3つの複占モデル

小　平　　裕

1　はじめに

本稿の目的は，複占市場に関する３つの基本的モデル (Cournot (1838), Bertrand (1883), Stackelberg (1934)) を，ゲーム理論の視点から比較検討することである。

市場構造を分類するのに良く利用される基準の１つは，その市場の供給側にいる売り手の人数と需要側にいる買い手の人数に基づくものである。寡占は，供給側に少数の（しかし複数の）売り手と，需要側には各人は市場全体の需要量に比べて無視しうる需要をしている非常に多数の買い手がいる市場である。そして，売り手が２人である場合は，特に複占と呼ばれる。本稿では，寡占の最も簡単な場合として，複占を取り上げる。なお，近年まで，「独占」という用語が，独占と（複占を含む）寡占を指すものとして使用されていた（例えば，３人の売り手がいる市場は，「3人独占」と呼ばれた)。今日の意味で「寡占」という用語を使い始めたのは，Chamberlin (1933) である。

寡占市場に関心を寄せる理由として，3つ挙げられる。第1は，市場構造と経済効率性の関係という理論的な関心である。Adam Smith (1776) は，競争市場は経済的に効率であると推量した。Marshall (1890) は，余剰概念を使い競争均衡の最適性を示し，また一般均衡理論の成果はこの推量が妥当する条件を明らかにしてきた（Arrow and Hahn (1971) あるいは Hidenbrand and Kirman (1976) を見よ）。この結論が寡占市場においてどのように修正されるかは，興味深い研究課題である。第2は，現実の経済において市場のかなりの部分，おそらく大部分は寡占であるという現実的な理由である。市場が現実にどのように機能しているかという関心から，寡占を研究するのは自然である。第3に，寡占理論は産業組織論の基礎であることが指摘できる。ゲーム理論による検討が始まるまで，その努力は必ずしも成功したとはいえないが，寡占の多くの研究は実際に産業組織論の理論的基礎を構築することを目指して発展してきたという歴史がある。

寡占理論の研究は，フランス人の数学者で技師の Antoine Augustin Cournot (1801-77) により始められた。経済理論の歴史上，その独創性と概念の大胆さにおいて，Cournot (1838) に匹敵するものはない。第1に，Cournot は，経済学において具体的な関数形を特定することなしに，数学モデルを利用した最初の研究者である。すなわち，今日のやり方と同様に，例えば，需要関数をその関数形を具体的に特定せずに，$q = D(p)$ のような一般形で表し，説明変数である価格 p の定義域と関数 D の持つべき定性的条件を制約として課している。第2は，Cournot の寡占理論（Cournot (1838) 第7章）の完全な独創性である。経済理論の発展は，概念あるいはモデルの漠然とした意識に始まり，時間をかけてより明確な定式化へと，何代もの研究者達を経て次第に変化しながら発展するのが普通である。しかし，寡占理論においては，Cournot の均衡概念を示唆するような先行研究は全く知られていないのである。

Cournot はこのように，寡占問題に初めて明確な数学的定式化を与えた

だけではなく，von Neumann and Morgenstern (1944) に始まるゲーム理論の発展の 100 年以上前に，非協力ゲームの解概念を予測していたとさえいえるが，Cournot の研究内容は同時代の研究者達の理解を越えていて，やはりフランス人の数学者 Jeseph Bertrand (1883) が書評に取り上げるまでに 45 年掛かった。そしてそれ以降，寡占理論は経済学における最近のゲーム理論革命まで永らく冬眠状態にあった。Friedman (1983) は，この様子を「ミクロ経済学の数多くの教科書から判断すると，寡占理論は Cournot と共に終わったと考えられるかも知れない」と述べている。例外は，寡占理論における約束 commitment の役割を主唱した Heinrich von Stackelberg (1934) の研究である。

寡占理論の研究は，ゲーム理論の利用によって近年，大きな発展をとげており，多くの新しい結果が得られている。Cournot の寡占理論が非協力ゲーム理論の成果を先取りしていたことを思い出せば，これは驚くにあたらない。しかし今日においても，Cournot，Bertrand，Stackelberg の伝統は寡占理論に生き続けており，本稿ではこの３つの基本的モデルを比較検討したい。

2　ゲーム理論的基礎

複占市場あるいは寡占市場では，買い手は市場条件に影響を及ぼすことはできないので，市場条件を与えられたものと見なすが，売り手は期待される競争相手達の行動を推測し，自己の行動を決定する。さらに，市場で長期にわたり操業が継続される場合には，寡占生産者は自分の現在の行為が将来，自分の競争相手の行動にどのように影響するかにも関心を持つ。このように，複占あるいは寡占を完全競争や独占から区別する特徴は，寡占者達が相互に戦略的に結び付いていることである。ある生産者にとって最善の選択は，その市場において競争相手達の行う選択次第で決まる。寡占理論研究の中心は，これらの戦略的相互作用の性質を理解することと，

相互作用に直面する生産者達が採りうる均衡選択の特徴を理解することにある。完全競争市場では，1人の生産者の選択は彼の生産している同質的財の市場価格に全く影響しないので，このような戦略的相互作用は欠けている。同様に，独占的生産者には競争相手はいないので，他の生産者達がどのように同様の意思決定問題を解くかという問題はそもそも存在しない。独占者とて市場条件に無関心であることはできないが，市場条件は自分の製品への需要関数と，自分が使用する投入物の供給関数に体化されており，戦略的考慮は必要とされない。戦略的相互作用が重要な寡占市場とは対照的であるという意味で，完全競争と独占には共通点がある。

競争市場あるいは無競争の独占市場とは違い，複占を含む寡占市場では，売り手は自分自身の意思決定問題を解くと同時に，自分の競争相手達がどのように意思決定を行うかについて合理的に推測するという二重に込み入った複雑な意思決定問題に直面する。この問題は「もし相手がそうするならば，私はこうするが，しかしそうすると，相手は別のことをする，…」という類の循環的な理由付けの堂々巡りに陥り，一見したところ解決の見込みは立たないように思われる。Cournot (1838) は，後に Cournot 的推測と呼ばれるようになった仮定により，この推測の連鎖を断ち切って均衡解を求めた。今日ではゲーム理論を使って，この落とし穴を避けている。

方法論上の基本概念は，「不完全」かつ「完備」な情報の下での「非協力ゲーム」と，(i) 非協力 Nash 均衡，(ii) 自己強制的合意として知られる解概念である。ここで，用語を確認しておこう。プレイヤー達が強制的な執行機関を利用できないために，拘束力のある合意を結ぶことができない場合に，ゲームは「非協力的」と呼ばれる。カルテル合意は独占禁止法により違法であるというだけの理由から，寡占者達はカルテル合意を執行するために合法的な執行機関を利用できないので，寡占市場はゲームとしてみた場合，通常，非協力的と見なされる。

各プレイヤーが自分の手番になったときに，それまでのゲームの歴史を

完全に知っていれば，そのゲームは「完全情報」であるといわれる。したがって，ゲームが不完全情報であるとは，各プレイヤーが競争相手達のそれまでの選択を知ることなしに，自分の戦略を選択する場合を指す。また，完備情報とは，プレーヤーの利得関数が共有知識であることをいう。寡占モデルに即していえば，各生産者は市場需要関数と全ての生産者の費用関数を知っており，そして各生産者は他の全ての生産者がこのことを全てを知っていることを知っており，そして各生産者は自分が知っていることを全ての他の生産者が知っていることを知っている，…の場合に，そのゲームは完備情報であるといわれる。

非協力ゲームの基礎的解概念は，「自己強制的合意」概念である。しばらくの間，寡占者達は独占禁止法により制約される合意をすると仮定せよ。外部執行機関は利用できないので，他の全員がその合意を支持する場合に，誰にもその合意に固執する誘因が本来備わっていなければ，そのような合意は役立たない。この種の自発性がある合意は，自己強制的と呼ばれる。密接に関係しており，そして簡単な１段階ゲームでは同一の概念は，非協力 Nash 均衡概念である。

対話と合意を仮定しない解概念の代替的解釈は，自己充足的期待に基づく。この解釈では，全ての競争相手はその解における自己部分をプレイすると考える場合に，どのプレイヤーもその解が自分に指示する戦略を選択する以上に利得を高めることができないならば，その戦略ベクトルは非協力ゲームの解である。

これらの解概念は，あるプレイヤーにその解の自己部分から逸脱する誘因があるという意味で自己破壊的である合意あるいは期待を全て排除する。確かに，もし最初からあるプレイヤーがその合意を破るであろうこと，あるいはこれらの戦略に基づく期待が否定されるであろうことが明らかであれば，それらの戦略を解として考えることは意味がない。

3　Cournot モデルと解

Cournot，Bertrand，Stackelberg の各複占モデルに共通する仮定の紹介から始めよう。

市場の供給側に，各生産者は一定の費用で同質な製品を生産する2人の生産者を考える（複占）。両生産者の単位費用は $c_1, c_2 \in (0,1)$ で一定である。さらに，内部解を保証するために，これらの c は条件

(1)　　$1 > 2c_i - c_j$

を満たすと仮定する。需要側には，多数の小規模な買い手を考え，その市場需要は，単位価格 p の上で定義される関数

(2)　　$X(p) = \max\{1 - p, 0\}$

により与えられるとする。したがって，逆需要関数は $P(X) = \max\{1 - X, 0\}$ である。需要と費用の全てのパラメーターは共有知識である（完備情報）。

Cournot 複占ゲームには，2人の生産者と1人の中立的な競り人（調停者）の合計3人のプレイヤーがいる。両生産者は同時に自分の産出量 x_i を選択し，その産出量を競り人に引き渡す。その競り人は集計的産出量 $X = x_1 + x_2$ に基づいて，市場清算価格 $P(X) = \max\{1 - X, 0\}$ を計算する。買い手達はこの価格でそれぞれの需要量を購入し，両生産者は自分の利潤

(3)　　$\pi_i(x_i, x_j) = \left\{P(x_i + x_j) - c_i\right\}x_i$

を受け取って，ゲームは終了する。複占者達の戦略は産出量 $x_i \in [0,1]$ であり，価格は競り人により設定される。なお，仮定された意思決定の同時性は，文字通りである必要はない。問題になるのは，各生産者が競争相手

の選択を知ることなしに（不完全情報），意思決定をすることである。

Cournot モデルは，ゲームとして次のように記述される。

ステップ１：生産者１は x_1 を選択する。

ステップ２：生産者２は（生産者１の x_1 という選択を知ることなく）x_2 を選択する。

ステップ３：競り人が市場清算価格 $P(X)$ を設定し，取引が実行される。ただし，$X = x_1 + x_2$ である。

明らかに，誰がステップ１を始めるかは任意である。情報構造の不完全性が維持される限り，どちらの生産者がステップ１にプレイするかによって，結果に相違が生じることはない。

Cournot ゲームの解を上付き添え字 C で表すことにすると，これは次の２つの相互最善応答条件

(4) $$x_i^c \in \underset{x_i}{\operatorname{argmax}} \left\{ \pi_i(x_i, x_j^c) | x_i \geq 0 \right\} \qquad i \neq j, i, j = 1, 2$$

を満たす産出量の対 (x_1^c, x_2^c) である。ただし，$\pi_i(x_i, x_j)$ は (3) により定義される。これらの条件は，言葉で表すと，もし競争相手が Nash 均衡の自分の部分をプレイし続けるならば，どの生産者も x_i^c 以外の戦略を選択することによって，自分の利得を高くすることはできないことを示している。

(3) より分かるように，π_i は自分自身の戦略 x_i に関して凹であるから，最大値をもたらす戦略 x_i は一意である。したがって，その解は (4) の $i \neq j$，$i, j \in \{1, 2\}$ に対する最大化問題の Kuhn-Tucker 条件

(5) $$1 - 2x_i - x_j - c_i \leq 0$$

(6) $$x_i(1 - 2x_i - x_j - c_i) = 0$$

により特徴付けられる。これらを解いて，均衡戦略と均衡結果

(7) $$x_i^c = \frac{1 - 2c_i + c_j}{3}$$

(8) $$p^C = \frac{1 + c_1 + c_2}{3}$$

(9) $$\pi_i^c = \frac{(1 - 2c_i + c_j)^2}{9}$$

(10) $$S^c = \frac{(2 - c_1 - c_2)^2}{18}$$

を得る。ただし，S は消費者余剰

$$S(X) = \int_0^X P(y)dy - P(X)X$$

である。

Cournot 解の性質を説明するのに，反応関数（最善応答）がよく使われる。これは，像 $x_i^*(x_j)$ を持つ (4) の解関数 $x_i^*: [0,1] \to [0,1]$ であり，生産者 i が競争相手 j は x_j を生産すると考える場合に，最適行動は $x_i^*(x_j)$ を生産すること（利潤最大化反応）を示す。(5) より，反応関数

(11) $$x_i^*(x_j) = \max\left\{\frac{1 - x_j - c_i}{2}, 0\right\}$$

が求められる。**図1**はそのグラフである。

図1の端点 x_i^M は Cournot 独占点であり，これは競争相手 j が全く生産しない場合 $(x_j = 0)$ に対する最善応答である。反対側の端点 $x_j^{\det}$ は参入阻止点であり，競争相手 j が生産者 i を市場から退出させる $(x_i = 0)$ ために供給しなければならない最小産出量を示している。また，$x_i^*(x_j)$ は，x_j が与えられた時に π_i の最大値を与える x_i であるから，$(x_i^*(x_j), x_j)$ において π_i は最高水準に達する。これは，破線の等利潤曲線により示される。

反応関数は競争相手の戦略選択を与えられたものと見なしており，その

ために寡占の意思決定問題の戦略相互依存性を無視していると考えられるかも知れない。しかし，反応関数は，Cournot 解の性質を説明し，それを見付けるための道具に過ぎないので，この批判は的外れである。生産者 i の反応関数 $x_i^*(x_j)$ と競争相手 j の反応関数 $x_j^*(x_i)$ の逆関数を重ねて描いた**図２**の両生産者の反応関数の交点は，そしてこの点こそは，要求される

図１：生産者１の反応関数

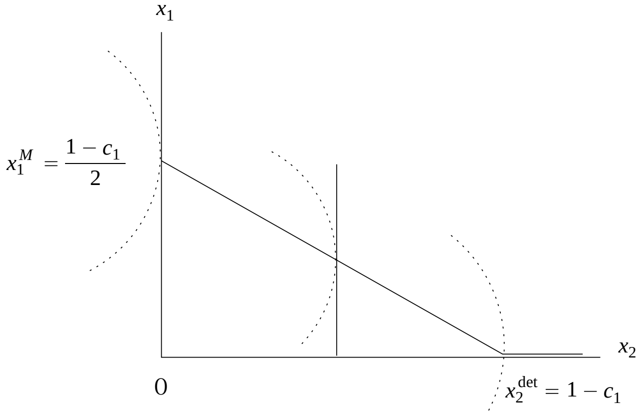
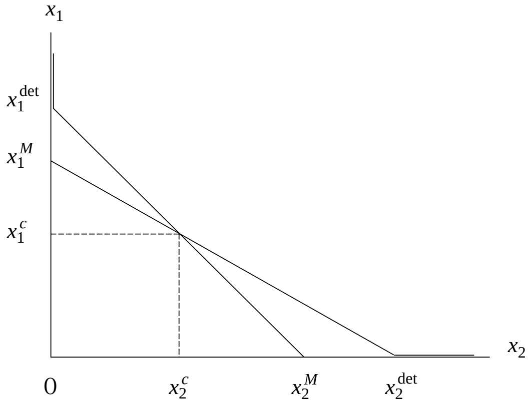


図２：Cournot 解



相互最善応答性を満たしており，この点が Cournot ゲームの一意な解である。

Cournot 解の別の説明方法として，残余需要による説明がある。競争相手の産出量が，例えば水準 x_j^0 で与えられたとき，生産者 i に残される需要は $x_i = X - x_j^0$ である。したがって，残余逆需要は

(12) $$\tilde{P}(x_i, x_j^0) = P(x_j^0 + x_i)$$

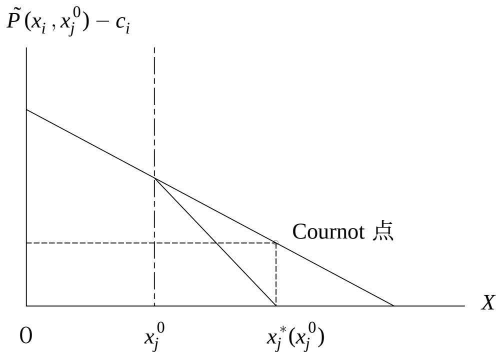
により与えられる。このとき，生産者 i の x_j^0 に対する最善応答は，**図3** に描かれているように，残余需要空間における Cournot 独占解に他ならない。これは，Cournot 独占がどのように Cournot 複占と一致するかを説明する。

最後に，Cournot 複占を支配される戦略の繰り返し排除によって求めてみよう。ここでは，簡単化のために $c_1 = c_2 = 0$ と仮定して，数回の繰り返しの様子を説明する。すなわち，

(i)　誰も Cournot 独占産出量を上回る供給をしないので，$x_i \le x^M = \dfrac{1}{2}$ である。

(ii)　同じ考慮すべき事柄により，競争相手の産出量も上から有界である。

図3：残余需要空間における Cournot 独占点



したがって，$x_i = \frac{1}{2}(1 - x_j) \geq \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ が成り立つので，生産者 i の最善応答は下から有界である。

(iii) 再び，同じ考慮すべき事柄により，競争相手の最善応答も下から有界である。したがって，$x_i = \frac{1}{2}(1 - x_j) \leq \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$ が成り立つので，生産者 i の最善応答は上から有界である。

(iv) 再び，同じ考慮すべき事柄は競争相手にも当て嵌まる。したがって，$x_i = \frac{1}{2}(1 - x_j) \geq \frac{5}{16}$ が成り立つ。

以上より，$x_i \in \left[\frac{5}{16}, \frac{3}{8}\right]$ となるが，これは $\frac{1}{3}$ にかなり近い。この考察をさらに繰り返すと，主張されているように $x = \frac{1}{3}$ に収束することが分かる。

4　Bertrand モデルと解

Bertrand 複占ゲームでは，両生産者はその価格でその市場に供給するという約束して，自分の単位価格 p_i を同時に選択する。買い手達は，安い方の売り手から購入する。もし価格が同じであれば，需要は２人の生産者の間で均等に二分される。したがって，価格 p_1，p_2 に応じて，利得 π_i は，

(13)
$$\pi_i(p_i, p_j) = \begin{cases} (1 - p_i)(p_i - c_i) & p_i < p_j, p_i < 1 \\ \frac{1}{2}(1 - p_i)(p_i - c_i) & p_i = p_j < 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

となる。Bertrand モデルでは，Cournot モデルと違い，両生産者は競り人の助けなしに自分で価格を設定し，買い手達がその注文を出した後に，生

産と引き渡しが行われて，ゲームは終了する。

Bertrand モデルは，ゲームとして次のように記述される。

ステップ１：生産者１は p_1 を設定する。

ステップ２：生産者２は（p_1 を知ることなく）p_2 を設定する。

ステップ３：買い手達は安い方の売り手に注文を出し，生産者（達）は注文に応じて生産し，取引が実行されて，ゲームは終了する。

Bertrand ゲームの解を上付き添え字 B で表すことにすると，これはこの場合の相互最善応答性

(14) $$p_i^B \in \underset{p_i}{\operatorname{argmax}}\left\{\pi_i(p_i, p_j^B)\right\} \qquad i \neq j \quad i, j = 1, 2$$

を満たす（数量ではなく）価格の対 (p_1^B, p_2^B) である。ただし，π_i は (13) で定義される。

(13) より分かるように，π_i は不連続であるので，Kuhn-Tucker 条件を使って解を特徴付けることはできない。しかし，以下は Bertrand ゲームの一意な解になる。

(i)　$c_1 = c_2 = c$ の場合

(15) $$p_i^B = c$$

(16) $$x_i^B = \frac{1-c}{2}$$

(17) $$\pi_i^B = 0$$

(18) $$S^B = \frac{(1-c)^2}{2}$$

(ii)　$c_1 < c_2 \leq \dfrac{1-c_1}{2} = p_i^M$ の場合

(19) $$p_i^B = \max\{c_1, c_2\} = c_2$$

(20) $$x_1^B = 1 - c_2 \qquad x_2^B = 0$$

(21) $$\pi_1^B = (1-c_2)(c_2 - c_1) \qquad \pi_2^B = 0$$

(22) $$S^B = \frac{(1-c_2)^2}{2}$$

(iii) $c_2 > \dfrac{1-c_1}{2} = p_1^M$ の場合

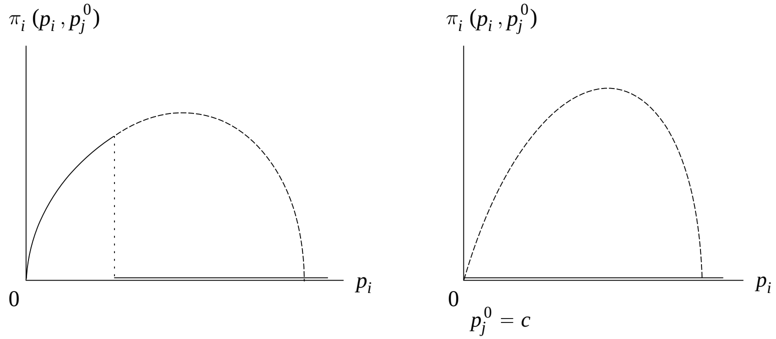
(23) $$p_1^B = p_i^M \qquad\qquad p_2^B = c$$

これが実際に解であることを証明するためには，先ず，$c_1 = c_2 = c$ と仮定しよう。すると，$p_i = c$ は解である。というのは，競争相手が $p_j = c$ を付ける場合には，別の価格を付けても，利潤をより大きくすることはできないからである。さらに，$p_i = c$ を上回る価格を付けることは，競争相手が安い価格を付ける事態を常に招くので，均衡の一部にはなり得ない。もちろん，$p < c$ は意味がない。したがって，$p_i = c$ は実際に一意な均衡である。

今度は，$c_2 > c_1$ を考えよう。$p_i > c_2$ と $p_i < c_2$ のどちらも均衡の一部にはなり得ないし，$p_i = c_2$ は競争相手が安い価格を付けることを招くので，この場合には純粋戦略の均衡はない。

Bertrand モデルに特有な性質として，均衡価格を上回る価格全体に対して反応写像が定義されないことがある。$c_1 = c_2 = 0$ の場合について利得関数 $\pi_i(p_i, p_j)$ を描いた**図４**を見よ。左図では，競争相手の価格 p_j は均衡価格を上回り，独占価格 p^M を下回ると仮定されている。この場合には，利得関数 $\pi_i(p_i, p_j)$ は $p_i = p_j$ において不連続になる。実際に，$p_i > p_j$ から近づくと，π_i は $p_i = p_j$ で０から $\frac{1}{2}(1-p_i)p_i$ に跳ね上がり，p_i が p_j 未満に下げられると，$\frac{1}{2}(1-p_i)p_i$ から $(1-p_i)p_i$ に再び跳ね上がる。これは，競争相手が $p_j \in (0, p^M]$ を設定する場合には，競争相手を下回る価格を付けることにより，常に利潤を大きくできることを意味する。しかし，p_j より小さいが，p_j に近い実数はないので，最善応答はない。

図 4：Bertrand 競争における利得関数



しかし，価格値域 $(p^M, 1]$ の中と均衡価格には，最善応答がある。各 $p_j\ \in (p^M, 1]$ に対しては，独占価格 p^M が最善応答である。一方，均衡価格に対しては，最善応答は一意ではなく，区間 $[0, 1]$ に属す価格はどれも最善応答になる（右図）。

区間 $[0, 1]$ に属す価格がどれも最善応答であるならば，生産者 i がこのときに $p_j\ = 0$ に対して $p_i\ = 0$ と反応する理由は，(p_1^B, p_2^B) 以外の全ての価格は自己破壊的期待あるいは合意を生じさせ，したがって解として認められないからである。

5　Stackelberg モデルと解

Stackelberg 複占ゲームでは，一方の生産者，例えば生産者 1 には，戦略選択を事前に約束し，その選択を競争相手の順番になる前に公表する力がある。先手番は先導者，その応答者は追従者と呼ばれる。Stackelberg ゲームでは，戦略として，原理的には，価格，数量の何れも考え得るが，ここでは数量を戦略とするゲームを取り上げる。

Stackelberg モデルは，ゲームとして次のように記述される。

ステップ 1：先導者である生産者 1 は産出量 x_1 を選択し，産出を競り人に引き渡して，自分の選択を生産者 2 に公表する。

ステップ２：追従者である生産者２は，先導者の選択 x_1 を完全に知った上で，自分の産出量 x_2 を選択し，競り人に引き渡す。

ステップ３：中立的競り人は，集計的産出量 $X = x_1 + x_2$ に基づき市場清算価格 $P(X) = \max\{1 - X, 0\}$ を計算する。買い手達が注文を出し，取引が実行され，ゲームは終了する。

Stackelberg ゲームの解を上付き添え字 S で表すことにする。Cournot モデルとの違いは，生産者２が自分の選択をする時には，既にそのゲームの歴史を観察していることである。ゲームの歴史は x_1 により示されるから，生産者２の戦略は，観察されたゲームの歴史を自分（生産者２）の選択に写像する関数 $x_2 = \xi(x_1)$ により記述される。

先導者は明らかに，Cournot 競争の下と同じ戦略集合を持つ。しかし，追従者の戦略集合は全ての実数値関数 $\xi : [0, 1] \to [0, 1]$ を含むので，Cournot 競争よりもかなり大きくなる。このことから，追従者はより強い立場におり，したがってより高い利潤を稼ぐことができるという逆説的とも思える推論がなされよう。

確かに，もし追従者に独占力を与える戦略

(24) $$\xi(x_1) = \begin{cases} x_2^M & x_1 = 0 \\ 1 - x_1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

(25) $$x_1 = 0$$

が想定されるならば，この推論は妥当する。$x_1 = 0$ は明らかに，追従者の戦略 $\xi(x_1)$ に対する先導者の最善応答であり，逆もまた正しい。以上より，追従者は Stackelberg ゲームの均衡における Cournot 独占者であるという逆説的な結論が得られる。

しかし，戦略 (24) には信憑性がない。このことを示すために，生産者２は (24) をプレイするが，生産者１は逸脱してある正の産出 $x_1 > 0$ を供給すると仮定しよう。すると，生産者２は自分の計画を改訂して，x_1 へ

の最善応答である数量を生産する方が，利潤が大きくなる。先導者はこのことを理解して，戦略 (24) をこけ脅しと呼び，追従者は x_1 に対して常に $x_2 = x_2{}^*(x_1)$ で応答することになる。

以上より，プレイヤー2の戦略は，他の戦略には信憑性がないので，反応関数

(26) $$\xi(x_1) = x_2{}^*(x_1) = \max\left\{\frac{1-c_2-x_1}{2}, 0\right\}$$

に制限されることが分かる。ゲーム理論の用語では，(26) は Stackelberg 追従者が自分の手番を行うゲームの樹の節から始まる部分ゲームの一意な解である。

もちろん，先導者は自分の選択に対して追従者がどのように応答するかを推量し，その知識を自分の利得を最大にするために利用する。すなわち，先導者は自分の縮約形利得関数を最大にする産出量を選択する。

(27) $$\max_{x_i} \pi_1\left(x_1, x_2{}^*(x_1)\right)$$

(28) $$\pi_1\left(x_1, x_2{}^*(x_1)\right) = \left(\frac{1-x_1}{2} + \frac{c_2}{2} - c_1\right)x_1$$

Stackelberg ゲームの解を上付き添え字 S で表すことにすると，これには一意な部分ゲーム完全均衡解

(29) $$x_1^s = \frac{1-2c_1+c_2}{2}$$

がある。均衡戦略は (26)，(29) により示され，均衡結果は

(30) $$x_1^s = \frac{1-2c_1+c_2}{2} \qquad x_2^s = \frac{1-3c_2+2c_1}{4}$$

(31) $$p^s = \frac{1+2c_1+c_2}{4}$$

(32) $$\pi_1^s = \frac{(1-2c_1+c_2)^2}{8} \qquad \pi_2^s = \frac{(1-3c_2+2c_1)^2}{16}$$

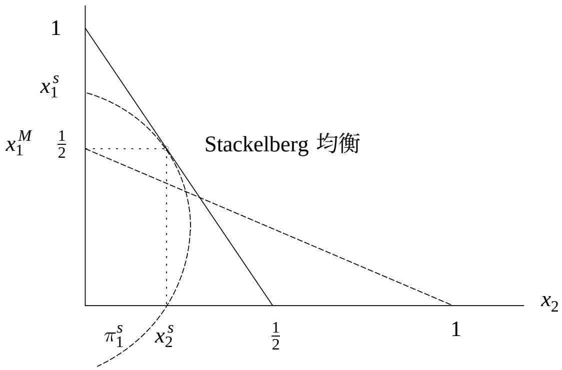
(33) $$S^s = \frac{(3-2c_1-c_2)^2}{32}$$

により与えられる。Cournot ゲームと比較すると，先導者は良化し，追従者は悪化する。

ここで，競争相手の戦略を知っている追従者は，この情報を持たない先導者よりも悪化することから，情報が多いことは有害であるのかという疑問が生じる。追従者を損なうのは，追従者が多くの情報を持ってることではなく，競争相手（先導者）が追従者は多くの情報を持ってることを知ってることであるから，この疑問は否定される。

追従者の反応関数上の点は全て，Nash 均衡結果である。戦略の信憑性（部分ゲーム完全性）を適用すると，均衡集合は縮小して，追従者の反応関数の上で先導者の利得を最大にする一意な戦略に収束する。**図５**では，実線は追従者の反応関数であり，破線の曲線は先導者の等利潤曲線，破線の右下がりの直線は先導者の反応関数である。Stackelberg 点 (x_1^s, x_2^s) は，先導者の等利潤曲線と追従者の反応関数の接点である。追従者の反応関数

図５：$c_1 = c_2 = 0$ に対する Stackelberg 点



は先導者の選択一覧であり，先導者はこの中から，自分に最も適している点を選び出していることが分かる。

最後に，先導者は追従者と会話はできるが，自分の戦略選択は取り消し不可能であり，事前約束できない場合を検討しよう。先導者はどのような威嚇をしたとしても，常に逸脱し他の戦略を選択することができる。したがって，ゲームは再び，不完全情報の下のゲームになる（どちらのプレイヤーも自分の競争相手の意思決定を知らない)。つまり，約束のない Stackelberg 競争は Cournot 競争に還元される。

別の視点から見るために，生産者１は事前約束を守らないにも関わらず，x_1^s を供給すると威嚇すると仮定しよう。生産者２はこのとき，この威嚇は真剣であるか，それともこけ威しに過ぎないのか判定しなければならない。それが真剣な威嚇と判定されるためには，生産者２がそれを真剣と受け止めて，追従者として指定された役割をプレイするときに，生産者１にはその威嚇を守り続ける誘因がなければならない。しかし，

(34)
$$x_1{}^*\left(x_2{}^*(x_1^s)\right) = \frac{3}{8}(1-2c_1+c_2) < \frac{1}{2}(1-2c_1+c_2) = x_1^s$$

が成立している。すなわち，先導者は事前約束から逸脱することによって，良化することが分かる。したがって，生産者２はその威嚇をこけ威しと呼び，Cournot 均衡戦略をプレイし，生産者１も Cournot 均衡戦略をプレイすることになる。

6　厚生順位付け

３つの市場ゲームは根本的に異なる性質を持っている。比較対象に Cournot 独占と競争的かつ Pareto 最適（それぞれ上付き添え字 M と PO で表す）も含めて，以上の結果の厚生順位付けを検討しよう。

(35)
$$x^M = \frac{1-c_1}{2} \qquad \pi^M = \frac{(1-c_1)^2}{4} \qquad S^M = \frac{(1-c_1)^2}{8}$$

$$(36)\qquad x^{PO} = 1 - c_1 \qquad \pi^{PO} = 0 \qquad S^{PO} = \frac{(1 - c_1)^2}{2}$$

消費者余剰により判断すると，３つの複占競争は，Bertrand，Stackelberg，Cournot の順に順位付けられる。完全競争のように $c_1 = c_2$ であれば，Bertrand 競争は Pareto 最適であるが，Cournot 競争は Cournot 独占程は悪くはない。すなわち，

$$(37)\qquad S^{PO} \geq S^B > S^S > S^C > S^M$$

均衡利潤により判断すると，Stackelberg 先導者，Cournot，Stackelberg 追従者，Bertrand の順に順位付けられる。もちろん，Cournot 独占者の利潤が最も大きい。すなわち，

$$(38)\qquad \pi^M > \pi_1^S > \pi_i^C > \pi_2^S > \pi_i^B = \pi^{PO}$$

最後に，総余剰（消費者余剰と供給者余剰の和）

$$T = S + \pi_1 + \pi_2$$

により判断すると，消費者余剰と同じ順位付けを得る。

$$(39)\qquad T^{PO} = T^B > T^S > T^C > T^M$$

7　結び

３つの寡占理論の検討を終えて，競合する市場ゲームのどれが正しいのかという疑問が残る。これまで，Cournot (1838) 以来，約 170 年経つにも関わらず，寡占理論は均衡概念についての合意にさえ達していないので，初期段階に停滞していると批判されてきた。しかし，寡占理論は皆，非協力ゲームの同じ解概念を採用しており，均衡概念について争っていないから，この批判は正しくない。

しかし，もっともらしい寡占モデルが複数あり，それらの性質は大きく異なるという事実が残る。それでは，どれが正しいモデルであろうか？

Bertrand モデルには，Cournot モデルとは違い，価格を生産者の決定変数としているという長所がある。もし価格を設定しているのが生産者でなければ，寡占市場における価格決定機構を理解するのは困難である。この点に関して，Cournot は答を与えていない。財が完全に同質である場合には，Bertrand の世界を想定しなければ，生産者達は価格を選択することはできない。財が差別化されていて，ある生産者の需要が全ての生産者の価格の連続関数である場合には，生産者達は価格と数量の両方を選択すると容易に考えられる。

価格と産出量の両方を選択することができ，また在庫を持つことも可能な生産者を考えよう。産出水準を素早くそして容易に調整できる生産者は，需要の変動に合わせるためには，産出量を調整し，価格は滅多に変えないであろう。例えば，多種類のネジの生産者は，価格表を改訂するよりは産出水準を調整するであろう。このような生産者は基本的に価格選択者であり，需要がどのような水準であっても，その需要に産出を合わせようとする。

もう一方の極端は，生産計画をずっと前（例えば，半年あるいは1年前）に立てなくてはならず，在庫の保有費用が高い生産者である。そのような生産者は販売フローを生産フローに近付けるために，価格を頻繁に変更するであろう。自動車メーカーがその例である。自動車メーカーは卸売価格を設定しているが，販売店にリベートを支払っている。リベート額は，その時々の需要条件，生産計画，在庫の大きさに依存している。生産者が販売を生産に合わせるために，価格を常に調整するという意味で，価格は実際に市場条件によって決定されている。価格を選択しているのは確かに自動車メーカーであるが，生産者の戦略変数は産出量であるという意味で，Cournot 的な状況があてはまるように思われる。

どのモデルが正しいモデルであるのがという質問に，一通りの答えは恐らくないであろう。実世界の市場環境が多様であることを考えると，モデルの多様性は長所であり，欠点ではない。どのような場合に，価格あるいは数量による調整が現れる傾向があるかを調べるために，市場規則の選択を内生化する接近法（例えば，Singh and Vives (1984)）が研究されている。

参照文献

Arrow, Kenneth J., and Hahn, Frank H., (1971), *Genereal Cometitive Analysis,* Holden Day（福岡正夫，川又邦雄訳『一般均衡分析』岩波書店，1976年）

Bertrand, Joseph, (1883), Book review on *Theorie Mathematique de la Richesse Sociale and Recherches sur les Principes Mathematiques de la Theorie des Richesses, Journal des Savants,* pp. 499-508.

Chamberlin, Edward H., (1933), *The Theory of Monopolistic Competiton,* Harvard University Press,7th ed., 1956（青山秀夫訳『独占的競争の理論—価値論の新しい方向』至誠堂，1966年）

Cournot, Augustin A., (1838), *Recherches sur les Principes Mathematiques de la Theorie des Richesses,* Hachette（中山伊治郎訳『富の理論の数学的原理に関する研究』同文館，1927年，日本経済評論社，1982年）

Friedman, James W., (1983), *Oligopoly Theory,* Cambridge University Press.

Gibbons, Robert, (1992), *Game Theory for Allied Economists,* Princeton University Press（福岡正夫，須田伸一訳『経済学のためのゲーム理論入門』創文社，1995年）

Hidenbrand, Werner, and Kirman, Alan P., (1976), *Introduction to General Equilibrium Analysis,* North-Holland.

Marshall, Alfred (1890), *Principles of Economics*, 9th ed, 1920（馬場啓之助訳『経済学原論』全４冊，東洋経済新報社，1965−67年）

Singh, N., and Vives, X., (1984), “Price and Quantity Competition in a differentiated Duopoly,” *Rand Journal of Economics,* vol. 15, pp. 546-554.

Smith, Adam, (1776), *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*（大内兵衛，松川七郎訳『諸国民の富』岩波書店，1959年）

Stackelberg, Heinrich von, (1934), *Marktform und Gleichwewicht,* Verlag von Julius Springer（大和瀬達二，上原一男訳『寡占論集』至誠堂，1970年）

von Neumann, John, and Morgenstern, Oscar, (1944), *The Theory of Games and*

Economic Behavior, Princeton University Press（銀林浩，橋本和美，宮本敏雄監訳『ゲームの理論と経済行動』東京図書，1972−3年）
奥口孝二，酒井泰弘，市岡修，永谷裕昭 (1989),『ミクロ経済学』有斐閣。