

環境規制における自己申告システムの有効性に関する研究

鳥取大学大学院 ○学生員 永島康裕

鳥取大学工学部 正員 福山 敬
鳥取大学工学部 正員 小林潔司

1. 研究の目的

環境汚染者に対する規制の効率的かつ効果的執行は環境改善のための重要な役割を担っている。本研究では、産業直接排出物規制の執行問題に焦点をあて、規制執行の効率化の一手段である工場による排出物の自己申告システムの有効性を2人非協力ゲームを用いてモデル分析する。より詳細には、環境規制システムを規制主体（政府）と被規制主体（工場）の戦略的相互関係を考察した展開型ゲームとしてモデル化し、自己申告システムの有無という2つのゲームにおける均衡解の比較分析を行うことにより、自己申告システムの有効性について考察する。

2. 環境規制システム

本研究では環境規制を行う主体（政府）を被規制主体であり大気中あるいは水系中に直接汚染物質を排出している環境汚染者（工場）間の排出規制に関する規制・被規制関係を次のように仮定しモデル化する。まず政府は排出物質に対し排出規制値を策定し、工場に自己の排出する環境汚染物に関する測定記録義務を課しているとする。自己申告システムを含まない規制の下では、政府は汚染状況を監視するため工場の排出物検査を行う。一方自己申告システムの下では、工場は自己の排出する環境汚染物の量（あるいは質）を測定・記録し、そのデータを政府に提出する。この場合、政府はこの規制遵守に関するデータを検証する為、データの立証検査（サンプリング、立入検査等）を行うことになる。上述のどちらのシステムの下においても政府が違反の証拠を発見した場合政府は直ちに課徴金、業務停止命令等の処罰を行うとする。

3. 環境規制ゲームの構築

図-1は自己申告システムを含まない環境規制ゲーム Γ_1 の樹形図を表している。ゲームは図-1中、上から下向きに進行し、大文字を含む四角は政府(A)と工場(O)の意思決定点であることを示す。本ゲームのスタートである図の最上点で工場は排出基準値に対する遵守のための努力水準に関する意思決定を行う。ここで、工場の基準値遵守に関する努力とは工場による汚染物処理装置の維持・管理、社員教育等、義務づけられた排出基準値を遵守のた

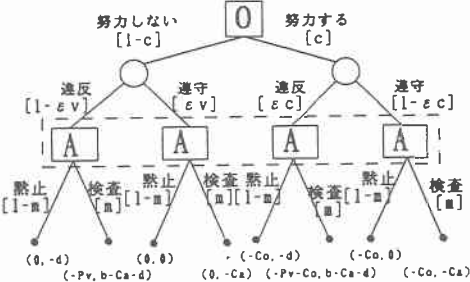


図-1 環境規制ゲーム Γ_1

表-1: 費用・便益パラメーター

工場	
c_o	: 規制遵守努力の費用
p_v	: 違反に対する罰
$(p_f$	: 虚偽の申告に対する罰)
政府	
c_a	: 立証検査の費用
d	: 違反によって生じた環境被害
b	: 違反の発見による便益

p_f は自己申告ゲーム Γ_2 におけるパラメーター

めに行う全ての努力行為を意味する。もし工場が遵守のために「努力する」という意志決定を選択すればゲームは右半分の木へ移り、一方「努力しない」を選択すればゲームは左半分の木へ移動する。この意思決定により、環境において規制値が遵守された状態（「遵守」）になるか否（「違反」）かが決まる。ここで、この工場による努力の結果、環境に生起する状態は、工場の遵守努力のみならず処理装置の誤差や故障等の外生的要因による影響を受けると考えられる。本モデルでは、このような自己モニタリングに関わるリスクを2つの空円で示し、「努力する」下で違反となる確率を ϵ_c (よって、遵守となる確率 $1-\epsilon_c$)とし、「努力しない」下で遵守となる確率を ϵ_v (よって、違反となる確率 $1-\epsilon_v$)としてモデルに付与する。

一方、政府は工場の意思決定を知ることなく、立入検査を行うか否かの意思決定を行う。この立入検査によって、政府は規制値に対して工場が「遵守」しているのか、あるいは「違反」の状態にあるのかを確実に決定できるとする。しかし、政府は立入検査によって工場の遵守努力レベルを知ることはできない。図-1における政府の意思

決定点4つを内包する点線は、政府が工場の意思決定及び自己モニタリングの結果を知ることなく立入検査の意思決定を行うことを表している。

本ゲームは8通りの結果を持ち、図-1中の各終点で表される。そのときの政府及び工場の利得は表-1で与えられる費用・便益パラメータによって構成されるNM効用である。本環境規制ゲームにおいて、上記の工場の戦略行動は選択確率変数 c （努力する $c=1$; 努力しない $c=0$ ）であり、一方、政府の行動は変数 m （検査 $m=1$; 黙止 $m=0$ ）で表される。このとき工場の期待効用 U_o^1 及び政府の期待効用 U_a^1 は以下のように与えられる。

$$\begin{aligned} U_o^1 &= c\{(1-\epsilon_c-\epsilon_v)p_v m - c_o\} - (1-\epsilon_v)p_v m \\ U_a^1 &= c(1-\epsilon_c-\epsilon_v)(d-b \cdot m) + \{(1-\epsilon_v)b - c_a\}m \\ &\quad - (1-\epsilon_v)d \end{aligned} \quad (1)$$

本ゲームのナッシュ均衡解 (m^*, c^*) を求めると以下の様になる。

均衡解のケース	m^*	c^*
1) $\epsilon_c b - c_a < 0$ のとき	$\frac{c_a}{(1-\epsilon_c-\epsilon_v)p_v}$	$\frac{(1-\epsilon_v)b - c_a}{(1-\epsilon_c-\epsilon_v)b}$
2) $\epsilon_c b - c_a > 0$ のとき	1	1

ただし、当該の規制執行ゲームが分析上の意義を持つために、以下を仮定した。

$$(1-\epsilon_v)b - c_a > 0 \quad (2)$$

$$(1-\epsilon_v)p_v > \epsilon_c p_v + c_o \quad (3)$$

(2) 式の仮定が成立しないことは、政府はいかなるときも（工場が規制を全く遵守しないときも）検査を実施する誘因を持たないことを意味する。また、(3) 式の仮定が成り立たないとき、工場はいかなるときも（政府が常に検査を行うときも）努力する誘因を持たない。

4. 自己申告システムを含んだ環境規制ゲーム

自己申告を含んだ環境規制ゲーム Γ_2 は、図-1で与えられた樹形図に工場の申告に関する意思決定を表すノードを加えることにより図-2のように構築できる。（ただし意味の解釈上、 Γ_1 における政府の手番‘黙止’は Γ_2 では‘受諾’と呼ぶことにする。）ここで、‘努力する’を選んだ工場が‘真の申告’を選ぶ意思決定の確率変数を r_c （よって、‘虚偽の申告’を選ぶ確率を $1-r_c$ ）、また‘努力しない’下で‘真の申告’を選ぶ確率を r_v （よって、‘虚偽の申告’を $1-r_v$ ）とする。一方、政府は工場の2つの意思決定を知ることなく提出されたデータの立証検査（サンプリング、立入検査等）を行う。政府による立証検査の結果、虚偽の申告が発見されれば、工場はそれに対するペナルティー p_f を課せられることになる。結果として本モデルは10通りの結果を持つ自己申告ゲームとなる。このとき工場の期待効用 U_o^2 及び政府の期待効用 U_a^2 はそれ

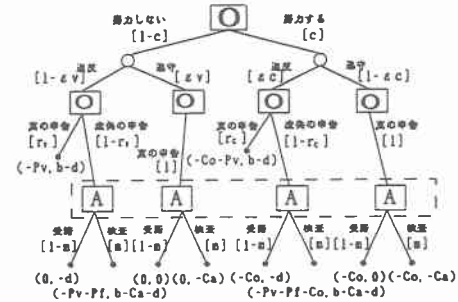


図-2 自己申告を含んだ環境規制ゲーム Γ_2

ぞれ以下のように与えられる。

$$\begin{aligned} U_o^2 &= c[-c_o + \epsilon_c\{(p_v + p_f)m - p_v\}r_c - m(p_v - p_f)] \\ &\quad + (1-c)(1-\epsilon_v)\{(p_v - p_f)m - p_v\}r_v - m(p_v - p_f) \\ U_a^2 &= -m \cdot c_a + c \cdot \epsilon_c\{(c_a - b)r_c + b\}m + b \cdot r_c - d \\ &\quad + (1-c)(1-\epsilon_v)\{(c_a - b)r_v + b\}m + b \cdot r_v - d \end{aligned} \quad (4)$$

このとき、本ゲームにおけるナッシュ均衡解 (m^*, c^*, r_c^*, r_v^*) を求めると以下の様になる。

1) $\epsilon_c b - c_a < 0$ のとき

m^*	c^*	r_c^*	r_v^*
$\frac{c_a}{(1-\epsilon_c-\epsilon_v)(p_v+p_f)}$	$\frac{(1-\epsilon_v)b - c_a}{(1-\epsilon_c-\epsilon_v)b}$	0	0

2) $\epsilon_c b - c_a > 0$ のとき

m^*	c^*	r_c^*	r_v^*
$\frac{p_v}{p_v+p_f}$	1	$\frac{\epsilon_c b - c_a}{\epsilon_c(b - c_a)}$	任意

ただし、ゲーム Γ_1 と同様な理由で、(2),(3)式を仮定している。ここでゲーム Γ_1, Γ_2 において、均衡解 1), 2) を分別する条件 $\epsilon_c b - c_a > (<) 0$ は、工場が最大努力を行ったにもかかわらず違反になった場合にそれを発見することによる政府の期待便益が立証検査に要するコストを上回る（下回る）という条件を表している。

5. 均衡解分析の検討

$\epsilon_c b - c_a < 0$ である場合、ゲーム Γ_1, Γ_2 とも工場は確率的に遵守努力を行い、また政府は確率的に検査することになる。一方、条件 $\epsilon_c b - c_a > 0$ が成立するとき、ゲーム Γ_1, Γ_2 ともに政府は工場の基準値遵守のための継続的な努力 ($c^* = 1$) を導くことができる。このとき自己申告を含まない制度 Γ_1 下では、政府が常に検査を行うこと ($m^* = 1$) が必要となる。これに対し、自己申告システム Γ_2 下では、政府は検査を混合戦略として確率的に行うこと ($m^* = \frac{p_v}{p_v+p_f} < 1$) により、工場の努力を誘導することができ、執行コストの軽減が可能となる。このとき努力を行う工場が自己モニタリングの結果（運悪く）違反となった場合、（確率的に）真の申告を行うことになる。