

第4章 間接的便益評価モデル：基礎理論 2

Models for Indirect Benefit Estimation: Basic Theory

報告者：栗山 浩一

P113

代替性(Substitutes)

Maler(1974)は q の限界支払意志額 w_q を私的財の価格と私的財と q の限界効用によって表現できることを示した。

$$w_q = - \frac{e}{q} = \dots = p_i \cdot MRS_{q x_i} \quad (11)$$

(11)の証明は、(15)の算出と同様にして得られる。

例えば、(11.1)のような弱分離可能性の効用関数を考えると、 z と q の代替率は x と y からは独立となり、(11.2)で示される。このあと計算を行うと w_q は(12)で示される。

完全代替性(Perfect Substitutes)

完全代替を仮定すると、(12)は $w_q = p_z \cdot c / (1 - c)$ となる。

(11)は q の限界的变化に対しては有効だが、所得効果が存在するため、非限界的变化に対しては正しくない。

一般モデル(General Model)

家計は私的財 y (石炭)と大気の質 q から清潔さ z を生産し、この z と私的財 x (価格1に標準化)を消費するとする。 y と q は代替の関係にある。

$$\begin{aligned} & \text{Max } u[\mathbf{X}, z(y, q)] \\ & \text{s.t. } M - \mathbf{X} - p_y y = 0 \end{aligned}$$

一階の条件より、

$$\begin{aligned} u_x - \lambda &= 0 \\ \frac{u_z}{z} \frac{z}{y} - p_y &= 0 \end{aligned} \quad (13)$$

間接効用関数は、

$$u = v(1, p_y, M, q)$$

効用一定、価格不変として間接効用関数を全微分すると、

$$w_q = -\frac{dM}{dq} = \frac{v/q}{z/q} = \frac{u}{z} \frac{z}{q} \quad (14)$$

(13)を代入すると、

$$w_q = p_y \frac{z/q}{z/y} \quad (15)$$

したがって、家計内生産関数 z がわかれば、この限界価値を計測できる。つぎに、 y^* を派生需要関数(Derived demand function)とすると、

$$z = z(y^*(M, p_y, q), q) \text{となり、微分すると}$$

$$\frac{dz}{dq} = \frac{z}{y} \frac{y^*}{q} + \frac{z}{q} \quad (15.1)$$

これを整理すれば、

$$w_q = p_y \frac{z/q}{z/y} = \frac{u/z}{dq} \frac{dz}{dq} - p_y \frac{y^*}{q} \quad (15.2)$$

q の増加によって y が減少する場合、第一項、第二項ともにプラスとなるため、第二項のみでは過小評価となる。Bartik(1988)は、 z の関数の情報のみの場合でも非限界価値の上限と下限が得られることを示した。

z を初期水準に固定したまま、 q が変化したときのCSは

$$\begin{aligned} CS^* &= e^*(q, z, u^0) - e^*(q, z, u^0) \\ &= \mathbf{X} + p_y y - \mathbf{X} - p_y y \\ &= p_y (y - y) \quad CS \end{aligned} \quad (15.4)(15.5)$$

次に、 q が効用関数の中に直接入っているケース $u[X, z(y, q), q]$ を考えると、(15.6)が得られ、先ほど同様に派生需要関数を代入すると、(15.7)が得られる。この場合も、 q の増加によって y が減少するとすると、全ての項がプラスとなるため、やはり過小評価となる。

弱代替可能性(Weak Substitutability)

Feenberg & Mills(1980)は弱代替可能性の仮定を用いて非限界価値の計測が可能となることを示した。次の2つの条件が成立するとき、環境財 q と市場財 x は弱代替可能性の関係にあるという。

(A) q と x は代替の関係にある

(B) $e / q = 0$ をみたし、かつ市場価格よりも低い価格が存在する

Figure4-4を参照。 q' から q'' へ変化したときの厚生変化は以下の手順で得られる。

- (1) 初期水準 q' のもとで価格 p_1 が 0 まで下落したとする。このときの便益は $0 p_1' B C$
- (2) $p_1 = p^* = 0$ のもとで q'' まで増加。補償需要はシフトするが、経済厚生は不変。
- (3) 価格をもとの価格まで戻す。このときの損失は $0 p_1' A C$ 。したがって、全体の厚生変化は $A B C$ で得られる。

次に、補償需要曲線より下側、価格 p_1' より上側の面積の変化分を A 、 p_1' を choke price とすると、

$$A = [e(q, p_1^*, u^0) - e(q, p_1, u^0)] - [e(q, p_1^*, u^0) - e(q, p_1, u^0)] \quad (15.8)$$

したがって、第一項と第三項が等しい(15.10)と仮定すると、 $A = C S$ となり、弱補完性アプローチと同じ結果が得られる。ただし、(15.10)は代替の関係では考えにくく、 x が 0 でも q の増加によって便益が得られるとすると過小評価となる。

支払意志額の上下限(Bounds on WTP)

補完財の集合 X_c	$h_{c_i} /$	$b > 0$
独立財の集合 X_i	$h_{i_j} /$	$b = 0$
代替財の集合 X_s	$h_{s_k} /$	$b < 0$

ただし、 b は q の仮想価格。Neill(1988)は、このとき次の関係が成立することを示した。

$$\begin{aligned} h_{c_i} / & q > 0 \\ h_{i_j} / & q = 0 \\ h_{s_k} / & q < 0 \end{aligned}$$

補償需要と非補償需要は、以下の関係がある(ただし $J = c, i, s$)。

$$h_{j_i} / q = x_{j_i} / q - w_q x_{j_i} / M$$

これは(15.13)を q で偏微分した(15.14)から直ちに得られる。これを書き換えると、(15.15)となり、分子・分母に p_i をかけると

$$w_q = \frac{E_{ji} / q}{E_{ji} / M} - \frac{H_{ji} / q}{E_{ji} / M} \quad (16)$$

ただし、 $E j_i = p_i x_i$ 、 $H j_i = p_i h_i$ である。したがって、非補償需要で計算したときの誤差が最後の項で示される。上級財であると仮定すると、代替財の場合は過小評価、補完財の場合は過大評価である。逆にいえば、第一項は、代替財の場合は下限、補完財の場合は上限とみなすことができる。独立財であれば誤差は0であるため、独立財の支払額の変化を見れば、厳密な限界支払意志額を算出できる。

適用不可能なケース(Hopeless Case)

qと市場財の間にまったく相互作用が存在しない場合、市場データからqの価値を計測できない。例えば、Cobb-Douglas効用関数およびCES効用関数などの強分離可能性の効用関数の場合、限界代替率が他の変数から独立となってしまうため、計測不可能である。

ヘドニック価格とqの価値(Hedonic Prices and the Value of q)

各地域で環境の質qが異なる場合、市場財の価格に影響を及ぼすことがある。例えば、消費者は住居地を決定するときに、大気汚染の状況を考慮するであろう。このように、環境特性と市場財の価格との関係を推定するのがヘドニック法である。

Yを製品のクラスとし、Yは特性Qによって表現されるとする。

$Q = q_1, \dots, q_n$ 製品Yの特性

$y_i = y_i(q_{i1}, \dots, q_{in})$ q_{ij} は製品Yのモデル y_i の特性jの数量
ヘドニック価格関数は、以下で示される。

$p_{yi} = p_y(q_{i1}, \dots, q_{in})$

Rosen(1974)は消費者がYを1単位のみ消費するケースを考察した。

$$\begin{aligned} \text{Max } u &= u(X, Q) = u(M - p_y, q_{i1}, \dots, q_{ij}, \dots, q_{in}) & (18)(19) \\ \text{s.t. } & M - p_y - X = 0 \end{aligned}$$

$$\text{一階の条件より、} \frac{u/q_j}{u/X} = p_y/q_j \quad (20)$$

これは、 q_j の限界支払意志額は q_j の限界費用に等しいことを意味する。次に、特性j以外を固定し、(19)を価格について解くと無差別曲線あるいは付根曲線(bid curve)が得られる。

$$B_j = B_j(q_j, Q^*, u^*) \quad (20.1)$$

Figure4-5は、付根曲線(B)とヘドニック価格曲線(p_y)の関係を示している。同様にして、企業の利潤関数最大化から、企業のオプファー曲線(offer curve)が得られる。

$$C_j = C_j(q_j, Q^*, \pi^*) \quad (20.2)$$

Figure4-6はオプファー曲線 (C) とヘドニック価格曲線 (p_y) の関係を示している。このように、ヘドニック価格関数は、付根曲線とオプファー曲線のenvelope curveとして表現される。限界潜在価格関数(marginal implicit price function)は、

$$p_y / q_j = p_{q_j}(q_{i_1}, \dots, q_{ij}, \dots, q_{i_n}) \quad (21)$$

これは q_j のみが一単位増加したときに支払額がどれだけ増加するかを示している。もし、(17)が線形であれば、(21)は定数となる。

$$\text{非補償逆需要関数} \quad b_{ij}^* = b_{ij}^*(q_j, P, M - p_y) \quad (21.1)$$

$$\text{補償逆重要関数} \quad b_{ij} = b_{ij}(q_j, P, u^*) \quad (21.2)$$

Figure4-7を参照。ある状況下では、補償逆需要関数を推定可能。例えば、潜在価格関数が線形の場合 (?) や、消費者がすべて同一の場合は推定可能。Rosen (1974)は通常の識別問題と同様にして、単一市場のデータから逆需要関数を推定可能と主張したが、今日ではこれは間違いであることが知られている (例えば、Brow & Rosen(1984)を参照)。

解決方法

(1)複数の市場でヘドニック価格関数を推定してから、逆需要関数を推定する。(2)効用関数に特定の関数形を仮定する。

家計内生産モデル再考(The Household Production Model Again)

これまでのモデルは家計内生産モデルの特殊ケースとして解釈できる。掘(1975)は、一般的なケースにおいて、家計内生産関数の情報があれば、MRTを計算できることを示した。均衡状態においては $MRS = MRT$ であることを用いれば、 z の価値を計算できる。

ただし、実際に掘のモデルを適用したときに利点があるかは意見が分かれている。例えば、Smith(1979)は以下のモデル (非結合生産モデル) を考察した。

$$\begin{aligned} z_1 &= z_1(x_1, \dots, x_s, q_1) \\ z_2 &= z_2(x_{s+1}, \dots, x_t, q_2) \\ &\dots \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} z_m &= z_m(x_v, \dots, x_n, q_m) \\ u &= u(z_1, \dots, z_m) \end{aligned} \quad (24)$$

掘によれば、 q の数量、 x の需要関数、および z の関数形がわかれば、 z の価値を計測できる。(23)を(24)に代入すると、

$$u = u[z_1(x_1, \dots, x_s, q_1); z_2(x_{s+1}, \dots, x_t, q_2), \dots] \quad (24.1)$$

となり、弱分離可能な効用関数となるため、例えば、 x_1 と q_1 の MRS は他の要素の数量 (q_2 など) とは独立である。前述のように、 q_1 の $MWTP$ はこの MRS によって表現可能。一方、この MRS は家計内生産関数の MRT に等しいか

ら、結局、この結合生産のない家計内生産モデルと弱分離可能効用関数モデルはまったく同じである。

掘のモデルを適用するためには、家計内生産関数の情報が必要であるが、Pollack & Wachter(1975)やBockstal and McConnell(1983)は家計内生産関数を推定困難であることを示している。

離散型選択モデルと価値の計測(DISCRETE CHOICE MODEL AND MEASURES OF VALUE)

消費者は、いくつかの財の中から一つだけ選択するとすると、

$$u_i = u(M - p_i, y_i, \mathbf{C}) \quad (24.2)$$

ただし、 y_i は選択した財、 p_i はその価格、 $X = M - p_i$ はニュメレール財、 \mathbf{C} は個人特性パラメータ。効用関数の全体は推定できないが、一部分のみ推定可能とすると、

$$u_i = v(M - p_i, y_i, \mathbf{C}) + \epsilon_i \quad (25)$$

このとき、 y_i が選択される確率は、

$$\Pr(y_i) = \Pr[v(M - p_i, y_i, \mathbf{C}) + \epsilon_i > v(M - p_j, y_j, \mathbf{C}) + \epsilon_j] \quad (25.1)$$

McFadden(1973)のロジットモデルでは、この確率は以下で示される。

$$\Pr(y_i) = \frac{e^{v(M-p_i, y_i, \mathbf{C})}}{e^{v(M-p_i, y_i, \mathbf{C})} + \sum_{j \neq i} e^{v(M-p_j, y_j, \mathbf{C})}} = \frac{1}{1 + \sum_{j \neq i} e^{-v_{ij}}} \quad (26)$$

ただし、 $v_{ij} = v_i - v_j$ である。

ロジットモデルでは、個人の選好に対していくつかの制約が課されている。最も重要なものはIIA (Independence of Irrelevant Alternatives)である。 i と k の選択される確率の比率は、

$$\frac{\Pr(y_i)}{\Pr(y_k)} = \frac{e^{v(M-p_i, y_i, \mathbf{C})}}{e^{v(M-p_k, y_k, \mathbf{C})}} \quad (26.1)$$

以下省略