

# 鉄道プロジェクトの費用対効果分析

## マニュアル 97

運輸省鉄道局監修

財団法人 運輸経済研究センター

## 刊行にあたって

わが国の鉄道は、各種の審議会における審議を経て建設計画が策定された後、鉄道用地の所有者など関係者の協力のもと工事が進められ、均衡ある国土形成、生活の質の向上などに大きく貢献してまいりました。一方、大都市圏では相変わらず通勤混雑が解消されず、また地方部では過度にマイカーに依存する交通システムが改善されていない状況にあり、今後も引き続き、国民の利便性の向上に資する鉄道整備が期待されています。

しかし、少子化・高齢化社会の到来を間近に控え、また経済構造改革、財政構造改革等を推進するにあたり、非効率な公共投資は許されず、計画の透明性や、効率的かつ効果的な事業の実施が強く求められていることは周知のとおりです。

本書は、国民経済的な視点から、鉄道事業の投資効果と効率性を判定する手法である費用対効果分析をとりまとめたものです。また本書を広く一般に公開することで国民への透明性を確保するとともに、鉄道事業者、自治体など鉄道整備に携わる方々に費用対効果分析の意義、そして方法論をご理解いただくことを意図しています。

すでに運輸省は「運輸関係公共事業の効率的・効果的实施について」（平成9年4月4日）と題し、運輸関係公共事業の投資効率に関して、費用便益分析を用いた定量的な事業評価をとりまとめ、公表されておりますが、運輸省鉄道局とされては、さらに理論的な信頼性を担保するとともに、実務的な利用に耐え得る費用対効果分析手法のとりまとめを当センターに委託されました。

センターとしては、調査を進めるにあたり、森地茂東京大学工学部土木工学科教授を委員長とする「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（平成9年7月～10月）を設置し、工学および経済学専攻の学識経験者に委員として参画いただき、先述の目的に沿った分析手法のご指導、本書とりまとめのご協力をいただきました。ここに深く感謝の意を表する次第であります。

本書は、マニュアルの第一版として位置づけ、今後、調査の深度化を図るとともに、本書を読まれた実務者のご意見などを採り入れて、改訂版を作成することを予定しております。本書を各方面の方々にご高覧いただき、ご意見をいただければ幸いです。

財団法人 運輸経済研究センター  
理事長 橋本 昌史

## まえがき

公共事業に対する不合理、不公平等の事例が集中的に批判され、それらを真摯に受け止め、対応する必要性が強く認識されている。その対応とは、公共投資に係わる意思決定の合理性、透明性、関連プロジェクトとの整合性の確保であり、その為の基礎となるのが、プロジェクト計画段階、プロジェクト実施中、完成後のそれぞれの評価である。評価の基幹となるのが費用対効果分析である。各省庁でその為の手法が検討され、評価のためのマニュアル作成作業が進行中である。運輸省でもその検討が省をあげて取り組み中であるが、本委員会では、鉄道プロジェクトの評価方法について、平成8年度より先行的に検討がなされてきた。その成果を1997年版マニュアルとしてまとめたものが、本出版物である。

鉄道の整備は従来、混雑や交通不便地域解消、利便性向上等の目的で選ばれたプロジェクト代替案に対し、財務分析を加え、総合的に評価して決定がなされてきた。その評価に際しては、需要予測方法、社会的割引率や評価期間の決定、鉄道事業者や競合交通機関事業者の純便益や沿線の土地等の財産価値の増加、地域の産業活性化や所得増加の評価、用地費の評価方法や調達資金の機会費用としての価値、プロジェクトによって影響を受ける環境の価値等、様々な技術的な課題が存在する。それらを評価マニュアルに導入するものと研究途上の課題として留めるものに分離し、かつ各事業主体や関連公共団体の入手可能なデータ等も考慮して、本委員会では、検討成果を1) 実施要領編、2) 計算例編、3) 解説編に分けてとりまとめた。実施要領編は、評価に最小限採り入れるべきものを示したものであり、その理解を助けるために計算例編を付加した。解説編は、マニュアルの使い方についての追加的説明とそれぞれの課題についての考え方や各専門家による議論をまとめたものである。従って、各自治体や鉄道事業者等、評価を行う計画者が、このマニュアルの最小限度の評価に追加して、より広範な評価も可能な限り実施し、総合評価表にまとめることが期待されている。なお、マニュアル自身も経験の蓄積や研究の進展に応じて改編すべきものとして位置づけ、従って1997年版マニュアルと題した。

本書に基づく分析が、鉄道免許申請等の要件となるのであり、本出版物の有効な活用とそれがわが国の鉄道整備の健全な発展に資することを望みたい。なお、上記のごとく本書の内容は改訂されていくべきものであり、その為に本書の利用者は勿論、多くの研究者からも御批判、御提言を頂くようお願いしたい。

平成10年3月26日

東京大学 工学部 教授

森地 茂



# 鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル 1997年版（第1版）

## 目 次

### 序

このマニュアルのねらい及び構成.....	1
費用対効果分析実施の目的.....	2
費用対効果分析とその位置づけ.....	2
本マニュアルの範囲と今後の改訂について.....	6
補足(費用対効果分析の理解を進めるために).....	7

### 実施要領編

§ 1 分析の要点.....	9
§ 2 評価基準.....	10
§ 3 社会的割引率と計算期間.....	11
§ 4 需要予測方法.....	12
§ 5 利用者便益の計測手法.....	16
§ 6 供給者便益の計測手法.....	22
§ 7 費用の算定手法.....	24
§ 8 計算期間内の集計.....	26
§ 9 評価指標.....	27
§ 10 感度分析.....	27
§ 11 分析結果の整理.....	28
§ 12 総括表の作成要領.....	30
§ 13 基本設定一覧.....	32

### 計算例編

§ 1 はじめに.....	33
§ 2 需要予測結果、財務分析結果の整理.....	34
§ 3 利用者便益の計測例.....	39
§ 4 供給者便益の計測例.....	44
§ 5 建設費用等費用の算定例.....	46
§ 6 計算期間内の集計と評価指標値の算出.....	48



解説編

§ 1	はじめに.....	51
§ 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.....	51
§ 3	評価基準.....	53
§ 4	社会的割引率と計算期間.....	54
§ 5	分析に当たってのプロジェクトの捉え方・前提条件等.....	57
§ 6	利用者便益の計測手法.....	59
§ 7	供給者便益の計測手法.....	69
§ 8	建設費用等費用の算定手法.....	69

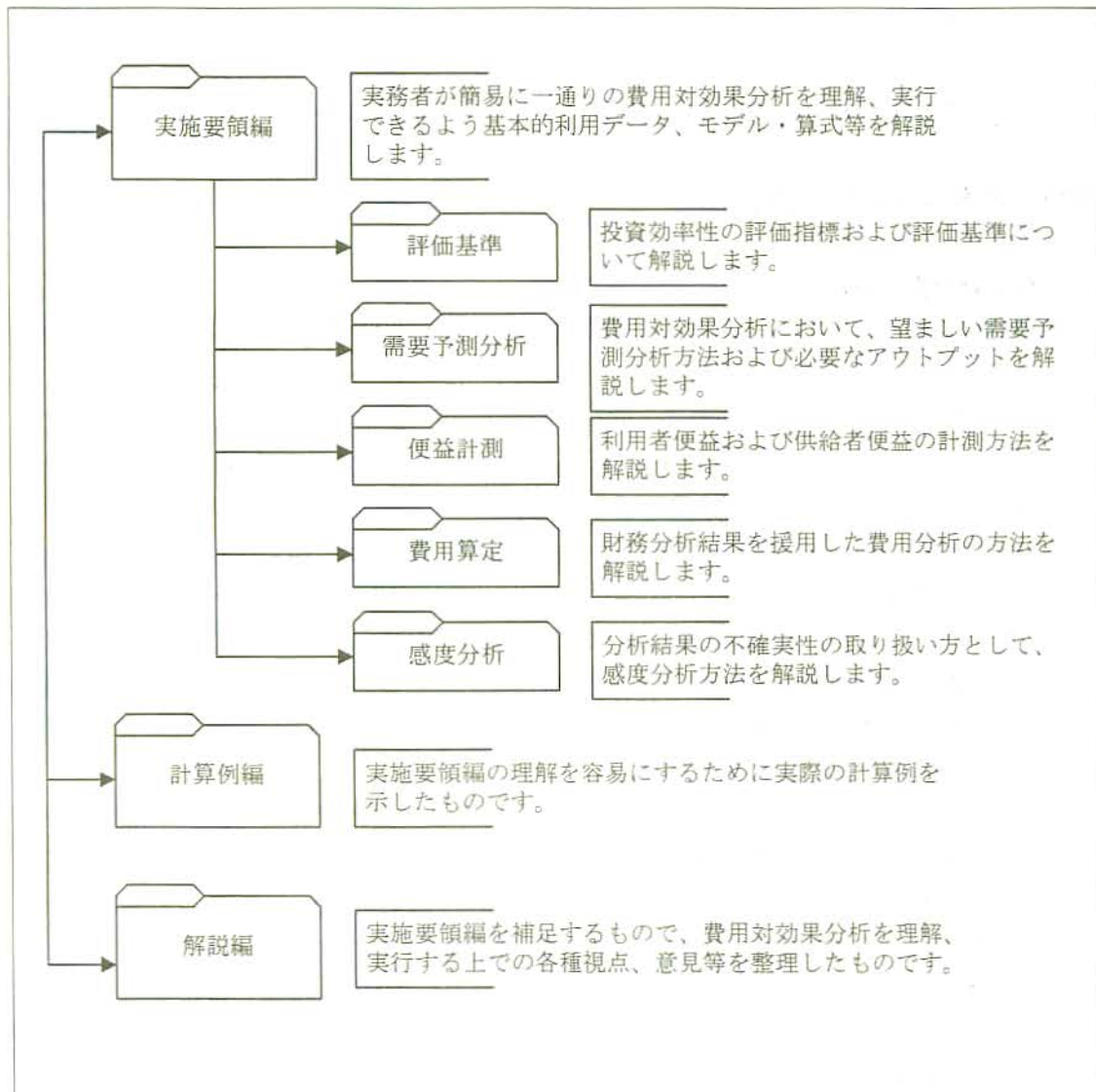
# 序

## 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、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部構成で取りまとめています。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手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。

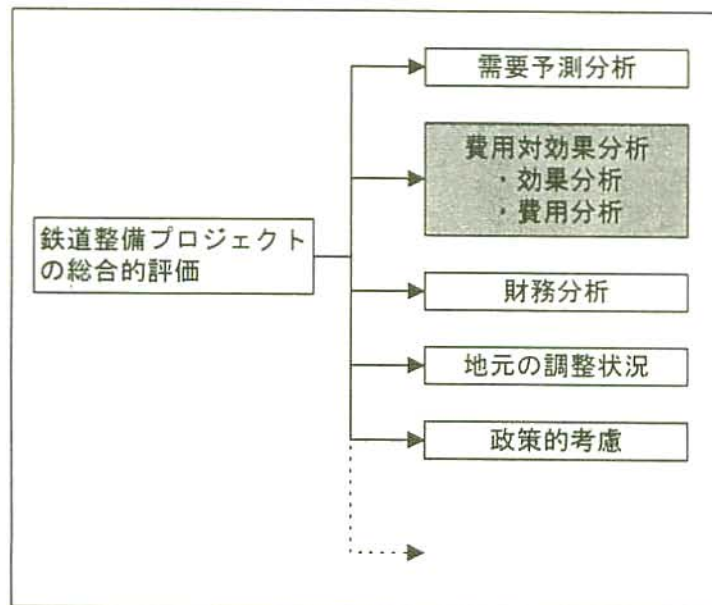
なお、本マニュアルでは、敢えて“費用対効果分析”という用語を用いています。これは、貨幣単位で測られる費用便益分析の考え方を拡張し、定量化が可能であるが、貨幣換算しにくい効果や定性的(記述的)な評価しかできない効果をも含め、施設整備に伴って発生する効果と犠牲とをできる限り評価したいと考え、この分野での今後の研究成果を取り入れることにより、評価内容を充実させていくことを考慮しているためです。

(2) 鉄道整備プロジェクト評価の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



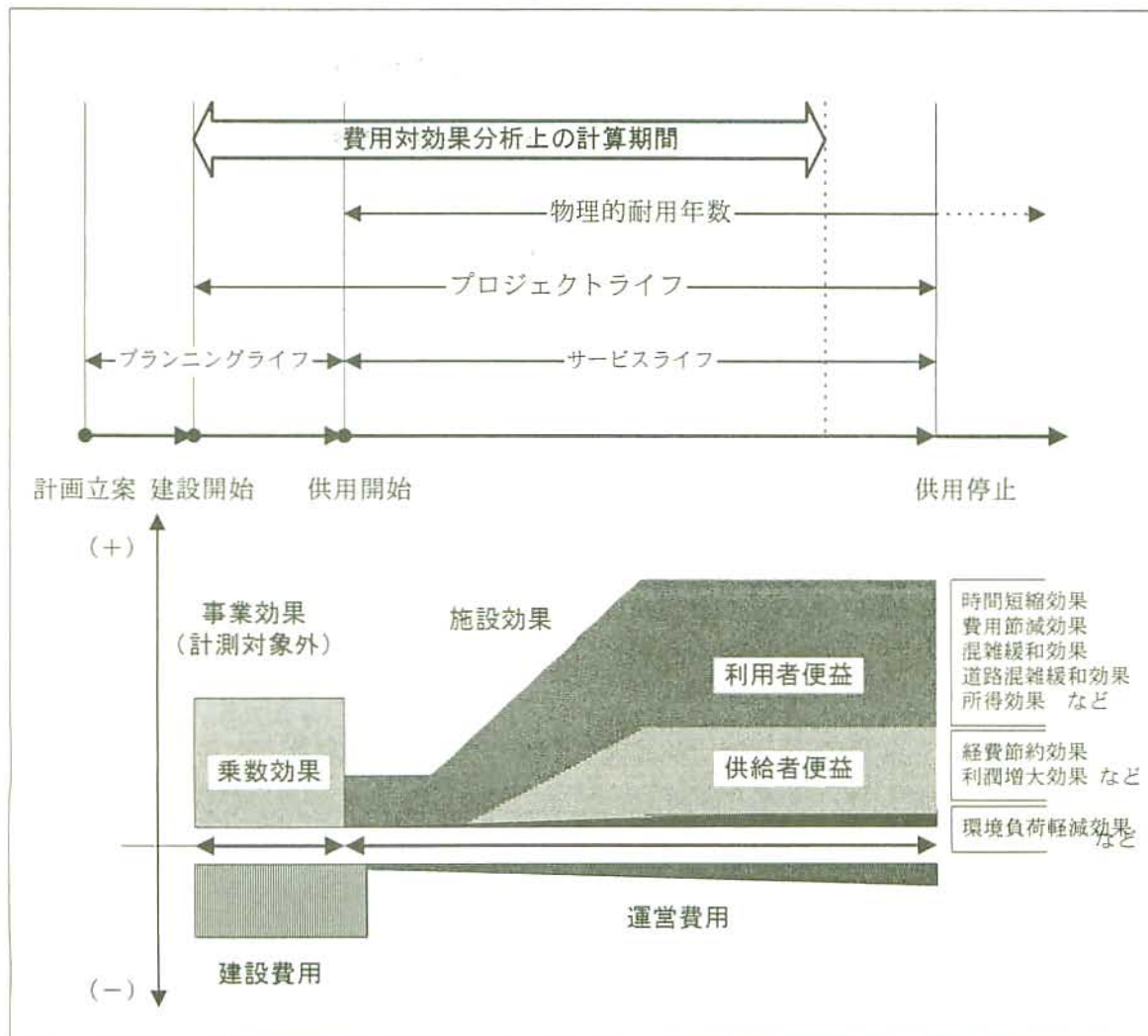
### (3) 鉄道整備プロジェクトの効果

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見て、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



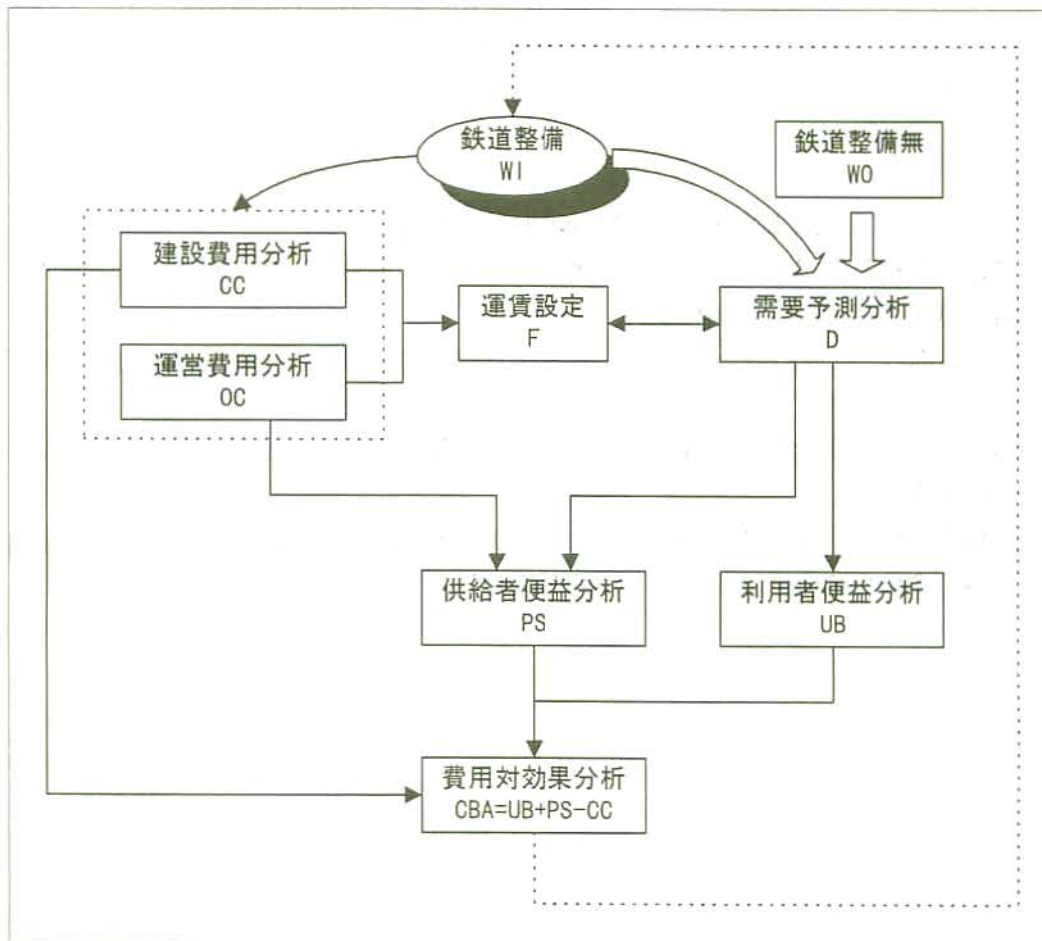


(4) 費用対効果分析の実務的作業手順

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、代替案の実施有/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、費用節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<sup>1</sup>。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. 30）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

---

<sup>1</sup> 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)

### ① 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。

### ② 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。

### ③ 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。

### ④ 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ものになります。

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必要となります。

## § 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、評価指標を示します。（ $B^*$ 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）

### ① 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、「 $NPV \geq 0$ 」が求められます。

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

### 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から評価しようとするもので、「 $CBR \geq 1$ 」が求められます。

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

### ③ 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、①の純現在価値が0となる時の $i$ を算出するもので、「 $EIRR \geq$ 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。

$$NPV \geq 0 \quad \Leftrightarrow \quad CBR \geq 1 \quad \Leftrightarrow \quad EIRR \geq \text{社会的割引率}$$



### § 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

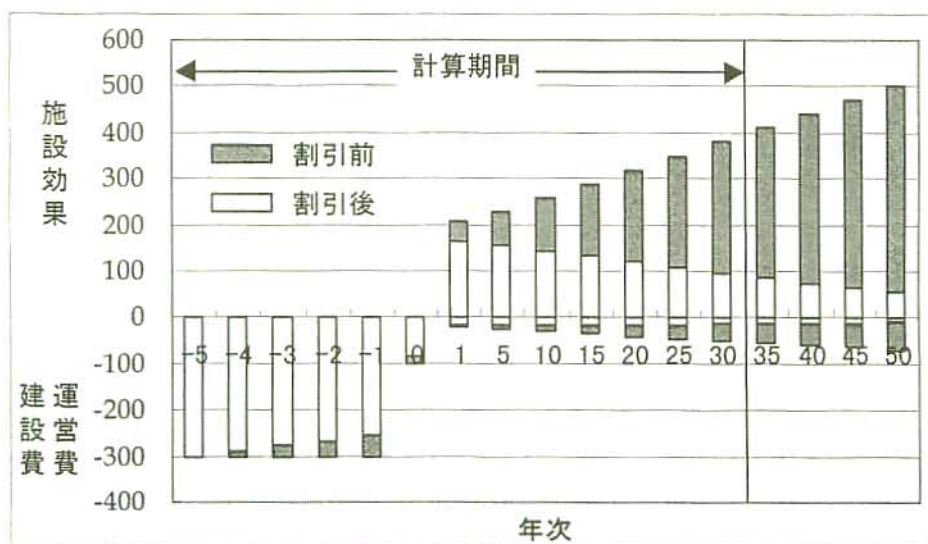
将来の便益、費用を現在価値に変換する指標である「社会的割引率」は、設定方法によって計算利率、資本の機会費用とも呼ばれますが、「現在手に入る財と、同じ財だが将来に入ることになっている財との交換比率」を意味するもので、特別な事情が無い限り、「年率4%」に設定します。なお、この社会的割引率は、長期金利動向等も勘案し改定することがあります。

#### (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<sup>2)</sup>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<sup>3)</sup>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。

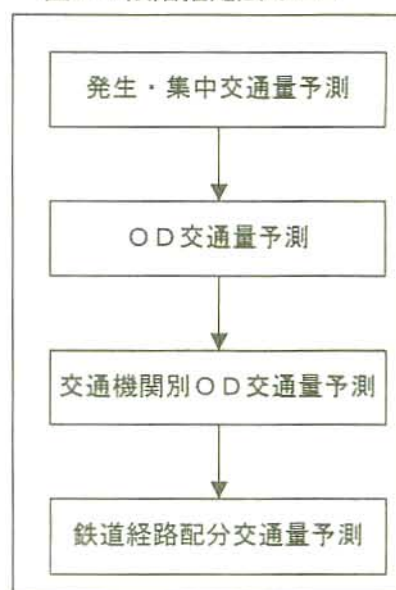
非集計ロジットモデル<sup>4)</sup>は、効用理論をベースに構築されている点に特徴があり、確率的な需要配分であるため、安定的な需要量を予測できます。非集計ロジットモデルの代表的な適用事例として、東京圏運政審7号答申<sup>5)</sup>、運政審13号答申<sup>6)</sup>などがあります。

### 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。しかし现阶段では、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できる実務的な推奨手法が無いため、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。

図6 4段階推定法のフロー



<sup>2)</sup> 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

<sup>3)</sup> 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。

<sup>4)</sup> 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。

<sup>5)</sup> (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

<sup>6)</sup> (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。
- ・ 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。
- ・ 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。
- ・ 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
対象地域		人口規模約 30 万人以上の都市圏あるいは都市 <sup>7</sup>	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 <sup>8</sup>	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 <sup>8</sup>	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

<sup>7</sup> 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)

<sup>8</sup> 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		真の出発地、目的地を把握できる純流 動データ。  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。  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。	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 利用者便益の計測手法

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します）

### (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。

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

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、 $Q_y$ および $C_y$ の表記では、 $tb$ は省略している）

$tb$  : 供用開始年次を1とする各年次

$Q_y^0$  : 鉄道整備無のゾーン*i*からゾーン*j*へのOD交通量（人/年）

$Q_y^1$  : 鉄道整備有のゾーン*i*からゾーン*j*へのOD交通量（人/年）

$C_y^0$  : 鉄道整備無のゾーン*i*からゾーン*j*への一般化費用（円）

$C_y^1$  : 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、 $C_y = F_y + \omega T_y$ となります。

$F$  : 交通費（鉄道運賃、自動車走行費等）（円）

$\omega$  : 時間評価値（円/分）

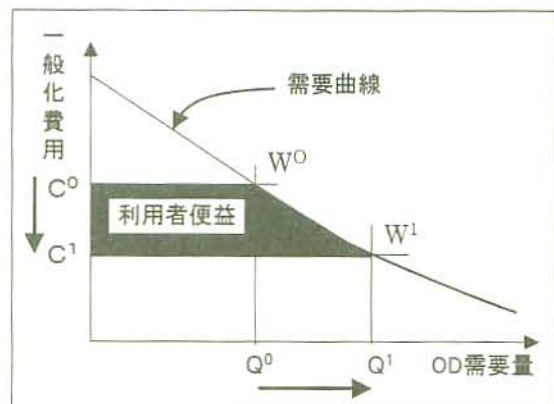
$T$  : 所要時間（分）

※式(1)は、右図を表しています。整備無  $W^0$ と整備有  $W^1$ 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します。

$$(\text{上底}Q_y^0 + \text{下底}Q_y^1) \times \text{高さ} (C_y^0 - C_y^1) \div 2$$

作業手順は以下のようになります。

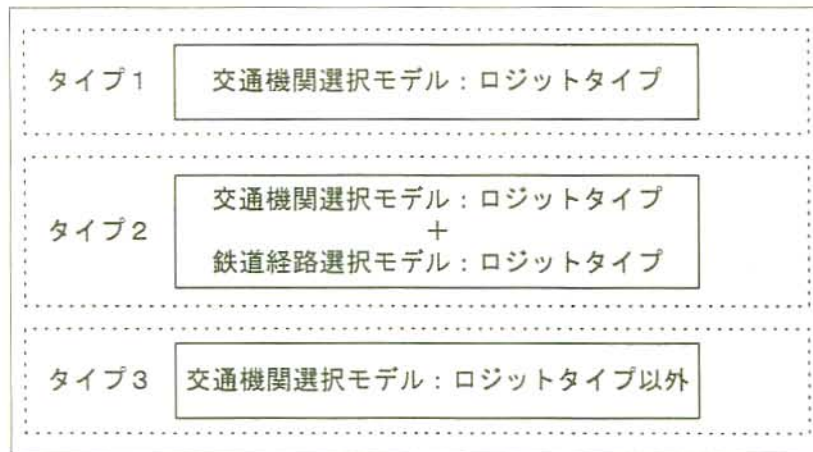
- ① 鉄道整備プロジェクトによって、交通サービス水準が変化する全てのODを抽出する。
- ② 交通サービス水準が変化するODについて、鉄道整備プロジェクトの有無別の需要予測結果をもとに、OD間の需要量 $Q$ と交通サービス変数とを整理する。
- ③ 交通利便が変化するODについて、所要時間 $T$ を時間評価値 $\omega$ で貨幣換算し、交通費 $F$ と合算した一般化費用 $C$ を算定する。
- ④ 上記②、③から得られたOD需要量および一般化費用を式(1)に代入し、全ODについて合算し、利用者便益を求める。





(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。

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

$Q_{ij}$  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<sup>9</sup>となります。

<sup>9</sup> HCWL Williams(1977) On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit, Environment and Planning A Vol.9, pp.285-344  
 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<sup>10</sup>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、鉄道利用の一般化費用  $C_{ijr}$  は、

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

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<sup>11</sup>  $\omega$  を大括弧  $[ \ ]$  の値に乘じれば鉄道利用の一般化費用(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、 $\omega$  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、鉄道以外で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  $\omega$  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。

<sup>10</sup> 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。

<sup>11</sup> 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、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
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
地域単位	都道府県	都道府県	国税局別
実施時点	毎月	毎年6月分の賃金	毎年12月末現在
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
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



#### (4) 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 (時間短縮便益、費用節減便益および費用増不便益) 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  $UB_{ib}$  のサブスクリプト  $ib$  を略記し、 $UB$  と表記しています。

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

$\omega$  は時間評価値、 $\Delta T_{ijr}$  は OD 間の鉄道の時間短縮時分、 $\Delta F_{ijr}^+$  は OD 間の鉄道の節減費用 (新規整備による運賃の節約)、 $\Delta F_{ijr}^-$  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  $\Delta F_{ijr}^+$  と  $\Delta F_{ijr}^-$  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、 $\alpha, \beta, \eta$  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  $\omega$  は  $\alpha/\beta$  で求められます。同様にその他のサービスは  $\eta/\beta$  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 供給者便益の計測手法

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。）

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 計算価格<sup>12</sup>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。

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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な場合があります。

<sup>12</sup> 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  $ib$  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  $SB_{ib}$  の算定式は以下のようになります。

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

※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.71 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	①+②+③	
①運送費等	運送、宣伝費、福利厚生、一般管理費	◎ 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。
②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)
③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 費用の算定手法

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、供給者便益の計測手法で述べた「§ 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。なお  $tc$  は、建設開始年次を 1 とする各年次を表しています。

$$\text{費用 } C_{tc} = \frac{\text{材料費等}}{1.05} \times \text{建設投資額(用地費除く)} \times 0.5 + \frac{\text{労務費}}{1.07} \times \text{建設投資額(用地費除く)} \times 0.5$$

$$+ \text{年間地代} - \text{計算期間末残存価値(計算期間末年次のみ計上)}$$

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なっています。

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.75 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。

$$SV = (URD - S) \times (1 - \theta)^{tc-u} + S \quad (20)$$

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、 $S$  はスクラップ資産額(一般には  $URD$  の 10%、5%)、 $\theta$  は年償却率、 $tc$  は計算期末(建設期間+供用後 30年間)、 $u$  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	①+②+③	
①純利益	損益計算表より	—(対象外)
②減価償却費	損益計算表より	—(対象外)
③借入金	資金計画より	—(対象外)
(2)資金流出	①+②	
①建設投資額	設備費 投資計画より	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 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。</li> <li>◎ 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。</li> <li>◎ 建設利息は除外する。</li> </ul>
	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。
②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。

- ① 計算期間：建設開始から供用後30年間を集計対象とします。
- ② 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等としてください。
- ③ 社会的割引率：年率4%とします。
- ④ 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

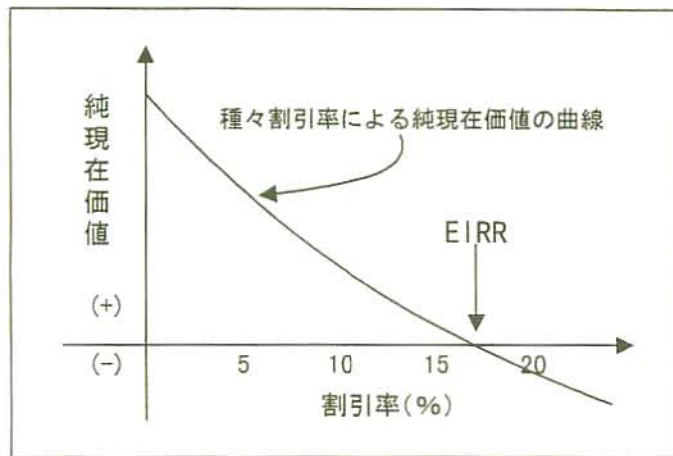
\*  $tb, tc$  を1から設定しているのは、基準年次（現在価値割戻し年次）を事業申請年次（建設開始1年前）としているためです。対応しない場合には修正が必要です。

## § 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。

- ①純現在価値  $NPV = B^* - C^*$
- ②費用便益比  $CBR = B^* / C^*$
- ③経済的内部収益率  $EIRR =$  純現在価値  $NPV$  が0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。

- ① 各期の需要を  $-10\%$
- ② 各期の建設投資額を  $+10\%$
- ③ 各期の建設投資額を  $-10\%$
- ④ 建設期間の延長を  $+2$ 年
- ⑤ ①+②+④

§ 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、費用も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		〇〇〇線(〇〇～〇〇駅間)	
(1)前提条件			
1)開業年次		平成〇〇年(西暦〇〇年)	
2)建設期間		〇〇年間	
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	〇〇人	〇〇人 km
	目的A	〇〇人	〇〇人 km
	B	〇〇人	〇〇人 km
	C	〇〇人	〇〇人 km
2)供用 30 年後	総需要	〇〇人	〇〇人 km
	目的A	〇〇人	〇〇人 km
	B	〇〇人	〇〇人 km
	C	〇〇人	〇〇人 km
(3)費用便益分析結果			
1)便 益	利用者便益	総便益	〇〇. 〇億円
		内 時間短縮便益	〇〇. 〇億円
		費用節減便益	〇〇. 〇億円
費用増不便益		〇〇. 〇億円	
	供給者便益	総便益	〇〇. 〇億円
	便益計		〇〇. 〇億円
2)費 用	建設費	建設費計	〇〇. 〇億円
		内 用地費	〇〇. 〇億円
3)評価指標	純現在価値		〇〇. 〇億円
	費用便益比		〇. 〇〇
	経済的内部収益率		〇〇. 〇%



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
②発生集中交通量予測モデル	
③分布交通量予測モデル	
④交通機関分担交通量予測モデル	
⑤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	
①選好接近法(上記1)のモデルによる)	時間評価値 トリップ目的A トリップ目的B
②所得接近法	時間評価値 ① 年間所得 ② 年間労働時間

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
平成〇年 (建設開始年)							〇〇 △△	〇〇 △△	
平成〇年 (供用開始年)	〇〇	〇〇	〇〇 △△	〇〇 △△	〇〇 △△	〇〇 △△			〇〇 △△
計算期間末 合計			〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇

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
①需要-10%	〇〇.〇億円	〇.〇〇	〇〇.〇%
②建設費+10%			
③建設費-10%			
④建設期間延長2年			
⑤①+②+④			

## § 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)
<b>1. 費用便益分析結果</b>		
純現在価値	○○○○億円	
費用便益比	○. ○	
内部収益率	○○. ○%	
<b>2. 投資</b>		
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	
<b>3. 営業</b>		
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	
<b>4. 交通</b>		
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	◎



	170%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	総発生量が〇〇〇人から〇〇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以上の地域人口が〇%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〇〇%から〇〇%へ低下し、総トリップ台キロが〇〇台キロから〇〇台キロへ減少する。 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		
<b>5. 環 境</b>		
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〇%低下すると見積もられる。	
地球的環境改善効果	CO2 排出量が〇%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の排出量が〇〇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		
<b>6. 地域経済</b>		
住宅立地など	〇〇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	〇〇地域については、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〇〇地域の企業、商店等で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、経済的内部収益率
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。
利用者便益の計測手法	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。
供給者便益の計測手法	財務分析結果を援用する。
費用の計測手法	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。

# 計算例編

## § 1 はじめに

「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル」は、第一版として、鉄道整備の最も基本的、第一義的な効果であり、定量化が比較的容易な時間短縮効果等の利用者便益を中心に取りまとめたものです。

本計算例編は、本第一版のマニュアルの実施要領編の理解を容易にするため実施要領編に則した計算例を整理したものです。

なお、本計算例は、次のような鉄道整備プロジェクトをイメージして作成しています。

### 【計算例の地下鉄整備プロジェクトのイメージ】

- ① 建設区間：A市～B市
- ② 建設キロ数と営業キロ数：建設キロ数 10Km、営業キロ数 9 Km
- ③ 建設期間と開業年数：平成 10 年から 5 年間で建設、平成 15 年開業

また、本計算例では、既にも上記プロジェクトに関する需要予測、財務分析が完了しているものとし、その整理要領を含めて、実施要領編に沿って、次の手順で説明を行います。

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



## § 2 需要予測結果、財務分析結果の整理

### (1) 需要予測結果の整理

1) 需要予測の実施：整備有無別に、需要予測対象年次を2年次設定し、すなわち4ケースの需要予測がなされていたとします。

①整備有無別予測：当該プロジェクトが実施された場合と、されなかった場合の2ケースについて行う必要があります。

②需要予測年次：財務分析を行う上でも、需要予測値は計算期間を通して必要ですが、作業負荷上から、一般には数年次を対象に行われ、財務分析の場合の営業収益算定時と同様、便益算定時にその間を線形補完することで処理して構いません。ここでは、開業1年目と需要が安定すると想定する10年目の予測が行われていたとします。

なお、これら予測は、実施要領編での需要予測上の留意事項(例えば旅行目的別に予測すること、交通機関分担モデルは非集計モデルで構築すること等)に十分な対処がなされて実施されていることは言うまでもありません。

2) 需要予測結果の整理：上記需要予測結果は、便益計測上、上記4ケース各々について、次の整理が必要です。

①OD表：旅行目的別に予測した場合は、旅行目的別に、整理します。

②交通サービス：OD表に対応して、各交通機関のサービスをサービス変数別に整理します。なお、ここで整理するサービス変数は、言うまでも無く需要予測モデルの説明変数として選択された所要時間、費用等を指します。

③交通機関選択モデルの効用算定式：一般化費用の算定に必要な交通機関選択モデルの効用項算定式も整理しておきます。この例では、実施要領編のモデルタイプ1(交通機関選択モデルがロジットタイプ)で、次のように求められていると仮定します。

$$V_{ijm} = -0.03858 \times T_{ijm} + (-0.00155) \times F_{ijm} \quad \langle 1 \rangle$$

ここで、 $V_{ijm}$  : ゾーン*i*→ゾーン*j*で交通機関*m*を利用したときの効用

$T_{ijm}, F_{ijm}$  : ゾーン*i*→ゾーン*j*で交通機関*m*を利用した時の所要時間(分)と費用(円)

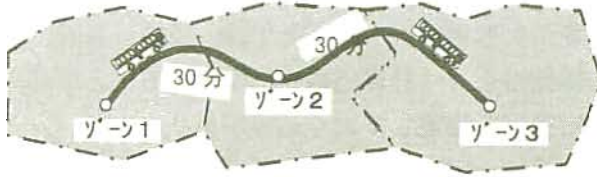
この場合の時間評価値は次のように求められます。

$$\omega = (-0.03858) / (-0.00155) = 24.89 \Rightarrow \text{約}25\text{円/分} = \text{約}1,500\text{円/時} \quad \langle 2 \rangle$$

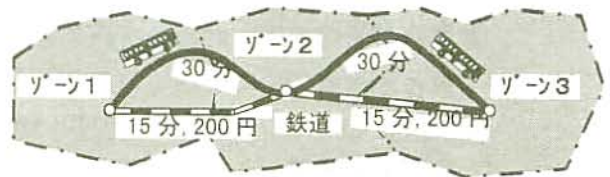
次ページの図は、上記①、②の整理イメージを示したものです。なお、需要予測はできる限りゾーンを詳細にして行うことが、特に鉄道整備による鉄道へのアクセス利便の改善を評価する上で必要ですが、次ページの整理イメージは理解を容易にするため3ゾーン間で示したものです。

図1 OD表と交通サービスの整理イメージ

【鉄道整備無】



【鉄道整備有】



鉄道：ゾーン1～ゾーン3 30分, 300円

10年後

定期外				
通学目的				
【OD表(万人/年)】				
通勤目的	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	計
ゾーン1	.....	.....	.....	.....
ゾーン2	.....	.....	.....	.....
ゾーン3	.....	.....	.....	.....
計	.....	.....	.....	.....

10年後

定期外				
通学目的				
【OD表(万人/年)】				
通勤目的	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	計
ゾーン1	.....	.....	.....	.....
ゾーン2	.....	.....	.....	.....
ゾーン3	.....	.....	.....	.....
計	.....	.....	.....	.....

開業年

定期外				
通学目的				
【OD表(万人/年)】				
通勤目的	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	計
ゾーン1	0	300	100	400
ゾーン2	300	0	200	500
ゾーン3	100	200	0	300
計	400	500	300	1200

開業年

定期外				
通学目的				
【OD表(万人/年)】				
通勤目的	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	計
ゾーン1	0	600	400	1000
ゾーン2	600	0	500	1100
ゾーン3	400	500	0	900
計	1000	1100	900	3000

10年後

【OD間の費用(円):バス利用】				
	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	
ゾーン1	.....	.....	.....	.....
ゾーン2	.....	.....	.....	.....
ゾーン3	.....	.....	.....	.....
計	.....	.....	.....	.....

開業年

【OD間の費用(円):バス利用】				
	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	
ゾーン1	0	150	150	.....
ゾーン2	150	0	150	.....
ゾーン3	150	150	0	.....

10年後

【OD間の費用(円):鉄道利用】				
	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	
ゾーン1	.....	.....	.....	.....
ゾーン2	.....	.....	.....	.....
ゾーン3	.....	.....	.....	.....
計	.....	.....	.....	.....

開業年

【OD間の費用(円):鉄道利用】				
	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	
ゾーン1	0	200	300	.....
ゾーン2	200	0	200	.....
ゾーン3	300	200	0	.....

バス利用の場合には、鉄道整備無と同じ

10年後

【OD間の所要時間(分):バス利用】				
	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	
ゾーン1	.....	.....	.....	.....
ゾーン2	.....	.....	.....	.....
ゾーン3	.....	.....	.....	.....
計	.....	.....	.....	.....

開業年

【OD間の所要時間(分):バス利用】				
	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	
ゾーン1	0	30	60	.....
ゾーン2	30	0	30	.....
ゾーン3	60	30	0	.....

10年後

【OD間の所要時間(分):鉄道利用】				
	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	
ゾーン1	.....	.....	.....	.....
ゾーン2	.....	.....	.....	.....
ゾーン3	.....	.....	.....	.....
計	.....	.....	.....	.....

開業年

【OD間の所要時間(分):鉄道利用】				
	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	
ゾーン1	0	15	30	.....
ゾーン2	15	0	15	.....
ゾーン3	30	15	0	.....

バス利用の場合には、鉄道整備無と同じ

## (2) 財務分析結果の整理

費用対効果分析に財務分析結果を活用する上では、次の整理が必要です。

- ① 損益計算表、資金運用表に従った年次別費目別整理：損益計算表、資金運用表の様式は必ずしも統一されておりませんが、ここでは理解を容易にするために、実施要領編と同一様式で整理されているとします。
- ② 財務分析の前提：財務分析結果を用いて費用対効果分析を行う上では、損益計算表、資金運用表で用いられている名目上の市場価格を、「計算価格」に変換することが必要で、そのために財務分析で用いた次の指標等を整理しておく必要があります。
  - 運賃上昇率：一般に財務分析では3年毎等に一定率で名目上の運賃の上昇が設定されますが、費用対効果分析では、これを除外することが必要で、そのために用いた運賃上昇率を整理します。
  - 物価上昇率：同様に、一般に財務分析では物価上昇率を設定して行いますが、やはり費用対効果分析ではこれを除外することが必要で、そのために用いた物価上昇率も整理します。
  - 人件費上昇率：同様に、財務分析では人件費上昇率を設定して行いますが、やはり費用対効果分析ではこれを除外することが必要で、そのために用いた人件費上昇率も整理します。

この例の場合、損益計算表、資金運用表に従った年次別費用は、表1(1)、表1(2)の通り整理されたとします。

また、財務分析の前提も、次のように整理されたとします。

### 【前提条件:運賃上昇率、物価上昇率、人件費上昇率】

- ① 運賃上昇率：この例では年2%が設定されているものとします。
- ② 物価上昇率：物価上昇率も同様に年2%が設定されているものとします。
- ③ 人件費上昇率：物価上昇率と同じ年2%が設定されているものとします。
- ④ 価格、価値の算出基準年次：運賃、人件費、材料費等の価格、これに基づく便益、費用の現在価値は、全て計算期間前年度、すなわち建設開始年前年（この例では平成9年度）を基準に換算して算定する必要があります。



表1(1) 損益計算表

(百万円)

	損益計算書												
	(1)営業 収益	(2) 営業費					(3)営業 利益	(4)営業 外利益	(5)営業 外費用	(6)経常 利益	(7)税金	(8)純利 益	
		① 運送費等		② 諸税	③ 減価 償却費	労務費							材料費 等
平成10年	—	*	—			—	—	*	*	*	*	*	*
平成11年	—	*	—	—	—	*	*	*	*	*	*	*	*
平成12年	—	*	—	—	—	*	*	*	*	*	*	*	*
平成13年	—	*	—	—	—	*	*	*	*	*	*	*	*
平成14年	—	*	—	—	—	*	*	*	*	*	*	*	*
平成15年	6,000	*	2,700	1,800	900	*	*	*	*	*	*	*	*
平成16年	7,200	*	3,000	2,000	1,000	*	*	*	*	*	*	*	*
平成17年	8,500	*	3,400	2,300	1,100	*	*	*	*	*	*	*	*
平成18年	9,800	*	3,700	2,500	1,200	*	*	*	*	*	*	*	*
平成19年	11,000	*	4,100	2,800	1,300	*	*	*	*	*	*	*	*
平成20年	12,300	*	4,600	3,100	1,500	*	*	*	*	*	*	*	*
平成21年	13,600	*	4,900	3,300	1,600	*	*	*	*	*	*	*	*
平成22年	14,800	*	5,300	3,600	1,700	*	*	*	*	*	*	*	*
平成23年	16,100	*	5,600	3,800	1,800	*	*	*	*	*	*	*	*
平成24年	17,400	*	6,000	4,100	1,900	*	*	*	*	*	*	*	*
平成25年	18,700	*	6,500	4,400	2,100	*	*	*	*	*	*	*	*
平成26年	19,000	*	6,500	4,400	2,100	*	*	*	*	*	*	*	*
平成27年	19,400	*	6,600	4,500	2,100	*	*	*	*	*	*	*	*
平成28年	19,800	*	6,800	4,600	2,200	*	*	*	*	*	*	*	*
平成29年	20,200	*	6,900	4,700	2,200	*	*	*	*	*	*	*	*
平成30年	20,600	*	7,100	4,800	2,300	*	*	*	*	*	*	*	*
平成31年	21,000	*	7,200	4,900	2,300	*	*	*	*	*	*	*	*
平成32年	21,400	*	7,400	5,000	2,400	*	*	*	*	*	*	*	*
平成33年	21,900	*	7,500	5,100	2,400	*	*	*	*	*	*	*	*
平成34年	22,300	*	7,700	5,200	2,500	*	*	*	*	*	*	*	*
平成35年	22,700	*	7,800	5,300	2,500	*	*	*	*	*	*	*	*
平成36年	23,200	*	8,000	5,400	2,600	*	*	*	*	*	*	*	*
平成37年	23,700	*	8,100	5,500	2,600	*	*	*	*	*	*	*	*
平成38年	24,100	*	8,300	5,600	2,700	*	*	*	*	*	*	*	*
平成39年	24,600	*	8,500	5,800	2,700	*	*	*	*	*	*	*	*
平成40年	25,100	*	8,700	5,900	2,800	*	*	*	*	*	*	*	*
平成41年	25,600	*	8,800	6,000	2,800	*	*	*	*	*	*	*	*
平成42年	26,100	*	9,000	6,100	2,900	*	*	*	*	*	*	*	*
平成43年	26,700	*	9,100	6,200	2,900	*	*	*	*	*	*	*	*
平成44年	27,200	*	9,400	6,400	3,000	*	*	*	*	*	*	*	*

(注) \* : 費用対効果分析では使用しません。

表1(2) 資金運用表

(百万円)

	資金運用表							
	(1) 資金流入			(2) 資金流出		(3) 資金 余 剰	(4) 累積資 金余剰	
	① 純利益	② 減 価 償却費	③ 借入金	① 建 設 投資額	② 借入金 返 済			
平成10年	*	*	*	*	3,800	*	*	
平成11年	*	*	*	*	30,300	*	*	
平成12年	*	*	*	*	49,700	*	*	
平成13年	*	*	*	*	56,400	*	*	
平成14年	*	*	*	*	50,000	*	*	
平成15年	*	*	*	*	52,000	*	*	
平成16年	*	*	*	*	0	*	*	
平成17年	*	*	*	*	2,300	*	*	
平成18年	*	*	*	*	0	*	*	
平成19年	*	*	*	*	0	*	*	
平成20年	*	*	*	*	0	*	*	
平成21年	*	*	*	*	1,100	*	*	
平成22年	*	*	*	*	0	*	*	
平成23年	*	*	*	*	0	*	*	
平成24年	*	*	*	*	0	*	*	
平成25年	*	*	*	*	0	*	*	
平成26年	*	*	*	*	0	*	*	
平成27年	*	*	*	*	1,700	*	*	
平成28年	*	*	*	*	0	*	*	
平成29年	*	*	*	*	0	*	*	
平成30年	*	*	*	*	0	*	*	
平成31年	*	*	*	*	0	*	*	
平成32年	*	*	*	*	0	*	*	
平成33年	*	*	*	*	0	*	*	
平成34年	*	*	*	*	0	*	*	
平成35年	*	*	*	*	0	*	*	
平成36年	*	*	*	*	0	*	*	
平成37年	*	*	*	*	0	*	*	
平成38年	*	*	*	*	0	*	*	
平成39年	*	*	*	*	0	*	*	
平成40年	*	*	*	*	1,800	*	*	
平成41年	*	*	*	*	0	*	*	
平成42年	*	*	*	*	0	*	*	
平成43年	*	*	*	*	0	*	*	
平成44年	*	*	*	*	0	*	*	

注1) ここでの建設投資額は既に建中利息が除外されているとします。

注2) 地下鉄整備でも実際には駅部等で用地費が発生しますが、ここでは全て公共用地の地下部を利用できたとして、用地費は発生しないものとしています。

注3) \* : 費用対効果分析では使用しません。

### § 3 利用者便益の計測例

利用者便益は、実施要領編にある式(1)で算定しますが、一般化費用の計算例、利用者便益の計算例と整理例を、下記に示します。

#### (1) 一般化費用、利用者便益の計算例

ここでは、一般化費用、利用者便益の具体的計算例を、上記3ゾーン間での地下鉄整備例、具体的にはその効用算定式(式<1>参照)、時間評価値(式<2>参照)、OD需要量(図1の開業年の通勤目的参照)、OD間交通サービス(図1の開業年参照)を用いて、紹介します。

##### 1) 一般化費用の計算例

ゾーン1→ゾーン2への需要を対象にすれば、次のように計算します。なお、具体の交通サービスは、図1の開業年のサービスを前提にしています。

- a) 整備無の場合：利用できる交通機関はバスのみです。このときの一般化費用は、上記式<1>と実施要領編の式(3)を用いて次のように、すなわち1回の旅客の移動負担は約900円に相当するものとして算定できます。

$$\begin{aligned} V_{12b} &= (-0.03858) \times T_{12b} + (-0.00155) + F_{12b} \\ &= (-0.03858) \times 30(\text{分}) + (-0.00155) \times 150(\text{円}) &<3> \\ &= -1.3899 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{12}^0 &= \text{Ln}\{\sum \text{Exp}(V_{12b})\} / (-0.00155) \\ &= \text{Ln}\{\text{Exp}(-1.3899)\} / (-0.00155) &<4> \\ &= -1.3899 / (-0.00155) \\ &= 897 \end{aligned}$$

ここで、 $V_{12b}$ 、 $C_{12}^0$  : ゾーン1→ゾーン2へのバス利用時の効用(利便性) 並びに一般化費用  
 $T_{12b}$ 、 $F_{12b}$  : ゾーン1→ゾーン2へのバス利用時の所要時間と費用  
 $\text{Ln}$ 、 $\text{EXP}$  : 自然対数とその指数

- b) 整備有の場合：利用できる交通機関は、鉄道とバスです。このときの一般化費用も、上記と同様に次のように算定できます。式<7>の結果から、鉄道整備後の旅客の移動負担は、約270円で、整備無の場合に比べ、約630円[=(式<4>の897円)-(式<7>の268円)]と大幅に改善されていることが理解できます。



$$\begin{aligned}
 V_{12r} &= (-0.03858) \times T_{12r} + (-0.00155) \times F_{12r} \\
 &= (-0.03858) \times 15(\text{分}) + (-0.00155) \times 200(\text{円}) \cdots \cdots \cdots \text{地下鉄利用時} \quad \langle 5 \rangle \\
 &= -0.8887 \\
 V_{12b} &= (-0.03858) \times T_{12b} + (-0.00155) \times F_{12b} \\
 &= (-0.03858) \times 30(\text{分}) + (-0.00155) \times 150(\text{円}) \cdots \cdots \cdots \text{バス利用時} \quad \langle 6 \rangle \\
 &= -1.3899 \\
 C_{12}^I &= \text{Ln}\{\Sigma \text{Exp}(V_{12})\} / (-0.00155) \\
 &= \text{Ln}\{\text{Exp}(V_{12r}) + \text{Exp}(V_{12b})\} / (-0.00155) \quad \langle 7 \rangle \\
 &= \text{Ln}\{\text{Exp}(-0.8887) + \text{Exp}(-1.3899)\} / (-0.00155) \\
 &= 268
 \end{aligned}$$

次表は、同様に他のゾーン間でも算定し整理したものです。

【鉄道整備無のOD間の一般化費用(円)】

	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3
ゾーン1	0	897	1643
ゾーン2	897	0	897
ゾーン3	1643	897	0

【鉄道整備有のOD間の一般化費用(円)】

	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3
ゾーン1	0	268	831
ゾーン2	268	0	268
ゾーン3	831	268	0

## 2) 利用者便益の計算例

ゾーン1→ゾーン2への需要を対象に、上記と同様に、地下鉄整備による利用者便益の計算例を以下に紹介します。以下の計算例は、この計算例が実施要領編 § 5 (2) のモデルタイプ1 (交通機関選択モデルが非集計ロジットモデルのタイプ) であることから、具体的計算は実施要領編の式(2)、(3)並びに(12)～(18)を用いて行います。なお、具体のOD需要量は、図1の開業年の需要量を前提にしています。

### a) 利用者便益 UB の計算例

ゾーン1→ゾーン2への需要を対象に、利用者便益の計算例を紹介します。計算は、実施要領編の式(2)を用います。なお、この式(2)の一般化費用は、実施要領編の式(3)を用いて、前記1)の式<4>、<7>で既に計算されていますのでこれを用います。

$$\begin{aligned}
 UB &= 1/2 \times (300 + 600) \times (897 - 268) \\
 &= 283,050 \text{万円/年} = 28.3 \text{億円/年} \quad \langle 8 \rangle
 \end{aligned}$$

すべてのゾーン間で利用者便益を同様に算定した結果は、次の通りです。

【鉄道整備による利用者便益UB(万円/年)】

	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	計
ゾーン1	0	283,050	203,000	486,050
ゾーン2	283,050	0	220,150	503,200
ゾーン3	203,000	220,150	0	423,150
計	486,050	503,200	423,150	1,412,400

b) 時間短縮便益と費用節減便益(費用増不便益)への分解例

次に a) で算定された利用者便益を、時間短縮便益と費用節減便益(費用増不便益)に分解する方法を紹介します。実施要領編では、モデルタイプ1の場合、その方法を代表交通機関に着目して、式(12)～(18)で分解する方法を示しています。

以下では、ゾーン1→ゾーン2の通勤需要を対象に、開業後の代表交通機関を地下鉄として、実施要領編の手順に従って、計算例を示します。

①仮の利用者便益 UB#の算定

実施要領編の式(13)に従って、時間評価値(前記式<2>参照)を用いて計算します。

$$UB^{\#} = 1/2 \times (300 + 600) \times \{24.89 \times (30 - 15) + (150 - 200)\} = 145,508 \text{万円/年} = 14.6 \text{億円/年} \quad \langle 9 \rangle$$

【仮の利用者便益UB#(万円/年)】

	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3
ゾーン1	0	145,508	149,175
ゾーン2	145,508	0	113,173
ゾーン3	149,175	113,173	0

②時間短縮便益の内分比 R<sub>T</sub>の算定

同様に、実施要領編の式(14)に従って計算します。

$$R_T = 1/2 \times (300 + 600) \times \{24.89 \times (30 - 15)\} / 145,508 = 1.155 \quad \langle 10 \rangle$$

【時間短縮効果の内分比R<sub>T</sub>】

	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3
ゾーン1		1.155	1.251
ゾーン2	1.155		1.155
ゾーン3	1.251	1.155	

③費用節減便益の内分比 R<sub>F+</sub>の算定

費用節減便益は実施要領編の式(15)に従って計算しますが、この例では、図1に示されるように、いずれのODでも開業前のバス利用時費用より地下鉄利用時費用が増加し、費用が節減されるODが存在しません。

したがって、この例の場合、次のようになります。

$$R_{F+} = 0 \quad \langle 11 \rangle$$

④費用増不便益の内分比 R<sub>F-</sub>の算定

実施要領編の式(16)に従って計算します。

$$R_{F-} = 1/2 \times (300 + 600) \times \{(150 - 200)\} / 145,508 = -0.155 \quad \langle 12 \rangle$$

【費用増不便益の内分比R<sub>F-</sub>】

	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3
ゾーン1		-0.155	-0.251
ゾーン2	-0.155		-0.155
ゾーン3	-0.251	-0.155	

⑤便益項目別便益額への分解

項目別便益額は、実施要領編の式(18)に従って、前記式<8>～<12>の算定結果を用いて、ゾーン1→ゾーン2については次のように計算できます。

$$\begin{aligned}
 UB_T &= 283,050 \text{万円/年} \times 1.155 = 326,923 \text{万円/年} = 32.7 \text{億円/年} \\
 UB_{F+} &= 283,050 \text{万円/年} \times 0 = 0 \text{億円/年} \\
 UB_{F-} &= 283,050 \text{万円/年} \times (-0.155) = -43,873 \text{万円/年} = -4.4 \text{億円/年}
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

次表は、同様に他のゾーン間でも算定したものを整理したものです。

【鉄道整備による時間短縮便益(万円/年)】

	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	計
ゾーン1	0	326,923	253,953	580,876
ゾーン2	326,923	0	254,273	581,196
ゾーン3	253,953	254,273	0	508,226
計	580,876	581,196	508,226	1,670,298

【鉄道整備による費用増不便益(万円/年)】

	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	計
ゾーン1	0	-43,873	-50,953	-94,826
ゾーン2	-43,873	0	-34,123	-77,996
ゾーン3	-50,953	-34,123	0	-85,076
計	-94,826	-77,996	-85,076	-257,898

以上から、鉄道整備による全ゾーン間の通勤利用者便益は、つぎのように整理できます。

$$\begin{aligned}
 \text{鉄道整備による通勤利用者便益} &= 141.2 \text{ 億円/年} \\
 \text{内 時間短縮便益} &= 167.0 \text{ 億円/年} \\
 \text{費用増不便益} &= - 25.8 \text{ 億円/年}
 \end{aligned}$$

(2) 計算期間を通した総利用者便益の計測

上記(1)は、3ゾーン間の通勤需要を対象に、利用者便益の計算方法を示したものです。が、計算期間(本例では平成15年開業で30年間)を通した総利用者便益は、次の手順で計測します。次表を見ながら理解して下さい。

(手順1: 需要予測対象年の便益計測)

実際には、より詳細なゾーン設定の下、通勤、通学、定期外等の旅行目的別に、需要予測、利用者便益の計測を行います。その結果は、表2の網掛した欄に示されるように、開業年とその10年後の需要予測結果と、(1)の要領で算定された時間短縮便益、費用増便益等の利用者便益およびその合計としての総利用者便益を計測し、表に整理します。

(手順2: 需要予測対象年以外の便益計測)

需要予測が開業年と10年後で得られており、これを計算期間内の全年度の便益を算定する、すなわち表の網掛けが無い部分を算定する必要があります。これは、旅行目的別に線型補間、あるいは一定等の処理を行い整理します。



表2 需要予測結果と便益計測結果

(a) 需要予測

		需要量(万人/年)				
		合計	通勤	通学	定期外	
開業年	平成15年	5,000	2,500	500	2,000	
	平成16年	5,150	2,600	510	2,040	
	平成17年	5,300	2,700	520	2,080	
	平成18年	5,450	2,800	530	2,120	
	平成19年	5,600	2,900	540	2,160	
	平成20年	5,750	3,000	550	2,200	
	平成21年	5,900	3,100	560	2,240	
	平成22年	6,050	3,200	570	2,280	
	平成23年	6,200	3,300	580	2,320	
	平成24年	6,350	3,400	590	2,360	
	開業10年	平成25年	6,500	3,500	600	2,400
		平成26年	6,500	3,500	600	2,400
		平成27年	6,500	3,500	600	2,400
		平成28年	6,500	3,500	600	2,400
平成29年		6,500	3,500	600	2,400	
平成30年		6,500	3,500	600	2,400	
平成31年		6,500	3,500	600	2,400	
平成32年		6,500	3,500	600	2,400	
平成33年		6,500	3,500	600	2,400	
平成34年		6,500	3,500	600	2,400	
平成35年		6,500	3,500	600	2,400	
平成36年		6,500	3,500	600	2,400	
平成37年		6,500	3,500	600	2,400	
平成38年		6,500	3,500	600	2,400	
平成39年	6,500	3,500	600	2,400		
平成40年	6,500	3,500	600	2,400		
平成41年	6,500	3,500	600	2,400		
平成42年	6,500	3,500	600	2,400		
平成43年	6,500	3,500	600	2,400		
計算期間	平成44年	6,500	3,500	600	2,400	

(b) 利用者便益

		時間短縮便益(百万円/年)				費用増不便益(百万円/年)				総便益(百万円/年)				
		合計	通勤	通学	定期外	合計	通勤	通学	定期外	合計	通勤	通学	定期外	
開業年	平成15年	40,000	20,000	5,000	15,000	-850	-500	-50	-300	39,150	19,500	4,950	14,700	
	平成16年	41,200	20,800	5,100	15,300	-877	-520	-51	-306	40,323	20,280	5,049	14,994	
	平成17年	42,400	21,600	5,200	15,600	-904	-540	-52	-312	41,496	21,060	5,148	15,288	
	平成18年	43,600	22,400	5,300	15,900	-931	-560	-53	-318	42,669	21,840	5,247	15,582	
	平成19年	44,800	23,200	5,400	16,200	-958	-580	-54	-324	43,842	22,620	5,346	15,876	
	平成20年	46,000	24,000	5,500	16,500	-985	-600	-55	-330	45,015	23,400	5,445	16,170	
	平成21年	47,200	24,800	5,600	16,800	-1,012	-620	-56	-336	46,188	24,180	5,544	16,464	
	平成22年	48,400	25,600	5,700	17,100	-1,039	-640	-57	-342	47,361	24,960	5,643	16,758	
	平成23年	49,600	26,400	5,800	17,400	-1,066	-660	-58	-348	48,534	25,740	5,742	17,052	
	平成24年	50,800	27,200	5,900	17,700	-1,093	-680	-59	-354	49,707	26,520	5,841	17,346	
	開業10年	平成25年	52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640
		平成26年	52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640
		平成27年	52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640
		平成28年	52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640
平成29年		52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640	
平成30年		52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640	
平成31年		52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640	
平成32年		52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640	
平成33年		52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640	
平成34年		52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640	
平成35年		52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640	
平成36年		52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640	
平成37年		52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640	
平成38年		52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640	
平成39年	52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640		
平成40年	52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640		
平成41年	52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640		
平成42年	52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640		
平成43年	52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640		
計算期間	平成44年	52,000	28,000	6,000	18,000	-1,120	-700	-60	-360	50,880	27,300	5,940	17,640	

## § 4 供給者便益の計測例

供給者便益は、§ 2 で示した損益計算書とその前提条件（運賃上昇率、物価上昇率、人件費上昇率）をもとに、実施要領編に従って次の要領で算定します。なお、算定し整理した例は、次表の通りです。表を見ながら理解して下さい。

### （手順1：営業収益の算定）

損益計算書の営業収益に運賃上昇並びに消費税が含まれている場合は、これらを除外し計算価格にする必要があります。

＜計算例：開業後 10 年目の平成 25 年を例に＞

営業収益の計算価格

$$\begin{aligned} &= \text{名目営業収益 } 18,700 \\ &\quad \bigg/ \text{運賃上昇分 } 1.02^{(25\text{年}-9\text{年})} \bigg/ \text{消費税分 } 1.05 \\ &= 12,973 \text{ (百万円)} \end{aligned}$$

### （手順2：運送費等の算定）

損益計算書の営業費の内、費用対効果分析が対象とする「運送費等」を、次の要領で計算価格に換算します。

①運送費（うち労務費）：人件費上昇率を除外し、その上で所得税分を除外します。

＜計算例：開業後 10 年目の平成 25 年を例に＞

運送費（うち労務費）の計算価格

$$\begin{aligned} &= \text{名目運送費（うち労務費） } 4,400 \\ &\quad \bigg/ \text{人件費上昇分 } 1.02^{(25\text{年}-9\text{年})} \bigg/ \text{所得税分 } 1.07 \\ &= 2,995 \text{ (百万円)} \end{aligned}$$

②運送費（うち材料費）：物価上昇率を除外し、その上で消費税分を除外します。

＜計算例：開業後 10 年目の平成 25 年を例に＞

運送費（うち材料費）の計算価格

$$\begin{aligned} &= \text{名目運送費（うち材料費） } 2,100 \\ &\quad \bigg/ \text{物価上昇分 } 1.02^{(25\text{年}-9\text{年})} \bigg/ \text{消費税分 } 1.05 \\ &= 1,457 \text{ (百万円)} \end{aligned}$$



表3 損益計算書の営業収益と運送費等並びに供給者便益

(百万円)

	損益計算書									供給者便益 a''-b''-c''
	営業収益			営業費の内、運送費等						
	a	運賃上昇を 除く a'	消費税を 除く a''	b	人件費上 昇を除く b'	所得税を 除く b''	c	物価上昇 を除く c'	消費税を 除く c''	
平成10年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
平成11年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
平成12年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
平成13年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
平成14年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
平成15年	6,000	5,328	5,074	1,800	1,598	1,494	900	799	761	2,819
平成16年	7,200	6,268	5,970	2,000	1,741	1,627	1,000	871	829	3,513
平成17年	8,500	7,255	6,909	2,300	1,963	1,835	1,100	939	894	4,180
平成18年	9,800	8,200	7,810	2,500	2,092	1,955	1,200	1,004	956	4,898
平成19年	11,000	9,024	8,594	2,800	2,297	2,147	1,300	1,066	1,016	5,432
平成20年	12,300	9,892	9,421	3,100	2,493	2,330	1,500	1,206	1,149	5,942
平成21年	13,600	10,724	10,213	3,300	2,602	2,432	1,600	1,262	1,202	6,580
平成22年	14,800	11,441	10,896	3,600	2,783	2,601	1,700	1,314	1,252	7,044
平成23年	16,100	12,202	11,621	3,800	2,880	2,692	1,800	1,364	1,299	7,630
平成24年	17,400	12,928	12,313	4,100	3,046	2,847	1,900	1,412	1,345	8,121
平成25年	18,700	13,622	12,973	4,400	3,205	2,995	2,100	1,530	1,457	8,521
平成26年	19,000	13,569	12,923	4,400	3,142	2,937	2,100	1,500	1,428	8,558
平成27年	19,400	13,583	12,936	4,500	3,151	2,945	2,100	1,470	1,400	8,591
平成28年	19,800	13,591	12,944	4,600	3,158	2,951	2,200	1,510	1,438	8,555
平成29年	20,200	13,594	12,947	4,700	3,163	2,956	2,200	1,481	1,410	8,581
平成30年	20,600	13,591	12,944	4,800	3,167	2,960	2,300	1,517	1,445	8,539
平成31年	21,000	13,584	12,937	4,900	3,170	2,962	2,300	1,488	1,417	8,558
平成32年	21,400	13,571	12,925	5,000	3,171	2,963	2,400	1,522	1,449	8,512
平成33年	21,900	13,616	12,967	5,100	3,171	2,963	2,400	1,492	1,421	8,583
平成34年	22,300	13,593	12,945	5,200	3,170	2,962	2,500	1,524	1,451	8,532
平成35年	22,700	13,565	12,919	5,300	3,167	2,960	2,500	1,494	1,423	8,536
平成36年	23,200	13,592	12,945	5,400	3,164	2,957	2,600	1,523	1,451	8,537
平成37年	23,700	13,613	12,964	5,500	3,159	2,952	2,600	1,493	1,422	8,590
平成38年	24,100	13,571	12,925	5,600	3,153	2,947	2,700	1,520	1,448	8,530
平成39年	24,600	13,581	12,934	5,800	3,202	2,993	2,700	1,491	1,420	8,522
平成40年	25,100	13,585	12,938	5,900	3,193	2,984	2,800	1,515	1,443	8,511
平成41年	25,600	13,584	12,937	6,000	3,184	2,976	2,800	1,486	1,415	8,547
平成42年	26,100	13,578	12,931	6,100	3,173	2,966	2,900	1,509	1,437	8,529
平成43年	26,700	13,618	12,969	6,200	3,162	2,955	2,900	1,479	1,409	8,605
平成44年	27,200	13,601	12,953	6,400	3,200	2,991	3,000	1,500	1,429	8,534

- 注1) a'は営業収益(a)から運賃上昇(年:2%)を除いたもの
- 注2) a''はa'からさらに消費税(5%)を除いたもの
- 注3) b'は労務費(b)から人件費上昇(年:2%)を除いたもの
- 注4) b''はb'からさらに所得税(7%)を除いたもの
- 注5) c'は材料費等(c)から物価上昇(年:2%)を除いたもの
- 注6) c''はc'からさらに消費税(5%)を除いたもの



## § 5 建設費用等費用の算定例

建設投資額等費用は、§ 2 で示した資金運用表とその前提条件（物価上昇率）をもとに、実施要領編に従って次の要領で算定します。なお、算定し整理したものが次表、また、この計算例では用地費はないものと仮定しています。表を見ながら理解下さい。

### （手順1: 建設投資額(設備費の内、材料費)の算定)

建設投資額（設備費）の5割を材料費等とみなし、物価上昇率、消費税分を除外し計算価格にします。

＜計算例: 建設開始後2年目の平成11年を例に＞

建設投資額（設備費の内、材料費）の計算価格

$$\begin{aligned} &= \text{名目建設投資額（設備費）} 30,300 \times 0.5 \\ &\quad \text{/物価上昇分 } 1.02^{(11\text{年}-9\text{年})} \text{ /消費税分 } 1.05 \\ &= 13,868 \text{（百万円）} \end{aligned}$$

### （手順2: 建設投資額(設備費の内、労務費)の算定)

同様に、建設投資額（設備費）の5割を労務費とみなし、物価上昇率、所得税分を除外し計算価格にします。

＜計算例: 建設開始後2年目の平成11年を例に＞

建設投資額（設備費の内、労務費）の計算価格

$$\begin{aligned} &= \text{名目建設投資額（設備費）} 30,300 \times 0.5 \\ &\quad \text{/人件費上昇分 } 1.02^{(11\text{年}-9\text{年})} \text{ /所得税分 } 1.07 \\ &= 13,609 \text{（百万円）} \end{aligned}$$

上記（手順1）、（手順2）での建設投資額（設備費）の材料費と労務費への区分は、建設期間中について行うもので、供用開始年以降はすべて材料費扱いとします。なお、計算例では、平成15年開業としていますが平成15年も初期の建設投資がなされており、このような場合、平成15年の投資も建設期間中と同様、材料費と労務費の区分を行って計算します。

表中の開業後の車両更新を含む設備更新費は全て材料費等として扱います。また、計算期間末で耐用年数が残る設備は、次の手順で残存価値を計算します。

### （手順3: 計算期間末残存価値の算定)

開業後の26年目（平成40年）で車両更新がなされており、計算期間末では4年間しか利用されていないことになり残存価値が残っている計算になります。これは、26年目の取得価格から物価上昇分、消費税分を除外した上で、償却を13年、定率法とし、その年償却率16.2%を用いれば、計算期間末残存価値は次のように計算できます。

<計算例:開業後 26 年目に取得された車両費の計算期末残存価値>

計算期間末残存価値=26 年目の取得価格 (物価上昇、消費税分除く) 928

$$\times (1-0.162)^{(44\text{年}-40\text{年})} = 458 \text{ (百万円)}$$

なお、その他の償却資産は、総合償却で 30 年と考えて残存価値を計上していませんが、必要な場合には同様に算定します。

表4 資金運用表建設投資額と費用計測結果

	資金運用表							計算期末 残存価値	費用合計 g e''+f'+g
	建設投資額								
	d	e 労務費		f 材料費等					
	e'	e''	f'	f''					
平成10年	3,800	1,900	1,863	1,741	1,900	1,863	1,774	3,515	
平成11年	30,300	15,150	14,562	13,609	15,150	14,562	13,868	27,477	
平成12年	49,700	24,850	23,417	21,885	24,850	23,417	22,302	44,186	
平成13年	56,400	28,200	26,052	24,348	28,200	26,052	24,812	49,160	
平成14年	50,000	25,000	22,643	21,162	25,000	22,643	21,565	42,727	
平成15年	52,000	26,000	23,087	21,577	26,000	23,087	21,988	43,565	
平成16年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成17年	2,300	0	0	0	2,300	1,963	1,870	1,870	
平成18年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成19年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成20年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成21年	1,100	0	0	0	1,100	867	826	826	
平成22年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成23年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成24年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成25年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成26年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成27年	1,700	0	0	0	1,700	1,190	1,134	1,134	
平成28年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成29年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成30年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成31年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成32年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成33年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成34年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成35年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成36年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成37年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成38年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成39年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成40年	1,800	0	0	0	1,800	974	928	928	
平成41年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成42年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成43年	0	0	0	0	0	0	0	0	
平成44年	0	0	0	0	0	0	0	-458	

注1) e'は労務費(e)から人件費上昇(年:2%)を除いたもの  
 注2) e''はe'からさらに所得税(7%)を除いたもの  
 注3) f'は材料費等(f)から物価上昇(年:2%)を除いたもの  
 注4) f''はf'からさらに消費税(5%)を除いたもの

## § 6 計算期間内の集計と評価指標値の算出

§ 3～§ 5で整理された計算期間内の利用者便益、供給者便益、並びに費用をもとに、実施要領編に従って、次の手順で3評価指標（純現在価値 *NPV*、費用便益費 *CBR*、経済的內部収益率 *EIRR*）を算定します。

### （手順1: 便益、費用の現在価値への変換）

社会的割引率（年4%）を用いて、利用者便益、供給者便益、費用を現在価値に換算します。

先の例での算定結果は、次表の通りです。

### （手順2: 評価指標の算定）

上記現在価値に換算された利用者便益、供給者便益、費用を用いて、実施要領編の算式に従って①純現在価値 *NPV*、②費用便益費 *CBR*、③経済的內部収益率 *EIRR* を算定します。

次表からの算定結果は、次の通りです。

#### ① 総現在価値

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 678 - 182 = 496 \text{ 億円}$$

#### ② 費用便益比

$$CBR = \frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+i)^t}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+i)^t} = 678 / 182 = 3.7$$

#### ③ 経済的內部収益率: *EIRR* は、次表の社会的割引率を種々変更し、上記 *NPV* がゼロになるときの率を探索して求めます。

$$EIRR = 16.7\%$$



表5 利用者便益、供給者便益、費用の現在価値への換算結果

	社会的割引率 による換算係数	利用者便益		供給者便益		便益総計 (割引後)	建設費用	
		割引後	割引後	割引後	割引後		割引後	割引後
平成10年	0.9615	—	—	—	—	—	3,515	3,380
平成11年	0.9246	—	—	—	—	—	27,477	25,404
平成12年	0.8890	—	—	—	—	—	44,186	39,282
平成13年	0.8548	—	—	—	—	—	49,160	42,022
平成14年	0.8219	—	—	—	—	—	42,727	35,118
平成15年	0.7903	28,820	22,777	2,819	2,228	25,005	43,565	34,430
平成16年	0.7599	30,400	23,102	3,513	2,670	25,771	0	0
平成17年	0.7307	32,100	23,455	4,180	3,055	26,510	1,870	1,366
平成18年	0.7026	33,700	23,677	4,898	3,442	27,119	0	0
平成19年	0.6756	35,300	23,847	5,432	3,669	27,517	0	0
平成20年	0.6496	37,000	24,034	5,942	3,860	27,895	0	0
平成21年	0.6246	38,600	24,109	6,580	4,110	28,219	826	516
平成22年	0.6006	40,200	24,143	7,044	4,230	28,373	0	0
平成23年	0.5775	41,800	24,138	7,630	4,406	28,545	0	0
平成24年	0.5553	43,500	24,154	8,121	4,509	28,663	0	0
平成25年	0.5339	45,100	24,079	8,521	4,549	28,629	0	0
平成26年	0.5134	45,100	23,153	8,558	4,393	27,547	0	0
平成27年	0.4936	45,100	22,263	8,591	4,241	26,504	1,134	560
平成28年	0.4746	45,100	21,406	8,555	4,061	25,467	0	0
平成29年	0.4564	45,100	20,583	8,581	3,916	24,499	0	0
平成30年	0.4388	45,100	19,791	8,539	3,747	23,539	0	0
平成31年	0.4220	45,100	19,030	8,558	3,611	22,641	0	0
平成32年	0.4057	45,100	18,298	8,512	3,453	21,752	0	0
平成33年	0.3901	45,100	17,594	8,583	3,348	20,943	0	0
平成34年	0.3751	45,100	16,918	8,532	3,200	20,118	0	0
平成35年	0.3607	45,100	16,267	8,536	3,079	19,346	0	0
平成36年	0.3468	45,100	15,641	8,537	2,961	18,602	0	0
平成37年	0.3335	45,100	15,040	8,590	2,865	17,904	0	0
平成38年	0.3207	45,100	14,461	8,530	2,735	17,196	0	0
平成39年	0.3083	45,100	13,905	8,522	2,628	16,533	0	0
平成40年	0.2965	45,100	13,370	8,511	2,523	15,893	928	275
平成41年	0.2851	45,100	12,856	8,547	2,436	15,292	0	0
平成42年	0.2741	45,100	12,362	8,529	2,338	14,699	0	0
平成43年	0.2636	45,100	11,886	8,605	2,268	14,154	0	0
平成44年	0.2534	45,100	11,429	8,534	2,163	13,592	-458	-116
合計			577,772		100,694	678,467		182,237

解説編

## § 1 はじめに

鉄道プロジェクトを始めとする社会資本整備については、今後の高齢化社会到来を目前に、その効果的遂行、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、費用対効果分析の適切な実施が強く求められています。

「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル 1997」の実施要領編は、その第一版として、鉄道整備の最も基本的、第一義的な効果であり、定量化が比較的容易な時間短縮効果等の利用者便益を中心に取りまとめたものです。

しかし、広範な鉄道整備効果を評価する上では、未だ種々の課題が残されているのも事実です。

本解説編は、このような趣旨から、鉄道プロジェクトの費用対効果分析を理解し適切な実施を頂くために、実施要領編を補足する事項、並びに、今後のマニュアル改定等の際に資する残された課題・論点を整理したものです。

## § 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

### (1) 費用対効果分析と財務分析

鉄道プロジェクトの評価に関しては、従来から財務分析が適用されてきましたが、費用対効果分析は、財務分析との関係で見ると次のように整理されています。

#### 【異なる点:分析、評価のねらいが異なる】

プロジェクト評価というとき、それはプロジェクトによって生じる効果と犠牲、すなわち便益(benefit)と費用(cost)とをできる限り金額で表示しようとする。問題は、誰にとっての便益と費用であるか、またいかにして効果や犠牲を金額表示すれば合理的であるかを知ることである。このためには、典型的な評価の立場を明確にしておく必要がある。

#### (財務分析)

私企業と言う立場では、利潤(profit)という指標でプロジェクトの是非を判定しようとする。すなわち、収入が費用を上まわるならば、そのプロジェクトが実行に値すると考える判断基準である。この評価手法は財務分析(financial analysis)といわれる。

#### (費用対効果分析)

しかし、鉄道プロジェクトでは、完全な私利利潤追求の投資対象にはなりえない。それは、料金を課すことはできるが初期に大規模な投資を必要とし、かつこのため地域的独占状態になる可能性が高いことが主な理由である。このような財は、規模の経済(economy of scale)が働く財といわれ、これに対して政府は、公的補助を与えると同時に、その料金の規制を行い、公企業(public corporation)として経営を行わせようとする。

このような、公企業の投資や純粋な公共投資は、社会的立場からその評価を行う必要がある。通常、社会的とは国民経済を指す。現代経済学では、すべてのプロジェクトの目標として社会的福祉の増進をあげている。そして、福祉の増大は、社会的効率性と公平性に



分類されるとしている。

この社会的効率性(social efficiency)からの評価が、第2の立場であり、それは鉄道プロジェクトによる社会的変化に対して、得をした人が損をした人に補償することができるならば、その鉄道プロジェクトは実行に値するという基準である。得をした人が支払うに値すると考える額であるプラスの支払意思額(willingness to pay)の社会的合計額を社会的便益(social benefit)、損をした人が補償してもらいたいと考える額であるマイナスの支払意思額の社会的合計値を社会的費用(social cost)という。社会的便益が社会的費用を上まわれば、対象としている鉄道プロジェクトは実行に値すると考え、社会的便益と社会的費用を計測しその対比を行う手法を費用便益分析(Cost Benefit Analysis: CBA)、別名、経済分析(economic analysis)という。これは、誰が得をしたか、誰が損をしたかを無視して、国民経済全体でプラスの社会的純便益(=社会的便益-社会的費用)が発生すればよいという考え方であるからである。<sup>7)</sup> したがって CBA は、一言でいえばプロジェクトの国民経済的効率性を判定しようとしていることになる。<sup>1)</sup>

なお、本マニュアルでは、これを「費用対効果分析」と呼んでいます。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)な評価しかできない効果を含め、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。

#### 【共通する点】

上記のように費用対効果分析と財務分析は、その分析、評価のねらいが異なりますが、その一方で、実施要領編でも明らかなように、用いる次の基礎データには整合性が求められています。

- ①費用対効果分析の効果(便益)評価と財務分析の営業収入評価では、共に同じ需要予測値を用います。
- ②費用対効果分析の各費目別費用と、財務分析の運送費等営業支出、建設投資額等資金流出には、当然整合性が求められます。なお、後述するように、費用対効果分析の費用は計算価格で、財務分析の費用は市場価格で計測する点が異なりますが相互に変換が可能なもので整合性は確保されるべきものです。

### 【両分析結果間の優先性】

両結果が矛盾することが、起こり得ます。

交通プロジェクトには、経済評価結果が良好であるが、財務分析結果は実行不可能となるプロジェクトも存在します。一般には、経済評価が優先され、その場合、財務に関しては補助金等助成制度を導入してプロジェクトを実行することも考えられます。もちろん、財務分析は、助成制度を導入して再度行う必要があります。<sup>2)3)</sup>

### (2) 費用対効果分析の実務的作業手順

費用対効果分析と財務分析間の実務的作業手順としては、上記両分析結果間の優先性に関する考え方から、「費用対効果分析」→「財務分析」という流れが考えられます。

しかし、上記で述べたように、①特に費用等の分析で両分析で整合性が確保されている必要があること、②財務分析が従来から導入され費用等の見方、整理の仕方が実務者に理解されていることから実務的には逆の手順の方が、すなわち「財務分析」→「費用対効果分析」という流れの方が分析作業が行い易いと言うことがあります。

本マニュアルの実施要領編では、実務者の立場に立つて後者の流れで説明しています。

## §3 評価基準

費用対効果分析の評価指標には、一般には実施要領編で示した

- ①純現在価値 (Net Present Value; NPV)
- ②費用便益費 (Cost Benefit Ratio; CBR)
- ③経済的内部収益率 (Economic Internal Rate of Return; EIRR)

の3種が存在します。

これら3種の評価基準については、次に示すように、単一鉄道整備事業の採否の決定では、どの基準を用いても実施要領編で示したように同一の結果となります。

しかし、複数事業間の優先順位については、基準の違いによって異なった評価がなされる場合があり、下記b)の指摘もなされています。

- a) 単一鉄道事業の採否: 単一事業の採否では、3種の評価指標で次の等価の関係が成立します。

$$NPV \geq 0 \Leftrightarrow CBR \geq 1 \Leftrightarrow EIRR \geq \text{社会的割引率}$$

- b) 複数代替案の比較評価: 評価指標は次の視点を踏まえて選択する必要があります。

- ① (社会的利益の大きさを示す基準)NPV と (事業の収益性を示す基準)CBR、EIRR に分かれるので、事業の選択目的が社会的利益か、収益性の高い事業の選定かと言う視点から検討する必要があります。
- ② 社会的利益の大きさの基準 NPV は、国全体の利益を視点とするような場合には、国民経済的効率上から根拠が明確です。
- ③ 資金制約のある中で事業選択を行う場合は、CBR の大きい順に制約一杯まで事業化するのが社会的利益を最大にするので費用便益比基準 CBR を用いるのが望まし



いとされています。ただし、事業の中に費用便益比が高くかつ費用の大きいものが混在するものがある場合は、費用便益比の順番での選択が資金制約と整合しないこともあり、この場合資金制約を満たす事業の組み合わせで事業合計の総便益と総費用との差の最大化という視点から検討するとされています。

## § 4 社会的割引率と計算期間

### (1) 社会的割引率

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ますが、「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」です。

経済学的には、消費者側の時間選好率（＝ある量の消費を現在時点であきらめたときに、その量と将来見返りを要求する量との比）と、資本機会費用（＝現在財が投資にまわされることにより増殖する量との比）が等しいとき、現在財と将来財との交換市場が均衡すると説明されています。

従って、その設定は、①現存している経済状況を生産側（資本機会費用）からみるものと、②消費者側（時間選好）からみるものとの2通りが考えられます。

①の資金の生産性としては直接の市場利率がこれを反映していると考えられるので市場の均衡利率を用いれば良いこととなります。これに対して、②の消費者側からのアプローチとして近年 OECD において理論式が提案されていますが具体的指標を用いた算定が難しい状況です。したがって、実用的には①のアプローチによらざるを得ないと考えられます。なお、日本では多くが4～6%を用いています。<sup>3)</sup>

さらに、社会的割引率に関しては、次のような観点からの検討余地が残されています。

#### ① 何れの指標で設定すべきか？

○ 過去の時系列推移から見て公定歩合、長期プライムレート、開発銀行金利等の何れから設定すべきか？

#### ② 高齢化等による将来の財政状況を考えたの先行投資的鉄道整備という観点からの社会的割引率の設定方法は？

○ 現在と将来の財政状況の違いを考慮すべきではないか。その場合、社会的割引率をどのように設定すれば良いか？

#### ③ 沿線開発型鉄道整備での社会的割引率の設定方法は？

○ プロジェクトのねらいがそもそも沿線開発、地域開発の場合に、期待される将来に渡って成長する効果（便益）に対しても同じ社会的割引率を適用するべきか？



## 【参考:様々な意見等】

- 1) OECDの消費者側(時間選好)からの理論的定式: OECDで近年、  

$$i = ng + e$$
ここに  $i$ :割引率、 $n$ :消費の変化に対する限界効用変化弾性値、  
 $g$ :消費成長率、 $e$ :純粋時間選好率  
の理論的定式が出されたが、 $n$ 及び $e$ に関する具体的指標が見出しがたい。<sup>1)</sup>
- 2) 時間選好と資本機会費用: 消費者は一般に①個人の寿命は有限である、②経済成長によって将来のほうが現在より財の供給者は増加すると考えるために現在の財のほうが将来の財よりも望ましいと考えている。このため、現在の財と将来の財の間には交換比率が生まれ、これを時間選好率という。一方、投資者は現在の財を消費してしまうのではなく、投資に回せば将来得られる財は現在の量より増加すると考える。この1単位の財を消費から投資に回したときに得られる増加率を投資限界効率という。<sup>6)</sup>
- 3) いずれのアプローチが妥当か: 上記2)の2通りのアプローチがあるが、いかなる割引率が正しいか、かつ、いかに決定すべきであるかは長い論争の対象であり、いまでも決着がついていない。<sup>7)</sup>
- 4) 物騰の考慮: プロジェクトの採否や採択優先順位の決定に当たっては、社会的割引率の設定が決定的に重要な意味をもっているが、将来の物価上昇が予想される場合には、たとえ市場金利で資金を運用して将来それを回収してもそれで財・サービスを購入して実現できる消費は減ることになる。そのような場合には、名目の市場利子率から物価上昇率を差し引いたものを実質割引率として用いる必要がある。<sup>3)</sup>
- 5) 民間資金導入の考慮: 費用便益分析に現れる各種の金銭表示される費用や便益は、必ずしも、実際に資本市場などで運用される金銭ではないため、私的な資金運用の割引率をそのまま用いるのは必ずしも適切ではない。例えば、私的な場合の利子率には、将来は資金が回収できないような場合もあるといったリスクを個人や企業だけで負う場合の評価が含まれている。社会的な立場からは、そのようなリスクは社会全体で引き受けるものであるため私的な場合よりも小さく評価して考えたりする。そのため、政府系金融機関による資金や産業振興などを目的とした融資資金の利子率は民間銀行の金利よりも低く設定されている。プロジェクトに実際に導入される資金がそのような公的な資金と民間資金の両方を含んでいるような場合には、それぞれの金利にある重みをつけて平均化した割引率を用いる場合もある。<sup>3)</sup>

## (2) 計算期間

費用対効果分析では、事業の計算期間が大きなポイントとなりますが、この計算期間は、次のプロジェクトライフの考え方から設定されます。

通常、プロジェクトでサービスを提供するために整備された施設等は、経験的には、物理的に老朽化する前に機能的あるいは経済的に老朽化し、その存在理由がなくなります。プロジェクトライフは、原則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です。しかし、實際上計画期間が長期である場合には、プロジェクト実施決定、言い換えればプロジェクトのための施設等の建設が開始された時点からプロジェクトライフが始まると考えるほうが一般的です。交通プロジェクトのプロジェクトライフとしては、通常30～50年の適当な期間が設定され用いられています。<sup>6)</sup>

一方、実際の経済評価での将来価値を現在価値に割り引くため、一般には30年以降は結果にほとんど影響しません。

計算期間を事業の性格からこれより短くとする場合は、施設の残存価値が大きくなるため、その残存価値を十分考慮に入れなければなりません。なお、プロジェクトライフの異なる(あるいは耐用年数が異なる)代替案を評価する場合は短い方の再投資を含めて、各案の経営・運営状態が安定するまでの期間を考慮しなければなりません。<sup>1)</sup>

このような提案が存在するものの、計算期間の設定に関しては、次の事項と他分野での考え方等を参考に検討する余地は残されています。

- ① 物理的耐用年数、機能的耐用年数、財務的耐用年数(減価償却年数)の何れを根拠とすべきか?
  - 費用便益分析結果に大きく影響する初期建設投資、特に下部インフラの耐用年数を考慮したプロジェクトライフは?
  - 既存鉄道ストックのプロジェクトライフをどのように評価するか?

【参考:様々な意見等】

- 1) 施設老朽化: 事業の開始年は、事業主体あるいは会計主体に費用が生じた時点で明確である。計算期間の最終年は、初期投資によって整備された主要施設が老朽化する時点までをプロジェクトライフとするのが一般的であるが、老朽化をどのように定義するかが問題である。ただ、土木材料で大きな比重を占めるコンクリートの耐用年数が50年とされている場合が多いため供用開始後50年を最長期間、一般には30年とするのが妥当とされている。<sup>1)</sup>
- 2) 社会的機能の老朽化: 一般には初期投資によって整備された施設が老朽化する時期までをプロジェクトライフとするが、投資の大部分が土木施設に充てられる場合には、供用開始後経営が安定する(定常状態に達する)まで、あるいは社会的に機能が老朽化するまでをプロジェクト・ライフとする。<sup>2)</sup>
- 3) 計算期間の影響: 計算期間の長さを変更すると、取り込むべき便益と費用の流列が異なるため、それらの値の組み合わせによっては最終的な代替案の採択優先順位が異なることになる。供用後の十分な長期において、各期の便益と費用がほとんど変化しない場合には、計算期間を大きくとっても、割り引いて現在価値に換算しても評価指標に与える影響はわずかとなる。しかし、計算期間を短く設定した場合には、その後の期間での潜在的な便益と費用の影響を無視していることになるため注意が必要である。<sup>3)</sup>

【試算例】プロジェクトライフの開始年から便益1で一定とする。この時

- ① 社会的割引率4% → 31年目便益の現在価値 = 0.31  
31年累積便益 / 30年累積便益 = 18.29 / 17.98 = 1.02
- ② 社会的割引率6% → 31年目便益の現在価値 = 0.17  
31年累積便益 / 30年累積便益 = 14.76 / 14.59 = 1.01



## §5 分析に当たってのプロジェクトの捉え方、前提条件等

### (1) プロジェクトの捉え方、プロジェクト代替案

鉄道プロジェクトに関して費用対効果分析を適用する場合に、特に下記のような場合、「評価対象プロジェクトをどのように、あるいは、どのような事業単位で捉えるべきか？」が大きなポイントになります。

#### ① 既成ネットワーク上での事業規模が小さなプロジェクト評価の問題：例えば、ある路線で短区間での線形改良による高速化事業をどのように評価すべきか？

- 1 短区間での高速化を例にすれば、需要予測の精度確保上の技術的限界による計測困難性、並びに現実問題として利用者の認識、評価にわずかな時間短縮では認識・評価されない等々
- その一方で、これら短区間整備が長期に渡って積み重ねられた場合は、一定以上の時間短縮とその効果が期待でき、また発現し需要予測を通した効果計測も可能となる。

従って、次のような対応も考えられます。

【対応(案)】段階整備の計画を持ってなされる、あるいは段階整備が想定される場合には、その計画全体を評価対象プロジェクトとして扱った分析、評価も併せて行う。

#### ② 既成ネットワーク上での小規模な延伸整備プロジェクトの評価の問題

- プロジェクトの費用は、既存ネットワーク上での運営費等に影響する場合がありますが、基本的には当該区間の整備費が主です。
- その一方で、プロジェクト効果は、初乗り料金、乗車距離が当該延伸区間と既存ネットワークの何れに帰属するかによりますが、当該延伸区間よりむしろ既存ネットワーク上での効果が相対的に高い場合も想定されます。

このような場合には、次のような対応も考えられます。

【対応(案)】「改善によって鉄道利用経路、分布交通量が変化することが想定される場合には、その影響範囲を十分カバーできる範囲を需要予測対象エリアとすること」が重要である。

#### ③ 複数プロジェクトの抱き合わせ実施とその評価の問題

- 新線整備と駅広・アクセス道路整備、新駅整備と信号系統整備、あるいは連続立体交差化と複線化等、あるプロジェクト実施に併せて他プロジェクトを抱き合わせで実施する場合の評価対象プロジェクトと評価方法

このような場合には、次のような対応も考えられます。

【対応(案)】「抱き合わせ実施のプロジェクトでは、その各個別プロジェクトの効果を検討し利用者便益に直接結びつくプロジェクトと、それ以外（例えば安全性向上等）に資するプロジェクトに分解し、前者を費用対効果分析の便益、費用計測対象とし、その他は、総合評価の中で、相乗効果の存在にも留意して定



性的検討を行った上で整理する」ことが望ましい。

プロジェクト評価に至るまでに色々な代替案が比較検討されますが、実施要領編ではその各代替案すべてに関する費用対効果分析を求めているものではありません。ただし、提案されるプロジェクトが種々の面で議論されている場合等で、その正当性、妥当性、経済効率性を確認する上で必要と判断されれば、代替案についても分析することも考えられます。

## (2) 前提条件

便益評価では、その前提条件を設定するに際しては、特に次の点等に留意する必要があります。

- ① 将来の社会経済フレーム：対象とする鉄道整備プロジェクトが実施されない場合は、実施された場合に比べ人口等が低いレベルになることは十分予想されることですが、整備の有無でどの程度の差が何れの時点で発生するか予測することは極めて難しい問題です。従って、対象地域の社会経済フレームの設定に際しては、整備の有無で共通した設定でも構いませんが、過去の時系列動向、全国的な動向等を参考に適切な設定に努める必要があります。
- ② 将来の他の交通機関整備：将来時点で鉄道に競合する他交通機関、あるいは整備後にそのアクセス機能を果たす交通機関の整備状況を予測し需要予測等に反映することが考えられますが、やはり整備の有無別に適切な設定は難しく、他交通機関の整備計画等を参考にしながら整備有無で共通した設定で構わないとしています。
- ③ 運賃・料金：運賃、料金の設定により需要、利用者便益、供給者便益が大きく変化し、結果として費用対効果分析、財務分析結果も変化します。したがって、運賃・料金設定は極めて重要な事項であり、整備後の状況を想定し関連する既存鉄道、他交通機関の設定等を参考に、財務分析で用いられた実際に採用が想定される運賃・料金を用いることが基本となります。

## § 6 利用者便益の計測手法

### (1) プロジェクト効果項目と波及構造

鉄道プロジェクトの効果としては、実施要領編に示されるように「事業効果」と「施設効果」が存在しますが、その費用対効果分析では施設効果のみを対象に検討します。

この施設効果による便益計測では、下記に示されるように、その効果項目とそれらの関連(効果波及構造)を明らかにすることが重要です。

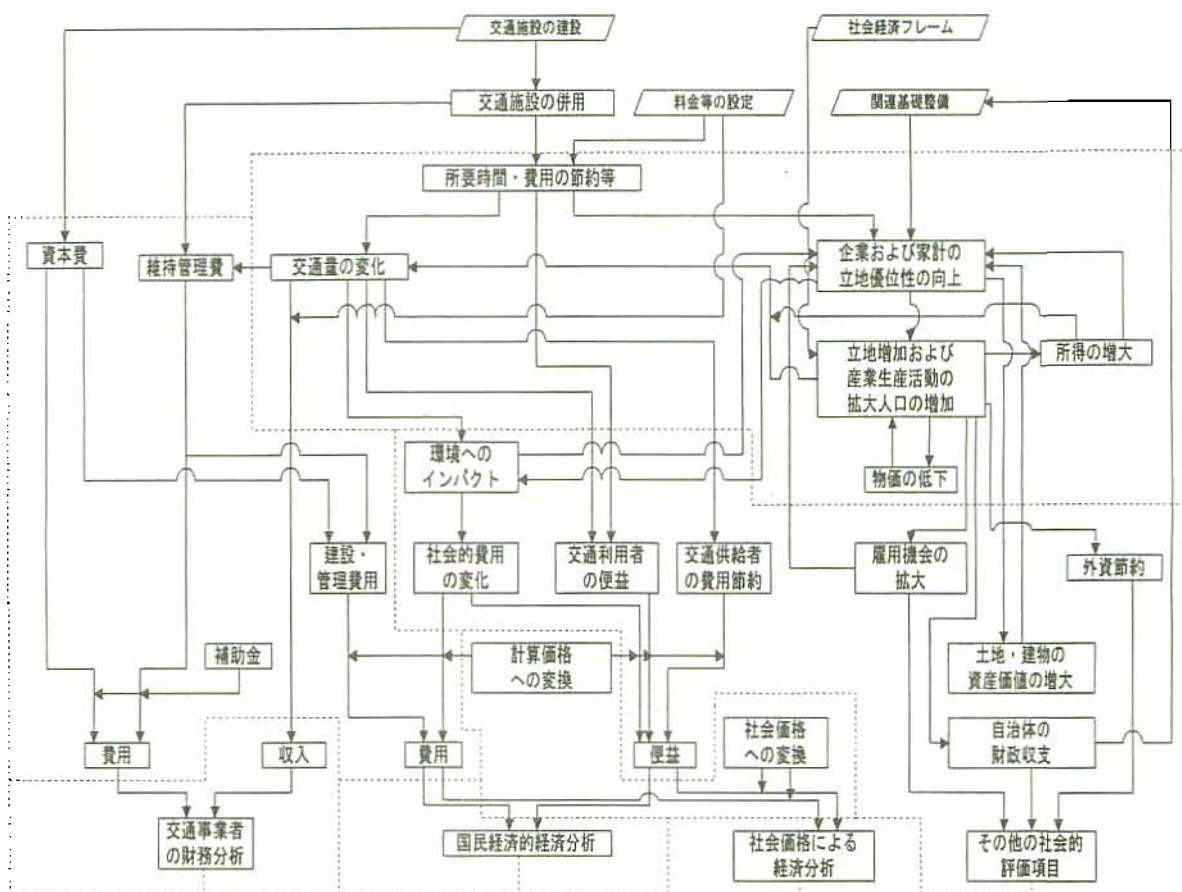
鉄道プロジェクトの効果は、必ずしも鉄道利用者の効用を変化させるばかりでなく、新たな効果を生じさせ、他の主体に波及していくことになります。したがって、一次的に効果を受ける主体がその効果全体を享受しているかどうか簡単には分かりませんので、この効果波及過程の各段階で効果が波及する条件を明確にすることが必要となります。下図は、交通施設整備に伴う施設効果の波及過程を示した例です。例えば交通サービスの向上に伴って利用者の便益は増加するが、料金が値上げされれば一部は事業者に移ります。一方、利用者の利便も利用者の大半がある限られた範囲に居住している場合には住宅地の地価の上昇のため利用者から土地所有者へ転移していくことになります。<sup>1)</sup>

#### 【参考: 様々な意見等】

1) 効果の名称の様々な存在：事業効果を、整備が終わってしまえばなくなる効果であることから「フローの効果」、施設効果を「ストックの効果」ということもある。また前者は施設整備という投資が行われるという意味で「投資効果」、さらに後者を事業のもたらす最終的な効果であるという意味で「事業効果」ということもある。

その他、注目する市場の内、外かにより「内部効果」、「外部効果」という分類、効果がプロジェクトにより「直接」的にもたらされるか否かによって直接効果、間接効果という区分もある。<sup>1)</sup>

図1 効果の波及過程<sup>1)</sup>



## (2) 事業効果等計測対象と計測手法

### 1) 便益の計測対象と計測手法の概要

前述したように、プロジェクトによってもたらされた効果は、大別すれば「事業効果」と「施設効果」となります。

このうち「事業効果」は、建設段階にのみ発生する一時的な効果であり、また他のプロジェクトでも発生する効果であることから通常便益とは呼ばれていません。

施設効果は、利用可能性や安心感を維持することに効用を見出した存在効果と、実際の利用に起因する利用効果に分かれます。存在効果は定量化も困難であり、インパクトが非常に大きく明確に捉えられる場合を除いて便益として定量化はされません。利用効果のうち、利用者効果、供給者効果、波及効果、その他効果は以下に述べる方法で計測されます。しかし生産の拡大や所得の増大、地価の上昇などの効果は、計測は可能ですが、便益として計上するには注意が必要です。

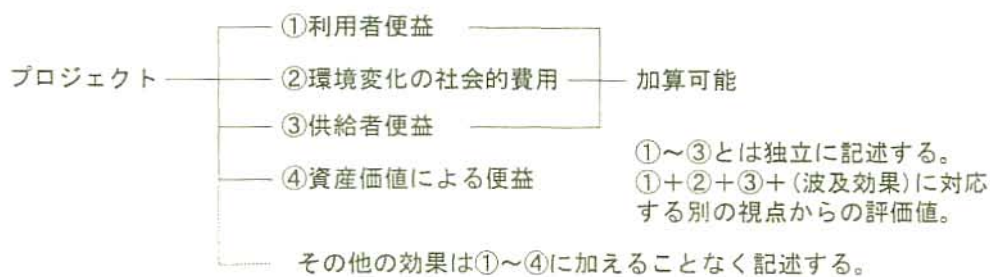
すなわち、生産の拡大は多くの場合利用者効果の波及したものであり、逆に所得の増加に伴う需要関数のシフトは、利用者便益として記述されます。また、資産価値の上昇は、利用者効果やその他の多くの効果の結果として起こるものであり、これらを便益として加



算することは当然のことながら、二重計算していることになります。

この二重計算を排除するためには、①利用者便益、②大気、騒音などの環境変化の社会的費用便益、③供給者便益を加算することになります。都市内の交通プロジェクトのようにプロジェクトの影響範囲が、地域的に限定される場合には、土地、建物などの資産価値の上昇が①、②、③の総和のみならず、計測にもれた他の波及効果を含めた全便益額と対応していることが知られています。したがって、資産価値データの入手可能な地域でのプロジェクト評価には①、②、③の効果計測を補完する意味でも、資産価値による評価も併せて行うことが望まれます<sup>1)2)</sup>。

図2 便益計測方法のまとめ<sup>1)</sup>



## 2) 具体の便益計測手法

### a) 利用者効果(需要効果)便益計測手法 (ショートカット理論)

実施要領編で示された利用者便益計測手法は、以下のショートカット理論によります。これは、次のような手順で、当該交通プロジェクトのサービスを直接利用することから発生する直接利用便益に加えて、物価の低下と所得の増大という波及効果を享受することによって生ずる波及便益、および外部効果の一種である代替路線の混雑緩和便益を計測することができる手法です。

すなわち、

- ① 交通プロジェクトによって1トリップを行うときの交通条件が変化するすべての交通機関およびルートを発見します。
- ② 交通条件が変化するルート番号を  $I=1, \dots, n$  とする。このルートに対する交通プロジェクト有無両場合の交通条件および需要量  $Q$  を整理します。
- ③ 1トリップあたりの交通条件である、費用、所要時間、定時性、安全性、快適性などをすべて等価な価値換算値として計算した、一般化費用  $C$  (通常は、費用+時間価値×所要時間) に換算します。
- ④ 広義の利用者便益  $UB$  を次式で計算します。

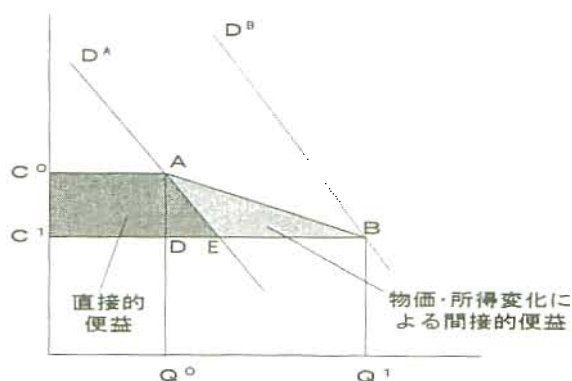
$$UB = \sum_{i,j} \frac{1}{2} (q_{ij}^0 + q_{ij}^1) (c_{ij}^0 - c_{ij}^1)$$

ただし、スーパースクリプト 0 および 1 は、それぞれ交通プロジェクト無および有の状態を示します。

上式は下図の斜線の面積を示しています。図における  $D^A$  および  $D^B$  は、プロジェクト無

および有の場合の交通需要曲線を示しており、シフトが生じるのは波及効果の結果です。したがって、いわゆる直接便益とは図の□ $C^0 A E C^1$ を示し、波及効果が残りの斜線の面積である△ $A B E$ の面積で計測できることを示しています。このように、波及効果が交通市場の消費者余剰の増大（図の□ $C^0 A B C^1$ ）で近似できるのは、市場メカニズムが働く財の市場での価格変動結果は、生産者余剰と消費者余剰の変化が互いに相殺されるので、両者が一致しない（すなわち技術的外部性がある）市場のみに着目すればよいという考え方によっています。したがって、交通市場においても、代替路線の混雑緩和便益については、社会的限界費用と私的限界費用の差に等しい混雑税が課される場合には、消費者余剰と生産者余剰の変化分が相殺されてしまう。すなわち、代替路線の混雑緩和便益を追加してよいのは、最適混雑税が課されていない場合に限られています。<sup>7)2)</sup>

図3 広義の利用者便益<sup>7)</sup>



なお、上記の利用者便益計測上の特殊問題<sup>2)</sup>への対応として以下の2点があります。

- ① 対象とするプロジェクト以外の一般化費用が全く変化しないときには、たとえ、他のルート需要関数がシフトしても無視してよい。
- ② 新しいルートをつくるプロジェクトの場合の費用 $C$ と需要量 $Q$ の考え方としては、 $Q=0$ としてよいが、 $C$ の考え方は以下の通りである。すなわち、 $C$ は非常に高いので、 $Q=0$ となっていると考えられる。したがって $C$ は、そのプロジェクトがないときのそのODをトリップするときの最小コストを考えれば良い。

### 本マニュアルの利用者便益算定式の考え方

プロジェクトの実施による一般化費用の変化によって利用者が得る利益を所得の大きさを測る方法として、社会的費余剰概念である等価的偏差(EV: Equivalent Variation)と補償的偏差(CV: Compensating Variation)とを Hicks が1943年に提案しています。EVはプロジェクト実施後の効用水準を基準に価格の変化がもたらす実質所得の増分を表し、CVは実施前の効用水準を基準にして計測します。EVは次式で定義されます。

$$EV = E(c_r^0, c_c^0, U^1) - E(c_r^1, c_c^1, U^1) \quad (1)$$



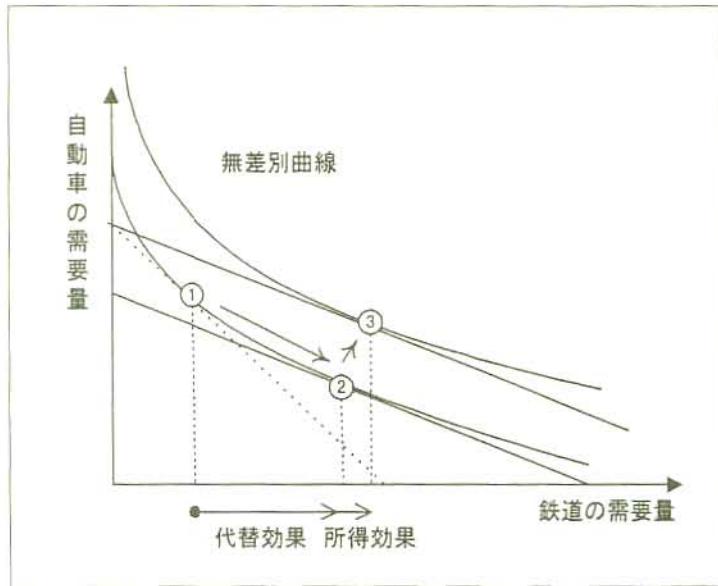
第1項はプロジェクト実施前の価格体系 $c^0$  ( $c_r$ は鉄道、 $c_c$ は自動車の一般化費用)において実施後と同じ効用水準 $U^1$ を実現するために必要な支出額(所得)を表し、第2項は実施後の支出額(所得)を表しています。よって、この式は、プロジェクト実施後に、もしプロジェクトを実施しなかったら得られなかった利用者の利益を測定していることとなります。

式(1)は、補償需要関数を $D_u(c, U)$ とし、所得額の変化を $\Delta y$ として、当該鉄道プロジェクトによって、一般化費用が $c^0$ から $c^1$ に低下したとすると、

$$EV = \int_1^0 D_u(c, U^1) dc_r + \Delta y \tag{2}$$

と表すことができます。補償需要関数とは、ある一定の効用水準 $U$ のもとでの価格と需要量の関数であり、補償需要曲線上では、いずれの点においても利用者の効用は同じ水準 $U$ となります。

式(2)の理解を深めるために若干補足します。一般化費用の変化による効果は2種類に分類できます。それは『代替効果』と『所得効果』です。代替効果は、例えば鉄道の一般化費用の低下が、交通機関の選択比率の変化(鉄道需要の増加など)をもたらす効果であり、式(2)の右辺の第1項がこれにあたり、「補償需要の変化」ともよばれます。所得効果とは所得水準が変化する効果で、式(2)の第2項となります。下図の示すように、代替効果は交通の予算制約線を回転(①を接点とする予算制約線から②を接点とする予算制約線に回転)させ、所得効果は予算制約線を並行にシフト(②を接点とする予算制約線から③を接点とする予算制約線へ移動)させます。



Hicks の定義に従えば、代替効果は、効用水準を一定に留めるものであると言えます。

本マニュアルで対象としている鉄道プロジェクトは

一般に所得効果(当該鉄道プロジェクトによって、所得が変化し、交通需要総量に変化するような効果)は大きく無いと考えられ、また実務的な需要予測手法である4段階推定法では、所得を変数として取り入れないことが多いことを考慮すると、非集計ロジットモデルを用いた一人当たりのEV算定の考え方は、Williamsが1977年に発表した考え方(式(9))をベースにすると、以下のように説明できます。

非集計ロジットモデルによる個人 $n$ の効用関数 $U$ を確定項 $V$ とランダム項 $\varepsilon$ とし、加法形の関数と仮定すると、あるOD間の交通機関選択確率 $P_i$ は、式(3)となります。



$$Pn(i) = e^{V_{in}} / \sum_{m \in R} e^{V_{mn}} \quad (3)$$

この非集計ロジットモデルを用いた効用水準（最大効用の期待値）は、次のようになります。

$$U^* = E(\max_{m \in R} V_m + \varepsilon_m) = \ln \sum_{m \in R} e^{V_{mn}} \quad (4)$$

ここで、プロジェクト実施前の効用水準を  $U^{*0}$ 、実施後の効用水準を  $U^{*1}$  とすると、それぞれ、

$$U^{*0} = \ln \sum_{m \in R} e^{V_{mn}^0} \quad (5)$$

$$U^{*1} = \ln \sum_{m \in R} e^{V_{mn}^1} \quad (6)$$

となります。式（1）の考え方に従えば、実施後の効用水準を  $U^{*1}$  の下での補償額を算出すれば良いので、各選択肢に共通な補償額  $\Delta C$  を EV と定義すれば、

$$E(\max_{m \in R} U_m^1) = E(\max_{m \in R} U_m^0 - \beta \Delta C) \quad (7)$$

となります。よって、式（5）および（6）を用いると、以下のように表せます。

$$U^{*1} = \ln \sum_{m \in R} e^{V_{mn}^0 - \beta \Delta C} \quad (8)$$

$\beta$  は交通機関選択モデルの交通費のパラメータです。よって、EV は式（8）を変形して以下のように算出されます。

$$\begin{aligned} \ln \sum_{m \in R} e^{V_{mn}^1} &= \ln \sum_{m \in R} e^{V_{mn}^0 - \beta \Delta C} \\ &= \ln \sum_{m \in R} e^{V_{mn}^0} e^{-\beta \Delta C} \\ EV = \Delta C &= \left( \ln \sum_{m \in R} e^{V_{mn}^0} - \ln \sum_{m \in R} e^{V_{mn}^1} \right) / \beta \end{aligned} \quad (9)$$

所得効果の無いプロジェクトでは、補償需要曲線と需要曲線が一致することに注目すると、ショートカット公式を利用して、OD 間  $i, j$  ごとに各個人  $n$  を集計することができます。

$$UB = \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ij}^0 + Q_{ij}^1) \left( \ln \sum_{m \in R} e^{V_{im}^0} - \ln \sum_{m \in R} e^{V_{im}^1} \right) / \beta \quad (10)$$

これが、実施要領編で示したモデルタイプ1に対応します。なお、式（10）では等価的偏差 EV と補償的偏差 CV と消費者余剰の増分とは等しくなります。

実質的には、一般化費用を用いたモデルタイプ3もタイプ1も同じ解を得ることができますが、以下のような点で、式（10）は計算上便利です。例えば当該鉄道プロジェクトの実施前には鉄道が選択肢集合とならない（代替選択肢として設定することができない）OD 間では、タイプ3の場合、当該プロジェクト実施前の鉄道の価格（運賃）が存在しな

いため、実施後の鉄道に密接に代替的な交通機関の一般化費用を設定する必要がありますが、式(10)はOD間の全交通機関の効用水準を用いて便益を算定するため、このような配慮をする必要がありません。またランダム効用理論と整合性がありますので、選択肢の増大による効用の増加も評価に加えていることにもなります。

モデルタイプ2では、鉄道経路選択モデルを用いて、いったん最大効用の所要時間期待値を算出した後に、交通機関選択モデルから選好接近法で求めた時間評価値 $\omega$ によって貨幣換算しています。この理由は、既存の計画調査におけるいくつかのモデルをチェックした結果、交通費用に関するパラメータは交通機関選択モデルの方が鉄道経路選択モデルよりも安定的に求められていることを配慮したことによりです。

実施要領編で述べたように、これらの計測方法は、現在の実務的な技術水準を考慮して示したものですので、これら3タイプに当てはまらない予測方法が採られている場合には応用、改善してください。

### 時間評価値の計測<sup>2)</sup>

時間評価値の設定は、①所得接近法、②待料金方式、③均衡距離方式、④希望速度選択方式、⑤利用行動方式、⑥金利方式の6つにまとめられています。<sup>2)</sup>

ここではこのうち実施要領編で推奨している⑤を指す選好接近法、及び所得接近法に関する考え方を下記に整理します。

#### 【選好接近法:実施要領編で推奨する計測方法】

選好接近法は、時間の節約を獲得するのに犠牲にしてもよい金額と節約時間の関係を交通行動から分析し、時間評価値を計測しようとするものです。すなわち、経路あるいは機関選択の意思決定に際して関連する交通サービス指標、意思決定する主体の社会的な属性を考慮し得る非集計行動モデルを構築し、このパラメータから時間の評価値を求める方法です。

#### 【所得接近法】

所得接近法は、節約される時間を所得機会に充当させた場合に稼得される所得の増分をもって時間評価値とするものです。

すなわち、

$$W = \text{実質賃金率(当該利用者の時間当たり賃金)}$$

この方法は時間評価値算定のプロセスが容易です。一方で走行目的が私用であったりする場合には、節約時間と所得稼得との対応関係は明確ではありませんし、また節約される時間の長さ、所得機会は比例的ではありません。さらに交通利用者の所得水準が同じではないので、彼らの平均所得を用いる場合、実態をとらえられるかどうか疑問です。また、節約された時間を所得機会に充当するという前提に対して、現実には労働時間の規制等により、この前提が満たされないケースが頻繁に起こり得るなどの問題があります。

このような観点から実施要領編では前者を基本とし後者も併せ実施することを求めています。

なお、時間評価値の設定に関しても次のような観点から検討余地があります。



① 時間評価値の対象地域間、旅行目的間での違いに関する妥当性と目安

- 非集計交通機関選択モデルから推計される時間評価値は、モデル構築対象地域、旅行目的で異なりますが、そのモデルによる違い、あるいは所得接近法で求めた時間評価値との違いがどの程度ならば問題ないかと言う点は未だ明確にはされていません。従って、需要予測モデル構築に際しては、他で作成されたモデル等の時間評価値と比較評価し個々にモデルの妥当性を確認する作業が必要です。

② 将来の時間評価値の設定方法

- 実施要領編では、需要予測モデルを将来に渡って同一で良いとしており、時間評価値を将来とも変わらないものとしています。しかし、労働生産性が“実質的”に向上することを積極的に考慮する場合には、その設定方法が必要となりますが、これも今後の検討課題の1つです。

b) 環境変化の社会的費用計測手法

プロジェクトの建設期間中、あるいは供用により、プロジェクトの目的とは関連しない不利なインパクトが第三者に生じることがあります。騒音、大気汚染の発生などの環境への悪影響や、施設による地域分断などの地域社会への阻害がその例ですが、経済評価ではこれを社会的費用あるいは負の便益として考慮できます。

これは事業主体の直接的収支には関係しないため財務分析では考慮されないが、社会全体の視点をもつ経済評価では考慮を必要とするからです。

これらの計測方法は、被害防止費用、収入の低下ではかる直接支出・収入法、環境水準の低下を反映した資産価値の低下によってみる資産価値法、被害者の主観を計量化する価値意識法やアンケート方式があります。<sup>1)</sup>

【参考:様々な意見等】

- 1) 社会的費用計測手法：社会的費用の算定手法については次表のようにまとめられる。これらの方法によって計測した利用者以外の便益（非便益）は利用者便益の需要曲線に通常反映されないことから純粋に加算してさしつかえない。<sup>2)</sup>

表1 社会的費用の計測方法<sup>2)</sup>

直接支出・収入法	被害を被った個人及び企業がその被害を軽減あるいは回避するために必要とする支出額を算出する。または個人および企業が被った収入額の減少。
資産価値法	被害を受けたことによる土地や住宅等の資産の価値の低下を測定する。
価値意識法	心理的費用を測定することを目的に提案されたもので、環境状態と所得との限界代替率をアンケート調査を実施して測定する。
アンケート方法	アンケートによって、被害者の望む補償額を直接答えてもらう方法。
裁判方式	被害補償に関する判例を利用して社会的費用を類推する。



2) **外部不経済**：経済評価の対象となる交通計画案は、騒音、大気汚染といった通常の市場取引や補償をせずに直接第三者へ物理的影響を及ぼし、その結果として何らかの費用負担や損失をかけることがある。いわゆる外部不経済の存在である。費用便益分析に用いる費用としては、この外部不経済のために生じる費用をも含めて考えることが必要であるが、これを計測することは難しい。これは、もちろん計測対象があいまいということもあるが、本質的には私的費用（市場機構によって決められている費用）に外部不経済に伴う費用を加えた社会的費用の考え方が複数存在するためである。現在、一般的に用いられている社会的費用の定義としては、次表に示す4つの考え方がある。<sup>6)</sup>

表2 社会的費用の主な定義<sup>6)</sup>

国民経済総費用説	マーシャル ピグー	経済財及び環境財の購入に対して支出される費用
社会・経済的最適状態からのかい離損失説	カップ	社会的な最適状態から離れているために発生している費用
非市場的な費用負担説	ミハルスキー	第三者に与えた非市場的損失
環境対策費用説	宇沢	現に生じている外部不経済を軽減、または解消させるための費用

### c) 資産価値計測手法

対象とするプロジェクトがあまり大きくないか、あるいは大きくても沿道地域の面積がその整備の影響を受けない地域と比較して非常に小さく、かつ沿道地域への立地が十分にスムーズになされるとします（これを **small-open** の仮定と呼びます）。この仮定が成立するところでは、すべての便益が地価の上昇となり、かつ、その便益の帰着先が地主であることを証明することができます。この地域別用途別資産価値の上昇分を沿線地域全体にわたって合計すれば、社会的便益（の現在価値）が得られます。しかし、small-openの仮定は厳しく、都市内鉄道では成立する場合もありますが、幹線鉄道などに対しては成立しないと考えられます。

通常、適用する方法は、2つに分れます。第一は、単純な地価関数を用いる方法で、第二は、いわゆる土地利用モデルを用いる方法です。<sup>6)</sup>

#### ア) 地価関数法

プロジェクト影響圏内外の地価を収集し、地価関数を特定化しパラメーターを推定します。説明変数としては交通条件、地形条件、街の条件や属性（公共施設等や住民の所得水準）、環境条件としての住宅の諸属性等を用いて、プロジェクトによって変化した条件を必ず入れます。そして、得られた地価関数を用いて影響圏全域でのプロジェクトの有無の場合の総資産価値の差を求める方法です。<sup>6)</sup>

具体的にその手法を示せば以下のとおりです。<sup>2)</sup>

Step 1：都市内の住宅地価（または住宅家賃）、商業、工業等の他土地利用の地価データを収集します（不動産業者の協会、税関連の公官署より得られます）。

Step 2：当該プロジェクトの効果を含んだ地価関数形を設定しパラメータを推定します。説明変数としては交通条件、地形条件、街の条件や属性（公共施設等や住民の所

得水準)、環境条件や住宅家賃の場合は住宅の諸属性等です。

【一例】  $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots)$

ここに、 $y$  : 住宅地価

$x_1$  : CBDまでの一般化費用

$x_2$  : 買物施設までの一般化費用

$x_3$  : 地形条件 (たとえば傾斜度あるいは洪水被害回数など)

Step 3 : Step 2 で得られた地価関数を用いて影響圏全域でのプロジェクトの有無の場合の地価を推定します。

Step 4 : 影響圏全体で非都市的利用分を除外して、両者の総資産価値の差を求めます。

Step 5 : 各年ごとに Step 4 で求められた総資産価値の差を地代換算して当該年の便益とします。

地代 = 地価 × 割引率

また、環境のインパクトもこの方法によって同時に推計できます。

なお資産価値の変化によって効果を計測する場合の問題点は、土地や住宅市場が完全競争市場となっていない場合には現実と乖離していることが考えられます。資産価値による方法は単独で用いるというより、利用者便益計測結果との相互比較を行うことが望まれます。<sup>2)</sup>

#### イ) 土地利用モデルによる方法

地価と立地が密接に連動することは、都市経済学で一般に認められていることです。そこで、さまざまな立地と地価を同時予測するモデルの開発がなされています。その古典的な研究は、1960年代の Lowry モデルですが、このモデルには地価の予測式が入っていません。最近では、地価を内生化したさまざまなモデルが開発されています。いずれも、だいたいのゾーンの大きさは、市区町村レベル、最小単位で1 km メッシュです。

#### 【参考: 様々な意見等】

- 1) 資産価値評価の適用プロジェクト : この方法をとるのが適している場合は、プロジェクトの影響の度合いが地域によって明確に異なる場合であり、例えば、①空港周辺での騒音改善プロジェクト、②沿線地域に対する交通システム改善プロジェクト、③都市再開発プロジェクト、などが考えられる。<sup>1)</sup>
- 2) 振替効果 : 交通施設等が整備されると、通常その地域には工場や商店が立地し、経済活動が活発になり、雇用や所得が増大する。この増大したものを、そのまま便益と考えていいかという問題がある。それは、この新たに増加した雇用や所得は、もしこの地域に計画が実施されなければ他の地域に生じたかもしれないからである。言い換えれば、この地域の新たな雇用や所得の増加が、他の地域からの振替えである可能性があるからである。一般には、振替えのために生じたものを便益に含めると、社会全体からは便益の過大な推定という結果になる。便益に含めてよいのは、振替えによって生じたもの以外のもの (たとえば、規模の経済等によって生じたもの) のみである。しかし、地域開発効果の大きな交通プロジェクトを評価する際、この振替え効果と、それ以外の効果を分離することは大変難しく、十分注意が必要である。<sup>6)</sup>



#### d) 一般均衡モデル

交通施設整備は、利用者の所得、交通以外の市場の価格に影響すると考えられるが、従来から一般に用いられている交通需要予測手法ではこれら影響を考慮していない。近年研究等が進められている一般均衡モデルは、世帯の効用関数、企業の利潤関数等を設け、効果の帰属先を明らかにするなど、上記の波及効果を明示的に考慮しようとする分析手法である。ただし、基礎データ収集の難しさ、非線形連立方程式を解く等、また実務レベルでの適用事例が少ないなど、実務的な適用性と言う面で課題もある。

### § 7 供給者便益の計測手法

供給者便益の計測法は、実施要領編に整理していますが、供給者の維持管理を負の便益ではなく単に費用として扱うべきとする意見もあり、さらに、実施要領編の供給者便益の計測手法に関しても、次の事項を含めて未だ多くの議論が残されています。

- ① 供給者便益計測対象の範囲：供給者便益の計測対象をどこまで含めるべきか？例えば、他関連鉄道事業者分、他交通機関運行主体（バス、タクシー等）まで含めるべきかと言った点である。
- ② 供給者便益計測手法：実施要領編では、利用者便益と供給者便益を別々に評価する方法を採用していますが、運賃・料金が利用者便益と供給者便益のいずれにも関係することから、次のような評価法も提案されています。
  - 利用者便益と供給者便益の同時考慮：利用者便益と供給者便益を別々に計算する方法よりも、利用者便益と供給者便益を同時に考慮して計算する方法を採ることもあります。これは利用者便益の計測に用いた交通費用（あるいは運賃）Pの費目構成をみて、これを計算価格で評価した原価（厳密には短期限界費用）に置き換えて利用者便益の計算法を適用する方法です。ここでは、もはやPは運賃（利用者が実際に支払う費用）ではなく、補助金、税、関税、外貨、労働などに対して計算価格を適用したときの原価です。ただし、交通量そのものは予測された値をそのまま用います。<sup>2)</sup>

### § 8 建設費用等費用の計測手法

#### (1) 費用計測の基本原則

費用対効果分析は、上記便益計測とともに、費用計測が重要なポイントです。

この費用計測に関する基本的考え方は、供給者便益を計測する際の営業費用の計測にも通ずるものです。

経済評価における費用とは、そのプロジェクトの実施により喪失される財や厚生価値をいいます。<sup>1)</sup>

したがって、建設費用、管理費用、社会的費用などは、設計・積算担当者から提出される建設費や、運営担当者から提出される人員配置や維持修繕費の直接の値ではなくこれをもとにして換算された「計算価格 (accounting price)」を意味しています。なお、財務分析における費用はあくまで事業主体の実支出になるもののみ限定されており「市場価格」が



用いられます。<sup>1)</sup>

計算価格は、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、単なる「所得の移転」である部分を除き、さらにその価格を原則的に「機会費用」で表した価格です。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す。機会費用を求めるために比較的良く用いられる方法は、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を求めることです。<sup>6)</sup>

このような計算価格の定義から、市場価格からの換算上の主な原則は次の通りです。

- ① 建設費、管理費に関連する労務費：財務分析では市場価格であり、経済価格においては国民経済的立場からの機会費用(opportunity cost)です。すなわち、投入された労働が、他の機会に使われたとした場合の生産力で計測されます。<sup>1)</sup> なお、実施要領編では、建設投資額（用地費を除く投資額で設備費に対応するもの）の内、建設期間中に投資された額の1/2を労務費と見なすことにしています。
- ② 消費税等諸税：工事や施設の維持修繕に係る各種材料の消費税は財務価格の中には当然含まれますが、消費税を含めた諸税は国民経済的には単なる国内での移転と考えられ、経済評価から除外されます。<sup>1)</sup> なお、実施要領編では、建設投資額（設備費に対応するもの）の内、建設期間中に投資された額の1/2、供用期間中の建設投資額（車両等）を、材料費等と見なすことにし、その5%を消費税として除外することとしています。また、①の労務費に係る所得税は、後述の【個人所得に係る平均税率】から労務費の7%として除外することとしています。
- ③ 物 騰：財務分析では考慮されますが経済評価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それら进行评估するという方法を用いる場合もあります。<sup>2)</sup>
- ④ 減価償却費：減価償却費は、資本の再投資を目的とする財務上の操作で、ある基準に従って定期的に資金を積み立てる費用です。しかし、国民経済的に見れば、費用は積み立て時点ではなく実際にプロジェクトの設備機器として投資された時点で発生するため、減価償却費という考えは財務評価上では考慮しますが、経済評価では考慮しません。
- ⑤ 金 利：一定期間の資本使用の対価に対する財務上の操作であり、財務分析では考慮しますが建中利息も含めて経済分析では考慮しません。

#### 【建中利息について】

新線等の供用開始前に新線等の建設に伴い発生する金利は、発生期に費用で処理するか、新線等の建設に付随する費用として資産価格に含めて貸借対照表(B/S:Balance Sheet)に計上し減価償却により各期の費用に割り振るかは、企業会計及び税法上自由であり、黒字体質にある企業では前者で処理する(課税機会を先送りする)のが通例であり、公営企業はすべからく後者、第三セクターは後者で処理するのが通例です。なお、金利を所得移転として費用から除く帰結から、やはり除いて評価する必要があります。

【個人所得に係る平均税率について：実施要領編での設定は次を参考にしたものです。】

鉄道事業者の損益計算表を作成する際に、運送費等から「労務費に対する所得税分」を除外して営業費を計上する必要があります。ここでは、その所得税分の除外を簡略化するために、給与収入に占める平均的な納税額の割合（平均税率）を設定します。具体的には、収入と税金、社会保険料等非消費支出が把握されている「家計調査」（総務庁統計局）を用いて、労務の対価である給与収入に対して、所得税、個人住民税の占める平均的な割合を概算します。

$$\text{平均税率} = \{ \text{所得税(国税)} + \text{都道府県税・市町村税(地方税)} \} / \text{給与収入}$$

今回設定する平均税率は、上記のように、所得税と都道府県税・市町村税の和と給与収入との比率で示されます。このうち、所得税、給与収入に関しては「家計調査」により把握されていますが、都道府県税・市町村税分については固定資産税等と共に「その他の税」として処理されています。ここでは、市町村税・都道府県税額の算定を、給与収入、社会保険料等のデータをインプットとした以下の簡易式<sup>1)</sup>で行ない、市町村税・都道府県税分を算出し、平均税率を設定しています。

市町村税・都道府県税額 = 均等割分<sup>\*2)</sup> + 所得割分

所得割分 = (年間給与収入 - 給与所得控除<sup>\*3)</sup> - 人的控除<sup>\*4)</sup> - 社会保険料控除<sup>\*5)</sup>) × 累進税率<sup>\*6)</sup>

上記算定式から、全産業および建設業の平均税率は、次のように算定されます。

全産業 8.1%、 建設業 6.3%

表3 給与所得控除

給与収入	控除割合
180万円以下	40%
180万円超 360万円以下	30%
360万円超 660万円以下	20%
660万円超 1000万円以下	10%
1000万円超	5%

表4 個人住民税の累進税率(所得割分)

	課税所得階級	累進税率
道府県 (標準税率)	700万円以下	2%
	700万円超	4%
市町村 (標準税率)	200万円以下	3%
	200万円超	8%
	700万円超	11%



< 具体的計算過程 >

(建設業)

年間給与収入 = 469,829 円<sup>\*9)</sup> × 12 ヶ月 = 5,637,948 円  
 給与所得控除 = (1,800,000 × 0.40) + (3,600,000 - 1,800,000) × 0.30 + (5,637,948 - 3,600,000) × 0.20 = 1,667,590 円 (表 1 参照)  
 人的控除 = 330,000 円 × 4 控除 = 1,320,000 円 ← (\*4 参照)  
 社会保険料控除 = 34,646 円<sup>\*9)</sup> × 12 ヶ月 = 415,752 円  
 課税対象所得額 = 5,637,948 - 1,667,590 - 1,320,000 - 415,752 = 2,234,606 円

個人地方税 = 市町村分 81768.48 + 都道府県分 45692.12 = 年間 127,461 円  
 市町村分 = 3,000 + (2,000,000 × 0.03) + (2,234,606 - 2,000,000) × 0.08 = 81768.48  
 都道府県分 = 1,000 + 2,234,606 × 0.02 = 45692.12  
 年平均一ヶ月分の個人地方税 = 年間 127,461 円 / 12 ヶ月 = 10,622 円

(所得税分 19,144 円<sup>\*9)</sup> + 地方税分 10,622 円) / 給与収入 469,829 円<sup>\*9)</sup>  
 = 0.0633 → 6.3%

(全産業)

年間給与収入 = 536,070 円<sup>\*9)</sup> × 12 ヶ月 = 6,432,840 円  
 給与所得控除 = 1,800,000 × 0.40 + (3,600,000 - 1,800,000) × 0.30 + (6,432,840 - 3,600,000) × 0.20 = 1,826,568 円 (表 1 参照)  
 人的控除 = 330,000 × 4 控除 = 1,320,000 円 ← (\*4 参照)  
 社会保険料控除 = 39,589 円 × 12 ヶ月 = 475,068 円  
 課税対象所得額 = 6,432,840 - 1,826,568 - 1,320,000 - 475,068 = 2,811,204 円

個人地方税 = 市町村分 127896.32 + 都道府県分 57224.08 = 年間 185,120 円  
 市町村分 = 3,000 + (2,000,000 × 0.03) + (2,811,204 - 2,000,000) × 0.08  
 = 127896.32

- 
- \*1) 標準的な税額を求めるという目的から、対象が限定されていない、最低限度の生活を営むための控除 (課税最低限を構成する控除) のみを計算対象としています。今回対象としなかったその他の所得控除としては、高齢者控除、障害者、寡婦、寡夫、勤労学生控除等があります。
  - \*2) 均等割分 (標準税率) : 都道府県 1,000 円、市町村 2,000 円、2,500 円、3,000 円 (人口規模に応じて)
  - \*3) 給与所得控除の累進税率は表 1 を参照
  - \*4) 人的控除 = 基礎控除 (33 万円) + 配偶者控除 (33 万円) + 扶養控除 (33 万円) + 配偶者特別控除 (33 万円) : (夫婦子供 1 人の世帯を想定)
  - \*5) 社会保険料控除 = 社会保険料の全額
  - \*6) 累進税率は表 2 を参照
  - \*7) 波線部の数値は「家計調査 (平成 5 年)」による勤労者世帯<sup>\*8)</sup>年平均一ヶ月間の値を年間値に換算して用いる。
  - \*8) 勤労者世帯 : 世帯主が会社、官公庁、学校、工場、商店に勤めている世帯
  - \*9) 「家計調査報告 (平成 5 年) : 総務庁統計局」による勤労者世帯<sup>\*8)</sup>年平均一ヶ月間値による  
 給与収入 = 家計調査「勤め先収入」  
 所得税 = 家計調査「勤労所得税」



都道府県分=1,000+2,811,204×0.02=57224.08  
 年平均一ヶ月分の個人地方税=年間185,120円/12ヶ月=15,427円

(所得税分28,247円\*9)+地方税分15,427円) / 給与収入536,070円\*9)  
 =0.0814 → 8.1%

【平均税率算定に用いた参考資料】

- ①総務庁統計局：家計調査年報（平成5年）、1993年
- ②労働大臣官房政策調査部：賃金構造基本統計調査報告（平成5年）、1993年
- ③日本経済新聞社編：ベーシック／税金問題入門、1996年8月、日本経済新聞社
- ④尾崎護：税の常識 [平成9年度版]、1997年6月、日本経済新聞社

(2) 費用計測の個別問題

費用計測の基本原則は、上記の通りですが、次に示されるような未だ残された議論が存在します。

1) 土地の用地費や補償費

ア) 評価の必要性

鉄道プロジェクト評価では、次のような代替案評価の場面が存在します。

- ① 需要面で有利、用地費、補償費で不利な市街地通過路線と、市街地を迂回し需要面で不利、用地費、補償費で有利な路線との比較
- ② 建設費が高いものの地下・上空空間を活用した路線と建設費が相対的に低いものの用地費、補償費が高い地上の路線との比較

等

用地費、補償費は考慮する必要がないとする意見もありますが、これらの評価場面を考えただけでも、用地費、補償費の評価が必要なことも理解されます。

イ) 土地の用地費や補償費計測方法

用地費、補償費の計測方法は、大きく次の2種が考えられますが、実施要領編では②を採用しています。

- ① 投資額をそのまま計上する。
- ② 機会費用の概念から計上する。

これらに関する検討課題等を以下に整理します。

- ①投資額による計上：この手法では、次の問題があります。
  - 用地費、補償費は移転所得である、減価償却資産でもなく計算期間末にはその価値が存続している等から、費用対効果分析での費用に値しないとする意見もある。
- ②機会費用による計上：これは、プロジェクトが利用する空間は他の利用を制限しておりプロジェクトライフ中に機会費用が発生していると言う考えを基本としたもの

で、その計測方法には、次のものが考えられます。

- 地代から計測：プロジェクト対象地域の実勢地代を参考に、プロジェクトで占用される空間の地代を設定する方法があります。但し、地代はその土地資質に大きく影響されるものであり、適切な実勢地代がデータとして収集できるかと言う大きな問題が残ります。
- 利率からの計測：用地費、補償費に対応する資金をプロジェクトライフ中に寝かしておくことになることから、利子分で機会費用を計測しようとするものですが、いずれの利率を用いるべきかが問題として残ります。
- 社会的割引率からの計測：収益還元法に沿ったもので、土地の価格は基本的には土地を使用することによって得られる将来各期の収入に基づいて形成されると考え、資産としての地価は各期の収入現在価値の総和であると考えられるので、将来の  $t$  年後の予想地代収入を  $r_t$ 、割引率を  $i$  とすれば、地価  $P$  は次式で表されることになります。<sup>1)</sup>

$$P = \sum_{t=1}^{\infty} r_t / (1+i)^t$$

ここで  $r_t$  が一定値  $r_0$  とすれば、これは次のような式に変換でき、地価に見合う地代が計算できます。

$$P = \sum_{t=1}^{\infty} r_0 / (1+i)^t = r_0 / i \quad \rightarrow \quad r_0 = i \times P$$

このようなことから実施要領編ではこの方法を採用しています。

なお、ここで得られた地代も計算期間内の各期で現在価値に社会的割引率を用いて変換することになりますが、これは上記の収益還元法の考え方に整合したものです。一方、前記利率を用いた場合や利率が社会的割引率と一致しない場合は、収益還元法と整合した結果にはなりません。

## 2) 管理費

計算期間中に発生する費用としては、建設期間中に発生する建設投資額と、供用期間中に発生する①運営のための労務費、諸経費、②維持修繕費(維持補修費)、③維持改良費あるいは再投資などの管理費用があります。ここで①の運営のための労務費、諸経費、②維持修繕費(維持補修費)は、供給者便益の営業費の中で発生する年次に計上します。一方、③維持改良費あるいは再投資は、建設投資額と同じ扱いで発生する年次に費用として計上します。なお、②と③との違いは、次の通りです。

### 【維持修繕費(維持補修費)】

耐用期間の間そのサービスを十分ならしめるための費用であり、資産の評価額は全く変化しません。

### 【維持改良費あるいは再投資】

維持改良費は、その行為によって寿命が伸びる投資を指します。再投資は、計算期



間中に資産の耐用期間が経過してしまう資産（例えば車両）に対しての新たな投資を指します。

### 3) 計算期間末の残存価値

計算期間末に耐用年数が残っている資産については、その残存価値を計算期間末にマイナスの費用として計上する必要があります。これは、車両を例にすれば、13年償却で更新したとすれば、開業後27年目には新たな車両が投入されることになり、計算期間を30年とすれば計算期間末では4年間しか使用しておらず、残り9年間の耐用年数に相当する残存価値を、計算期間末の開業後30年にマイナス費用として計上する必要があるということです。

この残存価値の計測方法としては、その時点での減価償却後の資産額が考えられますが、減価償却法としては、後述の【参考：減価償却法】に示す。会計上一般に利用される①定率法、②定額法その他、経済計算で使われる減価基金法があります。

実施要領編では、実務者が財務分析で前2者を利用していること、減価基金法が危険側計測の性格を有することを考慮し、これら2者での残存価値計測を良しとしています。減価基金法を利用することも考えられます。

なお、減価償却後の残存価値計測では、次の事項も考慮する必要があります。

#### ア) 耐用年数経過後の残存価値に対する考え方

後述の図に示されるように、耐用年数に達した資産でも、一定の残存価値が残ります（後述の図の、また減価償却法のSがこれを指しています）。従って、計算期間中に耐用年数に達した資産についても残存価値をマイナス費用として計上することが考えられますが、実施要領編ではその撤去・処分費用と相殺されるものと考え計上しないことにしています。

また、計算期間末に耐用年数が残された資産の減価償却後の残存価値にも、このSが含まれていますが、計算期間後も耐用年数に達するまで利用することを前提に計算期間内でこのSをマイナス費用として計上しないこととしています。

#### イ) 圧縮記帳とみなし償却に対する考え方

残存価値は、実施要領編で述べているように償却資産を機械的に償却した場合の償却後の資産価値で、後述の【参考：圧縮記帳とみなし償却】の「圧縮記帳」と「みなし償却」は、財務分析上での特殊な操作として考慮しません。従って、これら操作が財務分析でなされている場合には財務分析上での減価償却後の残存簿価と、ここでの残存価値とは一致しません。

#### 【参考：減価償却法<sup>B)</sup>】

減価償却には、耐用年数経過後に新しい資産に更新するための資金の準備という考え方、また投資額を回収という考え方があります。費用対効果分析では、計算期間中に必要な費用を先払いしたものとみなし、減価償却は先払い費用の回収という考え方が採られます。

その減価償却法を、投資してからt年目の減価償却費 $D_t$ の計算式で示したものが次式です。



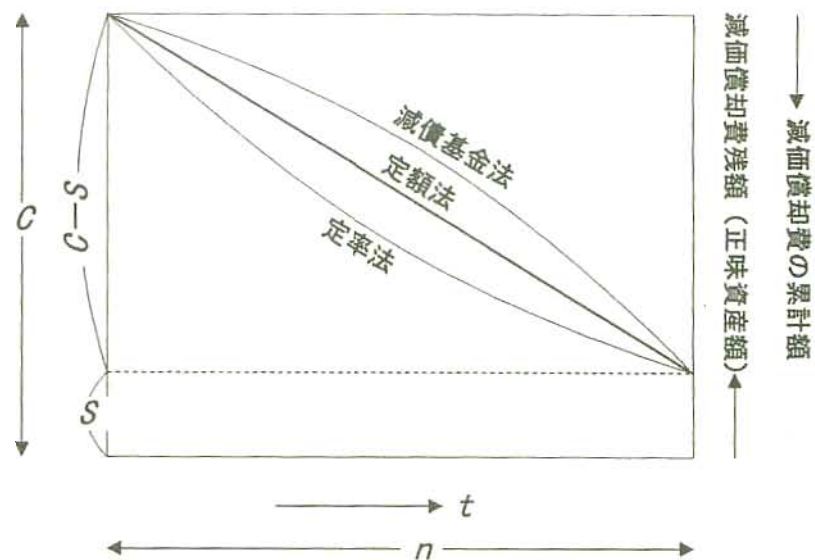
$$\begin{aligned} \text{定率法} & : D_t = C \left( \frac{S}{C} \right)^{\frac{t-1}{n}} \left\{ 1 - \left( \frac{S}{C} \right)^{\frac{1}{n}} \right\} \\ \text{定額法} & : D_t = \frac{(C-S)}{n} \\ \text{減債基金法} & : D_t = (C-S) \left[ \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \end{aligned}$$

ここで、 $C$ 、 $S$ 、 $n$ 、 $i$  は、各々取得価格、償却期間末の残存価格、償却期間、利子率を指す。 $S$  は一般に  $C$  の 10%、あるいは 5% で処理されます。

上式から、定額法、減債基金法の計算式に  $i$  が入っていないことから明らかなように毎年の減価償却額は一定です。また、減債基金法の場合、利子率  $i$  が含まれており利子率に影響されることが理解できます。これら各方法で価償却していく様子を概念的に示せば次図の通りです。

但し、減債基金法の場合だけ、減価償却費の累計は、各年度の償却費の単純な合計ではなく利子率  $i$  による複利の元利合計額となります。

図5 減価償却法の概念図



a) 定率法：投下資本を早く回収するので経営的には安全側であり、減価償却費は費用として認められるので、投資をして資金が苦しい時に税金が安くなること、固定資産税等で正味資産額に税金がかかる場合の税額が有利なこと等会計上には最も普通に使われています。

しかし、年々の減価償却費が一定しないため不便で経済計算にはほとんど使われません。なお、定率法は、上記計算式から明らかなように、 $S=0$  と設定することはできません。

b)定額法：別名直線法とも呼ばれる簡明な方法ですが、会計的には税金等から定率法が有利なことから使われることは比較的少ない方法です。

c)減債基金法：この方法は、毎年一定額の減価償却費を積み立てていきその積立金（減債基金）のn年後における元利合計を、必要な償却額（C-S）に等しくするように、その毎年の積立額を定めるものです。積立金に利子をつけるため毎年の減価償却費の単純な合計額は、償却所要額（C-S）より少なくてすむことになります。

会計上では、危険な減価償却法とも言え使われていません。経済計算では、各年に同一額の費用を割り当てる便利さがあり、減価償却費と利子とを合計した資本回収費を毎年同一額として割り当てることができる減価償却法は、この減債基金法のみであることから利用されます。

#### 【参考：圧縮記帳とみなし償却】

①圧縮記帳：資産取得のための補助金の交付を受けた場合、補助金は損益計算書（P/L：Profit and Loss statement）の特殊利益で受け入れることを要しますが、これに見合う費用は無いことから補助金だけ利益が増すこととなり、何らかの措置を講じなければ補助金に対して法人税等が課税されることとなります。

そこで、法人税第42条では、企業会計原則及び税務上の原則である取得資産の適正な価格による評価計上の特例として、補助金相当額をP/L上で擬制的に資産の評価損（通常「固定資産圧縮損」という勘定科目で処理される。）として処理し、P/L上で補助金と相殺して補助金に伴う課税利益を消し、評価損後の価格で貸借対照表（B/S：Balance Sheet）に計上することができることとされており、このような一連の経理処理は「圧縮記帳」と呼ばれています。

（法人税第42条では、「圧縮引当金」方式によることも認めています。効果が同じであり、実務例も少ないのでここでは省略します。）

なお、圧縮記帳により、以後、圧縮部分の減価償却費の計上ができなくなり、その分利益が増し、結局は補助金についても法人税等の課税を受けてしまうことから、「課税機会の繰り延べ」とも言われています。

②みなし償却：一方、地方公営企業においては法人税等の課税の問題は生じないものの、地方公営企業法施行規則第8条第4項において、公営企業によるサービス等の対価を引き下げる目的で交付される補助金について、当該目的を減価償却費計算に反映させるため、減価償却の計算の基礎となる取得価格を補助金を控除した後の価格とみなす「みなし償却」制度を定めており、地下鉄補助金等については「みなし償却」が行われています。

#### <補助率50%、計算期間内償却率80%のケースの計算例>

	取得価格	取得簿価	みなし取得価格	期間内償却額	期間末簿価
通常償却	1,000	1,000		800	200
圧縮記帳	1,000	500		400	100
みなし償却	1,000	1,000	500	400	600

---

<用いた既存資料>

---

- 1) 土木学会 編、「第四版 土木工学ハンドブック II」、技報堂出版、1996
- 2) 土木学会 編、「海外交通プロジェクトの評価」、鹿島出版会、1986
- 3) 森杉寿芳・宮城俊彦 編著、「都市交通プロジェクトの評価 例題と演習」、コロナ社、1996
- 4) 中村英夫 編、道路投資評価研究会 著、「道路投資の社会経済評価」、東洋経済新報社、1997
- 5) 土木学会 編、御巫清泰・森杉寿芳 共著、「新体系土木工学 49 社会資本と公共投資」、技報堂出版、1981
- 6) 土木学会 編、森地茂・山形耕一 編著、「新体系土木工学 60 交通計画」、技報堂出版、1993
- 7) 金本良嗣・宮島洋 編、「公共セクターの効率化」、東京大学出版会
- 8) 社団法人電子情報通信学会、「経済比較法入門」、社団法人電子情報通信学会



「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、コメント等がございましたら、  
郵送もしくはファックスにて下記へご連絡いただければ幸いです。

(財) 運輸経済研究センター研究調査部  
(平成10年4月以降 財団法人 運輸政策研究機構 調査室)  
「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル担当」

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-18-19 虎ノ門マリビル  
FAX 03-5470-8401

---

## 鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル'97

---

平成10年3月30日発行

定価：本体価格1,800円（税別）

編集発行人 根本二郎

発行者 財団法人 運輸経済研究センター

〒105-0001 東京都港区虎ノ門三丁目十八番十九号

虎ノ門マリンビル

電話 (03) 5470-8410

FAX (03) 5470-8411

印刷 大光社印刷株式会社

---

資料 No. 3065-970233-0519