

不完全情報と不完全競争

——クールノー均衡とベルトラン均衡を中心として——

酒井 泰 弘*

Imperfect Information and Imperfect Competition: Cournot versus Bertrand Equilibria

Yasuhiro Sakai

目 次

1. はじめに
2. クールノー均衡とベルトラン均衡——双対アプローチ——
3. 不確実性と情報構造
 - A. 不確実性の存在
 - B. さまざまな情報構造
4. 不完全情報下の複占均衡
 - A. 追加情報の価値
 - B. 2段階ゲーム——情報伝達の誘因——
 - C. 2つのタイプの複占均衡の比較
5. おわりに

1. はじめに

クールノー均衡とベルトラン均衡——この両者は、「不完全競争の経済学」において重要な役割を演じる2つの基本的均衡概念である。他方、近年発展の

* 本研究の一部は、昭和60年度筑波大学学内プロジェクト（「高度情報化が日本の国際化の進展に及ぼす影響とその対応策に関する学際的研究」、研究代表者：酒井泰弘）からの資金援助によって行なわれた。記して感謝の意を表します。本稿を宇野健吾先生の御退官記念に捧げますとともに、同先生の今後の御活躍をお祈り申し上げます。

めざましい「不確実性の経済学」では、追加情報の役割や情報伝達の誘因をめぐる問題が精力的に研究されている。本稿の目的は、これら2つの経済学の相互交流を図ることである。すなわち、もっと具体的に言えば、「双対アプローチ」の立場からクールノー均衡とベルトラン均衡との関係を明らかにするとともに、これら2つの均衡における不確実性と情報の役割を分析することである。

周知のように、最も標準的なマイクロ経済モデルは、ワルラス以来の伝統を引きつぐ一般均衡モデルである。そこでは完全競争および完全情報という「二重の完全性」がはじめから前提され、個人的均衡と市場均衡とがどのように斉合されるかが吟味される。これは市場経済のワーキングについての理想的なパラダイムと言えよう。しかるに、「現実」が「理想」と異なるのは、経済学の世界でも例外ではありえないのである。

理想型としての一般均衡モデルから、市井人としてのわれわれが実際に目にする国民経済の方へと現実接近を図ろうとすると、2つの方向が有効である。そのひとつは、二重の完全性の中で、完全競争の仮定を弱めて、より現実的な仮定に代えるという行き方である。これは1930年代の経済学者によって集中的に研究され、独占・複占・寡占などのメカニズムを研究対象とする「不完全競争の経済学」として結実した。

もう1つの現実接近は、完全情報という非現実的な仮定を除去することによって可能となる。われわれは不確実性の世界の住人であって、ひとつの行為から出る諸々の結果について、完璧な情報を持っているわけではない。われわれが全知全能の神でない以上、人間知識の有限性という事実は、ただひたすら受け入れる以外に仕方がない。たとえかかる受動的対応を超え、その限界を積極的に打開しようとしても、不確実性の程度が減じるだけで、不確実性の存在そのものが完全に消去できるわけではない。このような不確実性ないし不完全情報が、人間の経済活動に及ぼす影響を体系的に分析しようとするのが、いわゆる「不確実性の経済学」である。この「新しい経済学」は、その確立したのが

1970年代と考えられるから、誕生以来まだ10歳有余という若さである。

不確実性の経済学の最近の隆盛はめざましいものがある。それはマイクロ経済学の中の1つの静かな「革命」として、各分野の展開に対してさまざまな影響を及ぼしている¹⁾。不完全競争の経済学としてその例外ではなく、不確実性の経済学の発展とともに、全面的見直し作業が迫られている。公平を期して言うならば、これら2つの経済学は「兄弟分の分野」として、持ちつ持たれつの関係にある。本稿のねらいは、この「持ちつ持たれつの関係」に対して1つの新しい光を照射することである。

数多くある不完全競争モデルの中で、最も基本的なモデルは、なんといてもクールノーの複占モデル [8] である。その原型が出来上ってから早や150年の星霜を経ているが、その不滅の光は見事というほか形容のしようがない。本稿で取り扱う複占モデルは、このクールノーの伝統を継承しつつ、そこに新しい時代の息吹きを入れようと試みる。その「新しい息吹き」の第1のものは、製品差別化と費用格差の存在をモデルの中に積極的に取りこもうとすることにある。2つの複占企業が産出する製品は、完全に同質なものでもないし、また完全に異質なものでもない。いわば「エコノ会社の黒インク」と「ミクス会社の赤インク」という風に、2つの製品間の「物理的相互依存関係」(physical interdependence) は、完全代替と完全補完との中間に来るのが通例である。従来のクールノー・モデルの多くのものでは、同質の製品と同一の費用構造が前提されるという意味で、「対称的モデル」(symmetric model) であった。これに対して、もっと一般的な「非対称モデル」(nonsymmetric model) の立場から複占モデルを新しく作り上げることが、本稿のねらいの1つである。

複占企業のとりうる戦略変数として、2つのものが考えられる。その1つは

1) ミクロ経済学の「革命」といわれるものは、常に“r”の付かない“revolution”なのであり、「両国の花火」のような華々しさはないけれども、「紙の発明」のように広く深く、そして長く浸透する性質を持つ。「不確実性の経済学」はこのような“evolution”のひとつであり、しかも最新のものである。その詳しい内容と展開については、拙著 [18] を見られたい。

産出量であり、他の1つは価格水準である。そして、数量の設定をはかるクールノー型複占市場の均衡は、単に「クールノー均衡」(Cournot equilibrium)と呼ばれる。他方、これと対比する形で、価格設定をめざすクールノー型複占市場の均衡は「ベルトラン均衡」(Bertrand equilibrium)と命名されることが多い²⁾。本稿で見られる第2の新しい息吹きとは、これら2つの均衡間の関係——これを「双対関係」(dual relationship)と言う——に対して、鋭い分析のメスを入れることである。

第3の、そして最も新しい息吹きは、不確実性の存在と多様な情報構造の導入に関する。多様化された製品に対する需要構造や、企業間格差のある費用構造はもはや確定的に定まらず、不確実性や危険の要因によって大きく影響を受ける。例えば、「牛久ワイン」と「甲府ワイン」とでは——たとえ同系列のメーカーによって醸造されているとしても——その相互依存関係は天候・事故などの不確実性によって左右される。これがいわゆる「確率的相互依存関係」(stochastic interdependence)なのであって、かかる関係についても、完全代替から完全補完までの幅広いスペクトラムが予想される。

要するに、本稿の主な目的は、双対アプローチの見地からクールノー均衡とベルトラン均衡の関係を明らかにし、2つの複占企業間の物理的・確率的相互依存関係を分析するということである。当然ながら、そのような分析を通じて、追加情報の価値および情報伝達の問題が同時に解明されることになるだろう。

複占企業間の利害は複雑である。複占ゲームは「非ゼロ和ゲーム」(non-zero-sum game)であるから、「対立」と「協調」の両面が共存する。実際の世界を

2) クールノーの画期的業績 [8] が出版されたのが1838年、そしてベルトランによる『書評』 [3] が出たのが1883年のことである。何とこの間ほぼ50年の歳月が流れており、当時における経済学者相互間の情報交換のスペースのほどがしのばれる。ベルトランは寡占市場における「価格切下げ競争」の重要性を強調した最初の学者の一人であるけれども、価格競争の考え方の萌芽は、すでにクールノーに見られる。

みると、産出量調整をするなどの「連携プレイ」を通じて企業同志が協調しあい、消費者の犠牲において「業界の利益」の向上をめざすことが多い。本稿で問題とする「情報の交換」も、このような連携プレイの一種とみなしてよい。各企業が自己の需要・費用構造にかんする私的情報を持つ場合、それがかかる私的情報を他企業に伝達する誘因を果して持つだろうか。この問題に肯定的解決を与えるのが、本稿の今ひとつの意図である。もっと専門的に言うならば、いわゆる「2段階ゲーム」(two-stage game) を解くという形で、追加情報の価値および情報伝達の問題が体系的に解明されるだろう。

本稿の構成は次のとおりである。次の第2節において、双対アプローチを採用しつつ、クールノー均衡とベルトラン均衡との関係を調べる。第3節では不確実性要因を導入し、さまざまな情報構造の下における両均衡の性質を明らかにする。第4節では追加情報の価値について立入って議論するとともに、2段階ゲームとして本稿の複占モデルを再構成し、その中で情報伝達の誘因を詳しく吟味する。そして、総括と今後の課題とが、最後の第5節において言及されるよう。

2. クールノー均衡とベルトラン均衡——双対アプローチ——

本節では出発点として、標準的な複占モデルを取り上げ、クールノー均衡とベルトラン均衡との間の双対関係を調べる。製品差別化や費用格差の存在は考慮に入れるものの、不確実性要因の影響は全く無いものと想定する。

いま x_i を第 i 企業の産出量水準、 p_i をその単位(正味)価格とする ($i=1, 2$)。単純化のため、これらの企業の需要・費用構造が次のごとき1次式で表わされると仮定する。

$$p_1 = \alpha_1 - \beta_1 x_1 - \gamma x_2 \quad (1)$$

$$p_2 = \alpha_2 - \gamma x_1 - \beta_2 x_2 \quad (2)$$

ここでパラメータ α_i と β_i の値はともにプラスであり ($i=1, 2$)、 $\Delta \equiv \beta_1 \beta_2 - \gamma^2$ も正值であると想定する。この後の方の仮定は、市場の需要構造においては、

いわゆる「自己効果」(own effect)が「交叉効果」(cross effect)より優勢に作用することを数学的に表現したものである。実際、「札幌ラーメン」のレストランの経営者にとって死活問題なのは、そのラーメン自体がどの程度の人気があるかということなのであって、「名古屋きしめん」、「博多トンコツラーメン」などの売れ行きがどうかということではないだろう。

ここでパラメータ γ の値は、2財の物理的相互依存関係、つまり代替・補完の程度を示す。この γ の値が正であれば2財は代替財、負であれば補完財、またゼロならば独立財である。もし代表的消費者の効用関数 $U(x_1, x_2)$ が次のごとく2次式で表わされ、しかもこの個人がその消費者余剰 $[U(x_1, x_2) - p_1x_1 - p_2x_2]$ の極大化を図ると考えれば、均衡条件式は確かに上式(1)と(2)となるだろう。

$$U(x_1, x_2) = \alpha_1x_1 + \alpha_2x_2 - (1/2)(\beta_1x_1^2 + 2\gamma x_1x_2 + \beta_2x_2^2) \quad (3)$$

この式より第2次交叉導関数を求めれば、 $\partial^2 U / \partial x_1 \partial x_2 = -\gamma$ が得られるから、この点からも、 γ の値が代替・補完の測度を与えることが了解できる。というのは、もし γ の値がプラス(又はマイナス)ならば、ある財が増加した時の他財の限界効用はマイナス(又はプラス)となるから、両財は互いに代替(又は補完)の関係にあるとみなされるからである。

注意をひとつ。上式(1)と(2)において、 p_i はいわゆる「正味価格」(net price)であって、普通の単位価格から(一定の)平均費用分を差し引いたものである($i=1, 2$)。すなわち、パラメータ α_i とは、普通の需要切片($\hat{\alpha}_i$)から(一定の)単位費用分(κ_i)を減じたものであって、次式が成立していると考える。

$$\alpha_i = \hat{\alpha}_i - \kappa_i \quad (i=1, 2) \quad (4)$$

各企業の費用構造を明示的に書くと、 $C_i = \kappa_i x_i$ となる($i=1, 2$)。これはいわゆる収穫不変の生産様式を体現しており、固定資本の存在は捨象されている。なるほど、不完全競争モデルの費用構造として、これは余りにも単純な仮定である。しかし、本稿では分析の焦点は、どちらかといえば(製品差別化を反

映した) 需要構造の方にある。しかもこのとき、各企業の利潤量が $\Pi_i = p_i x_i$ と簡潔に表わされることから、上述の仮定を置くことも「第1次接近仮説」として許容されるだろう。何事も「虎穴に入らずんば虎児を得ず」なのである。

クールノーの戦略を用いる企業は、他企業の産出量水準は動かないという仮定の上に、その利潤量の極大化を図るべく自己の産出量を決める。数学的に言えば、第1企業は—— x_2 所与と置いた上で—— $\Pi_1 = (\alpha_1 - \beta_1 x_1 - \gamma x_2) x_1$ を極大化するように、最適産出量 x_1^* を定める。同様に、第2企業は—— x_1 所与と置いた上で—— $\Pi_2 = (\alpha_2 - \gamma x_1 - \beta_2 x_2) x_2$ の極大化をめざして、最適産出量 x_2^* を決める。したがって、クールノー均衡は「数量にかんするナッシュ均衡」にはかならず、図表の上では、数量にかんする2つの反応直線の交点によって示されよう。

いま便宜上、需要・費用方程式のパラメータについて、 $\alpha_1 \beta_2 - \alpha_2 \gamma > 0$ および $\alpha_2 \beta_1 - \alpha_1 \gamma > 0$ なる仮定を置こう（この仮定が必要なわけは、次のベルトラン均衡を議論するさい明らかとなろう）。そうすると、上述のクールノー均衡点が正象限の中に無事存在し、同均衡点 (x_1^c, x_2^c) を実際に書くと次のようになる。

$$x_1^c = (2\alpha_1 \beta_2 - \alpha_2 \gamma) / (4\beta_1 \beta_2 - \gamma^2) \quad (5)$$

$$x_2^c = (2\alpha_2 \beta_1 - \alpha_1 \gamma) / (4\beta_1 \beta_2 - \gamma^2) \quad (6)$$

そして序に、クールノー均衡における各価格と各利潤量を書いておこう。

$$p_1^c = \beta_1 x_1^c = \beta_1 (2\alpha_1 \beta_2 - \alpha_2 \gamma) / (4\beta_1 \beta_2 - \gamma^2) \quad (7)$$

$$p_2^c = \beta_2 x_2^c = \beta_2 (2\alpha_2 \beta_1 - \alpha_1 \gamma) / (4\beta_1 \beta_2 - \gamma^2) \quad (8)$$

$$\Pi_1^c = p_1^c x_1^c = \beta_1 (2\alpha_1 \beta_2 - \alpha_2 \gamma)^2 / (4\beta_1 \beta_2 - \gamma^2)^2 \quad (9)$$

$$\Pi_2^c = p_2^c x_2^c = \beta_2 (2\alpha_2 \beta_1 - \alpha_1 \gamma)^2 / (4\beta_1 \beta_2 - \gamma^2)^2 \quad (10)$$

さて、もう1つの均衡であるベルトラン均衡の方はどうであろうか。ベルトラン戦略を使う企業は、相手企業の価格水準が不動のままであるという前提の上に、その利潤量の極大化をめざして自己の価格水準を設定する。

簡単化のため、次のごとき5つのパラメータを新たに導入する。

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \frac{\alpha_1 \beta_2 - \alpha_2 \gamma}{\beta_1 \beta_2 - \gamma^2}, & a_2 &= \frac{\alpha_2 \beta_1 - \alpha_1 \gamma}{\beta_1 \beta_2 - \gamma^2} \\ b_1 &= \frac{\beta_2}{\beta_1 \beta_2 - \gamma^2}, & b_2 &= \frac{\beta_1}{\beta_1 \beta_2 - \gamma^2} \\ c &= \frac{\gamma}{\beta_1 \beta_2 - \gamma^2} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

明らかに、上述の仮定の下では、パラメータ a_1, a_2, b_1, b_2 の値はプラスである。パラメータ c の符号は、前のパラメータ γ の符号と完全に一致する。

このとき、上記の式(1)と(2)を変数 x_1 と x_2 について解いてみれば、次の2式が出る。

$$x_1 = a_1 - b_1 p_1 + c p_2 \quad (12)$$

$$x_2 = a_2 + c p_1 - b_2 p_2 \quad (13)$$

各価格が単位費用分を差し引いた「正味価格」であるという点を別にすれば、これら2式は通例の市場需要関数にほかならない(そして、上の(1)と(2)の2式が逆需要関数と呼ばれるものに対応する)。第1企業は、 p_2 を所与とした上で、 $\Pi_1 = p_1(a_1 - b_1 p_1 + c p_2)$ を極大にすべく p_1 を設定する。そして第2企業は、 p_1 を所与と前提して、 $\Pi_2 = p_2(a_2 - b_2 p_2 + c p_1)$ の極大化をめざして p_2 を決定する。

ここまで論じれば、クールノー均衡とベルトラン均衡との間の「双対性」(duality) はもはや自明であろう。まず、各企業の利潤 $\Pi_i = p_i x_i$ について、数量 x_i と価格 p_i にかんして対称的な取り扱いがなされている。また、式(1)～(2)と式(12)～(13)とはまさに対称的な関係を取り結んでいる。というのは、式(1)～(2)において x_i と p_i を交換し、 α_i を a_i に、 β_i を b_i に、そして γ を $(-c)$ に代えれば、われわれは式(12)～(13)を得るからである。このようなオペレーションを記号化すると、次のように書ける。

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \longleftrightarrow \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma \\ \alpha_2 & \gamma & \beta_2 \end{pmatrix} \longleftrightarrow \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & -c \\ a_2 & -c & b_2 \end{pmatrix}$$

このように、2つの体系において、ある適当な書き換えのオペレーションを施せば、1つの体系から他の体系が直ちに出るとき、両者は「双対的」(dual)であると言う。それ故に、1つの体系の構造が解かれれば、他の体系の構造は——双対性によって——自動的に明らかとなる。クルノー均衡とベルトラン均衡とは、かかる双対関係の典型例である³⁾。

実際、双対性の理屈を活用すれば、ベルトラン均衡の諸量が次のごとくなることは見やすい道理だろう。

$$x_1^B = b_1 p_1^B = b_1(2a_1 b_2 + a_2 c) / (4b_1 b_2 - c^2) \quad (12)$$

$$x_2^B = b_2 p_2^B = b_2(2a_2 b_1 + a_1 c) / (4b_1 b_2 - c^2) \quad (13)$$

$$p_1^B = (2a_1 b_2 + a_2 c) / (4b_1 b_2 - c^2) \quad (14)$$

$$p_2^B = (2a_2 b_1 + a_1 c) / (4b_1 b_2 - c^2) \quad (15)$$

$$\Pi_1^B = p_1^B x_1^B = b_1(2a_1 b_2 + a_2 c)^2 / (4b_1 b_2 - c^2)^2 \quad (16)$$

$$\Pi_2^B = p_2^B x_2^B = b_2(2a_2 b_1 + a_1 c)^2 / (4b_1 b_2 - c^2)^2 \quad (17)$$

これら2つの均衡の対応関係で注意すべきは、2つのパラメータ γ と c との関係である。プラスの γ の値とマイナスの c の値が対応し、マイナスの γ の値とプラスの c の値が対応している。それ故に、2つの生産物が代替財(又は補完財)である時のクルノー均衡は、それが補完財(又は代替財)である時のベルトラン均衡と双対な関係にある。このように微妙で興味深い双対関係は、本稿の分析にとって「導きの赤い糸」の役割を演じるだろう。

さて、2つの複占企業は戦略変数として、産出量か価格水準かのいずれかを選べる。問題は、このような戦略変数の選択が複占市場の均衡諸量に対して、

3) 近年、クルノー均衡とベルトラン均衡との間の双対関係をめぐる研究が盛んである。この関係はまずソネンシャイン[26]によって注目され、ハサウェイ=リチャード[11]によって、議論が一般化された。もっと最近の研究にかんしては、奥口[16]、ヴィヴェス[28]、シン=ヴィヴェス[25]、チェン[4]などがある。

どのような影響を及ぼすかである。クールノー戦略をとる企業同志の競争はいわば「数量競争」であり、ベルトラン戦略をとる企業同志の競争は「価格競争」である。実際の世界を観察すれば分るように、「製品拡大合戦」よりも「価格切下げ合戦」の方が、競争の密度としてすさまじいものがある。この直観の正しさを示すものが、次に掲げる定理である。

定理 1 (「クールノー均衡」対「ベルトラン均衡」)

(a) $x_i^C \leq x_i^B$. ($i = 1, 2$)

ただし等号の成立は、 $\gamma = 0$ のときのみ。

(b) $p_i^C \geq p_i^B$. ($i = 1, 2$)

ただし等号の成立は、 $c = 0$ のときのみ。

(c) $\Pi_i^C \geq \Pi_i^B \iff \gamma \geq 0$. ($i = 1, 2$)

証明は比較的容易である(紙面の都合上、省略する)。式(11)を活用し、パラメーターにかんする諸々の仮定を念頭に置けば、上の結果は直ちに導出できよう。ただ、記録のために、次式のみ書いておく。

$$\Pi_i^C - \Pi_i^B = \frac{\gamma^3 \{ \alpha_i \beta_j (\alpha_j \beta_i - \alpha_i \gamma) + \alpha_j \beta_i (\alpha_i \beta_j - \alpha_j \gamma) \}}{(\beta_i \beta_j - \gamma^2) (4\beta_i \beta_j - \gamma^2)^2} \quad (i = 1, 2) \quad (18)$$

クールノー均衡とベルトラン均衡の「効率性」(efficiency)に関して、定理1は明確な解答を与える。①2つの財が物理的に代替財の場合であれ、補完財の場合であれ、クールノー均衡においては——ベルトラン均衡のときと比較して——各企業の産出量はより小さく、各価格水準はより高くなる。②しかし、各企業の利潤量のタームについては、2つの均衡の比較は物理的代替・補完関係によって左右される。すなわち、もし2つの財が代替財であるならば、クールノー均衡における各企業の利潤の方がより大きい。他方において、補完財であるならば、ベルトラン均衡の各利潤の方が逆により大きくなる。③もし両財

が物理的に独立財の場合には、2つの均衡量は——産出量のタームであれ、価格水準のタームであれ、利潤額のタームであれ——全く同じものとなる⁴⁾。

直観的に考えても、価格競争の方が数量競争よりも破壊的であるから、ベルトラン均衡の方が各財の価格は低くなり、第三者としての消費者の受ける利益は高くなる。市場需要曲線は右下りであるから、このことはベルトラン均衡の方がより多くの数量を産出することを意味する。利潤とは価格に数量を乗じたものであるから、正反対の方向に動く2つの量の積として、ベルトラン均衡の利潤が——相対的にみて——どちらの方向に動くかは一概に言えない。定理1によれば、もし2つの財が代替財であれば、両企業の利害の「対立」面が鮮明に出るから、ベルトラン型競争の破壊力が、利潤低下という形であらわれることが分かる。他方、補完財のケースでは、両企業の利害の「協調」面が前面に出るから、ベルトラン型競争の利潤低落に及ぼす圧力は、クールノー型競争のときに及ばない。

3. 不確実性と情報構造

前節の分析では、企業の経営者がいわば全知全能であって、市場や生産の構造についての知識が完全であるとの仮定を置いた。しかし、現実の世界では、企業を取りかこむ環境が不確かなものであり、利用可能な情報量も限られていることが多い。本節では、不確実性ないし不完全情報下において、クールノー均衡やベルトラン均衡がどのような特性を持つのかを分析したい。

4) このような性質①～③は——本稿とほぼ同様なフレームワークにおいて——ヴィヴェス [25, 28] によっても証明が与えられている。筆者はかつて『手稿』の形で、それとは独立な証明を与えたことがある。

問題は、(企業数は2つとはかぎらない) もっと一般の寡占モデルにおいても、これらの性質が依然として成立するかどうかである。このような拡張の試みについては、奥口 [16] が最もすぐれた研究である。

A. 不確実性の存在

企業の生産活動に不確実性を導入する行き方には、さまざまな方向が考えられる。それは大別して、生産物や要素の需給が不確かなものであるとする「市場不確実性」の行き方と、生産技術を取りまく危険に注目する「技術不確実性」の行き方からなる⁵⁾。

本稿では、これら2種類の不確実性の存在を念頭に置きつつも、特殊な導入の仕方をする。結論から先に言えば、パラメータ α_1 と α_2 が確率的に変動するという仮定を置く。上述のように、このパラメータは単位価格マイナス単位費用を示すから、かかる仮定によって、需要と費用の両面の不確実性が一応取り扱われているわけである。不確実性の世界では不確かな事象が多いのだから、何か思い切った仮定を置かないと、そこから確かな結果を導くことはほとんど不可能なのである。「大胆かつ細心」と言うが、今の場合、思い切った大胆さが必要である。

しかも、一層の大胆さを加えて、パラメータの組 (α_1, α_2) が一定の結合確率分布 $\phi(\alpha_1, \alpha_2)$ に従うものと仮定する。以下では、便宜上、この $\phi(\alpha_1, \alpha_2)$ が、平均が (μ_1, μ_2) 、分散が (σ_1^2, σ_2^2) 、相関係数が ρ であるような2変数正規分布であると考え。この仮定のなによりの長所は、「回帰方程式」(regression equation) が次のように線型となるため、計算上の操作が比較的簡単だということである⁶⁾。

$$E(\alpha_2|\alpha_1) = (\rho\sigma_2/\sigma_1)(\alpha_1 - \mu_1) + \mu_2 \quad (19)$$

$$E(\alpha_1|\alpha_2) = (\rho\sigma_1/\sigma_2)(\alpha_2 - \mu_2) + \mu_1 \quad (20)$$

-
- 5) 市場不確実性や技術不確実性については、酒井 [18] が体系的な説明を与えている。
 6) 以下の議論では、回帰方程式が線型であることが決定的な役割を果たす。もし2変数正規分布がマイナスの値をとるなど問題が多いと考える場合には、マルシャックとラドナー [13] によって導入された「単純な 2×2 分布」(simple 2×2 distribution) を用いれば、回帰方程式の線型性が同様に約束されよう。

ここで記号 E は、期待値をとるオペレータである。需要構造も線型、費用構造も線型なのであるから、今のように回帰構造も同じく線型と考える方が、モデル分析の一貫性を保証するわけである。要するに、帽子や上衣がシンプル・デザインのものなら、ずぼんや靴もシンプル・デザインのものでそろえたいものである。

パラメーターの組 (α_1, α_2) とパラメータの組 (a_1, a_2) との間には、式 (11) で示される関係——ここでも線型の関係——がある。したがって、前者の組の「正規性」は後者の組へと「遺伝」することになる。より正確には、パラメータの組 (a_1, a_2) は、平均が (m_1, m_2) 、分散が (s_1^2, s_2^2) 、相関係数が r であるような 2 変数正規分布 $\phi(a_1, a_2)$ に従うのである。そして、2 つの正規分布 $\phi(\alpha_1, \alpha_2)$ と $\phi(a_1, a_2)$ との関係は、次の一連の関係式から明らかとなる⁷⁾。

$$m_1 = (\mu_1\beta_2 - \mu_2\gamma) / \Delta \quad (21)$$

$$m_2 = (\mu_2\beta_1 - \mu_1\gamma) / \Delta \quad (22)$$

$$s_1^2 = (\sigma_1^2\beta_2^2 + \sigma_2^2\gamma^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2\beta_2\gamma) / \Delta^2 \quad (23)$$

$$s_2^2 = (\sigma_1^2\gamma^2 + \sigma_2^2\beta_1^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2\beta_1\gamma) / \Delta^2 \quad (24)$$

$$r = \frac{\rho\sigma_1\sigma_2(\beta_1\beta_2 + \gamma^2) - \gamma(\sigma_1^2\beta_2 + \sigma_2^2\beta_1)}{\sqrt{\sigma_1^2\beta_2^2 + \sigma_2^2\gamma^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2\beta_2\gamma} \sqrt{\sigma_1^2\gamma^2 + \sigma_2^2\beta_1^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2\beta_1\gamma}} \quad (25)$$

言うまでもなく、 (a_1, a_2) 平面における回帰方程式は線型であって、次式が成り立っている。

$$E [a_2|a_1] = (rs_2/s_1)(a_1 - m_1) + m_2 \quad (26)$$

$$E [a_1|a_2] = (rs_1/s_2)(a_2 - m_2) + m_1 \quad (27)$$

2 つの相関係数 ρ と r とは双対関係にあり、いずれも 2 企業間の「確率的相互依存関係」(stochastic interdependence) を示す。例えば、もし ρ の値がプラスならば、2 つの製品は確率的に代替財であるので、両企業の「競争」面が前面に出よう。他方、もし ρ がマイナスの値をとる場合には、2 つの製品は

7) この関係式の証明については、アンダーソン [1] を参照せよ。

確率的に補完財となり、両企業の「協調」面が目立つようになる。

このようなわけで、2つの複占企業間の関係を示す尺度として、今や2つのもの——物理的關係 (γ 又は c) と確率的關係 (ρ 又は r)——が存在するのである。問題は両者の積 ($\gamma\rho$ 又は cr) の大きさと符号であって、それが両企業間の「総合的相互依存關係」(combined interdependence) を測る恰好の尺度となる。いま γ と ρ が同じ方向に動き、その積 ($\gamma\rho$) がプラスの値をとったとしよう。そのとき、物理的なものと確率的なものを含む「総合的見地」からみて、2つの企業の間は対立的なものとなり、「結託」(coalition) によって特別利益を図らんとする誘因が、それだけ減殺されてしまうだろう。他方において、もし γ の動きと ρ の動きが正反対なため、積 ($\gamma\rho$) がマイナスとなった場合には、両企業の間は「総合的」に協調的になり、結託による特別利益を十分享受できるであろう。

B. さまざまな情報構造

不確実性の話はこの程度にして、次に、各企業の直面する情報構造の問題へと目を転じよう。以下に見るように、クールノー均衡に関連する情報構造と、ベルトラン均衡に関連する情報構造との間にも、顕著な双対關係が存在する。

クールノー企業の不確実性とは何であったろうか。それは当該企業がパラメータの組 (α_1, α_2) の確率分布の形を知るもの、その具体的な実現値を予め知ることができないことを意味した。ところが、或る主体が物を知る程度、また知らない程度にも色々な段階のものが想定できるから、それに対応してさまざまな情報構造を取り上げることが必要となる。

表現上の便宜を考えて、当面の情報構造 η を次のごとき行ベクトルでもって表現することにする。

$$\eta = [\eta_{11}\eta_{12}, \eta_{21}\eta_{22}] \quad (28)$$

ここでパラメータ η_{ij} は、第 i 企業が α_j の実現値を知るとき 1 の値、そうでないときゼロの値をとり、それ以外の値はとりえないものと仮定する ($i=1,$

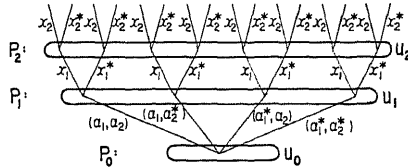
2; $j = 1, 2$)。したがって、ここでわれわれは、「知るか、それとも知らないか」といういわば「白黒の世界」のみを取り扱い、70% 知っているとか、30% しか知らないという「灰色の世界」は無視するわけである。専門的に言えば、われわれは「完全情報」(perfect information) か「無情報」(no information) かの二者択一の状況のみを考え、その中間に位置する「部分的情報」(partial information) 又は「部分的無知」(partial ignorance) の問題は捨象する。

すると、各 η_{ij} の値は1か0かの2つしかとれないから、情報構造の種類は全部で $2^4 = 16$ 存在することになる。焦点をしぼるため、本稿では、その中で基本的と思われる次の5つの構造のみを問題とする。

(I) $\eta^0 \equiv [00, 00]$ 。これは、各企業ともに何らの知識を持たない「無情報」のケースである。

展開形ゲームの形で、無情報 η^0 の場合を図示すれば第1図のようになる。プレイヤーとしては、企業1 (P_1 で表わす) と企業2 (P_2 で表わす) 以外に、「自然」(Nature) もゲームに特別参加すると擬制する (これを P_0 で表わす)。

プレイヤー P_0 の持つ「手番」(move) はいわゆる偶然手番であって、パラメータの組 (α_1, α_2) の実現値から成る。作図上の便宜のため、この組の種類としては、 (α_1, α_2) , (α_1, α_2^*) , (α_1^*, α_2) , (α_1^*, α_2^*) の4つしかないと仮定する (つまり、各 α_i は相異なる2つの値しかとれないとする)。これに対して、プレイヤー P_1 (企業1) のとりうる手番は x_1 と x_1^* の2つ、プレイヤー P_2 (企業



第1図 クールノー・モデルと展開形ゲーム (その1)
—無情報 η^0 の場合—

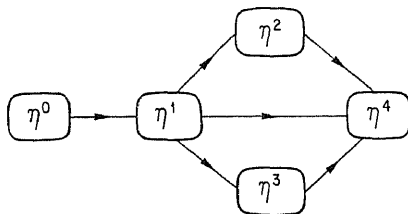
2) のとりうる手番も x_2 と x_2^* の2つしかないと想定する。

今の無情報の場合には、プレイヤー P_1 は x_1 と x_1^* との区別ができず、プレイヤー P_2 は x_2 と x_2^* との区別ができない。したがって、情報集合は図のごとく、 u_1 と u_2 に加えて、「自然」に関する自明の情報集合 u_0 の3つしか存在しないことになる。直ちに予想できるように、情報構造がより細かなものになり改善されるにつれて、各プレイヤーに関する情報集合の数も増加するであろう⁸⁾。

(II) $\eta^1 \equiv [10, 01]$ 。これは、各企業が自分の需要・費用の実現値についての知識を持っているが、相手側の需要・費用の実現値については全くの無知である場合である。つまり、企業1は α_1 の実現値のみを知ることができ、企業2は α_2 の実現値のみを知ることができるが、その他の情報は全く利用できない場合である。これを簡単に「私的情報」(private information) のケースと呼ぶ。

(III) $\eta^2 \equiv [11, 01]$ 。企業1は α_1 および α_2 の実現値を知っているけれども、企業2は α_2 の実現値しか知らない。これは、情報量が企業間で均等に分布されていない「非対称情報」(asymmetric information) のケースである。

(IV) $\eta^3 \equiv [10, 11]$ 。これは「非対称情報」のもう1つのタイプであって、企業2のみが α_1 および α_2 についての完全情報を保有している。



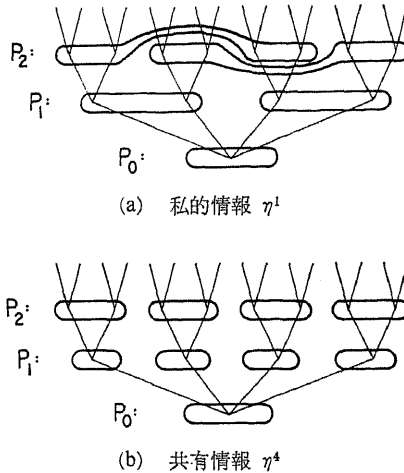
第2図 5種類のタイプの情報構造——「細かさ」による順序づけ——

8) 展開形ゲームによる図示の長所は、情報構造のあり方をわれわれの視角に訴える点である。もし製品差別化や費用格差が存在しないならば、不確実性要因はただ1種類となり、展開形表現はもっと単純なものとなる。この単純なケースについては、酒井 [21] を参照。

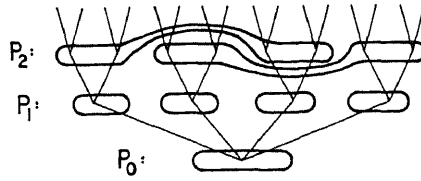
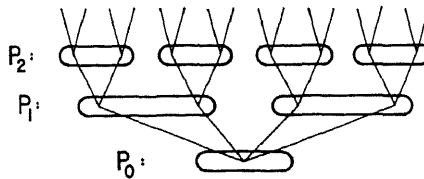
(V) $\eta^4 \equiv [11, 11]$ 。言うまでもなく、この場合には、両企業ともに α_1 および α_2 についての情報を共有している。これを「共有情報」(shared information) 又は「公共情報」(public information) のケースと命名する。

ここでいわゆる「細かさ」(fineness) の概念を用いて、これら5つの情報構造に「順序」(ordering) を入れれば、第2図のごとくになる。無情報 η^0 のケースが一番粗く、完全情報 η^4 が一番細かいことは当然である。非対称情報の2つのケース (η^2 と η^3) はともに私的情報 η^1 より細かく、完全情報 η^4 より粗いけれども、 η^2 と η^3 のいずれが細かいか、粗いかについては何とも言えない。

展開形ゲームを用いて、(II)～(IV)の3つのケースを図示すると、第3図と第4図のごとくである。私的情報 η^1 のケースでは——無情報 η^0 のケースを示す第1図と比較すると——情報上の改善を反映して、各プレイヤー P_i に属する情報集合がそれぞれ2つと倍増していることが分る。非対称情報の2つのタイプを示す η^2 と η^3 の展開形ゲーム表現においては、第1プレイヤーと第



第3図 クールノー・モデルと展開形ゲーム (その2)
——私的情報と共有情報のケース——

(a) 非対称情報 η^2 ——企業1のみが完全情報を持つ場合——(b) 非対称情報 η^3 ——企業2のみが完全情報を持つ場合——

第4図 クールノー・モデルと展開形ゲーム (その3)

——2種類の非対称情報のケース——

2プレイヤーに属する情報集合の分布(4つと2つ)が、両者間で全く対称的となっている。最後に、最も改善された情報構造としての「共有情報」 η^4 のケースでは、第1と第2のプレイヤーに関する情報集合の数も、それぞれ4個と最も増えている⁹⁾。

4. 不完全情報下の複占均衡

本節においては、さまざまな情報構造の下におけるクールノー均衡ないしベルトラン均衡の特性が詳しく吟味される。まず第1の問題は、情報の量が増加

9) 第3図と第4図についての注釈。便宜上、第3図では私的情報 η^1 と共有情報 η^4 のケースが対照的に図示されている。上段と下段の図(a)と(b)を比較してみよ。そのとき、 η^4 の方が η^1 より細かい情報分割を与えていることが直ちに了解できる。

さらに、第4図においては、2種類の非対称情報のケース(a)と(b)が対照的に描かれている。このうち上段の(a)図では、第1プレイヤーに関する情報集合は4つあり、第2プレイヤーに関する情報集合は2つある。これに対して、下段の(b)図では、情報集合の分布が両プレイヤー間でちょうど逆になっている。したがって、 η^2 と η^3 について、「細かさ」による順序づけを行うことは不可能である。

していくとき、それがクールノー企業ないしベルトラン企業に対して特別な利益をもたらすかどうかである。第2の問題は、クールノー型にせよベルトラン型にせよ、各企業は自分の私的情報を相手企業に伝達する誘因を持つかどうかである。そして吟味されるべき第3の問題は、視点をかえて情報構造を1つ固定したとき、クールノー企業の利潤の方がベルトラン企業の利潤より大きいかどうかである。

A. 追加情報の価値

出発点となるモデルは、無情報 η^0 の下でのクールノー均衡である。そのときの各企業の期待利潤額を計算すると、次のようになる。

$$\Omega_1^C(\eta^0) = E_{\alpha_1} E_{\alpha_2}(\Pi_1^C) = \beta_1(2\mu_1\beta_2 - \mu_2\gamma)^2 / (4\beta_1\beta_2 - \gamma^2)^2 \quad (29)$$

$$\Omega_2^C(\eta^0) = E_{\alpha_1} E_{\alpha_2}(\Pi_2^C) = \beta_2(2\mu_2\beta_1 - \mu_1\gamma)^2 / (4\beta_1\beta_2 - \gamma^2)^2 \quad (30)$$

次に、私的情報 η^1 の場合には、各クールノー企業の期待利得は次のごとくである。

$$\begin{aligned} \Omega_1^C(\eta^1) &= E_{\alpha_1} \{E_{\alpha_2}(\Pi_1^C | \alpha_1)\} \\ &= \Omega_1^C(\eta^0) + \beta_1(2\sigma_1\beta_2 - \rho\sigma_2\gamma)^2 / (4\beta_1\beta_2 - \rho^2\gamma^2)^2 \end{aligned} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} \Omega_2^C(\eta^1) &= E_{\alpha_2} \{E_{\alpha_1}(\Pi_2^C | \alpha_2)\} \\ &= \Omega_2^C(\eta^0) + \beta_2(2\sigma_2\beta_1 - \rho\sigma_1\gamma)^2 / (4\beta_1\beta_2 - \rho^2\gamma^2)^2 \end{aligned} \quad (32)$$

以下同様にして、2つのタイプの非対称情報や共有情報の場合における、クールノー企業の期待利潤が求められる。このことは、ベルトラン均衡における諸々の期待利潤額についても同様である。詳細な結果は酒井[23]に報告しているので、興味ある読者はそれを参照されたい¹⁰⁾。

10) 筆者は一連の論文において、複占均衡における情報の役割をさまざまな角度から究明してきている。まず [19] では、製品差別化も費用格差も無いクールノー・モデルを取り扱い、次に [20] と [21] では、同じ条件下でシュタッケルベルク・モデルのワーキングを検討した。そして、費用格差を勘定に入れた複雑なモデルの分析は、論文 [22] によって掘り下げられた。最も一般的な複占モデルは、製品差別化と費

諸々の情報構造のクールノー均衡諸量を比較するとき、まず気の付くことがある。それは、各産出量や各価格水準は平均において、情報量の多寡を問わず不変であるという点である。しかし、このような不変性は、各企業の平均利潤については成り立たない。各企業にとって、「知識は力なり」と言えるだろうか。又は逆に、「知らぬが仏」という格言の方が妥当するであろうか。

定理 2 (「無情報」対「何らかの情報」)

$$\Omega_i^c(\eta^k) \geq \Omega_i^c(\eta^0) \quad \left(\begin{array}{l} i = 1, 2 \\ k = 1, 2, 3, 4 \end{array} \right)$$

証明は別稿 [23] で行なっているので、ここでは省略する (以下の定理についても、証明のプロセスはすべて省く)。定理 2 の内容は、無情報のケースをいわば「座標の原点」として、もし情報量がいずれか一方の企業もしくは双方の企業に対して増大するとき、そのような情報の増大は各企業の厚生を増加させるということである¹¹⁾。

しかし、比較の原点が、知識にかんして言わば「白紙」の状態から離れるときには、状況は一変し、付加情報の価値づけは微妙な問題となる。例えば、医学についての何らかの「予備知識」を持つ病人が病院の門をたたくことは、その病人の厚生にとって 100% 良い結果をもたらすとはかぎらないだろう。実際、ガンを本人に告知すべきかどうかは、現代社会の大問題である。患者が医者から難病と告知されたために、病気に対する闘争心が弱まり、症状がむしろ悪化することも稀れではない。以下においては、各企業はすくなくとも自己の

用格差の 2 要因を導入したモデルであるが、最新の論文 [23] では、このような一般モデルを双対アプローチの立場から分析している。本稿の目的は、この最新の成果をできるだけ分かりやすい形で解説することにある。

- 11) 定理 2 にかんして、等号が成立するのは例外的状況のみである。例えば、 $\rho = 2(\sigma_1/\sigma_2)(\beta_2/\gamma)$ のときのみ $\Omega_1^c(\eta^1) = \Omega_1^c(\eta^0)$ が成り立ち、 $\rho = 2(\beta_1/\gamma)/(\sigma_1/\sigma_2)$ のときのみ $\Omega_2^c(\eta^1) = \Omega_2^c(\eta^0)$ が成り立つ。このように ρ がたまたま特殊な値をとるときを除いては、 $\Omega_i^c(\eta^1)$ は $\Omega_i^c(\eta^0)$ を必ず上まわる ($i=1, 2$)。この点は、他の情報構造との関係についても同様である。

需要ないし費用の状態についての情報を持っていることを前提として、どうい
う条件の下で追加情報の価値がプラスとなり、またマイナスになるかを究明し
ていきたい。

定理 3 (「私的情報」 η^1 対「共有情報」 η^A)

$$\Omega_i^C(\eta^A) \geq \Omega_i^C(\eta^1) \quad (i = 1, 2)$$

ただし等号の成立するのは、 $r = 0$ 又は $\rho = \pm 1$ のときのみ。

定理 3 では出発点として、各企業が自分のことに関する知識を持っている、
「私的情報」の場合を取り上げる。いま、双方の企業がかかると「相互交
換」に応じた結果、すべての情報がすべての企業によって共有されることにな
ったとする。これは両企業の「結託」(coalition) が——情報の交換という形で
——発生したことであるから、結託参加企業はすべてそれによって利益を得る
ことになる。そして、アウトサイダーの存在としての消費者の利益は、この結
託によって、損害をうける公算が大きいだろう¹²⁾。

これに対する例外事象の起るのは、2つの財が全くの独立財であるか、これ
らが確率的に(正又は負の)完全相関である場合のみである。独立財のケースで
は、各企業にとって相手の製品についての情報を知ることの意義は全く無いし、
また完全相関であれば、自社製品にかんする情報から、他社製品の動きが完全
に予知できる。したがって、これら2つの特別な場合には、追加情報の価値は
ゼロである。

次に、情報の伝達が或る企業から他企業へと「一方的に」行なわれる状況に
スポットを当ててみよう。情報は「外部効果」の強い財である。一般に、外部効
果の強い財が存在する公共財モデルのワーキングにおいて、「加害者」(polluter)

12) いまや消費者全体の厚生水準が「消費者余剰」(consumer surplus) によって測ら
れるとしよう。酒井 [22] では、もし製品差別化の問題が発生しない場合において、
このような私的情報の相互交換による企業間の結託が、消費者全体の厚生を引き下
げる効果を持つことが示されている。本稿のように製品差別化の存在を考慮して
も、この結論は恐らくそのまま妥当するであろう。

が得をし、「被害者」(pollutee) が損をすることがよく起る。これと同様に、情報の「一方的たれ流し」が発生する場合、情報発信者が利益を得て、受信者の方がかえって被害をこうむることも起りかねない。このような可能性が実際に現実のものとなるかどうかは、発信者と受信者との間の「物理的・確率的相互依存関係」によって決まるだろう。

定理 4 (「私的情報」 η^1 対「非対称情報」 η^3)

$$(a) \quad \Omega_1^c(\eta^3) \geq \Omega_1^c(\eta^1)$$

ただし等号の成立するのは、 $\gamma = 0$ 、 $\rho = \pm 1$ 、または $\rho\gamma = 2\beta_2(\sigma_1/\sigma_2)$ のときのみ。

$$(b) \quad \Omega_2^c(\eta^3) \cong \Omega_2^c(\eta^1)$$

$$\Leftrightarrow \gamma^2(1 - \rho^2) \{2\beta_2(\sigma_1/\sigma_2) - \rho\gamma\} A \cong 0$$

ただし、

$$A = 4\beta_1\beta_2(4\beta_1\beta_2 - \rho^2\gamma^2)(2\sigma_1\beta_2 - \rho\sigma_2\gamma) - \rho\gamma(4\beta_1\beta_2 - \gamma^2) \\ \times \{\sigma_2(4\beta_1\beta_2 - \rho^2\gamma^2) + 2\beta_2(2\sigma_2\beta_1 - \rho\sigma_1\gamma)\} \quad (33)$$

各企業はそれぞれ私的情報を持っている。いま企業 1 がその私的情報を一方的に——相手からの「見返り」を何ら期待することなく——相手企業 2 に伝えらるとする。定理 4 によると、このようないわば「一方通行の結託」においては、情報発信者は得をする傾向があり、少なくとも、損をする公算は全く無い。(性質 (a) に見られるように、この人にとって情報発信の利益がゼロとなるのは、独立財か完全相関の場合か、それとも総合的相互依存がたまたま特別な値をとる場合のみである。)

問題は、追加情報の受信サイドに立つ企業 2 にかんして、その厚生効果はどうかという点である。性質 (b) が教えるように、それがプラスとなることも、またマイナスとなることもあり、すべては条件次第である。以下において、この条件を解りやすく、噛みくだいてみよう。

① もし積 ($\rho\gamma$) の値がマイナスであれば、 A の値はプラスとなり、 $\Omega_2^c(\eta^3)$

の値が $\Omega_2^c(\gamma^1)$ を上まわる。すなわち、2つの複占企業間の「総合的相互依存関係」が「補完的」であれば、両企業の利害は必ず一致する。したがって、情報発信者が得をするという現在のケースにおいては、受信者の方も同様に得をするわけである。

② もし ρ がゼロで、しかも γ がゼロでないときも——①の場合と同じく—— $\Omega_2^c(\gamma^3) > \Omega_2^c(\gamma^1)$ となる。

③ 他方、もし $\gamma = 0$ か、 $\rho = \pm 1$ か、又は $\rho\gamma = 2\beta_2(\rho_1/\rho_2)$ のいずれか1つが成り立つ場合には、 $\Omega_2^c(\gamma^3)$ と $\Omega_2^c(\gamma^1)$ の値は相等しい。

これら②と③の結果については、それほど深刻に受けとめて考える必要はない。その結果の一部は、すべて線形で考えるという仮定からの制約を受けているだろう。要するに、両企業の総合的相互依存関係がゼロか、何か特殊な形をとる場合には、情報受信者にとって、追加情報の価値は全くゼロとなるか、又はせいぜいプラスとなるのであって、決してマイナスとはなりえないと言うことである。

④ 上の A の値を単純にするため、 $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ と $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$ という特別な場合を考える。すると、 A の式(33)は次のように簡単化されよう。

$$A = \sigma(2\beta - \rho\gamma) \{4\beta^2(4\beta^2 - \rho^2\gamma^2) - \rho\gamma(4\beta^2 - \gamma^2)(4\beta + \rho\gamma)\} \quad (34)$$

明らかに、もし $\gamma\rho = \beta$ (すなわち、 $\gamma = \pm\beta$ および $\rho = \pm 1$) のときには、 A の値はマイナスとなる(ここで、現在の仮定の下では、 $2\beta > \rho\gamma$ となっていることに注意せよ)。したがって、 $\gamma\rho = \beta$ という状況に近い場合には、われわれは $\Omega_2^c(\gamma^3) < \Omega_2^c(\gamma^1)$ という興味深い結果を得る。

④の結果の経済的意味を考えよう。いま両企業の(物理的・確率的双方のことを考慮した)総合的相互依存関係が極めて「競争的」であるとする。つまり、ひとつの企業が得をすれば、他企業が損をする、という対立的状況に置かれているとする。性質(a)によれば、情報発信者たる企業は、必ず利益を享受する立場にある。したがって、このような利害対立が著しい条件の下では、相手企業は損失をこうむらざるをえない。換言すれば、情報受信者たる企業にとっ

て、追加情報の価値はむしろマイナスとなる。

さて、情報構造の比較を完全にするため、今度は非対称情報と共有情報のケースを比べてみよう。

定理 5 (「非対称情報」 γ^2 対「共有情報」 γ^1)

$$(a) \quad \Omega_1^C(\gamma^1) \geq \Omega_1^C(\gamma^2)$$

ただし、等号の成立するのは、 $\gamma = 0$ または $\rho = \pm 1$ のときのみ。

$$(b) \quad \Omega_2^C(\gamma^1) \geq \Omega_2^C(\gamma^2)$$

ただし、等号の成立するのは、 $\gamma = 0$ または $\rho = \pm 1$ のときのみ。

今回は出発点が非対称情報の場合で、企業 1 のみが完全な情報を入手している。問題の核心は、情報量のより豊かな企業 1 が相手企業 2 に対して、その私的情報を一方向的に教える誘因を持つのかどうかである。

上の定理 4 のときと同じく、企業 1 はパラメータ a_1 の実現値を、企業 2 は a_2 の実現値を知っている。しかし、いまやそれに加えて、企業 1 は、相手方の需要・費用に関するパラメータ a_2 の実現値までもすでに知っている。この場合には、企業 1 はその私的情報をわざと相手の企業 2 に教えて、すべての情報を共有した方が得策なことが考えられる。というのは、その方が情報発信者にとって、相手側の反応が正確にキャッチでき、予め適当な対応策を練っておくことができるからである。定理 5 は、このような状況が実際に発生していることをわれわれに教える。

以上、クールノー均衡にかんし、追加情報の価値をめぐる問題について詳しく論じた。クールノー均衡とベルトラン均衡とは互に双対的な関係にあるので、同様な議論はベルトラン均衡についても行うことが可能である。このさい念頭に置いてほしいことは、代替財（または補完財）のときのベルトラン均衡が、補完財（または代替財）のときのクールノー均衡と双対関係にあることである。すなわち、代替と補完の関係が、2つの均衡の対応において正反対の立場に立っていることである。

したがって、ベルトラン均衡における追加情報の価値にかんして、上記の定理4と対応する定理を作れば、次のような結果が出てくることに注意を払わなければならない。

① もし2つの複占企業間の総合的相互依存関係が「競争的」であれば（すなわち、 c との r 値がともに同じ方向に動くならば）、両企業の利害は一致する結果、情報受信者にとって追加情報は必ずプラスの利益をもたらす。

② 他方、もし両企業の総合的相互依存関係がすぐれて「補完的」であれば（つまり、 c と r の値が逆の方向に動くならば）、両企業の利害衝突がもろに現われる。したがって、このときには、追加情報の価値はむしろマイナスとなってしまう。

B. 2 段階ゲーム——情報伝達の誘因——

クールノー均衡およびベルトラン均衡を、もっと大局的見地から眺めてみよう。それは、クールノーないしベルトランの複占市場ゲームを「2段階ゲーム」(two-stage game) として再構成するという見地である。

まず、クールノーの複占モデルを取り上げると、それを次の2つの段階から成るゲームと考える。第1の段階では、各企業はその私的情報を相手企業に伝えるか、それとも秘密のままにするか、という2つの「戦略」(strategy) を持っている。そして第2段階では、かく決定された情報構造の下に、各企業は——前節までに述べたようにして——最適の産出量戦略を選ぶ。

第5図は、このような2段階ゲームを図示する。出発点となるのは、私的情報のケース $\eta^1 = [10, 01]$ であり、2つの企業の利得の組は $(\Omega_1^c(\eta^1), \Omega_2^c(\eta^1))$ である。各企業の採用可能な戦略は、この私的情報を相手方に伝えるか、伝えないかの2つしかない。

もし第2企業がパラメータ α_2 に関する情報を第1企業に伝えるけれども、第1企業の方は α_1 に関する情報を秘密にしておく決定を下すならば、その場合にあらわれる情報構造は $\eta^2 = [11, 01]$ となり、両企業の利得のペアは、

		企 業 2	
		情報をかくす	情報を伝える
企 業 1	情報をかくす	$\eta^1 = [10, 01]:$ $(\Omega_1^C(\eta^1), \Omega_2^C(\eta^1))$	$\eta^2 = [11, 01]:$ $(\Omega_1^C(\eta^2), \Omega_2^C(\eta^2))$
	情報を伝える	$\eta^3 = [10, 11]:$ $(\Omega_1^C(\eta^3), \Omega_2^C(\eta^3))$	$\eta^4 = [11, 11]:$ $(\Omega_1^C(\eta^4), \Omega_2^C(\eta^4))$

第5図 2段階ゲーム——クールノー・モデル——

$(\Omega_1^C(\eta^3), \Omega_2^C(\eta^3))$ となる。他方、第1企業と第2企業の立場を逆にして、もし第1企業のみが「一方的に」私的情報を第2企業に伝えるが、第2企業がその「お返し」をしない場合には、 $\eta^3 = [10, 11]$ が当該の情報構造であり、 $(\Omega_1^C(\eta^3), \Omega_2^C(\eta^3))$ が利得のペアである。最後に残る第4の可能性として、もし双方の企業がともに私的情報を相手側に伝える決定をすれば、共有情報 $\eta^4 = [11, 11]$ の状況が出現し、そのときの利得ペアは $(\Omega_1^C(\eta^4), \Omega_2^C(\eta^4))$ である。

さて、独立財の場合や完全相関の場合はしばらく無視しよう（すなわち、 $\gamma \neq 0$ かつ $\rho \neq \pm 1$ ）。すると、上記の定理より、次の不等式が成り立つことが直ちに分る。

$$\Omega_1^C(\eta^3) \geq \Omega_1^C(\eta^1) \quad (35)$$

$$\Omega_1^C(\eta^4) > \Omega_1^C(\eta^2) \quad (36)$$

ただし、式(35)において、等号の成り立つのは $\rho\gamma = 2\beta_2(\sigma_1/\sigma_2)$ の場合のみである。したがって、相手企業2が情報を教えようが教えまいが、当該企業1にとっては、自己の情報を相手に教えることが得になる（ただし、「無差別」となる可能性も否定できないが、それは $\rho\gamma$ が或る特殊な値をとるときのみである）。このことは、企業1にとって、私的情報を相手に伝えることが「支配戦略」(dominant strategy) となることを意味する。

同様なわけで、今の場合には、次の不等式が成立することがすぐに了解できよう。

$$\Omega_2^C(\gamma^2) \geq \Omega_2^C(\gamma^1) \quad (37)$$

$$\Omega_2^C(\gamma^4) > \Omega_2^C(\gamma^3) \quad (38)$$

ただし、式(37)において、等号の成立は $\rho\gamma = 2\beta_1/(\sigma_1/\sigma_2)$ のときのみである。それ故に、企業2の立場に立っても、私的情報を相手のサイドに知らせることが支配戦略となる。

次に、もし2つの財が独立財であるか ($\gamma = 0$)、確率的に完全相関であるならば ($\rho = \pm 1$)、次の等式が成り立つ。

$$\Omega_i^C(\gamma^1) = \Omega_i^C(\gamma^2) = \Omega_i^C(\gamma^3) = \Omega_i^C(\gamma^4) \quad (i = 1, 2) \quad (39)$$

以上の結果を定理の形にまとめると、次のごとくになる。

定理 6 (2段階ゲームの均衡)

(a) クールノー2段階ゲームにおいて、2つの財が独立財でもなければ、完全相関でもないとする。そのときいずれの企業にとっても、その私的情報をライバル企業に伝えることが支配戦略となる。それ故に、共有情報の下における利得ペア $(\Omega_1^C(\gamma^4), \Omega_2^C(\gamma^4))$ が、2段階ゲームの唯一の均衡点を示す。

(b) もし2つの財が独立財か、又は(正か負の)完全相関である場合には、均衡点はただ1つに定まらず、あらゆる情報下の利得ペアが均衡点となりうる。

もちろん、ベルトラン2段階ゲームについても、定理6と同様なことが成立する。いずれともあれ、製品差別ないし費用格差が存在する不確実性の複占市場モデルにおいては、各企業はその私的情報を相手サイドに伝える誘因を持つ。というのは、われわれの複占モデルにおいては、情報伝達という形を通じて、2つの企業が結託をする方が、お互いの企業にとって有利となるからである。その裏返しの結果として、「第三者」としての消費者の利益が、そのため損

われる公算が大きいであろう¹³⁾。

C. 2つのタイプの複占均衡の比較

本稿の最初の所で見たとように、クールノー均衡とベルトラン均衡とは、持ちつ持たれつの双対関係を取り結んでいる。本節では、不完全情報下におけるこれら2つの均衡の「効率性」を比較してみたい。

まず、次の定理の樹立は容易である。

定理 7 (不確実性下における「クールノー均衡」対「ベルトラン均衡」)

$$(a) \quad Ex_i^C(\gamma^k) \leq Ex_i^B(\gamma^k) \quad (i = 1, 2; k = 1, 2, 3, 4)$$

$$(b) \quad Ep_i^C(\gamma^k) \geq Ep_i^B(\gamma^k) \quad (i = 1, 2; k = 1, 2, 3, 4)$$

ただし両式において、等号の成立は $\gamma = 0$ のときのみ。

この定理は、前の定理 1 を不確実性の状況へと拡張したものである。① まず、2つの財が代替財か補完財であるとする。この場合、任意の情報構造の1つが固定されるとき、クールノー均衡においては——ベルトラン均衡と比較し

13) 本稿の結論は、クラーク [5, 6]、ノブジェク=ソネシャイン [14]、ヴィヴェス [27]、ギャルオア [9] などの結論と大きく喰い違っている。彼らの世界においては、「測定誤差」(measurement errors)の問題を無視すれば、不確実性要因は1つしかない。したがって、私的情報の保持者はそれを秘密にすることによって、いわゆる「独占地代」(monopoly rent)を享受できる。したがって、各複占企業は情報伝達という誘因を持たない公算が大きい。

しかし、本稿で問題とする世界はこれとは全く異なる。測定誤差の問題は全く取り扱っていないものの、製品差別化や費用格差の存在と関連する形で、不確実性要因が2個存在する。そして、各企業はそれぞれ1つの不確実性要因について、何らかの私的情報を持っている。このような情報にかんする「特化」(specialization)が現存するときには、国際貿易論の教えるとおり、各当事者は「情報」の交換を通じて利益を得ることになる。

筆者の意見では、本稿のアプローチと彼らのアプローチとは、お互いに「競争関係」にあるというより、むしろ「補完関係」にある。もっとも、社会科学においては、測定誤差の問題がそれほど深刻な影を落とすようには思えないが、要するに「君は君、我は我、されど仲良し」と言う所だろうが。

て——各企業の産出量は平均においてより小さく、各価格水準は平均においてより高くなる。②ただし、もし2つの財が独立財である場合には、平均産出量又は平均価格水準のタームにおいて、2つの均衡量はちょうど同じである。

問題は、両均衡のかような効率比較が、各企業の平均利得のレベルの所で実行可能かどうかである。残念ながら、以下に見るように、不確実性が支配する世界では、上記の定理1の性質(C)の単純な拡張は、一般に「ミッション・インポジブル」なのである。

場合分けをして分析を進める。①まず、無情報 η^0 の場合には、次の関係式が成立する。

$$\Omega_i^C(\eta^0) \cong \Omega_i^B(\eta^0) \iff \gamma \cong 0 \quad (i = 1, 2)$$

したがって、この無情報の状況下では、単純な拡張がたまたま可能となる。すなわち、もし2つの財が代替財であれば、クールノー企業の利得（平均利潤）はベルトラン企業の利得（平均利潤）を上まわる。他方、もしそれらが補完財であれば、逆の状況が出現し、ベルトラン企業の利得の方が大きくなる。

② もし両財が独立財であるという特別の場合には、情報構造がいずれのものであれ—— $\eta^0, \eta^1, \eta^2, \eta^3$ 又は η^4 のいずれであれ——クールノー企業の利得とベルトラン企業の利得は等しい。

③ 単純化のため、 $\beta_1 = \beta_2 = \beta$, $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ および $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$ なる等式が成立する世界に焦点をしぼる。そのとき、もし ρ の値がプラス1のときには（正の完全相関のとき）、上の①の対応関係が無傷のままで成り立つ。しかし、もし ρ がマイナス1であり（負の完全相関のとき）、かつもし「平均・分散比率」 μ/σ が十分小さい場合には、①とは全く正反対の対応関係が出てくることが証明できる。

したがって、もし両企業の確率的相互依存関係がきわめて「補完的」な場合においては、両均衡の比較にかんして、「確実性下の結果」がそのままの形では、不確実性の世界へと拡張されえないことが起る。このケースでは、両財が代替財である時でさえベルトラン企業の利得の方がより高いかもしれないし、

また、両財が補完財の場合ですら、クールノー企業の利得の方がより高いかもしれないのである。要するに、2つの均衡の比較にあたっては、物理的相互依存関係のみならず、確率的相互依存関係をも勘定に入れなくてはならないのである¹⁴⁾。

5. おわりに

以上において、われわれはクールノー均衡とベルトラン均衡を中心として、不完全情報と不完全競争との関わり合いをかたを立入って吟味した。本稿で用いた基本的モデルは簡単な複占モデルであるけれども、1つの典型的な「非対称モデル」(nonsymmetric model)であることに注意を払うべきである。そしてかかる非対称性は、2つの複占企業の直面する需要・費用構造が異なるという点、および、これらの企業にとって利用可能な情報量が異なりうるという点にあらわれている。

本稿で強調したかったことは、不完全情報下の不完全競争モデルにおいては、各企業間の「総合的相互依存関係」が決定的に重要な役割を演じるということである。このような相互依存関係は、物理的な代替・補完関係と確率的な正負の相関関係を総合的に包摂するものである。

一般的に言って、もし各企業間の総合的相互依存関係が「競争的」であれば、これらの企業の利益衝突が前面に出ることになる。したがって、余りにもこの対立面が強く作用する場合には、各企業が情報交換という形の「結託」を結ぶ誘因がそれだけ弱くなる。他方においても、もしかかる総合的相互依存関係が「補完的」であれば、各企業が互いに協力しあえる余地は大きい。それ故、各企業は情報交通を通じて一種の「結託」を形成し——恐らくは消費者の犠牲において——各自の厚生を高める誘因を持つだろう。

本稿では、不完全競争の一般モデルを包括的に取り扱わずに、特にクールノーとベルトランの複占市場モデルに焦点をしぼって、双対の関係と情報の役割

14) 以上の点の詳しい分析については、拙稿 [23] を見られたい。

を深く分析した。上で見たように、もし総合的相互依存関係がすぐれて競争的であるならば、クールノー企業にとって、追加情報の価値がマイナスとなる可能性がある。したがって、双対性の論理を使えば、もし総合的相互依存関係が極めて補完的な場合にはベルトラン企業にとって、追加情報がむしろマイナスとなる可能性がある。さらに、もし当面の複占モデルを2段階ゲームにみなすならば、2つの財が独立財であるか、(正負の)完全相関である場合を除いて、各企業は私的情報を相手方に伝達する誘因を持つ。換言すれば、共有情報のケースが、この2段階ゲームの均衡を示す。

不確実性下において、クールノー均衡とベルトラン均衡の「効率性」比較は興味深い仕事である。平均において、クールノー均衡の方が各企業の産出量は低く、各財の市場価格は高い。しかし、各企業の平均利潤にかんしては、いずれの均衡が高い利得を保証するかは一概に言えない。その結論は両企業間の物理的代替・補完関係に依存するのみならず、確率的相関関係にも依存する。

思うに、1970年代に「不確実性の経済学」が経済学の一分野としての市民権を獲得して以来、やっと15年ばかりの星霜が流れたにすぎない。これに対して、「不完全競争の経済学」は今を去ること50年前、1930年代に確立した学問である。このようなミクロ経済学の着実な展開の流れに棹さしてみれば、「不完全情報」と「不完全競争」との「結婚」の問題が最近とみに論議の対象となっているのは感慨深いことである。願くは、この結婚の儀式が順調に運び、銀婚・金婚・ダイヤモンド婚の日をいつか盛大に迎えられることを切望するばかりである。前途は洋々だ。われわれ研究者の未知への「航海」は、現在始まったばかりである。

参 考 文 献

- [1] Anderson, T. W., *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis* (John Wiley, 1958).
- [2] Basar, T. and Ho, Y., "Informational Properties of the Nash Solutions

- of the Two Stochastic Nonzero-Sum Games," *Journal of Economic Theory* 7 (1974), 370-384.
- [3] Bertrand, J., Book Review of *Théorie Mathématique de la Richesse Social* and of *Recherches sur les Principes Mathématique de la Théorie des Richesses*, *Journal des Savants* (1883), 499-508.
- [4] Cheng, L., "Comparing Bertrand and Cournot Equilibria: A Geometric Approach," *Rand Journal of Economics* 16 (Spring 1985), 146-152.
- [5] Clarke, R. N., "Duopolists Don's Wish to Share Information," *Economics Letters* 11 (1983), 33-36.
- [6] Clarke, R. N., "Collusion and the Incentives for Information Sharing," *Bell Journal of Economics* 14 (1983), 383-394.
- [7] Crawford, V. and Sobel, J., "Strategic Information Transmission," *Econometrica* 50 (1982), 1431-1451.
- [8] Cournot, A. A., *Recherches sur les Principes Mathématique de la Théorie des Richesse* (Paris: Hachette, 1838). (中山伊知朗訳『富の理論の数学的原理に関する研究』岩波書店, 1936.)
- [9] Gal-Or, E., "Information Sharing in Oligopoly," *Econometrica* 53 (1985), 329-343.
- [10] Gal-Or, E., "First Mover and Second Mover Advantages," *International Economic Review* 26 (1985), 649-653.
- [11] Hathaway, N. J. and Richard, J. A., "Equilibria of Price-Setting and Quantity-Setting Duopolies," *Economics Letters* 3 (1979), 133-137.
- [12] Levine, P. and Ponsard, J. P., "The Value of Information in Some Non-zero Sum Games," *International Journal of Game Theory* 6 (1977), 221-229.
- [13] Marschack, J. and Radner, R., *Economic Theory of Teams* (Yale Univ. Press, 1972).
- [14] Novshek, W. and Sonnenschein, M., "Fulfilled Expectations Cournot Duopoly with Information Acquisition and Release," *Bell Journal of Economics* 13 (1982), 214-218.
- [15] Odaka, A., "Coalition Formation of Oligopolistic Firms for Information Exchange," *Mathematical Social Sciences* 6 (1983), 337-351.
- [16] Okuguchi, K., "Equilibrium Prices in the Bertrand and Cournot Oligopolies," mimeo., Tokyo Metropolitan University, 1984.
- [17] Ponsard, J. P., "Strategic Role of Information in Demand Function in

- an Oligopolistic Market,” *Management Science* **25** (1979), 240–250.
- [18] 酒井泰弘『不確実性の経済学』（有斐閣，1982）。
- [19] 酒井泰弘「複占市場における情報の役割——需要不確実性のケース——」『筑波大学経済学論集』第13号（1984年3月），1–29。
- [20] Sakai, Y., “The Role of Information in a Stackelberg-Type Duopolistic Market: A Linear Case,” mimeo., Institute of Social Sciences, University of Tsukuba, November 1984.
- [21] 酒井泰弘「シュタッケルベルク均衡とクールノー均衡——情報構造変化の厚生効果——」『筑波大学経済学論集』第15号（1985年3月），1–31。
- [22] Sakai, Y., “The Value of Information in a Simple Duopoly Model,” *Journal of Economic Theory* **36** (1985), 36–54.
- [23] Sakai, Y., “Cournot and Bertrand Equilibria under Imperfect Information,” mimeo., Institute of Social Sciences, University of Tsukuba, September 1985.
- [24] Selten, R., “Reexamination of the Perfectness Concept for Equilibrium Point in Extensive Games,” *International Journal of Game Theory* **4** (1975), 25–55.
- [25] Singh, N. and Vives, X., “Price and Quantity Competition in a Differentiated Duopoly,” *Rand Journal of Economics* **15** (Winter 1984), 546–554.
- [26] Sonnenschein, H., “The Dual of Duopoly is Complementary Monopoly; or, Two of Cournot’s Theories are One,” *Journal of Political Economy* **76** (1968), 316–318.
- [27] Vives, X., “Duopoly Information Equilibrium: Cournot and Bertrand,” *Journal of Economic Theory* **34** (1984), 71–94.
- [28] Vives, X., “On the Efficiency of Bertrand and Cournot Equilibria with Product Differentiation,” *Journal of Economic Theory* **36** (1985), 166–175.