

民営化と環境税

——混合寡占モデルの場合——

大 堀 秀 一

I はじめに

近年、民営化・自由化に関する議論が多くなされている。公的規制の対象とされていた企業と新規参入者との間の競争，いわば混合寡占（mixed oligopoly）という市場形態が多くの国々において観察することができる。特に，政府規制産業に対する構造変革の時流の中で，電力産業のような以前より公的に規制の対象とされてきた事業に新規参入が認められるようになってきた。しかしながら，政府規制産業への新規参入がすすめれば，競争が苛烈することで財の価格が低下し，そのことが汚染物の廃棄を上昇させることにつながりうる。例を挙げれば，電力産業において，電力自由化による競争の高まりが各企業にクリーンだが高価な燃料よりも，従来の安価な燃料の使用を促し，各企業の汚染削減に対する技術開発インセンティブを妨げる可能性が挙げられる¹⁾。だが，混合寡占の下でのこのような生産過程が環境汚染を引き起こすという観点は，従来の環境政策研究²⁾において考慮されてこなかった。

1) 1990年代における米国の電力産業に対する環境規制改革の結果の一つとして次のようなものがある。クリーン・エネルギーの採用とエネルギー保全を目的に排出権取引（emissions trading）がブッシュ政権時の「1990年大気浄化改正法」として結実したが，低硫黄炭の燃焼により排出されるSO₂を削減するスクラバーの付設は予想よりも少なかった。その理由として，①低硫黄炭の価格が低落したことにより燃料転換が排出削減の主流になったこと，②排出権価格が予想以上に低く推移したこと，さらに，③電力産業が規制緩和の時流の中でリストラクチャリングを推進している時期であったため，初期費用が高コストであるこの削減方法を嫌がったという事情が挙げられる（小林 [2002]）。

2) Grubb and Ulph [2002] は，環境政策が産業内又は産業間のリストラクチャリング（restructuring）を

公益事業民営化・自由化に関する理論的アプローチによる文献としては、Beato and Mas-Colell [1984], De Fraja and Delbono [1989], [1990], Barros [1995], White [1996], Matsumura [1998], Poyago-Theotoky [2001] 等があげられる。特に、産業組織論における研究の多くでは、公益企業は社会厚生を最大化するよう、一方で、民間企業は自己の利潤を最大化するよう行動する、と仮定し議論を進めている。Poyago-Theotoky [2001] は混合寡占の下での補助金政策を議論した。Poyago-Theotoky の基本的な結論は、最適補助金、利潤、産出水準及び社会厚生水準は、① 公益企業と新規参入者がクールノー (Cournot) 競争をする場合、② すべての企業が利潤最大化行動をとる場合、及び③ 公益企業がシュタッケルベルグ先導者 (Stackelberg-leader) として行動する場合、如何にかかわらず、それぞれの値は同一となっている。つまり、混合寡占における最適補助金の下では、公益企業は民営化に対するインセンティブを持たない、ということの意味する。

本稿は Poyago-Theotoky のモデルに、① 環境汚染費用、② 環境税、及び③ 環境汚染削減に対する各企業の努力 (effort) パラメータを導入することで、混合寡占の下で各企業が環境汚染を引き起こすケースに着目し、規制当局が企業の排出する汚染物質に対して環境税を課する場合の各産出水準、利潤及び社会厚生水準を3つのケース (① 混合クールノー複占競争、② 純クールノー複占競争、及び③ 混合シュタッケルベルグ複占競争) の間で比較・検討するものである。なお、シュタッケルベルグモデルを用いるのは、例えば中国における重工業などにみられるように、国営企業主導の一部地域における産業を考慮しているからであり、民間企業は国営企業の産出量を所与として産出量を決めるのが現実的にあるためである。

本稿の構成は次のようである。第Ⅱ節では本稿の基本モデルについて述べる。第Ⅲ節で、最適環境税の下での公益事業は民営化すべきかどうかを議論する。第Ⅳ節はその結果を述べる。

、を押し進める可能性について指摘している。

II 基本モデル

本稿では、1 公益企業、1 新規参入企業が同質的な財を生産する混合複占市場を考える。企業 0 を社会厚生を最大化するよう行動する公益企業、一方、企業 1 を自己の利潤を最大化するよう行動する新規参入企業（民間企業）とし（純クールノー複占のケースに関しては、企業 0 及び企業 1 共に民間企業とする）、二つの企業は同一の生産技術を所有するとする。つまり、 $F (\geq 0)$ を固定費用、 q を企業の産出量とすると、費用関数は $C(q) = F + (1/2)k(q)^2$ である³⁾。単純化のため、 $F=0$ 及び $k=1$ とする⁴⁾。各企業は税負担及び汚染排出を抑えることを目的として、削減技術開発を行う努力をするが、公益企業よりも新規参入企業のほうが努力をすると仮定する。つまり、参入企業の汚染削減技術水準は公益企業のそれよりも効率的だとする。

逆需要関数は線形とし次のように与えられる。

$$P = a - Q, \quad a > 0 \quad (1)$$

P は財の価格であり、 $Q (= q_0 + q_1)$ は総産出量である。各企業は市場需要関数に関しては完全な知識をもつとする。環境税率を t とすると、企業 i の利潤関数は次のように表せる。

$$\pi_i = Pq_i - \frac{q_i^2}{2} - \frac{\mu_i^2}{2} - t(q_i - \mu_i) \quad (2)$$

μ_i は企業 i の汚染削減努力パラメータである。 $\mu_i \leq q_i$ と仮定する。さらに、 $\mu_0 = 0$ 及び $\mu_1 = \mu$ 、すなわち $\mu_0 < \mu_1$ と仮定する。これは、 μ の値が高ければそれだけ企業の汚染削減技術が高いことを意味する。つまり、規制当局が環境税を企業に課するのは基本的には汚染排出を抑制するのが目的なので、削減技術努力を上昇させることは汚染排出水準を低下させることにつながる。社会厚生は

$$W = CS + \pi_0 + \pi_1 + t(Q - \mu) - D \quad (3)$$

3) 混合寡占の分析において、産出量に対する限界費用上昇の仮定は明白である。限界費用低下もしくは一定と仮定した場合、市場を公益企業が独占するためである。

4) この仮定の下でも、モデルの一般性を失うことはない。

で与えられる。 $CS=Q^2/2$ は消費者余剰であり、 $D=d(Q-\mu)^2/2>0$ は環境損害費用であり、 $d(>0)$ は環境損害費用関数の傾きである。つまり、環境税は各企業の産出量に対する効果を通じて、間接的に社会厚生に影響を与えるとする。

ケース1：混合クールノー複占

このケースにおいて、新規参入企業は与えられた環境税の下で利潤を最大化するよう産出量を決定し、一方、公益企業は社会厚生を最大化するよう産出量を決定する。ゲームの順序は以下のとおりである。まず、規制当局は環境税率 t を設定する。次に、各企業は規制当局が設定した税率の下で、同時に産出量を決定する。ゲームは第2段階より後向き帰納法 (backward induction) によって解く。

(3)と(2)より、第2段階における均衡産出量は次のように表される⁵⁾。

$$q_0^{MN} = \frac{(2-d)a + 3d\mu + (d+1)t}{2d+5} \quad (4)$$

$$q_1^{MN} = \frac{(d+1)a - d\mu - (d+2)t}{2d+5} \quad (5)$$

(4)及び(5)より、税率の上昇が企業0の産出量を増加させ ($\delta q_0^{MN}/\delta t = (d+1)/(2d+5) > 0$)、一方で、企業1の産出量を低下させる ($\delta q_1^{MN}/\delta t = -(d+2)/(2d+5) < 0$) ことがわかる。

第1段階において、規制当局は社会厚生を最大化するよう最適環境税率を設定する。(3)より、一階の条件を求めると、最適 (optimal) 環境税率は次のように表される。

$$t^{MN} = \frac{(2d-1)a - 4d\mu}{2d+3} \quad (6)$$

(6)を(4)と(5)に代入し解くと、各企業の産出量、総産出量、環境損害費

5) 上付き記号 MN, PN 及び MS をそれぞれ、混合クールノー・ナッシュ複占、純クールノー・ナッシュ複占及び混合シュタッケルベルグ複占を表わす。

用、各企業の利潤及び社会厚生は次のように表される。

$$q_0^{MN} = q_1^{MN} = \frac{a + d\mu}{2d + 3} \quad (7-a)$$

$$Q^{MN} = \frac{2(a + d\mu)}{2d + 3} \quad (7-b)$$

$$D^{MN} = \frac{d}{2} \left(\frac{2a - 3\mu}{2d + 3} \right)^2 \quad (7-c)$$

$$\pi_0^{MN} = \frac{3}{2} \left(\frac{a + d\mu}{2d + 3} \right)^2 \quad (7-d)$$

$$\pi_1^{MN} = \frac{3a^2 + 2(4d^2 + 7d - 3)a\mu - (17d^2 + 36d + 14)\mu^2}{2(2d + 3)^2} \quad (7-e)$$

$$W^{MN} = \frac{2a^2 + (4ad - d - 1)\mu - 2(2d + 1)}{2(2d + 3)} \quad (7-f)$$

ケース2：純クールノー複占

このケースでは、各企業は共に民間企業であり、利潤最大化行動をとる。ケース1と同様に後向き帰納法で求めると、産出量は次のように表される。

$$q_0^{PN} = q_1^{PN} = \frac{a - t}{4} \quad (8)$$

課税が双方の産出量を低下させることが容易に分かる ($\delta q_i^{PN} / \delta t = -1/4 < 0$)。

次に、第1段階では規制当局が社会厚生を最大化するよう環境税率を設定する。しかし、求まる最適環境税率はケース1、つまり複合ナッシュ複占の場合の同じ値(6)となる。よって、最適産出量、環境損害、利潤及び社会厚生もそれぞれ(7)と同様の値となる。これらの結果は Poyago-Theotoky と同様である。

ケース3：混合シュタッケルベルグ複占

このケースにおけるゲームの順序は以下のとおりとなる。第1段階において規制当局は環境税を企業に課する。次に、第2段階において公益企業が産出量

を選択し、第3段階においては参入企業が自らの財を選択する、とする。まずは第3段階より考える。追従者 (follower) である新規参入者 (企業1) は、規制当局が設定した税率及び公益企業 (企業0) の産出量を下に産出量を決定する。つまり、新規参入企業の産出量は次のように表される。

$$q_1^{MS}(q_0, t) = \frac{a-t-q_0^{MS}}{3} \quad (9)$$

第2段階では先導者 (leader) である公益企業が、規制当局が設定した税率の下で利潤最大化行動をとる。したがって、シュタッケルベルグ均衡における各企業の産出量は次のように表される。

$$q_0^{MS} = \frac{(5-2d)a+6d\mu+(2d+1)t}{2(2d+7)} \quad (10)$$

$$q_1^{MS} = \frac{(2d+3)a-2d\mu-(2d+5)t}{2(2d+7)} \quad (11)$$

ケース1と同様に、(10)及び(11)より、税率の上昇が、公益企業の産出量を増加させ ($\delta q_0^{MS}/\delta t = (2d+1)/2(2d+7) > 0$)、一方、新規参入者の産出量を低下させる ($\delta q_1^{MS}/\delta t = -(2d+5)/2(2d+7) < 0$) ことが分かる。

最後に、第1段階では規制当局は、自己の決定がどのように各企業の産出量決定に影響を与えるか予測しながら、環境税率を設定する。したがって、ケース1及び2と同様に最適税率を求めると、これもケース1及び2の最適税率(6)と等しい結果となる。したがって、最適産出量、環境損害、利潤及び社会厚生に関しても(7)と同様な結果が求まる。

ゆえに、ここまでの議論をまとめると次の命題を得る。

命題 たとえ各企業の汚染削減努力が異なっても、規制当局が設定する最適環境税のもとでは、最適環境税、各企業の産出量、環境損害費用、利潤及び社会厚生水準は、① 公益企業と新規参入者共にクールノー競争をする場合、② 各企業が利潤最大化行動をとる場合、及び③ 公益企業がシュタッケルベルグ的先導者として行動する場合、如何にかかわ

らずそれぞれ同一の値である。

III 考 察

まず混合複占の両ケースにおける課税の効果について考察する。(4)と(5)、又は(10)と(11)より、環境税率の上昇が公益企業の産出量を増加させ($\delta q_0 / \delta t > 0$)、一方、新規参入者の産出量を低下させる($\delta q_1 / \delta t < 0$)。これは、環境税が参入企業から公益企業へ産出量をシフトさせることを意味する。公益企業は、産業内における財の安定供給という観点から、課税負担を通じた民間企業の産出量低下に対して補完的な役割を演じているといえよう。さらに、最適環境税の下では双方の産出量が等しくなることから、複合寡占の下で環境税を各企業に課すことは費用効率的だということができる。

次に本稿で導出した命題について考察する。この命題が意味するところは、最適環境税の下では、規制当局は公益事業を自由化させるインセンティブを持たないということである。これは、民営化 (privatization)・自由化以前の社会厚生は民営化・自由化以後のそれと同一であるからである。では、何故このような興味深い結果を導き得たのだろうか。この問題を理解するためには市場の失敗 (market failures) について考えることが有効かもしれない。まず第1に、3つのケースの如何に関わらず、不完全競争による過少生産効果 (under-production effect) がある。この市場の失敗は寡占的相互依存関係及び環境損害の存在により生じる。さらに、第2の市場の失敗として、各企業の生産行動目的が異なることから生じる、目的相違効果 (goal-difference effect) がある。これらの市場の失敗に対して、公益企業が産業内の財を安定的に供給しようと行動する。上述したように、これは新規参入者の税負担から生じる産出量低下に対して公益企業が産業内において生産補完的な役割を担うことにより、不完全競争による過少生産効果の相殺に貢献しているといえる。よって、最適環境税率の下では企業間の費用構造は等しくなることで、企業間の産出量もまた同一となる。つまり、混合クールノー複占及び混合シュタッケルベルグ複占にお

いて規制当局が最適環境税を設定することで、各企業の産出量は等しくなるので、費用効率的 (cost efficient) ということができる。

IV ま と め

本稿では、汚染排出企業に対して環境税を課す場合において、最適環境税率、各企業の産出水準、環境損害、利潤及び社会厚生は、公益企業と新規参入企業がクールノ一的行動をとるケース、各企業が民間企業として利潤最大化行動をとるケース、公営企業がシュタッケルベルグ先導者として行動するケースの如何に関わらず、それぞれ同一の値になることを表した。つまりこのことは、1 公益企業と1 参入企業で形成する混合複占の下で規制当局が最適環境税を各企業に課す場合においては、規制当局 (または社会) は公益企業を民営化するインセンティブを持たない、ということの意味する。というのは、寡占市場の相互依存関係及び外部不経済の存在から生じる過少生産効果や目的相違効果に対して、公益企業が生産補完的な役割を担い、そのことが費用効率性につながるからである。

しかしながら、本稿の分析結果は、線形需要関数及び同質の生産技術とし、汚染削減努力パラメータを外生的とした単純な仮定に基づくものであり、企業間の限界費用の異質性、環境税以外の環境政策 (直接規制や排出権取引制度など)、企業間の協調行動などの条件の下での混合寡占の分析は今後の課題となろう。

参考文献

- Barros, F. [1995] "Incentive Schemes as Strategic Variables: An Application to a Mixed Duopoly," *International Journal of Industrial Organization*, 13, pp. 373-386.
- Beato, P. and A. Mas-Colell [1984] "The Marginal Cost Pricing as a Regulation Mechanism in Mixed Markets" in *The Performance of Public Enterprises*, eds. by M. Marchand, P. Pestirau and H. Tulkens, North-Holland, Amsterdam.

- De Fraja, G. and F. Delbono [1989] "Alternatives Strategies of a Public Enterprise in Oligopoly," *Oxford Economic Papers*, 41, pp. 302-311.
- De Fraja, G. and F. Delbono [1990] "Game Theoretic Models of Mixed Oligopoly," *Journal of Economic Surveys*, 4, pp. 1-17.
- Grubb, M. and D. Ulph [2002] "Energy, the Environment, and Innovation," *Oxford Review of Economic Policy*, 18, No. 1, pp. 92-106.
- 小林健一 [2002] 『アメリカの電力自由化——クリーン・エネルギーの将来』日本経済評論社。
- Matsumura, T. [1998] "Partial Privatization in Mixed Duopoly," *Journal of Public Economics*, 70, pp. 473-483.
- Poyago-Theotoky, J. [2001] "Mixed Oligopoly, Subsidization and the Order of Firms' Moves: an Irrelevance Result," *Economics Bulletin*, 12, No. 3, pp. 1-5.
- White, M. [1996] "Mixed Oligopoly, Privatization and Subsidization," *Economics Letters*, 53, pp. 189-195.