

環境効率性と環境容量

松波, 淳也 / MATSUNAMI, Junya

(出版者 / Publisher)

法政大学経済学部学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

The Hosei University Economic Review / 経済志林

(巻 / Volume)

71

(号 / Number)

2・3

(開始ページ / Start Page)

57

(終了ページ / End Page)

68

(発行年 / Year)

2003-12-20

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00003201>

環境効率性と環境容量

松 波 淳 也

目 次

はじめに

- 1 モデルの諸仮定
- 2 消費成長曲線および賃金利潤曲線，廃棄物処理価格曲線の導出
- 3 環境効率性上昇の効果分析
- 4 主要な諸命題

おわりに

文献

はじめに

ごみ問題，自動車の排ガス問題，交通問題等の身近な都市型環境問題，温暖化問題等のグローバルな地球環境問題の深刻化に伴い，ひとびとの「環境危機」に対する関心の高まりとともに，われわれの社会経済システムの行く末を方向付ける上で，極めて影響力の大きい主体といってもよい企業における環境配慮行動がひとびとに強く要求されつつある。これに対応して，企業経営のいわゆる「グリーン化」を企業の社会的責任として目指す事例も増加してきた。

そのような状況において，企業による事業行動と環境配慮のバランスを示すための指標として**環境効率性** eco-efficiency という概念が知られるようになった。この概念は，World Business Council for Sustainable

Development (WBCSD, 持続可能な発展のための世界経済人会議) によって提唱されたもので、次のように定義されている。

環境効率性 (eco-efficiency) =

$$\frac{\text{事業パフォーマンス指標 (売上高・付加価値等)}}{\text{環境パフォーマンス指標 (環境負荷量)}}$$

分子の事業パフォーマンス指標として、売上額や付加価値額が用いられる例が多い。分母の環境パフォーマンス指標としては、CO₂ 発生量や廃棄物発生量、エネルギー消費量などを用いることが多い。

仮に、環境効率性 = $\frac{\text{売上高}}{\text{環境負荷量}}$ とすると、環境効率性は、「環境負荷量 1 単位あたりの売上高」を意味する。環境配慮志向の経営が進展し、一定の売上高の下で環境負荷量を削減できたとすれば、環境効率性は上昇する。しかし、環境負荷量が増加し、かつ、それ以上に売上高が増加する場合も環境効率性が上昇することも重要である。個別企業の環境経営指標として、一定の意義を持つ指標であることは間違いないものとしても、環境政策上、例えば、生態学的な意味での環境容量という視点からこの指標を見ると、極めて重大な欠陥を有する可能性がある。環境効率性は、事業パフォーマンスと環境パフォーマンスとの相対指標となっているため、絶対量として想定される環境容量を考慮することが困難である。つまり、個別企業が環境効率性の上昇を成功させた場合に、環境負荷量が環境容量を超過し、持続可能でなくなる可能性があるということである。その意味で、環境効率性という指標は、持続可能性という条件の下では、慎重に扱う必要がある。

本稿の目的は、WBCSD の提唱した環境効率性と環境容量の関係について、環境経済学的見地から、廃棄物処理部門を導入した単純な Sraffa-Neumann モデルを用いて理論的に考察することである。

本稿は、次のような構成から成る。

第 1 節で、本稿で分析される基本モデルの設定、諸仮定を提示する。続

く、第2節で、第1節での設定にしたがって、消費成長曲線、賃金利潤曲線、および、廃棄物処理価格曲線を導出し、第3節において、環境効率性の上昇によって生じる経済・環境効果を分析する。第4節は、本稿において提示された主要命題をまとめる。

1 モデルの諸仮定

経済には、資本財としても消費財としても用いられる**一般財**、資本財として使用可能だが消費財とはならない**廃棄物**および唯一の生産されない生産要素である**労働**が存在する。また、一般財と労働を投入して一般財と廃棄物を結合的に産出する**生産部門**、一般財および廃棄物、労働を投入し産出のない（すなわち、一般財と労働を投入して廃棄物を処理する）**廃棄物処理部門**が存在する。

各部門は線形の生産技術を持つと仮定する。生産部門は一般財を1単位生産するのに一般財を a_1 単位（ただし、 $0 < a_1 < 1$ ）必要とし、その生産過程において、廃棄物 b 単位を排出する。廃棄物処理部門は、生産部門において排出される廃棄物1単位を処理する際、一般財を a_2 単位（ただし、 $0 < a_2 < 1$ ）必要とする。

なお、廃棄物処理部門は廃棄物を排出しない。生産部門で一般財1単位の産出に必要な労働投入量は l_1 単位であり、廃棄物処理部門では l_2 単位である。

われわれのモデルにおける廃棄物は、生態学的な環境容量を超過して排出される場合、廃棄物処理部門に投入されない限り、外部不経済をもたらす財である。したがって、このような場合、体系が長期的に持続可能であるためには、生産部門と廃棄物処理部門が同時に稼動しなければならない。

いま、廃棄物に関しての生態学的な**環境容量**を E としよう。 $bx_1 \leq E$ ならば、廃棄物は生態学的なプロセスにより浄化されるため、廃棄物処理部

門を稼動させる必要はない。しかし、 $bx_1 > E$ ならば、廃棄物は環境容量を超過するため、体系が長期的に持続可能であるためには、少なくとも環境容量を超過する廃棄物 ($bx_1 - E$) を廃棄物処理部門に投入して処理する必要がある。本稿では単純化のため、 $E = 0$ を仮定する。

想定される経済主体は、資本家と労働者であり、資本家は利潤所得をすべて投資し、労働者は賃金所得をすべて消費する。

体系における投入産出関係を図式的に示せば、次図のように表すことができる。

	投 入				産 出	
	一般財	廃棄物	労 働		一般財	廃棄物
生産部門	a_1	0	l_1	→	1	b
廃棄物処理部門	a_2	1	l_2	→	0	0

恒常状態（ノイマン準均衡¹⁾）における体系の条件は、以下のように表すことができる。

$$(1+g)(a_1x_1 + a_2x_2) + c = x_1 \quad (1.1)$$

$$(1+g)x_2 = bx_1 \quad (1.2)$$

$$l_1x_1 + l_2x_2 = L \equiv 1 \quad (1.3)$$

$$(1+r)p_1a_1 + wl_1 + tb = p_1 \quad (1.4)$$

$$(1+r)(p_1a_2 - t) + wl_2 = 0 \quad (1.5)$$

1) モデルは、フォン・ノイマンの「準均衡条件」を示している。

$$p_1 \equiv 1 \quad (1.6)$$

$$g = r, \quad c = w \quad (1.7)$$

ここで、 g ：経済成長率、 c ：労働 1 単位当たりの消費、 r ：利潤率、 w ：賃金率、 x_1 ：生産部門の稼働水準、 x_2 ：廃棄物処理部門の稼働水準、 p_1 ：一般財価格、 t ：廃棄物処理価格である。なお、全ての記号は非負である（ただし、投入係数、産出係数は全て正）。

各式の経済的意味は次のようになる。

(1.1)は、一般財の需給均等条件であり、(1.2)は、廃棄物の需給均等条件である。(1.3)は、労働の需給均等条件であり、労働供給を 1 に基準化している。

(1.4)は、生産部門の費用価格均等条件であり、(1.5)は、廃棄物処理部門の費用価格条件である。(1.6)は、一般財を価値尺度にとることを示す。また、(1.7)は、資本家が利潤所得をすべて投資し、労働者が賃金所得をすべて消費するという仮定から導かれる²⁾。

われわれのモデルにおいて、「環境負荷」を発生させ得る部門は、廃棄物を産出（排出）する生産部門のみである。生産部門の一般財の売上額は、 $p_1 x_1$ であり、生産部門の産出（排出）する廃棄物量は、 $b x_1$ であるから、**生産部門の環境効率性を e とすると**、

$$e = \frac{p_1 x_1}{b x_1} = \frac{1}{b} \quad (1.8)$$

と定義できる。すなわち、生産部門の環境効率性は、生産部門の廃棄物産出（排出）係数の逆数であり、生産部門の一般財生産量 x_1 とは独立である。一方、生産部門由来の環境負荷である、廃棄物量を W とすると、

2) 利潤所得がすべて投資されるから、 $r[p_1 a_1 x_1 + (p_1 a_2 - t)x_2] = g[p_1 a_1 x_1 + (p_1 a_2 - t)x_2]$ より、 $r = g$ となる。一方、賃金所得はすべて消費されるから、 $w(l_1 x_1 + l_2 x_2) = p_1 c$ となるが、(1.3)、(1.6)より、 $w = c$ が得られる。

$$W = bx_1 \quad (1.9)$$

であるから、**生産部門の環境負荷量**は生産部門の一般財生産量 x_1 に比例することに留意しなければならない。ただし、本稿においては、廃棄物処理部門が稼動して、生産部門から発生する環境負荷を完全に除去することが想定されるため、外部不経済は発生しない。すなわち、体系の持続可能性は満たされる。

2 消費成長曲線および賃金利潤曲線、廃棄物処理価格曲線の導出

(1.1)～(1.3)を次のように変形する。

$$c = [1 - (1+g)a_1]x_1 - (1-g)a_2x_2 \quad (1.1)'$$

$$x_2 = \frac{bx_1}{1+g} \quad (1.2)'$$

$$x_2 = \frac{1-l_1x_1}{l_2} \quad (1.3)'$$

(1.2)' と (1.3)' を満足するような x_1, x_2 を求め、これを、(1.1)' に代入することにより、消費成長曲線 ($c-g$ 曲線) が得られる。(1.2)' と (1.3)' より、

$$x_1 = \frac{1+g}{(1+g)l_1 + bl_2} > 0 \quad (2.1)$$

$$x_2 = \frac{b}{(1+g)l_1 + bl_2} > 0 \quad (2.2)$$

となる。これを、(1.1)' に代入すれば、消費成長曲線 ($c-g$ 曲線) が、

$$c = \frac{(1+g)\{[1-(1+g)a_1] - a_2b\}}{(1+g)l_1 + bl_2} \quad (2.3)$$

と導出できる。

また、(1.4)、(1.5)を、(1.6)を用いて次のように変形する。

$$w = \frac{1 - (1+r)a_1 - tb}{l_1} \quad (1.4)'$$

$$w = \frac{(1+r)(t - a_2)}{l_2} \quad (1.5)'$$

両式を用いて、 t を消去することにより、賃金利潤曲線 ($w-r$ 曲線)が、

$$w = \frac{(1+r)\{[1 - (1+r)a_1] - a_2b\}}{(1+r)l_1 + bl_2} \quad (2.4)$$

と導出できる。ここで、 $c, w \geq 0$ を保証するために、

$$1 - (1+r)a_1 \geq tb \quad (2.5)$$

$$t \geq a_2 \quad (2.6)$$

が必要である。(2.5)は、生産部門において、一般財の純生産額が廃棄物処理費用を下回らないという条件であり、(2.6)は、廃棄物処理部門において、廃棄物処理費用受取額が一般財投入費用を下回らないという条件である。本稿ではこれらを仮定する。

また、(1.4)'、(1.5)'より、 w を消去することにより、廃棄物処理価格曲線 ($t-r$ 曲線)が得られる。

$$t = \frac{(1+r)a_2l_1 + [1 - (1+r)a_1]l_2}{(1+r)l_1 + bl_2} > 0 \quad (2.7)$$

3 環境効率性上昇の効果分析

(2.1)～(2.7)に、(1.8)を代入することにより、われわれのモデルに、生産部門の環境効率性 e を明示的に導入できる。

$$x_1 = \frac{(1+g)e}{(1+g)el + l_2} > 0 \quad (3.1)$$

$$x_2 = \frac{1}{(1+g)el_1 + l_2} > 0 \quad (3.2)$$

$$c = \frac{(1+g)\{[1-(1+g)a_1]e - a_2\}}{[(1+g)l_1 + bl_2]e} \quad (3.3)$$

$$w = \frac{(1+r)\{[1-(1+r)a_1]e - a_2\}}{[(1+r)l_1 + bl_2]e} \quad (3.4)$$

$$t = \frac{\{(1+r)a_2l_1 + [1-(1+r)a_1]l_2\}e}{(1+r)el_1 + l_2} > 0 \quad (3.7)$$

これらから、経済成長率（均等利潤率）一定の下で、生産部門の環境効率性 e の上昇が、各変数にいかなる効果をもたらすか確認しておこう。

$$\frac{\partial x_1}{\partial e} > 0$$

$$\frac{\partial x_2}{\partial e} > 0$$

$$\frac{\partial w}{\partial e} = \frac{(1+r)[(1+r)l_1 + bl_2]a_2}{[(1+r)l_1 + bl_2]^2 e^2} > 0$$

$$\frac{\partial c}{\partial e} = \frac{(1+g)[(1+g)l_1 + bl_2]a_2}{[(1+g)l_1 + bl_2]^2 e^2} > 0$$

$$\frac{\partial t}{\partial e} = \frac{\{(1+r)a_2l_1 + [1-(1+r)a_1]l_2\}l_2}{[(1+r)el_1 + l_2]^2} > 0$$

われわれのモデルにおいては、経済成長率（均等利潤率）一定の下で、生産部門の環境効率性 e の上昇により、生産部門の一般財生産量 x_1 は増加し、廃棄物処理部門の廃棄物処理量 x_2 は減少し、賃金率 w （1人当たり消費率 c ）は上昇し、廃棄物処理価格 t は上昇する。

一方、生産部門のもたらず環境負荷量 W は、(1.8)、(1.9)、(2.1)より、

$$W = bx_1 = \frac{1}{e} \cdot \frac{(1+g)e}{(1+g)e l_1 + l_2} = \frac{1+g}{(1+g)e l_1 + l_2}$$

と表せるが、経済成長率（均等利潤率）一定の下で、生産部門の環境効率性 e の上昇により、 W は低下することが分かる。しかし、経済成長率（均等利潤率） $g(=r)$ の上昇は、 W の増加要因となる。

$$\Delta W = \frac{(1+g)^2 l_1}{[(1+g)e l_1 + l_2]^2} \Delta e + \frac{l_2}{[(1+g)e l_1 + l_2]^2} \Delta g$$

したがって、生産部門の環境効率性 e の上昇は、経済成長率（均等利潤率） $g(=r)$ の上昇の効果に相殺されて生産部門の環境負荷量 W を増加させる可能性がある。

経済成長率（均等利潤率）一定の下で、生産部門のもたらす環境負荷量 W を廃棄物処理価格 t で評価した tW について、環境効率性 e で偏微分すると、

$$\frac{\partial(tW)}{\partial e} = \frac{(1+r)\{(1+r)a_2 l_1 + [1-(1+r)a_1] l_2\}[(1+r)e l_1 + l_2][l_2 - (1+r)e l_1]}{[(1+r)e l_1 + l_2]^4}$$

となるが、この符号は、

a) $b/l_1 > (1+g)/l_2$ の場合、 $\frac{\partial(tW)}{\partial e} > 0$

b) $b/l_1 = (1+g)/l_2$ の場合、 $\frac{\partial(tW)}{\partial e} = 0$

c) $b/l_1 < (1+g)/l_2$ の場合、 $\frac{\partial(tW)}{\partial e} < 0$

となる。言い換えれば、

a) 生産部門における労働 1 単位あたりの廃棄物産出（排出）が、廃棄物処理部門における労働 1 単位あたりの廃棄物処理量を上回る場合、生産部門の環境効率性 e の上昇は、生産部門の環境負荷量（廃棄物排出量）を価格評価した tW の増加をもたらす。

b) 生産部門における労働 1 単位あたりの廃棄物産出（排出）が、廃棄

物処理部門における労働 1 単位あたりの廃棄物処理量と等しい場合、生産部門の環境効率性 e の上昇は、生産部門の環境負荷量（廃棄物排出量）を価格評価した tW に影響しない。

- c) 生産部門における労働 1 単位あたりの廃棄物産出（排出）が、廃棄物処理部門における労働 1 単位あたりの廃棄物処理量を下回る場合、生産部門の環境効率性 e の上昇は、生産部門の環境負荷量（廃棄物排出量）を価格評価した tW の減少をもたらす。

となる。

4 主要な諸命題

前節までの分析結果は、以下のような 3 つの命題に要約できる。

命題 1 本稿におけるモデルにおいて、経済成長率（均等利潤率）を一定とすれば、**生産部門の環境効率性の上昇は、**

一般財の生産量	: 増加
廃棄物処理量	: 減少
賃金率（1人当たり消費率）	: 上昇
廃棄物処理価格	: 上昇

の効果を有する。

命題 2 本稿におけるモデルにおいて、**生産部門の環境効率性の上昇は、経済成長率（均等利潤率） $g(=r)$ の上昇の効果に相殺されて、環境負荷量を増加させる可能性がある。**

命題 3 本稿におけるモデルにおいて、経済成長率（均等利潤率）を一定とすれば、生産部門における労働 1 単位あたりの廃棄物産出（排出）が、廃棄物処理部門における労働 1 単位あたりの廃棄物処理量を上回る場

合、生産部門の環境効率性の上昇は、環境負荷額の増加をもたらす。

おわりに

環境効率性は、事業パフォーマンスと環境パフォーマンスの相対的な度合いを示す指標であり、利用目的が適切であれば、きわめて有用な環境経営指標とみなすことが出来る。しかし、**絶対量としての環境負荷の増大を容認し得る指標**ともなってしまう可能性が、本稿の分析により示された。

生態学的な意味での持続可能性 Sustainability を実現するためには、環境容量を超過しない範囲内に環境負荷を抑えることが必須要件である。本稿では考察しなかったが、個別企業が高水準の環境効率性を達しているながら、経済全体の環境負荷は環境容量を超過してしまう状況も大いに考え得ることである。「高い環境効率性は達成した。しかし、経済は減んだ」といったことのないように、環境効率性という概念は、十分慎重に扱うことが必要である。

〈文献〉

- DeSimone, Livio D., and Popoff, Frank (1997): *Eco-Efficiency, the Business Link to Sustainable Development*, WBCSD, MIT Press.
- Verfaillie, Hendrik A., and Bidwell, Robin (2000): *Measuring eco-efficiency: a Guide to Reporting Company Performance*, WBCSD.

Eco-Efficiency and Environmental Capacity

Junya MATSUNAMI

《Abstract》

Eco-efficiency is the indicator of environmental management system in the firm. The definition of that is a relative measure of the economic performances and the environmental performances. But the environmental capacity is an absolute measure. Then a high level in the eco-efficiency could mean a high level in environmental impact.

The purpose of our research is a theoretical analysis of an eco-efficiency and eco-capacity. Our research use the linear joint production system introduced waste disposal technique. We assume the steady-state and the sustainable condition.

The main conclusion of our research is that a high level in the eco-efficiency could mean a high level in environmental impact in some conditions. We should very carefully use an eco-efficiency.