

予測事業費と費用便益分析の不確実性に関する研究

日大生産工（院） 本田 智久
日大生産工 高崎 英邦

1. はじめに

近年公共事業においては、より効率的な執行及び透明性の確保の観点から「事業評価」が導入され、その分析手法は費用便益分析が軸となっている。費用便益分析は事業費及び便益や効果の予測を行うが、巨額の費用を要し事業期間も長期にわたるような公共事業では、その過程で状況は様々に変化するため、事業費が当初の予想に比して膨脹する事例が少なくない。つまり、計画時における事業内容や事業評価が、供用時における評価と乖離している事例も多いようである。しかし、こういった例が通常化してくると評価の信頼性を損ない、工事費が高い、無駄なもの作っている、など国民に不信感を持たれる一因となるため、より正確な事業評価を行う必要性が求められる。

著者らは不確実性を考慮した費用便益分析手法の方法について検討をしている。その一環として本報告では、費用便益比の予測の精度を探るため、「事業評価カルテ」を用いて、評価段階すなわち事前、建設中、事後の段階が異なると費用便益比の値はどのように変化するかを調査する。また、高速道路事業を対象として、まず過去の事業執行例から予測事業費と実績の差異を調査し、予測事業費の不確実性を確率論的に把握する。次いで、シミュレーションにより計画時の費用便益分析の不確かさの程度を把握することを目的とする。

2. 現行の事業評価及び費用便益分析の方法

2.1 事業評価

事業評価とは、施策や事業を客観的評価指数を用いて評価し、評価の結果等を公表することにより事業の透明性の確保や説明責任の向上を図るものである。そして評価後の事業の採択や対応方針の決定には、この費用便益分析の評価結果が大きな判断材料になっているのが現状である。

2.2 費用便益分析

公共事業の費用便益分析とは、事業を実施することにより生じる便益(B)と、建設費、維持管理費など必要な費用(C)を、それぞれ現在価値に割り戻したうえで比較し、事業の効率性、妥当性を判定する分析手法である。以下に(1)式は費用便益比の算出式である。

$$CBR(B/C) = \sum_{u=1}^{s+t} \left\{ \sum_k \frac{B_{ku}}{(1+i)^u} \right\} / \sum_{u=1}^{s+t} \left\{ \sum_j \frac{C_{ju}}{(1+i)^u} \right\} \quad \dots (1)$$

ここで、

- u : 基準年次からの年数(年)
- s : 基準年次から供用開始年次までの年数(年)
- t : 供用開始年次を0年目とする供用年次(年)
- B_{ku} : 年次u年目の便益kの計測値(円)
- C_{ju} : 年次u年目の費用jの値
- i : 社会的割引率
- j : 費用種別
- k : 便益種別

なお、高速道路事業の場合は、便益種別(k)は、走行時間短縮便益、走行経費減少便益、

交通事故減少便益が、また費用種別(j)として、道路整備に要する事業費、道路維持管理に要する費用がとられている。

3. 事業評価カルテによる評価段階ごとの費用便益比の分布

国土交通省では平成 16 年度から事業評価の評価結果の蓄積と公表の充実を目的として、各事業の評価段階ごとの一連の評価の経緯をまとめた「事業評価カルテ」の公表を行っている。

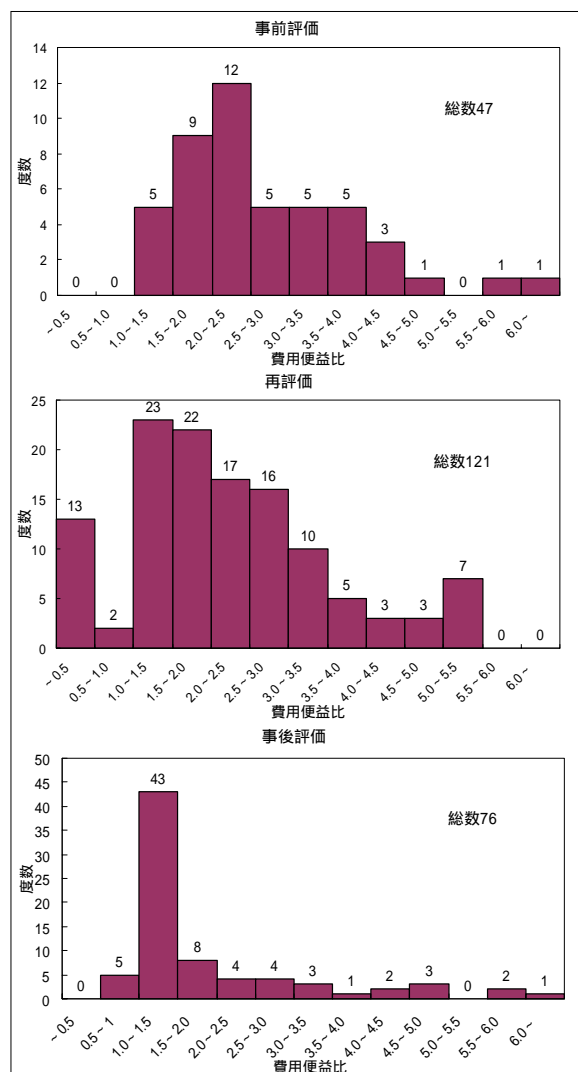


図-1 各評価段階における費用便益比の分布

表-2 各評価段階における費用便益比の分布の特性値

	事前評価	再評価	事後評価
平均値	2.73	2.25	1.94
標準偏差	1.17	1.32	1.31
変動係数	42.9%	59.0%	67.4%

図-1 に平成 16 年度の事業評価カルテにおける各評価段階別の費用便益比のヒストグラムを示し、平均値、標準偏差、変動係数をまとめたものを表-1 に示す。

事業が進捗するにつれて費用便益比の平均値は下がり、変動係数は大きくなる傾向にある。また再評価、事後評価については費用便益比が1を下回る事業も存在している。このことは便益が当初の予定より下がった、もしくは事業費が当初の予測よりも高くなった事業が存在していることが推測される。

費用便益分析においては、便益を大きく見積もり事業費を小さく見積もる傾向があるとの指摘もあるが、今回の結果からは一概には判断することはできなかった。その要因としては、今回用いた事業評価カルテでは同一事業について各評価段階を通して比較することができなかったこと、異なる種別の事業も含まれていることが挙げられる。

4. 高速道路建設事業費予測の不確実性

不確実性を考慮した費用便益分析の検討を行う第一段階として、過去の事業実績データを用いて、事業費が計画時から供用時においてどの程度変動したのかを把握する。

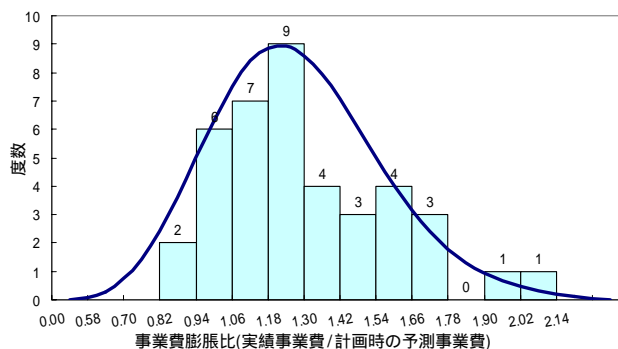


図-2 高速道路建設事業の事業費膨張比の分布

図 2 に、高速道路建設事業における 40 区間の事業費実績データにもとづく事業費膨張比のヒストグラムを示す。横軸は、供用開始までに要した km 当たりの実績事業費と計画時の予測事業費との比を示している。

事業費膨張比の最小値 = 0.86、最大値 =

2.05 であり、平均値 = 1.30、標準偏差 = 0.2862 である。事業費膨張比が 1.0 以上の事業、つまり計画時に比べて事業費が膨張している事例が全体の 80% 近くを占めている。さらに事業費が膨張する事例から縮減する事例まであり、そのバラツキの範囲も大きく事業費予測の精度が良くないことがわかる。すなわち、予想事業費を一意的に決定して事業評価あるいは費用便益分析をしても、その評価値はかなり精度が悪いことを想定しておかねばならないといえる。したがって、事業費膨張の可能性の不確実性を考慮した費用便益分析を行うためにも、計画時の予測事業費を確率的に幅を持たせて把握しておく必要があると考えられる。

分析データにより得られた、事業費膨張比のヒストグラムに様々な確率分布を当てはめ近似するものを検討した結果、図 3 内に示すようなアーラン分布曲線($\lambda = 0.77$ 、 $k = 21$)が最も近似することが明らかとなった。

アーラン分布の確率密度関数の一般式は(2)式で表される。

$$G(x) = \begin{cases} \frac{(k-1)!}{(k-1)!} \lambda^{k-1} x^{k-1} e^{-\lambda x} & x > 0 \\ 0 & x = 0 \end{cases} \dots (2)$$

ここで、

平均値 = $1/\lambda$ (位相)、分散 = $1/(\lambda^2)$

5. 予測事業費の不確実性を考慮した費用便益比の検討

5.1 シミュレーション方法と検討条件の設定

前述したように高速道路事業費の予測精度は、4 章で得られたように膨張する事例が多いため、費用便益比の精度も悪いことが予想される。ここでは予測事業費の不確実性が、費用便益比の算出にどのような影響を及ぼすかをシミュレーションしてみる。条件は以下のように設定した。

(3)式の総費用の部分において、計画時に決めた総事業費を C 、確率分布をもつ総事業

費を C' としてその比 $R (= C/C')$ を取る。

これにより不確実性をもつ計画時の総事業費を確率分布として得ることができる。

便益の項目については一定とする。

$$R = \frac{B/C'}{B/C} = \frac{C}{C'} = \frac{\sum_{u=1}^{s+t} \left\{ \frac{C_{1u}}{(1+i)^u} + \frac{C_{2u}}{(1+i)^u} \right\}}{\sum_{u=1}^{s+t} \left\{ \frac{C'_{1u}}{(1+i)^u} + \frac{C_{2u}}{(1+i)^u} \right\}} \dots (3)$$

ここで、

C_{1u} : 確定的に予測された道路整備に要する事業費

C'_{1u} : C_{1u} に不確実性をもたせた事業費で、その集合は4章の結果からアーラン分布に従う

C_{2u} : 道路維持管理に要する費用

費用を現在価値に換算する基準年を施行命令時とし、道路整備に要する事業費は、施行命令が出て供用開始までの期間(s)に等価に分けられて執行されるものとする。

各パラメータの値は「費用便益分析マニュアル(国土交通省、平成 15 年)」を参考に以下のように決定した。

$t = 40$ (年)、 $s = 40$ 事業の実績データ(年)、 $i = 4$ (%)、道路維持管理に要する費用は、 $C_{2u} = 0.43$ (億円 / km / 年)とする。

計算方法はまず、過去のデータより、計画時の単位長さあたり事業費 C_1 を期間 s で割って C_{1u} を求める。

次に、4 章で示したアーラン分布を示す乱数を発生させ、それに相当する膨張比を求める。その膨張比を C_{1u} に乗じて C'_{1u} とし(3)式を計算する。この手順を 100 回繰り返す。

5.2 結果と考察

数値シミュレーション結果による、 C/C' 分布のヒストグラムを図 3 に示す。また表 2 は分布の代表値を示している。

表-2 費用便益比の不確実性の分布の代表値

費用便益比率の 平均値	標準偏差	λ (位相)	k
0.82	0.1440	1.22	33

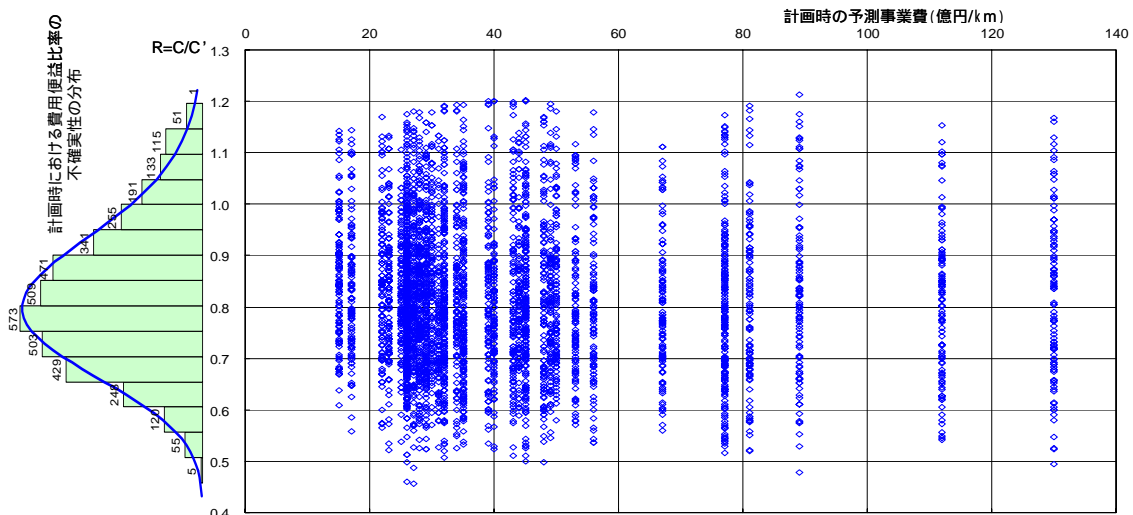


図-3 費用便益比の不確実性の分布

C/C' の分布は平均=0.82、標準偏差=0.1440であり、ヒストグラムは正規分布に近いアーラン分布で近似している。(表の、 k はアーラン分布のパラメータ)。また、予測事業費が平均的に30%程度上昇すると、費用便益比も平均的に20%近く低下することが明らかとなった。つまり、不確実性をもつ計画時事業費を確率的に評価した結果、総事業費の膨張が費用便益比の低下に与える影響は大きいということがいえる。

6. おわりに

本論文では、計画段階での費用便益比の予測の精度、また高速道路事業を対象として、予測事業費と予測費用便益分析の不確実性を調べてみた。その研究成果の概要は、以下に示すとおりである。

費用便益分析においては、便益を大きく見積もり事業費を小さく見積もる傾向があるとの指摘もあるが、今回の結果からは一概には判断することはできなかった。しかし、事業の進捗状況により便益の低下もしくは費用の増加により、費用便益比が1を下回る事業も存在している。

予測事業費/実績事業費の分布はアーラン分布に近似し、平均膨張比1.30、標準偏差0.2862、80%以上が1を上回って予測事業費が増大する傾向を示す。すなわち、予測

事業費は確率分布で捕らえる必要性があるとともに、事業費は膨張する危険性が高いといえる。

予測事業費がで述べた増加傾向の確率分布をもつと、費用便益比は正規分布に近いアーラン分布であらわすことができ、予測事業費が平均として30%上昇すると費用便益比は20%低下することが分かった。

なお今回使用したデータは高速道路事業のみであり、このデータの分析結果を基にアーラン分布を導き、これに従って乱数を発生させシミュレーションを行った。しかし、別の事業費実績データは、事業費膨張の他の確率分布をもつ可能性がある。また便益に関するデータが不足していることもあり、便益部分については検討を行っていない。

今後は上記のような項目も考慮し、各パラメータによる感度分析などについても検討を重ねていきたいが、そのためにはより多くの事業実績データを収集する必要がある。

【参考文献】

- 1) 費用便益分析マニュアル、国土交通省道路局都市・地域整備局、平成15年8月
- 2) 事業評価カルテ、国土交通省、<http://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/jghks/chart.htm>