【土木計画学研究・論文集 No.9 1991年11月】

ランダム効用理論における
プロジェクト便益の定義の比較研究

Definition of Benefit Based on Random Utility Theory

森杉壽芳*、大野栄治**、森　知也***

By Hisayoshi Morisugi, Eiji Ohno, and Tomoya Mori

The usual definition of benefit such as the Equivalent Variation (EV) or the Compensating Variation (CV) cannot be applied to the project evaluation within the context of the random utility theory, because the utility level of every household which has the random error is not always the same even at the market equilibrium point. In this paper, therefore, we discuss how to define the benefit within the context of the random utility theory so as to be consistent with the location analysis. Four ways to define the benefit are proposed, and discussed on their characteristics. Finally, we show that the most suitable definition is one by applying the concept of EV to the expected value of maximum utility, that is, the satisfaction function.

1．はじめに

便益定義に関する研究は厚生経済学の分野において数多く蓄積され、消費者余剰[1]，等価的偏差EV (Equivalent Variation) あるいは補償的偏差CV (Compensating Variation) [2]等による評価理論が提案されてきた。これらの理論にはそれぞれ長所や短所があるが、それらの多くが「確定」効用理論に基づくものであるため、消費者行動のランダム性を考慮した（ランダム効用理論に基づく）モデル構築に際して不都合が生じる[3]。すなわち、都市経済学では、住宅立地が均衡している場合にはすべての世帯の効用レベルが等しくなるといわれているが[4]、「ランダム」効用においてはランダム誤差によりその状態が保証されないし、また同様の理由により、プロジェクトによって生じる各世帯の効用レベルの変化分が同一であるとは限らない。なお、住み替えを伴う場合には、確定効用を仮定しても各世帯の効用変化分が住み替えパターンによって異なるという問題が生じる。本研究では、このような世帯行動のランダム性を考慮して便益計測モデルを構築するために、ランダム効用に基づくプロジェクト便益の定義を４つ提案し、それらの理論的妥当性について比較検討する。

本課題に関する先駆的研究として、Bishop and Herberlein (BH) [5]およびHanemann[6]による研究がある。BHは猟師のガチョウ猟許可証に対する購入および売却の選択行動を集計的にロジットモデルで分析し、価値意識法により許可証の平均余剰を推定した。これに対して、Hanemannは個々の猟師の選択行動に着目し、ロジットモデルを用いて個々の支払意思額（あるいは売却意思額）を分析し、許可証の等価補償価値を求めた。

*　正会員　工博　岐阜大学教授　工学部土木工学科
**　正会員　工修　岐阜大学助手　工学部土木工学科
***学生会員　岐阜大学大学院　工学研究科修士課程
（〒501-11 岐阜市柳戸1-1）

Hanemannはその中で許可証に対する便益の定義をいくつか提案し、それらをランダム効用理論と等価補償価値の概念の両立という観点から比較検討した。

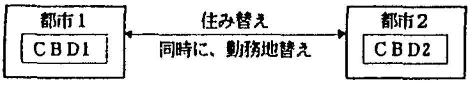
本研究には都市における交通施設改善などのプロジェクトの便益を世帯の効用（ランダム効用）の変化から計測しようとする背景があるので、本課題に対するHanemannの研究の応用が期待される。しかし、彼の分析対象には１つのプロジェクトに対して唯一の確定効用レベルが存在するだけであるが、ここでは複数存在する（すなわち、都市内の地域によって当該プロジェクトに対する世帯の確定効用レベルが異なる）ので、彼の研究をそのままの形で応用することはできない。本研究では、都市空間に分布する世帯の効用（ランダム効用）レベルの把握方法に焦点を当て、プロジェクトによる効用レベルの変化分に対して等価的偏差EVの概念を適用した便益の定義式を提案する。

２．都市モデルの仮定

（１）都市モデル

議論の簡単化のため、図－１に示すような２つの都市で構成される都市モデルを考え、それに対して以下の仮定をおく。

①それぞれの都市空間は均一である。
②交通費用は各都市内で均一である。
③それぞれの都市の中心にCBD（Central Business District）がある。
④すべての世帯は、居住している都市のCBDへ通勤する。したがって、住み替える場合には移住した都市のCBDに通勤する。
⑤すべての世帯は各都市のどの場所に立地しても等しい収入を得ることができる。
⑥世帯の住み替え費用はゼロである。
⑦２つの都市の総人口は一定である。



図－１　都市モデル

（２）立地均衡

すべての世帯の効用をランダム効用U_jで定義し、この効用に対して以下の仮定をおく。

①$U_j = V_j + \varepsilon_j$　　…ランダム効用関数
②$V_j = v_j + v\Omega$　　…Gorman型効用関数
③$\varepsilon_j \sim G(0, \pi^2/(6\theta^2))$…独立・同一のGumbel分布

ただし、
U_j：都市ｊの立地効用
V_j：U_jの確定項
ε_j：U_jの確率項
v_j：都市ｊにより値が変化しうる関数
v　：都市ｊにより値が変化しない関数
Ω　：可処分所得

なお、世帯の効用V_j（U_jの確定項）は交通サービスレベルq_j，世帯数N_j，可処分所得Ωの関数$V_j[q_j, N_j, \Omega]$で表されるものと仮定する。ここで、世帯が効用最大化行動原理に従って立地するならば、都市モデルの仮定⑦（総人口一定：$N_1+N_2=N$）および上記の諸仮定より、次のような立地均衡条件が与えられる。

$$N_1 : N_2 = \exp\theta V_1 : \exp\theta V_2 \tag{1.a}$$

すなわち、

$$N_j = P_j N \tag{1.b}$$

$$P_j = \frac{\exp\theta V_j}{\exp\theta V_1 + \exp\theta V_2} \tag{1.c}$$

（３）プロジェクト便益

都市１で交通プロジェクトが実施されると、交通サービスレベルが$q_1^a \to q_1^b$と変化し、その結果、効用レベルが$V_1^a \to V_1^b$と変化する。世帯の効用U_jにランダム誤差が含まれない場合、都市の立地均衡およびその変化は図－２のように表現される。図－２中の右上添字ａおよびｂは、それぞれプロジェクト無および有の場合を表す。このとき、効用レベルの変化分$V_1^b - V_1^a$（$= V_2^b - V_2^a$）を貨幣タームに換算したものがプロジェクト便益であり、この換算方法として等価的偏差EVあるいは補償的偏差CVの概念に基づく方法がよく用いられる。なお、これについてはCVよりもEVの方が便益の定義として望ましいという議論がある[7]。

しかし、本研究では世帯行動のランダム性を考慮してモデル化しようとしており、このときの立地均衡は

式(1.a)より図－3のように表現される。したがって、プロジェクトが実施されると効用の変化に伴って人口が$N_1^a \to N_1^b$および$N_2^a \to N_2^b$と変化し、それがさらに効用の変化をもたらす。このとき、プロジェクト無および有の場合の立地均衡は次式で与えられる。

$$N_1^a : N_2^a = \exp\theta V_1^a : \exp\theta V_2^a \qquad (2.a)$$

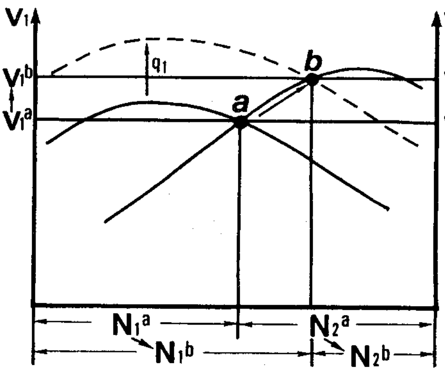
$$N_1^b : N_2^b = \exp\theta V_1^b : \exp\theta V_2^b \qquad (2.b)$$

$$N_1^a + N_2^a = N_1^b + N_2^b = N \qquad (2.c)$$

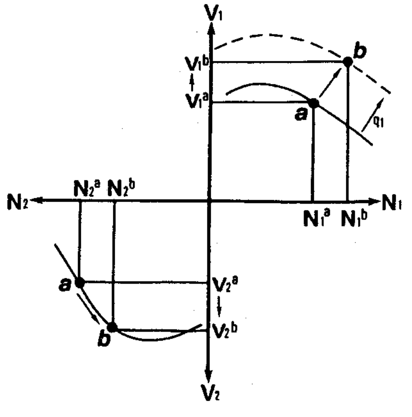
また、交通プロジェクトによる効用の変化は、

$$\{V_1^a + \varepsilon_1^a, V_2^a + \varepsilon_2^a\} \to \{V_1^b + \varepsilon_1^b, V_2^b + \varepsilon_2^b\}$$

のように表現される。この変化分を貨幣タームに換算したものをプロジェクト便益として定義し、その際の換算方法を以下に検討する。



図－2　確定効用における立地均衡



図－3　ランダム効用における立地均衡

3．プロジェクト便益の定義

(1)平均効用を用いた便益定義1

各世帯の期待効用（ランダム効用の期待値）の算術平均値を世帯の平均効用Mと定義し、次式で与える。

$$M[V] = \frac{\sum_{n1=1}^{N1} E[U_1] + \sum_{n2=1}^{N2} E[U_2]}{N} \qquad (3.a)$$

$$= \frac{N_1 V_1 + N_2 V_2}{N} \qquad (3.b)$$

$$= v\Omega + \Sigma_K P_K v_K \qquad (3.c)$$

式(3.a)から式(3.c)の誘導過程において、立地均衡の仮定①～③および式(1.b)を適用した。そして、式(3.c)に等価的偏差EVの概念を適用してプロジェクト便益EV_Mを定義する。EV_Mは、プロジェクト有の場合の効用を維持するという条件の下でプロジェクトをあきらめるために必要な補償金額として次式で定義される。

$$M[V^b] = v^a(\Omega^a + EV_M) + \Sigma_K P_K^a v_K^a \qquad (4.a)$$

$$= v^a EV_M + M[V^a] \qquad (4.b)$$

式(4.b)より、便益EV_Mは次式で与えられる。

$$EV_M = \frac{M[V^b] - M[V^a]}{v^a} \qquad (5.a)$$

$$= \frac{1}{v^a} \int_{a \to b} \frac{\partial(\Sigma_K P_K V_K)}{\partial V} dV \qquad (5.b)$$

式(5.b)中の偏微分は、次式で表される。

$$\frac{\partial(\Sigma_K P_K V_K)}{\partial V} dV = \frac{\partial(\Sigma_K P_K V_K)}{\partial V_1} dV_1 + \frac{\partial(\Sigma_K P_K V_K)}{\partial V_2} dV_2 + \cdots \qquad (6)$$

式(6)の一般項（第K項）は、次式で表される。

$$\frac{\partial(\Sigma_K P_K V_K)}{\partial V_K} dV_K = P_K dV_K + \theta P_K (V_K - \Sigma_{K'} P_{K'} V_{K'}) dV_K \qquad (7)$$

以上より、式(5.b)のEV_Mは次のように展開される。

$$EV_M = \frac{1}{v^a} \int_{a \to b} \Sigma_K \{P_K dV_K + \theta P_K (V_K - \Sigma_{K'} P_{K'} V_{K'})\} dV_K \qquad (8)$$

（２）平均効用を用いた便益定義２

プロジェクト無の立地状態で、式(3.b)で定義した平均効用を用いてプロジェクト便益$EV_{M'}$を定義する。ここでは、交通プロジェクトがあっても立地状態を固定するという仮定をおき、そのため都市１の世帯と都市２の世帯の間では補償金額が必ずしも一致するとは限らない。このような状況において、都市Kのプロジェクト便益EV_Kは次式で定義される。

$$\frac{\Sigma_K N_K{}^a V_K{}^b}{N} = \frac{\Sigma_K N_K{}^a \{v_K{}^a + v^a(\Omega^a + EV_K)\}}{N} \qquad (9.a)$$

$$\downarrow$$

$$\Sigma_K P_K{}^a EV_K = \frac{\Sigma_K P_K{}^a (V_K{}^b - V_K{}^a)}{v^a} \equiv EV_{M'} \qquad (9.b)$$

本研究では、式(9.b)で表されるプロジェクト便益の期待値を平均効用を用いた便益定義２に基づくプロジェクト便益$EV_{M'}$とする。

（３）中間効用を用いた便益定義

各世帯の効用の算術平均値Cは、次式で与えられる。

$$C[V] = \frac{\sum_{n1=1}^{N1} U_1 + \sum_{n2=1}^{N2} U_2}{N} \qquad (10.a)$$

$$= v\Omega + \Sigma_K P_K v_K + \sum_{n=1}^{N} \varepsilon_n / N \qquad (10.b)$$

$$= M[V] + \varepsilon \qquad (10.c)$$

ここで、「交通プロジェクト」という代替案１と「交通プロジェクトに代わる補償金EV_C」という代替案２の２つの代替案を考え、各々の効用を式(10.c)に基づいて次式で与える。

$$(\text{代替案1の効用}) = M[V^b] + \varepsilon^b \qquad (11.a)$$

$$(\text{代替案2の効用}) = v^a(\Omega^a + EV_C)$$

$$+ \Sigma_K P_K{}^a v_K{}^a + \varepsilon^a \qquad (11.b)$$

$$= v^a EV_C + M[V^a] + \varepsilon^a \qquad (11.c)$$

世帯が代替案１と代替案２を選択する確率が等しいとき、すなわち、

$$\text{Prob.}[M[V^b] + \varepsilon^b \geqq M[V^a] + v^a EV_C + \varepsilon^a]$$

$$= \frac{\exp\theta M[V^b]}{\exp\theta M[V^b] + \exp\theta(M[V^a] + v^a EV_C)} = 0.5$$

であるとき、プロジェクトと補償金が等価になる。これを解いて得られるEV_Cをプロジェクト便益として定義する。その解は次式で与えられる。

$$EV_C = \frac{M[V^b] - M[V^a]}{v^a} \qquad (12)$$

式(12)で表されるEV_Cは、平均効用を用いた便益定義１と同値の定義であり、式(8)と同じ形に展開される。

（４）最大期待効用を用いた便益定義

ランダム効用理論において、都市１および都市２における立地効用レベルは個々の世帯に対して同一ではないが、各世帯はより高い効用レベルを達成できる都市への立地を選択する。このとき、立地選択において達成される効用レベルの期待値は最大期待効用と呼ばれ、またそれを与える関数は満足度関数と呼ばれ[8]、次式で与えられる。

$$S[V] = \frac{1}{\theta}\ln[\exp\theta V_1 + \exp\theta V_2] \qquad (13.a)$$

$$= v\Omega + \frac{1}{\theta}\ln \Sigma_K \exp\theta v_K \qquad (13.b)$$

式(13.b)に等価的偏差EVの概念を適用してプロジェクト便益EV_Sを定義する。この定義は次式で表される。

$$S[V^b] = v^a(\Omega^a + EV_S) + \frac{1}{\theta}\ln \Sigma_K \exp\theta v_K{}^a \qquad (14.a)$$

$$= v^a EV_S + S[V^a] \qquad (14.b)$$

式(14.b)より、便益EV_Sは次式で与えられる。

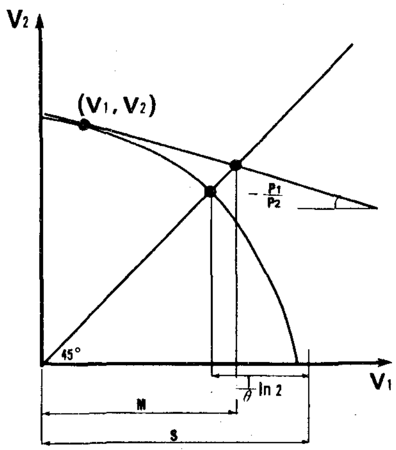
$$EV_S = \frac{S[V^b] - S[V^a]}{v^a} \qquad (15.a)$$

$$= \frac{1}{v^a}\int_{a\to b} \Sigma_K P_K \, dV_K \qquad (15.b)$$

４．各定義の比較検討

３．で提案した各便益定義の理論的妥当性を検討するために、まず、式(3.b)の平均効用Mと式(13.a)の最大期待効用Sを図解する（図－４）。図－４中の曲線で示される部分が満足度関数のV_1およびV_2の無差別曲線であり、この無差別曲線は原点に対して凸であることが証明されている[9]。ここで、任意の効用（V_1,

V_2）に対し、その点を通過する無差別曲線上の点の最大期待効用レベルは同じであり、その大きさをV_1軸上に示したものが図－４中のＳである。また、満足度関数の無差別曲線上の点（V_1,V_2）における接線と直線$V_1=V_2$（座標系中の45°線）の交点をV_1軸上に投影した大きさＭが、効用（V_1,V_2）に対する平均効用である。これらのことは以下のようにして導かれる。



図－４　平均効用と最大期待効用

【証明】まず、式(13.a)を次のように変形する。

$$S[V] = V_1 + \frac{1}{\theta}\ln\frac{1}{P_1} \tag{16}$$

式(16)の第２項は正値であるため、V_1軸上でのＳの位置は無差別曲線との交点よりも右側である。一方、効用（V_1,V_2）の最大期待効用の大きさは、同一の無差別曲線上にある効用（V^*,V^*）の最大期待効用の大きさと同じ値であり、式(13.a)と$V_1=V_2=V^*$で形成される連立方程式を解くことによって得られる。その解は次のとおりである。

$$S[V] = V^* + \frac{1}{\theta}\ln 2 \tag{17}$$

一方、無差別曲線上の点（V_1,V_2）における接線の方程式は、次式で与えられる。

$$P_1\overline{V}_1 + P_2\overline{V}_2 = P_1V_1 + P_2V_2 \tag{18}$$

（$\overline{V}_1,\overline{V}_2$）は座標系の任意の点を表し、$\overline{V}_1=\overline{V}_2$（＝Ｍ）のとき、式(18)は平均効用Ｍを与える。したがって、無差別曲線上の点（V_1,V_2）における接線と座標系中の45°線の交点をV_1軸上に投影した位置が、効用（V_1,V_2）に対する平均効用Ｍの大きさである。無差別曲線の接線と45°線の位置関係より、$S \geqq M$であることが明らかである。【証明終】

次に、交通プロジェクトによる世帯効用の変化を図解する（図－５(a)～(c)）。まず、平均効用を用いた便益定義１における平均効用レベル，あるいは中間効用レベルの変化分は、図－５(a)中のV_1軸上の$\Delta M1$（$V_1>V_2$のとき）および$\Delta M1'$（$V_1<V_2$のとき）で表される。ここで、dV_1（$=V_1^b-V_1^a$）＞０，かつ，dV_2（$=V_2^b-V_2^a$）＝０のとき、

$$\left|-\frac{P_1^a}{P_2^a}\right| < \left|-\frac{P_1^b}{P_2^b}\right|，および，$$

$$(V_1^a \to 大) \to (dV_1 \to 小)$$

という関係が図より読み取れる。これらの背景、および無差別曲線の接線と45°線の位置関係より、任意のプロジェクトに対して$\Delta M1' \leqq \Delta M1$であることも図より読み取れる。したがって、この便益定義によると、もともと効用レベルの低いところでプロジェクトを実施するよりも高いところで実施する方が、投資効率がよいという結果が得られる。

平均効用を用いた便益定義２における平均効用レベルの変化分は、図－５(b)中のV_1軸上の$\Delta M2$（$V_1>V_2$のとき）および$\Delta M2'$（$V_1<V_2$のとき）で表される。この便益定義と先の便益定義を比較すると、無差別曲線の接線と45°線の位置関係より、任意のプロジェクトに対して、

$V_1>V_2$のとき，$\Delta M1 \geqq \Delta M2$
$V_1<V_2$のとき，$\Delta M1 \leqq \Delta M2$

であることが図－５(a)と(b)の比較より読み取れる。

図－５(c)中のV_1軸上に示されるΔSが最大期待効用レベルの変化分である。この便益定義によると、任意のプロジェクトに対して唯一のΔSが決まることが図より読み取ることができ、無差別曲線上の点（V_1，V_2）の位置によって効用の変化分が異なるという前述の２つの定義とは性質が大きく異なる。ここで、

$V_1>V_2$のとき，$\Delta M2 \leqq \Delta S \leqq \Delta M1$
$V_1<V_2$のとき，$\Delta M1 \leqq \Delta M2 \leqq \Delta S$

であることが図－5(a)～(c)の比較より読み取れる。

図－5(a)～(c)より、各便益定義における効用レベルの変化分の大きさを知ることができるが、それ以上の検討（すなわち各々の理論的妥当性に関する検討）は難しい。そこで、各定義式を展開してそれらを図解することにより、各定義式の意味および特性の把握を試みる。まず、便益EV_M（あるいはEV_C）は、式(8)から次のように展開される。

$$
\begin{aligned}
EV_M &= \frac{1}{v^a}\int_{a\to b}\{P_1(dV_1-dV_2)+dV_2\} \\
&\quad + \frac{1}{v^a}\int_{a\to b}\{\theta P_1P_2(V_1-V_2) \\
&\qquad \times(dV_1-dV_2)\} \quad (19.a) \\
&= \frac{1}{v^a}\int_{a\to b}\{P_1dX+dV_2\} \\
&\quad + \frac{1}{v^a}\{P_1^bX^b-P_1^aX^a-\int_{a\to b}P_1dX\} \\
&\qquad (19.b)
\end{aligned}
$$

ここで、式(19.a)から式(19.b)の誘導過程において、$V_1-V_2=X$，および，$dV_1-dV_2=dX$と仮定した。式(19.b)より、便益EV_M（あるいはEV_C）は次式で与えられる。

$$
EV_M = EV_C = \frac{1}{v^a}(P_1^bX^b-P_1^aX^a) + \frac{V_2^b-V_2^a}{v^a} \quad (20)
$$

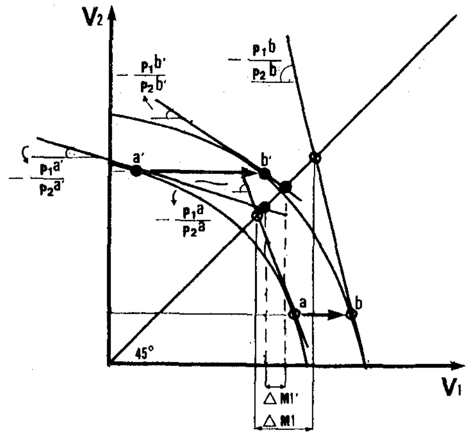
便益EV_Sは式(15.b)で表されるので、式(19.b)の第1項で与えられる。

$$
EV_S = \frac{1}{v^a}\int_{a\to b}P_1dX + \frac{V_2^b-V_2^a}{v^a} \quad (21)
$$

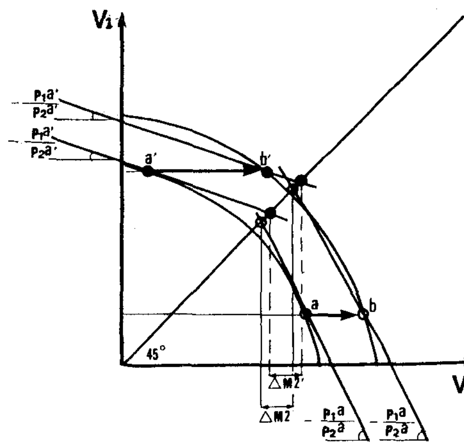
便益$EV_{M'}$は、式(9.b)より次式で与えられる。

$$
EV_{M'} = \frac{1}{v^a}P_1^a dX + \frac{V_2^b-V_2^a}{v^a} \quad (22)
$$

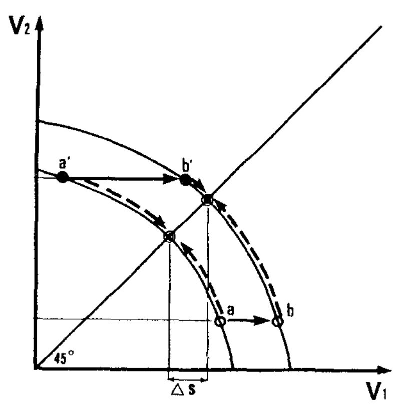
ここで、式(20)～式(22)の第2項および$1/v^a$（v：所得の限界効用）は共通であり、これらを省略すると、各便益定義において共通に便益計測軸が変形することになる。なお、前者の省略は軸の原点の移動を意味し、後者（効用レベルの変化分を貨幣タームに換算する係数）の省略は軸の尺度の変化を意味する。また、EV_M，



図－5(a)　平均効用1の変化分

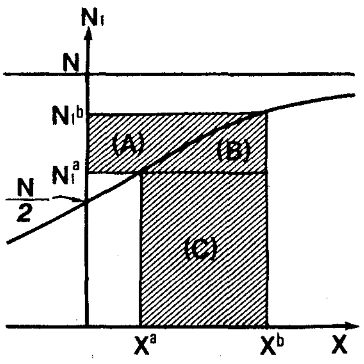


図－5(b)　平均効用2の変化分



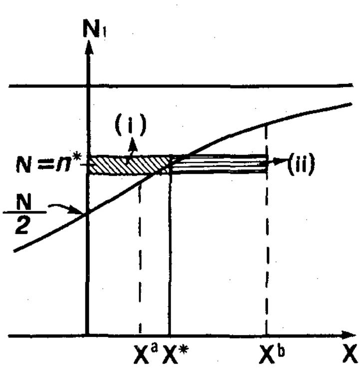
図－5(c)　最大期待効用の変化分

$EV_{M'}$，EV_C，EV_Sは都市における任意の１世帯の便益を表しており、したがって、式(20)〜式(22)をＮ倍したものが都市全体の便益を表す。これらのことを念頭におき、式(20)〜式(22)の第２項および$1/v^a$を無視して$N \times EV_M$（あるいは$N \times EV_C$），$N \times EV_{M'}$，$N \times EV_S$を図解する（図－６）。



図－６　プロジェクト便益

各便益定義に基づくプロジェクト便益は、図－６中の斜線部(A)，(B)，(C)の組合せで示される。$N \times EV_M$（あるいは$N \times EV_C$）は(A)+(B)+(C)の部分、$N \times EV_{M'}$は(C)の部分、$N \times EV_S$は(B)+(C)の部分で示される。なお、この図解は$V_1 > V_2$のときである。$V_1 < V_2$のときには、(A)の部分のみが負値で計上されるが、このことは図－７を用いた図解により理解できる。



図－７　住み替え世帯の便益

図－７において、$N=n^*$の位置にいる世帯は効用差X^*のときに都市２から都市１へ（あるいはその逆方向へ）住み替えることを表している。図－７中の(i)の部分は、その世帯が都市２から都市１へ住み替えたときに両都市の地域格差（効用差）から実質的に生じる効用の変化分を表しており、したがって、$V_1 < V_2$のときには負値となる。(ii)の部分は、$X = X^*$のときに都市１の住民となった世帯の効用（効用差）が変化した分（$X^a \rightarrow X^b$）を表している。これらより、図－６中の(A)，(B)，(C)の各部分は次のように解釈できる。

(A)の部分…プロジェクトによって都市２から都市１へ住み替えた世帯について、両都市の地域格差から実質的に生じる効用の変化分。
(B)の部分…プロジェクトによって都市２から都市１へ住み替えた世帯について、住み替えた直後からの効用の変化分。
(C)の部分…都市１に住み続けている世帯の効用の変化分。

以上の解釈より、まず、$N \times EV_{M'}$は住み替えた世帯の便益を計上していないということで過小評価であることがわかる。また、(A)の部分を含む$N \times EV_M$（あるいは$N \times EV_C$）については、以下の理由により、プロジェクト便益を適切に表現していないものと考えられる。本研究では世帯の効用をランダム効用で仮定しているが、都市１および都市２における個々の世帯の効用は常に確定的であり、例えば、図－７において$N=n^*$の位置にいる世帯の選択関数は$X=X^*$のところで都市２への立地から都市１への立地にジャンプしているはずである。その世帯が今まさに住み替えようとしているときに知覚する２都市間の効用レベルの差はゼロであり、図－７中に示す(i)の部分はプロジェクト便益として計上する必要はないものと判断できる。したがって、(B)+(C)の部分で表される$N \times EV_S$がプロジェクト便益として妥当であるといえる。

効用のランダム性が最大（$\theta \rightarrow 0$），最小（$\theta \rightarrow \infty$）のとき、また１都市のとき、各便益定義に基づくプロジェクト便益NEVは一致し、次式で表される。

＜$\theta \rightarrow 0$のとき＞

$$NEV = \frac{N}{v^a} \cdot \frac{\Sigma_K (V_K{}^b - V_K{}^a)}{m} \tag{23.a}$$

＜$\theta \rightarrow \infty$のとき＞

$$NEV = \frac{N}{v^a} (V_J{}^b - V_J{}^a) \tag{23.b}$$

＜１都市のとき＞

$$NEV = \frac{N}{v^a}(V_1{}^b - V_1{}^a) \tag{23.c}$$

ただし、

m：都市の数

j：最大効用が得られる都市

５．まとめ

本研究では、地域分割された都市空間に立地する世帯の効用からプロジェクト便益を計測するための準備段階として、ランダム効用理論のフレームワークでプロジェクト便益の定義を４種類（平均効用を用いた便益定義１，同２，中間効用を用いた便益定義，最大期待効用を用いた便益定義）提案し、これらの理論的妥当性について比較検討した。これについて、世帯効用をランダム効用で仮定しても「個々の世帯」の立地行動が確定的であること等を考慮し、その結果、最大期待効用を用いた便益定義がプロジェクト便益として適切であることを示した。

本研究の理論展開において簡単化のために２都市モデルに７つの仮定をおいたが、特に仮定⑥（世帯の住み替え費用はゼロである）および仮定⑦（２つの都市の総人口は一定である）の２仮定は非現実的であるため、本理論を一般的に拡張する際にはこれらによる影響について検討する必要がある。仮定⑥が成立しない場合、世帯の住み替え行動にブレーキがかかり、住み替え量が減少する。しかし、住み替え費用を所得に組み込み、前述の便益定義に従ってプロジェクト便益を定義すると、当該費用の有無に関係なく同じ便益計測モデルが誘導されることが示される。

一方、仮定⑦が成立しない場合、すなわち都市圏内外の交流（人口の流出入）がある場合には、式(1.a)の立地均衡条件式の不成立より、本理論が成立しなくなる。このとき、式(1.a)の条件式に先立ち、都市圏内の交通サービスレベルを説明変数とした総人口供給関数、および総人口と交通サービスレベルを説明変数とした均衡効用レベル関数（総人口需要関数の逆関数）を設定することにより、この問題に対処できるものと考えられる。したがって、これらの仮定は本理論を本質的に覆すものではないといえる。

謝辞：本論文をまとめるにあたり、岐阜大学の宮城俊彦教授には平均効用および最大期待効用の図解において熱心に討論して頂いた。ここに深く感謝する次第である。なお、本研究は平成１・２年度文部省科学研究費補助金（一般Ｃ：課題番号01550415）を受けて行った研究成果の一部である。

参考文献：

1)例えば，-Harberger,A.C. : Three Basic Postulates for Applied Welfare Economics: An Interpretative Essay, Journal of Economic Literature, No.9, pp.785-797, 1971.

2)例えば，-McKenzie,G.W. : Measuring Economic Welfare: New Methods, Campridge University Press, 1983.

-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.1-33, 1989.

3)森杉壽芳，大野栄治，宮城俊彦 ： 住環境整備による住み替え便益の定義と計測モデル，土木学会論文集，第425号/Ⅳ-14, pp.117-125, 1991.

4)Fujita,M. : Urban Economic Theory: Land Use and City Size, Cambridge University Press, 1989.

5)Bishop,R.C. and Herberlein,T.A. : Measuring Values of Extra-Market Goods: Are Indirect Measures Biased?, American Journal of Agricultural Economics, No.61, pp.926-930, 1979.

6)Hanemann,W.M. : Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses, American Journal of Agricultural Economics, No.66, pp.332-341, 1984.

7)例えば，-太田和博 ： 消費者余剰理論の再検討－等価的変差の一意性，序数性，計測可能性－，日交研シリーズ，A-133, 1989.

8)Daganzo,C. : Multinomial Probit: The Theory and Its Applications to Demand Forecasting, Academic Press, 1979.

9)宮城俊彦，加藤晃 ： ランダム効用理論を基礎とした交通統合モデル，土木計画学研究論文集，No.1, pp.99-106, 1984.