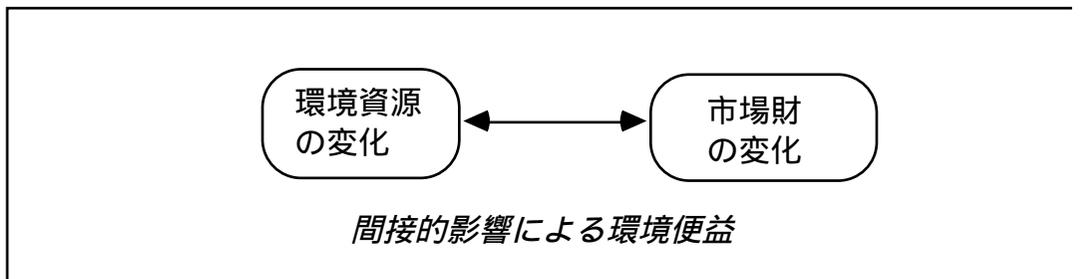


第4章 間接的便益評価モデル：基礎理論

Models for Indirect Benefit Estimation: Basic Theory

報告者：栗山 浩一



- (1) 環境資源が市場財の生産要素となっているケース
- (2) 環境資源が家計内の生産要素となっているケース
- (3) 環境資源が直接的に個人の効用関数のパラメータとなっているケース

生産要素としての環境の質

(ENVIRONMENTAL QUALITY AS A FACTOR INPUT)

生産関数

$$x = x(k, w, \dots, q)$$

費用関数

$$C = C(p_w, p_k, x, q)$$

ただし、 q ：環境の質、 k ：資本量、 w ：労働力、 x ：市場財の数量
 q の変化の影響
(1) x の価格変化を通して消費者へ影響
(2) 生産者へ影響

Figure 4-1

供給曲線が S' から S'' へとシフト

(1) = $p' B F p''$, (2) = $B C F$, (3) = $p'' F A$, (4) = $A F C E$ とする。

消費者余剰増加分 $dCS = (1) + (2)$

生産者余剰増加分 $dPS = (4) + (3) - ((1) + (3)) = (4) - (1)$

総便益増加分 $dB = dCS + dPS = (2) + (4)$

これを計測するには多くの情報が必要。

特殊ケース

(1) q とその他の投入財が完全代替の場合

q の増加により他の投入財が減少... damage function

(2) 製品価格および要素価格が一定の場合

q の増加により利潤または準レントが増大

環境の質に対する個人の効用

(AN INDIVIDUAL'S DEMAND FOR ENVIRONMENTAL QUALITY)

個人の効用最大化問題

$$\text{Max } u = u(\mathbf{X}, q) \quad \text{s.t.} \quad \sum_i p_i \cdot x_i = M$$

ただし、 \mathbf{X} は私的財のベクトル、 q は環境の質、 M は所得。この解は

$$x_i = x_i(\mathbf{P}, M, q)$$

となる。ただし、 \mathbf{P} は価格ベクトル。

個人の支出最小化問題

$$\text{Min} \quad \sum_i p_i \cdot x_i = M \quad \text{s.t.} \quad u(\mathbf{X}, q) = u^0$$

これを解くと支出関数が得られる。

$$e(\mathbf{P}, q, u^0) = M \quad (1)$$

シェパードの補題よりヒックス補償需要が得られる。

$$e|_q = h_i(\mathbf{P}, q, u^0) \quad (1.1)$$

限界支払意志額(MWTP)あるいは限界需要価格 w_q は次で定義される。

$$w_q = - e(\mathbf{P}, q, u^0) / q \quad (2)$$

MWTPは間接効用関数を用いても定義できる。効用および価格を一定として間接効用関数を全微分する

$$\begin{aligned} u &= v(M, \mathbf{P}, q) \\ du &= \frac{v}{M} dM + \frac{v}{q} dq = 0 \quad (2.1)-(2.3) \\ \frac{dM}{dq} &= - \frac{v|_q}{v|_M} \end{aligned}$$

環境の質が q' から q'' へと変化したときの貨幣測度 W は以下で定義される。

$$\begin{aligned}
 W &= - \int_q^q e_q(\mathbf{P}, q, u) dq \\
 &= e(\mathbf{P}, q, u) - e(\mathbf{P}, q, u)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

効用水準によってWは補償余剰CSまたは等価余剰ESとなる。

どのようなときに(2)または(3)を市場価格から計測できるのか？

選好構造と価値の計測

(THE STRUCTURE OF PREFERENCES AND MEASURES OF VALUE)

分離可能性

3種類の市場財が存在する場合を考える。 $u = u(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{Z})$

弱分離可能性(weakly separable)

一つのベクトル内の限界代替率が別のベクトル内の限界代替率とは独立

$$\text{例 } u = v[u^1(\mathbf{X}), u^2(\mathbf{Y}), u^3(\mathbf{Z})]
 \tag{3.2}$$

強分離可能性(strongly separable)

異なるベクトル内でも限界代替率が独立

$$\text{例 } u = v[u^1(\mathbf{X}) + u^2(\mathbf{Y}) + u^3(\mathbf{Z})]
 \tag{3.3}$$

家計内生産フレームワーク(The Household Production Framework)

$$u = u(\mathbf{Z})
 \tag{4}$$

$$z_j = z_j(\mathbf{X}, \mathbf{Q})
 \tag{5}$$

市場財Xと環境財Qをもとに家計がZを生産してそこから効用を得る。

例 X：自動車、Q：森林、Z：レクリエーション地への旅行

個人の効用最大化問題

Max (4) s.t. (5) & 予算制約

この解は次の通り

$$\mathbf{X} = \mathbf{X}(\mathbf{P}_x, \mathbf{Q}, M)
 \tag{5.1}$$

完全補完性 (Perfect Complements)

市場財と環境財が一定の比率でのみ消費されるケース

$$\text{例 } z_1 = \min(x_1/a, q) \quad (5.2)$$

価格が p^* 以下のときは q の MWTP はプラス

Maler (1974) は完全補完性の場合に支出関数および需要価格を計測できることを示した。

弱補完性 (Weak Complements)

以下の2つの条件を満たす場合、弱補完性と呼ばれる。

(1) 私的財 x_1 が非本質財 (non-essential goods) である

$$p_1^* \text{ such that } h_1(p_1^*, q, u^0) = 0 \quad (6.1)$$

(2) 私的財消費量が0のとき MWTP も0となる

$$e(p_1^*, q, u^0) / q = 0 \quad (6.3)$$

厚生計測 (WELFARE MEASURE)

弱補完性の仮定をおくと、環境の質的变化による厚生変化を Figure 4-2 の面積 $BCED$ によって捉えることができる。

STEP1 初期需要曲線のままで価格が p' から p^* へと変化 厚生変化は ABC

STEP2 環境が改善されて需要曲線がシフト、ただし消費量は0なので厚生変化なし

STEP3 もとの価格 p' へ戻す 厚生変化は ADE

したがって、環境改善の厚生変化は $BCED$

数式による表現

環境改善の厚生変化は以下の通り

$$CS_q = W_q = e(p_1, q, u^0) - e(p_1^*, q, u^0) \quad (7)$$

価格変化による厚生変化は

$$CV_q = e(p_1^*, q, u^0) - e(p_1, q, u^0) \quad (\text{STEP1 ABC})$$

$$CV_q = e(p_1^*, q, u^0) - e(p_1, q, u^0) \quad (\text{STEP3 ADE})$$

B C E Dの面積は

$$e(p_1^*, q, u^0) - e(p_1, q, u^0) - e(p_1^*, q, u^0) + e(p_1, q, u^0) \quad (8)$$

弱補完性の仮定より第1項と第3項がキャンセルされる。したがって、

$$W_q = e(p_1, q, u^0) - e(p_1, q, u^0) \quad (8.1)$$

複数財の場合の弱補完性

2種類の市場財と環境財の存在する場合を考える。市場財の補償需要は以下の通り

$$\begin{aligned} h_1 &= h_1(p_1, p_2, q, u^0) \\ h_2 &= h_2(p_2, p_1, q, u^0) \end{aligned} \quad (8.2)$$

環境改善の厚生変化は以下のによって定義される

$$CS = e(p_1, p_2, q, u^0) - (p_1, p_2, q, u^0) \quad (9)$$

最初に p2を固定して p1を変化させ、つぎに p1を固定して p2を変化させることによって、厚生変化を計測する。

$$\begin{aligned} CS &= \int_{p_1}^{p_1^*} h_1(p_1, p_2, q, u^0) dp_1 - \int_{p_1}^{p_1^*} h_1(p_1, p_2, q, u^0) dp_1 \\ &+ \int_{p_2}^{p_2^*} h_2(p_1^*, p_2, q, u^0) dp_2 - \int_{p_2}^{p_2^*} h_2(p_1^*, p_2, q, u^0) dp_2 \end{aligned} \quad (10)$$

これを支出関数を用いて書き直すと以下の通り

$$\begin{aligned} CS &= e(p_1^*, p_2, q, u^0) - (p_1, p_2, q, u^0) \\ &- e(p_1^*, p_2, q, u^0) + (p_1, p_2, q, u^0) \\ &+ e(p_1^*, p_2^*, q, u^0) - (p_1^*, p, q, u^0) \\ &- e(p_1^*, p_2^*, q, u^0) + (p_1^*, p_2, q, u^0) \end{aligned} \quad (10.1)$$

弱補完性の仮定よりいくつかの項がキャンセルされて(9)が得られる。

通常の需要曲線を用いた厚生計測

(WELFARE MEASURES WITH ORDINARY DEMAND FUNCTION)

補償需要曲線の代わりに通常の需要曲線のシフトで厚生変化を計測したときの誤差 (Figure4-3)

$$\%Error = \frac{a+b+c-(b+d)}{b+d}$$

通常の需要は補償需要よりも外側へシフトする (所得効果が存在するため) ため、
c の部分が発生
この誤差はプラスにもマイナスにもなりうる。

弱補完性と家計内生産 (WEAK COMPLEMENTARITY AND HOUSEHOLD PRODUCTION)

家計内生産関数のモデルと弱補完性の関係は？

家計内生産モデルの個人選択問題

$$\text{Max } u(\mathbf{Z}, q) \quad \text{s.t. } \mathbf{Z} = \mathbf{Z}(\mathbf{X}, q) \quad (10.3)$$

このときの支出関数は

$$e(\mathbf{P}, q, u) = \min \{ \mathbf{P} \cdot \mathbf{X} \mid u^0 = u[\mathbf{Z}(\mathbf{X}, q), q] \} \quad (10.4)$$

q の増加は家計内生産 Z の限界費用を低下させ、Z の需要が増大する。このとき、
q の増加によって x も増加するのであれば、弱補完性アプローチと同様に q の増大
による厚生変化を計測できる。

2 つの補償需要曲線の間面積は

$$e(p_1^*, q, u^0) - e(p_1, q, u^0) - e(p_1^*, q, u^0) + e(p_1, q, u^0) \quad (10.5)$$

第 1 項と第 3 項の合計が 0 になれば、これによって厚生変化を計測できる。このための十分条件は

- (A) z の生産には x が不可欠である
 $x_1 = 0 \quad z_1 / q = 0$
- (B) z が 0 のときは q は効用に影響を及ぼさない
 $z_1 = 0 \quad u / q = 0$