

ゲーム理論とリアルオプションを用いた協調戦略分析

早稲田大学 *石原 菜央 東京大学 川中 孝章 早稲田大学 枝川 義邦 早稲田大学 大野 高裕

Collaborative Strategy Analysis Using Game Theory and Real Options

Waseda Univ. *Nao Ishihara

Tokyo Univ. Takaaki Kawanaka

Waseda Univ. Yoshikuni Edagawa

Waseda Univ. Takahiro Ohno

1 研究背景と目的

昨今はデジタル化が進んだことで、複数の業界の技術を組み合わせることによるイノベーションが生まれるなど、経営環境の変化が激しい。そこで企業は生き抜くために、M&A よりも環境の変化に対応しやすいアライアンスを組み、他社の経営資源を活用する機会が増えている[1]。そして国内企業では「技術・生産・販売・人材・資金」の5つの経営資源の内、提携先の企業の技術を身につけることに重点を置いている[2]。実際、2019年1月から6月の間に、日本経済新聞に掲載された国内企業の提携事例は、308件にも及ぶ。また調査によると、①異業種間の提携が多いこと②同業種間の提携かつ技術活用を目的としている提携は、製菓業界と情報通信業界に多いことが判明している。次に協調戦略に関する従来研究について、寺部[3]は次の3点を指摘している。第1に、実証研究は特定の業界に限られている点である。第2に、協調戦略を説明する理論が17も存在している点である。その中で、本研究では中核をなす5つの理論に着目をする(表1参照)。第3に、協調戦略の発生件数は多いが成功率は低い点である。

以上より、従来研究では企業が成功率の低い協調戦略を本当に選択すべきなのか不明瞭であり、異業種提携を考慮できていない。そこで本研究ではゲーム理論を用いて、企業が各時点において得られる利得を残りの4つの理論を基に定量化し、様々な提携において協調戦略を行うべきか否かの意思決定について記述できるモデルを構築することを目的とする。

2 研究内容

次のステップに基づいてモデルを構築し、検証を行う。

STEP1 シナリオ作成

本研究では対象として、サプライチェーン型の異業種間の提携である「日立ハイテク(H社)」と「ロシュ(R社)」の事例を取り上げてシナリオを作成する。サプライチェーン型の特徴としては、川上のH社と川下のR社が各社独自に

表1 5つの協調戦略理論(寺部[3]を基に筆者が作成)

組織学習論	協調戦略により、企業が他社から自社で有していないノウハウや知識や技術を得ることを説明する理論
マーケット・パワー理論	業界内での競争ポジションを改善させることで、企業の業績を向上させることに焦点を当てる理論
取引コスト理論	協調により取引コスト及び生産コストの総和の最小化を説明する理論
資源依存理論	組織を存続するために、組織は外部環境から資源を獲得し、処分しなければならないことを説明する理論
ゲーム理論	競争と協調の動態的側面を重視し、協調的な行動を説明する理論

技術開発に成功した際に、やっと製品を完成させることが出来ることが挙げられる。

STEP2 特性関数の導出と企業の持つ変数の選定

STEP1のシナリオに対し、提携の有無の2つの行動をする繰り返しのない2人ゲームの特性関数の導出を、松岡[4]と松林[5]の研究を基に行う。次にゲーム理論以外の4つの理論に関して、企業の持つ変数を選定する(表2参照)。

本研究の特性関数を導出仕方は次の通りである。まず松岡はA,B2社を考え、A社が特許の取得に成功した際に、B社がA社にロイヤリティを支払い、技術を使用するときの利得関数を定義しており、本研究ではその関数を参考とする。加えて本研究の新たな仮定として、(1)実社会をより表すために、市場価値はBassモデルに従って普及する(2)両社は開発を100期の間続ける(3)松岡の研究で使用されていた特許の申請成功率を本研究では技術の開発成功率とし、かつ成功は100期の間は複数回可能であるとする。また松林はサプライチェーン型の提携において、ダブル・マージナリゼーションを解決するために、「統合企業として考えた際に得られる利得(式3)」と「両社が提携した際に、利得をより多く得ようとした際に得られる利得(式1と式2の和)」の差を等分配することが良いと述べているので、本研究でも参考とする。

次に本研究で取り上げる協調戦略の中核をなす『ゲーム理論』以外の4つの理論を1つずつ検討していく。①『組織学習論』に基づいて、企業の開発力を考慮する。②『マーケット・パワー理論』に基づいて、提携先の市場も活用していくと仮定し、企業の規模を考慮する。③『取引コスト理論』や『資源依存理論』は複雑な市場で

表2 企業の持つ変数の選定

変数	企業の変数	他社(H社,R社)の変数	選定
企業の開発力	技術成長度	全9通り…他社(高)で標準(小)を除く 高/高/大/大, 高/低/大/大, 高/低/大/小, 高/低/小/大, 高/低/小/小, 低/高/大/大, 低/高/大/小, 低/高/小/大, 低/高/小/小, 低/低/大/大, 低/低/大/小, 低/低/小/大, 低/低/小/小	成長度: 10 or 2 成功確率: 90% or 50%
成功確率			
企業の規模	市場価値の大きさ	全2通り…大 or 小 (R社の市場に依存)	500 or 250
	市場価値の継続	全4通り…長 or 短 (R社の市場に依存)	10 or 10
	開発費用	全4通り…大/大, 大/小, 小/大, 小/小	100 or 50
提携	ロイヤリティ	全2通り…高い or 安い	200 or 150

の不確実性が高いため、本研究の対象から除く。

上記の検討を踏まえ、国内市場の利率を r 、開発技術の市場価格を π 、ロイヤリティを R 、時刻 t 時点における各社の技術レベルを T_t 、各社の限界技術成長を T_{prog} 、時刻 t 時点における技術開発成功確率を P_t 、開発の成功回数を n 、 n 回目の開発に成功した時刻を a_n 、製品のライフサイクルを x とし、特性関数を以下のように表すこととする。

・提携した場合のA社の利得(式1)

$$\sum_0^n (\int_{a_n}^{100} e^{-rt} R \frac{1 - \exp[-(p+q)t]}{1 + (\frac{p}{q}) \exp[-(p+q)t]} dt - \int_{a_n+x}^{100} e^{-rt} R \frac{1 - \exp[-(p+q)t]}{1 + (\frac{p}{q}) \exp[-(p+q)t]} dt)$$

・提携した場合のB社の利得(式2)

$$\sum_0^n (\int_{a_n}^{100} e^{-rt} \pi (1 - \frac{R}{\pi}) \frac{1 - \exp[-(p+q)t]}{1 + (\frac{p}{q}) \exp[-(p+q)t]} dt - \int_{a_n+x}^{100} e^{-rt} \pi (1 - \frac{R}{\pi}) \frac{1 - \exp[-(p+q)t]}{1 + (\frac{p}{q}) \exp[-(p+q)t]} dt)$$

・提携した場合の統合企業と見た場合の利得(式3)

$$\sum_0^n (\int_{a_n}^{100} e^{-rt} \pi \frac{1 - \exp[-(p+q)t]}{1 + (\frac{p}{q}) \exp[-(p+q)t]} dt - \int_{a_n+x}^{100} e^{-rt} \pi \frac{1 - \exp[-(p+q)t]}{1 + (\frac{p}{q}) \exp[-(p+q)t]} dt)$$

また、シミュレーションの条件は次の通りである。

・ $T_t = T_{t-1} + T_{prog}$ ($T_t \leq 60$)と $P_t = T_t \div 100$ 、擬似乱数を用いて技術開発に成功するかどうか求める。

・時刻 t 時点における利得を現在価値に割り引く。

・新市場の開拓を想定するために競合他社は存在しない。

・上記の式に加えて、毎期に開発費 $e^{-rt}K$ を計上する。

・ $p = 0.007087, q = 0.5919$ とする。

STEP3 シミュレーションと影響要因の抽出

次に、統計解析フリーソフト「R」を用いて、各企業の100期後の累計獲得利得についてシミュレーションを行う。その後、STEP2で挙げた変数がカテゴリー毎にどのように累計獲得利得に影響を及ぼしているのかを、数量化理論I類により明らかにする。

STEP4 検証結果と考察

検証結果は図1に示す通りで、マイナスの利得になった場合は「提携しない方が良い」ことを意味している。したがってモデル式は、ロイヤリティを高くしたいH社

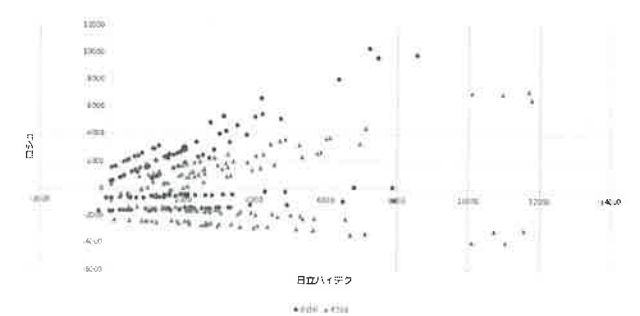


図1 シミュレーション結果

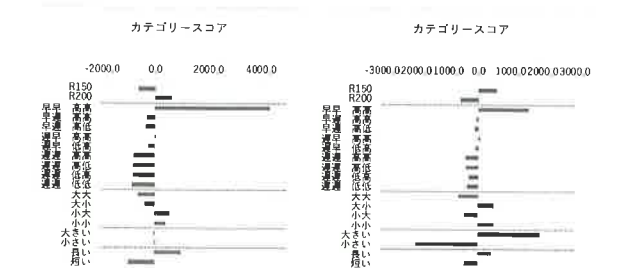


図2 数量化理論I類の結果(左:H社, 右:R社)

と安くしたいR社の表現や提携成立の難しさを表現できていると言える。また、数量化理論I類はH社の場合の決定係数は0.840、R社の場合は0.819と非常に良い結果になった。H社は「市場価値の大きさ」が有意にならなかったが、それはこの製品の市場はR社の持つ市場に依存しているからだと考えられる。そして川上の企業において重要なのは「両社の開発力」であり、川下の企業にとっては「市場価値の大きさ」であることを明らかにした。

4 結論と今後の課題

本研究では、企業間の提携の意思決定に関してゲーム理論を用いてモデル化を行い、協調戦略に関する新たな知見を得ることができた。今後の課題として、企業間の情報非対称性を考慮したモデルに拡張することが挙げられる。

参考文献

- [1] 安田洋史:「新版アライアンス戦略論」,NTT出版,2006
- [2] Hamel,G. Y.L.Do and C.K.Prahalad: "Collaborate with Your Competitors and Win", Harvard Business Review January- February, pp.133-139,1989
- [3] 寺部優: "日本企業の協調的な戦略に関する研究-戦略分析の枠組みと戦略策定モデルの提示-",ドラフト
- [4] 松岡寛直: "リアルオプションとゲーム理論を用いた技術保護の意思決定に関する研究",早稲田大学修士論文,2017
- [5] 松林伸生: "サプライチェーンにおける提携形成への協力ゲーム論的アプローチ",オペレーションズリサーチ vol.60,No.5, pp.274-280,2015