

最適成長論による自然環境改善政策評価

岐阜大学 ○伊藤 匠
 岐阜大学 学生員 武藤慎一
 岐阜大学 正会員 上田孝行

1. 背景・目的

環境問題に対する関心が高まる今日において、持続的な成長を可能とするためにはどのような政策が必要なのか、という点が大きな課題になっている。そのためには、将来における自然資源量の変化が家計および企業の活動に与える影響、逆に家計および企業の行動が自然資源に与える影響を明らかにした上で、世代間での自然資源の利用管理について検討していく必要がある。そこで本研究では、既往の最適成長論¹⁾を、経済主体の活動と自然資源の変化との関係を考慮に入れたモデルに拡張し、それを用いて、自然資源の管理に対する政策の評価を行うことを目的とする。

2. モデルの仮定

本研究にて構築されるモデルは、以下の仮定に基づいている。

- ①社会は代表的家計、代表的企業、政府、および自然環境からなるとする(図-1)。
- ②自然環境については、以下の想定をする。
 1. 自然環境は、企業に自然資源を供給する。
 2. 企業は生産活動に伴って汚染物質を排出し、家計はその影響を受ける。
 3. 企業の自然資源の使用による資源の減少は、自然環境のアメニティ供給機能を低下させ、家計に影響を与える。

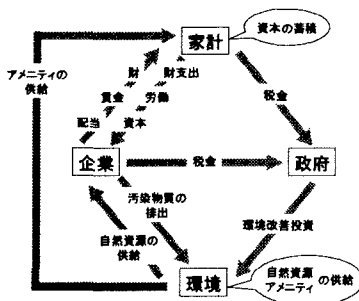


図-1 モデルの全体構造

3. 動学的経済モデルの定式化

(1) 企業の行動モデル

企業は各時点の資本量の下で、労働と自然資源を投入し、財を生産する。財収入から労働賃金、自然

資源使用費用、および税金を差し引いた利潤を、各期ごとに最大化するように行動する。ここで、 e は自然資源あたりの使用費用とし、政府に納められるとする。

$$\pi(t) = \max_{\{y, k, u\}} y - \{w(t)y(t) + r(t)k(t) + e(t)u(t)\} - \tau_M \quad (1.a)$$

$$s.t. \quad y = f\{u(t), l(t), k(t)\} \quad (1.b)$$

ここで、

π : 企業の利潤 y : 財の供給量 u : 資源使用量
 k : 資本量 e : 自然資源使用料金(税) τ_M : 企業に対する税金
 l : 労働量 w : 労働賃金率 r : 実物資産の利子率

(2) 家計の行動モデル

家計は資本の蓄積方程式と時間制約を制約条件とし、財消費、余暇、汚染ストックおよび自然資源ストックに依存する、将来にわたって割引かれた効用の総和である現在価値を最大化するように行動するとし、以下のように定式化する。

$$V = \max_{\{c, s\}} \int_0^{\infty} U[c(t), s(t), S(t), R(t)] e^{-\rho t} dt \quad (2.a)$$

$$s.t. \quad \dot{k} = (wl + rk) - c - \tau_H - \delta k \quad (2.b)$$

$$\Omega = l(t) + s(t) \quad (2.c)$$

ここで、

V : 現在価値効用の総和 U : 瞬間的効用 c : 財消費 s : 余暇 S : 汚染ストック R : 自然資源ストック τ_H : 家計に対する税金 Ω : 家計の総利用可能時間 δ : 資本減耗率

式(2.b)は、労働によって得られる賃金収入と保有している実物資産の利子収入から、財支出および税金を差し引いた残余を資本の蓄積に充てられることを表している。また、式(2.a)は企業の排出および自然資源の使用行為などによる、汚染ストックの増加、自然資源の減少および政府の自然環境整備による自然環境の改善が、家計の効用に影響を与えることを表している。

(3) 政府の行動モデル

政府は家計および企業から徴収した税金を用いて、以下の財政均衡条件の下で、汚染物質の除去や自然資源の復元などの自然環境の改善政策を行う。

$$\tau_M + \tau_H + eu = D(Z, R) + a \quad (3.a)$$

ここで、

D : 自然資源を復元するための費用 Z : D によって増加した自然資源量 a : 汚染ストックを除去するための費用

D は自然資源のストックを増加させるための投資額である。例としては、林業の場合は植林、エネルギー産業（火力発電）の場合は新たな油田発掘費用などで、その投資事業によって増加した自然資源量を Z で表す。また、 a も自然環境に対する投資額であるが、これは発生した汚染物に対する投資であるから、式 (4.a) の g は、発生した汚染物を a という投資額で浄化した量を表す。

なお、環境改善政策のための具体的な財源徴収手段としては、以下のような手段が考えられる。

1) 一括税による自然環境への投資

家計と企業から τ を徴収し、これを D および a に充てる。このとき、 $e = 0$ である。

2) 自然資源使用量による自然環境への投資

τ と同時に e を設定すると、企業が使用する自然資源量に見合った税金を徴収することができ、これを D および a に充てる。

(4) 環境に関する蓄積方程式

汚染物質による被害および自然資源の減少は、政府の自然環境整備事業により改善される。これを、蓄積方程式で表すと、以下のようになる。

$$\dot{S} = \beta u - bS - g(a) \quad (4.a)$$

$$\dot{R} = -u + Z(D) \quad (4.b)$$

ここで、

β : 自然資源一単位当たりの汚染量 b : 汚染の自然浄化を表すパラメータ g : a によって減少した汚染物質量

4. 環境関連企業へのモデルの適用

前章では、自然環境の改善政策を分析し得る経済モデルを、一般形として定式化した。表-1に、前章のモデルを、具体的な企業に適用したものを表す。ここでは、エネルギー産業、交通整備事業、漁業、林業をとりあげた。このように具体的に適用させることにより、各パラメータがどのような要素であるのかを判断することができる。

5. まとめ

本研究では、最適成長モデルを用いた、自然環境改善政策評価のための経済モデルの構築を行った。今後は、この数式モデルを *Hamiltonian* の概念を用いて、最適解を導出し、自然環境の経済的価値を測定するための指標となれればと考えている。

【参考文献】

- 1) Xepapadeas, A: Advanced Principles in Environmental Policy. Edward Elgar Publishing. 1997

表-1 環境関連企業へのモデルの適用

	企業の行動	家計の行動	政府の行動	自然環境	
	生産関数	効用関数	財政均衡式	汚染物の蓄積方程式	自然資源の蓄積方程式
一般形	$y = f(u, l, k)$	$U = U(c, s, S, R)$	$\tau_M + \tau_H + eu = D(Z, R) + a$	$\dot{S} = \beta u - bS - g(a)$	$\dot{R} = -u + Z(D)$
エネルギー産業 (火力発電)	y : エネルギー u : 石油・天然ガス	c : エネルギー消費量 S : 二酸化炭素量	eu : 石油等の使用による税金 D : 新たな油田等の発掘費用 a : 排気ガスを浄化するための費用	βu : 二酸化炭素発生量 bS : 自然浄化量 g : 投資により浄化された量	Z : 新たに発掘された量 R : 石油等のストック量
道路整備事業	y : 道路 u : 緑地利用量	c : 道路使用量 S : 排気ガス量	eu : 緑地の利用による税金 D : 緑地の復元費用 a : 排気ガスを浄化するための費用	βu : 排気ガス発生量 bS : 自然浄化量 g : 投資により浄化された量	Z : 復元された緑地の量 R : 緑地ストック量
漁業	y : 魚製品 u : 漁獲量 $= (u_1 + u_2)$	c : 魚製品消費量 S : 養殖用餌による汚染の量	eu : 漁獲することによる税金 D : 人工的増殖費用 a : 汚染物浄化のための費用	βu_1 : 養殖餌による汚染発生量 bS : 自然浄化量 g : 投資により浄化された量 u_1 : 養殖による漁獲量	Z : 人工的に増殖した量 R : 魚のストック量 u_2 : 通洋漁業による漁獲量
林業	y : 木材製品 u : 伐採量	c : 木材製品消費量 S : 二酸化炭素量	eu : 伐採することによる税金 D : 植林費用 a : 二酸化炭素を減少させるための費用	βu : 二酸化炭素発生量 bS : 自然浄化量 g : 投資により浄化された量	Z : 植林した量 R : 森林のストック量