技術選択とヤードスティック競争

指導教員

1　はじめに

公共サービスの料金設定として，限界費用価格原理 (marginal cost pricing) と平均費用価格原理 (average cost pricing) がよく知られている．前者は限界費用が，後者は限界費用に加え固定費用が大きな意味を持つ．ところで，限界費用と固定費用は独立に決められるわけではない．限界費用を低く抑えるような投資をおこなえばその分固定費用が大きくなるから，限界費用と固定費用の間にはトレードオフの関係があるだろう．こうした状況では，限界費用削減技術を所与としたうえで，限界費用と固定費用の配分をどのようにすべきかという技術選択の問題が生ずる．さらに，公企業は主体的には最適な技術選択をおこなわないかもしれない．そのような状況では，企業が最適な選択をするように誘導する規制のあり方も大きな問題だろう．

本稿では，Shleifer (1985) を紹介しながら，最適な技術選択とその実現可能性について議論する．本稿の結論は以下の 2 つである．第 1 に，政府が一括移転を利用できるとき，限界費用価格原理が社会的に望ましい．限界費用は，限界費用の限界削減費用と需要量が一致する水準で決定される．固定費用はすべて一括補助金により賄われる．複数の同質な市場が存在するとき，ある政策ルールのもとでのヤードスティック競争により，社会的最適が達成される．第 2 に，政府が一括移転を利用できないとき，独立採算原則のもとでは平均費用価格原理が望ましい．限界費用の水準は，限界削減費用と需要量が一致する水準で決定される．市場が同質的であればヤードスティック競争により次善の最適が達成される．

次節では基本モデルを導入し社会的最適を導出する．3 節では一括移転が利用できない次善の最適を導出する．最後の節はまとめである．

2　基本モデル

次のような限界費用削減技術を仮定する．

$$R(c) = a(c_0 - c)^2 \quad (0 < c \leq c_0) \tag{1}$$

ただし，c は限界費用，c_0 は当初の限界費用（定数），$a > 0$ は定数である．追加的な投資をしなければ限界費用の当初のままである（$R(c_0) = 0$）．投資をおこなうと限界費用は低下するが，削減に必要な費用は逓増する（$R' < 0, R'' = 2a > 0$）．技術選択とは，限界費用と固定費用の組合せの軌跡 $(c, R(c))$ の上のどの点を選択するかを意味している．

公共サービスを供給する独占企業の利潤は，

$$\pi = (p - c)q(p) - R(c) + T \tag{2}$$

で与えられる．p は公共料金，$q(p)$ は公共サービスへの需要，T は政府から受け取る一括移転である．$T > 0$ のときは補助金，$T < 0$ のときは一括税を表している．

消費者余剰は，

$$S = \int_p^\infty q(x)dx - T \tag{3}$$

である．

2.1 社会的最適

政府は，独立採算原則のもとで，社会的余剰を最大にするように，料金 p，限界費用 c，一括移転 T を決定する．政府の最適化問題は次のように定式化される．

$$\max_{p,c,T} \quad S + \pi = \int_p^\infty q(x)dx + (p - c)q(p) - R(c) \tag{4}$$

subject to $\pi = 0$.

一括移転 T は $\pi = 0$ が成立するように事後的に決定すればよい．(4) 式を p, c で微分することにより，社会的最適は，

$$p^* = c^* \tag{5.1}$$

$$-R'(c^*) = q(p^*) \tag{5.2}$$

$$T^* = R(c^*) \tag{5.3}$$

で与えられる．上付きの $*$ は最適解であることを表している．(5.1) 式は限界費用価格原理を表す．(5.2) 式の左辺は固定費用が増えることによる限界損失を，右辺は限界費用が低下することによる限界便益を表しており，両者は一致する水準で限界費用が決定されることを意味している．(5.3) 式は固定費用 $R(c^*)$ をすべて一括補助金で賄うことを意味する．

例として，線型の需要関数を仮定しよう．

$$q(p) = A - Bp \tag{6}$$

(1), (6) 式を (5.2) 式に代入すると，

$$2a(c_0 - c^*) = A - Bp^*$$

となる．これに (5.1) 式を代入し整理すると，

$$p^* = c^* = \frac{A - 2ac_0}{B - 2a}$$

が得られる．最後に，(1), (5.3) 式より，一括補助金は，

$$T^* = a\left(\frac{Bc_0 - A}{B - 2a}\right)^2$$

である．

2.2 ヤードスティック競争

社会的最適を達成するための素朴な政策として，料金を限界費用に規制し，その代わりに固定費用が生じた場合には一括で補助するという政策が考えられる．この政策は，企業の技術選択を最適な水準に促すことができるだろうか．答えは否である．なぜなら，この政策のもとでの独占企業の最適化問題は，

$$\max_{c} \quad \pi = (p - c)q(p) - R(c) + T$$

subject to

$$p = c \text{ and } T = R(c)$$

と定式化される．制約条件を代入すれば，c の値にかかわらず利潤はゼロである．したがって，(5.2) 式を満たすような限界費用 c を企業が主体的に選択することは期待できないからである．

以下では，同質的な市場が複数存在する状況を想定し，ある政策ルールのもとで社会的最適が達成されることを示す．簡単化のため，2 つの市場の場合を考える ($i = 1, 2$).

政府は次のような政策ルールを 2 つの企業に提示する．

$$p_i = c_j \tag{7.1}$$

$$T_i = R(c_j) \tag{7.2}$$

ただし，$i, j = 1, 2$，$j \neq i$ である．(7.1) 式は，企業 1 の料金 p_1 を企業 2 の選択した限界費用 c_2 の水準に規制することを意味する．(7.2) 式は，企業 1 への補助金 T_1 は企業 2 の固定費用 $R(c_2)$ に応じて支払われることを意味する．

企業 1 の最適化問題は，

$$\begin{aligned}\max_{c_1} \quad \pi_1 &= (p_1 - c_1)q(p_1) - R(c_1) + T_1 \\ &= (c_2 - c_1)q(c_2) - R(c_1) + R(c_2)\end{aligned}$$

と定式化される．

利潤最大化の１階の条件は,

$$-R'(c_1) = q(c_2) \tag{8}$$

である．(8) 式は，企業 2 の選択した限界費用 c_2 に反応して，企業 1 が限界費用 c_1 を選択することを意味している[1].

同様に，企業 2 の最適化問題は,

$$\begin{aligned}\max_{c_2} \quad \pi_2 &= (p_2 - c_2)q(p_2) - R(c_2) + T_2 \\ &= (c_1 - c_2)q(c_1) - R(c_2) + R(c_1)\end{aligned}$$

であり，１階の条件は,

$$-R'(c_2) = q(c_1) \tag{9}$$

である.

ナッシュ均衡は (8), (9) 式を解くことで求められる．対称性から,

$$c_1 = c_2 = c$$

であって,

$$-R'(c) = q(c) \tag{10}$$

が成立する．また，(7.1), (7.2) 式より,

$$p_1 = p_2 = c \tag{11}$$

$$T_1 = T_2 = R(c) \tag{12}$$

が成り立つ.

(10), (11), (12) 式より，2 つの市場のどちらでも (5.1), (5.2), (5.3) 式が成立していることが分かる．すなわち，(7.1), (7.2) 式の政策ルールのもとで社会的最適が達成される.

3 一括移転が利用できないとき

本節では一括移転が利用できない次善の最適解を導出する．政府の最適化問題は次のように定式化される.

$$\max_{p,c} \quad S + \pi = \int_p^\infty q(x)dx + \pi(p, c)$$

subject to $\pi(p, c) = 0$．ただし，$\pi(p, c) = (p - c)q(p) - R(c)$ である.

ラグランジュ関数を,

$$L = \int_p^\infty q(x)dx + \pi(p, c) + \lambda\pi(p, c)$$

[1] $c_1 = c_1(c_2)$ を反応関数という.

とおく．$\lambda > 0$ はラグランジュ乗数である．

1 階の条件は，

$$\frac{\partial L}{\partial p} = -q(p) + (1+\lambda)\frac{\partial \pi}{\partial p} = 0 \tag{13.1}$$

$$\frac{\partial L}{\partial c} = (1+\lambda)\frac{\partial \pi}{\partial c} = 0 \tag{13.2}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = \pi(p,c) = 0 \tag{13.3}$$

である．(13.3), (13.2) 式より，

$$(\hat{p} - \hat{c})q(\hat{p}) - R(\hat{c}) = 0 \tag{14.1}$$

$$-R'(\hat{c}) = q(\hat{p}) \tag{14.2}$$

が得られる[2]．上付きのハット ($\wedge$) は次善の最適解であることを表している．(14.1) 式は利潤ゼロ条件であるから，平均費用価格原理を表す．(14.2) 式は最適な限界費用を与える式であり，(5.2) 式と一致する．ただし，限界費用の水準は一般的に，前節の最適水準と一致するとは限らない．平均費用価格原理のもとでは固定費用を回収するため料金は高めに設定される．その分需要が減るため限界費用削減の便益は小さくなり，限界費用は高い水準に留まるだろう．

例として，(1), (6) 式を (14.1), (14.2) 式に代入すると，

$$(\hat{p} - \hat{c})(A - B\hat{p}) = a(c_0 - \hat{c})^2$$

$$2a(c_0 - \hat{c}) = A - B\hat{p}$$

が得られる．これを解くと， 料金および限界費用は，

$$\hat{p} = \frac{A - 4ac_0}{B - 4a}$$

$$\hat{c} = \frac{2A - Bc_0 - 4ac_0}{B - 4a}$$

で与えられる．

前節と同様，ある政策ルールのもとで次善の最適が達成されることを示そう．一括移転が利用できないため，料金規制だけを考えればよい．エッセンスは，企業 1 の料金 p_1 を企業 2 の選択する限界費用 c_2 に連動させることである．たとえば，政府は企業 1 に対し，次の関係式を満たすような料金 $p_1 = \phi(c_2)$ を義務づけるとする．

$$(p_1 - c_2)q(p_1) - R(c_2) = 0 \tag{15}$$

企業 1 の最適化問題は，

$$\max_{c_1} \quad \pi_1 = (\phi(c_2) - c_1)q(\phi(c_2)) - R(c_1)$$

[2] (13.1) 式は $\hat{\lambda}$ を与える式である．

である．料金は規制されており自分ではコントロールできない．利潤最大化の 1 階の条件は,

$$-R'(c_1) = q(\phi(c_2)) \tag{16}$$

である．

同様に，政府は企業 2 に対し，次の関係式を満たすような料金 $p_2 = \varphi(c_1)$ を義務づけるとする．

$$(p_2 - c_1)q(p_2) - R(c_1) = 0 \tag{17}$$

企業 2 の利潤最大化の 1 階の条件は,

$$-R'(c_2) = q(\varphi(c_1)) \tag{18}$$

となる．

ナッシュ均衡は，(15), (16), (17), (18) 式を解くことにより求められる．対称性より,

$$c_1 = c_2 = c$$
$$p_1 = p_2 = p$$

であって,

$$(p - c)q(p) - R(c) = 0$$
$$-R'(c) = q(p)$$

が成立する．(14.1), (14.2) 式に一致するので，(15), (17) 式の料金規制のもとで次善の最適が達成される．

4　おわりに

参考文献

[1] Shleifer, Andrei (1985) A theory of yardstick competition, *RAND Journal of Economics* 16, 319-327.