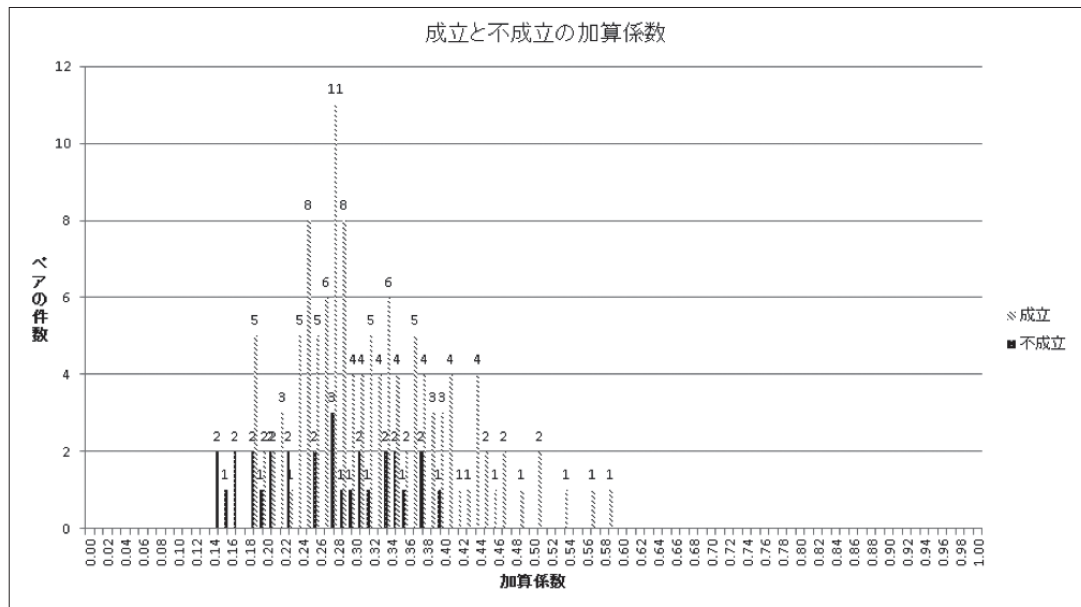
4. 152 社の企業データについての演算結果

上記の式における $ad(w)$ については、本稿では 3 とし、相互補完・加算モデルの数

値（ここでは、加算値と呼ぶ）を Python 言語によって算出を行った。

152 社の企業データにおけるアライアンス成立の組み合わせ（152 社と 152 社の間にて、121 件存在）とアライアンス不成立の組み合わせ（同じく 30 件存在）のアライアンスの加算係数のグラフは、図表 7 である。また、アライアンス成立・不成立・全体の加算係数の平均値、最大値、最小値、中央値、最頻値については、図表 8 の通りであり、そのグラフは、図表 9 である。

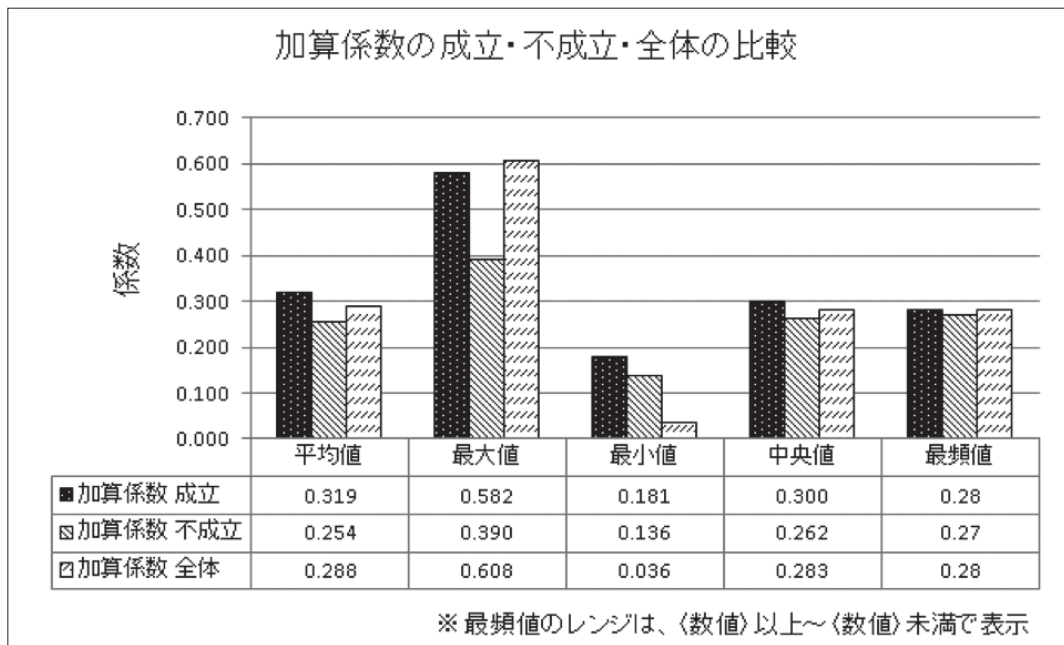
図表 6 アライアンス成立・不成立の加算係数の分布



図表7 加算係数の成立・不成立・全体の平均値、中央値、最大値、最小値、最頻値

	加算係数		
	成立	不成立	全体
平均値	0.319	0.254	0.288
最大値	0.582	0.390	0.608
最小値	0.181	0.136	0.036
中央値	0.300	0.262	0.283
最頻値	0.28	0.27	0.28
最頻値件数	11	3	693
最頻値個数	1	1	1
データ数	121	30	11476

図表8 加算係数の成立・不成立・全体の比較



以上のように、アライアンスの加算係数を算出することができた。これにより、アライアンスの相互補完・加算の数理モデルが機能することが確認できた。

相互補完で説明付けられるアライアンスの機能別パターンだけでなく、営業エリア（インターネット販売の有無も含む）の足し合わせとなるアライアンス成立のメカニズムを、数理モデルに組み込むことができた。

IV. アライアンスの相互補完・加算・相乗モデルの構築と実証

次に、アライアンスによる事業展開に対する意欲をモデルに取り入れることとする。

1. 意欲の重要性と影響

筆者は、外部企業とのアライアンスによって新規事業を立ち上げようとする意欲や、事業を拡大させようという意欲の強弱によって、

アライアンスによる事業推進がうまくいくかどうかが決まってくる面があると考える。

富田・武藤 [2015] 及び Tomita and Takefuji [2016] で提案されたアライアンスの相互補完数理モデルでは、意欲¹⁹の面が加味されていないが、2社間において行われるアライアンスにおいては、その成立に向けて、片方の企業に意欲があっても、もう一方の企業に意欲がなければ、アライアンスの成立が難しくなると推測される。両方の企業に意欲があれば、さらに成立がしやすくなると推測され、逆に、両方の企業に意欲がなければ、アライアンスは成立がさらに困難になる。

相互補完モデルによる数値（アライアンスの相互補完強度）に加算モデルの数値（アライアンスの加算値）を足し合わせたものに、意欲の重みをかけることにより、意欲に関わる重み付けをアライアンスの数理モデルに取り入れ、アライアンスの相互補完・加算・相乗モデルを構築する。図に表わすと図表 10 のようになる。

図表 9 相互補完・加算・相乗モデル



2. 相乗モデルの評点の付け方

152社の企業について、アライアンスによる新規事業展開への意欲（売上拡大そのものや外部へのアライアンスに対する意欲など、事業への意欲を総合的に勘案）を0点～100点で、評点を付けた²⁰。このたびの152社の意欲の評点付けの平均は、62.8点となっている。

その上で、意欲の強弱で4割増減する0.6～1.4のレンジ（50点が1となる）で、重み付けでの相乗モデルの追加を行った。その他、それよりも弱い重み付けである0.8～1.2のレンジ、それよりも強い重み付けである0.4～1.6のレンジでの相乗モデルの追加を行った。

3. 相互補完・加算・相乗モデルの一般式

相乗モデルについては、アライアンスの相互補完モデルに加算モデルを足し合わせたものに、重み付けをかけることになるため、算出する一般的な数式は次のように表現できる。なお、この式によって求められる数値をアライアンスの相乗値と呼ぶこととする。

アライアンスの相互補完・加算・相乗モデルによる相乗値AMの式

$$AM = \left(\sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2} \right)^2 \times 2} - \sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2} - \Sigma \text{ plus} \right)^2} + \left(\frac{-(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2} - \Sigma \text{ minus} \right)^2} \right. \\ \left. + \frac{\sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2} \right)^2 \times 2}}{\text{len}(c)} \times \text{ad}(w) \times \frac{\Sigma \text{ area}(a) + \Sigma \text{ area}(b)}{\Sigma \text{ area}(t)} \right) \times \frac{\text{mot}(a)}{100} \times \text{mot}(w) \times \frac{\text{mot}(b)}{100} \times \text{mot}(w)$$

なお、s(max)は評点付けの最大値、s(min)は評点付けの最小値、len(c)は評点付けの項目数(特徴数)、Σ plusは正の整数の総和、Σ minusは負の整数の総和、Σ area(a)はA社の営業エリアの加算スコアの合計、Σ area(b)はB社の営業エリアの加算スコアの合計、ad(w)は相互補完強度の算出の一つの項目の何倍の重みで加算モデルを追加するかを規定する数値、Σ area(t)は営業エリアの加算スコアの最大値、mot(a)はA社の意欲のスコア、mot(b)はB社の意欲のスコア、mot(w)は意欲の重み付けの度合いである。

上記の式で求められるアライアンスの相乗値を、0～1の間の数字となるように、相互補完強度の最大値と加算値の最大値を足し合わせたものに、最大の意欲の重み付けである

mot(w)をかけた数値で割ったものを、アライアンス係数と呼ぶこととする。算出式は、次のようになる。

アライアンスの相互補完・加算・相乗モデルによるアライアンス係数 AC の式

$$AC = \frac{(S + A) \times M}{T(AC)}$$

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

$$A = \frac{\sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2}\right)^2 \times 2}}{\text{len}(c)} \times \text{ad}(w) \times \frac{\Sigma \text{ area}(a) + \Sigma \text{ area}(b)}{\text{area}(t)}$$

$$M = \frac{\text{mot}(a)}{100} \times \text{mot}(w) \times \frac{\text{mot}(b)}{100} \times \text{mot}(w)$$

$$T(AC) = \sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2}\right)^2 \times 2} + \frac{\sqrt{\left(\frac{(s(\max) - s(\min)) \times \text{len}(c)}{2}\right)^2 \times 2}}{\text{len}(c)} \times \text{ad}(w) \times \frac{\text{area}(t)}{\text{area}(t)} \times \text{mot}(w)^2$$

なお、s(max)は評点付けの最大値、s(min)は評点付けの最小値、len(c)は評点付けの項目数(特徴数)、Σ plusは正の整数の総和、Σ minusは負の整数の総和、Σ area(a)はA社の営業エリアの加算スコアの合計、Σ area(b)はB社の営業エリアの加算スコアの合計、ad(w)は相互補完強度の算出の一つの項目の何倍の重みで加算モデルを追加するかを規定する数値、Σ area(t)は営業エリアの加算スコアの最大値、mot(a)はA社の意欲のスコア、mot(b)はB社の意欲のスコア、mot(w)は意欲の重み付けの度合いである。

たとえば、前述の X 社と Y 社の例において、各社の意欲が X 社 =90、Y 社 =40 とすると、各重み付けの相乗値を算出すると下記となる。

- 0.8 ~ 1.2 の相乗の場合 67.57
- 0.6 ~ 1.4 の相乗の場合 73.69
- 0.4 ~ 1.6 の相乗の場合 79.03

さらに、その相乗値を正規化したアライアンス係数は、下記となる。

- 0.8 ~ 1.2 の相乗の場合 0.440
- 0.6 ~ 1.4 の相乗の場合 0.352
- 0.4 ~ 1.6 の相乗の場合 0.289

4. 152 社の企業データについての演算結果

上記の式を、Python 言語で実装して、アライアンス係数を算出した。

0.8 ~ 1.2 の相乗のアライアンス成立・不成立の組み合わせのアライアンス係数のグラフが図表 11 である。アライアンス成立の組み合わせのアライアンス係数は、相対的に高い傾向があり、アライアンス不成立の組み合わせのアライアンス係数は、相対的に低い傾向があると言える。また、重み付けをより強くした 0.6 ~ 1.4 の相乗のアライアンス成立・不成立の組み合わせのアライアンス係数(図表

12として掲載)、0.4～1.6のレンジでのアライアンス成立・不成立の組み合わせのアライアンス係数(図表13として掲載)も同様に算出した。

さらに、0.8～1.2、0.6～1.4、0.4～1.6の相乗でのアライアンス成立・不成立のアライアンス係数の平均・最大値・最小値のまとめたものが、図表14である。アライアンス成立のアライアンス係数は、どの相乗のパターンにおいても、また、平均値、最大値、最小値のいずれにおいても、アライアンス不成立のアライアンス係数よりも、高い数値となっている。相乗の度合いを大きくしたほうが、アライアンス成立とアライアンス不成立の割合が大きくなっている。アライアンス成立の組み合わせの係数の平均値とアライアンスの不成立の組み合わせの係数の平均値の割合(成立/不成立)を、成立/不成立比率と呼ぶこととし、この数値がモデルの正当性を評価する指標と言える。成立/不成立比率の数値が高いほど、モデルの正当性が高いとなる。

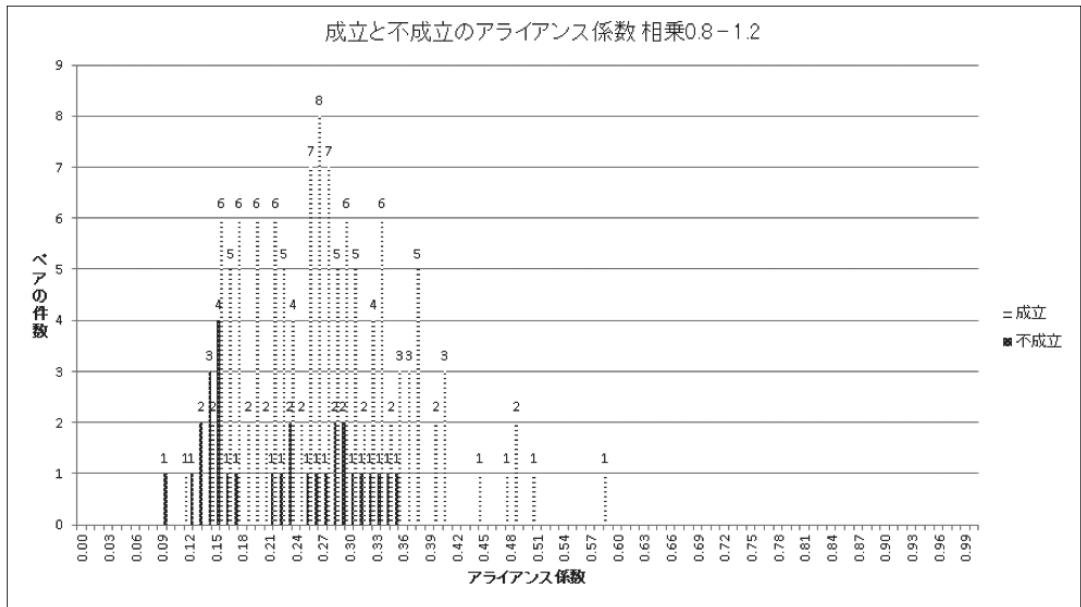
富田・武藤[2015]で示されたアライアンスの相互補完数理モデルでのアライアンス成立の相互補完強度係数の平均値0.31とアライアンス不成立の相互補完強度係数の平均値

0.253の割合(成立/不成立)は1.225であった。なお、本稿での前述のアライアンスの相互補完・加算モデルでは、アライアンス成立の加算係数の平均値0.319、アライアンス不成立0.269の割合(成立/不成立)は1.186であった。

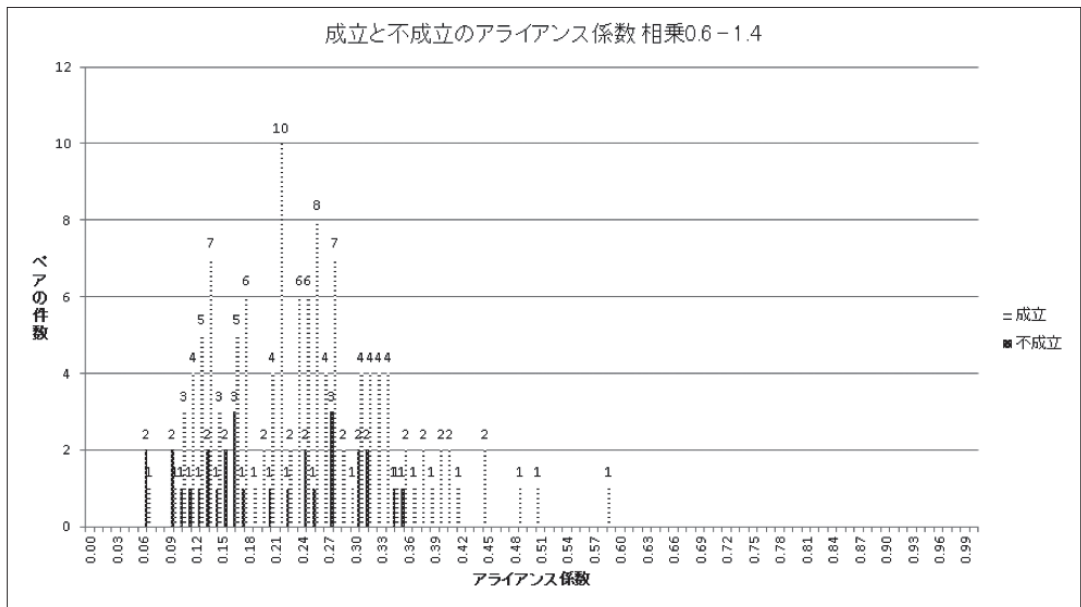
このたび、アライアンス相互補完・加算・相乗モデルにしたことで、より一層、アライアンス成立とアライアンス不成立の差が付いている。

なお、アライアンス係数が低くても、成立している組み合わせがある理由は、本稿の評点付けは既存事業についての評価であるが、既存事業とは異なる事業領域・方向性での新規事業立ち上げでのアライアンスの場合、既存事業の面での評点付けでは、必ずしもフィットしないためである。他方、アライアンス係数が高くても、不成立となっている組み合わせがいくつか存在している理由は、相手の事業や技術の魅力を理解することができなかつたり、相性が合わなかつたりしたケースがあるためである。これらのことは、今後の研究課題となる。

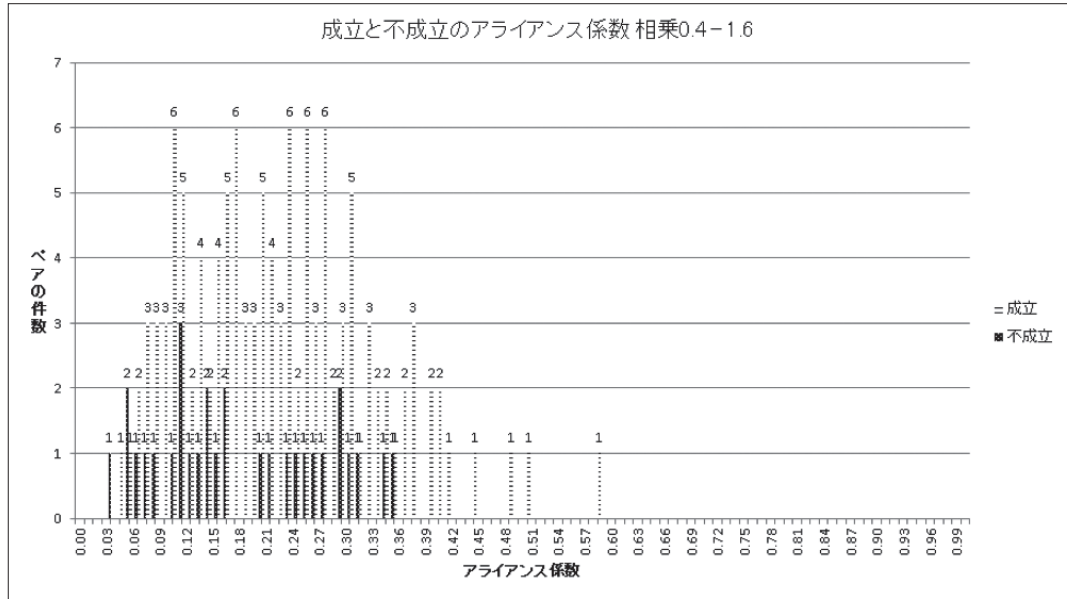
図表 10 0.8～1.2の相乗でのアライアンス成立・不成立のアライアンス係数の分布



図表 11 0.6～1.4の相乗でのアライアンス成立・不成立のアライアンス係数の分布



図表 12 0.4～1.6の相乗でのアライアンス成立・不成立のアライアンス係数の分布



次に、0.8～1.2、0.6～1.4、0.4～1.6の相乗でのアライアンス成立・不成立のアライアンス係数の平均値、最大値、最小値、最頻値の数値の表にまとめたものが、図表 14 である。0.8～1.2、0.6～1.4、0.4～1.6の相乗モデルでのアライアンス係数において、いずれも、最頻値が複数出てきている。これは、アライアンス係数の分布が正規分布でないことを示しており、これは、当該データにおいて、正規分布を前提とした有意検定などは有効ではないことを示している。

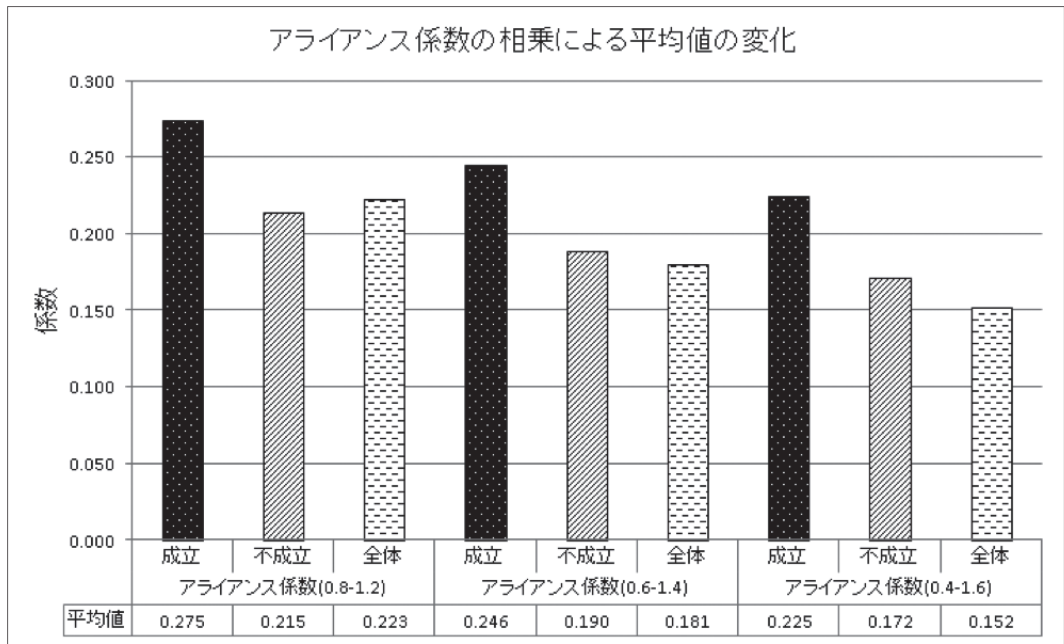
アライアンス係数の平均値の重み付けごと

にグラフにしたものが図表 15 である。相乗モデルでの重み付けにおいては、重みをより大きくかけると、アライアンス係数が下がっていく傾向が見られる。これは、意欲（やる気）の度合いをパラメーターとして追加したことによって、マッチングの状況が変化し、重みが強いと、加算モデルまでよりも、マッチングの強さが低下することを示している。これは、相乗の要素が加わったことの影響である。また、アライアンス係数の中央値の重み付けごとにグラフにしたものが図表 16 である。平均値と同様の変化が見られる。

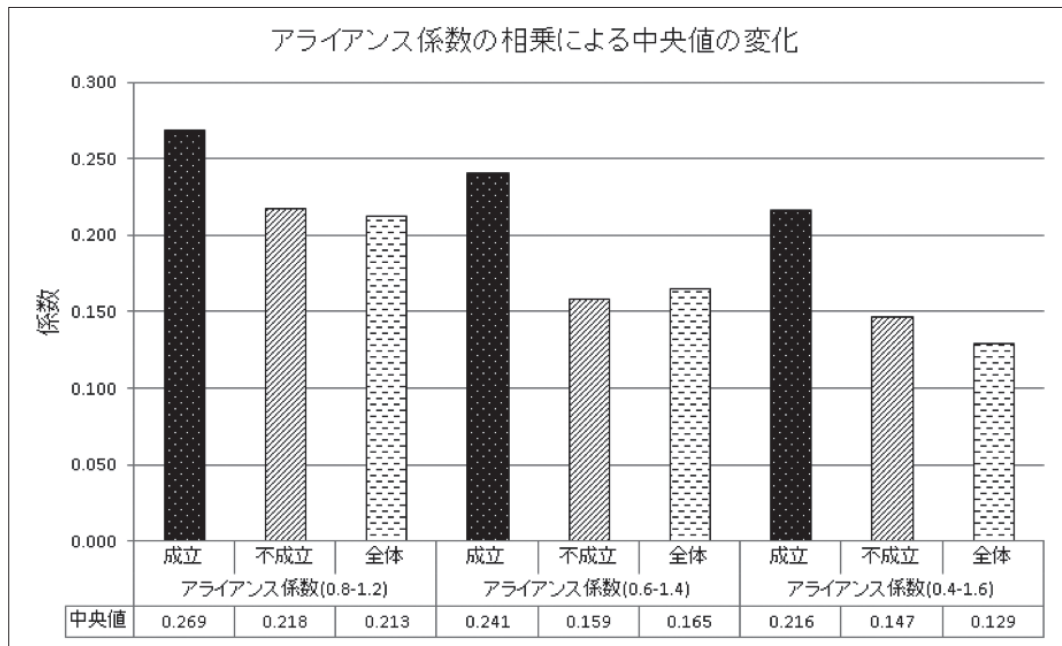
図表 13 0.8～1.2、0.6～1.4、0.4～1.6 の相乗でのアライアンス成立・不成立のアライアンス係数の平均値、最大値、最小値、最頻値の数値の表

	アライアンス係数(0.8-1.2)			アライアンス係数(0.6-1.4)			アライアンス係数(0.4-1.6)		
	成立	不成立	全体	成立	不成立	全体	成立	不成立	全体
平均値	0.275	0.215	0.223	0.246	0.190	0.181	0.225	0.172	0.152
最大値	0.582	0.343	0.582	0.582	0.343	0.582	0.582	0.343	0.582
最小値	0.118	0.088	0.019	0.069	0.057	0.011	0.040	0.024	0.006
中央値	0.269	0.218	0.213	0.241	0.159	0.165	0.216	0.147	0.129
最頻値	0.270	0.150	0.220	0.220	0.160	0.140	0.110	0.110	0.070
最頻値件数	8	4	671	10	3	625	6	3	617
最頻値個数	1	1	1	1	2	1	5	1	1
データ数	121	30	11476	121	30	11476	121	30	11476
					↑ 上記に2つの最頻値		↑ 上記に5つの最頻値		
					0.15-0.16		0.10-0.11		
					0.26-0.27		0.17-0.18		
							0.23-0.24		
							0.25-0.26		
							0.27-0.28		

図表 14 アライアンス係数の相乗の重み付けによる平均値の変化のグラフ



図表 15 アライアンス係数の相乗の重み付けによる中央値の変化のグラフ



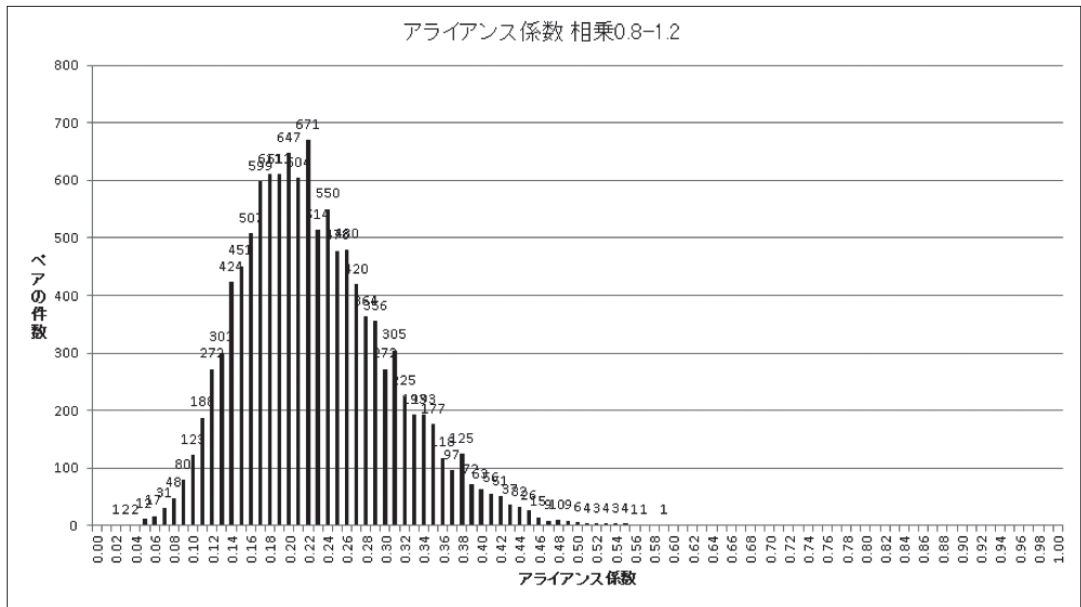
さらに、0.8～1.2の相乗での152社の企業データのすべての組み合わせ（全体）のアライアンス係数のグラフが図表17、0.6～1.4の相乗での152社の企業データのすべての組み合わせ（全体）のアライアンス係数のグラフが図表18、0.4～1.6の相乗での152社の企業データのすべての組み合わせ（全体）のアライアンス係数のグラフが図表19である。

意欲の度合いについて、弱い重み付けの0.8～1.2の相乗から、0.6～1.4の相乗、そして、0.4～1.6の相乗へと強い重み付けにすると、分布の山が左に偏ってきている。これは、意欲が低い企業の影響がより大きく出てくるものと考えられる。意欲の平均が62.8点（満

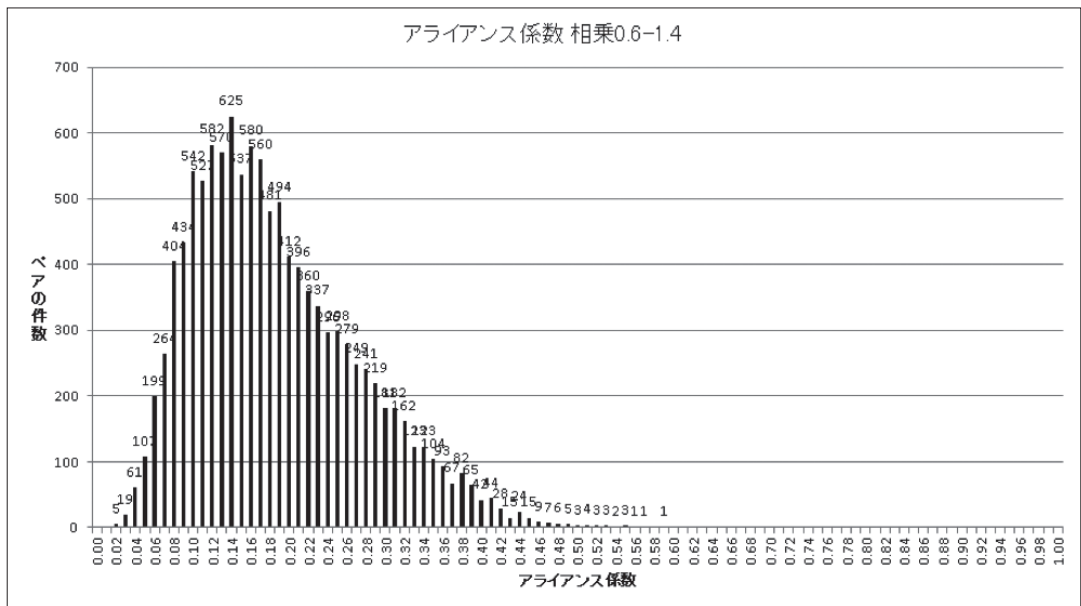
点100点）であったが、平均に満たない企業で、大きく1を下回っていた企業があったためではないかと推測される。これは、たとえば、意欲の評価が0.8の企業と意欲の評価が1.2の企業の組み合わせの場合、重みが0.96となり、アライアンス係数が下がる方向になるためである。

なお、ここで、統計学の有意検定を行うことも検討できるが、これらの係数の分布は、正規分布ではないため、一般的な有意検定を行うことは適さないと考えるため、グラフでの視覚的な判断及び平均値・中央値・最頻値の相乗の重み付けの度合いでの比較での視覚的な検討に留めることとする。

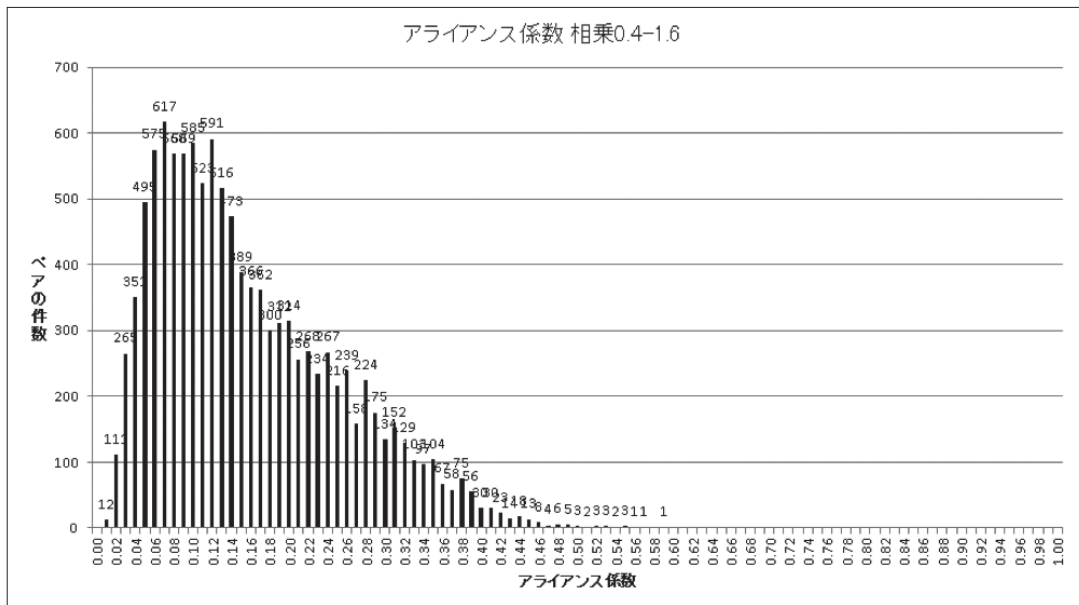
図表 16 0.8 ~ 1.2 の相乗でのすべての組み合わせのアライアンス係数



図表 17 0.6 ~ 1.4 の相乗でのすべての組み合わせのアライアンス係数



図表 18 0.4～1.6の相乗でのすべての組み合わせのアライアンス係数



V. 結語

1. 本稿のまとめ

本稿は、これまでアライアンス研究では十分取り上げられてこなかったアライアンス成立のマッチングの段階にまで、アライアンス研究を拡大したこと、そして、そこにおける数理モデルを初めて構築・提案したことが、本研究の意義及び研究面の貢献である。今後、このモデルを様々な企業データや評価方法、重み付けなどで、実証してみることで、当該分野の研究が促進されるものと考えられ、その基礎となる理論的な拡大をしたものと考えている。

本稿では、まずは、富田・武藤 [2015] で提案されたアライアンスの相互補完数理モデルで盛り込むことができていなかった営業エリアが足し算となる観点の加算モデルを追加することができた。Python 言語で実装し、その数理モデルが機能することが確認できた。

これにより、営業エリアの加算を数理モデルとして表現し、その数値(加算値及び加算係数)を算出することが可能となった。

次に、アライアンス成立における双方の企業の意欲(やる気)の度合いを盛り込むための相乗モデルも構築した。これについても、Python 言語で実装し、アライアンスの相乗値、そして、アライアンス係数を算出した。

これらにより、筆者が実務的に行ってきたアライアンスの仲介者としての役割・活動を、数学的に表現し、アライアンス成立の最初のマッチングの段階のメカニズムを数学的に表現することができたものと考えている。

アライアンスが成立する最初のマッチングの段階の研究が十分なされておらず、かつ、数理モデルが存在していないというアライアンス研究の未整備の部分に取り組み、アライアンスの最初のマッチング段階まで広げ、企業と企業のアライアンスに向けたマッチングがどのような形の時に、マッチングが成立し

やすいのかを数学的に表現し、プログラミングで演算可能としたことが当研究の意義である。

2. 本研究の限界と課題

本研究の目的・意義は、アライアンスのマッチングの段階の企業と企業の結びつきを数学的に表現し、演算可能にし、オープンソースのプログラミング言語で実装し、提案することにあつたため、本稿で取り扱った152社の企業データでの検証結果は、あくまで、一つのサンプルに過ぎない

相互補完モデルにおける8つの項目の設定の仕方やそれぞれの評点付け、加算モデルにおける地域区分の仕方や各区分へのスコアの配分、相互補完モデルへの加算モデルや相乗モデルを追加する際の重み付けなどの設定をどのようなするのがよいかをさらに検討していく必要がある。

さらに、評点付けにおける主観性の問題の解決のためには、いくつかの方策を取ったものの、相互補完モデル、加算モデル、相乗モデルの各段階における評点付けにおいては、完全に主観性を排除することができていない。

3. 提案したモデルのプログラミングの公開

今後、ユーザーが様々なデータでモデルを利用可能とするため、本稿で提案し、Python言語によって実装した数理モデルのプログラミングを、オープンソースとして、Web上で公開する予定である。

今後、様々な企業データでのテストや当該モデルをより実態を正しく表現するためのパラメーター調整などを自由にユーザーに行ってもらいたい。それにより、提案したモデル

がさらに発展することが期待できる。

4. 提案したモデルの今後の発展可能性

本稿にて提案した数理モデルとPython言語の実装を用いて、当研究とは異なる企業データ、たとえば、株式インデックスの構成する銘柄企業のデータなどで、それら企業のアライアンス係数を算出し、検証を行うことができる。

また、本稿で提案した数理モデルは、企業間のアライアンスの問題だけでなく、新規事業のチームの構築や建設等の現場での作業チームの構築などの人事の分野、つまり、人と人の組み合わせにも適用可能であると考えられる。

さらには、国と国の同盟関係についても、各国の様々な側面について評点付けをすれば、応用可能である。

そういった企業間提携以外の分野においても、本稿で提案した数理モデルが活用・応用されていくことが期待でき、発展可能性が大きい。

(注)

- 1 アライアンス研究の起点となった文献の一つである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・整理させた安田 [2006、2010]の定義を踏まえ、筆者は、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」と定義づける。
- 2 本稿でモデル構築と検証のために用いた企業データ、すなわち、2008年5月～2015年3月でコンサルティングを行った152社の企業データの概要は次のようなものとなっている。所在地としては、東京(23区)71%、首都圏13%、非首都圏(地方)16%、企業規模及び業歴としては、上場企業(その子会社を含む)13%、業歴の長い中小企業40%、業歴の浅いベンチャー企業

- 47%。業態としては、自社製品のメーカー 17%、受託製造・加工・施工 35%、販売・営業会社 30%、工業・コンサルティング 11%、また、IT系か否かについては、IT系 40%、非IT系 60%。売上高としては、10億円未満 78%、10億円以上 100億円未満 15%、100億円以上 7%、社員数としては、20名未満 56%、20名以上 100名未満 32%、100名以上 13%。
- 3 企業は必要な資源を獲得するにあたって、一般市場取引をするための手間のコストと、内部化して独自に内製で行う場合の必要となるコストの間で、アライアンスをしたほうが最適である点において、アライアンスを行うと考える理論のことは、企業は事業活動に必要なものを調達するにあたり、外部企業と通常の市場取引をするより、アライアンスをしたほうが、コストが安い場合にアライアンスが成立し、さらに進むと内部化される形になると見る考え方。詳しくは、安田 [2006, 2010] を参照。
- 4 ミクロ経済学的应用として発達したゲーム理論における囚人のジレンマやナッシュ均衡といった理論を用いて、議論がなされている。
- 5 オープン・イノベーションの研究における清水 [2012] や米倉・清水 [2015]、星野達也 [2015a, 2015b] でも、同様のことが主張されている。
- 6 Das and Teng [1998a, 2000] が、その中心である。
- 7 Das and Teng [1998a] では、企業のアライアンス能力について、物的資源（プロパティ）と知識ベース（アイデアやスキル）に分けて、説明しており、企業組織にアライアンスを受け入れる素地があるかが重要であることが主張されているが、これは、本稿で取り上げる相乗モデルでのアライアンスに対する意欲（やる気）に関連している。
- 8 Gompers and Lerner [2000] において、プリンシパル・エージェント理論を用いて、ベンチャーキャピタルと投資先企業の関係、ベンチャーキャピタルとファンド出資者の関係が研究されており、ベンチャーキャピタルが投資先企業の研究がなされているが、アライアンスを行う企業の当事者の判断について研究がなされているが、本稿では、片方側の企業だけでなく、2社の企業のアライアンスのアレンジメントをする仲介者がどのようなメカニズムで、組み合わせを行っているかを明らかにすることも、本研究の意義の一つとなる。
- 9 知の探索（エクスプロレーション、Exploration）と、知の進化（エクスプリテーション、Exploitation）に大きく分けられ、March [1991] で研究されている。
- 10 アライアンスをする相手先企業を探し出すためにかかる費用と筆者は定義する。
- 11 コンサルティング会社などの代理人に、アライアンスの提携先の探索を依頼する形のことと、米倉・清水 [2015] において紹介・解説されている。米国オハイオ州に本社を置くナインシグマが代表例とされ、自社が有する既存ネットワーク以外に素早くアクセスできることやエージェントが相手先をスクリーニングするため、信頼性が担保されることなどがメリットとして挙げられている。
- 12 アライアンスが形成される最初のマッチングの段階、すなわち、相手先企業を探索している段階に研究対象を広げるだけでなく、そのマッチングの成立確率が高まるように、翻って言えば、アライアンス先の探索コストを低減させることの寄与するものと考ええる。
- 13 Gomes-Casseres [1997] において、小規模な企業についてのアライアンスの研究が一部行われている。
- 14 株式市場に上場しているような相対的に売上規模が大きい企業（おおよそ売上 300 億円以上）と筆者は定義する。
- 15 新規事業の事業シーズやアイデア、企画などを指す。
- 16 技術を用いて製品を開発・製造するメーカーや、技術を競争優位のメインとしている企業のことを指す。
- 17 加算値 AP の計算は次のようになる。まず、IV の相互補完モデルの解説に掲載しているように、相互補完強度の最大値は、 $\sqrt{(16-0)^2 + (-16+0)^2}$ で計算でき、正確には 22.627416998 となる。四捨五入で 22.63、切り捨てで 22.62 となり、この X 社・Y 社の相互補完強度 13.68 となる。この相互補完強度 13.68 をもとに加算値を計算することになり、例としている X 社、Y 社の地域の評点は、
X 社 (1, 1, 0, 0, 1, 0, 1)
Y 社 (1, 0, 0, 1, 0, 1, 0)
としており、地域ごとの配点 (8, 4, 3, 1, 9, 12, 5) と設定しているため、X 社=26、Y 社=21 で、加算スコアは 47 になる。この加算スコアを、加算モデルの式に当てはめると、 $AP = 13.68 + 22.62/8 * 3 * 47/84 = 13.68 + 4.75 = 18.43$ となる。これによって、加算値が求められる。
- 18 加算値の最大値は、 $T(AP) = 22.62 + 22.62/8 * 3 * 84/84 = 31.11$ となるため、例の X 社・Y 社の加算係数は、 $18.43/31.11 = 0.5924$ となる。
- 19 意欲の中には、売上拡大への意欲、新規事業構築への意欲、外部とのアライアンスへの意欲といった多少異なる角度からの意欲が存在するが、事業展開を前向きに推し進めようとする意欲、特に、アライアンスによる新事業展開への意欲という観点をメインに評点付けを行った。
- 20 これについても、前述の通り、筆者の所属する会社の別の者も評価付けを行い、その比較により、総合的に会社組織として決定した。意欲の評点の付け方において、バイアスがかかるとの懸念もあるだろうが、むしろ、バイアスをかけて評点付けをしてみることも、今後の研究課題として試してみることも必要になろう。

【参考文献】

- 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
- Bamford, James, David Ernst and David G. Fubini [2004] "Launching a World-Class Joint Venture," *Harvard Business Review*, February 2004 (邦訳:バンフォード、ジェームズ、デイビッド・アーンスト、デイビッド・フビニ [2005] 「JVの成否は100日で決まる ～戦略的提携に大半が失敗する～」ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス・レビュー 2005年2月号)
- Bamford, James, Benjamin Gomes-Casseres, and Michael Robinson [2003] "*Mastering Alliance Strategy -A Comprehensive Guide to Design, Management, and Organization*," Jossey-Bass
- Gomes-Casseres, David Ernst and David G. Fubini [2004]
- Barney, Jay [1991] "Firm Resources and Sustained Competitive Advantage," *Journal of Management*, Vol.17, No.1, pp.99-120.
- 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)
- Chesbrough, Henry [2006a] *Open Business Models : How to Thrive in the New Innovation Landscape*, Harvard Business School Press. (邦訳 ヘンリ・チェスブロー [2007] (栗原潔訳) 『オープンビジネスモデル ～知財競争時代のイノベーション～』翔泳社)
- Chesbrough, Henry, Wim Vanhaverbeke, & Joel West [2006b] *Open Innovation -Research in a New Paradigm*, Oxford University Press.
- Das, T.K., and Bing-Sheng Teng [1998a] "Resource and Risk Management in the Strategic Alliance Making Process," *Journal of Management*, Vol.24, No.1, pp.21-42
- Das, T.K., and Bing-Sheng Teng [1998b] "Between Trust and Control : Developing Confidence in Partner Cooperation in Alliances," *Academy of Management Review*, Vol.23, No.3, pp.491-512
- Das, T.K., and Bing-Sheng Teng [2000] "A Resource-Based Theory of Strategic Alliances," *Journal of Management*, Vol.26, No.1, pp.31-61
- Das, T.K., and Bing-Sheng Teng [2002] "Alliance Constellations : A Social Exchange Perspective," *Academy of Management Review*, 2002 Vol.27, No.3, 445-456
- Doz, Yves & Gary Hamel [1998] *Alliance Advantage -The Art of Creating Value through Partnering*, Harvard Business School Press. (邦訳 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)
- Dyer, Jeffrey H. , Prashant Kale, Harbir Singh, Harpreet Singh [2004] "When to Ally and When to Acquire," *Harvard Business Review*, 2004 Jun-Aug. (邦訳:ダイアー、ジェフリー、プラシャント・ケール、ハーバー・シン [2005] 「提携すべき時、買収すべき時 ～3つの視点から分析する～」ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス・レビュー 2005年2月号)
- Ernst, David and James Bamford [2005] "Your Alliances Are Too Stable," *Harvard Business Review*, 2005 June pp.133-141 (邦訳:アーンスト、デイビッド & ジェームズ・バンフォード [2006] 「いかに提携事業をリストラするか ～大半の低収益のままに放置されている～」ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス・レビュー 2006年6月号)
- Gomes-Casseres, Benjamin [1997] "Alliance Strategies of Small Firms," *Small Business Economics*, Vol.9, pp.33-44
- Gompers, Paul A. and Josh Lerner [2000] *The Venture Capital Cycle*, The MIT Press (富田賢訳者代表・吉田和男監訳 [2002] 『ベンチャーキャピタル・サイクル ～ファンド設立から投資回収までの本質的理解』シュブリンガーフェアラーク東京)
- Hamel, Gary, C.K. Prahalad and Yves Doz [1989] "Collaborate with Your Competitors - and Win," *Harvard Business Review*, 1989 Jan-Feb. (邦訳:ハメル、ゲイリー、C.K. プラハラッド、イブ L. ドーズ [2005] 「ライバルとのコラボレーション戦略 ～新たなスキルと知識を獲得し、競争力を高める～」ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス・レビュー 2005年2月号)
- Hamel, Gary and C.K. Prahalad [1994] "Competing for the Future"(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)
- 星野達也 [2015a] 「オープン・イノベーションという新たな武器 ～製造業復活をかけて自前主義を脱却せよ～」ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス・レビュー 2015年6月号
- 星野達也 [2015b] 『オープン・イノベーションの教科書 ～社外の技術でビジネスをつくる実践ステップ』ダイヤモンド社.
- 石井真一 [2003] 『企業間提携の戦略と組織』中央経済社.
- Kaplan, Robert S., David P. Norton, and Bjarne Rugelsjoen [2009], "Managing Alliances with the Balanced Scorecard," *Harvard Business Review*, 2010 Jan-Feb. (邦訳:キャプラン、ロバート S、デイビッド P. ノートン、ビヤーン・ルジェルスヨエン [2010] 「戦略的提携を実現するバランス・スコアカード」

- ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス・レビュー 2010年11月号)
- 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
- 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, p.896-905.
- 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, p.285-307.
- March, James G. [1991] "Exploration and Exploitation in Organizational Learning," *Organization Science*, Vol.2, No.1, pp.71-87
- Mitsuhashi, Hitoshi and Henrich R. Greve [2009], "A Matching Theory of Alliance Formation and Organizational Success: Complementarity and Compatibility," *Academy of Management Journal*, 52 (5) : 975-995.
- 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.
- 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.
- 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, p.429-460.
- 清水洋・星野雄介 [2012] 「オープン・イノベーションのマネジメント ～探索と知識マネジメント」、『一橋ビジネスレビュー』、60巻2号、2012年8月号
- Tjemkes, Brian & Pepijn Vos, Koen Burgers [2012], *Strategic Alliance Management*, Routledge.
- 富田賢 [2014] 『新規事業立ち上げの教科書 ～ビジネスリーダーが身につけるべき最強スキル』総合法令出版.
- 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
- Tomita, Satoshi and Yoshiyasu Takefuji [2016] 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 & Finance (GCBF)*
- 牛丸元 [2007] 『企業間アライアンスの理論と実証』同文館出版.
- Wernerfelt, Birger [1984] "A Resource-Based View of the Firm," *Strategic Management Journal*, 5: 171-180
- 安田洋史 [2010] 『アライアンス戦略論』NTT出版.
- 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.
- 安田洋史 [2015] 「アライアンス成果に対するパートナー間多様性の影響」、『日本経営学会誌』第35号 p.16～27
- 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.
- 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.
- Yoshino, Michael & U. Srinivasa Rangan [1995], *Strategic Alliances : An Entrepreneurial Approach to Globalization*, Harvard Business School Press.
- 湯川抗 [2013] 『コーポレートベンチャリング新時代：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.

【参考資料】

- 内閣府・県民経済計算・名目（平成24年度）
http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kenmin/files/contents/main_h24.html
 （閲覧日：2015年7月30日）