

第3編 解 説

第1章 鉄道新線整備・既設線改良に関する評価

本章では、鉄道新線整備・既設線改良の評価について、次に示す事項を解説した。

- ・ **事業による効果・影響の評価**（本頁「1.1 事業による効果・影響の評価」にて詳述）
事業による効果・影響の評価に当たっては、当該事業が達成すべき目的は対象事業ごとに個別に定められるため、当該事業の目的に合致した効果・影響及び指標を適切に設定する必要がある。
そこで、本章においては、鉄道新線整備・既設線改良を対象とした効果・影響及び指標の設定、及び、実際の評価の方法の理解に資するべく、効果・影響及び指標の選定事例を紹介した。
- ・ **費用便益分析**（「1.2 費用便益分析」にて詳述。P.105 参照）
費用便益分析を実施する場合は、どのような対象事業に適用する場合であっても客観的に評価することが求められるため、対象事業にかかわらず共通の手法を適用する必要がある。
そこで、本章においては、鉄道新線整備・既設線改良を対象とした費用便益分析の計算手順、前提条件等を解説した。

1.1 事業による効果・影響の評価

事業による効果・影響については、以下の3つの視点から評価項目を設定する。また、評価項目の設定の考え方に対する理解を助けるため、あわせて評価項目を例示した。ただし、実際の事業においては、事業目的に繋がる評価項目を個別に設定し、事業計画や需要予測等の結果に基づいて整理する必要がある。

(1) 「利用者への効果・影響」

評価項目の例として、総所要時間、交通費用、乗換利便性（乗換回数等）、運行頻度車両内混雑（混雑率等）等が挙げられる。

(2) 「供給者への効果・影響」

評価項目の例として、利用者数の増加、駅配置人数の低減等の効果等が挙げられる。

(3) 「社会全体への効果・影響」

例として、「住民生活」、「地域経済」、「地域社会」、「環境」、「安全」等について、それぞれ評価項目を整理する。

次に、上記3つの視点について、それぞれ評価に当たっての基本的な考え方や、その評価の視点を表現し得る指標及び計測のための分析手法を例示した。

1.1.1 利用者への効果・影響に関する評価例

鉄道新線整備・既設線改良に関する「利用者への効果・影響」については、当該鉄道事業の整備によって、当該鉄道を利用する者が直接受けるサービス改善等の効果や影響を整理する。例えば、駅間の所要時間短縮、駅出入口からホームまでの移動時間の短縮、踏切待ち時間の解消・短縮や、列車遅延防止による駅間所要時間の信頼性向上、交通費用の削減、乗換回数の低下、混雑率の緩和等である。

具体的な目標設定方法例としては、駅間の列車の所要時間、利用者の交通費用、乗換利便性（乗換回数等）、運行頻度（初乗り時の待ち時間も含む）に関する改善を目的とする事業では、特に改善の効果が大きい主要駅間等について整理する。また、需要予測の結果等に基づいて、車両内混雑（混雑率等）について整理する。

列車遅延・輸送障害対策に資する事業では、鉄道の安定輸送を確保し突発的な大規模遅延による大きな損失を回避するための対策であることから、実態や事業計画等に基づいて、対象路線の需要や現在発生している遅延・輸送障害の大きさについて効果・影響及び指標を設定する。このことにより、対策によって回避できる効果の大きさを示すことができる。

また、鉄道の防災性向上を目的とする事業では、実態や事業計画等に基づいて、需要や災害発生の可能性の大きさについて効果・影響及び指標を設定する。具体的には、定性的効果として、「利用者が多く、災害時の輸送支障等の回避・軽減の効果が大きいことが想定される」等が考えられる。これについて、定量的指標としては、被災想定区間の不通により影響を受ける想定迂回利用者数、鉄道事業者の収入の損失の低減を設定することが考えられる。

1.1.2 供給者への効果・影響に関する評価例

「供給者への効果・影響」については、例えば、利用者数の増加、営業費用の削減等の効果が考えられる。

このうち利用者数の増加は需要予測の結果等に基づいて整理する。需要予測は一般には、交通機関別の地域間流動量データ、交通機関別の地域間交通サービス水準（所要時間、所要費用等）、沿線人口や経済状況のデータを用いて四段階推計法により行う。使用データや予測手法の概説は、第5編 1.4.4（P.223）を参照されたい。

一方、地域鉄道の利便性向上の評価に当たっては、交通需要予測に必要なデータが整備されていない場合が多い。そうした場合、以下に示す方法で収集することでも差し支えない。¹

1.1.2.1 駅勢圏の範囲等のデータ収集方法

ここでは、地域鉄道の利便性向上のうち、新駅設置を念頭においた場合及び延伸事業のように自動車やバスからの転換も見込めるような比較的大規模な事業の場合について示す。

¹ 駅ごとに駅の勢力が及ぶ範囲である駅勢圏を設定し、駅勢圏人口と駅勢圏人口に対する駅乗降客数の割合を乗じて駅乗降客数を算出する方法は、「駅勢圏法」と呼ばれる。

(1) 新駅設置の場合

1) 評価に必要なデータ及びその収集・整理方法

国勢調査等のデータを収集するとともに、データが揃っていない「駅勢圏の範囲」等については、沿線住民及び利用者に対するアンケート調査により整理する。

フィーダーバスとの接続やパーク&ライド等総合連携計画において、地域鉄道の利便性向上と連携して実施する取り組みの影響（需要増や駅アクセス時間の変化等）についても適切に整理する。なお、費用便益分析においては、without においてもこれらの取り組みが実現していることが前提となる。

消費者余剰法により利用者便益を算定するため、with、without における所要時間、所要費用等の交通サービス水準データを整備する。その際、駅アクセス時間の短縮便益を計測するため、駅、バス停までのアクセス・イグレス時間も考慮する必要がある。

表 1.1 評価に必要なデータ及びその収集・整理方法（新駅設置の場合の例）

	データ	収集・整理の方法
(A)	町丁目別人口	国勢調査、住民基本台帳人口（年齢別）
(B)	駅勢圏の範囲	利用状況に応じて、例えば駅から半径 1~2km 範囲等を対象に、沿線住民アンケート調査。
(C)	現在の駅勢圏人口	(A) を (B) の範囲で集計。
(D)	人口増減率	町丁目別に将来人口を推計。市町村別将来推計人口（社会保障・人口問題研究所）の増減率を用いてもよい。
(E)	将来の駅勢圏人口 (without)	(C) × (D)
(F)	現在の駅間 OD 表	事業者が整備していない場合、利用者アンケートを実施して把握。
(G)	現在の駅乗降客数	(F) を駅ごとに集計。
(H)	駅勢圏人口に対する駅乗降客数の割合	(G) ÷ (C)。(券種別：通勤定期、通学定期、定期外)
(I)	将来の駅乗降客数 (without)	(E) × (H)。
(J)	将来の駅間 OD 表 (without)	駅乗降客数の伸び率を、乗車数、降車数それぞれの伸び率に適用し、分布パターンは現在の OD 表に基づくものとして将来の OD 表を推計。
(K)	将来の駅勢圏人口 (with)	新駅が最寄となる町丁目は新駅の駅勢圏として、各駅の駅勢圏人口を再集計する。
(L)	将来の駅乗降客数 (with)	(K) × (H)。
(M)	将来の駅間 OD 表 (with)	新駅の乗降客数の分布パターンは近隣駅における数値を参考に設定して推計する。
(N)	with、without 所要時間、所要費用	ダイヤを想定し、所要時間、所要費用を設定。駅アクセス時間の短縮便益を計測するため、駅、バス停までのアクセス・イグレス時間も考慮。

※パーソントリップ調査データを用いることができる場合、都市内鉄道と同様の方法で便益計測が可能である。

2) 利用者数（駅間 OD 表）の予測の流れ

ここでは、新駅設置の場合を例に、利用者数（駅間 OD 表）の予測の流れを示す。

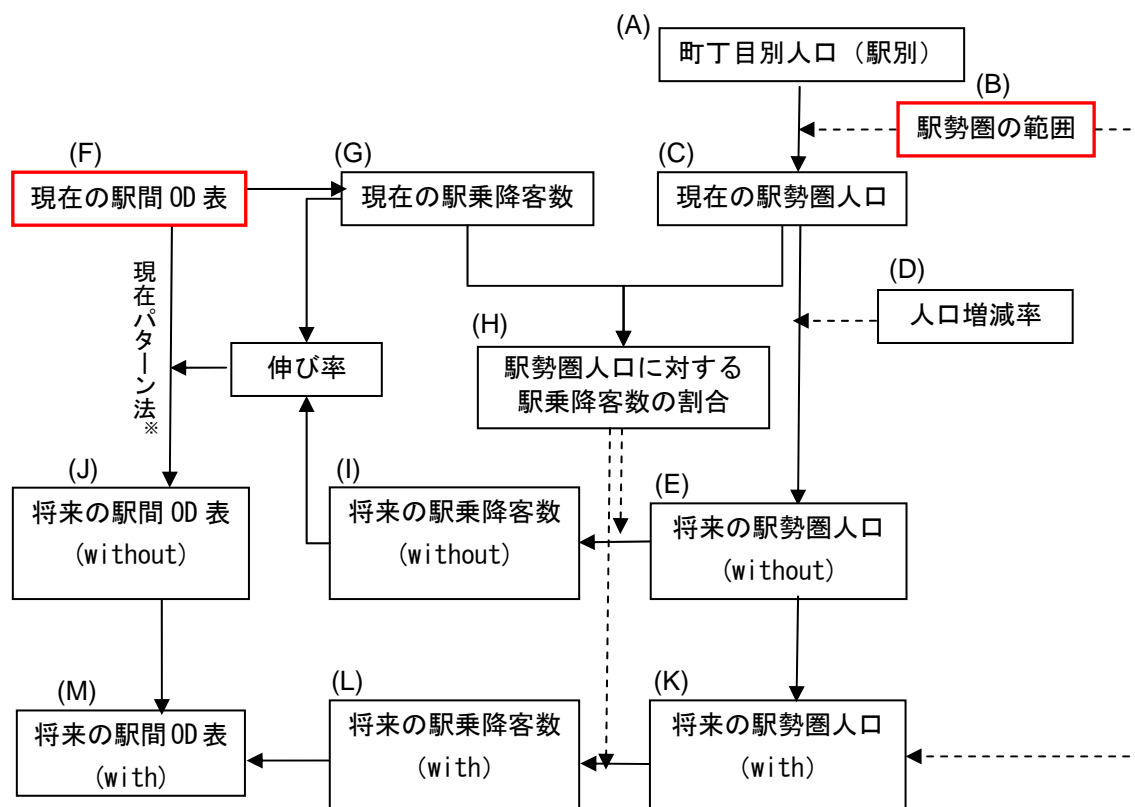


図 1.1 利用者数の予測の流れ（新駅設置の場合の例）

注 1) 駅乗降客数の伸び率を、乗車数、降車数それぞれの伸び率に適用し、分布パターンは現在の OD 表に基づくものとして将来の OD 表を推計する。

注 2) without と with ごとに、駅間 OD に一般化費用（表 1.1 (N) の所要時間、所要費用等に基づく）を乗じて両者の差分を算出することで、消費者余剰法に基づく利用者便益を算定できる。

3) 評価に必要なアンケートの実施方法

沿線住民及び利用者を対象に、駅勢圏や駅間 OD に関する情報を把握するため、アンケートを実施することが考えられる。

表 1.2 沿線住民アンケート

調査対象	沿線住民
調査方法	住民基本台帳によるランダムサンプリングもしくはポスティング (駅勢圏より十分広い範囲(概ね半径1~2kmの範囲)を対象とし、駅からの距離帯がばらつくように配布(ポストへ投函))
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道利用者：最寄駅名、最寄駅までの所要時間及び交通手段(徒歩、自転車、バス等)、鉄道の利用頻度、利用目的、主な降車駅、降車駅から目的地までの所要時間及び交通手段、主な利用券種、代替交通手段 ・鉄道利用者以外：今後のサービス改善による鉄道への転換の意向 (アンケートで把握した転換率を需要予測に用いる場合、安全側に見込む。例：3段階程度で意向を尋ね、もっとも強い利用意向を示した人の割合のみを用いる。)

表 1.3 利用者アンケート

調査対象	対象路線の利用者
調査方法	平日、休日それぞれ1~2日程度、利用者に対して、簡易な調査票を直接配布し、降車時に回収する方法で実施。
調査項目	乗車駅、降車駅、利用券種

(2) 地域鉄道の延伸等自動車やバスからの転換が見込まれるような事業の場合

地域鉄道の延伸を念頭においた場合には、自動車やバスからの転換が見込まれるため、自動車やバス利用の場合の OD 表をアンケート調査等により整備する必要がある。

都市・地域における複数の交通機関の分担関係を示した OD 表としては、パーソントリップ調査データがある。このデータは、一定規模のアンケート調査等を実施することにより整備可能である。具体的な整備方法については、「総合都市交通体系調査の手引き(案)」(平成19年9月、国土交通省 都市・地域整備局 都市計画課 都市交通調査室)等が参考になる。

交通機関別の OD 表及び交通サービス水準のデータが整備されれば、都市内鉄道と同様の方法で需要予測が可能である。

1.1.3 社会全体への効果・影響：「住民生活」に関する評価例

1.1.3.1 各種施設へのアクセス性の向上、生活利便性の向上

(1) 事業の目的に繋がる評価項目の設定

空港へのアクセス性の改善を目的とした事業については、整備区間の沿線だけでなく、都市圏全体、事業によってはさらに広域的な利用者利便の向上が大きいと考えられ、この場合、「高速交通の結節点へのアクセス性向上」という視点からの評価が重要である。

「高速交通の結節点へのアクセス性向上」を表現する指標としては、例えば、効果が及ぶと考えられる地域の「事業実施有無による空港からの一定時間内人口(例えば60分圏夜間人口(または従業人口))の変化率」が考えられる。

(2) 空港からの一定時間内人口の変化による評価

この指標は、評価の前提となる需要予測に用いるゾーン間の所要時間や各ゾーンの人口等のデータによって算定することが可能である²。

(例)

(事業実施有(無)における空港からの60分圏夜間人口)

= (A市の夜間人口) + (B市の夜間人口) + (C市の夜間人口) + …

ここで、

A市、B市、C市、…：空港から60分圏内の市町村

である。

1.1.4 社会全体への効果・影響：「地域経済」に関する評価例

1.1.4.1 地域経済の活性化

(1) 事業の目的に繋がる評価項目の設定

地域間の移動時間を大幅に短縮するような大規模の鉄道新線整備（新幹線等）については、沿線地域の経済に与える影響が大きいと考えられ、この場合、「地域の活性化」という視点からの評価が重要である。

「地域の活性化」を表現する評価指標としては、例えば、鉄道新線整備有無による「沿線地域における総生産の変化」や商業ポテンシャル（売上の可能性）に関する指標が考えられる³。

(2) 総生産の変化による評価

総生産の変化を推計する分析手法としては、地域計量経済モデル、空間的応用一般均衡モデル等を適用することが可能である。

計量経済モデルは、計量理論モデルに現実の統計データを適用し、個々の経済現象の相互依存関係を統計的手法を用いて数式化したものを指す。計量経済モデルを用いた効果計測は、実績データより推計した構造方程式より、例えば交通基盤整備有無別の一般化費用を入力し、その結果推計される生産額の差分を交通基盤整備による効果としている。地域計量経済モデルは、過去の実績データに基づいた構造方程式を推計しているため、交通基盤整備による効果を時系列的に捉えることができる。また、交通基盤供用に伴った所要時間短縮により発現する効果（ストック効果）だけでなく、公共基盤整備のための公共投資

² なお、60分等の“閾値”について、当該地域の交通計画における目標値が設定されている場合は、その目標値を用いることが基本となる。目標値が設定されていない場合については、例えば、当該空港の利用圏域等を参考に適切な範囲を設定することが必要である。当該空港の利用圏域は国土交通省「全国幹線旅客純流動データ」により把握可能である。

³ これらは、鉄道プロジェクトの実施による効果を、帰着ベース、すなわち沿線地域の経済や世帯の所得の状況変化で捉えるものである。これは、発生ベース、すなわち鉄道利用者が享受する効果を貨幣換算した利用者便益とは異なるものであるが、鉄道プロジェクトの効果が、利用者から世帯や地域に波及していく過程を考えると、同一の効果を異なる断面でみたものと言える。そのため、これらを費用便益分析において加算することはできない。

額の増加が社会経済へ与える効果を捉えることができる（フロー効果⁴）。

応用一般均衡モデルは、経済活動を行う複数の経済主体とそれぞれの経済主体間に財・サービスのやり取りを行う市場を複数設定し、それぞれの市場を介して財・サービスの生産・消費量や価格が決定されるという社会経済状態を定式化し、これに交通基盤整備のインパクトを地域間の一般化費用等の変化として与えて各経済指標の変化を効果として捉えるものである（例えば、「旅客トリップを考慮した SCGE モデルの構築とその応用」（小池淳司・上田孝行・宮下光弘、「土木計画学研究・論文集」Vol. 17、2000）P. 237-245⁵）。

(3) ポテンシャル指標による評価

また、上記のような効果の把握が困難な場合、人口や地域間一般化費用で表現されたポテンシャル指標及び定性的な記述に基づき評価することも考えられる。

$$\text{ゾーン } i \text{ の商業ポテンシャル (売上可能性)} \quad X_i = \left(\sum_{j(i \neq j)} \frac{POP_j^A}{GC_{ij}^2} \right) \quad (1.1)$$

$$\text{対象圏域全体の商業ポテンシャル} \quad X = \sum_i AREA_i \cdot X_i = \sum_i AREA_i \cdot \left(\sum_{j(i \neq j)} \frac{POP_j^A}{GC_{ij}^2} \right) \quad (1.2)$$

ここで、

POP_j^A : ゾーン j の昼間人口

$AREA_i$: ゾーン i の面積（可住地面積等）

GC_{ij} : ゾーン ij 間の交通一般化費用

⁴ 地域計量経済モデルは、交通基盤の整備が社会に与える影響が波及することをモデル化したものである。すなわち、地域計量経済モデルでは、交通基盤整備の建設投資は整備される交通基盤の沿線地域の社会資本ストックを増加させ、社会資本ストックを利用して生産を行っている沿線地域の生産部門の生産活動を活発にする。また、生産活動が活発になり生産額が増加すると、民間企業の投資活動が活発になり、さらに生産額を増加させるというプロセスにより、波及効果が発生すると考える。また、交通基盤の整備は、地域間所要時間の短縮をもたらす。沿線地域及び他地域間のアクセス性を改善させて地域魅力度（他地域の経済活力との近接性に基づいた指標であり、他地域からアクセスしやすい地域ほど地域魅力度は大きくなる。）を上昇させ当該地域の生活活動が活発になり、生産額の増加を引き起こす。また地域間所要時間の短縮は、人口移動を生じさせ、人口が流入した地域では、消費支出を増大させるなど生産活動が活発になる。このように、地域間の所要時間の短縮による地域経済に与える影響により生産活動が活発になるというプロセスにより、波及効果が発生すると考える。

⁵ 地域間の移動時間を大幅に短縮するような大規模整備事業による効果は、利用者、その他交通利用者等の交通市場にとどまらず、多くの経済主体（住民、企業、地方自治体等）にまで波及する。SCGE モデルは、あらゆる市場における相互依存関係を明示的に考慮することが可能であるため、事業実施による効果が広域的かつ多様な経済主体にまで波及する大規模事業の効果計測手法である。

SCGE モデルによる効果の波及メカニズムは次のとおりである。まず、いくつかに分割された地域（ゾーン）間のアクセシビリティ（一般的には時間や一般化費用が用いられる）の向上が、旅客の移動時間、運賃、料金または輸送費用を低下させ、これにより企業の生産性の向上→財、サービスの価格低下→最終需要の増加→労働者の賃金、株主への資本配当→世帯の所得増加といった波及メカニズムを通じて、最終的には、各地域の財、サービス市場で競争均衡に達する。こうした仕組みを通じて事業を実施した場合と実施しない場合の差を求めることにより、様々な経済主体に帰着する事業の効果を計測することができる。

上述した SCGE モデルは比較的大きなゾーン（都道府県レベル程度）区分を採用するものが多く、都市間鉄道整備等の評価に適している。一方、より小さい都市圏レベルの地域を対象とし、交通条件の変化が住宅立地や商業開発にどのような影響を与え、さらに交通量がどのように変化するかを把握するためのモデルとして「応用都市経済モデル」や「土地利用交通モデル」と呼ばれるモデルがある。これらは、都市内環状道路や都市内鉄道、地下鉄等の整備効果のマクロ的な分析に有効であると考えられる。モデルにおいて表現される効果の波及メカニズムについては様々なパターンがあるが、SCGE モデルとほぼ同様のメカニズムを表現するものもある。

(利用者便益計測の際に作成する交通一般化費用を適用)である。

なお、企業立地ポテンシャル(立地の可能性)についても、従業員人口を用いることで同様に算定できる。この場合、事後評価において、統計データ等により評価が可能な指標については可能な限り定量的に評価することが望ましい。

1.1.4.2 観光の活性化

(1) 事業の目的に繋がる評価項目の設定

複数の観光地間の移動時間を短縮したり、観光周遊ルートの形成や観光地と大都市圏との間の移動時間を短縮したりする事業については、地域の観光の活性化が期待される。この場合、「地域の活性化」という視点からの評価が重要である。

観光の面からの「地域の活性化」を表現する評価指標としては、例えば、事業実施有無による「沿線地域への観光入り込み客数の変化」や「入り込み客数の変化による消費増とそれに伴う経済波及効果(=地域内生産額の増加等)」が考えられる。

(2) 観光入り込み客数の変化による評価

観光入り込み客数の変化は、アクセシビリティの向上に伴う誘発需要を考慮できる需要予測モデルを用いて推計可能である。

誘発需要とは、鉄道利用だけでなく、航空利用やバス、自動車利用も含めた総需要の増加である。この誘発需要は需要予測モデルの発生・集中交通量モデル等において地域間のアクセシビリティを表現する指標、例えばログサム変数(1.2.1.2(P.107)参照)を導入することにより考慮可能である。

(3) 消費増に伴う経済波及効果

消費増に伴う経済波及効果については、入り込み客数と1人当たり観光消費額等を入力データとして、産業連関分析によって推計可能である。産業連関分析とは、産業間の原料取引や消費、投資等の関係を表にした産業連関表を用いて、産業間の関係を定量的に関連づけて連鎖的な波及額を計算する手法である⁶。地域への入り込み客増加に伴う消費増がもたらす生産の増加や所得、雇用の増加を計測することが可能である。「旅行・観光産業の経済効果に関する調査研究Ⅳー旅行・観光消費動向調査結果と経済効果の推計ー」(国土交通省総合政策局旅行振興課、2004年3月)、「観光地の経済効果推計マニュアル」(社団法人日本観光協会、1999年3月)等が参考となる。

なお、上記分析に当たっては、種々の前提条件の設定が必要となるが、地域特性を反映した適切な数値を設定することが重要である。

⁶ 公共投資は、建設、電機、機械、鉄鋼、輸送機械等の直接需要の発生した産業だけでなく、産業間の生産循環システムの中で新たな派生需要を生み出し、他産業(例えば、金融、不動産、サービス、商業等)の更なる生産を誘発するなど、大きな経済波及効果を生み出す。また、こうした生産の拡大により、家計や企業の所得が増大し、その結果、新たな支出を生むことになり、新たな生産の拡大をもたらす。また、雇用者の創出等で労働市場にも影響を与えるとともに、企業や家計の所得増による税収アップにも結びつく。産業連関モデルは、産業連関表に基づき上記のような経済波及効果を捉え、公共投資のフロー効果を計測するモデルである。

1.1.5 社会全体への効果・影響：「地域社会」に関する評価例

1.1.5.1 存在効果の向上

(1) 事業の目的に繋がる評価項目の設定

鉄道プロジェクトは、利用者の移動の観点からの評価が基本であるが、直接利用者の移動に係らない効果が事業目的として重要な効果である事業もある。

「存在効果」は、交通機関利用時以外の安心感、満足感であり、具体的には、以下のよ
うな効果である。

表 1.4 鉄道に関する存在効果の例

名称	内容	例
オプション効果	いつでも利用できる安心感	普段は利用しないが、必要な時に自分が利用できること
代位効果	周りの人が利用できる安心感	まわりの高齢者が買い物等に利用できること 周りの子供や自分の子供が通学の際に利用できること 等
遺贈効果	後世により移動環境を残せるという安心感	次の世代に対してよい生活環境、移動環境を残せること
イメージアップ効果	地域のイメージが向上すること等による満足感	自分が住んでいる地域のイメージや知名度が向上することがうれしく、誇らしいと感じること
間接利用効果	間接的に利用することによる満足感	駅空間の改善、新車両の導入によって向上した景観を見ること

本マニュアルでは、各便益計測手法の特徴を踏まえ、鉄道の存在効果については CVM (Contingent Valuation Method)⁷以外の手法の適用が困難と考え、CVM による便益計測手法について解説する。各手法の一般的な特徴と存在効果への適用妥当性、CVM の調査方法の詳細については、第5編参考 1.5 (P.230) を参照されたい。

CVM については、質問の仕方等が価値の計測結果に影響を与えるという課題が指摘されており、適用する際には、事前調査の実施や過去の事例研究を行うこと等により、価値計測の精度向上に努めることが重要である。

(2) 調査方法

CVM は、アンケート調査を用いて非市場財の価値に対する支払意思額等を質問する手法であり、調査方法によって支払意思額等の推定結果に様々なゆがみが発生する可能性がある。そのため、CVM が適用可能であるというだけで安易に CVM を用いることのないよう、複数の計測手法を比較検討した上で、CVM を適用することが妥当と判断した場合にのみ、CVM を適用する。また、次ページ以降に示した最低限確認すべき事項を遵守して調査を実施する必要がある。

⁷ アンケート等を用いて評価対象社会資本に対する支払意思額を住民等に尋ねることで、対象とする財等の価値を金額で評価する方法である。評価対象の例としては、港湾緑地整備、海岸環境整備による自然環境の保全等が挙げられる。鉄道整備事業の便益計測への適用については、エレベーター設置等バリアフリー関連施設整備による便益や、地域鉄道存続、新幹線直通運転化等による地域イメージアップ効果の計測事例がある。

具体的には、調査方法の設定については、着地点調査の場合は面接方式、発地点調査の場合は郵送方式を基本とする。調査票の作成に当たり、金額を尋ねる方法、支払手段、回答方式、仮想的状況について設定する。プレテストまたは既存事例の確認を行い、本調査実施前に調査票の分かりやすさ、支払意思額の回答の幅を確認する。確定した調査票を用いて、本調査を実施する。

支払意思額の推計に当たり、得られた結果から抵抗回答、理解が不十分な回答を排除する。

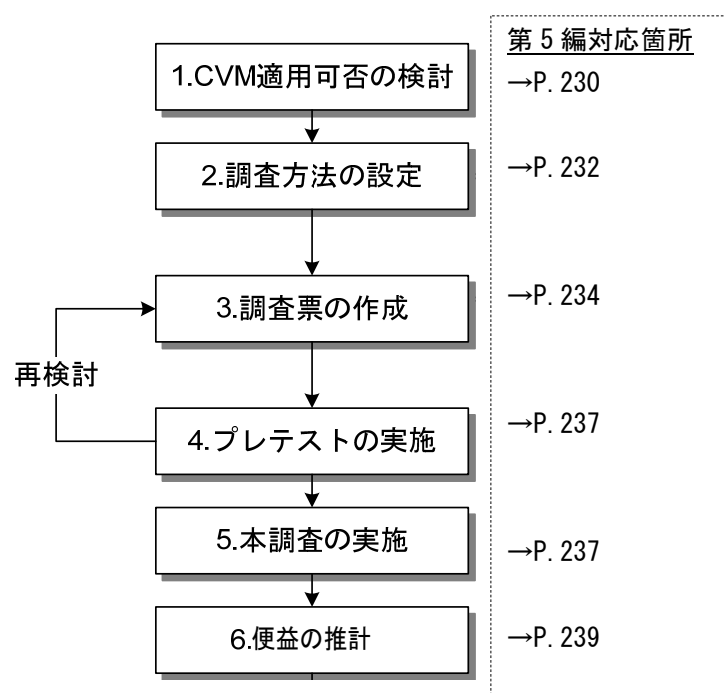


図 1.2 CVM の一般的な計測手順

(3) 最低限確認すべき事項

一般的な最低限留意すべき事項等は、CVM の実施手順に従って、下表のとおり整理される。

表 1.5 最低限確認すべき事項（支払意思額の計測）

手順	内容	最低限確認すべき事項
① CVM 適用可否の検討	CVM 適用可否の検討	複数の便益計測手法を比較検討した上で、CVM の適用が妥当だと判断したか。 ※本マニュアルでは、鉄道の存在効果については CVM の適用が妥当と位置づける。
② 調査方法の設定	調査範囲の設定	既存の調査事例やプレテストの結果等をもとに便益の集計範囲を予想した上で、その範囲を含むように調査範囲を設定したか。
	調査方法の設定	複数の調査方法を比較検討した上で、母集団に対する偏りが少ない調査方法を設定したか。
③ 調査票の作成	金額を尋ねる方法の設定	受入補償額ではなく支払意思額を尋ねたか。
	支払手段の設定	複数の支払手段を比較検討した上で、回答者にとって分かりやすくバイアスの小さい支払手段を設定したか。
	回答方式の設定	回答方式として二項選択方式を用いたか。
	仮想的状況の設定	事業を実施する場合としない場合（あるいは継続する場合と中止する場合）の両方の状況を示したか。 事業の効果を過大に見せたり、悪化することが考えられる要因を過小に見せたりせずに仮想的状況を設定したか。
④ プレテストの実施	プレテストの実施または既存事例の確認	プレテストまたは既存事例の確認を行い、本調査実施前に調査票の分かりやすさ、支払意思額の回答の幅を確認したか。
⑤ 本調査の実施	標本数の確保	分析に必要な標本数を確保したか。
⑥ 支払意思額の推定	支払意思額の推定	異常回答の排除を行い、過大にならないように支払意思額を推定したか。特に支払意思額の代表値として平均値を用いる場合は、最大支払提示額で裾切りを行ったか。

出典)「仮想的市場評価法 (CVM) 適用の指針」(国土交通省、平成 21 年)より作成

鉄道の存在効果を対象に CVM を適用する際は、特に、評価対象とする効果の明確化について留意する。

鉄道に期待される存在効果は多岐にわたり、当該評価において対象とする効果を特定する。その際、正の効果だけではなく、負の効果があれば、それについても把握する。

その際、支払意思額の過大推計とならないよう、評価対象とする効果の中に、評価対象プロジェクトによる効果以外のこと含まれていないことを確認する。また、評価対象プロジェクトによる効果の一部を別途の手法により便益計測して CVM による便益と加算する場合は、評価対象とする効果の重複を確実に防ぐことで、便益の二重計上が発生しないように留意する。

1.1.6 社会全体への効果・影響「環境」に関する評価例

(1) 事業の目的に繋がる評価項目の設定

運輸部門における地球温暖化対策として、都市鉄道等の公共交通機関の利用促進等が求められており、例えば、事業実施に伴い、自動車から鉄道への転移によって自動車走行台キロ削減が期待される事業については、「地球的環境の改善」すなわち、沿線地域における運輸部門からのCO₂排出量の削減が評価の視点として重要である。

「地球的環境の改善」を評価する指標としては、例えば、「沿線の主要道路における自動車起源のCO₂排出量の変化率」が考えられる。

(2) 自動車起源のCO₂排出量の変化率による評価

自動車起源のCO₂排出量の変化率については、需要予測結果を前提として算定可能である。ここでは、事業実施による効果をより明確とするため、算定の対象を「沿線の主要道路」と限定しているが、地域特性等を踏まえて適切な範囲を設定することが重要である。

(3) 「CO₂排出量」、「NO_x排出量」、「道路騒音」、「鉄道騒音」に関する定量化の手法

次ページ以降に、「CO₂排出量」、「NO_x排出量」、「道路騒音」及び「鉄道騒音」に関する定量化の手法を示した。

1.1.6.1 CO₂の排出量の算定

交通機関毎の排出量の算定方法は以下のとおりとする⁸。

ア) 自動車からCO₂の排出量

自動車のCO₂の排出量は、車種（混入率）、走行速度及び交通量を用いて計測するものとし、具体的には表 1.6 (P.101) に示すような算定式を用いるものとする。

なお、自動車一台当たりの平均乗車人員⁹を適切に想定し、自動車交通量に換算する。

⁸ CO₂排出量原単位については計測の対象、目的等に応じた取扱いを行う必要がある。例えば、政策立案時等においては、交通機関毎のCO₂排出量原単位を用いたマクロ的な計測を行うこともある。一方、本マニュアルで示される計測方法は、個別の鉄道整備事業を対象とした評価のための手法であり、自動車の走行速度や競合または補完事業者の列車本数の変化等、詳細なデータに基づくものである。

マクロ的な計測を行う場合の交通機関毎のCO₂排出量原単位としては、「貨物輸送機関の二酸化炭素排出原単位」（「交通関係エネルギー要覧」（国土交通省総合政策局情報管理部、各年度））等が用いられることがある。

⁹ たとえば、「道路投資の評価に関する指針（案）」P.52によれば、乗用車類の平均乗車人員は平日1.44人/台、休日2.01人/台となっている。また、パーソントリップ調査等により評価の対象となる地域独自の平均乗車人員や旅行目的毎やトリップ長に応じた平均乗車人員が算定できる場合には、それを用いることが望ましい。

表 1.6 CO₂の排出量の算定式

走行速度 (km/時)	CO ₂ 排出量 (g-c/km/日)
10	(99a+237b)Q
20	(67a+182b)Q
30	(54a+155b)Q
40	(46a+137b)Q
50	(42a+127b)Q
60	(40a+122b)Q
70	(39a+123b)Q
80	(40a+129b)Q

資料：「道路投資の評価に関する指針(案)」(道路投資の評価に関する指針検討委員会、平成10年6月) P.77

ここで、a：小型車混入率、b：大型車混入率¹⁰、Q：道路の自動車交通量[台/日]である(ただし、a+b=1.0)。

イ) 鉄道からのCO₂の排出量

鉄道車両の運行に伴うCO₂の排出量は、基本的に、評価対象事業の運行計画等における編成長、運行本数の設定に基づき、対象区間における事業実施による車両の運行に伴うエネルギー消費量(燃料消費量)¹¹を算定したうえで、単位燃料当たりのCO₂排出量(燃料原単位)を乗じて求める。

単位燃料当たりのCO₂排出量(燃料原単位)は、わが国としての統一的な原単位の一つである環境省による「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果」¹²に基づき、0.378 kg-CO₂/kwhを用いる。

なお、上記ア)、イ)の計測に当たっては、評価対象事業の需要予測結果及び評価の前提条件(自動車の速度設定、関連事業者の列車の本数の変化等)と整合させる必要がある。また、イ)については、事業実施によって、競合または補完事業者の輸送需要の変化が想定され、かつ、その変化に応じた事業者による運行本数・便数や編成長の増減を想定できる場合には、競合または補完路線におけるCO₂排出量の変化も考慮する¹³。

なお、フェリー、航空も含めて、マクロ的な計測を行う場合の交通機関毎のCO₂排出量原単位としては、「貨物輸送機関の二酸化炭素排出原単位」(「交通関係エネルギー要覧」(国土交通省総合政策局情報管理部、各年度))等が用いられることがある。

¹⁰ 小型車及び大型車の混入率については、「道路交通センサス」等のデータにおいて入手可能である。また、大型車とは「バス及び普通貨物車」を、小型車とは「乗用車及び小型貨物車」をそれぞれ指す。道路騒音の等価騒音レベルの算定式、CO₂排出量の算定式における混入率についても同様である。

¹¹ エネルギー消費量(燃料消費量)の算定については、例えば、既存研究(「新幹線等における環境改善便益の計測手法に関する研究報告書」(日本鉄道建設公団(現 鉄道・運輸機構)平成15年3月))によれば、1.0kg-CO₂/車両キロ(幹線鉄道の電化区間に対応した数値)といった数値もある。

¹² 地球温暖化対策推進法施行令において毎年度定めることとされている排出係数について検討したもの。

¹³ 競合または補完路線の運行本数等は、個々の事業者の運行計画等に基づくため厳密に想定することは困難であるが、新線開業時の競合または補完路線の状況の過去の実績等から見て、ある程度想定できる場合には、可能な限り考慮する。なお、輸送需要が変化しても、車両当たりの乗車人員のみが増減し、車両走行キロの増減につながらない場合(例えば、都市内の新線整備によって、並行路線の車両内混雑が緩和される場合)は、エネルギー消費量の変化は微小であると考えられるため、排出量の変化の計測対象外としてよい。

1.1.6.2 NO_xの排出量の算定

NO_xの排出量は、車種（混入率）、走行速度及び交通量を用いて計測するものとし、具体的には表 1.7 に示すような算定式を用いるものとする。

表 1.7 NO_xの排出量の算定式

走行速度 (km/時)	NO _x 排出量 (g/km/日)
10	$(0.34a+3.79b)Q$
20	$(0.29a+3.33b)Q$
30	$(0.24a+2.87b)Q$
40	$(0.20a+2.41b)Q$
50	$(0.21a+2.16b)Q$
60	$(0.23a+1.90b)Q$
70	$(0.25a+2.10b)Q$
80	$(0.27a+2.29b)Q$

資料：「道路投資の評価に関する指針（案）」（道路投資の評価に関する指針検討委員会、平成10年6月）P.77

ここで、a：小型車混入率、b：大型車混入率、Q：道路の自動車交通量[台/日]である（ただし、a+b=1.0）。

1.1.6.3 道路騒音の等価騒音レベルの算定

道路騒音の等価騒音レベルは、車種（混入率）、走行速度及び交通量を用いて計測するものとし、具体的には表 1.8 に示すような算定式を用いるものとする。

表 1.8 道路騒音の等価騒音レベルの算定式

走行速度 (km/時)	等価騒音レベル (dB(A))
10	$33+10\cdot\log(a+4.4b)+10\cdot\log(Q/24)$
20	$36+10\cdot\log(a+4.4b)+10\cdot\log(Q/24)$
30	$38+10\cdot\log(a+4.4b)+10\cdot\log(Q/24)$
40	$39+10\cdot\log(a+4.4b)+10\cdot\log(Q/24)$
50	$40+10\cdot\log(a+4.4b)+10\cdot\log(Q/24)$
60	$41+10\cdot\log(a+4.4b)+10\cdot\log(Q/24)$
70	$42+10\cdot\log(a+4.4b)+10\cdot\log(Q/24)$
80	$42+10\cdot\log(a+4.4b)+10\cdot\log(Q/24)$

資料：「道路投資の評価に関する指針（案）」（道路投資の評価に関する指針検討委員会、平成10年6月）P.77

ここで、a：小型車混入率、b：大型車混入率、Q：道路の自動車交通量[台/日]である（ただし、a+b=1.0）。

1.1.6.4 鉄道騒音の等価騒音レベルの算定

鉄道騒音の等価騒音レベルは、以下のような手順で計測を行うものとする。

ア) パワーレベル¹⁴の算定

■ 転動音のパワーレベルの算定

転動音は以下の式 (1.3) によって算定する。

$$L_{w1} = L_{w1}(100) + 30 \cdot \log_{10}\left(\frac{V}{100}\right) \quad (1.3)$$

ここで、

L_{w1} : 転動音のパワーレベル[dB(A)]

$L_{w1}(100)$: 100[km/h]走行時の転動音のパワーレベル[dB(A)] で、軌道構造ごとに算定する。

スラブ軌道 : $L_{w1}(100)=100\sim 105$ dB 便宜的には中央値として 102.5dB を用いる

バラスト軌道 : $L_{w1}(100)=95\sim 100$ dB 便宜的には中央値として 97.5dB を用いる

V : 列車速度[km/h]

である。

■ 構造物音のパワーレベルの算定

構造物音は以下の式 (1.4) によって算定する。

$$L_{w2} = L_{w2}(100) + 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{V}{100}\right) \quad (1.4)$$

ここで、

L_{w2} : 構造物音のパワーレベル[dB(A)]

$L_{w2}(100)$: [100km/h]走行時の構造物音のパワーレベル[dB(A)]で、83～87である。

■ モーターファン音のパワーレベルの算定

モーターファン音は以下の式 (1.5) によって算定する。

$$L_{w3} = 60 \cdot \log_{10}\left(\frac{nV}{100}\right) + 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{LM}{L}\right) + B \quad (1.5)$$

ここで、

L_{w3} : モーターファン音のパワーレベル[dB(A)]

n : 車両の歯車比

V : 列車速度[km/h]

LM : モーター搭載車両の長さの合計[m]

L : 列車長[m]

B : 補正值[dB(A)]

である。

なお、補正值 B は、以下の表 1.9 とおりとする。

表 1.9 補正值 B

¹⁴ 音源から放射された単位時間当たりの音響エネルギー量のこと。

	外扇型モーター	内扇型モーター
スラブ軌道	67[dB(A)]	57[dB(A)]
バラスト軌道	62[dB(A)]	52[dB(A)]

イ) 単発騒音暴露レベル¹⁵の算定

ア) で示した 3 種類の音源ごとに単発騒音暴露レベルを算定し、その後これらのエネルギー和を求めて 1 列車当たりの単発騒音レベルを式 (1.6)、式 (1.7) により求める。

$$L_{AEwi} = L_{wi} - 5 - 10 \cdot \log_{10} d + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\pi L}{2v} \right) \quad (1.6)$$

$$L_{AE} = 10 \cdot \log_{10} \left(10^{\frac{L_{AEw1}}{10}} + 10^{\frac{L_{AEw2}}{10}} + 10^{\frac{L_{AEw3}}{10}} \right) \quad (1.7)$$

ここで、

L_{AE} : 1 列車当たりの単発騒音暴露レベル[dB(A)]

L_{AEwi} : 音源 i の単発騒音暴露レベル[dB(A)]

L_{wi} : 音源 i のパワーレベル[dB(A)] (i は転動音、構造物音、モーターファン音)

d : 音源から受音点までの直線距離[m] (= 1000/3600 · V) (一律 10[m]とする)

L : 列車長[m]

v : 列車の走行速度[m/s]

である。

ウ) 予測点での等価騒音レベルの算定

イ) で求めた L_{AE} のエネルギー平均値¹⁶ $\overline{L_{AE}}$ に通過列車本数 N と評価時間 T を考慮して、評価時間の等価騒音レベル¹⁷ $L_{Aeq,T}$ を式 (1.8)、式 (1.9) より求める。

$$L_{Aeq,T} = \overline{L_{AE}} + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{N}{T} \right) \quad (1.8)$$

$$\overline{L_{AE}} = \frac{10 \cdot \log_{10} \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + 10^{\frac{L_3}{10}} + \sim + 10^{\frac{L_N}{10}} \right)}{N} \quad (1.9)$$

¹⁵ 等価騒音レベルの測定時間を 1 秒にした場合の騒音レベルのこと。

¹⁶ 観測時間内全ての列車についての単発騒音暴露レベルのパワー平均値。騒音の大きさは物理量である音のエネルギーを対数で圧縮し、取り扱いやすい数値としていることから、その平均であるパワー平均値は、それぞれの騒音レベルを一度エネルギー量に戻して算術平均した上で、対数圧縮して求める。

¹⁷ 等価騒音レベルとは、騒音レベルが時間とともに不規則に変化する場合 (非定常音、変動騒音)、測定時間 (T) 内でこれと等しい平均 2 乗音圧を与える連続定常音の騒音レベル。ある測定時間内で時間とともに騒音レベルが変動する多数の測定値が得られた時に、これらの測定値を時間変動のない一定の騒音レベル (定常音) で代表させることを目的として考えられた。「測定時間内での不規則な騒音レベルと騒音エネルギーにおいて両者が等しくなるようにした場合の騒音レベル」と定義できる。

1.1.7 社会全体への効果・影響「安全」に関する評価例

(1) 事業の目的に繋がる評価項目の設定

都市内鉄道や地域鉄道をはじめとする鉄道の整備は、自動車から鉄道への転換をもたらすことが期待され、例えば、当該鉄道と並行する道路において交通事故が多発している事業については、「道路交通事故の減少」の視点が重要である。

「道路交通事故の減少」を評価する指標としては、例えば、「沿線の主要道路における道路交通年間事故件数」やその変化が考えられる。

(2) 道路交通事故件数の変化による評価

道路交通事故件数については、事業無について現状と大きく変わらないと予想される場合は、現状の年間件数を適用することが考えられる。事業無から事業有への変化として指標を設定する場合は、現状の年間件数を交通量で除して交通量当たりの事故件数を算出し、事業有における交通量の予測値に乗じることで、事業有の交通事故件数を予測することができる。

1.2 費用便益分析

1.2.1 利用者便益の計測

本節では、鉄道新線整備・既設線改良に関する次に示す利用者便益の計測について解説を行う。

- ・ 総所要時間の短縮便益
- ・ 交通費用減少便益
- ・ 乗換利便性向上便益
- ・ 車両内混雑緩和便益
- ・ 運行頻度向上便益

1.2.1.1 利用者便益計測の考え方

鉄道整備事業によって発生する利用者便益は、消費者余剰法によって計測する。

消費者余剰法とは、事業実施に伴う交通サービスの改善の便益を需要1単位当たり¹⁸の一般化費用¹⁹の変化分と需要量から算出する手法である。

各年度の利用者便益は、式(1.10)によって算出される²⁰。

¹⁸ 例えば、「人」や「トン」、「TEU」等。以下、旅客については「人」、貨物については「トン」で表示することとする。

¹⁹ 一般化費用：所要時間、運賃、旅客快適性を貨幣換算した値。詳細は第1.2.1.2を参照。

²⁰ この計測式は、しばしば「台形公式」と呼ばれる。森杉ら[1997]によれば、鉄道整備によって発生するすべての波及効果は、いわゆる「ショートカット法」を用いてEV（等価的偏差：鉄道整備前後の効用水準を維持するという条件のもと、鉄道整備をあきらめるために各人が必要と考える最小補償額）を計測することにより、交通市場に関係した情報のみによって近似することができるとされる。「台形公式」は、この「ショートカット法」による利用者便益計測式から、さらに、「所得効果に類した便益」に当たる項を簡略化したものである。したがって、その意味では、式(1.10)はショートカット法の近似計算式であると言える。なお、簡略化された項の便益は、実証分析の結果より、台形公式による利用者便益と比較して相当小さいことがわかっている。ショートカット法の詳細については、「社会資本整備の便益評価」（森杉壽芳編著、勁草書房、1997）を参照のこと。

$$UB_{tb} = \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ij}^0 + Q_{ij}^1) (C_{ij}^0 - C_{ij}^1) \quad (1.10)$$

ここで、

UB : 各年の利用者便益 (以下、 Q_{ij} 及び 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] あるいは [トン/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] あるいは [トン/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]

である (変数の右肩の「0」は鉄道整備無、「1」は整備有を表す)。

一般化費用の計測方法は、1.2.1.2 (P.107) に示すとおりである。

特定の OD ペア²¹ についての利用者便益をグラフで示したものが図 1.3 である。without ケース及び with ケースの OD 需要量と一般化費用を表す点 $W^0(Q^0, C^0)$ と点 $W^1(Q^1, C^1)$ のデータを用いて、利用者便益を台形の面積で算出する。

同様の計算を全ての OD ペアについて実施し、合算したものが鉄道整備によって特定の年度に発生する利用者便益である。

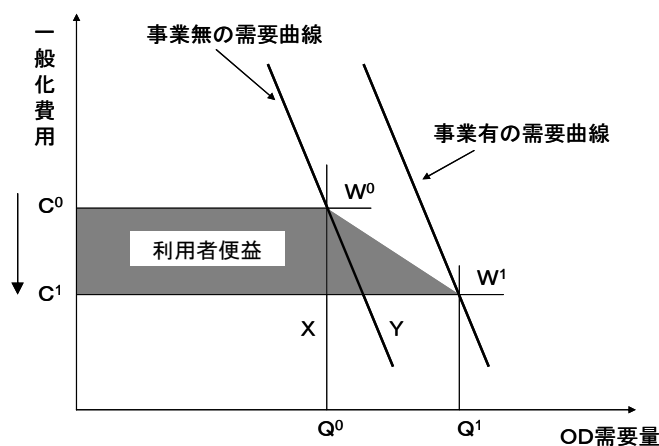


図 1.3 消費者余剰法による利用者便益計測の概念図

具体的な計測手順は以下のとおりである。

作業 1 : without と with の 2 ケースについて需要予測を行い、全ての OD ペアについて、各ケースの需要量 (すなわち、図 1.3 の Q^0 と Q^1) を算定する。

作業 2 : without ケースと with ケースの両方について、全ての OD ペア間の交通サービス変数 (所要時間や運賃等) を整理する。

作業 3 : 作業 2 において整理された交通サービス変数をもとに、without, with の 2 ケースについて一般化費用 (すなわち、図 1.3 の C^0 と C^1) を全ての OD ペアについて算定する。

²¹ OD ペアとは、O (Origin : 発地) と D (Destination : 着地) との組み合わせのこと。

作業4：作業1のOD需要量と作業3の一般化費用を式(1.10)(P.106)へ代入し、全ODについて合算する。これによって求められるのが、特定の年度に発生する利用者便益である。

なお、需要予測において4段階推計法²²を採用している場合には、対象事業の特性に応じて、交通機関選択モデルの段階か、鉄道経路選択モデルの段階のいずれかで利用者便益の計測を行うものとする。

また、利用目的(通勤・通学、買い物、観光等)あるいは品目(農産品、鉱産品等)によって、利用者あるいは品物の時間評価値²³等が異なると考えられるため、利用目的別、品目別に利用者便益を算定することが望ましい。

災害時に顕在化する効果のように一定の発生確率のもとで発現する便益を算定する場合には、ここで示した方法により算定した通常の利用者便益に対して、さらに発生確率を考慮する必要がある。詳細は、第5編1.4.7(P.229)を参照されたい。

1.2.1.2 一般化費用の算定方法

一般化費用とは、所要時間、運賃、旅客快適性等の交通サービス変数を貨幣換算し、合算した値のことを指す。

この一般化費用の算定方法には、以下の2つがある。それぞれの方法を以降で解説する。

- ① ログサム変数を用いる場合²⁴
- ② ログサム変数を用いない場合

ここで、ログサム変数とは、ゾーン間の交通利便性を表現する指標である。需要予測において離散選択モデル(ロジットモデル等)を使用した場合、選択枝中の最大効用の期待値(ログサム変数)を用いて、ゾーン間の一般化費用を算定することができる²⁵。

(1) ログサム変数を用いる場合の一般化費用の算定方法

1) 一般化費用の算定方法

各ゾーン間について、需要予測に用いたロジットモデルの効用関数に利用交通機関及び経路の所要時間あるいは運賃・料金等の交通条件を入力してログサム変数を算出し、このログサム変数をロジットモデルの費用パラメータで除して一般化費用を算出する²⁶。

²² 4段階推計法とは、発生・集中交通量、分布交通量、機関分担交通量、配分交通量という4つの予測を段階的に進める需要予測の方法のこと。

²³ 時間価値とも言い、単位時間当たりの価値を貨幣値として示したもの。算定方法は、P.110を参照のこと。

²⁴ ここでは、選択枝中の最大効用の期待値を用いる手法を、マニュアルでの表記上、ロジットモデルを用いた場合の指標名を用いて「ログサム変数を用いる場合」と記載している。

²⁵ 交通需要予測にロジットモデルが使用されていることが前提となるが、ミクロ経済学の理論ベースを持って利用者の行動を表現可能なモデルであり、また計算が容易で交通需要予測の実務に広く使われていることから、本マニュアルで推奨する方法である。

²⁶ ここでは、効用関数を線形と仮定した場合の算定式を示している。

$$C_{ij} = \left\{ \ln \sum_m \exp(V_{ijm}) \right\} / b \quad (1.11)$$

ここで、
 V_{ijm} : 機関選択モデル（もしくは鉄道経路選択モデル）の交通機関（鉄道経路選択モデルの場合は、経路） m のゾーン*i* *j*間の効用
 b : 機関選択モデル（もしくは鉄道経路選択モデル）の費用パラメータである。

式(1.11)により、機関選択モデル（もしくは鉄道経路選択モデル）の効用関数において考慮されている交通条件（例えば、所要時間、所要費用、乗換え利便性²⁷、運行頻度²⁸等）の変化による利用者便益が計測できる。

なお、このログサム変数を用いて一般化費用を算定した場合、1.2.1.3 (P.110) で述べる時間評価値について「選好接近法」を用いたことになる。

2) 便益項目の内訳の算出方法

一般化費用算定にログサム変数を用いている場合には、直接的に便益の内訳を算定することができない。

そこで、実務上、利用者便益の内訳は、ODごとに、内訳の計測対象項目（例えば乗車時間）以外のサービスレベルの変化を0として、各内訳の便益（一次値）を計測し、その便益（一次値）の項目別シェアに当該OD間の総便益を乗じて作成してよい。

(2) ログサム変数を用いない場合の一般化費用の算定方法

1) 一般化費用算定の方法

ゾーン間での特定交通機関あるいは特定経路の一般化費用は、一般的には式(1.12)で表される。

$$GC_{k,ij} = F_{k,ij} + \sum_a \left(\omega_a \cdot \sum_{pq} T_{a,k,ij,pq} \right) + \sum_b \left(\omega_b \cdot \sum_{pq} conf_{b,k,ij,pq} \right) \quad (1.12)$$

ここで、
 $GC_{k,ij}$: ゾーン*i*からゾーン*j*への交通機関または経路*k*の一般化費用[円]

²⁷ 例えば、新幹線直通運転化等による乗換え解消の効果については、需要予測において、交通機関選択モデルや鉄道経路選択モデルの説明変数の一つとして、各ゾーン間の移動中の「乗換回数」等を導入し、その需要予測モデルから算定されるログサム変数を用いて、各ゾーン間の一般化費用を算定することによって、利用者便益の計測に加味することが可能である。例えば、「新幹線直通運転化事業調査報告書」（日本鉄道建設公団（現 鉄道・運輸機構）平成13年3月）においては、利用者の交通機関の選択・利用行動を分析した上で、山形新幹線等の新幹線直通運転化による乗換え解消や、地域間の移動利便性（アクセシビリティ）改善の効果を明示的に評価できる需要予測モデルを構築した。その結果、利用者は、所要時間や費用、乗換回数等を基に利用交通機関や経路を選択しており、鉄道利用における乗換1回の解消は、乗車時間が30分程度短縮される効果と同等の価値を有することが明らかとなっている。

²⁸ 交通機関分担モデルや経路選択モデルの説明変数に運行頻度、もしくは平均待ち時間等を考慮した乗換時間を採用することにより、利用者便益の算定に当たって運行頻度の増加の効果を考慮することが可能である。

$F_{k,ij}$: ゾーン*i*からゾーンへへの交通機関または経路*k*の運賃[円]

$T_{a,k,ij,pq}$: ゾーン*i*からゾーン*j*への交通機関または経路*k*の種類*a*のリンク²⁹*p*→*q*の所要時間[分]

$conf_{b,k,ij,pq}$: ゾーン*i*からゾーン*j*への交通機関または経路*k*のリンク *p*→*q* で発生する種類*b*の旅客快適性の指標値の時間換算値[分]

ω_a, ω_b : リンクの種類*a*あるいは旅客快適性の種類*b*の時間評価値[円/分]

である。

また、リンクの種類*a*としては、鉄道乗車リンク、アクセス・イグレスリンク、乗換リンク等があり、旅客快適性の種類*b*としては、鉄道車両内における不快感や、鉄道駅での乗換利便性、運行頻度の増加等が挙げられる。ここで、アクセス・イグレスリンクの変化により、駅アクセス時間の短縮便益も算定可能である。

なお、ロジットモデル以外の需要予測モデルを使用した場合、ゾーン間に複数の交通機関あるいは複数の経路がある場合の当該ゾーン間の一般化費用の算定は、各交通機関あるいは経路の所要時間や運賃等を、それぞれの需要に応じて加重平均を行うことにより算定する。

この方法は、交通需要予測にロジットモデルが使用されていない場合においても適用可能な簡便な方法である。ただし、この加重平均による算出は理論的に課題があるため、代替的な鉄道経路が存在しない新規路線の評価のように、加重平均による一般化費用の算定でなければ対応が困難な場合にのみ適用してよい。

また、一般化費用の大きな交通機関あるいは経路が追加され、当該ゾーン間としては利便性が向上した場合、この方法では当該ゾーン間の一般化費用が悪化するよう計算されてしまうことがある。そのため、例えば、地域鉄道において、鉄道利用が通学や通院目的等に限定され、その利用者にとって代替交通機関として自家用車利用をする場合で、かつ自由に使える自家用車がないことが想定される場合、その条件に合った適切なサービス水準（送迎する人の時間価値等）を想定することが考えられる。

2) 便益項目の内訳の算出方法

すべての OD ペアについて、各 OD ペア間の費用、時間、旅客快適性の貨幣換算値をそれぞれ足し合わせ、それらの値の割合をもって内訳とする。

1.2.1.3 所要時間の貨幣換算

所要時間の短縮効果は、式 (1.13) のように、時間に時間評価値を乗ずることによって貨幣換算を行う。

$$\omega_{pq} \cdot \sum_{pq} T_{k,ij,pq} \tag{1.13}$$

ここで、

²⁹ リンクとは2地点間を結ぶ線のこと。例えば、発地→乗車駅（アクセスリンク）、乗車駅→降車駅（乗車リンク）、乗換駅での降車ホーム→乗換先の乗車ホーム（乗換リンク）、降車駅→着地（イグレスリンク）等が挙げられる。

ω_{pq} : リンク $p \rightarrow q$ に適用される時間評価値[円/分]

$T_{k,ij,pq}$: ゾーン i からゾーン j への交通機関または経路 k のリンク $p \rightarrow q$ の所要時間
[分]

である。

時間評価値は、地域や利用者の属性等によって異なる。したがってその算定については、対象地域における利用者の選択行動特性を時間と費用の変数を含む種々のサービス変数によって十分表現できるモデルが、実際の利用者行動に基づいて統計的に推定されており、その需要予測モデルのパラメータ値を用いて利用者便益を計測できる場合³⁰は、「選好接近法」を用いることとする。

ただし、データ制約等のために、「選好接近法」による時間評価値の導出が困難な場合は、その理由を明らかにした上で「所得接近法」や既存計測事例に基づく時間評価値を適用してもよい。

選好接近法：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との関係を、現実の交通行動データから分析し、時間評価値として計測しようとするものである。需要予測の際に使用したモデルの時間と運賃のパラメータから、この時間評価値を求める。

所得接近法：節約される時間を所得機会に充当させた場合に獲得される所得の増分をもって時間評価値とするものである。したがって、この場合の時間評価値は、利用者の時間当たり賃金（実質賃金率＝年間賃金／年間実労働時間）をもって算定される³¹。

ここで、所得接近法を用いる場合、便宜的に全ての利用目的や利用者の年齢³²に関わらず共通の時間評価値を仮定する。参考までに、2010年の労働賃金と労働時間のデータをもとに、全国の平均、東京都、大阪府の時間評価値（所得接近法）を示すと以下の表 1.10 の通りである。利用者の居住地に応じて、適切な値を用いることが望ましい。

表 1.10 2010年の毎月勤労統計調査に基づく時間評価値の例

	全国	東京都	大阪府
時間評価値[円/分]	36.2	47.0	39.2

資料：「毎月勤労統計調査年報－地方調査－平成22年」（厚生労働省大臣官房統計情報部）

注1：事業所規模5人以上の常用労働者1人平均月間現金給与総額（全国：317,321円/月）を常用労働者1人平均月間総実労働時間（146.2時間/月）で除して算出。

³⁰ 例えばロジットモデルによる交通機関選択モデルから得られる時間評価値は、モデルの効用関数が $V_{kij} = aT_{kij} + bF_{kij}$ の形式である場合は、 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。

³¹ 賃金、労働時間に関する調査データとしては、「毎月勤労統計調査」（厚生労働省大臣官房統計情報部、財団法人雇用情報センター）、「賃金構造基本統計調査」（厚生労働省大臣官房統計情報部、財団法人雇用情報センター）等がある。

³² 労働が可能では無い年齢の子供や高齢者等についても、時間短縮について家族が支払う意思を持っていると考えられること、鉄道がない場合は送迎等に家族の時間が機会費用として必要となること等を踏まえ、子供や高齢者等についても時間評価値を適用してよいと考えられる。

注2：平成22年の時間評価値であり、評価時点において上記と同様に最新の統計から時間評価値を算出することが望ましい。

なお、貨物鉄道の時間評価値については、所得接近法を用いることはできないため、選好接近法、機会費用法³³等を採用して時間評価値を算出する必要がある³⁴。

1.2.1.4 鉄道駅における乗換利便性の評価

鉄道駅における乗換利便性の貨幣換算は、乗換利便性を所要時間換算したうえで、それに時間評価値を乗ずることによって行う。

ここでは、時間評価値として所得接近法を用いる場合の方法を説明する。

鉄道駅での乗換利便性は、乗換時間に依存するものと、乗換時間には依存しないものと分離できる。したがって、以下の2種類の乗換利便性の貨幣換算値を合算することにより、鉄道駅での総乗換利便性を計測することができる。

ただし、ここでの使用される数値等はあくまでも目安であり、必要に応じて独自の調査結果や最新の研究成果を踏まえる必要がある。

■乗換時間に依存する乗換利便性の評価

既存の実証研究の成果³⁵より、乗換時の時間評価値は、車両乗車時の時間評価値の約2倍であることがわかっている。そこで、以下の式(1.14)を用いることにより、乗換時間に依存する乗換利便性を貨幣換算するものとする。

$$\omega_c \cdot \sum_{pq} T_{c,k,ij,pq} \quad \text{ただし、}\omega_c = 2 \cdot \omega_l \quad (1.14)$$

ここで、

ω_c ：乗換時の時間評価値[円/分]

ω_l ：乗車中の時間評価値[円/分]

$T_{c,k,ij,pq}$ ：ゾーン*i*からゾーン*j*への交通機関または経路*k*の乗換リンク $p \rightarrow q$ の所要時間 (=乗換時間) [分]

である。

■乗換時間に依存しない乗換利便性の評価

上記と同様、既存の実証研究の成果より、鉄道駅での列車から列車への乗換1回は、乗車時間約10分と同様の不効用を発生させることがわかっている。そこで、以下の式(1.15)により、乗換時間に依存しない乗換利便性を貨幣換算するものとする。

$$\omega_l (10 \cdot \lambda_{c,k,ij}) \quad (1.15)$$

³³ 機会費用 (P.65 参照) の考え方にに基づき、人々や企業の行動に要する費用を算定する方法。

³⁴ 貨物の時間評価値は、物品の価格にも依存するが、金利や倉庫代と深い関係にあると言われる。だが、現状ではまだ研究途上にあるため、本文のような記述に留めた。

³⁵ 参考文献は、例えば次のとおりである。

「シミュレーション法による構造化プロビットモデルの推定特性」(屋井鉄雄・中川隆広・石塚順一、「土木学会論文集」、No.604/IV-41、1998) P.11-21

ここで、

ω_l : 乗車中の時間評価値[円/分]

$\lambda_{c,k,ij}$: ゾーン*i*からゾーン*j*への交通機関または経路*k*の乗換回数[回]
である。

1.2.1.5 鉄道車両内混雑による不快感の評価

鉄道車両内混雑による不快感は、式(1.16)により、時間換算値として計測される³⁶。

$$\omega_l \cdot \sum_{pq} \delta_{k,ij,pq} \cdot T_{l,k,ij,pq} \cdot f_{cong}(x_{pq}, cap_{pq}) \quad (1.16)$$

ここで、

ω_l : 乗車中の時間評価値[円/分]

$T_{l,k,ij,pq}$: ゾーン*i*からゾーン*j*への鉄道経路*k*の駅*p*→駅*q*の乗車時間[分]

$f_{cong}(\cdot)$: 混雑不効用関数(混雑不効用の評価値の時間換算係数)

x_{pq} : 駅*p*→駅*q*のリンク需要量[人/時間]

cap_{pq} : 駅*p*→駅*q*のリンクの交通容量[人/時間]

$\delta_{k,ij,pq} = \begin{cases} 1 : \text{駅 } p \rightarrow \text{駅 } q \text{ のリンクがゾーン } ij \text{ 間の経路 } k \text{ 上にある場合} \\ 0 : \text{駅 } p \rightarrow \text{駅 } q \text{ のリンクがゾーン } ij \text{ 間の経路 } k \text{ 上にない場合} \end{cases}$

である。

なお、混雑不効用関数としては、以下の表1.11を用いることとする。

ただし、ここでの使用される数値等はあくまでも目安であり、必要に応じて独自の調査結果や最新の研究成果を踏まえる必要がある。

表 1.11 混雑不効用関数

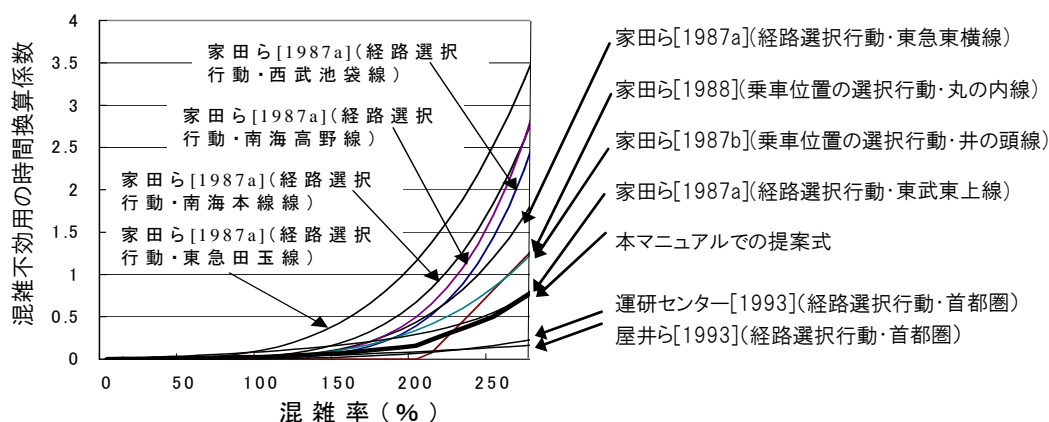
混雑率 (%)	混雑不効用関数
0以上100未満	F = 0.0270R
100以上150未満	F = 0.0828R - 0.0558
150以上200未満	F = 0.179R - 0.200
200以上250未満	F = 0.690R - 1.22
250以上	F = 1.15R - 2.37

ここで、F : 混雑不効用の評価値の時間換算係数(混雑不効用関数(= $f_{cong}(\cdot)$))

R : 混雑率[%]/100 $\left(= \frac{x_{pq}}{cap_{pq}} \right)$ である。

³⁶ 可能な限り実態に合わせて詳細に計測することが望ましい。最低限、ピーク1時間のみを対象とすることが考えられるが、混雑率が150%以上となる時間帯が1時間以上ある場合には計測対象に加えるものとする。なお、交通需要予測の結果が日ベースの場合は、大都市交通センサス等の既存統計データを用いて、駅間毎のピーク率(ピーク1時間需要量/日需要量)等を算定し、これを基にピーク時(混雑時)需要量に変換する。

なお、本マニュアルの混雑不効用関数と、既存の関連研究における代表的な混雑不効用関数との関係を図示したものが図 1.4 である。



注：図中の () 内は、それぞれ関数推定の対象とした利用者の行動ならびに路線

図 1.4 本マニュアルの混雑不効用関数と他の既存研究成果との関係

1.2.1.6 運行頻度の増加の評価

運行頻度の増加を、それに伴う平均待ち時間の減少等に換算することにより、1.2.1.3 (P.109) で述べた時間短縮便益として算定することが可能である。

1.2.1.7 輸送障害による遅延の軽減に関する便益の計測

1) 基本的な考え方

列車遅延・輸送障害対策による確率的に発生する遅延の軽減に関する便益の計測手法について解説する。

輸送障害による遅延の軽減の評価は、当該路線・区間における遅延の実態データを活用し、以下の式のとおり、遅延による時間損失額の事業実施に伴う減少分に基づいて遅延時間の短縮便益を計測する。時間損失額の期待値は、遅延が発生した際に通常時よりも余計に必要な所要時間（遅延時間）に、遅延の影響を受ける人数（影響人数）を乗じ、そのような遅延が発生する頻度（年間発生回数）と時間評価値を乗じることで、年当たりの損失額として算出される。

遅延時間の短縮便益は、以下の式 (1.17) により算出される。

$$DB = EL^0 - EL^1 \quad (1.17)$$

ここで、

DB : 遅延時間の短縮便益[円/年]

EL^0 : 鉄道整備無における期待時間損失額[円/年]

EL^1 : 鉄道整備有における期待時間損失額[円/年]

$$EL^i = \left(\sum_d \sum_{pq} AD_{d,pq}^i \times AN_{d,pq}^i \times AC_d^i \right) \times \omega_l \quad (1.18)$$

ここで、

EL^i : 期待時間損失額[円/年]

$AD_{d,pq}^i$: パターン d ³⁷の遅延が発生した時の駅 $p \rightarrow$ 駅 q 間の平均遅延時間[分/人]

$AN_{d,pq}^i$: パターン d の遅延が発生した時の駅 $p \rightarrow$ 駅 q 間の影響人数[人/回]

AC_d^i : パターン d の遅延の年間発生回数[回/年]

ω_l : 乗車中の時間評価値[円/分]

である。

なお、当該路線・区間における遅延の実態データは統計データとして整備されているものではなく、鉄道事業者が独自に把握する必要がある。そのため、評価作業において活用可能なデータがプロジェクトによって異なる可能性があり、現時点において平均遅延時間の算出方法等を一律に規定することが難しい。そこで、本マニュアルにおいては、第4編 3.2 (P.202) の評価事例において、利用可能なデータを実例に基づき想定した上で、平均遅延時間等の設定を例示している。

また、列車遅延・輸送障害対策による効果³⁸としては、遅延時間の短縮のほかに、遅延に伴う車内混雑の回避、遅延に伴う他経路への迂回の回避等の多岐にわたることが考えられる。それらの効果について便益を計測する場合は、上記計算式と同様に、期待損失額の差分により便益を計測できる。例えば、大規模支障時に別経路への迂回が発生する場合には、迂回時の経路と通常時経路との間の一般化費用の変化と迂回する需要量により消費者余剰を計測し、大規模支障の発生確率を乗じることで便益が計測できる。

2) 前提条件の設定

事業化に当たって作成する事業計画等に基づいて、以下のとおり前提条件を設定する。

①遅延の波及範囲については、個々の評価において検討し、遅延の波及範囲を適切に把握するとともに、事業実施による影響を予測できる範囲で便益を計測する。

例えば、当該事業箇所を通る人員のみや、事業箇所を含む路線を範囲とすることが想定される。

②平均遅延時間、発生頻度に関して、**without** については過去の遅延実績に基づいて、**with** については個々の評価において事業実施後の遅延を適切に設定する。

例えば、a) シミュレーション等により事業実施後の遅延を想定する、b) 他路線と同水準の遅延を想定することが考えられる。

³⁷ 適宜、複数パターンでの遅延を設定し分析する。例えば、年間発生回数は少ないが遅延時間が非常に大きいものと、定常的に発生しているが、遅延時間は大きくないものなど。

³⁸ 列車遅延・輸送障害対策による効果は、利用者のみならず、供給者への便益として計測することも考えられる。供給者便益としては、遅延発生時の対策要員の削減等が考えられるが、振替輸送の費用負担については事業者間の金銭的なやり取りであり社会的な費用となっていない場合はその費用の削減については便益として計上してはならない。

③影響人数については、遅延の解消までに要する時間の長さ等に基づいて算出することが考えられる。具体的には、遅延の実態を踏まえて、without は過去の遅延実績に基づいて、with はシミュレーション等により事業実施後の遅延を想定し、設定する。ここでは、事業実施により遅延が完全になくなるのではなく、事業を実施しても解消が困難な遅延については、with においても発生することを想定する。特に、折り返し施設の整備等、遅延の解消を早めるような事業については、個々の評価において事業実施後の遅延を適切に設定する。

1.2.1.8 事後評価における留意事項

(1) 利用者便益計測の留意点

利用者便益の計測に当たり消費者余剰法を行うためには、整備有・整備無別に各 OD の一般化費用及び需要量のデータが必要となるが、事後評価における需要量は次のとおり取り扱う³⁹。

- ・整備有の需要量は、「実績値」及び「実績値を反映した将来予測値」を用いる。
- ・整備無の需要量は、新規事業採択時評価における想定を基本に、社会経済情勢の変化等も踏まえて更新したものをを用いる。

また、整備有の一般化費用については、実績の交通サービスレベルを反映したものをを用いる。また、整備無の一般化費用についても、評価対象事業が整備されなければ実現していたであろう現実的なサービスレベルを設定する⁴⁰。

(2) 需要の将来予測の留意点

実績値を反映した将来の需要予測は、事業や地域の状況、さらには事後評価結果である事業運営の改善策の効果を勘案したうえで、より妥当と考えられる方法を採用して行う（図1.5（P.116）参照）。

具体的には、以下に示す2つの考え方が考えられる。いずれの方法による将来予測値が妥当かどうかの判断が難しい場合には両方の数値を用いて分析を行う。

ケース1：開業後5年後の実績値（図中の①）から、開業後の予測年次において新規事業採択時の予測値（同②）まで定着するという考え方

ケース2：開業後の予測年次における新規事業採択時の予測値（同②）を補正した値（同③）を用いる考え方。

補正は、例えば、事後評価時点における実績値（①）と、新規事業採択時の

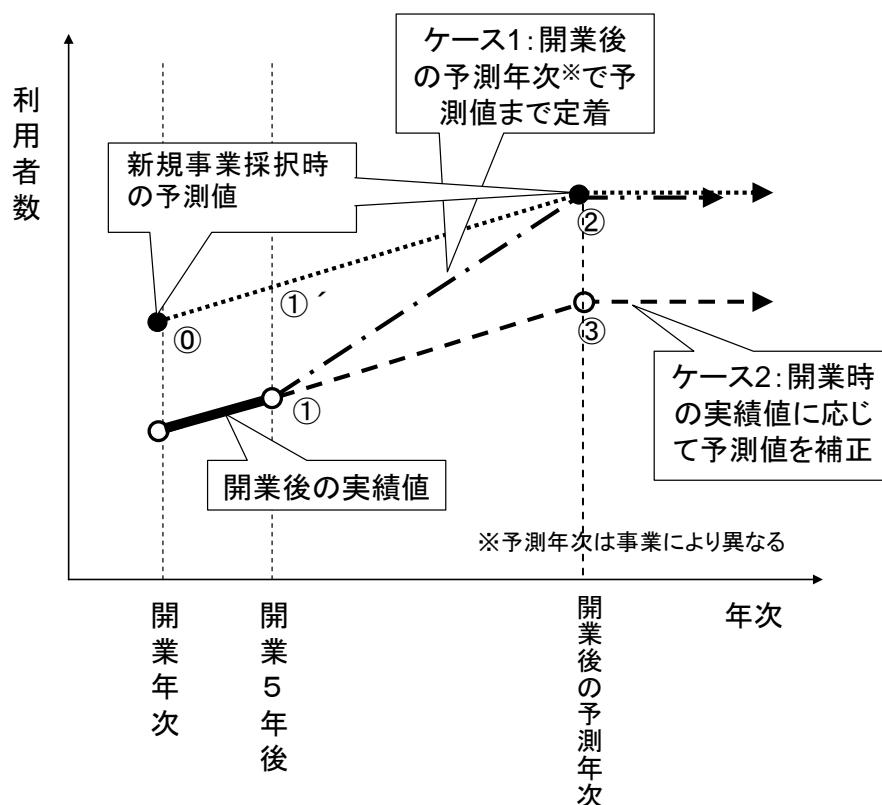
³⁹ なお、新規事業採択時と同様の需要予測を、整備無の一般化費用、需要量を得るために実施することは調査費用の面から見て困難であることが多いと考えられる。そのため、例えば、新規事業採択時の想定と大きな変化がないようであれば、新規事業採択時の輸送人員の想定と実績の比率を、新規事業採択時の利用者便益に乗じるなど簡易に計測してもよい。

ただし、新規事業採択時評価において前提としていたバス再編が進んでいないなど、事前の想定と大きく状況が異なっている場合は、新たに需要予測を実施することが望ましい。

⁴⁰ 単純に評価対象事業のみが存在しない状況を想定すると、ネットワークが途切れてしまい極端にサービスレベルが低くなってしまう場合があるが、そうした場合、便益を過大に計測してしまう可能性があるため注意が必要である。（例えば、相互直通運転している路線の一部が評価対象事業である場合等）

予測値(①及び②)を線形補完して求めた事後評価時点における予測値(①')の比率をもって行う⁴¹。

なお、予測に用いるモデルについては、新規事業採択時評価結果との乖離の要因分析を行ううえで、新規事業採択時評価で用いたモデルを用いることが基本であるが、モデルのパラメータ推定のための統計データを更新する必要がある、あるいは近年の理論に基づいたモデルではない等の理由からこれを用いることが適切ではない場合には、新たに需要予測モデルを構築することが望ましい。



資料：「新たに開業した鉄道路線の評価方法に関する調査報告書」（財団法人運輸政策研究機構、平成15年）を一部改訂

図 1.5 将来利用者数の想定方法

1.2.2 供給者便益の計測

1.2.2.1 供給者便益の計測

各 tb 年次の供給者便益は式 (1.19) の計測式によって算定する。

$$SB_{tb} = PR_{tb}^1 - PR_{tb}^0 \tag{1.19}$$

ここで、

⁴¹ すなわち、③=②×(①/①')で求める。

SB_{tb} : 各 tb 年の供給者便益[円/年]

PR_{tb}^1 : 鉄道整備有の各 tb 年の利益[円/年]

PR_{tb}^0 : 鉄道整備無の各 tb 年の利益[円/年]

$$PR_{tb}^i = IN_{tb}^i - OE_{tb}^i \quad (1.20)$$

ここで、

PR_{tb}^i : 鉄道整備有無($i=0$: 無、 $i=1$: 有。以下同様)の各 tb 年の利益 [円/年]

IN_{tb}^i : 鉄道整備有無の各 tb 年の全供給者の消費税率(=0.05)除外済みの実質価格で計上した営業収入[円/年]

OE_{tb}^i : 鉄道整備有無の各 tb 年の全供給者の消費税率(=0.05)除外済みの実質価格で計上した営業支出[円/年]

である。

ここで、便益の計測対象は以下のとおりである。

- ・ 当該事業者及び競合または補完する鉄道事業者の供給者便益については計測対象とする。
- ・ 競合または補完する鉄道以外の交通機関（航空、バス等）の供給者便益については、長期の計算期間の中での事業者の増便や減便、参入や撤退等の行動変化を予測することが困難であるため計測対象外とする⁴²。

1.2.2.2 財務分析結果に基づく供給者便益の計測手法

財務分析結果に基づく供給者便益の計測手法については、損益計算書の項目に沿うと、次式 (1.21) で算定される。

$$SR_{tb}^i = NI_{tb}^i - NE_{tb}^i \quad (1.21)$$

ここで、

SR_{tb}^i : 各 tb 年の供給者便益[円/年]

NI_{tb}^i : 各 tb 年の消費税率(=0.05)除外済みの営業収益（純営業収入） [円/年]

NE_{tb}^i : 各 tb 年の消費税率(=0.05)除外済みの営業費（純営業支出） [円/年]

である。

なお、表 1.12 (P.118) は、損益計算書を利用した供給者便益計測の処理方法について示

⁴² 競合または補完する交通事業者が増便や減便、参入や撤退等により適正な事業規模に変更することが容易であるため、長期の計算期間の中での当該事業者の行動変化を予測することは困難である。
 なお、そもそも競合または補完する交通事業者が適正な事業規模に変更することが期待できるような場合には、当該事業者の収益等の変化は無視できるほど小さいと仮定してもよい。例えば、エアライン（航空事業者）について、「空港整備事業の費用対効果分析マニュアル Ver.4」（国土交通省航空局、平成18年3月）における取扱い、すなわち「エアラインは、空港整備に伴って期待される需要に対し、空港使用料等を含めた営業費をまかなえる運賃、料金を設定し事業経営を行っている。しかし、各エアラインは、他エアライン、他交通機関との競合もあり、超過利潤が発生するという特段な理由がないため、その供給者便益は無視できるものと考えても良い」に従い、減収は無視してもよい。
 また、当該鉄道の整備によってバス路線が廃止になったとしても、そのバス事業者が路線再編成を行って、当該鉄道整備がなかった場合と同水準の収益をあげることが期待できるようなケースでは、このバス事業者の供給者便益はカウントしないなどの措置を行うことが挙げられる。

したものである。ここでは採算性分析との違いについて理解を容易とするため、採算性分析における処理も併記した。網掛けの項目が供給者便益の計測において計上するものである。

表 1.12 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	採算性分析における処理
(1)営業収益	旅客、貨物収入、雑収入等		実質ベースで算定するため、運賃上昇率は除外して計上する。	運賃上昇率を考慮して計上する。
(2)営業費				
①運送費等	運送、維持修繕費 ⁴³ 、宣伝費、福利厚生、一般管理費	労務費	実質ベースで算定するため、人件費上昇率は除外して計上する	人件費上昇率を考慮して計上する。
		材料費	実質ベースで算定するため、物価上昇率は除外して計上する	物価上昇率を考慮して計上する。
②諸税	印紙税、固定資産税、都市計画税等		計測対象とする。	同左
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)	計上する。
(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		計測対象とする。	
(8)純利益			—(対象外)	

上表において整理した、費用便益分析における供給者便益の計測と採算性分析の異なる点は以下のとおりである。

1) 基準年度価格による計測

採算性分析では一般に物騰等が考慮されるが、費用便益分析での費用は基準年度の実質価格で評価する。ただし、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ことが必要な場合もある。

2) 計算価格による計測

財務分析では市場価格⁴⁴によって営業費等が計測されるが、費用便益分析での費用は「計算価格」に換算する必要がある。具体的には、以下のような換算を行う必要がある。

⁴³ 将来にわたる鉄道施設の機能維持のための適正な維持修繕費等を見込んだものである必要がある。また、災害に係る保険が必要と考えられる場合は、保険料を計上する。

⁴⁴ 市場価格とは、事業主体の実収入や実支出に当たる価格であり、旅客・貨物収入等の収入設計・積算担当者から提出される建設投資額、運営担当者から提出される人員配置費、維持修繕等の費用を指す。

① 税金の除外

採算性分析では計上している工事や施設の維持修繕費に関わる消費税を、費用便益分析では移転所得⁴⁵として除外する。

② 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り、ある基準に従って定期的に資金を積み立てる費用である。だが、国民経済的に見ると、費用は積み立て時点ではなく、実際に事業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方は、採算性分析上は考慮するが、費用便益分析では考慮しない。

③ 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、財務分析では考慮するが、建中利息も含めて費用便益分析では考慮しない。

なお、運営費補助が想定されている場合であっても、国民経済的に見ると、費用便益分析では移転所得であるため除外する。

1.2.3 環境等改善便益の計測

1.2.3.1 環境等改善便益計測の対象範囲

鉄道整備事業は、建設中においても環境等に対して様々な影響を及ぼすことが考えられるが、本マニュアルでは、供用開始後に発生する環境等改善便益のみを対象とする。

具体的には以下表 1.13 (P.120) のとおりである⁴⁶。

⁴⁵ 移転所得とは、生産・消費に直接寄与することなく、単なる個人や法人、政府等の主体間の所得の移転のこと。

⁴⁶ また、鉄道整備によって影響を受け得る環境等の種類は本マニュアルで取り上げているものだけではなく、例えば、水質汚濁、振動、地盤沈下、地形・地質の変質、動植物への影響、景観の変化、文化的遺産への影響等が考えられるが、現段階ではそれらを貨幣換算することが技術的に困難であることから、本マニュアルでは取り扱わない。例えば、鉄道整備に係る騒音については、本マニュアルにおいて計測対象としている車両外騒音のみならず、車両内騒音も重要である。また、地下高速鉄道については、車窓からの景色が見えないといった不効用もあるが、いずれも貨幣換算の対象としていない。

表 1.13 対象とする環境等の種類⁴⁷

種類	便益
地球的環境	CO ₂ 排出量削減による地球環境改善便益
局地的環境	NO _x の排出量削減による局所的環境改善便益
	道路騒音の改善による局所的環境改善便益
	鉄道騒音の改善による局所的環境改善便益
道路交通	道路交通事故減少便益
	道路混雑の緩和

また、計測の対象範囲は原則的に鉄道整備により環境等が影響を受け得る全ての交通機関からの影響とする。ただし、影響範囲が広範であること等の実務的な限界が存在するため、各事業の特性を勘案して適切な影響範囲を設定する。

さらに、環境等改善便益計測における種々の前提条件については、評価対象事業の需要予測結果及び評価の前提条件（自動車の速度設定、関連事業者の列車本数の変化等）と整合させる必要がある。但し、実務上、整合を図ることが困難な場合は、その旨を明記する。

1.2.3.2 環境等改善便益の計測

環境等改善便益の計測は、式(1.22)に示すような計測式によって、年度ごとに計測する。

$$EB_{tb} = \sum_p EB_{p,tb} \quad (1.22)$$

$$EB_{p,tb} = EB_{p,tb}^1 - EB_{p,tb}^0 \quad (1.23)$$

ここで、

EB_{tb} : 各 tb 年の総環境等改善便益[円/年]

$EB_{p,tb}$: 環境等の種類 p の各 tb 年の改善便益[円/年]

$EB_{p,tb}^0$: 鉄道整備無における環境等の種類 p の各 tb 年の貨幣換算値[円/年]

$EB_{p,tb}^1$: 鉄道整備有における環境等の種類 p の各 tb 年の貨幣換算値[円/年]

である。

1.2.3.3 CO₂ 排出量削減による地球環境改善便益の計測

地球的環境改善便益（CO₂ 排出量）は地球環境へ影響を与える要因であるため、全交通機関を計測対象として、交通機関毎に排出量を算定し、それらを合算して求める。

CO₂の排出量の算定については、1.1.6.1 CO₂の排出量の算定（P.100）を参照されたい。

算定されたCO₂の排出量に貨幣換算原単位を乗じて貨幣換算する。ここで、貨幣換算原単位としては、「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）」に示されている原単位10,600円/トン・C（2006年価格）を乗じて貨幣換算する⁴⁸。

⁴⁷ なお、ディーゼル機関車のNO_xや道路交通のSPMについては、現時点において標準的な評価方法が確立していないため計測対象外とするが、今後の関連調査、研究の状況を踏まえ対応していくこととする。

⁴⁸ この原単位は、今後の研究動向を踏まえながら適宜見直しを行うものとする。

1.2.3.4 NO_xの排出量削減による局所的環境改善便益の計測

NO_xについては、鉄道運行にかかる排出が道路交通の排出と比較して極めて微小と考えられるため、道路交通のみを計測対象とする。

NO_xの排出量の算定については、1.1.6.2 NO_xの排出量の算定(P.102)を参照されたい。
算定されたNO_xの排出量をもとに、以下の原単位を用いて貨幣換算を行う。

表 1.14 NO_xの貨幣換算原単位

沿道状況	DID地区	その他市街部	非市街部	
			平地部	山地部
原単位 (万円/トン)	292	58	20	1

注：以上の原単位は平成17年価格である⁴⁹。

資料：「道路投資の評価に関する指針(案)」(道路投資の評価に関する指針検討委員会、平成10年6月) P.79

1.2.3.5 道路騒音の改善による局所的環境改善便益の計測

道路騒音の等価騒音レベルの算定については、1.1.6.3 道路騒音の等価騒音レベルの算定(P.102)を参照されたい。

算定された道路騒音の等価騒音レベル(dB(A))に表1.15の原単位(万円/dB(A)/km/年)を乗じることで、道路延長1km当たりの騒音の貨幣換算値(万円/km/年)が算出される。

表 1.15 騒音の貨幣換算原単位(道路延長1km当たり)

沿道状況	DID地区	その他市街部	非市街部	
			平地部	山地部
原単位 (万円/dB(A)/km/年)	240	47.52	16.56	0.72

注：以上の原単位は平成17年価格である⁵⁰。

資料：「道路投資の評価に関する指針(案)」(道路投資の評価に関する指針検討委員会、平成10年6月) P.79

1.2.3.6 鉄道騒音の改善による局所的環境改善便益の計測

鉄道騒音には車両内騒音と車両外騒音があり、ここでは車両外騒音について解説する。

鉄道騒音の等価騒音レベルの算定については、1.1.6.4 鉄道騒音の等価騒音レベルの算定(P.102)を参照されたい。

鉄道騒音に関しては、「在来鉄道の新設または大規模改良に際しての騒音対策の指針について」(環大-第174号環境庁大気保全局長通知、平成7年12月20日)に基づいて、騒音対策が適切かつ円滑に実施されることが指導されており、昼間(7~22時)については60[dB(A)]以下にすることが定められている。

そこで、本マニュアルでは、等価騒音レベルが60[dB(A)]以下の騒音については、鉄道による影響が発生しないものとする。

⁴⁹ なお、この原単位については価格年次によりデフレートすることが難しいため、この平成17年価格を任意の価格年次として利用してよい。

⁵⁰ なお、この原単位については価格年次によりデフレートすることが難しいため、この平成17年価格を任意の価格年次として利用してよい。

従って、以下の要領で貨幣換算値を算定する。

- イ) 1.1.6.4 (P.102) で算定された鉄道騒音の等価騒音レベルが、事業有と事業無の両方とも 60[dB(A)]以上の場合には、その差分に道路と同じ貨幣原単位である表 1.15 の原単位を乗じて、効果を貨幣換算する。
- ロ) 1.1.6.4 で算定された鉄道騒音の等価騒音レベルが、事業有と事業無のいずれか片方が 60[dB(A)]以上、他方が 60[dB(A)]以下の場合には、60[dB(A)]以上の等価騒音レベルと 60[dB(A)]との差分について、道路と同じ貨幣原単位である表 1.15 の原単位を乗じて、効果を貨幣換算する。
- ハ) 1.1.6.4 で算定された鉄道騒音の等価騒音レベルが、事業有と事業無のいずれも 60[dB(A)]以下の場合には、鉄道騒音の変化による効果はないものとみなす。

1.2.3.7 道路交通事故減少便益の計測

交通事故減少便益については、鉄道運行にかかる事故の発生確率が道路交通と比較して極めて小さいため、道路交通による交通事故のみを計測対象とする。

各リンクの損失額 Y は、表 1.16 の算定式によって求める。

この損失額には人身事故によるものと物損事故によるものが含まれている。この算定においては、「中央分離帯」の有無が考慮されていることが望ましい。ただし、中央分離帯のデータを入手することが困難である場合には、4車線以上の区間について当分の間それらの要因を考慮しない算定式（下表 1.17）を使用しても良い。

表 1.16 交通事故損失額の算定式

道路・沿道区分			交通事故損失算定式	
一般道路	D I D	2車線	$AA_{ii} = 2150 \times X_{1i} + 530 \times X_{2i}$	
		4車線以上	中央帯無	$AA_{ii} = 2000 \times X_{1i} + 530 \times X_{2i}$
			中央帯有	$AA_{ii} = 1700 \times X_{1i} + 530 \times X_{2i}$
	その他市街地	2車線	$AA_{ii} = 1670 \times X_{1i} + 550 \times X_{2i}$	
		4車線以上	中央帯無	$AA_{ii} = 1580 \times X_{1i} + 500 \times X_{2i}$
			中央帯有	$AA_{ii} = 1140 \times X_{1i} + 500 \times X_{2i}$
	非市街部	2車線	$AA_{ii} = 1330 \times X_{1i} + 660 \times X_{2i}$	
		4車線以上	中央帯無	$AA_{ii} = 1100 \times X_{1i} + 570 \times X_{2i}$
			中央帯有	$AA_{ii} = 950 \times X_{1i} + 570 \times X_{2i}$
高速道路			$AA_{ii} = 360 \times X_{1i}$	

資料：「費用便益分析マニュアル」（国土交通省道路局 都市・地域整備局、平成20年11月）P.13

表 1.17 交通事故損失額の算定式

（中央帯の有無を考慮しない場合）

道路・沿道区分			交通事故損失算定式
一般道路	D I D	4車線以上	$AA_{ii} = 1760 \times X_{1i} + 530 \times X_{2i}$
	その他市街部		$AA_{ii} = 1260 \times X_{1i} + 500 \times X_{2i}$
	非市街部		$AA_{ii} = 1030 \times X_{1i} + 570 \times X_{2i}$

資料：「費用便益分析マニュアル」（国土交通省道路局 都市・地域整備局、平成20年11月）P.14

AA：各リンクにおける交通事故の社会的損失（千円／年）

X₁：各リンクにおける走行台キロ（千台 km／日）

X₂：各リンクにおける走行台箇所（千台箇所／日）

1.2.3.8 道路混雑緩和便益の計測

地方都市等における鉄道の整備に当たっては、自動車利用から鉄道利用への転換に伴う道路混雑緩和の効果が期待される場合がある。ここでは、道路混雑の緩和による走行時間短縮便益及び走行経費減少便益の計測手法を示す。なお、当該便益は1.2.1 (P.105) で述べた利用者便益と重複計上しないよう留意する必要がある（留意事項は(2)に示す）。

(1) 便益計測方法

道路混雑の緩和による走行時間短縮便益及び走行経費減少便益の計測は、以下に示すとおり、1) 需要予測、2) 便益の計測の手順で行う。

1) 需要予測

① 交通機関分担モデルによる需要予測

まず、自動車利用から鉄道利用への転換に伴う自動車の旅行速度変化を適切に見込んで⁵¹、交通機関分担モデルにより、鉄道利用及び自動車利用の需要予測を行う。なお、旅行速度変化の想定等に当たっての留意事項は(2)に後述する。

② 自動車交通量配分モデルによる交通量配分

次に、上記①により予測された自動車利用の OD 交通量を用いて、自動車交通量配分計算を行う。この配分計算の結果、すなわち with における交通量及び走行時間（旅行速度から算定）と without における交通量及び走行時間を用いて便益計測を行う。

2) 便益の計測

① 走行時間短縮便益

走行時間短縮便益は、with、without 別に算定した総走行時間費用の差により算定される。総走行時間費用は、下式のとおり各トリップのリンク別車種別の走行時間に、車種別の時間価値原単位を乗じて、トリップ全体で集計して算出する。

ただし、ここでのトリップ全体とは、鉄道整備によって鉄道利用に転換した旅客分を除いたものである。

$$BT = \sum_j \sum_l (Q_{jl} \times T_{jl} \times \alpha_j) \times 365 \quad (1.24)$$

⁵¹ 自動車利用から鉄道利用への転換に伴う自動車の旅行速度変化を考慮しなければ鉄道需要が過大になり、その結果、便益の過大計上となるため、自動車の旅行速度変化を適切に見込む必要がある。その際、②の自動車交通量配分モデルによる交通量配分結果として推計される自動車の旅行速度変化との整合性が確保されていることが望ましい。なお、本来は、①における想定と②における推計結果が整合が図られるよう収束計算等を行うべきであるが、計算作業のコストが膨大となるため、ここでは便宜的な方法を示した。

ここで、 BT : 総走行時間費用(円/年)
 Q_{jl} : リンク l における車種 j の交通量(台/日)
 T_{jl} : リンク l における車種 j の走行時間 (分)
 α_j : 車種 j の時間価値原単位(円/分・台)
 j : 車種
 l : リンク

である。

表 1.18 車種別の時間価値原単位 (α_j)

単位：円/分・台

車種(j)	時間価値原単位
乗 用 車	40.10
バ ス	374.27
乗用車類	45.78
小型貨物車	47.91
普通貨物車	64.18

注：平成20年価格

注：時間価値原単位については、地域または道路種別によって差が生じることも考えられる。各地域または道路種別によって独自に設定されている数値がある場合、それらを用いてもよい。ただし、その場合は、原則として、数値及びその算定根拠について公表するものとする。

資料 「費用便益分析マニュアル」(国土交通省道路局 都市・地域整備局、平成20年11月) P.7

② 走行経費減少便益

走行経費減少便益は、with、without 別に算定した総走行経費の差により算定される。総走行経費とは、燃料費、油脂(オイル)費、タイヤ・チューブ費、車両整備(維持・修繕)費、車両償却費等であり、各項目について走行距離単位当たりの原単位(円/台・km)に、各リンクの交通量とリンク長を用いて算定する。

$$BR = \sum_j \sum_l (Q_{jl} \times L_l \times \beta_j) \times 365 \quad (1.25)$$

ここで、 BR : 総走行経費(円/年)
 Q_{jl} : リンク l における車種 j の交通量(台/日)
 L_{jl} : リンク l の延長(km)
 β_j : 車種 j の走行経費原単位(円/台・km)
 j : 車種
 l : リンク

である。

表 1.19 車種別の走行経費原単位 (β_j)

単位：円/台・km

道路種別	速度(km/h)	乗用車	バス	乗用車類	小型貨物	普通貨物
一般道 (市街地)	5	44.82	114.46	46.00	34.40	77.94
	10	32.54	96.41	33.62	29.42	63.97
	15	28.26	89.42	29.30	27.32	57.23
	20	26.02	85.31	27.02	26.00	52.54
	25	24.60	82.46	25.58	25.03	48.86
	30	23.62	80.32	24.58	24.26	45.84
	35	22.90	78.66	23.85	23.65	43.34
	40	22.63	77.76	23.57	23.30	41.81
	45	22.46	77.12	23.39	23.03	40.63
	50	22.37	76.71	23.29	22.85	39.79
	55	22.37	76.53	23.29	22.75	39.30
60	22.44	76.57	23.36	22.74	39.18	
一般道 (平地)	5	35.60	90.90	36.54	28.30	66.45
	10	25.26	75.81	26.11	24.35	56.40
	15	21.62	69.79	22.44	22.60	50.96
	20	19.69	66.16	20.48	21.44	46.91
	25	18.46	63.60	19.23	20.57	43.60
	30	17.60	61.64	18.35	19.87	40.83
	35	16.97	60.10	17.70	19.30	38.49
	40	16.65	59.14	17.37	18.92	36.87
	45	16.43	58.42	17.14	18.63	35.59
	50	16.29	57.93	16.99	18.42	34.64
	55	16.22	57.65	16.92	18.29	34.02
60	16.22	57.58	16.92	18.24	33.75	
一般道 (山地)	5	33.68	85.96	34.57	27.01	64.03
	10	23.74	71.48	24.55	23.27	54.80
	15	20.24	65.67	21.02	21.59	49.63
	20	18.38	62.15	19.12	20.47	45.72
	25	17.19	59.64	17.91	19.62	42.49
	30	16.35	57.72	17.06	18.94	39.77
	35	15.74	56.21	16.42	18.38	37.47
	40	15.41	55.23	16.09	17.99	35.83
	45	15.18	54.49	15.84	17.70	34.52
	50	15.02	53.98	15.69	17.48	33.55
	55	14.94	53.69	15.60	17.34	32.91
60	14.93	53.60	15.59	17.28	32.60	
高速・地域 高規格	30	11.00	41.19	11.51	15.04	35.25
	35	10.51	39.88	11.01	14.55	33.22
	40	10.15	38.85	10.64	14.14	31.50
	45	9.87	38.05	10.35	13.82	30.11
	50	9.67	37.46	10.14	13.58	29.04
	55	9.54	37.08	10.00	13.41	28.28
	60	9.46	36.90	9.93	13.32	27.85
	65	9.44	36.91	9.90	13.30	27.75
	70	9.47	37.10	9.94	13.35	27.97
	75	9.55	37.49	10.03	13.48	28.52
	80	9.69	38.08	10.17	13.69	29.41
85	9.89	38.86	10.38	13.97	30.65	

注：平成20年価格

注：設定速度間の原単位は直線補完により設定する。

注：60km/hを超える速度については、60km/hの値を用いる。

資料 「費用便益分析マニュアル」(国土交通省道路局 都市・地域整備局、平成20年11月) P.10,11

(2) 留意事項

下図 1.6 に示すとおり、(1) において走行時間短縮便益及び走行経費減少便益の対象としているのは、鉄道整備後も自動車を利用する旅客 (A) にとっての総走行時間費用の短縮及び走行経費の減少である。

ここで、1.2.1 (P.105) で述べた消費者余剰法を用いて利用者便益を算定する場合、自動車の旅行速度変化を見込んだ一般化費用の数値を用いると、道路混雑緩和便益 (A) も含めて利用者便益が計測される。そのため、利用者便益の算定に当たっては、(A) の重複計上を回避するために、自動車利用の所要時間及び走行経費について without 時と同じ水準を用いる。なお、鉄道整備に伴って自動車利用から鉄道利用に転換した旅客 (B) にとっての時間短縮便益及び走行経費減少便益は、1.2.1 で述べた利用者便益において計上済みである。

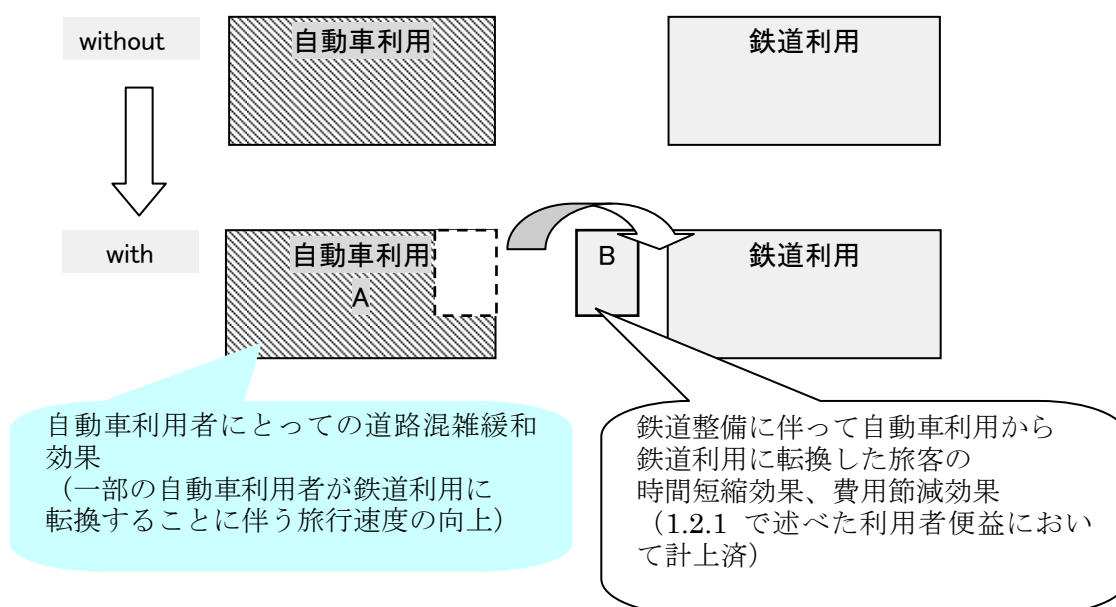


図 1.6 道路混雑緩和便益の計測範囲

1.2.4 存在効果に関する便益の計測

1.2.4.1 存在効果に関する便益計測の考え方

存在効果に関する便益は、以下の式で計算される。

$$EE = \sum_a (WTP_a \times H_a) \quad (1.26)$$

ここで、

EE : 存在効果に関する便益 (円)

WTP_a : 地域 a における存在効果に関する世帯（または人）当たり支払意思額
（円/世帯または円/人）（鉄道プロジェクトの有無の差分について計測）

H_a : 便益計測対象の世帯数（または人数）（世帯または人）

である。

利用者便益、供給者便益、環境等改善便益は、主に鉄道等の利用行動に基づいて発現する効果であるが、需要予測において考慮されていない存在効果等については、利用行動に基づく分析が困難である。鉄道プロジェクトによる効果は、主に利用者における利便性等であり、存在効果に関する便益を計測する必要があるかについて慎重に検討する必要がある。対象事業にとって存在効果が非常に重要な効果である場合⁵²で、かつ、他の便益との重複がないように計測できる場合のみ、分析対象としてよい。

支払意思額の計測については、1.1.5.1 存在効果の向上（P.97）を参照されたい。

世帯数（または人数）については、居住地等における発地点調査の場合は調査範囲内の世帯数（または人数）等とし、鉄道駅等における着地点調査の場合は鉄道利用者数等とする。

1.2.4.2 最低限確認すべき事項

鉄道の存在効果を対象に CVM を適用する際は、特に、集計範囲の設定、便益額の提示について留意する。

1) 便益集計範囲の設定

基本的に、鉄道の存在効果は鉄道を利用しない人にも帰着するものであることから、地域住民全体を対象として便益を集計する。

CVM のアンケート調査の手法としては、鉄道駅への来訪者に配布する方式（着地点調査）と、鉄道利用者の居住地を対象に配布する方式（発地点調査）がある。着地点調査の場合、施策によって新たに鉄道利用者となる人は調査対象にできない。そのため、地域住民全体を便益集計の対象とする場合には、発地点調査を基本とする。

この発地点調査の場合、鉄道の利用圏域を踏まえて調査範囲を設定する。他経路等の利用者の方が多いと考えられる地域は、調査範囲とはしないことが望ましい。

便益の集計範囲は、効果の波及範囲に対して過大にならないように設定する必要がある。集計範囲の設定方法として表 1.20（P.128）の 4 つの方法が考えられる。いずれの手法についても課題があるため、複数の方法を組み合わせることで、集計範囲の設定に関する妥当性を確保する。具体的には、アンケート調査の実施前には、「①利用率・認知率方式」及び「②外的基準方式」を可能な限り両方用いることが望ましい。一方、アンケート調査の実施後には、「①利用率・認知率方式」、「②外的基準方式」、「③支払意思額距離減衰方式」及び「④支払意思額信頼性方式」を可能な限り全て用いることが望ましい。

⁵² 地域鉄道に係る事業、駅改良に係る事業等で、交通機関利用時以外の安心感、満足感が重要である場合。

表 1.20 集計範囲の設定方法の特徴

方式	集計範囲の設定方法	特徴
①利用率・認知率方式	事業箇所の利用経験、事業に対する認識がある世帯には便益があると考えられるため、利用率や認知率の減衰傾向に基づいて集計範囲を設定する。 具体的には、事業箇所の供用開始前に評価をする場合は類似施設、供用開始後に評価をする場合は当該施設における利用及び認知の実態等を参考とする。	支払意思額に比べて低減傾向が明確である。 事業箇所の供用開始前に評価をする場合、供用開始後の利用率や認知率は把握が困難である。
②外的基準方式	調査結果から集計範囲を得ることは容易ではないため、既存事例における集計範囲の設定実績、事業費を負担する自治体かどうか、日常生活行動範囲等の外的基準に基づいて集計範囲を設定する。	対外的な説明が容易である。 便益帰着範囲と集計範囲を一致させる方法ではなく、当該外的基準を採用することについて根拠を明確にする必要がある。
③支払意思額距離減衰方式	事業箇所から遠ざかるに従って、支払意思額は低減し、最終的にはほぼゼロになると考えられる。そこで、支払意思額の減衰傾向を確認し、支払意思額がほぼゼロになるまでの範囲を集計範囲とする。	集計範囲を便益帰着範囲と一致させられるため、理論整合的である。 実際に計測される支払意思額はゼロに減衰せず、減衰傾向も明確ではないことが多い。
④支払意思額信頼性方式	事業に価値を見出していない回答者の支払意思額は、統計的な信頼性が低いと考えられる。事業箇所からの距離帯等別に支払意思額の統計的な信頼性を分析し、信頼性の高い範囲を集計範囲とする。	信頼性の有無の判断方法が確立していない（例えば、①支払意思額を算定するための関数における信頼性に関する指標の傾向（尤度比の大きさ等）を確認する、②利用頻度、世帯所得等の支払意思額との関係性が期待される要因について、支払意思額を算定するための関数の説明変数に設定して、t値の絶対値の大きさ等により統計的な有意性を確認する、等が考えられる）。信頼性が低いことと受益者ではないことが同義ではない。

出典)「河川環境整備事業の便益集計範囲の設定方法」(今野水己・森地茂、「土木学会論文集 B」、平成 21 年)より作成

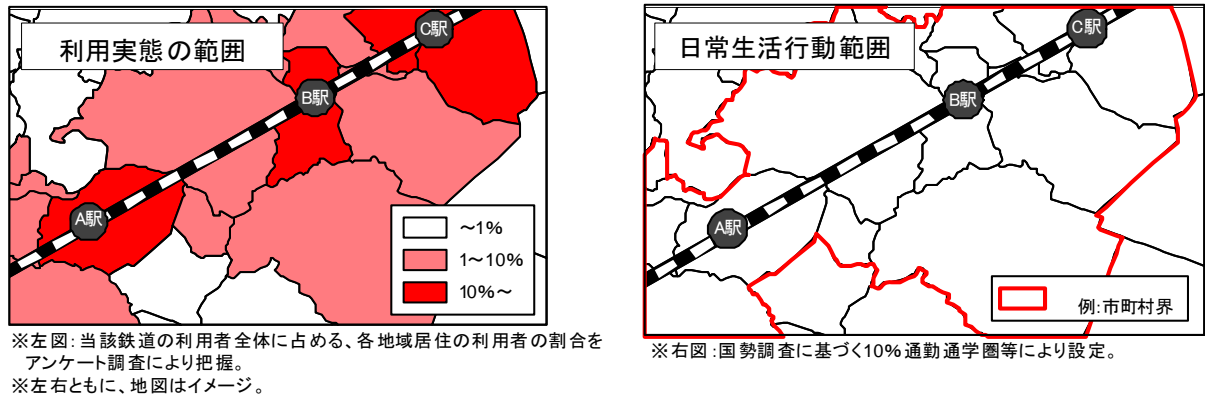


図 1.7 利用実態の範囲、日常生活行動範囲のイメージ

2) 便益の提示

便益を提示する際は、便益総額の内訳として、CVMに基づく便益を把握できるように提示することが望ましい。

第2章 鉄道駅の改良に関する評価

鉄道駅の改良に関する評価

本章では、鉄道駅の改良について、次に示す事項を解説する。

- ・事業による効果・影響の評価
- ・費用便益分析（特に、利用者便益及び供給者便益）

なお、鉄道駅の改良による効果は幅広く波及することが期待されることから、鉄道駅の改良により他章に整理された便益が期待される場合は、その便益を計上してもよい。

例えば、駅の混雑が鉄道輸送の障害となっている場合は、駅の改良による混雑緩和の便益として、輸送障害による遅延の軽減に関する便益（1.2.1.7（P.113）参照）を計測することが考えられる。

2.1 事業による効果・影響の評価

評価指標の選定の考え方に対する理解を助けるため、事業特性に応じた、評価に当たっての重要な視点、その評価の視点を表現し得る指標及び計測のための分析手法を例示した。ただし、実際の評価に用いる評価項目については、評価対象事業ごとに、評価の前段に整理された事業の目的に繋がるものを設定する必要がある。

2.1.1 利用者への効果・影響に関する評価例

鉄道駅の改良に関する「利用者への効果・影響」については、当該鉄道事業の整備によって、当該駅を利用する者が直接受けるサービス改善等の効果や影響を整理する。例えば、駅出入口からホームまでの移動時間の短縮、踏切待ち時間の解消・短縮、ホーム等での列車待ち時間中の快適性向上等である。

(1) 事業の目的に繋がる評価項目の設定

相互直通運転等による列車運行形態の複雑化・高密度化及びホーム上の混雑から発生する定常的な遅延並びに輸送障害時において、ダイヤ復旧を円滑化するための対策を講じるため、駅の大規模改良工事を推進する必要がある。

この「列車遅延・輸送障害対策」に関する指標としては、例えば、定性的効果として、「コンコース・通路等の拡幅等に伴い、混雑が緩和される」「ホーム上の混雑緩和によって遅延の解消・短縮が期待される」が考えられる。

(2) 混雑の緩和による評価

定量的指標としては、事業実施有無による「解消される遅延時間、短縮される列車乗降時間」（〇分→〇分、〇秒→〇秒）が考えられる。この遅延時間の変化について、整備無について実測により把握し、整備有について計画内容に基づき把握し、算定することが可能である。

2.1.2 住民生活に関する評価例

(1) 事業の目的に繋がる評価項目の設定

これまで駅表裏の移動のためにボトルネック踏切を通る必要があり、駅表裏の一体性が乏しかった地域において、鉄道駅の改良により整備以前に利用者が強いられていた踏切待ちが解消されるような場合、住民生活の利便性に与える影響が大きいと考えられ、「駅表裏の一体化に伴う移動円滑化」という視点からの評価が重要である。

この「駅表裏の一体化に伴う移動円滑化」を表現する指標としては、例えば、事業実施有無による「駅表裏の主要施設間の歩行による所要時間の変化」が考えられる。

(2) 所要時間の変化による評価

この所要時間の変化については、整備無について実測により把握し、整備有について計画内容に基づき把握し、算定することが可能である。

2.2 費用便益分析

2.2.1 利用者便益の計測

本節では、鉄道駅の改良に関する次に示す利用者便益の計測について解説を行う。

- ・移動時間・移動抵抗低減便益
- ・混雑解消・待ち時間短縮便益
- ・コンコースや通路整備に伴う混雑緩和による移動時間の短縮便益
- ・駅舎の橋上化等に伴う踏切待ち時間解消便益
- ・乗換経路のわかりやすさの向上による移動時間の短縮便益

2.2.1.1 移動時間・移動抵抗低減便益の計測

移動時間・移動抵抗低減便益とは、駅利用者の歩行時等の移動時間が、鉄道施設整備等によって短縮される便益である。具体的には、

- ・改札口や通路整備による駅利用者歩行動線の短絡化
- ・エレベーター・エスカレーター整備による駅利用者の移動時間・移動抵抗低減
- ・配線変更等による乗継の円滑化

等があげられる。

移動時間・移動抵抗低減便益は、消費者余剰法によって計測する。具体的には、式(2.1)によって、年度毎に算出される。

$$UB_{tb} = \sum \frac{1}{2} (Q^0 + Q^1) (C^0 - C^1) \quad (2.1)$$

ここで、

UB_{tb} : 各 tb 年の移動時間・移動抵抗低減便益 (以下、 tb は省略) (円/年)

Q^0 : 整備無の駅通路利用者数 (人/年)

Q^1 : 整備有の駅通路利用者数 (人/年)

C^0 : 整備無の通路利用の一般化費用 (円)

C^1 : 整備有の通路利用の一般化費用 (円)

である (変数の右肩の「0」は整備無、「1」は整備有を表す)。

整備有無の、駅通路利用者数については、当該駅の利用状況、駅周辺の都市側事業による利用者数への影響等も加味しながら適切な数値を設定する。

また、整備有無の通路利用の一般化費用 C^0 、 C^1 算定に用いる時間評価値は、基本的にロジットモデル等に基づく需要予測モデルを活用した選好接近法を使用して算定する。一方、データ制約等により簡易に需要予測が実施される場合等、そのような需要予測モデルが存在しない場合は、所得接近法によるものとする。

所得接近法による場合、上り階段、下り階段、エスカレーター等の移動抵抗の違いを明示的に評価するため、例えば、以下のような時間評価値 ω に対する係数を用いてもよい。

$$GC = T \cdot \omega \cdot (1 + \alpha) \quad (2.2)$$

ここで、

GC : 一般化費用 (円)

T : 所要時間 (分)

ω : 時間評価値 (円/分)

α : 上り、下り、水平移動、エスカレーター別係数

である。

なお、 α の具体の数値については、「平成 11 年度都市鉄道調査 (一般調査) 駅等施設改良事業の具体事案、改良の可否の検討に関する調査」(財団法人運輸政策研究機構、平成 12 年 3 月) の調査結果に基づき、以下のように設定した。

表 2.1 上り階段、下り階段、水平移動、エスカレーター別係数

通路状況	上り階段	下り階段	水平移動	エスカレーター
係数 α	0.65	0.53	0.25	-0.11

注：「平成 11 年度都市鉄道調査 (一般調査) 駅等施設改良事業の具体事案、改良の可否の検討に関する調査報告書」(財団法人運輸政策研究機構、平成 12 年 4 月) に基づく。

2.2.1.2 混雑解消・待ち時間短縮便益の計測

混雑解消・待ち時間短縮便益とは、降車客の階段口や改集札口における待ち時間が、階段幅員拡幅、自動改集札機設置によって短縮される便益である。混雑解消・待ち時間短縮便益の計測のための基本式は以下 (2.3) のとおりである。

ここで算出した 1 列車当りの UB は、ピーク時の列車本数⁵³を乗じることにより、一日当り便益に換算できる。

$$UB = \frac{1}{2} (Q^0 + Q^1) (C^0 - C^1) \quad (2.3)$$

⁵³ ピーク時以外の時間帯であっても混雑が発生するような駅や、乗換駅等の乗車時に混雑が発生するような駅等の場合においては、時間帯や利用者に応じた列車本数の設定、列車 1 本当たりの旅客数の設定を行う必要がある。

ここで、

UB : 混雑解消・待ち時間短縮便益 (円/列車)

Q^0 : 整備無の利用者数 (人/列車)

Q^1 : 整備有の利用者数 (人/列車)

C^0 : 整備無の一般化費用 (円/人)

C^1 : 整備有の一般化費用 (円/人)

である (変数の右肩の「0」は整備無、「1」は整備有を表す)。

整備有無の利用者数 (Q^0, Q^1 (人/列車)) は、当該駅の利用状況、駅周辺の都市側事業による利用者数への影響等も加味しながら適切な数値を設定する。

また、整備有無の一般化費用は以下のとおり算定する。

$$C^0 = \omega \cdot OT^0 \quad (2.4)$$

$$C^1 = \omega \cdot OT^1 \quad (2.5)$$

ここで、

OT^0 : 整備無の1人当り処理時間 (秒/人)

OT^1 : 整備有の1人当り処理時間 (秒/人)

ω : 時間評価値 (円/秒)

である。

さらに、

$$OT^0 = OTA^0 / Q^0 \quad (2.6)$$

$$OT^1 = OTA^1 / Q^1 \quad (2.7)$$

ここで、

OTA^0 : 整備無の処理時間 (秒/列車)

OTA^1 : 整備有の処理時間 (秒/列車)

Q^0 : 整備無の利用者数 (人/列車)

Q^1 : 整備有の利用者数 (人/列車)

である。

整備無及び整備有における処理時間 (OTA^0, OTA^1 (秒/列車)) は、階段や自動改集札の処理能力 (人/秒) とピーク時の1列車当り降車客数 (人/列車、駅利用者の特性に応じて乗車客も想定) に基づき算定する⁵⁴。

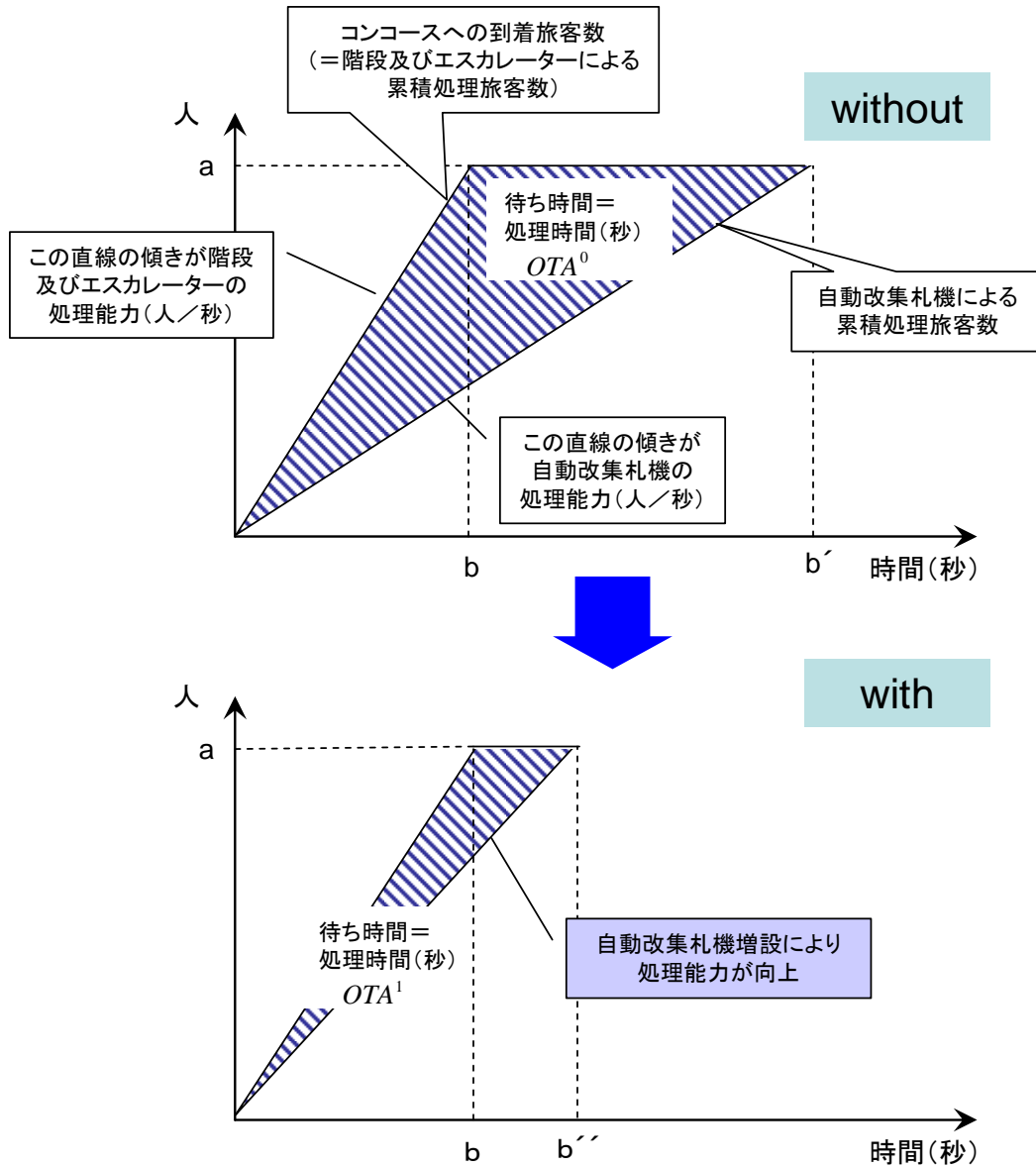
具体的には次頁以降の図 2.1 (P.134)、図 2.2 (P.135) に示すとおり。

図 2.1 は、自動改集札機増設の場合の整備無、整備有の処理時間を図示したものである。処理時間は階段及びエスカレーターにより処理された旅客の自動改集札機の前での待ち時間の合計、すなわち図中の斜線部の面積を求めることとなる。

図 2.2 は、階段拡幅の場合の整備無、整備有の処理時間を図示したものである。処理時間は階段の前 (ホーム上) での待ち時間の合計、すなわち図中の斜線部の面積を求めること

⁵⁴ 前頁の脚注 53 と同様。

となる。

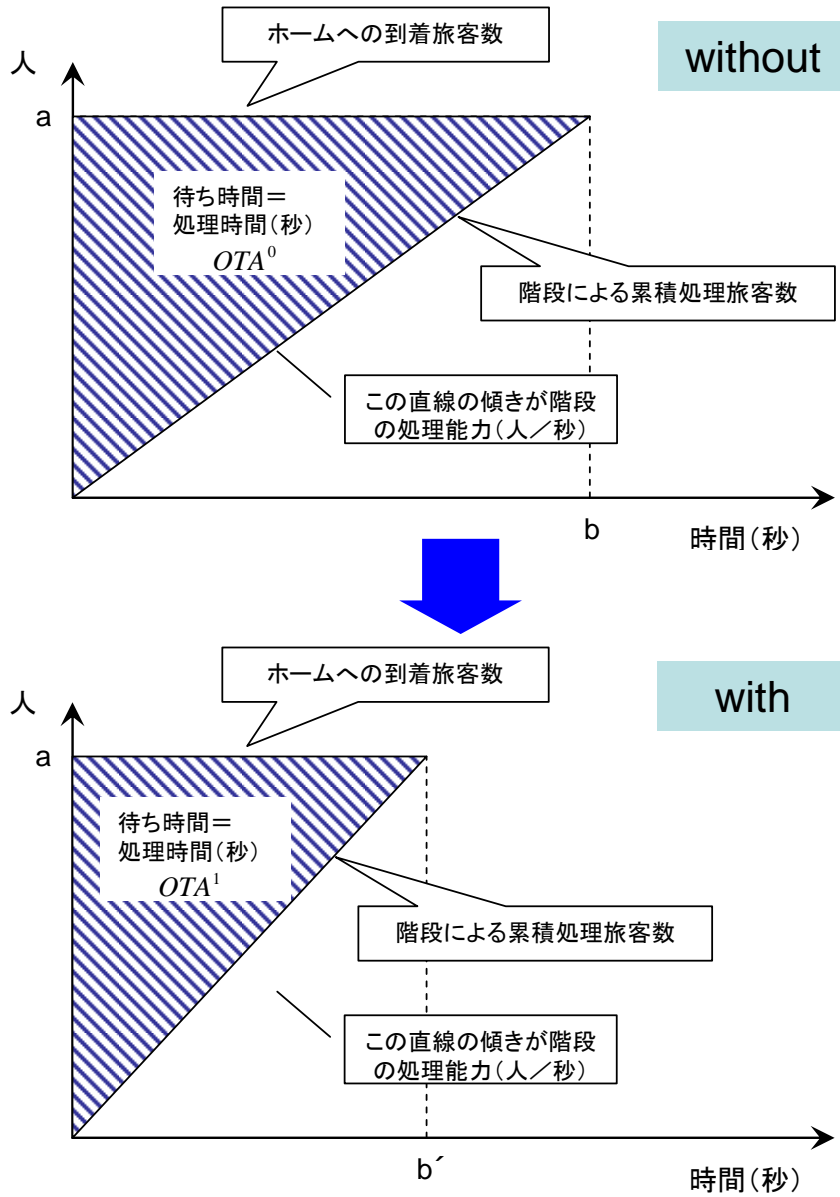


斜線部は、階段及びエスカレーターにより処理された旅客の自動改集札機の前での待ち時間を表す。

ここで、縦軸は1列車当たりのコンコースへの累積到着旅客数、横軸は列車到着からの時間経過である。

- a :当該駅における1列車当たりの降車旅客数(with,without で一定と仮定した場合)
- b :1列車分の降車旅客について、階段及びエスカレーターによる処理の完了までの経過時間(without, with で変化なし)
- b' :1列車分の降車旅客について、自動改集札機による処理の完了までの経過時間(without)
- b'' :1列車分の降車旅客について、自動改集札機による処理の完了までの経過時間(with)

図 2.1 自動改集札機増設による改札口混雑解消・待ち時間短縮便益計測のイメージ



斜線部は、階段前（ホーム上）での待ち時間を表す。

ここで、図中の a は、1列車当たりのホームへの降車客数、 b 及び b' は、整備有無における降車客の階段前（ホーム上）での最大待ち時間を示す。

図 2.2 階段拡幅による階段口混雑緩和・待ち時間短縮便益のイメージ

また、混雑解消・待ち時間短縮便益のうち、ホーム拡張等により、「ホーム内安全確保のための乗車客ホーム進入制限に伴う乗降時間増加による列車停止時間増加が解消される便益」は、「ホーム上密度が一定程度以下になるまでの、降車客のホームからの排出時間」と「乗車客の階段部待機場所からのホーム内への進入時間」を利用者1人当りに換算したうえで、時間評価値及び通過旅客数、乗車客数に乗ずることにより計測される。ここで、乗車客は、ホーム上密度が一定程度になるまで階段部等において待機を余儀なくされると仮定している。また、一定密度とは、既存文献より2.0人/m²とする(表2.2参照)。

この場合、上記 OTA^0, OTA^1 を以下のように置き換えて考える。

$$OTA^0 = OTout^0 + OTin^0 \quad (2.8)$$

$$OTA^1 = OTout^1 + OTin^1 \quad (2.9)$$

ここで、

OTA^0 : 整備無の処理時間 (秒/列車)

OTA^1 : 整備有の処理時間 (秒/列車)

$OTout^0$: 整備無のホーム上密度が一定密度以下になるまでにかかる降車客のホームからの排出時間 (秒/列車)

$OTin^0$: 整備無の乗車客の待機場所(階段)から乗車ホームへの進入時間 (秒/列車)

$OTout^1$: 整備有のホーム上密度が一定密度以下になるまでにかかる降車客のホームからの排出時間 (秒/列車)

$OTin^1$: 整備有の乗車客の待機場所(階段)から乗車ホームへの進入時間 (秒/列車)である。

<参考> 歩行者密度と速度について (出典：土木学会編：土木工学ハンドブック)

速度は、交通密度が上昇するとともに低下する。歩行者が拘束を受け始める密度については Fruin⁵⁵は下表のような6段階の拘束状態を提示している。

上記の設定値2.0人/m²は、下表によると「ほとんど停止状態」ではあるが、安全側評価という観点から、密度がこの値以下になれば移動可能と考える。

表 2.2 歩行者密度とサービス水準

拘束段階	歩行密度 (人/m ²)	状態
サービス水準A	0.28以下	全く自由に歩行できる
サービス水準B	0.28~0.40	対向流が少し気になる
サービス水準C	0.40~0.67	追い抜きがしにくくなり、速度の方向の修正が頻繁になる
サービス水準D	0.67~1.00	速度が制限される混雑空間
サービス水準E	1.00~2.00	ずり足で前進、独自の行動は大変難しい
サービス水準F	2.00以上	歩行者相互の接触は不可避で、ほとんど停止状態

出典)「土木工学ハンドブック(第四版)」(「土木学会編」、技報堂出版、1989) P.2523.

⁵⁵ 「歩行者の空間」(J.J.Fruin(長島正充訳)、鹿島出版会、1974) P.78~82

2.2.1.3 コンコースや通路整備に伴う混雑緩和による移動時間の短縮便益の計測

コンコースや通路整備に伴い移動経路の混雑が緩和され、歩行速度が向上することによって移動時間が短縮する便益は、式(2.1)(P.131)に示した消費者余剰法によって計測する。

ここで、整備有無の一般化費用は、移動経路ごとに、式(2.10)～式(2.13)に示すように、歩行密度(=通路面積1m²当たり歩行者数)と歩行速度の関係式を用いて、事業有無の歩行速度を算定した上で、整備有無の移動距離及び時間評価値を用いて算定する。

$$C^0 = \omega \cdot \text{Dist}^0 / V^0 \quad (2.10)$$

$$C^1 = \omega \cdot \text{Dist}^1 / V^1 \quad (2.11)$$

$$V^0 = a - b \cdot K^0 \quad (2.12)$$

$$V^1 = a - b \cdot K^1 \quad (2.13)$$

ここで、

- C^0 : 整備無の一般化費用 (円)
- C^1 : 整備有の一般化費用 (円)
- Dist^0 : 整備無の移動距離 (m)
- Dist^1 : 整備有の移動距離 (m)
- ω : 時間評価値 (円/分)
- V^0 : 整備無の平均歩行速度 (m/分)
- V^1 : 整備有の平均歩行速度 (m/分)
- K^0 : 整備無の歩行密度 (人/m²)
- K^1 : 整備有の歩行密度 (人/m²)
- a : パラメータ (歩行者が自由に歩ける状態での歩行速度)
- b : パラメータ (歩行密度の高まりにともなって歩行速度が減少する比率)

である(変数の右肩の「0」は整備無、「1」は整備有を表す)。

なお、パラメータ a 、 b の具体的な数値については、例えば、Fruin⁵⁶によると以下のとおりである。

表 2.6 パラメータ設定値

a	b
80	20

⁵⁶ 「歩行者の空間」(J.J.Fruin (長島正充訳)、鹿島出版会、1989) P.78～82

ここでは、Fruinによる計測事例を例示した。「交通工学ハンドブック」(交通工学研究会編、技報堂出版)には他の事例も紹介されており、適宜参照されたい。

なお、ここで示したFruinのパラメータについては、例えば1.5人/m²を超えるような非常に混みあった状況への適用は想定されていない点に留意されたい。

2.2.1.4 駅舎の橋上化等に伴う踏切待ち時間解消便益の計測手法

駅の橋上化等に伴い、改札口までのアクセスのための経路が変更となり、整備以前に利用者が強いられていた踏切待ちが解消される便益は、式(2.1)(P.131)に示した消費者余剰法によって計測する。

ここで、整備無の一般化費用(=踏切待ち時間)は、移動経路ごとに、式(2.14)～式(2.16)に示すように、踏切遮断時間、遮断回数の実態を踏まえて算定する。なお、時間帯によって踏切遮断の状況が大きく異なる場合は、時間帯別に条件を設定することが望ましい。また鉄道利用者数についても、利用者の駅へのアクセスの移動経路(動線)と踏切や鉄道駅改札口の位置関係を踏まえて適切に設定することが必要である。

なお、式(2.16)は、鉄道利用者の踏切への到着分布が一定との仮定に基づく。

$$C^0 = \omega \cdot WT^0 \quad (2.14)$$

$$C^1 = 0 \quad (2.15)$$

$$WT^0 = Y^2 / 2X \quad (2.16)$$

ここで、

C^0 : 整備無の一般化費用(円)(踏切待ち時間分)

C^1 : 整備有の一般化費用(円)

ω : 時間評価値(円/分)

WT^0 : 整備無の平均踏切待ち時間(分)

Y : 踏切の遮断時間(分)

X : サイクル(分)(=遮断時間+開放時間)

である(変数の右肩の「0」は整備無、「1」は整備有を表す)。

2.2.1.5 乗換経路のわかりやすさ向上による移動時間短縮の計測手法

複数の鉄道事業者の路線が乗り入れている大規模ターミナル駅等において、垂直移動が伴ったり、周辺建物との関係で乗換え先の駅入り口が見通せないなどにより、乗換経路が分かりにくいことがある。この場合、乗換えに際して立ち止まって行き先を確認したり、迷ってしまったりすることによって、乗換え先の駅入り口が見通せる等乗換経路が分かりやすい駅と比較して、同じ乗換え距離であっても、乗換え時間が長くなる。

そうした大規模ターミナル駅の改良に伴う乗換経路のわかりやすさの向上による移動時間の短縮便益については、当該駅における歩行実験の結果等によって、迷いやすい箇所や迷うことによる損失時分を把握した上で、整備有無の一般化費用として適切な数値を設定し、式(2.1)(P.131)に示した消費者余剰法によって計測する。

2.2.2 供給者便益の計測

基本的に、1.2.2（P.116）と同様の方法で計測する。

2.2.2.1 利用者の経路変更に伴う運賃収入の変化

利用者の経路変更に伴い、鉄道事業者の運賃収入の変化が見込まれる場合は、事業実施有無による運賃収入の変化を供給者便益において計上する。

2.2.2.2 駅務員の増減、エレベーター・エスカレーター設置等による運営費の変化

ホーム拡幅等に伴ってホーム内安全確保のための駅務員増員が解消されることによる事業者の運営費用の変化、エレベーター、エスカレーター設置等に伴う運営費の変化等の鉄道駅の改良に伴う運営費の変化を計上する。

具体的には、ホーム内安全確保のための駅務員増員分の解消については、事業により増員の必要がなくなると考えて、増員分の年間賃金を計上する。また、エレベーター、エスカレーターの運営経費、保守費用については、実績データ等に基づき、事業実施による変化分を計上する。

第3編 解 説
第2章 鉄道駅の改良に関する評価