

## 第9講 不完全競争(3) 複占市場, シュタッケルベルク均衡 (テキスト p.198-202)

---

花子「新しくできた果物屋さん, 苦戦してるみたいね」

太郎「老舗の強みってのがあるのかなあ」

---

前回は, 複占市場におけるクールノー均衡を導出した. クールノー均衡では, 各企業が自分の戦略を同時に提示するような構造になっていた. しかし, 一方の企業が相手の情報(費用関数や反応関数)を知っている場合, その情報を利用するだろうから, クールノー均衡は現実的ではないかもしれない. 情報優位にある企業を先導者 (leader) といい, もう一方を追随者 (follower) という. 情報格差があるときの均衡を, シュタッケルベルク均衡という.

## ゲームの手番と企業行動

手番1: 先導者である企業1が, 相手の情報を利用して生産量  $x_1$  を決める.

手番2: 追随者である企業2が, 相手の生産量を所与として生産量  $x_2$  を決める.

この問題を解くには, 最初に企業2の問題を解き, 次に企業1の問題を解く必要がある. 手番と解く順番が逆になる点に注意する<sup>1</sup>.

## 例題

複占市場の逆需要関数を,  $P = 220 - 2(x_1 + x_2)$  とする.  $P$  は価格,  $x_1$  は企業1の生産量,  $x_2$  は企業2の生産量である. 企業1の費用関数を  $C_1(x_1) = 20x_1$ , 企業2の費用関数を  $C_2(x_2) = 60x_2$  とする. 企業1を先導者, 企業2を追随者とするシュタッケルベルク均衡での各企業の生産量, 価格, 利潤を求めよ.

## 解答

企業2の問題は, 次のように定式化される.

$$\max_{x_2} \pi_2 = Px_2 - C_2(x_2) = [220 - 2(x_1 + x_2)]x_2 - 60x_2 = (160 - 2x_1 - 2x_2)x_2$$

これを解いて, 企業2の反応関数が得られる.

$$x_2^* = 40 - \frac{1}{2}x_1 \quad (1)$$

企業1の問題は, 次のように定式化される.

$$\max_{x_1} \pi_1 = Px_1 - C_1(x_1) = [220 - 2(x_1 + x_2^*)]x_1 - 20x_1$$

ただし,  $x_2^*$  は (1) 式で与えられる.

(1) 式を代入すると,

$$\pi_1 = (120 - x_1)x_1$$

となるので, 各企業の生産量は,

$$\begin{cases} x_1^* = 60 \\ x_2^* = 10 \end{cases}$$

均衡価格は,  $P^* = 220 - 2(x_1^* + x_2^*) = 80$ .

利潤は,  $\pi_1 = (P^* - 20)x_1^* = 3600$ ,  $\pi_2 = (P^* - 60)x_2^* = 200$ . ... (答)

---

<sup>1</sup>後向き帰納法 (backward induction) という.

図による理解

先導者の企業 1 の利潤は,

$$\pi_1 = [220 - 2(x_1 + x_2)]x_1 - 20x_1 = (200 - 2x_1 - 2x_2)x_1 \quad (2)$$

と表せる. (2) 式は, ある利潤  $\pi_1$  を達成できる生産量の組合せ  $(x_1, x_2)$  の軌跡を表す. 等利潤曲線 (iso-profit curve) という. 等利潤曲線には次の性質がある (図 6.6(1), 補論参照).

- (i) 上に凸
- (ii) 右下にいくほど利潤が大きい.
- (iii) 頂点の軌跡が, 企業 1 の反応曲線.

シュタッケルベルク均衡 (図 6.7)

企業 1 は, 企業 2 の反応曲線  $g_2$  上の点の中から, 自分の利潤が最大となる点を選択する. 均衡は II. 均衡では, 反応曲線と等利潤線が接している.

先導者と追随者が逆転したとしよう.  $x_1$  と  $x_2$  が入れ替わった状況なので, 企業 2 の等利潤線は, 企業 1 の等利潤線を, 45 度線に関して対称移動したような図になる (図 6.6(2)). 図 6.7 に戻り, シュタッケルベルク均衡を探す. 今度は, 企業 2 が, 企業 1 の反応曲線  $g_1$  上の点の中から自分の利潤が最大となる点を選択する. 均衡は III.

クールノー均衡は, 反応曲線の交点 I である. 3 つの均衡を比較する. 企業 1 の利潤は, II が最も大きい (性質 (ii)). 次が I, III が最小. 企業 2 の目線では, III, I, II の順. つまり, 先導者になると利潤が増え, 追随者になると利潤が減る. 情報優位を目指しましょう.

## 問題

逆需要関数を  $P = 300 - 2(x_1 + x_2)$  とし, 費用関数を  $C_1(x_1) = 40x_1$ ,  $C_2(x_2) = 20x_2$  とする.

(1) 次のシュタッケルベルク均衡での各企業の生産量, 価格, 利潤を求めよ.

- (i) 企業 1 が先導者, 企業 2 が追随者のとき.
- (ii) 企業 2 が先導者, 企業 1 が追随者のとき.

(2) クールノー均衡での各企業の生産量, 価格, 利潤を求めよ.

(3) (1), (2) の 3 つの均衡を, 消費者にとって望ましい順に順位づけせよ.

## 解答

(1) (i) 企業 2 の問題は, 次のように定式化される.

$$\max_{x_2} \pi_2 = [300 - 2(x_1 + x_2)]x_2 - 20x_2 = (280 - 2x_1 - 2x_2)x_2$$

これを解くと,

$$x_2^* = 70 - \frac{1}{2}x_1 \quad (3)$$

企業 1 の問題は, 次のように定式化される.

$$\max_{x_1} \pi_1 = [300 - 2(x_1 + x_2^*)]x_1 - 40x_1$$

ただし,  $x_2^*$  は, (3) 式で与えられる.

(3) 式を代入すると,

$$\pi_1 = (120 - x_1)x_1$$

となるので, 各企業の生産量は,

$$\begin{cases} x_1^* = 60 \\ x_2^* = 40 \end{cases}$$

均衡価格は,  $P^* = 300 - 2(x_1^* + x_2^*) = 100$ .

利潤は,  $\pi_1 = (P^* - 40)x_1^* = 3600$ ,  $\pi_2 = (P^* - 20)x_2^* = 3200$ . ... (答)

(ii) 企業 1 の問題は, 次のように定式化される.

$$\max_{x_1} \pi_1 = [300 - 2(x_1 + x_2)]x_1 - 40x_1 = (260 - 2x_1 - 2x_2)x_1$$

これを解くと,

$$x_1^* = 65 - \frac{1}{2}x_2 \quad (4)$$

企業 2 の問題は, 次のように定式化される.

$$\max_{x_2} \pi_2 = [300 - 2(x_1^* + x_2)]x_2 - 20x_2$$

ただし,  $x_1^*$  は, (4) 式で与えられる.

(4) 式を代入すると,

$$\pi_2 = (150 - x_2)x_2$$

となるので, 各企業の生産量は,

$$\begin{cases} x_1^* = \frac{55}{2} \\ x_2^* = 75 \end{cases}$$

均衡価格は,  $P^* = 300 - 2(x_1^* + x_2^*) = 95$ .

利潤は,  $\pi_1 = (P^* - 40)x_1^* = 1512.5$ ,  $\pi_2 = (P^* - 20)x_2^* = 5625$ . ... (答)

(2) クールノー均衡は, (3), (4) 式より,

$$\begin{cases} x_1^* = 40 \\ x_2^* = 50 \end{cases}$$

均衡価格は,  $P^* = 300 - 2(x_1^* + x_2^*) = 120$ .

利潤は,  $\pi_1 = (P^* - 40)x_1^* = 3200$ ,  $\pi_2 = (P^* - 20)x_2^* = 5000$ . ... (答)

(3) 3 つの均衡をまとめる.

|                                 | $x_1$ | $x_2$ | $P$ | $\pi_1$ | $\pi_2$ |
|---------------------------------|-------|-------|-----|---------|---------|
| (1)(i) シュタッケルベルク均衡 (企業 1 が先導者)  | 60    | 40    | 100 | 3600    | 3200    |
| (1)(ii) シュタッケルベルク均衡 (企業 2 が先導者) | 27.5  | 75    | 95  | 1512.5  | 5625    |
| (2) クールノー均衡                     | 40    | 50    | 120 | 3200    | 5000    |

消費者にとっては, 価格が低いほど良い. したがって, 1 番は, 企業 2 を先導者とするシュタッケルベルク均衡. 次が, 企業 1 を先導者とするシュタッケルベルク均衡. 最後が, クールノー均衡.

... (答)

---

花子「技術じゃダメなんだ. 企業って大変」

---

## 補論

企業 1 の等利潤曲線 (2) 式を，平面  $(x_1, x_2)$  上に図示する．  
 $x_2$  について解く．

$$x_2 = 100 - x_1 - \frac{\pi_1}{2x_1} \quad (5)$$

(5) 式の右辺を  $f(x_1)$  とおき， $x_1$  で微分する．

$$f'(x_1) = -1 + \frac{\pi_1}{2x_1^2}$$

増減表は次の通り．したがって，等利潤曲線は上に凸である（性質 (i)）．

| $x_1$     | 0 | $\sqrt{\frac{\pi_1}{2}}$ |    |
|-----------|---|--------------------------|----|
| $f'(x_1)$ |   | +                        | 0  |
| $f(x_1)$  |   | ↗                        | 極大 |

頂点の座標は，

$$(x_1, x_2) = \left( \sqrt{\frac{\pi_1}{2}}, 100 - 2\sqrt{\frac{\pi_1}{2}} \right)$$

したがって， $\pi_1$  が大きいほど頂点は右下にある（性質 (ii)）．

$\pi_1$  を消去すると，頂点の軌跡が求められる．

$$x_2 = 100 - 2x_1 \Rightarrow x_1 = 50 - \frac{1}{2}x_2$$

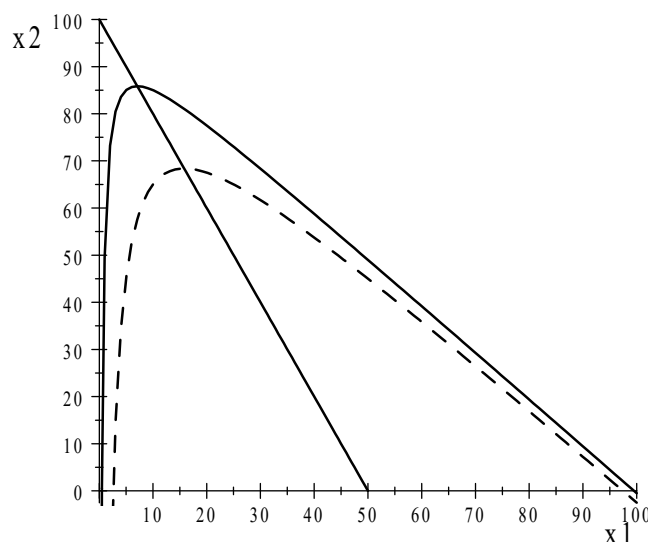
これは，前回求めた企業 1 の反応関数の式（性質 (iii)）．

性質 (iii) の解釈

$x_2 = \bar{x}_2$ （一定）とする．直線  $x_2 = \bar{x}_2$  上のすべての点の中で，企業 1 の利潤が最大となる点が 1 つだけ存在する．どこか？性質 (i), (ii) より，等利潤曲線との接点，すなわち頂点である． $\bar{x}_2$  のときの最適生産量なので，頂点は反応曲線上にある．

これはすべての  $\bar{x}_2$  について成立する．したがって，頂点の軌跡は反応曲線に一致する．

図．等利潤曲線



Note. The solid curve represents the iso-profit curve when  $\pi_1 = 100$ , and the dashed curve represents the iso-profit curve when  $\pi_1 = 500$ . These peaks lie on Firm 1's response curve.