

市場インセンティブ考慮した環境規制方策に関する研究

鳥取大学大学院 学生員 ○塩飽 研二

鳥取大学工学部 正会員 福山 敬
鳥取大学工学部 正会員 喜多 秀行

1. はじめに

近年、地球的規模での環境悪化が明らかになるにつれ、市民の環境保護志向がますます強まりつつある。これにしたがい、各経済主体はその行動の環境への影響を考慮するようになってきた。しかし、そのような環境保護意識も各経済主体がその環境負荷を社会的に最適な水準まで自主的に抑制するという段階には達していないのが現状であろう。そうであれば各経済主体の環境負荷行動を、社会的に最適なレベルに抑制する何らかの社会システムが必要であると考えられる。本研究は企業の環境負荷行動の規制問題に焦点を絞り、企業の環境技術向上のインセンティブの構造を明らかにする。

2. 本研究の枠組み

持続可能な発展のために環境負荷量を将来にわたって継続的に減少させるには、企業のもつ汚染処理技術のたゆまない改善が不可欠である。したがって、企業が技術開発インセンティブをもつ環境規制が必要である。従来の環境規制に関する研究では多くの場合、企業の規制の遵守にその焦点がおかれ、長期的な技術の向上インセンティブは、考慮されていない。最近になり、環境技術の開発インセンティブやその普及効果の重要性を指摘する研究が見られるようになった。しかしながら、そこでは企業行動は政府によってもたらされる環境規制を所与とすると仮定しており、規制主体（政府）と企業間の戦略的行動は無視されている。

このような環境技術の革新を分析する場合、企業の研究開発活動という側面のみでなく、政府や他企業との相互作用の側面も欠かせない。なぜなら、新技術の導入は、政府による規制の緩和をもたらすかのしれない。そうであれば企業は費用のかかる技術開発を行わないかもしれない。また、新技術の導入は、その企業の規制に関するコストの削減のみならず、市場におけるシェアの増減に大きく関わってくる。さらに、技術知識が模倣を通じて他企業に普及することも考えられる。

本研究では、複数企業が同一の寡占市場にあると仮定し、各企業の技術開発・導入のインセンティブと政府による規制の関係を、ゲームモデルを用いて分析する。これにより、企業の技術の高度化を誘引するための環境規制システムの整えるべき条件を明らかにする。

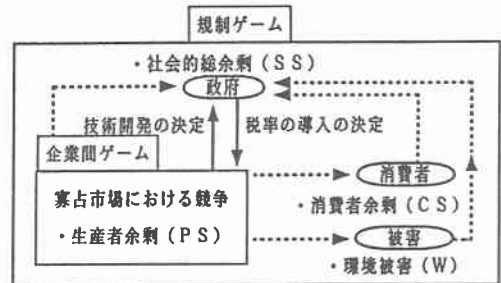


図-1：環境規制モデルの概念図

3. 環境規制ゲーム

寡占市場にある企業と、その環境規制を行う政府の関係を複数企業間の市場競争モデルである「企業間ゲーム」と、その市場と規制主体である政府間の技術開発をめぐる「規制ゲーム」の2つに分けて考える。図-1にその概念図を示す。企業間ゲームにおいて企業は、政府による任意の環境規制の下で、保有する副産物（汚染物）処理技術を高度化するか否かの意思決定を行うとする。政府による任意の規制（税レベル）の下での生産活動 x_i から得られる企業 i の利潤 Π_i を、次式のように定義する。

$$\Pi_i(x_i, \theta_i, H) = P \left(\sum_{k=1}^M x_k \right) x_i - C_i(x_i) - G_i(f(x_i), \theta_i) - H(f(x_i)) - I(\theta_i) \quad (1)$$

なお、 $f(x_i)$: 汚染物排出量、 θ_i : 技術水準を示すパラメータ、 H : 政府によって提示された環境規制、 M : 寡占市場における企業数、 $P \left(\sum_{k=1}^M x_k \right)$: 産出物の市場価格、 $C_i(x_i)$: 生産費用、 $G_i(f(x_i), \theta_i)$: 処理費用、 $H(f(x_i))$: 排出物に対する環境規制、 $I(\theta_i)$: 技術 θ_i の開発・導入費用（固定費用）である。いま、市場の需要が線形で近似できるとする。

$$P \left(\sum_{k=1}^M x_k \right) = a - b \sum_{k=1}^M x_k \quad (2)$$

また、生産費用は線形と仮定し、 C_i を単位当りの生産費用として、 $C_i(x_i) = C_i x_i$ で与えられるとする。技術水準を示すパラメータが小さいほど技術水準が高度である。したがって、 θ_i : 技術開発する以前の技術水準、 θ'_i : 技術開発したときの技術水準とすると、

$$\theta'_i < \theta_i \quad (3)$$

となる。一方、生産物 x_i に対して生成される汚染物排出量を βx_i として、副産物処理費用 G_i を以下のように線形と仮定する。

$$G_i(f(x_i), \theta) = \beta \theta x_i \quad (4)$$

また、規制 H は排出量に対する税率で表されたとする。

$$H(f(x_i)) = \tau\beta x_i \quad (5)$$

τ は、単位汚染排出量に対する課税率である。以上の仮定より、企業 i の利潤 Π_i は以下のように書き直せる。

$$\Pi_i = \left(a - b \sum_{k=1}^M x_k \right) x_i - Cx_i - \theta\beta x_i - \tau\beta x_i - I_i(\theta) \quad (6)$$

企業は式 (6) で与えられる利潤の最大化行動をとると考える。ここで、モデル分析の簡単化のため、同質の 2 企業による寡占競争を考える。2 企業からなる競争は、技術開発という意味決定を戦略とすると図-2 に表すような標準型ゲームとして表記できる。ここで、利潤 $\Pi_{i,j}$ の i は自社が技術開発した (しない) とき 1(0) で、一方 j は他社が技術開発した (しない) とき 1(0) をとる。このとき市場におけるそれぞれの最適生産量 $x_{i,j}$ は、以下の関係にあることがわかる。

$$x_{1,0} > x_{1,1} > x_{0,0} > x_{0,1} \quad (7)$$

ここで、 $x_{i,j}$ における i は自社が開発する (しない) とき 1(0)、 j は他社が開発する (しない) とき 1(0) をとる。それぞれのケースにおける企業の利潤は以下で与えられる。

$$\Pi_{1,1} = \frac{\{a - (c + \theta'\beta + \tau\beta)\}^2}{9b} - I(\theta') \quad (8)$$

$$\Pi_{1,0} = \frac{\{a - (c + \theta'\beta + \tau\beta) + (\theta - \theta')\beta\}^2}{9b} - I(\theta') \quad (9)$$

$$\Pi_{0,1} = \frac{\{a - (c + \theta'\beta + \tau\beta) - (\theta - \theta')\beta\}^2}{9b} \quad (10)$$

$$\Pi_{0,0} = \frac{\{a - (c + \theta\beta + \tau\beta)\}^2}{9b} \quad (11)$$

次に、企業群 (市場) と政府間の環境規制ゲームを構築する。政府の環境規制に関する戦略は、企業の排出物に対してある一定の税率 τ を導入するかどうかであるとする。政府は、生産者余剰 PS 、消費者余剰 CS 、及び生産に伴う負荷量排出による環境被害 W の和で表される社会的総余剰 SS を最大化するように規制を執行すると考える。

$$SS = PS + CS - W \quad (12)$$

ここで、消費者余剰 CS は以下で与えられる。

$$CS = \int_{p^*}^a D(p) dp = \frac{b}{2} X^2 \quad (13)$$

ただしここで $X = \sum_i x_i$ であり、 X は、政府による規制に対する反応として市場により決定されることになる。

一方、各企業の固定費用はゼロと仮定していることより、生産者余剰 PS は、企業の利潤の総和として以下のように定義できる。

$$PS = \sum_i \pi(x_i) \quad (14)$$

最後に W は市場の環境負荷排出量の増加関数で与えられるとする。

$$W = W\left(\sum_i \beta x_i\right) \quad (15)$$

		企業 2	
企業 1	開発する	$\Pi_{1,1}, \Pi_{1,1}$	$\Pi_{1,0}, \Pi_{0,1}$
	開発しない	$\Pi_{0,1}, \Pi_{1,0}$	$\Pi_{0,0}, \Pi_{0,0}$

図-2: 2 企業寡占市場の技術開発に関する市場ゲーム

4. 均衡解分析と考察

政府と市場の関係は、政府による規制に関する政策の執行に対して事後的に市場にある企業がその経営戦略を決定すると考えられる。こう考えれば、本規制ゲームは政府を先行者とするシュタッケルベルグ均衡ゲームになっていると考えることができる。市場ゲームの均衡解分析の結果、技術の開発コストが比較的大きい場合、環境税率のいかに関わらず市場の均衡はすべての企業が「開発しない」となることがわかった。このとき政府は社会的総余剰を最大とする τ を選択することになる。

一方、技術の開発コストが比較的小さい場合、政府の導入する環境規制の強化 (τ の増加) による市場の均衡解の変化は、次のようになる。

市場均衡 $(1, 1) \Rightarrow$ 市場均衡 $(X^*, X^*) \Rightarrow$ 市場均衡 $(0, 0)$ ただし、 $X^* = (a - C - \theta\beta - \tau\beta)/(3b)$ である。従って、この場合、環境税の増加としての環境規制の強化は、市場における企業の環境に関する技術の開発・導入のインセンティブを減少させる結果となる。先行者である政府は、上述の市場均衡の中で社会的総余剰を最大とする τ を選択する。以上の検討より、(限界費用の減少で定義される) 環境技術の開発インセンティブは、環境税の緩和によって誘導されることがわかる。したがって、規制の強化は短期的効果 (排出量の減少) をもたすが、技術開発という長期的効果をもたらないことになる。

5. おわりに

環境技術の開発インセンティブを考慮した環境規制に関する研究は、まだ諸についたばかりである。本研究では単純なモデルを用いて、市場における競争を考慮した企業の新環境技術の開発・導入に関する意思決定のメカニズムを明らかにした。これにより、政府による環境規制 (課税) のレベルと市場としての企業群の新技術開発インセンティブの単調な関係が明らかになった。つまり、技術開発のコストが大きい場合、環境課税は長期的規制として有効に機能しない。このとき開発・導入のインセンティブを保証するためには、技術開発に対する固定補助金等がより有効であると考えられる。