

状態空間モデルを用いた日本の洋紙市場における シュタツケルベルク競争の検証

上 田 雅 弘

- I 序
- II 先行研究とクールノー市場の推定
- III シュタツケルベルク市場の推定
- IV 市場成果と競争構造の概観
- V 価格弾力性と各社単位費用
- VI 競争形態の検定
- VII 結論

I 序

寡占市場の競争形態を説明する理論的枠組みとして、クールノー・モデルとシュタツケルベルク・モデルをあげることができる。これらのモデルはゲーム理論の発展とともに多角的かつ重層的に展開され、企業間の戦略的関係を説明する理論的根幹となっており、豊富な研究成果が蓄積されている。

理論モデルが提示する競争形態を実証的に裏付けることは困難であるが、Iwata (1974) に始まる一連の研究は、理論モデルから導出される推測的変動に焦点を当て、実証的な検証を試みたものである。クールノー市場に関するこの種の研究は比較的多く行われているが、シュタツケルベルク市場を対象に競争形態を検証した研究は少ない。

こうした問題意識から、大川・上田 (1999) ではクールノー市場、シュタツケルベルク市場、共同利潤最大化行動についての競争形態を検証する理論モデルを提示し、磨き板ガラス市場に関する実証分析を行っている。本稿ではこの手法をダイナミックに市場構造が変化する洋紙市場に適用し、競争形態の理論的な裏付けをもとにした実証的な検証を試みる。

実証分析において新奇かつ独自の点は、状態空間モデルによって価格弾力性を推計するところにある。一般的な計測モデルを用いる場合には、価格弾力性は一定期間におけるひとつのパラメータとして得られるため、毎期の動向を推定値によって把握することができない。しかし、状態空間モデルを用いて状態変数を推計することができれば、毎期の価格弾力性値を得ることができる。こうした状態空間モデルの特性を利用して、洋紙の価格弾力性値を求め、理論モデルを検証する有力な変数として適用している。

1990年代に大型合併を繰り返した日本の洋紙市場は、王子製紙と日本製紙の2強体制が確立している。中堅企業としても、合従連衡の末、大王製紙、三菱製紙、北越コーポレーション、特種東海製紙が存在し、シュタツケルベルク市場の様相を呈している。理論モデルの変数で説明される価格やシェアなどの成果から、現実の市場における競争形態を推計することが本稿の目的となる。

そこで第Ⅱ節では寡占市場における競争形態の検証に関する先行研究を概観し、クールノー市場を検証するモデルを提示する。これをもとにⅢ節ではシュタツケルベルク市場の検証に関する理論的枠組みを展開する。さらにⅣ節では洋紙市場における経年的な需要動向と価格水準、また市場構造の変化を把握し、Ⅴ節で状態空間モデルによる需要の価格弾力性の計測を行い、財務データから単位費用を算出する。Ⅵ節ではこれらの変数を用いて、洋紙市場がクールノー・モデルで説明できるか、あるいはシュタツケルベルク・モデルが適合しているかを検証する。最後にⅦ節で結論を述べる。

Ⅱ 先行研究とクールノー市場の推定

寡占市場における企業の競争形態に関する典型的な理論モデルとしては、クールノー競争やシュタツケルベルク競争といったモデルが存在する。これらの理論的展開は近年ゲーム理論の手法を使って発展しているが、こうした理論で説明される寡占市場の競争形態をモデルに忠実に実証分析する方法は限られている。

従来の研究では、クールノー競争を検定する場合には、それぞれの企業が互いの行動を窺って戦略的に行動する際、相手企業の行動に対する自企業の反応を表す「推測的変動」を求め、それが統計的にゼロであると判断できるかを検定する手法が採用されてきた。たとえば Iwata (1974) は日本の板ガラス産業を取り上げ、「推測的変動」と「ラーナーの独占度」を使い、1956年から1965年の10年間を分析期間として、普通板ガラスと磨き板ガラス市場がクールノー市場である可能性を主張している。また Appelbaum (1982) は同様の分析手法によって、アメリカのゴム産業と繊維産業は競争的であり、電気機械、タバコ産業は寡占的行動をとっていることを確認している。

さらに Roberts (1984) は、米国のコーヒー産業において、2社が支配的企業、それ以外の50社はプライス・テイカーとして行動していることを確認しており、支配的企業とそのフリンジが存在する市場構造の特徴を明らかにしている。Shaffrand and Disalvo (1994) は、カナダの銀行業について分析を行い、推測的変動の値がクールノー競争時と完全競争時との間であることから、完全競争とも静学的なクールノー競争ともいえず、また共謀とも判断できないことから、Fershtman and Kamien (1987) が示した動学的なクールノー市場であると解釈している。

他方、Bresnahan（1982）や Lau（1982）は、産業の需要関数と供給関数を連立推定する際に、競争形態によって供給関数の生産量の係数値が異なることに着目し、この係数を検定することで競争形態を特定化しようとした。Alexander（1983）や Shaffer（1989）などがこのアプローチを採用している。Alexander（1983）は、20世紀前半の亜麻仁産業の価格形成に関して、需要関数と供給関数を連立方程式体系によって推計し、価格の情報交換が行われていた時期に、企業間に協調的な行動が存在していることを推察している。Shaffer（1989）はアメリカの銀行業について、1941年から1983年までのデータを用いて推定を行い、競争形態が完全競争であることを示唆する結果を得ている。

また、H 統計量を用いて検証した研究に、Panzar and Rosse（1987）がある。H 統計量とは企業の収入に関する生産要素価格の弾力性の総和を意味し、この値の水準や正負で競争形態が把握できるため、この推定値を検定することによって、競争形態の特定化が可能になる。Shaffrand and Dlsalvo（1994）も H 統計量を求めており、対象産業となった銀行業が1970年から1986年の分析期間では完全競争でないが、一部期間である1976年から1986年では完全競争であるという矛盾する結果を得た。推測的変動の推計結果とともに総合的に判断して、アメリカの銀行業が協調行動をとっているわけではないが、不完全競争であると結論している。

しかし、こうしたアプローチには、同じデータを用いても検定手法によって結果が異なるという指摘や、そもそもシュタッケルベルク市場を検証できないという点で課題が残っている。この問題を解決に取り組んだ Pazo and Jaumandreu（1999）の研究では、クールノー競争やシュタッケルベルク競争のモデルから価格の理論値を定式化し、競争形態を検定する方法が採られている。彼らは政府によって価格の上限規制が設けられているスペインの肥料産業を取り上げ、この市場がシュタッケルベルク競争的な価格設定を行っている事実を確認している。

これらの先行研究を踏まえ、大川・上田（1999）では、クールノー・モデルとシュタッケルベルク・モデルを展開し、それぞれの競争形態における価格の理論値を求める定式化を行っている。理論値と現実の価格水準を比較することで、日本の磨き板ガラス市場について競争形態の検定を行ったが、両モデルともに磨き板ガラスの市場にはあてはまらなかった。上田（2015）では、このモデルを新聞巻取紙市場に適用し競争構造の検証を試みた。その結果、新聞巻取紙市場は2社のリーダー企業と複数のフォロワー企業からなるシュタッケルベルク市場であることを確認している。

近年では構造推定と呼ばれる手法により、理論モデルを精緻化しシミュレーションを併用して競争形態を推定する手法が開発されている。寡占市場のモデルでは、Berry et al.（1995）の提示した、いわゆる BLP モデルが定型化されている。これは典型的な価格競争の理論的アプローチであるベルトラン・モデルを前提に、製品差別化された財の

市場において、消費者の特性を確率分布として取り入れ、消費者の離散選択により需要関数各財の需要関数を求める手法である。その後、Nevo (2000) がランダム係数による需要関数の推計手法について、シミュレーションの手順を解説したことにより、この分野における計量分析に飛躍的な発展が見られた。しかし、これは生産物競争であるクールノー市場を前提とはしておらず、ましてシュタッケルベルク市場を検証する手段とはならない。

日本の洋紙市場は1990年代の大型合併を経て、王子製紙と日本製紙の2強と中堅企業が存在するシュタッケルベルク市場の様相を呈している。日本の製紙市場の構造に関する実証研究としては加藤 (2008) があげられるが、分析手法は推測的変動を検出して市場構造を判定するIwata (1974) の手法を踏襲しており、競争形態を特定するところまでは至っていない。

そこで本稿では、洋紙市場の競争形態がシュタッケルベルク市場であることを検証するために、大川・上田 (1999) で展開した寡占市場の競争形態に関する分析手法にしたがって、クールノー市場とシュタッケルベルク市場の検証方法を理論的に展開し、これらを実証するための統計的な手法を導出する。

いま n 社の企業が存在する寡占市場において、同質財が生産されているクールノー市場を想定する。 p を市場価格、 Q を市場全体の総生産量として、各企業が直面する需要関数を $Q = f(p)$ と想定し、価格のみの関数に単純化する。さらに、 A は市場規模を示すパラメータ、 η を需要の価格弾力性として、次のような逆需要関数に特定化する。

$$p = AQ^{-1/\eta} \quad \eta = -\frac{\partial Q/Q}{\partial p/p} \quad (2-1)$$

各企業の技術は規模に関して収穫一定を仮定する。 C_i を各企業の総費用、 q_i を企業 i の生産量、 c_i は限界費用 (単位費用) とすれば、企業 i の費用関数を次のように定式化できる。

$$C_i = c_i q_i \quad (2-2)$$

また、企業の利潤最大化条件は、限界収入 (MR) = 限界費用 (MC) より、次のように表現できる。

$$p + \frac{\partial p}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial q_i} q_i = c_i \quad (2-3)$$

各企業の生産量の増加は市場の総生産量の増大そのものとなるため、 $\frac{\partial Q}{\partial q_i} = 1$ として (2-3) 式を展開し、価格弾力性 η と各企業の市場の総生産量におけるシェア ($s_i = q_i/Q$) を用いると、

$$\frac{p - c_i}{p} = -\frac{\partial p/p}{\partial Q/Q} \frac{q_i}{Q} = \frac{s_i}{\eta} \quad (2-4)$$

となる。この左辺は各企業のマーク・アップ率であり、シェアが大きくなるほど、また価格弾力性が小さくなるほど、利潤率が高くなることを意味している。さらに (2-4) 式をさらに展開すると、次のようなかたちに整理することができる。

$$p \left[1 - \left(\frac{s_i}{\eta} \right) \right] = c_i \quad (2-5)$$

このように (2-5) 式によって定式化された各企業における利潤最大化の一階条件を、市場全体の企業について足し合わせて価格 p について解くと、次のようなクールノー市場における価格水準の理論値 p^c を導出することができる。

$$p^c = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n - (1/\eta)} \quad (2-6)$$

こうして、観察可能なデータである企業数 n 、および単位費用 c_i と、需要の価格弾力性値 η を推計することから、クールノー競争を検証する価格の理論値を求めることができる。さらに、(2-5) 式の分子分母に市場全体の企業数 n を掛けて (2-6) 式に代入すると、

$$\frac{nc_i}{n \left[1 - \left(\frac{s_i}{\eta} \right) \right]} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n - (1/\eta)}$$

となるため、各企業のシェア s_i は

$$s_i = \left[1 - \left(\frac{nc_i}{\sum_{i=1}^n c_i} \right) \right] \eta + \left(\frac{c_i}{\sum_{i=1}^n c_i} \right) \quad (2-7)$$

と表すことができる。このように、クールノー市場に関するシェアの理論値も、観察された企業数 n と推定された需要の価格弾力性および限界費用（単位費用）から得ることができる。

Ⅲ シュタツケルベルク市場の推定

次に、寡占市場における逐次手番ゲームの典型的な例にあげられる、シュタツケルベルク市場を検証するモデルについて、シェアと価格の理論値を求める。ここではリーダーは1社でフォロワーが $n-1$ 社の2階層のシュタツケルベルク市場を想定するが、上田(2004)や上田(2015)で展開したように、実証レベルではリーダー企業を複数想定する。

まず、シュタツケルベルク市場では、リーダー企業が生産量を先決し、フォロワー企業がその残余需要をもとに利潤最大化を行う。このゲームを解く際には、バックワード・インダクションが採用されるため、まずフォロワー企業の利潤最大化から解くことになる。フォロワー企業の一階条件は、クールノー市場と同様になるので、

$$p \left[1 - \left(\frac{s_i^F}{\eta} \right) \right] = c_i \quad (3-1)$$

である。ここで s_i^F はフォロワー企業 i の市場シェアを意味する。 Q^F をフォロワー企業全体の生産量とし、市場全体におけるフォロワーの生産量のシェア(Q^F/Q)をフォロワーの数($n-1$)で割ったものをフォロワー企業の市場シェアの平均値 $s^F = \frac{1}{n-1} \frac{Q^F}{Q}$ と定義する。これを用いて(3-1)式の辺々を足し合わせると、次式のように整理できる。

$$\begin{aligned} p \left[(n-1) - \left(\frac{(n-1)s_i^F}{\eta} \right) \right] &= \sum_{i=1}^{n-1} c_i \\ p \left[1 - \left(\frac{s^F}{\eta} \right) \right] &= c^F \quad c^F = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} c_i}{n-1} \end{aligned} \quad (3-2)$$

(3-2)式では、フォロワー企業における限界費用の平均値を c^F で表している。

次にフォロワーの一階条件から、リーダー企業を含めた市場全体の企業に関する一階条件を求めるために、まずフォロワー企業の総生産量における反応関数の傾き dQ^F/dq_i を求める。フォロワー企業の利潤最大化条件は、クールノー市場における(2-3)式の条件と同じである。ここで数式表現を単純化するため、(2-3)式を $p(Q) + p'(Q)q_i = c_i$ と書き換える。ここでフォロワー企業を明示して、フォロワー企業の一階条件を求めるため、この両辺を足し合わせると、

$$p'(q_L + Q^F)Q^F + (n-1)p(q_L + Q^F) = \sum_{i=1}^{n-1} c_i \quad (3-3)$$

となる。さらにこの式を全微分してゼロと置くと、

$$[p''Q^F + (n-1)p']dq_L + [p''Q^F + p' + (n-1)p']dQ^F = 0$$

となるので、これをまとめると次のようになる。

$$\frac{dQ^F}{dq_L} = -\frac{p''Q^F + (n-1)p'}{p''Q^F + np'} \quad (3-4)$$

さらに $\varepsilon = \frac{p''Q}{p'}$ 、 $s^F = \frac{1}{n-1} \frac{Q^F}{Q}$ 、 $\frac{Q^F}{Q} = (n-1)s^F$ を用いて上式を書き換えると、

$$\frac{dQ^F}{dq_L} = -\frac{\varepsilon(n-1)s^F + (n-1)}{\varepsilon(n-1)s^F + n} = -\frac{(n-1)(\varepsilon s^F + 1)}{(n-1)\varepsilon s^F + n} \quad (3-5)$$

となる。いま需要関数は $p = A Q^{-\frac{1}{\eta}}$ と仮定されているので、 ε を整理すると、

$$\varepsilon = \frac{p''Q}{p'} = \frac{-\frac{A}{\eta} \left(-\frac{1}{\eta} - 1\right) Q^{-\frac{1}{\eta}-2} Q}{-\frac{A}{\eta} Q^{-\frac{1}{\eta}-1}} = -\left(\frac{1+\eta}{\eta}\right)$$

と簡単に表現できる。さらにこれを (3-5) 式に代入すると、次のように表現できる。

$$\frac{dQ^F}{dq_L} = -\frac{(n-1)\left\{1 - \left(\frac{1+\eta}{\eta}\right)s^F\right\}}{n - (n-1)\left(\frac{1+\eta}{\eta}\right)s^F} \quad (3-6)$$

ここで、リーダー企業の一階条件は、リーダー企業の市場シェアを s^L と表せば、次のようになる。

$$p \left[1 - \left\{ 1 + \frac{dQ^F}{dq_L} \right\} \left(\frac{s^L}{\eta} \right) \right] = c_L \quad (3-7)$$

(3-6) 式を (3-7) 式に代入すると、

$$\frac{c_L}{p} = 1 - \left(\frac{s^L}{\eta} \right) - \left[-\frac{(n-1)\left\{1 - \left(\frac{1+\eta}{\eta}\right)s^F\right\}}{n - (n-1)\left(\frac{1+\eta}{\eta}\right)s^F} \right] \left(\frac{s^L}{\eta} \right) \quad (3-8)$$

と展開できる。ここで (3-7) 式は

$$p = \frac{\eta \sum_{i=1}^{n-1} c_i}{(n-1)(\eta - s^F)}$$

と変形できるため、これを用いると (3-8) 式の左辺は、

$$\frac{c_L}{p} = \frac{c_L(n-1)(\eta - s^F)}{\eta \sum_{i=1}^{n-1} c_i}$$

となる。ここで $h = \frac{c_L}{\sum_{i=1}^{n-1} c_i}$ とおいてさらに整理すると、

$$\frac{c_L}{p} = \frac{h(n-1)(\eta - s^F)}{\eta} = \frac{h\{\eta(n-1) - (1 - s^L)\}}{\eta}$$

と表すことができる。ここであらためて (3-8) 式をすべて表示すると、

$$\begin{aligned} \frac{h\{\eta(n-1) - (1 - s^L)\}}{\eta} &= 1 - \left(\frac{s^L}{\eta}\right) + \left[\frac{(n-1) - \left\{\frac{(n-1)(1+\eta)}{\eta}\right\} \left\{\frac{(1-s^L)}{(n-1)}\right\}}{n - (n-1)\left(\frac{1+\eta}{\eta}\right) \left\{\frac{(1-s^L)}{(n-1)}\right\}} \right] \left(\frac{s^L}{\eta}\right) \\ &= 1 - \left(\frac{s^L}{\eta}\right) + \left[\frac{\left\{\frac{\eta(n-1) - (1+\eta)(1-s^L)}{\eta}\right\}}{\left\{\frac{n\eta - (1+\eta)(1-s^L)}{\eta}\right\}} \right] \left(\frac{s^L}{\eta}\right) \end{aligned}$$

となるので、この両辺を次のように展開する。

$$\begin{aligned} &h\{\eta(n-1) - (1 - s^L)\}\{\eta(n-1) - (1 + \eta)(1 - s^L)\} \\ &= \eta\{n\eta - (1 + \eta)(1 - s^L)\} - s^L\{n\eta - (1 + \eta)(1 - s^L)\} + s^L\{\eta(n-1) - (1 + \eta)(1 - s^L)\} \end{aligned}$$

いま $s^L + (n-1)s^F = 1$ を考慮しつつ上式を整理すると、次のような s^L に関する2次式にまとめることができる。

$$h(\eta + 1)(s^L)^2 + \{(\eta + 2)ha - \eta^2\}(s^L) + a(ah - \eta) = 0 \quad (3-9)$$

ここで $a = (n-1)\eta - 1$ である。(3-9) 式を解くとシュタッケルベルク・モデルにおけるリーダーの市場シェア s^{Ls} を求めることができる。さらに、 s^{Ls} がわかればフォロワー企業のシェア s^{Fs} を求めることができる。後のシミュレーションのためにこれを各フォロワー企業の平均シェア s_i^{Fs} に書き直し、(3-2) 式に代入して表現すると次のようになる。

$$p^s = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} c_i}{n-1}}{1 - \{s^{Fs}/\eta\}} \quad (3-10)$$

(3-10) 式はシュタッケルベルク競争における価格の理論値である。さらに (3-10) 式の p^s を (3-2) 式に代入すると、

$$s_i^F = \frac{p^s - c_i^F}{p^s} \frac{\eta}{n-1} \quad (3-11)$$

と書き直すことができ、シュタッケルベルク市場での個別フォロワー企業におけるシェアの理論値を得ることができる。以下では、クールノー市場シュタッケルベルク市場のシェアおよび価格の理論値を用いて、日本の洋紙市場における競争形態を推定する。

IV 市場成果と競争構造の概観

ここで経済産業省が公表している「紙パルプ統計年報」の月次データを用いて、洋紙の国内販売量と単価の経年変化を概観する。ここでは国内販売量（トン）を国内需要量とみなして国内販売金額を国内需要量で割った値を名目単価として算出し、これを紙パルプの企業物価指数（日本銀行）でデフレートした値を実質価格として計算した。

図1には1975年から2020年までの長期にわたる洋紙の国内需要と実質価格の関係を示している。これを見ると、国内需要は1980年前後の第2次オイルショックの時期にはやや停滞するものの、1970年代から順調に拡大しており、とりわけ1980年代後半の好景気の時期には出荷量が増大している。1991年のいわゆるバブル崩壊時には、景気後退の影響で需要は減退するが、その後は2007年まで堅調に市場が拡大している。ところが2008年のリーマン・ショックと呼ばれる不況の影響で、紙の市場に大きく縮小した。その後は情報通信技術の進歩によって紙の需要減少が加速している。他方、紙の単価は経年的に低下傾向にある。

洋紙の市場では1970年代から2020年に至るまで、少数の企業がシェアの9割以上を占めている。特に1990年代以降、大型合併による市場構造の変化が顕著である。戦前には市場を独占していた王子製紙は、戦後、苫小牧製紙、十條製紙、本州製紙の3つの企業に分割された。苫小牧製紙は1960年に王子製紙と改名し、その後も数社と合併したが、1990年代初頭の不況の影響で、1993年10月に神崎製紙と合併し新王子製紙と改称した。さらに新王子製紙は1996年10月に本州製紙と合併し、再び王子製紙の社名が復活した。その後、グループ関連の板紙企業を統合再編した後、2012年10月には持株会社である王子ホールディングスを設立している。

十條製紙も小規模の合併を繰り返した後、1993年4月には山陽国策パルプとの大型合併を行い日本製紙と改名した。さらに日本製紙は2001年4月、大昭和製紙と統合して持株会社を設立後、2012年10月には板紙部門と加工紙・化学製品分野を再編成し、2013年4月には日本製紙グループ本社として現在に至っている。

中堅企業では、2007年7月に東海パルプと特種製紙が持株会社方式で経営統合の後、2010年4月に正式合併し特種東海製紙が発足している。また北越製紙は2009年に紀州

図1 洋紙の国内販売量と単価

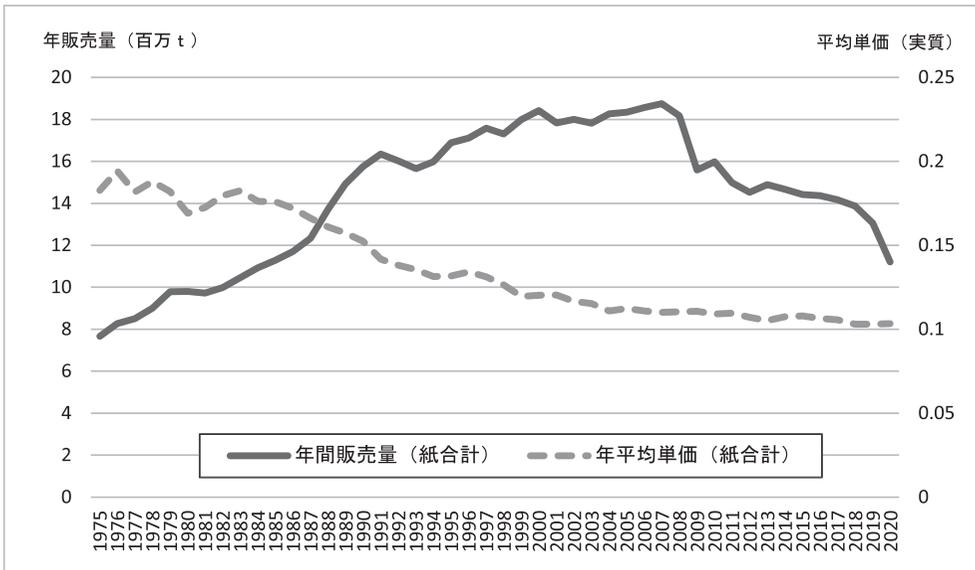
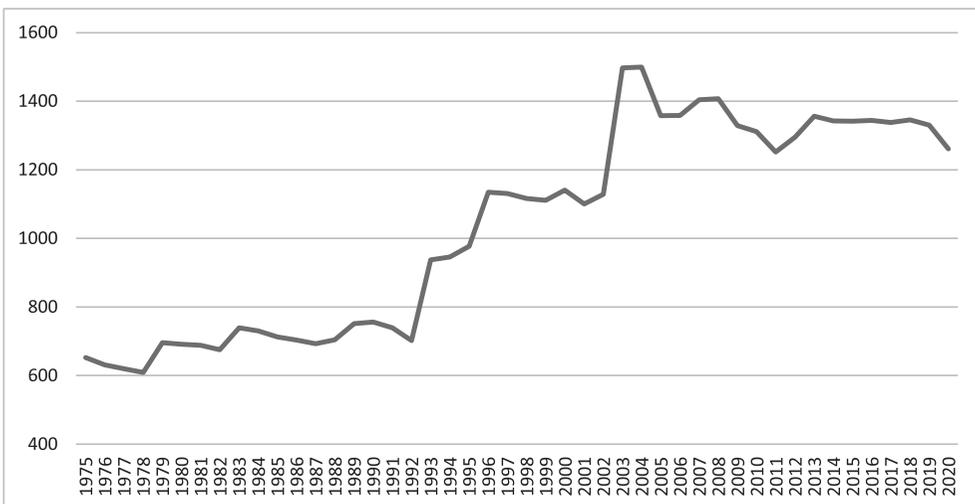


図2 洋紙市場のハーフィンダール指数



製紙を完全子会社化し、2011年4月に吸収合併している。三菱製紙、中越パルプ工業、特種東海製紙は存続しているものの、王子ホールディングスはそれら企業の大株主となっている。大王製紙は2007年に名古屋パルプを吸収合併しているが、一連の大型合併には参画していない。2010年以降は大きな業界再編の動きは見られず、最大手の王子ホールディングス、2位の日本製紙に続いて、大王製紙、北越コーポレーション、三菱製紙などが業務提携を通じて緩やかな共同事業を試みる程度である。

製紙業界の上位企業6社の規模を2021年度連結売上高でみると、王子ホールディングスは1兆3589億円であり業界1位である。業界2位の日本製紙は売上高が1兆73億

円、3位のレンゴーは板紙専門企業であり、売上高は6807億円である。業界4位の大
王製紙の連結売上高は5429億円、5位の北越コーポレーションの売上高は2224億円
であり、これに並ぶ三菱製紙の売上高は1623億円となっている¹。これに続く中越パルプ
工業の連結売上高は819億円、特種東海製紙は764億円である。

さらに、洋紙市場における市場構造の変化をハーフィンダール指数の動きで確認す
る。ハーフィンダール指数（H）は各企業のシェアを2乗して足し合わせることで算出
される市場の集中度を表す指標である。図2には1975年から2020年にわたる洋紙市場
のハーフィンダール指数の経年変化を示している。これを見ると、1990年代までは700
程度で推移していたが、1993年の王子製紙／神崎製紙＝新王子製紙、十條製紙／山陽
国策パルプ＝日本製紙の大型合併時には、ハーフィンダール指数は1000程度に急上昇
する。その後、1996年の新王子製紙／本州製紙＝王子製紙の大型合併の名称復活時に
はハーフィンダール指数が1200程度に上昇する。さらに2002年の日本製紙／大昭和製
紙＝日本ユニパックの設立時にはさらにハーフィンダール指数が上昇して1500程度に
なる。その後は王子製紙、日本製紙の2強がグループを整理統合している影響で、ハー
フィンダール指数は1400程度で推移しており、市場が寡占化している²。

日本の洋紙市場は、1990年代の合併前は王子製紙、日本製紙、大昭和製紙が3強で
あったが、1990年代の合併を通じて、王子製紙、日本製紙の2強体制となった。これ
らに続く中堅企業として、大王製紙、北越コーポレーション、三菱製紙などが存続して
いる。寡占市場の典型的な理論モデルとしては、クールノー市場とシュタッケルベルク
市場があげられるが、市場構造としてはリーダー企業とフォロワー企業が存在するシュ
タッケルベルク市場の様相を呈している。以下ではクールノー市場とシュタッケルベル
ク市場を検証するために必要な変数として、需要の価格弾力性の推定と単位費用の算出
を試みる。

V 価格弾力性と各社単位費用

先に提示した競争形態の推定するためのモデルでは、価格弾力性と単位費用の値が必
用となる。ここでは状態空間モデルを用いて洋紙市場の価格弾力性を計測するととも
に、各社の売上原価と洋紙生産比率を用いて単位費用の算出を試みる。

-
- 1 北越製紙は2009年10月に紀州製紙と合併し北越紀州製紙となり、2018年4月には北越コーポレー
ションと社名を変更しているが、本稿では北越紀州製紙として記述している。王子ホールディングスもこ
れと同様に王子製紙と記述している。
 - 2 ハーフィンダール指数の逆数は、等規模企業数を意味するため、700であれば市場に等規模企業が14
社存在すると解釈できる。これが1400になれば、等規模企業数は7社になり、この数値からも1990年
代以降、寡占化が進行したことが推察できる。

まず需要の価格弾力性値を推定するために、洋紙の需要関数を散布図によって提示し、時系列の推移を確認する。需要関数の計測に用いた需要量のデータは、『紙パルプ動態統計』に掲載された紙合計（洋紙）の国内需要量を用いている。また、価格のデータは上述の定義と同様で、販売金額を国内需要量で割った値を名目単価として算出し、これを紙パルプの企業物価指数（日本銀行）でデフレートした値を実質価格として用いている。いま国内販売量 Q は実質単価 P と市場規模の変数 A から影響を受けると考え、価格のみを変数とした需要関数、 $Q = f(P)$ として需要の価格弾力性を推計する。計測のために、この一般的な需要関数を $Q = A \cdot P^\eta$ で特定化し、さらにこの両辺に対数（自然対数）を取って、次の回帰式を計測する。

$$\ln Q = \alpha + \eta \ln P \quad (4-1)$$

図3には洋紙の国内販売量と実質単価について、相対価格を横軸、国内販売量を縦軸にとった散布図を描き回帰直線の近似式を提示している。従来の方法で価格弾力性を求めた場合、分析期間を通じて価格弾力性の値は一定となる。散布図を見ると、1980年代の価格弾力性は2を超える値となっており、かなり高く計測されている。1990年代に入ると0.5程度になるが、2000年代には0.2ほどの値にさらに弾力性が低くなる。2010年代になると洋紙需要の停滞のため、価格が低下しても需要量が回復せず、価格弾力性はプラスに計測されてしまう。そのため、理論的な整合性を考慮するならば、適切な分析期間は1980年からリーマン・ショックのあった2008年頃までが妥当であろう。この期間についてOLSで単回帰分析を行うと、次のような結果を得た（括弧内は p 値）。

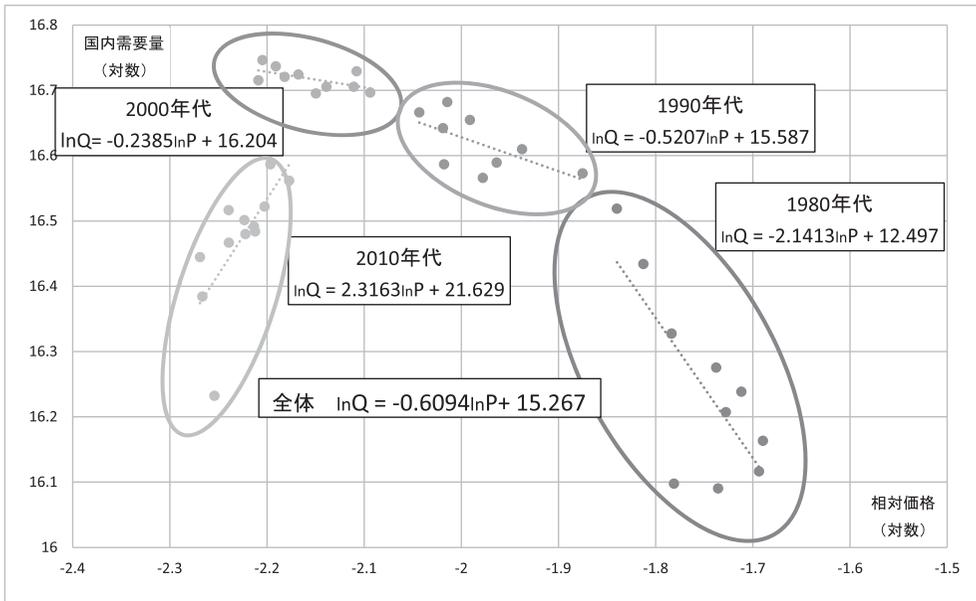
$$\ln Q = \underset{(2.45E-33)}{14.211} - \underset{(6.05E-13)}{1.180} \ln P \quad (4-2)$$

この計測によれば、価格弾力性 η の値は1.18と解釈できる。しかし、図3を見てもわかるように、需要関数の形状は景気の局面によって変化があり、四半世紀に及ぶ期間の価格弾力性を一定とすることはできない。ある程度の期間によって分割することが妥当であるが、分割時点の根拠を明確にする必用がある。

そこで、状態空間モデルを価格弾力性の推計に採用する。状態空間モデルは時系列データにおいて、実際に観測されない状態方程式のパラメータを推定し、その推計値から観測方程式の係数値を求める手法である。³初期の研究には Kalman (1961) や Kalman and Bucy (1961) があるが、その後は制御工学の分野で分析手法が展開され、1970年

3 状態空間モデルについては谷崎 (1993) で経済モデルへの適用について詳しく展開されている。

図3 洋紙市場の需要関数



代になって統計学や経済学に応用されてきた分析手法である。

ここで需要関数に状態空間モデルを適用する。いま実現する可能性のある潜在的な確率変数である需要量を状態変数と解釈し、実際に実現した需要量を観測変数とする。状態空間モデルに需要関数を適用した場合、需要量の変動要因は需要水準のそのものの変化と誤差の二つに分けて定式化される。需要量そのものは每期変化するが、それは本当に需要水準が何らかの影響で変化したものなのか、それとも求められる需要水準そのものに変化はないが、毎期のノイズ（誤差）によるものなのかが問題となる。状態空間モデルでは目に見えない需要量の状態（実現可能性）を想定し、その「状態」は前期の値と関係しているという予測を行うことで、今期の「状態」を作り出すことになる。このような基本的な状態空間モデル（ローカルレベル・モデル）を定式化すると次のようになる。

$$\begin{aligned}
 Q_t &= \delta_t + \mu_t & \mu_t &\sim N(0, \sigma_\mu^2) & \text{観測方程式} \\
 \delta_t &= \delta_{t-1} + \nu_t & \nu_t &\sim N(0, \sigma_\nu^2) & \text{状態方程式}
 \end{aligned}$$

このモデルにおいて、今期の観測値 Q_t は今期の観測値を生み出す可能性の集合である状態 δ_t から発生するが、正規分布 $N(0, \sigma_\mu^2)$ に従う誤差 μ_t を伴う。さらに今期の状態 δ_t は、前期の状態 δ_{t-1} と正規分布 $N(0, \sigma_\nu^2)$ に従う状態誤差 ν_t に依存している。

実際の計測では、状態空間モデルの中でも説明変数の時間経過を係数値で明示できる

「時変係数モデル」を採用する。時変係数モデルでは、基本の状態空間モデルに外生変数を取り込み、外生変数が観測値に与える影響を考慮することができる。ここでは状態空間モデルによる計測を試みるため、相対価格をあえて外生変数とした次のような時変係数モデルを採用している。

$$\ln Q_t = c + \eta_t \ln P + \mu_t \quad \mu_t \sim N(0, \sigma_\mu^2) \quad (4-3)$$

$$\eta_t = \eta_{t-1} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (4-4)$$

(4.3) は観測方程式であり、(4.4) 式が状態方程式となる。この定式化によれば、時変係数 β_t の推定値によって、毎期の価格弾力性値を得ることができる。この状態空間モデルによって需要の価格弾力性の計測を試みる。

想定する需要関数は、理論モデルで展開した通り $Q = f(P)$ を想定し、財の需要量 Q を相対価格 P で説明する。相対価格 P は紙パルプ動態統計から得た国内販売額（暦年計）を国内販売量で割った名目単価を、日銀の紙パルプ企業物価指数（2015年接続指数を2000年=1として加工）で実質化している。価格弾力性の計測期間は1980年から2020年までとする。

図4には洋紙の需要関数を状態空間モデルで計測した結果を掲載している⁴。この結果を見ると、毎期の需要の価格弾力性値 η_t は0.8から0.5までの間で推移しているが、1980年代に比べて1990年から2008年までのリーマン・ショックの期間は弾力性の絶対値は大きく価格弾力的になる。その後は弾力性の絶対値は小さくなる。つまり洋紙の国内需要量が拡大傾向にあった時期には洋紙の市場は全体として価格弾力的であり、その後の停滞期には弾力性値が小さくなっているということがわかる。

このように状態空間モデルを使えば、時系列で各期の弾力性値を得ることができるため、毎期の価格弾力性をデータとして別の分析に使用することができる。これが状態空間モデルを用いて需要の価格弾力性を計測する大きなメリットとなる。

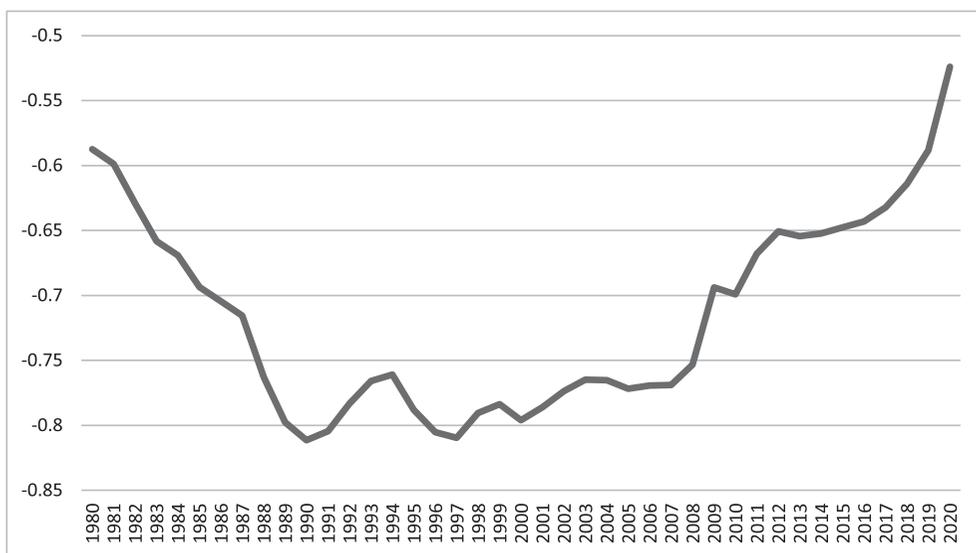
需要の価格弾力性 η が得られたところで、次に各企業の限界費用（単位費用） c_i の作成方法を説明する。各企業の洋紙の限界費用（単位費用） c_i は次のように作成した⁵。

$$c_i = \frac{\text{売上原価} \times \text{洋紙の生産構成比}}{\text{洋紙の生産量}} \quad (4-5)$$

4 ここでは考察で言及しないため掲載を割愛しているが、状態空間モデルの計測結果は係数値も状態変数も、また分布の標準偏差の値も統計的に1%有意で得られている。なお状態空間モデルの計測にはEviews 12を用いている。

5 実際には単位費用についても、費用関数を設定して毎期の状態空間モデルの適用を試みたが、統計的に安定した計測結果を得ることができなかった。

図4 状態空間モデルによる価格弾力性の推移



(4-5) 式では c_i の分子を可変費用で定義するため、企業の財務諸表に計上された売上原価に各企業の売上高に対する洋紙生産構成比を乗じることで、洋紙の生産に費やした可変費用とみなしている。ここで洋紙の生産構成比は、洋紙の名目価格を生産量（トン）に乗じて、これを売上高で除することによって求めている。これを各企業の洋紙生産量で除した値を、ここでは限界費用（単位費用） c_i と定義した。⁶

こうして得られた価格弾力性と単位費用の値から、クールノー市場とシュタッケルベルク市場それぞれの競争形態における毎期の価格の理論値を求め、観測された価格の現実値との乖離を比べる。分析対象となる企業は、1980年以降、継続的に洋紙を生産する企業で、日本製紙連合会が編集する『紙板紙統計年報』の紙総合に0.5%以上のシェアで登場する上場企業、具体的には、王子（新王子）製紙、日本（十條）製紙、大昭和製紙、本州製紙、山陽国策パルプ、大王製紙、神崎製紙、三菱製紙、北越製紙、紀州製紙、中越パルプ工業、東海パルプ、日本加工製紙、巴川製紙所と、0.5%には満たないが大型合併に関わった特種製紙を含む15社である。王子製紙のホールディングス化によって2012年以降の財務諸表の項目が不連続となるため、分析期間は1980年から財務諸表の項目が継続的に得られる2011年までとしている。

サンプル企業各社のシェアについて期間平均をとった値を表1に示している。これを見ると、1993年の王子製紙／神崎製紙＝新王子製紙発足の際には、王子製紙の市場シェアは4%ほど上昇しており、1996年の新王子製紙／本州製紙＝王子製紙の大型合併では、さらに4%シェアが増大している。最終時点である2020年のシェアは22%とな

6 ここで用いた財務データは、すべて日経 NEEDS データファイルより入手している。

表1 各社シェアの期間平均値

	王子(新王子)製紙	神崎製紙	本州製紙	日本(十條)製紙	大昭和製紙	山陽国策	大王製紙	三菱製紙
1980-1989	0.164	0.045	0.031	0.118	0.107	0.077	0.061	0.038
1990-1992	0.155	0.042	0.036	0.108	0.114	0.059	0.080	0.044
1993-1995	0.196	1993年に王子製紙と合併	0.039	0.169	0.113	1993年に日本製紙と合併	0.082	0.047
1996-2002	0.236		1996年に王子製紙と合併	0.170	0.107		0.088	0.049
2003-2011	0.220			0.264	2002年に日本製紙と合併		0.104	0.046
	北越製紙	紀州製紙	中越パルプ	東海パルプ	日本加工製紙	巴川製紙所	特種製紙	
1980-1989	0.019	0.021	0.030	0.009	0.022	0.005	0.004	
1990-1992	0.028	0.018	0.038	0.008	0.021	0.004	0.004	
1993-1995	0.032	0.018	0.042	0.008	0.022	0.003	0.003	
1996-2002	0.041	0.016	0.043	0.009	0.020	0.002	0.003	
2003-2011	0.061	0.016	0.048	0.009	2002年に破綻	0.001	0.004	

表2 各社単位費用の推移

	王子(新王子)	神崎	本州	日本(十條)	大昭和	山陽国策			
1980-1989	0.157	0.163	0.163	0.145	0.163	0.161			
1990-1992	0.137	0.144	0.140	0.118	0.145	0.146			
1993-1995	0.127		0.130	0.156	0.132				
1996-2002	0.121			0.088	0.124				
2003-2011	0.109			0.118					
	大王	北越	三菱	中越	紀州	東海	特種	日本加工	巴川
1980-1989	0.160	0.161	0.159	0.160	0.158	0.165	0.173	0.164	0.172
1990-1992	0.138	0.138	0.143	0.145	0.139	0.136	0.119	0.149	0.151
1993-1995	0.126	0.126	0.130	0.128	0.129	0.131	0.114	0.133	0.133
1996-2002	0.119	0.117	0.125	0.121	0.124	0.123	0.105	0.128	0.121
2003-2011	0.109	0.107	0.110	0.110	0.115	0.109	0.109		0.111

っている。

2強の一角である日本製紙は、1993年の十條製紙／山陽国策パルプ＝日本製紙の大型合併時のシェアは山陽国策パルプのシェア分である6%ほど上昇し、その後、2002年の日本製紙／大昭和製紙＝日本ユニパックの設立時には、やはり大昭和製紙のシェア分に相当する10%のシェア増大が観察され、2020年のシェアは26%になる。

その他の洋紙シェアは、大王製紙で8%から10%、三菱製紙と北越製紙で5%程度、中越パルプ工業はほぼ4%、2002年に破綻した日本加工製紙で2%、東海パルプは1%となっている。巴川製紙所、特種製紙の洋紙シェアは1%に及ばないことがわかる。

さらにここで、各社の単位費用の推移を確認する。(4-5)式で定義した計算方法によって c_i を算出し、実際の計測では各年の値を用いるが、期間平均をとった値を表2に

掲載した。これを見ると、企業間での大きな差はなく、概ね 1.4 程度の値が算出されている（各企業平均の全体平均は 1.36）。

VI 競争形態の検定

状態空間モデルによって計測された毎期における需要の価格弾力性と、売上原価の洋紙生産比率によって算出した単位費用を用いて、以下では洋紙市場における競争形態の検証を試みる。クールノー市場の検証はモデルに価格弾力性の値と各企業の単位費用を代入して理論値を求める。シュタツケルベルク市場の理論値は、分析期間において 10%以上の洋紙シェアがあった王子製紙、日本製紙、大昭和製紙を市場のリーダー企業、残りの企業をフォロワー企業として分析を進める。

理論モデルではリーダー企業が 1 社と想定していたため、実証段階では理論と整合的な数値を得るために、王子製紙、日本製紙、大昭和製紙の 3 強がリーダー企業として第 1 段階でクールノー競争を行い、第 2 段階でその残余需要をフォロワー企業が競争する、2 段階ゲームを想定する。この設定でシュタツケルベルク市場の価格の理論値を算出している。

ここであらためて計算の確認のために、クールノー市場における価格の理論値は (2-6) 式とシュタツケルベルク市場の理論値の (3-10) 式を再掲する。

$$p^c = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n - (1/\eta)} \quad (2-6)$$

$$p^s = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} c_i}{n-1}}{1 - \{s^{Fs}/\eta\}} \quad (3-10)$$

クールノー市場については、企業数 n と価格弾力性 η および各企業の単位費用 c_i のデータを作成して (2-6) 式に代入すれば理論値をたやすく得ることができる。しかし、シュタツケルベルク市場の理論値は、リーダー企業のシェア s^L に関する (3-9) 式の 2 次方程式の解をもとにフォロワー企業のシェアを求め、その値を本来であれば (3-10) 式に代入してシュタツケルベルク市場の理論価格 p^s を計算することになる。実際に、この過程を経ると、2 次方程式のリーダー企業のシェア s^L に関する解の条件が極めて厳しいため、理論価格 p^s が現実値と大きく乖離してしまう⁷。

7 例えば、(3-9) 式の 2 次方程式を再掲すると、

$$h(\eta+1)(s^L)^2 + \{(\eta+2)ha - \eta^2\}(s^L) + a(ah - \eta) = 0 \quad (3-9)$$

となり、 $h = (c_L/\sum_{i=1}^{n-1} c_i)$ で、 $a = (n-1)\eta - 1$ が定義である。いま企業数が 7 社で、リーダー企業が \nearrow

そこで本稿では s^L にリーダー企業群のシェアによる現実値を用い、 c_L についてはリーダー企業群の平均値を採用してフォロワー企業群との現実値の比率で計算し、これを (3-10) 式に代入してシュタツケルベルク市場の理論価格 p^s を求めた。以上のようなデータ作成上の仮定のもとで、競争形態の検証は次のような回帰式によって判断する。

$$p_t = \alpha + \gamma p_t^T + \mu_t \quad (6-1)$$

ここで p_t は t 期の価格の現実値であり、 p_t^T はそれぞれの競争形態における毎期の価格の理論値である。この式において $\alpha = 0, \gamma = 1$ に設定すれば、価格の現実値 p_t が理論値 p_t^T と一致することになる。つまり洋紙市場の競争形態は、(6-1) 式において次の仮説を統計的に検定することによって検証される。

帰無仮説 $\alpha = 0, \gamma = 1$

対立仮説 $\alpha \neq 0, \gamma \neq 1$

この検定では、帰無仮説の $\alpha = 0, \gamma = 1$ を棄却できなければ、価格の現実値と理論値が一致する。もし帰無仮説が棄却され対立仮説 $\alpha \neq 0, \gamma \neq 1$ が採択されるならば、当該競争形態を確認できないということになる。この検定を実施するために、分析期間における年次の洋紙の実質単価を被説明変数とし、クールノー・モデルとシュタツケルベルク・モデルにおける価格の理論値で説明する因果関係を、図5に散布図として描いている。クールノー市場の理論値がシュタツケルベルク市場の理論値よりも高くなるのは、教科書的な基本モデルからも類推できるが、計測結果はこれを反映したかたちで提示されている。

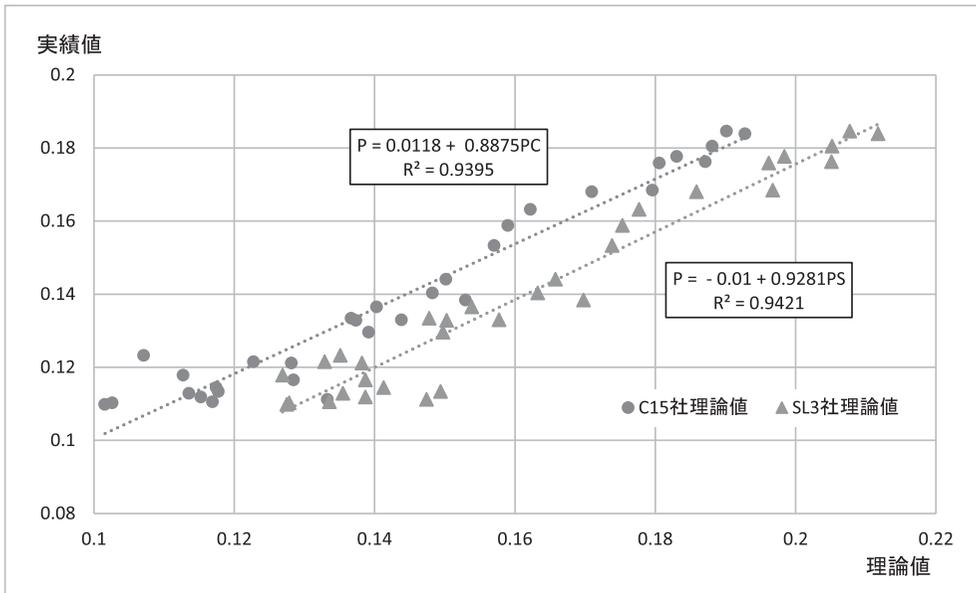
ここで1980年から2011年までの洋紙実質単価 p と状態空間モデルによって計算された需要の価格弾力性を、(2-6) 式のクールノー理論価格 p^c に代入し、(4-6) 式の回帰分析 (OLS) によって検定した結果、以下のような計測値を得た。

$$p_t = 0.012 + 0.887 p_t^c \quad (6-2)$$

(0.061) [-2.736]

1社であると仮定する。他の変数については既に計算した現実値を反映すると、 $c_i = 0.14$ で、 $h = 1.67$ となる。これを (3-9) 式に代入して解の公式によってリーダー企業のシェア s^L を求めると 0.49 となる。すると s^{Fs} は 0.51 となるので、 $p^s = 0.516$ と計算される。それぞれのパラメータの値を変化させても、 s^L や p^s の値は現実値と大きく乖離してしまう。この計算値の解決については今後の課題となる。

図5 クールノー市場とシュタッケルベルク市場の理論値と実績値



切片の () 内には p 値を示しているが, [] 内には検定統計量として $(\gamma - 1)/S.E.(\gamma)$ として計算によって得られた t 値を示している。計測結果を見ると, $\alpha = 0$ の p 値は 0.061 となっているため $\alpha = 0$ は棄却されてしまう。また $\gamma = 1$ の t 値は 2.736 で得られている。この 1% 水準の臨界値は 2.738 であることから, $2.736 < \text{Critical} [2.738]$ となるため, 僅かながらの水準であるが $\gamma = 1$ がかりうじて棄却されず, γ のみにおいて帰無仮説が採択されるため, クールノー市場の可能性は統計的に否定できない。しかし 5% 水準の検定であれば, $2.736 > \text{Critical} [2.037]$ となるため, $\gamma = 1$ が棄却され $\gamma \neq 1$ が採択される。つまり 5% 水準であれば, $\alpha = 0$ と $\gamma = 1$ とともに棄却されるため, 厳密な意味ではこの期間の競争形態がクールノー市場とは言えないことになる。

次にシュタッケルベルク市場とみなせるかどうか同様の計測を試みた。理論モデルとの整合性を持たせるために, 先に想定したように, 王子製紙, 日本製紙, 大昭和製紙がリーダーとして事前にクールノー競争を行い, 残余需要をフォロワー企業が競争する 2 段階ゲームを想定する。したがって, リーダー企業のシェアは 1 社の設定で, シュタッケルベルク市場における価格の理論値が計算されている。この理論値と現実値の計測結果は次のようになる。

$$p_t = \underbrace{-0.01}_{(0.156)} + \underbrace{0.928}_{[1.712]} p_t^s \quad (6-3)$$

シュタッケルベルク市場の計測結果を見ると, $\alpha = 0$ の p 値は 0.156 となっているた

め、 $\alpha = 0$ が棄却できない。 $\gamma = 1$ の t 値は1.712で得られている。この1%水準の臨界値は2.738であることから、 $1.712 < \text{Critical} [2.738]$ となるため、 $\gamma = 1$ の帰無仮説が棄却できずシュタツケルベルク市場仮説が採択される。統計的に切片はゼロで傾きは1という結果を得ることになる。つまりシュタツケルベルク市場の競争形態を呈していることが統計的に強く検証された。

本稿の分析から、洋紙市場においては文字通り、業界のリーダー企業として生産量を先決する典型的な逐次手番ゲームのモデルである、シュタツケルベルク市場の性質を持つことが、理論的枠組みを前提にした計測によって明らかになった。⁸

VII 結 論

本稿では典型的な寡占形態が観察される日本の洋紙市場を対象に、1970年代から2020年までにおける長期の国内販売量と価格の動きを概観し、競争市場の理論モデルから得られた価格の理論値を用いることで、クールノー競争とシュタツケルベルク競争市場の競争形態を検証した。モデルから得られた価格の理論値は、企業数とシェア、さらに需要の価格弾力性、限界（平均）費用というパラメータを使って算出することができ、これを現実の価格と比較する手法で検定を試みた。

従来、需要の価格弾力性の推計では、分析期間においてひとつのパラメータしか推計できなかったが、状態空間モデルを用いた状態変数の推計によって、毎期の価格弾力性の値を得た。これらを理論モデルから導出した理論値に代入することにより、企業数とシェアに加え、価格弾力性、単位費用を每期変化する変数として分析に適用しているところは、実証において新奇で独自の点である。

洋紙市場は1990年代に大型合併が相次ぎ、市場構造に大きな変化が見られたが、1980年から2011年の分析期間では、クールノー競争市場は棄却され、シュタツケルベルク競争市場であることが統計的に明らかになった。本稿の統計的な検定方法は、それぞれの競争モデルから得られる理論価格を現実値と直線的に対応させるかなり厳しい条件にもかかわらず、価格の理論値は現実値と一致し、検定結果は仮説を支持するものとなった。

寡占市場の典型とされるクールノー市場やシュタツケルベルク市場は、過去に豊富な理論研究の蓄積がある。市場の競争形態を特定化できれば、理論研究のインプリケーションを適用して、当該市場の戦略的行動を窺うことができ、様々な政策判断を行う根拠

8 クールノー市場とシュタツケルベルク市場に関するシェアの検定も試みた。しかしながら理論値を求めるプロセスでシェアが経済的に意味をなさない値が算出されるケースが見られた。価格の理論値においても計算過程でこうしたシェア値のもとで計算がなされていることを改善することが課題となる。

となる。

今後の研究課題としては、理論モデルで展開したシェアの検定を洋紙の市場に適用し、競争形態の検証を補完する必要がある。また、理論モデルの改良として、単一のリーダー企業を複数に拡張し、実証分析でおこなったように第1段階でリーダー企業群がクールノー競争を行い、2段階目でシュタッケルベルク競争によって生産量と価格が決まるようなモデルを洋紙市場に適用しなければならない。

さらには競争構造を推定する際の理論価格の算出について、単位費用の作成における改善点が多いことがあげられる。実際に単位費用のデータそのものを入手することはできないので、費用関数の推定に工夫を加えるなどして、多角的な算出方法を試してみる必要がある。また近年、研究が盛んである構造推定の方法をこの種の研究に活かすことも考慮しなければならない。

*本稿作成にあたり、同志社大学商学部上田雅弘ゼミナール2021年度卒業生の池田千華さんには、状態空間モデルの分析補助で多大なるご協力をいただいた。ここに記して感謝します。また本研究は同志社大学人文科学研究所第20期部門研究成果の一部である。

参考文献

- [1] Alexander, D. L. (1988) "The oligopoly solution tested," *Economics Letters* 28(4), pp.361-364.
- [2] Appelbaum, E. (1979) "Testing price taking behavior," *Journal of Econometrics*, 9(2-3), pp.283-294.
- [3] Appelbaum, E. (1982) "The Estimation of the Degree of Oligopoly Power," *Journal of Econometrics*, 19(2-3), pp.287-299.
- [4] Berry, S., J. Levinsohn and A. Pakes (1995) "Automobile Prices in Market Equilibrium," *Econometrica*, 63(4), pp.841-890.
- [5] Bikker, J. A. and K. Haaf (2002) "Competition, Concentration and their Relationship: An Empirical Analysis of the Banking Industry," *Journal of Banking and Finance*, 26(11), pp.2191-2214.
- [6] Bresnahan, T. F. (1982) "The Oligopoly Solution Concept is Identified," *Economics Letters*, 10(1-2), pp.87-92.
- [7] Daughety, A. (1990) "Beneficial Concentration,," *American Economic Review*, 80, pp.231-237.
- [8] Kalman, R. E. (1960) "A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems," *Journal of Basic Engineering, ASME*, 82(1), pp.35-45.
- [9] Kalman, R. E. and R. S. Bucy, (1961) "New Results in Linear Filtering and Prediction Theory," *Journal of Basic Engineering, ASME*, 83(1), pp.95-108.
- [10] Davidson, C. and R. Deneckere. (1984) "Horizontal Mergers and Collusive Behavior," *International Journal of Industrial Organization*, 2, pp.117-132.
- [11] Farrell, S. and C. Shapiro (1990) "Horizontal Mergers: An Equilibrium Analysis," *American Economic Review*, 80, pp.107-126.
- [12] Fershtman, C. and M. I. Kamien (1987) "Dynamic Duopolistic Competition with Sticky Prices," *Econometrica*, 55(5) pp.1151-1164.
- [13] Gugler, K., D. Muller and B. Yurtoglu (2003) "The Effects of Mergers: An International Comparison" *International Journal of Industrial Organization*, 21, pp.625-653.
- [14] Iwata, G. (1974) "Measurement of Conjectural Variations in Oligopoly," *Econometrica*, 42(5), pp.947-

966.

- [15] Lau, L. J. (1982) "On Identifying the Degree of Competitiveness from Industry Price and Output Data," *Economics Letters*, 10(1-2), pp.93-99.
- [16] Murray, B. C. (1995) "Measuring Oligopsony Power with Shadow Prices: U.S. Markets for Pulpwood and Sawlog," *The Review of Economics and Statistics*, 77, pp.486-498.
- [17] Levin, D. (1990) "Horizontal Mergers: The 50-Percent Benchmark," *American Economic Review*, 80, pp.1239-1245.
- [18] Martin, S. (1988) "The Measurement of Profitability and the Diagnosis of Market Power." *International Journal of Industrial Organization*, 6, pp.301-21.
- [19] Nevo, A. (2000) "Mergers with Differentiated Products: The Case of the Ready-to-Eat Cereal Industry," *The RAND Journal of Economics*, 31(3), pp.395-421.
- [20] Odagiri, H. and T. Hase (1989) "Are Mergers and Acquisitions going to be Popular in Japan too?," *International Journal of Industrial Organization*, 7, pp.49-72.
- [21] Panzar, J. C. and J. N. Rosse (1987) "Testing for "Monopoly" Equilibrium," *Journal of Industrial Economics*, 35(4), pp.443-56
- [22] Pazo, C. and J. Jaumandreu (1999) "An Empirical Oligopoly Model of a Regulated Market." *International Journal of Industrial Organization*, 17, pp.25-57.
- [23] Pepall, L. D. Richards and G. Norman (2001) 'Industrial Organization Contemporary Theory and Practice', South-Western.
- [24] Perry, M. and R. Porter (1985) "Oligopoly and Incentive for Horizontal Merger," *American Economic Review*, 75, pp.219-227.
- [25] Roberts, M. J. (1984) "Testing oligopolistic behavior," *International Journal of Industrial Organization*, 2(4), pp.367-383.
- [26] Salant, S. S. Switzer and R. Reynolds (1983) "Losses from Horizontal Merger: The Effects of an Exogenous Change in Industry Structure on Cournot-Nash Equilibrium," *The Quarterly Journal of Economics*, 98, pp.185-199.
- [27] Shaffer, S. (1983) "Non-structural measures of competition: Toward a synthesis of alternatives," *Economics Letters* 12(3-4), pp.349-353.
- [28] Shaffer, S. (1989) "Competition in the U.S. banking industry," *Economics Letters* 29(4), pp.321-323.
- [29] Shaffer, S. and J. DiSalvo (1994) "Conduct in a banking duopoly," *Journal of Banking and Finance* 18(6), pp.1063-1082.
- [30] Shelden, I. and R. Sperling (2003) "Estimating the Extent of Imperfect Competition in the Food Industry: What Have We Learned?," *Journal of Agricultural Economics*, 54(1), pp.89-109.
- [31] 岩田暁一 (1974) 『寡占価格への計量的接近』東洋経済新報社。
- [32] 上田雅弘 (2004) 「日本の製紙業界再編とシュタツケルバルク競争」『松山大学論集』第16巻1号 pp.175-204。
- [33] 上田雅弘 (2015) 「新聞巻取紙市場における競争形態の検証：クールノー・モデルとシュタツケルバルク・モデルへの適用」『同志社商学』第66巻6号 pp.1261-1280。
- [34] 上田雅弘 (2022) 「状態空間モデルを用いた日本の製紙業に関する需要の価格弾力性の計測」同志社商学』第73巻6号 石田信博教授定年退職記念号 pp.1341-1364。
- [35] 大川隆夫・上田雅弘 (1999) 「寡占市場における競争形態の検証——日本の磨き板ガラス市場における実証分析」『立命館経済学』第48巻1号, pp.34-47。
- [36] 加藤智章・吉田昌之 (2003) 「我が国紙・パルプ産業の計量分析」『農林業問題研究』第39巻1号, pp.178-183。
- [37] 加藤智章 (2008) 「我が国紙市場の競争度の計測 推測的変動モデルによる実証分析」『林業経済』第61巻7号, pp.1-16。

- [38] 北川源四郎（2019）「時系列解析における状態空間モデルの利用」『統計数理』67巻2号，pp.181-192。
- [39] 谷崎久志（1995）『状態空間モデルの経済学への応用－可変パラメータ・モデルによる日米マクロ経済モデルの推定－』『神戸学院大学経済学研究叢書』第26巻4号，pp.127-134。
- [40] 中村和幸（2014）「統計的時系列解析2：状態空間モデル（チュートリアル）」『応用数理』24巻2号，pp.74-79。
- [41] 『紙・板紙統計年報』日本製紙連合会。
- [42] 『紙パルプ統計年報』経済産業省。
- [43] 『日本マーケット・シェア事典』矢野経済研究所。