



令和3年～令和5年度 基幹研究課題

道路のサービス水準と 交通容量に関する検討

第IV期検討成果レポート

〔サービス水準のフレーム・性能曲線
交通容量研究マップの検討〕

令和6年3月

一般社団法人 交通工学研究会
道路の交通容量とサービスの質に関する研究グループ
道路のサービス水準と交通容量に関する検討TF

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

所属は令和6年3月時点

() は前任者等

顧問:	喜多 秀行	神戸大学名誉教授・(株)長大
	森田 綽之	日本大学 理工学部
委員長:	下川 澄雄	日本大学 理工学部
委員:	青山 恵理	日本大学 理工学部
	阿部 義典	国際航業(株)
委員兼幹事	石田 貴志	(株)道路計画
	泉 典宏	(株)オリエンタルコンサルタンツ
	井料 美帆	名古屋大学 大学院
	内海 泰輔	(株)長大
	大口 敬	東京大学 生産技術研究所
	大西 良平	国土交通省
	(石川 真義)	
委員兼幹事	柿元 祐史	(株)オリエンタルコンサルタンツ
	神戸 信人	(株)オリエンタルコンサルタンツ
	近田 博之	中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株)
	鈴木 弘司	名古屋工業大学工学部
	高橋 健一	三井共同建設コンサルタント(株)
委員兼幹事	張 馨	名古屋大学 大学院
	土肥 学	国土交通省 国土技術政策総合研究所
	(横地 和彦)	
	(松本 幸司)	
委員兼幹事	鳥海 梓	東京大学 生産技術研究所
	中村 悟	八千代エンジニアリング(株)
	中村 英樹	名古屋大学 大学院
	野中 康弘	(株)道路計画
	浜岡 秀勝	秋田大学理工学部
	山本 隆	中日本高速道路(株)
委員兼幹事	吉岡 慶祐	日本大学 理工学部

道路のサービス水準と交通容量に関する検討 TF

メンバー名簿

所属は令和6年3月時点

() は前任者等

サービス水準のフレーム検討 (GP1)

GP リーダー:	井料 美帆	名古屋大学大学院 環境学研究科
GP メンバー:	青山 恵里	日本大学 理工学部 交通システム工学科
	柿元 祐史	(株)オリエンタルコンサルタンツ 東北支社
	張 馨	名古屋大学大学院 環境学研究科
	吉岡 慶祐	日本大学 理工学部 交通システム工学科

自専道等の性能曲線とサービス水準の検討 (GP2)

GP リーダー:	鳥海 梓	東京大学 生産技術研究所
GP メンバー:	石田 貴志	(株)道路計画
	近田 博之	中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株)名古屋支店
	野中 康弘	(株)道路計画

一般道の性能曲線とサービス水準の検討 (GP3)

GP リーダー:	鈴木 弘司	名古屋工業大学 工学部 社会工学科
GP メンバー:	柿元 祐史	(株)オリエンタルコンサルタンツ 東北支社
	高橋 健一	三井共同建設コンサルタント(株)
	下川 澄雄	日本大学 理工学部 交通システム工学科

交通容量に関する研究マップの検討 (GP4)

GP リーダー:	泉 典宏	(株)オリエンタルコンサルタンツ
GP メンバー:	石田 貴志	(株)道路計画
	野中 康弘	(株)道路計画

目次

1. HCQSG の活動概要と本レポートの位置づけ

1-1 HCQSG の活動経緯	1
1-2 第IV期 HCQSG の活動内容と本レポートの位置づけ	3

2. サービス水準のフレーム検討

2-1 HCM におけるサービス水準の評価	4
2-1-1 サービスに関する用語・概念の整理	4
2-1-2 道路システムの要素・交通モード別の評価体系	6
2-2 サービス指標に関する既往研究の整理	9
2-2-1 サービスの影響要因や利用者認識に関する研究	9
2-2-2 サービスに関する指標の集約に関する研究	11
2-3 施策で求められるサービスの質の整理	12
2-4 サービスの質とサービス指標の関係図（案）	15
2-4-1 自専道の関係図	15
2-4-2 一般道の関係図	17
2-5 現在の道路行政におけるサービス評価との関係整理	18
2-5-1 計画・設計時	18
2-5-2 運用時	19
2-5-3 改良・改善検討時	19
2-6 まとめと今後の課題	20

3. 自専道等の性能曲線の検討

3-1 自専道等の速度性能曲線に関する既往研究	24
3-2 自専道等の速度性能曲線の特性	29
3-2-1 道路構造条件と速度性能曲線の関係	29
3-2-2 速度性能曲線の影響要因分析	33
3-3 自専道等の速度性能曲線の提案	38
3-3-1 実観測データに基づく速度性能曲線	38
3-3-2 性能照査に用いる速度性能曲線	40
3-4 まとめと今後の課題	42
3-4-1 まとめ	42
3-4-2 今後の課題	42

4. 一般道の性能曲線の検討

4-1 一般道の速度性能曲線に求める条件	45
4-1-1 速度性能曲線を検討する一般道の概要	45
4-1-2 一般道の速度性能曲線の影響要因の整理	47
4-2 一般道の速度性能曲線の提案	50
4-2-1 信号遅れを考慮した速度性能曲線（理論式）	50
4-2-2 性能照査・改善検討に用いる入力変数の条件	53
4-3 まとめと今後の課題	55

5. 交通容量に関する研究マップの検討

5-1 技術指針にみる交通容量研究の変遷と問題意識	57
5-2 既往文献の収集方法と整理方法	59
5-3 既往文献にみる交通容量に関する研究の変遷	61
5-3-1 道路区分別にみた研究動向	61
5-3-2 計測内容別にみた研究動向	61
5-3-3 道路構成要素別にみた研究動向	62
5-3-4 交通容量に関する影響要因別にみた研究動向	63
5-4 まとめと今後取り組むべき研究課題	65

6. まとめと今後の課題

1 HCQSG の活動概要と本レポートの位置づけ

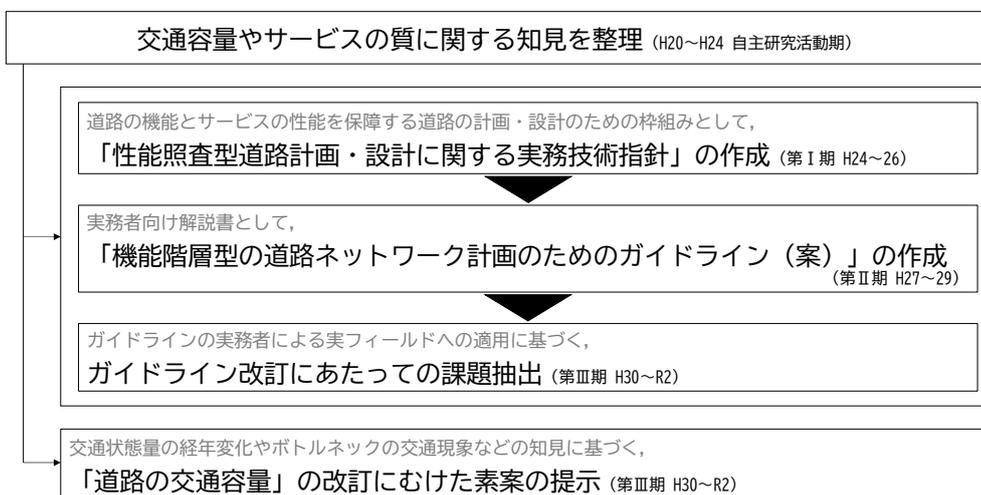
1-1 HCQSG の活動経緯

(1) HCQSG の活動経緯

道路の交通容量とサービスの質に関する研究グループ（HCQSG：Highway Capacity and Quality of Service）では、主に以下の課題に取り組むことを目的として、平成24年度を第Ⅰ期として3期9年間（自主研究活動期を含めると4期12年間）にわたって継続的に検討を実施してきた。

- 1) 交通容量に与える影響要因の再検討と実現交通容量の検証
- 2) 道路構造・交通運用に応じたサービス水準の検討
- 3) 交通容量とサービスの質を考慮した性能照査型道路計画設計手法の実用展開 等

第Ⅲ期までの研究成果は、広く議論していただくことを念頭に、**図 1-1-1** に示すように活動成果報告書として取りまとめて公開しているところである。



<https://www.jste.or.jp/Activity/h24-26.pdf>

<https://www.jste.or.jp/Activity/h27-29.pdf>

<https://www.jste.or.jp/Activity/h30-r2.pdf>

図 1-1-1 HCQSG の活動概要（活動の経緯と活動成果の報告）

(2) 第Ⅲ期までの検討課題

前述のとおり第Ⅲ期までの活動の成果は、これからの道路計画設計のあり方についての社会への提言という形で一定の成果を得ているものと考ええる。

しかしながら、活動成果の実用化・社会実装の観点からは以下に示すような課題も多く未だ道半ばである。また、これらの研究活動は新たな知見も加えながら継続的に情報を更新していくことも重要であると考ええる。

[機能階層型道路ネットワーク計画のためのガイドライン(案)の実用化に向けた取組み]

- ・適用範囲の明確化：本ガイドラインが扱う適用範囲が曖昧であり、該当ページに想定している道路階層や対象地域の大きさなどについて適用範囲として明記する必要がある。
- ・性能設計のシナリオ：本ガイドラインは性能照査型の道路計画・設計（性能設計）を目指している。そのため、本ガイドラインが性能設計として目指す Goal とその検討の道筋（検討手順の例）について棲み分けが必要である。
- ・性能設計の指標提示：本ガイドラインが性能設計を目指すのであれば、道路ネットワークの性能（道路のサービスの質）を確保するために必要とする最低限の情報（目標値や照査するための道具）を用意する必要がある。
- ・性能目標の提示：拠点間の目標旅行時間は、道路ネットワークの性能（道路のサービスの質）を確保するために必要とする指標であり、実務者が参考となる目安値を根拠とともに示す必要がある。
- ・構成内容の精査：本ガイドラインにおける道路階層や性能照査の概念と一般的な検討手順の棲み分けに加えて、各章で記述されている内容についての精査が必要である。

[「道路の交通容量」の改訂に向けた素案作成に関する取組み]

- ・第1次素案のブラッシュアップ：第Ⅲ期において、成果報告書（交通容量編）としてとりまとめた改訂素案の中で、知見の乏しい項目について追加の検討を行い、記述内容を強化する必要がある。
- ・交通容量研究に関するフォローアップ：既往研究の整理を通じて、実務的に重要であるにも関わらず研究の蓄積が少ない項目も少なくないことが明らかとなったことから、研究成果のフォローアップとともに、研究を促すよう努めていく必要がある。
- ・ガイドラインでの適用を念頭に置いたサービス指標の提示：性能照査型道路計画・設計の実践にあたっては、交通容量のみならず、ガイドラインへの適用を念頭に置いた性能指標やサービス水準、性能照査の方法論に関しても整備する必要がある。

1-2 第Ⅳ期 HCQSG の活動内容と本レポートの位置づけ

前節にまとめた HCQSG の活動成果と今後の検討方針を受けて、第Ⅳ期 HCQSG の活動では下記の検討を実施した。

- 1) 性能照査設計を念頭に置いたガイドラインの見直し
- 2) フィールドスタディの実施
- 3) 性能設計を念頭に置いたサービス水準の検討
- 4) 交通容量研究のフォローアップと研究マップの検討

第Ⅳ期 HCQSG 活動の検討フレームを図 1-2-1 に示す。第Ⅳ期の検討は、3 つのタスクフォース (TF) で分担して実施した。本レポートは、TF3 のパート (図 1-2-1 の赤枠内) である、3) 性能設計を念頭に置いたサービス水準の検討と、4) のうち研究マップの検討についてとりまとめたものである。

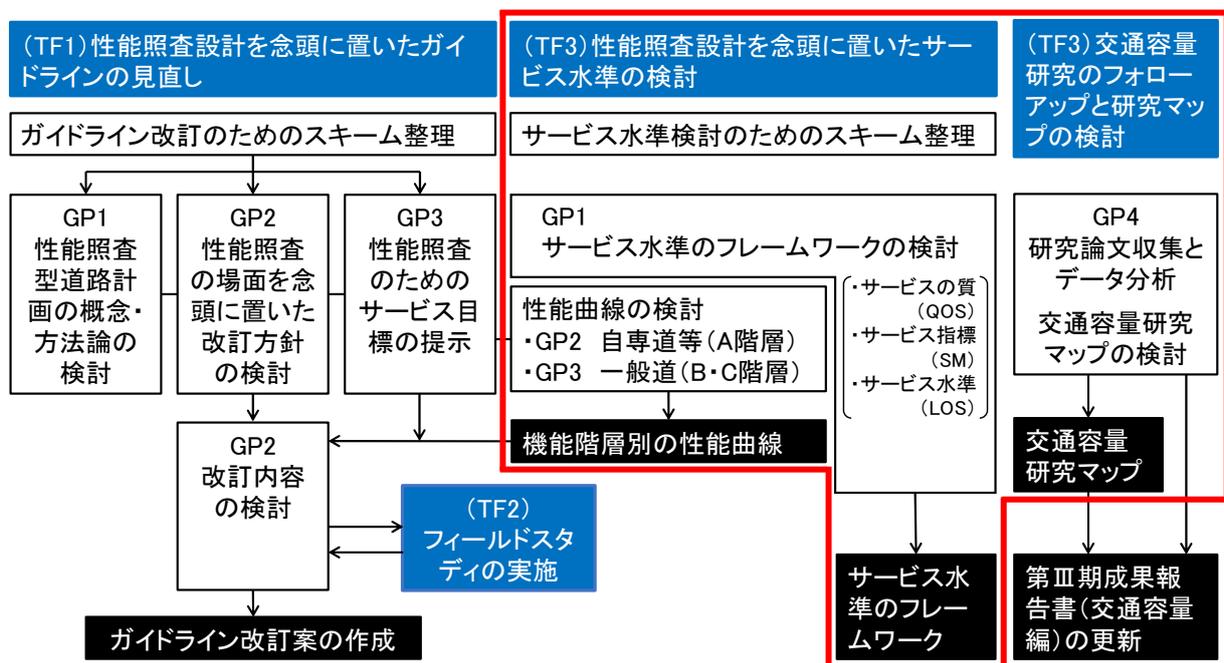


図 1-2-1 第Ⅳ期の HCQSG 活動全体の検討フレームと TF3 の検討範囲

道路のサービス水準と交通容量に関する TF (TF3) では、性能照査設計を念頭に置いたサービス水準を検討するグループとして、GP1：サービス水準のフレームワークを検討するグループ、GP2・3：性能照査設計に必要となる性能曲線を検討するグループで活動を実施した。また、第Ⅲ期の成果報告書 (交通容量編) のフォローアップと今後の検討課題を検討するグループとして、GP4：交通容量研究のフォローアップと研究マップの検討グループで活動を実施した。

なお、上記 1) 性能照査設計を念頭に置いたガイドラインの見直しと、2) フィールドスタディに関する検討成果は、別冊の「機能階層型の道路ネットワーク計画のためのガイドライン (改訂案)」(令和 6 年 8 月)を参照いただきたい。また、4) のうち交通容量研究のフォローアップの結果については、第Ⅲ期成果報告書 (交通容量編) の更新版である、別冊の「成果報告書：交通容量編 (増補・改訂版)」(令和 6 年 8 月)を参照いただきたい。なお、本レポートで検討・提案する機能階層別の性能曲線は、上記のガイドライン (改訂案) に反映していることを付記する。

2 サービス水準のフレーム検討

これまでの HCQSG での検討は、主に自動車の移動機能に着目したもので、移動機能を代表する指標としての旅行速度を対象としたものである。一方、運転者は平均的な旅行速度のみならず、交通の安全性や走行のしやすさなど、様々な観点から道路のサービスの質を認識している。道路本来の目標性能を検討するためには、これら様々な観点を総合的に検討・整理することが必要といえる。また、道路の種類・階層によっても、重要視するサービスの質が異なる。さらに、自転車や歩行者、電動モビリティなどの多様な道路利用者にまで目を向けると、今後はさらに多様な交通サービスの質を検討していくことが求められている。

本章は、サービスの質に関する上記の状況を踏まえた第一段階として、自動車の移動機能のサービスの質とそれを評価する指標の概念整理を目的とする。具体的には、Highway Capacity Manualをはじめとする様々な道路のサービス水準・指標に関する研究のレビューを通じて、道路のサービスの質の種類と、それを定量評価するための指標との関係性を移動機能の観点から整理することを目的とする。

なお、移動機能は交通状況により変化するものであり、対象となる交通需要の設定によって評価結果は大きく異なる。すなわち、設計交通量の設定方法や、需要変動による時間信頼性の評価も重要な視点となる。現時点では、あくまで与えられた交通需要に対する評価手法についてレビューを行っており、交通需要変動に起因する評価については扱っていない。

2-1 HCM におけるサービス水準の評価

2-1-1 サービスに関する用語・概念の整理

Highway Capacity Manual では、道路交通が提供するサービスの質 (Quality of service : 以降、「交通サービスの質」と記す) をより広い概念として捉えている。2022 年に発刊された最新の第 7 版の中では、交通サービスの質を「利用者からみて、交通機関やサービスがどの程度うまく機能しているかを表すもの(Quality of service describes how well a transportation facility or service operates from a traveler's perspective.)」と定義している。つまり、交通サービスの質は、利用者認識に基づくものであり、抽象的で幅広い概念として扱っている。そして、利用者が認識する交通サービスの質には、旅行時間、停止回数、時間信頼性、機動性 (例：車線変更のしやすさ、追従時間割合)、快適さ (例：自転車や歩行者との相互作用や空間分離、舗装の質)、安全性、デザイン性といった要素を含むものとして捉えている。

次に、交通サービスの質を表す指標であるサービス水準 (Level of service : 以降、「LOS」と記す) は、「交通サービスの質を表す定量的な指標(LOS is a quantitative stratification of a performance measure or measures representing quality of service)」と定義している。加えて、「利用者が認識する施設やサービスの質に対する、複雑な数値的パフォーマンス結果を単純な A-F に区分して示すものであり、LOS の結果は施設性能の複雑さの多くを隠していることを理解しなければならない」との説明がされている。したがって、LOS は事業に対する意思決定をするために使われる指標であり、交通サービスの質とは全く異なる概念である。

ところで、交通サービスの質は、HCM では第 4 版 (HCM 2000) から定義された用語である。

第4版までは、LOSがサービス水準を示す概念として広い意味で用いられてきたが、1990年代から2000年代にかけて、サービスの良し悪しは利用者の認識に基づくべきものであり、それを規定する要因は利用者によって様々であるとの研究成果や議論が数多く見られるようになった²⁾³⁾。第5版(HCM2010)からは、これらの研究成果を踏まえて利用者認識をLOSの評価に取り入れる手法が活発に議論され⁴⁾⁵⁾、とくに、歩行者や自転車に対するLOSの評価手法が大きく変わった。

交通サービスの質とLOSを結びつける概念として、サービス指標(Service measure:以降、「サービス指標」と記す)が存在する。様々な交通サービスの質に対して、LOSとして1つの評価水準を決定するために、交通サービスの質を定量的に示した指標である。なお、サービス指標は、第4版以前は円滑性指標(Measure of effectiveness)と呼ばれていた。しかし前述のように、交通サービスの質は移動機能にとどまるものではなく、円滑性指標(Measure of effectiveness)を含むより幅広い指標の概念として、2000年に発刊された第4版(HCM 2000)以降はサービス指標(Service measure)と呼ばれるようになった。

これらの交通サービスの質とサービス指標、LOSの関係性を示すと図2-1-1のイメージとなる。つまり、利用者が認識する交通サービスの質には様々な要素が存在する中で、LOSを決定する際には、それらの要素を集約し、定量化するための何らかのサービス指標が選択され、そのサービス指標をもとに6段階のLOSに区分される。ちなみに、交通サービスの質は広い概念であることは前述のとおりであるが、HCMでは主に円滑性に関わる交通サービスの質を対象にしている。なお、図2-1-1は、高速道路区間(Basic freeway segment)を評価する場合の例を示したものであり、サービス指標として定量化される交通サービスの質やLOSの決定方法は、評価対象とする道路の構成要素や交通モードによって異なる。これについては、次節において詳しく述べる。



図 2-1-1 交通サービスの質・サービス指標・LOS の関係

2-1-2 道路システムの要素・交通モード別の評価体系

道路利用者が認識するサービスの質は、評価の対象となる道路の構成要素や交通モードに応じて異なるはずである。HCM 第7版では、道路システムの要素を15種類、交通モードを4種類に分類し、表2-1-1に示すように、それぞれに応じてLOSの決定に用いるサービス指標を設定している。

表 2-1-1 道路システムの要素・交通モードごとのサービス指標
(HCM 第7版 Chapter8 より作成)

道路システムの要素	自動車	歩行者	自転車	トランジット
高速道路ファシリティ	交通密度	—	—	—
高速道路区間	交通密度	—	—	—
織り込み区間	交通密度	—	—	—
ランプ部	交通密度	—	—	—
多車線道路	交通密度	—	LOS スコア	—
往復2車線道路	追従車両割合	—	LOS スコア	—
都市内街路ファシリティ	速度	LOS スコア	LOS スコア	LOS スコア
都市内街路区間	速度	LOS スコア	LOS スコア	LOS スコア
信号交差点	遅れ	LOS スコア	LOS スコア	—
2方向一時停止交差点	遅れ	横断満足度	—	—
全方向一時停止交差点	遅れ	—	—	—
ラウンドアバウト	遅れ	—	—	—
インターチェンジ	遅れ	—	—	—
代替交差点	遅れ	—	—	—
歩行者・自転車 ファシリティ	—	道路空間・ イベント	LOS スコア	

道路システムの要素とは、道路の構成要素のうち、評価の対象や範囲を示すものである。例えば、ランプ部や信号交差点などの地点(point)単位での評価、高速道路や都市内街路の区間(segment)単位での評価のほか、複数の地点や区間を統合したファシリティ(facility)として評価する場合もある。

例えば、高速道路区間やランプ部、多車線道路の自動車交通に対しては、交通密度が唯一のサービス指標として使用される。図2-1-1に例示した高速道路区間の場合、第7版の説明によると、交通密度、平均旅行速度、交通量交通容量比が性能を特徴づける指標であるとしながらも、速度は交通量レベルが低い場合において感度が低いこと、交通量交通容量比は利用者の認識が反映されにくいといった理由から、交通密度をサービス指標としている。現に、図2-1-2に示すように、交通密度を算出する過程において、車線幅員等の幾何構造条件や大型車混入率等の交通条件をもとに、速度や交通容量を算出しているが、最終的には交通密度をもとにLOSが決定される。このことから、交通密度は様々な要因を集約した代表的な指標として扱われていることが分かる。

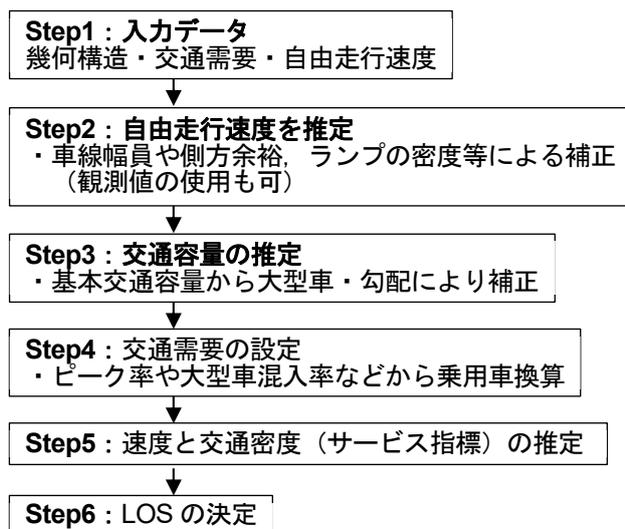


図 2-1-2 高速道路区間の LOS 決定手順
(HCM 第 7 版をもとに一部簡略化して作成)

ここで表 2-1-2 に示すように、過去の HCM において LOS の決定に用いられたサービス指標を振り返る。HCM 第 2 版では、高速道路区間の LOS の決定において、交通量交通容量比と速度がサービス指標とされていた。しかし、1985 年の第 3 版からは、交通密度がサービス指標となっている。第 3 版は、LOS のコンセプトに初めて利用者の認識について触れられており、高速道路区間に関しては、運転の自由度や車間距離などの速度以外の要素も、速度と同程度に利用者に対するサービスにおいて重要なパラメータであるとしている。そのため、交通密度が交通サービスの

表 2-1-2 HCM におけるサービス指標
(一部の道路システムの要素を掲載)

HCM	高速道路区間	往復 2 車線道路	都市内街路区間
第 2 版 (1965)	速度 交通量交通容量比	速度 交通量交通容量比	速度 ^{*1}
第 3 版 (1985)	交通密度	平均旅行速度 遅れ時間率	平均旅行速度 ^{*1 *2}
第 4 版 (2000)	交通密度	平均旅行速度 追従時間割合	平均旅行速度 ^{*2}
第 5 版 (2010)	交通密度	平均旅行速度 追従時間割合	旅行速度 ^{*3}
第 6 版 (2016)	交通密度	平均旅行速度 追従時間割合	旅行速度 ^{*4}
第 7 版 (2022)	交通密度	追従車密度	旅行速度 ^{*4}

注) *1: 第 2 版・第 3 版では、郊外部の幹線道路と都市内街路は同一の章でまとめられている。
 *2: 道路の階層区分ごと平均旅行速度に応じて LOS を決定
 *3: 基準となる自由走行速度からの低下割合に応じて LOS を決定
 *4: 基準となる自由走行速度との比較により LOS を決定

質を評価するうえで適切な指標であると解説している。

往復2車線道路については、車両の追越し機会に制約があり、とくに大型車の速度低下等によってサービスに影響を受けやすいことから、表 2-1-1 に示すように、サービス指標が他の指標とは異なる。往復2車線道路のサービスに関する研究はこれまでも数多くされており、それらの成果を踏まえて、表 2-1-2 に示すように、サービス指標の改良がされている。HCM 第3版では、遅れ時間率（車群内を走行したことによって生じた遅れ時間の割合）がサービス指標の一つとされていたが、次の第4版では、遅れ時間率に代わり、追従時間割合（先行車に追従して走行をした時間の割合）がサービス指標とされた。その後、最新の第7版では、往復2車線道路における利用者認識に関する各種研究の成果⁹⁾を踏まえ、追従車密度がサービス指標として使用されている。

都市内街路区間では、表 2-1-2 に示すように、旅行速度がサービス指標であることには変わりはない。旅行速度は、基準となる自由走行速度から、信号交差点での遅れや沿道アクセス箇所の密度など、旅行速度に影響する各種要因により補正をすることで推定している。つまり、旅行速度の推定において、交通サービスの質に関わる様々な影響が結果的に含まれている。しかし、旅行時間を推定するに至るまでに考慮される要因や、最終的に旅行速度から LOS を決定する方法においては、表 2-1-2 の注釈に記載するように、HCM の各版においてそれぞれ違いがあり、様々な研究成果を踏まえて随時アップデートされている。

そのほか、信号交差点や一時停止交差点といった交差点の評価においては、いずれも遅れがサービス指標となっている。自動車交通に対しては、すべての道路システムの要素において、交通の運用状態に関わる指標がサービス指標とされていることが分かる。

一方、歩行者・自転車については、LOS スコアにより LOS が決定される。LOS スコアは、前述のように第5版（HCM2010）から採用された指標であり、交通状態に関わるサービスのみならず、自動車交通との空間分離の程度や、そのほか、歩行者に対しては歩道幅員、自転車に対しては舗装状態なども LOS スコアの要素となっている。LOS スコアは、これら様々な要素の影響を総合的に評価するために、無次元化した数値に変換され使用される。

2-2 サービス指標に関する既往研究の整理

2-2-1 サービスの影響要因や利用者認識に関する研究

これまでにサービスに関する数多くの研究が行われてきている。ここでは、その中でサービスの影響要因や利用者認識について扱った研究⁷⁾⁻³³⁾の中で報告されている、サービスに関わる要因や利用者認識について、交通サービスの質の項目毎に整理する。なお、ここで扱う交通サービスの質の項目は、「速達性」、「移動の自由度（機動性）」、「快適性」、「安全性」とし、景観利便性や時間信頼性について扱ったものについては「その他」として整理した。交通サービスの質の項目毎に整理したものを表 2-2-1 に示す。表中で対象を「自専道」と「一般道」、すなわち連続流区間と中断流区間とを区別しているが、まず、自専道を対象にしたものに着目する。

速達性については、“地点速度”や“希望速度との速度差”、“旅行速度”といった速度に関連する要因や、“交通流率”が要因として多くの研究で指摘されている。1990年代には“渋滞中速度”、“渋滞継続時間”といった渋滞中の状況に着目した指標もあるが、近年においては交通サービスの質の要素としてこれらの指標に関する議論はされていない。

移動の自由度（機動性）については、“交通密度”や“車線変更”、“渋滞発生確率”といった観点の要因が挙げられており、大型車の影響を考慮する要因として大型車先行ダミーといったものも挙げられている。

快適性については、わが国の研究においては“縦断勾配”や“乗り心地”が、海外の研究においては速度および車頭時間のばらつきが挙げられているが、これについて検討されている研究は少ない。また、安全性については、“加速車線終端および直進車両との衝突余裕時間”といったものが挙げられているが、これについても検討されている研究は少ない。

これ以外に、景観利便性として“自然景観”や“美観環境”といった要因が挙げられており、また、“運転歴”や“運転頻度”、“他のドライバーマナー”といった運転者（ドライバー）の特性に関する要因や、評価区間全体の距離といった評価における条件に関する要因が設定されているものもある。時間信頼性については、95%タイル所要（旅行）時間が用いられているが、速達性と信頼性の和として、規制速度走行時の所要時間が要因とされている研究³¹⁾もある。

次に、一般道を対象とした指標に着目すると、速達性では自専道と同様に旅行速度等の指標もあるが、一般道路においては信号交差点や沿道出入りの影響を受けるため、“遅れ時間”も要因として挙げられている。しかしながら、自専道と比べて一般道に関する検討は日本において少ない。一方で、海外における研究では、“左折専用レーンの有無”や“停止回数”、“信号交差点数”、“車間距離”といった指標も挙げられている。また、移動の自由度においては操縦性、快適性においては速度変更やブレーキ頻度、安全性においては急停止・急操作といった運転時の細かな挙動に関する指標が見られる。また、景観や環境に関する指標もあるが、これらは日本では検討されていない項目である。

一方で、近年では、重要物流道路に特化した評価指標として、物流の効率性や物流車両の走行性、災害時のサービスに着目している研究事例³³⁾もある。

さらには、これらの指標の評価においては、実際には一連の走行の中で行われており、前後区間を走行した経験が対象区間の評価に影響するという「順序効果」が存在することを示し、この効果を適切に反映することで、より適切に利用者による区間全体の満足度を評価できることを示した研究³⁴⁾がある。

表 2-2-1 サービスの影響要因や利用者認識に関する研究

著者	発表年	対象	速達性	移動の自由度 (機動性)	快適性	安全性	その他 (景観利便性) (時間信頼性)	備考
Morrall et al. 7)	1990	自専道		追越し割合				
松井ら ⁸⁾	1994	自専道	渋滞中速度 渋滞継続時間					
喜多ら ⁹⁾	1995	自専道	織り込み：平均旅行速度 ランプ接続部：交通流率	単路部：交通密度				
中村ら ¹⁰⁾	1999	自専道 (単路部)	15分間交通流率	追従走行時間比率 車線変更回数				
中村ら ¹¹⁾	2000	自専道 (単路部)	15分間交通流率	追従走行時間比率			運転歴 運転頻度	
Hall et al. ¹²⁾	2001	自専道	旅行時間	交通密度		安全性	情報提供	
岡村ら ¹³⁾	2002	自専道	混雑度	自由走行性	縦断勾配・乗り心地		自然景観	
石田ら ¹⁴⁾	2003	自専道	瞬間速度 移動平均速度 一定速度以上の継続時間					渋滞判定
中村ら ¹⁵⁾	2004	自専道 (単路部)	希望速度との速度差	車間距離 大型車先行ダミー ×横断勾配				車線変更容易さ
藤田 ¹⁶⁾	2004	自専道	旅行速度 所要時間 遅れ	交通密度 交通量/交通容量 渋滞長 渋滞時間			利用者満足度 満足度	交通運用状態(道路管理者)と走行状況(道路利用者)とで異なる指標を提示
石橋ら ¹⁷⁾	2004	自専道	地点走行速度	pcu換算交通密度				
喜多ら ¹⁸⁾	2004	自専道 (オンランプ)	希望速度との速度差	流入ダミー 車線変更ダミー		加速車線終端への 衝突余裕時間 直近車両との衝突 余裕時間		
Washburn et al. ¹⁹⁾	2004	自専道	密度 速度変動 自由速度との差				舗装の質 他のドライバーのマナー	
Choocharukul et al. ²⁰⁾	2004	自専道		交通密度 交通量	速度のばらつき 車頭時間のばらつき		トラックの割合	
石橋ら ²¹⁾	2005	自専道	地点走行速度	pcu換算交通密度				
Ko et al. ²²⁾	2006	自専道			加速ノイズ			
梶原ら ²³⁾	2009	自専道					95%マイル所要時間 規制速度走行時の所要 時間(速達性+信頼 性)	所要時間信頼性 速達性と信頼性の和で構成 される
酒井ら ²⁴⁾	2010	自専道	旅行速度(2車線区 間)	pcu換算交通密度 (多車線区間)				
喜多ら ²⁵⁾	2011	自専道/一般道	地点平均速度					
上坂ら ²⁶⁾	2011	自専道/一般道					標準偏差 95%マイル旅行時間 Buffer Time	旅行時間信頼性
松村ら ²⁷⁾	2017	自専道 (単路部)	目標旅行速度	交通密度			区間距離	
近田ら ²⁸⁾	2018	自専道 (単路部)		追従車構成率				
喜多ら ⁹⁾	1995	一般道	2車線道路：遅れ時間 率、平均旅行速度 信号交差点：平均停止遅 れ 無信号交差点：残存容量 幹線街路：平均旅行速度	多車線道路：交通 密度				
Pfefer et al. ²⁹⁾	1999	一般道	速度または旅行時間 遅れ 車間距離または密度	操縦性	速度変更 ブレーキ頻度	ニアミス 交錯 急停止・急操作 車間距離 速度差 車両サイズ	美観環境 騒音 空気の質 コスト	他にも多数挙げているが、 主なものを掲載
Pécheux ³⁰⁾	2004	一般道	旅行時間 旅行速度			違法な挙動 不注意な運転	樹木の有無 舗装の質 清潔さ 標識による車線案内	他にも多数挙げているが、 主なものを掲載
Flannery et al. 31)	2005	一般道	旅行時間 平均旅行速度 停止回数 遅れ 信号交差点数				樹木の有無	
Flannery et al. 32)	2008	一般道	停止回数 左折専用レーンの有無				樹木の有無	
丸山ら ³³⁾	2022	自専道/一般道	物流の効率性		物流車両の走行 性		重要物流道路に特化し たサービス(災害時)	重要物流道路

2-2-2 サービスに関する指標の集約に関する研究

2-2-1 より、これまでに様々な要因が各研究で検討されていることを示した。一方で、実際に実務で使用するにあたっては、多数の指標を取り扱うことは負担が大きい。提案された指標の中には、強い相関があり、集約して扱うことが可能なものも見受けられる。ここでは、これらの要因（指標）を集約させた指標について検討している研究について整理する。

我が国において、彦坂³⁵⁾らは、通行性能が最も重要視される高速道路における基礎的なサービス評価指標である平均速度は、基本的に交通量に影響されるが、これは利用者の経験する交通サービス水準だけでなく、交通事故率という交通安全評価指標にも密接に影響することを明らかにした。また、喜多ら³⁶⁾は、安全性と円滑性を包含した他の拠点への“行きやすさ度”という指標で考えている。行きやすさ度は、拠点間の移動に要する時間が長いほど低下し、渋滞による遅れや混雑による走行自由度の低下がある時はさらに低下するとされ、目標旅行時間で記述される。また、2-2-1 で示した走りやすさによるドライバーの認識が時々刻々の認識の累積として形成されること³⁴⁾に対しては、各地点の運転環境に対するドライバーの地点評価値の平均値と最小値で記述しており、式(1)の構造が提案されている³⁶⁾。

$$A = \varphi_1 \frac{d}{v_{goal}} + \varphi_2 \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left(V^t \cdot \frac{1}{(1+i)^t} \right) + \varphi_3 V_{min} + \varphi_4 \quad (1)$$

ここで、 A ：行きやすさ度、 d ：区間全体の距離(km)、 v_{goal} ：目標旅行速度、 N ：走行区間内の地点数、 V^t ：地点 t の地点評価値、 i ：割引率、 V_{min} ：地点評価値の最小値、 $\varphi_1 \sim \varphi_4$ ：パラメータである。

また、石橋ら¹⁷⁾は円滑性および安全性に関する利用者の満足率を調査し、その影響要因を分析した。その結果、円滑性に関する満足率は地点走行速度や交通密度で表されること、さらに安全性に関する満足率は円滑性に関する満足率のみで説明可能であることを示しており、結果として安全性と円滑性の利用者満足率が同一の説明変数に依存するとしている。

2-3 施策で求められるサービスの質の整理

上記のレビューとあわせて、ブレインストーミングを通じて、道路のサービスの質の種類を整理した。その際、実際に行われている道路施策も想定しつつ、各種の施策がどの道路階層を想定してどのようなサービスの質の向上を狙いとしているのかもまとめた。表 2-3-1 は、サービスの質の種類として考えられるものをリスト化したものである。水色ハッチの部分は HCM にて言及されていた項目であり、その他の項目はワーキンググループ内で提案したものとなる。追加したものうち、車種やトリップ目的に応じた利用経路の分離、道路区間内での利用位置の分離については、車種ごとの希望速度やトリップ長ごとの目標旅行速度が異なる車両が混在することにより、移動の自由度が互いに制約されることの負荷を想定している。そのほか、ネットワークとしての信頼性やリダンダンシー、景観といった観点でのサービスの質が挙げられた。

これらを既存の道路施策と関連付けたものが表 2-3-2 である。この表は、いくつかの道路施策について、どのような交通サービスの質の向上を狙いとしているのかを表 2-3-1 の項目と対応付けている。また、施策が対象とする道路階層も示している。このように、既存の道路政策とも照らして、概ね必要なサービスの質が網羅できていることを確認した。

表 2-3-1 サービスの質の種類整理

番号	HCM	項目	項目略語	解釈(定義)	解釈(どうなっていると良いのか)	QoSの大項目	QoSの小項目	QoS略語
1	✓	旅行時間	時間		旅行時間が短いほど良い	円滑性	速達性	速達
2	✓	速度	速度		旅行速度が高いほど良い	円滑性	速達性	速達
3	✓	利便性(迂回率)	迂回	直線距離に対して、どれほど迂回しているか(大きいほど利便性が低い) 起終点間の迂回やICなどの主要地点までのアクセスの迂回も考えられる	直線距離に近い方が良い	円滑性	速達性	速達
4	✓	遅れ	遅れ		遅れが小さいほど良い	円滑性	定時性	定時
5	✓	旅行時間信頼性	旅信		時間信頼性が高いほど良い	円滑性	定時性	定時
6	✓	停止回数	停回		停止回数が少ないほど良い	円滑性	走行の連続性	走行連続
7	✓	移動の自由度(車線変更のしやすさ、追従時間割合)	移自	他者・道路構造の制約の下での、移動の自由度	自由度が高いほど良い	円滑性	行動選択の自由度	行動自由度
8		快適性(大型車と小型車の分離、トリップ長に応じた分離)	経分	車種やトリップ長・トリップ目的に応じた利用経路の分離	車種が分離されているほど良い トリップ目的に応じて分離されているほど良い	円滑性	道路区間における交通流の均一性	区間均一
9	区分		同一道路区間での車種・トリップの分離	車種別に車種が分離されているとよい。	円滑性	道路断面における交通流の均一性	断面均一	
10	✓	快適性(自転車・歩行者の交錯頻度や自動車交通との分離)	モ分	モードの分離(自動車の円滑性に関する項目)	モードが分離されているほど良い	円滑性	交通モードの分離の程度	モード分離
11	✓	快適性(道路路面の質)	路面	道路路面の劣化状況	劣化が少ないほど良い	円滑性	舗装の健全性	舗装健全
12		快適性(道路線形による走りやすさ)	線形	道路線形の影響による回り道も含む		円滑性	道路の平坦性・直線性	平坦性・直線
13		利便性(ネットワーク信頼性)	ネ信	大雨、大雪などの気象条件や災害などによる道路の寸断に対して、どの程度信頼性があるか、重大事故で通行止め等	信頼性が高いほど良い	ネットワークの信頼性	ネットワークの信頼性	ネ信頼
14		リダンダンシー 経路選択の自由度(ネットワークの多重性)	リダ	大雨、大雪などの気象条件や災害や重大事故で通行止めによる道路の寸断に対して、代替ルートが存在する。起点から終点まで複数の経路が選択可能	代替経路があるほど良い	ネットワークの冗長性	ネットワークの冗長性	ネ冗長
15	✓	安全性(客観的・主観的)	安全		安全性高いほど良い	安全性	安全性	安全性
16	✓	費用	費用		安いほど良い	経済性	経済性	経済性
17	✓	情報の入手可能性(経路案内)	情入	PA・SA、道の駅などの情報発信拠点の有無や電子掲示板など	情報の入手可能性が高いほど良い	施設利便性	情報の入手可能性	情入
18	✓	施設・サービスの利用可能性(availability)	施利	その他の施設利用・滞留に関する利便性(PA・SA、道の駅、GS、駐車場)	利用できる施設が多いほど良い	施設利便性	施設・サービスの利用可能性	施・サ利
19	✓	施設のデザイン性	施デ	ランドマークのようになっているかなど	デザインが良いほど良い	景観・デザイン性	施設のデザイン性	施デ
20		景観	景観	景観による効用	景観が良いほど良い	景観・デザイン性	景観性	景観

表 2-3-2 施策とサービスの質の対応関係の例

番号	対象道路階層					政策名	政策目的・利用者の視点	QoSとの対応 ※少しでも対応があると思えば"✓"としているが、実際には程度に違いがある。階層によっても違うはず。																			
	A	B	C	D	E			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
								速達 時間	速達 速度	速達 迂回	定時 遅れ	定時 旅信	走行 停留	行動 移自	区間 経分	断面 区分	モー モ分	舗装 路面	平坦 線形	ネ信 ネ信	ネ冗 リダ	安全 安全	経済 費用	情入 情入	施・ 施利	施予 施予	景観 景観
1	✓	✓	✓			車線数の拡幅	交通容量の増加	✓	✓		✓	✓		✓						✓							
2			✓			信号現示の最適化	速度の上昇、旅行時間・遅れ時間の減少	✓	✓		✓	✓	✓							✓							
3	✓					高速道路料金の無償化															✓						
4	✓					SICの設置			✓										✓	✓							
5	✓					ハイウェイオアシスの増設														✓		✓	✓				
6			✓			信号交差点の立体化	速度の上昇、旅行時間・遅れ時間の減少	✓	✓		✓	✓	✓			✓											
7			✓	✓		道の駅の整備	休憩施設													✓		✓	✓				
8	✓	✓	✓	✓	✓	路面舗装工事	ポットホール補修		✓								✓			✓							
9			✓			バイパス整備	市街地を迂回する	✓	✓	✓	✓	✓		✓					✓	✓							
10	✓	✓				重要物流道路の整備	路線の新設	✓	✓					✓	✓				✓	✓							
11	✓	✓				重要物流道路の整備	従来路線の改良							✓	✓												
12	✓	✓	✓			環状道路整備		✓	✓		✓	✓		✓					✓								
13	✓	✓				付加追越車線の整備	サービス向上	✓	✓		✓	✓		✓						✓							
14	✓	✓				付加追越車線の整備	容量向上、登坂車線など						✓	✓							✓						
15			✓	✓		バスレーン設置	バス視点	✓	✓		✓	✓	✓			✓				✓							
16			✓	✓		バスレーン設置	バス以外の自動車視点									✓				✓							
17			✓	✓		PTPS	優先側	✓	✓		✓	✓	✓			✓				✓							
18			✓	✓		PTPS	非優先側									✓				✓							
19	✓					走光型視線誘導システム	速度回復誘導灯	✓	✓		✓									✓							
20	✓	✓	✓	✓	✓	ロードプライシング	生活道路の通過交通の流入抑制													✓	✓						
21	✓	✓	✓	✓	✓	ロードプライシング	トリップの分離							✓							✓						
22				✓	✓	駐車場の配置適正化	駐車場を利用する車両				✓			✓										✓			
23				✓	✓	駐車場の配置適正化	駐車場を利用しない車両				✓			✓						✓							
24	✓	✓	✓			情報板の設置								✓						✓			✓				
25					✓	ゾーン30								✓						✓							
26					✓	ハンブ								✓						✓							
27	✓	✓	✓	✓	✓	線形改良													✓								
28			✓			交差点のコンパクト化		✓	✓		✓																
29	✓	✓	✓	✓	✓	安全施設整備														✓							

2-4 サービスの質とサービス指標の関係図(案)

2-4-1 自専道等の関係図

前節までで整理したとおり、交通サービスの質の要素は円滑性にとどまらず、また旅行時間だけで説明されるものでもない。表 2-1-1 にまとめた通り、HCM では道路システムの要素や交通モードごとに1つのサービス指標を用いているが、これらが必ずしも必要とする交通サービスの質を網羅的に示しているわけではない。

本節では、前述の国内外の既往研究やガイドラインを踏まえて、複数の交通サービスの質と、それらを定量評価するためのサービス指標との関係性を概念的に整理する。ここでは例として、道路階層の高い自専道のファシリティにおける自動車の交通機能、そのうち特に通行・移動機能についてまとめたものの試案を図 2-4-1 に示す。

基本的に、「交通サービスの質」はある道路区間のある交通状況において道路利用者が認識している各種の交通サービスの優良性を表すものである。前節まででは、道路幾何構造やネットワーク形状に起因するサービスの質も含めて網羅的に提示していたが、ここでは交通運用状況に応じて変動する要素のみに絞ってまとめることとした。交通サービスの質をそれぞれ定量的に評価するものとして、「サービス指標」が提示される。サービス指標は、定量的に直接測定できる、または道路の幾何構造や交通状況等の影響要因により間接的に推定できる指標である。2-2 で各種のサービス指標が提示されているように、一般的には、一つの「交通サービスの質」を評価するためのサービス指標は単一または複数存在しうる。

さらに、LOS は事業の意思決定に用いる指標として、交通サービスを段階的に評価する。交通サービスの質や、それを説明するサービス指標が複数あるとしても、LOS がそれに対応して複数存在することは、意思決定をいたずらに複雑にするだけである。また、2-2-2 で示されたように、いくつかのサービス指標は複数の交通サービスの質を代表することができる。したがって、サービス指標として提示されたものの特性を集約していき、それらを評価水準と対応付けることで、各種の交通サービスを代表する LOS が提示できるものと考えられる。

図 2-4-1 では具体的には、円滑性の観点から速達性や定時性、移動の自由度（機動性）を交通サービスの質として挙げている。速達性とは道路階層に応じた目標旅行時間または利用者の希望旅行時間を達成できることを指している。定時性は渋滞等による遅れが発生する頻度等を表している。移動の自由度（機動性）は自動車の運転者が自由に車線変更、追従できるかどうかを表す。安全性の観点には、事故発生確率や事故の重大性、リスク認知度が交通サービスの質の要素に挙げられる。

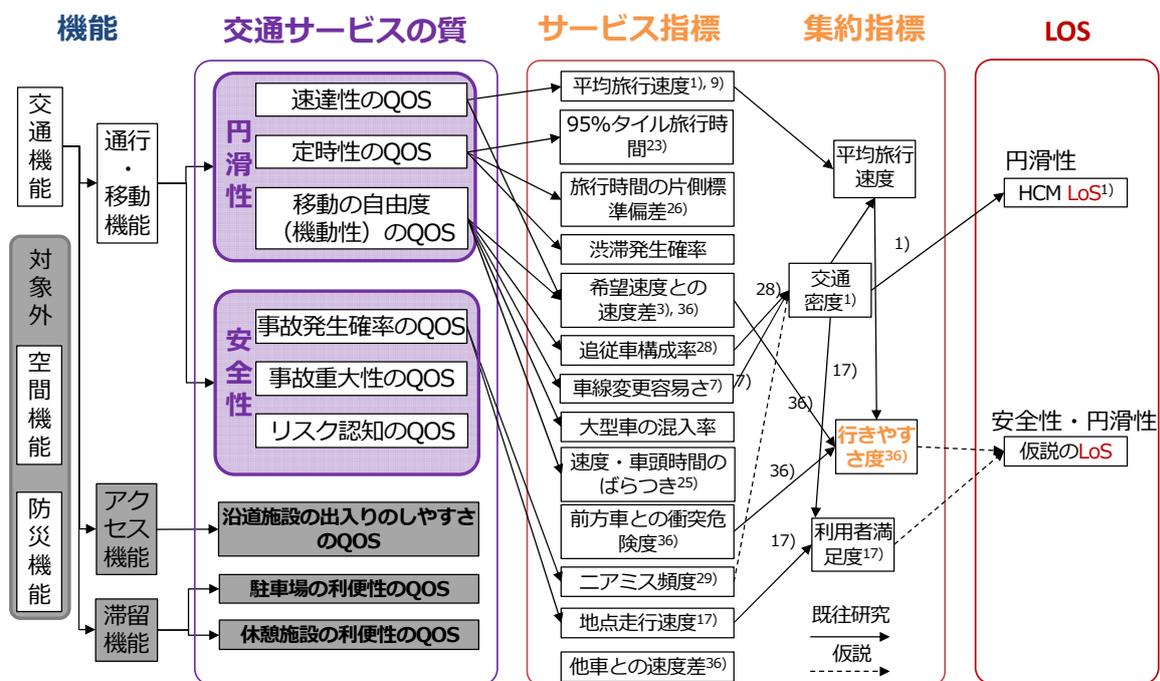
前節で整理した交通サービスの質のうち、快適性には様々な観点がある。特に海外の文献では、円滑性や安全性が阻害されることが快適性の低下にもつながるといった意味合いで快適性が論じられていることから、この試案では機動性などにまとめることができると考えた。

図ではこれらの円滑性と安全性の交通サービスの質に関連するサービス指標を既往研究から列挙して示した。既往研究を踏まえると、これらの指標は「交通密度」という単独のサービス指標との相関が高いものが多く、HCM で用いる交通密度がサービス指標として各種の状況を代表できる指標であることが見て取れる。そのほか、「行きやすさ度」や「利用者満足度」といった、複数のサービス指標を組み合わせて導出できる集約指標も既往研究では提示されており、これらも含めて図示をしている。このような集約指標を用いて、交通サービスの質を総合的に評価する

ものとしてLOSが位置づけられる。

ここまで、交通サービスの質とサービス指標、そしてサービス指標の集約についてまとめてきたが、既往研究ではサービス指標に対して具体的にLOSの閾値を提示するものはほぼ見られない。多くの場合は、HCMのLOSの評価値と、各論文で提案するサービス指標の対応関係を比較分析するのにとどまっている。

なお、ここで整理した概念図は、交通需要を所与としたときの内容である。交通容量は確率的に変動するものであり、例えば交通需要が与えられていても、旅行時間が変動することは想定されるが、定時性にかかる検討の多くは交通需要に依存するため、定時性に関する指標はこの図では直接はLOSに結び付いていない。閑散時やピーク時、30番目時間交通量など、評価対象とする設計交通量は計画・設計・運用の場面に応じて様々であり、需要の変動を踏まえた旅行時間信頼性も本来重要な論点である。これらについては、設計交通量の考え方とあわせて別途整理することが望まれる。



※図中の数字は文献番号に対応

図 2-4-1 交通サービスの質に関する概念図 (自専道)

2-4-2 一般道の関係図

自専道と同様に、一般道での概念図を図 2-4-2 にまとめた。2-2 で見てきたように、一般道を対象としたサービス指標の検討事例の数は限られているが、平均旅行速度、停止回数が比較的多く用いられる指標といえる。自専道では交通密度が安全性との相関も高く、集約指標としての活用可能性があったのに対し、一般道では安全性と円滑性を同時に評価できる指標は明確にはない。また、移動の自由度についての検討も限定的である。一般道での車線変更行動は、自分の希望速度を保つための追い越し行動というよりも、沿道出入を目的とする車線変更の割合が増えるため、移動の自由度は沿道出入機能とあわせて検討することが必要と考えられる。歩行者や自転車など他の交通手段の交通サービスの質とも連動している。これらは、平均旅行速度との直接の結びつきは小さいことから、一般道では特に今後交通サービスの質を多角的に検討していくことが必要といえる。

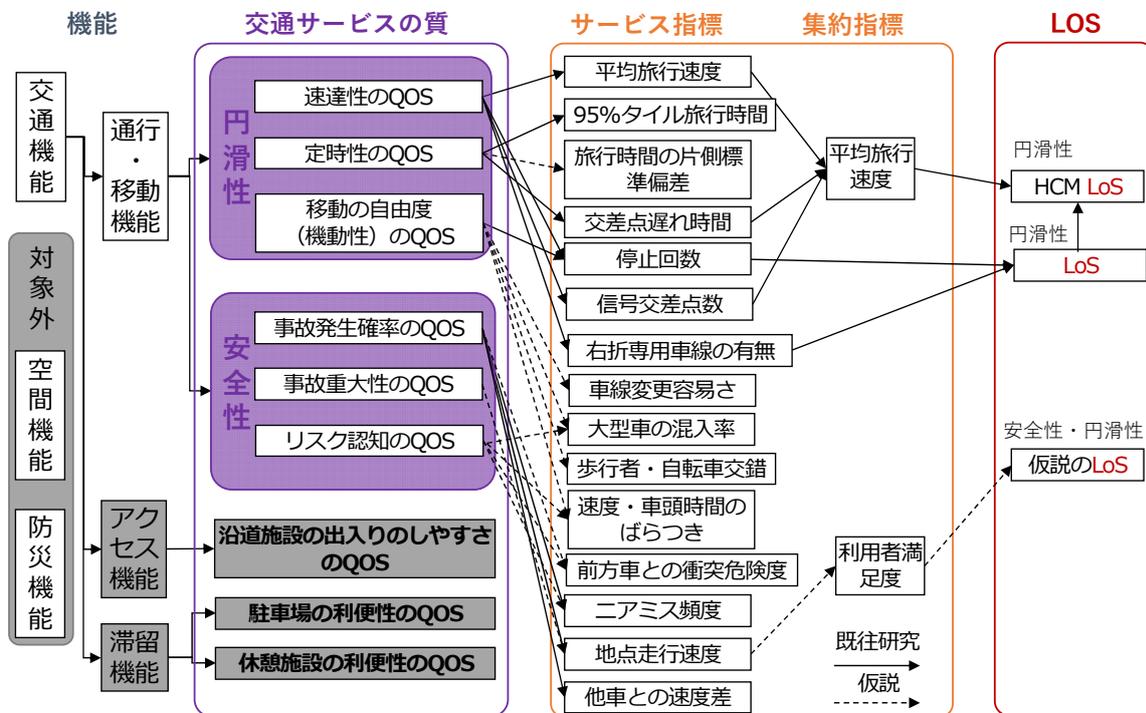


図 2-4-2 交通サービスの質に関する概念図 (一般道)

2-5 現在の道路行政におけるサービス評価との関係整理

2-4までの整理において、道路交通のサービスの質と評価指標の構造について、国内外の既往研究を踏まえその解釈について述べた。ここでは、現在の日本の道路行政における道路交通のサービスの質の評価の実態を整理し、今後本研究での検討内容を導入していくにあたっての課題について述べる。

現在の日本の道路行政において、道路交通のサービスの質の評価の時期は、大きく3段階に分けられ、計画・設計時、運用時、改良・改善検討時となっているため、その段階ごとに整理する。

2-5-1 計画・設計時

道路の計画・設計時は、図2-5-1に示す通り道路の機能³⁷⁾を踏まえて、道路の区分を決定し、線形や車線数といった道路の基本構造を決定するものである。この際、自動車交通量(計画交通量)と設計基準交通量により、計画交通量が設計基準交通を下回るか否かに応じて、車線数の検討を

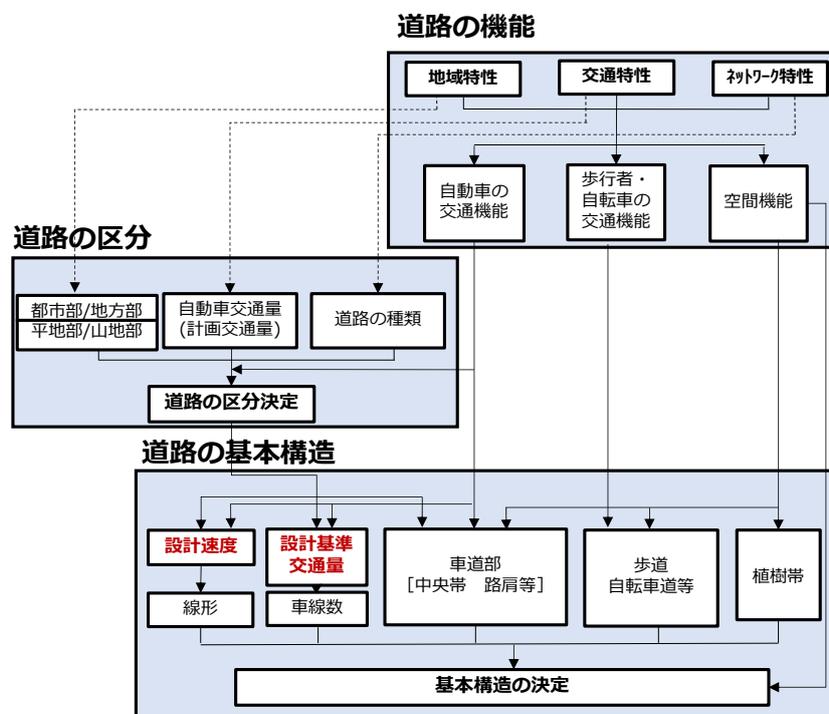


図 2-5-1 道路の基本構造の検討フロー³⁷⁾

(道路構造令の解説と運用より作成)

行っている。これは、道路交通のサービスの質の観点では、設計する道路区間の交通量/交通容量比を評価しているのと同義である。

それ以外の観点については、安全性の観点から道路線形等の道路構造を検討するために、設計速度を決定している。しかし、交差点や沿道の出入りなどを伴う一般道において、設計速度と走行速度には大きな乖離があり、設計速度はあくまで幾何構造を決定するための統一尺度でしかなく、サービスの質の指標とはなりえない。

よって、現在の道路の計画・設計時における、道路交通のサービスの質は、計画交通量に対して交通が問題なく流れるかという観点で行われている。

2-5-2 運用時

道路の運用時は、大きく円滑性、安全性の2つの観点で、道路交通のサービスの質の評価を行っている。具体的には、各都道府県において、主要渋滞箇所³⁸⁾や事故危険区間³⁹⁾、事故危険箇所³⁹⁾をピーク時旅行速度、渋滞継続時間、死傷事故率、死亡事故件数等の指標を基に設定し、各地点・区間をモニタリングし、対策実施状況を毎年把握し、道路交通状況の悪化・改善などをモニタリングしている。つまり、混雑時の速度、渋滞による遅れ、事故の危険度に関して、評価を行っている。

昨今では、道路ネットワークのパフォーマンスの視点に立った評価の検討が進められており、国土交通省⁴⁰⁾では、観測した速度の上位10パーセントタイル値を自由速度と定め、実勢速度（観測した速度の平均値）とのロス率を指標として、道路交通のサービスの質の評価を示した事例も見られる。また、一部の研究⁴¹⁾においては、道路の機能に応じた使われ方がされているか、地方中核都市における環状道路の使われ方に着目し、分析している事例もある。

2-5-3 改良・改善検討時

道路の改良・改善検討時は、主に運用時に見られたピーク時の旅行速度や死傷事故率の現状の課題を解決すべく対策を検討することが多いため、一部の円滑性や安全性の観点での指標により道路交通のサービスの質の評価を実施している。しかし、現在は、従来の評価指標だけでは、費用対効果や整備理由を強く押し出すことができないことから、新たな指標⁴²⁾を基に評価をする事業が増加している。例えば、「通行規制解消」「救命救急率向上」「CO₂排出量削減」など、道路交通のサービスの質の評価そのものよりも、道路交通のサービスの質が向上することによる波及効果を検討している事例が多くある。

このように、現在の日本の道路行政においては、大きくは、計画した交通量に対して交通需要が超過しないこと、現在運用されている道路が円滑性や安全性に関する一部の指標にて問題ないことを確認、整理することで道路交通のサービスの質の評価を行っているとみなしている。しかしながら、2-2までの整理では速度や事故の発生状況などの指標は、道路交通のサービスの一部でしかなく、その他多くのサービスを適切に評価することに対して検討がなされている。日本においても今後、道路交通のサービスの質の評価を行っていくうえでは、道路の設計・計画段階における、交通量以外の観点による性能照査の手法の導入や運用時における道路交通のサービスの質の評価手順等の整備が求められると考えている。

2-6 まとめと今後の課題

本章は、交通サービスの質と、それを定量的に説明するサービス指標、LOS との関係について、HCM をはじめ各種の論文のレビューを行った。まず、交通サービスの質が円滑性のみならず、幅広い概念として捉えられていることを示し、そのうえで既往研究で検討されているサービス指標の対象と、関係する交通サービスの質の種類をまとめた。既往研究のサービス指標は、単なる速達性にとどまらず、移動の自由度や安全性といった交通サービスの質とも紐づけられるものがあることを示し、その関係性を試案としてまとめた。これらの要素が、現状の道路行政においては十分に考慮できていないことも課題として示した。

また、自専道および一般道の交通サービスの質とサービス指標、LOS の関係についての試案を示したが、サービス指標には非常に多くの要素が含まれており、それらを個別に評価することは実務上の負担も大きい。自専道では交通密度は、各サービス指標と、その背景にある交通サービスの質をある程度代表して説明することのできる集約指標として有用であることが改めて確認された。ただし、個別のサービス指標と交通密度との関係は必ずしも線形ではないという点や、交通密度で説明しきれない要素が含まれる点に注意を要する。一般道では旅行速度が代表的なサービス指標ではあるものの、方向別の交通や他のモードとの混在による移動の自由度の制約や安全性に関しては旅行速度では説明しきれない部分が多いことが見て取れた。これらを十分に考慮し、実務でも利用可能な集約指標の検討が今後の課題である。

ここでは自専道と一般道としてレビューを進めたが、HCM や海外の文献では連続流と中断流という形で区別をしている。基本的に今回の整理は、自専道と一般道を連続流と中断流にそのまま読み替えても成立するものと考えている。ただし、特に一般道（中断流）は道路階層に応じて評価すべき対象項目の重みが異なる。今回の整理は移動機能にとどまっており、沿道出入機能も含めた整理が必要となる。自転車・歩行者の交通手段別の整理も必要である。これらの組み合わせとして道路の交通サービスの質を複層的に評価できるようにすることが将来的な目標である。

参考文献

- 1) Highway Capacity Manual 7th Edition A Guide for Multimodal Mobility Analysis, 2022.
- 2) Roess, R. P., Vandehey, M. A., Kittelson, W.: Level of Service: 2010 and Beyond. Transportation Research Record, 2173(1), pp.20-27, 2010.
- 3) Kittelson, W. K., Roess, R. P.: Highway Capacity Analysis After Highway Capacity Manual 2000, Transportation Research Record, 1776(1), pp.10-16, 2001.
- 4) Roess, R., Prassas, E., S.: The Highway Capacity Manual: A Conceptual and Research History Volume 1: Uninterrupted Flow., 2014.
- 5) Roess, R., Prassas, E., S.: The Highway Capacity Manual: A Conceptual and Research History Volume 2: Signalized and Unsignalized Intersections., 2020.
- 6) National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Transportation Research Board; National Cooperative Highway Research Program: Improved Analysis of Two-Lane Highway Capacity and Operational Performance. Washington, DC: The National Academies Press, 2018.
- 7) Morall J. F., Werner A.: Measuring Level of Service of Two-Lane Highways by Overtakings, Transportation Research Record, No. 1287, pp. 62–69, 1990.
- 8) 松井寛, 藤田素弘, 阿江章: 人間の知覚に基づく高速道路渋滞の情報提供とその評価に関する研究, 土木学会論文集, No.494/IV-24, pp.127-135, 1994.
- 9) 喜多秀行, 藤原栄吾: 道路のサービス水準評価指標の再考とひとつの提案, 第15回交通工学研究発表会論文報告集, pp.25-28, 1995.
- 10) 中村英樹, 加藤博和, 鈴木弘司, 劉俊せい: ドライバーの感覚に基づいた交通状況評価の計量手法と要因分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.19th Page.133-136, 1999.
- 11) 中村英樹, 加藤博和, 鈴木弘司, 劉俊せい: ドライバー主観の計量による高速道路単路部のサービスの質の定量化とその要因, 土木計画学研究・論文集, No.17 Page.941-946, 2000.
- 12) Hall, F., Wakefield, S., Al-Kaisy, A.: Freeway Quality of Service: What Really Matters to Drivers and Passengers?, Transportation Research Record, 1776(1), pp.17–23, 2001.
- 13) 岡村秀樹, 河内建, 熊谷孝司: 高速道路における運転快適性調査に基づくサービス水準の考察, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.22nd Page.53-56, 2002.
- 14) 石田東生, 古屋秀樹, 甲斐慎一朗, 岡本直久: 主観の評価を考慮した渋滞判定に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.20 No.4 Page.887-894, 2003.
- 15) 中村英樹, 鈴木弘司, 劉俊せい: ドライバーストレスの間接計測に基づく高速道路単路部におけるサービス水準の評価, 土木学会論文集, No.772, Page.11-21, 2004.
- 16) 藤田清二: 高速道路のサービス水準の適用に関する考察, 土木学会論文集, No. 772/IV-65, pp. 33-40, 2004.
- 17) 石橋善明, 小藪英彦, 河内朗: 道路利用者満足評価に基づく高速道路のサービス水準の評価, 土木学会論文集, No. 772/IV-65, pp. 41-51, 2004.
- 18) 喜多秀行, 前田信幸: 道路交通における走行サービスの質とその計測, 土木学会論文集, No.772/IV-65, pp.3-10, 2004.
- 19) Washburn, S. S., Ramlackhan, K., McLeod, D. S.: Quality-of-Service Perceptions by Rural Freeway Travelers: Exploratory Analysis. Transportation Research Record, 1883(1), pp.132–139, 2004.
- 20) Choocharukul, K., Sinha, K., C., Mannering F., L.: User perceptions and engineering definitions of highway level of service: an explanatory statistical comparison. Transportation Research Part A, 38, pp.677-689, 2004.
- 21) 石橋善明, 阿部公一: 高速道路のサービス水準に関する調査検討, 交通工学, Vol. 40, No. 1, pp. 35-43, 2005.
- 22) Ko, J., Guensler, R., Hunter, M.: Variability in Traffic Flow Quality Experienced by Drivers: Evidence from Instrumented Vehicles. Transportation Research Record, 1988(1), pp.1-9, 2006.
- 23) 梶原一夫, 中本浩志, 石田貴志, 野中康弘: 所要時間信頼性に関する指標の提案と適用事例, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, 論文番号 321, 2009.
- 24) 酒井隆, 内田敬: 高速道路単路部の運転者満足度推計モデル, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, No.3, pp.595-604, 2010.
- 25) 喜多秀行, 河内朗: ドライバーの認識構造を踏まえたサービス指標の選定法, 土木計画学研究・講演集, Vol.43, ROMBUNNO.21, 2011.
- 26) 上坂克巳, 関谷浩孝, 橋本浩良, 原田優子, 奥谷正, 吉岡伸也, 野間真俊: 道路交通における旅行時間信頼性の調査, 分析及び評価方法に関する実用的研究, 国土技術政策総合研究所資料, 2011.
- 27) 松村健志, 渡邊友崇, 四辻裕文, 喜多秀行: 道路交通特性の関連性分析及交通性能評価への応用, 交通工学論文集, Vol.3, No.2, pp.A_271-A_279, 2017.
- 28) 近田博之, 中村英樹: 追従車構成率を用いた都市間高速道路の交通流サービスの質の評価, 土木計

- 画学研究・講演集, Vol.57, ROMBUNNO.09-04, 2018.
- 29) Pfefer, R. C.: Toward Reflecting Public Perception of Quality of Service in Planning, Designing, and Operating Highway Facilities, *Transportation Research Record*, 1685(1), pp.81–89, 1999.
 - 30) Pécheux, K., K., Flannery, A., Wochinger, K., Rephlo, J., Lappin, J.: Automobile Drivers' Perceptions of Service Quality on Urban Streets, *Transportation Research Record*, 1883(1), pp.167–175, 2004.
 - 31) Flannery, A., Wochinger, K., Martin, A.: Driver Assessment of Service Quality on Urban Streets. *Transportation Research Record*, 1920(1), pp.25-31, 2005.
 - 32) Flannery, A., Roupail, N., Reinke, D.: Analysis and Modeling of Automobile Users' Perceptions of Quality of Service on Urban Streets, *Transportation Research Record*, 2071, pp.26-34, 2008.
 - 33) 丸山大輔, 中村滋, 乙守和人, 牧野浩志: 重要物流道路のサービス水準と評価指標の検討, *JICE Report*, 2022.
 - 34) 喜多秀行, 河内朗, 谷本圭志: 走行サービスの質に対する順序効果の影響を考慮したドライバーの認識・評価構造の実証分析, *土木計画学研究・論文集*, Vol.25 No.2 Page.515-523, 2008.
 - 35) 彦坂崇夫, 中村英樹: 高速道路単路部における交通状況と事故率との関連に関する統計的分析: 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.21, pp.173-176, 2001.
 - 36) 喜多 秀行, 浅香 遼, 渡邊 友崇, 辻谷 純, 四辻 裕文: 円滑性と安全性に着目した道路の性能評価指標, *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, Vol.71, No.5, pp.I.985-I.990, 2015.
 - 37) 公益社団法人日本道路協会: 道路構造令の解説と運用, 2015.
 - 38) 国土交通省 東北地方整備局 山形河川国道事務所: 山形県渋滞対策推進協議会, <https://www.thr.milt.go.jp/yamagata/road/trafficjam/>. (閲覧2023年10月06日)
 - 39) 国土交通省: 道路交通安全対策, 幹線道路の交通安全対策, <https://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/sesa-ku/torikumi.html>. (閲覧2023年10月6日)
 - 40) 国土交通省: 第81回基本政策部会 配布資料, 今後のICT交通マネジメント, <https://www.mlit.go.jp/polic-y/shingikai/content/001595751.pdf>
 - 41) 後藤梓, 小木曾俊夫, 牧野浩志, 池田裕二, 榊 真, 牧 佑奈: 地方中核都市における環状道路の機能と通過交通の実態分析, *土木学会研究・論文集 第36巻 (特集)*, Vol.75, No.5, p.I_681-I_691, 2019.
 - 42) 立川学, 矢崎政人: 道路事業における新たな費用便益分析について, *土木計画学・講演集*, Vol.42, CD-ROM, 2010.10.

3 自専道等の性能曲線の検討

わが国の道路ネットワークは、高規格幹線道路が1万 km を超え、大都市や地方中心都市への連絡、空港や港湾へのアクセス、リダンダンシーが確保されるなど、人と物を運ぶインフラの基盤が概ね整ってきた。これからの道路ネットワーク計画は、日本全土に道路を整備することに重点を置いた「量の充足」から、今ある道路のストック効果を最大化させ、道路が有する機能の向上を図る「質の充実」への転換が求められている¹⁾。すなわち、道路の交通状態に応じて実現される性能を評価して、道路の計画・設計および運用管理することが必要となっている^{2),3)}。

これに関して、欧米では、交通量と速度の関係（速度性能曲線）に基づいて、交通状態量の評価する手法の検討を進めており、ガイドラインとして取りまとめている。一方、わが国では、旅行速度を評価して、道路の性能を照査する性能照査型道路計画設計手法の検討⁴⁾が進められているものの、日本の現行のガイドライン類⁵⁾が示す交通量-速度関係（以下、Q-V 関係という。）は、他国の過去の基準類を参照した簡易なものであり、かつ道路構造条件によって変動する Q-V 関係を十分に考慮したものではない。また、日本の高速道路や一般道では、非拘束状態時の速度や飽和交通流率の低下が報告^{6),7),8)}されていることから、交通量と速度の関係（速度性能曲線）の整備は、道路の交通状態量を評価する上で重要な検討課題といえる。

そこで本章では、旅行時間および旅行速度を用いて、道路の性能を照査することを目的に、自専道等の速度性能曲線に関する既往研究の調査し（3-1）、さらに速度性能曲線の特性を確認した上で（3-2）、性能照査に用いる速度性能曲線を提案する（3-3）。なお、自専道等の速度性能曲線は図3-1に示すとおり、階層Aと信号交差点密度が0.5未満の階層Bへの適用を前提に検討する。

連絡レベル		I ← → V									
交通機能(道路階層)		A _R	A _U	B _R	B _U	C _R	C _U	D _R	D _U	E _R ・E _U	
種別区分の目安	第1種	1級	○								
		2級	○								
		3級	○								
		4級			△ ^{*1}						
	第2種	1級		○							
		2級		○							
	第3種	1級			○						
		2級			○						
		3級					○				
		4級							○		
		5級							○		○
	第4種	1級				○					
		2級						○			
		3級								○	
		4級								○	○
	道路構造要件	車線数	2+1以上	4以上	2以上	4以上	1.5以上	2以上	1.5~2	2	1
接続形式		—									
出入制限		完全出入制限		部分出入制限		出入自由					
中央帯の形式		分離	分離	分離 ^{*2}	分離	非分離	分離 ^{*2}	非分離	非分離	非分離	
目標旅行速度 (km/h)		80-120	60-80	60-80	50-60	40-60	40-50	30-40	20-40	-30/-20	

*1：暫定2車線区間など規制速度80km/h未満の場合。
 *2：分離構造が望ましいものの、場合によっては非分離構造でも良い。

図 3-1 自専道等の速度性能曲線の適用範囲

3-1 自専道等の速度性能曲線に関する既往研究

(1) 日本

わが国では、交通需要と交通容量に比とである混雑度を用いて、交通状態量を評価して、道路の計画・設計がなされてきた。この方法を示したガイドラインが1984年出版の「道路の交通容量」であり、交通状態量の評価の基礎となる交通容量とサービス水準に関する用語の解説、単路部、平面交差点、ランプ部、織込み区間の交通容量、道路の計画・設計への適用、道路区間の交通状態量を評価方法が示されている。また、図3-1-1に示す、自専道等の速度性能曲線も明示されている。

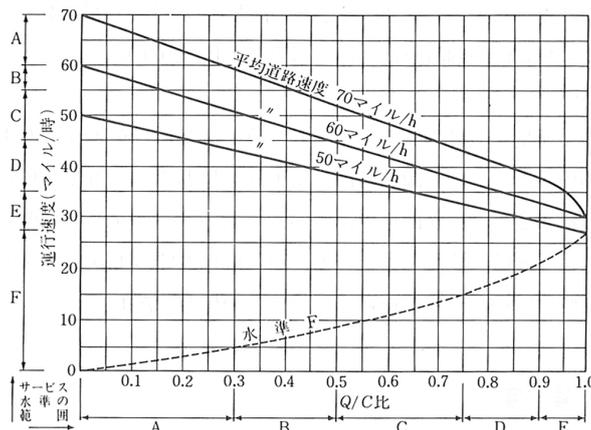
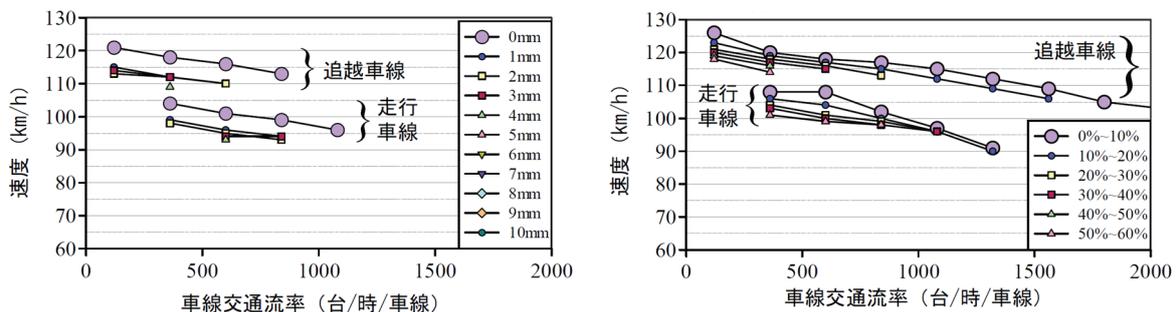


図 3-1-1 中断されない交通流条件下の地方部多車線道路における1方向のQ/C比と運転速度との関係

一方で、研究の分野では、Q-V 関係に関する様々な研究がなされている。例えば、洪・大口⁹⁾は、図3-1-2に示す降雨量や大型車混入率の影響を確認した上で、片側2車線と片側3車線の都市間高速道路の単路部を対象に、道路線形条件、交通量 および大型車混入率の交通条件、降雨量の天候条件を説明変数とする、85%tile 速度を推定するモデルを開発している。



(a) 降雨量とQV関係
(大型車混入率=20~30%)

(b) 大型混入率とQV関係
(降雨量0mm)

図 3-1-2 降雨量と大型車混入率によるQV関係の変動の例
(東北道(上り)110.075KP、片側2車線・規制速度100km/h)

また、内海ら¹⁰⁾は、往復2車線の自専道を対象に、**図3-1-3**に示す交通量および大型車混入率別、降雨の有無別における85%tile速度を推定できるモデルを開発している。

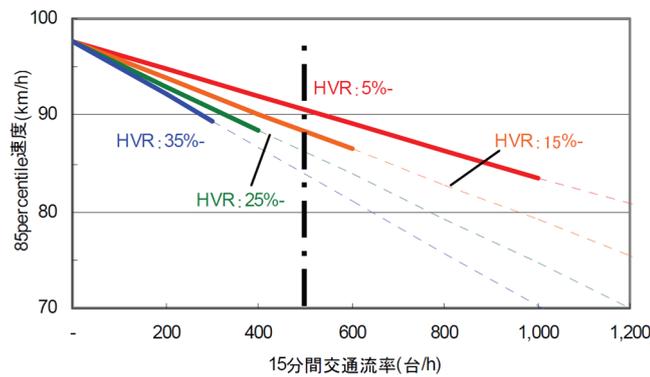


図3-1-3 定式化した HVR 別速度性能曲線[往復2車線道路・非降雨]

なお、これらの研究は、大量の車両感知器データを用いて、Q-V 関係と各種条件との因果関係を緻密に分析したものであるが、一定の間隔で設置されている車両感知器では道路構造条件の影響を連続的に把握することが困難であるという制約があるため、速度と道路構造条件の関係を十分に明示できなかったこと、説明変数が多い複雑な構造のモデル式であったことを今後の検討課題として挙げている。

(2) アメリカ

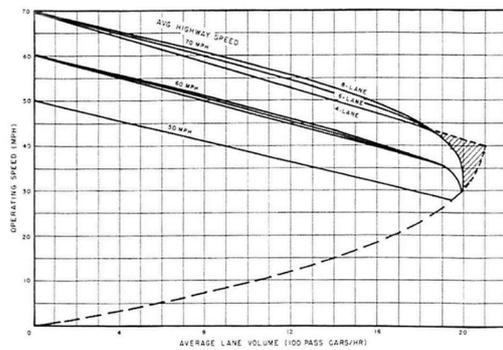
道路の交通容量やサービスの質に関する研究は、自動車交通が早くから普及したアメリカで、世界に先駆けて進展し、その集大成として取りまとめられたガイドラインが、1950年に出版された Highway Capacity Manual¹¹⁾ (以下、HCM という。) である。その後、定期的に改訂され、最新の HCM は 2022 年の第 7 版となっている。なお、速度性能曲線に関する記述は、1965 年に出版された第 2 版の HCM に初めて登場し、これ以降の HCM においても、様々な研究成果に基づいて、変更が加えられている。

1965 年版 HCM¹²⁾の速度性能曲線は、**図3-1-4(a)**に示すものであり、交通量が増えるにつれ、速度が低下するといった一般的な Q-V 関係を示す形状となっている。横軸の交通量は、時間交通量であり、速度の値は任意の交通流の中で無理せず合理的に達成できる最高速度を意味する「運行速度 (operation speed)」を採用している。また、速度性能曲線は、AHS (average highway speed) と呼ばれる設計速度別に分類されている。

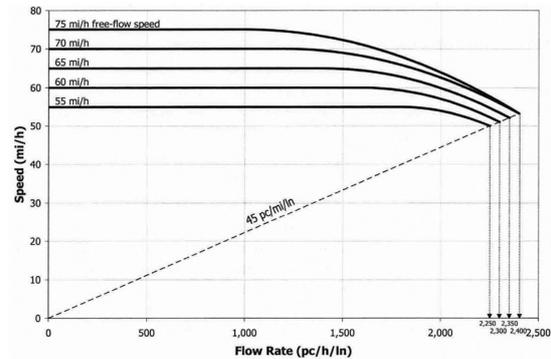
1985 年版 HCM¹³⁾の速度性能曲線を**図3-1-4(b)**に示す。横軸の交通量は 15 分間交通流率であり、縦軸の速度の値は区間の旅行速度に変更されている。また、多少概念は異なるものの、1965 年版 HCM と同様に、設計速度 (design speed) 別に分類されている。なお、1985 年版 HCM の速度性能曲線の形状は、1965 年版のそれに比べて平坦になっている。これは、高速道路での運転経験が増え、ピーク時においても高い速度を維持できるドライバーが増えたことや、アメリカ全土で規制速度が適用されたことにより、閑散時の速度が低下したことが要因であると報告されている¹⁴⁾。

2000 年版 HCM¹⁵⁾の速度性能曲線は、**図3-1-4(c)**に示すとおり、これまでの HCM の速度性能曲線に比べ、より平坦な形状になっている。また、速度性能曲線の分類は、これまでの設計速度ではなく、自由速度 (free-flow speed: FFS) に変更されている。さらに、速度性能曲線の速度低下点

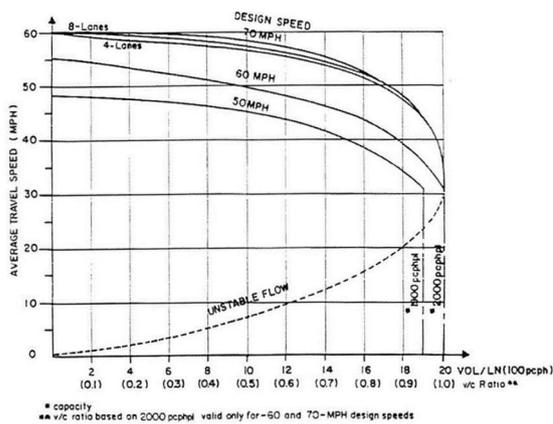
(break point) が自由速度別に設定されるなど、2000年版 HCM の速度性能曲線はこれまで HCM で示されてきた速度性能曲線とは大きく異なるものである。図 3-1-4(d), 図 3-1-4(e), 図 3-1-4(f) に示す 2010 年版 HCM¹⁶⁾, 2016 年版 HCM¹⁷⁾, 2022 年版 HCM²⁾ の速度性能曲線についても、自由速度の考え方が適用されており、2000 年以降の HCM の速度性能曲線は概ね同じ形状となっている。



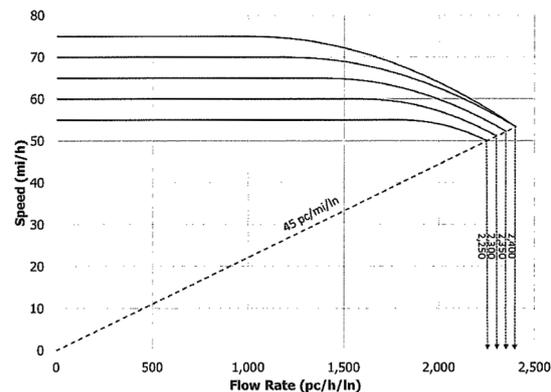
(a) 1965 年版 HCM (第 2 版)



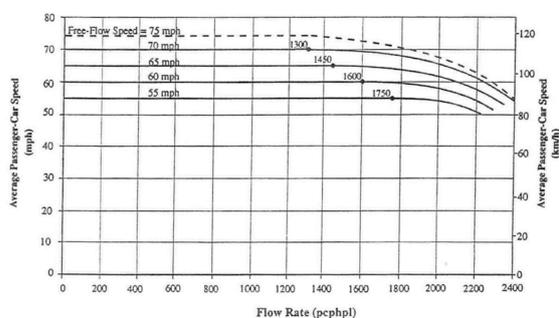
(d) 2010 年版 HCM (第 5 版)



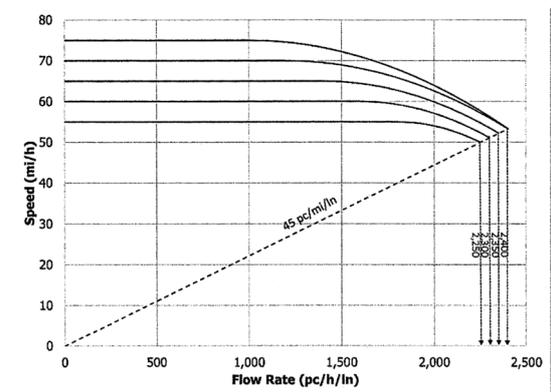
(b) 1985 年版 HCM (第 3 版)



(e) 2016 年版 HCM (第 6 版)



(c) 2000 年版 HCM (第 4 版)



(f) 2022 年版 HCM (第 7 版)

図 3-1-4 HCM の速度性能曲線の変遷

この自由速度を適用した速度性能曲線に関して、Brilon and Lohoff¹⁸⁾は、**図 3-1-5** に示すように、アメリカの高速道路 (Freeways) とドイツの高速道路 (Autobahns) の実観測データと自由速度を基本とする 3 つの速度性能曲線モデルを比較し、アメリカとドイツでは当てはまりの良いモデルが異なるとしており、その要因の一つに規制速度を挙げている。

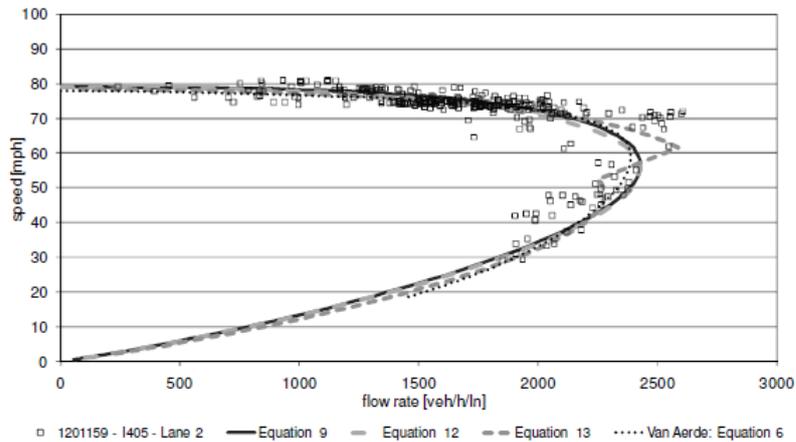
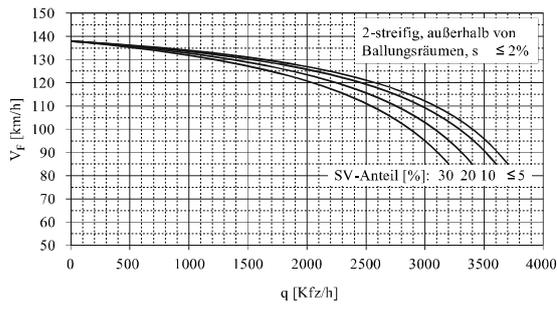


図 3-1-5 アメリカの実観測データと 3 つもモデル式の比較結果

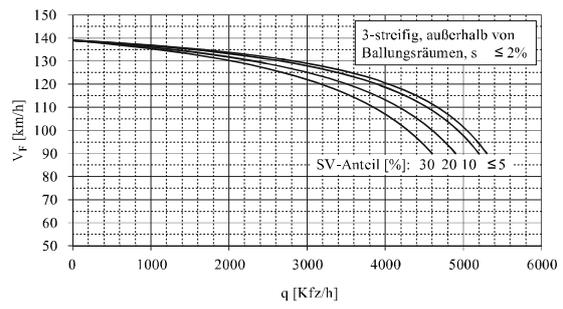
(3) ドイツ

ドイツでもアメリカと同様に、道路の性能照査の手順を示したガイドラインが整備されており、それを Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS)³⁾ という。HBS の速度性能曲線は、**図 3-1-6** に示すとおり、車線数、縦断勾配、大型車混入率といった条件別に整理されている。また、速度性能曲線は、交通量の増加に伴い漸減しており、ある交通量まで一定の速度で推移する現行の HCM の速度性能曲線とは明らかに異なる形状である。

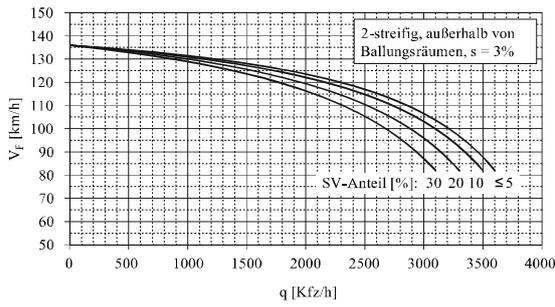
このように、欧米では、道路の性能を照査するため、速度性能曲線を用いた交通状態量の評価手法がガイドラインとして整備されている。一方で、わが国でもガイドラインが整備されているものの、1984 年に初版が出版されて以降、未だ更新されていない。先述した通り、近年、交通量と速度の関係が経年的に変化することが報告されていることを考えると、速度性能曲線の整備・更新は不可欠といえ、本章では、データの取得が容易な、都市間高速道路の片側 1 車線、片側 2 車線、片側 3 車線を対象に、速度性能曲線を作成する。



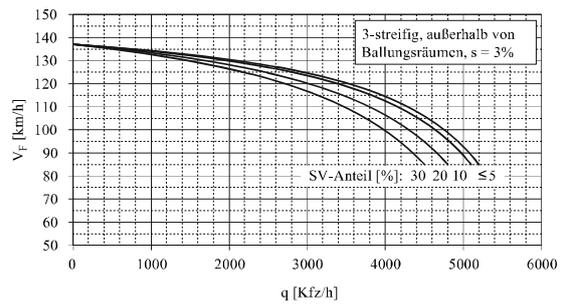
(a) 片側 2 車線・縦断勾配 $\leq 2\%$



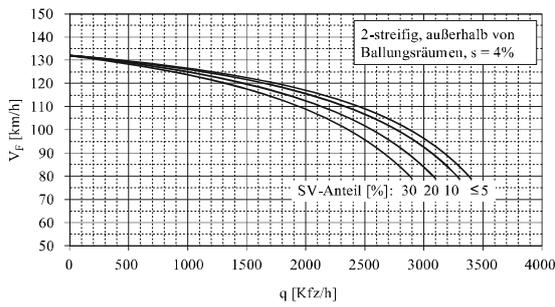
(e) 片側 3 車線・縦断勾配 $\leq 2\%$



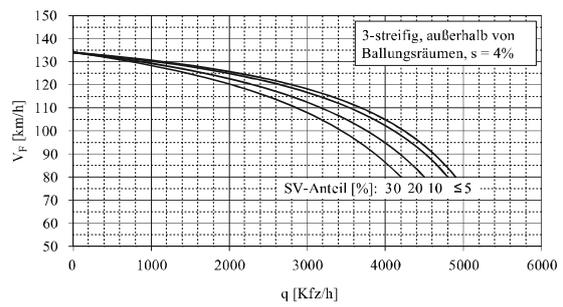
(b) 片側 2 車線・縦断勾配=3%



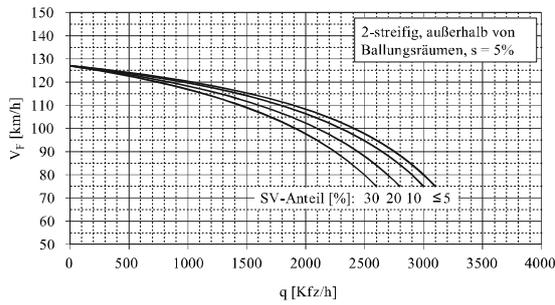
(f) 片側 3 車線・縦断勾配=3%



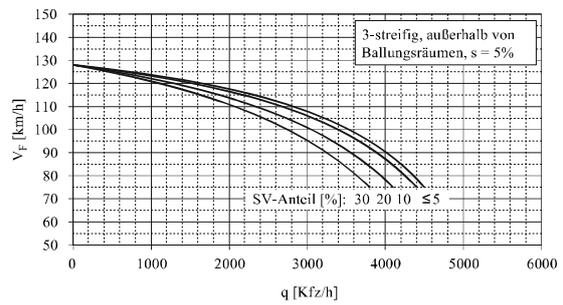
(c) 片側 2 車線・縦断勾配=4%



(j) 片側 3 車線・縦断勾配=4%



(d) 片側 2 車線・縦断勾配=5%



(h) 片側 3 車線・縦断勾配=5%

図 3-1-6 HBS の速度性能曲線の例 (規制速度の制限がない, 最高速度が 130km/h の区間)

3-2 自専道等の速度性能曲線の特性

3-2-1 道路構造条件と速度性能曲線の関係

(1) 分析概要

1) 分析方法

道路構造条件と速度性能曲線の関係を確認するにあたり、ここでは、横軸が車線計の5分間交通流率、縦軸が5分間平均速度のQ-V図を基本に考える。使用するデータは、車両感知器5分間データとする。なお、観測精度の観点から、分析に用いる車両感知器は、全て車線別に埋設されたダブルループコイルにより車両を検知する仕組みのものとし、ループコイル式の車両感知器であっても、誤検知や欠測が頻繁に発生しているものは分析に使用しない。

2) 速度性能曲線パラメータ

速度性能曲線パラメータとは、交通量-速度関係を線形回帰することにより得られる一次関数の傾きと切片である。求め方は、まず、図3-2-1(a)に示すとおり、5分間交通流率が200[台/h]刻みの8平均速度を計算する。次に、これらを線形回帰させて得られる一次関数の傾きと切片が、図3-2-1(b)に示す速度性能曲線パラメータである。なお、この速度性能曲線パラメータは、大型車混入率0~20[%]を対象にして求めている。また、非渋滞時のみを対象とするため、5分間平均速度が第2種第1級の道路である名古屋第2環状自動車道は50[km/h]、これ以外の第1種の道路は60[km/h]以下のデータを除外して計算している。

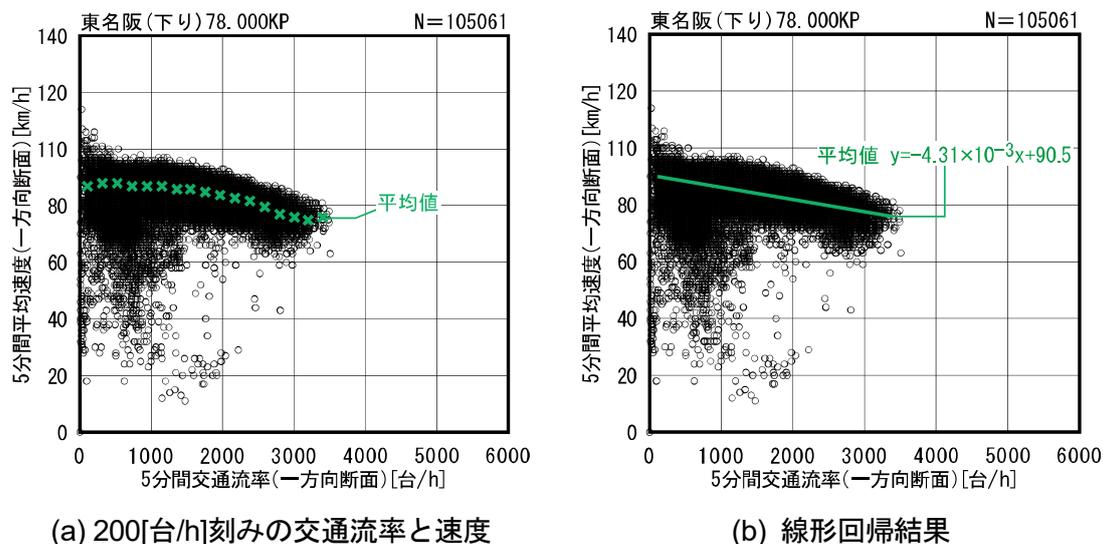


図 3-2-1 速度性能曲線パラメータ

3) 分析対象期間

2020年3月以降は、新型コロナウイルス感染拡大による交通需要の減少が著しいため、分析対象期間は2019年1月1日~2019年12月31日の1年間とする。

4) 分析対象横断面

ここでは、表3-2-1に示す9つの横断面を対象に、道路構造条件が速度性能曲線に与える影響について確認する。

表 3-2-1 分析対象横断面（道路構造条件と速度性能曲線の関係）

No.	車両感知器	車線数	規制速度	種級区分	勾配[%]		勾配区間長 [m]		連絡等施設区間長 [m]	
					当該	上流	当該	上流	下流	上流
1	伊勢湾岸自動車道 (上り線) 2.68kp	4	100	1-2	-0.5	+1.1	99	800	2,680	430
2	伊勢湾岸自動車道 (下り線) 15.00kp	3	100	1-2	+0.7	-2.0	951	775	1,000	2,400
3	東名高速道路 (下り線) 320.38kp	2	100	1-1	-1.6	+0.4	373	1,000	1,780	2,380
4	東名高速道路 (下り線) 314.27kp	2	100	1-1	-1.0	+2.0	823	500	1,430	3,570
5	東名阪自動車道 (下り線) 70.96kp	2	80	1-3	-0.6	+1.6	2,408	920	1,640	810
6	名古屋第二環状自動車道 (外回り) 15.95kp	2	60	2-1	-0.3	+0.3	250	380	850	400
7	中央自動車道 (下り線) 336.44kp	2	80	1-3	-4.0	-1.2	390	880	660	940
8	東名阪自動車道 (下り線) 69.20kp	2	80	1-3	-0.6	+1.6	648	920	950	8,700
9	東名阪自動車道 (下り線) 78.00kp	2	80	1-3	+3.5	-1.1	2,128	1,240	2,400	2,700

5) 道路構造条件

本章で扱う道路構造条件は、図 3-2-2 に示す、種級区分、車線数、規制速度、当該勾配[%]、上流勾配[%]、当該勾配区間長[m]、上流勾配区間長[m]、上流連絡等施設区間長[m]、下流連絡等施設区間長[m]である。なお、本章での連絡等施設とは、インターチェンジ (IC) やジャンクション (JCT) だけでなく、サービスエリア (SA) やパーキングエリア (PA) も含む。

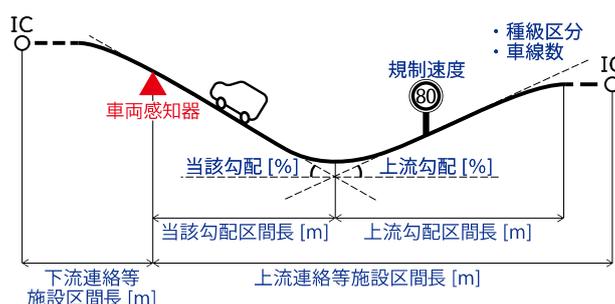


図 3-2-2 本章で扱う道路構造条件

(2) 道路構造条件が Q-V 関係に与える影響

1) 車線数

車線数別の Q-V 図を図 3-2-3 に示す。図 3-2-3(a)は片側 4 車線、図 3-2-3(b)は片側 3 車線、図 3-2-2(c)は片側 2 車線の Q-V 図である。なお、表 3-2-1 に示すとおり、いずれの横断面も規制速度が 100[km/h]であり、当該勾配および上流勾配が±2[%]以内の平坦部区間である。

図 3-2-3(a)に示す片側 4 車線の線形回帰の結果は、傾きが -0.786×10^{-3} 、切片が 96.2 となっている。傾きはゼロに近く、ほぼ水平な回帰直線であり、一般的な交通流現象とされる交通量の増加に伴い速度低下する結果にはなっていない。図 3-2-3(b)に示す片側 3 車線の線形回帰の結果は、傾きが -2.87×10^{-3} 、切片が 97.9 となっている。片側 3 車線の回帰式の傾きの絶対値は、片側 4 車線のそれに比べ、大きくなっている。片側 4 車線ではみられなかった交通量の増加に伴う速度低下を確認できる。また、図 3-2-3(c)に示す片側 2 車線の線形回帰の結果は、傾きが -6.71×10^{-3} 、切片が 99.1 となっている。片側 2 車線の回帰式の傾きの絶対値は、片側 3 車線のそれに比べ、大きくなっている。

このように、回帰式の切片は、96.2~99.1[km/h]であり、車線数と回帰式の切片の間に明確

な相関はみられない。これは規制速度 100[km/h]を超える走行に躊躇するドライバー心理が大きく作用したものと考えられる。一方、回帰式の傾きの絶対値は、車線数が減少するにつれ、大きくなっている。車線数の減少は、交通量の増加に伴う速度低下が顕著になることを示している。

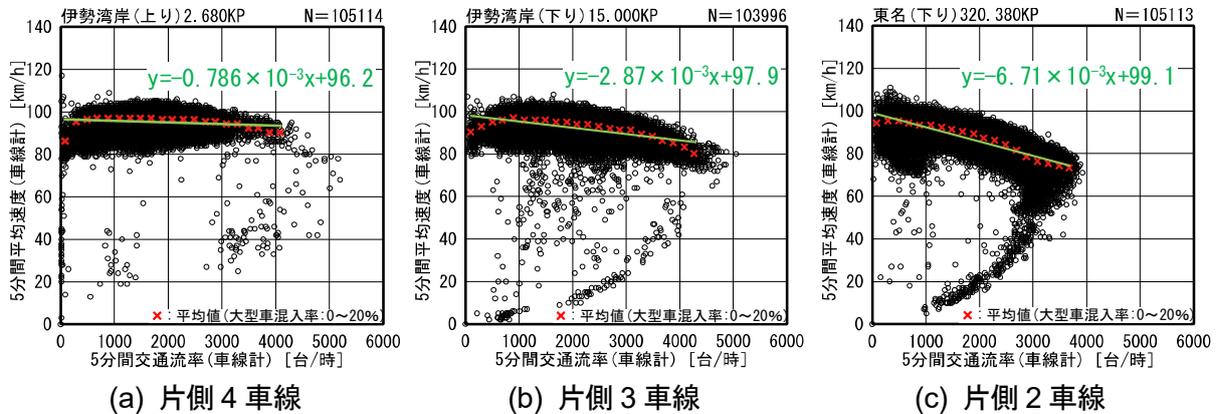


図 3-2-3 車線数別 Q-V 図

2) 規制速度

規制速度別の Q-V 図を図 3-2-4 に示す。図 3-2-4(a)は規制速度 100[km/h]、図 3-2-4(b)は規制速度 80[km/h]、図 3-2-3(c)は規制速度 60[km/h]の Q-V 図である。なお、表 3-2-1 に示すとおり、いずれの横断面も片側 2 車線であり、当該勾配および上流勾配は±2[%]以内の平坦部である。

図 3-2-4(a)に示す規制速度 100[km/h]の線形回帰の結果は、傾きが -6.52×10^{-3} 、切片が 99.2 である。車線数、規制速度、縦断勾配が概ね同じ条件である、図 3-2-4(c)と概ね同様の傾向を示している。図 3-2-4(b)に示す規制速度 80[km/h]の線形回帰の結果は、傾きが -2.97×10^{-3} 、切片が 90.8 である。規制速度 80[km/h]の回帰式の傾きの絶対値は、規制速度 100[km/h]のそれに比べ、小さくなっている。規制速度 80[km/h]の回帰式の切片も、規制速度 100[km/h]のそれに比べ、小さくなっている。また、図 3-2-4(c)に示す規制速度 60[km/h]の線形回帰の結果は、傾きが -4.84×10^{-3} 、切片が 80.8 である。規制速度 60[km/h]の回帰式の切片は、規制速度 80[km/h]のそれに比べ、さらに小さくなっており、閑散時の平均速度は、規制速度の大小に呼応するように変化している。

このように、回帰式の切片は、規制速度が低くなるにつれ、小さくなっている。閑散時の平均速度は規制速度の影響を受けることを示唆している。また、規制速度 80[km/h]の回帰式の傾きの絶対値は、規制速度 100[km/h]のそれに比べ、小さい。規制速度 80[km/h]は、規制速度 100[km/h]に比べ、交通量に対する速度の感度が小さいことを示している。

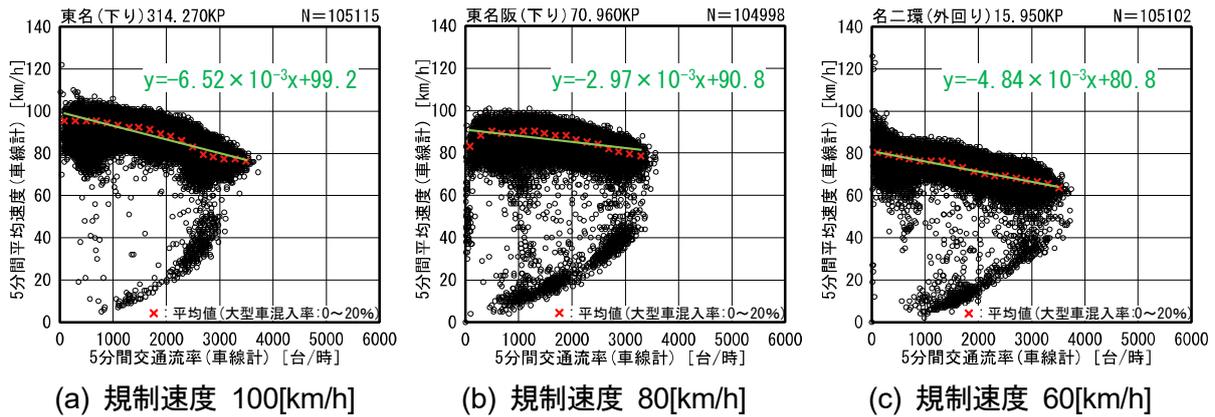


図 3-2-4 規制速度別 Q-V 図

3) 縦断勾配

縦断勾配別の Q-V 図を図 3-2-5 に示す。図 3-2-5(a)は当該勾配-4.0[%]の下り勾配区間，図 3-2-5(b)は当該勾配-0.6[%]の平坦部区間，図 3-2-5(c)は当該勾配+3.5[%]の上り勾配区間の QV 図である。なお，表 3-2-1 に示すとおり，いずれの横断面も片側 2 車線であり，規制速度は 80[km/h] である。

図 3-2-5(a)に示す当該勾配-4.0[%]の線形回帰の結果は，傾きが -3.65×10^{-3} ，切片が 97.9 となっている。回帰式の切片は，規制速度 80[km/h]のそれを大きく上回る値であり，先述した規制速度 100[km/h]と概ね同等の結果となっている。図 3-2-5(b)に示す当該勾配-0.6[%]の線形回帰の結果は，傾きが -3.63×10^{-3} ，切片が 93.3 となっている。また，図 3-2-5(c)に示す当該勾配+3.5[%]の線形回帰の結果は，傾きが -4.31×10^{-3} ，切片が 90.5 となっている。上り勾配の回帰式の切片は，平坦部のそれに比べて，小さくなっている。

このように，回帰式の切片は，下り勾配から平坦部上り勾配になるにつれ，低くなっている。閑散時の平均速度は縦断勾配の影響を受けていることを示唆している。一方，縦断勾配と回帰式の傾きの間には，明確な相関はみられない。

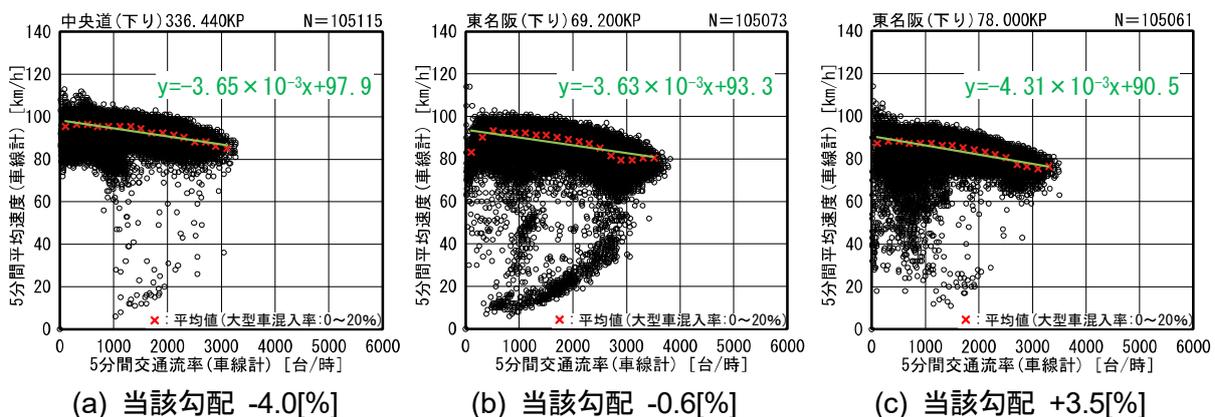


図 3-2-5 縦断勾配別 Q-V 図

3-2-2 速度性能曲線の影響要因分析

(1) 分析概要

先述した「道路構造条件と速度性能曲線の関係」と同様に、ここでも、車両感知器5分データを用いて、横軸が5分間交通流率、縦軸が5分間平均速度の交通量-速度関係（Q-V関係）を基本に考える。なお、洪・大口⁹⁾や内海ら¹⁰⁾の高速道路の速度推定モデルは、85%tile速度を扱っていることを踏まえ、平均値だけでなく、85%tile値および15%tile値についても分析する。

1) 速度性能曲線パラメータ

ここでの速度性能曲線パラメータは、先述したものと同様に、交通量-速度関係を線形回帰することにより得られる一次関数の傾きと切片である。求め方は、図3-2-6(a)に示すとおり、5分間交通流率が200[台/h]刻みの85%tile速度、平均速度、15%tile速度を計算する。次に、これらを線形回帰させて得られる一次関数の傾きと切片が、図3-2-6(b)に示す速度性能曲線パラメータである。なお、この速度性能曲線パラメータは、大型車混入率0~20[%]を対象にして求めている。また、非渋滞時のみを対象とするため、平均速度は60[km/h]以下のデータを除外して計算している。

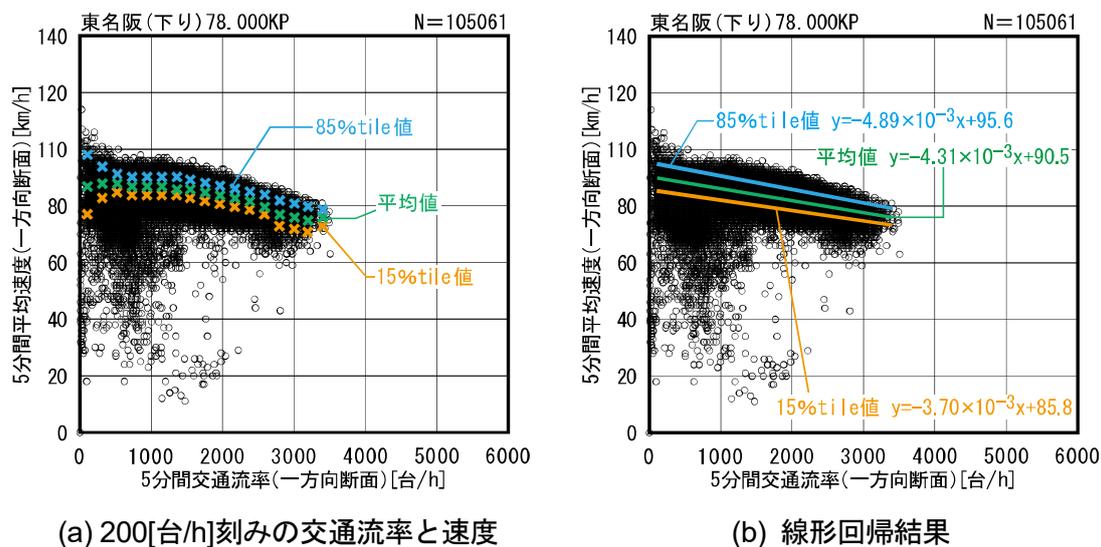


図 3-2-6 速度性能曲線パラメータ

2) 分析対象断面

NEXCO 中日本管内に設置されている車両感知器（N=985）のデータを使用する。なお、分析対象は、都市間高速道路の代表的な車線数と規制速度の組合せである片側1車線（70km/h）、片側2車線（80km/h）、片側2車線（100km/h）、片側3車線（100km/h）とする。また、これに加え、下記a)~e)の条件を満たす車両感知器を分析対象とする。結果として、分析に用いる車両感知器は154横断面であり、表3-2-2にその内訳を示す。

a) 種級区分

第2種の道路は、都市内を通過する道路であり、幅員が狭く、インターチェンジ間の距離が短い。第1種の道路とは明らかに異なる道路構造である。本章では、都市間高速道路の速度性能曲線の構築に主眼を置くため、第2種の都市高速道路は分析の対象外とする。

b) 付加車線設置区間

登坂車線や付加追越車線が設置されている区間は、付加された車線がいずれ無くなる道路構造であり、一般的な単路部とは異なる。このため、比較的長い付加車線が設置されている東名高速道路を除き、付加車線設置区間は分析の対象外とする。

c) 連絡等施設

インターチェンジ、ジャンクション、休憩施設などの連絡等施設のランプ部に設置されている車両感知器は、分析の対象外とする。また、これら連絡等施設の上下流では、加減速や車線変更の頻度が増加し、単路部とは異なる走行状態と考えられる。このため、連絡等施設から 500m 以内に設置されている車両感知器についても分析の対象外とする。

d) 縦断勾配

図 3-2-2 に示す、当該勾配区間長が短い場合、その車両感知器は、当該勾配よりも上流勾配の影響を大きく受けるものと考えられる。上流勾配の影響を正確に考慮した分析は困難であるため、当該勾配区間長が 300m 未満の車両感知器は分析の対象外とする。また、上流勾配が急な上り坂もしくは急な下り坂の場合も、正確にその影響を考慮することは困難であるため、上流勾配が±2[%]を超える車両感知器は、分析の対象外とする。

e) Q-V 図の形状

高速道路の Q-V 関係は、交通量の増加に伴い、平均速度は低下するものである。しかし、高い交通量が観測されない横断面では、十分に速度が低下せず、この傾向を確認できない場合がある。このため、5 分間交通流率が 1,000[台/h/車線]まで得られる車両感知器を分析の対象とする。また、Q-V 図を目視し、異常な形状がみられた場合も分析の対象外とする。

表 3-2-2 分析対象横断面（速度性能曲線の影響要因分析）

車線	規制速度	対象外			対象				計	
		上り勾配	平坦部	下り勾配	計	上り勾配	平坦部	下り勾配		計
1	50		6		6				6	
	60		2		2				2	
	70	10	60	10	80	3	2	3	88	
	100		2		2				2	
2	40		1		1				1	
	60	4	27	6	37				37	
	70		4	2	6				6	
	80	20	90	34	144	11	19	10	40	184
	100	22	280	26	328	2	80	2	84	412
3	120		25		25				25	
	40		1		1				1	
	60	1	1	2	4				4	
	70	2			2				2	
	80	12	29	4	45				45	
	100	20	71	12	103	2	18	2	22	125
4	120		31		31				31	
	80		1	1	2				2	
	100	1	11		12				12	
総計		92	642	97	831	18	119	17	154	985

3) 道路構造条件

ここで扱う道路構造条件は、先述した「道路構造条件と速度性能曲線の関係」と同様、図 3-2-2 に示す、種級区分、車線数、規制速度、当該勾配[%]、上流勾配[%]、当該勾配区間長[m]、上流勾配区間長[m]、上流連絡等施設区間長[m]、下流連絡等施設区間長[m]とする。

4) 分析対象期間

分析対象期間は 2019 年 1 月 1 日～2019 年 12 月 31 日、もしくは、2019 年 3 月 1 日～2020 年 2 月 29 日の 1 年間とする。

(2) 速度性能曲線を区分する道路構造条件の抽出

速度性能曲線の影響要因を把握するため、データマイニングの一種である決定木分析により、速度性能曲線を区分する道路構造条件を抽出する。

1) 速度性能曲線パラメータの類型化

速度性能曲線を区分する道路構造条件の抽出にあたっては、速度性能曲線を表す指標を目的変数とし、道路構造条件を説明変数とした分析が必要である。しかし、目的変数である速度性能曲線パラメータは、傾きと切片の 2 つ変数があり、重回帰分析に代表される伝統的な多変量解析手法の採用は困難である。このため、データマイニングの一種である決定木分析を採用する。この分析手法は一般道における同種の分析¹⁹⁾でも用いられている。決定木分析とは、ツリー構造を活用して、目的変数に影響を及ぼしている説明変数を抽出する分析手法である。目的変数はグループ（質的データ）として区分する必要がある。図 3-2-7 は、速度性能曲線パラメータの散布図である。決定木分析の目的変数は、図の点線に示す傾き a と切片 b の 33%tile 値と 67%tile 値を閾値として、分割した 9 つのグループをとする。また、決定木分析の説明変数は、図-3-2-2 に示す道路構造条件の内、車線数（片側 1 車線、片側 2 車線、片側 3 車線）、規制速度（70[km/h]、80[km/h]、100[km/h]）、当該勾配[%]とする。

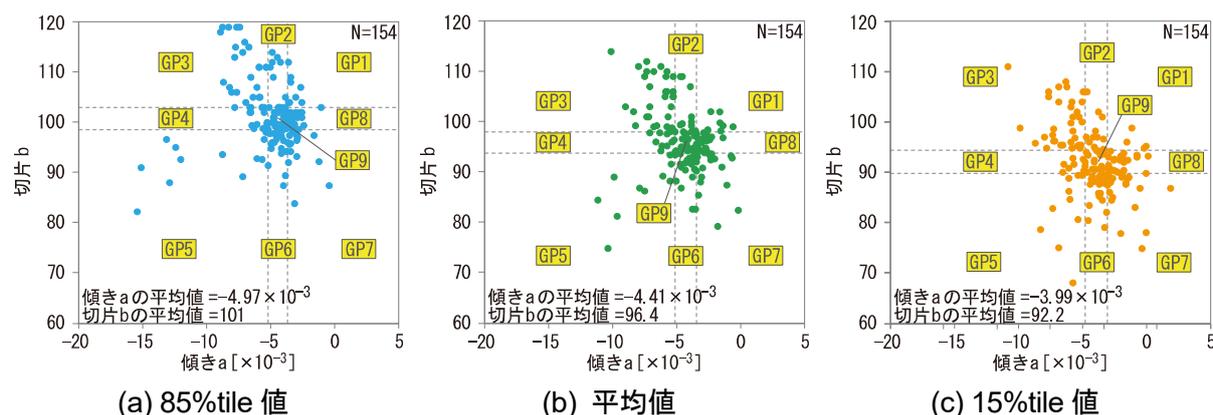


図 3-2-7 速度性能曲線パラメータの類型化

2) 決定木分析

85%tile 値、平均値、15%tile 値別実施した決定木分析の結果を図 3-2-8 に示す。図に示す結果は、凡例に示すとおり、サンプル数が最も多いグループ、サンプル数、各グループのサンプル数、傾き a の平均値、切片 b の平均値である。なお、決定木は、図の上部に近い分岐ほど目的変数に強い影響を与え、分岐は上部から下部に向けて一方向のみ行われ、逆戻りしない

という特徴がある。

図 3-2-8(b)の平均値と図 3-2-8(c)の 15%tile 値の最上部の分岐条件は規制速度となっている。平均値および 15%tile 値の平均以下の速度のグループは、規制速度を強く意識した走行をしていることを示唆する結果となっている。これは先述した「規制速度適用による閑散時の速度が低下した」とする 1985 年版 HCM の規制速度の影響に関する指摘と合致する。次に、規制速度 70[km/h]と 80[km/h]の 2 番目の分岐条件は、車線数が 1 車線であるか 2 車線であるか、すなわち追越の能否を示唆する結果となっている。規制速度 100[km/h]の 2 番目の分岐条件は、当該勾配が上り勾配か下り勾配であるかの結果となっている。

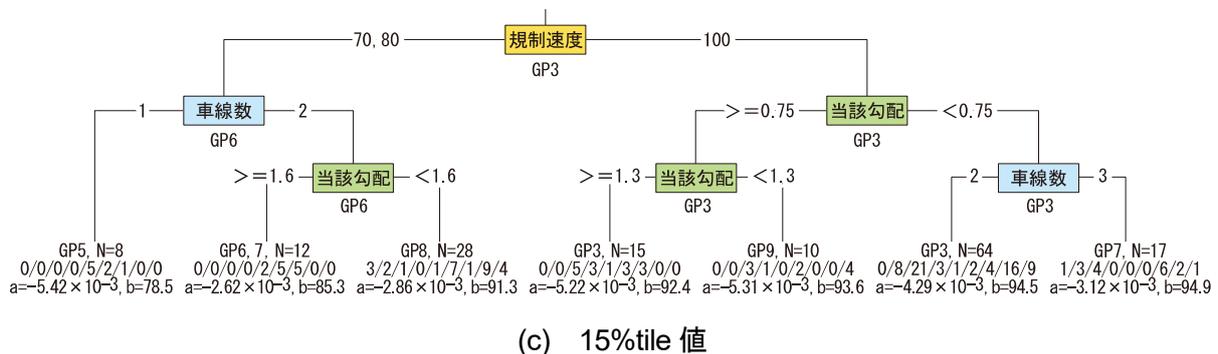
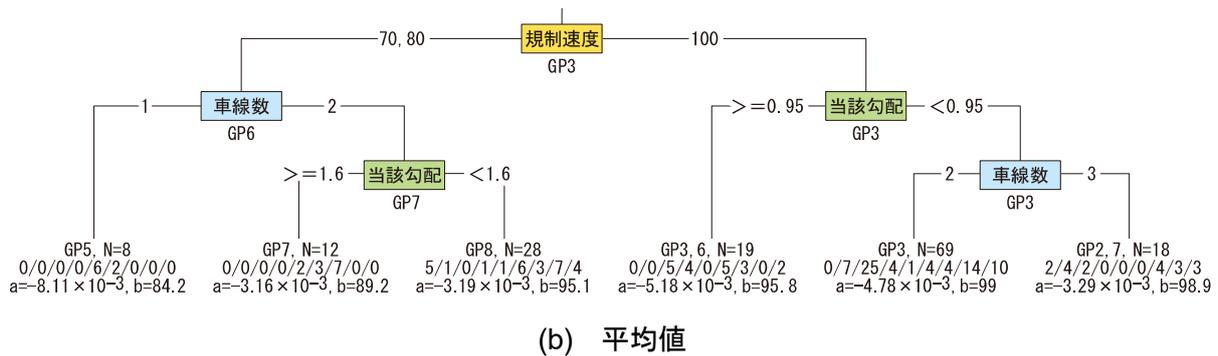
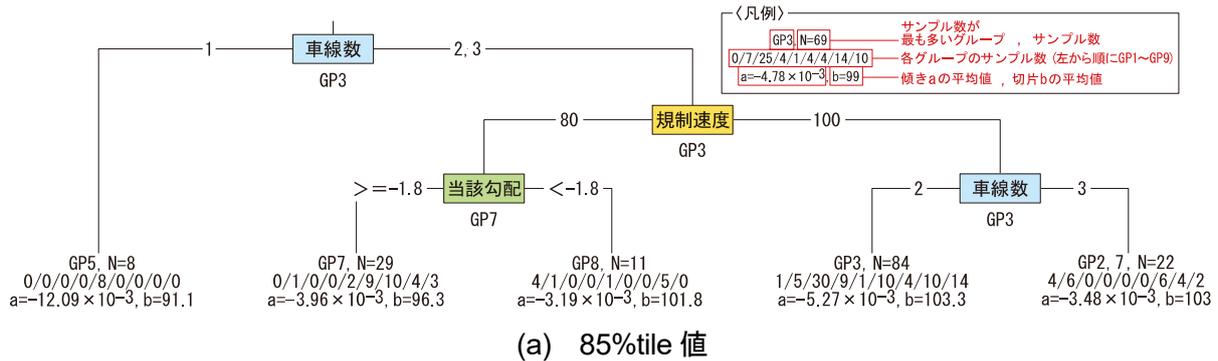


図 3-2-8 決定木分析結果

一方で、図 3-287(a)の 85%tile 値の最上部の分岐条件は、車線数が 1 車線であるか否かであり、平均値と 15%tile 値の結果とは異なっている。85%tile 値の比較的高い速度のグループは、追越の能否が最も影響を与える要因であることを示唆する結果となっている。2 番目の分岐条件は、規制速度であり、3 番目の分岐条件は、当該勾配が上り勾配であるか否かと、車線数が

2車線か3車線であるかの分岐になっている。

決定木分析の結果より、最上位の分岐条件となった車線数と規制速度を用いて、速度性能曲線を区分することとする。なお、縦断勾配も速度性能曲線に影響要因であることが明らかになったものの、縦断勾配を含めて区分した速度性能曲線は、縦断勾配の変化点別に速度性能曲線を適用することになり、後述する道路の性能照査が煩雑になる。実務で簡便に使えることに重点を置き、縦断勾配の適用を見送ることとする。なお、縦断勾配の扱いに関しては、山地部や平地部など、実務で扱い易く区分することが望ましく、別途検討が必要と考える。

3-3 自専道等の速度性能曲線の提案

3-3-1 実観測データに基づく速度性能曲線

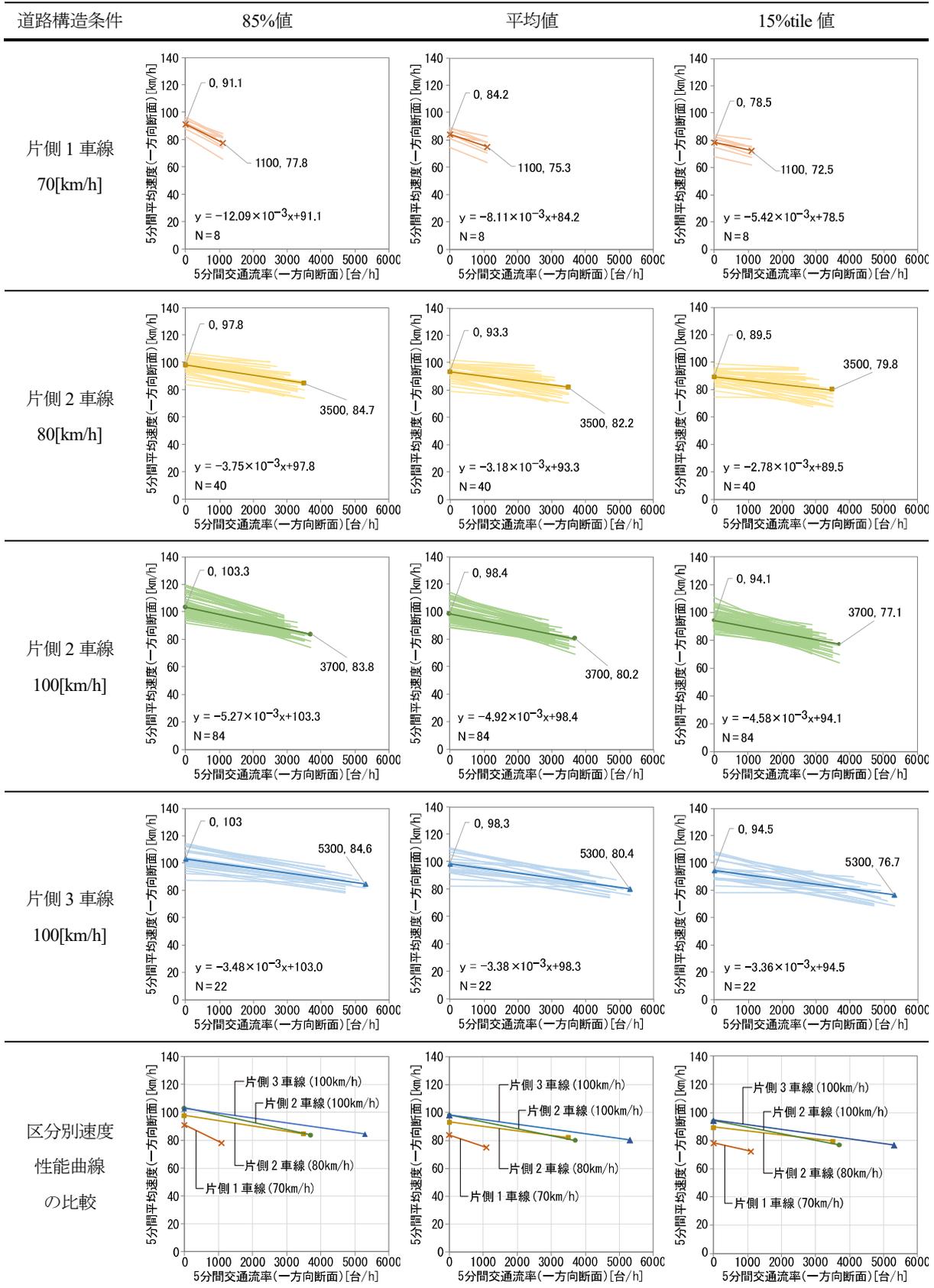
決定木分析の対象とした 154 断面について、車線数と規制速度別、かつ 85%tile 値、平均値、15%tile 値の集計方法別の速度性能曲線を表 3-3-1 に示す。表中のグラフの並びは、上から順に、片側 1 車線 70[km/h]、片側 2 車線 80[km/h]、片側 2 車線 100[km/h]、片側 3 車線 100[km/h]である。図の薄い線は各断面の速度性能曲線であり、濃い線は薄い線の傾きと切片の平均値により描かれる速度性能曲線である。また、濃い線の右端点は、薄い線の 5 分間交通流率の最大値である。なお、ここでは、この濃い線を区分別速度性能曲線と呼ぶこととし、この区分別速度性能曲線を比較した結果を表 3-3-1 の最下段に示す。

最上段の片側 1 車線（70km/h）の区分別速度性能曲線は、いずれの集計方法であっても、すべての交通流率の範囲において、規制速度 70[km/h]を超えている。また、また、平均値の回帰式の傾きが -8.11×10^{-3} であるなど、他の道路構造条件に比べて大きな値となっている。

片側 2 車線（80km/h）の区分別速度性能曲線は、15%tile 値の結果を除き、すべての交通流率の範囲において、規制速度 80[km/h]を超える結果となっている。一方で、同じ片側 2 車線の道路構造である、片側 2 車線（100km/h）の区分別速度性能曲線は、85%tile 値の結果を除き、規制速度 100[km/h]を下回る結果となっている。同じ規制速度である片側 3 車線（100km/h）の区分別速度性能曲線についても、85%tile 値の結果を除き、規制速度 100[km/h]を下回る結果となっている。

最下段の区分別速度性能曲線の比較における区分別速度性能曲線の速度は、いずれも 80～100[km/h]の範囲にあり、規格が上位であるほど、速度が高い傾向がみられる。しかし、多交通量時には、片側 2 車線（80km/h）と片側 2 車線（100km/h）の速度が逆転するなど、規制速度による明確な違いはみられない。このことに関して、規制速度（80km/h）の道路構造は、規制速度（100km/h）の道路構造と同等の速度性能を持つ区間があると解釈できる。また、別の解釈として、道路構造に見合う適正な規制速度が設定されていない区間の存在を示唆する結果ともいえ、規制速度とその道路構造に対応した実勢速度の関係は、規制速度の見直しが進められている高速道路において、今後の重要な検討課題であると考えられる。

表 3-3-1 区分別速度性能曲線



3-3-2 性能照査に用いる速度性能曲線

表 3-3-1 の区分別性能曲線の結果のとおり、大量の実観測データを用いることで、正確かつ、恣意性が無い、また合意形成し易い速度性能曲線の作成を目指した。しかしながら、実観測データに基づく速度性能曲線は、規制速度を上回ることや、必ずしも道路構造の規格に準じた速度にならないなど、旅行時間および旅行速度による性能照査を行う上で、様々な問題があることがわかった。このため、先述した区分別速度性能曲線をそのまま、道路の性能照査に用いることはせず、実務での使用に重点を置き、規制速度による補正を加えたものを道路の性能照査に用いる速度性能曲線として提案する。なお、規制速度による補正の対象は、実務で、まず必要になると考えられる平均値の区分別速度性能曲線とし、下記3つの補正を加えることとする。

- 1) 片側1車線(70km/h)と片側2車線(80km/h)の速度性能曲線は、全ての交通流率で規制速度を上回っているため、全ての交通流率で規制速度と同じ値とする。
- 2) 片側2車線(100km/h)と片側3車線(100km/h)は、区分別速度性能曲線の右端部は据え置き、左端部の切片を規制速度と同じ値とする。
- 3) 片側3車線(120km/h)は、実観測データに基づいた結果は無いものの、規制速度120[km/h]の適用範囲が増えることを見込み、片側3車線(100km/h)の切片を120[km/h]に変更して作成する。

図 3-3-1 は、道路の性能照査に用いる速度性能曲線である。先述した補正を加えたことにより、縦軸の速度はすべての時間交通量において規制速度を超えていない。また、道路構造の規格に準じた並びとなっており、実観測データに基づく区分速度性能曲線で挙げた実務上の問題点に対応できている。

これらの速度性能曲線の式を(1)~(5)に示す。片側1車線(70km/h) V_{1-70} は式(1)、片側2車線(80km/h) V_{2-80} は式(2)、片側2車線(100km/h) V_{2-100} は式(3)、片側3車線(100km/h) V_{3-100} は式(4)、片側3車線(120km/h) V_{3-120} は式(5)であり、単位はいずれも[km/h]である。

$$V_{1-70} = 70 \quad (0 \leq q \leq 800) \quad (1)$$

$$V_{2-80} = 80 \quad (0 \leq q \leq 3,300) \quad (2)$$

$$V_{2-100} = -6.06 \times 10^{-3} \times q + 100 \quad (0 \leq q \leq 3,300) \quad (3)$$

$$V_{3-100} = -4.00 \times 10^{-3} \times q + 100 \quad (0 \leq q \leq 5,000) \quad (4)$$

$$V_{3-120} = -8.00 \times 10^{-3} \times q + 120 \quad (0 \leq q \leq 5,000) \quad (5)$$

ここに、 q は、時間交通量[台/h]である。

各式の時間交通量の適用範囲は、式(1)が0~800[台/h]、式(2)と式(3)が0~3,300[台/h]、式(4)と式(5)が0~5,000[台/h]である。速度性能曲線の右端点は、先述した濃い線の区分別速度性能曲線の右端点の値ではなく、昭和45年版の道路構造令の解説と運用²⁰⁾にある設計交通容量の値を参考にして、片側1車線が800[台/h]、片側2車線が3,300[台/h]、片側3車線が5,000[台/h]とした。また、地点速度と旅行速度は全く異なる概念ではあるものの、都市間高速道路は速度変化が小さく、地点速度と旅行速度に大きな違いはないと考え、図 3-3-1 に示す速度性能曲線の縦軸は、地点速度[km/h]ではなく、旅行速度[km/h]と表記する。ただし、本来は図 3-3-2 に示す旅行速度を用いて速度性能曲線を導出することが望ましく、今後の検討課題と考える。

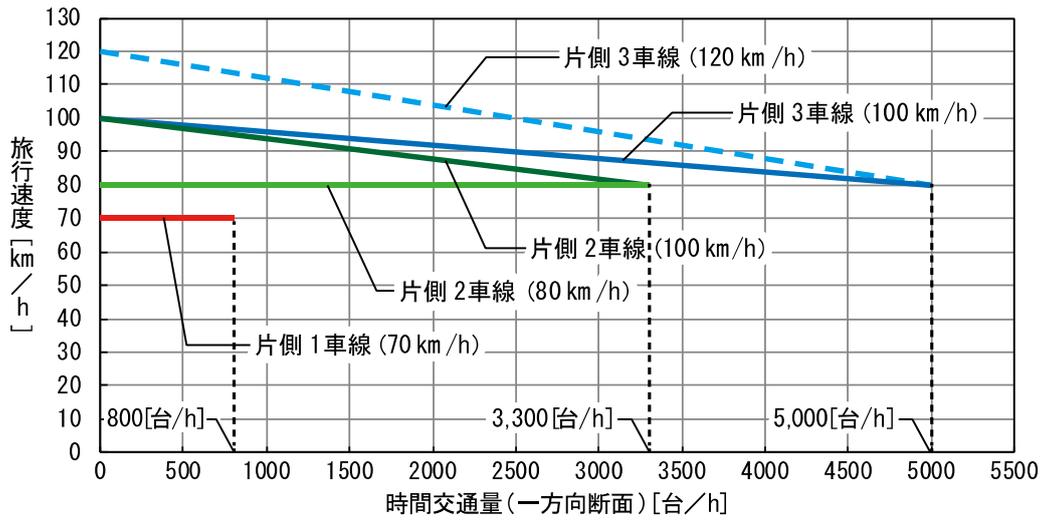
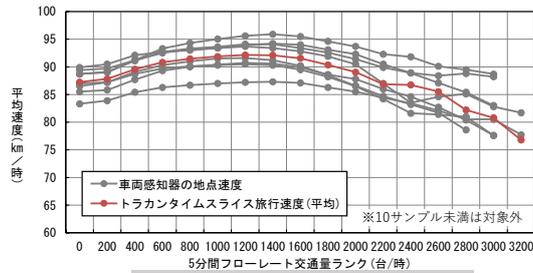
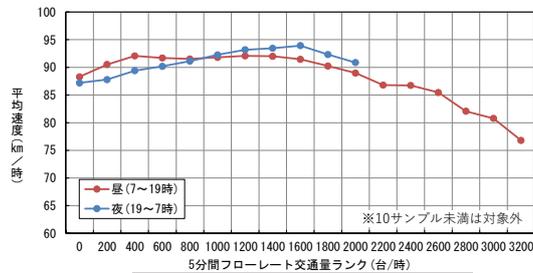


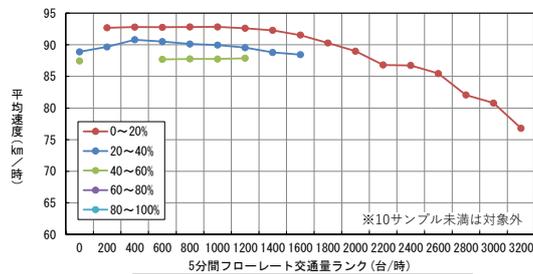
図 3-3-1 道路の性能照査に用いる速度性能曲線



(a) 地点速度と旅行速度の比較



(b) 昼夜別性能曲線



(c) 昼間の大型車混入率別性能曲線

図 3-3-1 トラカタイムスライス旅行時間による性能曲線

3-4 まとめと今後の課題

3-4-1 まとめ

本章では、拠点間の旅行時間を評価指標として、道路の性能照査を実現するため、車両感知器から得られる交通量と速度データを用いて、都市間高速道路の速度性能曲線を作成した。以下に、明らかとなった事項を述べる。

まず、自専道等の速度性能曲線に関する既往研究について調査し、欧米では、道路の性能を照査するため、速度性能曲線を用いた交通状態量の評価手法がガイドラインとして整備されている。一方で、わが国でもガイドラインが整備されているものの、1984年に初版が出版されて以降、未だ更新されていない。近年、交通量と速度の関係が経年的に変化することが報告されていることを考えると、旅行時間や旅行速度を用いた道路の性能照査を行うにあたっては、速度性能曲線の整備・更新は不可欠であることを述べた。次に、9つの横断面を対象に、車両感知器データを用いて、道路構造条件がQ-V関係に与える影響について確認した分析では、車線数と規制速度が交通量の増加に伴う速度の低下の程度を表す回帰式の傾きに影響を与えていること、規制速度と縦断勾配が閑散時の平均速度である回帰式の切片に影響を与えていることがわかった。また、速度性能曲線を区分する道路構造条件を抽出するために実施した決定木分析では、平均値と15%tile値の最上部の分岐条件が規制速度であり、平均以下の速度のグループは、規制速度を強く意識した走行であることがわかった。一方で、85%tile値の最上部の分岐条件は、車線数が1車線であるか否かという結果であり、比較的高い速度のグループは、追越の能否が最も影響を与えていることがわかった。最後に、車線数と規制速度により作成した区分別速度性能曲線は、いずれも80～100[km/h]の範囲にあり、規格が上位であるほど、速度が高い傾向がみられた。しかし、多交通量時には、片側2車線(80km/h)と片側2車線(100km/h)の速度が逆転するなど、明確な違いはみられなかった。このため、この区分別速度性能曲線をそのまま、道路の性能照査に用いることはせず、実務での使用に重点を置き、規制速度による補正を加えたものを道路の性能照査に用いる速度性能曲線として提案した。

3-4-2 今後の課題

以上のように、本章では道路の性能照査に用いる自専道等の速度性能曲線を提案したものであるが、都市間高速道路に限定したものとなっており、都市高速道路の速度性能曲線についても同様の検討が必要である。また、提案した道路の性能照査に用いる速度性能曲線は、規制速度による補正を加えているが、15%tile値や85%tile値といった集計方法、現行のHCMや既往研究にある自由速度適用の是非などについても検討し、改良を加えていくことが望まれる。その他、規制速度と実勢速度との関係や、旅行速度による速度性能曲線の導出、縦断勾配や大型車混入率の考慮に関しても、今後の検討課題であると考えられる。

参考文献

- 1) 大口敬, 中村英樹: 日本における交通容量・サービスの質に関する研究の概観と展望, 土木学会論文誌 D3, Vol.67, No.3, pp.217-229.
- 2) Transportation Research Board (TRB): Highway Capacity Manual 7th Edition, 2022.
- 3) Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV): Handbuch für die Bemessung von Straßen-verkehrsanlagen HBS, 2015.
- 4) 一般社団法人交通工学研究会: 機能階層型道路ネットワーク計画のためのガイドライン(案), 2018.9.
- 5) 社団法人日本道路協会: 道路の交通容量, 丸善, 1984.
- 6) 後藤誠, 石田貴志, 野中康弘: 都市間高速道路における交通性能の経年変化に関する研究, 交通工学論文集, Vol.5, No.2, pp.A_90-A_98, 2019.
- 7) 石田貴志, 大口敬, 邢健, 後藤誠: 都市間高速道路における速度の経年変化に関する研究, 土木学会論文誌 D3, Vol. 78, No. 5, pp. I_839-I_852, 2023.
- 8) 青山恵里, 下川澄雄, 吉岡慶祐, 森田綽之: 飽和交通流率の変化とその要因に関する研究, 交通工学論文集, Vol.7, No.1, pp.1-10, 2021.
- 9) 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, 土木学会論文誌 D3, Vol.67, No.3, pp.244-260, 2011.
- 10) 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, 土木学会論文誌 D3, Vol.67, No.3, pp.261-269, 2011.
- 11) Transportation Research Board (TRB): Highway Capacity Manual, 1950.
- 12) Transportation Research Board (TRB): Highway Capacity Manual (1965), 1965.
- 13) Transportation Research Board (TRB): Highway Capacity Manual (1985), 1985.
- 14) Roess, R., P., Prassas, E., S.: The Highway Capacity Manual: A Conceptual and Research History Volume 1: Uninterrupted Flow., 2014.
- 15) Transportation Research Board (TRB): Highway Capacity Manual (2000), 2000.
- 16) Transportation Research Board (TRB): Highway Capacity Manual (2010), 2010.
- 17) Transportation Research Board (TRB): Highway Capacity Manual 6th Edition, 2016.
- 18) Werner Brilon, Jan Lohoff: Speed-flow Models for Free-ways, Procedia - Social and Behavioral Sciences 16, 2011.
- 19) 橋本浩良, 高宮進: 一般道路を対象にした道路構造条件別の QV 関係に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol. 52, 2015.
- 20) 日本道路協会: 道路構造令の解説と運用, 1970.

4 一般道の性能曲線の検討

令和3年に各都道府県、各地方整備局にて新広域道路交通ビジョン・計画¹⁾が策定され、広域道路ネットワークに位置付ける路線の階層が明確となった。特に、直轄国道などは、高規格道路、一般広域道路に分けられ、各道路に求められるサービス速度が定められている。これは、これまでの性能照査型道路設計^{2),3)}及び道路階層^{4),5)}に関する研究内容を実際の道路計画に適用する良い契機となると考えられる。

しかし、道路計画時においてサービス速度の算出に用いる性能曲線は定められておらず、計画する道路構造及び交通運用により実現するサービス速度を推定・照査することができない。既往研究^{5),6)}の中で、一般道における性能曲線はいくつか提案されているが、現在の道路計画手法に導入されるまでには至っていない。

そこで本章では、旅行時間および旅行速度を用いて、道路の性能を照査することを目的に、一般道の速度性能曲線に求める条件を整理し(4-1)、性能照査に一般道の速度性能曲線の提案する(4-2)、なお、一般道の速度性能曲線は、図4-1に示すとおり、信号交差点密度が0.5以上の階層Bと階層Cへの適用を前提に検討する。

連絡レベル		I ←				→ V					
交通機能(道路階層)		A _R	A _U	B _R	B _U	C _R	C _U	D _R	D _U	E _R ・E _U	
種級区分の目安	第1種	1級	○								
		2級	○								
		3級	○								
		4級			△ ^{*1}	○					
	第2種	1級		○							
		2級		○							
	第3種	1級			○						
		2級			○						
		3級					○				
		4級							○		
		5級								○	○
	第4種	1級				○					
2級							○				
3級									○	○	
4級									○	○	
道路構造要件	車線数	2+1以上	4以上	2以上	4以上	1.5以上	2以上	1.5~2	2	1	
	接続形式	-									
	出入制限	完全出入制限		部分出入制限		出入自由					
	中央帯の形式	分離	分離	分離 ^{*2}	分離	非分離	分離 ^{*2}	非分離	非分離	非分離	
目標旅行速度(km/h)	80-120	60-80	60-80	50-60	40-60	40-50	30-40	20-40	-30/-20		

*1: 暫定2車線区間など規制速度80km/h未満の場合。

*2: 分離構造が望ましいものの、場合によっては非分離構造でも良い。

図4-1 一般道の速度性能曲線の適用範囲

4-1 一般道の速度性能曲線に求める条件

4-1-1 性能曲線を検討する一般道の概要

本章で扱う一般道は、図 4-1 で示す通り道路の階層区分の B と C に該当する。自専道等とここで扱う一般道の大きな違いは、信号交差点の有無にある。道路区間において信号交差点が存在することにより、交通量が微小であっても交差点での待ち時間が発生する可能性があることから遅れが生じる。これを中断流（中断される交通流）といい、中断されない交通流である自専道等との大きな違いとなる。

図 4-1-1、図 4-1-2 に道路階層 B および C の位置づけ及びイメージ⁷⁾について示す。出入制限についても、部分制限もしくは出入制限なしとなっており、同一進行方向以外の車両による交通流の中断の可能性がある道路であることがわかる。

表 2-3-17 道路分類 B_R の位置づけ

交通機能			トラフィック				
			アクセス				滞留
			A _R	B _R	C _R	D _R	
連絡レベル			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



2+1 車線 →

図 2-3-42 道路分類 B_R のイメージ

(a) 道路分類 B_R

表 2-3-19 道路分類 B_U の位置づけ

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
連絡レベル			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

(b) 道路分類 B_U

図 4-1-1 道路分類 B の位置づけ及びイメージ

注) 図中の番号は原文のまま

表 2-3-21 道路分類 C_R の位置づけ

交通機能			トラフィック				
			アクセス				滞留
			A _R	B _R	C _R	D _R	
連絡レベル			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

(a) 道路分類 C_R

表 2-3-23 道路分類 C_U の位置づけ

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
連絡レベル			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

(b) 道路分類 C_U

図 4-1-2 道路分類 C の位置づけ及びイメージ

注) 図中の番号は原文のまま

4-1-2 一般道の速度性能曲線の影響要因の整理

本項では、一般道の速度性能曲線の影響要因の整理として、諸外国の道路計画時に使用されている速度性能曲線の設定手法および一般道の速度性能曲線の推定手法に関してレビューを行った内容をとりまとめる。

(1) 諸外国の道路計画時に使用される一般道の速度性能曲線の設定手法

HCM 6th Edition⁸⁾では、道路の種類に応じて計画段階における旅行速度を推定し、交通性能の評価を行うことを提案している。都市内街路の計画においては、道路構造条件（指定最高速度、中央分離帯の種類等）および信号交差点間隔による補正係数を用いて道路区間の自由速度 S_f を設定し、交通需要や右左折車両による遅れを考慮した旅行時間は式(1)を用いて行っている。

$$S_{T,seg} = \frac{3,600L}{5,280(t_R + d_t)} \quad (1)$$

ここに、 $S_{T,seg}$ は道路区間の直進車両の旅行速度[mi/h]、 L は道路区間延長[ft]、 t_R は道路区間の旅行時間[s]、 d_t は直進遅れ[s/veh]、である。

t_R は S_f で走行した時の区間の旅行時間に交通状況、交差点の制御形式、接続道路の出入り、路上駐車による遅れの影響を加えたものである。また、 d_t は車線構成（例えば、直進車線、左直車線、右直車線など）によって直進車両の走行が阻害される際に発生する遅れを表現している。これにより得られる交通量-速度関係は図 4-1-3 のとおりである。

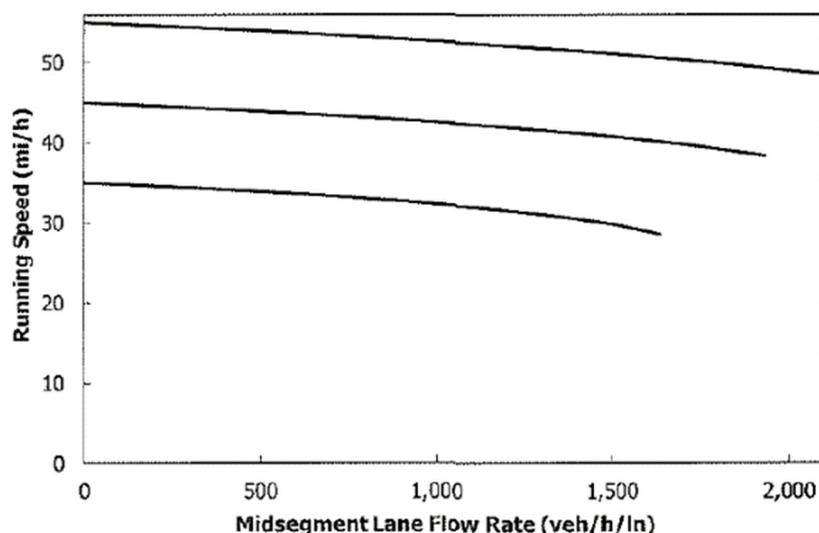


図4-1-3 HCM 6th Editionの時間交通量-速度関係⁸⁾

イングランドでは、COBA2022⁹⁾において、計画段階の交通量-速度関係が設定されている。COBA2022では、道路種別に応じて異なる道路構造・交通運用条件を考慮しており、例えば、Road Classes 7 and 8 に該当する”Urban Roads”では、式(2)に基づき設定する。

$$v = v_0 - 30 \cdot \frac{Q}{1000} \quad (2)$$

ここに、 v は平均旅行速度[km/h]、 Q は交通量[vehs/h/3.65 m lane]、 v_0 は Road Class 7, 8 で個別に算出される自由速度 (v_0 の最大値は指定最高速度とする)、である。

Road Class 7の自由速度は、都市の道路ネットワークに占める道路の開口部開発率 *DEVEL*によって決まり、その値が大きいかほど自由速度の値は小さくなる。一方、Road Class 8の自由速度は、主要道路ネットワークの交差点の密度 *INT*によって決まり、この値が大きいかほど自由速度の値は小さくなる。これらの交通量-速度関係は図 4-1-4 のとおりである。

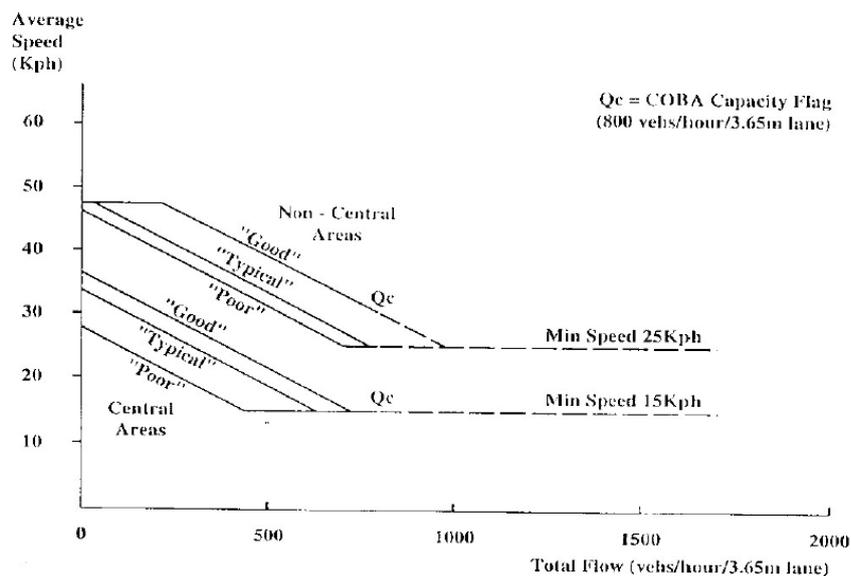


図4-1-4 典型的なRoad Classes7 and 8の時間交通量-速度関係⁹⁾

Road Classes 7 and 8 より規格の低い道路である Road Class 9 “Small Town Roads”や Road Classes 10 and 11 “Suburban Roads”では、*DEVEL*や*INT*のような沿道状況や交通運用に加え、路線に占める 30km/h 速度規制区間の割合や細街路・私道との接続交差点数といった道路の種別に応じた道路条件を考慮し、交通量-速度関係を設定することとなっている。このように、道路種別に応じて、速度に最も影響を与える要因を定め、個々の道路区間に応じた交通量-速度関係を設定できる。

(2) 一般道の性能曲線の推定手法に関する研究

Lum et al¹⁰⁾は、シンガポールの放射道路、環状道路、幹線道路に対して信号交差点数と信号交差点の遅れを考慮した旅行速度-交通密度モデルを開発した。これにより、道路の種類に応じて信号機が旅行速度に与える影響が異なり、旅行速度-交通密度モデルのパラメータが変化していることが確認された。交通量配分における Q-V 関係の設定方法に関して、松井・藤田^{11),12)}は、信号交差点密度、指定最高速度等を考慮して一般道における時間単位の交通量-速度関係のモデル化を行い、モデル式と交通量の時間変動パターンから日単位の交通量-速度関係（自由速度 V_0

と傾き)を導いている。これを用いて配分日交通量を算出し、実交通量との適合度の比較から新しい手法で適合度が上がることを示した。

Akandwanaho and Nakamura⁶⁾は、幹線街路を対象に信号交差点間隔、サイクル長、オフセットと交通量の違いが幹線道路の交通量-旅行速度関係に与える影響を分析している。その結果、交差点間隔が短くなるほど、サイクル長が長いほど交通量が少ない状況下でも旅行速度が低下することなど、交通運用と旅行速度の関係を明らかにしている。早河・中村¹³⁾は、通過車両の走行性に大きく影響を与える沿道アクセス交通に着目し、旅行速度を用いて道路交通の質の評価を行った。沿道アクセスの程度に応じて実現する交通状況を把握するため、マイクロ交通シミュレータを用いて交通状況を再現し、旅行速度の解析を行った。その結果、総アクセス交通量と旅行速度の関係、最小入庫車頭時間と旅行時間の関係を分析し、計画段階における沿道アクセス機能が旅行速度に与える影響を明らかにした。

このように交通量-速度関係の推定に関しては、様々な道路構造・交通運用を考慮した手法が検討されている。また、日本独自の手法ともいえる日交通量-速度関係¹⁴⁾についても道路の構造条件を考慮した時間交通量-速度関係を基に作成した日交通量-速度関係が提案されている。

4-2 一般道の速度性能曲線の提案

4-2-1 信号遅れを考慮した速度性能曲線(理論式)

速度性能曲線の設定は、4-1-1 で述べた通り特に信号交差点の影響を考慮すること重視し、道路の交通容量¹⁵⁾の信号交差点での遅れ時間を含んだ一般道路の区間のサービス水準の考え方をを用いて設定する。

(1)速度性能曲線(理論式)の概要

区間の旅行時間は、区間内の単路部の走行時間と信号交差点の待ち時間によって構成され、車両1台当たりの信号による待ち時間は、車両の到着パターンをランダムと仮定し推定する。これより、区間の旅行速度は、次式のように表現される。

$$v_s(q) = \frac{1}{\frac{1}{v} + D_s \cdot \left\{ \frac{(1-g)^2}{2(1-g \cdot Z)} C + \frac{Z^2}{2q(1-Z)} \right\}} \quad (1)$$

ここに、 $v_s(q)$ は時間交通量 q における(交差点での待ち時間を考慮した)区間の旅行速度、 g は青時間比、 C はサイクル長、 q は流入部の交通量、 Z は流入部の需要率= q/c 、 c は流入部の交通容量、 D_s は信号交差点密度、である。

ここで、 $Z = q/c$ の c は流入部の交通容量であるが、信号交差点が存在する区間においては、信号交差点流入部の交通容量の値が区間において最小値となることが多い。よって、これを区間の可能交通容量とみなせば、単路での q/c と Z は同一と考えることができ、 q/c と v_s の関係が表されることになる。また、 v は単路部での旅行速度であり、交差点等による遅れを含んでいないものであることから、ここでは簡単のためこれが指定最高速度と等しいと仮定すると、次式のように表せる。

$$v_s(q) = \frac{1}{\frac{1}{SL} + D_s \cdot \left\{ \frac{(1-g)^2}{2(1-g \cdot Z)} C + \frac{Z^2}{2q(1-Z)} \right\}} \quad (2)$$

ここに、 SL は道路区間の指定最高速度、である。

式(2)において $Z \geq 1.0$ となる場合の旅行速度が計算できない。しかし、実際の道路では、交通容量を超過した場合($Z \geq 1.0$)でも車両は通行可能であるため、最小旅行速度 v^{\min} を定め、 $Z \geq 1.0$ もしくは式(2)の値が v^{\min} 以下となる場合、式(3)とする。

$$v_s = v^{\min} \quad (3)$$

(2)交通容量の設定

信号交差点を含む道路区間の交通容量は、単路部と交差点部の双方の交通容量を算出し、小さい方の値を用いる¹⁵⁾。既往研究¹⁶⁾では、特に街路における交通容量はボトルネックの交通容量をターゲットに検討すべきであるとされており、ここでは、道路区間のボトルネックとなる信号交差点の交通容量を用いることとする。

信号交差点の交通容量は、流入部の飽和交通流率と青時間比により、式(4)のとおり算出される。また、飽和交通流率は式(5)の道路構造条件および交通条件によって設定される。

$$c = S_j \cdot g_j \cdot N = S_j \cdot \frac{G_j}{C} \cdot N \quad (4)$$

ここに、 S_j は流入部 j の飽和交通流率、 g_j は流入部 j の青時間比、 G_j は流入部 j の1信号サイクルに割り当てられた青時間、である。

$$S = BSFR \times \gamma_W \times \gamma_G \times \gamma_T \times \gamma_{RT} \times \gamma_{LT} \quad (5)$$

ここに、 S は実際の車線の可能飽和交通流率[台/青1時間]、 $BSFR$ は飽和交通流率の基本値[pcu/青1時間]、 γ_W は車線幅員の補正率、 γ_G は勾配の補正率、 γ_T は大型車混入の補正率、 γ_{RT} は右折車混入の補正率、 γ_{LT} は左折車混入の補正率、である。

式(2)、式(3)、式(4)より、この速度性能曲線は、表 4-2-1 に示す変数に感度のあるものとなる。これらを基に描いた速度性能曲線を図 4-2-2 に示す。

ここで、飽和交通流率は、飽和交通流率の基本値、車線幅員、勾配、大型車混入率、右折車混入率、左折車混入率に応じて設定されるが、計画段階では詳細な道路構造条件、大型車混入率、右左折率等の交通条件の設定が困難であることを踏まえ、現時点では、車線幅員、勾配、大型車混入率、右折車混入率、左折車混入率は取り扱わないこととする。

表4-2-1 速度性能曲線に用いた変数

道路構造・交通運用	変数	設定値
(片側)車線数	N	1, 2, 3
指定最高速度 [km/h]	SL	40, 50, 60
飽和交通流率 [台/h]	SFR	-
飽和交通流率の基本値 [pcu/h]	$BSFR$	1600, 1800, 2000
車線幅員, 勾配, 大型車混入率, 右折車混入率, 左折車混入率	-	-
信号交差点密度 [箇所/km]	D_s	0.5, 2.0, 4.0
信号サイクル長 [s]	C	90, 120, 150
青時間比	g	0.4, 0.5, 0.6

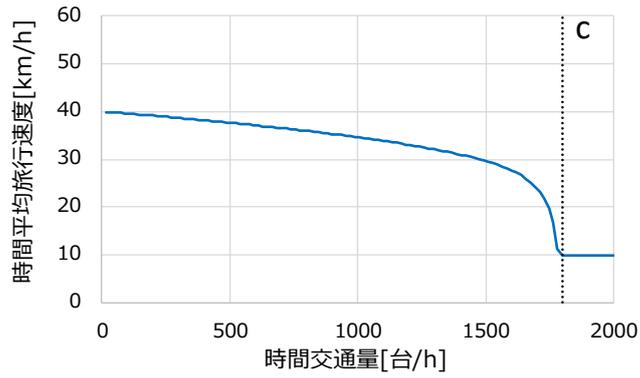


図4-2-1 速度性能曲線の一例

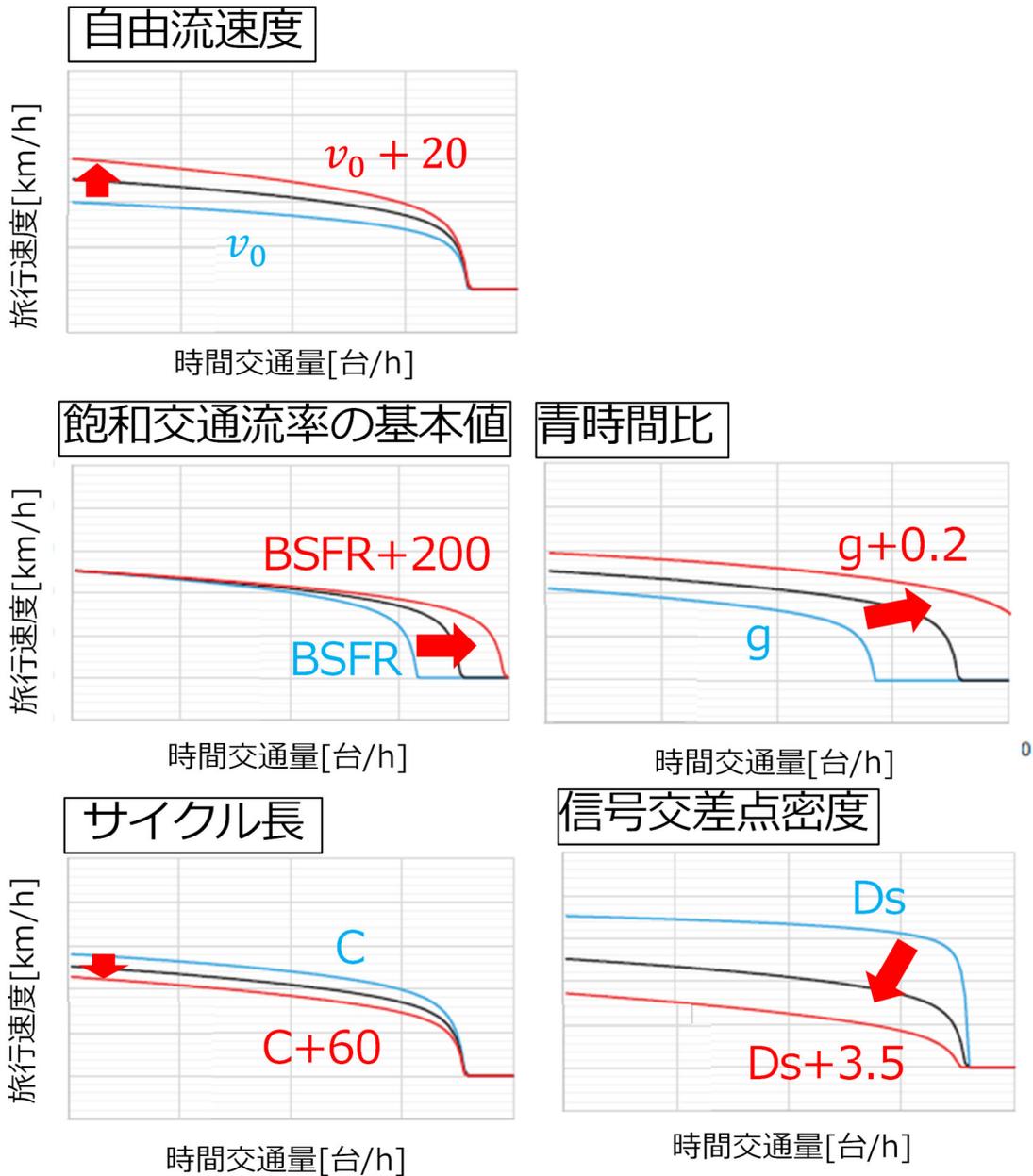


図4-2-2 入力変数に応じた速度性能曲線の変化

4-2-2 性能照査・改善検討に用いる入力変数の条件

4-2-1にて、一般道の速度性能曲線について提案した。ここでは、性能照査および改善検討に用いる上での入力変数の条件を示す。ここで対象とする入力変数は以下である。

自由速度・指定最高速度[km/h]： v_0, SL

信号交差点密度[箇所/km]： D_s ,

青時間比： g ,

車線数： N ,

飽和交通流率[台/h]： SFR ,

サイクル長[秒]： C ,

交通量[台/h]： q ,

交通容量[台/]： $c = SFR \cdot g \cdot N$

(1)性能照査

性能照査に用いる場合は、現在の道路構造及び交通運用の情報を基に設定するため、入力変数の条件は設けない。しかし、本速度性能曲線は、信号交差点を複数含む道路区間に対して適用するものであることから、各入力変数の入力値について、以下を参考に設定する。

また、性能照査の区間で入力変数の数値が大きく変わる場合は、同一区間として性能照査すべきでない可能性が高いため、性能照査の区間に関して再検討が必要である。

自由速度・指定最高速度[km/h]：(区間で値が変わる場合は、性能照査の区間を分割する)

信号交差点密度[箇所/km]：(区間で値は1つのため条件なし)

青時間比：区間で最も小さい値を採用

車線数：(区間で値が変わる場合は、性能照査の区間を分割する)

飽和交通流率[台/青1時間]：区間で最も小さい値を採用

※飽和交通流率を実測できない場合、飽和交通流率の基本値(直進:2000, 右左折:1800)をそのまま適用せず、既往研究¹⁷⁾を参考に値を設定する必要がある。

サイクル長[秒]：区間で最も大きい値を採用

交通量[台/h]：(区間で値が大きく変わる場合は、性能照査の区間を分割する)

交通容量[台/h]：(上記に示す条件で設定可能)

(2)改善検討

改善検討に用いる場合は、提案する速度性能曲線(理論式)として適さない値や現在の道路交通及び交通運用で適切とされていない値での検討は望ましくないため、各入力変数に対して条件を設定する。

提案する速度性能曲線(理論式)として適さない値として、「①数式(式(2))がエラーとなる値」、「②一般道の速度性能曲線として設定が望ましくない入力値」の2つの観点から条件を設定する。

① 数式 (式(2)) がエラーとなる値

自由速度・指定最高速度[km/h] : $v_0 = 0$

青時間比 : $g = 0$

車線数 : $N = 0$

飽和交通流率[台/青 1 時間] : $SFR = 0$

交通量[台/h] : $q = 0$ (計算過程で $x/0$ が出現)

② 一般道の速度性能として設定が望ましくない入力値

自由速度・指定最高速度[km/h] : $v_0 > 80$ (3種1級の設計速度は80km/hが最大)

信号交差点密度[箇所/km] : $D_s < 0.5$ (自専道等と一般道との協会)

青時間比 : $g = 1$

サイクル長[秒] : $C = 0$

以上, ①, ②より検討される入力範囲は以下のとおりである.

自由速度・指定最高速度[km/h] : $0 < v_0 \leq 80$

信号交差点密度[箇所/km] : $0.5 \leq D_s$

青時間比 : $0 < g < 1$

車線数 : $0 < N$

飽和交通流率[台/青 1 時間] : $0 < SFR$

サイクル長[秒] : $0 < C$

交通量[台/h] : $0 < q$

交通量交通容量比 : $q/c < 1$

次に, 現在の道路交通及び交通運用で適切とされていない値については, 既往文献や既往研究等を踏まえて設定する.

自由速度・指定最高速度[km/h] : $0 < v_0 \leq 80$

信号交差点密度[箇所/km] : $0.5 \leq D_s \leq 6.6^*$ (信号交差点間隔 150m 以上)

青時間比 : $0 < g < 1$

車線数 : $0 < N$

飽和交通流率[台/青 1 時間] : $0 < SFR \leq 1600^{**}$

サイクル長[秒] : $40 \leq C \leq 150^{***}$

交通量[台/h] : $0 < q < c$

*警視庁 : <https://www.keishicho.metro.tokyo.lg.jp/kotsu/doro/singoukisetchi/hitsuyoujyoken.html>

**既往研究 : 飽和交通流率の変化とその要因に関する研究

***改定 平面交差の計画と設計 ー基礎編ー 平成 14 年 7 月

4-3 まとめと今後の課題

本章では、現在の道路計画手法への導入を目指した汎用性が高く簡便な手法の一般道の速度性能曲線を提案し、その速度性能曲線の入力変数の条件や使い方を整理した。

提案した速度性能曲線は、車線数、飽和交通流率、青時間比、サイクル長、信号交差点密度、単路部での旅行速度などの値に感度のあるもので、様々な道路施策の検討に対応しうるものである。また、道路計画時にそれらの値が設定可能となるように、各種値を設定する上での留意点を整理した。特に信号現示に関しては、サイクル長、青時間比に関しての設定方法を示した。

今後は、ここで選定した速度性能曲線（時間交通量-旅行速度関係）が実態とどの程度整合しているのかを検証する必要がある。その検証結果に応じて、現在は考慮できていない右左折率、大型車混入率、道路構造条件（平面線形、縦断勾配）、沿道出入り車両の影響など、を考慮して、速度性能曲線が精度を高めていく。

参考文献

- 1) 国土交通省東北地方整備局：東北地方新広域道路交通計画，<https://www.thr.mlit.go.jp/road/ir/kansendouro/210713index.html>, 2021. (閲覧2022年9月14日)
- 2) 公益財団法人国際交通安全学会：性能照査型道路設計のための交通容量・サービス水準に関する研究，平成19年度研究調査報告書，2007.
- 3) 中村英樹，大口敬：-Editorial- 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, Vol.63, No.3, pp.195-202, 2011.
- 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・論文集，No.45, 2012.
- 5) 一般社団法人交通工学研究会：機能階層型道路ネットワーク計画のためのガイドライン（案），平成27~29年度 基幹型研究課題，<http://www.jste.or.jp/Activity/act1.html>, 2018.
- 6) Akandwanaho, E., Nakamura, H.: Analysis of Travel Speed on 4-Lane Signalized Arterials, World Conference on Transportation Research – 15th WCTR 2019 Mumbai, 14pages, 2019.
- 7) 一般社団法人交通工学研究会：道路の交通容量とサービスの質に関する研究，平成24~26年度 基幹型研究課題，<https://www.jste.or.jp/Activity/h24-26.pdf>, 2014.
- 8) Transportation Research Board of the National Academies: Highway Capacity Manual 6th Edition, 2016.
- 9) Highways England: THE COBA 2022 USER MANUAL，<https://www.tamesoftware.co.uk/manuals/manuals.html>, 2022.7. (閲覧2022年9月20日)
- 10) Lum, K. M., Fan, H. S. L. and Olszewski, P.: Speed-Flow Modeling of Arterial Roads in Singapore. Journal of Transportation Engineering 124.3, 213-222, 1998.
- 11) 松井寛，藤田素弘：交通量配分におけるQ-V式の設定方法に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.3, pp.153-160, 1986.
- 12) 松井寛，藤田素弘：交通量配分における日交通容量とQ-V式の合理的設定方法に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.6, pp.153-160, 1988.
- 13) 早河辰郎，中村英樹：幹線街路における沿道アクセス機能に応じた旅行速度性能曲線の定式化，土木計画学研究・講演集，No.39, CD-ROM, 2009.
- 14) 公益社団法人日本道路協会：道路構造令の解説と運用，2015.
- 15) 公益社団法人日本道路協会：道路の交通容量，1984.
- 16) 大口敬，中村英樹，森田綽之，桑原雅夫，尾崎晴男：ボトルネックベースで考える道路ネットワーク計画設計試論，土木計画学研究・講演集，No.31, CD-ROM, 2005.
- 17) 青山恵里，下川澄雄，吉岡慶祐，森田綽之：飽和交通流率の変化とその要因に関する研究，交通工学論文集，第7巻，第1号，pp.1-10, 2021.1

5 交通容量に関する研究マップの検討

5-1 技術指針にみる交通容量研究の変遷と問題意識

(1) 着眼点

わが国の交通容量に関する技術指針は、1958年（S33）制定の道路構造令にはじめて交通容量に関する記述が盛り込まれて以来、幾度かの見直しを経て、1970年（S45）の道路構造令改訂、1984年（S59）の『道路の交通容量』（社団法人日本道路協会）の発行によって、一応の体系化がなされた。その後は実務・研究の双方において渋滞発生メカニズムや様々な交通状態量の観測結果が蓄積されてきた。さらに近年では、ボトルネックの交通状態量がこれまでと大きく異なる値をとることが報告されている。これら研究結果や知見は、交通容量やサービスの質の根幹をなすものであり、社会とそれを支える道路交通のシステムが大きく変貌しようとしているなか、今後の道路計画・設計を行っていくうえで極めて重要な要素であるといえる。

交通容量や飽和交通流率がとり得る値はもとより、道路構成要素別や影響要因別でも、多くの研究が実施されてきている。一方、どの道路構成要素や影響要因が、いつ、どのような項目で研究されていたかについての年代別研究動向等は網羅的かつ体系的に整理されていない。これら要素・要因で未着手のものがあれば現時点でも明らかになっていない事項であり、また年代別にみて近年に研究されていなければ経年的な変化を前提とした更新がなされていないことになる。これらは、今後取り組むべき交通容量等に関する研究課題となる。

そこで本検討では、道路の交通容量および飽和交通流率に関するわが国の既往文献をレビューし、過去からの年代別の研究内容の変遷を整理した。具体的には、単路部、合流部、信号交差点等といった道路構成要素別や、幾何構造、車種、路面性状といった交通容量の影響要因別に文献数を集計し、その変遷を整理した。また、整理結果より今後取り組むべき研究課題についてとりまとめた。

(2) 交通容量に関する研究の変遷

交通容量に関する研究の変遷は泉ら¹⁾の文献に詳しい。ここでは、本検討でのレビューに先立ち、技術指針を中心に交通容量に関する研究の変遷を改めて整理した。図5-1-1は技術指針等の変遷を整理したものである。

1) 高速道路単路部の交通容量

a) 高速道路の計画期(1950年～1960年)

道路構造令（S33）に交通容量に関する内容が記述されたものの、関連資料がほとんど存在しなかったため、その多くを米国HCM1950から引用している。

b) 高速道路の黎明期(1960年～1970年)

1970年（S45）の道路構造令改訂では、車線数を自動車量から定めるといいうわゆる車線主義が導入され、この値がわが国の道路交通容量の基本値とされた。また、HCM1965（改訂版）が参照され、交通容量の補正要因など多くの事項が引用された。

c) 高速道路の渋滞発現期(1970年～1990年)

この頃から高速道路の単路部における渋滞が顕在化し始め、交通容量の実証研究も盛ん

になり、渋滞発生前後の交通容量を区分する概念が登場する。国内における道路交通データ集として、1976年(S51)に「道路交通データブック」(交通工学研究会)が発行され、交通量に関する基礎的データが整備されている。1982年(S57)の道路構造令改訂にあわせて、1983年(S58)に出版された「道路構造令の解説と運用」から交通容量に関する記述が分離され、1984年(S59)に「道路の交通容量」(社団法人日本道路協会)として体系化された。当時の最新知見から多車線道路の基本交通容量は2,200(台/時/車線)に見直された。

d)高速道路の渋滞隆盛期(1990年～)

交通容量の捉え方が緻密化し、渋滞前の容量(渋滞発生時交通流率)と渋滞中の容量(渋滞中交通流率)に区分されるようになる。また、渋滞発生確率や渋滞巻き込まれ時間による容量変動に関する研究報告がなされている。さらに、道路幾何構造や交通特性を説明変数として交通容量を推定する試みがなされている。

一方、当該文献¹⁾が投稿された2013年以降は、研究の整理が更新されていない状況にあり、研究の変遷を整理する意義があると考ええる。

2)平面交差点の交通容量

一般道路の交通容量として最も一般的な交通容量上のボトルネックは平面交差点であり、一般道路の計画・設計においては平面交差点の交通容量がきわめて重要である。このため、これまでも平面交差点の交通容量に関して研究蓄積が行われてきた。

1977年には交通工学研究会の「平面交差点研究委員会」が平面交差点の交通容量に関して種々の研究調査から飽和交通流率の値やその影響要因、容量解析の方法について取りまとめ、「最新 平面交差の計画と設計」が出版され、以降数度にわたって改定されてきている。

一方、飽和交通流率の基本値やその影響要因(影響係数)については更新されておらず、本検討でこれらの研究の変遷を整理することが重要と考える。

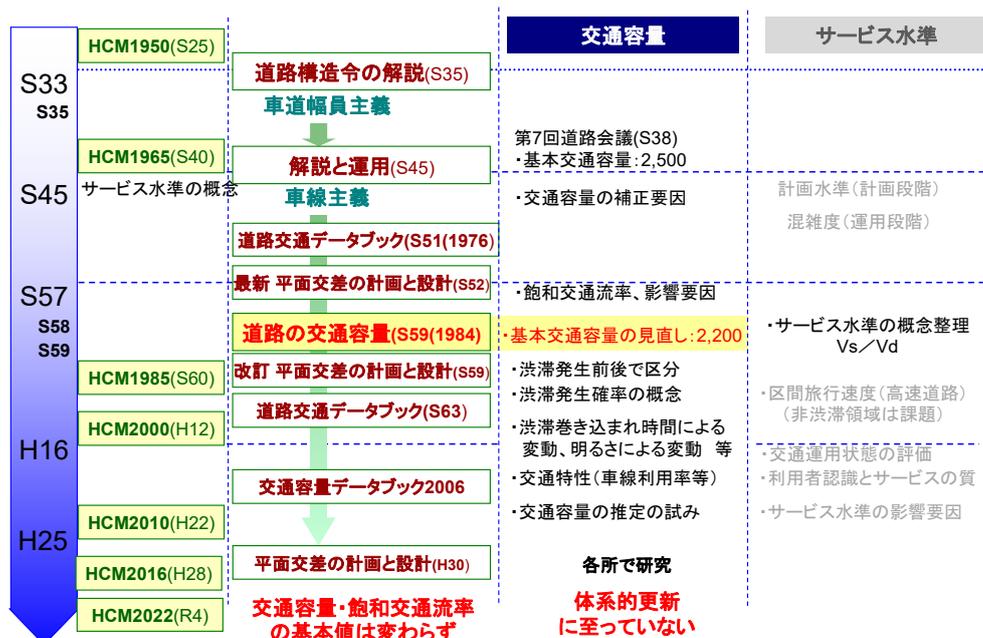


図 5-1-1 技術指針等の変遷

5-2 既往文献の収集方法と整理方法

(1) 既往文献の収集方法

レビューする既往文献は、「交通容量データブック 2006」(交通工学研究会)²⁾と、「平成 30 年～令和 2 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 成果報告書(交通容量編)」(交通工学研究会)³⁾の国内参考文献とする。前者は 1974～2009 年、後者は 1970～2020 年が対象となっている。その他、土木学会、交通工学研究会、日本道路協会、高速道路調査会が発行している論文のうち、交通容量や交通現象が扱われているものを対象とする。対象は 1966 年以降である。

いずれも、指針やマニュアル類は対象外とする。また、サービス水準に関する文献、レビュー論文等は対象外とした。また、同一タイトルの講演集と論文集があり内容が類似している文献についても極力対象外とした。一部収集できなかった文献があるものの、これら文献を収集した結果、513 文献^{4) - 516)}が対象となった。

(2) 既往文献の整理方法

既往文献の集計区分・項目一覧を表 5-2-1 に示す。収集した 513 の文献を対象に、「年代」、「道路区分」、「交通容量の計測内容」、「道路構成要素」、「交通容量に関する影響要因」の集計区分で整理した。図 5-2-1 は整理にあたり、道路構成要素の分類を示したものである。なお、「年代」のうち 2010 年代～は 2020 年の文献を含んでいる。

「道路区分」のうち中断のない道路とはアクセスコントロールされた自専道等、中断のある道路とはアクセスコントロールされていない一般道を指す。

以降の整理においては、研究の経年的な更新状況を把握したいため、すべての区分において年代別の集計を行っている。

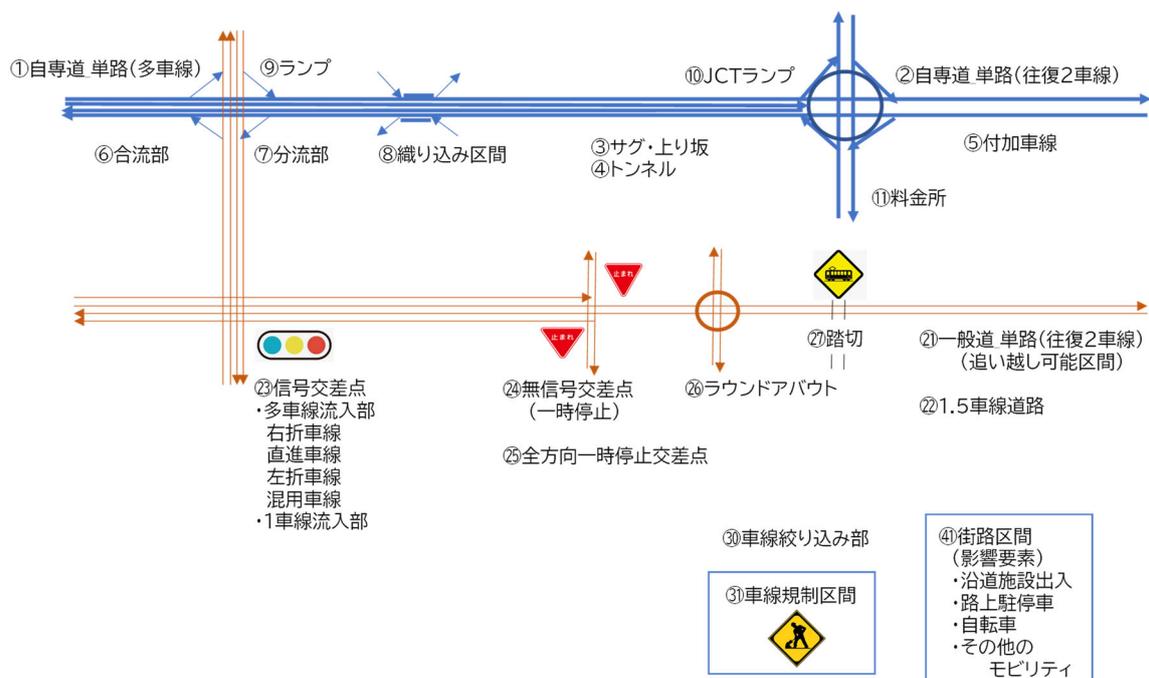


図 5-2-1 整理する道路構成要素の分類

表 5-2-1 既往文献の集計区分・項目一覧

集計区分	集計項目	
年代	1960年代	
	1970年代	
	1980年代	
	1990年代	
	2000年代	
	2010年代～	
道路区分	中断のない道路	
	中断のある道路	
交通容量の計測内容	交通容量	
	飽和交通流率	
	渋滞発生時交通流率	
	渋滞中交通流率	
	渋滞発生確率	
	経年変化	
	集計時間単位	
道路構成要素	中断のない道路	単路（多車線）
		単路（往復2車線）
		サグ・上り坂
		トンネル
		付加車線
		合流部
		分流部
		織り込み区間
		ランプ
		JCTランプ
		料金所
	中断のある道路	単路（往復2車線）（追越可能区間）
		1.5車線
		信号交差点
		無信号交差点（一時停止）
		全方向一時停止交差点
		ラウンドアバウト
共通	踏切	
	車線絞り込み部	
その他	車線規制区間	
	街路区間	
交通容量に関する影響要因	幾何構造全般	
	車線幅員	
	側方余裕・路肩幅員	
	線形（縦断線形・勾配）	
	線形（平面線形）	
	交差点交差角	
	車線運用（専用車線、混用車線）	
	沿道条件	
	車種・当量（大型車）	
	車種・当量（二輪車）	
	車種・当量（その他）	
	路面性状	
	明暗	
	車線利用率	
	車群化	
	渋滞巻き込まれ時間	
	路上駐停車	
	バス停	
	信号制御（サイクル長等）	
	右折車と対向直進車	
	右折車と歩行者・自転車等	
	左折車と歩行者・自転車等	
	交差点下流の影響	
	ドライバー特性（平日・休日等）	
	自動運転、パーソナルモビリティ等	

5-3 既往文献にみる交通容量に関する研究の変遷

5-3-1 道路区分別にみた研究動向

道路区分別にみた交通容量に関する研究動向を図 5-3-1 に示す。全 513 文献のうち中断のない道路は 455 文献、中断のある道路は 72 文献であった。なお、両者を対象にしている重複文献が 14 文献あるため、合計は 513 文献とならない。

両者の文献数を比較すると、中断のない道路の方が圧倒的に多い。いずれの道路も 1980 年代から文献が多くなり、2000 年代が最も多い。

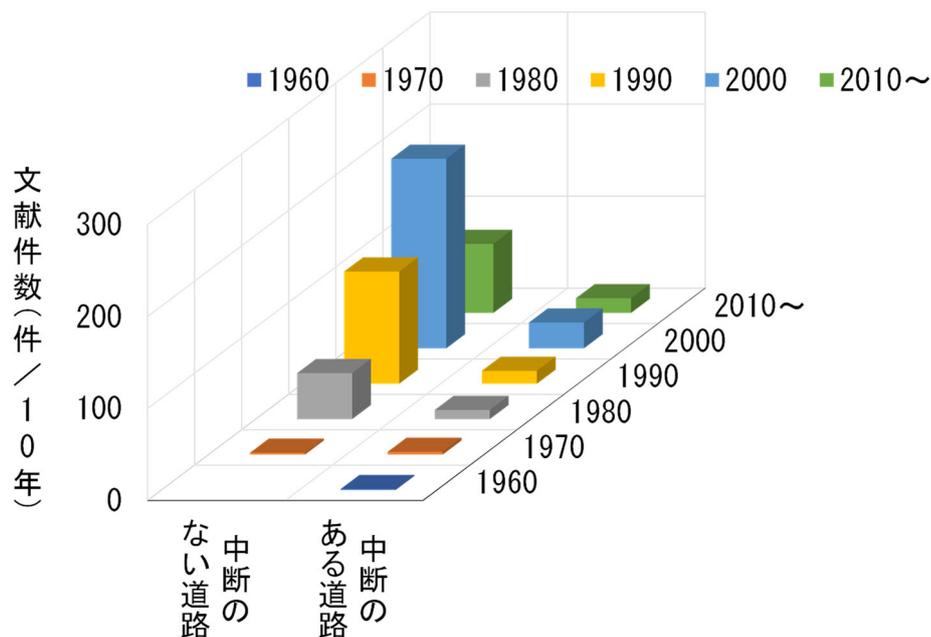


図 5-3-1 道路区分別の研究動向

5-3-2 計測内容別にみた研究動向

交通容量の計測内容別にみた交通容量に関する研究動向のうち中断のない道路を図 5-3-2 に、中断のある道路を図 5-3-3 に示す。なお、以降では、中断のない道路と中断のある道路の両者を対象としたものが 14 文献あるため、各道路区分に適さない項目に文献が計上されている点に留意いただきたい。

中断のない道路をみると、1980 年代から交通容量の文献が出現し始めている。また、2000 年代に渋滞発生時交通流率や渋滞中交通流率に関する文献が多くなったこと、渋滞発生確率に関する文献が出現し始めたことは特筆すべきことである。交通容量の経年変化に関する文献は 2010 年代に出現し始めている。

中断のある道路では、2000 年代と 2010 年代に交通容量や飽和交通流率の文献が多い。中断のない道路と同様、2010 年代に交通容量の経年変化に関する文献が出現し始めている。

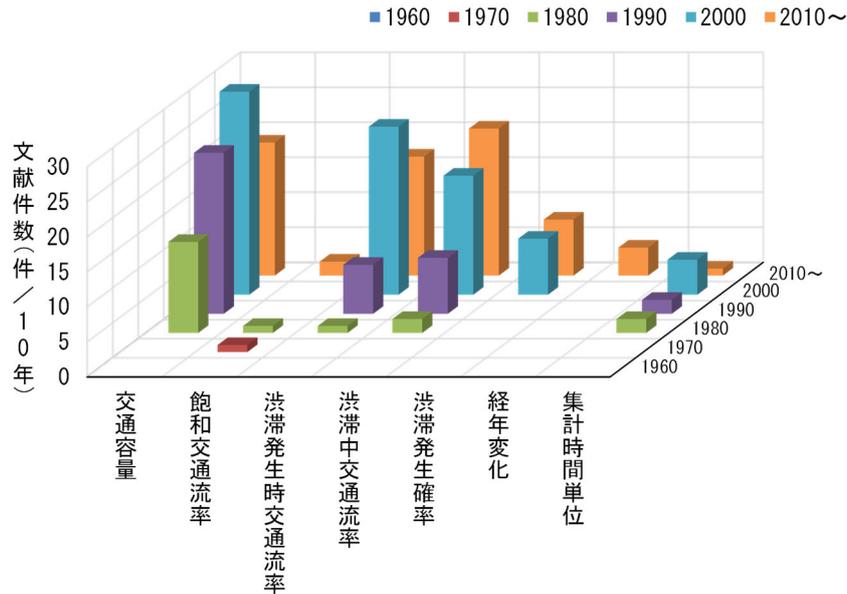


図 5-3-2 交通容量の計測内容別の研究動向（中断のない道路）

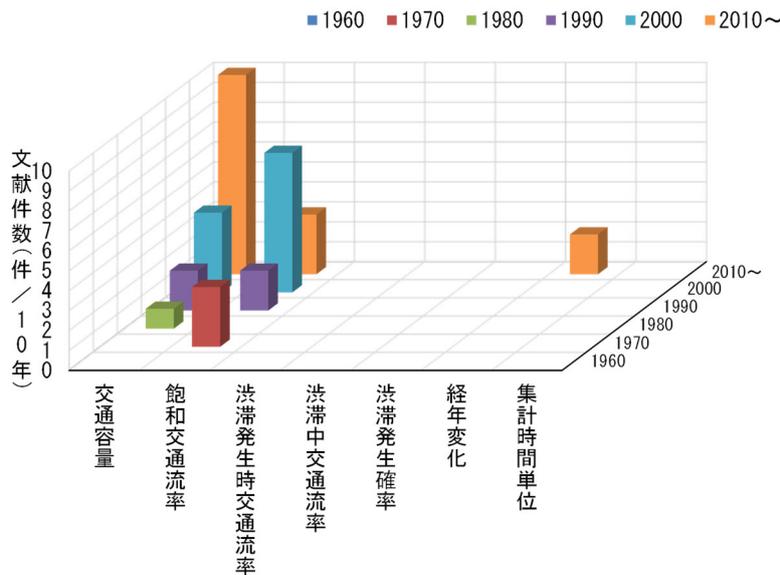


図 5-3-3 交通容量の計測内容別の研究動向（中断のある道路）

5-3-3 道路構成要素別にみた研究動向

道路構成要素別にみた交通容量に関する研究動向のうち、中断のない道路を図 5-3-4 に、中断のある道路を図 5-3-5 に示す。

中断のない道路についてみると、⑦分流部、⑧織り込み区間、⑨ランプ、⑩JCT ランプ、⑪料金所の文献が少ない。⑪料金所については、近年では ETC 車の普及によって料金所で渋滞することが少なくなったためと考えられる。一方、2000 年代、2010 年代に⑭車線絞り込み部と⑯車線規制区間が出現し始めており、工事渋滞への問題意識が形成されてきたと考えられる。

中断のある道路については、⑭信号交差点に関する文献が多く、2000 年代以降には⑰ラウンド

アバウトに関する研究が行われている。一方、それ以外の道路構成要素についてはいずれの年代も文献が少なく、特に⑮⑯の無信号交差点関連、⑳踏切に関する文献が少ない。

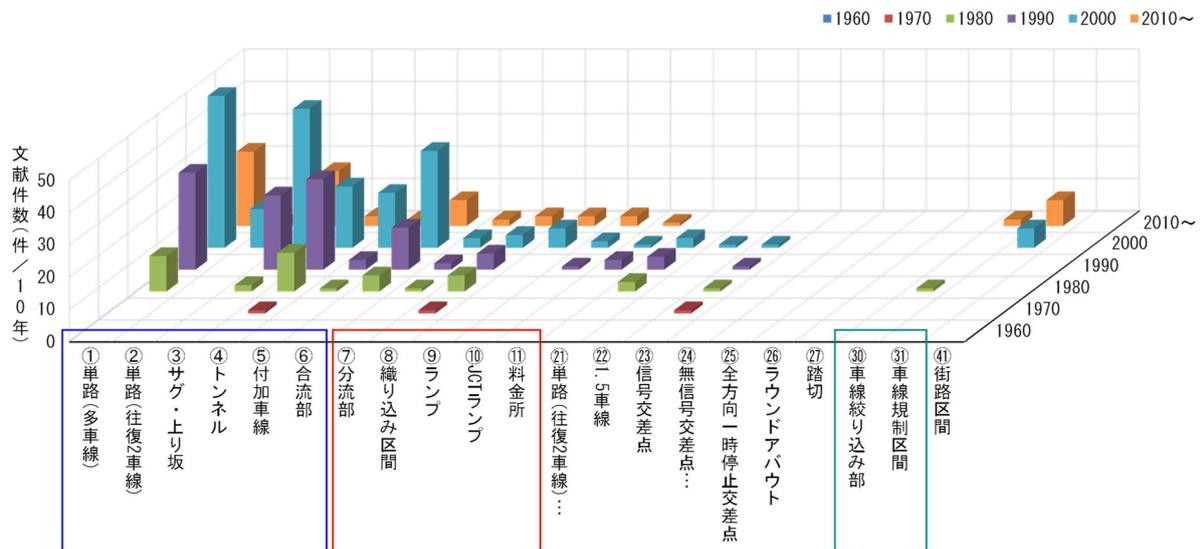


図 5-3-4 道路の構成要素別の研究動向（中断のない道路）

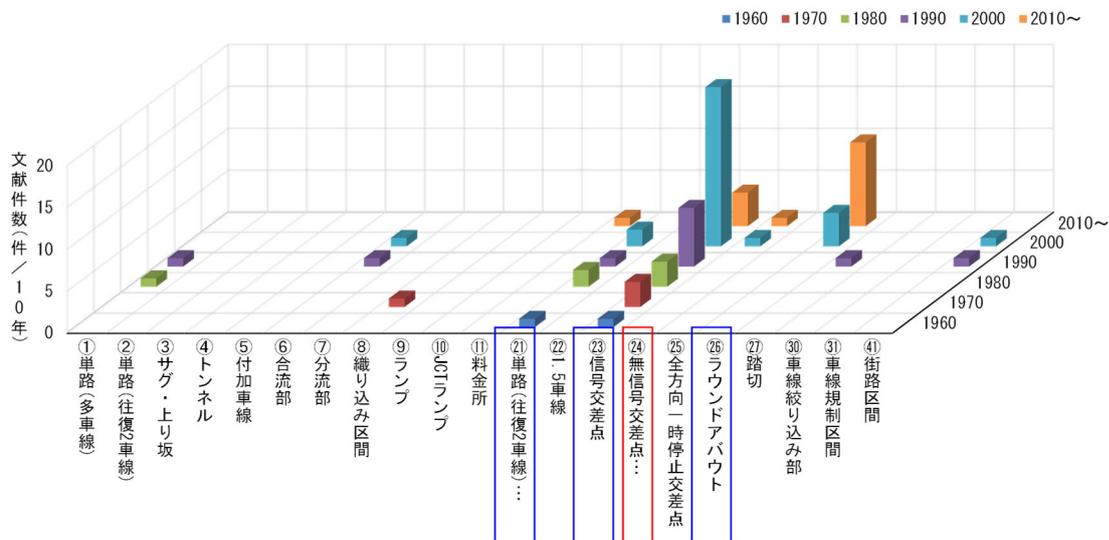


図 5-3-5 道路の構成要素別の研究動向（中断のある道路）

5-3-4 交通容量に関する影響要因別にみた研究動向

交通容量に関する影響要因別にみた研究動向のうち、中断のない道路を図 5-3-6 に、中断のある道路を図 5-3-7 に示す。

中断のない道路では、①幾何構造全般、④線形（縦断線形・勾配）、⑨車種・当量（大型車）、⑲ドライバー特性（平日・休日等）に関する文献が多い。また、⑭車線利用率、⑮車群化、⑯渋滞巻き込まれ時間は、2000年代から増加し始めているという特徴がある。一方、②車線幅員、③

側方余裕・路肩幅員，⑤線形（平面線形）は，近年において文献数が少なくなっている。

中断のある道路では，⑨車種・当量（大型車）が最も多く，次いで②車線幅員が多い。それ以外の③側方余裕・路肩幅員，⑦車線運用（専用車線・混用車線），⑱路上駐車，⑳右折車と歩行者・自転車，㉓左折車と歩行者・自転車，㉕ドライバー特性（平日・休日），㉖自動運転・パーソナルモビリティ等についてはいくつかの研究されているもののその数は少なく，㉑沿道条件，㉒バス停の影響については研究されていない。

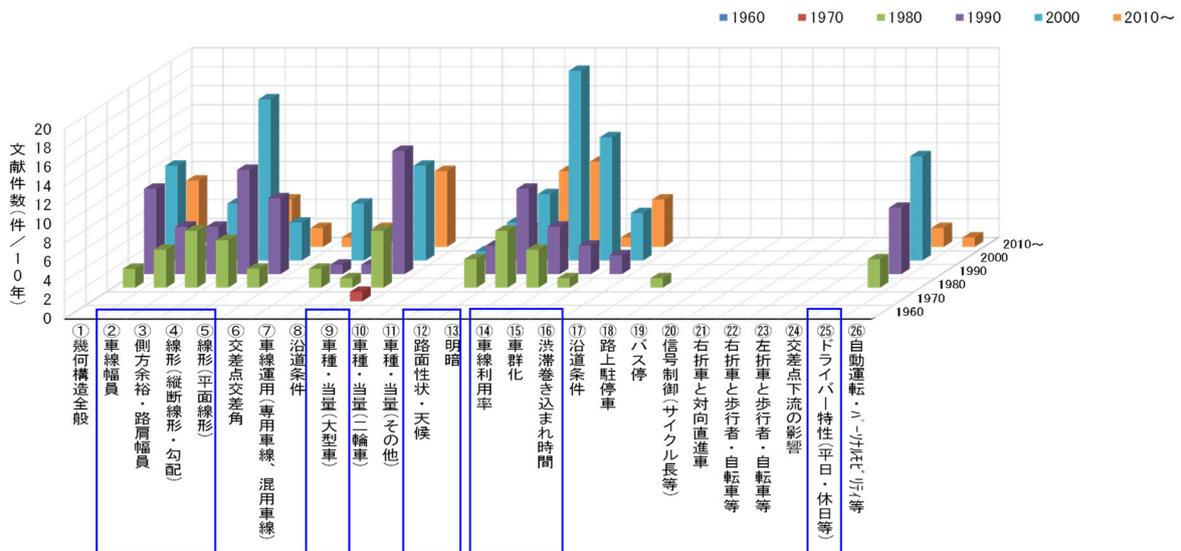


図 5-3-6 交通容量への影響要因別の研究動向（中断のない道路）

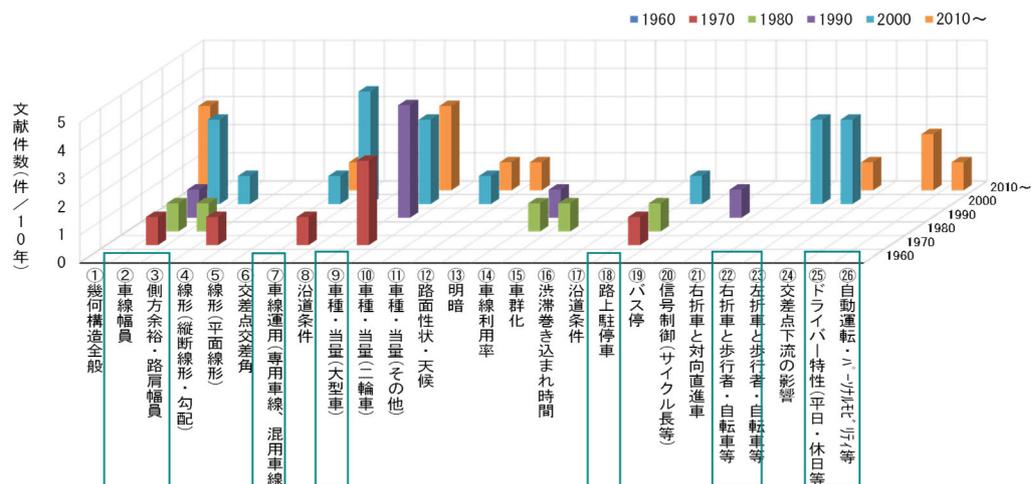


図 5-3-7 交通容量への影響要因別の研究動向（中断のある道路）

5-4 まとめと今後取り組むべき研究課題

本検討では、道路の交通容量に関するわが国の既往文献をレビューし、過去からの年代別の研究内容の変遷を整理した。

道路構成要素別では、中断のない道路において、分流部、織り込み区間、ランプ（JCT 含む）の文献が少なく、近年の交通容量の低下傾向が報告されるなか、これらの箇所における研究が望まれる。また、近年は車線絞り込み部と車線規制区間が出現し始めており、工事渋滞への問題意識が形成されてきているが、道路の維持管理・更新が増加するなか一層の研究の充実が望まれる。また、中断のある道路では、信号交差点やラウンドアバウトの交通容量については研究が行われている状況にあるが、それ以外の単路（往復2車線）や無信号交差点、踏切に関する文献が少ない状況にあり、今後の研究が望まれる。

交通容量に関する影響要因別のうち中断のない道路では、車線幅員、側方余裕・路肩幅員、線形（平面線形）の文献数が少ない。今後の柔軟な車線運用などにおいて、これらの道路幾何構造が交通容量に与える影響についての研究が望まれる。中断のある道路では、車種・当量（大型車）や車線幅員以外は全般的に影響要因に関する文献が少ない状況にある。中断のある道路においてはボトルネックとなりやすい交差点での飽和交通流率に影響する要因の研究は、近年の飽和交通流率の低下状況とあわせて、計画段階で考慮すべき要素として一層の研究が望まれる。また、車線幅員や側方余裕・路肩幅員については、電動キックボードなどのパーソナルモビリティの普及を鑑みると、これらの新たなモビリティも含めた車線幅員や側方余裕・路肩幅員等に関する研究も望まれる。

以上、今後取り組むべき交通容量等に関する研究課題について整理したが、本検討の成果を参考に、今後これらの研究が行われることを期待するものである。

参考文献

- 1) 泉典宏, 邢健, 野中康弘, 大口敬: わが国の交通容量とサービスの質に関する研究の変遷と現状, 土木計画学研究・講演集, Vol. 47, 2013.
- 2) 社団法人交通工学研究会: 交通容量データブック 2006, 2006.
- 3) 一般社団法人交通工学研究会: 平成 30 年~令和 2 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 成果報告書 (交通容量編), 2021.
- 4) 吉田輝雄: 交通混雑緩和対策 - その交通工学的手法の開発の必要性 -, 交通工学講習会, No.5, pp.75-78, 1968.
- 5) 成定康平, 吉川孝次郎: トンネル入口における注視開始点について, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.2, pp.27-29, 1974.
- 6) 鹿田成則, 柴田正雄, 片倉正彦: 信号交差点の交通容量について - 自主研究「平面交差点の研究」報告その 1 -, 交通工学, Vol.11, No.5, pp.3-11, 1976.
- 7) 鹿田成則, 井上廣胤, 大蔵泉, 森田緯之, 岩崎征人: 信号交差点における飽和交通流量の観測結果について, 交通工学, Vol.13, No.4, pp.11-12, 1978.
- 8) 鹿田成則, 岩崎征人: 信号交差点および織り込み区間の交通容量の研究, 交通工学, Vol.1, No.4, pp.23-31, 1979.
- 9) 高見彰: 高速道路のトンネル部およびその付近の交通実態調査, 高速道路と自動車, Vol.23, No.6, pp.45-49, 1980.
- 10) 越正毅, 岩崎征人, 大蔵泉, 西宮良一: 渋滞時の交通流現象に関する研究, 土木学会論文集, Vol.306, pp.59-70, 1981.
- 11) 森田緯之, 伊豆原浩二: 旅行速度推定モデルの要因分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.6, pp.37-39, 1982.
- 12) 岩崎征人, 越正毅, 大蔵泉: 高速道路における渋滞検出精度の改善に関する研究, 土木学会論文集, Vol.330, pp.121-127, 1983.
- 13) 西村昂, 松永悦雄: トラフィックカウンター記録からみたトンネル部交通容量に関する一考察, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.7, pp.37-39, 1984.
- 14) 小室俊二: 東名高速道路単路部における交通容量について, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.7, pp.40-42, 1984.
- 15) 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.
- 16) 岩崎征人, ム.テ- N.: 大きな速度変化を受ける追従車両の走行挙動特性, 土木学会論文集, Vol.353, No.IV-2, pp.111-117, 1985.
- 17) 樗木武, 田村洋一: 道路交通流の車群分布モデルに関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.2, pp.133-140, 1985.
- 18) 西村昂, 日野泰雄, 岡田敏男: 簡易配分シミュレーションによる道路網容量の実用的計算法について, 土木計画学研究・講演集, Vol.7, pp.325-329, 1985.
- 19) 金子明, 片倉正彦: 交通容量状態の設定方法に関する一考察, 土木学会年次学術講演会, Vol.40, No.IV-221, pp.441-442, 1985.
- 20) 平形淳一, 片倉正彦, 大蔵泉: 自動車交通流における大型車の影響, 土木学会年次学術講演会, Vol.40, No.IV-222, pp.443-444, 1985.
- 21) 外井哲志: 2 車線道路の基本交通容量について, 交通工学, Vol.20, No.5, pp.13-24, 1985.
- 22) 片倉正彦, 金子明: 道路交通容量値の変動状況について, 日本道路会議論文集, Vol.16, No.801, pp.331-333, 1985.
- 23) 武田宏夫, 大島健志: 首都高速道路の交通容量に影響を及ぼす要因について, 日本道路会議論文集, Vol.16, No.802, pp.334-336, 1985.
- 24) 松尾武, 大窪剛文: 高速道路交通容量の変化, 日本道路会議論文集, Vol.16, No.803, pp.337-339, 1985.
- 25) 升方充: 都市間高速道路の単路部における交通容量に関する一考察, 日本道路会議論文集, Vol.16, No.804, pp.340-342, 1985.
- 26) 青木勇, 永田孝夫: 京葉道路の交通特性に関する一考察, 日本道路会議論文集, Vol.16, No.805,

- pp.343-345, 1985.
- 27) 清水遵, 目黒正之: 高速道路トンネル部の交通容量, 日本道路会議論文集, Vol.16, No.806, pp.346-348, 1985.
 - 28) 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, No.IV-5, pp.1-7, 1986.
 - 29) 赤羽弘和, 越正毅: 都市高速道路への流入交通量の短期予測, 土木学会年次学術講演会, Vol.41, No.IV-134, pp.267-268, 1986.
 - 30) 渡辺輝康, 樗木武, 田村洋一: 1分間交通量の変動特性にもとづく渋滞車割合の推定と実際車頭時間分布, 土木学会年次学術講演会, Vol.41, No.IV-138, pp.275-276, 1986.
 - 31) 巻上安爾, 松尾武: 都市高速道路合流部の形式による合流挙動の違いについて, 土木学会年次学術講演会, Vol.41, No.IV-140, pp.279-280, 1986.
 - 32) 巻上安爾, 松尾武, 松原武司: 阪神高速道路環状線堂島区間の交通現象について, 土木学会年次学術講演会, Vol.42, No.IV-16, pp.52-53, 1987.
 - 33) 片倉正彦, 伊藤佳孝, 鹿田成則: 高速道路合流部における交通現象について, 土木学会年次学術講演会, Vol.42, No.IV-18, pp.56-57, 1987.
 - 34) 大庭孝之, 越正毅, 赤羽弘和: 追従挙動における反応遅れに関する研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.42, No.IV-19, pp.58-59, 1987.
 - 35) 阿部幸康, 高森衛: 追従方程式から得られる交通流モデルの一般解に関する研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.42, No.IV-20, pp.60-61, 1987.
 - 36) 鹿田成則, 片倉正彦: 車両感知器情報による渋滞長の推定, 土木学会年次学術講演会, Vol.42, No.IV-22, pp.64-65, 1987.
 - 37) 赤羽弘和, 越正毅: 渋滞検出閾値のオンライン設定法, 土木学会年次学術講演会, Vol.42, No.IV-25, pp.70-71, 1987.
 - 38) 森川美信, 松本健二郎: 合流部シミュレーションモデルの開発, 交通工学, Vol.22, No.6, pp.31-44, 1987.
 - 39) 村田迪夫, 橋本和重: 東名高速道路の単路部交通流特性, 高速道路と自動車, Vol.30, No.2, pp.20-30, 1987.
 - 40) 安藤幹也, 米村功: 中央自動車道小仏トンネルの交通容量について, 日本道路会議論文集, Vol.17, No.912, pp.1030-1031, 1987.
 - 41) 巻上安爾, 八賀真: 名神高速道路天王山トンネルの交通容量について, 日本道路会議論文集, Vol.17, No.913, pp.1032-1033, 1987.
 - 42) 枝村俊郎, 井上琢弥: シミュレーションによる登坂車線の設置基準と最適設計の研究, 日本道路会議論文集, Vol.17, No.914, pp.1034-1035, 1987.
 - 43) 赤羽弘和, 大庭孝之, 桑原雅夫, 越正毅: 車両の走行挙動計測システム, 土木計画学研究・講演集, Vol.11, pp.63-67, 1988.
 - 44) 赤羽弘和, 越正毅, 大庭孝之, 桑原雅夫: 車両の追従挙動測定システム, 土木学会年次学術講演会, Vol.43, No.IV-114, pp.250-251, 1988.
 - 45) 大庭孝之, 桑原雅夫, 越正毅, 赤羽弘和: 渋滞流における追従挙動モデルの検証, 土木学会年次学術講演会, Vol.43, No.IV-115, pp.252-253, 1988.
 - 46) 亀井則夫, 渡邊隆, 岩崎征人: 織り込み区間の交通現象解析, 土木学会年次学術講演会, Vol.43, No.IV-117, pp.256-257, 1988.
 - 47) 巻上安爾, 楠喜税: トンネル内交通流のシミュレーションに関する基礎的研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.43, No.IV-123, pp.268-269, 1988.
 - 48) 毛利正光, 田中聖人, 八賀真: 高速道路のトンネルにおける速度感について, 交通工学, Vol.23, No.2, pp.7-13, 1988.
 - 49) 濱田俊一: 路上駐車が交通容量に及ぼす影響, 交通工学, Vol.23, No.3, pp.71-79, 1988.
 - 50) 木村岸夫, 福岡賢: 常磐自動車道日立トンネル群走行実態調査について, 交通工学, Vol.23, No.4, pp.35-42, 1988.
 - 51) 巻上安爾, 松尾武, 松原武司: 阪神高速道路環状線堂島区間の交通現象と容量解析についての研究, 交通工学, Vol.23, No.5, pp.7-21, 1988.
 - 52) 渡辺安弘, 中村好充: 高速道路における車線数減少地点の幾何構造に関する検討, 高速道路と自動

- 車, Vol.31, No.2, pp.34-39, 1988.
- 53) 卷上安爾, 楠喜税, 中島益雄: 高速道路のトンネル内交通流シミュレーションに関する基礎的研究, 土木学会論文集, Vol.401, No.IV-10, pp.119-128, 1989.
 - 54) 豊田健, 卷上安爾, 松尾武: 阪神高速道路環状線四ツ橋区間の容量解析についての研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.12, pp.53-60, 1989.
 - 55) 中村英樹, 桑原雅夫, 鈴木隆, 越正毅, 赤羽弘和: 首都高速道路織り込み区間での交通流観測と運転挙動解析, 土木計画学研究・講演集, Vol.12, pp.61-67, 1989.
 - 56) 大口敬, 赤羽弘和, 桑原雅夫, 越正毅: トンネル部と単路部における車両の追従挙動の比較, 土木計画学研究・講演集, Vol.12, pp.75-80, 1989.
 - 57) 大口敬, 桑原雅夫, 赤羽弘和, 越正毅: 名神彦根トンネルにおける車両の走行挙動, 土木学会年次学術講演会, Vol.44, No.IV-57, pp.156-157, 1989.
 - 58) 片倉正彦, 松村成和: 高速道路合流部の交通容量について, 土木学会年次学術講演会, Vol.44, No.IV-61, pp.164-165, 1989.
 - 59) 中村英樹, 赤羽弘和, 桑原雅夫, 越正毅: 合流ギャップ・ラグに関する基礎的考察, 土木学会年次学術講演会, Vol.44, No.IV-62, pp.166-167, 1989.
 - 60) 鈴木隆, 桑原雅夫, 中村英樹, 赤羽弘和: 感知器データによる織込み区間の交通容量分析, 土木学会年次学術講演会, Vol.44, No.IV-63, pp.168-169, 1989.
 - 61) 塩見成一, 辰巳浩, 樗木武, 田村洋一: 速度分布モデルを利用した q-v 関係式の設定, 土木学会年次学術講演会, Vol.44, No.IV-64, pp.170-171, 1989.
 - 62) Jian XING, Masaki KOSHI, Masao KUWAHARA: A STUDY ON DESIGN VOLUME FOR A CLUSTER OF TRAFFIC FLOW WITH CONSIDERATION OF ITS VARIATIONS, 土木学会年次学術講演会, Vol.44, No.IV-65, pp.172-173, 1989.
 - 63) 山本太志, 大蔵泉: 自動車専用道路における交通容量特性, 土木学会年次学術講演会, Vol.44, No.IV-67, pp.176-177, 1989.
 - 64) 倉沢真也: 交通渋滞対策事例①—高速道路における渋滞対策—, 交通工学講習会, No.43・44, pp.IV-1-IV-23, 1989.
 - 65) 前川秀和: 交通渋滞対策の進め方, 交通工学講習会, No.43・44, pp.II-1-II-16, 1989.
 - 66) 岩崎征人, 渡辺隆, 青山直司, 吉住陽行: 車両感知器データを用いた都市間高速道路の交通流特性解析, 土木計画学研究・論文集, Vol.8, pp.153-160, 1990.
 - 67) 大口敬, 越正毅, 桑原雅夫, 赤羽弘和: ファジィ推論を用いた車両の追従挙動モデル, 土木計画学研究・講演集, Vol.13, pp.221-228, 1990.
 - 68) 山本平, 桑原雅夫, 赤羽弘和, 越正毅: ビデオ画像による車両挙動計測システムの開発について, 土木計画学研究・講演集, Vol.13, pp.229-232, 1990.
 - 69) 岩崎征人, 渡辺隆, 青山直司, 吉住陽行: 東名高速道路の交通現象, 土木学会年次学術講演会, Vol.45, No.IV-243, pp.516-517, 1990.
 - 70) 布川恵啓, 武山泰, 福田正: 縦断勾配を考慮した自由走行車の速度分布モデルの構築, 土木学会年次学術講演会, Vol.45, No.IV-246, pp.522-523, 1990.
 - 71) 安井一彦, 池之上慶一郎, 李光勲: ビデオ画像解析装置+パーソナルコンピュータによる交通流解析システムの応用例, 土木学会年次学術講演会, Vol.45, No.IV-250, pp.530-531, 1990.
 - 72) 岩佐昌明, 桑原雅夫, 越正毅, 尾崎晴男: 高速道路サグおよびトンネルの交通容量, 土木学会年次学術講演会, Vol.45, No.IV-257, pp.544-545, 1990.
 - 73) 森康男, 竹谷栄一: 東名高速道路の渋滞自動判定に関する研究, 交通工学, Vol.25, No.4, pp.25-35, 1990.
 - 74) 高田邦彦, 河野辰男, 落合綱三: 高速道路分合流部の交通特性調査, 土木技術資料, Vol.32, No.10, pp.49-51, 1990.
 - 75) 岩崎征人, 高田祐, 渡辺隆: 非渋滞領域の高交通流率に影響する要因の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.14, No.1, pp.337-344, 1991.
 - 76) 尾崎晴男: 自動車の追従走行挙動に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.14, No.1, pp.375-380, 1991.
 - 77) 加藤豊章, 大蔵泉, 山本太志, 森田綽之: 自動車専用道路における交通量の車線分布モデルの開発, 土木計画学研究・講演集, Vol.14, No.1, pp.629-636, 1991.

- 78) Xing Jian, 大口敬, 越正毅: 高速道路単路部の交通流の動的特性, 土木計画学研究・講演集, Vol.14, pp.621-628, 1991.
- 79) 岩崎征人, 高田祐, 渡辺隆: 高パーセンタイル交通流率に影響する要因の解析, 土木学会年次学術講演会, Vol.46, No.IV-98, pp.206-207, 1991.
- 80) 桑原雅夫, 越正毅, 鈴木隆: 首都高速道路の織り込み区間の交通容量と走行速度に関する実証的研究, 交通工学, Vol.26, No.2, pp.39-50, 1991.
- 81) 谷口栄一, 斎藤清志, 伊藤善裕: 高速道路とアクセス道路間の交通現象の分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.11, pp.17-19, 1991.
- 82) 岸憲之: 中央道(高井戸~小淵沢)の渋滞とその特性, 高速道路と自動車, Vol.34, No.4, pp.17-27, 1991.
- 83) 大蔵泉, 片倉正彦, 平形淳一: 大型車の乗用車換算係数の推定, 高速道路と自動車, Vol.34, No.11, pp.21-30, 1991.
- 84) 西川功, 桑原雅夫: 都市内高速道路の織り込み交通容量に関する研究, 生産研究, Vol.43, No.12, pp.610-614, 1991.
- 85) 桑原雅夫, 陳鶴: 大型車の乗用車換算係数に関する研究, 生産研究, Vol.43, No.12, pp.606-609, 1991.
- 86) 中村英樹, 桑原雅夫, 越正毅: 織り込み区間の交通容量算出シミュレーション・モデル, 土木学会論文集, Vol.440, No.IV-16, pp.51-59, 1992.
- 87) 松本健二郎, 高橋秀喜, 井上淳一, 辻光弘: 織り込み区間長評価のための交通シミュレーションモデルの開発, 土木学会論文集, Vol.440, No.IV-16, pp.61-69, 1992.
- 88) 渡辺智紀, 大蔵泉, 竹鼻淳志: ランプ部における交通量の車線分布, 土木計画学研究・講演集, Vol.15, No.1, pp.287-292, 1992.
- 89) Naresh STHAPIT, Izumi OKURA: ESTIMATION OF EFFECT OF HEAVY VEHICLES ON MOTORWAY TRAFFIC CHARACTERISTICS., 土木計画学研究・講演集, Vol.15, No.1, pp.299-304, 1992.
- 90) 鈴木徹, 森康男, 山田稔: 走行実験に基づいた追従挙動のモデル化に関する一考察, 土木学会年次学術講演会, Vol.47, No.IV-137, pp.318-319, 1992.
- 91) 鹿田成則, 片倉正彦: 車両感知器パルスによる交通状態の判別と停止待ち行列車両の検出, 土木学会年次学術講演会, Vol.47, No.IV-141, pp.326-327, 1992.
- 92) 大口敬, 越正毅, 桑原雅夫, 池ノ内岳彦: 高速道路サグの視認性に関する研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.47, No.IV-146, pp.336-337, 1992.
- 93) 岩崎征人, 田宮敬士: 高速道路のボトルネックにおける交通容量低下について, 土木学会年次学術講演会, Vol.47, No.IV-147, pp.338-339, 1992.
- 94) 高田祐, 渡辺隆, 岩崎征人: ボトルネックにおける大型車の乗用車換算係数, 土木学会年次学術講演会, Vol.47, No.IV-148, pp.340-341, 1992.
- 95) 丸山勝: 交通流シミュレーションによる渋滞に関する検討, 交通工学, Vol.27, No.1, pp.53-60, 1992.
- 96) 永関久信, 米川英雄: 交通特性とトンネル内照明—東名改築・都夫良野トンネル 140 km/h 高速走行実験と実態調査—, 高速道路と自動車, Vol.35, No.10, pp.19-26, 1992.
- 97) 大口敬: 高速道路サグの道路構造と視認性, 高速道路と自動車, Vol.35, No.11, pp.31-37, 1992.
- 98) 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, No.IV-18, pp.65-71, 1993.
- 99) 岩崎征人, 高田祐: トラック類の乗用車換算係数推定方法の提案と検証, 土木学会論文集, Vol.464, No.IV-19, pp.91-99, 1993.
- 100) 中園眞人, 鈴木昌次, 古川浩平, 中川浩二: トンネル坑門デザインの心理評価構造に関する実験的研究, 土木学会論文集, Vol.474, No.VI-20, pp.85-94, 1993.
- 101) 喜多秀行, 平井克尚: 運転行動分析に基づく低速合流時の潜在事故危険度推定法, 土木計画学研究・論文集, Vol.11, pp.327-334, 1993.
- 102) Naresh STHAPIT, Izumi OKURA: PASSENGER CAR EQUIVALENTS IN UNCONGESTED FLOW REGIME FOR LEVELLED, STRAIGHT MOTORWAY SECTION., 土木計画学研究・講演集, Vol.16, No.1, pp.493-498, 1993.

- 103) 岩崎征人, 伊藤寛: サービス水準別の大型車の乗用車換算係数の提案, 土木学会年次学術講演会, Vol.48, No.IV-310, pp.656-657, 1993.
- 104) 藤枝篤志, 森康男, 山田稔, 白井真太郎: 高速道路合流部付近における本線走行車の減速挙動に関する研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.48, No.IV-325, pp.686-687, 1993.
- 105) 桑原雅夫, 西川功, 原隆広: 都市内高速道路の織り込み交通流に関する実証的研究, 交通工学, Vol.28, No.5, pp.11-20, 1993.
- 106) 岩崎征人, 三橋正彦: 隘路における容量の低下現象と影響要因, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.13, pp.1-4, 1993."
- 107) 阿江章, 羽山章: 最近の高速道路の走行実態について, 高速道路と自動車, Vol.36, No.10, pp.55-60, 1993.
- 108) 佐野信夫, 嘉指登志也, 佐藤淳: 内装に伴うトンネル内視環境及び走行性影響測定, 日本道路会議論文集, Vol.20, No.449, pp.314-315, 1993.
- 109) 猪熊明, 石村利明, 松原哲也, 永井渉: 道路トンネルのカウンタービーム照明実験, 土木技術資料, Vol.35, No.10, pp.45-50, 1993.
- 110) 木戸伴雄: 踏切信号機が交通流に及ぼす影響, 科学警察研究所報告交通編, Vol.33, No.1, pp.50-54, 1993.
- 111) 桑原雅夫, 井料青海: 都市間高速道路の自由流における大型車の交通流への影響分析, 土木学会論文集, Vol.488, No.IV-23, pp.41-48, 1994.
- 112) 田村洋一, 藤本典也, 辻幸英: 付加車線設置区間の交通流特性について, 土木学会年次学術講演会, Vol.49, No.IV-351, pp.702-703, 1994.
- 113) 伊藤寛, 西藤厚, 岩崎征人: 大型車の乗用車換算係数推定方法の提案と検証, 土木学会年次学術講演会, Vol.49, No.IV-353, pp.706-707, 1994.
- 114) 中田雅博, 佐野信夫, 中野清人: トンネル内装板の洗浄に伴うトンネル内視環境及び走行性影響測定, 土木学会年次学術講演会, Vol.49, No.IV-356, pp.712-713, 1994.
- 115) 島袋哲, 大蔵泉: ピーク時交通量の拡散に関する研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.49, No.IV-358, pp.716-717, 1994.
- 116) 大蔵泉: 交通渋滞ボトルネック対策マニュアル(案)について, 交通工学講習会, No.53・54, pp.179-194, 1994.
- 117) 猪熊明, 石村利明, 松原哲也: 道路トンネルのカウンタービーム照明, 土木技術資料, Vol.36, No.9, pp.38-43, 1994.
- 118) 邢健, 越正毅: 高速道路のサグにおける渋滞現象と車両追従挙動の研究, 土木学会論文集, Vol.506, No.IV-26, pp.45-55, 1995.
- 119) 大蔵泉, レッシュ スピット: 高速道路の自由流における大型車の乗用車換算係数に関する巨視的分析, 土木学会論文集, Vol.512, No.IV-27, pp.73-82, 1995.
- 120) 大口敬: 高速道路サグにおける渋滞の発生と道路線形との関係, 土木学会論文集, Vol.524, No.IV-29, pp.69-78, 1995.
- 121) 喜多秀行, 原田裕司: 流入タイミング調整行動を考慮した流入挙動モデル, 土木計画学研究・論文集, Vol.12, pp.673-379, 1995.
- 122) 栗原光二, 日置洋平: 高速道路ボトルネックの交通容量改善策, 土木計画学研究・論文集, Vol.12, pp.731-738, 1995.
- 123) Shigeru MORICHI, Karl VERGEL, Shigeru TONAKI: INTERNATIONAL COMPARISON STUDY ON ROAD TRAFFIC FLOW, 土木計画学研究・講演集, Vol.17, pp.251-254, 1995.
- 124) 岩崎征人, 遠山雄一, 諸橋雅之, 内田滋: Sカーブ区間における自動車の走行挙動, 土木計画学研究・講演集, Vol.17, pp.319-322, 1995.
- 125) 栗原光二, 日置洋平: 4車線高速道路の交通事態と交通容量改善策, 土木計画学研究・講演集, Vol.17, pp.563-566, 1995.
- 126) 栗原光二: 6車線高速道路の交通機能分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.17, pp.567-570, 1995.
- 127) Izumi OKURA, K. SOMASUNDARASWARAN: Lane Distribution Behavior in Three Lane Uni-Directional Freeway, 土木計画学研究・講演集, Vol.18, No.1, pp.197-200, 1995.
- 128) 岩崎征人, 諸橋雅之, 渡邊健司, 内田滋: Sカーブ区間における自動車の走行挙動(その2), 土木計画学研究・講演集, Vol.18, No.2, pp.245-248, 1995.

- 129) 片倉正彦, 堀哲: 車両感知器パルスデータを用いた高速道路における交通渋滞の発生・解消時刻の早期検出, 土木計画学研究・講演集, Vol.18, No.2, pp.261-264, 1995.
- 130) 杉原良太郎, 皆本恭志, 卷上安爾: 阪神高速道路における合流部の交通流の解析, 土木学会年次学術講演会, Vol.50, No.IV-30, pp.60-61, 1995.
- 131) 皆本恭志, 杉原良太郎, 卷上安爾: 都市高速道路における合流現象の解析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.15, pp.5-8, 1995.
- 132) 大蔵泉, 渡辺智紀, 竹鼻淳志, 三村啓子: 自動車専用道路における交通量の車線分布推定モデル, 高速道路と自動車, Vol.38, No.6, pp.21-26, 1995.
- 133) 米川英雄, 永井淳一, 山本敦義, 山内靖彦: トンネル視環境が交通容量に及ぼす影響, 高速道路と自動車, Vol.38, No.11, pp.26-30, 1995.
- 134) 越正毅, 大口敬: 高速道路サグにおける渋滞とその対策, 道路, pp.65-69, 1995.
- 135) 木村一裕, 清水浩志郎, 白旗史人, 石岡朋生: 高齢ドライバーの合流挙動に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.13, pp.907-914, 1996.
- 136) 堂柿栄輔, 柳沢吉保: 必要車間距離を考慮した基本交通容量の設定について, 土木計画学研究・講演集, Vol.19, No.1, pp.593-596, 1996.
- 137) Izumi OKURA, K. SOMASUNDARASWARAN: A SIMPLIFIED MECHANISM FOR TRAFFIC DISTRIBUTION IN A THREE LANE UNI-DIRECTIONAL FREEWAY, 土木計画学研究・講演集, Vol.19, No.2, pp.299-302, 1996.
- 138) 佐川大介, 大蔵泉: 高速道路における車頭時間分布に関する研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.51, No.IV-217, pp.434-435, 1996.
- 139) 荻野弘, 野原良和, 向井治男, 井ノ口弘昭: 名古屋高速道路の合流挙動について, 土木学会年次学術講演会, Vol.51, No.IV-220, pp.440-441, 1996.
- 140) 伊原崇, 屋井鉄雄, 清水哲夫: ランプ合流部における交通流のマイクロ分析, 土木学会年次学術講演会, Vol.51, No.IV-237, pp.474-475, 1996.
- 141) 溝上章志, 柿本竜治: 一般街路における交通混雑の物理的特性値とドライバーの渋滞意識との対応分析, 交通工学, Vol.31, No.6, pp.9-17, 1996.
- 142) 谷口栄一, 宇野伸宏, 竹田圭一: 試験車走行実験による新天王山トンネルの渋滞緩和効果に関する一考察, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.16, pp.117-120, 1996.
- 143) 鹿田成則, 片倉正彦, 大口敬: 信号交差点における飽和交通流率の変動の基本特性, 土木計画学研究・論文集, Vol.14, pp.877-882, 1997.
- 144) 飯田克弘, 森康男, 三木隆史, 三井大生: トンネル進入時におけるドライバーの挙動および反応の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.20, No.2, pp.295-298, 1997.
- 145) 吉田行範, 越正毅, 安井一彦: アダプティブ・クルーズ・コントロールによる高速道路のサグ渋滞の軽減効果, 土木計画学研究・講演集, Vol.20, No.2, pp.307-310, 1997.
- 146) 栗原光二, 松本晃一, 羽山章: トンネル部の幅員構成と交通容量に関する検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.20, No.2, pp.903-906, 1997.
- 147) 大口敬, 富士田昌栄, 片倉正彦, 鹿田成則: 道路の平面線形と視距の関係に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.20, No.2, pp.907-910, 1997.
- 148) 出原克也, 清水哲夫, 屋井鉄雄: 短い加速車線長を持つランプにおける合流挙動モデルに関する研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.52, No.IV-111, pp.222-223, 1997.
- 149) 佐川大介, 中村文彦, 大蔵泉: 車頭時間分布の位相特性に関する考察, 土木学会年次学術講演会, Vol.52, No.IV-82, pp.164-165, 1997.
- 150) 栗原光二, 羽山章, 富高久智: トンネル断面と交通容量に関する評価分析—名神高速道路 梶原・天王山トンネルを対象として—, 交通工学, Vol.32, No.1, pp.39-47, 1997.
- 151) 仲柴二三夫, 竹本勝典, 折野好倫: 可変情報板が交通流に及ぼす影響について, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.17, pp.153-156, 1997.
- 152) 黒崎雄吉, 千国博司, 牛田和之: 東京外環自動車道の渋滞原因とジャンクションランプ容量, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.17, pp.61-64, 1997.
- 153) 岩崎興治, 吉田晴義: 集約料金所ダブルブース化による効果分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.17, pp.65-68, 1997.
- 154) 米川英雄: 平休, 昼夜による交通容量の相違, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.17, pp.77-80,

- 1997.
- 155) 越正毅, 安井一彦, 小松弘一: 高速道路サグにおける車両の走行挙動に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.17, pp.81-84, 1997.
 - 156) 藤原寛史, 越正毅: 首都高速道路のサグ部および曲線部におけるドライバーの運転挙動に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.17, pp.85-88, 1997.
 - 157) 松本晃一, 羽山章, 久保謙吾: 航空写真測量技術を用いたボトルネック部交通挙動解析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.17, pp.89-92, 1997.
 - 158) 栗山健治, 小谷充宏: 高速自動車国道における大型貨物自動車等の通行区分規制による効果の推察, 高速道路と自動車, Vol.40, No.11, pp.60-64, 1997.
 - 159) 木嶋健, 田中良寛: 曲線区間における走行速度の調査分析, 日本道路会議論文集, Vol.22, pp.196-197, 1997.
 - 160) 永井淳一, 米川英雄: トンネル視環境の交通容量に及ぼす影響, 日本道路会議論文集, Vol.22, pp.194-195, 1997.
 - 161) 越正毅, 安井一彦, 小松弘一: 高速道路サグにおける車両の走行挙動に関する研究, 修士・卒業論文概要集: 日本大学理工学部交通土木工学科, No.F-5, pp.99-100, 1997.
 - 162) 藤原寛史, 越正毅: 首都高速道路のサグ部および曲線部におけるドライバーの運転挙動に関する研究, 修士・卒業論文概要集: 日本大学理工学部交通土木工学科, No.ME-16, pp.267-268, 1997.
 - 163) 山田稔, 山形耕一, 伊東英則: 道路形状別にみた単路部における運転者の追従特性の統計的モデル表現に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.15, pp.765-772, 1998.
 - 164) 松井寛, 藤田素弘, 長瀬正紀: 縦列収受方式を導入した料金所の処理能力に関する理論的研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.15, pp.813-820, 1998.
 - 165) 飯田克弘, 森康男, 金鍾旻, 池田武司, 三木隆史: バーチャルリアリティシミュレーションによる室内実験システムの構築とその再現性検討—高速道路トンネル進入部への適用—, 土木計画学研究・講演集, Vol.21, No.1, pp.507-510, 1998.
 - 166) 大口敬, 片倉正彦, 鹿田成則, 大谷武彦: 高速道路単路部渋滞発生時の交通現象解析, 土木計画学研究・講演集, Vol.21, No.2, pp.905-908, 1998.
 - 167) 小谷益男, 岩崎征人, 児島正之, 古市朋輝: 高速道路のサグ部における運転者の認知特性に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.21, No.2, pp.913-916, 1998.
 - 168) 大島秀樹, 塚本直幸, 波床正敏: 自動車専用道路における車頭間隔分布の観測, 土木計画学研究・講演集, Vol.21, No.2, pp.925-928, 1998.
 - 169) 古市朋輝, 松本展知, 岩崎征人, 小谷益男, 児島正之: 運転者のサグ(SAG)の認知挙動に関する実験研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.53, No.IV-249, pp.498-499, 1998.
 - 170) 飯田克弘, 金鍾旻, 森康男, 三木隆史, 池田武司: バーチャルリアリティー技術を応用したドライビングシミュレータによる室内実験システムの構築—トンネル進入部の交通環境評価への適用—, 土木学会年次学術講演会, Vol.53, No.IV-253, pp.506-507, 1998.
 - 171) 飯田克弘, 池田武司, 森康男, 金鍾旻, 三木隆史: ドライビングシミュレータを用いたトンネル進入部の環境評価のための室内実験, 土木学会年次学術講演会, Vol.53, No.IV-254, pp.508-509, 1998.
 - 172) 松本晃一, 野口雅弘, 森康男, 飯田克弘: 交通機能面から見たトンネル坑口のあり方, 交通工学, Vol.33, No.6, pp.59-64, 1998.
 - 173) 秋山尚夫, 花田健司, 岡本晃: 平面交差点における右折交通処理に関する考察, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.18, pp.89-92, 1998.
 - 174) 松井寛, 藤田素弘, 因幡良彦: 道路タイプ別・地域別にみた高速道路ドライバーの渋滞意識の比較分析, 高速道路と自動車, Vol.41, No.1, pp.29-35, 1998.
 - 175) D.オットフリート: 高速道路における大型車両の追い越し禁止措置による交通上の効果について, 高速道路と自動車, Vol.41, No.4, pp.79-86, 1998.
 - 176) 岩間滋: 本線線形設計要領とその運用に関する問題提起, 高速道路と自動車, Vol.41, No.8, pp.23-31, 1998.
 - 177) 越正毅, 杉山貴志, 古川政人: 横浜横須賀道路のサグにおける交通現象に関する研究, 修士・卒業論文概要集: 日本大学理工学部交通土木工学科, No.E-1, pp.81-82, 1998.
 - 178) 越正毅, 木下正浩, 西村光司: 横浜横須賀道路のサグにおけるドライバーの運転挙動に関する研究, 修士・卒業論文概要集: 日本大学理工学部交通土木工学科, 1998.

- 179) 飯田克弘, 森康男, 金鍾旻, 池田武司, 三木隆史: ドライビングシミュレータを用いた室内実験システムによる運転者行動分析—実験データの再現性検討と高速道路トンネル坑口の評価—, 土木計画学研究・論文集, Vol.16, pp.93-100, 1999.
- 180) 米川英雄, 森康男, 飯田克弘: 道路交通容量影響要因の基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.22, No.1, pp.599-602, 1999.
- 181) 堀口良太, 桑原雅夫: ETC ゲートが設置された料金所の容量に関する理論的解法, 土木計画学研究・講演集, Vol.22, No.1, pp.603-606, 1999.
- 182) 飯田克弘, 三木隆史, 森康男, 大口敬, 松本晃一: 実走実験とドライビングシミュレータを用いた室内実験によるサグ部の運転挙動分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.22, No.2, pp.967-970, 1999.
- 183) 小谷益男, 古市朋輝, 児島正之, 岩崎征人: サグ部における運転者の速度制御に関する基礎的考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.22, No.2, pp.971-974, 1999.
- 184) 鈴木健太, 萩原亨, 加賀屋誠一, 大沼秀次: 道路環境ファクターを考慮したカーブ発見の認知特性に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.22, No.2, pp.975-978, 1999.
- 185) 戸邊圭介, 岩崎征人: 交通容量近傍における大型車当量の推定について, 土木学会年次学術講演会, Vol.54, No.IV-182, pp.364-365, 1999.
- 186) 仲柴二三夫, 竹本勝典, 上野貞雄: トンネル坑口における視環境改善対策について, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.19, pp.5-8, 1999.
- 187) 山田稔: 信号交差点飽和交通における車種配列の影響に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.19, pp.13-16, 1999.
- 188) 中村英樹, 加藤博和, 鈴木弘司, 劉俊晟: ドライバーの感覚に基づいた交通状況評価の計量手法と要因分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.19, pp.133-136, 1999.
- 189) 小谷益男, 岩崎征人: 都市間高速道路における連続的な交通容量の推定手法, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.19, pp.25-28, 1999.
- 190) JH 保全交通部交通対策課: 高速道路における渋滞対策, 高速道路と自動車, Vol.42, No.3, pp.43-47, 1999.
- 191) 森康男, 米川英雄, 辻光弘: 天王山トンネルの付加車線設置効果, 高速道路と自動車, Vol.42, No.4, pp.18-25, 1999.
- 192) 栗原光二, 羽山章, 安積淳一: ボトルネック対策としての付加車線の効用, 高速道路と自動車, Vol.42, No.7, pp.29-36, 1999.
- 193) 松浦克之, 竹内勝行, 小谷益男: 高速道路における連続的な交通容量の推定手法, 日本道路会議論文集, Vol.23, No.8002, pp.126-127, 1999.
- 194) 越正毅, 菊池隆史, 木村康祐: 高速道路サグ部におけるドライバーの運転挙動に関する研究, 修士・卒業論文概要集: 日本大学理工学部交通土木工学科, No.E-6, pp.87-88, 1999.
- 195) 越正毅, 大友康広, 牟田守男: 高速道路サグ部における車両挙動に関する研究, 修士・卒業論文概要集: 日本大学理工学部交通土木工学科, No.E-7, pp.89-90, 1999.
- 196) 堀口良太, 桑原雅夫: ETC 導入による料金所容量への影響に関する理論的解法と考察, 土木学会論文集, Vol.653, No.IV-48, pp.29-38, 2000.
- 197) 大口敬: 高速道路単路部渋滞発生解析—追従挙動モデルの整理と今後の展望—, 土木学会論文集, Vol.660, No.IV-49, pp.39-51, 2000.
- 198) 米川英雄, 森康男, 飯田克弘: 高速道路単路部における交通容量影響要因の基礎的研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.17, pp.915-926, 2000.
- 199) 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, Vol.17, pp.927-932, 2000.
- 200) 山岡努, 片倉正彦, 大口敬, 鹿田成則: 車両感知器パルスデータによる渋滞検出方法に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.23, No.1, pp.559-562, 2000.
- 201) 大口敬: 交通混雑・渋滞に関する概念整理とサービス水準, 土木計画学研究・講演集, Vol.23, No.1, pp.761-762, 2000.
- 202) Surasak TAWESILP, Izumi OKURA, Fumihiko NAKAMURA: STUDY OF PLATOON BEHAVIOR TO MEASURE LEVELS OF SERVICE ON AN MULTI-LANE EXPRESSWAY, 土木計画学研究・講演集, Vol.23, No.2, pp.797-800, 2000.
- 203) 金子哲也, 大口敬, 飯田克弘, 渡邊亨: ドライビング・シミュレータを用いた追従挙動特性の研究,

- 土木計画学研究・講演集, Vol.23, No.2, pp.801-804, 2000.
- 204) 山田稔, 荒井重喜: 運転者属性を考慮したサグ区間における運転者の追従特性に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.23, No.2, pp.805-808, 2000.
- 205) 飯田克弘, 池田武司, 河井健, 森康男, 山岸将人: プロトコル法を用いた運転者挙動分析結果に基づくサグ部の道路構造改善方針の検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.23, No.2, pp.813-816, 2000.
- 206) 小谷益男, 古市朋輝, 児島正之, 岩崎征人: 高速道路の隘路部における簡易的な交通容量推定手法の提案, 土木計画学研究・講演集, Vol.23, No.2, pp.825-828, 2000.
- 207) 古市朋輝, 山本修司, 岩崎征人, 小谷益男, 児島正之: 高速道路サグ区間における速度変化と運転者の速度制御特性分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.23, No.2, pp.829-832, 2000.
- 208) 渡辺亨, 山岸将人, 安積淳一, 大口敬: 付加車線の車線利用率は正効果に関する実証的研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.23, No.2, pp.833-836, 2000.
- 209) 原野悟, 大口敬, 片倉正彦, 鹿田成則: 高速道路単路部における渋滞発生時の交通流解析, 土木学会年次学術講演会, Vol.55, No.IV-11, pp.22-23, 2000.
- 210) 山本修司, 古市朋輝, 岩崎征人: サグ区間における運転者の速度制御特性と速度履歴特性, 土木学会年次学術講演会, Vol.55, No.IV-12, pp.24-25, 2000.
- 211) 河井健, 飯田克弘, 森康男, 山岸将人, 野口雅弘: 室内実験によるサグ部の運転者挙動分析結果に基づく道路構造改善方針の検討, 土木学会年次学術講演会, Vol.55, No.IV-13, pp.26-27, 2000.
- 212) 松本晃一, 古川健, 野口雅弘, 森康男, 飯田克弘, 池田武司: 交通機能面から見たトンネル坑口のあり方に関する研究, 交通工学, Vol.35, No.1, pp.28-37, 2000.
- 213) 松本晃一, 古川健, 山岸将人, 加藤真司: 3LineSensorによる交通流解析手法に関する研究, 交通工学, Vol.35, No.3, pp.20-27, 2000.
- 214) 岡村秀樹, 渡辺修治, 泉正之: 都市間高速道路における単路部渋滞先頭地点の交通現象, 交通工学, Vol.35, No.6, pp.48-56, 2000.
- 215) 河合芳之, 森健二, 石井吉弘, 海老澤綾一: 信号交差点における左折飽和交通率に関する一考察, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.20, pp.57-60, 2000.
- 216) 渡辺亨, 山岸将人, 安積淳一: 高速道路におけるサグ渋滞の要因分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.20, pp.33-36, 2000.
- 217) 辻光弘, 米川英雄, 卷上安爾: 高速道路における交通容量の相違に関する一考察—平日休日, 昼夜および都市間都市内による交通容量の相違と容量状態における小型車換算係数—, 高速道路と自動車, Vol.43, No.7, pp.20-28, 2000.
- 218) 石村利明, 真弓英大, 真下英人: 道路トンネルの坑口形状・照明方式が走行性に及ぼす影響, 土木技術資料, Vol.42, No.7, pp.56-61, 2000.
- 219) 越正毅, 五十嵐映美, 清宮広和: 高速道路サグ部における隘路現象の解析, 修士・卒業論文概要集: 日本大学理工学部交通土木工学科, 2000.
- 220) 越正毅, 庄司知, 中島弘喜: 高速道路サグ部におけるドライバーの運転挙動に関する研究, 修士・卒業論文概要集: 日本大学理工学部交通土木工学科, 2000.
- 221) 渡辺亨, 山岸将人, 安積淳一, 大口敬: 付加車線の車線利用率は正効果に関する実証的研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, pp.927-934, 2001.
- 222) 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率と車線幅員の関係について, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, pp.943-947, 2001.
- 223) 小川圭一, 秋山孝正: 遺伝的アルゴリズムを用いた渋滞シミュレーションの実証的構造設定方法, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, pp.737-746, 2001.
- 224) 飯田克弘, 池田武司, 河合健, 森康男, 山岸将人: プロトコル法を用いた運転者挙動分析結果に基づくサグ部の道路構造改善方針の検討, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, pp.919-926, 2001.
- 225) 渡辺亨, 山岸将人, 安積淳一, 大口敬: 付加車線の車線利用率は正効果に関する実証的研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.18, pp.927-934, 2001.
- 226) 飯田克弘, 河合健, 大口敬, 山岸将人, 森俊之: サグ部における車群先頭車両の速度推移特性が後続車両に与える影響の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.24, No.2, pp.661-664, 2001.
- 227) 渡辺亨, 山岸将人, 平井章一: 付加車線の車群化は正効果と工事規制時の擬似付加車線効果に関する実証的研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.24, No.2, pp.665-668, 2001.
- 228) 渡辺亨, 山岸将人, 平井章一: 付加車線の車線利用率は正効果に関する実証的研究(II), 土木計画

- 学研究・講演集, Vol.24, No.2, pp.669-672, 2001.
- 229) 米川英雄：高速道路における可能交通容量と渋滞中交通容量との関係の実証的研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.24, No.2, pp.673-676, 2001.
- 230) 臼井宏至, 飯田克弘, 池田武司：実走行実験のデータを用いた高速道路トンネル部における速度変動に関する研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.56, No.IV-400, pp.800-801, 2001.
- 231) 米川英雄, 飯田克弘, 森康男：QV回帰曲線最大交通量と渋滞中交通容量の関係に関する実証的研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.56, No.IV-401, pp.802-803, 2001.
- 232) 砂田亮介, 片倉正彦, 大口敬, 鹿田成則：高速道路のトンネル渋滞に関する要因研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.56, No.IV-410, pp.820-821, 2001.
- 233) 大口敬, 桑原雅夫, 赤羽弘和, 渡邊亨：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.59-69, 2001.
- 234) 岡村秀樹, 渡辺修治, 泉正之：車両感知器システムデータから得られた都市間高速道路の交通現象, 交通工学, Vol.36, No.1, pp.70-79, 2001.
- 235) 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間相違に関する研究, 交通工学, Vol.36, No.2, pp.53-63, 2001.
- 236) 山田稔, 石田篤志：信号交差点における横断歩行者の右折車への影響に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.21, pp.261-264, 2001.
- 237) 彦坂崇夫, 中村英樹：高速道路単路部における交通状況と事故率との関連に関する統計的分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.21, pp.173-176, 2001.
- 238) 堀克行, 石塚強, 巻上安爾：都市高速道路における合流現象と入路制御シミュレーションモデルの構築, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.21, pp.229-232, 2001.
- 239) 武井克兒, 雪本雄彦, 奥嶋政嗣, 大藤武彦：都市高速道路における流入調整方式による入路制御手法の評価, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.21, pp.233-236, 2001.
- 240) 伊藤晃, 安齋潤哉：福島トンネル部における渋滞対策について, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.21, pp.313-316, 2001.
- 241) 飯田克弘, 池田武司, 臼井宏至：実走実験結果に基づく高速道路トンネル部の車両速度変動に関する分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.21, pp.317-320, 2001.
- 242) 永田泰浩, 萩原亨, 竹内政夫, 丹治和博：積雪寒冷地域におけるトンネル坑口付近の路面性状に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.21, pp.321-324, 2001.
- 243) 宇佐見純二, 江口洋一, 岡田成礼：東名高速道路における情報提供 TDM の実験について, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.21, pp.325-328, 2001.
- 244) 高野明, 宇野伸宏, 飯田恭敬, 長沼敏彦：経路選択行動分析に基づく都市高速道路の交通管制方策評価, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.21, pp.329-332, 2001.
- 245) 吉井稔雄, 佐藤博信：ランプメータリングによる渋滞軽減の可能性について, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.21, pp.337-340, 2001.
- 246) 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.
- 247) 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.
- 248) 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.
- 249) 大口敬, 片倉正彦, 鹿田成則：高速道路単路部をボトルネックとする渋滞発生特性に関する実証的研究, 高速道路と自動車, Vol.44, No.12, pp.27-34, 2001.
- 250) 渡辺修治, 金尾剣一, 長濱正健：暫定二車線道路の付加車線設置手法に関する検討, 日本道路会議論文集, Vol.24, No.1020, pp.40-41, 2001.
- 251) 大橋正樹：混雑緩和対策としての首都高速道路入口閉鎖の効果分析, 日本道路会議論文集, Vol.24, No.1045, pp.90-91, 2001.
- 252) 戎家隆, 安齋潤哉, 佐々木俊彦：渋滞対策における登坂車線設置効果について, 日本道路会議論文集, Vol.24, No.1047, pp.94-95, 2001.
- 253) 渡辺亨, 山岸将人, 平井章一：渋滞対策としての効率的な付加車線設置に関する検討, 日本道路会議論文集, Vol.24, No.1049, pp.98-99, 2001.

- 254) 秋山孝正, 土田貴義, 小川圭一: 個別車両挙動を考慮した都市高速道路の渋滞シミュレーションの構築, 土木学会論文集, Vol.702, No.IV-55, pp.103-115, 2002.
- 255) 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回半径と転回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, Vol.19, pp.739-744, 2002.
- 256) 清水哲夫, 飯島雄一, 屋井鉄雄: 高速道路合流部における走行支援情報提供に関する一考察, 土木計画学研究・論文集, Vol.19, pp.839-846, 2002.
- 257) 鹿田成則, 片倉正彦, 大口敬, 河合芳之: 飽和交通流率の基本値変動の実態解析, 土木計画学研究・講演集, Vol.25, No.1, 2002.
- 258) 渡辺亨, 山岸将人, 平井章一, 泉正之: 高速道路におけるサグ渋滞の顕在化要因分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.25, pp.67-70, 2002.
- 259) 割田博, 植田和彦, 森田緯之, 野間哲也: 首都高速道路の合流部における交通容量の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.25, pp.71-74, 2002.
- 260) 渡辺亨: 渋滞の顕在化したサグの渋滞要因分析および対策手法の検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.25, 2002.
- 261) 野中康弘, 石田貴志, 内山久雄: 都市間高速道路単路部における渋滞定着要因に関する一考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.26, 2002.
- 262) 堀井雅史, 戎屋隆: 高速道路サグ部における渋滞予測モデルの構築, 土木計画学研究・講演集, Vol.26, 2002.
- 263) 矢嶋尚彦, 奥野俊, 神野裕昭, 竹林弘晃, 吉岡直哉: 中国自動車道・宝塚 IC~宝塚東トンネル間の交通容量に関する研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.57, No.IV-216, pp.431-432, 2002.
- 264) 高山純一, 中山晶一郎, 西啓介, 住友拓哉: 高速道路合流部と一般道路合流部における合流車のギャップ選択行動に関する比較分析, 土木学会年次学術講演会, Vol.57, No.IV-217, pp.433-434, 2002.
- 265) 石田貴志, 内山久雄, 中村誠, 野中康弘: 高速道路単路部における追従挙動分析, 土木学会年次学術講演会, Vol.57, No.IV-218, pp.435-436, 2002.
- 266) 臼井宏至, 飯田克弘, 池田武司: 高速道路トンネル内部で発生する速度低下と運転行動との関連性分析, 土木学会年次学術講演会, Vol.57, No.IV-219, pp.437-438, 2002.
- 267) 千田洋一, 岡田成礼: LED標識車によるサグ渋滞対策効果に関する研究, 土木学会年次学術講演会, Vol.57, No.IV-220, pp.439-440, 2002.
- 268) 菅沼真澄, 宇野伸宏, 飯田恭敬, 山田憲浩: 高速道路合流部の客観的コンフリクト分析, 土木学会年次学術講演会, Vol.57, No.IV-221, pp.441-442, 2002.
- 269) 藤原一雅, 飯田克弘, 河井健: ドライビングシミュレータを用いた室内実験による渋滞現象の再現性検討, 土木学会年次学術講演会, Vol.57, No.IV-224, pp.447-448, 2002.
- 270) 岡村秀樹: 都市間高速道路のサービス水準についての考察, 交通工学, Vol.37, No.6, pp.61-68, 2002.
- 271) 渡辺亨, 逢坂光博, 平井章一: 高速道路における渋滞対策としての単路部付加車線のあり方, 交通工学, Vol.38, 増刊号, pp.41-44, 2002.
- 272) 野田宏治, 小倉俊臣, 松本幸正, 栗本讓: 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, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.22, pp.73-76, 2002.
- 273) 木村一裕, 清水浩志郎, 野呂吉信, 奥山滋介: 実車実験によるトンネル走行時の視線誘導方策に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.22, pp.9-12, 2002.
- 274) 飯田克弘, 藤原一雅, 河井健, 大口敬: 室内実験による渋滞現象の再現性検討と渋滞発生過程における交通流分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.22, pp.13-16, 2002.
- 275) 山田芳嗣, 阿部重雄, 岡田成礼: 東名高速道路綾瀬地区情報提供 TDM に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.22, pp.49-52, 2002.
- 276) 清宮広和, 安井一彦, 庄司知, 岡田成礼: 東名高速道路大和トンネルにおける照明改良効果に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.22, pp.57-60, 2002.
- 277) 森俊之, 山岸将人, 飯田克弘: 高速道路合流部における高齢ドライバーに関する基礎特性, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.22, pp.193-196, 2002.
- 278) 岡村秀樹, 泉正之: 都市間高速道路の交通容量とサービス交通量に関する考察, 高速道路と自動車, Vol.45, No.12, pp.26-35, 2002.
- 279) 小谷益男, 古市朋輝, 児島正之, 岩崎征人: 高速道路単路部における連続的な交通容量推定手法と

- その有効性, 土木学会論文集, Vol.737, No.IV-60, pp.125-131, 2003.
- 280) 古市朋輝, 山本修司, 小谷益男, 岩崎征人: 都市間高速道路サグ区間での速度変動特性と隘路についての考察, 土木学会論文集, Vol.744, No.IV-61, pp.151-161, 2003.
- 281) 青木宣行, モーシンJサーカー, 森本章倫: ミクロシミュレーションを用いた渋滞転移の再現と対策の効果に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, pp.589-596, 2003.
- 282) 矢嶋尚彦, 明道俊治, 森康男, 辻光弘: 中国自動車道宝塚東トンネル付近の渋滞発生時の交通現象に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, pp.997-1002, 2003.
- 283) 桑原雅夫: 渋滞現象と需要解析, 土木計画学研究・講演集, Vol.28, pp.1-10, 2003.
- 284) 荻野弘, 伊藤正雄, 佐藤千裕, 田中淳: 名古屋高速道路における合流支援に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.28, 2003.
- 285) 渋木謙一, 大口敬, 鹿田成則: 高速道路の交通渋滞による時間損失量の定量的評価, 土木学会年次学術講演会, Vol.58, No.IV-421, pp.841-842, 2003.
- 286) 大口敬: 交通運用を活かす道路設計試論, 交通工学, Vol.38, 増刊号, pp.14-20, 2003.
- 287) 大口敬, 飯田克弘: 高速道路サグにおける追従挙動解析におけるドライビング・シミュレータ技術の適用性, 交通工学, Vol.38, No.4, pp.41-50, 2003.
- 288) 野中康弘, 石田貴志, 長井伸太郎: 高速道路単路部における渋滞定着地点の幾何構造特性に関する一考察, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.23, pp.5-8, 2003.
- 289) 田中久光, 宇野伸宏, 飯田恭敬, 山田憲浩: 画像データ利用による路肩部駐車を考慮した高速道路の合流挙動分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.23, pp.9-12, 2003.
- 290) 齋藤純一, 吉田均, 椎名康雄, 深井靖史: 首都高速道路箱崎 JCT における渋滞発生要因に関する考察, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.23, pp.13-16, 2003.
- 291) 鹿田成則, 片倉正彦, 大口敬, 村井紀子: 右折信号現示切替時の損失時間分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.23, pp.57-60, 2003.
- 292) 飯田克弘, 臼井宏至: 運転者の意思決定過程を考慮した高速道路トンネル部における速度推移パターンの発生要因に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.23, pp.77-80, 2003.
- 293) 河井健, 飯田克弘, 安時亨, 大口敬: ドライビング・シミュレータを用いた合流部走行実験の現況再現性, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.23, pp.81-84, 2003.
- 294) 渡辺亨, 平井章一, 河井健: デジタル航空写真測量技術の交通流解析への応用, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.23, pp.129-132, 2003.
- 295) 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.
- 296) 渡辺亨, 山岸将人, 河合健, 飯田克弘: サグ部の道路構造改善案に対する運転挙動分析に基づいた評価, 高速道路と自動車, Vol.46, No.10, pp.27-34, 2003.
- 297) 阿部重雄, 澤田石貞彦, 長瀬博紀: 東名高速道路(上)綾瀬地区渋滞対策について, 日本道路会議論文集, Vol.25, No.2007, 2003.
- 298) 牧村和彦, 中嶋康博, 佐藤弘子, 石田東生: カーナビゲーションシステムを用いた渋滞関連指標に関する基礎的研究, 土木学会論文集, Vol.758, No.IV-63, pp.1-10, 2004.
- 299) 喜多秀行, 前田信幸: 道路交通における走行サービスの質とその計測: 効用アプローチに基づく方法, 土木学会論文集, Vol.772, No.IV-65, pp.3-10, 2004.
- 300) 中村英樹, 鈴木弘司, 劉俊晟: ドライバーストレスの間接計測に基づく高速道路単路部におけるサービス水準の評価, 土木学会論文集, Vol.772, No.IV-65, pp.11-21, 2004.
- 301) Surazak, T., Okura, I., Nakamura, F.: Measuring level of services on multi-lane expressways by platoon parameters, 土木学会論文集, Vol.772, No.IV-65, pp.23-32, 2004.
- 302) 藤田清二: 高速道路のサービス水準の適用に関する考察, 土木学会論文集, Vol.772, No.IV-65, pp.33-39, 2004.
- 303) 石橋善明, 小藪英彦, 河内朗: 道路利用者満足評価に基づく高速道路のサービス水準の評価, 土木学会論文集, Vol.772, No.IV-65, pp.41-52, 2004.
- 304) 石田東生, 鯉渕正裕, 岡本直久, 甲斐慎一朗, 古屋秀樹: 走行映像を用いた主観的渋滞判定の実験条件の考察とその改良, 土木計画学研究・論文集, Vol.21, pp.1041-1048, 2004.
- 305) 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, Vol.21, pp.997-1003, 2004.
- 306) 桑原雅夫: 渋滞現象と需要解析, 土木計画学研究・論文集, Vol.21, pp.1-9, 2004.
- 307) 岡村寛明, 割田博, 下川澄雄, 佐藤光, 森田緯之: 首都高速道路箱崎ロータリー合流部における渋滞メカニズムの分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.29, 2004.
- 308) 割田博, 赤羽弘和, 船岡直樹, 岡村寛明, 森田緯之: 首都高速道路におけるキャパシティボールの抽出とその特性分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.29, 2004.
- 309) 吉川良一, 長浜和実, 寒河江克彦, 吉井稔雄, 北村隆一: 暫定2車線区間のボトルネック上流の付加車線設置による渋滞軽減効果の検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.30, pp.303-306, 2004.
- 310) 吉川良一, 長浜和実, 寒河江克彦: 暫定2車線高速道路におけるボトルネック箇所の抽出と交通容量分析, 土木学会年次学術講演会, Vol.59, No.IV-094, pp.187-188, 2004.
- 311) 竹鼻淳志, 割田博, 竹平誠治, 山田純司: ウィービング区間における交通挙動調査と対策効果の分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.24, pp.9-12, 2004.
- 312) 飯田克弘, 藤原一雅: 3次元車両軌跡を用いた高速道路サグ部における交通流挙動解析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.24, pp.13-16, 2004.
- 313) 野中康弘, 葛西誠, 石田貴志: 都市間高速道路を対象とした車両挙動観測システムの開発と適用性, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.24, pp.25-28, 2004.
- 314) 森田英輔, 井料隆雅, 朝倉康夫: 時間軸を考慮した交通渋滞の需給関係分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.24, pp.85-88, 2004.
- 315) 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, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.24, pp.89-92, 2004.
- 316) 原靖丘, 森田緯之, 安井一彦, 池田達則: 首都高速道路合流部の交通容量に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.24, pp.93-96, 2004.
- 317) K.レムケ: アウトバーンにおける交通状況に応じた路肩(側方車線)の利活用, 高速道路と自動車, Vol.47, No.6, pp.89-92, 2004.
- 318) 河合芳之, 鹿田成則, 片倉正彦, 大口敬: 横断歩行者等を考慮した最外側車線の流出流率モデルと流入部の交通容量解析, 土木学会論文集, Vol.779, No.IV-66, pp.69-82, 2005.
- 319) 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.839-845, 2005.
- 320) 王興挙, 宮城俊彦: 希望速度を考慮したモデルによる渋滞波及現象のシミュレーション, 土木計画学研究・講演集, Vol.32, pp.120-123, 2005.
- 321) 牧野浩志, 平沢隆之, 山田康右: ITS技術を活用したサグ部渋滞対策の検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.32, pp.124-125, 2005.
- 322) 鯉淵正裕, 石田東生, 岡本直久, 堤盛人, 井坪慎二: プロブカーの走行記録と道路利用者の渋滞意識を用いた渋滞評価システム, 土木計画学研究・講演集, Vol.32, pp.193-196, 2005.
- 323) 渡辺将光, 中村英樹: ビデオ画像を用いた都市高速合流部における合流挙動に関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.32, 2005.
- 324) Catbagan, J., Nakamura, H., Nakanishi, K.: Quantifying passing lane effects on two lane expressways, 土木計画学研究・講演集, Vol.32, 2005.
- 325) 森健二: これからの信号制御 第3回 信号交差点における交通事故の特徴, 交通工学, Vol.40, No.2, pp.73-80, 2005.
- 326) 割田博, 石橋学, 赤羽弘和, 松本章宏: 連続する合流部近傍における交通容量低下対策分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.25, pp.21-24, 2005.
- 327) 塩見康博, 吉井稔雄, 北村隆一, 吉川良一: 高速道路片側1車線区間におけるボトルネック現象に関する考察, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.25, pp.25-28, 2005.
- 328) 吉川裕子, 森田緯之, 安井一彦, 木村純司: 首都高速道路合流部の車線運用に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.25, pp.29-32, 2005.
- 329) 山田純司, 大西康弘, 割田博, 内海和仁: 都市高速道路の織込区間における区画線・標識変更の効果分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.25, pp.37-40, 2005.
- 330) 田中芳和, 斎藤純一, 内田滋, 堤浩介: 交通運用変更による道路の有効活用事例, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.25, pp.41-44, 2005.

- 331) 馬淵太樹, 中村英樹: 車両の交錯リスクを考慮したラウンドアバウトと信号交差点の性能比較分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.25, pp.45-48, 2005.
- 332) 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.
- 333) 磯丈男: 交通管理者の実施する TDM の取り組み, 交通工学講習会, No.75・76, pp.23-26, 2005.
- 334) 西林素彦, 大藤武彦, 奥嶋政嗣, 井上矩之: 都市高速道路における流入調整による交通制御手法の事前評価, 高速道路と自動車, Vol.48, No.4, pp.19-28, 2005.
- 335) B.R.デル: ヨーロッパの 2+1 車線道路設計の適用, 高速道路と自動車, Vol.48, No.4, pp.112-118, 2005.
- 336) G.T.ウォール: 英国の新しい 2 車線分流方式-‘トラの尾’形の導流標示を用いた分流方式が利用者に好評-, 高速道路と自動車, Vol.48, No.7, pp.93-99, 2005.
- 337) 市川暢之, 渡辺二夫, 皆川聡一: ドイツ・スウェーデンにおける道路構造と交通運用に関する調査報告, 高速道路と自動車, Vol.48, No.10, pp.78-92, 2005.
- 338) 杉田正俊, 柳谷正則: 面的な渋滞ポイントの把握, 日本道路会議論文集, Vol.26, No.50001, 2005.
- 339) 織部福良, 山下直樹: ボトルネックにおける加減速車線の延伸による効果に関する考察-東名高速名古屋 IC における実証実験を踏まえ-, 日本道路会議論文集, Vol.26, No.50009, 2005.
- 340) 牧野浩志, 大内浩之, 平沢隆之: ITS 技術を活用したサグ部渋滞対策について, 日本道路会議論文集, Vol.26, No.50P03, 2005.
- 341) 渡辺亨, 野間哲也: 付加車線の車線利用率是正効果に関する影響要因の実証的研究, ITS シンポジウム, Vol.4, pp.73-81, 2005.
- 342) 花房比佐友, 堀口良太, 桑原雅夫, 田中伸治, 牧野浩志, 大内浩之: 高速道路サグ部における AHS 円滑化サービス評価用交通シミュレータの開発, ITS シンポジウム, Vol.4, pp.343-348, 2005.
- 343) 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.
- 344) 稲野晃, 中村英樹, 内海泰輔: 往復分離 2 車線自専道における交通量-速度曲線への影響要因分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.33, 2006.
- 345) 塩見康博, 吉井稔雄, 北村隆一: 新しく提案する渋滞判定手法に基づいた渋滞発生確率推定モデルの構築, 土木計画学研究・講演集, Vol.33, 2006.
- 346) 割田博, 赤羽弘和, 堀口良太, 岡村寛明, 船岡直樹: 首都高速道路箱崎ロータリー近傍における画像解析手法を用いた交通現象の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.33, 2006.
- 347) 飛ヶ谷明人, 倉内文孝, 宇野伸宏: 車群特性に着目した高速道路合流部における車両挙動解析, 土木計画学研究・講演集, Vol.34, 2006.
- 348) 吉井稔雄: 交通渋滞を解消する通行料金システム, 交通工学, Vol.41, 創刊号, pp.4-8, 2006.
- 349) 畠中秀人, 山田康右, 前田雅人, 市川博一: ITS を活用した高速道路サグ部渋滞対策の実現に向けた取り組み, 交通工学, Vol.41, 創刊号, pp.38-45, 2006.
- 350) 皆川聡一: ドイツアウトバーンにおける路肩の走行車線運用について, 交通工学, Vol.41, 創刊号, pp.65-69, 2006.
- 351) 高橋秀喜, 佐藤久長, 瀬古賢司, 吉川良一: 高速道路暫定 2 車線区間のボトルネック交通容量の推定と 4 車線化の段階併用における渋滞予測, 交通工学, Vol.41, 創刊号, pp.85-91, 2006.
- 352) 中村英樹, 馬淵太樹: 車両間交錯度を考慮したラウンドアバウトと信号交差点の性能比較分析, 交通工学, Vol.41, No.5, pp.69-79, 2006.
- 353) 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, No.6, pp.34-39, 2006.
- 354) 玉興拳, 宮城俊彦: 渋滞波及現象モデルによるオンランプ区間での混雑現象分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.26, pp.29-32, 2006.
- 355) 飯田克弘, 小川清香, 高橋秀喜, 和田謙一: 高速道路工事車線規制中の車群挙動に関する考察, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.26, pp.33-36, 2006.
- 356) 塩見康博, 吉井稔雄, 北村隆一, 吉川良一: 車群形成過程を再現するボトルネック容量推定シミュレーション, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.26, pp.45-48, 2006.
- 357) Jian Xing, 佐藤久長, 高橋秀喜, 吉川良一: 高速道路のボトルネック交通容量分布及び渋滞発生確

- 率の推定, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.26, pp.49-52, 2006.
- 358) 菅野寛政, 岡田知朗, 深井靖史: 首都高速 4 号新宿線集中工事時の交通容量分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.26, pp.53-56, 2006.
- 359) 蒲和也, 岡田知朗, 竹内秀城, 堤浩介: 首都高速道路における JCT 合流部の車線運用変更の効果-5 号線下り竹橋 JCT 合流部の車線運用変更-, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.26, pp.69-72, 2006.
- 360) 岩田理史, 坪田幸政, 川嶋弘尚: 高速道路におけるランプ制御に関する比較研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.26, pp.73-76, 2006.
- 361) W.ブリロン, H.ツァンゲン, J.ガイツェフェルト: アウトバーンにおける交通流の年間解析, 高速道路と自動車, Vol.49, No.2, pp.87-96, 2006.
- 362) 桑原雅夫: 運用で差がつく高速道路, 高速道路と自動車, Vol.49, No.6, pp.9-11, 2006.
- 363) 牧野浩志, 大内浩之, 平沢隆之, 山田康右: 高速道路サグ部における渋滞対策のための AHS 円滑化サービスの開発に向けた取組み, 高速道路と自動車, Vol.49, No.7, pp.54-58, 2006.
- 364) 岡村秀樹: 渋滞発生確率による交通容量に関する研究, 高速道路と自動車, Vol.49, No.12, pp.20-31, 2006.
- 365) 岩永陽, 桑原雅夫, 田中伸治: 高速道路における路肩を用いた動的な付加車線運用に関する研究, ITS シンポジウム, Vol.5, pp.217-222, 2006.
- 366) 宮本秀樹, 大貫正明, 鈴木高宏, 須田義大: サグ部における速度調整操作モデルのドライバー特性解析, ITS シンポジウム, Vol.5, pp.179-184, 2006.
- 367) 葛西誠, 内山久雄, 野中康弘: スパイラル曲線として表現される車両追従挙動のモデル化, 土木学会論文集 D, Vol.63, No.1, pp.65-75, 2007.
- 368) 倉内文孝, 宇野伸宏, 飛ヶ谷明人: 都市高速道路合流部における渋滞発生メカニズムに関する画像データ解析, 土木計画学研究・論文集, Vol.24, pp.609-618, 2007.
- 369) 小宮粹史, 赤羽弘和, 竹平誠治, 草壁郁郎: 都市高速道路におけるサグ渋滞発生要因の微視的分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.35, 2007.
- 370) 内海泰輔, 中村英樹: 都市間一般道路単路部における交通量-速度曲線の提案, 土木計画学研究・講演集, Vol.35, 2007.
- 371) 稲野晃, 中村英樹, 内海泰輔: ボトルネックが連続する区間における渋滞現象の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.36, 2007.
- 372) 山下良久: 画像処理技術を援用した移動体挙動データ取得システム, 交通工学, Vol.42, No.3, pp.28-34, 2007.
- 373) 割田博, 赤羽弘和, 船岡直樹, 堀口良太: 都市高速道路における画像解析手法を用いた渋滞発生メカニズムの詳細分析, 交通工学, Vol.42, No.3, pp.35-40, 2007.
- 374) 高橋秀喜, 亀岡弘之, 馬淵一三, 長瀬博紀: 料金 TDM による渋滞対策報告 ~東名 GW 夜間半額割引~, 交通工学, Vol.42, No.4, pp.104-108, 2007.
- 375) 梅田雄康, 江川元幾: 暫定 2 車線区間の高松道大坂トンネルにおける渋滞対策の取組み~LED 表示板による渋滞先頭位置の情報提供~, 交通工学, Vol.42, No.4, pp.99-103, 2007.
- 376) 原田秀一, 深瀬正之, 前島一幸, 佐藤久長, 瀬古賢司: 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.
- 377) 古賀浩樹, 菅野寛政, 深井靖史: 首都高速 3 号渋谷線における集中工事時の交通容量分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.27, pp.37-40, 2007.
- 378) 加藤翼, 安井一彦, 森田紳之: T 型交差点における飽和交通流率に関する研究, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.27, pp.41-44, 2007.
- 379) 洪性俊, 大口敬: 高速道路単路部における車種別車線選択率の実証分析および定式化, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.27, pp.45-48, 2007.
- 380) 伊庭洋一, 宇野伸宏, 倉内文孝, 服部政洋: 画像データを用いた合流部車線運用変更時の交通流解析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.27, pp.49-52, 2007.
- 381) 塩見康博, 吉井稔雄, 北村隆一: 車群台数と走行速度の観測に基づいた希望走行速度分布推定手法, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.27, pp.53-56, 2007.
- 382) 高橋秀喜, 亀岡弘之, 馬淵一三, 長瀬博紀: 東名高速における料金 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.

- 383) 越正毅：動的課金による渋滞解消のシミュレーション，高速道路と自動車，Vol.50，No.2，pp.14-22，2007.
- 384) 中日本高速道路(株)横浜支社保全・サービス事業部：料金 TDM による渋滞対策報告 -東名お正月限定早朝割引-，高速道路と自動車，Vol.50，No.4，pp.26-29，2007.
- 385) 高橋秀喜，亀岡弘之，馬淵一三：東名高速道路における料金 TDM による渋滞対策について，日本道路会議論文集，Vol.27，No.50006，2007.
- 386) 畠中秀人，山田康右，前田雅人：都市間高速道路におけるサグ部円滑化走行支援システムの開発，日本道路会議論文集，Vol.27，No.50P10，2007.
- 387) 内海泰輔，中村英樹：時間交通需要変動特性を考慮した交通性能照査型道路計画設計法，土木計画学研究・論文集，Vol.25，pp.67-76，2008.
- 388) RAVI SEKHAR Chalumuri，IRYO Takamasa，ASAKURA Yasuo：SEEMINGLY UNRELATED REGRESSION MODEL FOR ANALYSING TRAVEL TIME VARIATION: A CASE STUDY OF HANSHIN EXPRESSWAY，土木計画学研究・講演集，Vol.37，2008.
- 389) 宇野伸宏，倉内文孝，石井康裕，石橋照久，大藤武彦：都市高速道路の流入制御モデルの発展経緯と今後の展開，土木計画学研究・講演集，Vol.37，2008.
- 390) 宗像恵子，割田博，岡田知朗：首都高速道路における所要時間の信頼性指標を用いた事業評価事例，土木計画学研究・講演集，Vol.37，2008.
- 391) 秋元健吾，小根山裕之，西内裕晶，割田博，桑原雅夫：ETC データを用いた首都高速道路のランプ入口・出口選択行動に関する実証分析，土木計画学研究・講演集，Vol.37，2008.
- 392) 石橋照久，大藤武彦，宇野伸宏：都市高速道路における流入調整による交通制御手法—実用化をめざした事前評価と課題—，土木計画学研究・講演集，Vol.37，2008.
- 393) 田村勇二，割田博，桑原雅夫，佐藤光，岡田知朗：首都高速道路における流入制御時の入口転換行動分析，土木計画学研究・講演集，Vol.37，2008.
- 394) 飛ヶ谷明人，石橋照久，田名部淳，朝倉康夫：旅行時間信頼性指標と既存の渋滞評価指標との比較～阪神高速道路の事例～，土木計画学研究・講演集，Vol.37，2008.
- 395) 福島賢一，Xing, J.，瀬戸稔和，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・講演集，Vol.38，2008.
- 396) 小野剛志，片岡源宗，田中伸治，桑原雅夫：損失時間の適正な評価のための信号現示切り替わり時における車両挙動の分析，土木計画学研究・講演集，Vol.38，2008.
- 397) 原田秀一，深瀬正之，前島一幸，Jian XING，瀬古賢司：高速道路での車線利用率平準化による渋滞対策に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.38，2008.
- 398) 服部亮二，脇本慎，今枝伸夫，三浦恒，芳村彰則：名古屋高速における渋滞の現状と将来の渋滞動向の予測，交通工学，Vol.43，No.3，pp.64-73，2008.
- 399) 服部亮二，脇本慎，今枝伸夫，三浦恒，芳村彰則：名古屋高速道路における渋滞対策案の選定と対策の効果，交通工学，Vol.43，No.4，pp.101-110，2008.
- 400) 新井寿和，割田博，桑原雅夫：都市高速道路における自由流速度への影響要因に関する研究，交通工学，Vol.43，No.5，pp.37-47，2008.
- 401) 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.
- 402) 日下部貴彦，井料隆雅，朝倉康夫：車両検知器データを用いた交通流可視化技術の開発，交通工学，Vol.43，No.5，pp.59-68，2008.
- 403) 服部亮二，脇本慎，今枝伸夫，三浦恒，芳村彰則：名古屋高速道路における渋滞対策の費用便益分析，交通工学，Vol.43，No.5，pp.69-77，2008.
- 404) 吉岡慶祐，中村英樹，馬淵太樹：遅れと環境負荷に基づく交通量の少ない平面交差点の最適制御方式の検討，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.28，pp.37-40，2008.
- 405) 畠中秀人，坂井康一，浅野美帆，西井禎克：首都高速道路の合流部における動的可変な車線運用の適用可能性，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.28，pp.41-44，2008.
- 406) 野田侑揮，三宅徹，松井寛：渋滞軽減を目指した都市高速道路のランプ流入制御の効果分析に関する研究，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.28，pp.45-48，2008.
- 407) 菊地春海，坂爪誠，山田純司，高田潤一郎，桑原雅夫：首都高速道路における流入交通制御に関する実証的分析，交通工学研究発表会論文報告集，Vol.28，pp.49-52，2008.

- 408) 岡田知朗, 桑原雅夫, 森田紳之, 割田博: 都市内高速道路のボトルネック遅れ時間最小化のための流入制御モデルの構築, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.28, pp.53-56, 2008.
- 409) 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解析手法の提案, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.28, pp.93-96, 2008.
- 410) 高橋秀喜, Jian Xing, 伊東弘行, 飯田克弘: 東名高速道路集中工事区間のボトルネック交通容量分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.28, pp.97-100, 2008."
- 411) 岩崎茂久, 瀬戸昌忠, 川元広良: ムーブメント制御実証実験報告, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.28, pp.101-104, 2008.
- 412) 岩永陽, 田中伸治, 桑原雅夫: 都市間高速道路の路肩を利用した動的な付加車線運用の実現可能性の研究, 高速道路と自動車, Vol.51, No.3, pp.22-29, 2008.
- 413) 東日本高速道路(株)管理事業部・交通課, 関東支社管理事業部交通技術課: 渋滞のない快適な高速道路を目指して—NEXCO 東日本の渋滞緩和の取組み—, 高速道路と自動車, Vol.51, No.4, pp.21-25, 2008.
- 414) 畠中秀人, 綾貴穂: AHS 合流支援サービス導入の取組みについて, 高速道路と自動車, Vol.51, No.11, pp.39-43, 2008.
- 415) 葛西誠, 野中康弘, 内山久雄: スパイラル曲線として表現される車両追従挙動モデルの交通流再現性の検証, 土木学会論文集 D, Vol.65, No.3, pp.211-224, 2009.
- 416) 原田秀一, 深瀬正之, 前島一幸, Jian XING, 古瀬賢司: 高速道路での車線利用率平準化による渋滞対策に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.26, pp.881-888, 2009.
- 417) 菊地晴海, 坂爪誠, 割田博, 高田潤一郎, 桑原雅夫: 首都高速道路における流入交通制御(入口閉鎖)に関する実証的分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, 2009.
- 418) 吉岡慶祐, 中村英樹: 日本におけるラウンドアバウトの交通容量と遅れの推定方法に関する考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, 2009.
- 419) 塩見康博, 吉井稔雄, 北村隆一: 車群交通流モデルによる高速道路単路部ボトルネック確率的交通容量推定手法の構築, 土木計画学研究・講演集, Vol.40, 2009.
- 420) 大口敬: 多車線交差点における信号制御技術, 交通工学, Vol.44, No.3, pp.4-9, 2009.
- 421) 飯田克弘, 前本将志, 高橋秀喜, Jian XING: 高速道路片側3車線区間の工事規制始端部における危険性に関する考察, 交通工学研究発表会論文集, Vol.29, 2009.
- 422) Jian XING, 福島賢一, 川崎洋輔, 田中淳: 高速道路サグ部における付加車線の効果的な設置方法の検討, 交通工学研究発表会論文集, Vol.29, 2009.
- 423) 稲野晃, 中村英樹, 内海泰輔: 複数ボトルネックを含む高速道路区間における渋滞現象の確率的解析, 高速道路と自動車, Vol.52, No.1, pp.19-29, 2009.
- 424) 夏目惣治, 谷岡和範: ペースカー運行時の交通容量に関する考察, 高速道路と自動車, Vol.52, No.4, pp.22-28, 2009.
- 425) 首都高速道路(株): 中央環状新宿線(山手トンネル)の整備効果, 高速道路と自動車, Vol.52, No.6, pp.26-29, 2009.
- 426) 中日本高速道路(株)八王子支社交通チーム: 中央自動車道小仏トンネル手前登坂車線延伸効果について, 高速道路と自動車, Vol.52, No.7, pp.38-41, 2009.
- 427) 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, pp.973-981, 2010.
- 428) 田畑大, 割田博, 深井靖史, 山下賢一郎: 首都高速道路工事規制時における捌け交通量の変化に関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, 2010.
- 429) 杉本鉄平, 山崎浩気, 宇野伸宏, 塩見康博: 都市間高速道路の走行速度変動要因に関する基礎的考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, 2010.
- 430) 村重至康, 山口孝, 野中康弘: 都市間高速道路単路部を対象とした交通容量推定モデルの構築, 土木計画学研究・講演集, Vol.42, 2010.
- 431) Jian XING, 鶴元史, 石田貴志, 村松栄嗣: 渋滞を引き起こす交通流の車群特性分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.42, 2010.
- 432) 村松栄嗣, 山本陽一, 原山哲郎, Jian XING, 鶴元史: 通勤交通を主体とする高規格道路における車線利用率平準化による渋滞対策適用性, 土木計画学研究・講演集, Vol.42, 2010.
- 433) 佐藤久長, 田中真一郎, 森北一光: 付加車線の利用率向上対策と効果検証, 交通工学研究発表会論

- 文集, Vol.30, pp.177-180, 2010.
- 434) 村重至康, 野中康弘, 山口孝: 渋滞発生後捌け交通量に及ぼす渋滞巻き込まれ時間の影響に関する一考察, 交通工学研究発表会論文集, Vol.30, pp.181-184, 2010.
- 435) 田畑大, 割田博, 深井靖史, 山下賢一郎: 工事規制区間における LED 標識車を用いた渋滞対策の効果分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.30, pp.209-212, 2010.
- 436) 高橋秀喜, Jian Xing, 山下和彦, 飯田克弘: 高速道路における連続車線規制区間の分割・規制区間短縮による交通運用効果, 高速道路と自動車, Vol.53, No.10, pp.19-27, 2010.
- 437) 稲田裕介, 中山晶一郎, 高山純一: 都市高速道路の時間・日交通量の変動特性と分布形状に関する一考察, 土木学会論文集 D3, Vol.67, No.5, pp.I_553-I_561, 2011.
- 438) 野中康弘, 村重至康, 大口敬: 都市間高速道路単路部におけるボトルネック探索手法の体系化, 土木計画学研究・講演集, Vol.43, 2011.
- 439) 伏見和晃, 葛西誠, 寺部慎太郎: ドライビングシミュレータを用いた高速道路サグ部の追従挙動解析に向けた実験設計, 土木計画学研究・講演集, Vol.44, 2011.
- 440) 小林正人, 中村英樹, 浅野美穂, 米川英雄: 都市間高速道路におけるボトルネック交通容量の確率的特性分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.31, pp.133-138, 2011.
- 441) 近田博之, 平井章一, Jian XING, 高橋秀喜: 高速道路における工事規制区間の短縮化による渋滞対策効果検証, 交通工学研究発表会論文集, Vol.31, pp.163-166, 2011.
- 442) 澤田英郎, 安時亨, 松本晃一: ジャンクションのランプ車道部拡幅による交通容量の変化について, 交通工学研究発表会論文集, Vol.31, 2011.
- 443) 舌間貴宏, 上畑旬也: LED 表示板を用いた交通容量の改善, 高速道路と自動車, Vol.54, No.8, pp.24-27, 2011.
- 444) 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, 2012.
- 445) Kang,N, Nakamura,H., Asano,M.: An Empirical Analysis on Critical Gap and Follow-up Time at Roundabout Considering Geometry Effect, 土木計画学研究・講演集, Vol.46, 2012.
- 446) 前田忍, 矢田浩規, 森本紘文, 木村真也: 東名岡崎地区暫定 3 車線運用による交通状況改善効果と利用者意識, 土木計画学研究・講演集, Vol.46, 2012.
- 447) 田村敬介, 山田貴久, 中村英樹: 名古屋高速道路の入口合流部加速車線延長による効果検証, 交通工学研究発表会論文集, Vol.32, pp.7-12, 2012.
- 448) 山田純司, 大澤恭平, 増田智志, 内海和仁: 都市高速道路の連続合流区間における円滑化施策の効果分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.32, 2012.
- 449) 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集, Vol.32, 2012.
- 450) 遠藤学史, 割田博, 岡野孝司: 首都高速道路の合流部近傍における渋滞発生時交通現象の比較分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.47, pp.68_1-68_5, 2013.
- 451) 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, 2013.
- 452) 村重至康, Jian XING, 山下広秋, 平井章一, 田中淳, 金子太朗交通シミュレーションを用いたジャンクションの補助車線長に関する検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.48, 2013.
- 453) 王曦, 近田博之, 中村英樹, 浅野美帆: 都市間高速道路の車線利用率特性に関する分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.33, pp.113-116, 2013.
- 454) 増田智志, 岡野孝司, 泉典宏, 吉井稔雄: 首都高速 3 号渋谷線下りにおける渋滞現象の分析と渋滞対策の取組み, 交通工学研究発表会論文集, Vol.33, pp.121-127, 2013.
- 455) 武藤圭祐, 坂爪誠, 田中翔太, 竹平誠治: 都市高速道路における単路部渋滞対策について, 交通工学研究発表会論文集, Vol.33, pp.129-132, 2013.
- 456) 金澤文彦, 鈴木一史, 坂井康一: 高速道路サグ部におけるドライバの交通円滑化走行による渋滞緩和効果の推計, 交通工学研究発表会論文集, Vol.33, pp.137-143, 2013.
- 457) 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～東名阪自動車道四日市地区暫定片側 3 車線効果検証～, 交通工学研究発表会論文集, Vol.33, pp.145-148, 2013.
- 458) 鎌田恭典, 渡部聡, 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集, Vol.33, pp.181-184, 2013.
- 459) 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集, Vol.33, pp.185-188, 2013.
- 460) 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, 土木計画学研究・講演集, Vol.49, pp.383_1-383_5, 2014.
- 461) 山下賢一郎, 割田博, 小林健二郎, 深井靖史: 首都高速道路における工事規制箇所の交通状態に関する基礎的分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.49, 2014.
- 462) 梅田祥吾, 田中淳, 小林健二郎: 渋滞終了位置の提供による渋滞緩和効果の検証, 土木計画学研究・講演集, Vol.49, 2014.
- 463) 神野裕昭, 荒谷芳博, 福富浩史, 粟生啓之, 垣田友希: 民間プロデータを用いた高速道路の渋滞分析と交通需要分析手法に関する考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.49, 2014.
- 464) 中村圭佑, 高屋雄太, 清田裕太郎, 石田貴志, 野中康弘: 高速道路の車線利用特性に関する微視的考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.50, 2014.
- 465) 塩見康博, 今仲弘人: 車両走行軌跡データに基づくラウンドアバウト環道流入挙動の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.50, 2014.
- 466) 山田貴久, 末次宏基, 城所貴之, 榊井敦: 名古屋高速道路の都心オフランプ部における飽和交通流率低下の要因分析及び渋滞対策, 交通工学研究発表会論文集, Vol.34, pp.231-234, 2014.
- 467) 池田博久, 浅野靖, 竹平誠治, 田中翔太: 江北 JCT における規制車による可変チャネルリゼーション導入効果の分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.34, pp.23-28, 2014.
- 468) 鈴木一史, 岩武宏一, 石田貴志, 野中康弘: 社会的相互作用を考慮した政策評価モデルによる渋滞対策手法に関する研究, 交通工学研究発表会論文集, Vol.34, pp.247-254, 2014.
- 469) 澤田英郎, 稲田悠, 亀井伸二, 福本薫: インターチェンジ合流部における合流整流化対策と効果検証, 交通工学研究発表会論文集, Vol.34, 2014.
- 470) 神戸信人, 尾高慎二, 康楠, 中村英樹, 森田綽之: 日本におけるラウンドアバウトの実測最大交通量と交通容量の分析, 土木学会論文集 D3, Vol.71, No.5, pp.I_889-I_901, 2015.
- 471) 田中伸治, 長谷川直之, 中村文彦: 都市高速道路織り込み区間における車両分散制御の効果に関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.71, No.5, pp.I_943-I_949, 2015.
- 472) 山下賢一郎, 深井靖史, 遠藤学史, 渡辺剛史, 浅野靖: 首都高速道路における工事規制箇所の交通容量影響要因に関する基礎的分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, pp.233_1-233_8, 2015.
- 473) 猪原卓也, 遠藤学史, 小坂直裕, 深井靖史, 山下賢一郎: 昼夜連続工事規制時における分合流の交通容量に関する基礎的分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, 2015.
- 474) 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, 2015.
- 475) 三島啓吾, 渡邊竜一, 江口智裕, 田中英昭: ビッグデータを活用した渋滞発生メカニズムの検証-失われた容量の謎-, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, 2015.
- 476) 遠藤学史, 猪原拓也, 小林健二郎, 田中淳, 梅田祥吾: 首都高速道路サグ部における LED 表示板を活用した渋滞緩和メカニズムの検証, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, 2015.
- 477) 今田勝昭, 小林寛, 上野朋弥, 高宮進: ラウンドアバウトにおける交通容量の評価, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, 2015.
- 478) 遠藤学史, 大近翔二, 梅田祥吾, 田中淳: ETC-OD データを用いた都市内高速道路の織込み交通流に関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.52, pp.1644-1651, 2015.
- 479) 小林雅彦, 須藤肇, 荻原貴之, 泉典宏, 田中淳, 山口大輔: 首都高速道路のエスコートライトの渋滞対策効果検証, 土木計画学研究・講演集, Vol.52, pp.1652-1657, 2015.
- 480) 石田貴志, 野中康弘, 米川秀雄: 高速道路単路部における渋滞定着現象の実証的研究, 交通工学論文集, Vol.1, No.2(特集号 B), pp.B_26-31, 2015.
- 481) 遠藤学史, 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, 交通工学論文集, Vol.1, No.4(特集号 B), pp.B_1-8, 2015.
- 482) 康楠, 中村英樹, 神戸信人: 日本におけるラウンドアバウト流入交通容量推定モデルに関する研究, 交通工学論文集, Vol.1, No.5, pp.19-28, 2015.
- 483) 鹿野島秀行, 鈴木一史, 野中康弘, 牧野浩志: ETC2.0 プローブデータの高速道路単路部ボトルネック分析への適用, 交通工学研究発表会論文集, Vol.35, pp.215-221, 2015.

- 484) 大月崇照, 葛西誠, 寺部慎太郎: ドライビングシミュレータを用いた追従積重ね試験による異なる縦断線形間の最小交通流率断面位置の比較, 交通工学研究発表会論文集, Vol.35, pp.A_160-A_165, 2015.
- 485) 高野仁, 中井勝己, 飛田一彬, 伊藤亜生: 東北道老朽化対策工事における渋滞量推定及び検証, 交通工学研究発表会論文集, Vol.35, 2015.
- 486) 村上友基, 井料隆雅, 田中諒, 荻原武司: 車両検知器データによる交通容量の長期変動モニタリング, 土木学会論文集 D3, Vol.72, No.5, pp.I_1275-I_1281, 2016.
- 487) 宗広一徳, 高田哲哉, 石田樹: 冬期条件下のラウンドアバウトの車間パラメーターの実測, 土木計画学研究・講演集, Vol.53, pp.394-400, 2016.
- 488) 河本直志, 今田勝沼, 木村泰, 上野朋弥, 高宮進: 大型車を考慮したラウンドアバウトの交通容量に関する考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.53, pp.415-419, 2016.
- 489) 遠藤学史, 梅田祥吾, 田中淳: 都市高速道路における大型車の交通容量への影響に関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.53, pp.1107-1115, 2016.
- 490) 青木隆志, 花房秀樹, 櫻井光昭, 佐藤久長, 糸島史浩: 東名海老名 JCT 外回り方面ランプ暫定 2 車線運用の効果検証, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, pp.1820-1824, 2016.
- 491) 神戸信人, 尾高慎二, 中村英樹: ラウンドアバウトの幾何構造が車頭時間パラメータに与える影響に関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, pp.2030-2035, 2016.
- 492) 後藤梓, 中村英樹: ラウンドアバウトにおけるクリティカルギャップの推定に関する考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, pp.2036-2041, 2016.
- 493) 斎藤辰哉, 多原裕二, 加藤寛道, 清宮広和, 石田貴志: 高速道路 IC 入口の短時間閉鎖による渋滞対策社会実験の効果検証, 交通工学研究発表会論文集, Vol.36, pp.611-616, 2016.
- 494) 西元崇, 植木宗司郎, 松本修一, 平岡敏洋: 錯視を活用したサグ部における速度低下抑制手法の効果検証, 交通工学研究発表会論文集, Vol.36, pp.A_29-A_35, 2016.
- 495) 加藤大知, 後藤梓, 中村英樹: 都市高速道路における渋滞現象の確率的特性に関する分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.36, 2016.
- 496) 櫻井光昭, 花房秀樹, 落合淳太, 佐藤久長, 糸島史浩, 青木隆志: 圏央道内回り海老名 JCT におけるランプ暫定 2 車線運用と渋滞対策効果の検証, 土木計画学研究・講演集, Vol.55, 2017.
- 497) 加藤大知, 後藤梓, 中村英樹: 車線減区間における確率的な渋滞現象に関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.55, 2017.
- 498) 神戸信人, 中村英樹, 尾高慎二: 幾何構造要因を考慮したラウンドアバウト流入交通容量のモデル化, 土木計画学研究・講演集, Vol.55, 2017.
- 499) 加藤大知, 柿元祐史, 中村英樹: 高速道路の車線減区間における大型車の乗用車換算係数に関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.56, 2017.
- 500) 塩見康博, 北村彩菜: 交通容量の経年変動を考慮した速度回復誘導灯設置効果の分析, 交通工学論文集, Vol.3, No.2(特集号 A), pp.A_92-100, 2017.
- 501) 佐々木邦明, 名取優太, 井口均, 西川啓幸: 周期変動および自己回帰を考慮した高速道路の時間交通量の変動特性の分析, 交通工学論文集, Vol.3, No.2(特集号 A), pp.A_178-186, 2017.
- 502) 酒井克典, 下川澄雄, 吉岡慶祐: 都市間高速道路における渋滞発生時の交通現象に関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.57, 2018.
- 503) 村上友基, 遠藤学史, 川野祥弘, 泉典宏, 田中淳, 山口大輔, 土屋克貴: 首都高速道路における交通性能の変動要因分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.57, 2018.
- 504) 渡邊秀, 柳原正実, 小根山裕之: 渋滞時の加速挙動に着目した走光型視線誘導システムの影響分析, 交通工学論文集, Vol.4, No.1(特集号 A), pp.A_88-96, 2018.
- 505) 立松和憲, 木村真也, 米川英雄: 東名阪自動車道における渋滞遷移現象に関する考察, 交通工学論文集, Vol.4, No.1(特集号 B), pp.B_31-37, 2018.
- 506) 増本裕幸, 飛ヶ谷明人, 児玉崇, 北澤俊彦, 鈴木健太郎, 友枝ゆかり, 李竜煥: 阪神高速道路における速度回復誘導灯の効果検証と効率的な運用方法について, 交通工学論文集, Vol.4, No.3, pp.B_1-9, 2018.
- 507) 中村司, 川嶋宏尚, 鎌田讓治, 山田康右, 大島大輔, 今川高嶺, 小島友己: 首都高速道路サグ部における自動運転普及後の交通流, 交通工学研究発表会論文集, Vol.38, pp.183-188, 2018.
- 508) 後藤誠, 南肇, 外山啓裕, 松下健介, 石田貴志: 都市間高速道路における LED 標識を用いた車線

- 利用率平準化渋滞対策の実証的研究, 交通工学研究発表会論文集, Vol.38, pp.213-220, 2018.
- 509) 青山恵里, 下川澄雄, 吉岡慶祐, 森田綽之, 三串知広, 五十嵐一馬信号交差点における飽和交通流率の低下要因の考察—占有時間・車間時間の観点から—, 土木計画学研究・講演集, Vol.59, 2019.
- 510) 石山静樹, 田中真一郎, 富永透見, 村中貴大, 王曦, 近田博之, 鶴元史: 都市間高速道路のジャンクションランプにおける渋滞現象分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.60, 2019.
- 511) 鱒部万磨, 柿元祐史, 中村英樹, 井料美帆: 自動運転車両の混在が信号交差点交通容量に与える影響に関する研究, 交通工学論文集, Vol.5, No.2, pp.A_167-175, 2019.
- 512) 後藤誠, 石田貴志, 野中康弘: 都市間高速道路における交通性能の経年変化に関する研究, 交通工学論文集, Vol.5, No.2(特集号 A), pp.A_90-98, 2019.
- 513) 青山恵里, 中林悠, 下川澄雄, 吉岡慶祐, 森田綽之: 道路の階層と交通特性を踏まえた大型車の乗用車換算係数に関する研究, 交通工学論文集, Vol.5, No.2(特集号 A), pp.A_48-55, 2019.
- 514) 兒玉崇, 石原雅晃, 前原耀太, 眞貝憲史, 中西雅一, 田名部淳交通事象の発生メカニズムの統計的把握に必要な運転行動評価の手法検討, 交通工学論文集, Vol.6, No.2, pp.B_37-45, 2020.
- 515) 廣瀬竜太郎, 中村英樹, 柿元祐史: 全道路一時停止制御交差点の交通容量実態分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.40, 2020.
- 516) 青山恵里: 信号交差点における飽和交通流率の変化とその要因に関する研究, 学位論文, 2020.

6 まとめと今後の課題

サービス水準のフレーム検討では、交通サービスの質と、それを定量的に説明するサービス指標、LOS との関係について、HCM をはじめ各種の論文のレビューを行った。まず、交通サービスの質が円滑性のみならず、幅広い概念として捉えられていることを示し、そのうえで既往研究で検討されているサービス指標の対象と、関係する交通サービスの質の種類をまとめた。既往研究のサービス指標は、単なる速達性にとどまらず、移動の自由度や安全性といった交通サービスの質とも紐づけられるものがあることを示し、その関係性を試案としてまとめた。これらの要素が、現状の道路行政においては十分に考慮できていないことも課題として示した。また、自専道および一般道の交通サービスの質とサービス指標、LOS の関係についての試案を示したが、サービス指標には非常に多くの要素が含まれており、それらを個別に評価することは実務上の負担も大きい。自専道では交通密度は、各サービス指標と、その背景にある交通サービスの質をある程度代表して説明することのできる集約指標として有用であることが改めて確認された。ただし、個別のサービス指標と交通密度との関係は必ずしも線形ではないという点や、交通密度で説明しきれない要素が含まれる点に注意を要する。一般道では旅行速度が代表的なサービス指標ではあるものの、方向別の交通や他のモードとの混在による移動の自由度の制約や安全性に関しては旅行速度では説明しきれない部分が多いことが見て取れた。これらを十分に考慮し、実務でも利用可能な集約指標の検討が今後の課題である。なお、ここでは自専道と一般道としてレビューを進めたが、HCM や海外の文献では連続流と中断流という形で区別をしている。基本的に今回の整理は、自専道と一般道を連続流と中断流にそのまま読み替えても成立するものと考えている。ただし、特に一般道（中断流）は道路階層に応じて評価すべき対象項目の重みが異なる。今回の整理は移動機能にとどまっており、沿道出入機能も含めた整理が必要となる。自転車・歩行者の交通手段別の整理も必要である。これらの組み合わせとして道路の交通サービスの質を複層的に評価できるようにすることが将来的な目標である。

自専道等の性能曲線の検討では、拠点間の旅行時間を評価指標として、道路の性能照査を実現するため、車両感知器から得られる交通量と速度データを用いて、都市間高速道路の速度性能曲線を作成した。まず、自専道等の速度性能曲線に関する既往研究について調査し、欧米では、道路の性能を照査するため、速度性能曲線を用いた交通状態量の評価手法がガイドラインとして整備されている。一方で、わが国でもガイドラインが整備されているものの、1984年に初版が出版されて以降、未だ更新されていない。近年、交通量と速度の関係が経年的に変化することが報告されていることを考えると、旅行時間や旅行速度を用いた道路の性能照査を行うにあたっては、速度性能曲線の整備・更新は不可欠であることを述べた。次に、9つの横断面を対象に、車両感知器データを用いて、道路構造条件がQ-V関係に与える影響について確認した分析では、車線数と規制速度が交通量の増加に伴う速度の低下の程度を表す回帰式の傾きに影響を与えていること、規制速度と縦断勾配が閑散時の平均速度である回帰式の切片に影響を与えていることがわかった。また、速度性能曲線を区分する道路構造条件を抽出するために実施した決定木分析では、平均値と15%tile値の最上部の分岐条件が規制速度であり、平均以下の速度のグループは、規制速度を強く意識した走行であることがわかった。一方で、85%tile値の最上部の分岐条件は、車線数が1車線であるか否かという結果であり、比較的高い速度のグループは、追越の能否が最も影

響を与えていることがわかった。最後に、車線数と規制速度により作成した区分別速度性能曲線は、いずれも80~100[km/h]の範囲にあり、規格が上位であるほど、速度が高い傾向がみられた。しかし、多交通量時には、片側2車線(80km/h)と片側2車線(100km/h)の速度が逆転するなど、明確な違いはみられなかった。このため、この区分別速度性能曲線をそのまま、道路の性能照査に用いることはせず、実務での使用に重点を置き、規制速度による補正を加えたものを道路の性能照査に用いる速度性能曲線として提案した。以上のように、本章では道路の性能照査に用いる専道等の速度性能曲線を提案したものであるが、都市間高速道路に限定したものとなっており、都市高速道路の速度性能曲線についても同様の検討が必要である。また、提案した道路の性能照査に用いる速度性能曲線は、規制速度による補正を加えているが、15%tile値や85%tile値といった集計方法、現行のHCMや既往研究にある自由速度適用の是非などについても検討し、改良を加えていくことが望まれる。その他、規制速度と実勢速度との関係や、旅行速度による速度性能曲線の導出、縦断勾配や大型車混入率の考慮に関しても、今後の検討課題であると考えられる。

一般道の性能曲線の検討では、現在の道路計画手法への導入を目指した汎用性が高く簡便な手法の一般道の速度性能曲線を提案し、その速度性能曲線の入力変数の条件や使い方を整理した。提案した速度性能曲線は、車線数、飽和交通流率、青時間比、サイクル長、信号交差点密度、単路部での旅行速度などの値に感度のあるもので、様々な道路施策の検討に対応しうるものである。また、道路計画時にそれらの値が設定可能となるように、各種値を設定する上での留意点を整理した。特に信号現示に関しては、サイクル長、青時間比に関しての設定方法を示した。今後は、ここで選定した速度性能曲線(時間交通量-旅行速度関係)が実態とどの程度整合しているのかを検証する必要がある。その検証結果に応じて、現在は考慮できていない右左折率、大型車混入率、道路構造条件(平面線形、縦断勾配)、沿道出入り車両の影響など、を考慮して、速度性能曲線が精度を高めていく。

交通容量に関する研究マップの検討では、道路の交通容量に関するわが国の既往文献をレビューし、過去からの年代別の研究内容の変遷を整理した。道路構成要素別では、中断のない道路において、分流部、織り込み区間、ランプ(JCT含む)の文献が少なく、近年の交通容量の低下傾向が報告されるなか、これらの箇所における研究が望まれる。また、近年は車線絞り込み部と車線規制区間が出現し始めており、工事渋滞への問題意識が形成されてきているが、道路の維持管理・更新が増加するなか一層の研究の充実が望まれる。また、中断のある道路では、信号交差点やラウンドアバウトの交通容量については研究が行われている状況にあるが、それ以外の単路(往復2車線)や無信号交差点、踏切に関する文献が少ない状況にあり、今後の研究が望まれる。交通容量に関する影響要因別のうち中断のない道路では、車線幅員、側方余裕・路肩幅員、線形(平面線形)の文献数が少ない。今後の柔軟な車線運用などにおいて、これらの道路幾何構造が交通容量に与える影響についての研究が望まれる。中断のある道路では、車種・当量(大型車)や車線幅員以外は全般的に影響要因に関する文献が少ない状況にある。中断のある道路においてはボトルネックとなりやすい交差点での飽和交通流率に影響する要因の研究は、近年の飽和交通流率の低下状況とあわせて、計画段階で考慮すべき要素として一層の研究が望まれる。また、車線幅員や側方余裕・路肩幅員については、電動キックボードなどのパーソナルモビリティの普及を鑑みると、これらの新たなモビリティも含めた車線幅員や側方余裕・路肩幅員等に関する研究も望まれる。以上、今後取り組むべき交通容量等に関する研究課題について整理したが、本検討の成果を参考に、今後これらの研究が行われることを期待するものである。

