

限界削減費用分析の再検討

永井 四郎

はじめに

本稿の目的は、現行の環境政策理論のうち温暖化ガス排出における企業の限界削減費用分析について原理上の問題点を明らかにし、限界削減費用曲線に替わる企業の「炭素削減曲線」を定式化することである。また限界収益分析を用いて、政策当局と産業との税率交渉の可能性について理論的考察を試みたい。

[I] 限界削減費用分析の問題点

(1) ピアス=ターナー・モデル

限界削減費用曲線は1990年、Pearce=Turnerによって最初に定式化され¹⁾、今日まで環境政策理論の分析用具の一つとして重要な役割を担ってきた。

彼らは競争産業内の一企業を想定し、炭素排出量 (h) と生産量 (y) が比例関係にあるとして分析を展開する。図1は限界収益曲線と y 軸との交点において最大収益 π_0^* が得られることを示している。いま政策当局により排出量、したがって生産量に対して税率 t^* の課税がなされたとしよう。このとき産業内の各企業は、平均費用、限界費用の税率分の上方シフトとともに生産量を削減する。その結果供給曲線の左上方シフトが起こり、需要曲線に沿って価格は上昇する。課税による生産物価格の上昇は、図2に示されるように限界収益曲線を下方にシフトさせる。すなわち課税 t^* によって限界収益曲線は H_0 から H_1' へ税率分だけ下方シフトし、企業は A_0 点から B 点へと生産量を削減する。こうして企業の限界削減費用曲線が図3のように描かれる。

この曲線は、企業がもし限界単位の生産をしたならば得られたはずの限界収益、すなわち限界機会費用を表しており、技術を一定とするかぎり、限界収益曲線がどのようにシフトしても変容しない。したがって税率が定まると、それに応じて各企業は削減量をそれぞれ OM 、 ON に決定する。なぜならば、生産による限界削減費用が税よりも高い間は、生産者は税を払っても限界削減費用と税とのプラスの差額を得るから生産を続行するが、その逆ならば生産によって損失を被るため生産を止めるからである。こうして各企業の実効的な生産量削減の費用はすべて税率 t^* に等しくなる。これは生産量（炭素排出量）削減のための社会的費用最小化の実現を意味している。しかも相対的に削減が容易な企業2が、 MN 分だけ企業1より多くの炭素を自発

1) Pearce and Turner [2] Chapter6.

図1 収益曲線 (π) と限界収益曲線 (H)

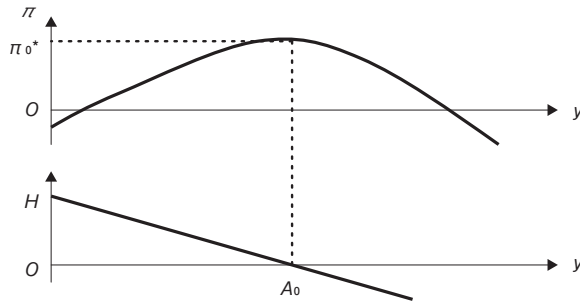


図2 課税による限界収益曲線のシフト

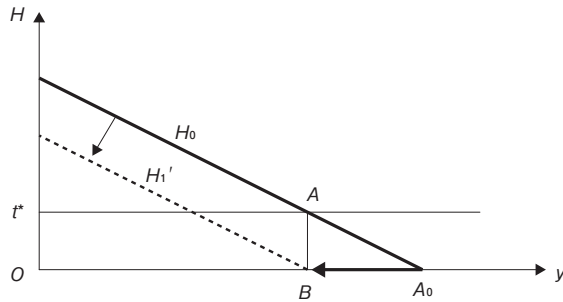
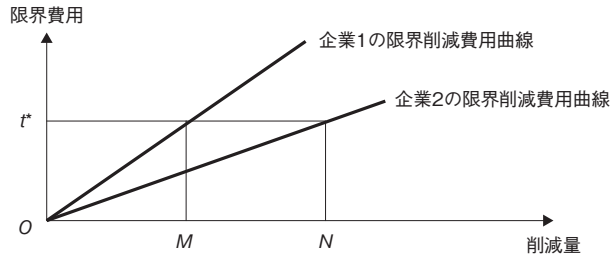


図3 限界削減費用曲線



的に削減する。

(2) 炭素税制と効率性

外部不経済を内部化する手段としてピグー税が広く知られている。図4は私的限界費用にピグー税 t^* が課されることによって、外部不経済を内部化することができることを示している。ピグー税が課されたとき、市場では均衡点が E' から E に移行し、炭素排出量は h^* から h^{**} に減少する。このとき消費者負担分と生産者負担分（それらの大きさは需要と供給の価格弾力性に依存する）の大きさいかによって、ピグー税の有効性に変化が生ずることは明らかである。この点については、これまで経済学者の間で十分な議論がなされてきた。

ピグー税の特徴は、各企業が排出削減量を t^* に基づいて決めるため、課税当局が各企業の限界削減費用曲線に関する情報を知る必要がないという点にある。図5の E 点は、パレート最適なピグー税制下での削減量 \bar{h}^* が実現していることを示している。しかし限界社会便益を

図4 ピグー税制下での市場

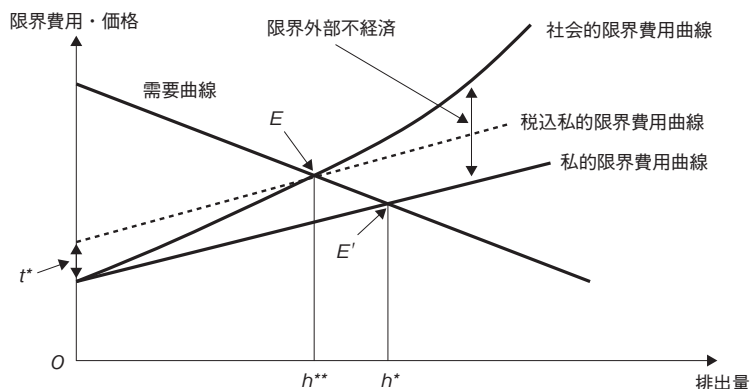
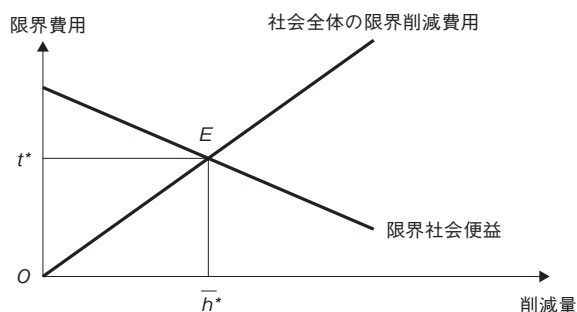


図5 ピグー税と限界削減費用



貨幣タームで当局が把握することはきわめて難しい。すなわちパレート最適なピグー税率を当局が発見することは困難である。

そこで Baumol = Oates らはファースト・ベストの効率性ではなく、より低位の効率性を求めようとした²⁾。ファースト・ベストの効率性（ピグー税）というときの効率性とは、排出量削減の社会的純便益を最大にするという意味であるが、Baumol = Oate らが提起したセカンド・ベストな効率性³⁾とは、ある一定量の削減を最小の費用で実現するという意味での効率性である。彼らの提案は、当局により定められたスタンダード（環境基準）の達成を目標とし、社会全体の費用最小化を実現するべく税率を設定するというものである。彼らが注目したのは、ピグー税制における各企業の限界削減費用の均等化であり、それによって目標とする社会全体の削減量を最小の費用で実現できるという点である。

(3) 限界削減費用分析の理論的欠陥

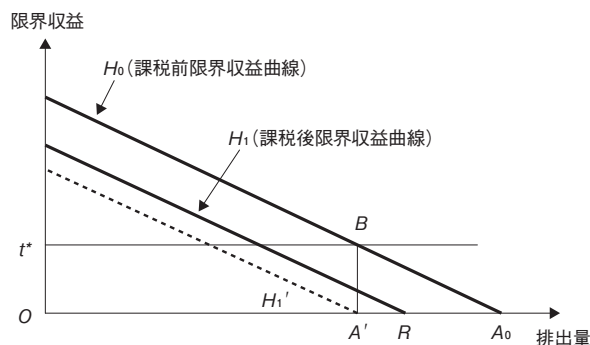
以上が炭素税制に関する現在の政策理論の骨格である。明らかに企業の限界削減費用曲線は、企業の限界収益曲線の裏返しであり、上述の議論は限界収益と税率とが一致する B 点（図6）で企業の排出量が定まることを主張している。

けれどもこの議論には重要な理論的欠陥が潜んでいる。課税によって企業の炭素排出量、し

2) Baumol = Oates [1].

3) 彼らはこの効率性を efficiency without optimality と呼んでいる。Baumol = Oates [1] p. 159.

図6 限界収益曲線と税率



たがって生産量が減少すれば、市場を通して価格が上昇し限界収益曲線の下方シフトが生じるため、企業はB点に止まることはできない。この点について Pearce=Turnerは、限界収益曲線の下方シフト幅が H_0 から H_1' のように税率分であるとし⁴⁾、企業の炭素排出量は OA' 、したがって A_0A' の炭素が削減され、事実上水平な税率と限界収益曲線との交点Bで企業の最適排出量が定まるという論理を組み立てた。これは Pearce=Turner の錯誤である。課税後の限界収益曲線が税率分の下方シフトをすることは断じてない。課税による限界収益曲線の下方シフトの幅は税率分ではなく、市場における生産者負担分である。すなわち課税によって生ずる企業の実際の削減量は A_0A' ではなく、 A_0R である。その結果図4の h^{**} (パレート最適排出量) と図5の \bar{h}^* (パレート最適削減量) が数量的に正確な対応を欠く事態が発生する。すなわち図5の \bar{h}^* が実際よりも過剰に削減された状態で示されることにより、図4の排出量との対応関係の整合性が崩壊するのである。その点が明らかにされるならば、これまで自明のようになされてきた図2や図3による解説、したがってそれらを用いた炭素税制と効率性の議論は完全に理論的根拠を失うことになる。

〔II〕「炭素削減曲線」の定式化

(1) 競争産業モデル

(仮定)

企業数 m

各企業の短期費用関数

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

(y : 生産量)

炭素排出関数

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

(h : 炭素排出量)

4) Pearce and Turner [2] p. 85-86.

産業の需要曲線 (D)

$$\begin{aligned} < 3 > \quad p = -ay + b \quad (a > 0, b > 0) \\ & \quad (p : \text{価格}) \end{aligned}$$

h に課される炭素税率 t

< 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⁵⁾。よって平均費用 (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。したがって課税前供給曲線 S_0 と課税後供給曲線 S_1 が

$$< 8 > \quad S_0 : p = \frac{2\alpha}{\delta^2 m} h, \quad S_1 : p = \frac{2\alpha}{\delta^2 m} h + t$$

として表される。

均衡点 E_0 (課税前) と E_1 (課税後) における排出量と価格は、

$$< 9 > \quad E_0 : e_0 = \frac{b\delta^2 m}{2\alpha + a\delta m}, \quad p_0 = \frac{2\alpha b}{2\alpha + a\delta m}$$

$$< 10 > \quad E_1 : e_1 = \frac{\delta^2 m(b-t)}{2\alpha + a\delta m}, \quad p_1 = \frac{2\alpha b + a\delta m t}{2\alpha + a\delta m}$$

に定まる。各企業の排出量は、

$$< 11 > \quad \text{課税前} \quad h_0 = \frac{e_0}{m} = \frac{\delta^2 b}{2\alpha + a\delta m}$$

$$< 12 > \quad \text{課税後} \quad h_1 = \frac{e_1}{m} = \frac{\delta^2(b-t)}{2\alpha + a\delta m}$$

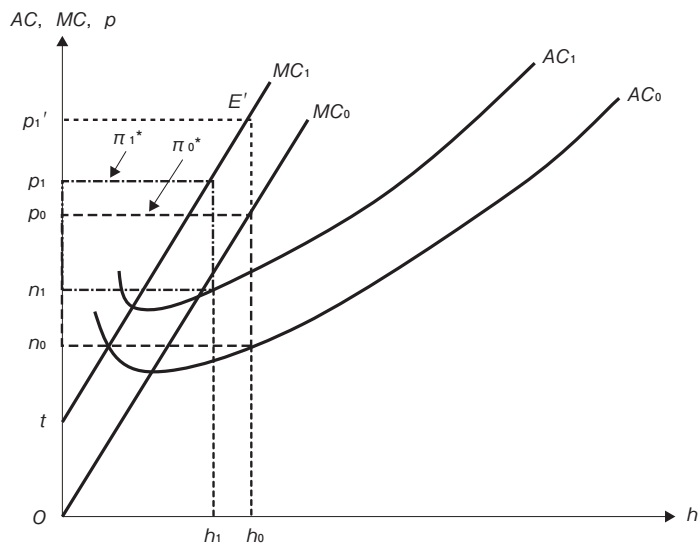
である。また

$$n_0 = \frac{\delta^2 b^2 \alpha + (2\alpha + a\delta m)^2 \beta}{\delta^2 b(2\alpha + a\delta m)}, \quad n_1 = \frac{\delta^2(b-t)(b\alpha + \alpha t + a\delta m t) + (2\alpha + a\delta m)^2 \beta}{(2\alpha + a\delta m)\delta^2(b-t)}$$

より、企業の最大収益 π_0^* (課税前)、 π_1^* (課税後) が次のように定まる。

5) y の生産は炭素の排出を伴うので、消費者の y への需要はそれに相当する量の炭素需要とみなすことができる。

図7 課税による企業の収益変化



$$\langle 13 \rangle \quad \pi_0^* = \frac{\alpha\delta^2 b^2 - (2\alpha + \alpha\delta m)^2 \beta}{(2\alpha + \alpha\delta m)^2}, \quad \pi_1^* = \frac{\alpha\delta^2 (b-t)^2 - (2\alpha + \alpha\delta m)^2 \beta}{(2\alpha + \alpha\delta m)^2}$$

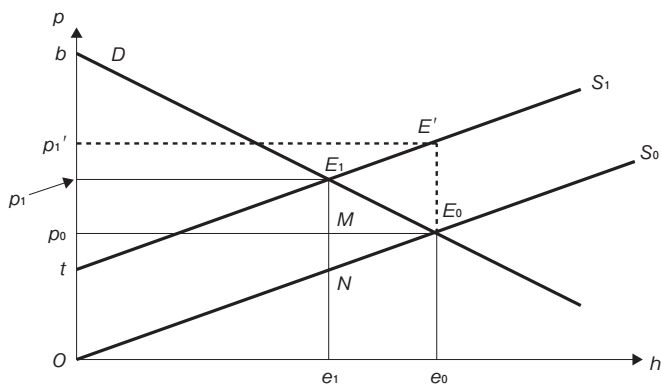
課税による消費者負担分 (E_1M) と生産者負担分 (MN) は

$$\langle 14 \rangle \quad E_1M = \frac{\alpha\delta m}{2\alpha + \alpha\delta m} t, \quad MN = \frac{2\alpha}{2\alpha + \alpha\delta m} t$$

となる。ここで

$$\langle 15 \rangle \quad \frac{\text{需要の価格弾力性}}{\text{供給の価格弾力性}} = \frac{2\alpha}{\alpha\delta m}$$

図8 課税による市場の変化



であるから、 $2\alpha > a\delta m$ のとき（需要の価格弾力性） $>$ （供給の価格弾力性）となり、生産者負担は消費者負担より重くなることが分かる。

さらに企業の収益曲線（ π ）と限界収益曲線（ H ）が、以下のように定式化される。

課税前

$$\langle 16 \rangle \quad \pi_0 = h(p_0 - AC_0) = -\frac{\alpha}{\delta^2} h^2 + \frac{2ab}{2\alpha + a\delta m} h - \beta \quad (h = A_0 \text{ のとき最大収益 } \pi_0^*)$$

$$\langle 17 \rangle \quad H_0 = \frac{d\pi_0}{dh} = -\frac{2\alpha}{\delta^2} h + \frac{2ab}{2\alpha + a\delta m}$$

課税後

$$\langle 18 \rangle \quad \pi_1 = h(p_1 - AC_1) = -\frac{\alpha}{\delta^2} h^2 + \frac{2\alpha(b-t)}{2\alpha + a\delta m} h - \beta \quad (h = A_1 \text{ のとき最大収益 } \pi_1^*)$$

$$\langle 19 \rangle \quad H_1 = \frac{d\pi_1}{dh} = -\frac{2\alpha}{\delta^2} h + \frac{2\alpha(b-t)}{2\alpha + a\delta m}$$

図9における各点、 A_0 （ π_0^* を実現する排出量）、 A_1 （ π_1^* を実現する排出量）、 A_1' （税率 t に対応する H_0 上での排出量）、および B_0 、 B_1' 、 B_1 の水準は

$$A_0 = \frac{\delta^2 b}{2\alpha + a\delta m}, \quad A_1 = \frac{\delta^2(b-t)}{2\alpha + a\delta m}, \quad A_1' = \frac{\delta^2\{2ab - (2\alpha + a\delta m)t\}}{2\alpha(2\alpha + a\delta m)}$$

$$B_0 = \frac{2ab}{2\alpha + a\delta m}, \quad B_1' = \frac{2\alpha(b-t)}{2\alpha + a\delta m}, \quad B_1 = \frac{2\alpha t}{2\alpha + a\delta m}$$

である。

企業の排出炭素削減量は $(A_0 - A_1)$ すなわち $\frac{\delta^2}{2\alpha + a\delta m} t$ となる。よって企業の炭素削減曲線

$$\langle 20 \rangle \quad t = \frac{2\alpha + a\delta m}{\delta^2} \bar{h} \quad (\bar{h} : \text{炭素削減量})$$

が導かれる。産業の削減曲線は

図9 課税による限界収益曲線のシフト

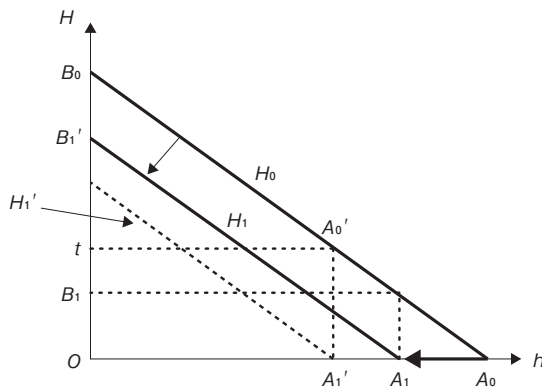
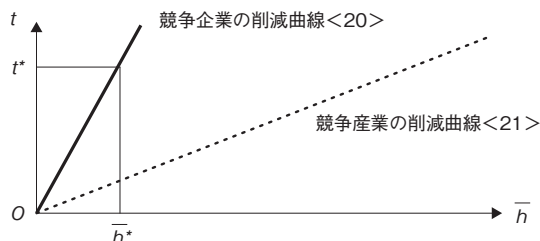


図 10 炭素削減曲線



$$\langle 21 \rangle \quad t = \frac{2\alpha + a\delta m}{m\delta^2} \bar{h}$$

である。

いま図 10 において、政策当局が t^* を課税した場合、企業は \bar{h}^* だけの炭素を削減する。なぜならば、もし $\bar{h} > \bar{h}^*$ であれば、企業は課税後収益曲線<18>上で最大収益 π_1^* を得る排出量よりも少ない排出量で生産している状況であり、このとき企業には排出量を増やし（削減量を減らし）、最大収益を獲得しようとするインセンティブが働くであろう。逆に $\bar{h} < \bar{h}^*$ のときには、企業は曲線<18>上で π_1^* が得られる排出量を超えた状況で生産しているため、排出量を減らし（削減量を増やし）て最大収益を得ようとするであろう。かくして $t = t^*$ のときの競争企業の最適炭素削減量は \bar{h}^* に定まる。

ここで $B_0B_1' = \frac{2\alpha}{2\alpha + a\delta m} t$ であり、これは炭素税の生産者負担分 MN と一致することが確認できる。Pearce = Turner が、課税による限界収益曲線のシフト幅を生産者負担分ではなく税率分であるとした結果、「限界削減費用曲線と水平な税率との交点で各企業は排出を削減する」という命題が導かれるに至ったのである⁶⁾。もちろんこの命題は、限界収益曲線と水平な税率との交点で企業の最適排出量が定まるということと同じである。ところが企業は限界収益曲線と h 軸との交点以外の点を選択することはなく、課税により H_0 から H_1 へのシフトが生じることから、上の命題は完全に否定される。

いま図 9 により、その点を明らかにしてみよう。まず H_0 に対する限界削減費用曲線を導出すると

$$\langle 22 \rangle \quad A_0 - A_1' = \bar{h} = \frac{\delta^2 t}{2\alpha}$$

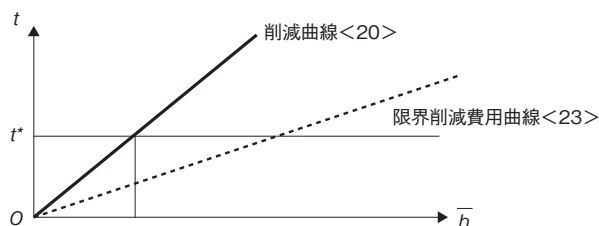
より

$$\langle 23 \rangle \quad t = \frac{2\alpha}{\delta^2} \bar{h}$$

となる。この曲線は、企業の技術を一定とするかぎり、課税により限界収益曲線がシフトしても変化しない。それは課税による市場価格の上昇が生じても限界収益曲線の傾きが変化しないためである。したがって Pearce = Turner のモデルのように、 H_0 が税率分だけ下方シフトし

6) 限界削減費用曲線と税率との関係は、Pearce and Turner [2] p. 95に図示されている。

図 11 削減曲線と限界削減費用曲線の関係



て H_1' となれば、それによって限界削減費用曲線が変化しないことから、限界削減費用曲線と水平な税率との交点で企業の排出削減が定まることになるのである。ところが限界収益曲線 H_0 が H_1' までシフトするのは、図 8 で課税前均衡点 E_0 が E' 点に移行した場合である⁷⁾。けれども課税後均衡点は E_1 であり、その点での限界収益曲線は H_1 である。企業が E' 点を起点として排出削減を行うとしても、税率 t の課税に対して A_0A_1' の削減がなされることはない。それは点 E' から E_1 点への過程で価格の下落とともに限界収益曲線が H_1' から H_1 へ上方シフトするからである。その結果税率 t に対する削減量は A_0A_1 となるのである。 A_0A_1' の削減がなされるためには、税率は t でなく、 $\frac{2\alpha+a\delta m}{2\alpha}t (>t)$ でなければならない。

(2) 独占モデル

以下、需要曲線、費用曲線など競争のケースと同様な前提で議論する。

$$\langle 24 \rangle \quad \text{限界収入： } MR = -\frac{2\alpha}{\delta}h + b$$

独占企業の排出量、独占価格、独占収益はそれぞれ
課税前

$$\langle 25 \rangle \quad h_0 = \frac{\delta^2 b}{2(\alpha + a\delta)}, \quad p_0 = \frac{b(2\alpha + a\delta)}{2(\alpha + a\delta)}, \quad \pi_0 = \frac{\alpha\delta^2 b^2 + 4\beta(\alpha + a\delta)^2}{2\delta^2 b(\alpha + a\delta)}$$

$$\pi_0^* = \frac{\delta^2 b^2 - 4\beta(\alpha + a\delta)}{4(\alpha + a\delta)}$$

課税後

$$\langle 26 \rangle \quad h_1 = \frac{\delta^2(b-t)}{2(\alpha + a\delta)}, \quad p_1 = \frac{2b\alpha + a\delta(b+t)}{2(\alpha + a\delta)}$$

$$n_1 = \frac{\delta^2(b-t)\{\alpha b + (\alpha + 2a\delta)t\} + 4\beta(\alpha + a\delta)^2}{2\delta^2(\alpha + a\delta)(b-t)}$$

7) Pearce = Turner は、生産者は課税後一旦価格を $p_1'(p_0+t)$ に引き上げて、同じ排出量を維持しようとして E_0 点から E' 点に移行すると述べている ([3]邦訳 179 ページ)。

$p_1' = \frac{2\alpha b}{2\alpha + a\delta m}$ より、 E' 点における収益曲線、限界収益曲線は以下ようになる。

$$\pi' = h(p_1' - AC_1) = -\frac{\alpha}{\delta^2}h^2 + \left(\frac{2\alpha b}{2\alpha + a\delta m} - t\right)h - \beta$$

$$H_1' = \frac{d\pi'}{dh} = -\frac{2\alpha}{\delta^2}h + \frac{2\alpha b}{2\alpha + a\delta m} - t$$

$$\pi_1^* = \frac{\delta^2(b-t)^2 - 4\beta(\alpha + a\delta)}{4(\alpha + a\delta)}$$

となる。よって独占企業の収益曲線 (π) と限界収益曲線 (H) は以下のように示される。

課税前

$$\langle 27 \rangle \quad \pi_0 = h(p_0 - AC_0) = -\frac{\alpha}{\delta^2}h^2 + \frac{b(2\alpha + a\delta)}{2(\alpha + a\delta)}h - \beta \quad (h = A_0 \text{ のとき最大収益 } \pi_0^*)$$

$$\langle 28 \rangle \quad H_0 = \frac{d\pi_0}{dh} = -\frac{2\alpha}{\delta^2}h + \frac{b(2\alpha + a\delta)}{2(\alpha + a\delta)}$$

課税後

$$\langle 29 \rangle \quad \pi_1 = h(p_1 - AC_1) = -\frac{\alpha}{\delta^2}h^2 + \frac{(2\alpha + a\delta)(b-t)}{2(\alpha + a\delta)}h - \beta \quad (h = A_1 \text{ のとき最大収益 } \pi_1^*)$$

$$\langle 30 \rangle \quad H_1 = \frac{d\pi_1}{dh} = -\frac{2\alpha}{\delta^2}h + \frac{(2\alpha + a\delta)(b-t)}{2(\alpha + a\delta)}$$

図 13 における各点、 A_0 (π_0^* を実現する排出量)、 A_1 (π_1^* を実現する排出量)、 A_1' (税率 t に対応する H_0 上での排出量)、および B_0 、 B_1' 、 B_1 の水準は、

$$A_0 = \frac{\delta^2 b}{2(\alpha + a\delta)}, \quad A_1 = \frac{\delta^2(b-t)}{2(\alpha + a\delta)}, \quad A_1' = \frac{\delta^2\{b(2\alpha + a\delta) - 2(\alpha + a\delta)t\}}{4\alpha(\alpha + a\delta)}$$

$$B_0 = \frac{b(2\alpha + a\delta)}{2(\alpha + a\delta)}, \quad B_1' = \frac{(2\alpha + a\delta)(b-t)}{2(\alpha + a\delta)}, \quad B_1 = \frac{ab\delta + 2\alpha t}{2(\alpha + a\delta)}$$

である。

図 12 独占のケース

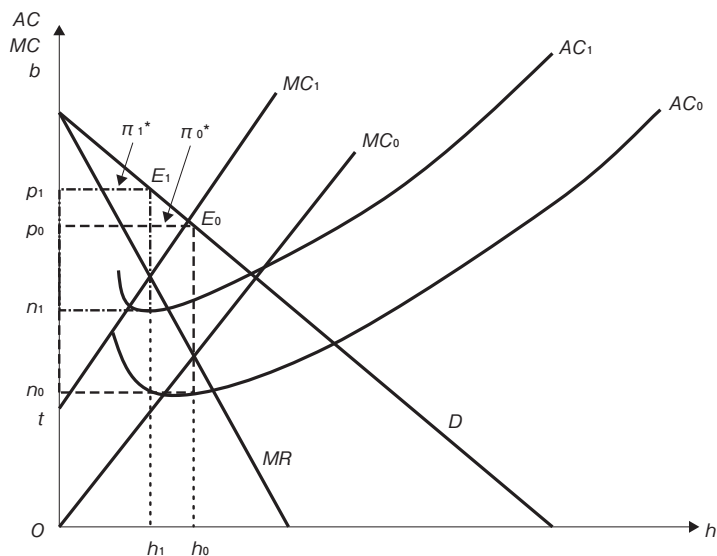


図 13 独占下における課税による限界収益曲線シフト

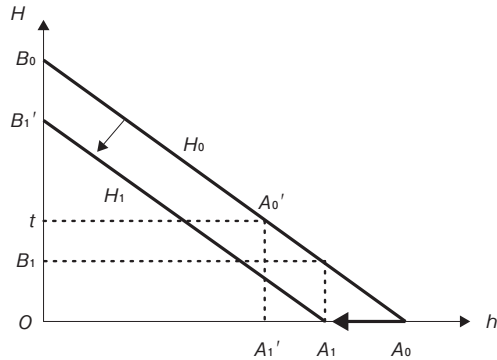
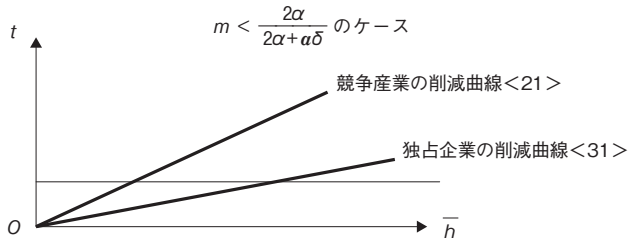


図 14 独占と競争の比較



$A_0 - A_1 = \frac{\delta^2}{2(\alpha + a\delta)} t$ より、独占企業の炭素削減関数は

$$\langle 31 \rangle \quad t = \frac{2(\alpha + a\delta)}{\delta^2} \bar{h}$$

となる。独占と競争産業の炭素削減量を比較するため、 $\langle 21 \rangle$ 式と $\langle 31 \rangle$ 式における \bar{h} の係数差をとると

$$\langle 32 \rangle \quad \frac{2(\alpha + a\delta)}{\delta^2} - \frac{2\alpha + a\delta m}{m\delta^2} = \frac{m(2\alpha + a\delta) - 2\alpha}{m\delta^2}$$

となり、 $m < \frac{2\alpha}{2\alpha + a\delta}$ のとき、独占企業の炭素削減量は競争産業のそれより多くなる。

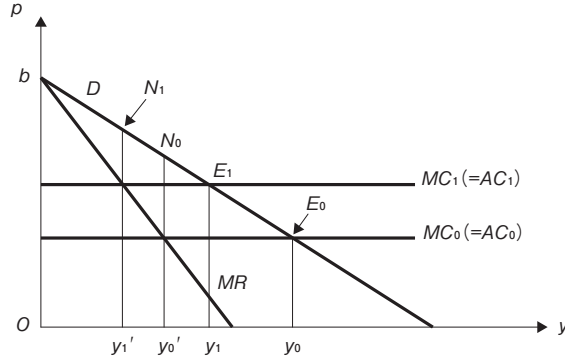
(3) 産業均衡（長期）と独占のモデル

いま競争産業は、長期均衡の状態にあるものとする。また産業の生産関数は、次のようなコブ＝ダグラス型であると仮定する。

$$\langle 33 \rangle \quad y = e^\tau l^{1-\tau} \quad (0 < \tau < 1)$$

ここで e はエネルギー、 l は労働投入を表し、それらの価格をそれぞれ r, w とする。このとき費用関数は

図 15 産業均衡と独占



$$\langle 34 \rangle \quad C = ar^\tau w^{1-\tau} y$$

となる。ただし $\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{1}{1-\tau} \right)^{1-\tau}$ である。

政策当局が、エネルギー価格に上乘せる形で炭素税（税率 t ）を課す状況を想定しよう。課税前と課税後の平均費用、限界費用は

$$\langle 35 \rangle \quad AC_0 = MC_0 = ar^\tau w^{1-\tau}$$

$$\langle 36 \rangle \quad AC_1 = MC_1 = a(r+t)^\tau w^{1-\tau}$$

で表される。図 15 で D は需要曲線 $\langle 3 \rangle$ を、 E_0 、 E_1 および N_0 、 N_1 はそれぞれ課税前後の競争均衡点と独占均衡点を表している。

競争産業においては、課税による炭素削減量は、排出関数 $\langle 2 \rangle$ 式を適用すると

$$\langle 37 \rangle \quad \bar{h} = \delta(y_0 - y_1) = \frac{aw^{1-\tau} \delta \{ (r+t)^\tau - r^\tau \}}{a}$$

となる⁸⁾。したがって炭素削減関数は

$$\langle 38 \rangle \quad t = \left[\frac{a}{aw^{1-\tau} \delta} \bar{h} + r^\tau \right]^{\frac{1}{\tau}} - r$$

で表される。

同様にして独占についても、炭素削減量、削減関数が次のように示される。

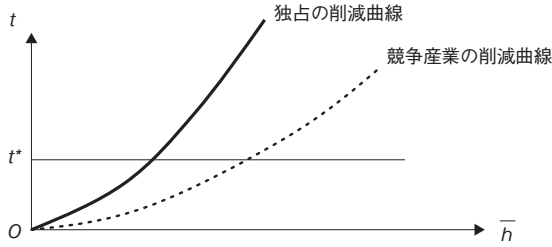
$$\langle 39 \rangle \quad \bar{h} = \delta(y_0' - y_1') = \frac{\delta \{ a(r+t)^\tau w^{1-\tau} - ar^\tau w^{1-\tau} \}}{2a}$$

$$\langle 40 \rangle \quad t = \left[\frac{2a}{aw^{1-\tau} \delta} \bar{h} + r^\tau \right]^{\frac{1}{\tau}} - r$$

$\langle 38 \rangle$ と $\langle 40 \rangle$ の 2 式は、図 16 のように描かれる⁹⁾。明らかに競争産業の方が独占よりも

8) 競争産業内の企業は、エネルギー価格の上昇により、産出量の削減とともに等産出量曲線上でエネルギーから労働への代替をするであろう。

図 16 長期均衡下における競争産業と独占の削減曲線



課税による炭素削減量は大きいことが分かる。

[Ⅲ] 政策当局と産業との税率交渉の可能性

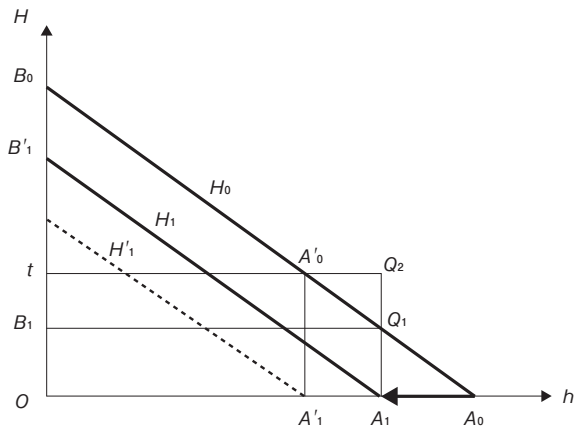
図 17 を用いて、政策当局と競争産業との税率交渉の可能性について考えてみよう。ただし H_0 は、産業内の各企業の限界収益曲線を集計化したものである。したがって横軸上の A_0, A_1 などはすべて図 9 と比較して m 倍された数値になる。いま課税 t による産業の収益低下率 k を (課税後収益額) / (課税前収益額) と定義すると

$$\langle 41 \rangle \quad k = \frac{\text{三角形} B_1 Q_1 B_0}{\text{三角形} O A_0 B_0} = \left(1 - \frac{1}{b} t\right)^2$$

である。

ここで政策当局と産業間でのあり得る一つの交渉解として、「税の消費者負担率 ($E_1 M / t$) (<14>式参照) と k が等しくなるように t を設定する」が考えられる。税負担を消費者と生産者で、それぞれ基準は異なるものの「痛みの率」を等しく分け合うように税率を定めようという理屈である。そのときの税率は

図 17 課税による収益額の変化



9) <38>、<40>の2式はいずれも $\frac{dt}{dh} > 0$, $\frac{d^2t}{dh^2} > 0$ である。

$$\langle 42 \rangle \quad t^* = \left(1 - \sqrt{\frac{a\delta m}{2\alpha + a\delta m}} \right) b$$

となる。少なくともポーモル＝オーツ税のように、当局が排出削減目標値の達成に向けて税率をその都度変更するときの社会的コストを考慮すれば、 $\langle 42 \rangle$ 式の意義は大きいであろう。もちろんこの税率を課すことで、当局の削減目標値に達するか、それとも低いか、超過するかに事態が分かれるが、この場合産業ごとに税率が変わるため、経済全体としてどうなるかが鍵となる。

ところで本稿 [I]-(1)で取り上げたピアス＝ターナー・モデルは、4年後に Bateman が加わって刊行された入門的教科書の中で再び登場する。そこで彼らは、「企業はこの A_1' (本稿のモデルの記述に変換) までの、すべての生産単位に課される税も支払わなくてはならないことに注意しよう。これは正しいことなのであろうか? … $OA_1'A_0t$ (記述変換) の面積で表される税は、こう考えると不公平であるように思われる。われわれにとって、このような余分な税を課することなく、企業に汚染を A_1' (記述変換) まで減らさせるような別の手段が好ましい¹⁰⁾。」と述べている。明らかにこれは、彼らが課税によって喪失する企業の収益を OA_0A_0t の面積で捉えたために生まれた叙述である。企業の失う収益は OA_0A_0t ではなく、 $OA_0Q_1B_1$ である。実際 $\langle 13 \rangle$ 式の課税後収益 π_1^* の値と、図 17 の三角形 $B_1Q_1B_0$ の面積は (固定費項を除いて) 正確に一致する。また消費者の税負担総額 (U_1) は、四角形 $B_1Q_1Q_2t$ 、生産者の税負担総額 (U_2) は四角形 $OA_1Q_1B_1$ の面積であり、

$$\langle 43 \rangle \quad U_1 = \frac{\delta^3 am^2 t(b-t)}{(2\alpha + a\delta m)^2}$$

$$\langle 44 \rangle \quad U_2 = \frac{2\alpha\delta^2 mt(b-t)}{(2\alpha + a\delta m)^2}$$

となる。

もしわれわれがピアス＝ターナー・モデル、したがって限界削減費用曲線 $\langle 23 \rangle$ 上で企業が排出を削減するという論理を受け入れるとするならば、図 8 において課税後の排出量が e_1 より少なくなる事態を招いてしまう。

(麗澤大学教授)

参考文献

- [1] Baumol, W. J and W. E. Oates, *The Theory of Environmental Policy*, Cambridge University Press, 1988.
- [2] Pearce, D. W. and R. K. Turner, *Economics of Natural Resources and the Environment*, Harester Wheatshaf, 1990.
- [3] Pearce, D. W., R. K. Turner and I. Bateman, *Environmental Economics*, English Agency, 1994. 大沼あゆみ訳『環境経済学入門』(東洋経済新報社) 2001年。

10) Pearce, Turner and Bateman [3] 邦訳 177ページ。

Summary

Reconsideration of the Theory of the Marginal Abatement Cost

Shiro Nagai

The present paper is written with the aim to reconsider the relationship between carbon taxes and a marginal abatement cost curve. A marginal abatement cost curve is deduced from a marginal profit curve which shows the extra profit made by expanding output by one unit.

Figure 11 (which should be compared with Figure 9) tells us that a firm does not abate the carbon dioxide emissions on the marginal abatement cost curve. We should define it in the context of the theory of the firm.

(受付 平成22年 4 月12日)
(校了 平成22年 8 月13日)