

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

松林 伸生

本誌で今回と次回の2回にわたってゲーム理論に関する特集が組まれることとなったが、その2回とも執筆の機会をいただいた。特集の趣旨に合わせる形で、今回は最近筆者が行っている協力ゲームを用いたサプライチェーンに関する研究の内容を中心に、続く次号では「ビジネスとゲーム理論」というタイトルで非協力ゲームをベースとしたより基本的な内容についてお話させていただきたいと考えている。なので、話の流れという点では順序が逆転している感を否めないが何卒ご容赦願いたい。

キーワード：協力ゲーム、垂直統合、ダブル・マージナリゼーション、コア

1. はじめに

本稿で述べるトピックをはじめ筆者が研究している分野は、ゲーム理論を道具としながらも基本的には全て現実のビジネスに問題意識を得てモチベートされ、それに何らかの戦略的示唆を与えることを目的としている。ただし、ゲーム理論はやはり理論であるから、ケーススタディ等とは異なって現実を現実のままとして分析するアプローチとはならず、必ず抽象化・一般化された世界に落とし込むことになる。そのあたりのさじ加減が微妙で、現実により近い立ち位置でモデル化することもあれば、より基礎的な分野の道具を援用して分析することもある（その意味では今回紹介させていただく研究は、結果的にはかなり現実と距離のあるモデル化と分析になっている）。しかしいずれにしても目標としては、そういった理論的アプローチをとるからこそ見えてくる現実のビジネスに対する何かしらの知見、それを得ることにある。以上の趣旨をご理解のうえ、以降をお読みいただければ幸いである。

2. サプライチェーンとゲーム理論

効率化や最適化の探求を旨とする経営工学にとって、サプライチェーンマネジメントが重要な分野の一つとして昨今位置づけられていることは間違いない。ゆえに内外を問わず研究者や論文の数も多いが、ただしそれらの多くは在庫や物流の効率化をめぐる種々の管理技術、最適化手法に主眼が置かれている。これに対し

て、ゲーム理論を用いた研究（[1]が優れたサーベイを発表しているので参照されたい）としては、ある製品の供給に伴って生じるサプライチェーンに関わる様々な主体（企業、業者）間のコンフリクトをモデル分析し、それをもとにいかにして全体最適化に導くかというモチベーションで研究が行われる。特にその中でも典型的なものが、主体間で発生する「ダブル・マージナリゼーション（double marginalization: 二重限界化）」の問題とその解決方法に関する研究であり、ルーツとしては経済学の分野における1950年の論文[2]まで遡る。今回はこのトピックに焦点を当てる。

2.1 ダブル・マージナリゼーションと垂直統合

早速具体的に、次のような例題（例題と言いつつ、それは多くの論文の土台になっているモデルであり、ベンチマーク的なものである）を考えてみる。

例 1. ある商品の流通について考える。この商品は製造業者1が小売店2に卸し、小売店2が消費者に販売するという形をとっているとする。この商品の需要 $q(\geq 0)$ は、小売価格を $p(\geq 0)$ とするならば、 $q = 1 - p$ であるとし、生産に要する費用は無視できるものとする¹。

このとき、製造業者1が小売店2に卸すという流通形態のもとでは、製造業者1は小売店2に対して卸値 $w(\geq 0)$ を設定できることになる。すると、各企業の利潤関数 $\pi_i (i = 1, 2)$ は、

¹ 仮に単位あたり $c > 0$ だけの生産費用がかかるとしても、あるいは需要関数が $q = b - ap (a, b > 0)$ のように与えられたとしても、あるいはこれらが多少非線形になったとしても、計算が面倒になるだけで以降の分析の本質には影響しない。

$$\begin{aligned}\pi_1(w, p) &= wq(p) \\ \pi_2(w, p) &= pq(p) - wq(p)\end{aligned}$$

となり、製造業者 1 は π_1 を最大にするように卸値 w を設定し、一方で小売店 2 は π_2 を最大にするように小売価格 p を設定するゲームを行うことになる。今、両社は互いに非協力的であるとし、先に製造業者 1 が卸値を設定し、それを受けて小売店 2 が小売価格を決定するというシュタッケルベルクゲームを考えることにしよう。すると、まず製造業者 1 による卸値が w と決定したもとの小売店 2 の最適（反応）戦略は、 $\partial\pi_2/\partial p = 0$ を解いて²、

$$p^*(w) = \frac{1+w}{2}$$

が得られる。ゆえに、これを π_1 の式に代入して w に関して最適化すると、 $w^* = 1/2$ を得る。よって、シュタッケルベルク均衡価格は $(w^*, p(w^*)) = (1/2, 3/4)$ となり、このときの利潤は $\pi_1^* \equiv \pi_1(1/2, 3/4) = 1/8$ 、 $\pi_2^* \equiv \pi_2(1/2, 3/4) = 1/16$ となる。

では次に、この両企業は提携し、この商品に関しては一つの統合企業 I として一元的に提供するようになったと仮定しよう。このような垂直統合下ではこの商品の流通に関しては企業 I が単独で意思決定を行うので、卸値は設定の必要がなくなり小売価格 p_I だけを決定すればよいことになる。ゆえに p_I は、 $\pi_I(p_I) = p_I q(p_I)$ を最大化することにより、 $p_I^* = 1/2$ と求まる。そして、このときの統合企業 I の利潤は $\pi_I^* \equiv \pi_I(p_I^*) = 1/4$ となる。

さて、以上の結果から統合前の両企業の利潤の和と統合企業の利潤を比較すると、 $\pi_1^* + \pi_2^* < \pi_I^*$ となっている。このような結果になるのは、統合前の状態では両企業が同じ需要に対して互いにマージンを増やそうと価格を高く付け合うため、結果的に小売価格が高止まりし必要以上に需要を減らしてしまうという非効率性に起因している。これをダブル・マージナリゼーションと呼んでいる。よって、垂直統合はダブル・マージナリゼーションの解消効果を持ち、サプライチェーンを効率的なものにすると結論づけることができる。そしてさらに、 $\pi_I^* - (\pi_1^* + \pi_2^*)$ を両社で適当に分配すれば両企業とも統合前より利潤を多くすることができるため、それを行うことで垂直統合は安定的に実現され

る、というのが協力ゲーム論的な示唆である。

2.2 コーディネーション・プログラム

いま、垂直統合がダブル・マージナリゼーションの解決手段であると述べた。しかしながら垂直統合というのは、合併のように関連する企業が一つになって意思決定するものであるから、通常は実現のハードルが高い。そこで、もとの分権化された状態のまま、垂直統合時の結果（＝全体最適）と近い状態を実現させるための方策はないか？ それを考えることは現実の多くのサプライチェーンにおける問題意識とも合致するところであろう。そこでゲーム理論（ここでは主に非協力ゲーム）を用いた研究では、製造業者と小売店との間の契約方法を精査することで、たとえ両企業が自己利益を追求したとしても結果的に全体最適に近い状態を実現させることができないかと考える。実際、上記の例は契約方法としては最も単純な、「製造業者から製品を卸してもらうのに小売店が 1 個当たりいくら支払う」という線形の卸売価格による契約であったが、これを例えば、「固定料金としていくら払い、そのうえで従量料金として 1 個当たりいくら払う」というような「二部料金」の契約にするだけで、上記のモデル下であれば一気にパフォーマンスが改善される。そのほかにも、数量割引であるとか、あるいは最近 IT 系の企業でよく使われている「レベニューシェアリング」など、現実によく使われている契約方法でも一定の条件のもと全体最適が実現可能であるということが示されている。こういった一連のサプライチェーン最適化のための契約方法のことを、「コーディネーション・プログラム」と呼んでいるが、この研究は特に海外において大変に盛んであり、OR・経営工学系の国際ジャーナルにおけるゲーム理論を用いた応用論文の最も主要なジャンルの一つと言っても過言ではないと思う。

2.3 小売店によるリーダーシップ

サプライチェーン最適化に関してコーディネーション・プログラムの研究が盛んな一方で、通常の卸売価格契約であっても「契約のリーダーを変える」ことによってダブル・マージナリゼーションの解決が可能であるという結果が存在する。今回の私の研究はこの結果に大きく動機づけられているため、以降ではこのトピックについて紹介したい。このトピックに最初に踏み込んだ論文は [3] であるとされるが、以下では本研究の先行研究でもある [4] をもとにして説明する。

例 2. 例 1 のモデルに以下の修正を加える。まず、製造工程・販売工程それぞれにおいてそれぞれ供給量の

² 正確には価格や需要の非負性などいろいろ注意すべき点があるが、本稿ではよほど本質的でない限りそういった細かい話は全て省略する。

2乗に比例した費用 $C_i(q) = kq^2 (k > 0)$, $i = 1, 2$ がかかるものとする³ (均衡においては各業者の供給量が等しくなることは[4]で証明されており, 各 i について同一の q を仮定して構わない. 以降でも同様). そしてこの設定のもとで, まず例1と同様に製造業者が先手となって w をオファーし, それを受けて小売業者が小売価格 p を決定する状況を考えて, そのシュタッケルベルク均衡は,

$$w^* = \frac{2k+1}{3k+2}, \pi_1^* = \frac{1}{4(3k+2)}, \pi_2^* = \frac{k+1}{4(3k+2)^2}$$

となる.

では次に, 卸売価格 w を小売業者のほうが先手となってオファーするゲームを考える. つまり, 製造業者に対して単位当たり w で卸してくれと提案し, それを受けて製造業者は自社の利潤 $\pi_1 = wq - kq^2$ が最大となるように生産量 q を決定する. この q は小売の販売量となり, $q = 1 - p \Leftrightarrow p = 1 - q$ の関係から価格も決まって, 結果として小売業者のほうでは利潤 $\pi_2 = q(1 - q) - wq - kq^2$ を得ることができる. このゲームの部分ゲーム完全均衡はバックワード・インダクションにより以下のように求められる. すなわちまず, 卸売価格 w を所与としたうえでの製造業者の最適生産量が $\hat{q} = w/2k$ と得られるので, これを π_1 の式に代入し, そして w に関して微分してゼロと置いた式を解くことにより均衡卸売価格を求めればよい. 結果としてシュタッケルベルク均衡は,

$$w^{**} = \frac{k}{3k+1}, \pi_1^{**} = \frac{k}{4(3k+2)^2}, \pi_2^{**} = \frac{1}{4(3k+1)}$$

となる.

両ケースを比較すると, いかなる k に対しても $w^* > w^{**}$ かつ $\pi_1^{**} + \pi_2^{**} > \pi_1^* + \pi_2^*$ が成立していることがわかり, 小売業者が契約リーダーとなったほうがサプライチェーンとして効率化されていることがわかる. 特に $k \rightarrow 0$ のときは, $w^{**} \rightarrow 0$, $\pi_1^{**} \rightarrow 0$, $\pi_2^{**} \rightarrow 1/4$ となって, 小売業者が全ての利潤を吸い取る形で垂直統合と同じ結果が達成可能となる. これは言うまでもなく, 小売業者が先手を取ることによって卸売価格を

³ この仮定は各工程におけるキャパシティとそれに伴い発生する混雑を想定し, 供給量 (=ジョブの処理量) の増加に応じて生じる負の効果を考慮していると捉えればよい. OR的なアプローチをするならば, ここは待ち行列の式などを使うべきであろうが, 戦略レベルでの示唆を得ようとするゲーム理論ではさらにぐっと簡略化してしまうのが普通で, 2 次関数はいわゆる「規模の不経済」を表す関数として最もよく使われる.

低くすることができるため, ダブル・マージナリゼーションの発生を防げることに起因している.

このような小売企業がリーダーシップをとる設定は, 内外問わず急速に影響力 (ゆえに交渉力) を増す現実のコンビニエンスストア (ウォールマート, セブンイレブンなど) やファストファッション (ユニクロ, ZARA など) 業界のビジネスモデルを如実に反映している. 特に近年はこうした小売企業独自によるプライベートブランド (PB) が注目を集めているが, PB がメーカー製品であるナショナルブランド (NB) と比べて安価で提供できるのは, シンプルな包装や広告を抑えることなどによる費用削減効果と並んで, 契約リーダーをとることによる中間マージンの削減効果があるからとされている (例えば [5]). この例2の結果はゲーム理論的に, そのことを背後の理屈とともにシンプルに証明している. 加えて, 費用削減のほうはメーカー側でも努力次第で追従可能であるのに対して, 交渉の優位性を生かし契約リーダーをとることのメリットはより揺るぎのないものであると言えるという点でもこの結果の示唆するところは大きいと考える.

なお, こういった小売企業の隆盛を反映して, 近年では卸売契約のみならず, 製品企画や広告などの種々のマーケティング活動において小売企業がリーダーシップをとる状況をゲーム理論的に分析する研究が盛んに行われており, こういった分野は筆者自身の現在の研究の軸の一つになっている.

3. 多層サプライチェーンにおける垂直統合

このように, サプライチェーンに関するゲーム理論的研究は, 現実のビジネスをかなり意識した形でモデル化と分析が進められている. また, 上記の例はいずれもサプライチェーンとしては競争のない独占的な状況を想定していたが, 小売店間など水平的な競争を取り入れた研究ももちろん多数存在する. しかしながらその一方で, こういった研究の圧倒的多くは, 製造業者と小売店という2階層からなるサプライチェーンを想定している. これは, 特定の契約方法によるコーディネーションの可能性などを説明するには2階層のモデルで十分であるからであろう (こういう場合, 定性的な示唆を得ることを旨とするゲーム理論的分析の観点からは, 必要以上に現実的なモデルにすることは分析と結論の明快さを損なうものとして通常は推奨されない). しかし一方で, より現実的である3層以上のサプライチェーンに固有の問題があることも事実であろう. そこで差し当たり, 筆者の中では次のような素

朴な疑問が湧いてきた。すなわち、「例 1 や例 2 のモデルに従って一般の n 層のサプライチェーンを考えた場合、それが垂直統合した際には各企業間でどのような利益配分を行えば統合は安定的に形成されるのだろうか？」

この問題自体はすごく基本的なものであり、ゆえに教科書に答えが載っていてもよい気さえる。しかしながら自分の探した限りでは見つからない。しかし一方で、伝統的サプライチェーンに従って、常に最上流の企業がリーダーシップをとり、契約が上から下に進行する状況下では、上流の企業に手厚く配分することで統合が安定的に実現しそうな気がする。ゆえに当たり前なので研究がないのだろうか？ そうこうするうちに [4] の論文に触れることとなり、また急激に世間で PB が話題になりはじめたことも相まって、「リーダーシップの変更」を明示的にとり入れたモデルと現実を目の当たりにすることとなった。そこで、少なくともこの「リーダーシップの可変性」を考慮したうえでの垂直統合の形成問題ならば、新しい⁴、面白い結果が何かしら出てきそうな予感がした…以上が今回の研究の経緯である。

ところで、この「リーダーシップの可変性」とは、製造業者に代わり小売店がリーダーシップをとるような状況を想定するという意味のみならず、垂直統合形成前後でリーダーが変わってしまうようなケースをも考慮している。例えば、上述のユニクロや ZARA などのファストファッションの企業は、SPA (Speciality store retailer of Private label Apparel) モデルという垂直統合のモデルを構築しているが、これは例えば、ユニクロがリーダーシップをとって垂直統合を形成し、そして形成後も引き続きユニクロが影響力を持ってリーダーであり続けている、という例にあたる。しかし一方で記憶に新しい方も多いと思うが、2009 年に Amazon が出版社の Macmillan 社と書籍の販売を巡って対立し、一時販売をストップするという出来事があった。これは前述のレバニユージェアリング契約（すなわち価格決定と利益配分）について、当初は Amazon がリーダーシップをとっていたものの、Macmillan による強気のオファーがあったため交渉が決裂したというものである。しかしそのすぐ後に Amazon 側が譲歩したことで事態が解決したとされている [6]。これは少なくとも Amazon が、提携の前後でパワーバランスが変化した

ことを認識していれば少し展開が変わったはずで、そう考えると統合の安定的形成というのは統合前後でのリーダーシップの可変性にも依存しているのでは、と思いついた次第である。

3.1 協力ゲームとしてのモデル化

前置きが長くなったが、ここでモデル化に入りたい。例 2 のモデルを一般化し、シリアルにつながった n 層のサプライチェーンを考える。各層は上流から順に $1, 2, \dots, n$ と番号付けされ、各 i 層は企業 i によって別々に所有されているとする。ここで任意の企業 l を統合前の契約リーダーとし「リーダー企業」と呼ぶことにし、また最下流の企業 n を小売企業と呼ぶことにする。このもとでの垂直統合（全員提携）を考えたい。

n 企業による提携の安定的形成を分析するうえでは、ゲーム理論を使うといっても様々な形でのモデル化が可能である。しかし、ここでは上述した筆者の素朴な興味から、ごく基本的な $N = \{1, 2, \dots, n\}$ をプレイヤーの集合とする n 人提携形ゲームとして定式化し、そのコアを分析するという形を試みることにした。となると、全ての部分集合 $S \subset N$ に対して提携値 $v(S)$ を定めなければならない。

しかし実はここで大きな関門にぶつかると。提携値 $v(S)$ とは通常は「仮に S だけで行動したときに確保可能な利潤の最大値」として定義される。しかし今回の場合、それは提携に参加しない $N - S$ の各プレイヤーがどのような提携をとっているのかで変わってしまう。すなわち、全体提携から S が逸脱したのに伴い、 $N - S$ の各プレイヤーは完全に解散し単独行動をとるのか、それとも逆に一切解散せず $N - S$ の提携としてあり続けるのか、それともその中間の構造になるのか（図 1 参照）、 S 自身がそれをどう想定するのかによってサプライチェーン内企業間のシュタッケルベルクゲームの構造が変わるため、提携値が変わってしまうのである。これは例えばタクシーを 3 人相乗りの場合の料金負担問題を協力ゲームで考える際に、単独行動した場合の料金（提携値）は、ほかの 2 人も単独行動なのかそれとも 2 人は相乗りのかには関係なく決まる

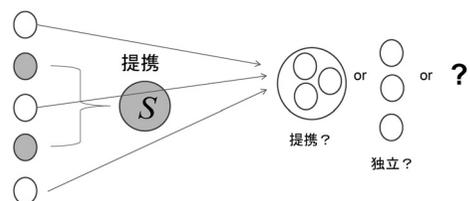


図 1 提携値 $v(S)$ の求め方

⁴ [4] は一般の n 層のモデルでリーダーポジションが異なる場合の影響について分析しているが、垂直統合の安定的形成やそのための利益配分という視点では議論されていない。

のとは対照的であることに注意する。しかも今回の場合、 $N-S$ の行動仮定としてどれがふさわしいのかということについては実証的な拠り所もなく明確にはわからない。かといって n が一般で与えられている以上、全ての可能性を網羅して調べることも不可能である。

実はこういった問題は垂直統合のみならず、ライバル企業間での水平的な合併や、あるいは公共財の供給を行ううえでの提携を考える際にも生じるものであり、ゆえにゲーム理論やミクロ経済学の文献では以前より頻出のトピックである。具体的に、 $N-S$ の行動について特定の想定を置いた提携値の典型的なものとして、 α -, β -, γ -提携値と呼ばれるものがそれぞれよく知られている（これらの正確な定義、解説に関しては、[7]に非常に詳しく書かれているので参照されたい。なお、その後も研究の進展により新たな提携値がたびたび登場している）。しかしここではそのいずれでもなく、Hart and Kurz[8]によって提唱された「モデル δ 」の方法により提携値を定めることにした。これは $N-S$ 内のメンバーは全員、提携を引き続き維持するというものである。理由はごく簡単に言うと、 S の逸脱後も引き続きシュタッケルベルクゲームの構造が維持されることを考えると、 $N-S$ の各メンバーにとっては互いに提携していたほうがダブル・マージナリゼーションが解消されるため合理的なはずであるということと、仮に細かく分割されるとするとその中の意思決定順序についてさらなる仮定を置かねばならず、仮定の妥当性に関する不明瞭さが増大してしまうと考えたからである。これにより、各提携値 $v(S)$ は、 S と $N-S$ の2人によるシュタッケルベルクゲームの均衡において S の得られる利潤として得ることができる。ただしここでもう一つだけ仮定が必要である。このシュタッケルベルクゲームにおいて先手となるのはどちらかということである。これに関してはやはり明確な答えは存在しないので以下の3通りを想定し、それぞれのケースを別々に分析することにした。すなわち、(1) S と $N-S$ のうち、統合前のリーダー l を含んでいるほうの提携が先手となる場合、(2) 常に S が先手となる場合、(3) 常に $N-S$ が先手となる場合。(1)は上述のユニクロの例、(2)は上述のAmazonとMacmillanの例における提携決裂前の想定、(3)はやはりAmazonとMacmillanの例における提携回復時の想定、をそれぞれイメージしている（もちろんピッタリとは合致しない）。

以上を想定すると、実に全ての $S \subset N$ について結構あっさり提携値 $v(S)$ を求められてしまう。とい

うのも、例1や2のような正真正銘の2人によるシュタッケルベルクゲームの均衡利潤を求めることに帰ってきてしまうからである。その様子を、これまで述べた仮定に関する復習と合わせて、以下の簡単な例で説明することにした。

例 3. 図2の上段のような3層のサプライチェーンを考える。真ん中の企業2を統合前のリーダーとする。このとき、上述の(1)のケースについて、企業1と3による提携に対する提携値 $v(\{1,3\})$ を求める。分析を始める前に、そもそもこのような隣接しないプレーヤー同士による提携が存在しうるのかということについてコメントしておきたい。それは筆者の知る限り実社会でも存在している。例えばある外食チェーンが現地の農園と提携を結ぶ一方で、その間の物流については特に提携関係を持たないというような例がそれに当たる。また理論分析としても、可能な S について制約を置かない状況でコアが存在するのならば制約がある場合にも自明に存在することになるので、ひとまず第一歩として制約を設けない状態を考えるのは問題ないと考え。話を戻して、(1)のケースなのでまず先手はリーダー2を含む提携となり、すなわち $N-S = \{2\}$ がまず1と3に向かって卸売価格 w_1, w_3 をオファーする。このとき最大化すべき利潤は $\pi_{N-S} = w_3q - w_1q - k_2q^2$ である。すると次に提携企業 $S = \{1,3\}$ が供給量 q を返す。このときの目的関数は $\pi_S = q(1-q) + w_1q - w_3q - (k_1+k_3)q^2$ となる。そこでバック・ワードインダクションによりまず、 w_1, w_3 を所与として π_S を最大化する q を考えることになるが、明らかにこれは $w_1 - w_3$ の値にのみ依存しており、ということは $w_1 = 0$ として構わない。すると、そのもとで得られた最適反応 $\hat{q}(w_3)$ を π_{N-S}

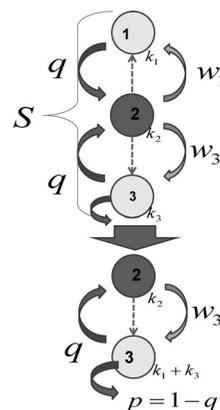


図2 (1)のケース(2がリーダー)における $v(\{1,3\})$

の式に代入することで、先手である $N - S$ も w_3 だけを最適化すればよいことになる。つまり、これは図 2 の下段のように、3 層のサプライチェーンが、企業 2 と企業 3 (ただし費用 $(k_1 + k_3)q^2$ を負担) による 2 層のサプライチェーンに変換されたことになるわけである。

実にこの構図は何層のサプライチェーンであっても同様で、すなわち、小売企業と、小売企業を含まない提携内で最下流にある企業とが、それぞれ提携内メンバーにかかる全ての費用を負担し合うとしたうえで 2 人シュタッケルベルクゲームに帰着させることができる。よって、その場合の均衡を容易に求めることができ、それをもとにして各提携値 $v(S)$ を明確に定めることができる。詳細については [9] を参照されたい。

3.2 コアの存在と合理的利益配分

以上の要領でケース (1), (2), (3) について定式化した提携形ゲームをそれぞれ G, G_A, G_B とすると、それぞれのコアの存在については以下の結果となる (詳細については [9] 参照)。

- 定理 1.**
1. ゲーム G は n が小さいときに限りコアが存在する。
 2. ゲーム G_A には常にコアが存在しない。
 3. ゲーム G_B にはコアが常に存在する。

これにより、リーダーが固定的である (1) のケースについては、統合が安定であるためにはサプライチェーンの長さが短いことが条件である一方、統合前後でリーダーが変わる可能性がある場合については、各企業が統合後にはリーダーとはなりえないという悲観的ないしは他己的意識を持っている場合に限って垂直統合が安定的に形成されるという示唆が得られたことになる。直観的には、統合後もシュタッケルベルクリーダーであると考えているような強気のプレーヤーを含む提携には、その提携による逸脱を防ぐために手厚く配分する必要があるわけで、ケース (1) で n が大きい場合やケース (2) のようにそういう強気の提携が多く存在する場合には、彼らへの必要配分額を足し合わせると全体提携値 $v(N)$ を超えてしまうということである。本モデルと Amazon と Macmillan の例とはもちろん乖離があるが、Amazon がリーダーに固執しないことで交渉がまとまったとの結果に納得感を与える一つの材料になっていると思うし、もっと一般的に、こんな単純なモデルのもとでもサプライチェーンの安定的維持は容易ではなく、そのためには「譲歩」が必要である

という一つの切り口を提供できたのではないと思う。

またこれに付随して、コアの必ず存在する G_B について、具体的利益配分方法に関する知見を得るために仁とシャープレイ値を分析した。その結果、どちらの配分方法を用いたとしても、「小売企業」に多く配分すべきという結果が得られた⁵。これは独占的サプライチェーンにつき、小売企業は常に最終価格の決定権を持ちそこでマージンをとれるため、小売企業を含む提携の提携値は相対的に常に大きくなる。その影響力により小売企業に多く配分する必要があるということである。改めて、リーダーシップが可変である状況下では、小売店の影響力が強くなるということを確認した次第である。

4. うらばなしとまとめ

申し遅れたが、以上の研究は当時筆者の研究室の修士学生であった雲井雄基氏と共同で行ったものであり、すでに論文 [9] として EJOR 誌に公刊されている。しかしながら、実は最初は米国の経営系の某ジャーナルに投稿した。そこでの最初の評価は 3 人のレフリーとも好意的で大いにその後を期待させるものであった。しかし同時に 3 人合わせて 10 枚を超える査読レポートをいただき、分析の追加を含む全ての要求に答えた(つむりの)頃には 1.5 本分の論文を書いたような気分になっていた。合間を縫って行ったため期限ギリギリの 9 カ月後となったがようやく再投稿を済ませ、ワクワク・ドキドキしながら次の結果を待ったものである。しかし、次の瞬間好意的だったレフリーの一人が態度を変えてしまい、あえなく敗退に追い込まれることとなった。そのレフリーは明らかに協力ゲームの理論家で、理由を要約すると「話が面白そうなので協力ゲームとしての体裁を整えてくることを期待していたが、結局汚いままだったので失望した」というようなものであった。定理 1 に示したとおり、今回検討したゲームは約半分においてコアが存在せず、さらに言うと実はコアがあるゲームについても優加法性を満たしていない。しかし、このゲームの定式化に至るプロセスは上記で

⁵ 加えて、「費用のかかる企業 (パラメータ k_i が大きい企業)」にも多く配分すべきだという結果が得られた。これは反直観的かもしれないが、本モデルにおける垂直統合の効果はダブル・マージナリゼーションの解消に集約されていることを考えると自然である。すなわち、各企業は供給量の 2 乗に比例した費用を負担するので、意思決定が分権化されているとそれに起因してどんどん供給量が過少になってしまう。したがって、より費用の影響の大きい企業による逸脱を避けるべきであり、そのためには手厚く配分する必要があるというわけである。

長々と説明したとおりであり、すなわちそれはゲームとしての様式美を意識した途端に現実への示唆としては一気につまらないものになってしまうことを意味する。一方で残り2人のレフリー（経営系の人と思われる）からは引き続き好評価を受けており、トレードオフがあることを認識させられた次第である。もちろん、筆者の力量不足によりその解決策が見つかっていないだけと思うが、この論文に限らず、自分の研究ではこのように評価が極端に分かれてしまうことが往々にしてあり、そのたびにいろいろなディシプリン、考え方を知られて大いに勉強させてもらっている。その経験を生かし、今後ともゲーム理論によるビジネス戦略に対する新しい知見を見出し、積極的な情報発信に努めていきたいと思う。

謝辞 本稿の執筆の機会を与えてくださった兵庫県立大学の菊田健作先生に厚く御礼申し上げる。また本稿は、2014年10月25日のOR学会関西支部の講演会での講演がきっかけである。講演会でお世話になった、関西支部長の三道弘明先生をはじめ講演会参加者の方々にも御礼申し上げたい。なお本稿の前半の一部は、筆者の所属する大学・大学院での担当講義の講義ノートをもとにしている。最後に、本稿で紹介した研究の大部分は 科研費・基盤研究 (C) 24510201 の助成

を受けて行ったものである。

参考文献

- [1] M. Nagarajan and G. Sosis, "Game-theoretic analysis of cooperation among supply chain agents: Review and extensions," *European Journal of Operational Research*, **187**, pp. 719–745, 2008.
- [2] J. Spengler, "Vertical integration and anti-trust policy," *Journal Political Economy*, **58**, pp. 347–352, 1950.
- [3] S. C. Choi, "Price competition in a channel structure with a common retailer," *Marketing Science*, **10**, pp. 271–296, 1991.
- [4] P. Majumder and A. Srinivasan, "Leader location, cooperation, and coordination in serial supply chains," *Production and Operations Management*, **15**, pp. 22–39, 2006.
- [5] 藤野香織, 『ヒットする！PB 商品企画・開発・販売のしくみ—PB 商品の企画, 生産から売り場展開, リニューアルまで—』, 同文館出版, 2009.
- [6] The New York Times, "Publisher wins fight with Amazon over E-Books," Jan 31, 2010. <http://www.nytimes.com/2010/02/01/technology/companies/01amazonweb.html>
- [7] 中山幹夫, 『協力ゲームの基礎と応用』, 勁草書房, 2012.
- [8] S. Hart and M. Kurz, "Endogenous formation of coalitions," *Econometrica*, **51**, pp. 1047–1064, 1983.
- [9] Y. Kumoi and N. Matsubayashi, "Vertical integration with endogenous contract leadership: Stability and fair profit allocation," *European Journal of Operational Research*, **238**, pp. 221–232, 2014.