

環境質の評価手法に関する研究

岐阜大学 正会員 森杉壽芳 筑波大学 正会員 大野栄治
 岐阜大学 学生員 清水俊介 岐阜大学 学生員 〇武藤慎一

1. はじめに

国家の政策決定にも大きな影響を与えている現在の国民総生産（GNP）は、環境質変化の影響を正しく表していないため、国連では経済発展と環境保全との調和を目指した新たな指標、環境・経済統合勘定体系（SEEA）を提唱している。これは現行の国民経済計算体系（SNA）の中に、補助的に環境勘定を組み込むことを目的としている。しかし、SEEAの開発においては、環境質に市場価格が存在せず、環境質を貨幣価値で評価できないために困難を伴う場合が多い。

そこで本研究では、環境勘定体系の確立に向け環境質を貨幣価値で評価できるような評価モデルを構築することを目的とする。

2. 環境質変化の効果を捉えるための社会経済モデル

環境質の変化による効果を捉えるために、社会経済に対して以下の仮定をおく。

- ①社会は、I 個の世帯・二つの私的生産企業・交通企業・政府からなる。
- ②私企業はそれぞれ、環境質の変化の影響を受けない合成財（ x_1 ）・影響を受ける財（ x_2 ）を生産する。その生産には、交通サービス（ x_3 ）・土地（ x_4 ）・労働（ x_5 ）を要するとする。
- ③交通以外の財については、完全競争市場であり静学的な意味で長期的に均衡状態であるとする。

世帯 i は予算制約のもとで、効用最大化行動をとるものとする。すなわち、

$$v_i = \max_{x_i} u_i(x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, x_{i4}, x_{i5}, r) \quad (1.a)$$

$$\begin{aligned} \text{s. t. } x_{i1} + p_2 x_{i2} + p_3 x_{i3} \\ + p_4 x_{i4} - p_5 x_{i5} \\ = p_4 \bar{x}_{i4} + \pi_{i1} + \pi_{i2} + s_i - I_i \end{aligned} \quad (1.b)$$

ただし、 $p_1 = 1$ 、 $\bar{x}_{i4}$ ：土地所有量、 r ：環境質、 π_{ij} ：私企業 j の利潤の配分額、 s_i ：環境改善による利潤の配分額、 I_i ：環境改善への投資の負担額。(1.a)式では、質 r により x_{i2} が変化し、それにともない

予算制約を通じて他財の量も変化すると考えている。

(1)式を解くと、各需要関数 x_{ik} は価格ベクトル p と一般化所得 Ω_i と質 r とで書けることがわかるので、間接効用関数は $v_i(p, \Omega_i, r)$ と書ける。

私的生産部門 1, 2 は、利潤最大化行動によりそれぞれ財 1, 財 2 を供給するものとする、それぞれ次のように定式化される。

$$\pi_1 = \max_{y_1} x(y_{11} - \sum_{k \neq 1} p_k y_{1k}) \quad (2.a)$$

$$\text{s. t. } y_{11} = f_1(y_{12}, y_{13}, y_{14}, y_{15}, r) \quad (2.b)$$

$$\pi_2 = \max_{y_2} x(p_2 y_{22} - \sum_{k \neq 2} p_k y_{2k}) \quad (3.a)$$

$$\text{s. t. } y_{22} = f_2(y_{21}, y_{23}, y_{24}, y_{25}, r) \quad (3.b)$$

ただし、 y_{jk} ： j 部門の財 k の産出投入量、 y_j ： j 部門の産出投入量ベクトル、 $f_j(\cdot)$ ： j 部門の生産関数を示す。(2.b)式は、財 1 を供給している一般企業の生産性が、質 r によって向上することを示し、(3.b)式は、財 2 を供給する私的生産部門 2 において、質 r に応じた生産活動が行われていることを示している。

(2),(3)式を(1)式と同様に解くと、その最適解が $y_1(p, r) \cdot y_2(p, r)$ と書けることがわかる。

交通部門は、交通需要を満足するという条件のもとで、費用最小化行動をとるものとする。すなわち、

$$C_3 = \min_z \sum p_k z_k \quad (4.a)$$

$$\text{s. t. } D_3 = g(z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, r) \quad (4.b)$$

ただし、 z_k ：交通部門の財 k の投入量、 z ：交通部門の投入量ベクトル、 $g(\cdot)$ ：生産関数、 D_3 ：総交通需要量を示している。

(4)式も(1)式と同様に解くと、その最適解が $z(p, D_3, r)$ と書けることがわかる。

政府部門は、世帯への課税 $s - I$ を財源として、投資 I を行い、環境質 r をコントロールする。

市場均衡式は次のようになる。

$$\text{財 1: } I + x_1 - y_{11} + y_{21} + z_1 = 0$$

$$\text{財 2: } x_2 + y_{12} - y_{22} + z_2 = 0$$

$$\text{財 3: } x_3 + y_{13} + y_{23} + z_3 \equiv D_3$$

$$\text{財 4: } x_4 + y_{14} + y_{24} + z_4 = \bar{x}_{i4}$$

$$\text{財 5: } -x_5 + y_{15} + y_{25} + z_5 = 0$$

環境改善のための投資を I^A から I^B に変化させ、質を r^A から r^B に変化させたとき、交通部門以外の価格 (p_2, p_4, p_5) および利潤 $\pi_{11} + \pi_{12} + s_1$ が変化し、間接効用関数は $v^A \equiv v(p^A, \Omega^A, r^A)$ から $v^B \equiv v(p^B, \Omega^B, r^B)$ に変化すると考えられる。

3. 便益の計測モデル

便益の定義として等価的偏差 (EV) の概念を拡張する。すなわち、環境改善後の効用水準を維持するという条件のもとに、改善前の状態にとどまるために必要であると個人が考える最小補償額を便益とする。

EV を、先に定式化した世帯の間接効用関数より導いた支出関数を用いて表すと以下ようになる。

$$EV_i = e_i(p^A, v(p^B, \Omega^B, r^B), r^A) - e_i(p^A, v(p^A, \Omega^A, r^A), r^A) \quad (7)$$

効用関数を Gorman 型と仮定し、ロアの定理を用いショートカット理論を応用して、(7)式を変形すると、

$$\begin{aligned} \sum EV \approx & \frac{1}{2} [(\Omega^A_r + \pi^A_{1r} + \pi^A_{2r} - C^A_{3r}) \\ & + (\Omega^B_r + \pi^B_{1r} + \pi^B_{2r} - C^B_{3r})] \Delta r \\ & + [P_3 - \frac{1}{2}(C^A_{3D3} + C^B_{3D3})] \Delta D_3 - I \end{aligned} \quad (8)$$

となる。ただし、社会的純便益を全世帯の純便益とし、近似計算として二次項までテーラー展開している。

(8)式は、質の変化に対する世帯、企業1, 2, 交通企業の限界価値で表されている。そこで、まず世帯の価値 $\Omega_r \Delta r$ に注目して検討する。

$$\Omega^A_r \Delta r \approx \frac{1}{2} \{x_2(p^A, \Omega^A, r^B) - x_2^A\} (p^A_2 - p_2) + E_A \quad (9.a)$$

$$\begin{aligned} E_A = & e(p^A, v(\tilde{p}^A, p^B_2, \Omega^A, r^B), r^A) \\ & - e(p^A, v(\tilde{p}^A, p^A_2, \Omega^A, r^B), r^A) \end{aligned} \quad (9.b)$$

質の変化後 r^B については、(9)式の添字 A を B に換えて同様に变形すればよい。

(9.a)式の第1項は、図・1の影をつけた部分で表され、財2の需要における質の変化に対する消費者余剰の増分を意味する。これは利用者便益と呼ばれている。第2項すなわち(9.b)式は、価格が無限大でもさらに便益を示すもので存在便益と呼ばれている。

企業1, 2, 交通企業の価値 $\pi_{1r} \Delta r, \pi_{2r} \Delta r, C_{3r} \Delta r$ に関しても同様の变形を行えば、 $\Omega_r \Delta r$ に対応した結果が得られる。つまり、 $\pi_{1r} \Delta r$ は企業1における財2の需要関数のシフトにより発生する消費者余剰の増分で測られ、 $\pi_{2r} \Delta r$ は財2を供給している

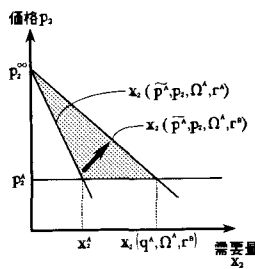
生産者余剰の増分で測られる。 $C_{3r} \Delta r$ は $\pi^A_{1r} \Delta r$ と同様、消費者余剰の増分として測られる。

ところがこの計測法では、需要がゼロになるような非現実的な価格を設定せねばならず、それには多くの困難をともなう。そこで、一般化価格アプローチの概念を拡張し、質向上の便益測定が現実的に行われるような方法を検討する。すなわち、質向上後 r^B の効用を維持するという条件のもとで、 $r^A \rightarrow r^B$ の変化をあきらめるのに必要と消費者が考える財2の価格 p_2 (r^B) を用いて(9)式を変形すると、

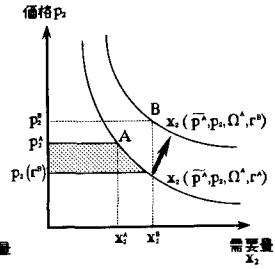
$$\Omega^A_r \Delta r \approx \frac{1}{2} [x_2(p^A, p_2(r^B), \Omega^A, r^A) + x^A_2(r^B) [p^A_2 - p_2]] \quad (10)$$

となり、これは図・2の台形の面積として求められる。

企業の場合は、間接効用関数を利潤関数または費用関数におきかえることによって、この理論はそのまま成立する。



図・1 $\Omega_r \Delta r$ の計測



図・2 一般化価格アプローチによる $\Omega_r \Delta r$ の計測

4. おわりに

本研究では、プロジェクト評価などに適用される費用便益分析の概念を用いて環境の貨幣価値による評価を行った。すなわち、環境の変化によって生じる便益 EV をその環境の価値と定義し、EV は需要関数のシフトにともなって発生する消費者余剰の増分で評価されることがわかった。しかし、環境の変化を的確に表している代理市場を見つけることと、環境質 r として具体的に何をを用いるのかということが課題として残されている。今後はこれらの問題を検討しつつ、具体的に森林や水質といったものを例に挙げて、その評価を行っていこうと考えている。

参考文献

- 森杉壽芳：プロジェクト評価に関する最近の話題，
土木計画学研究・論文集，No.7，pp.1-30，1989。