

令和 3 年度 道路事業の評価手法の
高度化に向けた検討業務

報告書

令和 4 年 3 月

一般財団法人 計量計画研究所

令和3年度 道路事業の評価手法の高度化に向けた検討業務

目次

第1章	はじめに	1-1
1.1	調査目的	1-3
1.2	調査概要	1-3
1.3	調査内容	1-4
第2章	諸外国での道路事業に関する事業評価の手法等の調査	2-1
2.1	はじめに	2-3
2.2	イギリス	2-4
2.2.1	事業化プロセス	2-4
2.2.2	事業評価の手法	2-19
2.2.3	評価項目	2-22
2.2.4	整備効果の示し方	2-28
2.3	ドイツ	2-32
2.3.1	事業化プロセス	2-32
2.3.2	事業評価の手法	2-34
2.3.3	評価項目	2-36
2.3.4	整備効果の示し方	2-43
2.4	アメリカ	2-45
2.4.1	事業化プロセス	2-45
2.4.2	事業評価の手法	2-47
2.5	我が国への導入の課題	2-53
第3章	交通特性に応じた評価手法の実務への適用に向けた検討	3-1
3.1	整理の目的	3-3
3.1.1	目的	3-3
3.1.2	対応方針	3-3
3.2	路線の交通特性の整理	3-4
3.3	石橋宇都宮バイパス交通量推計	3-10
3.3.1	分析対象路線	3-10
3.3.2	交通量推計の設定状況	3-13
3.3.3	時間帯別推計の再現性・便益算定結果	3-21
3.4	時間交通容量の設定方法の検討	3-28

3.4.1	BPR 関数による推計精度の向上策	3-28
3.4.2	交通容量の見直し	3-29
3.4.3	BPR 関数自体の見直し	3-34
3.5	残留交通の検討	3-39
3.5.1	残留交通量について	3-39
3.5.2	宇都宮バイパスの残留交通量	3-41
3.5.3	残留交通の影響	3-42
3.6	時間帯交通量推計の時間帯幅と評価時間帯の検討	3-43
3.6.1	時間帯幅の検証	3-43
3.6.2	評価時間帯の検討	3-47
3.7	ピーク時の動的な交通需要予測について	3-48
3.8	適用指針案	3-49
3.9	まとめ	3-51
第 4 章	総合評価手法の改善の検討	4-1
4.1	整理目的	4-3
4.2	時間価値等の利用者便益にかかる設定	4-10
4.2.1	旅客の時間価値	4-10
4.2.2	貨物の時間価値	4-19
4.2.3	時間信頼性	4-26
4.2.4	走行経費	4-30
4.3	時間帯や誘発交通を考慮した交通量の推計	4-32
4.3.1	現行の運用	4-32
4.3.2	実務の適用	4-33
4.3.3	研究動向	4-36
4.4	利用者便益以外の多様な効果	4-38
4.4.1	現行の運用	4-38
4.4.2	実務の適用	4-39
4.4.3	研究動向	4-47
4.5	道路整備の経済効果	4-55
4.5.1	現行の運用	4-55
4.5.2	実務の適用	4-56
4.5.3	研究動向	4-59
4.5.4	実務への適用に向けて	4-64
4.6	感度分析	4-65
4.7	総合評価手法の改善の提案	4-70

第 5 章 有識者への意見聴取・会議運営補助等の実施	5-1
5.1 調査概要	5-3
5.2 学識者ヒアリング	5-3
5.2.1 実施概要	5-3
5.3 事業評価部会	5-5
5.3.1 第 21 回 事業評価部会	5-5
5.3.2 第 22 回 事業評価部会	5-5

第1章 はじめに

1.1 調査目的

本業務は、道路事業の評価手法の高度化に向け、国内外での事業評価の手法等を調査するとともに、交通特性に応じた評価手法の実務への適用に向けた検討や総合評価手法の改善の検討等を行う。

1.2 調査概要

- (1) 業務名 : 令和3年度 道路事業の評価手法の高度化に向けた検討業務
- (2) 工期 : 2021年5月19日から2022年3月22日まで
- (3) 発注者 : 国土交通省 道路局 企画課 評価室
- (4) 受注者 : 一般財団法人 計量計画研究所

1.3 調査内容

本調査の調査内容は以下の通りである。

(1) 諸外国での道路事業に関する事業評価の手法等の調査

諸外国での道路事業に関する事業化プロセス、事業評価の手法や評価項目、整備効果の示し方等を調査し、我が国と比較を行ったうえで導入する場合の課題等を整理する。

(2) 交通特性に応じた評価手法の実務への適用に向けた検討

現行の需要予測では考慮されていないピーク時間帯における渋滞解消の効果を適切に把握できるよう、時間帯別の需要予測による効果計測手法について、時間帯幅の設定や現況再現性の確認方法など実務への適用に向けて検討する。

(3) 総合評価手法の改善の検討

海外や他事業、学術研究等を参照しながら、社会情勢の変化等も踏まえ、事業採択や継続を判断するための評価項目や公表様式、整備効果の提示方法など、総合評価手法の改善を検討する。

(4) 有識者への意見聴取・会議運営補助等の実施

(1)～(3)の検討を行う際、有識者の意見を聴くための検討会を開催するものとし、その際に必要となる準備、資料の作成、会議運営及び議事内容の整理等を行う。また、社会資本整備審議会道路分科会事業評価部会の準備・資料の作成・会場の運営および議事内容の整理等を実施する。

(5) 報告書作成

以上すべてをとりまとめ、報告書およびその概要版を作成する。

2.1 はじめに

諸外国での道路事業に関する事業化プロセス、事業評価の手法や評価項目、整備効果の示し方等を調査し、我が国と比較を行ったうえで導入する場合の課題等を整理する。

公表情報が充実するイギリス、ドイツ、アメリカについて整理する。

2.2 イギリス

2.2.1 事業化プロセス

(1) 高速道路の事業評価手続きと対象事業

英国 highway agency が公表する「事業管理ハンドブック」(2013年)¹に基づいて、事業実施プロセスを整理できる。下表の PCF (Project Control Framework) の流れに従っている。

1) 評価単位

個別事業毎に評価する。

2) 対象事業

事業費 2,000 万ポンド以上の事業：イギリス運輸省 (DfT) が公表する交通分析ガイダンス (TAG: Transport Analysis Guidance) 適用は義務であり、費用便益比は必ず算出する。

事業費 2,000 万ポンド未満の事業 (小規模事業)：交通分析ガイダンス (TAG) の利用は義務ではない。ただし、費用便益比の算出を要求する。

3) 事業実施プロセス

事業費 2,000 万ポンド以上ある道路事業の事業実施プロセスは下表である。

表 2-1 TAG に基づいたプロセス

<p>構想段階 (Pre-Project)</p> <p>大臣承認</p>	<p>戦略形成と優先分類 (Strategy, Shaping and Prioritization) ※WebTAGに基づいて評価を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> Appraisal Summary Table (AST): 評価結果総括表、及び Client Scheme Requirement (CSR): DfT の政策目標との整合性の観点から事業必要性を評価した資料を作成 Initial BCR, Adjusted BCR: 事業費や便益は概略算定 (幅を持った値で算定) AST を参考に作成した ViM Statement を大臣に提出 ⇒ 大臣承認
<p>計画段階 (Options phase)</p> <p>大臣承認</p>	<p>選択肢の確定 (Option Identification)</p> <ul style="list-style-type: none"> 環境影響評価、交通量推計 → AST 修正 パブリックコメント (Public Consultation) にかける複数計画素案を作成 <p>選択肢の選定 (Option Selection)</p> <ul style="list-style-type: none"> パブリックコメント実施 (概略ルート、環境影響) → 事業計画素案、AST 修正 AST を参考に作成した ViM Statement を大臣に提出 ⇒ 大臣承認 大臣がルート公示 (Preferred Route Announcement) を実施
<p>事業化段階 (Development phase)</p> <p>大臣承認</p>	<p>初期計画 (Preliminary Design)</p> <ul style="list-style-type: none"> 地形調査、地質調査、設計、環境アセスメント → 環境影響評価書作成、AST 修正 行政命令案 (Draft Order) 作成: 大臣が土地収用行為及び道路建設行為に対して法的な効力を与える行政手続 <p>法定手続の実施 (Statutory Procedure and Powers)</p> <ul style="list-style-type: none"> 環境影響評価書、行政命令案について住民説明会、必要に応じ公聴会 (Public Inquiry) を実施、AST 修正 意思表明書 (Secretary of State's Decision Letter: 事業計画案の「承認」「一部修正を伴う承認」「却下」の結果を掲載) 公表 <p>事業化 (Construction Preparation)</p> <ul style="list-style-type: none"> 事業費最終見積 → AST 修正 AST を参考に作成した ViM Statement を大臣に提出 ⇒ 大臣による行政命令により事業化

¹ The project control framework handbook, Highway Agency, 2013.
<https://www.scribd.com/document/437492241/The-Project-Control-Framework-Handbook-v2-April-2013>

4) 情報の更新

英国 highway agency のレポート²⁾は 2018 年に更新があり、下表に事業の手続きが示される。手続きは 2013 年と変更はない。

手続きは構想段階 (Pre project)、計画段階 (Option phase)、事業化段階 (Development phase)、建設段階 (Construction phase) に分けられる。

構想段階では、交通課題の戦略的な解決を示す戦略的概略事業計画 (strategic outline business case : SOC) が作成される。

計画段階では、事業の選択肢を確定し、交通分析ガイダンス (TAG) を適用し環境影響評価、交通量予測、経済的利益の視点で選択肢を評価し、選択肢を選定する。概要事業計画 (outline business case : OBC) に反映し、優先ルートが公表される。

事業化段階では、事業費が確定し、完成事業計画 (Full business case : FBC) が示される。

表 2-2 道路事業における事業実施プロセス

<p>構想段階 (Pre project)</p>	<p>【戦略形成と優先分類】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 潜在的な交通課題の特定と優先順位付け ・ 交通計画の<u>実行可能性の形成、調査、評価</u> ・ <u>戦略的概略事業計画 (SOC)</u> 作成
<p>計画段階 (Option phase)</p>	<p>【選択肢の確定】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 公聴会の対象となる<u>選択肢の確定</u> ・ 環境影響評価、交通量予測、経済的利益の視点での<u>選択肢評価</u> ・ 選択肢の概算費用の精緻化 <p>【選択肢の選定】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 公聴会の実施。公聴会の意見を分析し、望ましい<u>選択肢の選定</u> ・ 優先<u>選択肢の費用積算の精査</u> ・ 環境影響評価、交通量予測、経済効果について必要に応じて公聴会を実施、改善 ・ <u>概要事業計画 (OBC)</u> 作成 ・ 優先ルートの公表
<p>事業化段階 (Development phase)</p>	<p>【初期計画】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 測量 (地形、地盤、環境など) の実施 ・ コンサルテーションを実施し、コンサルテーションレポートを完成させ、未解決の問題を解決または反論 ・ 優先ルートの予備設計の完了と凍結

²⁾ The project control framework handbook, Highway Agency, 2018.
https://assets.highwaysengland.co.uk/roads/road-projects/A16+Coventry+Junctions+Upgrade/Proofs+of+evidence/J.01+PROJECT+CONTROL+FRAMEWORK+HANDBOOK++V4-NOVEMBER+2018_.pdf

	<ul style="list-style-type: none"> ・環境アセスメントの完了と環境報告書の作成 <p>【事業化】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高等裁判所からの異議申し立てへの対応（もしあれば） ・最終的な目標コストについて合意 ・請負業者と建設費について合意 ・最終的な事業計画（FBC）を作成
<p>建設段階 (Construction phase)</p>	<p>【建設準備】【建設、試運転、引き渡し】【売却】</p>

(2) 運輸省の事業計画の作成手続き

英国運輸省は、交通施策にかかる事業計画の手続きを公表する³。

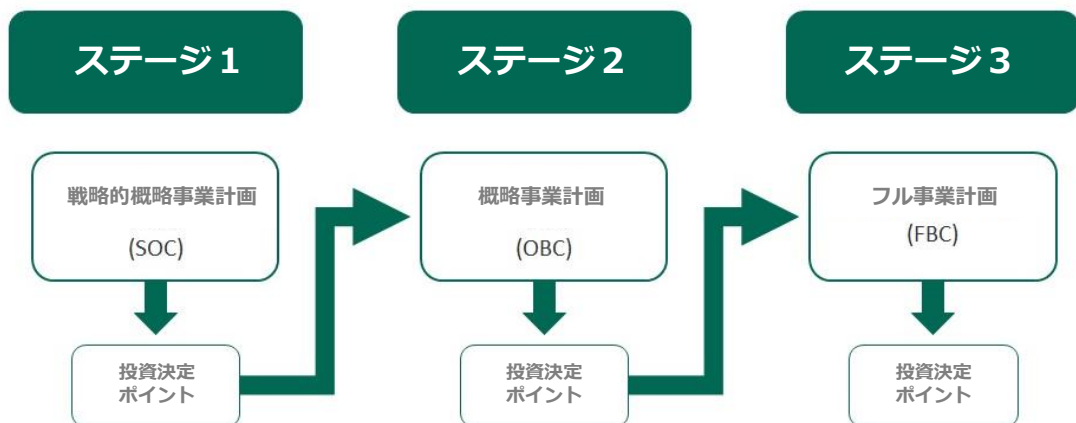
計画策定は3段階で事業計画を策定する。ステージ1で戦略的概略事業計画（SOC：Strategic Outline business Case）を策定し、ステージ2で概略事業計画（OBC：Outline Business Case）を策定、ステージ3で完全事業計画（FBC：Full Business Case）を策定する。

ステージ1、2、3は、前ページの構想段階、計画段階、事業化段階にそれぞれ該当する。各段階で、次の段階に進む前に、投資委員会は投資決定ポイントで事業計画書を検討する。各投資決定ポイントで大臣に勧告する。

投資が支出限度額を超える場合、または注目度の高い事業の場合、承認を得るために事業計画書は財務省に提出される。

承認された場合、提案は、予算予測の許容範囲内で、目標を合理的かつタイムリーに達成する可能性が高くなる。

手続きを通じて、運輸省の戦略、経済、財務、調達、事業実施の専門家が独立したアドバイスを提供し、承認を求める事業計画書を十分に精査する。



出典 運輸省、交通事業計画, 2022年2月

<https://www.gov.uk/government/publications/transport-business-case/transport-business-case-guidance#the-business-case>

図 2-1 英国の事業評価の手続き

³ 運輸省、交通事業計画, 2022年2月

<https://www.gov.uk/government/publications/transport-business-case/transport-business-case-guidance#the-business-case>

1) ステージ 1 : 構想段階 (Pre project)

戦略的概略事業計画 (SOC) は、投資の論理的根拠を示す。

選択肢のロングリストを検討後、最適化された選択肢のショートリストが作成される。投資決定時点で、運輸省の投資委員会は SOC を検討し、大臣に勧告する。

2) ステージ 2 : 計画段階 (Option phase)

選択肢の詳細な計画と評価を行う。概略事業計画 (OBC) は、SOC の結論を確認し、満足のいく場合は再確認し、最適解を見つけるための最終候補リストの選択肢の詳細な評価に集中する。

戦略的視点で再検討および再確認する必要がある。

経済的視点および財政的視点での完全な評価が行われ、好ましい選択肢が選択される。

商業的視点の検討を通じて潜在的な契約の準備をする。

納品を成功させるために必要な取り決めは、管理的視点に示される。

投資決定ポイントで、投資委員会は OBC を検討し、事業が費用の制限を下回っている場合、または財務省から他の方法で呼び出されていない場合は、大臣に勧告する。

3) ステージ 3 : 事業化段階 (Development phase)

正式な調達の実行段階である。

優先の選択肢を再精査し、最良の選択肢であることを確認する。

FBC を運輸省の投資委員会、および必要に応じて財務省に提出する。

投資委員会は FBC を検討し、大臣に勧告する。

閣僚は、提案を実施すべきかどうかを決定する。

(3) 評価の全体枠組み

1) 財務省グリーンブック

交通投資の評価結果を整理する運輸省の交通投資対効果検討書（Transport Business Case、2013年）⁴は、財務省のグリーンブックに準拠して以下5つの視点（戦略的視点、経済的視点、財務的視点、経営的視点、管理的視点）で評価する。

- ・戦略的視点：事業が幅広い公共政策の目的に合致しているかを示す。
- ・経済的視点：事業の貨幣価値（Value for Money；VfM）を示す。
- ・財務的視点：事業が財務的に適切かを示す。
- ・管理的視点：事業が納品面で達成可能かを示す。
- ・商業的視点：事業が契約面で実行可能かを示す。

表 2-3 5つの視点での事業評価

影響の評価			ビジネスケースのための証拠の構築				
		研究成果	戦略的 視点	経済的 視点	財務的 視点	管理的 視点	商業的 視点
ガイダンス	ステージ1: 選択肢の開 発	Early Assessment and Shifting Tool (EAST) の結果	✓	✓	✓	✓	✓
		選択肢評価報告書	✓	✓	✓	✓	✓
		評価仕様報告書					
	ステージ2: 追加的評価	評価総括表 (AST)	✓	✓	✓		✓
		輸送経済効率表		✓	✓		✓
		公会計		✓	✓		
		費用便益分析		✓			
		温室効果ガスワークシート	✓	✓			
		騒音ワークシート	✓	✓			
		大気環境ワークシート	✓	✓			
社会的分配への影響ワークシート	✓	✓					
その他の ガイダンス と ツール	社会調査の証拠、ガイダンス、ツール		✓				
	地方政府向けカーボンツール		✓	✓			
	貨幣価値 (VfM) ガイダンス			✓			
	官民協同 (PPP) およびPFに関するアドバイス						✓
	評価計画や便益の実現などDfT評価ガイダンス					✓	
	英国商務省Gateway Reviewガイダンス					✓	
	ネットワークレイル(NR)拡張の管理・制御プロセス(GRIP)		✓	✓	✓	✓	✓
英国道路庁事業コントロールフレームワーク(PCF)		✓	✓	✓	✓	✓	

出典：運輸省 2018, 上級責任者向けの TAG 説明書

<https://www.gov.uk/government/publications/tag-guidance-for-the-senior-responsible-officer-may-2018>

経済的視点は、貨幣価値（Value for Money：VfM）で評価する。

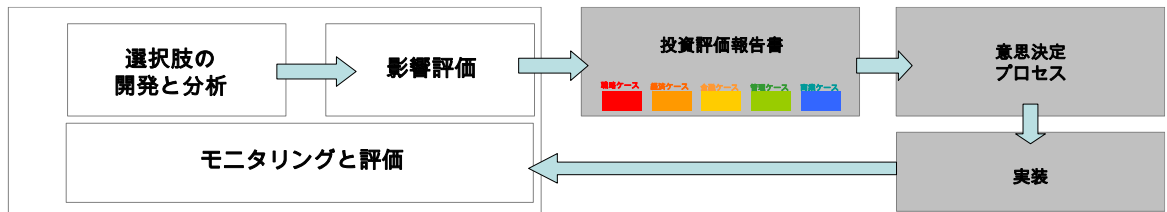
⁴ 交通投資評価報告書

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/85930/dft-transport-business-case.pdf

費用便益分析は、経済的視点の VfM の評価の一部である。

Highway Agency の PCF は表中に記載の通り、5つの視点に含まれる。

評価の項目や手続き等は Value for Money Framework (DfT ; Department for Transport、運輸省、2017年)⁵に示される。VfM の評価結果は総括評価表 (Appraisal Summary Table : AST) で整理され、事業採択の判断に活用される。



出典：英国運輸省、交通投資評価報告書, 2013年1月

図 2-2 評価の全体枠組み

⁵ Value for Money フレームワーク

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/630704/value-for-money-framework.pdf

(4) 財務省グリーンブックの更新

英国財務省のグリーンブック（2003年）は、公共支出の評価指針を定めている。2020年に運用上の課題が公表⁶され、2020年にグリーンブックの改訂⁷があった。

1) 運用上の課題

財務省はグリーンブックの運用上の課題検討を目的として、グリーンブックが英国の貧しい地域への投資を抑制し、貧しい地域の「レベルアップ」という政府の目標を損なうのではないかという懸念に対応するために設けられたとしている。

どのような投資が必要かを十分に理解するためには、グリーンブックと評価方法に大幅な変更が必要であるとしている。

2) グリーンブックの改訂の方向性

グリーンブックの改定の方向性として、財務省は以下を指摘した。

強力な戦略的視点を持つ選択肢に対してのみ、詳細な費用便益分析を実施する。

BCRを高めるために、かなりの時間と労力が費やされるが、他の要素（戦略的な一貫性、リスク管理、数値化できない重要な要素の影響など）の開発や分析に費やした方が良い。

事業の承認手続きは、最良の政策目標を達成するための建設的な議論でなく、介入策に資金を提供すべきか否かについての提案者と承認者の間の敵対的な議論になっている。

BCRは選択肢を選択するための情報を提供する貴重なツールであるが、戦略的視点を参照せずに作成された、しばしば偽りのあるBCRからは正確な情報は得られない。

3) グリーンブックの改訂

指摘を踏まえ、グリーンブックは改定された。手続きに変更はないが、戦略的視点を重視する。

⁶ グリーンブックレビュー2020, 調査結果と対応, Green Book Review 2020, Findings and response.
<https://www.gov.uk/government/publications/final-report-of-the-2020-green-book-review>

⁷ グリーンブック, THE GREEN BOOK, CENTRAL GOVERNMENT GUIDANCE ON APPRAISAL AND EVALUATION, 2020.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/938046/The_Green_Book_2020.pdf

(5) 交通分析ガイダンス（TAG）の更新方針

グリーンブックの更新を受けて、運輸省は交通分析ガイダンス（TAG）の更新案⁸を2021年5月に公表した。

1) 運用上の課題

更新案はTAGの運用上の課題として以下を指摘する。

グリーンブックの調査結果は、戦略的視点をより強調し、場所に応じた影響を認識する必要があると述べている。BCRが重要な評価指標である一方で、事業計画の戦略的視点の検討の必要性を述べている。

グリーンブックの運用上の課題のレポートでは、政府全体で評価者が、支出提案の戦略的背景を十分に理解していないことが多いと指摘する。

戦略的視点を切り離し、事業のBCRを過度に重視し、関心がある影響を明らかにする分析が不十分な場合が多いと指摘する。

2) 運輸省の対応

運輸省の対応として以下が示される。

取り残された場所の平準化や交通の脱炭素化など、政府の幅広い目標を支援する事業計画を作成する際、計画推進者が抱える課題を認識している。

グリーンブックレビューの主な指摘は、評価の際に戦略的視点が不十分であることである。

運輸省の更新ガイダンスは、グリーンブックの変更に合わせて、事業計画の戦略的視点と経済的視点の両方を開発するためのアドバイスを提供する。

事業計画の戦略的視点は、経済成長や地域の平準化、脱炭素化などの戦略的優先事項を支援するための財政支出を提案する際に重要な役割を果たす。需要が低く取り残された地域では、計画に対して強力な経済的価値を作るのは困難である。

これらの変更がTAGに正式に組み込まれる時点を2021年7月とし、7月末までに各TAGユニットに必要な更新を行い、TAGユーザーに正式な指針の変更を通知する予定である。

⁸ 評価とモデリング戦略 TAG 更新レポート, 2021.5, Appraisal and Modelling Strategy, TAG update report
<https://www.gov.uk/government/publications/tag-appraisal-and-modelling-strategy-update-report>

(6) 運輸省の更新案レポート（2021年）

2021年5月に運輸省は、戦略的視点や経済的視点の具体的方針を示す報告書を公表した⁹。報告書では特徴の異なる3事例が示される。

このレポートに示される戦略ケースは、英国の事業評価で取り組まれているナラティブ・アプローチ（物語の記述）と呼ばれる、事業の必要性を示す記述である。

1) 事例1

報告書は事例1として、サンダーランド回廊の事業計画を示している。

a. 位置図

サンダーランド戦略的輸送回廊は5つのフェーズで構成されており、各フェーズは個別にビジネスケースを評価している。SSTC3の5つのフェーズは、下図に示される。事業は、下図の赤線で示したサンダーランド戦略的輸送回廊3（SSTC3）である。サンダーランドの戦略的輸送回廊計画の一部を構成し、SSTC計画の第1期と第2期はそれぞれ2015年と2018年に開通している。

図中オレンジ色の地区が日産の工場で、右が海、紫色がサンダーランド港の企業区域である。

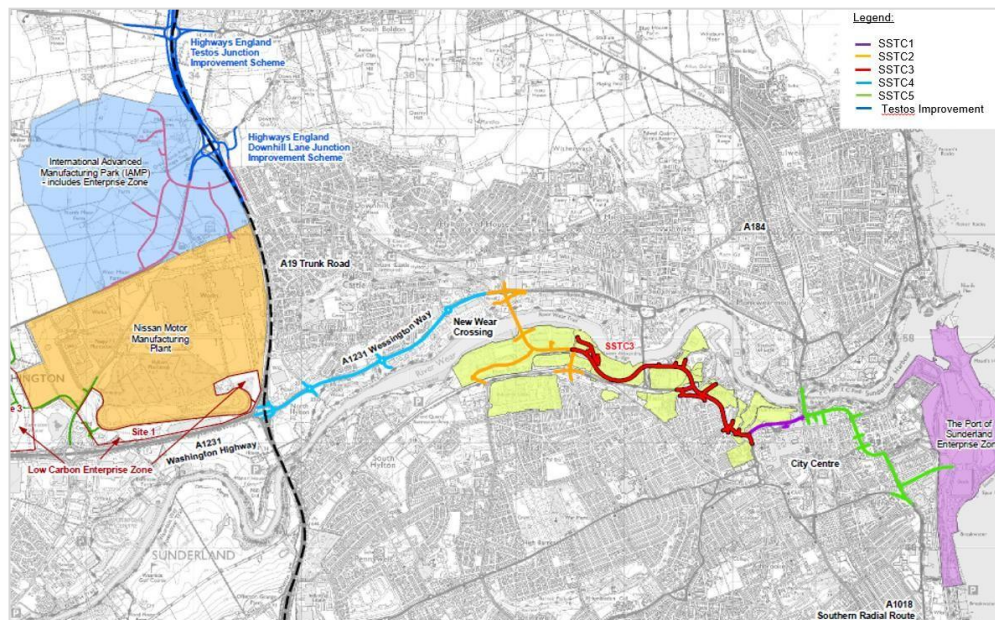


図 2-3 事業位置図

⁹ 交通評価における地域の状況把握 導入事例, 2021.5, Capturing Local Context in Transport Appraisal Case Studies
<https://www.gov.uk/government/publications/tag-capturing-local-context-in-transport-appraisal>

b. 戦略的視点

本事業は戦略的視点を3要素で確認した。

1点目は、A19幹線道路、日産、サンダーランド港の間のネットワークの回復力が不足していること。2016年に橋の通行規制が月平均10回以上発生しており、橋の閉鎖の際の回復力や緊急性が低いため、日産の「ジャストインタイム」には不十分と判断された。投資計画は日産のサプライチェーンの問題を解決し、地域経済における日産の重要な役割を守ることができることを主張した。

2点目は、混雑するウェア川の横断歩道である。渋滞が地域の成長と再生の意欲を阻害し続ける可能性が高いと結論づけた。

3点目は、地域の交通システムが地域の再生と再開発をサポートしていないという事実である。経済的視点におけるより広範な経済的影響（生産性、雇用、生産高など）の推定によって裏付けられた。

c. 経済的視点

TAGを用いて、計画推進者は経済的視点を強力に盛り込み、地域の製造業クラスターなど、場所の特徴を考慮した、より広い範囲での重要な経済効果を推定した。下表がBCR¹⁰である。

表 2-4 費用便益比 (BCR)

BCR	値	VfM 区分	主要な効果
初期 BCR	2.0	高	時間節約：通勤やその他目的（8,180万ポンド）、 業務目的（3,730万ポンド） 燃料税による間接税収入（630万ポンド） 温室効果ガス（290万ポンド）
調整 BCR	2.9	高	集積効果、労働市場への影響、生産高の増加による広範な経済効果（4,660万ポンド）

¹⁰ 費用便益比 Benefit Cost Ratio

2) 事例 2

報告書は事例 2 として、ニューヘブンを港アクセス道路の事業計画を示している。

a. 位置図

ニューヘブンの文脈におけるニューヘブンを港アクセス道路である。

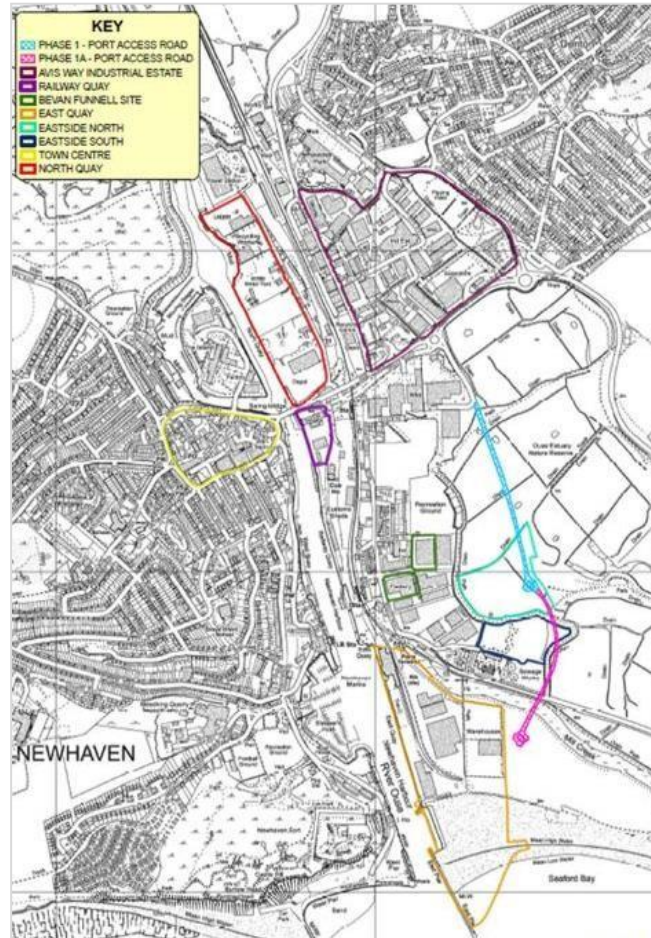


図 2-4 事業位置図

b. 戦略的視点

業務地区を支援する役割に焦点を当て、計画が地域の接続性を強化し、業務地区の主要地周辺の制約を緩和すると説明している。

特に、計画がない場合、業務地区の開発が完全に阻害され、業務用の宿泊施設に影響が及ぶ証拠を示した。計画があれば業務地区で 450 人の雇用の確保が可能など経済分析例を挙げている。

c. 経済的視点

当初計画の BCR は 0.1 と低い。理由は計画が困難な場所に橋を建設することに起因している。結果、事業費が高くなり、時間短縮やその他の輸送効率向上の効果が低いことが起因する。調整 BCR=0.8 に労働供給と生産額の変化を含めても、計画を「コストパフォーマンスが悪い」カテゴリから脱却させるには不十分であった。

表 2-5 費用便益比 (BCR)

BCR	値	VfM 区分	主要な効果
初期 BCR	0.1	悪い	時間節約：通勤（70 万ポンド）、 業務（60 万ポンド）、 その他目的（70 万ポンド） 温室効果ガスの削減（20 万ポンド）
調整 BCR	0.8	悪い	労働力供給への影響（1,270 万ポンド） 不完全競争市場における生産変化

主な論点は、業務と居住の場としての地域の経済成長の可能性を引き出す役割に注目し、本計画がより広範な利益をもたらす可能性があることから、推進者はレベル 3¹¹の追加分析を行った。

追加分析により、この計画が約 450 の追加雇用を促進すると推定された。担当者は保守的なアプローチをとり、これらの影響を非貨幣化されたプラスの影響とみなし、金額価値のカテゴリを「低」から「中・高」に引き上げるのに十分であると判断した。

より広範な公共部門の介入に支えられれば、ニューヘブンがいかに投資の焦点として機能するかを示した地域の労働市場と土地市場の戦略的ケース分析と一致した。

初期 BCR と調整後 BCR は低いですが、土地利用の変更を考慮することで、計画の戦略的に合った労働市場への影響が確認された。この追加分析により、高いコストパフォーマンス評価を得た。運輸省は、初期 BCR と調整後 BCR が比較的低かったことから、投資のケースを支援するために付加性分析が特に重要と考えた。

¹¹ レベル 3 は「表 2-7 交通評価の影響区分」の BCR の感度分析（スイッチングアプローチ）に該当する。

3) 事例3

報告書は事例3として、ミッドランド・メトロ・エッジバストン延長の事業計画を示している。

a. 位置図

既存のミッドランド・メトロへのエッジバストン延長部を示す。

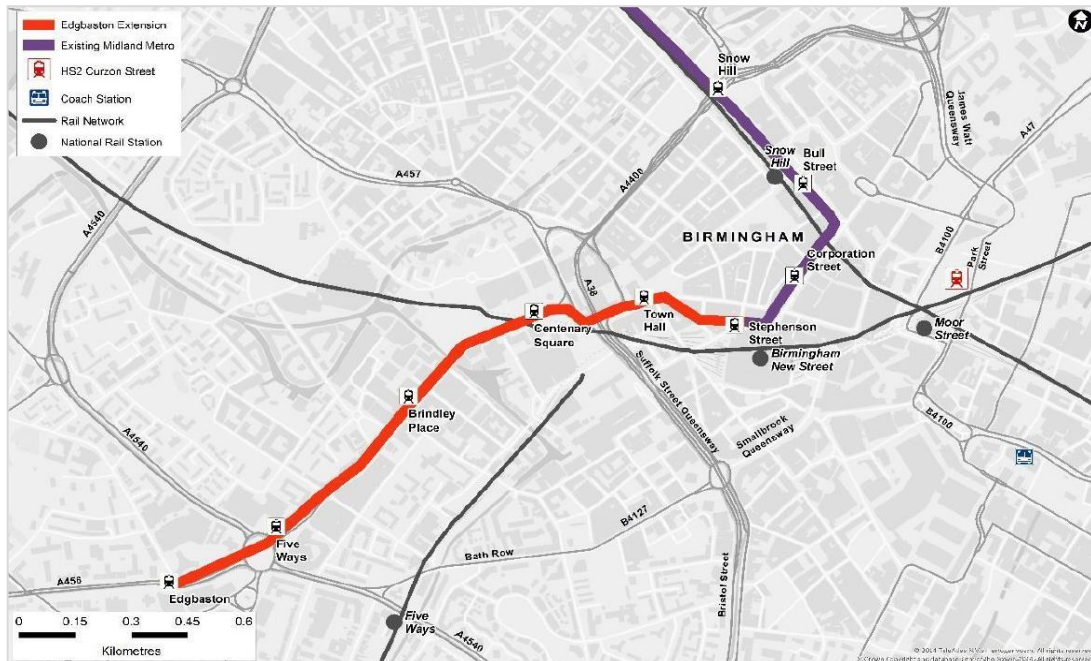


図 2-5 事業位置図

b. 戦略的視点

バーミンガム市中心部への交通アクセスの欠如が、市内の社会経済的に恵まれない地域に不均衡な影響を与えていると指摘している。投資計画が、サービスや雇用アクセスを改善することで、恵まれない住民を助ける可能性が高いことを示した。

c. 経済的視点

初期 BCR は 1.7 となり、中程度のコストパフォーマンスと評価された。事故や温室効果ガスなど初期 BCR に計上される項目が影響する。

表 2-6 費用便益比 (BCR)

BCR	値	VM 区分	主要な効果
初期 BCR	1.7	中	時間節約：通勤 (5,010 万ポンド)、 業務目的 (600 万ポンド)、 その他目的 (6,750 万ポンド)、 事故減少 (20 億ポンド)

d. 場所の分析

社会経済的状况を図化した。英国で最も貧困度の高い 20% の区を計画が通過する。路線延長により接続性が向上し、不利な条件に置かれている住民に利点があることを示唆する。特に、特定地区では最近多くの雇用が創出されている。

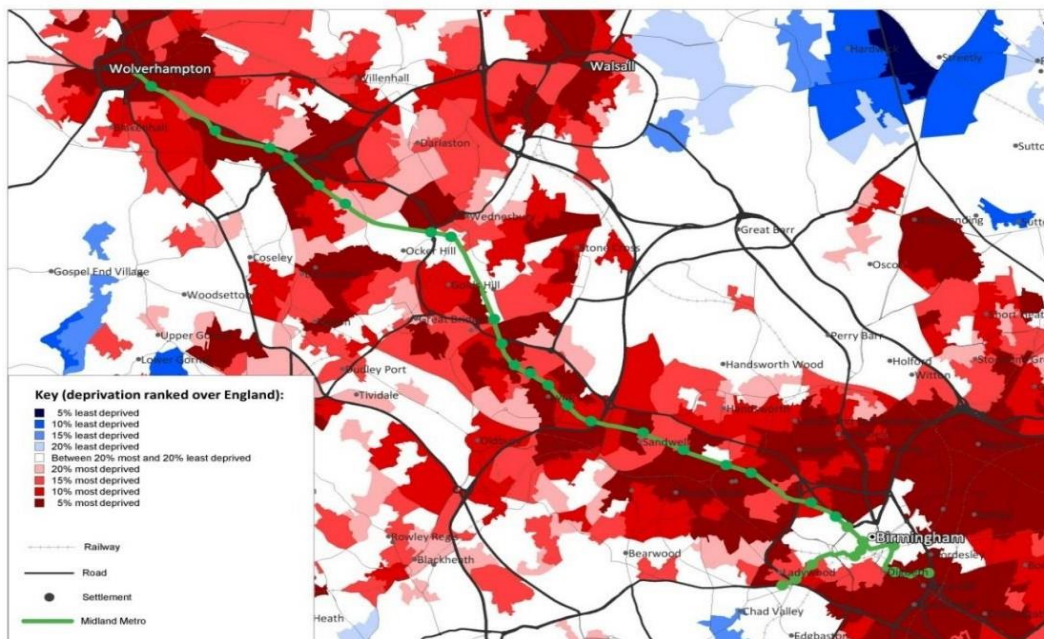


図 2-6 計画沿線の複合的剥奪度

2.2.2 事業評価の手法

事業評価の手法として、事業評価の枠組みや基準を示す。

(1) 事業の影響区分

施策の区分指標は、貨幣化の信頼性に応じて4グループに分けられる¹²。

「確立された貨幣化された影響」は、初期（Initial）のBCRの便益の区分である。

「進化中の貨幣化された影響」は、調整（Adjusted）BCRの便益の区分である。

「示唆的な貨幣化された影響」と「非貨幣影響」は、それぞれ貨幣化指標、非貨幣化指標であるが、初期BCRまたは調整BCRには含めず、評価の最後に整理される指標である。

「示唆的な貨幣化された影響」は、例えば初期または調整BCRが1.8のときに2.0になるために、便益を0.2加えるには土地利用がどの程度変更されなければならないかを示すための感度分析的な評価であり、スイッチングアプローチと呼ばれる¹³。そのために捕捉的な経済モデルが適用される。

VfMは、事業に戦略的視点が認められる場合、より幅広い経済的影響を含む「調整された（Adjusted）BCR」で判断される。

表 2-7 交通評価の影響区分

影響区分	確立された貨幣影響	進化した貨幣影響	示唆的な貨幣影響	非貨幣影響
BCR区分	Initial BCR	Adjusted BCR	BCRの感度分析 (スイッチングアプローチ)	
評価項目	時間短縮 走行経費 事故 身体的活動 旅行の質 騒音 大気質 温室効果ガス 間接税収	時間信頼性 集積経済 不完全競争市場 での生産増加 労働供給増加の 税収増加	働き先の変更 誘発投資 補足的な経済モデル	安全 分断 アクセシビリティ 街並み 歴史 環境 景観 生物多様性 水環境 住みやすさ サービスへのアクセス 選択肢の価値 非利用価値

出典：Value for Money フレームワーク、2017年7月

¹² DfT value for money Framework 2015

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/630704/value-for-money-framework.pdf

¹³ DfT value for money framework 2016: カテゴリに関する補足的ガイダンス

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/627490/value-for-money-supplementary-guidance-on-categories.pdf

(2) VfM 区分

初期 BCR または調整 BCR に対して、VfM 区分は下表に区分される。

英国は事業承認において、BCR>1 などの BCR の正式な基準はない。VfM 区分に沿って、投資の経済的なメリットを意思決定者に忠告するために使われる。

1.0 より低い BCR、「乏しい VfM」は、各省庁の会計担当者、(地方議会の) 事務総長、政務次官らにとって特に懸念の対象で、国務大臣から決定に関してどう継続するか、明確な指示を仰ぐ必要がある。これは、公的資金が慎重に使われることを保証するためである¹⁴。

マイナスの BCR は”Very Poor”として評価される。たとえ BCR が Very poor であっても、非貨幣指標が無視できない重大な影響があれば、その事業は考慮される。

表 2-8 VfM 区分

VfM 区分	意味
Very High (とても高い)	$4.0 \leq \text{BCR}$
High (高い)	$2.0 \leq \text{BCR} < 4.0$
Medium (中程度)	$1.5 \leq \text{BCR} < 2.0$
Low (低い)	$1.0 \leq \text{BCR} < 1.5$
Poor (乏しい)	$0.0 \leq \text{BCR} < 1.0$
Very Poor (とても乏しい)	$\text{BCR} < 0.0$

出典：Value for Money フレームワーク、2017年7月

¹⁴ 公的資金管理ガイダンス

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/742188/Managing_Public_Money_MPM_2018.pdf

(3) 定性項目区分

定性項目は下表「極めて有益」、「適度に有益」、「やや有益」、「中立」、「やや不利」、「適度に不利」、「極めて不利」の7分類で評価する。

表 2-9 VfM 定性項目区分定義

定性項目 7 分類	
Large Beneficial	極めて有益
Moderate Beneficial	適度に有益
Slight Beneficial	やや有益
Neutral	中立
Slight Adverse	やや不利
Moderate Adverse	適度に不利
Large Adverse	極めて不利

出典：Value for Money フレームワーク、2017年7月

2.2.3 評価項目

英国の費用便益分析における評価項目は、「経済」、「環境」、「社会」、「公会計」に区分される。「経済」「環境」「社会」の算定方法は、TAGのそれぞれA2.経済的影響、A3.環境影響評価、A4社会影響評価のガイダンスに基づく。「公会計」は事業費について延べてあり、ガイダンスの適用でなく表で別途整理する。

「典型的に貨幣化される影響」は、貨幣化された費用便益分析（AMCB：Analysis of Monetized Costs and Benefits）において、初期（initial）BCRとして考慮される。

英国の初期BCR、調整BCRの評価項目について、原単位の設定根拠や公式性を確認する。

具体的には、旅行の質はSP調査から設定、身体的活動の死亡率は保健省の設定、CO₂原単位は環境省が設定などである。

表 2-10 評価項目の分類¹⁵

影響区分	典型的に貨幣化される影響	貨幣化されるが第一段階（AMCB）のBCRにはない影響	貨幣化に対して現時点では実現性、実用性がない影響
経済	業務目的	業務目的の信頼性再生 広範な影響	
環境	騒音 大気質 温室効果ガス	景観	街並み 歴史環境 生物多様性 水環境
社会	利用者便益 事故減少 身体的活動 旅行の質	時間信頼性 オプション価値 非利用価値	安全 サービスへのアクセス 住みやすさ 分断
公会計	交通予算費 間接税収		

出典：TAG UNIT 1.1 Cost Benefit Analysis、2017年12月

¹⁵ TAG unit A1-1 cost-benefit analysis, <https://www.gov.uk/government/publications/webtag-tag-unit-a1-1-cost-benefit-analysis-may-2018>

(1) 交通分析ガイダンス (TAG) の構成

交通分析ガイダンス (Transport Analysis Guidance : TAG) の構成を示す。

ガイダンスは、交通事業を監督する上級責任者 (the Senior Responsible Officer) 向け、モデリングと評価作業の分析を担当する技術事業マネージャー (the Technical Project Manager) 向け、評価実務者向けの3つで作成されている。

TAG の評価実務者向けのガイダンスは、A1 費用便益分析、A2 経済的影響、A3 環境インパクト、A4 社会・分布インパクト、A5 単一モード評価で構成される。評価実務者向けのガイダンスは航空、鉄道、道路に適用される。

交通投資による騒音、空気の質、風景、社会的及び分布の影響などの効果は、A1 費用便益分析とは別に、A3 環境インパクト、A4 社会・分布インパクトで示される。

下表中の () 内年月は、各ガイダンスの公表年月である。TAG の評価の枠組み、全体構成は2013年10月に公表されているが、各評価項目は常時更新されている。

表 2-11 交通分析ガイダンス(TAG : Transport Analysis Guidance) 全体構成¹⁶

<p>評価実務者向けのガイダンス</p> <ul style="list-style-type: none"> • A1 費用便益分析 <ul style="list-style-type: none"> – A1-1 費用便益分析 – A1-2 費用 – A1-3 利用者・供給者への効果 • A2 経済的影響 <ul style="list-style-type: none"> – A2-1 幅広い経済的影響 – A2-2 再生インパクト – A2-3 従属開発 • A3 環境影響評価 <ul style="list-style-type: none"> – A3 環境影響評価 • A4 社会・分布影響評価 <ul style="list-style-type: none"> – A4-1 社会影響評価 – A4-2 分布影響評価 • A5 単一モード評価 <ul style="list-style-type: none"> – A5-1 交通手段評価 – A5-2 航空評価 – A5-3 鉄道評価 – A5-4 外部費用 – A5-5 高速道路評価

※表中の（ ）内年月は、各ガイダンスの公表年月である。

¹⁶ <https://www.gov.uk/guidance/transport-analysis-guidance-webtag>

(2) A3.環境影響評価

A3.環境影響評価は、交通量配分の結果を活用して環境への影響を算定する。

計測項目は貨幣評価、非貨幣評価部に分かれる¹⁷。

このうち景観の評価は、信頼性への懸念から TAG ガイダンスには含まれず、補助的ガイダンスが適用される¹⁸。

貨幣評価	騒音、大気質、温室効果ガス、景観
非貨幣評価	街並み、歴史環境、生物多様性、水環境

(3) A4.社会影響評価

A4.社会影響評価では、交通配分の結果を活用して社会的影響、活動の地理的分布への影響を算定する。計測項目は貨幣評価、非貨幣評価部に分かれる¹⁹。

貨幣評価	交通事故 身体的活動 旅行の質 オプション価値・非利用価値、
非貨幣評価	安全、サービスへのアクセス、住みやすさ、分断

¹⁷ TAG A3.1 環境影響評価、英国運輸省

<https://www.gov.uk/government/publications/webtag-tag-unit-a3-environmental-impact-appraisal-december-2015>

¹⁸ 景観ガイダンス

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/627487/value-for-money-supplementary-guidance-on-landscape.pdf

¹⁹ TAG A4.1 社会影響評価、英国運輸省

<https://www.gov.uk/government/publications/webtag-tag-unit-a4-1-social-impact-appraisal-december-2017>

1) 身体的活動

身体的活動とは、自転車と徒歩（アクティブ交通）がもたらす健康上の利点として、死亡リスクの減少（生活年数の増加）の健康上の便益を評価する。

アクティブ交通の健康影響評価の方法は、交通投資による回避された死亡数を推定し、回避された人生の年数（YLL：Years of Life Lost）に変換し、質調整生存年（QALY：Quality-adjusted life years）の価値を乗じ貨幣化する。QALYは、英国保健省によると2012年価格で60,000ポンドと設定される。

アクティブ交通の利用者数を増やす介入便益

=全原因死亡の相対リスクの減少

=回避された死亡数の推定

×失われた人生の年数（YLL）

×質調整生存年（QALY）価値

2) 旅行の質

旅行の質は、旅行中に体験する物理的・社会的環境の実態と認識を示す指標である。情報提供、安全性の認識（街灯、CCTVカメラ、車道から離れた分断された自転車道など）、アクセシビリティの確保、公共交通機関の物理的な混雑状況などの要因が含まれる。旅行の質は、他の評価項目で考慮されない質の側面である。

旅行の質は、個人の旅行選択に重要な影響を与える。質が低いと、特定のモードの利用を控えることになり、質を向上させる介入を行うことで、異なるモードの選択を誘発する可能性がある。

交通機関の利用者行動に関する研究が進むにつれ、質の要因はより頻繁に評価されるようになり、特に質要因が重要な意味を持つ場合には、より強固な方法で評価に組み込まれる可能性がある。

利用者は旅行の質の一部の要素にお金を払うことを望んでいるかもしれない、これは旅行費用に影響する。質を目標とした特定の改善がある場合、これらの価値は調査から得られるかもしれないし、できればオーダーメイドの選好度調査から得られ、評価とモデリング作業に含まれるかもしれない。計画において質の優先順位が低い場合は、比例した質的評価が望ましいかもしれない。この2つをどのように適用するかを議論し、様々なモードの評価に関するいくつかの証拠を示す。

旅行の質の影響は、その性質によって3つのグループに分類される。

- ・旅行者のケア：清潔さ、施設のレベル、情報、交通環境全般などの側面
- ・旅行者の眺望：旅行期間中の外部環境の眺めや心地よさ、
- ・旅行者のストレス：フラストレーション、事故への恐怖、ルートの不確実性

旅行の質の要因を評価する際、他の影響で評価される影響は除外すべきである。例えば、

公共交通機関のインターチェンジが明るく、巡回パトロールされるなどは、旅行の質を向上させるが、安全の影響にも含まれるため、ここに含めるべきではない。原則として、分析者は評価全体にわたって影響の二重計上がないことを確認する必要がある。

旅行の質の金銭的評価には、2つの方法がある。

①モデルを用いて、旅行の質の変化が様々な交通手段の利用者に与える影響を推定し、旅行の質が向上する人数を推定する。

②旅行の質への影響で検討された総便益を、需要予測に金銭的価値（SP 調査または公表値に基づき設定）を適用して推定する。

旅行の質の変化によって便益を得る需要予測は、金銭的評価を適用する際に明らかに重要である。

旅行者の選択に影響を与えるために、4段階推定モデルの一般化費用に旅行の質を組み込むことができる。また、交通配分モデルの費用の構成要素として旅行の質を追加できる。インターチェンジ施設が改善された場合の搭乗ペナルティの軽減や車内時間の比例的短縮など。これは需要モデルに反映され、評価に使用するための経済的なアウトプットを生み出すことができる（TAG M3.2「公共交通機関の配分モデリング」参照）。

(4) オプション価値と非利用価値

オプション価値と非利用価値は、TAGA4.1の付録Aに記載される²⁰。

これらの価値は

これらの価値は小規模コミュニティや地域のバスや鉄道のサービスに関係する。

²⁰ https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/670358/tag-4.1-social-impact-appraisal-dec17.pdf

2.2.4 整備効果の示し方

英国を例に評価結果の示し方を整理する。

(1) 評価総括表 (AST)

評価指標は、評価総括表 (Appraisal Summary Table : AST) に整理される。

定量、定性指標について総合的に評価している。AST は機械的に事業決定する資料ではなく、政治家の意思決定を助ける資料であると言われる。

次ページ表は道路事業に関する AST の記載例である。影響カテゴリーである「経済」、「環境」、「社会」、「公会計」別に量的項目および質的項目として示される。影響カテゴリーの具体的な算定方法は、交通分析ガイダンス TAG の各ユニット（「経済」は A2 経済的影響、「環境」は A3 環境インパクト、「社会」は A4 社会・分布インパクト）に基づく。分析的分布は、TAG の A4.1 社会的影響評価に記載の通り、地域の分布への影響を報告する。このうち、網掛け灰色セルは、現時点で TAG に記載がない影響欄である。

表中の項目のうち重要項目は、「業務利用者と交通供給者」「通勤や他の利用者」等の初期指標による B/C の項目である。

定性化項目は、全体的な影響を量や貨幣価値を参照せず定性的に説明する。

7段階スケールの定性項目記載箇所については、確認する限り記載されている事例は見当たらない。

表 2-12 総括評価表（ノリッジ北物流道路の例）

評価総括表 (Appraisal Summary Table)		作成日	2015年 7月 29日		連絡先			
計画名	計画の説明	氏名				組織	役割	
		Promoter/Official						
影響	主要な影響の整理	評価						
		量的			質的		金額 £(純現在価値)	7段階スケール/ 弱いグループ
実施	業務利用者と運送業者の経済的便益は、WebTAG DataBook (2014年11月)に掲載された最新の経済パラメータを組み込んだDTTのTUBANソフトウェア(バージョン1.9.5)を使用して計算された。	トリップ時間変化の価値(£)			極めて有益	£284m		
		トリップ時間の鈍化(£)						
		0 ~ 2分	2 ~ 5分	> 5分				
		£11.5m	£96m	£157m				
時間信頼性 (業務利用者)	信頼性への影響は、NATSモデル出力(時間、距離、トリップデータ)を使用して、WebTAGユニットA1.3に沿ってトリップ時間を計算することによって推定される。ここに表示されている金額は、ビジネス、通勤者、およびその他のユーザーの総合的な信頼性の利点を表している。但し、これらは費用便益分析(AMCB)には含まれていない。			適度に有益	£18m			
再生	再生地域への出入りに直接影響を与えないため、WebTAG Unit A2.1に従った再生影響の評価は実施されていない。			中立				
広範な影響	利用者便益に追加される経済的影響は、WebTAG Unit A2.1に従って計算され、これらの影響には集積経済、不完全競争市場における産出変化と労働市場への影響から生じる税金を含む。			極めて有益	£104m			
環境	騒音							
	大気質	WebTAGの地方の大気質評価手順は、調査エリア全体の大気質の改善があることを示しており、中央AQMAでは大気質が改善されている。劣化は、NDRとその周辺の道路ネットワーク上にあり、この計画は、NO2またはPM10大気質基準を超過しない。	NO2 2017(29860/2441/9479) PM10 2017(19664/14054/8062) 総合評価スコアNO2: (2017): -5864PM10: (2017): -999EmissionsNOx(2017): 16トン/年PM10(2017): 1.5トン/年		N/A	PM濃度の変化の 値: NPV: £3.8m NPV: 0.31m.£の 大気質変化量 NPV: £3.5m		
	温室効果ガス	80年以上取引されない炭素の変化(CO2e)	381,258					
		80年以上炭素取引の変化(CO2抽出)	1859			-£18m		
	景観	景観特性は主に農耕地であり、道路によって悪影響を及ぼす良好な景観品質を備えている。しかし、最高品質のエリアの通過は避けられることだろう。			やや不利	£12.1m		
	街並み	ノリッジの中心部は、ユニークで置き換えが不可能な繁華した商業環境から成っている。			やや有益			
	歴史的環境	考古学的遺跡は不利になる(否定的)。			極めて不利			
社会	提案された計画は、法定指定サイトに悪影響を及ぼすとは予測されない。同様に、ほとんどの非法定指定サイトも影響を受けるとは予測されない。いくつかの重要な森林保護区域(1997年の伐採規則以外で指定されている)は、森林と伐採林の指定されていない区域が少ないため、悪影響を受けやすい可能性がある。			やや不利				
	水環境	この計画は、特定された水の特徴について、なんら感知的な効果を持たない。			中立			
	旅行時間の節減 (通勤や他目的の利用者)	通勤者やその他のユーザーの経済的便益は、WebTAG DataBook(2014年11月)に掲載された最新の経済指標を組み込んだDTTのTUBAソフトウェア(バージョン1.9.5)を使用して計算された。	トリップ時間変化の価値(£)			極めて有益	£457.3m	
			トリップ時間の鈍化(£)					
			0 ~ 2分	2 ~ 5分	> 5分			
			£198.4m	£87.7m	£171m			
	時間信頼性 (通勤や他目的の利用者)	信頼性への影響は、NATSモデル出力(時間、距離、トリップデータ)を使用して、WebTAGユニットA1.3に沿ってトリップ時間を計算することによって推定される。ここに表示されている金額は、ビジネス、通勤者、およびその他のユーザーの総合的な信頼性の利点を表している。但し、これらは、費用便益分析(AMCB)には含まれていない			適度に有益	£17.9m		
	身体的活動	大量の交通の緩和により全体的な利益が生じる。			適度に有益			
	旅行の質	旅行者のストレスは、明確なルートと渋滞の減少により軽減した。			極めて有益			
事故	この方式は、新しいルートに需要が転換される時に、隣接道路の事故数を減少させる結果となる。ノリッジ市街地の道路でも事故が減少している。この計画に直接接続する道路では、交通量の増加による事故数の増加がみられる。	最小限シナリオ 人的障害事故の件数 71,003 事故 致命的 1,896 深刻な12,623 軽い91,510 事故費用4,763,961 £		適度に有益	£36m			
		拡張シナリオ 人的障害事故の件数 71,311 事故 致命的 1,885 深刻な12,487 軽い90,633 事故費用4,727,914 £ 費用は、2010年現在の価格						
安全	より流動的な交通の動きは、道路利用者がより少なく止める必要があり、したがって犯罪に晒されにくくなることを意味する。これらの理由から、このオプションは安全性全体を向上させる。			適度に有益				
サービスへのアクセス	空港等へのアクセスが改善される。北からの都市への主要な環状方向のルート上の自動車と公共交通の間の交換を促進する。			適度に有益				
住みやすさ	移動時間の短縮により燃料消費量(したがって関連コスト)が減少する。公共交通機関の円滑化は、より手頃な運賃につながる可能性もあるが、それは手頃な価格の面でプラスとマイナスの影響が混在する可能性が高い。			中立				
分断	環状方向のルートで交通量と渋滞が減少し、徒歩・二輪利用者の快適性が向上するため、コミュニティ内の分断の緩和が期待できる。			やや有益				
オプション 価値、非利用価値	新道路は、歩行とサイクリングのための改善されたオプションを提供する。			適度に有益				
土壌	交通予算費	制度費用には、土地、建設、運営、維持管理、準備、設計、監督の費用が含まれる。建設インフレと楽観主義のバイアスは、DTTのガイダンスに従って適用されている。			不利	£122.8m		
	間接税	間接税は、制度に起因する車両関連費用(燃料、タイヤ等)の支出パターンの変更による課税所得の変化から生じる。 この計画は、全体的な車両半口を増加させ、燃料やその他のトリップ項目への支出を増加させる。これは、政府が受け取った間接税を増加させる。			適度に有益	£49m		

出典: https://www.merseytravel.gov.uk/about-us/local-transport-delivery/Documents/Windle%20Island/Appendix%20H-%20Appraisal%20Summary%20Table_.pdf

(留意事項)

- ・本表は、2015年7月に作成された事例であるため、最新のガイドラインと一部整合的でない表記がみられる。
- ・本表の「再生」は、最新の更新ガイダンスからは削除されている。
- ・"N/A"は、"Not available"であり該当しないことを意味している。
- ・「交通予算費」および「間接税収」は効果項目でなく費用項目であるため、表4-2に該当項目はない。

(2) ASTの位置付け

1) ASTの意思決定への活用方法

- ・ASTは事業計画書とともに、意思決定者である投資委員会の閣僚に提出される。
- ・ASTは意思決定に役立つ重要な証拠の1つであるが、意思決定において正式に規定されたASTの機能はない。
- ・ASTの各評価項目で重み付けはしていない。
- ・大臣の判断材料は事業計画書（ビジネスケース）が主であり、次にVfMステートメントとASTとなる。事業計画書とVfMは公表されないが、ASTの情報に基づき作成される。

ASTは事業計画書とともに、意思決定者である投資委員会と閣僚に提出される。投資計画を貨幣価値（VfM）で評価する。ASTの提出を受けた意志決定者は、投資計画のメリットに関する包括的な見解を報告するためにASTを使用するが、意思決定において正式に規定されたASTの機能はない。それは決定のための重要なエビデンスの1つであるが、最終的な評価に達するために意思決定者側の判断は常に行使される。

2) ASTの作成者

事業主体の責任で評価し、事業主体がASTを作成する。事業主体は、地方自治体、運輸省、交通機関、都市地域、運輸省関係機関（ネットワークレールやハイウェイイングランドなど）である。評価は、コンサルタントに委託することがあるが、場合によっては、事業主体が実施することがある。

内容は運輸省が精査する。

(3) 費用便益の整理表 (AMCB)

初期の費用便益比 (Initial BCR) は、下表の貨幣化された費用便益分析 (Analysis of Monetized Costs and Benefits : AMCB) の計算シートで整理される。

評価項目は「騒音」、「局所的大気質」、「温室効果ガス」、「旅行の質」、「身体的活動」、「事故」、「経済効率 (通勤・その他目的利用者、業務利用者、供給者)」、「財政影響 (間接税収)」の項目によって構成される。

表 2-13 貨幣化された費用便益分析の計算シート

貨幣化された費用便益分析		
騒音	<input type="text"/>	(12)
局所的大気質	<input type="text"/>	(13)
温室効果ガス	<input type="text"/>	(14)
旅行の質	<input type="text"/>	(15)
身体的活動	<input type="text"/>	(16)
事故	<input type="text"/>	(17)
経済効率: 利用者 (通勤)	<input type="text"/>	(1a)
経済効率: 利用者 (その他)	<input type="text"/>	(1b)
経済効率: 業務利用、供給者	<input type="text"/>	(5)
財政影響 (間接税収)	<input type="text"/>	- (11) 公会計表 (費用表) から符号を-に変化させる
便益の現在価値 (PVB)	<input type="text"/>	$(PVB) = (12) + (13) + (14) + (15) + (16) + (17) + (1a) + (1b) + (5) - (11)$
交通予算	<input type="text"/>	(10)
費用の現在価値 (PVC)	<input type="text"/>	$(PVC) = (10)$
全体インパクト		
純現在価値 (NPV)	<input type="text"/>	$NPV = PVB - PVC$
費用便益比 (B/C)	<input type="text"/>	$B/C = PVB / PVC$

出典：投資評価報告書のための評価表
AMCB(Analysis of Monetized Costs and Benefits) Table²¹

²¹ 投資評価報告書のための評価表

<https://www.gov.uk/government/publications/webtag-appraisal-tables>

2.3 ドイツ

ドイツの事業評価について、山崎（2006）²²に基づき整理し、最新の連邦交通路計画 2030 における記載に基づき整理する。

2.3.1 事業化プロセス

ドイツは、連邦の予算（補助金を含む）が投入される公共事業、特に大規模事業は費用便益分析等の評価を行うことが法律によって義務付けられている。

(1) 連邦交通路計画 2030

2016 年 3 月、連邦交通路計画 2030（The 2030 Federal Transport Infrastructure Plan: 以下 FTIP2030）が策定された。

対象事業は交通路（道路、鉄道、水路）であり、2016 年から 2030 年までの予算規模は道路、鉄道、水路網の維持費 1,416 億ユーロ、新設費 636 億ユーロ（251 億ユーロ+385 億ユーロ）が計上されており、その他の投資を含めて総額 2,696 億ユーロが計上されている。

表 2-14 連邦交通路計画 2030 における予算規模（単位：億ユーロ）

	投資合計額	その他の投資 (2016-2030)	構造の維持 管理/置換 (2016-2030)	更新・新設 (2016-2030)		更新・新設 「予備費」 (2031 年時点)
				事業中	新規事業	
連邦 幹線道路	1,328	120	670	158	183	196
連邦鉄道	1,123	74	584	84	183	197
連邦水運	245	22	162	9	18	35
全交通 モード	2,696	216	1,416	251	385	428

²² 山崎治，公共事業の事前評価，レファレンス平成 18 年 2 月号

(2) 計画選定プロセス

連邦交通路計画 2030 (2016 年 8 月閣議決定) は以下のプロセスで計画が選定される。③の段階で評価が実施される。

- ① 交通の発展に関するシナリオ作成及び予測
- ② 交通網全体の点検及びプロジェクトの申請
- ③ プロジェクトの評価及び建設実施価値の査定
- ④ 財政計画に配慮した緊急性分類
- ⑤ 聴聞及び調整 (連邦、州レベル、専門家による情報提供)
- ⑥ 内閣の議決

(3) 選定区分

③では、「経済性 (B/C)」だけでなく「環境・自然保護」「地域計画」「都市計画」の視点を加えた計画の可否、及び計画の優先順位を区分する。

評価年時点 (2015 年) で既に建設中の事業において、将来需要や計画変更があった場合は、いわゆる残事業評価を実施する。

事業の優先度は以下に分けられる。

まず、維持管理事業についての予算配分がなされ、次に、更新および新規事業に対する予算配分がなされる。その上で、費用便益分析、環境評価、空間計画、都市開発の各視点に基づく事業評価がなされ事業の優先度が決定する。

優先度は、最優先事業 (VB) およびボトルネック解消事業 (VB-E) のカテゴリーに分類される事業が最も優先度が高く、連邦交通路計画 2030 の期間中に事業実施されるべき事業として位置付けられる。

一方、第2優先事業 (WB) および第2優先事業の計画推進事業 (WB*) のカテゴリーに分類される事業は、連邦交通路計画 2030 で想定する予算外に対応する事業として位置づけられる。

表 2-15 事業の優先順位

優先	条件
第一優先 プロジェクト	・ B/C が高く、ボトルネック解消に大きく寄与する事業
	・ 「環境」への影響が小さく、自然保護を考慮する事業
第二優先 プロジェクト	・ B/C は低くとも「地域計画」、「都市計画」評価において重要なプロジェクト
	・ 投資要件を満たすが、投資額が 2030 年までの財政的枠組みを超えているプロジェクト

出典 連邦交通路計画 2030, Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030 2016 年

https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/bundesverkehrswegeplan-2030-gesamtplan.pdf?__blob=publicationFile

2.3.2 事業評価の手法

評価方法は「連邦交通路計画 2030」と併せて策定された事業評価のためのガイドラインが用いられている。州においては、基本的に連邦のような費用便益分析の義務付けはない。

(1) 評価の枠組み等

評価手法の概要を示す。

連邦交通路計画 2030 では事業は「費用便益分析」、「環境評価」、「空間計画」、「都市開発」の4つのモジュールで評価される。

このうち「費用便益分析」は貨幣価値で評価され、主要な指標と位置付けられる。

他方、分断された自然地域のように、金額で表すことが非常に困難、または全く不可能な影響がある。これらの影響は個別に「環境評価」、「空間計画」、「都市開発」のモジュールで調査されている。これら3つの評価モジュールは定性的に評価する。

2030年の交通量を予測することで、各指標を評価する。

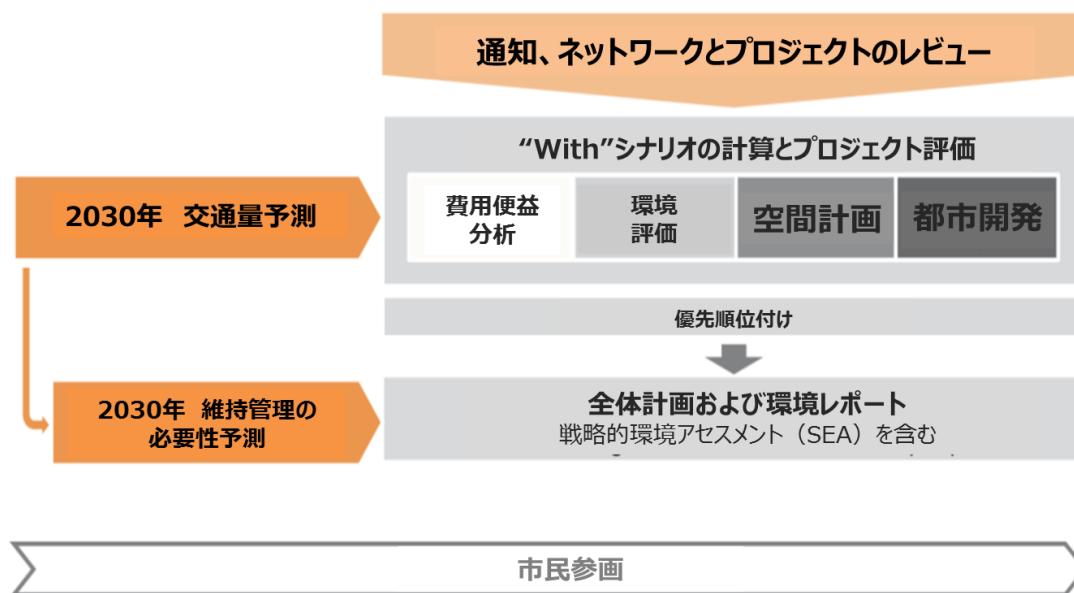


図 2-7 連邦交通路計画 2030 のプロセス

(2) 評価の視点

1) モジュール A 費用便益分析

連邦交通路計画 2030 の主要な評価モジュールは費用便益分析であり、貨幣化できる全ての正負の便益と事業費を比較する。項目は 13 ある。

検討期間は、計画段階、建設段階、事業の運用段階から構成されており、道路および鉄道の全ての事業は 2015 年に始まると想定している。実際の事業期間が評価時点では未定なためである。

2) モジュール B 環境評価

環境影響評価は、戦略的環境アセスメント (SEA) で必要とされる評価の一部である。

新規事業の環境影響評価には、2 つの異なるアプローチが使用された。「騒音」、「大気汚染」および「CO₂ 排出量」は金銭換算され、モジュール A の費用便益分析の便益に組み込まれる。

金銭で表されない環境影響が、環境評価 (モジュール B) の対象であり、3 段階 (低、中、高) で環境に対する影響が評価される。下表は、新規整備と改良事業の評価項目を、2.1～2.9 の項目によって示している。

3) モジュール C 空間計画

空間計画は、高位中心地と大都市圏地域との間の「連結とリンクの質の不足」、および主要拠点への「アクセシビリティ不足」の視点で定性的に評価する。

4) モジュール D 都市開発

連邦交通路計画 2030 における都市開発への影響評価では、各事業の 3 種類の効果を評価する。

- ・ 道路環境の効果
- ・ 土地利用とアクセスの効果
- ・ 改修およびリニューアルの効果

3 つの効果はそれぞれ 5 段階で評価され、その組み合わせによって、3 段階 (低、中、高) に評価されている。3 つの効果の中では「道路環境の効果」を重視している。

2.3.3 評価項目

(1) モジュール A 費用便益分析

表 2-16 連邦交通路計画 2030 の費用便益分析（モジュール A）における便益・費用

	項目（金銭換算）	概要
費用	投資費用	事業に係る費用の合計
便益	走行費用の変化	旅客及び貨物交通の交通費の変化
	移動時間の変化（旅客）	旅客交通の移動時間の変化による便益
	移動時間の変化（貨物）	貨物交通の移動時間の変化による便益
	時間信頼性の変化	交通流の信頼性の変化による便益
	非明示的便益の変化	時間・費用以外で、利用者の選択に影響する便益
	交通安全の変化	死傷者や物損など事故コストの変化
	騒音の変化	騒音公害/曝露の変化による便益
	排ガスの変化	排ガス（汚染物質&温暖化ガス）の変化による便益
	インフラのライフサイクルに渡る温室効果ガス排出の変化	インフラ事業の建設、維持、運用による温室効果ガス合計（ライフサイクル排出）
	コミュニティ分断の変化	コミュニティ分断の変化（歩行者の迂回、遅延）
	競合する交通手段の便益	他の交通手段への影響
	交通インフラの更新・維持費の変化	更新や維持における便益

1) 走行費用の変化

走行費用は、自動車、航空機、船舶の運行費で構成される。交通事業は、走行距離の減少により運行費に影響を与える。

2) 移動時間の変化（旅客）

旅客輸送の乗客は、移動時間を他の生産的な目的に使用できないため、移動は費用である。交通事業は、移動時間の変化に貢献できる。

3) 移動時間の変化（貨物）

貨物輸送の間、その貨物は他の場所で生産的な使用はできないため、輸送時間は費用である。交通事業は費用を軽減し、事業の便益となる。

4) 時間信頼性の変化

利用者は移動の遅延に備えるため、出発時間を早くし不確実性を補う。交通事業は移動時間を変化させるだけでなく、平均移動時間からの乖離で表される信頼性に影響を与える。

5) 非明示的便益の変化

移動手段に複数の選択肢がある場合、移動時間と費用の比較だけで意思決定せず、その他の追加的な要素も移動手段の選択に影響を与える。ここで追加的な要素とは、交通手段の質、個人的態度などであり、測定が困難であるが、利用者はこうした要素を考慮して意思決定する。

例えば、鉄道整備により、鉄道の所要時間が道路よりも長いにもかかわらず、道路から鉄道へ交通が転換する場合、鉄道の移動中は別の活動ができるなど、非明示的な便益が影響するためである。

6) 交通安全の変化

交通事故に関連した人的損傷と物的損害は、医療や修復など、経済全体の費用となる。

7) 騒音の変化

騒音は、影響を受けた人々の健康を損なうため、経済全体の費用となる。

8) 排ガスの変化

自動車、航空機、船舶からの排ガスは生態系に有害であり、温室効果ガスを放出する。大気汚染と温室効果ガスは、作物収量の減少や医療費の増加など、経済全体の費用となる。

9) インフラのライフサイクルに渡る温室効果ガス排出

交通インフラの建設・運営のライフサイクルを通じた温室効果ガスの排出量は、初期投資、保守に対する再投資、運営に関連する全ての温室効果ガス排出量を含む。施策無しシナリオと比較して、交通事業は追加の排出量であり、損失として現れる。

10) コミュニティ分断の変化

交通事業は、市街地の交通量を削減する。幹線道路の沿線では、交通量が低下すると、歩行者がこれらの道路をより簡単かつ安全に横断することができるため、交通量の削減はコミュニティ分断の解決に影響する。交通事業による歩行者の移動時間の短縮は便益と捉えられている。

11) 競合する交通手段の便益

交通事業が、他の交通手段に与える影響を考慮する。例えば、鉄道貨物の事業は、道路か

ら鉄道への転換を考慮する。道路から鉄道への転換は、道路交通量の減少、速度向上、移動時間が短縮できる。また、鉄道踏切の撤去を伴う事業は、道路の移動時間が短縮できる。

12) 交通インフラの更新・維持費の変化

交通インフラの運用と保守は費用を生ずる。交通事業はこれらの費用を変更し、費用が削減された場合に便益を生む。

(2) モジュール B 環境評価

貨幣換算されないが、影響を受ける面積 ha や延長 km の指標によって定量化された環境影響は「高」、「中」、「低」に分類される。

評価点は高い方が、環境への負荷が高く、否定的な影響と解釈される。

表 2-17 金銭換算されない環境評価項目

非貨幣環境基準	指標の単位	新規建設 (完全評価)	更新 (簡易評価)
2.1 突出して重要な自然保護エリアの浸食/重大な影響 (Natura 2000サイトなど)	面積 [ha]	×	
2.2 Natura 2000サイトに反する重大な影響	影響を受ける場所の数	×	×
2.3 分析されていないコアエリア (UFA 250)の土地取引	面積 [ha]	×	
2.4.1 a) 分断されていない巨大な土地の分断	分断された距離 [km]		
2.4.1 b) 分断されていない巨大なエリアの分断	分断された距離 [km]	×	
2.4.1 c) 重要な生息地の分断	分断数		
2.4.2 更新プロジェクトでの生息地の再接続	再接続数		×
2.5 持続可能な開発戦略に従った土地取引	面積 [ha]	×	×
2.6 氾濫原を通る交通流	距離 [km]	×	
2.7 防水地を通る交通流	距離 [km]	×	
2.8 交通が低密度で分断されていないエリアの分断	面積 [ha]	×	
2.9 優先文化遺産と景観保護エリア (自然公園、UNESCO世界遺産など)に対する浸食/重大な影響	面積 [ha]	×	

下表のとおり、基準 2.6 から 2.9 よりも、基準 2.1 から 2.4 に高い評価点が置かれている。環境影響に重要であるとの理由から、

各評価項目に与えられた評価点を合計し、事業の全体評価を決定する。評価点に応じて、環境影響は「高」、「中」、「低」に区分される。

環境影響が「高」のものが複数ある場合、総評価点に関係なく、環境影響のレベルが、次のレベルに引き上げられているケースがある。

表 2-18 項目毎の評価点

基準に対する評価結果の カテゴリ	高い重み付け基準に 対する評価点(2.1~2.4)	低い重み付け基準に 対する評価点(2.6~2.9)
高い環境インパクト	5点	3点
中程度の環境インパクト	3点	2点
低い環境インパクト	1点	1点

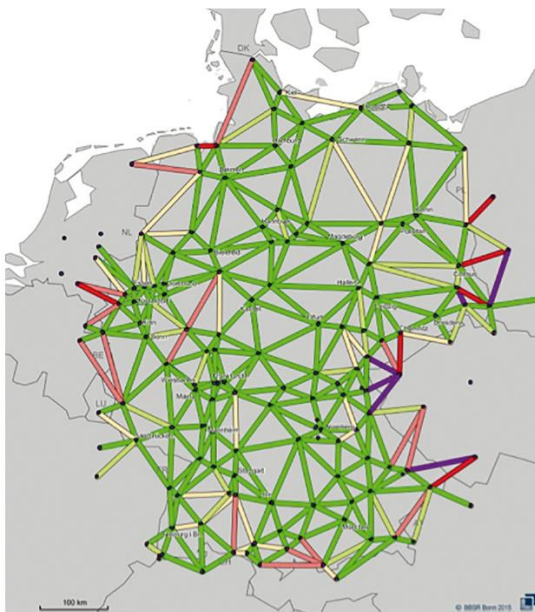
(3) モジュールC 空間計画

①中心地間の連結とリンクの質の不足、および②主要拠点へのアクセシビリティ不足の視点で評価され、それぞれに点数が付けられ、その合計点から3段階（低、中、高）に評価される。

①中心地間の連結とリンクの質の不足は、高位中心地と大都市圏地域との連結性を検討する。

高位中心地は、次図の黒ノードの都市で、連邦州の下の行政区相当の都市を対象とする。

連結とリンクの質の不足は、中心地間の直線距離を移動時間で割った移動速度で評価する。道路の移動時間は、乗用車による最短ルートから求められる。旅客鉄道サービスは、移動時間と乗換時間を合計する。リンク間の接続性は「非常によい」「よい」「満足」「十分」「不十分」「不満足」の6つに区分する（次図）。



“Without”シナリオの旅客鉄道交通のリンクの質の評価

- Very good
- Good
- Satisfactory
- Adequate
- Inadequate
- Unsatisfactory

Database: BBSR accessibility model

Geometric basis: BKG, federal states, 31 December 2010

図 2-8 旅客鉄道における高位中心地間の直通移動速度の評価

②主要拠点へのアクセシビリティ不足(リンクの質の不足)は、高速道路ジャンクション、国際空港、高位中心地、都市間鉄道駅への渋滞を考慮しない移動時間で評価する。

自動車の場合のアクセシビリティ不足は、最寄りジャンクションまでの移動時間が30分以上、最寄り空港までが60分以上、最寄り都市間鉄道駅までが45分以上、最寄り高位中心地までが45分以上の場合である。空間計画の観点から高位中心地は重要な目的地であり、最寄り高位中心地までの乗用車での移動時間が60分以上の場合、重視される。

旅客鉄道輸送の場合のアクセシビリティ不足は、最寄り空港まで90分以上、最寄りIC駅まで60分以上、最寄りの高位中心地まで60分以上である。高位中心地は重要な目的地であるため、最寄りの高位中心地までの移動時間が90分以上の場合、重視される。

Accessibility indicators

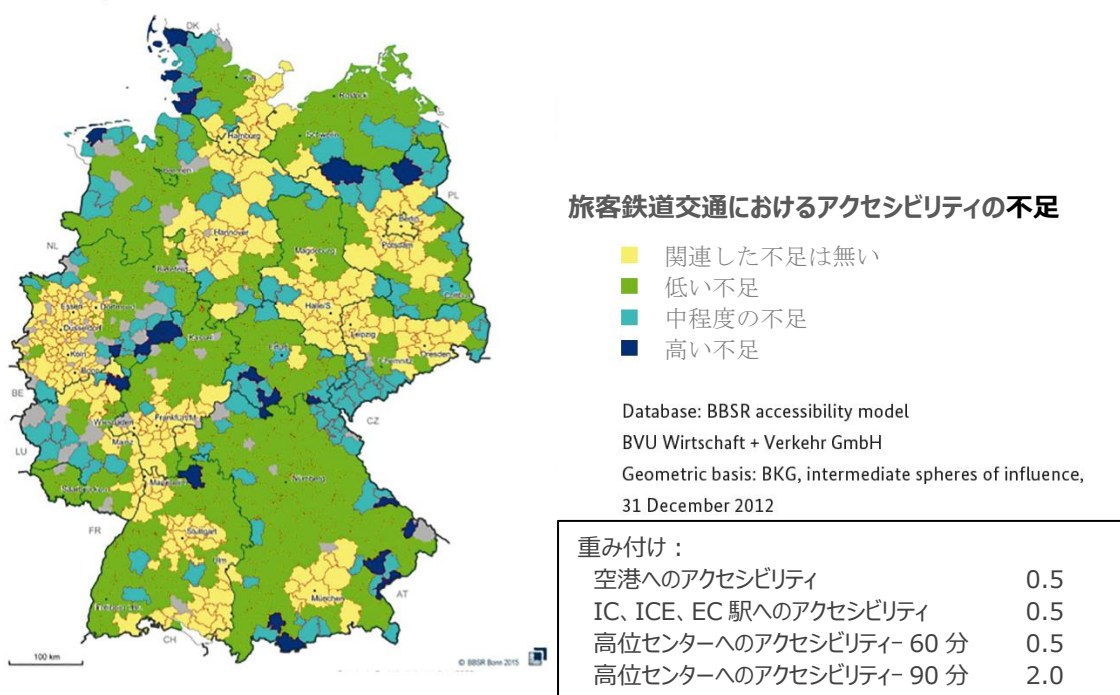


図 2-9 旅客鉄道輸送におけるアクセシビリティの不足

(4) モジュールD 都市開発

「道路環境への効果」は、交通の転換により、市街地を抜ける既存道路の渋滞を削減し、環境を改善する。

「土地利用とアクセスへの効果」は、交通量の減少がアクセシビリティの向上をもたらし、市街地の質が強化される可能性を意味する。地域の発展に貢献し、人気のなかった住宅や商業地域に対する需要拡大を後押しする。

「改修およびリニューアルへの効果」は、市街地の道路に隣接する資産価値の変化を捉える。交通量の多い住宅が並ぶ通りは資産価値が損なわれるが、交通量の減少で改良の可能性がある。未実施の改修や空き家を防止、または抑制できる。都市環境が作り出すイメージの向上だけでなく、生活や労働条件も向上する。

2.3.4 整備効果の示し方

連邦交通路計画に記載される道路事業リストの例を次ページ表に示す。

「費用便益分析」(モジュール A)、「環境評価」(モジュール B)、「空間計画」(モジュール C)、「都市開発」(モジュール D) は表頭の 17~20 に記載される。

金銭換算で評価される費用便益分析は費用便益比で記述され、「環境評価」、「空間計画」、「都市開発」は定性的に記述される。4つのモジュールの結果は総合的に評価され、事業の採択を判断する。

費用便益比の採択基準は明記がない(採択事業を確認すると、費用便益比は 1 以上の記載である)。

評価対象事業を B/C の高い順に並べ予算内に入る事業が最優先事業の対象になる。総合評価の結果は、次ページ表 16 列の「優先順位」の欄に示される。VB (最優先事業)、VB-E (ボトルネック除去の最優先事業)、WB* (計画の実行を有する第二優先事業)、WB (第二優先事業) に区分される。VB、VB-E の事業が連邦交通路計画 2030 の計画期間中に実行される。

表 2-19 連邦交通路計画 2030 の道路事業リスト (例)

Serial no.	州	(Sub-) 事業No.	Road no.	2nd road no. (if appropriate)	事業		目的	延長 km	投資 € millions				LFL	計画の状況	優先順位	BCR 費用便益比	環境と自然保護の評価	空間プランニングの評価	都市開発の評価	ボトルネックの解消	今後の建替/更新の緊急のニーズ
					From	To			合計	うち改良/新規	うち更新/建替	うち第三者費用									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
53	BY	B002-G060-BY-T02-BY	B 002		OU Hattenhofen		N 2							OP					High		
54	BY	B002-G060-BY-T03-BY	B 002		OU Althegnenberg		N 2							OP					High		
55	BY	B002-G080-BY	B002		Osttangente Augsburg		N 3/4+E 4	16.6	133.0	118.8	14.2	0.0	1	OP	VB	6.1	High				
56	BY	B002-G080-BY-T01-BY	B 002		AS Friedberg	B 300	E 4						1	OP							
57	BY	B002-G080-BY-T02-BY	B 002		w Friedberg (s B 300)		E 4						1	OP							
58	BY	B002-G080-BY-T03-BY	B 002		OU Kissing		N 3/4						1	OP					High		
59	BY	B002-G095-BY	B 002		Augsburg - Donauwörth	Nürnberg	N 3/4	8.6	36.2	36.2	0.0	0.0	1		VB	3.1	High				
60	BY	B002-G095-BY-T01-BY	B 002		OU Dietfurt		N 3							OP			High				
61	BY	B002-G095-BY-T03-BY	B 002		OU Wernsbach		N 4							PA							
62	BY	B002-G100-BY	B 002		OU Forth		N 2	2.2	5.6	5.6	0.0	0.0		OP	VB	7.8					
63	BY	B004-G020-BY	B 004		Upgrade iCoburg	(Weichengereuth)	E 4	1.7	21.0	17.5	3.5	0.0		VP	VB	1.5				Yes	
64	BY	B008-G010-BY-T02-BY	B 008		OU Neustadt-Diebach		N 2	6.3	14.0	14.0	0.0	0.0		OP	VB	9.0	High		High		
65	BY	B008-G020-BY	B 008		OU Postbauer-Heng		N 2	2.2	8.0	8.0	0.0	0.0		VU	VB	2.7			High		
66	BY	B010-G020-BY	B 010		Neu-Ulm	AS Nersingen (A 7)	E 4	5.5	29.3	26.1	3.2	0.0	1	PE	VB	5.8					

2.4 アメリカ

2.4.1 事業化プロセス

1) 事業評価プロセス（米国全体）

アメリカの事業評価において、費用便益分析の結果は事業採択における1つの指標にとどまっており、基本的には、住民・議会・行政といった利害関係者それぞれが納得し得る様々な指標を用いて評価が行われている。

連邦政府（交通省連邦道路管理局資産管理課）が提供している主なガイドラインとしては、以下で概要を紹介する“Economic Analysis Primer”が挙げられる²³。なお GAO（U.S. Government Accountability Office：政府監査院）の幹線道路の費用便益分析等に関する検査報告書²⁴では、幹線道路の経済的分析のガイドラインとして、“Economic Analysis Primer”の他に、米運輸交通担当者協会（American Association of State Highway and Transportation Officials:AASHTO）による“User Benefit Analysis for Highways”が取り上げられている。

また、連邦交通省道路管理局資産管理課が提供している主な分析のためのツールとしては連邦政府向けの”HERS (Highway Economic Requirements System)”と州政府向けの”HERS-ST(Highway Economic Requirements System-State Version)”が挙げられる。

このようにアメリカでは、費用便益分析に関するガイドラインが複数策定されているが、道路整備については、主として州政府により行われることから評価の対象となる事業や評価手法についても州により異なる。

例えば、カリフォルニア州では、上述した各種ガイドラインではなく独自に開発した費用便益分析のシステムを用いて事業の評価を行っている。評価指標として費用便益比が用いられているが、評価における基準値は特に設定されていない。費用便益分析の結果は、事業の総合的な評価項目の1項目として取り扱われているに過ぎない。このように、アメリカでは州政府が事業評価方法を独自に設定し事業を選定している点の特徴である。

現在のアメリカでは、時間短縮便益だけでなく、環境負荷減少、遅延改善などの項目を含んだ総合的な事業評価が実施されており、費用便益分析の結果は、事業採択における1つの指標にとどまっている。したがって、費用便益分析の結果のみによって、事業採択が決定されるわけではない。投資効率の観点から、費用便益比 $B/C > 1.0$ が望ましいとされているが、 $B/C > 1.0$ が絶対的な必要条件になっているわけではない。費用便益分析の基準として

²³ ただし、死亡及び負傷の損失額に関しては、'Revision of Departmental Guidance on Treatment of the Value of Life and Injuries,' 'The Economic Impact of Motor Vehicle Crashes' を参照することとなっている。

²⁴ GAO(2005)'Highway and Transit Inbements options for Improving Information on Projects'Benefit and Costs and Increasing Accountability for Results'(GAO-05-172)

も、費用便益比 $B/C > 1.0$ よりも、純便益の現在価値である純現在価値 NPV の大きさのほう
が重視される傾向にある。

2.4.2 事業評価の手法

(1) Economic Analysis Primer

以下では連邦交通省が提供する代表的な費用便益分析のガイドラインである“Economic Analysis Primer（連邦交通省道路管理局資産管理課）”の概要（2003年8月）を示す。

1) 対象事業

州・地方政府の交通局における幹線道路事業を対象とする。
対象事業として直轄・補助事業の区別に関する記述はない。

2) 評価時期

事業実施に関する意思決定を行う事前段階。

3) 代替案の検討の有無

設定した幹線道路改善の目的にあう代替案の総覧を提示することを求めている。その際には、まずベースケースとして、現状の交通施設（facility）を適切に維持・管理するという最低限の策“do minimal”を設定する（“do nothing”でないことに留意）。

代替案としては、現状の交通施設の修繕から、より大規模な交通施設に置き換える改築まで幅広く含まれるとしている。さらに、こうした工事に関する代替案のみでなく、運用方法や需要の管理方法（非ピーク時にインセンティブを付与する等）の代替案も含まれるとしている。

なお全ての代替案について詳細な費用便益分析を実施する必要はなく、詳細な分析については、より有望な代替事業に注力すればよいとしている。

“Economic Analysis Primer”の費用・便益項目を整理する。利用者の費用便益項目および政府機関の事業費等の費用項目は、下記に示す通り、全て考慮され定量化されるべきであるとしている。

4) 便益項目

幹線道路事業における便益項目は以下である。ただし、ある項目を便益と捉えるか費用と捉えるかは、どのようなベースケースを設定するかに依存するとしている。

料金は利用者と政府機関との間で移動されているにすぎないため費用／便益項目に含めないとしている。

＜工事区域（工事中）の利用者の費用／便益＞

- ・ 遅延
- ・ 事故
- ・ 車両運用費用

＜（供用後の）施設運用による利用者の費用／便益＞

- ・ 移動時間／遅延
- ・ 事故
- ・ 車両運用費用

＜外部性※（非利用者への影響）＞

- ・ 排気
- ・ 騒音
- ・ その他の影響

5) 便益の計算方法

費用便益項目の計測手法を紹介する。

「移動時間／遅延」：出張や商業における移動時間については、間接費を含めた平均賃金（雇用者に対する費用）によって計測される。一方で、通勤やレジャーといった個人的な移動時間については、平均賃金や移動時間短縮に対する支払意思額によって計測される（両方が用いられる場合もある）。

「事故」：事故による負傷は死亡のリスクを回避するための支払意思額や、医療、物損等といった事故に係る費用によって計測される。

「車両運用費」：車両に係る費用は、どの代替案が採用されるかによって、道路のスピード・渋滞状況・舗装等が変わるため、変動する。連邦交通省では、車両運用費の計測に関する公式なガイドラインは提供していない。

「外部性」：費用便益分析の中でも外部性は困難な領域であるが、外部性を費用便益に含める方法として、例えば、科学的・経済学的研究によって、大気汚染の費用の原単位が計測されており活用できる。

6) 費用項目

幹線道路事業として、一般的に費用として含まれる項目として以下を挙げている。ただし、ある項目を便益と捉えるか費用と捉えるかは、どのようなベースケースを設定するかに依存するため、便益項目と重複する項目もある。

＜政府機関の費用＞

- ・ デザイン／エンジニアリング
- ・ 用地買収
- ・ 建設
- ・ 改築／修繕
- ・ 保全／維持管理
- ・ 軽減策（騒音バリアの設置等）

＜工事区域（工事中）の利用者の費用／便益＞

- ・ 遅延
- ・ 事故
- ・ 車両運用費用

＜（供用後の）施設運用による利用者の費用／便益＞

- ・ 移動時間／遅延
- ・ 事故
- ・ 車両運用費用

＜外部性（非利用者への影響）＞

- ・ 排気
- ・ 騒音
- ・ その他の影響

(2) 高速道路の利用者便益分析マニュアル

米国の高速道路事業は「高速道路の利用者便益分析マニュアル」(通称“Red Book”, 2003年)を活用する。

“Red Book”は2010年に更新されたが、事業評価手続きの記載はない。

道路関係事業の評価主体

- ・州政府
- ・地方団体(都市圏計画機構(MPO))等

各州政府、MPOが独自の手法で事業評価を実施

※連邦政府による統一的な、義務付けや要請、マニュアル等は存在しない。

●連邦政府の役割

- ・全国共通の基準、仕様の作成、運用にあたっての助言、連邦補助金の交付に関する業務
(例)・費用便益分析システム「HERS-STv2.0」を整備：各事業主体が当該システムを使用するかは任意

(参考) 全国で利用できる事業評価マニュアル「Redbook」

米国州道路交通運輸担当官協会(AASHTO)が作成し、2010年に改定

このマニュアルについて各事業主体が使用するかは任意

出典：User Benefit Analysis for Highways Manual, 2003

User and Non-User Benefit Analysis for Highways, 2010, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

“Red book” (2010)は2003年からの更新で、利用者便益の計算方法を改善し、高速道路の非利用者便益を追加した。

利用者と非利用者の両方の便益を考慮した事業評価の枠組みを提供する。

非利用者便益として以下の要素を考慮する。 配布されるソフトウェアで計算される。

- ・ 経済開発への影響
- ・ 建設支出への影響
- ・ 環境
- ・ 水質
- ・ 騒音

表 2-20 項目と内容

項目	内容
経済開発への影響	社会資本整備による生産性向上
建設支出への影響	建設支出による経済活性化効果
環境	建設または道路利用による環境への影響
水質	道路から流出した汚水の影響
騒音	騒音の影響

出典：User and Non-User Benefit Analysis for Highways, 2010, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

1) 事業評価プロセス（州）

米国各州も費用便益分析を活用している。

ミネソタ州は BCR の算定において Red Book (2010)を活用する。

表 2-21 米国州別の費用便益分析の実施状況

州	BCR およびその他の調査結果の活用
コネチカット州	BCR は交通安全事業に限定されている。
ネバダ州	2500 万ドルを超える容量拡張事業の BCR を実施するよう義務付けられている。
ミネソタ州	BCR を活用している。ただし他の要素も考慮する。RED BOOK(2010)を活用している。
ノースカロライナ州	事業の優先順位付けのための多基準分析 BCR を開発した
ユタ州	新規事業には多基準分析を使用する。
フロリダ州	意思決定支援のための BCR を使用している。
アーカンソー州	BCR も活用するが、事業の優先順位付けには多基準分析を使用する。

出典：Use of Benefit-Cost Analysis by State Departments of Transportation: Report to Congress,

2017, Federal Highway Administration

https://www.fhwa.dot.gov/policy/otps/pubs/bca_report/

2.5 我が国への導入の課題

以上を踏まえ、我が国と比較を行ったうえで導入する場合の課題等を整理する。

(1) 事業化プロセス

英国では、構想段階、計画段階、事業化段階の各段階で事業評価が実施されが、各段階での事業評価内容及び検討内容が異なる。

構想段階では、戦略的概略事業計画（SOC：Strategic Outline business Case）が作成され、基本的な評価が行われ、投資の論理的根拠が示される。

計画段階では、概略事業計画（OBC：Outline Business Case）を作成し、計画代替案の詳細な計画と評価を行う。概略事業計画（OBC）は、戦略的概略事業計画（SOC）の結論を再確認するとともに、経済的視点、財政的視点、管理的視点、商業的視点の評価が追加され、最適となる最終的な計画代替案を選定する手続きである。

事業化段階は、完全事業計画（FBC：Full Business Case）を作成し、正式な事業調達の実行段階であり、優先の選択肢を再精査し、最良の選択肢であることを確認する。

各段階で運輸省の投資委員会が事業計画を検討し、大臣に勧告する手続きを行う。

上記に示すように、英国では構想段階にて、戦略的な視点（地域特性の考慮）から事業の必要を確認したうえで、その後の計画段階において、代替案を比較評価するとともに、経済的評価をはじめ多様な評価が実施され、ルート案が決定される。最後に事業化段階で詳細設計に基づく最終確認が行われる。我が国でも、同様に、構想段階、計画段階、事業化段階のそれぞれの評価が実施されるが、英国と異なるのは、事業化段階での評価が費用便益分析を中心とする事業採択（事業を実施するか否かの判断）になっていることである。英国においては、戦略的な構想段階を経て、計画段階において、経済的評価だけでなく他の視点からの総合的な評価を実施し、費用便益比（B/C）が1.0を下回ったとしても、より広範な視点から事業実施を判断する手続きを行っている。我が国においても、構想段階における事業の位置づけと計画段階での多様な評価等による検討が重要である。

(2) 事業評価の手法

英国では貨幣化指標である費用便益比は、確度の高い initial B/C と、確度が低い adjusted B/C を併記する。また感度分析的に B/C の区分が変更となる土地利用の変更を確認する場合がある。B/C が低くても戦略性が重要である事業は採択される場合がある。

我が国では、対象となる事業や地域の特性、戦略的な投資対象としての多様な視点からの計画立案と、その評価が十分に反映できていない。英国同様、将来的な地域の開発や土地利用の変化等、戦略的な視点を含めた B/C の計測等、より幅広い事業評価手法を検討し、評価に適用していくことが求められる。

(3) 評価項目

英国では、定量的な経済評価に加え、定性的評価として、街並み、歴史環境、生物多様性、水環境、安全、サービスへのアクセス、住みやすさ、地域分断の多様な効果を7段階で評価し、貨幣化指標と併記して評価総括表に提示する。これらの貨幣化指標、定量的・定性的指標を併記した総括表に基づいて、投資委員会が検討・判断し、大臣に勧告する。

我が国においても、事業の特性や地域の特性に応じ、客観的評価指標として多様な評価項目を整理しており、経済的な効率性の視点からの評価だけでなく、事業の特性や地域の特性に応じて定性的な効果を含めた3便益以外の多様な評価項目を計測し提示するとともに、その評価結果を総合的判断していくことが重要である。

(4) 整備効果の示し方

英国では、B/Cが1を下回っても当該事業に戦略的重要性が確認されれば、その戦略に沿って貨幣的、定量的、定性的に評価し、事業実施の採択を行う場合がある。総合的な評価を記した総括表に基づいて、投資委員会が検討するとともに、事業採択を判断し、大臣に勧告する。また、ドイツでは、「費用便益分析」、「環境評価」、「空間計画」、「都市開発」の4つのモジュールで総合的に評価し、事業の採択を判断する。

我が国においては、上記に示したように、客観的評価指標として、多様な評価項目が整理されるものの、事業実施によって生じる将来の土地利用の変化や開発計画、誘発交通を含めた新たな交通需要等、将来的な戦略的な視点の評価が十分には反映されていない。そのため、3便益以外の多様な評価結果を示していくとともに、事業の特性や地域の特性を反映した評価を行い事業採択の判断の必要性と、その評価方法等の検討が課題となる。

第3章 交通特性に応じた評価手法の実務への適用に向けた検討

3.1 整理の目的

3.1.1 目的

現行の需要予測では考慮されていないピーク時間帯における渋滞解消の効果を適切に把握できるよう、時間帯別の需要予測による効果計測手法について、時間帯幅の設定や現況再現性の確認方法など実務への適用に向けて検討する。

3.1.2 対応方針

時間帯別交通量推計の課題として以下 3 点が挙げられ、下節にてそれぞれ検討した。

1. 時間交通容量の設定方法の検討（3.4 節、3-28 ページ）
2. 残留交通の検討（3.5 節、3-39 ページ）
3. 時間帯交通量推計の時間帯幅と評価時間帯の検討（3.6 節、3-43 ページ）

本章は 3.4 で時間交通容量の設定方法の検討、3.5 で残留交通の検討、3.6 で時間帯交通量推計の時間帯幅と評価時間帯の検討を行い、3.8 で時間帯推計の適用指針案を示す。

3.2 路線の交通特性の整理

全国の路線別の交通特性を確認し、時間帯別の評価が有効な路線を抽出する。

既存調査より、時間帯の評価が有効な路線の特徴として、ピーク率が高い路線が挙げられる。

(1) 関東地方の国道・主要地方道の交通特性の整理

1) ピーク率の高い路線

H27 道路交通センサスの箇所別基本表を用い、関東地方の国道・主要地方道の交通量が1万台以上で、ピーク率が高い順に並べると、圏央道が路線として現れる。

表 3-1 関東地方の国道・主要地方道のピーク率

順位	都道府県	路線名	ピーク率 (qp/q)	ピーク交通 量 (qp)	日交通量 (q)	ピーク 時間帯	昼間12時間 大型車混入率 (%)	混雑度	混雑時旅行速度 (上下平均 km/h)
1	千葉県	一般国道468号(圏央道)	12.1%	1,376	11,339	6	16.3	0.37	94.0
2	栃木県	一般国道408号	11.6%	1,876	16,203	7	21.8	1.01	77.7
3	栃木県	一般国道461号	11.3%	1,203	10,623	7	9.7	0.88	52.1
4	栃木県	羽生田上蒲生線	11.3%	1,272	11,240	7	12.9	1.17	26.5
5	栃木県	一般国道123号	11.3%	3,573	31,613	8	12.5	1.67	15.0
6	茨城県	一般国道6号(東水戸道路)	10.8%	1,274	11,818	7	18.3	0.27	94.3
7	群馬県	渋川東吾妻線	10.6%	1,333	12,572	7	7.7	1.44	26.0
8	千葉県	一般国道409号(アクア連絡道)	10.5%	2,534	24,241	6	21.1	0.49	73.9
9	茨城県	野田牛久線	10.2%	1,367	13,458	7	6.6	1.26	23.1
10	千葉県	一般国道408号	10.2%	1,147	11,298	7	29.4	1.02	28.6
11	千葉県	一般国道409号(アクア連絡道)	10.1%	2,585	25,699	6	21.1	0.51	92.5
12	千葉県	一般国道409号(アクア連絡道)	10.1%	2,585	25,699	6	21.1	0.51	85.9
13	千葉県	一般国道409号(アクア連絡道)	10.0%	2,408	24,117	6	17.9	0.50	94.5
14	埼玉県	一般国道299号	9.9%	1,116	11,249	17	6.2	1.05	-
15	栃木県	足利館林線	9.9%	1,106	11,205	7	14.1	0.96	46.2
16	千葉県	一般国道297号	9.8%	1,269	12,888	17	10.1	1.22	32.9
17	千葉県	一般国道126号(千葉東金道路)	9.6%	2,767	28,729	7	18.8	0.49	73.9
18	埼玉県	川越栗橋線	9.6%	1,744	18,216	7	24.6	1.50	31.9
19	栃木県	一般国道293号	9.4%	1,545	16,455	7	10.2	1.38	29.8
20	神奈川県	松田国府津	9.4%	953	10,165	7	9.1	0.88	33.5

出典：H27 道路交通センサス

2) 大型車混入率が高い路線

H27 道路交通センサスの交通量が 1 万台／日以上で、大型車混入率が 30%以上の路線をピーク率順に整理すると、圏央道の複数区間が上位となる。

表 3-2 大型車混入率が高い路線

順位	都道府県	路線名	ピーク率 (qp/q)	ピーク交通量 (qp)	日交通量 (q)	ピーク 時間帯	昼間12時間 大型車混入率 (%)	混雑度	混雑時旅行速度 (上下平均km/h)
1	茨城県	一般国道468号(圏央道)	8.7%	1,210	13,960	7	30.4	0.94	90.9
2	栃木県	一般国道293号	8.2%	1,103	13,399	7	30.7	1.13	45.6
3	茨城県	一般国道468号(圏央道)	8.1%	938	11,516	7	31.2	0.70	83.0
4	神奈川県	一般国道409号	7.9%	1,954	24,847	7	48.8	1.92	39.1
5	千葉県	一般国道468号(圏央道)	7.8%	848	10,807	7	32.1	0.65	79.6
6	茨城県	一般国道468号(圏央道)	7.8%	848	10,807	7	32.1	0.65	79.3
7	埼玉県	一般国道468号(圏央道)	7.7%	1,766	23,034	8	34.5	0.39	90.9
8	埼玉県	一般国道468号(圏央道)	7.6%	1,653	21,710	8	34.6	0.36	90.6
9	神奈川県	一般国道132号	7.5%	2,187	29,270	7	49.5	1.24	17.9
10	埼玉県	一般国道468号(圏央道)	7.4%	1,140	15,343	7	32.0	0.23	92.0
11	栃木県	一般国道4号	7.4%	3,310	44,557	7	39.2	0.66	-
12	埼玉県	一般国道125号	7.4%	1,818	24,529	7	33.7	1.09	36.5
13	埼玉県	一般国道468号(圏央道)	7.4%	797	10,791	8	41.6	0.19	80.3
14	埼玉県	一般国道17号	7.3%	5,017	68,431	7	31.7	0.84	57.0
15	埼玉県	一般国道17号	7.3%	2,041	27,937	7	38.8	0.69	25.4
16	千葉県	一般国道16号	7.2%	3,029	42,007	17	30.2	1.28	26.5
17	埼玉県	一般国道468号(圏央道)	7.0%	4,312	61,249	7	33.2	0.84	83.1
18	埼玉県	一般国道298号	7.0%	1,848	26,550	7	30.5	1.20	38.9
19	埼玉県	一般国道122号	7.0%	1,924	27,661	7	30.9	0.82	31.3
20	栃木県	一般国道4号	6.9%	849	12,232	17	35.3	0.40	43.7

出典：H27 道路交通センサス

3) 乗用車比率が高い路線

H27 道路交通センサスの交通量が1万台/日以上で、大型車混入率が10%以下の乗用車の交通が多い路線をピーク率順に整理すると、例えば、群馬県の中之条町と渋川市を結ぶ渋川東吾妻線などの私事または観光交通を担う国道が上位に現れる。

表 3-3 乗用車比率が高い路線

順位	都道府県	路線名	ピーク率 (qp/q)	ピーク交通量 (qp)	日交通量 (q)	ピーク 時間帯	昼間12時間 大型車混入率 (%)	混雑度	混雑時旅行速度 (上下平均km/h)
1	栃木県	一般国道461号	11.3%	1,203	10,623	7	9.7	0.88	52.1
2	群馬県	渋川東吾妻線	10.6%	1,333	12,572	7	7.7	1.44	26.0
3	茨城県	野田牛久線	10.2%	1,367	13,458	7	6.6	1.26	23.1
4	埼玉県	一般国道299号	9.9%	1,116	11,249	17	6.2	1.05	-
5	神奈川県	松田国府津	9.4%	953	10,165	7	9.1	0.88	33.5
6	群馬県	桐生岩舟線	9.0%	1,197	13,370	17	4.8	1.22	17.0
7	千葉県	一般国道124号	8.7%	2,039	23,334	17	5.6	1.45	27.0
8	埼玉県	深谷嵐山線	8.7%	1,052	12,131	17	8.3	0.92	11.8
9	栃木県	桐生岩舟線	8.7%	1,265	14,621	7	7.6	1.59	17.9
10	千葉県	一般国道128号	8.6%	1,095	12,781	7	7.6	0.96	51.7
11	栃木県	宇都宮鹿沼線	8.6%	1,559	18,222	7	4.5	0.78	31.5
12	茨城県	一般国道6号	8.5%	1,697	19,938	7	7.6	0.90	19.0
13	群馬県	前橋大間々桐生線	8.5%	1,324	15,580	7	9.7	1.22	17.7
14	群馬県	一般国道120号	8.5%	1,065	12,561	17	5.6	0.40	20.1
15	茨城県	一般国道125号	8.5%	1,607	18,958	7	9.3	1.18	22.1
16	千葉県	一般国道409号	8.4%	1,373	16,292	7	9.6	1.26	22.1
17	栃木県	一般国道400号	8.2%	1,094	13,336	17	4.2	1.01	16.5
18	栃木県	一般国道4号	8.1%	2,084	25,696	7	5.1	1.28	19.2
19	群馬県	前橋高崎線	8.1%	1,935	23,988	7	6	0.56	14.7
20	群馬県	前橋大間々桐生線	8.1%	1,208	14,980	17	8.4	1.54	26.9

出典：H27 道路交通センサス

4) 混雑度の高い路線

H27 道路交通センサスの交通量が 1 万台／日以上で、混雑度が 1 以上の路線をピーク率順に整理すると、同様に、群馬県中之条町と渋川市を結ぶ渋川東吾妻線などの通勤、私事または観光交通を担う国道が上位に現れる。

表 3-4 混雑度の高い路線

順位	都道府県	路線名	ピーク率 (qp/q)	ピーク交通量 (qp)	日交通量 (q)	ピーク 時間帯	昼間12時間 大型車混入率 (%)	混雑度	混雑時旅行速度 (上下平均km/h)
1	栃木県	一般国道408号	11.6%	1,876	16,203	7	21.8	1.01	77.7
2	栃木県	羽生田上蒲生線	11.3%	1,272	11,240	7	12.9	1.17	26.5
3	栃木県	一般国道123号	11.3%	3,573	31,613	8	12.5	1.67	15.0
4	群馬県	渋川東吾妻線	10.6%	1,333	12,572	7	7.7	1.44	26.0
5	茨城県	野田牛久線	10.2%	1,367	13,458	7	6.6	1.26	23.1
6	千葉県	一般国道408号	10.2%	1,147	11,298	7	29.4	1.02	28.6
7	埼玉県	一般国道299号	9.9%	1,116	11,249	17	6.2	1.05	-
8	千葉県	一般国道297号	9.8%	1,269	12,888	17	10.1	1.22	32.9
9	埼玉県	川越栗橋線	9.6%	1,744	18,216	7	24.6	1.50	31.9
10	栃木県	一般国道293号	9.4%	1,545	16,455	7	10.2	1.38	29.8
11	群馬県	足利邑楽行田線	9.3%	1,582	17,014	7	15.3	1.25	19.2
12	茨城県	一般国道468号(圏央道)	9.2%	2,358	25,550	7	25.7	1.62	78.8
13	群馬県	桐生岩舟線	9.0%	1,197	13,370	17	4.8	1.22	17.0
14	群馬県	一般国道122号	8.9%	1,198	13,413	7	12.4	1.06	34.1
15	茨城県	一般国道468号(圏央道)	8.9%	1,866	20,948	7	28.6	1.38	75.8
16	埼玉県	一般国道17号	8.9%	1,126	12,647	7	15.6	1.35	41.6
17	栃木県	一般国道121号	8.8%	1,129	12,871	7	18.3	1.13	43.1
18	千葉県	一般国道124号	8.7%	2,039	23,334	17	5.6	1.45	27.0
19	群馬県	一般国道17号	8.7%	1,756	20,251	7	14	1.38	36.0
20	栃木県	桐生岩舟線	8.7%	1,265	14,621	7	7.6	1.59	17.9

出典：H27 道路交通センサス

5) 速度の低い路線

H27 道路交通センサスの交通量が1万台/日以上で、混雑時旅行速度が20 km/h以下の路線をピーク率順に並べると、宇都宮市の国道123号が上位に現れる。

時間帯別の評価の重要性が高い路線がこれらの路線である。

表 3-5 速度の低い路線

順位	都道府県	路線名	ピーク率 (qp/q)	ピーク交通量 (qp)	日交通量 (q)	ピーク 時間帯	昼間12時間 大型車混入率 (%)	混雑度	混雑時旅行速度 (上下平均km/h)
1	栃木県	一般国道123号	11.3%	3,573	31,613	8	12.5	1.67	15.0
2	群馬県	足利邑楽行田線	9.3%	1,582	17,014	7	15.3	1.25	19.2
3	群馬県	桐生岩舟線	9.0%	1,197	13,370	17	4.8	1.22	17.0
4	埼玉県	深谷嵐山線	8.7%	1,052	12,131	17	8.3	0.92	11.8
5	栃木県	桐生岩舟線	8.7%	1,265	14,621	7	7.6	1.59	17.9
6	群馬県	前橋館林線	8.6%	1,369	15,926	7	16.4	1.40	17.9
7	茨城県	一般国道6号	8.5%	1,697	19,938	7	7.6	0.90	19.0
8	群馬県	一般国道122号	8.5%	2,238	26,300	17	15.1	1.00	15.0
9	群馬県	前橋大間々桐生線	8.5%	1,324	15,580	7	9.7	1.22	17.7
10	神奈川県	藤沢平塚	8.4%	1,825	21,607	7	12.8	1.72	15.7
11	栃木県	一般国道400号	8.2%	1,094	13,336	17	4.2	1.01	16.5
12	群馬県	一般国道254号	8.2%	1,216	14,859	17	17.5	1.20	12.4
13	栃木県	一般国道4号	8.1%	2,084	25,696	7	5.1	1.28	19.2
14	埼玉県	一般国道407号	8.1%	2,734	33,722	7	12.2	1.97	16.7
15	群馬県	前橋高崎線	8.1%	1,935	23,988	7	6	0.56	14.7
16	群馬県	前橋箕郷線	8.0%	1,105	13,896	7	6.3	1.16	19.6
17	埼玉県	春日部松伏線	7.9%	1,288	16,351	7	24.7	1.34	19.3
18	千葉県	一般国道51号	7.9%	1,779	22,601	7	21.2	1.68	19.8
19	群馬県	一般国道254号	7.9%	1,208	15,353	7	16.2	1.37	18.3
20	群馬県	前橋高崎線	7.9%	1,010	12,866	8	4.4	0.91	11.4

出典：H27 道路交通センサス

(2) 全国の代表交通手段別構成比

H27 全国 PT の代表交通手段別構成比をみると、富山県や長野県などの地方中心都市圏において自動車分担率が高い。3大都市圏の関東地方では群馬県や栃木県、中部地方では静岡県、近畿地方では三重県の高分担率が高い。これらの都市では、通勤などに自動車が利用されることが多く、通勤時に交通渋滞が生じていると想定される。このような都市での道路整備事業は混雑緩和に大きく寄与すると考えられる。

特に人口が40万人以上の地方中核都市である、静岡県磐田市や栃木県宇都宮市などはその影響が大きいと考えられる。

表 3-6 代表交通手段別構成比

自動車 (運転) 分担率	都道府 県コード	都道府県	市町村 コード	都市名	都市セグメント	都市セグメント (中心・周辺)	平日 代表交通手段別構成比						
							鉄道	バス	自動車 (運転)	自動車 (同乗)	自動二 輪車	自転車	徒歩・そ の他
1	16	富山県	16209	小矢部市	地方中核都市圏(40万人以上)	周辺都市	3.3	0.5	67.0	14.8	0.5	5.5	8.4
2	20	長野県	20209	伊那市	地方中心都市圏・その他の都市	---	1.4	0.8	66.0	13.9	0.6	4.3	13.0
3	17	石川県	17203	小松市	地方中核都市圏(40万人以上)	周辺都市	2.1	0.1	64.3	12.3	0.6	8.6	12.1
4	43	熊本県	43203	人吉市	地方中心都市圏・その他の都市	---	0.8	0.1	62.3	11.1	2.5	9.9	13.3
5	39	山口県	35211	長門市	地方中心都市圏・その他の都市	---	1.4	1.4	61.5	15.3	1.6	6.9	11.9
6	5	秋田県	5207	湯沢市	地方中心都市圏・その他の都市	---	1.2	0.7	61.0	16.4	0.0	9.9	10.7
7	22	静岡県	22211	磐田市	地方中核都市圏(40万人以上)	周辺都市	3.3	0.8	60.3	12.0	2.6	8.6	12.4
8	15	新潟県	15222	上越市	地方中心都市圏・その他の都市	---	2.3	1.0	60.2	13.8	0.7	8.4	13.5
9	24	三重県	24210	亀山市	三大都市圏	周辺都市2	4.9	0.4	60.1	14.8	2.2	5.0	12.6
10	19	山梨県	19205	山梨市	地方中核都市圏(40万人未満)	周辺都市	5.5	0.3	59.3	14.5	2.2	5.6	12.6
11	32	鳥根県	32206	安来市	地方中核都市圏(40万人未満)	周辺都市	2.5	0.8	59.2	15.4	1.6	8.3	12.2
12	33	岡山県	33208	総社市	地方中核都市圏(40万人以上)	周辺都市	6.2	0.2	58.7	13.2	1.1	9.0	11.5
13	32	鳥根県	32201	松江市	地方中核都市圏(40万人未満)	中心都市	1.0	2.6	58.0	14.1	1.3	8.5	14.5
14	44	大分県	44206	臼杵市	地方中核都市圏(40万人以上)	周辺都市	4.5	0.5	57.8	14.8	2.8	7.6	12.0
15	10	群馬県	10202	高崎市	地方中核都市圏(40万人未満)	周辺都市	3.9	0.7	56.5	12.0	0.4	11.3	15.1
16	42	長崎県	42204	諫早市	地方中核都市圏(40万人以上)	周辺都市	4.6	1.4	56.1	14.4	2.7	4.0	16.9
17	2	青森県	2202	弘前市	地方中核都市圏(40万人未満)	中心都市	2.2	2.5	55.7	12.5	0.7	13.5	12.8
18	9	栃木県	9201	宇都宮市	地方中核都市圏(40万人以上)	中心都市	3.7	1.8	55.4	13.9	1.3	12.1	11.9
19	7	福島県	7203	郡山市	地方中核都市圏(40万人未満)	中心都市	2.4	2.3	54.7	12.0	0.5	10.7	17.4
20	1	北海道	1224	千歳市	地方中核都市圏	周辺都市	6.3	1.7	54.6	12.8	0.3	7.8	16.5
21	24	三重県	24202	四日市市	三大都市圏	周辺都市2	7.9	1.0	54.5	12.6	1.3	8.8	13.8
22	39	高知県	39204	南国市	地方中核都市圏(40万人未満)	周辺都市	2.9	0.2	54.3	15.1	5.5	8.3	13.7
23	23	愛知県	23222	東海市	三大都市圏	周辺都市2	12.9	0.3	53.3	10.4	1.2	5.7	16.3
24	21	岐阜県	21201	岐阜市	三大都市圏	周辺都市2	4.1	2.8	52.9	10.9	1.0	12.4	15.8
25	23	愛知県	23201	豊橋市	三大都市圏	周辺都市2	7.3	0.5	52.6	11.0	1.5	12.0	15.0
26	17	石川県	17201	金沢市	地方中核都市圏(40万人以上)	中心都市	2.6	4.1	52.1	9.1	0.8	10.4	20.9
27	47	沖縄県	47208	浦添市	地方中核都市圏(40万人未満)	周辺都市	0.5	4.3	52.0	13.6	7.0	2.5	20.0
28	36	徳島県	36201	徳島市	地方中核都市圏(40万人未満)	中心都市	0.7	1.7	49.7	11.5	3.6	20.2	12.7
29	25	滋賀県	25204	近江八幡市	三大都市圏	周辺都市2	11.5	0.5	49.2	13.3	1.5	12.2	11.8
30	38	愛媛県	38202	今治市	地方中心都市圏・その他の都市	---	1.3	0.4	49.1	15.6	4.7	15.0	13.9
31	4	宮城県	4203	塩竈市	地方中核都市圏	周辺都市	12.1	1.2	48.2	12.9	1.3	5.4	18.8
32	43	熊本県	43100	熊本市	地方中核都市圏(40万人以上)	中心都市	2.0	4.4	46.8	12.0	4.7	13.0	17.0
33	23	愛知県	23206	春日井市	三大都市圏	周辺都市2	13.9	1.3	46.7	8.6	1.5	10.9	17.0
34	30	和歌山県	30202	海南市	地方中核都市圏(40万人未満)	周辺都市	6.9	0.5	46.5	16.7	5.5	11.5	12.4
35	23	愛知県	23208	津島市	三大都市圏	周辺都市2	12.0	0.7	46.1	10.5	1.3	13.7	15.6
36	39	高知県	39201	高知市	地方中核都市圏(40万人未満)	中心都市	1.4	0.9	45.3	12.8	5.3	19.6	14.7
37	46	鹿児島県	46201	鹿児島市	地方中核都市圏(40万人以上)	中心都市	2.7	8.2	44.9	11.3	5.1	6.9	20.9
38	40	福岡県	40100	北九州市	地方中核都市圏	中心都市	8.5	6.6	44.8	11.3	1.1	5.2	22.8
39	3	埼玉県	3201	さいたま市	地方中核都市圏(40万人未満)	中心都市	2.9	4.5	41.8	10.8	0.8	14.9	24.5
40	34	広島県	34211	大竹市	地方中核都市圏	周辺都市	9.6	0.4	41.5	12.8	2.3	16.4	16.9
41	40	福岡県	40221	大牟田市	地方中核都市圏	周辺都市	16.8	2.1	41.4	13.1	3.5	6.3	16.6
42	22	静岡県	22100	静岡市	地方中核都市圏(40万人以上)	中心都市	5.8	1.7	40.6	11.3	4.2	18.9	17.4
43	4	宮城県	4100	仙台市	地方中核都市圏	中心都市	10.0	5.0	40.0	13.4	2.3	8.7	20.5
44	1	北海道	1203	小樽市	地方中核都市圏	周辺都市	5.1	12.1	37.8	16.7	0.8	2.0	25.6
45	38	愛媛県	38201	松山市	地方中核都市圏(40万人以上)	中心都市	3.0	1.4	37.7	11.0	9.3	17.6	20.0
46	13	東京都	13205	青梅市	三大都市圏	周辺都市2	18.4	1.7	37.4	11.4	0.9	12.0	18.2
47	8	茨城県	8217	取手市	三大都市圏	周辺都市1	21.3	1.3	37.0	13.2	0.5	8.7	18.0
48	28	兵庫県	28203	明石市	三大都市圏	周辺都市2	20.9	0.9	34.3	9.2	2.9	12.2	19.6
49	34	広島県	34100	広島市	地方中核都市圏	中心都市	10.2	5.7	34.2	10.6	4.0	13.3	21.9
50	34	広島県	34202	呉市	地方中核都市圏	周辺都市	7.4	5.1	33.7	15.2	3.8	10.6	24.1
51	1	北海道	1100	札幌市	地方中核都市圏	中心都市	17.2	5.4	33.1	9.2	0.1	10.6	24.4
52	27	大阪府	27213	泉佐野市	三大都市圏	周辺都市2	21.9	0.2	32.4	11.7	4.7	14.7	14.4
53	23	愛知県	23100	名古屋	三大都市圏	中心都市	22.5	1.9	31.2	10.3	2.2	14.0	17.9
54	14	神奈川県	14206	小田原市	三大都市圏	周辺都市2	18.8	1.3	30.4	11.1	2.3	14.3	21.8
55	29	奈良県	29201	奈良市	三大都市圏	周辺都市1	22.9	3.9	28.8	12.6	3.3	11.2	17.3
56	26	京都府	26204	宇治市	三大都市圏	周辺都市2	24.2	0.4	27.1	12.2	7.0	11.2	17.9
57	12	千葉県	12100	千葉市	三大都市圏	中心都市	28.8	1.5	26.8	6.7	0.9	11.1	24.2
58	40	福岡県	40130	福岡市	地方中核都市圏	中心都市	14.2	9.2	26.0	9.2	2.2	15.1	24.0
59	27	大阪府	27140	堺市	三大都市圏	周辺都市1	24.5	1.5	23.9	10.4	3.1	17.4	19.1
60	11	埼玉県	11208	所沢市	三大都市圏	周辺都市1	30.7	0.8	22.7	6.9	1.6	13.7	23.6
61	12	千葉県	12207	松戸市	三大都市圏	周辺都市1	32.7	1.0	22.5	10.1	1.4	11.7	20.6
62	28	兵庫県	28100	神戸市	三大都市圏	中心都市	28.6	4.9	18.3	8.0	3.7	8.3	28.2
63	11	埼玉県	11100	さいたま市	三大都市圏	中心都市	31.1	1.5	18.1	7.9	1.0	17.0	23.4
64	26	京都府	26100	京都市	三大都市圏	中心都市	22.0	3.6	15.7	9.1	5.2	21.5	23.0
65	13	東京都	13225	稲城市	三大都市圏	周辺都市1	40.3	1.8	15.3	4.7	1.4	10.1	26.5
66	27	大阪府	27203	豊中市	三大都市圏	周辺都市1	31.5	2.6	15.0	5.8	2.8	16.3	26.0
67	14	神奈川県	14100	横浜市	三大都市圏	中心都市	37.1	6.7	14.2	6.5	1.6	7.1	26.8
68	14	神奈川県	14130	川崎市	三大都市圏	中心都市	40.9	3.9	13.4	5.5	1.4	11.7	23.3
69	27	大阪府	27100	大阪市	三大都市圏	中心都市	34.0	1.5	7.4	3.7	2.2	25.4	25.8
70	13	東京都	13100	東京23区	三大都市圏	中心都市	44.2	2.5	7.3	3.8	0.9	16.6	24.5

出典：H27 全国 PT

3.3 石橋宇都宮バイパス交通量推計

本章では、栃木県宇都宮市の一般国道4号線石橋宇都宮バイパスを対象に交通量推計を行い、時間帯推計について検討を行った。

3.3.1 分析対象路線

分析対象とする石橋宇都宮バイパスの概要は以下の通りである。

平成24年に暫定4車線道路が拡幅され、全線6車線道路となった。この拡幅工事の便益を算定する。

(1) 基礎情報

表 3-7 石橋宇都宮バイパスの概要

事業名	一般国道4号 石橋宇都宮バイパス
事業主体	国土交通省 関東地方整備局
事業種類	BP事業
延長	18.7 km
車線数	6車線
事業期間	S45年度～H24年度末
事業費	615億円

(2) 事業の経緯

- ・昭和44年度 都市計画決定
- ・昭和45年度 事業着手・用地買収着手
- ・昭和47年度 工事着手
- ・昭和59年度 全線暫定2車線開通
- ・平成12年度 全線暫定4車線開通
- ・平成24年度末 全線6車線開通

(3) 費用便益分析（H29年度 事後評価結果）

表 3-8 費用便益分析結果

単年便益	419億円※
B/C	4.9
EIRR	8.0%

出典：平成29年度 第5回関東地方整備局事業評価監視委員会 事後評価

※供用開始年（H25）における現在価値化前の単年便益

石橋宇都宮バイパスは栃木県の中央に位置し、宇都宮市の中心部の東側を通るバイパス道路である。



図 3-1 位置図

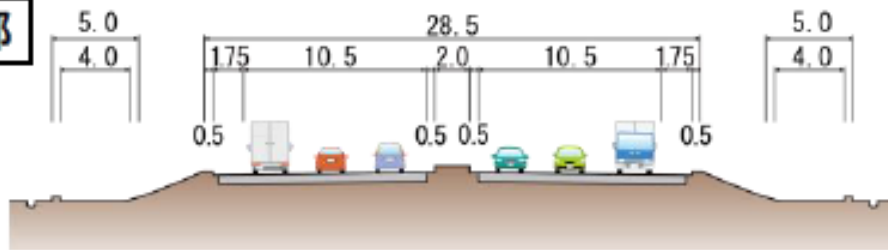


図 3-2 平面図

標準的横断図

〈単位:m〉

一般部



高架部

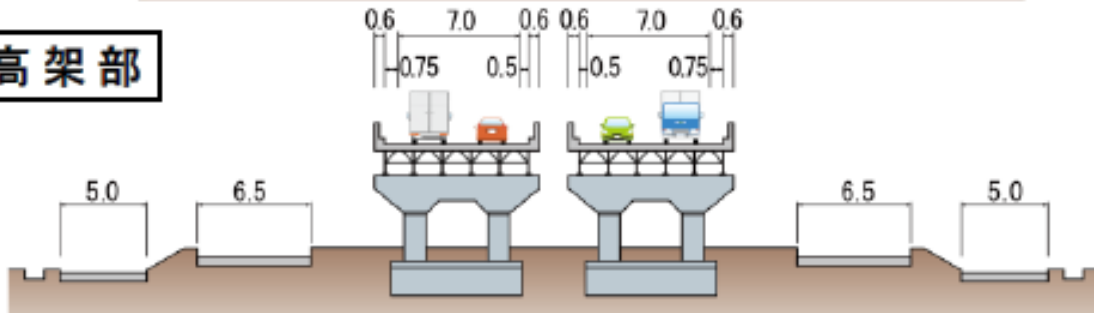


図 3-3 道路構造

3.3.2 交通量推計の設定状況

(1) 設定条件

以下の設定条件で交通量推計を行った。

表 3-9 交通量推計の設定条件

項目	時間帯別配分																					
	日配分	時間帯別配分																				
配分手法	利用者均衡配分																					
OD表	宇都宮国道事務所から提供されたH22センサス現況日OD表	宇都宮国道事務所から提供されたH22センサス現況日OD表に時間変動係数(集約地域ペア別)※1を乗じて現況時間帯別OD表を作成 ※1 時間変動係数はセンサス現況OD表から集計 ※2 整備前、整備後ともに同一のOD表を使用																				
BPR関数 パラメータ (α, β)	土木学会「道路交通需要予測の理論と適用」より、 $\alpha=0.48$ 、 $\beta=2.82$ を適用																					
自由旅行時間 (t_0)	配分リンク延長を、宇都宮国道事務所から提供された分割配分用QV式におけるVmaxで除して設定																					
交通容量 (C)	宇都宮国道事務所から提供された分割配分用QV式における交通容量Qmaxを使用	日換算係数に道路交通量のピーク率の逆数を用い、左記の日交通容量に乘じて時間交通容量を設定 ※3 時間交通容量 = 日交通容量 × 1/日換算係数 = 日交通容量 × 平均ピーク率 <平均ピーク率※4> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>DID&市街部</th> <th>平地</th> <th>山地</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>都市間高速</td> <td></td> <td>7.1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>一般国道</td> <td>7.4</td> <td>8.4</td> <td>8.6</td> </tr> <tr> <td>主要地方道</td> <td>7.8</td> <td>9.5</td> <td>9.9</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>8.2</td> <td>9.8</td> <td>10.2</td> </tr> </tbody> </table>		DID&市街部	平地	山地	都市間高速		7.1		一般国道	7.4	8.4	8.6	主要地方道	7.8	9.5	9.9	その他	8.2	9.8	10.2
	DID&市街部	平地	山地																			
都市間高速		7.1																				
一般国道	7.4	8.4	8.6																			
主要地方道	7.8	9.5	9.9																			
その他	8.2	9.8	10.2																			
残留交通	—	※4 H22センサス一般交通量調査の全国値を用い、道路種別、地域別に設定対象路線において2時間以上跨ぐ交通が少ないため、考慮しない。 ※ 栃木県を走行する車両のうち移動時間が2時間を超える車両は全体の2%																				

(2) 時間帯別 OD の設定

時間帯配分の OD 表は、国土交通省の交通量推計で用いる日単位の OD 表に、H22 道路交通センサスから作成した時間変動係数を乗じて作成した。

時間帯別 OD 表 (573 ゾーン×573 ゾーン)

= 日単位の OD 表 (573×573) × 時間変動係数 (15 ゾーン×15 ゾーン)

時間変動係数は下式で算定した。

時間変動係数 (15×15) = 時間 OD 交通量 (15×15) ÷ 日 OD 交通量 (15×15)

H22 道路交通センサス時間 OD 交通量は、一部の時間 OD 交通量が 0 となる OD があるため、そのまま時間帯別 OD 表として利用することができない。そのため、今回設定した 573 ゾーンを 15 ゾーンに集約した時間 OD 交通量と日 OD 交通量を用いて時間変動係数 (15×15) を作成し、それを日単位の OD 表 (573×573) にそれぞれかけることで時間帯別 OD 表 (573×573) を作成した。

表 3-10 時間帯変動係数設定用ゾーン

ゾーン番号
1. 宇都宮市
2. 日光市
3. 栃木県北部
4. 栃木県東部
5. 栃木県南部
6. 茨城県
7. 群馬県
8. 埼玉県
9. 千葉県
10. 東京都
11. 神奈川県
12. 山梨県
13. 長野県
14. 東北以北
15. その他の都道府県

将来 OD 表は時間帯別には無いため、現況 OD の時間帯比率が将来も変わらない仮定が妥当であれば、実績の時間帯 OD 表を将来の日 OD 表に乗ずることで将来の時間帯交通量が作成できる。

(3) BPR 関数パラメータ (α, β) の設定

日配分、時間帯別配分ともに、BPR 関数のパラメータは、「道路交通需要予測マニュアル第 I 編、第 5 章利用者均衡配分モデルによる日配分交通量の予測、土木学会 H15 年 8 月」に示されている以下の式を適用した。

その際のパラメータ $\alpha=0.48$ 、 $\beta=2.82$ は、土木学会「道路交通需要予測の理論と適用」に記載されている値を使用した。

自由旅行時間は、配分リンク延長を、宇都宮国道事務所から提供された石橋宇都宮バイパスの事業評価で使用された分割配分用 QV 式における Vmax で除して設定した。

$$t(x_a) = t_0 \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{x_a}{C_a} \right)^\beta \right\}$$

α, β : パラメータ

t : リンク所要時間

t_0 : 自由走行速度での旅行時間

x_a : リンク a の日交通量 (台/日)

C_a : リンク a の日交通容量 (台/日)

$\alpha : 0.480$ $\beta : 2.820$

(4) 時間帯別交通容量の設定**1) 平均ピーク率から時間交通容量の設定**

時間交通容量は、日交通容量に日換算係数の逆数を乗じて算定する。

ここでの日換算係数は、交通量のピーク率の逆数を用いた。

時間交通容量の算定式は下式である。

$$\text{時間交通容量} = \text{日交通容量} \times 1 / \text{日換算係数} = \text{日交通容量} \times \text{平均ピーク率}$$

道路交通量のピーク率は、H22 センサス一般交通量調査の全国値を用いて、道路種別、地域別に設定した。

表 3-11 道路交通量の平均ピーク率

	DID&市街部	平地	山地
都市間高速	7.1		
一般国道	7.4	8.4	8.6
主要地方道	7.8	9.5	9.9
その他	8.2	9.8	10.2

2) 基準交通容量から時間交通容量の設定

他方、基準交通容量から時間交通容量を設定する方法がある。

時間交通容量は「道路の交通容量（日本道路協会、1984）」に基づき、道路条件を踏まえ設定できる。

往復2車線の基準交通容量は2,500台/時に対し、時間交通容量は往復合計で補正率0.66を乗じ往復2車線で1,650台/時となる。

この設定が1時間単位での合理的な設定方法である。

表 3-12 交通容量の設定

	2方向2車線	
	設定	補正率
基準交通容量	2,500 (台/時) (往復合計)	—
車線幅員	3.25 (m)	1.00
側方余裕	0.50 (m)	0.95
沿道条件	市街化地域 (駐停車の影響あり)	0.80
大型車混入	大型車混入率 15% 2車線、都市部・平地部	0.87
合計	—	0.66
時間交通容量 (往復合計)	$2,500 \times 0.66$ =1,650 (台/時)	

(5) ゾーン設定

全国 573 ゾーン、栃木県 132 ゾーン、宇都宮市 25 ゾーンを対象とした。

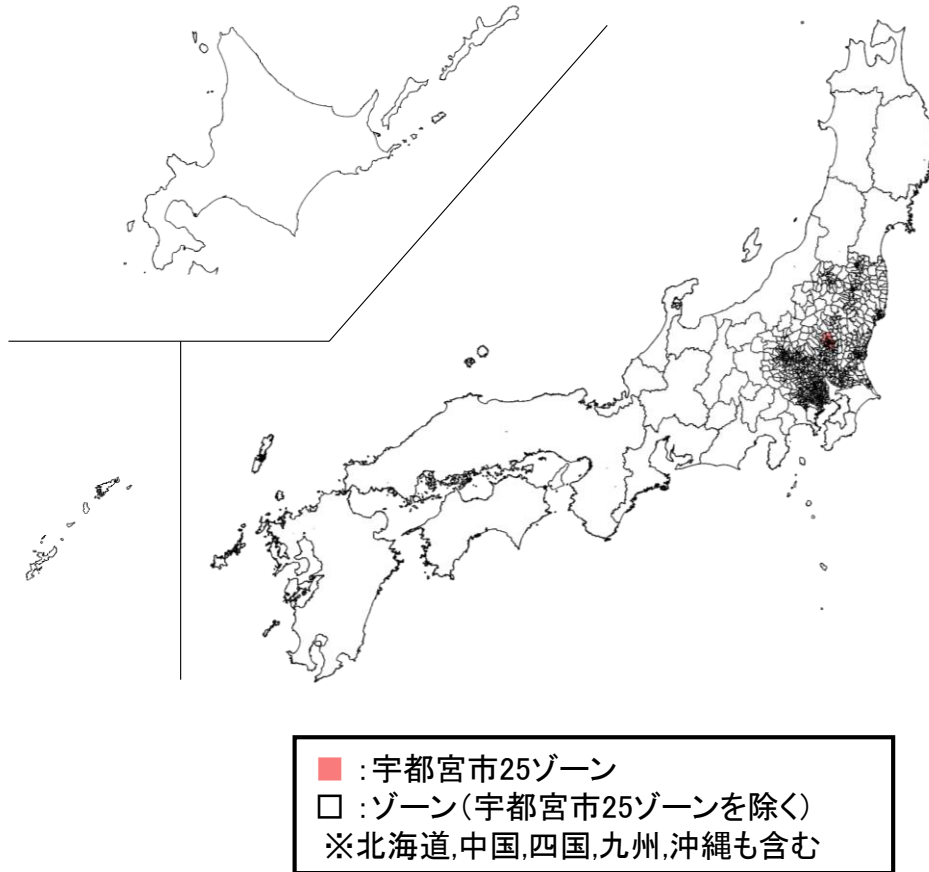


図 3-4 ゾーン設定

(6) ネットワーク設定

一般国道4号 石橋宇都宮バイパスの全線6車線開通直前の平成22年度における道路ネットワークを使用した。

道路整備有〔with〕の場合は当該路線（6車線）あり、道路整備無〔without〕の場合は当該路線なしとした。

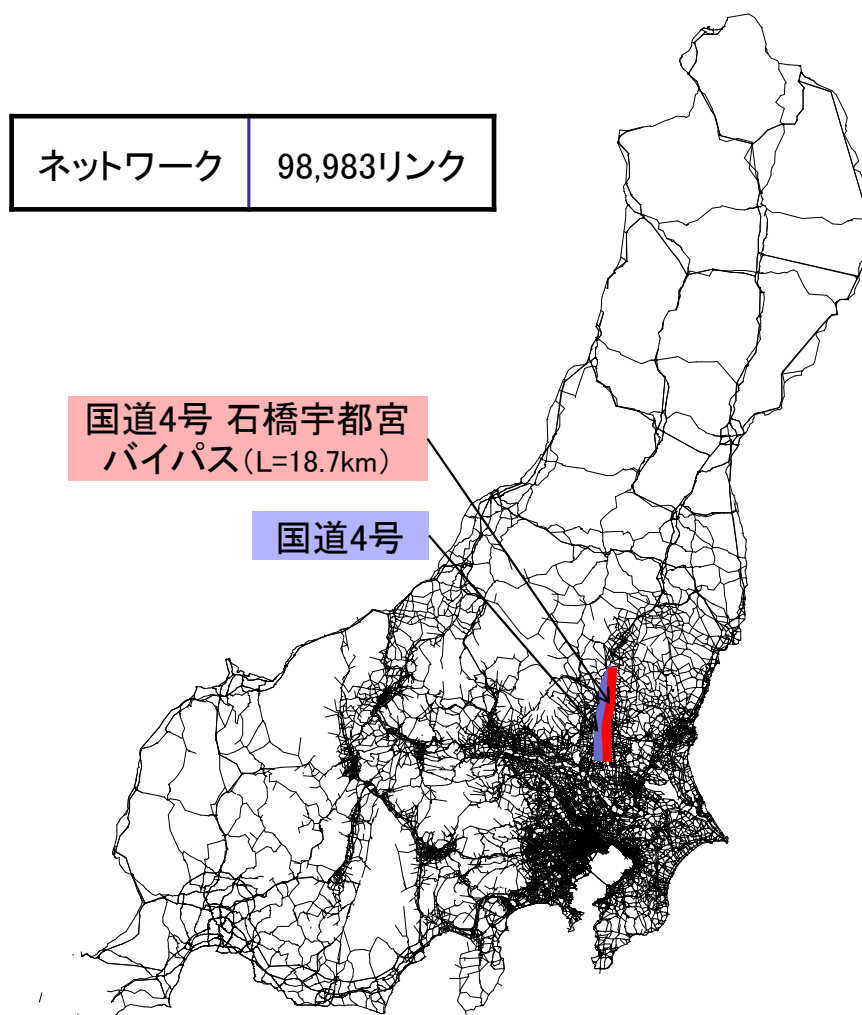


図 3-5 ネットワーク設定

石橋宇都宮バイパス周辺の宇都宮市中心部のネットワークは以下の通りである。

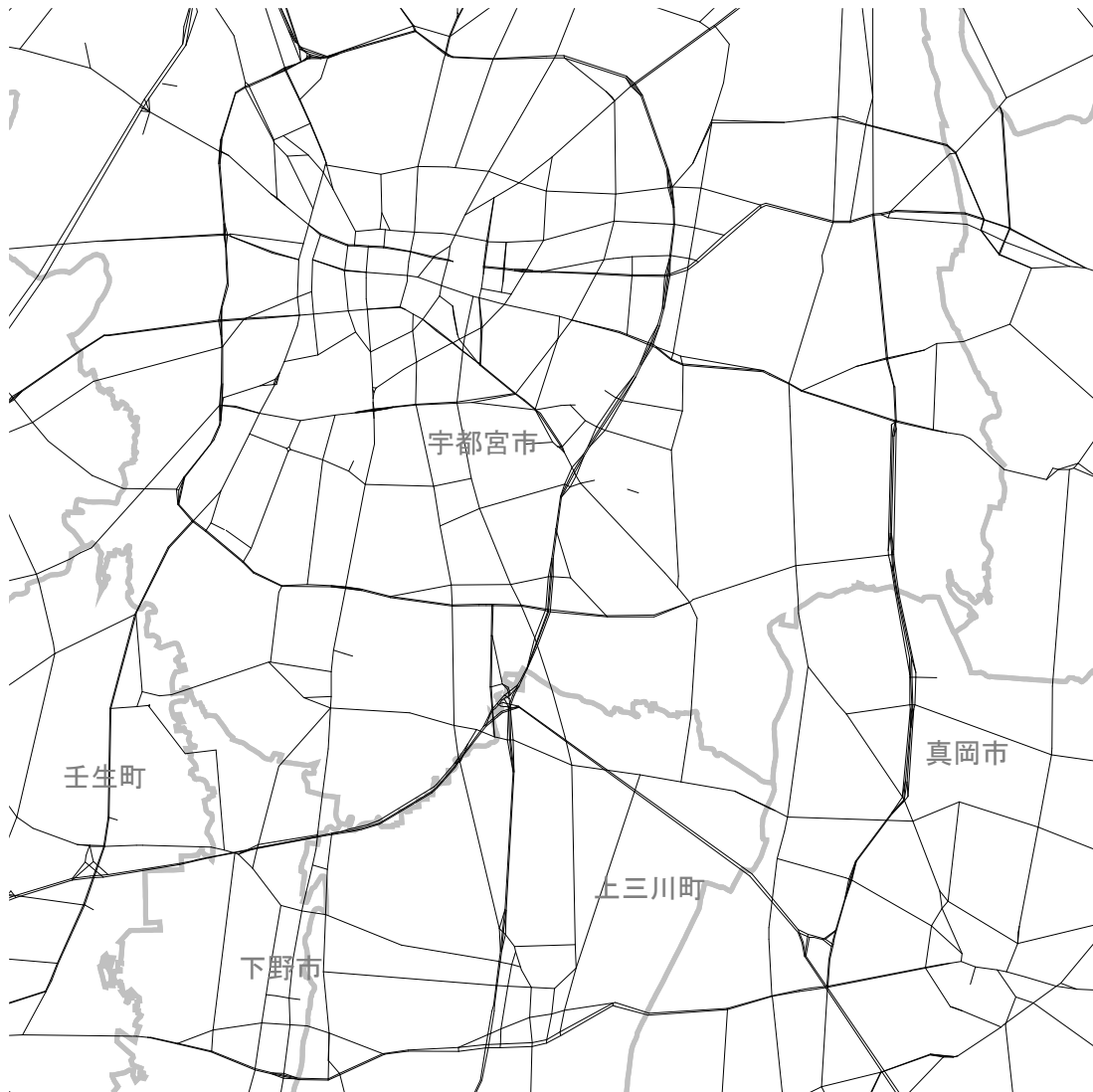


図 3-6 現況道路ネットワーク（石橋宇都宮バイパス周辺拡大）

3.3.3 時間帯別推計の再現性・便益算定結果

推計結果を以下に示す。都市圏全体の交通量の現況再現性は決定定数で 0.8 となり、高い再現性を確認した。時間帯別推計の便益は、日推計の便益の 1.5 倍となった。

(1) 現況再現性

交通量推計の現況再現性を確認するため、栃木県内 514 地点の日交通量を確認し決定係数は 0.8 以上となり、高い再現性が確認される。

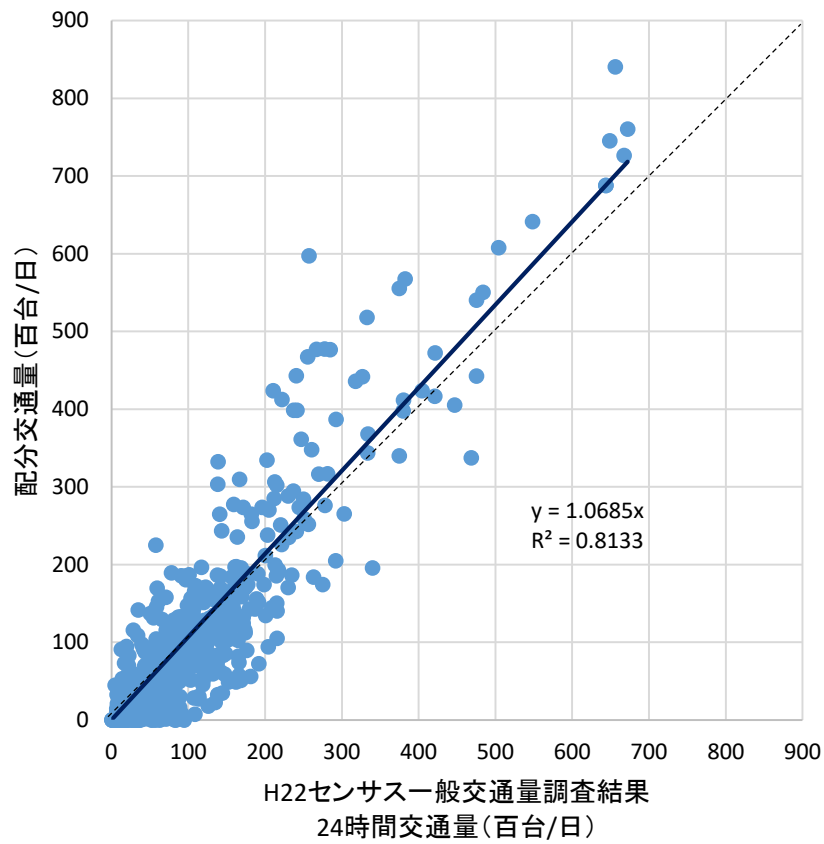


図 3-7 日交通量の現況再現性 (台/日)

(2) 便益算定結果

時間帯別均衡配分による便益は 554 億円となり、日便益 368 億円の約 1.5 倍となった。

石橋宇都宮バイパスでは、時間帯別配分を行うことにより、混雑解消の効果を捉えることができると考えられる。

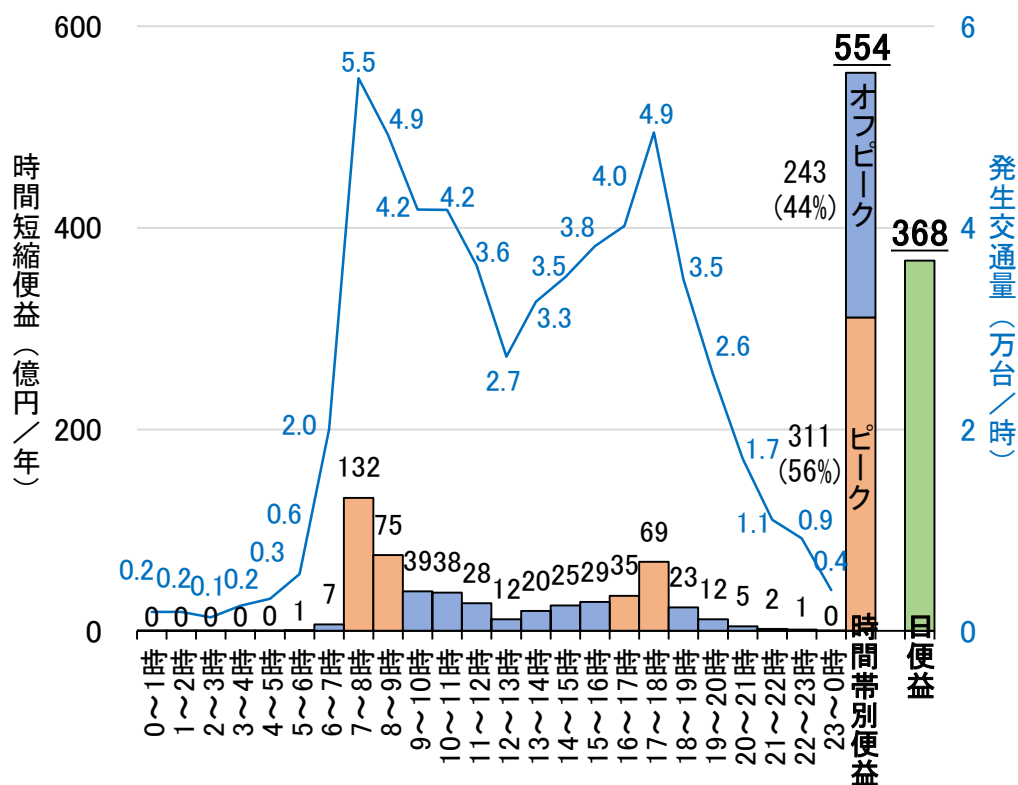


図 3-8 推計結果

(3) 感度分析

感度分析として、7時台の OD 表の全交通量を+10%増加する場合の便益は 200 億円/年となり、実績 OD の便益 132 億円の約 1.5 倍となった。そのことから効果は弾力的であり、路線の選定において交通量が多い路線では、時間帯別の評価の有効性が確認できる。

この方法は一般的な事業評価の感度分析と異なり、一律の交通量を変化することで、別の都市を仮に想定した場合の時間帯推計が有効であるかを検証する目的である。

(4) 個別路線の現況再現性の確認

通常、現況再現性は、日交通量による再現性の確認が一般的であるが、時間帯推計においては1時間別に、国道旧4号と新4号の各路線の整備有無別の速度（所要時間）と、整備有無の所要時間の変化の再現性を確認する。近年の交通プローブデータの蓄積により検証が可能となった指標である。

個別確認は、国道旧4号と国道新4号別に整備前後でそれぞれ確認を行った。

黄色地点は、道路交通センサス観測地点にあたるため高い再現性が求められる。

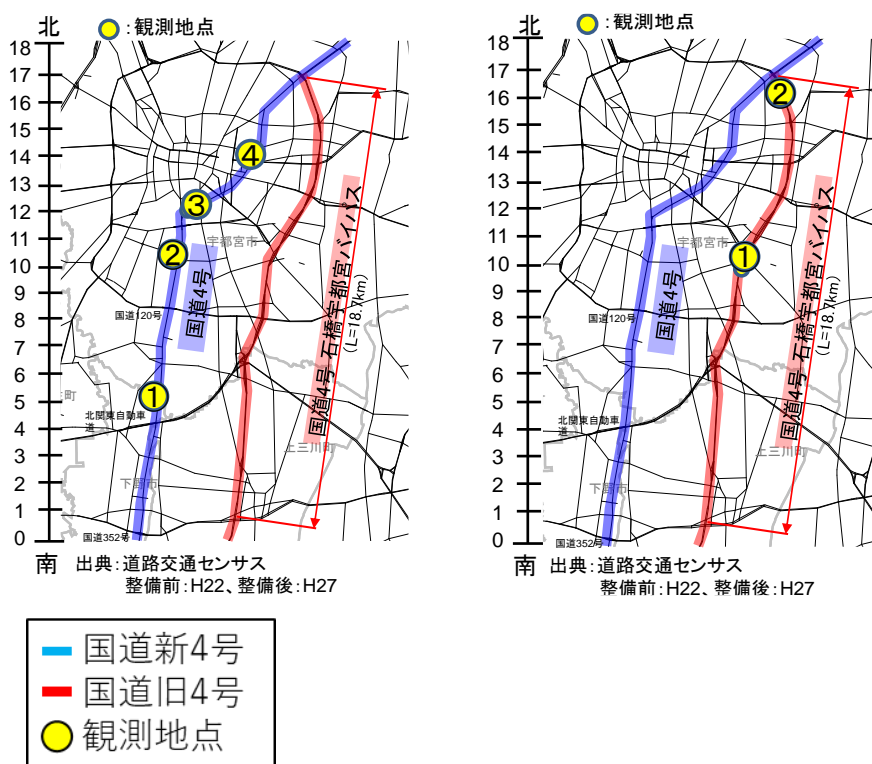


図 3-9 個別路線の現況再現性の確認

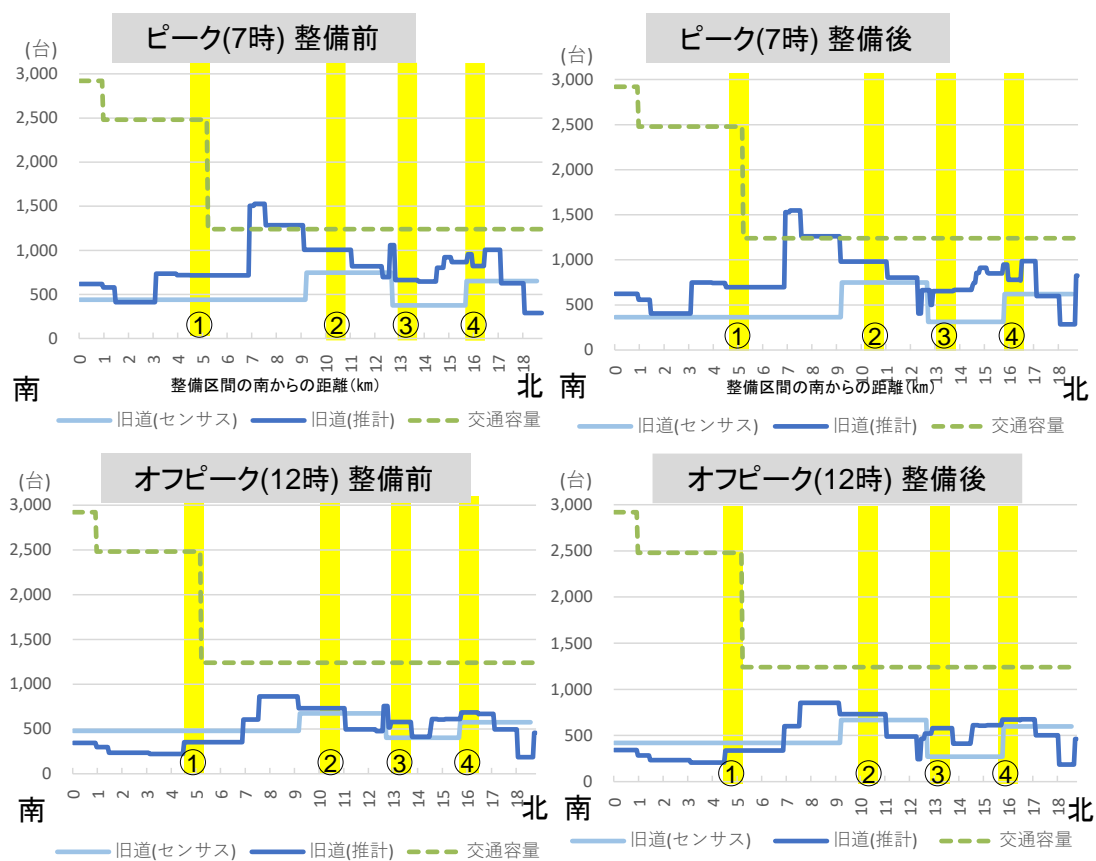
1) 旧4号の交通量の確認

下図は、旧4号の推計値（青線）と実績値（薄青線）との交通量を示している。交通量容量（緑点線）を併記し混雑状況を示した。

横軸は、計測地点を表し、上図の南からの距離を表している。

黄色地点は、道路交通センサス観測地点にあたるため高い再現性が求められる。

旧4号のピーク時交通量およびオフピーク時交通量ともに推計値の再現性は確保されている。



出典：民間プローブデータ H24.9、H25.9

図 3-10 旧4号の交通量の再現性

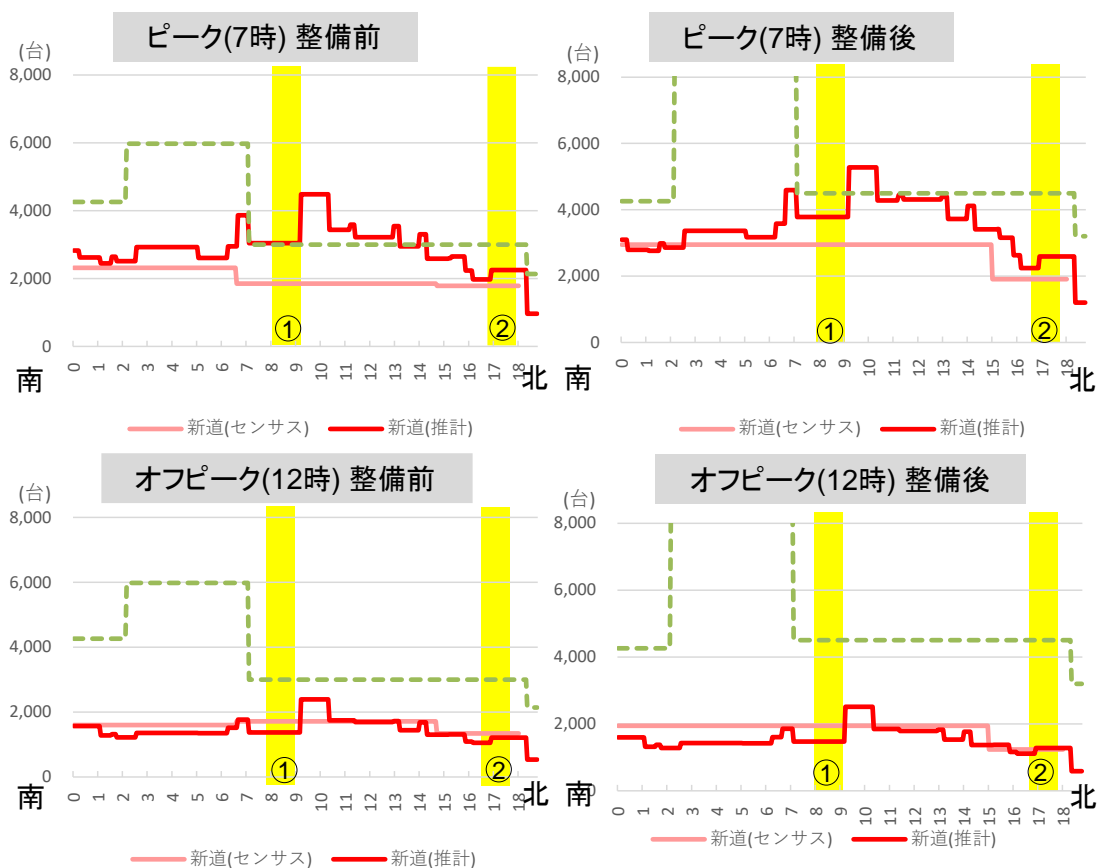
2) 新4号の交通量の確認

下図は、新4号の推計値（赤線）と実績値（薄赤線）との交通量の再現性を示している。交通量容量（緑点線）を併記し混雑状況を示した。

横軸は、計測地点を表し、上図の南からの距離を表している。

黄色地点は、道路交通センサス観測地点にあたるため高い再現性が求められる。

新4号のピーク時交通量およびオフピーク時交通量ともに推計値の再現性は確保されている。



出典：民間プローブデータ H24.9、H25.9

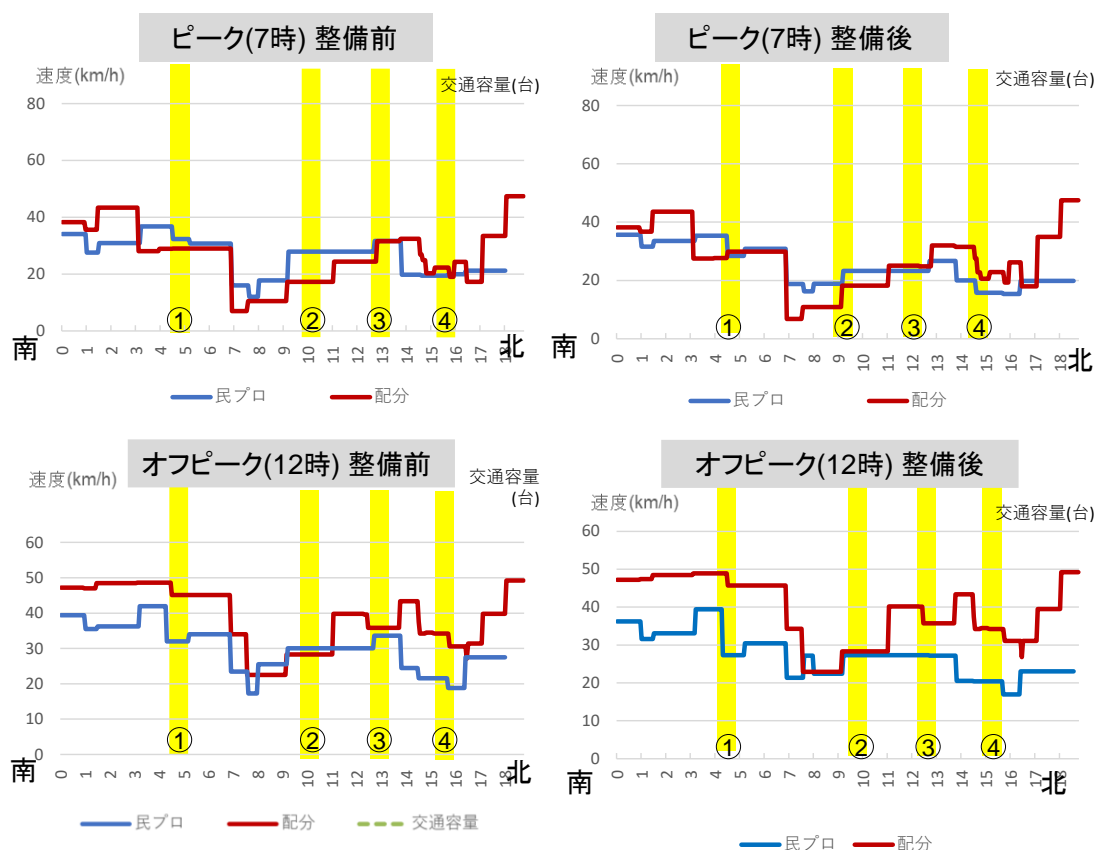
図 3-11 新4号の交通量の再現性

3) 旧4号の速度の確認

下図は、旧4号の速度の推計値（赤線）と民プロ実績値（青線）の再現性を示している。横軸は、計測地点を表しており、上図の南からの距離を表している。

黄色地点は、道路交通センサス観測地点にあたるため高い再現性が求められる。

旧4号のピーク時速度およびオフピーク時速度ともに推計値の再現性は確保されている。



出典：民間プローブデータ H24.9、H25.9

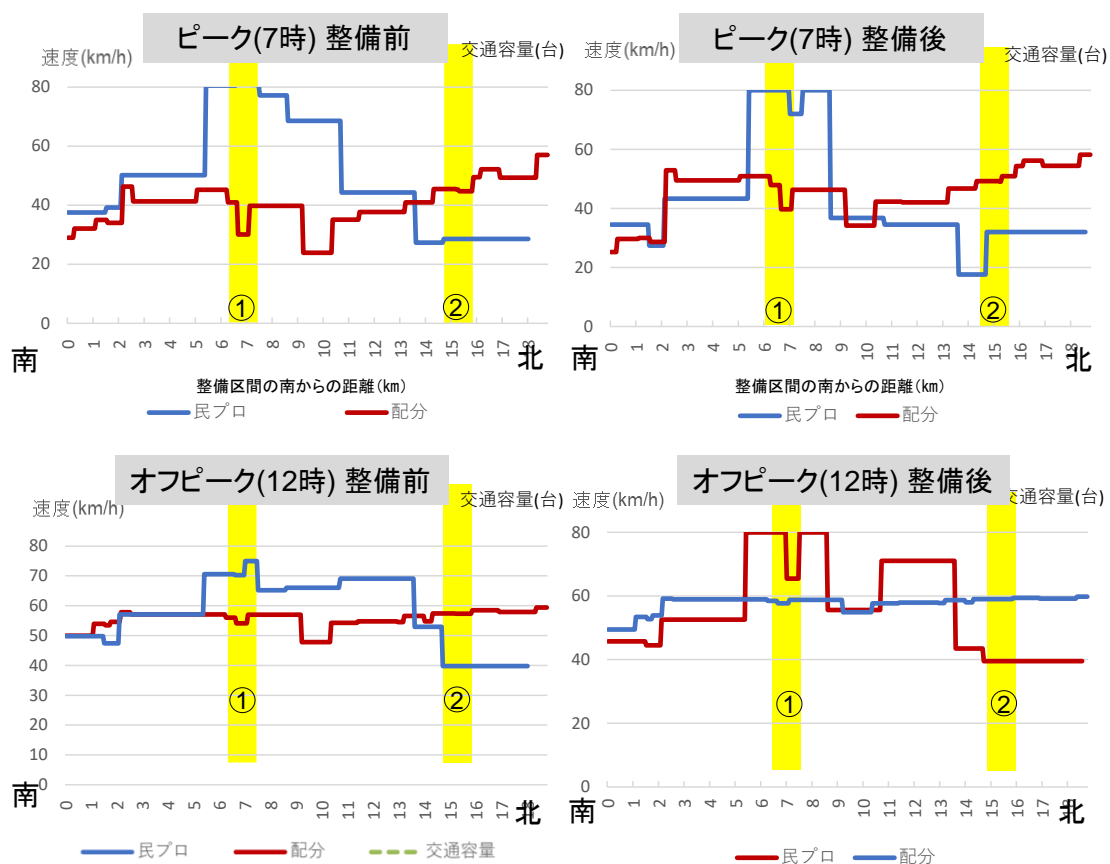
図 3-12 旧4号の速度の再現性

4) 新4号の速度の確認

新4号の速度の推計値（赤線）と民プロ実績値（青線）の再現性を示している。横軸は、計測地点を表しており、上図の南からの距離を表している。

黄色地点は、道路交通センサス観測地点にあたるため高い再現性が求められる。

新4号のピーク時速度およびオフピーク時速度ともに推計値の再現性は確保されている。



出典：民間プローブデータ H24.9、H25.9

図 3-13 新4号の速度の再現性

3.4 時間交通容量の設定方法の検討

3.4.1 BPR 関数による推計精度の向上策

BPR 関数に関連する時間帯推計の再現性の向上策として以下 4 つが考えられる。それぞれの対応について既存文献等から整理を行った。

基準となる BPR 関数は下式である。

$$t = t_0 \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{q}{c} \right)^\beta \right\}$$

ここで、 t : 求めるリンク所要時間、

t_0 : 交通プローブデータから設定可能な自由旅行時間、

C : 時間または日の交通容量、 α 、 β : パラメータ (土木学会では $\alpha = 0.48$ 、 $\beta = 2.82$)

表 3-13 推計精度の向上策

方法	具体の解決策 と 解決ための時間軸
①交通容量の見直し	既存文献を参考に、交通容量の見直しを行う。 (3.4.2 節、3-29 ページ)
②BPR 関数自体の見直し	混雑を考慮する関数の検討。 (3.4.3 節、3-34 ページ)
③ α 、 β の見直し	交通実態を踏まえた検討の必要。 (3.4.3 (2) 節、3-38 ページ)
④自由旅行時間 (t_0) の見直し	交通実態を踏まえた検討の必要。 (3.4.3 (2) 節、3-38 ページ)

3.4.2 交通容量の見直し

交通容量に関する研究論文¹をレビューした。

(1) 自動車専用道路の交通容量

交通容量の設定値となる判読地点（次ページ図の頂点）は臨界領域が発現している箇所が望ましく、同一 IC 間である必要がある。当該地点の交通性能として交通容量を判読することから、先詰まりのある日時は除去すべきである。

表 3-14 道路種別の交通容量（台/時）

単位：台/時

区分	片側車線数	渋滞発生時交通流率	渋滞中交通流率	備考
都市間 高速道路	1	1,020～1,260	840～1,240	・無降雨・昼間を対象
	2	2,840～3,570	2,330～3,560	・無降雨を対象
	3	4,300～5,560	3,960～4,830	
都市 高速道路	2	3,130～3,200	2,870～3,000	

※参考文献7), 16)～28)より、概ね2000年以降のデータを整理

※調査した文献のうち、車両感知器5分間データを用いて交通量速度変動図より判読したものを対象

※渋滞発生時交通流率は直前15分間の交通流率

※都市高速道路の片側3車線及び第3種道路の交通容量は今後の課題とする。

¹ 道路の交通容量とサービスの質に関する研究、交通工学研究会、H30～R2年度 基幹研究

首都高の各地点の交通量と速度のデータで散布図は下図となる。
 交通容量として用いる判読地点は、下図の 500 台/5分 (6,000 台/時) で発生している臨界領域の実現最大交通量の箇所が望ましい。

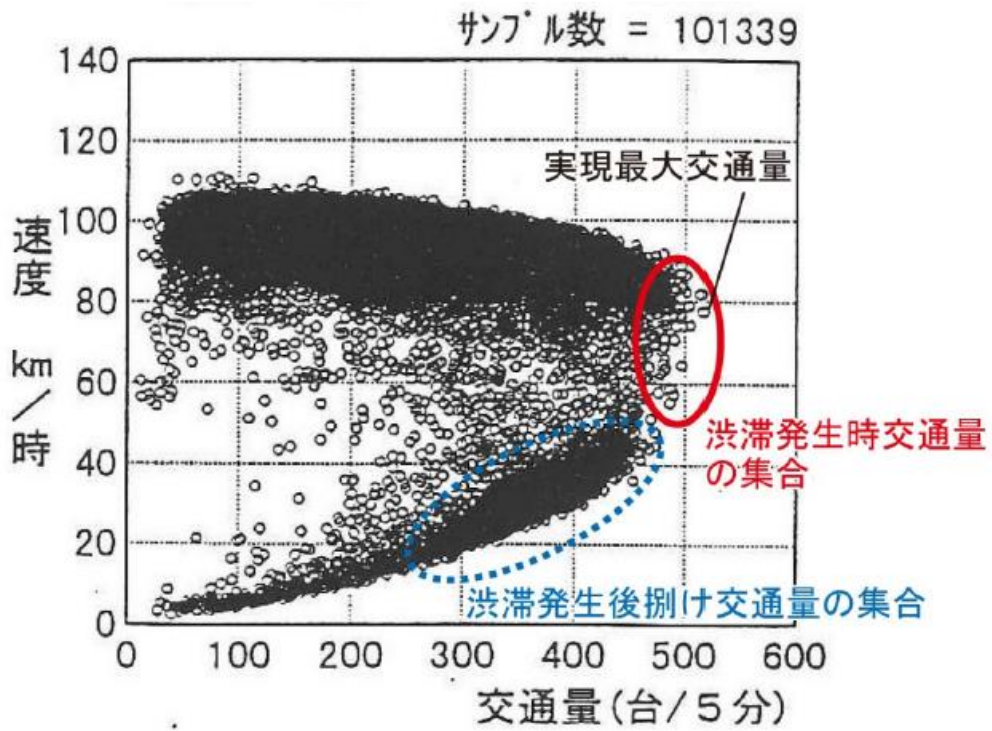
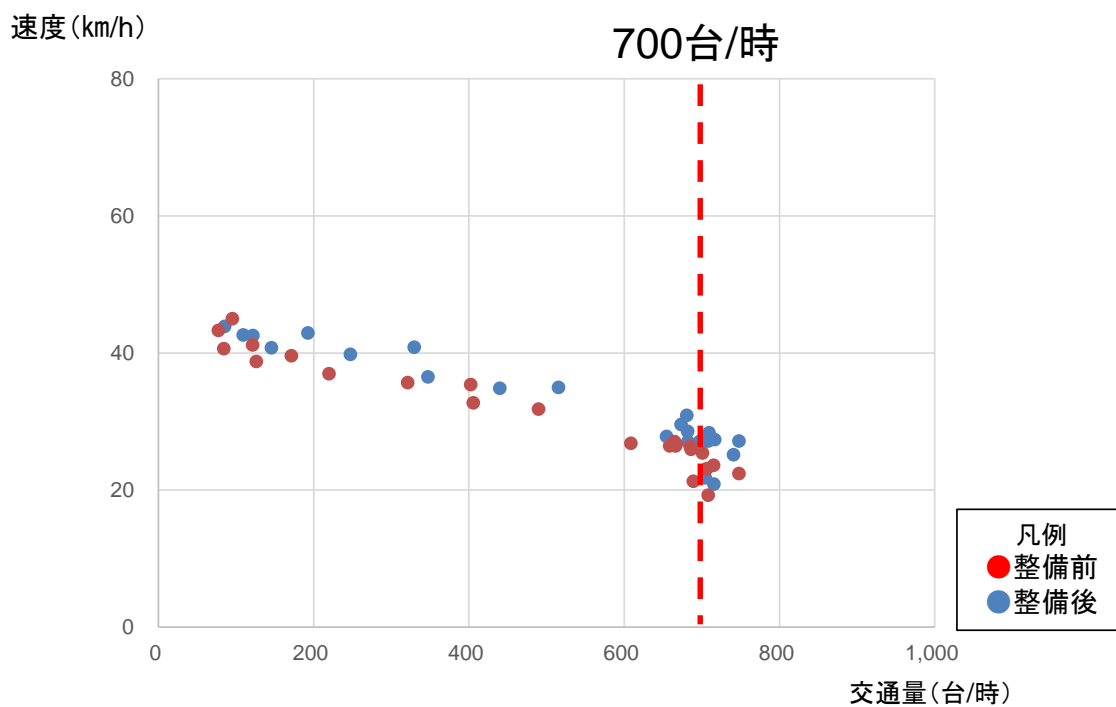


図 3-14 交通容量となる判読地点

(2) ケーススタディ：石橋宇都宮バイパス

旧4号線を対象に、民間プローブデータを用いて交通容量となる判読地点を確認すると、700台/時となる。これは現在、推計で設定する旧4号の時間交通容量（620台/時）の1.1倍程度であり、推計の交通容量が妥当な設定値であることがわかる。



出典：道路交通センサス（H22,H27）、民間プローブデータ（H22,H27）

※観測値が同じ地点のデータを組み合わせて作成

図 3-15 交通容量（国道旧4号）

(3) 一般道の交通容量

一般道のボトルネック箇所は、信号交差点に代表される交通制御箇所に代表される。よって、一般道の交通容量は信号交差点の処理能力を示す飽和交通流率の考え方を踏襲する方法がある。

※飽和交通流率は、通常「信号の青表示の間において車両の待ち行列が連続して存在しているほど需要が十分ある場合に、交差点流入部を通過し得る最大流率であり、台/青1時間の単位で表される」と定義される。

1) 捌け台数に基づく設定

各サイクルにおいて、先頭から3台目の車両が通過したタイミングから、行列が途切れない状態で最後に通過した車両（最終通過車両）が通過するまでの時間（各サイクルの捌け時間）とその車頭間隔の数を計測する。

この時、3台目までの台数と時間を除外する。これは、発進損失の影響を除外するためである。

$$s = \frac{\sum_i m_i}{\sum_i (t_i/3600)}$$

S : 飽和交通流率[台/時] : 信号交差点を1時間に通行できる台数[台/時]

m_i : サイクル*i* (青信号) の間に通過した台数・捌け台数[台]

t_i : サイクル*i* (青信号) の時間・捌け時間[秒]

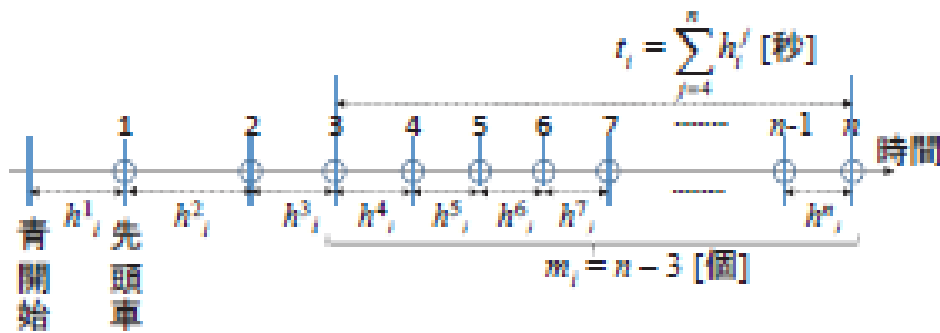


図 3-16 通過台数・捌け時間のイメージ

2) 車頭時間に基づく設定

待ち行列が途切れない状態の車頭時間の平均値の逆数としてから飽和交通流率を設定する。この際、信号が青に変わってからの通過順と車頭時間の関係を分析し、発進損失の影響がないと考えられる通過車両の車頭時間を対象とする。

$$s = \frac{1}{\sum h/n} \times 3600$$

S : 飽和交通流率[台/時] : 信号交差点を1時間に通行できる台数[台/青1時間]

h : 車頭時間 : 前方車のヘッドが通過して追従車のヘッドが通過するまでの時間[秒]

n : 信号交差点通過台数 [台]



図 3-17 車頭時間のイメージ

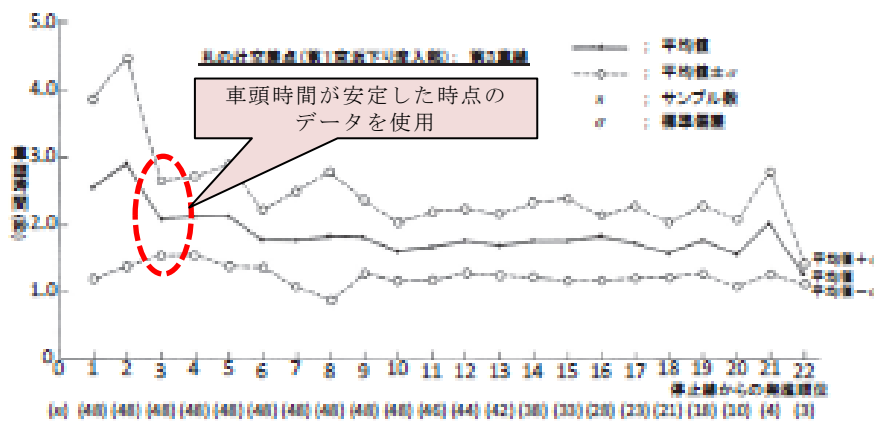


図 3-18 通過順と車頭時間の関係のイメージ

3.4.3 BPR 関数自体の見直し

BPR 関数の見直しとして、既存文献をレビューするとともに、交通プローブデータを用いて石橋宇都宮バイパスの実態に即したパラメータ推定を行い、現行手法と比較検証した。

(1) 研究論文のレビュー

BPR の関数型について、首都高の研究²がある。以下に当該文献をレビューした。

1) 現行パラメータ推計手法の課題

BPR 関数のパラメータを最小二乗法により推定する場合、殆どの実績交通量は交通容量よりも少ない領域で生ずるため、交通量が交通容量を超過した際の旅行時間急増を表現できない課題がある（下図の右領域）。

そのため、当該論文では、この BPR 関数のパラメータ推計の課題に対して、実用的な 3 つの解決策を提案している。結論として、3 方法とも、実務においてデータが豊富な首都高への適用は可能であるが、データが少ない国道への適用は課題が残る。

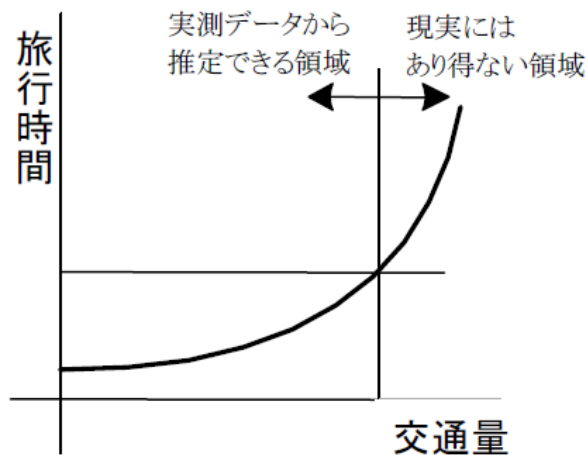


図 3-19 現行手法の課題

² 都市内高速道路の交通量推計におけるリンクパフォーマンス関数の改良、第 38 回交通工学研究発表会論文集，2018

2) 交通容量超過部を境に2つのパラメータ β を設定

1つ目の手法として、交通量が容量を超える領域では、容量制約に大きく影響するパラメータである β を大きな値に設定し、強い容量制約をかけることで、リンク交通量の現況再現性の向上を図る方法が提案されている。

具体的には、交通量/容量が 1.0 となる地点を境に別々の異なるパラメータ β を推定する。

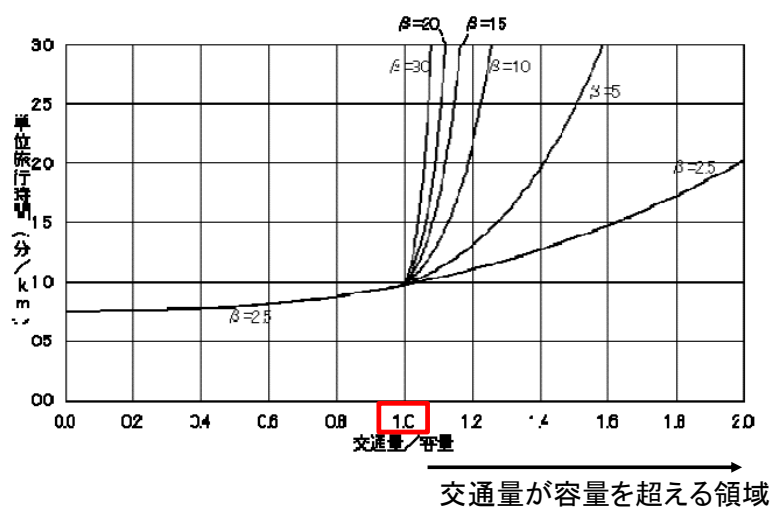


図 3-20 パラメータ β の設定イメージ

3) 確率的フロンティア BPR 関数

2つ目の手法として、モデル関数の上下方向の確率誤差に加えて、非効率性による誤差が存在するものとして、モデル関数を推定する方法が提案されている。

これは、旅行時間が大きくなるにつれて非効率誤差は上方向に、また、交通量／容量比が大きくなるにつれてデータのばらつきが上方向に大きくなるような非効率誤差の分布を仮定している。

$$t = t_0 \left\{ 1 + \alpha \cdot \left(\frac{x}{c} \right)^\beta + \rho_1 \cdot \left(\frac{x}{c} \right)^{\rho_2} \right\}$$

t : 所要時間、 t_0 : 自由旅行時間、
 x : 交通量、 c : 交通容量、
 α 、 β 、 ρ_1 、 ρ_2 : パラメータ

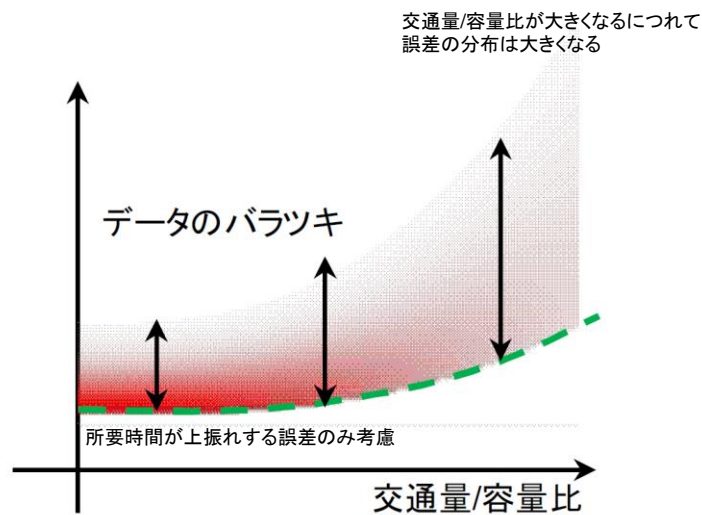


図 3-21 非効率性による誤差イメージ

4) 改良 BPR 関数

3つ目の手法として、モデル関数は通常の BPR 関数を利用し、確率的誤差項の標準偏差を指数関数で構造化する手法が提案されている。この手法では既存の配分プログラムを書き換えることなく、パラメータの差し替えだけで適用可能である。

ただし、一般道に適用する場合には信号等の存在といった課題がある。

$$\sigma_v(\eta) = \exp(\eta_0) + \exp(\eta_1) \cdot \left(\frac{x}{c}\right)^{\eta_2}$$

x : 交通量、 c : 交通容量、
 α 、 β 、 η_1 、 η_2 : パラメータ

図 3-22 推計式

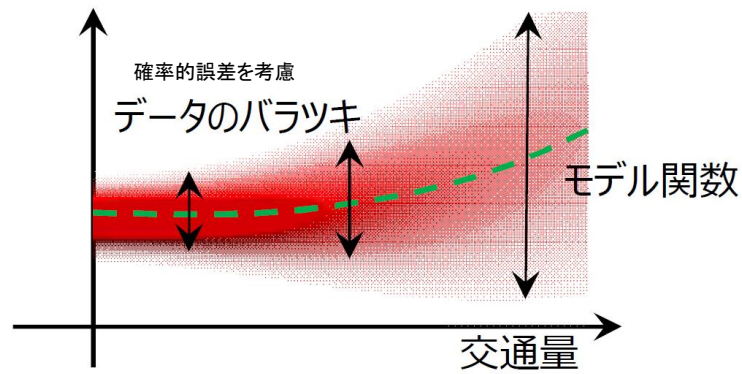


図 3-23 確率的誤差の分布イメージ

(2) 交通プローブデータを用いたパラメータ推定

石橋宇都宮バイパスの交通プローブデータを用いて、より実態に即した BPR 関数のパラメータを推計した。

混雑が大きく便益の影響が大きいと予想される旧 4 号を対象にパラメータを推定した。

1) 旧 4 号のデータを用いた BPR 関数の推定

旧 4 号の交通データ (N=24) を用いて、パラメータ推定を行った結果、 $t_0=85$ 秒 (42 km/h) の時、 $\alpha=0.52$ 、 $\beta=2.35$ となった。一般的な土木学会のパタメータが $\alpha=0.48$ 、 $\beta=2.82$ のため、土木学会の BPR 関数とほぼ同程度の BPR 関数となった。

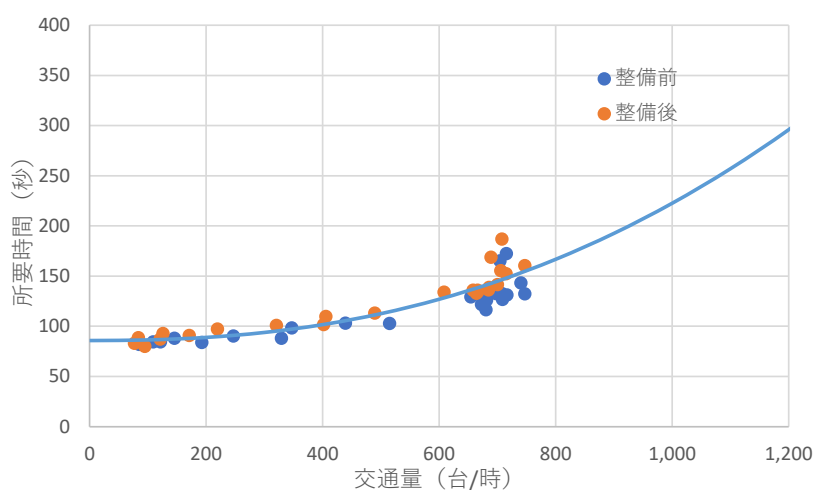


図 3-24 旧 4 号のパラメータ推定

2) まとめ

旧 4 号の交通プローブデータを用いてパラメータを推定した結果、土木学会の BPR 関数のパラメータと類似の結果を得た。その意味で、パラメータの変更の可能性は低いといえる。

3.5 残留交通の検討

時間帯別交通量推計の精度向上策として、残留交通を考慮する方法が考えられる。本節では、石橋宇都宮バイパスを対象に残留交通ありなしの交通量推計を行い、残留交通の影響について検証を行った。

3.5.1 残留交通量について

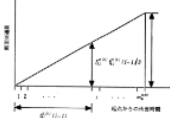
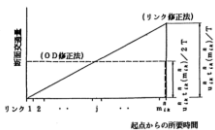
(1) 残留交通の定義

時間帯の終端時刻において、経路上の各リンクに一様に残っている（目的地に到着できず、各リンクを通過できていない）交通量であり、次の時間帯に通過する交通量のことをいう。

(2) 残留交通の計測方法

残留交通量は「リンク修正法」と「OD修正法」の2方法があるが、リンク修正法は研究レベルに留まり、OD修正法が簡便で実務的である。

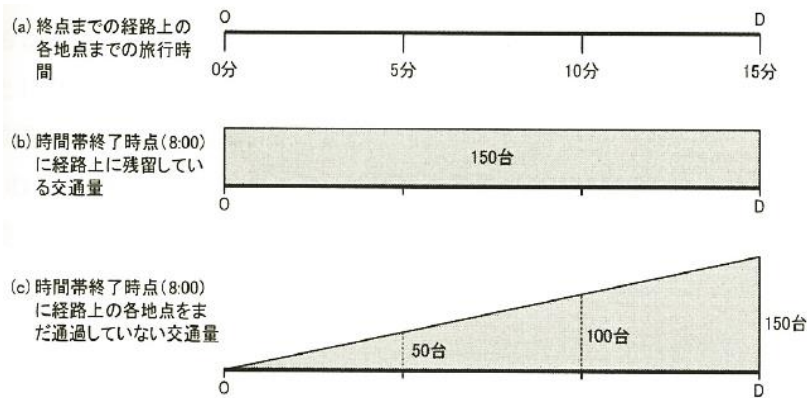
表 3-15 残留交通量の考慮方法

リンク修正法
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> 交通の三角形分布を用いて各リンクの残留交通量を修正。 (残留交通量分を現時間帯から削除して、次の時間帯に付加する) 残留交通量を考慮すると、考慮する前と所要時間が異なるため、収束するまで計算を繰り返す。 
<p>【メリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> 各リンクの残留交通量を計算するため、OD修正法と比べ適切な交通量が計算される。
<p>【デメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> 修正後に収束計算を行うため、作業量が膨大。 OD別リンク毎に修正を行うため、OD修正法と比べ作業量が膨大。
OD修正法
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> リンク修正法の残留交通量を平均化して残留交通量を修正。 リンク毎の修正を行う代わりにOD交通量の修正を行う。 残留交通量を考慮すると、考慮する前と所要時間が異なるが、OD修正法では、収束の方法が定式化されている。(再配分不要) 
<p>【メリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> リンク修正法より計算量が少ない
<p>【デメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> 推計精度がリンク修正法をより劣る。

出典) 藤田：時間帯別均衡配分の適用における現状と課題，土木学会論文集 H16

(3) OD 修正法

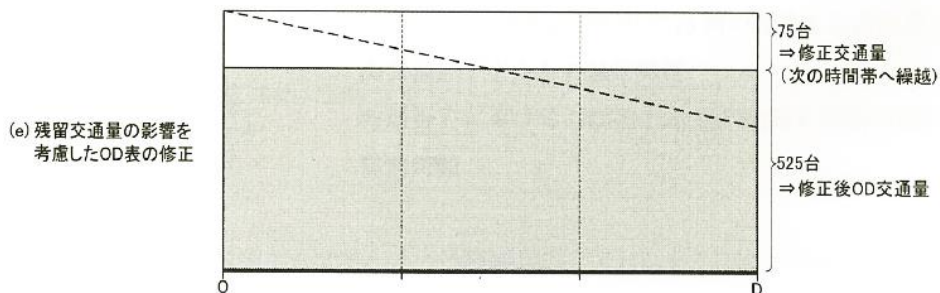
残留交通量が後続時間帯に与える影響は、経路上の上流側では相対的に小さくなり、下流側では相対的に大きくなる。



OD 修正法では、OD 間の経路上の各地点における残留交通量の影響が均一になるように平均化して考える。



後続時間帯の経路交通量に占める残留交通の影響量は経路上全ての地点で一定となるため、平均化した影響量を単に後続時間帯の OD 交通量に繰り越して配分計算を行う。



出典) 藤田・松井・溝上：時間帯別交通量配分の開発と実用化に関する研究，
土木学会論文集，No.389/IV-8，pp.111-119.

図 3-25 OD 修正法

3.5.2 宇都宮バイパスの残留交通量

宇都宮バイパスの利用が想定される、宇都宮バイパス区間を跨ぐ南北移動の OD を対象に、1 時間幅で交通量推計を行った場合に発生する残留交通台数と残留率(各 OD 交通量に占める残留交通量の割合) ※を整理した。

$$\text{※残留率} = \text{エリア間残留交通量} / \text{エリア間 OD 交通量}$$

朝ピークの 8 時台は、宇都宮バイパスを利用すると想定される車両の約 20% が残留交通となる。また、9 時台の残留交通は 19% となり、8 時台と比べ渋滞または長距離移動が低下していると考えられる。

南関東と東北以北間などの長距離の OD ほど、残留率が高い傾向にある。

表 3-16 石橋宇都宮バイパスの残留交通量 (台/日)

エリア 1	エリア 2	8 時台			9 時台		
		全交通	残留交通	残留率	全交通	残留交通	残留率
栃木県	栃木県	171,221	30,617	18%	128,062	20,259	16%
栃木県	南関東	15,073	5,435	36%	15,491	5,420	35%
北関東	栃木県	10,377	3,001	29%	7,617	2,126	28%
南関東	東北以北	1,730	517	30%	1,463	732	50%
栃木県	東北以北	2,432	436	18%	1,544	630	41%
栃木県	その他	319	89	28%	477	239	50%
合計		201,152	40,094	20%	154,654	29,406	19%

3.5.3 残留交通の影響

残留交通を考慮することで、考慮しない場合と比較して便益は 7 億円／年（5%）増加する。

ピーク時に残留交通が加算されることで、整備前の混雑時の所要時間が増加し、道路整備により所要時間の削減量が大きくなり、便益が増加するためである。

表 3-17 残留交通の影響

億円／年	残留交通考慮			残留交通量 考慮せず		
	8時	9時	合計	8時	9時	合計
宇都宮市	29	22	51	27	15	42
日光市	0	-0	0	0	-0	0
那須塩原市 那須町 塩谷町 矢板市 大田原市	-1	-1	-1	-1	-1	-1
さくら市 那珂川町 那須烏山市 高根沢町 芳賀町 市貝町 茂木町 益子町 真岡市	10	6	16	8	4	12
鹿沼市 壬生町 上三川町 下野市 小山市 野木町 栃 木市 佐野市 足利市	10	5	15	7	4	11
茨城県	2	1	3	2	1	3
群馬県	2	1	3	1	1	2
埼玉県	13	5	18	6	4	10
千葉県	14	5	19	6	3	9
東京都	9	-2	7	6	8	14
神奈川県	11	5	16	16	14	30
山梨県	-5	-0	-5	-0	0	-0
長野県	-3	-1	-4	-0	0	-0
東北以北	1	1	2	1	1	1
その他都道府県	-0	1	1	1	0	1
合計	93	48	141	79	54	133

3.6 時間帯交通量推計の時間帯幅と評価時間帯の検討

時間帯別交通量推計の精度を向上する方法として、時間帯幅を細分化する方法がある。本節では、石橋宇都宮バイパスを対象に、1日を4分割した時間帯幅または30分帯幅にする場合の交通量を推計し、時間帯幅の便益への影響を検証した。

3.6.1 時間帯幅の検証

(1) 4分割（朝・夕ピーク、昼間・深夜帯）への変更

1) 設定方法

時間帯幅を1日4分割に変更するにあたり、OD表と交通容量を以下に設定した。

a. OD表

朝ピーク（7、8時台）、夕ピーク（16、17時台）、昼オフピーク（9～15時台）、夜オフピーク（18～6時台）の各時間帯のOD交通量を合計し、各時間帯で除して1時間帯あたりに換算したODを作成した。

b. 交通容量

本分析では、4分割した時間帯幅を1時間あたりに換算（1時間平均）したOD表を用いるため、交通容量は上記の推計でも用いた1時間当たりの交通容量を用いて交通量推計を行った。

c. 分析方法

便益はそれぞれ1時間あたりに圧縮されたものが算出されるため、各時間帯に応じて積み上げて、4分割した時間帯幅毎の便益の算定を行った。

2) 便益算出結果

時間帯幅について、1日4分割した場合の便益は、日平均便益の368億円の1.3倍の461億円となった。しかし、1時間帯幅で推計を行った便益554億円より少ない値となった。

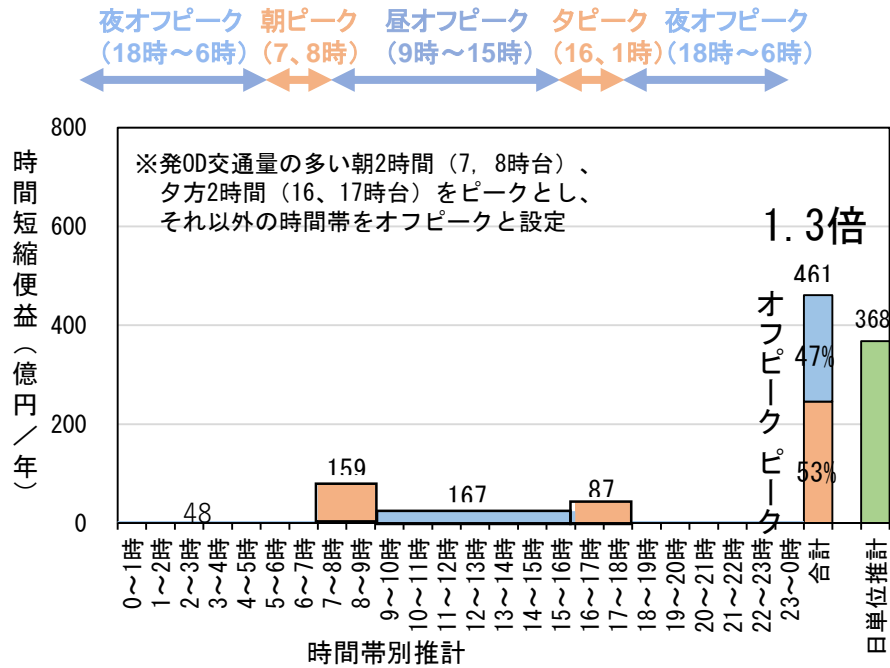


図 3-26 4分割時の便益

(2) 30分幅（7時台のみ）への変更

1) 設定方法

時間帯幅を30分幅に変更するにあたり、OD表と交通容量を以下のように設定した。

a. OD表

7時台OD交通量を前後時間の交通量比率を基に1.2倍、0.8倍（6:4）に按分して、1時間あたりに換算したOD表を作成した。

b. 交通容量

本分析では、30分のOD表を1時間あたりに換算したOD表を用いるため、交通容量は、上記の推計でも用いた1時間当たりの交通容量を用いて交通量推計を行った。

c. 分析方法

上記の設定で交通量推計を行うと7時台が2時間分に拡大されるため、2で除して、1時間あたりに換算し、30分時間帯幅の便益の算定を行った。

2) 便益算出結果

時間帯幅を30分とした場合の便益は、日平均便益の368億円の1.6倍の574億円となった。この値は、1時間帯幅で推計を行った便益554億円より多い値となった。

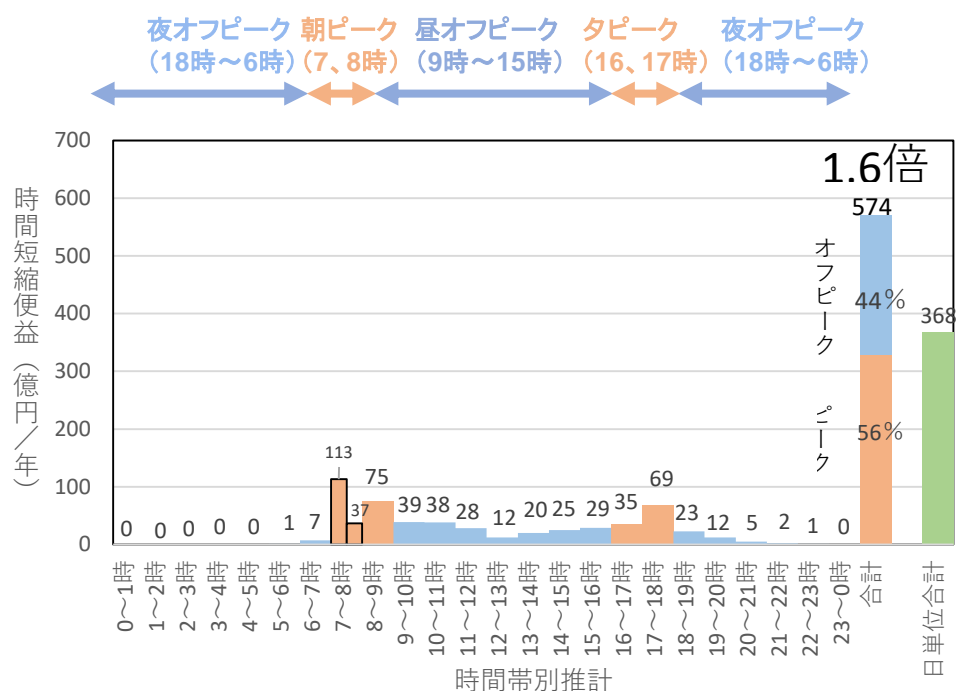


図 3-27 30分幅の便益

(3) まとめ

時間帯幅を長くすると便益は減少、時間帯幅を短くすると便益が増加する傾向がある。これは、時間帯幅を短くすることで、容量が小さくなり、所要時間短縮の変化幅が大きくなるため、便益が増加するためと考えられる。

また、時間帯幅を短くすると容量の設定や、残留交通の課題が生ずる恐れがある。

3.6.2 評価時間帯の検討

上記の時間帯別の分析を踏まえ、作業負荷の観点から深夜時間帯は交通量が少なく便益が生じていないことから、時間帯別に評価する場合は、評価時間帯は昼間時間帯のみでよいことが考えられる。

3.7 ピーク時の動的な交通需要予測について

ピーク時の交通需要予測について静的推計および動的推定の可能性を検討

ピーク時の交通状況の検討に際して、従来の（1日または1時間帯毎の）静的な交通量推計を適用する場合に加えて、個別車両の挙動を考慮した動的なシミュレーションの交通量推計を適用する場合、それぞれの特徴、長所・短所、アウトプット、評価指標等を両者で比較整理し、今後の道路施策の評価に向けた知見とする。

表 3-18 ピーク時の動的な交通需要予測について

項目	静的シミュレーション (広域的な視点)	動的シミュレーション (地域的な視点)
シミュレーションの特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・広域的なシミュレーションが可能 ・リンク別の交通量や混雑度、旅行速度など全車両を対象とした評価が可能 ・時間帯別に評価できるモデルを採用 	<ul style="list-style-type: none"> ・車両1台単位の表現が可能 ・静的では表現できない挙動や個々の車両（車種）に着目した評価が可能 ・構築に時間を要する
目的	<ul style="list-style-type: none"> ・対象路線周辺の広域的な交通量を推計し周辺地域も含めた交通量変化を予測する 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域内の詳細な流動を推計することで局所的な課題箇所の特特定等を行う
用途	<ul style="list-style-type: none"> ・流入交通量削減に伴う旅行速度を評価 ・【目標水準】20km/hを達成するか 	<ul style="list-style-type: none"> ・局所的な課題に対する対策検討及び対策実施時の効果を検証
実施上の主な課題	<ul style="list-style-type: none"> ・休日特有の交通容量低下の把握とシミュレーションデータへの反映 ・検討のベースとなるOD表の作成方法 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域特有の交通容量・速度低下を引き起こす事象の表現
分析イメージ		

3.8 適用指針案

以上の検討を踏まえ、時間帯別の交通量推計の実用化に向けた適用指針案を示す。

(1) 適用路線（ピーク率、平休率、大型車混入率の各項目から判断）

時間帯別の交通量推計が望ましい路線について、既存調査より、時間帯の評価が有効な路線の特徴として、ピーク率の高い路線が挙げられる。

H27 道路交通センサスの箇所別基本表で確認すると、貨物車が多い路線でピーク率が高い路線として、圏央道の複数区間が挙げられる。また、乗用車の交通が多い路線をピーク率順に並べると、群馬県の中之条町と渋川市を結ぶ渋川東吾妻線などの私事または観光交通を担う国道が上位に現れる。これら路線において、時間帯推計の適用の可能性がある。

(2) 評価時間帯

1) 時間帯幅

時間帯推計における時間帯幅の設定は 1 時間帯が望ましい。理由は道路の交通容量が 1 時間の時間交通容量で設定されているためである。1 時間帯とは異なる時間帯（例えば 4 時間あるいは 30 分）の場合、交通容量の設定が合理的に説明できないため相応しくない。

2) 評価時間帯

評価時間帯は、深夜時間帯は交通量が少なく便益が小さいことから、作業負荷軽減を目的に昼間時間帯での評価が考えられる。

(3) 適用方法

1) 推計方法

現行の実務の推計方法は分割配分であるが、推定結果の理論的整合性を目的に均衡配分の適用の検討が考えられる。ただし、推計方法の変更は、過去の推計結果との整合性がとれないことに留意が必要である。

2) 残留交通の扱い

残留交通の OD 設定において、リンク修正法は実務では適用がなく研究レベルのため、OD 修正法が適切である。

分析対象都市圏で 1 時間帯を超える OD 交通量の比率が高い場合（長距離トリップが多い場合）、残留交通の考慮が望ましい。

また、残留交通の考慮は、高速転換率式などのモデルの操作性が低下することに留意が必要である。

3) 将来時間帯別 OD 表の作成方法

将来 OD 表は時間帯別には無いため、現況 OD の時間帯比率が将来も変わらないといった仮定が妥当であれば、実績の時間帯 OD 表を、将来の日 OD 表に乗ずることによって将来の時間帯交通量を作成できる。

4) 再現性

速度の再現性、および所要時間の変化の再現性が時間帯別の交通量推計に求められる。

3.9 まとめ

本章では、現行の需要予測では考慮されていないピーク時間帯における渋滞解消効果を適切に把握する目的で、時間帯別の需要予測手法について、時間帯幅の設定や現況再現性の確認方法など実務への適用に向けての検討を行った。

3.3 時間交通容量の設定方法の検討の検討では、既存論文のレビューおよび、交通データを用いたパラメータ推定を行い、より実態に即した交通量推計方法の検討を行った。

パラメータ推定に関しては、土木学会の全国値のパラメータではなく、最新のトラカン交通量や ETC2.0 等の交通データを用いて路線や地域に即したパラメータを推定し、その推定されたパラメータを使用して、時間帯別交通量推計を行うことが、より精度向上のために重要であると考えられる。

3.4 残留交通の検討では、残留交通を考慮することによる便益への影響について確認した。その結果、石橋宇都宮バイパスの場合、残留交通を考慮することにより、混雑緩和の効果をより正確に捉えることができ、便益が増加することが確認された。

しかし、残留交通を考慮することで、高速転換率式などのモデルの操作性が悪くなるデメリットがあるため、より効率的な残留交通量を考慮する方法、プログラミング等を改良していくことが必要である。

3.5 配分計算における時間帯幅の検討では、1日を4分割した場合、または時間帯幅を30分とした場合の便益を算定し、時間帯幅の影響について確認した。

確認の結果、石橋宇都宮バイパスの場合、時間帯幅を狭めることにより、混雑緩和の効果をより正確に捉えることができるようになり便益が増加することが確認された。

しかし、時間帯幅を狭めることにより、残留交通が無視できなくなる。そのため、残留交通の考慮なしでは短い時間帯幅の推計は適さないことが明らかとなった。

一方で、交通量や便益が少ない夜間に関しては、複数時間をまとめて推計することで、効率的な推計ができると考えられる。

第4章 総合評価手法の改善の検討

4.1 整理目的

海外や他事業、学術研究等を参照しながら、社会情勢の変化等も踏まえ、事業採択や継続を判断するための評価項目や公表様式、整備効果の提示方法など、総合評価手法の改善を検討する。

以下4項目について我が国における現行の運用、実務への適用、研究動向の視点で整理する。対象とする文献一覧を次ページの表に示す。

- 1.時間価値等の利用者便益にかかる設定（4-10 ページ）
- 2.時間帯や誘発交通を考慮した交通量の推計（4-32 ページ）
- 3.利用者便益以外の多様な効果（4-38 ページ）
- 4.道路整備の経済効果（4-55 ページ）

以上を踏まえ、以下の視点で総合評価手法の改善の提案をする。

- ①現状の B/C 算出におけるの感度分析の検討を行う。
- ②定量的・定性的評価方法及び提示方法の検討を行う。
- ③交通需要に依らない指標の検討を行う。
- ④総合評価としての提示方法の検討を行う。

① 時間価値等の利用者便益にかかる算定

著者	論文名	概要	リンク
加藤浩徳	交通の時間価値の理論と実際、技報堂出版、2013	日米英の費用便益分析における時間価値の設定方法をレビュー。	https://gihodobooks.ssslserve.jp/book/1802-4.html
Leeds ITS	Valuation of Travel Time Savings for Business Travelers, University of Leeds, 2013	英国の費用便益分析マニュアルの時間価値の算定方法の原著。旅客は目的別の先行接近法、貨物は所得接近法で計測し、乗車人員を状してマニュアルに反映。	https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/251997/vtts_for_business_main_report-dft-005.pdf
Gerard de Jong	Value of freight travel time saving, Handbook of Transport Modelling, 2007	貨物の時間価値に関するメタ分析。在庫費用の考慮などの可能性があるとの定性的指摘のみ。	https://link.springer.com/article/10.1007/s11116-021-10207-2
Luca Zamparini, Aura Reggiani	Freight Transport and the Value of Travel Time Savings: A Meta-analysis of Empirical Studies, Transport Reviews, 2007	貨物の国別、モード別（船舶、鉄道、車）の時間価値に関するメタ分析。品目別の荷物の時間価値の推計はない。	https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01441640701322834
Jawaher Binsuwadan et al	The value of travel time savings in freight transport: a meta-analysis, Transportation, 2021	貨物の国別、モード別（船舶、鉄道、車）の時間価値に関するメタ分析。品目別の貨物の時間価値の推計はない。	https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11116-021-10207-2.pdf
Stephens et al.	Estimated Bounds and Important Factors for Fuel Use and Consumer Costs of Connected and Automated Vehicles, National Renewable Energy Laboratory, 2016	自動運転技術が車両走行距離、車両の燃料効率、および消費者のコストに与える影響を推定した。	https://www.nrel.gov/docs/fy17osti/67216.pdf
Abe	Introducing autonomous buses and taxis: Quantifying the potential benefits in Japanese transportation systems, Transportation Research, 2019	自動運転による費用変化を設定し、公共交通が自動運転化した時の費用変化について分析をした。	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856418312795

② 時間帯や誘発交通を考慮した交通量の推計

著者	論文名	概要	
土木学会 土木計画学研究委員会 交通需要予測技術検討小委員会／編集	道路交通需要予測の理論と適用 第 II 編 利用者均衡配分モデルの展開	第 10 章 時間帯別利用者均衡配分モデル（動的な交通量配分の基本的な考え方、OD 修正法、渋滞内生モデル等）	
藤田素弘・松井寛・溝上章志	時間帯別交通量配分モデルの開発と実用化に関する研究、土木学会論文集 IV-8（389号）1988年	時間帯配分の実用化を実ネットワークで検証	https://nitech.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=3921&item_no=1&page_id=13&block_id=21
中山 晶一朗	道路の時間信頼性に関する研究レビュー、土木学会論文集、2011年	時間信頼性に関するレビュー論文	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejipm/67/1/67_1_95/_pdf-char/ja
内田賢悦	道路ネットワークにおける移動時間信頼性を考慮した便益評価の実用化に向けた課題と展望、土木計画学研究・講演集、2012年	時間信頼性に関するレビュー論文	http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00039/201211_no46/pdf/i1.pdf
円山琢也，原田昇，太田勝敏	誘発交通を考慮した混雑地域における道路整備の利用者便益推定、土木学会論文集，2003年	1.トリップ有無、2.手段選択、3.目的地選択、4.経路選択について多段階で意思決定し、誘発交通を考慮するモデルとなる。首都圏環状道路の事例研究で、誘発交通は僅かに増加する結論を得る。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscej1984/2003/744/2003_744_123/_pdf-char/ja
山崎清・武藤慎一	開発・誘発交通を考慮した道路整備効果の分析，運輸政策研究，2008年	所要時間の変化が長期の土地利用をもたらす、フィードバック影響を考慮するモデルである。道路整備により発生集中分布が変化し、誘発を考慮している。環境負荷も大きくなる	https://www.ittri.or.jp/members/journal/assets/no41-02.pdf

③ 利用者便益以外の多様な効果

著者	論文名	概要	
山口高広、河上省吾	CVM による交通バリアフリーのハード・ソフト施策の評価に関する研究、地域学研究、2007	歩道空間のバリアフリー化を CVM で評価	https://www.jstage.jst.go.jp/article/srs/37/4/374_979/_pdf
浅野公明、早坂佳高、遠藤玲	CVM 評価による歩道復幅員の研究、第 36 回土木学会関東支部技術研究発表会、2009	歩道拡幅、歩者分離を CVM で評価	http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00061/2009/36-04-0057.pdf
東京国道事務所計画課	歩道拡幅事業における CVM 手法の導入検討について、平成 23 年度スキルアップセミナー関東、2011	歩道拡幅を CVM で評価	https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000041583.pdf
小島彰人、遠藤玲	歩行空間整備事業の CVM を用いた評価に関する研究、第 37 回土木学会関東支部技術研究発表会 2010	歩道の設置を CVM で評価	http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00061/2010/37-04-0036.pdf
藤澤友晴、青山吉隆、中川大、松中亮治	中心市街地における歩行空間整備の便益計測、土木計画学研究・論文集、2003	歩道拡幅とベンチの設置を CVM で評価	https://www.jstage.jst.go.jp/article/journalip1984/20/0/20_0_191/_pdf
我妻賢人、斉藤優太、鈴木聡士	Process-Combination CVM による札幌駅前通活性化案の評価、北海学園大学卒業論文、2012	地下歩行空間の維持、新設を CVM で評価	http://www.lst.hokkai-s-u.ac.jp/~soushis/wagatsuma2012.pdf
瀬川滋、浅野光行	歩行空間価値と歩行者の意識構造に関する研究-新宿駅南口地区を対象として、都市計画論文集、2001	人工地盤、跨線橋の維持を CVM で評価	https://www.jstage.jst.go.jp/article/journalcpj/36/0/36_613/_pdf-char/ja
功刀祐之・有村俊秀・大床太郎	仮想評価法を用いた観光地における無電柱化事業の研究-世界遺産である富岡製糸場を事例として-、WINPEC Working Paper Series, 2018	無電柱化による景観向上を CVM で評価	https://www.waseda.jp/fpse/winpec/assets/uploads/2018/11/No.-J1803.pdf
味水佑毅	自転車走行空間の整備に関する経済評価、地域政策研究、	自転車走行空間の整備を CVM で評価	http://www1.tcue.ac.jp/home1/c-gakkai/kikanshi/ronbun14-4/02misui.pdf

	2012		
倉根明徳、川上光彦、西澤暢茂、小林史彦	歴史的市街地における都市計画道路整備のCVM評価に関する研究—金沢市における事例研究—, 都市計画論文集, 2003.	歴史的町並みに調和した道路整備計画についてCVMを用いた価値評価を提案	https://www.jstage.jst.go.jp/article/journalcpj/38.3/0/38.3_511/pdf-char/ja
藤本昭、並河良治	道路整備による救急医療改善効果の推計, 土木技術資料, 2011	カーラー曲線に準ずる	http://www.pwrc.or.jp/thesis_shouroku/thesis_pdf/1111-P030-035_fujimoto.pdf
イギリス運輸省	TAG UNIT A3 Environmental Impact Appraisal, 2021. TAG UNIT A4.1 Social Impact Appraisal, 2021.	外部効果に関する計測方法に関するガイドライン。環境（騒音や大気質）改善効果、健康的な活動促進効果、旅行の質改善効果（景観向上効果等を含む効果）などを掲載。	https://www.gov.uk/government/publications/tag-unit-a3-environmental-impact-appraisal https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1007447/tag-unit-a-4-1.pdf
Paul Kelly, Sonja Kahlmeier, Thomas Götschi, Nicola Orsini, Justin Richards, Nia Roberts, Peter Scarborough & Charlie Foster	Systematic review and meta-analysis of reduction in all-cause mortality from walking and cycling and shape of dose response relationship. Int J Behav Nutr Phys Act 11, 132 (2014).	自転車や徒歩による死亡率低減効果に関してメタ分析を実施（TAGで示されている単価の根拠）	https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-014-0132-x

④ 道路整備の経済効果

著者	論文名	概要	
石倉智樹、小池淳司	土木計画学における空間的応用一般均衡分析—現在の到達点—, 土木学会論文集 D3、2020	SCGE のレビュー論文であり、小地域単位で交易データが無いもとの評価の課題を指摘している。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsceijpm/76/2/76_63/pdf-char/ja
武藤 慎一、東山 洋平、河野達仁、福田敦	交通生産内生型 SCGE モデルの開発, 土木学会論文集 D3、2019	都道府県単位での SCGE モデルを作成している。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsceijpm/75/3/75_139/pdf-char/ja
石倉智樹、吉川光志	大都市圏における交通整備評価のための 空間的応用一般均衡モデル, 土木学会論文集 D3、2017	市町村単位での SCGE モデルを作成している。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsceijpm/73/4/73_228/pdf
小池淳司、佐藤啓輔、川本信秀	空間的応用一般均衡モデル「RAEM-Light」を用いた道路ネットワーク評価～地域間公平性の視点からの実務的アプローチ～、土木学会論文集 D3、2009.	市町村単位での SCGE モデルを作成している。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/journalip1984/26/0/26_161/article-char/ja/
武藤慎一	不完全競争を考慮した SCGE モデルの開発、日交研シリーズ、2018.	不完全競争を考慮した SCGE の開発	https://www.nikkoken.or.jp/pdf/project/2018/2018_08.pdf
Department for Transport	TAG unit A2-1 wider economic impacts appraisal, 2019	英国における Wider Economic Impacts の適用手法について解説している。	https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/940810/tag-a2-1-wider-economic-impacts-appraisal.pdf
Graham	Quantifying Wider Economic Impacts of Agglomeration for Transport Appraisal: Existing Evidence and Future Directions, Economics of Transportation, 2014	英国における Wider Economic Impacts 適用時の原単位の計測を行っている。	https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/706671/agglomeration-elasticities-existing-evidence-and-future-priorities.pdf
Venables	Evaluating Urban Transport Improvements: Cost-Benefit Analysis in the Presence of Agglomeration and Income	Wider Economic Impacts の理論的根拠について研究している。	https://www.jstor.org/stable/20054012

	Taxation, Journal of Transport Economics and Policy, 2008		
--	---	--	--

4.2 時間価値等の利用者便益にかかる設定

4.2.1 旅客の時間価値

(1) 現行の運用

1) 道路

現行の道路の費用便益分析マニュアルの時間価値は、機会費用の概念に基づき、毎月勤労統計調査の政府統計を用いた所得接近法によるマクロの平均的な時間価値が適用される。

時間価値は業務・非業務の目的別に推計し、その後、乗車人員を考慮して車種別の時間価値に変換する。

車種別に時間価値が設定されているが、通勤時間帯のピーク・オフピーク別や平日休日別など交通状況は考慮されていない。

表 4-1 車種別の時間価値原単位¹

車種	時間価値原単位 (単位:円/分・台)
乗用車	39.60
バス	365.96
乗用車類	45.15
小型貨物車	50.46
普通貨物車	67.95

¹ 費用便益分析マニュアル、国土交通省道路局都市局、2018年2月

2) 空港

空港整備事業の費用対効果分析マニュアルでは、需要予測モデルの「選好接近法」から得られる時間価値を用いることを基本とし、この時間価値に課題がある場合は「所得接近法」や既存計測事例に基づく時間価値を使用してもよいとしている。

下表では、時間価値は 3,709 円/時 (=61.8 円/分・人) である。

表 4-2 空港整備事業の費用対効果分析マニュアルが示す時間価値

目的 H15動態調査 実勢運賃		全目的	
変数		パラメータ	t値
	航空ラインホール時間(分)	-1.48134E-02	-7.00
	航空ラインホール費用(円)	-2.39635E-04	-18.34
	ln(運航頻度(便/日))	8.39011E-01	28.07
	滞在可能時間(分)	2.41750E-03	12.72
	アクセシビリティ指標	8.80073E-01	39.83
	時間価値(円/時間)		3,709
	サンプル数		6,577
	尤度比		0.47
	的中率(%)		72.8

出典：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）

3) 鉄道

鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2012（案）では、空港と同様に「選好接近法」による時間評価値の導出を基本とし、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としている。また、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としている。

また、乗り換え時間に依存する乗り換え利便性の評価では、乗り換え時の時間価値は乗車時の時間価値のおよそ 2 倍としている。

その他、コンコース内移動については肉体的負荷を考慮し、通路状況に応じた時間価値を設定している。

表 4-3 通路状況による時間価値

通路状況	時間評価値
乗車時間(円/分)	42.0
上り階段(円/分)	69.1
下り階段(円/分)	64.1
水平歩行(円/分)	52.3
エスカレーター(円/分)	37.3

出典：鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2012（案）（国土交通省）

(2) 研究動向

加藤（2013）²は、非業務目的の時間価値について、休日に移動時間を減らした代わりに労働を行うとは考えにくく、所得接近法の適用ではなく選好接近法を用いる可能性を言及している。

また、所得接近法は法律で労働が禁止されている14歳以下の時間価値がゼロになるという問題に対し、選好接近法は主観的な効用が評価されるため正の時間価値が期待される長所がある。ただし、表明選好調査（Stated Preference：SP）の実施において、信頼性や安定性を重視する場合には所得接近法の適用が依然有効とされている。

² 加藤浩徳、交通の時間価値の理論と実際、技報堂出版、2013

(3) 諸外国

1) イギリス

英国運輸省は、車輛単位で平日休日別、平日の時間帯別（朝ピーク、昼、夕ピーク、夜の4つ）の時間価値をガイドライン³で示している。

時間価値について、業務目的はこれまで所得接近法によって推計され、非業務目的は大規模 SP 調査による選好接近法により推計されてきた。非業務目的の機会費用は、空き時間で労働はせず、機会費用の所得概念とは異なるため、選好接近法を用いるのが理論上望ましいことを理由とする。

時間価値は平日休日や時間帯の区別のない日単位で推計し、平日休日別、平日の時間帯別の乗車人員を乗じ、平日の時間帯別に違いが生ずる。これらは Leeds 大学交通研究所（2013）⁴の研究成果を反映している。

2013年の報告書には、次の記載がある。職業運転手と貨物運転手（タクシー、大型貨物車を含む）の時間価値は、費用削減アプローチ（CSA）に基づく。業務トリップの主な目的が、商品、サービス、旅客を特定の目的地に届けることであり「業務」と「トリップ」が事実上同じためである。英国および多くの国で採用されている手順は、非生産的な移動時間が節約された場合、人件費に等しい価値を持つ生産的な時間に変換できるという理由から、業務時間の節約分を人件費で評価する、いわゆる費用削減アプローチ（CSA）が妥当である。業務目的に関する限り、費用削減アプローチの妥当性に対する反対意見は見受けられない。ガイドラインがある多くの国では、費用削減アプローチが主流となっている。ノルウェーは他の方法を用いていたが、2010年に費用削減アプローチに戻した。ヨーロッパ以外の地域では、費用削減アプローチが主流である。

Mackie et al., (2003)⁵は選好接近法による時間価値の推定に基づき、業務、通勤、その他非業務、時間帯別（平日 7-10、10-16、16-19、19-7、休日は時間帯の区別なし）の時間価値を設定し、英国マニュアル（2018）に採用されている。

³ 英国運輸省、TAG A1-3 user-and-provider-impacts, 2021, <https://www.gov.uk/government/publications/webtag-tag-unit-a1-3-user-and-provider-impacts-march-2017>

⁴ Leeds ITS (2013) 'Valuation of Travel Time Savings for Business Travelers: Main Report', Prepared for the Department for Transport, p.136 [pdf], available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/251997/vtts_for_business_main_report-dft-005.pdf

⁵ Value of travel time savings in the UK

⁵https://eprints.whiterose.ac.uk/2079/2/Value_of_travel_time_savings_in_the_UK_protected.pdf

最新の交通分析ガイダンス（2018）は、SP 調査による時間価値の支払意思額を算出する方法を示す。

2015年に発表された時間価値の研究⁶の一環として、業務の時間価値は、選好調査の結果に基づき、支払意思額から導出された。これは、長年使用されてきた従来の「費用削減」アプローチ（CSA）から大きく前進したもので、費用削減アプローチのいくつかの懸念事項を解決する。

以前の「費用削減」アプローチは、支払い意思額の値とほぼ近い値が得られたが、時間価値を導き出すための直接的な支払意思額に基づくアプローチは、雇用者の出張時の時間価値を決定する全ての要因を考慮できる利点がある。これは、意思給アプローチを用いれば、雇用者が従業員の時間価値をどのように決定するかを正確に記述する必要がないためである。主観的な支払い意思額の評価では、移動時間の短縮による関連便益のすべてを把握することができ、上述した費用削減アプローチの問題点を軽減できる。

そのため、2015年の時間価値調査の提言に沿って、雇用者の自動車や公共交通機関による業務の時間の意思決定に基づく値を評価に使用することが推奨された。

英国の目的別・時間帯別の時間価値は下表にて設定される。100 ペンス=1 ポンド、1 ポンド=150 円とすると、自家用車の業務目的で 50 円/分、自家用車の通勤目的で 30 円/分の水準である。

表 4-4 英国の目的別・時間帯別の時間価値

車両当たりの時間価値（市場価格） （ペンス/分, 2010価格）								
車種	旅行目的	平日					休日平均	全日平均
		7時 - 10時	10時 - 16時	16時 - 19時	19時 - 翌7時	平日平均		
自家用車	業務	33.33	34.16	33.81	34.45	33.87	38.71	34.22
	通勤	18.78	19.09	18.85	19.13	18.91	20.02	19.00
	その他	12.96	13.81	13.57	13.52	13.56	16.05	14.44
	平均	18.88	17.78	18.14	18.38	18.25	17.15	17.99
軽貨物車	業務（貨物）	25.04	25.04	25.04	25.04	25.04	26.29	25.04
	通勤、その他	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	20.68	16.19
	平均	23.82	23.82	23.82	23.82	23.82	25.62	23.98
その他貨物車1	業務	24.06	24.06	24.06	24.06	24.06	24.06	24.06
その他貨物車2	業務	24.06	24.06	24.06	24.06	24.06	24.06	24.06
公共サービス車 （同乗者）	業務	26.50	27.06	28.34	28.32	27.28	24.78	26.66
	通勤	37.31	13.08	52.47	71.73	32.38	12.27	27.41
	その他	74.06	84.87	66.31	57.53	75.96	86.27	78.51
	合計	137.87	125.01	147.12	157.58	135.62	123.32	132.58

⁶ Provision of market research for value of travel time savings and reliability Phase 2 Report, Department for Transport, 2015
<https://www.gov.uk/government/publications/values-of-travel-time-savings-and-reliability-final-reports>

2) アメリカ

アメリカの時間価値ガイダンスを整理する⁷。

移動時間を短縮する価値には、3つの原則がある。まず、移動時間を短縮することで、生産活動に充てることができる。移動者やその雇用者に金銭的な利益をもたらすことができる。第二に、短縮した移動時間をレクリエーション余暇活動に費やすことができるが、これらの活動は個人にとって価値があり、そのためにお金を払うことも厭わない。第三に、移動条件は、緊張、疲労、不快感を伴う不快なものである可能性がある。このような状況にさらされる移動時間の短縮は、より快適な移動で時間を節約するよりも価値があるかもしれない。ガイダンスで推奨する価値観の違いは、これらの原則に基づいている。

a. 移動目的

移動目的の主な違いは、市場賃金が支払われる「勤務時間中」の業務移動と、移動者の好みに応じて配分される個人的な時間や余暇の時間との間にある。通勤は、個人移動と業務の中間的なカテゴリとして扱われる場合もあるが、個人移動に含まれることも多い。調査によると、一般的に個人移動の VTTS（時間価値）は時給よりも低い。

業務移動では、（移動時間が仕事に費やされる）商用ドライバーと、途中で仕事をするのでできない移動者の扱いは同じであるべきである。どちらの場合も、移動時間の節約分は、追加の生産的な仕事に利用できる。ノート PC、携帯電話、書類、移動者同士の話し合いなどにより、移動中に同乗者が仕事をする場合、時間の節約は生産性を高めるとしてもわずかであり、VTTS は低くなると考えられる。

b. 時間当たりの収入

時間価値について最も単純な考えは、有給の出張時間の節約を評価するものである。労働者は、出張と他の報酬を受ける時間の使い方との間で無差別であると考えられるが、雇用者は、従業員の総報酬（給与税と社会保障等のFRINGE BENEFIT）を、出張のために犠牲になった生産性の価値として認識する。一般的な実務では、業務上の移動にかかる VTTS（時間価値）は、総報酬によって定義される。

⁷ US Department of Transportation. “The Value of Time Savings: Departmental Guidance for Conducting Economic Evaluations Revision 2 (2016 Update)”

個人移動の VTTS は、そのような理論的な定式化がなされておらず、余暇時間は、個人の好みに応じて他の望ましいものに置き換えられる消費対象とみなされている。一般的に、VTTS は業務移動よりも個人移動が低いとされている。Mackie et al. (2001) 参照。

以上を踏まえた米国の目的別の時間価値は下表に整理される。

表 4-5 道路プロジェクト評価の時間価値

交通機関とトリップ目的	推奨される時間価値
自動車	
通勤：ひとり	賃金率の 50%
通勤：カープール（運転）	賃金率の 60%
通勤：カープール（同乗）	賃金率の 40%
私用（地域内）	賃金率の 50%
私用（都市間）	賃金率の 70%
商用	総賃金額の 100%
公共交通機関 バス	
車内 通勤	賃金率の 50%
車内 私用	賃金率の 50%
過度（待ち、歩行、乗換え時間）、商用	賃金率の 100%
商用（常時）	総賃金額の 100%
トラック	
車内 商用	総賃金額の 100%
過度（待ち時間）、商用	総賃金額の 100%

出典：User and Non-User Benefit Analysis for Highways (2010 年 9 月)

3) ドイツ

旅客輸送の時間価値は目的別・距離別に設定される。業務目的の時間価値は賃金から設定され、業務目的以外の時間価値は連邦交通・デジタルインフラ庁による委託研究である TNS Infratest/IVT (ETH Zurich) (2013)に基づいて設定されている。

業務目的の時間価値は 50km 以内だと 24.21 ユーロ／人時間、500km 以上だと 75 ユーロ／人時間と設定されており、その間の距離においては線形補間によって算出されている。これらの値は実態に基づいた需要モデルのキャリブレーションによる。TNS Infratest/IVT (ETH Zurich) (2013)で算出された業務目的の時間価値は平均的な賃金水準よりも低かったため原単位として使用されていない。

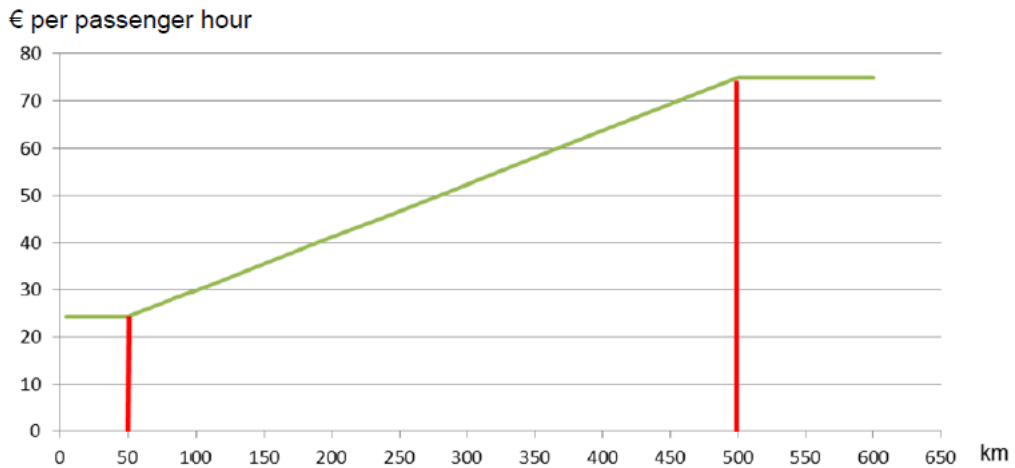


図 4-1 業務目的の時間価値原単位

非業務目的の時間価値原単位は TNS Infratest/IVT (ETH Zurich) (2013)における SP 調査による支払い意思額に基づく。ここでいう非業務目的には通勤、通学、買い物、私用が含まれている。

表 4-6 業務目的以外の時間価値原単位

距離 (km)	価値 (€/人h)	距離 (km)	価値 (€/人h)
5	4.27	137.5	11.18
15	4.81	162.5	11.82
25	6.41	187.5	12.24
35	7.35	212.5	12.53
45	8.17	275	12.79
55	8.7	325	13.17
65	9.18	375	13.71
75	9.56	425	14.07
85	9.94	475	14.42
95	10.2	600	14.77
112.5	10.66	600以上	15.54

出典：Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030

4.2.2 貨物の時間価値

(1) 現行の運用

現行の道路の費用便益分析マニュアルにおける、貨物車の時間価値は①従業者の機会費用、②車両の機会費用および③貨物の機会費用より構成される。

それぞれ、

- ① 従業者の機会費用は人件費から算定される。
- ② 車両の機会費用は車両償却費から算定される。
- ③ 貨物の機会費用は貨物の価値に利子率を乗ずることで算定される。

(2) 研究動向

1) 貨物の時間価値にかかるレビュー文献その1

Gerard de Jong (2007)⁸は貨物輸送の価値に関して以下の4つの問題点を指摘している。

a. 輸送される貨物の異質性

旅客輸送にはかなりの異質性があるが、貨物輸送はなおさらである。貨物の大きさは、宅配便で配達される小包から石油タンカーの中身まで様々である。トラック一台分の砂の価値は同じ重さの金塊とは大きく異なる。これは貨物の移動時間短縮の価値が不均一であるために確立できないことを意味するものではない。不均一性は適切なセグメンテーション(例えば、モード別、財の種類別)と適切なスケージング(例えば、典型的な出荷サイズの値やトン当たりの値を使用する)を適用することで考慮できる。

b. 企業情報データの入手困難性

旅客の時間価値とは対照的に、貨物の時間価値の推定上の問題は、貨物輸送に関する情報の一部に秘匿性があることである。運送会社はこの情報を顧客、競合他社、一般の人々と共有することに消極的である。貨物輸送のモードやルート選択などのデータは限られている。

c. 費用の定義

旅行時間短縮価値の算出方法のひとつである要素費用法では、移動時間が短縮された場合に節約されるすべての投入要素のコスト、または移動時間が増加した場合の追加的投入要素のコストを考慮する。例えば旅行時間の減少により、生産要素(例えば労働力、車両)を他の出荷で使用することができる。この方法を適用した研究では通常、時間に依存するコストの中に人件費と燃料費が含まれている。これらの項目は、賃金や車両のデータを用いて計算することができる。それ以外に輸送機器の固定費、諸経費、輸送以外の在庫・物流費を含めるべきかどうかという問題についてはコンセンサスが得られていない。

d. SP(表明選好)調査対象の選定

SP調査では誰にインタビューするかが問題となる。荷主の回答は貨物そのものの時間価値(輸送中の在庫の利子や在庫切れのコストに関するもの)のみを反映してい

⁸ Gerard de Jong (2007). Value of freight travel time saving *Handbook of Transport Modelling*

るのに対し、運送会社の回答は、すべての時間価値の構成要素を反映している。特に運送会社は時間の変化による影響と、コストの変化による影響を区別するのは困難であると指摘している。

2) 貨物の時間価値にかかるレビュー文献その2

Zamprini et al. (2007)⁹および Binsuwadan et al. (2021)¹⁰は、貨物の時間価値について国際的なメタ分析を実施したが、自動車・船・鉄道のモード別・地域別の貨物の時間価値の要因分解に留まり、品目別の時間価値は推定していない。

品目別の時間価値の推計にはデータ制約上の限界があることが世界共通の状況である。

⁹ Freight Transport and the Value of Travel Time Savings: A Meta-analysis of Empirical Studies, Transport Reviews, Vol. 27, No. 5, 621–636, September 2007

¹⁰ Jawaher Binsuwadan et al. (2021) . The value of travel time savings in freight transport: a meta-analysis, transportation, 2021.

(3) 諸外国

1) イギリス

英国運輸省のガイドラインが示す業務目的の時間価値は、所得接近法によって推計される。業務目的の機会費用は、空き時間で労働をすることが可能であり、機会費用の所得概念と整合するため、所得接近法の適用が望ましいことを理由とする。

2) アメリカ

貨物輸送における時間の価値¹¹

時間削減価値（VTTS）に関する研究の殆どは貨物輸送ではなく、旅客輸送に焦点を当てている。移動時間の変化によって影響を受ける、貨物自動車の運転手（トラック運転手や機関車のエンジニア等）の件費や、貨物自動車の運行コストは推定されるが、荷主（輸送される貨物の所有者）にとっての時間価値は、簡単には見積もることは不可能である。輸送中の貨物は金利コストが発生する非生産的な資本であるため、時間短縮による利益の一部は、短縮された時間、金利、貨物の価値に比例する。

この価値を推定する上での主な障害は、特定の時間短縮によって影響を受ける貨物カテゴリーの不均一性と不確実性であると考えられる。そのため、ルートや輸送機関ごとに、運ばれる貨物の構成を具体的に見積もる必要がある。また、貨物輸送時間の費用は、製品の劣化の早さ（流行や技術的な劣化）、製品が時間の経過とともに腐敗するかどうか（農産物の場合）、ある生産工程がタイムリーな配送に依存しているかどうかなど、価値とは無関係な要因によっても影響を受ける。このように、輸送中に商品の価値が著しく低下するという意味で、商品が「生鮮品」である理由はさまざまである。また、荷主にとってのコストは、手持在庫の量や、出荷の遅れによる在庫切れの可能性など、商習慣にも左右される。

このように、貨物輸送における時間の価値は、旅客輸送の場合よりもかなり複雑である。この問題についてガイダンスを提供する準備はできていないが、研究を進めており、将来、追加情報によって具体的な提案ができることを期待する。

¹¹ US Department of Transportation. “The Value of Time Savings: Departmental Guidance for Conducting Economic Evaluations Revision 2 (2016 Update)”

3) ドイツ

貨物輸送の間、他の場所でその貨物を生産的に使用することはできない。そのため輸送時間は費用を伴う。事業によるこれらの費用の変化は、事業の便益となる。

道路整備の有無における貨物の走行時間短縮の効果を評価するといった考え方をを用いている。

表 4-7 輸送品目別の時間価値

Table 24: Mean time values of freight according to transport segments

Transport segment	Time values in € per hour and tonne
Maritime combined transport	0.305
Continental combined transport	1.180
Food	1.011
Stones, earths	0.374
Mineral oil products	0.746
Chemical products, fertilizers	0.727
Metals	0.827
Vehicles, machinery	1.506
Other products	0.201

4) スウェーデン

マニュアル（ASEK7.0）では貨物の品目毎に時間価値を算出している。

表 4-8 品目ごとの時間価値（スウェーデン）

	2017年		2040年推計	
	付加価値税 除く	付加価値税 含む	付加価値税 除く	付加価値税 含む
農林水産業	1,05	1,27	1,19	1,44
石油・石炭・天然ガス	0,95	1,15	0,95	1,15
鉱物	0,28	0,34	0,32	0,39
食品	7,09	8,58	8,69	10,52
織物・繊維製品	58,14	70,35	56,71	68,62
木材・木製品	2,26	2,74	2,18	2,64
石油製品	1,47	1,78	1,55	1,87
化学製品	9,50	11,49	11,22	13,58
その他の非金属製品	1,73	2,09	1,81	2,19
金属製品（機械除く）	6,90	8,34	6,69	8,10
機械	69,48	84,06	82,84	100,23
輸送機器	35,10	42,47	36,32	43,94
家具及びその他の製造品	14,25	17,24	14,07	17,02
廃棄物	1,07	1,29	0,99	1,20
丸太	0,20	0,25	0,20	0,25
航空貨物	3,18	3,85	3,83	4,63

5) オーストラリア

Australian Transport Assessment and Planning Guidelines(2016)では、従来の貨物の時間価値に算出における生産者価格指数を見直すことで、現状に見合った貨物の時間価値に更新している。また、将来的な積載量と車種を考慮した貨物の時間価値の調査の必要性について言及している。

表 4-9 オーストラリアの車種別・目的別の時間価値

Table 12 Estimated values of travel time (resource costs) – occupant and freight payload values, as at June 2013

Vehicle type	Non-urban		Urban		Freight travel time	
	Occupancy rate (persons/veh)	Value per occupant (\$/person-hour)	Occupancy rate (persons/veh)	Value per occupant (\$/person-hour)	Non-urban \$ values per vehicle-hour	Urban
Cars (all types)						
Private	1.7	14.99	1.6	14.99	na	na
Business	1.3	48.63	1.4	48.63	na	na
Utility vehicles						
04. Courier Van-Utility	1.0	25.41	1.0	25.41	na	na
05. 4WD Mid Size Petrol	1.5	25.41	1.5	25.41	na	na
Rigid trucks						
06. Light Rigid	1.3	25.41	1.3	25.41	0.78	1.53
07. Medium Rigid	1.2	25.72	1.3	25.72	2.11	4.15
08. Heavy Rigid	1.0	26.19	1.0	26.19	7.22	14.20
Buses						
09. Heavy Bus (driver)	1.0	25.72	1.0	25.72	0.00	na
09. Heavy Bus (passenger)	20.0	14.99	20.0	14.99	0.00	na
Articulated trucks						
10. Artic 4 Axle	1.0	26.81	1.0	26.81	15.53	30.59
11. Artic 5 Axle	1.0	26.81	1.0	26.81	19.80	39.01
12. Artic 6 Axle	1.0	26.81	1.0	26.81	21.36	42.06
Combination vehicles						
13. Rigid + 5 Axle Dog	1.0	27.20	1.0	27.20	30.53	62.99
14. B-Double	1.0	27.20	1.0	27.20	31.46	64.91
15. Twin steer + 5 Axle Dog	1.0	27.20	1.0	27.20	29.50	60.89
16. A-Double	1.0	27.98	1.0	27.98	41.31	85.25
17. B Triple	1.0	27.98	1.0	27.98	42.17	87.01
18. A B Combination	1.0	27.98	1.0	27.98	50.79	104.80
19. A-Triple	1.0	28.45	1.0	28.45	60.89	125.64
20. Double B-Double	1.0	28.45	1.0	28.45	61.59	127.09

Note: na denotes not applicable.

Source: ARRB Group Ltd.

4.2.3 時間信頼性

(1) 現行の運用

国内では、事後評価において個々の事後評価において実績の前後の標準偏差の変化を通じて、時間信頼性を評価している事例がある。

(2) 実務の適用事例

1) 国内

事後評価では、供用前後の実績のプロブデータを用いて、時間信頼性の向上を算出する。具体的には下式で算定する。

$$\text{時間信頼性向上便益} = \text{標準偏差} \times \text{交通量} \times \text{時間価値}$$

正規分布を仮定すれば両側で 66% 領域に入る所要時間の標準偏差 1σ が短縮する考えである。

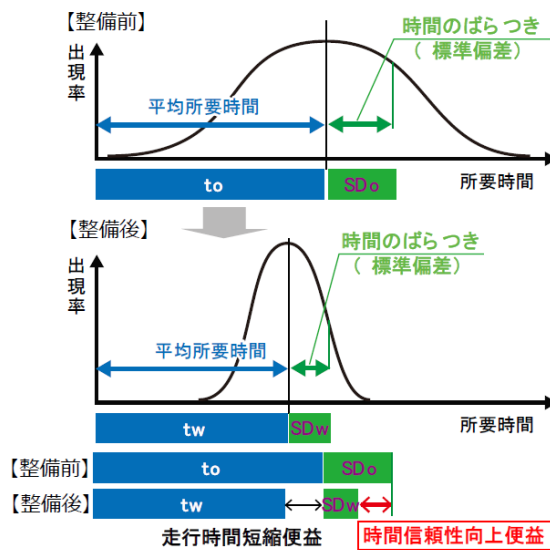


図 4-2 信頼性向上便益のイメージ

2) 諸外国

a. イギリス

イギリス運輸省の交通分析ガイダンスに示される時間信頼性は下式により求められる。確度の高い貨幣化手法ではないため、初期 (Initial) の B/C には含まれず、信頼性の低い、調整された (Adjusted) B/C に含まれる。

$$\Delta\sigma_{ij} = 0.0018 \times \frac{t_{ij2}^{2,02} - t_{ij1}^{2,02}}{d_{ij}^{1,41}} \quad (4.2.1)$$

ここで $\Delta\sigma_{ij}$: ゾーン i-j 間の所要時間の標準偏差の変化、 t : 事前、事後の所要時間、 d : ゾーン i-j 間の距離である。算定式は、速度の逆数の差を意味しており、単位距離走行当たりの所要時間差を示している。

時間信頼性の貨幣評価は、直接便益の考え方と同様、下式の台形公式で算定される。

$$\text{時間信頼性便益} = -\frac{1}{2} \times \sum_{ij} \Delta\sigma_{ij} (T^0 + T^1) * VOR \quad (4.2.2)$$

ここで、VOR (Value of Reliability): 信頼性の時間価値、 T : 事前 0、事後 1 の交通量、 $\Delta\sigma_{ij}$: 所要時間の標準偏差の変化である。

VOR=目的別時間価値×信頼性比率を適用する。信頼性比率は次に定義される。

$$\text{信頼性比率} = \text{移動時間の標準偏差} / \text{所要時間}$$

自動車の全目的の信頼性比率の推奨値は、英国で行われた最新の時間価値研究のエビデンス¹²に基づき 0.4 と設定する。

¹² Provision of market research for value of travel time savings and Reliability: Phase 2 Report', ITS and Accent for the Department for Transport, 2015
<https://www.gov.uk/government/publications/values-of-travel-time-savings-and-reliability-final-reports>

b. フランス

フランスは時間信頼性の向上便益を計測する。

算出方法は、走行時間の平均の標準偏差に時間価値原単位と交通量を乗じて算出する。交通投資によって走行時間の信頼性が改善し、便益が生ずる。

$$\begin{aligned} \text{時間信頼性} &= \text{走行時間の標準偏差（[時/台]）} \\ &\quad \times \text{時間価値原単位（€ /（台時））} \\ &\quad \times \text{交通量（台）} \end{aligned} \tag{4.2.3}$$

移動目的別の時間価値原単位（€ /（台時））は下表を設定する。移動目的によって原単位が異なり、通勤・通学、業務目的は、その他目的の2.5倍である。

表 4-10 移動目的別の時間価値原単位

目的	原単位（€/台時）
通勤・通学、仕事目的等	2.5
その他目的	1.0

c. ドイツ

ドイツの費用便益分析は時間信頼性を計上しており、予想される平均移動時間からの乖離を捉える。利用者は遅延の可能性に対応するために、より早い出発時間を選ぶことで不確実性を補っている。

$$\begin{aligned} \text{走行時間信頼性向上（€）} &= \text{走行時間の標準偏差の変化（時）} \\ &\quad \times \text{時間価値原単位※1（€ /人時）} \\ &\quad \times \text{移動目的別乗車人員（人 /台）} \\ &\quad \times \text{交通量（台）} \end{aligned} \tag{4.2.4}$$

ここで時間価値原単位は、走行時間の標準偏差に用いるため、時間価値原単位を補正した値（=※2×0.7）を適用する。

(3) 研究動向

国総研の時間信頼性マニュアルが参考とする文献は福田大輔論文であり、そこでは経路選択の要因に旅行者の不都合さとして、時間信頼性（旅行時間の不確実性）を考慮する。

旅行者の効用が旅行費用 p 、平均旅行時間 t 、旅行時間変動 σ_T に依存すると仮定し、 σ_T には多くの場合、標準偏差が用いられ、効用関数は下式で表される。

$$U = \alpha - \beta \times p - \gamma \times t - \delta \times \sigma_T \quad (4.2.5)$$

ここで、 β :料金、 γ :旅行時間、 δ :旅行時間変動の限界効用パラメータである。

時間信頼性が1分短縮することで追加的に支払ってもよい旅行費用額は信頼性向上の価値を意味し、経路選択モデルより、 $dU = -\beta dp - \delta d\sigma_T = 0$ から下式で計算できる。

$$-\frac{dp}{d\sigma_T} = \frac{\delta}{\beta}$$

事業評価へ時間信頼性を組み込むためには、将来値の σ_T の予測が課題となる。

- ・道路の時間信頼性に関する研究レビュー¹³
- ・道路ネットワークにおける移動時間信頼性を考慮した便益評価の実用化に向けた課題と展望¹⁴

¹³ https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsceijpm/67/1/67_1_95/article/-char/ja/

¹⁴ http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00039/201211_no46/pdf/i1.pdf

4.2.4 走行経費

(1) 現行の運用

現行の道路の費用便益分析マニュアルにおける「走行経費減少便益」は、①燃料費、②油脂（オイル）費、③タイヤ・チューブ費、④車両整備（維持・修繕）費、⑤車両償却費の5項目からなる¹⁵。各経費の費用項目を整理する。

(2) 研究動向

費用便益分析マニュアルで計測される「走行経費減少便益」の項目は、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、車両償却費であり、これらが技術進歩により変更の可能性がある。

参考文献¹⁶では、下記項目別の走行経費の変化を指摘する。

1) 車両価格の上昇

自動車の自動運転化に伴い、車両価格が上昇し、車両整備費および車両償却費の上昇が見込まれる。

レベル5で価格の上昇範囲は、2025年頃に\$2,700（3万円）～\$10,000（110万円）と予想される。（Boston Consulting Group, 2015; IHS Automotive, 2014; Stephens et al., 2016）

2) 走行経費（燃油・タイヤ費）の減少

自動運転化に伴い、無駄な加減速が減少し、燃料費、油脂費、タイヤ・チューブ費の減少が見込まれる。

自動運転のレベル4で走行経費は1.7%～14.4%減、レベル5で13.4%～76.7%減と予想される。（Stephens et al., 2016）

3) 運転安全性の向上・保険費用の減少

2010年～2014年度のスバル車の国内販売に関して、運転支援技術（アイサイト）搭載車は、非搭載車と比べ車両同士の衝突事故が1万台当たり約8割減、対歩行者事故では約5割減の実績を得た。（富士重工, 2016）

損保各社は2018年1月より自動ブレーキ搭載車の保険料を9%割引した。

自動運転レベル4で保険経費が10%～40%減、レベル5で保険経費が40%～80%減

¹⁵ 国交省道路局（2008）<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hyouka-syuhou/4pdf/s1.pdf>

¹⁶ 安部遼祐，“都市圏における自動運転技術導入後の乗合バス・タクシーのサービス水準の評価と今後の活用方策の方向性”，運輸総合研究所・研究報告会2018年春（第43回），海運クラブ国際会議場，2018年5月15日．https://www.ittri.or.jp/members2/kenkyuh/43_abe.pdf

と予想される。(Stephens et al., 2016)

完全な自動運転が実現した場合、交通事故がゼロとなり、道路整備による交通事故減少便益は減少する。

4) 燃料費・車両整備費の変化

ガソリン車から自動運転車への移行により、燃料費・車両整備費が変化する。

自動運転の普及により運転負荷が低下することで、移動の長トリップ化、交通需要の増加（ペーパードライバー、高齢者の移動）、土地利用の変化の見解がある。

4.3 時間帯や誘発交通を考慮した交通量の推計

4.3.1 現行の運用

(1) 現行手法の内容

現行の道路の交通量推計は、道路の有無に応じてゾーン間 OD 交通量が一定（需要固定）であり、誘発需要は考慮していない。

これは、誘発需要を想定する鉄道・空港の事業数と比べて、道路事業は多くの事業数を有し、調査の効率化が求められるためである。

また、道路の将来 OD 表で考慮している開発交通量は、既存の都市計画に基づく開発計画を考慮するのみで、道路整備を要因とする沿道開発の影響は考慮していない

OD 交通量は、道路交通センサスに基づいて、秋期の平均的な平日の日計 OD を用い年間の交通を評価しており、時間帯やピーク期の交通は考慮していない。これに対して、朝夕ピーク・オフピーク、平日／休日、観光時／平常時など、交通状況に応じた OD を設定し、交通需要予測に着眼することも重要である。

4.3.2 実務の適用

国内外の実務で使用する費用便益分析マニュアルにおける誘発需要の算定方法を整理する。

(1) 国内

1) 空港・鉄道

空港・鉄道事業は県間移動が主であるため、鉄道マニュアルでは統合モデルを踏まえたロジットモデルにて誘発需要を考慮した下式の台形公式にて便益を算定する。

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

ここで、 Q_{ij} :ゾーン i-j 間の整備有 (1) 無 (0) の交通量 (人/年)、 C_{ij} :整備有無の一般化費用 (円)。

ある OD ペアで需要曲線を設定し、消費者余剰の計算イメージを示した図は下図である。

ここで、交通量 (Q_{ij}) は効用を説明するロジットモデルから導かれる。これによると、交通転換により誘発需要の増加が考慮される。

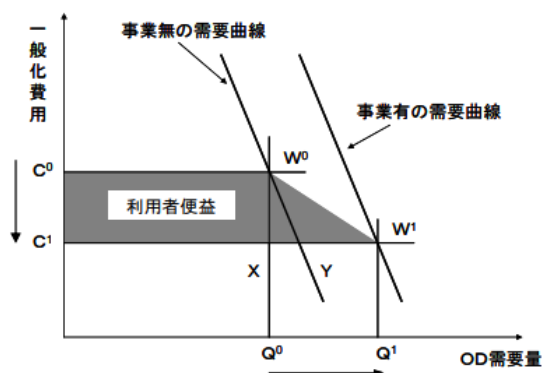


図 4-3 消費者余剰法による利用者便益の概念図

(2) 諸外国

諸外国の費用便益分析マニュアルにおける誘発需要の算定方法を整理する。

1) アメリカ

アメリカの費用便益分析マニュアル¹⁷の p.2-21 では、交通投資による誘発交通を考慮して利用者便益を計算する。交通量推計によって交通転換は説明できるが、誘発交通の説明は不十分であるとして、誘発交通は交通需要の時間弾力性 e_T^{Vh} （1%時間短縮による交通量の $e_T^{Vh}\%$ 増加）を用いて計算している。この弾力性は一般的に低く、旅行需要モデル分析の経験によれば0.0から-0.2の範囲である。

アメリカの誘発需要は下式で簡易的に算定する。

アメリカは下式第一式に示す通り、消費者余剰法によって便益を定式化している。この式の交通量の変化を、交通需要の時間弾力性を用いることで旅行時間の変化によって表している。このとき、旅行時間の変化はBPR関数を用いることで交通容量の変化の関数として表すことができる。

$$B_{h,total} = -\frac{M}{60} \frac{[V_h + V_h + \Delta V_h]}{2} [\Delta T_h]$$

$$= -\frac{M}{60} V_h \left[[\Delta T_h] + \frac{\Delta T_h^2 e_T^{Vh}}{2T_h} \right]$$

ただしBPR関数より容量変化による旅行時間の変化は下式で求められる。

$$\Delta T_h = t_0 a \left[\left(\frac{V_h \left(1 + e_t^{v_h} \frac{\Delta T_h}{T_h} \right)^b}{c \left(1 + \frac{\Delta C}{C} \right)} \right)^b - \left(\frac{V_h}{C} \right)^b \right]$$

M =旅行時間価値（ドル/時/乗用車換算係数）

T_h =整備前の旅行時間（分/マイル）

ΔT_h =道路整備による旅行時間の変化（分/マイル）

V_h =整備前の交通量（乗用車換算）

ΔV_h =道路整備による交通量の変化

e_T^{Vh} =交通需要の旅行時間弾力性($T \leq 0$)

C =整備前の交通容量

ΔC =道路整備による交通容量の変化

t_0 =自由旅行時間（分/マイル）、 a, b =パラメータ（BPR型）

¹⁷ <https://lecture.ecc.u-tokyo.ac.jp/~zkanemoto/redbook.pdf>

2) イギリス

イギリスの交通分析ガイダンス（2018）の費用便益分析¹⁸は、誘発需要を考慮した消費者余剰法（台形公式）で便益を計測する。誘発需要の算定は、運輸省が配布する評価ソフト「TUBA」の中で計算される。詳細な記述はない。

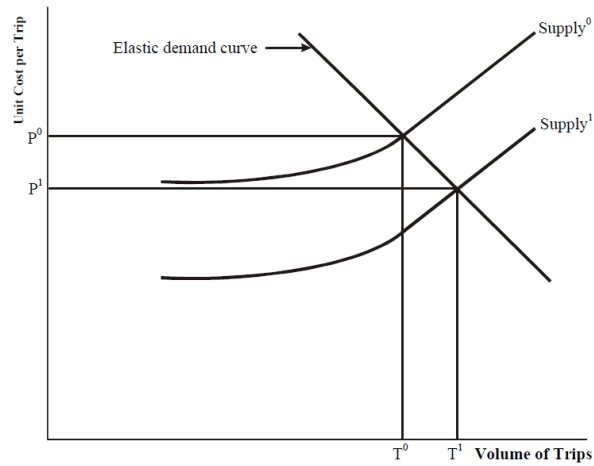


図 4-4 誘発需要を考慮した便益計測

一方で、イギリスの交通分析ガイダンス（2018）では、交通投資による土地利用の変化の考慮は分析の信頼性が低いとの記述がある。

¹⁸ TAG UNIT A1.3 User and Provider Impacts May 2019 Department for Transport

4.3.3 研究動向

(1) 誘発需要

実務における4段階推定法は、道路整備による所要時間の変化は発生・分布・分担交通量に変化を及ぼさないが、円山（2003）¹⁹は非集計ネストロジットモデルを適用し、道路整備による発生・分布・分担の各段階で誘発需要を考慮し、経済学と統合的な枠組みで便益を計測する。

円山が示す誘発交通の要因は、①トリップ発生、②手段変更、③目的地変更、④経路変更、⑤出発時刻変更、⑥乗車人員削減、⑦開発交通が挙げられるが、このうち研究では①トリップ有無、②手段選択、③目的地選択、④経路選択について多段階で交通を意思決定する。

首都圏環状道路を対象に誘発交通を考慮すると、需要固定の便益と比較して僅かに大きな効果を得ている。

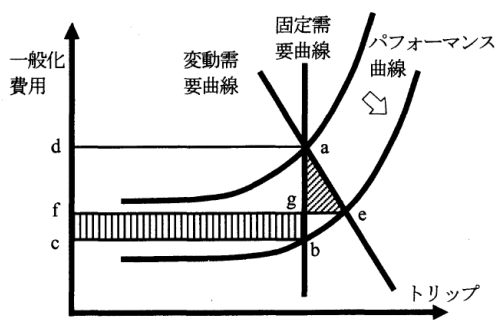


図-1 誘発交通の有無と利用者便益

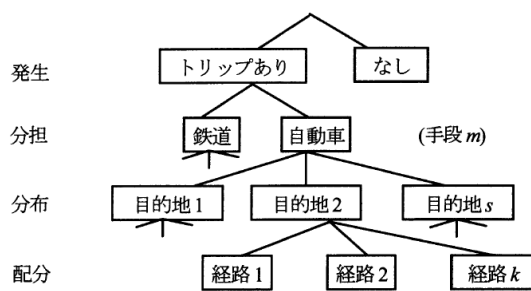


図-2 Nested Logit 型の選択構造

図 4-5 誘発需要を考慮するため（左図）のネスティッドロジットモデルの構造（右図）

山崎・武藤（2008）²⁰は、所要時間の変化が長期の土地利用を変化させるフィードバック影響を考慮し、道路整備に伴う発生集中分布の変化による誘発交通を考慮している。

道路整備により、短期的効果から長期的な効果の順に、

- ・経路が変わるモデル（モデル5）
- ・加えて、手段選択が変わるモデル（モデル4）
- ・加えて、分布（OD）が変わるモデル（モデル3）

¹⁹ 円山琢也, 原田昇, 太田勝敏, 誘発交通を考慮した混雑地域における道路整備の利用者便益推定, 土木学会論文集, 2003 巻 744 号, pp.123-137. 2003 https://www.istage.jst.go.jp/article/jscej1984/2003/744/2003_744_123/article_char/ja/

²⁰ 山崎清, 武藤慎一 開発・誘発交通を考慮した道路整備効果の分析 運輸政策研究 2008 <https://www.jttri.or.jp/members/journal/assets/no41-02.pdf>

- ・加えて、発生交通が変わるモデル（モデル2）
 - ・加えて、人口、企業立地の土地利用が変わるモデル（モデル1）
- を設定し、道路整備による変化する行動を増やし、短期的な効果から長期的な効果を算定している。

(2) 時間帯別需要予測

溝上ら（1988）²¹は、一般道路網を対象に1時間単位でODを設定し、時間帯別配分モデルを開発した。時間帯別配分モデルとしてリンク修正法とOD修正法の2つを提案した。リンク修正法は、次時間帯への交通流の保存条件を満足させるため、リンク交通量レベルで交通量の修正を行う方法であり、OD修正法は、OD交通量レベルで修正を行う方法である。

交通流の保存条件を満足させるための現実に最も即した修正方法としてリンク修正法を提案したが、この方法は前提であるルート別の所要時間が均衡する等時間原則が最終的に満足される保障がないこと、および解の一意性が保障されないことが明らかとなった。

リンク修正法とOD修正法の2つの時間帯別配分の適合度比較から、オフピーク時では交通流の保存条件のための修正の必要性は高くないものの、ピーク時では修正の必要性が高く、またピーク時ではOD修正法のような修正後の最適解が得られる方法でないと誤差が非常に大きくなることがわかった。結局全時間帯を通じて精度良く時間帯別交通量を推定できるOD修正法が最も実用的であることがわかった。

また、近年はマイクロシミュレーションの枠組みで時間帯別の研究が進んでいる。実務ではETC2.0の技術進歩に伴い時間帯別ODの取得が可能になっている。その先駆けとなる研究として、飯田ら（2000）²²は、マイクロシミュレーションによる交通量需要予測として、四段階推計に変わる需要予測手法として、マイクロシミュレーションアプローチに基づく予測システムを提案した。このシステムは、道路上の動的な交通流を再現する交通流シミュレータを内包しており、当該システムを用いた結果、現況交通流が概ね再現されていることが確認された。

²¹ https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscej1984/1988/389/1988_389_111/pdf/-char/ja

²² https://www.jstage.jst.go.jp/article/journalip1984/17/0/17_0_841/pdf/-char/en

4.4 利用者便益以外の多様な効果

4.4.1 現行の運用

(1) 現行の運用

道路の整備効果は、中村英夫編（1997）²³の第9章によれば、時間短縮以外に、アクセス機能および空間機能に区分され、アクセス機能は観光、救急医療、リダンダンシー、広域ターミナル機能などを有し、空間機能は景観機能などを有するとされる。これらの効果は現行の費用便益分析では貨幣化指標としては考慮されず、客観的評価指標として定量的または定性的な整理に留まっている。

これらの効果は、交通需要に依らない指標である。

地方整備局が実施する事業評価は3便益以外の効果を個々の方法と原単位で独自に検討している。

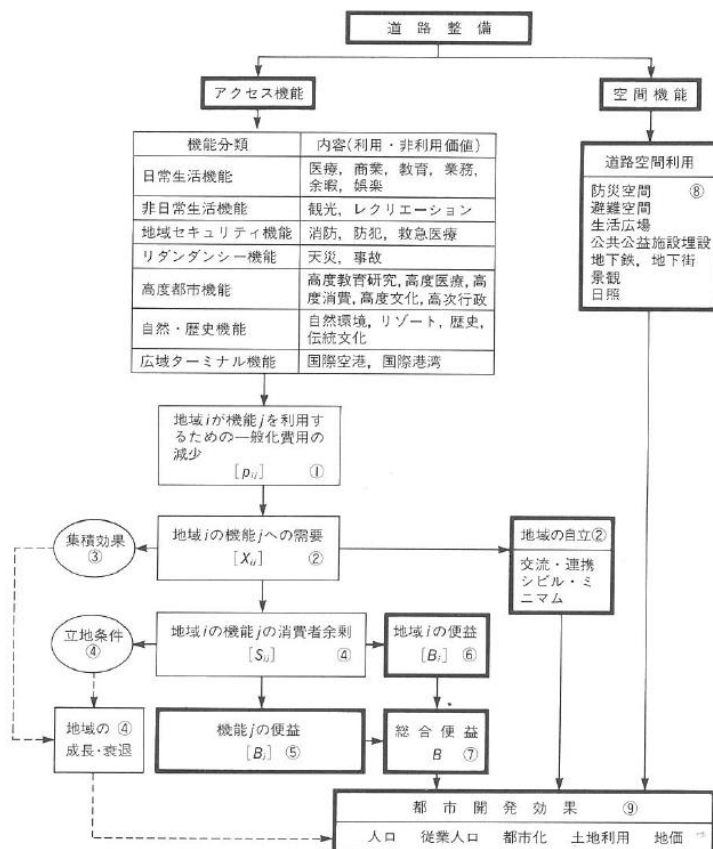


図 4-6 道路整備に伴うアクセス機能空間機能の向上効果

²³ 道路投資の社会経済評価、東洋経済新報社、1997

4.4.2 実務の適用

(2) 実務で適用する効果

地方整備局が実施する事業評価では 3 便益以外の効果を個々の方法と原単位で独自に検討している。

H28～H30 年の 3 年間の個々の事業評価で取り上げた主な効果には①時間信頼性、②環境改善、③救急医療のアクセス向上、④災害時の通行止め回避による営業損失解消、⑤災害時の通行被災の回避、⑥災害時の避難支援、⑦災害等に対する不安の解消、⑧走行快適性の向上、⑨防災機能の向上などがある。

1) 時間信頼性

詳細は 4-26 ページの「時間信頼性」に示した。

2) 環境改善

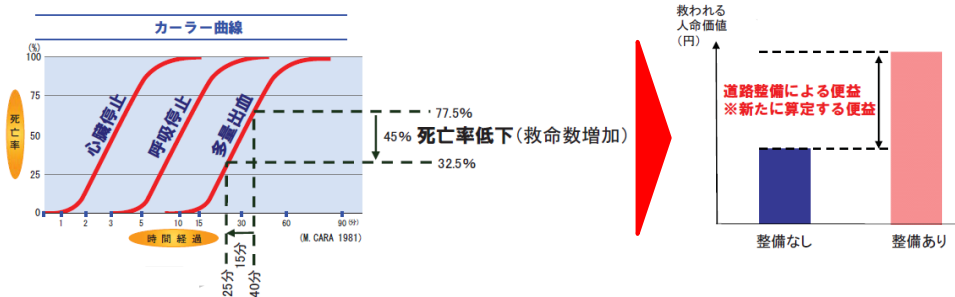
近年の温室効果ガス削減目標を背景に、CO₂ 排出削減効果に注視する。

道路整備は、渋滞の緩和や交通量の変化など、自動車から排出される CO₂ の量に大きな影響を与える。この CO₂ 排出量の削減効果を便益として算定する。

3) 救急医療のアクセス向上

a. 対象となる効果

道路整備によって救急医療へのアクセスが向上することで、生死に係わる傷病の発生から救命処置が施されるまでの経過時間が短縮し、救命数が増加する効果を便益として算定する。搬送までの時間経過と死亡率との関係を示すカーラー曲線の適用により便益が算定される。



出典：北海道開発局「幌糠留萌道路再評価原案準備書説明資料」

図 4-7 死亡率低下(救命数増加)効果イメージ

b. 搬送時間の考え方

119番の通報（覚知）から病院到着までの時間としており、覚知～現場到着時間は過去の実績値を活用する。

搬送時間の算定方法は、3次メッシュ（1kmメッシュ）の各ゾーンから、最短時間でアクセス可能な急性期病院へ搬送する場合となっている。

【概念図】 医療施設へのアクセス向上と生存率の増加、道路整備による改善効果の関係

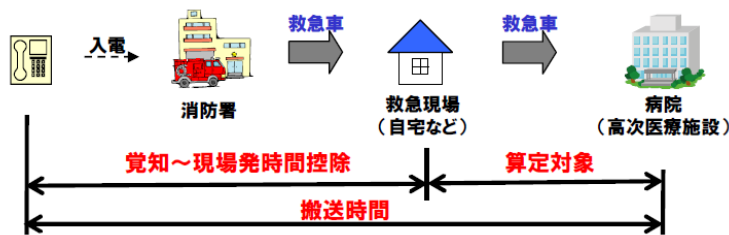


図 4-8 概念図

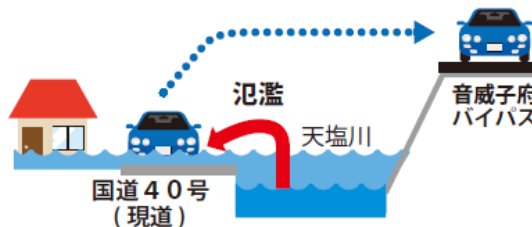
4) 災害時の通行止め回避による営業損失解消

道路整備により災害時の沿道地域の孤立が解消し、営業損失が解消する効果を算定する。

$$\begin{aligned} \text{営業損失解消便益 (円)} &= \text{沿道孤立企業の従業員数 (人)} \\ &\quad \times 1 \text{人あたり生産額 (円/人)} \\ &\quad \times \text{通行止め日数 (日)} \end{aligned}$$

5) 災害時の通行被災の回避

道路を高台に整備することで、河川の氾濫浸水による人命損失を回避できることから、人命損失の軽減効果を便益として算定する。



出典：北海道開発局、音威子府バイパス 費用便益分析バックデータ

図 4-9 道路の高台整備による被災回避効果イメージ

6) 災害時の避難支援

災害時に、津波浸水区域住民のうち、高架の道路に避難できる住民の人命の価値を便益として算出する。

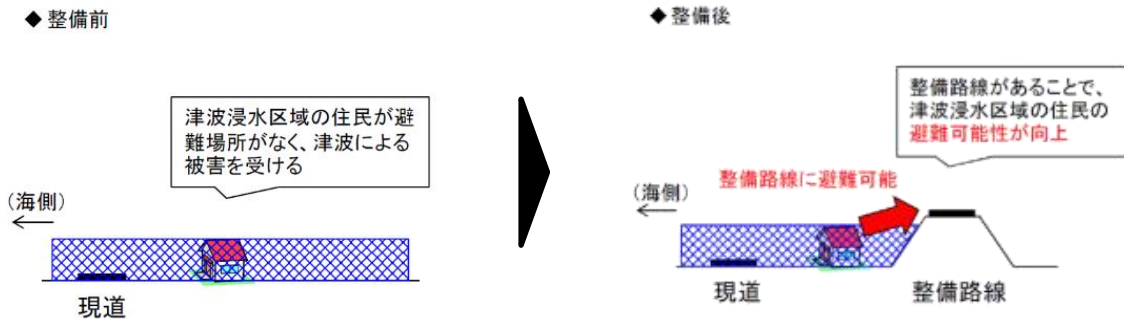


図 4-10 高架道路の災害時の便益

7) 災害等に対する不安の解消

a. 対象となる効果

現行の道路の評価手法では表しきれない、精神的な負担の軽減効果を便益として算定した。

b. CVM の適用

現行では評価できない精神的な負担について、アンケートを適用する仮想的市場評価法（CVM：Contingent Valuation Method）を用いて算定する。

事業区間を利用する割合の高い市町村を対象地域として選定し、集計範囲が過大にならないように、自動車 OD や日常生活に関する結びつきなど総合的に判断し設定する。

8) 走行快適性の向上

中国地方整備局では線形不良箇所の走行に伴う精神的疲労の軽減効果を CVM で計測している。OD 内訳から事業の効果が及ぶ範囲を設定し、その範囲の住民にアンケートを行った。例えば一般国道 491 号長門・俵山道路²⁴の事業評価では支払い意思額として 109 円／月／世帯（有効回答数 920 件）の結果を得た。

²⁴ https://www.cgr.mlit.go.jp/cginfo/koukyouhyouka/2018/pdf/H30-1_data5-3.pdf

9) 防災機能評価

現行の費用便益分析は交通量に依存する評価であり、効率性の視点に基づく。

交通需要に依らない事業効果として防災が挙げられる。災害時の道路を支える役割に注目し、効率性以外の指標を総合評価することの有効性を検討する。

防災は、「道路ネットワークの防災機能の向上効果計測マニュアル（案）」（2016）²⁵が公表され、事業評価に用いられる。

防災機能評価では、被災時に拠点となる県庁や駐屯地、交通ターミナル間の「通常時」に対する「災害時」の速達性の低下の度合いや、道路整備が「行われなかった場合」に対する「行われる場合」の速達性の改善度合いを計測・評価する。

10) 防災機能の便益（大規模公園費用対効果分析手法マニュアル）

「大規模公園費用対効果分析手法マニュアル」では、都市公園等の施設における防災機能を評価する。

防災機能の一人あたりの支払い意思は、マニュアルに記載される係数 a_5 と a_6 の比率 (a_5/a_6) から、887 円/人～1394 円/人と算定される。これに利用人数を乗ずることで防災機能の便益が算定される。

$$W = a_1\sqrt{A} + a_4d^2 + a_5\delta + a_6(I - x)$$

W : 効用関数の確定項

A : 緑地面積+広場面積 (ha)

d : 公園からの距離 (km)

δ : 防災拠点機能の有無 (あり=1、なし=0)

I : 所得

x : 世帯の負担額 (円/月)

$a_1 \sim a_6$: パラメータ

出典：大規模公園費用対効果分析手法マニュアル

<https://www.mlit.go.jp/common/001187812.pdf>

²⁵ https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-hyouka/pdf/nw_manual.pdf

(3) 諸外国

諸外国の費用便益分析マニュアルでは様々な交通市場外の効果（大気汚染、旅行の質、時間信頼性）を取り上げている。

特に英国では多様な効果を信頼度に応じて区分し、費用便益分析に考慮している。精度の高い便益項目は Initial B/C として、精度の低い指標は Adjusted B/C として区分し運用している。このうち、Initial B/C で利用者便益以外の特徴的な評価項目として、身体的活動、旅行の質が挙げられる。

英国では利用者便益以外の貨幣的影響を交通分析ガイダンス（TAG4.1）の社会的影響²⁶として捉える。社会的影響は、経済的影響や環境的影響として考慮されない、交通投資による社会影響を対象とする。

表 4-11 英国における便益評価区分

区分	Initial B/C	Adjusted B/C	非貨幣影響
評価項目	日本の3便益 時間短縮 走行経費 事故	時間信頼性 集積経済 不完全競争市場での生産増加 労働供給増加の税収増加	安全 分断 アクセシビリティ 街並み 歴史 環境 景観 生物多様性 水環境 住みやすさ サービスへのアクセス オプション価値 非利用価値
	身体的活動 旅行の質 騒音 大気質 温室効果ガス 間接税収		

²⁶ TAG A4-1 social impact appraisal, DfT, 2021.
<https://www.gov.uk/government/publications/tag-unit-a4-1-social-impact-appraisal>

1) 身体的活動

身体的活動とは、自転車と徒歩(アクティブ交通)がもたらす健康上の利点として、死亡リスクの減少(生活年数の増加)の健康上の便益を評価する。

アクティブ交通の健康影響評価の方法は、交通投資による回避された死亡数を推定し、回避された人生の年数(YLL: Years of Life Lost)に変換し、質調整生存年(QALY: Quality-adjusted life years)の価値を乗じ貨幣化する。QALYは、英国保健省によると2012年価格で60,000ポンドと設定される。

アクティブ交通の利用者数を増やす介入便益

=全原因死亡の相対リスクの減少

=回避された死亡数の推定

×失われた人生の年数(YLL)

×質調整生存年(QALY)価値

2) 旅行の質

旅行の質は、旅行中に体験する物理的・社会的環境の実態と認識を示す指標である。情報提供、安全性の認識（街灯、CCTVカメラ、車道から離れた分断された自転車道など）、アクセシビリティの確保、公共交通機関の物理的な混雑状況などの要因が含まれる。旅行の質は、他の評価項目で考慮されない質の側面である。

旅行の質は、個人の旅行選択に重要な影響を与える。質が低いと、特定のモードの利用を控えることになり、質を向上させる介入を行うことで、異なるモードの選択を誘発する可能性がある。

交通機関の利用者行動に関する研究が進むにつれ、質の要因はより頻繁に評価されるようになり、特に質要因が重要な意味を持つ場合には、より強固な方法で評価に組み込まれる可能性がある。

利用者は旅行の質の一部の要素にお金を払うことを望んでいるかもしれない、これは旅行費用に影響する。質を目標とした特定の改善がある場合、これらの価値は調査から得られるかもしれないし、できればオーダーメイドの選好度調査から得られ、評価とモデリング作業に含まれるかもしれない。計画において質の優先順位が低い場合は、比例した質の評価が望ましいかもしれない。この2つをどのように適用するかを議論し、様々なモードの評価に関するいくつかの証拠を示す。

旅行の質の影響は、その性質によって3つのグループに分類される。

- ・旅行者のケア：清潔さ、施設のレベル、情報、交通環境全般などの側面。
- ・旅行者の眺望：旅行期間中の外部環境の眺めや心地よさ、および
- ・旅行者のストレス：フラストレーション、事故への恐怖、ルートの不確実性。

旅行の質の要因を評価する際、他の影響で評価される影響は除外すべきである。例えば、公共交通機関のインターチェンジが明るく、巡回パトロールされるなどは、旅行の質を向上させるが、安全の影響にも含まれるため、ここに含めるべきではない。原則として、分析者は評価全体にわたって影響の二重計上がないことを確認する必要がある。

旅行の質の金銭的評価には、2つの方法がある。

- ①モデルを用いて、旅行の質の変化が様々な交通手段の利用者に与える影響を推定し、旅行の質が向上する人数を推定する。
- ②旅行の質への影響で検討された総便益を、需要予測に金銭的価値（SP調査または公表値に基づき設定）を適用して推定する。

旅行の質の変化によって便益を得る需要予測は、金銭的評価を適用する際に明らかに重要である。

旅行者の選択に影響を与えるために、4段階推定モデルの一般化費用に旅行の質を

組み込むことができる。また、交通配分モデルの費用の構成要素として旅行の質を追加できる。インターチェンジ施設が改善された場合の搭乗ペナルティの軽減や車内時間の比例的短縮など。これは需要モデルに反映され、評価に使用するための経済的なアウトプットを生み出すことができる（TAG M3.2「公共交通機関の配分モデリング」参照）。

4.4.3 研究動向

(1) 貨幣換算が難しい定量的評価：空間機能等の非市場財

便益だけでない客観的評価指標の強化に向けた提示方法を検討が必要である。

道路整備の非市場財の評価に関する研究として、歩道整備の効果、自転車道整備の効果、景観改善の効果を確認する。

非市場財の便益は主に CVM（仮想市場法）により計測され、日本では 2000 年代以降の研究論文は少ない。また個々の事例研究に留まり、全国レベルで共通した原単位を用いた研究例はなく、全国展開に向けた課題となる。

1) 歩道整備の効果

歩行空間の整備に関する論文は様々あり、それぞれ条件が異なるため、支払い意思額は年間 300 円～8,000 円とばらつきが大きい²⁷。

理由は、アンケートで問う支出方法について、継続的な支出か、一回きりの支出か、すでに収めている税収からの割り当て変更かの違いがあり、想定する事業も新設か既存の構造物の維持か、歩道拡幅かバリアフリー化かなど条件が様々異なり、結果にばらつきが生じている。平均値と中央値のどちらを参照すべきかについても見解は統一されていない。

²⁷ 山口高広、河上省吾（2007）「CVMによる交通バリアフリーのハード・ソフト施策の評価に関する研究」『地域学研究』Vol.37,No.4,2007,979-994.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/srs/37/4/37_4_979/_pdf

浅野公明、早坂佳高、遠藤玲（2009）「CVM評価による歩道復幅員の研究」第36回土木学会関東支部技術研究発表会

<http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00061/2009/36-04-0057.pdf>

歩道拡幅事業における CVM 手法の導入検討について 東京国道事務所 計画課

https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000041583.pdf

小島彰人、遠藤玲（2010）「歩行空間整備事業の CVM を用いた評価に関する研究」第37回土木学会関東支部技術研究発表会

<http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00061/2010/37-04-0036.pdf>

藤澤友晴、青山吉隆、中川大、松中亮治（2003）「中心市街地における歩行空間整備の便益計測」『土木計画論文集』Vol. 20 no.1 2003年9月

https://www.jstage.jst.go.jp/article/journalip1984/20/0/20_0_191/_pdf

我妻賢人、斉藤優太、鈴木聡士（2012）「Process-Combination CVM による札幌駅前活性化案の評価」北海学園大学

<http://www.lst.hokkai-s-u.ac.jp/~soushi-s/wagatsuma2012.pdf>

瀬川滋、浅野光行（2001）「歩行空間価値と歩行者の意識構造に関する研究-新宿駅南口地区を対象として-」『都市計画論文集』2001年36巻

https://www.jstage.jst.go.jp/article/journalcpj/36/0/36_613/_pdf/-char/ja

表 4-12 歩道整備の効果に関する論文

論文名	条件	調査対象者・調査方法	支払い許容額
CVMによる交通バリアフリーのハード・ソフト施策の評価に関する研究	・仮想の歩道空間のバリアフリー化 ・追加的支出	市民へ手渡し・ポスティング 回収数: 274	中央値1,805円/年/人
CVM評価による歩道幅員の研究	・仮想の歩道と車道の区別がない道路を歩重分離・拡幅 ・収めた税金から割当	想定地域へポスティング 回収数: 60	8mへ拡幅: 中央値1,250円/年/人 9mへ拡幅: 中央値2,000円/年/人 10mへ拡幅: 中央値3,000円/年/人
歩道拡幅事業におけるCVM手法の導入検討について	・特定ルートの歩道の拡幅 ・追加的支出	周辺住民へWEBアンケート 回収数: 箇所あたり70程度	箇所毎の平均値: 5,328~7,200円/年/人
歩行空間整備事業のCVMを用いた評価に関する研究	・仮想の道路に歩道を設置 ・追加的支出	想定地域へポスティング 回収数: 257	平均値: 8,472円/年/人
中心市街地における歩行空間整備の便益計測	・特定道路の拡幅(片側3.5mと5m)とベンチの設置 ・一回きりの追加的支出	市民にポスティング 回収数: 719	年代ごとに推定 3.5m拡幅: 平均値687~1,308円/人 5m拡幅: 平均値1,557~2,307円/人
Process-Combination CVMによる札幌駅前通活性化案の評価	・特定の地下歩行空間の維持、ビル接続路の新設 ・追加的支出	市民にWEBアンケート 回収数: 500	維持: 中央値264~312円/年/人 新設: 中央値588~612円/年/人
歩行空間価値と歩行者の意識構造に関する研究	・特定の人工地盤、跨線橋の維持 ・追加的支出	来街者に手渡し 回収数: 人工地盤: 335 跨線橋: 305	人工地盤: 平均値3,398円/年/人 跨線橋: 平均値2,897円/年/人

2) 自転車道整備の効果

味水（2012）²⁸はコンジョイント分析を用いて自転車走行空間整備の便益を算定した。自動車と自転車歩行空間を分離したときの1kmあたり支払い許容額は2,401円、歩行者と分離したときの1kmあたり支払い許容額は1,509円と算定した。ただし、回答者が東京に居住する人のみであるため、金額に偏りがある可能性があり、国内には同様の研究は見受けられないため、妥当な結果であるかが確認できない。全国に適用可能な便益額の設定が必要である。

下表の項目別の選択肢を組み合わせることで被験者に図付きで質問し、自転車整備の支払い意思額を推計する。

表 4-13 アンケート調査における選択肢の組み合わせ

要素	水準		
	自動車との分離	分離されている	分離されていない
歩行者との分離	分離されている	分離されていない	
幅員	1 m	2 m	3 m
年間負担額	1,200円	2,400円	3,600円

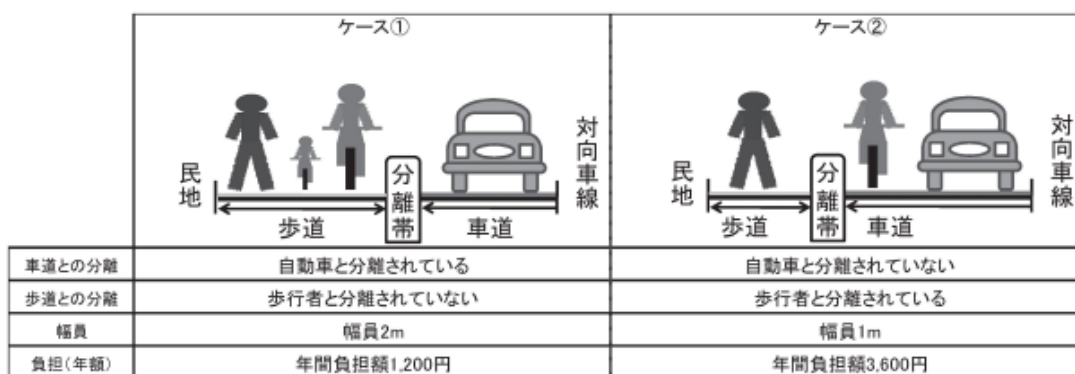


図 4-11 アンケート調査における質問例

²⁸ 味水佑毅（2012）「自転車走行空間の整備に関する経済評価」『地域政策研究』（高崎経済大学地域政策学会）第14巻第4号 pp. 1-16.

<http://www1.tcu.ac.jp/home1/c-gakkai/kikanshi/ronbun14-4/02misui.pdf>

3) 景観向上の効果

功刀ほか（2018）²⁹は、富岡製糸場を例に観光地での無電柱化による景観向上便益をCVMで算定した。100～200m分の無電柱化工事に対して、支払い許容額は114～120円（入場料に上乗せ）との結果を得た。

下図の写真イメージに基づき、被験者は無電柱化の支払い意思額を回答する。



図 4-12 支払い意思額把握のための無電柱化事業イメージ
（左：事業前、右：事業後）

²⁹ 功刀祐之・有村俊秀・大床太郎（2018）「仮想評価法を用いた観光地における無電柱化事業の研究 —世界遺産である富岡製糸場を事例として—」 WINPEC Working Paper Series No. J1803
<https://www.waseda.jp/fpse/winpec/assets/uploads/2018/11/No.-J1803.pdf>

(2) 救急

医療は、藤本ほか(2011)³⁰で道路整備による救急搬送の改善便益の研究例がある。データに地域性はないため、人命価値の原単位と疾病確率を活用することで、全国統一の適用の可能性がある。

藤本ほか(2011)では疾患別救急車搬送患者の搬送時間と生存率との関係を明らかにした。また、この関係式を用いることにより、走行時間が異なる新旧道路による救急患者搬送数を推定すれば、搬送時間短縮と併せ使うことで救急患者の生存増加数(救命患者数)を推計することができ、定量的な評価の指標となることを示した。疾患別救急車搬送患者の搬送時間と生存率との関係式は表4-14に示される。ここで算出された搬送時間と生存率の関係式と、短縮搬送時間、地区別の救急患者発生数を用いることで、救急医療改善効果としての救命患者数が推計できる。また、交通事故減少便益と同様の手法を用いることで金銭換算することが可能である。

人命価値は2.26億円/人³¹と設定できるのに対し、疾病確率の設定は妥当性の高い原単位が存在しないため、適用は今後の課題となる。

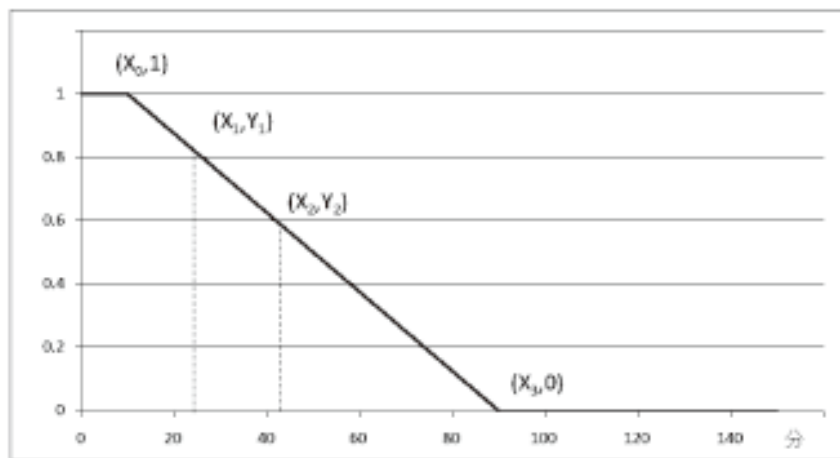


図 4-13 救急患者の搬送時間と生存率の関係
(横軸：搬送時間、縦軸：生存率)

³⁰ 藤本昭 並河良治、道路整備による救急医療改善効果の推計、土木技術資料 53-11 (2011)

³¹ 公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編)平成20年6月

表 4-14 疾患別の搬送時間と生存率の関係式

疾患	症例	関係式	寄与率	ϕ	t 値
AMI	重症中等症	$Y = -0.0160X + 1.1552$	0.9073	4	6.257
CI	全体	$Y = -0.0048X + 1.0412$	0.8071	4	4.091
AD	全体	$Y = -0.0112X + 1.0694$	0.7233	5	3.61
MT	全体	$Y = -0.0119X + 0.9208$	0.6698	3	2.467

ϕ : 自由度

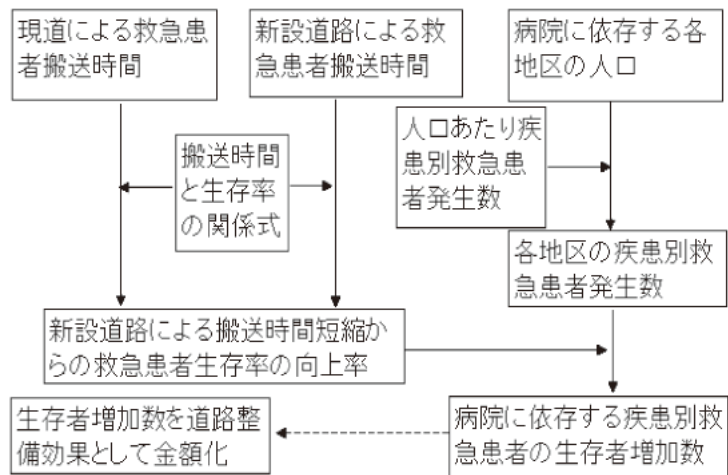


図 4-14 搬送時間短縮に伴う便益の推計フロー

(3) 権利のストック効果

道路整備の効率性のみでない公平性の議論がある。土木学会研究小委員会「権利と効率のストック効果に関する研究」での議論を確認し、公平性評価の考え方を確認する。

1) 対象となる効果

権利のストック効果とは、社会基盤整備のインフラストック効果を「効率」と「権利」に分類したものの一方であり、前者をサミュエルソン流の公共財の最適供給規準、後者を宇沢弘文流の社会的共通資本の考え方（≒人間の権利を満たすという基準）に従うものとしている。

費用便益分析にはじまる、社会基盤整備の評価手法は、その理論的裏付けと実証的検証を通じ、土木計画学の研究分野で発展し続けている。そして、先の研究小委員会「応用一般均衡分析と交通分析の統合に関する研究小委員会」では応用一般均衡分析というより高度化された分析の可能性について検討を行ってきた。さらに、近年、社会基盤整備の施設効果をインフラストック効果と称して様々な定量的計測の試みが行われている。しかしながら、これらの試みは最終的な政策意思決定への関与の仕方により、効率と権利のストック効果の2種類に分類されるべきである。理論的には前者はサミュエルソン流の公共財の最適供給基準、後者は宇沢弘文流の社会的共通資本の考え方、すなわち、人間の権利を満たすという基準に従う。本研究小委員会ではこの2種類のストック効果をそれぞれ、その定義および計測方法を検討することを念頭に、その両者の実践的活用に向けた議論を整理し、広く発信することを目指す。

出典：第62回土木計画学研究発表会：SS 権利と効率のストック効果

2) 算定方法

権利のストック効果を計測するための手続きとして、満たすべき基本的権利(機能)を明確化したうえで、それを達成するために必要な施策と費用を算出し、それ以外の手法の費用を概算し、費用通減としてのストック効果を計測するものであり、クロスセクター効果と近い概念であると述べている。

この方法を導出するに至るヒントとして『自動車の社会的費用』（宇沢弘文著）に記載された算出方法が示されている。これは、“歩行、健康、住居などにかんする市民の基本的権利の内容について、ある社会的合意が成立している”として、“自動車の通行をこのような市民的権利を侵害しないように行うとすれば、道路の建設・維持にどれだけの追加的な費用を必要とし、自動車の無公害化のためにどれだけの投資をしなければならないか、ということを経算する”方法となっており、その費用は1年間に自動車1台当たり200万円と算出されている。

なお、ここで算出した権利のストック効果は、効率のストック効果(費用便益分析)

とは異なるため、便益に追加するような形で用いてはいけないとも示されている。

4.5 道路整備の経済効果

4.5.1 現行の運用

我が国の道路の費用便益分析マニュアルは、道路整備に伴う所得向上等の経済効果（帰着便益）は考慮していない。

国土交通省³²は、道路などの交通網投資の経済効果を捉える方法として SCGE³³(空間一般均衡分析) の適用の可能性を挙げている。SCGE は交通投資による地域間の輸送費の軽減が生産や就業者の所得の増加を捉える分析である。我が国の事業評価では SCGE は一般的な普及には至っていないが、高速道路事業などで適用が進む。

また、英国の交通分析ガイダンスにおける補足的な経済モデル³⁴の節では、SCGE は調査費と分析の信頼性の点で便益としては評価せず、経済活動の分布の変化などの別の指標で用いている。

その他、経済効果の計測例として英国では、ワイダーエコノミックインパクトを示している。利用者便益以外の追加便益を捉える方法であるが、計測の信頼性は低いとされている。原単位等について研究途上にあるとの指摘がある。

その他、交通投資以外の経済効果として、市街地再開発マニュアルでは、社会資本整備の土地への帰着効果として地価向上を計測する方法があるが、効果を発生側と捉えるか、帰着側で捉えるかについて、適用の際は、二重計上に留意する必要がある。

³² 国土交通省 社会資本整備審議会・交通政策審議会交通体系分科会、2016、p.12
<https://www.mlit.go.jp/common/001125746.pdf>

³³ Spatial Computable General Equilibrium の略で、空間一般均衡分析と訳される。

³⁴ TAG M5-3 supplementary economic modelling
<https://www.gov.uk/government/publications/webtag-tag-unit-m5-3-supplementary-economic-modelling-may-2018>

4.5.2 実務の適用

(1) SCGE

1) 諸外国

a. 欧州国内の個別事業

諸外国の公的機関における SCGE 分析例として、英国運輸省の SACTRA 委員会は 1999 年に幹線道路の整備効果を公表した³⁵。また、欧州委員会は 1999 年に、英国と類似のモデルを用いて、スペイン、アイルランド、ギリシャ、ポルトガルの EU 境界地域における道路整備の効果を評価した³⁶。

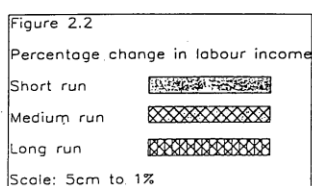
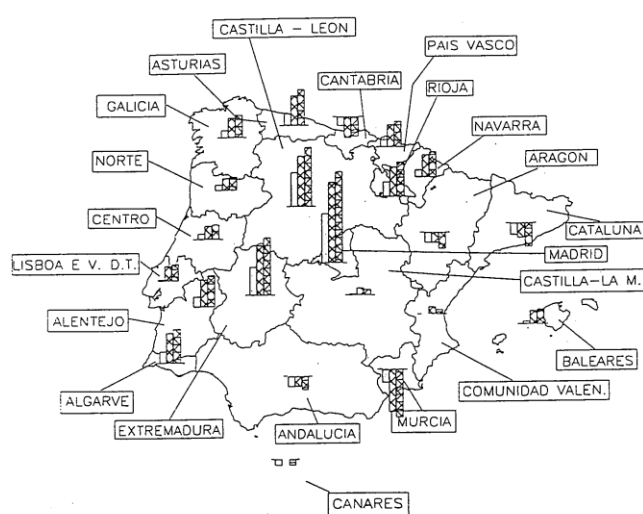


図 4-15 スペイン マドリッド環状道路整備による労働所得の%変化

³⁵ The Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment (1999), <http://www.roads.dft.gov.uk/roadnetwork/sactra/report99/index.htm>

³⁶ European Union, The socio economic impact of projects financed by the cohesion fund (1999)

b. 欧州国境間の事業

欧州委員会の運輸エネルギー総局は 2005 年³⁷、欧州域内の国境間交通整備事業の経済効果を、不完全競争を考慮した SCGE モデルで計測し公表した³⁸。SCGE 適用の目的は、地域間公平性の視点から辺境国への所得分配の影響を分析することにあつた。

EU の外縁地域の住民は、交通課金は均衡ある地域発展の目的に逆行すると懸念する。報告書では、この懸念が成立するか実証した。

交通課金による地域別の厚生変化は下図と試算する。濃い赤は損失が大きい地域、薄い赤は損失が小さい地域である。

地域間格差が懸念される社会的限界費用プライシングの促進に対して、EU 結末に不利益となる影響は確認できない。交通課金は EU の結末に少なからず貢献するものである。

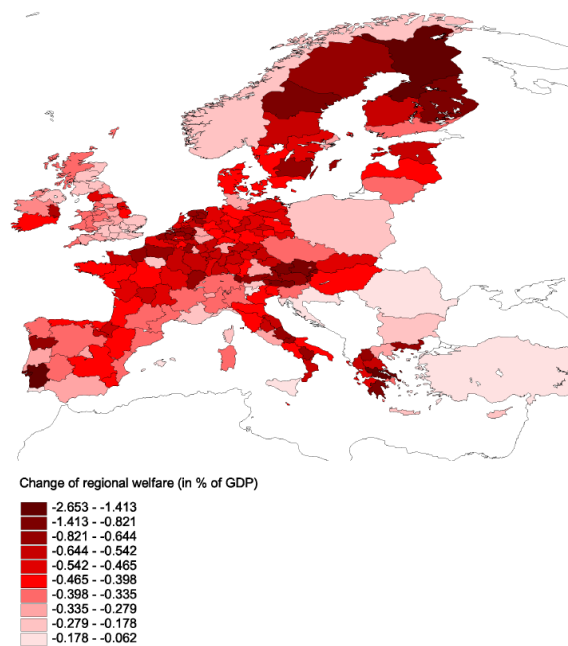


図 4-16 交通課金による地域別の厚生変化（2020 年）

³⁷ ASSESS FINAL REPORT Assessment of the contribution of the TEN and other transport policy measures to the midterm implementation of the White Paper on the European Transport Policy for 2010 欧州委員会、運輸エネルギー総局、2005 https://transport.ec.europa.eu/system/files/2016-09/2005_ten_t_assess.pdf

³⁸ ASSESS ANNEX VIII CGE MODELLING OF THE WHITE PAPER MEASURES <https://www.tmluven.be/en/project/ASSESS>

(2) ワイダーインパクト (WEI)

欧州での SCGE の事例が進んだ後、英国運輸省の TAG (交通分析ガイダンス、2018)³⁹では、SCGE 分析の代わりに、外部性の追加便益 (Wider Economic Impacts: WEI) を便益項目として採用し、利用者便益以外の簡便な帰着効果を計測している。

ガイダンスで扱う外部効果は、①集積経済、②不完全競争下での生産増加、③通勤時間の短縮による労働供給増加による税収増加の3つである。

ワイダーエコノミックインパクトは発生側の利用者便益と比べて信頼性が低いとの理由から、英国の交通分析ガイダンスでは下表に記載のとおり Adjusted B/C の参考値の扱いとなる。

表 4-15 英国交通分析ガイダンスにおけるワイダーインパクトの扱い

区分	Initial B/C	Adjusted B/C	非貨幣影響
評価項目	日本の3便益		
	時間短縮	時間信頼性	安全
	走行経費		分断
	事故		アクセシビリティ
	身体的活動	集積経済	街並み
	旅行の質		歴史
	騒音		環境
大気質	景観		
温室効果ガス	不完全競争市場での生産増加 労働供給増加の税収増加	生物多様性	
間接税収		水環境	
		住みやすさ	
		サービスへのアクセス	
		オプション価値	
		非利用価値	

³⁹ <https://www.gov.uk/guidance/transport-analysis-guidance-tag>

4.5.3 研究動向

(1) 理論的背景

経済効果を計測する SCGE 等のモデルの枠組みは、様々であり唯一はない。交通投資の地域に与える効果に応じた構築が求められる。注目する経済活動として下表の区分が挙げられ、事業特性と地域特性に応じ、注目する効果に合わせたモデル化が求められる。

表 4-16

注目する経済活動	注目する経済活動のモデル化		利用者便益との関係
企業活動	完全競争		企業活動に完全競争を仮定する場合、交通投資による利用者便益と SCGE の帰着便益は理論上等しい。
	不完全競争		企業活動に不完全競争を仮定する場合、利用者便益と別に生ずる企業の追加余剰は便益に考慮できる。英国 WEI はこの効果を定式化する。
外部性	外部性 ^{※1} が生ぜず		交通投資で外部性が生じない場合、利用者便益と SCGE の帰着便益は理論上等しい。英国ガイダンスでは外部効果の発生有無は、地域を十分に観察し判断する。
	外部性が発生	技術的外部性 ^{※2}	外部性が生ずる場合、利用者便益以上の追加便益が生じ、余剰は利用者便益に加えられる。交通投資による生産性の向上効果が該当する。英国 WEI はこの効果を定式化する。
		金銭的外部性 ^{※3}	金銭的外部性として、地下上昇や人口移動による集積効果が該当するが、この効果は取引で相殺され効果が残らない場合が多く、英国 WEI では定式化していない。

※1 外部性とは、ある経済主体の経済活動が、他の経済主体の経済活動に及ぼす影響をいう。

※2 技術的外部性とは、市場の取引なく生ずる外部性である。道路投資の場合、道路整備により企業の配送圏域が拡大し、企業の時間あたりの生産性が向上するなどの収穫増の例が挙げられる。

※3 金銭的外部性とは、市場の取引を通じて生ずる外部性である。道路整備により、輸送費が低下することで、都市で取り扱う財の種類が増加し、都市の魅力が向上することで人口集積が生じ、ますます都市の魅力が高まるなどの関係が挙げられる。

(2) SCGE

国内の研究動向について、分析の地域単位に着眼すると、武藤ら（2019）⁴⁰は都道府県間産業連関表を独自に作成し、道路整備の経済効果を都道府県単位で分析した。石倉・吉川（2017）⁴¹は道路整備の効果を市町村単位で評価する枠組みを提案した。佐藤・小池（2020）⁴²は物流センサスを用いて市町村間の交易係数を推定し、市町村間単位で道路整備の効果を分析した。

一方で、実務に適用する小地域単位の SCGE 分析の課題として、石倉・小池（2020）は係数の設定方法を以下に述べている⁴³。

国内 9 地域ブロック間の産業連関表の地域単位よりも細かな地域単位を扱う SCGE モデルは、モデルの係数設定において、財需要の調達地シェアが一般化輸送費によって回帰分析されるが、9 地域間産業連関表を基準均衡データとするモデルでは生じなかった実交易データとの残差が生じ、基準均衡のデータが完全に再現されない状態が再現されることとなる。この残差は小規模な交易量である地域では、無視できない大きさとなりうる可能性があり、係数選定の際に生じる残差をどのように解釈するか、さらには実務的にはどのように処理すべきか、これまでほとんど議論されていない。

よって今後の地域間の交易データの充実が期待される。

⁴⁰ https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsceijpm/75/3/75_139/pdf/-char/ja

⁴¹ https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsceijpm/73/4/73_228/pdf

⁴² https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsceijpm/76/2/76_114/pdf/-char/ja

⁴³ 土木計画学における空間的応用一般均衡分析 現在の到達点
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsceijpm/76/2/76_63/pdf/-char/ja

(3) ワイダーエコノミックインパクト (WEI)

ワイダーエコノミックインパクト (WEI) は Venables (2007)⁴⁴の論文に基づき構築される。実質分析の際の原単位・係数は Graham (2014)⁴⁵の研究に基づいて設定されている。

1) Venables (2007)

WEI を図式的に示すと、横軸は都市中心部からの距離（都市の人口）で、縦軸は効用である。効用は（効用＝所得－税－通勤費－地代）により構成される。都市の人口が増加すると、外部性である集積効果により所得が上昇する、上に凸の効用関数が分析の出発点である。

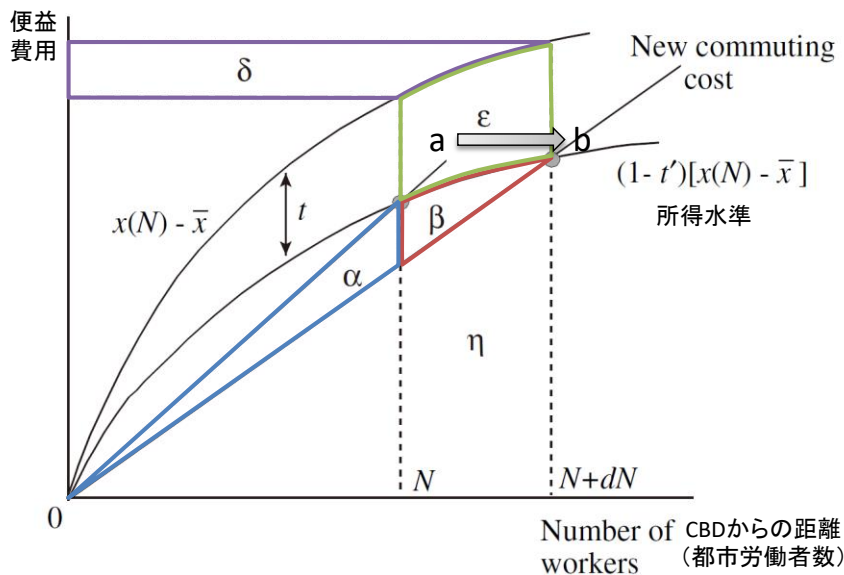


図 4-17 生産性向上・税の歪みを考慮した場合の交通改善の便益

交通投資によって、単位距離の当たりの交通費が安くなることで、交通費の傾きが小さくなり（a から b へ）、地方から都市への人口移動により便益が生ずる。

さらに、税の歪みがある場合。効用水準は t だけ低下する。

通勤費の a から b への低下による、都市人口の増加を含む交通改善の効果は以下で構成される

⁴⁴ Evaluating Urban Transport Improvements Cost-Benefit Analysis in the Presence of Agglomeration and Income Taxation Anthony J. Venables <https://www.jstor.org/stable/20054012>

⁴⁵ https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/706671/agglomeration-elasticities-existing-evidence-and-future-priorities.pdf

便益=

- α (既存都市居住者の交通費削減に伴う利用者便益)
- + β (人口移動による集積経済: WI1)
- + δ (所得の向上: WI2)
- + ε (税の歪みの効果: WI3)

α の利用者便益に加えて、 β の集積経済、 δ の生産増加、 ε の税の歪みの効果が WEI の追加便益の構成要素となる。

(4) 地価上昇便益

我が国の交通以外の便益評価では、市街地再開発マニュアルにおいて、地価上昇を帰着効果として計測する。

前提として、再開発や交通投資によって生ずる消費者の満足度は、地価に帰着するとの仮定に基づく。理由は、魅力がある地域には人口移動が生ずることで、その魅力は全て地価に反映されると考えることができるためである。

地価を交通利便性で回帰分析することで、利便性向上による地価上昇の影響を把握する。

留意点は、地価の計測は人口移動の結果の長期的な土地市場への帰着便益であり、移動の時間短縮による発生便益が効果の本源であることから、この発生便益と帰着便益の二重計上はできないことである。

4.5.4 実務への適用に向けて

(1) SCGE 分析の汎用化

SCGE の研究実績を今後さらに蓄積することで、分析のさらなる深度化が求められる。地域間の取引額の実績データなど、分析に必要なデータの拡充が求められる。

SCGE を市町村等の小地域単位を適用し、市町村間の道路整備を評価する場合、物流センサスや道路交通センサスを用いて取引係数を推計するが、この係数の頑健性が求められる。

(2) 不完全競争市場を前提とした間接効果の計測方法の開発

ワイドーエコノミックインパクトは利用者便益以外の外部効果を計測する方法であり、計測は簡便である利点があるが、係数(パラメータ)設定が難しい課題がある。英国ではエビデンスに基づいて英国内の学者が論文として公表するが、我が国ではそのような適用は進んでいない。

係数の設定は我が国のデータを用いたエビデンスを踏まえ、頑健な設定が求められる。

(3) 地価分析の動向

二重計上に注意が必要である。地価の上昇を考慮する場合、発生 of 便益は捉えることはできないことになる。

4.6 感度分析

(4) 諸外国の費用便益分析における感度分析

現行の感度分析は、交通量の±10%、事業費の±10%、事業期間の±20%が設定されているが、加えて近年の金利水準を踏まえ、割引率の感度分析の検討の方向性が考えられる。諸外国は社会的割引率に関して感度分析を実施している。

1) オーストラリアの公共事業評価における社会的割引率

オーストラリアは、事業評価の社会的割引率を以下に設定する。

a. 社会的割引率

財務省の経済評価に関する技術指針では、投資の種類毎に社会的割引率が定められている。市場の利益（market returns）に影響を受けやすい事業は高い割引率、そうでない場合はより低く設定される。

表 4-17 オーストラリアにおける費用便益分析の設定

投資種類	考え方	割引率
政府の伝統的な中核的なサービス (公衆衛生、司法、教育など)	長期平均国債金利に基づいて設定 (リスクフリーに加え、わずかなリスク・プレミアムを考慮)	4%
プロジェクトに起因する利益が金額に換算しやすいサービス (公共交通、道路、公共住宅など)	長期平均国債金利に基づいて設定 (プロジェクトの経済への影響に応じてリスク・プレミアムを考慮)	7%
民間部門と同様のリスクを伴うサービス	プロジェクトの特定の特性に見合った市場収益率を割引率として使用。 適切な割引率を財務省と相談し決定。	財務省と協議

出典：オーストラリア・ビクトリア州財務省、Economic evaluation for Business Cases - Technical Guidelines、2013

http://www.dtf.vic.gov.au/sites/default/files/2018-03/Economic_Evaluation_-_Technical_Guide.doc

インフラストラクチャーオーストラリア、Infrastructure Australia assessment framework 2018、

https://www.infrastructureaustralia.gov.au/sites/default/files/2019-06/infrastructure_australia_assessment_framework_2018.pdf

オーストラリア連邦議会、Discount rates for Commonwealth infrastructure projects、2018

https://www.aph.gov.au/About_Parliament/Parliamentary_Departments/Parliamentary_Library/FlagPost/2018/October/Discount-rates

b. 感度分析

単一の社会的割引率では、公共投資の特性のすべてを正確に満たすことはできないため、異なる投資種類の社会的割引率による感度分析を実施している。

c. インフラ事業の社会的割引率と感度分析

インフラ事業は「プロジェクトに起因する利益が金額に換算しやすいサービス」となり、社会的割引率 7%で事業評価を行い、社会的割引率 4%と 10%で感度分析を実施している。

d. 最近の動向

長期金利の低下により 2018 年から社会的割引率 7%の見直しが議論の対象となっている。

出典：オーストラリア・ビクトリア州政府財務省（2013）、
インフラストラクチャーオーストラリア（2018）、
オーストラリア連邦議会（2018）

2) オーストラリアにおける事業評価例

オーストラリアでは費用便益分析マニュアルを2016年に変更し、社会的割引率を複数設定する感度分析の実施を示している。

a. メルボルン地下鉄

事業概要

- ・新線の一部として サウスケンジントン からサウスヤラまでの 9km の鉄道トンネルを建設。
- ・アーデン、パークビル、CBD ノース、CBD サウス、ドメインに新駅を設置。大容量メトロトレイン（HCMT）に対応する、長いホームを備える。
- ・大容量信号の設置。
- ・ドメイン駅を乗り換え駅化する。

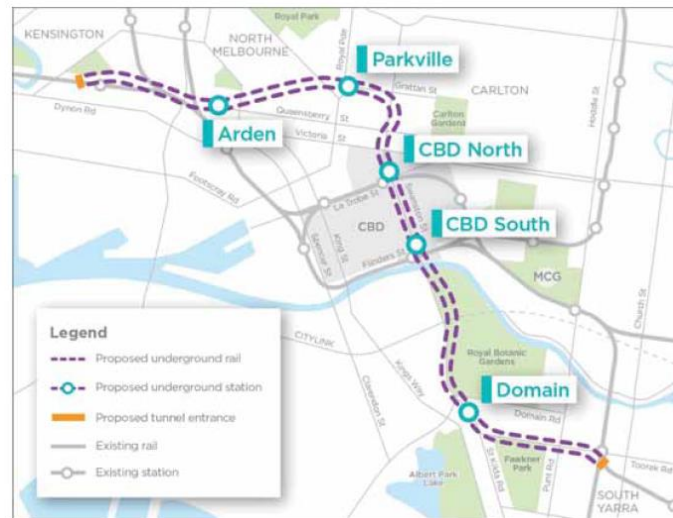


図 4-18 メルボルン地下鉄

評価結果

社会的割引率を4%、7%の複数設定し、B/Cを算定している。

表 4-18 評価結果（2016年2月公表）

社会的割引率	4%	7%
B/C	2.4	1.1

※1：MELBOURNE METRO BUSINESS CASE（2016）

http://metrotunnel.vic.gov.au/_data/assets/pdf_file/0006/40677/MM-Business-Case-Feb-2016-WEB.pdf

b. キャンベラライトレール

事業概要

市内からガンガーリンまでの 12km のライトレールルートでの設計と建設、および関連する停留所、デポ、道路、信号、準備など。

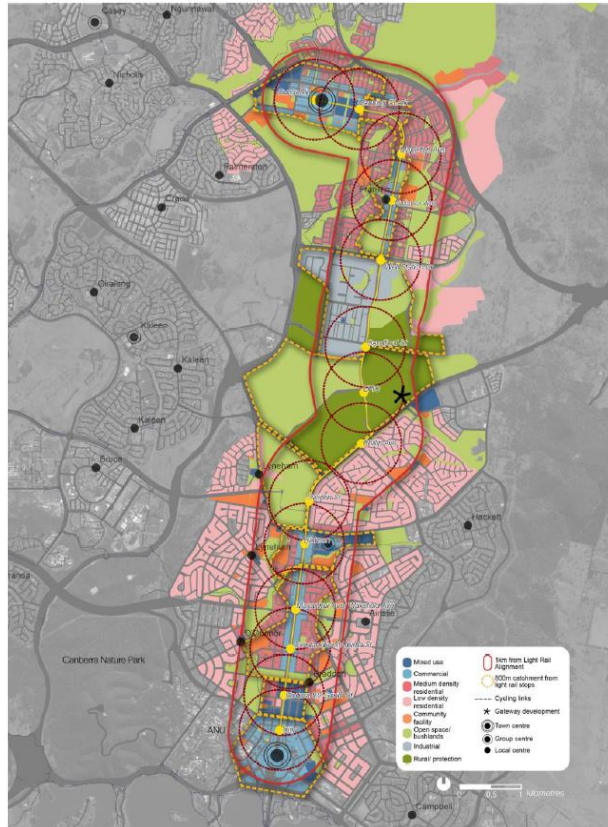


図 4-19 キャンベラライトレール

評価結果

社会的割引率を 4%、7%、10%の複数設定し、B/C を算定している。

表 4-19 評価結果 (2016 年 12 月)

社会的割引率	4%	7%	10%
B/C	1.5	1.2	0.9

※2 :Capital Metro Full Business Case (2016)

https://www.cityservices.act.gov.au/_data/assets/pdf_file/0010/887680/Light-rail-Capital-Metro-Business-Case-In-Full.pdf

3) オランダ

オランダでもオーストラリアと同様にリスクフリーの割引率 2.5%とリスク込みの 5.5%の二つの社会的割引率で感度分析が実施されている。

出典：国総研、主要先進国等における公共事業評価に適用される社会的割引率の動向

4.7 総合評価手法の改善の提案

(1) B/C 算出における感度分析の検討

現行の費用便益分析における感度分析は、交通量の±10%、事業費の±10%、事業期間の±20%が設定されているが、加えて近年の金利水準と海外動向を踏まえ、割引率の感度分析の検討の方向性が考えられる。

(2) 諸外国を参考とする定量的・定性的評価方法及び提示方法の検討

英国では貨幣化指標である費用便益比は確度の高い initial B/C と、確度が低い adjusted B/C が併記される。また感度分析として B/C の区分が切り替わる土地利用を確認する場合がある。B/C が低くても戦略性が重要である場合は採択される場合がある。また、定性的評価は街並み、歴史環境、生物多様性、水環境、安全、サービスへのアクセス、住みやすさ、地域分断の多様な効果で、7段階で評価し、貨幣化指標および定量化指標と併せて評価総括表に提示される。

ドイツでは、連邦交通路計画 2030 の事業において、「費用便益分析」、「環境評価」、「空間計画」、「都市開発」の4つのモジュールで評価し、金銭換算で評価される費用便益分析は費用便益比で記述され、「環境評価」、「空間計画」、「都市開発」は定性的に記述される。

(3) 交通需要に依らない指標

我が国においては、移動の安全性や道路空間の快適性の評価の他、防災機能評価等、交通需要に依らない指標による評価の視点が重要である。

(4) 総合評価としての提示と判断

英国では、B/C が1を下回っても当該事業に戦略的な重要性が確認されれば、その戦略に沿って貨幣的、定量的、定性的に評価し、事業実施の採択を行う場合がある。総合的な評価を記した総括表に基づき、投資委員会が検討するとともに、事業採択を判断し、大臣に勧告する。また、ドイツでは、「費用便益分析」、「環境評価」、「空間計画」、「都市開発」の4つのモジュールで総合的に評価し、事業の採択を判断する。

我が国においても、上記に示したように、3便益以外の多様な評価結果を示すとともに、事業の特性や地域の特性に応じて、戦略的な視点を反映した評価も加え、総合的な視点から評価し、事業採択の判断を実施する方向性が考えられる。

第5章 有識者への意見聴取・会議運営補助等の実施

5.1 調査概要

検討を行う際、有識者の意見を聴くものとし、その際に必要となる準備、資料の作成、会議運営及び議事内容の整理等を行う。また、社会資本整備審議会道路分科会事業評価部会の準備・資料の作成・会場の運営および議事内容の整理等を実施する。

5.2 学識者ヒアリング

5.2.1 実施概要

配分手法に関する学識者である [REDACTED] にヒアリングを実施した。

(1) 学識者

[REDACTED]

(2) ヒアリング日時

令和4年2月22日（火） 13:00~14:00

(3) 実施場所

オンライン

(4) ヒアリング要旨

1) 時間交通容量の設定方法

- ・ BPR 関数のパラメータを再推計する場合、路線ごとに検討するとは考えにくい
ため、代表的な分析を行うことで標準的な設定とすることになるのではないかと
思う。
- ・ トラフィックカウンターや ETC2.0 などデータが充実してきたので推計は可能
だと思われる。
- ・ 高速道路で実現可能な手法も一般道での実現には課題がある。

2) 残留交通の検討

- ・ リンク修正法で行っている研究は少なく、実施するなら OD 修正法が妥当と思わ
れる。
- ・ 残留交通量を考慮するとモデルの操作性が悪くなり、高速転換率の考慮などの展
開が難しくなる半面、現実に近い結果が出るというメリットがある。また、前後
の時間帯を考慮することで時間帯別 OD の精度を補正する役割もあると考えら
れる。
- ・ 長期的な将来の評価において残留交通まで細かく考慮する必要性は大きくない。

3) 時間帯幅の検討

- ・ 1時間以内で完結しないトリップは多いので、1時間未満の時間帯幅は検討しな
くてもよいのではないかと。また、夜間に時間帯配分する必要性も小さい。
- ・ 利用可能なデータが増えてきたため、実際の所要時間の変わり方を踏まえて時間
帯幅を検討するのがよいと思われる。

5.3 事業評価部会

5.3.1 第21回 事業評価部会

社会資本整備審議会道路分科会事業評価部会の準備・資料の作成・会場の運営および議事内容の整理等を実施した。

(1) 審議項目

【議題1】有料道路事業を活用した道路整備について

(2) 実施日時

部会	実施日時	実施場所
社会資本整備審議会 道路分科会 第21回事業評価部会	2021年8月4日(水) 15:00～16:00	国土交通省 会議室 ※有識者等はオンラインにて参加

5.3.2 第22回 事業評価部会

社会資本整備審議会道路分科会事業評価部会の準備・資料の作成・会場の運営および議事内容の整理等を実施した。

(1) 審議項目

【議題1】令和4年度予算に向けた道路事業の新規事業採択時評価について

【議題2】有料道路事業を活用した道路整備について

(2) 実施日時

部会	実施日時	実施場所
社会資本整備審議会 道路分科会 第22回事業評価部会	2022年3月15日(火) 14:00～16:00	国土交通省 会議室 ※有識者等はオンラインにて参加