

## 参照点依存型選好による環境評価に関する考察

林 山 泰 久\*

(東北大学大学院経済学研究科教授)

奥 山 忠 裕\*\*

(政策研究大学院大学助手)

## 1. はじめに

厚生経済学に基づく事業評価手法では、個人の効用が財もしくは社会資本の絶対量から決定される絶対評価基準を仮定している。そのため、実験経済学やポスト期待効用理論において、検証が進められている選好の変則性に対応した事業評価を検証・実施することができないのが現状である。

選好の変則性に関する研究成果の一つとして、実験経済学では、個人の効用（価値）は自身の（財）消費と何らかの比較対象（参照点）との比較から得られるという相対評価基準によって決定されているという実証結果を報告している。相対評価に基づく選好関係を相対評価型選好といい、絶対評価型選好の仮定では、説明が困難な確率に関する選好関係の定式化やアンケート調査時の質問内容の構成（フレーム）によって、評価値が異なるフレーミング効果などの分析手段として、ポスト期待効用理論や評価論の分野で注目されている。公共事業評価においては、例えば、集中豪雨や地震といったリスクに関連した公共投資の必要性を社会がどのように認識しているか、また、その認識をどのように公共事業評価に反映させるかを考察する上でも、相対評価型選好に関連した研究は不可欠である。

実験経済学の分野において、Kahneman and Tversky (1979) は、個人の効用（価値）が何らかの参照点と比較した相対評価基準から得られることを示し、個人の相対評価が利得にある場合は凹、損失にある場合は凸関数になるという特性を検証した。このような参照点との比較から価値が発生する選好関係を参照点依存型選好 (Reference Dependant Preference) という。Kahneman and Tversky (1979) らの研究を背景に、マーケティング・リサーチの分野では、Sherif (1963) の Assimilation Contrast Theory, Helson (1964) の Adaptation Level Theory から、Winter (1986) が参照価格モデル (Reference Price Model) を提唱し、Lattin and Bucklin (1989), Greenleaf (1995) などによって、ブランド品の購買行動の分析が行われている。なお、Putler (1992) は消費の意思決定に関する理論的背景が無かったこれら一連の研究に対し、伝統的経済理論における効用最大化行動の観点から理論的解説を与えた唯一の研究である。一方、環境評価論では、Tversky and Kahneman (1981) によるフレーミング効果 (Framing Effect), Kahneman, Knetsch and Thaler (1990) の所有効果 (Endowment Effect) 等が参照点依存型選好から

\* 1962年生まれ。1993年東京工業大学大学院理工学研究科博士後期課程卒業。(財)計量計画研究所研究員(1987-91)、東京工業大学助手(1993-97)、東北大学大学院経済学研究科助教授(1997-2004)を経て現職。この間、カリフォルニア大学バークレー校客員研究員(2003-04年)。博士(工学)。専門は、環境経済学、土木計画学。

\*\* 1977年生まれ。2006年東北大学大学院経済学研究科博士後期課程卒業。2005年より現職。博士(経済学)。専門は、環境経済学、文化経済学。

発生するバイアスとして挙げられ、その検証が行われている。

相対評価に関する既存研究では、実験経済による個人の選好・価値評価の分析、財購入時の消費者の意思決定が行われているものの、参照点依存型選好を仮定した厚生（便益）計測理論に関するモデルはほとんど存在しない。そのため、本研究では、参照点依存型選好を考慮した便益評価理論に関する分析を行うものとする。ここで、個人の評価基準が絶対評価か、相対評価か、という問題について、相対評価は比較対象がある場合にのみ、検証される現象であるということに注意しなければならない。現実的には、比較対象がない財・社会資本については、通常の絶対評価型選好を仮定することが自然と考えられる。

そこで、本研究では、個人の効用関数に絶対評価基準と相対評価基準を併用した効用関数を構築し、相対評価型選好を考慮した等価の変分および補償的変分概念を定義、伝統的経済理論との差異について分析する。次に、相対評価を考慮した環境質の便益を定義し、数値シミュレーションによって、相対評価が変化した場合、フレーミング効果などの既存研究の論点を反映しているか、について検証する。

## 2. 参照点依存型選好を考慮した消費者行動の基礎理論

### 2.1. 参照点依存型選好の定式化

ここでは、Putler (1992) による理論的な解析をもとに、個人の相対評価を定式化する。環境質を  $q$ 、参照点を  $q^{ref}$  とする。本研究では、個人が現在の環境質  $q$  と参照点  $q^{ref}$  との比較をその「差分」によって行うものと仮定する。また、比較とは、個人にとって、現在の環境質の水準が参照点を上回れば利得、等しければゼロ、および下回れば損失にあるという判断が下されることを意味するものとする。

個人の第  $i$  環境質に対する相対評価が利得にある場合、その限界的利得(Marginal Gain)を  $g$  とし、式(1)として表現する。同様に、損失にある場合を限界的損失 (Marginal Loss)  $l$  とし、式(2)として表現する。さらに、第  $i$  環境質および個人の参照点はすでに決定されていることから、第  $i$  環境質の比較について個人が利得・損失を同時に経験することはないことに注意すると、環境質の相対評価が利得もしくはゼロにある場合を  $I = 1$ 、損失にある場合を  $I = 0$  なる関数によって表現し、式(3)として定義する。

$$g = I(q - q^{ref}) \quad (1)$$

$$l = (1 - I)(q^{ref} - q) \quad (2)$$

$$I = \begin{cases} 1, & q \geq q^{ref} \\ 0, & q < q^{ref} \end{cases} \quad (3)$$

式(1)―式(3)は、環境質  $q$  が参照点  $q^{ref}$  を上回った場合、相対評価が利得  $g$  にあり、下回った場合、相対評価が損失にあることを示している。なお、 $q - q^{ref}$  の場合は  $I = 1$  に含め、個人の相対評価はゼロとなることを意味する。次に、利得・損失に対する評価  $E(\cdot)$  を式(4)として表現し、式(5)を条件として与える。式(4)は個人の相対評価が利得にある場合は  $E_g(\cdot)$ 、損失にある場合は  $E_l(\cdot)$  なる利得・損失に対する個人の評価を表現した関数である。また、式(5)は個人の相対評価がゼロに近づいた場合、評価  $E(\cdot)$  もゼロとなること示す条件である。

$$E(g, l) = \begin{cases} E_g(g), q > q^{ref} \\ 0, q = q^{ref} \\ E_l(l), q < q^{ref} \end{cases} \quad (4)$$

$$E_g(g) > 0, \lim_{g \rightarrow 0} E_g(g) = 0, E_l(l) > 0, \lim_{l \rightarrow 0} E_l(l) = 0 \quad (5)$$

次に、個人がレクリエーション活動等により相対評価  $E(\cdot)$  なる環境質を  $x_z$  単位需要した際、ある相対評価  $E(\cdot)$  のもとで、 $x_z$  単位の財需要から個人が得る総評価値は  $x_z E(\cdot)$  となる。利得および損失の双方の場合に対し、環境質の利用から得られる総利得を  $G$ 、総損失を  $L$  とし、式(6)として表現する。

$$G = x_z E_g(\cdot), L = x_z E_l(\cdot) \quad (6)$$

## 2.2. 効用関数の定式化と微分条件

合成財  $x_c$  および式(6)から参照点依存型選好を考慮した効用関数の一般形を式(7)として定義する。なお、 $\mathbf{x} = (x_c, x_z)$  である。次に、 $i \neq j$  とし、式(5)として表現された効用関数に関する微分条件を式(8)および式(9)として与える。

$$U \equiv u(\mathbf{x}, q, G, L) \quad (7)$$

$$\partial U / \partial x_i > 0, \partial^2 U / \partial x_i^2 \leq 0, \partial^2 U / \partial x_i x_j \leq 0, \partial U / \partial q > 0, \partial^2 U / \partial q^2 \leq 0, \partial^2 U / \partial x_i \partial q \geq 0 \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \partial U / \partial G < 0, \partial^2 U / \partial G^2 \geq 0, \partial^2 U / \partial x_i \partial G \geq 0, \partial^2 U / \partial q \partial G \geq 0 \\ , \partial U / \partial L < 0, \partial^2 U / \partial L^2 \geq 0, \partial^2 U / \partial x_i \partial L \leq 0, \partial^2 U / \partial q \partial L \leq 0 \end{aligned} \quad (9)$$

式(8)は伝統的経済学における私的財および環境質に関する微分条件であり、式(9)は Kahneman and Tversky (1979) によって実証された効用関数が損失領域で凸関数になるという損失回避 (Loss Aversion) の概念に基づいた微分条件である。また、式(7)の効用関数の変数は、絶対評価に基づいた  $(x_c, x_z, q)$  および相対評価に基づいた  $(G, L)$  に分類される。すなわち、式(7)は個人が絶対評価基準もしくは相対評価基準の双方から得られる効用水準を考慮し、財消費に関する意思決定を行う消費者を想定している。なお、個人の相対評価が損失にある場合、財消費から得られる効用を考慮しても、効用水準が負の値をとる場合が考えられる。この点については、今後の課題とし、本研究では、絶対評価および相対評価から得られる総効用水準が常に正の領域にある範囲において考察を行うものとする。

## 2.3. 消費者行動モデル

個人の所得水準を  $y$ 、価格ベクトルを  $\mathbf{p} = (p_c, p_z)$  とすると個人の予算制約条件  $y = \mathbf{p}\mathbf{x}'$  および式(7)から効用最大化問題が式(10)として定義される。効用最大化問題を解くことによって、第  $i$  財に対するマーシャルの需要関数  $x_i^m(\cdot)$  が式(11)として得られ、式(11)を目的関数に代入することによって、間接効用関数  $V(\cdot)$  が式(12)として得られる。さらに、間接効用関数を所得について解くことによって、支出関数  $e(\cdot)$  が式(13)として得られる。なお、需要関数および間接効用関数に式(14)として定式化されるロアの恒等式が成立しているものとする。

$$\underset{x}{Max} u(x, q, G, L) \quad s.t. y = px' \tag{10}$$

$$x_i^m = x_i^m(p, q, g, l, y), i = c, z \tag{11}$$

$$V = v(p, q, g, l, y) \tag{12}$$

$$y = e(p, U, q, g, l) \tag{13}$$

$$-(\partial V / \partial p_i) / (\partial V / \partial y) = x_i^m(\cdot) \tag{14}$$

次に、効用最大化問題の双対問題として費用最小化問題を式(15)として定義する。費用最小化問題を解くことによって第*i*財に対するヒックスの補償需要関数 $x_i^h(\cdot)$ が式(16)として得られる。さらに、ヒックスの補償需要関数を目的関数に代入することによって支出関数が式(13)として得られる。

$$\underset{x}{Min} px' \quad s.t. \bar{U} = u(x, q, G, L) \tag{15}$$

$$x_i^h = x_i^h(p, U, q, g, l) \tag{16}$$

$$y = p_c x_c^h(\cdot) + p_z x_z^h(\cdot) = e(p, U, q, g, l) \tag{13} \text{ [再掲]}$$

#### 2.4. 相対評価と最適消費水準

ここでは、環境水準の変化が財の代替関係に及ぼす影響について解説する。まず、式(7)によって定義された効用関数を第*i*財について微分することによって式(17)が得られる。次に、財の最適消費水準を $x_z^*$ とする。この時、式(8)および式(9)から、個人の相対評価が利得、損失およびゼロにある場合、効用の限界代替率の関係が式(18)として表現される。

$$U_z = \frac{\partial U}{\partial x_z} \Big|_{x=\bar{x}_z} = \frac{\partial u(\cdot)}{\partial x_z} + IE_g(\cdot) \frac{\partial u(\cdot)}{\partial G} \frac{\partial H(\cdot)}{\partial x_z} + (1-I)E_l(\cdot) \frac{\partial u(\cdot)}{\partial L} \frac{\partial H(\cdot)}{\partial x_z} \tag{17}$$

$$= u_z + IE_g(\cdot)u_{z,G} + (1-I)E_l(\cdot)u_{z,L}$$

$$\frac{u_z + E_l(\cdot)u_{z,L}}{U_c} < \frac{u_z}{U_c} < \frac{u_z + E_g(\cdot)u_{z,G}}{U_c} \tag{18}$$

ここで、 $U_c = \partial U / \partial x_c$ である。次に、Putler(1992)から相対評価と財需要量の関係について考察する。相対評価がゼロにある場合の効用水準を $U^0$ 、財配分を $(x_c^0, x_z^0)$ とする。相対評価が利得にある場合の効用水準を $U^G$ 、財配分を $(x_c^G, x_z^G)$ 、損失にある場合の効用水準を $U^L$ 、財配分を $(x_c^L, x_z^L)$ とする。この時、式(18)から $(x_c^0, x_z^0)$ における限界効用の大小を図1.として示す。図1.は相対評価が利得にある場合、環境質と弱補完関係にある財の需要量は、相対評価がゼロの場合の財配分よりも大きく $(x_z^G > x_z^0)$ 、また、相対評価が損失にある場合、ゼロの場合の財配分よりも小さくなる $(x_z^0 > x_z^L)$ ことを示している。

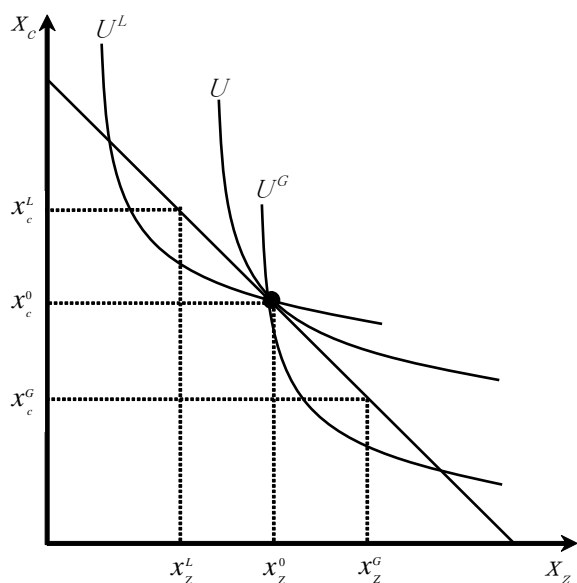


図 1. 無差別曲線分析

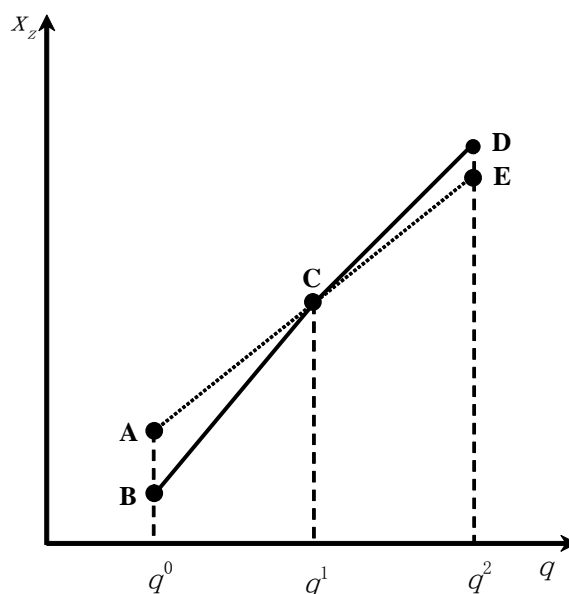


図 2. 環境質と需要量の変化

図 1. から、参照点  $q^{ref}$  を一定とし、環境質の変化によって、相対評価が損失から利得へと変化した場合における需要量の変化を分析したものが図 2. である。初期に、環境質が  $q^0$  なる水準にあるものとし、環境質と参照点が等しい場合、財消費量と環境質のベクトルは A 点にあるものとする、第  $i$  環境質が参照点よりも低い水準にあったならば、財消費量は A 点よりも低い B 点にあることになる。次に、環境水準が上昇し、 $q^1$  において  $q^{ref} = q^1$  となり、それを C 点とする。参照点  $q^{ref}$  は一定であるから、さらに環境水準が上昇し、 $q^2$  となった場合、個人の相対評価は利得にあり、財と環境質の組み合わせは D 点となる。環境質と参照点が等しい点を E 点とすると、環境質が  $q^0$  から  $q^2$  に変化した場合、参照点が一定値をとり、かつ  $q^1$  において相対評価がゼロ水準にあるものとする、需要関数は B 点から C 点を通り、D 点へと至る関数となる。なお、C 点において kink する形状となる場合があることに注意されたい。

## 2.5. 限界的利得・損失に関する微分条件

本節では、限界的利得  $g$  および損失  $l$  に関する微分条件について考察する。第  $i$  財のマーシャルの需要関数が第  $i$  環境質の相対評価と弱補完的な関係にあった場合、限界的利得の上昇は第  $i$  環境質の需要量を上昇させ、限界的損失の上昇は第  $i$  環境質の需要量を減少させることとなる。また、式(9)から効用関数における総利得に関する二階の微分条件が非正、総損失に関する二階の微分条件が非負であることを考慮すると、マーシャルの需要関数における二階の微分条件として、限界的利得に関する微分条件は非正、限界的損失に関する微分条件は非負を仮定し、式(19)として与える。

次に、各財は代替的な関係にあるものとし、式(20)を仮定する。さらに、効用関数の微分条件、式(12)および式(19)から、間接効用関数の一階の微分条件が式(21)として与えられ、二階の微分条件を式(22)として仮定する。さらに、一般的に、 $\partial V / \partial y > 0$  であること、また、式(21)および式(22)から支出関数に関する微分条件が式(23)として与えられる。

$$\partial x_i^m / \partial g > 0, \partial^2 x_i^m / \partial g^2 \leq 0, \partial x_i^m / \partial l < 0, \partial^2 x_i^m / \partial l^2 \geq 0 \quad (19)$$

$$\partial x_i^m / \partial g \leq 0, \partial^2 x_i^m / \partial g^2 \leq 0, \partial x_i^m / \partial l \geq 0, \partial^2 x_i^m / \partial l^2 \geq 0 \quad (20)$$

$$\partial V / \partial g > 0, \partial V / \partial l < 0 \quad (21)$$

$$\partial^2 V / \partial g^2 \leq 0, \partial^2 V / \partial l^2 \geq 0 \quad (22)$$

$$\partial y / \partial g < 0, \partial^2 y / \partial g^2 \geq 0, \partial y / \partial l > 0, \partial^2 y / \partial l^2 \leq 0 \quad (23)$$

### 3. 参照点依存型選好を考慮した便益定義と厚生測度に与える影響

#### 3.1. プロジェクト有無における効用水準の表現

まず、プロジェクト有無における相対評価の変化を  $g^s, l^s, G^s, L^s$  として表記し、 $s = wo$  の場合がプロジェクト無し、 $s = w$  の場合がプロジェクト有りの相対評価の水準を示すものとする。なお、相対評価は、プロジェクトの有無において、①損失（利得）から利得（損失）、②利得（損失）からゼロ、③ゼロから利得（損失）、④利得（損失）内における変化、といった幾つかの場合が考えられるものの、本研究においては、 $(g^s, l^s), (G^s, L^s)$  によってプロジェクトの有無における相対評価の任意の状態を示すものとする。以上の設定から、相対評価が利得にある場合の効用水準が式(24)、損失にある場合が式(25)、ゼロの場合が式(26)として表現される。

$$U^s = u(x^s, q^s, G^s, 0) = U_g^s \quad (24)$$

$$U^s = u(x^s, q^s, 0, L^s) = U_l^s \quad (25)$$

$$U^s = u(x^s, q^s, 0, 0) = U_0^s \quad (26)$$

#### 3.2. 相対評価型選好を考慮した EV・CV の定式化

参照点依存型選好を考慮した便益を等価的変分 (Equivalent Valuation ; 以下、EV と略す) および補償的変分 (Compensating Valuation ; 以下、CV と略す) の概念によって定義する。まず、EV の概念を用いた相対評価を考慮した便益定義について考察する。通常、EV はプロジェクト無しの効用水準に対し、EV 分の所得を追加することによってプロジェクト有りの効用水準を達成することができる所得の変分と定義され、間接効用関数を用いることによって式(27)、支出関数を用いることによって式(28)として定義される。

$$V^m = V(x^{wo}, q^{wo}, g^{wo}, l^{wo}, y^{wo} + EV) \quad (27)$$

$$EV = e(p^{wo}, U^w, q^{wo}, g^{wo}, l^{wo}) - e(p^{wo}, U^{wo}, q^{wo}, g^{wo}, l^{wo}) \quad (28)$$

式(27)および式(28)として定義された EV は相対評価を考慮したプロジェクト無しにおける効用水準に対し、EV 分の追加的な所得を加えることによって相対評価を考慮したプロジェクト有りの効用水準を達成することが可能な支出の増分として定義されている。

次に、CV はプロジェクト有りの効用水準から CV 分の所得を控除することによって、プロジェクト無しの効用水準を達成することが可能な所得の変分と定義されている。式(12)として表現された間接効用関数を用いることによって、CV は式(29)として定義され、式(13)として表現された支出関数を用いることによって、CV は式(30)として定義される。

$$V^{wo} = V(p^w, q^w, g^w, l^w, y^w - CV) \quad (29)$$

$$CV = e(p^w, U^w, q^w, g^w, l^w) - e(p^w, U^{wo}, q^w, g^w, l^w) \quad (30)$$

ここで、式(29)および式(30)として定義された  $CV$  は相対評価を考慮したプロジェクト有りにおける効用水準から  $CV$  分の所得を控除することによって相対評価を考慮したプロジェクト有りの効用水準を達成することが可能な支出の増分として定義されている。

### 3.3. 相対評価と厚生測度の大小

本節では、環境改善事業を想定し、相対評価の変化が便益値に与える影響を考察する。 $EV$ ,  $CV$  の各厚生測度について、①プロジェクト無し相対評価がゼロ、プロジェクト有りにおいて利得、損失、ゼロとなる場合、②プロジェクト有り相対評価がゼロ、プロジェクト無しにおいて利得、損失、ゼロとなる場合の二つのケースについて考察する。なお、相対評価の水準に関わらず、プロジェクト有りの効用水準はプロジェクト無しよりも大きくなることを仮定し、式(31)として表現する。

$$U_l^w > U_g^{wo} \quad (31)$$

#### ①プロジェクト無し相対評価がゼロ、プロジェクト有りにおいて利得、損失、ゼロとなる場合

環境改善事業を想定しているにも関わらず、プロジェクト有りにおいて相対評価が損失にあるとはいささか奇異に感じるかもしれないが、現在、プロジェクトの有無における参照点の変化については言及していないことから、このケースの存在を仮定する。

まず、プロジェクト無しにおいて、相対評価がゼロの場合の間接効用水準を  $V_0^{wo}$  とし、プロジェクト有りにおいて環境質の相対評価がゼロの場合の便益 ( $EV_0$ ) を式(32)、プロジェクト有りにおいて利得にある場合 ( $EV_g^w$ ) を式(33)、プロジェクト有りにおいて損失にある場合 ( $EV_l^w$ ) を式(34)として表現する。さらに、式(32)–式(34)は、左辺が  $V_0^w$  であり、かつ環境改善事業の場合、 $\partial V / \partial l < 0$  であることから、式(35)が成立する。

$$V_0^w = V(x^{wo}, q^{wo}, 0, 0, y^{wo} + EV_0) \quad (32)$$

$$V_0^w = V(x^{wo}, q^{wo}, g^{wo}, 0, y^{wo} + EV_g^w) \quad (33)$$

$$V_0^w = V(x^{wo}, q^{wo}, 0, l^{wo}, y^{wo} + EV_l^w) \quad (34)$$

$$EV_g^w > EV_0 > EV_l^w \quad (35)$$

式(35)はプロジェクト有りにおける相対評価が損失にある場合よりも、ゼロにある方が大きく、ゼロよりも利得にある場合の方が大きいことを示している。これはプロジェクト無しにおける効用水準が全て等しいことから、プロジェクト有りにおける相対評価が高い（利得が大きい）ほど、プロジェクトの評価値が大きくなることを意味している。

次に、補償的変分について議論を行う。まず、プロジェクト無し相対評価はゼロにあるものとし、プロジェクト有りにおいて環境質の相対評価がゼロの場合 ( $CV_0$ ) を式(36)、プロジェクト有りにおいて利得にある場合 ( $CV_g^w$ ) を式(37)、プロジェクト有りにおいて損失にある場合 ( $CV_l^w$ ) を式(38)として表現する。ここで、各式において左辺が等しいこと、および  $V_g^s > V_0^s > V_l^s$  であることから、式(39)が成立する。

$EV$  と同様に、式(39)はプロジェクト有りにおける相対評価が異なる場合、利得にある場合がゼロにある場合よりも大きく、ゼロにある場合は損失にある場合よりも大きいことを示している。

$$V_0^{wo} = V(p^w, q^w, g^w, l^w, y^w - CV_0) \quad (36)$$

$$V_0^{wo} = V(p^w, q^w, g^w, 0, y^w - CV_g^w) \quad (37)$$

$$V_0^{wo} = V(p^w, q^w, 0, l^w, y^w - CV_l^w) \quad (38)$$

$$CV_g^w > CV_0^w > CV_l^w \quad (39)$$

②プロジェクト有りの相対評価がゼロ、プロジェクト無しにおいて利得、損失、ゼロとなる場合

次に、プロジェクト有りにおいて相対評価はゼロに調整されることを仮定する。プロジェクト無しにおいて相対評価が利得にある場合( $EV_g^{wo}$ )を式(40)、損失にある場合( $EV_l^{wo}$ )を式(41)とすると、右辺において、 $V_g^{wo} > V_0^{wo} > V_l^{wo}$ であることから式(42)が成立する。なお、ゼロになる場合は式(32)に等しい。

$$V_g^w = V(x^{wo}, q^{wo}, 0, 0, y^{wo} + EV_g^{wo}) \quad (40)$$

$$V_l^w = V(x^{wo}, q^{wo}, 0, l^{wo}, y^{wo} + EV_l^{wo}) \quad (41)$$

$$EV_l^{wo} > EV_0 > EV_g^{wo} \quad (42)$$

式(42)から、プロジェクト無しにおける相対評価が利得にあった場合よりもゼロの場合の方が評価値は大きく、また、ゼロにあった場合よりも損失にあった場合の方が大きい。これは、プロジェクト有りにおける支出量がすべて等しいことから、プロジェクト無しにおける相対評価が低い（損失にある）ほど、プロジェクトの評価値が大きくなることを示している。

次に、補償的変分について考察する。プロジェクト無しにおいて相対評価が利得にある場合( $CV_g^{wo}$ )を式(43)、損失にある場合( $CV_l^{wo}$ )を式(44)として表現すると、 $V_g^{wo} > V_0^{wo} > V_l^{wo}$ から式(45)が成立する。

$$V_g^{wo} = V(p^w, q^w, 0, 0, y^w - CV_g^{wo}) \quad (43)$$

$$V_l^{wo} = V(p^w, q^w, 0, 0, y^w - CV_l^{wo}) \quad (44)$$

$$CV_l^{wo} > CV_0^{wo} > CV_g^{wo} \quad (45)$$

したがって、 $EV_0, CV_0$ を $B_0$ 、①の場合の $EV_g^w, CV_g^w$ を $B_g^w$ 、 $EV_l^w, CV_l^w$ を $B_l^w$ 、②の場合の $EV_g^{wo}, CV_g^{wo}$ を $B_g^{wo}$ 、 $EV_l^{wo}, CV_l^{wo}$ を $B_l^{wo}$ とすると、①の場合は式(46)、②の場合は式(47)が成立する。

$$B_g^w > B_0 > B_l^w \quad (46)$$

$$B_l^{wo} > B_0 > B_g^{wo} \quad (47)$$

式(46)および式(47)はプロジェクト有無における相対評価に関する効用水準の差が大きい場合ほど、便益が大きくなることを示している。つまり、プロジェクト評価において、個人の相対評価が損失→利得に変化する場合の便益が最も大きく、他方、利得→損失に変化する場合の便益が最も小さくなることを意味している。便益が最小値をとる場合は、プロジェクトの変更や過大評価を生む情報提供によって、プロジェクト有りにおいて完成した社会資本に対する相対評価が損失となった場合、プロジェクトの評価値が低くなることを指摘している。



## 4. 相対評価を考慮した環境質の総価値の定義と数値シミュレーション

### 4.1. 環境質の便益定義

本節では、林山ほか (1999) に従い、 $EV \cdot CV$  をもとに環境質の便益定義を行う。まず、 $EV$  について考察する。式(28)として定義された  $EV$  は環境質の変化から得られる便益を表現する式(48)、価格変化から得られる便益を表現する式(49)、所得変化から得られる便益を表現する式(50)として加法分離される。

$$EV = \left[ e(p^{wo}, U^w, q^{wo}, g^{wo}, l^{wo}) - e(p^{wo}, U^{wo}, q^{wo}, g^{wo}, l^{wo}) \right] \quad (28)[再掲]$$

$$= \left[ e(p^{wo}, U^w, q^{wo}, g^{wo}, l^{wo}) - e(p^{wo}, U^w, q^w, g^w, l^w) \right] \quad (48)$$

$$+ \left[ e(p^{wo}, U^w, q^w, g^w, l^w) - e(p^w, U^w, q^w, g^w, l^w) \right] \quad (49)$$

$$+ \left[ e(p^w, U^w, q^w, g^w, l^w) - e(p^{wo}, U^{wo}, q^{wo}, g^{wo}, l^{wo}) \right] \quad (50)$$

式(48)は価格および効用水準を一定とし、環境質および環境質の変化に伴う利得・損失の変化に対する支出量の差分であることから環境質の絶対量の変化および相対評価の変化を考慮した環境質の便益の定義であると考えられる。次に、式(49)は他の変数を一定とし、価格水準の変化に対する支出量の差分であることから価格変化から得られる便益であると解釈される。最後に、式(50)は全ての変数の変化に対する支出量の差分であることから、相対評価を考慮した所得変化から得られる便益であると解釈される。

$EV$  同様、 $CV$  について環境質の変化から得られる便益を示す式(51)、価格変化から得られる便益を示す式(52)、所得変化から得られる便益を示す式(53)として加法分離する。

$$CV = e(p^w, U^w, q^w, g^w, l^w) - e(p^w, U^{wo}, q^w, g^w, l^w) \quad (30)[再掲]$$

$$= \left[ e(p^{wo}, U^{wo}, q^{wo}, g^{wo}, l^{wo}) - e(p^{wo}, U^{wo}, q^w, g^w, l^w) \right] \quad (51)$$

$$+ \left[ e(p^{wo}, U^{wo}, q^w, g^w, l^w) - e(p^w, U^{wo}, q^w, g^w, l^w) \right] \quad (52)$$

$$+ \left[ e(p^w, U^w, q^w, g^w, l^w) - e(p^{wo}, U^{wo}, q^{wo}, g^{wo}, l^{wo}) \right] \quad (53)$$

本研究では、環境質の変化から得られる便益のみに注目していることから、式(48)および式(51)として表現された環境質の便益を環境質の総価値 (Total Value) として統一的に表現する。なお、 $s = wo$  の場合が  $CV$  による便益であり、 $s = w$  の場合が  $EV$  による便益である。

$$Total Value = e(p^s, U^s, Q^{wo}, l^{wo}, g^{wo}) - e(p^s, U^s, Q^w, l^w, g^w) \quad (54)$$

### 4.2. 関数形の特定化

ここでは、数値シミュレーションによって相対評価が環境質の総価値に与える影響について分析する。簡略化のため1財1環境質の場合を想定する。Palmquist (2005) から、式(12)として表現された間接効用関数を式(55)として特定化し、式(14)として表現されたロアの恒等式から需要関数が式(56)として、間接効用関数を所得について解くことによって支出関数が式(58)として得られる。

$$v(p, q, g, l, y) = \ln y + \ln \frac{A}{p} \quad (55)$$

$$x_i^m(p, q, g, l, y) = \frac{Ay}{(A+p)p} \tag{56}$$

$$e(p, U, q, g, l) = \frac{\exp(U)}{A/p+1} \tag{57}$$

$$A = q^{\frac{1}{2}} + I(q - q^{ref})^{\frac{1}{2}} - (1-I)(q^{ref} - q) \tag{58}$$

### 4.3. 数値シミュレーション

まず、価格水準を  $p = 30$ , 所得水準を  $y = 200$ , 環境水準  $q$  を 0-60, 個人の参照点となる環境水準  $q^{ref} = 30$  として任意に設定した。この条件のもとで、参照点依存型選好を考慮した効用水準の変化を図3. に示す。

図3. から、現在の環境水準が参照点より低い場合 ( $q = 0:29$ ) の場合、参照点依存型選好を考慮した効用水準は絶対評価型選好に基づいた効用水準 (相対評価が常にゼロとなる場合) よりも低くなり、同じ場合 ( $q = 30$ ) は等しく、高い場合 ( $q = 31:60$ ) は高くなる。

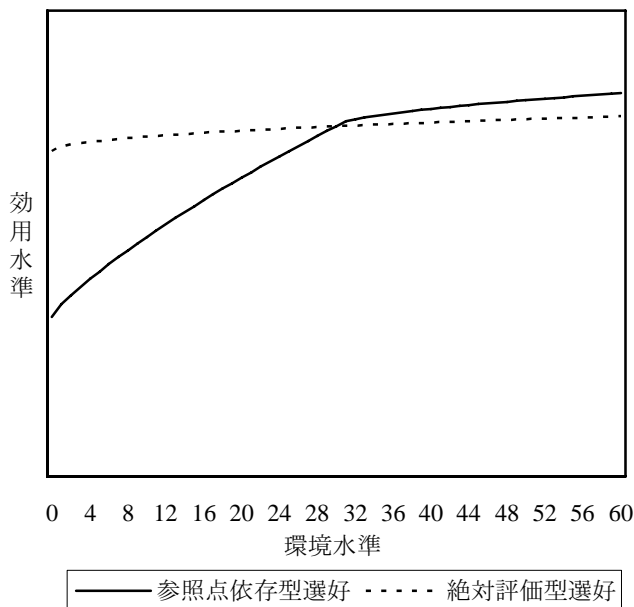


図3. 効用水準の変化

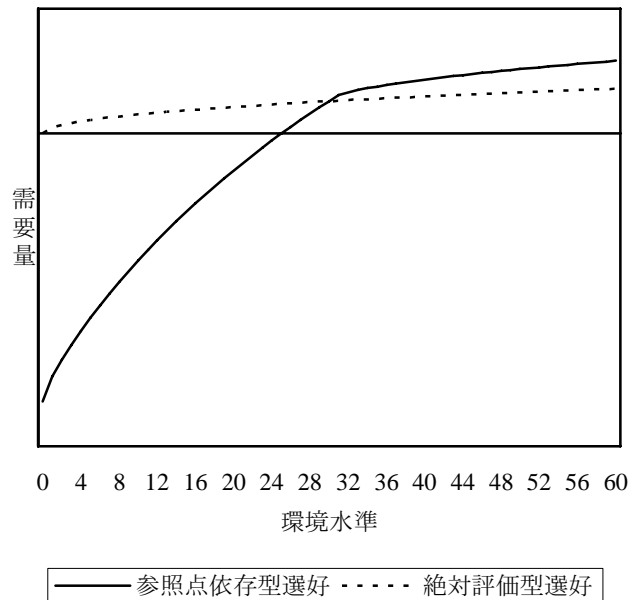


図4. 需要量の変化

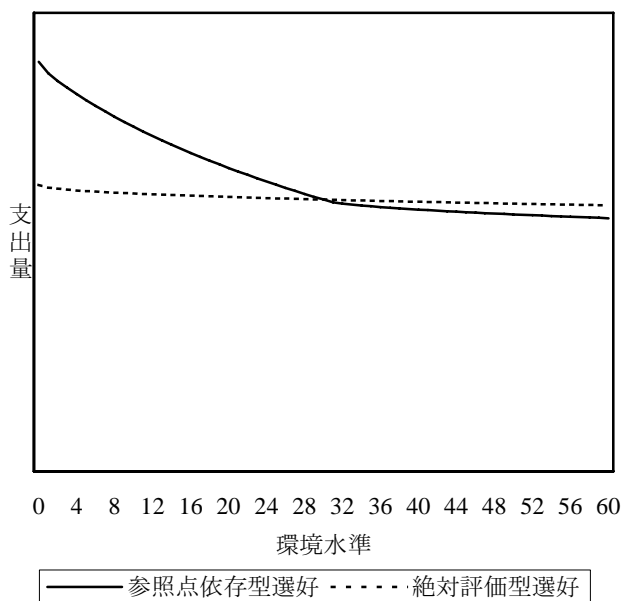


図5. 支出量の変化

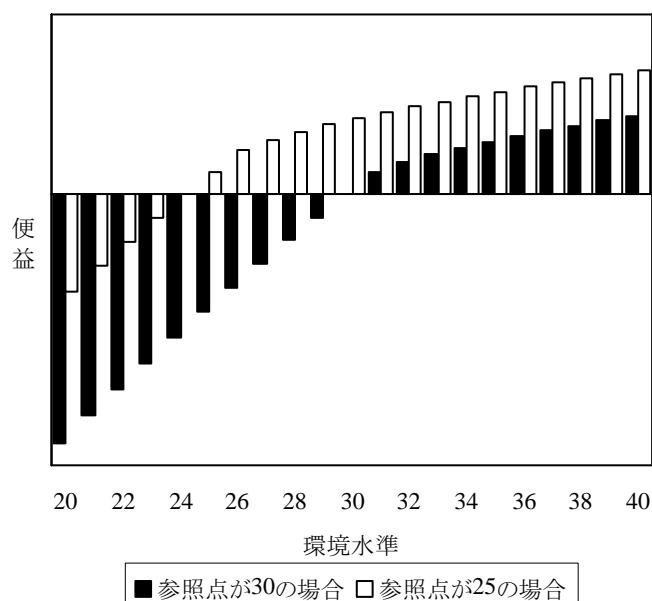


図6. 便益の変化

次に、図4. に環境水準の変化に伴う需要量の変化を示した。図2. において分析したように、相対評価が損失の場合は絶対評価の場合（相対評価が常にゼロの場合）よりも需要量は低く、相対評価が利得の場合は高くなる。なお、相対評価が参照点と等しくなる場合 ( $q^{ref} = q = 30$ ) において、需要関数は kink することになる。

図5. は、支出量の変化を示したものである。支出量は相対評価が損失の場合は絶対評価型選好よりも高く、利得の場合は低くなる。これは、一定の効用水準を保つためには、相対評価が損失ならば、より多い支出量が必要であり、他方、利得ならば、あまり支出は必要ないためと考えられる。

最後に、図6. において、効用水準を 5、価格変化は無いものとし、CV の概念をもとに異なる参照点における環境質の総価値の数値解析を行った。環境水準が 25 (30) の場合を基準とし、20-24 (20-29) は環境悪化プロジェクト、26-40 (31-40) は環境改善プロジェクトを意味している。

本研究において示した環境評価理論におけるフレーミング効果や所有効果といった問題点に対し、本研究におけるモデルを用いた分析を行う。例えば、(確率論に関する議論を行っていないものの) フレーミング効果とは質問内容によって参照点が 25 となるか 30 となるかといった問題であると考えられる。参照点の差異から、環境質を 40 にするという環境改善プロジェクトを提案したとしても、図6. に見られるように評価値が異なるのである。このようなフレーミング効果に対する対処法としては、参照点の構成に関する分析を行い、参照点が固定されるような調査票の設計を行わなければならない。また、本来の解釈とは若干異なるものの、所有効果とは 30 という環境水準を得た瞬間にそのような環境質を失いたくないため、損失に対しより大きな反応を示すことと考えられる。図6. から、参照点からの乖離度（差分の絶対値）が等しい場合（例えば、環境水準を 30 から 22 にする環境悪化プロジェクトと 38 とする環境改善プロジェクト）、環境悪化プロジェクトの方が環境改善プロジェクトよりも評価値の絶対値が大きいことが分かる。つまり、損失に対し、より大きな反応を示しているのである。これは、個人が損失に対し、より大きな反応を示すといった損失回避 (Tversky and Kahneman (1991)) の含意を式(9)として定式化し、式(23)として環境質の便益に反映させたためである。

## 5. おわりに

本研究は、相対評価を考慮した便益評価モデルの構築を行うことを目的とし、参照点依存型選好を考慮した家計行動をモデル化、相対評価を考慮した便益定義、数値シミュレーションを行い、既存の実証研究における知見と本研究の知見が整合的であることを検証した。

本研究の知見として、まず、3.において、参照点依存型選好を考慮した環境質の便益定義を行い、プロジェクト有無における参照点の状態によって絶対評価基準のみの便益( $EV \cdot CV$ )との差異が生まれることを示したこと、次に、4.において、参照点依存型選好を考慮した場合における環境質の価値定義が可能なことを示し、数値実験により、環境改善プロジェクトよりも環境悪化プロジェクトの方が評価値の絶対値の変動が大きいという既存研究との整合性を確認したことである。

本研究の今後の課題として、まず、相対評価を考慮した場合、効用水準が負値をとりうることから、この点を考慮した消費者行動の分析、および各関数形に関する連続性の条件等、細密な分析を行う必要がある。次に、便益に関する経路独立性の条件等が明示されていないことから、既存の便益理論との関連性および差異をより明確にした議論が必要となる。最後に、実証的な分析を行うため、表明選好データおよび顕示選好データによる各環境評価手法に対し、参照点依存型選好を適用する環境評価モデルの構築が挙げられよう。

## 参考文献

- Greenleaf, E.A. (1995): The Impact of Reference Effect on the Profitability of Price Promotions, *Marketing Science*, 14(1), pp.82-104.
- Helson, H. (1964): *Adaptive Level Theory*, New York, Harper and Row Publishers.
- Kahneman, D. and Tversky, A. (1979): Prospect Theory; An Analysis of Decision under Risk, *Econometrica*, 47, pp.263-291.
- Kahneman, D., Knetsch, J.L. and Thaler, R. (1990): Experimental Tests of the Endowment Effect and the Coase Theorem, *Journal of Political Economy*, 6, pp.1325-48.
- Lattin, J.M. and Bucklin, R.E. (1990): Reference Effects of Price and Promotion on Brand Choice and Purchase Quantity Decisions, *Journal of Consumer Research*, 19, pp.299-310.
- Palmquist, R.B. (2005): Weak Complementarity, Path Independence, and the Intuition of the Willig Condition, *Journal of Environmental Economics and Management*, 49, pp.103-115.
- Putler, D. (1992): Incorporating Reference Point Effects into a Theory of Consumer Choice, *Marketing Science*, 11, pp.287-309.
- Sherif, C.W. (1963): Social Categorization as a Function of Latitude of Acceptance and Series Range, *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 55, pp.150-155.
- Tversky, A. and Kahneman, D. (1991): Loss Aversion in Riskless Choice: A Reference Dependent Model, *The Quarterly Journal of Economics*, pp. 1039-1061.
- Winer, R.S. (1986): A Reference Price Model of Brand Choice for Frequently Purchased Products, *Journal of Consumer Research*, 13, pp. 250-256.
- 林山泰久・森杉壽芳・小抜和弘 (1999) : 「顕示選好データによる非利用価値の経済的価値とその精度」『環境システム研究』全文審査部門論文, 27, pp.33-44.