平成24～26年度　基幹研究課題

道路の交通容量と
サービスの質に関する研究

最終成果報告書

平成27年8月

一般社団法人　交通工学研究会

はしがき

道路の交通容量は，道路の計画，設計，運用のいずれの段階においても，安全性と並んで最も基本的な検討事項である．また，道路は利用者に対して移動をはじめとする社会経済に不可欠なサービスを提供するものであるため，これをどのようなサービスとしてどの程度提供すべきかがかねてより課題となっている．

本報告書は，(一社)交通工学研究会の平成24～26年度基幹研究課題「道路の交通容量とサービスの質に関する研究」における検討成果を取りまとめたものである．本基幹研究課題は，平成20～22年度の自主研究課題「性能照査型道路計画設計のための交通容量とサービス水準に関する研究」，および平成23年度に行われた本基幹研究課題の準備会における検討内容をベースとしている．

一般に，道路の交通容量といえば，道路構造・交通運用と交通容量の関係や，交通容量に関わる現象論，すなわち渋滞の発生や解消，渋滞中の挙動解析などが重要な関心事となる．本基幹研究の期間においては，このような現象論について最新の観測データを用いて検討を行いつつも，さらに交通容量やサービスの質を考慮した道路の計画，設計，そして運用の各段階での評価プロセスを，体系的に組み上げるという実務ニーズに重点を置いた．その際，サービスの質の考慮については，数ある提供すべきサービスや指標の中から，まずは自動車の移動サービスに特に着目し，旅行速度を代表的指標として考慮することとしている．そして，様々な制約の中で，理想的な道路交通に少しでも近づけていくためにはどのようにすればよいかといった，実務的・本質的な課題を常に念頭に置き，実現性を考慮しつつも必ずしも既成概念にとらわれることなく，熱心に議論を重ね検討作業を重ねてきた．

交通容量やサービスの質の性能照査型道路計画設計への適用を意識した本報告書の内容は，これまでの日本の道路計画，設計，そして交通運用の評価手法とは必ずしも相入れない部分もあり，まだ検討の緒に就いたばかりの部分も少なくないが，多少の不備や未完があろうとも，それを怖れることなく敢えて取りまとめることで，広く議論の俎上に上ることを重視したものである．本報告書の内容が，今後の各種指針類の見直しや検討に際して，有益な情報を提供するものとなることを願うばかりである．

本基幹研究での議論や作業は，交通工学研究会の会議室での定期的な議論のみに留まらず，毎年2泊3日で行われた集中討議合宿，土木計画学研究発表会での企画セッションや交通工学研究発表会などの機会をフルに活用して行われたものである．また，実務への適用に関する検討については，一般社団法人 建設コンサルタンツ協会 道路専門委員会の精鋭技術者の皆様から絶大なるご協力をいただいた．業務多忙の中，貴重な時間を割いて手弁当で参加していただき，熱心に検討，執筆作業に従事していただいた委員・幹事をはじめとする関係各位に，この場をお借りして深く感謝の意を表する次第である．

平成27年8月

平成24～26年度基幹研究課題
「道路の交通容量とサービスの質に関する研究」グループ
委員長　中村　英樹

道路の交通容量とサービスの質に関する研究グループ

委員名簿

所属は平成 26 年度 3 月時点
(　)は前任者等

顧問：	喜多　秀行	神戸大学大学院工学研究科
	森田　綽之	日本大学理工学部
	(桑原　雅夫)	(東北大学大学院情報科学研究科)
委員長：	中村　英樹	名古屋大学大学院環境学研究科
副委員長：	大口　　敬	東京大学生産技術研究所
委員：	阿部　義典	国際航業㈱中部支社
	泉　　典宏	㈱オリエンタルコンサルタンツ中部支社　技術部
	内海　泰輔	㈱長大西日本社会計画事業部　社会システム部
	近田　博之	中日本ハイウェイエンジニアリング名古屋㈱名古屋支店 交通技術部
	下川　澄雄	日本大学理工学部
	邢　　健	㈱高速道路総合技術研究所　交通環境研究部
	高宮　　進	国土交通省国土技術政策総合研究所　道路交通研究部
	(上坂　克巳)	
	野中　康弘	㈱道路計画
	浜岡　秀勝	秋田大学理工学部
	山川　英一	八千代エンジニヤリング㈱大阪支店　道路・構造部
委員兼幹事：	後藤　　梓	名古屋大学大学院環境学研究科

＜計画設計分科会＞

分科会長：	下川　澄雄	日本大学理工学部
委員：	阿部　義典	国際航業㈱中部支社
	石村　佳之	㈱オリエンタルコンサルタンツ SC 事業本部関東支店
	(渡部　数樹)	都市地域創生事業部門道路技術部
	内海　泰輔	㈱長大西日本社会計画事業部　社会システム部
	後藤　　梓	名古屋大学大学院環境学研究科
	小林　　寛	国土交通省国土技術政策総合研究所　道路交通研究部
	(橋本　雄太)	
	高橋　健一	三井共同建設コンサルタント㈱　道路・橋梁事業部
	中村　英樹	名古屋大学大学院環境学研究科
	浜岡　秀勝	秋田大学理工学部
	柳沢　敬司	八千代エンジニヤリング㈱　技術推進本部

＜交通容量分科会＞

分科会長：	野中　康弘	㈱道路計画
委員：	石田　貴志	㈱道路計画　技術部
	泉　　典宏	㈱オリエンタルコンサルタンツ中部支社　技術部
	伊藤　裕貴	首都高速道路㈱　保全・交通部
	(遠藤　学史)	
	大口　　敬	東京大学生産技術研究所
	大村　　陽	首都高速道路㈱　計画・環境部
	(末益　元気)	
	小田　崇徳	㈲匠
	葛西　　誠	東京理科大学理工学部
	近田　博之	中日本ハイウェイエンジニアリング名古屋㈱名古屋支店 交通技術部
	邢　　健	㈱高速道路総合技術研究所　交通環境研究部
	高宮　　進	国土交通省国土技術政策総合研究所　道路交通研究部
	野見山尚志	㈱建設技術研究所東京本社　道路・交通部
	松下　雅行	首都高速道路㈱　保全・交通部
	(田沢　誠也)	
	山川　英一	八千代エンジニヤリング㈱大阪支店　道路・構造部
	若林　　糾	㈱福山コンサルタント東京支社

(一社)建設コンサルタンツ協会　道路専門委員会設計システム WG

道路専門委員長	阿部　義典	国際航業㈱
WG 委員：	栗原　勇太	国際航業㈱
	石村　佳之	㈱オリエンタルコンサルタンツ
	渡部　数樹	㈱オリエンタルコンサルタンツ
	桐生　健志	㈱オリエンタルコンサルタンツ
	高橋　健一	三井共同建設コンサルタント㈱
	恒松　誠也	三井共同建設コンサルタント㈱
	柳沢　敬司	八千代エンジニヤリング㈱
	竹原　秀一	八千代エンジニヤリング㈱
	梶原　拓也	八千代エンジニヤリング㈱
	古沢　茂	㈱オオバ
	佐藤　大介	㈱東京建設コンサルタント
	清山　広樹	㈱東京建設コンサルタント
	吉岡　正人	中央復建コンサルタンツ㈱
	佐々木智章	セントラルコンサルタント㈱
	大久保証文	㈱エイト日本技術開発
	宮坂　好彦	㈱建設技術研究所
	末吉　徹也	㈱建設技術研究所

目　次

第Ⅰ編　性能照査型道路計画設計の必要性と考え方

1　日本の道路交通状況の実態 I-1
2　道路の機能に応じたネットワーク階層化の意義 I-2
3　“コンパクト+ネットワーク”型国土構造に向けての道路計画設計 I-3
4　性能照査型道路計画設計のフレームワーク I-5
5　実務適用に向けての検討課題 I-6
6　本報告書の構成 I-7
第Ⅰ編の参考文献 I-8

第Ⅱ編　道路ネットワークの階層区分

1　概説 II-1
2　道路の階層区分の設定と考え方 II-2
2-1　拠点間でみた道路の連絡レベル II-2
2-2　交通機能からみた道路分類 II-12
2-3　道路階層区分マトリクスと接続方法 II-13
2-4　道路の階層化による効率的移動の実現 II-23
2-4 の参考資料 II-25
2-4 の参考文献 II-37
3　階層型道路ネットワークの計画設計方法 II-38
3-1　拠点間を連絡する階層の設定の考え方 II-38
3-2　拠点間を連絡する階層の目標旅行速度と道路分類 II-63
3-3　日本の拠点配置と道路階層化の適用例 II-82
3-3 の参考資料 II-91
3-4　階層区分を実現するための道路構造 II-94
3 章の参考文献 II-105

第Ⅲ編　道路の性能照査

1　概説 III-1
2　道路の走行性能指標と交通容量 III-2
2-1　走行性能指標 III-2
2-2　交通容量 III-15

2 章の参考文献 III-21
3 性能照査型道路計画設計の進め方 III-23
3 章の参考文献 III-28
4 現況ネットワークの性能照査 III-29
4 章の参考資料 III-32
4 章の参考文献 III-33
5 計画案の性能照査(自専道等) III-34
5-1 自専道等における性能照査の流れ III-34
5-2 交通需要の設定 III-36
5-3 交通容量による渋滞判定 III-39
5-4 性能曲線による旅行時間(旅行速度)判定 III-45
5 章の参考文献 III-49
6 計画案の性能照査(一般道路) III-50
6-1 一般道路における性能照査の流れ III-50
6-2 交通需要の設定 III-52
6-3 交通容量による渋滞判定 III-54
6-4 性能曲線による旅行時間(旅行速度)判定 III-59
6-4 の参考資料 III-72
6 章の参考文献 III-84
7 性能達成に向けた改善検討 III-85
7 章の参考文献 III-104

第Ⅳ編 性能照査型道路計画設計の既存ネットワークへの実務的適用

1 概説 IV-1
2 拠点間の走行性能目標の設定 IV-3
2-1 拠点の設定 IV-3
2-2 対象とした拠点間の目標旅行時間 IV-8
2-3 既存道路を理想的に階層化した場合の旅行時間検証 IV-11
3 現況ネットワークの性能照査(潜在)及び問題点の抽出 IV-16
3-1 現況ネットワークの旅行時間分析 IV-16
3-2 各区間での問題点検討 IV-20
4 改善方針の検討及び対策案の検討 IV-38
4-1 性能達成に向けた改善方針の検討 IV-38
4-2 性能達成に向けた対策案の検討 IV-38
5 計画案とした場合の性能照査 IV-43
6 潜在性能(交通需要)の照査 IV-46
6-1 交通需要の設定 IV-46

6-2　車線数，交通運用等の決定.....IV-46
7　ネットワークへの展開.....IV-47
7-1　既存道路ネットワークのオーバーレイ.....IV-47
7-2　その他留意点.....IV-47

第Ⅰ編　性能照査型道路計画設計の必要性と考え方

1　日本の道路交通状況の実態

戦後，極めて貧弱であった日本の道路ネットワークも，近年ようやく概成しつつある．現行道路構造令の全国統一規格による整備方針が，これまでの道路ネットワーク整備に大きく貢献してきたことは論を待たない．

しかしながら，日本の道路交通の実態としては，都市部の外であっても幹線道路には信号制御による平面交差が数多く存在し，沿道には施設が数多く立地しているため，旅行速度は依然として著しく低い状況である．**図1-1**に示すように，一般道路における道路交通センサス旅行速度調査区間における平均速度は，幹線道路であっても管理区分を問わずほぼ一律に35km/h前後の状況であり，高速道路の約80km/h前後から大きくかけ離れている[1)]．このため，高速道路を利用しない範囲の移動には相当の時間を要し，高速道路を利用する長距離トリップにおいては高速道路までのアクセスにかなりの時間を費やす必要があるのが実態である．また，中心市街地や生活道路においても，バイパスの欠如や幹線道路の混雑から通過交通にも利用されることが多く，生活交通や歩行者・自転車交通とこれらの通過交通との分離による安全性の向上が大きな課題となっている．このような安全性を担保するような道路構造は，欧州を中心として市街地道路では一般的なものとなっているが，日本ではこれまで十分導入されてこなかった．

このような状況を改善し，道路交通の質の向上を図るためには，道路の機能に応じた道路構造や交通運用のより明確な差別化を図り，道路の計画設計の際に求められる機能に対応した交通性能を照査する「性能照査型道路計画設計」の導入が必要である[2)]．

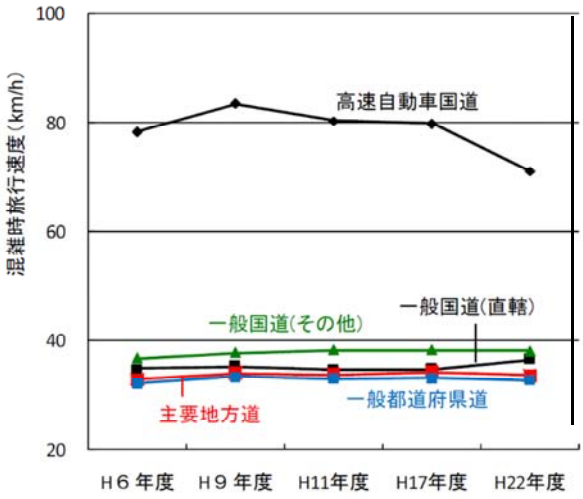


図 1-1　混雑時平均旅行速度の推移
(道路交通センサス・全国平均)[1)]

2　道路の機能に応じたネットワーク階層化の意義

わが国の道路ネットワークは，トラフィック機能からアクセス機能に至る機能分担が曖昧であり，そのために本来期待される機能が十分に発揮されていない現状に対し，階層性をもった道路ネットワークに再編することの必要性は論を待たない[2)など]．

一般に，出発地から目的地までの移動は，複数の道路を利用することにより達成される．その際，連絡する道路は，「下位」→「上位」→「下位」の階層に従って利用されることが合理的であることは明らかであるが，上位の道路階層ほど，ネットワーク密度が低く，自由度も制約される反面，高いサービス速度が期待される(**図1-2-1**)．**図1-2-2**は，道路階層が高速道路と一般道路の2階層の現状に対し，一般道路が複数に階層化された場合のトリップ長と旅行時間の関係を概念的に示したものである．現状では，**図1-1**にみられるように，35km/h程度(一定)の旅行速度で一般道路を走行し，必要に応じ高速道路を利用して目的地に達する．すなわち，ある一定の移動距離において，道路利用者が享受されるサービスは，高速道路を利用できる機会(出発地から高速道路ICまでの距離)を考慮しなければ一様である．

これに対し，一般道路が階層化され，**図1-2-1**に示す機能が確保されているとすれば，長トリップ交通ほど上位の道路階層を利用する機会が多くなるため，サービス速度が相対的に向上するなど，利用者ニーズに即したサービスが実現することとなる．このことは，高速道路利用においても，アクセス道路の速度変化がスムーズとなり，より安全・快適で環境負荷の少ない走行環境を実現させる．

さらに，我々は常日頃より，幹線道路よりもショートカットできる裏道(抜け道)を利用し，その結果として通学路などに車両が進入して危険な状況を作り出したり，信号や駐停車車両により走行性を阻害する一方で，車両を止める場所がないため，違法駐車を蔓延させている状況を目にしている．このような毎日の生活において実感する身近で相反な交通問題は，道路の階層性の曖昧さが要因となっていることは明らかである．

一方で，道路の階層化を実現するためには，それぞれが担うべき機能に応じた効果的・効率的な対策の実施が求められることとなるが，サービス提供者からすれば，厳しい財政状況のもと，合理的な道路投資が求められる中で，画一的な対策から交通運用を含めたより自由度の高い対策を講ずることを可能とする．

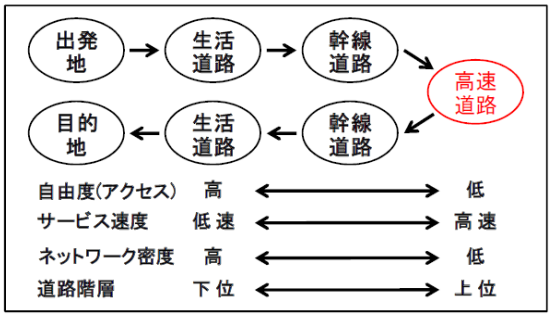


図 1-2-1　道路の階層と機能の特性

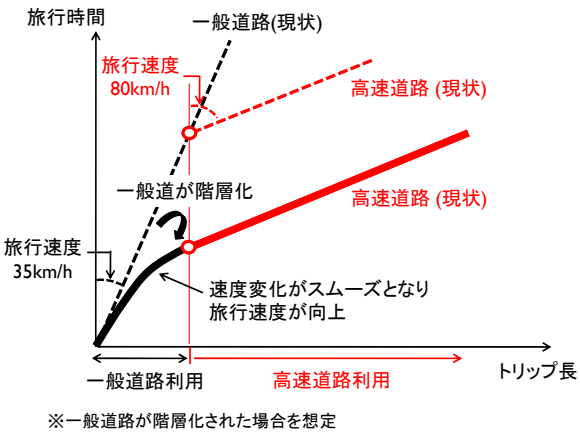


図 1-2-2 道路の階層化によるサービス速度の

3　“コンパクト+ネットワーク”型国土構造に向けての道路計画設計

我が国は今後，本格的な人口減少・超高齢化社会を迎えるとともに，数々の自然災害を被ることが避けられない．日本の現状の土地利用では都市のスプロールが進み，地方部でも施設が空間的に散在している状況である．また，災害危険性の高い箇所やいわゆる限界集落にも施設が立地している．厳しい予算制約やインフラ維持管理問題に直面する今後の社会において，これらの立地を等しくカバーして安全・安心で快適な生活水準・サービスを維持することは，もはや現実的でないと考えられる．このような状況において，我が国では強靭で持続可能な国土づくりを行っていく必要があるが，その際には道路本来の機能をいかに再生し，これらを組み合わせた道路ネットワークを再編していけるかが大きな鍵を握っていると考えられる．

折しも平成26年7月には，「国土のグランドデザイン2050[3)]」において“コンパクト+ネットワーク”を目指した将来の国土デザインのコンセプトが公表された．すなわちこれは，『人口減少下において各種サービスを効率的に提供するためには，これらを集約化することが不可欠である一方で，コンパクト化だけでは，圏域・マーケットが縮小し，より高次の都市機能によるサービスが成立するために必要な人口規模を確保できないおそれがある．このため，ネットワーク化により，各種の都市機能に応じた圏域人口を確保することが不可欠である』というものである(図1-3-1).

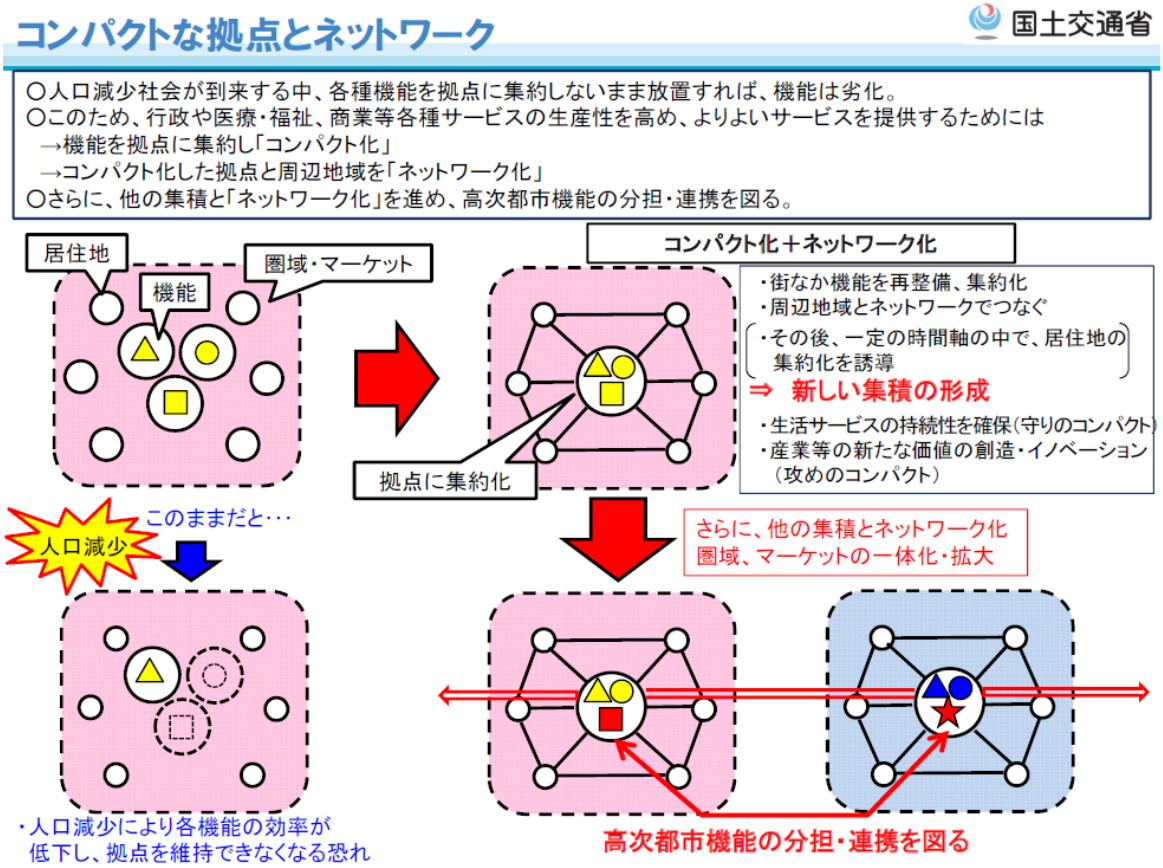


図 1-3-1　コンパクト＋ネットワークのコンセプト(国土交通省資料)

図 1-3-2　小さな拠点(国土交通省資料)

コンパクトな都市や拠点においては，都市や拠点の機能に応じた日常活動を活発化させるように，道路空間の再生が求められよう．特に市街中心部や生活道路などにおいては，アクセス・滞留機能重視型で，歩行者が安心して歩行できる安全・快適な空間を提供するような道路構造が必要である．このような道路空間の再生は，市街中心部の魅力向上に大きく貢献するし，生活空間からの通過交通の排除にもつながる．

一方，連携する拠点(領域)間を連絡する道路においては，信頼性が高く，移動抵抗の少ない道路へと機能を見直し，旅行速度などに代表されるトラフィック機能に関わる性能改善が必要である．都市間の幹線道路や高速道路ICへのアクセス道路などについては，平面交差の数や沿道アクセスを限定することで，望ましい性能を担保する必要がある．沿道施設へのアクセスを制限することによって，郊外の沿道立地に歯止めをかけ，魅力あるコンパクトな市街地に立地を誘導する効果も期待できよう．幹線道路側の移動性能が高まれば，近隣の生活道路への通過交通の流入もその必要性がなくなる．

このように，各階層の道路の機能に応じたメリハリある構造と交通運用を導入することで，ネットワークの性能向上に寄与すると同時に，拠点への施設集約を，道路の計画設計サイドから促すことができると考えられる．すなわち，道路ネットワークを構成する各道路の機能を階層的に差別化することが，重要な鍵を握ることになる．これらの道路機能に応じた交通性能を確実に実現していくためには，各階層の道路に対して性能目標を設定しその達成の可否を照査する，性能照査型の道路計画設計の考え方が不可欠である．従来の道路横断面に着目した交通需要依存の仕様設計は，高度成長期におけるいわば拡大型の道路整備に大きな役割を果たしてきたが，“コンパクト+ネットワーク”型の国土構造・都市構造への再編に向けて，区間・空間を考慮した性能照査型設計へと計画設計思想を転換していくときに来ていると考えられる．

4　性能照査型道路計画設計のフレームワーク

図1-4に，提案する性能照査型道路計画設計手法の流れを示す．まず，“コンパクト+ネットワーク”型国土や都市構造に向けて目標とする拠点配置や広域道路ネットワーク計画から，その道路の(a)交通機能を考慮した「階層区分」とこれに対応した(b)「性能目標」を設定する．また，交通需要予測や需要管理戦略により，その道路の計画交通量(AADT)や大型車交通量など基本的な交通条件が，従来の手順に準じて前提条件として与えられることを想定する．これらの情報に基づき，(c)交通量の時間変動等の交通特性を推定する．また一方で，(a)道路の階層区分から該当する交通機能に対応した(d)道路構造と交通運用を想定し，それらの道路構造をはじめとする各種条件に応じて(e)道路交通性能を表現する性能曲線(時間交通量－速度曲線など)を用意しておく．(c)の設計交通条件をこれに入力することにより，その道路で実現する交通状況を推計する．そして，これを(b)で設定された性能目標(サービス水準)を満たすかどうかを(f)照査し，評価を行うことで，その道路構造と交通運用の可否を判定する．もし性能が満足されない場合には，道路構造や交通運用について再考する，というものである．ただしこのとき，道路構造や交通運用のみではどのような対策を取っても性能目標が担保できないことも生じうる．この場合には, 拠点配置や道路ネットワーク計画そのものにそもそも無理があることを意味し，これらを見直す必要があることになる．

このようなアプローチを採ることによって，各道路階層の機能に応じた性能が，新設・改良を問わず計画設計段階においてかなり保証されることとなる．例えば，幹線街路の設計において，信号交差点が連続し供用時に旅行速度が低下してしまうことを事前にチェックし，対策を検討することができる．米国のHighway Capacity ManualやドイツのHBSなど，海外の道路交通技術指針のコンセプトは，まさにこのような性能照査の考え方にほかならない．

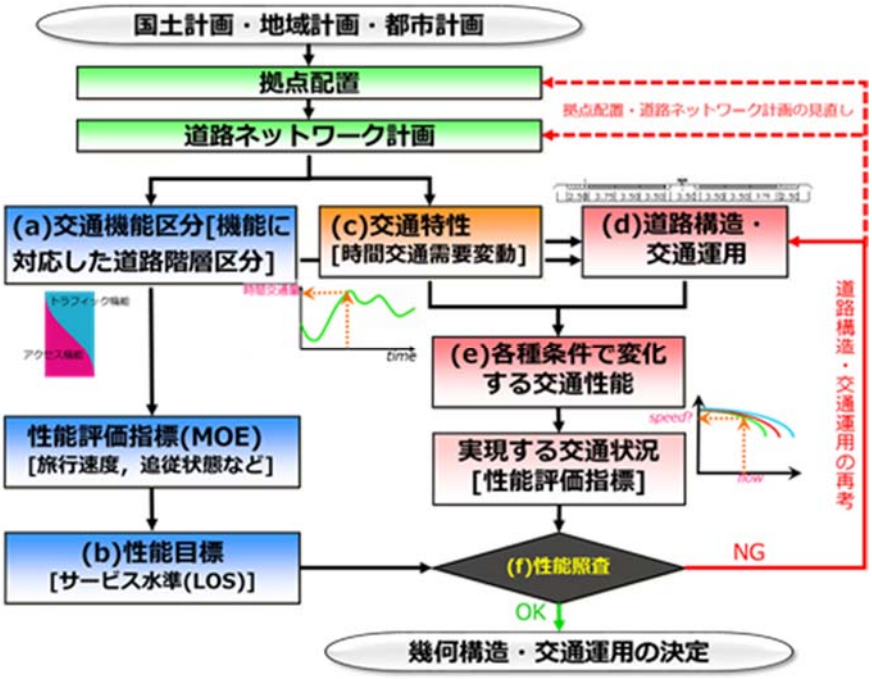


図 1-4　性能照査型道路計画設計の概略フロー[2)]

5　実務適用に向けての検討課題

道路ネットワークがほぼ概成したわが国の状況を鑑みると，今後は新設よりもむしろ既存道路の改良による機能変更・更新が主な適用場面となることが想定される．本報告書では，特に既存道路の改良に際しての性能照査型道路計画設計の適用方法について，PDCAサイクルの考え方を当てはめることで，これを分かりやすく整理している．詳細は第III編で述べるが，その中で図1-5のフローは，図1-4の考え方の全体がPDCAの”P”(Plan)の部分に該当するものとして位置づけられ，改良案の検討に際しては，現況ネットワークにおける性能照査である”C”(Check)から始め，CAPDの順にサイクルを回すことになることを提示している．

このような性能照査型道路計画設計の実務適用プロセスにおいて，技術的検討課題は数多く存在する．中でも主要な重点課題は，①道路の機能的階層区分の設定，②階層区分ごとの性能目標の設定，③階層区分に応じた道路構造のあり方，④区間での性能照査の実施と交通特性分析，である．これらと並行して，性能照査型道路計画設計手法の既存道路ネットワークへの実務的な適用方法を分かりやすく提示し，簡便に利用できる環境を整えることも，実用化に向けて不可欠な検討課題である．

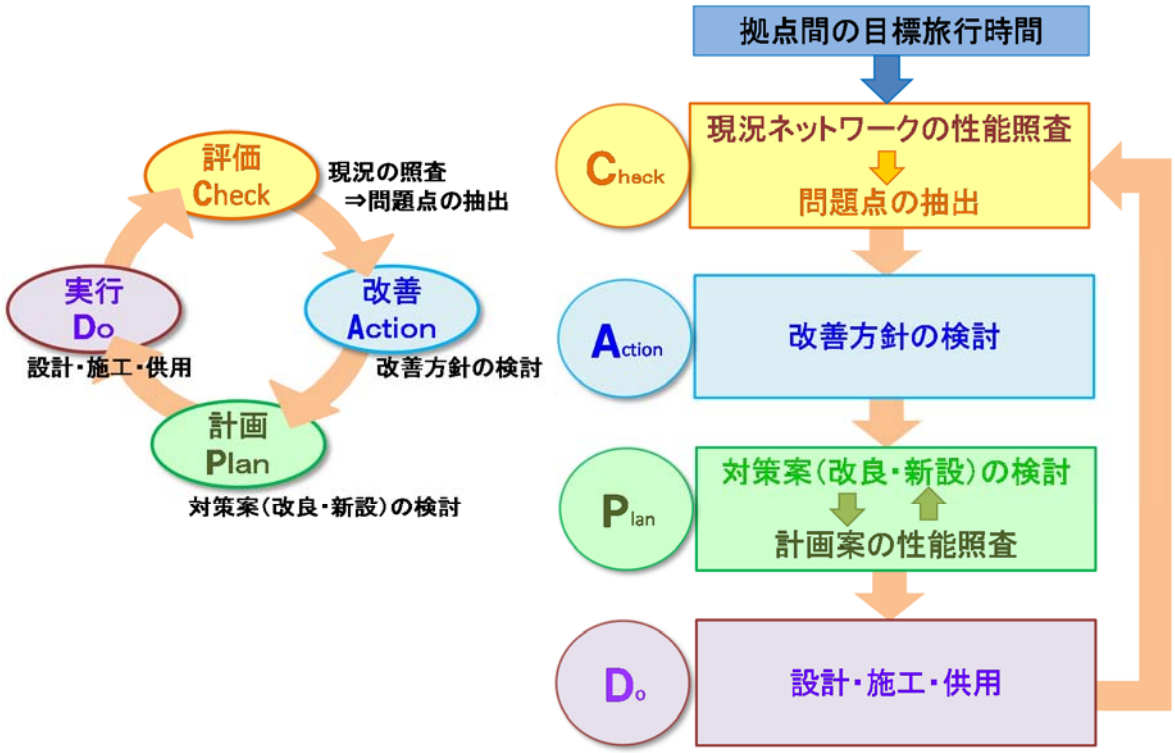


図 1-7　実務における性能照査の PDCA サイクル

6　本報告書の構成

本研究グループ(HCQSG)では，性能照査型道路計画設計手法の体系的整理とその実用化に向けて，上記の技術的課題への対応について検討を進めてきた．その成果をとりまとめた本報告書は，4つの編から構成されている．

第Ⅰ編では，我が国の道路交通状況の実態や今後目指すべき国土・地域構造を鑑みて，性能照査型道路計画設計の導入が必要であることを述べ，その全体像について示した．

性能照査型道路計画設計を行う上では，道路の機能的階層区分を定義して，その区分に応じた性能目標を設定し，これを満足するよう計画設計を行うことが必要になる．このためまず**第Ⅱ編**では,道路ネットワークの階層区分の設定方法とこれ応じた目標旅行速度の設定方法など,階層型道路ネットワークの計画設計手法について解説している．

続く**第Ⅲ編**では，まず冒頭で性能照査型道路計画設計手法を適用して現況のネットワークから階層型道路ネットワークに改良を施していくための実務的手順をPDCAサイクルで示している．そして，目標性能である旅行速度の達成状況を区間で評価するための方法論と，その実施に際して必要不可欠となる交通量に応じた性能曲線や交通容量を，その背景にある交通現象分析結果に基づき示している．

最後の**第Ⅳ編**では，上記のPDCAサイクルの手順を現況の道路ネットワーク評価に適用し，実務で性能照査型道路計画設計の考え方を取り入れて階層型道路ネットワークへと改良を施していく際のケーススタディを示している．

本報告書では，特に“コンパクト＋ネットワーク”の実現に際して必要となる各種拠点(領域)や拠点間連絡の階層性の検討を行い，これを現況ネットワークの性能照査を通じて実務的改良計画につなげていくといった上記のような構成とすることで，国土・都市計画～道路計画～道路設計・交通運用への一連の流れにおいて，一貫性のある実用的方法論となるよう留意している．

なお，道路の交通機能は，自動車専用道路から細街路・生活道路に至る道路階層が下位に降りるほど，自動車のトラフィック機能からアクセス・滞留機能が重視されるとともに，自動車から歩行者系の視点からの評価が重要になってくる．今回は特に自動車交通のトラフィック機能からみた性能の差別化と照査を対象とし，自転車，歩行者，路面公共交通については明示的に取り扱っていないものの，常に意識して検討を重ねてきた．これら他の利用主体からの視点や，アクセス機能からの性能照査の方法論についても，今回の自動車交通に対する方法論と対比しつつ，今後検討していく必要がある．また，将来の道路構造令の見直しを見据え，すり合わせ方法を検討していくことが必要である．

第Ⅰ編の参考文献

1) 下川澄雄，内海泰輔，野中康弘，中村英樹，大口敬：道路の階層区分を考慮した性能照査手法の意義と課題，土木計画学研究・講演集 Vol.45，6 ページ，CD-ROM，2012.6.
2) 中村英樹，大口敬：性能照査型道路計画設計の導入に向けて，土木学会論文集 D3(土木計画学)，Vol.67，No.3，pp.195-202，2011.
3) 国土交通省：国土のグランドデザイン 2050～対流促進型国土の形成～，2014.7.

第Ⅱ編　道路ネットワークの階層区分

1　概説

性能照査型道路計画設計を実際に行っていくためには，道路の機能に応じた道路階層区分を明確にしたうえで，それらに対応した性能目標を設定する必要がある．そこで，第Ⅱ編では，道路の階層区分の設定とその適用方法について解説している．

道路が拠点間を有機的に連絡するという拠点連絡性の視点に立てば，拠点間の連絡は，大都市から集落・住区といった様々な拠点階層が相互に，高速道路から日常の生活の基盤である生活道路に至る，それぞれに相応しい階層の道路によって実現されるべきである．また，これら拠点間が連絡レベルごとに実現するサービス目標が異なるとすれば，連絡する各階層の道路のもつ交通特性も異なるはずである．

そのため，**第2章**では，わが国の都市構造を踏まえた拠点の体系化と定義づけを行っている．さらに，拠点間連絡は，近傍の同程度の機能を有する拠点との共有関係(相互連携)，周辺の上位拠点の機能への依存関係を実現するものであることを念頭に，連絡が必要な拠点間の組合せと接続関係を提示するとともに，それらを踏まえた拠点間連絡レベルとそれぞれのサービス目標を実現する交通機能(道路の階層区分)との関係を「道路階層区分マトリクス」として示している．また，その際，実現するサービスレベルは，接続する道路の階層区分と接続方式に依存することから，これら関係についても示している．なお，今後，わが国は，本格的な人口減少・超高齢化社会を迎えることとなり，コンパクトな拠点とネットワークによる都市構造の再編が求められている．そのため，**第2章**では，これらを念頭に置きながら解説を行っているが，一方で道路の階層化がコンパクトな拠点形成を誘導していくことも重要であり，これら視点ついても解説の中に加えている．

次に，**第3章**では，拠点間連絡への道路階層の適用方法について解説している．拠点間の連絡においては，実際には生活道路から幹線道路を利用し生活道路を経て目的地に到達するように，複数の階層区分の異なる道路を組合せて利用することが一般的である．

そのため，**第3章**では，冒頭で拠点間連絡には，アクセス・イグレスとラインホールが存在することを説明したうえで，各拠点間のサービス目標を実現するための道路階層の組合せ方法と手順について，具体例を示しながら解説している．なお，この中では，現実的な対応として，自動車専用道路と一般道路によるアクセス・イグレスを想定した道路階層の組合せの設定プロセスについて例示している．また，合せて，これら道路階層を実現する道路構造などの必要条件についても解説している．

2　道路の階層区分の設定と考え方

2-1　拠点間でみた道路の連絡レベル

拠点は，それが有する施設や機能に応じて，表2-2-1のように階層的に設定できる．この拠点階層に応じて，個別の施設から各拠点への目標旅行時間および同一階層の隣接拠点間の目標旅行時間を表2-2-2のように設定し，この達成を目的に道路ネットワークの計画・設計・運用を行わなければならない．

ただし，各拠点階層に該当する都市や集落を選定する際は，国土計画・地域計画などにおける都市・町・集落の位置づけを十分考慮することが望ましい．

表2-2-1　拠点階層と有する施設・領域

拠点階層		拠点施設 Facility		拠点領域 Area		拠点領域の具体例	
		略称	具体例* (機能と対応)	略称	めやすとなる範囲		三大都市圏内の場合
大都市拠点	三大都市圏	MEF	のぞみ停車駅, 国際空港など	MEA	第二環状道路内部	東京, 名古屋, 大阪	―
	ブロック中心都市				都市域	仙台, 新潟, 広島,福岡など	―
高次都市拠点	完結型	UUF	ひかり停車駅, 県庁/政令指定市役所, 地方空港, 第三次医療施設, 国公立大学, 百貨店など	UUA	市街化地域	秋田, 千葉, 浜松, 京都, 神戸, 岡山など	新宿, 品川, 栄, 梅田, 難波など
	相互補完型					花巻+奥州+一関, 松江+米子, 三島＋沼津など	―
生活拠点		LUF	駅, 市役所, 一般病院, 大型ショッピングセンター, 高等学校など	LUA	中心市街地 (DID地区)	伊豆, 下田, 一宮, 多治見など	中野, 高円寺, 金山, 千里など
小さな拠点		SMF	小中学校, 旧役場庁舎, スーパーマーケット, JA, バスターミナル, 診療所など	SMA	学区	旧町村, 学区など	学区など
集落・住区		CMF	集会所, 自治会	CMA	住区・集落	X丁目など	X丁目など

*上位の拠点はそれより下位の拠点で提供される機能(施設)を包含することを前提とする．

表2-2-2　目標旅行時間

拠点階層		目標旅行時間	
		①個別施設から拠点*まで	②同一階層の直近拠点*まで
大都市拠点 MEC		≤3.0h (3.5h)	≤3.0h
高次都市拠点 UUC	完結型	≤1.0h (2.5h)	≤1.5h
	相互補完型		≤1.0h
生活拠点 LUC		≤30min (45min)	≤45min
小さな拠点 SMC		≤15min (30min)	≤20min
集落・住区 CMC		徒歩圏内	徒歩圏内

*拠点領域内の代表点(Center;代表点)を用いて評価する.

( )内は山地部集落などで目標旅行時間達成が困難な場合の特例値.

(1) 拠点階層の定義

(a) 拠点の概念

本研究では,日常生活や都市活動に必要な各種サービス･機能を提供する施設を「**拠点施設**」,拠点施設が集約された領域のことを「**拠点領域**」と定義する．ここでいう拠点領域は，拠点施設のサービス圏域・勢力圏とは異なる.

一般に，各種拠点施設には利用頻度と勢力圏による階層が存在する．例えば，商店や診療所などは日常生活で頻繁に利用されるが1施設あたりの勢力圏が小さく,高度なサービスが受けられる百貨店や第三次救急医療施設などは利用頻度は低いが1施設あたりの勢力圏が大きい.それらの施設が集約して形成される拠点領域もまた，大都市のような高次機能のもの，日常生活に必要な機能だけのもの，居住以外の機能がないもののように，階層性ができる．これを本研究では,「拠点階層」と呼び，**表2-2-1**の通り5段階に定義する．なお，これ以降，単に「○○拠点」と表記するとき，拠点階層のことを表すものとする.

大都市拠点とは，国土計画上重要な交通施設や行政施設，国際機関などの大都市拠点施設MEF(MEtropolitan Facility)を持つ最も上位の拠点階層である.大都市拠点施設MEFが集積することで,三大都市圏や地域ブロック中心都市のような大都市拠点領域MEA(MEtropolitan Area)が形成され，国土の骨格となる.

高次都市拠点とは,行政,医療,教育などに関する高次都市拠点施設UUF(Upper Urban Facility)を有する拠点階層である．高次都市拠点施設UUFが集積して，高次都市拠点領域UUA(Upper Urban Area)が形成される．高次都市拠点施設UUFの例は**表2-2-1**の通りだが，一つのUUAにこれら全施設を有するものを完結型，一つの領域内には全施設を有さず近隣のUUAと一部機能を相互補完する必要があるものを相互補完型と定義する.

生活拠点とは，駅，市役所，一般病院，大型ショッピングセンター，高等学校など生活の中心となる生活拠点施設LUF(Lower Urban Facility)を有する拠点階層である．これらが集積して中心市街地(DID地区)のような生活拠点領域LUA(Lower Urban Area)が形成される.

小さな拠点とは，商店・診療所・郵便など生活に必要最低限の小さな拠点施設SMF(SMall Facility)を有する拠点階層である．これらが集積して小さな拠点領域SMA(SMall Area)が形成さ

れる．この階層の拠点施設SMFは日常生活において必要最低限のものであるため，一つのSMAで全機能が完結しており，かつSMAは徒歩圏であることが望ましい．

集落・住区とは，基本的には都市・生活機能を持たない，最も下位の拠点階層である．この階層の拠点施設CMF(CoMmunity Facility)には，居住者の集会施設などが当てはまる．一つの集会施設で区切られる集落・住区などの単位領域をCMA(CoMmunity Area)とする．ほとんどの個別施設は，CMAに属することになる．

以上より，基本的に，拠点階層が上位であるほど拠点領域は大きく，下位であるほど小さくなる．しかし，大都市拠点であれば国土全体，高次都市拠点であれば地域全体といったように，拠点階層に対応したスケールで見た場合には，いずれも拠点領域を点とみなすことができる(**図2-2-1**上段の図)．これが「拠"点"」という語を用いるゆえんである．

なお，ある階層の拠点領域は，それより下位の拠点領域を内包する場合がある．一つの拠点領域が複数の下位拠点領域を内包する場合も多い．例えば一般的に，拠点領域内には拠点施設だけではなく居住施設(とみなせる関連施設)も付随しており，SMAより上位の拠点領域にはCMAが内包されていると考えてよい．また，三大都市圏には，高次都市拠点・生活拠点・小さな拠点の機能を持つ地区が複数存在しており，これはMEAに複数のUUAやLUA，SMAが内包されているとみなせる．このような拠点に内包される拠点の概念図を**図2-2-1**の中・下段に示す．

このようにして，地域内には，**図2-2-2**に示すようにして，様々な階層の拠点領域が分布している．

ここに述べたような拠点形成の考え方は，国土のグランドデザイン2050[1)]の基本方針である「コンパクト＋ネットワーク」，すなわち市役所，医療，福祉，商業，教育等の都市機能や居住機能を集約した拠点を形成するとともに，それらをネットワークで効率的に連絡することにより，質の高いサービスを提供し，生産性を高めることとも合致する．高次都市拠点における相互補完型は，国土のグランドデザイン2050による「高次地方都市連合」(行政，企業，大学，病院などのうち高次な都市機能を，複数の地方都市が分担・連携して提供するもの)を想定したものである．これは，総務省「地方中枢拠点都市」，経済産業省「都市雇用圏」の考え方とも概ね一致[2)]している．このような，わが国の将来的な地域構造を想定して，どこに何の機能を集約すべきか考慮しながら拠点を設定することが望ましい．

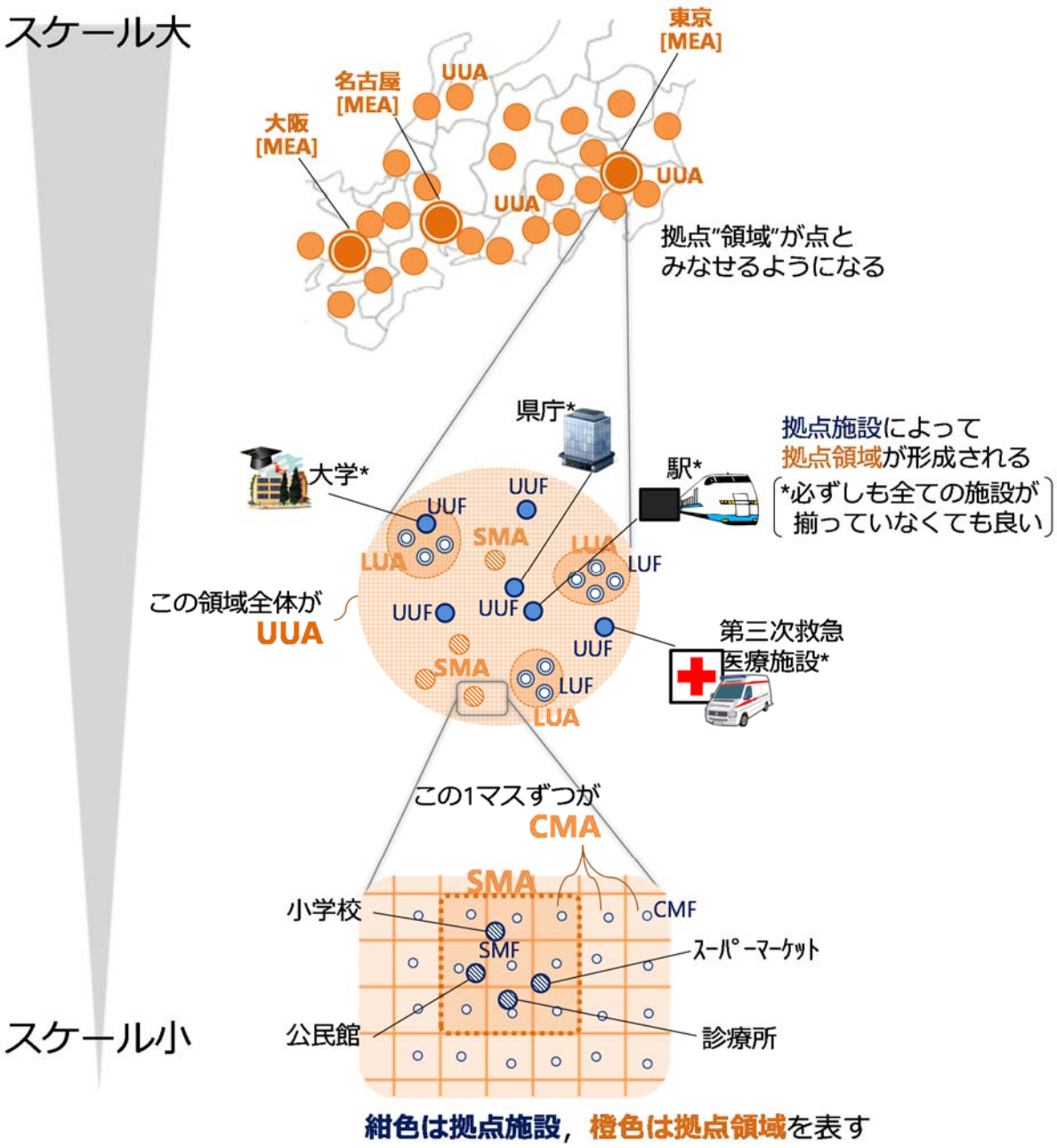


図2-2-1　拠点施設・拠点領域と，拠点に内包される拠点の概念図

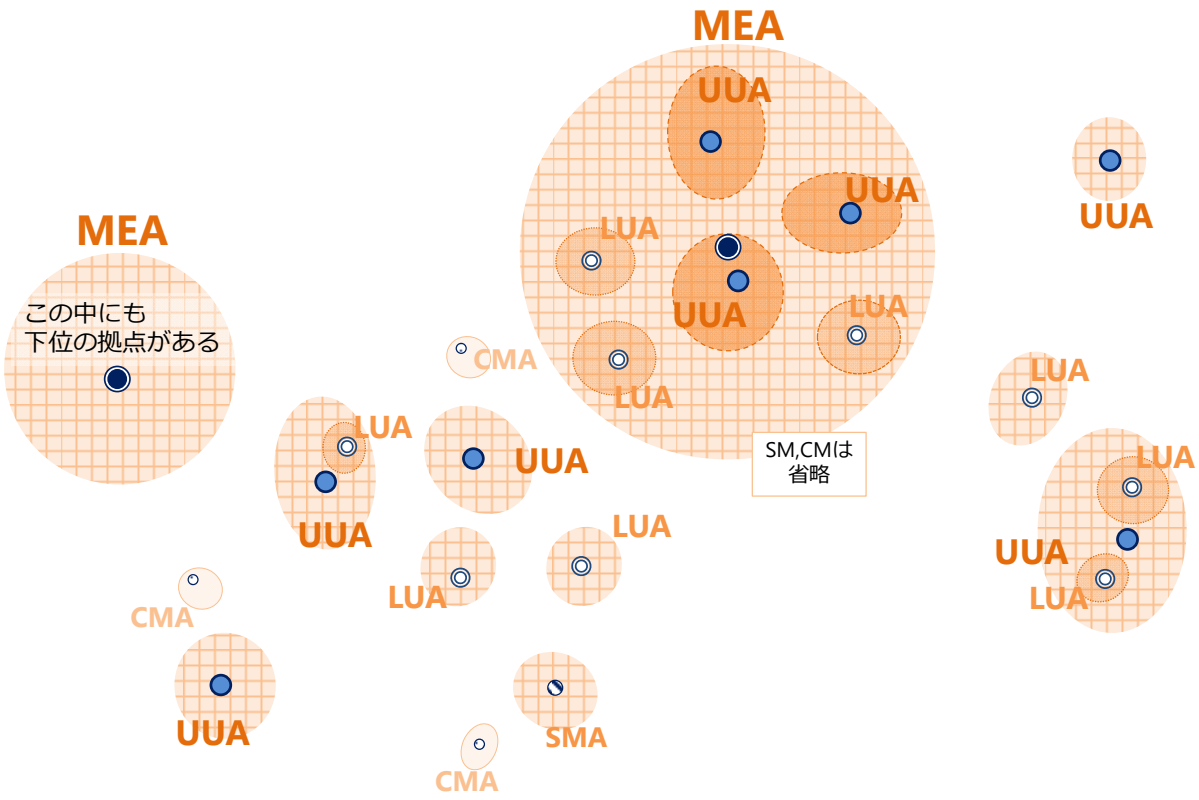


図2-2-2　ある地域内に分布する拠点領域の概念図(領域内の各種青丸は代表点を表す)

(b) 必要とされる拠点間連絡

道路ネットワークにより最低限連絡を確保すべき拠点間には，依存および相互・連携の二種類が存在する．**依存**とは，一つ上位の階層の拠点と結ぶ連絡であり，その拠点の居住者がそこにない機能(施設)を必要としたときに不可欠である．これにより需要-供給の関係が成立する．**相互・連携**とは，同階層どうしの拠点間を結ぶ連絡であり，不十分な機能の相互補完や連携・交流のために必要である．

本研究では，拠点階層に応じて，これら二種類の拠点間連絡を，**表2-2-3**に示す**連絡レベル**I~VIに分類し，道路階層区分の決定要素とする．依存および相互・連携関係にある隣接拠点間が連絡されれば，**図2-2-3**の概念図における赤い影付きの線で示されるように，階層間を逐次昇降することで全階層の拠点を利用することが可能になる．

最低限確保すべき連絡(**表2-2-3**赤い影付きの線)の他に，現実には，拠点階層を一つあるいは二つ飛ばす連絡(赤い影なしの線)もあり得る．拠点階層を飛ばして連絡する場合，異なる連絡レベルの道路を連結する必要があり，連結箇所の交差形式(**図2-2-3**のダイヤで示す部分)については，充分配慮して決定しなければならない．これについては，**2-3.表2-2-6**を参照する．

ただし，**図2-2-3**に示す通り，連絡レベルは拠点領域間に設定されるものであり，特定の施設間を起終点とする実際のトリップにおいては，その施設の属する拠点領域内でのアクセス・イグレスが必要な点に注意を要する．さらに，**図2-2-3**に示される各階層の拠点領域は，それより上位の拠点領域に内包されていないことを前提とする．拠点領域内でのアクセス・イグレス，あるいは上位の拠点領域に内包される拠点領域を対象とした連絡レベルについては，**図2-2-4**に示す．

例えば，郊外にある小さな拠点SMAの住宅から，生活拠点LUAのショッピングセンターへ移動する場合を考える(SMA, LUAどちらも上位の拠点領域に内包されていないとする)．このとき，SMAとLUAの領域間を結ぶ連絡レベルは，図2-2-3のSMA-LUAを示す線であるから”IV”となる．一方，SMA内で使用する道路の連絡レベルについては図2-2-4(d)を参照し，個別施設(住宅)から”VI→V”と上ってゆき，SMA外部へと続く”IV”にアクセスする必要がある．また，LUA内については図2-2-4(c)に示す通り，個別施設(ショッピングセンター)に行きつくまで，連絡レベル”V-VI”とイグレスを行うことになる．また別の例として，例えば同じUUA内にある施設間を行き来する場合には，図2-2-4(b)の個別施設間の連絡とみなせばよい．2つの施設が近ければ連絡レベル”IV→V→VI”と使用すればよいし，施設間の距離が長い場合には連絡レベルIV，IIIまで上っても良い．

表2-2-3　連絡すべき拠点間と連絡レベル

連絡レベル	連絡すべき拠点間	
	依存	相互・連携
I	―	大都市拠点間 (MEA-MEA)
II	高次都市拠点⇒大都市拠点 (UUA-MEA)	高次都市拠点間 (UUA-UUA)
III	生活拠点⇒高次都市拠点 (LUA-UUA)	生活拠点間 (LUA-LUA)
IV	小さな拠点⇒生活拠点 (SMA-LUA)	小さな拠点間 (SMA-SMA)
V	集落・住区⇒小さな拠点 (CMA-SMA)	集落・住区間 (CMA-CMA)
VI	集落・住区内	

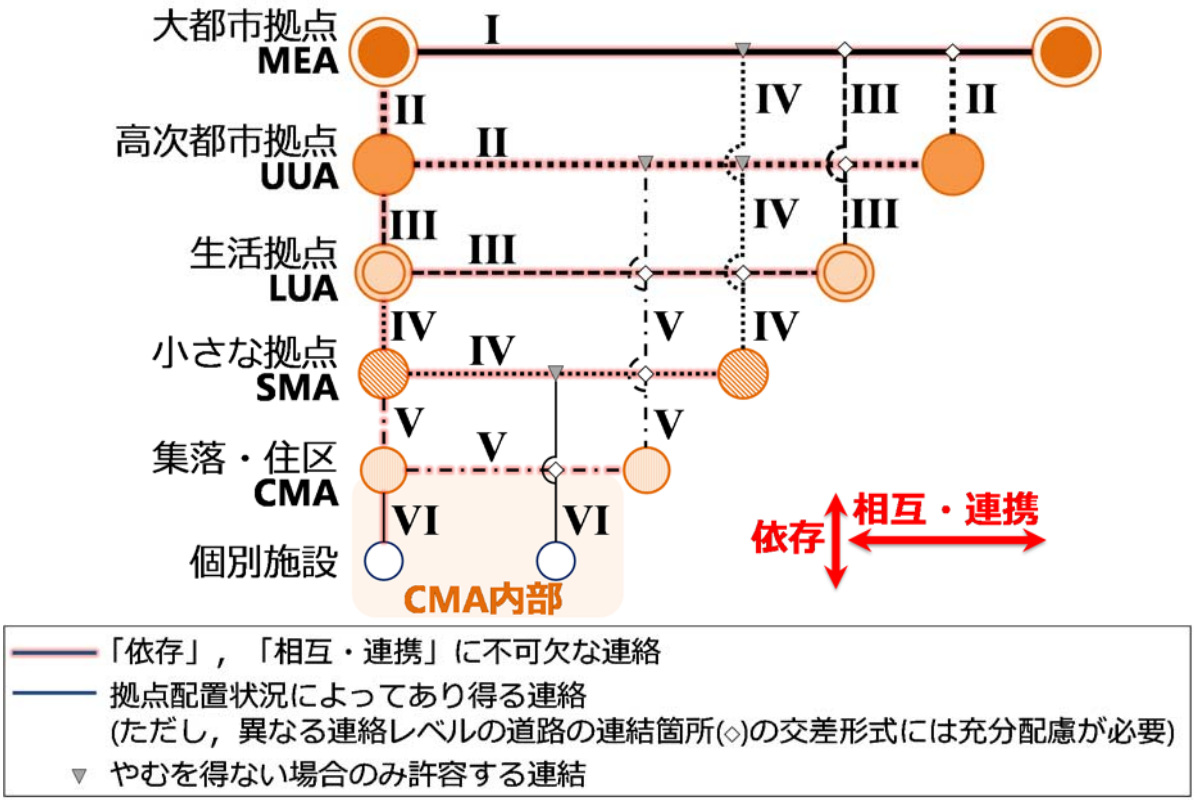


図2-2-3　拠点間の連絡レベルの概念図　上位の拠点領域に内包されていない場合

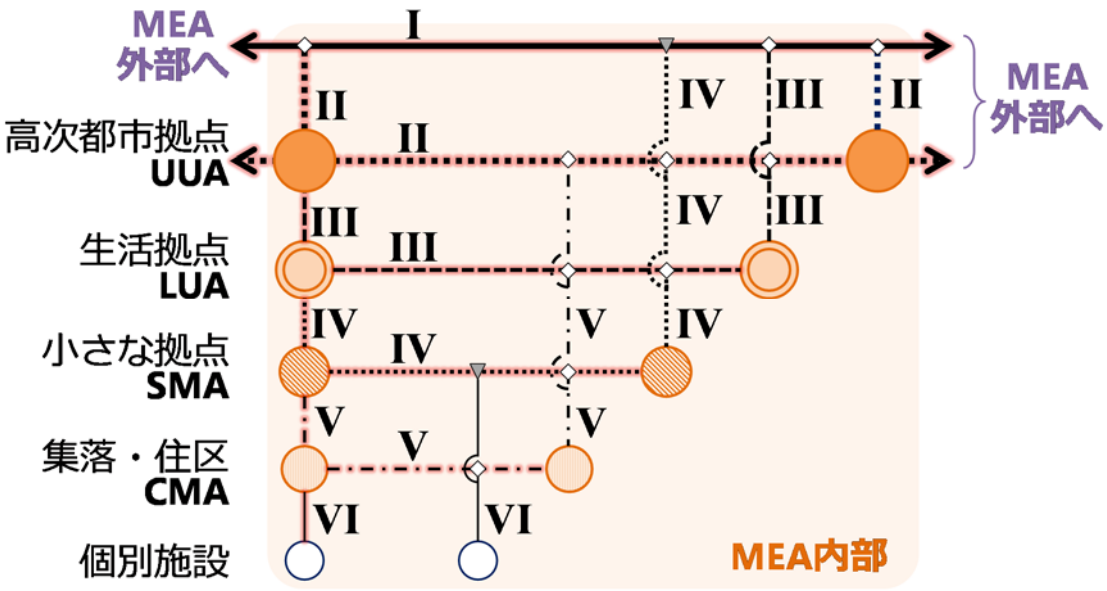


図2-2-4(a)　拠点間の連絡レベルの概念図　MEAに内包されている場合

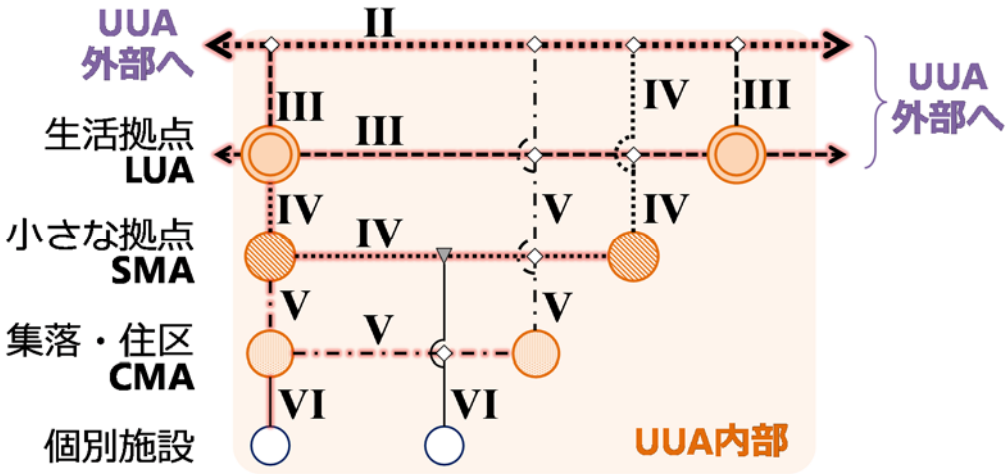


図2-2-4(b)　拠点間の連絡レベルの概念図　UUAに内包されている場合

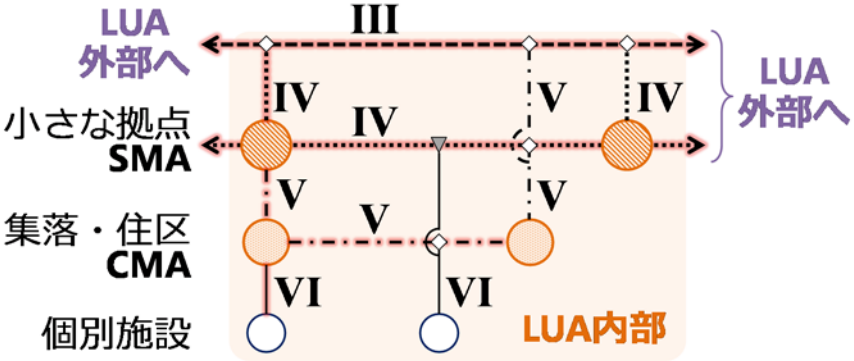


図2-2-4(c)　拠点間の連絡レベルの概念図　LUAに内包されている場合

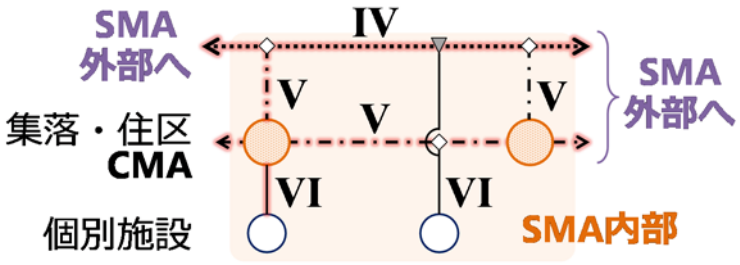


図2-2-4(d)　拠点間の連絡レベルの概念図　SMAに内包されている場合

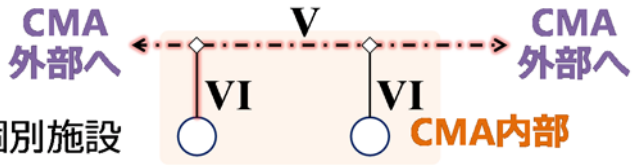
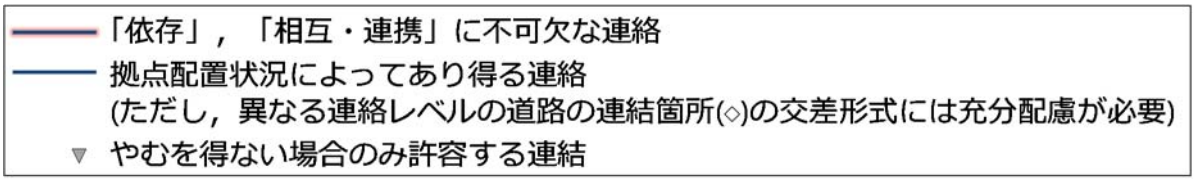


図2-2-4(e)　拠点間の連絡レベルの概念図　CMAに内包されている場合



(2) 拠点階層に対応した目標旅行時間

道路ネットワーク全体が目指すべき性能は，①個別施設から各拠点施設への目標旅行時間および②同一階層の隣接する拠点施設間の目標旅行時間によって設定される．ここでいう「個別施設」とは，個人の住居のような機能を持たない施設のことを指す．また，「拠点施設」は，同じ拠点領域内についても各種様々存在し，そのそれぞれを評価対象として設定しうるが，一般には拠点領域内の代表点(Center; 領域の機能を代表するに最も相応しい施設，あるいは拠点領域の重心(セントロイド)など)を用いればよい．この代表点を，MEC，UUC…などと表記する．

①個別施設から各階層の拠点施設までの目標旅行時間(**表2-2-2**①)は，**図2-2-5**が示すように，個人がどの程度の所要時間で各拠点階層の拠点施設に到達できるようにするかを意味する．人々の行動パターンや生活圏，拠点階層に向かう目的を考慮し合理的な値となるようにすべきである．

②同一階層の直近拠点施設までの目標旅行時間(**表2-2-2**②)は，拠点間の補完・連携のための目標である．単独でその拠点階層たる拠点施設を全て持たない拠点にとっては，この連絡を確保する重要性は特に高い．この代表である高次都市拠点の相互補完型については特に，国土のグランドデザイン2050による「高次地方都市連合」を参考に1時間以内とし，完結型のUUCと区別している．

目標旅行時間はトリップの実際の起終点となる施設に対して設定される値であるため，拠点領域内部におけるアクセス/イグレスを含めて評価しなければならない．通常，大都市拠点領域MEAのような上位の拠点領域ほど面積が大きいため，アクセス/イグレスに要する距離が長く，旅行時間への影響が重要といえる．

なお，**表2-2-2**の値は，将来的な拠点の再配置によって，都市・生活機能を持つ施設が集約されることを見据えて設定している．従って，現状の施設・居住地の配置のままでは，目標旅行時間の達成が困難な箇所が少なからず存在し，地域的な水準や地形条件を考慮した補正を行うことは避けられないと思われる．しかし一方で，この目標旅行時間が達成されるように拠点の再配置を検討することも必要である．

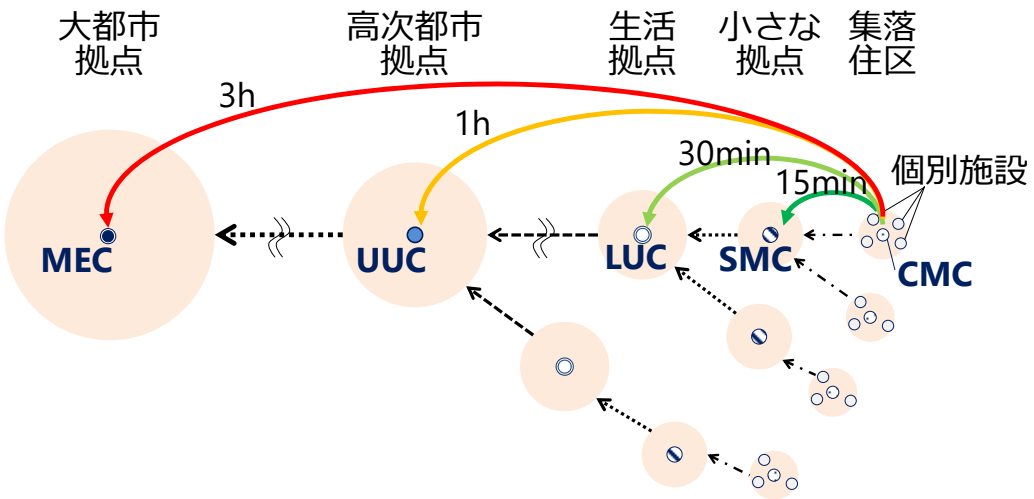


図2-2-5　個別施設から拠点までの目標旅行時間の概念図

(3) 道路階層化のために考慮すべき拠点領域間の距離の違い

通常，拠点領域間の距離は，下位の拠点階層ほど短く，上位の拠点階層ほど長いのが一般的である．言い換えれば，拠点間の連絡レベルがI,II,...と上位であるほど，拠点領域間距離も長い．

ただし，拠点領域の配置密度は地域によって様々であるため，同じ拠点階層同士の連絡であっても，拠点間距離にはバラツキがある．例えば，上位の拠点領域に内包される拠点間を連絡する場合には，そうでない拠点間を連絡する場合と比べて，拠点間距離は短くなることが多い．

拠点階層が同じであれば，拠点間距離に関わらず，目標旅行時間は一意に与えられる(表2-2-2)．従って，拠点間距離が長い場合の方が短い場合に比べて高速の道路で連絡しなければならないことになる．道路の階層区分は，このような拠点間距離による影響を考慮して適切なものを選択する必要がある．これについては2-3で述べる．以上のような拠点階層と拠点領域間距離の関係を概念的に描くと図2-2-6のようになる．

なお，拠点間距離が長すぎる場合には，道路の目標旅行速度が非現実的な値となってしまう．例えば，限界集落のようにCMAが点在しており，それぞれとSMAの間の距離が極めて長いような地域において，これら全てを高速の道路で連絡することは費用がかかり過ぎると予想される．このような場合には，CMAをSMAの近くに移転するなどの，拠点再配置を促し，拠点間の距離を短くする施策と併せて道路の再整備を行うことが必要であろう．

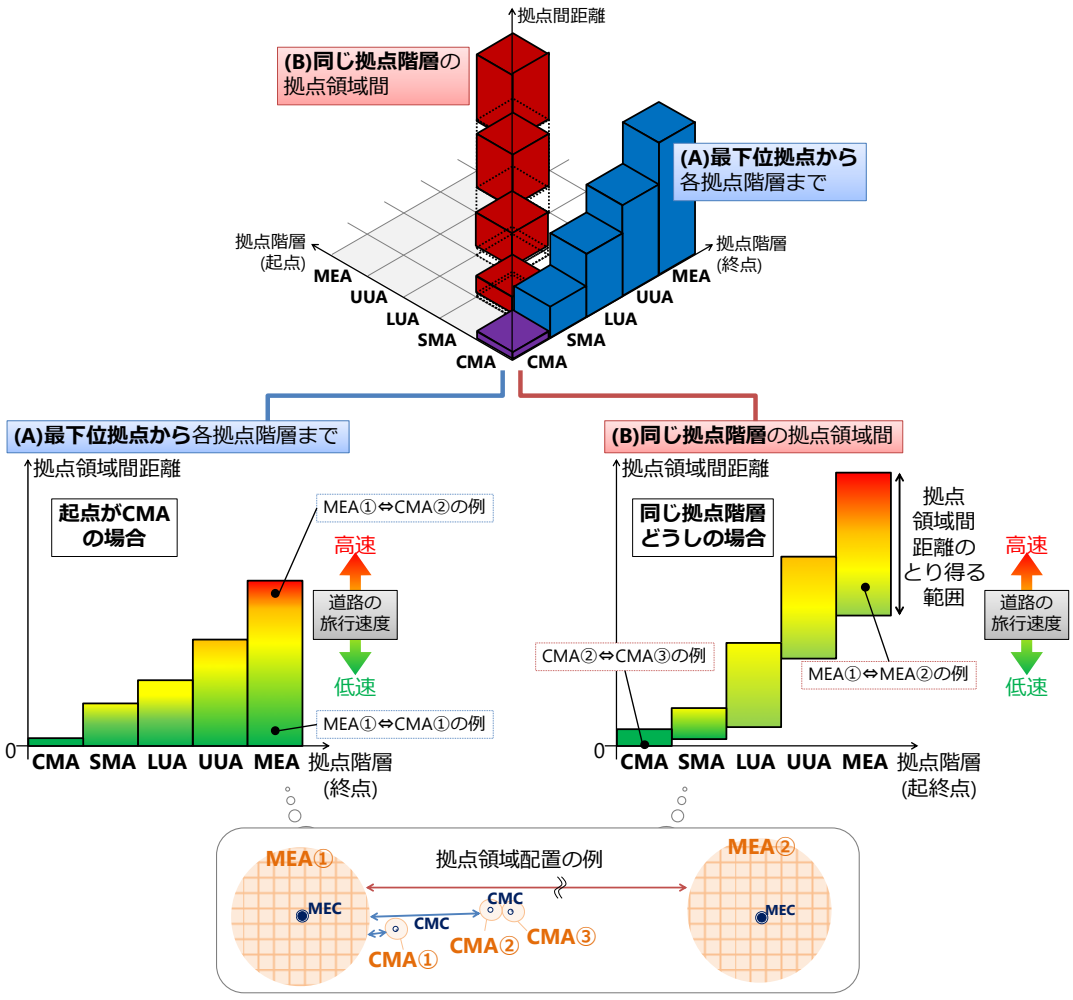


図 2-2-6　拠点階層の組み合わせと拠点間距離の関係

2-2　交通機能からみた道路分類

道路は，自動車交通を対象とした場合，交通機能であるトラフィック機能，アクセス機能，滞留機能の優先度によって分類される．ただし，トラフィック機能を考慮すべき道路については，道路周辺の沿道立地状況によって求められる構造要件や運用方法が大きく異なるため，市街地外・市街地内でさらに分類される．これにより，表2-2-4のように道路分類が決定される．

表2-2-4　自動車からみた交通機能および市街地内外の別による道路分類

自動車からみた交通機能	市街地外 (拠点領域外)	市街地内 (拠点領域内)	出入制限 AC	
			他道路	沿道施設
トラフィック	A_R	A_U	完全制御 FAC	
	B_R	B_U	部分制御 PAC	
	C_R	C_U	なし N	部分制御PAC
アクセス	D_R	D_U		なし N
滞留	-	E_U		

【出入制限ACの意味】他道路：他の道路との交差を立体にする
沿道施設：沿道の土地や施設からの出入庫を制限する

(1) 交通機能による分類

交通機能であるトラフィック機能，アクセス機能，滞留機能の優先度を基準として，道路をA, B, C, D, Eの5段階に大別する．

トラフィック機能優先の道路では，自動車専用となり出入制限も厳しくなる．A, Bでは，歩車分離が原則であり，必ずしも同じ断面に歩道が付帯している必要はない．一方，アクセス・滞留機能が求められるにつれ，歩行者・自動車といった他の利用者との共有空間が増えてゆく．

なお，表2-2-4は，現状道路の分類を表すのではなく，交通機能に対応した構造を考慮した場合に本来あるべき分類である．現状では，表2-2-4”B”のように，一般道で部分出入制限(PAC)を行ったトラフィック機能重視の道路は少ないが，今後整備が重要であることを示唆している．

(2) 市街地内外による分類

道路分類は，交通機能によるものに加えて，道路の存在する場所によって**沿道立地や出入交通などの影響が無視できない「市街地内」と，そうでない「市街地外」**に分けられる．**市街地内とは，拠点領域内のことを示す**ものとする．なお，今回は自動車からみた交通機能のみに着目しているが，特に市街地においては，その他の利用者からの視点や，空間機能などの付随的機能も求められる．

今回，市街地内外の別は，道路分類A~Eに市街地内(Urban)を表す「$_U$」，および市街地外(Rural)を表す「$_R$」を付けることで表現する．ただし，最もアクセス・滞留機能の高い道路分類Eは，常に個別施設からの出入庫を許容すべきものであるため，拠点領域内すなわち「市街地内」にしか存在しえない．従って，道路分類EにはE_Rは存在せずE_Uのみとなる．

2-3　道路階層区分マトリクスと接続方法

拠点間連絡レベルおよび道路分類を両軸として，道路階層区分マトリクスは，**表2-2-5**の通り定義される．また道路階層区分相互の接続は，その接続方法いかんによっては，道路の階層性や交通機能に著しい影響を及ぼすため，**表2-2-6**に示す接続方法に準じる必要がある．

表2-2-5　道路階層区分マトリクス

(a)上位の拠点領域に内包されていない場合

交通機能 / 拠点間の連絡レベル		トラフィック / アクセス / 滞留 (自専道) A_R	B_R	C_R	D_R	–	–	拠点間連絡の例 [凡そのトリップ長イメージ]
I	大都市間 MEA-MEA	◎	–	–	–	–	–	東京-名古屋 [200km~]
II	高次都市拠点→大都市 UUA-MEA 高次都市拠点間 UUA-UUA	◎	○	–	–	–	–	静岡-東京 静岡-三島・沼津 [30~100km]
III	生活拠点→高次都市拠点 LUA-UUA 生活拠点間連絡 LUA-LUA	○	◎	△	–	–	–	修善寺-三島・沼津 修善寺-伊東 [10~50km]
IV	小さな拠点→生活拠点 SMA-LUA 小さな拠点間連絡 SMA-SMA	–	–	◎	–	–	–	中伊豆-修善寺 中伊豆-土肥 [~10km]
V	住区→小さな拠点 COM-SMA 住区間連絡 COM-COM	–	–	–	◎	–	–	集落-学区中心 集落間 [~5km]
VI	住区内部	–	–	–	–	Uの表へ	–	集落・住区の内部は市街地内とみなすので該当しない

(b)上位の拠点領域に内包されている場合

交通機能 / 拠点間の連絡レベル		トラフィック / アクセス / 滞留 (自専道) A_U	B_U	C_U	D_U	E_U	(F_U)	拠点間連絡の例 [凡そのトリップ長イメージ] 三大都市;東京	地方都市;静岡
I	大都市間 MEA-MEA	–	–	–	–	–	–	存在しない	
II	高次都市拠点→大都市 UUA-MEA 高次都市拠点間 UUA-UUA	– ◎	– ○	–	–	–	–	新宿-丸の内 [~15km]	存在しない (三大都市のみ)
III	生活拠点→高次都市拠点 LUA-UUA 生活拠点間連絡 LUA-LUA	○	◎	△	–	–	–	中野-新宿 中野-荻窪 [~5km]	小規模都市では存在しない場合が多い
IV	小さな拠点→生活拠点 SMA-LUA 小さな拠点間連絡 SMA-SMA	–	–	◎	–	–	–	学区-中野 学区間 [~3km]	学区-清水 草薙-用宗 [~5km]
V	住区→小さな拠点 COM-SMA 住区間連絡 COM-COM	–	–	–	◎	–	–	X丁目-学区中心 X丁目-Y丁目 [~2km]	X丁目-学区中心 X丁目-Y丁目 [~3km]
VI	住区内部	–	–	–	△	◎	モール	住区内部 [~1km]	住区内部 [~1.5km]

【表中記号　凡例】◎：理想的，○：適用可能，△：拠点間距離や拠点の配置応じて適用可能

※ただし，都市名はいずれも行政区域全土を表すのではなく，「拠点領域」を意味する(c.f. 2-1項**表2-2-1**).

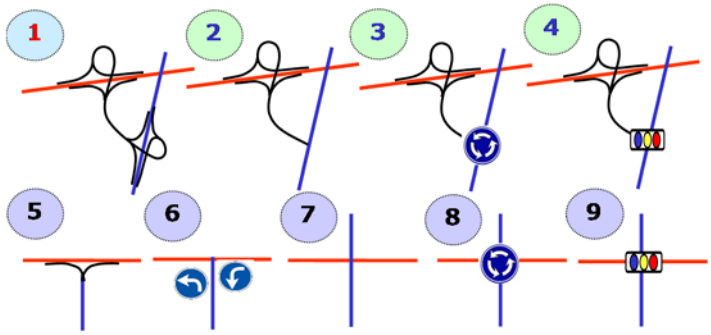
表 2-2-6　階層区分相互接続の可否と接続方式

同・下位道路 ＼ 上位道路		完全出入り制限 FAC		部分出入り制限 PAC		出入り制限なし N				
		A_R	A_U	B_R	B_U	C_R	C_U	D_R	D_U	E_U
FAC	A_R	1	1	1,3	1,3	1,2,3	2,3,4	–	–	–
	A_U		1	1,3	1,3	-	2,3,4	–	–	–
PAC	B_R			1,3, 8	1,3	2,3,4, 8,9	2,3,4, 8,9	5	5	–
	B_U				1,3	2,3,4, 8,9	2,3,4, 8,9	5	5	–
N	C_R					8,9	8,9	5,6,8,9	5,6,8,9	–
	C_U						8,9	5,6,8,9	5,6,8,9	7
	D_R							7,8,9	7,8,9	7,8
	D_U								7,8,9	7,8
	E_U									7,8

【表中解説】表中数字は下表の接続形式番号を示し，赤数字：立体・青数字：不完全立体・黒字：平面を表す.

表 2-2-7　接続形式番号

接続形式		接続形式番号	接続概要および遅れ時間				備　考
			主方向（上位道路）		従方向（下位道路）		
			接続方法	遅れ時間	接続方法	遅れ時間	
立　体		1	加減速車線で接続	なし	加減速車線で接続	なし	
不完全立体	（無信号）	2	加減速車線で接続	なし	無信号交差点で接続	少ない	
	（RAB）	3	加減速車線で接続	なし	RABで接続	▲	RAB：ラウンドアバウト
	（信号）	4	加減速車線で接続	なし	信号交差点で接続	多い	
平　面	（左折in-左折out①）	5	加減速車線で接続	なし	–	少ない	主方向に分離帯が設置されたT字形式での接続
	（左折in-左折out②）	6	加減速車線なしで接続	少ない	–	▲	
	（無信号）	7	無信号平面交差で接続	▲	無信号平面交差で接続	▲	
	（RAB）	8	RABで接続	▲	RABで接続	▲	RAB：ラウンドアバウト
	（信号）	9	信号平面交差で接続	多い	信号平面交差で接続	多い	



注)1～4 のランプ形状は図のトランペットの他,平面 Y・立体 Y・ダイヤモンド形式等複数ある点に留意

図 2-2-7　接続形式のイメージ図

(1) 拠点間連絡レベルに応じた道路分類決定の考え方

トラフィック機能とアクセス・滞留機能はトレードオフ関係にあるため，アクセス・滞留機能優先の場合，目標旅行速度は低くなければならない．このため道路分類が決まれば，設定可能な目標旅行速度はある程度限定され，またそれを実現するための構造要件もある程度特定できる．**表2-2-8**は各道路分類の目標旅行速度および構造要件の例を示している．

一方で，拠点間の各連絡レベルが対象とする距離には，**2-1(3)**で述べた通り，バラツキがある．**図2-2-8**で示すように，拠点間距離が長い場合には，旅行速度は高くなければならず，逆に距離が短ければ，旅行速度が低くてもよいことになる．また，拠点階層が上位であるほど拠点間の目標平均速度(=拠点間距離÷目標旅行時間)が高くなる場合には，連絡レベルが高いほど，そのレベルでの目標旅行速度も高くなるはずである．

表2-2-5は，このような拠点間の連絡レベル毎に求められる旅行速度の範囲と，それに応じて選択可能な道路分類の対応関係から導かれる．例えば，市街地外の連絡レベルIIIであれば，一般的な拠点間距離ではB_Rを用いることで目標旅行時間を達成可能と考えられるが，距離が長い場合にはA_Rを用いなければならないし，距離が短ければC_Rでも目標旅行時間を達成できる可能性がある．目標旅行時間が達成されるならば，他の拠点間トリップとの分離状況や費用制約等を考慮して，柔軟に道路分類を選択してよい．

表2-2-8　道路分類に応じた目標旅行速度と構造要件の設定例

道路分類	機能	沿道立地	出入制限AC	目標旅行速度の設定例		車線数*2
A_R	トラフィック	なし	完全制御 FAC	100~120km/h		4～
				90km/h		4～
				80km/h		3～
A_U		あり		60~80km/h		4～
B_R		なし	部分制御 PAC	60~70km/h		3～
				50km/h		2～
B_U		あり		50km/h		4～
C_R		なし	沿道施設からの出入は制限	40~50km/h		2～
				30~40km/h		1.5～
C_U		あり		30~40km/h	多様な利用者，アクセス・滞留指標*1	2～
D_R	アクセス 滞留	なし	なし N	(20km/h)		2～3
D_U		あり		20～30km/h		2
E_U		あり		NA		1

*1自動車交通の目標旅行速度達成のみが主たる性能目標ではなく，多様な利用者の観点やアクセス・滞留指標で評価すべき道路区分の参考値

*2車線数は機能を担保するための下限値(D_Rについては上限値も)であり，実際の設計においては，交通需要を考慮した上で目標旅行速度達成のために必要な車線数を最終決定する．また縦断面だけでなく，交差点間隔や交差形式などの横断面についても併せて決定する必要がある．(3-1-3に詳説)

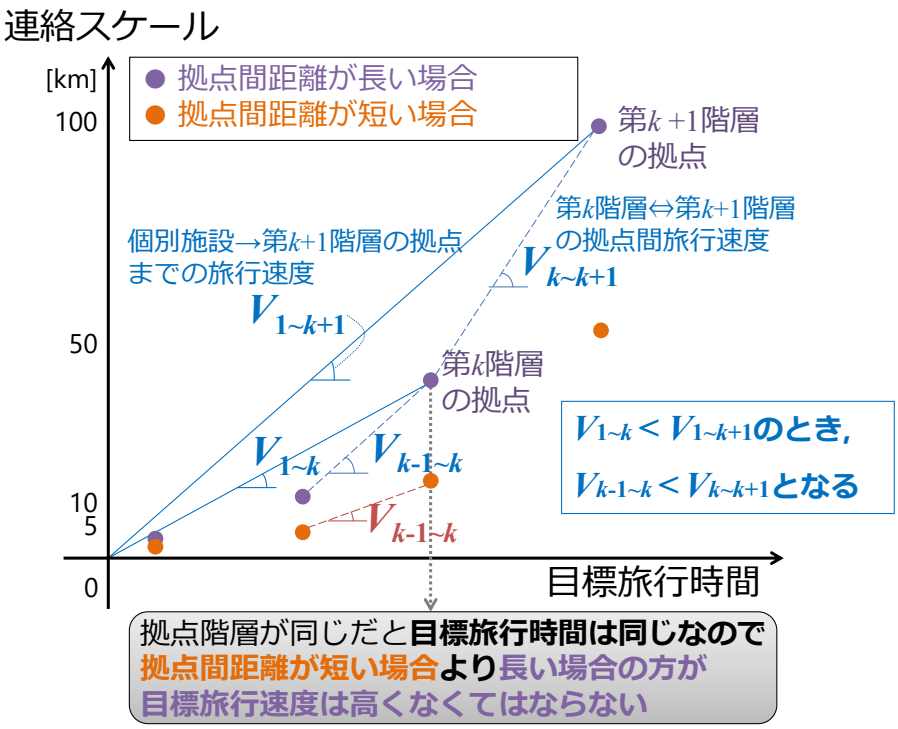


図2-2-8　拠点間距離と目標旅行速度の関係を示す概念図

(2) 道路の階層区分マトリクス

表2-2-5は，拠点間の連絡レベルI~VIと道路分類A_R/A_U~E_Uの対応関係を示している．一般に，連絡レベルが上位であるほど拠点間距離が長いため，トラフィック機能重視の道路分類と対応することになる．従って，連絡レベルと道路分類は，表中「◎」で示すような一対の関係にあることが理想とされる．ただし，2-1(3)で説明したように，同じ連絡レベルであっても拠点間距離にはバラツキがあるため，目標旅行時間(**表2-2-2**)を達成可能なのであれば，「○」や「△」を選択してもよい．

「△」となっている道路階層区分は，連絡レベルと道路分類の対応関係が標準的ではないもののため，適用を検討する際には，充分注意が必要である．基本的に，$C_{R/U}$-IIIは拠点間距離が充分短い場合のみ適用可能である．またD_U-VIは，都市内の大型施設がバス通りなどに面して立地している場合を想定して設けられているものである．

しかしながら，連絡レベルは拠点領域間に与えられる一方，目標旅行時間は拠点代表施設に与えられるものであるため，アクセス・イグレスの影響には充分注意が必要である．アクセス・イグレスとの関係を考慮した上での，各道路分類の目標旅行速度については，本編3-1で説明する．

(a) 市街地内外と道路階層区分

道路の階層区分表は，市街地外では**表2-2-5(a)**，市街地内では**表2-2-5(b)**をそれぞれ用いる．ここで，市街地内に適用する**表2-2-5(b)**での連絡レベルにおけるUUAなどの拠点領域は，常にそれより上位の拠点領域に内包されていることになる．

これらを模式的に表したものとして，**図2-2-9**を示す．**図2-2-9**は，2-1項で拠点分布の例として示した**図2-2-2**に拠点領域間連絡および道路階層区分を設定したものである．すべてのトリッ

プは，拠点領域内にある施設を起終点に持ち，OD間で使用する道路階層区分は，市街地内(アクセス)→市街地外(ラインホール)→市街地内(イグレス)のものへと切り替わる．例えば，図2-2-9の赤線部分(※)で示すような，郊外集落(CMA)内の住宅(個別施設)から都心市街地(UUA)にある会社のオフィス(個別施設)まで通勤するトリップの使用する道路階層区分として，図2-2-10のようなものが考えられる．ここではまず，個別住宅から出発したトリップは住宅地内(CMA内なので市街地内とみなせる)の地先道路であるE_U-VIによって市街地外へ脱し，集落間道路D_R-Vに接続する．D_R-Vは目的地のある都心市街地(UUA)と別の都心市街地(図2-2-9中のCMAの下にあるUUA)を連絡しているB_R-IIに接続しているため，これを利用して目的地のある都心市街地(UUA)まで行くことができる．B_R-IIは，都心市街地(UUA)の中に入ると，沿道状況が市街地内に変化しB_U-IIになる．都心市街地(UUA)に入ってからは，幹線道路C_U-IV，区画道路D_U-Vと階層を下りて行き，会社ある住区(UUAに内包されたCMA)内に入って，最後にE_U-VIによって入庫する．このように，道路の階層区分が段階的に切り替わりながら，旅行速度が低速→高速→低速へ変化することで，スムーズなアクセス・イグレスが実現するのである．

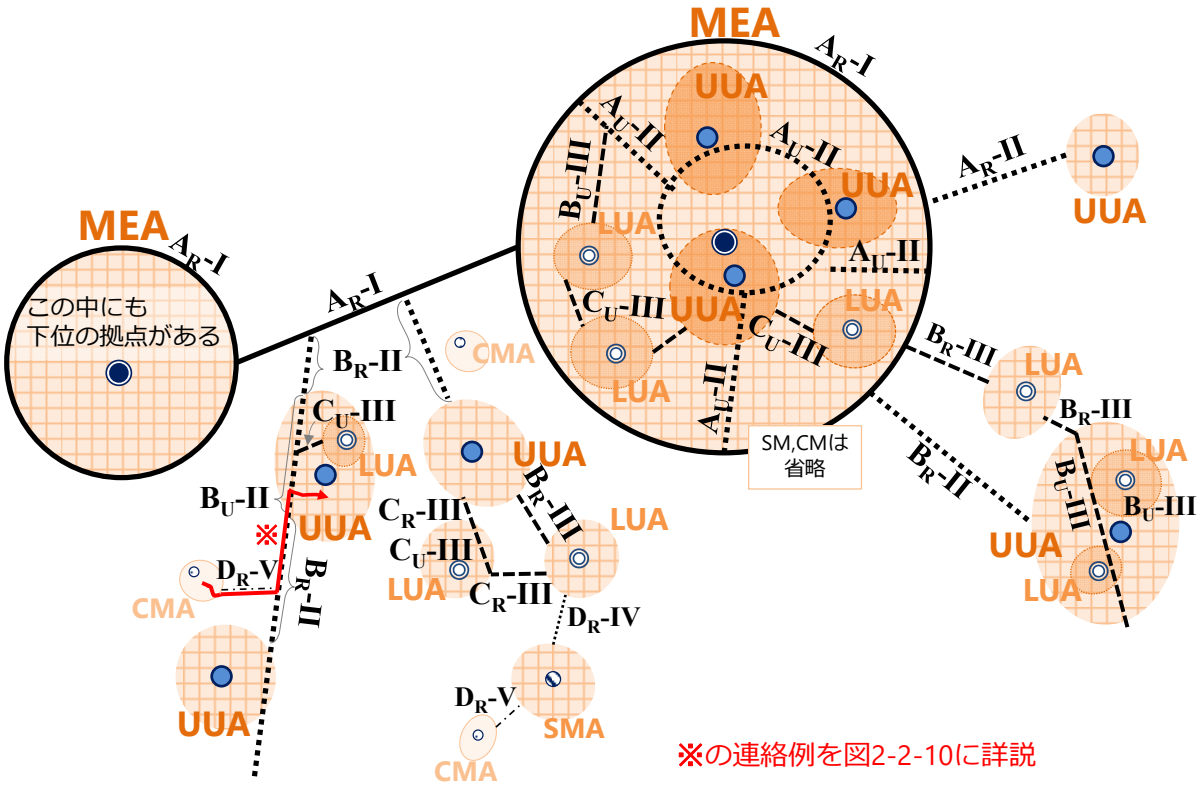


図2-2-9　拠点間連絡と道路階層区分の設定の模式図

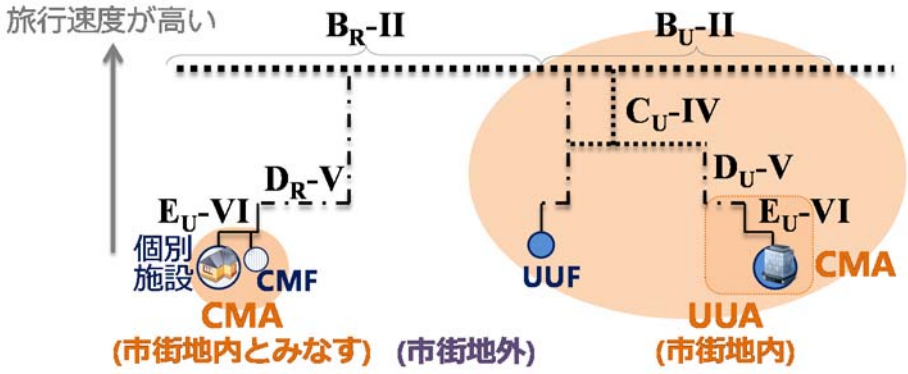


図2-2-10　郊外にある集落から都心市街地へ連絡する場合の道路階層イメージ

(b) 各道路階層区分の想定する道路

連絡レベルIは，首都圏～中京圏などの大都市拠点MEA間を直接連絡する．大都市拠点は最も上位の拠点階層であるため，連絡レベルIが上位の拠点領域に内包されることはあり得ない．従って，この連絡に適用できる道路分類は，常に市街地外で距離も長いためA_Rのみとなり，新東名高速道路や新名神高速道路，東北縦貫道などが該当する．

連絡レベルIIは，市街地外では，大都市圏と地方都市，または地方都市どうしを連絡する．その距離に応じて，A_R-II, B_R-IIがあり得る．A_R-IIは，東名・名神高速のほか，東海北陸道などが，B_R-IIは直轄国道のバイパス(常陸国道，国道23号など)や地域高規格道路などが該当する．一方，市街地内では，大都市拠点領域MEAに内包される高次な中心地区間を連絡することが想定される．三大都市圏のように圏域の広いMEAに内包される場合で拠点間距離が長くなると，A_U-IIが適用され，これには首都高速・阪神高速・名古屋高速といった都市内高速が該当する．一方，拠点間距離がそれほど長くない場合にはB_U-IIが適用され，都市内にある昭和通りなどのトラフィック機能を重視した一般道がこれに該当する．

連絡レベルIIIは，距離に応じてA, B, Cが選択できる．市街地外では，地方都市と市区町村，あるいは市区町村どうしを連絡するもので，A_R-IIIは新直轄や一般国道の自動車専用道路(伊豆縦貫など)が該当する．また，B_R-IIIは部分出入制御(PAC)を行った地域高規格道路が該当するほか，沿道出入が極めて少なく，実質的に部分出入制御を行ったに等しいとみなせる北海道の現道活用も想定される．C_R-IIIは地方部の国道が該当し，連絡すべき拠点間の距離や地形に応じて適切なものを選択する．一方，市街地内の連絡レベルIIIは，大都市拠点領域MEAや高次都市拠点領域UUAなどに内包される生活中心地区間を連絡する．A_U-IIIは都市高速，B_U-IIIは環七などに代表されるような部分出入制御を行った一般道，C_U-IIIは主要幹線街路であり，距離に応じて適切なものを選択する．

連絡レベルIVは，市街地外のC_R-IVには集落間道路が，市街地内のC_U-IVには幹線街路が該当する．

連絡レベルVは，日常的に買い物に出かけるような範囲を想定している．D_U-Vには，市町村道やバス通り，区画道路が該当する．

連絡レベルVIは, 集落・街区内CMAの個別施設を連絡するため, 市街地内にしか存在しない．このレベルは通過交通を対象としない．D_U-VIはいわゆる生活道路で，都市部の細街路(alley)や住宅地内の地先小径がこれに相当する. E_U-VIは滞留機能や歩行者交通を主とするコミュニティ道路が該当する．なお，F_U-VIは，歩車共存のモールなどのために設けた階層区分であるが，今回は自動車交通に主眼を置いているため研究対象としない．

(3) 階層区分相互の接続方法

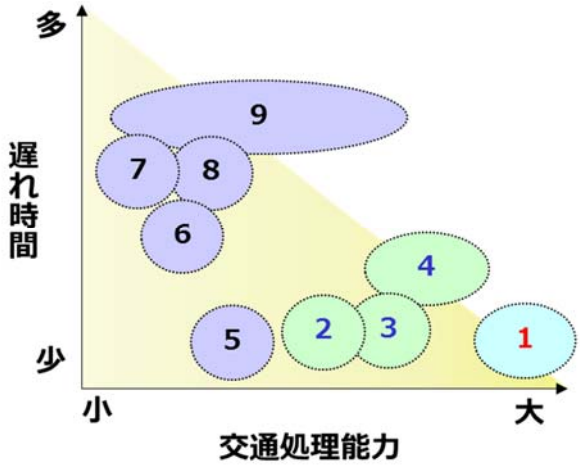
道路の階層区分相互のむやみな接続は，道路ネットワークの階層性を台無しにしてしまうだけではなく，目標旅行速度等の性能維持を困難とするなど,階層型ネットワークを構築するうえで致命的な問題となる.

そこで**表 2-2-6** において，階層区分相互の「接続可否」と「接続する際の形式」について規定した.

同表は，上位道路(階層)から見た場合の接続を示した三角表となっている.

一般に接続形式の決定は，交通処理能力が優先される傾向があり，**図 2-2-11** に示すとおり交通処理能力面で対応幅が広い信号が比較的安易に採用される事例が多い.

階層区分に応じた目標旅行速度性能を実現するためには，目標旅行時間を達成すべき区間を設定し，**表 2-2-6** に規定した接続形式(複数選択肢)より，予測交通需要の処理が可能で，かつ目標旅行時間からみて区間の遅れ時間が許容範囲となる形式を採用することが重要となる.



接続形式		接続形式番号
立　体		1
不完全立体	(無信号)	2
	(RAB)	3
	(信号)	4
平　面	(左折in-左折out①) 加減速車線併用	5
	(左折in-左折out②) 加減速車線なし	6
	(無信号)	7
	(RAB)	8
	(信号)	9

図 2-2-11　接続形式の概要

(a) 上位道路Aの接続

道路分類Aの道路が下位道路に接続する場合は，地域高規格道路に相当するBないしは主要地方道，主要幹線道路に相当するCまでの接続を限度とする.

また高速サービスを提供する道路分類Aの旅行時間性能を接続箇所で失わないよう，立体・不完全立体での接続を基本とし，C_Uでは現状を踏まえ一部不完全立体(信号)までを許容することとした.

表 2-2-9　上位道路 A の接続

同・下位道路 ＼ 上位道路		完全出入り制限 FAC		部分出入り制限 PAC		出入り制限なし N				
		A_R	A_U	B_R	B_U	C_R	C_U	D_R	D_U	E_U
FAC	A_R	1	1	1,3	1,3	1,2,3	2,3,4	–	–	–
	A_U		1	1,3	1,3	-	2,3,4	–	–	–

(b) 上位道路Bの接続

道路分類Bの道路が下位道路に接続する場合は，主要地方道，主要幹線道路に相当するCまでの接続を限度とする．ただし，側道や一般街路であるDが接続するケースも想定されるため，Bの本線旅行速度に影響を与えない加減速車線を併用したT字接続に限り，接続を許容することとした．

また中速サービスを提供する道路分類Bの旅行時間性能を接続箇所で失わないよう，立体・不完全立体での接続を基本としつつ，交通需要に応じて不完全立体(RBT)，平面(RBT)が採用できることとすることで遅れ時間を意識した接続形式選択が可能となるよう配慮した．

またCとの接続は現状を踏まえ，平面(信号)を規定しているが，Bの旅行時間性能を踏まえた適正な配置を前提する点に留意されたい．

表 2-2-10　上位道路 B の接続

同・下位道路 ＼ 上位道路		完全出入り制限 FAC		部分出入り制限 PAC		出入り制限なし N				
		A_R	A_U	B_R	B_U	C_R	C_U	D_R	D_U	E_U
PAC	B_R			1,3,8	1,3	2,3,4,8,9	2,3,4,8,9	5	5	–
	B_U				1,3	2,3,4,8,9	2,3,4,8,9	5	5	–

(c) 上位道路Cの接続

道路分類Cの道路が下位道路に接続する場合は，C_Rのみ接続時の速度差に配慮してE_Uとの接続を禁止するものの，C_UはE_Uまでの接続を許容した．

C相互の接続では，遅れ時間に配慮した平面(RBT)での接続を推奨しつつ，交通需要処理が難しい場合に平面(信号)を採用できる規定としたが，Cの旅行時間性能を踏まえた適正な配置を前提する点に留意されたい．特に4車線以上のC相互の接続では立体化による交差点密度の削減等を検討されたい．

Dとの接続は，T字接続も追加し，C相互の接続と同様の形式を規定した．

Eとの接続は，マイナー交差点となるため平面(無信号)に限定し規定した．

表 2-2-11　上位道路 C の接続

同・下位道路 ＼ 上位道路		完全出入り制限 FAC		部分出入り制限 PAC		出入り制限なし N				
		A_R	A_U	B_R	B_U	C_R	C_U	D_R	D_U	E_U
N	C_R					8,9	8,9	5,6,8,9	5,6,8,9	–
	C_U						8,9	5,6,8,9	5,6,8,9	7

(d) 上位道路D, Eの接続

道路分類Dの道路が下位道路に，道路分類E相互が接続する場合の接続制限はない.

D相互の接続は, 交通需要に応じて平面(無信号･RBT･信号)より選択することを基本とする.

DとEまたはE相互の接続は，不用意な遅れを発生させる平面(信号)のを規定外とし，平面(無信号・RBT※)を規定した.　※ミニラウンドアバウトを想定

表 2-2-12　上位道路 D, E の接続

同・下位道路 / 上位道路		完全出入り制限 FAC		部分出入り制限 PAC		出入り制限なし N				
		A_R	A_U	B_R	B_U	C_R	C_U	D_R	D_U	E_U
N	D_R							7,8,9	7,8,9	7,8
	D_U								7,8,9	7,8
	E_U									7,8

2-4　道路の階層化による効率的移動の実現

階層化された道路ネットワークに再編されれば，効率的な移動が可能となり，既存ストックを賢く使うことが可能となる．わが国の道路階層の中でもキーとなる一般道路(class C)と高速道路(class A)の中間的な速度サービスを有する幹線道路(class B)が形成されれば，移動の効率性が飛躍的に向上することが試算されている．

≪道路の階層化による移動の効率性向上効果(2 つの試算)≫

わが国において，道路の階層化が実現することで，移動の効率性がどの程度向上するのか，ここでは，旅行速度が高い層(class A)と低い層(class C)で構成された2階層の道路ネットワークに幹線道路(class B)を加えた3階層の道路ネットワークを想定し，2つの試算を行った．

［試算 1］幹線道路(class B)が有効に機能する範囲と時間短縮効果

高速道路(class A)の時間短縮効果を得られない都市間では，一般道路(class C)による移動が強いられることとなる．その際，都市間距離が長いほど非効率な移動となるのは明らかであり，このような都市間では，幹線道路(class B)の存在が重要な意味をもつ．

そこで，図2-2-12に示すわが国の代表的なネットワーク構造において，幹線道路(class B)が有効に機能する範囲を試算した．旅行速度を一般道路(class C) 35km/h，幹線道路(class B) 60km/h，高速道路(class A) 95km/h，幹線道路までの距離を2～4km，高速道路(class A)までの距離を10kmとすれば，都市間距離が最小で10～20km，最大で40～50kmの範囲で幹線道路(class B)が有効に機能することがわかった．これは，各県の生活圏を構成する都市間距離と同程度である．

さらに，この道路条件において，一般道路(class C)と高速道路(class A)の2階層と幹線道路(class B)を加えた3階層の場合の旅行時間を平成22年度道路交通センサスによるトリップ長分布を用いて計算すると，10～15%の時間短縮が期待される結果が得られた．時間短縮効果は，上記のような範囲の高速道路(class A)によるメリットが得られなかった区間はもちろんであるが，これに加えアクセス・イグレス時間が短縮するため，高速道路(class A)利用者にもメリットが享受されることが注目される．

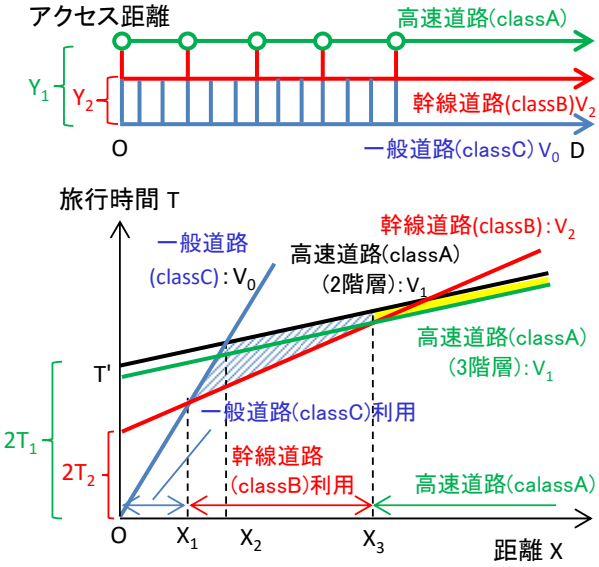


図2-2-12ネットワーク条件

表2-2-13　幹線道路(class B)が有効な範囲

幹線道路(classB)までの距離	最小距離(X_1)	最大距離(X_3)
2km	10km	49 km
3km	14 km	40 km
4km	19 km	38 km

表2-2-14　幹線道路(class B)による時間短縮効果

幹線道路(classB)までの距離	旅行時間評価値*		減少率 ②/(①+②)
	①2 階層	②3 階層	
2km	3,433	2,897	15.6%
3km		3,029	11.8%
4km		3,122	9.0%

*旅行時間評価値=旅行時間×TP長分布[%]/100

［試算 2］幹線道路(class B)がもたらす効果の定量評価

現在の道路ネットワークに対して，新しく階層化をもたらす道路整備によって，道路環境は改善される．しかし，この改善には階層化による効果のみならず，道路整備自体による効果も含まれている(図2-2-13).

階層化による効果のみを計量するために，現在の道路ネットワークに対して，必ず何かしらの道路整備を行う状況を例に検討した．すなわち，図2-2-14aに示すように，一般道路(class C)と高速道路(class A)との2階層の道路ネットワークに対して，

x)中間的な速度となる幹線道路(class B)を整備した状態(階層数が3になる)

y) 高速道路(class A)を整備した状態(高速道路が複数となるが，階層数は2で変わらない)

z) 一般道路(class C)を整備した状態(一般道路が複数となるが，階層数は2で変わらない)

を定義した．これら3つの状態は，それぞれ道路整備を行っているため，それぞれのネットワークにて得られた効果を相互比較することで，階層化の効果のみが差として表現できる．

図2-2-14に示す道路ネットワークを対象に，各ノード間のOD交通量，各道路の走行時間関数を与え，分割配分法により各リンクの交通量を計算した．配分結果から各リンクの交通量はその容量を超過していないため，この検討結果は，道路本来の性能をもとにした評価である．

整備後のネットワーク評価基準として，配分後の交通量に対する1ODあたりの移動時間，および1トリップあたりの移動時間を用いたところ，図2-2-15および図2-2-16に示すとおり，どちらの基準においても，階層化によるメリットが大きいことが明らかになった．この傾向は，OD特性などネットワーク特性を変更させても成立している．

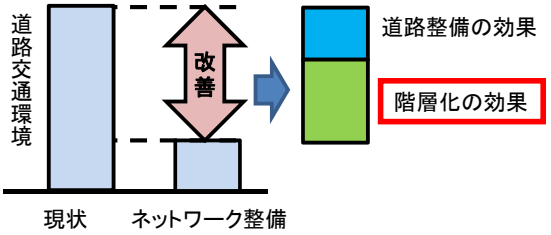


図 2-2-13　階層化整備による効果

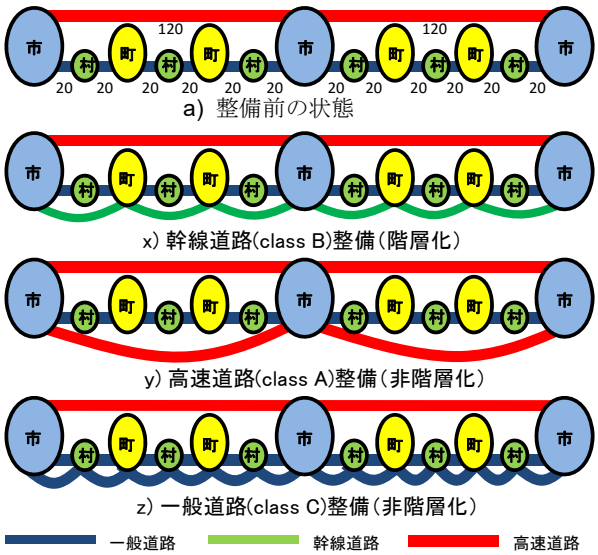


図 2-2-14　各整備によるネットワーク状態

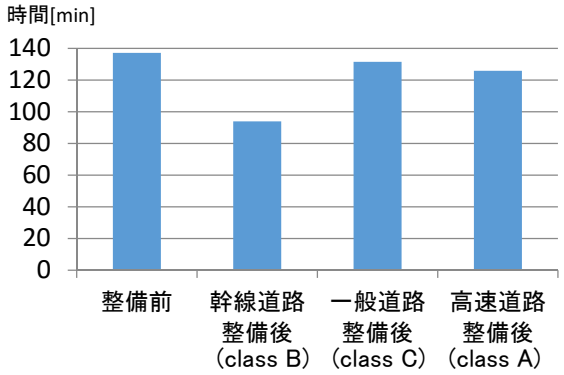


図 2-2-15　1OD あたりの平均移動時間

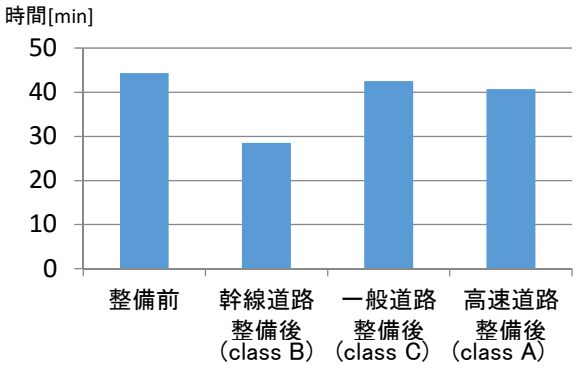


図 2-2-16　1 トリップあたりの平均移動時間

2-4 の参考資料

≪道路の階層化による移動効率の向上効果(2 つの試算)≫

道路ネットワークに対する階層化の意義については,「Ⅰ.性能照査型道路計画設計の考え方」の中で説明している．しかし，図2-2-17に示す道路交通センサスの混雑時旅行速度データによれば，一般道路は道路の種類による違いを見出すことができない．一方で，高速道路と一般道路との間には旅行速度に30～40km/h程度の大きな差がみられる．これは，高速道路に期待される速度サービスからすれば，一般道路において低速域から高速域に至る間において，階層的なサービスがされていない．つまり，わが国には，2-2，2-3に示す道路分類「B」，「B_U」に相当する幹線道路(以降,「幹線道路」という)が少ないことを表している．

このようなわが国の現状に対し，道路の階層化が実現することで，移動の効率性がどの程度向上するのか，ここでは，旅行速度が高い層と低い層で構成された2階層の道路ネットワークに幹線道路を加えた3階層の道路ネットワークを想定し，2つの試算を行った．

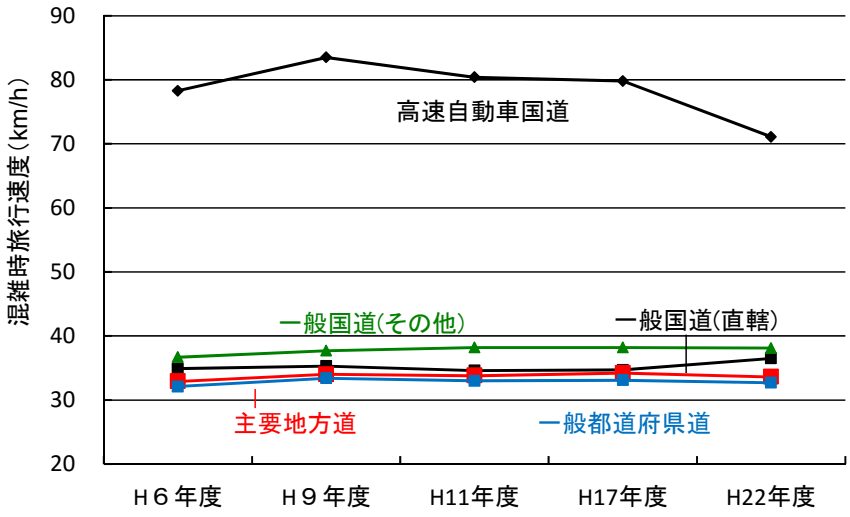


図 2-2-17　道路種別別混雑時旅行速度の推移

［試算 1］幹線道路が有効に機能する範囲と時間短縮効果

高速道路の時間短縮効果を得られない都市間では，一般道路による移動が強いられることとなる．その際，都市間距離が長いほど非効率な移動となるのは明らかであり，このような都市間では，幹線道路の存在が重要な意味をもつ．

そこで，一般道路と高速道路による2階層のネットワークに，幹線道路を加えた図2-2-18(上段)に示す3階層のネットワークを想定し，これらによって算出される旅行時間などから，幹線道路が有効に機能する範囲(旅行速度や都市間距離)と時間短縮効果を明らかにする．

このとき，発生・集中ノードは，一般道路線上にあるものと考える．また，一般道路，高速道路，幹線道路の旅行時間は，V_0，V_1，V_2を有し，高速道路までは距離Y_1，幹線道路までは距離Y_2を必要とする．その際，Y_1の旅行速度は，幹線道路がない2階層の場合はV_0とするが，3階層の場合は，幹線道路から高速道路までの間(Y_1-Y_2)はV_2で走行できるものとする．なお，この

試算では，一般道路の旅行速度V_0は，図2-2-17などの状況を踏まえ35km/h，高速道路の旅行速度V_1は，高速自動車国道の実勢速度を踏まえ95km/h[9]とした．

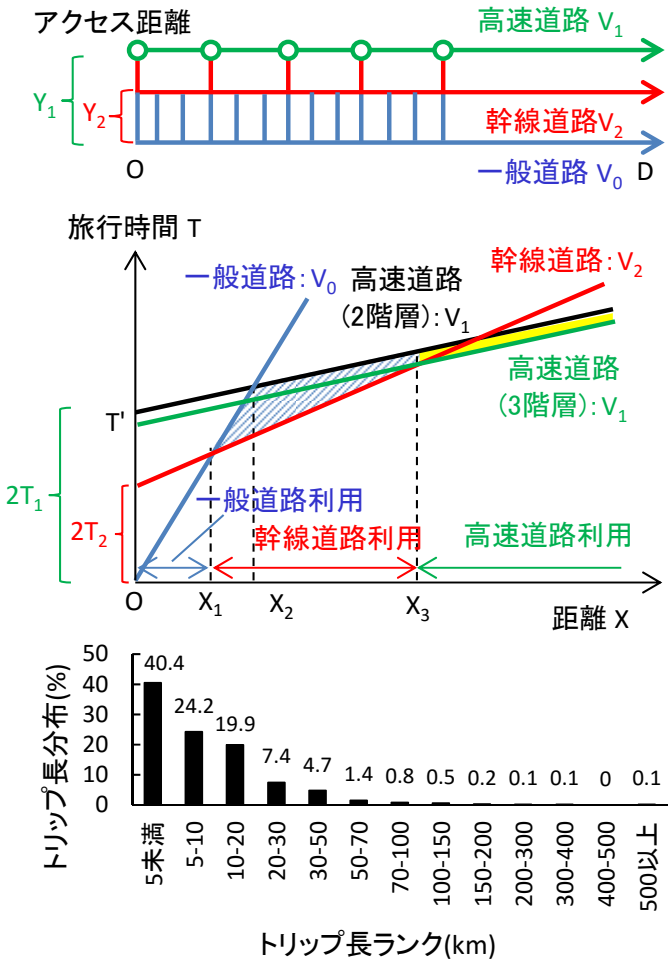


図 2-2-18　試算 1 で想定するネットワークモデル

(a) 合理的な幹線道路の旅行速度

上記道路条件は，図2-2-18(中段)に示す距離-旅行時間図として表現することができる．

このとき，高速道路は，幹線道路が加わり3階層となることで旅行時間がT'減少する．また，距離X_1を超えると一般道路による移動よりも幹線道路を利用した方が旅行時間は短くなる．一方，高速道路を利用する3階層の場合よりも幹線道路までを利用した方が旅行時間が短くなるのは距離X_3を下回る場合である．

このことから，X_1およびX_3は，それぞれ以下の式で表すことができる．

$$X_1 = \frac{2Y_2}{V_0} \Big/ \left(\frac{1}{V_0} - \frac{1}{V_2} \right) \tag{2-2-1}$$

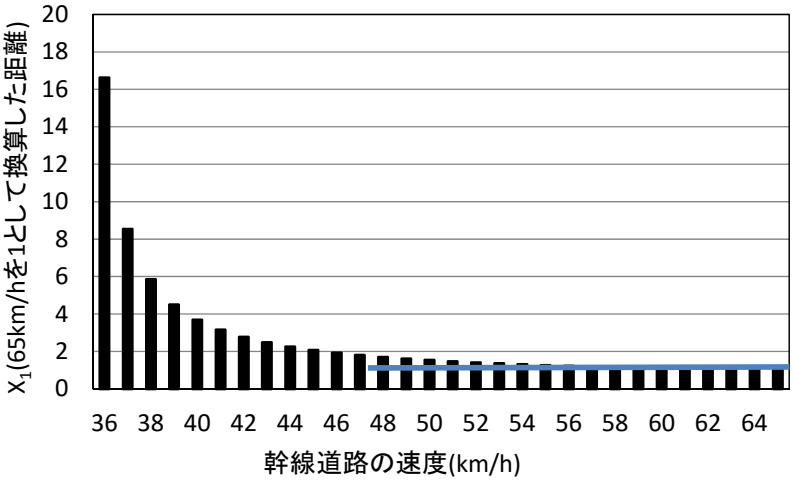
$$X_3 = \frac{2(Y_1 - Y_2)}{V_2} \Big/ \left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right) \tag{2-2-2}$$

このとき，V_0=35km/h，V_1=95km/hとした場合の幹線道路の旅行速度V_2とX_1，X_3の関係は，それぞれ図2-2-19(a)，(b)のとおりとなる．(図2-2-19では，旅行速度がそれぞれ65km/h，46km/hのときの距離を1として表現している．)

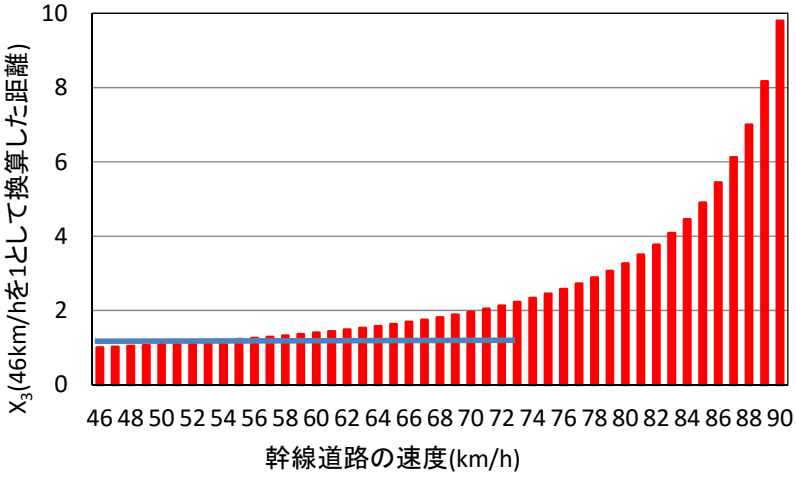
図2-2-18(中段)からもわかるように，幹線道路の旅行速度が高いほど，X_1の値は短くなり，幹線道路の有効な範囲は広がることとなる．しかし，図2-2-19(a)からは，旅行速度が50～55km/hを超えると距離はさほど短くはならず，幹線道路の有効な範囲は広がらない．

反対に，幹線道路の旅行速度が高いほど，X_3の値は大きくなる．しかし，幹線道路の旅行速度が高速道路の旅行速度(ここでは，V_1=95km/h)と同じとなった場合，高速道路の存する意味が無くなるように，幹線道路の旅行速度が一定水準を超えると高速道路の利用価値の低下を招く恐れがある．図2-2-19(b)によれば，60～65km/hを超えるとこの傾向は顕著となる．

これらを踏まえれば，幹線道路の合理的な旅行速度は，50～65km/h程度となる．



(b) 下限値



(a) 上限値

図 2-2-19　幹線道路の旅行速度と幹線道路が有利となる距離との関係

(b) 幹線道路が有効な距離帯と時間短縮効果の算出

図2-2-18(中段)に示す一般道路，幹線道路，高速道路をそれぞれ利用した場合の旅行時間を距離帯別に算出し，幹線道路の利用が有効な距離帯(x_1～x_3)とそれによる時間短縮効果を明らか

にする．

ここで，高速道路ICは，平成24年4月1日現在で高速道路延長(8,021km)に対し，868箇所[10]が整備されており，平均IC間隔は9.2kmとなる．これを踏まえ，高速道路のIC間隔を10kmとする．また，高速道路までの距離Y_1も10kmと仮定する．

一方，幹線道路までの距離は，一般国道の直轄バイパスなどを想定すれば，都市の郊外部に整備されるものと考えられる．例えば，静岡県の東海道沿線は，国道1号バイパスが比較的高い規格で概成されているが，都市中心部(市役所)からの距離は1.5～5km程度である(**表2-2-15**参照)．このため，アクセス・イグレスの組合せを考慮し，幹線道路までの平均的な距離Y_2を2km，3km，4kmの3ケースとする．なお，幹線道路の旅行速度は，(a)を踏まえて60km/hとし，便宜的に幹線道路と一般道路の接続は2km間隔，旅行時間は2kmごとに算出する．

表 2-2-15　都市中心部から国道 1 号 BP までの距離

都市名	人口	路線名	距離(km)
沼津市	211,288	沼津ﾊﾞｲﾊﾟｽ	4.2
静岡市	724,954	静清ﾊﾞｲﾊﾟｽ	3.8
藤枝市	143,278	藤枝ﾊﾞｲﾊﾟｽ	3.5
掛川市	114,908	掛川ﾊﾞｲﾊﾟｽ	1.7
磐田市	174,884	磐田ﾊﾞｲﾊﾟｽ	2.8
浜松市	814,815	浜松ﾊﾞｲﾊﾟｽ	5.1

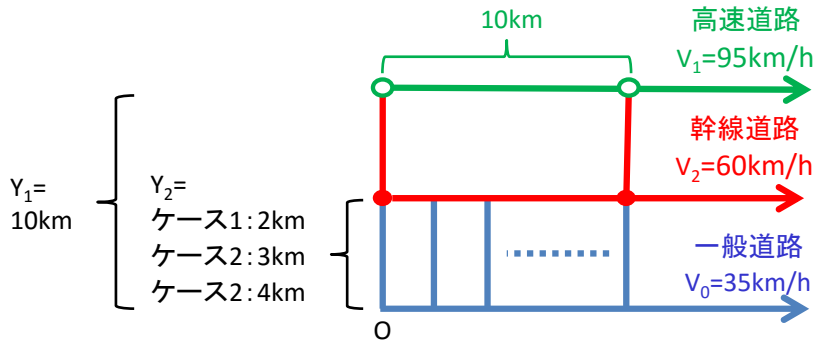


図 2-2-20　算出ケース

i) 幹線道路が有効な距離帯

図2-2-21は，幹線道路までの距離が2kmの場合(ケース1)において，一般道路，幹線道路，高速道路それぞれを利用した場合の旅行時間を距離帯別に示している．

この中で，高速道路利用による旅行速度は，一般道路と高速道路のみの2階層と，これに幹線道路の旅行速度を加えた3階層の2種類を表示している．ただし，高速道路利用による旅行時間は，一つ先のICから戻る方が短い場合もあり，一律には増加しない．

幹線道路の有効な範囲は，一般道路と幹線道路の交点を超える距離から幹線道路と高速道路(3階層)の交点までの距離であり，**表2-2-16**はそれぞれの値を示している．幹線道路までの距離が短いほど幹線道路の有効な範囲が広がることは，**図2-2-18**(中段)からも明らかであるが，全体としてみれば，最小で10～20km，最大で40～50kmがその範囲である．これは，各県の生活圏を構成する都市間距離と同程度であると考えられる．

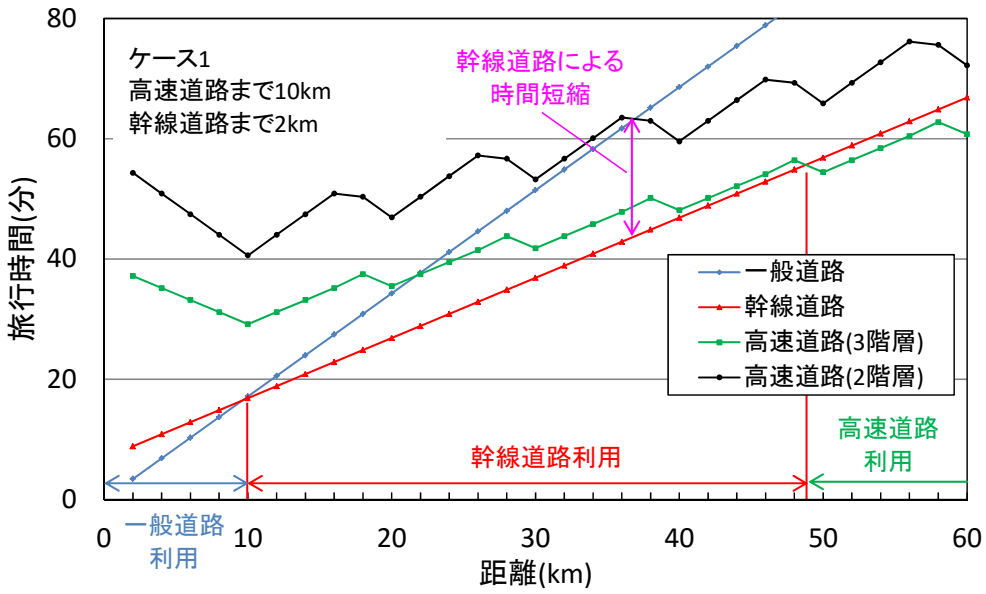


図 2-2-21　道路の種類別旅行時間(ケース 1)

表 2-2-16　一般道路・高速道路の利用に対し幹線道路の利用が有効な範囲

幹線道路 までの距離	一般道路 利用	幹線道路 利用	高速道路 利用
ケース 1：2km	10km	49 km	
ケース 2：3km	14 km	40 km	
ケース 3：4km	19 km	38 km	

ii) 幹線道路による旅行時間の短縮

幹線道路によって得られる旅行時間の短縮時間の最大値は，**図2-2-21**の一般道路と高速道路(2階層)の交点と幹線道路との差であり，**表2-2-17**のとおりケース1では19分，ケース3では12分の時間短縮が期待される．

一方，幹線道路は，高速道路に連絡するまでの旅行時間を短縮（高速道路(2階層)－高速道路(3階層))させ，高速道路利用に対してもメリットが高い．ここでは，幹線道路から高速道路までの区間について，幹線道路によって連絡することを想定しているので，幹線道路までの距離が短いケース1において最も旅行時間の短縮が図られることとなる．**表2-2-17**では，各ケースの最大･最小の値を示しているが，最大で13～16分の旅行時間の短縮を得ることとなる．

表 2-2-17 幹線道路による旅行時間の短縮時間

幹線道路 までの距離	最大短縮時間	高速道路利用の短縮時間	
		最小	最大
ケース 1：2km	19 分	11 分	16 分
ケース 2：3km	15 分	10 分	14 分
ケース 3：4km	12 分	9 分	13 分

iii) 幹線道路による旅行時間の短縮効果

本研究では，**図2-2-18**(中段)に示す一般道路と高速道路の利用の場合とこれに幹線道路を

加えた場合の距離別の最短旅行時間にトリップ長分布(図2-2-18(下段))を乗じて求めた値(以降,「旅行時間評価値」という)より，幹線道路による旅行時間の短縮効果を算出し，その結果を表2-2-14に示している．トリップ長分布(距離帯別トリップ数／全トリップ数)は，平成22年度道路交通センサスOD調査による全国の値[10]を用いている．これまでも述べているように，各ケースの違いは，幹線道路までの距離によるものであるが，ケース1では16%，ケース3でも9%の時間短縮効果が期待される．

さらに，この旅行時間の短縮は，図2-2-22のようにa, b, cの領域に分解することができる．表2-2-18では，幹線道路によって得られる各領域における旅行時間評価値の減少量の内訳についても示している．

この中で, aは一般道路から幹線道路の利用によって時間的メリットを受ける距離帯である．一方，bは高速道路よりも幹線道路の利用の方が旅行時間が短い距離帯であるが，既に高速道路利用(2階層)によって一定の時間短縮は受けている．このaとbの値を比較すると，aがbを大きく上回っており，これまで高速道路のメリットを受けられなかった距離帯において特に有効であることがわかる．

一方で，cの値は，幹線道路によって高速道路利用者が受ける時間短縮分である．この短縮時間は，ケース1が最も大きいものの(表2-2-17)，高速道路の利用の方が幹線道路の利用と比べ旅行時間が短くなる距離は，他のケースよりも長い(表2-2-16)．さらに，図2-2-18(下段)にみるように，トリップ数の割合は，トリップ長が長いほど小さい．このため，ケース1のcは，他のケースよりも小さい値となっている．しかしながら，ケース1でもcの値は，全体の30%以上を占めているように，幹線道路によって，高速道路利用者にも高いメリットが期待されることがわかる．

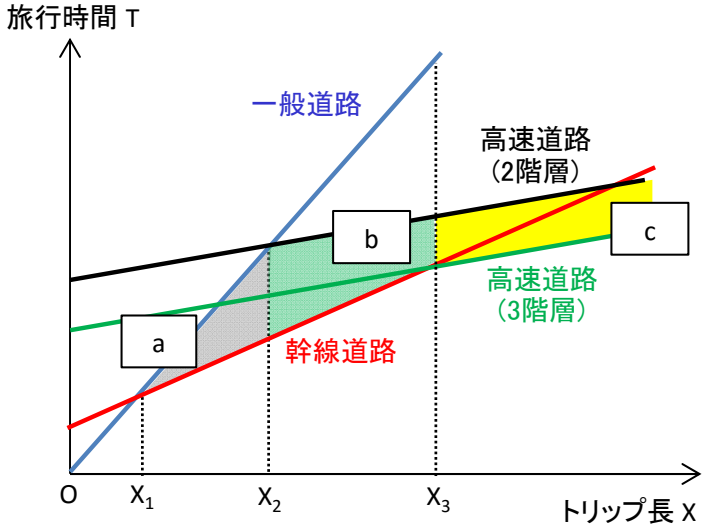


図 2-2-22　幹線道路による時間短縮効果の内訳

表 2-2-18　幹線道路による時間短縮効果とその内訳

幹線道路までの距離	旅行時間評価値		旅行時間評価値の減少量の内訳(②-①)				減少率 ②/(①+②)
	①2 階層	②3 階層	a	b	c	計	
ケース 1 2km	3,433	2,897	235 (44%)	126 (23%)	176 (33%)	536	15.6%
ケース 2 3km		3,029	137 (34%)	15 (4%)	252 (62%)	404	11.8%
ケース 3 4km		3,122	72 (23%)	12 (4%)	227 (73%)	311	9.0%

※旅行時間評価値＝旅行時間・TP 長分布(%)／100

※①2 階層：一般道路＋高速道路，②3 階層：一般道路＋幹線道路＋高速道路

［試算 2］幹線道路がもたらす効果の定量評価

ここでは，幹線道路を既存の道路ネットワークに整備することを道路の階層化と考える．道路の階層性を評価するにあたり，階層性にどれほどの意味があるのかを明らかとする必要がある．そのために，現状の道路に3種類の道路整備を行うことを考える．道路環境は，ネットワーク整備によって，当然改善される．その効果の中には，道路整備による効果と，階層化による効果が含まれている．ここで，階層化の効果のみを知るために，図2-2-23に示すように階層化を行った道路整備と，階層化を考えない道路整備を比較することにした．これにより，道路整備の効果のみの整備と，階層化の効果がある整備を比較でき，そこから階層化の効果を知ることができると考えている．その比較結果を評価し，道路を階層化する場合のメリットを求めることが，本研究の目的である．なお，現状の道路に対して何かしらの整備を行うと，交通環境が改善されるのは当然であるため，道路整備前と整備後の比較は行わない．

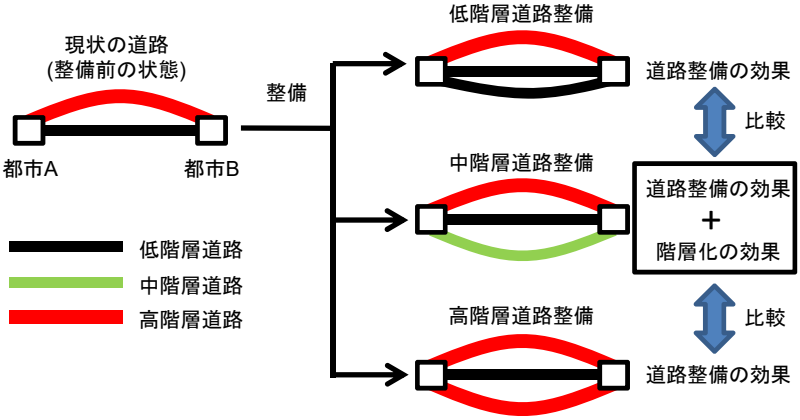


図 2-2-23　階層化効果の把握方法

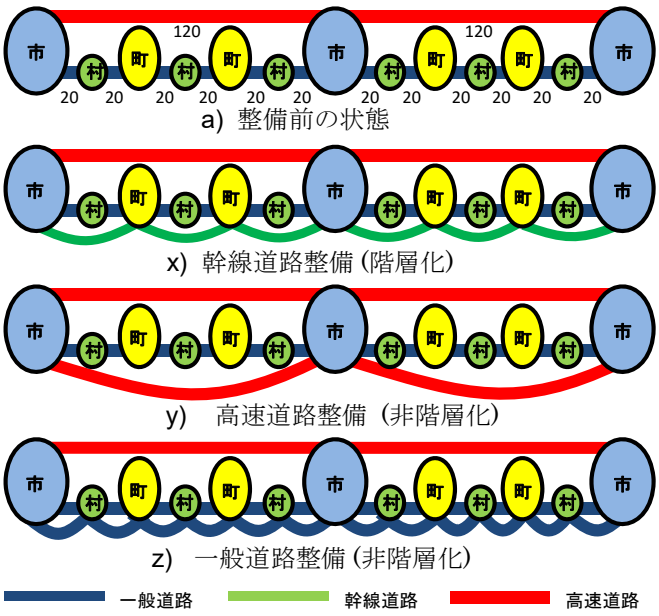


図 2-2-24 各整備のネットワーク状態

(a) 仮想ネットワークと交通量等の基本条件

階層化の効果を求めるために，分析で基本とするネットワークを定めた．実際，道路は2次元に広がるが，計算を容易にするため，まずは1次元のネットワークとした．基本とするネットワークは，市が3つ，町が4つ，村が6つという3種類合計13の都市があり，一般道路は全都市，高速道路は市間のみを結んでいる(**図2-2-24a**)．各都市間の距離は**図2-2-24a**に示すように20km間隔にした．そのため，市町間は40km，市市間は120kmである．階層化の効果を導くために，この状態から何か1つ道路を新設することになるが，以下の3種類の整備を設定することとした．

1) 新たに幹線道路(一般道路と高速道路の中間階層の道路)を整備して階層化するもの(**図2-2-24x**)
2) もう一本の高速道路を整備するもの(**図2-2-24y**)
3) もう一本の一般道路を整備するもの(**図2-2-24z**)

なお，幹線道路は，町と市，および，町と町を連絡するよう設定した．階層性の評価に関しては，以上1)～3)の3種類の道路整備間で比較評価する．整備前(**図2-2-24a**)の状態から整備を行うと，道路環境が改善されるのは当然であるため，整備前(**図2-2-24a**)と各整備後(**図2-2-24x,y,z**)の比較を目的とはしない．なお，**図2-2-24**で，新設した道路はすべて歪曲した形になっているが，これは新設した道路であることを分かり易くするためであり，距離は変化しない．本研究の基本諸量としては，走行速度，市町村間の交通量があり，それぞれの定義と算定方法を下記に示す．

i) 交通量について

市町村間の交通量に関して，流入流出交通量は同じと設定した．**表2-2-19**に示すように，市からの流入/流出に関する値が最大で，次いで町，最後に村という順で大小を決めている．また，市町村間の交通量は，OD間距離の長短にかかわらず同一とした．

表 2-2-19　基本条件

移動経路選択	道路出入口
目的地までの所要時間最短経路を選択	一般道路 : 全都市 幹線道路 : 市町間 高速道路 : 市間

市町村間の交通量(台/日)				
	市	町	村	合計
市	50	30	20	100
町	30	20	10	60
村	20	10	5	35
合計	100	60	35	195

ii) 走行速度について

走行速度は，**図2-2-25**に示すとおり，一般道路の初期速度を40km/hとし，高速道路は2倍の80km/h，幹線道路は高速道路と一般道路の中間速度の60km/hとした．また，本研究の分析手法として，ネットワークに交通量を配分する際の前提条件を以下に示す．

・交通量を配分する際，移動時間が短い経路にすべて配分する．
・所要時間の同じ経路が複数存在した場合，交通量は均等に配分する．
・交通量の配分は分割配分で行い，**表2-2-19**に示すOD交通量を5分割して配分する．

また，交通量の配分を行うにあたり，走行速度は交通量に依存することを考慮したい．そこで，本研究では道路に50台の交通量が増加するごとに，速度が5%減少するように設定した

(図2-2-25)．なお，高速道路整備(図2-2-24y)と一般道路整備(図2-2-24z)の速度減少については，50台で5%ではなく，100台で5%とした．

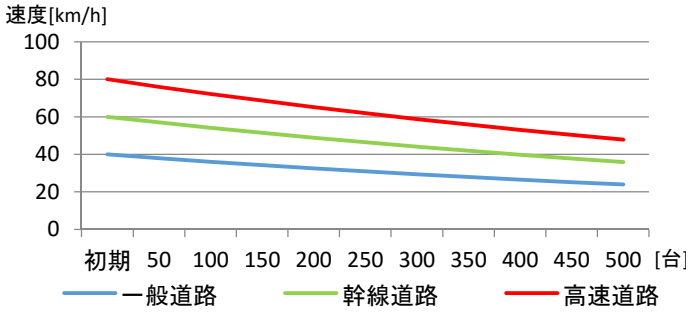


図 2-2-25　交通量による各階層道路の速度変化

iii) 階層化の効果に関する検討内容と評価基準

まず，幹線道路整備によるOD距離ごとの移動時間への影響を確認したい．そのため，整備前と幹線道路整備後のすべてのOD距離の移動時間を計算する．そして，整備前の各OD距離の移動時間から幹線道路整備後にどれだけ時間が短縮されたのかをみる．

次に，整備前の状態から，3種類のどの整備(図2-2-24x,y,z)を行うことが適切かを評価するための基準を考える．整備の評価を行うにあたり，考えられる評価基準として2つの基準を考えた．まず，全ODの総移動時間をOD数で平均した1ODの平均移動時間と，全ODの総移動時間を総交通量で平均した1トリップあたりの平均移動時間である．どちらの場合も，移動時間が最短である整備が適切な整備であるとする．以上の評価基準で，表2-2-17の基本諸量をもとに3種類の整備(図2-2-24x,y,z)を評価した．

(b) OD 距離ごとの移動時間での検討

まず，OD距離ごとの移動所要時間の変化を検討した．なお，この計算は移動速度が基本条件から変化しない，5分割する中の最初の分割時の移動時間を用いた．よって，一般道路速度40km/h，幹線道路速度60km/h，高速道路速度80km/hのときの結果となる．また，最初の配分では整備前と，高速道路整備(図2-2-24y) と一般道路整備(図2-2-24z)の移動時間に変化はない．よって，今回の検討の対象は，整備前の状態と幹線道路整備(図2-2-24x)の状態となる．

また，基本条件の走行速度，都市配置条件などを変化させた状況も考える．その際，基本条件と比較してODの移動時間に差がでるような条件を考え分析を行った．速度変化の条件として，高速道路の速度を90km/hから120km/hに変化させた4パターン，一般道路の速度を20km/h，30km/h，50km/hと変化させた3パターン，幹線道路の速度を50km/hと70km/hに変化させた2パターンがある．都市配置の条件としては，ネットワークの町と村を左右で1つずつ減少させたもの，市町村間の距離を10kmや30kmにしたものが4パターン，村の数を倍増させたのもが3パターンである．基本条件からの変化パターン合計17パターンについても，OD距離ごとの移動所要時間を計算した．交通量の配分に関しては，目的地までの最短時間経路ではなく，目的地までの最短移動距離経路で計算した．最初に，基本条件の交通量，走行速度，都市配置条件を用いてOD距離ごとの移動時間を計算する．その後基本条件を変化させたパターンのOD距離ごとの移動時

間を比較し，考察する．

i) 整備前からの幹線道路整備後(図 2-2-24x)の移動時間減少について

図2-2-26は，基本条件時の整備前と幹線道路整備後(図2-2-24x)のOD距離ごとの移動時間変化を示したものである．整備前と幹線道路整備(図2-2-24x)の移動時間差をみた結果，20kmと240km以外すべて幹線道路整備(図2-2-24x)の移動時間が短いとわかった．また，ネットワークの総距離の中間距離に近い移動距離ほど移動時間の減少が大きいとわかった．整備前は，200kmの移動に220分もの時間を要していたが，階層化後には200分まで短縮された．

また，整備前からどれだけの割合で移動時間が減少したのかを確認するために，移動時間減少率を算出した．これは，(整備前の総移動時間-階層化後の総移動時間)を整備前の総移動時間で割ったものである．その結果，幹線道路整備(図2-2-24x)はOD距離ごとの移動所要時間が整備前より(1,761-1,506)/1,751×100=14.5%短縮されることがわかった．220kmから240kmで移動時間が減少しているのは，移動の大部分が高速道路だけであるためと考えられる．高速道路は120kmであり，ネットワークの左端から右端に移動(総移動距離240km)する際には，高速道路のみ利用することになる．また，図2-2-27はOD距離ごとの幹線道路整備後(図2-2-24x)の時間短縮量を示したものである．図2-2-27より，幹線道路整備(図2-2-24x)によって，最も移動時間が短縮されたのは160kmの移動であった．また，20kmなどの短距離の移動や，220km以降の長距離の移動には，幹線道路整備(図2-2-24x)の効果があまりなかった．これより，幹線道路を整備することで，140kmから200kmの中距離の移動時に最も効果があることがわかった．

幹線道路整備(図2-2-24x)で移動時間が短縮された要因としては走行リンク数の減少が考えられる．一般道路よりも，幹線道路を多く利用するODほど，時間減少が大きくなり，中間距離がそのODに値する．それは，一般道路2リンクを速度が速い幹線道路1リンクで走行したほうが，移動時間の短縮になるからであると考えられる．逆に，短距離，長距離移動は移動時間の減少が少ないとわかった．短距離は，幹線道路を整備しても一般道路を利用することになり，長距離は幹線道路を利用しないODが多く，整備前と差がなかった．

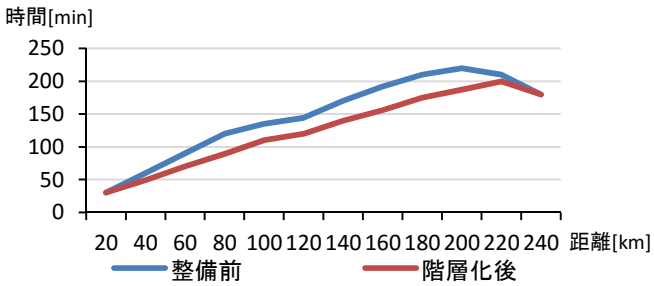


図 2-2-26　OD 距離ごとの移動所要時間

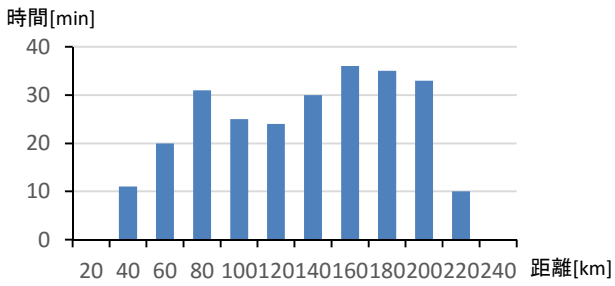


図 2-2-27　OD 距離ごとの幹線道路整備(図 2-2-24x)移動時間短縮量

ii) 基本条件を変化させたパターンの移動時間減少率の比較

図2-2-28は，階層化による移動時間の減少率を基本条件と基本条件からの条件変化パターンと比較したものである．減少率が基本条件時以上のパターンに見られる特徴は，一般道路の速度が遅いこと，幹線道路の速度が速いことである．どちらの場合も，一般道路と幹線道

路の速度差が大きくなったときであり，そのような場合に幹線道路整備(図2-2-24x)の効果が大きくなると考えられる．また，市と村の距離よりも，町と村の距離が近いときに減少率が上昇した．その理由としては，町村間が近いことで，高速道路を利用するODが減少し，その分幹線道路が多く利用されるように変化したことが考えられる．以上の検討から，一般道路と幹線道路の速度差が大きい場合や，高速道路の利用が減少し，幹線道路の利用が増加する場合に，幹線道路整備(図2-2-24x)が有効であるとわかった．

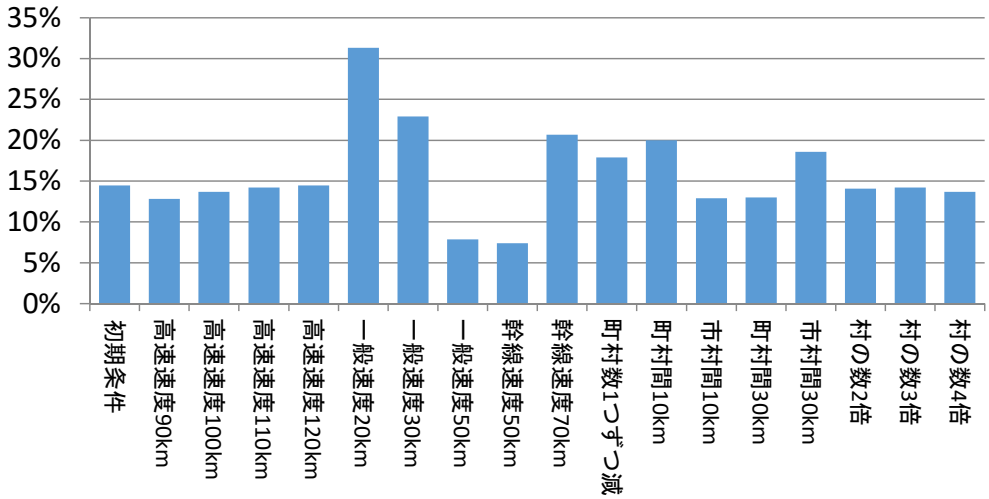


図 2-2-28　整備前から減少した移動時間の割合

(c) 3 種類の整備を評価した結果

整備前の状態から，どの整備を行うことが適切かを，1ODあたりの移動時間，1トリップあたりの移動時間という2つの基準を用いて評価した．

図2-2-29は，1ODあたりの平均移動時間で3種類の整備(図2-2-24x,y,z)を比較したものである．図2-2-29より，幹線道路整備(図2-2-24x)を行ったとき，移動時間が最短であることがわかる．そのときの整備前からの移動時間減少率は，幹線道路整備(図2-2-24x)が31.5%，一般道路高速道路整備(図2-2-24y)が8.3%，一般道路整備(図2-2-24z)が4.1%であった．よって，整備の効果があまりなかったものは一般道路整備(図2-2-24z)となった．幹線道路整備(図2-2-24x)のときに移動時間が最短になった要因としては，一般道路の交通量の少なさが考えられる．幹線道路を整備すると，整備前に一般道路を利用していた交通の多くが，走行速度が速い幹線道路を利用するようになる．そのため，一般道路での速度減少が抑えられ，平均移動時間に影響したと考えられる．一般道路整備(図2-2-24z)の平均移動時間が長くなった要因としては，整備前の状態で多かった一般道路の交通量を，一般道路を整備しても処理しきれずに速度が抑えられなかったことが考えられる．

図2-2-30は，1トリップあたりの平均移動時間で3種類(図2-2-24x,y,z)の整備を比較したものである．図2-2-30より，1ODあたりの平均移動時間のときと同様に，幹線道路整備(図2-2-24x)の移動時間が最短となった．この要因としては，1ODあたりの平均移動時間の場合と同様に，一般道路の交通量が少ないことが考えられる．また，整備前からの時間減少率は，幹線道路整備(図2-2-24x)が35.8%，高速道路整備(図2-2-24y)が8.3%，一般道路整備(図2-2-24z)が4.1%であった．以上のことから，幹線道路を整備することで，一般道路の交通量減少につながると考えられる．

一般道路の交通量が減少することで，走行速度が遅い一般道路の速度減少が抑えられ，結果的にネットワーク内の平均移動時間が短くなるということがわかった.

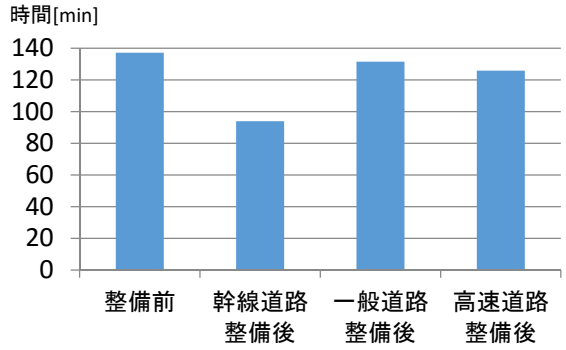


図 2-2-29　各整備の 1OD あたりの平均移動時間比較

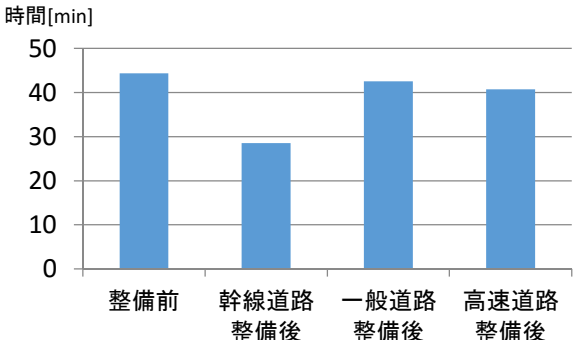


図 2-2-30　各整備の 1 トリップあたりの平均移動時間比較

2 章の参考文献

1) 国土交通省：国土のグランドデザイン2050～対流促進型国土の形成～，47ページ，2014.
2) 日本経済新聞：自治体連携策，国から続々　「異床同夢」の地方設計　人口一極集中に歯止め，2014年7月28日朝刊.

＜以降，階層型道路ネットワーク計画全体の枠組み・拠点設定の参考として＞

3) Forschungsgesellschaft für Straßen -und Verkehrswesen (FGSV) : *Richtlinien für integrierte Netzgestaltung RIN*, 2008.
4) 例えば，Landesnorm Bayern: Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP), Vom.8, 2006.
5) 中村英樹，大口敬，森田綽之，桑原雅夫，尾崎晴男：機能に対応した道路幾何構造設計のための道路階層区分の試案，土木計画学研究・講演集，Vol. 31，CD-ROM，2005.
6) 大口敬，中村英樹，桑原雅夫：交通需要の時空間変動を考慮した新たな道路ネットワーク計画設計試論，土木計画学研究・講演集，Vol. 33，CD-ROM，2006.
7) 高橋健一，松木幹一，山川英一，阿部義典：性能照査型道路設計における交差・出入制限と階層区分道路の実現に向けた課題，土木計画学研究・講演集，Vol. 43，CD-ROM，2011.
8) 山川英一・内海泰輔，泉典宏，野見山尚志，若林糾：道路階層別の走行性能を実現するための道路構造条件と道路階層区分相互の接続方法，土木計画学研究・講演集，Vol. 51，CD-ROM，2015.

＜以降，2-4参考資料＞

9) 規制速度決定の在り方に関する調査研究検討委員会:平成 19 年度規制速度決定の在り方に関する調査研究報告書，P17，平成 20 年 3 月.
10) 全国高速道路建設協議会：高速道路便覧2012，pp.164-167，pp.210-211，2012.

3　階層型道路ネットワークの計画設計方法

本章では，自動車交通のトラフィック機能に着目して，各階層の性能目標を旅行速度で与える場合の設定方法について解説する．このため，徒歩圏内である集落・住区代表点CMCを除く，小さな拠点代表点SMCより上位の拠点に対する目標旅行時間を上位目標として考慮する．また，拠点間連絡に使用する道路分類として，集落・住区内部の端末となるE_Uは，拠点間旅行時間でみた場合にその使用割合が充分小さく無視できるものとし，$A_{R/U}$, $B_{R/U}$, $C_{R/U}$, $D_{R/U}$のみを想定する．

3-1　拠点間を連絡する階層の設定の考え方

拠点間を連絡する階層と目標旅行速度を決める際のポイントは，通過走行する階層(ラインホール)の旅行速度を確保することと，拠点領域内からその階層へのアクセス性を確保することである．また，目標旅行速度に対して，それを実現するための適切な道路間隔や接続間隔を考慮することが重要である．

(1) 階層型道路ネットワークに求められること

階層型道路ネットワーク上での拠点間トリップは，図2-3-1に示すように，拠点領域内にある起点の施設から終点の施設まで，使用する道路の旅行速度が段階的に上がって(アぐレス)下がる(イグレス)形になる．目標旅行時間を達成できるかどうかは，アクセス/イグレスを含めたトリップ全体で評価しなければならない．

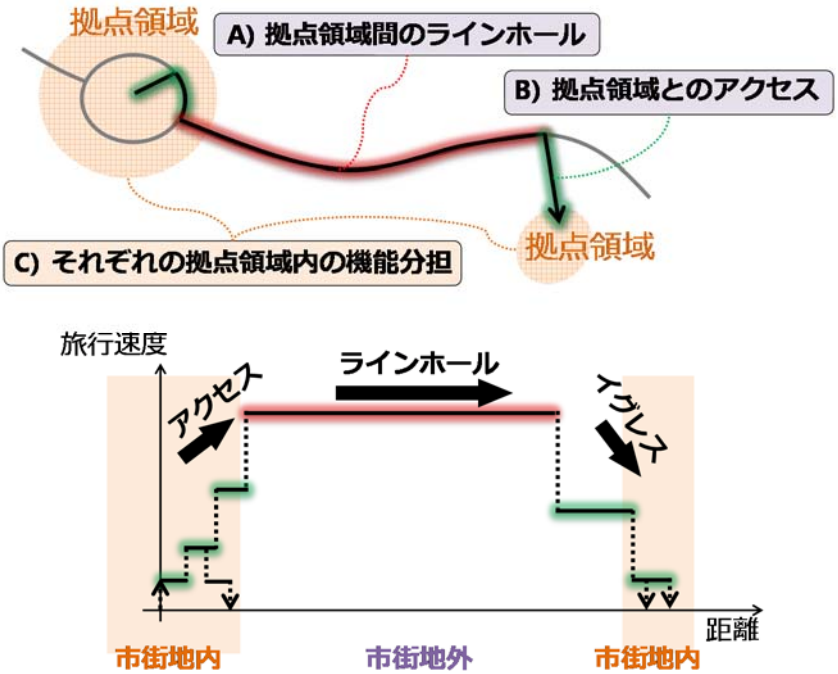


図 2-3-1　拠点間の階層と目標旅行速度を決定する際に重要なこと

ある二拠点間を連絡する階層と目標旅行速度を決定する際には，拠点領域間を通過走行するためのラインホールとなる階層の旅行速度を確保すること(図2-3-1のA)と，ラインホールとな

る階層(主に, 自動車専用道路A_R)へのアクセスを確保すること(図2-3-1のB)の二点が重要である．大都市拠点領域や高次都市拠点領域に起終点がある場合，Aは自専道整備，Bは自専道アクセス改善のための一般道整備と捉えることができることが多い．

また，拠点領域(市街地)内に着目すると，領域内に起終点拠点を持つ内々交通と，領域内と領域外を連絡する内外/外内交通など，様々なトリップが混在し，各階層における目標旅行速度が達成できなくなってしまうという問題が生じやすい．特に拠点領域が広い場合には，このような傾向が顕著である．よって，拠点領域内の機能分担(図2-3-1のC)が重要である．

(a) 拠点"間"に着目して

簡易的に，図2-3-2(o)に示すように，拠点間がアクセス/イグレスのための階層(以降，アクセス階層)と，通過走行するラインホールのための階層(以降，ラインホール階層)の二階層で，起終点対称に連絡しているものとする．(o)の状態では目標旅行時間を達成できないとき，改良の方策として，(i)ラインホール階層の旅行速度を向上させる，(ii)アクセス階層の一部をラインホール階層化する，(iii)アクセス階層とラインホール階層の間に中間階層を設け，ラインホール階層までのアクセス区間の旅行速度を向上させるという三つがあり得，これらを単独あるいは複数実施することになる．

このうち，(i)は図2-3-1のAに，(ii)，(iii)は図2-3-1のBに対応する．なお，アクセス階層そのものの旅行速度を向上させることは，起終点となる沿道施設からの出入を担保することと両立が困難なため，考えない(トラフィック機能とアクセス機能のトレード・オフ)．

まず前提として，ラインホール階層の旅行速度は，アクセス/イグレスや，地形による経路の迂回等を加味すると，拠点間距離÷目標旅行時間で単純計算される拠点間平均速度よりも高くなければならない．そうでなければ，少なくとも(i)ラインホール階層の旅行速度向上が必要となる．これは自専道整備の論拠ともなり得る．また，拠点間距離が長すぎて，拠点間平均速度が自専道旅行速度を上回る場合や，自専道整備に費用がかかり過ぎる場合などには，拠点を移転し距離を短くすることも検討すべきである．

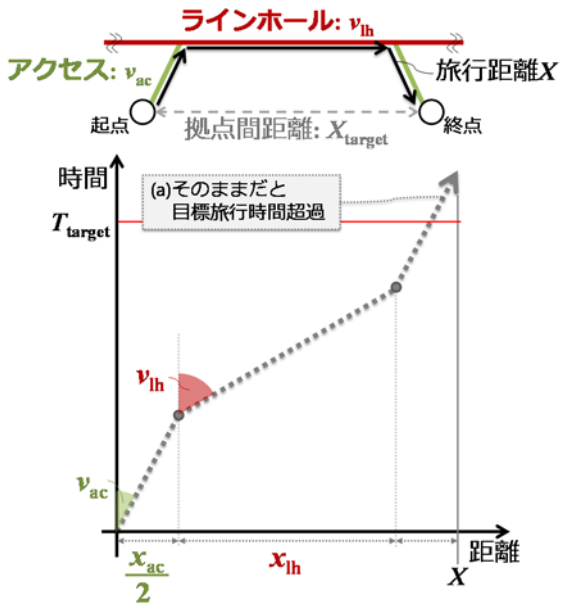
上記は満足されているにも関わらず，ラインホール階層へのアクセス/イグレスの影響によって目標旅行時間が達成されない場合，(i)だけでなく(ii), (iii)についても検討できる．

(i)~(iii)のうち，ラインホール階層の整備で対応するという意味では，距離(x_{lh})は固定して速度(v_{lh}')を高める(i)と，速度(v_{lh})は固定して距離(x_{lh}')を長くする(ii)が代替関係にある．

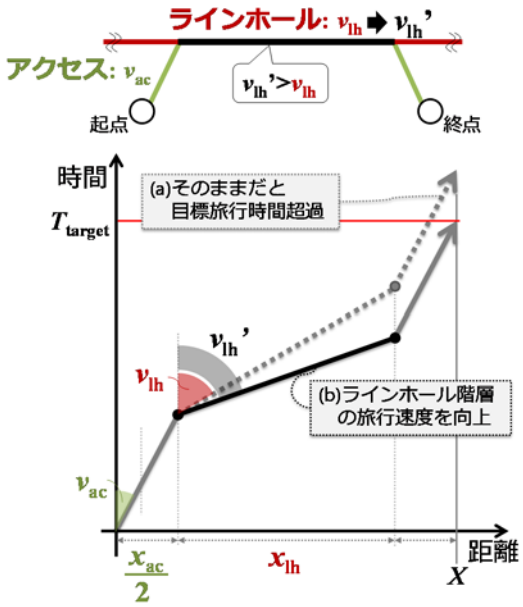
しかし，ラインホール階層が自専道である場合，自専道旅行速度を今より向上させたり，一般道を自専道化したりするには限界があり，(i)，(ii)は適用が難しい．これに対して，アクセス側で対応する(iii)は, 現状課題である「低速の一般道」を改良する施策として有効と考えられる．自専道が所与ということは，自専道走行区間長(起終点の最寄IC間)と旅行速度は既知である．従って，許容できるアクセス＋イグレス時間＝(目標旅行時間)－(自専道区間長÷自専道旅行速度)を概算できる．よって，目標旅行時間を目標アクセス/イグレス時間に読み換えて，中間階層の諸条件(v_{ac2}, x_{ac2})とその効果を検証可能である． →3-1(2),(3)へ

また，一般道に中間階層を設け階層化することは，自専道アクセスが改善するだけでなく，領域内での機能分担(図2-3-1のC)の観点からも効果が期待される． →(b)へ

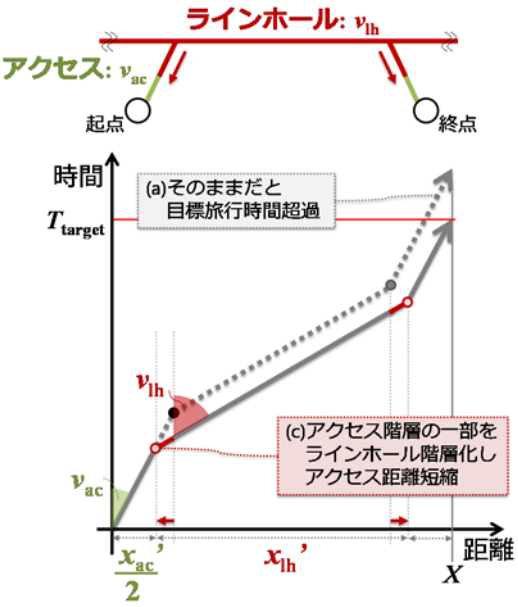
ただし，そもそもアクセス階層とラインホール階層の旅行速度(v_{ac}, v_{lh})にあまり差がない場合や，アクセス距離(x_{ac})が短い場合には，中間階層の適用は難しい．



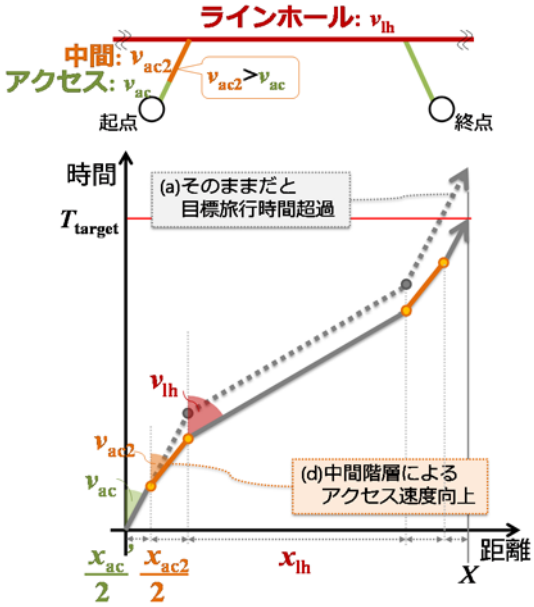
(o)アクセスと通過走行の階層



(i)ラインホール階層の旅行速度を向上



(ii)アクセス階層のラインホール階層化



(iii)中間階層によるアクセス速度向上

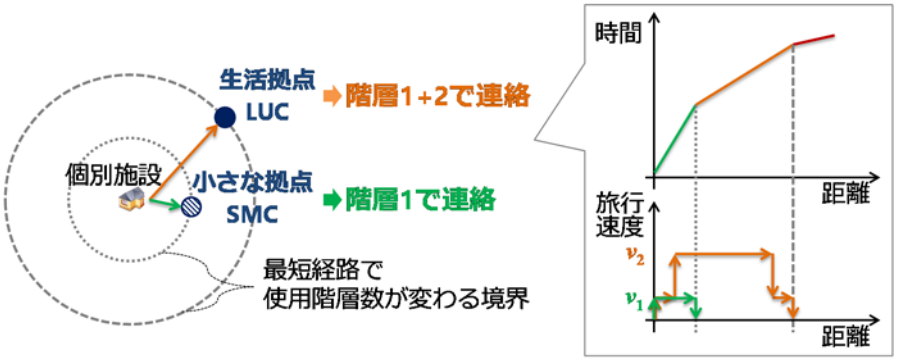
図 2-3-2　目標旅行時間達成のための方策

(b) 拠点”領域内”に着目して

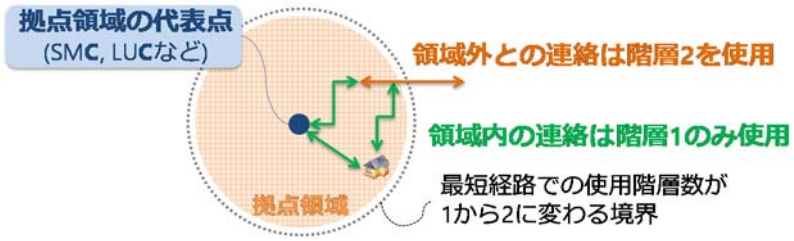
任意の起終点間トリップは，移動コストが最小となる経路を使用することを想定する．移動コストは通常，移動時間や距離，料金抵抗による総コストとなるが，今回は移動時間を考える．このとき，最小コストとなる経路は，最短時間経路となる．

最短時間経路での使用階層は，各階層の目標旅行速度および道路間隔，階層間の接続間隔に依存する．従って，拠点領域内で分離したいトリップ長に応じて，各階層の目標旅行速度や間隔を調整しておくことが望ましい．例えば，図2-3-3(a)に示すように，拠点間距離は下位の拠点の方が短く，上位の方が長いのが一般的であるから，SMCに行くためには階層1のみ，LUCに行くためには階層1＋階層2を使う経路が最短時間となるように，階層2の目標旅行速度や接続間隔を調整しておけば良い．

同様の考え方で，拠点領域外へのアクセス/イグレスを行う内外/外内交通と，拠点領域内で移動する内内交通を分離したい場合には，内外/外内交通が使う中間階層(図2-3-2(iii))を内内交通が使用しないようにすればよい．このためには，図2-3-3(b)に示すように，中間階層(階層2)を使用しない経路の方が最短時間となる拠点間距離の範囲に，拠点領域の大きさを限定すれば良い．これは拠点領域のコンパクト化に他ならず，コンパクトな拠点の形成は，道路の機能分担にとっても有効であることを示唆している．



(a)最短経路での使用階層数とトリップ長



(b)拠点領域の大きさと道路階層の機能分担

図 2-3-3　拠点領域内での機能分担のイメージ

(2) 想定する道路ネットワークの仮定

ここでは，自専道は既存あるいは将来計画により所与とみなせるものとし，低速の一般道の一部を改良して階層化を行うことを想定する．

一般道のうち，沿道出入を行うために低速を維持する必要のある階層を，集散道路(道路分類D_Uを想定)とし，旅行速度は20[km/h]とする．自専道(A_Rを想定)の旅行速度は地形による影響等を考慮した平均値として80[km/h]とする．この間に，一般道の一部を改良して中間階層($C_{U/R}$または$B_{U/R}$を想定)を設けることを検討する．

なお，道路ネットワークの形状は，地域により様々であるが，一つ一つの拠点と自専道の相対的な関係に着目すると，**図2-3-4**で示す「自専道までの距離」と「IC間隔」によって決定することができるものとする．このうち，「自専道までの距離」については，各拠点の配置に依存した制約条件として与えられ，「IC間隔」については，都市近郊で短く，地方で長いといった地域特性により与える．

また，起終点～集散道路～中間階層への乗り換えが生じる拠点領域内部やその周辺では，各階層が格子状に配置していることを仮定する．その道路間隔と階層間接続間隔は，接続点で生じる遅れを考慮して，目標旅行速度が達成可能なように設定する．　　→詳細は**参考資料**へ

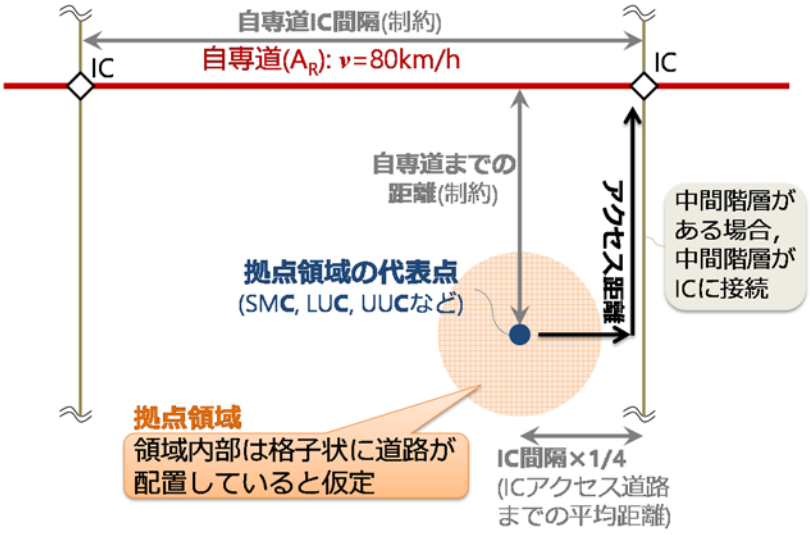


図 2-3-4　想定される自専道までのアクセス

今回は，(a)地方を想定し，拠点がそれより上位の拠点領域に内包されない場合(＝市街地外の拠点)と，(b)都市近郊を想定した，拠点がそれより上位の拠点領域に内包される場合(＝市街地内の拠点)の二パターンを想定する．(a), (b)の違いは，主に以下の三点である．

①自専道(A_R)のIC間隔，

②拠点領域内発生集中需要のレベル…(a)より(b)の方が高い需要を想定，

※中間階層の道路間隔・接続間隔や乗換え抵抗に影響　　→詳細は**参考資料**へ

③都市内高速道路(A_U)を持つ階層化シナリオの検討有無．

効果の試算対象は，一般道を使って拠点領域内から自専道へのアクセス・イグレスするトリップおよび，一般道のみを使って移動するトリップである．

(a) 拠点領域内の需要が低い場合

ここでは，上位の拠点領域に内包されない(市街地外)拠点のうち，発生集中需要が低い生活拠点LUA，小さな拠点SMA，集落CMAなどを対象とする．これは，今回検討を行っている「中間階層」すなわち目標旅行速度30~50[km/h]の一般道(道路分類C，B相当)の平面交差部に，信号交差が必要ない程度の需要レベルがめやすである．自専道A_RのIC間隔は，地方の自専道を参考に10[km]程度と仮定している．

集散道路D_Uから自専道A_Rの間を階層化するシナリオとして，**図2-3-5(a)**のように，中間階層の目標旅行速度と数が異なる五つを想定する．トラフィック機能とアクセス機能のトレード・オフ関係を考慮し，中間階層の目標旅行速度が高いほど，それを実現するための道路間隔や接続間隔が長い設定となっている．　　→設定方法の詳細は，**参考資料(d)**へ

この結果，自専道A_Rにアクセスするまでの旅行速度の変化は**図2-3-5(b)**のようになる．

なお参考として，**図2-3-5(a)**のシナリオ【20&40】で示す道路間隔や接続間隔に基づいて道路を配置してみた例を，**図2-3-6**に示す．これは，起終点周辺の拠点領域内=市街地内であり，**図2-3-4**で説明した通り，道路は格子状に配置されていることを仮定している．目標旅行速度20[km/h]の集散道路(道路分類D_U)が0.4[km]間隔，40[km/h]の中間階層(C_U)が1.6[km]で配置しており，D_UとC_Uは0.8[km]間隔で接続するようになっている．右図はD_UとC_Uが重ならない場合の配置例，左図はD_UとC_Uが重なる場合の配置例である．どちらの図においても，C_Uでは旅行速度40[km/h]を確保するため，沿道施設からの出入りを原則行わず，アクセス・イグレスをD_Uで集約してからC_Uに流入させる点が重要である．

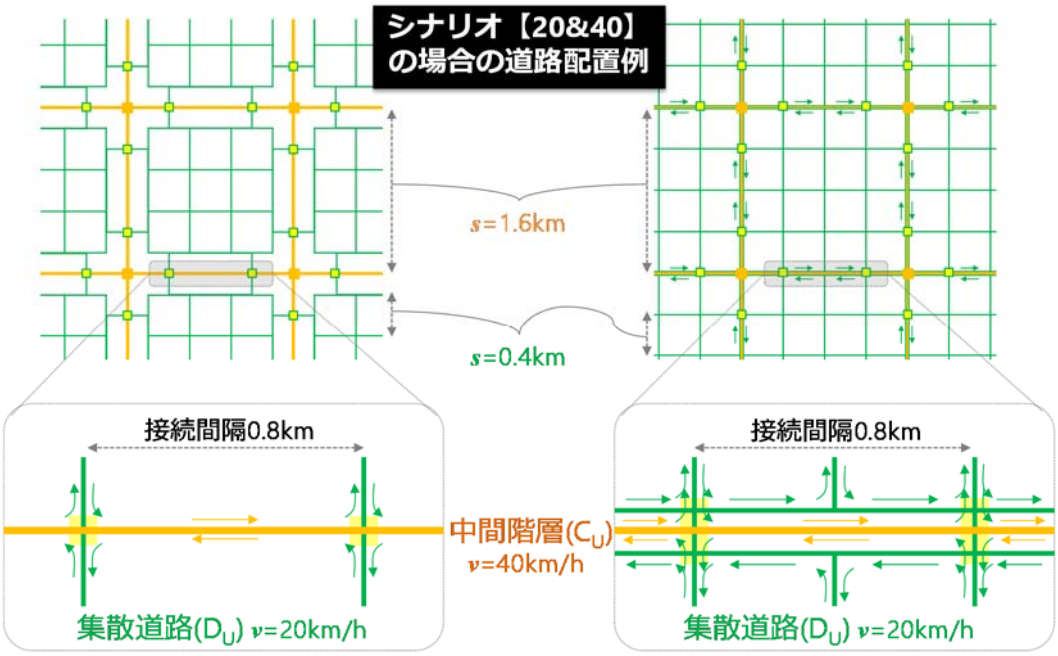
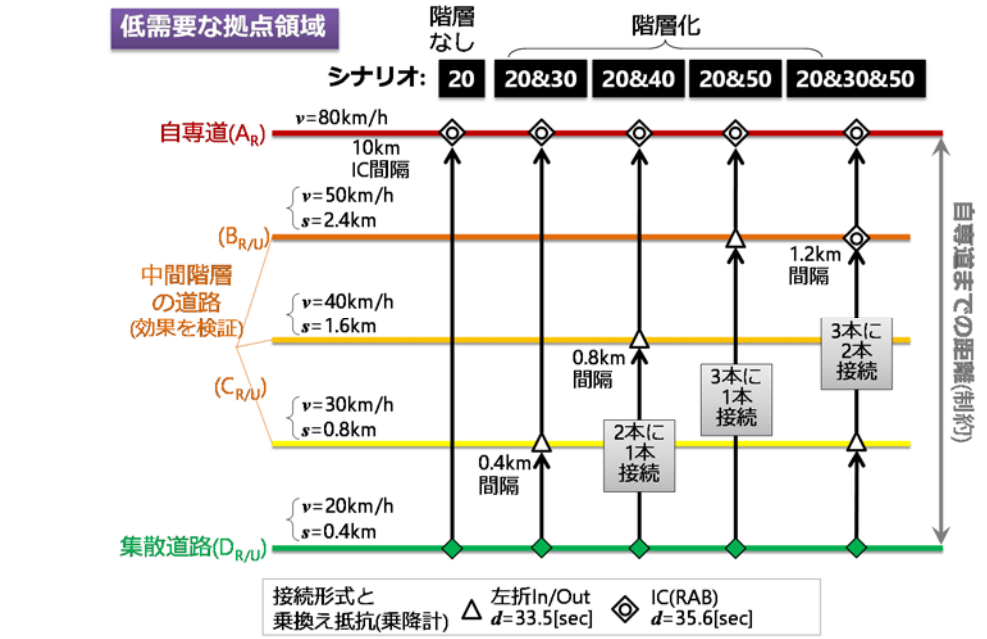
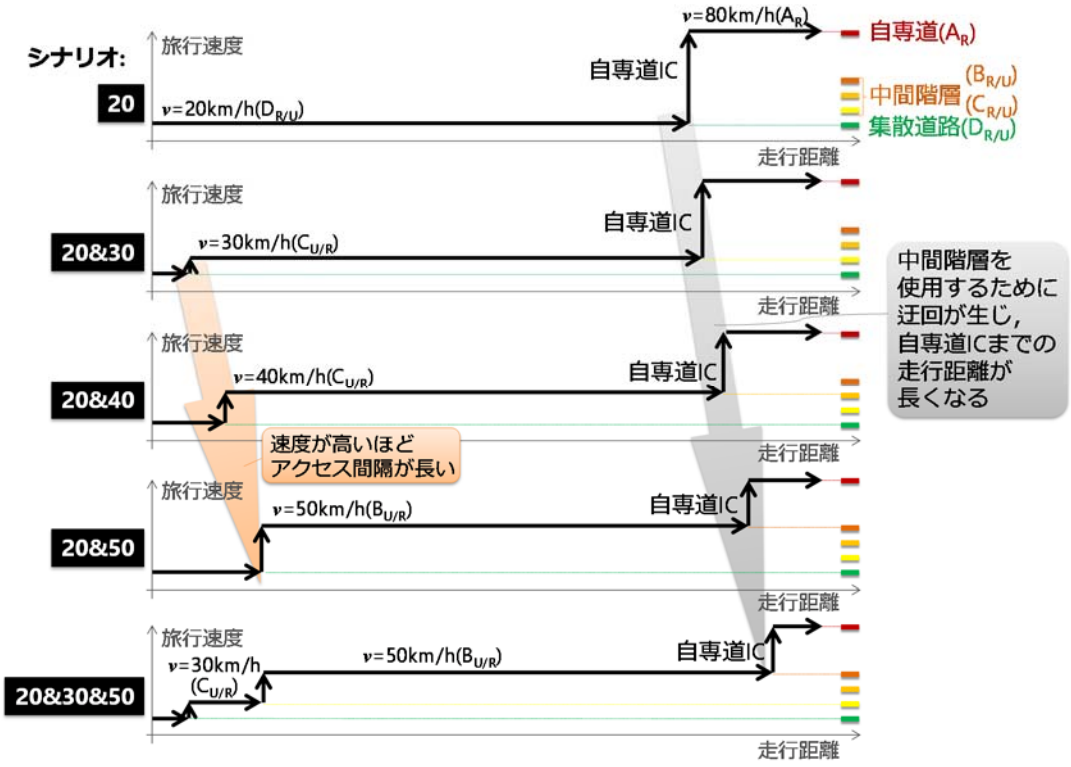


図 2-3-6　拠点領域内の道路間隔・接続間隔を考慮した配置例



(a)目標旅行速度と道路間隔・接続間隔



(b)自専道 A_R までの旅行速度の変化イメージ

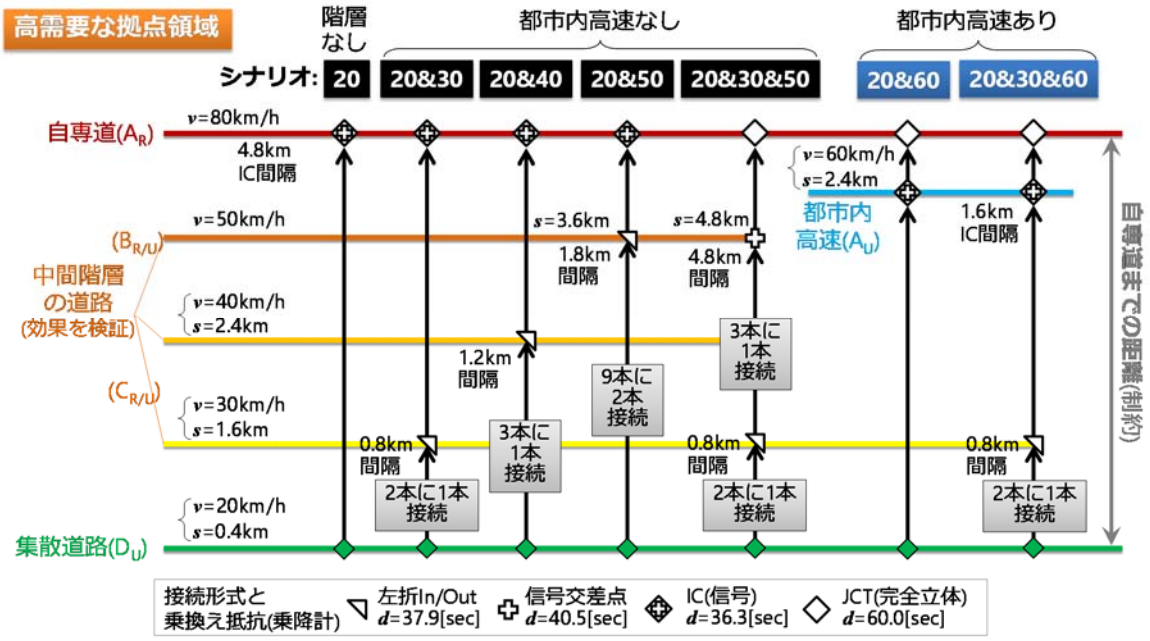
図 2-3-5　拠点領域内の需要が低い場合の階層化シナリオの例

(b) 拠点領域内の需要が高い場合

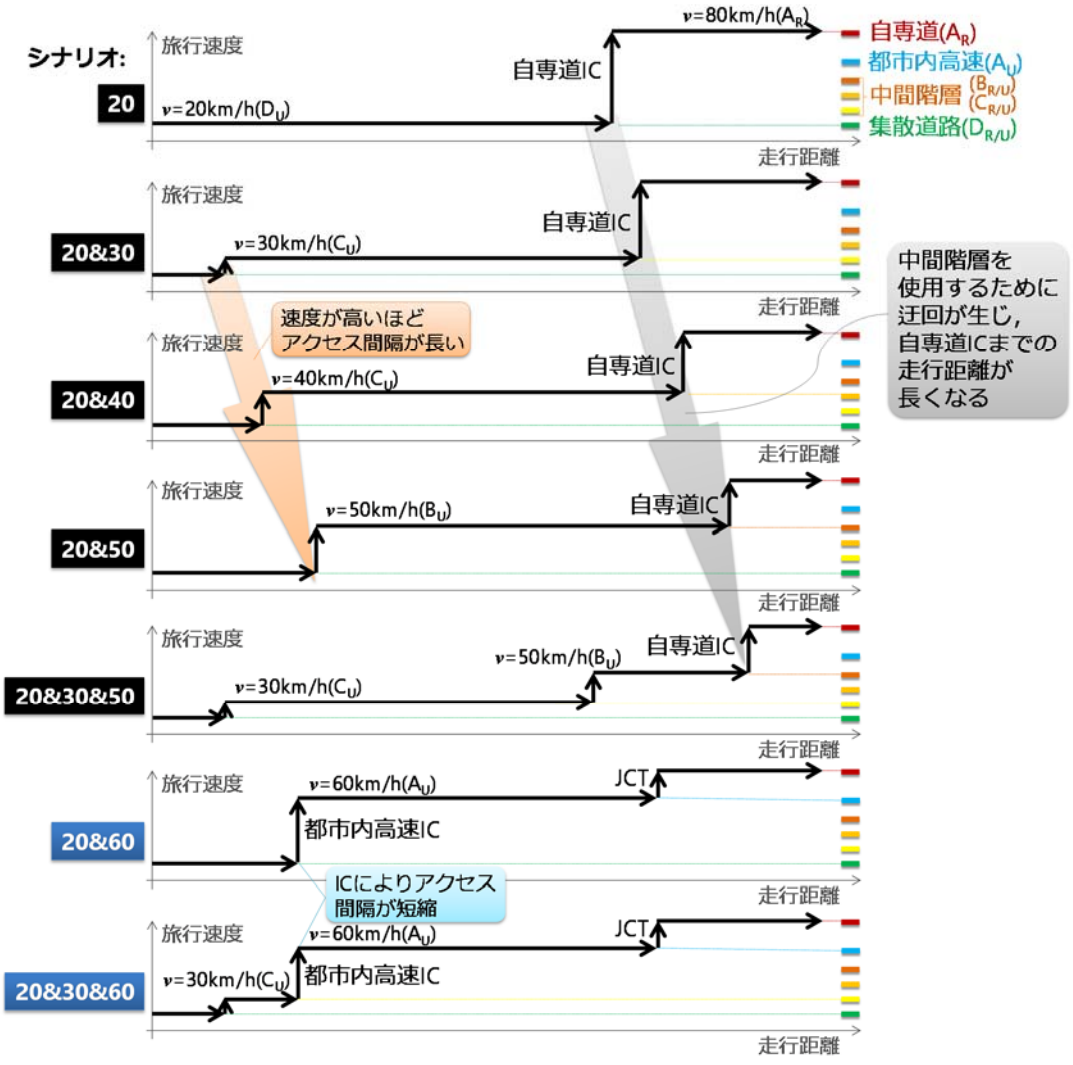
ここでは大都市拠点領域MEA，高次都市拠点領域UUAや，それに内包される拠点のうち，発生集中需要が(a)市街地外の低需要な拠点に比べて高いものを対象とする．これは,「中間階層」すなわち目標旅行速度30~50[km/h]の一般道(道路分類C, B相当)の平面交差部で信号交差が避けられない程度の需要レベルがめやすである．自専道A_Rおよび都市内高速A_UのIC間隔は，実態を参考にしつつ集散道路の道路間隔0.4[km]の倍数になるように4.8[km]，2.4[km]と仮定している．なお，シナリオ【20&60】,【20&30&60】は，都市内高速A_Uを(現状/将来的に)有する拠点領域を対象とする．

階層化シナリオは，**図2-3-7**に示す通りである．より高い需要を捌くため，階層間の交差形式が**図2-3-5**とは異なり，中間階層の道路間隔・接続間隔も長い．　　→詳細は，**参考資料(d)**へ

なお，**図2-3-5(a),図2-3-7(a)**に示している道路間隔や接続形式，乗換え抵抗の値は，典型例を想定した仮定に過ぎない．実際の道路に階層化を適用する際には，ここで決定される目標旅行速度に対して改めて性能照査を行い，道路構造・制御方式を検討する必要があることに留意しなければならない．



(a)目標旅行速度と道路間隔・接続間隔



(b)自専道 A_R までの旅行速度の変化イメージ

図 2-3-7　拠点領域内の需要が高い場合の階層化シナリオの例

(3) 自専道アクセスへの影響

図2-3-8は，前述の(a)拠点領域内の需要が低い場合，(b)高い場合それぞれについて，「自専道までの距離」を4~12[km]とした場合のアクセス時間を計算した結果である．

ここで，「自専道までの距離」は**図2-3-4**で示した拠点領域までの代表点から自専道までの直線距離を表している．また，シナリオ【20】，【20&30】などは，**図2-3-4**で示した拠点領域の領域内の道路が，**図2-3-5(a)**，**図2-3-7(a)**で示すようなルールで配置されていることを表す．

中間階層がある場合は，起終点に最も近い格子まで最短時間経路で接続し，その後はその階層を走行し続けることで**図2-3-4**中に黒矢印で示した拠点領域から自専道ICまでを走行できるものとし，格子状道路における最短経路と平均旅行時間を近似的に計算することでアクセス時間を求めた．→詳細は**参考資料(f)**へ

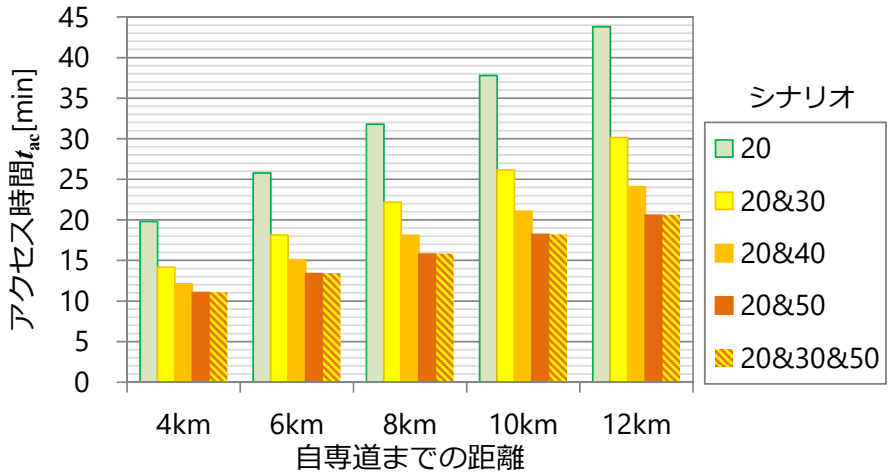
図2-3-8(a), (b)どちらの場合でも，階層なしのシナリオ【20】に比べて，中間階層を適用するシナリオでは，アクセス時間が大幅に短縮する．その短縮量は，中間階層の目標旅行速度が高いほど大きいことがわかる．

また，**図2-3-23(b)**をみると，都市内高速(A_U)がある場合に，アクセス時間は大幅に短縮でき，集散道路の使用割合も50km/hの中間階層を入れた場合より小さくできることがわかる．これは，都市内高速のIC間隔が短いためである．ただし，これにより短トリップを含め著しく多くの交通が都市内高速(A_U)に流入してしまうと，都市内高速の目標旅行速度が達成できなくなってしまう可能性があるため，これとは別に一般道の中間階層を整備したり，都市内高速の料金施策を行ったりするなどによって適宜対応が必要である．

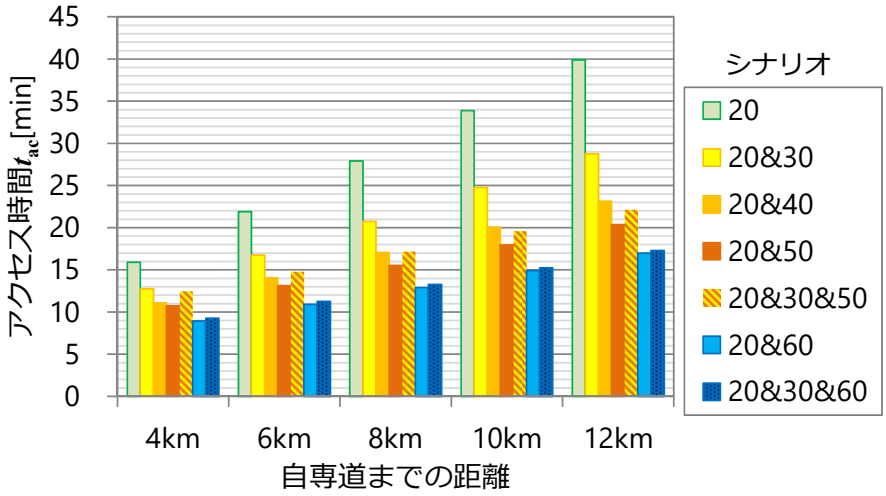
参考として，(a)拠点領域内の需要が低い場合で「自専道までの距離」が6[km]の場合の，自専道までのアクセス時間について，使用階層別に色分けし，自専道ICまでの走行距離を併せて示したものを**図2-3-9**に示す．左側5本の棒グラフが，**図2-3-8(a)**自専道までの距離6kmに対応する．これよりシナリオ【20&30】では，目標旅行速度20[km/h]の階層を1分弱走行するとすぐに30[km/h]の階層にアクセスできるのに対し，シナリオ【20&40】，【20&50】では，目標旅行速度20[km/h]の階層の走行時間が徐々に長くなっている．これは，中間階層の目標旅行速度が高いほど，この階層の道路間隔が大きくアクセスまでに時間がかかることによる．一方で，走行距離も長くなっている．これは，起終点の位置によっては，迂回をしてでも中間階層にいち早くアクセスした方が，旅行時間を短くできるためである．

なお，上述の通り，目標旅行速度20[km/h]から30~50[km/h]の階層への乗換えは，起終点に最も近い格子で起こる．よって，「自専道までの距離」が変化しても，目標旅行速度20[km/h]から30~50[km/h]の階層へのアクセスに必要な距離は変化せず，乗換え後の走行距離が増加するのみである．(ただし，「自専道までの距離」が中間階層の道路間隔より短い場合は，この限りではない．)

ちなみに，**図2-3-9**の右側2本の棒グラフで表すシナリオ【20'】，【20&30'】は，自専道ネットワークの仮定条件がこの結果に与える影響をみるため，自専道のIC間隔10.0[km]という仮定を半分の5.0[km]にした場合の，シナリオ【20】，【20&30】のアクセス時間を示している．これより，この条件下では，IC間隔を半分にするよりも階層化の方が，アクセス時間短縮効果が大きいことがわかる．



(a) 拠点領域内の需要が低い場合(地方部の CMA, SMA, LUA など，IC 間隔 10km を仮定)



(b) 拠点領域内の需要が高い場合(都市部の MEA, UUA など，IC 間隔 4.8km を仮定)

図 2-3-8　自専道までのアクセス時間(片道・アクセスとイグレスの平均)

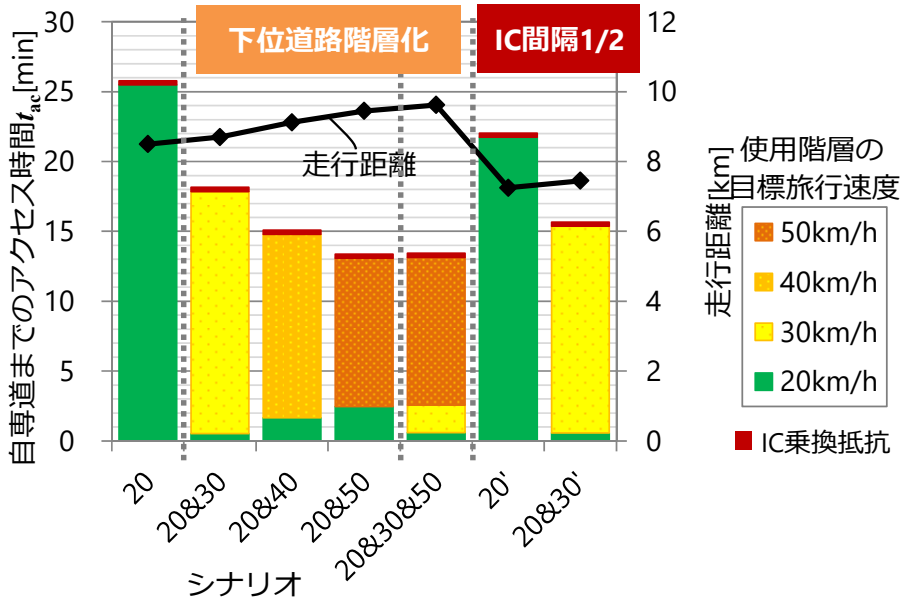
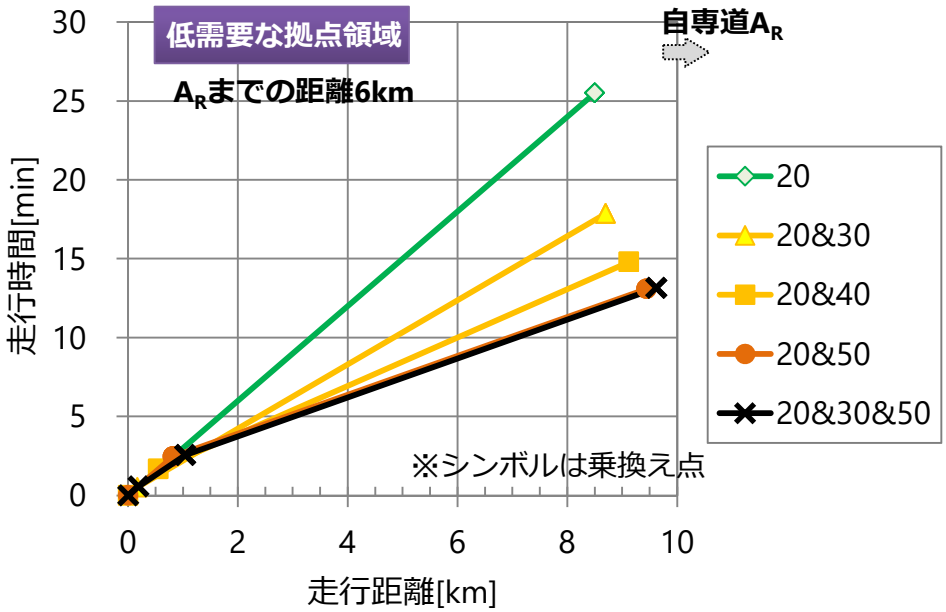


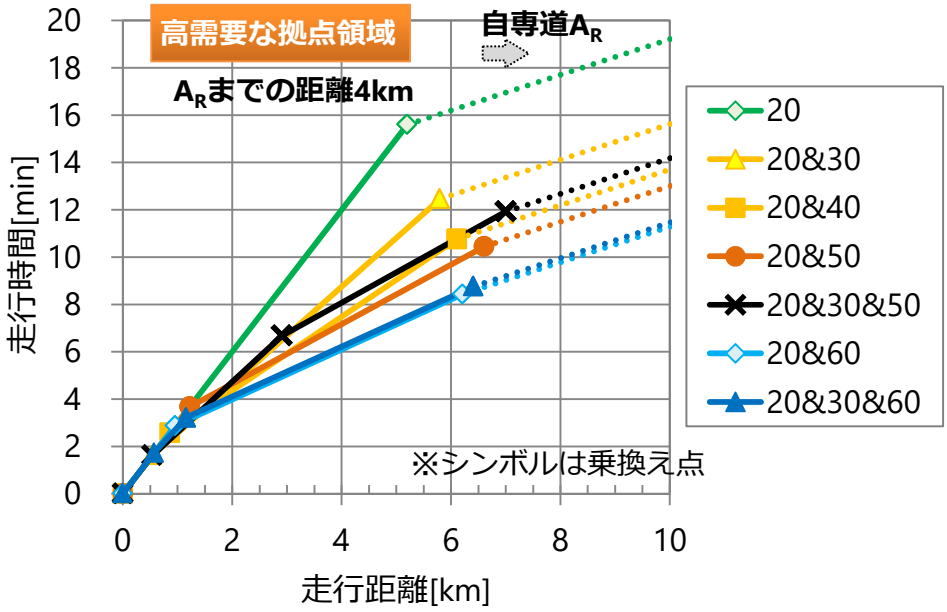
図 2-3-9　自専道 IC 間隔を 1/2(=5km)とした場合との比較(自専道までの距離 6km)

また図2-3-10は，(a)自専道A_Rまでの距離が6kmまでの場合，(b)自専道A_Rまでの距離が4kmまでの場合*を例として，起点から自専道ICまでの経路中の走行距離と走行時間の関係を示したものである．これより，中間階層への乗り換え(図中のシンボル)は【20&30】の方が早いものの，乗換え後の旅行速度の違いにより，【20&50】の方がアクセス時間は短くなる様子がわかる．

*: 自専道までの距離の値は，3-2 の例題と対応した値になっている．



(a)拠点領域内の需要が低い場合



(b) 拠点領域内の需要が高い場合

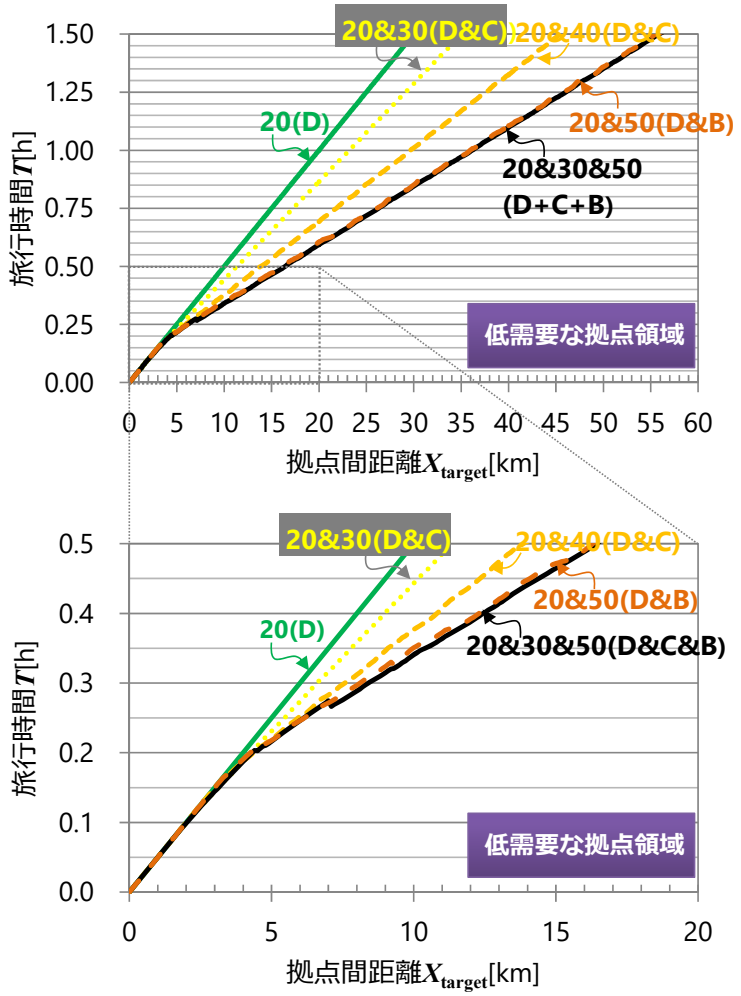
図 2-3-10　各シナリオにおける自専道アクセスまでの走行距離と走行時間の関係

(4) 一般道のみを使うトリップの旅行時間への影響

図2-3-11は，起終点が対称であるトリップを想定して，一般道のみを使用した場合に実現される，拠点間距離X_{target}と旅行時間Tの関係である．前項(3)同様，中間階層がある場合には，起終点に最も近い各階層の格子まで最短時間経路で接続し(起終点対称)，その間にあるラインホール部分は中間階層を走行し続ける仮定のもと，近似的に旅行時間を求めた．拠点間距離は起終点の直線距離であり，格子状配置による迂回の影響を考慮している．→詳細は**参考資料(f)**へ

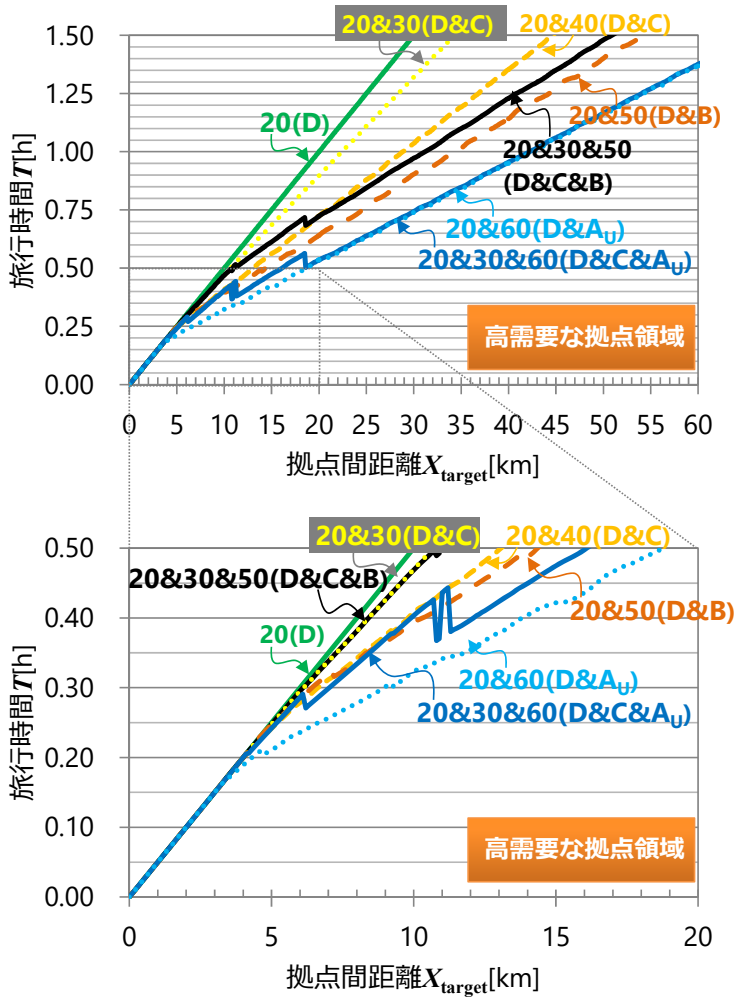
基本的には(a)拠点領域内の需要が低い場合, (b)高い場合のどちらも同じ傾向である. ただし, (b)は(a)に比べて高需要のため階層間接続点での遅れが大きく, 最短時間経路で乗換えが起こる拠点間距離は(a)より長い．特に中間階層の速度が遅い【20&50】で，その影響が顕著である．また，遅れの小さいICで乗換えることができる都市内高速A_Uを持つ【20&60】では，かなり短距離からD_U→A_Uへの乗換えが起こる．これは，D_Uからできるだけ交通を排除するという点では望ましいが，A_Uに交通が集中しすぎる場合には，代替経路としてC_UやB_Uを設けることも検討するとよい．

図2-3-11から，各種拠点階層の目標旅行時間(2-1.**表2-2-2**)に対応した拠点間距離を読み取ることで，**表2-3-1**が得られる．



(a)起終点のある拠点領域内の需要が低い場合(地方部の CMA, SMA, LUA など)

図 2-3-11　最短経路での拠点間距離と旅行時間の関係



(b)起終点のある拠点領域内の需要が高い場合(UUA, MEA や都市部の各種拠点など)

図 2-3-11　最短経路での拠点間距離と旅行時間の関係※

※格子状の道路配置を仮定した論理的旅行時間計算手法を用いているため，拠点間距離と中間階層の道路間隔，乗換え抵抗の関係により，局所的な旅行時間低下がみられる箇所がある．現実的には，道路配置が完全な格子状ではないことや，乗換え抵抗の誤差・変動などによって，このような局所的な旅行時間低下は発現することが極めて稀と考えられるため，無視してよい．

表 2-3-1　道路分類・目標旅行速度の組合せによって連絡可能な拠点間距離(計算結果)

(a)起終点のある拠点領域内の需要が低い場合(地方部の CMA, SMA, LUA など)

起終点		目標旅行時間	目標旅行速度[km/h]の組合せ(該当する道路分類の例)				
			20 (D)	20&30 (D&C)	20&40 (D&C)	20&50 (D&B)	20&30&50 (D&C&B)
個別施設	SMC	15[min]	5.0	5.4	5.9	6.1	6.1
	LUC	30[min]	10.0	11.3	13.8	16.2	16.4
	UUC	1.0[h]	20.0	23.2	29.6	35.9	36.1
SMC	SMC	20[min]	6.7	7.4	8.6	9.5	9.7
LUC	LUC	45[min]	15.0	17.2	21.8	26.1	26.2
UUC	UUC	1.5[h]	30.0	35.0	45.4	55.5	55.9

表中の値は目標旅行時間を達成可能な拠点間距離：単位[km]

(b)起終点のある拠点領域内の需要が高い場合(UUA, MEA や都市部の各種拠点など)

起終点		目標旅行時間	目標旅行速度[km/h]の組合せ(該当する道路分類の例)						
			20 (D)	20&30 (D&C)	20&40 (D&C)	20&50 (D&B)	20&30&50 (D&C&B)	20&60 ($D+A_U$)	20&30&60 ($D+C+A_U$)
個別施設	SMC	15[min]	5.0	5	5.2	5	5	6.6	5.1
	LUC	30[min]	10.0	10.6	13.0	14.3	10.9	18.7	16
	UUC	1.0[h]	20.0	22.3	28.8	34.3	31.1	42.6	42.2
SMC	SMC	20[min]	6.7	6.8	7.7	7.8	6.8	10.6	7.9
LUC	LUC	45[min]	15.0	16.5	20.9	24.5	21.1	30.3	30.2
UUC	UUC	1.5[h]	30.0	34.2	44.5	54	50.8	66.2	65.8

表中の値は目標旅行時間を達成可能な拠点間距離：単位[km]

目標時間内の連絡は可能だが，階層区分の機能分担上避けるべき(D-IV, III, II, C-II, AU-V, IV に相当)

目標時間内の連絡は可能だが，階層区分では△(C-III)

ここで，3-1(1)(b)で述べた，拠点領域内トリップの目標旅行時間達成可能な拠点領域の適切な範囲について，下記がいえる．

小さな拠点：5[km]程度までは，接続間隔や乗換え抵抗の影響でD_Uが最短経路となり，どのシナリオでも差がない．個別施設→SMCの目標旅行時間は，ちょうどこの範囲に該当しているため，拠点領域SMAは中間階層の有無に関わらず5[km]以内でなければならない．拠点範囲を5[km]におさめた上で，中間階層を設けると，SMA領域内の内内交通はD_Uのみを，SMAの外部に行く交通はC_RやB_Rを使うといった分離が実現する．

生活拠点：個別施設→LUCの目標旅行時間が達成できる距離は，最大でも16[km]程度であるため，拠点領域LUAはこの範囲に収まっていなければならない．また，LUAの範囲が半径10[km]以上の場合には40[km/h]以上の階層が必要といえる．

3-1 の参考資料

《道路階層設定の導出手順》

ここでは，3-1(2)で示した各シナリオの階層数n，階層i $(1 \le i \le n)$の目標旅行速度v_i [km/h]および道路間隔s_i [km]，階層iが一つ下位の階層$(i\text{-}1)$と交差する接続間隔を$s_{i,i\text{-}1}$ [km]の設定方法を説明する．

ただし，階層レベルを表す変数iが大きいほど，トラフィック機能優先となり，目標旅行速度v_iについて常に不等**式(2-3-1)**が成り立つものとする．

$$v_{i+1} > v_i \tag{2-3-1}$$

さらに今回は，階層間の機能分担がより明確となるよう，階層間の乗換えについては，隣接する階層同士でのみ可能とする．これは，接続可否を表すダミー変数$\delta(i,j)$について，下**式(2-3-2)**の通り仮定していることを意味する．ただし，階層間が接続可能な場合を1，不可能な場合を0とする．

$$\delta_{(i,j)} = \begin{cases} 1;\text{if } j = i \pm 1 \\ 0;\text{otherwise} \end{cases} \tag{2-3-2}$$

拠点間の目標旅行時間T_{target}は2-1.**表2-2-2**などにより設定できる．また，拠点領域間距離X_{target}は実際の配置より所与である．

(a) 機能的階層型道路ネットワークで実現する旅行時間

機能分担が実現している階層型道路ネットワークでは，利用者は**図2-3-12**のように，目標旅行速度v_iの低い階層1から徐々に高速の階層へと乗換えることになる．結果として，拠点間距離が長いほど上位の階層を使用可能となり，長距離トリップと短距離トリップが，別の階層に分離されることになる．

いま，X_{target}だけ離れたある拠点間を連絡するトリップが使用する階層数をk，$1 \le i \le k$の階層iの走行距離をx_iとする．

このとき，拠点間の旅行時間T，旅行距離Xは**式(2-3-3)**，**式(2-3-4)**で表せる．

$$T = \sum_{i=1}^{k} \frac{x_i}{v_i} + \sum_{i=2}^{k} r_{i-1,i} \tag{2-3-3}$$

$$X = \sum_{i=1}^{k} x_i \tag{2-3-4}$$

式(2-3-3)第2項の$r_{i\text{-}1,i}$は，階層$(i\text{-}1)$から階層iへ乗換える際の時間抵抗すなわち遅れ[h]である．通常，階層の接続箇所には，交差点やインターチェンジ，ジャンクション等が存在し，乗換えには時間抵抗が発生する．今回は，目標旅行速度の組合せごとに交差形式を仮定し，遅れを設

定した．

目標旅行速度の達成を前提に階層化の評価を行うため，式(2-3-3)，式(2-3-4)において，v_iは道路ネットワークに設定される階層別目標旅行速度v_iである．一方，kおよびx_iは，拠点間の最短時間経路によって決まり，階層数n，階層iの道路間隔s_i，階層iと階層$(i\text{-}1)$の接続間隔s_i，目標旅行速度v_iに依存する．

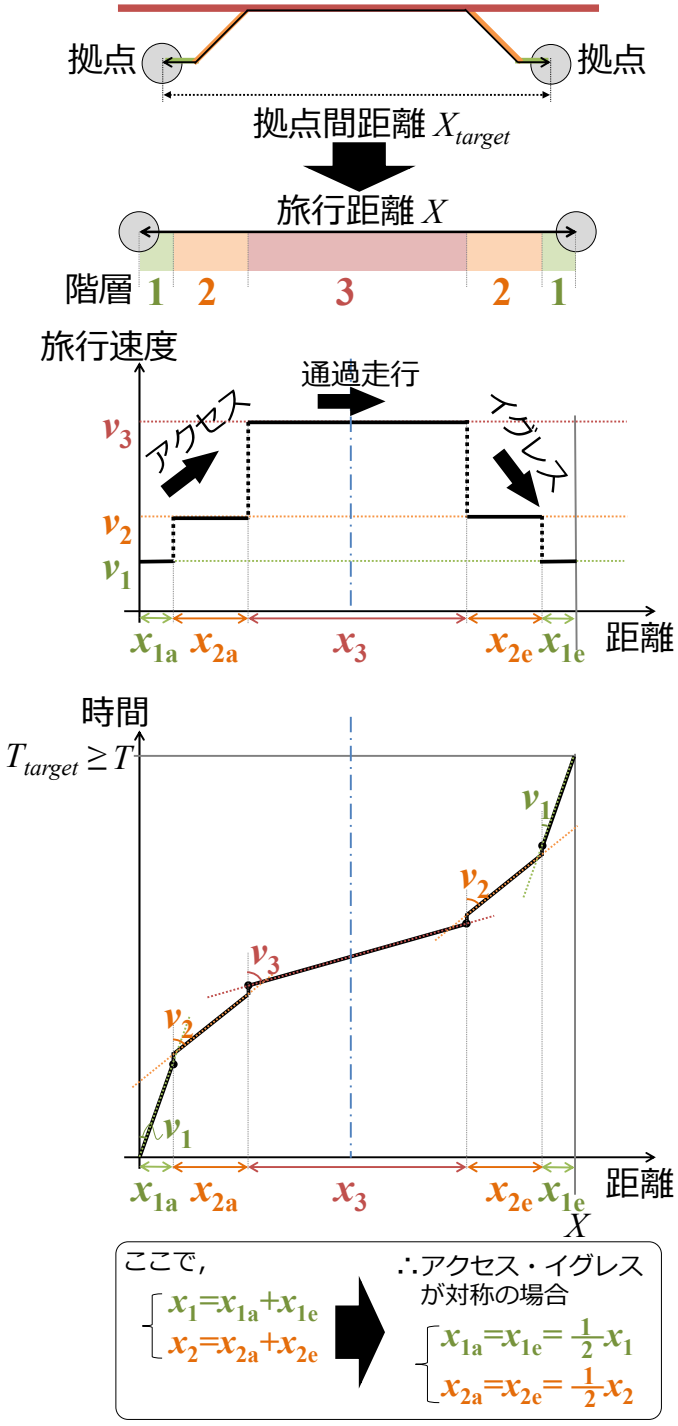


図 2-3-12　階層型道路ネットワークで実現する旅行時間，旅行速度

(b) 階層化シナリオ設定の前提条件

シナリオ構築にあたって，実用性を考慮した精度と定義域を考慮し，下記の前提条件を設ける．

階層数nが多すぎると，運用段階において階層間の差別化が困難となるため，最大でも6までの自然数とする．また，目標旅行速度v_iは10km/h単位で，最大で100[km/h]までとする．

階層1は，起終点周辺でアクセスに特化した集散道路クラス(道路階層区分表で言う”D-V”に相当)を想定してv_1=20[km/h]とする．実際にはさらに下の階層として細街路などが存在する場合でも，この影響は拠点間旅行時間に対して無視できる程小さく，また目標旅行速度により性能目標を規定すべき階層ではないことから，今回は考慮しない．また，集散道路の最小単位は棟割りや区画等により決定されることから，階層1の道路間隔も所与とし，今回はs_1=0.4[km]とする．

道路間隔s_iは便宜上，ここではs_1の倍数のみを考え，0.4km単位で設定する．

さらに最も高速の道路(高速道路や高規格道路)については，現状または将来計画から，目標旅行速度，IC間隔および拠点から高速道路までのアクセス距離が既知であるものとする．今回の試算では，北東北，東海道，関西の三地域における高速自動車国道の非混雑時平均旅行速度[1](表2-3-2)を参考に，自専道(A_R)の目標旅行速度を80[km/h]に設定した．

表 2-3-2　高速自動車国道の非混雑時平均旅行速度[km/h]

地域	平地部	山地部
(A)北東北	76.1	75.8
(B)東海道	81.9	78.5
(C)関西	80.5	77.8

階層化シナリオは，この間に中間階層を追加する組合せについて，検討すればよい．

(c) 階層化シナリオ

i)目標旅行速度の適切な組合せ

階層間の乗換えをスムーズに行うために，目標旅行速度v_iは，段階的かつ急すぎない速度差で変化させることが重要である．

そこで例えば，階層間の速度差が常に40[km/h]以下となること(式(2-3-5))，一般道と自専道の間は特に急な速度差を避けること(式(2-3-6))，速度差は一定か逓増すること(式(2-3-7))などを制約とすることで，望ましい組合せを抽出することができる．

$$v_{i+1} - v_i \le 40 \tag{2-3-5}$$

$$v_{i+1} < 60, \text{if } v_i \le 30 \tag{2-3-6}$$

$$v_{i+1} - v_i \le v_{i+2} - v_{i+1} \tag{2-3-7}$$

目標旅行速度の定義域($20 \le \mathrm{vi} \le 100$[km/h])に，上記の制約条件を加えると，可能な組合せは図2-3-13に示すものだけに限定される．

3-1では，階層化されていない現状に近いシナリオについても検討を行うため，中間階層を

持たないシナリオ【20】(目標旅行速度20[km/h]の階層(集散道路DU/R)が80[km/h]の階層(自専道AR)に直結する)や，速度差の自専道と一般道の速度差の大きい【20&30】(目標旅行速度30[km/h]の階層が80[km/h]の階層(自専道AR)に直結する)についても考慮している．しかし，上記の観点からは，これらのシナリオや，【20&60】(目標旅行速度20[km/h]の階層(集散道路DU/R)が60[km/h]の階層(都市内高速AU)に直結する)は，階層間の速度差が大きすぎるため，避けた方が良いことになる．

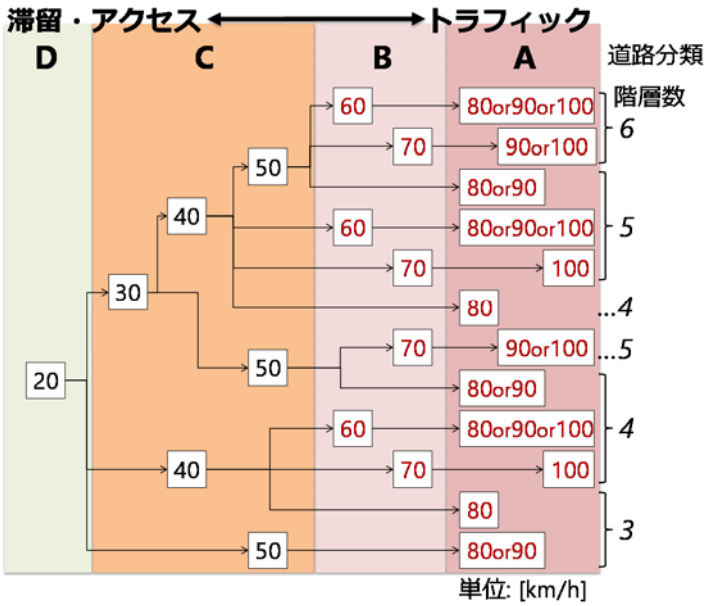


図 2-3-13　制約条件を満足する目標旅行速度の組合せ

ii) 階層間の接続形式

目標旅行速度に対して適切な道路間隔・接続間隔の設定や，シナリオ毎の旅行時間評価を行うためには，階層間の接続部で生じる遅れ(階層を移る際には，これが乗換え抵抗となる)を考慮しなければならに．本来，階層間の接続形式は，2-3(3)に記す通り，交通需要や市街地内・外の違いなどを考慮して**表2-2-6**の中から適切なものを選ぶ必要がある．また，接続部(交差点)での遅れも交通需要に依存する．しかし，そもそもここで行おうとしている道路階層の設定いかんによって利用者の経路選択・交通需要分布が影響を受けるため，階層化シナリオを設定するこの段階において交通需要を正確に把握する事は極めて困難である．

そこで今回は，(a)拠点領域内の需要が低い場合，(b)高い場合の二パターンについて，典型的な接続形式を**表2-3-3**のように仮定することで，以降の道路間隔・接続間隔の設定や，旅行時間の算出を行う．(a)と(b)の違いは，一般道の平面交差部がRABか信号かによるものである．市街地外にあるLUA，SMA，CMAなどで，CやBの交差点を信号交差としなくても処理可能な交通需要の場合には，(a)が適用できる．逆に都市近郊やMEA，UUAといった上位の拠点領域内では，交差点に流入する需要が高く，CやBが往復二車線以上となることも多いと考えられる．このような場合には，(b)を適用する．

ただし，**表2-3-3**の接続形式は，いずれも典型例を想定した仮定に過ぎないため，実際の道路に階層化を適用する際には，目標旅行速度に対して改めて性能照査を行い，適切な接続形式を決定する必要があることに留意しなければならない．

表 2-3-3　階層間の接続形式

同・下位 / 上位	80 (A_R)	60 (A_U)	50 (B)	40 (C)	30 (C)	20 (D)
80 (A_R)	JCT	JCT	IC(RAB) IC(信号)/JCT*	IC(RAB) IC(信号)	IC(RAB) IC(信号)	IC(RAB) IC(信号)
60 (A_U)		JCT	-	-	- IC(信号)	- IC(信号)
50 (B)			RAB 信号	-	IC(RAB) 信号	左折In/Out
40 (C)				RAB 信号	-	左折In/Out
30 (C)					RAB 信号	左折In/Out
20 (D)						無信号

↓ v_i[km/h](想定する道路分類)

↑ v_i[km/h](想定する道路分類)

*: 【20&50】ではIC(信号), 【20&30&50】ではJCT, -: 該当なし

【凡例】 色なし：(a), (b)共通 | 紫(上段)：(a)需要が低い場合 | 橙(下段)：(b)需要が高い場合

RAB: ラウンドアバウト，信号: 信号交差点，無信号: RAB以外の無信号交差点(一時停止制御など), 左折In-Out: 上位階層に中央分離帯が設置されたT字形式での接続，IC: 不完全立体，JCT: 完全立体

(d) 目標旅行速度と道路間隔の関係

(a)で述べた通り，階層化シナリオの評価は，目標旅行速度達成を前提とした状態で行う．この前提を満足させるために，目標旅行速度は，ある程度の需要が運用段階で負荷されても実現可能な値としておかなければならない．

そこで，特に一般道については，交差点遅れを考慮した場合にも，目標旅行速度v_iを維持することができるように，道路間隔s_iおよび下位階層からの接続間隔$s_{i,i-1}$を設定しておく．これは，トラフィック機能とアクセス機能のトレード・オフ関係を考慮することに他ならない．対象とする道路分類は，一般道かつこのような交差点遅れの影響を受けやすいBやCであり，目標旅行速度でいうと30, 40, 50[km/h]にあたる．

いま，階層iは，単路部では自由走行速度v_{fi}で走行でき，同一階層の階層iとの交差点では遅れ$r_{i,i}$，一つ下位の階層(i-1)との交差点では遅れ$r_{i,i-1}$を被るものとする．このとき理論上は，旅行速度v_iは式(2-3-8)で計算できる．

$$v_i = \frac{1}{\frac{1}{v_{f_i}} + \frac{r_{i,i}}{s_i} + \frac{r_{i,i-1}}{s_{i,i-1}}} \tag{2-3-8}$$

よって，30, 40, 50[km/h]の各目標旅行速度から想定される道路階層区分と，2-3.表2-2-6の階層間の接続形式を参考に遅れ$r_{i,i}$, $r_{i,i-1}$を仮定することで，旅行速度v_i，道路間隔s_i，階層間の接続間隔$s_{i,i-1}$の関係が求められる．

今回のシナリオ設定では，(a)拠点領域内の需要が低い場合，(b)高い場合の二パターンについての典型的な接続形式を表2-3-3のように仮定している．これに従い，各遅れ値を表2-3-4の通り設定する．

図2-3-14は，この接続形式と遅れを仮定した場合の，目標旅行速度と道路間隔の関係である．**図2-3-14(a)**は，**表2-3-4(a)**拠点領域内の需要が低い場合に対応する．また，**図2-3-14(b)-i**は，**表2-3-4(b)**拠点領域内の需要が高い場合のうち，下位階層が20[km/h](道路分類Dを想定)の場合，**図2-3-14(b)-ii**は，下位階層が30[km/h](道路分類Cを想定)の場合に，それぞれ対応する．

自由走行速度は目標旅行速度の+10[km/h]とすると，目標旅行速度v_i=30, 40, 50[km/h]をそれぞれ達成できる道路間隔s_iは，図中の矢印で示されるようになる．ただし，道路間隔s_iと下位階層との接続間隔$s_{i,i-1}$との関係は，便宜的に整数倍になっているものとし，**図2-3-14(a),(b)-i**ではs_i=2$s_{i,i-1}$，**図2-3-14(b)-ii**ではs_i= $s_{i,i-1}$と仮定している．

表 2-3-4　想定した階層間の接続形式と交差点遅れ

(a) 拠点領域内の需要が低い場合

目標旅行速度v_i (該当する道路分類の例)	下位階層との接続形式と交差点遅れ$r_{i,i-1}$		同一階層との接続形式と交差点遅れ$r_{i,i}$
	(i) 下位階層が20[km/h](D)の場合	(ii) 下位階層が30[km/h](C)の場合	
30[km/h] (C)	左折In/Out 3[sec]※1	-	RAB 20[sec]※2
40[km/h] (C)		-	
50[km/h] (B)		IC(RAB) 3[sec]※1	

(b) 拠点領域内の需要が高い場合

目標旅行速度v_i (該当する道路分類の例)	下位階層との接続形式と交差点遅れ$r_{i,i-1}$		同一階層との接続形式と交差点遅れ$r_{i,i}$
	(i) 下位階層が20[km/h](D)の場合	(ii) 下位階層が30[km/h](C)の場合	
30[km/h] (C)	左折In/Out 3[sec]※1	-	信号　35[sec]※3
40[km/h] (C)		-	
50[km/h] (B)		信号 20[sec]※4	信号　35[sec]※3,※5

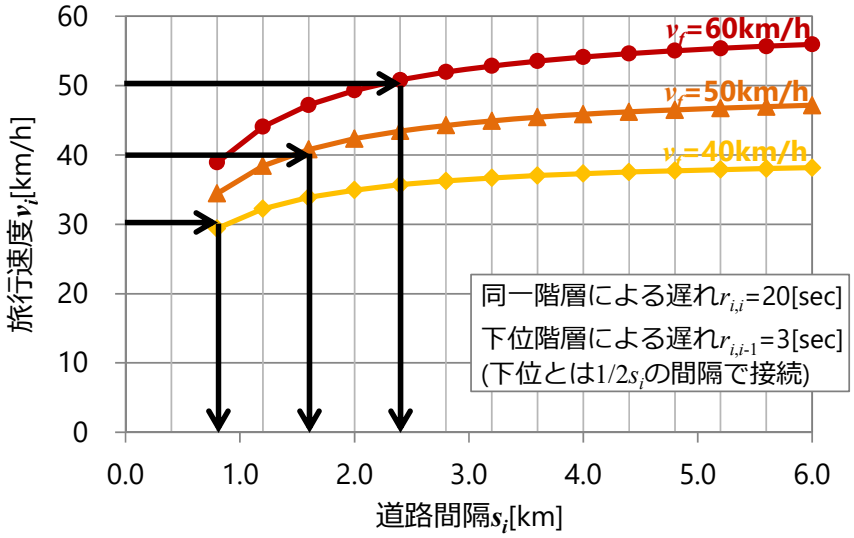
※1: ここで対称としている遅れは，上位＝主方向側を走行し続ける場合に生じる遅れであり，下位階層との分合流により直進交通流の流れが妨げられることによるもの．(IC=不完全立体の平面部分は影響しない)

※2: 環道交通量 600[veh/h]で需要率 0.74 に相当．

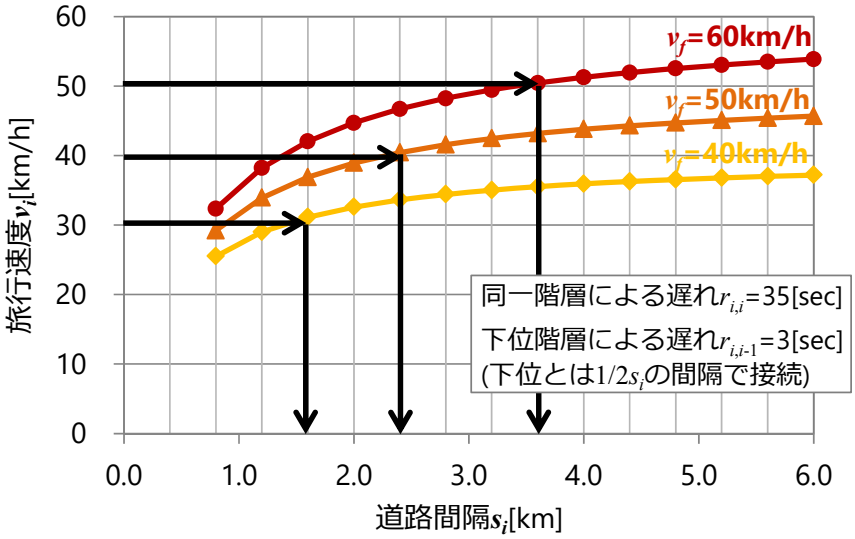
※3: サイクル長 90[sec]，青時間比 0.45 で需要率 0.68 相当．

※4: サイクル長 90[sec]，青時間比 0.65(主方向)で需要率 0.72 相当．

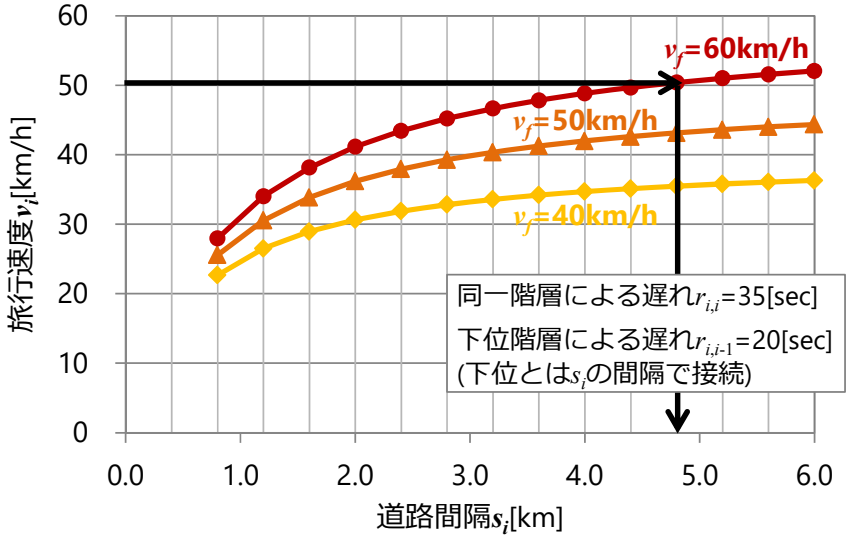
※5: 道路分類 B どうしの交差は，本来立体交差とすべき接続である．立体交差間隔は，用地制約や費用により影響されるが，今回は仮に信号とした場合に確保すべき間隔で代替してこれを求めている．



(a)市街地外の低需要な拠点領域を想定した場合



(b)-i 市街地内の高需要な拠点領域を想定した場合①



(b)-ii 市街地内の高需要な拠点領域を想定した場合②

図 2-3-14　道路間隔と旅行速度の関係の例

(e) 階層間の乗換え抵抗

階層間の乗換え抵抗は，**表2-3-3**に示した接続形式に応じて与える．下位から上位へ乗る場合と，上位から下位の階層へ降りる場合とでの接続形態の組合せを考慮し，乗降の乗換え抵抗の合計を計算すると，**表2-3-5**のようになる．

表 2-3-5　階層間の乗換え抵抗

接続形式	接続階層の目標旅行速度[km/h]	対象とする遅れの種類		乗換え抵抗の合計値[sec]	
		下位→上位	上位→下位	(a)需要が低い	(b)需要が高い
左折 In/Out	20⇔{30,40,50}	⑤左折 In	⑥左折 Out	33.5	37.9
IC(RAB)	20⇔50, {20,30,40,50}⇔80	⑦IC	④RAB	35.6	-
IC(信号)	{20,30,40,50}⇔{60,80}	⑦IC	③信号(同格)	-	36.3
信号	30⇔50	②信号(従方向)	①信号(主方向)	-	40.5
JCT	{50,60}⇔80	⑧JCT	⑧JCT	60.0	60.0

平面交差については，推定式を用いて計算する．遅れの推計には，需要率を仮定する必要がある．今回は，計画交通量の低減率[2](計画水準1)を参考に，(a)需要が低い場合には「地方部」の0.75，(b)高い場合には「都市部」の0.80とする．

信号交差点では，**式(2-3-9)**のWebsterの遅れ推定式第一項を，無信号交差点の一種であるRABおよび左折In(従方向一時停止制御交差点での従道路からの左折)については，Highway Capacity Manual[3),4)]で用いられる一時停止制御の遅れ推定**式(2-3-10)**を用いる．

$$r = \frac{C\left(1-\frac{G}{C}\right)^2}{2\left(1-\frac{G}{C}\frac{q}{cap}\right)} \tag{2-3-9)a}$$

$$cap = \frac{G}{sG} \tag{2-3-9)b}$$

$$r = \frac{3600}{cap} + 900T\left\{\frac{q}{cap}-1+\sqrt{\left(\frac{q}{cap}-1\right)^2+\frac{\left(\frac{3600}{cap}\right)\left(\frac{q}{cap}\right)}{450T}}\right\}+5 \tag{2-3-10)a}$$

$$cap = q_c\frac{e^{-q_c\frac{t_c}{3600}}}{1-e^{-q_c\frac{t_f}{3600}}} \tag{2-3-10)b}$$

ここに，q: 対象方向の交通流[veh/h]，cap: 交通容量[veh/h]であり，それ以外の変数と算出に用いた値は**表2-3-6**，**表2-3-7**に示す通りである．

表 2-3-6　信号交差点遅れ算出に用いたパラメータ

遅れ番号	①	②	③
対象交通流の主従	主方向	従方向	同格
C: サイクル長[sec]	90		
G/*C*: 有効青時間比	0.65	0.30	0.45
v/*cap*: 需要率	0.80		
r: 遅れ[sec]	11.5	29.3	21.3

表 2-3-7　RAB および左折 In の遅れ算出に用いたパラメータ

遅れ番号	④	⑤	
接続形式	RAB	従道路からの左折In(一時停止)	
需要レベル	(a)需要が低い	(a)需要が低い	(b)需要が高い
t_c: クリティカルギャップ[sec]	4.1※1	6.2※2	
t_f: フォローアップタイム[sec]	2.6※1	3.3※2	
q_c: 交錯交通量[veh/h]	600 (環道交通量)	600 (主道路の交通量)	
T: 分析ピリオド[h]	0.25		
v/*cap*: 需要率	0.75	0.75	0.80
r: 遅れ[sec]	20.6	30.5	34.9

※1: HCM2000[3]掲載の上限値，※2: HCM2010[4]掲載の"Right turn from minor"用の値.

その他の遅れについては，下記の通り任意に与える．

・左折Out=主道路からの流出: 3[sec](⑥)

・IC=不完全立体でのオンランプ: 15[sec](⑦)

・JCT=完全立体でのオン・オフ: 30[sec](⑧)

(f) 旅行時間の近似的計算

拠点間直線距離X_{target}を階層lまで使って連絡する場合の旅行時間$T(l)$を以下の近似的手法により求める．$1 \le l \le n$のうち$T(l)$が最小となるlが，その拠点間直線距離X_{target}の使用階層数kである．

拠点間直線距離X_{target}をl階層で連絡する場合の各階層の平均走行距離$x_i(1 \le i \le l)$は，下記の*Step1~3*で近似的に計算する．

Step1.

まず，階層lの平均走行距離x_lおよび，階層lにアクセスするまでの平均アクセス走行距離x_{acl}を求める．この時点では，階層lと階層(l-1)のみを考慮し，階層lに対して階層(l-1)の道路間隔は充分小さいこと，x_lはv_lで，x_{acl}はv_{l-1}で走行することを仮定する．さらに，計算の簡略化のため，アクセス/イグレスが対称形となる起終点のみを考慮する．起終点間には**図2-3-15**のように経路A, B, Cの3通りの経路があり，どれが最短時間経路となるかは，道路間隔s_lと目標旅行速度比$r_{vl} = v_l / v_{l-1}$，および拠点間直線距離X_{target}をs_lで除した商mと余りaによって決まる．

Step2.

Step1で求めたx_{acl}は，実際には階層(l-1)だけでなく階層1～階層(l-1)を段階的に走行することになる．よって次は，x_{acl}を階層(i-1)まで使って連絡する場合について考えれば良い．よって，

$X_{target} = x_{acl}$, l=l-1に置き換えて計算を行う．これをl=2まで繰り返し，最後にx_{ac2}=x_1とすれば，全階層の平均走行距離x_iが計算できる．

Step3.

これらを(a)の式(2-3-4)に代入すれば，拠点間直線距離X_{target}をl階層で連絡する場合の旅行時間$T(l)$が計算できる．

自専道までのアクセス時間については，起終点から自専道へ繋がる道路(集散道路D_Uのまま，あるいは中間階層$C_{R/U}$, $D_{R/U}$)まで図2-3-14のうち最短時間の経路でアクセスすることを想定している．

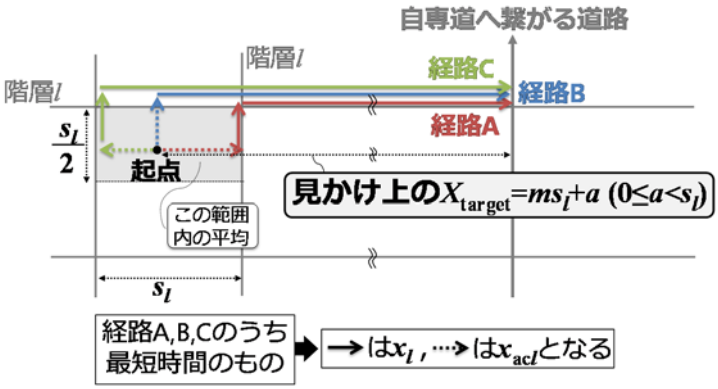


図 2-3-15　自専道までのアクセス時間算定のため考慮した経路

一方，拠点領域内のトリップが一般道のみを使用した場合の旅行時間は，図2-3-16のように，同じトリップ長であってもODと格子状道路の方向関係によって，最短時間経路や旅行時間が変わる．このため，図中に示すように，格子状道路との交差角が0°, 15°, 30°, 45°の4通りについて，最短経路と旅行時間を算出し，これらの加重平均をとる形で近似的に求めた．ここでは領域内部についてはあらゆる方向に需要が一様分布していることを仮定している．

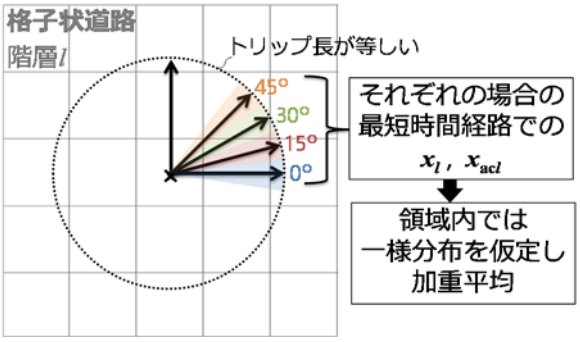


図 2-3-16　拠点領域内の一般道使用旅行時間を算定のため考慮したトリップのばらつき

3-2　拠点間を連絡する階層の目標旅行速度と道路分類

拠点間を連絡する道路に対して，どの道路分類，目標旅行速度を適用するかは，拠点間の距離や目標旅行時間，自専道と拠点との位置関係を考慮して，**図 2-3-17** の枠組みに従い設定する．

(1)拠点間連絡に自専道を使用する場合には，(i)自専道の旅行速度を向上させる施策，(ii)一般道の一部を自専道化する施策あるいは(iii)一般道に中間階層を設けてアクセス速度を向上させる施策のうち，いずれかまたは複数を用いて，拠点間目標旅行時間が達成できるような道路分類と目標旅行速度を設定する．

(2)拠点間連絡に一般道のみを使用する場合には，拠点間距離に応じて適切な道路分類と目標旅行速度の組合せを**表 2-3-9** から参照する．

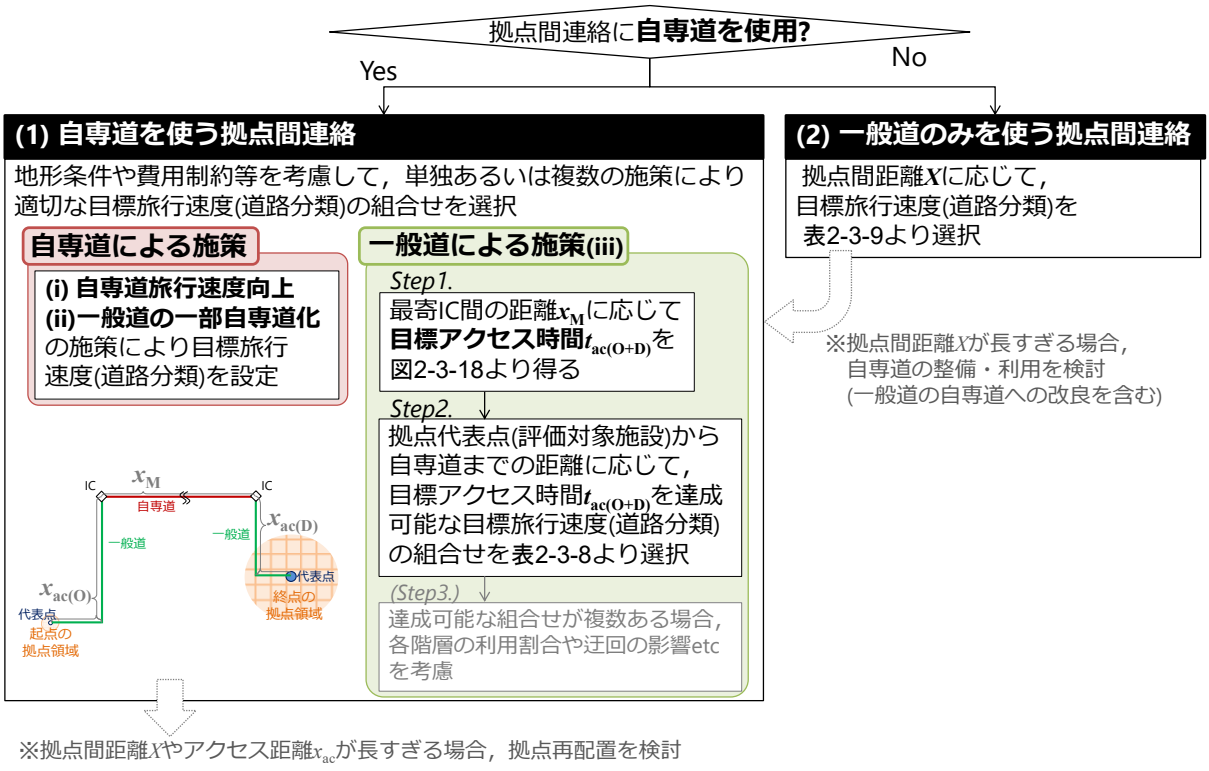
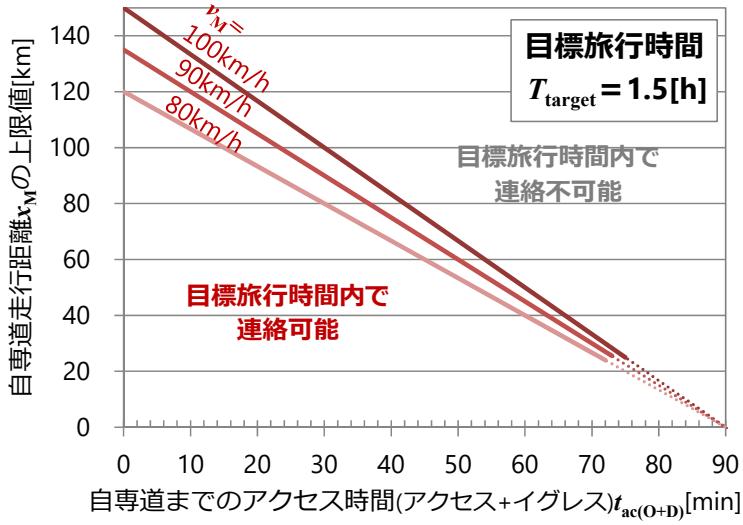
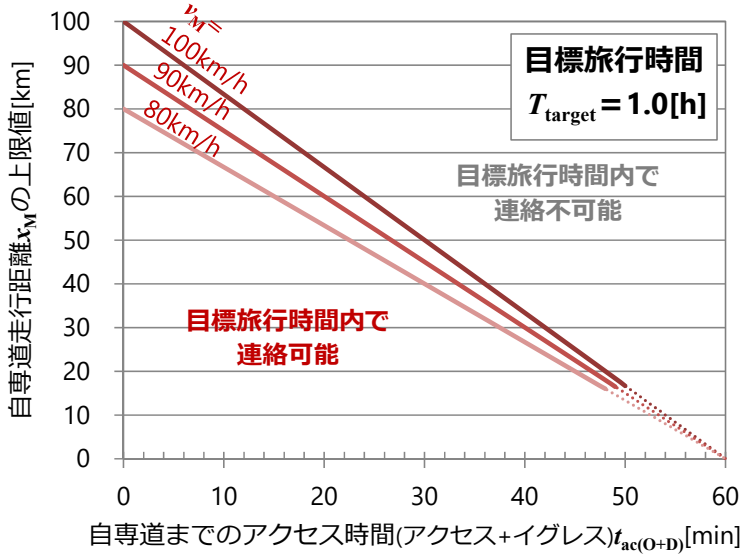


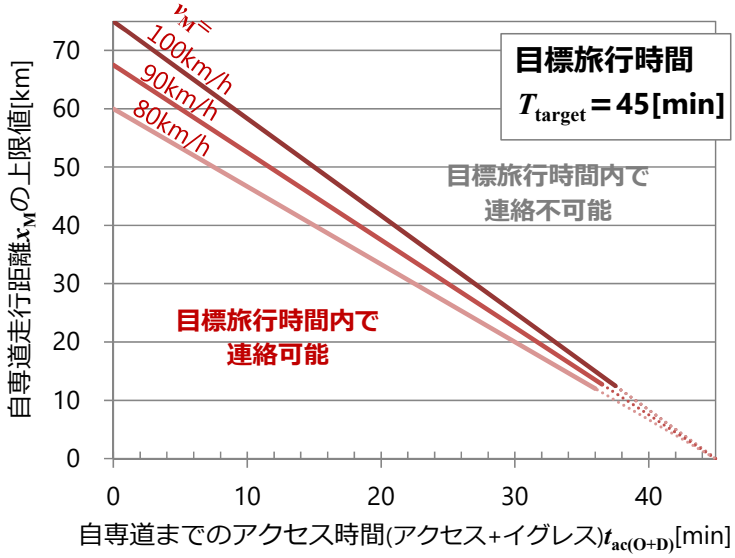
図 2-3-17　拠点間を連絡する階層と目標旅行速度の設定方法



(a)目標旅行時間 1.5[h](高次都市拠点 UUC 間連絡)の場合



(b)目標旅行時間 1.0[h](個別施設から高次都市拠点 UUC 連絡)の場合



(c)目標旅行時間 45[min](生活拠点 LUC 間連絡)の場合

*点線部は，アクセスのための走行距離が自専道走行距離より長くなる可能性が高く，望ましくない

図 2-3-18　目標旅行時間を達成可能な，自専道までのアクセス時間と自専道走行距離の上限値

表 2-3-8　自専道までのアクセス時間(片道)[min]

(a)拠点領域内の需要が低い場合(地方部の CMA, SMA, LUA など，IC 間隔 10km を仮定)

自専道までの距離	シナリオ：目標旅行速度[km/h]の組合せ(該当する道路分類の例)				
	20 (D)	20&30 (D&C)	20&40 (D&C)	20&50 (D&B)	20&30&50 (D&C&B)
4km	20	15	13	12	12
6km	26	19	16	14	14
8km	32	23	19	16	16
10km	38	27	22	19	19
12km	44	31	25	21	21

表中の値は，自専道までのアクセス時間(片道・アクセスとイグレスの平均)：単位[min]

(b)拠点領域内の需要が高い場合(UUA, MEA や都市部の各種拠点など，IC 間隔 4.8km を仮定)

自専道までの距離	シナリオ：目標旅行速度[km/h]の組合せ(該当する道路分類の例)						
	20 (D)	20&30 (D&C)	20&40 (D&C)	20&50 (D&B)	20&30&50 (D&C&B)	20&60 ($D+A_U$)	20&30&60 ($D+C+A_U$)
4km	16	13	12	11	13	9	10
6km	22	17	15	14	15	11	12
8km	28	21	18	16	18	13	14
10km	34	25	21	18	20	15	16
12km	40	29	24	21	23	18	18

表中の値は，自専道までのアクセス時間(片道・アクセスとイグレスの平均)：単位[min]

(補：この表は，3-1で行った理論的計算の仮定している各種条件の誤差を考慮して，図2-3-8の「自専道までのアクセス時間」を整数に切り上げたものである．)

【シナリオ解説】

<table>
<tr><th rowspan="2">シナリオ名</th><th rowspan="2">該当する道路分類の例</th><th colspan="6">目標旅行速度[km/h](道路間隔[km]; 下位階層との接続間隔[km])</th></tr>
<tr><th colspan="3">(a)拠点領域内の需要が低い場合</th><th colspan="3">(b)拠点領域内の需要が高い場合</th></tr>
<tr><td>20</td><td>D</td><td rowspan="6">20
(0.4)</td><td>-</td><td>-</td><td rowspan="7">20
(0.4)</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>20&30</td><td>D&C</td><td>30(0.8; 0.4)</td><td>-</td><td>30(1.6; 0.8)</td><td>-</td></tr>
<tr><td>20&40</td><td>D&C</td><td>40(1.6; 0.8)</td><td>-</td><td>40(2.4; 1.2)</td><td>-</td></tr>
<tr><td>20&50</td><td>D&B</td><td>50(2.4; 1.2)</td><td>-</td><td>50(3.6; 1.8)</td><td>-</td></tr>
<tr><td>20&30&50</td><td>D&C&B</td><td>30(0.8; 0.4)</td><td>50(2.4; 1.2)</td><td>30(1.6; 0.8)</td><td>50(4.8; 4.8)</td></tr>
<tr><td>20&60</td><td>D&A_U</td><td colspan="2" rowspan="2">-</td><td>60(2.4; 1.6)</td><td>-</td></tr>
<tr><td>20&30&60</td><td>D&C&A_U</td><td>30(1.6; 0.8)</td><td>60(2.4; 1.6)</td></tr>
</table>

*各階層の走行割合は，道路間隔，下位階層との接続間隔に依存している．

表 2-3-9　目標旅行速度(道路分類)の組合せと最大拠点間距離[km]

(a)起終点のある拠点領域内の需要が低い場合(地方部の CMA, SMA, LUA など)

起終点		目標旅行時間	シナリオ：目標旅行速度[km/h]の組合せ(該当する道路分類の例)				
			20 (D)	20&30 (D&C)	20&40 (D&C)	20&50 (D&B)	20&30&50 (D&C&B)
個別施設	SMC	15[min]	~5	-	-	-	-
	LUC	30[min]	~10	~11	~13	~16	~16
	UUC	1.0[h]	~20	~23	~29	~35	~36
SMC	SMC	20[min]	~6	~7	~8	~9	~9
LUC	LUC	45[min]	~15	~17	~21	~26	~26
UUC	UUC	1.5[h]	~30	~34	~45	~55	~55

表中の値は目標旅行時間を達成可能な最大拠点間距離：単位[km]

(b)起終点のある拠点領域内の需要が高い場合(UUA, MEA や都市部の各種拠点など)

起終点		目標旅行時間	シナリオ：目標旅行速度[km/h]の組合せ(該当する道路分類の例)						
			20 (D)	20&30 (D&C)	20&40 (D&C)	20&50 (D&B)	20&30&50 (D&C&B)	20&60 (D&A_U)	20&30&60 (D&C&A_U)
個別施設	SMC	15[min]	~5	-	-	-	-	-	-
	LUC	30[min]	~10	~10	~12	~14	~10	~18	~15
	UUC	1.0[h]	~20	~22	~28	~34	~31	~42	~42
SMC	SMC	20[min]	~6	~6	~7	~7	~6	~10	~7
LUC	LUC	45[min]	~15	~16	~20	~24	~21	~30	~30
UUC	UUC	1.5[h]	~30	~34	~44	~53	~50	~66	~65

表中の値は目標旅行時間を達成可能な最大拠点間距離：単位[km]

[-]使用できない

目標時間内の連絡は可能だが，階層区分の機能分担上避けるべき(D-IV, III, II, C-II, A_U-V, IV に相当)

目標時間内の連絡は可能だが，階層区分では△(C-III に相当)

※各階層の道路間隔・下位階層との接続間隔のめやすは，前頁【シナリオ解説】を参照.

(補：この表は，3-1で行った理論的計算の仮定している各種条件の誤差を考慮して，表2-3-1の「目標旅行時間を達成可能な拠点間距離」を整数に切り下げたものである．)

(1) 自専道を使う拠点間連絡の場合

(a) 例題

i) 対象とする拠点間連絡

ここでは，図2-3-19に示すような集落CMA(代表点CMC)と高次都市拠点UUA(代表点UUC)の連絡を例題とし，拠点間を連絡する階層の目標旅行速度と道路分類の設定方法を解説する．

いま，この二点間の目標旅行時間は，2-1.表2-2-2の「個別施設から高次都市拠点UUCまで」に従えば，1.0[h]に設定することができる．これは，集落の代表点CMCを，その領域CMA内にある個別施設(住居など)の代表点とみなしているためである．ここで，図中右側のUUAは，集落CMAにとって最も近い高次都市拠点領域である．

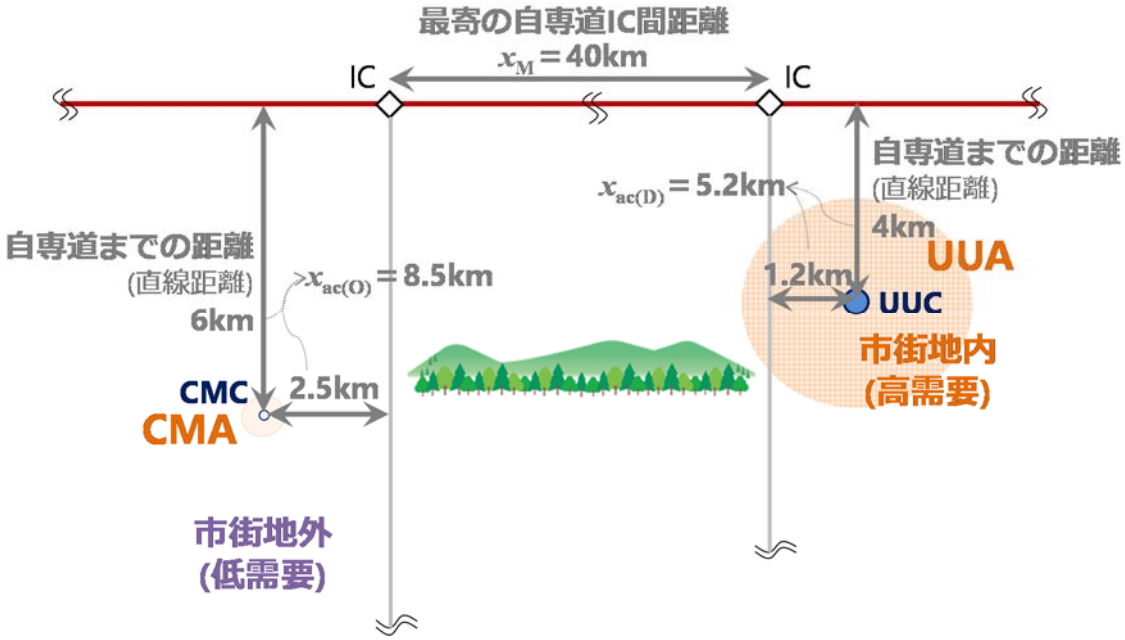


図 2-3-19　例題：集落と高次都市拠点の連絡イメージ図

ii) 拠点間で達成すべき目標

拠点間で目標旅行時間を達成するためには，式(2-3-11)を満足すればよい．

$$T_{target} \geq t_{ac(O)} + \frac{x_M}{v_M} + t_{ac(D)} \tag{2-3-11}$$

起点～ICのアクセス時間　自専道の走行時間　IC～終点のイグレス時間

ここで，T_{target}: 拠点間の目標旅行時間，

$t_{ac(O)}$: 起点から自専道ICまでのアクセスに要する時間，

$t_{ac(D)}$: 自専道ICから終点までのイグレスに要する時間，

x_M: 自専道走行距離＝起終点の最寄IC間の距離，

v_M: 自専道の目標旅行速度である．

ここで，自専道までのアクセス・イグレスに要する時間を$t_{ac(O+D)}$とすると，

$$t_{ac(O+D)} = t_{ac(O)} + t_{ac(D)} \tag{2-3-12}$$

であるため，これより**式(2-3-11)**は**式(2-3-1)**’のように簡略化できる．

$$T_{target} \geq t_{ac(O+D)} + \frac{x_M}{v_M} \tag{2-3-11)'}$$

アクセス＋イグレス時間　　自専道の走行時間

なおここで，起終点から自専道ICまでのアクセス・イグレスに要する時間$t_{ac(O)}$，$t_{ac(D)}$は，一般道を走行する時間と乗換え抵抗の和として，**式(2-3-13)**，**式(2-3-14)**のようになる．

$$t_{ac(O)} = \frac{x_{ac(O)}}{v_{ac(O)}} + \sum_{O}^{IC} r_{(O)} \tag{2-3-13}$$

起点～ICの走行時間＝距離÷アクセス速度　　起点～ICで生じる乗換え抵抗の和

$$t_{ac(D)} = \frac{x_{ac(D)}}{v_{ac(D)}} + \sum_{IC}^{D} r_{(D)} \tag{2-3-14}$$

同様にして，走行距離は**式(2-3-15)**のように書ける．

$$X = x_{ac(O)} + x_M + x_{ac(D)} \tag{2-3-15}$$

起点～ICまでの走行距離　　自専道の走行距離　　IC～終点までの走行距離

ここで，X: 拠点間の走行距離，

$x_{ac(O)}$: 起点から自専道ICまでのアクセス部分で走行する距離，

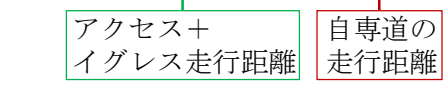
$x_{ac(D)}$: 自専道ICから終点までのイグレス部分で走行する距離，

x_M: 自専道走行距離＝起終点の最寄IC間の距離である．

これも，自専道までのアクセス・イグレス部分で走行する距離を，まとめて$x_{ac(O+D)}$とする(**式(2-3-16)**)と，**式(2-3-15)**’で簡略化できる．

$$x_{ac(O+D)} = x_{ac(O)} + x_{ac(D)} \quad (2\text{-}3\text{-}16)$$

$$X = x_{ac(O+D)} + x_M \quad (2\text{-}3\text{-}15)'$$



iii) 境界条件による初期状態の整理

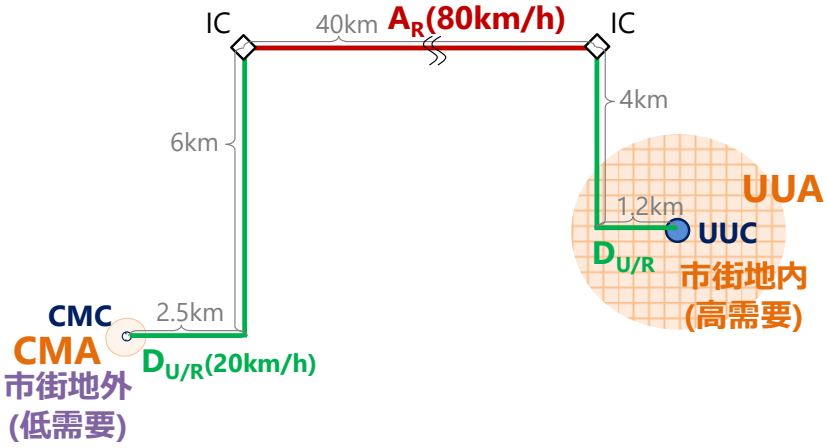
ここで，拠点領域間を連絡する自専道(A_Rに該当)および起終点に繋がる集散道路(D_Uに該当)のみが，所与である状態を初期状態と呼ぶことにする．図2-3-19の例で，初期状態における条件と旅行時間を整理すると表2-3-10のようになる．このときの拠点間の走行距離と旅行時間の関係は図2-3-20のようになり，初期状態のままでは，目標旅行時間を超過してしまう．従って，目標旅行時間を満足するように，目標旅行速度と道路分類を適切に設定しなおす必要がある．

表 2-3-10　初期状態における各種変数の値

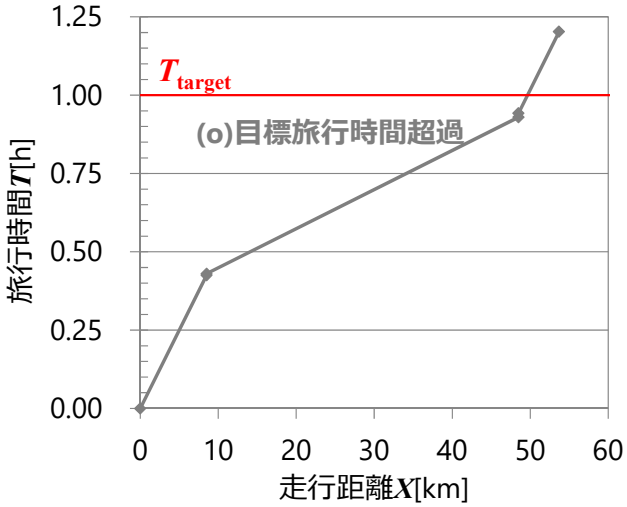
各種条件	変数	値(初期状態)	階層設定との関係
目標旅行時間	T_{target}	1.0[h]	
拠点配置条件			
拠点間の走行距離(最短距離経路)	$X=x_{ac(O)}+x_M+x_{ac(D)}$	53.7[km]	
自専道の走行距離	x_M	40[km]	施策(ii)で検討
起点側のアクセス距離	$x_{ac(O)}$	8.5[km]	
終点側のイグレス距離	$x_{ac(D)}$	5.2[km]	
道路の目標旅行速度の条件			
自専道の目標旅行速度	v_M	80[km/h]	施策(i)で検討
起終点に繋がる集散道路の旅行速度	v_{ac} (初期状態)	20[km/h]	施策(iii)で検討
旅行時間			
自専道の走行時間	x_M/v_M	30[min]	施策(i), (ii)で変化
起点~ICのアクセス時間＝①+②	$t_{ac(O)}=x_{ac(O)}/v_{ac}+\Sigma r_{ac(O)}$	25.8[min]*1	
①起点~ICの走行時間	$x_{ac(O)}/v_{ac}$	25.5[min]	施策(ii), (iii)で変化
②起点~ICで生じる乗換え抵抗の和	$\Sigma r_{ac(O)}$	17.8[sec]*2	施策(iii)で変化
IC~終点のイグレス時間＝③+④	$t_{ac(D)}=x_{ac(D)}/v_{ac}+\Sigma r_{ac(D)}$	15.9[min]*1	
③終点側のアクセス走行時間	$x_{ac(D)}/v_{ac}$	15.6[min]	施策(ii), (iii)で変化
④終点~ICで生じる乗換え抵抗の和	$\Sigma r_{ac(D)}$	18.2[sec]*2	施策(iii)で変化
初期状態での旅行時間	$T=t_{ac(O)}+x_M/v_M+t_{ac(D)}$	71.7[min]	>目標旅行時間

*1:この値は，シナリオ【20】のアクセス時間(図2-3-8，表2-3-8)に等しい．
*2:自専道ICでの乗換え抵抗の片道分(乗降り合計÷2)→3-1参考資料(e)へ．

以上を考慮して，拠点間を何段階の階層で連絡すべきか，それぞれの階層の目標旅行速度をどの程度とすべきかを決定することになる．



(a)拠点間を連絡する道路分類と目標旅行速度



(b)走行距離と旅行時間の関係

図 2-3-20　初期状態

(b) 解：想定する自専道/一般道整備施策に応じた目標旅行速度と道路分類の設定

拠点間を繋ぐ道路の目標旅行速度と道路分類は，将来想定する自専道や一般道の整備方針に応じて，下記に解説する解(i)~(iii)から，単独あるいは複数を組合せて決定する．本項では，解(i)~(iii)を単独で適用する場合の方法について解説し，これらを複数組合せる場合については，次項(c)で概説する．

まず，自専道による施策として，(i)自専道旅行速度向上および(ii)一般道の一部自専道化の二つがある．

目標旅行時間達成条件の**式(2-3-1)'**は，**式(2-3-17)**のように書き換えることができる．このうち，(i)自専道旅行速度向上施策は，自専道の目標旅行速度v_Mを向上させることによって，自専道走行時間を短縮するものでり，(ii)一般道の一部自専道化施策は，アクセス走行距離$x_{ac(O+D)}$の一部を自専道走行距離x_Mに置き換え，総走行時間を短縮するものである．

$$T_{\text{target}} \geq t_{\text{ac(O+D)}} + \frac{x_{\text{M}}}{v_{\text{M}}} = \sum r_{\text{(O+D)}} + \frac{x_{\text{ac(O+D)}}}{v_{\text{ac}}} + \frac{X - x_{\text{ac(O+D)}}}{v_{\text{M}}} \qquad (2\text{-}3\text{-}17)$$

アクセス＋イグレス走行距離

固定

自専道の目標旅行速度

図2-3-21は，自専道目標旅行速度v_{M}，アクセス＋イグレス走行距離$x_{\text{ac(O+D)}}$と，目標旅行時間T_{target}=1.0[h]を達成可能な走行距離Xの関係を表している．

今回の例題における初期状態は，アクセス＋イグレス走行距離$x_{\text{ac(O+D)}}$=8.5+5.2=13.7[km]，走行距離X=53.7[km]であるから，図2-3-21の灰色の×印で示された点(o)にプロットされる．点(o)は，自専道目標旅行速度v_{M}=80[km/h]の線で示された「目標旅行時間を達成可能な範囲」(塗りつぶし部分)におさまっていない．これが，「目標旅行時間を達成可能な範囲」(塗りつぶし部分)におさまるように，v_{M}あるいは$x_{\text{ac(O+D)}}$を変更する．

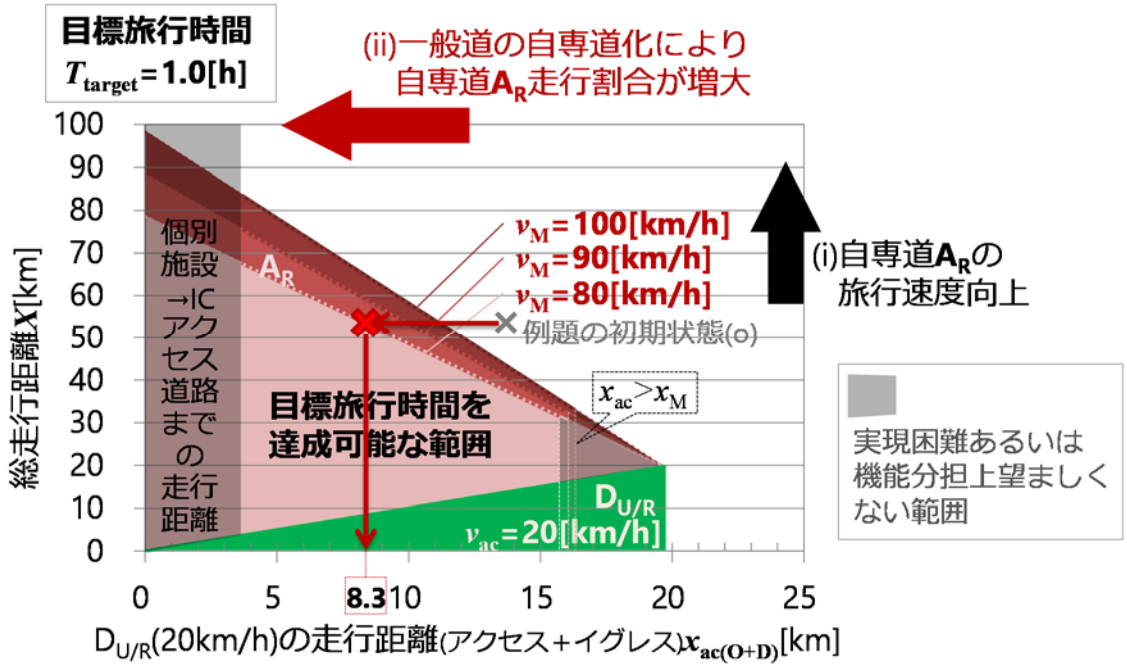


図 2-3-21　自専道整備による目標旅行時間達成

施策(i) 自専道旅行速度向上

この施策では，図2-3-21の点(o)を「目標旅行時間を達成可能な範囲」(塗りつぶし部分)におさめることができるv_{M}の境界線を元に，自専道の目標旅行速度を決定する．

しかし，図2-3-21ではv_{M}=100[km/h]をもってしても，点(o)を範囲内におさめることができない．これは，式(2-3-17)をv_{M}について解いた場合に，

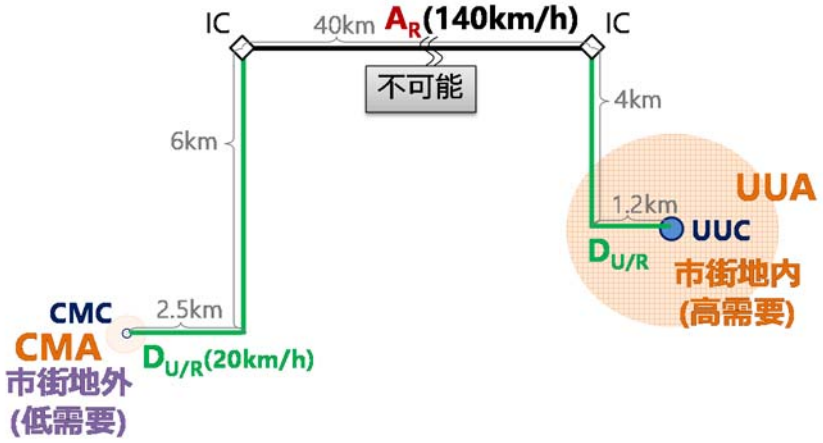
$$v_{\text{M}} \geq \frac{x_{\text{M}}}{T_{\text{target}} - t_{\text{ac(O+D)}}} \qquad (2\text{-}3\text{-}18)$$

となり，各変数を代入すると，

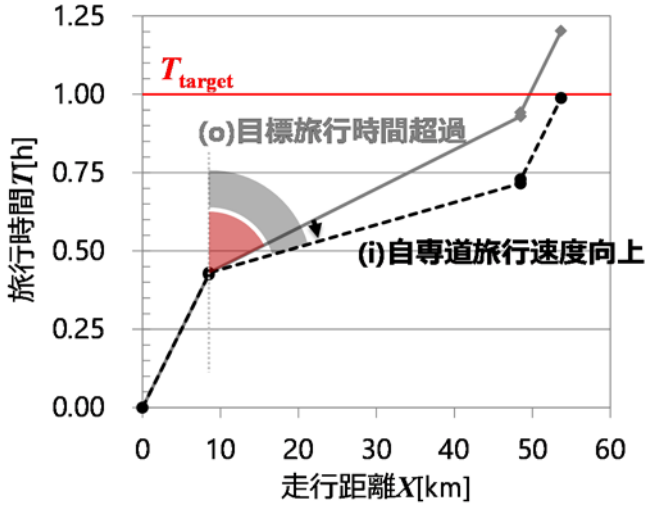
$$v_M \geq \frac{40}{1.0-\left(\frac{25.8+15.9}{60}\right)} = 134.8[\mathrm{km/h}] \qquad (2\text{-}3\text{-}18)'$$

となることからも明らかである．

この施策で目標旅行時間を達成させるためには，自専道v_Mの目標旅行速度を140[km/h]程度とする必要がある．この解は図2-3-22のようになるが，旅行速度140[km/h]を実現することは現状では不可能であるため，この施策は今回の例題では適用できない．



(a)拠点間を連絡する道路分類と目標旅行速度



(b)走行距離と旅行時間の関係

図 2-3-22　解(i)自専道旅行速度向上施策

施策(ii) 一般道の一部自専道化

この施策では，図2-3-21の点(o)を横軸方向に移動し，目標旅行時間を達成可能な範囲(塗りつぶし部分)におさめることができるアクセス＋イグレス走行距離$x_{ac(O+D)}$を求める．

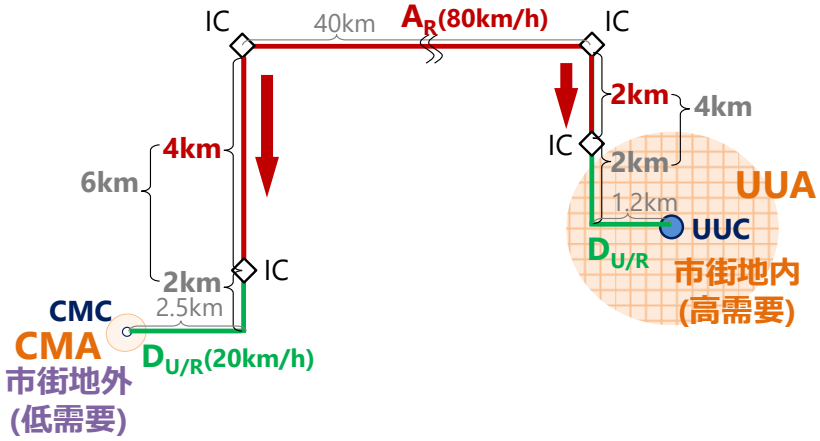
すると，図2-3-21の赤の×印で示した点$x_{ac(O+D)}$≒8.3[km]において，自専道旅行速度v_M=80[km/h]での達成可能範囲内となることがわかる．これは，式(2-3-17)を$x_{ac(O+D)}$について解いた式(2-3-19)からも得られる．

$$x_{ac(O+D)} \le \frac{v_M\left(T_{target} - \sum r_{(O+D)}\right) - X}{\left(\frac{v_M}{v_{ac}} - 1\right)} \tag{2-3-19}$$

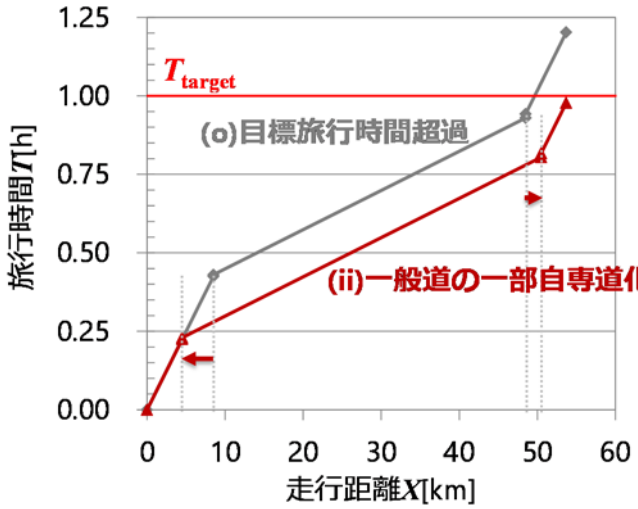
$$x_{ac(O+D)} \le \frac{80\left(1.0 - \frac{17.8+18.2}{3600}\right) - 53.7}{\left(\frac{80}{20} - 1\right)} = 8.3[\mathrm{km}] \tag{2-3-19'}$$

現在のアクセス＋イグレス走行距離$x_{ac(O+D)}$=8.5+5.2=13.7[km]であるので，8.3[km]にするためには，Δx>13.7-8.3=5.4[km]の差分だけ，自専道化を行う必要がある．

アクセス側，イグレス側，どちらにどれだけ自専道化を行うかは，周辺の地形，沿道状況などを考慮して最適なものを決定する．今回は解(ii)として，アクセス側に4.0[km]，イグレス側に2.0[km]の合計6.5[km]を自専道化した例を，図2-3-23に示す．



(a)拠点間を連絡する道路分類と目標旅行速度



(b)走行距離と旅行時間の関係

図 2-3-23　解(ii)自専道の走行割合増大施策

施策(iii)　中間階層によるアクセス速度向上

この施策は，自専道を整備する施策(i), (ii)と異なり，アクセス・イグレスに用いる一般道部分を階層化するものである．具体的には，初期状態で想定している集散道路(D相当)と自専道(A_R相当)の間に中間階層を挿入することによって，アクセス＋イグレス時間$t_{ac(O+D)}$を短縮する(式(2-3-11)'再掲).

$$T_{target} \geq t_{ac(O+D)} + \underbrace{\frac{x_M}{v_M}}_{\text{固定}} \qquad (2\text{-}3\text{-}11)'$$

アクセス側およびイグレス側の中間階層の目標旅行速度は，下記の*Step1~3*に従って求める．

Step1. **目標アクセス時間の設定**

図2-3-18を用いて，自専道までの目標アクセス＋イグレス時間$t_{ac(O+D)}$を求める．

今回の例題では目標旅行時間=1.0[h]であるから，**図2-3-18(b)**を用いる．これを**図2-3-24**に再掲する．例題の条件より，x_M=40[km]，v_M=80[km/h]なので，目標アクセス＋イグレス時間は**図2-3-24**に橙色の×印で示した，$t_{ac(O+D)}$=30[min]である．

図2-3-24は，アクセス＋イグレス時間$t_{ac(O+D)}$と自専道走行距離x_Mのプロットが，自専道目標旅行速度v_Mの各値に応じた赤線より下であれば，目標旅行時間を達成可能であることを示すものである．初期状態では，x_M=40[km]，$t_{ac(O+D)}$=25.8+15.9=41.7[min]であるから，灰色の×印で示す点(o)となり，v_M=80[km/h]の赤線より上にあるため，目標旅行時間を達成できないことが確認できる．

ちなみに，この関係は，**式(2-3-11)'**を$t_{ac(O+D)}$について解くことで得られる**式(2-3-20)**からも明らかである．

$$t_{ac(O+D)} \le T_{target} - \frac{x_{th}}{v_{th}} \tag{2-3-20}$$

$$t_{ac(O+D)} \le 1.0 - \frac{40}{80} = 0.5[\mathrm{h}] = 30.0[\mathrm{min}] \tag{2-3-20)'}$$

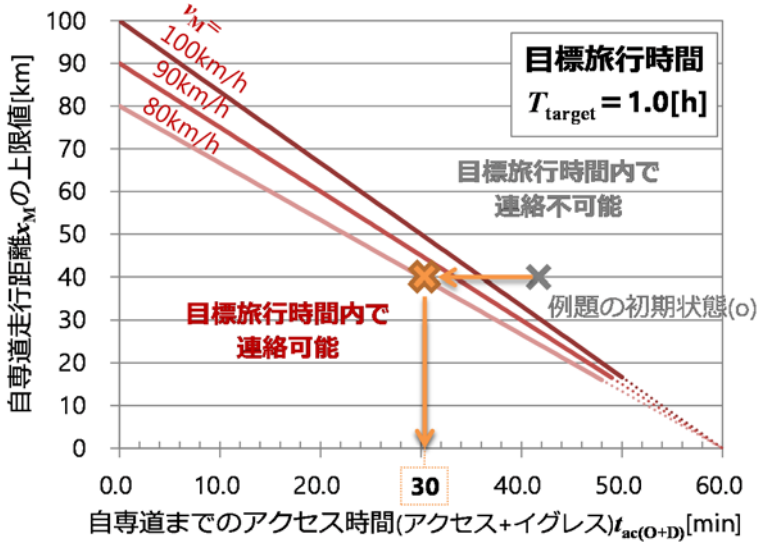


図 2-3-24　アクセス時間と目標達成可能な自専道走行距離の関係

***Step2.* 目標アクセス時間を達成するシナリオの組合せを選択**

一般道を階層化する各シナリオで実現するアクセス時間$t_{ac(O)}$，イグレス時間$t_{ac(D)}$を**表2-3-8**から把握する．これより，*Step1*で得た目標アクセス＋イグレス時間を達成できるシナリオの組合せを求める．

今回の例題では，アクセス側は**表2-3-8(a)**「自専道までの距離6km」，イグレス側は**表2-3-8(b)**「自専道までの距離4km」の棒グラフで示される「自専道までのアクセス時間t_{ac}」を参照すればよい．これにより得られた各シナリオにおけるアクセス時間$t_{ac(O)}$，イグレス時間$t_{ac(D)}$を**図2-3-25**に示す．このうち，アクセス側・イグレス側が線で結ばれたものは，アクセス＋イグレス時間$t_{ac(O+D)}=t_{ac(O)}+t_{ac(D)}\le$30[min](目標時間)となる組合せである．

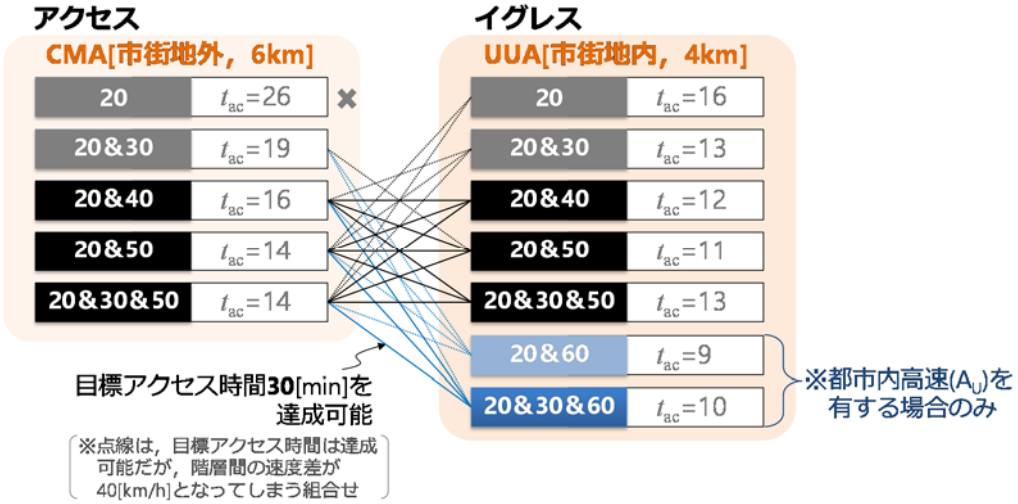


図 2-3-25　解(iii)目標アクセス時間を達成可能なシナリオの組合せ

***Step3.* 階層化シナリオの決定**

*Step2*で得た組合せから，適用するシナリオを決定する．

図2-3-25より，今回の例題では全23通りの組合せが可能である．これらは全て，対象とするCMC-UUC間の目標旅行時間達成という条件上は問題ない．このうちどれを選択するかは，二拠点間の目標旅行時間以外の要素を考慮した総合的な判断となる．例えば，下記に挙げる事項を判断材料とすることができる．

・他の拠点との連絡に対する目標旅行時間(例えば，起点CMCであれば，例題の終点であるUUC以外にも，近隣のCMCどうしの連絡や，SMC・LUC・MECとの連絡などがある)
・階層間の旅行速度差　→3-1参考資料(c)参照
・拠点領域内の内内トリップとの分離
・拠点領域周辺の地形条件や，現状の道路配置，施設配置を考慮した場合の改良費用

ここでは，階層化の最も重要な意義である「道路の機能分担」という観点から，階層間の旅行速度差と，内内トリップとの分離を考慮してシナリオを決定する．

・階層間の旅行速度差

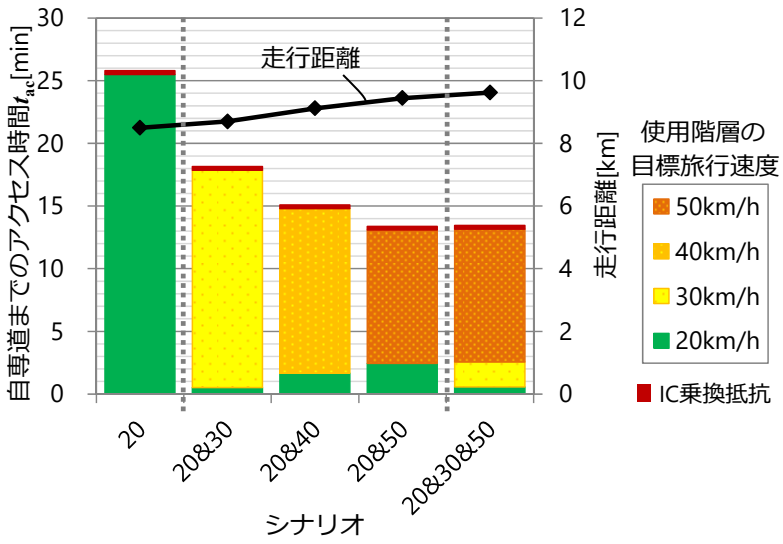
階層間の旅行速度差が大きくなり過ぎると，乗換えに伴う分合流や加減速がしにくく，安全免状も問題がある．よって，図2-3-25の解のうち，速度差が40[km/h]となってしまう点線の組合せは除外するものとする．これにより，23通り中12通りの組合せに絞られる．

・拠点領域内の内内トリップとの分離

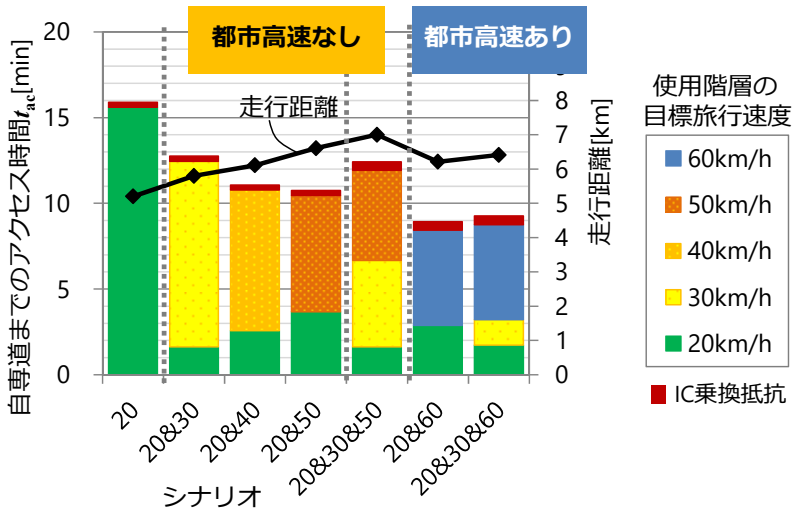
図2-3-26は，各シナリオ適用時の(a)アクセス側，(b)イグレス側の起点/終点からICまでのアクセス時間と，それに占める各階層の割合および走行距離を示している．これより，シナリオ【20&50】では，アクセス時間を最も短くすることができるが，目標旅行速度20[km/h]の階層を走行する割合は他のシナリオより高く，走行距離も長いことがわかる．これは，目標旅行速度50[km/h]を実現するには道路間隔や接続間隔を長

くとる必要があり，その結果この階層へアクセスするための迂回が生じるためである．反面，シナリオ【20&30】のように，中間階層の目標旅行速度が低ければ，すぐにこの階層にアクセス可能で迂回も少ない．例えば交通静穏化をはかりたい地域では，このようなシナリオを適用することで，できるだけ集散道路(目標旅行速度20[km/h])の走行を少なくすることが好ましい．

今回の例題では，CMC→UUCの二拠点間のみに着目してきたが，実際には，CMA，UUAそれぞれの拠点領域内には，起終点が完結する内内トリップなども存在する．拠点領域から外に出て自専道ICへと向かう内外・外内トリップと内内トリップを分離したい場合には，目標旅行速度30, 40[km/h]の階層を適用することで，できるだけ早く内外・外内トリップを20[km/h]の階層から排除し，内内トリップだけがこの階層を使えるようにするという選択があり得る．逆に，拠点領域が広く，20[km/h]の階層だけでは内内トリップの旅行時間が長くなってしまう状況であれば，長距離の内々トリップが中間階層を使用できるようにしてもよい．



(a)アクセス側・拠点領域内の需要が低い場合(自専道まで 6km)



(b)イグレス側・拠点領域内の需要が高い場合(自専道まで 4km)

図 2-3-26　アクセス時間と使用階層の割合，走行距離

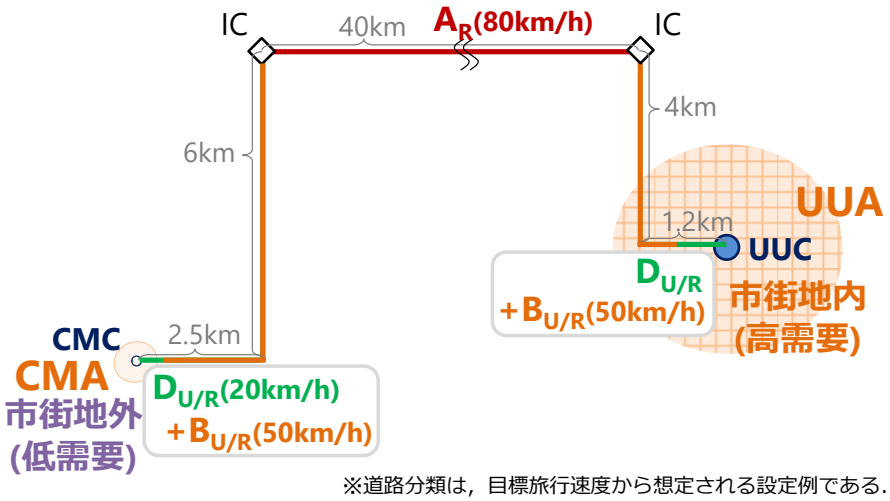
解(iii)の例

今回の例題での解(iii)として，アクセス時間の最小化を行う図2-3-27と，機能分担を考慮した図2-3-28を紹介する．ただし，例題のUUAは都市内高速(A_U)を有していないものとする．

図2-3-27の解(iii)-aは，アクセス側･イグレス側どちらもアクセス時間が最も短くなる【20&50】を適用している．このとき旅行時間は，図2-3-25に示したアクセス・イグレス時間を代入して

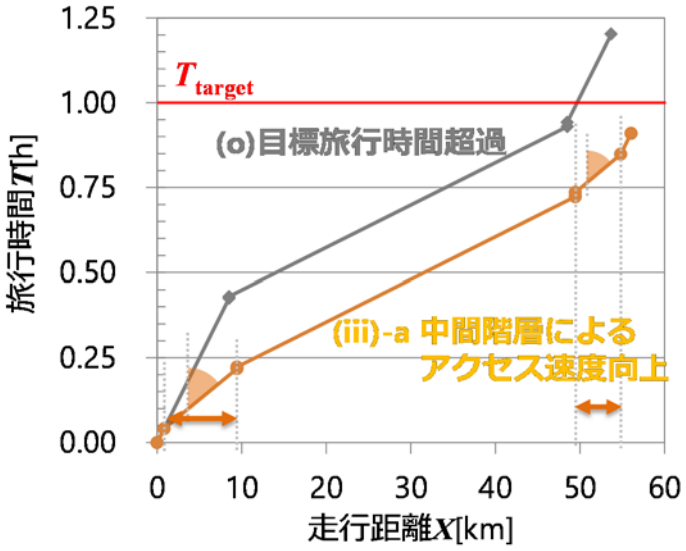
$$T = t_{ac(O+D)} + \frac{x_{th}}{v_{th}} = (14+11) + \left(\frac{40}{80}\times 60\right) = 55[\min] \le 1.0[h] \tag{11}$$

となり目標旅行時間を達成できることが確認できる．



※道路分類は，目標旅行速度から想定される設定例である．

(a)拠点間を連絡する道路分類と目標旅行速度



(b)走行距離と旅行時間の関係

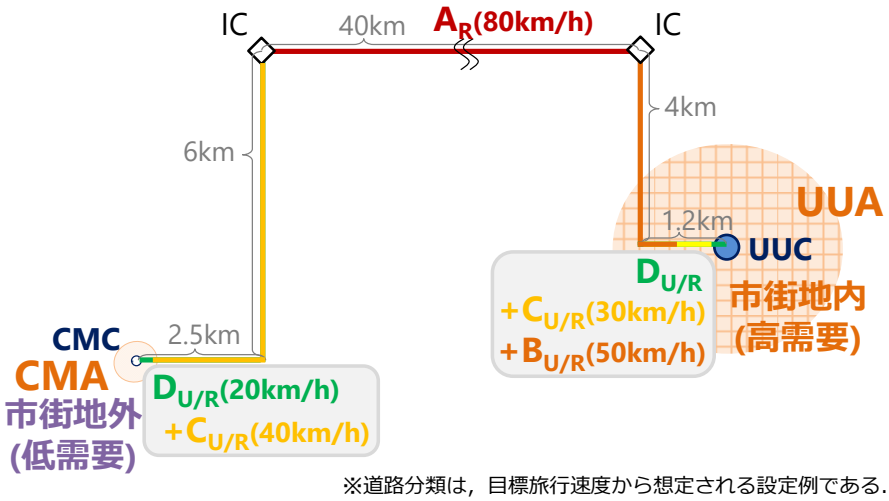
図 2-3-27　解(iii)-a：中間階層によるアクセス速度向上施策(旅行時間を最小化)

一方同様に，図2-3-28に示した解(iii)-bの旅行時間は，

$$T = t_{ac(O+D)} + \frac{x_{th}}{v_{th}} = (16+13) + \left(\frac{40}{80} \times 60\right) = 59[\text{min}] \leq 1.0[\text{h}] \tag{12}$$

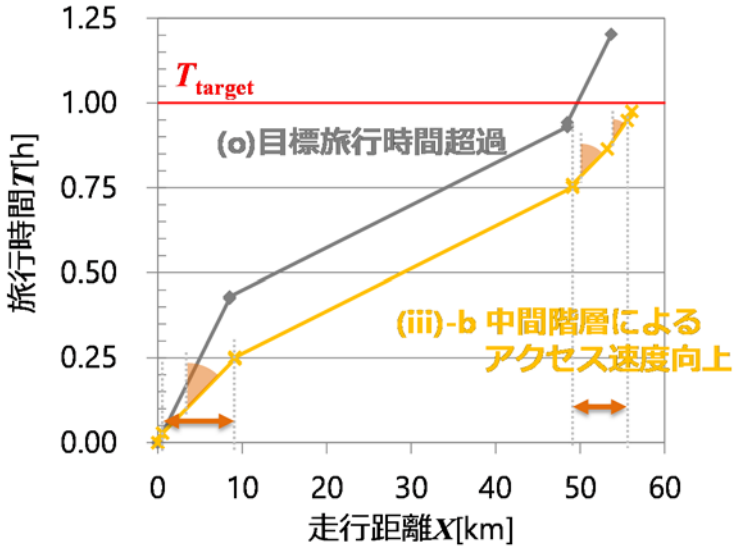
となり，解(iii)-aよりは長いものの目標旅行時間を達成できることがわかる．

この解(iii)-bは目標旅行時間を達成した上で，拠点領域内の内内トリップとの機能分担も考慮し，20[km/h]の階層を走行する割合が比較的長くなってしまうシナリオ【20&50】を避けたものである．アクセス側(集落CMA)は，内内トリップが少ないと考えられるため二階層の【20&40】をとする一方，イグレス側(高次都市拠点UUA)は，高需要かつ内内トリップがバラエティに富んでいると考えられるため，中間階層を二つ設け，三階層の【20&30&50】を採用している．



※道路分類は，目標旅行速度から想定される設定例である．

(a)拠点間を連絡する道路分類と目標旅行速度



(b)走行距離と旅行時間の関係

図 2-3-28　解(iii)-b：中間階層によるアクセス速度向上施策(機能分担を考慮)

(c) 解の組合せ

ここまでは，施策(i)，(ii)，(iii)をそれぞれ単独で適用して目標旅行速度(道路分類)を検討しているが，これらを組み合わせて階層を設定することも可能である．

例えば，自専道の目標旅行速度を90[km/h]にした(施策(i))うえで，一般道の自専道化(施策(ii))や中間階層化によるアクセス速度向上(施策(iii))を行えば，自専道化の必要延長や，中間階層化によるアクセス時間の必要短縮量は，単独で施策を行う場合より小さくてよくなる．

地形条件や費用制約を考慮して，施策を組合せることで，より効率的に目標旅行時間を達成できる階層設定を検討すべきである．

(2) 一般道のみを使う拠点間連絡の場合

一般道のみを使う拠点間連絡については，各種拠点階層の目標旅行時間(2-1.表2-2-2)に対して，各階層化シナリオでこれを実現可能な拠点間距離が表2-3-9のようになる．

目標旅行時間15[min]の場合については，いずれのシナリオにおいても，中間階層へのアクセスに必要な迂回距離の関係上，最短経路では殆ど20[km/h]の階層を走行することになる．このため，表2-3-9では，中間階層のないシナリオ【20(D)】のみがこの連絡の適用シナリオとなる．

例えば，生活拠点間(LUC-LUC)連絡で，拠点間距離が20[km]の場合，(a)需要が低い場合，(b)需要が高い場合のどちらでも，目標旅行速度が40[km/h]以上の中間階層が必要である．

なお，これらの図表は，拠点領域の特性((a)需要が低い場合か(b)需要が高い場合の違い)が，起点側，終点側で等しいことを仮定している．また起終点で同じ階層化シナリオを仮定している．よって，拠点領域の特性や階層化シナリオが起終点で異なる場合には，それぞれに該当する拠点間距離の平均値をめやすにする．

例えば，生活拠点間(LUC-LUC)連絡について，(a)需要が低い場合にはシナリオ【20&30&50】によって26[km]離れた拠点間まで目標達成可能であるが，(b)需要が高い場合には21[km]までしか達成できない．従って，片方のLUAは地方部，他方は都市部にある連絡では，【20&30&50】の階層設定では，拠点間距離が平均値である23[km]程度までしか目標旅行時間を達成できないことになる．

(3) 拠点間距離が長すぎる場合

(2)一般道のみを使う拠点間連絡について，表2-3-9で示される値よりも，実際の拠点間距離が長すぎる場合には，一般道の一部を自専道化するなどにより，(1)自専道を使う拠点間連絡として階層設定を検討しなおすことができる．

ただし，小さな拠点に関する連絡(個別施設→SMCやSMC→SMC)などに自専道を使用することは現実的でなく，自専道アクセスまでで目標旅行時間を超過してしまう場合も多い．上位の拠点についても，拠点間距離が長すぎる場合や，拠点配置上自専道までのアクセス距離が長すぎる場合には，(1)自専道を使う拠点間連絡として検討しても，目標旅行時間を達成できない結果となることがある．このような場合には，拠点移転といった再配置を検討すべきである．

3-3　日本の拠点配置と道路階層化の適用例

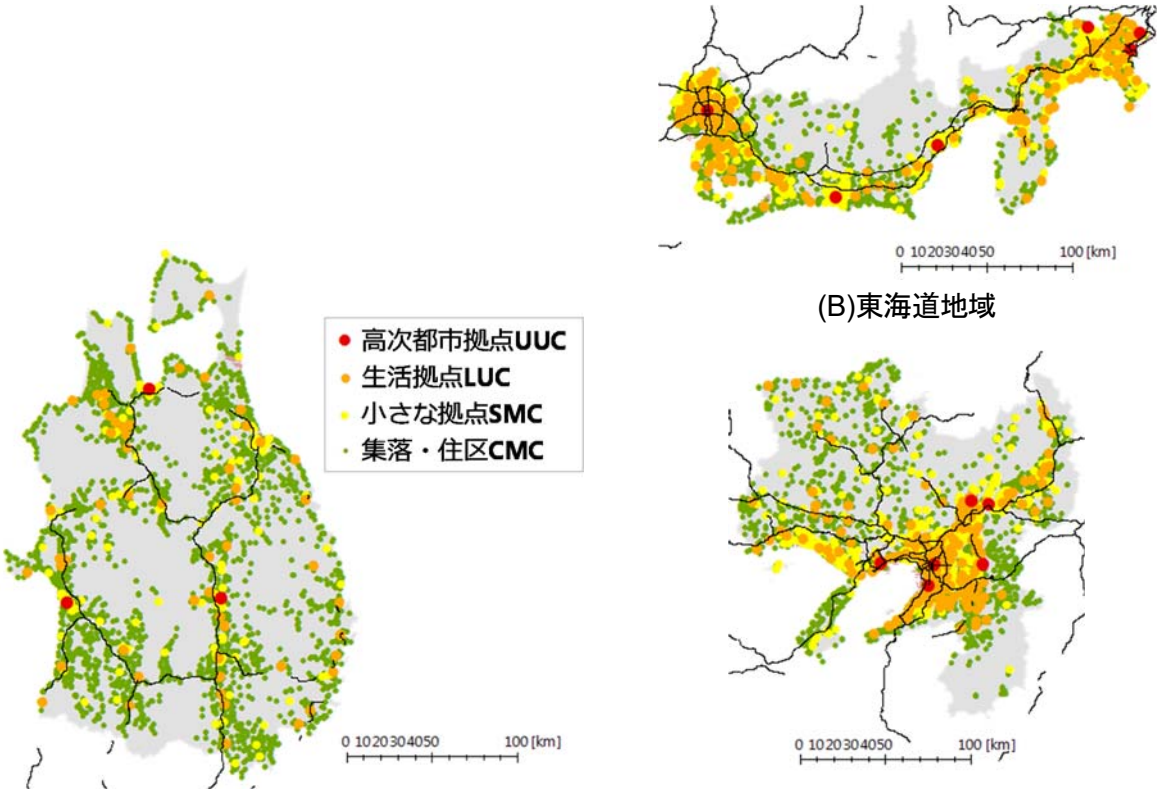
基本的には，対象とする拠点間距離や自専道までの距離の特徴を把握することで，3-2 の方法により，拠点間を連絡する道路の道路分類と目標旅行速度を検討することが可能である．ただし，拠点間距離を目標旅行時間で除した目標平均速度が，自専道の旅行速度を上回る場合には，拠点の再配置が必要である．

(1) 日本の拠点配置特性

わが国の拠点配置は，南北に縦長な国土や山河の多い地勢条件によって，都市圏に拠点が密集する一方，山間部や地方部では拠点がまばらに点在しているといった特徴があり，このような条件下で自専道ネットワークも発達してきた．

そのパターンは，(A)拠点がまばらに分布し，自専道ネットワークが格子状に配置する地域，(B)拠点が線状に分布し，自専道ネットワークもその方向に沿うように発達する地域，(C)拠点が密集して都市圏を形成し，自専道ネットワークが放射状に配置する地域，という典型に分けられるものと考えられる．ここでは，(A)~(C)の特徴を持つ地域として，図2-3-29に示す(A)北東北地域，(B)東海道地域，(C)関西地域を取り上げ，代表的な道路階層や目標旅行速度について検討する．

→拠点の設定方法や拠点間距離の詳細は**参考資料**へ



(B)東海道地域

(A)北東北地域　　(C)関西地域

図 2-3-29　日本の自専道ネットワークと拠点配置状況の例

(a) 拠点間距離と目標旅行時間

これまで述べた通り，拠点間の距離によって適用できる目標旅行速度の組合せ(階層化シナリオ)は異なる. そこで(A)北東北, (B)東海道, (C)関西の三地域における拠点間距離分布を**図2-3-30**, **図2-3-31**に示す.

図2-3-30市街地外の拠点間は，起終点の拠点領域が，それより上位の拠点領域に内包されていない連絡，**図2-3-31**市街地内の拠点間は，起終点どちらも同じ上位の拠点領域に内包されている連絡を意味する．また，両図の(a)は，CMCを個別施設の代表点と解釈することによって，「個別施設から拠点までの目標旅行時間」(2-1.**表2-2-2**①)に対応している．一方，(b)は同一階層の直近拠点までの目標旅行時間(同②)に対応している.

拠点間連絡に一般道のみを使う場合，3-2で示した**表2-3-9**「目標旅行時間を達成可能な拠点間距離」を参照すれば，必要な目標旅行速度の組合せを把握できる．**図2-3-30**，**図2-3-31**には，各拠点階層に対応して，**表2-3-9**「目標旅行時間を達成可能な拠点間距離」の最大値を点線(都市内高速(A_U,目標旅行速度60[km/h])なしの場合は赤，ありの場合は青)で示している．実際の拠点間距離がこれより長い拠点間では，自専道を使用するか拠点を移転しない限り，目標旅行時間を達成できない.

i) 個別施設から上位拠点まで(**図 2-3-30**)

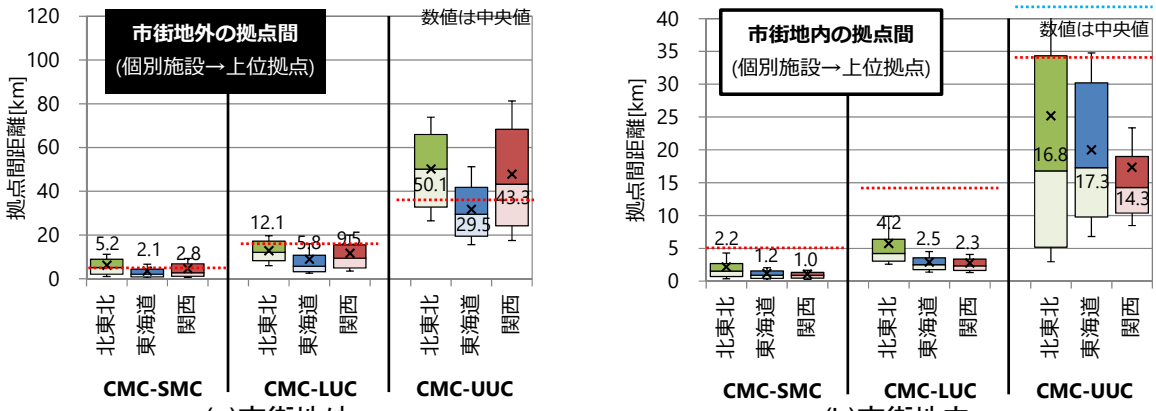
図2-3-30(a)市街地外の連絡のうち，CMC-SMC/LUCについては，東海道・関西地域はおおよそ一般道で目標旅行時間を達成可能である．しかし北東北地域は，一般道で目標旅行時間を達成可能な最大値より長い拠点間が多く存在する．特にCMC-SMCでは，過半数の拠点間が目標旅行時間を達成可能な範囲にない. また, CMC-UUCについては, SMC, LUCに比べて，一般道だけでは目標旅行時間を達成できない拠点間が多い．特に北東北・関西地域では，拠点間距離の中央値が，一般道のみで目標旅行時間を達成可能な最大値を上回っている．よって多くの場合，拠点間連絡に自専道が必要となる.

図2-3-30(b)市街地内の連絡については，ほとんどの拠点間が一般道のみで目標旅行時間を達成できる．これは，市街地内には拠点が密集しており，距離が短いためである.

ii) 同一階層の拠点間(**図 2-3-31**)

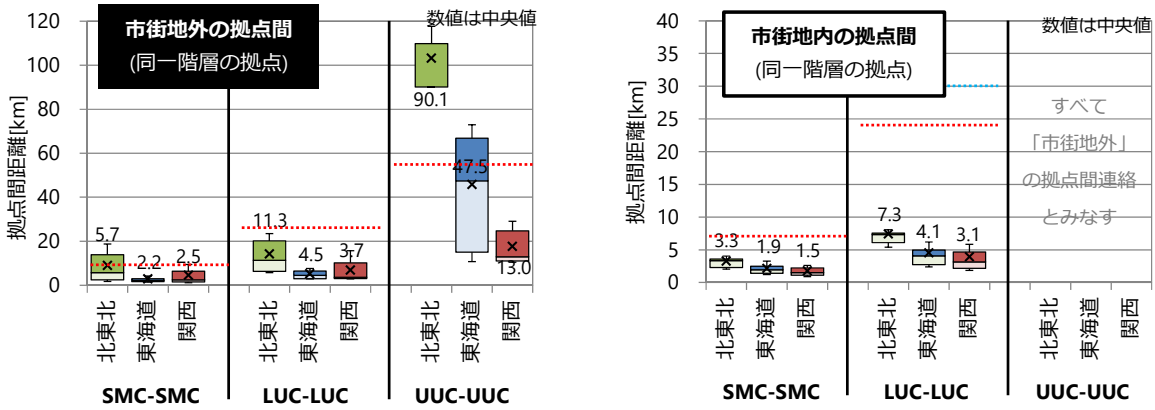
図2-3-31(a)市街地外の連絡のうち，CMC-SMC/LUCについては，**図2-3-30**と同様に，北東北地域の一部以外は，一般道のみで目標旅行時間を達成可能である．しかしUUC-UUCについては，地域によって傾向が大きく異なる．北東北地域では，広大な面積の割にUUCが少なく，まばらに配置しているため，一般道のみで目標旅行時間を達成できる最大距離と実際の距離には大きな乖離がある．一方，関西地域はUUCが比較的狭い地域に密集しているため，すべて一般道のみでも目標旅行時間を達成できる範囲におさまっている.

図2-3-31(b)市街地内の連絡についても，**図2-3-30**と同様に，ほとんどの拠点間が一般道のみで目標旅行時間を達成できる.



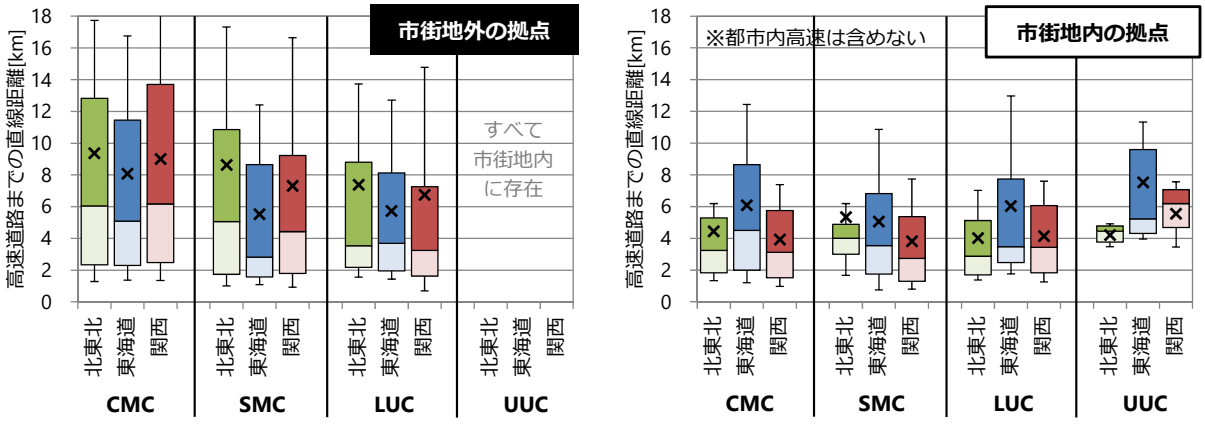
(a)市街地外　　(b)市街地内

図 2-3-30　個別施設から上位拠点までの拠点間距離(直線距離)の分布



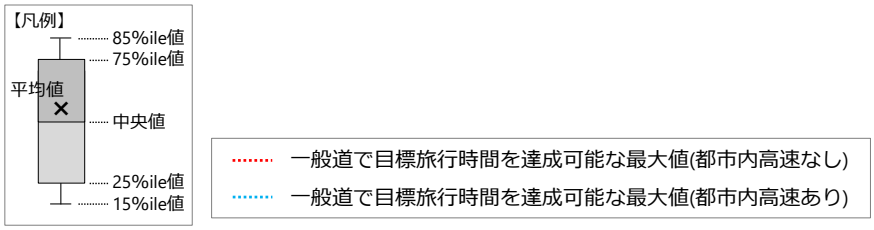
(a)市街地外　　(b)市街地内

図 2-3-31　同一階層の拠点間距離(直線距離)の分布



(a)市街地外　　(b)市街地内

図 2-3-32　各拠点から自専道までの距離(最短直線距離)



(b) 自専道までの距離

拠点間連絡に自専道を使う場合，アクセス・イグレスの影響を考慮するため，拠点から自専道までの距離を把握する必要がある(3-2(1))．そこで，各拠点から自専道(都市内高速を除く高速道路)までの距離を調べた結果を図2-3-32に示す．

図2-3-32(a)市街地外の拠点(上位の拠点領域に内包されない)では，中央値はCMCで6km程度，LUCで4km以下となっており，地域差は大きくはみられない．これは，自専道ネットワークの粗密にかかわらず，拠点が自専道沿いに偏って分布しているためである．ただし，分布のばらつきをみると高速道路まで10km以上離れている拠点も存在する．これは主に山間部や半島に位置する拠点である．このような拠点では，自専道までのアクセス，イグレス時間が長くなりがちなので注意が必要である．

図2-3-32(b)市街地内の拠点(上位の拠点領域に内包される)についても，UUC以外は4km以下で地域による大きな差はみられない．ただし，UUCについては，北東北地域では4km程度であるのに対して，東海道・関西地域では5~6km程度とやや長くなっている．これは，都市圏の規模の大きさが影響していると考えらえる．

(2) 道路階層化シナリオの適用方法

前項(a)から，CMC-UUC，UUC-UUCといった連絡には自専道を使用する可能性が高いことがわかる．そこで，これらの連絡について，中央値による標準的な拠点間距離および自専道までの距離を用いて，階層設定の一例を示す．階層化シナリオは，3-1(2)で考慮したものとする．

ここで考慮する拠点間連絡は，図2-3-33に示す通り，ある高次都市拠点(領域UUA①，代表点UUC①)に関する下記の三種類である．

- **CMC①-UUC①**：UUA①領域内の住区CMA①の代表点CMC①から，拠点代表点UUC①まで
  →個別施設から拠点まで・市街地内の連絡(図2-3-30(b)に対応)→一般道のみを使用
- **CMC②-UUC①**：UUA①の外にある集落CMA②の代表点CMC①から，UUC①まで
  →個別施設から拠点まで・市街地外の連絡(図2-3-30(a)に対応)→自専道を使用
- **UUC①-UUC②**：UUA①と直近の高次都市拠点UUA②の代表点同士
  →同一階層の拠点間・市街地外の連絡(図2-3-31(a)に対応)→自専道を使用

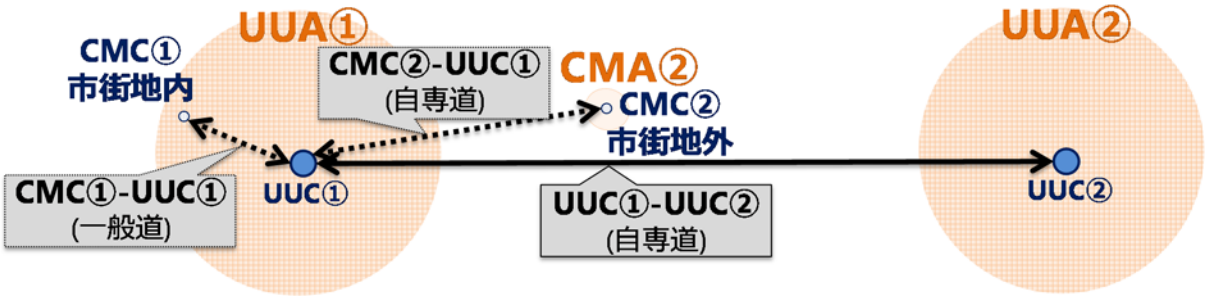


図 2-3-33　考慮する高次都市拠点に関する三種類の拠点間連絡

これらの連絡について，階層設定を行うための条件を表2-3-11に示す．ただし，今回は自専道走行距離を拠点間距離に等しいものと近似して，目標アクセス時間を求めた．自専道の目標旅行速度は80[km/h]とする．

表 2-3-11　拠点間の階層化にあたって考慮すべき要件

拠点間種類	目標値および拠点配置から得られる値	(A)北東北	(B)東海道	(C)関西
CMC①-UUC①(市街地内)	拠点間距離[km]①	16.8	17.3	14.3
	目標旅行時間[h]②	1.0		
CMC②-UUC①(市街地外)	拠点間距離[km]①	50.1	29.5	43.3
	目標旅行時間[h]②	1.0		
	目標アクセス時間[往復・min]③	22.4	37.9	27.5
	CMC~自専道までの距離[km]④	6	6	6
	UUC~自専道までの距離[km]④	4	6	6
UUC①-UUC②(市街地外)	拠点間距離[km]①	90.1	47.5	13.0
	目標旅行時間[h]②	1.5		
	目標アクセス時間[往復・min]③	22.4	54.4	80.3
	UUC~自専道までの距離[km]④	4	6	6

①図2-3-30or3の中央値，②2-1.表2-2-2，③={②-(①/80)}×60 (3-2.図2-3-18)，④図2-3-32の中央値

(a) CMC①-UUC①(市街地内)：一般道のみ使う

CMC①-UUC①連絡については，その拠点間距離を3-2.表2-3-9と比較し階層を検討する．

表2-3-9(a)によると，「個別施設-UUC」では，「目標旅行時間を達成可能な最大拠点間距離」が最小でも20[km](シナリオ【20(D)】)で，(A)北東北，(B)東海道，(C)関西のどの地域の拠点間距離よりも長い．したがって，どの階層設定でも目標達成可能である．

(b) CMC②-UUC①(市街地外)：自専道を使う

ここでは，3-2(1)施策(iii)中間階層によるアクセス速度向上を適用することとし，*Step1~3*に従って必要な階層設定の条件を求める．

Step1. **目標アクセス時間の設定**

目標アクセス＋イグレス時間については，既に表2-3-11に示される通りである．

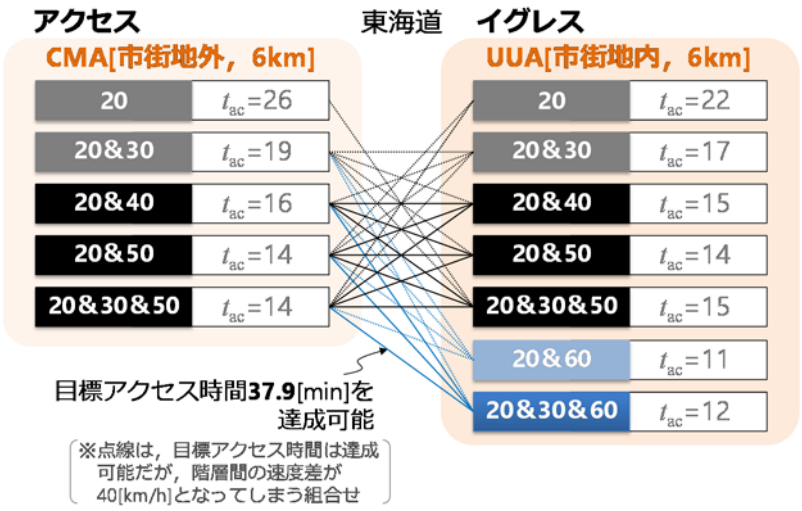
Step2. **目標アクセス時間を達成するシナリオの組合せを選択**

表2-3-11のCMC②-UUC①(市街地外)の目標アクセス＋イグレス時間を達成可能なシナリオの組合せを選ぶ．CMA②は「低需要な拠点領域」，UUA①は「高需要な拠点領域」とみなし，それぞれ3-2.表2-3-8(a)，(b)の該当する「自専道までの距離」の値を参照する．ただし，(A)北東北のUUA①だけは，都市内高速を有さないものとし，シナリオ【20&60】，【20&30&60】を考慮しない．

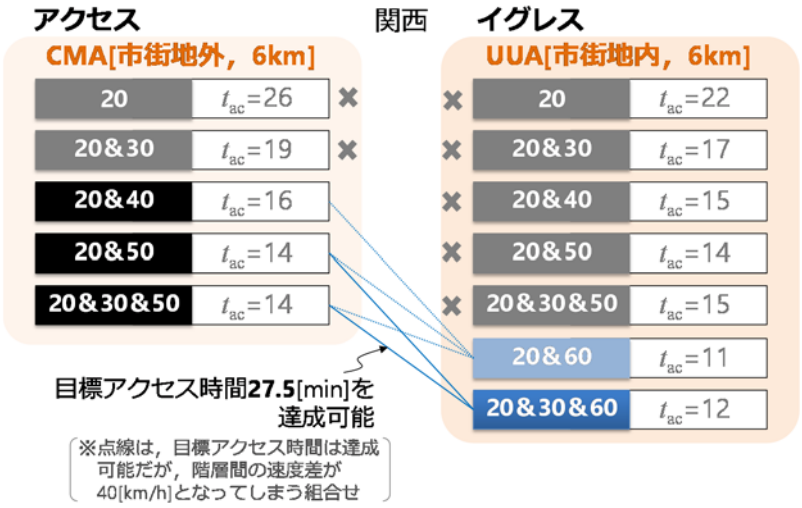
この結果，(B)東海道・(C)関西地域では，図2-3-34に示すシナリオとすればよいことがわかる．

一方，(A)北東北地域では，拠点間距離が長いため，目標アクセス＋イグレス時間が22.4[min](アクセス・イグレス片側平均12[min])と短く，どのシナリオでも達成できない．そこで今回は，3-2(1)施策(i)自専道旅行速度向上を組み合わせることとする．自専道の目標旅行速度を当初想定した80[km/h]から100[km/h]に向上すると，目標アクセス＋イグレス時間は，

29.9[min]となる．このとき，アクセス・イグレス部分のシナリオは図2-3-35のようにすればよい.



(B)東海道地域



(C)関西地域

図 2-3-34　目標アクセス時間を達成可能なシナリオ

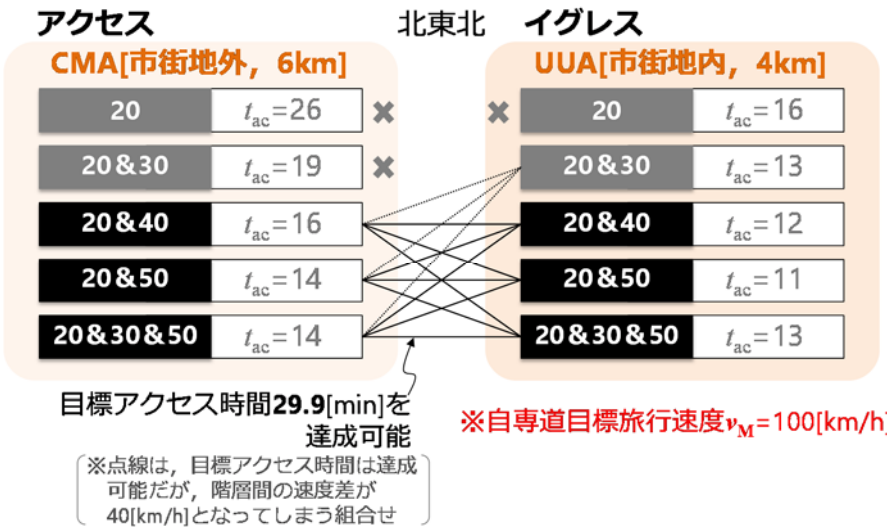


図 2-3-35　(A)北東北地域で自専道目標旅行速度を 100km/h にした場合の目標アクセス時間を達成可能なシナリオ

***Step3.* 階層化シナリオの決定**

最終的なシナリオ設定は，拠点領域内のさまざまなトリップを考慮する必要があるため，全ての対象トリップの検討を終えた次項(c)に記述する．

(c) UUC①-UUC②(市街地外)：自専道を使う

前項(b)同様に，3-2(1)施策(iii)中間階層によるアクセス速度向上を適用することとし，*Step1~3*に従って必要な階層設定の条件を求める．

***Step1.* 目標アクセス時間の設定**

目標アクセス＋イグレス時間については，既に表2-3-11に示される通りである．

***Step2.* 目標アクセス時間を達成するシナリオの組合せを選択**

表2-3-11のUUC①-UUC②(市街地外)の目標アクセス＋イグレス時間を，達成可能な階層化シナリオの組合せを選ぶ. ただし今回の場合, UUC①-UUC②の目標アクセス＋イグレス時間は，どの地域においても, 前項(b)で扱ったCMC②-UUC①の目標アクセス＋イグレス時間より長い．よって，(b)で選定したシナリオであれば全てUUC①-UUC②の目標も達成可能ということになる．

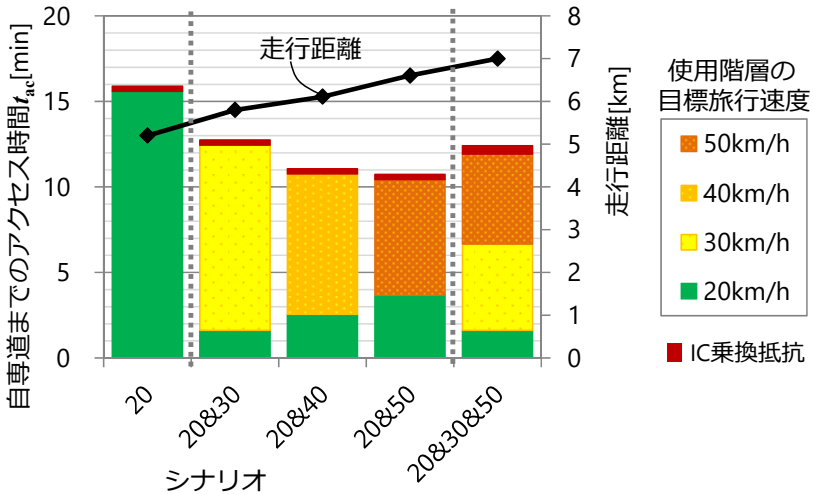
よって，ここで選択されるシナリオは，前項(b)と同じ図2-3-34，図2-3-35(北東北地域では，併せて自専道目標旅行速度を100[km/h]に向上)である．

***Step3.* 階層化シナリオの決定**

UUC①に対して，CMC①，CMC②，UUC②それぞれとの連絡すべてに対する目標旅行時間を達成可能な組合せは，図2-3-34，図2-3-35(北東北地域では，併せて自専道目標旅行速度を100[km/h]に向上)に示した通りとなる．

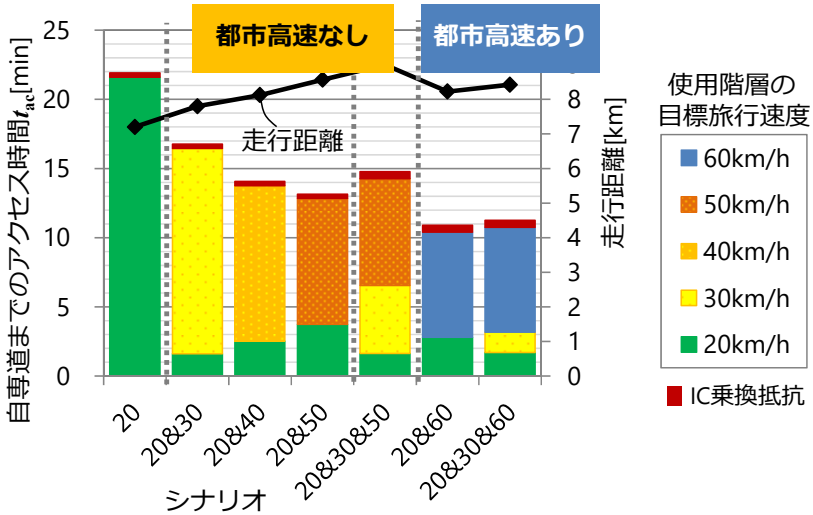
この中から最終的に適用するシナリオを決定する参考資料として，各階層化シナリオにおけるアクセス時間と使用階層の割合およびアクセス走行距離を表した図2-3-36を示す．3-2(1)でも述べた通り，中間階層の速度が高いほど，アクセス時間は短縮できるが，迂回により走行距離は伸び，集散道路(20km/h, D_U)を走行する割合も大きくなる．従って，あえて中間階層を低めに(30km/hなど)抑え，集散道路から交通をできるだけ早く排除するという選択もできる．

地域や拠点の特性に応じて，上記に加え，今回考慮しなかった短トリップの影響等を考慮して，総合的な判断を行うべきである．

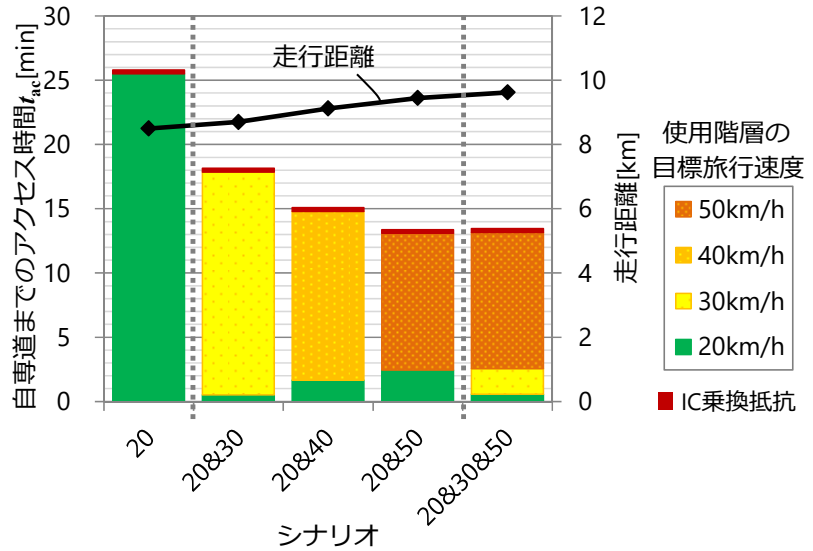


(a)北東北の UUC①，② (自専道までの距離 4km, IC 間隔 4.8km)

(図 2-3-26(b)の再掲，都市内高速なしのみ)



(b)東海道・関西の UUC①，② (自専道までの距離 6km, IC 間 4.8km)



(c)CMC② (自専道までの距離 6km, IC 間隔 10km)

(図 2-3-26(a)の再掲)

図 2-3-36　アクセス時間と階層別走行割合

3-3 の参考資料

《拠点配置の実態に関する補足資料》

(a) 日本の自専道ネットワークと拠点配置

日本の自専道ネットワークと拠点配置は，図2-3-37のように3つの典型パターンに分けることができると予想される．そこで今回は，(A)青森・岩手・秋田県からなる北東北地域，(B)神奈川・静岡・愛知県からなる東海道地域，(C)滋賀・京都・大阪・奈良・兵庫県からなる関西地域の三つをその代表として取り上げている．

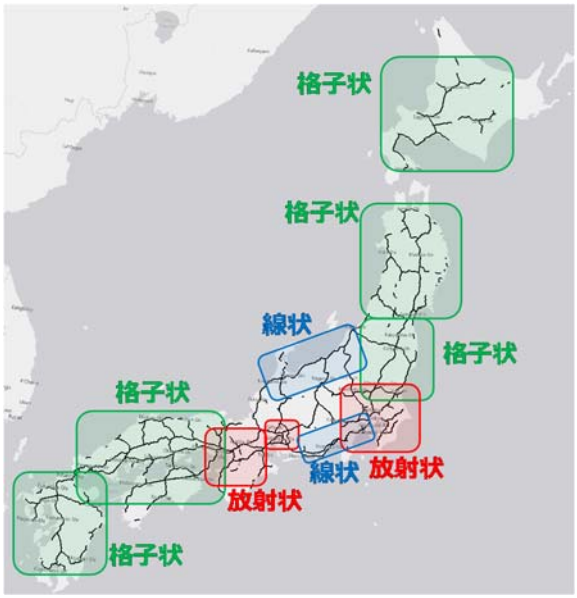


図 2-3-37　日本における拠点配置パターンのイメージ

(b) 拠点の抽出方法

ここでは，3-3(1)で示した拠点の抽出方法について述べる．

地理情報システム(GIS)を用いて，実際にわが国の地図上に拠点を設定する．拠点の抽出に用いたデータは，一般公開されている国土数値情報[5](市町村役場及び公的集会施設，公共施設，都市地域，鉄道駅，高速道路の位置および属性データ)である．また分析ソフトウェアはArcGIS for Desktops 10.2である．

拠点は，従来の行政区分等による分類ではなく，拠点施設を有しているかといった機能を重視して抽出する．また，特に小さな拠点や生活拠点などについては，将来深刻となる人口減少などに対しての持続可能性を考慮し，必要最低限の機能を持つ施設が集約可能かどうかを考慮する．今回は，以下に述べる判定基準によって，各階層の拠点中心を設定した．

- 高次都市拠点中心UUC: 府県庁，および府県庁所在地と重複しない政令市市役所．
- 生活拠点中心LUC: 市町村本庁のうち，半径4km以内に一般病院および駅があり，かつ高等学校または警察署のどちらかがある箇所．
- 小さな拠点中心SMC: 行政サービスを提供する施設(LUCから除外された市町村本庁と行政支所・出張所)のうち，診療所を含む医療施設，郵便局，派出所・交番を含む警察施設，中

学校が全て半径3km以内に存在し，かつそのうち三つ以上は半径2km以内にある箇所(徒歩圏に機能を集約が基本のため).

・集落・住区中心CMC: SMCから除外された箇所および公民館，集会施設.

なお，今回は大都市圏どうしのような対象地域外にわたる連絡は考慮せず，大都市圏中心MECに分類されるべき名古屋・大阪についても高次都市拠点UUCとして扱う.

また，都市地域データにより定義される「市街化地域」を用い，抽出した拠点のうちとこれ重なる点をすべて上位の拠点領域に内包される「市街地内の拠点」，それ以外をすべて上位の拠点領域に内包されない「市街地外」拠点とみなす.

(c) 拠点間距離

拠点間距離は，(b)により抽出された各拠点領域の代表点どうしの直線距離とする．全ての拠点について，それと最も近い同一階層拠点および上位階層の拠点を抽出し，距離を測る．ただし，上位の拠点は下位の拠点の機能を包含する(2-1.表2-2-1)ことを前提とし，例えばあるCMCからSMCまでの距離よりLUCまでの距離の方が長い場合には，近くにあるLUCをSMCとしてもみなし， CMC-SMCの距離＝CMC-LUCの距離としている．そのため，CMCからそれより上位階層の拠点までの距離は，拠点階層が上位であるほど長いか，もしくは一定である.

(d) 拠点間の目標平均速度

拠点間を連絡する道路の階層設定を行う際には，拠点間で最も高速となる「ラインホール階層」を確保することが非常に重要になる.「ラインホール階層」で最低限確保すべき旅行速度を大まかに把握するため，ここでは，拠点間距離÷目標旅行時間で表される「目標平均速度」を調べる.

図2-3-38, **図2-3-39**は，各地域の拠点階層・市街地内外別の直近拠点間の目標平均速度分布である．**図2-3-38**市街地外の拠点間は，起終点の拠点領域が，それより上位の拠点領域に内包されていない連絡，**図2-3-39**市街地内の拠点間は，起終点どちらも同じ上位の拠点領域に内包されている連絡を意味する.

目標平均速度は，アクセス・イグレスのための階層や階層間乗換え遅れ，さらに迂回の影響も含めた「拠点間での平均の」旅行速度である．よって，拠点間で最も高速となるラインホール階層の目標旅行速度は，これよりさらに高い値となっていなければならない．例えば，図中に引いた緑点線は，旅行速度20[km/h](D)を示し，目標平均速度がこれを上回る場合には，より高い旅行速度で走行できる中間階層(C, B)や自専道($A_{U/R}$)が必要である．同様に，赤点線は自専道A_Rの旅行速度80[km/h]を示し，目標平均速度がこれを上回る場合には，自専道を改良して目標旅行速度を向上させるか，拠点を再配置しなければならない.

市街地外の拠点間(図2-3-38)

図2-3-38(a), (b)より, SMCやLUCに関する連絡をみると, 北東北のCMC-SMC/LUC以外では，中央値が全て集散道路$D_{U/R}$の20[km/h](緑点線)以下となっている．これらの拠点間では，中間階層を設けなくとも目標旅行時間を達成できるといえる．一方，目標平均速度が20[km/h]を上回っている北東北のCMC-SMC/LUCでは，中間階層導入を検討すべきである.

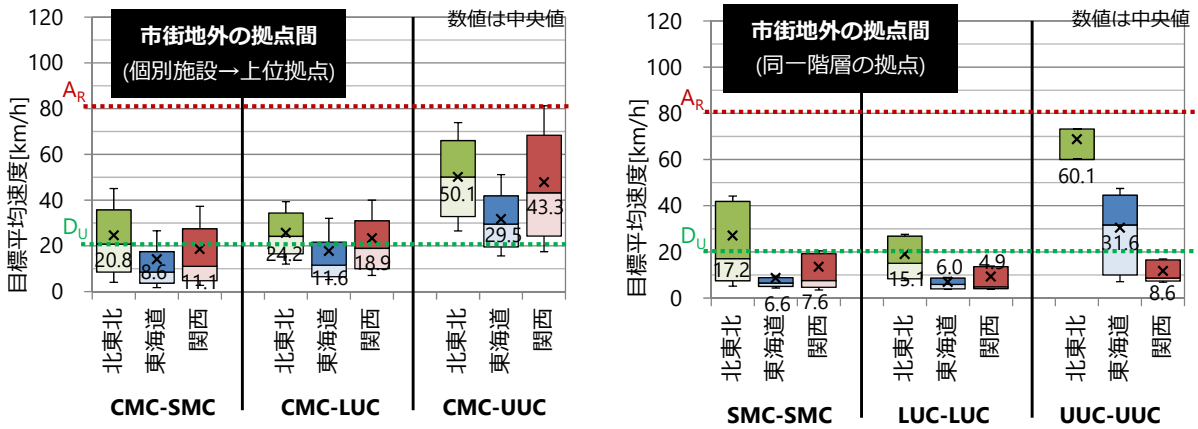
図2-3-38(a)のCMC-UUCについては，三地域全てについて中央値が20[km/h]以上であり，中間階層や自専道が不可欠である．**図2-3-38(b)**のUUC-UUCについては，地域によって傾向が異

なる．北東北では，広大な面積の割にUUCが少なく，まばらに配置しているため，目標平均速度が90[km/h]超とかなり大きい．一方関西では，UUCが比較的狭い地域に密集しているため，目標平均速度が低い．

市街地内の拠点間(図2-3-39)

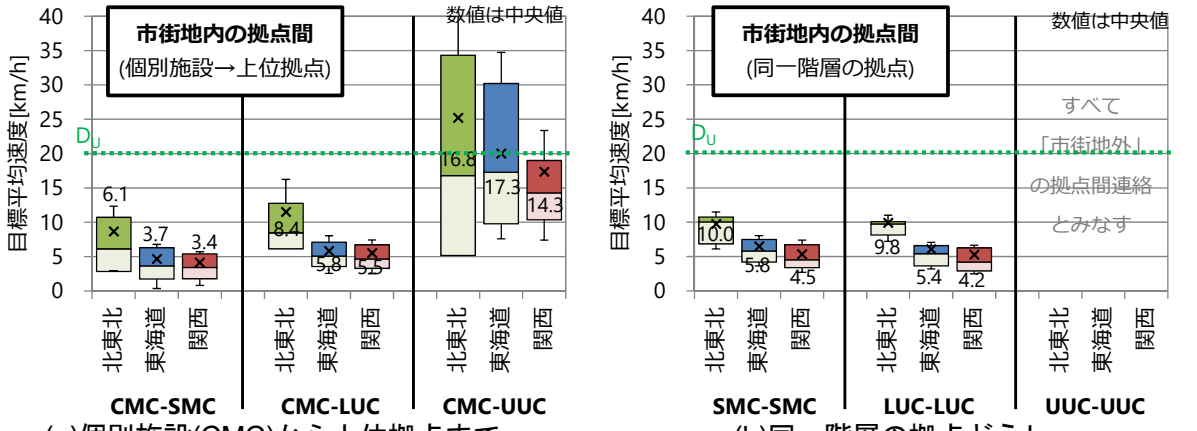
市街地内には拠点が密集していることから，全種類の拠点間連絡が，中央値では20[km/h]以下となっている．よって，基本的には中間階層を導入せずとも目標旅行時間を達成できる．ただし，中間階層を導入することで，そちらを使う経路が最短経路となるトリップと，集散道路のままの経路が最短経路となるトリップとを分離することができるのは3-2(2)で述べた通りである．

二つの図から明らかなように，目標平均速度は大きくばらついている．従って，階層化の検討対象とする拠点間ごとに，ラインホール階層の旅行速度が充分高いかどうかをチェックしておくことが重要である．



(a)個別施設(CMC)から上位拠点まで　(b)同一階層の拠点どうし

図 2-3-38　市街地外の連絡の目標平均速度分布



(a)個別施設(CMC)から上位拠点まで　(b)同一階層の拠点どうし

図 2-3-39　市街地内の連絡の目標平均速度分布

3-4　階層区分を実現するための道路構造

階層型の道路ネットワークは，連絡レベルが長く幹線道路機能が高いほど通行(トラフィック)機能が，住区に近づくほどアクセス機能・滞留機能が求められる．

ここでは，階層区分を実現するための道路構造を示す．設計に際しては，これら道路構造を満足することを目標とする．

階層区分を実現するためには，前述の道路階層区分相互の接続方法を満足するとともに，横断構造や区間構造等への配慮が必要となり，これにより階層型の道路ネットワークが形成できる．

階層区分は上位区分でトラフィック機能や快適性を，下位でアクセス機能，歩車共存機能，滞留機能が求められ，これら機能に応じた道路構造要件を考慮した道路設計が望まれる。

しかし道路構造令の弾力的運用が規定され，10年以上が経過するが，依然，標準横断に依存する傾向は強く，交通条件・沿道条件といった区間特性に配慮した道路構造が採用されているとは言い難い状況にある．

階層区分を実現する際の道路設計では，道路(階層)に求められる性能を明確とし，表2-3-12に示す項目を参考に区間毎の道路構造を決定していくことが重要となる．

表 2-3-12　階層区分を実現するための道路構造要件

			A_R	A_U	B_R	B_U	C_R	C_U	D_R	D_U	E_U
出入り制限			完全制限(FAC)		部分出入り制限(PAC)		出入り自由(N)				
求める主な性能	旅行速度（時間）の信頼性		○	○	○	○	○	○			
	ネットワークの確実性		○	○	○	○	○	○			
	走行快適性		○		○						
	沿道アクセス								○	○	
	歩車共存等の安全性								○	○	○
道路構造要件	目標旅行速度(km/h)の目安		80～120	60～80	50～70	50	30～50	30～40	20	20～30	NA
	車線数の目安※1		2+1以上	4以上	2以上	4以上	1.5以上	2以上	2～3	2	1
	往復分離		○	○	●	○		●			
	付加車線（追越し・登坂車線）設置		△	△	△		△				
	路肩	大規模補修時等に走行可能	△								
		故障車による交通影響回避	○	○	○	○					
		歩行者・自転車への配慮							○	○	○
	休憩施設設置		○		○						
	側道等設置				△	○					
	他道路接続		Ⅱ-2-3　表2-3-2に準ずる								
	沿道接続制限				●	●	△	●			
	バス停留所セットバック						△	△	△	△	
	停車需要配慮（停車帯設置）									△	
	通過車両排除										△

【表中記号　凡例】

○：必須要件，●：原則遵守すべき要件(一部例外)有り，△：条件によって検討すべき要件

(1) 道路分類 A_R

道路分類A_Rは，市街地外の完全出入制限(FAC)の自動車専用道であり，概ね10～200km超と幅広い連絡レベルを分担する道路である．トラフィック機能に特化した道路分類であるため，旅行速度(時間)の信頼性・走行の快適性・ネットワークの確実性が求められ，**表2-3-14**の道路構造を満足することを目標とする．

表 2-3-13　道路分類 A_R の位置づけ

連絡レベル ＼ 交通機能			トラフィック				
					アクセス		滞留
			A_R	B_R	C_R	D_R	E
			FAC	PAC	出入制限無し		
I	MEA-MEA	200km～	◎	－	－	－	－
II	UUA-MEA UUA-UUA	30～100km	◎	○	－	－	－
III	LUA-UUA LUA-LUA	10～50km	○	◎	△	－	－
IV	SMA-LUA SMA-SMA	～10km	－	－	◎	－	－
V	COM-SMA COM-COM	～5km	－	－	－	◎	－
VI	集落内部	集落内は市街地内とみなす	－	－	－	－	U へ

図 2-3-40　道路分類 A_R のイメージ

表 2-3-14　道路分類 A_R の必要条件

項目		内容及び要件	
求められる主な性能		旅行速度(時間)の信頼性　，走行の快適性　，ネットワークの確実性	
必要条件	設計速度	目標旅行速度に応じて 80km/h～120km/h を目安に設定	
	往復分離	往復分離は必須	
	車線数	A_R-I，A_R-II	4 車線以上
		A_R-III	2+1 車線以上
	付加車線	道路線形と車両性能を踏まえた追越し車線または登坂車線を配置	
	路肩幅員	故障車，事故車等の停車に配慮した幅員確保※ ※周辺ネットワークによるリダンダンシー機能がない路線・区間は，大規模修繕時等で走行車線を代替できる路肩幅員を採用	
	他道路接続	2-3 項の**表 2-2-6** に準ずる	
	休憩施設	連絡レベルに応じ適正に配置	

(2) 道路分類 A_U

道路分類A_Uは，市街地内の完全出入制限(FAC)の自動車専用道であり，概ね～15kmと連絡レベルは長くはないものの，市街地の骨格をなす道路である．トラフィック機能に特化した道路分類であるため，旅行速度の信頼性・ネットワークの確実性が求められ，**表2-3-16**の道路構造を満足することを目標とする．

表 2-3-15　道路分類 A_U の位置づけ

連絡レベル ＼ 交通機能			トラフィック					
						アクセス	滞留	
			A_U	B_U	C_U	D_U	E_U	F_U
			FAC	PAC	出入制限無し			
I	MEA-MEA		－	－	－	－	－	
II	UUA-MEA UUA-UUA	～15km	◎	○	－	－	－	
III	LUA-UUA LUA-LUA	～5km	○	◎	△	－	－	
IV	SMA-LUA SMA-SMA	～5km	－	－	◎	－	－	
V	COM-SMA COM-COM	～3km	－	－	－	◎	－	
VI	住区(集落)内部	～1.5km	－	－	－	△	◎	ﾓｰﾙ

図 2-3-41　道路分類 A_U のイメージ

表 2-3-16　道路分類 A_U の必要条件

項目		内容及び要件	
求められる主な性能		旅行速度(時間)の信頼性　，ネットワークの確実性	
必要条件	設計速度	目標旅行速度に応じて 60km/h～80km/h を目安に設定	
	往復分離	往復分離は必須	
	車線数	A_U-II A_U-III	4 車線以上
	付加車線	道路線形と車両性能を踏まえた追越し車線または登坂車線を配置	
	路肩幅員	故障車，事故車等の停車に配慮した幅員確保または非常駐車帯を配置	
	他道路接続	2-3 項の**表 2-2-6** に準ずる	

(3) 道路分類 B_R

道路分類B_Rは，市街地外の部分出入制限(PAC)の一般道路であり，道路分類Aを補完しつつ，概ね10～100kmと比較的長い連絡レベルを分担する道路である．一般道路では最もトラフィック機能に重点をおく道路分類であるため，旅行速度の信頼性・走行の快適性・ネットワークの確実性が求められ，**表2-3-18**の道路構造を満足することを目標とする．

表 2-3-17　道路分類 B_R の位置づけ

連絡レベル			交通機能 トラフィック				
					アクセス		滞留
			A_R	B_R	C_R	D_R	E
			FAC	PAC	出入制限無し		
I	MEA-MEA	200km～	◎	－	－	－	－
II	UUA-MEA UUA-UUA	30～100km	◎	○	－	－	－
III	LUA-UUA LUA-LUA	10～50km	○	◎	△	－	－
IV	SMA-LUA SMA-SMA	～10km	－	－	◎	－	－
V	COM-SMA COM-COM	～5km	－	－	－	◎	－
VI	集落内部	集落内は市街地内とみなす	－	－	－	－	U へ

図 2-3-42　道路分類 B_R のイメージ

表 2-3-18　道路分類 B_R の必要条件

項目		内容及び要件
求められる主な性能		旅行速度(時間)の信頼性　，走行の快適性　，ネットワークの確実性
必要条件	設計速度	目標旅行速度に応じて 60km/h～80km/h を目安に設定
	往復分離	往復分離は必須
	車線数	B_R-II / B_R-III：2+1 車線以上
	付加車線	道路線形と車両性能を踏まえた追越し車線または登坂車線を配置
	路肩幅員	故障車，事故車等の停車に配慮した幅員確保または非常駐車帯を配置
	側道等	農耕車など低速車が本線交通に影響することが想定される場合は，側道・副道の配置も検討
	他道路接続	2-3 項の**表 2-2-6** に準ずる
	沿道施設接続	原則禁止※　※やむを得ず接続する場合は，加減速車線を併用するとともに，施設内の車両滞留が本線交通に影響を及ぼさないよう配慮
	休憩施設	連絡レベルに応じ適正に配置

(4) 道路分類 B_U

道路分類B_Uは，市街地内の部分出入制限(PAC)の一般道路であり，道路分類Auを補完しつつ，概ね～15kmと市街地では長い連絡レベルを分担する道路である．市街地の一般道路では，最もトラフィック機能に重点をおくため，旅行速度の信頼性・ネットワークの確実性が求められ，表2-3-20の道路構造を満足することを目標とする．

表 2-3-19　道路分類 B_U の位置づけ

連絡レベル ＼ 交通機能			トラフィック					
					アクセス		滞留	
			A_U	B_U	C_U	D_U	E_U	F_U
			FAC	PAC	出入制限無し			
I	MEA-MEA		－	－	－	－	－	
II	UUA-MEA UUA-UUA	～15km	◎	○	－	－	－	
III	LUA-UUA LUA-LUA	～5km	○	◎	△	－	－	
IV	SMA-LUA SMA-SMA	～5km	－	－	◎	－	－	
V	COM-SMA COM-COM	～3km	－	－	－	◎	－	
VI	住区(集落)内部	～1.5km	－	－	－	△	◎	ﾓｰﾙ

図 2-3-43　道路分類 B_U のイメージ

表 2-3-20　道路分類 B_U の必要条件

項目		内容及び要件	
求められる主な性能		旅行速度(時間)の信頼性　，ネットワークの確実性	
必要条件	設計速度	目標旅行速度に応じて 60km/h～70km/h を目安に設定	
	往復分離	往復分離は必須	
	車線数	B_U-II B_U-III	4 車線以上
	路肩幅員	故障車，事故車等の停車に配慮した幅員確保または非常駐車帯を配置	
	側道等	交差道路とは連結側道を介して接続，本線の流出入は加減速車線を原則	
	他道路接続	2-3 項の表 2-2-6 に準ずる	
	沿道施設接続	原則禁止※　※やむを得ず接続する場合は，加減速車線を併用するとともに，施設内の車両滞留が本線交通に影響を及ぼさないよう配慮	

(5) 道路分類 C_R

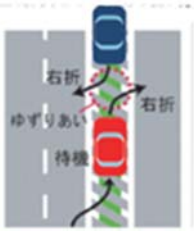
道路分類C_Rは，市街地外の出入制限なしの一般道路であり，概ね50km以下の連絡レベルを分担し，日常生活において最も身近な幹線機能を有する道路である．トラフィック機能を一定性能に保ちながら，適度なアクセス機能を有する道路分類であるため，旅行速度の信頼性・ネットワークの確実性が求められ，**表2-3-22**の道路構造を満足することを目標とする．

表 2-3-21　道路分類 C_R の位置づけ

連絡レベル ＼ 交通機能			トラフィック				
						アクセス	滞留
			A_R	B_R	C_R	D_R	E
			FAC	PAC	出入制限無し		
I	MEA-MEA	200km～	◎	－	－	－	－
II	UUA-MEA UUA-UUA	30～100km	◎	○	－	－	－
III	LUA-UUA LUA-LUA	10～50km	○	◎	△	－	－
IV	SMA-LUA SMA-SMA	～10km	－	－	◎	－	－
V	COM-SMA COM-COM	～5km	－	－	－	◎	－
VI	集落内部	集落内は市街地内とみなす	－	－	－	－	Uへ

図 2-3-44　道路分類 C_R のイメージ

表 2-3-22　道路分類 C_R の必要条件

項目		内容及び要件
求められる主な性能		旅行速度(時間)の信頼性　，ネットワークの確実性
必要条件	設計速度	目標旅行速度に応じて 40km/h～60km/h を目安に設定
	車線数	C_R-III C_R-IV　1.5 車線以上
	付加車線	道路線形に応じ,追越し車線・登坂車線を適正に配置
	他道路接続	2-3 項の表 2-2-6 に準ずる 平面交差点を配置する場合は，旅行速度(時間)性能に配慮した配置密度とすること．　→「Ⅲ道路の走行性能指標と照査手法」を参照
		信号有無にかかわらず交差点には右折車線を配置するとともに，主道路の青時間比が小さくなる代表信号交差点等では，積極的に左折車線を配置する
	沿道施設接続	原則可能※　※出入り交通量が多い場合は加減速車線の併用を検討するとともに，施設内の車両滞留が本線交通に影響を及ぼさないよう配慮 また沿道施設への右折進入は原則禁止とするが、やむを得ず進入機能を確保する場合は，以下の 2 案を積極的に検討 ①分離帯を設け，Uターン路や並行街路からの進入を促す等の代替を検討 ②アクセス用中央車線(右図)を配置し、右折車両による後続直進車への影響を回避  出典：宇都宮国道 HP
	バス停留所	目標旅行速度，バス停車便数・バス停車時間を考慮し，セットバック方式のバスベイ型停留所の採用を検討

(6) 道路分類 C_U

道路分類C_Uは，市街地内の出入制限なしの一般道路であり，概ね10km以下の連絡レベルを分担し，日常生活において最も身近な幹線機能を有する道路である．トラフィック機能を一定性能に保ちながら，アクセス機能やバス路線等の幹線機能を有する道路分類であるため，一定の旅行速度の信頼性・ネットワークの確実性が求められ，**表2-3-24**の道路構造を満足することを目標とする．

表 2-3-23　道路分類 C_U の位置づけ

連絡レベル ＼ 交通機能			トラフィック					
						アクセス	滞留	
			A_U	B_U	C_U	D_U	E_U	F_U
			FAC	PAC	出入制限無し			
I	MEA-MEA		－	－	－	－	－	
II	UUA-MEA UUA-UUA	～15km	◎	○	－	－	－	
III	LUA-UUA LUA-LUA	～5km	○	◎	△	－	－	
IV	SMA-LUA SMA-SMA	～5km	－	－	◎	－	－	
V	COM-SMA COM-COM	～3km	－	－	－	◎	－	
VI	住区(集落)内部	～1.5km	－	－	－	△	◎	ﾓｰﾙ

図 2-3-45　道路分類 C_U のイメージ

表 2-3-24　道路分類 C_U の必要条件

項目		内容及び要件
求められる主な性能		旅行速度(時間)の信頼性　，ネットワークの確実性
必要条件	設計速度	目標旅行速度に応じて 40km/h～60km/h を目安に設定
	往復分離	縁石等を用いた往復分離，ポストコーン等による簡易分離を極力連続
	車線数	C_U-III C_U-IV　：2 車線以上
	他道路接続	2-3 項の**表 2-2-6** に準ずる 平面交差点を配置する場合は，旅行速度(時間)性能に配慮した配置密度とすること．　→「Ⅲ道路の走行性能指標と照査手法」を参照 信号有無にかかわらず交差点には右折車線を配置するとともに，主道路の青時間比が小さくなる信号交差点等では，積極的に左折車線を配置する また信号連坦区間では，ピーク率・重方向率を考慮した信号の系統制御や部分立体等の採用を検討
	沿道施設接続	原則禁止※　※やむを得ず接続する場合は，加減速車線を併用するとともに，施設内の車両滞留が本線交通に影響を及ぼさないよう配慮 また沿道施設連坦区間では部分車線拡幅(副道含む)や右折進入禁止のための往復分離などを積極的に採用する
	バス停留所	目標旅行速度，バス停車便数･バス停車時間を考慮し，セットバック方式のバスベイ型停留所の採用を検討

(7) 道路分類 D_R

道路分類D_Rは，市街外の概ね5km以下の連絡レベルを分担する生活道路である．アクセス機能に重点をおきつつ，歩車共存の程度に応じた安全性が求められ，**表2-3-26**の道路構造を満足することを目標とする．

表 2-3-25　道路分類 D_R の位置づけ

連絡レベル ＼ 交通機能			トラフィック				
						アクセス	滞留
			A_R	B_R	C_R	D_R	E
			FAC	PAC	出入制限無し		
I	MEA-MEA	200km～	◎	－	－	－	－
II	UUA-MEA UUA-UUA	30～100km	◎	○	－	－	－
III	LUA-UUA LUA-LUA	10～50km	○	◎	△	－	－
IV	SMA-LUA SMA-SMA	～10km	－	－	◎	－	－
V	COM-SMA COM-COM	～5km	－	－	－	◎	－
VI	集落内部	集落内は市街地内とみなす	－	－	－	－	U へ

図 2-3-46　道路分類 D_R のイメージ

表 2-3-26　道路分類 D_R の必要条件

項目		内容及び要件	
求められる主な性能		アクセス機能に重点をおきつつ，歩車共存等による安全性に配慮	
必要条件	車線数	D_R-V	2 車線以上
	路肩幅員	歩道(自歩道)を設けない路肩は，歩行者・自転車の通行に配慮した幅広路肩の採用を検討. ただし法定通学路等の指定経路においては極力縁石および柵で分離した歩道等を設けることが望ましく，道路の利用状況を踏まえた検討が必要	
	他道路接続	2-3 項の**表 2-2-6** に準ずる	
	バス停留所	バス停車便数・バス停車時間を考慮し，必要に応じてセットバック方式のバスベイ型停留所の採用を検討	

(8) 道路分類 D_U

道路分類D_Uは，市街内の概ね3km以下の連絡レベルを分担する生活道路であり，最も短いも連絡レベルでは住区内道路も含む．アクセス機能に重点をおきつつ，歩車共存の程度に応じた安全性が求められ，**表2-3-28**の道路構造を満足することを目標とする．

表 2-3-27　道路分類 D_U の位置づけ

連絡レベル ＼ 交通機能			トラフィック					
						アクセス		滞留
			A_U	B_U	C_U	D_U	E_U	F_U
			FAC	PAC	出入制限無し			
I	MEA-MEA		—	—	—	—	—	
II	UUA-MEA UUA-UUA	～15km	◎	○	—	—	—	
III	LUA-UUA LUA-LUA	～5km	○	◎	△	—	—	
IV	SMA-LUA SMA-SMA	～5km	—	—	◎	—	—	
V	COM-SMA COM-COM	～3km	—	—	—	◎	—	
VI	住区(集落)内部	～1.5km	—	—	—	△	◎	ﾓｰﾙ

図 2-3-47　道路分類 D_U のイメージ

表 2-3-28　道路分類 D_U の必要条件

項目		内容及び要件	
求められる主な性能		アクセス機能に重点をおきつつ，歩車共存等による安全性に配慮	
	車線数	D_U-V	2 車線以上
		D_U-VI	1 車線以上
	路肩幅員	歩道(自歩道)を設けない路肩は，歩行者・自転車の通行に配慮した幅広路肩の採用を検討	
	他道路接続	2-3 項の**表 2-2-6** に準ずる	
	バス停留所	D_U-V においては，バス停車便数・バス停車時間を考慮し，必要に応じてセットバック方式のバスベイ型停留所の採用を検討	
	停車帯	D_U-V においては，駐車需要に配慮した停車帯設置を検討	
	通過車両対策	D_U-VI については，センターラインのない住区内道路であり，2 車線化かつ歩道整備を行う D_U-V，あるいは通過車両対策を行う E_U-VI への改築を推奨	

道路分類D_U-VIにおいて，車線区分がなく，かつ歩行者等への配慮が見られない右図のような事例が多く見られるが，市街地内の住区内道路は，次頁のE_Uに分類した整備が望ましく，通過車両の速度抑制等により歩行者等の安全性向上に努めること．

図 2-3-48　望ましくない D_U-VI

(9) 道路分類 E_U

道路分類E_Uは，市街外・市街地を問わず，概ね1.5km以下と最も短いも連絡レベルを分担する住区(集落)内道路である．最低限のアクセス機能を持ちつつ，特に歩車共存等の対策による安全性が求められ，**表2-3-30**の道路構造を満足することを目標とする．

表 2-3-29　道路分類 E_U の位置づけ

連絡レベル ＼ 交通機能			トラフィック					
			アクセス				滞留	
			A_U	B_U	C_U	D_U	E_U	F_U
			FAC	PAC	出入制限無し			
I	MEA-MEA		－	－	－	－	－	
II	UUA-MEA UUA-UUA	～15km	◎	○	－	－	－	
III	LUA-UUA LUA-LUA	～5km	○	◎	△	－	－	
IV	SMA-LUA SMA-SMA	～5km	－	－	◎	－	－	
V	COM-SMA COM-COM	～3km	－	－	－	◎	－	
VI	住区(集落)内部	～1.5km	－	－	－	△	◎	ﾓｰﾙ

図 2-3-49　道路分類 E_U のイメージ

表 2-3-30　道路分類 E_U の必要条件

項目		内容及び要件	
求められる主な性能		歩車共存等による安全性	
必要条件	車線数	E_U-VI	1 車線以上
	路肩幅員	歩道(自歩道)を設けない路肩は，歩行者・自転車の通行に配慮した幅広路肩の採用を検討	
	他道路接続	2-3 項の**表 2-2-6** に準ずる	
	通過車両対策	歩行者・自転車の通行安全を図る必要がある場合は，シケイン，狭さく等による速度抑制策や車止めによる時間規制や車種規制などの通行制限を検討	

(10) 道路分類 F_U

道路分類F_Uは，特に市街地の商業施設連坦街区の道路や住区・集落内のコミュニティ道路など滞留機能を有する道路である．主に歩行者・自転車の通行快適性と道路空間での滞留機能に重点をおき，**表2-3-32**の道路構造を満足することを目標とする．

表 2-3-31　道路分類 F_U の位置づけ

連絡レベル ＼ 交通機能			トラフィック					
			アクセス				滞留	
			A_U	B_U	C_U	D_U	E_U	F_U
			FAC	PAC	出入制限無し			
I	MEA-MEA		－	－	－	－	－	
II	UUA-MEA UUA-UUA	～15km	◎	○	－	－	－	
III	LUA-UUA LUA-LUA	～5km	○	◎	△	－	－	
IV	SMA-LUA SMA-SMA	～5km	－	－	◎	－	－	
V	COM-SMA COM-COM	～3km	－	－	－	◎	－	
VI	住区(集落)内部	～1.5km	－	－	－	△	◎	ﾓｰﾙ

図 2-3-50　道路分類 F_U のイメージ

表 2-3-32　道路分類 F_U の必要条件

項目		内容及び要件	
求められる主な性能		歩行者・自転車の快適性	
必要条件	車線数	F_U-VI	1 車線以上
	他道路接続	2-3 項の**表 2-2-6** に準ずる	
	通過車両対策	歩行者専用道や許可車両以外の通行禁止を検討	
	滞留スペース	沿道施設との一体化・ポケットスペースの活用等により，滞留機能の付加を積極的に検討	

3 章の参考文献

1) 国土交通省: 平成22年度　全国道路・街路交通情勢調査(道路交通センサス)　一般交通量調査　集計表　5旅行速度整理票 http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/ (2015/04/10DL).
2) 日本道路協会: 道路の交通容量, 1984.
3) Transportation Research Board: Highway Capacity Manual 2000, 2000.
4) Transportation Research Board: Highway Capacity Manual 2010, 2010.
5) 国土交通省国土政策局国土情報課: 国土数値情報, http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html (2014/09/26DL).

＜旅行時間の近似計算に関する参考として＞

6) Tanner, J. C.: A Theoretical Model for the Design of a Motorway System, *Transportation Research*, Vol.2, pp.123-141, 1968.
7) 桑原雅夫, 若公雅敏, 王鋭: 街路の階層的配置によるネットワーク設計に関する一考察, 土木学会論文集D3 (土木計画学), Vol.67, No.3, pp.230-243, 2011.

第Ⅲ編　道路の性能照査

1　概説

性能照査型道路計画設計を実際に行っていくためには，**第Ⅱ編**で計画される拠点間の道路階層区分と性能目標の設定に対して，実現する交通状況を照査する必要がある．そこで第**Ⅲ**編では，道路の走行性能を評価するための指標と評価方法について解説する．

まず，着目する道路が性能目標を達成できるかどうかを照査するためには，機能に応じた性能指標の設定が必要である．そこで**第2章**では，通行機能が卓越する自専道等と交差点や沿道出入りによる遅れが特徴的な一般道路に区分して，性能曲線(時間交通量－速度曲線など)の考え方や交通容量について現状における知見と課題を整理する．

次に**第3章**において，性能照査の実務的手順をPDCAサイクルで提示する．ここで，道路ネットワークがほぼ概成したわが国の状況を踏まえると，今後のネットワーク整備は新設よりもむしろ既存道路の改良による性能確保が主な適用場面となることが想定されることから，既存道路の改良に際しての性能照査型道路計画設計の適用に始まり，これを新設の場合へと展開する方法について解説する．

第4章では，現況ネットワークの性能照査方法を示す．現況ネットワークの性能照査では，交通情況に関するデータが実際に得られることから，性能目標の達成状況を直接的に判定することが可能である．ここでは，現況ネットワークの照査方法と，性能目標が達成されていない場合の問題点抽出から改善方針検討のプロセスについて解説する．

第5章と**第6章**では，計画案(新設もこれに準じる)の性能照査方法を示す．上述のとおり自専道等と一般道路では求められる機能の性質上，性能指標が異なることから，**第5章**において自専道等の性能照査方法を示し，**第6章**において一般道路の性能照査方法を示す．基本的な照査手順はそれぞれ同じであり，計画案について交通需要と交通容量を比較することで計画案採用時の渋滞状況を推定する．次に，渋滞の発生はなくとも混雑により性能目標を達成できない可能性もあることから，走行性能曲線から旅行時間(旅行速度)を推定する．これらの結果と**第Ⅱ編**で設定する性能目標を照査することで，計画案の妥当性を判定するプロセスを解説する．なお，計画案に対して，道路構造や交通運用のみではどのような対策を取っても性能目標が担保できないことも生じうる．この場合には，拠点配置や道路ネットワーク計画そのものを見直す必要があることになることから，**第Ⅱ編**に立ち返って再考することが必要となる．

最後に**第7章**では，性能達成に向けた改善検討として，目標性能を実現するための道路階層区分に応じた道路構造の工夫事例及び交通改善の対策事例を紹介する．

2　道路の走行性能指標と交通容量

2-1　走行性能指標

道路の走行性能指標には，旅行時間(遅れも含む)と旅行速度を用いる．

この走行性能指標に及ぼす影響要因には，交通量による影響，道路線形や沿道状況等に起因する影響，代表交差点での遅れの影響等がある．道路の走行性能照査にあたっては，これらの影響を適切に考慮して，実現する交通状況を評価することが必要である．

表 3-2-1　道路の走行性能指標の一例

走行性能指標	対象道路		特徴
	自専道等	一般道路	
旅行時間(旅行速度)	○	○	・ トラフィック機能を評価する指標として，最も端的でわかり易く，データの取得が容易である． ・ QV関係による性能曲線で表現可能である．
旅行時間信頼性	○	○	・ 旅行時間のばらつきを表す指標である． ・ 複数の指標が提案されている．
車線利用率	○		・ 性能曲線から得られる走行性能指標の代理指標として考えることができる．
追従車密度	○		・ 性能曲線から得られる走行性能指標の代理指標として考えることができる． ・ 車群状況を表す指標であり，片側1車線道路を対象としている．
遅れ時間		○	・ 自専道と同様に交通量の増加に伴って生じる遅れのほか，代表的な交差点で生じる停止遅れや沿道の出入など様々な要因で発生する区間遅れがあり，これらを合計したものとして表現する．

(1) 概要

対象道路が性能を発揮できるかチェックするためには,機能に応じた性能指標が必要である．この性能指標は,求められる機能に応じた交通性能を的確に表現でき,データの取得が容易で,わかりやすいものであることが重要である．

自専道等は通行機能が卓越することから，走行速度が最も端的でわかり易く，また，車両感知器データの整備も充実していることから，*Q-V*関係による性能曲線を採用する．

一般道路では交通量の増加に伴う速度低下のほか，代表交差点での停止や，沿道からの出入り・バスの停車など様々な影響要因により，区間の走行性能において，遅れ時間の発生，旅行速度の低下が生じる．走行性能照査においてはこれらの影響を考慮する必要がある．

ここでは，旅行時間(旅行速度)と遅れ時間を含め**表3-2-1**で示した走行性能指標について解説する．なお，一般道路では走行性能のほか沿道施設等へのアクセス性能も求められる．これらを評価する指標などについては今後検討が必要である．

(2) 旅行時間(旅行速度)

非渋滞流における*Q-V*関係は，交通量の増加に伴い，速度が低下する関係で示されることが多い．HCM2010では，交通流率の低い状態において速度は一定であり，交通流率がある値以上になると交通流率の増加によって速度が急激に低下することが示されている[1)]．

図3-2-1に自専道等における*Q-V*関係の一例を示す．*Q-V*関係による性能曲線は，渋滞や事故，工事などのインシデントを除く非渋滞時のデータを抽出する．この際，車両感知器データには計測エラーが含まれることから，これらを除去して集計を行うことが重要である．この図では，緑のプロットが計測エラーやインシデントデータをクレンジングした結果である．

なお，交通量の増加に伴う速度低下は，アクセスコントロールされた自専道等で顕著である．一方，一般道路ではこの速度低下のほか，代表交差点での停止や，沿道からの出入り・バスの停車など様々な影響要因により，遅れ時間の発生，旅行速度の低下が生じることから，「遅れ時間」として後述し，ここでは自専道等に関する旅行速度の影響要因を記載する．

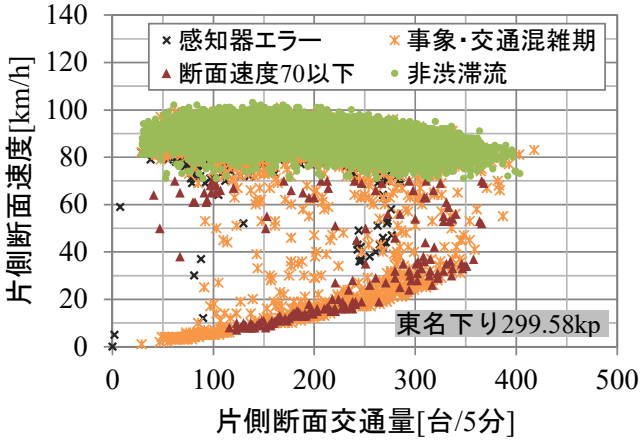


図 3-2-1　*Q-V* 関係の一例(片側 3 車線道路)

(a) 幾何構造条件

i) 縦断勾配

縦断勾配は速度に影響を及ぼす代表的な要因の1つであり，特に大型車への影響が大きい．「道路構造令の解説と運用」の車両性能曲線によると，上り坂においてある距離までは車両速度が低下し，それ以降は縦断勾配に応じて一定速度となる[2)]．上流側の縦断線形条件を考慮し，任意地点における縦断勾配と走行速度の関係をプロットしたものを図3-2-2に示す．縦断勾配が2%以上の上り坂になると速度低下が発現している．大型車混入率が高いほど，上り勾配が速度(集計値)に与える影響が大きくなることが容易に想像できる．

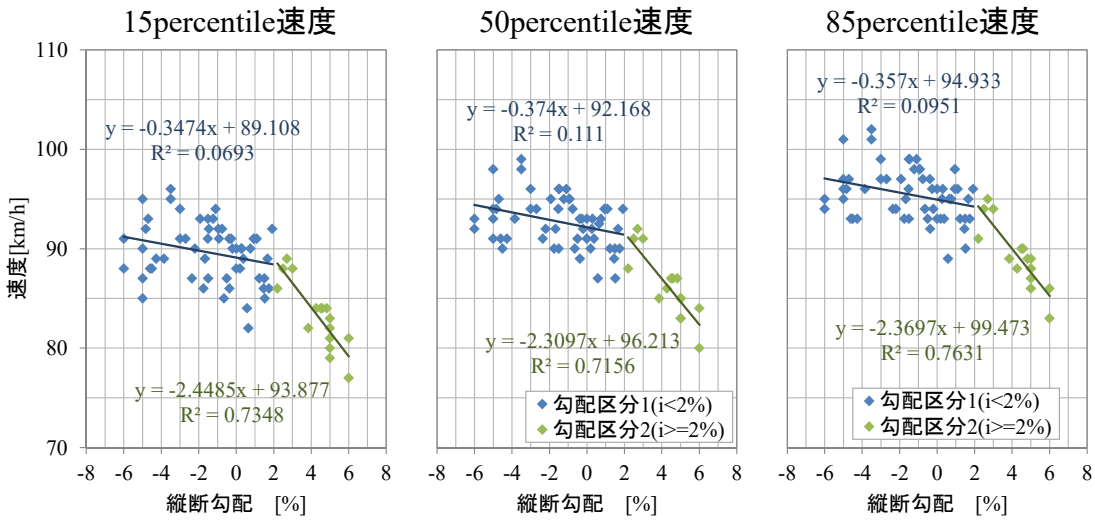


図 3-2-2　縦断勾配と速度の関係の一例(都市間高速道路の片側 2 車線区間)[3)]

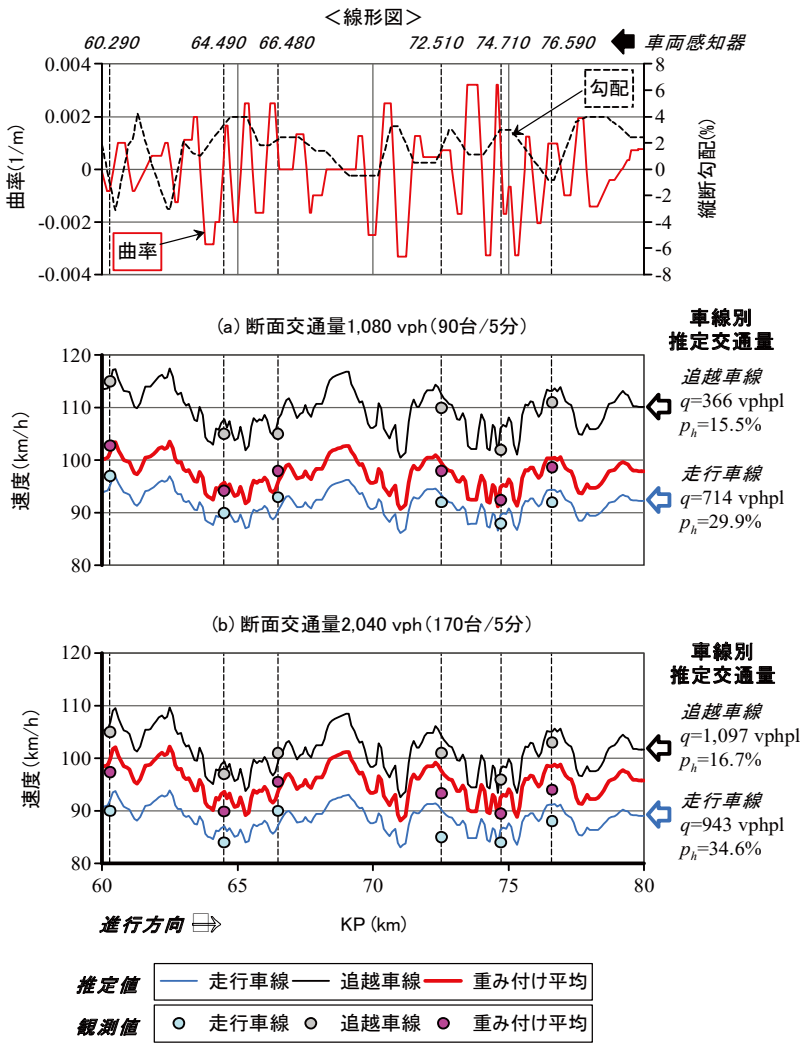


図 3-2-3　85percentile 速度の空間変動推定結果の一例(東名　下り線　左ルート)[4)]

ii) 平面線形

都市間高速道路において，小型車は大型車ほど縦断勾配の影響を大きく受けないため，多くの速度推定モデルでは平面線形の影響のみを考慮している．また，多くの研究では曲線区間と直線区間のどちらかを対象にしたものが多く，曲線区間を対象としている速度推定モデルはいずれも説明変数に平面曲線半径を用いている[4]．平面線形条件の厳しい都市高速道路では，平面線形による速度低下が多く発生しているものと推察され，平面線形と速度の関係は今後の検討課題である．

(b) 交通環境条件

i) 大型車混入率

都市間高速道路では，大型車混入率の増加に伴い，速度が低下することが一般的に知られている．大型車混入率の増加と速度低下との関係を車線別，かつ車線交通量別示した**図3-2-4**をみると，大型車混入率の増加に伴う速度低下量は車線によって度合いが異なる．なお，都市高速道路では都市間高速道路に比べて，大型車混入率による速度に大きな差がないとしている．都市高速道路は規制速度が低く，線形条件も厳しいことに起因していると推察している．

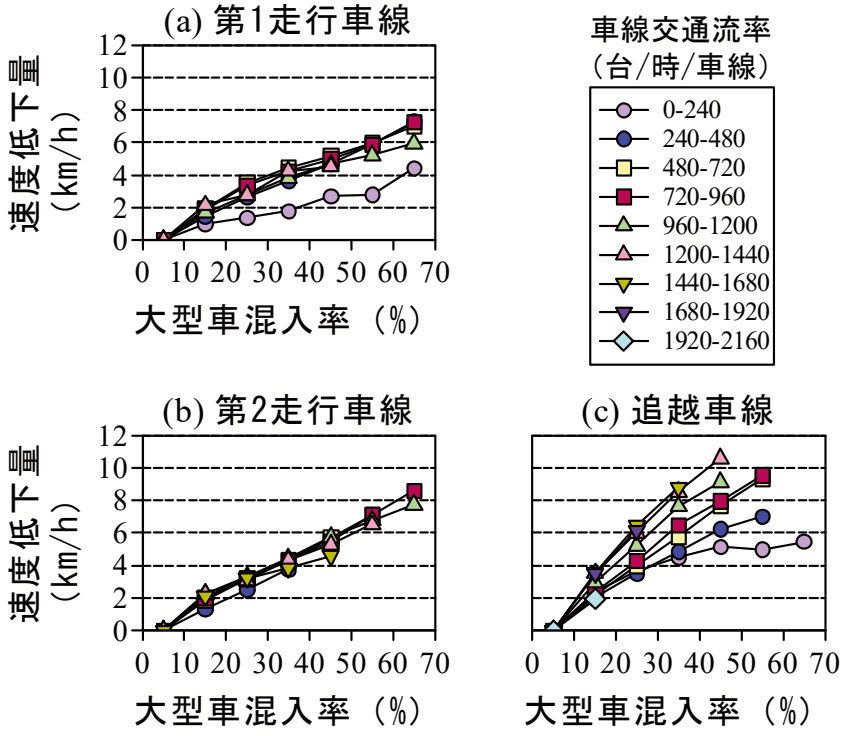


図 3-2-4　都市間高速道路における大型車混入率と速度低下量の一例 [4]

ii) 平日・休日

都市間高速道路の片側2車線区間において，平日と休日の違いが速度に与える影響をみると，ほとんどの交通流率(50～600台/h)で速度の差が1km/h未満であり，平日/休日で速度に有意な差はみられない[5]．

これは，平日と休日のトリップ構成の違い(業務，観光)よりも，1台の低速車により希望速度で走行できなくなるという2車線構造の特殊な要因が影響したとしている．

iii) 降雨

都市間高速道路における降雨量と速度の関係を図3-2-5に示す. 降雨量が増加すると速度低下量が大きくなり, 特に降雨量が0mmから1mmへ増加した場合の低下量が最も大きい. また, 車線別にみると, 走行車線では車線交通流率によらず速度低下量の傾向はほぼ一定であるが, 追越車線では車線交通流率が多くなると速度低下の度合いは若干大きくなる傾向がある. なお, 激しい降雨の場合(降雨量7mm/h以上)には, 交通流率が低いときに速度の低下量が大きいとする報告もあり, ドライバーが周囲を気にすることなく慎重に運転することができたことが要因と推察される. 降雨による速度低下は都市高速道路においても確認されている.

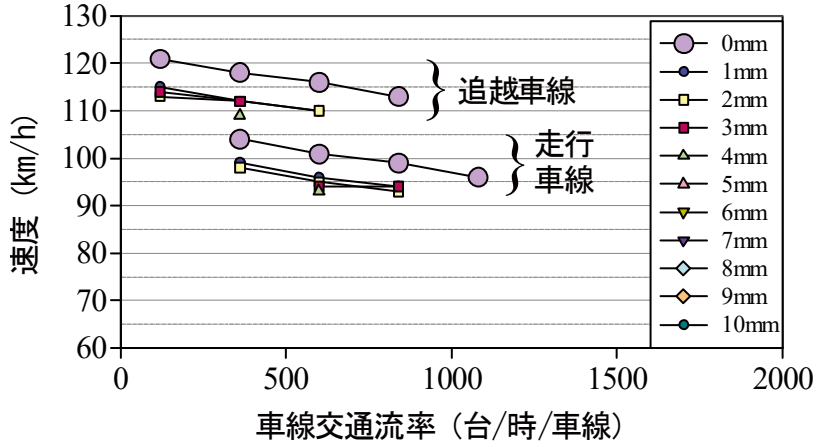


図 3-2-5　都市間高速道路における降雨量と QV 関係の一例(大型車混入率 20～30%)[4)]

iv) 路面状態

冬期と冬期以外の路面状態別の速度をみると，湿潤よりも乾燥の速度が高く，この傾向は冬期以外より冬期で顕著である[5)]．また，冬期における湿潤，シャーベット，圧雪といった路面状況別の速度は，湿潤→シャーベット→圧雪の順で，路面状況が悪化するにつれ速度低下が大きくなる．特に圧雪では，乾燥よりも速度が約20km/hも低く，速度性能に大きな影響を及ぼす.

(c) その他交通運用条件等

i) 付加車線

都市間高速道路の片側2車線区間において，上流部に付加車線がある地点では，付加車線との距離が近いほど，付加車線による車群の分散効果により，走行速度が高くなる.

ii) 狭小車線幅員

東名高速道路の岡崎地区で暫定的に車線幅員を3.6mから3.25mに狭め，車線増する運用を実施した結果，狭小車線幅員を適用しても，追越車線速度は低下しないことが明らかとなった(図3-2-6).

iii) その他

速度変動に対するその他の影響要因としては，側方余裕幅，規制速度，道路構造物等が考えられるが，現時点においては十分に解明されておらず，今後の検討課題である.

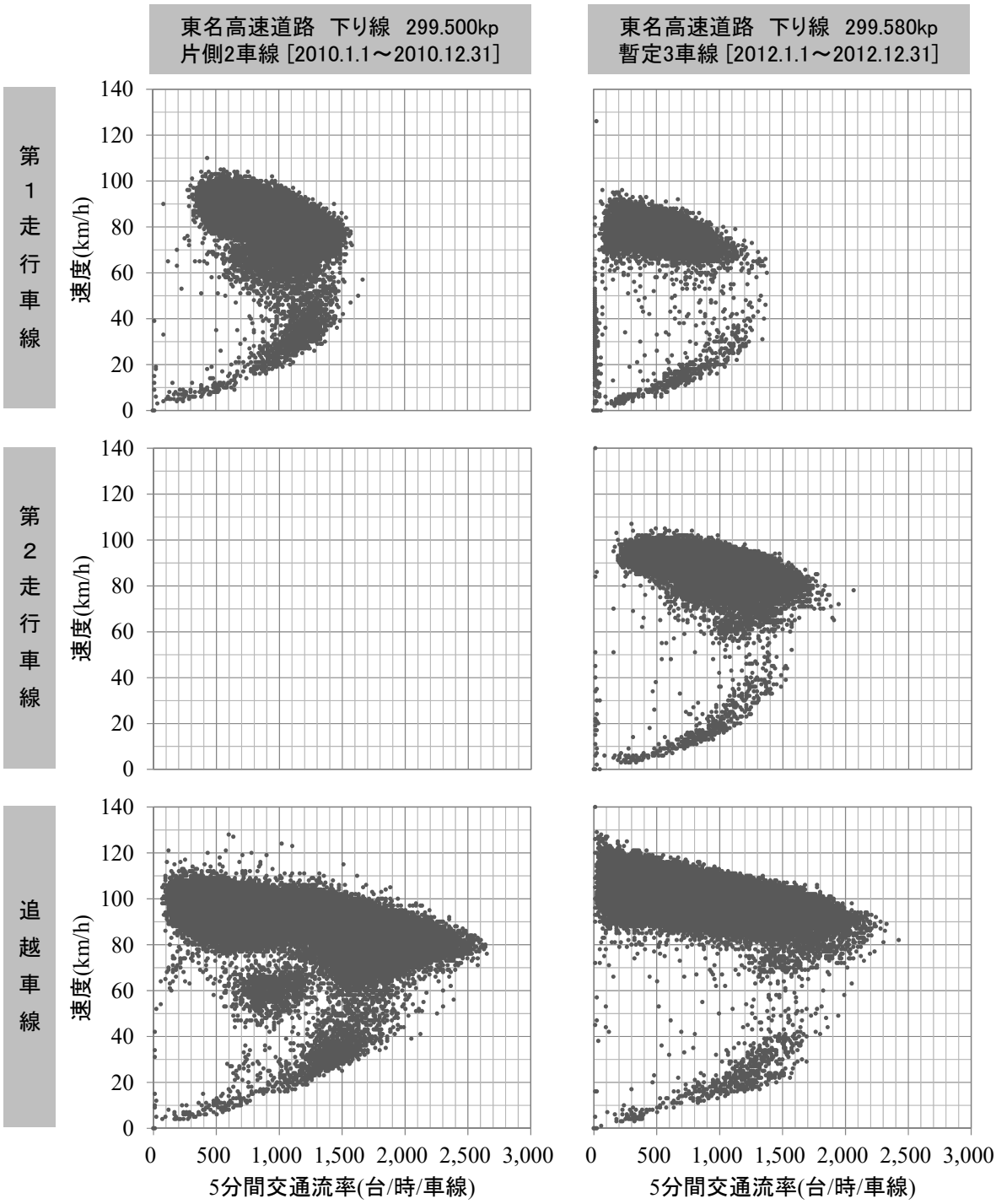


図 3-2-6　都市間高速道路における暫定片側 3 車線と片側 2 車線の QV 比較の一例

(3) 旅行時間信頼性

自動車交通に着目した所要時間の評価は，従前から「遅れ時間」や「損失時間」といった時間損失の大小によって行われてきた．これら指標は，道路管理者のみならず，道路利用者にも分かりやすい指標であり，使い勝手のよい指標であると考えられる．一方，近年は日々変動する所要時間のばらつきによる評価がなされている．これは，日々の所要時間の安定性と換言することができ，「旅行時間(所要時間)信頼性」と称されている．所要時間に関する違う側面のサービスと考えることができる．

旅行時間信頼性は，出発時刻別に算出するものであり，集計単位は年間または曜日別であることが多い．代表的な旅行時間信頼性指標を表3-2-2および図3-2-7に示す．

表 3-2-2　代表的な旅行時間信頼性指標

指　標	定　義
Planning Time(PT)； 95%ﾀｲﾙ値	所要時間を小さい順に並べたとき，小さい方から数えて95%に位置するデータの値． 平日20日/月のうち，1日のみ遅刻する所要時間と解釈できる．
Buffer Time(BT)； 余裕時間	所要時間の95%タイル値(PT)と平均値の差であり，遅刻しないために見ておくべき余裕時間と考えることができる．
Buffer Time Index(BTI)； 余裕時間指標	Buffer Time(BT)を平均所要時間で割って正規化したもの．
Planning Time Index(PTI)； 計画時間指標	自由流所要時間(最小所要時間)に対するPlanning Time(PT)の比率．
変動係数(CV)	標準偏差を平均値で割って正規化したものであり，データのばらつきの大きさを表す．
標準偏差(σ)	—

T_{min}＝最小所要時間

T_{ave}＝平均所要時間

PT＝95%タイル所要時間

$BT = PT - T_{ave}$

$PTI = PT / T_{min}$

$BTI = BT / T_{ave}$

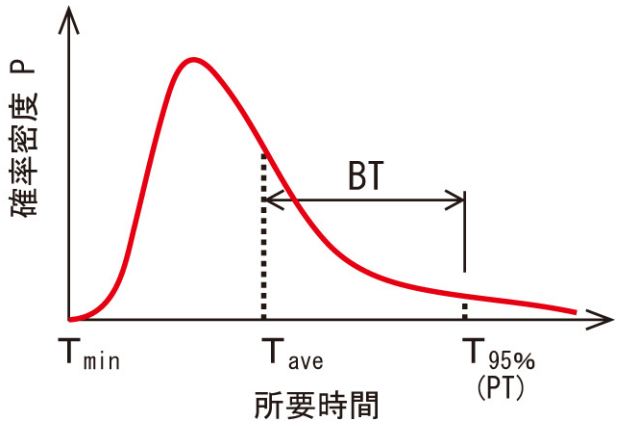


図 3-2-7　代表的な旅行時間信頼性指標の概念図

(4) 車線利用率

車線利用率は，性能曲線から得られる走行性能指標の代理指標と考えることができ，追越車線利用率の低下(キープレフトの実現)を図ることで，走行性能を確保できたと評価できる指標である．アクセスコントロールされた自専道等が対象となる．

車線利用率は，断面交通量に対する車線別交通量の割合である．交通量，大型車混入率，縦断勾配，分岐までの距離(分流率)の4変数が車線利用率に影響を与えることが明らかにされている．また，車線利用率は高速道路の交通容量や渋滞発生確率に影響を与えることがいくつかの研究で示されており，実務の面でこの知見が活用されている．

例えば，LED標識やITS技術によるキープレフトを促す情報提供や，ゆずり車線方式の付加車線を右付加左絞込方式へ変更，さらには東名高速道路の岡崎地区における片側2車線から片側3車線への車線増により車線利用率が平準化され，渋滞軽減効果が確認されている．

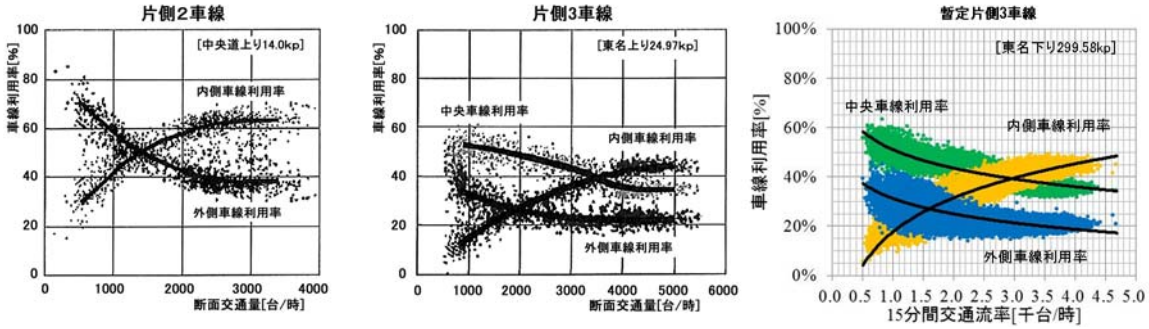


図 3-2-8　都市間高速道路における断面交通量と車線利用率の関係の一例 [6)]

(5) 追従車密度

追従時間率は，性能曲線から得られる走行性能指標の代理指標と考えることができ，追従車密度の低下(車群の縮小化)を図ることで，走行性能を確保できたと評価できる指標である．

追従車密度FD[台/km]は，片側1車線の自専道等における走行性能指標であり，1km区間の道路に存在する追従車の台数として定義され，式(1)に示すように交通密度k[台/km]と追従車率$Foll$[%]の積で表される(図3-2-9)[7)]．

$$FD = k \times Foll[\%] \tag{3-2-1}$$

これらの変数は，いずれも空間的に定義される状態量である．ここで，短い区間でかつ交通流が定常状態にあるという仮定を置き，ある小区間の代表断面xにおいて観測される追従車率と，地点速度および交通量から推定される交通密度より式(3-2-1)の右辺の変数を代用することができる．道路・交通条件の変化が少ない区間を評価するという前提の下では，$FD(x)$は比較的計測が容易な指標である．

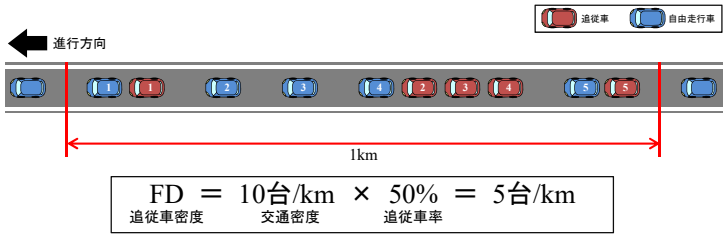


図 3-2-9　追従車密度の概念図

(6) 遅れ時間

完全にアクセスコントロールされている自専道等とは異なり，一般道路を走行する場合には，交差点での停止や沿道からの出入り，バスなど前方の停車車両など様々な影響を受ける．そのため，これら要因も考慮し，走行性能を照査しなければならない．

ここでは，自専道と同様に「単路の交通量による遅れt_1」のほか，「代表交差点における停止遅れt_2」や沿道の出入など様々な要因で発生する「単路の沿道条件等による遅れt_3」に留意し，一般道路の走行性能を整理する．なお，t_1，t_3は，単位距離(1km)あたりの遅れとして整理し，区間長[km]を乗じることで，区間全体の遅れとする[8)]．

$$\begin{aligned} \text{区間の総遅れ時間 } T = & \text{単路の交通量による遅れ} t_1 \times \text{区間長} \\ & + \text{代表交差点における停止遅れ} t_2 \\ & + \text{単路の沿道条件等による遅れ} t_3 \times \text{区間長} \end{aligned} \tag{3-2-2}$$

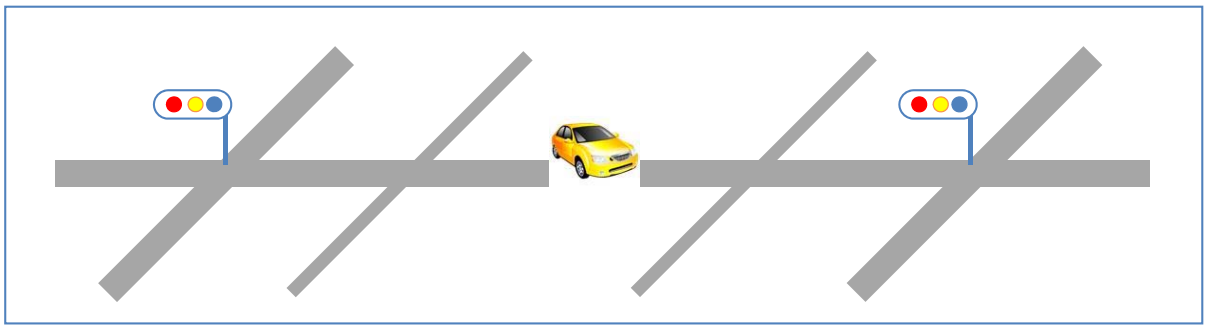


図 3-2-10　区間の総遅れ時間算出の概念図

(a) 単路の交通量による遅れ(t_1)

自専道等と同様に，一般道路でも交通量が増加すると全体的に走行しづらくなり旅行速度が低下する．その結果，旅行時間に遅れが生じる．

特に，速度が低い車両を追い越すことができない往復2車線道路では，その影響が大きい．

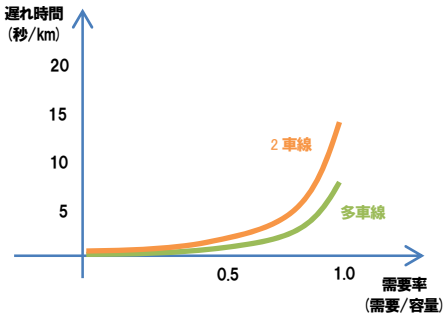


図 3-2-11　単路の交通量による遅れの概念

(b) 代表交差点における停止遅れ(t_2)

信号交差点での平均的な停止遅れは，図3-2-12に示すように交差点流入部の需要率(流入交通量 / 飽和交通流率)や信号のサイクル長，青時間比によって変化する[8),9)]．代表交差点での信号による停止遅れを改善するためには，サイクル長や青時間比などを適宜見直すことも有効な方法の一つである．

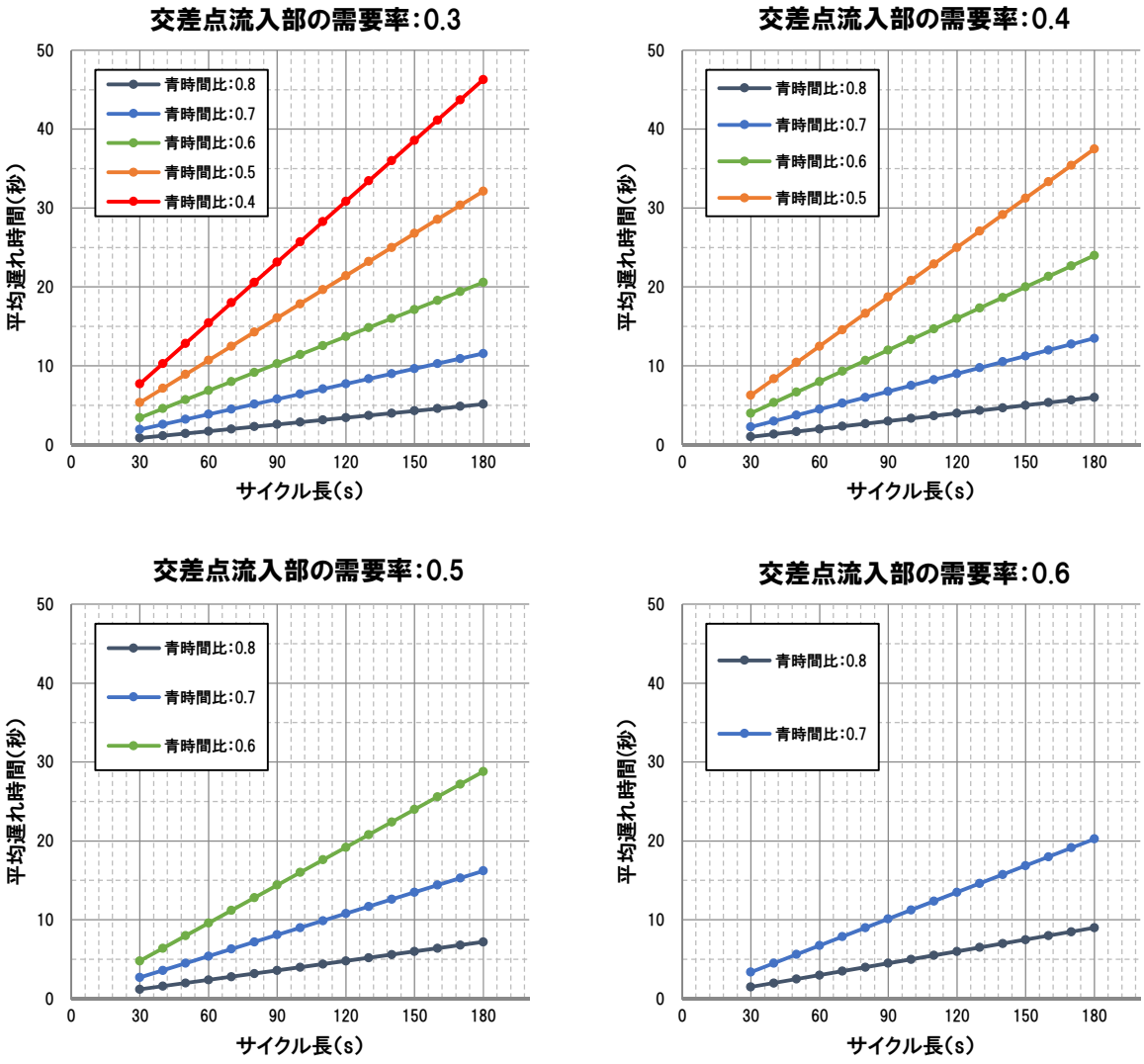


図 3-2-12　サイクル長と平均遅れ時間の関係

(c) 単路の沿道条件等による遅れ(t_3)

幹線道路と細街路との交差点での停止，沿道施設へのアクセスやバス停での停止車両の回避，道路線形や勾配といった道路構造など様々な要因によって，遅れが発生する．

i) 信号差交点密度

一般道路では，幹線道路同士が交わる代表交差点(キー交差点)のほかにも，幹線道路と細街路との交差点(マイナー交差点)や，歩行者用横断歩道といった信号交差点が存在する．

これら交差点では，代表交差点を基準に信号の系統制御が行われている場合が多く，代表交差点のような大きな遅れは生じないが，信号交差点数が多くなるにしたがい停止する確率が高くなり，遅れが発生しやすくなる．

このため，信号交差点の数を少なくし信号密度を低くすることで遅れ時間が小さくなる[8)]．

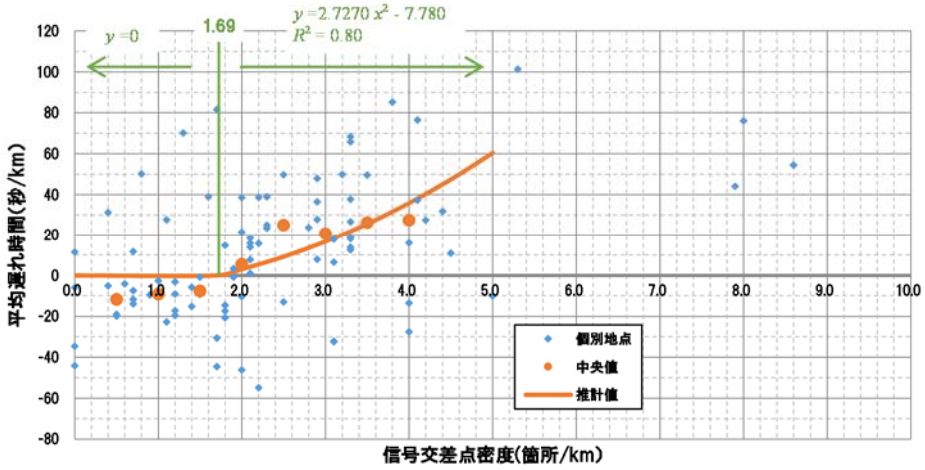


図 3-2-13　信号交差点密度と遅れ時間

図 3-2-14　代表交差点とそれ以外の交差点の事例

ii) 中央分離帯の有無

沿道施設へアクセスする車両が前方にいると，後続車両は追突しないように回避したり，速度を落としたりする．特に，右折により沿道施設にアクセスする車両は，対向車の存在により停車しやすく，後続車両の走行に与える影響が大きくなる．

一方，中央分離帯が設置されていると，右折による沿道アクセスができなく，遅れが生じなくなる．

なお，中央分離帯の設置状況によって生じる遅れ時間の大きさについては，今後各種データを収集・分析し，適宜反映していくことが必要である．

図 3-2-15　中央分離帯未設置区間における滞留事例

iii) バス停の有無

停留所でのバスの停車も，後続車両の走行に影響を与える．特に，テラス型やストレート型のように本線に接するタイプの停留所は，本線の走行への影響が大きい．

なお，今後，バスの運行頻度や車線数なども考慮し，バス停の設置状況と遅れ時間との関係とを明確にしていくことが必要である．

図-テラス型 停留所

図-ストレート型 停留所

バス停の停車車両の回避

図 3-2-16　バス停のイメージ

iv) 道路構造

例えば，道路線形の厳しい“つづら折れ”区間の旅行速度は，同じ設計速度の直線区間と比べて低いことが想像されるように，縦断勾配などの線形要素や車線幅員の大きさといった道路構造の違いは，旅行速度に大きな影響を与えるものである．特に山間部など縦断線形が厳しい箇所では，旅行速度の低下の有無を照査することが必要である．

縦断線形と遅れ時間の関係を**図3-2-17**に，車道幅員と遅れ時間の関係を**図3-2-18**に示す[10]．

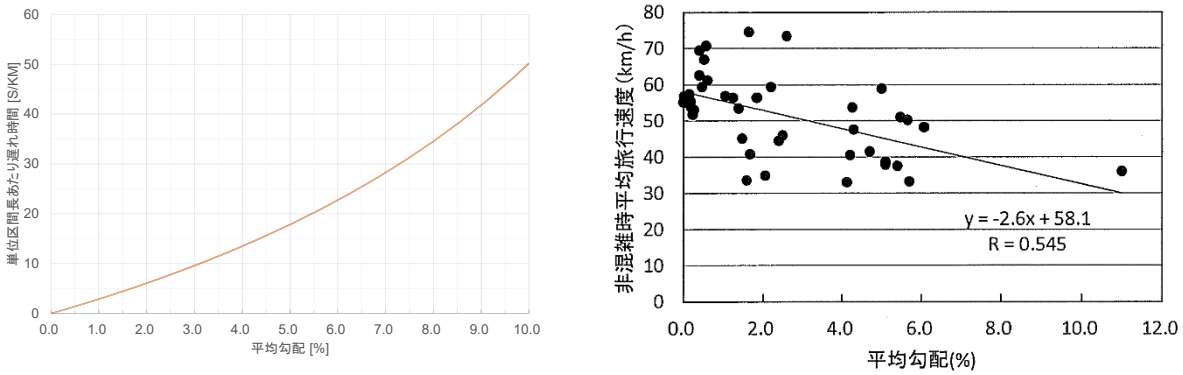


図 3-2-17　縦断線機と平均遅れ時間の関係

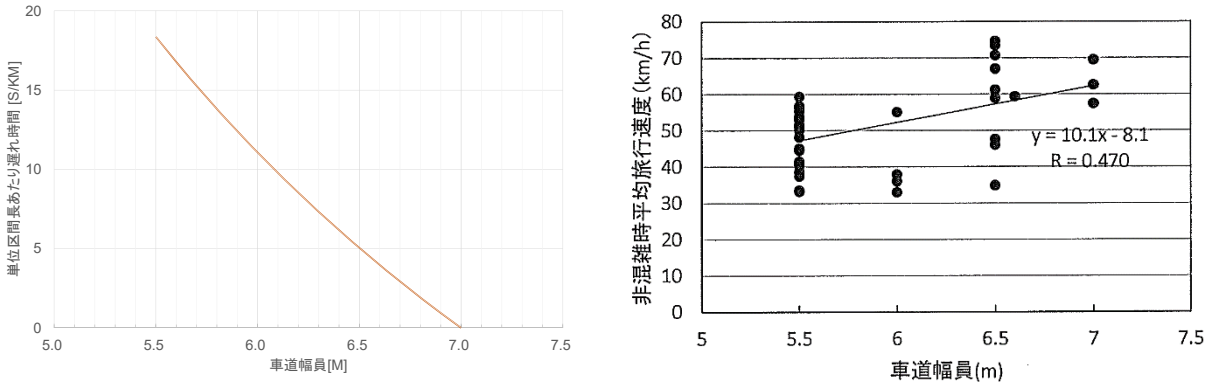


図 3-2-18　車線幅員と平均遅れ時間の関係

2-2　交通容量

交通需要がボトルネックの交通容量を超過すると交通渋滞が発生し，性能目標の達成に大きく影響を与える．従って，顕在性能の照査にあたっては，交通容量を把握した上で，交通渋滞の発生状況を吟味することが必要である．

代表的な交通容量上のボトルネックは，自専道等では単路部のサグや上り坂，トンネル入口等であり，一般道路では信号交差点が支配的となる．

表 3-2-3　交通容量の考え方

項目	自専道等	一般道路
主なボトルネック	上り坂及びサグ部，トンネル入口部といった単路部，IC合流部，料金所部	信号交差点
交通容量	・渋滞発生時交通量 ・渋滞発生後捌け交通量	飽和交通流率
交通容量の影響要因	・車線数 ・道路幾何構造 ・気象条件 ・視環境条件 ・交通特性	青時間によって交通容量は大きく変化する 以下は、飽和交通流率の影響要因 ・道路要因 ・交通要因 ・周辺要因

(1) 概要

ボトルネックとは，周辺より交通容量が低く，交通集中渋滞が発生する地点・区間をいう．自専道等の交通容量上のボトルネックは，上り坂及びサグ部，トンネル入口部といった単路部，IC合流部，料金所部が代表的である．道路構造に起因していることが特徴である．特に単路部で発生する渋滞は交通集中渋滞の6割と半数以上を占めている(NEXCO西日本調べ)．一方，一般道路においては，地方部の無信号交差点で自専道等(高速道路)と同様の箇所がボトルネックとなるが，大半は信号交差点が支配的となる．信号交差点においてはその道路構造も影響するものの，赤現時によって停止を強いられることが多く，青時間の割合が大きく影響する．その意味で，信号交差点がない区間は自専道等として同等に扱い，信号交差点がある区間は性能評価指標として遅れ時間を考えている．

渋滞とは，ボトルネックに車列が滞留した状況をいう．渋滞の定義は**表3-2-4**に示すとおりであり，道路種別によって異なる．なお，信号交差点において1回の信号サイクルで処理できる滞留は渋滞とならない．

交通容量は，「一定の道路条件と交通条件の下で，ある一定の時間内にある道路の断面を通過することが期待できる自動車の最大数」である．

表 3-2-4　渋滞の定義

区 分	高速道路	都市高速道路	一般道路
渋 滞	時速40km以下	時速20km以下	時速10km以下
混 雑	－－	時速40km以下	時速20km以下

(2) 自専道等の交通容量

(a) 交通渋滞の発生箇所と発生メカニズム

都市間高速道路における交通集中渋滞は，上り坂及びサグ部を原因としたものが最も多く，次いでトンネル入口部となり，ボトルネックの多くが単路部に集中している．一方，都市高速道路では，出入口やJCT間隔が短く比較的近接していることから，交通集中渋滞の内訳(主要因)を上り坂及びサグ部と合流部に明確に区分することが困難なことが多く，複合的な要因によって発生していると解釈している．

交通集中渋滞は，到達する交通需要が交通容量を超えた時に発生する．この時，ボトルネックとなるサグやトンネルの交通容量は，周辺の交通容量より低い．高速道路単路部の交通集中渋滞発生メカニズムについて，越は「交通量が増加するにつれて追越車線を走行する車両が増加し，大きな車群がボトルネックにさしかかるとアクセル操作が不十分なため速度低下が生じ，後方へショックウェーブとして伝わることで追越車線から発生する」であると考察している[11)-13)]．

(b) 交通容量の捉え方

高速道路では，交通容量上のボトルネックにおいて一旦交通集中渋滞が発生すると，当該箇所で捌ける交通量は減少する．ここでは渋滞が発生する前に捌ける交通量を「渋滞発生時交通量」，渋滞発生後に捌ける交通量を「渋滞発生後捌け交通量」と呼ぶ．なお，既往研究において，全時間帯かつ無降雨日を対象に渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量を比較した結果，都市間高速道路の渋滞発生後捌け交通量は渋滞発生時交通量の0.78～0.98倍と報告されている．

表 3-2-5　高速道路の交通容量の参考値[14),15)]

単位：台/時

区分	片側車線数	渋滞発生時交通量		渋滞発生後捌け交通量		備考
		範囲	代表値	範囲	代表値	
都市間高速道路	1	1,020～1,260	1,140	840～1,240	1,000	・交通量速度変動図による判読 ・渋滞発生時交通量は直前15分間フローレート ・無降雨・昼間を対象
	2	2,840～3,570	3,190	2,330～3,270	2,790	・交通量速度変動図による判読 ・渋滞発生時交通量は直前15分間フローレート ・無降雨を対象
	3	4,650～5,560	4,980	3,960～4,830	4,270	
都市高速道路	2	2,930～3,270	3,220	2,690～3,040	2,980	

※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．

(c) 交通容量の影響要因

ここでは，既往研究の知見が豊富な都市間高速道路を対象として，交通容量の影響要因を整理する．交通容量の影響要因には，道路幾何構造や走行環境等の外的要因として，車線数／道路線形／トンネルの有無／車線幅員／側方余裕／降雨／明暗などがある．また，ドライバー属性に起因する交通特性要因として，大型車混入率／平休日／トリップ長／地域性などがある．その他，渋滞中に巻き込まれる時間が長くなると，交通容量が低下することも報告されている．

なお，都市間高速道路と都市高速道路について，交通容量の値そのものに違いはあるものの，影響要因としては大きな違いはない．

表 3-2-6　交通容量の影響要因一覧(都市間高速道路)[11),13),14),16)-24)]

影響要因	既往文献による知見	
車線数	知見1 (岡村ら)	・車線数が交通容量に及ぼす影響は車線数倍以上 ・渋滞発生時交通量の比率　　片側1車線：片側2車線：片側3車線=0.4：1.0：1.7 ・渋滞発生後捌け交通量の比率　片側1車線：片側2車線：片側3車線=0.3：1.0：1.7
	知見2 (吉川ら)	・片側1車線区間（暫定2車線区間）の交通容量は片側2車線区間の0.34～0.37倍
	知見3 (石田ら)	・車線数が交通容量に及ぼす影響は車線数倍以上 ・渋滞発生時交通量の比率　　片側2車線：片側3車線=1.0：1.56 ・渋滞発生後捌け交通量の比率　片側2車線：片側3車線=1.0：1.53
道路幾何構造	知見1 (岡村ら)	・側方余裕（左側路肩幅員）が0.3～2.5mの範囲にあれば渋滞発生時交通量に与える影響は少ない
	知見2 (・吉川ら ・米川ら ・XINGら)	・吉川らは片側1車線区間，米川らは片側2車線区間，XINGらは片側2車線区間と3車線区間を対象に交通容量推定モデルを構築（米川らの研究は渋滞発生後捌け交通量のみを対象） ・いずれのモデルもサグの縦断勾配や縦断勾配差，縦断勾配長等の変数が導入されており，縦断勾配が交通容量に影響を与える ・吉川らやXINGらのモデルはトンネルダミー変数があり，トンネルの交通容量がサグに比べて低い
気象条件	知見1 (石田ら)	・降雨時の交通容量は，無降雨時より7～8%低い
	知見2 (越ら)	・明暗が交通容量に影響を与えることを指摘し，明るさの絶対値が高いほど車間距離や相対速度が認識しやすいためと考察
	知見3 (米川ら)	・交通容量推定モデル(渋滞発生後捌け交通量)で，太陽光がない場合に低下することを表現
	知見4 (石田ら)	・薄暮の交通容量は，昼に対して1～2%，夜は昼に対して7～8%低い
交通条件	知見1 (米川ら)	・交通容量推定モデル（渋滞発生後捌け交通量）で，大型車混入率が高いほど，トリップ長が長いほど低下することを表現
	知見2 (石田ら)	・休日の交通容量は，平日に比べて2～3%低い
	知見3 (・中谷ら ・竹内ら)	・渋滞巻き込まれ時間が30分未満の場合は巻き込まれ時間が大きくなるほど渋滞発生後捌け交通量が低下し，それ以降は一定

i) 車線数

既往研究では，渋滞発生時交通量の比率が片側1車線：片側2車線：片側3車線=0.4：1.0：1.7，渋滞発生後捌け交通量が0.3：1.0：1.7であるとし，交通容量に及ぼす影響は車線数倍以上であることが報告されている．

ii) 道路幾何構造

道路幾何構造のうち，交通容量に及ぼす影響が大きいのは縦断勾配(縦断勾配差・縦断勾配長等)とトンネル入口である．平面曲線や側方余裕(左側路肩幅員)の影響も考えられるが，よほど小さくない限り影響は出ない．

iii) 気象条件

降雨時は無降雨時に比べて交通容量が低下することが知られている．無降雨時と降雨時について交通容量を比較した結果，降雨時は渋滞発生時交通量，渋滞発生後捌け交通量とも，無降雨時より7～8%低くなることが報告されている．

iv) 視環境条件

夜間は昼間に比べて交通容量が低下することが知られている．昼と薄暮，昼と夜の交通容量を比較した結果，薄暮は昼に対して1～2%，夜は昼に対して7～8%交通容量が低くなることが報告されている．

v) 交通特性

大型車混入率が高いほど，トリップ長が長いほど渋滞発生後捌け交通量が低くなるとされている．また，休日に比べて平日の交通容量が高いことが報告されており，運転者特性の違いであると考察されている．

渋滞巻き込まれ時間が長くなると，渋滞発生後捌け交通量が低下することが報告されており，渋滞巻き込まれ時間が30分未満のうちは巻き込まれ時間が大きくなるほど渋滞発生後捌け交通量が低下し，それ以降は一定になるとされている．

(3) 一般道路の交通容量

(a) 交通渋滞の発生箇所

一般道路における代表的な交通容量上のボトルネックは交差点(平面交差)であり，その他にも踏切や合流地点などがボトルネックになる．

交差点の中でも交通需要が多く,飽和交通流率が最も低下する信号交差点で多く発生するが,無信号交差点やラウンドアバウトにおいても同様に，飽和交通流率に対し交通需要が超過すると渋滞が発生する．

(b) 飽和交通流率の算出方法

上記のとおり，一般道路の交通容量上のボトルネックは，信号交差点であることがほとんどである．よって，一般道路の交通容量は飽和交通流率の考え方を踏襲する．

飽和交通流率の算出方法は,『平面交差の計画と設計　基礎編　第3版　一般社団法人　交通工学研究会』に記されているが，すべての影響要因を加味した算出方法ではないため，算出結果と実績値が整合しないことが度々発生している．

したがって，現状交差点の飽和交通流率を算出するにあたっては，実測することが重要である．なお，以下では，これまでの飽和交通流率の算出方法のエッセンスを示す．詳細は『平面交差の計画と設計　基礎編　第3版　一般社団法人　交通工学研究会』を参照されたい．

i) 基本的な飽和交通流率

飽和交通流率は，**表3-2-7**に示す飽和交通流率の値(基本飽和交通流率)を基本として，その交差点の道路条件に応じた影響要因によって補正計算を行って算出する．

この飽和交通流率の基本値は，道路・交通条件が理想的な場合，すなわち，平坦な道路で，道路幅員，歩行者等の影響が無く，同一方向の乗用車(直進車線は直進乗用車，右，左折車線は右，左折乗用車)のみで構成される場合に，1列の車列から流れる青信号1時間当たりの通過台数を意味している．

表3-2-7の値は，これまでの我が国の実測結果に基づいて定めたものである．

表 3-2-7　信号交差点の飽和交通流率の基本値

車の種類	飽和交通流率[pcu/青 1 時間]
直進車線	2,000
左折車線	1,800
右折車線	1,800

注) pcu：乗用車換算台数

ii) 飽和交通流率の影響要因とその補正

飽和交通流率に影響を及ぼす各種要因と補正値には，**表3-2-8**に示すようなものがある．これらの各影響要因は単独に飽和交通流率に影響を及ぼすのではなく，実際には互いに関連して複合した影響を及ぼすものである．

また，交差点流入部が区画線によって複数車線に分割されている場合には，各車線の交通運用によってこれらの諸要因の影響度はかなり違ったものとなる．それゆえ，影響要因は流

入部の各車線で考える必要があり，飽和交通流率の補正計算は，原則として車線別に行われている．

ただし，影響要因として考えられるが，場合によって大きく異なるために一般的な補正値として示されていないものもある．

表 3-2-8　飽和交通流率に影響を及ぼす要因と補正値

影響要因		補正値
道路要因	流入部幅員(車線幅員)	3.0m未満を補正
	縦断勾配	-2%以下，2%以上を補正
	交差点形状(交差角・視認性)	－(一般的な補正値なし)
交通要因	車種構成(大型車，二輪車)	大型車混入による補正率 二輪車の乗用車換算係数
	右折車	車線運用別に算定式
	左折車	同上
	対向直進車	右折と対向直進が同現示の場合に考慮
	横断歩道者	左折車と歩行者が同現示の場合に考慮
周辺要因	地域特性(都市部・地方部)	－(一般的な補正値なし)
	駐停車	－(一般的な補正値なし)
	バス停留所	バス停からの距離，運行台数により補正

iii) 飽和交通流率に影響を与えるその他の要因

ii)に示したように，飽和交通流率は複合的に影響を及ぼすものであるとともに，**表3-2-8**に示した影響要因以外にも，複数の影響要因を有している．そのため，ii)で示した計算方法で算出した飽和交通流率と実績値が整合しないことが度々発生している．

表3-2-9に，既往の計算方法には示されていない研究事例について，道路要因，交通要因，周辺要因毎に整理する．

(c) 信号交差点以外の交通容量

一般道路の交通容量に関わる問題箇所は，その多くが信号交差点となるが，車線数や交差形式の決定においては単路部，信号交差点以外の交差点(ラウンドアバウト，無信号交差点等)での交通容量がベースとなることから，これら交通容量に影響する要因を把握し，計画している交通容量を確保することが重要である．

表 3-2-9　飽和交通流率に関する既往の知見

影響要因		主な知見
道路要因	幅員	飽和状態では大型車の存在によって，各車線の独立性は保たれず，隣接する 3m を超える 3.25m，3.85m の車線においても車頭時間に影響を及ぼす.
	転向半径・転向角度	都市内街路において多く存在する転向半径 10m～14m や転向角度 80°や 90°では我が国の基本値である 1,800pcu/青 1 時間を下回り，基本値を越える左折飽和交通流率が出現する転向半径は 30m 以上，転向角度については 120°以上の鈍角交差点となる.
交通要因	車種(大型車)	バス，マイクロバス，普通貨物車，大型貨物車を大型車として他車種と区別すべきであるとしており，この場合の大型車当量は，1.40 程度であるとされている．また，乗用車換算係数は大型車の影響が交差点固有の条件によって左右される.
	車種(二輪車)	二輪車当量は，車線の幅員及び走行形態によって大きく異なり，0.26～0.87 の値をとる. 特に幅員の影響は大きく, 幅員により 0.38 の当量差が生じる.
	左折車と横断歩行者の影響	左折車と横断歩行者の影響については，左折車と横断歩行者等の交錯による後続車の中断が大きな影響を与えている.
	右折車と横断歩行者の影響	右折車と横断歩行者の影響は，右折交通流の方が左折交通流よりも横断歩行者の影響を強く受け，右折専用車線の横断者による低減率は左折車よりも大きい.
	右折車による直進車への影響	右折車による直進車への影響では，右折車による後続車へのブロッキング現象が大きく影響している.
周辺要因	地域特性	飽和交通流率の基本値は，人口規模が大きい都市地域ほど飽和交通流率が高い傾向が見られ，特に人口 50 万以上で顕著である.
	路面状態	冬期路面の圧雪，凍結では，飽和交通流率を大きく低下させる．ただし，冬期においても乾燥状態では，夏期との差はほとんど見られない.
	平日・休日特性	飽和交通流率の基本値は観光地と非観光地で違いがあるとされ，観光地では平均車頭時間が長くなっている.
	時間帯・昼夜間	時間帯別の飽和交通流率は異なり，朝が最も大きく，夜になるにつれて小さくなる.
	バス停留所	交差点からのバス停の位置が近く，また時間あたりの運行頻度が多いほど飽和交通流率が小さくなる.
	路上駐車車両	路上駐車車両の影響は, 有効幅員(第一車線の幅員から駐車車両の車幅を引いた幅員)が小さく, また停止線からの距離が短い場合には大きい.

2 章の参考文献

1) Transportation Research Board: Highway Capacity Manual 2010, Chapter 11, 2010.
2) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，p.404，2004.
3) 近田博之，Jian XING : 縦断勾配が速度に与える影響に関する実証分析，土木計画学研究・講演集，Vol.49，CD-ROM，2014.
4) 洪性俊，大口敬：多車線高速道路における統合型速度推定モデル，土木学会論文集 D3，Vol.67，No.3，pp.244-260，2011.
5) 内海泰輔，浜岡秀勝，中村英樹：往復分離 2 車線自専道の速度性能曲線の定式化，土木学会論文集 D3，Vol.67，No.3，pp.261-269，2011.
6) 大口敬，桑原雅夫，赤羽弘和，渡邉亨：ボトルネック上流における車線利用率の矯正効果と付加車線設置形態，交通工学，Vol.36，No.1，pp.59-68，2001.
7) 中村英樹，小林正人，Jerome L. Catbagan : 追従車密度を考慮した往復 2 車線道路における付加追越車線の設置水準に関する研究，土木学会論文集 D3，Vol.67，No.3，pp.270-282，2011.
8) 葛西誠，小田崇徳，内海 泰輔，泉典宏，山川英一：一般道性能照査のための性能曲線推定法，土木計画学研究・講演集，Vol.51，CD-ROM，2015.
9) Webster, F. V.: Traffic Signal Settings, Road Research Technical Paper, No.39, Her Majesty's Stationery Office, London, 1958.
10) 下川澄雄，森田綽之，小山田直弥 : 一般道路の道路構造が旅行速度に及ぼす影響に関する実証的分析，交通工学論文集，Vol.1，No.2，pp.A_19-A_25，2015.
11) 越正毅：高速道路トンネルの交通現象，国際交通安全学会誌，Vol.10，No.1， pp.32-38，1984.
12) 越正毅：高速道路のボトルネック容量，土木学会論文集，Vol.371/IV-5，pp.1-7，1986.
13) 越正毅, 桑原雅夫, 赤羽弘和 : 高速道路のトンネル, サグにおける渋滞現象に関する研究，土木学会論文集，Vol.458/IV-18，pp.65-71，1993.
14) 石田貴志，Jian XING : 都市間高速道路における交通容量の現状と課題，土木計画学研究・講演集，Vol.47，CD-ROM，2013.
15) 石田貴志，松下雅行，割田博，Jian XING，野中康弘：都市間高速道路と都市高速道路の交通容量に関する比較考察，土木計画学研究・講演集，Vol.51，CD-ROM，2015.
16) 岡村秀樹，渡辺修治，泉正之：高速道路単路部の交通容量に関する調査研究(下)，高速道路と自動車，Vol.44，No.3，pp.30-40，2001.
17) 吉川良一，長浜和実，寒河江克彦 : 東海北陸自動車道における暫定 2 車線区間の交通容量に関する検討，第 24 回交通工学研究発表会論文報告集，pp.89-92，2004.
18) 吉川良一，長浜和実，Jian XING，吉井稔雄，北村隆一：高速道路暫定 2 車線区間におけるボトルネック交通容量に関する考察，土木計画学研究・論文集，Vol.22，pp.839-846，2005.
19) 吉川良一，塩見康博，吉井稔雄，北村隆一 : 暫定 2 車線高速道路のボトルネック交通容量に関する研究，交通工学，Vol.43，No.5，pp.48-58，2008.
20) 米川英雄，飯田克弘，森康男 : 高速道路の渋滞中交通容量に影響を及ぼす要因の車線相違に関する研究，交通工学，Vol.36，No.2，pp.53-63，2001.
21) 米川英雄，飯田克弘，森康男 : 高速道路における渋滞中交通容量の算定式構築に関する実証的研究，高速道路と自動車，Vol.44，No.8，pp.25-30，2001.
22) Jian XING，宇佐見純二，福島賢一，佐藤久長：潜在的ボトルネック交通容量の推定及び交通容量の確率分布を用いた年間の渋滞予測検討, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, No.5, pp.973-980，2010.
23) 中谷了，皆方忠雄，佐藤久長，市川昌 : 渋滞巻き込まれ時間を考慮した LED 標識による速度回復情報提供の効果検証，第 25 回交通工学研究発表会論文報告集，pp.173-176，2005.
24) 竹内利夫，佐藤久長，皆方忠雄 : 高速道路渋滞対策の最前線―サグ部の速度低下による渋

滞の緩和を目指して―，土木学会誌，Vol.91，No.5，pp.60-63，2006.
25) 鹿田成則，片倉正彦，大口敬，河合芳之：信号交差点における飽和交通流率と車線幅員の関係について，土木計画学研究・論文集，No.5，2001.9
26) 河合芳之，鹿田成則，片倉正彦，大口敬：信号交差点における転向半径と転向角度が左折飽和交通流率に与える影響について，土木計画学研究・論文集，No.4，2002.9
27) 外井哲志，河野辰男，柴田正雄：信号交差点の交通容量に関する研究～飽和交通流率の影響要因分析～，交通工学，Vol.24，No.2，1989
28) 鹿田成則，片倉正彦，大口敬：信号交差点における車頭時間を用いた大型車の乗用車換算係数の推定方法，土木計画学研究・論文集 No.17 2000.9
29) 松本卓也，鹿田成則，岩崎征人：左折車と歩行者の交錯現象を考慮した交通容量の解析手法の提案，第 28 回交通工学研究会論文集，2008.10
30) 野田宏治，小倉俊臣，松本幸正，栗本譲：信号交差点の右折交通流における横断歩行者に対する補正率に関する基礎研究，第 22 回交通工学究発表論文報告集，2002.10
31) 片岡源宗，吉井稔雄：右折車による後続直進車のブロッキング現象を考慮した交差点容量推計方法の構築，土木計画学研究・論文集，No.4，2004.9
32) 片倉正彦：日本の道路交通容量マニュアル，交通工学，VOL.27，No.2，1992
33) 石井憲一，斎藤和夫：信号交差点の右折交通現象および交通容量解析に関する研究，土木計画学研究・論文集 No.10，1992.11
34) 堀井雅史：地方都市における飽和交通流率に関する一考察，土木学会東北支部技術研究発表会(昭和 63 年度)
35) 渡辺敏史，藤原隆，加来照俊：冬期における信号交差点の交通容量について，土木学会第 44 回年次学術講演会(平成元年 10 月)
36) 中辻隆，藤原隆，荻原享，加来照俊：冬期の交差点交通容量について，第 19 回日本道路会議論文集
37) 木戸伴雄：休日における交通容量の低下，科学警察研究所報告交通編，Vol.36，No.2，July 1995
38) 柴田正雄：右折交通の交差点交通容量に及ぼす影響の検討，第 23 回交通工学研究発表論文報告集，2003.10
39) 斉藤威：各種交通条件が信号交差点の交通容量に及ぼす影響，科学警察研究所報告交通編 Vol21，1980
40) 濵田俊一：路上駐車が交通容量に及ぼす影響，交通工学，Vol.23，No.3，1988
41) 鹿田成則，片倉正彦，堀雄一郎：交差点交通容量に及ぼす路上駐車車両の影響，土木学会第 46 回年次学術講演会(平成 3 年 9 月)
42) 鹿田成則，片倉正彦，石原晃一：交差点交通容量に及ぼす路上駐車の影響分析，土木学会第 48 回年次学術講演会，平成 5 年 9 月
43) 鹿田成則，片倉正彦，大口敬，河合芳之：信号交差点の飽和交通流率に及ぼす路上駐車の影響分析，土木計画学研究・講演集 No.24(1) 2001.11
44) 田中伸治，桐山孝晴，濱谷健太：路上駐車が交通流に与える影響の分析，交通工学 Vol.41 2006

3　性能照査型道路計画設計の進め方

走行性能の照査は，道路ネットワークが概成している現状を前提として，現況ネットワークを対象とした問題点の抽出から開始する．

現況ネットワークの走行性能照査は，第一に潜在性能の照査(交通需要を考慮しない道路の基本性能の照査)，第二に顕在性能の照査(交通需要を考慮した照査)を行う．

現況ネットワークの潜在性能の照査で目標旅行時間が達成できない場合は，ネットワークの構成も含めて改善方針を検討する．また，顕在性能の照査で目標旅行速度が達成できない場合には問題区間を特定し，階層の接続形式や区間遅れを解消する改善方針を検討する．

改善方針に基づき，対策案を検討する．対策の案の検討においては，その案に対する性能照査を行う．対策案の走行性能照査も①潜在性能の照査，②交通需要を考慮した照査の二段階で行う．この時，交通需要を考慮した照査においては，交通容量による渋滞判定と，走行性能曲線による旅行時間(旅行速度)判定を行う．

これらの手順を，道路階層別に旅行時間(旅行速度)の照査を行った結果を，拠点間の主要経路で積み上げることで，拠点間の目標旅行時間の達成状況を評価する．

(1) 概略手順

道路の走行性能照査は，**第Ⅱ編**で設定した道路階層ごとに行い，各階層での旅行時間を照査するともに，拠点間の主要経路で各階層を積みあげた場合の拠点間旅行時間について照査する．

図3-3-1は性能照査の概略手順を示したものである．ある種の計画から実行，評価，改善を検討する際のPDCAサイクルは，「Plan」から開始することが一般的である．一方で今後の道路計画設計を念頭に置く場合，既に道路ネットワークの大半が完成をみている状況を鑑みると，現況ネットワークを前提として検討することが現実的であると考える．よって，ここでは「Check」の段階から開始する流れで性能照査の概略手順を整理する．なお，新規に道路ネットワークを計画する場合には，「Plan」から開始するように読みかえる．

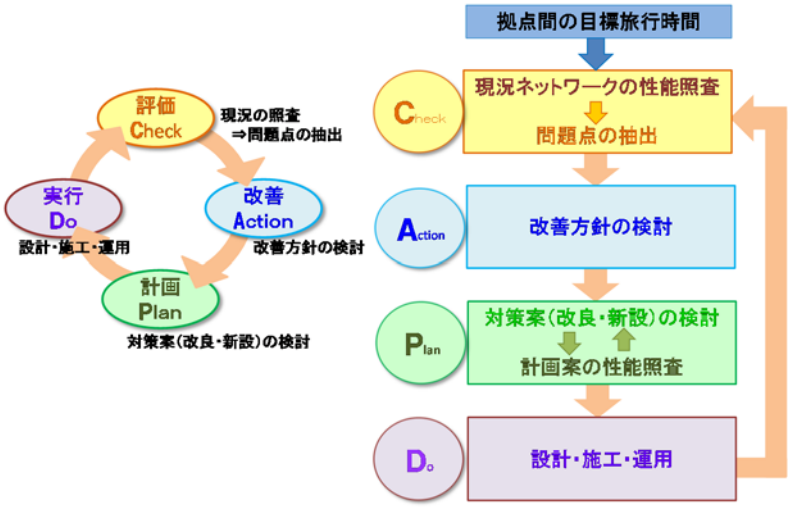


図 3-3-1　性能照査の概略手順

以下に概略手順にそって，各ステップでの実施内容を示す．なお，具体例を用いた検討例については**第Ⅳ編**で示しているので参照されたい．

(a) 拠点間の目標旅行時間の設定

拠点間の目標旅行時間の設定方法については，**第Ⅱ編**に示されている．

概略の手順としては，拠点階層を定義し，連絡すべき拠点階層と連絡レベルを設定して拠点間の目標旅行時間，拠点階層に対応した目標旅行速度を設定する．

(b) 現況ネットワークの性能照査(Check)

道路の走行性能照査は，設定した拠点間の目標旅行時間に対して，達成の可否を判定することにより行う．

「Check」の位置づけとなる現況ネットワークの性能照査では，道路交通センサスや民間プローブデータ等の現道の走行状態を計測したデータにより行う．

現況ネットワークの性能照査により，目標旅行時間が達成できない場合は，ネットワーク構成そのものや目標が達成できない原因となる区間の問題点を抽出する．この際，従前の問題点把握のように渋滞の問題だけを扱うのではなく，所期の目標としている各階層の道路区間が目標速度を発揮できているかどうか，拠点間の目標旅行時間が達成できているかどうかを指標として判定することが重要な視点である．

(c) 改善方針の検討(Action)

現況ネットワークの照査において，目標旅行時間が達成できない場合には，改善方針を検討する．この際，交通需要によらず潜在性能として目標が達成できない場合には，ネットワークそのものの構成に問題があることから，高い速度域の階層の道路を組み込む等の改善方針が必要である．

(d) 対策案の検討及び性能照査(Plan)

改善方針を基に対策案を検討する．対策案の検討において，従前はボトルネック対策であったり，バイパスの整備等の計画を仕様型の計画設計により行ってきたが，本手法においては対策案について区間の目標旅行速度や拠点間の目標旅行時間が達成可能かどうかを判定する照査を行いつつ計画する．この点において，従前の対策検討では拠点間の目標旅行時間の達成に対する照査が行われないまま計画されてきたため，パッチワーク的な対処療法となる場合があったが,計画段階で性能照査を行うことにより性能を発揮するための体系的な計画が可能となる．

(e) 設計・施工・運用(Do)

対策案の検討結果に基づき，設計・施工を行う．この際にも，性能照査に基づいて計画した道路機能を確保するための各種の事項(信号交差点密度や沿道出入りの制約等)について十分に配慮した設計・施工が重要である．つまり，設計・施工段階において現地の状況に即した対応も必要であるが，その対応が性能を劣化させ得る要因とならないよう計画思想を遵守することが必要である．

(2) 走行性能照査の手順・実施方法

(a) 具体的な実施方法のポイント

走行性能照査の具体的な手順を図3-3-2に示す．前述の概略手順に加えて，詳細な手順として特記すべき事項は以下のとおりである．

- 拠点間の性能照査を行うにあたり，拠点間には何段階かの道路階層が存在するが，性能照査は拠点間の主要経路における道路階層別の区間毎の旅行時間(速度)を判定するとともに，その結果を拠点間の主要経路で積みあげて，拠点間旅行時間の達成状況を判定することにより行う．
- 現況ネットワークにおいては，問題点の抽出にあたり，「潜在性能の照査」と「顕在性能の照査(現況交通情況のもとでの照査)」の二段階で照査を行う．この「潜在性能の照査」は交通需要を考慮しない性能照査を意味するものであり，「顕在性能の照査」はピーク時等の交通需要がある状態での性能照査を意味するものである．
- 同様に，計画案の性能照査においても「潜在性能の照査」と「交通需要を考慮した照査」の二段階で行う．

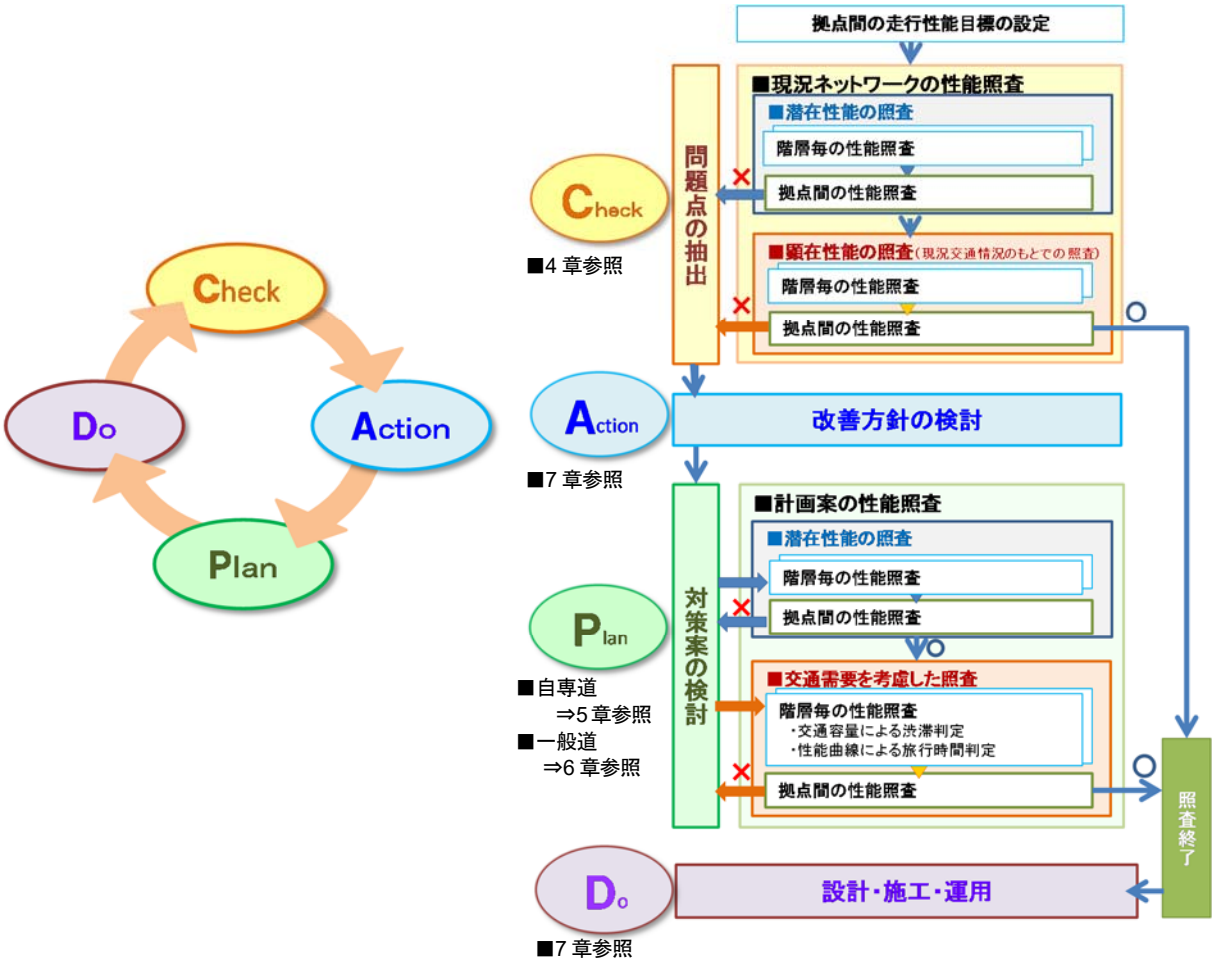


図 3-3-2　性能照査の具体的手順

(b) 交通需要を考慮しない性能照査の必要性

主に一般道において，交通需要が少ない場合でも，そもそも目標旅行速度を達成できない場合がある．交通需要にかかわらず目標速度を発揮できない場合とは，その道路が有する潜在的

な走行性能(基本性能)そのものが不足していることを意味する．このような場合には，ピーク時云々の議論以前にネットワーク構成や道路構造そのもののあり方を見直す必要がある．このため，性能照査において，まずは交通需要を考慮しない道路の「潜在性能の照査」を行うことにより，根本の問題点を明確化することが重要である．

例えば，拠点間連絡において高速道路までのアクセス時間が長い場合などは，交通需要によらずそもそも拠点間目標旅行時間を達成できない場合がある．このような場合には，一般道区間の階層をあげて高い速度域の道路構造として再整備することや，ネットワーク構成として高速道路へのアクセスを短縮するためのスマートICを整備する等，ネットワークの基本的な性能そのものを高めることから検討することが必要である．さらに，そもそもの拠点配置の面から道路ネットワークの改善では性能目標を達成できない場合には，国土計画・地域計画等の上位計画に立ち返って見直すことも必要である．

(c) 実施手順・方法

図3-3-2の手順に従い，実施方法の概略を以下に示す．

なお，詳細な実施方法については，「現況ネットワークの性能照査」は本編**4章**，「計画案の性能照査」については**5章**及び**6章**に詳述している．

i) 現況ネットワークの性能照査の実施方法(Check)

まずは各道路の期待される機能等を踏まえて区間毎に階層を設定したうえで，その階層毎に「潜在性能の照査」を行い，これを拠点間で積み上げて拠点間の性能照査を行う．

現況ネットワークの性能照査は，前述のとおり交通需要を考慮しない状態で道路階層および道路構造そのものが発揮し得る性能として「潜在性能の照査」をまず行う．この照査の結果，目標が達成できない場合は，ネットワーク構成，道路階層，道路構造そのものから問題点を抽出する．

潜在性能が目標を達成できる場合には，交通需要を考慮して現況のピーク時等の顕在化している情況について「顕在性能の照査」を行う．この照査の結果，目標が達成できない場合には，旅行速度が低下する区間と要因を問題点として抽出する．

→詳しくは**4章**を参照．

ii) 改善方針の検討(Action)

旅行速度低下要因を踏まえて，要因を排除する対策を検討する．この際に，例えば一般道において潜在性能が達成できない場合には，旅行速度低下への影響が大きい信号交差点密度や細街路からの出入などの面から改善を図る等の工夫があげられる．

また，問題箇所だけで遅れを解消することが困難と考えらえる場合には，他の区間も含めて路線の旅行速度を高めることや，場合によってはネットワークの構成を見直すことも視野におき改善方針を検討する．

→詳しくは**7章**を参照．

iii) 計画案の性能照査の実施方法(Plan)

対策案(改善計画)または新設の場合の走行性能の照査にも，①潜在性能の照査(交通需要量によらない走行性能照査)，②交通需要を考慮した照査の２つの段階の性能照査を行う．

交通需要を考慮した走行性能照査においては，計画設計時に対象とする「設計時間交通量」を用いて走行性能を照査する(以下，交通需要を考慮した照査)．設計時間交通量は当該道路において設計の対象とする時間交通量であり，その道路のピーク特性を考慮して設定するものである(都市部の朝夕のピーク時を対象とした時間交通量，観光地のピーク特性を考慮した時間交通量等)．

→詳しくは5-2及び6-2を参照．

交通需要を考慮した性能照査においては，渋滞の発生をチェックする「交通容量による判定」と「走行性能曲線による旅行時間判定」の二つの判定を行う．

この判定の際に，対策案(または新設)の場合には，センサス値のような走行状態の実測値がないことから，実現する走行状態を推定する必要がある．

交通容量による判定は，交通需要と交通容量との比較により行う．交通需要には設計時間交通量を用い，交通容量は既往の知見や類似箇所の実測値から求めることにより設定する．

→詳しくは5-3及び6-3を参照．

走行性能曲線による旅行時間判定は，交通量と走行性能の関係式(Q-V相関等)により判定する．交通需要には設計時間交通量を用い，その交通量時に発揮できる速度については，高速道路や一般道の単路部においてはQ-V相関とその影響要因の知見 等を参考に算定し，一般道の交差点を含む区間についても「交通量及び区間としての遅れ時間の関係」等の旅行速度に影響を及ぼす各種要因の知見から交通量と走行性能(遅れ時間，旅行速度，旅行時間)を算定して判定する．

→詳しくは5-4及び6-4を参照．

なお，一般道の遅れの要因としては，「交差点での停止遅れ」，「信号交差点密度」，「中央分離帯設置率」等があげられる．

iv)設計・施工・運用(Do)

計画した道路構造・運用方法にもとづき設計・施工を経て供用を迎え，運用段階に入る．この際に車線運用や交通信号制御などの交通運用についても，計画時に考慮した各事項を引き継ぎ，目標旅行速度の維持に努めることが重要である．

3 章の参考文献

1) 中村英樹，大口敬，森田綽之，桑原雅夫，尾崎晴男：機能に対応した道路幾何構造設計のための道路階層区分の試案，土木計画学研究・講演集，Vol. 31，CD-ROM，2005
2) 大口敬，中村英樹，桑原雅夫：交通需要の時空間変動を考慮した新たな道路ネットワーク計画設計試論，土木計画学研究・講演集，Vol. 33，CD-ROM，2006
3) 下川澄雄，内海泰輔，野中康弘，中村英樹，大口敬：道路の階層区分を考慮した性能照査手法の提案，土木計画学研究・講演集，Vol. 39，CD-ROM，2009
4) 下川澄雄，内海泰輔，野中康弘，中村英樹，大口敬：道路の階層区分を考慮した性能照査手法の意義と課題，土木計画学研究・講演集，Vol. 45，CD-ROM，2012.
5) 阿部義典・柳沢敬司・高橋健一・渡部数樹：現状道路の問題点の体系的整理と階層化による問題解決へのアプローチ，土木計画学研究・講演集 vol.45, CD-ROM，2012.6.
6) 高橋健一・阿部義典・柳沢敬司・渡部数樹：性能照査型道路計画設計の実務展開に向けたアプローチ，土木計画学研究・講演集 vol.47，CD-ROM，2013.6
7) 柳沢敬司・阿部義典・高橋健一：性能照査型道路計画設計の既存道路ネットワークへの実務的適用，土木計画学研究・講演集，Vol. 49，CD-ROM，2014
8) 後藤梓・中村英樹：階層型道路ネットワーク計画における道路間隔と目標旅行速度の設定方法，土木計画学研究・講演集，Vol. 49，CD-ROM，2014.
9) 後藤梓・中村英樹・下川澄雄・喜多秀行・内海泰輔：日本における拠点設定と効率的な拠点間連絡を実現する階層型道路計画の枠組み, 土木計画学研究･講演集, Vol. 50, CD-ROM, 2014
10) 若林糾・泉典宏・野見山尚志：一般道における交通容量とサービスの質に関する研究の現状，Vol. 49，CD-ROM，2014.
11) 近田博之･邢健：縦断勾配が速度に与える影響に関する実証分析, Vol. 49, CD-ROM, 2014.
12) 末益元気・遠藤学史・田沢誠也：首都高速道路における交通量-速度曲線への影響要因分析，Vol. 49，CD-ROM，2014.
13) 野村昭博・下川澄雄・森田綽之：種級区分別サービス速度の実態分析 -第３種道路を中心として-，Vol. 49，CD-ROM，2014.
14) 内海泰輔・泉典宏・山川英一・野見山尚志・若林糾：交通性能照査型道路計画・設計のための走行サービス実態分析，土木計画学研究・講演集，Vol. 49，CD-ROM，2014.
15) 今田勝昭・小林寛・中野達也・高宮進：進航空写真等を活用した道路状況と旅行速度の関係についての実態分析，Vol. 49，CD-ROM，2014.

4　現況ネットワークの性能照査

現況ネットワークの走行性能照査は，実際に得られている走行性能の実データを用いて，目標旅行時間の達成状況を判定する．

第一に潜在性能の照査(交通需要を考慮しない道路の基本性能の照査)を行い，現況ネットワークで交通需要を考慮しない場合でも目標旅行時間が達成できない場合は，ネットワークの構成も含めて改善方針を検討する．

第二に顕在性能の照査(交通需要を考慮した照査)を行う．交通需要を考慮した際に目標旅行速度が達成できない場合には問題区間を特定し，階層の接続形式や区間遅れを解消する改善方針を検討する．

これらの手順を，道路階層別に旅行時間(旅行速度)の照査を行った結果を，拠点間の主要経路で積み上げることで，拠点間の目標旅行時間の達成状況を評価する．

(1) 概要

現況ネットワークの性能照査は，まずは各道路の期待される機能等を踏まえて区間毎に階層を設定したうえで，その階層毎に「潜在性能の照査」を行い，これを拠点間で積み上げて拠点間の性能照査を行う．

潜在性能の照査は，交通需要の多少によらずそもそもそのネットワークや道路構造で目標旅行速度(旅行時間)が達成されているかどうかを判定する．この判定には便宜上，自専道であれば車両感知器データ，一般道であれば道路交通センサスや民間プローブデータで得られる「非混雑時」の旅行速度データを用いる．非混雑時であっても目標旅行速度(旅行時間)が達成できていない場合には，本来発揮すべき旅行速度が基本性能としても実現できない道路構造であることから，道路構造そのものさらには道路ネットワークの構成の妥当性の観点で問題点を抽出する．

次に，交通需要を考慮した「顕在性能の照査」を行う．顕在性能の照査は，当該道路におけるピーク時等の交通需要があった場合に目標旅行速度が達成できるかどうかを判定するものである．この判定には便宜上，「混雑時」の旅行速度データを用いる．

(2) 現況ネットワークの性能照査の具体的実施方法

「潜在性能の照査」及び「顕在性能の照査」の方法は，用いるデータが交通需要が少ない状況でのデータを用いるか，ピーク時等の状況のデータを用いるかが異なるのみであり，具体的な方法は同様である．

(a) 潜在性能の照査

潜在性能の照査は，交通需要がきわめて少ない状態で目標旅行時間(目標旅行速度)が達成できるかどうかを判定する．

この際に，用いるデータは，オフピーク時(非混雑時)のデータを用いるものとする．データは自専道では車両感知器データやプローブデータ，一般道では道路交通センサスの非混雑時旅行速度データや民間プローブデータ等がある．

各階層区間の評価の手順としては，まず**図3-4-1**に示す各区間の旅行速度図を作成し，各階層の期待される旅行速度に対して，それを下回っている区間を特定する．

同時に，**図3-4-2**に示すタイムスペース図を作成し，当該区間が目標としている旅行速度で走行した場合と実際の旅行速度を比較する．これにより目標旅行時間が達成できるか，どの区間で乖離が生じるかが把握できる．

さらに，**図3-4-3**に示す区間ごとの遅れ時間(目標旅行速度による区間旅行時間と実測旅行速度による実旅行時間の差)を算定することで，具体的にどの区間でどの程度の「遅れ時間」が生じているかが把握できる．

拠点間の性能照査は**図3-4-3**で求めた階層別の旅行時間差を積み上げて，実際の拠点間の旅行時間と目標旅行時間との差の有無から判定する．

照査の結果，目標旅行時間を達成できていない場合に，遅れが生じている区間とその区間の遅れの原因を特定する．

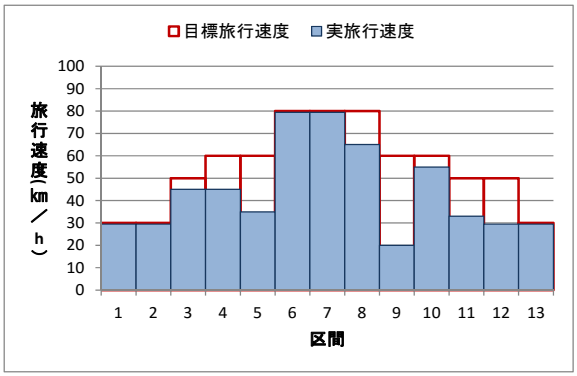


図 3-4-1　区間旅行速度図

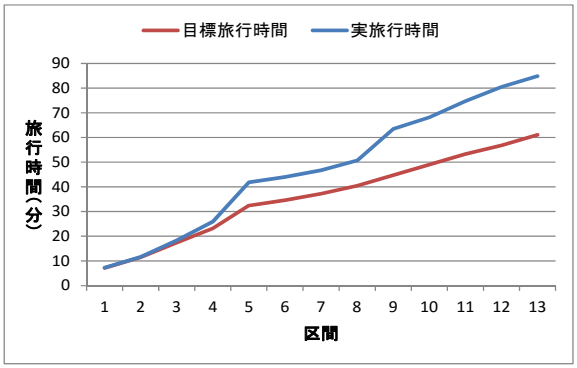


図 3-4-2　タイムスペース図

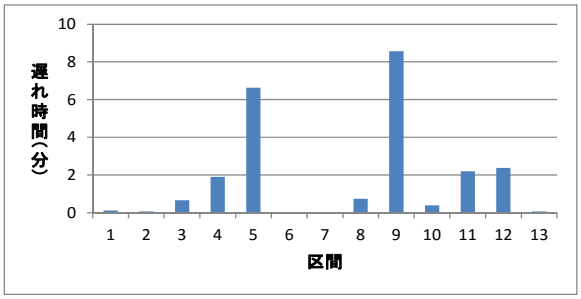


図 3-4-3　区間遅れ時間図

(b) 顕在性能の照査

顕在性能の照査は，ピーク時等の交通需要がある状態で顕在化している交通情況において，目標旅行時間(旅行速度)が達成できるかどうかを判定する．

この際に，用いるデータは，ピーク時(非混雑時)のデータを用いるものとする．データは自

専道では車両感知器データやプローブデータ，一般道では道路交通センサスの混雑時旅行速度データや民間プローブデータ等がある．

照査の手順は，潜在性能の照査と同様である．

問題点は，渋滞が生じている場合はもとより，渋滞していないにも関わらず旅行速度が低下している箇所についても問題箇所として抽出する．

(c) 問題点を抽出する視点

i) 潜在性能の問題点抽出の視点

潜在性能として，オフピーク時においても目標旅行時間を達成できない場合には，大きく二つの視点から問題点を考える必要がある．

一つ目は，道路ネットワークそのものが高い速度を可能にする道路階層の不足等により，目標旅行時間を達成できない場合である．この場合には，道路ネットワークや構成する道路階層を見直す必要がある．

二つ目は，構成する道路階層に応じた道路構造や運用となっていないために，目標旅行時間を達成できない場合である．この場合には，区間遅れ(信号交差点密度，沿道状況等)によって目標速度が確保できない影響について問題点を把握する必要がある．

ii) 顕在性能の問題点抽出の視点

顕在性能として目標旅行時間を達成できない場合には，ピーク時における渋滞発生の問題はもとより，渋滞しないまでもピーク時に遅れが生じる区間について，代表交差点での信号遅れの増大や区間としての遅れの要因を把握する必要がある．

ここで，問題箇所(改善すべき区間)の抽出における留意点について述べる．

例えば，信号交差点密度が高い場合や主要交差点で信号停止の確率が高い区間において区間旅行速度が低くなっている場合を考える．このケースでは，単路部では高い速度で走行できていたとしても，交差点での赤信号での停止時間の割合が高い場合に区間としての旅行時間は増大することから，遅れが増大している．したがって，渋滞していなくとも以下に示すような，遅れが生じる要因について確認し，対策の必要性・可能性を検討することが必要である．

① 交差点における遅れ時間からのチェック
- 信号交差点密度，サイクル長，青時間比(赤時間の長さ)等の影響

② 交通の流れの面からのチェック
- 左折車が横断歩行者との交錯で待ち時間が長く，遅れ時間が増大している．
- 右折車が右折車線から溢れるために直進車線が閉塞され，遅れ時間が増大している．
- 沿道出入り車両による速度低下(沿道からの左折出入による第一車線の速度低下，右折での施設出入による最内側車線の速度低下等)が生じている．
- バスの停車の影響により後続車が追い越し出来ないで速度低下を強いられている．等々

このように，渋滞していなくても旅行速度が低く「遅れが生じている区間」も含めて，問題箇所を抽出する．

4 章の参考資料

《自専道での旅行時間計測の方法及び留意事項》

(1) 旅行速度の計測方法

自専道では，車両感知器で観測される地点速度を用いることが多い．なお，ETCデータやプローブデータをインターチェンジ料金所等の入出時刻，VTRで読み取ったデータを使い計測する方法もあり，このような観測値データから旅行時間(速度)を算出できる．なお，これら計測方法には**表3-4-1**のような特徴がある．

表 3-4-1　旅行速度の計測方法

計測方法	長所	短所
車両感知器データ (1分・5分)	・全数を計測できる ・常時計測データである	・地点速度である ・集約データである
ETCデータ	・ほぼ全数を計測できる ・車両一台毎の情報である ・常時計測データである	・停車を含めた旅行速度である
プローブデータ	・旅行速度を直接計測できる ・車両一台毎の情報である ・常時計測データである	・車載器搭載車に限定される
VTR調査	・旅行速度を直接計測できる ・車両一台毎の情報である	・調査日に限定される

(2) 車両感知器データを用いた旅行速度の計測事例

(a) データクレンジング

データクレンジングは，単路部で渋滞や事故，工事などの事象が無い，非渋滞時のデータを抽出することが目的である．まず，流出入部や本線料金所，トンネル等の速度が明確に異なる特殊な地点の車両感知器を除外したうえで，渋滞や事故，工事などのインシデント発生時のデータを削除する．また，車両感知器の計測異常を確認するため，期間別に*Q-V*曲線を比較して異常時期を判定し，同一IC間の車両感知器で計測された交通量や大型車交通量を比較し，明らかに異なるデータを削除する．一方で，事故や工事などの情報が得られない場合は，雨・霧・雪などで視界の悪い場合や強風・大雨などで路面状況の悪い場合などに最高速度が50～80km/hに規制されることを参考に，異常データの閾値を50km/hと設定し，データクレンジングする方法もある．

(b) データのカテゴリ化

クレンジング後の車両感知器データは，交通量や大型車混入率などにカテゴリ化し，85percentile速度を計算する．交通量や大型車混入率は，一般的な5分間データをそのまま用いる

方法もあるが，比較的交通量が少なく，特異な数台の車両の影響を受けやすい可能性のある道路では，15分間データを使い不安定な変動を排除する方法もある．カテゴリ化のレンジは，交通量は概ね200台/時毎，大型車混入率は10%毎に設定することが一般的である．このレンジは取得できるデータ数に応じて判断すれば良く，1つのレンジ内に少なくとも10個以上サンプルデータが得られることが望ましい．

4 章の参考文献

1) 高橋健一・阿部義典・柳沢敬司・渡部数樹：性能照査型道路計画設計の実務展開に向けたアプローチ，土木計画学研究・講演集 vol.47，CD-ROM，2013.6
2) 柳沢敬司・阿部義典・高橋健一：性能照査型道路計画設計の既存道路ネットワークへの実務的適用，土木計画学研究・講演集，Vol. 49，CD-ROM，2014

5　計画案の性能照査(自専道等)

5-1　自専道等における性能照査の流れ

計画案の性能照査は，「潜在性能の照査」と「設計時間交通量を考慮した照査」の二段階で行う．各照査では，階層ごとに積み上げた旅行時間が拠点間の目標旅行時間を達成できるかを照査し，達成できない場合は，性能達成に向けた対策案を検討し，再照査を行う．

(1) 概要

対象道路が性能を発揮できるか(できているか)を照査するためには，機能に応じた性能指標が必要である．この性能指標は，求められる機能に応じた性能を的確に表現でき，データの取得が容易で，わかりやすいことが必須となる．そして道路のトラフィック機能に着目したとき，性能を照査する指標は拠点間の旅行時間(速度)を用いることが適切と考える．

図3-5-1は，自専道等における計画案の性能照査のフローである．潜在性能の照査では，道路の基本性能を把握することが目的であるため，交通需要が無い状態における旅行時間と旅行速度の確認を行い，一般道路と自専道等の階層毎の旅行時間を積み上げて，拠点間の性能照査を行う．一方，設計時間交通量を考慮した照査では，交通需要を設定し，交通容量による渋滞判定においては渋滞の有無を確認し，性能曲線による旅行時間(速度)では，目標とする旅行時間(速度)との確認(比較)を行う．そして，潜在性能の照査と同様に階層ごとに積み上げた旅行時間を算出し，拠点間の性能照査を行う．

計画案の性能照査[1)]は，自専道等だけでなく一般道も含めた拠点間の性能が目標性能を達成するか否かを照査するものである．目標性能が達成できない場合は，性能達成に向けた対策案を検討し，再度照査を行う．対策案の検討については，本編**7章**(性能達成に向けた改善検討)を参照されたい．

(2) 照査区間の設定

自専道等の性能照査区間は交通量や道路構造，車線数，規制速度などが類似する均一区間に分割する．連続する2%以下の平坦部や下り勾配区間は速度への影響が小さいことから同一区間とする．特に2%を超える上り急勾配は速度への影響を考慮して1%毎に分割する．但し，500m未満の急な上り勾配は隣の区間と合併する．この分割した区間毎に交通容量による渋滞判定や性能曲線による旅行時間(速度)判定を行う．

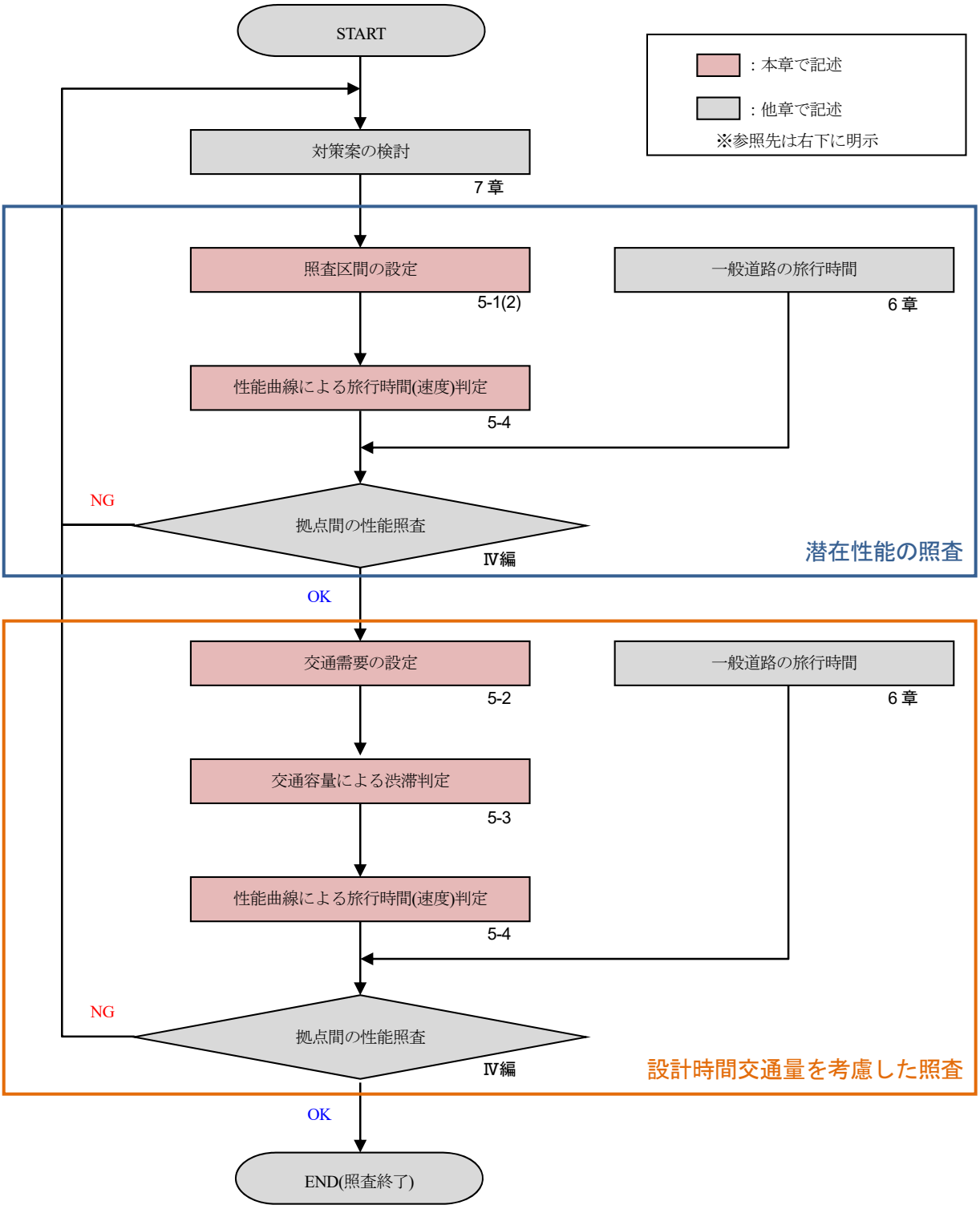


図 3-5-1　計画案の性能照査フロー(自専道等)

5-2　交通需要の設定

潜在性能の照査では，単独走行状態を想定する(交通需要は 0 で近似).
設計時間交通量を考慮した照査では，交通需要を代表日のピーク時交通量として設定する．なお，車両感知器データ等から交通量変動が継続的に把握可能な場合は，一日または年間の時間帯別交通需要を設定することを検討する.

(1) 概要

交通需要は道路交通のサービスを評価する交通量であり，ここでは渋滞予測(渋滞有無の確認)や性能曲線より対象区間の速度を決定するのに使用するものである. 照査のための交通需要は，年間8,760時間の需要変動を用いて設定することが望ましい.

たとえば，車両感知器等で交通量を観測できる区間であれば，その前後の区間も含めて渋滞がない場合においてのみ，観測交通量が時間交通需要となる．一方，渋滞が発生している場合は，交通容量(渋滞発生後捌け交通量)以上の交通需要が上流に滞留することになり，観測交通量が時間交通需要とならないため，何らかの方法でこれを求めることとなる.

しかしながら, 後述する一般道路においては, 常時観測データが存在する区間が少ないため, 設計交通量として設定できないことが多い. そこで, 自専道等においてもこれと平仄をあわせ, ピーク時間帯の交通量を照査のための交通需要として設定することを基本とする

(2) 年間の交通需要の設定方法

本節では,「年間を通じた時間交通需要推定方法」と,「年間のうちある時間に限定した交通需要の推定方法」について述べる[2)]．なお，年間を通じた時間交通需要を推定した上で，特定の日やピークの時間交通需要を抽出することも可能であり,「年間のうちある時間に限定した交通需要の推定方法」より正確な値を使用することができる.

ここでは,「観測された日交通量は日交通需要に相当する」,「超過需要が存在する日における本来の時間交通需要係数の変動は，超過需要が存在しない日のそれとほぼ同じである」という2つの仮定に基づき，**図3-5-2**に示す3つの*Step*によって時間交通需要変動を方向別に推計する手法を述べる.

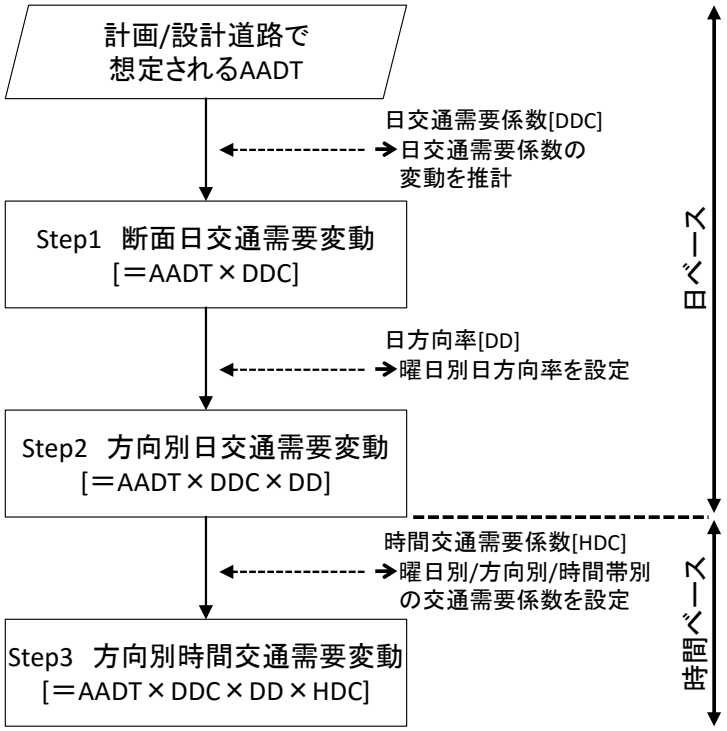


図 3-5-2　方向別時間交通需要変動の推計フロー

Step1. 断面日交通需要変動

通常，計画/設計段階の道路では両方向合計，すなわち断面の*AADT*が想定される．これとここで推計する日交通需要係数(*DDC*=日交通量 / *AADT*)の変動とを組合せれば，断面の日交通需要変動を推計することができる．日交通需要係数の変動を既供用道路の車両感知器データより推計する手法として次の2つを紹介する．

なお，ここで説明する*Step1*と以降の*Step*は，新設の道路の場合，既設の道路であっても車両感知器が密に設置されていない場合や，ネットワーク構造が大きく変化した場合に発生するものであり，既設の道路で車両感知器データそのものが日の観測データを捉えている場合は，その値をそのまま使用すればよい．

手法 1) 日交通需要変動に影響を及ぼす要因を説明変数として，日交通需要係数を推計

日交通需要に影響を及ぼす要因としては，主に月(季節)，曜日，降水量(天候)の三つが考えられる．ここでは，それぞれを次のように分類し，数量化I類を用いて日交通需要係数を推計する．これにより，各要因の影響の大きさを定量的に分析評価することもできる．

手法 2) 三年程度の類似日の平均的な日交通需要係数を求め，変動を推計

三年程度の類似日の平均的な日交通需要係数を求め，変動を推計する．なお，連休，特異日といった曜日構成は年によって多少変化するものの，年間を通じた変動の傾向には大きな違いはないと考えられる．よって，道路の計画/設計に際しては，推計対象年の曜日構成が基準年と同一であると仮定し，この結果を用いて日交通需要変動を推計する．

Step2. 方向別日交通需要変動

方向別に時間交通需要を推計するため，*Step1*で推計した断面日交通需要を日方向率(*DD*=ある方向の日交通量 / 断面日交通量)によって方向別に割り振る．ただし，日方向率は曜日によって異なると考えられる．

たとえば，土曜日や連休(日祝日が連続する場合)/特異日(正月，GW，お盆)の前半には，都市部から地方部に向かう方向，日曜日や連休/特異日の後半ではその反対方向の日交通量がそれぞれ卓越すると考えられる．よって，平日(月～金)，土曜日，日・祝日，連休前半/後半，特異日前半/後半の七つの曜日に分類し日方向率を設定する．

Step3. 方向別時間交通需要変動

方向別日交通需要に曜日別/方向別の時間交通需要係数(*HDC*=各日の時間交通量 / 各日の日交通量)を乗ずることにより，年間の時間交通需要変動を方向別に推計する．

$$HD_{ijkl} = AADT \times DDC_{ij} \times DD_{ijk} \times HDC_{ijkl} \qquad (3\text{-}5\text{-}1)$$

ここに，*HD* ：時間交通需要

AADT：年平均日交通量

DDC：日交通需要係数

DD：日方向率

HDC：時間交通需要係数

i：道路カテゴリ

j：曜日(日祝，平日，…特異日前半，特異日後半)

k：方向(第一方向，第二方向)

l：時刻(0 時，1 時，…22 時，23 時)

この曜日別/方向別の時間交通需要係数は，前述の仮定に基づき，超過需要が存在しない日のデータによって設定する. まず, 平均地点速度データにより超過需要が存在しない日を抽出し，次に曜日ごとの時間交通需要係数の形状を確認する．もし，曜日間で形状が類似するようならば，それらを同一パターンとして取り扱う．そして，各パターンの平均値を算出し，曜日別方向別の時間交通需要係数(HDC)とする．

なお，既設の道路で車両感知器データが日の観測データを捉えている場合は，観測した日交通量に曜日別方向別の時間交通需要係数(HDC)を乗じればよい．

(3) ピーク時間交通量の設定方法

ピーク時間交通量は，本編4章(現況ネットワークの性能照査)において取得された交通量データを参照し，ピーク時間帯の交通量を設計交通量として設定する．ピーク時間帯交通需要の設定に関しては，一般道路における交通需要の設定(6-2)もあわせて参照のこと．

5-3　交通容量による渋滞判定

潜在性能の照査では，渋滞状況の確認を行わない．

設計時間交通量を考慮する性能照査では，交通容量上のボトルネックを特定した上で，そのボトルネックの交通容量を設定し，5-2 の交通需要と比較することで渋滞発生有無を確認する．

なお，時間帯別交通需要を設定しかつ渋滞発生が予想される場合は，渋滞による遅れ時間を算出する．

(1) 概要

潜在性能の性能照査においては，渋滞状況の確認を行う必要性がないので，本ステップを省略し5-4に進む．

設計時間交通量を考慮する性能照査においては，交通需要とボトルネックの交通容量との比較より渋滞が発生するか否かそして渋滞が発生した場合の渋滞状況及び渋滞による遅れ時間を把握する必要がある．そのために，まずボトルネック箇所を特定し，ボトルネックにおける交通容量(渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量)を設定する必要がある．その設定方法は供用道路と新規道路，顕在化ボトルネックと潜在ボトルネックによって異なる．なお，バイパスの新設や複数の顕在化ボトルネックの一部を対策する場合など，顕在化ボトルネックがそのままの状態で残ることがあるため，計画案の性能照査においても，顕在化ボトルネックの特定と交通容量の設定が必要である．

以下，供用道路と新規道路におけるボトルネック箇所の特定方法やそれぞれのボトルネック交通容量の設定方法について解説する．

(2) ボトルネック箇所の特定方法

(a) 供用道路の顕在化ボトルネック

供用道路の顕在化ボトルネックは複数のトラカンデータやプローブデータなどを用いてボトルネックのおおよその位置を推定することができる．

図3-5-3はおよそ2km間隔に設置されている車両感知器によって観測された車線合計の5分間平均速度データを用いて作成した関越自動車(上り線)の速度コンター図である．ここでは，一つの感知器データは上下流の隣接する感知器との中間位置までの間をその感知器の勢力範囲として同じ速度でプロットしている．これより，概ね3つのボトルネックが存在することが推測できる．

しかし，2km間隔の車両感知器間のボトルネックの正確な位置の特定が難しいので，ボトルネックの正確な位置の特定はフローティング走行の結果やプローブデータから作成した速度プロファイル図から特定できる．図3-5-4はETC2.0プローブデータからここの車両の走行速度プロファイルをプロットしたものである[3)]．この速度プロファイルから渋滞時において分流部付近の-1.2%→.3%に変化するサグから安定的に加速しながら発進していることが読み取れる．従来，車両感知器データから四日市ICの合流部付近と考えられていたボトルネックが，実は分流部付近のサグであることが分かった．

また，図3-5-4はある1日のデータによるものであるが，年間の速度データを用いてプロットした図3-5-5の年間渋滞発生状況図から各ボトルネックにおける年間渋滞回数や平均最大渋滞長，平均渋滞時間，年間渋滞量が分かる．これより主要な顕在ボトルネックを抽出することができる．

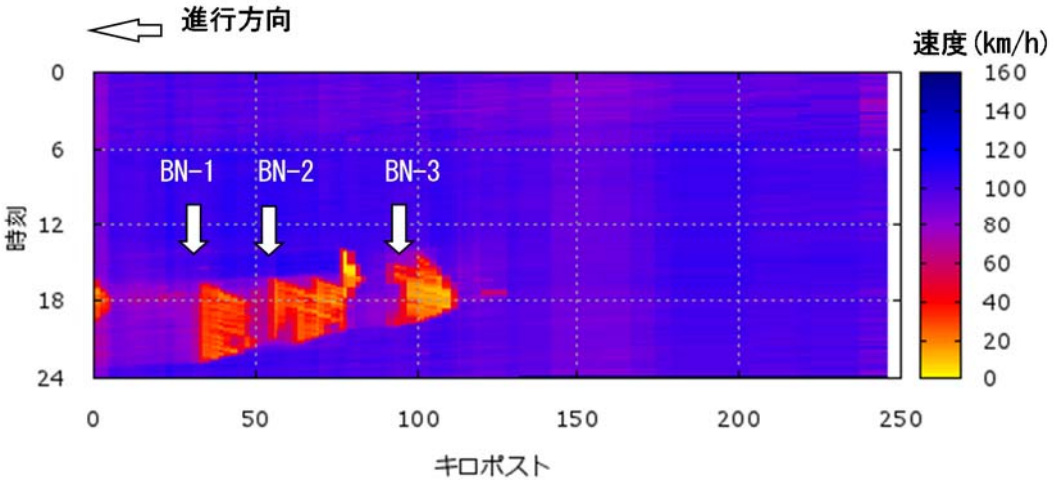


図 3-5-3　車両感知器データによる速度コンター図(一例)

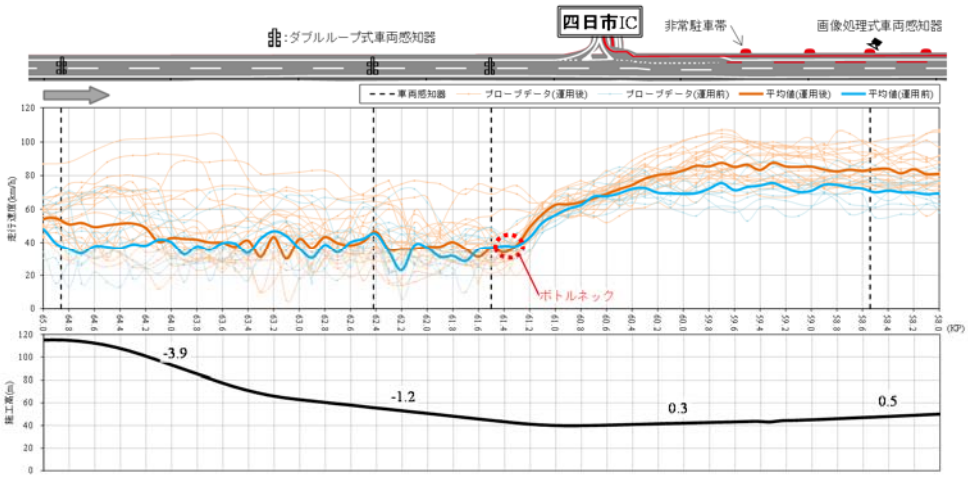


図 3-5-4　道路プローブデータによる車両の走行速度プロファイル(一例)

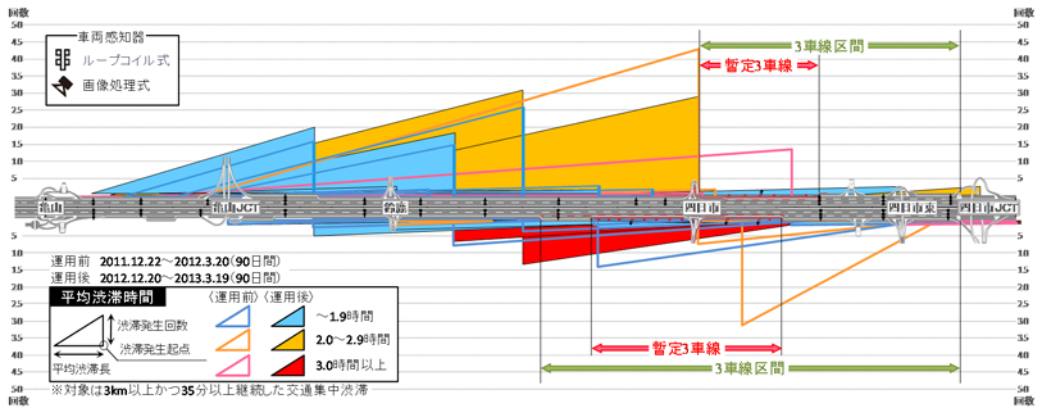


図 3-5-5　車両感知器データによる年間の渋滞発生状況(一例)

(b) 供用道路の潜在的ボトルネック

供用道路において現状では渋滞が発生していないが，将来的に交通需要が増えたときに渋滞が発生する可能性がある．また，顕在化ボトルネックに対して渋滞対策を行った場合は下流に新たに渋滞が発生する箇所が出てくる可能性もある．このような将来的に渋滞発生が予想される箇所を潜在的ボトルネックという．

潜在的ボトルネックの位置については，過去に起きたまれな渋滞実績，フローティング走行調査結果やプローブデータによる走行速度プロファイルから速度低下の大きい箇所を潜在的ボトルネックとして設定する方法が考えられる．

i) 過去の渋滞実績

過去の渋滞実績から渋滞発生回数の少ない箇所においては将来的にも渋滞する可能性が高いので，潜在的ボトルネックとして特定できる．

ii) 速度プロファイル

図3-5-6は，縦断方向の線的速度変化を把握するために，東海北陸自動車道の暫定２車線区間(当時)である美濃IC～白鳥IC間上り線を対象に実施した6回のフローティング走行調査結果による平均速度プロファイルである．**表3-5-1**にこの平均速度プロファイルから算出した大きな速度低下地点と速度低下値を示す．この表から9～25km/h程度の速度低下状況がみられる．この走行速度プロファイルをみると，顕在化ボトルネック(古城山TN，苅安TN，亀尾島TN，平山TN)において，亀尾島TNの10km/hを除いて残りの箇所はすべて20km/h以上と大きく速度低下している．また，顕在化ボトルネックとなっていない鶴形山TNや黒地TN，山田TN，神路TNでは約9～15km/hの速度低下がみられ，潜在的ボトルネックの候補であると想定することができる．実際，美並IC～大矢北TN間の部分４車線化により苅安TNでの渋滞がなくなり，その下流にある黒地TNと鶴形山TNが新たな顕在化ボトルネックとなった．

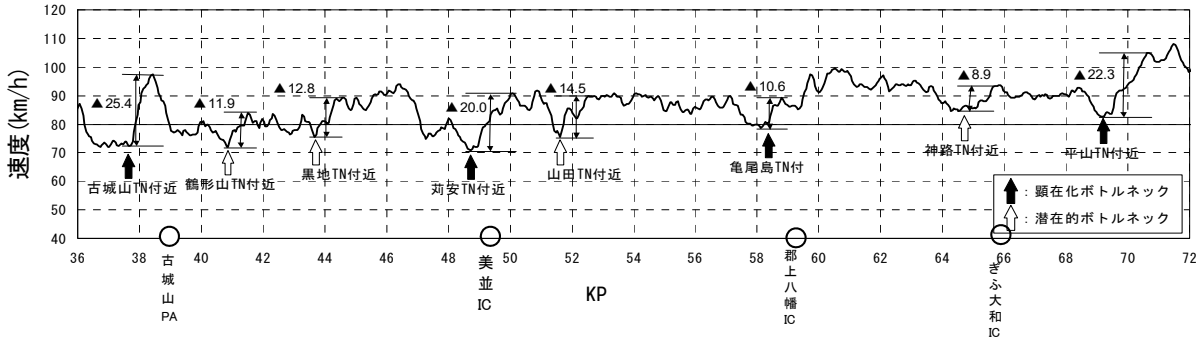


図3-5-6　複数回のフローティング走行よる平均速度プロファイル(一例)

表 3-5-1　速度プロファイルの速度低下地点と低下状況

[単位：km/h]

区分	ボトルネック名称	低下前速度	最低速度	速度差
顕在化ボトルネック	古城山TN付近	97.3	71.9	25.4
	苅安TN付近	90.7	70.7	20.0
	亀尾島TN付近	89.1	78.5	10.6
	平山TN付近	104.9	82.6	22.3
潜在的ボトルネック	鶴形山TN付近	83.3	71.9	11.9
	黒地TN付近	88.3	75.5	12.8
	山田TN付近	90.0	75.5	14.5
	神路TN付近	93.6	84.7	8.9

(c) 新設道路の潜在的ボトルネック

新規道路の潜在的ボトルネックとして，これまで得られた知見[4]からサグやトンネル入口や合流部などが十分考えられる．IC間に複数の潜在的ボトルネックが想定される場合は，**図3-5-8**に示すような道路線形等の説明変数による交通容量回帰式を用いて算出した最小交通容量の箇所を潜在的ボトルネックとして設定する．

(3) ボトルネックにおける交通容量の設定方法

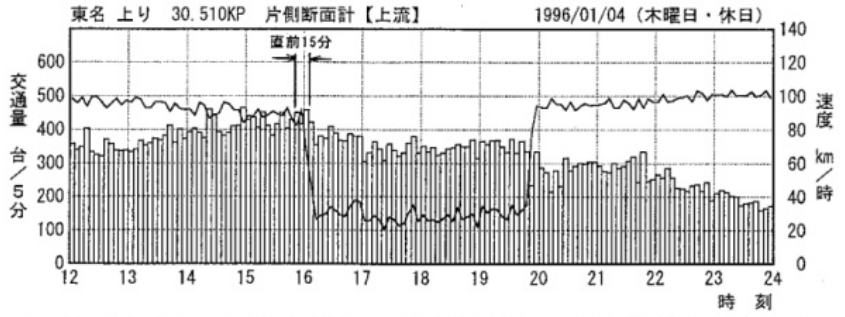
(a) 顕在化ボトルネックの交通容量の算出方法

交通容量は様々な要因の影響を受け，地点特性も大きいことから，顕在化ボトルネックでは観測データから交通容量を設定することが必要である．都市間高速道路における交通容量の判読方法は，平成7年度～10年度に(社)交通工学研究会内に設けられた「高速道路の交通容量に関する調査検討委員会(委員長：越正毅 日本大学理工学部教授)」を参照する．

また，交通容量は，**図3-5-7**の考え方を用い「渋滞発生時交通量」と「渋滞発生後捌け交通量」に区分して設定する．

渋滞発生時交通量の求め方

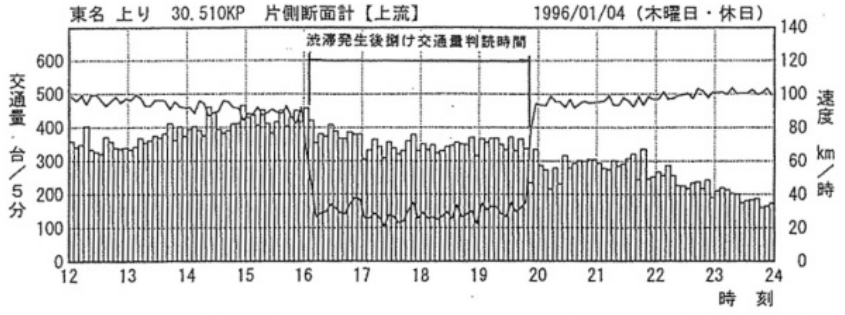
渋滞発生時交通量は、5 分間平均速度が 40 km/h 以下に低下した最初の 5 分間を除いたその直前 15 分間のフローレートをいう。



渋滞発生時交通量判読時間の説明図（東名高速道路 上り 30.51kp(綾瀬 BS) H8.1.4(土)）

渋滞発生後捌け交通量の求め方

渋滞発生後捌け交通量は渋滞（都市間高速道路ではおおむね 40km/h 以下）が発生した後、解消（速度上昇）するまでの全時間の平均フローレートとする。ただし、これを要因別に求めるとさらに正確である。



渋滞発生後捌け交通量判読時間の説明図（東名 上り 30.51kp(綾瀬 BS) H8.1.4(土)）

図 3-5-7　渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量の算出方法

(b) 新設区間及び潜在的ボトルネックの交通容量の設定方法

以下，自専道等のボトルネックにおける交通容量の推定方法を説明する．

交通容量(渋滞発生時交通量・渋滞発生後捌け交通量)については，供用道路の顕在化ボトルネックの場合は原則として観測値を使うが，そうでない場合(潜在的ボトルネックおよび新設道路)は**図3-5-8**に示すような道路線形等の説明変数による交通容量回帰式を用いて交通容量の期待値を設定する．また，交通容量は**表3-5-2**を参考に平休や暗がり，降雨の影響を適切に考慮するものとする．なお，交通容量は交通環境に応じた固定値を基本として設定するが，実際の交通容量は様々の要因により変動するので，変動する交通容量の確率分布の設定については付録資料を参照されたい．

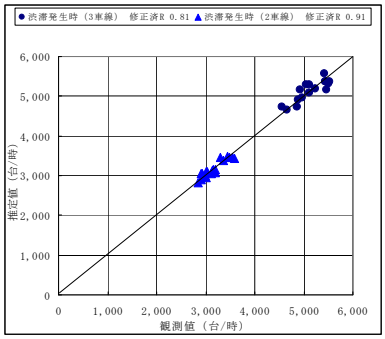
(4) 渋滞発生有無の確認

上記で特定した各ボトルネックを対象に，設定した交通需要とボトルネック交通容量を比較することで渋滞発生有無の確認を行う．渋滞発生が予測され，年間の時間帯別交通需要が把握できる場合は，渋滞による遅れ時間を算出し，渋滞が走行性能に与える影響を考慮するものとする．なお，渋滞による遅れ時間の算出に際して，渋滞発生後における交通容量の低下を考慮し，渋滞発生後捌け交通量とする．

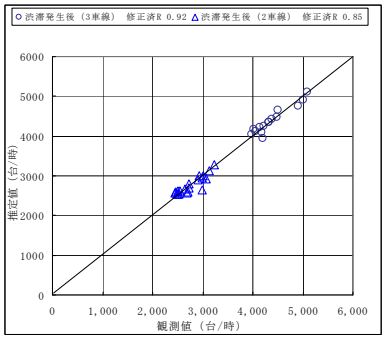
交通需要	≦	渋滞発生時交通量	⇒	渋滞は発生しない
交通需要	＞	渋滞発生時交通量	⇒	渋滞が発生する

片側 ３車線	渋滞 発生時	(−466.8)×［渋滞発生時間帯(夕夜 1,他 0)］ ＋（182.1)×［上流 IC からの当該地点ｻﾞ順位］ ＋（133.5)×［縦断勾配差(%)］ ＋(−125.3)×［上流側縦断勾配長(km)］ ＋4933
	渋滞 発生後	(−563.5)×［渋滞発生時間帯(夕夜 1,他 0)］ ＋（72.97)×［縦断勾配差(%)］ ＋(−148.6)×［上流側縦断勾配長(km)］ ＋(298.7)×［下流側縦断勾配長(km)］ ＋(−3.866)×［縦断曲線半径(km)］ ＋4549
片側 ２車線	渋滞 発生時	(−440.1)×［平休区分(平 0,休 1)］ ＋(−326.6)×［ＢＮﾀｲﾌﾟ(TN1,ｻﾞ 0)］ ＋（41.10)×［上流側縦断勾配(%)］ ＋(−84.05)×［渋滞発生時間帯(夕夜 1,他 0)］ ＋3556
	渋滞 発生後	(−353.3)×［平休区分(平 0,休 1)］ ＋(−177.4)×［下流側縦断勾配長(km)］ ＋（0.178)×［縦断曲線長(m)］ ＋(−47.86)×［下流側縦断勾配(%)］ ＋3112

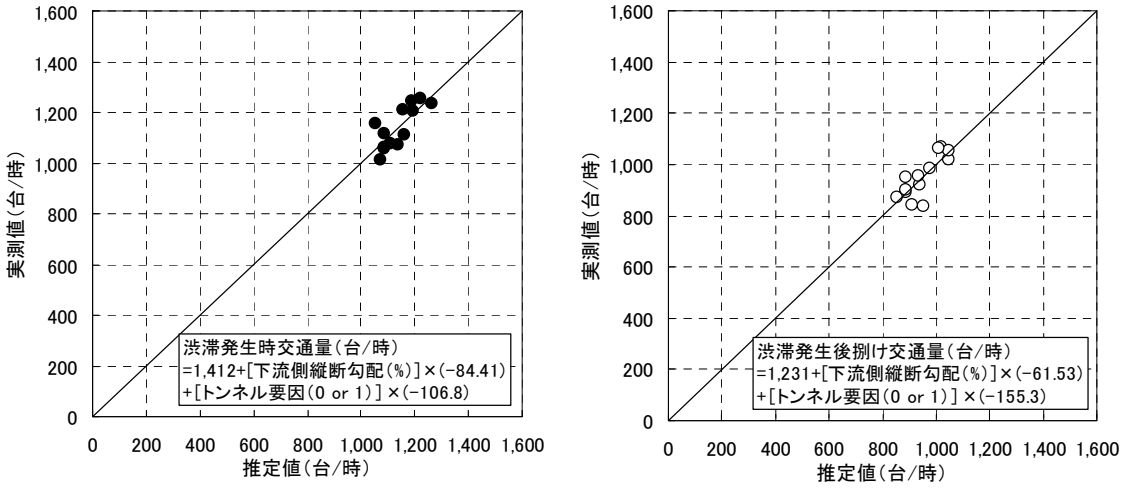
渋滞発生時交通量



渋滞発生後捌け交通量



(a)片側多車線区間



(b)片側１車線区間

図 3-5-8　高速道路における交通容量と道路構造等の関係

表 3-5-2　交通環境条件による交通容量の補正

交通環境条件	渋滞発生時交通量	渋滞発生時交通量
休日/平日	98.3%	96.7%
薄暮/昼間	98.8%	98.3%
夜間/昼間	92.5%	93.4%
降雨時/無降雨時	92.5%	93.3%

5-4　性能曲線による旅行時間(旅行速度)判定

潜在性能の照査では，対象地点における道路幾何構造条件別走行性能曲線から単独走行状態(交通需要 0 に近似)の走行速度を読み取る．

設計時間交通量を考慮した照査では，対象地点における道路幾何構造条件別走行性能曲線に交通需要を対応させて走行速度を読み取る．

性能曲線による旅行時間(速度)判定は，読み取った速度を基に単位区間(基本的にはインターチェンジ区間単位とする)の旅行速度と旅行時間を求め，自専道等の走行性能を確認する．

(1) 概要

図3-5-9に示す道路幾何構造条件ごとに用意した性能曲線(*Q-V*関係)に交通需要を対応させて，走行速度を読み取る．この読み取った走行速度は平坦部の85percentile速度であるため，上り勾配による速度低下[5)]など必要な補正を行い，照査区間毎の旅行時間と旅行速度を求め，照査区間全体の走行性能(旅行時間と旅行速度)を確認する．

なお，潜在性能の照査では，道路の基本性能を把握することが目的であるため，対象地点における道路幾何構造条件別走行性能曲線から単独走行状態(交通需要0に近似)の走行速度を基準とする．設計時間交通量を考慮した照査では，**5-2**で設定した交通需要を対応させて読み取った走行速度を基準とする．

(2) 旅行時間(旅行速度)の設定方法

(a) 性能曲線の選定

性能曲線の選定では，性能照査する自専道等の条件(規制速度と車線数)に合致する性能曲線[6),7)]から，基準となる速度(基準旅行速度)を設定する(図3-5-9)．なお，照査区間と類似する道路構造が供用道路としてある場合，その供用道路の車両感知器の観測データを使い性能曲線を求めても良い．

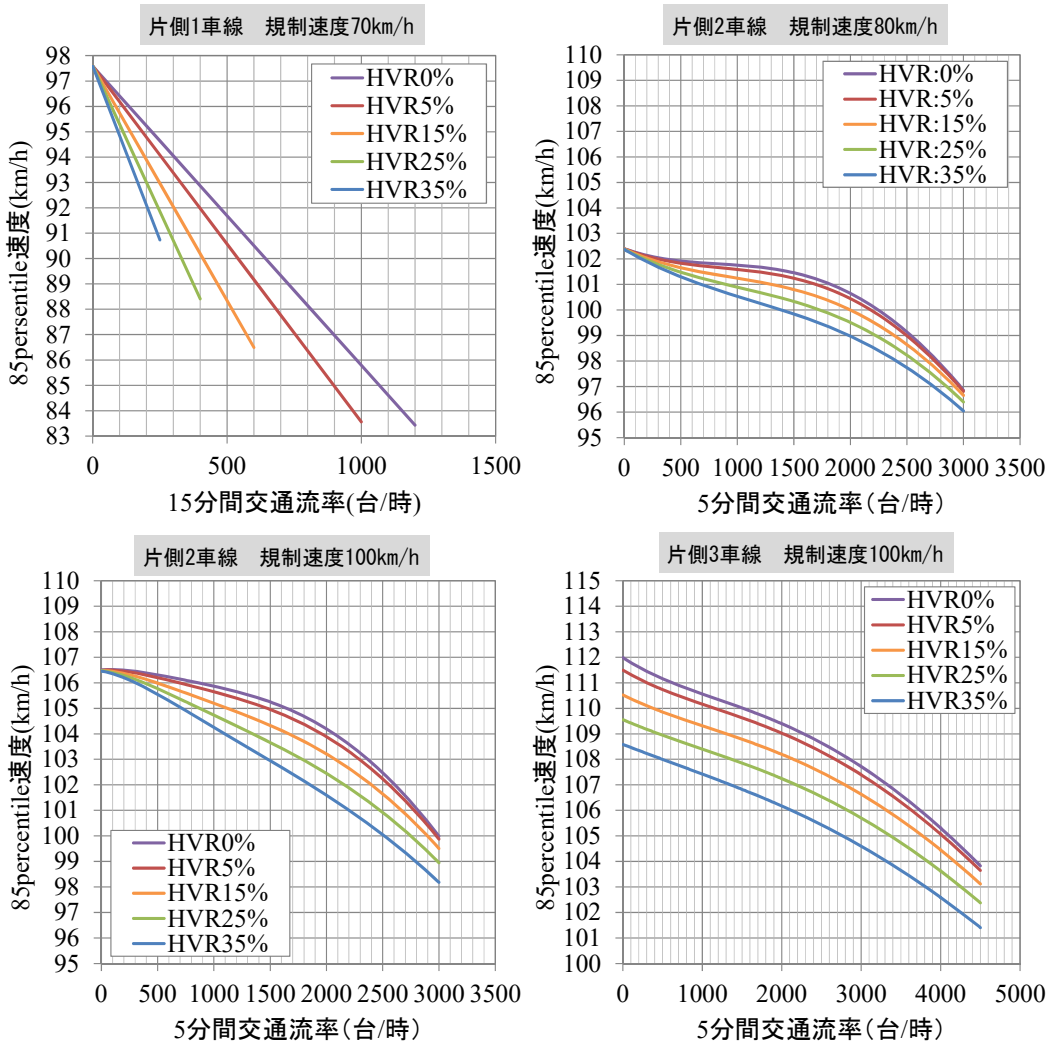


図 3-5-9　性能曲線(車線数と規制速度別)

(b) 旅行速度の補正

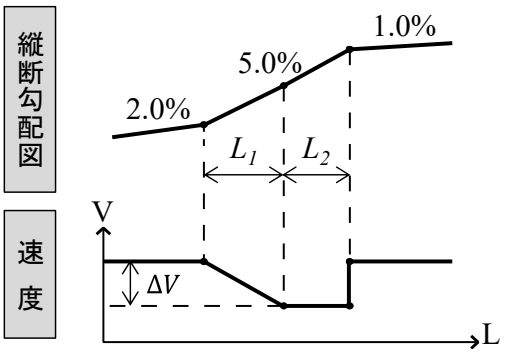
i) 上り勾配の速度低下

急な上り勾配においては，平坦部の基準となる速度に対し，**表3-5-3**に示す急な上り勾配による速度低下量を用いて，縦断勾配による走行速度への影響を補正する．ここで，**表3-5-3**に示す速度低下量は，「NEXCO設計要領」[8]と「道路構造令の解説と運用」[9]を参考に設定した乗用車と20t普通トラック(満載と半載が半分ずつ)を与条件とし，それぞれの車両重量や走行性能パラメータを用いて算出した勾配区間長と速度の関係により求めた結果である．計算に当たっては，乗用車の80km/h以上への加速は考慮に入れておらず，下り勾配，上り勾配2%以下の緩勾配，上り勾配3%以上であっても勾配区間長が500mに満たない場合，速度低下量は設定していない．また，表中の速度低下量は，**図3-5-10**に示す概念に従い補正する．

表 3-5-3　大型車混入率と縦断勾配による速度低下量⊿V

(km/h)

大型車混入率(%)	縦断勾配(%)	勾配区間長(m)						
		0	500	1000	1500	2000	2500	3000
10	3	0	0	1	-	-	-	-
	4	0	1	2	-	-	-	-
	5	0	2	2	3	-	-	-
	6	0	2	3	3	4	-	-
20	3	0	1	1	1	2	-	-
	4	0	2	3	4	-	-	-
	5	0	3	5	5	6	-	-
	6	0	5	6	7	-	-	-
30	3	0	1	2	2	2	2	3
	4	0	3	5	5	5	5	6
	5	0	5	7	8	8	8	9
	6	0	7	10	11	-	-	-
40	3	0	2	2	3	3	3	4
	4	0	4	6	7	-	-	-
	5	0	7	10	11	11	11	12
	6	0	9	13	14	15	-	-



$$V_{i\%} = \frac{L_1 + L_2}{V_{i\%}} = \frac{L_1 + L_2}{\frac{L_2}{V_0 - \frac{\Delta V}{2}} + \frac{L_2}{V_0 - \Delta V}}$$

$$t_{i\%} = \frac{L_1}{V_0 - \frac{\Delta V}{2}} + \frac{L_2}{V_0 - \Delta V}$$

ここで，
V_0　：進入時の速度（QV判読値）
ΔV　：速度低下量（表−1）
L_1, L_2 ：勾配区間長

図 3-5-10　縦断勾配による速度低下量の算出例

ii) 代表値の補正

全てのドライバーに対して十分な速度性能を担保することは，建設コストの観点から適切でないため，「設計速度は85percentile速度を目安とする」という考え方を参考に，旅行速度の代表値は85percentile速度を基本とする．なお，性能照査の目的に応じて，50percentile速度や15percentile速度を選択しても良い．代表値を85percentile速度とする場合は，掲載する性能曲線の読取値とするが，50percentile速度または15percentile速度を旅行速度代表値とする場合は，**表3-5-4**に示す値を減じた値を旅行速度の代表値とする．

表 3-5-4　旅行速度の代表値の解釈と補正値

代表値	解釈	補正値
85percentile速度	ドライバーがうまく合理的に走行したときの速度	補正しない
50percentile速度	ドライバーの半数がその速度以上で走行できる速度	▲3km/h
15percentile速度	多くのドライバーがその速度以上で走行できる速度	▲5km/h

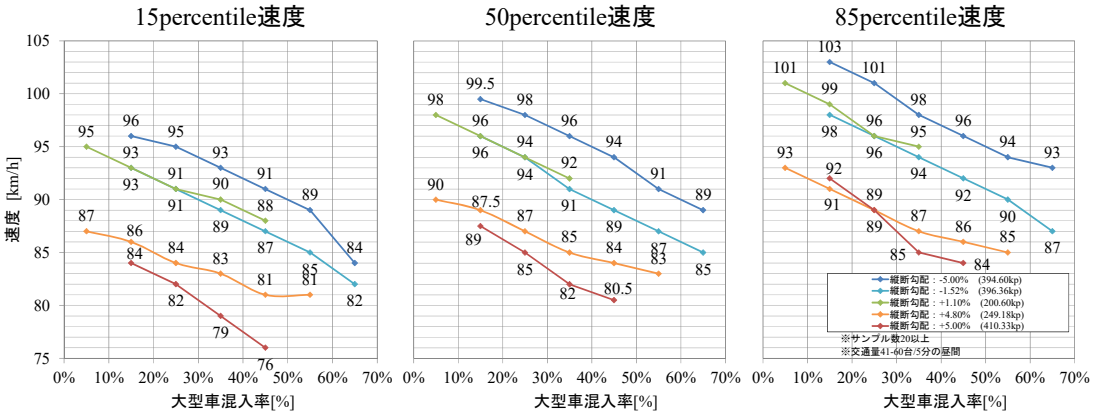


図 3-5-11　旅行速度代表値の違い

(c) 照査区間の旅行速度と旅行時間

性能照査区間の旅行速度は，性能曲線の読取値に上り勾配の速度低下を考慮して，旅行時間と旅行速度を算出する．**図3-5-12**は，Aic～Dicを照査区間とした場合の，旅行時間と旅行速度の算出例であり，この例では旅行時間は10.0分，旅行速度は101km/hと算出される[10)]．

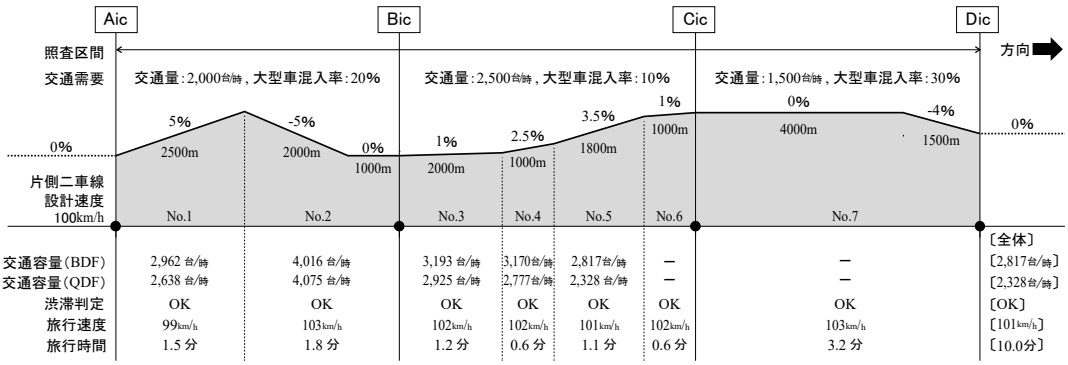


図 3-5-12　旅行速度と旅行時間の算出例

(3) 走行性能の確認

上記で求めた旅行時間と旅行速度で，照査区間の走行性能(旅行時間と旅行速度)を確認する．なお，拠点間の性能照査では，自専道等と一般道路の階層毎の旅行時間を積み上げ，拠点間の目標旅行時間を達成できるかを照査する．

旅行時間	＞	目標旅行時間	⇒ 性能を満足せず
旅行時間	≦	目標旅行時間	⇒ 性能を満足

旅行速度	≦	目標旅行速度	⇒ 性能を満足せず
旅行速度	＞	目標旅行速度	⇒ 性能を満足

5 章の参考文献

1) 野中 康弘，泉 典宏，下川 澄雄，大口 敬，中村 英樹：道路計画設計における実用的な性能照査実施方法の提案，土木計画学研究・講演集，Vol.51，2015.
2) 新道路技術会議:道路政策の質の向上に資する技術研究開発成果報告レポート, NO.17-3, 2008.
3) 木村 真也，野中 康弘，森本 紘文，米川 英雄：ITS スポットプローブデータを用いた渋滞現象分析，第 33 回交通工学研究発表会論文集，pp.145-148，2013.
4) たとえば, 岡村秀樹, 渡辺修治, 泉正之:高速道路単路部の交通容量に関する調査研究(上), 高速道路と自動車，Vol.44，NO.2，pp.31-38，2001.
5) 近田 博之，邢 健：縦断勾配が速度に与える影響に関する実証分析，土木計画学研究講演集 vol.49，2014.
6) 内海 泰輔，浜岡 秀勝，中村 英樹：往復分離２車線自専道の速度性能曲線の定式化，土木学会論文集 D3，Vol.67，NO.3，pp.261-269，2011.
7) 洪 性俊, 大口 敬:多車線高速道路における統合型速度推定モデル，土木学会論文集 D3, Vol.67，NO.3，pp.244-260，2011.
8) 中日本高速道路株式会社:設計要領 第４集 幾何構造編【本線幾何構造設計要領】, 2007.
9) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，2004.
10) 近田 博之，邢 健，松下 雅行，石田 貴志：自動車専用道路における走行性能照査手法の提案，土木計画学研究・講演集，Vol.51，2015.

6　計画案の性能照査(一般道路)

6-1　一般道路における性能照査の流れ

計画案の性能照査は，「潜在性能の照査」と「設計時間交通量を考慮した照査」の２段階で行う．各照査では，階層ごとに積み上げた旅行時間が拠点間の目標旅行時間を達成できるかを照査し，達成できない場合は，性能達成に向けた対策案を検討し，再照査を行う．

(1) 概要

対象道路が性能を発揮できるか，或は実現できているかを照査するためには，機能に応じた性能指標が必要である．この性能指標は，求められる機能に応じた性能を的確に表現し，データの取得が容易で，かつわかりやすいことが求められる．道路のトラフィック機能に着目した際には，性能を照査する指標は拠点間の旅行時間(速度)を用いることが適切と考える．

図3-6-1は，一般道路における計画案の性能照査のフローである．照査対象区間を設定した上で，潜在性能の照査の場合は，道路の基本性能を把握することを目的とし，交通需要が無い状態における旅行時間(速度)を確認し，拠点間の性能照査を行う．一方，設計時間交通量を考慮した照査の場合は，需要交通量を設定した上で，交通容量による渋滞判定と性能曲線による旅行時間(速度)を確認し，拠点間の性能照査を行う．

計画案の性能照査は，自専道等だけでなく一般道も含めた拠点間の走行性能が目標性能を達成するか否かを照査する．目標性能が達成できない場合は，性能達成に向けた対策案を検討し，再度照査を行う．拠点間の性能照査と対策案の検討の詳細については，**3章**および**7章**を参照されたい．

(2) 照査区間の設定

一般道路の性能照査区間は，道路交通センサス[1)]における交通調査基本区間を基本とする．分割した区間(以下，「分割区間」)毎に，渋滞判定や性能曲線による旅行時間判定を行う．

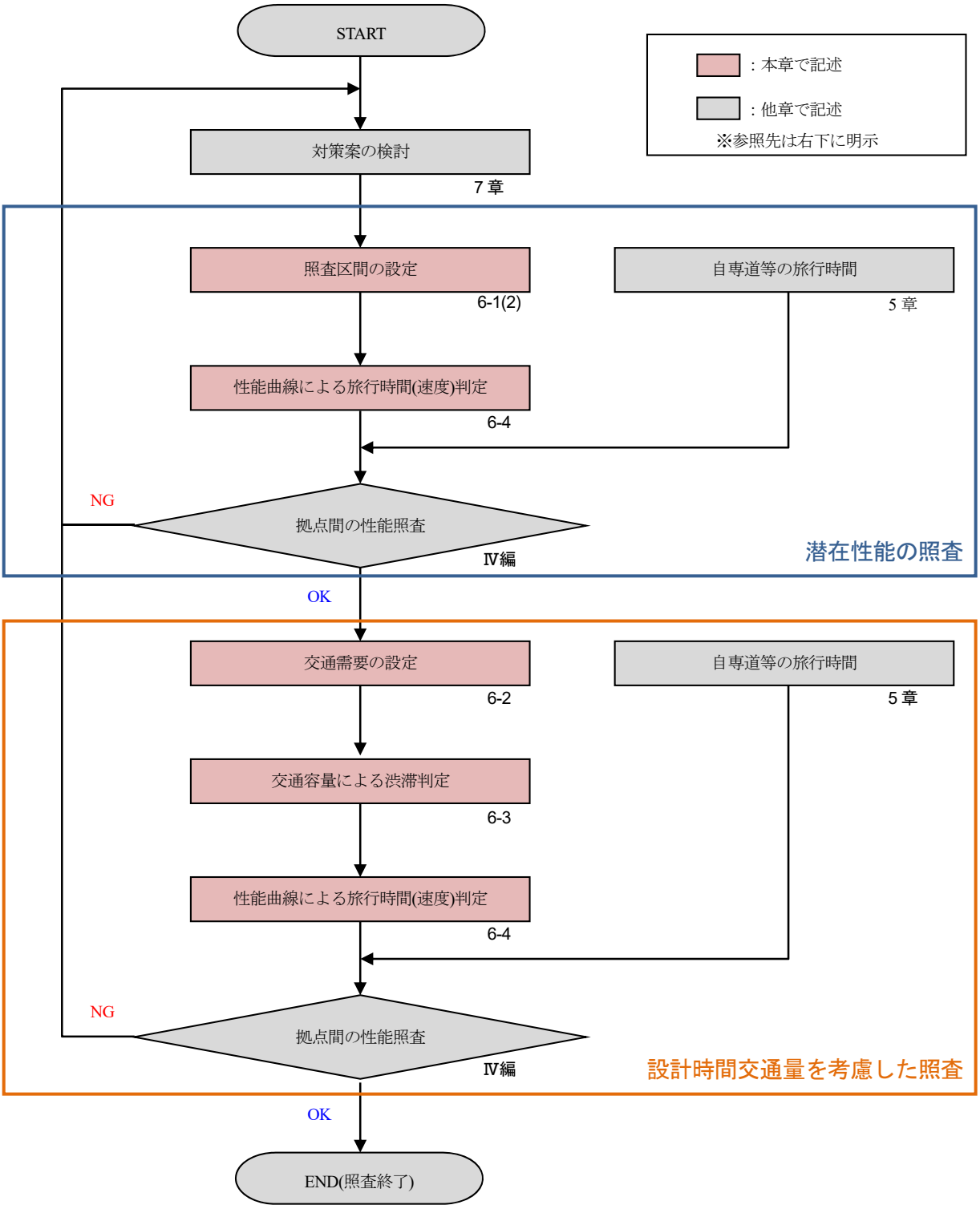


図 3-6-1　計画案の性能照査フロー(一般道路)

6-2　交通需要の設定

潜在性能の照査では，単独走行状態を想定する(交通需要を 0 で近似).
設計時間交通量を考慮した照査では，交通需要を代表日のピーク時交通量として設定する.

(1) 概要

潜在性能の照査では，道路の基本性能について照査を行うため，単独走行状態の時の旅行時間が目標旅行時間を下回るかについて照査を行う.

設計時間交通量を考慮した照査では，設計時間交通量を用いて，単路部，交差点，沿道状況の遅れを算出し，ピーク時等に目標旅行時間を下回るかについて照査を行う.

(2) 一般道路における設計時間交通量の考え方

交通の変動特性は，当該道路がどのように利用されるのか(幹線交通の移動を担保するのか，地域生活圏内の移動を担保するのか，或は通勤・観光などの利用者の目的の違いや，地域特性の違いなど)によって大きく異なる.

このため，性能照査における一般道路の設計時間交通量の設定は，交通需要の変動特性を加味するため，年間8,760時間の需要変動から設定[2),3)]することが望ましい.

しかし，実際に利用できる交通データは，観測技術やその設置状況，今後の技術動向により，観測データが十分に取得できる箇所と，そうでない箇所に分かれている.

特に，一般道路においては，常時観測データが入手困難な場合が多く，本来あるべき交通需要が提供されない場面が多く，設計交通量として設定できないことが多い.

そこで，当面は性能照査を行なうための交通需要として，本編4章(現況ネットワークの性能照査)において取得された交通量データを参照し，ピーク時間帯の交通量を，設計時間交通量として設定する(図3-6-2).

なお，常時観測データが入手可能な場合は，自専道等における需要の設定方法(5-2(2)年間の交通需要の設定方法)をあわせて参照のこと.

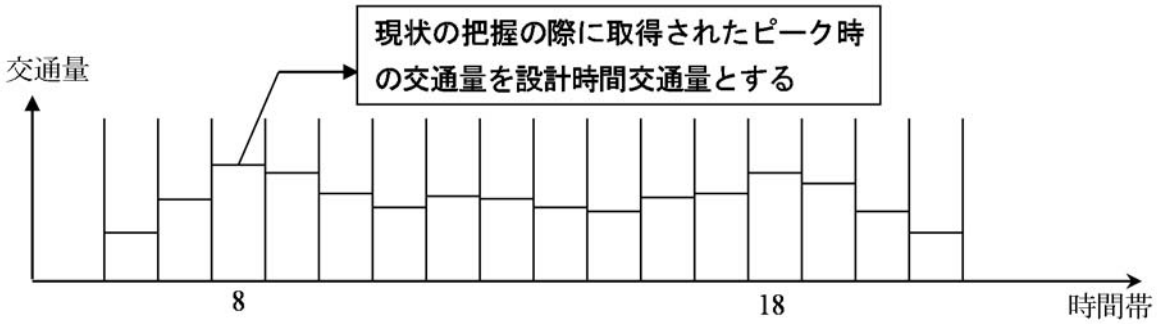


図 3-6-2　交通量の時間変動

(3) 設計時間交通量を設定する上での留意点

留意点は以下が挙げられる．

①将来はプローブカーの普及等により，上記のような代替の方法を用いる必要がなくなる可能性があることに留意する．

②ピーク時間帯の交通量には，様々なトリップ長，様々なトリップ目的のトリップが含まれていることに留意し(**図3-6-3**)，交通需要を設定する．

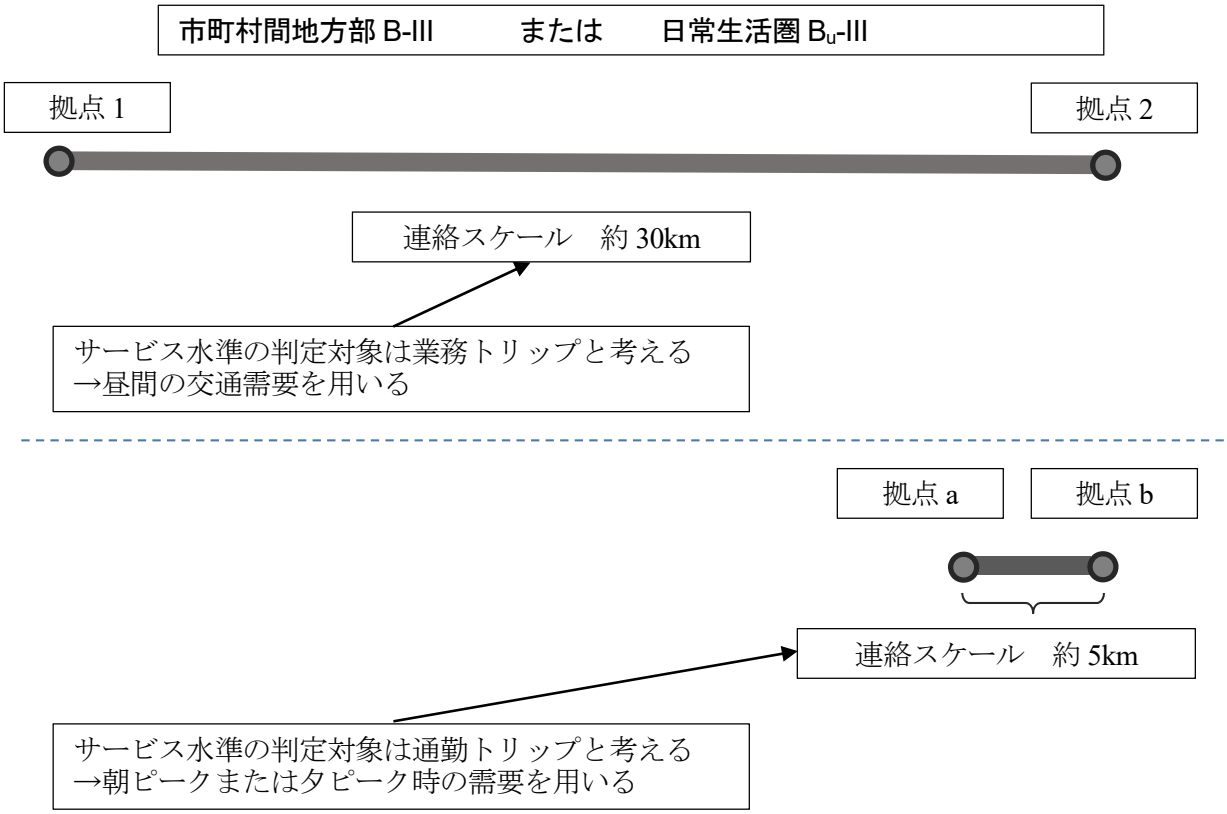


図 3-6-3　照査のための交通需要を設定する上での留意点

階層毎で担保すべきトリップ目的およびトリップ長は，階層型道路計画・設計の概念に基づき，分離されていることが望ましい．例えば，連絡スケールの大きいB-III，B-IVを利用するトリップは，拠点間を移動する業務トリップを主として担保すべきと言える．業務トリップは昼間時間帯に需要がピークとなると思われるので，連絡スケールの大きい階層では昼間時間帯の需要を照査のための交通需要として設定すべきと思われる．一方，C-IVを利用するトリップは，主として短距離トリップ，通勤および帰宅トリップを担保すべきと言え，朝ピークおよび夕ピーク時を照査のための交通需要として設定すべきと思われる．

ただし，実際の需要の発生は上記のように離散的ではなく時間連続的に分布しており，朝ピーク時の終盤から業務トリップが発生する等，異なるトリップ目的やトリップ長等が重ね合わされ「交通需要」として観測されている．

このため，現状ではピーク時の交通需要を照査のための交通需要と仮に設定しているが，需要の構成を考慮に入れた上でより合理的な交通需要の設定方法を継続して模索していくことが望まれる．

6-3　交通容量による渋滞判定

交通需要を考慮しない潜在性能の照査では，渋滞状況を考慮した確認を行わないものとする．

設計時間交通量を考慮した照査では，ボトルネックを特定した上で交通容量を算出し，前述の交通需要と比較することで渋滞発生有無を確認する．

渋滞状況の確認を行う場合，対策箇所だけでなく前後区間を含めたボトルネックを対象として，渋滞の発生状況だけではなく交差点での遅れ時間等も算出し，区間の性能評価へ繋げる．その場合，対策による交通容量の向上の推定は，既存交差点の改良等では，飽和交通流率の基本値や一般的な影響要因の補正率を用いるのではなく，交差点での観測結果に基づき，現実の道路・交通条件に即した飽和交通流率の推定を行うべきである．

(1) 概要

ここでは，信号交差点を対象に改良計画時(または新設時)の交通容量による渋滞判定の考え方や方法を概説する．

交通需要を考慮しない潜在性能の照査においては，交通容量による渋滞状況の確認は行わないが，信号交差点での停止による遅れ等の影響で目標旅行速度を達成できない場合もあり，6-4の旅行時間の判定で「代表交差点における信号遅れ」などを考慮する必要がある．

設計時間交通量を考慮した照査においては，ボトルネックを特定した上で，交通容量を算出し，6-2で設定された交通需要と比較することで渋滞発生有無を確認する．

(2) ボトルネックの特定

対象区間における交通容量をチェックする箇所は，対策箇所だけでなく，下記の2つの視点から行う必要がある．

(a) 顕在化しているボトルネック

対策実施箇所が改良され交通容量が改善されることによって，下流側で顕在化しているボトルネック箇所に渋滞が遷移する可能性が高く，その影響を把握する必要がある．

信号交差点における渋滞の定義は，基本的に「信号2回待ち以上」が発生している場合であり，現地において渋滞が発生している箇所(ボトルネック)を確認，特定する必要がある．ボトルネックが特定された場合は，次項(3)で後述するようにボトルネックの飽和交通流率を観測，算定するとともに，交通容量の低下要因を把握する．

(b) 潜在化しているボトルネック

対策実施箇所以外に顕在化しているボトルネックがない場合でも，対策箇所の交通容量向上で下流側に潜在している交通容量の低い箇所が新たなボトルネックとなったり，対策箇所の改良効果で交通需要の増加が見込まれる場合には上流側の交通容量の低い箇所でも，対策後にボトルネックとなる可能性がある．このため，対策実施時の交通容量を照査する場合には，これら潜在化しているボトルネック箇所も併せて照査することが望ましい．

区間内で潜在している交通容量の低い箇所については，2-2(3)で挙げられている飽和交通流

率の影響要因などをもとに各箇所での低下状況の有無をチェックする．

その際に，特に着目する箇所としては，青時間比を路線方向で並べてみて低い箇所，プローブデータで見て区間速度が低い箇所，右左折交通量の比率が高い箇所の他，横断歩行者が多く左折車が待つ箇所，右折専用車線が無いもしくは短い箇所などが挙げられる．

(3) 交通容量(飽和交通流率)の観測方法

(a) 飽和交通流率の観測理由

飽和交通流率の算出方法は，『改訂　平面交差の計画と設計　基礎編　第3版　一般社団法人交通工学研究会』[4]に記されているが，すべての影響要因を加味した算出方法ではないため，算出結果と実績値が整合しないことが度々発生している．

したがって，現状交差点の飽和交通流率を算出するにあたっては，実測することが基本であり，以下では，飽和交通流率の観測方法[5]について記述する．

(b) 飽和交通流率の調査目的と観測要件

信号交差点の飽和交通流率調査には，その目的から大きく次の3つに分類できる．

- 飽和交通流率の基本値を推定するための観測
- 実際の種々の交通条件下における可能飽和交通流率の観測
- 道路要因，交通要因，周辺要因などの飽和交通流率の影響要因の観測

飽和交通流率を観測する際は，以下の条件を満たすようにする．

① 十分な交通需要があること
② 流出方向に車両が滞留していないこと
③ 観測サイクル数が確保されること

(c) 飽和交通流率の観測方法

飽和交通流率を観測するには，主に次のようなものがある．

- ストップウォッチやマニュアルカウンターを用いるマニュアル観測
- ビデオカメラを用いるビデオ観測

i) マニュアル観測

ストップウォッチとマニュアルカウンターを用いて観測する方法である．待ち行列車両が連続して通過した捌け台数とその継続時間から飽和交通流率の値を求める．

ii) ビデオカメラによる観測

ビデオカメラによって交差点流入部等を撮影し，観測後に飽和状態にあった交通流の車頭時間を読み取る．

観測時には，飽和交通流率の観測上障害となるような交通現象が生じることがあることから，そのような障害が観測時に発生した場合にはその都度，記録しておく．

さらに，飽和交通流率は道路・交通条件のわずかの違いで観測値がばらつくことから，交差点の幾何構造，路面状況などの道路現況，車種構成(大型車，二輪車)，右折左折，駐停車，横断歩行者の影響などを記録しておく．

(d) 飽和交通流率の算出方法

飽和交通流率の算出方法には，次の2つの方法がある．

i) 捌け台数に基づく算出(主としてマニュアル観測の場合：図 3-6-4(左)参照)

飽和交通流率は，飽和交通流中で捌けた台数を捌くのに要した時間で除し，青1時間当たりに換算することで求める．

$$\text{飽和交通流率} = \frac{\text{捌け台数}}{\text{飽和交通流中の捌けに要した時間}} \tag{3-6-1}$$

ii) 車頭時間に基づく算出(ビデオ観測の場合：図 3-6-4(右)参照)

対象流入部について，飽和交通流率を求めるには，飽和状態にあった交通流の車頭時間の平均値より算出する．このとき，発進遅れの影響を排除するため，停止待ち行列の先頭発信車から通常4台目以降の車頭時間を対象に平均値を求める．

$$\text{飽和交通流率} = \frac{1}{\sum h / n} \times 3600[\text{台} / \text{青1時間}] \tag{3-6-2}$$

ここに，h：発信順番4番目以降の車頭時間

n：データ数

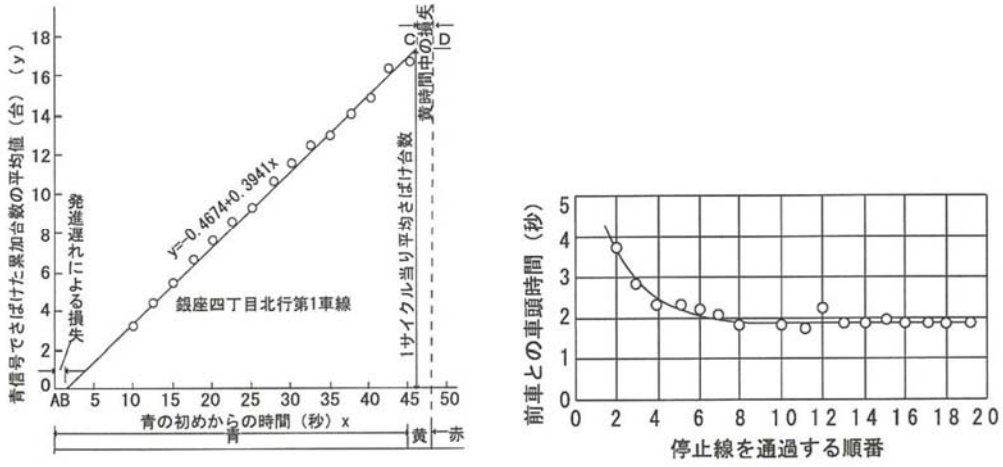


図 3-6-4　信号交差点流入部の飽和流量と損失時間(左)／発進時の車頭時間(右)

(4) 対策による交通容量(飽和交通流率)向上の推定方法

対策によって期待できる交通容量(飽和交通流率)の向上を推定し，交差点での評価や区間評価に反映する必要がある．

交差点での飽和交通流率は，現実の道路・交通条件によってかなり変動するものであり，単純に「平面交差の計画と設計」で示されている飽和交通流率の影響要因と補正率で対策効果を推定することは避けるべきである．そこで原則としては既存交差点での改良で交通容量を検討

する場合などは，当該交差点または道路・交通条件が類似した交差点での観測結果に基づいて影響要因と補正を行うべきである．

ここでは，2-2(3)の既往研究等で示された影響要因より，その低下要因をどのように排除できるか事例を挙げる．

(a) 隣接する車線の大型車による容量低下

飽和状態では大型車の存在によって，各車線の独立性は保たれず，隣接する3mを超える3.25m，3.85mの幅員においても車頭時間に影響[6]を及ぼす．大型車の存在は同一車線の前後の車両だけでなく，隣接車線の車両への影響を考慮する必要がある．

(b) 滞留長が長い場合の容量低下

直進交通の飽和交通流率は青時間の経過に従って下落[7]していく．さらに，交差点流入部の滞留車両は飽和交通流率で交通流は流れるが，単路部まで滞留車両が延伸した場合は，隣接する右左折車線への交通によって，間隙や速度低下によって交差点流入部(停止線通過時)の飽和交通流率に影響する．右折交通の処理能力アップの観点からだけでなく，直進の飽和交通流率低下を防ぐ意味から，サイクル長が短いことが望ましい場合がある．

改良工事だけでなく，新設工事においても飽和交通流率の基本値が確保できるかの検証が必要である．特に交差点の需要率が0.9以下であっても，可能交通容量が設計交通量を上回っていても，両者の差が小さい場合は，上記や2-2(3)で示したような影響要因が発生し，交通容量が低下しないか検証を行う必要がある．

(5) ボトルネック箇所の渋滞判定

特定したボトルネックを対象に，問題となる交差点流入部方向に着目し，交通容量(飽和交通流率)と設計交通量とを比較・検討し，渋滞の発生状況や渋滞による遅れ時間を評価することで，信号交差点での渋滞遅れを区間評価に反映する．

但し，渋滞判定を行う場合，短時間での交通需要で評価を行うと，図3-6-5に示すような交通容量との関係から，過小評価となる可能性に留意する必要がある．

図3-6-5の上図のように，交通需要が時間の経過とともに増加し交通容量を越えた時点から渋滞が発生する．次に交通需要がピークを迎え，以降徐々に減少し，交通容量と同じになった時点で渋滞長が最大となる．それ以降交通需要の減少とともに渋滞長も徐々に減少し，渋滞が解消することとなる．図3-6-5の渋滞発生状況からもわかるように，「交通需要が交通容量を超える時間」が「渋滞が発生している時間」ではなく，一旦渋滞が発生すると，渋滞として溜まった交

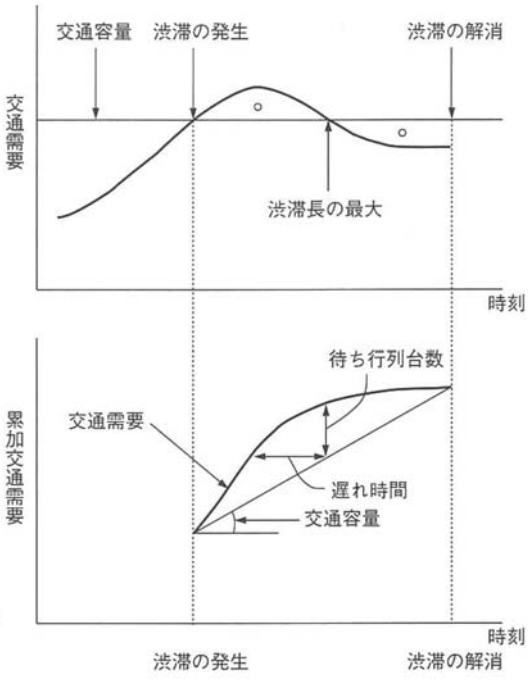


図 3-6-5　交通需要と交通容量[4]の関係

通量が捌けるまで渋滞時間が継続してしまい，渋滞の解消までに長い時間を要する．

このことから，交通需要に対応し，渋滞が発生しないような交通容量の確保・検証が必要である．特に問題となる箇所については，交通量の時間の経過とともに影響する渋滞状況を検証する必要がある．

上記は問題となる交差点流入部方向に着目した照査であるが，信号交差点の場合は各流入部方向別に処理可能か確認する必要がある．また信号交差点の交通容量は，交差点の需要率で容量状態が説明され，通常0.8～0.9が容量の限界であり，この確認も必要である．

6-4　性能曲線による旅行時間(旅行速度)判定

交通需要を考慮しない性能照査では，「代表交差点における信号遅れ」，「沿道状況等による遅れ(代表交差点以外のマイナー交差点)」，を考慮する．

交通需要を考慮する性能照査では，上記の交通需要を考慮しない場合に加え，「単路における交通量による遅れ」，「代表交差点における交通量の増分による遅れ」，を考慮する．

(1) 概要

一般道における性能照査の方法を提示する．2-1(6)にて提示されている性能曲線を用い，図3-6-6に示すように以下の二段階からなる照査を行う[8)]．

Step1．潜在性能の照査により，目標とする旅行時間を達成できるか判定

需要が十分小さい場合の旅行時間を，2-1(6)に基づいて計算し，目標旅行時間を達成できるか判定する．達成できない場合は，道路線形，接続形式等を見直す．

Step2．設計時間交通量を考慮した照査により，目標とする旅行速度を達成できるか判定

*Step1*で目標旅行時間を達成する場合，6-2で設定される設計交通量を2-1(6)で示される一般道性能曲線に代入し，目標旅行時間を達成するかを判定する．

照査区間が目標旅行時間を満たすか否かは，3種類の遅れ「交通量による遅れ」「代表交差点による遅れ」「道路区間における遅れ」毎にそれぞれ性能曲線等を参照し求める．性能曲線については2-1(6)を参照．

(a) 照査指標

照査区間に対するトラフィック機能のサービス水準は，交通量0台/時のときの旅行時間からの遅れ時間とし，当面は「単路部における交通量による遅れ」「代表交差点における信号交差点遅れ」「沿道状況等における遅れ」の3種類からなると仮定する(2-1の内容に基づく．あるいは一般道走行性能曲線による旅行時間(旅行速度)判定に係る参考資料(解説)を参照)．

照査区間は任意に設定できるものとするが，2-1で設定された一般道の性能曲線が道路交通センサスのデータに基づいていることから，遅れ時間を求める最小分析単位は，一代表交差点を含む交通量観測区間かつ旅行速度計測区間(プローブカー)とする．

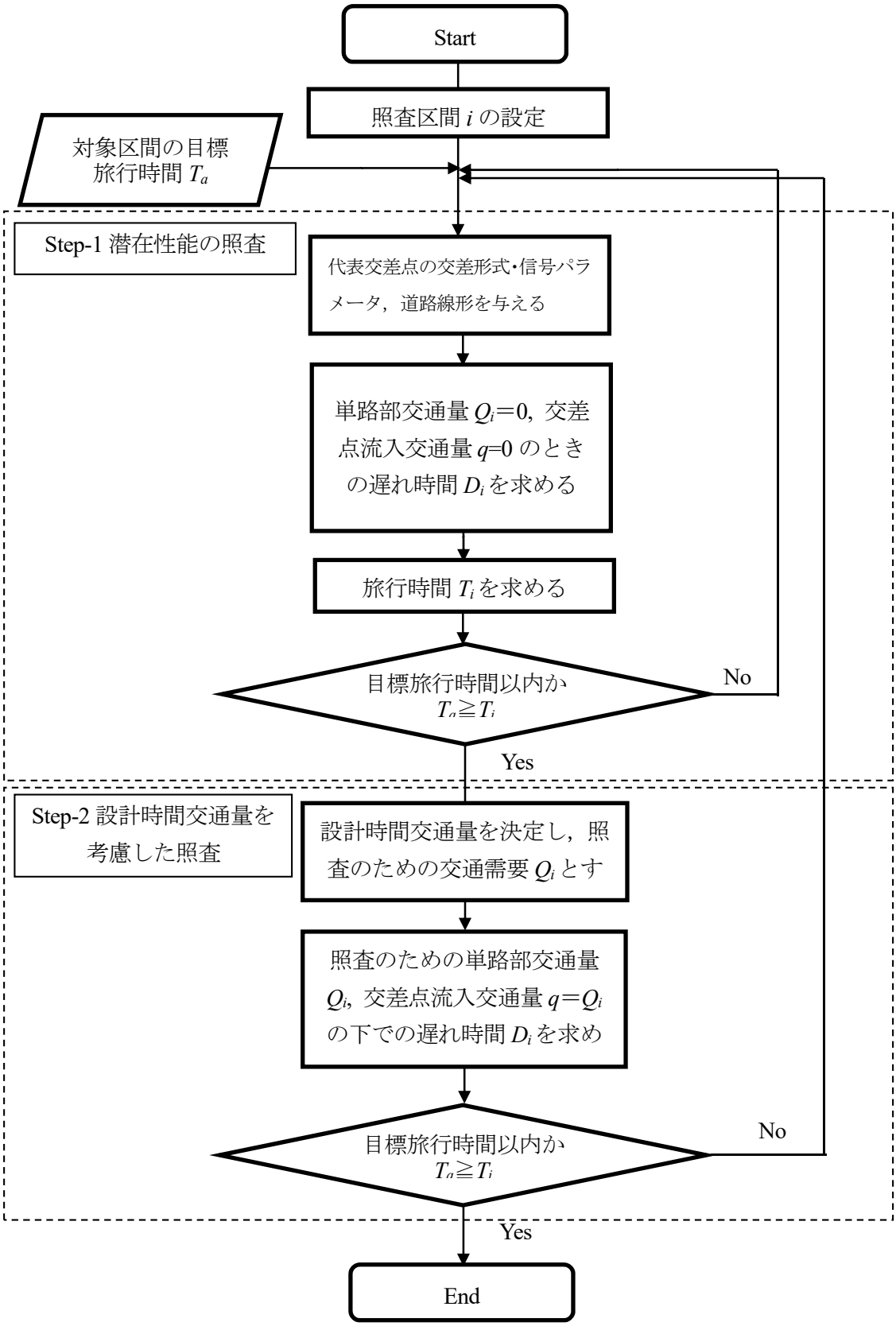


図 3-6-6　走行性能曲線による旅行時間(旅行速度)判定のフロー

(2) 三種類の時間遅れ，旅行時間の定義

道路交通センサス基本区間iに対して，以下の「遅れ」,「旅行時間」を定義する.

(a) 時間遅れ

$$D_i = d_{i,1} + \Delta d_{i,1} + d_{i,2} + \Delta d_{i,2} + d_{i,3} + \Delta d_{i,3} \tag{3-6-1}$$

ここに,

D_i：区間iの総遅れ,
$d_{i,1}$：単路部における交通量による遅れ(定義から，恒等的に 0),
$\Delta d_{i,1}$：単路部における交通量の増分による遅れ,
$d_{i,2}$：代表交差点における遅れ,
$\Delta d_{i,2}$:代表交差点における交通量の増分による遅れ,
$d_{i,3}$：沿道状況等における遅れ,
$\Delta d_{i,3}$：沿道状況等における交通量の増分による遅れ(恒等的に 0),

である.

(b) 旅行時間

$$T_i = t_{i,0} + t_{i,1} + \Delta t_{i,1} + t_{i,2} + \Delta t_{i,2} + t_{i,3} + \Delta t_{i,3} \tag{3-6-2}$$

ここに,

T_i：区間iの総旅行時間,
$t_{i,0}$：自由走行時の旅行時間,
$t_{i,1}$：単路部における交通量による旅行時間の増分,
$\Delta t_{i,1}$：単路部における交通量の増分による旅行時間の増分,
$t_{i,2}$：代表交差点における旅行時間の増分,
$\Delta t_{i,2}$:代表交差点における交通量の増分による旅行時間の増分,
$t_{i,3}$：沿道状況等における旅行時間の増分,
$\Delta t_{i,3}$：沿道状況等における交通量の増分による旅行時間の増分.

である.

ただし，潜在性能の照査のときは$\Delta d_{i,1}=0$，$\Delta t_{i,1}=0$.

沿道状況等における交通量の増分による旅行時間の増分は，潜在性能の照査のときも設計時間交通量を考慮した照査のいずれも$\Delta t_{i,3}=0$とする.

(3) 照査の流れ

Step1. 潜在性能の照査　目標旅行時間を達成するか検討

道路センサス交通調査基本区間iに対して，以下の手続きにより総遅れ時間$D_i=\sum_{j=1}^{3}d_{i,j}$を求める．

i) 単路の交通量による遅れ

交通量による遅れは$d_{i,1}$=0である．単路の交通量の増分による遅れは全て0とする．すなわち，単路における交通量の増分による遅れは$\Delta d_{i,1}$=0である．

ii) 代表交差点における停止遅れ

代表交差点における停止遅れをWebsterの遅れ式[9](参考資料の**式(3-6-9)**も併せて参照のこと)に基づき計算し，これを$d_{i,2}$とする．ここでは，交通需要を考慮しない場合を想定しているので，交通需要を0として扱う．すなわち，サイクル長と青時間比が与えられれば遅れの期待値が計算できる．

なお，需要を考慮しないため，代表交差点における交通量の増分による遅れは0，すなわち$\Delta d_{i,2}$=0とする．

Websterの遅れ**式(3-6-3)**[9]のうち，参考資料の**式(3-6-10)**で述べるように第3項は微小であるとして無視し，以下の式にしたがって求める：

$$d_{i,2}=\left[\frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)}+\frac{x}{2SC(g-\rho)}-0.65\frac{x^{\frac{4}{3}+5g}}{SCg^{\frac{2}{3}}}\right]C\cong\left[\frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)}+\frac{x}{2SC(g-\rho)}\right]C$$
$$=\left[\frac{(1-g)^2}{2(1-0)}+\frac{0}{2SC(g-0)}\right]C=\frac{(1-g)^2C}{2} \qquad (3\text{-}6\text{-}3)$$

ここに，

S：飽和交通流率,

q：流入交通量,

$\rho(=q/S)$：交差点流入部の需要率,

R：その交通が当面する赤信号時間長(ロス時間を含む),

C：サイクル長,

$g\left(=\frac{G}{C}=\frac{C-R}{C}\right)$：信号スプリット．

である．

iii) 沿道状況等における遅れ

センサス基本区間毎に(マイナー)交差点密度を**式(3-6-4)**に代入して，マイナー信号交差点による遅れを求める[8]．**図3-6-7**，および，参考資料の**図3-6-21**，**図3-6-24**および**図3-6-25**も併せて参照のこと．

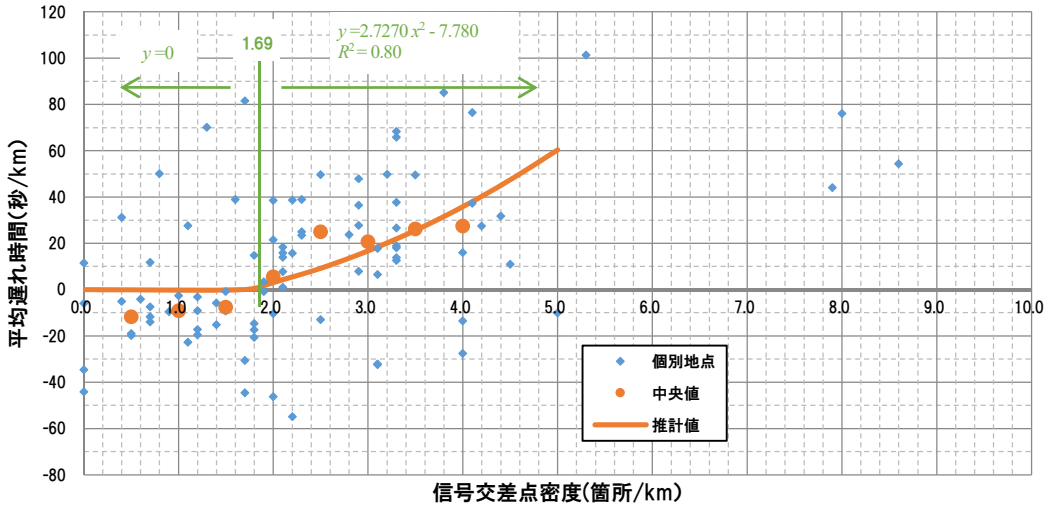
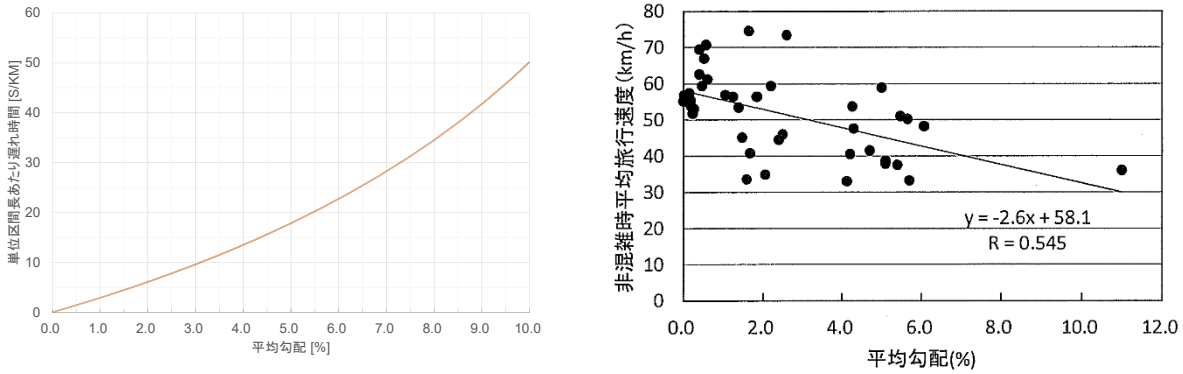


図 3-6-7　(マイナー)信号交差点密度と単位距離あたり平均遅れ時間との関係 [8]

単位距離あたり信号交差点密度をxとすると，単位距離あたりの遅れ$f(x)$は以下の式で表すことができる：

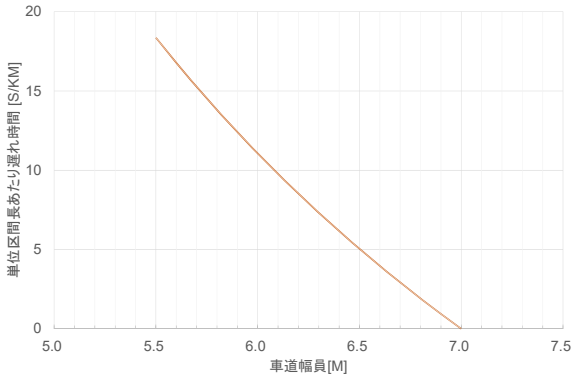
$$f(x)\begin{cases} = 0 & (x < 1.69) \\ = 2.7269x^2 - 7.7998 & (x \geq 1.69) \end{cases}, \tag{3-6-4}$$

さらに，山間部においては，縦断線形と遅れ時間の関係(**図3-6-8**)および車道幅員と遅れ時間の関係(**図3-6-9**)による遅れを計算する[10]．合計された遅れ時間を沿道状況等による遅れ$d_{i,3}$とする．また，迂回率が計算できる場合は，**式(3-6-5)**を用いて旅行時間を求め，遅れ時間に換算する[9]．

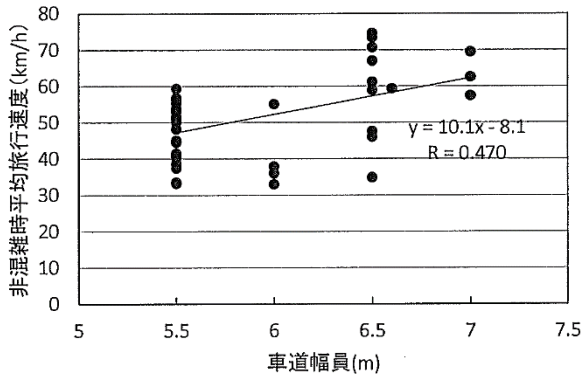


(a)縦断線形と遅れ時間の関係　　(b)縦断線形と平均旅行速度の関係

図 3-6-8　縦断線形と遅れ時間の関係 [10]



(a)車道幅員と遅れ時間の関係



(b)車道幅員と平均旅行速度の関係

図 3-6-9　車道幅員と遅れ時間の関係 [10)]

表 3-6-1　旅行速度を目的変数としたときの道路構造要素による重回帰分析 [10)]

	偏回帰係数	*t* 値
平均勾配 [%]	-1.7	-3.48
車道幅員 [m]	5.3	2.38
迂回率	-15.3	-4.64
定数	45.8	3.00
サンプル数	40	
決定係数	0.649	

旅行速度を目的変数としたときの重回帰式は以下の通りである：

$$y = -1.7x_1 + 5.3x_2 - 15.3x_3 + 45.8 \tag{3-6-5}$$

ここに,

x_1：平均勾配[%],

x_2：車道幅員[m],

x_3：迂回率

なお，迂回率は図3-6-10のように定義される.

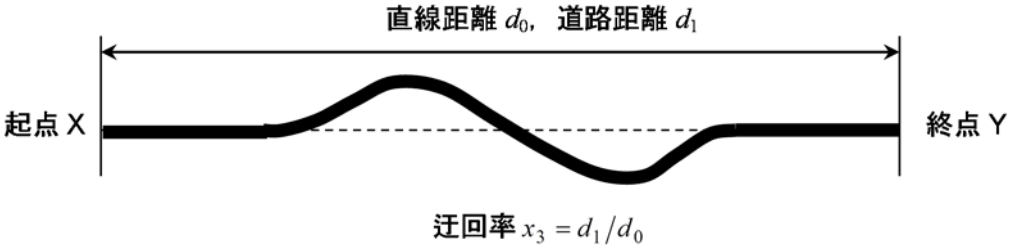


図 3-6-10　迂回率の概念 [10)]

なお，沿道状況等における交通量の増分による遅れは$\Delta d_{i,3}=0$である．

iv) 区間 i の総遅れ時間

区間iの総時間遅れ$D_i = \sum_{j=1}^{3} d_{i,j}$ を自由走行時の旅行時間$t_{i,0}$に加えることで，区間iの旅行時間$T_i = t_{i,0} + D_i$を求める(図3-6-11).

v) 拠点間の総旅行時間

拠点AB間の総旅行時間$T_t = \sum_{i=1}^{n} T_i$ を求める(図3-6-11).

vi) 目標旅行時間を達成しているか否かの判定

拠点AB間の目標旅行時間T_aに対して，前項v)で求められた総旅行時間が下回っているか，すなわち，$T_a > T_t$か確認する(図3-6-11).

$T_a > T_t$であれば，需要を考慮する場合(*Step2*)に進む.

$T_a \leq T_t$ならば，代替案を設定した上で，再び潜在性能の照査を行う.

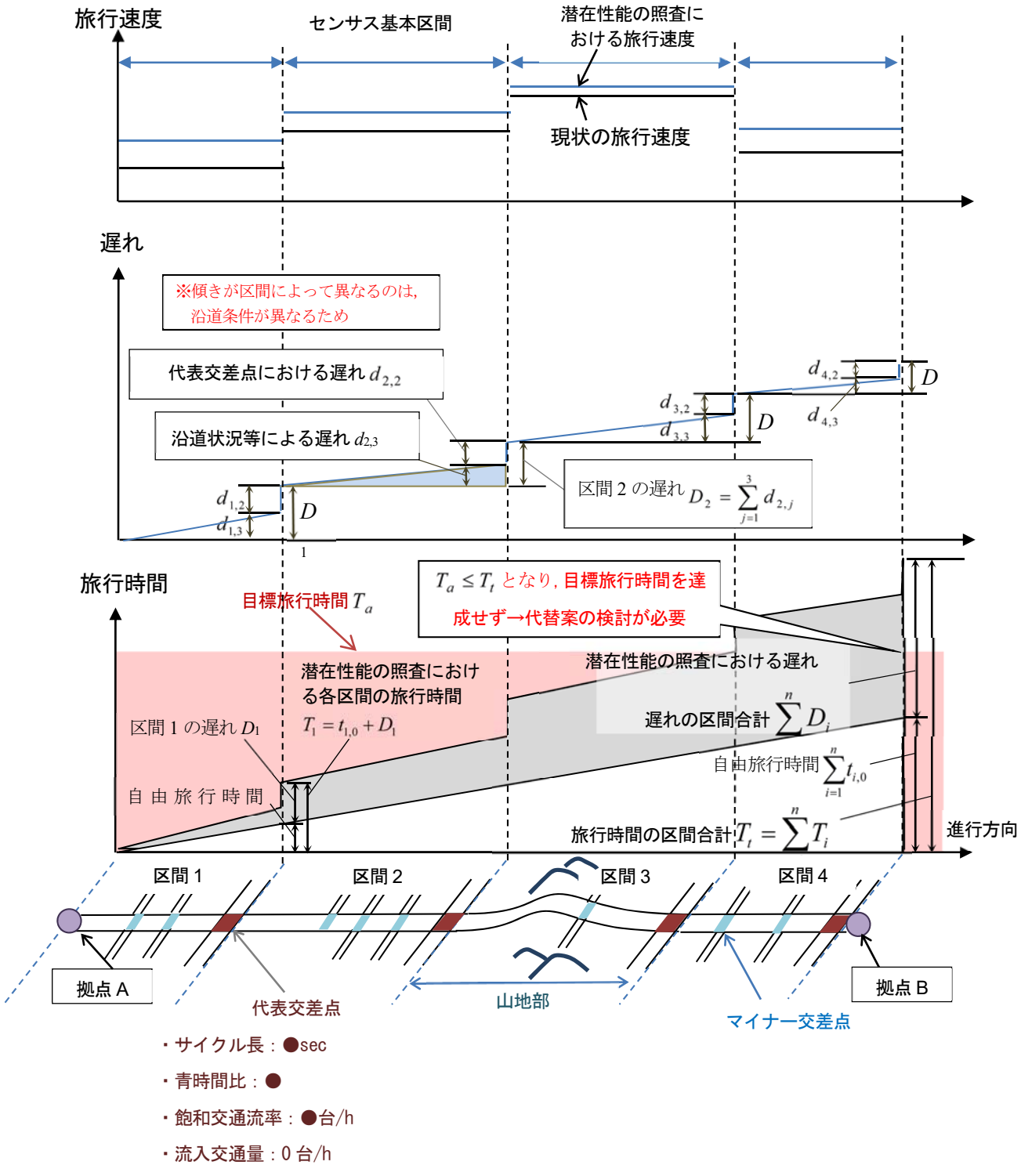


図 3-6-11　潜在性能の照査における目標旅行時間の達成の検証

Step2. **設計時間交通量を考慮した照査　照査のための交通需要を加味し，遅れを求める**

照査のための交通需要を加味し，遅れを求める．道路センサス基本区間*i*に対して，以下の手続きにより総遅れ時間 $D_i = \sum_{j=1}^{3} d_{i,j}$ を求める．

i) 単路における交通量による遅れ

別途設定される「照査のための交通需要」(6-2参照)を基に，性能曲線(参考資料の**図-3-6-18**(単路の交通量と遅れの関係))に照査のための交通需要$Q=Q_1$を代入して，$\Delta d_{i,1}$を求める．

ii) 代表交差点における停止遅れ

与えられる照査のための交通需要(6-2参照)をもとに，代表交差点における信号遅れをWebsterの遅れ式[9](参考資料の**式(3-6-12)**も併せて参照)に基づき計算し，$d_{i,2}$とする．この際Websterの式に代入する需要は，照査のための交通需要を用いて，$q=Q$として計算する．

$$w = \frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)} C + \frac{x}{2S(g-\rho)} \tag{3-6-6}$$

ここに，

S：飽和交通流率，

q：流入交通量，

$\rho(=q/S)$：交差点流入部の需要率，

R：その交通が当面する赤信号時間長(ロス時間を含む)，

C：サイクル長，

$g\left(=\frac{G}{C}=\frac{C-R}{C}\right)$：信号スプリット．

である．

iii) 沿道条件等による遅れ

(以下，「潜在性能の照査と重複記述」)

センサス基本区間毎に(マイナー)交差点密度を**式(3-6-4)**に代入して，マイナー信号交差点による遅れを求める[8]．**図3-6-12**，および参考資料の**図3-6-21**，**図3-6-24**，**図3-6-25**も併せて参照のこと．

なお，沿道状況等における交通量の増分による遅れは，$\Delta d_{i,3}=0$とする(潜在性能の照査と同様)．

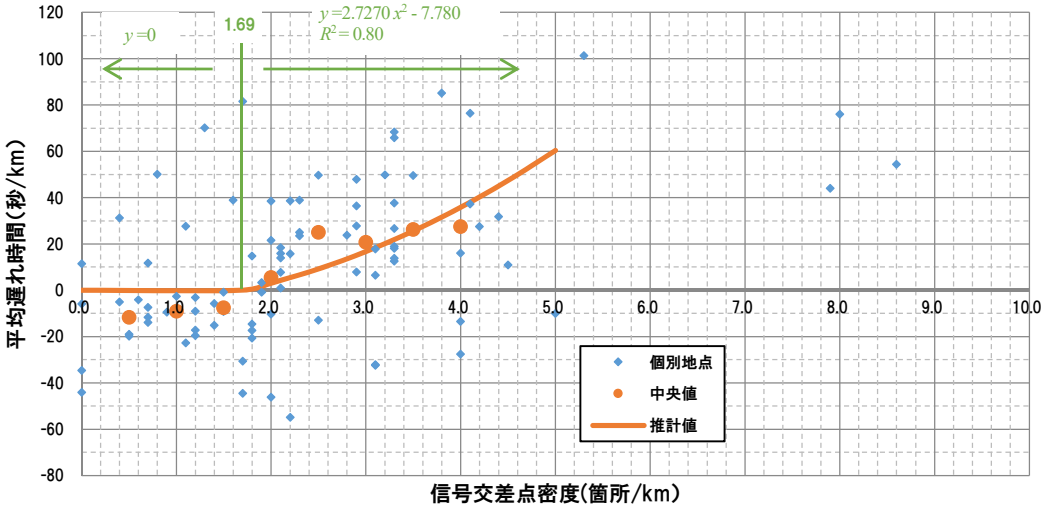
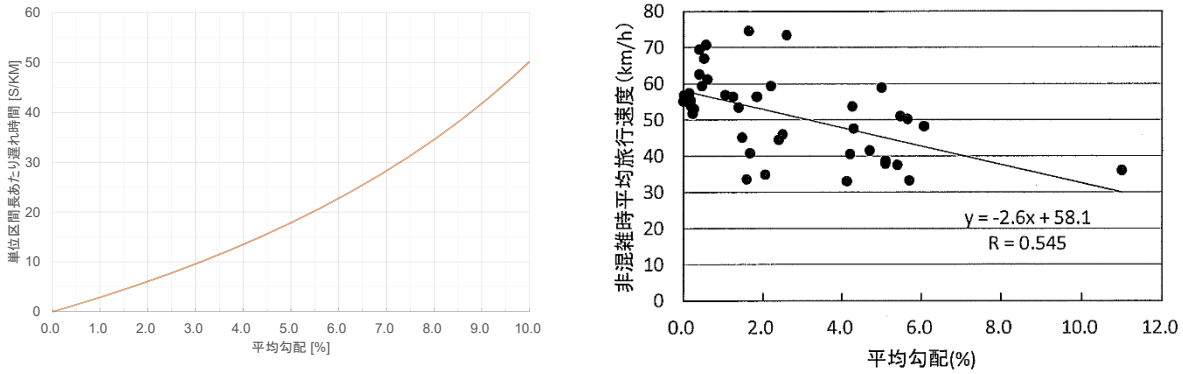


図 3-6-12　(マイナー)信号交差点密度と単位距離あたり平均遅れ時間との関係 [8)]

単位距離あたり信号交差点密度をxとすると，単位距離あたりの遅れ$f(x)$は以下の式で表せる：

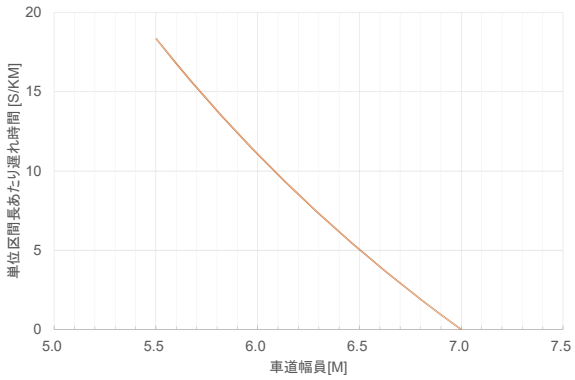
$$f(x)\begin{cases} = 0 & (x < 1.69) \\ = 2.7269\,x^2 - 7.7998 & (x \geq 1.69) \end{cases}, \tag{3-6-7}$$

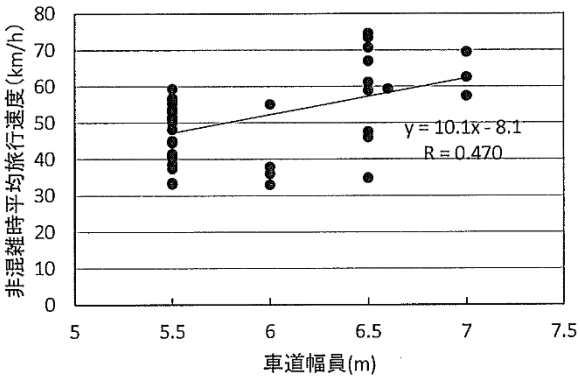
さらに，山間部においては，縦断線形と遅れ時間の関係(図3-6-12)および車道幅員と遅れ時間の関係(図3-6-13)による遅れを計算する[10)]．合計された遅れ時間を沿道状況等による遅れ$d_{i,3}$とする．また，迂回率が計算できる場合は，式(3-6-8)を用いて旅行時間を求め，遅れ時間に換算する[10)]．



(a)縦断線形と遅れ時間の関係　　(b)縦断線形と平均旅行速度の関係

図 3-6-13　縦断線形と遅れ時間の関係 [10)]





(a)車線幅員と遅れ時間の関係　　(b)車線幅員と平均旅行速度の関係

図 3-6-14　車道幅員と遅れ時間の関係 [10)]

表 3-6-2　旅行速度を目的変数としたときの道路構造要素による重回帰分析 [10)]

	偏回帰係数	*t* 値
平均勾配 [%]	-1.7	-3.48
車道幅員 [m]	5.3	2.38
迂回率	-15.3	-4.64
定数	45.8	3.00
サンプル数	40	
決定係数	0.649	

旅行速度を目的変数としたときの重回帰式は以下の通りである：

$$y = -1.7x_1 + 5.3x_2 - 15.3x_3 + 45.8 \tag{3-6-8}$$

ここに,

x_1：平均勾配[%],
x_2：車道幅員[m],
x_3：迂回率

(潜在性能の照査と同一記述部分ここまで)

iv) 区間 *i* の総遅れ時間

区間*i*の総時間遅れ $D_i = \sum_{j=1}^{3}\left(d_{i,j} + \Delta d_{i,j}\right)$ を自由走行時の旅行時間$t_{i,0}$に加えることで，区間*i*の旅行時間$T_i = t_{i,0} + D_i$を求める(図3-6-15).

v) 拠点間の総旅行時間

拠点AB間の総旅行時間 $T_t = \sum_{i=1}^{n} T_i$ を求める(図3-6-15).

vi) 目標旅行時間を達成しているか否かの判定

拠点AB間の目標旅行時間T_aに対して，v)で求められた総旅行時間が下回っているか，すなわち，$T_a > T_t$か確認する．

$T_a > T_t$であれば，目標旅行時間を達成しているので照査は終了である．

$T_a \leq T_t$であれば，代替案を検討し，i)に戻る(図3-6-15).

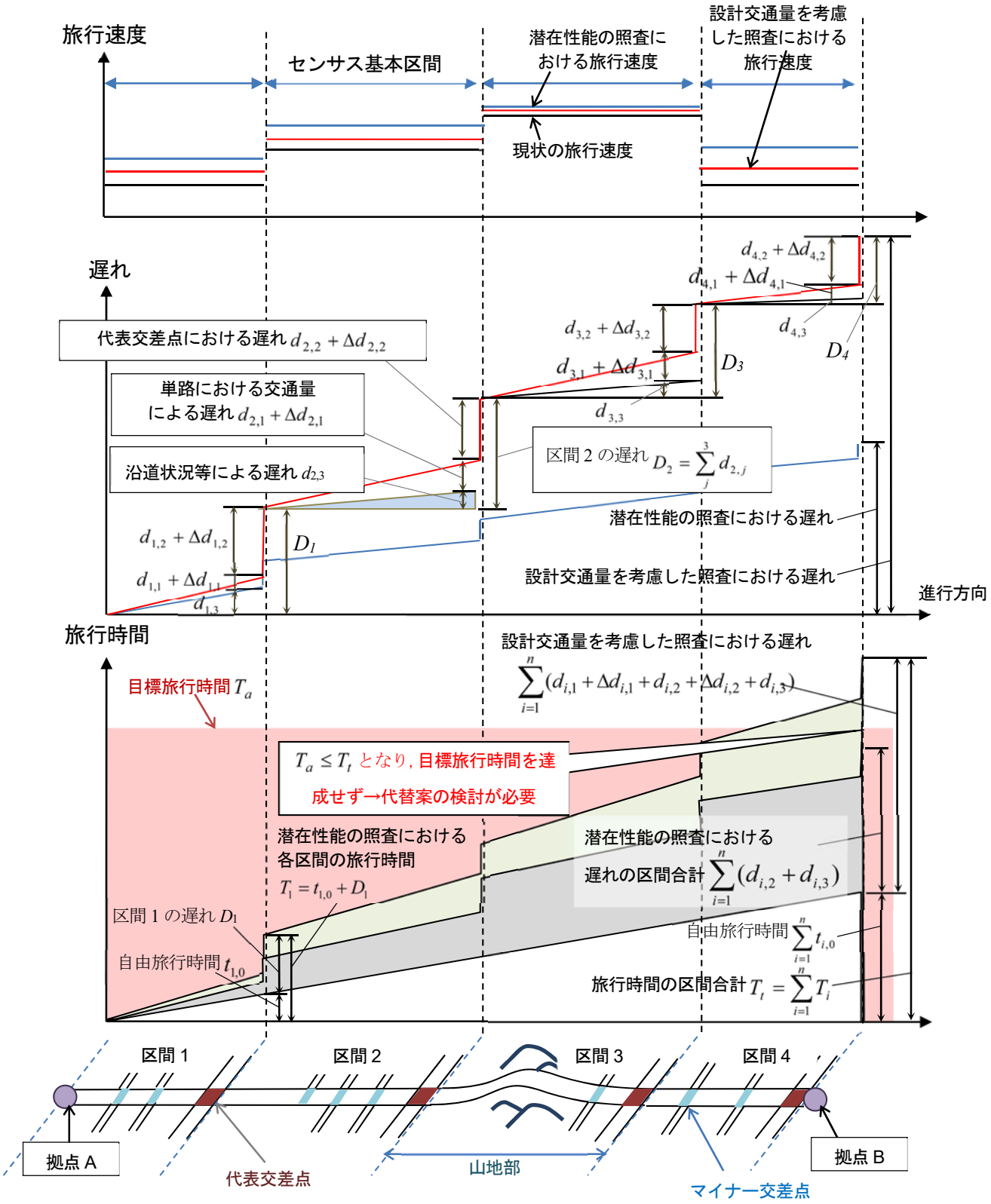


図 3-6-15　設計交通量を考慮した照査における目標旅行時間の達成の検証

6-4 の参考資料

《一般道走行性能曲線による旅行時間(旅行速度)判定に係る参考資料》

(a) 単路における交通量による遅れ

自専道同様に，一般道路でも交通量が増えると全体的に走行しづらくなり旅行速度が低下する．その結果，旅行時間に遅れが生じる．特に，速度が低い車両を追い越すことができない往復2車線道路では，その影響が大きい．

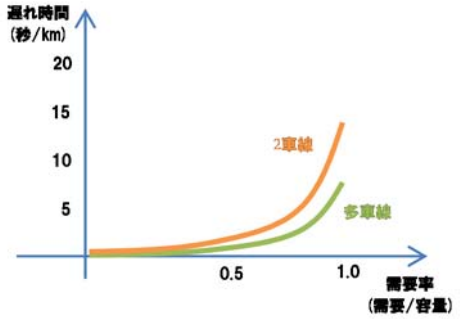


図 3-6-16　需要率と遅れ時間の関係

i) 潜在性能の照査の場合

単路における交通量による遅れは0となる．なぜなら交通量がほぼ0とみなせる場合の走行が他車が存在せず自由に走行できる場合と等価であるからである．

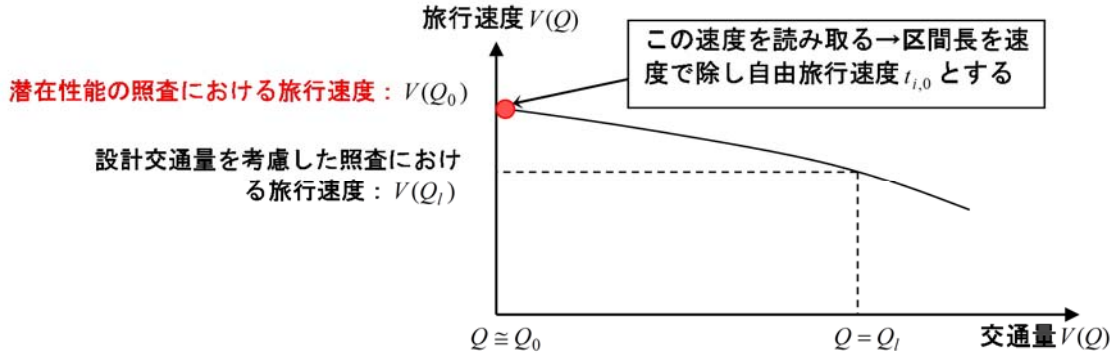


図 3-6-17　潜在性能の照査における旅行速度

自由走行時の旅行時間を求めるには，Q-V曲線が縦軸と交差するときの旅行速度で対象区間の距離を除せば良い．

ii) 設計時間交通量を考慮する照査の場合

与えられた設計時間交通量(6-2参照)をもとに，交通量と旅行速度の関係から旅行速度を求める．区間長を旅行速度で除すことにより旅行時間を求める．需要を考慮しない場合の旅行時間からの増分が，単路における交通量による遅れに相当する．

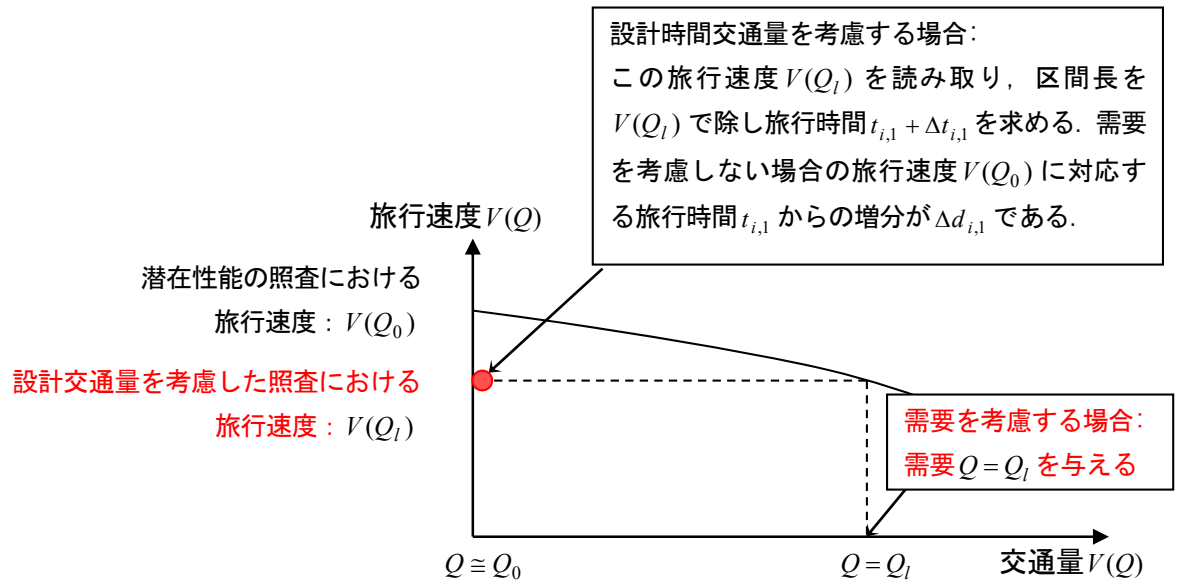


図 3-6-18　設計交通量を考慮した照査における旅行速度

(b) 代表交差点における停止遅れ

代表交差点での停止遅れは，当該交差点に接近した際に信号青現示であり全く停止または減速することなく通過できる場合を0とする．自由走行の場合に対して赤現示の影響で生じる遅れをWebsterの遅れ式(式(3-6-9))に基づいて計算する．

$$w=\left[\frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)}+\frac{x}{2SC(g-\rho)}-0.65\frac{x^{\frac{4}{3}+5g}}{SCg^{\frac{2}{3}}}\right]C \qquad (3\text{-}6\text{-}9)$$

ここに，

S ：飽和交通流率

q ：流入交通量

$\rho\left(=q/S\right)$ ：交差点流入部の需要率

R ：その交通が当面する赤信号時間長(ロス時間を含む)

C ：サイクル長

$g\left(=\frac{G}{C}=\frac{C-R}{C}\right)$ ：信号スプリット

である．

このうち第3項は，$x=\rho/g<1$　かつ　$SCg<1$であるので，非常に小さい値をとる．このため，ここでは第3項を無視して以下の式により，1台あたりの平均遅れ時間を設定する．

$$w=\frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)}C+\frac{x}{2S(g-\rho)} \qquad (3\text{-}6\text{-}10)$$

i) 潜在性能の照査の場合

潜在性能の照査においても，代表交差点での信号遅れは存在する．他車が全く存在しない場合でも信号赤現示に遭遇することがあり得るからである．

潜在性能の照査においては，代表交差点における信号遅れは青時間比とサイクル長のみで決まる．**式(3-6-10)**においてq=0とおけば(自動的にρ=0およびx=0),

$$d_{i,2}=\left[\frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)}+\frac{x}{2SC(g-\rho)}\right]C=\left[\frac{(1-g)^2}{2(1-0)}+\frac{0}{2SC(g-0)}\right]C$$
$$=\frac{(1-g)^2C}{2} \qquad (3\text{-}6\text{-}11)$$

となる．

ii) 設計時間交通量を考慮した照査の場合

設計交通量を考慮した照査においては，代表交差点における交通量の増分による信号遅れ$\Delta d_{i,2}$をWebsterの遅れ式(**式(3-6-12)**)に基づいて求める．サイクル長および青時間比を代入し，さらに，交通需要Q=Q_lをqとみなして求まる交差点流入部の需要率を代入すればよい．**図3-6-19**はWebsterの式に基づき，いくつかの交差点流入部の需要率と青時間比に対して，サイクル長と遅れの関係を図示したものである．これらの図表を用いて遅れ時間を求めても良い．

$$w=\frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)}C+\frac{x}{2S(g-\rho)} \qquad (3\text{-}6\text{-}12)$$

ここに，

S ：飽和交通流率

q ：流入交通量

$\rho(=q/S)$ ：交差点流入部の需要率

R ：その交通が当面する赤信号時間長(ロス時間を含む)

C ：サイクル長

$g\left(=\frac{G}{C}=\frac{C-R}{C}\right)$ ：信号スプリット

である．

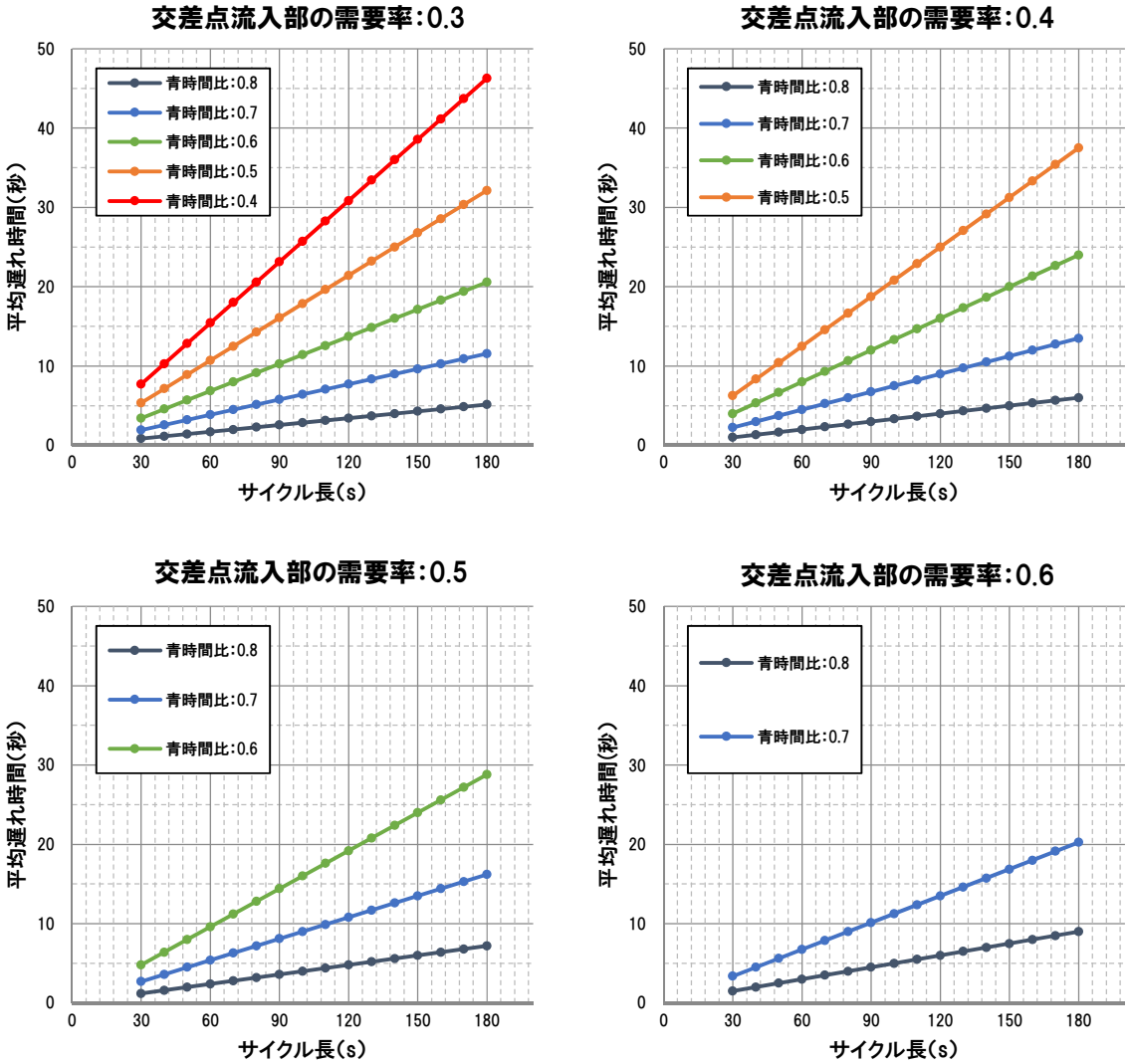


図 3-6-19　サイクル長と平均遅れ時間の関係

iii) ラウンドアバウトの場合

今後普及が見込まれるラウンドアバウトについての，需要を考慮する場合の遅れの計算方法についても言及しておく．ラウンドアバウトにおける遅れは，①環道に進入するまでに生じる遅れと，②環道部を低速で迂回することによって生じる遅れ(幾何構造遅れ)から構成され，図3-6-20のように，流入部の交通量と環道内の交通量との関係によって，平均遅れ時間は変化する．

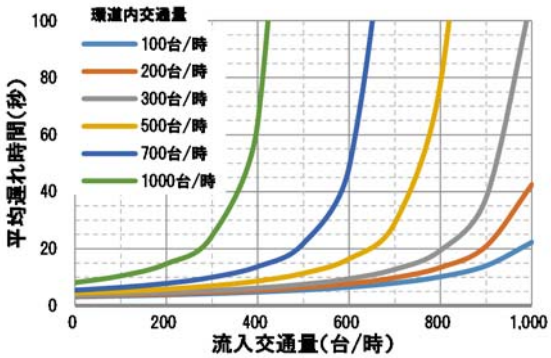


図 3-6-20　流入交通量と平均遅れ時間の関係

(c) 沿道状況等による遅れ

沿道状況等による遅れ$d_{i,3}$の計算方法を述べる．

沿道状況等による遅れは，幹線道路と細街路との交差点での停止，沿道施設へのアクセスやバス停での停止車両の回避，道路線形や勾配といった道路構造など様々な要因によって生じると考えられる．ここでは，信号交差点密度，道路構造，中央分離帯の有無，のみの影響について考慮するものとし，今後の実務・研究分野の発展状況に応じて考慮する．ここでは特に沿道条件等による遅れが「信号交差点密度」のみで構成されているとする．

一般道路では，幹線道路同士が交わる代表交差点(キー交差点)のほかにも，幹線道路と細街路との交差点(マイナー交差点)や，歩行者用横断歩道といった信号交差点が存在する．

これら交差点では，代表交差点を基準に信号の系統制御が行われている場合が多く，代表交差点のような大きな遅れは生じないが，信号交差点数が多くなるにしたがい停止する確率が高くなり，遅れが発生しやすくなる．このため，信号交差点の数を少なくし，密度を低くすることで，遅れ時間が小さくなる．

(マイナー)信号交差点による平均遅れ時間は，センサス基本区間iにおける(マイナー)信号交差点密度を与え，近似曲線との交点を左にたどって平均遅れ時間を読み取り(近似式に代入してもよい)，センサス基本区間の区間長を乗じ，$d_{i,3}$を求める．

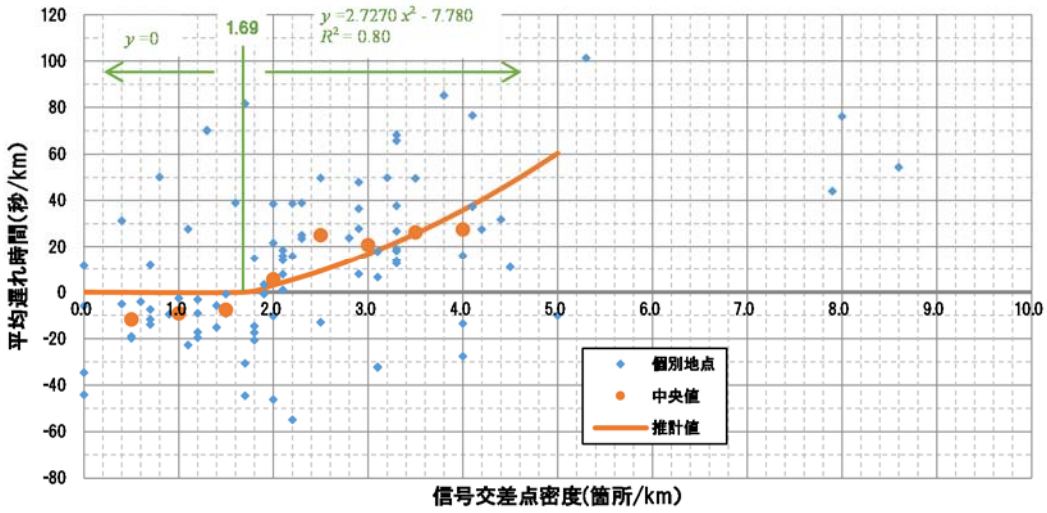


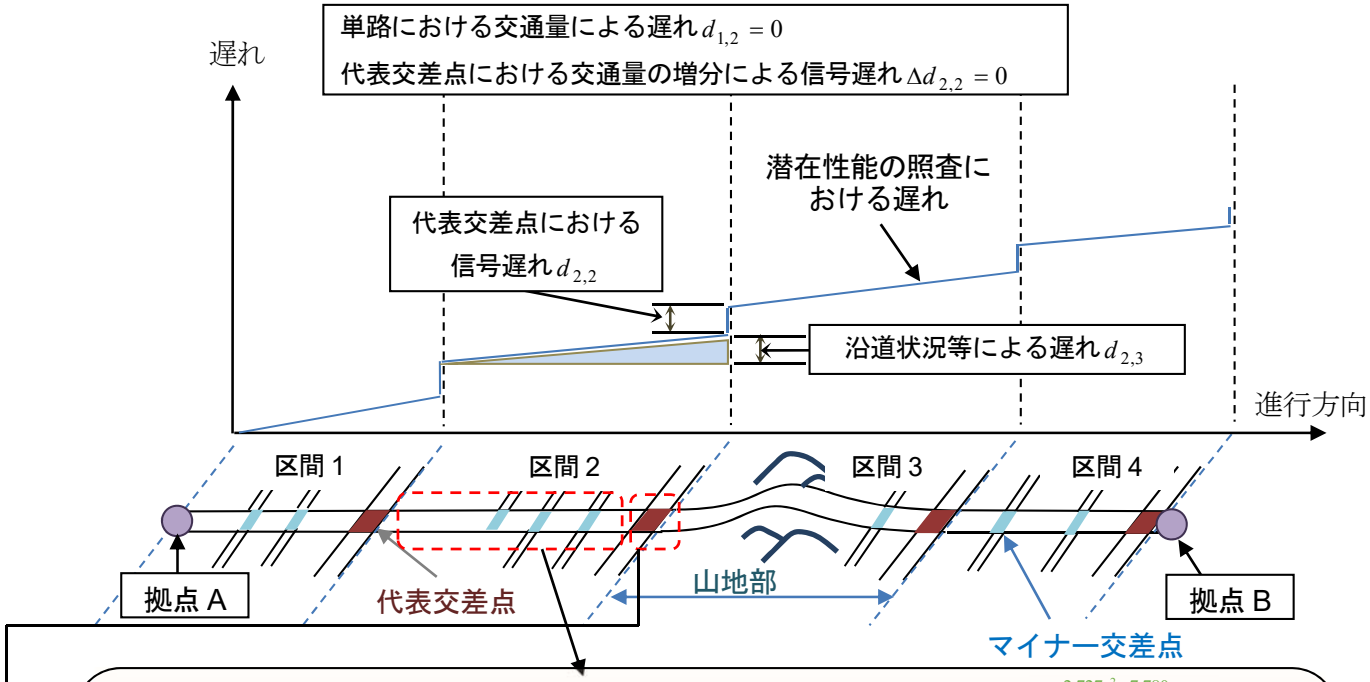
図 3-6-21　信号交差点密度と平均遅れ時間の関係

一般道の旅行時間は，自由走行時の旅行時間T，自由走行からの遅れDからなるものとする．遅れは(a)単路における交通量による遅れ，(b)代表交差点による信号停止遅れ，(c)沿道条件等による遅れの三種類からなるものとする．以降では，i)潜在性能の照査，ii)設計交通量を考慮した照査における三つの遅れの解説・計算例を図3-6-22および図3-6-23を基に示す．

図3-6-22および図3-6-23は拠点Aから拠点Bまで4つの道路交通センサス基本区間から構成され，AからBまでを旅行することを想定している．各基本区間には代表交差点が1つ含まれており，各基本区間の下流端に位置することを想定している．

i) 計算例：潜在性能の照査

潜在性能の照査における3つの遅れについて照査を考える．需要をほぼ0とみなしたときの3つの遅れについて解説・計算例を示す．



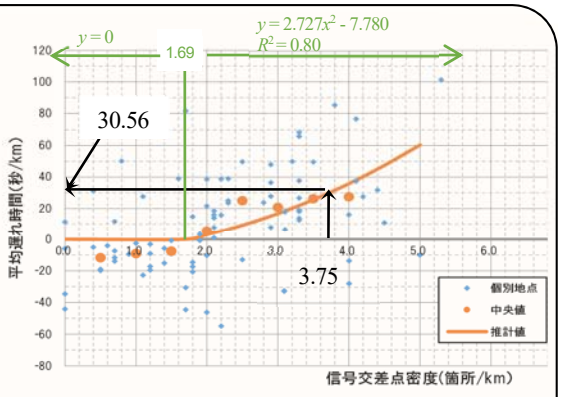
＜区間２の計算例　沿道状況等による遅れ＞

信号交差点密度と平均遅れ時間は下式で与えられるとすると，

マイナー交差点数：3

区間２の区間長：0.8km

信号交差点密度
3／0.8 = 3.75 [個/km]



$$y = 2.727x^2 - 7.780$$

$$y = 2.727 \cdot (3.75)^2 - 7.780 = 30.56 \quad [\text{秒/km}]$$

よって，区間２の沿道状況等による遅れ

$$d_{2,3} = 30.56 \cdot 0.8 = 24.5 \ [\text{秒}].$$

＜区間２の計算例　代表交差点における信号遅れ＞

g：青時間比　0.6

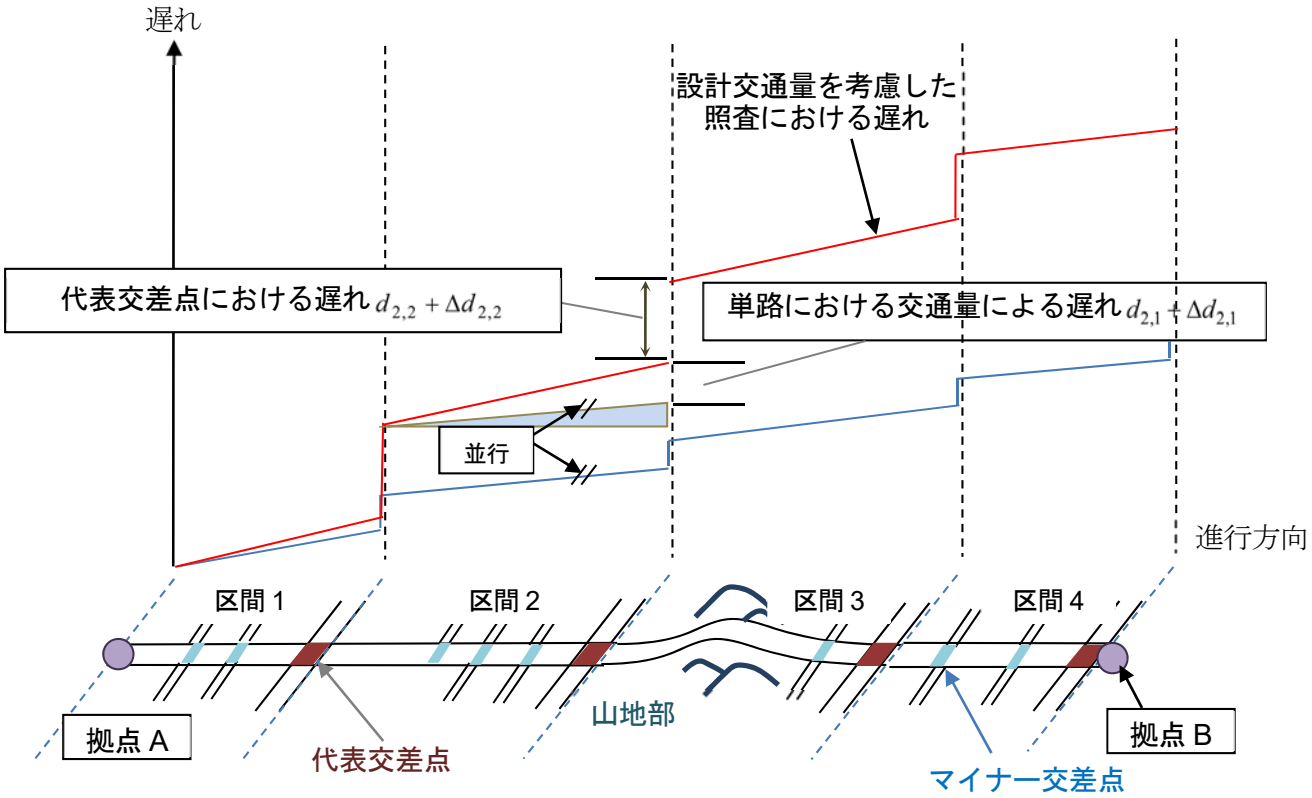
C：サイクル長　150 秒

$$w = \left[\frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)} + \frac{x}{2SC(g-\rho)} - 0.65\frac{x^{\frac{4}{3}+5g}}{SCg^{\frac{2}{3}}}\right]C \cong \left[\frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)} + \frac{x}{2SC(g-\rho)}\right]C = \left[\frac{(1-g)^2}{2(1-0)} + \frac{0}{2SC(g-0)}\right]C = \frac{(1-g)^2}{2}C$$

$$= \frac{(1-0.6)^2}{2} \cdot 150 = 12[\text{s}]$$

図 3-6-22　計算例：潜在性能照査の場合

ii) 計算例：設計交通量を考慮した照査



＜区間２の計算例　沿道状況等による遅れ＞

信号交差点密度と平均遅れ時間が右のように与えられるとすると，

マイナー交差点数：3

区間２の区間長：0.8km

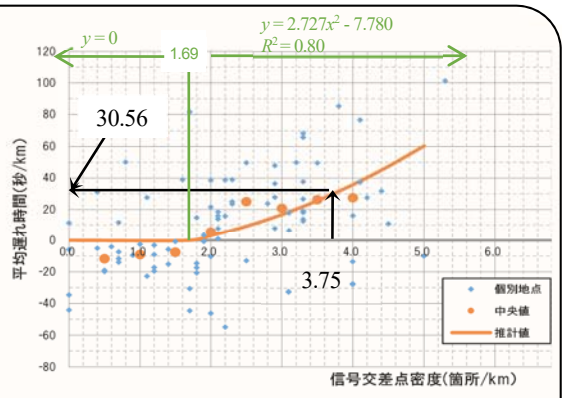
信号交差点密度
3／0.8 = 3.75 [個/km]

$y = 2.727x^2 - 7.780$

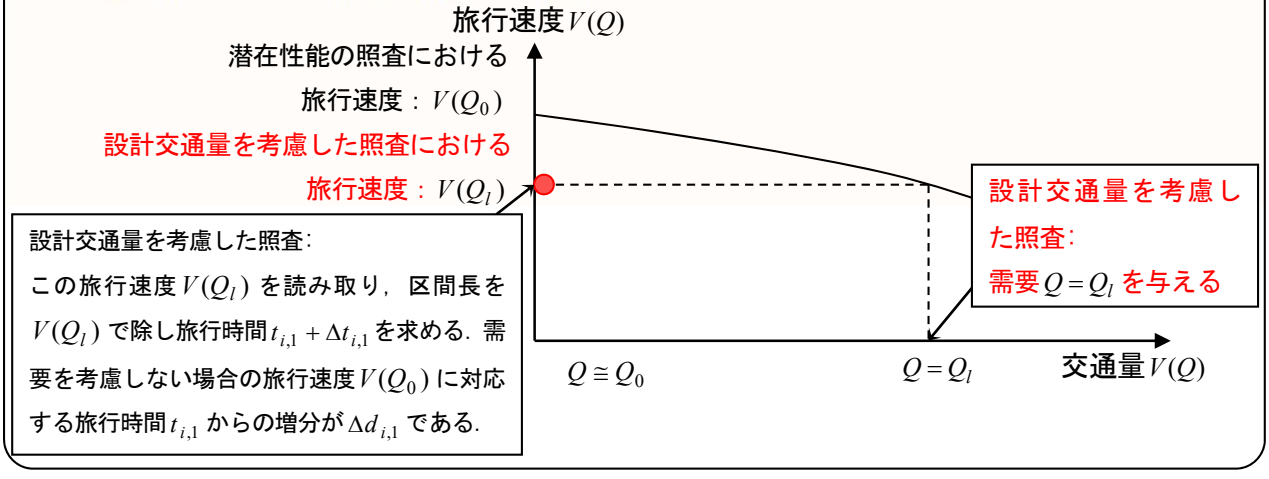
$y = 2.727 \cdot (3.75)^2 - 7.780 = 30.56$ [秒/km]

よって，区間２の沿道状況等による遅れ

$d_{2,3} = 30.56 \cdot 0.8 = 24.5$ [秒].



＜区間２の計算例　交通量の増分による遅れ＞



＜区間２の計算例　代表交差点における交通量の増分による信号遅れ＞

6-2 で設定された交通需要(設計時間交通量)を交差点流入部の交通量とし，飽和交通流率のとの比から交差点流入部の需要率を求める．この例題では $\rho = 0.4$ となったとする．サイクル長が 120 秒，青時間比が 0.6 であると，下図の通り $\Delta d_{2,2} = 16.5$ [秒]と読み取れる．

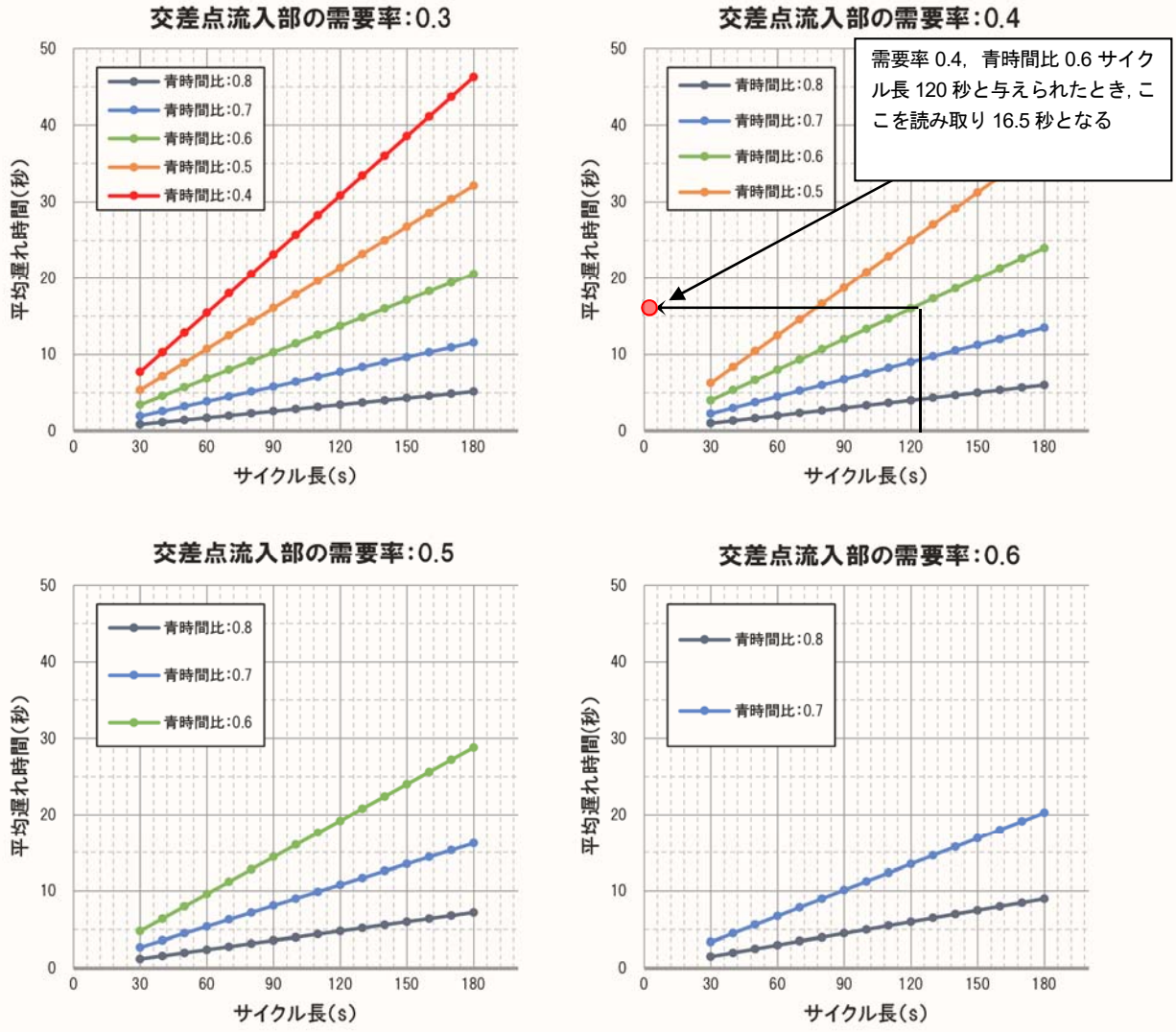


図 3-6-23　計算例：設計時間交通量を考慮した照査の場合

《信号交差点密度と平均遅れ時間の関係に係る参考資料》

(a) 分析対象

H22道路交通センサスの旅行速度データ等の各種データを用い，信号交差点密度と遅れ時間との関係を分析する．

信号交差点密度以外の要因を排除するため，以下のような条件を設け分析対象とする区間を抽出する．なお，ここでは，交通量観測区間かつ旅行速度計測区間(プローブデータ)を対象とする．

i) 混雑度

渋滞・混雑といった交通要因によって生じる遅れを排除するため，混雑度0.8以下の区間を対象とする．

ii) 区間長

道路交通センサスの旅行速度はプローブデータを用いて整理されている．区間長が極端に短くなると，偶発的な信号等での停止の影響を受けやすくなり，旅行速度データの信頼性が低くなる恐れがある．このため，区間長は0.5km以上とする．

iii) 道路構造

道路状況に関する調査項目に対して以下のような抽出条件を設けることで，遅れに起因する様々な要因の影響を排除する．

表 3-6-3　抽出条件

センサス調査項目	抽出条件	備考（排除した影響要因）
指定最高速度	40km/h 以上	走りやすさ
改良済み区間延長率	100%	
車道幅員	3.0m 以上	
混雑度	0.8 以下	
付加車線及び登坂車線設置箇所の有無	設置なし	縦断勾配
両側自転車歩行者道設置延長率	100%	歩行者/自転車
バス路線延長率	0%	バス
軌道の有無	軌道なし	路面電車等
右折専用車線の有無	右折専用車線あり，右折禁止	右折待ち行列
中央分離帯 種類	物理的分離	右折による沿道アクセス
中央分離帯 設置状況	区間全体に設置	
鉄道との平面交差箇所の有無	平面交差箇所なし	踏切待ち

その結果，92区間が抽出された．抽出された区間の概要は以下のとおりである．

表 3-6-4　抽出された区間の概要

総計	車線数				代表沿道状況				アクセスコントロール		指定最高速度(km/h)			区間長(km)				
	2車線	4車線	6車線	10車線	DID地区かつ商業地域	DID地区(商業地域除く)	その他市街部	平地部	部分出入制限	出入自由	40	50	60	0.5～1.0	1.1～2.0	2.1～3.0	3.1～4.0	4.1～
92	2	81	8	1	11	16	12	53	4	88	7	46	39	47	38	4	3	0
100%	2.2%	88.0%	8.7%	1.1%	12.0%	17.4%	13.0%	57.6%	4.3%	95.7%	7.6%	50.0%	42.4%	51.1%	41.3%	4.3%	3.3%	0.0%

(b) 遅れ時間の推定

自由走行時に生じる遅れ(D_f)を以下の**式(3-6-13)**にて推定する．

本分析にて抽出した区間は，信号交差点密度以外の遅れに起因する要因を排除している．よって，ここではD_f を信号交差点密度によって生じる遅れと仮定する．なお，代表交差点で生じる遅れD_{signal} は，Websterの遅れ式により推定する．

$$D_f = \left(L / V_{travel} \times 3600 - D_{signal} \right) - L / V_0 \times 3600$$
$$d_f = D_f / L \qquad (3\text{-}6\text{-}13)$$

ここに，

D_f：自由走行時に生じる遅れ [秒]

D_{signal}：代表交差点で生じる遅れ [秒]

L：区間長 [km]

V_{travel}：旅行速度 [km/h]

V_0：指定最高速度 [km/h]

d_f：単位距離あたりの自由走行時に生じる遅れ [秒/km]

である．

i) 旅行速度(V_{travel})の設定

道路交通センサスには，混雑時旅行速度，非混雑時旅行速度，昼間12時間平均旅行速度の3種類の旅行速度が，それぞれ上下方向別に整理されている．

代表交差点で生じる遅れ(D_{signal})の推定には交通量が必要となるため，旅行速度と対応した交通量が特定できる昼間12時間平均旅行速度を用いることとする．なお，一般的に代表交差点が存在する方向は，逆方向と比べて旅行速度が低くなる．よって，各区間の旅行速度を方向別に比較し，旅行速度の低い方向の昼間12時間平均旅行速度を分析対象とする．

ii) 代表交差点で生じる遅れ(D_{signal})の設定

Websterの遅れ式により，交差点での平均遅れを推定するためには，代表交差点のサイクル長，青時間比，飽和交通流率，流入交通量が必要である．

代表交差点の青時間比および流入交通量は，道路交通センサスの値を用いる．このとき流入交通量は，旅行速度が低い方向の昼間12時間交通量とする．一方，代表交差点のサイクル長は，仮に150秒(2分30秒)とする．また，飽和交通流率は，全て直進車両(2000台/h/車線)と仮定し，車線数との積によって設定する．

iii) 遅れ時間の推定結果

上記により推定した，各個別地点の単位距離あたりの自由走行時に生じる遅れ(d_i)を**図3-6-24**に示す．また，遅れ時間の傾向を明確にするため0.5箇所/kmごとに集計し中央値を求め，併せて整理する．

信号交差点密度が高くなるにつれ，遅れが大きくなることがわかる．なお，遅れが0秒/km以下の区間も存在するが，これは道路構造等の走行環境が良く指定最高速度以上で自由走行できるためと考えられる．

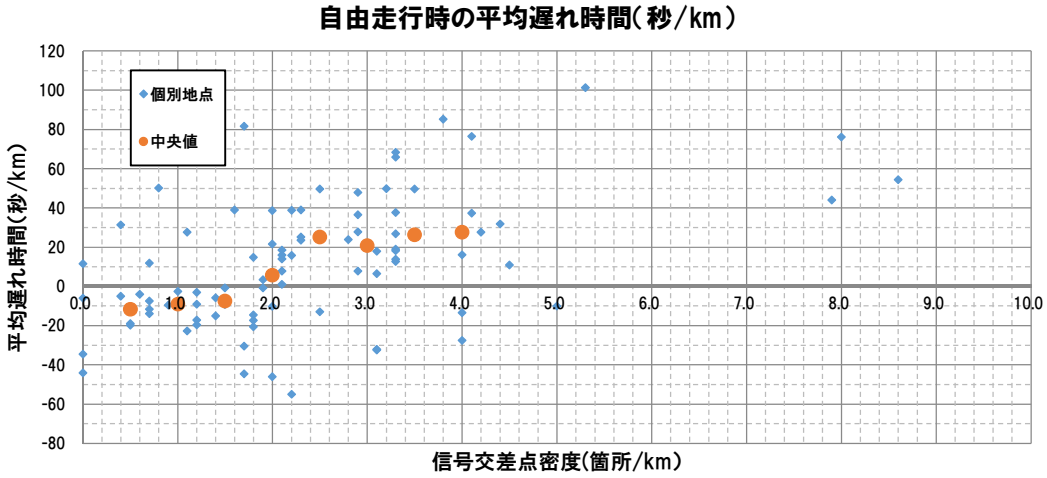


図 3-6-24　信号交差点密度と平均遅れ時間の関係

上記の傾向を一般化するため，中央値をもとにモデル式を推定する．なお，信号交差点密度が0箇所/kmならば，遅れが生じる要因がなく遅れ時間は0秒/kmとなる．また，信号交差点密度が高くなればなるだけ，信号で停止する確率が高くなり遅れ時間も大きくなると考えられる．よって，モデル構造として原点を通過する2次関数を仮定する．

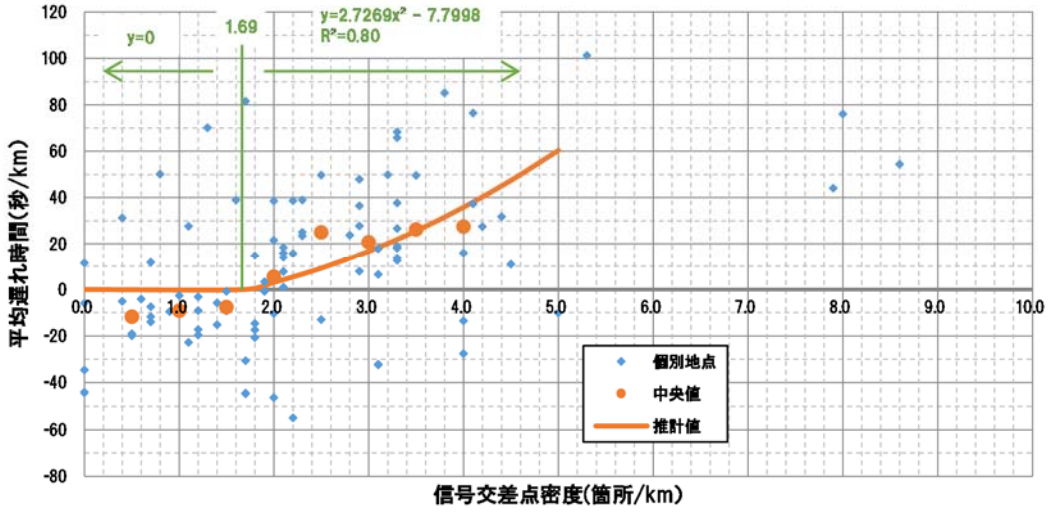


図 3-6-25　信号交差点密度を説明変数とした平均遅れ時間推定式

6 章の参考文献

1) 交通工学研究会：平成 22 年度道路交通センサス一般交通量調査，2012.
2) 内海泰輔，中村英樹，渡辺将光：性能照査型道路計画設計のための年間を通じた時間交通需要変動推計手法の構築，土木計画学研究・論文集，Vol.24，pp.825-834，2007.
3) 中村英樹，大口敬，桑原雅夫，森田綽之，尾崎晴男：道路機能に対応した性能目標照査型道路計画・設計手法論の研究開発，道路政策の質の向上に資する技術研究開発，新道路技術会議成果報告レポート No.17-3，2008.
4) 交通工学研究会：改訂　平面交差の計画と設計　基礎編　第 3 版
5) 交通工学研究会：交通調査実務の手引，pp.79-86
6) 鹿田成則，片倉正彦，大口敬，河合芳之：信号交差点における飽和交通流率と車線幅員の関係について，土木計画学研究・論文集 No.5，2001.
7) 桜田陽一, 越正毅, 桑原雅夫:信号交差点の交通容量とサイクル長の関係に関する一考察，土木学会第 43 回年次学術講演会(昭和 63 年 10 月)
8) 葛西誠，小田崇徳，内海泰輔，泉典宏，山川英一：一般道性能照査のための性能曲線推定法，土木計画学研究・講演集，Vol.51，2015.
9) Webster, F. V.: Traffic Signal Settings, Road Research Technical Paper, No.39, Her Majesty’s Stationery Office, London, 1958.
10) 下川澄雄，森田綽之，小山田直弥：一般道路の道路構造が旅行速度に及ぼす影響に関する実証的分析，交通工学論文集，Vol.1，No.2，pp.A_19-A_25，2015.

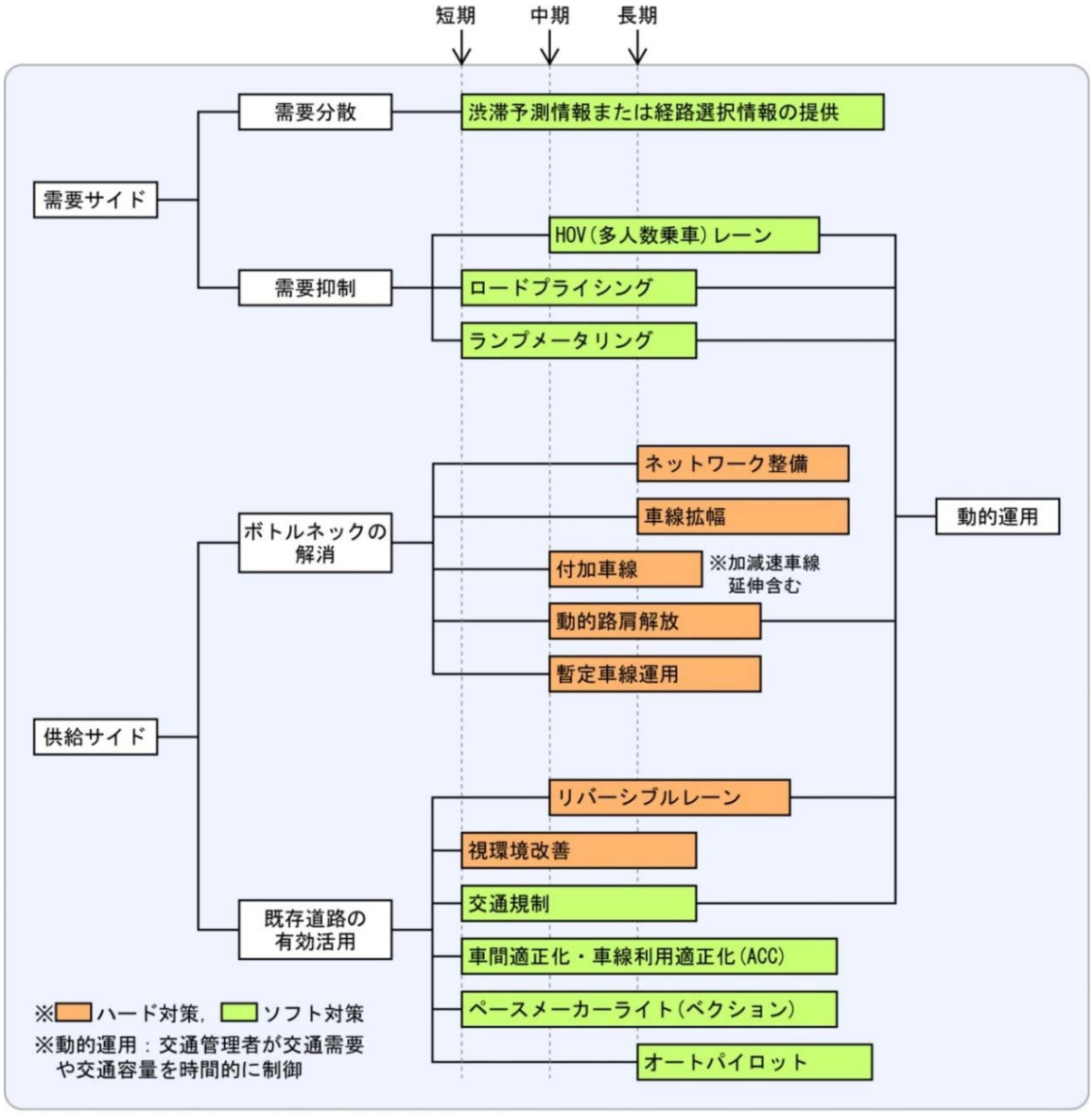
7　性能達成に向けた改善検討

道路を階層化することによって目標性能を実現するためには，利用主体，交通性能など各道路階層(区間)の役割を明確にしたうえで，適切な道路構造や交通運用を採用すること，またそれらの適切な組み合わせを検討することが重要である．

ここでは，階層区分に応じた道路構造の工夫事例及び交通改善の対策事例を紹介する．

(1) 道路分類 A

自専道等における道路構造の工夫事例と交通改善の対策事例は，渋滞対策を中心に紹介する．なお，参考として，道路構造の改変が困難な場合におけるソフト対策事例もあわせて紹介する．



注）短期：道路改築が少なく、実施までの調整が比較的容易
中期：中規模な道路改築、または実施までの調整や新たな技術開発が必要
長期：大規模な道路改築や新たな道路の新設、または実施までに広範な調整が必要

図 3-7-1　自専道等の交通改善対策事例

(a) ネットワークの整備

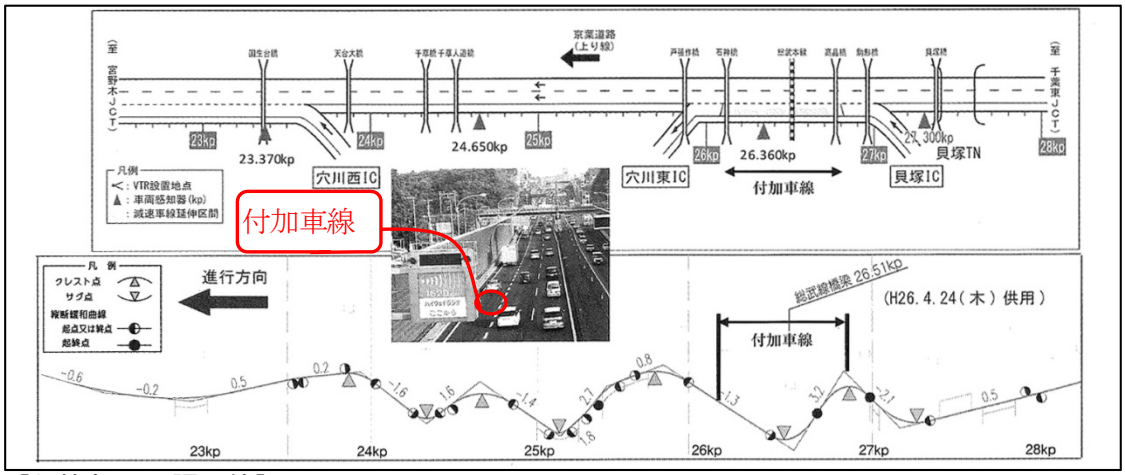
交通需要の空間的分散を図るハード対策としてネットワークの整備がある．環状道路として機能する場合であれば，中心部の交通需要を迂回させる効果もある．また，情報提供と組み合わせれば，動的な交通需要のコントロールも可能である．

(b) 車線拡幅

交通容量の増加を狙い拡幅等により車線数を増加させるものである．

(c) 付加車線

交通容量の増加を狙い拡幅等により車線数を増加させるものである．付加車線はボトルネックを含む前後区間に設置し，上記車線拡幅に比べて少ない投資で渋滞軽減効果を得ようとするものである．加速車線や減速車線の延伸もこれにあたる．



［対策効果・課題等］

対策メニュー	効　　果	課　　題	媒体
付加車線 〔NEXCO〕	・ 加減速車線の延伸は、ほぼ渋滞解消。 ・ 単路部の付加車線ではQcが約1%アップ、Qjが3～5%アップ。	・ 付加車線始点、終点の決定手法。 ・ 付加車線の横断構成。 ・ 付加車線の案内標識。 ・ 下流への渋滞先送り対策。	・ 道路の部分改築。

図 3-7-2　京葉道路(上)穴川東～貝塚 IC 間付加車線(NEXCO の例)

(d) 動的路肩解放

海外では混雑時間帯に路肩を動的に運用している例がある．

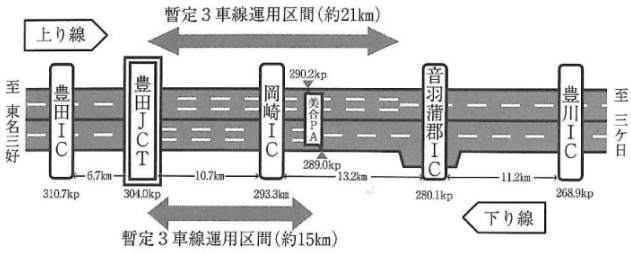
図 3-7-3　イギリスとオランダの路肩運用例

(e) 暫定車線運用

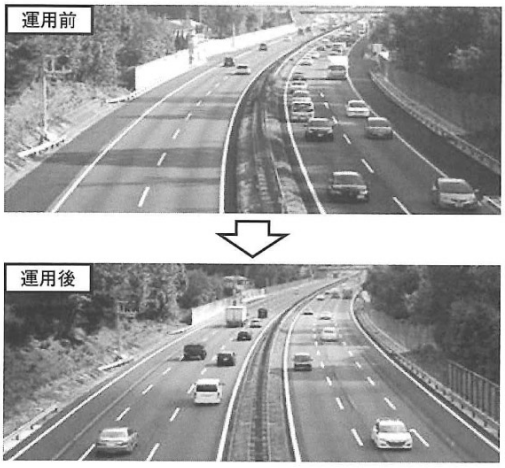
高速道路のサグ部では交通容量が低下し，ボトルネックとなる．特に，正月や盆，ゴールデンウィークといった大型連休時には需要が集中するため，通常，渋滞が発生しない区間であっても渋滞が発生しサービスレベルが低下する．

予め需要の集中が明らかであるが,それを基準に道路を設計すると過剰投資となる場合には,特定の期間中(たとえば1ヶ月間)だけ車線運用を変更し容量を拡大することによって，極力渋滞が発生しないよう工夫することも考えられる．

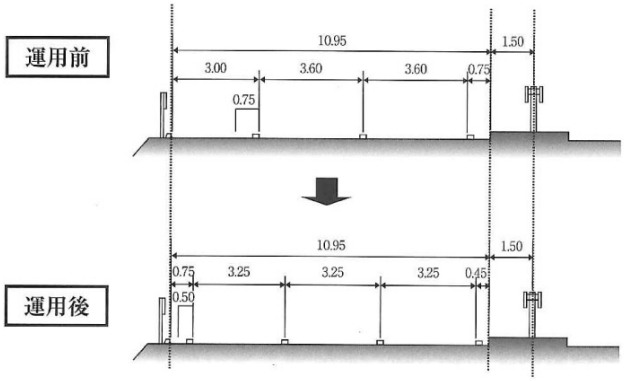
東名高速道路岡崎地区の例では，本線を拡幅することなく車線幅員や路肩幅員を縮小して車線数を増加させた結果，交通量3%増，渋滞量95%減，交通事故3割減と大きな効果がみられている．



暫定３車線運用区間の概要



運用前後の状況



運用前後の幅員構成

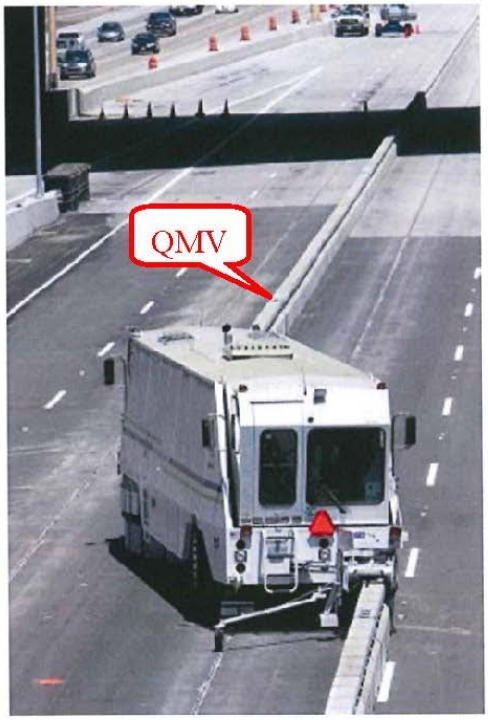
［対策効果・課題等］

対策メニュー	効　果	課　題	媒体
路肩運用 〔NEXCO〕	東名：音羽蒲郡IC～豊田JCT間の例 ・ 交通量約3%増加。 ・ 渋滞量約95%減少。 ・ 交通事故約3割減少。 ・ 正規基準による車線増に比べて供用まで時間短縮。	・ 車線幅員 3.5m→3.25m。 ・ 左側路肩幅員 3.0m→ ・ 0.75m。 ・ 非常時渋滞 400m間隔。規制速度 100km/h→60km/h。	・ 既存路肩改良。

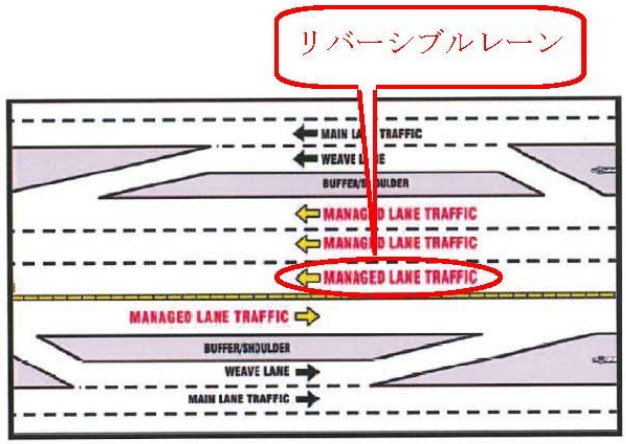
図 3-7-4　東名高速道路　岡崎地区の路肩運用(NEXCO の例)

(f) リバーシブルレーン

方向別交通量が時間帯で大きく相違する場合に中央線の変位を行うもので，上下線の車線数を可変とし需要の多い方向の車線数を増やすものである．海外では，米国，ニュージーランド，フランスで実施されている．中央線変位の作業方法や，適用日・適用時間帯の選定方法に課題がある．



バリア移動作業車の作業の様子（デモンストレーション）
左側の 3 車線運用を 2 車線運用に変えているところ。



サンディエゴの I-15 での管理レーンの運用。片方向 3 車線、反対方向 1 車線の例

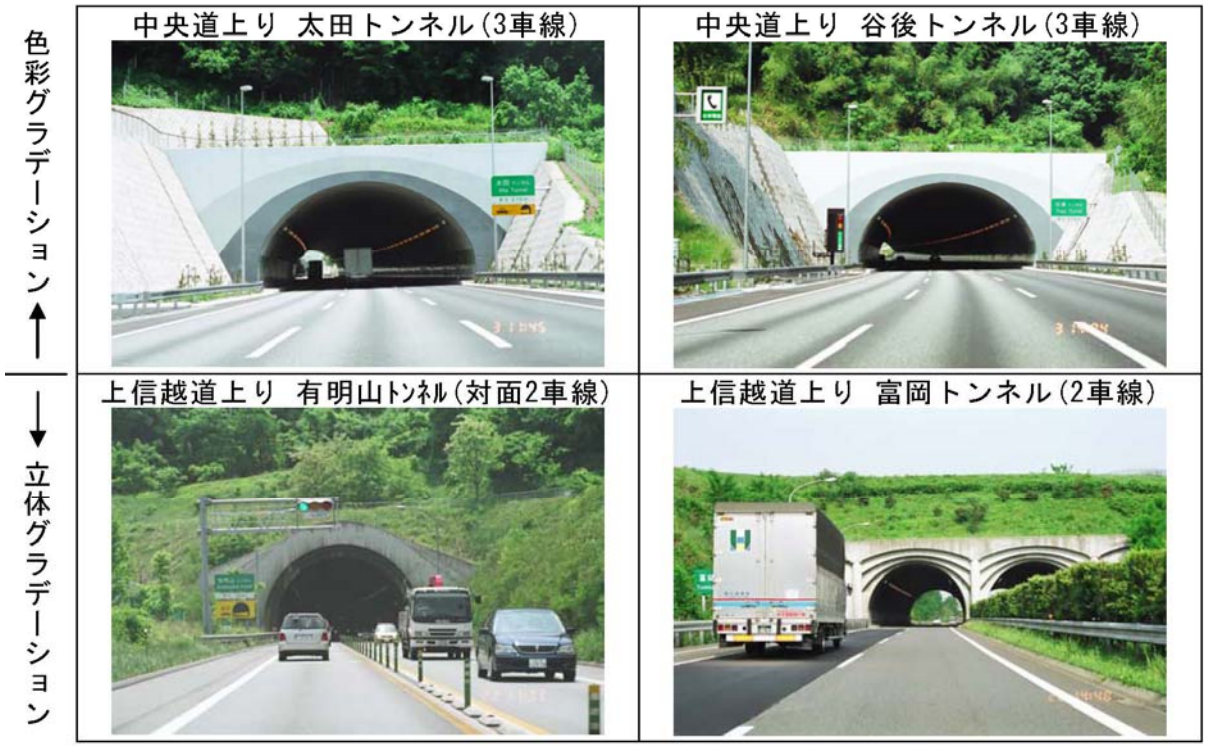
［対策効果・課題等］

対策メニュー	効　果	課　題	媒体
リバーシブルレーン 〔海外〕	アメリカでは朝夕、往復交通量に大きな差がある都市部多車線の橋梁で効果をあげている。	・ 運用時には中央分離帯（バリア）の安全で迅速な移動が必要。 （専用作業車と移動可能な専用の中央分離帯） ・ バリア移動時は一時通行止が必要。 ・ 車線数や道路幅員に余裕が必要。	・ 中分を改良。 ・ 移動可能なバリアの設置。 ・ バリア移動専用作業車。

図 3-7-5　米国で運用中のコンクリート製のバリア・ブロック
QMB(Quick-Change Movable Barrier)

(g) 視環境改善

視環境が渋滞の発生や交通容量低下に影響している場合にその視環境を改善するものである．遮音壁や植栽の改良や，トンネル坑口グラデーションやトンネル内照度変更などがこれにあたる．



［対策効果・課題等］

対策メニュー	効　果	課　題	媒体
視環境改善 （グラデーション） 〔NEXCO〕	小仏トンネル（上）対策例 ・ トンネル進入直後の速度低下が 緩和。 ・ トンネル進入直後の車頭間隔が短くなる傾向。 以上よりトンネル進入時の圧迫感緩和効果ありとしている。	トンネル進入時の圧迫感緩和に結びついても渋滞対策として効果があるかは不明。 （複合対策の1つと考えられる）	・ トンネル坑口壁面。

図 3-7-6　トンネル坑口グラデーション(NEXCO の例)

7(1)の参考資料《ソフト対策》

(h) 渋滞予測情報または経路選択情報の提供

i) 渋滞予測情報

交通混雑期を中心に，事前に渋滞予測情報を提供することにより時空間的な交通分散を図るものである．情報提供媒体はWEBサイトやリーフレット等となり，渋滞の発生が予測される日時，渋滞規模などの情報を提供する．渋滞予測情報は道路利用者自らが情報を取得するという能動的な行動を求めるものであることから，情報の伝達率が課題となる．

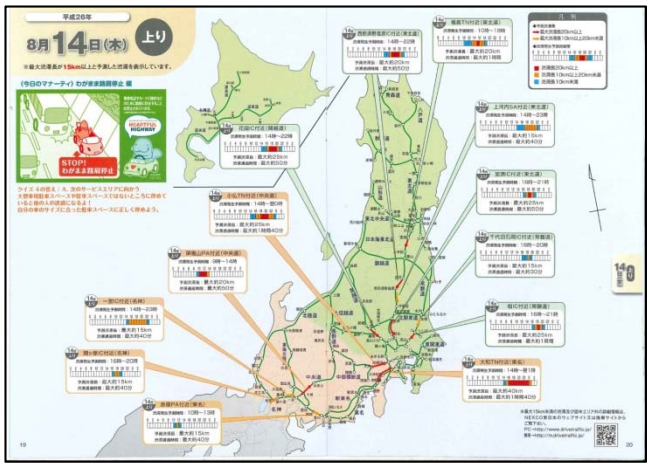


図 3-7-7　渋滞予測ガイド(NEXCO の例)

ii) 経路選択情報

交通混雑期を中心に，事前に経路選択情報を提供することにより時空間的な交通分散を図るものである．情報提供媒体はWEBサイトやリーフレット等となり，主ルートの渋滞が○○km以上の場合は従ルートの所要時間が短くなる等の情報を提供している．各経路における詳細な渋滞予測情報は道路利用者自らが情報を取得するという能動的な行動を求めるものであることから，情報の伝達率が課題となる．近年では休日の混雑時間帯に経路選択が可能なジャンクション手前において可変情報板等により所要時間を提供し，空間的な交通分散を図る試みも行われている．

図 3-7-8　経路選択情報に関するリーフレット(NEXCO の例)

(i) HOV(多人数乗車)レーン

朝夕のラッシュ時間帯に一定以上の乗員がある車両だけが運行できるレーンを設定し，交通需要の抑制を図るものである．アメリカ等で実施されているが，車線数に余裕がないと運用できないこと，HOVレーンの利用が少なければ交通容量が低下することが課題である．

図3-7-9にアメリカにおけるHOVレーンの運用例を示す．

図 3-7-9　HOV レーン(アメリカの例)

(j) ロードプライシング

課金ポイントまたは課金エリアに進入する際，料金を徴収し交通需要の抑制を図るものである．料金ポイント毎に課金額や課金対策時間が異なる．海外では，シンガポール，ノルウェー，ロンドン，ストックホルム，ドイツ等で実施されている．国内では，首都高速道路の湾岸線や中央環状線でETCを利用した割引(ディスカウント)により，他方の路線への交通誘導を促進するものがあり，広義でロードプライシングということもある．

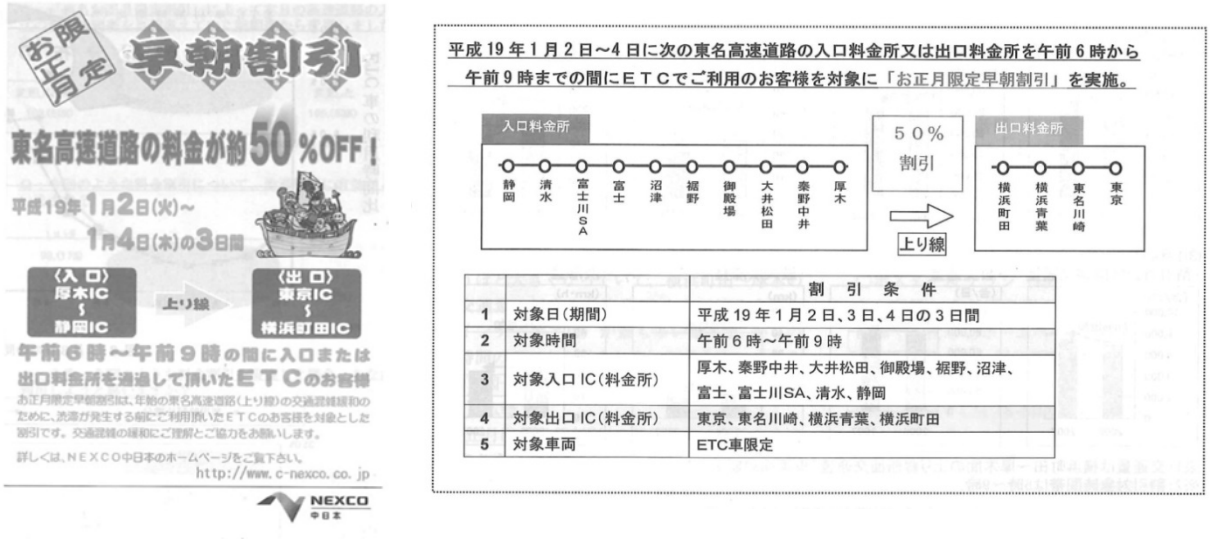


図 3-7-10　ETC を利用した料金割引(NEXCO の例)

(k) ランプメータリング

一般に流入ランプから本線へ流入する交通量，あるいは流入のタイミングを調整することをランプメータリング(ramp metering)といい，アメリカでは交通制御の重要な手段として定着している．

目的としては，①本線下流区間における渋滞発生を予防または既に発生している渋滞の解消を図ること(ボリュームコントロール方式)，②本線への合流を円滑にし，無理な流入によって発生する本線上流区間への影響及び事故等の防止を図ること(ギャップアクセプタンスコントロール方式)の二つに大別される．国内では阪神高速道路で渋滞発生後に入口閉鎖をしている例がある．

図 3-7-11　ランプメータリング(オランダの例)

(l) 交通規制

交通規制は，車線の通行を制限する「車種別通行帯指定」と「車線変更禁止」，走行速度を制限する「車線別最低速度規制」と「動的最高速度規制」に区分できる．

「車線別通行帯指定」は，速度差のある車両の混在を避け，遅い大型車は走行車線のみ，その他車両は走行車線と追越車線の両方を走行可とする運用により，各車線内の走行状態の均質化を図り，交通容量低下の抑制を狙ったものである．国内では交通安全対策としてトレーラーと大型貨物車に対し左車線通行区分規制が実施されている．

「車線変更禁止」は，サグ部のボトルネックにおいて，渋滞前の追越車線への偏りを防ぐものであり，渋滞の発生を遅らせることや，交通容量の増加を狙ったものである．路面標示により車線変更を抑制する運用で，国内では首都高速道路の合流部等において交通安全対策として実施される例が多い．渋滞対策としての運用は追越車線から走行車線への変更は可，走行車線から追越車線への変更は不可とする運用である．

「車線別速度規制」は，車線別に最低速度を設定することで速度差のある車両の混在を避けるものである．「車線別通行帯指定」と同様の目的である．

「動的最高速度規制」は，交通量と密度に応じて混雑時や渋滞直前に規制速度を通常より低く設定し，渋滞発生抑制や交通安全向上を計るものである．

表 3-7-1　交通規制対策の概要

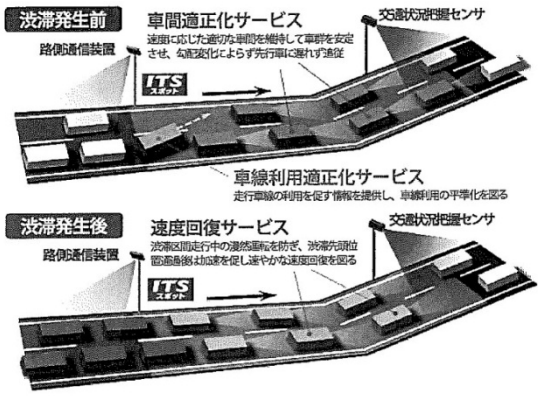
メニュー	内容(例)	対策目的
1. 車線別通行帯指定	・ 大型車は走行車線のみ利用可 ・ 中型車以下は走行・追越車線の利用可	・ 速度差のある車両の混在を避け、各車線内の走行状態の均質化を図り、交通容量低下の抑制を狙う。
2. 車線変更禁止	サグ部のボトルネックでの車線変更禁止	・ 追越から走行への変更は可、走行から追越への変更は不可とし追越への交通集中抑制を図る。
3. 車線別最低速度規制	・ 自由走行時の例 走行：80km/h以上 追越：90km/h以上	・ 「車線別通行帯指定」と同様で、速度差のある車両の混在を避け、各車線内の走行状態の均質化を図り、交通容量低下の抑制を狙う。
4. 動的最高速度規制	・ 臨界時の例 制限速度：60km/h	・ 交通量と密度に応じて混雑時や渋滞直前に規制速度を通常より低く設定し、渋滞発生抑制や交通安全向上を計る。

図 3-7-12　交通情況に応じた動的速度規制の例

(m) 車間適正化・車線利用適正化(ACC)

i) ACC による車間適正化

ACCは，上り坂やサグ部等で渋滞発生原因となる車間距離や車速を，路線車線通信技術であるITSスポット(DSRC)等を活用して制御し，渋滞軽減を図るものである．現在，東名(上下)大和トンネルサグ部で実用化に向けた実験が行われている．



サグ部交通円滑化路車連携サービスの分類

サービス実施タイミング	連携サービスのコンセプト		連携サービスの目的	
渋滞発生前	サービス1 車線利用の適正化		車線間の偏りの均一化	・追越車線利用の偏りを是正
	サービス3 車間の適正化	ボトルネック部での交通流率低下の防止 減速波の発生、増幅伝播を抑制、遮断	同一車線内のばらつきの均一化	・車間の詰まりすぎ・空きすぎを是正 ・勾配変化等に起因する車間の極端な増大・減少を抑制 ・ACCの車間制御機能を活用した、後続車への減速波の増幅伝播を抑制
	サービス4 車車間通信を活用した車群安定性の向上(CACC)			・安定した車群走行及び一様な交通流の実現
渋滞発生後	サービス2 渋滞を抜けた後の緩慢な加速の防止			・渋滞区間通過後の発進流率の低下を防止

図 3-7-13　ACC を活用した高速道路サグ部サービス

ii) 速度回復情報板による車間適正化

渋滞発生後は，ドライバーが渋滞先頭地点を認識していないことから，アクセルワークが緩慢になり，速度回復の遅れ，しいては渋滞発生後捌け交通量の低下が発生している．このため渋滞発生後捌け交通量を増加させることを目的に，上り坂やサグ部等で道路脇に情報板を設置し渋滞先頭地点を知らせる情報や速度回復を促すメッセージを提供している．

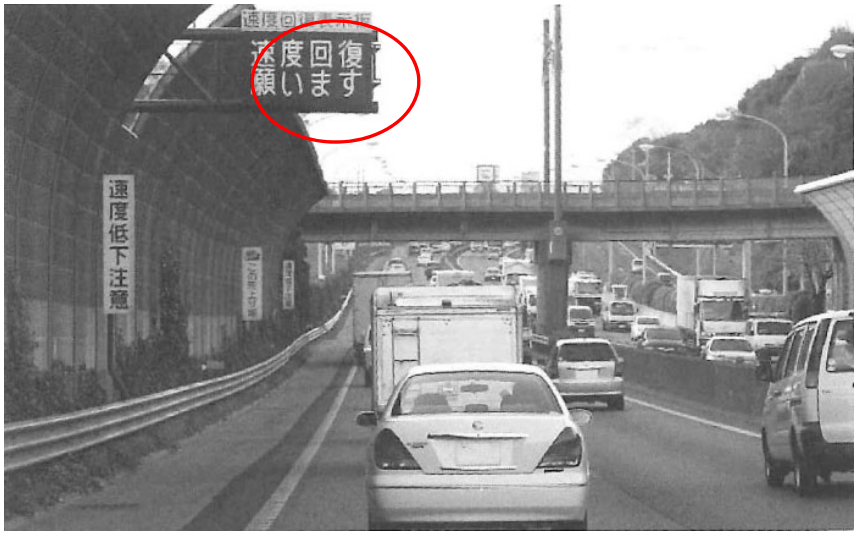


図 3-7-14　速度回復情報板(NEXCO の例)

(n) 車線利用適正化

日本では，交通量が増加するにつれて追越車線利用率が高くなり，追越車線から渋滞が発生することから，左側車線利用を促すキープレフト促進対策を実施することで，渋滞発生の抑制を図るものである．対策としては，広報によるものや，道路脇や中央分離帯に設置したLED標識によってキープレフトを促すメッセージを提供している．また，将来的にはITSスポットを用いて個人に車線利用適正化に関する情報を提供することが考えられる．

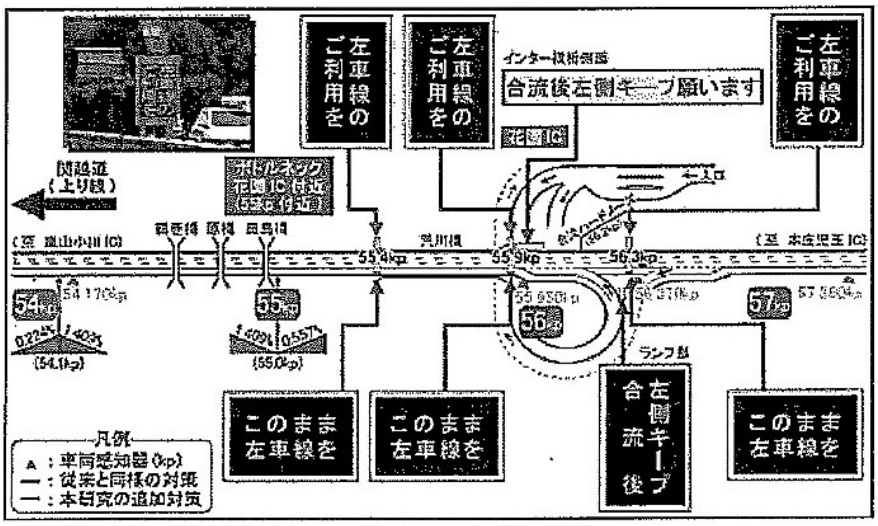


図 3-7-15　車線利用適正化(NEXCO の例)

(o) ペースメーカーライト

渋滞に繋がる速度低下の抑制や渋滞発生後の速度回復を目的に，上り坂やサグ部等で道路脇に設置したペースメーカーライト(LED発光パネル)を進行方向に流れるように発光させることにより，ドライバーが光の走行に追従し，速度低下を軽減して渋滞発生の遅延および渋滞中の速度向上を図るものである．

図 3-7-16　ペースメーカーライト(NEXCO 東京湾アクアトンネル試行例)

(p) オートパイロット

自動運転技術を用いて車間距離を制御することで，渋滞の発生を抑制するものである．

(2) 道路分類 B・C

(a) 交差点の立体化

自専道を快適に走行したにもかかわらず，一般道側の接続形式が信号交差点となっており，多くの待ち時間を余儀なくされるなど，接続形式如何によっては道路の階層性が台無しとなってしまう事例が散見される．このため，遅れ時間の低減にこだわった接続形式の採用が重要となる．遅れ時間の低減を見込むことができる交差形式の工夫例としては，ダイヤモンドIC＋ラウンドアバウトや同・下位道路交差点の主方向立体(部分立体)の活用などが挙げられる．

埼玉県春日部市の庄和インター交差点は，一般国道4号バイパス及び一般国道16号の2本の幹線道路が交差する代表交差点(キー交差点)であるが，4車線相互の幹線道路が平面交差していたため，慢性的に交通渋滞が発生していた．その対策として，国道4号側の直進本線を立体交差(オーバー)し，その他の方向については平面交差方式に改良した．

その結果，平均旅行速度が国道4 号(立野西～永沼：3.5km)で約20km/h，国道16 号(下柳～庄和町金崎：1.5km)で約10km/h と大幅に向上するとともに，遅れ時間も1～5分解消した．

路線名	走行方向	供用前		供用後		旅行速度向上率(%)
		旅行時間(分・秒)	旅行速度(km/h)	旅行時間(分・秒)	旅行速度(km/h)	
国道4号	上り(東京方向)	9分48秒	21.4km	4分45秒	44.2km	106%
	下り(小山方向)	9分46秒	21.5km	4分46秒	44.1km	105%
国道16号	内回り(大宮方向)	4分24秒	20.5km	2分43秒	33.1km	62%
	外回り(野田方向)	3分40秒	24.5km	2分34秒	35.1km	43%

供用前：平成13年6月19日(火)7:00～19:00　　供用後：平成13年9月4日(火)7:00～19:00

図 3-7-17　交差点の立体化事例

(b) 幹線道路の走行性能を担保するための右折交通処理

右折交通を処理するための専用現示を省略することで，通過交通の走行性能を向上させる方法として，Uターン方式やQターン方式と呼ばれる交通処理方法がある．

Uターンは広幅員の中央分離帯が存在する地点において効果を発揮し，交差点を通過後に中央分離帯幅を利用して反対側車線にUターンし，左折して接続道路に入る方法である．北海道では側道を利用して「宗谷ターン」という名称で運用中である．

広幅員中央分離帯のない区間でかつ並行道路の沿道が利用可能である場合には，Qターン方式と呼ばれる交通処理方法を検討する．右折したい交差点の先で左折し，並行道路を利用して左折を繰り返すことで，接続道路に入る方法である．

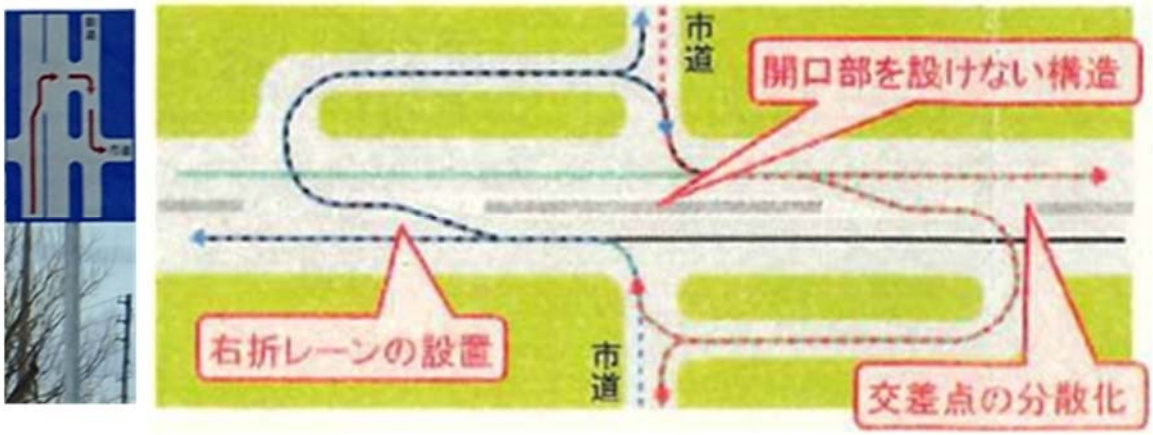


図 3-7-18　宗谷ターンの事例

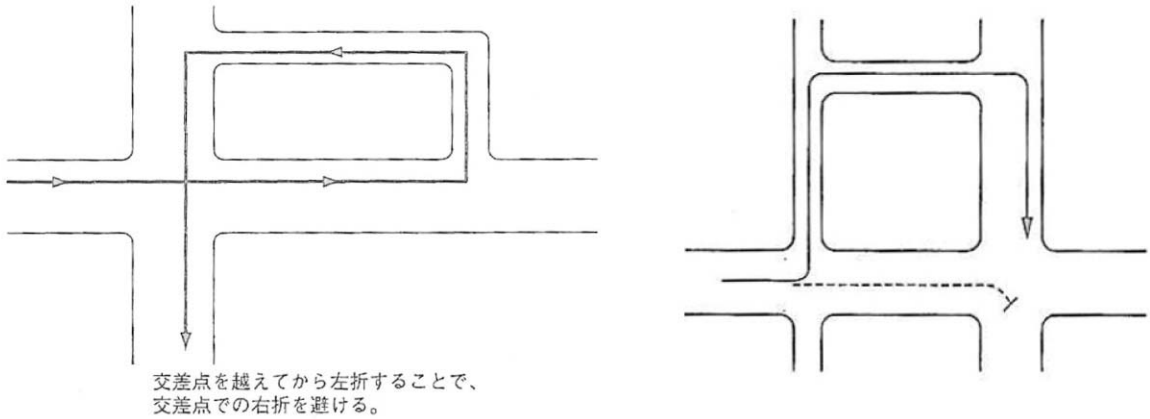


図 3-7-19　Q ターン方式の概念

(c) 幹線道路の走行性能を担保するためのアクセス道路の集約化

一般道路の走行性能を低下させる主な要因として，信号交差点が挙げられる．

このため，特に走行性能の担保が重要となる幹線道路では，アクセス道路を極力集約し信号交差点数を減らすことがポイントである．

アクセス道路を集約する方法としては，副道の設置，並行道路の活用，転回路の活用などが挙げられる．

図 3-7-20　副道の設置例

図 3-7-21　並行道路の活用例

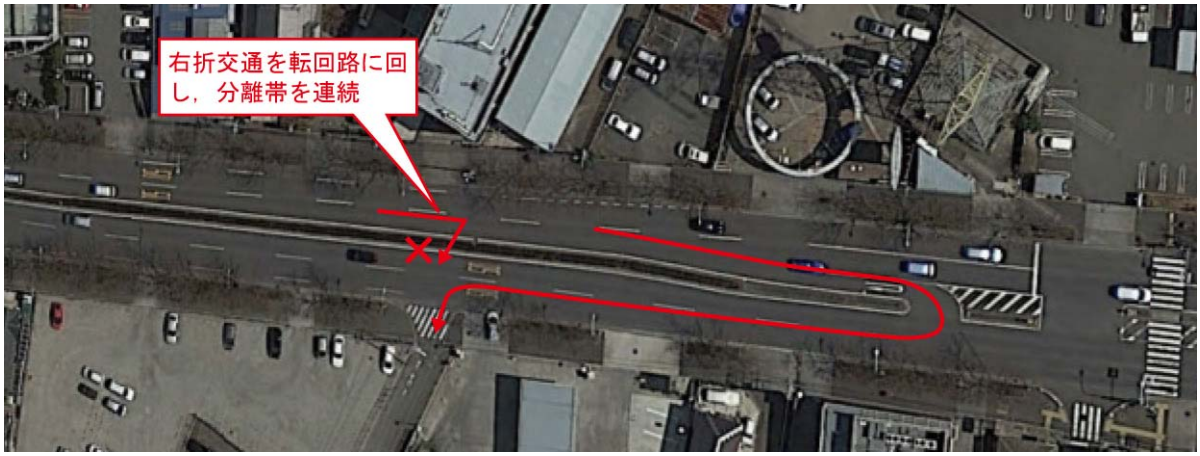


図 3-7-22　転回路の活用例

(d) 利用主体に着目した既存道路ネットワークの有効活用

都市部など比較的道路ネットワークが整備されている地域では，利用主体に応じた道路間の役割分担や，道路空間の再配分により道路の階層化が図れる．

たとえば，バイパスが整備された地域では，並行する旧道を自転車主体の道路と位置づけ，新たに自転車道のスペースを確保・再構築するといった工夫や，沿道施設の変化に対応して副道を自転車道に再配分する工夫も考えられる．

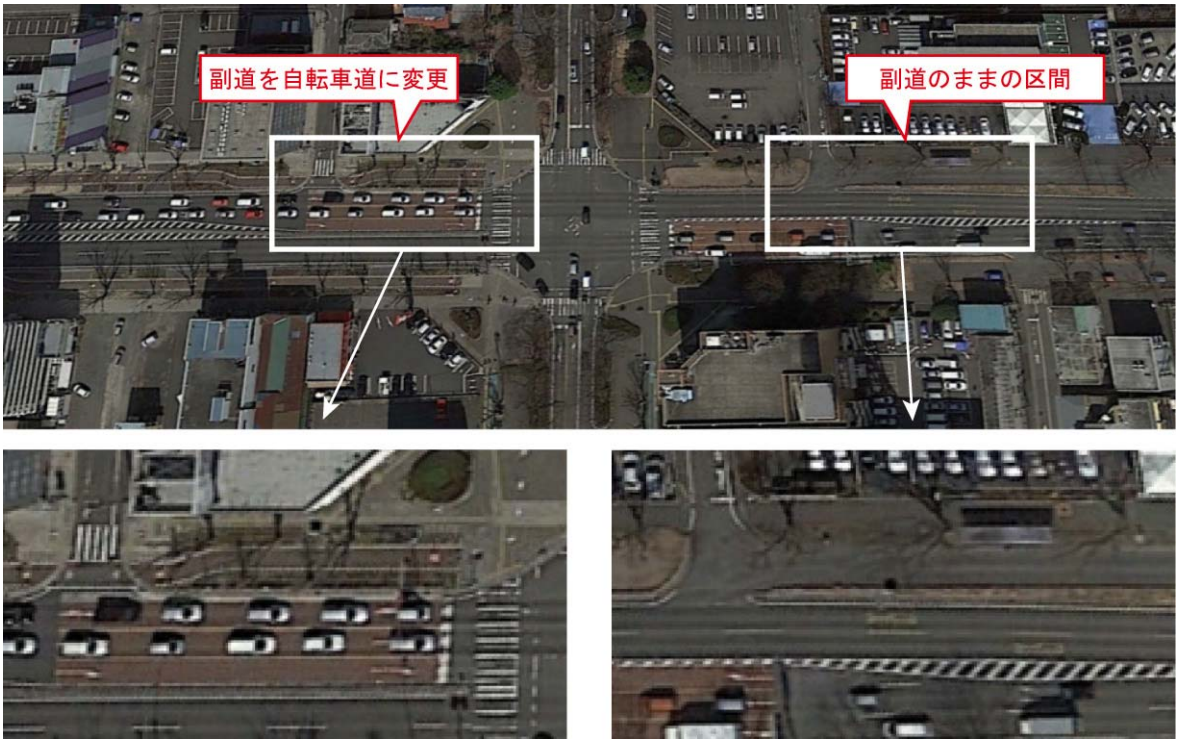


図 3-7-23　副道を自転車道に変更した再配分例

(e) 部分車線を対象とした立体交差

4車線道路において，中央よりの2車線のみアンダーパスとすることで，連結側道合流等による織り込みを排除した事例も存在する．立体交差事業で新たな用地取得が難しい箇所等では，拡幅用地を最小限とできる一部立体も考えられる．

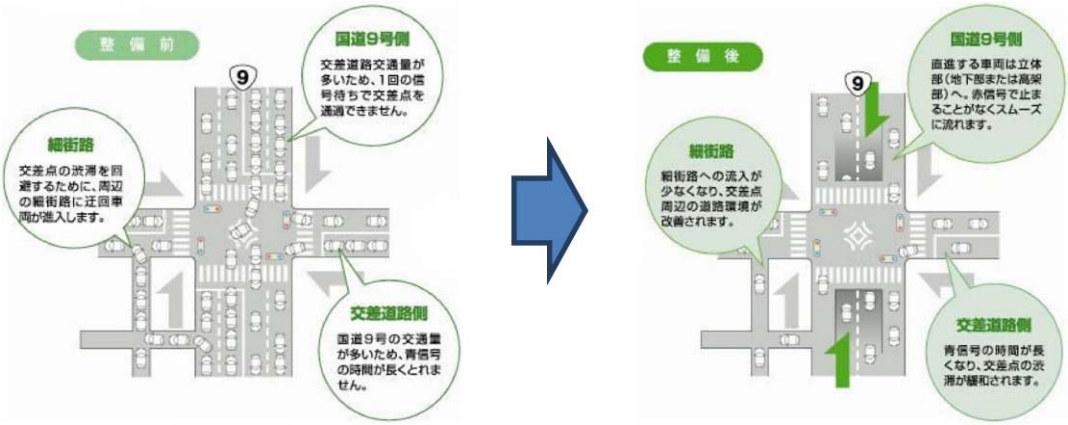


図 3-7-24　部分車線立体の例(京都府国道 9 号京都西立体)

(a)札幌市(創成川通り)

(b)中央区(晴海通り)

図 3-7-25　部分車線立体の例

(3) 道路分類 C・D

(a) ラウンドアバウトによる信号遅れ時間の削減

交差点容量等の一定条件を満たす交差点で，従道路に必要以上の青時間比を与える箇所では，重大事故の削減および災害時の停電等の影響回避の機能をも有するラウンドアバウトの採用も有効な手段である．

(a)東和町(写真提供：飯田市)

(b)野辺町(写真提供：長野県警)

図 3-7-26　ラウンドアバウトの設置事例

(4) 道路分類 D・E

(a) 通過交通の流入を抑制する道路構造

生活道路は，地域住民のための道路であり，多くの歩行者が利用する道路である．

このため，通過交通を極力排除するよう，ハンプやシケインなどを設け自動車の速度を抑制するほか，場合によってはクルドサックとすることで地域住民しか利用できない道路ネットワークとすることも有効な手段である．

図 3-7-27　植樹ます等によりシケインを設置した例

(b) 路上に捌きスペースの確保

商業地域の区画道路では，一般の路上駐車を排除して荷捌き車両のみを選択的に受け入れる等の柔軟な空間利用も有効な手段である．

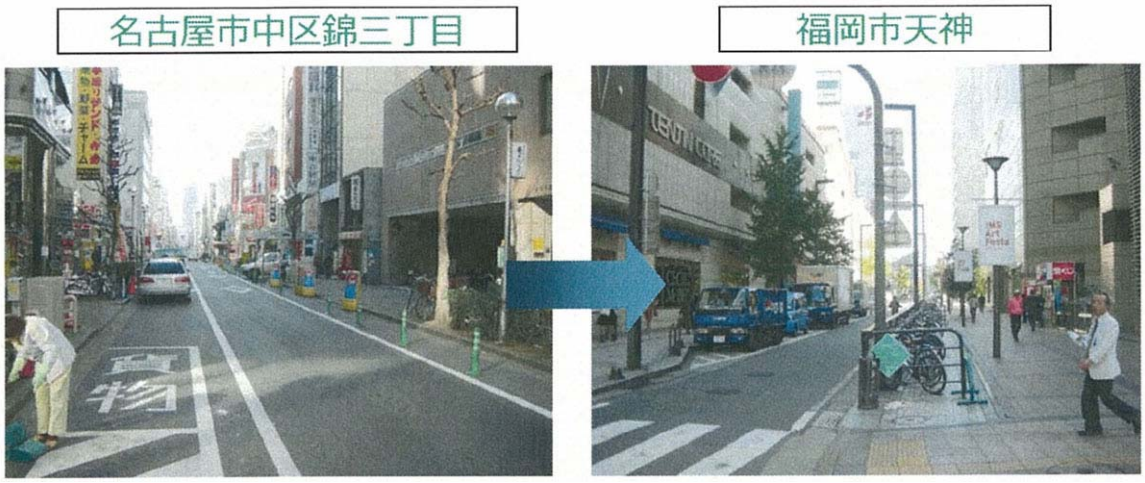
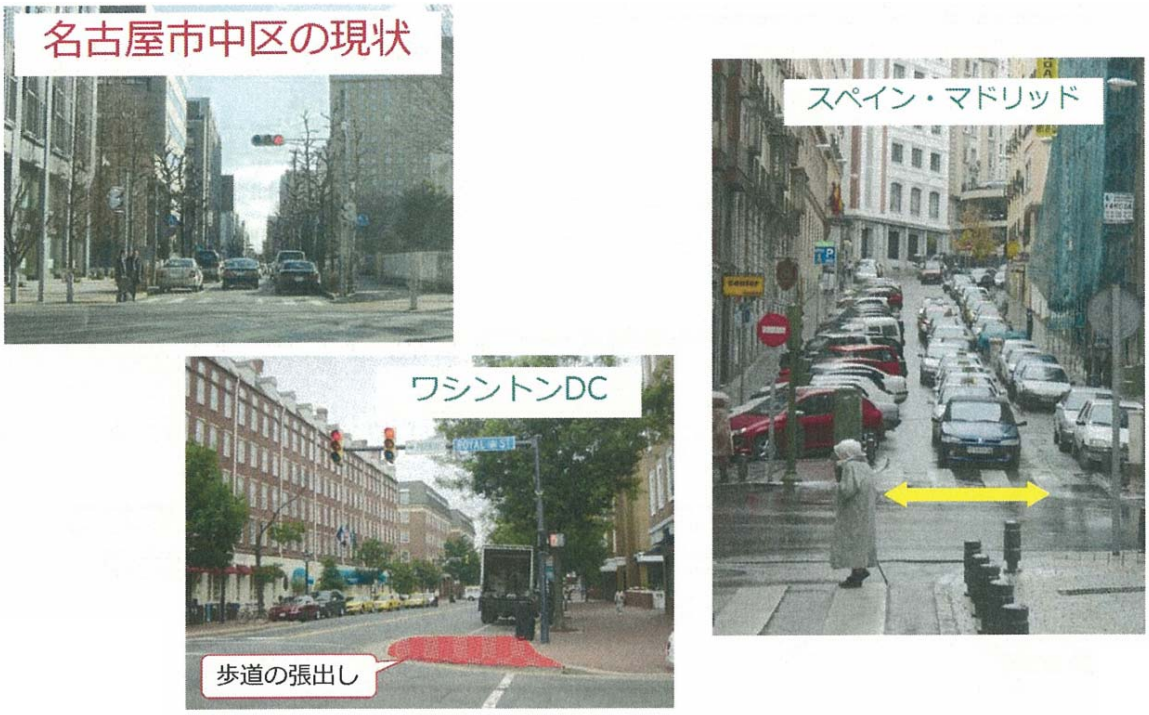


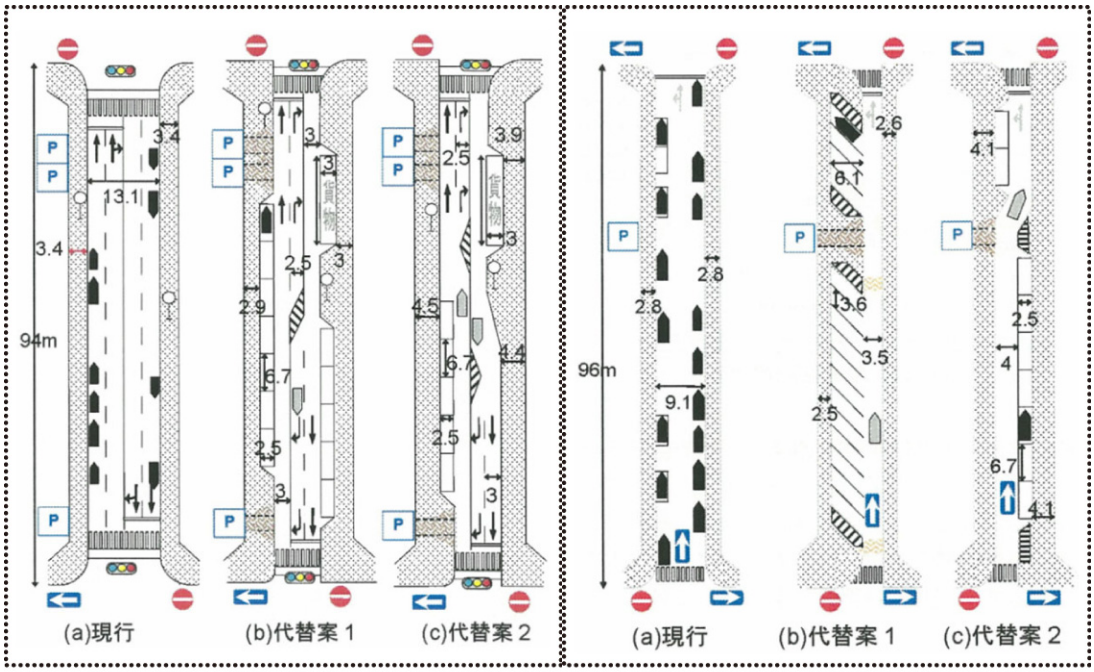
図 3-7-28　荷さばきスペースの確保例

(c) 駐車需要への対応

中心市街地の街路では，沿道土地利用に応じて一定の駐車需要が存在する．

これらに需要に対応するため，リンク両端部の幅員を絞り，横断歩道長短縮と駐車スペース設置を図ることも有効な手段である．





<D_U-Ⅴの対応イメージ>　　<E_U-Ⅵの対応イメージ>

図 3-7-29　駐車需要への対応例

7 章の参考文献

1) 石田貴志，深瀬正之，石橋弘之，清宮広和：都市間高速道路における経路選択行動に関する実態分析，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.33，pp.329-334，2013.
2) (独)日本高速道路保有･債務返済機構:米国における管理レーンへの取組み　報告書, 2011.
3) 高橋秀樹，亀岡弘之，馬渕一三，長瀬博紀：東名高速道路における料金 TDM による渋滞対策について，"交通工学研究発表会論文報告集，Vol.27，pp.277-280，2007.
4) (財)高速道路調査会：海外の高速道路における動的交通運用　報告書，2010.
5) (財)高速道路調査会：高速道路における効率的な渋滞対策について　報告書，2010.
6) 金澤文彦，坂井康一，鈴木一史，佐藤章博：高速度路サグ部における円滑化走行支援サービス実施実験の効果検証，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.30，pp.201-204，2010.
7) 金澤文彦，坂井康一，鈴木一史，岩﨑健：高速道路サグ部における ACC 車両との路車間連携による交通円滑化，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.32，pp.31-34，2012.
8) 山田芳嗣，阿部重雄，長瀬博紀：LED 表示板を活用した渋滞対策について，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.23，pp.205-208，2003.
9) 中谷了，皆方忠雄，佐藤久長，市川昌：渋滞巻き込まれ時間を考慮した LED 標識による速度回復情報提供の効果検証，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.25，pp.173-176，2005.
10) 鶴元史，Jing Xing，原山哲郎，村松栄嗣：高速道路片側 3 車線区間における車線利用率平準化による渋滞対策効果検証，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.30，pp.205-208，2010.
11) Jing Xing，鶴元史，石田貴志，村松栄嗣：片側 3 車線区間における LED 標識を用いた車線利用率平準化対策の効果検証，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.31，pp.167-171，2011.
12) 原田秀一，深瀬正之，前島一幸，佐藤久長，瀬古賢治：車線利用率平準化による高速道路の渋滞対策効果検証，交通工学，Vol.42，No.5，pp.74-79，2007.
13) 鎌田恭典，渡辺聡，安齋潤哉，柴田健一：渋滞対策を目的とした自発光ペースメーカーの開発と運用について，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.33，pp.181-184，2013.
14) 亀岡弘之，小根山裕之，渡部義之，櫻井光昭：走光性を活用した路側発光体の動的点滅制御による渋滞緩和の効果検証，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.33，pp.185-188，2013.
15) 遠藤元一，中川浩，深瀬正之，橋本弾：東京湾アクアラインの渋滞対策について，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.34，pp.255-261，2014.
16) 原山哲郎，深瀬正之，石田貴志，野中康弘：付加車線設置による渋滞対策効果と今後の展望，土木計画学研究・講演集，Vol.46，pp.305-308，2012.
17) (財)高速道路調査会：海外の高速道路における動的交通運用　報告書，2010.
18) 前田忍，田中真一郎，森北一光，近田博之：東名岡崎地区暫定 3 車線運用による交通状況改善効果検証，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.32，pp.35-38，2012.
19) (独)日本高速道路保有･債務返済機構:米国における管理レーンへの取組み　報告書, 2011.
20) 安藤 郁夫：メタボリズムの交通・都市論，文芸社，2004.
21) 国土交通省ホームページ：http://www.mlit.go.jp/
22) 中村英樹・中井麻衣子：路上駐車を考慮した街路構造，交通工学，Vol.41, No.6, pp.40-44, 2006.11.

第Ⅳ編　性能照査型道路計画設計の既存ネットワークへの実務的適用

1　概説

性能照査型道路計画設計を実際のフィールドで実施するにあたっては，既存道路ネットワークがある中で拠点の設定を行い，道路の階層化を検討することとなる．つまり，理想的な道路の階層構造に沿って道路ネットワークを検討するのではなく，既存の道路ネットワークを評価し，階層化の観点から道路構造や接続方法，運用方法などを改善することも含めて検討を行う必要がある．その過程において，新規路線を整備する必要性が生じることも視野に入れておく必要がある．

図4-1は，性能照査の具体的手順(**第Ⅲ編**)を示しており，本稿で紹介する試行は，太線で囲った範囲である．

なお，性能照査を行う対象となる性能については，**第Ⅰ編**に記載のとおり本書においては道路のもつ機能として，「速達性」およびそれに付随する「定時性」を総じて「トラフィック機能」を重視し，拠点間の旅行時間を照査対象の性能とする．

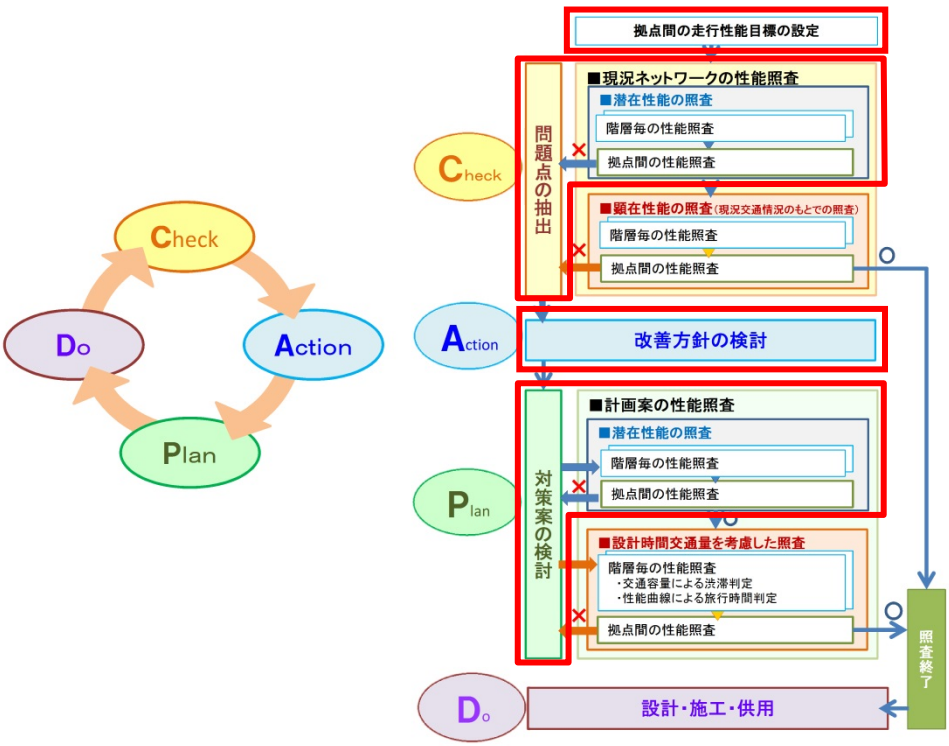


図 4-1　性能照査の検討ステップ

先述のフローにおける流れにおいて，本編で詳述する事項は，以下のとおりである．

2　**拠点間の走行性能目標の設定**
　2-1　拠点の設定　※本編で対象とした拠点
　2-2　対象とした拠点間の目標旅行時間(上位計画)
　2-3　既存道路を理想的に階層化した場合の旅行時間検証
3　**現況ネットワークの性能照査(潜在)及び問題点の抽出**
　3-1　現況ネットワークの旅行時間分析
　3-2　各区間での問題点検討
4　**改善方針の検討及び対策案の検討**
　4-1　性能達成に向けた改善方針の検討
　4-2　性能達成に向けた対策案の検討
5　**計画案の性能照査**
6　**顕在性能(交通需要)の照査**
　6-1　交通需要の設定
　6-2　車線数，交通運用等の決定
7　**ネットワークへの展開**
　7-1　既存道路ネットワークのオーバーレイ
　7-2　その他留意点

第2章では，拠点間の走行性能目標を設定するために，まず拠点を設定する考え方を述べる．本編で対象とした二拠点について説明するとともに，この拠点間の目標旅行時間を県の上位計画から設定したことを説明する．さらに，この2拠点間の現況道路が仮に階層化された場合の目標旅行時間を検証し，上位計画との照合を図った．

第3章では，潜在的な既存道路の性能を検証するため，道路交通センサスの非混雑時の旅行速度を引用して旅行時間分析を行った．この結果では目標旅行時間を満足していなかった為，問題点(原因)分析を行った．

第4章では，問題解決を図る改善方針を検討し，具体的な対策案メニューを提案した．

第5章では，改善による定量的な時間短縮効果は研究途上ではあるが，考え方としてのイメージを示すこととした．

第6章および**第7章**では，**第2章～第5章**までの対応に加え，顕在性能としての交通需要を考慮した照査の考え方，及び複数の拠点間によるオーバーレイを行うことで，路線及びエリアの階層化の最適化について述べている．

2　拠点間の走行性能目標の設定

2-1　拠点の設定

(1) 拠点の選定方法

あるエリアの道路ネットワークの階層化にあたり，拠点間連絡についての性能照査を行い，各道路の階層を決定することから，対象エリア内および周辺地域における拠点設定を行う必要がある．

連絡する拠点レベルによって道路の階層区分が変わるため，設定する道路の階層に応じたレベルまでの拠点情報を整理する必要がある．

性能照査型道路計画設計を実施するにあたっては，当該地域において拠点を設定する．拠点の定義は**第Ⅱ編**に記載しており(**表**4-2-1に再掲)，対象地域内の拠点を「国土のグランドデザイン2050」を踏まえた将来の都市構造から設定される「大都市拠点(MEA)」「高次都市拠点(UUA)」「生活拠点LUA」「小さな拠点SMA」「集落･住区CMA」の拠点名称(レベル)に当てはめる．

表 4-2-1　拠点の定義

拠点階層		拠点施設 Facility		拠点領域 Area		拠点領域の具体例	
		略称	具体例* (機能と対応)	略称	めやすとなる範囲		三大都市圏内の場合
大都市拠点	三大都市圏	MEF	のぞみ停車駅, 国際空港など	MEA	第二環状道路内部	東京，名古屋，大阪	－
	ブロック中心都市				都市域	仙台，新潟, 広島,福岡など	－
高次都市拠点	完結型	UUF	ひかり停車駅，県庁/政令指定市役所，地方空港，第三次医療施設，国公立大学, 百貨店など	UUA	市街化地域	秋田，千葉, 浜松，京都, 神戸，岡山など	新宿，品川, 栄，梅田, 難波など
	相互補完型					花巻+奥州+一関, 松江+米子, 三島＋沼津など	－
生活拠点		LUF	駅，市役所，一般病院, 大型ショッピングセンター，高等学校など	LUA	中心市街地 (DID地区)	伊豆，下田, 一宮，多治見など	中野，高円寺, 金山，千里など
小さな拠点		SMF	小中学校，旧役場庁舎，スーパーマーケット, JA，バスターミナル，診療所など	SMA	学区	旧町村, 学区など	学区など
集落・住区		CMF	集会所，自治会	CMA	住区・集落	X丁目など	X丁目など

*上位の拠点はそれより下位の拠点で提供される機能(施設)を包含することを前提とする．

ここで，各拠点の設定においては，各拠点が持つ将来像を踏まえて拠点名称(レベル)を設定する必要がある．例えば，現在の拠点としては市役所を中心とした「生活拠点LUA」であるが，市の将来構想として政令指定都市化や新幹線新駅の誘致などが計画されているようであれば，将来の拠点レベルとして「高次都市拠点UUA」と設定すべきである．

上記のような拠点の定義を踏まえ，三島・沼津を対象として拠点設定を行った例を次ページ以降に示す．

高速道路や国道，主要地方道など，都道府県や地方を跨ぐような，よりレベルの高い拠点間

を連絡する路線について階層化を行う場合は，**図4-2-1**に示すように広域な範囲でレベルの高い拠点を設定し，一般県道や市町村道など，都道府県内や都道府県の地域内のような，レベルの低い拠点間を連絡する路線について階層化を行う場合は，**図4-2-2**に示すように対象エリア内でレベルの低い拠点まで設定する必要がある．

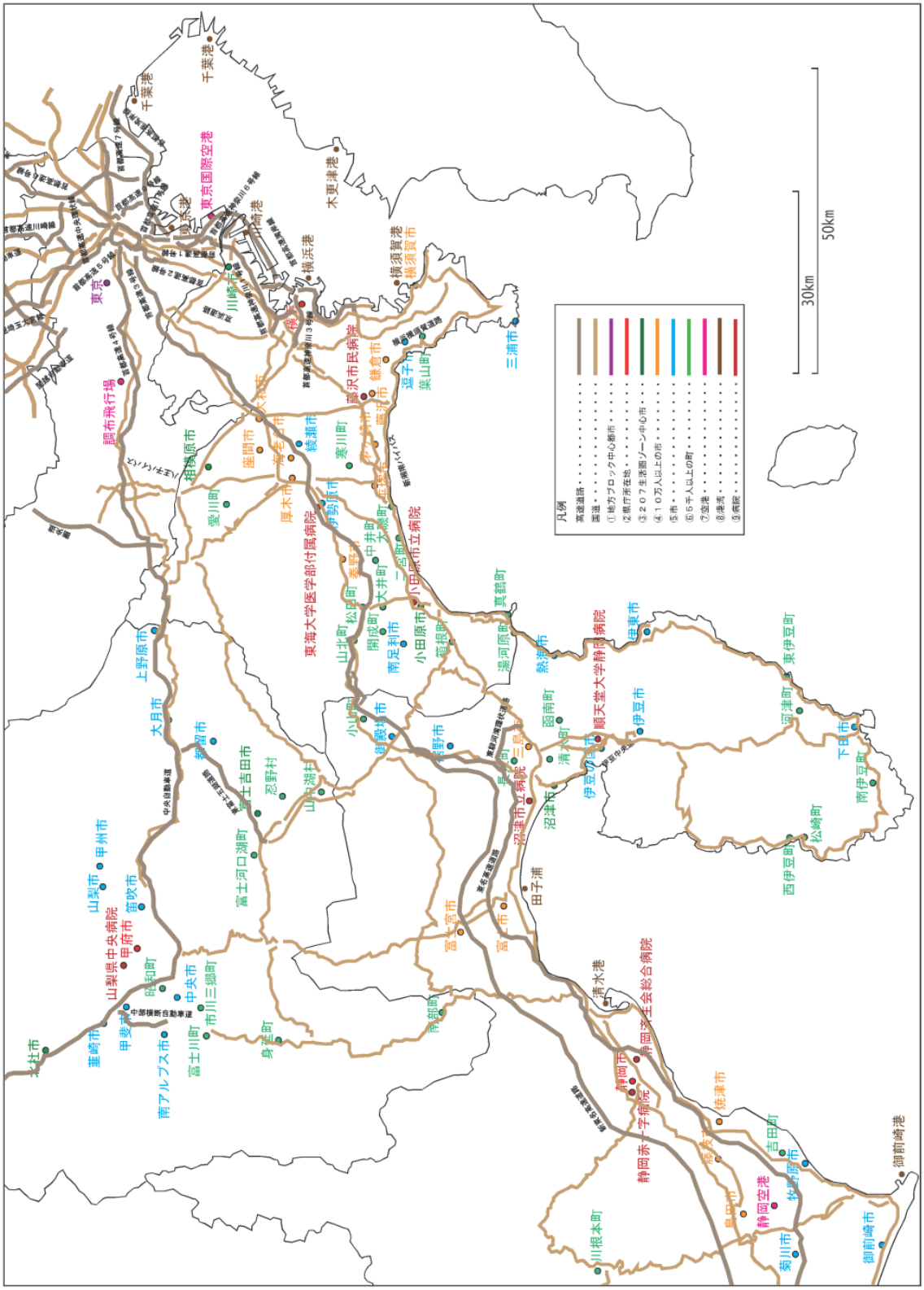


図 4-2-1　三島・沼津を中心とした広域図

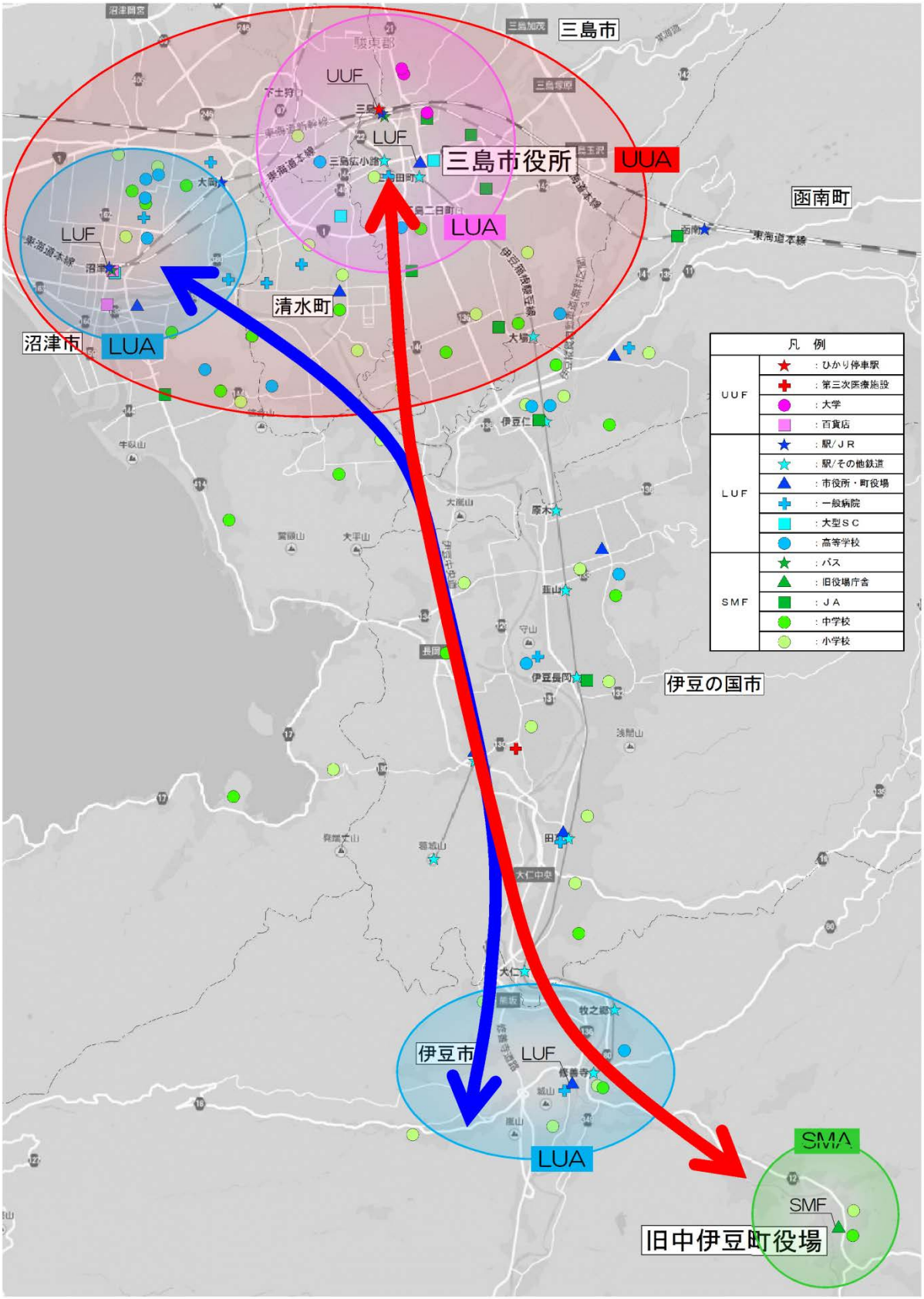


図 4-2-2　三島・沼津～中伊豆間における拠点の設定例

(2) 既存道路の二拠点間における階層化ケーススタディ

(a) ケーススタディの概要

あるエリアの道路ネットワークについて階層化を行う際には，任意の拠点間を結ぶルートについて階層を設定し，階層化されたルート上の各道路の性能照査を実施する．この作業を全ての拠点間について行うことにより，対象エリアの道路ネットワークの階層化が完了する．

ここでは，対象エリアの拠点から任意の二拠点を選定し，その拠点間を結ぶルートについて階層化を行ったケーススタディを示す．

(b) 二拠点の選定

i) 任意二拠点の選定

ここに，任意の二拠点間の性能照査は，面的な道路ネットワークの性能照査(7章)の一部となる．

本ケーススタディにおける二拠点の設定は，前述の拠点設定の例で拠点領域を定義している「三島」と「中伊豆」を選定する．

各拠点領域の中心施設は，UUCを三島市役所，SMCを旧中伊豆町役場とした．

三島：ひかり停車駅を有する市であることから「高次都市拠点領域UUA」と設定
中伊豆：旧中伊豆町役場を有する拠点であることから「小さな拠点領域SMA」と設定

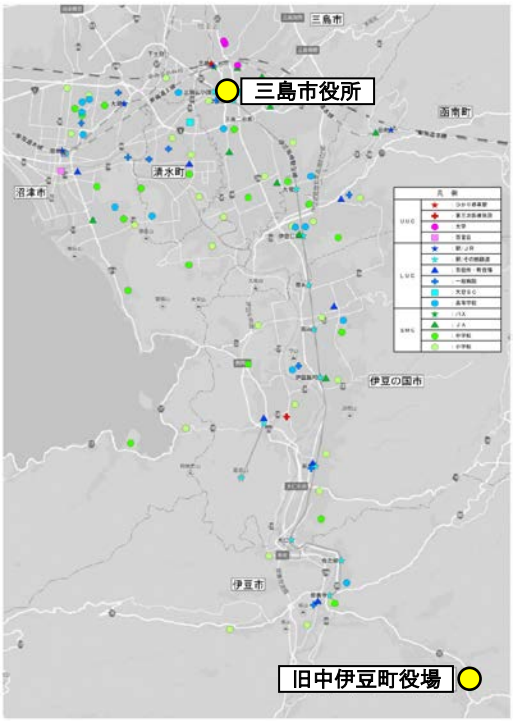


図 4-2-3　伊豆半島北部付近における拠点の設定例

ii) 経路の設定

Step1. **二拠点間の経路設定**

二拠点間の経路設定は，階層化の視点からすると，地域計画や都市計画等の上位計画を踏まえて将来幹線道路となる主要路線を見据えた経路を設定すべきである．しかしながら第一段階として既存道路ネットワークが設定する性能目標を満足するか照査するため，既存道路ネットワーク上で二拠点間の経路を設定することとし，計画路線等を含めた経路の設定については，後述の性能達成に向けた改善検討において行うこととする．

Step2. **既存道路ネットワークにおける経路の設定**

経路の設定においては，対象地域に土地勘があり，拠点間を結ぶ経路として地域住民が主に利用していると考えられる路線を想定できる場合は，想定した路線で経路設定を行うことも考えられる．

また，それに準じて対象地域における交通実態調査結果や道路利用者へのヒアリングを通して，主な利用経路を設定することも考えられるが，この場合全ての拠点間について経路設定を行うには相当な労力を要することが想定される．

本ケーススタディでは，ルート設定や走行時間・移動距離等の検討条件を比較的容易に抽出することが可能なインターネット探索システム(NAVITAIME，Googleなど)を活用し，二拠点を出発地と目的地に設定して提示された推奨ルートを基本的な主要経路と設定した．ただし，場合により現況の主要幹線道路よりも並行する市町村道などを経路選択することもあるため，上記探索システムの活用にあたっては探索結果の経路についてチェックする必要がある．

三島市－旧中伊豆町間について，Googleを活用して経路設定を行った例を図4-2-4に示す．

図 4-2-4　経路設定の例

2-2　対象とした拠点間の目標旅行時間

(1) 目標旅行時間の設定の設定方法

ここで二拠点間を連絡する旅行時間について，目標旅行時間を設定する方法として下記の二つの方法が想定される．自治体等における上位計画に拠点間の目標旅行時間や○○分圏域のような目標が定められている場合は，この目標旅行時間を優先して性能照査に用いる．

また，目標旅行時間は**表4-2-2**で「個別施設⇔中心地区」あるいは「中心地区⇔中心地区」と記載されているが，「中心地区」は中心地区にある主要施設を指すこととし，「個別施設⇔中心地区の主要施設」の目標旅行時間として設定され，アクセス／イグレスを含むものとする．

(a) Ⅱ編に示す目標旅行時間

設定した拠点定義に基づき，**第Ⅱ編**で示されている目標旅行時間(**表4-2-2**に再掲)を性能照査に用いる．

表 4-2-2　拠点を結ぶ目標旅行時間の設定例

拠点階層		目標旅行時間	
		個別施設から拠点*まで	同一階層の直近拠点*まで
大都市圏 MEC		≤3.0h (3.5h)	≤3.0h
高次都市拠点 UUC	完結型	≤1.0h (2.5h)	≤1.5h
	相互補完型		≤1.0h
生活拠点 LUC		≤30min (45min)	≤45min
小さな拠点 SMC		≤15min (30min)	≤20min
集落・住区 CMC		徒歩圏内	徒歩圏内

*拠点領域内の代表点(Center;代表点)を用いて評価する．
( )内は山地部集落などで目標旅行時間達成が困難な場合の特例値．

(b) 自治体等における上位計画に示される目標旅行時間

自治体等で作成された上位計画において，○○分圏構想などの目標旅行時間が設定されている場合に，上位計画で設定された目標旅行時間を性能照査に用いる．

【静岡 30(サーティ)構想】

(図4-2-5)

- 地域の中心都市に30分で移動可能
- 高規格幹線道路ICに30分で移動可能

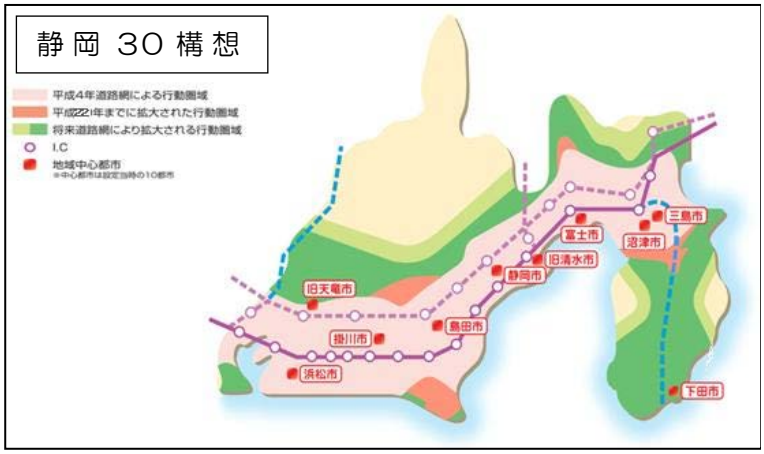
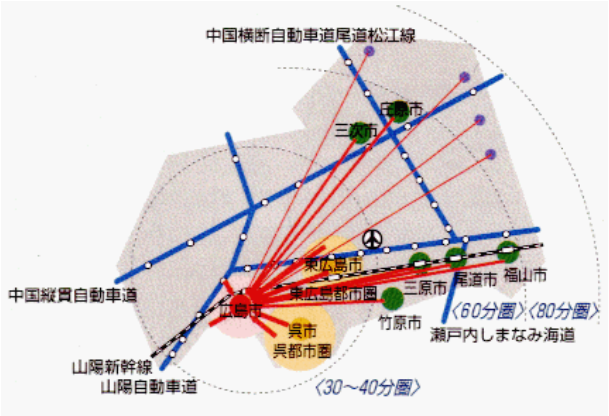
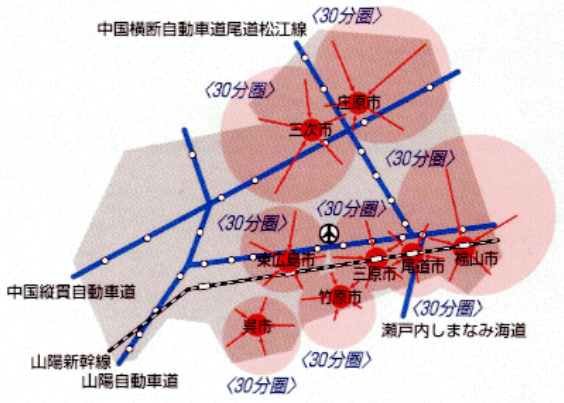


図 4-2-5　静岡 30 構想

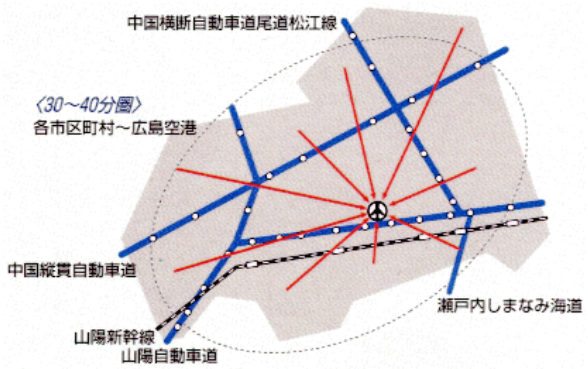
【広島県総合交通計画】



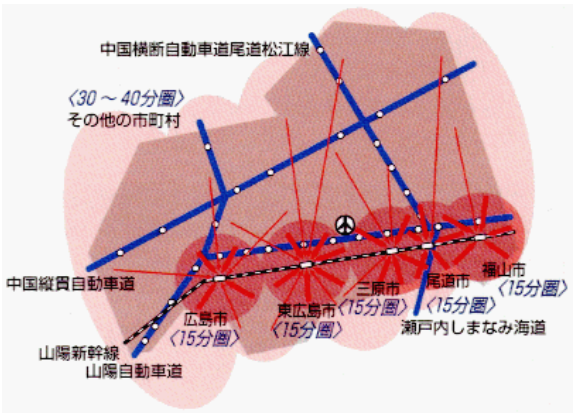
(a)県内 80 分交通圏



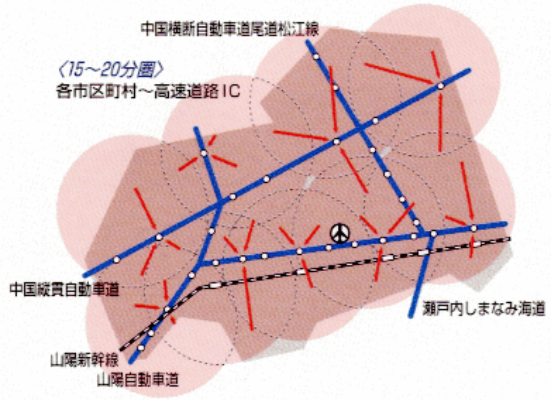
(b)広域都市圏 30 分交通圏



(c)広島空港 40 分交通圏



(d)新幹線駅 15・40 分交通圏



(e)高速道路 IC20 分交通圏

図 4-2-6　広島県総合交通計画

(2) 目標旅行時間の設定

対象地域を含む静岡県では，静岡30(サーティ)構想を策定しており，「地域の中心都市に30分で移動できる道路網の確立を目座す」と計画されているため，当該拠点間の目標旅行時間は上位計画による目標旅行時間を優先し，30分とした.

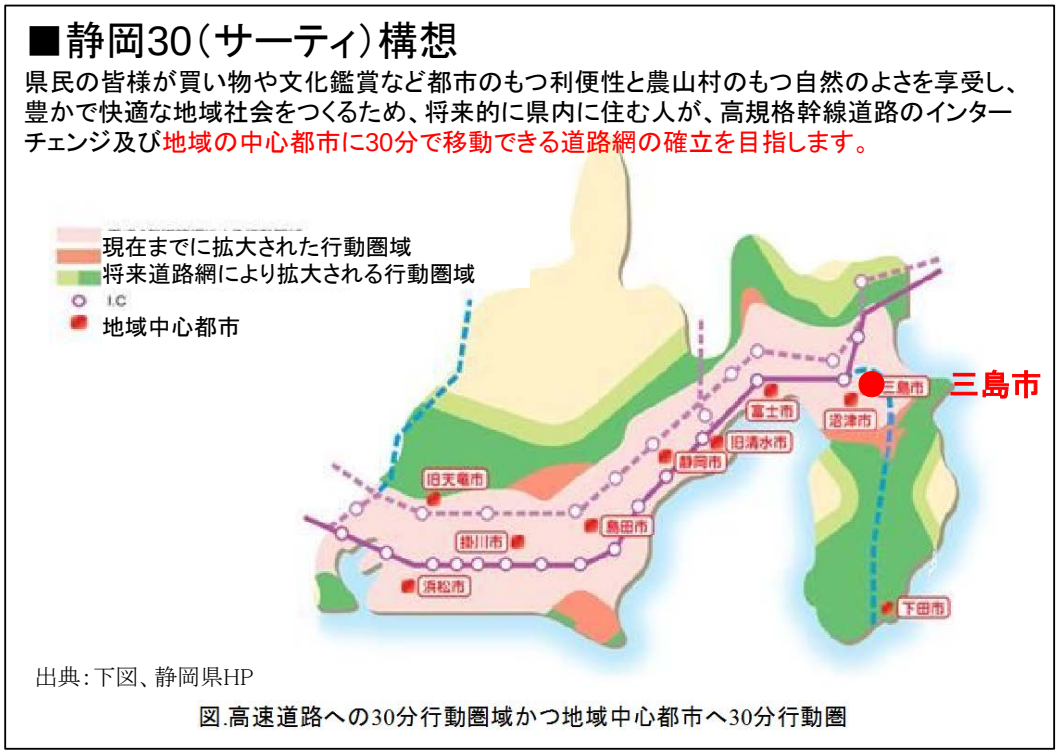


図 4-2-5　静岡 30 構想(再掲)

2-3　既存道路を理想的に階層化した場合の旅行時間検証

(1) 既存道路の階層設定

(a) 地域区分の決定

対象地域における地域区分について，「都市部」と「地方部」の境界を決定する．

i) 地域区分の基本的な考え方

対象となる拠点を有する都市における，現況の施設立地状況，将来開発等計画，都市を取り囲む環状道路等の整備，計画状況を踏まえて地域区分を決定する．

ii) 地域区分を決定する際の指標

①都市計画(市街化区域)

②道路交通センサスDID延長

③環状道路計画

④拠点定義における「拠点が示す範囲」

iii) 当該ケースの地域区分

今回の拠点である「三島」と「中伊豆」については，下記に示す範囲を都市部とする．

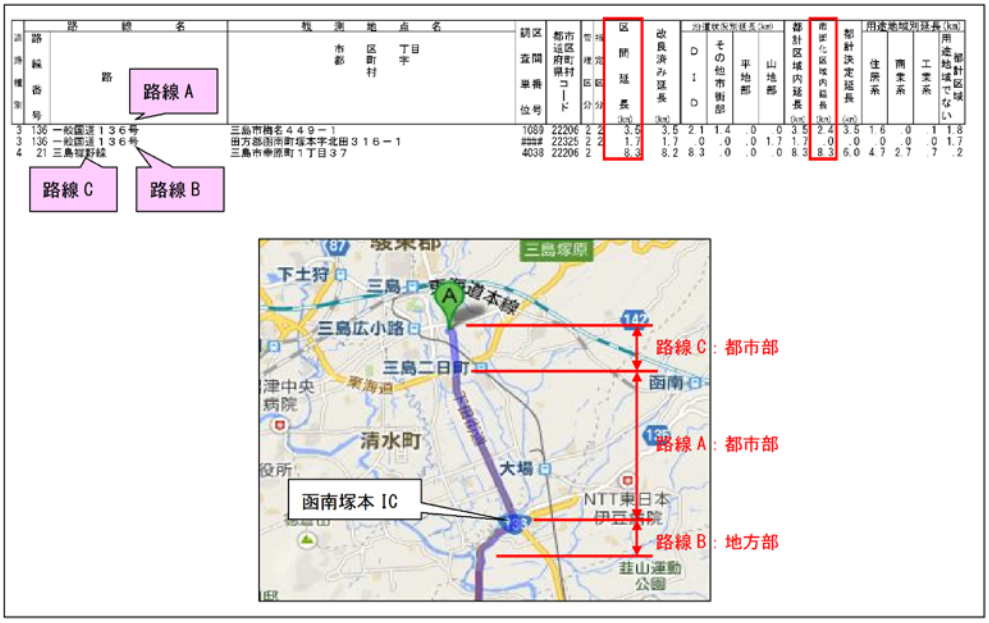
三島：東駿河湾環状道路の内側

中伊豆町：旧町役場周辺の限定された地域のみであるため都市部は設定しない

上記拠点について都市部の範囲を決定するために作成した資料を**図4-2-7**に示す．

都市部・地方部の区分について、市街化区域かどうかで区分する（H17 センサスより設定）。

都市部：市街化区域および市街化区域が大部分を占める区域
地方部：上記以外の区域



地域区分（H17 センサス）

市街化区域（東駿河湾環状道路パンフ）

図 4-2-7　都市部・地方部の決定資料(例)

(b) 各路線の階層設定

i) 階層設定の基本的な考え方

階層を設定しようとしている区間は，ある拠点と拠点を結ぶ路線の一部区間であり，対象の区間の階層を設定するためには路線が結ぶ拠点を把握する必要がある．

ii) 当該ケースにおける階層設定

当該ケースにおいて，各路線に階層を当てはめた結果を下記に示す．

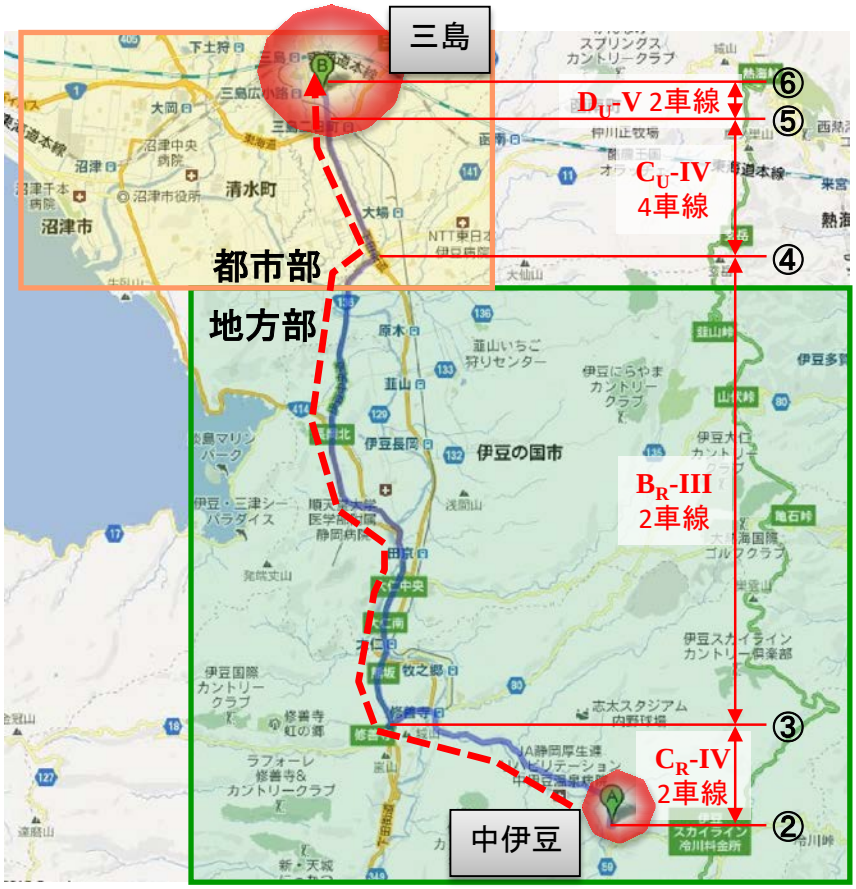


図 4-2-8　三島～中伊豆間の各路線への道路階層区分当てはめ結果

表 4-2-3　三島～中伊豆間の各路線への道路階層区分当てはめ結果

区間	地域区分	路線名	階層	目標旅行速度	階層の設定理由
⑤-⑥	都市部	主) 三島裾野線	D_U-V	20km/h	・三島(UUC)と裾野(LUC)を起終点とする路線であるが，市街地内の幹線道路としての利用が想定されるため D_U-V とした．
④-⑤	都市部	一般国道 136 号	C_U-IV	40km/h	・三島(UUC)と下田(LUC)を起終点とする路線であるが，市街地内の幹線道路でありアクセス機能も必要な路線であることから C_U-IV とした．
③-④	地方部	一般国道 136 号 (伊豆縦貫道路)	B_R-III	70km/h	・三島(UUC)と下田(LUC)を起終点とする路線であり，将来的には地域高規格道路としての整備が見込まれるため，部分出入制限を想定して B_R-III とした．
②-③	地方部	主) 伊東修善寺線	C_R-IV	50km/h	・伊東(LUC)と修善寺(LUC)を起終点とする路線であるが，路線の途中に位置する中伊豆(SMC)などと LUC を連絡する路線と考えられるため C_R-IV とした．

※目標旅行速度は**第Ⅱ編**を参照して設定したが，道路現況や交通現況，地形等の状況により適切に設定する必要がある．また，地形等の状況に応じて上下線別に設定することも考えられる．

(2) 目標旅行時間の照査

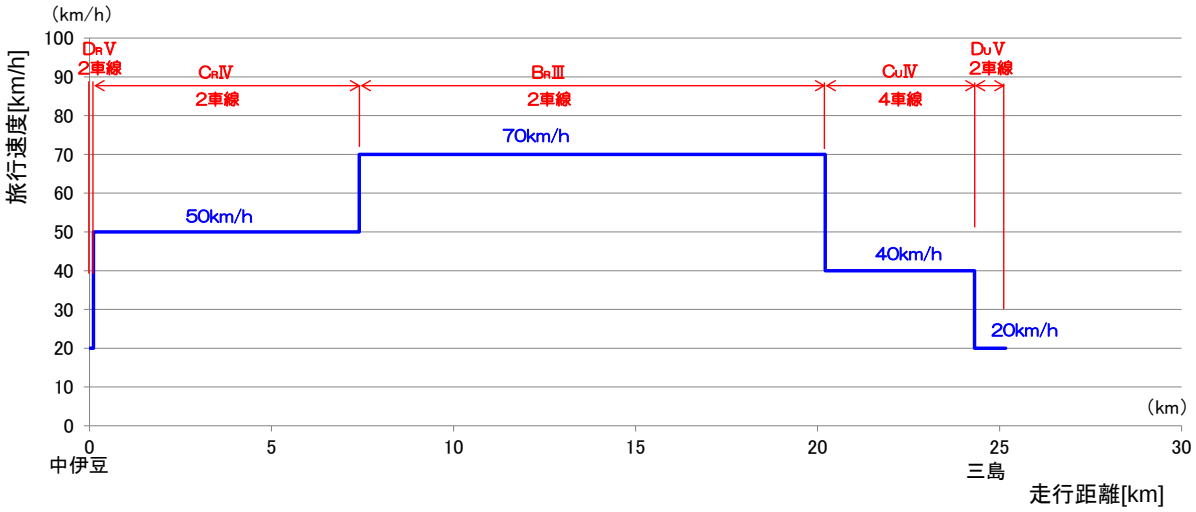
拠点間を結ぶルートと設定した階層，目標旅行速度から交通需要を加味しない旅行時間を算出し，設定した階層，目標旅行時間で目標旅行時間を満足するか照査する．

(a) 目標旅行時間の照査

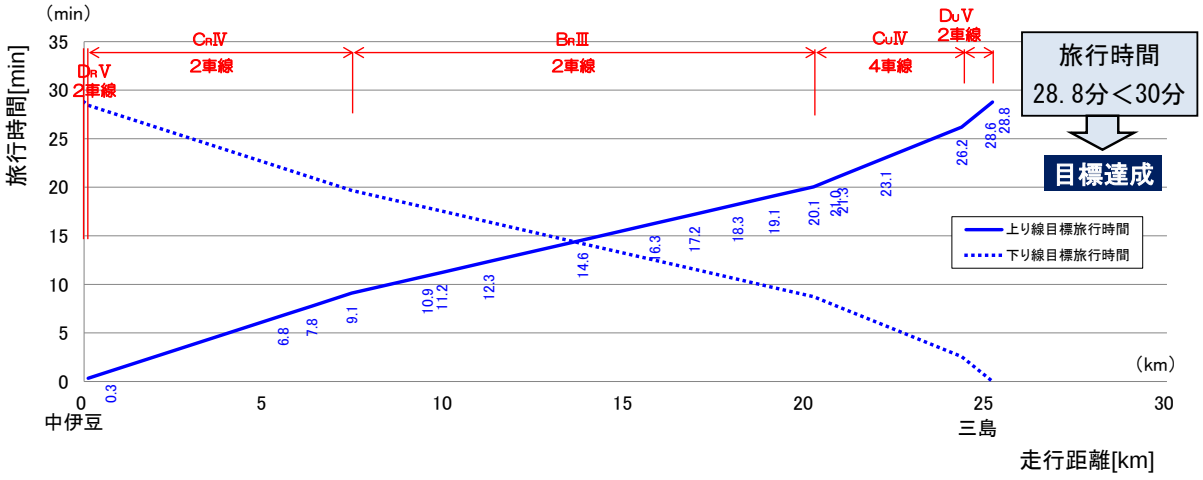
任意の二拠点間に対して，設定した階層，目標旅行時間から算出される旅行時間が，上記で設定した目標旅行時間を満足するか照査する．

目標旅行時間を満足する結果となれば，本編6-2(車線数，交通運用等の決定)に進む．

ここでは，各区間における上下線の目標旅行速度を同速度と設定した．そのため，旅行時間については上り線と下り線で左右対称のグラフとなっている．



(a)走行距離-旅行速度の関係



(b)走行距離-旅行時間の関係

図 4-2-9　上り線・下り線の走行距離と旅行速度・旅行時間の関係

(b) 目標旅行時間を満足しない場合の対応

設定した階層，目標旅行速度で算出した旅行時間が目標旅行時間を満足しない場合，階層設定の見直し，目標旅行速度の見直しを行い，再度目標旅行時間の照査を実施する．

階層設定，目標旅行速度の見直しの余地がなくなった場合は，目標旅行時間を満足するために高規格幹線道路のようなトラフィック機能の極めて高い路線が必要であると考えられるため，自専道等を含めた広域道路ネットワークの見直しを行い，再度経路設定から行う．

そのような場合には，**第Ⅱ編3-1**に示すように，目標旅行時間及び拠点間距離から，自専道の必要の有無，自専道アクセスのために必要な階層設置等の組合せを設定し，当該地域に適用可能な階層の組合せ，各階層の延長等を設定するとよい．

3　現況ネットワークの性能照査(潜在)及び問題点の抽出

3-1　現況ネットワークの旅行時間分析

(1) 旅行時間分析の概要

本編2-1(2)(b)で設定した拠点間の現況旅行時間を算出する．なお，本来は現況道路が持つ性能として目標旅行時間を達成できる構造を有しているか判断するため，その道路の性能曲線における交通量「0」の状態の旅行速度を用いて旅行時間を算出すべきであるが，全ての道路構造についての性能曲線が網羅されていないため，ここでは代替的な方法として道路交通センサスやプローブデータ等から現況路線の旅行速度を把握し，交通需要を含むと考えられる混雑時の旅行速度ではなく，交通需要を含まない非混雑時の旅行速度を用いて現況旅行時間を算出する．

(2) 旅行時間分析

「現況旅行速度分析」と「計画路線速度分析」とは「or」の関係であり，評価区間内の事業化された路線等がある場合を想定するものである．

ここでは，計画中の都市計画道路(変更含む)等は対象とせず，計画中の都市計画道路(変更含む)等は後述の「性能改良検討」の改良案として評価する．

また，性能目標を達成するために道路改良等が必要となった場合に実施する，現況旅行速度と階層化により設定された目標旅行速度との乖離を分析する際に必要なデータも併せて整理する．

使用する旅行速度データは次のとおりである．

(a) 旅行速度の把握

旅行速度は，道路交通センサス，ビックデータ，走行調査により把握することができる．

各データの特徴は以下のとおり．

1) ビックデータ(民間プローブデータ等)が活用できる場合，365日の任意の時間について上り・下りの平均旅行速度をDRM単位で把握可能であるため，詳細な原因分析に適している．
2) 道路交通センサスは，調査回数が少なく評価区間長が長いため詳細な評価には適していないものの，全体を俯瞰して計画する際に有用であるため本検討で用いるものとする．
3) 走行調査を実施する場合は，サンプル数は少ないものの，任意の曜日等で調査をでき，1秒毎の位置情報を有しているデータが取得できるため，信号による影響等を詳細に評価することが可能である．

ここでは，データの入手が比較的容易であることから道路交通センサスの旅行速度を用いて分析を行った．

(b) 現況旅行時間分析

道路交通センサスを用いて拠点間で設定した経路が含む路線の旅行速度を整理する.

三島～中伊豆の経路設定において利用する路線の旅行速度を整理した結果を**表4-3-1**に示す.

ここで，道路交通センサスデータのない市道の旅行側道についてはV=20km/hと設定した.

表 4-3-1　三島～中伊豆の経路上路線の旅行速度

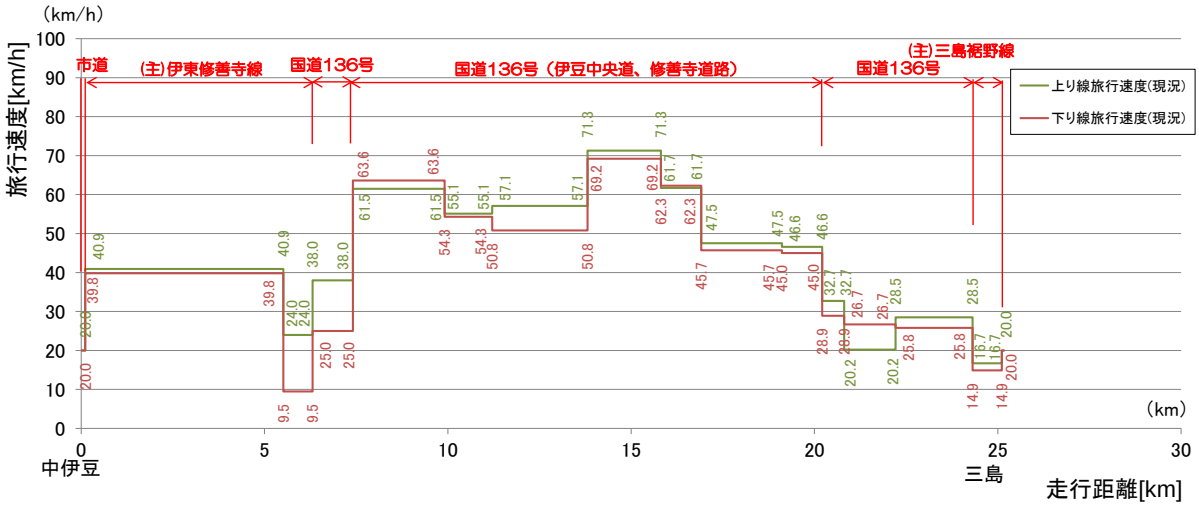
交通調査基本区間番号	利用路線名	区間延長 (km)	旅行速度区間番号	平均旅行速度(km/h)			
				上り 混雑時	下り 混雑時	上り 非混雑時	下り 非混雑時
	市道	0.1		20.0	20.0	20.0	20.0
22400120080	伊東修善寺線	5.4	22000-40350	40.9	39.8	40.7	39.8
22400120090	伊東修善寺線	0.8	22000-40360	22.4	8.1	24.0	9.5
22301360230	一般国道136号	1.1	22000-11310	37.2	25.0	38.0	21.6
22301360460	一般国道136号	2.1	22000-11480	60.4	62.7	61.5	63.6
22301360470	一般国道136号	0.4	22000-11480	60.4	62.7	61.5	63.6
22301360480	一般国道136号	1.3	22000-11490	55.1	54.3	55.1	53.3
22301360490	一般国道136号	2.6	22000-11500	57.1	49.9	56.7	50.8
22301360500	一般国道136号	2.0	22000-11510	58.0	51.7	71.3	69.2
22301360510	一般国道136号	1.1	22000-11520	61.7	60.8	61.7	62.3
22301360520	一般国道136号	1.2	22000-11530	47.5	44.2	44.6	45.7
22301360530	一般国道136号	1.0	22000-11530	47.5	44.2	44.6	45.7
22301360540	一般国道136号	1.1	22000-11540	46.6	21.3	42.1	45.0
22301360550	一般国道136号	0.6	22000-11550	29.3	27.1	32.7	28.9
22301360400	一般国道136号	0.2	22000-11450	18.3	20.4	20.2	26.7
22301360410	一般国道136号	1.2	22000-11450	18.3	20.4	20.2	26.7
22301360420	一般国道136号	2.1	22000-11460	23.4	25.2	28.5	25.8
22400210010	三島裾野線	0.8	22000-40630	15.9	13.2	16.7	14.9
	市道	0.1		20.0	20.0	20.0	20.0
計		25.2					

これを区間毎に起終点を明確にして旅行時間を算出した結果を**表4-3-2**に示す.

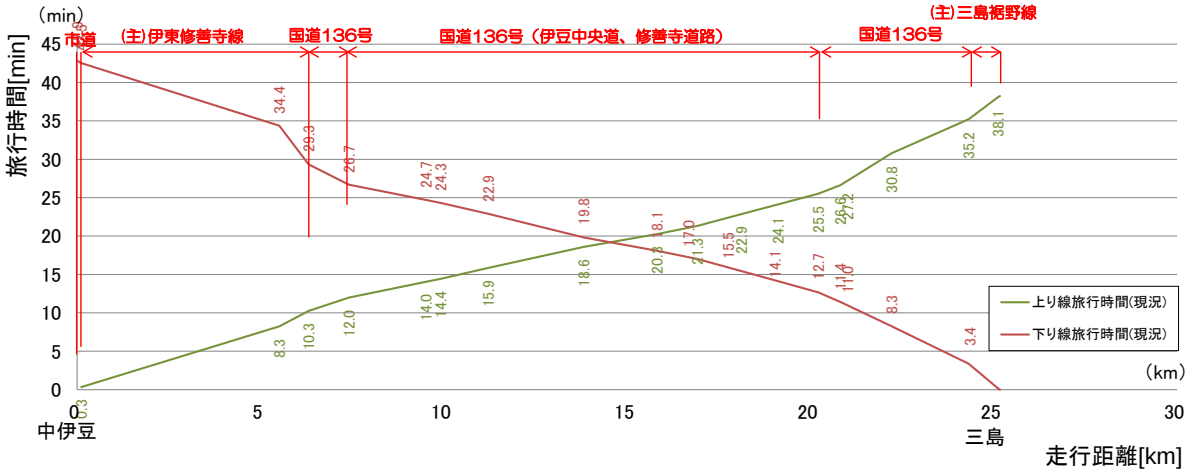
表 4-3-2　三島～中伊豆の選定経路における現況旅行時間(非混雑時)

区間 No.	区間起点(任意)	区間終点(任意)	利用路線名	区間延長 (km)	上り線		下り線	
					旅行速度 (km/h)	旅行時間 (分)	旅行速度 (km/h)	旅行時間 (分)
1	旧中伊豆町役場		市道	0.1	20.0	0.33	20.0	0.33
2		鮎見橋交差点	伊東修善寺線	5.4	40.9	7.92	39.8	8.14
3	鮎見橋交差点	横瀬交差点	伊東修善寺線	0.8	24.0	2.00	9.5	5.05
4	横瀬交差点	修善寺IC	一般国道136号	1.1	38.0	1.74	25.0	2.64
5	修善寺IC	熊坂IC	一般国道136号	2.1	61.5	2.05	63.6	1.98
6	熊坂IC	大仁南IC	一般国道136号	0.4	61.5	0.39	63.6	0.38
7	大仁南IC	大仁中央IC	一般国道136号	1.3	55.1	1.42	54.3	1.44
8	大仁中央IC	長岡IC	一般国道136号	2.6	57.1	2.73	50.8	3.07
9	長岡IC	長岡北IC	一般国道136号	2.0	71.3	1.68	69.2	1.73
10	長岡北IC	江間IC	一般国道136号	1.1	61.7	1.07	62.3	1.06
11	江間IC		一般国道136号	1.2	47.5	1.52	45.7	1.58
12			一般国道136号	1.0	47.5	1.26	45.7	1.31
13		御園伊豆仁田停車場線交	一般国道136号	1.1	46.6	1.42	45.0	1.47
14	御園伊豆仁田停車場線交	大場川南交差点	一般国道136号	0.6	32.7	1.10	28.9	1.25
15	大場川南交差点		一般国道136号	0.2	20.2	0.59	26.7	0.45
16		梅名交差点	一般国道136号	1.2	20.2	3.56	26.7	2.70
17	梅名交差点	南二日町IC交差点	一般国道136号	2.1	28.5	4.42	25.8	4.88
18	南二日町IC交差点		三島裾野線	0.8	16.7	2.87	14.9	3.22
19		三島市役所	市道	0.1	20.0	0.17	20.0	0.17
計			合計	25.2	39.5	38.24	53.5	42.85

以上より，三島～中伊豆の現況非混雑時旅行時間は上り線が38分，下り線が43分となる．



(a)走行距離-旅行速度の関係



(b)走行距離-旅行時間の関係

図 4-3-1　上り線・下り線の走行距離と旅行速度・旅行時間の現況

(3) 既存道路の非混雑時における性能照査

2-2(1)で設定した目標旅行時間と，前項3-1(2)で算出した現況非混雑時旅行時間を比較すると，

現況非混雑時旅行時間：38分(上り線)　＞　目標旅行時間：30分

となり，三島～中伊豆の道路が性能目標を満足する道路構造を有していないことがわかる．

当該区間の性能目標を満足させるため，速度低下箇所における道路構造を見直し，目標旅行速度を達成する道路構造とする改良を検討する．

仮にここで目標旅行時間を満足する現況旅行時間となっていた場合は，交通需要を加味した性能照査により性能目標を達成しているか検証する．

拠点レベルに対して拠点間距離が極端に短い場合などは，仮に階層化された場合の目標旅行速度設定を現況非混雑時旅行速度が大きく下回っていたとしても目標旅行時間を達成してしまう可能性があるが，このケースについては本編3-3で詳述する．

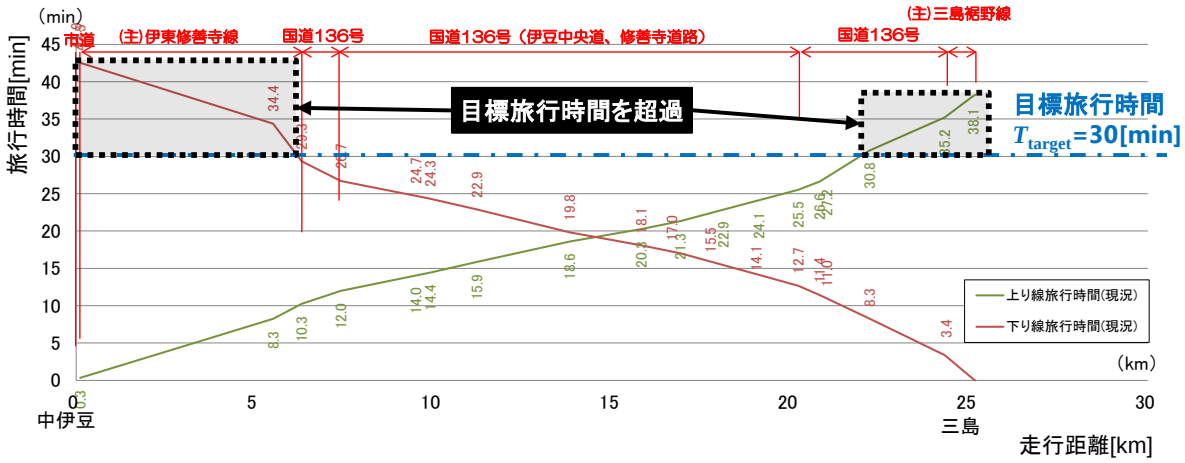


図 4-3-2　三島～中伊豆の旅行時間と目標旅行時間

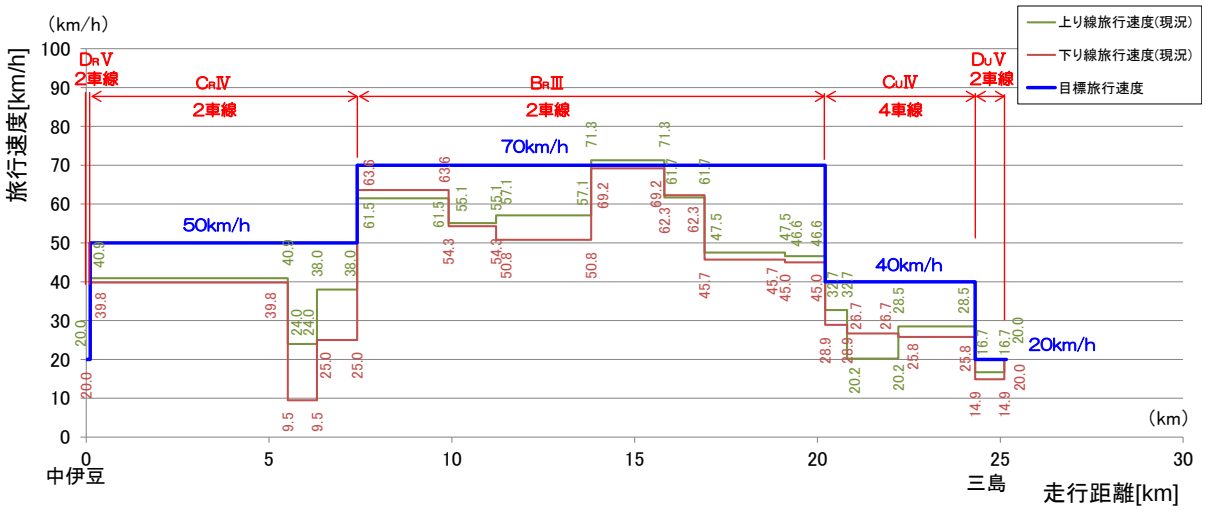
3-2　各区間での問題点検討

(1) 目標との乖離の把握

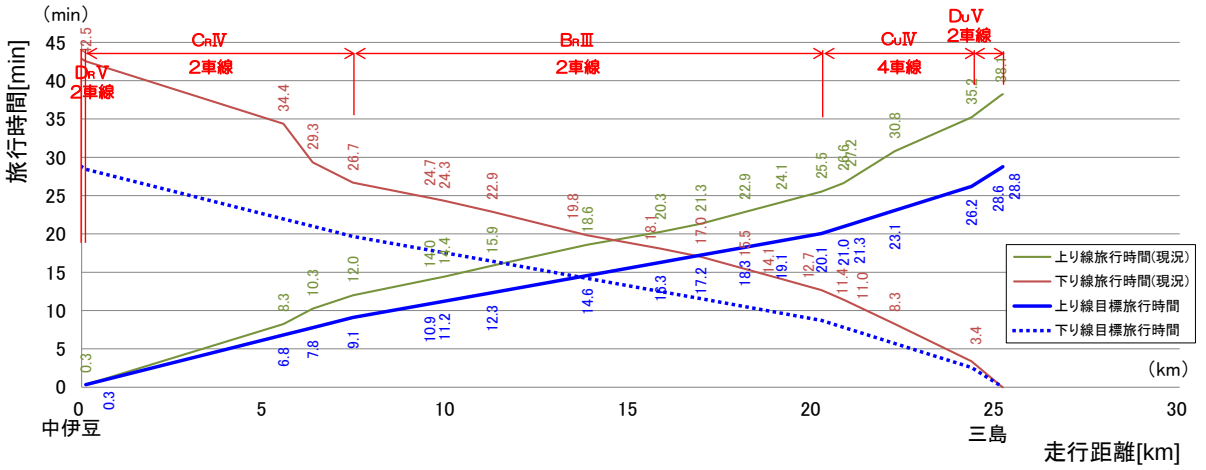
前節3-1(2)で算出した現況非混雑時旅行速度および旅行時間を，2-2(1)で設定した目標旅行時間，2-3(1)で設定した各区間の階層および目標旅行速度と比較した結果を下記に示す.

区間毎の目標旅行速度と現況旅行速度を比較すると，目標を満足している区間と満足していない区間が存在し，目標を満足していない区間の中でも乖離が大きい区間と小さい区間が存在している.

この乖離の原因を分析し，乖離を埋める対策を実施することにより，各区間での目標旅行速度が満足されれば，目標旅行時間も達成できることとなる.



(a)走行距離-旅行速度の関係



(b)走行距離-旅行時間の関係

図 4-3-3　上り線・下り線の走行距離と旅行速度・旅行時間の現状と目標の比較

(2) 原因分析

現況もしくは計画路線の速度分析の結果，各階層における目標旅行速度と乖離が発生している区間について，潜在的要因(交通需要が極端に少ない場合でも潜在している速度低下要因)，顕在的要因(交通需要が高まるにつれて顕在化する速度低下要因)に着目して，性能改良検討箇所の抽出及び改良案の検討を行うための原因分析を行う．

原因分析は，旅行速度が低下している区間・箇所を抽出し，速度低下の要因を具体的に把握する必要がある．

なお，ここでは交通需要が高い場合の渋滞による速度低下は考慮しない．

(a) 原因分析のための旅行速度の整理

現況の非混雑時旅行速度について，速度ごとに色分けをし，平面図へのプロットから現況の旅行速度の低下区間を分析する．区間は道路の特徴から便宜上，7区間に区分することとした．

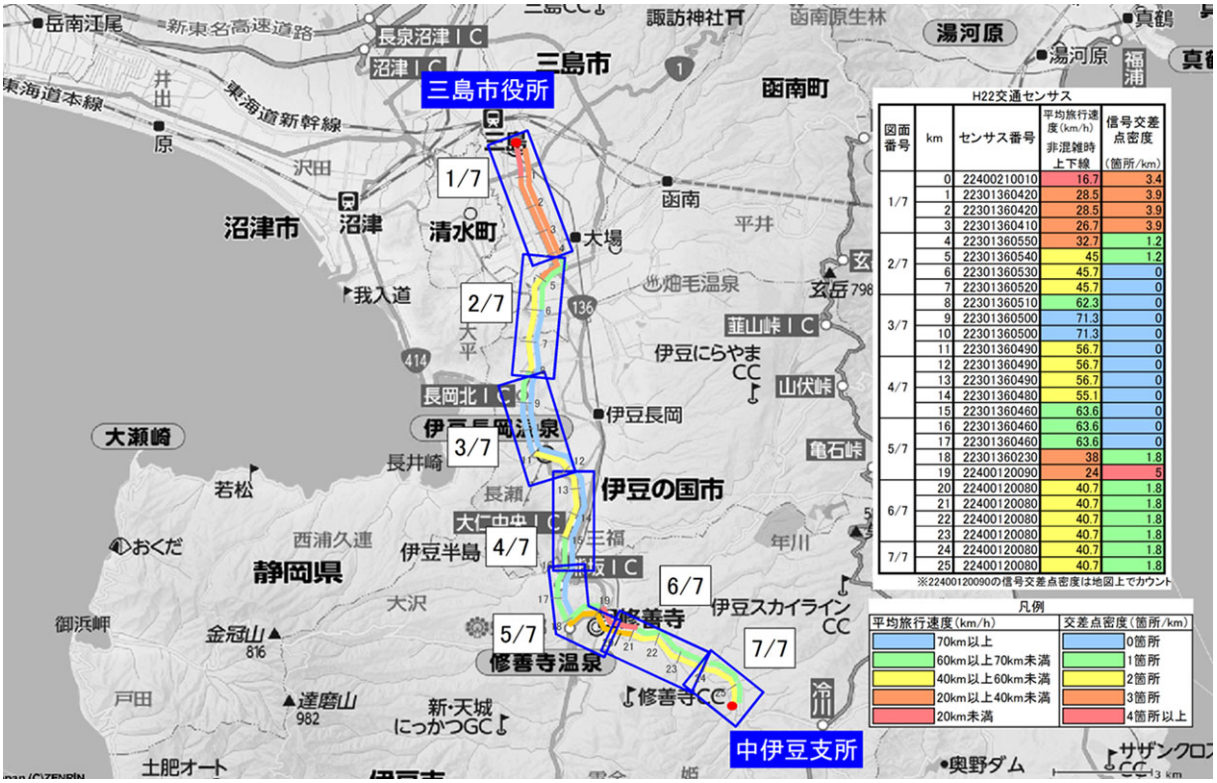


図 4-3-4　7 つの区間

(b) 道路構造上の問題点の抽出

旅行速度の比較による乖離状況を踏まえ，潜在的要因(交通需要が極端に少ない場合でも潜在している速度低下要因)，顕在的要因(交通需要が高まるにつれて顕在化する速度低下要因)に着目して問題点を抽出しその要因を分析する．

i) 分析のポイント

1) 旅行速度を低下させている要因は区間なのか，特定のポイント(交差点等)なのか把握する．
2) 旅行速度の低下要因が区間の場合，その原因は交差点連続区間，沿道アクセス，横断面構成や線形要素なのか把握する．線形要素の場合，サグや長い上り坂，急な縦断勾配区間等の速度低下要因を把握する．
3) 旅行速度の低下要因がポイントの場合，交差点や分合流箇所，踏切，料金所等の速度低下要因を把握する．
4) 改良のために用地取得は可能か，現在の交通運用を変更することは可能か把握する．
5) 旅行速度の比較をした場合，評価区間長(ｾﾝｻｽ区間等)が長いと，同じ「遅れ時間」でも速度差が小さいので注意が必要．

   例) ○評価区間L=1km　現況旅行速度V=20km/h　交差点遅れ時間20秒の場合
   交差点遅れを除く旅行速度　V=22.5km/h
   ○評価区間L=0.2km　現況旅行速度V=20km/h　交差点遅れ時間20秒の場合
   交差点遅れを除く旅行速度　V=45km/h　(同じ遅れ時間でも速度が2倍になる)

   速度評価図の面積の評価では，旅行速度ではイメージにしくい場合がある．
   このため，
   →交差点等を含む箇所は，「遅れ時間」による分析が評価しやすい．
   →単路部で，サグやトンネル等では区間全体が速度を低下させているので「速度」での分析が評価しやすい．
6) 旅行速度データからマクロ的に速度阻害要因を抽出し，現地の観察ポイントを見極める．

ii) 分析手法

1) 管理図等より，平面線形・縦断線形・横断構成およびトンネル区間等を把握する．
2) 現地調査により，車線幅員，狭幅員箇所，路肩の有無，歩道幅員，中央分離帯の有無，合流部，沿道施設への出入り状況，路上駐車状況等の速度低下要因となる要素を把握する．
3) 信号交差点は，サイクル長と評価対象車線の青時間を測定し遅れ時間を把握する．
   右折車，左折車による影響の有無とその要因の把握や，交差点が近接し連続している区間はオフセットも把握すると良い．
4) 旅行速度データを同一区間で上りと下りの速度差を把握する．速度差がある場合は，区間全体の課題と想定されるため，道路線形・トンネル等の速度低下要因を把握する．
5) 時間帯別データを用いてピーク時(V_{min})とオフピーク時(V_{max})の速度差やばらつきを把握する．バラつきが大きい場合は，時間帯別の交通需要が要因と想定される．
6) 信号密度の高い区間は，渋滞先頭を把握するため，速度低下区間の全ての信号交差点についてサイクル長や青時間から容量を評価する．

7) 速度低下が著しい箇所は，遅れ時間把握のためビデオ調査等を実施することが望まれる．
8) 上記結果をとりまとめ，速度低下量(遅れ時間，旅行速度)を区間毎に把握する．

iii) 原因分析のチェックポイント

速度低下区間では以下の速度特性があるため，特性に応じた原因分析を行う．
以下にチックポイントの一例を，**表4-3-3**，**表4-3-4**に示す．

表 4-3-3　①上り・下りの旅行速度が共に低い場合

		チェックポイント
単路部	潜在	□平面・縦断線形不良，狭幅員部による速度低下要因はないか． □多車線道路で中央分離帯が未設置で速度低下していないか． □車線幅が狭いあるいは路肩は確保されていないため速度低下していないか． □歩道が狭く走行車両の速度へ影響を与えていないか．
	顕在	□トンネル区間で速度低下していないか．
交差点部	潜在	○DRM 区間やセンサス区間は，信号交差点部が区間の切れ目となるため，区間端部について速度低下状況を評価．ただし，一方向の速度分布図で一流入部評価のため注意が必要． □信号交差点密度が高くないか． □DRM 等で評価区間が短いため速度が低くなっているのではないか． □沿道施設への出入り車両による影響はないか．

表 4-3-4　②上り・下りの一方向のみ旅行速度が低い場合

		チェックポイント
単路部	顕在	□サグや長い上り坂で一方向のみ速度が低下する要因はないか．
交差点部	潜在	□主交通が交差点で右左折交通となり，速度低下側は右折交通となっていないか．また，右折交通が要因の場合，右折車線の有無，滞留長，信号現示，容量等に問題はないか． □左折車の横断歩行者待ちにより，後続直進車を阻害していないか． □沿道施設の出入り車両による影響はないか．
	顕在	□右折滞留長不足による後続直進車の阻害や，歩行者が多く左折車が後続直進車を阻害していないか．

(c) 実例による原因分析

三島～中伊豆間について，H22道路交通センサスの非混雑時速度を現況旅行速度とし，目標旅行速度との速度差が発生する原因について分析を行った.

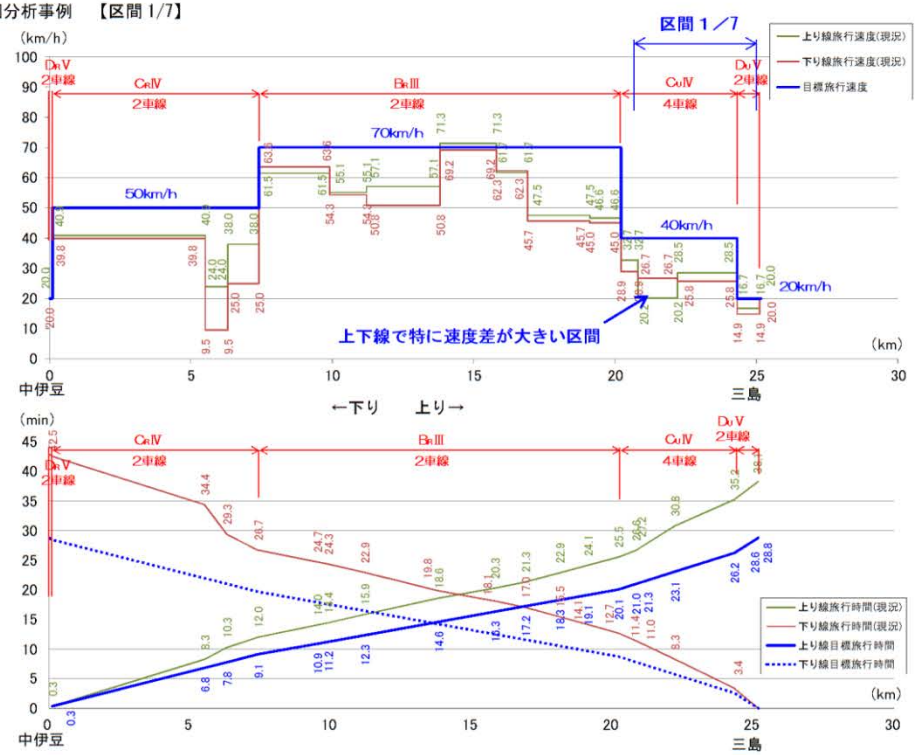
本来は，詳細な速度データと，道路線形データ，各交差点のサイクル長や遅れ時間，所要交差点の方向別交通量と混雑度，主要速度低下阻害箇所(料金所等)における遅れ時間等の詳細なデータより分析すべきであるが，今回はケーススタディとして，区間全体をGoogleマップ，ストリートビューで確認し，速度低下要素を把握することとした.

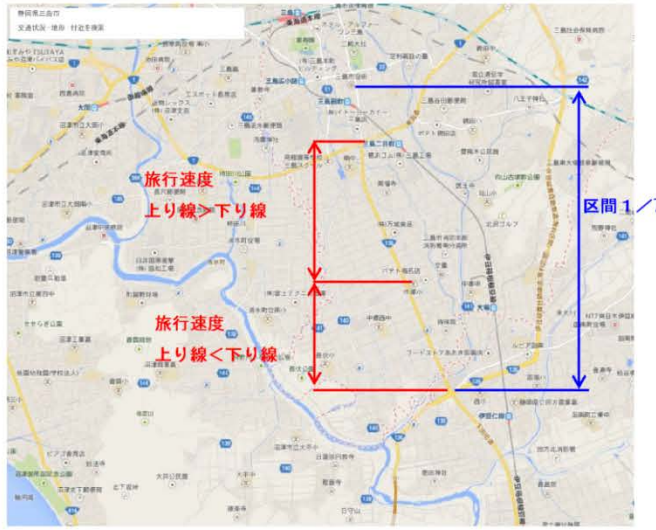
対象区間は，国道136号の自専区間を含むが，料金所(ETC非対応)以外にも速度低下箇所が確認された．このため，道路線形(平面・縦断・横断)や道路構造(トンネル等)が要因となり旅行速度を低下させている要素があるため，原因分析では上り・下りの旅行速度を対象区間の中で評価し，

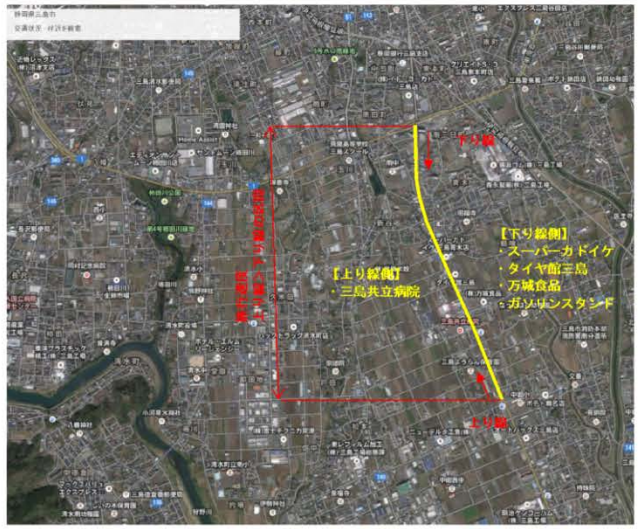
・区間全体が速度低下していのるか(トンネルや平面線形等が要因)
・片側のみ速度低下していのか(上り勾配のみ速度低下であれば縦断線形が要因)

を明らかにし，速度低下要因を分析した.

■原因分析事例　【区間 1/7】

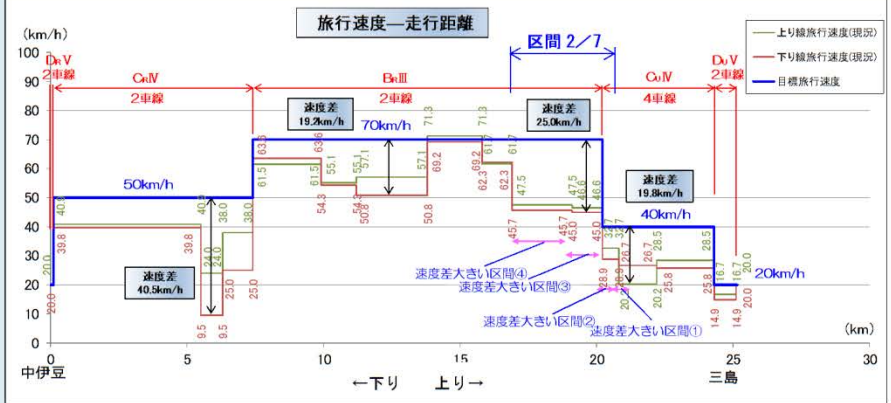
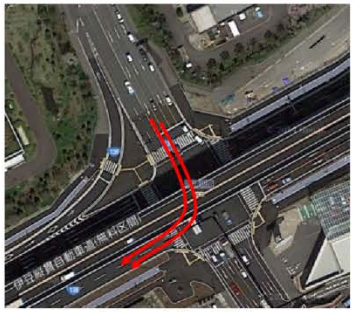
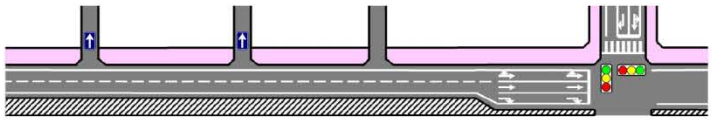




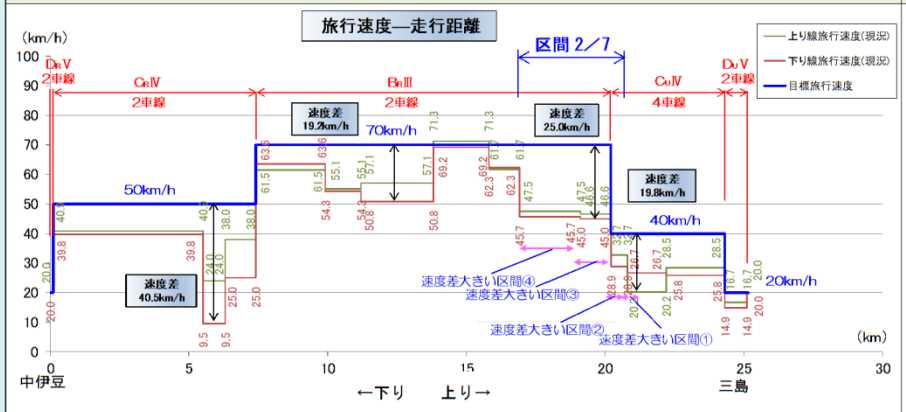


【評価区間全体の問題点】 ・信号交差点数:3.9 箇所/km→約 250mに 1 箇所であり，比較的多いと判断 ・中分の未設置→右左折車両の影響による走行速度の低下 ・狭い歩道→歩行者の車道へのはみ出し，自転車などによる走行速度の低下 ・家屋，商業施設が密集→民地からの出入り車両による阻害
【上下線で特異な差がある箇所の原因等】 ・通勤・帰宅を考慮すると，通勤のほうが時間集中するため，上り線の方が，若干旅行速度で劣るのは自然な現象か？ ・むしろ上り線の方が旅行速度で勝っている箇所を検証 ⇒下り線にスーパー等の車両出入りが多い施設が多い？

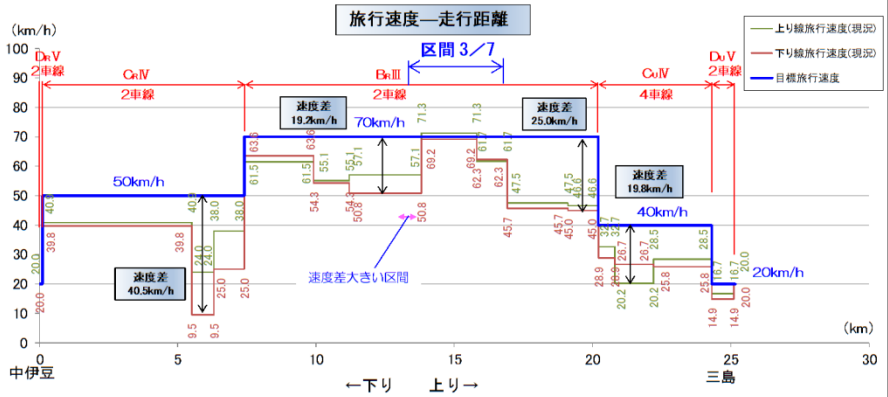
■原因分析事例　【区間 2/7(1)】

	目標との相違	問題点
旅行速度阻害箇所の概要		【区間①】 ＜上下線共通＞ ・4 車×4 車の信号交差点(大場川南交差点)⇒信号待ちによる遅れ ＜上り線＞ ・信号交差点での右折⇒信号待ちによる遅れ 【区間②】 ＜上下線共通＞ ・信号交差点⇒信号待ちによる遅れ 【区間③】 ＜上下線共通＞ ・非分離2車線道路⇒走行速度の低下 ・追越車線未設置(追越禁止規制)⇒低速車による走行速度の低下 ・部分的に沿道アクセス可⇒出入り車両による阻害
想定される対策案	【区間①】・右折2車線化(図1) ・立体横断施設設置 ・右折立体 【区間②】・立体交差化，本線無信号化 【区間③】・分離帯設置 ・付加追越車線設置 ・取付道路の集約化・一方通行化(図2)	 図１：右折２車線化  図２：取付道路の集約化，一方通行化

■原因分析事例　【区間 2/7(2)】

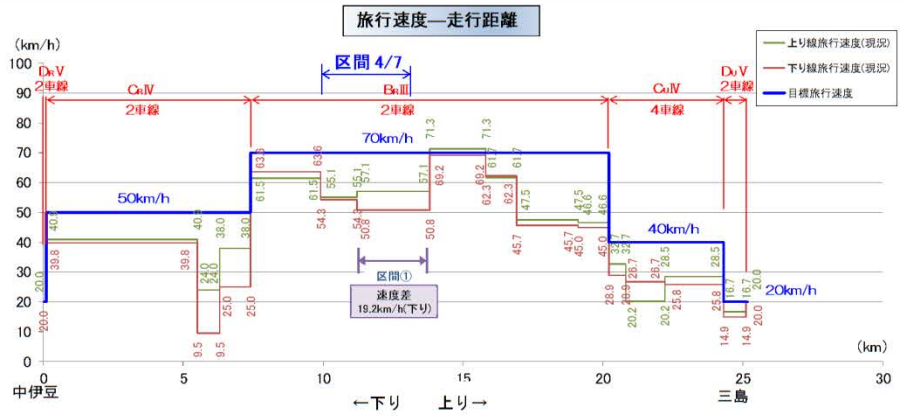
	目標との相違	問題点
旅行速度阻害箇所の概要		【区間④】 ＜上下線共通＞ ・料金所(本線バリア)⇒一時停止による遅れ ・非分離2車線のトンネル区間⇒走行速度の低下
想定される対策案	【区間④】 ・料金所廃止(伊豆中央道無料化 2023 年？) ・トンネル前後区間での追越車線(ゆずり車線)設置 ・信号交差の廃止(フルアクセスコントロール化)	

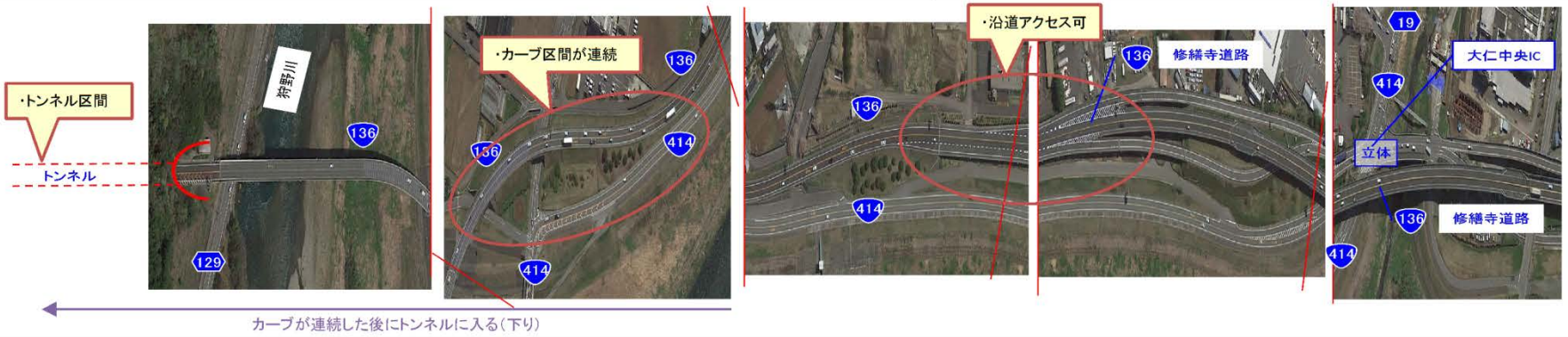
■原因分析事例　【区間 3/7】

	目標との相違	問題点
旅行速度阻害箇所の概要		＜上下線共通＞ ・カーブのある非分離2車線のトンネル区間⇒走行速度の低下 ＜下り線＞ ・上り坂→走行速度の低下 ・カーブ区間が連続した後にトンネルに入る⇒走行速度の低下
想定される対策案	・トンネル前後区間での追越車線（登坂車線・ゆずり車線）設置 ・フルアクセスコントロール化	

■原因分析事例　【区間 4/7①】

旅行速度阻害箇所の概要

目標との相違	問題点
	＜上下線共通＞ ・非分離2車線道路　⇒　走行速度が遅い車両の影響による速度低下 ・一部で沿道とのアクセス可　⇒　合流部での速度低下 ※但し，修善寺道路以北はそもそも規制速度が 50km/h ＜下り線＞ ・カーブ区間が連続した後にトンネルに入る　⇒　走行速度の低下



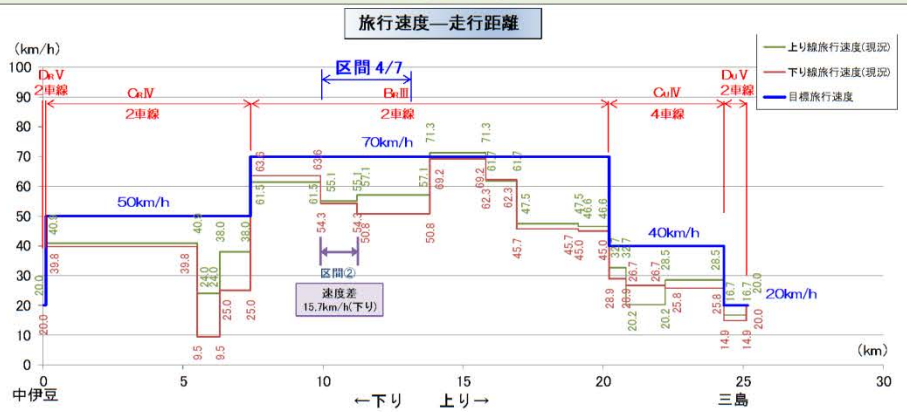
想定される対策案

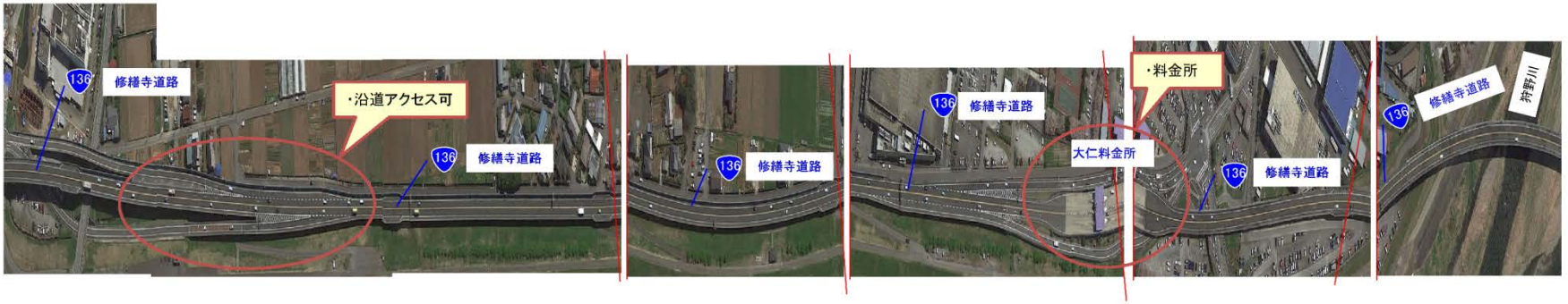
・追越車線（ゆずり車線）設置

・フルアクセスコントロール化

■原因分析事例　【区間 4/7②】

旅行速度阻害箇所の概要

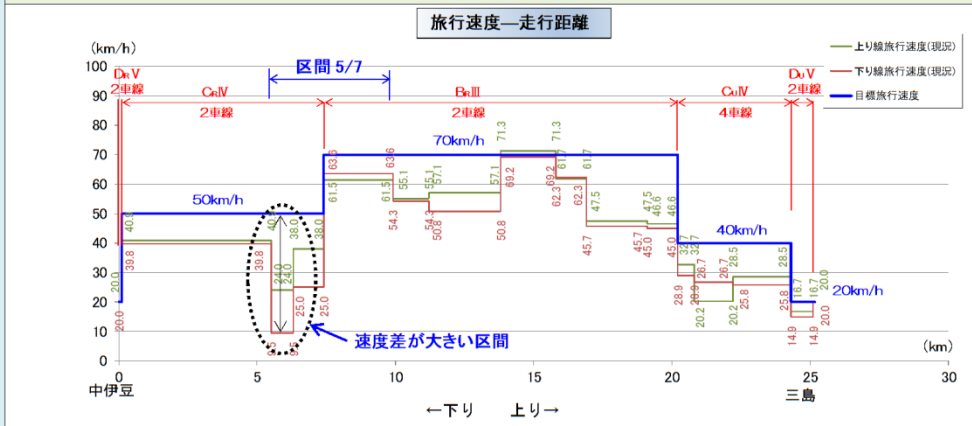
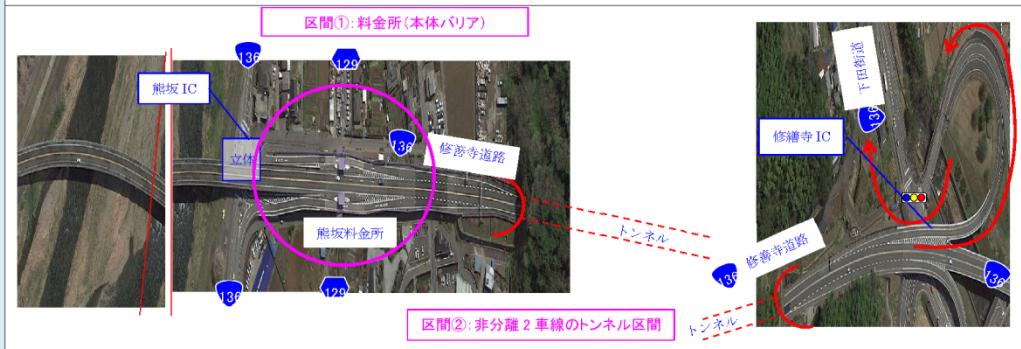
目標との相違	問題点
	＜上下線共通＞ ・非分離2車線道路　⇒　走行速度が遅い車両の影響による走行速度の低下 ・料金所(本線バリア)　⇒　一時停止による遅れ ・一部で沿道とのアクセス可　⇒　合流部での速度低下



想定される対策案

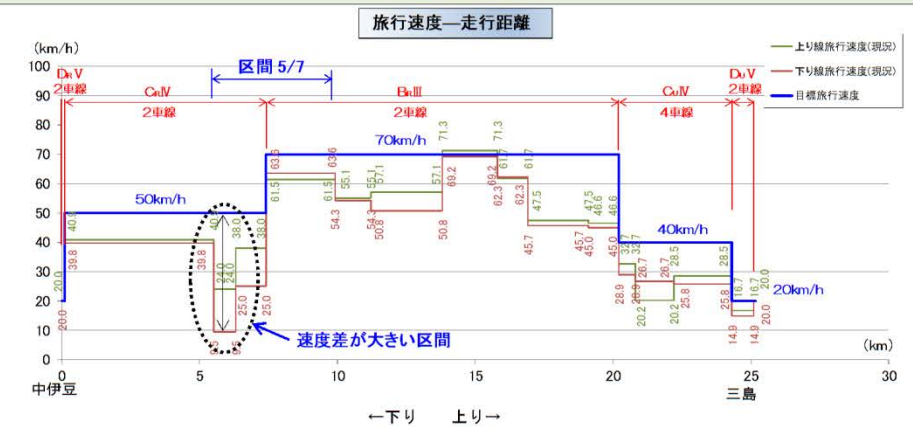
・追越車線(ゆずり車線)設置
・料金所廃止(伊豆中央道無料化 2023 年？)
・フルアクセスコントロール化

■原因分析事例　【区間 5/7①】

	目標との相違	問題点
旅行速度阻害箇所の概要	  	【区間①】 ＜上下線共通＞ ・料金所(本線バリア)⇒一時停止による遅れ 【区間②】 ＜上下線共通＞ ・非分離2車線道路⇒走行速度低下
想定される対策案	・料金所廃止（伊豆中央道無料化 2023 年？）	

■原因分析事例　【区間 5/7②】

旅行速度阻害箇所の概要

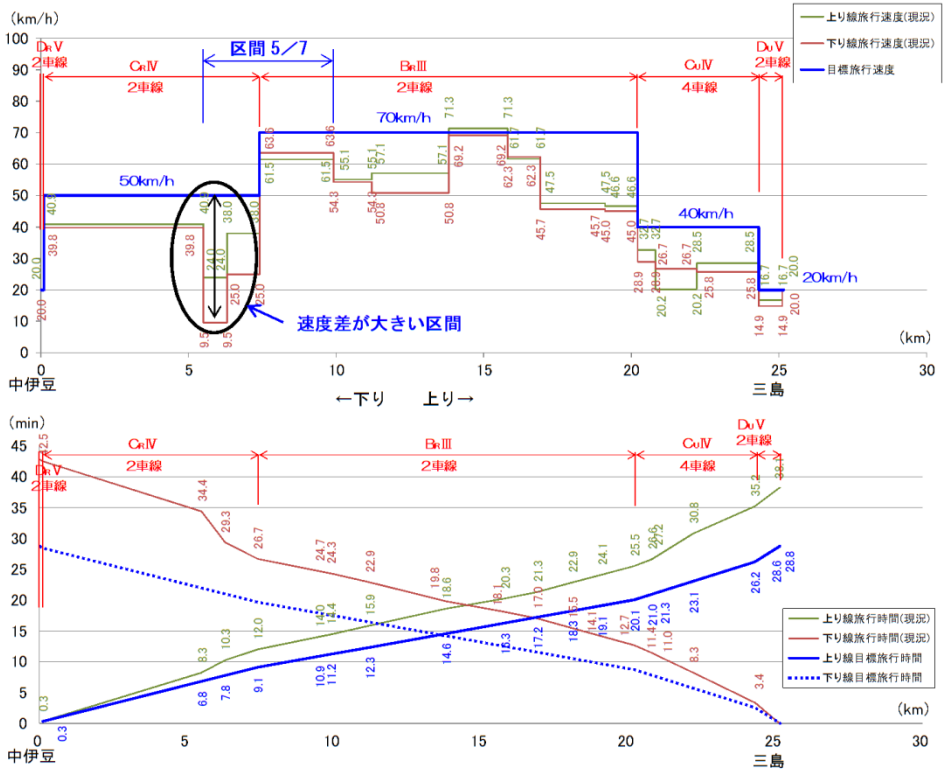
目標との相違	問題点
	・上下線で比較すると，下り線の方が目標旅行速度との乖離が大きい． ・①交差点と②～④交差点の信号現示について，サイクル長が異なる． ⇒国道 136 号へ向かう車両（下り線）は，②交差点を通過後①交差点が赤現示であれば，先詰りとなり渋滞が発生する． ・①交差点の C 流入部（下り線方向）は停止線距離が長く，発進損失が生じる． ・国道 136 号は下り線方向へ上り勾配となっているため，速度低下が生じやすい． ・上り線方向は下り勾配となるが，連続する②～④交差点での先詰り渋滞が生じていると考えられる．

想定される対策案

・ミニバイパス

・交差点改良

■原因分析事例　【区間 5/7③】



【問題点】

・上下線で比較すると，下り線の方が目標旅行速度との乖離が大きい．

・①交差点と②～④交差点の信号現示について，サイクル長が異なる．

⇒国道 136 号へ向かう車両（下り線）は，②交差点を通過後①交差点が赤現示であれば，先詰りとなり渋滞が発生する．

・①交差点の C 流入部（下り線方向）は停止線距離が長く，発進損失が生じる．

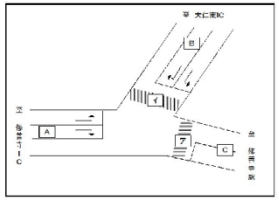
・国道 136 号は下り線方向へ上り勾配となっているため，速度低下が生じやすい．

・上り線方向は下り勾配となるが，連続する②～④交差点での先詰り渋滞が生じていると考えられる．

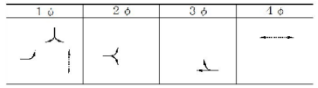
①交差点

信号現示調査結果

調査日：平成26年9月3日(水)
時間帯：11:00～12:00
天　候：晴れ
地　点：横断交差点



B 青	Y 黄	歩行者用点滅	
BA 青矢	R 赤	W 全赤	



11時台（その1）

流入部	1φ=51秒			2φ=27秒			3φ=64秒		
A	左51			G21	3	3	R59		5
B	G45		3	R24		3	R59		5
C	R48		3	R24		3	G56	3	5
歩ア	G35	点4	R9	R24		3	R59		5
歩イ	R48		3	R24		3	R59		5

サイクル長＝142 秒

11時台（その2）

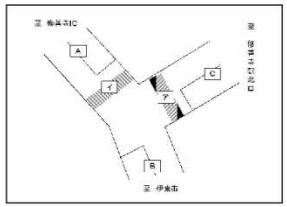
流入部	1φ=65秒			2φ=27秒			3φ=72秒		
A	左65			G21	3	3	R67		5
B	G59		3	R24		3	R67		5
C	R62		3	R24		3	G64	3	5
歩ア	G36	点4	R22	R24		3	R67		5
歩イ	R62		3	R24		3	R67		5

サイクル長＝164 秒

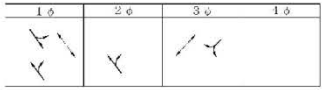
②交差点

信号現示調査結果

調 査 日：平成26年9月3日(水)
時 間 帯：11:00～12:00
天　　候：晴れ
地　　点：(仮)修善寺駅北口交差点



G 青　Y 黄　点 歩行者用点滅
GA 青矢　R 赤　AR 全赤



14時台（その1）

流入部	1φ=70秒		2φ=13秒		3φ=23秒	
A	G87	3	R10	3	R20	3
B	G77	3		3	R20	3
C	R80			3	G17	3 3
歩ア	G59	点5	R16	3	R20	3
歩イ	R80			3	G10	点4R6 3

サイクル長＝106 秒

14時台（その2）

流入部	1φ=78秒		2φ=13秒		3φ=23秒	
A	G75	3	R10	3	R20	3
B	G85	3		3	R20	3
C	R88			3	G17	3 3
歩ア	G67		R16	3	R20	3
歩イ	R88			3	G10	点4R6 3

サイクル長＝114 秒

14時台（その3）

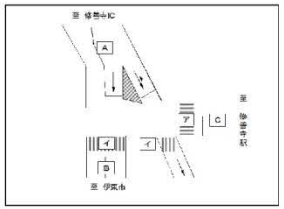
流入部	1φ=74秒		2φ=13秒		3φ=23秒	
A	G71	3	R10	3	R20	3
B	G81	3		3	R20	3
C	R84			3	G17	3 3
歩ア	G63		R16	3	R20	3
歩イ	R84			3	G10	R6 3

サイクル長＝110 秒

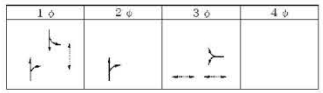
③交差点

信号現示調査結果

調 査 日：平成26年9月3日(水)
時 間 帯：11:00～12:00
天　　候：晴れ
地　　点：修善寺駅入口交差点



G 青　Y 黄　点 歩行者用点滅
GA 青矢　R 赤　AR 全赤



11時台（その1）

流入部	1φ=69秒		2φ=11秒		3φ=28秒	
A	G66	3	R8	3	R24	4
B	G74	3		3	R24	4
C	R77			3	G21	3 4
歩ア	G67	点5	R15	3	R24	4
歩イ	R77			3	G14	点4R6 4

サイクル長＝108 秒

11時台（その2）

流入部	1φ=78秒		2φ=12秒		3φ=32秒	
A	G75	3	R9	3	R28	4
B	G84	3		3	R28	4
C	R87			3	G25	3 4
歩ア	G66		R16	3	R28	4
歩イ	R87			3	G18	R6 4

サイクル長＝122 秒

11時台（その3）

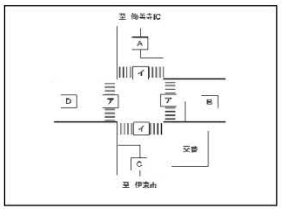
流入部	1φ=72秒		2φ=11秒		3φ=29秒	
A	G69	3	R8	3	R25	4
B	G77	3		3	R25	4
C	R80			3	G22	3 4
歩ア	G60		R15	3	R25	4
歩イ	R80			3	G15	R6 4

サイクル長＝112 秒

④交差点

信号現示調査結果

調 査 日：平成26年9月3日(水)
時 間 帯：11:00～12:00
天　　候：晴れ
地　　点：(仮)交番前交差点



G 青　Y 黄　点 歩行者用点滅
GA 青矢　R 赤　AR 全赤

11時台（その1）

流入部	1φ=71秒		2φ=13秒		3φ=24秒	
A	G68	3	R10	3	R21	3
C	G78	3		3	R21	3
B・D	R81			3	G18	3 3
歩ア	G60	点5	R16	3	R21	3
歩イ	R81			3	G11	点4R6 3

サイクル長＝108 秒

11時台（その2）

流入部	1φ=71秒		2φ=13秒		3φ=24秒	
A	G68	3	R10	3	R21	3
C	G78	3		3	R21	3
B・D	R81			3	G18	3 3
歩ア	G60		R16	3	R21	3
歩イ	R81			3	G11	R6 3

サイクル長＝108 秒

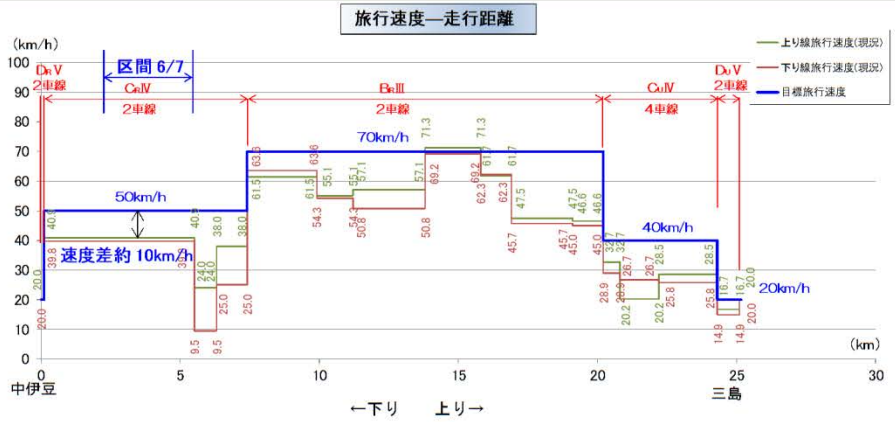
11時台（その3）

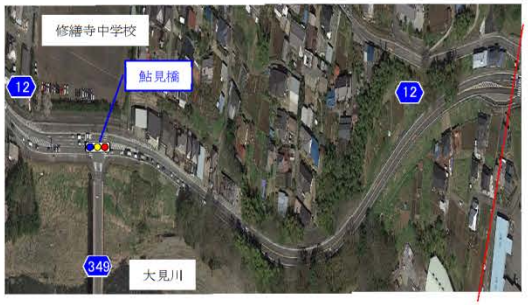
流入部	1φ=71秒		2φ=13秒		3φ=24秒	
A	G68	3	R10	3	R21	3
C	G78	3		3	R21	3
B・D	R81			3	G18	3 3
歩ア	G60		R16	3	R21	3
歩イ	R81			3	G11	R6 3

サイクル長＝108 秒

■原因分析事例　【区間 6/7①】

旅行速度阻害箇所の概要

目標との相違	問題点
	【区間①】 ＜上下線共通＞ ・低速車（大型車）による速度低下 ・線形不良による速度低下 【区間②】 ＜上下線共通＞ ・低速車（大型車）による速度低下 ・信号交差点による遅れ



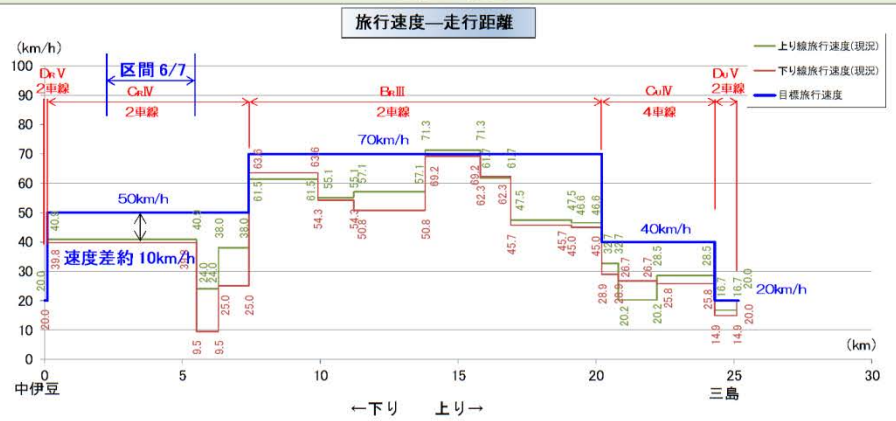
想定される対策案

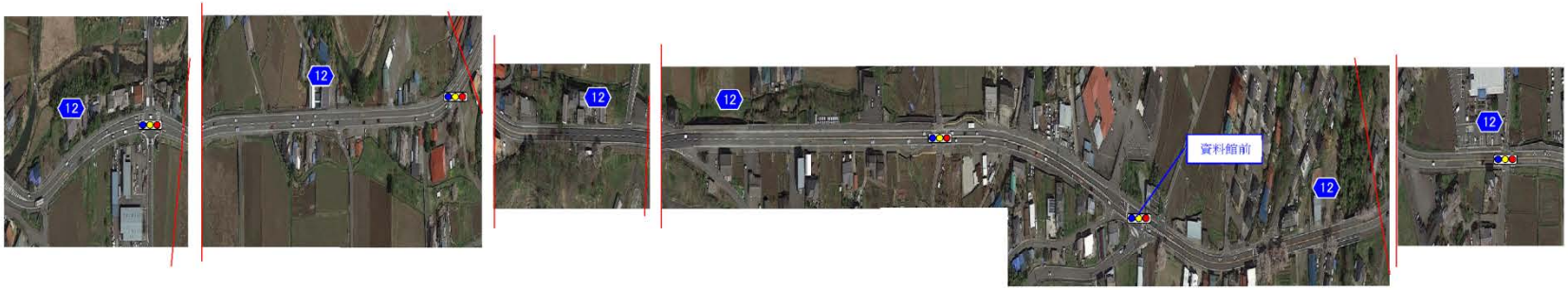
・付加追越車線設置，ゆずり車線設置，2＋1車線の整備

・線形不良箇所の線形改良

■原因分析事例　【区間 6/7②】

旅行速度阻害箇所の概要

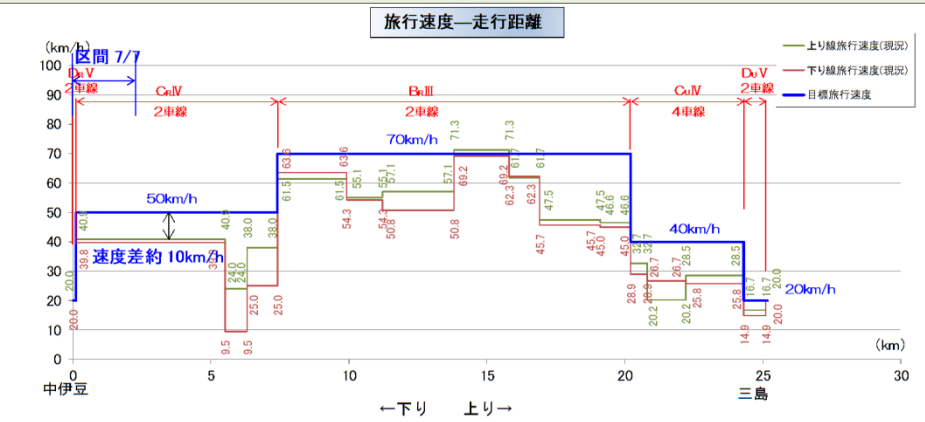
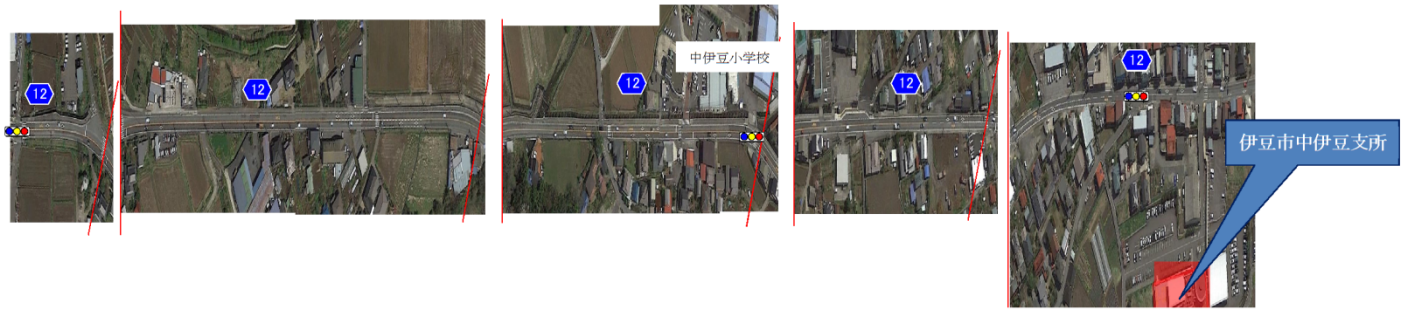
目標との相違	問題点
	【区間①】 ＜上下線共通＞ ・低速車（大型車）による速度低下 ・線形不良による速度低下 【区間②】 ＜上下線共通＞ ・低速車（大型車）による速度低下 ・信号交差点による遅れ



想定される対策案

・付加追越車線設置，ゆずり車線設置，2＋1車線の整備
・信号交差点のラウンドアバウト化

■原因分析事例　【区間 7/7】

	目標との相違	問題点
旅行速度阻害箇所の概要		＜上下線共通＞ ・低速車（大型車）による速度低下 ・信号交差点による遅れ ・狭小路肩幅員による速度低下（住宅近接区間）
		
想定される対策案	・付加追越車線設置，ゆずり車線設置，２＋１車線の整備 ・信号交差点のラウンドアバウト化 ・路肩幅員の拡幅	

4　改善方針の検討及び対策案の検討

4-1　性能達成に向けた改善方針の検討

現況と目標とする階層と乖離がある場合，問題箇所に対して対応策を実施し目標旅行速度等を満足する道路構造を検討する．性能照査の結果，抜本的な対策が必要な場合は，現道拡幅やバイパス整備を検討し，再度性能照査を実施する．

4-2　性能達成に向けた対策案の検討

(1) 対応策

原因分析で課題となった区間・箇所について，対応策を検討する．対応策が複数考えられる場合は，改善効果，事業のしやすさ，事業費等より総合的に比較検討を行う．

対応策の留意点は以下のとおりである．

- 右折車線整備，ラウンドアバウトの導入，沿道アクセス対策等の現道部での抜本的な対応策を検討する．
- 都市計画等で現況を改良予定がある場合は，改良計画も対応策として考慮する．
- 信号密度が速度に著しい影響を与えるため，信号交差点の集約も念頭に置く．
- 信号交差点を集約した場合，並行道路整備もしくは拡幅により立体交差とするよりもコストを抑えられる．
- ITS(速度回復等)，信号現示等の見直し等のソフト対策も検討する．
- 制約条件が多く早期に対応する場合は，阻害を回避し少しでも容量増加を図る．

表4-4-1に，速度低下要因別の対策例を示す.

表 4-4-1　速度低下要因別の対策例

	速度低下要因		対策例
単路部	潜在	・平面線形	・線形局部改良
		・沿道出入り	・中央分離帯設置 ・副道設置 ・車線運用の変更(加減速車線設置, 第一通行帯のサービス車線化) ・支道集約(一方通行化)
		・合流部	・合流車線延長
	顕在	・縦断線形(登坂,サグ) ・トンネル	・情報提供(速度回復) ・ペースメーカーライト
		・低速度車両 ・大型車混入率	・付加車線設置 ・ゆずり車線
交差点部	潜在	・右，左折車	・右,左折車線設置 ・右,左折車線相当幅員の確保 (広幅員の直進・右折,左折混用車線) ・右折立体(右折交通が主の場合) ・右,左折車両回避スペース確保 ・横断歩道橋設置 ・ラウンドアバウト化 ・迂回路
	顕在		・右折２車線化 ・右折車線延伸 ・横断歩道のセットバック
	潜在	・交差点密度	・交差点の集約 ・中央分離帯で閉鎖し並行道路整備
	顕在		・信号現示の最適化

(2) 性能照査

対応策による遅れ時間や旅行速度の改善を踏まえ，設定した性能目標を達成しているか照査を行う．代表的な対応策と改善する旅行速度や旅行時間は**第Ⅱ編3-5**より現地条件を踏まえて適用し，評価を行う．なお，期待できる効果は理論値やシミュレーション，類似条件での実測値，他対策事例より引用しても良い．ただし，信号密度や沿道条件等に配慮し，過大な効果を適用しないように注意が必要である．

照査の結果，性能目標を満足しない場合は性能改良検討の余地がある場合は他対応策を検討し，順次，階層の再設定，既存道路ネットワークでは解決策がない場合はパイパス計画と対応策を検討する．

(3) 実例による対応策の提案と性能照査

原因分析と同じ三島～中伊豆町間について，現況旅行速度と目標旅行速度が乖離している区間・箇所の原因分析結果を踏まえ，原因に有効な対応策を立案した．

また，現況旅行速度に対し，対応策を実施する区間・箇所について期待できる旅行速度を想定し，性能目標が達成できているか検証した．本ケースの性能目標は静岡30構想より中伊豆から三島までの到達時間を30分とした．

(a) 対応策の提案

表 4-4-2　センターゼブラ改修による対策案比較(2 車線区間)

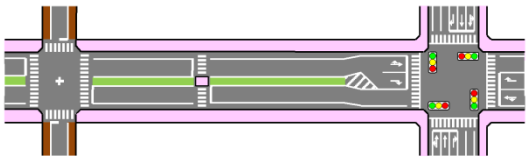
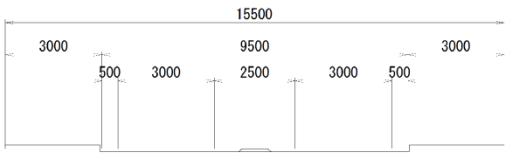
	現況	案１（センターゼブラ部のマウンドアップ）
平面イメージ		
幅員構成		
案の概要		路上駐車抑制策として、センターゼブラ部のマウントアップ化を図る案
沿道サービスへの影響		路上駐停車がしづらくなることにともない、沿道施設への荷物の搬出入等、駐停車をともなう活動に支障が生じる。
安全性		駐停車車両を避けるためのゼブラを通行した追い越しや、交差点以外の箇所での右折の抑制等の効果が期待され、安全性の向上に寄与する。
用地買収の有無		既存のゼブラ部をマウントアップするものであり、新たな用地買収は発生しない。
効果の度合い		路上駐車車両の存在により速度低下が顕著に生じている箇所については、効果が期待される。また，右折抑制の効果からも速度低下や渋滞発生の要因が緩和される。
整備のしやすさ		ゼブラ部の改築のみのため比較的容易。 （施工時の通行止めや切廻し道路の構築などが不要）
経済性（直接工事費）		25 千円/m
評価		比較的容易に実施可能な対策であるため、路上駐車車両が車両の走行性に大きく影響を及ぼしている路線では有効な対策と考えられる。

表 4-4-3　交差点処理の適正化による対策案比較表-1 (2 車線区間)

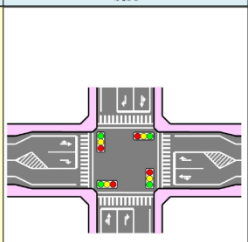
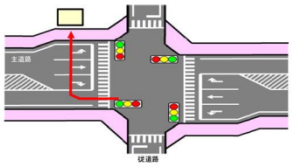
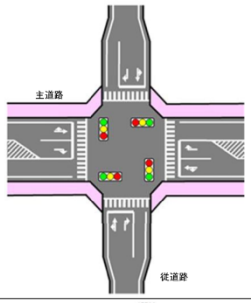
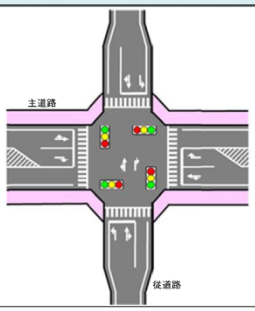
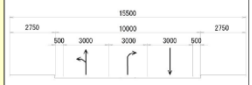
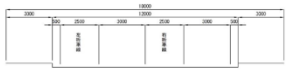
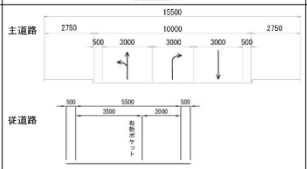
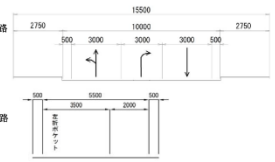
	現況	案 2-1（主道路に左折車線を設置）	案 2-2（主道路に右折車線、従道路に右折ポケットを設置）	案 2-3（主道路に右折車線、従道路に左折ポケットを設置）
平面イメージ				
幅員構成				
案の概要		交差点処理の適正化として、交差点の主道路に左折車線を設置する案	交差点処理の適正化として、主道路に右折車線、従道路に右折ポケットを設置する案	交差点処理の適正化として、主道路に右折車線、従道路に左折ポケットを設置する案
沿道サービスへの影響		車線の増加により、交差点付近の逆車線側の施設（家屋）への流入が難しくなる。 交差点近辺の車両の滞留が緩和されるため、沿道への出入りがしやすくなる。	交差点近辺の車両の滞留が緩和され、路線としての交通が整流化されることで、沿道への出入りがしやすくなる。	交差点近辺の車両の滞留が緩和され、路線としての交通が整流化されることで、沿道への出入りがしやすくなる。
安全性		交差点内の走行レーンが整備され、交通が整流化することで、路線としての安全性の向上に寄与する。	交差点内の走行レーンが整備され、交通が整流化することで、路線としての安全性の向上に寄与する。	交差点内の走行レーンが整備され、交通が整流化することで、路線としての安全性の向上に寄与する。
用地買収の有無		追加した車線分の用地買収が必要となる。	追加した車線分の用地買収が必要となる。	追加した車線分の用地買収が必要となる。
効果の度合い		左折車および歩行者が多い場合、効果が高い。 左折車線の設置と合わせ、信号現示の見直しにより、走行性の向上に効果的となる。	主道路に右折車線、従道路に右折ポケットを設置と合わせ、信号現示の見直しにより、走行性の向上に効果的となる。	主道路に右折車線、従道路に左折ポケットを設置と合わせ、信号現示の見直しにより、走行性の向上に効果的となる。
整備のしやすさ		用地買収を伴うため、整備しにくい。	用地買収を伴うため、整備しにくい。	用地買収を伴うため、整備しにくい。
経済性（直接工事費）		10,000 千円/箇所	10,000 千円/箇所	10,000 千円/箇所
評価		用地買収が伴うため、整備はすることは困難であるが、左折車や歩行者が多い場合は、整備効果が期待できる。 付加車線の設置により、交差点の処理能力が改善し、路線としてのサービス性は向上する。	用地買収が伴うため、整備はすることは困難である。右折ポケット設置した従道路の処理能力を高め、短縮された青時間を主道路側への再配分が可能。 裏道整備・交差道路の集約などの対策と合わせて対策することが有効的である。	用地買収が伴うため、整備はすることは困難である。左折ポケット設置した従道路の処理能力を高め、短縮された青時間を主道路側への再配分が可能。 裏道整備・交差道路の集約などの対策と合わせて実施することが有効的である。

表 4-4-4　交差点処理の適正化による対策案比較表-2 (2 車線区間)

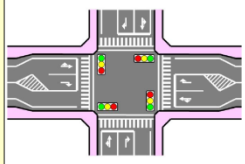
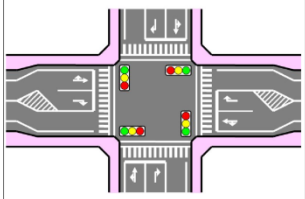
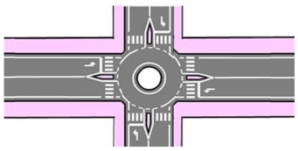
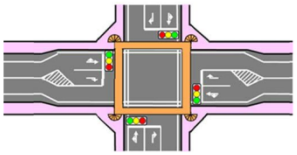
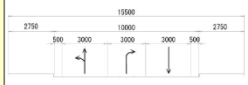
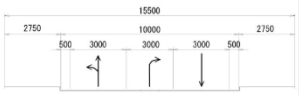
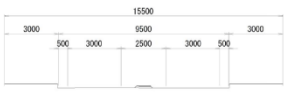
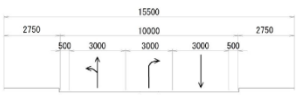
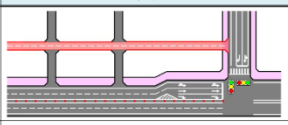
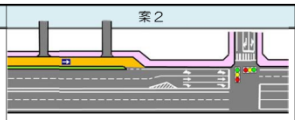
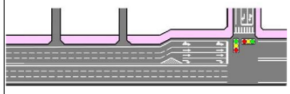
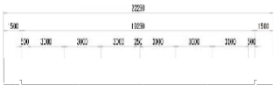
	現況	案 3-1（信号現示の適正化）	案 3-2（ラウンドアバウト化）	案 3-3（歩道橋及び自転車レーン整備）
平面イメージ				
幅員構成		 （現況と同一）	 （右左折レーンは廃止）	 （現況と同一）
案の概要		交差点処理の適正化として、交差道路側の信号を感知式とするなどして、主道路の交通を極力阻害しないようにする案	交差点処理の適正化として、交差道路が細街路となる交差点をラウンドアバウトによる交差点とする案	交差点処理の適正化として、横断歩道橋及び自転車横断帯（自転車レーン）も設置する案
沿道サービスへの影響		主道路の青時間を増やすことにより交差点近辺の車両の滞留が緩和されるため、沿道への出入りがしやすくなる。	信号廃止により交差点近辺の車両の滞留が緩和されるため、沿道への出入りがしやすくなる。	交差点横断時に横断歩道の階段昇降が必要となり、歩行者観点では交差点の横断を嫌がることにより、沿道施設の利用にも影響が見られる可能性がある。
安全性		歩車分離信号にしない場合、歩行者の視点では安全性は向上しない（歩車分離信号にすると主道路の交通容量が落ちる）。 交差点処理の最適化により、交通が整流化することで、路線としての安全性も向上する。	交差点進入時に減速し低速で通過することになるため、速度超過や信号変わり目での急ブレーキによる事故が減少する。 交差点処理の最適化により、交通が整流化することで、路線としての安全性も向上する。	交差点内で歩行者と車両の動線が重ならなくなるため、原則として歩行者事故は無くなる。自転車横断帯設置により自転車の動線が確保されるため、自転車の無理な横断による車両との接触事故の減少が期待される。路線としての安全性も向上する。
用地買収の有無		無し	交差点直近部で用地買収が必要となる。	歩道部に橋脚や階段等のスペースが十分でない場合、用地買収が必要となる。
効果の度合い		信号赤による停止が少なくなるため、渋滞の緩和が期待される。ただし、ピーク時などで交差道路の交通量が多い場合は、信号現示の変更による効果はほとんど無いと考えられる。	信号待ちが無くなるため平時の渋滞は緩和されるが、ピーク時などで交差道路も渋滞していると、渋滞が現状よりひどくなる可能性あり。	横断歩行者による右左折車の阻害が無くなるため、車両の滞留は減少し、交差点の処理能力が改善し、路線としてのサービス性は向上する。
整備のしやすさ		構造的な変更が無いため、整備は最も簡易。	用地買収を伴うため、整備しにくい。	歩道部に橋脚や階段等のスペースが十分でない場合、用地買収が必要となるため、整備しにくい。
経済性（直接工事費）		0 千円/箇所	30,000 千円/箇所	55,000 千円/箇所
評価		現況の交通量を把握し、適切な信号現示とすることで、費用対効果は大きくなり、有効的な案である。	用地買収が伴うため、整備はすることは困難である。ラウンドアバウトの設置に適切な箇所の見極めが課題となる。	車輌の交通に対する効果は大きいが、歩行者に対するバリアフリー化によって、工事費及び用地面積の増加が課題となる。

表 4-4-5　対策案比較表(4 車線区間)

	現況	案１	案２	案３
平面イメージ				
幅員構成				
案の概要		現道に対して、中分（ポストコーン等）を設置し、裏道を整備することで、交差点を集約させる案	現道に対し副道を設置する案	現道の車線を１車線増やし、第１車線をサービス道路的な使い方とする案
沿道サービスへの影響		本線から直接の沿道サービスは低下するが、裏道整備により影響は小さいものと想定される。	本線から取付道路へのアクセスポイントが制限されるため、サービス低下がやや懸念される。	本線から直接の沿道サービスは現状維持となる。
安全性		交差点が集約される（取付道路への右折での進入がなくなる）ため、安全性は向上する。	本線との交差点が集約されるため、安全性の向上が期待される。但し、副道へ進入する際の二輪車巻込みや、副道から本線へ合流する際の追突事故など、新たな事故の発生が懸念される。	車線数が増えるため、右折により沿道から出入りする車両に対する安全性が懸念される。
用地買収の有無		本線は、必要なし 裏道整備は、沿道状況により必要	大きな用地買収が必要となる。	本線の第１車線分の用地買収が必要となる。
効果の度合い		交差点集約による遅れ時間の短縮、沿道・取付道路の出入り車両による阻害低減等の効果が見込まれる。ただし、主要信号交差点での容量増は期待できないため、他案に比べ効果は小さい。	取付道路からの出入り車両による交通阻害が低減されるため、本線の交通容量の向上が期待される。ただし、交差点部における容量は増加しない。	主要信号交差点の容量が１車線分増加するため、容量増が期待される。ただし、右折により沿道から出入りする車両に対する安全性が懸念される。
整備のしやすさ		ポストコーンの設置は容易 裏道整備は、沿道状況によっては困難	大きな用地買収や、沿道施設などの関係機関協議が発生するため、整備は容易ではない。また電柱・埋設管・家屋等の移設が伴う。	電柱・埋設管・家屋等の移設が伴う整備となるため、関係機関協議が必要。 協議状況によっては、整備困難となる。
経済性	≪算出条件≫ 用地費：10 万円/㎡ 工事費（経費込）：各案に記載	用地費：¥0（万円） 工事費：¥1,750（万円） （ポストコーン１万円/本　2m間隔で設置） 合計：¥1,750（万円）	用地費：¥385,000（万円） 工事費：¥70,000（万円） （舗装・排水等で 20 万円/m） 合計：¥455,000（万円）	用地費：¥210,000（万円） 工事費：¥55,000（万円） （舗装・排水等で 15 万円/m） 合計：¥265,000（万円）
評価				

5　計画案とした場合の性能照査

本来は対策を実施した道路の性能曲線を用いて旅行速度を算出し照査を実施するべきであるが，全ての道路構造についての性能曲線が網羅されていないため，今回は対策を実施した場合の速度向上を想定して作成した対策後の性能照査実施イメージを下記に示す.

本検討は，改善による旅行時間短縮のイメージを示し，後述する「階段グラフ」に反映した根拠を示すものである.

このとき改善策における接続方式については, **第Ⅱ編2-3**に示されている階層間の接続方式マトリクス(次頁**表4-5-2**，**表4-5-3**に再掲)を参照し，階層区分相互の接続方式と方法から適切に選定する.

本検討は，改善による旅行時間短縮のイメージを示し，後述する「階段グラフ」に反映した根拠を示すものである.

表 4-5-1　改善策とその改善イメージ

区間	階層	主な問題点	改善策(案)	旅行速度改善 [km/h] (イメージ)	短縮時間 [min] (イメージ)
1/7	D_U-V C_U-IV	・信号交差点が多い ・中分が未設置	・信号現示を最適化 ・中分を設置	15⇒20 (+ 5) 30⇒40 (+10)	-3.5
2/7	B_R-III	・信号交差点が多い. ・料金所での一時停止	・立体交差点化 ・料金所廃止(無料化)	45⇒70 (+25)	-1.5
3/7	B_R-III	・カーブしたトンネル区間での速度低下	・トンネル前後に追越車線(登坂車線等)を設置	60⇒75 (+15)	-1.0
4/7	B_R-III	・沿道とのアクセスによる速度低下	・副道設置により，沿道アクセス箇所を集約	60⇒70 (+10)	-0.5
5/7	B_R-III C_RIV	・上り勾配での速度低下 ・連続する交差点で信号サイクル長が異なる	・追越車線を設置 ・信号のオフセットを考慮した系統制御	60⇒75 (+15) 60⇒45 (+15)	-1.5
6/7	C_R-IV	・特になし	※速度設定を変更	40⇒50 (+10)	-1.5
7/7	C_R-IV	・特になし	※速度設定を変更	40⇒50 (+10)	±0.0

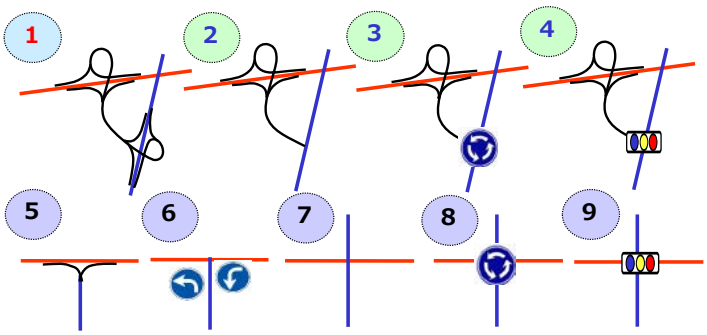
表 4-5-2　階層区分相互接続の可否と接続方式

同・下位道路 / 上位道路		完全出入り制限 FAC		部分出入り制限 PAC		出入り制限なし N				
		A_R	A_U	B_R	B_U	C_R	C_U	D_R	D_U	E_U
FAC	A_R	1	1	1,3	1,3	1,2,3	2,3,4	–	–	–
	A_U		1	1,3	1,3	-	2,3,4	–	–	–
PAC	B_R			1,3,8	1,3	2,3,4,8,9	2,3,4,8,9	5	5	–
	B_U				1,3	2,3,4,8,9	2,3,4,8,9	5	5	–
N	C_R					8,9	8,9	5,6,8,9	5,6,8,9	–
	C_U						8,9	5,6,8,9	5,6,8,9	7
	D_R							7,8,9	7,8,9	7,8
	D_U								7,8,9	7,8
	E_U									7,8

【表中解説】表中数字は下表の接続形式番号を示し，赤字：立体・青字：不完全立体・黒字：平面を表す.

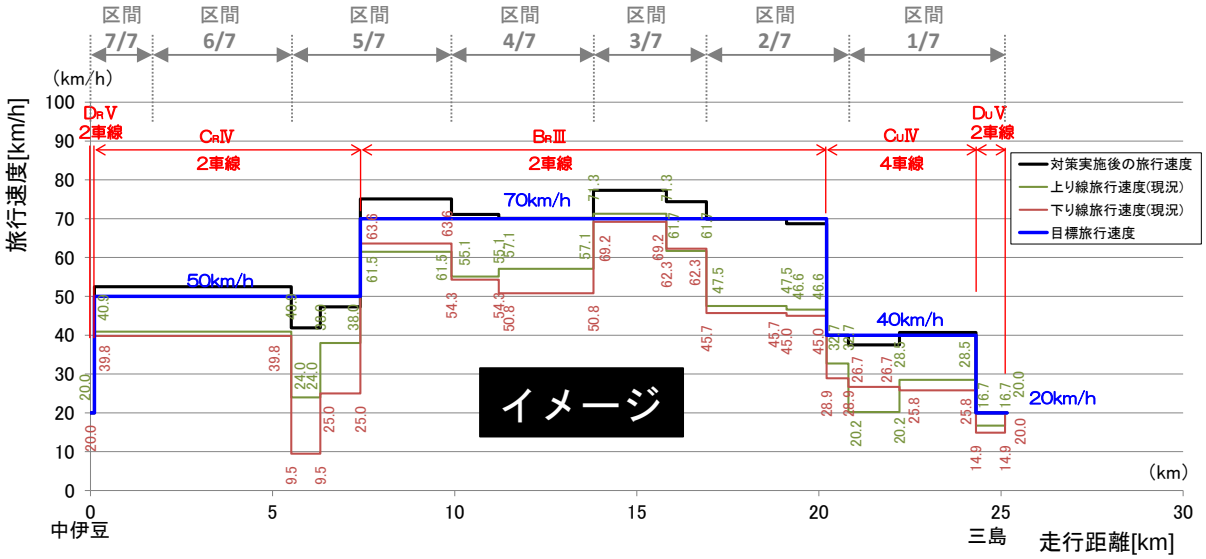
表 4-5-3　接続形式番号

接続形式		接続形式番号	接続概要および遅れ時間				備　考
			主方向（上位道路）		従方向（下位道路）		
			接続方法	遅れ時間	接続方法	遅れ時間	
立　体		1	加減速車線で接続	なし	加減速車線で接続	なし	
不完全立体	（無信号）	2	加減速車線で接続	なし	無信号交差点で接続	少ない	
	（RAB）	3	加減速車線で接続	なし	RABで接続	▲	RAB：ラウンドアバウト
	（信号）	4	加減速車線で接続	なし	信号交差点で接続	多い	
平　面	（左折in-左折out①）	5	加減速車線で接続	なし	–	少ない	主方向に分離帯が設置されたT字形式での接続
	（左折in-左折out②）	6	加減速車線なしで接続	少ない	–	▲	
	（無信号）	7	無信号平面交差で接続	▲	無信号平面交差で接続	▲	
	（RAB）	8	RABで接続	▲	RABで接続	▲	RAB：ラウンドアバウト
	（信号）	9	信号平面交差で接続	多い	信号平面交差で接続	多い	

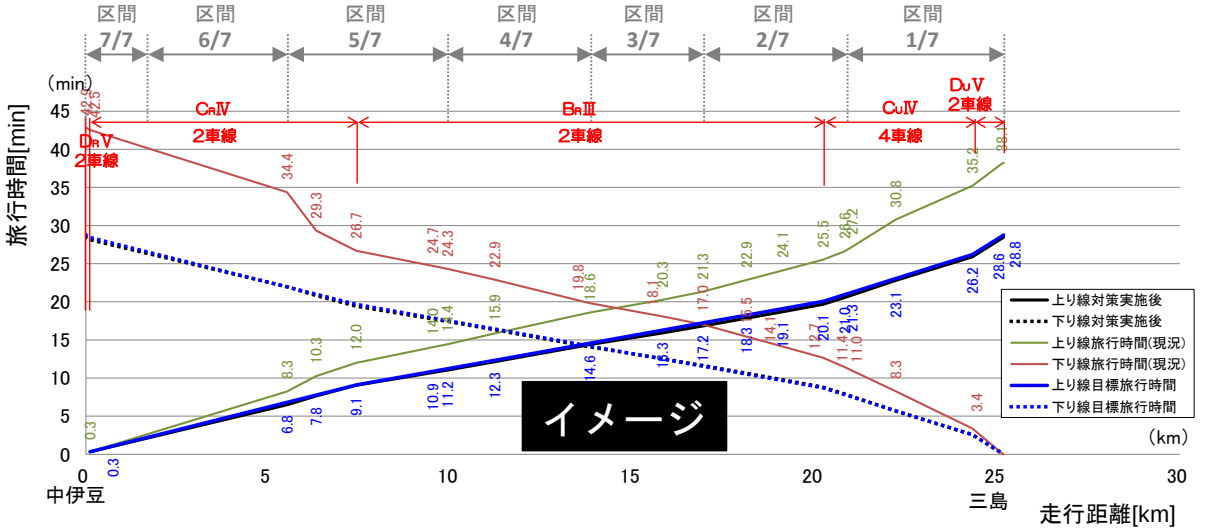


注)1～4 のランプ形状は図のトランペットの他,平面 Y・立体 Y・ダイヤモンド形式等複数ある点に留意

図 4-5-1　接続形式のイメージ図



(a)走行距離-旅行速度の関係



(b)走行距離-旅行時間の関係

図 4-5-2　上り線・下り線の走行距離と旅行速度・旅行時間

以上により，階層ネットワークが完成し，交通需要を加味した検討に移る．

6　潜在性能(交通需要)の照査

6-1　交通需要の設定

(1) 交通需要設定のための必要データ

交通需要を加味した道路の性能照査を行うにあたり，交通需要を設定するために必要となるデータを以下に示す．これは，道路交通センサス，プローブデータ，トラカンデータ，交通実態調査結果等の活用を考えている．

- 現況交通量
- 将来交通量

  →センサス将来OD表, 主要施設の立地などピンポイントで算出可能な場合はそれも加味する
- 観光地などでは休日交通量

(2) 交通需要の設定方法

交通需要は，対策を実施する範囲や周辺交通の影響の度合いを考慮して適切に設定する．

(a)他の区間に与える対策の影響が小さい場合(部分的な線形改良，駐停車スペースの設置など)

性能目標達成に向けた道路改良がピンポイントであり，区間の交通量に大きな影響を及ぼさないと想定される場合は現況交通量を需要交通量とする．また，将来の伸び率をかけて将来の需要交通量とする．

(b)他の区間に与える対策の影響が大きい場合(交差点立体化，交差点集約など)

交差点立体化や交差点の集約，新規路線の追加など区間の交通量に大きな影響を及ぼすと想定される場合は，交通量推計などによる需要予測を行った上で需要交通量を設定する．

6-2　車線数，交通運用等の決定

(1) 車線数の決定

単路部における性能照査を行い，必要な車線数を決定する．

(2) 結節点の構造の決定

路線間の結節点における道路構造について，JCT形式，IC形式，交差点立体化，RABなどを決定する．

(3) 交通運用の決定

上記で決定した構造に対して，信号現示の設定や右左折レーンの設置，リバーシブルレーン等，交通運用の方法を決定する．

7　ネットワークへの展開

7-1　既存道路ネットワークのオーバーレイ

2章に記載した二拠点間の階層化設定を複数の拠点間について行うことにより，対象エリアにおける既存道路ネットワークが階層化される．それらをオーバーレイすると図4-7のようになり，階層化された拠点間の一部区間が重複することがある．

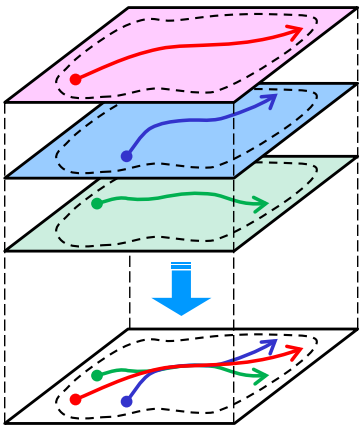


図 4-7　既存道路ネットワークの階層設定イメージ図

任意の二拠点間についての階層設定を複数の組み合わせで行い，対象地域の面的なネットワークの階層設定が進むと，ある段階で既に階層設定した区間を通過するケースが生じる．

既に階層設定した区間の階層および目標旅行速度をそのまま使うと，拠点間の目標旅行時間を満足しない場合，既に設定した階層および目標旅行速度に依らず，対処の拠点間の目標旅行時間が満足するような階層および目標旅行速度を設定する必要がある．

すなわち，拠点間を結ぶルートが重複する場合は，重複するルートが必要とする最も高い目標旅行速度を設定する必要がある．

7-2　その他留意点

拠点レベルに対して拠点間距離が極端に短い場合などは，仮に階層化された場合の目標旅行速度設定を現況非混雑時旅行速度が大きく下回っていたとしても目標旅行時間を達成してしまう可能性がある．

この場合，拠点レベルに対して拠点間距離の短い拠点を選択した際の性能照査においては性能目標を達成していても，拠点レベルが下がった場合など違う拠点間の性能照査において性能目標を達成することができなくなると考えられ，全ての拠点間を網羅することにより改良検討を行う必要が生じると考えられるため，設定した拠点間の目標旅行時間を達成しているか否かで判断し，拠点間の距離は考慮しないこととした．