

IV-70

汚染処理技術の長期的改善インセンティブの確立を目指した 環境規制システムに関する基礎的研究

鳥取大学大学院 学生員 ○吉村 晋

鳥取大学工学部 正会員 福山 敬
京都大学大学院 正会員 小林 潔司

1. はじめに

近年、世界規模での自然環境破壊という危機的状況から長期的に環境と人間活動を調和させていくという Sustainable Development の考え方が大いに叫ばれており、潜在的環境汚染者である経済主体に自発的な環境負荷減少努力を誘引するという短期的環境規制問題に関して多くの研究がなされている。

一方で、被規制主体に対してより良い汚染処理技術の導入を動機づけるという長期的規制システムに関する研究はほとんどなされていない。本研究では、被規制主体の技術高度化を誘引するための規制基準値更新方策をゲームモデルを用いて分析し、有効な長期的環境規制システムについて考察する。

2. 長期的環境規制問題

環境規制における長期的規制問題とは、規制主体（政府）が被規制主体（企業）に対して将来的に環境汚染排出物の縮小をもたらす技術の高度化を行う誘引を与えるという問題である。企業がある時点において要求された環境基準を満足している（短期的規制の遵守）としても、企業に技術の高度化に代表される長期的な汚染排出の縮小をもたらす努力のインセンティブがなければ、将来における持続可能な環境を目指した規制政策とは言えない。

本研究では、このような企業の長期的インセンティブを与える規制政策として、政府による環境基準値の上昇という政策に焦点を当てる。政府が基準値を現行のまま維持するとき、企業は新たな技術を開発・導入することなく規制遵守が可能だとして、このとき、企業は積極的に技術を高度化する誘引を持たない。一方、政府が規制基準をより厳しくすると、企業は現行の技術では規制遵守を行えなくなる。このとき、企業は技術高度化のインセンティブを持つことになる。しかしながら、過度に厳しい規制は企業の経営状態を悪化させる恐れがあり、最悪の場合、企業を経営不可能にしてしまう。政府の基準値操作による長期的規制は企業の操業をある程度保証しつつ技術開発・導入の長期的インセンティブを与えることにより、その有効性を発揮すると言える。

3. 政府及び企業の行動モデル

長期的環境規制問題のモデル化に際し、主体（政府及び企業）の意思決定を定義する。政府の行動は規制の基準値を上げるか、または現状を維持するかを選ぶこととする。政府によるこの意思決定を確率変数 y で表す（ $y = 1$: 基準値を上げる, $y = 0$: 現状を維持する）。基準値を上げるとは、汚染物質の規制濃値の上限を下げたり、現在規制されていない物質について新たに基準値を設定することを意味する。また、政府は企業に特定の技術を強制的に導入させることも可能であるとする。企業に技術を強制導入させたとき、政府は利得 e_f を得る。政府による強制的な技術の導入時に、企業が操業を維持していくことが可能である確率を p で表す。企業の操業が不可能となる場合、政府及び企業はそれぞれ $-b_A$ 及び $-b_F$ の負の利得を被り、ゲームは終了することになる。ここで、自主的に技術を高度化する誘因を与えるため、企業が自主的に技術の高度化を図った場合、政府は続く n 期間は基準値更新を保留し、現状の規制水準を維持するという政策を執ると考える。企業が自主的に技術を高度化するとき、政府は利得 e_v を得るものとする。

次に、企業行動について定義する。長期的規制問題における企業の行動は自主的に汚染物質の処理技術を高度化するか、否かの選択によって表されるとし、その意思決定を確率変数 x で表す（ $x = 1$: 自主的に技術を高度化する, $x = 0$: 高度化しない）。技術を高度化すると、より低い費用で1単位当たりの汚染物質を処理することができる技術を新たに開発・導入することである。自主的に処理技術を高度化する企業は固定費用 c_v を被るが、次期から（ n 期間）基準値が保留されることにより処理費用を（每期 c_s だけ）低く押さえることができることになる。一方、強制的に技術を導入させられたとき、企業は固定費用 c_f を被るものとする。

ここで、本規制モデルにおける主体の行動を決定する基準値と技術水準の相互関係について以下の仮定を設ける。つまり、企業の持つ汚染処理技術の水

準は政府の定める基準値の水準に対して相対的に表現でき、共に無限に改善可能であるとする。ただし、これらはゲームの開始時点においては同水準であるとする。政府が基準値を上げた場合、それが企業のもつ技術水準に対して1段階厳しくなり、一方、企業が処理技術の高度化を行うと基準値に対して技術水準が1段階だけ上昇することになる。基準値及び技術水準が共に1段階ずつ増加すると再びゲームの初期状態と同一の状態となる。したがって、本ゲームは企業が操業不可能となってしまう場合を除いて永久に繰り返される追従型ゲームとなる。以上、説明したゲームモデルの概念図を図1に示す。

以上で導入された費用・便益パラメータはNM効用で評価されているものとする。いま、政府及び企業の期待効用 $U_A(x, y)$ 及び $U_F(x, y)$ は、それぞれの各期の利得の現在価値の総和からなると考えるとそれぞれ以下の再帰等式で表される。

$$U_A(x, y) = y\delta_A \left\{ e_f + pU_A(x, y) + (1-p)(-b_A) \right\} + (1-y)\delta_A \left\{ x \left(c_v + \delta_A^{n+1} U_A(x, y) \right) + (1-x)U_A(x, y) \right\} \quad (1)$$

$$U_F(x, y) = x \left\{ -c_v + \delta_F^t \left(\sum_{i=1}^n \delta_F^{t-1} c_s + \delta_F^n U_F(x, y) \right) \right\} + (1-x)\delta_F \left\{ y\delta_F \left(-c_f + pU_F(x, y) + (1-p)(-b_F) \right) + (1-y)U_F(x, y) \right\} \quad (2)$$

ただし、 δ_A 及び δ_F はそれぞれ政府及び企業の割引因子である。ここで、 $(e_f - (1-p)b_A)/(1-\delta_{AP}) < c_v/(1-\delta_A^{n+2})$ を仮定する。これは、企業が技術を自主的に高度化するならば、政府は基準値を上げるのを控えることを選好することを意味する。政府及び企業はそれぞれ式(1)及び式(2)の期待効用を最大とする意思決定を行うこととなる。

4. 均衡解分析と考察

本研究では、ナッシュ均衡概念を用いてゲームを分析する。ナッシュ均衡とは、他のプレイヤーが各々の戦略から逸脱しないことが所与とされるとき、いかなるプレイヤーも自分の戦略から逸脱するインセンティブを持たないという均衡概念である。

本研究における均衡解は利得パラメータの大小関係により9つのケースに分類される(図2)。ケースVは混合戦略を均衡解として持ち、残りのケースは純粋戦略均衡解となっている。ここで、ケースVII, VIII, IXでは、企業の戦略に関らず、政府は必ず基準値を上げることとなり、仮定に反するために以下での詳細な分析の対象としない。

ケースI, IVでは、開発・導入費が低いため、企業

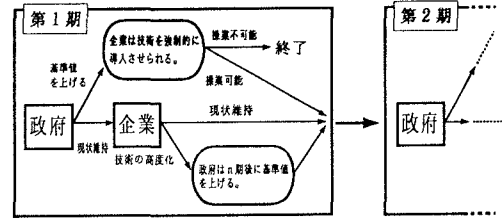


図1 ゲームモデルの概念図

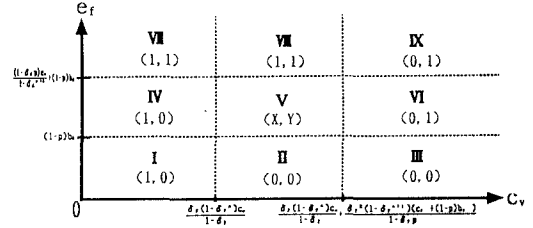


図2 均衡解 (x^*, y^*) の分類

が無条件に技術の高度化を行う。ケースII, III, VIにおいては、企業による自発的な技術の高度化は全く行われず、本研究で提案された規制システムが有効ではなくなっている。これは、開発・導入費が高価なこと、及び、企業が操業不可能となることを政府が恐れていることの両方もしくはいずれかに起因している。ケースVでは、企業が処理技術を開発・導入するための費用が、それによって得られる便益を上回っており、企業は(確率的に)技術の自主的な高度化を行う。一方、政府は企業の技術が高度化されることにより得られる期待効用が、企業が操業不可能となってしまう場合の期待効用を上回っており、政府においても(確率的に)基準値を上昇させる。結果として、政府による確率的な基準値上昇により、企業の自主的な技術の高度化が確率的に動機づけられることとなる。このとき、均衡解は $(x^*, y^*) = (X, Y)$ で与えられる。ただし、

$$X = \frac{(1-\delta_A)(e_f - (1-p)b_A)}{(1-\delta_{AP})c_v - \delta_A(1-\delta_A^{n+1})(e_f - (1-p)b_A)} \quad (3)$$

$$Y = \frac{(1-\delta_F)(c_v - \sum_{i=1}^n \delta_F^{i-1} c_s)}{\delta_F^n(1-\delta_F^{n+1})(e_f + (1-p)b_F) - \delta_F(1-\delta_{FP})(c_v - \sum_{i=1}^n \delta_F^{i-1} c_s)} \quad (4)$$

である。確率 X, Y は費用・便益パラメータの大小に依存して決定することになる。

5. おわりに

本研究では、被規制主体が自主的に汚染処理技術を高度化するという長期的改善インセンティブの確立を達成させる条件を明らかにした。ここで示された規制の諸特性は、単純化したゲームモデルにおいて成立するものではあるが、長期的インセンティブを考慮した環境保護規制方策を検討していく上で基礎的な枠組みを提供し得たと考える。