

費用対効果分析を用いた鉄道プロジェクト評価の事例研究

A Study on the Railway-Construction-Project-Evaluation by Cost Benefit Analysis

堀江 雅直* 荒川 英司** 下大衛 浩*** 深尾 和代* 森 敬芳* 坪田 卓也*** 熊本 義寛*

By Masanao HORIE, Eiji ARAKAWA, Hiroshi SHIMOOZONO, Kazuyo FUKAO, Takayoshi MORI, Takuya TSUBOTA, Yoshihiro KUMAMOTO

1. はじめに

近年、公共事業を効率的・効果的に実施するために事業効果の定量的評価が求められつつあり、運輸分野においては、平成9年に「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル97」(以下、「97マニュアル」)がまとめられている。

ここでの費用対効果分析(CBA)は、これまで鉄道投資の可否判断として用いられてきた事業者中心の財務分析アプローチと比較すると、施設整備によって発生する利用者便益や外部効果を計測して評価する点が特徴である。

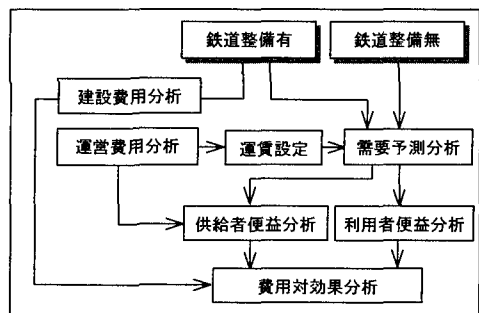
本研究は、都市鉄道新線(以下、「A線」)をモデル線区とし、このマニュアルを適用した試算を行い、マニュアルの適用やプロジェクト評価について検討したものである。

2. 97マニュアルについて

(1) 分析プロセス

CBA検討フローを図-1に示す。

図-1 CBA検討フロー



Keywords: 公共事業評価法、整備効果計測法、鉄道計画

*正会員 東日本旅客鉄道 東京工務事務所

**正会員 工修 東日本旅客鉄道 東京工務事務所

(〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6、

Tel 03-3299-7962 Fax 03-3372-8026)

***正会員 工修 東日本旅客鉄道 建設工部部

(〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2、

Tel 03-5334-1284 Fax 03-5334-1289)

便益及び費用は以下のように定義されている。

① 利用者便益: 鉄道開業によってもたらされる便益。97マニュアルでは旅行時間短縮、費用低減を対象としている。

② 供給者便益: (運賃収入) - (経費)

③ 費用: 建設投資、地代等

計算においては、国民経済的視点で評価を行うため、税金、補助金、利子などの所得の移転を除外したうえ、「社会的割引率」(マニュアルでは4%と設定)を用いて現在価値に換算した価格が用いられる。

なお、検討期間は供用後30年間である。

(2) 評価指標

費用対効果分析で用いられる評価指標は以下のとおりである。

① 純現在価値 (Net Present Value: NPV)

便益の総現在価値から費用の総現在価値を差し引いたもの

② 費用便益比 (Cost Benefit Ratio: CBR)

便益の総現在価値と費用の総現在価値との比

③ 経済的内部収益率 (Economic Internal Rate of Return: EIRR)

便益で建設費用を返済する場合に便益と費用が釣り合う返済利率

3. 試算の前提条件

(1) モデル路線の設定

今回試算した路線は東京圏におけるJRの通勤鉄道線である。設定条件は表-1のとおり

表-1 A線の設定

路線延長	約40 km
建設費	約6,400億円
運賃設定	現行JR線と同等

(2) 需要予測

- ① 予測手法：４段階推定法
- ② 予測範囲：１都３県＋茨城県南部の全域
- ③ 予測年次：基準年度及び基準年度＋２０年後
- ④ 基本ネットワーク：平成７年時点の全鉄道ネットワーク
- ⑤ 旅行目的種別：全目的を対象とする。
- ⑥ 基本OD表：基準年次については直近の国勢調査をもとに設定した。基準年度＋２０年後の値については、国立社会保障・人口問題研究所の都道府県単位の推計人口をもとに推定することとした。

(3) 交通機関選択モデル

一般化費用の算定に必要な交通機関選択モデルには非集計ロジットモデルを適用した。

効用算定式の説明変数は以下のとおり。

- ①乗車時間
- ②運賃
- ③乗換回数
- ④アクセス・イグレス時間
- ⑤アクセス・イグレス費用（アクセス・イグレス距離が一定距離を超える場合に仮想バス利用を考慮）

なお、パラメータは旅行目的別（通勤・通学・私事・業務）に設定している。

(4) 試算ケース

首都圏では比較的高密度に鉄道ネットワークが存在しており、新線開業は周辺鉄道線に大きな影響を与える。この影響を再現できるよう、当該整備線区（Ａ線）単独の評価であるCase 1と、並行線区（Ｂ線：ＪＲ線）を含めた評価を行うCase 2の２ケースについて試算を行った。

表－２ 試算ケース

	Case1	Case2
利用者便益	検討範囲全域	
供給者便益		
営業収益変動	A線単独	A線＋並行B線
運送費変動	A線単独	A線＋並行B線
費用	A線の建設投資	

(5) 便益及び費用の算定方法

① 利用者便益

計算期間中の各年次の利用者便益は消費者余剰アプローチによる次のショートカット公式で算出し、期間中を合算する。

$$UB_{tb} = \sum_{ij} \frac{1}{2} (Q_{ij}^0 + Q_{ij}^1) (C_{ij}^0 - C_{ij}^1)$$

UB_{tb} ：各 tb 年の利用者便益

tb ：供用開始年次を１とする各年次

Q_{ij}^k ：ゾーン i からゾーン j へのOD交通量

C_{ij}^k ：ゾーン i からゾーン j への一般化費用

$k=0$ ：鉄道整備なし、 $k=1$ ：鉄道整備あり

② 供給者便益

損益計算書をもとに、営業収益（旅客、貨物収入、雑収入等）から運送費等（運送費、宣伝費、福利厚生費、一般管理費）を差し引く。なお、所得税、消費税等は除外する。

③ 費用

財務諸表の資金運用表をもとに建設投資額と地代、計算期末の残存価格を算定し、課税分を除外して計算価格とする。

(6) 混雑緩和便益の定量化

今回適用した交通機関選択モデルの効用算定式には、実際の経路選択行動に対して混雑が与える影響を考慮する混雑緩和効用関数は組み込まれていない。

しかし、混雑緩和は快適性の向上に大きく影響することから、ネットワーク構造の変化の結果としての混雑緩和便益は利用者便益として算定する必要があると考える。

そこで今回の試算では以下のように算定することとした。

i) 算定範囲

予測範囲全域の混雑緩和効果を求めることは困難だったので、影響が大きいＡＢ両線を対象とした。

ii) 算定方法

混雑緩和効果を数量化するために「２１世紀に向けての東京圏の新たな交通のあり方に関

する調査報告書」(H10.3)(運輸経済研究センター)に示された以下の混雑抵抗指標を用いた。

混雑抵抗指標
着駅
= ∑ (駅間乗車時間×駅間混雑率²⁾)
発駅

経路選択モデルの推定結果より

効用値 $U_j = -0.0943 \times \text{乗車時間 (分)}$
 $-0.127 \times \text{アタシ・イグレス時間 (分)}$
 $-0.00200 \times \text{総費用 (円)}$
 $-0.00869 \times \text{混雑抵抗指標 (分)}$

上式の費用及び混雑抵抗指標のパラメータを用いて

混雑不効用による一般化費用
= 混雑抵抗指標 × (-0.00869) /
(-0.00200)

以上のようにして求められる一般化費用を用い、他の利用者便益と同様にショートカット理論による以下の式により算定する。

混雑緩和による便益
= $1/2 \times (Q_0 + Q_1) \times (C_0 - C_1)$
トリップ数 Q_0 :整備なし Q_1 :整備あり
一般化費用 C_0 :整備なし C_1 :整備あり

4. 試算結果

(1) 輸送量の比較

計算対象線区におけるリンクフローから輸送人キロを求めたのが表－3である。

表－3 輸送人キロ表

(単位：千人キロ／日)

	基準年度		基準年度＋20年後	
	整備無	整備有	整備無	整備有
A線	0	5,812	0	7,498
B線	31,928	28,997	35,946	32,161
合計	31,928	34,809	35,946	39,659

整備有無の差から、B線からA線へ転移していることがうかがえる。なお、並行する他社線からもA線への転移がみられた。

(2) 便益及び費用値

建設投資開始からモデル路線の開業30年後までの間における便益及び費用を計算したものを

表－4に、利用者便益の内訳を表－5、図－2に、プロジェクト評価指標値を表－6に示す。

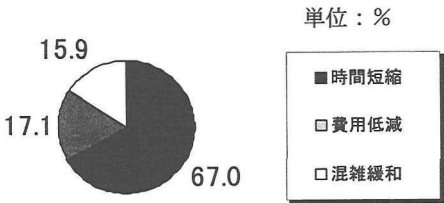
利用者便益では、効用算定式に含まれる項目(費用低減、時間短縮等)については検討対象範囲に含まれる鉄道線全線で算定し、別途付加する混雑緩和効果についてはA線での混雑不効用とB線での混雑緩和効用を合わせたものとして算定した。

表－4 便益および費用 (単位：百万円)

便益	利用者便益	Case1	Case2
		1,031,385	
	供給者便益	332,582	55,648
	便益合計	1,363,967	1,087,033
費用	建設投資	596,684	

表－5 利用者便益内訳

	便益値 (百万円)	構成比 (%)
時間短縮	690,731	67.0
費用低減	176,367	17.1
混雑緩和	164,287	15.9
合計	1,031,385	100.0



図－2 利用者便益内訳

表－6 プロジェクト評価指標

	Case1	Case2
純現在価値(NPV)(百万円)	767,283	490,349
費用便益比(CBR)	2.29	1.82
経済的内部収益率(EIRR)	12.11%	9.45%

(3) 試算結果のまとめ

- ・ 利用者便益では時間短縮効果が最も大きい、混雑緩和便益も16%を占めており、無視できない効果であるといえる。
- ・ 評価指標については、NPV≧0、CBR≧1、EIRR≧社会的割引率設定値(4%)となっていることから、A線建設は意義あるプロジェ

クトであるといえる。

- ・ 利用者便益が供給者便益を上回っていることから、地域社会に与えた便益は事業者が得た便益より大きい。
- ・ 供給者便益に比べ建設費用ははるかに大きい。このことから、事業者単独ではA線整備プロジェクトは成立しない。
- ・ 試算ケースを比較すると、B線を考慮したCase 2において純現在価値が約2/3に減少しているが、これはA線開業により並行路線であるB線の供給者便益が大幅に減少したためである。なお、本試算ではJR線であるAB両線以外の鉄道線における供給者便益は盛り込んでいない。したがって、他社並行線への影響を考慮すれば、供給者便益はさらに小さくなることが予想される。

5. まとめ

(1) CBA計算手法について

便益計算は交通機関選択モデルの効用算定式で行うため、便益の計算値はこの算定式に依存する。したがって、複数のプロジェクトを比較する場合には、同一の算定式を用いる必要があり、ひいては、プロジェクト評価のための効用算定式の標準化が必要になると考えられる。

(2) CBAとプロジェクト評価

プロジェクトの社会的評価においては、純現在価値最大化または利用者便益最大化を実現することが求められる。一方、今回の試算結果では建設費用が供給者便益を大きく上回っていることから現行並の運賃設定では事業採算性がきわめて低いといえる。しかし、採算性向上のために運賃・料金を上げれば、その効果以上に利用者便益が損なわれてしまうため、社会的効率性の観点からは望ましいとはいえない。したがってこれを補うためには公的助成が必要であると考えられるが、その基準として建設投資と供給者便益がバランスすること（建設費補助）が考えられる。

また、あるプロジェクトの実施が既存路線の

経営に影響を与える様子が明らかになった。都心及びその近郊など、ネットワーク密度の高い地域におけるプロジェクトを評価する場合には、周辺鉄道線への影響が考慮できるよう、検討範囲を広げる必要がある。

6. おわりに

現在、いくつかの鉄道整備プロジェクトについてCBA分析がなされているが、多くの場合莫大な利用者便益をもたらすことが報告されている。

にもかかわらず鉄道整備が進まないということは利用者である国民・市民が享受できるはずの便益を喪失しているということになる。したがって、我々はこの便益を顕在化させるためにも整備を進めるための方策について考えていく必要がある。

鉄道整備事業が進まない理由としては、事業者にとっての採算性の低さ、利害の対立、事業費捻出の困難さなどがあげられるが、これらを乗り越え、社会的に優れたプロジェクトを実現するためには、評価の次のステップとして、事業化に向けての仕組み・制度の充実を図る必要があると考ええる。

参考文献

- 1) 運輸省鉄道局監修・(財)運輸経済研究センター:鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル97,1998.
- 2) 森杉壽芳:社会資本整備の便益評価, 劉草書房,1997.
- 3) (財)運輸経済研究センター:21世紀に向けての東京圏の新たな交通のあり方に関する調査報告書,1998.