Cournot 寡占理論と完全競争

小　平　　裕

1　はじめに

本稿の目的は，完全競争をゲーム理論の視点から検討することである。

自分の効用あるいは利潤が自分自身の選択だけではなく，競争相手達の選択にも依存して決定され，また競争相手達の効用あるいは利潤も同様であるとき，自分の効用あるいは利潤の最大化を図るだけでは最適な意思決定を行うことはできない。相互依存関係を考慮して，競争相手達に自分に有利な選択をさせるように，自分の選択を戦略的に決定しなければならない。すなわち，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最適化問題に直面することになる。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。この推測の連鎖を断ち切って均衡解を求める方法を最初に示したのは，後に Cournot 的推測と呼ばれるようになった仮定を用いた Antoine Augustin Cournot (1801-77)

の著作 (1838) である。John Forbes Nash, Jr. (1928-) は，Cournot 的推測と同じ考え方に基づいた非協力ゲームの均衡概念である Nash 均衡を独立に提案した (Nash (1950a), (1950b), (1951), (1953))。

本稿では，これらの先駆的研究に依拠しながら，完全競争の特性を検討する。教科書的な理解では，完全競争は戦略的行動が殆どあるいは全く役割を果たさない市場であると考えられているが，ここでは Cournot に倣って彼の数量設定モデルを利用して，完全競争の理解を深めることを目的としている。Cournot の考え方を今日のゲーム理論の枠組みの中で定式化し直した上で，ゲーム理論の視点から完全競争を再検討する。そのために，Cournot (1838) の数量設定モデルを整理し，分析道具を準備することから始めよう。

2　Cournot モデルの図解

本節では，Cournot モデルの解を図解により求めることから始めて，続いて連続戦略を含む静学ゲームとしての定式化を試みる。

フランス人の数学者で技師の Antoine Augustin Cournot は19世紀初めに，同質的な財の市場に1社あるいは複数の企業が参加して利潤最大化を目指すとき，生産量はどのように決定されるかを説明する数学モデルを構築し検討した。Cournot (1838) は，具体的な関数形を特定することなしに，解析的手法を用いた経済学における最初の成果である。つまり，今日の定式化と同様に，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。Cournot はこのように，初めて数学的な経済モデルを厳密に定式化し，解析的手法により分析することに成功したばかりではなく，以下で明らかになるように 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構成していた。

Cournot モデルでは，生産量が各企業の唯一の決定変数である。ここで重要な仮定は，生産量はひとたび決定されると，それらは全く変更できないか，あるいは少なくとも大きな費用なしには変更できないことである。n 社の企業が同質的財を生産する市場において，ひとたび企業 $i\,(i = 1, \ldots, n)$ の生産量 q_i が決定されると，市場価格は市場需要が産業全体の総供給 Q に等しくなるように調整される。

$$(2.1) \qquad p = p(Q) \qquad \frac{dp(Q)}{dQ} < 0$$

ここに，$p(.)$ は逆需要関数であり，産業全体の総供給 Q は

$$(2.2) \qquad Q = \sum_{i=1}^{n} q_i$$

により与えられる。

最初に，企業の戦略が連続であるこの１回限りの静学ゲームにおける Nash 均衡生産量を，図解により求める方法を検討しよう。分析を簡単にするために，産業は同質的財を生産する２つの利潤最大化企業から構成される[1)]ものとし，市場需要関数は線形であり，限界費用は一定であり０に等しいと仮定する。**図 2.1** において，AD は市場需要曲線，MC（横軸と

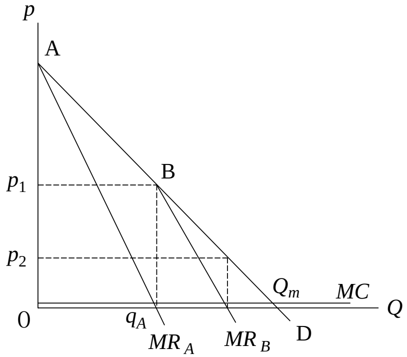

図 2.1：Cournot モデル

1)　すなわち，分析対象となる市場構造は複占である。

一致している）は限界費用曲線である。

以下では，静学数量設定ゲームを企業 A の視点から分析する。企業 A は利潤を最大化するために，$MC = MR_A$ となる生産量を選択する2)。線形の需要関数と $MC = 0$ を仮定しているので，企業 A の利潤最大化生産量は $q_A = \frac{1}{2}Q_m$ になる。このときの市場価格は p_1 になる。ただし，Q_m は $p = 0$ のときの市場需要量である。しかし，企業 A は本当に q_A を生産するであろうか。

この市場には競争相手の企業 B もいるので，企業 A は企業 B の行動も考慮しなければならない。企業 B の行動を考えるために，企業 B が獲得する残余の需要3) を求めよう。企業 A が $q_A = \frac{1}{2}Q_m$ を選択するときの企業 B の残余の需要 $Q_m - q_A = \frac{1}{2}Q_m$ は，価格軸を生産量 q_A に移動して得られる線分 BD になる。したがって，企業 B の限界収入曲線は MR_B である。企業 B の利潤は $MC = MR_B$ となる生産量で最大になるが，企業 B の限界費用も 0 であると仮定しているので，企業 B の利潤最大化生産量は $q_B = \frac{1}{2}(Q_m - q_A) = \frac{1}{4}Q_m$ になる。このときの市場全体の総供給量は $\frac{3}{4}Q_m = \frac{1}{2}Q_m + \frac{1}{4}Q_m$ であり，市場価格は p_2 になる。では，これらの生産量はこのゲームの最適な結果であろうか。

もし企業 B が $\frac{1}{4}Q_m$ を生産するならば，企業 A の残余需要は最初に考えた Q_m ではなく，$Q_m - q_B = \frac{3}{4}Q_m$ である。企業 A のこの残余需要曲線

2)　両企業について $MC = 0$ と仮定しているので，利潤最大化は収入最大化と同値である。

3)　これは，企業 A による生産量が与えられたとき，企業 B に対して可能な価格と生産量の組み合わせを示す。

は，**図 2.2** の線分 CD により示される。したがって，企業 A の利潤最大化生産量は $\frac{3}{4}Q_m$ の半分，すなわち $\frac{3}{8}Q_m$ になる。このときの総供給量は $\frac{5}{8}Q_m = \frac{3}{8}Q_m + \frac{1}{4}Q_m$ であり，市場価格は p_3 になる。企業 A にとって，生産量 $\frac{1}{2}Q_m$ は $\frac{3}{8}Q_m$ によって厳密に支配される。しかし，これで話は終わらない。

もし企業 A が $\frac{3}{8}Q_m$ を生産するならば，企業 B の残余需要は $\frac{5}{8}Q_m = Q_m - \frac{3}{8}Q_m$ である。企業 B の利潤最大化生産量はこの半分，すなわち $\frac{5}{16}Q_m$ になる。しかし，もしそうであれば，企業 A の残余需要は $\frac{11}{16}Q_m$ となり，利潤最大化生産量はこれの半分，すなわち $\frac{11}{32}Q_m$ になる。このような行ったり来たりの推論を続けて，厳密に支配される戦略を逐次除去していくと，企業 A は p'（図には示されていない）という市場清算価格で，$\frac{1}{3}Q_m$ を生産することが分かる。ゲームの対称性から，企業 B も同じ価格

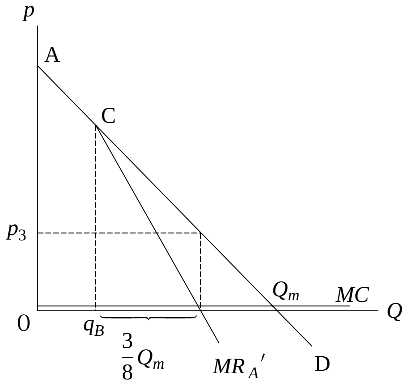

図 2.2：Cournot モデルにおける生産量の決定

で，$\frac{1}{3}Q_m$ を生産することが分かる。各企業は総供給量 $Q_T = \frac{2}{3}Q_m$ を等しく分け合う。

Cournot (1838) は，以上の分析を一般化して，n 社の同規模の企業から構成される産業の総供給量は,

(2.3) $$Q_T = \frac{n}{n+1}Q_m$$

により与えられることを示した。

Cournot ゲームにおいて Nash 均衡を見付けるもう１つの方法は，**図 2.3** に示されているように，各企業の反応関数を確認することである。$q_A{}^*(q_B)$ は企業 A の反応関数であり，$q_B{}^*(q_A)$ は企業 B の反応関数である。図の点 A における企業 A の生産量は $\frac{1}{2}Q_m$，企業 B の生産量は０である。この点 A から出発して，企業 A の生産量が与えられたとき，企業 B は $\frac{1}{4}Q_m$ を選択して利潤最大化を図る（点 B)。これは，**表 2.1** の繰り返しの１回目から２回目への移動になる。もし企業 B が $\frac{1}{4}Q_m$ を生産する

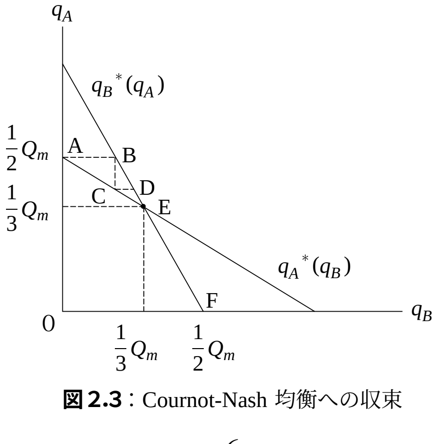

図 2.3：Cournot-Nash 均衡への収束

ならば，企業 A の残余需要は $\frac{3}{4}Q_m$ となり，その場合には企業 A は生産量 $\frac{3}{8}Q_m$ を選択することにより利潤を最大化にする（点 C，**表 2.1** の繰り返し 3 回目)。企業 A のこの生産量に対する企業 B の残余需要は $\frac{5}{8}Q_m$ であるから，企業 B は自分の利潤を最大化するために $\frac{5}{16}Q_m$ を生産する（4 回目）等々。このように厳密に支配される戦略を体系的に除去することにより，企業 A の利潤最大化生産量は $\frac{1}{3}Q_m$ に収束する（点E，**表 2.1** の最下行)。

一方，企業 B は点 F での生産量 $\frac{1}{2}Q_m$ から出発して，厳密に支配される戦略の除去を繰り返して，生産量 $\frac{1}{3}Q_m$ に収束する。よって，このゲームの Nash 均衡戦略プロファイルは $\left\{\frac{1}{3}Q_m, \frac{1}{3}Q_m\right\}$ であり，それは両企業の反応関数の交点 E で示される。

表 2.1：Cournot モデルにおける繰り返し除去

繰り返し	q_A	q_B	$q_A + q_B$
1（点 A）	$\frac{1}{2}Q_m$	0	$\frac{1}{2}Q_m$
2（点 B）	$\frac{1}{2}Q_m$	$\frac{1}{4}Q_m$	$\frac{3}{4}Q_m$
3（点 C）	$\frac{3}{8}Q_m$	$\frac{1}{4}Q_m$	$\frac{5}{8}Q_m$
4（点 D）	$\frac{3}{8}Q_m$	$\frac{5}{16}Q_m$	$\frac{11}{16}Q_m$
⋮			
∞（点 E）	$\frac{1}{3}Q_m$	$\frac{1}{3}Q_m$	$\frac{2}{3}Q_m$

上の分析は，両企業が生産する財は同質的であることと，生産の限界費用は0であることを仮定していた。勿論，これらの仮定のどちらも必要ではない。このことを理解するために，以下の Cournot 複占モデルを考えよう。両企業の生産量の和は総供給量に等しい $(Q = q_1 + q_2)$ ので，逆需要関数は,

$$p = f(Q) = f(q_1 + q_2) \tag{2.4}$$

と表される。ただし，q_1 と q_2 はそれぞれ企業1と企業2の生産量である。総収入関数

$$TR_1 = pq_1 = q_1 f(q_1 + q_2) \tag{2.5a}$$

$$TR_2 = pq_2 = q_2 f(q_1 + q_2) \tag{2.5b}$$

より，各企業の利潤関数は,

$$\pi_1 = q_1 f(q_1 + Q_2) - TC_1(q_1) \tag{2.6a}$$

$$\pi_2 = q_2 f(q_1 + q_2) - TC_2(q_2) \tag{2.6b}$$

により与えられる。

Cournot モデルの基礎的行動仮定は，各企業は自分の競争相手の生産量が与えられたとき，自分の利潤を最大化する生産量を選択することである。企業1が利潤を最大化するための1階の（必要）条件は,

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1} = \frac{\partial TR_1}{\partial q_1} - \frac{dTC_1}{dq_1} = 0 \tag{2.7a}$$

すなわち

$$MR_1 = MC_1 \tag{2.8a}$$

である。企業2についても同様に,

(2.7b) $$\frac{\partial \pi_2}{\partial q_2} = \frac{\partial TR_2}{\partial q_2} - \frac{dTC_2}{dq_2} = 0$$

すなわち

(2.8b) $$MR_2 = MC_2$$

である。

利潤最大化のための２階の（十分）条件は満たされていると仮定すると，(2.7) より両企業の反応関数

(2.9a) $$q_1 = q_1^*(q_2)$$

(2.9b) $$q_1 = q_1^*(q_2)$$

が求められる。(2.9a) は，q_2 の任意の特定された値に対して，q_1 の対応する値は π_1 を最大化することを主張する。企業２についても同様である。したがって，両企業の利潤を同時に最大化する生産量は，両企業の反応関数 (2.9) を同時に満たすことが分かる。**図 2.4** に示されているように，これは両企業の反応関数の交点として求められる。

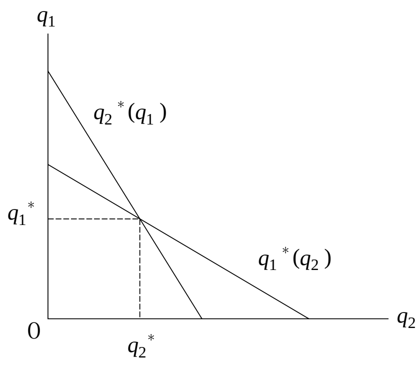

図 2.4：Cournot-Nash 均衡

3　Cournot-Nash モデル

Cournot 寡占モデルでは，各企業は競争相手達の生産量の選択を知ることなく，自分の生産量を同時に決定すると仮定される。さらに，ひとたび生産量が選択されると，それらは全く変更できないか，あるいは少なくとも大きな費用なしには変更できないと仮定される。これらの仮定の下で，Cournot モデルを連続戦略を持つ非協力静学ゲームとして解釈することが可能になる。Cournot は，企業は自分たちの反応関数の交点に対応する生産量を選択すると主張した。

図 2.4 の複占ゲームにおいて，競争相手が利潤最大化生産量を選択する戦略を採るとき，各企業の戦略が自分自身の利潤を最大化することである場合そしてその場合に限り，戦略プロファイル $\{q_1{}^*(q_2{}^*), q_2{}^*(q_1{}^*)\}$ は Nash 均衡である。このことは，生産量の組み合わせ $(q_1{}^*(q_2{}^*), q_2{}^*(q_1{}^*))$ が同時に両企業の反応関数の上にあることを要求するが，それが生じるのは両企業の反応関数の交点においてである。解プロファイル $\{q_1{}^*(q_2{}^*), q_2{}^*(q_1{}^*)\}$ は Cournot 数量設定ゲームに対する Nash 均衡であるので，Cournot-Nash 均衡と呼ばれる。

もしプレイヤー達が合理的であり，反応関数の交点に対応する戦略を採用する場合そしてその場合に限り，Cournot-Nash 均衡は最適である。これ以外に均衡として考えられる戦略プロファイルが他には存在しないことを示すには，支配される戦略を全て除去して，Cournot 数量設定ゲームを単純化すればよい。単純化された数量設定ゲームについても同じ過程を繰り返すことにより，第２節で見付けたような一意な Cournot-Nash 均衡戦略プロファイル $\{q_1{}^*(q_2{}^*), q_2{}^*(q_1{}^*)\}$ に帰着する。

両企業は何も生産しないことによって０という利潤を獲得することができるので，正の生産量だけを考察すれば十分である。(2.4) の下では，総供給量 Q_m で市場価格 p は０になり，Q_m を超える生産量に対しては価格

は負になるので，どの企業も Q_m 以上の生産量を選択しようとはしない。よって，企業１にとって Q_m を超える生産量は支配される戦略となり，除去されることになる。対称性のために，同じことは企業２についても当てはまる。これらの支配される戦略は，**図 3.1** において両軸の Q_m を超える部分の太線によって示される。

これらの支配される戦略を除去すると，**図 3.2** の簡単化されたゲームが得られる。**図 3.2** のゲームは，生産量 Q_m において**図 3.1** の太線によって上から有界である。(2.9b) より，もし企業１が Q_m 未満を生産するならば，企業２は常に $\frac{1}{2}Q_m$ 超を生産することが分かる。同様に (2.9a) より，もし企業２が Q_m 未満を生産するならば，企業１もまた常に $\frac{1}{2}Q_m$ 超を生産することが分かる。よって，**図 3.2** において太線で描かれている $\frac{1}{2}Q_m$ 未満の生産量は支配される戦略であり，これらも除去されることになる。

図 3.3 は，２回目の除去後の簡単化されたゲームである。支配されない生産量の範囲は，繰り返しの１回目では $[0, Q_m]$ であるが，２回目の繰り

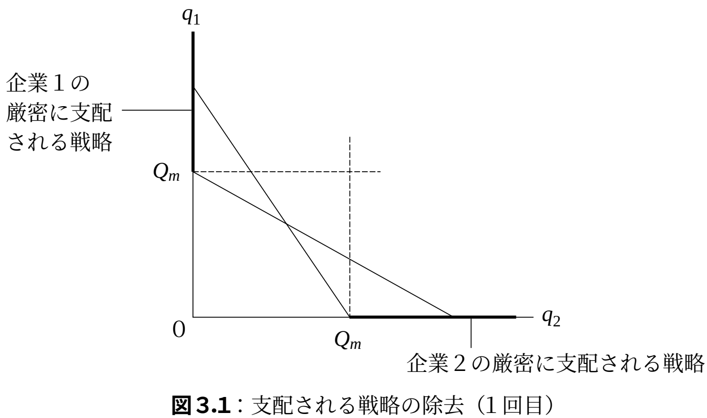

図 3.1：支配される戦略の除去（1 回目）

返しでは $\left[\frac{1}{2}Q_m, Q_m\right]$ に狭められる。繰り返しの3回目には $\left[\frac{1}{2}Q_m, \frac{3}{4}Q_m\right]$ へ，4回目には $\left[\frac{5}{8}Q_m, \frac{3}{4}Q_m\right]$ へと狭められる。このように支配される戦略の除去を繰り返していくと，支配されない生産量の範囲は極限の

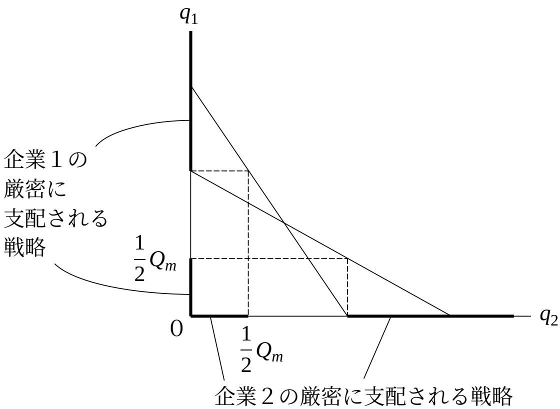

図 3.2：支配される戦略の除去（2回目）

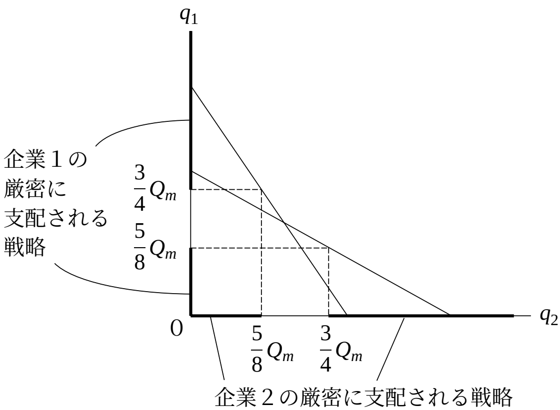

図 3.3：支配される戦略の繰り返し除去（3回目と4回目）

Cournot-Nash 均衡戦略プロファイル $\{q_1{}^*(q_2{}^*), q_2{}^*(q_1{}^*)\} = \left\{\frac{1}{3}Q_m, \frac{1}{3}Q_m\right\}$ に収束する。

以上では，両企業は同時に生産量を選択すると考えていた。そして，厳密に支配される戦略の繰り返し除去を通じて，Cournot-Nash 均衡を求めた。しかし，Cournot モデルを逐次手番ゲームとして解釈することも可能である。実のところ，動学ゲームとしての解釈は，Cournot (1838) 自身が提案した考え方である。

動学ゲーム版は，企業１が第１期に生産量を選択するところから物語を始める。企業２は第２期に最適生産量を選択することによって，企業１の手番に応答する。これに対して，企業１は第３期に自分の最適生産量を変更することによって，企業２の選択に応答する，等々。この逐次過程は**図 2.3** と**表 2.1** によって説明される。この手番と反対手番の動学過程は，出発期の選択にかかわらず，常に Cournot-Nash 均衡に収束する。

4　完全競争

完全競争は，それぞれが同質的な財を生産している多数の同規模な企業から構成される市場構造である。完全競争においては，個別企業の生産量は市場全体の総供給量に比べて非常に小さいので，個別企業が自己の生産量を変化させても，市場供給曲線が大きく移動することはない。完全競争の特徴の１つは，個別企業は市場で決定される価格に影響を及ぼす能力[4)]を持たず，価格受容者と呼ばれることである。

もう１つの特徴は，諸企業の生産する財が同質的であることである。したがって，消費者達から見れば，需要する財がどの企業によって生産されたかは問題ではなく，需要は市場価格のみにより決定される。その結果として，個別企業は市場価格を上回る価格で自分たちの財あるいはサービス

4)　市場支配力と呼ばれる。

を売ることはできない。逆に，個別企業は市場価格で自分の生産物を望むだけ売ることができるので，価格引き下げは利潤を減少させることになる。

完全競争はまた，その産業への容易な参入あるいはそこからの容易な退出によっても特徴付けられる。この特徴は，投資家達が正常水準を超える利潤機会を利用するために，資源を産業の間で容易に移動することを可能にする。代わりに，利潤が正常水準未満あるいは負であれば，投資家達にその産業から退出し，利潤がより高い他の産業に資源を移動する誘因を与える。

個々の企業決定が市場価格に影響を及ぼすことはないが，市場に参加する全て企業の集団的生産量決定は市場価格に影響を及ぼす。均衡価格と生産量は，市場需要曲線と供給曲線の交点で決定される（**図4.1**の左側)。他方，個別企業は自分の生産する財の市場価格に影響を及ぼする力はない。収入，費用，したがって利潤は自分の生産量だけの関数として表される。

完全競争市場に限らず，企業の利潤は収入と費用の差として定義される。生産量を q とすると，収入 TR は,

(4.1) $$TR = p \times q$$

として与えられるから，利潤関数 π は,

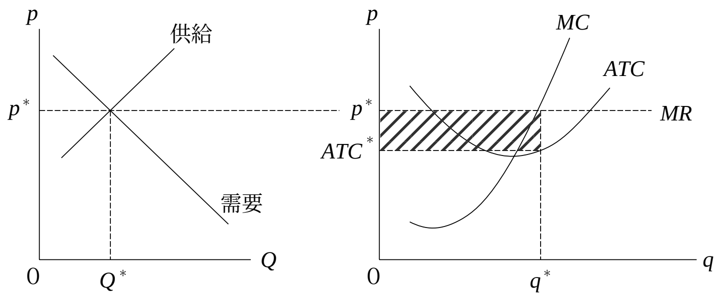

図4.1：短期の競争均衡

(4.2) $$\pi = TR - TC$$

として表される。ただし，TC は費用関数であり，生産量の増加関数である。よって，利潤最大化のための１階の（必要）条件は，(4.2) の q に関する１階の導関数を求め，その結果を０と置いて求められる。

$$\frac{\partial \pi}{\partial q} = \frac{\partial TR}{\partial q} - \frac{dTC}{dq} = 0$$

限界利潤を $M\pi$，限界収入を MR，限界費用を MC と書けば，これは,

$$M\pi = MR - MC = 0$$

と書き換えられるから，短期の利潤最大化の条件は,

(4.3) $$MR = MC$$

と表される。(4.3) は，生産量をもう１単位増減することによる総費用の増減（限界費用）が，総収入の増減（限界収入）に等しい生産量まで生産することを示している。

　ここで，完全競争の場合について考えると，企業は価格受容者であるので，(4.1) は

(4.1’) $$TR = p_0 \times q$$

と書き換えられる。ただし，p_0 は市場価格であり，企業にとっては与件である。このとき限界収入 MR は,

$$MR = \frac{\partial TR}{\partial q} = \frac{d(p_0 \times q)}{dq} = p_0$$

により与えられ，市場で決定される市場価格 p_0 に等しい。よって，完全競争企業の利潤最大化のための必要条件 (4.3) は,

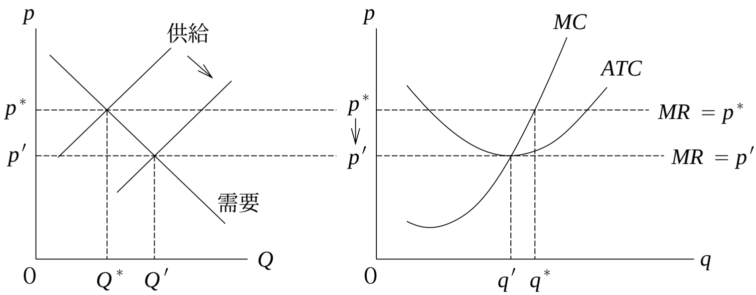

図 4.2：長期の競争均衡

$$(4.3') \qquad p_0 = MC$$

と書き換えることができる。

図 4.1 の右側は，完全競争企業は $p^* = MC$ となる生産量 q^* で生産することによって，自分の利潤を最大化することを説明している。平均費用を ATC と表せば，$TR = p \times q$, $TC = ATC \times q$ であるから，利潤は影を付けた長方形の面積に等しい。価格が平均費用を上回るときは，企業は正の利潤を獲得する。

図 4.1 は短期の状況を示している。正の利潤の存在はその産業に新規企業の参入と生産資源の流入を促す。そのことは市場供給曲線を右方へ移動させ，均衡価格を低下させる（**図 4.2** の左側)。反対に，負の利潤の存在は，企業と生産資源にその産業から退出する誘因を与える。これは市場供給曲線を左方へ移動さえ，均衡価格を上昇させる。

図 4.2 の右側では，市場供給曲線の右方への移動により，市場価格は損益分岐点の価格 p^* から p' へ低下し，個別企業の生産量は q^* から q' へ減少する。このとき企業の利潤は 0 であるから，新規企業がその産業へ参入する，あるいは既存企業がその産業から退出する誘因はなくなるので，**図 4.2** に示された状況は長期競争均衡である。

5　完全競争とゲーム理論

完全競争市場において各企業は価格受容者として行動するので，同じ産業に属する企業の間で戦略的相互作用は起きない。しかし，市場価格を媒介変数とみなせば，Cournot 寡占モデルの考え方が完全競争という市場構造の理解に役立つことが分かる。本節において，１つの産業に属す企業の数が増すにつれて，各企業の市場占有率は非常に小さくなり，Cournot-Nash 均衡は極限において完全競争に収束することを示そう。

最初に，Cournot-Nash 均衡を再び考えよう。**図 5.1** と**図 3.1** の違いは，$q_1 = q_2$ を満たす線分 OEN（原点を通る 45 度線）が追加されていることである。この線分上では，各企業は同じ生産量を選択する。点 E は，企業 2 により選択される生産量が与えられたときの企業 1 の最適生産量を示している。ここで，この産業に属する企業数が増すにつれて，何が起きるかを考えよう。複数の企業から構成される産業に属する企業 1 の利潤は，自分の生産量だけではなく，産業全体の総供給量 Q に依存し，

(5.1)　　$\pi_1 = q_1 f(Q) - TC_1(q_1)$

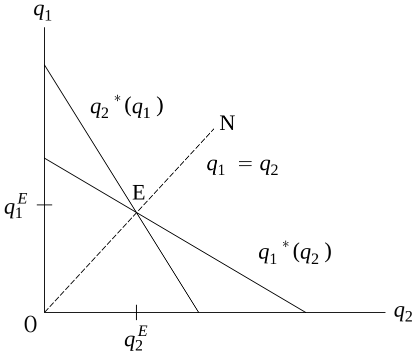

図 5.1：2 企業から構成される産業の Cournot-Nash 均衡

により与えられる。企業 1 の反応関数は,

$$q_1 = q_1{}^*(Q_{-1}) \tag{5.2}$$

と書かれよう。ただし, Q_{-1} は企業 2 から企業 n までの企業 1 以外の残りの $n-1$ 社の生産量の合計である。

$$Q_{-1} = \sum_{i=2}^{n} q_i \tag{5.3}$$

議論を単純にするために, 産業に属する企業は全て同じ生産量を選択すると引き続き仮定する。

$$q_1 = q_2 = \ldots = q_n \tag{5.4}$$

図 5.2 の縦軸と横軸はそれぞれ企業 1 の生産量 q_1 と残りの $n-1$ 企業の生産量 Q_{-1} を測っており, この図には企業 1 の反応関数と, 企業 2 の反応関数ではなく残りの $n-1$ 社の企業の反応関数が描かれている。反応関数の交点は, この産業における Cournot-Nash 均衡生産量を示す。仮定 (5.4) の下では, 企業 1 の生産量は,

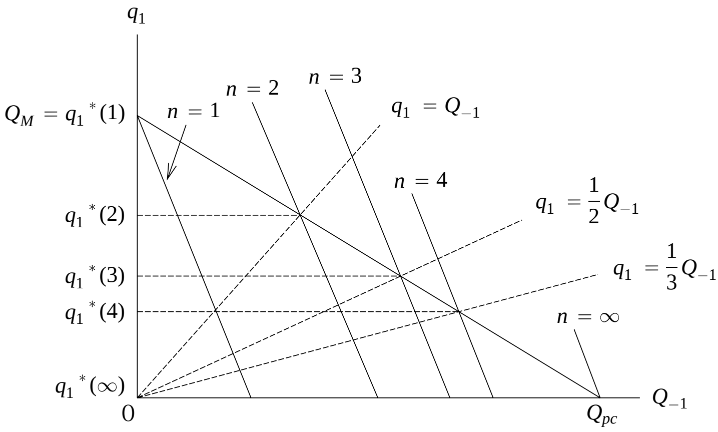

図 5.2：n 企業から構成される産業の Cournot-Nash 均衡

$$(5.5) \qquad q_1 = \frac{1}{n-1} Q_{-1}$$

に等しい。全ての企業の生産量は企業１の生産量に等しいから，(5.5) を等生産量線と名付ければ，これは原点を通る傾き $\frac{1}{n-1}$ の直線になる。そして，n 企業から構成される産業における Cournot-Nash 均衡は企業１の反応関数 (5.2) と等生産量線 (5.5) により決定される。

企業数 n が増すにつれて，企業１の市場占有率は非常に小さくなるが，等生産量線 (5.5) の傾きは緩やかになり，総供給量は増加する。企業数が無限大になる極限においては，企業１の市場占有率は０になり，等生産量線は Q_{-1} 軸と一致する。総供給量は完全競争生産量 Q_{pC} に等しくなり，Cournot モデルは完全競争に収束する[5)]。

完全競争の下では，市場支配力を持たない各企業が限界費用に等しく価格を設定するので，配分の効率性は最大化される。ここで，ある市場が完全競争を近似するために，市場に参加する企業が何社必要であるかを調べるために，配分の非効率性の相対的尺度として，当該市場構造における配分の非効率性の独占におけるそれに対する割合を定義すると，この尺度は０（完全競争）から１（独占）の間の値を採る。各企業は Cournot 競争者であると仮定すると，配分の非効率性の尺度は $\frac{4}{(n+1)^2}$ により計算される。同規模の企業から構成される産業における Cournot-Nash 均衡の配分の非効率性を，さまざまな n の値に対してまとめた**表 5.1** から，例えば，同規模な企業７社から構成される産業の配分の非効率性は独占の場合の 6.25% であることが分かる。同規模な企業 10 が属する産業では，配分の非効率性は 3.31% になり，15 社から構成される産業では 1.56% すなわちほぼ０になる。この表から明らかなように，完全競争の下で成立する配

5)　なお，$n=1$ の場合は独占であり，企業１が Q_M を生産する。

表5.1：Cournot-Nash 均衡の配分の非効率性

n	配分の非効率性（割合）	
1	1	(100%)
2	$\frac{4}{9}$	(44.44%)
3	$\frac{1}{4}$	(25%)
4	$\frac{4}{25}$	(16%)
5	$\frac{1}{9}$	(11.11%)
6	$\frac{4}{49}$	(8.16%)
7	$\frac{1}{16}$	(6.25%)
$\vdots$		
10	$\frac{4}{121}$	(3.31%)
$\vdots$		
15	$\frac{1}{64}$	(1.56%)

分の効率性は，比較的少ない企業数で近似される。

6　まとめ

本稿では，完全競争という市場構造をゲーム理論の視点から検討した。完全競争はその産業への参入とそこからの退出が容易であり，同一製品を生産している多数の同規模の企業により特徴付けられる市場構造である。価格受容者である完全競争企業は自己の生産量を変更しても，市場価格に影響する能力を持たない。

全ての企業は，限界収入が限界費用に等しくなる，すなわち $MR = MC$ が成立する生産量水準を選択することによって利潤を最大化する。

特に，完全競争企業については限界収入は市場価格に等しい $(MR = p_0)$ ので，この利潤最大化条件は $P_0 = MC$ と書き換えられる。$p_0 > ATC$ であるとき，完全競争企業は正の利潤を獲得し，新規企業の参入が促される。反対に，$p_0 < ATC$ であるとき，企業は損失を被り，その産業から退出する。$p_0 = MC = ATC_{\min}$ であるときに，その産業は長期的競争均衡になる。ここでは，各企業の獲得する利潤は０に等しくなり，配分上の効率が最大化される。

非協力数量設定ゲームを使うと，完全競争は Cournot モデルの特殊な場合と見なすことができる。ある産業に属する同規模な企業の数が非常に大きくなるにつれて，各企業の市場占有率は０に近づく。この場合において，Cournot-Nash 均衡は標準的な完全競争モデルに帰着する。さらに，比較的少ない企業数で，完全競争の下で成立する配分の効率性が近似されることも示される。

参　照　文　献

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）

Nash, Jr., John F., (1950a), “Equilibrium Points in N-person Games,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 36: 48-49.

Nash, Jr., John F., (1950b), “The Bargaining Problem,” *Econometrica* 18: 155-162.

Nash, Jr., John F., (1951), “Non-cooperative Games,” *Annals of Mathematics* 54: 286-295.

Nash, Jr., John F., (1953), “Two-person Cooperative Games,” *Econometrica* 21: 128-140.

Geroski, P. A., L. Philips and A. Ulph eds., (1985), *Oligopoly, Competition and Welfare,* Basil Blackwell.

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