研究ノート

CBAモデルと下部構造投資の評価について（二）

小林秀徳

三　インフラのCBA

(1)　一般的考察

基本モデルではインフラは明示的には取り扱われていない。しかし陰伏的には、生産要素の制約Rのうちにこれを含めて考えているとも言い得る。この場合、対応するπ^*の値が効率的な料率を与えると解釈し得る。ただし、次の二点が基本モデルに対する修正を要求するはずである。

（その一）

第j番目の活動水準が生産のためのインフラの使用量であるとする時、社会的な制約条件式は、通常、

$$\sum_{i=1}^{p} z_j^i \leqq R_j$$

の形にはならない。すなわち、道路、港湾、空港等のもつ公共財的性質に依り（結合供給、集合的使用、不完全排除

性等の程度の如何に従って、各々異ったタイプの制約になる。

（その2）

インフラは必ずしも企業の生産関数の中に入るのみでなく、消費者が直接使用することが可能であることから、効用関数の中にも入ると考えられる。

この二点が求める定式化は、特定のインフラが有する技術的供給形態と使用形態とによって大きく相違する。したがってすべての場合を含み得る一般的モデルを用意することは困難である。しかし本節のこの部分で示唆的な基本モデル修正の方向を示すことが必要と思われるので、Samuelson の意味で純粋公共財的なインフラの場合をとりあげておくこととする。そのためには、

効用関数：$u^i(x_1^i, \cdots, x_m^i, q_i)$

生産関数：$f^i(y_1^i, \cdots, y_m^i, z_1^i, \cdots, z_r^i, q_{n+i}) \leqq 0$

制約条件：$q_i = Q$ for $i = 1, \cdots, n, n+1, \cdots, n+p$

を導入する。この制約に対するラグランジュ乗数をρ_iとすれば、意思決定ルールは

消費者；$u^i_{q_i} = \frac{\rho_i^*}{\nu_i}$

企業；$\lambda_j^* dy_j^{i*} = \sum \pi_k^* dz_k^{i*} + \rho_i^* dq_{n+i}^*$

のように変更され、Qは $n+p$ 個の価格の総和によって評価される。すなわち

$$\frac{\partial W^e}{\partial Q}=\sum_{i=1}^{u+v}\rho_i^* \qquad (10)$$

となる。

問題は公共部門がQを増大させるプロジェクトを計画する時、限界的プロジェクトdQによる、民間部門と競合する資源使用と、実現する便益：

$$dQ\frac{\partial W^e}{\partial Q}$$

とを比較するためのＣＢＡを、どのように構成すべきか、に関わってくる。⑽式によるこのインフラプロジェクトの単位当り便益は、見かけ上の簡潔さにもかかわらず、一般的に計測困難である。しかし、この一般的困難性と、任意のインフラが必ずしも純粋公共財的ではないという事実およびその非純粋性の程度が任意の二種のインフラの間で同じではないという事実に由来する、便益の一般的概念導出の困難とは、分けて考えられるべきである。

以上の一般的考察によって示唆される二様の困難は、具体的なインフラプロジェクトの個別的検討によって克服されるであろうとの見通しのもとで、以下では、先ず高速道路、次に空港の場合について、ＣＢＡの妥当な適用を考察する。

⑵ 高速道路

高速道路プロジェクトに対するCBAの妥当な適用についての理論的検討に先立って、現実にとられている財務分析的アプローチとその限界とを明らかにしておこう。

(a) 財務分析的アプローチ

時点tにおける単位距離あたりの用地取得費を$L(t)$円、年間維持補修費を$a(t)$円、建設費を$C(t)$円とする。ここで単位距離とは、例えば、高速道路1㎞あるいは7,600㎞と考えると便利である。これら費用がtの関数となっているのは、時間を通じての価格変化を反映するものと考えられるからに他ならない。その意味で、これらは総延長とは独立に求められるものとする。さらに高速道路の耐用年数をT年とし、割引率をrとする。

いま時点tにおいてξ単位距離分の建設を計画するものとしよう。このプロジェクトにかかる用地費は、仮定により、$\xi L(t)$円、年間維持補修費は$\xi a(t)$円となる。建設費は切期には$\xi C(t)$がかかるのみであるが、このプロジェクトには無限の将来にわたっての高速道路機能の実体的維持が含まれているものとすれば、建設にかかる費用はT年毎のリプレースを含めて

$$\xi[C(t)+C(t+T)e^{-rT}+C(t+2T)e^{-2rT}+\cdots\cdots]$$

となる。道路の場合、一般にTは非常に大きな値となるから、高速道路のリプレースという言い方は余り現実的な響きをもたない。しかし、(大きなTに対してはe^{-rT}は0に近いから) この一見無意味な長い式は以後のモデル展開にさ程重要な影響を与えないとは言うものの、この形を用意することによって、減価償却費の取扱いが理論的にわかり易くなるというメリットをもつ。すなわち年間維持補修費の中に減価償却費を計上しないことの唯一の理由は、(もしそうすれば) 二重計算になるからであるということが、これによって自ら明らかとなる。こ

の点に留意した上で、記号の簡単化のため、

$$K(t)=L(t)+\sum_{n=0}^{\infty}C(t+nT)e^{-rnT}$$

すなわち

資本費的支出＝用地費＋建設費

と書くことにする。

以上により、ξ単位距離の建設にかかわるプロジェクトの総費用は、t時点価値であらわして

$$\xi\left[K(t)+\int_{t}^{\infty}a(\theta)e^{-r(\theta-t)}d\theta\right]$$

となる。

他方、収益については、需要を年間延べ走行距離であらわし、これをDとすると、総収益のt時点価値

$$\int_{t}^{\infty}pDe^{-r(\theta-t)}d\theta$$

を得る。ここでpは料率である。Dは一般にpの関数であるが、高速道路網整備のネットワーク効果を考慮すれば、総延長Sの関数でもあると考えられる。また、Dは経済成長にともなって当然増加していく（あるいはガソリン価格の上昇にともなって減少していく）ことが考えられるから、この三者を反映させて、

$$D=F(S(t),\ p(t),\ t)$$

と書くことにする。ここで最も考え得る仮定としては

$$\frac{\partial D}{\partial S}>0,\quad \frac{\partial D}{\partial p}<0,\quad \frac{\partial D}{\partial t}>0$$

であろう。

ところで、前のξの値は時点tにおけるプロジェクトを単位距離であらわしたものであるから、これを $\xi(t)$ と書くことにすると、

$$S(t)=\int_0^t \xi(\tau)\,d\tau$$

という関係があることがわかる。したがって

$$\xi(t)=\dot{S}(t)\qquad (\text{但し}\ \dot{S}=\frac{dS}{dt})$$

となる。

以上により、財務バランス（収益マイナス費用）は次式によって与えられる。すなわち、時点tにおいて与えられた $K(t)$, $a(t)$ に対して、

$$p(t)F(S(t),\ p(t),\ t)-\dot{S}(t)\left[K(t)+\int_t^\infty a(\theta)e^{-r(\theta-t)}d\theta\right]$$

である。これを無限期間で均衡させるような料率の設定は、さらに $S(t)$ も所与として、

$$\int_0^\infty \{p(t)F(S(t),\ p(t),\ t)-\dot{S}(t)[K(t)+\int_t^\infty a(\theta)e^{-r(\theta-t)}d\theta]\}e^{-rt}dt=0$$

を解くことによって達成される。左辺は汎関数であるからこの解はtの関数となる。

実務上は $p(t)$ を一定値pとして

$$B(p)=\int_0^\infty \{pF(S(t),\ p,\ t)-\dot{S}(t)[K(t)+\int_t^\infty a(\theta)e^{-r(\theta-t)}d\theta]\}e^{-rt}dt$$

とする時、方程式

$$B(p)=0$$

の解を料率とする。

ここで注意すべきことは『与えられた $S(t)$ に対して無限期間で財務的均衡がとれるようにpを決める』というのは考え得る恣意的料率決定方式の一つであって、この方式の合理性が、この方程式によって示されるというものではないということである。少なくともこの方程式を満たす正の料率が存在しないことは、特に提供されるサービスに公共性がある場合大いにあり得ることであって、その場合にこの方式は意味をもたない。

代替的方式としては①国鉄型赤字方式、②費用便益方式、③無料公開方式、などがある。①は公的資金の投入をGとして

$$B(p)+G=0$$

を解くものであるが、これを満たす（p, G）の集合の中から最も効率的なものを見つけ出す手続は別途構成さ

れなければならない。すなわち②のように $S(t)$ のもたらす便益を $E(S(t))$ として、

$$\int_0^\infty E(S(t))e^{-rt}dt+B(p)=0$$

を解くことになる。しかしここでの仮定のように $S(t)$ を所与としてしまえば、この方式は①とあまり変わらない。$S(t)$ を変関数として汎関数

$$J(S(t))=\int_0^\infty \{E(S(t))+p(t)F(S(t),\ p(t),\ t)-\dot{S}(t)[K(t)+\int_t^\infty a(\theta)e^{-r(\theta-t)}d\theta]\}e^{-rt}dt$$

を最大化する許容曲線 $S(t)$ を求めるのが理想的な費用便益分析であるが、この時 $p(t)$ を所与としておかなければ、生産者余剰が最大化されることになり、その結果、総余剰において機会損失が生ずる。このような場合に、資源配分の効率性をカウントするための唯一の方法は、市場によって与えられる効率価格 $p(t)$ を所与として許容曲線；

$$S(t)=S^*(t)\ :\ J(S^*(t))=\max_{S(t)}\{J(S(t))\}$$

に沿って建設を進めた場合の径路と、政策的径路；

$$S(t)=S^p(t)\ :\ \text{given}$$

とが一致するように $p(t)$ を決めてやることである。

このような意味における費用便益方式の実施上のボトルネックは、関数 $E(S(t))$ の計測にはいり込む恣意性にあって、$S^p(t)$ を導く政策的判断と $E(S(t))$ の計測に関わる価値判断とが分離不可能となる場合が非常に多

い。この困難を迂回するための実務上の工夫としては、まず

$$\int_0^{\infty} E(S(t))e^{-rt}dt=G$$

を擬制して述上の手続を踏襲することが考えられる。すなわち、財務的収益となって実現しない便益の大きさと、公的支出の大きさとを均等させるようなプロセスが社会的合意のもとに存在するものと仮定するのである。そのようなプロセスが実在するとは信じ離い面もあるが、現実の政策形成過程はこのプロセスの不完全な代替物、ないしその有意味な側面のいくつかを具えた代理機能であると考えられないこともない。もしこの仮定が許されるなら、そのような機能をプロモートすることを前提として、費用便益分析とは正しく構成された財務分析にほかならない、と言い得る。

③の無料公開方式は、次のような内容をもった現実に日本道路公団の採用している方式である。すなわち

$F, K(t), a(t), \bar{S}$ を所与とするとき、

$$S(t_1)=\bar{S}$$

$$B(p, S(t), t_1)=\int_0^{t_1}\{pF(S(t), p, t)-\dot{S}(t)[K(t)+\int_t^{t_1}a(\theta)e^{-r(\theta-t)}d\theta]\}e^{-rt}dt$$

として、終端条件 $S(t_1)=\bar{S}$ を満たす任意の $S(t)$ に対して、方程式；

$$B(p, S(t), t_1)=0$$

の解を (p', t_1') とする。そのような解は存在しないかも知れないが、もしあれば、その中で、

$$p'>0$$

$$0<t_1'<\infty$$

となるものを (p'', t_1'') とする。$S(t)$ をいろいろに変えて比較的小さな t_1'' を選び、その時の p'' の値を料率として、期間 $[t_0, t_1'']$ の間はこの料率を適用し、時点 t_1'' 以降は無料にする。(日本道路公団の試算では、$\bar{S}=$ 5400㎞ で t_1'' は $S(t)=\bar{S}$ となる最も小さな t から三〇年後になるらしい)。

この方式を採ることの論拠がどのようなものであるか筆者は知らないが、効率性の観点からこの方式を批判することはできる。すなわち、このように設定された料率には若干の疑議がある。

t_1 時点における $\bar{S}$ のもつ価値を考えて見よう。維持補修費は建設されてから t_1 までのもののみが計上されているので、$t \geq t_1$ に対しても単位距離当り年間 $a(t)$ の支出で $\bar{S}$ を無限の将来まで高速道路として使用することができる。他方、この利用に対する消費者の支払い意思は年間 $pF(\bar{S}, p, t)$ だけある。したがって t_1 時点における $\bar{S}$ 分の高速道路の価値は、

$$V(p, \bar{S}, t_1)=\int_{t_1}^{\infty}\{pF(\bar{S}, p, t)-\bar{S}a(t)\}e^{-rt}dt$$

だけあることになる。

プロジェクトの終了時点においてその残存価値を擬制的キャッシュインフローとして計上することは財務分析の常道であるが、そればかりでなく、前節で指摘した通り、この分析は

$$\int_0^\infty E(S(t))e^{-rt}dt=G$$

と置いた費用便益分析なのであるから、その意味での財務バランスは $B(p,\ S(t),\ t_1)$ ではなく、

$$B(p,\ S(t),\ t_1)+V(p,\ \bar{S},\ t_1)$$

でなければならない。$V(p,\ \bar{S},\ t_1)>0$ であれば、上式で $B(p,\ S(t),\ t_1)$ を置きかえて得られる p の値は、同じ t_1'' に対して p'' よりも小さくなるはずである。t_1 時点以降の無料公開そのものは一つの政策として別に評価されなければならないが、それが採られる場合においても料率の決定は合理的になされなければならない。

$$B(p,\ S(t),\ t_1)+V(p,\ \bar{S},\ t)=\int_0^{t_1}\{pF(S(t),\ p,\ t)-\dot{S}(t)[K(t)+\int_t^{t_1}a(\theta)e^{-r(\theta-t)}d\theta]\}e^{-rt}dt$$

$$+\int_{t_1}^\infty\{pF(\bar{S},\ p,\ t)-\bar{S}a(t)\}e^{-rt}dt$$

は、$S(t)=\int_0^t\dot{S}(t)dt$

であるから、

$$\int_0^\infty\{pF(S(t),\ p,\ t)-\dot{S}(t)[K(t)+\int_0^\infty a(\theta)e^{-r(\theta-t)}d\theta]\}e^{-rt}dt$$

但し、$S(t)=\bar{S},\ \cdot S(t)=0$ for $t\geq t_1$

と等しい。すなわち、残存価値による修正を加えた場合に、無料公開方式の料率決定は、無限期間での財務的均衡をはかる方式と同じ方程式を用いることになるのである。この意味で、無限期間で財務的均衡をはかるような料率の設定と、無料公開原則とは何ら抵触するものではないことがわかる。

以上の考察を踏まえた上でもなお、

$$B(p,\ S(t),\ t_1)+V(p,\ \bar{S},\ t_1)=0$$

となるような料率には、資源配分の効率性という観点から合理的根拠が与えられたわけではない。すなわち、全国的高速道路網全体のもたらすネットの便益を考察の対象としているので、限界的プロジェクト選択の最適条件である、純便益$=0$ をここでの基準として採用するわけにはいかない。それではここでの意味における合理的料率（最適料率）の決定はどのようになされるべきであろうか。

既に述べたように、最適料率すなわち資源配分の効率性の観点から合理的に設定される料率は、『高速道路総延長 $S(t)$ が、与えられた効率価格 $p(t)$ のもとで最適に選ばれた成長径路 $S^*(t)$ 上にある』が政策径路 $S^p(t)$ について成り立つように $p(t)$ を決定することから得られる。

$$J(S(t))\equiv B(p(t),\ S(t),\ t_1)+V(p(t),\ S(t_1),\ t_1)$$

を、$p(t)$ を所与とし、端点条件；

$$S(0)=S_0,\quad S(t_1)=\bar{S}$$

のもとで最大化する許容曲線 $S^*(t)$ を求めると、そのような $S^*(t)$ に対しては J の第一変分が0となっていなければならない。すなわち $[0,\ t_1]$ のほとんどすべての点でオイラー方程式が成立する。この条件を $p(t)$ に

ついて解いて、$S^*(t)$ に $S^p(t)$ を代入すれば、最適価格が得られる。

$$J=\int_0^{t_1}\{pF(S,\ p,\ t)-\dot{S}[K+\int_t^{t_1}a(\theta)e^{-r(\theta-t)}d\theta]\}e^{-rt}dt$$

$$+\int_{t_1}^{\infty}[pF(\bar{S},\ p,\ t)-\bar{S}a(t)]e^{-rt}dt$$

より、オイラー方程式は、

$$p(t)F_se^{-rt}=\frac{d}{dt}[-K(t)e^{-rt}+\int_{t_1}^{t}a(\theta)e^{-r\theta}d\theta]$$

$$\therefore p(t)F_s=rK(t)+a(t)-\dot{K}(t)$$

となる。左辺は限界収入、右辺は第一項が資金コスト、第二項が維持補修費、第三項は用地費建設費の増加率である。すなわち、一単位距離分の追加的延長がもたらす収益の限界的増加が、資金コストプラス維持補修費マイナス資本費的支出増加率と均等するように料率を決定すればよい。

資本費的支出が一定率λで増加する場合、すなわち

$$K(t)=K_0e^{\lambda t}$$

であるとき、オイラー方程式から導かれる価格方程式は

$$p(t)F_s=(r-\lambda)K_0e^{\lambda t}+a(t)$$

すなわち

限界収入＝増加率を控除した資金コスト＋維持補修費

となる。

$K(t)=K$, $a(t)=a$ とコンスタントの場合は、

$$p(t)F_s=rK+a$$

すなわち

限界収入＝資金コスト＋維持補修費

となる。

以上高速道路の料率決定方式を批判的に検討することによって、財務分析的アプローチの基本的な考え方を示してきたが、このようなアプローチにおけるＣＢＡの適用のされ方は、われわれの基本モデルの枠組からは当然批判されるべきものである。それではどのような「方式」を構想する時、高速道路の最適な供給が確保され、同時に、妥当な料率が設定され得るのであろうか。以下ではわれわれの基本モデルに則って、高速道路に対するＣＢＡの妥当な適用の理論を展開する。

(b) ＣＢＡモデルアプローチ

（以下次号）