# 社会基盤施設の新規整備便益の定義と計測に関する一提案

岐阜大学工学部　上田孝行　　　アジア工科大学　森杉壽芳

## 1．はじめに

社会基盤施設を整備した際の便益を計測するに当たっては、大別して a)間接効用関数、支出関数、Hicks型補償需要関数を用いて定義される等価的偏差(EV)、補償的偏差(CV)の概念と b)市場で直接観測可能な需要関数に基く Marshall-Dupuit 型の消費者余剰増分(MD)の概念が用いられてきた。社会基盤施設が新たに整備される場合には、整備無の場合には存在しなかったサービスが加わることになり、通常の公共経済学等の教科書で扱われるように、関数に取り入れられた変数が有限の範囲で変化するとは見なせない場合などがある。そのため、これらの便益概念の概念をどのように用いるべきか、また、実際に簡便な計測法で計算する場合にはどのような方法が適切かという問題はきわめて重要である。しかし、これまで多くの便益計測が行われているにもかかわらず、筆者の知る限りではこれに関する研究としては Le, Morisugi, and Ohno(1992)(以下、LMO と記す)が唯一行われているに過ぎない。

そこでの結論は、EV の概念を用いて非線型方程式を解くことで計測可能であるとしている。しかし、それは唯一の方法ではなく、また、実務において多大な労力を要して行われる需要予測とどのように整合するのかという点については明らかにしていない。そこで、本稿では、これらの点についての若干の整理を行い、需要予測において用いられる情報を活用した簡便な便益計測法の可能性を検討する。

## 2．基本モデル

本稿は社会基盤施設の利用者の行動を表わす次のような効用最大化モデルに基いて議論を進める。

$$V(p_{\mathbf{K}},I)=\max_{X_k} U(X_1,\cdots X_k\cdots,X_K) \qquad (1.a)$$

$$s.t.\quad \sum_{k\in\mathbf{K}} p_k X_k = I \qquad (1.b)$$

ここで、$V(\cdot)$:間接効用関数、$U(\cdot)$:直接効用関数、$X={}^t[X_1,\ldots\ldots X_K]\in R_+^K$:財消費量ベクトル、$p={}^t[p_1,\ldots\ldots p_K]\in R_+^K$:財の価格ベクトル、$k\in\mathbf{K}=\{1,\ldots,K\}$:財のラベルの集合、$I$:所得(full income)、である。

言うまでもなく、この問題に対応して財の需要関数、所得の限界効用、支出関数も定義される。

$$X_k = X_k(p,I) \qquad (2.a)$$

$$\frac{\partial V}{\partial I}=\lambda(p,I) \qquad (2.b)$$

$$I=e(p,V) \qquad (2.c)$$

## 3．EVによる新規整備の便益定義

社会基盤施設整備は、上記モデルの中の財の一つをそれから生み出されるサービスと見なして、その価格を含む財価格ベクトルと所得の変化として捉えられる。しかし、新規整備の場合は、実際には整備無の場合に比べて一種類新たに財が加わることと見なされる。LMO(1992)では３財のケースを例にこれを直接的に表現し、加法分離型の間接効用関数とEVを用いて次のように定義している。

$$V^a=V(p_1^a,p_2^a,I^a)=v_1(p_1,I)+v_2(p_2,I) \qquad (3.a)$$

$$V^b=V(p_1^b,p_2^b,p_3^b,I^b)=v_1(p_1,I)+v_2(p_2,I)+v_3(p_3,I) \qquad (3.b)$$

$$V^b=V(p_1^a,p_2^a,I^a+EV) \qquad (3.c)$$

ここで、$a,b$:それぞれ整備の無と有を意味する添字、$v_k(\cdot)$:財$k$の価格と属性に依存した部分間接効用関数、そして財添字３が新規整備された社会基盤施設のサービスに対応する。

上記のような表現は、形式的には整備の有無が効用関数自体を変化させ、利用者の選好を変えることになり、評価の前提自体に抵触すると言える。そこで、もう一方には、整備無の場合には社会基盤施設サービスの価格が無限大であり、それが整備有の場合にある有限の値まで変化すると見なす解釈がある。この場合は次のように便益を表わす。

$$p_J=p_J^a=\infty\rightarrow p_J^b \qquad (4.a)$$

$$V(p_1^a,\cdots,p_{J-1}^a,\infty,\cdots,p_K^a,I^a+EV)=V(p_1^b,\cdots,p_{J-1}^b,p_J^b,\cdots,p_K^b,I^b)=V^b \qquad (4.b)$$

LMO(1992)においても、実は次の性質が成立する間接効用関数が仮定されているので、そこでの便益定義は(4)による定義と見なすことができる。

$$v_k(p_k,I)\rightarrow 0\ as\ p_k\rightarrow\infty \qquad (5)$$

以上のようなEV(CVの場合でも同様に)で便益を定義するには、価格無限大($p_k=\infty$)の極限のもとで間接効用関数が定義できる、すなわち、間接効用関数が当該価格の増加に対して上限値を持ち、それに単調に収束することが必要になる。そのとき、適切に選ばれた十分に高い水準以上の価格に対して(4)の解として得られるEVが安定していれば、実用的にはその値をもって便益の計測値とすることができる。

## 4．需要関数を用いた新規整備の便益定義

間接効用関数を定義してそれを特定化するのは実際には容易でなく、そのため、実務的には需要予測作業の中で得られる需要関数や整備無と整備有の場合の需要量等を用いて便益を計測する場合が多い。いわゆるShort Cut法(森杉(1984))は一般均衡需要関数を用いて波及効果も含めた社会的便益を計測するものであり、このアプローチを理論的に見て最大限にまで拡張したものであると言える。

前節で用いたEVによる便益定義を需要関数を用いて表わすと次のようになる。

$$EV = \oint_{a\to b} \left(\frac{\partial e(p^a,V)}{\partial V}\right)\lambda(p,I)\sum_{k\in\mathbf{K}} X_k(p,I)dp_k \qquad (6)$$

MDによる便益定義はこの線積分を近似したものであり、積分経路を複数の線形区間に区分して各区間毎にいわゆる台形面積で近似して次のようになる。

$$MD = \frac{1}{2}\sum_{\omega\in\Omega}\sum_{k\in\mathbf{K}}(X_k(p^\omega,I^\omega)+X_k(p^{\omega+1},I^{\omega+1}))(p_k^\omega-p_k^{\omega+1}) \qquad (7)$$

ここで、$\omega\in\Omega=\{1,\cdots,\Omega\}$: 積分経路を区分した各線形区間の始点を表わすラベル、$\omega=1$と$\omega=\Omega$がそれぞれ$a,b$に対応する。

前節で述べた無限大からの価格変化により新規整備を表現するという考え方に従えば、(7)で便益を計測するには、積分経路の最初の方の区間は無限大価格を含むため、その区間について(7)右辺のΣ内に含まれている台形面積が適切に計測できるかどうかが問題になる。特に、当該社会基盤施設のサービスに対する需要に対応する項についてそれが問題となる。観察できるのは、整備無の場合に当該社会基盤施設のサービスに対する需要がゼロという状態であり、整備有の場合については予測値としての需要量と価格が計測されるだけで、その間の経路に関する情報は乏しい。実際的な方法としてはある価格水準(禁止的価格と呼ばれる)以上の区間については台形面積をゼロと見なし、それ以外の区間について(7)を計算する方法であるが、その価格水準の設定にMDの計測結果が大きく依存することになる。しかも、現在のところ、一般的に合意された禁止的価格の設定方法は筆者の知る限り存在しない。

## 5．代表価格を用いたMDの計測法

社会基盤施設サービスの消費は一般にはそれと同種の機能を果たす他のサービスとの間で代替関係をなしている。従って、それらの代替関係をなしているサービスを一つの財グループ(同一目的地への各機関別の交通サービスまたは経路別の道路サービスからなるグループなど)とみなし、その財グループに対する総需要量とそのグループの代表価格を適切に定義できれば、それらを用いてMDを定義・計測するというアプローチが可能になる。これを次のように表わす。

$$MD = \frac{1}{2}[\{N_{\mathbf{J}}(g(p_{\mathbf{J}}^\omega),p_{\mathbf{H}}^\omega,I^\omega)+N_{\mathbf{J}}(g(p_{\mathbf{J}}^{\omega+1}),p_{\mathbf{H}}^{\omega+1},I^{\omega+1})\}\{g(p_{\mathbf{J}}^\omega)-g(p_{\mathbf{J}}^{\omega+1})\} \qquad (8)$$
$$+\sum_{h\in\mathbf{H}}\{X_h(g(p_{\mathbf{J}}^\omega),p_{\mathbf{H}}^\omega,I^\omega)+X_h(g(p_{\mathbf{J}}^{\omega+1}),p_{\mathbf{H}}^{\omega+1},I^{\omega+1})\}(p_h^\omega-p_h^{\omega+1})]$$

ここで、$j\in\mathbf{J}=\{1,\cdots,J\}$:グループに属する財のラベル、$h\in\mathbf{H}=\mathbf{K}-\mathbf{J}$:グループ以外の財のラベル、$N_{\mathbf{J}}=\sum_{j\in\mathbf{J}}X_j$:グループの総需要、$g(\cdot)$:財グループの代表価格関数、である。

代表価格関数が当該社会基盤施設のサービスの価格が無限大である場合を含む積分経路の最初の区間に対して安定的な値を示し、かつ、総需要が代表価格に対して極端に弾力的でない場合には、(8)を用いることの方が(6)を用いるよりもMDの計測値は安定的になる。

このような代表価格関数は、効用関数に財グループについて分離可能性(宇沢(1989))を満たすための条件が課されるため、効用関数の形式毎に決定されなければならない。しかし、その方向として、第一に財グループに対してHomotheticな部分効用関数が定義できる場合は、その単位支出関数(Varian(1992))を代表価格関数に用いることができる。第二に、財グループ内での各財の需要シェアがグラビティモデルやロジットモデルなどで表わされる場合は、近似的には代表価格を需要シェアで重み付けした平均価格としてそれを用いることが考えられる。第三に、Wardrop原理に従う経路選択のように財グループ内での選択が確定論的に行われている場合には、正の需要量が実現している財についてはそれらの価格は同一水準にあり、代表価格は水準を用いることができる。実際には、厳密な意味での確定的な選択の結果として異なる財の価格が一致しているという状況が観測・予測されるとは考えられないため、上述の平均価格がその水準の近似値としての役割を果たせると言える。

今後の取り組みとして、代表価格関数については既に筆者が提示している古典的ミクロ経済行動理論に基く交通需要モデル(Morisugi, Ueda, and Le(1995))の枠組みの中で、具体的な形式を導出する必要がある。この点については講演時に可能ならば報告したい。

### 参考文献

Le, D.H., Morisugi, H., and Ohno,E. (1992);A Benefit Measurement Model of the Newly Introduced Transport Facility, 土木学会第47回年次学術講演会講演集第Ⅳ部門、pp.110-111,1992、土木学会、Varian,H.(1992);Microeconomic Analysis(3rd eds.), W. W. Norton & Company, 宇沢弘文(1989);経済解析-基礎編-、岩波書店、森杉壽芳(1984);交通プロジェクトの便益の定義について、地域学研究第14巻、pp.31-46, Morisugi, H. and Ueda, T. and Le, D.H.(1995); A new proposal of travel demand modeling in the context of classical consumer behavior theory, 7th WCTR