

環境マネジメントのためのインセンティブ規制に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 ○福山 敬
鳥取大学工学部 正会員 小林潔司

1. はじめに

企業による環境への直接的汚染物質の排出は、その数の多さや環境自身の持つ不確実性等のため規制が難しく、規制主体(政府)が被規制主体(民間主体)に規制基準値を常に遵守させるのは容易ではない。本研究では、環境に直接汚染物質を排出する民間主体の汚染規制問題に焦点をあて、その有効な規制政策としてインセンティブ規制を提案する。

2. 環境インセンティブ規制の基本的な考え方

閉鎖性水域への中小事業所からの汚濁物の排水に代表される民間主体による環境への直接的な汚染物質の排出は、環境の持つ不確実性のため規制主体である政府が正確にこれを監視し把握することは困難である。さらに、行政主体は民間主体の持つ汚染処理技術レベルに代表される内部情報をすべては知り得ないと考えられる。このため行政主体は民間主体の汚染処理に関する行動を社会的に望ましいように規制・誘導することが困難となる。

本研究では、民間主体による直接的汚染物質排出行動を効果的に規制する方策としてインセンティブ規制を提案する。ここで提案する規制制度は、モラルハザードをさけ行政主体がリスクを適切に分担するというインセンティブシステムである。本インセンティブ規制の下では、技術に関する情報の不完備性の問題は、民間主体が自己の技術水準を規制を通じて顕示するような自己選抜メカニズムの設計により解決される。また、長期的にも民間主体により良い汚染処理技術の導入を動機付け、将来の環境負荷量削減の可能性を増大させることになる。

3. 民間主体の行動モデル

環境汚染物質を排出する民間主体は1つの財を生産する独占(もしくは独占競争)企業であるとする。このときあるインセンティブ規制 Φ (補助金・罰金)の下での利潤は以下ようになる。

$$\pi(x, q, \theta; \varepsilon, \Phi) = p(x)x - C(x) - G(q, \theta) + \Phi(r(s, \varepsilon))(1)$$

ここで、 x : 生産量、 q : 排出物処理量、 θ : 汚染処理

技術、 ε : 汚染処理にまつわる不確実性(リスク)を表す確率変数、 $p(x)$: 生産物 x の逆需要関数、 $C(x)$: x の生産費用、 $G(q, \theta)$: 汚染処理費用である。インセンティブ規制 $\Phi(r)$ は観測地点の環境の質(の悪さ)を表す変数 r の関数である。質 r は生産に伴う汚染物質生産量 $g(x)$ と汚染処理量 q の差として定義される汚染物排出量 s とリスク ε により決まり以下の線形性を仮定する。

$$r(s, \varepsilon) = s + \varepsilon = \{g(x) - q\} + \varepsilon \quad (2)$$

民間主体は危険回避的であるとし、以下のような期待効用(の金銭換算値)を最大化すると考える。

$$\text{Max}_{x, q} U(x, q, \theta; \Phi) \quad (3)$$

$$U(x, q, \theta; \Phi) = u^{-1}(E[u(\pi(x, q, \theta; \varepsilon, \Phi))]) \quad (4)$$

ここで、 E : ε に関する期待値オペレータ、 u : NM効用関数である。

4. 線形インセンティブ規制

政府の用いる環境規制方策を環境の質と比例して変動する罰金項と固定的な補償金によって構成される線形インセンティブ規制に限定する。

$$\Phi = M - m \cdot r \quad (5)$$

ただし、 M : 固定補助金、 m : 罰金率である。実用性を考える場合複雑な規制制度は必ずしも得策ではない。線形インセンティブ規制はその構造の単純さにも関わらず以下に示すようにインセンティブ規制として十分機能する。

線形インセンティブ規制下の民間主体の効用最大化の1階条件(最適行動条件)は以下ようになる。

$$p(x)(1 - \frac{1}{\eta(x)}) = \frac{dC(x)}{dx} + m \frac{dg(x)}{dx} \quad (6)$$

$$\frac{\partial G(q, \theta)}{\partial q} = m \quad (7)$$

式(6)は汚染排出に伴う限界的罰金と財 x の実生産のための限界費用の和がマークアップされた価格と等しくなることを示しており、式(7)は汚染処理に関する限界費用が罰金率に等しいことを示している。これらの民間主体の最適行動条件を規制 m 及び M で偏微分することにより最適解 x^* , q^* , s^* に

関する比較静学分析を行うと以下ようになる。

$$\frac{\partial x^*}{\partial m} = \frac{g'(x^*)}{\{p(x^*)x^*\}'' - C''(x^*) - mg''(x^*)} \leq 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial q^*}{\partial m} = \frac{1}{G''(q^*)} \geq 0 \quad (9)$$

$$\frac{\partial s^*}{\partial m} = g'(x^*) \frac{\partial x^*}{\partial m} - \frac{\partial q^*}{\partial m} \leq 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial x^*}{\partial m} = \frac{\partial q^*}{\partial m} = \frac{\partial s^*}{\partial m} = 0 \quad (11)$$

線形インセンティブ規制のもとでは罰金率の増加は民間主体の生産量 x の減少と汚染処理量 q の増加をもたらす。汚染排出 s を減少させるインセンティブを与える。一方、固定補助金 M の変化は民間主体の行動に変化を与えない。これは民間主体の直面するリスクがその汚染処理努力の大小に無関係であることに起因する。この場合固定補助金の直接的な役割は民間主体に保留効用を保証することである。

5. 行政主体の行動モデル

政府は以下の社会的厚生を最大化すると考える。

$$\text{Max}_\theta U(x^*, q^*, \theta; \Phi) - (1+\lambda)E[-\Phi(r^*)] + E[W(r^*)] \quad (12)$$

ここで、 $W(r^*)$ は水質 $r^*(=g(x^*)-q^*+\epsilon)$ が当該環境で実現しているときの社会の得る(金銭タームで評価された)効用であり、環境の価値関数と呼ぶ。また、 $(1+\lambda)E[\Phi(r^*)]$ は、規制のための費用(補助金) $E[\Phi(r^*)]$ が住民から税によって徴収されることによる社会的費用である。 $\lambda(>0)$ は税により公共収入を得ることによるデッドウェイトロスを表すパラメータである。生産量 x^* 及び汚染排出量 q^* は民間主体によって決定される。

いま政府が上述の線形インセンティブシステム(式(5))を採用するとすれば、行政主体の行動は民間主体の最適行動条件制約(6)及び(7)を用いて次のように表すことができる。

$$\text{Max}_{m,M} U(x, q, \theta; m, M) \quad (13)$$

subject to

$$p(x)(1 - \frac{1}{\eta(x)}) = \frac{dC(x)}{dx} + m \frac{dg(x)}{dx} \quad (14)$$

$$\frac{\partial G(q, \theta)}{\partial q} = m \quad (15)$$

$$U(x, q, \theta; m, M) \geq U_0 \quad (16)$$

ここで式(16)は保留効用制約であり、環境規制下の民間主体に効用水準 U_0 を保証することを意味する。

6. 誘因両立的インセンティブ規制の構築

民間主体の持つ汚染処理技術 θ を知り得ないと考えた場合、政府は問題(13)(14)(15)(16)を定式化できない。このとき、政府は民間主体が真の内部情報を正直に表明する誘因を持つような誘因両立的

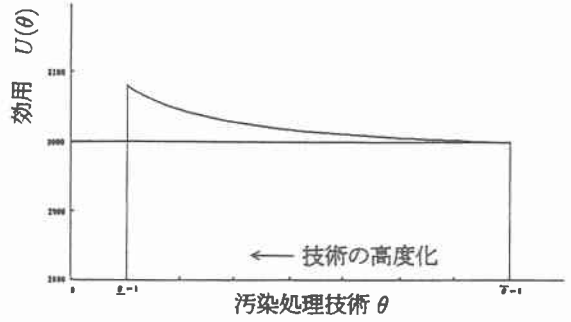


図-1: 技術 θ と民間主体の効用 $U(\theta)$ の関係

顕示メカニズムの設計が必要である。

民間主体の汚染処理技術 θ は集合 $\Theta = [\theta, \bar{\theta}]$ の要素であるとする。このときいかなる企業 θ も申告する値 $\hat{\theta}$ が真の値 θ であるとき最大の効用を得ればそのインセンティブ規制は誘因両立的となる。この条件は以下の恒等式で表される。

$$\frac{\partial U(x(\theta), q(\theta), \theta; \Phi(\theta))}{\partial \theta} = 0 \quad (17)$$

$$\frac{\partial^2 U(x(\theta), q(\theta), \theta; \Phi(\theta))}{\partial \theta^2} \leq 0 \quad (18)$$

ここで、 $x(\theta), q(\theta)$ は民間主体が θ を申告したときの最適行動を示す。危険回避度一定の効用関数を仮定すれば式(17), (18)は次式となる。

$$\dot{U}(\theta) = -\frac{\partial G(q, \theta)}{\partial \theta}, \quad \dot{q}(\theta) \leq 0 \quad (19)$$

ただし、 $\dot{U}(\theta) = du(x(\theta), q(\theta), \theta; \Phi(\theta))/d\theta$ である。

したがって、行政主体が θ に関して主観的な分布 $F(\theta)$ を持ち、社会的期待厚生を最大化を図ると考えれば誘因両立的環境インセンティブ規制問題は以下のように最適制御問題として定式化できる。

$$\text{Max}_\theta \int_\Theta \{U(x, q, \theta; \Phi) - (1+\lambda)E[\Phi(r)] + E[W(r)]\} dF(\theta) \quad (20)$$

subject to

$$p(x)(1 - 1/\eta(x)) = C'(x) + mg'(x), \quad G' = m \quad (21)$$

$$U(x, q, \theta; \Phi) \geq U_0 \quad (22)$$

$$\dot{U}(\theta) = -\partial G(q, \theta)/\partial \theta, \quad \dot{q}(\theta) \leq 0 \quad (23)$$

数値計算による結果の一部を図-1に示す。民間主体は保持する技術が高度なほどより高い効用を得ることがわかる。つまり民間主体は長期的技術高度化のインセンティブを持つことになる。

7. おわりに

以上、1つの有効な環境規制制度としてインセンティブ規制の設計問題について理論的な考察を行った。今後汚染処理技術の高度化という民間主体の環境規制に関する長期的規制インセンティブを明示的に考慮したモデルへの拡張が必要であると考えられる。