

「インセンティブ税率」の理論

永井 四郎

はじめに

一般に環境税は原理的には限界単位の排出量に対して課税され、汚染発生源者に排出削減を促す目的で定められるインセンティブ税である。ポーモル=オーツ税のように当局が削減目標の達成に向けて税率を定める場合には、汚染発生源者に汚染除去のインセンティブはまったく生じない。このことはピグー税においても同様である。それに対して直接規制においては、汚染発生源者に除去技術の採用や開発のインセンティブが生まれる。

本稿において提起される「インセンティブ税率」とは、汚染発生源者に汚染除去装置の設置や除去技術の開発インセンティブをもたらすべく設定される税率を意味する。直接規制に伴って生ずる汚染除去へのインセンティブは、規制水準の段階で止まるが、インセンティブ税率が適用された場合には、絶えず除去技術の開発が刺激される点に本質的な特徴がある。本稿の目的は、以上の諸点を理論分析によって明らかにすることである。

[I] 「排出削減曲線」の定式化

(仮定)

- 企業数 m の完全競争市場である。
- 各企業の短期費用関数

$$(1) \quad C = \alpha y^2 + \beta \quad (\alpha > 0, \beta > 0)$$

(y : 生産量)

- 汚染物排出関数

$$(2) \quad h = \delta y \quad (0 < \delta < 1)$$

(h : 汚染物排出量)

- 産業の需要曲線

$$(3) \quad p = -ay + b \quad (a > 0, b > 0)$$

(p : 価格)

- h に課される税率 t

ここで(1)、(3)の両式を排出量表示に変換すると

$$(4) \quad C = \frac{\alpha}{\delta^2} h^2 + \beta$$

$$(5) \quad D : p = -\frac{a}{\delta} h + b$$

である。よって企業の平均費用 (AC) と限界費用 (MC) は

$$(6) \quad \text{課税前} \quad AC_0 = \frac{\alpha}{\delta^2} h + \frac{\beta}{h}, \quad MC_0 = \frac{2\alpha}{\delta^2} h$$

$$(7) \quad \text{課税後} \quad AC_1 = \frac{\alpha}{\delta^2} h + \frac{\beta}{h} + t, \quad MC_1 = \frac{2\alpha}{\delta^2} h + t$$

となる。課税前供給曲線は

$$(8) \quad S_0 : p = \frac{2\alpha}{\delta^2 m} h$$

で表され、図 1 に示されるように市場は E_0 点で均衡状態にある。均衡排出量 e_0 と価格 p_0 は

$$(9) \quad e_0 = \frac{b\delta^2 m}{2\alpha + a\delta m}, \quad h_0 = \frac{e_0}{m} = \frac{\delta^2 b}{2\alpha + a\delta m}, \quad p_0 = \frac{2\alpha b}{2\alpha + a\delta m}$$

に定まる。ただし h_0 は代表的企業の排出量である。

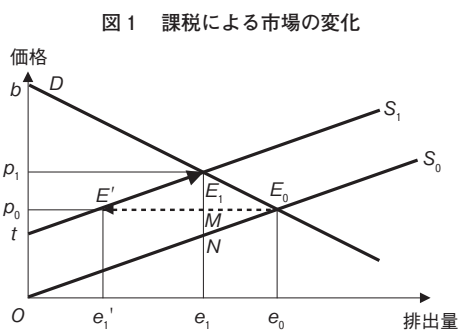
いま環境税 t が課されると、プライス・テーカーとして行動する企業の排出量は $p_0 = MC_1$ を満たす

$$(10) \quad h_1' = \frac{\delta^2 \{2\alpha b - (2\alpha + a\delta m)t\}}{2\alpha(2\alpha + a\delta m)}$$

となる。このとき市場では e_0 から e_1' に排出量が削減され、 E' 点を実現する。この段階で供給曲線は

$$(11) \quad S_1 : p = \frac{2\alpha}{\delta^2 m} h + t$$

のように税率分だけ上方シフトする。明らかに市場は E' 点において超過需要状態にあり、価



格の p_1 への上昇圧力が働く。その結果企業は新たな価格 p_1 に直面し、 $p_1 = MC_1$ に基づいて排出量を増加させるであろう。課税の効果は新たな均衡点 E_1 において現れ、

$$(12) \quad e_1 = \frac{\delta^2 m(b-t)}{2\alpha + a\delta m}, \quad h_1 = \frac{e_1}{m} = \frac{\delta^2(b-t)}{2\alpha + a\delta m}, \quad p_1 = \frac{2\alpha b + a\delta m t}{2\alpha + a\delta m}$$

となる。

いま E_0 、 E' 、 E_1 の各点に対応する企業の限界利潤曲線をそれぞれ H_0 、 H_1' 、 H_1 とすると

$$(13) \quad H_0 = -\frac{2\alpha}{\delta^2} h + \frac{2\alpha b}{2\alpha + a\delta m}$$

$$h = h_0 \text{ で最大利潤 } \pi_0^* = \frac{\alpha\delta^2 b^2 - (2\alpha + a\delta m)^2 \beta}{(2\alpha + a\delta m)^2}$$

$$(14) \quad H_1' = -\frac{2\alpha}{\delta^2} h + \frac{2\alpha b}{2\alpha + a\delta m} - t$$

$$(15) \quad H_1 = -\frac{2\alpha}{\delta^2} h + \frac{2\alpha(b-t)}{2\alpha + a\delta m}$$

$$h = h_1 \text{ で最大利潤 } \pi_1^* = \frac{\alpha\delta^2(b-t)^2 - (2\alpha + a\delta m)^2 \beta}{(2\alpha + a\delta m)^2}$$

である。課税による消費者負担分 E_1M と生産者負担分 MN は、

$$(16) \quad E_1M = \frac{a\delta m}{2\alpha + a\delta m} t, \quad MN = \frac{2\alpha}{2\alpha + a\delta m} t$$

によって表され、課税の効果は以下のように 2 段階で捉えられる。

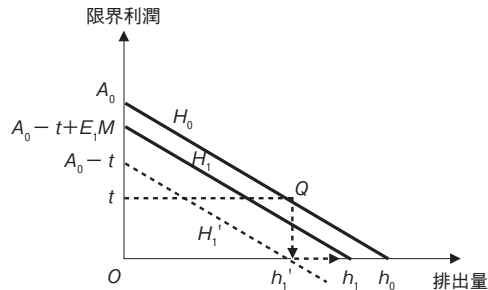
第 1 段階：限界利潤曲線を税率分だけ下方シフトさせる。

第 2 段階：税率分だけ下方シフトした限界利潤曲線を消費者負担分だけ上方シフトさせる。

したがって課税前と課税後帰着点における限界利潤曲線を比較すると、限界利潤曲線は課税により最終的に生産者負担分だけ下方シフトした位置に定まるということもできる。ここで $A_0 = \frac{2\alpha b}{2\alpha + a\delta m}$ と置くと、課税による限界利潤曲線のシフトは図 2 のように示される。

企業が利潤最大化原理にしたがって行動する限り、課税 t による排出削減量 \bar{h} は $h_0 - h_1$ である。かくして企業の「排出削減曲線」

図 2 課税による限界利潤曲線のシフト



$$(17) \quad t = \frac{2\alpha + a\delta m}{\delta^2} \bar{h}$$

が導き出される。産業の削減曲線は

$$(18) \quad t = \frac{2\alpha + a\delta m}{m\delta^2} \bar{h}$$

となる。

[II] 排出削減技術の開発インセンティブ

(1) 直接規制のケース

いま規制当局により、各企業の排出量が $h = h^* (< h_0)$ に制限されたとしよう。このとき、すべての企業が除去装置設置費用 ε (固定費増加分) を投じてこの排出規制に対応するものとしよう。排出関数(2)は

$$(19) \quad h = (\delta - \mu)y \quad (0 < \mu < \delta)$$

となり、(19)式に沿って除去がなされるものと仮定する。平均費用と限界費用は

$$(20) \quad \overline{AC}_1 = \frac{\alpha}{(\delta - \mu)^2} h + \frac{\beta + \varepsilon}{h}, \quad \overline{MC}_1 = \frac{2\alpha}{(\delta - \mu)^2} h$$

となる。汚染削減に伴って需要曲線(5)は

$$(21) \quad D' : p = -\frac{a}{\delta - \mu} h + b$$

に変化する。供給曲線も S_0 から

$$(22) \quad S' : p = \frac{2\alpha}{(\delta - \mu)^2 m} h$$

に変容する。

企業は当初、 $p_0 = \overline{MC}_1$ の下で排出量を

$$(23) \quad h_0' = \frac{b(\delta - \mu)^2}{2\alpha + a\delta m}$$

に定めるであろう。市場ではこの排出量は $e_0' (= mh_0')$ として現れるから超過需要をもたらし、価格は S' と D' の交点にまで上昇する。すなわち

$$(24) \quad p_1 = \frac{2ab}{2\alpha + am(\delta - \mu)}$$

である。かくして各企業は、 $p_1 = \overline{MC}_1$ にしたがって排出量を h_0' から

図3 除去装置設置による市場の変化

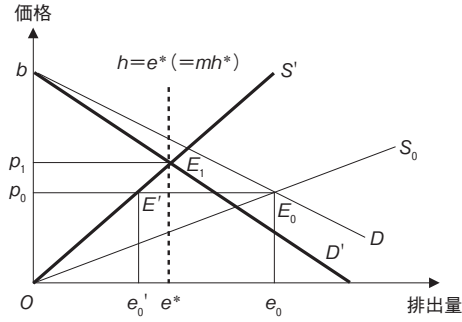
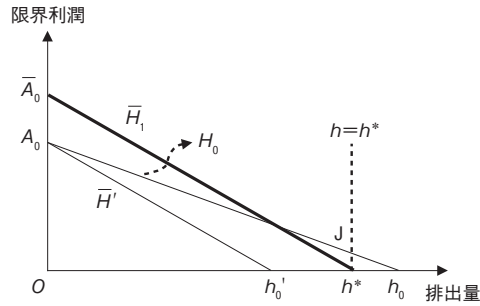


図4 除去装置設置のインセンティブ



$$\left[A_0 = \frac{2ab}{2\alpha + \alpha\delta m}, \bar{A}_0 = \frac{2ab}{2\alpha + am(\delta - \mu)} \right]$$

$$(25) \quad h^* = \frac{b(\delta - \mu)^2}{2\alpha + am(\delta - \mu)}$$

に増加させるであろう。

図3のE'およびE₁点に対応する企業の限界利潤曲線をそれぞれ \bar{H}' 、 \bar{H}_1 とすると、それらは

$$(26) \quad \bar{H}' = -\frac{2\alpha}{(\delta - \mu)^2}h + \frac{2ab}{2\alpha + \alpha\delta m}$$

$$(27) \quad \bar{H}_1 = -\frac{2\alpha}{(\delta - \mu)^2}h + \frac{2ab}{2\alpha + am(\delta - \mu)}$$

によって示される。

企業が除去装置を設置せずに規制に対応した場合の最大利潤を π_0^* とすると

$$(28) \quad \pi_0^* = \text{四角形 } Oh^*JA_0 = \frac{ab^2(\delta - \mu)^2\{4\alpha\delta^2 + 2am\delta^2(\delta - \mu) - (2\alpha + \alpha\delta m)(\delta - \mu)^2\}}{\delta^2\{2\alpha + a(\delta - \mu)m\}^2(2\alpha + \alpha\delta m)}$$

である。一方除去装置を設置した場合の最大利潤 $\bar{\pi}_0^*$ は

$$(29) \quad \bar{\pi}_0^* = \text{三角形 } Oh^*A_0 = \frac{\alpha b^2(\delta - \mu)^2}{\{2\alpha + a(\delta - \mu)m\}^2}$$

となる。ここで $\bar{\pi}_0^* > \pi_0^*$ が成立するための条件は

$$(30) \quad \mu(2\alpha + a\delta m) > 4a\delta$$

によって示される。さらに除去装置の設置コスト ε を考慮して

$$(31) \quad \bar{\pi}_0^* - \pi_0^* > \varepsilon$$

であるならば、直接規制によって除去装置設置による排出削減が実行されるであろう。

(2) 環境税が課されるケース

(i) 「標準税率」が適用されるケース

「標準税率」とは、原理的に排出量 1 単位に対して課される一般的税率 t を指す。この税率が適用されたとき、課税後均衡点における限界利潤曲線 H_1 は(15)式で示される。このとき企業が(19)式に基づいて汚染除去装置を設置すれば、課税後均衡点における限界利潤曲線 \bar{H}_1 は

$$(32) \quad \bar{H}_1 = -\frac{2\alpha}{(\delta - \mu)^2}h + \frac{2\alpha(b - t)}{2\alpha + a(\delta - \mu)m}$$

となる。ここで H_1 と \bar{H}_1 における最大利潤 π_1^* 、 $\bar{\pi}_1^*$ の差をとると

$$(33) \quad \pi_1^* - \bar{\pi}_1^* = \frac{4a^2\mu(b - t)^2\{am\delta(\delta - \mu) + \alpha(2\delta - \mu)\}}{(2\alpha + a\delta m)^2\{2\alpha + a(\delta - \mu)m\}^2} > 0$$

であり、企業に汚染除去のインセンティブがまったく生まれないことが分かる。

(ii) 「インセンティブ税率」が適用されるケース

「インセンティブ税率」が適用された場合には、企業の汚染除去の程度に応じて実質的な税率が低下する。いまインセンティブ税率を qt とすると

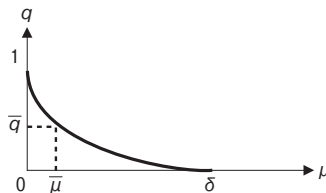
$$(34) \quad q = f(\mu), \quad 0 \leq \mu \leq \delta, \quad 0 \leq q \leq 1, \quad dq/d\mu < 0$$

である。ここで $d^2q/d\mu^2 > 0$ を仮定すると、(34)式は図 5 のように示される。

インセンティブ税率が適用された場合の課税後均衡点における限界利潤曲線 \bar{H}_1' は

$$(35) \quad \bar{H}_1' = -\frac{2\alpha}{(\delta - \mu)^2}h + \frac{2\alpha(b - qt)}{2\alpha + a(\delta - \mu)m}$$

図 5 インセンティブ税率



となる。 H_1 における最大利潤 π_1^* と \bar{H}_1' における最大利潤 $\bar{\pi}_1'^*$ を比較すると

$$(36) \quad \pi_1^* - \bar{\pi}_1'^* = \alpha \left\{ \frac{\delta(b-t)}{2\alpha + a\delta m} + \frac{(\delta-\mu)(b-qt)}{2\alpha + a(\delta-\mu)m} \right\} \left\{ \frac{\delta(b-t)}{2\alpha + a\delta m} - \frac{(\delta-\mu)(b-qt)}{2\alpha + a(\delta-\mu)m} \right\}$$

である。かくして $\pi_1^* < \bar{\pi}_1'^*$ となる条件は

$$(37) \quad \bar{q} = \frac{am\delta(\delta-\mu)t + 2\alpha(\delta t - \mu b)}{(\delta-\mu)t(2\alpha + a\delta m)}$$

と置くと

$$(38) \quad q < \bar{q}$$

である。ここで $\bar{q} > 0$ となる条件は

$$(39) \quad \frac{2\alpha\mu b}{\delta\{2\alpha + a(\delta-\mu)m\}} < t$$

となる。この(39)式は標準税率条件であり、これが満たされるように初期税率が定められなければならない¹⁾。

以上の分析から $f(\bar{\mu}) = \bar{q}$ となる $\bar{\mu}$ (図5参照)について

$$(40) \quad \bar{\mu} < \mu < \delta$$

が成立するとき $\pi_1^* < \bar{\pi}_1'^*$ となり、企業に汚染除去のインセンティブが生まれる。

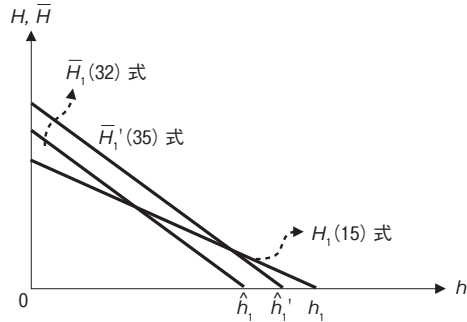
いま課税前最適排出量とインセンティブ税率課税後の均衡排出量との差をとると

$$(41) \quad \bar{h} = \frac{\delta^2 b}{2\alpha + a\delta m} - \frac{(\delta-\mu)^2(b-qt)}{2\alpha + a(\delta-\mu)m}$$

であり、排出削減曲線が

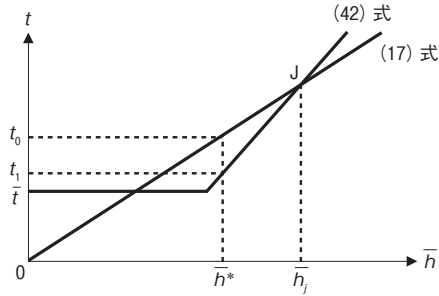
$$(42) \quad t = \frac{2\alpha + a(\delta-\mu)m}{(\delta-\mu)^2 q} \bar{h} - \frac{b\mu\{am\delta(\delta-\mu) + 2\alpha(2\delta-\mu)\}}{q(2\alpha + a\delta m)(\delta-\mu)^2}$$

図6 除去装置設置による限界利潤曲線の変容



$$\left[h_1 = \frac{\delta^2(b-t)}{2\alpha + a\delta m}, \hat{h}_1' = \frac{(\delta-\mu)^2(b-qt)}{2\alpha + a(\delta-\mu)m}, \hat{h}_1 = \frac{(\delta-\mu)^2(b-t)}{2\alpha + a(\delta-\mu)m} \right]$$

図7 排出削減曲線



$$\left[\bar{t} = \frac{2\alpha b}{\delta\{2\alpha + a\delta - \mu\}} \right]$$

に定まる。

標準税率下での削減曲線(17)とインセンティブ税率下での削減曲線(42)が図7のように交差する理由は

$$(43) \quad \frac{q(\delta - \mu)^2}{2\alpha + a(\delta - \mu)m} < \frac{(\delta - \mu)^2}{2\alpha + a(\delta - \mu)m} < \frac{\delta^2}{2\alpha + a\delta m}$$

が成立するからである。

いま当局の削減目標が図7の \bar{h}^* であったとしよう。このとき目標値を達成するためには、標準税率で課税すれば t_0 、インセンティブ税率で課税すれば t_1 となる。

結 び

これまで、政府の環境政策と技術開発のインセンティブに関わる経済学的分析は、理論・実証の両面からさまざまな視点でなされてきた。大方の結論としては、直接規制よりも環境税や排出権取引制度といった市場原理を利用した間接規制が技術開発の促進にとって望ましいというものである。OECDのレポートによれば、汚染排出者は自分が排出する汚染のどの1単位についても税を払い続けなければならないので、汚染行為を減らすための技術開発が誘発されるが、直接規制では企業は規制された排出量水準に削減するインセンティブしか持たず、規制を守るための最小限の変化を起こせばよいとしている²⁾。けれども本稿[II](2)-(i)の分析から明らかなように、その見解は理論的にはまったく根拠を持たない。なぜならば通常の税率が適用された場合、絶えず税の支払いが生じるとしても、企業が除去装置を設置するなどの汚染削減行為によって必然的に利潤が減少するからである。インセンティブ税率が適用されない限り、企業に汚染削減技術の開発インセンティブは生じないのである。

一方Porterは、企業の創造性の障害にならないような適切にデザインされた環境規制の導入によって、潜在的な技術革新の機会が生まれるとした³⁾。その結果、国際市場において、環境規制を導入していない国の企業に対して競争優位を得ることになるという。この見解は「ポーター仮説」として知られているが、Palmerらは直接規制下では、たとえ研究開発コストを無視したとしても、企業に汚染削減技術開発のインセンティブが生じないことを限界削減費用曲線モデルで示し、ポーター仮説に反論した⁴⁾。しかしながら本稿[II](1)の分析では、排出

削減曲線を用いて直接規制下であっても汚染削減技術開発のインセンティブの発生が認められた。

以上の分析から、汚染除去技術の開発可能性が低い産業には直接規制を課し、比較的その可能性の高い産業には環境税（インセンティブ税率課税）を課すことが望ましいといえよう⁵⁾。

（麗澤大学教授）

注

- 1) $t < b$ であるから $\bar{q} < 1$ は自明。
- 2) OECD [1] p.20.
- 3) M. Porter [3]. [4].
- 4) K. Palmer, W. E. Oates and P. R. Portney. [2].
- 5) 本論文においてわれわれは完全競争を前提としており、課税段階で各企業の汚染物排出量は同一であるとされる。しかし実際には企業ごとに排出量は異なっていよう。課税段階で、すでに排出削減の自主的取り組みをして成果を出している企業とそうでない企業をどのように差別化して課税するか、さらに当局が μ の値をどのようにして把握するかといった困難な問題が付随することは否めない。

参考文献

- [1] OECD, *Taxation and Environment: Complementary Policies*. 1993b.
- [2] Palmer, K., W. E. Oates and P. R. Portney., "Tightening Environmental Standards – The Benefit-Cost or the No-cost Paradigm", *Journal of Economic Perspective*, Vol.9, No.4, [1995], pp.247-265.
- [3] Porter, M., "America's Green Strategy", *Scientific American*, April, [1991], pp.33-35.
- [4] Porter, M. and C. van der Linde., "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship", *Journal of Economic Perspective*, Vol.9, No.4, [1995], pp.97-118.

Summary

The Theory of the 'Incentive Tax Rate'

Shiro Nagai

Pollution tax gives the firm a strong economic incentive to reduce emissions from the present market level to the next market level. But it is by no means clear that a pollution tax induces innovation of pollution abatement.

In this paper we will examine the plausibility of our assertion that the imposition of 'incentive tax rate' has the effect of reducing pollution by spurring innovation.

（受付 平成22年10月25日）
（校了 平成22年12月19日）

