
経済評価演習 テキスト

芝浦工業大学
岩倉成志

- 目次 -

序

このマニュアルのねらい及び構成
費用対効果分析実施の目的
費用対効果分析とその位置づけ
費用対効果分析の基本的考え方
今後のマニュアルの改訂について
補足(費用対効果分析の理解を進めるために)

実施要領編

- § 1 分析の要点
- § 2 評価基準
- § 3 社会的割引率と計算期間
- § 4 需要予測方法
- § 5 利用者便益の計測方法
- § 6 供給者便益の計測方法
- § 7 費用の算定方法
- § 8 計算期間内の集計
- § 9 評価指標
- § 10 感度分析
- § 11 分析結果の整理
- § 12 総括表の作成要領
- § 13 基本設定一覧

計算例編

- § 1 はじめに
- § 2 需要予測結果、財務分析結果の整理
- § 3 利用者便益の計測例
- § 4 供給者便益の計測例
- § 5 建設費用等費用の算定例
- § 6 計算期間内の集計と評価指標値の算出

解説編

- § 1 はじめに
- § 2 費用対効果分析と財務分析、費用対効果分析の実務的作業手順
- § 3 評価基準
- § 4 社会的割引率と計算期間
- § 5 分析にあたってのプロジェクトの捉え方
- § 6 利用者便益の計測方法
- § 7 供給者便益の計測方法
- § 8 建設費用等費用の算定方法

「鉄道整備の費用対効果分析手法の開発に関する調査」委員会 名簿

委員長	森地 茂	東京大学工学部土木工学科教授
委員	山内 弘隆	一橋大学商学部助教授
	屋井 鉄雄	東京工業大学工学部土木工学科教授
	林山 泰久	東北大学経済学部経済学科助教授
	平田 憲一郎	運輸省運輸政策局総合計画課長
	久保 成人	運輸省鉄道局総務課鉄道企画室長
	三ツ矢 憲生	運輸省鉄道局幹線鉄道課長
	竹村 昌幸	運輸省鉄道局都市鉄道課長
	平山 芳昭	運輸省鉄道局財務課長
	白取 健治	運輸省鉄道局施設課長
	伊東 誠	(財)運輸経済研究センター研究調査部主任調査役
	岩倉 成志	(財)運輸経済研究センター研究調査部調査役

事務局 財団法人運輸経済研究センター研究調査部

調査協力	本多 均	(株)三菱総合研究所交通計画システム部長
	奥村 泰宏	(株)三菱総合研究所交通計画システム部研究室長
	洞 康之	(株)三菱総合研究所交通計画システム部研究員

本マニュアルに関するお問い合わせ、コメント等ございましたら、下記へご連絡ください。

(財)運輸経済研究センター研究調査部
「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル担当」

〒105 東京都港区虎ノ門 3-18-19 虎ノ門マリンビル
TEL 03-5470-8405
FAX 03-5470-8401

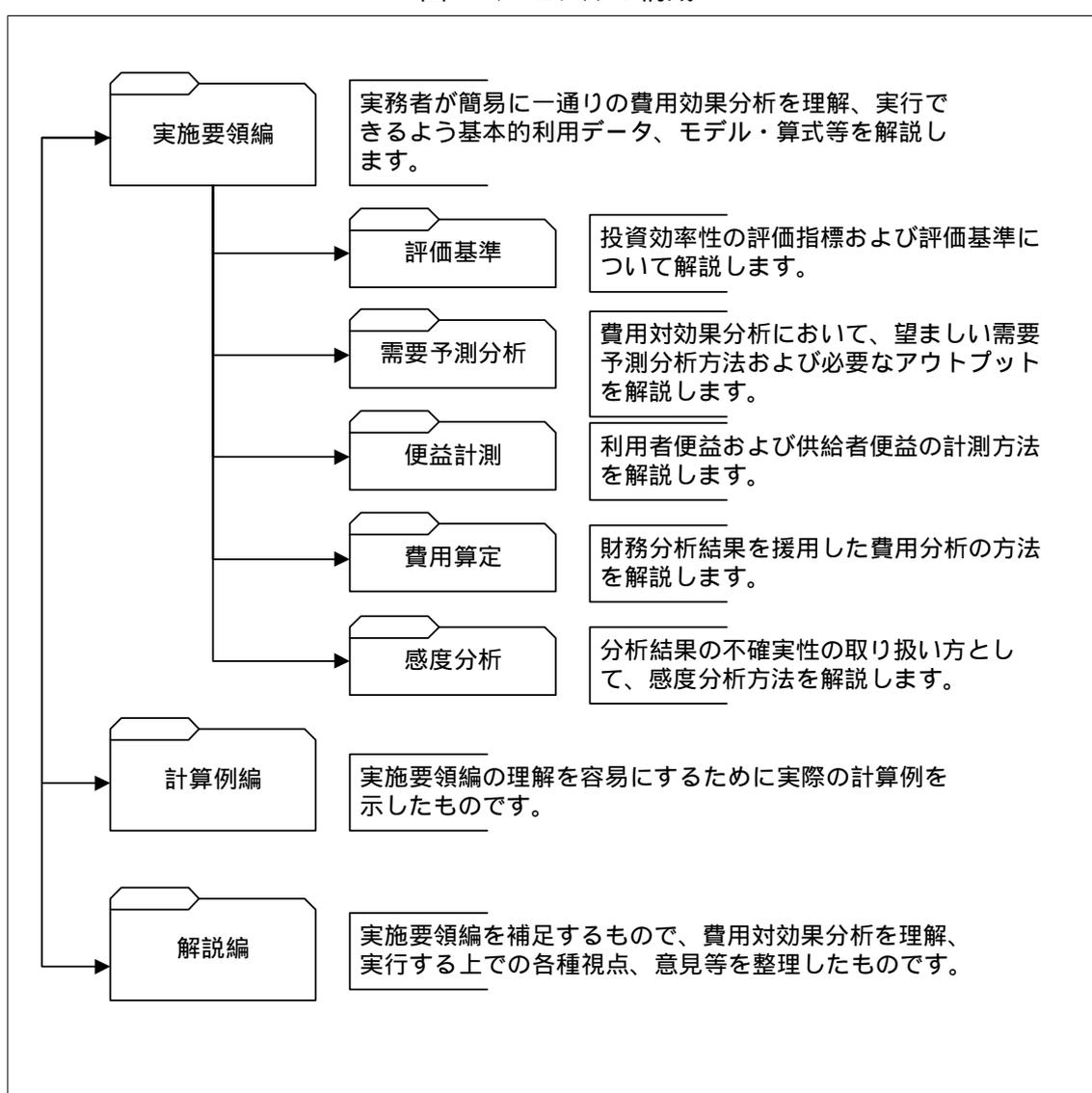
序

このマニュアルのねらい及び構成

本書は、新規に鉄道整備を検討するにあたって、実務レベルで費用対効果分析を適用するための基礎的事項および基本的手法を取りまとめています。下の図1に示すように、実施要領編、計算例編及び解説編の3部構成となっています。各編の内容をご理解の上、ご活用下さい。

また本マニュアルは、鉄道整備によってもたらされる最も基本的な効果であり、定量化が比較的容易な時間短縮効果等の計測法を中心に示しています。今後さらに、広範な鉄道整備効果を評価すべく充実・改定等を予定しておりますので、敢えて第1版としています。

図1 マニュアルの構成



費用対効果分析実施の目的

鉄道整備は、各種審議会等の議を経た計画等に従い、我が国の経済構造改革、国土の均衡ある発展、ネットワーク維持形成、生活の質の向上等、種々の政策的考慮、地元等における調整、需要の見通し、財務分析結果等を踏まえ、事業採択の決定がなされてきたことはご存じの通りです。

しかし、今後は、高齢化社会到来を目前に、鉄道をはじめとする社会資本整備全般の効果的遂行、厳しい財政状況の下での事業の社会経済的意義・効率性を確認するとともに事業採択プロセスの透明性等を確保するため、費用対効果分析の実施が強く求められています。

特に鉄道整備は、多額の資本投下が求められる一方、その整備により時間短縮等必ずしも事業主体に帰属しないサービス改善効果、渋滞の緩和等の外部経済効果等、社会的に種々の便益・費用をもたらすので、鉄道整備の意義を広く理解頂くためにも費用対効果分析の実施が求められています。

なお、本マニュアルの対象事業は、全ての地下高速鉄道整備、ニュータウン鉄道整備、貨物鉄道の旅客線化及び幹線鉄道の高速化にかかわる新規事業です。

費用対効果分析とその位置づけ

(1) 費用対効果分析とは

費用便益分析(CBA: Cost Benefit Analysis、別名、経済分析(Economic Analysis)とも呼ばれる)は、その源をフランスの土木技術者 Dupuit (1849)の消費者余剰概念に発していますが、この分析手法が実務に使用されるようになったのは、アメリカにおいて1950年に Inter-Agency River Basin Committee が米国の河川灌漑事業の是非を判断する基準として採用したことに始まると言われています。

わが国においては、従来から鉄道投資(特に民間の投資は)の可否は、企業経営の観点から(他部門への投資と比較して)妥当な利益が見込めるかどうかで判断されてきました。すなわち、一定の計算期間内において投下された資金に対し、妥当な利益が見込めるかどうか計測する財務分析の結果によって判断されるのが一般的です。しかし鉄道整備は事業収入以外にも多くの効果が発生するので、財務的観点からのみプロジェクトの実施の是非を検討することは問題があります。

費用便益分析の考え方は、財務分析の考え方(鉄道の場合で言えば鉄道事業者の財務分析)とは異なり、施設を整備することによって発生する全ての費用と便益を計測して、(鉄道事業者も含めた)関係者全ての効果と犠牲、すなわち便益(benefit)と費用(cost)を金額で表示し、それを比較することにより施設整備の判断を行おうとするものなのです。

なお、本マニュアルでは、敢えて費用対効果分析という用語を使います。これは、貨幣単位で測られる費用便益分析の考え方を拡張し、定量化が可能であるが、貨幣換算しにくい効果や定性的(記述的)な評価にしかできない効果をも含め、施設整備に伴って発生する効果と犠牲とをできる限り評価したいと考え、この分野での今後の研究成果を取り入れることにより、

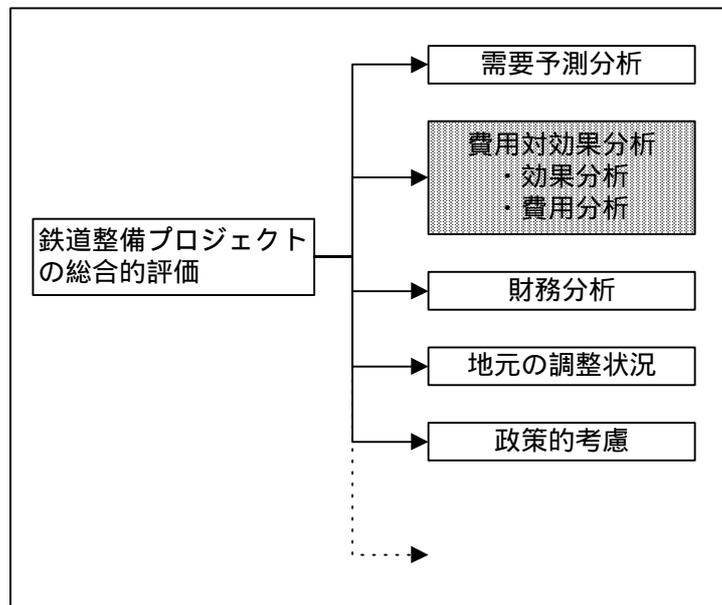
評価内容を充実させていくことを考慮しているためです。

(2) 鉄道整備プロジェクト中での費用対効果分析の位置づけ

冒頭でも述べたように、従来から鉄道整備プロジェクトに関しては様々な観点からの評価がなされてきておりますが、本マニュアルが対象とする費用対効果分析は、プロジェクトの社会経済的効率性を計測する分析手法です。

すなわち、本マニュアルによって算出された費用対効果分析の結果は、従来から行われてきた需要見通しや、財務分析結果等に優先するものと考えべきではなく、図2に示すとおり鉄道整備プロジェクトの総合的評価を行うにあたっての1つの視点、特に社会経済的効率性からの一つの評価指標として考えるべきものです。

図2 新規事業採択の評価項目



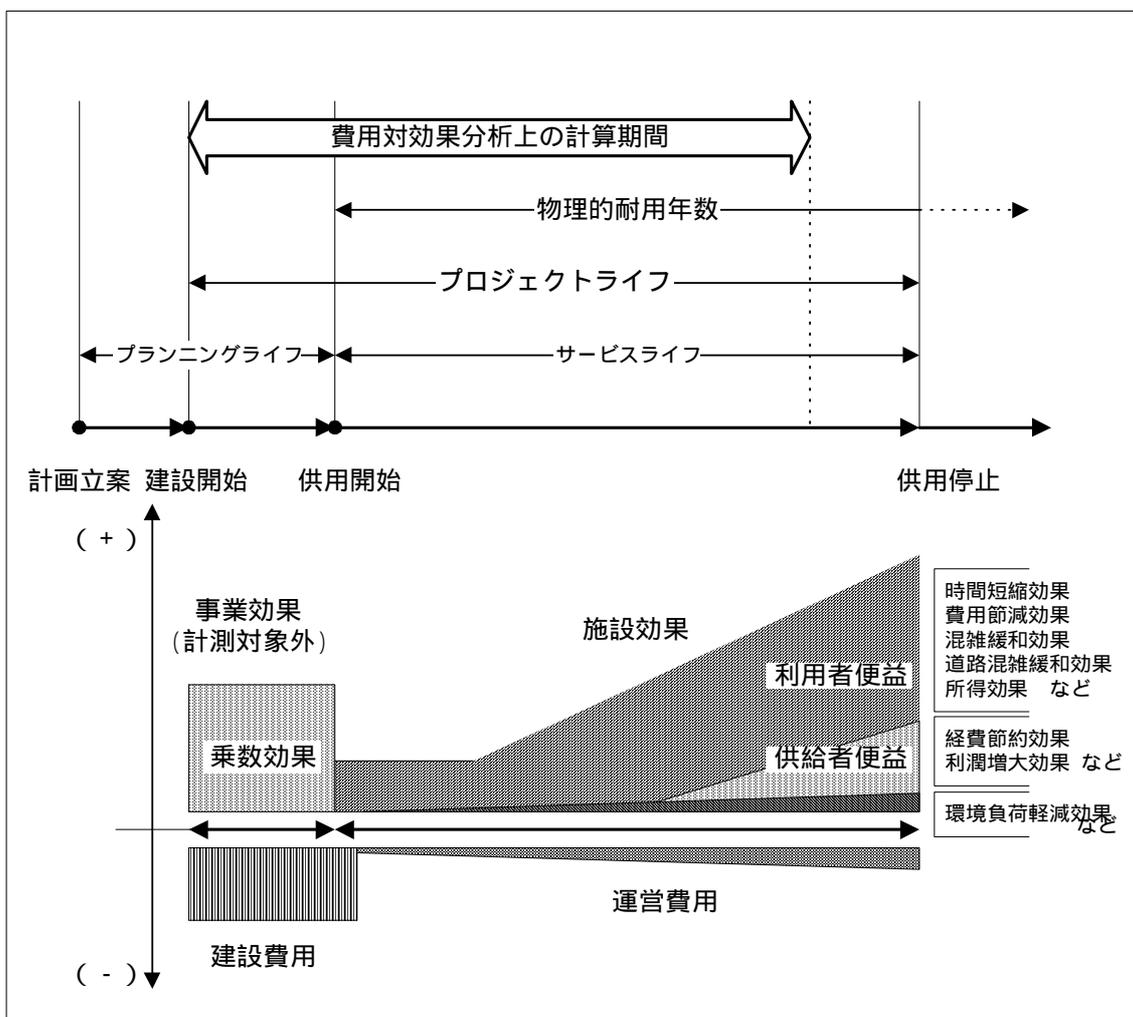
(3) 鉄道整備プロジェクトの効果

鉄道整備プロジェクトの評価で最も重要なことは、新たに発生するさまざまな効果を的確に把握評価することであり、どんな効果があるかを知ることが最も基本的な作業となります。

もちろん各鉄道整備プロジェクトの効果は、その対象地域、規模、内容等によって、その顕在化の過程、顕在化する効果の内容、規模の面で様々ですが、図3に示すように事業効果、施設効果に大別されます。事業効果とは、社会基盤施設の建設事業に起因して発生する効果で、フロー効果とも呼ばれます。また施設効果とは、供用後に社会基盤施設が利用されることによって生じる効果で、ストック効果とも呼ばれます。施設効果を帰属主体別にみて、利用者便益(users benefit)、供給者(事業者)便益 (suppliers/operator's benefit)等に分けられます。

費用対効果分析で、社会的便益として計測対象とする効果は後者の「施設効果」です。なお、前者の「事業効果」は、建設段階にのみ発生する一時的な効果で、かつ他プロジェクトでも発生する効果であることから計測対象に含めていませんが、雇用確保、地域経済面での地域格差の是正という観点においては、重要な指標です。

図3 費用対効果分析の計算期間とプロジェクト効果

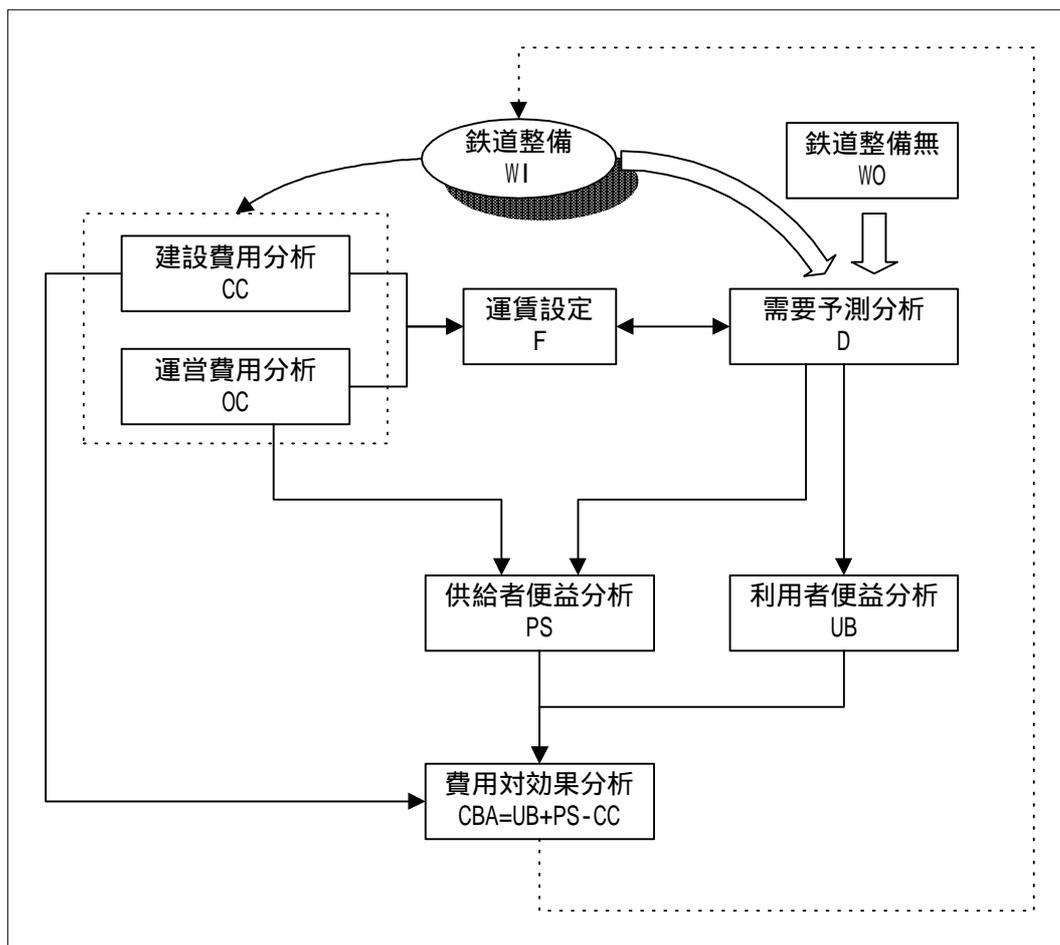


(4) 費用対効果分析の実務的作業手順

費用対効果分析は、実務的効率性、特に費用対効果分析に用いる基礎データ等の整備、整合性を図ると言う観点から、従来の鉄道整備プロジェクト評価の実務的作業手順上に載せれば、図4のように示すことができます。

すなわち鉄道整備プロジェクト代替案の作成、代替案の実施／実施無別に需要予測を行った後、財務分析を行い、これらを活用して各代替案に期待される便益と費用を計測します。そして、社会経済的評価指標を算定し、各代替案を指標別評価基準に照らして比較分析、評価を行います。

図4 費用対効果分析の分析プロセス



本マニュアルの範囲と今後のマニュアルの改訂について

本マニュアルは、都市・幹線鉄道整備事業(地下鉄、ニュータウン鉄道、貨物鉄道の旅客線化および幹線鉄道的高速化等)を対象として、時間短縮効果、費用縮減効果等の利用者便益および供給者便益を効果計測の対象としています。したがって、これ以外の社会的便益が多く期待されるプロジェクトについては、別途評価検討が必要であり、本マニュアルもそれに対応して改定が必要です。引き続き計測手法の確立、標準化を進め、下記の効果項目に対応する便益の具体的計測方法についても追加を進めていく予定です。

なお、本マニュアルは必要最低限の便益計測項目を対象としていることから、下記の項目、またそれ以外の効果項目について計測可能であれば、追加的に計上してもかまいません¹。また、計測が行えない場合にも下記の効果などが予想される場合には、提出資料(総括表 p.)で定性的な記述を行ってください。

- ・需要誘発効果:路線整備による旅行需要の誘発効果
- ・鉄道混雑緩和効果:整備路線利用者の混雑緩和効果および整備路線への転移による既設鉄道利用者の混雑緩和効果
- ・道路混雑緩和効果:マイカー等から整備路線への転移による道路混雑緩和効果(旅行時間短縮効果)
- ・エネルギー効率化:航空機、マイカー等から整備路線への転移に伴うエネルギー効率化効果
- ・環境負荷軽減効果:航空機、マイカー等から整備路線への転移に伴う騒音・排出ガス等の環境負荷の軽減効果および鉄道騒音発生による不効果
- ・立地条件向上効果:都心中心エリア等との結節性、鉄道駅との近接性の向上による経済、社会、文化等、諸活動上の優位性の向上

¹ 貨幣単位で計測可能な効果項目は、追加計上してかまいません。ただし、2重計算の無いよう十分注意してください。例えば、時間短縮などによる利用者便益と時間短縮による立地条件向上がもたらす地価上昇の加算や、地価上昇とその土地での生産者の収益性向上の加算などは2重計算となります。

補足(費用対効果分析の理解を進めるために)

費用対効果分析の必要性

公共事業の実施にあたっては、事業採択の透明性を確保しつつ、その効率的、効果的な実施が社会的に強く求められています。平成9年6月に閣議決定された「財政構造改革の推進について」、閣議了解された「公共投資基本計画の改定について」では、費用対効果分析の活用による効率的な整備推進とチェック機能の強化および適切な情報の開示等により透明性を確保することが重要であると謳われています。

以上から補助金が投入される鉄道事業については、事業採算性のみならず、その事業の国民経済的な効果を分析し、投資費用に見合うかを評価する必要があります。

財務分析と費用対効果分析との価格の扱いの違い

財務分析では、実際の金銭の取り引きを扱うため、利息や税金を考慮するとともに人件費、運賃、物価の変動を見込んだ「市場価格」で分析します。一方、費用対効果分析は、国民経済的視点に立って評価を行う方法ですので、税金、補助金、利子と言った国家全体で見て単に所得の移転となる分は主体間相互で相殺されますので、これを除外した「計算価格」を用います。また人件費、運賃、物価の変動も考慮しないのが原則で、現在の価格ベースで評価を行います。

さらに、必ずしも市場で売買されないような価格、例えば現在、わが国において市場評価が入っていない鉄道の混雑緩和効果や環境改善効果なども、価格換算して考慮します。

現在価値へ換算する必要性とは

費用対効果分析では、社会的割引率を用いて、将来の異なる時点に発生する費用や効果を現在価値に変換します。

鉄道プロジェクトが建設、供用されると、長期間に渡って毎年、費用や利用者等への効果が発生します。これらの将来の各時点において算定された各年の効果と費用の計算価格を集計し、現時点に統一して評価すれば、プロジェクトの採否や異なった事業間の比較が容易になります。社会的割引率とは、計算価格の異時点間の価値換算率であり、この社会的割引率を用いることで、将来時点で発生する効果を現時点の価値相当へ換算できます。

利用者便益とは何か

鉄道の運賃は、事業採算性の見合いと政策的判断によって設定されています。利用者はサービス対価として運賃を支払いますが、利用者の中には、当該事業のサービス改善効果が大きく、運賃がさらに上がっても利用して良いと考えている利用者がいると想定されます。つまり鉄道事業者が回収できないこの一部の利用者の運賃支払意志額(一般に支払意志額と呼ばれる)が存在します。

費用対効果分析では、事業者が内部化していない(収益となっていない)利用者にもたらされる便益も国民経済的観点から分析を行うこととなります。

実施要領編

§ 1 分析の要点

費用対効果分析で用いる評価基準の一つとして、効果と費用の比(費用便益比)が1.0以上であることが求められます。本マニュアルで対象とする効果項目と費用項目を用いて、費用便益比を表現すると以下ようになります。

$$\frac{\text{便益}}{\text{費用}} = \frac{\overbrace{(\text{時間短縮効果} - \text{移動費用増(減)})}^{\text{利用者便益}} + \overbrace{(\text{営業収益増(減)} - \text{営業費増(減)})}^{\text{供給者便益}}}{\text{建設投資額} - \text{残存価値}}$$

効果項目は利用者便益と供給者便益であり、費用項目は建設投資額等となります。

効果項目の内、利用者便益とは、対象事業によってもたらされる交通機関の時間短縮効果から運賃などの交通機関の利用対価を差し引き、現在価値に換算したものを指します。供給者便益とは、鉄道事業者の営業収益から営業費用を差し引いたもの、つまり、損益計算書における旅客収入、雑収から運送費、管理費等を差し引いた純利益を現在価値に換算したのになります。

費用項目は、鉄道整備による建設投資額、車両費、用地費・補償費ならびに計算期間末の残存価値を現在価値で表したものとなります。よって、営業費は費用項目ではなく、供給者便益の項目として算定することに注意が必要です。

上記の項目について、計算期間中の各年度について効果と費用を算出し、これを計算期間内で集計して費用対効果を検討します。

効果分析の計測精度は、需要予測の精度が決定的な影響を及ぼすことから、前提条件の妥当性、予測手法や予測モデルの信頼性、予測データの精度に十分な注意を払い、過大な需要予測がなされないよう管理することが必要です。

費用分析では、鉄道の線形、構造形式等について複数の整備方法を比較し、コスト縮減方策を検討されることを期待します。一方、実際には計画時の想定より工事が長期化したり、人件費等の上昇によって、結果的に予測時よりも費用が高くなることなどが想定されます。よって、建設投資額が結果的に非現実的に低くならないように、その妥当性についての十分な検討が必要です。

上記の分析にあたり、諸条件の不確定要素については、感度分析を行うことが望ましい。

§ 2 評価基準

費用対効果分析で用いられる標準的な評価指標と評価基準には、下記の3種類が存在します。

以下、 B_t : t年次の便益(利用者便益 + 供給者便益)、 C_t : t年次の費用(建設投資額:設備費、車両費、用地費、残存価値等)、 i : 社会的割引率、 n : 計算期間として評価指標を示す。
(B^* 及び C^* は、各年の便益 B_t 、費用 C_t を社会的割引率で現在価値に変換し、計算期間内で集計された値を指します)

純現在価値(Net Present Value:NPV)

便益の総現在価値と費用の総現在価値との差から評価しようとするもので、「NPV = 0」が求められます。

$$NPV = B^* - C^* = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \geq 0$$

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から評価しようとするもので、「CBR = 1」が求められます。

$$CBR = \frac{B^*}{C^*} = \frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+i)^t}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+i)^t} \geq 1$$

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

「生じる便益で投下した資本を逐次返済していくとしたときの返済利率がどの程度なら費用と便益が見合うか」と考えたときの見合う限度の利率で、その純現在価値が0となる時の i を算出する。「EIRR = 社会的割引率」が選択基準となります。

$$EIRR = i \quad \leftarrow \quad NPV = 0$$

上記3つの評価指標と評価基準は、単一鉄道整備プロジェクトの評価については、下記のように整合性が確保されます。

NPV = 0 CBR = 1 EIRR = 社会的割引率

§ 3 社会的割引率と計算期間

費用対効果分析では、評価指標算定式からも明らかなように、各期の便益、費用の他に、基礎データとして「社会的割引率」、「計算期間」を設定する必要があります。

本マニュアルでは、社会的割引率を「年率4%」、計算期間を「建設期間 + 30年(供用期間)」と設定します。

(1) 社会的割引率の考え方

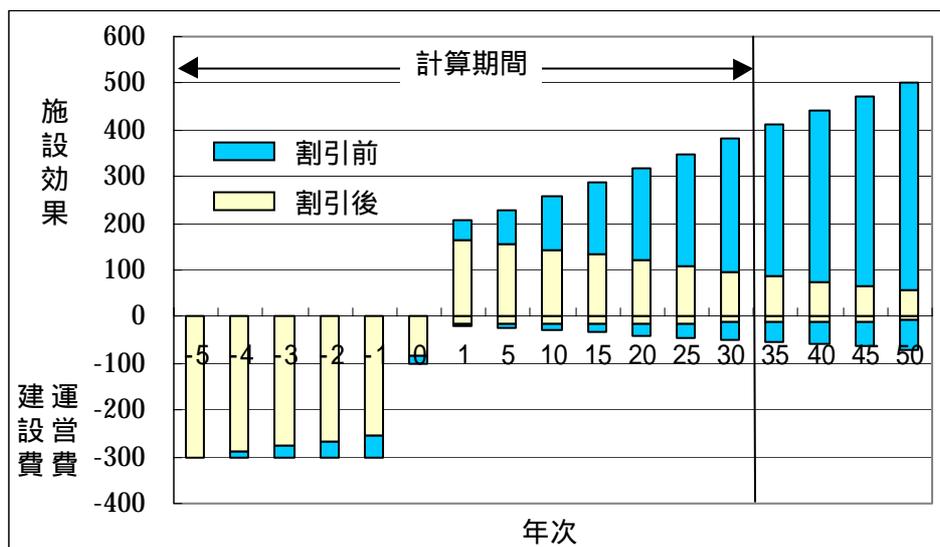
将来の便益、費用を現在価値に変換する指標である「社会的割引率」は、設定方法によって計算利率、資本の機会費用とも呼ばれるが、「現在手に入る財と、同じ財だが将来に入ることになっている財との交換比率」を意味するもので、特別な事情が無い限り、「年率4%」に設定します。なお、この社会的割引率は、長期金利動向等も勘案し改定することがあります。

(2) 計算期間の考え方

将来に渡る便益、費用を積算する上で計算期間を設定する必要があります。この計算期間は、基本的にはそのプロジェクトの計画が作られ始めた時点から機能的に存在理由を失うまでの期間としてのプロジェクトライフを意味し、プロジェクトの特性に応じて設定することも考えられますが、特別な事情が無い限り、「建設期間 + 30年(供用期間)」とします。なお、計算期間後(供用30年以上)も一般には供用され、便益と費用が発生しますが、一般に割引後の現在価値が小さいことから、考慮しないこととなります。また、この計算期間も、社会的割引率と同様、各プロジェクトの特性に応じて今後改定することがあります。

以上の社会的割引率と計算期間の設定によって、施設効果と費用の現在価値は図5のようなイメージとなります。白抜きが社会的割引率で割り引いた現在価値となります。

図5 割引後の現在価値のイメージ



§ 4 需要予測方法

(1) 需要予測手法

利用者便益の計測手法は後述しますが、消費者余剰アプローチ(ショートカット理論²)を用いるため、下記の2種類のデータだけで利用者便益を計測できます。

対象事業の有無別の交通機関別OD間需要量

対象事業の有無別の交通機関別OD間サービス水準データ(所要時間、費用等)

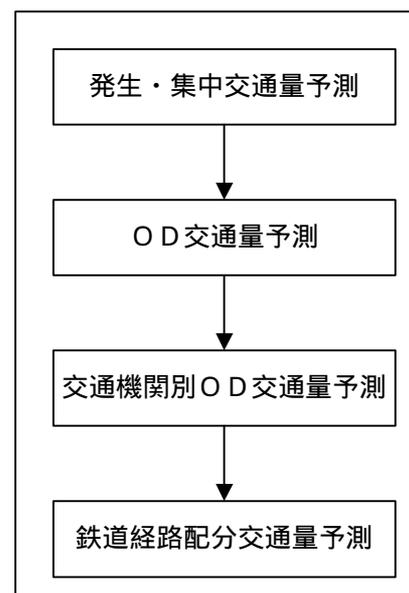
これまでの需要予測結果に加え、将来時点において対象事業が無い場合の需要予測結果が必要となります。

推奨される需要予測手法

上記データを得るために、正確なネットワークデータを用意し、精緻に需要予測を行うことが必要となります。需要予測手法については、実務的に広く利用されている4段階推定法³の利用を推奨します。また4段階推定法のうち交通機関選択モデル、鉄道経路選択モデルは非集計ロジットモデルの利用が望まれます。

非集計ロジットモデル⁴は、効用理論をベースに構築されており、便益計測との整合性が高いことや、確率的な需要配分であるため、安定的な需要量を予測できます。非集計ロジットモデルの代表的な適用事例として、東京圏運政審7号答申⁵、運政審13号答申⁶などがあります。

図6 4段階推定法のフロー



対象事業の有無による前提条件の相違

対象事業の有無によって、開発人口や競合交通機関(バス路線など)の状況が実際には異なることが想定されます。特に鉄道整備によって人口増が期待される地域では、整備無の場合の人口を整備有と同一とした場合は、整備無の需要が過大に推定されるため、利用者便益も過大推計となります。しかし現段階では、対象事業有無別の開発人口やバス再編等を合理的かつ的確に算定する方法が無いため、対象事業の有無による前提条件の変更は必ずしも必要ありません。

なお、整備有無によって上記前提条件が異なる予測方法を採用している場合は、その方法を用いて、需要予測を行ってください。

² 森杉・林山・小島(1986)交通プロジェクトにおける時間便益評価、土木計画学研究・論文集No.4, pp.149-156、または森杉壽芳(1989)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

³ 4段階推定法については、「土木学会編、新土木体系工学60、交通計画、技報堂出版」が詳しい。

⁴ 非集計ロジットモデルの理解を深める参考書としては、「やさしい非集計分析、交通工学」、「非集計行動モデルの理論と実際、土木学会編」がある。

⁵ (財)運輸経済研究センター(1985)Tokyo Metropolitan Railway Masterplan(TRAM)大都市交通網の整備にかかわる調査研究報告書

⁶ (財)運輸経済研究センター(1991)21世紀のわが国の交通需要、平成3年3月

需要予測上の配慮事項

下記の点に配慮して需要予測を行うことが望まれます。

- ・4段階推定法を用いる。特に交通機関選択モデルおよび経路選択モデルには非集計ロジットモデルを用いる。
- ・選好接近法で求めた時間評価値(需要予測モデルのパラメータから算出した時間評価値)については、トリップ目的間(通勤、通学、私事、業務、観光など)での大小のバランスに配慮する。
- ・交通機関選択モデル、鉄道経路選択モデルの双方から得られる時間評価値の大幅な乖離は避ける。
- ・トリップ目的によって、時間評価値が異なるため、トリップ目的別に需要予測モデルを作成する。
- ・各交通機関ごとに最短所要時間経路を代表経路とし、その代表経路の効用 U をもとに算定されている交通機関分担率 P は、 i, j, k の3つの交通機関を想定すると、
$$P = f(U_i, U_j, U_k)$$
で表される。整備有の交通機関代表経路も最短時間経路でその効用を求めることになるが、例えば鉄道整備により、この代表経路の効用がデータ上整備無に比べて低下するようなODがあった場合には、積極的な理由が無い限り、計測対象から除外する、あるいは整備無と同じ効用値とする。
- ・駅アクセス時間短縮効果を正確に測るため、予測対象ゾーンは極力細かくする。
- ・本マニュアルでは、所要時間、交通費に関する効果の計測を求めているが、需要予測モデル(交通機関選択モデルや鉄道経路選択モデル)の変数を所要時間と交通費の2変数に限ることを推奨しようとしているものではない。従来どおり乗換え回数や混雑率などのサービス変数をモデルに導入することによって利用者便益に加算できる。
- ・費用対効果分析では、供用開始以降の便益を社会的割引率で現在価値に変換する。すなわち、特に供用開始に近い期間での利用者便益がより高い重みで評価される。従って、供用開始後の需要立ち上がりに大きく影響する供用開始後初期の社会経済指標(沿線人口等)の設定について十分な検討が必要である。
- ・都市鉄道プロジェクト等では、トリップ目的(通勤・通学と私用、業務)により、その主な発生時間帯とそのときの交通状況(特に競合するバス、自動車の所要時間などの交通サービ

ス)が大きく異なる場合もあるので、トリップ目的別に交通サービス・データを整備する等、の配慮も望まれる。

(2) 需要予測に用いるデータ

需要予測モデルの構築を行う際には、交通需要データが必要になりますが、その代表的データとして、以下のものがあります。

表1 都市鉄道の需要予測の代表的データ

調査名		都市圏パーソントリップ調査	大都市交通センサス	国勢調査
項目	対象地域	人口規模約 30 万人以上の都市圏あるいは都市 ⁷	3 大都市圏(首都圏、中京圏、近畿圏)	全国
データ項目	交通手段	徒歩、自転車、自動二輪車、タクシー・ハイヤー、乗用車、路線バス、鉄道・地下鉄等 計 14 区分 ⁸	鉄道、乗合バス、路面電車 計 3 区分	徒歩、JR、JR以外の鉄道・電車、乗合バス、自家用車、タクシー・ハイヤー、自動二輪車、二輪車等 計 10 区分
	目的	通勤、通学、帰宅、買物、社交・娯楽、業務等 計 11 区分 ⁸	定期券(通勤、通学)、普通券 計 3 区分	通勤、通学 計 2 区分
実施周期(最新年次)		原則として 10 年ごと	5 年ごと(1990 年)	5 年ごと(1995 年)ただし、交通手段については 10 年ごと(1990 年)
特徴		全ての交通手段を対象としており、交通機関選択モデルの作成に有用。 モデル作成において、目的別のトリップ特性の違いを考慮できる。	移動経路の実態を把握しており、鉄道経路選択モデルの作成にも有用。	全国を対象とした調査であり、左記 2 調査の対象とならない地方中小都市においても利用可能。
実施主体		建設省都市局及び関係都道府県、自治体	運輸省運輸政策局地域計画課	総務庁統計局統計調査部国勢統計課
利用窓口		建設省都市局(要申請)	(財)運輸経済研究センター出版部 TEL:03-5470-8410	(財)日本統計協会 TEL:03-5269-3051

⁷平成 7 年度までに都市圏パーソントリップ調査が実施された都市圏、都市は以下に示す(カッコ内は最新年次)。道央(1994)、旭川(1982)、函館(1986)、釧路(1987)、青森(1990)、盛岡(1984)、仙台(1992)、秋田(1979)、郡山(1986)、いわき(1989)、水戸・勝田(1990)、日立(1986)、宇都宮(1992)、前橋・高崎(1993)、両毛(1989)、東京(1988,1993(ミニ PT))、新潟(1988)、富山・高岡(1983)、金沢(1995)、中京(1991)、長野(1989)、静岡中部(1988)、西遠(1995)、東駿河湾(1991)、東三河(1992)、京阪神(1995)、福井(1989)、播磨(1978)、広島(1987)、岡山県南広域(1994)、備後・笠岡(1991)、周南(1977)、徳島広域(1983)、高松広域(1974)、香川中央(1989)、松山広域(1979)、高知広域(1980)、北部九州(1993)、佐賀(1987)、長崎(1985)、熊本(1984)、大分(1983)、宮崎(1981)、鹿児島(1990)、沖縄本島中南部(1989)

⁸参考までに、東京都市圏(1988 年)における調査項目を記した。

表2 幹線鉄道の需要予測の代表的データ

		全国幹線旅客純流動調査	旅客地域流動調査
対象地域		全国	全国
データ項目	交通手段	航空、鉄道、幹線バス、自動車、フェリー・旅客船 計5区分	鉄道、自動車、定期航空、旅客船等 計11区分
	目的	業務、観光、私用・帰省、その他等 計5区分	全目的 1区分
実施周期 (最新年次)		1990年～5年ごと(1995年)	1961年～毎年(1995年)
特徴		<p>真の出発地、目的地を把握できる純流動データ。</p> <p>目的別、居住地別のトリップ特性の違いを考慮したモデル作成が可能。</p> <p>全交通手段を対象としており、交通機関選択モデルの作成に有用。</p>	長期間にわたってデータの蓄積があり、時系列型予測モデルの構築に有用。
実施主体		国土庁計画・調整局、運輸省運輸政策局、建設省道路局	運輸省大臣官房情報管理部
利用窓口		(財)運輸経済研究センター 出版部 TEL:03-5470-8410	(財)運輸経済研究センター 出版部 TEL:03-5470-8410

§ 5 利用者便益の計測方法

鉄道整備プロジェクトによって発生する利用者便益は、ショートカット公式で計測します。単年度ごとに整備有無別の需要と一般化費用を算出し、計算期間内で合算します。(一般化費用とは、所要時間、乗換え回数、混雑率など利用者にとっての負担を貨幣単位(円)に費用換算し、運賃と合算した値を指す)

(1) 利用者便益計測の基本式

§ 8で解説する計算期間に従って合算される各年次の利用者便益は次式のショートカット公式で算出します。

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

ここで、スーパースクリプトの0は鉄道整備無、1は整備有を表わします。

UB_{tb} : 各 tb 年の利用者便益 (以下、 Q_{ij} および C_{ij} の表記では、 tb は省略している)

Q_{ij}^0 : 鉄道整備無のゾーン i からゾーン j へのOD交通量(人/年)

Q_{ij}^1 : 鉄道整備有のゾーン i からゾーン j へのOD交通量(人/年)

C_{ij}^0 : 鉄道整備無のゾーン i からゾーン j への一般化費用(円)

C_{ij}^1 : 鉄道整備有のゾーン i からゾーン j への一般化費用(円)

一般化費用として運賃と時間の要素のみ取り上げる場合は、 $C_{ij} = F_{ij} + \omega T_{ij}$ となります。

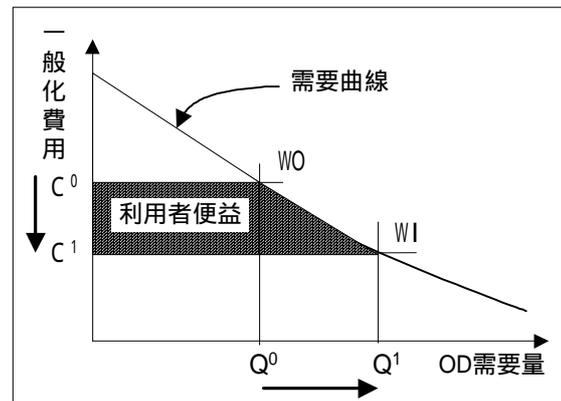
F : 交通費(鉄道運賃、自動車走行費等) (円)

ω : 時間評価値(円/分)

T : 所要時間(分)

式(1)は、右図を表している。整備無 WO と整備有 WI の2点のデータを用いて、需要曲線を直線近似し、利用者便益を台形の面積で算出する。

$$(\text{上底 } Q_{ij}^0 + \text{下底 } Q_{ij}^1) \times \text{高さ } (C_{ij}^0 - C_{ij}^1) \div 2$$



作業手順は以下のようになります。

鉄道整備プロジェクトによって、交通サービス水準が変化する全てのODを抽出する。

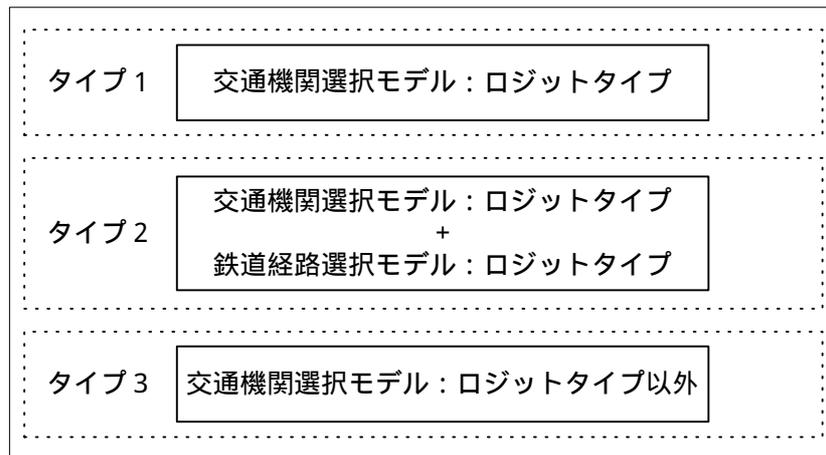
交通サービス水準が変化するODについて、鉄道整備プロジェクトの有無別の需要予測結果をもとに、OD間の需要量 Q と交通サービス変数とを整理する。

交通利便が変化するODについて、所要時間 T を時間評価値 ω で貨幣換算し、交通費 F と合算した一般化費用 C を算定する。

上記 から得られたOD需要量および一般化費用を式(1)に代入し、全ODについて合算し、利用者便益を求める。

(2) 需要予測方法別の利用者便益の算定式

利用者便益計測の基本式は前ページで紹介しましたが、現時点では、様々な需要予測方法が採られているため、以下の3つのモデルタイプについての利用者便益の算定方法を解説します。需要予測方法は4段階推定法を用い、特に交通機関選択モデルや鉄道経路選択モデルには非集計ロジットモデルを適用することが望ましいことは既に述べました。なお、下記の3タイプに当てはまらない場合は、本例を参考に、応用してください。



モデルタイプ1の場合

OD間で鉄道経路どうしの代替関係が存在しない地域(鉄道経路選択モデルの作成が必要でない地域)で、かつ交通機関選択モデルがロジットタイプで作成されている場合の利用者便益の計測方法を示します。

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

Q_{ij} はゾーン ij 間の全ての交通機関の OD 交通量、 C_{ij} は対象交通機関全てを考慮した OD 間一般化費用を示します。この場合の一般化費用は、次式で算定できます。

交通機関選択モデルの交通機関 m の ij 間の効用関数 V_{ijm} が $V_{ijm} = aT_{ijm} + bF_{ijm}$ (a, b はパラメータ) とすると、

$$C_{ij} = \left\{ \ln \sum_m \exp(V_{ijm}) \right\} / b \quad (3)$$

となります。式(3)は前頁の一般化費用の考え方と基本的に同一です。

式(3)の中括弧{ }内は交通機関選択モデルから得られるログサム変数(最大効用の期待値)です。これを交通機関選択モデルの交通費のパラメータ b で割ると、複数の交通機関を考慮した一般化費用⁹となります。

⁹ 屋井・岩倉・伊東(1993)鉄道ネットワークの需要と余剰の推定方法について、土木計画学研究・論文集 No.11, pp.81-88 を参照

モデルタイプ2の場合

OD間で鉄道経路どうしの代替関係が存在するか、新規投資によって代替関係が起こる地域で、交通機関選択モデル、鉄道経路選択モデルともロジットタイプで作成されている場合の利用者便益の計測方法を示します。ここでは鉄道需要¹⁰のみに着目します。

経路選択モデルの経路 k の ij 間の効用関数 V_{ijk} が $V_{ijk} = cT_{ijk} + dF_{ijk}$ (c, d はパラメータ) とすると、

$$C_{ijr} = \left[\left\{ \ln \sum_k \exp(V_{ijk}) \right\} / c \right] \times \omega \quad (4)$$

となります。

式(4)の中括弧{}内は経路選択モデルから得られるログサム変数です。これを経路選択モデルの所要時間のパラメータ c で割ると大括弧[]の単位は分単位となります。大括弧[]の値は複数経路を考慮した最大効用の所要時間期待値となります。交通機関選択モデルから算出される時間評価値¹¹ ω を大括弧[]の値に乘じれば一般化費用(円)とすることができます。

よってモデルタイプ2の場合は次式のように表わせます。

$$UB_{ib} = \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ijr}^0 + Q_{ijr}^1) \left[\left\{ \ln \sum_k \exp(V_k^0) \right\} - \left\{ \ln \sum_k \exp(V_k^1) \right\} \right] / c \times \omega \quad (5)$$

モデルタイプ3の場合

OD間で鉄道経路どうしの代替関係が存在しない地域(鉄道経路選択モデルの作成が必要でない地域)で、かつ交通機関選択モデルがロジットタイプでない場合または、モデルに所要時間と交通費の両パラメータが設定されていない場合は、以下の式で利用者便益を計測します。

$$UB_{ib} = \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ijr}^0 + Q_{ijr}^1) (C_{ijr}^0 - C_{ijr}^1) \quad (6)$$

Q_{ijr} は ij 間の鉄道 OD 交通量、 C_{ijr} は鉄道の OD 間一般化費用を示します。一般化費用は、 $C_{ijr} = F_{ijr} + \omega T_{ijr}$ で求めます。 F_{ijr} は OD 間の鉄道運賃、 ω は時間評価値、 T_{ijr} は所要時間を示します。

上記の方法では、鉄道が無い地域での新線整備の場合の整備無の一般化費用 C_{ijr}^0 には、需要の最も高い交通機関のサービス変数を入れてください。

時間評価値 ω の設定は、所得接近法を用います。詳細は次頁(3)を参照してください。

¹⁰ 自動車から鉄道への需要転換によって、自動車の走行環境(走行速度等)が変化するような需要予測を行っている場合には、モデルタイプ1およびタイプ2を応用して便益算定をしてください。

¹¹ 交通機関選択モデルの時間評価値は、モデルの効用関数を $V_{ijm} = aT_{ijm} + bF_{ijm}$ とすると、 a/b 、つまり「所要時間のパラメータ/費用のパラメータ」で算出できる。

(3) 時間評価値の設定

時間評価値の算定には、一般に、「選好接近法」あるいは「所得接近法」が用いられます。前述のモデルタイプ1および2の一般化費用は、交通機関選択モデルや鉄道経路選択モデルの所要時間パラメータと費用パラメータから算出する「選好接近法」を用いました。

時間短縮便益の算定には、選好接近法と所得接近法の各々の時間評価値を用いた結果を報告してください。所得接近法による時間評価値の算定方法は次式のとおりです。

$$\omega (\text{時間評価値}) = \text{利用者の時間当たり平均賃金} (\text{年間賃金} / \text{年間労働時間}) \quad (7)$$

選好接近法による時間評価値を算出できない場合(例えばモデルタイプ3)には、所得接近法による時間評価値から一般化費用を算定するようにしてください。

所得接近法を用いる場合、全てのトリップ目的を同じ時間評価値と仮定します。

特に、都市鉄道等では、対象地域の所得を反映できるように、当該地域の賃金、労働時間データから算定することが望まれます。

表3 年間賃金、年間労働時間に関する調査

	毎月勤労統計調査	賃金構造基本統計調査	民間給与実態調査	個人所得指標
調査項目	月間現金給与総額 月間実労働時間数	月間現金給与総額 月間実労働時間数	年間給与支給総額	年間課税対象所得額
地域単位	都道府県	都道府県	国税局別	市区町村
実施時点	毎月	毎年6月分の賃金	毎年12月末現在	毎年
実施主体	労働省大臣官房政策調査部	労働省大臣官房政策調査部	国税庁長官官房企画課	(株)日本マーケティング教育センター
利用窓口	(財)雇用情報センター TEL:03-3815-7921	(財)雇用情報センター TEL:03-3815-7921	国税庁長官官房企画課統計係 TEL:03-3581-4161	(株)日本マーケティング教育センター TEL:03-3352-2253

(5) 時間短縮効果と費用節減効果の分解方法

ここでは § 5 (2) で求められた利用者便益 UB を構成要因別 (時間短縮効果、費用節減効果および費用増不効果) に分解する方法を示します。§ 5 (2) ではモデルタイプを3種類示しました。タイプ3は一般化費用 C の構成要因が単純な加法和を仮定したのですが、タイプ1と2はログサム変数を用いているため簡単に構成要因を分解することはできません。よってモデルタイプ別に分解方法を示します。

モデルタイプ3の場合

式 (6) の一般化費用を構成要因ごとに分けると次のように表せます。なお、ここでは UB_{tb} のサブスクリプト tb を略記し、 UB と表記しています。

$$\begin{aligned} UB &= \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ijr}^0 + Q_{ijr}^1) (C_{ijr}^0 - C_{ijr}^1) \\ &= \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ijr}^0 + Q_{ijr}^1) \Delta C_{ijr} \\ &= \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ijr}^0 + Q_{ijr}^1) (\omega \Delta T_{ijr} + \Delta F_{ijr}^+ + \Delta F_{ijr}^-) \end{aligned} \quad (8)$$

ω は時間評価値、 ΔT_{ijr} はOD間の鉄道の時間短縮時分、 ΔF_{ijr}^+ はOD間の鉄道の節減費用 (新規整備による運賃の節約)、 ΔF_{ijr}^- は増加費用 (新規整備による運賃増の不効果) を表します。なお、当然ながら同じOD間で ΔF_{ijr}^+ と ΔF_{ijr}^- が同時に起こることはありません。

よって、時間短縮便益 UB_T 、費用節減便益 UB_{F+} 、費用増不便益 UB_{F-} は、次式で表せます。

$$UB_T = \frac{1}{2} \sum_{i,j} (Q_{ijr}^0 + Q_{ijr}^1) \omega \Delta T_{ijr} \quad (9)$$

$$UB_{F+} = \frac{1}{2} \sum_{i,j} (Q_{ijr}^0 + Q_{ijr}^1) \Delta F_{ijr}^+ \quad (10)$$

$$UB_{F-} = \frac{1}{2} \sum_{i,j} (Q_{ijr}^0 + Q_{ijr}^1) \Delta F_{ijr}^- \quad (11)$$

モデルタイプ1および2の場合

モデルタイプ3は一般化費用 C が単純な加法形と仮定したので、容易に構成要因別の便益を分解できますが、タイプ1および2は各々式 (3)、(4) のようなログサム変数の形式をとっているため、簡単には分解できません。ここでは近似的な計算方法を示します。

通常、需要予測モデルで用いられる非集計モデルの効用関数は、所要時間、交通費の他、乗換え回数や混雑率等で構成されていますので、ここでは表記上、次のような効用関数を想定します。

$$V_{ij} = \alpha T_{ij} + \beta C_{ij} + \eta E_{ij} \quad (12)$$

ここで、 α, β, η はパラメータを示し、 E_{ij} は所要時間、交通費以外のサービス変数 (乗換え回数や混雑率など) を表します。

タイプ1及び2の場合、ログサム変数を用いていますので、分析対象となっている全ての交通機関もしくは鉄道経路を考慮した一般化費用となっていますが、構成要因の分解が困難なため、タイプ1の場合は、代表交通機関(もっとも効用水準が高い交通機関)を、タイプ2の場合は代表鉄道経路に着目して次式によって、仮の利用者便益 $UB^\#$ を求めます。

$$UB^\# = \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ij}^0 + Q_{ij}^1) \left(\omega \Delta T_{ij} + \Delta F_{ij}^+ + \Delta F_{ij}^- + \frac{\eta}{\beta} \Delta E_{ij} \right) \quad (13)$$

時間評価値 ω は α/β で求められます。同様にその他のサービスは η/β で貨幣換算できます。この仮の利用者便益 $UB^\#$ を用いて、モデルタイプ3の場合と同様な方法で、構成要因別の便益に分解します。要因ごとの便益と利用者便益 $UB^\#$ によって内分比を作成し、ログサム変数を用いて算出された利用者便益 UB を構成要因別に分ける方法を以下に示します。

$$\text{時間短縮便益の内分比} \quad R_T = \frac{1}{2} \sum_{i,j} (Q_{ij}^0 + Q_{ij}^1) \omega \Delta T_{ij} / UB^\# \quad (14)$$

$$\text{費用節減便益の内分比} \quad R_{F+} = \frac{1}{2} \sum_{i,j} (Q_{ij}^0 + Q_{ij}^1) \Delta F_{ij}^+ / UB^\# \quad (15)$$

$$\text{費用増不便益の内分比} \quad R_{F-} = \frac{1}{2} \sum_{i,j} (Q_{ij}^0 + Q_{ij}^1) \Delta F_{ij}^- / UB^\# \quad (16)$$

$$\text{その他の便益の内分比} \quad R_E = \frac{1}{2} \sum_{i,j} (Q_{ij}^0 + Q_{ij}^1) \Delta E_{ij} / UB^\# \quad (17)$$

上記 R_T, R_{F+}, R_{F-} を利用者便益 UB に乗じて時間短縮便益 UB_T 、費用節減便益 UB_{F+} 、費用増不便益 UB_{F-} とします。

$$\begin{aligned} UB_T &= UB \times R_T \\ UB_{F+} &= UB \times R_{F+} \\ UB_{F-} &= UB \times R_{F-} \end{aligned} \quad (18)$$

§ 6 供給者便益の計測方法

供給者(鉄道事業者)便益は、鉄道整備プロジェクト実施の場合と実施しない場合の財務分析結果による純利益の差として計測します。なお、ここでの純利益とは財務分析の損益計算と異なり、物騰等を考慮せず基準年価格(事業申請年時点の価格水準で、一般には現在価格と呼ばれています)で、かつ計算価格を用いた営業収益と営業費の差として算定された額を指します。

これまでの鉄道プロジェクトの新規採択事業は、財務分析を行うことが一般的であり、分析方法やそのデータも整備がなされています。本マニュアルでは、これまでの財務分析を援用して供給者便益を計測する方法を示します。

(1) 財務分析と供給者便益分析との違い

費用対効果分析での費用は、次の事項を基本に計測します。(次の事項は、供給者便益計測とともに § 7 で後述する費用計測に共通する基本的な考え方です。)

基準年価格による計測: 財務分析では一般に物騰等を考慮してなされますが、費用対効果分析での費用は、全て基準年価格で評価します。

鉄道整備プロジェクト実施によって発生する費用の計測: 新線整備等では財務分析での費用は全てプロジェクト実施によって新たに発生する費用であり、特に問題はありませんが、既存路線での線形改良等のプロジェクトでは、特に維持管理費、運営費、営業費等についてはプロジェクト実施によって新たに追加された費用で計測する必要があります。

計算価格¹による計測: そのプロジェクトの実施により喪失される財や厚生²の価値を指し、市場価格によってなされる財務分析上での建設投資額、営業費等を「計算価格 (accounting price)」に換算する必要があります。

以下に、鉄道整備プロジェクトを対象とした費用対効果分析において、計算価格に換算する上での主要な原則を列挙します。

所得税: 財務分析での労務費には所得税が含まれており、これも移転所得として除外する必要があります。

消費税: 財務分析での工事や施設の維持修繕に係る各種材料費に含まれる消費税も、移転所得として除外します。

土地の買収費や補償費: 財務分析では市場価格で評価されますが、費用対効果分析では、計算価格で計上する必要があります。

物騰: 財務分析では考慮されますが費用対効果分析では考慮しないのが原則です。但し、一般の物価上昇率と明らかな差異が認められるものについては、物価上昇率を差し引いた上昇率を適用して評価するという必要もあります。

¹ 計算価格とは、市場価格から税金、補助金、利子といった国民経済的に見た場合の移転所得を除き、さらにその価格を機会費用で表した価格です。ここで、機会費用とは、そのプロジェクトに投資されることによって、他の投資を行う機会を犠牲にしたために生じる費用で、一般には、その費用によって生み出される生産物や、サービスの提供を中止したときに生じると考えられる費用の総節約額で求められます。

(2) 財務分析に基づく供給者便益の計測方法

供給者便益 SB は、例えば表4のような財務諸表の損益計算書の中から「営業収益」、営業費の「運送費等」を用いて、§ 6(1)で示した原則に従って各 tb 年次の供給者便益を算定します。§ 8で解説する計算期間に従って合算される各年次の供給者便益 SB_{tb} の算定式は以下のようになります。

$$\text{供給者便益 } SB_{tb} = \frac{\text{営業収益}}{1.05} - \frac{\text{運送費等(うち労務費)}}{1.07} - \frac{\text{運送費等(うち材料費)}}{1.05}$$

分子は下表のハッチ部分に対応します。また分母は消費税(5%)、所得税率(7%)を除外するための設定値です。詳細は解説編 p. を参照してください。

表4 損益計算書を利用した供給者便益計測の処理方法

項目	計算表		供給者便益計測上の処理
(1)営業収益	旅客、貨物収入、雑収入等		移転所得(消費税)を除外して計上する。実質ベースで算定するため、運賃上昇率は除外する。
(2)営業費	+ +		
運送費等	運送、宣伝費、福利厚生、一般管理費	労務費	移転所得(労務費の所得税)分を除外し、計算期間中を通して基準年価格で計上する。実質ベースで算定するため、人件費上昇率は除外する。
		材料費	移転所得(材料費等の消費税)分を除外し、計算期間中を通して基準年価格で計上する。実質ベースで算定するため、物騰分は除外する。
諸税	印紙税、固定資産税、都市計画税等		(単なる移転所得であり対象外)
減価償却費			(計算期間中の財務上の操作で実際には発生していないため計上外)
(3)営業利益	(1)-(2)		(対象外)
(4)営業外収益	受取利息、貸付料等		(対象外)
(5)営業外費用	支払利息等		(対象外)
(6)経常利益	(3)+(4)-(5)		(対象外)
(7)税金	法人税、県民税等		(単なる移転所得であり対象外)
(8)純利益			(対象外)

§ 7 費用の算定方法

費用は、建設投資額（車両費含む）と地代、計算期末の残存価値で構成されます。算定にあたっては、供給者便益の計測方法で述べた「§ 6(1)財務分析との考え方の違い」に準じます。§ 8で解説する計算期間に従って合算される各年次の費用 C_{tc} の算定式は以下のようになります。

$$\text{費用 } C_{tc} = \frac{\text{材料費等}}{1.05} + \frac{\text{労務費}}{1.07} + \text{年間地代} - \text{計算期間末残存価値 (計算期間末のみを計上)}$$

$\frac{\text{建設投資額(用地費除く)} \times 0.5}{1.05} + \frac{\text{建設投資額(用地費除く)} \times 0.5}{1.07}$

財務分析に基づく費用 C_{tc} の算定は、表5に示すように財務諸表の資金運用表を利用し、下記算定式に従って算出します。

上式の第1項は設備投資額のうち材料費等から消費税(5%)を除外し、第2項は労務費分から所得税(7%)を除外しています。なお、建設期間中は建設投資額のうち50%が労務費と設定し、供用開始以降の建設投資額は全額材料費等と仮定して算定することにしていません。

第3項の年間地代 LR は、建設投資額の用地費 LP に対応するもので、用地費に割引率4%を乗じて年額に変換します。

$$LR = LP \times 0.04 \quad (19)$$

第4項の計算期間末の残存価値 SV は、計算期間末の年次にのみ計上するものです。これは、計算期間以降も耐用年数の残っている資産(ここでは、計算期間末に減価償却が完了していない資産とします)の価値を指し、次の方法で算定します。例えば、26年目に車両を購入し、27年目から使用した場合、計算期末までは4年内しか使用されておらず、残存価値が残っていますが、26年から30年にかけて定率法で償却したときの未償却分がこれにあたります。定額法の場合は、定額法で算定します。なお、圧縮記帳やみなし償却を行った財務分析の減価償却計算とは異なります。詳細は解説編 p. を参照してください。定率法の場合、残存価値 SV は次式で算定します。

$$SV = URD \times (1 - \theta)^{te - tt} \quad (20)$$

ここで、 URD は物騰分・税額分を除外後の未償却資産の投資額、 θ は年償却率、 te は計算期末(建設期間 + 供用後30年間)、 tt は未償却資産の投資年次を表します。

表5 資金運用表を利用した費用の算定方法

項目	計算表	費用対効果分析での扱い
(1)資金流入	+ +	
純利益	損益計算表より	(対象外)
減価償却費	損益計算表より	(対象外)
借入金	資金計画より	(対象外)
(2)資金流出	+ + +	
建設投資額	設備費 投資計画より	移転所得(材料費等の消費税、労務費の所得税)分を除外して維持改良費、再投資額を建設期間、供用中の投資時期に合わせて基準年価格で計上する。 実質ベースで算定するため、物騰、人件費上昇率は除外する。 建設利息は除外する。
	用地費 投資計画より	用地費は、年間地代に変換する。年間地代は用地費×割引率(4%)で算定する。
借入金返済	資金計画より	(対象外)
(3)資金余剰		(対象外)
(4)累積資金余剰		(対象外)

§ 8 計算期間内の集計

以上の§ 5 ~ § 7の算定により得られた各年次の便益及び費用を現在価値に割り戻して合計する必要があります。下記の4点に留意して算出してください。

集計期間:建設開始から供用後30年間を計算対象とします。

需要予測期間:供用開始から30年間の各年の需要予測がなされている場合はその予測値をご利用ください。その他の場合は、供用開始時点及び供用開始から10年後等の2時点の需要を予測した後に、2時点の需要で、その間の各年次を補間し、それ以降の需要は一定としてください。

社会的割引率:年率4%とします。

基準年次(現在価値割戻し年次)は申請年次とします。

(1) 計算期間内の便益の集計

各年の便益(利用者便益 UB + 供給者便益 SB)の現在価値への変換を次式に示します。

$$B^* = \sum_{tb=1}^{30} \frac{UB_{tb}}{(1+i)^{ta+tb}} + \sum_{tb=1}^{30} \frac{SB_{tb}}{(1+i)^{ta+tb}}$$

ta : 供用年次から基準年次を差し引いた期間(建設期間)

tb : 供用開始年次を1*とする各年次

i : 社会的割引率(=0.04)

(2) 計算期間内の費用の集計

各年の建設投資額 CC (資金運用表の設備投資額)、用地費に対応する年間地代 LR 、計算期間末の残存価値 SV の現在価値への変換と計算期間内の集計は次式のようになります。

$$C^* = \sum_{tc=1}^{te} \frac{CC_{tc}}{(1+i)^{tc}} + \sum_{tc=1}^{te} \frac{LR_{tc}}{(1+i)^{tc}} - \frac{SV}{(1+i)^{te}}$$

tc : 建設開始年次を1*とする各年次

te : 計算期間末年次(= 建設期間 + 供用後30年)

i : 社会的割引率(=0.04)

CC_{tc} : 建設投資額、車両費

LR_{tc} : 用地費、補償費から算定される年間地代

SV : 計算期間末の残存価値

* tb, tc を1から設定しているのは、基準年次(現在価値割戻し年次)を事業申請年次(建設開始1年前)としているためです。対応しない場合には修正が必要です。

§ 9 評価指標

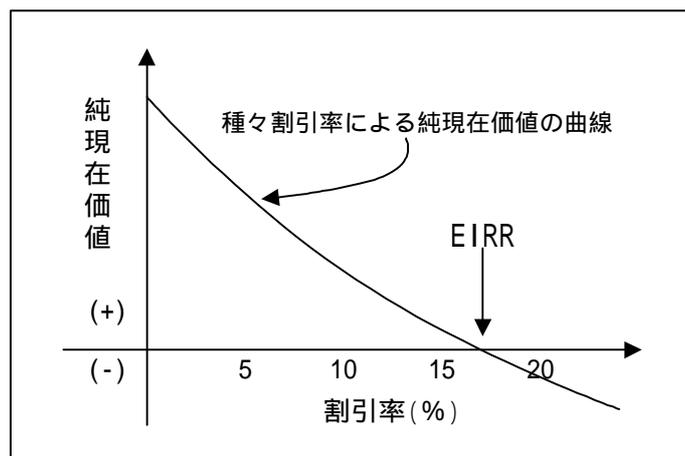
以上の計算結果を用いて投資効率性の評価指標を算定します。

純現在価値 $NPV = B^* - C^*$

費用便益比 $CBR = B^* / C^*$

内部収益率 $EIRR = \text{純現在価値 } NPV \text{ が } 0 \text{ となる利率 } i$

図8 内部収益率算定のイメージ



§ 10 感度分析

鉄道整備プロジェクトに関する費用対効果分析は、便益、費用の計測結果をもとに実施しますが、将来の不確定要素を含んだものとなっています。この不確定要素の取り扱いとして、感度分析(sensitivity analysis)を行います。

感度分析とは、費用対効果分析に用いられる変数の不確かさの幅に応じて、費用対効果分析の評価指標の算定値の変化を観察するものです。

この不確実な変数には需要あるいは便益、費用、社会的割引率、工期など、不確かさの幅には±30%、20%、10%等の設定が用いられますが、本マニュアルでは、次の5項目についての感度分析を行うことを求めます。

各期の需要を - 10%

各期の建設投資額を + 10%

各期の建設投資額を - 10%

建設期間の延長を + 2年

+ +

§ 11 分析結果の整理

鉄道整備プロジェクトに関する費用対効果分析結果は、下表のように対象プロジェクトの特性などの前提条件、需要予測結果並びに費用便益分析結果を総括する形で整理します。

なお、この根拠となる年次別需要量と便益、費用を計算期間の各年次別に整理します。

表6 費用便益分析結果総括表(例)

対象プロジェクト名		線(~ 駅間)	
(1)前提条件			
1)開業年次		平成 年(西暦 年)	
2)建設期間		年間	
3)社会経済フレーム		経済成長率 : 沿線人口 :	
4)建設費関係		総建設費 : 内 用地費:	
(2)需要見通し			
1)開業年次	総需要 目的A B C	人 人 人 人	人 km 人 km 人 km 人 km
2)供用 30 年後	総需要 目的A B C	人 人 人 人	人 km 人 km 人 km 人 km
(3)費用便益分析結果			
1)便益	利用者便益	総便益 . 億円 内 時間短縮効果 . 億円 費用節減効果 . 億円 費用増不効果 . 億円	
	供給者便益	総便益 . 億円	
	便益計	. 億円	
2)費用	建設費	建設費計 . 億円 内 用地費 . 億円	
3)評価指標	純現在価値	. 億円	
	費用便益比	.	
	経済的内部収益率	. %	

表7 費用便益分析結果の付属基礎資料(例)

1) 需要予測モデル等

需要予測ステップ	モデルと説明変数
生成交通量予測モデル	・モデル構造、説明変数 ・モデルパラメータ値 ・モデル精度(相関係数、尤度比、パラメータのt値等) ・その他
発生集中交通量予測モデル	
分布交通量予測モデル	
交通機関分担交通量予測モデル	
鉄道経路配分モデル	

2) 利用者便益算定法と時間評価値

時間評価値	
所得接近法	時間評価値 年間所得 年間労働時間
選好接近法(上記1)のモデルによる) 目的A 目的B	時間評価値

3) 年次別便益および費用

年次	年間需要量		利用者便益			供給者 便益	費用		
	人	人 km	総便益	時間 短縮	費用 節減		総建設 費	内用地 費	営業費
199 年									
計算期間末									
合計									

注) 上段:割引後、下段:割引前

4) 感度分析結果

ケース	純現在価値	費用便益比	内部収益率
需要 - 10%	. 億円	.	. %
建設費 + 10%			
建設費 - 10%			
建設期間延長2年			
+ +			

§ 12 総括表の作成要領

本マニュアルは、貨幣単位で測られる費用便益分析を中心に解説してきましたが、序で述べたように、それ以外の効果(定量化が可能であっても貨幣換算しにくい効果や定性的な記述に留まらざる得ない効果)についても評価しますので、下記の留意事項に従って総括表の整理を行ってください。

総括表作成時の留意事項

- ・表8は総括表作成の例です。適宜、貨幣換算した便益として算定できないものの積極的に評価されるべき影響、効果を記述してください。
- ・鉄道プロジェクトによる施設効果(供用による効果)について、プラスの効果、マイナス面を含めた影響を可能な範囲で列挙してください。
- ・列挙された各効果について所見を記述してください。
- ・当該プロジェクトの特徴的な効果については、 をつけてください。
- ・効果項目については、影響が重複して記述されていてもかまいません(例えば、時間短縮効果と住宅立地の増加、地価の上昇など)。当該プロジェクトで期待される効果項目、影響項目について記述してください。

表8 総括表の作成例

事業名:	
項目	所見 (特徴的項目に を付す)
1. 費用便益分析結果	
純現在価値	億円
費用便益比	.
内部収益率	. %
2. 投資	
建設費	億円(ミニ地下鉄の採用により、1km 当り 億円程度となる)
資本収支	資本収支単年度黒字転換年 年 資本収支累積黒字転換年 年 最大欠損額 億円
3. 営業	
供給者便益	億年(うち営業収益 億円、営業経費 億円)
営業収支	営業収支単年度黒字転換年 年 営業収支累積黒字転換年 年 最大欠損額 億円
4. 交通	
時間短縮効果	~ 間が1時間30分から50分に短縮される。また利用者便益は+ 億円(うち駅へのアクセス時間短縮効果は 億円、乗車時間の短縮効果が 億円、乗換え時間の短縮効果が 億円となる。)と見積もられる。
費用節減効果	+ 億円の交通費の節減が見積もられる。
鉄道混雑緩和効果	平行路線の ~ 断面のピーク時混雑率が220%から17

	0%に低下するなど、混雑緩和効果は大きいと考えられる。	
誘発需要効果	総発生量が 人から 人増加する程度のトリップ頻度の増大効果が見られる。	
駅アクセス不便地域解消	駅への距離が2km以上の地域人口が %減少する。ただし、対象路線が整備された場合、バス路線再編に伴い利便性が低下する地域の発生も考えれる。	
幹線交通との連絡性	空港への所要時間が改善され、空港利用者の利便性が高くなる。	
道路混雑緩和効果	自動車の総トリップ量の分担率が %から %へ低下し、総トリップ台キロが 台キロから 台キロへ減少する。都心部のトリップが中心であるため、かなりの程度の混雑緩和があると想定される。	
その他		
5. 環境		
騒音	トンネル部が総延長の60%を占め、特に既存市街地内は90%がトンネル部であるため、騒音の影響は極めて小さいと考えられる。	
景観	トンネル部が多いため、景観破壊の影響は想定しにくい。	
エネルギー効率化	年間ガソリン消費量が %低下すると見積もられる。	
地球的環境改善効果	CO2 排出量が %低下すると見積もられる。	
局所的環境改善効果	自動車交通量が鉄道に転換し、NOx、COの排出量が ton 減少すると見積もられる。	
安全性	自動車トリップの減少により、交通事故の減少が見込まれる。	
その他		
6. 地域経済		
住宅立地など	地域における大規模住宅地の開発が促進され、都市構造再編に大きく寄与するものと見込まれる。	
企業立地など	地域については、企業立地の促進に大きな貢献が期待できると考えられる。その他の地域の立地促進は考えにくい。	
企業収益、商業販売額など	私事、業務トリップの時間短縮効果が高く、需要増が予測されるため、既でに立地している 地域の企業、商店等のおおきな収益向上が見込まれる。	
地価上昇	通過地域の多くが過密集積地であり、大幅な地価上昇は期待できない。	
その他		

§ 13 基本設定一覧

本マニュアルでは、最低限必要な便益項目、感度分析項目などを列挙しています。二重計算に充分注意し便益項目を追加することによって、当該事業の評価をよりの確なものにすることができます。また感度分析結果を増やすことで評価の信頼性が高まります。追加的な分析を是非実施してください。

以下、本マニュアルで示した前提条件および分析に関する基本的事項をまとめています。

表9 本マニュアルの基本設定一覧

項目	内容
現在価格及び現在価値の算出基準年次	事業申請年時点(建設開始年の前年) ・従って、便益、費用の算定は全て事業申請年時の実質価格に換算した上で行う必要があります。
割引率	年率4%
計算期間	建設期間 + 供用後30年間
評価指標	純現在価値、費用便益比、内部収益率
評価項目	時間短縮効果、費用節減効果、費用増不効果を分離して算出する。
利用者便益の計測方法	ショートカット公式 (§ 5 の式(1))
時間評価値の設定	選好接近法と所得接近法の2種類で算出する。選好接近法の値が算出できない場合は、所得接近法で算出する。
供給者便益の計測方法	財務分析結果を援用する。
投資費用の計測方法	財務分析結果を援用する。
感度分析	各期需要を - 10%、各期建設投資額を + 10%、- 10%、建設期間の2年延長を行う。