第1章　ベルトランモデル

複数の企業が競合する状況を分析するための理論モデルは幾つか存在する。本章では、その中からベルトラン (Bertrand) よって提唱された最も単純な理論モデルを説明する。このモデルから導かれる結論は一見したところ極端なものであるが、この設定を土台にして幾つかの変更を施すと、この極端な結果が解消されることを示す。まず最初にベルトランによる基本モデルを説明する。ここでは財が完全に同質であり、各企業の生産技術が同一で限界費用が一定の状況を考えている。この後で、各企業の生産技術に関する仮定を変更し、その結果として均衡価格の特性にどのような変化が生じるか考える。最後に、生産技術を基本設定に戻した上で需要環境を変更し、時期ごとの価格変動が起こる可能性について考える。

1.1　ベルトラン競争

以下では、一般にベルトラン競争と呼ばれる理論モデルについて考える。最初に、全ての企業が対称の場合を扱い、次に、非対称の場合を扱う。

1.1.1　企業が対称の場合

ここではベルトラン競争の基本設定を確認する。そのために、各企業の生産技術が同一である場合、すなわち、生産技術の面で各企業が対称の場合について考察する。

ベルトラン競争の基本設定

全く同じ製品（同質財）を作る企業が 2 社存在している（企業 1 と企業 2)。各企業の固定費用はゼロであり、限界費用は $c(>0)$ で一定である。市場に消費者群が存在し、製品の価格が p に設定された時、その市場における需要量は $q=D(p)$ で与えられる。この需要関数 $D(p)$ は以下の性質を満たす: $D(0)>0$、任意の p に対して $D'(p)<0$、$p\geq\bar{p}$ に対して $D(p)=0$、$\bar{p}$ は c に比べて十分に大きいとする。

企業 i $(i=1,2,\ j\neq i)$ の利潤関数は以下のように与えられる。

$$\pi_i(p_i,p_j)=(p_i-c)D_i(p_i,p_j). \tag{1.1}$$

但し、企業 i に対する需要 $D_i(p_i,p_j)$ は以下の式で与えられる。

$$D_i(p_i,p_j)=\begin{cases} D(p_i) & p_i<p_j\text{のとき}, \\ \dfrac{D(p_i)}{2} & p_i=p_j\text{のとき}, \\ 0 & p_i>p_j\text{のとき}. \end{cases} \tag{1.2}$$

この需要 $D_i(p_i,p_j)$ の意味するところは以下の通りである。2 つの企業は全く同じ製品で競合しているため、各消費者は競合相手よりも僅かでも安い価格を設定した企業を選択する。もし両企業が同じ価格を設定した場合は、どちらから買っても同じ（無差別）なので、各消費者が無作為に企業を選択した結果、各企業ともに $D(p_i)$ の半分を獲得すると仮定している。なお、この半分であることは均衡価格に影響を与えない。例えば、同じ価格の場合、企業 1 は需要量 $D(p_i)$ の 3/4 を獲得し、企業 2 が残りの 1/4 を獲得すると仮定しても均衡価格に影響を与えない。この市場環境の下で、各企業は同時に価格を決定する。

ベルトラン競争の結果

企業 i $(i=1,2)$ が $p_i^*=c$ を設定するのが唯一の純粋戦略均衡になることが確認できる。その結果として、2 企業のみの競争であるにも関わらず、両企業とも利潤はゼロになる。

$p_1^* = p_2^* = c$ が均衡になることを確認するのは難しくない。企業は対称なので、企業 1 の立場から戦略を変更する誘因（インセンティブ）が無いことを確認する。相手の戦略（$p_2^* = c$ を選択する）を所与として、$p_1^* = c$ 以外を選択しても利潤は増加しないことを確認すればよく、$p_1 > c$ を選択する場合と $p_1 < c$ を選択する場合の 2 つを考えればよい。$p_1 > c$ を選択しても、(1.2) 式から需要量 $D_1(p_1, p_2^*)$ はゼロとなることが確認できる。$p_1 < c$ を選択すると、(1.2) 式から需要量 $D_1(p_1, p_2^*)$ は正の値となることが確認できる。しかし、この時、(1.1) 式から、販売 1 単位当たりの利潤に相当する $(p_1 - c)$ は負になることが確認できるので、利潤は負になることが確認できる。これらのことから、企業 1 は企業 2 が $p_2^* = c$ を選択することを所与として、$p_1^* = c$ 以外を選択しても利潤は増加しないことが確認できる。よって、両企業ともに $p_i^* = c$ を設定することが均衡として実現する。その結果、各企業の利潤はゼロになる。

各企業が $p_i^* = c$ を選択することが、唯一の均衡になることを示すのは若干の手間がかかる。このことを確認するために、価格 p_2 に対する企業 1 の最適反応を調べる。p_2 を次の 4 区間に分けて考える: (1) $p_2 \in [0, c)$、(2) $p_2 = c$、(3) $p_2 \in (c, p^M]$、(4) $p_2 \in (p^M, \infty)$。なお、ここで p^M は独占価格であり（M は独占 (monopoly) の意味）、以下の式で表される。

$$p^M = \arg\max_{p_i} \; (p_i - c)D(p_i).$$

(1) $p_2 \in [0, c)$ の場合、$p_1 \leq p_2$ を満たす p_1 を設定すると正の需要を確保できるが限界費用 c よりも低い価格になるので利潤は負になる。$p_1 > p_2$ を満たす p_1 を設定すると需要はゼロで利潤もゼロになる。よって、この場合の最適反応は $p_1 > p_2$ を満たす p_1 を設定することである（図 3.1、$p_1(p_2)$ を含む黒塗り部分参照)。

(2) $p_2 = c$ の場合、$p_1 < p_2 = c$ を満たす p_1 を設定すると $D(p_1)$ だけ需要を確保できるが、限界費用 c よりも低い価格になるので利潤は負になる。$p_1 = p_2 = c$ を設定すると $D(p_1)/2$ だけ需要を確保できるが、価格と限界費用 c が同じなので利潤はゼロである。$p_1 > p_2$ を満たす p_1 を設定すれば需要はゼロで利潤もゼロになる。よって、この場合の最適反応は $p_1 \geq p_2 = c$ を満たす p_1 を設定することである。

(3) $p_2 \in (c, p^M]$ の場合、$p_1 < p_2$ を満たす p_1 を設定すると $D(p_1)$ だけ需要を確保できて価格も限界費用 c よりも高いので利潤は正になる。$p_1 = p_2$ を設定すると $D(p_1)/2$ だけ需要を確保できて価格も限界費用 c よりも高いので利潤は正である。$p_1 > p_2$ を満たす p_1 を設定すると需要はゼロで利潤もゼロになる。ここで p_2 が独占価格 p^M よりも小さいことから、利潤関数 $\pi_1(p_1, p_2)$ は $p_1 < p_2$ を満たす p_1 の範囲で単調増加関数になる。また、$p_1 = p_2$ から微小量の価格引き下げによって需要が倍増することから、$p_1 = p_2 - \varepsilon$ を設定するのが最適反応になる。但し、ε は十分に小さい正の値である。厳密に考えると、ε は $\varepsilon > 0$ を満たす範囲で可能な限り小さい値で、その値を一意に定めることはできないが、ここでは $p_1 = p_2$ とする誘因が無く、価格 p_1 を p_2 よりも低く設定して需要を増大させる誘因があることを確認できればよいので、数学上の厳密な議論は省略する。

(4) $p_2 \in (p^M, \infty)$ の場合、$p_1 < p_2$ を満たす p_1 を設定すると $D(p_1)$ だけ需要を確保できて価格も限界費用 c よりも高いので利潤は正になる。その中でも $p_1 = p^M$ とすれば独占利潤を得ることができるので、$p_1 = p^M$ とするのが最適である。

これらの議論を考慮して、企業 1 の最適反応を描いたものが図 3-1 の左側、両企業の最適反応を描いたものが図 3-1 の右側である。

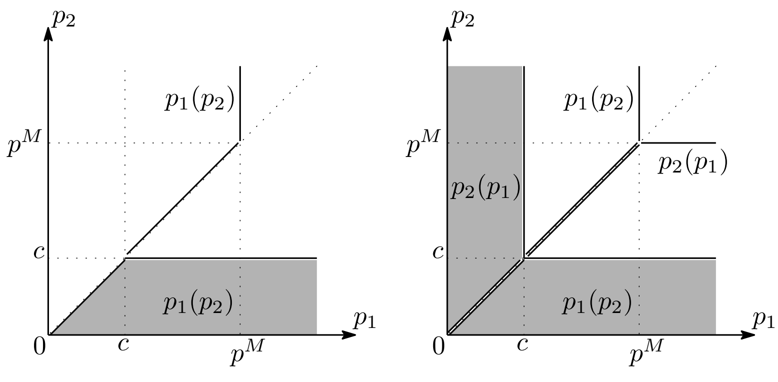

図 3-1: 最適反応

この図から $p_1 = p_2 = c$ でのみ両企業の最適反応が交わっていることが確認で

きる。これにより、各企業が $p_i^* = c$ を設定することが唯一の純粋戦略均衡であることが確認できた。

1.1.2　企業が非対称の場合

次に、ベルトラン競争の基本設定を拡張する。拡張の方法はいくつかあるが、ここでは各企業の限界費用 c が異なる場合を考える。

限界費用が異なる場合

基本設定は先ほどと全く同じにして、各企業の限界費用をそれぞれ c_1 と c_2 に変更する。これらの大小関係は $c_1 < c_2$ であり、c_2 は企業 1 の独占価格よりも小さいものとする。この場合、企業 2 は $p_2 = c_2$ を設定し、企業 1 は c_2 よりも僅かに小さい価格 $p_1 = c_2 - \varepsilon$ を設定し、企業 1 が利潤 $(c_2 - \varepsilon - c_1)D(c_2 - \varepsilon)$ を得る。但し、ε は十分に小さい正の値である。先ほど最適反応を確認した際に生じた ε の値が具体的に定まらない問題は生じるが、便宜上、この ε の値を無視して議論することが多い。例えば、同じ価格が設定される場合には、限界費用が低い企業が供給することをモデル設定の中で仮定することで、$p_1 = c_2$ であっても企業 1 が全ての需要に対応できるようにすることもある。

限界費用が異なる場合（混合戦略まで考えた場合）

先ほど確認した均衡価格が定まらない問題は気持ち悪いということならば、Blume (2003) によって指摘された方法で解消することは可能である。以下で述べる戦略の組は均衡として支持される。それは、企業 1 が $p_1 = c_2$ を確率 1 で設定する純粋戦略を採用し、企業 2 が区間 $[c_2, c_2 + \eta]$ 上の一様分布に従って価格を決定する混合戦略を採用する戦略の組である。但し、$\eta > 0$ は十分に小さい正の値を取る必要がある。十分小さいと書いたが、具体的には、企業 1 に $p_1 = c_2$ から価格を引き上げる誘因を与えないような小さい η を設定すればよい。この戦略の組において、企業 1 は確率 1 で $D(c_2)$ の需要を獲得する。この

混合戦略を採用すれば、上記のような「ε は十分に小さい値だが無視する」という形の「誤魔化し (fudge)」をする必要はない。余談だが、この Blume (2003) の論文名は “Bertrand without fudge” である。

この均衡戦略から各企業に逸脱の誘因が存在しないことを確認する。企業 2 から考える。上記の混合戦略を採用しているとき、企業 2 の期待利潤はゼロである。企業 2 は区間 $[c_2, c_2 + \eta]$ 上の一様分布に従って価格 p_2 を決定しているので、$p_2 = p_1 = c_2$ という形で p_2 が p_1 と一致することは「一点」でしかあり得ず、その確率はゼロである。このことを前提として均衡戦略から逸脱する誘因が無いことを調べる。企業 2 は、企業 1 が $p_1 = c_2$ を設定している下で正の利潤を得る手段が存在しない。それは、$p_2 < p_1 = c_2$ を満たす p_2 を選択すると需要は取れるが利潤は負になり、$p_2 = p_1 = c_2$ を選択すると価格と限界費用が一致しているので利潤はゼロであり、$p_2 > p_1 = c_2$ を満たす p_2 を選択すると需要を取れないからである。よって、企業 2 には、上記の混合戦略を採用している状況から戦略を変更する誘因はない。

次に企業 1 について考える。均衡において、企業 1 の期待利潤は $(c_2 - c_1)D(c_2)$ である。ここから利潤を増やせるような価格 p_1 が存在しないことを示す。$p_1 < c_2$ を満たす p_1 を選択すると、確率 1 で需要を取ることができて、期待利潤は $(p_1 - c_1)D(p_1)$ であるが、c_2 は企業 1 の独占価格よりも低いので、$p_1 < c_2$ を満たす p_1 に対して $(p_1 - c_1)D(p_1)$ は単調増加関数になっている。よって、$p_1 < c_2$ を満たす p_1 に変更することで企業 1 の利潤が増えることはない。$c_2 + \eta > p_1 > c_2$ を満たす p_1 を選択すると、確率 $1 - (p_1 - c_2)/\eta$ で需要を取れる。この時の期待利潤は以下の式で表される。

$$\tilde{\pi}_1 \equiv (p_1 - c_1)D(p_1)\left(1 - \frac{p_1 - c_2}{\eta}\right).$$

この期待利潤 $\tilde{\pi}_1$ を p_1 で微分した結果から以下の関係式が得られる。

$$\begin{aligned}\frac{d\tilde{\pi}_1}{dp_1} &= \{D(p_1) + (p_1 - c_1)D'(p_1)\}\left(1 - \frac{p_1 - c_2}{\eta}\right) - \frac{(p_1 - c_1)D(p_1)}{\eta} \\ &< \{D(p_1) + (p_1 - c_1)D'(p_1)\} - \frac{(p_1 - c_1)D(p_1)}{\eta}.\end{aligned}$$

不等式の右側第 1 項は確率 1 で需要が取れる時の一階条件になっているので正であるが、第 2 項は負である。任意の $p_1 > c_2$ に対して不等式の右側を負にするような小さい η を設定することができる。よって、このような η が選択されれば、企業 1 に $c_2 + \eta > p_1 > c_2$ を選択する誘因はない。$p_1 \geq c_2 + \eta$ を満たす p_1 を選択すると需要が取れる確率はゼロになるので期待利潤は減少する。よって、最初に示した戦略の組は均衡戦略として実現する。

1.1 節のまとめ

以下の性質が満たされる場合、市場に存在する企業が 2 社であったとしても、各企業の価格は限界費用と一致し、各企業の利潤はゼロになる。(1) 各企業は完全に同質な財を供給している、(2) 各企業は同じ限界費用一定の生産技術を持っている、(3) 全ての消費者は最も低い価格を提示した企業から財を買う。各企業の限界費用が異なる場合には、費用が低い企業が全ての需要を獲得し、その時の価格は非効率企業の限界費用になる。

補足説明　ここでは企業が 2 社の場合を扱ってきた。これを n 社にしても結果は、ほぼ同じであるが、以下のような少し違った価格付けも均衡となりうる: 2 社が限界費用 c を設定し、残り $n-2$ 社が価格を c よりも高い価格を設定する。この場合、形式上は価格の拡散が起こっているが、実際に財を供給するのは限界費用 c を設定している企業だけである。

1.2　限界費用逓増の場合

前節で確認したように、限界費用一定の場合には僅か 2 社の競争であっても企業の利潤がゼロになるという極端な結果が導出された。この極端な結果が導出されないような市場環境の定式化が色々と模索されたが、この節では、その中でも簡単な拡張となる限界費用が生産量に伴って増加する場合（限界費用逓増の場合）を扱う。この節の内容は Dastidar (1995) に従っている。

限界費用逓増のベルトラン競争

企業 i $(i = 1, 2)$ の費用関数を $C(q_i)$ で表現する。q_i は企業 i の生産量で、$C' > 0$、$C'' \geq 0$ とする。限界費用一定の場合を含む費用構造を仮定したことになる。需要構造は前節と同じである。ここではさらに、相手よりも低い価格を設定して $D(p_i)$ という需要が生じた場合、その企業はその需要に応える義務があることを仮定する。言い換えると、需要 $D(p_i)$ が生じた時に、その生じた需要の範囲内で生産量（供給量）を自身の裁量で決定できない（必ず需要量目一杯まで生産しなければならない）ということである。このような環境の下、各企業が価格を同時に決定する。

分析結果

この設定では、両企業が正の利潤を得るような均衡が存在する。また、均衡価格は一点で定まらず、一定の範囲を持つ。

ここでは、対称均衡が存在するか確認する。その前に幾つかの仮定をおく。仮に独占だった場合に設定する価格 p^M は、以下の通り、市場を独占できている場合の利潤式を最大化する p である。

$$p^M = \arg\max_p \ \pi^M(p) \equiv pD(p) - C(D(p)).$$

また、両企業ともに同じ p を設定している時に各企業が得る利潤は、

$$\pi_i(p) = \frac{pD(p)}{2} - C\left(\frac{D(p)}{2}\right).$$

これら利潤関数は p に関する凹関数とする（$d^2\pi_i(p)/dp^2 < 0$ と $d^2\pi^M(p)/dp^2 < 0$ を仮定する）。独占価格 p^M よりも高い価格で落ち着く事はあり得ないので、価格 p が独占価格 p^M 以下の場合に議論を絞る。

基本設定を考えた時と同様に、各企業に逸脱する誘因があるか確認する。両企業が同じ価格 $p(\leq p^M)$ を設定することを所与として、ここから逸脱する場合、$\pi^M(p)$ は $p < p^M$ の範囲で p の増加関数なので、最適な価格は p よりも僅かだけ低い価格を設定することであり、その時の利潤は独占時に p を設定した

ときの利潤 $\pi^M(p)$ となる。ここでの注意点は、限界費用一定の場合と異なり、事前に $\pi_i(p) > 0$ であったとしても、この逸脱によって利潤が上昇するとは限らないことである。それは、限界費用逓増であるため、収入が丁度 2 倍になるのに対して、費用は 2 倍以上増加するからである。この費用の増分が大きいことで逸脱の誘因が弱まっている。

以下では逸脱の誘因を式で確認する。逸脱して利潤が増えない条件は

$$\pi_i(p) - \pi^M(p) = \left[\frac{pD(p)}{2} - C\left(\frac{D(p)}{2}\right)\right] - [pD(p) - C(D(p))] \geq 0. \tag{1.3}$$

$\pi_i(p) - \pi^M(p)$ は $p \leq p^M$ の範囲で減少関数であることが確認できる [1]。ここで、(1.3) 式を等号で満たす p の性質を確認する。言い換えると (1.3) 式を満たす p の中で最も大きい p である。このような p を $\bar{p}$ とすると、以下の式が成り立つ。

$$\pi_i(\bar{p}) - \pi^M(\bar{p}) = 0 \;\Leftrightarrow\; \frac{\bar{p}D(\bar{p})}{2} = C(D(\bar{p})) - C\left(\frac{D(\bar{p})}{2}\right).$$

ここで、$\pi_i(\bar{p})$ の性質を確認する。$C'' \geq 0$ であることから、$C(D(\bar{p})) \geq 2C(D(\bar{p})/2)$ が成り立つので、この不等式を先ほど導出した $\bar{p}D(\bar{p})/2$ の式と合わせると以下の不等式を得る。

$$\begin{aligned}\frac{\bar{p}D(\bar{p})}{2} &= C(D(\bar{p})) - C\left(\frac{D(\bar{p})}{2}\right) \\ &\geq 2C\left(\frac{D(\bar{p})}{2}\right) - C\left(\frac{D(\bar{p})}{2}\right) = C\left(\frac{D(\bar{p})}{2}\right).\end{aligned}$$

なお、この不等式が等号で成り立つのは $C'' = 0$ の場合だけである。もし、限界費用が厳密に逓増となる場合には、厳密な不等式が成り立つ。よって、両企業が $\bar{p}$ を設定している時の収入（不等式の左辺）が費用（不等式の右辺）を上

[1] $\pi_i(p) - \pi^M(p)$ を p で微分すると、

$$\frac{d(\pi_i(p) - \pi^M(p))}{dp} = -\frac{(pD(p))'}{2} + D'(p)\left(C'(D(p)) - \frac{C'(D(p)/2)}{2}\right).$$

右辺第一項は独占における限界収入の半分にマイナスがかかっている。$p \leq p^M$ を満たす p に対して限界収入は正であるから、第一項全体では負になる。右辺第二項は $D'(p)$ が負で大きい括弧に囲まれた部分は $C'' \geq 0$ であることから差を取ると正になる。よって、第二項全体では負になる。これらのことから、$\pi_i(p) - \pi^M(p)$ は $p \leq p^M$ の範囲で減少関数となることが確認できる。

回っている。よって、$C'' > 0$ の場合、この価格 $\bar{p}$ の下では利潤が厳密な正になる。

最後に p の範囲を確認する。既に述べたように $\pi_i(p) - \pi^M(p)$ は p に関する減少関数なので、ここで導出した $\bar{p}$ よりも小さい p でも (1.3) 式は成立する。(1.3) 式と不等式 $\pi_i(p) \geq 0$ を満たす p であれば、各企業に逸脱する誘因はない。よって、$p \leq p^M$ の範囲で $\pi_i(p) = 0$ となる p を $\underline{p}$ とすれば、両企業が $p \in [\underline{p}, \bar{p}]$ を設定する戦略の組は均衡となる。

1.2 節のまとめ

限界費用が逓増の場合、完全同質財の価格競争を行ったとしても、均衡における両企業の利潤は正になることがある。また、均衡として実現する価格は一意に定まらず、ある区間として表される。

補足説明　均衡として実現しうる価格が区間として表されるのは、完全同質財の仮定に依存している。もし、僅かでも製品が差別化されている場合、価格は一意に定まることが知られている。この差別化の程度をゼロに収束させると、その収束先の価格は各企業の限界費用と一致することが知られている (Hirata and Matsumura, 2010)。この結果を踏まえると、限界費用と一致する価格が尤もらしい均衡といえるだろう。

1.3　生産容量の制約

1.2 節では限界費用が逓増の場合を扱い、限界費用一定の下での同質財価格競争とは異なり、正の利潤が実現することを示した。この限界費用逓増の極端な場合として生産容量に上限がある状況を考える [2]。この問題を考える前に、消費者に対する製品供給の割当について簡単な考察をする。生産容量に上限がある場合、価格水準が低いと超過需要が生じ、財の供給を望む消費者の全てが購入できるとは限らない。この容量制約によって価格を引き下げても需要が増

[2] この節の内容の殆どは Tirole (1988) に依拠している。

えないので、価格が十分には低下しないことが予想される。以下では、容量制約が価格付けに与える影響を考察する。そのために、まず、財の割当方法について考察し、その後で各企業が生産容量の上限を決定する状況を考察する。

1.3.1 財の割当方法

まず最初に財の割当方法について確認する。ここでは、1.1 節の設定を踏襲するが、企業 1 にのみ事前に設定した生産容量の制約 $\bar{q}_1$ が存在することを追加の仮定として設定する。この状況で、各企業が不等式 $p_1 < p_2$ を満たす価格を設定し、結果として $\bar{q}_1 < D(p_1)$ となったとする。この超過需要 $D(p_1) - \bar{q}_1$ が生じたとき、財がどの様な形で消費者に行き渡るか仮定する必要がある。以下では、2 つの割当方法を紹介する。

1. 効率割当 (efficient-rationing): 支払意思額が高い消費者から順番に財が割り当てられることを仮定している。この割当方法の下、企業 2 に残された需要（残余需要）は以下の式で与えられる。

$$\tilde{D}_2(p_2) = \begin{cases} D(p_2) - \bar{q}_1 & D(p_2) > \bar{q}_1 \text{のとき}, \\ 0 & \text{その他}. \end{cases}$$

2. 等比割当 (proportional-rationing): p_1 で財を需要する消費者から無作為に選んで財を割り当てることを仮定している。この割当方式の下、p_1 の下で財を需要する消費者が企業 1 から買えない確率と、企業 2 への残余需要は以下の式で与えられる。

$$\frac{D(p_1) - \bar{q}_1}{D(p_1)}, \quad \tilde{D}(p_2) = D(p_2)\left(\frac{D(p_1) - \bar{q}_1}{D(p_1)}\right).$$

これら割当方式の下、販売量と消費者余剰を図示したものが図 3-2A と図 3-2B である。

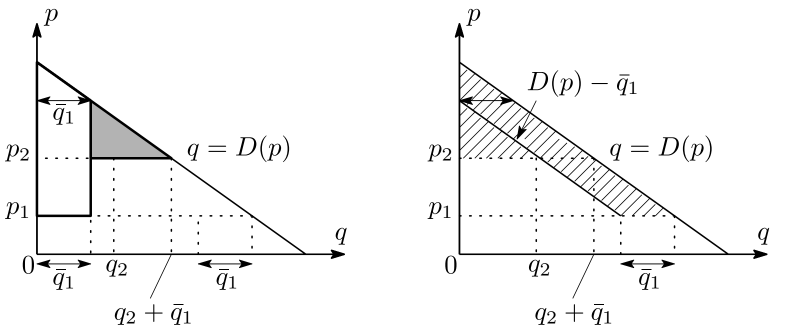

図 3-2A: 財の割当と消費者余剰（効率割当の場合）

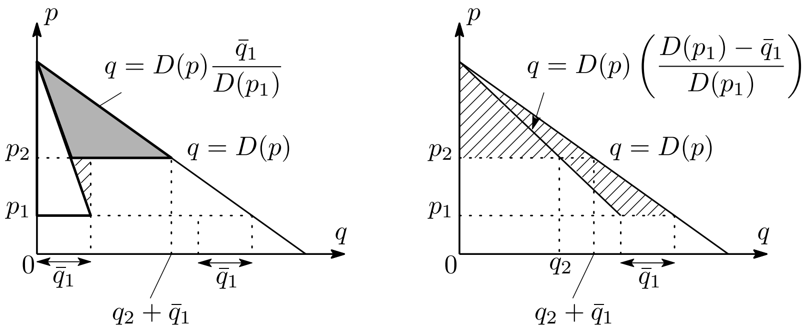

図 3-2B: 財の割当と消費者余剰（等比割当の場合）

各図の右側は、式で説明した残余需要の変化を用いて消費者余剰を求めている。斜線部分が、各割当で生じている消費者余剰である。価格 p_1 で財を購入できた消費者が得ている消費者余剰は、最初の需要関数と残余需要関数で囲まれた部分（図 3-2A では台形、図 3-2B では三角形）である。この表現が分かりにくい場合、各図の左側を参考にするとよいかもしれない。価格 p_1 で財を購入できた消費者が得ている消費者余剰は、図 3-2A 左側では太線で表された台形、図 3-2B 左側では太線で表された左側の三角形である。なお、これら太線で表された台形と三角形の面積は、最初に述べた需要関数と残余需要関数で囲まれた各図形（図 3-2A では台形、図 3-2B では三角形）の面積と一致している。先ほどの説明に戻るため、再び各図の右側に注目する。p_1 で財を購入できた消費者が得る消費者余剰に加えて、残余需要の下、価格 p_2 で財を購入できた消費者が

得ている消費者余剰が加わる。この余剰の大きさは、p_2 から右方に伸びた点線を底辺とし、残余需要関数を斜辺とした直角三角形で表される。なお、これら面積は、各図の左側において色塗りされている三角形で表される。

効率割当と呼ばれるのは、この割り当てが最も消費者余剰を大きくするからである。対して、等比割当が効率的では無いのは、消費者の中で支払意思額が p_2 よりも低いにもかかわらず p_1 という安値で購入できた消費者が存在する一方で、効率割当であれば p_1 で購入できたはずの消費者の中に p_2 という高値で購入したものが存在するからである。これによる消費者余剰の減少分は、図 3-2B の左側における斜線部で表されている。結果として、これら支払意思額が p_2 より小さい消費者の支払意思額と p_2 の差分だけ消費者余剰に損失が生じている。

1.3.2 生産容量の決定と価格競争

ここでは生産容量を各企業が決定し、その生産容量の下で価格競争する状況を考える。最初に、需要関数 $D(p) = 1 - p$ の下、各企業は生産容量 $\bar{q}_i$ を決定する ($i = 1, 2$)。その後で、各企業は同時に価格 p_i を決定する。各企業が生産容量を拡張するための投資に必要な単位当たり費用を $c_0 \in [3/4, 1]$ とする。生産容量を設定したことを所与として、企業 i の限界費用は $\bar{q}_i$ まではゼロであるが、それを超えると ∞ になる。また、財の割当が起こる場合は効率割当が起こるとする。

最初に、設定の性質を確認する。収入 $pD(q)$ を最大化する価格は $p = 1/2$ であり、その時の収入は $1/4$ である。よって企業の利潤は、最大でも $1/4 - c_0\bar{q}_i$ までしか実現しない。c_o の範囲を考慮すると、$\bar{q}_i > 1/3$ に対して利潤は負になることが確認できる。よって、以下では $\bar{q}_i \leq 1/3$ の範囲だけ想定すればいい。

次に、容量が与えられた下で各企業が設定する価格について考える。$\bar{q}_1$ と $\bar{q}_2$ が $[0, 1/3]$ の範囲におさまる時、両企業とも $p^* = 1 - (\bar{q}_1 + \bar{q}_2)$ を設定することが均衡で実現する。この理由を簡単に説明する。何れの企業も、この価格 p^* から価格を引き下げても供給する量は $\bar{q}_i$ で変化しないので、純粋に収入が減るだけである。逆に、企業 i が p^* から価格 p に引き上げたとき、企業 j ($j \neq i$)

が最初に製品を供給することになり、企業 i は残余需要 $(1-\bar{q}_j)-p$ に直面する。この時、企業 i の収入 R_i は

$$R_i \equiv p((1-\bar{q}_j)-p)$$

であるが、$dR_i/dp=(1-\bar{q}_j)-2p$ なので、R_i は $p>(1-\bar{q}_j)/2$ に対して単調に減少する。$\bar{q}_1$ と $\bar{q}_2$ が $[0,1/3]$ の範囲におさまる時、不等式 $p^* \geq (1-\bar{q}_j)/2$ が成り立つので、p^* から価格 p を上昇させても R_i は増加しない。よって、両企業ともに $p^*=1-(\bar{q}_1+\bar{q}_2)$ を選択するのが均衡となる。

最後に、これまでの結果を踏まえて各企業による生産容量の選択について考える。生産容量 $\bar{q}_i$ を所与として、企業 i の収入と利潤は（R_i は収入、π_i は利潤）

$$\begin{aligned} R_i(\bar{q}_i,\bar{q}_j) &= [1-(\bar{q}_i+\bar{q}_j)]\bar{q}_i, \\ \pi_i(\bar{q}_i,\bar{q}_j) &= [1-(\bar{q}_i+\bar{q}_j)-c_0]\bar{q}_i. \end{aligned} \tag{1.4}$$

企業 i は生産容量 $\bar{q}_i$ を決定した後に実現する利潤が (1.4) 式となることを予想しながら生産容量を決定する。この状況で各企業が設定する最適な生産容量 $\bar{q}_i$ は、(1.4) 式を使って最適反応を導出することで求められる。

$$\begin{aligned} &\frac{\partial \pi_i(\bar{q}_i,\bar{q}_j)}{\partial \bar{q}_i} = 1-2\bar{q}_i-\bar{q}_j-c_0=0, \quad i,j=1,2,\ j\neq i. \\ \rightarrow \quad &\bar{q}_1=\bar{q}_2=\frac{1-c_0}{3}. \end{aligned} \tag{1.5}$$

この (1.5) 式で導出した $\bar{q}_i$ は、次章で扱うクールノーモデルの結果と密接に関連している。そのことは、4.1.1 項で改めて説明する。

1.3 節のまとめ

生産容量を設定した後に価格競争を行う場合、その結果として、製品が完全同質財であったとしても、各企業の利潤は正になる。それは、生産容量を低く抑えることで価格競争を緩和できるからである。

補足説明　この結果は、財の割当が効率割当であることに依存している。等比割当の場合、需要と供給（総生産容量）が一致する価格を設定している下で、

価格を引き上げる可能性がある。一致した状態から僅かだけ価格を引き上げても、支払意思額が低い人の一部に需要が流れるため、残余需要が十分にあり、この僅かに引き上げた価格の下で、財を完全に売り切ることができる。この性質により、需要と供給が一致する価格を設定することが均衡の結果として実現しない。

この効率割当に依存した結果を克服するために、別の観点から同じような問題に取り組み、生産容量と需要が一致する価格が実現することを示した研究がある (Moreno and Ubeda, 2006)。彼らの研究では、生産容量を決定したのちに価格を提示して、その提示した価格と生産容量の情報により市場における供給関数が決定し、その供給関数と需要関数が交わったところで価格が決まることを仮定している。本節で扱った設定では、低い価格を設定した企業は、自社が設定した安い価格で販売していたが、彼らの研究では、決定された供給関数と需要関数の交点で価格が決定するため、低い価格を設定していても、この低い価格が交点で決まる価格よりも低ければ、販売価格は自社の低い価格とは無関係となる。この効果によって、交点で決まる価格よりも低い価格水準を設定していても、ここから価格を変更する誘因が無くなり、均衡が維持されやすくなる。

1.4 複数市場と価格拡散

これまでは単一市場における価格競争について扱ってきた。ここで扱った設定を複数市場に拡張することで、現実で見られるような価格付けを表現することが可能になる。

街にある小売店舗では製品の価格を日々変動させている。それらは、売られている商品の仕入れ価格や需要の条件の変動とは無関係に行われているように見えなくもない。以下では、このような価格変動を上手く捉えた簡素な理論を扱う。本節の内容は Varian (1980) と Rosenthal (1980) を参考にしている。

1.4.1　価格拡散 (price dispersion)

各企業が直面している需要構造以外は 1.1 節と同じ状況を考える。企業 i は消費者群 i に直面していて、この消費者群に対しては独占供給できる。この消費者群の需要関数は 1.1 節と同じ $D(p)$ とする。これとは別に、1.1 節と同じように各企業の中で最も低い価格を設定した企業から財を買う消費者群が存在する。この消費者群の需要関数も 1.1 節と同じ $D(p)$ とする。

この設定の意味について簡単に説明する。前者の消費者群 i は企業 i に対して何らかの愛着を持っている消費者群、言うなればお得意様と解釈できる。また、小売の文脈で捉えれば、売られている製品は同じと認識しているものの、移動費用が高いために別の企業から買うことができない消費者と解釈することもできる。対して、後者の消費者群はどちらの製品も同じと捉えているため、価格だけに反応する消費者群と解釈できる。また、小売の文脈で捉えれば、移動費用が無視できる程度しか存在せず、最も安い価格を設定したところへ足を運ぶ消費者群と解釈することもできる。

まず最初に、この設定の下、純粋戦略均衡は存在しないことを示す。既に確認した通り、1.1 節の設定では相手と同じ価格 p を設定することを所与として、僅かな値下げで需要量を $D(p)/2$ だけ増加できることから価格引き下げの誘因があり、この引き下げの連鎖が起こって価格は各企業の限界費用と一致するところまで下がった。しかし、本節の設定では企業 i には独占供給できる消費者群 i が存在する。そのため、企業 j の価格が「ある一定水準」を下回っている場合、この企業 j の価格に追随し、企業 j の価格よりも僅かに低い価格を設定して需要を拡大する代わりに、独占供給できる消費者群 i に対して独占力を行使する方がいい場合がある。しかし、このような非対称な状態は均衡とはならず、企業 i が消費者群 i に対して独占価格を設定することを考慮すると、企業 j は、企業 i の独占価格よりも僅かに低い価格を設定する方が、先ほど述べた「ある一定水準」の価格を設定するよりも利潤は大きくなる。そして、この僅かに低い価格を所与として、再び価格引き下げの連鎖が起こる。このような循環が生じるために、本節の設定では純粋戦略均衡は存在しない。そこで、この設定では混合戦略を考える必要がある。

以下では、この設定における混合戦略均衡を導出する。先ほど述べたとおり、相手との価格競争をするよりも自社の消費者群だけを相手にした方が望ましいことがある。この境界になる価格（先ほど述べた「ある一定水準」の価格）を $\underline{p}$ としたとき、$\underline{p}$ は以下の式で与えられる。

$$(\underline{p}-c)2D(\underline{p}) = (p^M - c)D(p^M)$$

但し、p^M は独占価格で $(p-c)D(p)$ を最大にする p である。ここの設定では、各企業に、この $\underline{p}$ よりも低い価格を設定する誘因はない。また、独占価格 p^M よりも高い価格を設定することは p^M を設定することに支配されているので、設定する可能性のある中で最も高い価格は p^M になる。これらのことを踏まえて、混合戦略均衡を導出する。

各企業が設定する価格は確率分布に従って決まることになり、この確率分布が混合戦略を表現したものになる。$f_i(x)$ を企業 i が価格 x を設定する確率の密度関数、$F_i(x)$ をその分布関数とする。相手の混合戦略 f_j を所与として、最適な戦略 f_i は以下の式で与えられる。

$$\max_{f_i(p_i)} \int_{\underline{p}}^{p^M} [(1-F_j(p_i))(p_i-c)2D(p_i) + F_j(p_i)(p_i-c)D(p_i)] f_i(p_i) dp_i.$$

p_i が区間 $[\underline{p}, p^M]$ 上の確率密度関数 $f_i(\cdot)(>0)$ に従って選択されるということは、この区間内のどの価格を選択しても期待利潤が同じということである。もし、より高い期待利潤が得られるような価格が存在する場合、その他の価格を選択するよりも、この高い利潤が得られる価格だけ選択する方が望ましいからである。角括弧内の値が p^M を選択した時に得られる利潤 $(p^M-c)D(p^M)$ と一致するので、

$$[(1-F_j(p_i))(p_i-c)2D(p_i) + F_j(p_i)(p_i-c)D(p_i)] = (p^M-c)D(p^M). \quad (1.6)$$

これを分布関数 $F_j(p_i)$ で解けば企業 i の区間 $[\underline{p}, p^M]$ 上における何れの価格も無差別にする企業 j の戦略を導出することができる。各企業が対称であることを考慮して (1.6) 式を解くと以下の式が得られる。

$$F_i(p_i) = \frac{(p_i-c)2D(p_i) - (p^M-c)D(p^M)}{(p_i-c)D(p_i)}. \quad (1.7)$$

$\underline{p}$ の定義から、$p_i = \underline{p}$ の時は分子の値はゼロになる、すなわち、$F_i(\underline{p}) = 0$ となる。また、$p_i = p^M$ の時は分母と分子の値が一致する、すなわち、$F_i(p^M) = 1$ となる。そして、$F_i(p_i)$ は単調増加関数であることも確認できる。よって、企業 i が (1.7) 式の分布関数 $F_i(p_i)$ に従って価格を設定することが混合戦略均衡として実現する。

1.4.2　モデルの拡張

これまでは企業が2社存在する状況を扱ったが、企業数を n 社に拡張することは可能である。基本設定は全て同じにして、企業数だけ n 社に拡張し、それに応じて各企業 $i(i = 1, 2, \ldots, n)$ に消費者群 i を割り当てる。

この設定の下、分布関数は (1.6) 式と同じような式を導出できる。ここでは対称なので下付き文字を省略する。

$$\begin{aligned} & [(1-F(p))^{n-1}(p-c)2D(p) + (1-(1-F(p))^{n-1})(p-c)D(p)] \\ = \ & (p^M - c)D(p^M). \end{aligned}$$

ここで p を固定して、企業数 n と価格設定の分布関数 F の関係を調べる。n が変化したときに、それに応じて固定された p に対する F の値も変化する。上の式を全微分して確認すると[3]、

$$\begin{aligned} & [-(n-1)(1-F(p))^{n-2}(p-c)2D(p) \\ & \qquad +(n-1)(1-F(p))^{n-2}(p-c)D(p)]dF \\ + \quad & \log(1-F(p))[(1-F(p))^{n-1}(p-c)2D(p) \\ & \qquad -(1-F(p))^{n-1}(p-c)D(p)]dn = 0. \end{aligned}$$

[3] $y = (1-F)^{n-1}$ とする。ここで、両辺に log を取ると

$$\log y = \log(1-F)^{n-1} = (n-1)\log(1-F).$$

この式を用いて y と n の関係を調べると

$$\frac{dy}{y} = \log(1-F)dn \quad \rightarrow \quad \frac{dy}{dn} = y\log(1-F) = (1-F)^{n-1}\log(1-F).$$

この式をまとめると以下の式を得る

$$\frac{dF}{dn} = \frac{(1-F(p))\log(1-F(p))}{n-1} < 0.$$

この関係は区間 $(\underline{p}, p^M)$ における全ての p に対して成り立っているので、n が大きくなると p に対する F の値は減少することになる。これは、n が大きくなると高い p を選択する確率が高まるということである。よって、企業数 n が増加することで価格の期待値が上昇することを意味している。企業数 n を競争度合いの指標として解釈すると、ここで導出した結果は、競争度合いが高まることで価格が上昇することを意味している。

1.4 節のまとめ

競合している市場と独占力を行使できる市場が混在している場合、純粋戦略均衡は存在せず、価格を確率に従って設定するのが均衡となる。このような価格変動は日常観察される小売店舗の価格が変動する様子と関連があるかもしれない。また、この設定では、企業数が増加することによって各企業が設定する価格の期待値が上昇する。

1.5　価格拡散（事例）

前節では、各企業に「お得意様」が存在する場合に価格の拡散が生じることを示した。また、前節の設定は、お得意様は他の価格を参照する費用が高いために、ある特定の企業から買う傾向にあることを想定している。インターネットの普及により価格の参照が容易に行える環境になった場合、前節で示したような価格の拡散がどのようになるか検証した論文が存在する。それら論文では、価格の拡散は残ることが指摘されている（詳しくは、Baye, Morgan, and Scholten (2006) を参照）。それは、実際には画面の大きさという制約があり、すぐ目に留まる場所に情報を提供できる企業とそうではない企業との差が原因である。これも、ある意味で「お得意様」を生み出す要因になっている。この中から前節で扱ったモデル（Baye et al. (2009) では clearinghouse model と呼

ばれているモデル）を土台にした実証分析について簡単に紹介する。以下の内容は Baye et al. (2009) を参照している。

前節の結果には価格の拡散が起こること以外にも重要な点がある。各企業が確率分布に従って価格を提示した結果、最低価格を提示した企業には、価格に反応する消費者が殺到するために需要が大きく伸びることである。言い換えると、最低価格を提示したときの需要と提示できなかったときの需要との乖離度合いが高いことを考慮する必要がある。この点を考慮しない場合、価格変更に対応する需要変動の予測を過剰に見積もることになる。なぜならば、最低価格を付けた場合を除いて考えると、需要はそれほど弾力的ではないにも関わらず、たまたま最低価格になる可能性が入ると需要は大きく変動するので、この点を取り除かないと弾力性を過剰に見積もることになるからである。

Yahoo が展開している Kelkoo.com というイギリスの価格比較サイトから得たデータを用いた実証では、この最低価格を設定したことによる需要の大幅増が観察されている。言い換えると、情報が提供されている場所とは関係なく価格を徹底して探している消費者が一定程度存在することを意味している。Baye et al. (2009) による実証分析では凡そ 13%の消費者が該当することが示されている。

第2章　クールノーモデル

前章では、複数企業が競合する状況を表現するモデルとしてベルトランモデルを説明した。本章では、クールノー (Cournot) によって提唱された、企業間の競争を扱った理論モデルを説明する。まず最初にモデルの概要について説明し、この設定から得られる結果が、前章で議論した生産容量に制約のある価格競争から導かれた結果と一定程度の整合性があることを確認する。その上で、このモデルから得られる含意を確認する。その後で、産業組織の理論で重要な概念である戦略代替と戦略補完について説明する。残りでは、クールノーモデルの特性を理解するために、いくつかの拡張を試みる。

2.1　クールノー競争 (Cournot competition)

以下では、一般にクールノー競争と呼ばれる理論モデルについて考える。

2.1.1　クールノー競争の基本設定

ここではクールノー競争の基本設定について説明する。次に、ここで得られた結果と前章で議論した生産容量に制約のある価格競争モデルから得られた結果を比較する。

クールノー競争の基本設定

市場に企業が n 社存在し、各企業は同時に生産量 $q_i(\geq 0)$ を設定する $(i = 1, 2, \ldots, n)$。市場の総生産量を $q \equiv \sum_{i=1}^{n} q_i$ で表現する。市場の価格は総生産量 q によって決定され、その価格は逆需要関数 $P(q) = a - bq$ に従って決まる。

なお、a と b は正の定数である。企業 i の限界費用は c_i で一定とする。各企業の生産量が正になることを保証するために $0 \le c_i < a/n$ とする。なお、右側の不等式は生産量が正になるための十分条件である。この状況で、各企業は生産量を独立かつ同時に決定する。

各企業の利潤関数は以下の (2.1) 式で表わされる。

$$\pi_i = (a - b(q_i + q_{-i}))q_i - c_i q_i, \tag{2.1}$$

但し、$q_{-i} \equiv q - q_i$ であり、競合相手の生産量合計である。この q_{-i} を所与として、企業 i が直面する逆需要関数は式 $P(q_i, q_{-i}) = (a - bq_{-i}) - bq_i$ で表せる。(2.1) 式を用いて、企業 i の利潤最大化の一階条件を導出すると、

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad a - c_i - 2bq_i - bq_{-i} = 0. \tag{2.2}$$

(2.2) 式を変形することで、企業 i の反応関数を導出できる。

$$q_i(q_{-i}) = \frac{a - c_i - bq_{-i}}{2b}. \tag{2.3}$$

各企業が (2.3) 式で表される反応関数を持つ。この反応関数から容易に確認できることは、競合相手の生産量合計 q_{-i} が増えると企業 i の生産量が減少することである。この様な反応関数の特性は、標準的なクールノーモデルにおける重要な特性である。これについては、後ほど説明する。

(2.3) 式における企業 i の反応関数を $i = 1$ から $i = n$ まで足し合わせることで以下の式を導出できる。

$$\sum_{i=1}^{n} q_i = \frac{1}{2b}\left(na - \sum_{i=1}^{n} c_i - b\sum_{i=1}^{n} q_{-i}\right). \tag{2.4}$$

$q = \sum_{i=1}^{n} q_i$ と $\sum_{i=1}^{n} q_{-i} = nq - \sum_{i=1}^{n} q_i = (n-1)q$ を考慮して、(2.4) 式を書き換えると以下の式が得られる。

$$q = \frac{1}{2b}\left(na - \sum_{i=1}^{n} c_i - b(n-1)q\right).$$

この式を q について解き、解いた結果を (2.1) 式と (2.3) 式に当てはめることで q_i と π_i を導出できる。

$$\begin{aligned} q &= \frac{na - \sum_{i=1}^{n} c_i}{b(n+1)}, \quad q_i = \frac{a - (n+1)c_i + \sum_{i=1}^{n} c_i}{b(n+1)}, \\ \pi_i &= \frac{\left(a - (n+1)c_i + \sum_{i=1}^{n} c_i\right)^2}{b(n+1)^2}. \end{aligned} \tag{2.5}$$

容量制約付きの価格競争との関係

前章で容量制約付きの価格競争について扱った。前章の設定は、市場に 2 社存在し、逆需要関数は $p = 1 - q$ であり、生産容量の拡張に必要な投資費用は 1 単位当たり c_0 である。これらのことを考慮して、(2.5) 式を書き換えると以下の式が得られる。

$$q_i = \frac{1 - (n+1)c_i + \sum_{i=1}^{n} c_i}{b(n+1)} = \frac{1 - c_0}{3}.$$

この結果は (1.4) 式で導出した $\bar{q}_i$ と一致している。超過需要に対して効率割当が行われ、費用関数に特定の条件が課されれば、容量制約付きの価格競争とクールノー競争は一致することが知られている (Kreps and Scheinkman, 1983)。よって、各企業が設定する数量に応じて市場価格が決まるモデルは、生産容量の決定をした後に価格競争をするモデルを簡素化したものと解釈できる。

2.1.2 クールノー競争の特性

以下では、簡単にクールノー競争の特性について考察する。まず、各企業の限界費用が同一の場合を考える。その後で、複占にした上で反応関数と等利潤曲線の性質を確認する。

対称のクールノー競争

全企業の限界費用が $c_i = c$ で同じ場合を考える。(2.5) 式より、均衡における q と q_i と π_i と各余剰は以下の式で表される。

$$
\begin{aligned}
q &= \frac{n(a-c)}{b(n+1)}, \quad q_i = \frac{a-c}{b(n+1)}, \\
CS &= \int_0^q p(x)dx - p(q)q = \frac{bq^2}{2} = \frac{n^2(a-c)^2}{2b(n+1)^2}, \\
\pi_i &= \frac{(a-c)^2}{b(n+1)^2}, \quad PS = \sum_{i=1}^{n} \pi_i = \frac{n\,(a-c)^2}{b(n+1)^2}, \\
TS &= CS + PS = \frac{n(n+2)\,(a-c)^2}{2b(n+1)^2}.
\end{aligned}
$$

CS, PS, TS は、それぞれ消費者余剰、生産者余剰、総余剰である。企業数 n が無限に大きくなる時 ($n \to \infty$)、各企業の利潤と生産者余剰はゼロに収束するが、消費者余剰と総余剰は単調に増加し続ける。通常、この様な特性を踏まえると、企業数が増えることで余剰が増えるので競争は社会全体にとって望ましいという帰結になるが、この企業数と総余剰の間には、ここで示したような単調な関係が成り立つとは限らないことを後で示す。

反応関数と等利潤曲線

次に、複占の場合を取り上げ、等利潤曲線と限界費用 c_i の変化による生産量の変化について図で確認する。(2.3) 式の反応関数を $n = 2$ の場合に書き直すと以下の式が得られる ($i, j = 1, 2,\ i \neq j$)。

$$
q_i = R_i(q_j) = \frac{a - c_i - bq_j}{2b}.
$$

企業 1 の限界費用が c_1 から $c_1'(< c_1)$ となった時の変化を図示したものが図 4-1 の左側である。

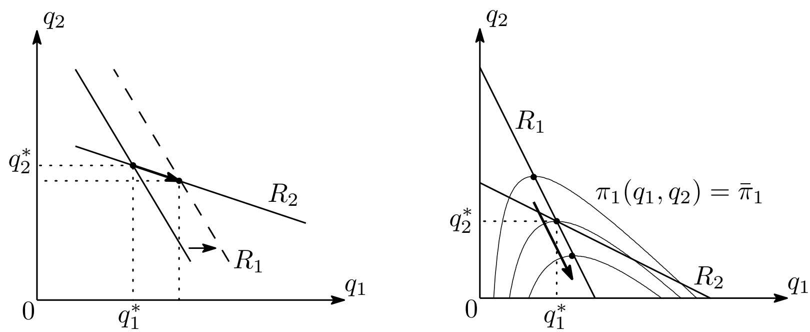

図 4-1: 反応関数の移動と等利潤曲線

限界費用が低下したことによる生産量の増加に加え、企業 2 の反応関数が企業 1 の生産量に対して右下がりであるために、更なる生産量の増加が起こる。前者の効果は費用低下による直接効果であり、後者の効果は戦略相互依存関係によって生じる戦略効果である。

既に確認したとおり、利潤は各企業の生産量によって決定されるが、外生で与えられた利潤の大きさを実現させる生産量の組を図示したものが等利潤曲線 (iso-profit curve) と呼ばれるものであり、図 4-1 の右側に描かれている $\pi_1(q_1, q_2) = \bar{\pi}_1$ をはじめ、3 つの曲線はその例である。図の注意点としては、曲線の頂点は反応関数上に存在することである。反応関数は相手の生産量（ここでは q_2）を所与として最適な生産量（ここでは q_1）を導出したものであるから、この頂点と同じ利潤を実現する点が、相手の生産量（q_2）を所与として反応関数上の点以外に存在することはあり得ない（ここでは相手の生産量を所与として最適な生産量が唯一定まるような関数を考えていることに注意する必要がある)。また、この 3 つの曲線は、下にあるものほど高い利潤の水準を表している。図中の右下向きの矢印は、この利潤が増加する方向を表わしている。

企業数と総余剰の関係: 限界費用が非対称の場合

限界費用が対称の場合、企業数が増えることで総余剰が単調に増加し続けることを示した。ここでは限界費用が非対称の場合に話を戻して、企業数と総余剰の関係を再考する。非対称の場合は煩雑になるので、ここでは独占と複占の

場合を比較する。(2.5) 式の結果を用いて、独占と複占の結果を求めると以下の式が得られる。なお、上付きの M は独占、D は複占を表している。

$$q^M = \frac{a-c_1}{2b}, \quad \pi_1^M = \frac{(a-c_1)^2}{4b},$$
$$q^D = \frac{2a-c_1-c_2}{3b}, \quad \pi_i^D = \frac{(a-2c_i+c_j)^2}{9b}, \quad (i,j=1,2,\ j\neq i).$$

この式から総余剰 TS^j $(j=M,D)$ を導出すると以下の式が得られる。

$$\begin{aligned} TS^M &= CS^M + PS^M = \frac{b(q^M)^2}{2} + \pi_1^M = \frac{3(a-c_1)^2}{8b}, \\ TS^D &= CS^D + PS^D = \frac{b(q^D)^2}{2} + \pi_1^D + \pi_2^D \\ &= \frac{8a^2 - 8a(c_1+c_2) + 11c_1^2 + 11c_2^2 - 14c_1c_2}{18b}. \end{aligned} \tag{2.6}$$

(2.6) 式を用いて限界費用が c_2 である企業 2 が参入したことによる総余剰の増分 $TS^D - TS^M$ と消費者余剰の増分 $CS^D - CS^M$ を導出すると、以下の式が得られる。

$$\begin{aligned} TS^D - TS^M &= \frac{(a+c_1-2c_2)(5a+17c_1-22c_2)}{72b}, \\ CS^D - CS^M &= \frac{(a+c_1-2c_2)(7a-5c_1-2c_2)}{72b}. \end{aligned} \tag{2.7}$$

(2.5) 式から、企業 2 の生産量 q_2 が正になるための条件式は $a+c_1-2c_2>0$ となるので、ここでは、$c_2<(a+c_1)/2$ の範囲で議論する（これが成り立たない場合は独占と同じになるので比較する意味がない)。不等式 $(a+c_1)/2>(5a+17c_1)/22$ が成立するので、(2.7) 式から、独占と複占における総余剰を比較すると以下の関係式が導出できる。

$$TS^D - TS^M < 0 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{5a+17c_1}{22} < c_2 < \frac{a+c_1}{2}.$$

また、$a>c_i$ $(i=1,2)$ であるから、(2.7) 式から、消費者余剰の増分 $CS^D - CS^M$ は必ず正になることが確認できる。

　この結果は、参入した企業の効率性が低い場合、言い換えると企業 2 の限界費用 c_2 が大きい場合、その参入によって競争が促進された結果として消費者

余剰は必ず増加するが、産業全体で評価した時の生産効率性が悪化するために総余剰は低下することを意味している。既に確認したように、クールノーモデルには戦略効果があるため、企業 2 の参入によって企業 1 の生産量は減少し、その減少した生産量は企業 2 の生産で補われる。なお、このような参入による販売機会の逸失を販売機会奪取効果 (business stealing effect) と呼ぶ。この生産代替は企業 2 が効率的であるほど（c_2 が小さいほど）強く働く。また、企業 2 が企業 1 と比べて非効率の場合、この生産代替は、より非効率な企業に生産が移ることを意味するので、総余剰に負の影響を与える。一方で企業 2 が企業 1 の生産を補った部分とは別に、企業 2 は追加の生産をするので、その分だけ市場全体の生産量は増える。この部分は企業 2 の生産効率性とは関係なく総余剰に正の影響を与えるが、企業 2 が効率的であるほど効果は大きくなる。この相反する効果の綱引きで参入の総余剰への影響が決まる。この変化を逆需要関数を用いて図示したものが図 4-2 である。この図において、企業 1 の限界費用 c_1 をゼロにして表現している。

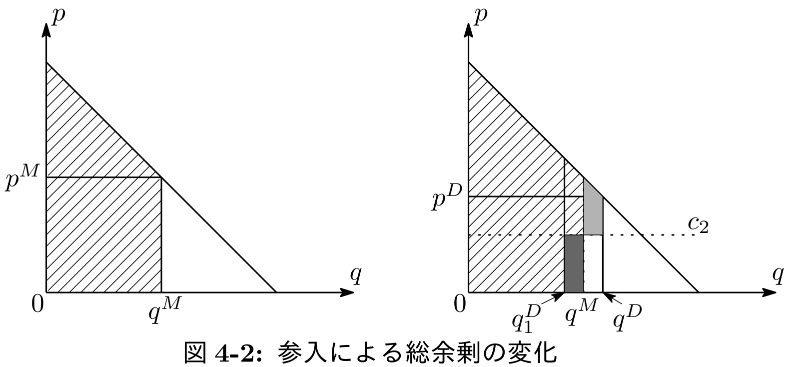

図 4-2: 参入による総余剰の変化

図 4-2 の左側は、企業 1 が独占の場合に実現する価格 p^M と生産量 q^M、それと斜線部分で総余剰を表している。これが企業 2 の参入によって右側のように変化する。企業 1 の生産量は q_1^D へ減少し、$q^M - q_1^D$ の生産は企業 1 から企業 2 へ代替され、$q^D - q^M$ は企業 2 による産業全体に対する追加の生産である。左下黒い長方形部分は生産の代替によって生じた損失であり、右上灰色の台形部分は追加の生産によって生じた便益である。以下では、図 4-2 で示されている

ように、c_2 の値が一定程度の大きさを持つ状況に話を絞って議論する。図 4-2 右側の c_2 が大きくなると、企業 2 から企業 1 への生産が代替されるために黒い長方形の $q^M - q_1^D$ が小さくなると同時に長方形の高さが高くなる。対して、灰色の台形は産業全体の総生産量縮小により $q^D - q^M$ が小さくなるだけではなく、高さも低くなる。よって、c_2 が「ある値」を超えると、黒い長方形の面積が灰色の台形の面積よりも大きくなることが確認できる。更に c_2 が大きくなり、企業 2 の生産量がゼロへ向かう過程で、長方形と台形ともに大きさはゼロに向かうので、この面積差の絶対値は小さくなる。よって、更に c_2 が大きくなることで「総余剰が増加に転じる c_2 の値」が存在する。

　この c_2 と複占における総余剰 TS^D の関係について図示したものが図 4-3 である。ここでは、$a = 1$、$b = 1$、$c_1 = 0$ として TS^D を図示している。先ほどの「ある値」は図 4-3 における $c_2 = 5/22$ であり、「総余剰が増加に転じる c_2 の値」は $c_2 = 4/11$ である。

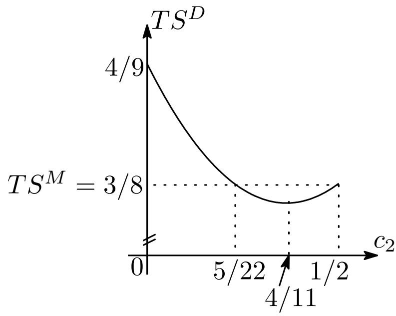

図 4-3: 参入企業の限界費用 c_2 と総余剰の関係

c_2 と TS^D の関係が、このような形状になる理由をもう少し考察する。c_2 の増加は生産効率性の悪化を意味しているので、それによって総余剰は減少する。しかし、この効果は c_2 の増加に伴って小さくなる。それは先ほど説明した効率性の高い企業 1 から非効率な企業 2 への生産代替が小さくなるからである。言い換えると、c_2 の増加によって企業 2 から企業 1 への生産代替が起こるため、産業の効率性が改善する側面がある。勿論、企業 2 の効率性悪化という直接効果があるので、その綱引きで決まってくる。企業 2 の効率性が非常に悪い場合、生産量が非常に少ないため、c_2 の増加による直接効果は大きくなく、生産代替

による戦略効果が強くなる。このことから、図 4-3 で示しているように、TS^D は c_2 の凸関数になっている。

2.1 節のまとめ

通常のクールノー競争では、戦略変数（生産量）の間に代替関係がある。このような戦略効果によって、もし、自社の限界費用が低下した場合、この効率性改善による供給量増加に加え、この供給量増加を予想した競合相手が生産量を減少させることによって（戦略効果によって）、更に自社の供給量が増える。線形の需要関数で限界費用一定のクールノー競争の場合、全企業の限界費用が同一であれば、企業数の増加とともに各企業の利潤は減少するが消費者余剰と総余剰は単調に増加する。但し、企業が非対称で参入企業の効率性が非常に悪い場合、参入によって消費者余剰は増加するが総余剰は減少する。

2.2 クールノー競争の含意

2.1 節の内容を一般の需要関数と一般の費用関数に置き換えて、クールノー競争の含意を考察する。

まず最初に、需要関数だけ一般のものに置き換えて、その特性を理解する。逆需要関数を $P(q)$ とする。この $P(q)$ は $P'(q) < 0$ かつ $P'' \leq 0$ とする。この条件を課すと二階条件の値が負になり、均衡も一意に定まることが保証される。企業 i の利潤最大化の一階条件は以下の式で表される。

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad P(q) + P'(q)q_i - c_i = 0. \tag{2.8}$$

(2.8) 式を $i = 1$ から $i = n$ まで足し合わせると以下の式を得る。

$$nP(q) + P'(q)q - \sum_{i=1}^{n} c_i = 0. \tag{2.9}$$

(2.9) 式の $nP(q) + P'(q)q$ は q の関数であるが、これが限界費用の合計 $\sum_{i=1}^{n} c_i$ にのみ依存していることを意味している。言い換えると、企業数 n を固定した

時、限界費用一定のクールノー競争では、均衡における総生産量 q^* は限界費用の合計にだけ依存し、限界費用の分布には依存しないということである。また、均衡価格 $P(q^*)$ や消費者余剰も限界費用の合計にのみ依存していることも意味している。

この性質と前節で確認した反応関数の特性を踏まえると、限界費用の合計を固定した時に、各企業の限界費用が同じ場合よりも、異なっている場合の方が企業利潤の合計が大きくなり、総余剰の意味でも望ましいことになる。限界費用が異なる場合、効率性の高い企業が沢山生産することになるので、限界費用が全ての企業で同じ場合よりも、異なっている場合の方が企業全体の総費用が少なくなっている。このことを図 4-4 を用いて確認する。図の右側と左側で、各企業の限界費用を合計したものは同じにしている。違いは各企業の生産量で、左側は両企業ともに同じ限界費用水準なので、各企業の生産量は総生産量 q^* の半分になる。右側は限界費用の総和が同じになるように、限界費用の水準を MC^L と MC^H に設定している。限界費用が MC^L の企業は相対的に多く作るので、その生産量は総生産量 q^* の半分よりも大きくなっている。

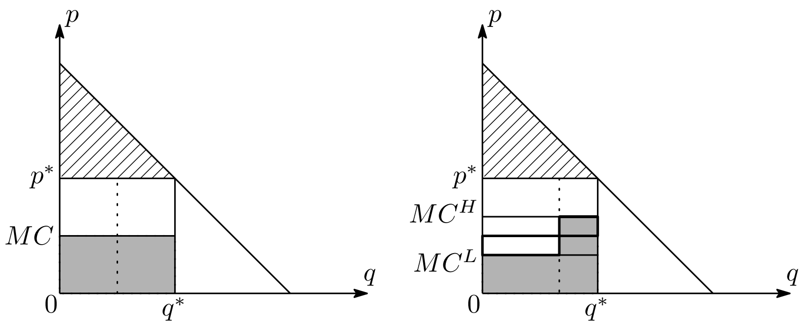

図 4-4: 限界費用の水準が同じ場合と異なる場合の比較

その結果として、限界費用の水準が MC で同一だった左側の場合よりも、太枠で囲った白い長方形の分だけ生産費用が節約できている。これに対して、限界費用が MC^H の企業は相対的に少なく作るので、その生産量は総生産量 q^* の半分よりも小さくなっている。その結果として、限界費用の水準が MC で同一だった左側の場合よりも、太枠で囲った灰色の長方形の分だけ生産費用が増加している。前者の節約分と後者の損失分を比較すると、縦の長さは同じで

横の長さは白い長方形の方が長いので、節約分が損失分を上回っていることが確認できる。

(2.9) 式から、企業が追加で参入することによって総生産量は必ず増加することが確認できる。ここで参入企業はすべて活動している、すなわち正の生産量を設定するような限界費用の水準であることを仮定する。$n+1$ 番目の企業が参入したことで (2.9) 式は以下のように変化する。$\bar{q}$ は企業 1 から企業 $n+1$ までの生産量の合計である。

$$(n+1)P(\bar{q}) + P'(\bar{q})(\bar{q}) - \sum_{i=1}^{n} c_i - c_{n+1} = 0. \tag{2.10}$$

$\bar{q}$ は、この (2.10) 式を満たすもので決まるが、ここで仮に総生産量が市場に n 社だけ存在する場合と同じ生産量に設定されたと仮定する。すなわち、$\bar{q}$ が (2.9) を満たす q と同じということである。この場合、(2.10) 式の左辺は以下のように変形される。

$$\underbrace{nP(q) + P'(q)(q) - \sum_{i=1}^{n} c_i}_{=0} + P(q) - c_{n+1} = P(q) - c_{n+1}.$$

ここで、(2.9) の等式を (2.10) 式の左辺に代入している点に注意する必要がある。ここで現れた $P(q) - c_{n+1}$ は、企業 $n+1$ の生産 1 単位あたり利潤を表している。企業 $n+1$ は実際に活動して正の生産量を設定しているので、生産から利潤を得ている必要がある。よって、この生産量 q の下で $P(q) - c_{n+1} > 0$ が満たされているはずであり、等式 (2.10) を満たす $\bar{q}$ は q よりも大きくなる必要がある。即ち、市場に $n+1$ 社存在する場合の総生産量 $\bar{q}$ は市場に n 社存在する場合のそれよりも大きくなる。

ここで、費用関数も一般形 $C_i(q_i)$ に置き換える。この関数の下、均衡の安定性や利潤最大化の二階条件などは満たしているとする。この下で、利潤最大化の一階条件は以下の式で表される。

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = P(q_i + q_j) - C_i'(q_i) + q_i P'(q_i + q_j) = 0. \tag{2.11}$$

第一項は、生産量を微小量増加させた時に生じる収入の増加分である。第二項は、生産量を微小量増加させた時に生じる費用の増加分である。第三項は、生産量を微小量増加させた時に生じる既に生産している部分 (inframarginal product) の収益性に与える部分である。この生産量の微増により価格が下がるので、この部分は負の効果を持っている。(2.11) 式を書き換えると以下の式が得られる。

$$L_i \equiv \frac{P - C_i'}{P}, \quad L_i = \frac{\alpha_i}{\eta}, \quad \text{但し} \quad \alpha_i \equiv \frac{q_i}{q}, \quad \eta \equiv -\frac{P}{P'q}, \tag{2.12}$$

なお、α_i は企業 i の市場占有率（マーケットシェア）であり、η は需要の価格弾力性である。また、L_i はラーナー指数 (Lerner index) と呼ばれ、企業 i の市場支配力を表している。実際に限界費用 C_i' が小さく効率的であるほど L_i は大きくなり、市場占有率 α_i も大きくなっている。また、需要の価格弾力性が大きくなると、価格が下がりやすくなるので市場支配力を行使し難くなる。実際に、η が大きくなると L_i が小さくなることが確認できる。

2.2 節のまとめ

クールノー競争において、企業数が固定され、各企業の限界費用が一定の場合、均衡の価格は限界費用の和だけに依存する。費用関数が一般の場合、市場支配力を表す各企業のラーナー指数は当該企業の限界費用が低いほど大きくなる。また、この指数は需要の価格弾力性が小さいほど大きくなる。

2.3　戦略代替と戦略補完

ここでは、企業間の相互依存関係を把握する際に必要な概念である、戦略代替 (strategic substitute) と戦略補完 (strategic complement) について説明する。本節の説明は Tirole (1988) に依拠している。

2 企業による同時決定ゲームを考える。各企業の戦略変数を $a_i \in [0, \infty)$ で表わし、利潤関数 $\pi_i(a_i, a_j)$ は a_i に関して二階微分可能とする。また、企業 i の

利潤最大化の二階条件

$$\frac{\partial^2 \pi_i(a_i, a_j)}{\partial a_i^2} < 0.$$

は満たされているとする。加えて、均衡の安定性は満たされているとする [1]。この設定の下、利潤関数の交差微分 $\partial^2 \pi_i(a_i, a_j)/\partial a_i \partial a_j$ によって戦略変数を特徴付けられることが分かっている (Bulow et al., 1985)。戦略変数 a_i が戦略代替とは、$i, j = 1, 2,\ i \neq j$ に対して

$$\frac{\partial^2 \pi_i(a_i, a_j)}{\partial a_i \partial a_j} < 0$$

の時であり、戦略変数 a_i が戦略補完とは、$i, j = 1, 2,\ i \neq j$ に対して

$$\frac{\partial^2 \pi_i(a_i, a_j)}{\partial a_i \partial a_j} > 0$$

の時である。

この定義を理解するために、企業 i の最適反応を検討する。企業 i の利潤最大化の一階条件は、

$$\frac{\partial \pi_i(a_i, a_j)}{\partial a_i} = 0.$$

ここで、$R_i(a_j)$ を企業 j の戦略 a_j に対する企業 i の最適反応とする。最適反応の定義から、この関数 $R_i(a_j)$ は以下の式を満たす。

$$\frac{\partial \pi_i(R_i(a_j), a_j)}{\partial a_i} = 0.$$

利潤関数が厳密な凹関数の場合、$a_i = R_i(a_j)$ は唯一定まる。ナッシュ均衡 (a_i^*, a_j^*) は、$a_i^* = R_i(a_j^*)$ と $a_j^* = R_j(a_i^*)$ を用いて求められる。また、反応関数の傾きは、以下で示すように、関数 $\partial \pi_i(R_i(a_j), a_j)/\partial a_i = 0$ を微分することで導出できる。

$$\frac{\partial^2 \pi_i(R_i(a_j), a_j)}{\partial a_i^2} R_i'(a_j) + \frac{\partial^2 \pi_i(R_i(a_j), a_j)}{\partial a_i \partial a_j} = 0.$$

[1] 本節の設定においては、各企業の二階条件が負になっていることと、以下の不等式が満たされていることが安定性の条件になる (Hinloopen, 2015)。

$$\frac{\partial^2 \pi_i(a_i, a_j)}{\partial a_i^2} \cdot \frac{\partial^2 \pi_j(a_i, a_j)}{\partial a_j^2} - \frac{\partial^2 \pi_i(a_i, a_j)}{\partial a_i \partial a_j} \cdot \frac{\partial^2 \pi_j(a_i, a_j)}{\partial a_i \partial a_j} > 0.$$

これを変形して、

$$R_i'(a_j) = -\frac{\partial^2 \pi_i(R_i(a_j), a_j)}{\partial a_i a_j} \Bigg/ \underbrace{\frac{\partial^2 \pi_i(R_i(a_j), a_j)}{\partial a_i^2}}_{(-)}.$$

二階条件の仮定から分母は負になっているので、傾きの符号は分子の符号、すなわち交差微分 $\partial^2 \pi_i / \partial a_i \partial a_j$ の符号と一致する。戦略代替の時は反応関数の傾きが負であり、戦略補完の場合には反応関数が正になる。以下の図は戦略代替と戦略補完の場合を表している。

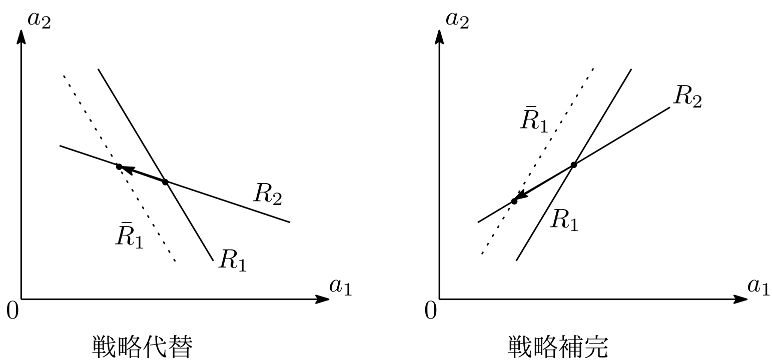

図 4-4: 戦略補完と戦略代替

R_i は企業 i の反応関数を表しており、$\bar{R}_1$ は外生の要因（例えば、企業 1 の生産環境変化）によって企業 1 の反応関数が移動したことを表している。両方とも、相手の戦略 a_2 を所与として最適な a_1 が減少することを表しているが、この変化に対する企業 2 の変化が異なっていることに注目する必要がある。戦略代替の場合は、この反応関数の移動によって a_2 が増加しているが、戦略補完の場合は、この反応関数の移動によって a_2 が減少している。これは企業 2 の反応関数が右下がりか右上がりであるかによって決まっていて、この反応関数の傾きは交差微分の符号と一致している。

簡単に均衡の一意性と安定性について議論する。$|R_i'(a_j)| < 1$ であれば、この図のように R_1 と R_2 が一回だけ交わり、この交点が均衡であり、この均衡点は安定である。例えば、既に説明した一般形クールノー競争の場合、$p'' \leq 0$

と $C' \geq 0$ という条件を課せば、$|R_i'(a_j)| < 1$ は満たされる。なお、この条件は十分条件なので、もう少し緩い条件でも $|R_i'(a_j)| < 1$ は満たされる。

2.3 節のまとめ

ある企業の戦略変数が、相手企業による戦略変数の変化に対してどのような反応をするか調べるには、利潤関数の交差微分を確認すればいい。この交差微分の値が負の場合、戦略変数は戦略代替の関係にあり、正の場合は戦略補完の関係にある。外生で与えられた変数が変化したとき、それが企業の戦略変数に及ぼす効果を確認するには、戦略変数が戦略代替か戦略補完か確認することが重要である。

2.4 自由参入 (Free entry)

これまでは企業の数が外生の場合を扱ってきたが、この数がモデルの内部で決まる場合（内生変数の場合）もある。例えば、ある市場において参入規制が緩和された場合、その市場における利潤を求めて新規参入企業が現れる可能性がある。以下では、この様な自由な参入が認められている状況を扱う方法を提示する。

ここでは最も単純な場合を考える。現時点で企業は参入していない市場が存在する。ここに参入する機会が生じたとする。全ての企業は同じ技術を用いることができて、この市場に参入して活動するためには設備費など固定費用 F を負担する必要があり、参入後に生産する局面では限界費用 c で生産できる。通常、この状況は以下のような 2 段階ゲームの形で表現する。

1. 参入を考えている企業は、参入状況を観察した上で参入するか否か決定する。参入した場合、固定費用 F を負担する。

2. 参入企業数を観察した上で、各参入企業は自身の生産量を決定する。

この問題は後方帰納法を用いて解くことになる。第 2 段階の企業数を n とする。本来、n は整数であるべきだが、ここでは表現を簡素にする目的から、

この問題は無視して考える。逆需要関数が最初で扱った線形の場合、すなわち $p(q) = a - bq$ の場合、(2.5) 式から第 2 段階の結果を求められる。

$$\pi(n) = \frac{(a-c)^2}{b(n+1)^2}. \tag{2.13}$$

企業は対称なので企業の添え字 i を外し、第 1 段階で決定した企業数 n の関数として表現している。この利潤関数は n の単調減少関数になっていることが確認できる。

第 2 段階で起こることが分かったので、ここで第 1 段階で起こる企業数決定の問題を考える。既に参入している企業数を観察し、固定費用 F を考慮しても正の利潤が見込める限り、企業には参入の誘因がある。対して、固定費用まで考慮した結果として負の利潤になると見込まれるならば参入しない。よって、固定費用 F と参入によって得られる利潤 $\pi(n)$ が釣り合うように参入企業数になる。第 1 段階で決まる企業数 n^* を式で表現すると、

$$\pi(n^*) - F = 0.$$

この式と (2.13) 式を用いて企業数 n^* を導出すると

$$n^* = \frac{a-c}{\sqrt{bF}} - 1.$$

この結果と (2.5) 式における q を使って消費者余剰を計算すると

$$CS^* = \frac{(n^*)^2(a-c)^2}{2b(n^*+1)^2} = \frac{(a-c-\sqrt{bF})^2}{2b}.$$

この設定では企業の利潤はゼロになっているので、この消費者余剰が総余剰と一致する。

一般形による自由参入の議論と過剰参入定理

この設定の特性を理解するために、一般の需要関数と費用関数を用いて議論し直す。需要関数と費用関数を入れ替えたことを除けば、直前で扱った 2 段階ゲームと同じである。

$P(q)$ を市場の生産量が q の時に実現する価格とする。$C(q_i)$ を企業 i が q_i の生産をした時に生じる費用とする。$F>0$ を参入のために必要な固定費用とする。$q(n)$ を第 1 段階で n 社参入した際の第 2 段階における各企業の均衡生産量とする。各企業の利潤は以下の式で表すことができる。

$$\tilde{\pi}(n) = P(nq(n))q(n) - C(q(n)) - F.$$

また、総余剰は以下の式で表すことができる。

$$W(n) \equiv \int_0^{nq(n)} P(s)ds - nC(q(n)) - nF.$$

最初の積分部分は、消費者の支払分を差し引く前の消費者余剰（粗消費者余剰）であり、残りの部分は可変費用と固定費用である。

総余剰を最大化を目的とする社会計画者が調整できるのは参入企業数だけと仮定して、この社会計画者が設定する参入企業数を確認する。これは、第 2 段階で各企業が競争することを予想して、第 1 段階の参入に何らかの制限をかける状況と捉えることができる。総余剰を最大にする参入企業数 n^S は以下の式で表わされる。

$$n^S = \arg\max_n W(n).$$

この最大化問題の一階条件は

$$\begin{aligned} W'(n) &= P(nq(n))\left[n\frac{\partial q(n)}{\partial n} + q(n)\right] - C(q(n)) - nC'(q(n))\frac{\partial q(n)}{\partial n} - F \\ &= \tilde{\pi}(n) + n\left[P(nq(n)) - C'(q(n))\right]\frac{\partial q(n)}{\partial n}. \end{aligned} \tag{2.14}$$

既に触れたように、戦略代替性がある場合、新規参入によって既存企業の生産量は減少する。このような既存企業の販売機会が失われる効果は、4.1.2 項でも説明した販売機会奪取効果である。この効果を、ここで扱っている状況に当てはめると、不等式 $q(n+1) < q(n)$ が成り立つことである。

この販売機会奪取効果が成り立つことを前提に、(2.14) 式を考察することで、n^S と自由参入により実現する参入企業数を比較する。不等式 $q(n+1) < q(n)$

が成り立つ場合、$\partial q(n)/\partial n < 0$ となるので (2.14) 式の第二項は負になる。これは以下の関係式が成り立つことを意味している。

$$\tilde{\pi}(n) > W'(n).$$

総余剰を最大にする参入企業数 n^S を設定した場合は $W'(n^S) = 0$ となるので、$\tilde{\pi}(n^S) > W'(n^S) = 0$ である。また、企業利潤は企業数の減少関数、すなわち、$\tilde{\pi}'(n) < 0$ なので $n^* > n^S$ となる。よって、企業が自発的に参入の意思決定をする場合には総余剰を最大にする企業数を上回るだけの参入が起こる。この性質は過剰参入定理と呼ばれる。

2.4 節のまとめ

クールノー競争において、企業が収益機会を狙って参入できる場合、参入後に得られる利潤と参入時に要する固定費用が釣り合うまで参入が起こる。その結果、総余剰の観点では過剰な参入が発生する。それは、参入企業が得る利潤の一部には、総余剰増加に寄与していない販売機会奪取効果によるもの（競合相手の生産量抑制効果）が含まれるため、その分だけ参入が過剰になりやすい。

補足説明:　自由参入を考える際、参入を考えている企業が参入決定状況を観察したうえで参入の意思決定することを仮定した。これを、参入可能な企業数を外生と仮定し、各参入可能企業が参入の意思決定を同時に行う可能性もある。この場合、参入に関する協調の失敗が起こり、参入企業が損失を被る可能性がある（例えば、半世紀ほど前のロッキードとマクドネル・ダグラスの大型機市場への参入など）。このような想定では、参入の意思決定について混合戦略を考える必要がある（詳細については Cabral (2004) を参照）。

2.5　戦略代替と自由参入（事例）

戦略代替性がある市場における自由参入の問題を扱った実証研究として Berry and Waldfogel (1999) がある。彼らの実証研究ではラジオ放送の市場を対象に、

広告収入を見越した放送局の市場参入が総余剰の観点から過剰になっているか否か検証している。この実証では、各放送局が得る広告収入は聴取者数に比例すると仮定し、聴取者当たりの広告収入は市場全体の聴取者数が増加すると減少することを仮定している。よって、各聴取者数はクールノーモデルにおける生産量に相当し、聴取者当たり広告収入がクールノーモデルにおける価格に相当し、これが総聴取者数に依存している。この想定の下、広告主の聴取者数に対する需要と、各企業が獲得できる聴取者数と参入している放送局数の関係と、参入費用の分布を推計することで、総余剰の観点で最適な参入企業数と実際の参入企業数との乖離を検証している。

新規の放送局が参入することで増加する聴取者の割合は10%程度しか増加せず、顧客（聴取者）奪取効果が強いことを示している。また、広告需要に対する弾力性は 1.8 程度であり、聴取者拡大による余剰の増加が一定以上あることを示している。この推定結果を用いて、実際の市場参入企業数と総余剰の観点で最適な企業数を比較したところ、その比は 4 倍弱で過剰参入が観察された。厚生損失の殆どは放送局運営の費用（固定費用）であり、放送事業者の参入に対して何らかの制限（放映権に対する課金をするなど）が必要であることを示唆している。この評価をする際、聴取者が受けている便益は考慮していないが、仮に考慮したとしても、各聴取者が年間で 900 ドル弱の便益を受けている必要があり、これは推計された年間聴取者当たりの広告価格 280 ドル弱の 3 倍強となっている。このようなことから、理論で示されたような過剰な参入は実際にも観察されている可能性があるといえるだろう。

第3章　シュタッケルベルクモデル

前章までは各企業が同時に価格や生産量を決定する状況（同時手番の状況）を扱ってきた。本章では、各企業が価格もしくは生産量を順番に設定する状況（逐次手番の状況）を扱う。フォン シュタッケルベルク (von Stackelberg) によって定式化されたため、一般にはシュタッケルベルクモデルと呼ばれることが多い。最初に数量競争におけるシュタッケルベルクモデルを扱い、次に価格競争におけるシュタッケルベルクモデルを扱う。それぞれの戦略変数（生産量と価格）は、戦略代替と戦略補完など性質の違いがあり、それが均衡利潤の関係に影響することを確認する。残りの節では、シュタッケルベルクモデルの拡張例として自由参入の場合を扱う。

3.1　シュタッケルベルクモデル・数量競争

この節では、最も簡素な逐次手番モデルである、2 企業が順番に生産量を決める状況を考える。複占のクールノーモデルを土台にして、生産量を決定する順番だけ変更したゲームを考えることになる。

3.1.1　シュタッケルベルク複占・数量競争

基本設定は以下の通りである。同質財を作る企業が 2 社存在し、それぞれ限界費用ゼロで生産できる。以下で与えられる逆需要関数を仮定する。

$$p(Q) = \begin{cases} a - Q & a > Q \text{ の時}, \\ 0 & a \leq Q \text{ の時}, \end{cases} \tag{3.1}$$

但し、a は定数、$Q \equiv q_1 + q_2$ は市場全体の総生産量、q_i は企業 i $(i = 1, 2)$ の生産量である。企業 i の利潤 $\pi_i(q_i, q_j)$ は以下の式で与えられる

$$\pi_i(Q) = \begin{cases} (a - Q)q_i & a > Q \text{ の時}, \\ 0 & a \leq Q \text{ の時}, \end{cases} \quad (i, j = 1, 2\ j \neq i).$$

この設定の下、各企業が順番に生産量を決定する。最初に、企業 1 が生産量を決定する。この決定後に生産量は変更できないとする。この企業 1 の生産量を観察した上で、企業 2 が生産量を決定する。観察した上で生産量を決定している点が重要であり、観察できない場合は、実際の決定時間が前後していても同時決定と同じことになる。この問題を後方帰納法に従って解く。シュタッケルベルクモデルでは、最初に動く企業を先導企業 (leader firm) と呼び、後から動く企業を追随企業 (follower firm) と呼ぶ。ここで扱う設定では、企業 1 が先導企業であり企業 2 が追随企業である。

第 2 段階では、企業 1 の生産量 q_1 を所与として、企業 2 は最適な生産量 q_2 を決定する。企業 2 の最適化問題は以下の式で表される。

$$\max_{q_2}\ p(Q)q_2.$$

利潤最大化の一階条件を導出すると、$q_1 < a$ の時は $a - q_1 - 2q_1 = 0$ を得て、$q_1 \geq a$ の時は常に価格がゼロになり、任意の q_2 で利潤がゼロになるが、ここでは最適反応として $q_2 = 0$ を設定する。一階条件から、最適反応 $R_2(q_1)$ を求めると以下の関数が得られる。

$$R_2(q_1) = \begin{cases} \dfrac{a - q_1}{2} & q_1 < a \text{ の時}, \\ 0 & q_1 \geq a \text{ の時}. \end{cases} \tag{3.2}$$

この最適反応 $R_2(q_1)$ が企業 2 の戦略となる。企業 2 は、「企業 1 が第 1 段階で q_1 の生産をした」という部分ゲームにおける最適生産量を決定する。この最適生産量は q_1 の値に依存しているので、企業 2 の戦略（最適反応）は、(3.2) 式における $R_2(q_1)$ のように q_1 の関数として表すことになる。

第 1 段階では、企業 1 は企業 2 の最適反応を考慮して生産量 q_1 を決定する。すなわち、$R_2(q_1)$ という反応を考慮して q_1 を決定する。企業 1 の最適化問題

とその結果得られる最適生産量 q_1^* は以下の式で表される。

$$q_1^* = \arg\max_{q_1}\ (a - q_1 - R_2(q_1))q_1 = \frac{a}{2}.$$

この企業 1 の最適生産量 q_1^* から、均衡における企業 2 の生産量 $R_2(q_1^*)$ を導出できる。

$$q_2^* = R_2(q_1^*) = (a - q_1^*)/2 = \frac{a}{4}.$$

このゲームにおける企業 1 と 2 の均衡戦略は、それぞれ $q_1^* = a/2$、$R_2(q_1)$ である。また、その結果実現する各企業の均衡生産量は $q_1^* = a/2$、$q_2^* = a/4$ であり、均衡利潤は $\pi_1^* = a^2/8$、$\pi_2^* = a^2/16$ である。このように戦略変数が戦略代替の場合、最初に動く企業（企業 1）が有利になる。これを先導者優位性 (first-mover advantage) という。

ここで扱った結果は図 5-1 を用いて理解することが可能である。図中の上に曲がった曲線 2 本は企業 1 の等利潤曲線であり、右斜め下に向いた矢印で示した方向へ向かうほど利潤の水準は高くなる。

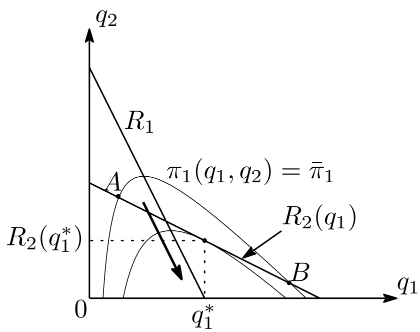

図 5-1: 企業 1 の等利潤曲線と企業 2 の最適反応

既に確認した通り、企業 1 は企業 2 の反応関数 $R_2(q_1)$ を考慮して最適な q_1 を決定する。このことは、q_1 に応じて $R_2(q_1)$ における生産量の組 $(q_1, R_2(q_1))$ が均衡で実現することを意味している。よって、企業 1 としては、q_1 の調整を通じて反応関数 $R_2(q_1)$ 上で最も利潤が高くなる点を選ぶことを意味している。もし、$R_2(q_1)$ 上の点を選択して等利潤曲線と $R_2(q_1)$ が交わっている場合、例えば、$\bar{\pi}_1$ の等利潤曲線と交わる点を選択した場合、図のように 2 つの交点 A と

B の内側にある線分上に、より高い利潤を実現する点が存在するので、この π_1 と交わる点は最適ではない。よって、企業 1 の等利潤曲線と反応関数 $R_2(q_1)$ が接する点 $(q_1^*, R_2(q_1^*))$ で $\pi_1(q_1, q_2)$ が最大になる。

3.1.2　クールノーとシュタッケルベルクの比較

一般の逆需要関数を用いて、クールノーモデルとシュタッケルベルクモデルにおける生産量の違いを考察する。具体的には、シュタッケルベルクモデルにおいて先導企業（企業 1）の生産量がクールノーモデルにおける生産量よりも多くなることを示す。以下では、逆需要関数は $P(q_1, q_2)$ であり限界費用はゼロとして分析をする。なお、$\partial P(q_1, q_2)/\partial q_i < 0$ $(i = 1, 2)$ であり、逆需要関数は通常仮定される利潤最大化の 2 階条件（利潤関数の凹性）は満たされるとする。

クールノーモデルでは、利潤最大化の一階条件から以下の式が成り立つ。なお、q_i^C はクールノーモデルにおける企業 i の均衡生産量である。

$$P(q_i^C, q_j^C) + \frac{\partial P(q_i^C, q_j^C)}{\partial q_i} q_i^C = 0. \tag{3.3}$$

企業 2 の最適反応 $R_2(q_1)$ は、(3.3) 式を q_i^C について解くことで導出される。シュタッケルベルクモデルにおいて、先導企業（企業 1）の利潤を π_1^L とおき、その利潤最大化の一階条件を導出すると以下の式を得る。

$$\frac{d\pi_1^L}{dq_1} = P(q_1, R_2(q_1)) + \frac{\partial P(q_1, R_2(q_1))}{\partial q_1} q_1 + \frac{\partial P(q_1, R_2(q_1))}{\partial q_2} \frac{dq_2}{dq_1} q_1 = 0. \tag{3.4}$$

追随企業（企業 2）の最適生産量 $R_2(q_1)$ に企業 1 の生産量 q_1 が影響を与えるため、(3.4) 式では第 3 項が追加されている点が (3.3) 式と異なる点である。ここで、シュタッケルベルクモデルにおいて、企業 1 がクールノーモデルにおける生産量 q_1^C を設定したと仮定する。まず、企業 2 の反応関数を導出する方法を考慮すると $R_2(q_1^C) = q_2^C$ が成り立つことは直ちに分かる。この関係式と (3.3) 式を考慮すると、(3.4) 式は以下のよう変形できる。

$$\left.\frac{d\pi_1^L}{dq_1}\right|_{q_1 = q_1^C} = \underbrace{\frac{\partial P(q_1^C, q_2^C)}{\partial q_2}}_{(-)} \underbrace{\frac{dq_2}{dq_1}}_{(-)} q_1^C > 0.$$

この式から、シュタッケルベルクモデルにおける企業 1 は、クールノーモデルにおける均衡生産量 q_1^C よりも多く生産することが分かる。この式は (3.4) 式の第 3 項から導出されたが、これは以下の関係を表現している。企業 1 の生産量 q_1 を増加させたことで企業 2 の生産量 $R_2(q_1)$ が変化し (dq_2/dq_1 の部分)、この変化が価格 $P(q_1, q_2)$ に影響を与え ($\partial P(q_1^C, q_2^C)/\partial q_2$ の部分)、この価格変化が企業 1 の生産から得られる収益 $P(q_1, q_2)q_1$ に影響を与える。この 3 段階の変化が (3.4) 式の第 3 項で表現されている。ここでは、生産量の戦略代替関係により、企業 1 の生産量増加によって企業 2 の生産は減少し ($dq_2/dq_1 < 0$)、この減少によって価格は上昇する (逆需要関数の仮定から $\partial P(q_1^C, q_2^C)/\partial q_2 < 0$ であり $dq_2/dq_1 < 0$ なので、価格は上昇する)。よって、q_1 を増加させると企業 2 の反応を通じて価格上昇の効果が生じるため、その効果の分だけ企業 1 に生産増大の誘因が生じる。この効果は、生産量 q_1 に応じて大きくなっている。

3.1.3 シュタッケルベルクモデルの含意

本節で扱ったシュタッケルベルクモデルでは、先導企業が決定した生産量（生産容量）を受けて追随企業は生産量（生産容量）を抑制することを示している。もし、この設定に妥当性があれば、ある市場において、競争相手に悟られないように生産容量を拡張し、その下で価格を大幅に引き下げて一気に市場シェアを拡大すると、競合相手は価格を更に引き下げて市場シェアを回復することが難しいことを意味している。このような競争相手を追い出す効果が大きいのは財の同質性が高い場合であり、差別化されている場合には、生産拡大による価格引き下げ効果が競合相手に与える効果は弱い。それは、生産拡大によって価格が安くなっても、製品に対する好みの違いによって価格に反応しない消費者が一定程度存在するためである（差別化財の議論については次章以降で扱う）。

それでは実際に突如として価格を大幅に引き下げて市場シェアを大幅に拡大し、その優位性を維持するような事例はあるのだろうか。ラジューとチャン (2011) によると、中国における幾つかの家電会社が突然価格競争を仕掛けて市場シェア拡大に成功している。例えば、中国における電子レンジの市場では、1990 年代後半、地元企業であるギャランツ（格蘭仕）が並みいる欧米日の競

合企業を差しおいて突如として価格戦争を仕掛け、国内市場におけるシェアを 1995 年の 25%から 2000 年には 76%へと急上昇させせることに成功している。中国における家電市場の拡大を真っ先に察知したことは勿論のこと、価格戦争を仕掛ける 2 か月前から生産ラインを四六時中稼働させ、予想される需要の急増に対応できるように十分な在庫を確保していた。また、価格戦争を開始する時期も八月という生産と流通が縮小する時を選択し、競合相手の追随を可能な限り抑え込むことをした。他にも幾つか考えられる理由はあるが、時機を捉えた生産拡大は有効な手段の 1 つだった可能性はある。

5.1 節のまとめ

数量競争モデルを土台にしたシュタッケルベルクモデルでは、戦略変数（生産量）の間に戦略代替関係があるため、先導企業はクールノーモデルの場合よりも多くの生産量を設定する誘因がある。この先導企業の生産を受けて、追随企業は生産量を抑制する。よって、クールノーモデルの場合と比べて、先導企業の利潤は増加して、追随企業の利潤は減少する。

3.2　シュタッケルベルクモデル・価格競争

前節では数量競争の場合を扱ったが、本節では価格競争の場合に何が起こるか考察する。

3.2.1　シュタッケルベルク複占・価格競争・同質財

まず最初に 3 章で扱った完全同質財の価格競争を考える。先導企業（企業 1）と追随企業（企業 2）の限界費用をそれぞれ c_1 と c_2 とする。各企業の費用水準によって、3 つの場合に分けることができる: (i) $c_1 < c_2$, (ii) $c_1 > c_2$, (iii) $c_1 = c_2$。ここでは (i) $c_1 < c_2$ の場合だけ示す。

数量競争の場合と同じように、後方帰納的に解く。企業 2 の反応関数は以下の式で表される。

$$p_2(p_1) = \begin{cases} c_2 & p_1 \leq c_2 \text{ の時}, \\ p_1 - \varepsilon & c_2 < p_1 \leq p_2^M \text{ の時}, \\ p_2^M & p_2^M < p_1 \text{ の時}. \end{cases}$$

なお、p_2^M は企業 2 の独占価格である。p_1 が企業 2 の限界費用 c_2 以下に設定されている場合、p_1 よりも低い価格を設定すると $p_2 < p_1 \leq c_2$ となり負の利潤になるので、負の利潤にならない価格を設定するが、ここでは $p_2 = c_2$ を設定している。対して、p_1 が企業 2 の限界費用 c_2 より高い価格に設定されている場合、p_1 よりも低い価格で正の利潤を実現するものが存在するので、その中で最も利潤が大きくなる価格 p_2 を設定する。

この企業 2 の反応を考慮して、企業 1 の利潤関数を求めると以下のようになる。

$$\pi_1(p_1) = \begin{cases} (p_1 - c_1)D(p_1) & p_1 < c_2 \text{ の時}, \\ (c_2 - c_1)D(c_2)/2 & p_1 = c_2 \text{ の時}, \\ 0 & c_2 < p_1 \text{ の時}. \end{cases}$$

よって、企業 1 は $p_1 = c_2 - \varepsilon$ として全ての需要を獲得する。

(ii) と (iii) の場合も、同様の手続きで均衡価格を導出できる。しかし、これらの場合では、均衡で企業 1 は正の利潤を獲得できず、均衡として実現しうる p_1 は一意に定まらないことが確認できる。例えば、(ii) の場合であれば、$p_1 > c_2$ を満たす任意の p_1 を設定して、企業 2 が $p_2 = \min\{p_1 - \varepsilon, p^M\}$ を設定して全ての需要を獲得するのは均衡になる。

3.2.2 シュタッケルベルク複占・価格競争・差別化財

ここでは、製品が差別化されていて、異なる価格が設定されていても各企業に正の需要が生じる場合を考える。各企業の限界費用はゼロとする。企業 1 と企業 2 に対する需要関数を以下の通り設定する。

$$Q_i(p_i, p_j) \quad (i, j = 1, 2,\ j \neq i).$$

需要関数の特性として、$Q_1(g,h) = Q_2(h,g)$、$\partial Q_i/\partial p_j > 0$、$dp_i/dp_j > 0$（戦略補完性）を仮定する。最後の仮定は、7 章で扱う製品差別化を表す需要関数に戦略補完の関係が存在することを踏まえて設定されている。

価格を同時に決定するゲームにおける均衡価格を p_i^B とする $(i = 1, 2)$。

$$Q_i(p_i^B, p_j^B) + p_i^B \frac{\partial Q_i(p_i^B, p_j^B)}{\partial p_i} = 0. \tag{3.5}$$

企業 2 の反応関数 $p_2(p_1)$ は (3.5) 式を解くことで導出できる。ここで、先導企業（企業 1）の利潤関数を π_1^L として、利潤最大化の一階条件を導出し、その導出したものに $p_1 = p_1^B$ を代入すると以下の式を得る。

$$\left.\frac{d\pi_1^L}{dp_1}\right|_{p_1=p_1^B} = \underbrace{Q_1(p_1^B, p_2(p_1^B)) + p_1^B \frac{\partial Q_1(p_1^B, p_2(p_1^B))}{\partial p_1}}_{=0,\ \text{同時決定における一階条件より}} + p_1^B \underbrace{\frac{\partial Q_1(p_1^B, p_2)}{\partial p_2}}_{>0} \underbrace{\frac{dp_2}{dp_1}}_{>0}.$$

数量競争の時と同様に、第 3 項の存在が同時決定における一階条件と異なっている。第 3 項における各分数に付された不等式は、需要関数の仮定と戦略補完関係の仮定から直接導出される。この $p_1 = p_1^B$ を代入した式から、企業 1 の最適価格 p_1^* は同時決定における均衡価格 p_1^B よりも高いことが分かる。すなわち、$p_1^* > p_1^B$ である。この価格における企業 1 の利潤は、価格を同時決定するときに実現する利潤よりも高くなっている。それは、仮に企業 1 が同時決定の時に実現する価格 p_1^B を設定すれば、企業 2 も同時決定の時に実現する価格 p_2^B を設定する。この結果が実現可能であるにも関わらず、p_1^* を設定するのは、p_1^* を設定する方が p_1^B を設定するよりも高い利潤が得られるからに他ならない。

また、均衡の安定性に関する仮定から各企業の反応関数の傾きは 1 より小さいので、不等式 $p_1^* > p_1^B$ を満たす p_1^* に対して $p_2(p_1^*) < p_1^*$ が成り立つ。このことから、各企業が得る利潤の大小関係は以下の式から確認できる。

$$\begin{aligned}\pi_2^* &= \underbrace{p_2(p_1^*)Q_2(p_2(p_1^*), p_1^*) >}_{\text{企業 2 の最適反応}} p_1^* Q_2(p_1^*, p_1^*) \\ &= p_1^* Q_1(p_1^*, p_1^*) \underbrace{> p_1^* Q_1(p_1^*, p_2(p_1^*))}_{Q_1\ \text{は}\ p_2\ \text{の増加関数}} = \pi_1^*.\end{aligned}$$

一行目にある不等式の右側は、企業 2 の p_1^* に対する最適反応である $p_2(p_1^*)$ を企業 2 の最適反応ではない p_1^* で置き換えたものである。よって、その値は、左側の最適反応を設定した値よりも厳密に小さくなる。二行目最初の等号は、需要関数が対称であることから得られている。二行目にある不等式の右側は、需要関数の仮定 $\partial Q_i/\partial p_j > 0$ と既に確認した性質である $p_2(p_1^*) < p_1^*$ から得られている。このことから、価格競争の場合（企業の戦略変数が戦略補完の場合)、数量競争の場合（企業の戦略変数が戦略代替の場合）と異なり追随者優位性 (second-mover advantage) が存在する。このように、同じような設定であっても、反応関数の形状によってその帰結が大きく異なることは意外と多くの局面で起こる。また、各企業の利潤は、価格が同時決定の時に実現する利潤よりも高いことになる。

5.2 節のまとめ

価格競争モデルを土台にしたシュタッケルベルクモデルでは、戦略変数（価格）の間に戦略補完関係があるため、先導企業は同時決定の場合よりも価格を高く設定して生産量を抑制する誘因がある。この先導企業の価格を受けて、追随企業も同時決定の場合よりも価格を高く設定するが、その価格は先導企業のそれよりも低いため、生産量は追随企業の方が多くなる。この価格付けによって、同時決定の場合と比べて、先導企業と追随企業の両方とも利潤は増加して、追随企業の方がより増加する。

3.3　シュタッケルベルクモデルと自由参入

前章で自由参入の問題を扱ったが、シュタッケルベルクモデルでも自由参入の問題を扱うことがある。例えば、特許を持っている企業が存在し、その特許が切れると新規参入が起こるような状況では、この特許を持っている企業が先導者になり、新規参入企業が追随者になる。このような設定は、一見すると単純な拡張のように映るが、その理論上の帰結には意外性があり、政策上重要な含意を持っている。そこで以下では非常に簡素な設定を用いて、この設定の帰結とその含意を考察する。

逆需要関数を 5.1.1 で仮定した (3.1) 式の $p(Q)$ とする。この市場には現存企業（企業 0）が 1 社存在する。ここに、参入するか否か決まっていない新規企業が数多く存在している。この新規企業は参入の意思決定をして、もし参入の決定をした場合には参入に必要な固定費用 F を負担した上で参入し、その後で生産量を決定する。各企業の限界費用は c で一定とする。ゲームの流れは以下の通りである。

1. 企業 0 が生産量 q_0 を決定する。
2. この生産量を観察した上で、各新規企業は参入の意思決定をする。参入する場合、参入費用 F を支払う。
3. 参入した新規企業数 n を観察した上で、参入した新規企業 i は自身の生産量 q_i を決定する $(i = 1, 2, \ldots, n)$。

この問題を後方帰納法により解く。

まず、第 3 段階について考える。q_0 と新規企業数 n を所与として、新規企業 i の利潤関数は以下の式で表される。

$$\pi_i = \left(a - q_0 - \sum_{j=1}^{n} q_j - c \right) q_i - F.$$

4 章で解いたように、新規企業 i の利潤最大化を解くと、以下の解を得る。

$$\begin{aligned}
q_i &= \begin{cases} \dfrac{a - q_0 - c}{n+1}, & q_0 < a - c \text{ の時}, \\ 0, & q_0 \geq a - c \text{ の時}, \end{cases} \\
\pi_i &= \begin{cases} \dfrac{(a - q_0 - c)^2}{(n+1)^2} - F, & q_0 < a - c \text{ の時}, \\ -F, & q_0 \geq a - c \text{ の時}, \end{cases} \\
p &= \begin{cases} \dfrac{a - q_0 + nc}{n+1}, & q_0 < a - c \text{ の時}, \\ a - q_0, & q_0 \geq a - c \text{ の時}. \end{cases}
\end{aligned}$$

次に、第 2 段階について考える。ここでは参入企業数 n を導出する。本来、n を自然数として扱うのが自然であるが、ここでは n をゼロ以上の実数として

扱う。自由参入については既に議論しているが、そこで扱った方法をそのまま適用すると、上で求めた利潤 π_i がゼロになるまで参入が起こる。よって、参入企業数 n^* は以下の式から導出できる。

$$\begin{cases} \dfrac{(a-q_0-c)^2}{(n^*+1)^2} - F = 0 & q_0 < a-c \text{ の時}, \\ n^* = 0 & q_0 \geq a-c \text{ の時}. \end{cases}$$

この式を解くと、参入企業数 n^* が導出できる。

$$n^* = \begin{cases} \dfrac{(a-q_0-c)}{\sqrt{F}} - 1 & q_0 < a-c-\sqrt{F} \text{ の時}, \\ 0 & q_0 \geq a-c-\sqrt{F} \text{ の時}. \end{cases}$$

この n^* を用いて第 3 段階で決まる価格 p^* を導出すると、以下の式を得る。

$$p^* = \begin{cases} c+\sqrt{F} & q_0 < a-c-\sqrt{F} \text{ の時}, \\ a-q_0 & q_0 \geq a-c-\sqrt{F} \text{ の時}. \end{cases} \tag{3.6}$$

最後に、第 1 段階の問題を考える。企業 0 は (3.6) 式の価格 p^* を予想して生産量 q_0 を設定する。この p^* が企業 0 の直面する逆需要関数になる。

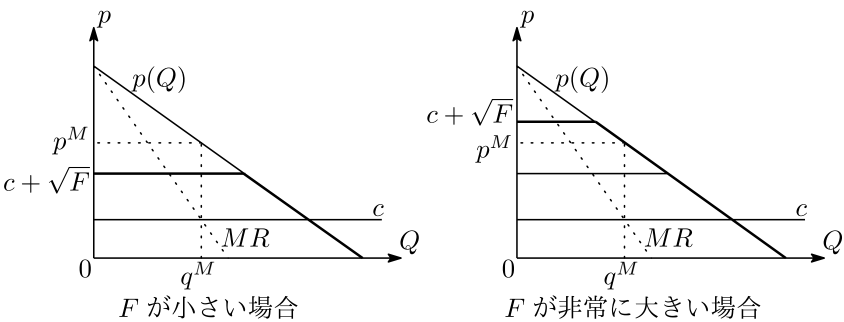

図 5-2: 企業 0 が直面する価格 p^*

図 5-2 における p^M は、新規企業が存在しない純粋な独占状態における独占価格 p^M であり、現在考えている設定では、$p^M = (a+c)/2$ であり、その時の生産量は $q^M = (a-c)/2$ である。この独占価格 p^M と $c+\sqrt{F}$ の大小関係によっ

て、企業0の最適な生産量 q_0^* が決まる。図5-2の左側は p^M の方が $c+\sqrt{F}$ よりも大きい場合（F が小さい場合）を、右側は p^M の方が $c+\sqrt{F}$ よりも小さい場合（F が非常に大きい場合）を示している。

この(3.6)式の p^* には、この設定特有の性質がある。q_0 が $q_0 < a-c-\sqrt{F}$ を満たす限り q_0 の増加により p^* は変化しないので、$q_0 < a-c-\sqrt{F}$ の範囲では q_0 の増加により企業0の利潤は増加し続ける。q_0 が $q_0 \geq a-c-\sqrt{F}$ を満たすようになると、利潤と q_0 の関係が変化する。図5-2左側の場合は $p^M > c+\sqrt{F}$ なので、q_0 の増加によって企業0の利潤は減少するが、図5-2右側の場合は $p^M \leq c+\sqrt{F}$ なので企業0の利潤は $q_0 = q^M$ で最大になる。このことを踏まえて企業0の最適生産量 q_0^* を求めると以下の式が得られる。

$$q_0^* = \begin{cases} a-c-\sqrt{F} & p^M > c+\sqrt{F} \text{ の時}, \\ q^M & p^M \leq c+\sqrt{F} \text{ の時}. \end{cases}$$

均衡の特徴として以下の3つが挙げられる。1つ目は、企業0だけ市場で生産する。すなわち、企業0の独占が実現する。2つ目は、F が非常に大きい時を除けば、企業0の生産量は、仮に企業0が存在しなかった時に実現する生産量と同じである。言い換えると、企業0は自由参入によって実現する生産量を予め生産している。3つ目は、この独占状態は、企業0が存在しなかった時に実現する結果よりも総余剰の観点で望ましい。独占ではあるが、生産量は企業0が存在しない場合の自由参入で実現するそれと同じなので、独占力を行使できていない。そして、仮に参入が起こると参入企業1社ごとに参入費用 F が生じるが、ここでは参入は起こっていないので、この参入費用を節約したことになる。よって、新規参入が見込まれる場合、現存企業が予め参入を読み込んで積極的な生産を行い、結果として参入が阻止されたとしても、それは総余剰の面では望ましい帰結といえる。

5.3 節のまとめ

特許切れなどによって自由参入になることが予想される場合、現存の独占企業は予め参入が起こらないような生産量を設定する。一見すると競争者排除を目的とした参入阻止に見えるが、実際の帰結を評価すると、自由参入によって実現する価格になるような生産量を設定するので、仮に参入が起こっていたら生じていたはずの参入費用が節約できる分だけ総余剰の観点からは望ましい面がある。

補足説明:　ここで示した極端な結果は限界費用が一定という仮定に依存している。仮に限界費用が逓増の場合、ここで示したような独占の結果が実現するとは限らない。(3.6) 式で示したように、現存企業の生産量 q_0 が小さい場合、価格はあたかも外生であるかのように決まっていたが、限界費用が逓増の場合、企業 0 の直面する逆需要関数の形状は少し変化するものの、参入阻止が可能になる生産量よりも小さい q_0 で限界費用が価格を上回る可能性がある。このような場合、現存企業は価格と限界費用が一致する生産量を選択するので、その生産を観察した下で、参入の余地があれば参入する。