

IT を活用した高速道路の交通マネジメント
に関する実証的研究

2014年 3月

塚田幸広

IT を活用した高速道路の交通マネジメント
に関する実証的研究

塚田幸広

システム情報工学研究科
筑波大学

2014年 3月

IT を活用した高速道路の交通マネジメントに関する実証的研究 概要

本論文の構成

本論文は以下から構成される。

第 1 章 序章 研究の背景と目的

第 2 章 日米欧における高速道路及び周辺道路の交通マネジメントの課題認識と IT の活用施策の現状

第 3 章 スマート IC の利用実態とその要因に関する実証的検証

第 4 章 IT 技術を活用した料金施策の効果に関する実証的検証

第 5 章 道路交通情報の提供による経路誘導効果に関する実証的検証

第 6 章 IT を活用した高速道路の交通マネジメントの連携施策の試案

結論と今後の課題

付録

第 1 章 序章 研究の背景と目的

我が国において、高速道路は社会・経済活動の基盤として地域間の人流・物流を担う重要な役割を果たしてきた。今後は、アジア・ダイナミズム、人口減少、東日本大震災の教訓に対応するため、「大都市・地方ブロック都市」と「地方圏」の連携による国土づくりとそれを支える高速道路ネットワークの強化や機能の高度化が重要となっている。しかしながら、高速道路の整備状況を先進諸国と比較すると、我が国の高速道路密度が相対的に小さく、ミッシングリンクが多く存在し、都市圏相互の連絡性が劣っている現状にある。

高速道路は一般道路と比較して、死傷事故率及び CO₂ 排出量に関して大きく低減することが検証されているものの、我が国の高速道路の利用割合は諸外国と台キロベースで比較すると、欧米で約 30%であるのに対して 13%程度と低く、十分に利用されていない。この要因として、ミッシングリンクが多いこと、通行料金の割高感が大きいこと、IC 間隔が約 10km と諸外国の 2 倍程度長いことなどの要因が指摘されている。高速道路ネットワークの整備は急務であるが、財政難、用地制約等から新設の道路ネットワーク整備に対する厳しい現状から、既存道路空間での渋滞緩和、交通安全、環境保全のために車線拡幅等の対策や高速道路と一般道路を連携や高速道路の機能向上を図る道路交通マネジメントが展開されてきた。

一方、道路交通分野における情報通信技術(Information Technology: IT)の活用は、高度道路交通システム (Intelligent Transport Systems : ITS) と称して、日米欧が中心となって、技術開発・導入を進めてきた。例えば、国内外では ETC 等のシステムが普及し、料金所での渋滞緩和が図られた。他にも、欧米では、渋滞対策としてリアルタイムの速度データによる動的プライシングやレーン毎の速度コントロール等の道路交通

マネジメント、財源確保を目的とした GPS(Global Positioning System) や DSRC(Dedicated Short Range Communication:狭域通信)のシステムを活用した走行距離課金に関して社会実験及び大型車を対象にした本格導入が進んでいる。

現状の高速道路整備を取り巻く課題に対応するために、急速に開発・導入が進む各種 IT の機能をうまく組合せ活用することによって、場所、時間、交通状況あるいは個々のユーザーの特性等に対応した道路交通マネジメントの重要性が増している。

このような背景から、本研究では、IT を活用したネットワーク・アクセス強化、料金施策、道路交通情報の提供等の各種の高速道路の交通マネジメント施策に関して、既往の研究、事例等をレビューするとともに、我が国において社会実験または本格導入後の実測値等から得られた貴重なデータを分析し、技術的適応性、地域特性に応じた効果を検証するとともに、ユーザー受容性に関して分析することにより、我が国における本分野における政策を展開への提言をすることを目的とした。

第 2 章 日米欧における高速道路及び周辺道路の交通マネジメントの課題認識と IT の活用施策の現状

第 2 章では、IT を活用した高速道路の交通マネジメントの種類を整理するとともに、我が国への適用を視野に各種交通マネジメントの効果と課題を明らかにすることを目的とした。第 2 章では、まず、我が国の高速道路ネットワーク整備及び高速道路と一般道路との相互連携利用の現状と課題を整理した。次に高速道路と一般道を安全、時間信頼性及び環境の観点から比較し高速道路利用の効用を整理した。一方、日米欧の ITS の開発・導入の経緯と動向を調査するとともに、IT の活用による高速道路の交通マネジメントの種類を整理し分類した。さらに、各種交通マネジメント毎に既往研究、事例から技術動向、効果及び課題を整理した。第 2 章の整理・分析に当たっては、我が国の高速道路ネットワークに関しては国土交通省道路局の資料を、日欧米の IT 関連の交通マネジメントに関しては、先進的な技術開発・政策分野であることから国土技術政策総合研究所、米国連邦道路庁(FHWA)や英国道路庁(HA)等の日欧米における政府機関の各種調査報告書や TRB(Transport Research Board)、ITS 世界会議における研究論文を中心に情報を収集整理した。

第 2 章の主な結果として、我が国の高速道路ネットワークの整備密度が欧米諸国と比較して小さく、ネットワークのミッシングリンクが多数存在する等の現状の課題を示した。また、長い IC の間隔あるいは通行料金抵抗等のため、並行する一般道が存在する地域において十分に高速道路の利用されていないことに起因して一般道路の渋滞、騒音等の沿道環境の悪化などの課題が解決されていないことを示した。一方、高速道路は、一般道路と比較して、交通安全、定時性、CO₂ の排出量に関して優位であることを示した。

また、日欧米の VICS、カーナビゲーション、ETC に代表される道路インフラ側ある

いは自動車側の IT 技術の普及と導入及びその効果を高速道路の交通マネジメントの実例から IT によるネットワーク・アクセス強化、料金施策、道路情報の提供及びレーン誘導・速度コントロールの分類に基づき整理した。さらに、欧米を中心に各高速道路の交通マネジメント施策の動向を分析し、我が国における IT を活用した高速道路の各種交通マネジメントへの適用可能性を提示した。特に料金施策に関して、既往文献から米国のバリュープライシングプログラムにおける HOT レーンの事例を整理・分析し、一部レーンの有料化によるネットワーク全体の走行速度向上、渋滞緩和、高速バスの利用増進等の効果を明らかにした。また、アクセスポイントの間隔、道路標示板による料金表示による利便性の向上等の HOT レーンの事例から我が国における高速道路のマネジメント施策のあり方について示唆を得た。可変料金については、HOT レーンの交通量に応じたダイナミックプライシングやフランスのパリにおける料金割増が将来検討すべき施策であることを示した。さらに、走行距離課金については、今後の財源確保の観点から検討が必要な施策であり、その際、技術的側面に加えて、ユーザーの受容性を向上させるためにプライバシーや収入の利用用途等の検討が必要であることを明らかにし、そのためにも欧米で事例研究が重要であることを提示した。

また、道路交通情報の提供については、日米の民間の事業者によるプローブ活用の現状から、リアルタイムかつ広域的なサービスが展開していることを示した。

さらに、レーン誘導・速度コントロールについては、英国の路肩走行、欧州の速度ハーモナイゼーションによる渋滞緩和効果の他、我が国で導入が進みつつある ITS スポットによる急カーブ部での安全走行支援サービス、サグ部でのレーン誘導サービスが公道実験より有効であることを示した。

第 3 章 スマート IC の利用実態とその要因に関する実証的検証

我が国では、スマート IC が全国で 64 箇所（平成 25 年 11 月時点）設置・運営されている。スマート IC は、我が国独自の施策であり、ETC 搭載車両に利用が限定されているため、簡易な料金所の設置で済み、また料金徴収員が不要なため、従来の IC に比べて建設及び維持運営の費用が大幅に削減する利点がある。また、高速道路の ETC 利用率が 2012(平成 24)年末で 88%まで達しており、今後とも確実に利用量が増加するものと推測される。

第 3 章では、高速道路の交通マネジメントのうち、ネットワーク・アクセス強化としてのスマート IC の有効性について検証することを目的とした。第 3 章では、我が国における IC 基準とスマート IC の制度を整理するとともに、IC の配置に関する既往研究をレビューした。次に、スマート IC の利用交通特性や整備効果を検証した。さらにスマート IC の設置に関する評価手法について検討した。これらの検討にあたっては、利用交通量の経年変化の整理可能な 35 箇所のスマート IC を対象として、スマート IC の整備効果と利用交通量の特性等を全国の実測データに基づき分析した。また、スマート

IC の交通量と NITAS による時間短縮人口等の影響要因を分析整理した。

その結果、スマート IC は供用後時間の経過とともに、利用交通量が増加する。スマート IC の利用交通量は、フルアクセス化、利用時間の延長、大型車対応といった利用環境の改善及び工業団地やショッピングセンター等の周辺地域の開発によって増加する傾向にある。また、スマート IC の利用交通量を用いて、重回帰分析を行った結果、隣接 IC の交通量、幹線道路からのアクセス距離、時間短縮影響人口(ETC 普及率考慮)、並行道路の旅行速度(混雑時)等と強い相関があり、特に、NITAS による時間短縮人口(ETC 普及率考慮)と利用交通量との相関は卓越していることを明らかにした。

さらに、スマート IC の利用交通量を誘発交通、転換交通量に分離して分析するにより、IC 周辺開発が認められた地域では誘発交通が、都市圏に隣接した地域では転換交通が多いことを示した。

既往研究では、IC 配置・間隔に関してモデル、シミュレーションにより地域交通の利便性、トリップ長への変化に関して論じているものが多く、本研究のように 35 箇所にも及ぶ SA/PA 型等のスマート IC を対象としてかつ実測データによりその有効性を論じたことは見当らず、今後の政策策定の観点から大きい意義があると考えられる。

以上のように、スマート IC は、地域振興や高速道路と一般道路のシームレス化のために効果的な施策であり、設置箇所の選定評価、機能の改善を図ることが重要であることを明らかにした。今後は、本線直結型スマート IC の整備が増える傾向にあり、スマート IC 出入り口のノンストップ化やナビゲーションの拡充が必要である。

第 4 章 IT 技術を活用した料金施策の効果に関する実証的検証

我が国では、一般道から高速道路に交通の転換等を促進することによって高速道路の有効利用を図るとともに、一般道における沿道環境の改善や渋滞緩和、交通安全対策などを推進するために全国的に「多様で弾力的な料金割引社会実験」を実施した。その後、料金割引制度の本格的に導入した。

第 4 章では、高速道路の交通マネジメントの一環として、交通の転換と収益の両面から効果的な料金施策を提示することを目的とした。第 4 章では、まず我が国における料金施策に関する審議会等の提言と制度の経緯を整理した。また、国内外におけるミクロ経済学的、渋滞緩和等に関する実験的アプローチさらに料金弾性値の観点から料金施策の既往研究をレビュー・整理した。次に料金割引による渋滞緩和等の効果を明らかにした。さらに、料金割引に伴う高速道路への転換交通量の変化の程度を料金弾性値により整理・分析した。これらの検討にあたって、料金割引社会実験の中から交通量、沿道環境変化等の実測データが観測できた複数事例を抽出しその効果を明らかにした。また、社会実験単位毎及び IC ペア毎に観測された車種別の料金割引率に対応した高速道路の交通量の実測データにより料金弾性値を算出するとともに、料金弾性値と料金割引率、一般道と IC とのアクセス距離、並行する一般道の混雑の程度等のパラメータとの関連

を重回帰分析により検討した。既往研究の多くは料金弾性値の算定を GDP、ガソリン料金等のパラメータを用いているのに対して、本研究では料金、交通量の変化値を用いて直接的に算定した。

これらの結果から、料金施策に関してミクロ経済学、社会的効用等に着目した既往研究をレビューし、並行する 2 つの路線を無料、有料に設定することの合理性を明らかにした。また、複数の社会実験の結果の比較分析から、有料料金の料金弾性値は、比較的交通量が少ない深夜または早朝と夕方などのピーク時間帯に大きくなる傾向があることが判明した。深夜の時間では、大型車において高い弾性値が計測されている。また、料金弾性値から判断して、割引率 30 パーセント程度が採算性や実行性の観点から適切であることが見出された。さらに、両端 IC に一般道路からの距離が近ければそれは弾性値が高くなり、車種別には、弾性値が大型車に特に有利になることが確認された。

さらに、IC レベルで料金弾性値の規定要因を探るための詳細な回帰分析により、料金割引区間の長さ、高速道路の容量、一般道の混雑度などのいくつかの要因は正の要因があること、一方で、混雑度、ETC の普及率や一般道からの IC への総アクセス距離などが負の要因であること等が明らかとなった。これらの各パラメータの傾向は、社会実験結果について従来述べられてきた定性的傾向ともその多くが合致していることを確認した。

以上のように料金割引施策は、我が国において、一般道から高速道路への道路交通の転換を促進する有効な手段であるが、その効果を高めるためには、時間帯、車種、地域に応じた料金設定が重要であるとともに、第 2 章の米国での事例からユーザーへの周知方法に関する検討が肝要である。

第 5 章 道路交通情報の提供による経路誘導効果に関する実証的検証

道路交通情報をトラフィックカウンターや速度センサーから混雑度合を判別・配信し、車載ナビ、携帯端末に表示する VICS が広く普及してきた。また、高速道路上に配置された ITS スポットにより広域的かつ詳細なダイナミック・ルートガイダンスが始動している。さらに、国内外ともに、自動車メーカー、民間情報関連企業による交通情報提供もスマートフォン等の個人端末の普及とともに大きな潮流になっている。これらの道路交通情報の提供サービスにより、ユーザーが発発時間、走行経路等を選択することは一般化している。

第 5 章では、道路交通情報の提供による経路誘導の効果に関して実測データを用いて実証的に検証すること目的とした。本章では、道路交通情報の非対称性の影響及び情報の提供による経路誘導に関する既往研究をレビューした。その結果、これらの既往研究から、高速道路ネットワークの分岐点における道路情報板による情報の提供の有効性と旅行時間等の情報内容と提供のタイミングによる効果に違いがあることが確認された。なお、これらの既往研究において経路誘導に関しては、アンケート調査に基づき行動メ

カニズムを明示的に定式化することにより分析している研究例が多いに対して、本研究では、情報提供による経路誘導の効果を可能な限り実測データに基づき検証するため、実際の分岐点での渋滞、事故等の時系列の道路交通情報の内容及び高速道路と並行する一般道路のトラフィックカウンターの交通量実測データを活用し、分析した。実際の渋滞、事故及び工事規制に関する道路情報板の情報提供に対応した新東名、東名高速道路及び一般国道の実際の交通量、交通速度の変化について分析した結果、渋滞・交通事故・通行止めに関する、高速道路上の情報板の表示に基づき、ドライバーが経路の選択を行っていること、物理的に走行不能な通行止めに限らず、渋滞に関する情報であってもドライバーが表示情報に鋭敏に反応し、東名と新東名の分担率が短時間で急変している状況があること、さらに、長トリップの交通が多い高速道路では、50km先の渋滞、150km先の通行止めなど、遠方の情報にもドライバーが鋭敏に反応することを確認した。しかしながら、東名と新東名の並行区間については、双方の代替性が高く、比較的余裕があるため、円滑な交通処理が実現しており、一般道への影響は少ないことが分かった。

また、リアルタイムの道路情報提供の効果を、通常時の交通需要が渋滞時に付加されたという条件では渋滞継続時間が大きく増加し、リアルタイム交通情報による経路誘導の有効性を示すことができた。

本章の結果から広域的かつリアルタイムの道路交通情報の提供は渋滞回避に非常に効果があることが実証できた。今後は、既往の道路交通情報の収集・提供システムに加えて、プローブデータ等を活用した ITS スポットや民間交通事業者によるサービスの共有・拡充により更なる効果的なマネジメントの展開が必要である。

第6章 ITを活用した高速道路の交通マネジメントの連携施策の試案

第6章では、第2章で整理した分類に基づき前章までに得られた知見を総括した。次に、ITS分野を中心とした道路交通政策の研究、施策を立案する実務者の立場から、ITを活用した各道路交通マネジメント施策の改善の方向及び施策相互の連携の可能性について考察し、今後の高速道路の交通マネジメント施策の試案を提示した。

第6章では、道路交通情報の提供、料金施策及びアクセスコントロールが連携したITによるダイナミックなロードプライシングとルートガイダンスの組み合わせた道路交通マネジメントの提案を試みた。具体的には、リアルタイムで広域にあたる混雑状況とそれに応じた料金が提示され、その情報により複数のルートから最寄りのICと推奨ルートをガイダンスする方法であり、コスト、効果に関する検証が必要であるが、技術的に可能性が高いと考える。大都市圏の環状道路ネットワーク活用、大型車の適切な経路誘導、異常時の誘導等の効果が発揮されるものと考えられる。

結論と今後の課題

第1章～第6章で得られた知見を整理し、結論としてとりまとめた。

また、スマート IC、料金施策、道路情報の提供、レーン誘導・速度コントロールの各交通マネジメント施策に関して以下のような今後の課題を提示した。

スマート IC

・スマート IC の増設に際しては、継続的なデータに基づく効果検証が必要であり、本論文による結論の精査がさらに必要である。また、本論文で提案した NITAS による時間短縮影響人口による設置箇所の選定の実績の蓄積が必要である。

・本線直結スマート IC が増加することが想定されるが、本線分岐部、合流部及び一般道との結節部の構造基準の改訂が望まれる。

・スマート IC の一般道における表示板の増設とアクセス道路の改良が必要である。

料金施策

・混雑状況に応じたダイナミックな可変料金の設定に関しては、第一に交通管理者との慎重な調整が必要である。また、混雑に応じた料金を設定するシステムの開発に加えて、料金を表示する施設の設置が必要である。さらに、本格的な検討にあたっては、社会実験による試行と改善のスキームとユーザーへの周知・受容性確保が必要である。

・当面は、首都圏における環状道路等の具体的な路線を対象とした割引率、実施時間、地域等の料金割引制度の見直しに合わせて、料金割引に関する表示方法の検討が必要である。

道路交通情報の提供

・道路交通情報の提供は路側のトラカン、速度感知器等のデータに官民のプローブデータを利活用されつつあるが、プローブデータの精度の検証手法が必要である。

・高速道路と一般道路とのシームレス化を図るために相互情報の提供が必要であるが、交通管理者の理解が必要であるとともに、情報のシームレス化の効果を検証することが必要である。

レーン誘導・速度コントロール

・路肩走行、ハーモナイゼーションに関して、交通管理者との調整が必要であるが、社会実験等を実施するとともに運用のための基準化が必要である。

・サグ部におけるレーン誘導については、ITS スポットの整備と車載器の普及及び効果の蓄積が不可欠である。

付録

本編を補足するために、付録.1 米国におけるHOTレーンの事例、付録.2 米国における走行距離課金の取組み事例、付録.3 料金施策の受容性に関する調査事例、付録.4 東名・新東名高速道路における道路交通情報による誘導効果事例、付録.5 社会実験による交通政策評価のあり方を添付した。

図・表リスト

． 図のリスト

< 第 1 章 >

図 1.3.1 本論文の構成

< 第 2 章 >

- 図 2.1.1 第 2 章の主な構成と本論文での位置づけ
- 図 2.2.1 各道路種別の例示
- 図 2.2.2 各道路種別の延長、走行台キロ、貨物輸送量、旅客輸送量
- 図 2.2.3 各国の人口、保有台数当りの高速道路延長の比較
- 図 2.2.4 各国の都市間連絡速度の比較
- 図 2.3.1 規格の高い道路を使う割合の各国比較
- 図 2.3.2 高速道路整備延長と規格の高い道路を使う割合の関係
- 図 2.3.3 岡山県備前市の朝夕の深刻な渋滞の様子
- 図 2.3.4 国道 19 号線における夜間騒音と交通事故死者率と全国平均との比較
- 図 2.4.1 高速道路と一般道の交通事故発生割合
- 図 2.4.2 高速道路整備による定時性の向上事例（名古屋高速）
- 図 2.4.3 旅行速度と CO₂ 排出係数の関係と高規格道路利用に伴う CO₂ 削減量
- 図 2.5.1 我が国と諸外国における交通事故死者数の推移
- 図 2.5.2 我が国の ITS の政策的な位置づけの経緯
- 図 2.5.3 カーナビ、VICS、ETC の普及状況
- 図 2.5.4 米国における VII の概念
- 図 2.5.5 米国主要都市のピーク時の年間渋滞の測定例
- 図 2.6.1 オランダ、米国における道路交通マネジメントの分類例
- 図 2.6.2 レーンマネジメントのアプリケーション
- 図 2.7.1 HOV レーンと組み合わせたランプメタリング
- 図 2.7.2 ミネアポリスにおけるランプメタリングのアルゴリズム
- 図 2.8.1 HOV、HOT レーンの概要
- 図 2.8.2 バリュースプリング・パイロットプログラムの実施箇所（GAO レポート 2012）
- 図 2.8.3 I-95 の位置
- 図 2.8.4 I-95 の高速バスの利用
- 図 2.8.5 午後のピーク時の平均速度（I-95）
- 図 2.8.6 全体の平均速度（I-95）
- 図 2.8.7 平日の平均旅行速度（I-95）
- 図 2.8.8 平日の平均旅行時間（I-95）
- 図 2.8.9 平日の平均交通量（I-95）

- 図 2.8.10 平日の最大交通量 (I-95)
- 図 2.8.11 平日の午後ピーク時における平均課金額 (I-95)
- 図 2.8.12 平日のオフピーク時における平均課金額 (I-95)
- 図 2.8.13 HOT レーンの標準的な構造断面と関連施設
- 図 2.8.14 HOT レーンにおける流入時の料金表示の概念図
- 図 2.8.15 HOT レーンにおける料金表示
- 図 2.8.16 ICM による各交通モードの統合運用のイメージ
- 図 2.8.17 パイオニアサイトとその交通インフラ
- 図 2.8.18 フランス有料高速道路 (A86) の時間帯別料金制
- 図 2.8.19 Paying Our Way(2009) レポートと将来の歳入・歳出バランスの算定
- 図 2.8.20 オレゴン州の道路利用課金パイロットプログラムの背景
- 図 2.8.21 車載器の表示例 (州内・州外、時間帯別料金)
- 図 2.8.22 オレゴン社会実験におけるガソリンスタンド (GS) 課金システム
- 図 2.8.23 GPS に依存しないシステム
- 図 2.8.24 スマートフォンとの組合せ
- 図 2.8.25 EU における走行距離課金の導入・検討状況
- 図 2.8.26 アウトバーンに設置されているガントリーの例
- 図 2.9.1 我が国の道路交通情報の体制
- 図 2.9.2 高速道路の情報提供の流れ
- 図 2.9.3 VICS の概要
- 図 2.9.4 ITS スポット専用カーナビ (車両位置、加減速度等を収集)
- 図 2.9.5 ITS スポットによる情報の広域化・精緻化
- 図 2.9.6 インターナビによる省燃費ルートの表示例 (本田技研工業)
- 図 2.9.7 東日本大震災における「通れたマップ」
- 図 2.9.8 NAVITIME の各種の経路選択メニュー
- 図 2.9.9 NAVI de HANSHIN の実施内容と体制
- 図 2.9.10 電力消費量の最小ルートの情報提供 (カロツェリア)
- 図 2.9.11 INRIX の道路交通情報提供を実施している国々
- 図 2.9.12 INRIX による道路情報提供の概要
- 図 2.10.1 M42 Jct. 3a-7 の概要
- 図 2.10.2 M42 の外観
- 図 2.10.3 M42 の ATM 関連施設(路肩走行時のイメージ)
- 図 2.10.4 通常の状態
- 図 2.10.5 一般車線の速度規制
- 図 2.10.6 事故処理のための一般車線閉鎖と路肩走行
- 図 2.10.7 路肩走行の原理

図表 2

- 図 2.10.8 東名高速、音羽蒲郡 IC～豊田 IC 間の 3 車運用
 - 図 2.10.9 権限移管前後の道路管理者と交通管理者の役割分担(英国)
 - 図 2.10.10 ドイツにおけるハーモナイゼーション
 - 図 2.10.11 前方障害物情報提供のサービスイメージ
 - 図 2.10.12 ETC-ID による安全運転支援システムの概要
 - 図 2.10.13 速度関係のパラメータの説明図
 - 図 2.10.14 最大減速度及びカーブ進入速度の測定
 - 図 2.10.15 参宮橋カーブ事故件数推移 (H14～H20)
 - 図 2.10.16 サグ部における渋滞発生メカニズム(仮説)
 - 図 2.10.17 路車間連携サービスのコンセプトイメージ
 - 図 2.10.18 ACC 車両の混入率に応じた渋滞緩和効果推定
- < 第 3 章 >
- 図 3.1.1 三芳パーキングエリアに設置されたスマート IC
 - 図 3.1.2 ETC 利用率、利用台数の推移 (平成 25 年 10 月現在)
 - 図 3.1.3 ETC 車載器購入価格の推移
 - 図 3.2.3 高速道路 IC 間隔の諸外国との比較
 - 図 3.2.4 スマート IC 設備の配置例 (入口・出口)
 - 図 3.2.5 スマート IC の設置状況 (2013(平成 25)年 1 月現在)
 - 図 3.2.6 スマート IC の設置による IC 間隔の分布の比較
 - 図 3.3.1 スマート IC の形式 (吉田(2002)による提案)
 - 図 3.4.1 駒寄スマート IC と隣接するスマート IC の利用交通量の推移
 - 図 3.4.2 駒寄スマート IC の周辺の商業施設の立地状況
 - 図 3.4.3 友部スマート IC による医療機関への時間短縮効果
 - 図 3.4.4 友部スマート IC の利用交通量の推移
 - 図 3.4.5 波志江スマート IC の物流効率化効果
 - 図 3.4.6 那須高原スマート IC の時間短縮効果
 - 図 3.4.7 季節サイクル(観光)により利用台数の変動が顕著な事例 (那須高原スマート IC)
 - 図 3.4.8 成田空港スマート IC の利用交通量の推移
 - 図 3.5.1 スマート IC シェアの時系列変化(スマート IC 毎)
 - 図 3.5.2 スマート IC 利用交通量のシェア毎の箇所数分布の時系列変化
 - 図 3.5.3 遠州豊田スマート IC と隣接 IC の利用交通量
 - 図 3.5.4 遠州豊田スマート IC と隣接 IC の交通量の変化率]
 - 図 3.5.5 遠州豊田スマート IC の全景
 - 図 3.5.6 遠州豊田スマート IC の車種別利用交通量の推移
 - 図 3.5.7 浜松 IC の車種別利用交通量の推移
 - 図 3.5.8 双葉スマート IC と隣接 IC の利用交通量の推移

図表 3

- 図 3.5.9 双葉スマート IC と隣接 IC の交通量の変化率
- 図 3.5.10 双葉スマート IC の車種別平均日交通量の推移
- 図 3.5.11 甲府昭和 IC の車種別平均日交通量の推移
- 図 3.5.12 ETC 利用率とスマート IC 利用率の比較
- 図 3.6.1 スマート IC の利用形態と効果
- 図 3.6.2 スマート IC の誘発交通と転換交通の算定結果
- 図 3.7.1 時間短縮圏域の定義
- 図 3.7.2 NITAS による時間短縮圏域のイメージ（駒寄スマート IC の場合）
- 図 3.7.3 利用交通量と隣接 IC 交通量
- 図 3.7.4 利用交通量と時間短縮影響人口 × ETC 普及率
- 図 3.7.5 利用交通量と幹線道路からの距離
- 図 3.7.6 利用交通量と並行一般道路の速度
- 図 3.8.1 石岡・小美玉スマート IC 周辺の一般道における案内看板の設置位置
- < 第 4 章 >
- 図 4.2.1 これまでの有料道路に関連する審議会答申の要旨
- 図 4.2.2 NEXCO3 社の割引と料金収入の経緯（国土幹線道路部会資料）
- 図 4.3.1 Small & Yan モデルの道路イメージ
- 図 4.3.2 グループ間の時間価値を変化させた場合の社会的便益の変化(Small&Yan)
- 図 4.4.1 日立地区における社会実験概要
- 図 4.4.2 日立地区の社会実験における所要時間短縮効果
- 図 4.4.3 日立地区の社会実験における渋滞損失額の改善効果
- 図 4.4.4 北陸自動車道（滑川～朝日）の社会実験の概要
- 図 4.4.5 国道 8 号線（前沢西交差点）における渋滞長の減少効果
- 図 4.4.6 北陸自動車道（滑川～朝日）における実験前、実験中、実験後の IC ペア交通量の変化
- 図 4.4.7 東海 4 バイパスにおける社会実験区間
- 図 4.4.8 国道 1 号浜名バイパス現道区間における騒音値の変化
- 図 4.4.9 トラック DE エコ作戦（広島）の概要
- 図 4.4.10 国道 2 号線（上瀬野）における騒音値の日変化（8 割引実験時）
- 図 4.4.11 国道 2 号沿道の騒音測定点における住民の反応
- 図 4.4.12 高知自動車道における周辺街路からの交通転換測定例
- 図 4.5.1 社会実験における料金弾性値のランキング
- 図 4.5.2 料金弾性値の分布
- 図 4.5.3 料金弾性値[IC ペア毎]のボックスプロット（社会実験別）
- 図 4.5.4 IC のアクセス総距離と料金弾性値の関係
- 図 4.5.5 米国ミネソタにおけるダイナミック・プライシングの表示事例

図表 4

< 第 5 章 >

- 図 5.3.1 対象地域・路線の概要
- 図 5.3.2 分析対象とした事象の位置（その 1）
- 図 5.3.3 分析対象とした事象の位置（その 2）
- 図 5.3.4 直轄国道トラカン位置図
- 図 5.3.5 情報板位置図
- 図 5.3.6 交通量の分析区間・地点
- 図 5.3.7 御殿場 JCT 下流の交通状況事象（事例 1）
（新東名における交通集中による渋滞 [新富士 新清水 JCT]）
- 図 5.3.8 御殿場 JCT 下流の交通状況（事例 2）
（新東名における交通事故による通行止め [浜松いなさ 三ヶ日 JCT]）
- 図 5.3.9 交通量（上段）と旅行速度（下段）の空間分布（事例 1）
- 図 5.3.10 交通量（上段）と旅行速度（下段）の空間分布（事例 2）
- 図 5.3.11 事例 1 における新清水 JCT-新富士 IC 間の QV 図
- 図 5.3.12 新東名高速道路の 5 分間交通量
- 図 5.3.13 事例 1 における渋滞域内トラカンの交通密度の分布
- 図 5.3.14 渋滞状況の推計結果

< 第 6 章 >

- 図 6.3.1 IT を活用した高速道路の交通マネジメントの連携
- 図 6.3.2 一般道から高速道、放射道路から環状道路への誘導イメージ（構想段階）
- 図 6.3.3 リアルタイムの速度データと料金設定に基づく情報提供システム（構想段階）

< 付録.1 >

- 図 付.1.1 SR91 の課金レーンのある区間
- 図 付.1.2 SR91 の HOT レーン（中央部の 4 車線が HOT レーン部）
- 図 付.1.3 2012 年 10 月 1 日から 3 ヶ月間の SR-91HOT レーン料金
- 図 付.1.4 SR-91 HOT レーンにおける平日 1 日当たりの平均交通量（東向き）
- 図 付.1.5 SR-91 HOT レーンにおける平日 1 日当たりの平均交通量（西向き）
- 図 付.1.6 I-15 の課金表
- 図 付.1.7 I-15 の HOT レーンによる渋滞損失削減額の算定事例
- 図 付.1.8 I - 394 の位置
- 図 付.1.9 I-394 の HOT レーン
- 図 付.1.10 I-394 のダイナミックブラシングの事例
- 図 付.1.11 SR-167 の状況と位置図
- 図 付.1.12 SR-167 の HOT レーンにおける日平均交通量
- 図 付.1.13 SR-167 の HOT レーンにおけるピーク時平均速度

< 付録.2 >

図 付.2.1 シアトルにおける料金可変制と対象道路（緑色の路線）

図 付.2.2 ミネソタ州での Smartphone による基本システム

< 付録.3 >

図付.3.1 ロードブラシングの受容性の推移のモデル（Goodwin, Owen ら）

< 付録.4 >

図 付.4.1 御殿場 JCT 下流の交通状況（事例 3）

（東名における高波による通行止め [富士 清水]）

図 付.4.2 御殿場 JCT 下流の交通状況（事例 3 通行止め解消時）

（東名における高波による通行止め [富士 清水]）

図 付.4.3 御殿場 JCT 下流の交通状況（事例 4）

（新東名における交通事故による通行止め [長沼沼津 新富士]）

図 付.4.4 御殿場 JCT 下流の交通状況（事例 5）

（東名における工事による通行止め [富士 清水 JCT]）

図 付.4.5 御殿場 JCT 下流の交通状況（事例 5 通行止め解消時）

（東名における工事による通行止め [富士 清水 JCT]）

図 付.4.6 交通量（上段）と旅行速度（下段）の空間分布（事例 3）

図 付.4.7 交通量（上段）と旅行速度（下段）の空間分布（事例 4）

図 付.4.8 交通量（上段）と旅行速度（下段）の空間分布（事例 5）

表のリスト

< 第 2 章 >

- 表 2.2.1 道路構造令による道路種別
- 表 2.2.2 我が国と諸外国の高速道路の概要
- 表 2.4.1 各交通機関の Co2 排出量原単位 (屋井(2009)による試算)
- 表 2.5.1 日米欧の ITS の開発当初の状況
- 表 2.5.2 これまでの国内外の主な道路交通安全に関する政府目標 (例)
- 表 2.5.3 これまでの国内外の主な道路交通における環境改善に関する政府目標(例)
- 表 2.6.1 高速道路の交通マネジメントの分類と施策概要 (1)
- 表 2.6.1(2) 高速道路の交通マネジメントの分類と施策概要 (2)
- 表 2.6.2 主な道路交通マネジメントに関連する IT 技術
- 表 2.7.1 ランプメタリングに関する代表的な効果事例
- 表 2.8.1 料金施策の種類と分類
- 表 2.8.2 GAO のレポートで効果が報告された代表的な HOT レーン
- 表 2.8.3 フロリダ州 I-95 の概要
- 表 2.8.4 I-95 における料金例
- 表 2.8.5 各課金形式の長所と短所 (Michalaka & Yin(2012))
- 表 2.8.6 HOT レーンのアクセスポイントと料金ポイント及び課金方式の事例
- 表 2.8.7 米国ダイナミック・ロードプライシングの概要 (Chung(2013))
- 表 2.8.8 HOT レーンプロジェクトの住民・ユーザーへの周知の現状
- 表 2.8.9 我が国の高速道路と米国の HOT レーンの料金施策、構造等の比較
- 表 2.8.10 諸外国の実施事例から得た知見と我が国の料金施策への反映方策
- 表 2.8.11 近年の陸上交通法の概要
- 表 2.8.12 米国の主な走行距離課金パイロットプログラム
- 表 2.8.13 1999 年 E C 指令の要点
- 表 2.8.14 EU 各国の走行距離課金の目的(2013 年 8 月現在)
- 表 2.8.15 ドイツの走行距離課金制度の概要
- 表 2.8.16 ドイツの走行距離課金の課金額
- 表 2.8.17 導入後の課金額の変遷
- 表 2.8.18 料金施策の実施導入した事例の整理
- 表 2.8.19 料金施策の実施に至らなかった事例の整理
- 表 2.9.1 ITS スポットにおける主なサービスの高度化
- 表 2.9.2 我が国の各種の民間プローブによる道路情報提供
- 表 2.9.3 VICS と INRIX の比較
- 表 2.10.1 前方障害物情報提供の効果

表 2.10.2	異常判定アルゴリズムのパラメータ
表 2.10.3	路車間連携サービスのコンセプト
表 2.11.1	第 2 章での知見と第 3 章以降の分析、考察の関連
< 第 3 章 >	
表 3.2.1	スマート IC の形式による費用の試算比較
表 3.2.2	スマート IC の設置による IC 間隔の変化
表 3.5.1	本論文に用いたデータの種類と出典
表 3.5.2	本論文で対象としたスマート IC の諸元一覧
表 3.5.3	スマート IC の機能改善に伴う利用交通量への影響
表 3.7.1	スマート IC の利用交通量に関する重回帰分析結果
表 3.7.2	誘発交通量に関する重回帰分析結果
< 第 4 章 >	
表 4.3.1	料金の設定方法 (Small & Yan (2001))
表 4.3.2	料金弾性値の算定手法の種類と特徴
表 4.3.3	Matas ら(2003)による料金弾性値のレビュー
表 4.3.4	料金弾性値の短期・長期の比較 (Matas ら(2003))
表 4.3.5	主な先行研究における料金弾性値
表 4.3.6	料金弾性値に関する先行研究との違い
表 4.4.1	地域の課題解決型料金社会実験のテーマと件数
表 4.5.1	料金割引率の変化に伴う交通量と料金弾性値変化
表 4.5.2	大型車による料金弾性値と両端 IC までのアクセス距離との関係
表 4.5.3	IC レベルのデータを用いた重回帰分析の結果
表 4.5.4	料金施策による渋滞損失額の削減と料金弾性値
< 第 5 章 >	
表 5.3.1	分析の対象とした事象
表 5.3.2	情報板表示内容の整理の例
表 5.3.3	交通密度の推定に用いたデータ
表 5.3.4	シフト交通量の推定結果
表 5.3.5	渋滞状況の再現値
表 5.3.6	情報提供が行われなかった場合の渋滞状況の推定結果
< 第 6 章 >	
表 6.3.1	各道路交通マネジメント施策の改善策試案
< 付録.1 >	
表 付.1.1	カリフォルニア州 SR-91 の概要
表 付.1.2	カリフォルニア州 I-15 の概要

- 表 付.1.3 我が国の高速道路と米国の HOT レーンの料金施策、構造等の比較
- 表 付.1.4 ミネソタ州 I-394 の概要
- 表 付.1.5 MnPass 導入前後の I-394 の HOT レーンにおける旅行速度比較
- 表 付.1.6 MnPass 前後の I-394 の無料車線における旅行速度比較
- 表 付.1.7 ワシントン州 SR-167 の概要
- < 付録.2 >
- 表 付.2.1 各車種間の年間税額（州・連邦）の試算比較
- < 付録.3 >
- 表 付.3.1 2007 年と 2010 年の市民のロードプライシングに対する考えの変化
- 表 付 3.2 走行距離課金による渋滞解消効果へ懐疑的な理由
- 表 付 3.3 走行距離課金が公平ではないとの理由
- 表 付 3.4 有料道路制度のドライバーの受容性
- 表 付 3.5 ロンドンの混雑税に対する公衆の反応の変化
- < 付録.5 >
- 表 付 5.1 各種社会実験の概要と特徴

目 次

論文概要

図表リスト

第 1 章 序章	1
1.1 研究の背景	1
1.2 研究の目的	2
1.3 各種高速道路の交通マネジメントと各章との関連	3
1.3.1 ネットワーク・アクセス強化（第 2 章、第 3 章）	3
1.3.2 料金施策（第 2 章、第 4 章）	3
1.3.3 道路交通情報の提供（第 2 章、第 5 章）	4
1.3.4 レーン誘導・速度コントロール（第 2 章）	5
1.3.5 高速道路の交通マネジメントの連携施策の試案（第 6 章）	5
1.3.6 本論文の構成	6
第 1 章 参考文献	8
第 2 章 日米欧における高速道路及び周辺道路の交通マネジメントの課題認識と IT の活用 施策の現状	9
2.1 はじめに	9
2.2 我が国の高速道路の種類と整備水準の現状と課題	10
2.2.1 我が国の高速道路の種類	10
2.2.2 我が国の高速道路整備の現状と課題	12
2.3 高速道路と一般道路との相互連携利用の現状と課題	16
2.3.1 概要	16
2.3.2 高速道路と並行する一般道路の渋滞	17
2.3.3 高速道路と並行する一般道路の交通安全・沿道環境の課題	18
2.4 高速道路利用の安全、定時性、環境上の効用	19
2.4.1 交通安全上の効用	19
2.4.2 定時性の向上	20
2.4.3 環境上の効用	21
2.5 日米欧の ITS の研究開発・普及の経緯	23
2.5.1 概要	23
2.5.2 ITS 施策の展開経緯と動向	23
2.5.3 我が国における ITS 技術の研究開発・導入の経緯	26
2.5.4 米国における ITS 技術の研究開発・導入の経緯	29
2.5.5 欧州における ITS 技術の研究開発・導入の経緯	32

2.5.6	IT を活用した高速道路の交通マネジメントに関する既往研究及び文献	35
2.6	高速道路の道路交通マネジメント施策の種類と分類	37
2.6.1	道路交通マネジメント施策の種類と分類	37
2.6.2	IT を活用した高速道路の道路交通マネジメント施策の概要	39
2.7	ネットワーク・アクセス強化	41
2.7.1	ランプメタリング	41
2.8	料金施策	44
2.7.2	IC の増設（スマート IC 等）	43
2.8.1	料金施策の分類	44
2.8.2	IT を活用した料金施策の動向分析の視点	44
2.8.3	米国における渋滞緩和を目的とした混雑課金	45
2.8.4	フランスにおける混雑課金	63
2.8.5	米国バリュープライシング等諸外国の混雑課金施策から得た知見	64
2.8.6	走行距離課金	66
2.8.7	料金施策の受容性に関する既往研究と事例	80
2.9	道路交通情報の提供	82
2.9.1	道路交通情報の法的根拠	82
2.9.2	我が国における道路交通情報の提供の現状	83
2.9.3	国外における道路情報提供	90
2.10	レーン誘導及び速度コントロール	93
2.10.1	レーン路誘導及び速度コントロールの種類	93
2.10.2	英国におけるアクティブ・トラフィック・マネジメント	93
2.10.3	路肩走行	97
2.10.4	英国道路庁のトラフィックオフィサー制度	98
2.10.5	欧米における速度ハーモナイゼーション	101
2.10.6	我が国における高速道路の安全運転支援及びレーン誘導マネジメント	102
2.11	第 2 章のまとめ	110
	第 2 章 参考文献	113
第 3 章	スマート IC の利用実態とその要因に関する実証的検証	119
3.1	はじめに	119
3.2	スマート IC に関する施策経緯と IC 形式	121
3.2.1	スマート IC の施策の経緯	121
3.2.2	スマート IC の社会実験と実施要綱	122
3.2.3	高速道路の IC に関する現行基準とスマート IC	122
3.2.4	スマート IC の設置の現状	125
3.3	IC の最適配置に関する既往研究のレビュー	127

3.4	スマート IC による緊急医療輸送、地域開発効果等の事例の分析	130
3.4.1	商業施設が立地	130
3.4.2	病院への救急搬入の短縮	131
3.4.3	工業団地への企業進出、物流の効率化	133
3.4.4	観光シーズンの渋滞緩和、時間短縮	134
3.4.5	空港へのアクセス強化	135
3.5	スマート IC の利用交通量の推移と機能強化に伴う効果分析	136
3.5.1	対象とするスマート IC と使用データの種類と出典	136
3.5.2	スマート IC の利用実態の時系列分析	136
3.6	スマート IC の誘発・転換の要因分析	146
3.6.1	誘発利用と転換利用の定義	146
3.6.2	誘発利用と転換利用台数の算出方法	147
3.6.3	誘発・転換台数の算出結果とその解釈	148
3.7	スマート IC 利用交通量の影響因子に関する重回帰分析	149
3.7.1	NITAS を用いた時間短縮圏域の推計	149
3.7.2	スマート IC の利用交通量に影響する要因の分析	151
3.7.3	スマート IC の利用交通量と規定要因	152
3.7.4	スマート IC の誘発交通量に着目した規定要因の分析	152
3.8	第 3 章のまとめ	153
3.8.1	第 3 章から得た知見	153
3.8.2	スマート IC に関する提言と今後の課題	154
	第 3 章 参考文献	155
	第 4 章 IT 技術を活用した料金施策の効果に関する実証的検証	158
4.1	はじめに	158
4.2	我が国の料金施策の経緯と動向	158
4.3	料金施策の既往研究のレビュー	161
4.3.1	ミクロ経済学の視点からの既往研究	161
4.3.2	料金割引による渋滞緩和等に関する既往研究	164
4.3.3	料金弾性値に関する既往研究	166
4.4	料金割引社会実験に基づく渋滞緩和等の効果の整理	174
4.4.1	料金割引社会実験の概要	174
4.4.2	料金割引社会実験の渋滞緩和等の効果の整理	175
4.4.3	料金割引時の高速道路、一般道、街路の交通分担の実証	183
4.4.4	各地の料金割引社会実験により得られた個別知見	184
4.5	料金弾性値に関する分析	185
4.5.1	料金弾性値の推定手法	185

4.5.2	料金弾性値の規定要因 -社会実験単位で見た基礎分析データの概要-	186
4.5.3	料金弾性値の規定要因：IC ペアデータを用いた重回帰分析	189
4.5.4	料金施策による渋滞損失額の削減と料金弾性値の関係	194
4.5.5	施策の実行性の向上に資する試案 料金割引関連情報の提供	195
4.6	第4章のまとめ	196
4.6.1	第4章から得た知見	196
4.6.2	料金施策に関する提言と今後の課題	197
	第4章 参考文献	198
第5章	道路交通情報の提供による経路誘導効果に関する実証的検証	202
5.1	はじめに	202
5.2	道路交通情報の提供による効果に関する既往研究レビュー	202
5.2.1	道路交通情報の非対称性及び不確実性に関する研究	202
5.2.2	道路交通情報の提供による経路誘導に関する既往研究	203
5.3	渋滞、事故等に伴う道路交通情報の提供による誘導効果分析	204
5.3.1	概要	204
5.3.2	対象地域・路線	205
5.3.3	分析対象とした事象	206
5.3.4	分析用データ	208
5.3.5	御殿場 JCT 手前の情報板による情報提供の影響分析	210
5.3.6	交通量・旅行速度の時空間分布の分析	214
5.3.7	情報提供が行われなかった場合の渋滞状況の分析	217
5.4	第5章のまとめ	224
5.4.1	第5章から得た知見	224
5.4.2	道路交通情報の提供に関する提言と今後の課題	225
	第5章 参考文献	226
第6章	IT を活用した高速道路の交通マネジメントの連携施策の試案	228
6.1	はじめに	228
6.2	前章までの IT を活用した道路交通マネジメントに関する知見の総括	228
6.3	IT を活用した高速道路の道路交通マネジメントの構築の試案	229
6.3.1	道路交通マネジメントの試案の位置づけ	229
6.3.2	IT を活用した道路交通マネジメントの改善に向けた試案	230
6.3.3	道路ネットワークの効率的利用のための交通マネジメントの連携	232
結 論		235
今後の課題		237
謝 辞		241

付 録

付録.1 米国における HOT レーンの事例

付録.2 米国における走行距離課金の取組み事例

付録.3 料金施策の受容性に関する調査事例

付録.4 東名・新東名高速道路における道路交通情報による経路誘導効果事例

付録.5 社会実験による交通政策評価のあり方

論文目録

第 1 章 序章

第1章 序章

1.1 研究の背景

我が国において、高速道路は社会・経済活動の基盤として地域間の人流・物流を担う重要な役割を果たしてきた。国土交通省道路局によると、高速道路の延長割合は全道路延長に対してわずか0.6%にすぎないが、台キロベースでは9%、物流輸送量トンキロベースでは44%と、高速道路の基盤的な交通インフラとしての重要性が増している。さ「大都市・地方ブロック都市」と「地方圏」の連携による国土づくりとそれを支える高速道路ネットワークの強化や機能の高度化が益々重要となる。しかしながら、高速道路の整備状況を先進諸国と比較すると、我が国の高速道路密度が相対的に小さく、ミッシングリンクが多く存在し、都市圏相互の連絡性が劣っている現状にある。

一方、高速道路は一般道路と比較して、死傷事故率、CO₂排出量とも大きく低減することが検証されているものの、我が国の高速道路の台キロベースの利用割合は諸外国と比較すると、欧米で約30%であるのに対して13%程度と低く、十分に利用されていない。この要因として、ミッシングリンクが多いこと、通行料金の割高感が大きいこと、インターチェンジ(IC)の間隔が10kmと諸外国の2倍程度長いことなどの事項が指摘されている(国土交通省 2005)。

高速道路ネットワークの整備は急務であるが、財政難、用地制約等から新設の道路ネットワーク整備に対する厳しい現状から、既存道路空間での渋滞緩和、交通安全、環境保全のために部分的な拡幅、レーンの増設、線形の改良、低騒音型舗装の導入、交通情報提供・案内の充実等の各種対策を講じてきた。一方、高速道路と一般道路がネットワークとして連携する施策により、隣接または並行する一般道路の渋滞緩和、交通安全、環境保全などの課題を解決するため、料金割引やスマートICの設置等の高速道路の道路交通マネジメントが展開されてきた。

道路交通分野における情報通信技術(Information Technology: IT)の活用は、高度道路交通システム(Intelligent Transport Systems: ITS)と称して、日米欧が中心となって1960年代から技術開発がはじまり、道路情報の収集・提供、ナビゲーション、料金収受の自動化等の分野で急速に普及・導入が進んできた。これらのIT技術は、道路交通の円滑化、交通安全、環境保全等に関して直接的にその改善に大きく貢献してきた。例えば、我が国では、自動料金徴収システム(Electric Toll Collection: ETC)等システムが普及し、料金所での渋滞がほぼ解消したほか、一般道から高速道路へ交通を誘導するために、ETCを活用した料金割引やスマートICの制度が社会実験を経て、本格導入されるなど、ITを活用した多様な高速道路交通マネジメント施策が急速に進展してきた。

一方、欧米では、混雑対策として速度データによる動的プライシング、レーン毎の速

度コントロール等の道路交通マネジメント及び財源確保のための GPS(Global Positioning System)や DSRC(Dedicated Short Range Communication:狭域通信)による走行距離課金への取組みが盛んである(塚田ら(2012))。

今後とも、高速道路ネットワークの整備に伴って、地域における道路交通の課題を解決するために、各種 IT の機能をうまく組合せ活用することによって、場所、時間、交通状況あるいは個々のユーザーの特性等に対応した道路交通マネジメントが急速に展開され、益々、その重要性が増すことは間違いない。

このような背景から、我が国における当該分野における効果的な政策を立案、実行するために、IT を活用したネットワーク・アクセス強化、料金施策、道路交通情報の提供等の各種の高速道路の交通マネジメント施策に関して、既往の研究、経験等をレビューするとともに、社会実験または本格導入後に得られた貴重な実測データを整理・分析し、技術的適応性、地域特性に応じた効果、ユーザー受容性に関して検証することは非常に有意義であると考えられる。

1.2 研究の目的

本研究の背景で述べたように、高速道路と一般道路のシームレス化を図り、高速道路の利用促進による各地域の渋滞等の交通問題の解決及び地域産業の活性化・経済の向上の効果が期待されている。また、これらの効果が発現するまでの時間・コストを最小限にするためには、IT による道路交通マネジメントの導入が必須であり、本研究では、実証的データに基づき各種施策の有効性に関して検証し、IT を活用した高速道路を中心とした道路交通マネジメントに関して、以下に示すように今後のあり方を考察する。

(1) 国内外の IT によるアクセス強化、料金施策及び道路情報の提供等の高速道路の交通マネジメントに関する施策及び技術に関する経緯、動向を整理し、我が国における IT を活用した高速道路の各種交通マネジメントへの適用可能性を提示する。さらに、欧米の先行事例から IT による料金施策の市民の受容性を高めるための手法を考察する。

(2) スマート IC の整備効果と利用交通量の特性等を全国の実測データに基づき分析するとともに、時間短縮人口やアクセス性等の要因によるスマート IC の配置に関する評価手法を提示する。

(3) 料金施策に関してミクロ経済学、社会的効用等に着眼した既往研究をレビューする。また、全国各地で実施した ETC による「多様で弾力的な料金割引社会実験」のデータに基づき、渋滞緩和等の効果や料金弾性値に与える要因抽出と影響を IC ペア毎の重回帰分析による結果から考察し、将来に向けた効果的な料金施策を提示する。

(4) 高速道路におけるダイナミック・ルートガイダンスによる広域的な道路交通情報の提供による経路誘導効果を東名・新東名及び一般道路国道 1 号線の迂回交通に関するデータに基づき実証的に検証する。

(5) ダイナミック・ルートガイダンスに料金施策やレーン誘導・速度コントロールを

組合せた道路交通情報の提供による、高速道路の交通マネジメントの試案を提示する。

(6) (1)~(5)の結論をまとめるとともに、今後の課題として、各道路交通マネジメント手法及び交通社会実験を軸とした手法の課題と改善策を提示する。

1.3 各種高速道路の交通マネジメントと各章との関連

本研究のテーマである高速道路と一般道路のシームレス化及び高速道路の機能向上を図るための IT を活用した高速道路の交通マネジメントは、概ねネットワーク・アクセス強化、料金施策、道路交通情報の提供、レーン誘導・速度コントロールの4つの施策に大別される。以下に本研究における各章における各施策の位置づけを概説する。

1.3.1 ネットワーク・アクセス強化（第2章、第3章）

我が国では、スマート IC が全国で 64 箇所（平成 25 年 11 月時点）設置・運営されている（国土交通省道路局 WEB）。スマート IC は、ETC 搭載車両に利用が限定されているため、簡易な料金所の設置で済み、また料金徴収員が不要なため、従来の IC に比べて建設及び維持運営の費用が大幅に削減する利点がある。また、高速道路の ETC 利用率が 2012(平成 24)年末で 88%まで達しており、今後とも確実に利用量が増加するものと推測される。スマート IC の設置実績から多くの箇所で緊急医療施設へのアクセス強化や観光時の利用等の特徴も生かされている。また、スマート IC は、無料化実験においては隣接 IC と同様に急激な利用量の増加が認められた。さらに、スマート IC の利用交通量は、フルアクセス化、24 時間化、大型車対応と IC の機能を向上することにより顕著な利用増進となっている。第 2 章では、ランプメタリング等の諸外国でのアクセスコントロールの現状を概観する。

第 3 章では、スマート IC の利用交通量の時系列的な変化、利用交通量に影響を与える時間短縮人口や ETC 普及率、一般道路とのアクセス性などの要因等に関して、データに基づき分析する。さらに、スマート IC の適切な設置位置、機能改善に向けた提言をする。

1.3.2 料金施策（第2章、第4章）

我が国では、一般道から高速道路へ交通を転換し、地域の渋滞緩和や沿道環境の改善を図ることを目的に、料金割引社会実験が全国各地で実施された（例えば、道路広報センター 2006）。これらの社会実験に際しては、各地域に協議会が設置され、同協議会は、社会実験に係る実験計画から実施・結果のとりまとめをする一方、住民への周知・結果説明を実施し住民の受容性向上に貢献した。その後、社会実験の結果に基づき、本格的に ETC による朝夕通勤割引、深夜割引等多様で弾力的な料金割引が導入された。

一方、欧米では、無料道路に対して、混雑課金、走行距離課金等の料金施策を適用させることにより、都市または地方の渋滞緩和あるいは財源確保を目的とする施策を進め

ている(Walker, 2012)。例えば、米国の主要都市圏では、パイロットプロジェクトを経て、渋滞緩和のために IT を活用して一部のレーンを有料化する HOT (High Occupancy Toll)レーンが整備・運用されている。HOT レーンでは、地区によって料金設定・徴収方法が異なるが、交通量または速度の計測値から有料レーンの速度を一定以上に維持するように料金を変動させるダイナミック・ロードプライシング (Dynamic Road Pricing) が最も効果的な手法として採用・運用されつつある (例えば、Minnesota DOT, 2012)。また、欧州のロンドン、ストックホルムでは、ANPR (自動ナンバープレート認識システム) による特定エリアを対象とした混雑課金、ドイツ等 EU 諸国では GPS (Global Positioning System) と DSRC (Dedicated Short Range Communications : 狭域通信) による大型車の走行距離課金が本格化している。ストックホルムでは、導入段階では賛否の様々な議論があったものの、社会実験や住民投票を経て導入した結果、本格実施から 3 年後の都市内の渋滞が減少し、混雑課金に対する支持も上昇している (Walker, 2012)。このように、料金施策の受容性に関して各国では、IT による料金施策の社会実験を経て、本格的に導入し、交通問題を解決する具体的な実績を蓄積することにより住民の支持を獲得するというプロセスとなっている。

第 2 章では、料金施策を渋滞緩和と財源確保の目的で分類し、諸外国での現状を整理する。渋滞緩和を目的とした混雑課金に関しては、米国での HOT レーンによるバリュープライシングプロジェクトから数カ所の事例を抽出し効果を整理することにより、我が国への高速道路と一般道路のシームレス化に資する事項を考察する。また、財源確保を目的とした走行距離課金に関しては、米国での各種社会実験、欧州での本格実施の現状を整理する。この走行距離課金は、高速道路と一般道路の利用量に応じた料金施策であり、究極のシームレス化施策ととらえ、将来の我が国の財源論を検討することは意義あるものと考えられる。さらに、料金施策に対する住民の受容性に関して、既往の研究等から、将来我が国の施策への適用可能性を考察する。

第 4 章では、我が国の料金施策の経緯を整理し、ミクロ経済学視点による社会的効用、料金弾性値に関する既往研究をレビューする。次に、ETC による多様な料金割引の社会実験結果から渋滞緩和効果等を示す。また、地域条件、割引率等条件の料金弾性値に与える影響を社会実験単位及び IC ペアデータにより回帰分析することによって、今後の効率的かつ効果的な料金施策を立案に資する提言をする。

1.3.3 道路交通情報の提供 (第 2 章、第 5 章)

道路交通情報をトラフィックカウンタや速度センサから混雑度合を判別・配信し、車載ナビ、携帯端末に表示する VICS が広く普及してきた。また、高速道路上に配置された ITS スポットにより広域的かつ詳細なダイナミック・ルートガイダンスが始動している。さらに、国内外ともに、自動車メーカー、民間情報関連企業による交通情報提供もスマートフォン等の個人端末の普及とともに大きな潮流になっている。これらの道路交

通情報の提供サービスにより、ユーザが出発時間、走行経路等を選択することは一般化している。

第 2 章では、国内外における官民における各種道路交通情報の提供の現状を整理する。

第 5 章では、東名高速・新東名高速及び一般道路（国道 1 号線）をケーススタディとして、ダイナミック・ルートガイダンスによる経路誘導に関して、経路誘導のシステムの適用の有無の比較をし、情報提供による誘導効果を高速道路の実データにより検証する。

1.3.4 レーン誘導・速度コントロール（第 2 章）

レーン誘導・速度コントロールは、交通管理者が渋滞時、異常時（事故、異常気象等）に円滑な交通を維持するために推奨的あるいは強制的に走行レーン誘導及びレーン毎の速度をコントロールする施策である。イギリス・米国で導入しているアクティブ・トラフィック・マネジメント（Active Traffic Management: ATM）が代表例である（FHWA, 2007）。ATM は、交通量や速度のデータに基づきリアルタイムで速度を制御する。特に事故発生時には、事故処理車のレーンを確保するため、一般車の路肩走行を可能とし、事故処理時間の大幅な短縮を実現した。我が国での、ITS で研究開発された路車間通信による急カーブでの渋滞末尾情報等安全運転システム、サグ部でのレーン誘導も本分野に分類される。

第 2 章では、欧米における ATM の現状とその効果について整理する。また、我が国における、急カーブ箇所での安全運転支援システム、サグ部でのレーン誘導システムの概要と実験的効果を述べる。

1.3.5 高速道路の交通マネジメントの連携施策の試案（第 6 章）

高速道路及び一般道路のネットワークにおいて複数のルート選択が可能となり、その際にリアルタイムの道路交通情報の提供や弾力的な料金施策は、高速道路と一般道路のシームレス化を図り、交通を相互へ誘導する施策として重要である。IT は、リアルタイムで詳細な情報をきめ細かく収集・提供することにより、道路管理者がネットワーク全体の交通状況を把握し、適切にコントロールすることが可能とする一方、ユーザーが局地的、限定された時間帯の範囲で賢く行動するようアシストすることに関して得意としている。高速道路の交通マネジメントでは、IT の活用によりリアルタイムでの混雑や料金の情報の提供、交通状況に応じた料金水準の設定、広域的なナビゲーション、高速道路の一定以上のサービスレベル（走行速度）の維持など、複合的かつきめ細かなサービスが可能となる。さらに ~ の施策を連動するためには、速度センサ、プローブ情報等の活用により実現可能となるとともに、道路交通マネジメントの複合化されることによる相乗効果が発揮されるものと考ええる。

第 6 章では、IT の研究、ITS 分野を中心に道路交通政策、施策立案に携わる実務者

の立場から、第2章における国内外における各種道路交通マネジメントの研究や事例から得られた知見と第3章から第5章までの我が国における交通マネジメントの実証データによる検証による知見に基づき、道路交通情報の提供、料金施策及びアクセスコントロールが連携したITによるダイナミックなロードプライシングとルートガイダンスを組み合わせた道路交通マネジメントの試案を示す。具体的には、リアルタイムで広域にあたる混雑状況とそれに応じた料金が提示され、その情報により複数のルートから最寄りのICと推奨ルートをガイダンスする方法であり、コスト、効果に関する検証が必要であるが、技術的に可能性が高いと考える。

1.3.6 本論文の構成

図1.3.1には、本論文の各章構成を示す。

なお、交通の円滑化、安全、環境保全を図る手段として、自動車以外の交通モード利用、バイパス整備、拡幅等の道路整備による方法も考えられるが、本研究の対象外とする。また、トラフィックカウンタ（車両感知器）、プローブ等の道路交通情報の収集方法についても、論文の対象外とする。

なお、本論文に関連する対外的な発表論文については、巻末に掲載する。

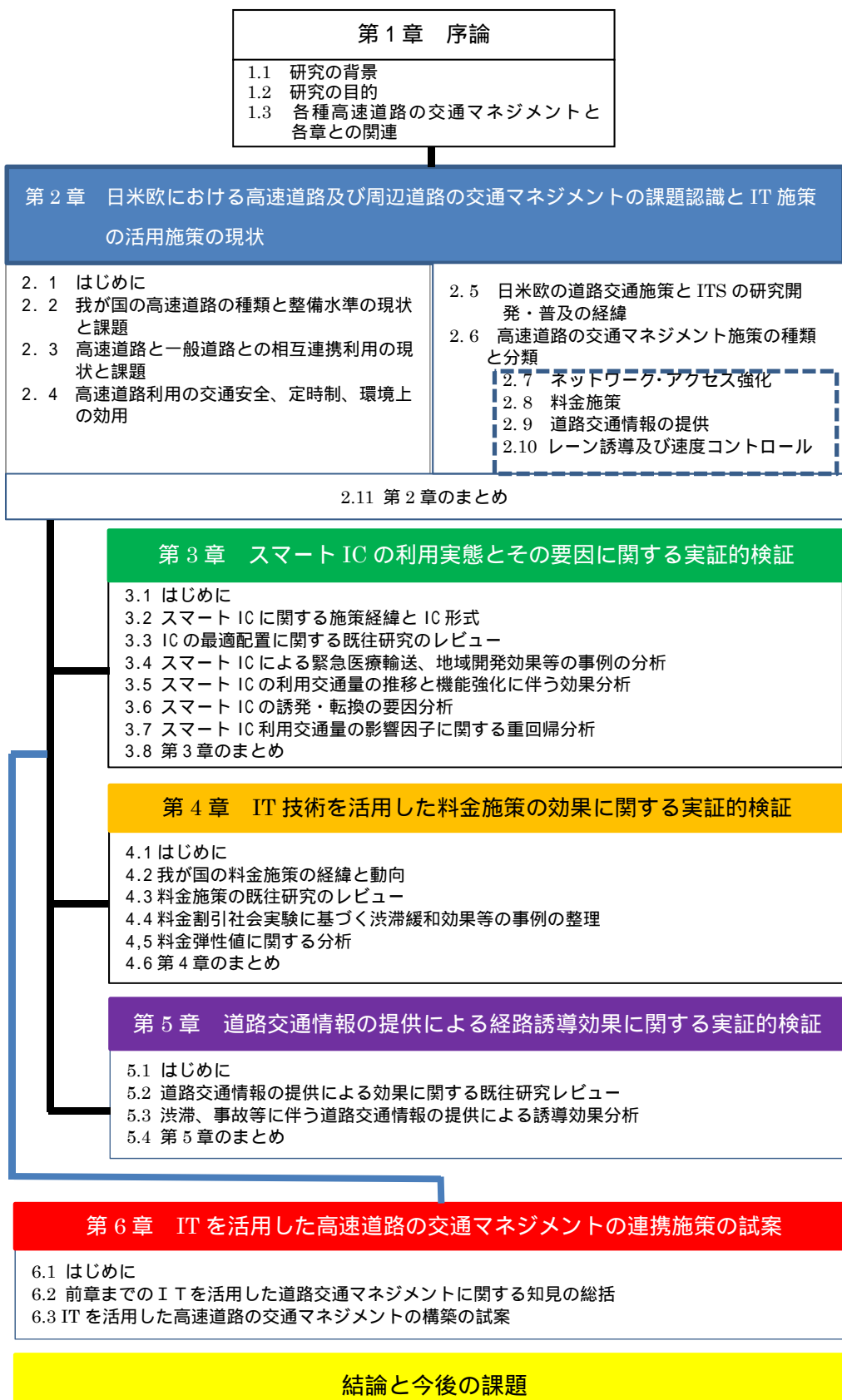


図 1.3.1 本論文の構成

第 1 章 参考文献

- 1) Federal Highway Administration (2007) : Active Traffic Management: The Next Step in Congestion Management
- 2) Walker, J. (2012) : The Acceptability of Road Pricing, RAC Foundation
- 3) Minnesota DOT (2012): Active Traffic Management in Minnesota
- 4) 国土交通省道路局、http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/smart_ic/
- 5) 国土交通省道路局 (2005) : 「使える」ハイウェイ推進会議 提言、「使える」ハイウェイ政策の推進に向けて、平成 17 年 2 月
- 6) 塚田幸広、渡邊良一 (2012) : 米国における交通マネジメントと走行距離課金の動向、運輸政策研究, Autumn
- 7) 道路広報センター (2006) : 有料道路の料金に関する社会実験事例集 ~ 「地域における課題解決型社会実験」のとりまとめ ~ 2006

第 2 章 日米欧における高速道路及び周辺道路の交通マネジメントの 課題認識と IT の活用施策の現状

第2章 日米欧における高速道路及び周辺道路の交通マネジメントの課題認識とITの活用施策の現状

2.1 はじめに

第2章では、ITを活用した高速道路の交通マネジメントの種類を整理するとともに、我が国への適用を視野に各種交通マネジメントの効果と課題を明らかにすることを目的とする。

図 2.1.1 に第2章の主な構成と本論文における位置づけの概要を示す。

第2章では、まず、我が国における高速道路の整備水準、ミッシングリンク等の道路ネットワークに関連する現状と課題を概観するとともに、高速道路が有する高い規格の線形・構造に基づく特性と一般道との違いを比較・整理し、各地域における道路交通の円滑化、安全、環境の向上を図るために、高速道路及び一般道路の既存道路ネットワークの連携（シームレス化）の必要性を論じる。次に、国内外でのIT技術の道路交通分野における開発導入の経緯を分析するとともに、米国の渋滞緩和を目的としたHOT (High Occupancy Toll)レーン等のバリュープライシング・プログラム(Value Pricing Program)やレーン誘導・速度コントロールのような各種のITによる道路交通マネジメントの政策・技術の変遷と動向を整理し、ITの活用による高速道路の交通マネジメントの種類を整理する。さらに、各種交通マネジメント毎に既往研究、事例から技術動向、効果及び課題を整理する。

第2章の整理・分析に当っては、我が国の高速道路ネットワークに関しては国土交通省道路局の審議会等の資料を、また日欧米のIT関連の道路交通マネジメントに関しては、先進的

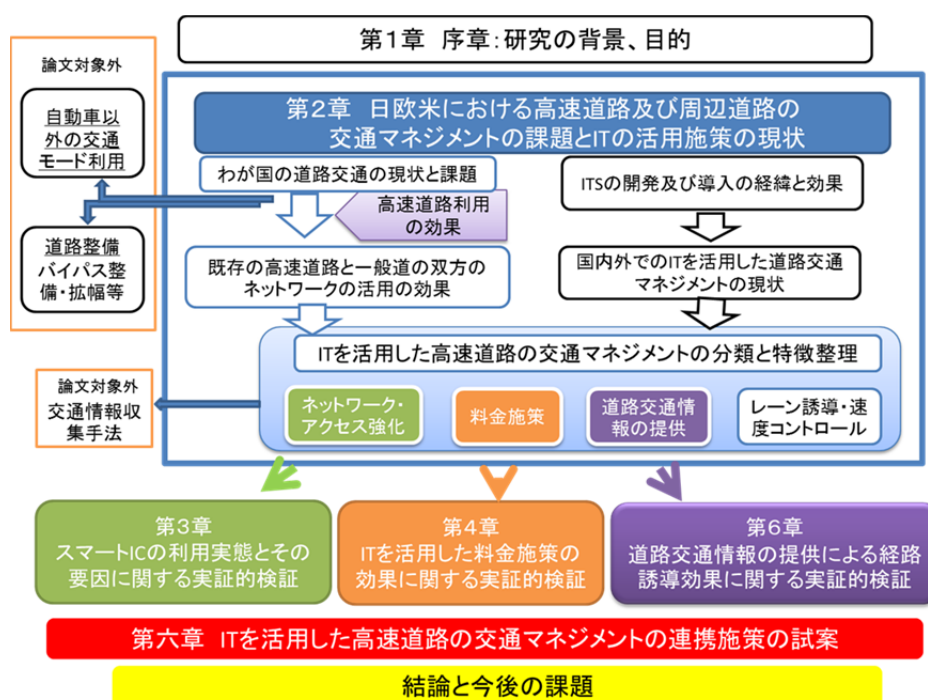


図 2.1.1 第2章の主な構成と本論文での位置づけ

な技術開発・政策分野であることから国土技術政策総合研究所、米国連邦道路庁(FHWA)や英国道路庁(HA)等の日欧米における政府関係機関の各種調査報告書や TRB(Transport Research Board)、ITS 世界会議における研究論文を中心に情報を収集整理した。

本章は、以下から構成される。

- 2.1 はじめに
- 2.2 我が国の高速道路の種類と整備水準の現状と課題
- 2.3 高速道路と一般道路の相互連携利用の現状と課題
- 2.4 高速道路の安全、定時性、環境上の効用
- 2.5 日米欧の道路交通政策と ITS の研究開発・普及の経緯
- 2.6 高速道路の道路交通マネジメント施策の種類と分類
- 2.7 ネットワーク・アクセス強化
- 2.8 料金施策
- 2.9 道路交通情報の提供
- 2.10 レーン誘導及び速度コントロール
- 2.11 第 2 章のとりまとめ

2.2 我が国の高速道路の種類と整備水準の現状と課題

2.2.1 我が国の高速道路の種類

我が国の道路種別は、道路法第 30 条第 1 項・第 2 項に基づき、「道路構造令」(1970 年 10 月 29 日政令第 320 号)で規定されている。道路構造令では、「道路の別」と「道路の存する地域」により、道路を種別に分類することとしている。「道路の別」については、完全出入制限が実施される「高速自動車国道」及び「自動車専用道路」と、「その他の道路」(いわゆる一般道路)では、各々の道路に求められる機能が異なるため区分している。また、「道路の存する地域」についても、「地方部」と「都市部」では、交通のトリップ長、建築物の密集度等が異なり、道路に求められる機能が異なるため区分している。

道路構造令では、表 2.2.1 に示すように、これらの区分を組み合わせることにより、道路の種別を第 1 種から第 4 種まで分類している。本研究で取り扱う高速道路は「道路構造令」の第 1 種、第 2 種に相当する。さらに、道路構造令では、同じ種別の道路においても「道路の種類」、「地域の地形」、「計画交通量」によって、道路に求められる機能が異なるため、級別に区分している。

「道路の種類」については、その種類により長トリップ対応や短トリップ対応等求められる機能が異なるため、区分している。「道路の存する地域の地形」については、その状況により求められる機能が異なるため、「平地部」と「山地部」に区分している。

「計画交通量」については、その量により求められる機能が異なるため、段階的に級別に区分している。構造令では、種別毎にこれらの区分を組み合わせ、道路の級別を「第 1 級」から最大「第 5 級」まで分類している。

表 2.2.1 道路構造令による道路種別

道路の存する地域 高速自動車国道及び 自動車専用道路又はその他の道路の別	地方部	都市部
	高速自動車国道及び自動車専用道路	第 1 種
その他の道路	第 3 種	第 4 種

※都市部：市街地を形成している地域又は市街地を形成する見込みの多い地域をいう。
 ※地方部：都市部以外の地域をいう。

<第1種>



九州自動車道(福岡県)

<第2種>



出典：首都高HP

<第3種>



国道20号(山梨県)

<第4種>



出典：国土交通省関東地方整備局HP

出典：国土交通省道路局資料

図 2.2.1 各道路種別の例示

一般的には第1種である都市間の高速道路は、設計速度120kmで、幅員、中央分離帯、路肩等で余裕があるのなど、一般道より規格が高い。図2.2.1に道路種別毎のイメージを例示する。

また、表2.2.2には、我が国及び諸外国の高速道路の延長、有料化率（高速道路の有料化延長の比率）、料金体系等を比較して示す。本論文における高速道路とは、我が国の場合、基本的には各道路会社が運営している有料の道路を、また、一般道路は、一般国道等の無料道路を指す。また同表において、第2章以降、本論文で取り上げる英国、ドイツ、フランス、米国各国の高速道路に関して色分けして示した。この表から、英国、米国、ドイツはほとんどの高速道路は無料であるが、ドイツは大型車に対して走行距離課金制度の適用されている。また、フランスは有料化率が75%と高い。

表 2.2.2 我が国と諸外国の高速道路の概要

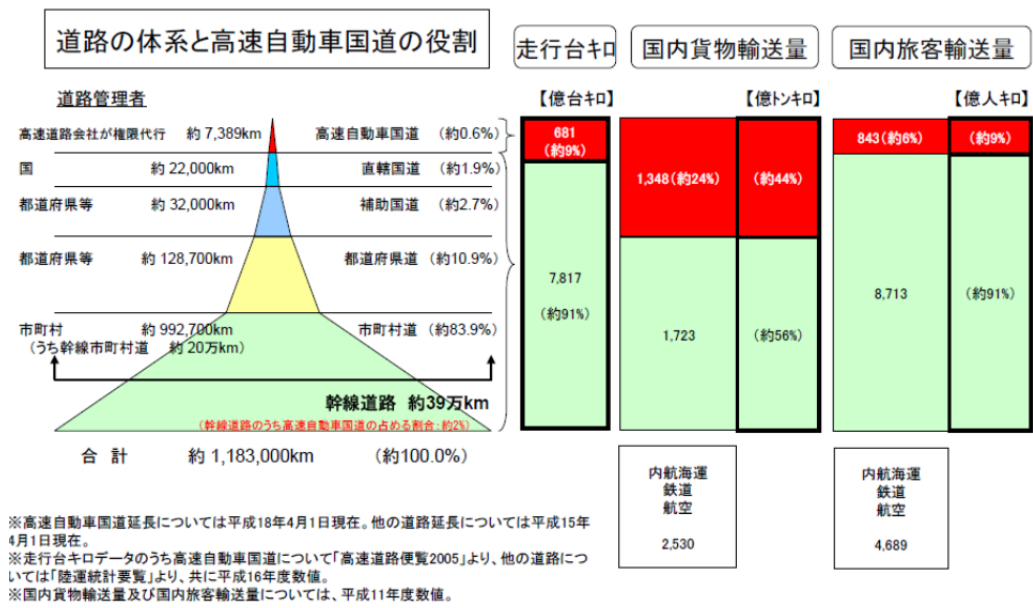
	国名	名称	時点	高速道路 延長	内有料延長	有料化率	料金体系	料金水準（普通車） 円/km
				km	km	%		
	日本	高速自動車国道 一般有料道路	2011年度末	9,855	9,855	100%	対距離制 一部均一制	(高速自動車国道) 24.6円/km+150円
		都市高速道路 (首都高、阪神高)	2011年度末	547	547	100%	対距離制	ETC車は、6km以下は500円、 12km以下は600円、18km以下 は700円、24km以下は800円、 24kmを超えると上限の900円
本研究で 記述する 高速道路	イギリス	モーターウェイ	2011年度末	3,570	43	1%	原則無料 一部有料 M-6 (均 一制) 等	9.9円/km ※M-6 平日6:00-23:00 ※143円/ポンド* (2013.1)
	ドイツ	アウトバーン	2010年末	12,819	12,819	100% ※大型車 のみ	普通車：原則無料 大型車：対距離制	(大型車のみ) 16.8~34.3円/km ※車軸数と排出性能で差別化 ※119円/ユーロ (2013.1)
	フランス	オートルート	2010年度末	11,392	8,627	75%	対距離制 (路線ご と)	13.1円/km (代表会社) ※119円/ユーロ (2013.1)
	アメリカ	フリーウェイ 州間高速道路	2010年度末	99,005	4,851	5%	原則無料 一部有料 Indiana Toll Road等	3.3円/km ※Indiana Toll Road ※89円/\$ (2013.1)
	イタリア	アウトストラダ	2010年度末	6,668	5,689	85%	対距離制 (会社ご と) 一部均一制	平地部：7.6円/km 山地部：9.0円/km ※7オトステラテ社平均 ※119円/ユーロ (21013.1)
	スペイン	アウトビア (無料) アウトピスタ (有 料)	2009年9月	13,507	2,997	22%	対距離制	9.9円/km ※119円/ユーロ (2013.1)
	韓国	高速国道	2010年6月	3,859	3,859	100%	対距離制 一部均一制	3.3円/km ※0.08円/ウォン (2013.1)
	中国	高速公路	2013年3月	95,600	95,600	100%	対距離制	5~10円/km (最低料金75円) ※15円/元 (2013.3)

2.2.2 我が国の高速道路整備の現状と課題

(1) 概要

我が国においては、戦後の着実な道路整備の結果、国道のほぼ100%が舗装され、約90%が大型車のすれ違いができる程度まで改良されているなど、一次的な改良という意味において一定の量的ストックは形成された。また、我が国の高速道路の本格的な整備は、欧米諸国に比べ大きく遅れ1950年代からスタートし、表2.2.2に示すように2011(平成23)年末で高速自動車国道が9,855km、都市高速道路が547kmの延長が供用している。また、道路交通センサスの道路交通量調査結果によると、高速自動車国道の走行台キロは、1989(昭和55)年時点で56百万台・キロであったものが、2010(平成22)年で215百万台・キロと約4倍と伸びており、国民のモビリティの広域化に資するとともに、物流の基幹的役割も果たすなど、高速道路は、国民生活の向上に大きく寄与してきた。図2.2.2には、各種道路の延長、輸送量等のシェアを示す。高速道路は、延長は全体の0.6%であるが、総走行台キロに占めるシェアは9%、物流の輸送量でトンキロベースでは約44%のシェアまで大幅に増加している。

しかしながら、我が国では、高速道路利用の潜在的需要が大きいにもかかわらず、高速道



出典：国土交通省道路局

図 2.2.2 各道路種別の延長、走行台キロ、貨物輸送量、旅客輸送量

路ネットワークのミッシングリンクが存在するとともに、通行料金の負担感やICの間隔が長いことなどから、地域によっては高速道路が十分に活かし切れていない。その結果、高速道路に並行した一般道路の渋滞問題、沿線環境や交通安全の問題など様々な社会問題が顕在化してきている。今後緊急性の高い未整備区間の整備が求められる一方で、既存の高速道路及び一般道路のネットワークの有効活用も大きな課題になってきている。

(2) 高速道路のミッシングリンクの現状と課題

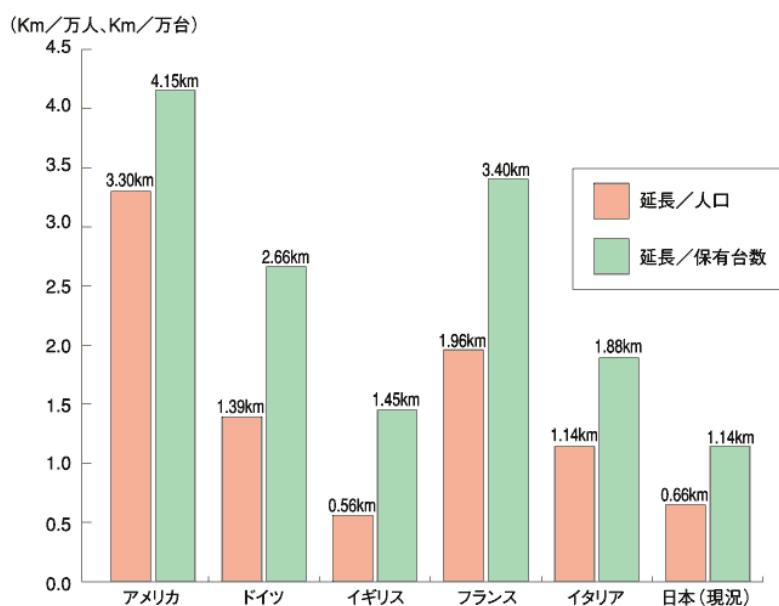
高速道路の利用率が向上しない原因の一つは、ミッシングリンクに代表されるネットワークの欠落である。これまで、ミッシングリンクが解消する効果事例も多く報告されており、例えば、香川県高松自動車道では、唯一未開通だった約9km区間の開通したことにより高速道路の全線120kmの交通量が約30%伸び、並行する一般道の渋滞緩和等の交通状況の改善が図られた事例のように、短区間の未整備区間解消により、大幅に地域のモビリティ及び高速道路の利用率の向上が図られた事例が多い。しかしながら、ミッシングリンクは全国に存在し、早期解消が困難な現状において一般幹線道路とのシームレス化が求められる。

また、三大都市圏では、通過交通の分散を図るために環状道路の整備を重点的に進めているが、首都圏では都心部を通過する交通を、首都高速中央環状、東京外環および圏央道の3つの環状道路に分散・転換することで放射状の高速道路の利用率を上げ、都心部の渋滞解消を図る道路交通マネジメント施策の展開が喫緊の課題である。

(3) 高速道路の整備水準、都市間道路連絡速度の国際比較

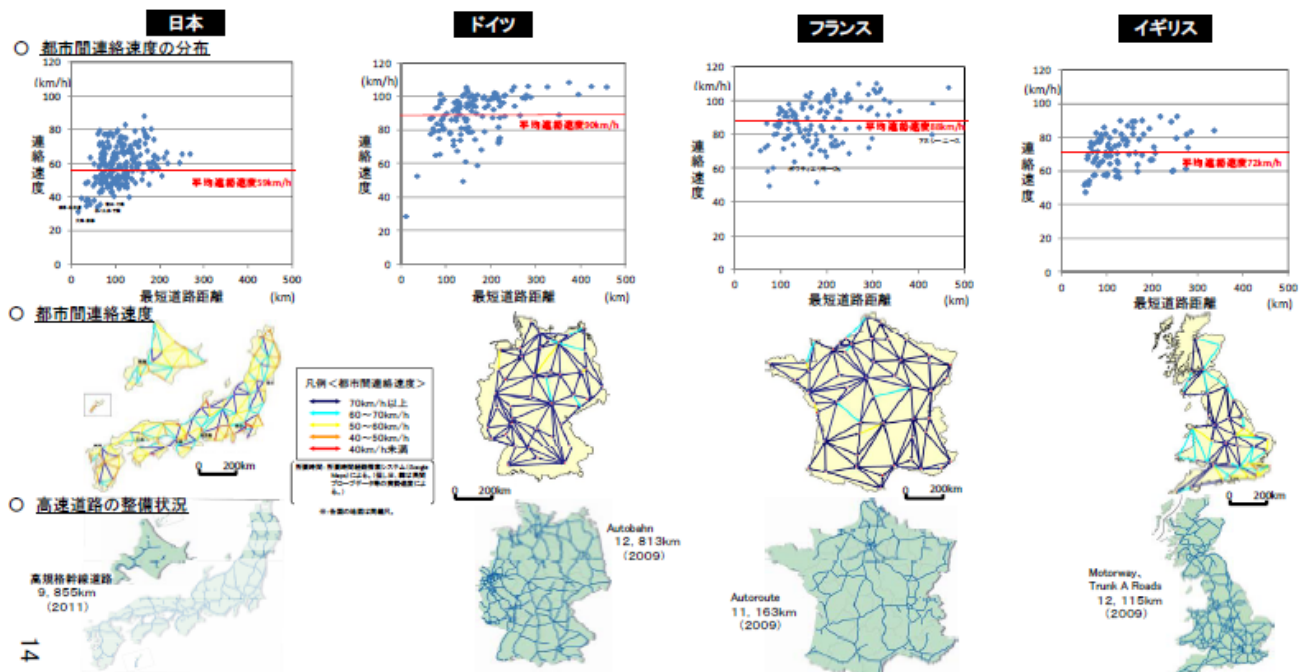
図 2.2.3 には、国土交通省道路局調べによる、日本、アメリカ、ドイツ、イギリス、フランス、イタリア各国の人口、自動車保有台数に対する高速道路延長の比率を対比して示す。我が国は人口当り 0.66km/人、保有台数当り 1.14km/台であり、人口当りではイギリスと同じレベルであることを除いて、諸外国と比較して人口当たり、保有台数当たりの整備延長が低い水準にあることが分かる。

また、日本、ドイツ、フランス、イギリス各国の都市間道路連絡速度と高速道路網を図 2.2.4 に比較して示す。ここで、都市間道路連絡速度は、各都市間の最短道路距離を最短所要時間で除したものである。対象都市は、拠点都市及び一定以上の距離離れた離れた人口 5 万人以上の都市及び主要港湾を国毎に設定し算出した。算出結果、平均都市間連絡速度は、ドイツ 90km/h、フランス 88km/h、イギリス 72km/h、中国 73km/h と比較して、日本は 59km/h と著しく低い状況にある。また、ドイツ、フランスでは、都市間連絡速度の分布が日本と異なりほぼ全国的に高い水準にあることが分かる。



国土交通省道路局調べ

図 2.2.3 各国の人口、保有台数当りの高速道路延長の比較



国土交通省道路局、国土技術政策総合研究所により算出

	日本	ドイツ	フランス	イギリス	中国
平均連絡速度	59 km/h	90 km/h	88 km/h	72 km/h	73 km/h

図 2.2.4 各国の都市間連絡速度の比較

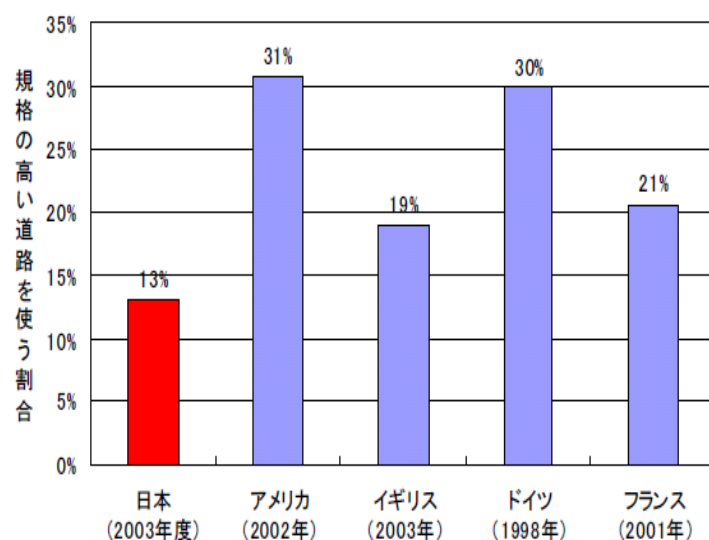
都市間道路連絡速度は、各都市間の物流・人流の連絡水準を示すものであり、産業の生産性に直結する物流や国民の余暇の広域的なモビリティ、異常時の緊急輸送を支える道路の整備水準を表す指標と考えられる。特に、軟弱な沖積平野と険しい脊梁山脈により国土が形成され、雨量や積雪量が多い等、厳しい気候条件にさらされているとともに、有数の地震多発地域でもある我が国にとって、この都市間道路連絡速度の水準の低さは、産業の競争力に直接的に影響する物流コストの低減や定時性の確保、または異常時の緊急資材、物資の輸送経路の確保の観点から大きな課題である。近年の阪神大震災、新潟県中越地震、東日本大震災の広域災害の際に、広域の高速道路ネットワークは、発災直後の緊急資材、救援物資さらには地域経済の復旧・復興、迂回路として大きな役割は果たしたが、今後とも南海トラフ地震、首都圏直下地震等の対応と対策が求められる中、広域的な高速道路と一般道路による道路ネットワークのリダンダンシーの確保については、継続的に検討する必要性が他国に比べ格段に高いと考える。しかしながら、ミッシングリンク解消には多大の時間と費用が必要なことから、本研究で取り上げる、ITを活用した高速道路の交通マネジメントの導入は非常に意義あるものとする。

2.3 高速道路と一般道路との相互連携利用の現状と課題

2.3.1 概要

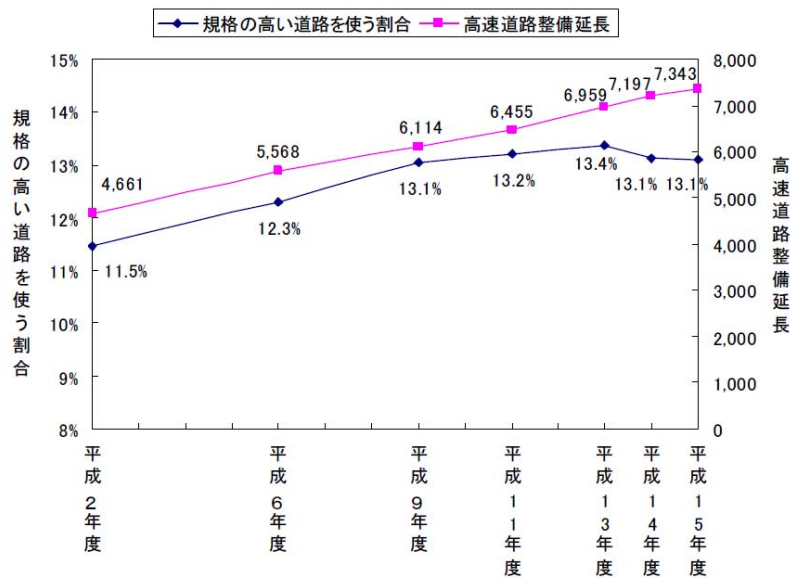
我が国の道路交通の総量（総走行台キロ）は約 8,000 億台キロ / 年であり、1 台あたり 1 年間に平均で概ね 10,000km 走行している状況である。このうち約 20～30%は、一度に 50km 以上の距離を走行している交通である。一方で、高速道路の利用率は約 13%にとどまっており、つまり潜在的に高速道路を利用したいユーザーのうち、実際に利用しているものはかなり少ない状況である。

国土構造や交通特性、道路整備の経過の違い、さらには先に述べた都市間道路連絡速度の低い水準から、単純な比較はできないが、図 2.3.1 に示すように、我が国の高速道路の利用率 13%は、国土の広大な米国（31%）、高速道路ネットワークの充実したドイツ（30%）に遠く及ばず、フランス（21%）に比べてもかなり低い水準である。また、2001（平成 13）年頃から高速道路の利用率を経年的に見ると、高速道路の整備延長は伸びているが、それに対して高速道路の利用率は横ばいとなっている（図 2.3.2）。「今後の高速道路のあり方 中間報告」（国土交通省道路局、2011（平成 23）年 12 月）においては、「並行する一般道路が混雑する一方で高速道路の交通容量に余裕がある区間が全体の約 5 割（2010（平成 22）年時点）」、「観光目的交通の約 5 割が高速道路を利用。ただし、100km 以上の利用でも約 5 割が高速道路を利用していない」、「トラック輸送の 16%が高速道路を利用。ただし、100km 以上の利用でも約 6 割が高速道路を利用していない」と指摘している。



出典：国土交通省道路局

図 2.3.1 規格の高い道路を使う割合の各国比較



出典：国土交通省道路局

図 2.3.2 高速道路整備延長と規格の高い道路を使う割合の関係

また、諸外国と我が国の高速道路の利用状況は、交通特性の違い等から単純な比較はできないものの、高橋ら(2003)はドイツと我が国についてトリップ距離と高速道路の利用率の関係を比較し、ドイツは10 km程度のトリップ距離の交通から、高速道路を利用する割合が急激に増加するのに対して、我が国では10 km程度のトリップ距離の交通はほとんど高速道路を利用していないと結論づけている。

2.3.2 高速道路と並行する一般道路の渋滞

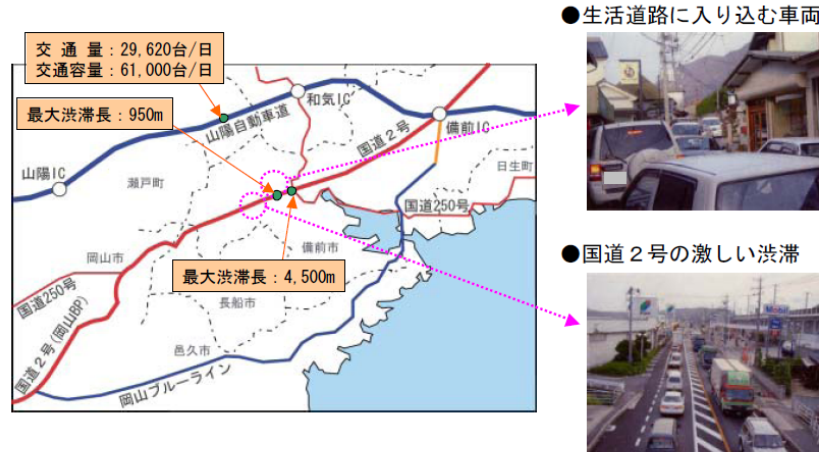
我が国の地方部では、一般道が慢性的な朝夕の渋滞が発生しているにもかかわらず、ほぼ並行する高速道路に十分な容量の余裕がある状況にある。

例えば、茨城県の日立都市圏では、朝夕の通勤時間帯には国道6号や国道245号において通勤交通や当該地区を通過する交通が集中し、激しい渋滞が発生している。国道6号や国道246号の渋滞を避けるため、県道や周辺街路等にも車が入り込んでいる状況である。なお、2004(平成16)年の時点では、国道6号の交通量が33,874台/日、混雑度2.20(日立市鮎川町地先H16.9.1及びH16.9.8の平均値)に対し、並行する常磐自動車道の交通量は23,513台/日、混雑度0.49(日立南太田I.C～日立中央I.C間H16.9.1及びH16.9.8の平均値)であり交通容量的にはかなり余裕がある状況であった。

また、岡山県備前市内では、山陽自動車道に並行する国道2号線で厳しい交通渋滞が朝夕発生しており、周辺的生活道路まで車両が入り込んでいる状況も観測されていた(図2.3.3参照)。

(岡山県・備前地域)

備前市内では、山陽自動車道に並行する国道2号の交通渋滞が深刻。



出典：国土交通省道路局

図 2.3.3 岡山県備前市の朝夕の深刻な渋滞の様子

図に示すように、国道2号線では最大長が4500mの激しい渋滞が発生しているのに対して、山陽自動車道では容量の50%程度の利用に留まっている状況であり、国道2号線から山陽自動車道への交通の転換を促す施策が求められていた。

我が国の渋滞損失時間をみると、走行台キロあたりの損失時間は大都市圏都府県が軒並み際立って大きくなっているが、地方部の主要都市部の朝・夕の慢性的な渋滞の発生しており、一方1人あたりの損失時間では大きいところも多く、我が国にとって交通渋滞は依然として大都市部及び地方部共通の大きな課題である。

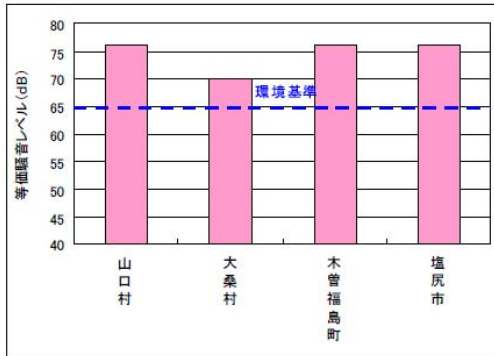
2.3.3 高速道路と並行する一般道路の交通安全・沿道環境の課題

我が国の交通事故による死者数を経年的にみると、1970(昭和45)年で1万6765人に対して2012(平成24)年では4411人と道路整備の進展に伴って確実に改善されてきたが、年間負傷者数は2012(平成24)年で約83万人と依然として高い状況にある。単位走行台キロあたりの死傷者事故件数で見ても、我が国は欧米諸国と比較してかなり高いレベルにある。

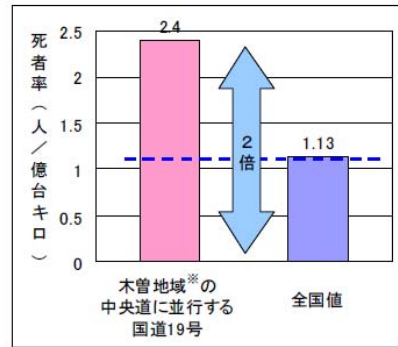
長野県の本巣地域では、中央自動車道を降りた大型トラックなどが並行する広域幹線道路の国道19号の本巣地域を数珠繋ぎの状態で行っている。図2.3.4には、国道19号線の沿道における夜間の騒音レベル及び死者率を示す。この図に示すように、本巣地域の国道19号沿線では、夜間の騒音について環境基準を越えている地区が多く、また、交通事故の死者率が、この沿線では全国平均の2倍となっている。

中央自動車道に並行する国道19号では、騒音が環境基準を大きく上回る。交通事故による死者率が全国の約2倍。

●夜間の騒音



●交通事故による死者率



※木曾地域は、飯田地方生活圏、諏訪伊那地方生活圏(伊那・駒ヶ根)、松本地方生活圏(木曾福島)

出典：「使える」ハイウェイ推進会議提言参考資料（平成 17 年）

図 2.3.4 国道 19 号線における夜間騒音と交通事故死者率と全国平均との比較

2.4 高速道路利用の安全、定時性、環境上の効用

高速道路は、一般的に一般道路より線形が緩やかで、車線幅員が広いなど高い規格で整備され、高い機能を有している。その結果、高速走行に留まらず、交通安全、時間信頼性、環境、高い機能・効用を有している。以下に、各機能別に整理して示す。

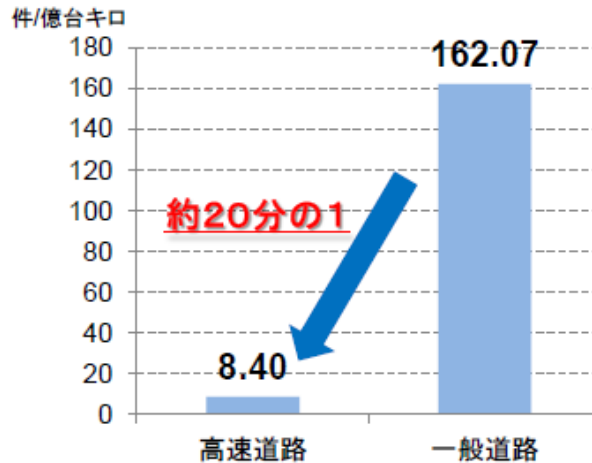
2.4.1 交通安全上の効用

高速道路は、幅員、平坦性、線形と言った規格が高い他に、歩行者等が混在することがないことから一般道と比較して交通安全上優位である。図 2.4.1 には、2010（H22）年の道路交通センサスの一般交通量調査の結果と交通事故総合分析センターの交通統計に基づいて、一般道と高速自動車国道の走行台キロあたりの交通事故発生割合を示す。一般道は 162 件/億台キロであるのに対して、高速道路（高速自動車国道）は 8.4 件/億台キロと約 20 分の 1 である。

高速道路ネットワークの規格に応じた道路の機能分化を進め、交通事故の減少や道路環境問題への抜本的対策などの諸問題を解決することが重要である。都市間の物流を担う大型車のような長く速いトリップが高速道路を利用することで、市街地部での歩行者が安心して通行できる生活道路の環境改善に効果があると考えられる。

【交通事故発生割合】

平成22年において、高速道路の事故発生割合は、一般道の20分の1程度



出典)

走行台キロ: 道路交通センサス一般交通量調査

※高速道路: 高速自動車国道

※一般道路: 一般国道、主要地方道、都道府県道

(H22道路交通センサスでの調査区間のみを対象としているため、道路交通センサスの調査対象となっていない市町村道等は含まない。)

交通事故件数: 交通事故総合分析センター 交通統計

出典: 国土交通省道路局調べ

図 2.4.1 高速道路と一般道の交通事故発生割合

2.4.2 定時性の向上

2010(平成 22)年の道路交通センサスの結果によると、一般国道の混雑時平均旅行速度は 37.4km/h、都道府県道等は 33.1km/h であるのに対して、高速自動車国道では 71.1km/h となっており、高速道路の速達性及び時間信頼性が高い。具体的な事例として、図 2.4.2 に名古屋環状 2 号線の整備により、並行する名古屋高速 3 号線大高線の定時性が向上している。

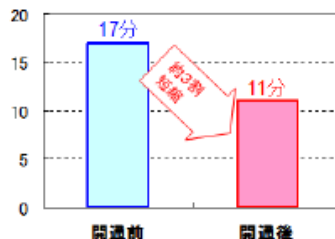
さらに、新東名高速道路の開通後 1 年後の観測結果が公表資料(新東名(静岡)インパクト調整会議、2013(平成 25)年 5 月)によると、並行する東名高速の平均旅行速度は新東名開通後、約 95km/h と 5km/h 上昇するとともに、新東名は 99km/h と高い値を示している。また、新東名の御殿場 JCT~三々日 JCT の所要時間は 90~101 分(ばらつき 11 分)で時間信頼性が高いことに加えて、東名も開通前と比較して所要時間のばらつきが 23 分から 12 分と 1/2 程度に減少している。

【定時性の向上】

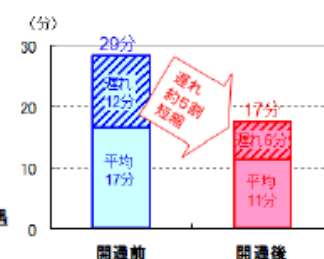
名古屋環状2号線の整備により、並行する名古屋高速3号大高線(名古屋南JCT⇒鶴舞南JCT)の定時性が向上



■平均所要時間
(名古屋南JCT⇒鶴舞南JCT(17時台))
(分)



■20回に1回程度(平日月1回程度)遭遇するレベルの渋滞での所要時間と遅れ時間



<算出手法>

名古屋高速道路公社データによる開通前後の走行速度を用いて算出。

※開通前:平成22年4~6月(平日)

※開通後:平成23年4~6月(平日)

■□:平均所要時間
■□:20回に1回程度(平日月1回程度)遭遇するレベルの渋滞での遅れ時間

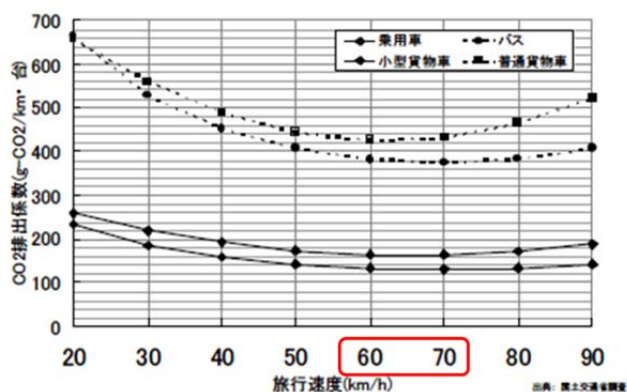
国土交通省道路局調べ

図 2.4.2 高速道路整備による定時性の向上事例(名古屋高速)

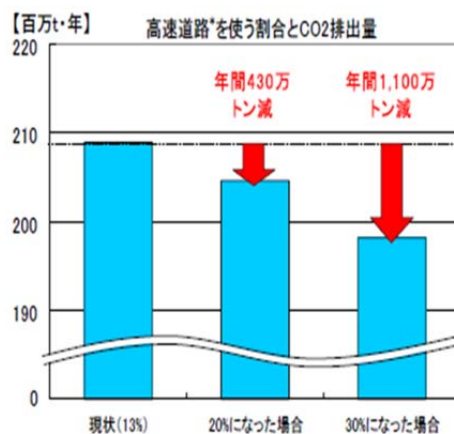
2.4.3 環境上の効用

環境面では、CO₂の排出については、旅行速度が20km/hの場合は40km/h以上の場合に比べ、走行キロあたりの排出量が急激に増加する(図2.4.3)。2010(平成22)年の道路交通センサスの結果によると混雑時の平均旅行速度は一般道で33~37km/h、高速道路で71km/hであることから、CO₂の排出が少ないことが分かる。

また、同図には、国土交通省道路局「TURN 道路の新ビジョン」(2002)における高速道路の利用割合に伴うCO₂の削減量のシミュレーション結果を示す。これによると20%で430万トン、30%で1100万トンの削減が見込まれている。



出典：国土交通省道路局



出典：TURN 道路の新ビジョン

図 2.4.3 旅行速度と CO₂ 排出係数の関係と高規格道路利用に伴う CO₂ 削減量

なお、屋井（2009）により、乗用車、鉄道、バス、航空（国内線）の各輸送期間別 CO₂ 排出量原単位が表 2.4.1 に整理されている。この表によると、鉄道、バスの人キロ当りの排出量は著しく小さく、乗用車による走行では、高速道路が 137.1(g- CO₂/人キロ)であるのに対して、一般道では 170.9(g- CO₂/人キロ)と高速道路の方が小さいことを示唆している。

表 2.4.1 各交通機関の CO₂ 排出量原単位（屋井(2009)による試算）

輸送機関	平成19年 年間旅客輸送量 (注1) (百万人キロ)	平成19年 年間CO2排出量 (注2) (t-CO2)	平成19年 輸送機関別 CO2排出量原単位 (g-CO2/人キロ)
乗用車	724,591	124,408,423	171.7
高速道路(旅行速度80.0km/h) (注3)			137.1
一般道(旅行速度35.0km/h) (注3)			170.9
鉄道	405,612	7,755,348	19.1
バス	88,969	4,576,542	51.4
航空(国内線)	84,783	9,207,240	108.6

2.5 日米欧の ITS の研究開発・普及の経緯

2.5.1 概要

本研究における高速道路の交通マネジメントに直接的に関連する狭義の IT 技術の分野として、高度道路交通システム(ITS : Intelligent Transport Systems)がある。この ITS は、日米欧の各国において官民が自動車、道路インフラ、通信の分野で研究開発を展開し、導入を図ってきた。ITS の研究開発及び実システムへの導入動向を概観すると、日米欧とも、安全・円滑・環境改善など道路交通分野において潜在化する共通の課題に対応するためのものであるが、一方で日米欧の各地域の独自の社会制度や道路交通に対応し、取り組んでいる内容や重点分野が異なっている部分も多い。これらの要因を踏まえた上で、地域の違いを整理することにより、今後の動向・方向性に関する示唆を得ることができる。それに対して、ITS の国際比較に関しては、これまで ETC など特定のサービスや技術、標準化など分野を絞った比較研究に留まっている。そこで本節では、道路交通政策との関わりを有する幅広い分野について、日米欧の 3 地域を比較し、我が国の高速道路の交通マネジメントに関連する ITS 開発・導入の経緯について整理する。

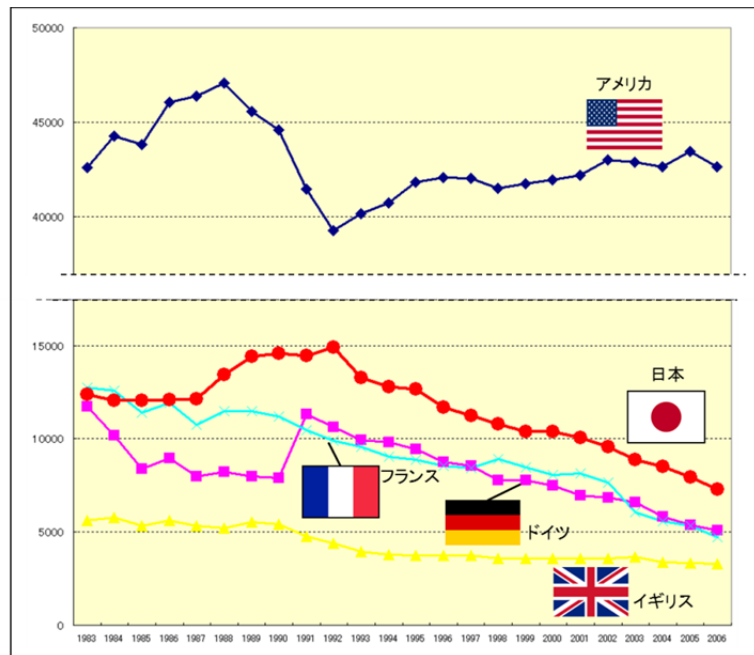
2.5.2 ITS 施策の展開経緯と動向

ITS は、1960 年代米国でのプロジェクトを皮切りに日欧米の国家的取り組みとして進められてきた。また、ITS の研究開発は、商品化及び市場開拓等を視野におき、国際標準化の動きも ISO の場において平行して進んできた。一方、日米欧 3 極の ITS 推進団体(我が国では、特定非営利活動団体 ITS JAPAN) が主体となって 1994 年のパリ会議以降、毎年 3 極の持ち回りで世界会議が開催され、ITS 技術に関する国際的交流も盛んに行われてきた。2013 年 10 月の東京会議で 20 回を数える。我が国では、これまで横浜、名古屋で ITS 世界会議を開催してきた。

ITS による交通安全、渋滞緩和・環境改善に対して、世界的に関心が高く、これまで米国、欧州、日本とも様々な研究開発を推進するとともに、普及・改善を展開してきた。特に交通事故による死者数の減少を図るため各国とも積極的に取り組み、ITS は、その中心的な施策となっている。例えば、図 2.5.1 には 2006 年までの年間の死者数を示すが、米国は、他の諸国と比較して死者数が厳しい水準で推移している。

我が国は様々な交通安全施策が功を奏し、年間死者数が 5000 人を下回り、2011 年に策定した新たな情報通信技術戦略工程表では、2018 年まで、IT システムにより死者数を 2500 人以下とする政府目標を掲げている。このように我が国においては、順調に交通事故死者数の減少が図られているものの、交通事故による重軽傷者の減少は鈍い情勢にあり、今後とも ITS による新たな交通安全対策に関する研究開発が望まれている。

道路交通事故による死者数 (人)



注)ドイツの値は1990年まで旧西ドイツ地域分 出典 IRTAD 資料

図 2.5.1 我が国と諸外国における交通事故死者数の推移

以下では、日欧米3極でのITS技術の開発・導入の推移を概観する。表 2.5.1 には、日米欧のITSの開発当初の各種プロジェクトを示す。また、表 2.5.2 には、これまでの主な交通安全に関する政府目標を、表 2.5.3 には渋滞緩和等の環境目標の事例を示す。

表 2.5.1 日米欧のITSの開発当初の状況

	米国	欧州	日本
1960年代	67年~70年 ERGS(電子経路案内システム)の研究開発		
1970年代		70年代半ば ALI(経路案内システム)の研究・開発(独)	73年~79年 CACS(自動車総合管制システム)研究開発
1980年代	88年「MOBILITY2000」策定(非公式プロジェクト)	86年 PROMETHEUSの開始 88年 官主導のDRIVEプロジェクトの開始	84年~91年 RACS研究開発 87年~91年 AMTICS(新自動車交通情報通信システム)の研究開発
1990年代(前半)	90年「スキナー・レポート」 90年 IVHSアメリカ発足 91年 ISTEの創設 93年 ISO/TC204第1回総会開催(ワシントン)	90年 CEN/TC278発足	91年 RACSとAMTICSがVICSに体系化 93年 VICS公開デモンストレーション(首都高速道路)

1994年 第1回ITS世界会議(パリ)→ITSの名称が世界的なものに

表 2.5.2 これまでの国内外の主な道路交通安全に関する政府目標（例）

計画名等	発表主体等	発表年	目標	
			年次	内容
交通政策白書	欧州連合 欧州委員会	2001年	2010年	交通事故による死亡者数を半減 (eCALLを全車に装備することで2000人/年を救済可能)
Performance and Accountability Report FY 2007	米国連邦 運輸省	2008年	2011年	2011年までに、高速道路における1億VMT(Vehicle Miles Traveled)あたりの交通事故死亡者数を1人にまで削減
National Intelligent Transportation Systems Program Plan: A Ten-Year Vision	ITS アメリ カ(米 国連邦運 輸省が作 成協力)	2002年	2011年	交通事故による死亡者数を、毎年5000~7000人程度減らすことにより、全体で年間15%削減
IT 新改革戦略	IT 戦略本 部(日本)	2006年	2012年	・2012年まで交通事故死者数を5,000人以下に削減 ・インフラ協調による安全運転支援システムの実用化により、交通事故死傷者数・交通事故件数を削減 ・交通事故の覚知から負傷者の医療機関等収容までの所要時間を短縮

表 2.5.3 これまでの国内外の主な道路交通における環境改善に関する政府目標(例)

計画名等	発表主体等	発表年	目標	
			年次	内容
National Intelligent Transportation Systems Program Plan: A Ten-Year Vision	ITS アメリ カ(米 国連邦運 輸省が作 成に協力)	2002年	2011年	・交通フローの最適化、交通情報の向上、相乗り等の促進及び、車両の燃費性能の向上や軽量化等により、消費ガソリンを年間で最低でも10億ガロン削減 ・情報・安全管理の向上、渋滞の削減により、年間200億ドルの経済効果を実現
Stricter fuel standards to combat climate change and reduce air pollution	欧州連合 欧州委員会	2007年	2011年~ 2020年	低炭素燃料やバイオ燃料の利用促進により、交通や生産活動など燃料を利用した際に発生する温室効果ガスを、2011年から2020年までに10%削減 実現されれば、2020年までに5億トンのCO2が削減
A regulation to reduce CO2 emissions from passenger cars Impact Assessment	欧州連合 欧州委員会	1995年	2012年	普通自動車の走行1kmあたりの二酸化炭素排出量を現行の2割減となる130グラム以下に抑制
国連気候変動枠組み条約締結会議(COP3)	欧州連合	2007年	2020年	先進国は1990年比で25~40%削減
京都議定書目標達成計画	日本国政 府	2005年 2008年 (改定)	2010年	運輸部門の二酸化炭素排出量を2億5千万トン/年まで削減 そのうち、ITS関連技術の普及により、360万トン/年削減(VICS:240万トン、ETC:20万トン、信号機の集中制御:100万トン)
社会資本重点計画	警察庁、 農林水産 省、国土 交通省	2002年	2007年	渋滞による損失時間を10%削減(各種対策の中にVICS, ETC, 信号制御等のITS関連技術が含まれる)

2.5.3 我が国における ITS 技術の研究開発・導入の経緯

(1) 概要

我が国では、本格的な ITS に関連する研究開発に着手される以前に、1966 年の広域的な信号制御システムの開始や 1973 年の首都高速道路の管制センターの設立など各関係機関よりの実践的な運用が開始されていた。ITS 関連の研究開発は、1973 年の CACS (自動車総合管制システム) が先駆的なプロジェクトとして位置づけられるが、その後は RACS (路車間情報システム) や AMTICS (新自動車交通情報通信システム) の研究開発等へと展開した。これらの研究開発の成果は VICS (道路交通情報通信システム: Vehicle Information and Communication System) に継承されている。1995 年には、「高度情報通信社会推進に向けた基本方針」(高度情報通信社会推進本部)、1996 年には、ITS の 9 つのシステムアーキテクチャを盛り込んだ「ITS 推進に関する全体構想」が策定され、これにより ITS が政府としてオーソライズされた。

我が国では、ITS 関連の 4 省庁と NPO 法人 ITS-Japan (前身の VERTIS が 1994 年設立) 及び ITS 標準化委員会の連携で ITS 研究開発、普及を推進してきた。我が国の場合、ITS 研究開発の予算は各省庁が個別に確保する他に、自動車メーカー、電気メーカー等の民間企業独自の研究開発の役割も非常に大きい。その後、1996 年には VICS サービスが、2001 年には ETC サービスが本格的に開始され、今日までドライバへの利便性の向上のみならず、渋滞緩和、環境改善等様々な効果を創出している。最近では、「IT 新改革戦略」に基づいて、インフラ協調システムによる安全運転支援の実用化に向けた取り組みが官民連携で展開している。

(2) IT による交通安全への取り組み

我が国における交通事故死亡者数は、関連規制の強化や車両の安全性の向上等の効果から 1990 年代の 1 万人(1992 年の 11,451 人を記録)を超える水準から 2007 年で 5,744 人、2011 年 4,511 人と明らかな減少傾向にある。しかしながら、2010 年時点で負傷者数は 89 万 6,208 人と減少傾向にはあるものの、依然として高止まり状態となっている。

これまでも、警察庁による新交通管理(UTMS)、国土交通省による先進安全自動車(ASV) やスマートウェイプロジェクトなどの官民連携のプロジェクトの他、自動車メーカー独自の安全対策が進められてきた。例えば、スマートウェイプロジェクトでは、2.10 のレーン誘導及び速度コントロールで述べる首都高速道路 4 号線参宮橋付近の急カーブにおいて追突事故が多発していることから、ドライバが視認できない渋滞末尾の状況をカーブに設置した ITV 等で捉え、VICS ビーコンにより車両の車載器に注意喚起するシステムを実用展開している。当該システムの導入と舗装改良等により大幅に事故件数が減少している。

政府としては、交通事故による死亡者数の減少は見られるものの、引き続き大きな社会問題であることから、近年では、2006 年に「IT 新改革戦略」を策定し、「世界一安全な道路交通社会の実現」を目指して、2012 年までに交通事故による死亡者数を 5000 人以下にする目標を打ち出した。この施策の実現のために ITS を活用した「インフラ協調による安全運転支

援システム（車両がインフラ機器との無線通信により情報を入手し、必要に応じて運転者に情報提供、注意喚起、警報等を行うシステム）」を中心に当該システムの大規模実証実験を行い、効果的なシステムのあり方について検証、評価を行ってきた。例えば、官（内閣官房、ITS 関連 4 省庁）と民（日本経済団体連合会、ITS-Japan）からなる官民連携の「ITS 推進協議会」が母体となって、2010 年には「ITS-Safety2010 大規模実証実験」が東京での合同実証実験、栃木、神奈川、愛知、京阪神、広島等での地域実証実験が展開された。

次に、新たな情報通信技術戦略 工程表（2013 年 8 月 3 日改訂 IT 戦略本部（高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部））では、安全運転支援システムの導入、普及により、2018 年に交通事故死者数を 2,500 人以下とするという目標を立てている。具体的取組みとして、協調 ITS に関する研究・導入が進められている。

図 2.5.2 に、我が国の ITS の政策的な位置づけの経緯を整理して示す。

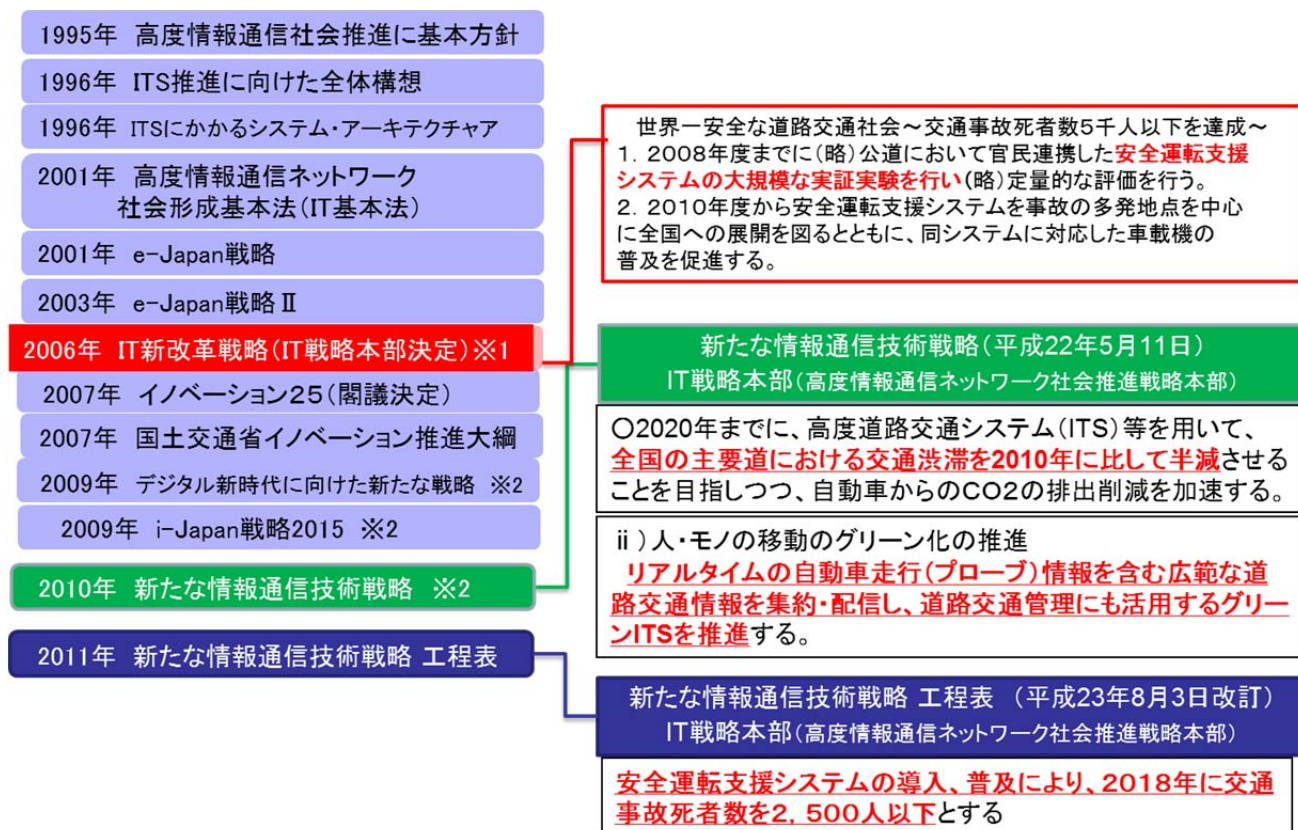


図 2.5.2 我が国の ITS の政策的な位置づけの経緯

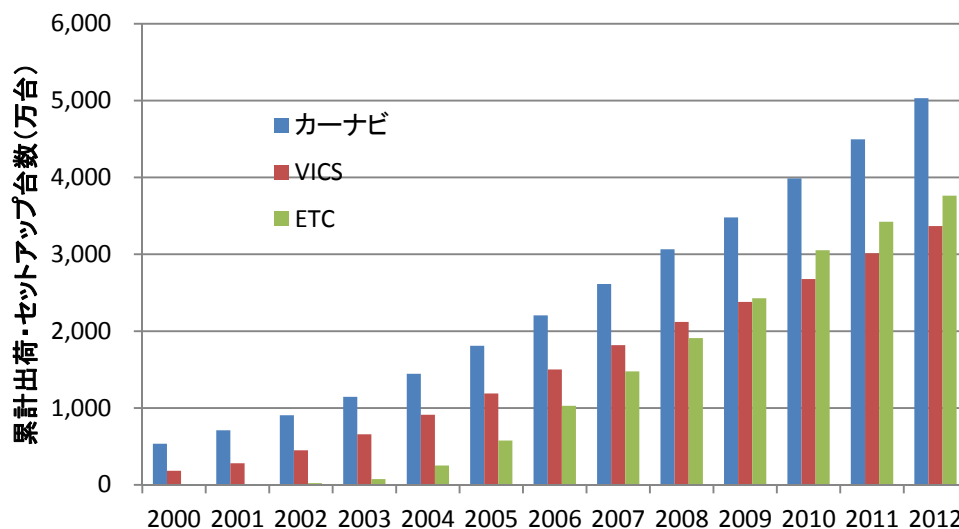
(3) ITによる渋滞緩和・環境改善への取組み

我が国の道路交通渋滞の状況は深刻であり、道路局によると、2009(平成21)年度の渋滞による損失時間は全国で約50億時間、人口一人当たり約40時間、貨幣価値換算すると約11兆円(GDPの約4%に相当)にも上り、環境悪化、経済効率の低下を引き起こしている。一方、CO₂排出に関しては、京都議定書目標達成計画において、当時、2010年まで運輸部門から排出するCO₂排出量を2億5,000万トン/年の削減目標が設定された。そのうちVICS、ETC及び信号機の集中制御等ITS関連技術の普及により360万トン/年の削減とした。さらに、国土交通省道路局では、CO₂削減アクションプログラムを策定し、環状道路等道路ネットワークの整備、主要渋滞ポイント及びボトルネック踏切の対策、路上工事縮減、モビリティ・マネジメントの推進さらには道路緑化の推進により2010年までに約550~800万トン/年削減するとした。図2.5.3には、我が国のカーナビ、VICS、ETCの普及状況を示す。カーナビは2012年3月末時点で累積約5,000万台、VICS対応カーナビは約3,300万台出荷しており、都市内、都市間の交通のナビゲーションの効率化、リアルタイムの交通状況、規制情報等の提供による渋滞回避等の多大な効果に寄与している。

欧米と異なる我が国の道路ネットワークの特徴の一つに、都市間の高速道路や都市高速道路の有料道路ネットワークをあげることができよう。

有料道路での料金収受をETCにより自動にすることにより高速道路での渋滞の約3割を占めていた料金所付近での渋滞がほとんど解消された。これにより、14万トン/年のCO₂が削減されたと試算されている。図2.5.3には、我が国におけるETCの普及の状況を併記して示すが、現状ではETC利用率が約90%、ETC車載器は、累積で約3,800万台が出荷されている。第3章、第4章で論じるように、ETC特徴を生かして、全国的に簡易なスマートICが設置され、また、早朝、夜間割引等料金の弾力的割引制度による一般道路からの高速道路への誘導による一般道路の渋滞緩和施策が可能となった。

また、電光表示板による渋滞状況、VICSあるいは民間による道路交通情報の車載ナビへの提供による渋滞箇所を迂回する渋滞の削減効果も発現している。2008年には、長期戦略指針「イノベーション25」(2007(平成19)年閣議決定)に基づき、総合科学技術会議が司令塔となって、関係府省、官民連携の下で、実証研究と制度改革の一体的推進を通して成果を還元する「社会還元加速プロジェクトのロードマップ」を策定した。ロードマップの一つには、「情報通信技術を用いた安全で効率的な道路交通システムの実現」を取り上げ、先に述べたITSによる交通安全、都市交通の革新、都市間物流システムの革新の実施計画を示した。



出典：国土交通省道路局

図 2.5.3 カーナビ、VICS、ETC の普及状況

2.5.4 米国における ITS 技術の研究開発・導入の経緯

(1) 概要

米国では、1967年にITS関連の研究開発の原点と位置づけられるERGS(Electric Road Guidance System、電子経路案内システム)のプログラムに着手し、路側と車との双方向通信により車載器ディスプレイを使って経路誘導する研究開発を進めた。次いで「モビリティ2000」という研究チームにより、年々悪化する都市部での交通渋滞を解消するための技術検討が進められた。これらの研究開発をベースにして現在の米国でのITS研究開発の主流となったIVHS(Intelligent Vehicle Highway System)の技術開発が、1990年にサミュエル・スキナーによるスキナーレポートにおいて提案された。これを契機にITSアメリカの前身であるIVHSアメリカが組織された。以降同組織はITS推進の強力な原動力となっている。

また、米国連邦運輸省(US Department of Transport : US DOT)が中心となって、ISTEA(1992-1997)、TEA-21(1998-2003)、SAFETEA-LU(2004-2009)の予算関連の法律にITS関連の予算、制度及び施策を盛り込み継続している。ITSはTEA-21の段階では研究開発の分野に記載され、その用途は限定的であったが、この時期に後述するHOV(High Occupancy Vehicle: 多乗者車)からHOT(High Occupancy Toll)レーンへの転換がオレンジ郡のSR91を最初のプログラムとして始まった。さらに、TEA-21では、Value Pricing Program が始動し、複数の州でHOTレーンのパイロット・プロジェクト(社会実験)が展開された。

SAFETEA-LUにおいては、リアルタイム情報収集・提供システム(Real-Time System Management Information Program)の整備に関連して、陸上交通改善プログラム、ナショナルハイウェイシステム(NHS)等の多くのプログラムへの予算の適用が可能となった。

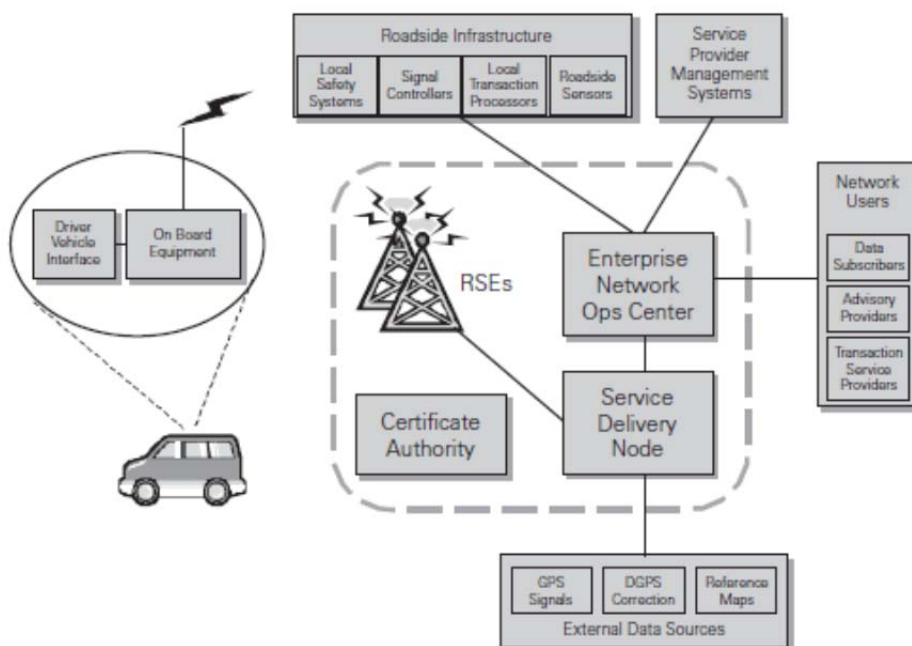
SAFETEA-LU での ITS 関連の代表的なプロジェクトとして、VII (Vehicle Infrastructure Integration) と都市圏渋滞緩和プログラムをあげることができる。VII は、DSRC (狭域通信) を活用した道路と車両 (以下、路車協調と称す)、車両と車両 (以下、車車協調と称す) の間の通信システムにより交差点等における事故削減とモビリティ改善を目的にしたもので、連邦運輸省、各州道路管理者及び自動車メーカーが推進している。また、SAFETEA-LU では、陸上交通インフラ資金調達委員会が発足し、燃費の高い自動車や電気自動車の普及等に起因する道路整備、維持更新に向けた財源調達不足に対応するための対応策を検討し、走行距離課金に関する試行が始まった。

(2) IT による交通安全への取組み

米国では、2002 年に ITS アメリカは、連邦運輸省の協力を得て、「ITS 10 年プログラム」(National Intelligent Transportation System Program Plan; A Ten-Year Vision) を策定した。この計画では、「交通事故による死亡者数を、毎年 5000 人～7000 人程度減らすことにより、全体で年間 15%削減する」ことを目標として打ち出した。また、米国連邦運輸省は 2008 年に策定した「2007 年度政策評価報告書」(Performance and Accountability FY2007) の中では、「2011 年までに、高速道路における 1 億台・マイル(Vehicle Miles Traveled: VMT)当たりの交通事故死亡者数を 1 人まで減らす」という目標を立てた。SAFETEA-LU における主なプロジェクトとして、DSRC を利用した路車協調による安全運転支援システムの VII (Vehicle Infrastructure Integration Initiative)や交差点衝突事故防止協調システム CICAS (Cooperative Intersection Collision Avoidance System) 等が実用化に向けて展開されている。CICAS では、約 9000 人の死亡者が発生している交差点事故を防止するシステムを目指している。図 2.5.4 に VII の概要を示す。

また、米国州道路交通当局者協会 (AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Official) は、新たな戦略 5 年計画(2009-2013)立案した。この計画では、国家的最優先課題として交通の再構築、世界トップクラスの技術サービス提供等の方針を掲げ、その中には 2030 年までに交通事故死を半減させる目標を掲げた。

一方、US DOT の RITA は、2009 年に ITS に関する 5 年戦略研究プラン(ITS Strategic Research Plan 2010-2014)を策定した。このプランは、VII を継承した Connected Vehicle プロジェクトの一環として、車車間通信(V2V)、路車間通信(V2I)による安全アプリとこれらを用いた協調システムの Safety Pilot プロジェクトを位置づけている。



出典：米国VII CONSORTIUM

図 2.5.4 米国における VII の概念

(3) IT による渋滞緩和・環境改善への取組み

米国では、主要各都市の渋滞の状況をテキサス運輸研究所(TTI)が定期的にフォローアップしている。代表的な13の都市圏での渋滞の程度を1982年と2005年の損失時間の対比で示すと、図2.5.5のとおり大きく増加している。

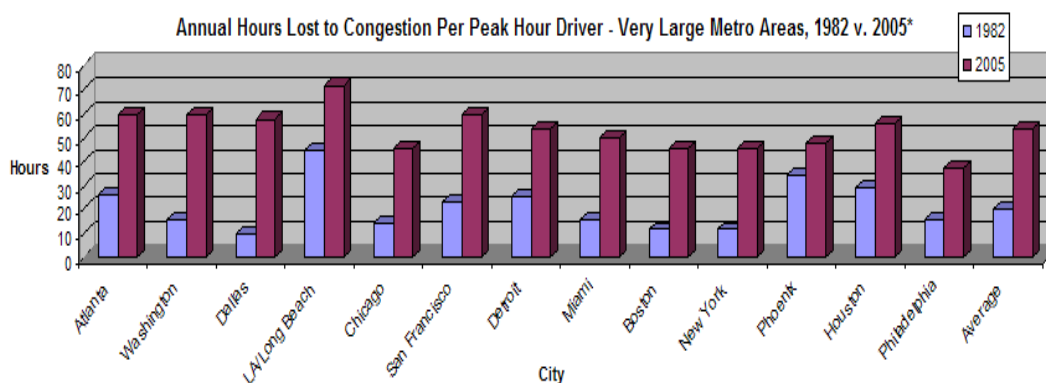
連邦運輸省は、当初、主要5都市圏(ニューヨーク、マイアミ、ミネアポリス、シアトル、サンフランシスコ)とのパートナーシップのもとで都市圏での渋滞施策を先導的に展開し、その後、対象とする都市を拡大している。その主要な施策は、以下の～に列挙するが、HOVの推進とHOTレーンによる混雑課金(バリュー・プライシング・プログラム)及び大都市交通軸(コリドー)における各種モード間が統合連携した情報システムによるICM(統合コリドーマネジメント)である。ロードプライシング、HOTレーンの拡大等のITSの技術を適用したプログラムを展開している。

ロンドン、ストックホルム等で導入されている渋滞課金を推進する。特定の地域エリアに流入する車両を課金対象とする施策、複数の道路や交通路線を課金対象とする施策、ロードプライシングとパーキングプライシングを組み合わせた施策を推進。複数の道路、または橋梁やトンネルを含めた単一道路における渋滞多発区間を課金対象にする施策の推進。(ミネソタ州のミネアポリスとセントポール区間等各地におけるHOVレーンのHOTレーン化及びダイナミックプライシング)

車両走行距離に応じた課金制度の試行。(オレゴン州での対距離課金)

渋滞課金の実施に際しては IC タグ、DSRC、カメラによるナンバープレート認識等の車両認証の技術の他、交通渋滞の程度を計測し、料金を設定することから取締りに至るまで ITS 技術を活用。また、道路交通情報をドライバーからのリクエストに応じてリアルタイムに音声で提供する「511」のサービスを展開。

各都市で、ランプメタリング、リバーシブルレーン等のフレキシブルな交通流マネジメントも積極的に導入。



出典：2007 Urban Mobility Report, Texas Transportation Institute

図 2.5.5 米国主要都市のピーク時の年間渋滞の測定例

2.5.5 欧州における ITS 技術の研究開発・導入の経緯

(1) 概要

欧州では、ALI(経路案内システム)の研究開発が1970粘代半ばにドイツで始まり、その後80年代に入るとPROMETHEUS(欧州高効率・高安全交通プログラム)プロジェクトやDRIVE(欧州交通安全施設)プロジェクトが開始・展開されてきた。1990年には、ITS関連標準を策定するCEN/TC278が発足し、1991年には欧州におけるITSの推進機関であるERTICO(ITSヨーロッパ)が官民の参加により設立した。その後、欧州の標準を世界標準とするEUの国際戦略もあり、ERTICOは、ITS関連技術に関するISO活動あるいは発展途上国への技術移転等主導的な役割を果たしてきた。

EUでは、研究開発基金(Framework Program)が1984-1987年(第1期)から創設され、現在第7期(2007-2013)に至っている。第7期の研究開発基金は、全体で約500億ユーロ(日本円換算で約8兆円)と前期の2倍以上に増加した。そのうち、ITS関連予算は2007年および2008年の一部のみで約1億ユーロ(日本円換算で約170億円)である。

(2) ITによる交通安全への取組み

欧州では、欧州委員会が2001年に発表した「欧州交通政策2010」(European Transport Policy for 2010)において、2000年時点で約4万人のEU内の交通事故死亡者数を2010まで

に半減するとした。ITS に関しては、欧州全体の政策を反映して 2003 年に eSafety という IT 技術を用いた安全先進車両開発のプロジェクトが開始され、官民の安全システムの開発・展開、利用促進のための「eSafety フォーラム」を設立し、継続的に活動をしてきた。また、2006 年には EU の IT 5 カ年戦略として「i2010」プロジェクトを打ち出し、その中で Intelligent Car イニシアティブを優先的に推進してきた。この時期の ITS による交通安全に関連する代表的なプロジェクトとして、e-Call（欧州全体にわたる緊急通報システム）、PreVENT（車の予防安全）、RESPONSE（運転責任）、SAFESPOT（運転者への危険情報提供）等のプロジェクトがある。

その後、欧州では ITS の開発における各国間の協調および ITS の展開を目的として、欧州共同体（EC）が 2008 年 12 月に ITS アクションプランを策定された。また、ITS アクションプランをベースに、欧州連合（EU）は法的拘束力を有する EU 指令「新たな欧州交通政策 2020」（EU Road Safety Policy(2011-2020)）が策定され、新たに今後 10 年以内に交通事故死者数(2009 年時点で 35000 人)を半減させるという目標値を設定している。多くの安全に関するプロジェクトは、この目標に基づき進められている。

さらに、eSafety フォーラムは、安全に環境、快適・利便の観点も加えた取組みとして iMobility フォーラムへと発展的に変更し活動している。この iMobility フォーラムでは、2010 年から 2020 年の間に安全に関しては、交通事故死傷者数の 30%削減、交通事故重傷者数の 30%削減の目標を立て、評価することとしている。

欧州では、協調 ITS のプロジェクトが多数存在し、協調 ITS プロジェクトの全体取りまとめを COMeSafety や後継の COMeSafety2 が行なっている。最近の協調 ITS の安全系技術の研究開発に関する動向・特徴をまとめると以下の通りである。

協調 ITS プロジェクトの 1 つである PReVENT(2004 年～2008 年)や、後継の PReDRIVE C2X (2008 年～2010 年)で安全系サービスのサービス定義や車載器・路側機を試作した。

PReDRIVE C2X の検討結果を踏まえ、DRIVE C2X では FOT（実証実験）を実施中である。

欧州の安全系サービスは、車車間通信で停止車両の存在や路面状況を後続車両へ伝えるサービスのよう、情報提供頻度が低くても成り立つサービスを主として研究開発している。

車車間通信で得られた他車両の位置情報（動的情報）を、地図上に重ねる技術である LDM（Local Dynamic Map）が注目されており、LDM による安全系サービスが検討されている。

道路管理システムの観点から、路車間通信による安全系サービスの研究開発や実証実験を行うプロジェクトとして、COOPERS（2011 年～2013 年）や FOTsis（2011 年～2014 年）がある。

(3) ITによる渋滞緩和・環境改善への取組み

2001年に発行された「欧州交通政策白書」では、当時、2010年までに道路での貨物輸送交通量は50%増加すると予測されている。また、渋滞も激化し2010年までに渋滞損失は約2.4倍に増加し、これに関連して排出するCO₂は50%増加するとしている。そのため、トラック輸送を抑制するために課金等の制度の導入、さらに得られた収入を用いたインターモーダル輸送の推進等の施策を打ち出している。EU欧州委員会が中心となって、京都議定書の達成するためのエネルギー消費削減、アクセスしやすさの向上及び渋滞緩和等に関連して、表2.5.3のようなCO₂削減計画を積極的に打ち出した。

その後、「EU交通白書2011-欧州単一交通区域に向けてのロードマップ-競争力を持ち、資源効率的な交通システムに向けて欧州-」が策定された。このEU交通白書2011は、第1部「将来に向けて欧州単一交通区域を構築」と第2部「競争力を持ち、持続可能な交通システムのビジョン」と第3部「戦略(競争力があり、資源効率的な交通システムのための10の目標)」の3部構成となっている。以下は、目標とする年次、達成度を具体的に示している第3部の戦略から陸上交通に関連する項目を主に抽出する。

伝統的な燃料を使用する車(内燃エンジンを使用する車)の利用を2030年までに半減。都市部において2050年までに徐々に停止。

300kmを超える道路貨物輸送を2050年までに50%以上鉄道や水上輸送に転換。

2050年までに、欧州高速鉄道ネットワークを完成。既存の高速鉄道ネットワークの延長を3倍化。

2030年までにEU全体の複数交通モードの欧州横断交通網の中核ネットを完成。

2050年までに、すべての中核ネットの空港を鉄道ネットと接続。

2020年までに内陸、水上交通管理システム(ERTMA, ITS等)の配備。欧州グローバルナビゲーションシステム(Galileo)配備。

2020年までに欧州複数モードの情報、管理、支払システムを創設。

2050年までに交通事故死者をゼロに近づける。

「利用者負担」と「汚染者負担」の原則の適用

上記のEU交通白書2011から、特に石油燃料への依存からの脱却、航空、鉄道、道路等の各モードのネットワークの形成と連携、ITSやGPS等のIT技術の積極的活用、さらに公平な分担に基づく財源の確保が大きな施策の潮流であることが伺える。

欧州においては、渋滞・環境に関連して都市内への流入交通のマネジメントとEU各国を連絡する大型車交通への対応が大きな課題である。ITSは、前者に対して混雑課金、後者に対して大型車の走行距離課金あるいは幹線道路での道路交通マネジメント手法として活用されている。

都市圏における道路政策としての混雑課金が、ロンドン、ストックホルム、オセロ等で導入されている。ロンドンの混雑課金は有名であるが、2003年にロンドンの都心環状線内を対象に開始された。当初は5ポンドであったが、2005年には8ポンドに引き上げられた。ロン

ドンやストックホルムにおける課金では、主に ITV によるナンバープレート認識技術が使われている。

また、欧州の中央部におけるスイス、オーストリア、ドイツでは、大型車を対象に GPS や DSRC 等の ITS を活用した対距離課金制度が導入されている。さらに、イギリスやオランダでは、将来的な財源の確保の観点から国内の全道路を対象とした対距離課金制度の検討も進めていたが、政治的判断から実現に至っていない。課金システムとしては、GPS による位置検知技術及び DSRC による検知システムの融合が検討されており、EU における標準的な規格（欧州自動料金徴収システム：The European Electronic Toll Service (EETS)）の策定が活発である。

また、イギリス M24 では、ダイナミックな速度規制あるいは路肩走行等を能動型交通マネジメント(Active Traffic Management)を導入している。先に述べた i2010 においては、道路交通情報提供の軸にした ITS による渋滞緩和、環境改善施策が盛り込まれている。また、第 7 期研究開発基金においては、ITS と EDAS(エコドライブ：Environmental Driver Assistance)の統合開発等も盛り込まれている。渋滞緩和・環境改善に関しても、協調 ITS が関連しており、最近の動向を整理すると以下の通りである。

FOT を実施中の DRIVE C2X では、円滑・環境系サービスとして、路車間通信により信号現示の変更のタイミングを車両に伝えるサービス (SPaT：Signal Phase and Timing) を主として研究開発している。

LDM を用いた渋滞回避ルートの案内サービスの研究開発などが行われている。

環境系サービスを検討する eCoMove (2010 年～2013 年) では、車車間や路車間、車両とセンタ間通信による、環境に配慮した経路 (ecoTrip) の推奨や、環境に配慮した走行 (ecoDriving) の支援などのサービスを検討している。

2.5.6 IT を活用した高速道路の交通マネジメントに関する既往研究及び文献

前節で述べたように、渋滞緩和、交通安全、沿道環境の課題を解決するためには、高速道路と一般道のシームレス化とともに、高速道路区間における適切な交通コントロールが重要である。また、鉄道等他の交通モードとの連携も解決策の一つである。

これらの高速道路の交通マネジメントを実現するためには、「IT の活用」が鍵であることは言うまでもない。2.3 で述べた道路交通が取り巻く課題を解消するために、例えば、以下のような IT の活用による解決策が考えられる。

高速道路ネットワークの密度が小さく、ミッシングリンクが多く渋滞が発生し、ハード整備には財源と時間が必要である現状に対応するため、カーナビ、道路情報版、スマートフォン等へのリアルタイムの道路交通情報提供も有効である。

高速道路の利用分担が約 13%と小さい現状に対応するために、ETC による多様な料金施策やスマート IC の設置等ネットワーク・アクセス強化が有効である。

ETC により料金所の渋滞は解消したものの、サグ部等での渋滞が顕在している現状

に対応するために、カーナビ・電子表示によるレーン誘導が有効である。

ピーク時間帯、事故・災害等異常時への対応が必要であり、リアルタイムかつ広域の道路情報提供が有効である。

このような各種 IT を活用した道路交通マネジメントの施策に関して分類毎の代表的な文献として、以下のようなものが参考となる。

(1) ITS の全般 :

ITS-Japan : ITS 年次レポート(2012)、PIARC:ITS Handbook- 2nd edition (2011)

(2) スマート IC

吉田正 : ITS を基礎とする社会資本整備の変革とその計画の評価手法(2003)

(3) 道路情報提供

VICS センター、事業報告書、交通工学研究会交通工学ハンドブック

(4) ETC 等の料金施策

ORSE, ETC 要覧(2012)、FHWA: Guide for HOT Lane Development(2003)

GAO: Traffic Congestion Road Pricing Can Help Reduce Congestion, but Equity Concerns May Grow (2012) 、 FHWA : Priced Managed Lane Guide (2012)

(4) レーン誘導・速度コントロール

FHWA: Active Traffic Management: The Next Step in Congestion Management (2007),

FHWA : Integrating Active Traffic and Travel Demand Management (2011)

2.6 高速道路の道路交通マネジメント施策の種類と分類

2.6.1 道路交通マネジメント施策の種類と分類

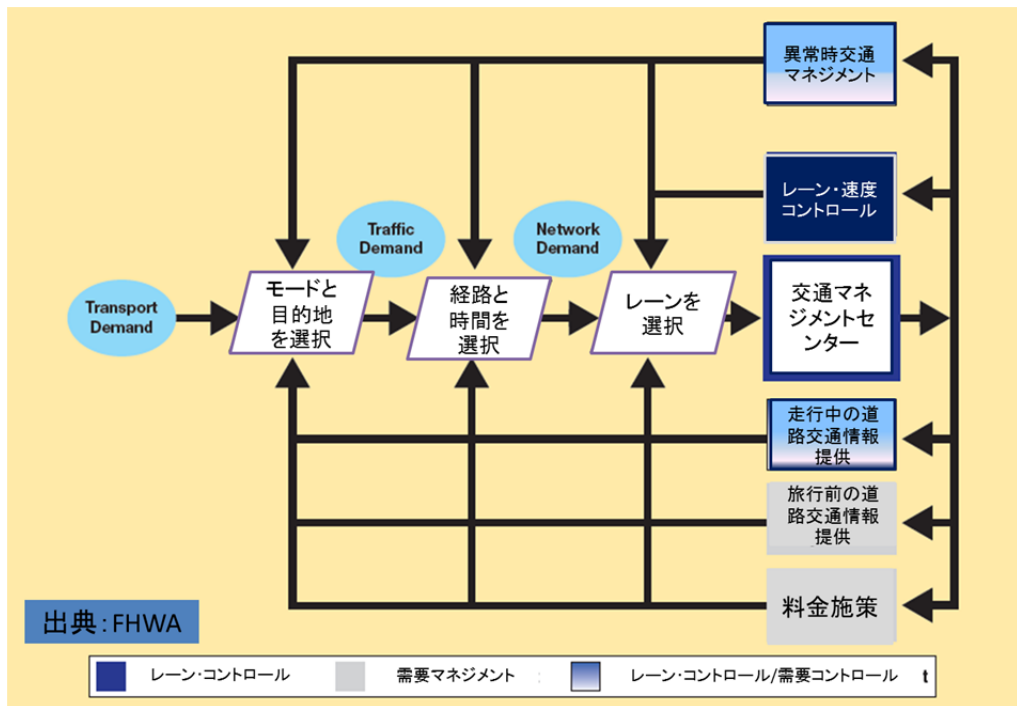
道路交通マネジメントには、交通の適切な運用を達成するため、交通の現況に応じ、リアルタイム及び予測による情報に基づき、交通需要を管理する方法と道路の交通容量を“能動的に管理”する方法がある。前者は動的交通需要マネジメント (Active Travel Demand Management) と称され、課金 (Pricing)、旅行者への情報提供 (Traveler Information) があり、後者は動的交通制御 (Active Traffic Management、Active Traffic Control) とも称され、ランプメタリング (Ramp Metering: 信号により高速道路への流入を制御)、可変式速度制限 (Variable Speed Limits)、路肩運用 (Shoulder Use) 等の各種のレーンマネジメント (Lane Management) が含まれる。

この分類に関して、オランダ交通省、米国道路庁 (FHWA) では図 2.6.1 の示すようなツリー図を作成している。図 2.6.1 は、FHWA から引用した図であるが、オランダのものを原典としている。

本研究では、この分類を参考として、ネットワーク・アクセス強化、料金施策、道路交通情報の提供、レーン誘導・速度コントロール、交通モード間の連携に区分して整理するものとする。表 2.6.1 には、各マネジメント手法の概要と代表的な適用事例を整理して示す。表 2.6.1 において、印の簡易 IC、バリュープライシング等料金施策、VICS、道路交通情報の提供等は、主として高速道路と一般道路のシームレス化を促進する道路交通マネジメント施策である。その他は、主として高速道路内の走行環境を向上させる施策である。

米国 FHWA における高速道路の交通マネジメントのうち、レーンマネジメントを中心として施策を図 2.6.2 に示すように整理している。米国では、道路の混雑緩和及び衝突事故の削減等を目的に、様々な施策及びその組合せによる施策の導入が進んでいる。レーンマネジメントは、交通流の円滑化等に関する運用目標を達成することを目的に、高速道路の区間または設置された限定された数車線を対象に、交通状況に応じた可変的な課金、条件を満たした車両にのみ通行を認める車種別通行規制、流入箇所を限定するアクセスコントロールのうちの 1 つまたは複数の戦略を用いることで、当該道路区間の利用状況を能動的にコントロールする交通運用技術である。また、これら ~ の戦略の組み合わせにより、HOV レーン、HOT レーン、エクスプレスレーン等、レーンマネジメントのアプリケーションのタイプが多岐にわたるとともに、その運用技術の複雑さも変化するという特徴がある。

2.7~2.10 において、各道路交通マネジメント施策の事例、課題等について整理するが、本研究における主要テーマである高速道路と一般道路のシームレス化の先行事例として 2.8 の料金施策のうち HOT レーン等の欧米の料金施策のシステム、導入効果等が我が国の施策展開に参考となると考えられるため、他のマネジメント施策と比べて詳細に取り上げる。



出典：FHWA

図 2.6.1 オランダ、米国における道路交通マネジメントの分類例

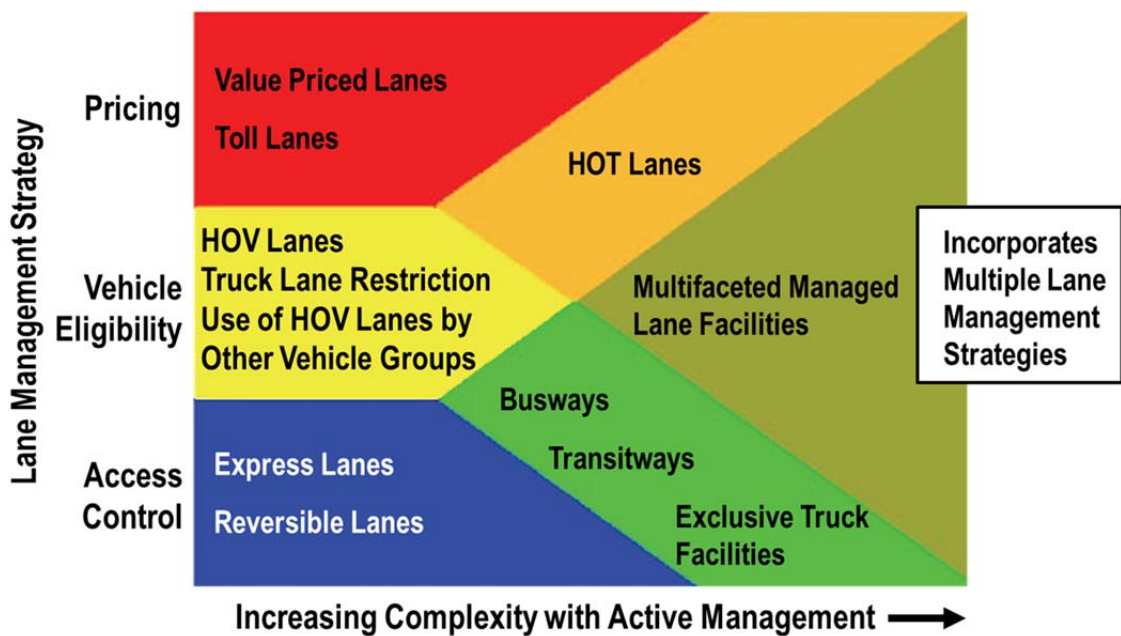


図 2.6.2 レーンマネジメントのアプリケーション

2.6.2 IT を活用した高速道路の道路交通マネジメント施策の概要

本論文では、IT を活用した高速道路の交通マネジメントの種類を整理するに当たって、国土交通省国土技術政策総合研究所、米国連邦道路庁(FHWA)や英国道路庁(HA)等の日米欧の政府関係機関における高速道路の交通マネジメントに関する実証プロジェクトや研究の公表資料及び TRB や ITS 世界会議での研究論文を中心に情報を収集・整理した。

これらの既往の資料、研究論文と前節で整理したネットワーク・アクセス強化、料金施策、道路交通情報の提供、レーン誘導・速度コントロール、交通モード間の連携に分類に当てはめて、国内外で展開されている施策、概要及び実施事例について表 2.6.1(1),(2)に整理して示す。この表に示すように、特に料金施策、レーン誘導・速度コントロールに関して諸外国の事例から得る知見が多い。なお、本研究では、交通マネジメントに情報提供系を主とし、トラカン等情報収集系については、他に委ねる。

表 2.6.1(1) IT を活用した高速道路の交通マネジメントの分類と施策概要(1)

分類	施策名	概要	代表都市・地域
ネットワーク・アクセス強化	ランプメタリング	本線の交通状況に応じて本線に流入する交通を信号制御によりコントロールし、下流側の渋滞緩和を図る手法	米国：都市圏シカゴ(米国初 1963 年)、カナダ、英国他
	ETC による簡易 IC の増設	ETC による簡易な IC を設置し、IC 間隔の短縮により利用促進を図る手法	日本：スマート IC
料金施策	バリュー・プライシング	HOV レーンを有効利用し、車線全体の平均乗車人員を増加させる施策。米国では ETC による HOT レーンが一般的。ダイナミックプライシングも増加。 日本では、朝夕、夜間等の料金割引により誘導	サンディエゴ I-15 ミネアポリス I-394 等 日本：多様な弾力的な料金施策
	走行距離課金	燃料税の代替として走行距離に応じた料金を徴収することにより自動車による利用を抑制する手法。 大型車課金により公平性・環境保全を図る手法。	ドイツ等 EU 諸国、米国：オレゴン、ミネソタ州等
道路交通情報の提供	VICS、渋滞情報の提供 非定常時情報提供、安全情報	リアルタイムで交通情報を道路情報板、カーナビ、インターネット、スマートフォンへ配信することにより、ドライバによる流入、経路選択の判断を図る手法 急カーブ部での注意喚起に関する情報提供 (ITS スポット)	日本：VICS、ダイナミックルートガイダンス 米国：e-call 民間企業による道路交通情報

表 2.6.1(2) IT を活用した高速道路の交通マネジメントの分類と施策概要 (2)

レーン誘導・速度コントロール	HOV レーン (多乗員車レーン)	多乗員車の専用レーンを導入し、バスや相乗りを促進し、本線交通量を削減する手法	米国多数、英国(2008年春頃~)
	リバーシブルレーン	朝夕のラッシュ時などに交通需要の多い方向により多くの容量を与える方法、	ヒューストン I-10 ミネアポリス I-394
	レーン誘導	サグ部において速度維持するため車線誘導	日本：試行中
	レーンコントロール (路肩走行)	既存の道路空間を有効活用するため特定時間帯、事故時に路肩走行を認める手法	英国 M42、米国、オランダ等
	速度ハーモナイゼーション	本線の交通状況に応じて、推奨速度情報を提供することで車群で交通流をコントロールする手法 ミネアポリスでは、ATM とダイナミックプライシングを融合	英国 M42 ドイツベルリン外環状道路) 米国ミネアポリス I394
交通モード間の連携	パーク＆ライド	高速道路と鉄道等の結節点に駐車場を設置。駐車場の位置、満空情報を電子表示板で提供	欧米諸国：ドイツでは、駐車場をリアルタイムでの情報提供
	高速バスロケーション	高速バスの運行情報をバス停またはWEB等で情報提供	日本、多数の国で実施
	統合交通情報提供	道路交通情報の他、鉄道、バス等公共交通、航空等の運行状態の情報を統合して提供	ドイツ、米国等

また、表 2.6.2 には、本論文で整理した各高速道路の交通マネジメントに関連する IT 技術を示す。同表では、マネジメント施策毎に道路インフラ側で装備する施設とユーザー（ドライバ）で装備する装置を組み合わせ整理している。例えば、料金施策としてのダイナミック・プライシングに関しては、道路インフラ側では、区間のリアルタイムの旅行速度を感知する速度計、交通量を測定するトラカン及び料金表示板（詳細は 2.8 において紹介）の整備が、一方、ドライバ側は車載器（トランスポンダ）の準備が必要となる。なお、この他に、表には示していないが、道路インフラサイドは、違反者を取り締まるために CCTV や監視車両を整備が必要となる。

表 2.6.2 主な道路交通マネジメントに関連する IT 技術

	交通マネジメント施策	道路インフラ装備	ユーザー{車内}装備
ネットワーク・アクセス強化	スマートIC	ETCゲート	ETC(OBU)
	ランプメタリング	トラカン、速度計、信号	
料金施策	時間帯別可変料金、エリア課金	ETCゲート、ANPR、EPR	ETC(OBU)
	ダイナミック・プライシング	トラカン、速度計、料金表示板	トランスポンダー
	走行距離課金	GNSS,DSRC, ANPR	車載器、GPS、GMS,
道路交通情報の提供	ナビゲーション 交通情報	ナビセンター e-call センター	カーナビ、スマホ
	ダイナミック・ルート・ガイダンス	DSRC (ITSスポット)	カーナビ
	安全情報	ITSスポット、CCTV	カーナビ、スマホ、ITS車載器
レーン誘導・速度コントロール	速度規制	CCTV,電光表示板	-
	レーン誘導	電光表示板、ITSスポット	ITS車載器、カーナビ
	アクティブ・トラフィック・マネジメント(ATM)	トラカン、速度計、レーン毎の電光表示板	-
交通モード間の連携	パーク&ライド	電光表示板	カーナビ
	統合交通情報	情報センター	インターネット、スマーとフォン、カーナビ

2.7 ネットワーク・アクセス強化

2.7.1 ランプメタリング

ランプメタリングは、本線の交通状況に応じて、本線に流入する交通を信号制御によりコントロールする手法である。赤青の信号制御により、1台ずつ本線に流入させることで、本線の渋滞緩和、事故減少、大気汚染やCO₂を減少させる技術でとして欧米の多くの都市で導入されている。導入地域としては、米国の18州、カナダ、英国、フランス、ドイツ、オランダ、ギリシャ、オーストラリア、ニュージーランド他がある。

ランプメタリングに関する事例報告 (FHWA, Intelligent Transportation Systems 2005 Update, Benefits, Costs and Lessons Learned, May 2005)から、交通事故が24~50%減少、渋滞緩和が本線走行速度8~26%向上 (ミネアポリス・セントポール、ニューヨーク) 交通容量の増加が14~25%の増加 (デトロイト、ミネアポリス) が明らかとなっている。表 2.7.1 には、ランプメタリングの代表的な事例を示す。

表 2.7.1 ランプメタリングに関する代表的な効果事例

	ミネソタ交通省 (ツインシティ)	Transit ニュージーランド (ニュージーランド)	英国道路庁 (英国サウザンプトン 近郊)
概要	・1969年～、ツインシティの高速道路約340kmにおいて430箇所のランプで実施	・2003年3月、SH20において3箇所で社会実験 ・2006年12月から本格導入、2009年中頃までに10箇所整備	・2000年8月、サウザンプトン郊外のM3/M27において社会実験を実施
実施方法	・午前と午後のピーク時に制御 ・本線の下流側の交通量+流出交通量<上流交通量+流入交通量+余裕量となるようにランプ流入量を信号で制御	・午前と午後のピーク時に制御 ・本線上の交通状況に応じて青時間を調整	・本線上の交通状況に応じて青時間を調整
導入効果	・本線容量が増加:9% ・事故件数が減少:26% ・年間50億円の効果 ・費用便益比は15	(予想) ・本線交通量の増加:9% ・旅行速度の向上:14% ・旅行時間短縮:22% ・事故の減少:24% ・旅行時間信頼性向上:91%	・本線交通量の増加:5% ・旅行速度の向上:14~18%
その他	・5週間、全てのランプメタリングを停止し、効果を検証(2000年秋)	・トラックは優先レーン(バス、HOVは提案中)	・Ramp Metering Pilot Scheme (RMPS)の一環
出典	MnDOT(2001):Twin Cities Ramp Meter Evaluation-final report	http://www.transit.govt.nz/	HA(2005):Ramp Metering Summary Report 2005

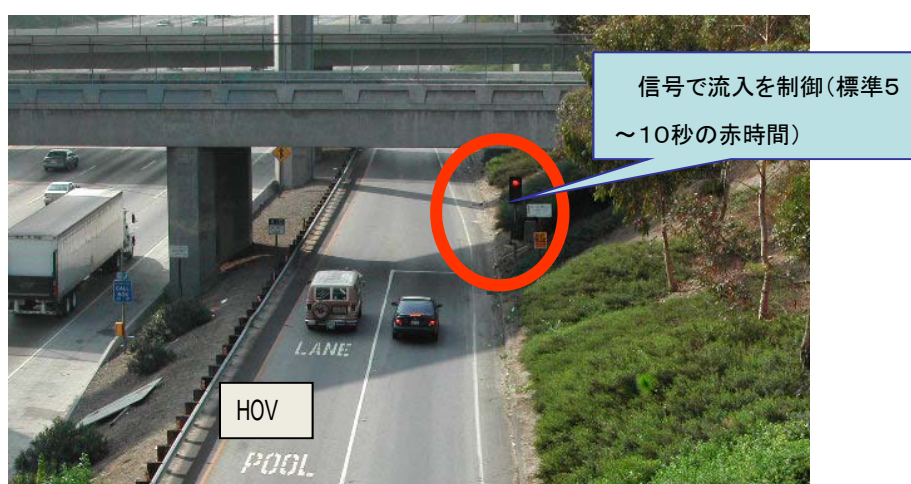


図 2.7.1 HOV レーンと組み合わせたランプメタリング (ロサンゼルス)

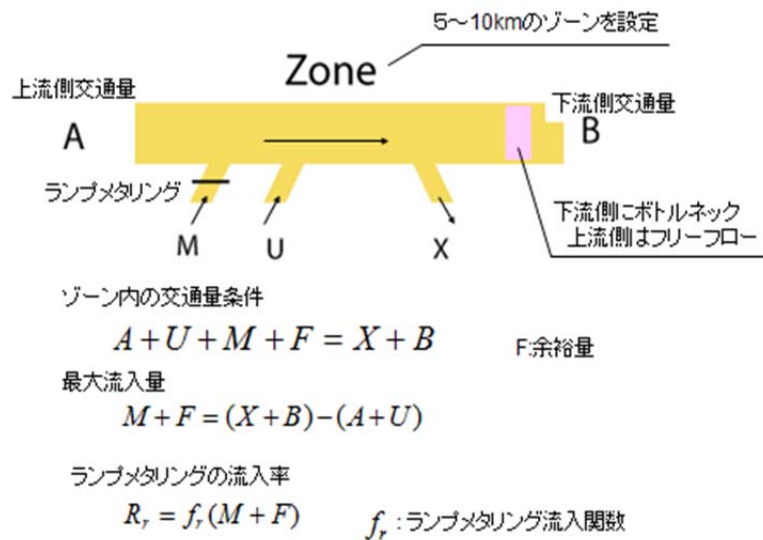


図 2.7.2 ミネアポリスにおけるランプメタリングのアルゴリズム

図 2.7.1 には、ロサンゼルスにおける HOV レーンと信号制御によるランプメタリングの事例を示す。本事例では、複数乗者車両 (HOV) は直接流入できるが、通常は 5~10 秒の赤信号の間隔で制御されている。さらに、図 2.7.2 には、ランプメタリングのアルゴリズムの概要を示す。下流側の B 断面ボトルネックにおける交通円滑化のため、車両感知器によるデータに基づき、ランプメタリング部 M における流入交通量を制御することにより、ゾーン内の流入交通量と流出交通量をバランスさせるものである。

我が国において、ランプメタリングは、都市高速ではランプ延長が短く、一般道での車待機が発生する恐れから、交通管理者からの実施を許可が得られにくいと考えられるが、都市間の高速道路では、混雑期や事故発生時の流入制限として有効な手段と考えられる。

2.7.2 IC の増設 (スマート IC 等)

IC を増設し、IC 間隔が短くなることによる効果について、渡辺ら(1986)は、IC 平均間隔と高速道路利用の平均トリップから、高速道路の平均 IC 間隔の短縮によりトリップ長が短くなること、また、森地ら(1990)は、IC 間隔及び都市部との距離に関して複数ケースの配分交通量結果から、IC の都市近接や IC 間隔の短縮によって高速道路の需要が増加することを明らかにしている。武部ら(1990)は、追加本格 IC 増設前後のトリップ長分布の変化から、IC 間隔の短縮に伴い短距離トリップが増加することを示している。さらに、高橋ら(2003)は、高速道路のアクセス性を高めることによって、短いトリップの交通の高速道路の利用が促進されることについて、ドイツ、沖縄、北海道、北関東の事例を比較・検証している。

一般道と高速道路のシームレス化を図ることを目的として、IT を活用した簡易 IC の増設は、我が国独自施策としてスマート IC 制度が 2004(平成 16)年度から本格的に展開されている。スマート IC の制度、整備効果等の詳細は、第 3 章で論じる。

2.8 料金施策

2.8.1 料金施策の分類

表 2.8.1 料金施策の種類と分類

料金施策の目的	一般道路（無料）	有料道路
道路の混雑緩和（混雑課金）	<u>バリュープライシング</u> 有料レーン（HOT レーン）、橋、トンネルにおいてピーク期間における混雑を管理するために金銭的なインセンティブを用いる方法(米国)	<u>時間帯料金変動</u> 時間帯に応じて利用料金を変動させ、有料道路または並行する無料道路の渋滞を緩和する方法（日本、フランス）
道路整備・維持・更新のための財源の確保（鉄道等の財源も含む）	<u>走行距離課金</u> 走行距離に応じた課金。燃料税等のみの歳入からの転換。EU 諸国（ドイツ、ベネルクス3国、スイス、米国検討中）	
貨物輸送における交通モード間の公正な競争確保	<u>走行距離課金</u> 大型車を対象とした課金(ドイツ、スイス、オーストリア)	
建設・管理費用の回収		固定した料金体系による伝統的な <u>有料道路制度</u> (フランス、イタリア、スペイン、日本、米)
都市内道路交通の混雑緩和（エリア課金）	<u>コードン有料制</u> 特定の地域に入る道路利用者に課金する方法(ロンドン、ストックホルム、等)	

料金施策の目的、種類と分類を表 2.8.1 に整理して示す。料金施策の目的としては、道路の混雑緩和（混雑課金）、道路整備・維持・更新のための財源の確保、貨物輸送における交通モード間の公正な競争確保、建設管理費用の回収、都市内道路交通の混雑緩和（エリア混雑課金）に大別した。に関しては、無料道路では、米国のバリュープライシング、有料道路では、フランスや我が国における時間帯別変動料金がある。に関しては、欧州で大型車を対象に本格運用（米国では、数州で試行実験中）とされている走行距離課金がある。

に関しては、トラック輸送から鉄道輸送への政策的転換を政策的に誘導しているドイツ、スイス、オーストリア諸国の施策がある。では、我が国の他、フランス、イタリア、スペイン等における有料道路建設・維持管理、運営のため有料道路制度がある。最後に、では、都市内の特定のエリアに流入する交通をを制御するための課金であり、ロンドン、ストックホルム、シンガポールが有名である。

2.8.2 IT を活用した料金施策の動向分析の視点

本節では、次の視点から他の道路交通マネジメントと比較してより詳細に諸外国での料金施策の動向と知見を分析し、我が国における料金施策への反映・適用性を考察する。

(1) 一般道の渋滞緩和施策（高速道路と一般道のシームレス化）

我が国における、現行の料金施策の改善策を検討するために、米国でのバリュープライシング（HOT レーン）や仏国での変動料金制の運用手法・効果に関して整理する。

(2) 道路の財源確保及び大型車経路誘導施策

我が国における、将来的な今後の財源確保または大型車を対象とした経路誘導を目的とした走行距離課金制度を検討するために、EU 諸国での大型車課金、米国での走行距離課金の社会実験に関して整理する。

(3) 料金施策の受容性向上

料金施策実施に当たって住民、ユーザーの受容性を確保が重要であることから、欧米でのユーザーへの受容性向上策、社会実験によるアプローチを整理する。

2.8.3 米国における渋滞緩和を目的とした混雑課金

(1) 概要

米国では、SAFETEA-LU において、連邦交通省のレーンマネジメントの一環として、以下の主要なプログラムが設けられている。

バリュープライシング・パイロットプログラム(Value Pricing Pilot Program : VPP)

VPP は、1998 年に陸上交通法 TEA-21 からの継続プログラムであり、米国交通省連邦道路庁が所管する。また、その前身は、ISTEA に位置づけられた混雑課金・パイロットプログラム（1991 年創設；Congestion Pricing Pilot Program）である。本プログラムは、渋滞の緩和等を目的に、時間、場所、渋滞レベルに応じて料金水準を変更する施策を支援するプログラムであり、予算は、2006 年度で 1,200 万ドル（約 13 億円）、補助率は 80% で、配分された年度予算は 4 年間で支出すればよく、プログラムの効果を 2 年ごとに議会への報告義務づけられている。

エクスプレスレーン・デモンストレーションプログラム

(Express Lanes Demonstration Program)

SAFETEA-LU により新設されたプログラムである。渋滞や大気汚染の軽減、州際高速道路の容量拡大のための資金調達を目的に、既存の有料道路や HOV レーン、新設の有料車線に可変料金や自動料金収受システムを導入する 15 のデモンストレーション事業を支援するプログラムである。

HOV レーンプログラム（HOV レーンの HOT レーン化）

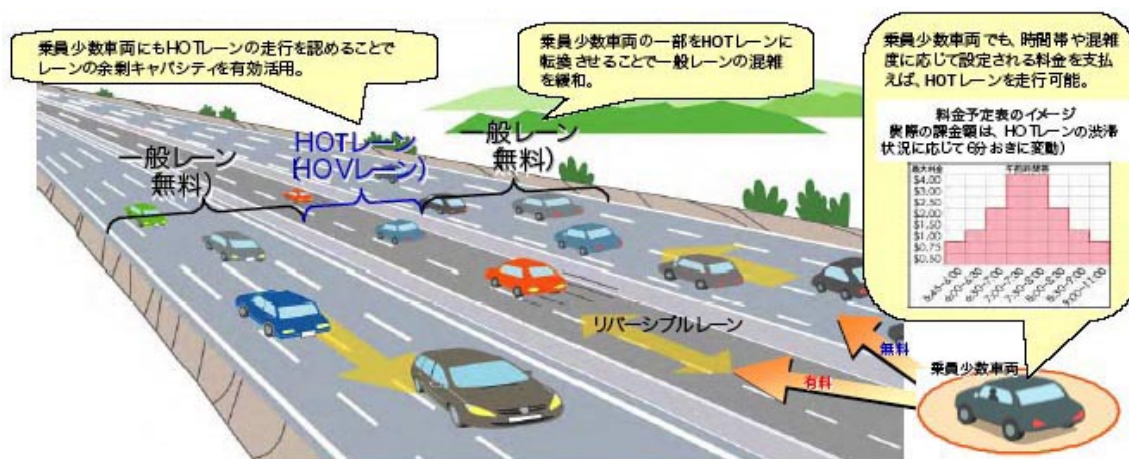
州際高速道路等の HOV レーンにおいて、運転手のみの車両など乗車人数要件を満足しない車両の通行を認める代わりに料金課金を可能とする（HOT レーンへの転換）ことを州に認める措置を講じる。連邦交通省はこれらプログラムを通じて、HOT レーン等の導入に係る調査計画、事業実施及び事後評価に要する費用の一部を州に助成している。また連邦交通省は、これらプログラムによる支援を受けた事業の実施主体に対し、パフォーマンスモニタリングや評価、その結果の報告等を求めている。

(2) HOTレーンの導入状況、効果及び課題

1) HOVレーンによる相乗り促進施策と挫折

米国では、交通需要マネジメントの一環として相乗りの促進施策、HOV (High Occupancy Vehicle)を展開した。この施策は、相乗りを促進するインセンティブとして高速道路において2人以上が乗車していると車両についてHOV専用のレーンを走行できるというものである。この施策は米国全体に拡大したが、相乗り車の伸びが小さく、HOVレーンの交通量がわずかな状態が続いた。さらに、ユーザーからHOVレーンの利用効率が悪く、HOVレーンがあることが一般道路の混雑に拍車をかけているとの批判が高まり、HOVレーンを政策の抜本的政策転換を迫られた。

HOVレーンについては、交通需要マネジメントの根幹的な施策であることから、各州ともHOTレーンとの空間的に共有している。HOV・HOTレーンに利用実態に関する計測・評価分析に関する事例も報告されている。Guenslerら(2012)は、HOVレーンからHOTレーンへの転換が計画されているアトランタのI-85のコリドーを対象として、モニタリング手法の研究をしている。この論文では、HOVからHOTへの転換前後の変化を評価するために沿線5箇所の測定ポイントで交通量、一台当たり乗車数を測定し、レーン当たりの平均乗車数は1.05~1.15人、HOVレーンは2名程度が計測されている。さらに、一般道を走行する自動車の86%が一人乗り、HOVレーンは80%以上が2人以上であると報告している。さらに、ビデオによるナンバープレートの認識技術でデータを計測した結果を解析し、交通が発生する地域と人数等の分布を明確にしている。



国土交通省道路局資料

図 2.8.1 HOVレーン、HOTレーンの概要

2) HOVレーンの代替策としてのHOTレーン

HOVレーンを有効に利用する新たな政策としてHOTレーンが考案された。この施策は、多乗車のHOV車は無料であるが、乗車者が少ない車（通常は一人）の場合有料とするものである。最初のHOTレーンは、1995年にカリフォルニア州オレンジ郡の州道91号線(SR91)で運用を開始した。米国会計検査院(GAO)によると、2012年1月時点で、全米で12のHOTレーンが運用されている（図2.8.2参照）。運用中のHOTレーンは、延長が区間により最短7マイルから最長40マイルまでに及び、設置方法についてはHOTレーンを新たに増設する方法と既設のHOVレーンをHOTレーンに転換する方法が混在する。当初は有料であることに対する不満も予想されたが、所要時間が短縮されることからHOTレーンの利用は増加している。なお、米国におけるHOTレーンの設計・運用に関しては、FHWA(2003)による“A Guide for HOT Lane Development”に詳しい。このガイドラインでは、複数のHOTレーンの事例に基づき、HOTレーンの計画・設計・調達及び運用に関するフレームワークを示すとともに、ユーザー、住民に対する説明責任、受容性の確保のための方策について解説している。

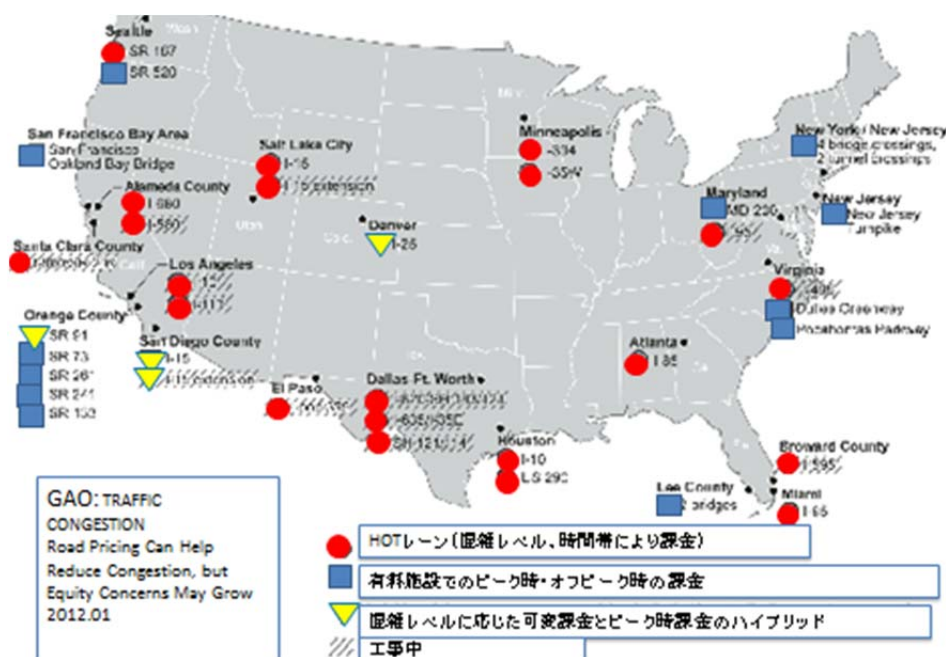


図 2.8.2 バリュープライシング・パイロットプログラムの実施箇所（GAO レポート 2012）

表 2.8.2 GAO のレポートで効果が報告された代表的な HOT レーン

事業名	設置都市	延長(マイル)	全線料金	運用開始年月
SR 91	カリフォルニア州オレンジ郡	10	\$1.30-\$9.75	1995年12月
I-15	カリフォルニア州サンディエゴ	20	\$0.50-\$8.00	1996年12月
I-394	ミネソタ州ミネアポリス	11	\$0.25-\$8.00	2005年5月
SR 167	ワシントン州シアトル	北行き 11 南行き 9	\$0.50- 9.00	2008年5月
I-95	フロリダ州マイアミ	7	\$0.25- 7.00	2008年12月

注：事業名中「I」はインターステートハイウェイ,「SR」は州道の意味

(3) HOT レーンの事例からみた効果の整理

ここでは、表 2.8.2 に示す 5 箇所の HOT レーンプロジェクトのうち、HOT レーンの導入による一般道、高速道路の交通量変化や公共交通への影響等が詳細に報告されている I-95 の事例を取り上げ、関連する文献から HOT レーンの概要、課金レベル、HOT レーン及び無料レーンの交通量、旅行速度等の効果について整理する。なお、他の事例については、付録.1 に記載する。

1) I-95 (フロリダ州)の HOT レーンの概要

I-95 の HOT レーンは、混雑緩和を目的として導入された。導入の際に新しく車線が追加されている。工事は、大きく分けて二段階で行われ、第一段階の工事は 2008 年 12 月に終了し、現在約 12km の HOT レーンが供用されている。第二段階の工事は、2014 年内に終了予定で、最終的には約 22km の HOT レーンとなる。

表 2.8.3 フロリダ州 I-95 の概要

課金タイプ	レーンプライシング
課金目的	・無料車線の渋滞緩和 ・HOT レーンの旅行速度を最低 45 マイル/h (72km/h) に維持
導入時期	2008 年
課金時間帯	常時
課金車種	1~2 人乗り車両(乗用人員 3 人以上の車両、ハイブリッド車などエコカー、相乗り車両、通学バス、ハイデッカーバス、路線バス等は無料)
延長	延長 7.3 マイル (約 12km)



図 2.8.3 I-95 の位置



図 2.8.4 I-95 の高速バスの利用

出典：<http://www.95express.com/>

2) 課金額

I-95HOT レーンの課金額は、時速 45 マイル以上に維持するために HOT レーンの交通量に応じて変化する。課金額は基本的に 0.25 ~ 3.75 ドルの間であるが、最大で 7.0 ドル程度まで上がる。

表 2.8.4 I-95 における料金例

Week of October 15 - October 21, 2012 6-9 AM Peak Period Tolls (Southbound)		Week of October 15 - October 21, 2012 4-7 PM Peak Period Tolls (Northbound)	
Low	\$0.25	Low	\$1.50
High	\$4.25	High	\$6.75
Express Lanes Speed Benefit	16 MPH	Express Lanes Speed Benefit	14 MPH
Typical* Weekday Tolls from October 15 – October 19, 2012		Typical* Weekday Tolls from October 15 – October 19, 2012	
Midnight to 5 am	\$0.25	Midnight to 5 am	\$0.25
5-6 am	\$0.25	5-6 am	\$0.25
6-7 am	\$0.25	6-7 am	\$0.25
7-8 am	\$1.50	7-8 am	\$0.25
8-9 am	\$3.75	8-9 am	\$1.25
9-10 am	\$3.00	9-10 am	\$0.25
10-11 am	\$1.00	10-18 am	\$0.25
11 am to 12 pm	\$1.00	18 am to 12 pm	\$0.25
12-1 pm	\$0.25	12-1 pm	\$0.25
1-2 pm	\$0.25	1-2 pm	\$0.50
2-3 pm	\$0.25	2-3 pm	\$0.75
3-4 pm	\$0.25	3-4 pm	\$1.00
4-5 pm	\$0.50	4-5 pm	\$2.00
5-6 pm	\$0.25	5-6 pm	\$2.75
6-7 pm	\$0.75	6-7 pm	\$2.75
7-8 pm	\$0.75	7-8 pm	\$1.50
8-9 pm	\$0.25	8-9 pm	\$0.25
9-10 pm	\$0.25	9-10 pm	\$0.25
10 pm to midnight	\$0.25	10 pm to midnight	\$0.25
Typical* Weekend Tolls from October 20 – October 21, 2012		Typical* Weekend Tolls from October 20 – October 21, 2012	
\$0.25		\$0.25	

3) HOT レーンの効果評価

フロリダ DOT による 95Expressway の年次報告書(2010)では、速度、旅行時間、交通量に関して以下のようにとりまとめられている。

(a) 速度・旅行時間

図 2.8.5 と図 2.8.6 において、HOT レーンが導入されてからの平日の旅行速度と旅行時間の平均の推移を示す。2009 年において、HOT レーンと無料車線の旅行速度の改善が確認された。HOT レーンにおける午後のピーク時の平均速度は、2008 年の HOV レー

ンの平均速度より時速 39 マイル向上している。

無料車線のピーク時の速度は、2008 年午後のピーク時より時速 23 マイル速く、これにより 1 旅行あたりの旅行時間はおよそ 11 分まで短縮された。

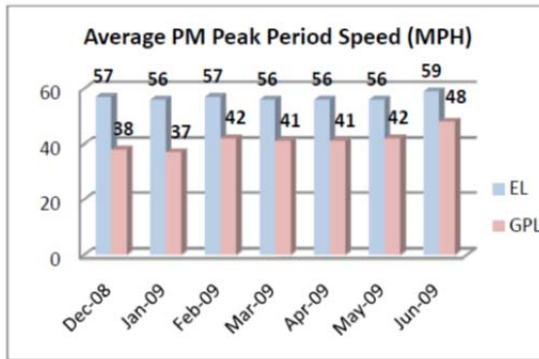


図 2.8.5 午後のピーク時の平均速度

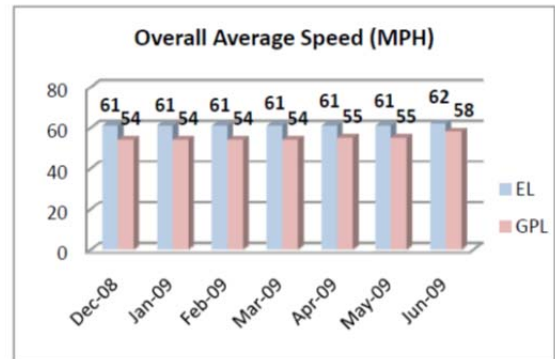


図 2.8.6 全体の平均速度

出典：VALUE PRICING – HOT LANES IN SOUTH FLORIDA

旅行時間は旅行速度に反比例するため、図 2.8.7 と図 2.8.8 のような急激なカーブが描かれる。HOT レーン区間において、午後のピーク時（4-7 時）においても、概ね 55MPH と安定した速度を維持している。

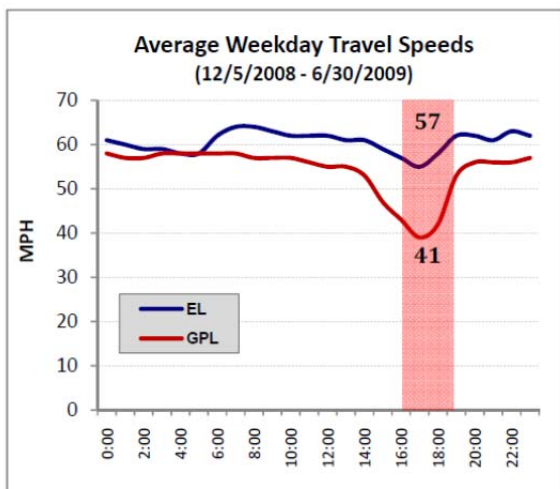


図 2.8.7 平日の平均旅行速度

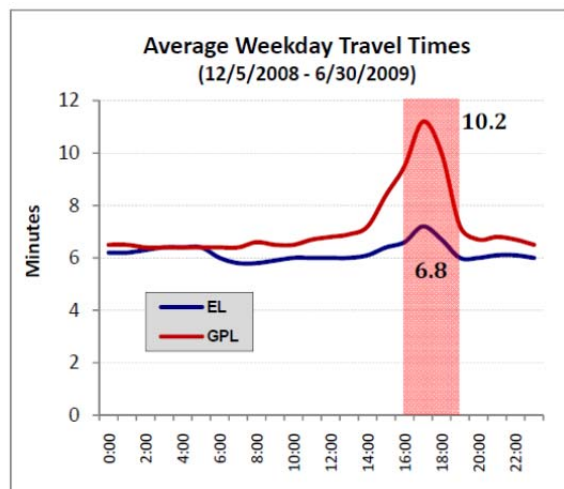


図 2.8.8 平日の平均旅行時間

出典：VALUE PRICING – HOT LANES IN SOUTH FLORIDA

このように HOT レーンの実施に伴い I-95 における旅行速度は顕著な改善が確認された。最低旅行速度時速 45 マイルという目標を、HOT レーンが午後のピーク時で 95.4%達成、全体で 99.5%達成した。

(b) 交通量データ

HOT レーンにおける交通量は、導入以降ほとんど変化していない。平日の HOT レーンの

平均交通量は 22,600 台ほどであり、無料車線では約 103,100 台であった。平日の最大交通量は 2009 年 4 月であり、HOT レーンの最大交通量は、26,800 台以上であった。午後のピーク時（4～7 時）の平均交通量は、HOT レーンで 6,910 台、無料車線で 18,064 台であり、午後のピーク時の全体交通量の 27.7% が HOT レーンの交通量である。月ごとの毎時の最大交通量もまた変わらず、7,300 台以上であった。

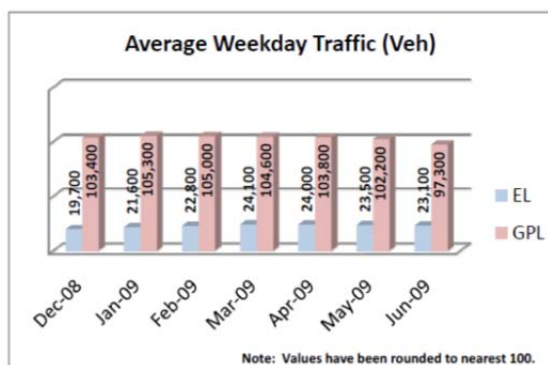


図 2.8.9 平日の平均交通量

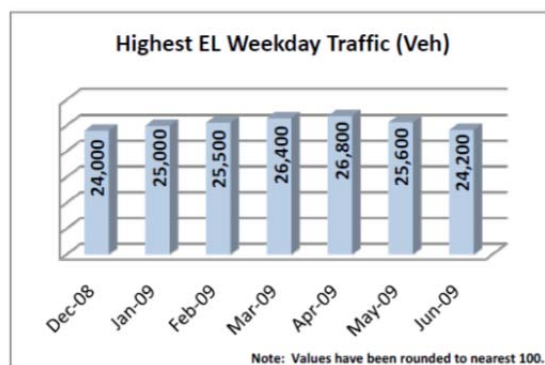


図 2.8.10 平日の最大交通量

出典：VALUE PRICING – HOT LANES IN SOUTH FLORIDA

(c) 課金額の変化

図 2.8.11、図 2.8.12 に示すように、平日午後のピーク時の平均課金額は 1.64 ドル、オフピーク時は 0.44 ドルである。また HOT レーンにおける午後の全体の交通量の 28% を午後ピーク時の交通量が占めているが、全利用者の 85% が、午後ピーク時の平均と同じ平均 1.61 ドル以下を支払っている。

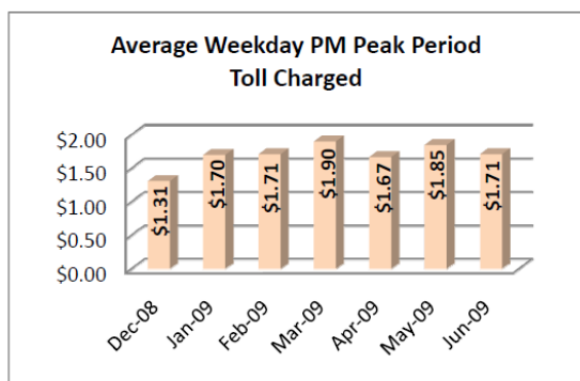


図 2.8.11 平日の午後ピーク時における平均課金額

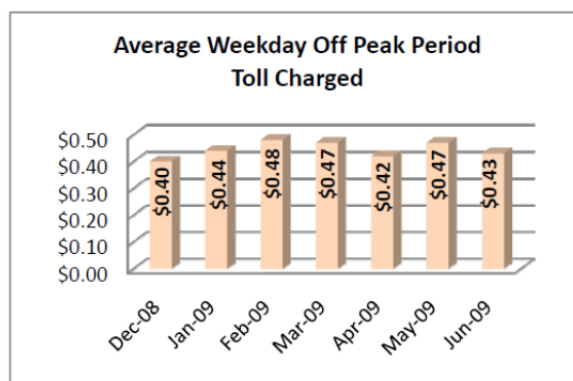


図 2.8.12 平日のオフピーク時における平均課金額

出典：VALUE PRICING – HOT LANES IN SOUTH FLORIDA

(d) 公共交通利用への影響

Weidner(2012)は、I-95 の HOT レーン化に伴う高速バス利用への影響を報告している。この報告によると、I-95 のマイアミ～ローゼンダール間の 21 マイル区間が、1 HOV レーンから 2HOT レーン化することにより、午後の全レーンのピーク時の平均速度が 18 マイル/時 (29km/h) から 50 マイル/時(80km/h)に増加した。また、HOT レーンの速度向上の効果は、高速バスの乗客数増加にもつながり、2009 年 1800 人/ピーク時間から 2011 年には 4600 人/ピーク時間に著しく増加している。さらに、フロリダ DOT は、高速バスの車両シートの更新、パーク&バスライドの施設拡張する計画をたて、利用者の満足度改善を高めるなどの相乗効果も表れている。

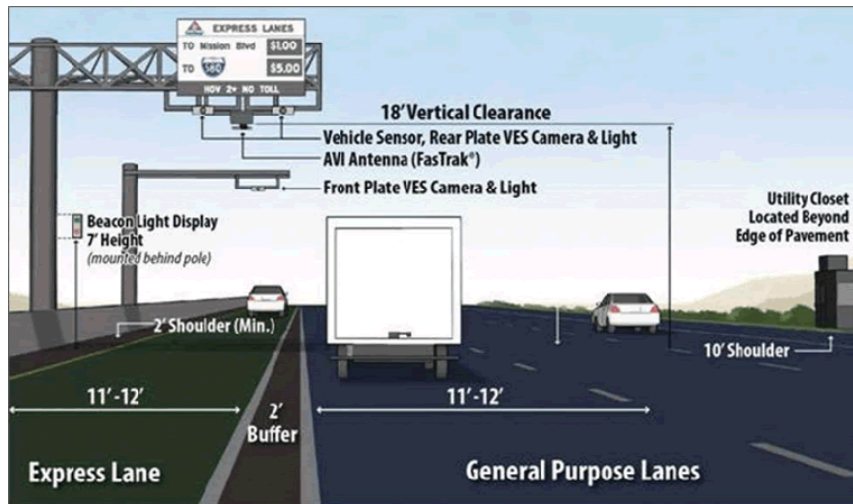
通常は高速道路の利便性が向上することにより、他の公共交通機関に負の影響(利用者の減少に伴う減収・減益)が懸念され、多くの失敗事例がある。例えば、第4章で論じる、我が国における高速道路における料金割引によって、鉄道、フェリー等公共交通機関の利用者の大幅に減少した。この報告に代表されるフロリダ DOT の視点は、高速道路を利用する高速バスという特殊性はあるが、往々にして個人ユーザーに焦点が当たる HOT レーンによる効果を高速バスとの共存という観点から捉え、地域における総合的な公共交通システム全体との調和を重要視している。この視点は、我が国の高速道路の新たな料金施策を立案・評価する際にも重要であろう。

(4) HOT レーンの運用・構造、費用及び効果に関する総括的な既往研究

HOT レーンの効果等に関する研究は、前節で紹介したように HOT レーンを実施運用している各州の DOT から TRB 等の場で多数報告されている。しかしながら HOT レーンによる交通改善効果や運営上の課題等について総括的に分析整理した研究は少ない。以下には、HOT レーンの構造、費用対効果及び効果を取り扱った総括的な分析に関する既存研究を概説する。

1) HOT レーンにおける構造と流入部の料金表示

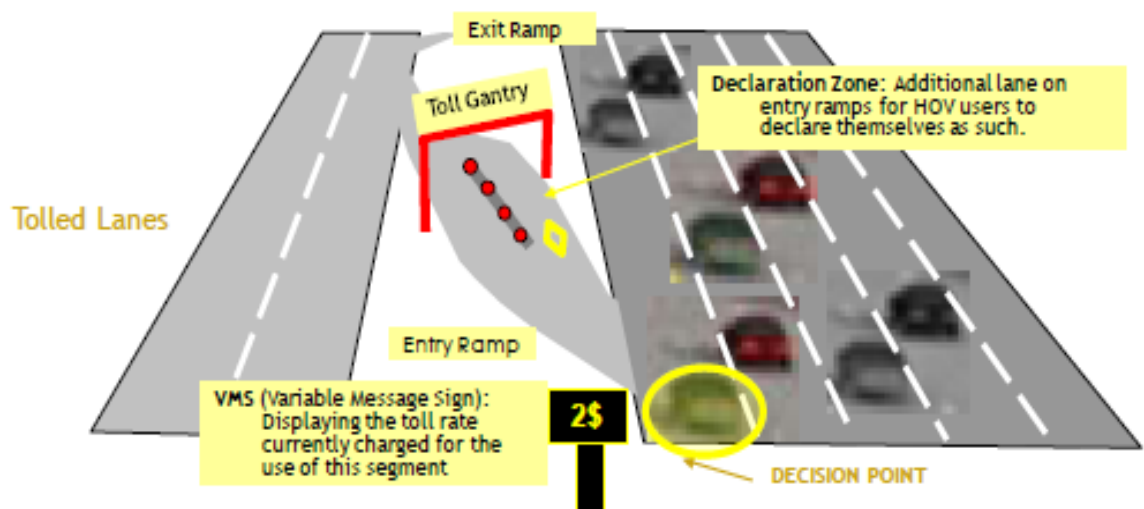
HOT レーンに関して、図 2.8.13 のように HOT レーンの幅員、一般走行部との分離部、料金表示板の位置・高さを規定している。通常、HOT レーンの料金は、予め設定した料金表に応じた時間帯別可変料金、交通状況に応じて変動するダイナミックプライシングなど常時可変することから、ドライバが料金情報により安全に HOT レーンへ誘導されるように、料金情報の表示の内容、タイミング、視認性の基準化が必要である。FWHA では、HOT レーンへの安全なアクセスを確保するために、交通制御施設に関する基準(The Federal Manual on Uniform Traffic Control Devices (2009 edition))において、料金表示に関してアクセス、出口の場所、ランプへの距離、占有要件、通行可能時間、料金等の表示方法を規定している。



FWHA: Priced Managed Lane Guide (2012)

図 2.8.13 HOT レーンの標準的な構造断面と関連施設

さらに、ドライバーがHOT レーン選択をリアルタイムの意思決定をさせることができるように、決定するまでの十分な時間を確保するため、2 マイル前から情報を提供するように規定している（図 2.8.14 参照）。



出典：Sanchez：Pricing Models in the TollRoad Business. The CintraExperience

図 2.8.14 HOT レーンにおける流入時の料金表示の概念図



料金表示版 (左: SR91、右: I-394)

図 2.8.15 HOT レーンにおける料金表示

2) HOT レーンの課金システム・レーン構造に関する既往研究

HOT レーンの幾何構造に関しては、“A Guide for HOT Lane Development”(2003)に詳しいが、Michalaka & Yin(2012)は、複数の HOT レーンの課金方式(課金ポイント・セグメント区間)と流入・退出位置・構造を整理し、課金方式毎の長所・短所を分析している。この論文では、HOT レーンのセグメントとして、シングルセグメント(出口、入り口一つ、複数でも入口、出口が近接)、マルチセグメント(入口、出口が分離、料金が可変)の形式があり、また、課金方式として、ゾーン課金(ゾーンの数分の料金を支払う)、流入ポイント課金(流入するポイントで課金額が決定、距離に依存しない)、O-D ベース課金(入口と出口のペアで課金額が決定)、対距離課金(走行距離に応じて課金)の4つの種類があるとした上で、以下の表 2.8.5 のように各課金方式の長所・短所を整理している。

表 2.8.5 各課金形式の長所と短所 (Michalaka & Yin (2012))

課金形式	長所	短所
ゾーン課金	運用が容易、特にシングルセグメントの HOT レーンから拡張する場合。変更が容易。	端部での、レーン変更に伴う混乱とそれに伴う容量ロス(レーン間のアンバランス)がある。
流入ポイント課金	運用が容易。ユーザーによっても利用しやすい。	容量利用の非効率、不公平感が生まれる。
O-D ベース課金	需要管理、容量の利用が効率的	運用に費用がかかる。
対距離課金	公平感がある。	より費用がかかる。 容量活用の不効率。

この論文では、I-95 を対象として適切な分割ゾーン数を分析するため3分割ゾーンと2分割ゾーンを比較した結果、2ゾーンでも十分な効率性が得られると結論づけている。また、

表 2.8.6 には、I-15 等の代表的な HOT レーンにおけるアクセスポイントと料金ポイント及び課金方式の事例を示す。

表 2.8.6 HOT レーンのアクセスポイントと料金ポイント及び課金方式の事例

(Michalaka & Yin(2012)による整理)

路線	延長	アクセスポイント	料金所 (ポイント)	課金方式
I-15 Salt Lake,Uta	38 miles	18 箇所、1 箇所 当たり入口 2 ,出 口 1	ゾーン終点到 4 ポイント	ゾーン課金 ダイナミックプ ライシング
I-15 Texas	13 miles	西方向入口 5 ,出 口 3、東方向入口 3、出口 5	ゾーン終点到 3 ポイント	ゾーン課金 時間帯変動課金
I-394 Minnesota	11 miles	東方向 5 西方向 5	東方向、西方向 5 箇所	ゾーン課金 ダイナミックプ ライシング
SR-167 Washington	10 miles	南方向 6 箇所の 出入口、北方向 4 箇所の出入口	入口毎 1 箇所	流入ポイント課 金、ダイナミック プライシング
I-15 San-diego California	7 miles	複数	複数	O-D ベース課金、 ダイナミックプ ライシング

3) HOT レーンの費用・効果、経済に関する既往研究

米国会計検査院(United States Government Accountability Office(以下「GAO」という)) は 2012 年 1 月、連邦議会下院の要請を受け、レポート”Traffic Congestion: Road Pricing Can Help Reduce Congestion, but Equity Concerns May Grow”(2012)を発表した。本レポートは、米国で導入されている交通混雑緩和のための課金施策 (HOT レーン及びピーク時混雑課金) について、連邦政府の役割、施策の効果と課題について報告している。

施策の効果については、事後評価が既に実施済みである 14 事業 (HOT レーン 5 事業、ピーク時混雑課金 9 事業) を対象に詳細調査を行い、とりまとめを行っている。この HOT レーン 5 事業は表 2.8.2 のとおりである。HOT レーンの導入効果について、本レポートが報告している主なポイントは、次の通りである。

全体的に、HOT レーン及び隣接レーン (無料レーン) の双方において、渋滞の減少、旅行速度の向上、旅行時間の短縮が見られる。また、隣接レーンの改善効果は、運転手単独の車両が HOT レーンに移行したことに伴うものである。しかしながら、HOT レーンを追加的に建設している場合には、上記の効果が課金導入によるものか車線増設によるものかの判別はできない。

HOT レーンの交通量は増加しているが、運転手単独の車両の増加がこれに寄与しており、相乗り (car- pool) そのものは増えていない。

本レポートでは、HOT レーンの導入効果を評価しているプロジェクト箇所数が少ないため、HOT レーンそのものの施策の効果を結論づけることは現段階では難しいとしている。また、これまでの事後評価では十分に実施されていない、HOT レーンの導入による利用者の交通選

択行動への影響の評価、及び導入インパクトの公平性の観点からの評価（低所得者と高所得者の間の公平性、設置地域と周辺地域の間の公平性）については、今後検討が必要であることも結論としている。

Devarasetty ら(2012)は、Houston の Katy Freeway を対象として、HOT レーンのユーザーの挙動を検証分析することと、定期的な選択肢アンケート分析手法を改良し、HOT レーンの時間短縮の評価から時間信頼性価値の評価を分離を試行している。この研究では、アンケートによる定期調査（本論文では、イラスト版と文字版を提示）に基づく、3つの異なる分析手法を比較検討している。また、分析シナリオとして、一般道を一人で運転、一般道を相乗りで運転、HOT マネジレーン（有料）を一人で運転、HOT レーンを相乗りで運転（無料:HOV）の4つのケースを設定し、各シナリオの組合せで具体的な速度、課金、旅行時間の変動の値をセットし、時間短縮価値(VTTS)、時間信頼性価値（VOR）を計算している。

分析の結果、Katy Freeway を対象として交通量、速度、時間の実測値に基づき評価すると、VTTS は時間当たり約 50 ドルとなった。また、Katy Freeway は、ピーク時 4 ドル、前後の 1 時間は 2 ドル、それ以外は 1 ドルの課金であるが、実測値からピーク時間帯は約 20% の交通が HOT レーンを利用し、そのうち 10% は有料の状況で利用している。ピーク時間を過ぎても、6% は HOT レーンを利用し、3% は有料の状態で利用しており、この結果は、HOT レーンの信頼性の評価に関連していると推察している。

また、今西ら（2005）は、一般道 4 車線、HOT レーン部 2 車線、ユーザの時間価値が同じで速度が高い方を選択等の仮定に基づき、全線一般道、HOV レーンと一般道の組み合わせ、HOT レーンと一般道の組み合わせ毎の一台当たり交通費用、総交通費用と交通量の関連を整理し、交通経済学的意義を解説している。ユーザーの時間価値が同じ場合、HOT レーンの料金をあげると総交通費用は HOT レーンでは下がるが、一般道の増加の方が大きいため合計では料金を上げる前よりも増加する。ダイナミックプライシングは対象区間における経済的な最適化を狙った料金選定には必ずしもなっていない。一方、HOT レーンを利用する者の時間価値が一般道を利用するものより大きいと仮定すると総交通費用が減少する場合もあることを示唆している。

4) 所得格差を考慮した HOT レーン等の利用に関する既往研究

Katharina ら(2012)は、所得層を 5 つのグループに分け、混雑課金による影響を分析している。分析には次の 4 つのシナリオを設定している。

シナリオ A：時間ベースの課金（ビニエット方式：年間 140 ユーロ、10 日間 11 ユーロ）この方式は実施コストが安く、すぐにでも運用可能。

シナリオ B：時間ベースの課金（燃料税 0.05 ユーロ/l の減税、自動車税 4.5 ユーロ/100cm² の減税の補償する対価として）

シナリオ C：距離ベース（0.04 ユーロ/km、Rommerskirchen らの既往論文を参照にして設定）

シナリオD：距離ベース(燃料税 0.05 ユーロ/l の減税、自動車税 4.5 ユーロ/100cm² の減税の補償する対価として)

上記の ~ のシナリオに基づく比較分析の結果、シナリオAが所得層間の利用挙動に最も差が生じるとの結論を導いている。このビニエット方式はビニエット購入の一時的な支出が伴うことにより、低所得層では最も負担感が大きく、逆に時間や距離に応じた課金の方が抵抗感が少ないことを示唆しているものと考えられる。

5) ダイナミック・ロードプライシングに関する既往研究

HOT レーンは、時間短縮や時間信頼性の効果の周知に伴い、有料であるにも係わらず HOT レーンの交通量が増加し、結果として自由速度を維持できなくなる。そこで、混雑時間帯には高い料金を設定するとともに、徐々に料金を上げていく施策が講じられている。これらの時間帯別可変料金は料金表で公表している。例えば、先に述べた SR-91 がある。さらに、ミネソタ I-394 のように IT 技術を駆使して、混雑に応じてリアルタイムに料金を変動させるダイナミック・ロードプライシングの導入が進んでいる。

Chung(2013)は、各州における HOT レーンの料金設定における固定料金から時間帯別可変料金、そしてダイナミック・ロードプライシングへの動向を明らかにするとともに、時間帯別可変料金の交通量の履歴に基づく設定方法を明らかにしている。さらに、ダイナミック・ロードプライシングにおける料金設定に関する資料をレビューし、アルゴリズムについて解明している。各州のダイナミック・ロードプライシングの実態に関しては、表 2.8.7 に示すように区間距離、料金更新頻度、料金設定の根拠情報、料金の変動単位、最小・最大料金等を整理している。表より、ダイナミック・ロードプライシングは、HOT レーンの交通量、速度、密度を根拠にする場合と HOT レーンと無料双方の交通量と速度を根拠にする場合があること、及び 3 分～6 分の頻度で更新していることが分かる。なお、表の SR91 は、過去の交通量に基づく時間帯別可変料金制である。

また、一般的に、ダイナミック・ロードプライシングの料金設定は、次式のように時間価値 (VOT) と信頼性価値 (VOR) によって設定されているとしている。

$$\begin{aligned}
 Toll &= TVOT + TVOR = TS_{hot} \times VOT + \Delta TT_{gp} \times VOR \\
 &= \left(\frac{L}{S_{gp}} - \frac{L}{S_{hot}} \right) VOT + \left(\frac{L}{S_{gp} - 0.84SD_{gp}} - \frac{L}{S_{gp}} \right) VOR
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

ここで、L: 区間距離、T: 所要時間、SHOT: HOT レーンの旅行速度、Sgp: 無料レーンの旅行速度、SDgp: 無料レーンの旅行速度の標準偏差

表 2.8.7 米国ダイナミック・ロードプライシングの概要 (Chung(2013))

	SR-91, CA	I-15 South, CA	I-15 North, CA	I-394, MN	SR-167, WA
HOT total length (mi)	10	8	12	10.3	9
Toll update frequency	Season	6 min	6 min	3 min	5 min
Basis	(mean) HOT hourly volume	HOT volume	HOV and GP lane speed & VOT	HOT density	HOV and GP lane speed & volumes
Period of the basis	Latest 12 weeks	Latest 12 min	Latest 12 min	Latest 6 min	Latest 5 min
Reference	Four criteria for toll adjustments	A lookup table for toll adjustments	Three criteria for VOT adjustments	A lookup table for toll adjustments	An equation for toll adjustments
Increment (\$)	1; 0.75	A multiple of 0.25	\$0.08/min for VOT	A multiple of 0.25	A multiple of 0.25
Decrement (\$)	0.5	A multiple of 0.25	\$0.08/min for VOT	A multiple of 0.25	A multiple of 0.25
Max increment (\$)	1	0.5 for LOS worse than C; otherwise 1	\$0.08/min	N.A.	N.A.
Max decrement (\$)	0.5	N.A.	\$0.08/min	N.A.	N.A.
Upper bound	N.A.	\$8/use	\$1/mi	\$8/section	\$9/use
Lower bound	N.A.	\$0.5/use	off-peak: \$0.05/mi peak: \$0.1/mi	\$0.25/section	\$0.5/use

Note: The tolls of SR-91 are not dynamic and thus do not have an upper or lower bound.

また、Kong ら (2012) は、フロリダ I-95 (マイアミとフォートローゼンタール間: 7.2 マイル) を対象として、混雑度に応じたダイナミック・ロードプライシングの変動パターンによる検証している。I-95 では、ダイナミック・ロードプライシングでは、現在の交通速度データと過去のデータをもとに 15 分毎に課金額を算出している。2010 年の実績から課金額は、0.25 ドル ~ 6.00 ドルであり、課金額の 95% は 2.50 ドル以下となっている。分析の結果、計測した課金毎の平均速度に対する平均交通量を交通密度 (Traffic Density) と定義した場合、有料レーンと一般レーンの交通密度の関係は、一次線形の関係にあり、一般部の交通混雑が厳しくなるに従い、有料レーンに転換する傾向がある。また、一般レーンの交通密度と HOT レーンの料金収入の関係から、料金が 0.25 ドルを分岐点として 2 つの直線に分離できる。これらの結果から、交通密度換算で 20 台/レーン/マイルをオペレーションモードの分岐点とする交通マネジメントの導入が必要であるという結論を得ている。

また、Vu (2012) は、ジョージア州 I-85 の Express レーンを対象としたダイナミック・ロードプライシングの効果を分析している。I-85 では、延長 16 マイルの道路空間を白線により区別し、0.5 マイル (800m) 毎に計 67 箇所の数多くの料金ポイントが設置されている。ダイナミック・ロードプライシングにより、走行速度が一定程度のサービス水準で維持されるため、有料レーンの日交通量が、2 ヶ月間で 3,200 台から 12,000 台に増加し、ピーチパス・トランスポンダの発行が 3 ヶ月間で 75,000 台から 127,000 台と増加している。なお、課金の平均額は 1 ドルであり、南向き最大距離の平均課金額は 2 ドルとなっている。本論文では、交通管制センターの役割として、課金額を調整、DOT の交通マネジメントセンターと連携した交通事故のモニタリング、課金装置のモニタリングを挙げている。

6) HOT レーンに関する受容性に関する検討事例

無料であった道路が有料になったことにより、HOT レーンが試行・運用に際して、常にユーザー、住民の受容性が大きな懸案であり、各 DOT では様々な工夫を重ねてきた。表 2.8.8 には、I-95 と I-394 における HOT の住民への周知方法等の活動を整理する。

表に示すように、住民、ユーザーに対して、継続的に事業の内容と効果について各種メディアを活用して説明している。また、WEB による情報公開を実施している。特にフロリダの I-95 では、広報チームを編成し、出版社やテレビ局等と連携するとともに、市民向けのワークショップやヒアリングを数多く実施している。その結果、HOT レーンの効果の理解が進み施策への支持が向上している。後述するように、各国とも、料金施策に関しては、料金への負担感、プライバシーの保護等の観点から社会実験や広報等により住民やユーザーの受容性を高める工夫を展開している。国、地域によっては、住民・ユーザーの理解が得られずに料金施策を断念している。

我が国においても、今後の新たな有料道路の料金割引、課金制度の展開にあたっては、諸外国の経験を生かした受容性の向上策の検討が必須であろう。

表 2.8.8 HOT レーンプロジェクトの住民・ユーザーへの周知の現状

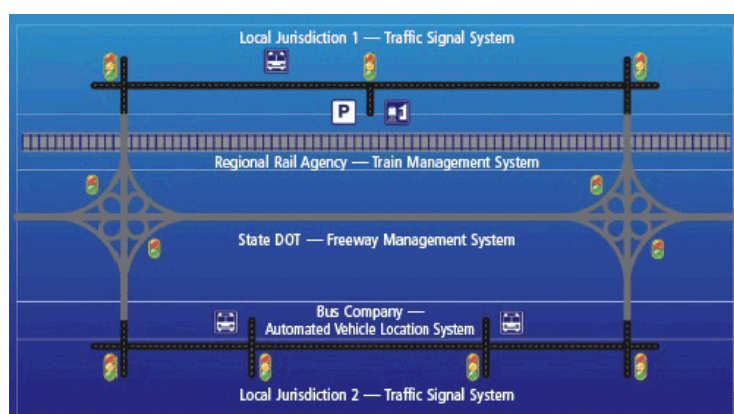
	I-95(フロリダ)	I-394(ミネソタ)
周知方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 広報チームを作り、住民に周知するための戦略的広報の実施 ・ 出版社やテレビ局との強固な関係の構築 ・ 市民向けミーティング、ワークショップ、ヒアリングの実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ウェブサイトでの情報提供
住民の反応	<p>【利用者調査】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 78.6%の利用者が旅行時間が短くなったと回答。 ・ 80.4%が無料レーンより信頼できると回答。 ・ 59%の利用者が HOT レーンの方が安全であると感じており、57.9%が HOT レーンに高い価値があると回答。 ・ 63.8%が渋滞解消のために課金プロジェクトを支持すると回答 (2011 年 12 月) 	<p>【利用者調査】</p> <p>HOT レーン開設前</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 支持する 60% ・ 支持しない 30% <p>HOT レーンを快適だと感じた 47%</p> <p>HOT レーン開始後 1 回目の調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 支持する 59% ・ 支持しない 2.8% <p>HOT レーンを快適だと感じた 63%</p> <p>HOT レーン開始後 2 回目の調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 支持する 65% ・ 支持しない 22% ・ HOT レーンを快適だと感じた 68%
出典	<p>「95Express annual report July 1,2009-June30, 2010」</p> <p>「95Express Midyear report Project Status for Urban Partnership Agreement」</p> <p>「95Express PUBLIC MEETINGS」</p> <p>http://www.95express.com/public.shtm</p>	<p>Pricing Acceptance Public Opinion Analysis July 2007, Washington State, Department of Transportation</p>

(5) 統合コリドーマネジメント

1) 統合マネジメントの概要

これまで、米国の料金施策として、HOT レーンの施策を論じてきたが、米国における主要交通コリドー (Transportation Corridors) では、HOV・HOT レーン施策と公共交通サービスが連携して、朝夕のピーク時や交通事故の発生時の交通需要に対応するマネジメントを試行している。この施策は統合コリドーマネジメント (Integrated Corridor Management (以下「ICM」という)) と称し、既存の交通システムをベースに、これら十分に活用されていない交通容量を最大限活用することで、混雑緩和を図る交通マネジメント戦略である。ICMは、交通コリドーを対象に、既存の各種交通モードを統合的に管理することにより、旅行者に対してコリドー内のあらゆる交通モードに関する情報を提供し、旅行者がこの情報に基づいて時々刻々と変化する交通状況に応じた最適な交通手段の選択を可能とするものである。このため ICM は、各交通システムを管理する組織が連携して、旅行者に多くの情報及び選択肢を提供することが求められる。

図 2.8.16 は、ICM のイメージである。各交通モードが個別にシステムを運用する従来の方法から、コリドー内の道路及び公共交通の各モードの管理者が連携し、1つのマルチモーダル交通システムとして統合運用するというものである。



出典：Cronin(2008)

図 2.8.16 ICM による各交通モードの統合運用のイメージ

2) 連邦交通省による ICM イニシアチブ

連邦交通省内の研究革新技术庁 (RITA)、連邦道路庁 (FHWA)、連邦公共交通庁 (FTA) が連携し、2006年に ICM イニシアチブを以下の3点を目的として立ち上げた。

多様な交通運用戦略や ITS 技術を活用して、コリドー内の全ての交通システムを統合運用することにより、人やモノの移動スピードをどのように効率的かつ能動的に向上させることができるか、その効果を検証する。

ICM システムの効果的運用のために必要な、運用政策、各システムにまたがる運用戦略、統合のための要求事項とその方法、分析手法を開発する。

コリドー内の交通容量全体をより効果的に活用するために、ITS 技術が各交通システムの運用をどのように連携・調整できるかを検証する。

連邦交通省は、ICM の開発、配備、評価を行うためのパートナーとして、図 2.8.17 に示す様々な交通システムを有する 8 つのパイオニアサイトを選定している。ICM イニシアチブは、4 つのフェーズを経て本格実施することを目指している。フェーズ 1 では、米国におけるコリドーマネジメントの現状、諸外国における先進事例、ICM のフィジビリティ等についての基礎的な調査を完了している。また、フェーズ 2 では、ICM 戦略のモデリング、シミュレーション、分析の枠組みを開発している。

Pioneer Site Location	Corridor Assets To Be Integrated With ICM									
	HOV	Tolling	Value Pricing	Real-Time Control	Fixed Route	Express Buses	Bus Rapid Transit	Commuter Rail	Light Rail	Subway/Heavy Rail
Dallas, TX	◆	◆		◆	◆	◆			◆	
Houston, TX	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆			
Minneapolis, MN	◆	◆	◆	◆	◆	◆				
Montgomery County, MD	◆			◆	◆	◆		◆		◆
Oakland, CA	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆		◆
San Antonio, TX				◆	◆	◆				
San Diego, CA	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆			
Seattle, WA	◆			◆	◆	◆		◆	◆	

出典：Cronin(2008)

図 2.8.17 パイオニアサイトとその交通インフラ

フェーズ 3 では、8 つのパイオニアサイトが ICM の運用コンセプトを開発し、この中から連邦交通省により選定されたダラス、ミネアポリス、サンディエゴの 3 つのサイトにおいて、さらなる分析、モデリング、シミュレーションが行われた。これは、モデルの妥当性の評価、ICM の潜在的な便益の評価、ICM 戦略の改善等を目的に行われた。便益の評価では、平時、事故発生時、特別なイベント時、悪天候時等を含む 9 つのシナリオを設定し、交通事故件数、旅行時間や遅延、旅行時間信頼性、排出ガス及び燃料消費量等のパフォーマンス指標を算定することにより実施された。さらに、連邦交通省は 2009 年、ダラス及びサンディエゴの 2 箇所をデモンストレーションサイトとして選定しており、2013 年までに両地域でプロジェクト及びその評価がフェーズ 3 の最終ステップとして実施し、フェーズ 4 として、ICM の普及活動及び技術移転を実施しつつ、ICM の技術標準の作成と実展開を目指している。

このような米国連邦政府、州、各交通機関が主導し、高速道路と鉄道等の他の交通モード相互の連携を図る総合的な交通政策は、我が国においても大いに参考にすべきである。

2.8.4 フランスにおける混雑課金

フランスでは、パリ近郊の A86 トンネルにおいて時間帯別料金変動の料金施策を実施している。このトンネルは、2011 年に全線開通した全長 10km の 2 層式乗用車専用トンネルである。このトンネルでは、カーブール、多頻度割引に加え、交通流を円滑にするために混雑時間帯の料金を高く設定するなどの時間帯別の料金施策を導入している。

図 2.8.18 には、A86 の時間帯別料金を示すが、平日の月曜日から金曜日の 7時から 10時、15時から 22時の混雑時間帯は 6.5€以上の料金とし、夜間 22時以降は割引となっている。また、週末、8月あるいは祭日は、日中は 6.5€で一定で、22時以降の割引となっている。

このフランスの事例は、希に我が国の料金割引制度と類似していることと、混雑時間帯に割増を組み合わせることで渋滞対策としているところが、我が国の料金施策を考える上で、参考となるものと考えられる。

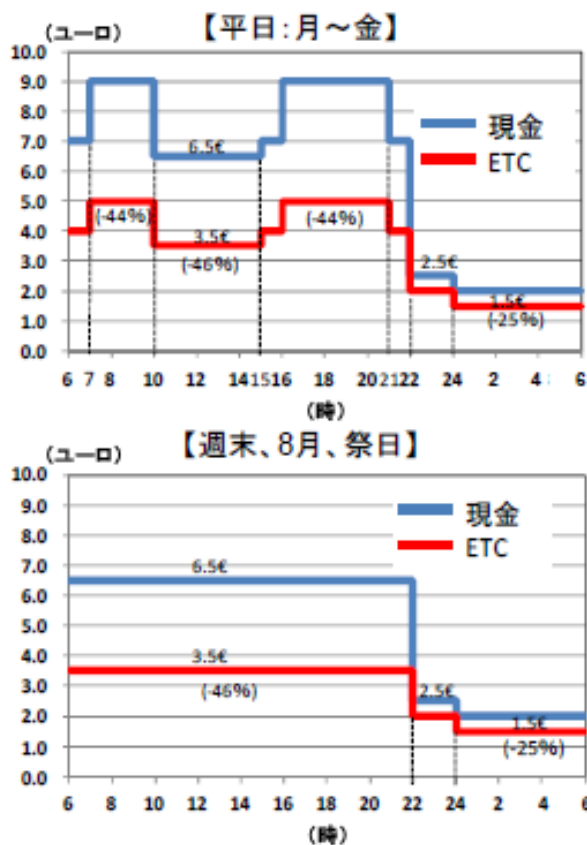


図 2.8.18 フランス有料高速道路 (A86) の時間帯別料金制

2.8.5 米国バリュープライシング等諸外国の混雑課金施策から得た知見

これまで、米国、フランスを主体として混雑課金施策について、事例からその実態を述べてきた。表 2.8.9 に、我が国の高速道路と米国の HOT レーンを料金施策、構造等の観点から比較整理した。

表 2.8.9 我が国の高速道路と米国の HOT レーンの料金施策、構造等の比較

比較事項	日本の料金割引 (主として都市間)	米国の HOT レーン (大都市圏)
料金のレベル	料金抵抗が強い。 割引率も大きい	通常安い。ピーク時間帯は高い。夜間等は無料
料金表示	退出段階：料金表示	流入時(3km 前)に表示
料金(課金)設定	事前設定の時間帯別(または全日)料金	流入時ポイント課金、ゾーン課金 O-D ベース課金 事前設定の時間帯別課金 ダイナミック課金
アクセスポイント	平均 10km 間隔	2~3km 間隔
有料区間と無料区間の距離	IC が近接している場合もあるが、離れている事例が多い。IC 間隔:10km	全てのレーンは隣接している。出入口間隔は 2km~3km(最大 10km 程度)
有料区間と無料の交通容量比較	有料(平均 2 倍)が一般道より大きい。地方部では、有料と一般道がほぼ同じ区間も有	有料レーン(1 レーン:リバーシブル)、無料レーン(2 倍程度)、HOT レーンの拡幅が進捗
実施箇所と時間	大都市あるいは地方都市の全日(あるいは朝夕のピーク時間帯)	大都市部のコリドーの朝夕のピーク時間帯
速度規制	100km/h(高速) 60km/h(一般道) 走行速度のレベル維持は特段実施されていない。	104km(高速レーン、一般レーン) I-394: 80km/h、HOT レーンの速度維持:交通量の 90%が 45mph 以上。(連邦の目標)

この表から、次の事項が特記されると考えられる。

料金水準が、HOT レーンでは通常安い。

料金表示が、HOT レーンでは、流入ポイントの約 3km 前に表示されている。

アクセスポイントが、我が国の平均約 10km であるのに対して、2~3km 間隔と短い。

HOT レーンでは、有料と無料区間が隣接しているのに対して、我が国の高速道路は、ICで隣接している場合もあるが、多くの区間で離れている。

さらに、表 2.8.10 には、米国 HOT レーンを主にした各事例からの知見を第 3 章以降の関連する分析、考察と関連つけて、我が国への施策展開への方策を整理する。

表 2.8.10 諸外国の実施事例から得た知見と我が国の料金施策への反映方策

既存研究・文献からの知見	我が国において参考とすべき事項 (3章以降の分析、考察との関連)	関連する章
米国：混雑課金により、無料部のピーク時間帯での交通量の減少を確認。	我が国の社会実験による料金施策の効果と傾向を比較「料金収益性」及び「需要マネジメント」の両面から、わが国の料金割引制度を検証するために料金弾性値により評価。(第4章)	第4章
米国：HOT レーンと一般部のアクセスポイントにおいて、事前に料金を表示。	高速道路、環状道路への誘導を図る上で有効な手段と推察。ナビ、道路情報板への情報提供が重要。第5章の道路情報の提供による誘導効果、第6章における情報提供の連携に関連させて考察。	第5章 第6章
米国：HOT レーンが無料区間に隣接し、アクセス間隔が短く利便性が高い。	スマート IC によるアクセス性向上効果の検証。高速道路と一般道路のアクセス距離が料金弾性値に及ぼす影響を分析。	第3章 第4章
米国：交通量によりダイナミックに料金を変動するシステムを運用。	都市高速を対象としたシステムとして適用性が高いと推察。ユーザーの受容性、交通管理者の調整がポイント。第4章の料金弾性値、第6章のダイナミックプライシングにおいて関連させて考察。	第4章 第6章
仏国：渋滞時は割増料金を設定。	我が国では、交通需要マネジメントとして割増料金の実績はないが、混雑時の割増は検討すべき事項。	第4章
米国：I-95HOT レーンでは高速バスの利用が増大	高速バス等公共交通機関との連携を図る上で有用。	
米国：公聴会等継続的なユーザーへの説明により、受容性が向上。	今後の様々な料金施策の計画、実施に当って、必須の事項。今後の課題：社会実験の役割において関連させて考察。	今後の課題：社会実験

2.8.6 走行距離課金

本節で取り上げる走行距離課金は、走行距離に応じて課金額を徴収する財源確保を主目的とした制度であるが、課金抵抗による走行距離の抑制と経路・路線、時間帯に応じて課金額を変化・設定することにより、経路誘導やタイムシフトを誘発する道路交通マネジメントと解釈することができる。

(1) 米国における走行距離課金の動向

1) 米国の道路整備に関する法制度

米国の道路施策や投資は、陸上交通システムに係る予算授権法（以下「陸上交通法」という）に基づいて実施される。陸上交通法は、近年であれば5又は6か年を計画期間とし、道路、道路交通安全、公共交通の各分野に係るプログラム（施策）や優先度の高い事業、及びこれらに対する予算を定め、その実施及び支出権限を連邦政府に授権する。

前の陸上交通法である“Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act: A Legacy for Users”（以下「SAFETEA-LU」という）は、2005年8月に成立し、2009年までの5か年の期間における予算授権総額は約2,441億ドルにのぼる。表2.8.11は、近年の陸上交通法における授権予算規模を示す。交通安全、渋滞緩和、物流効率化、環境保全など陸上交通が抱える課題への対応が米国の持続ある発展に不可欠との認識から、その予算規模はこれまで順次増加してきた(牧野ら(2005))。これを引き継ぐ新陸上交通法 “Moving Ahead for Progress in the 21st Century Act” (MAP-21) は、2012年7月に成立した。

ここで紹介する将来の財源確保策としての性格を有する走行距離課金については、後述するアイオワ大学による全米12州を道路利用者課金の研究、「全米陸上交通インフラ資金調達委員会 (National Surface Transportation Infrastructure Financing Commission)」の設置及び将来の陸上交通整備財源の検討がSAFETEA-LUに位置づけられ、実施されている。

表 2.8.11 近年の陸上交通法の概要

名称	計画期間	授権予算総額	年平均授権予算 ^{注4}
ISTEA ^{注1}	1992-1997 (6 年)	1553 億ドル	259 億ドル/年
TEA-21 ^{注2}	1998-2003 (6 年) ^{注3}	2178 億ドル	363 億ドル/年
SAFETEA-LU	2005-2009 (5 年)	2441 億ドル	488 億ドル/年
MAP-21	2012-2014(27 か月)	1200 億ドル	533 億ドル/年

注1：Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991

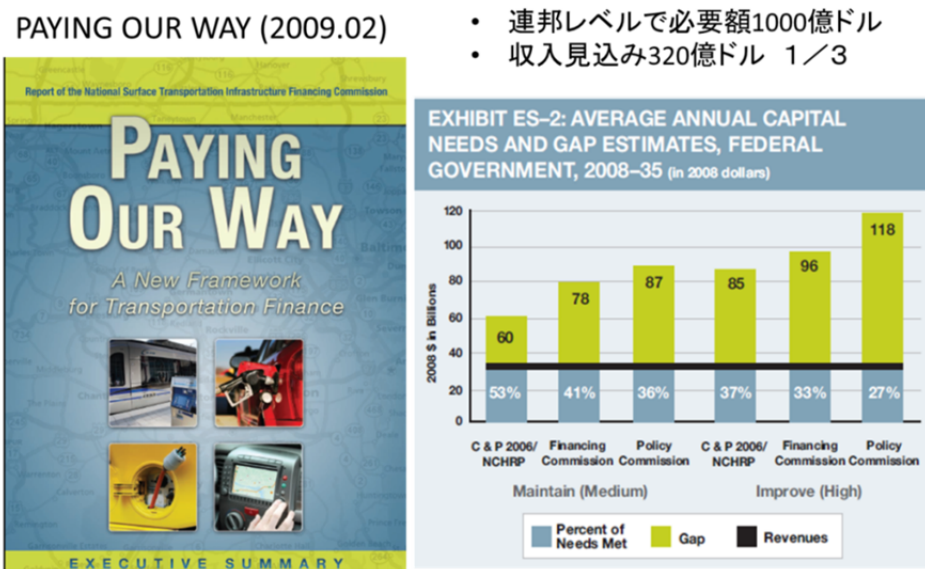
注2：Transportation Equity Act for the 21st Century

注3：2004年度はTEA-21の延長による対応のため、表には含めていない

注4：年平均授権予算は、授権予算総額を計画期間年数で除した値。MAP-21の計画期間は2.25年とした。

2) 全米陸上交通インフラ資金調達委員会と提言

全米陸上交通インフラ資金調達委員会は、SAFETEA-LU の条項に基づいて設置され、将来の道路や公共交通のニーズ、陸上交通の必要な財源規模及び資金調達のための代替的な手法について検討し、”Paying Our Way – A New Framework for Transportation Finance” (2009) と題して提言をまとめている。本提言では、様々な状態を想定して燃料税と道路インフラへの必要経費（整備費、維持費等）のバランスを試算した結果、連邦レベルの年間必要額が約 1000 億ドルに対して、収入はその3分の1の約 320 億ドル程度と予測している。また長期的には、現在の燃料税に依存する制度は、電気自動車や燃料効率の高い自動車の普及などにより持続可能性が低いことから、2020 年までに、本格的に走行距離課金に移行する準備を開始すべきであるとしている。同委員会よれば、現在の道路サービス水準を維持するためには、連邦補助道路に課金する場合で、小型車に概ね 2.3 セント/マイル(同等の燃料税: 48.4 セント/ガロン)の課金が必要と試算している。



出典：Paying Our Way (2009)

図 2.8.19 Paying Our Way(2009) レポートと将来の歳入・歳出バランスの算定

3) 走行距離課金に関するパイロットプログラム

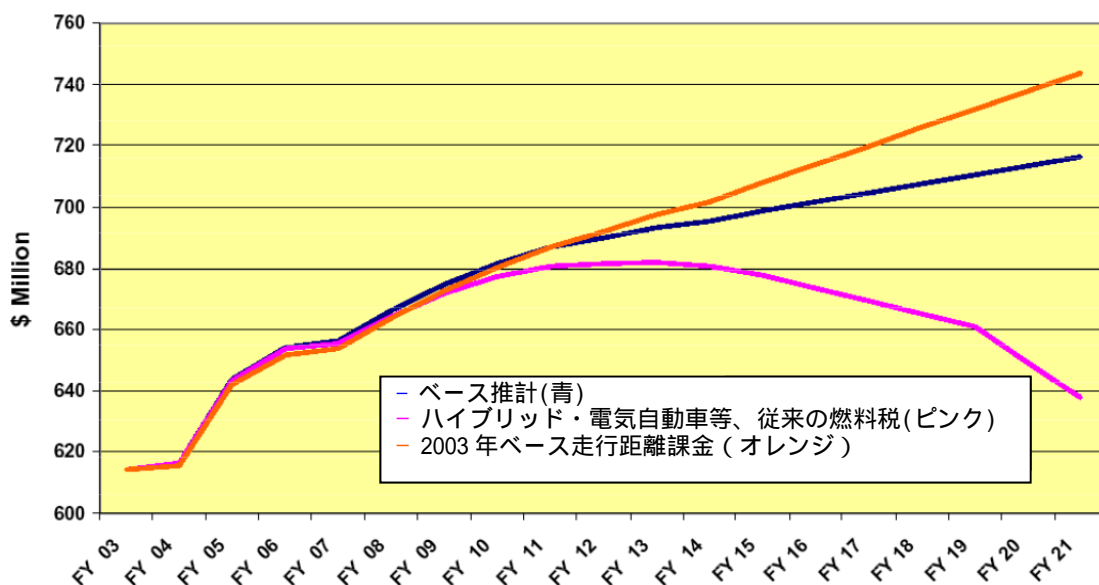
上記委員会の検討と並行して、表 2.8.12 に示すようにワシントン州、オレゴン州、ミネソタ州の3地域でモニターによる走行距離課金に関するパイロットプロジェクトが実施されている。また、アイオワ大学が主体となって、仮想的な課金シミュレーション手法を組み合わせた実証的実験も全米 12 州を対象として実施されている。ここでは、タスクフォース(以下「TF」という)を立ち上げ、先駆的に走行距離課金を検討しているオレゴン州のパイロットプロジェクトの概要及び制度化に向けた検討について解説する。

表 2.8.12 米国の主な走行距離課金パイロットプログラム

	ワシントン州	オレゴン州	ミネソタ州	全米12州
実験時期	2005～2006	2005～2007	2011～2012	2008～2010
課金実験車両	400台	285台	約500台	第1段階:1207台 第2段階:1446台
課金レートセント/マイル	0～50。時間帯、曜日、道路種別差別化	0～1.2。一部、渋滞区間、時間の差別化	2.1。スマホ使用者には割引	0.33～2.19 シミュレーションのみ
走行距離の計測	GPS付車載器	GPS付車載器	GPS付スマホ。OBD-IIで走行距離を補完	走行計、速度計、GPSのいずれか
通信方式	GSMで車載器から送信	DSRCによりGSのアンテナへ送信	GSMで車載器から送信。	GSMで定期的。自動的に送信
プライバシー保護対策	車載器には走行時間は記録されない等の工夫	車載器には走行距離のみ記録。GSではDSRCを採用	課金に必要なデータだけを送信	参加者に識別番号を割当、情報は課金総額のみ

4) オレゴン州における走行距離課金の検討

(a) パイロットプロジェクト(第1期)の概要



出典：オレゴン DOT

図 2.8.20 オレゴン州の道路利用課金パイロットプログラムの背景

オレゴン州は、ガソリン車の著しい燃費向上と電気自動車やプラグイン・ハイブリッド車の普及による燃料税収の長期的な減少が推測(図 2.8.20 参照)されることから、道路の長期的な財源確保を検討するため、2001年に州立法議会は法案を採択し「道路利用者料金 TF (Road User Fee Task Force) (以下 O-TF)」を設立した。O-TF の役割は、受益者負担に基づき、自動車の燃料効率向上が将来的な道路サービス水準の維持に与える悪影響を最小限にとどめるための税制度を計画することである。



出典：オレゴン DOT

図 2.8.21 車載器の表示例(州内・州外、時間帯別料金)

O-TF は、2003年3月に現行燃料税の代替案として最も公平で信頼できる課金方式として、走行距離に対する課金の導入を提言した。その後、2005年から2007年までの間、ポートランド都市圏を対象に約300名、285台の参加のもとパイロットプロジェクト(第 期)が実施された。

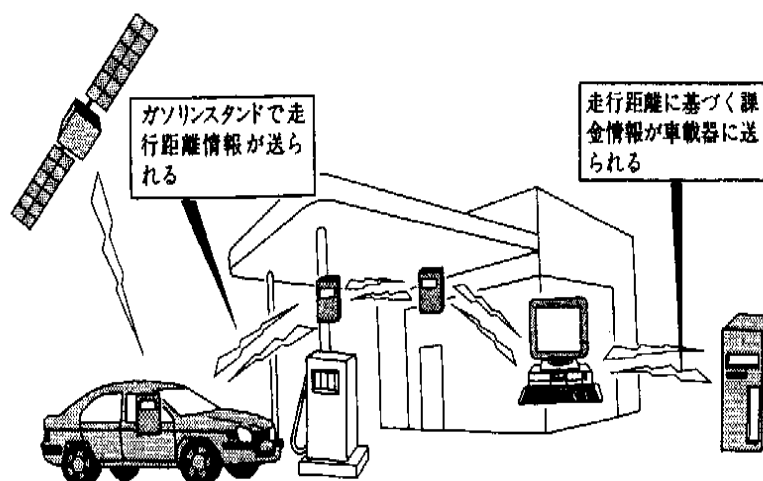
課金水準は、現行の州燃料税率(24セント/ガロン)を乗用車の平均燃料効率(20マイル/ガロン)で除し、州燃料税の水準と同程度の税収になるように設定し、0~1.2セント/マイル(0~0.7円/km:1ドル=89.3円換算)を基本とした、また、一部グループに対し、渋滞エリアや時間(平日7:00~9:00、16:00~18:00)で差別化を図ったパイロットプロジェクトも行った。

(b) 課金方式

O-TF は、実験に参加する車両に GPS による位置検知機能がある車載器を配布した。車載器等は参加者に対し、無料で取り付けた(実際には州政府が209ドルの車載器と55ドルの取り付け費用を負担)。車載器には、GPS の位置情報と走行距離計に接続されたセンサの走

走行距離情報により州内及び州外の走行距離が記録される。車載器には、地図データが搭載されており、課金対象エリアであるポートランド都市圏の位置情報及び混雑地域の位置情報が記録されている。また混雑課金に対する実験も併せて行うため、混雑時間帯の走行距離も集計される（図 2.8.21）。通過時刻の記録も技術上可能であるが、プライバシーを考慮し、車載器には走行時間は記録されない仕組みとなっている。

走行距離に応じた課金は、図 2.8.22 に示すとおりガソリンスタンド（以下 GS）に設置された機器と車載器が狭域通信（DSRC 2.45GHz）により走行距離データが転送され、GS の機器により課金額に換算、請求される（GS では、燃料税額も請求書に印字）とともに州当局の中央センターに転送される手順で行われる。なお、走行距離課金と燃料税の二重支払いを避けるため、GS での徴収が採用された。



オレゴン DOT の資料に加筆

図 2.8.22 オレゴン社会実験におけるガソリンスタンド（GS）課金システム

また、最終レポートによると、GPS による距離把握の精度は、誤差 1%以内（46 サンプル中最大誤差は + 4.0%および - 9.3%）とされている。

(c) パイロットプロジェクトの総括と法制度に向けた検討

最終レポートによると、技術的に燃料税から走行距離課金への移行は可能であり、また時間帯・地域によって課金水準を差別化することにより、ピーク時間帯の交通量が 22%削減された。また、走行距離課金方式への移行の賛否に関しては、参加者の 91%が賛意と非常に高い結果となった。

同州では、第 期パイロットプロジェクト以降走行距離課金の法制度を継続的に検討し、

2011年には、2014年製以降の電気自動車とプラグイン・ハイブリッド車に対して0.6セント/マイルの走行距離課金を適用することなどを盛り込んだ法律の原案を検討した。なお、このスキームによるとオレゴン州全体で走行距離課金に移行する際には、新車だけに車載器の取り付けを義務づけし、全員が車載器を搭載する仕組みへと移行する内容であった。そのため、走行距離課金制度は20年程度の期間をかけて段階的に導入され、その間は現行の燃料税と走行距離課金が同時に機能することになる。

(d) 実践に向けた第 期パイロットプロジェクト

オレゴン州は、上記の第 期のパイロットプロジェクト後、O-TFにおいてフライバシーへの配慮方策、隣接する州との連携等とする継続的な検討を進めてきたが、2011年オレゴン州議会は、走行距離課金を立法化するための新パイロットプロジェクトを指示した。走行マイルを追跡する方策では、フライバシーが最大の懸案であったが、オレゴン州 DOT は本パイロットでこれを克服すべく、市民が選択出来るプロジェクトを展開している。基本システムとして、GPS による位置情報に依存しない方法とし、以下の4つの方式を検証することとしている。

基本システム：GPS 位置情報の無い全走行マイルを単純に追跡する機器。(図 2.8.23)

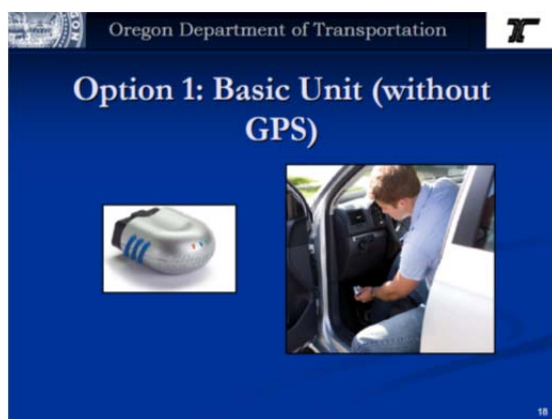
上記 + Smart Phone とのシンクロナイズ：(図 2.8.24)

GPS を含むマイル・位置ユニット

ユーザーは、政府がGPSを自動車に搭載し追跡することに抵抗感が強いが、ユーザー自身が市場から技術を選択する場合、その抵抗は克服される可能性が高い。また、Smart Phone、GPS、OnStar 機器を使うことが可能で、民間がデータを収集、決済する方をユーザーは好むことを探っている。

運転者が単に毎年オドメータをチェックし、マイル当たりの料金を支払うもの。

パイロット後、行政側は、電気自動車とハイブリッドカーのみに対して、走行距離課金を開始する可能性がある。



出典：オレゴン DOT

図 2.8.23 GPS に依存しないシステム



出典：オレゴン DOT

図 2.8.24 スマートフォンとの組合せ

5) プライバシーの保護と隣接州相互の連携の動き

(a) プライバシーの保護

各地区での一連の走行距離課金の社会実験から、走行距離課金制度の実効性を担保するために、プライバシー保護は最大の懸案であることが明らかとなった。例えば、オレゴン州の第一期の実験においては、プライバシーを保護するため、車載器には州内及び州外の走行距離のみを記録し、走行時間、走行位置等は記録できないように設定されているとともに、GSでの支払いは傍受の難しいDSRC通信が採用された。しかしながら、先に述べたとおりGPSをベースにした走行距離の計測に関しては、政府による監視的イメージが拭えず依然として強い抵抗感があることから、電気自動車ユーザーに対してメーカーが運用している走行距離通知サービスや民間が展開しているスマートフォンによる各種サービスシステムの活用へに転換しつつある。2012年からの展開されているオレゴン州の第一期実験では、各種システムの技術的信頼性及びプライバシー保護を検証している。付録.2に記載したミネソタ州でもプライバシー保護の重要性が同様に提言に盛り込まれている。

また、12州で行われた社会実験においては、プライバシーに対する受容性の検討として、参加者への一連のアンケート調査により、自動車燃料税に対する走行距離税の受容性について、「プライバシーの保護」と「請求明細書監査」のバランスによるチェックを行った。その結果、以下のような結果を得ている。

- ・実験前の初期調査では、走行距離計をモニターすることは、プライバシー保護上問題があるという見方が多かった。
- ・第1段階の調査では、プライバシー保護重視で合計額のみを表示したものと、監査重視で日々の税区分地域内の走行マイル情報付きのもの両方を送付した結果、60%の参加者は監査可能システムを重視し、プライバシー保護重視を選択した参加者は9%に過ぎなかった。
- ・また、第2段階では、と の中間に当たる、月々走行した州の距離実績と連邦・州・地方税を示す「改訂版請求書」が送られ、参加者はこれを最も好んだ。

(b) 隣接州相互の連携

オレゴン州は、ワシントン州やネバダ州と連携した大規模パイロット実験を計画している。また、I-95が通過するデラウェア州、メリーランド州、ペンシルバニア州では、連携して、プライバシー保護含めて走行距離課金の事例研究を行い、報告書をまとめるとともに、大規模なパイロットプログラムを提言している。

6) 走行課金に関する米国会計検査院(GAO)の検討報告書(GAO-13-77:2013)

米国会計検査院(GAO: General Accounting Office: 米国連邦議会の監査、評価及び調査組織、米国政府の立法行政組織で、毎年、米国政府の監査報告なども行って発行している)は、2012年12月に "Highway Trust Fund Pilot Program Could Determine the Viability of

Mileage Fees for Certain Vehicles” (2013) と題して走行距離課金に関する独自の報告書を公表している。報告書における概要は以下の通りである。

GAO 報告では、米国内、国際的に、ハイウェイトラストファンドの現状問題とそれに対する検討の方向を把握、まとめを行い、連邦議会と US DOT 長官に対して、走行距離課金に関する Pilot 計画の実施とハイウェイコストの配分スタデューの改訂を推奨した。

GAO の議会に対する推奨事項：議会が走行距離課金を更に検討するなら、Pilot 計画を確立し、商用トラックと電気自動車に対するその様な料金の可能性をテストすることを考えるべきで、FHWA は全車種別に道路損傷の推測と車種別税歳入と比較すべきである。行政アクションの推奨：ハイウェイトラストファンドに寄与する各車両からの歳入と比較可能な全車種別による道路損傷の更新データが得られる様に、DOT 長官は FHWA 局長にハイウェイコストの配分検討を指示することを推奨した。

(2) EU における走行距離課金の動向

1) 大型車に課金する EC 指令

1999 年に大型車課金に関する EC 指令が出され、これによって EC メンバー国において大型車にインフラ費用を課金することが可能になった。特定インフラストラクチャの利用に対する課金は、利用距離によるもの (対距離課金)、利用時間によるもの、の二つがある。この指令の要点を表 2.8.13 に示す。

目的は、加盟国間の運輸業の競争の歪みの是正が主である。

通行料は、インフラ費用 (建設、運営、維持管理) の回収の原則のみに基づく。

環境対策、混雑抑制、インフラ損傷の最小化、安全のためであれば通行料を変化できる。(ただし、環境・混雑費用をそのままは課金できない。)

排出クラス、時間帯、特に混雑が激しい道路、環境に著しい損害を与える貨物車は課金額を変化できる。

課金収入は交通部門および全交通システムの最適化の利益のために用いられる。

その後、2011 年に EC 指令が改正された。この改訂によって、EU メンバー国において大型車にインフラ費用に加えて環境費用の回収を目的とした課金をすることを可能にした。改正は「通行料金」に関する定義を改正し「インフラ課金」と「外部費用課金」の二つの要素を含むものとしている。加盟国はこれらのうち一方のみ、あるいは両方を含めて通行料金とすることができる。ただし、この改正においては混雑に対して混雑費用回収を目的とした課金を行うことは見送られた。

表 2.8.13 1999 年 EC 指令の要点

項目		内容
課金対象	路線	・ Trans-European 道路網もしくはその一部、その他の道路（加盟国が決定）
	車両	・ 最大総重量が 12t 以上の貨物輸送車両 ・ 2012 年以降は、最大総重量が 12t 以下 3.5t 超も対象（実際は 2006 年から実施された）
課金額の設定方法		<ul style="list-style-type: none"> ・ 通行料は、当該インフラの費用（建設、運営、維持管理）の回収の原則のみに基づく ・ 但し、環境対策、混雑抑制、インフラ損傷の最小化、安全のためであれば通行料を変化させてよい 注）環境・混雑費用をそのままは課金できない ・ 排出クラス、時間帯、特に混雑が激しい道路、環境に著しい損害を与える貨物車は変化させてよい
課金収入の用途		・ 詳細は各加盟国が決定することができるが、交通部門および全交通システムの最適化の利益のために用いられる

出典：公共計画研究所資料

2) 欧州諸国における大型貨物車対距離課金制度の導入状況

2001 年にスイスにおいて全道路を対象とした大型貨物車対距離課金制度が導入されたのははじめとして、大型貨物車を対象とした対距離課金制度が、道路費用の適正な負担の実現や混雑解消、環境の改善などの政策目的を達成するために多数の国で導入又は検討されている。欧州連合（EC）の加盟国は、欧州横断道路ネットワークにおいて、重量車両に対し全国的な道路利用者課金を適用する場合は、EC 法による規制を受ける。1999 年の指令 1999/62/EC 第 7 条により、大型貨物車両に対する通行料金及び道路利用者課金に関するルールが定められた。同指令は、EU 加盟国が一定の基準に基づき料金レートを決定し得ることを定めている。これは高速道路（又はその国で最高等級の道路）、橋梁及びトンネルにのみ適用される。

上記指令に基づき、ドイツ、オーストリア、チェコ、スロバキアで高速道路や高速道路に準じる道路において対距離課金が行われている（EU における大型車課金制度の導入状況は図 2.8.25 を参照）。

2011 年 9 月には、EC 指令の改正案が欧州理事会に承認され正式に EC 指令として発効した。同改正により、EU 加盟国は従来のインフラ費用に応じた課金に加え、大気汚染や騒音等の環境コストを課金額に反映させることができるようになった。なお、欧州委員会が提案していた混雑費用による課金の導入は見送られた。

3) 走行距離課金制度を導入している国の制度の概要

表 2.8.14 に対距離課金実施している国の制度目的の概要を示す。次の特徴がある。

スイスは全道路を対象に課金している。一方、その他の国は主に高速道路を対象にして

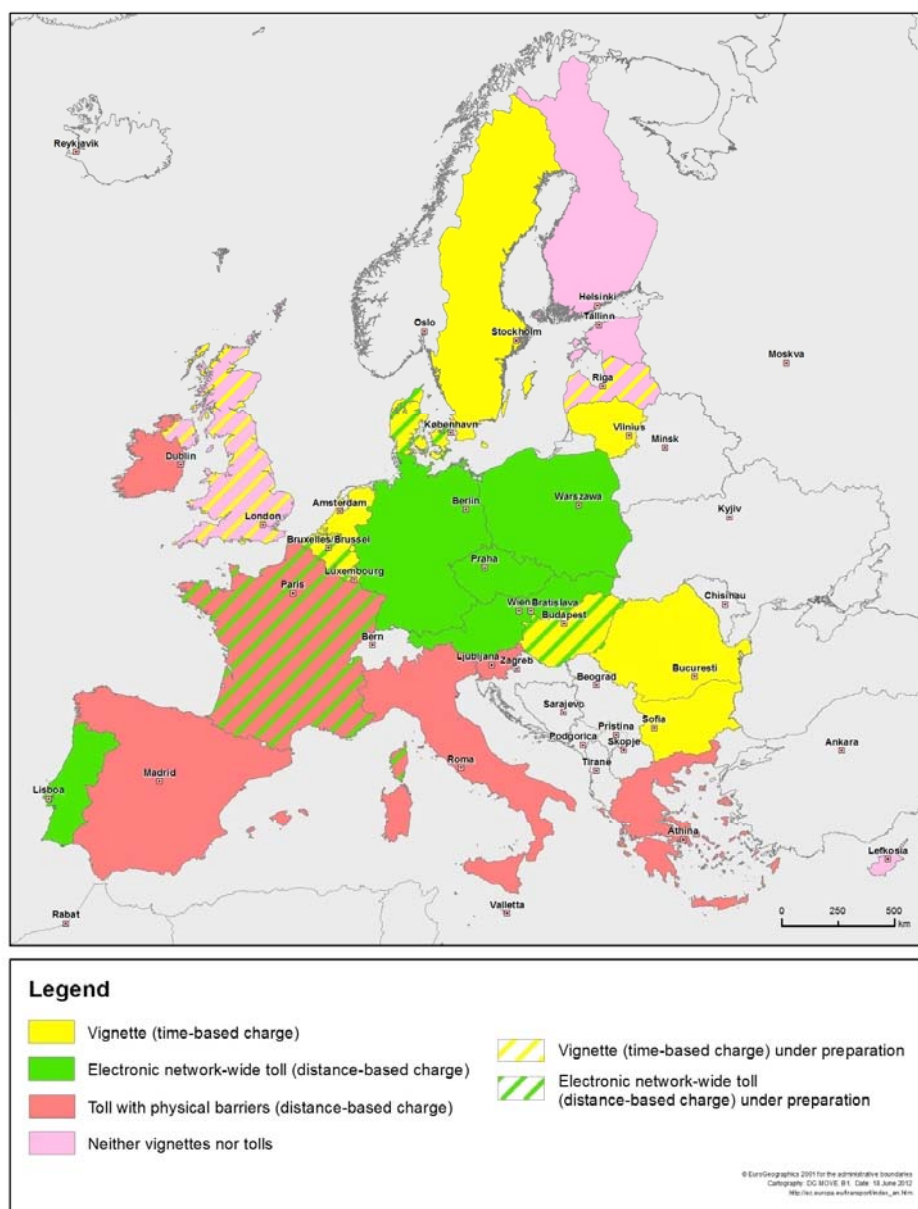
課金している。

ドイツは総重量 12 トン以上の車両が対象であるが、他の国は総重量 3.5 トン以上を対象としている。

収入の用途は道路および他のモードを含む交通システムの改善である。

表 2.8.14 EU 各国の走行距離課金の目的(2013 年 8 月現在)

		事例	課金目的
大型車対距離課金	実施中	ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送事業の競争の歪みの排除 ・インフラコストの適正負担 ・アウトバーンの建設費・維持費の確保
		スイス	<ul style="list-style-type: none"> ・外部コストの内部化 ・鉄道トンネル整備費用の確保 ・鉄道貨物輸送の競争力確保
		オーストリア	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送事業の競争の歪みの排除 ・高速道路建設費の確保
		チェコ	<ul style="list-style-type: none"> ・交通インフラ財源の確保
	準備中	フランス	<ul style="list-style-type: none"> ・環境負荷の低減 ・積載効率の向上、交通量の適正な配分 ・交通インフラ財源の確保



出典：European Commission
” Charging of Heavy Goods Vehicles in the EU ”

図 2.8.25 EU における走行距離課金の導入・検討状況

4) ドイツにおける対距離課金制度

(a) 走行距離課金導入の経緯

ドイツは 1980 年代末から対距離課金の実施に関する検討を開始し、1995 年に固定年費用課金（ビニェット方式）に基づく大型車課金制度が開始された。2005 年 1 月から、EC 指令（1999/62/EC）および「アウトバーン対距離課金法」に基づき、インフラコストの公平な負担を目的として、自動徴収方式による一部区間を除くアウトバーンと一部の連邦道路を

対象に大型車課金システムが開始された。2011年6月に「アウトバーン対距離課金法」が「連邦長距離道路課金法」に改定され、一定の要件を満たす連邦道も課金対象となることとなった。2011年9月からTOLL2GOプロジェクトにより、ドイツの車載機がオーストリアの課金徴収にも対応した。また、2012年8月1日には大型車課金の対象道路が連邦アウトバーンに加え、4車線以上の連邦道路に拡大された。

(b) 課金制度の概要

ドイツの対距離課金は総重量 12 t 以上の大型商用車両がアウトバーンと一部の連邦道路を走行する際に走行距離に応じて課金する仕組みである。表 2.8.15 に課金制度の概要を示す。

(c) 課金額

課金額は、表 2.8.16 に示すが、車両の車軸数と環境性能によって異なり、2012年10月現在で 0.141€/km から 0.288€/km であり、最小と最大はおよそ2倍になっている。課金額は表 2.8.17 に示すように、導入当初は 0.09~0.14€/km であったが、その後徐々に引き上げられている。

表 2.8.15 ドイツの走行距離課金制度の概要

項目	概要
課金タイプ	大型車対距離課金（全国）
課金目的	<ul style="list-style-type: none"> ・インフラコストの公正な負担、貨物輸送における交通モード間の公正な競争の確保 ・新たな財源の創出、電子課金システムにおける先駆的役割等
導入時期	2005年1月
課金時間帯	24時間
課金対象車両	<ul style="list-style-type: none"> ・総重量 12 t 以上の大型商用車両 ・バス、軍用車両、警察車両、消防車両、救急車両等を除外
対象地域	一部の区間を除く連邦アウトバーンと一部の連邦道路（約 14,000km）
課金方法	<ul style="list-style-type: none"> ・自動ログオン：車載器が GPS その他の位置感知センサにより自動的に走行距離を感知し、トラックの種類と課金レート情報に基づき料金を計算（DSRC、GPS を利用） ・手動ログオン：トール・ステーション・ターミナルかインターネットで走行ルートを設定し、課金額を計算し、登録
課金額	課金額は走行距離に加えて、車軸数と排出性能によって差別化（0.141 ~ 0.288€/km（15 ~ 30 円/km））
収入の用途	連邦道路の維持・建設費の確保、道路・鉄道、水路改善のための投資

出典：公共計画研究所資料

表 2.8.16 ドイツの走行距離課金の課金額

排出区分	説明	車軸数	金額 (€/km)
A	Euro V	3 以下	0.141
		4 以上	0.155
B	Euro IV または Euro III で PM フィルタ 2,3,4 規格を装備	3 以下	0.169
		4 以上	0.183
C	Euro III または Euro II で PM フィルタ 2,3,4 規格を装備	3 以下	0.190
		4 以上	0.204
D	Euro II, Euro I, Euro 0	3 以下	0.274
		4 以上	0.288

注) 連結車の車軸数はトラクター (牽引車) とトレーラー (被牽引車) の両方を含む。

表 2.8.17 導入後の課金額の変遷

時期	課金額の引き上げ
2007 年 9 月	課金額を 0.09 ~ 0.14€/km から 0.10 ~ 0.155€/km へ引き上げ
2009 年 1 月	課金額を 0.10 ~ 0.155€/km から 0.141 ~ 0.204€/km へ引き上げ
2011 年 9 月	TOLL2GO プロジェクトにより、ドイツの車載器をオーストリアでも用いることができるようになった。
2012 年 10 月現在	課金額は 0.141 ~ 0.288€/km (15 ~ 30 円/km 程度)

(d) 大型車課金の連邦道路への拡大

2012 年 8 月 1 日、大型車課金の対象道路が連邦アウトバーンに加え、4 車線以上の連邦道路に拡大された。追加された連邦道路は、84 区間合計 1,135km であり、次の基準で選定されている。

- ・連邦が建設責任者であること
- ・4 車線以上であること
- ・中央分離帯があること
- ・最低 4km 以上の延長があること
- ・アウトバーンに直接接続しておりバイパスではないこと

(e) 課金システムの運用状況

システムの特徴

ドイツ連邦政府から、システムの設計について交通の流れを止めない (料金所は設置しない) 車両の検出率は 99% 以上、個人情報保護する等の基本要件があり、GPS を利用した走行距離計測やガントリーを設置して自動で取り締まる等のシステムが構築された。

特に個人情報保護については、次のような配慮がされている。

- ・ガントリーではナンバープレートのみ撮影して車両サイズはセンサで感知する。運転手は撮影しない。
- ・車載機が道路網データを持って、走行経路記録と課金額を計算する。
- ・Toll Collect 社のデータセンターでは課金目的以外のデータ利用は行わない。
- ・一定期間後はデータを消去する。等

運用コスト

運用コストは課金収入の 12.5% を占めている。Toll Collect 社は運用コストをドイツ政府に報告し、ドイツ政府が費用を負担する。このコストには、課金区間のアップデート（新規道路整備、課金区間の更新等）作業等のシステム管理費用、交通情報提供を含んでいる。

不正走行への対応

不正走行車の比率は課金開始当初は 3.5% であったが、2010 年度の不正走行は約 1% にまで低下している。意図的な不正走行の例としては車載機の改造、電波発信を不能化、車載機を搭載せずターミナルでの支払記録もない等である。車載機の適正支払の確認ができない場合は 2 週間後にその車載機の機能を停止する。再度車載機を搭載の手続きが厳格化する。罰金よりもこの方が道路ユーザーに対するダメージが大きいと考えられている。

取締り

取締りは、ガントリーによる取締りと、移動取締り車による取締りがある。移動取締り車約 280 台を配置してガントリーを迂回して走行する車輛に対して取り締まっている。移動取締り車は違反の疑いのある車両に並走し、無線通信によって走行車両の情報を収集する。移動取締り車の車内のモニター画面に並走車の課金支払い状況が表示される。



出典：公共計画研究所

図 2.8.26 アウトバーンに設置されているガントリーの例

2.8.7 料金施策の受容性に関する既往研究と事例

(1) 既往研究

欧米における混雑課金、走行距離課金の現状について述べてきたが、プライバシー、料金支払いに対する抵抗感、公平性等に関するユーザーの受容性への対応が重要であることが明らかであり、表 2.8.18 には実施導入した事例、表 2.8.19 には実施に至らなかった事例を整理して示す。料金施策に関する受容性を論じた研究として、例えば、以下のものがある。

Jones, P,(1988):Urban road pricing: public acceptability and barriers to implementation

Walker, J, (2011): The Acceptability of Road Pricing

Owen et al., (2008): Public Acceptability of Road Pricing. Final Report for Department for Transport.

Barry Ubbels et al., (2004): Acceptability of road pricing and revenue use in Netherland

藤井聡 (2006)ロードプライシングの公共受容におけるフレーミング効果

和田健太郎、赤松隆 (2011)：ネットワーク通行権取引市場のオークション・メカニズム、(道路予約制度)

この他、HOT レーンに関して、FHWA、US DOTs 等の報告がある。

(2) ロードプライシングの受容性に関する整理

IT を活用も視野においてユーザーに受容性を総括的に取りまとめ研究として、Walker (2011) による“The Acceptability of Road Pricing”に多くの主要な調査研究が整理されており、受容性に関して多くの有用な知見を得ることができる。Walker により紹介されている主な調査を付録.3 に収録する。また、Walker は、混雑課金、走行距離課金に関する以下 ~ のように否定的な仮説を立て、事例経験から、それらに対する検証的結論を導いている。

仮説 1：人々は行動変容を起こせない、または起したくない。

ストックホルムでは 21%、ロンドンでは 17%を超えドライバの行動変化があった。

仮説 2：コストがかかりすぎ。

渋滞や大気汚染の低減の効果を除いても、システムに関しては 10%の低減している。また、税金を十分払っているとの指摘に対しては、税制中立の立場で配慮すべきである。

仮説 3：支持するにも制度・システムを十分に知らない。

都市部では、ストックホルムのように公衆への PR を含めた社会実験が重要である。

仮説 4：ユーザーは、もう十分税金を払っている。

税制中立。混雑税・ロードプライシングに代わって燃料税、自動車所得税の減税が必要。

仮説 5：制度・システムは良いが、現在の状況に対して払うことで十分である。

渋滞は既に厳しく、将来的に悪化のすることが推定される。また、ガソリン車に代わる省エネ自動車が増加する中、政府の歳入の減収が進み、対策を考える必要がある。

表 2.8.18 料金施策の実施導入した事例の整理

	地域	施策概要	課金システム	受容性の工夫	プライシング効果 受容性向上
高速道路走行	フロリダ	HOT 15分ごと料金 変化\$0.25 ~ \$7.25	Sun-Pass トランス ポンド	社会実験、HOT マネジメ ント、高速バスの利用促 進、公聴会等マスコミ巻 き込んだ住民への説明。	HOT レーンの速度 50 マ イル維持、高速バスの利 用者 3 倍。64%が HOT レーン課金を支持。
	ミネソタ	HOT ダイナミック プライシング	Mn-Pass ト ランスポ ンド	社会実験、ダイナミック プライシングによる、渋 滞緩和効果を実感。 HOT の高い速度を実感。	
	ドイツ	アウトバーン走行 12t 以上の大型車。 24 1-セント/km 課金。	GPS・モバイル フォ。事前も申 込	大型車限定。道路維持費 の負担減の PR。EU との 連携。徴収ミス 1%以下。 車載器無料配布	低燃費車の普及。財源 の確保。抜道対策とし て一部の幹線も課金 対象へ拡大。
	日本	朝夕 5 割引、夜間割 引	ETC	社会実験、地方協議会で 議論。全国本格化。	
都市部流入	ストックホルム	市内への流入車に 最大 20K/日課金。料 金可変。	実験：DSRC 実施：ANPR	社会実験、住民投票、徹 底した PR。車載器不 要。	渋滞緩和効果の実現。 実験 50%、10 年後 74% 支持増加。
	ロンドン	混雑エリアへの流 入車 £8 課金。	ANPR	車載器不要	渋滞緩和効果の実現 により支持増
	シンガポール	混雑エリアへの流 入車へガントリー 毎課金。料金可変	ETC：DSRC, 車載器	自動徴収 (EPR)化	エリア内交通量の減 少。 対距離制へシステム 移行予定。

表 2.8.19 料金施策の実施に至らなかった事例の整理

	地域	施策概要	課金システム	受容性に関する事項	失敗の理由
走行距離課金(全道路)	オランダ (2011)	全道路対象の課金	政府は GPS 以外の技術 で計画	所有から利用への転換 を表明。 必要コスト限度額を提 示。 民間からの技術提案	最大利用者団体は支 持。 政権交替により、実施 中止
	英国全 土課金 (2005)	全道路対象の課金、 M25 幹線道路で通 勤時 £1.34/マイ ル、非幹線、非混雑 時 2 ペンス/マイル	不明 ガリレオ等 の GPS をイ メージ (推 定)	フィジビリティ調査を 実施。結果、現行の燃 料税以下の水準であれ ば、受容性が確保可能 と試算。用途も道路、 交通関連に限定するこ とを提案。プライバシ ー等は未検討。	BBC 等メディアも巻き 込んだ話題になった が、精度・技術的に未 成熟。 国内に反対派も形成 FS 段階で終止符。
市部への流入	ニュー ヨーク (2007)	マンハッタンに流 入する 6 時から 18 時まで \$8/日課金。	E-Zpass ト ランスポ ンドで計 画	\$8 の根拠や代替交通の 確保、個人ドライバへ のメリットへの説明不 足	市長、知事、主要新聞 等、関係団体が支持。 一部、民主党議員の反 対で法制化断念。中止
	マンチ ェスタ ー (2008)	市内に流入する車 に課金。ロンドンと 同様。	ANPR (推定)	£1.5B の交通インフラ のコストダウン、50 年 分の国からの地方配分 に相当。	市民の十分な理解に至 らず、中止 4:1 で反対が多数。
	エジン バラ (2007)	市内に流入する車 に £2 課金。	ANPR (推定)	20%の回答者は行動の 変化を否定。	カーオーナーが強い反 対。£2 であるが 38% の回答者は高いと判 断。3:1 で反対が多数。

2.9 道路交通情報の提供

2.9.1 道路交通情報の法的根拠

我が国における道路交通情報に関する法的根拠は、道路交通法第百九条の二「公安委員会は、内閣府令で定めるところにより、車両の運転者に対し、車両の通行に必要な交通情報を提供するように努めなければならない。」にある。また、道路交通法施行規則第三十八条の七法第百九条の二第一項の規定により交通情報の提供は、ラジオ、テレビジョン、新聞紙、インターネット等により交通情報を提供、電話による照会に応じ交通情報を提供、交通情報板、路側通信設備等の交通情報提供施設を用いて、交通情報を提供を規定できるとしている。

図 2.9.1 に我が国における道路交通情報の提供に関する体制を示す。図に示すように、都道府県公安委員会、国等の道路管理者、道路会社等が収集した道路交通情報が、一元的に日本道路交通情報センター（JARTIC）に集約され、VICS、ラジオ、テレビ、各種マスメディアに配信される。なお、道路管理者等は自らの情報を運営、管理に活用する一方、民間の交通提供事業者は独自で収集したプローブ情報と組合せて情報提供ビジネスを展開している。

民間交通提供事業者の参入に際しては、大学、警察庁、国土交通省、経済産業省、関係団体、民間関係者等からなる「トラフィック・インフォメーション・コンソーシアム」による「道路交通情報ビジネスの現状と今後の展望-中間取りまとめ-2001(平成13)年11月」の提言を受けて2002(平成14)年4月に、通省交通情報の提供に関する指針が国家公安委員会から発出（国家公安委員会告示第12号）されている。この指針では、民間事業者のビジネス展開を推進する一方、都道府県公安委員会、道路管理者からの情報供与、事業者によるデータ収集（データの精度の確保）、公安委員会による検証、情報提供の留意点、交通流の集中の防止等の枠組みが示されている。

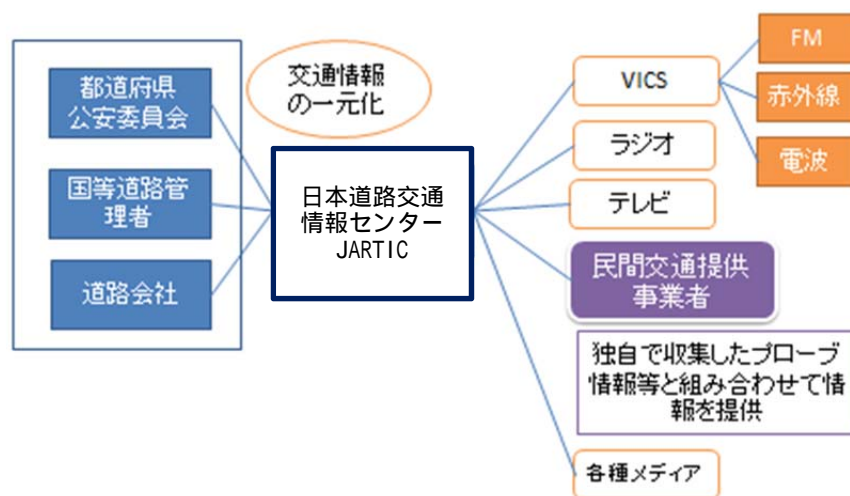


図 2.9.1 我が国の道路交通情報の体制

2.9.2 我が国における道路交通情報の提供の現状

(1) 高速道路の交通情報の提供のためのシステム

高速道路における情報提供のためには、路側にある車両感知器(トラフィック・カウンタ)、カメラ、非常電話等の情報が交通管制室等に集約され、リアルタイムで図形情報版や文字情報版等の各種情報提供施設や VICS によりカーナビに配信される。また、これらの情報は、高速道路の速度規制等の自らの運営管理にも活用されている。さらに、交通管制室に集約された交通情報は、県警の高速交通警察隊または国土交通省等の関係者に転送され、連携されている。



出典：国土交通省道路局資料

図 2.9.2 高速道路の情報提供の流れ

(2) VICS (Vehicle Information and Communication System)

VICS は、日本道路交通情報センター (JARTIC) で集約されたデータを処理・編集し、以下の3つのメディアを通じて24時間365日、全国で情報提供をしている。

1) FM 多重放送 (NHK 等の各地の FM 放送局)

各地の NHK・FM 放送局から当該都道府県とその周辺の道路交通情報を提供している。

渋滞情報や所要時間情報

事故や故障車、工事、災害、気象条件等による規制情報

駐車場の位置と満車・空車情報

FM 多重では、当該都道府県とその周辺の情報に限られているため、広域での情報提供に対するニーズが高く、高速道路では、ITS スポットによるダイナミック・ルートガイダンス、民間の交通提供事業者による広域のガイダンスシステムが進展している。

2) 電波ビーコン (高速道路)

主に高速道路に設置され、ITSスポットでは進行方向の前方1,000km程度の高速道路の道路交通情報を中心に提供（2.4GHz帯の場合200km程度）している。

インターチェンジ間の所要時間

渋滞情報や分岐案内（平行する主要一般道含む）

事故や故障車、工事、災害、気象条件等による規制情報（通行止、車線規制等）

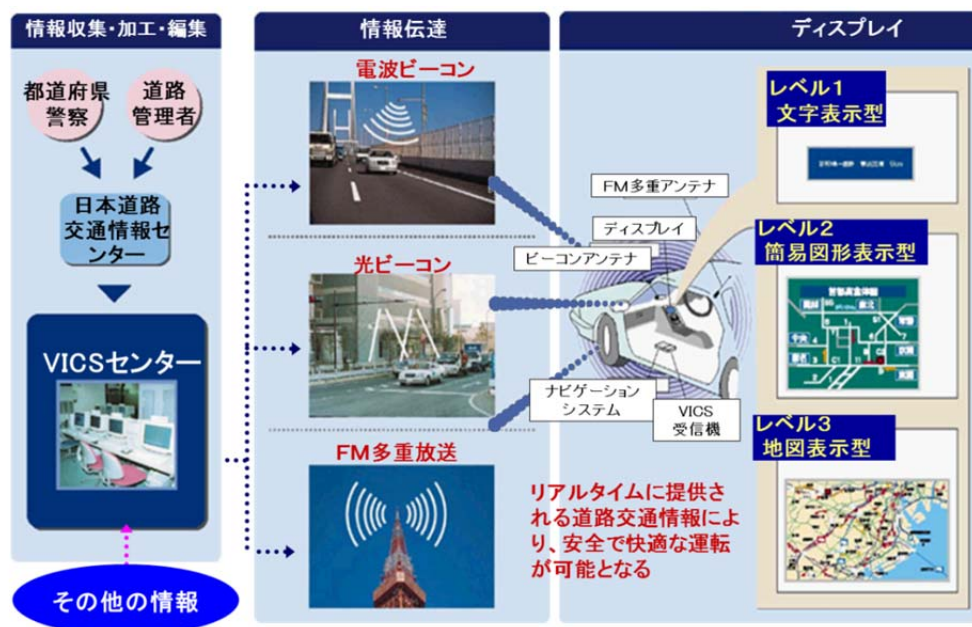
3) 光ビーコン（一般道の主要幹線道路）

主要な一般道路に設置され、概ね自車の前方30km以内と後方1km以内の道路交通情報を提供している。

渋滞情報や所要時間情報

事故や故障車、工事、災害、気象条件等による規制情報（通行止、車線規制等）

駐車場の満車・空車情報

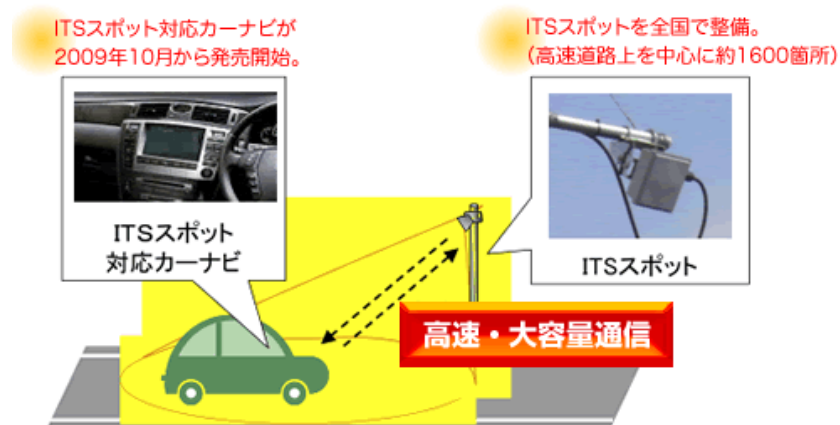


出典：国土交通省道路局

図 2.9.3 VICS の概要

3) ITS スポットによるダイナミック・ルートガイダンス

カーナビ、ETCが進化して一体化し、オールインワンで多様なサービスを実現するために、道路に設置された「ITS スポット」と自動車に搭載された「対応カーナビ」との高速・大容量・双方向通信で実現し、広域な道路交通情報や画像も提供されるなど、様々なサービスを実現している。現在、全国の高速度本線上を中心として約1,600箇所にITSスポット（路側機）を整備済みで、このうち、東名高速、名神高速の全サービスエリアを含め、サービスエリアや道の駅などには約50箇所に設置している。



出典：国土交通省道路局

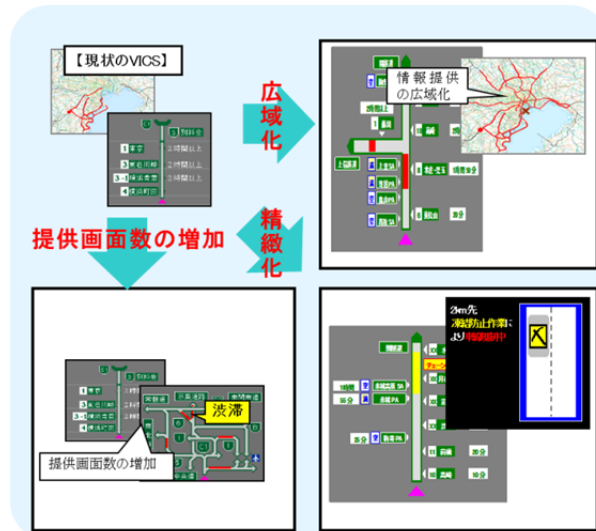
図 2.9.4 ITS スポット専用カーナビ（車両位置、加減速度等を収集）

ITS スポットまたは路側機からの情報提供による安全運転支援システム、サグ部での渋滞緩和を目的としたレーン誘導の概要については、2.12 で紹介する。

なお、ダイナミック・ルートガイダンスに関する情報は、ITS スポットの他に高速道路上の情報板によっても提供されている。第 5 章では、東名・新東名高速道路を対象として、その経路誘導効果について詳細に述べることにする。

表 2.9.1 ITS スポットにおける主なサービスの高度化

	これまでのサービス	ITS スポットサービス
ダイナミック・ルートガイダンス	簡易図形〔1枚〕+ 最大約 200km の渋滞データ	簡易図形〔4枚〕+ 最大約 1,000km の渋滞データ
	-	プローブ情報も収集 より高精度な道路交通情報提供が可能に
安全運転支援	-	落下物や渋滞末尾などの注意喚起
	-	画像情報を提供
その他		大型車管理・物流などの民間利用も展開予定



出典：国土交通省道路局

図 2.9.5 ITS スポットによる情報の広域化・精緻化

(2) 民間交通情報事業者による情報提供

我が国では、表 2.9.2 に示すように自動車メーカ、情報提供事業者等の民間企業による交通情報提供ビジネスがカーナビ、スマートフォン等の機器の普及に伴って急速に拡大しつつある。これらのサービスの情報源は、先に述べた JARTIC による情報に加えて、会員制のプロープ情報と携帯を利用したプロープ情報を独自に処理し、各種サービスアプリケーションで提供している。公表されている大手自動車メーカのサービス会員はインターナビ(ホンダ)、G-Book(トヨタ)で各々約 150 万人まで拡大している。さらに、携帯系では、ナビタイム、ゼンリンデータコムのように自動車のみならず、鉄道、自転車等のモードでの情報提供や案内を実施している。

以下に述べるように、民間交通情報提供事業者による多種・多様なサービスが展開されていることが分かる。

1) インターナビ

ホンダは、1998 年から「インターナビ・システム」が開始され、2002 年からは「インターナビ・リンク プレミアムクラブ」に開始されている。現在の会員数は、約 150 万人となっている (<http://www.honda.co.jp/news/2012/2120314.html>)。インターナビでは、プロープデータとオンデマンド VICS (通常の VICS カーナビが受信する車両周辺の VICS 情報だけでなく、全国の VICS 情報が得られる) を統合し、独自の交通情報をユーザーに提供している。例えば、図 2.9.6 に表示例を示すが、所要時間、距離に、CO₂ 排出量、ガソリン消費量、料金に情報から総合的に判断し省燃費ルートを提示している。

表 2.9.2 我が国の各種の民間プローブによる道路情報提供

	会員制のプローブ情報			携帯を利用したプローブ情報		
	本田技研工業	トヨタ自動車	日産自動車	野村総合研究所	ナビタイム ジャパン	ゼンリン データコム
サービス名	インターナビ プレミアムクラブ	G-Book mX	CARWINGS	全力案内！	ナビタイム	いつもナビ
会員数	約 150 万人 (2012 年 6 月) パイオニアの カーナビ会員 情報も共有(会 員数未公表)	約 150 万人 (2012 年 6 月)	未公表	20 ~ 30 万人 タクシープロ ーブデータ等 も利用	約 100 万人 (2012 年 6 月)	約 80 万人
対象モード	自動車	自動車	自動車	自動車	自動車、徒歩 鉄道、バス タクシー等	自動車 鉄道、徒歩 自転車
経路誘導のサービス	時間、距離、料 金、省燃費、 シーニック優 先前方気象考 慮	時間、距離、料 金 省燃費	時間、距離、 料金	時間、距離等	時間、距離、 料金、省燃費、 景観他	時間、道路種 類、料金等
その他	通れたマップ (災害時)		EV 専用ナビ 有り		自転車専用 ナビ有り	

実際に走行して比較

自由が丘→こどもの国(2008年7月18日(金)13:30出発)

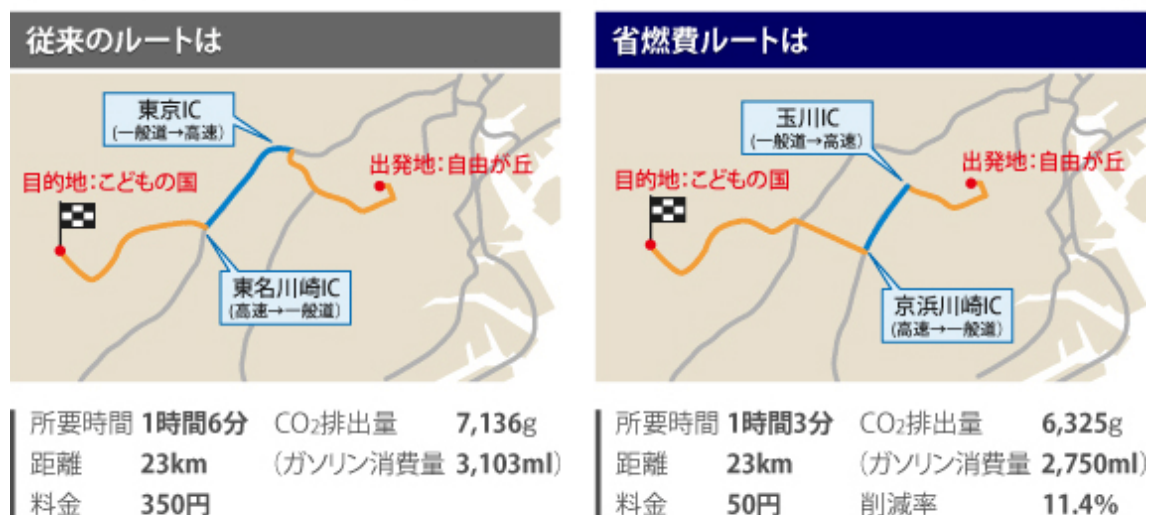
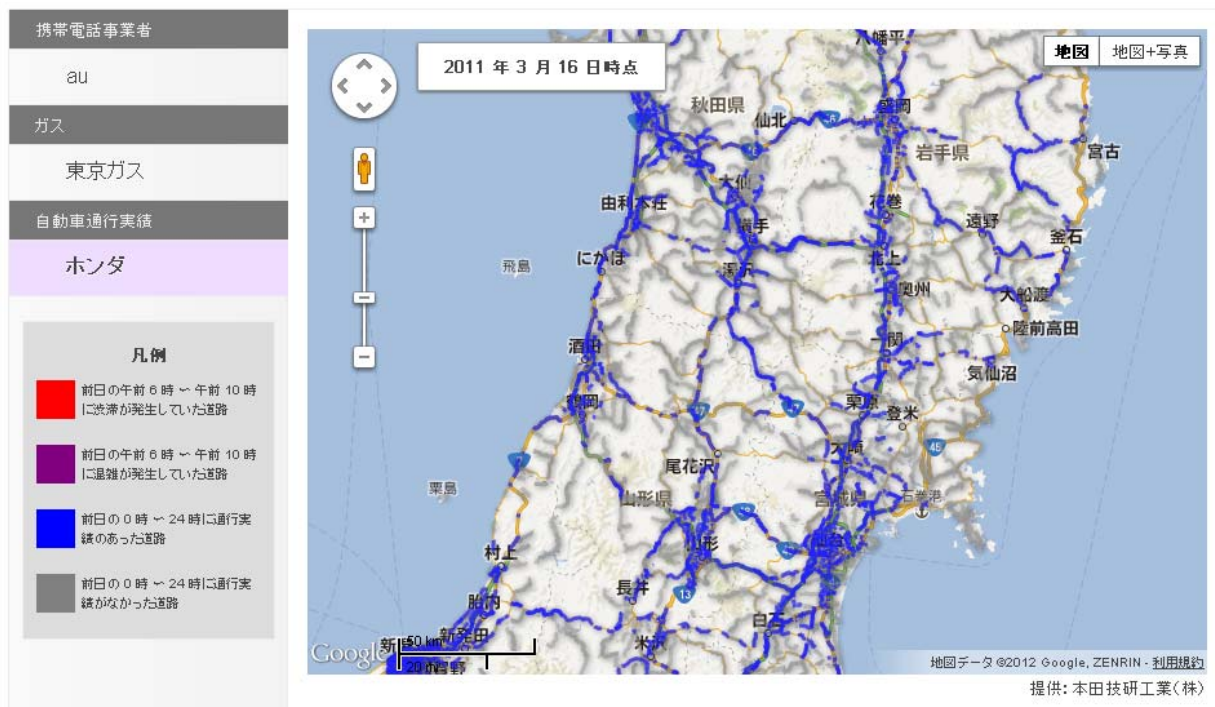


図 2.9.6 インターナビによる省燃費ルートの表示例(本田技研工業)

<http://www.honda.co.jp/internavi/about/kotsujohou/>参照



出典：本田技研工業(株)

図 2.9.7 東日本大震災における「通れたマップ」

インターナビは、2011年3月の東日本大震災直後から、インターナビ会員からのプローブデータを活用して、通行可能ルートを実際の自動車の通行実績データを元に作成した「通れたマップ」を配信した。その後、この「通れたマップ」の動きはG-BOOK等他の民間交通情報提供事業者にも広がり、ITS-Japanが各社の情報を集約する体制となった。この「通れたマップ」は、2004年10月に発生した中越地震の際に、インターナビの情報から試験的に情報提供した経緯から、今回の速やかな対応ができたということである。

今後は、携帯・スマートフォンの普及に伴い、大規模災害時の情報収集、提供は、民間主体の情報に大きくなることは間違いないが、官側の情報との連携するためのプラットフォーム（PF）の共有化が不可欠であろう。

2) NAVITIME

NAVITIMEは、公共交通機関、自転車、徒歩等、自動車以外の交通モードを携帯・スマートフォン端末を中心に情報提供ビジネスを展開している。サービス内容も豊富である。図2.9.8に事例を示すように、ECOルート、景観優先ルート等ユニークなメニューのサービスを提供している。

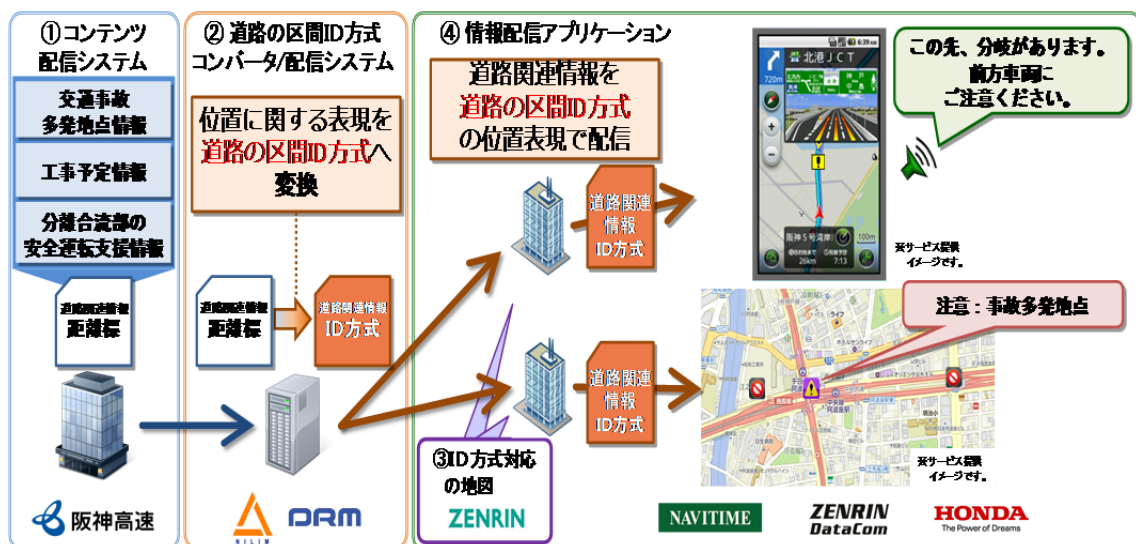


出典：NAVITIME の WEB

図 2.9.8 NAVITIME の各種の経路選択メニュー

3) NAVI de HANSHIN プロジェクト

スマートフォン等の活用によるサービスは、阪神高速道路(株)、国土技術政策総合研究所、民間企業により、2012年より「Project Z NAVI de HANSHIN!」の事業が実施されている (<http://navi-de-hanshin.jp/pdf/bosyu02.pdf>)。このプロジェクトでは、区間 ID 方式コンバータ/配信システムにて「交通事故多発地点情報」および「分合流部における安全運転に関する情報」と「工事予定情報」を配信している。情報配信アプリケーションとして、NAVITIME のスマートフォン向けのカーナビゲーションアプリケーションと、ゼンリンデータコム開発の特設 Web サイトを通じて 3 種類の道路関連情報が道路利用者に配信されるものである。このプロジェクトは、図 2.9.9 に示すようにスマートフォンを活用して、道路管理者と民間交通事業者等が共同で情報を提供する画期的な試みであると考えられる。



出典 <http://navi-de-hanshin.jp/>

図 2.9.9 NAVI de HANSHIN の実施内容と体制

4) カーナビによる経路案内

カーナビ自体も進化しており、EV を対象として電力残量と推定消費電力等により推奨ルートを表示するカーナビも開発・市販されている。

一般的な推奨ルートの場合の例



「エコ・ルート」の場合の例



出典：<http://pioneer.jp/carrozzeria/ev/>

図 2.9.10 電力消費量の最小ルートの情報提供 (カロッツェリア)

2.9.3 国外における道路情報提供

国外の道路情報提供の代表事例として欧米、アジアを拠点に積極的に道路交通情報に関するビジネスを展開している INRIX 社について述べる。

(1) INRIX による道路情報提供サービス

1) リアルタイム・フロー

INRIX は、図 2.9.11 に示すように、現在多くの国々で、道路交通情報を提供している。INRIX による道路情報提供は、GPS 対応の自動車やモバイル機器、従来の道路センサや他の情報源からの道路交通に関連する情報を INRIX 社の独自のスマートドライバネットワークを集約することにより、高速道路、および一般幹線と街路含む二次道路上の正確なリアルタイムのデータ、履歴データ、予測交通データの提供サービスを展開している。

少し詳細に追記すると、INRIX の道路交通情報提供は、宅配便、タクシーの車両と同様に iPhone、アンドロイドなど、消費者の携帯フローティング車両データおよび GPS ベースのデバイスから匿名のリアルタイムの GPS プローブデータを組み合わせることにより、従来のリアルタイムトラフィックフロー情報とトラフィックなどの道路工事、道路規制、リアルタイムのイベント、天気予報等の INRIX スマートドライバネットワークによって集計されたデータを処理し、道路交通情報を生成している。

2) キールート所要時間提供

キールート所要時間提供は、指定された起点・終点間について、ほぼ1分間に1回の頻度で速度と移動時間を提供するサービスである。この情報は、コリドーマネジメント、道路計画とモデリング、信頼性とパフォーマンスの指標の算定、道路オペレーションの意思決定等の目的で活用されている。これらの提供情報は、過去のアーカイブに基づいて照会することができる。

テキサス交通研究所(Texas Transport Institute: TTI)は、最近では INRIX のプローブデータにより、米国各地都市圏の渋滞評価を算出し、レポートを公表している。

表 2.9.3 には、我が国の VICS と INRIX の概要を比較して示す。VICS は、トラカンによる定点観測データに基づいているのに対して、INRIX は、GPS によるプローブデータ等の移動体データに基づきデータを生成し道路交通情報を提供している。

表 2.9.3 VICS と INRIX の比較

	VICS サービス	INRIX のサービス
実施主体	VICS センター(一般財団法人) 1995 年～	INRIX 社(マイクソフ社からスピンアウトし起業)。2004 年～
利用データ	・定点観測データ	・移動体観測データ
提供内容	・渋滞程度、旅行時間、各種規制、駐車場満空等	・渋滞程度、旅行時間、省燃費、旅行時間予測等
提供サービス	・カーナビへの情報配信	・スマホ、カーナビ等への情報提供 ・情報流通 ・道路交通管制のアウトソーシング支援。定点観測の品質支援
サービス範囲	BtoC サービス	BtoB サービス BtoC サービス BtoG サービス
提供エリア	・日本 ・幹線道路(管制エリア内)	・国内外(30 カ国以上)

Traffic Flow Roadmap – Coverage



Live 2012

Test

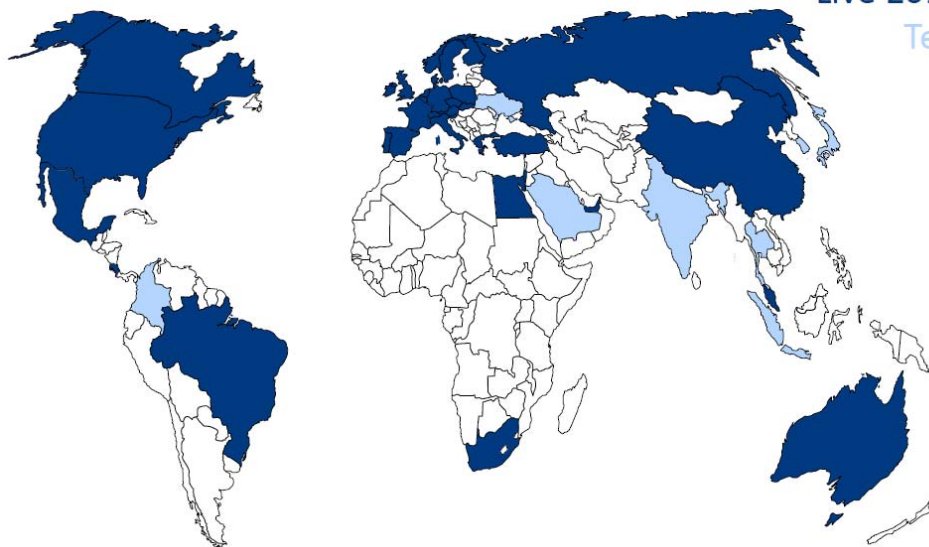


図 2.9.11 INRIX の道路交通情報提供を実施している国々
 (青：実施済み、薄青：試験中)

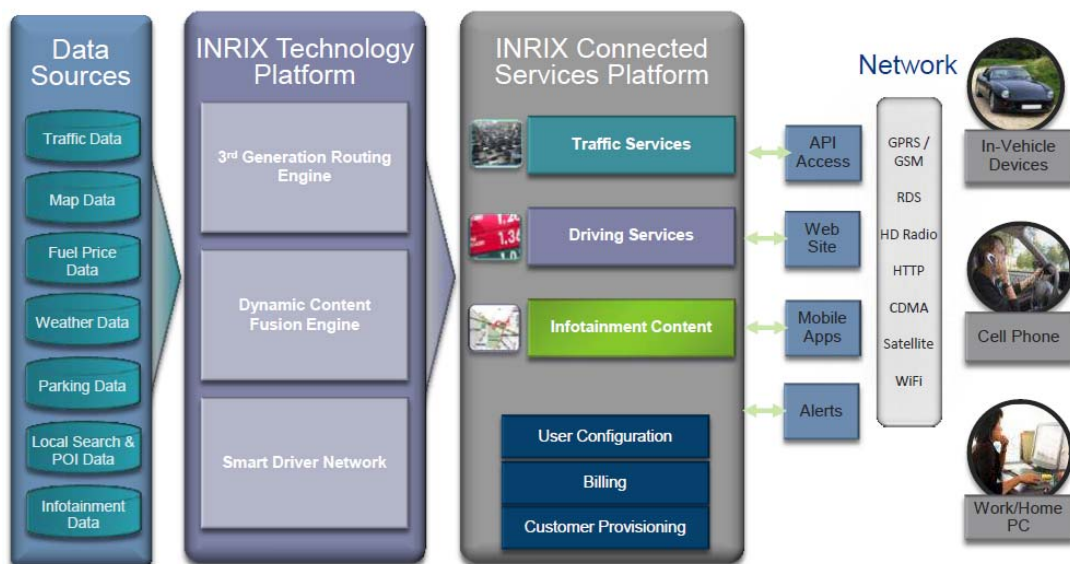


図 2.9.12 INRIX による道路情報提供の概要

2.10 レーン誘導及び速度コントロール

2.10.1 レーン路誘導及び速度コントロールの種類

レーン誘導・速度コントロールには、レーンを規定し、特定時間帯、事故時に路肩走行がある。また、本線の交通状況に応じて、推奨速度情報を提供し車群で交通流をコントロールする速度ハーモナイゼーション、サグ部等の渋滞箇所において速度維持するため車線を誘導するレーン誘導、等がある。この他、複数の乗用者が走行できる HOV レーン（多乗員車レーン）、朝夕のラッシュ時などに交通需要の多い方向により多くの容量を与えるリバーシブル・レーンも、ここに分類されるものと考えられる。

本項では、**（1）**及び**（2）**に関連する交通マネジメント手法を取り上げる。

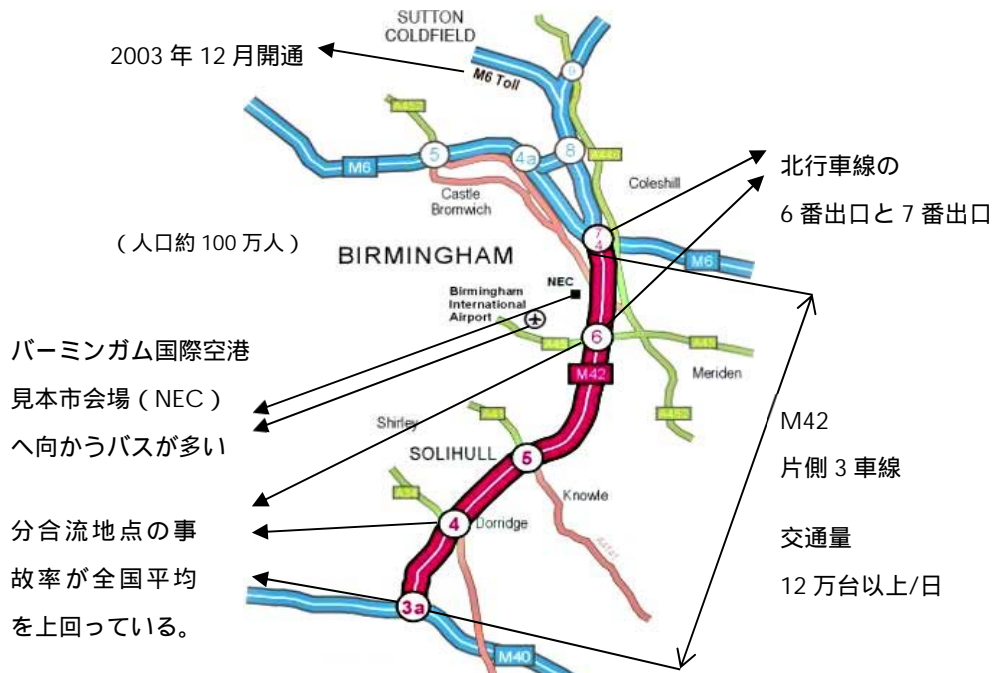
に関しては、英国の道路庁の M42 での導入後、ドイツ、オランダ等の欧州諸国、米国等にその適用が広がっている。また、**（3）**については、英国、ドイツ等の欧州で適用され、渋滞緩和、事故減少の効果が発現している。なお、英国、オランダ、米国等では、**（4）**とは組み合わされてアクティブ・トラフィック・マネジメント(Active Traffic Management:ATM)として実施されている。**（5）**については、我が国で試行的に展開している高速道路の交通マネジメント手法である。

2.10.2 英国におけるアクティブ・トラフィック・マネジメント (Active Traffic Management:ATM)

英国道路庁(Highways Agency: HA)は、12万台以上/日という膨大な交通量による慢性的な渋滞が発生している約 17km の道路区間に対してアクティブ・トラフィック・マネジメント(ATM)を導入している。ATMは、交通量に応じて規制速度の変更、路肩の一般交通への開放など情報技術を活用して積極的に交通管理を行なうことで、渋滞緩和と安全性向上を図るもので、2006年から運用開始している。

(1) 英国道路庁の渋滞緩和施策の概要

英国の幹線道路の管理権限は、中央政府の交通省(Department for Transport, DfT)から DfT 内の執行機関(Executive Agency)である HA に委任されている。DfT は、2001-06年に交通省の公約ともいえる公的サービス協定(Public Service Agreement, PSA)を策定し、その中で、「イングランドの都市間幹線道路および大都市圏道路の渋滞を 2010 年までに 2000 年度のレベル以下にする。」という目標を掲げてた。HA は、この PSA 目標を達成するために、ビジネスプラン 2005-06 に渋滞対策を示し、その項目として ATM の試行・実施が初めて明記された。



(http://www.highways.gov.uk/knowledge/tcc/misc/images/m42_atm_map.jpg に加筆)

図 2.10.1 M42 Jct. 3a-7 の概要

(2) ATM の M42 への導入背景

ATM 事業の地点として 5ヶ所が候補に上がり、ATM 導入による効果が検討された。2001 年 7 月に、高速道路 (Motorway) である M42 の Jct. 3a-7 に ATM を導入すると発表された。M42 の Jct. 3a-7 は、英国第 2 の都市であるバーミンガムの南東にあり、M6 と M40 を結ぶ延長 17km、片側 3 車線の道路である (図 2.10.2)。この M42 の最も大きな課題は、12 万台以上 / 日という膨大な交通量による朝夕の慢性的渋滞であった。我が国の東名高速道路で最も交通量の多い区間である横浜町田 ~ 厚木 (片側 3 車線) が 12 万 8 千台 / 日である。

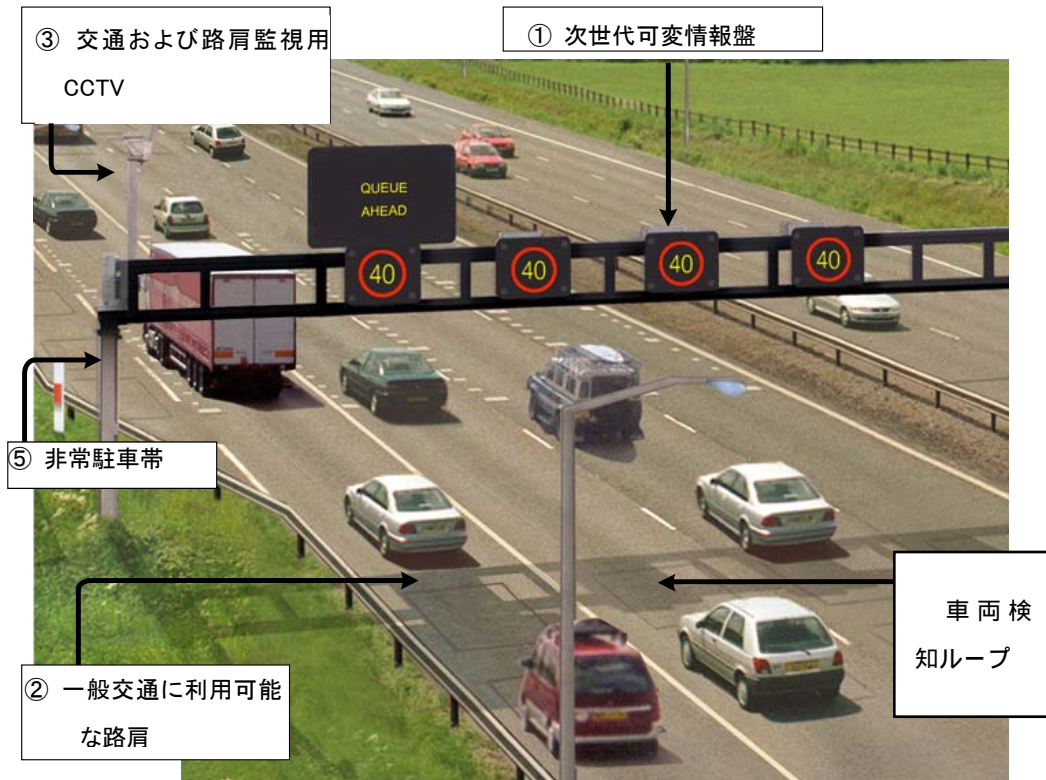


図 2.10.2 M42 の外観

(3) M42 の ATM の概要

1) 設備概要

設置される設備の概要を図 2.10.3 に示す。これらの設備は、ATM 専用コントロール室で集中管理される。



<p>次世代可変情報盤 車線毎に設置され、車線の開放、閉鎖、規制速度、その他情報を提供する。500m ピッチ設置される。下図では、「規制速度 40mph (約 60km/h)」、「前方で渋滞」が表示されている。 この情報盤のためのガントリーは、中央分離帯に中間支柱がなく、上下線(片側 3 車線)を跨ぐ。 一般交通に利用可能な路肩 渋滞、事故時に交通容量を増加させるために、一般交通に利用される。舗装、路盤などは、一般車線と同じである。</p>	<p>交通および路肩監視用 CCTV 事故、渋滞を監視し、また路肩利用開始に先立ち、路肩に障害物、車両、人がいないことを確認するため設置される。 車両検知ループ 渋滞、事故の検知のために 100m ピッチに設置される。ループ式を用いる精度が良好なためとのことである。 非常駐車帯 非常電話と CCTV が設置されている。</p>
--	--

図 2.10.3 M42 の ATM 関連施設(路肩走行時のイメージ)

2) 道路運用手法

通常の状態

可変情報盤には、何も表示されない(図 2.10.4)。制限速度は、70mph(約 110km/h)である。路肩は、緊急時のみ使用可能である。

一般車線の可変速度規制

コントロール室で、車両検知ループ(100m ピッチ)、CCTV 等により渋滞、事故を確認すると、その対策が可変情報盤により、ドライバに与えられる。

まず、「渋滞に注意(Caution Queue)」「事故に注意(Caution Accident)」などが表示される。次の段階で、規制速度、車線の閉鎖(赤の×、図 2.10.5)等が表示される。路肩は、緊急時のみ使用可能である。



図 2.10.4 通常の状態

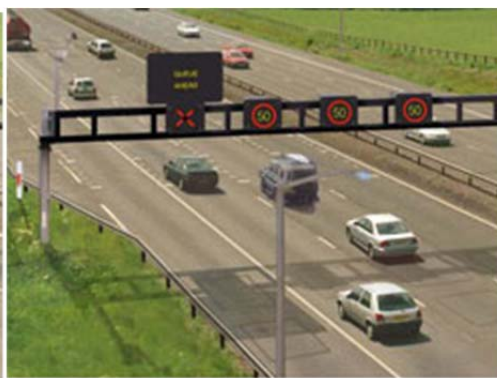


図 2.10.5 一般車線の速度規制

図 2.10.3 に示すように、渋滞、事故時に交通容量を増加させるために、路肩が一般交通に利用される。利用は、Jct.間ごとに検討され、路肩上の可変情報盤の閉鎖表示(赤の×)が消え、規制速度が表示されることでドライバに示される。路肩利用に先立ち、コントロール室の官制者は、路肩に障害物、車両、人がいないことを確認する。図 2.10.6 は、事故処理のために、一般車線を閉鎖して、事故処理車両を走行させているイメージ図である。

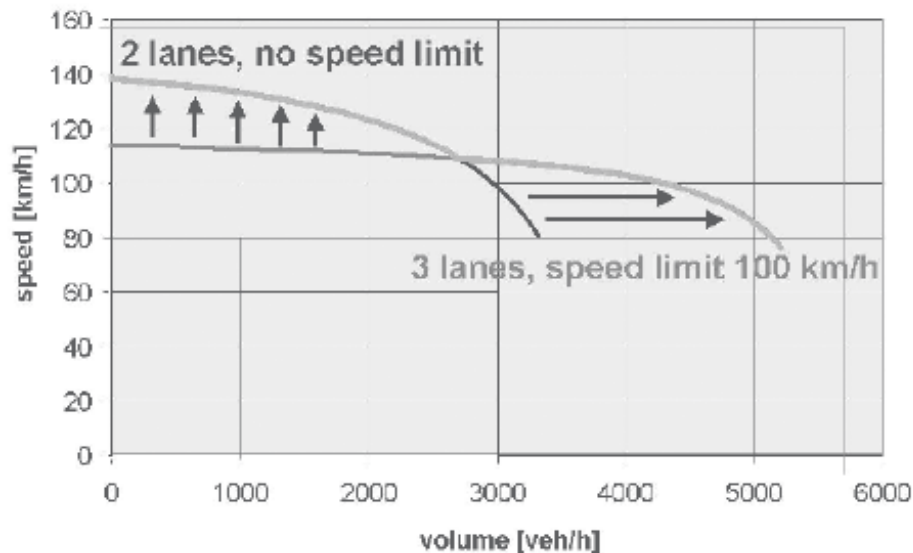


図 2.10.6 事故処理のための一般車線閉鎖と路肩走行

2.10.3 路肩走行

(1) 路肩走行の原理

図 2.10.7 に走行レーンが 2 車線の場合の路肩走行の原理を示す。交通量が容量以下の場合、速度規制を伴わない条件では交通量とともに急激に速度が低下する。一方、路肩走行を認め、速度規制 (100km/h) した場合、容量が増えるとともに速度低下が緩和される。



出典：FHWA(2010)

図 2.10.7 路肩走行の原理

(2) 路肩走行の導入地域と効果

路肩走行を導入している地域として、英国の M42 号 (約 80km)、米国のバージニア州他 6 箇所、オランダ、ドイツの A4(Cologne 近郊)等での実績がある。

各地域において、以下の交通容量の増大、時間短縮等の効果が報告されている。

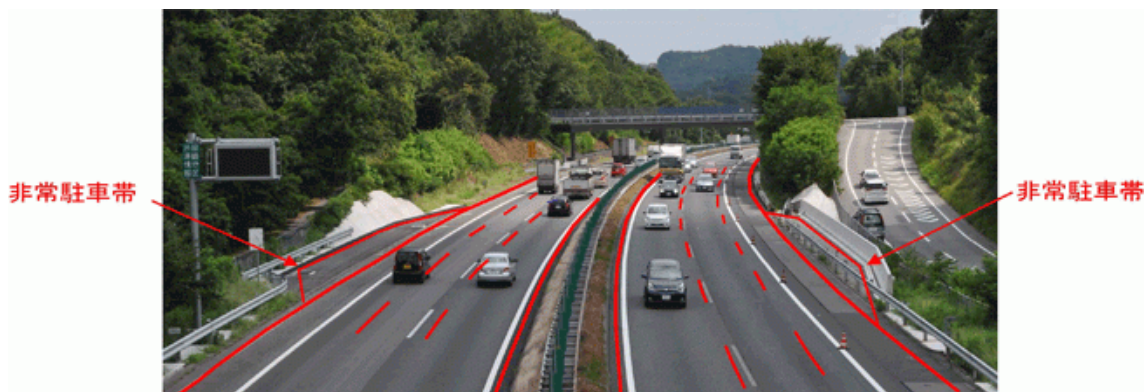
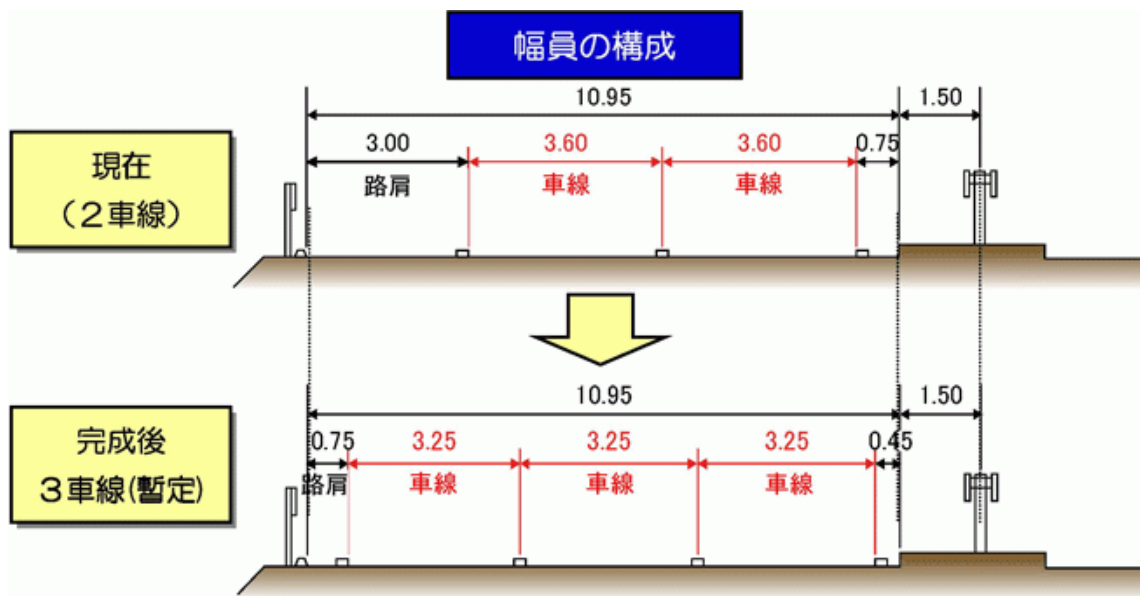
交通容量の増大：7 ~ 22% (オランダ)

旅行時間の短縮：1 ~ 3% (オランダ)、25%短縮 (英国 M42)

通過交通量の増加：混雑時 7% (オランダ)

燃料消費量の減少：4%減 (英国 M42)

我が国においては、首都高速、阪神高速の都市高速では、路肩が狭く実施不可能であるが、高速自動車国道においては、道路構造令等の法的見直し検討が必要と考える。なお、NEXCO 中日本管内の、東名高速道路 音羽蒲郡 IC ~ 豊田 JCT 間、東名阪 四日市 IC 付近において 2 車線区間の 3 車線 (暫定) 運用を開始している。Maeda ら (2013) によると、3 車運用の結果、渋滞量が約 95%、交通事故が約 3 割減少していることが報告されている (図 2.10.8 参照)。



出典：NEXCO 中日本 Web より

図 2.10.8 東名高速、音羽蒲郡 IC ~ 豊田 IC 間の 3車運用

2.10.4 英国道路庁のトラフィックオフィサー制度

我が国においては、交通整理、事故処理、通行止めといった交通管理権限は警察が有している。これは、諸外国においても一般的であるが、英国では、イングランドの幹線道路を管理している英国道路庁は、円滑な交通の確保するために自らの交通管理能力を高めることを目指してトラフィックオフィサー (Traffic Officers) の運用を 2004 年度より開始した。このトラフィックオフィサーは、警察との連携を必要とするが、交通管理権限のかなりの部分を持っていた。

HA は、1994 年に現在の交通省の前身から分離された執行機関であるが、このトラフィックオフィサーの運用は、その創設以来最大のチャレンジといわれた。

英国での動向は、我が国における警察と道路管理者間での交通管理権限分担のあり方を考えるうえで参考になると考えられるので、トラフィックオフィサーの概要を紹介する。

(1) トラフィックオフィサー運用の目的

トラフィックオフィサーの運用の目的は、事故渋滞の緩和と安全性向上、警察の交通警察活動の負担軽減の2つである。

1) 事故渋滞の緩和と安全性向上

渋滞の原因が交通量過多 65%、事故等 25%、路上工事 10%であることから、HA は、道路管理者として、事故現場への派遣時間短縮、二次的事故の削減、事故処理時間短縮、障害物など事故原因の早期発見除去による事故削減等の自ら事故処理や障害物など事故原因の早期発見等を行うことで、事故渋滞の緩和と安全性向上を目指していた。

2) 警察の交通警察活動の負担軽減

英国においても犯罪が増加しており、犯罪対策に警察の資源を集中するために、交通警察活動の負担軽減を図った。

(2) トラフィックオフィサー運用全体計画

1) トラフィックオフィサーの権限

HA と警察は、交通管理権限移管の協議を 2002 年に行い、図 2.10.9 に示すように警察から HA に大幅に権限を移管することとなった。そのための立法処置として、まず 2004 年度に交通管理法 (Traffic Management Act 2004) が制定され、2005 年度中に追加的な立法がなされた。これらにより、トラフィックオフィサーは、検挙の権限は有しないが、軽い衝突事故の法的処理、一時通行止め、事故車の移動など多くの交通管理権限を持つことになった。

2) 運用全体計画

HA の管理道路網が 7 つの地域に分けられ、地域管制センター (Regional Control Center, RTC) が設置され、トラフィックオフィサーは、この地域単位で運営されている。全道路網を戦略的に管制する全国交通管制センター (National Traffic Control Center, NTCC) は、2003 年 11 月に英国第二の都市であるバーミンガム近郊に設置された。

上記では、警察の交通警察活動の負担軽減を図るために警察より大幅な交通管理権限の移管を受けて 2004 年度より運用を開始したトラフィックオフィサーを紹介したが、高速道路の交通マネジメントを考える際に、交通管理者と道路管理者相互の連携は不可欠であり、第 6 章で提案する、今後の高速道路の交通マネジメント手法の実効性を考える事例と考える。

権限移管前 2003 年末

〔分類〕		〔項目〕				
1 管理機能	1.1 事故処理	1.1.1 重大死傷事故の処理	1.1.2 軽い衝突事故の処理	1.1.3 高速道路上非常電話の管理	1.1.4 事故発生表示	1.1.5 HA委託業者及び道路管理サービス業者との提携
	1.2 道路網の監視	1.2.1 事故処理及び犯罪監視用にCCTV 使用	1.2.2 交通状況監視のためのCCTV の使用	1.2.3リアルタイム交通量管理	凡例 権限の分担 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">警察</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">HA</div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">共同</div> </div>	
	1.3 運転者支援	1.3.1 メディアへの交通情報提供	1.3.2 適切な迂回路	1.3.3 全国規模での路線選択誘導		
2 路上での活動	2.1 一般作業	2.1.1 犯罪への対処	2.1.2 重大死傷事故の法的処理	2.1.3 軽い衝突事故の法的処理(死傷者なし)		
	2.2 交通量制御	2.2.1 投棄車両の処理	2.2.2 事故車・故障車の移動	2.2.3 一時通行止め・迂回の実施	2.2.4 遺棄・障害物や動物死体などの除去	2.2.5 道路の補修および改善
	2.3 その他のサービス	2.3.1 特定車両の護衛	2.3.2 必要に応じた特殊車両の誘導	2.3.3 道路工事の監視	2.3.4 特殊事態	2.3.5 道路利用者教育
3 中央管理機能	3.1 計画および管制機能	3.1.1 規格と標準の開発	3.1.2 緊急時対応	3.1.3 特殊車両の経路設定	3.1.4 交通量管理計画	3.1.5 道路工事計画

権限移管後 2005 年末

〔分類〕		〔項目〕				
1 管理機能	1.1 事故処理	1.1.1 重大死傷事故の処理	1.1.2 軽い衝突事故の処理	1.1.3 高速道路上非常電話の管理	1.1.4 事故発生表示	1.1.5 HA委託業者及び道路管理サービス業者との提携
	1.2 道路網の監視	1.2.1 事故処理および犯罪監視用にCCTV 使用	1.2.2 交通状況監視のためのCCTV の使用	1.2.3リアルタイム交通量管理	凡例 権限の分担 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">警察</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">HA</div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">共同</div> </div>	
	1.3 運転者支援	1.3.1 メディアへの交通情報提供	1.3.2 適切な迂回路表示	1.3.3 全国規模での路線選択誘導		
2 路上での活動	2.1 一般作業	2.1.1 犯罪への対処	2.1.2 重大死傷事故の法的処理	2.1.3 軽い衝突事故の法的処理(死傷者なし)		
	2.2 交通量制御	2.2.1 投棄車両の処理	2.2.2 事故車・故障車の移動	2.2.3 一時通行止め・迂回の実施	2.2.4 遺棄・障害物や動物死体などの除去	2.2.5 道路の補修および改善
	2.3 その他のサービス	2.3.1 特定車両の護衛	2.3.2 必要に応じた特殊車両の誘導	2.3.3 道路工事の監視	2.3.4 特殊事態	2.3.5 道路利用者教育
3 中央管理機能	3.1 計画および管制機能	3.1.1 規格と標準の開発	3.1.2緊急時対応	3.1.3 特殊車両の経路設定	3.1.4 交通量管理計画	3.1.5 道路工事計画

図 2.10.9 権限移管前後の道路管理者と交通管理者の役割分担(英国)

2.10.5 欧米における速度ハーモナイゼーション

速度ハーモナイゼーションは、本線の交通状況に応じて、推奨速度情報を提供することにより車群で交通流をコントロールする手法である。この手法により、渋滞時の車両の急速な停止を回避し、追突事故の防止や交通容量の増加を促すことを目的としており、前述した、路肩運用と併用する事例もある。

この、速度ハーモナイゼーションは、以下のように運用による効果が報告されている。

交通事故の減少：渋滞末尾の追突が 25～30%減（英国）、人身事故が 30%減（ドイツ A5）

交通容量の増加：5～10%増、自動速度制限監視と組み合わせで（英国）

全体の交通容量が 3～5%増（オランダ）



図 2.10.10 ドイツにおけるハーモナイゼーション

2.10.6 我が国における高速道路の安全運転支援及びレーン誘導マネジメント

(1) 安全運転支援システム

2006(平成18)年にIT戦略本部が取りまとめた「IT新改革戦略」において、2008(平成20)年度までに官民が連携した安全運転支援システムの大規模な実証実験を行い、効果的なサービス・システムのあり方について検証してきた。事故削減への寄与度について定量的な評価を行うこととされた。ここでは、安全運転支援システムの研究開発のために、実証実験を通じて実施した、システムの設計と性能検証について述べる。

1) 安全運転支援の概要

安全運転支援は「前方障害物情報提供」、「カーブ進入危険防止」、「合流支援」があるが、ここでは、代表的な渋滞末尾の情報提供等「前方障害物情報提供」を取り上げシステムの概要と効果について述べる。

前方障害物情報提供（渋滞末尾情報提供システムを含む）は、道路状況把握設備によって検出した見通しの悪い道路区間に存在する渋滞末尾や停止車、低速車などの障害物の情報を、路車間通信設備、情報表示設備を用いてドライバに提供する。これにより、ドライバの障害物の認知・回避のための判断を支援する。

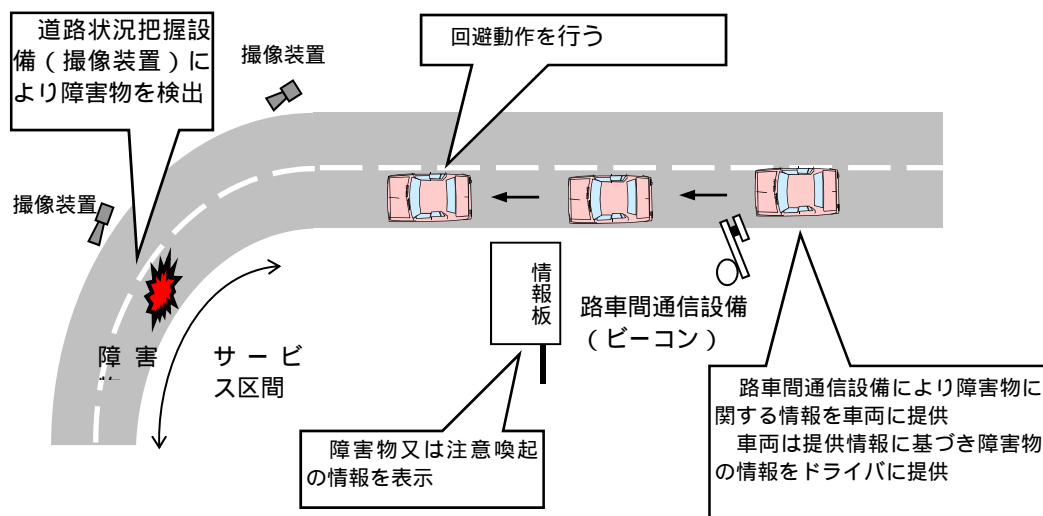


図 2.10.11 前方障害物情報提供のサービスイメージ

ドライバの意識や行動の変容からは、「ドライバに以下の状態を促し、安全を支援するサービス」として定義する事が出来る。

表 2.10.1 前方障害物情報提供の効果

認知・判断・操作・挙動	ドライバの意識や行動の変容から見たサービスの効果
認知	<ul style="list-style-type: none"> ・ 障害物がある事を事前に認知 ・ 障害物を目視で認知
判断（意識の変容）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 注意しようとする判断 ・ 減速(停止)する判断 ・ 車線変更する判断
操作（行動の変容）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 視線を障害物に移動 ・ 見通しの悪い前方を注視 ・ アクセルをオフ ・ ブレーキに足をかける ・ ブレーキをかける ・ 車線を変更
車両挙動	<ul style="list-style-type: none"> ・ 速度低減 ・ 横方向回避(車線変更)
サービスによる効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 障害物衝突回避

2) 前方障害物情報提供のシステム設計

参宮橋地区における前方障害物情報提供サービスでは 2005(平成 17)年より画像センサ方式を採用してきた。画像センサは異常事象を高精度に検出できるが、コストの制約から設置場所が事故多発箇所や渋滞多発箇所など異常事象の多頻度発生箇所に限定される。その後、ETC 車載器を前方障害物情報提供の交通事象センシング方式に活用し、ローコスト化を図ることを目的として ETC-ID 方式を開発し、2007(平成 19)年よりの実道実験を実施した。以下では、研究開発した ETC-ID 方式のシステムおよび画像センサ方式と比較することによる性能検証の内容について説明する。

3) システム構成

前方障害物情報提供 (ETC-ID 方式) の代表例として、参宮橋カーブで実施した実証実験システムの概要を図 2.10.12 に示す。参宮橋カーブ手前とカーブ通過後に ETC-ID 収集用 DSRC を 1 基ずつ設置し、ETC 車載器の LID を収集した。収集した LID をもとに ETC-ID 路側処理装置は 2 つの ETC-ID 収集用 DSRC の通過時間を計算し異常判定情報を蓄積した。

異常判定アルゴリズムは、図 2.10.12 に示す地点 1 と地点 2 でアップリンクした情報をもとに、地点 1-2 間の異常検知区間の異常 (異常とは、低速車、渋滞末尾の停止車などの交通の異常を意味し、総称して障害物と呼び、前方障害物となっている) を検知 (判定) するアルゴリズムである。

異常判定アルゴリズムでの渋滞異常の判定は以下である。DSRC2 を通過した複数の車両の平均速度 (VM) を算出し、平均速度 VM と閾値速度 VB (渋滞判定速度) とを比較し

- 平均速度 VM > 閾値速度 VB の場合には、異常でない
- 平均速度 VM ≤ 閾値速度 VB の場合には、異常である (渋滞)

と判定する。

ここで、平均速度 (VM) は、個々の車両の DSRC1 ~ DSRC2 間通過速度を基に計算する。

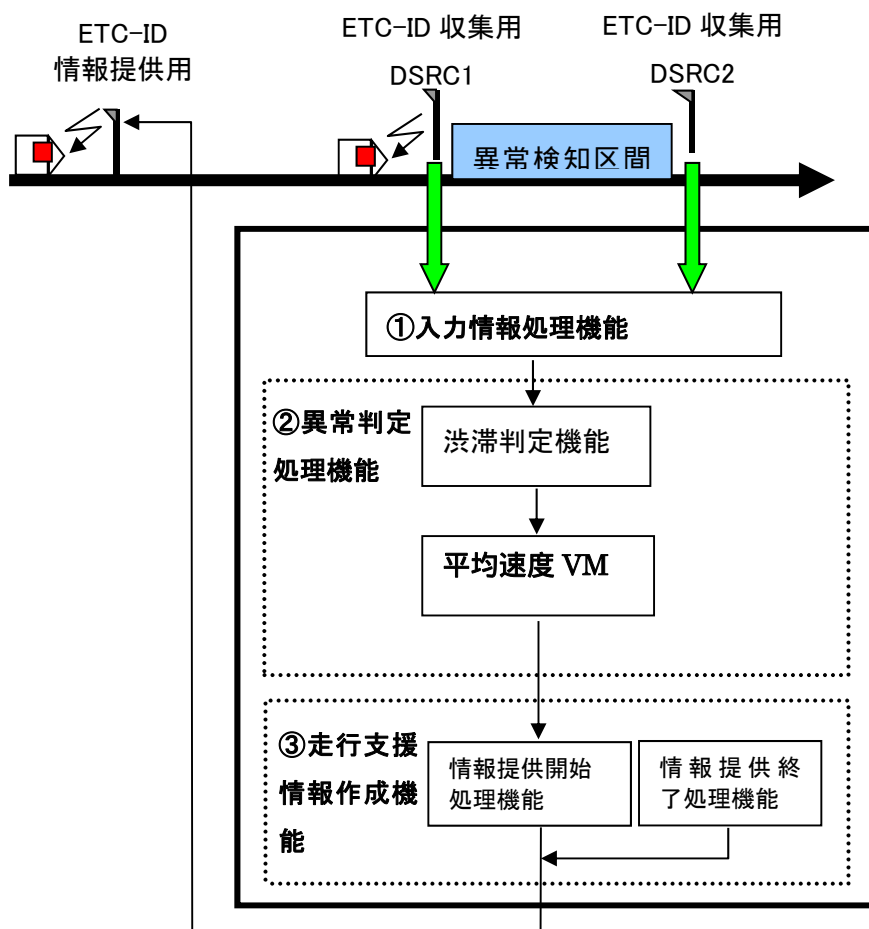


図 2.10.12 ETC-ID による安全運転支援システムの概要

DSRC1 ~ DSRC2 間通過速度は、DSRC1 を通過した各車両の DSRC1-DSRC2 間の平均の通過速度で、地点 1 通過時刻及び地点 2 通過時刻から下式で演算する。

$$\text{通過速度 } V_i = \text{異常検知区間 } L / \text{地点間通過時間 } T_i \quad (2.2)$$

閾値速度 VB は渋滞を判定する閾値で、図 2.10.13 は、閾値速度 VB を説明するための図である。図 2.10.13 に示すように閾値速度 VB は制限速度 VD と混雑・渋滞速度の上限値 VA (首都高で混雑・渋滞と判定する速度 40Km/h) の間の値とし、データ解析で決定した。

表 2.10.2 異常判定アルゴリズムのパラメータ

	内容	値	説明
1	閾値速度 VB (Km/h)	50Km/h (赤坂) 45Km/h (参宮橋)	異常 (渋滞) と判定する閾値速度である。 複数の車の平均速度 VM とこの閾値速度 VB とを比較し、渋滞か判定する。 首都高では、混雑・渋滞の判定値が 40Km/h であるが、本システムでは片側渋滞を考慮し、閾値速度 VB は制限速度 VD と混雑・渋滞速度の上限値 VA との中間の値である。赤坂トンネルでは、制限速度が 60Km/h、参宮橋カーブでは、制限速度が 50Km/h である。
2	復帰速度 VC (Km/h)	55Km/h (赤坂) 47.5Km/h (参宮橋)	異常 (渋滞) が解消されたと判断する速度である。 復帰速度は T2 分間の平均速度である。T2 は 1 分である。 復帰速度 VC は、制限速度 VD と閾値速度 VB との中間の値である。

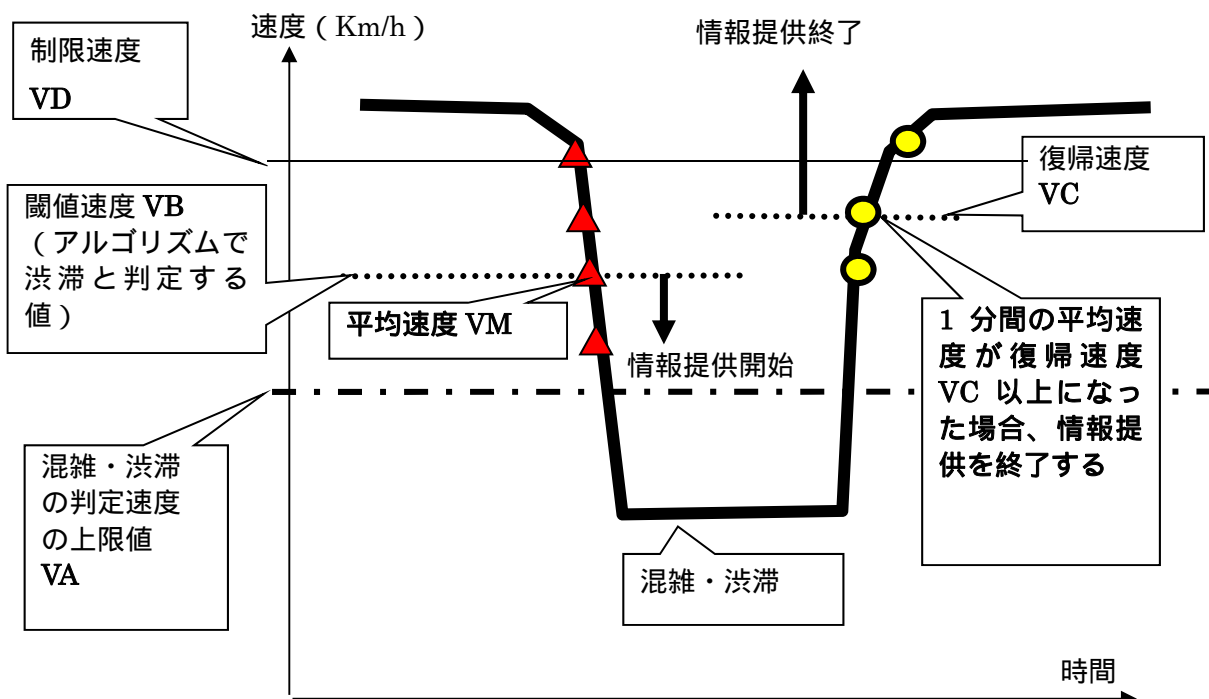


図 2.10.13 速度関係のパラメータの説明図

4) 有効性の検証

道路状況把握センサの検出データを活用して、サービス有り期間、サービス無し期間のそれぞれで、前方に障害物があるときの車両のカーブ区間内の急減速発生頻度、および、カーブ進入速度を測定し比較した。(図 2.10.14 参照)

前方の障害物情報を、3メディア VICS 対応ナビを用いて、直前で提供するサービスにより、カーブ区間での危険なシーンでの急減速や高速でのカーブ進入速度等のヒヤリ・ハットと考えられる挙動が 12% ~ 14% 減少することが分かった。参宮橋カーブを走行する 3メディア VICS 対応ナビ搭載車の率は約 10% であり、搭載車のみでなく、周辺車両にも良い影響を与えていると推定される。また、情報板でも同じ情報を表示することにより、搭載車以外にも情報提供でき、更に効果が向上することが分かった。

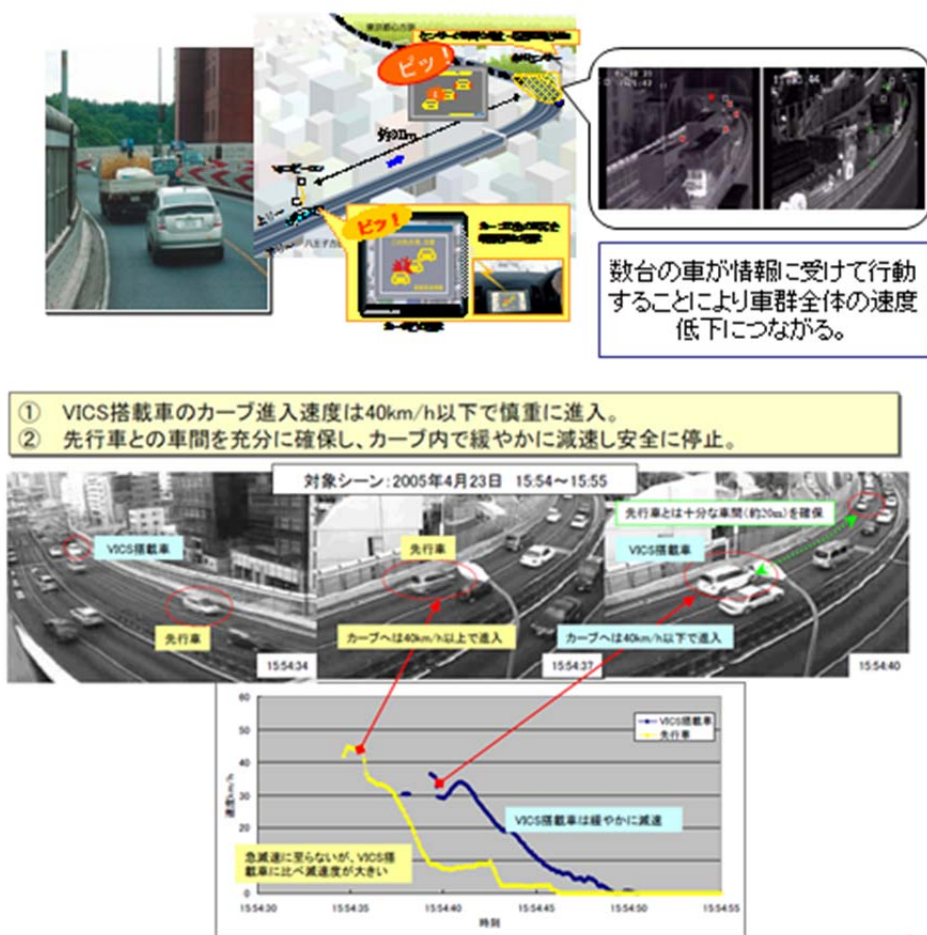
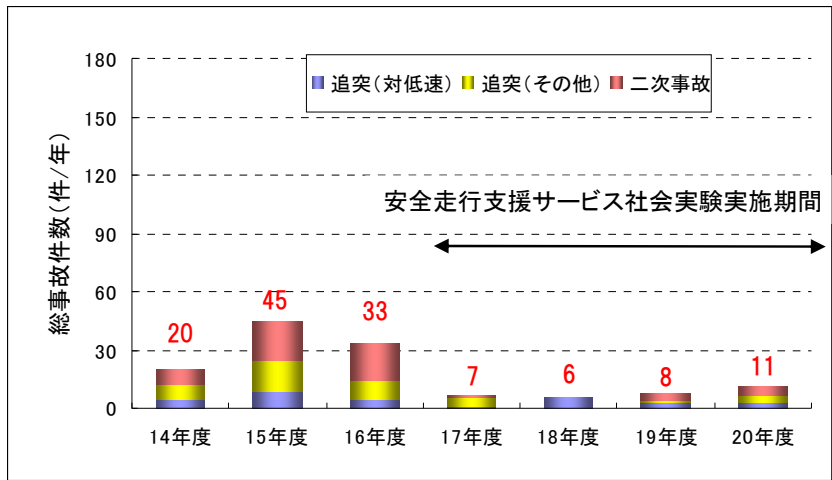


図 2.10.14 最大減速度及びカーブ進入速度の測定
(首都高速4号線参宮橋カーブにおける実測値)



出典：H14.4～H21.3首都高速事故データ(首都高速道路(株)調べ)
 注1) 参宮橋カーブ区間(5.182kp～5.29kp)を対象。
 注2) 件数は物損を含む。
 注3) 首都高速道路(株)データによる通報ベースの件数。
 注4) 対象事故は、追突(対低速、その他)と二次事故が対象

図 2.10.15 参宮橋カーブ事故件数推移 (H14～20)

参宮橋カーブでの事故件数の変化を図 2.10.15 に示すように長期的に調査した。その結果、社会実験を開始した 2005(平成 17)年度以降は、前方障害物情報提供サービスの対象である追突および二次事故が大きく減少していることが分かる。2003(平成 15)年度から 2005(平成 17)年度にかけて他の交通安全対策も施されており、事故件数の減少は前方障害物情報提供サービスと交通安全対策との総合的な効果と見られる。

(2) サグ部におけるレーン誘導システム

1) サグ部における渋滞のメカニズム

我が国では、高速道路のサグ部や上り坂部のような勾配変化区間が交通容量上のボトルネックとなりやすい。我が国の都市間高速道路における渋滞発生状況は、ETC の普及により料金所渋滞がほぼ解消された現在、サグ・上り坂部が約 6 割を占めている。

高速道路サグ部の交通流現象や渋滞発生要因について、交通量が増加するに従い追越車線に車が集中し始め、車線利用に偏りが生じるようになる。しばらくすると追越車線を走行中の一部の緩慢な車両を先頭に密で大きな車群が形成され、減速波が増幅・伝播しやすくなる。ここで、車群先頭車が勾配変化区間に差しかかると、勾配変化に気づかずに無意識な速度低下を引き起こす。この速度低下により生じた減速波が上流に増幅・伝播することで渋滞発生のきっかけとなる。以上、一般的に知られるサグ部での渋滞発生メカニズム(仮説)を図 2.10.16 に示す。また渋滞発生後は、渋滞に長時間巻き込まれたドライバーは漫然と運転しがちとなり、渋滞先頭位置を通過した後も直ちに速度回復しないことで渋滞解消が遅れることとなる。

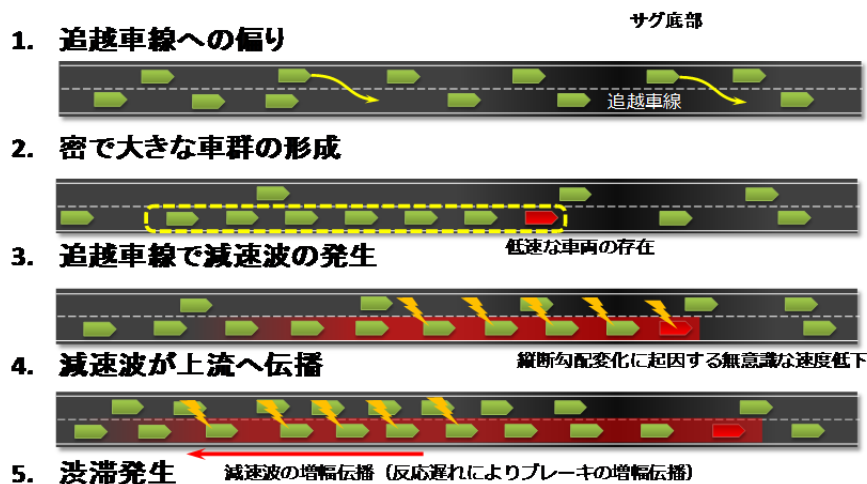


図 2.10.16 サグ部における渋滞発生のメカニズム(仮説)

2) 道路インフラと車両制御との連携による渋滞削減策

国土交通省では、ITS を活用した交通の円滑化を進めている。一方、民間自動車会社では、ACC(Adaptive Cruise Control: 設定された速度を上限に、先行車の速度に合わせ一定の車間を確保して追従走行することができる)等の車両制御技術を活用し交通円滑化することで渋滞削減等を目指す取組などが進められている。

国土技術政策総合研究所(国総研)では、路車間通信技術と ACC 等車両制御技術との連携によるサグ部をはじめとする渋滞箇所への効果的な交通円滑化対策を研究し、その普及のあり方について検討している。これまで、東名高速道路(下り)22.0kp 付近大和サグ部を対象に、渋滞要因を分析し、路車連携によるサグ部交通円滑化対策をとりまとめるとともに、対策効果把握、実証方法の検討を行った。渋滞要因については、先述の既往知見も踏まえ、サグ部の渋滞の主要要因を次の3つに集約した。

車線利用の偏り(車線間の不均衡)

ドライバにより異なる希望速度・車間に起因する車頭時間のばらつき(同一車線内の不均衡)

勾配変化等に起因する車頭時間の極端な増大・減少

3) 具体的な渋滞緩和策の検討

これらの渋滞要因に対して、交通円滑化対策の目標を「車両の横断方向(車線間)、縦断方向(車線内)における空間的なばらつきの均一化」と整理した。これを実現するためにドライバに対して以下の「交通円滑化に寄与する走行方法」について広報・啓発等を行い自発的な協力を求めることで渋滞削減することを検討している。

交通円滑化に寄与する走行方法として、渋滞発生前は、キープレフトの遵守、ドライバに依存しない適正な車間時間の保持、縦断勾配変化区間等のボトルネック部における車間時間の維持を、また、渋滞発生後は、渋滞を抜けた後は速やかに加速して前方車に追走す

る等の方法を列挙している。

この走行方法を支援する ITS サービスとして、サグ部交通円滑化路車連携サービスを表 2.10.3 のとおりまとめた。各サービス 1~3 のイメージを図 2.10.17 に示す。

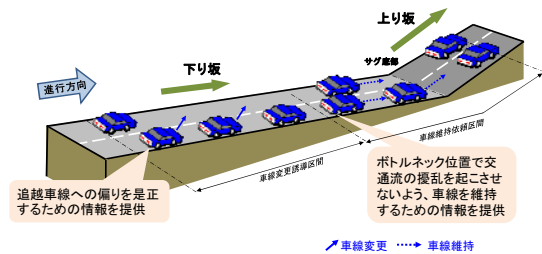
また、次の通り各サービスについて交通シミュレーションなどにより渋滞削減効果を確認している。

金澤(2012)によると、サービス 1 については、代表的なサグ部となる東名高速(下り)大和サグ部(3車線)と東北自動車道(上り)矢板(2車線)において渋滞による遅れ時間の総和をもとに、全国の主要なサグ部 74 箇所にも拡大推計した結果、追越車線から走行車線への移動量が 5% で遅れ時間の総和が約 36% 減少すると試算されている。またサービス 2、3 について、国総研がミクロ交通シミュレーションを活用して、一定の仮定を置き ACC 車両を混入させた場合、図 2.10.18 に示すとおり、混入率 3 割で渋滞損失時間を約 5 割削減できると試算している。

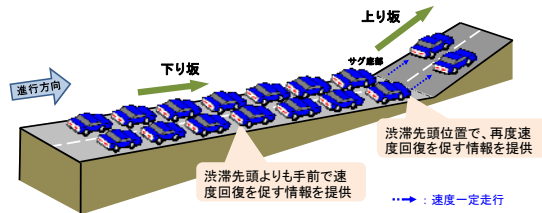
表 2.10.3 路車間連携サービスのコンセプト

サービス実施タイミング	連携サービスのコンセプト	
渋滞発生前	サービス 1 車線利用の適正化	
	サービス 3 車間の適正化	ボトルネック部での交通流率低下の防止 減速波の発生、増幅伝播を抑制、遮断
	サービス 4 車車間通信を活用した車群安定性の向上(CACC) 将来検討	
渋滞発生後	サービス 2 渋滞を抜けた後の緩やかな加速の防止	

サービス 1



サービス 2



サービス 3

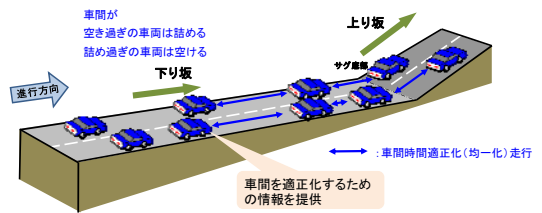


図 2.10.17 路車間連携サービスのコンセプトイメージ

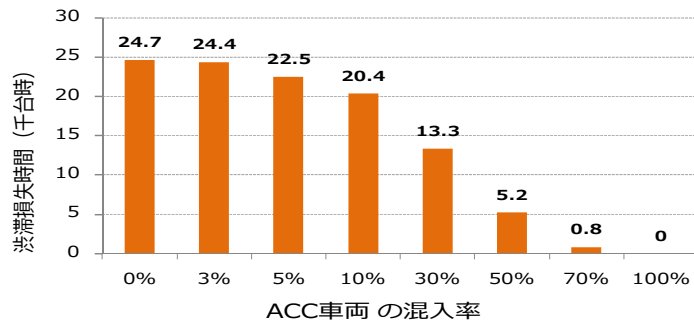


図 2.10.18 ACC 車両の混入率に応じた渋滞緩和効果推定

2.11 第2章のまとめ

本章では、我が国における高速道路の整備水準、ミッシングリンク等の道路ネットワークに関連する現状と課題を概観するとともに、高速道路が有する高い規格の線形・構造に基づく特性と一般道との違いを比較・整理し、道路交通の円滑化、安全、環境の向上を図るために、高速道路及び一般道路の既存道路ネットワークのシームレス化の必要性を論じた。

また、国内外での IT 技術の道路交通分野における開発導入の経緯を分析するとともに、各種の IT による道路交通マネジメントの政策・技術の変遷と動向を整理し、ネットワーク・アクセス強化、料金施策、道路交通情報の提供、レーン誘導及び速度コントロールに関する我が国への適用可能な施策を考察した。

本章の考察の結果は、以下の通りである。

(1) 我が国の高速道路ネットワークの整備水準と高速道路利用の効用

我が国の高速道路ネットワークは、ネットワークのミッシングリンクが多数存在し、整備密度が小さく、結果として欧米諸国と比較して、都市間連絡速度が劣っていること等の現状の課題を示した。

平均 10km 以上の長い IC 間隔や有料道路の料金抵抗等が影響して、地方部の並行する一般道が存在する地域においては十分に高速道路が利用されておらず、高速道路と一般道路のシームレス化が進まず、一般道路の朝夕の渋滞、騒音等の沿道環境の悪化などの課題が解決にされていないことを示した。

高速道路は、一般道路と比較して、走行台キロあたりの交通事故発生割合が 1/20、混雑時平均旅行速度が約 2 倍と交通安全、定時性に関して非常に優位であることを示した。また、CO2 排出量も高速道路の利用率が高まるにつれて低減することが確認されている。

(2) IT を活用した高速道路の交通マネジメントの種類と特徴

日欧米において、VICS、カーナビゲーション、ETC に代表される道路インフラ側あるいは自動車側の IT 技術が普及・導入し、IT による高速道路交通マネジメントの効果が発揮してきた。

IT を活用した高速道路の交通マネジメントを、欧米での事例からネットワーク・アクセス強化、料金施策、道路情報の提供及びレーン誘導・速度コントロールに分類し、その分類に基づき、欧米を中心に各高速道路の交通マネジメント施策の動向を整理した。その結果は以下の通りである。

1) ネットワークアクセス強化

ネットワーク・アクセス強化については、欧米においてはランプメタリングの導入により一般道から高速道路への流入交通量を制御することにより高速道路本線の交通の円滑化を図っている。また、欧米では、我が国と比較して IC の間隔が短く、トリップが短い交通の利用割合が高いことが既往の研究で明らかとなっている。この IC の増設、間隔の短縮による傾向

は、我が国独自の ETC 専用のスマート IC の施策につながっており、第 3 章においてスマート IC の利用実態、スマート IC の配置に関する評価手法等に関して 35 箇所スマート IC の利用交通量等の実測データにより検証する。

2) 料金施策

料金施策については、渋滞緩和を目的にした混雑課金に関して、米国のバリュープライシングプログラムにおける 5 つの HOT レーンの事例を整理・分析し、一部レーンの有料化によるネットワーク全体の走行速度向上、渋滞緩和の効果を明らかにした。また、I-95 の事例から高速バスの利用増進等の効果を明らかにした。また、HOT レーンのアクセスポイントの間隔、道路標示板による料金表示の構造基準を整理し、我が国における高速道路において検討すべきことを示した。IT を活用した可変料金については、HOT レーンの交通量に応じたダイナミックプライシングやフランス、パリの料金割増が将来検討すべき施策であり、我が国の料金施策の改善をする上で検討が必要であることも考察した。

第 4 章においては、我が国における料金割引の社会実験の結果に基づき料金施策の一般道等の渋滞緩和効果、一般道から高速道路への交通転換に及ぼす要因について考察するとともに、上記の欧米における事例、既往研究との比較において我が国の料金施策の改善策を考察する。さらに、走行距離課金については、今後の財源確保の観点から検討が必要な施策であり、その際、技術的側面に加えて、ユーザーの受容性を向上させるためにプライバシーや使用用途等の検討が必要であることを明らかにし、そのためにも欧米で事例研究が重要であることを示した。

3) 道路交通情報の提供

道路交通情報の提供については、我が国では路側センサの情報に基づき道路標示板、VICS 情報のカーナビを中心に高度化が図られるとともに、VICS 情報に民間事業者によるプローブ情報が加味されたサービスが展開されていることを示した。さらに、ITS スポットによる高速かつ容量の通信システムの整備されることにより、広域化・精緻化された情報提供が可能となったことを示した。

さらに、民間交通事業者によるプローブ情報によるサービスが国内外で広がっており、今後官側データとの融合を図ることによる道路交通情報の高度化が体制が必要である。

第 5 章では、渋滞、事故等のインシデント時の広域的な道路交通情報の提供による経路誘導を東名・新東名、一般道のトラフィックフィックカウンタの実測交通データをもとに分析・検証する。また、ジャンクション部における道路交通情報の提供の効果を渋滞時・非渋滞時の交通量情報を用いて定量的に試算する。

4) レーン誘導・速度コントロール

レーン誘導・速度コントロールについては、欧米において広く導入されつつあるアクティブ・トラフィック・マネジメントの導入実績に基づき、事故処理のためのレーン誘導、路肩走行および速度ハーモナイゼーションの効果を示した。また、英国におけるアクティブ・トラフィック・マネジメントの実行性を高めるためのトラフィックオフィサー制度を示した。また、

我が国のレーン誘導、速度コントロールの適用として、DSRC の通信システムを活用した急カーブにおける安全運転支援システムの有効性を示すとともに、サグ部の渋滞緩和を目的としたレーン誘導システムの効果について示した。

(3) 日米欧の ITS の導入及び道路交通マネジメントの比較・総括

日米欧の ITS 導入の背景、技術及び道路交通マネジメントに関して比較・総括する。

1) ITS 開発・導入の政策的背景と技術的動向

日、米、欧とも、安全と環境の双方の政策的背景から ITS 開発・導入を図ってきたが、交通事故死の削減等の安全に対する優先度が高い。但し、安全に対するアプローチが異なり、我が国は DSRC 等の路側機と車載器との通信による路車間システムを重点に展開してきたのに対して、欧州では EU 諸国間の調整が困難なことにも起因して車両の自律型が主体であった。一方、米国は、各州で独自に取り組みが先行し、国土全体への整備に巨額な投資が必要となることから、統一的なシステムへの導入にはハードルが高いのが現状である。

道路交通通情報に関しては、日本では官によるトラカン、速度感知器による VICS 等の道路情報の提供が先行し、最近では自動車メーカ等による民間事業者によるプローブ情報に基づくサービスが始動しつつあるが、欧米では、PPP スキームをベースとした民間事業者によるサービスが主体となっている。

2) 道路交通マネジメントの動向

我が国では、高速道路が有料であることから DSRC 技術を適用した ETC による料金割引等の料金施策とその応用である及びスマート IC が特出できる。一方、米国では、原則無料であることからランプメタリング及びレーンマネジメントとして HOV レーンと一部有料化の HOT レーンが特徴である。一方、欧州では、例えば英国の路肩走行等のアクティブ・トラフィックマネジメントやドイツ等のレーン毎の速度のハーモナイゼーションによるマネジメントの導入が進んでいる。また、ドイツ等の数カ国での大型車を対象とした走行距離課金も日、米にはない独自の施策である。

(4) 第 2 章における知見と第 3 章以降との関連

表 2.11.1 には、第 2 章での知見と第 3 章以降の分析、考察の関連を整理して示す。

表 2.11.1 第 2 章での知見と第 3 章以降の分析、考察の関連

第 2 章から得た知見	我が国において参考とすべき事項 (3 章以降の分析、考察との関連)	関連する章
IC 間隔の短縮により高速道路利用率、短いトリップが増加する傾向にある。	スマート IC の設置による交通特性、利用実態を実測データにより検証。NITAS による時間短縮人口等の要因と利用交通量の関係を分析。	第 3 章
HOT レーンは、無料区間に隣接し、アクセス間隔が短く利便性が高い。	スマート IC によるアクセス性向上効果の検証。高速道路と一般道路のアクセス距離が料金弾性値に及ぼす影響を実測データにより分析	第 3 章 第 4 章
混雑課金により並行する無料部のピーク時間帯での交通量・渋滞が減少する。	我が国の料金施策の効果と傾向を比較し、「料金収益性」及び「需要マネジメント」の両面から、わが国の料金割引制度を検証するために料金弾性値により評価。	第 4 章
米国：交通量によりダイナミックに料金を変動するシステムを運用する傾向にある。	都市高速において適用性が高いと思料。ユーザーの受容性、交通管理者の調整が必要。第 4 章の料金弾性値、第 6 章のダイナミックプライシングに関連させて考察	第 4 章 第 6 章
官民において、リアルタイムの道路交通情報によるナビゲーションの高度化が進展し、渋滞緩和等に寄与している。	東名・新東名、一般国道を対象として、道路情報板による渋滞、事故の情報による転換交通を実測データにより分析し、リアルタイムの道路交通情報の効果を検証。	第 5 章
米国：HOT レーンと一般部のアクセスポイントにおいて、経路誘導を促すため、事前に料金を表示している。	高速道路、環状道路への誘導を図る上で有効な手段と思料。ナビ、道路情報板への料金情報提供がポイント。今後の道路情報の提供のあり方を考察。	第 5 章 第 6 章

第 2 章 参考文献

- 1) Belfield, E. (2004) : The Traffic Officer Role, The 6th UK - Japan Road Research Workshop
- 2) Borjesson, M., Eliasson, J., Hugosson, M. B., Brundell-Frei, K. (2010). The Stockholm Congestion Charges – Four years on: Effects, Acceptability and Lessons Learnt. The 12th World Conference on Transport Research, Lisbon, Portugal
- 3) Chung, C. L. (2013): A Review and Advance of High Occupancy Toll (HOT) Lanes, Toll Schemes, The 10th International Conference of EASTS
- 4) Congressional Budget Office (2012), The Budget and Economic Outlook: Fiscal Years 2012 to 2022, http://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/attachments/01-31-2012_Outlook.pdf, 2012/06/13
- 5) Cronin, B., Mortensen, S., Thompson, D. (2008) : Integrated Corridor Management, Public Roads, Vol. 71, No. 5.
- 6) Department for Transport (2004) :Annual Report 2004
- 7) Devarasetty, P. C., Burriss, M., Shaw, W. D. (2012): The Value of Travel Time and

- Reliability of Houston Managed Lane Travelers-Evidence from Stated Preference Survey and Actual Usage Data, TRB 91st Annual Meeting
- 8) Eastman, R. (2004): Strategic Roads Policy Developments, The 6th UK - Japan Road Research Workshop
 - 9) European Commission (2001): European Transport White Paper
 - 10) Federal Highway Administration (2003) : Guide for HOT Lane Development
 - 11) Federal Highway Administration (2005) : Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act : A Legacy for Users: A Summary of Highway Provisions, http://www.fhwa.dot.gov/safetealu/safetea-lu_summary.pdf, 2012/06/12.
 - 12) Federal Highway Administration (2005): Managed Lanes : A Primer, http://ops.fhwa.dot.gov/publications/managelanes_primer/managed_lanes_primer.pdf, 2012/06/12
 - 13) Federal Highway Administration (2007) : Active Traffic Management: The Next Step in Congestion Management
 - 14) Federal Highway Administration (2008) :Performance and Accountability Report FY2007
 - 15) Federal Highway Administration (2010) : Synthesis of Active Traffic Management Experiences in Europe and the United States, http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop10031/fhwahop_10031.pdf, 2012/06/12
 - 16) Federal Highway Administration (2011):Integrating Active Traffic and Travel Demand Management
 - 17) Florida DOT (2000) : Value Pricing – HOT Lanes in South Florida, Final Report
 - 18) Florida DOT (2009): 95 Express Midyear Report Project Status for Urban Partnership Agreement “95Express Public Meetings”, <http://www.95express.com/public.shtm>
 - 19) Florida DOT (2010): 95Express annual report July 1,2009-June30, 2010
 - 20) Golob, J. M.,Golob, T.F.(2002): Studying Road Pricing Policy with Panel Data Analysis – The San Diego I-15 HOT Lanes –
 - 21) Grant, D (2004) : M42 Active Traffic Management Pilot Project, The 6th UK – Japan Road Research Workshop
 - 22) Guensler, R et al. (2012): Atlanta HOV-to-HOT Corridor Performance Monitoring, TRB 91st Annual Meeting
 - 23) Hamilton, C. (2010): Revisiting the Cost of the Stockholm Congestion Charging System. OECD / ITF Joint Transport Research Centre Discussion Paper No.2010/5. International Transport Forum/OECD Round Table on Implementing Congestion Charging.
 - 24) Highways Agency (2004) : Business Plan 2004-05

- 25) Highways Agency (2005) : Business Plan 2005-06
- 26) Highways Agency : <http://www.highways.gov.uk/knowledge/tcc/atm/03.htm>
- 27) Highways Agency : <http://www.highways.gov.uk/knowledge/tcc/atm/08.htm>
- 28) I-95 Corridor Coalition (2012) : Concept of Operations for the Administration of Mileage-Based User Fees in a Multistate Environment
- 29) ITS America (2002) : National Intelligent Transportation System Program Plan: A Ten-Year Vision
- 30) Jack Faucett Associates & ECONorTHWestT (2012) : Benefit-Cost Analysis of Managed Lanes: HOT-BCA Tool, TRB 91st Annual Meeting
- 31) Jones, P. (1988) : Urban Road Pricing: Public Acceptability and Barriers to Implementation, Road pricing, Traffic Congestion and the Environment.
- 32) Kong, L., Hallissey, M. (2012) : Managed Lanes Traffic and Revenue Potential 95 Express Case Study, TRB 91st Annual Meeting
- 33) Maeda, S., Tanaka, S., Ogawa, S. (2013) : A New Countermeasure Against Traffic Congestion in OKAZAKI Area of Tomei Expressway: Temporary One-way Three-Lane Operation Utilizing Hard Shoulder, 14th REAAA
- 34) Michalaka, D., Yin, Y. (2012) : Pricing of Multi-Segment High Occupancy/Toll (HOT) Lane Facilities TRB 91st Annual Meeting
- 35) Minnesota DOT (2006) : I-394 MnPASS Technical Evaluation, http://www.mnpass.org/pdfs/394mnpass_tech_eval.pdf
- 36) Minnesota DOT (2011) : Report of Minnesota 's Mileage-Based User Fee Policy Task Force, <http://www.dot.state.mn.us/mileage-baseduserfee/pdf/mbufpolicytaskforcereport.pdf#search='minnessota MBUF'>
- 37) Minnesota DOT (2013) : Connected Vehicle for Safety, Mobility and User Fees - Evaluation of the Minnesota Road Fee Test
- 38) National Surface Transportation Infrastructure Financing Commission (2009) : Paying Our Way - A New Framework for Transportation Finance, http://financecommission.dot.gov/Documents/NSTIF_Commission_Final_Report_Mar09FNL.pdf
- 39) Orange County Transportation (1998) : Evaluating the Impacts of the SR 91Variable-Toll Express Lane Facility Final Report, http://ceenve3.civeng.calpoly.edu/sullivan/SR91/final_rpt/execsumm.pdf
- 40) Oregon DOT (2007) : Oregon's Mileage Fee Concept and Road User Fee Pilot Program Final Report, http://www.oregon.gov/ODOT/HWY/RUFPP/docs/rufpp_finalreport.pdf
- 41) Owen, R et al. (2008), Public Acceptability of Road Pricing. Final Report for Department for Transport.

- 42) PIARC (2011) : ITS Handbook- 2nd edition
- 43) Raub, K. R., Scholz, A. B., Liedtke, G. T. (2012) :Impacts of Road User Charge on Individual Welfare A Pre-Inauguration Study for Motorways in German – TRB 91st Annual Meeting Results of Survey and Conclusions
<http://www3.cutr.usf.edu/tadm/pdf/HOT%20Lanes.pdf>
- 44) San Diego State university (2001) : I-15 Congestion Pricing Project Monitoring and Evaluation and Services, Task 13 Phase II Year Three Overall Report
- 45) Sullivan, E., Federal Highway Administration (2011) :Continuation Study to Evaluation the Impacts of the SR 91 Value-Priced Express Lanes Final Report
- 46) Supernak, J. (2005): HOT Lanes on Interstate 15 in San Diego, PIARC Seminar on Road Pricing with emphasis on Financing, Regulation and Equity. Cancun, Mexico
- 47) The Parsons Brinckerhoff Team (2005) : High Occupancy Toll Lanes Potential for Implementation in the Atlanta Region, Atlanta HOT Lanes Study
http://www.georgiatolls.com/assets/docs/HOT_Final_Report.pdf
- 48) U. S. Government Accountability Office (GAO) (2012) :Traffic Congestion Road Pricing Can Help Reduce Congestion, but Equity Concerns May Grow
- 49) U. S. Government Accountability Office (GAO) (2013) : Mileage Fee Could Be More Equitable and Efficient Than Gas Tax
- 50) U. S. Government Accountability Office (GAO) (2013) :Highway Trust Fund Pilot Program Could Help Determine the Viability of Mileage Fees for Certain Vehicles
- 51) Ubbels, B et al.(2004) : Acceptability of Road Pricing and Revenue Use in Netherland
- 52) Vu, P (2012) : SRTA Tolling Overview, State Road and Tollway Authority, TRB 91st Annual Meeting
- 53) Walker, J. (2011) : The Acceptability of Road Pricing, RAC Foundation
- 54) Washington DOT (2007) : Pricing Acceptance Public Opinion Analysis
- 55) Washington DOT (2008): Six-Month Performance Summary of SR 167 High Occupancy Toll (HOT) Lanes Pilot Project (May 3, 2008-Oct 31, 2008)
- 56) Washington DOT (2011) : SR 167 HOT lanes Pilot Project (May2008-May 2011)
- 57) Weidner, J. (2012) : Operational Issues and Best Practices for Implementation of Managed Lanes South Florida Experience, FDOT, TRB 91st Annual Meeting
- 58) Willsher, C. (2004) : Roles and responsibilities - West Midlands Traffic Officer Service, ” The 6th UK - Japan Road Research Workshop
- 59) IT 戦略本部(2006): IT 新改革戦略
- 60) 赤松隆 (2007) : 一般ネットワークにおけるボトルネック通行権取引制度 , 土木学会論文集 D, Vol.63, pp.287-301
- 61) 今西芳一、根本敏則(2005) : 米国における高速道路料金施策、建設オピニオン、No.9

- 62) 金澤文彦 (2012) : ITS を活用した高速道路サグ部交通円滑化対策について、道路建設、No.11, pp.29 - 34
- 63) 警察庁、通商産業省、運輸省、郵政省、建設省 (1996) : 高度道路交通システム (ITS) 推進に関する全体構想 .
- 64) 警察庁、通商産業省、運輸省、郵政省、建設省 (1999) : 高度道路交通システム (ITS) に係るシステムアーキテクチャ
- 65) 国家公安委員会 (2002) : 交通情報の提供に関する指針, 国家公安委員会告示第 12 号
- 66) 国土交通省国土技術政策総合研究所(2006) : 次世代道路サービス提供システムに関する共同研究報告書 (1.0 版)
- 67) 国土交通省道路局 (2002) : TURN 道の新ビジョン
- 68) 国土交通省道路局 (2005) : 「使える」ハイウェイ推進会議提言、「使える」ハイウェイ政策の推進に向けて
- 69) 国土交通省道路局 (2007) : 平成 18 年度達成度報告書・平成 19 年度業績計画書
- 70) 国土交通省道路局 (2012) : 平成 22 年度全国道路・街路交通情勢調査 (道路交通センサス) 一般交通量調査 集計表、<http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/>
- 71) 国土交通省道路局 (2015) : 社会資本整備審議会道路分科会国土幹線道路部会中間答申
- 72) 国土交通省道路局道路交通管理課 ITS 推進室 (2007) : ITS 効果事例集 2007
- 73) (社)自動車技術会 (2008) : ISO/TC204 関連の国内および国際活動報告書 .
- 74) (社)自動車技術会 , 社団法人電子情報技術産業協会 (2008) : ISO/TC204(WG15 ,WG16) 等の国内及び国際活動対応 報告書
- 75) 武部健一、柳沢祥子(1990) : 高速道路のインターチェンジと交通需要の関係、高速道路と自動車、Vol.33, No.2, pp.24-32
- 76) 塚田幸広、井上雅夫 (2005) : 英国道路庁の Active Traffic Management(ATM)プロジェクト-情報技術を活用した交通管理による渋滞緩和、安全性向上、交通工学 Vol.40, No.6, pp.90-93
- 77) 塚田幸広、井上雅夫 (2005) : 英国道路庁のトラフィックオフィサーの運用開始、交通工学, Vol. 40, No.5, pp.88 - 91
- 78) 塚田幸広、中條覚(2007) : 欧州における最新の道路交通情報提供サービス ,道路 ,2007-6 , pp. 72-75 .
- 79) (財)道路交通情報通信システムセンター (2005) : VICS センター10年の歩み
- 80) (財)道路交通情報通信システムセンター (VICS センター) : 事業報告書、
- 81) 道路広報センター (2005) : 有料道路の料金に関する社会実験事例集 ~ 「地域における課題解決型社会実験」のとりまとめ ~ 2005
- 82) (財)道路システム高度化推進機構 (ORSE) (2012) : ETC 要覧
- 83) 特殊非営利活動法人 ITS Japan (2012) : ITS 年次レポート日本の ITS
- 84) 特定非営利活動法人 ITS Japan (2008) :ITS 年次レポート 2008 版日本の ITS 産官学民連

携によるセカンドステージ推進

- 85) トラフィック・インフォメーション・コンソーシアム (2001): 道路交通情報ビジネスの現状と今後の展望-中間取りまとめ
- 86) 高橋清、西野健、家田仁、須永大介 (2003): 地域特性からみた高速道路利用実態とその政策評価に関する研究、土木計画学研究・講演集 (CD-ROM) Vol.27
- 87) 中條覚、関本義秀、松下博俊、金澤文彦 (2007): カーナビの次世代展開へ向けた国際戦略に関する一考察, 第 6 回 ITS シンポジウム 2007, pp. 367-372
- 88) 西川了一 (2009): 米国陸上交通インフラ資金調達委員会報告書「私たちの道には自分で支払おう」 - 交通資金調達のための新たな枠組み - , 運輸政策研究, Vol.12, No.3, pp. 37-43
- 89) 日本道路公団東京管理局 (2002): 事業概要 2002 年版
- 90) 根本敏則、味水佑毅: 対距離課金による道路整備、第 1 章、第 6 章、日本交通政策研究会研究双書 24、勁草書房
- 91) 畠中秀人、鹿野島秀行、小川倫哉、綾貴穂 (2008): 最新の ITS 事情「スマートウェイの実現に向けた取り組みについて」, IATSS Review, Vol. 33, No. 4 .
- 92) 牧野浩志、山本巧、山内照夫 (2005): 米国陸上交通長期法 SAFETEA-LU と米国 ITS の動向, 道路, 778 号, pp.71 – 75.
- 93) 藤井聡 (2006): ロードプライシングの公共受容におけるフレーミング効果,- 公衆の「倫理性」を前提とした広報活動に関する基礎的研究-,土木学会論文集 D, Vol. 62, No.2, pp 239-249
- 94) 森地茂、屋井鉄雄、岡本直久(1990): 環境影響を考慮した高規格道路ネットワーク整備に関する研究、土木計画研究・論文集、No.8, pp.201-208
- 95) 屋井鉄雄(2009): 高速道路料金引き下げによる環境面への影響、高速道路料金引下げに関する研究会、(財)運輸調査会
- 96) 山田篤司、平井節生、畠中秀人、真部泰幸 (2008): スマートウェイ 2007 デモ報告, 交通工学, Vol. 43, No. 1, pp. 56-59
- 97) 吉田正 (2003): ITS を基礎とする社会資本整備の変革とその計画の評価手法(学位論文)
- 98) 吉田正 (2006): スマートインフラの挑戦、山海堂
- 99) 和田健太郎、赤松隆 (2010): 単一ボトルネックにおける渋滞と混雑を解消する情報効率的メカニズムの設計,土木学会論文集 D、Vol.66, No.2, pp. 160-177
- 100) 和田健太郎、赤松隆 (2011): ネットワーク通行権取引市場のオークション・メカニズム,土木学会論文集 (土木計画学) Vol.67, No.3, pp. 376-389
- 101) 關 哲雄、庭田 文近: ロード・プライシング 理論と政策、日本交通政策研究会研究双書、勁草書房
- 102) 渡辺隆、森地茂、田村亨、倉林靖夫(1986): 我が国の高速道路計画に関する 2, 3 の考察、土木計画学研究・講演集、No.8, pp.235-242

第3章 スマート IC の利用実態とその要因に関する実証的検証

第3章 スマートICの利用実態とその要因に関する実証的検証

3.1 はじめに

我が国の高速道路ネットワークは、第1章、第2章で述べたように、欧米諸国と比較してインターチェンジ（以下、IC）間隔が長く、その解消に向けて平成16年度からスマートインターチェンジ（以下、スマートIC）の試行と本格導入が展開されてきた。スマートICは、高速道路の本線やサービスエリア、パーキングエリア、バスストップから一般道路への乗り降りができるように設置された簡易のICであり、通行可能な車両をETC搭載車両に限定することで、従来のICに比べて低コストで導入できるなどのメリットがある。すなわち、スマートICとは、ITを活用したネットワーク・アクセス強化による高速道路と一般道路のシームレス化を促進する施策と位置づけられる。

2013（平成25）年11月時点で全国64箇所において本格設置されており、数カ所で社会実験が実施されている状況である（国土交通省道路局）。また、スマートICは、ETC専用であることからETCの普及が前提となっている。なお、高速道路のETC利用率は、2012（平成24）年10月時点で88%に達しており（図 3.1.2）、また、ETC車載器のコストがETCサービスがスタートした時点と比較して1/3～1/4程度低下していること（図 3.1.3）は、スマートICの利用量に影響を及ぼす要因である。スマートIC制度は、2001（平成16）年の全国で実施した社会実験によるシステムの作動と効果の確認、課題の抽出と対応の試行錯誤の過程を経て、本格導入されてきた。この間、住民、ユーザーの認知度も高まってきた。

今後スマートICの整備を促進していく上では、より効果が高く効率的な箇所から重点的に進めていくことが重要であり、そのためには、これまでのスマートICの利用実態を明らかにし、設置による影響を事前に評価する必要がある。

第3章では、高速道路の交通マネジメントのうち、ネットワーク・アクセス強化としてのスマートICの有効性について検証することを目的とした。第3章では、我が国におけるIC基準とスマートICの制度を整理するとともに、ICの配置に関する既往研究をレビューする。次に、スマートICの設置による地域開発等の効果事例を分析し、時系列または機能改善に伴う利用交通量の特性及び影響因子を分析し、スマートICの設置に関する簡易な評価手法を検討する。これらの検討にあたっては、利用交通量の経年変化が整理可能な35箇所のスマートICを対象として、スマートICの整備効果と利用交通量の特性等を実測データに基づき分析する。また、スマートICの交通量とNITASによる時間短縮人口等の影響要因



図 3.1.1 三芳パーキングエリアに設置されたスマートIC
国土交通省道路局 HP より引用

を分析整理する。

本章の構成は以下の通りである。

- 3.1 はじめに
- 3.2 スマートICに関する施策経緯とIC形式
- 3.3 ICの最適配置に関する既往研究のレビュー
- 3.4 スマートICによる緊急医療輸送、地域開発効果等の事例の分析
- 3.5 スマートICの利用交通量の推移と機能強化に伴う効果分析
- 3.6 スマートICの誘発・転換の要因分析
- 3.7 スマートIC利用交通量の影響因子に関する重回帰分析
- 3.8 第3章のまとめ

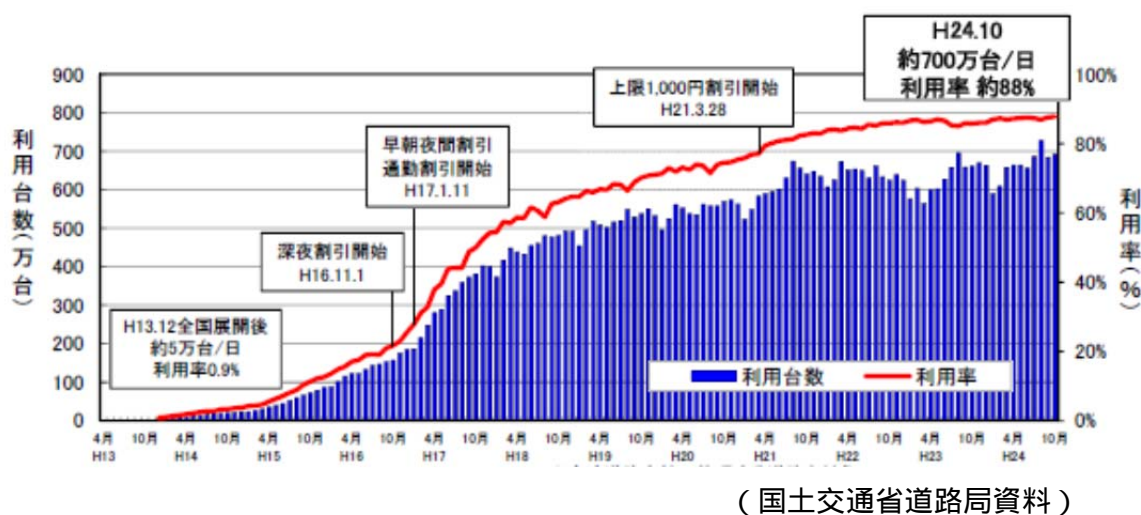


図 3.1.2 ETC 利用率、利用台数の推移 (平成 24 年 10 月現在)

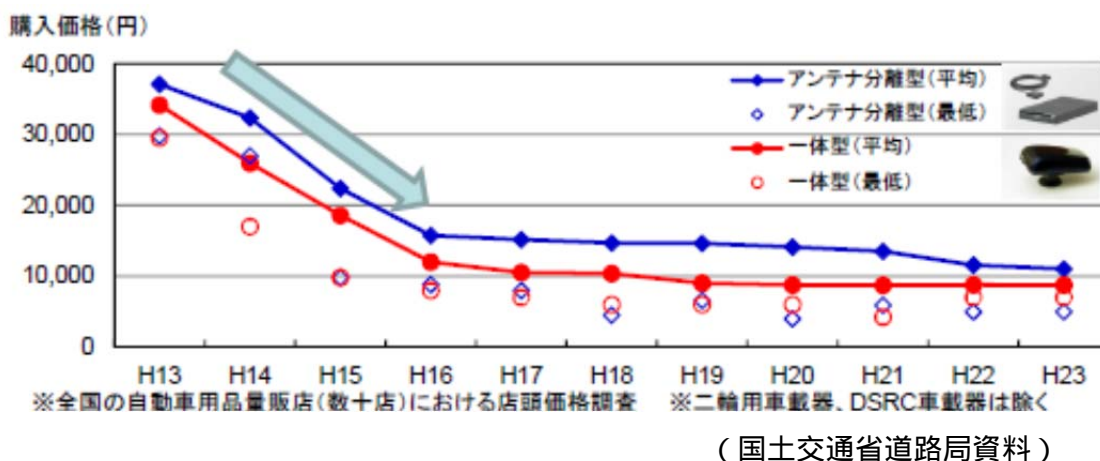


図 3.1.3 ETC 車載器購入価格の推移

3.2 スマート IC に関する施策経緯と IC 形式

3.2.1 スマート IC の施策の経緯

スマート IC は、高速道路の主に SA/PA の休憩施設や本線と簡易な形式で一般道と接続する連絡施設（出入口）のことであり、ETC 搭載車の利用に限定することで、現金による料金収受を伴わないため、設備費や人件費を抑えられる簡易な IC である。SA/PA に接続するスマート IC は、整備コストを抑制することが可能である一方、一旦停止が必要であること、利用可能な時間帯や IC 自体の線形による利用可能な車種の限定がある場合があること、幹線道路や都市中心部からからのアクセス性に課題があることなど、従来の IC と比較して交通処理に関して劣っている面がある。

また、このような制限があることから、カーナビゲーションでスマート IC が標準化されておらず、第 6 章において触れるが、今後の情報提供の重要な事項であると考える。

スマート IC は、国土交通省道路局のスマートウェイ推進会議（会長：豊田章一郎）が取りまとめた「スマートウェイの実現に向けて」（1999(平成 11)年 6 月）の中で、以下のように提言されている。

[スマート IC による土地の有効利用] （「スマートウェイの実現に向けて」（1999）より抜粋）

IC は、地域の活性化に大きく寄与することから、新たな設置に関して地域の要望が高い。ETC 専用のインターチェンジ（スマート IC（仮称））は、インターチェンジ構造がコンパクトであることから、これまでの約 1/3 の用地と約 1/2 の費用で整備することが可能となる。その結果、当該インターチェンジが追加導入された地域周辺において土地の有効利用が促進されるとともに、地域連携の強化により広域的な地域の発展の契機となる。

サービスエリア等に新たな ETC 専用の U ターン機能を有する連絡道を設置することにより、SA/PA 及びその周辺エリアが大規模商業施設や物流基地などの機能を発揮することが可能となり、地域経済の活性化や高速道路の利用促進に寄与することが期待される。

その後、2000(平成 12)年 8 月に道路審議会 有料道路部会により取りまとめられた「ETC 普及促進策について（案）」においては、「ETC のサービス水準の一層の向上を図るため、ETC を活用したスマートインターチェンジやサービスエリア、パーキングエリアにおける ETC 専用ゲート等の整備を促進する必要がある。」との提言をしている。

このような提言を受けて、2003(平成 15)年度から国土技術政策総合研究所において、現行の ETC 設備の仕様等をもとにスマート IC 用の仕様等の案を作成し、全国的な社会実験による検証結果を踏まえて見直しを行い、スマート IC 機器仕様書、及び標識設備や道路幾何構造等の標準図集(2004)としてまとめた。

また、2004(平成 16)年度には仕様等の案をもとに、東名高速道路上郷 SA、上信越自動車

道新井 PA において先行社会実験を実施し、実運用における課題などを確認し、仕様等の見直しを行った。さらに、2005(平成 17)年 2 月～9 月には、全国 28 地区において大規模な社会実験を実施した。多くのスマート IC において、順調な利用が確認され、また地域社会への貢献が認められたことから、社会実験終了後に本格運用へ移行した。

なお、スマートウェイ推進会議の提言にある ETC 専用の U ターン機能として、例えば、佐久平スマート IC 等の事例がある。

3.2.2 スマート IC の社会実験と実施要綱

2004(平成 16)年度からスタートしたスマート IC の社会実験においては、スマート IC の円滑な導入を図るため、整備・運営上の課題の把握、周辺地域からの高速道路の利便性向上や当該地域の活性化効果の検証のために各地域に学識者、交通管理者、道路管理者、関係自治体、産業界等のメンバーから構成される地域協議会を設置している。審議事項は、当該 IC の社会便益、IC 及び周辺道路の安全性、IC の採算性、IC の構造及び整備方法、IC の管理・運営方法（開放時間の制限及び利用車種の制限も含む）、広域的検討結果の反映等である。

2006(平成 18)年 7 月には、スマート IC の本格導入を行うための要件、検討体制、事業区分、手続きなどを定めたスマートインターチェンジ [SA/PA 接続型] 制度実施要綱が策定され、その後、2009(平成 21)年 2 月にスマートインターチェンジ(スマート IC)[高速道路利便増進事業]制度実施要綱へ制度改正された。制度改正により、料金徴収施設は高速道路会社が整備することとなった。

なお、スマート IC の社会実験の取り扱いについては、2006(平成 18)年 10 月に策定した要綱（国土交通省道路局、2006）において、「今後のスマート IC（SA/PA 接続型）整備予定箇所のうち、その管理・運営形態において、運営時間や利用可能方向の制限、利用促進策等に関するデータの集積が必要と認められる IC については、当分の間、社会実験を実施するものとする。」として、社会実験を位置づけていたが、2009（平成 21）年の制度改正により社会実験を行わず本格導入（恒久化）できることになった。

3.2.3 高速道路の IC に関する現行基準とスマート IC

道路構造令・同解説の「5 - 4 インターチェンジの計画及び設計基準」に IC の位置選定及び形式選定の考え方が示されている。

（1）IC の位置の選定

道路構造令では、「インターチェンジを設ける場合には、地域計画および広域的な交通運用計画との関連のもとに、社会的、経済的効果などを考慮して最も適切な位置を選定しなければならない。」と規定し、それを受けて、「インターチェンジの位置を決めるには、そのインターチェンジを利用する交通と、それに伴うインターチェンジ設置の経済性の検討、隣

接するインターチェンジとの間隔、接続道路の選定または新設、沿道地域の環境条件、開発効果との関係などの検討があり、（中略） 実際、高速道路におけるインターチェンジは、工業地域または大規模周辺で5～10km、平地で小都市の点在する場合には15～25km、山地部は20～25m程度の間隔で設けられている。」としている。

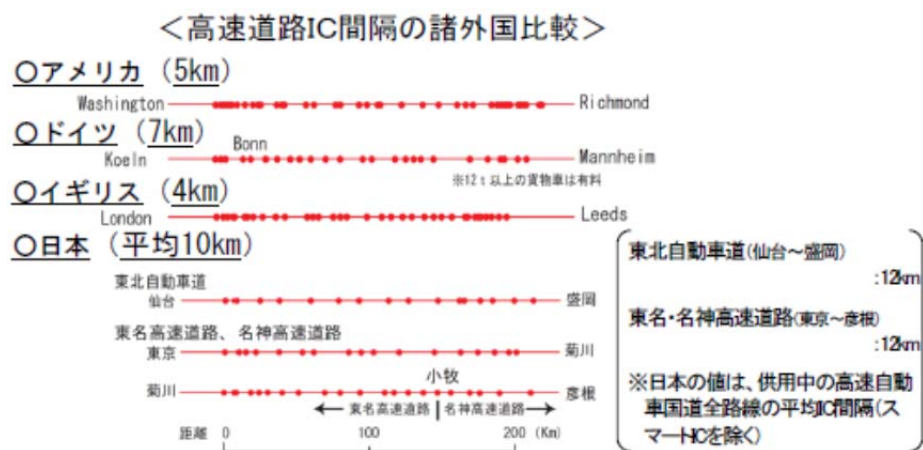
また、最小間隔については、二つのIC間に生ずる織り込みの処理と、道路標識の設置に必要な長さから1.5～4.0km程度が望ましいとしている。また、最大間隔については、一応20～30kmを限度としている。設置の目安として、以下が示されている。

主要道路との交差している場合

ICを利用すると思われる地域内の人口が、概ね50,000人以上の場合

重要な港湾、重要な飛行場、重要な流通施設、国際観光上重要な地域に通じる主要な道路との交点

以上のような基本的考え方からICが設計・設置されており、結果として図3.2.3に示すように、欧米諸国と比較して欧米ではICの平均間隔が約5kmであるのに対して、我が国はその約2倍の約10kmと長く、我が国における高速道路の利用促進のネックの1つとして指摘されている。（国土交通省道路局、2005）



国土交通省道路局資料

図 3.2.3 高速道路 IC 間隔の諸外国との比較

(2) ICの形式選定

道路構造令では、「インターチェンジの計画、設計にあたっては道路交通計画の一環として総合的な検討を行うとともに、そこで交差接続する道路相互の種別および級別、交通量と交通容量、速度のほか、料金所の有無、計画地点の近傍の地形、地物の現況、全体的な地域計画、土地利用計画などの将来計画、建設および管理によする費用の経済性、交通運用上の安全性、便益などの諸条件を十分考慮して、最も適切な形式を選定しなければならない。」

と規定している。

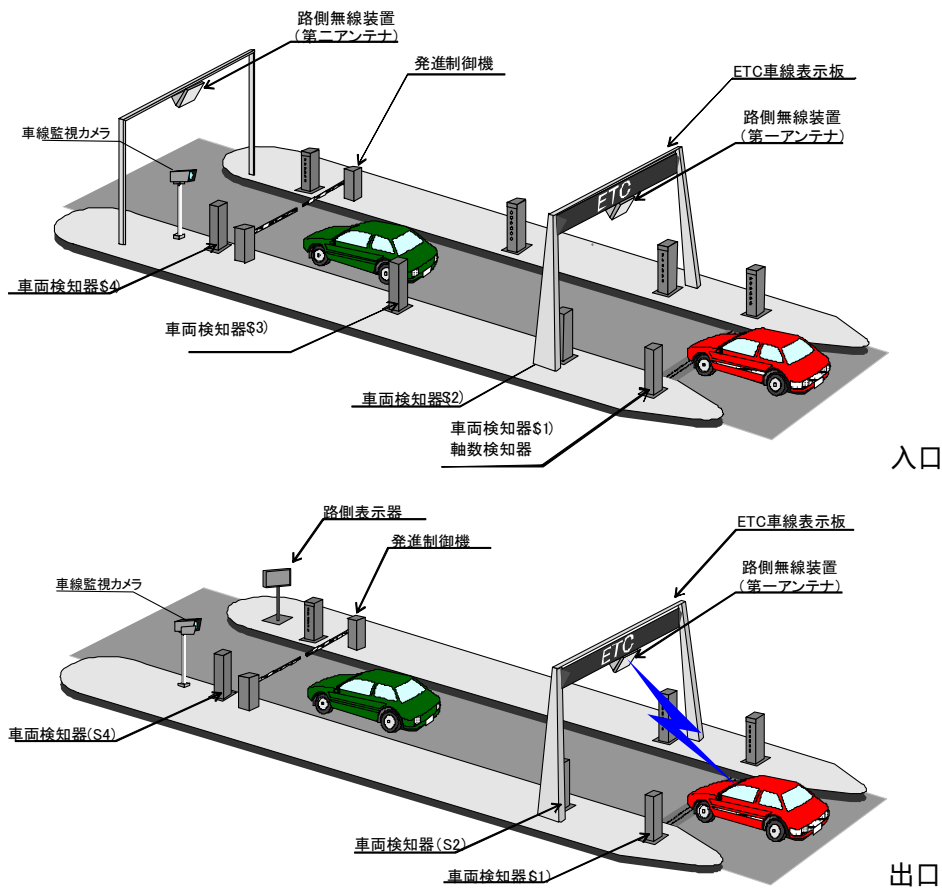
ICの形式には、以下の形式に分類できる。

不完全立体交差型

完全立体交差型

織り込み型

スマートICは、このうち不完全立体交差型の適用事例が多い。この形式の最大の特徴は最も単純な形をしているため、必要な用地が最も少なく済み、建設費も他の形式と比較してかなり安い。一方、交差道路へのランプ取付け部に生じる平面交差部の交通容量の点がネックとなる。



国土技術政策総合研究所資料(2013)

図 3.2.4 スマートIC設備の配置例(入口・出口)

さらに、スマートICの形式には、SA/PA接続型と本線直結型に分類出来るが、現在供用している多くはSA/PA接続型に属する。SA/PA接続型が、休憩施設であるSAやPAに簡易なETC設備を設置するとともに、隣接の一般道路にアクセスさせることによりIC機能を生成する形

式である。この形式は、設置コストが安価であり、新たに用地を取得する必要がないという特長の反面、本来休憩施設の立地上、隣接する都市とのアクセス性が悪く、SA/PAの位置やアクセス道路の条件によっては、フル方向のアクセス、大型車に対応出来ないというデメリットもある。

本線直結は、幹線道路と直結することから利便性が高く、従来の追加ICと同様の機能が期待されている。一方、新たな用地取得、本線の工事規制、接続する幹線道路の交通処理及び工事に伴い、SA/PA接続型と比較して整備コストが高い。

既設のスマートICの設置事例の建設費、維持管理費の積算資料からSA/PA接続型(対向型)、本線直結(ダイヤモンド型、不完全クローバー型、平面Y型)について概算した結果を表3.2.1に示す。概算結果によると、SA/PA接続型は、一箇所当り建設費4.6億円、本線直結型のうちダイヤモンド型が9.6億円、不完全クローバー型が11億円、平面Y型で20億円である。SA/PA接続型が本線直結型の1/2～1/4と試算される。ただし、SA/PA接続型は、スマートICまでの一般道からのアクセス道の改良・整備に必要な経費が含まれていない。一方、道路局調べ(国土交通省道路局, 2013)によると総括的に従来型のICが約35億に対して、スマートICは約20億と建設コストでが試算されている。

表 3.2.1 スマート IC の形式による費用の試算比較

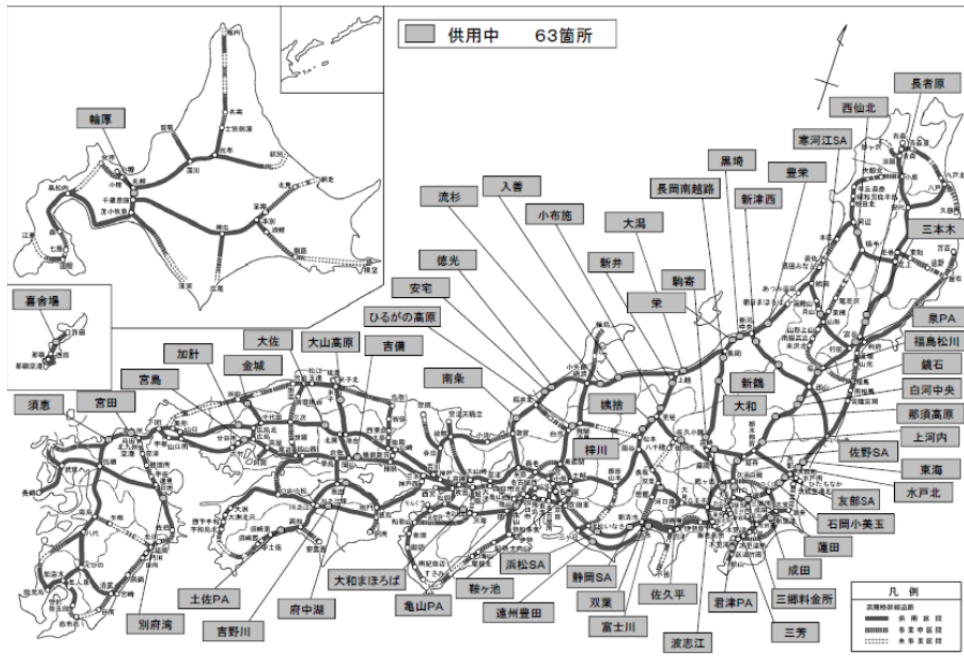
(百万円)

	IC形式	建設コスト	維持コスト
SA/PA接続型	対向	455	73
本線直結型	ダイヤモンド	960	101
	不完全クローバ	1098	72
	平面Y	2004	50

3.2.4 スマート IC の設置の現状

スマートICは、IC設置間隔を短くし、高速道路への利用アクセスを強化するために増設されてきた。このスマートICは、2004(平成16)年度から社会実験の形で始まり、2007(平成17)年にはSA/PA型の制度実施要綱が策定された後、増設が進み、2013(平成25)年11月時点で全国64カ所において本格的に供用されている。

IC間隔に関して、ここでは、東北道、常磐道、関越道、北陸道の4路線を対象として、スマートICを設置前と設置後のIC間隔を比較して表3.2.2に示す。2013(平成25)年時点で、4路線で全IC177箇所のうち、28箇所のスマートICが設置され、スマートICの設置前に平均IC間隔が11.7kmであったものが、9.8kmと4路線の平均で約2kmの間隔短縮となっており、設置箇所が多い東北道で2.2kmの最大の短縮長となっている。



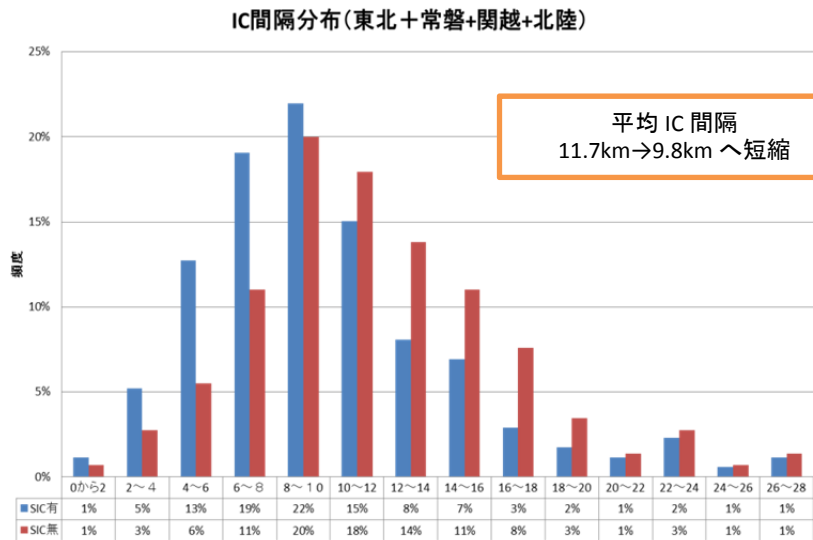
国土交通省道路局調べ

図 3.2.5 スマートICの設置状況(2013(平成25)年1月現在)

また、図 3.2.6に示すように、2km間隔でIC間隔の分布を整理すると全体的に左にシフトし、8~10km、6~8kmで高い頻度となっているが、20kmを超えるIC間隔において山地部の影響で、あまり変化が見られない。

表 3.2.2 スマートICの設置によるIC間隔の変化
(東北、常磐、関越、北陸の4路線における試算)

高速道路名	延長(km)	全IC数 (箇所) (総管内スマートIC数 モト)	スマート IC数 (箇所)	IC間隔(km)	
				スマートIC設置前	スマートIC設置後
東北道	679.5	65 (54)	11	12.8	10.6
常磐道	300.4	32 (27)	5	11.6	9.7
関越道	475.8	51 (43)	8	11.3	9.5
北陸道	244.6	29 (25)	4	10.2	8.7
合計	1700.3	177 (149)	28	-	-
平均				11.7	9.8



(東北、常磐、関越、北陸の4路線における試算)

図 3.2.6 スマート IC の設置による IC 間隔の分布の比較

3.3 IC の最適配置に関する既往研究のレビュー

通常の本格ICの計画及び設計基準については、道路構造令・同解説において基本的な考え方が示めされており、ICの位置を選定には、そのICを利用する交通と、それに伴うIC設置の経済性の検討、隣接するICとの間隔、連絡道路の選定又は新設、沿道地域の環境条件、開発効果との関係などを検討するとしている。高速道路におけるICは、工業地域又は大都市周辺で5～10km、平地で小都市の点在する場合には15～25km、山地部は20～25km 程度の間隔で設けられていることが多く、基本的には接続する主要幹線道路が存在または計画されていることが条件となる。

また、ICの規模、構造の設計における利用する交通量の推定に際しては、一般道から転換率の考え方が採用されてきた。転換率については、数多くの研究論文が発表されている。都市間高速道路の転換率に関して、川本ら(1982)、星野(1988)の研究があり、川本らの研究では、交通量推計手法における料金/時間差を説明変数とした従来の転換率式を高速道路の利用実態との適合性の観点から、利用距離や車種等のパラメータによる回帰分析結果に基づいて修正式を提案している。また、北川ら(1986)は、都市高速を対象として実査データを基に、実用的な転換率式を提案している。

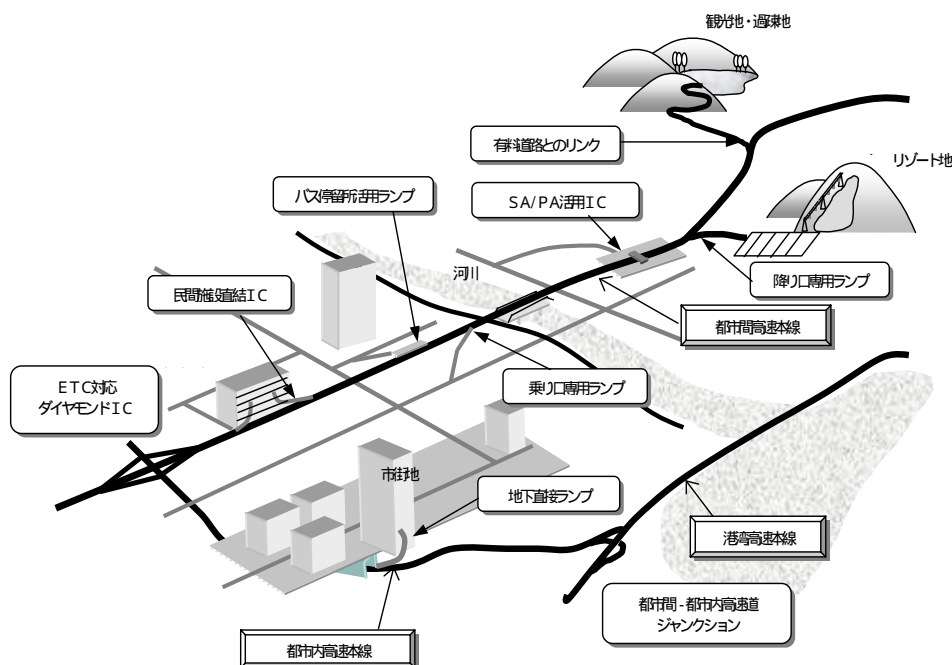
また、IC間隔や配置に関する既存研究として、渡辺ら(1986)は、IC平均間隔と高速道路利用の平均トリップについて整理し、高速道路の平均IC間隔の短縮によりトリップ長が短くなり、地方交通の利用が高まる可能性を示している。また、森地ら(1990)は、甲府付近の中央道沿線を対象としてIC間隔及び都市部との距離の条件を変化させた複数ケースの配分交通量結果から、ICの都市近接やIC間隔の短縮によって高速道路の需要が増加することを明らかに

している。さらに、武部ら(1990)は、追加本格IC増設前後のトリップ長分布の変化から、IC間隔の短縮に伴い短距離トリップが増加することを示している。

一方、スマートICに関しては、当初SA/PA型スマートICの事例が先行したため、直接一般幹線道路に接続する事例が少ないことから、本格ICのような交通量配分、転換率及びトリップ長の変化等に関する研究が見当たらない。今後は、本線直結型スマートICの設置が増える傾向にあり、交通量配分、転換率に基づき分析されていくものと考えられる。

さて、スマートICの構想段階の研究として、吉田(2003)や(社)日本土木工業協会(1999)があり、これらの研究では、スマートICの構想段階で具体的な地域をイメージして、構造、設計及びコスト等の試算と設計の総括的に整理して提案している。他の既往研究がICの最適配置に関するモデル、定式化が主であるが、吉田らの研究はスマートICの実現に向けて概略構造、IC設置位置具現化しているところが特出すべき点である。吉田(2002)によると、「スマートICとは、ITS技術を活用した新しいIC、ランプ等を意味し、自然条件や立地条件などの厳しい制約下においても、投資効果が高く環境に優しい、時代のニーズに対応できる高い計画フレキシビリティ性を有する合理的な道路施設である。」とスマートICに対する高い期待を述べている。

一方、IC最適配置に関する既往研究として、例えば、大原(2001)、家田(2001)、宮川(2006)、大橋(2005)の研究があり、これらの研究は交通の発生箇所とICまでの幾何的なモデルに基づく試算、シミュレーションを主体として、IC間隔の短縮効果を示している。



ITSを活用したスマートICの機能及び効果に関する基礎研究より
 図 3.3.1 スマートICの形式(吉田(2002)による提案)

大原ら(2001)は、岩手県を対象にシミュレーションを行い、ICを都市の直近に増設することが効果的であり、トリップ長の伸びに応じて高速道路利用率が増加するとともに、ICの追加、料金割引により利用率が増加することを示唆している。

家田(2001)は、広域生活圏のモビリティ向上の観点から、高速道路のIC間隔と高速道路と一般道の分担関係を走行速度、所要時間等を用いてモデル化するとともに、広域的な交流促進、費用便益の観点から定式化を行い、最適なIC間隔への影響因子を導き出している。この研究では、トリップ長が指数分布であると仮定するとIC間隔が短くなるに伴い高速道路の断面交通量が増加することを導いている。また、IC間隔に加えて利用交通量に与える誘因として、一般道の走行速度が低いこと、高速道路の走行速度が高いこと、利用者の時間価値が高いこと、交通需要の発生密度が高いこと、交通需要の距離減衰特性が大きいことを数式から演繹的に導いている。

宮川(2006)は、最寄りICまでのアクセス圏域と目的地までの一定時間到達圏域を効果の指標と設定し、これら圏域を定式化した上で、IC間隔の短縮による各指標の変化を評価している。IC間隔を時間圏域で評価した結果、IC間隔の短縮によって目的地までの時間圏域は最寄りのICまでの時間圏域に比べてより顕著に拡大すること、IC間隔が長く一般道の走行速度が低い地域でスマートICの導入効果が大きいことを示唆している。

大橋ら(2005)は、ICの勢力圏域を総費用最小化の数理モデルにより、勢力圏域の人口や工業出荷額からIC利用交通量の推計を行っている。

実測データを用いた研究として、高橋ら(2003)、濱谷ら(2005)の研究、Tsukadaら(2006)の研究がある。高橋ら(2003)は、IC間隔を短くし、短トリップ交通を高速道路へ転換できることの可能性をドイツ、沖縄の事例をもとに提示している。なお、宮川において、スマートICの定式化の検証として、30分アクセス圏域内人口と利用台数の関係を整理しているが、相関があまり高くないとしている。

既往研究では、追加の本格的IC配置・間隔に関してモデル、シミュレーションにより地域交通の利便性、トリップ長への変化に関して論じているものが多く、本研究のように35箇所にも及ぶSA/PA型等のスマートICを対象として、スマートIC及び隣接ICの実測交通量等の利用交通量の推移や一般道路あるいは隣接都市中心までの距離、周辺人口などの配置との関連、スマートICの機能改善による影響等の分析は見当らない。なお、濱谷・塚田・酒井(2005)あるいはTsukadaら(2006)は、実測データを用いて、スマートIC利用交通量への影響因子を抽出しており、本研究の一部を構成している。

スマートICの利用交通特性以外の観点に着目した既往研究として、例えば、山本(2013)は、スマートICの整備が周辺の地価の及ぼす影響について、距離、土地の用途規制・供用後の経過年数に着目して実証的分析を行っている。その結果、スマートICの整備により経年的に地価が押し上げられる効果があること、工業系用途地域は住宅系用途地域を比較するとスマートICに近接するほど地価が上昇する傾向があることを明らかにしている。また、松川ら(2010)は、線引きの都市計画区域と非線引きの都市計画の境界に位置するスマートIC周辺では、都

市計画法上の規制格差にさらされた緩規制地域が存在することに起因する格差問題を指摘している。

本論文では、35箇所（うち、SA/PA接続型32箇所、本線直結型3箇所）のスマートICの交通量の経年変化、時間短縮人口・ETC普及率に着目した利用交通量、機能改善効果、スマートICの誘発と転換交通特性を実測データにより分析を行う。また、分析に当り、スマートICについては、SA/PA接続型スマートICが大半であり、ほとんどが幹線道路と直接接続されていないこと、アクセス道路が通常のICと比較して十分整備されていないことなどの制約があることから、総合交通分析システム（NITAS）を用いて、市町村道を含む道路ネットワークと道路交通状況を反映した形で時間短縮圏域を推計し、またETC限定であることから対象地域のETC普及率を加味ことでスマートICの利用交通量の推計を行っている。

3.4 スマートICによる緊急医療輸送、地域開発効果等の事例の分析

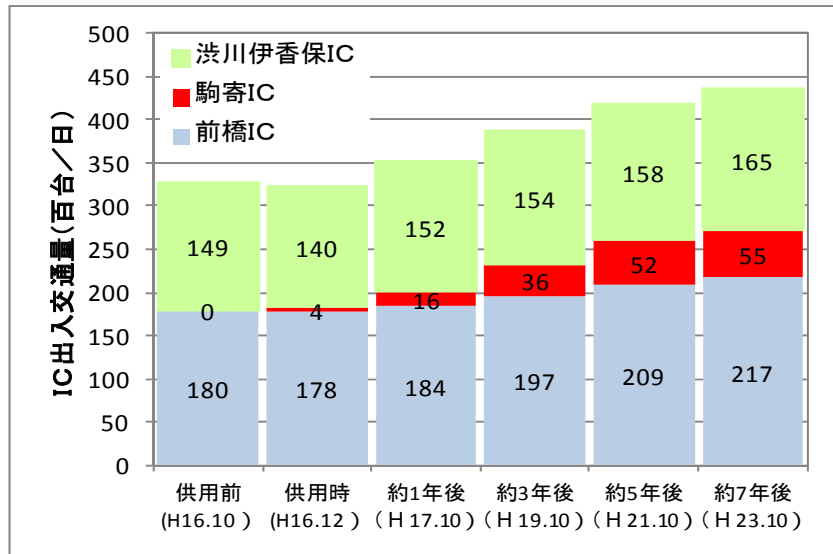
各スマートICの設置に伴って朝・夕の通勤・通学の利用、商業施設の立地、医療施設へのアクセス強化、工業団地への立地促進、物流の効率化、防災時の緊急輸送路、観光地の渋滞緩和、空港等の重要施設との連絡等の地域に応じた様々な効果が実証されている。また、それに伴い、人口流出の抑制、周辺地域の地価の上昇、地域の活性化の効果が発現している。

ここでは、商業施設の立地、病院への緊急搬入時間の短縮、工業団地への企業進出、物流の効率化、観光地における渋滞緩和、空港へのアクセス強化の事例を取り上げ概説する。

3.4.1 商業施設が立地

スマートICの設置に伴って商業施設の立地し、利用増進が図られた事例として、駒寄、遠州豊田、三郷料金所スマートIC等がある。以下では、駒寄スマートICにおける状況を概説する。

駒寄スマートICは、2004(平成16)年12月に社会実験開始し、2006(平成18)年10月から本格的に供用している。本格導入後、利用交通量が増加し続け、2012(平成24)年時点で約5500台/日となっている。図 3.4.1に示すように、駒寄スマートICが本格導入された2006(平成18)年以降は、(主)前橋伊香保線(吉岡バイパス)が整備整備されたこともあり、関越道と並行するバイパス沿線には大型小売店舗9店、自動車販売店等、急速に出店が進んできた(図 3.4.2参照)。隣接するICである前橋IC、渋川伊香保ICも交通量が若干変化しているが、駒寄スマートICの供用以降の利用交通量の伸びが大きい。これらの伸びは、北関東自動車道の全線開通(2011年3月)と商業施設等により誘発交通が増加したものと考えられる。



(国土交通省関東地方整備局資料)

図 3.4.1 駒寄スマートICと隣接するスマートICの利用交通量の推移



<http://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/259973/www.ktr.mlit.go.jp/kyoku/road/smartic/komayose/>

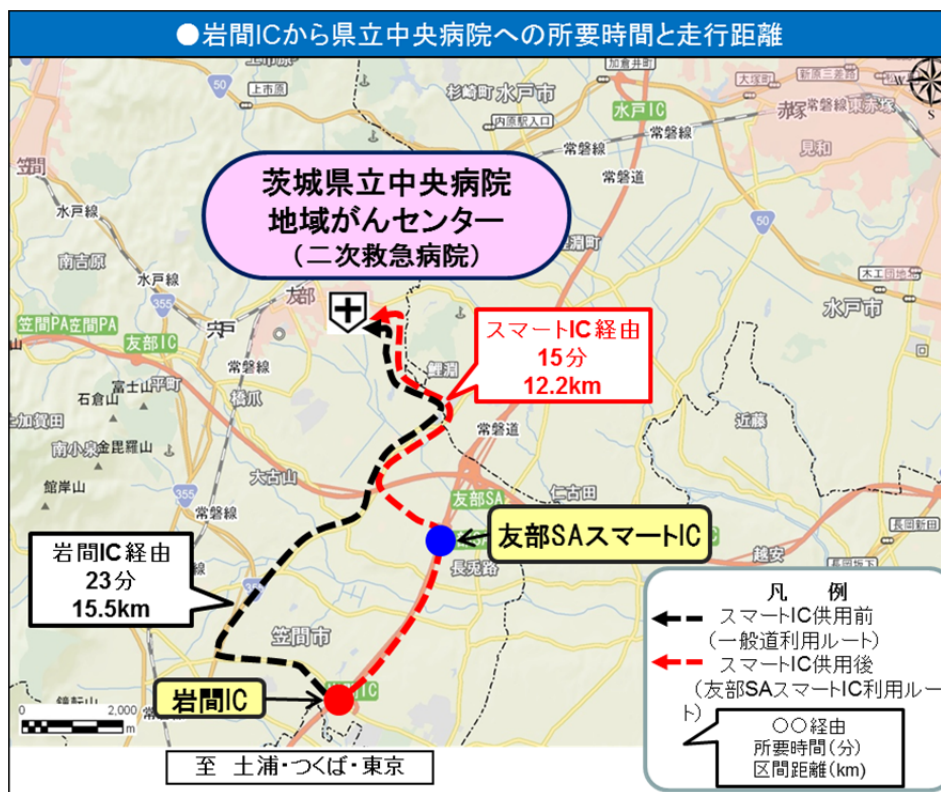
図 3.4.2 駒寄スマート IC の周辺の商業施設の立地状況

3.4.2 病院への救急搬入の短縮

スマートICの設置と病院、消防等の緊急車両の利用効果として福島松川、長者原、黒崎、大和、友部、梓川、加計、徳島等の多くの事例している。ここでは、友部スマートを代表例として状況を概説する。

友部スマートICは、2005(平成17)年7月に社会実験開始し、その後、2006(平成18)年10月から本格導入した。図3.4.4に示すように、本格導入後も利用交通量が継続的に伸び続け、東日本大震災直前の利用交通量は、日平均約3000台である。友部スマートICにおいて特出すべき効果として、土浦・つくば・東京方面から茨城県立中央病院地域がんセンター(県内

唯一の県立総合病院)への移動時間短縮されたことである(県立病院への所要時間は、岩間IC経由に比べ約8分の時間短縮効果が確認されている)。ヒアリングによると、がんの検査に用いるPET薬剤は、短時間で使用する必要があり、東京から輸送するのにスマートICが供用してから輸送時間が安定したこと、つくば方面に住んでいる医師が多い同病院では医師の緊急呼出時に高速利用で病院への移動時間が短縮したとの結果が得られている。



(国土交通省関東地方整備局資料)

図 3.4.3 友部スマートICによる医療機関への時間短縮効果

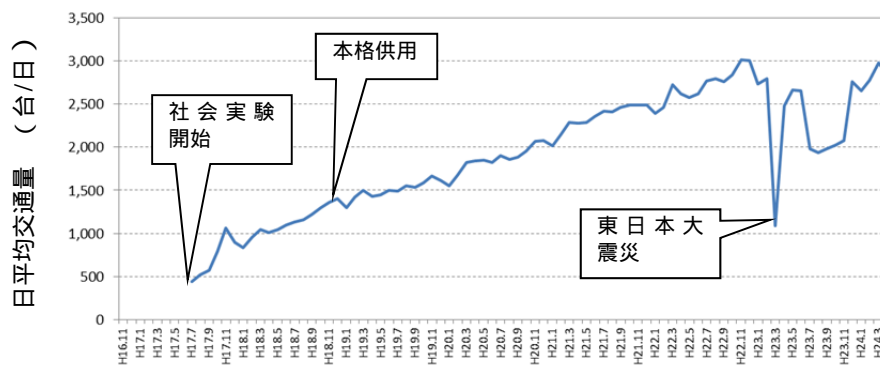
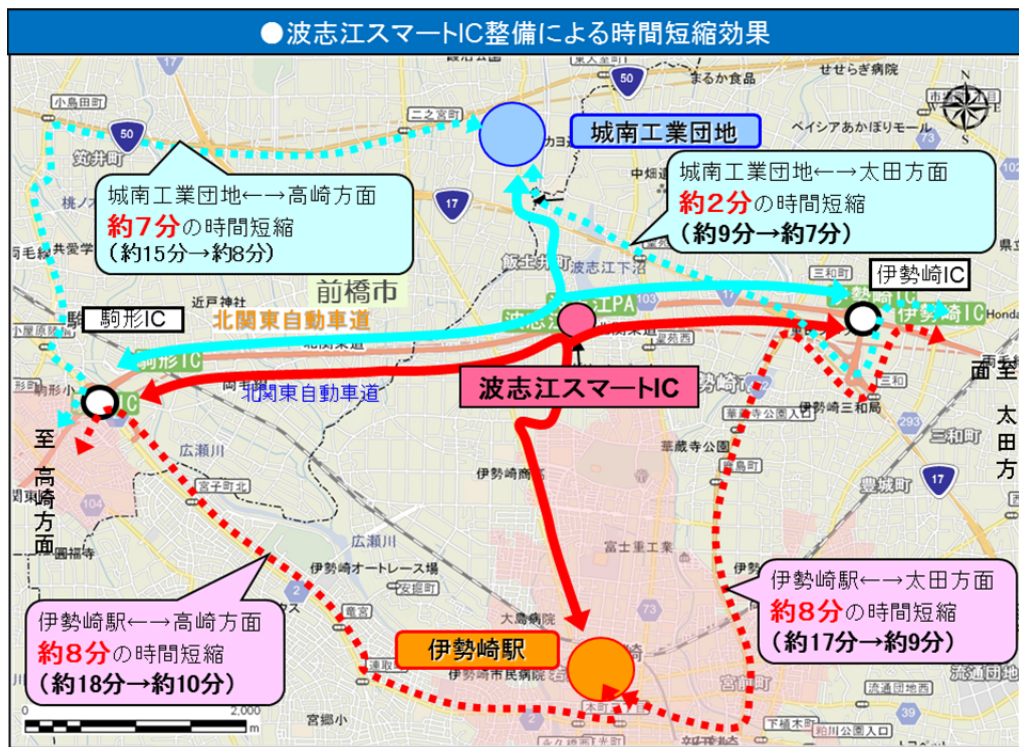


図 3.4.4 友部スマートICの利用交通量の推移

3.4.3 工業団地への企業進出、物流の効率化

工業団地への企業進出の増加、工業団地からの物流の効率化に寄与したスマートICとして、波志江、上河内、梓川、徳光、泉、大湊、安宅等のICが列挙される。波志江スマートICは、ICの北側の城南工業団地に立地する企業の物流効率化に効果が現れている。ヒアリングの結果、図 3.4.5に示すように高崎方面で7分、太田方面で2分の時間短縮と高い時間信頼性を理由に城南工業団地に立地している大手の運輸株式会社では、波志江スマートICの供用以前は、国道17号、50号等の一般道利用が多かったが、波志江スマートIC供用により高速の利用機会が増加こと、長距離を運転するドライバーの負担の軽減が図られたことが判明した。工業団地の立地進出件数は、群馬県内の地区別（8地区区分）では、波志江スマートICが管轄する「前橋・伊勢崎地区」が12件と「太田・館林地区」の13件に次いで多い。

また、地域の中心である伊勢崎と北関東自動車とのアクセス性に関しても高崎太田方面とにも約8分の時間短縮が確認されている。



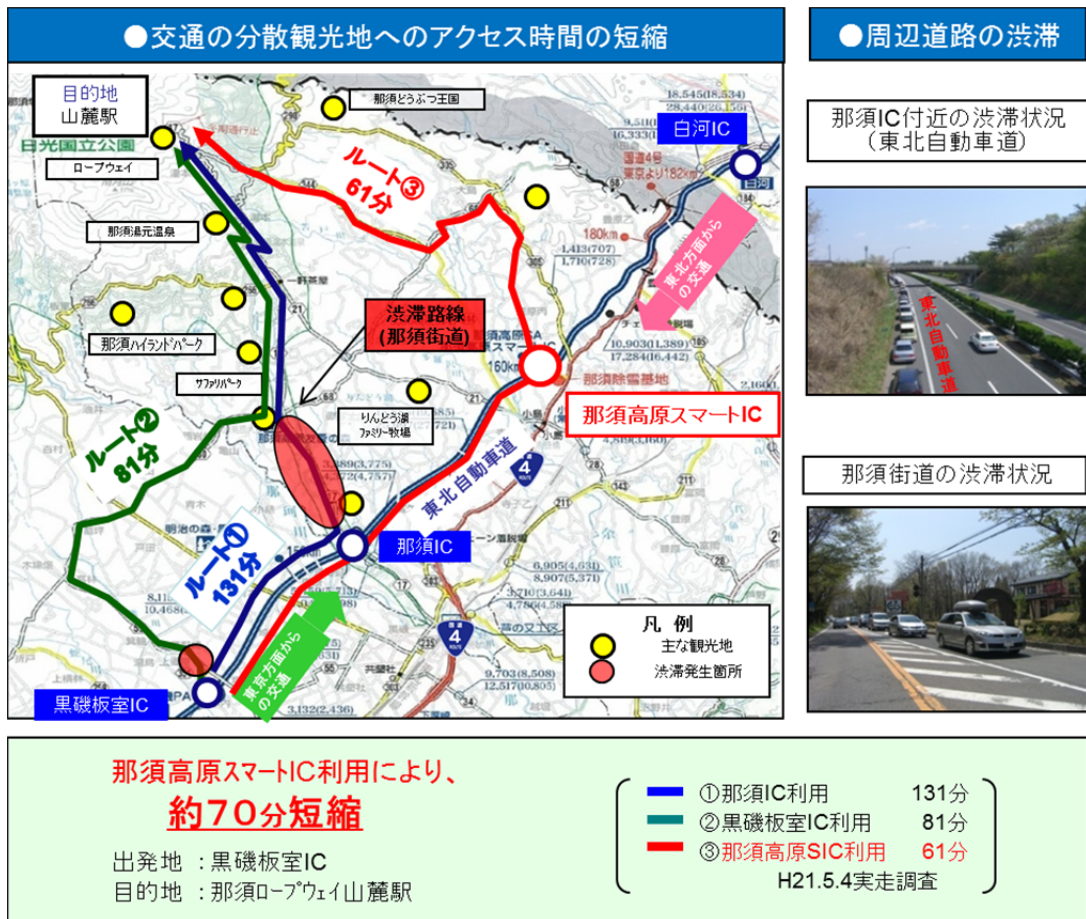
(国土交通省関東地方整備局資料)

図 3.4.5 波志江スマート IC の物流効率化効果

3.4.4 観光シーズンの渋滞緩和、時間短縮

観光振興または観光シーズンにおける渋滞緩和に寄与しているICとして、那須高原、新井、佐久平、南条IC等がある。那須高原スマートICは、図 3.4.6に示すように東京方面からの交通や観光バス等が那須高原スマートIC利用に分散し、那須街道（（主）那須高原線）の渋滞が緩和するとともに、観光地へのアクセス時間の大幅に短縮が図られた。実走調査の結果、黒磯板室ICから山麓駅まで那須IC利用に比べ約70分、黒磯板室IC経由一般道路のルートと比べて20分短縮が確認されている。これらのスマートICは、観光シーズンの繁忙期と閑散期の利用交通量の差は大きいという特徴がある(図 3.4.7参照)。

新井、佐久平等の各スマートICにおいても、同様の季節サイクルを確認でき、五月の連休、夏期・秋期さらにスキーズン観光に対応した利用交通量が顕著であることが確認されている。



(出典：国土交通省関東地方整備局)

図 3.4.6 那須高原スマートIC の時間短縮効果

那須高原SA

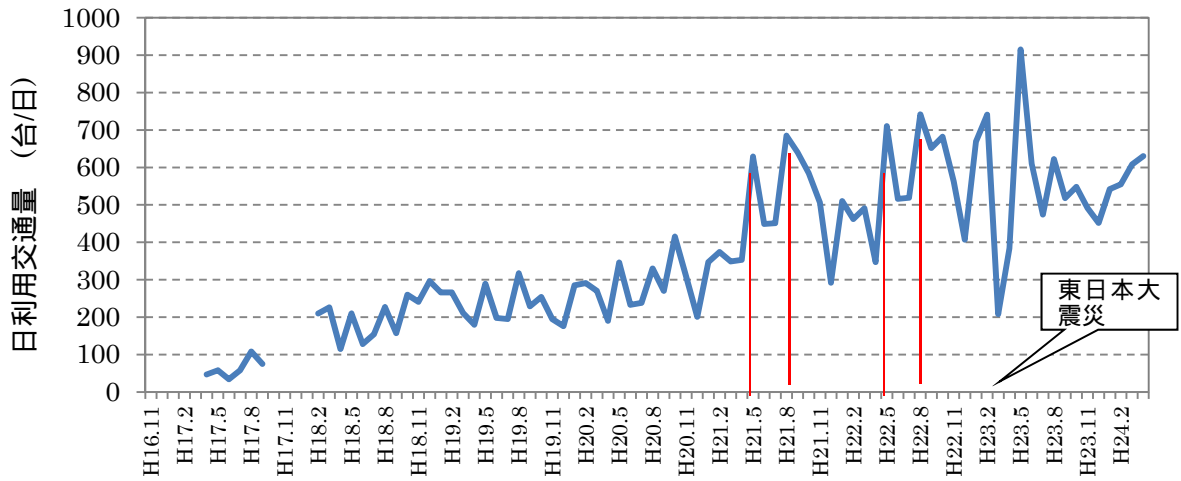


図 3.4.7 季節サイクル(観光)により利用台数の変動が顕著な事例(那須高原スマートIC)

3.4.5 空港へのアクセス強化

空港へのアクセス強化を目的として成田空港スマートIC(成田空港)、石岡小美玉スマートIC(茨城空港)がある。

成田スマートIC利用により、成田国際空港第1ターミナルまで約8分の時間短縮し、新空港自動車道と並行する国道295号取香橋交差点付近の朝ピーク時の渋滞回避、定時性の確保が可能となった。図 3.4.8は、2009(平成21)年4月から2011(平成23)年11月までの成田空港スマートICの利用交通量の推移を示す。2011年11月時点で116台程度であるが、今後の成田空港の航空機発着回数30万回化/年により、空港アクセス交通が増加し、国道295号の渋滞悪化することが懸念される中、成田空港スマートICの利用が増すものと推察される。

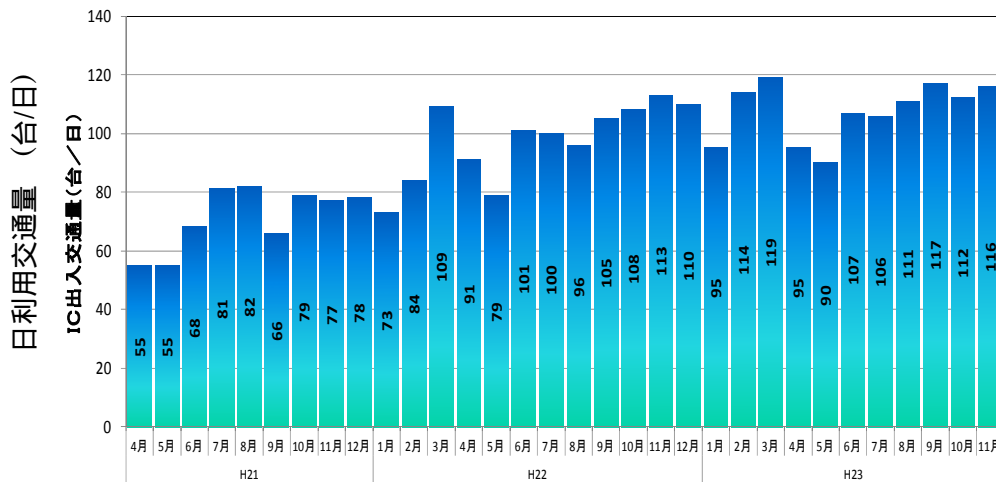


図 3.4.8 成田空港スマート IC の利用交通量の推移

3.5 スマートICの利用交通量の推移と機能強化に伴う効果分析

3.5.1 対象とするスマートICと使用データの種類と出典

利用交通量の分析においては、現在供用中の64箇所のスマートICのうち2004(平成16)年の社会実験以降早い時期に整備・設置され、利用交通量の経年変化の把握が可能となる35箇所のスマートICを対象とした。

各スマートICの利用交通量等のデータについては、表3.5.1に示す通り、利用交通量については、「高速道路と自動車」に掲載されている“高速道路統計月報”の値を用いる。この月報から、スマートIC利用交通量：日平均出入交通量（各月の平均値）、隣接のIC利用交通量：日平均出入交通量（各月の平均値）、路線全体の利用交通量：路線内に存在するICの日平均利用交通量の合計値を算出した。なお、ICの利用交通量は、インターチェンジの流入・流出をカウントした交通量とするとともに、道路交通状況に関するデータは、2005(平成17)年の道路交通センサスの交通量を使用した。さらに、所要時間に関するデータは、次の項で示すNITAS（全国総合交通分析システム）を使用した。

また、表3.5.2には本研究の分析の対象としたスマートICの諸元の一覧を示す。

表 3.5.1 本論文に用いたデータの種類と出典

データの種類	データの出典
スマートIC利用交通量 ：日平均出入交通量（各月の平均）	高速道路統計月報 「高速道路と自動車」 NEXCO中日本の提供データ（遠州豊田スマートIC、双葉スマートIC、浜松IC、甲府昭和IC）
隣接のIC利用交通量 ：日平均出入交通量（各月の平均）	
路線全体の利用交通量 ：路線内に存在するICの日平均交通量の合計値	
道路交通状況に関するデータ	H17道路交通センサス
時間短縮圏域人口	NITASにより算出
県別ETC普及率	ORSE公表データ

3.5.2 スマートICの利用実態の時系列分析

(1) スマートIC利用交通量の推移

スマートICと隣接する2つのICの利用交通量の合計値に占める各スマートICの利用交通

量のシェアの経年変化を図 3.5.1に示す。この図より、ほぼすべてのスマートICで時間の経過とともにシェアが増加しており、隣接ICを考慮したスマートICのシェアは、供用直後は5%未満が大半を占めているのに対して、供用後一定の期間が経過すると概ね5%を超える結果となっている。特に寒河江スマートICと新井スマートICでは、年々シェアが拡大し、20%を超える利用となっている。この2つのスマートICは、設置位置が一般道路に近接し、利便性が高いことから、隣接するICからの転換する交通が多かったものと推察される。

また、図 3.5.2には、スマートICの利用交通量のシェアを6段階で分類し、1年後から7年後までその箇所数分布の経緯を示す。この図からも同様に、スマートICのシェアが増えている箇所が年々増えていることが分かる。なお、同図において、6年後まで33箇所が対象となるが、7年後については、14箇所のみである。

図3.5.1、3.5.2から、隣接する本格的なICと比較して、アクセス道路、利用時間、車種等で機能的には未だ不十分であるが、地域での利用量のシェアが10%以上のスマートICが4程度と増え、地域にスマートICが年々定着しつつあるものと推察できる。

表 3.5.2 本論文で対象としたスマートICの諸元一覧

スマートIC	設置位置	都道府県	市町村	高速道路名	社会実験 (供用) 開始年月	大型車 不可	フル/ ハーフ	利用可 能時間	5年後利 用交通 量(台/	時間短縮人 口 (NITAS)X人
長者原	SA	宮城県	大崎市	東北自動車道	2004.12	可	フル	6~22時	831	22057
寒河江	SA	山形県	寒河江市	山形自動車道	2004.12	可	フル	6~22時	653	39314
泉	PA	宮城県	仙台市	東北自動車道	2006.4	可	フル	24時間	5724	220991
福島松川	PA	福島県	福島市	東北自動車道	2004.12	不可	フル	6~22時	1608	78411
新鶴	PA	福島県	会津美里	磐越自動車道	2005.12	可	フル	6~22時	650	67925
豊栄	SA	新潟県	新潟市	日本海東北自動車道	2006.4	可	ハーフ	6~22時	2002	73644
大和	PA	新潟県	南魚沼市	関越自動車道	2006.6	可	フル	6~22時	938	11763
黒崎	PA	新潟県	新潟市	北陸自動車道	2004.12	不可	フル	6~22時	894	94107
那須高原	SA	栃木県	那須町	東北自動車道	2005.4	可	フル	24時間	710	2691
上河内	SA	栃木県	宇都宮市	東北自動車道	2005.4	可	フル	24時間	896	43292
新井	PA	新潟県	妙高市	上信越自動車道	2005.1	可	フル	6~22時	658	6070
大潟	PA	新潟県	上越市	北陸自動車道	2006.5	可	フル	6~22時	1066	44232
友部	SA	茨城県	笠間市	常磐自動車道	2005.7	可	フル	24時間	2798	92065
駒寄	PA	群馬県	吉岡町	関越自動車道	2004.12	不可	フル	24時間	5120	272671
小布施	PA	長野県	小布施町	上信越自動車道	2005.4	可	フル	24時間	2394	115077
三芳	PA	埼玉県	三芳町	関越自動車道	2005.4	不可	ハーフ	24時間	3769	287816
双葉	SA	山梨県	甲斐市	中央自動車道	2005.4	不可	フル	24時間	3090	65664
佐久平	PA	長野県	佐久市	上信越自動車道	2004.12	可	フル	24時間	647	58051
姥捨	SA	長野県	千曲市	長野自動車道	2005.5	不可	ハーフ	6~22時	802	46951
入善	SA	富山県	入善町	北陸自動車道	2005.4	可	フル	24時間	1255	14743
徳光	PA	石川県	白山市	北陸自動車道	2005.4	可	フル	24時間	1689	41006
富士川	SA	静岡県	富士市	東名高速道路	2005.1	不可	フル	24時間	1586	72946
南条	SA	福井県	南越前町	北陸自動車道	2005.12	可	フル	6~22時	327	3995
遠州豊田	PA	静岡県	磐田市	東名高速道路	2005.1	可	フル	6~22時	2685	96534
亀山	PA	三重県	亀山市	東名阪自動車道	2005.12	可	フル	24時間	1734	860
吉備	SA	岡山県	岡山市	山陽自動車道	2005.1	不可	フル	6~22時	1355	71177
大佐	SA	岡山県	新見市	中国自動車道	2004.12	不可	フル	6~24時	323	10646
吉野川	SA	徳島県	東みよし町	徳島自動車道	2004.1	可	フル	6~22時	596	16150
金城	PA	島根県	浜田市	浜田自動車道	2004.12	可	フル	24時間	214	27877
加計	BS	広島県	安芸太田	中国自動車道	2004.12	可	ハーフ	6~23時	821	18629
須恵	PA	福岡県	須恵町	九州自動車道	2004.12	不可	フル	24時間	4422	216980
喜舎場	BS	沖縄県	北中城村	沖縄自動車道	2006.11	不可	上り入口	6~22時	1546	38402
白河中央	本線直結	福島県	白河市	東北自動車道	2009.8	可	フル	24時間	2743	63791
長岡南越路	本線直結	新潟県	長岡市	関越自動車道	2009.9	可	フル	24時間	2224	33533
水戸北SIC	本線直結	茨城県	水戸市	常磐自動車道	2006.9	可	ハーフ	24時間	2292	76063

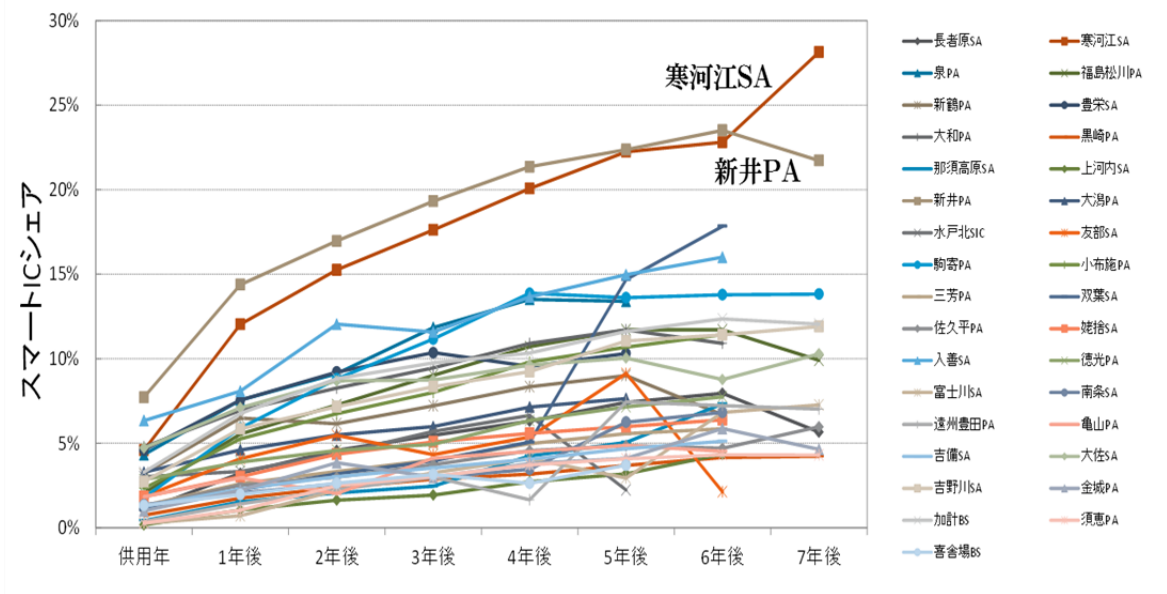


図 3.5.1 スマート IC シェアの時系列変化(スマート IC 毎)

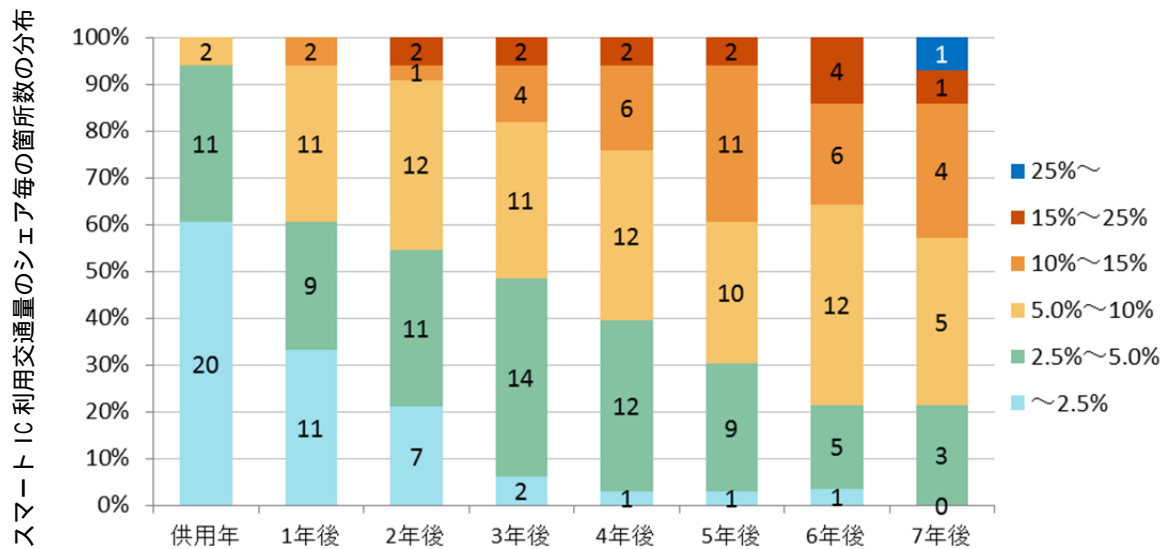


図 3.5.2 スマート IC 利用交通量のシェア毎の箇所数分布の時系列変化
(供用後年でスマート IC 箇所数を集約)

(2) スマートICの機能改善に伴う利用交通量の変化要因

スマートIC箇所毎に月別の利用交通量を確認することにより、スマートIC供用後の改良及び周辺状況の変化が利用交通量に影響を与えていることが分かる。具体的には、幾つかのスマートICにおいて関連する高速道路ネットワークの整備，アクセス道路の整備，スマートICのフルIC化，大型車対応，利用時間の延長等の機能拡張等により利用交通量の増加が確認された。さらに，設置地域の住宅，工業団地，大型商業施設への直結等によっても増加が確認された。その他にも，高速道路の無料化社会実験，東日本大震災の影響などが顕著に認められる。表3.5.3には、供用後にある時点から利用量の顕著な変化が認められた上河内、双葉、富士川、遠州豊田、南条の5つのスマートICを抽出し整理した。

表 3.5.3 スマートICの機能改善に伴う利用交通量への影響

スマートIC	所在県	高速道路名	ICの機能、利便性向上	利用交通量の変化	
				改善前	改善後
上河内	栃木県	東北自動車道	フルアクセス化、アクセス道路の新設	1000台	→1200台
双葉	山梨県	中央自動車道	フルアクセス化、車種拡大	1000台	→4000台
富士川	静岡県	東名高速道路	フルアクセス化、道の駅との連携	3000台	→4000台
遠州豊田	静岡県	東名高速道路	フルアクセス化、全車対応、大型商業施設に直結	1000台	→3000台
南条	福井県	北陸自動車道	米原方面追加。全長12m車まで拡大	300台	→500台

このうち、遠州豊田スマートICは、2009(平成21)年4月にフルアクセス化するとともに、近接する大型商業施設に直結することに起因して利用台数が1000台/日から3000台/日と利用交通量が3倍と急激に利用交通量が増加している。図 3.5.3に利用交通量を隣接する浜松IC、磐田ICと併記するが、浜松ICの利用交通量が卓越しているが、図 3.5.4に示す2007(平成19)年10月の交通量を基準値とした各ICの毎月別の利用交通量との比率(変化率)を見ると浜松、磐田の両隣接ICがほぼ1.0近傍で推移し変化していないのに対して、遠州豊田スマートICの変化率が機能改善した2009(平成21)年4月直後4.0の高い変化率を示して以降、概ね変化率は2.5～4.0の間で数値が推移していることが分かる。

この変化を遠州豊田スマートICと浜松ICの車種別利用交通量(図 3.5.6、図 3.5.7)で比較して見ると、隣接する浜松ICの利用交通量及び車種構成に大きな変化がないが、遠州豊田ス

マートICは、機能改善後、車種構成が圧倒的に乗用車の交通量が多い中、軽自動車の利用交通量が年々増加していることが確認できる。この傾向は、スマートICがフルアクセス化し大規模商業施設（ショッピングセンター）へ直結することによる利便性向上し、利用する交通が誘発されたことが明確に反映したものと考えられる。

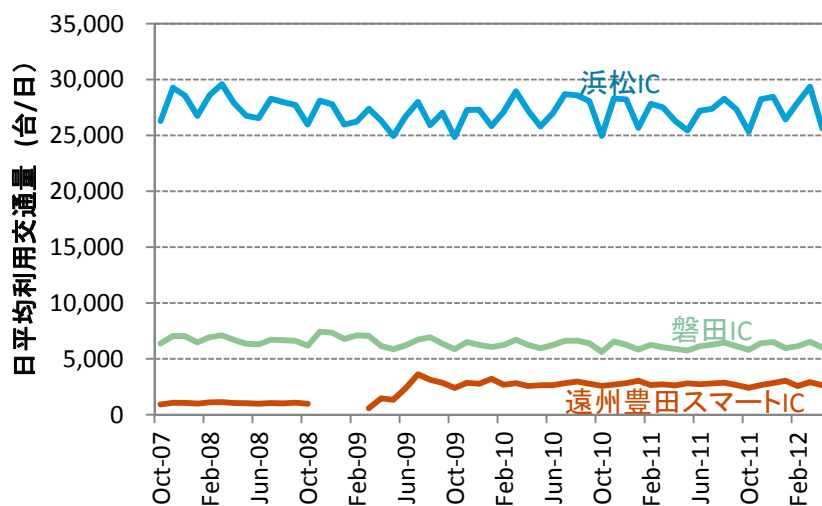
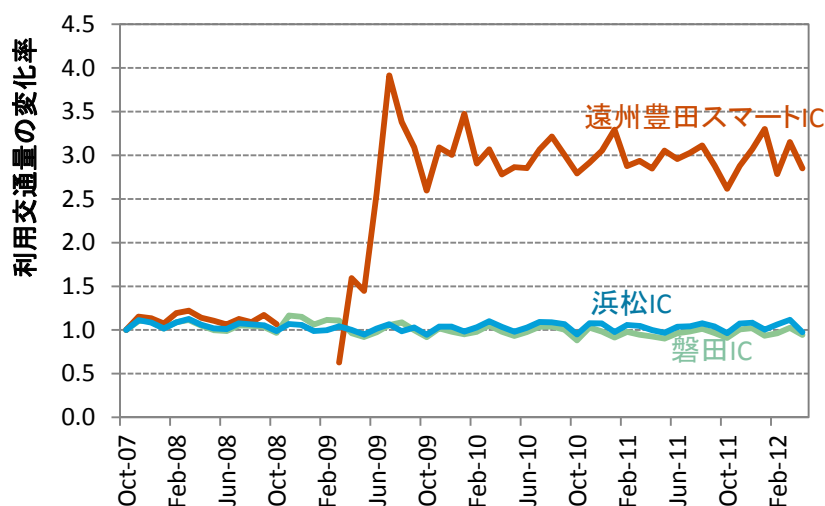


図 3.5.3 遠州豊田スマート IC と隣接 IC の利用交通量

(注)遠州豊田スマート IC は、H20.11～H21.3まで改良工事のため閉鎖



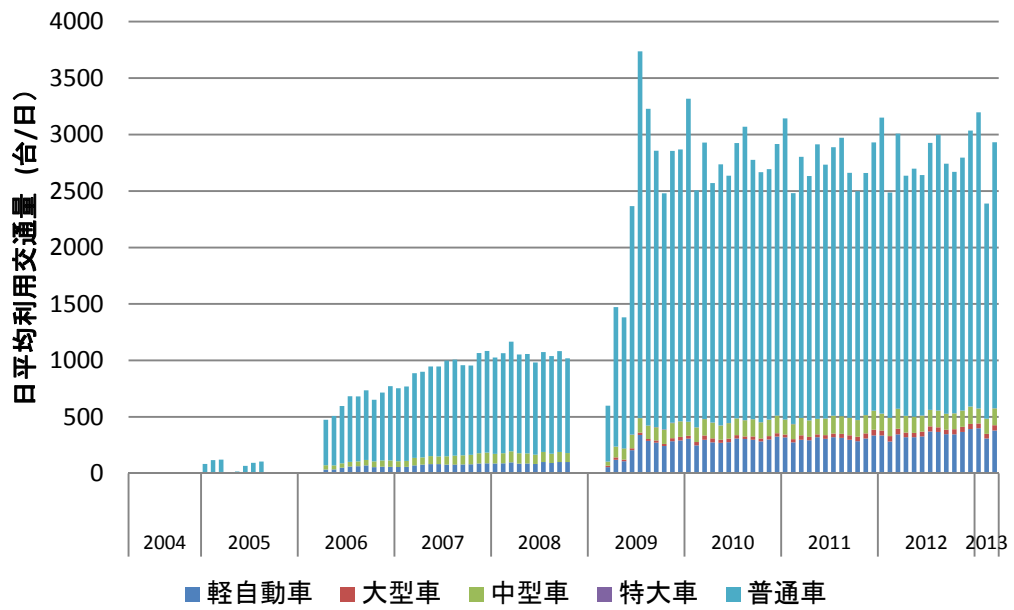
(2007.10の交通量を1として変化率を算出)

図 3.5.4 遠州豊田スマート IC と隣接 IC の交通量の変化率



図 3.5.5 遠州豊田スマート IC の全景

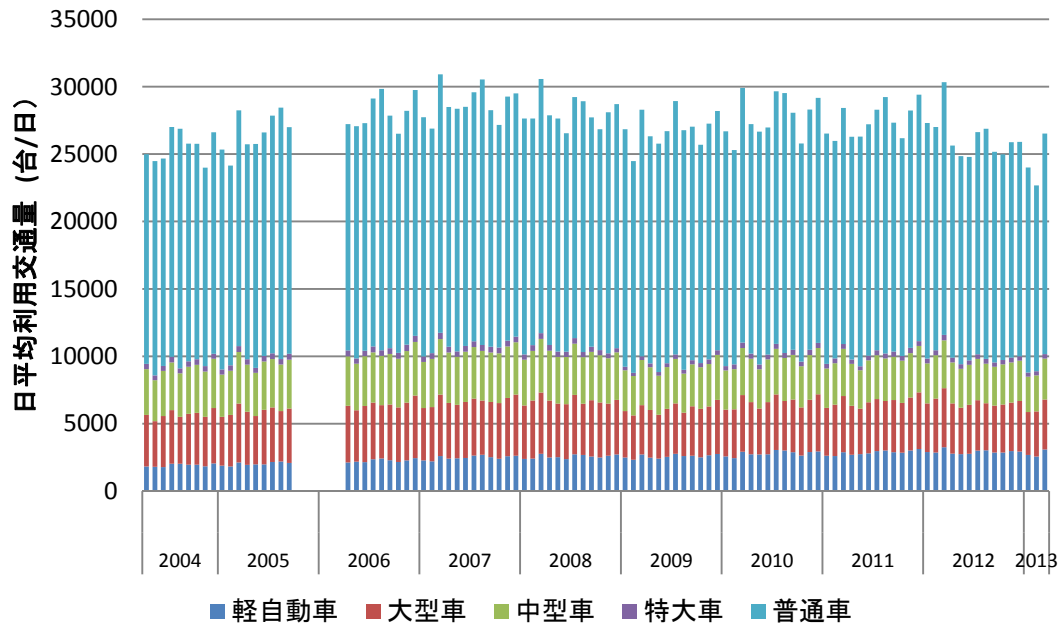
(上り線側の商業施設に直結) <http://doboku.pref.shizuoka.jp/ensyu/>



NEXCO中日本のデータを元に作成

図 3.5.6 遠州豊田スマート IC の車種別利用交通量の推移

(注) 2008.11~2009.3 までスマート IC 改良のためデータ欠損



NEXCO中日本のデータを基に作成

図 3.5.7 浜松 IC の車種別利用交通量の推移

(注)浜松 IC の 2005.5 ~ 2006.3 の間はデータが欠損

次に、双葉スマートICでは、2009(平成21)年11月にフルアクセス化するとともに、大型車が利用できるよう改良したことにより利用交通量が増加している。図 3.5.8に双葉スマートICの利用交通量を隣接する甲府昭和IC、葦崎ICと併記して示すが、機能改善後、隣接ICの利用交通量が僅かに減少する傾向と双葉スマートICの利用交通量が葦崎ICに近い値となっていることが伺える。また、図 3.5.9に2007(平成19)年10月利用交通量に対する各ICの利用交通量の比率(変化率)を示すが、隣接するICが概ね1.0近傍または僅かに下回っているのに対して、双葉スマートICは改善直後の急激な変化は見られないが、6ヶ月経過後の時点で変化率が約5の値を示している。これは、双葉スマートICの利便性向上により新たな利用交通が誘発されたとともに、隣接ICから転換する交通が加わったためと解釈できる。

図 3.5.10、図 3.5.11には、各々双葉スマートICと隣接する甲府昭和ICの車種別利用交通量の推移を示す。甲府昭和ICの車種構成は、普通車の季節変動が認められるものの2004年~2012年の間ほとんど変化していないのに対して、双葉スマートICの場合、2009年4月のフルアクセス化等の改良に伴う再供用後、普通車と軽自動車の利用が急増していること明らかである。また、遠州豊田スマートICと同様に軽自動車の利用が急増していることは、スマートICが短いトリップの交通に利用されることを裏付けているものと考えられる。

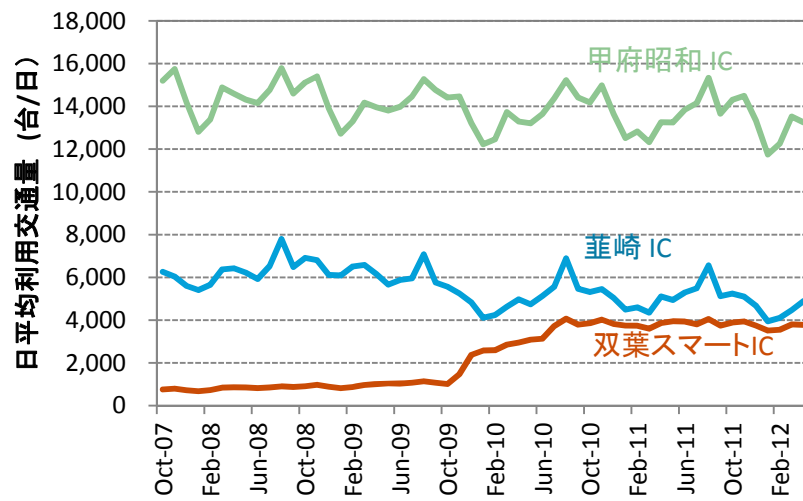


図 3.5.8 双葉スマートIC と隣接 IC の利用交通量の推移

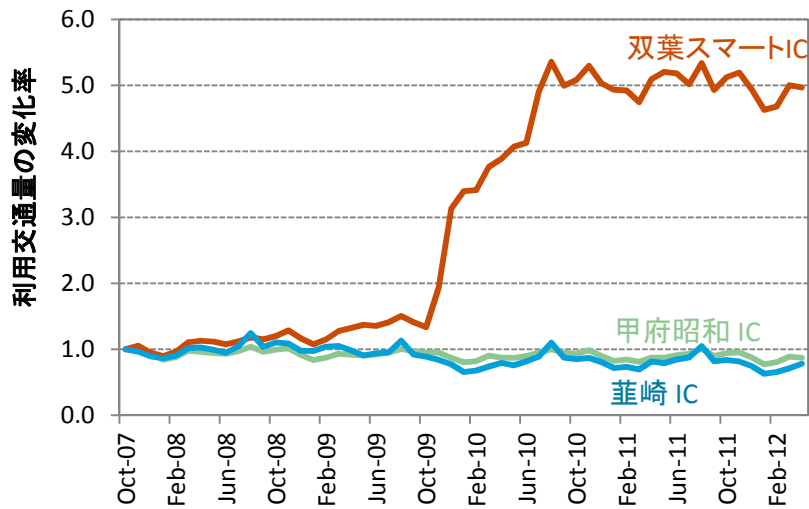
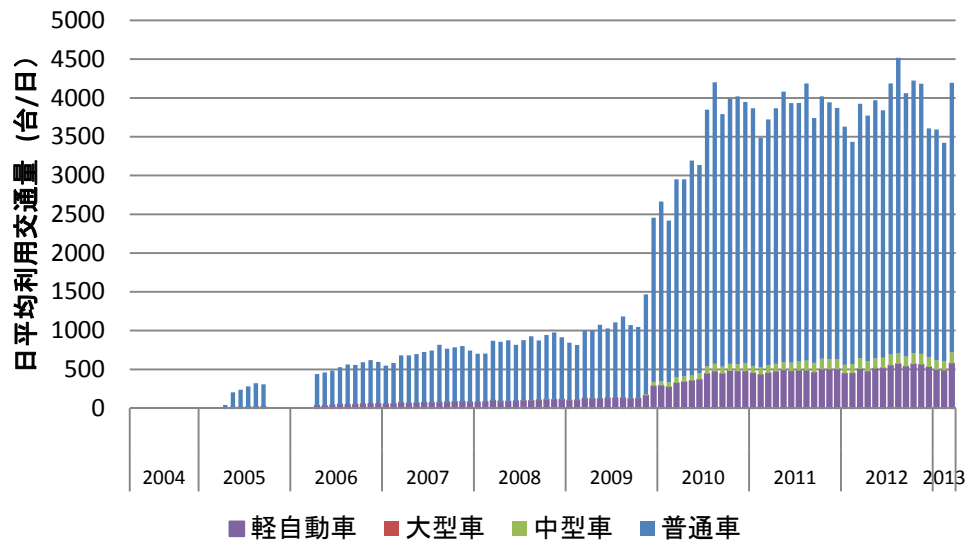


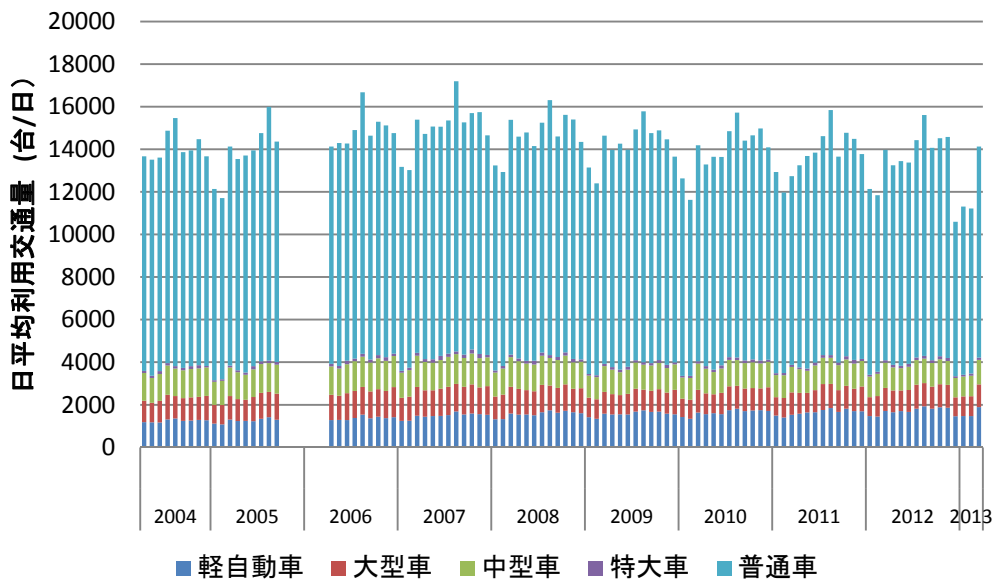
図 3.5.9 双葉スマートIC と隣接 IC の交通量の変化率

(2007(H19).10の交通量を1として変化率を算出)



NEXCO中日本のデータを基に作成

図 3.5.10 双葉スマートICの車種別平均日交通量の推移



NEXCO中日本のデータを基に作成

図 3.5.11 甲府昭和ICの車種別平均日交通量の推移

遠州豊田、双葉の事例から、全国的にスマートICの利用交通の増加は、スマートICの機能向上、アクセス道路の整備などの利便性の向上が大きく貢献しており、加えて、ETCの普及、料金割引及びユーザーに対するスマートICの認知度が高まったことによるものと推察される。最近供用したスマートICは供用当初から高い利用交通が確認されており、ETCの普及度、ス

スマートICの認知度が大きく寄与していることを示唆している。

図 3.5.12には、32箇所¹⁾のSA/PA接続型スマートICを対象として、2007(平成19)年を基準年として各年10月期のスマートICの合計利用量の変化率とETC利用率の変化割合を比較して示す。スマートICの利用率の変化率がETC利用率の伸びより大きく、隣接のICの利用率が全国のETC利用率の伸びと同等と仮定すると、図 3.5.1、3.5.2で述べた各スマートICの利用シェアが伸びている結果と傾向が合致する。なお、2011(H23)年のスマートIC利用率の伸びの減少は、東日本大震災による影響であると推測される。

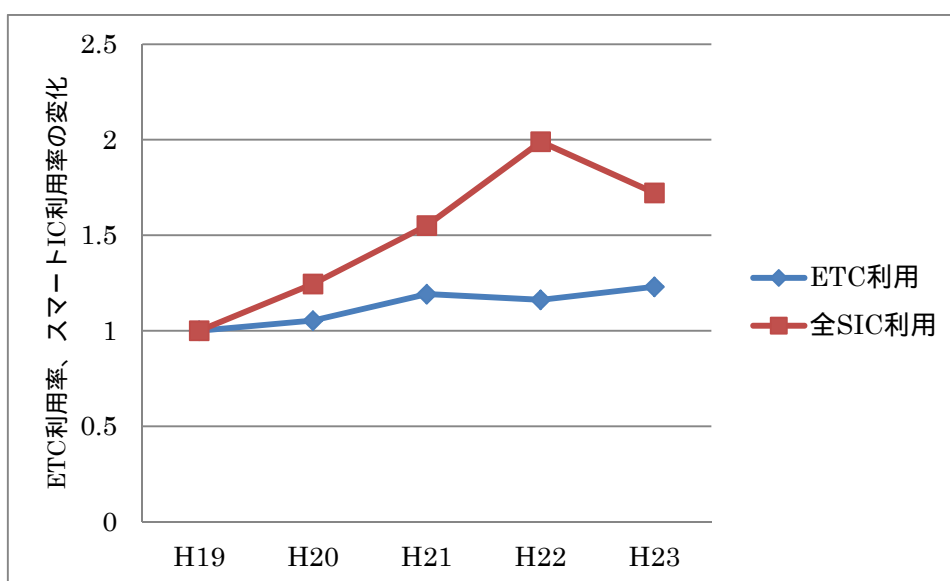


図 3.5.12 ETC 利用率とスマート IC 利用率の比較

(2007(H19)年の値を1として算出、スマートICは33箇所の平均値、ETC利用率は全国値)

3.6 スマート IC の誘発・転換の要因分析

3.6.1 誘発利用と転換利用の定義

スマートICの主な利用形態として、図 3.6.1に示すように、次の2つのパターンが考えられる。第1のパターンが、今まで高速道路を利用していなかった交通が新たに高速道路を利用する「誘発利用」であり、第2のパターンが、従来も高速道路を利用していた交通が利用するICを変更する「転換利用」である。

「誘発利用」については、高速道路利用率の向上により周辺の一般道路の渋滞緩和・沿道環境の改善、生活道路へ流入する交通の抑制による交通安全の向上、モビリティの拡大による地域の活性化などが考えられる。さらに、高速会社にとっては増収になるという利点がある。一方、「転換利用」については、今まで特定のICに集中していた交通が、新たにICが増

設されたことにより適切に分散され、交通円滑性の向上という効果が考えられる。特にこの効果はスマートICの隣接ICおよびその周辺で混雑が発生している場合に発揮されると考えられる。

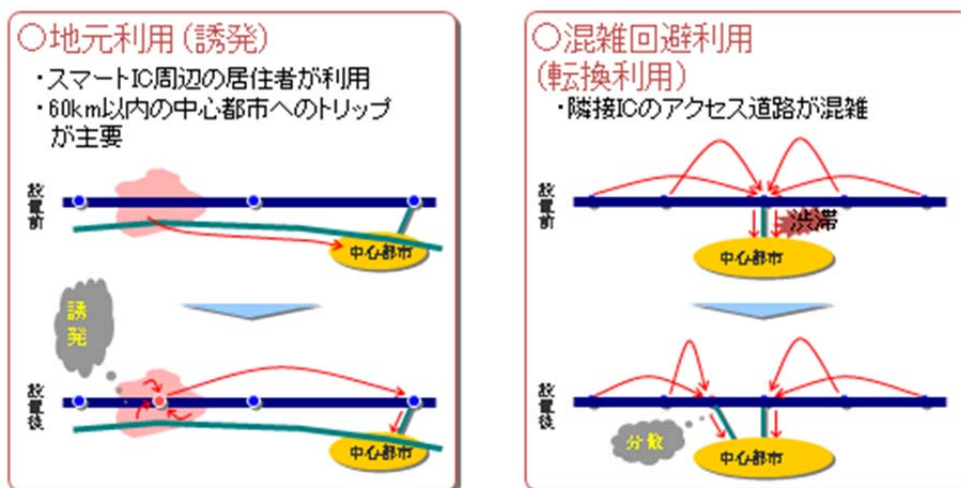


図 3.6.1 スマート IC の利用形態と効果

3.6.2 誘発利用と転換利用台数の算出方法

誘発台数と転換台数の算出方法はそれぞれ、式(3.1)、式(3.2)とした。

$$\text{誘発台数} = Q'_S - Q_S \times \frac{Q'_A}{Q_A} \quad (3.1)$$

Q_S : スマートIC設置前のスマートIC隣接のIC利用台数(台/日)

Q'_S : スマートIC設置後のスマートIC及び隣接ICの合計利用台数(台/日)

Q_A : スマートIC設置前の路線全体の利用台数(台/日)

Q'_A : スマートIC設置後の路線全体の利用台数(スマートIC、隣接ICを除く区間)
(台/日)

ただし、スマートICを設置して誘発した交通は必ずスマートICを利用すると考え、スマートICの利用台数を上限値として設定している。

$$\text{転換台数} = \text{スマートICの利用台数} - \text{誘発台数} \quad (3.2)$$

3.6.3 誘発・転換台数の算出結果とその解釈

式(3.1)、式(3.2)により、各スマートICにおける誘発・転換台数の内訳を算出した結果が図 3.7.2である。

図より、誘発交通が卓越するスマートICには駒寄、須恵、富士川、遠州豊田等がある。これらのICの特徴として、先に述べたように商業施設等が集積した地域(遠州豊田、駒寄等)、通勤割引が機能している地域(駒寄)が抽出できる。すなわち、スマートICによる地方部・地域開発の効果が発現している箇所で誘発交通が卓越しているものと考えられる。

一方、転換交通が卓越するスマートICには、三芳、亀山、寒河江等がある。これらのICの特徴として、道路ネットワークが密な都市圏に近傍したICにこの傾向があると推察される。すなわち、都市圏では、朝夕のピーク時間帯に隣接する従来のICに交通が集中して混雑が発生するが、その混雑を回避するためにスマートICに転換して利用している交通なのではないかと考えられる。

ここでは、スマートICの利用交通量を誘発と転換に分離することを試み、概略の傾向を示した。この分離手法は、スマートICによる整備効果を評価するために有用であると考えられる。今後は、スマートIC周辺の開発状況、地価の変動、人口流動等の特徴と関連させた分析が必要であると考えられる。

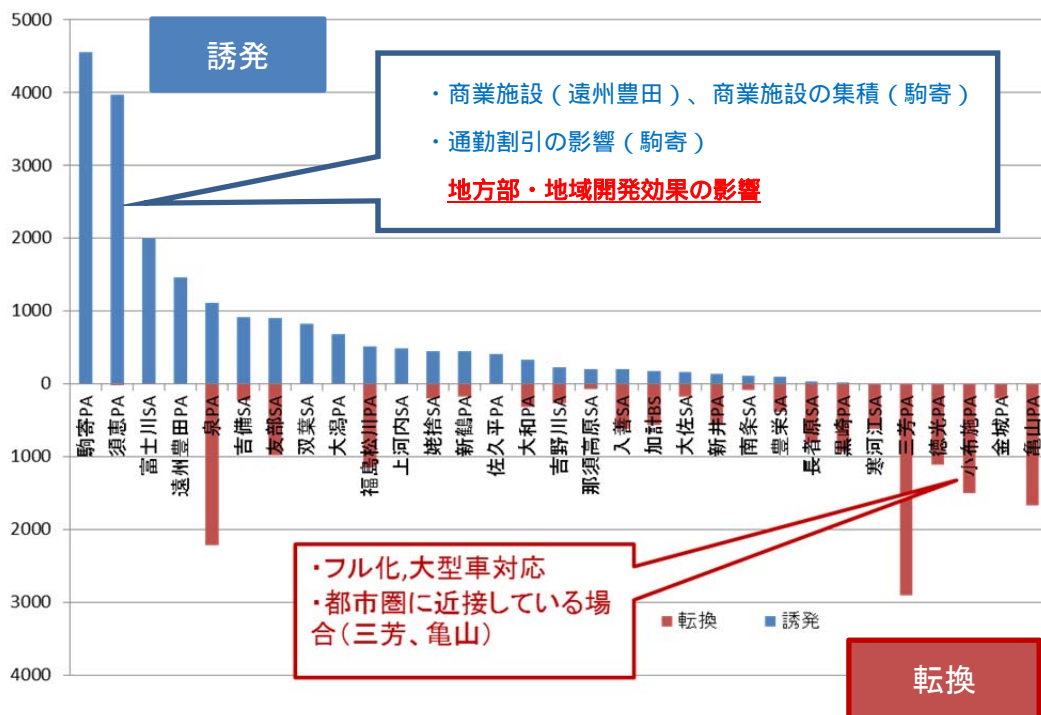


図 3.6.2 スマートICの誘発交通と転換交通の算定結果

3.7 スマートIC 利用交通量の影響因子に関する重回帰分析

3.7.1 NITAS を用いた時間短縮圏域の推計

(1) 総合交通分析システム (NITAS)

「総合交通分析システム (NITAS)」は、全国の任意のゾーン (市町村・10kmメッシュ, 1kmメッシュ等) の最短時間, 最少費用, 距離等を交通手段 (自動車, 鉄道, 航空, 船舶及びそれらの組合せ) ごとに検索することで, 当該経路・所要時間・費用が算出できるシステムである。さらに, 各ゾーンに組み込まれている国勢調査・工業統計・商業統計等の統計データの活用による多角的な分析・評価や, 今後整備が予定されている将来ネットワークをシステムに組み込むことにより, 時間短縮等の交通基盤整備効果の分析も可能なシステムである。道路モードでは, 現況道路ネットワークとして全国デジタル道路地図データベースが, 各リンクの道路交通データ (リンク長や混雑時旅行速度など) として最新の道路交通センサスが組み込まれており, より実際の状況に近い最短ルート検索結果や所要時間を得ることが可能である。

(2) 時間短縮圏域推計モデル

新たにスマートICを設置することで, 目的地までの最短所要時間が短縮される圏域を「時間短縮圏域」と定義し, NITASを用いて時間短縮圏域を算出した。NITASの設定は, 交通モードが道路モード, 道路種別が一般道路のみであり, 道路速度は混雑時旅行速度とした。

時間短縮圏域の定義を以下に述べる。前提条件として, スマートIC設置前でも高速道路利用が最短経路となるODのみを対象とした。また, 運転者は所要時間が最短になるように経路を選択し, 高速道路の旅行速度は一般道に比べて十分に大きいと仮定する。

任意の1kmメッシュ地点を発集点 (ゾーン) に取り, そこからスマートICまでの一般道経由の最短所要時間を t_{si} 、IC-A (スマートICに隣接するICのうち, 上り側にあるIC) までの一般道経由の最短所要時間を t_{ai} 、IC-B (スマートICに隣接するICのうち, 下り側にあるIC) までの一般道経由の最短所要時間 t_{bi} とする。また, スマートICからIC-Aまでの高速道路経由の所要時間を t_{sa} 、スマートICからIC-Bまでの高速道路経由の所要時間 t_{sb} とする。

このとき, 高速道路の旅行速度が一般道に比べて十分に大きいことから, 最短時間経路に変化が生じる可能性があるのは, 従前の最短時間経路がスマートICの隣接IC (IC-A or IC-B) を経由するODに限定される。高速道路利用を前提とすると, スマートIC経由の経路と隣接IC経由の経路では, 隣接ICよりも外側の部分は同一の経路を通るため, 両経路の所要時間の差は進行方向側の隣接ICまでの所要時間の差に帰着される。つまり, スマートIC経由が最短時間経路となる条件は以下の不等式で表される。

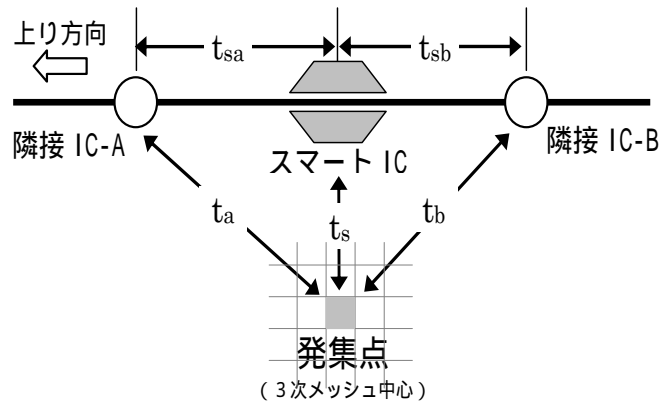


図 3.7.1 時間短縮圏域の定義

上り方向

$$t_{ai} > t_{si} + t_{sa}, t_{bi} + t_{sb} + t_{sai} > t_{si} + t_{sa} \quad (3.3a)$$

下り方向

$$t_{bi} > t_{si} + t_{sb}, t_{ai} + t_{sa} + t_{sb} > t_{si} + t_{sb} \quad (3.3b)$$

ここで、

t_{si} : ゾーン i からスマート IC までの最短所要時間 (一般道経由)

t_{ai} : ゾーン i から隣接 IC-A までの最短所要時間 (一般道経由)

t_{bi} : ゾーン i から隣接 IC-B までの最短所要時間 (一般道経由)

t_{sa} : スマート IC から隣接 IC-A までの所要時間 (高速道路)

t_{sb} : スマート IC から隣接 IC-B までの所要時間 (高速道路)

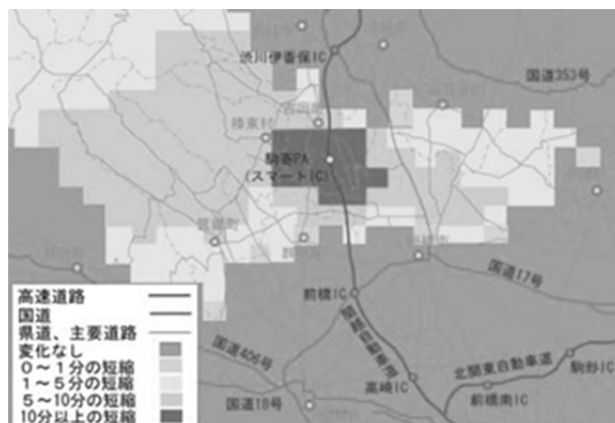


図 3.7.2 NITASによる時間短縮圏域のイメージ (駒寄スマートICの場合)

任意のゾーン (1kmメッシュ単位) に対して各所要時間を計算し、(3.3a)、(3.3b) を満たすメッシュの総和をそれぞれ上り方向、下り方向の時間短縮圏域として算出した。また、

上り方向の圏域と下り方向の圏域を合わせた圏域をスマートICの時間短縮圏域と定義する。また、あるICから一定時間以上離れた地点からそのICへアクセスすることは考えにくいことから、スマートICからの所要時間が30分以内のメッシュを対象を限定した。これら t_{si} , t_{ai} , t_{bi} , t_{sa} , t_{sb} の算出にあたり、NITASの経路探索機能を使用している。

3.7.2 スマートICの利用交通量に影響する要因の分析

スマートICの利用交通量と関連する因子間の関係を個々に確認した上で、ある程度の相関が認められた影響因子として、隣接するICの交通量，中心都市からスマートICまでの距離，一般道路からスマートICまでのアクセス距離，時間短縮の影響を受ける人口，並行する一般道路の渋滞状況，ETC普及率，スマートICの営業時間，スマートICの対象車種等が挙げできる。

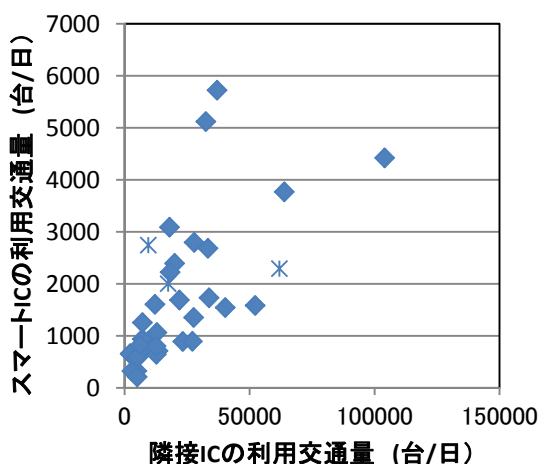


図 3.7.3 利用交通量と隣接 IC 交通量

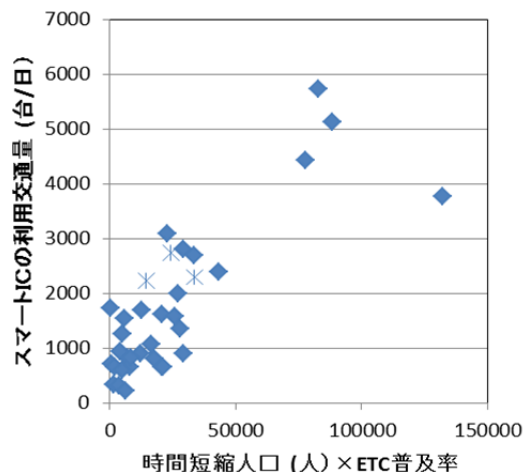


図 3.7.4 利用交通量と時間短縮人口 × ETC 普及率

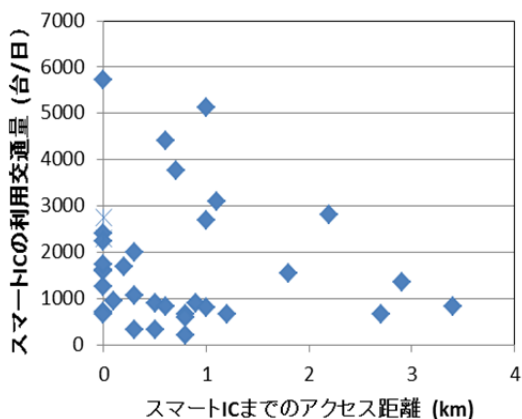


図 3.7.5 利用交通量と幹線道路からの距離

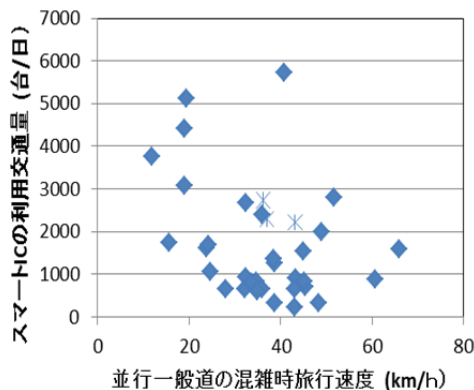


図 3.7.6 利用交通量と並行一般道路の速度

これらの影響因子のうち、隣接するICの利用交通量、時間短縮人口、幹線道路からの距離、並行する一般道路の混雑の程度（旅行速度）とスマートICの利用交通量との相関を整理したのが図 3.7.3~3.7.6である。これらの図において、*印は本線直結型スマートICを示す。隣接IC交通量と時間短縮影響人口については、正の相関が、一般道路からの距離と並行道路の旅行速度については負の相関となっている。

3.7.3 スマートICの利用交通量と規定要因

3.7.2の各要因間の相関分析の結果を受けて、隣接IC交通量、ETC普及率を考慮した時間短縮影響人口（ETC × 時間短縮人口）、幹線道路からスマートICまでの距離、並行道路の旅行速度、スマートICの営業時間（ダミー変数）を変数として、スマートICの利用交通量（台/日）に及ぼす要因を重回帰分析を行った。

表 3.7.1に重回帰分析の結果を示すが、各パラメータの係数の符号は図 3.7.3~3.7.6の相関と一致している。また、スマートICの利用交通量に対する影響度合は、t値、P値から判断して、ETCを考慮した時間短縮影響人口が卓越していることが分かる。今後は、NITASによる時間短縮人口及びETC普及率を用いることにより、スマートICの設置位置、費用便益の分析することが重要であると考られる。

表 3.7.1 スマートICの利用交通量に関する重回帰分析結果

変数	パラメーター	標準誤差	t値	P値
隣接IC交通量(台/日)	0.006	0.009	0.764	0.451
アクセス距離 (km)	-132.553	180.183	-0.736	0.468
時間短縮影響人口 (人) (ETC普及考慮)	0.032	0.007	4.745	0.00005
並行道路旅行速度 (km/h)	-5.486	12.033	-0.456	0.651
営業時間ダミー	524.163	303.777	1.725	0.095
切片	307.289	693.100	0.443	0.661

重相関R : 0.853, R²:0.727

3.7.4 スマートICの誘発交通量に着目した規定要因の分析

「3.6 スマートICの誘発・転換の要因分析」で論じた誘発交通量に着目して、35のスマートICのうち、誘発交通が算出されたスマートICを26箇所抽出した。これらのICを対象に、式(3.2)による誘発交通量を目的変数とし、隣接IC交通量、アクセス距離、短縮人口(ETC普及考慮)及び並行道路旅行速度を説明変数として重回帰分析を行った。

回帰分析の結果を表 3.7.2 に示すが、並行道路の旅行速度を除いて、各説明変数とも符号が整合している。また、時間短縮影響人口（ETC 普及考慮）については、利用交通量と同様に強い相違間が確認され、スマート IC により高速道路利用の潜在ポテンシャルを時間短縮影響人口と考えることにより誘発交通と相関があるものと評価される。

今後は、図 3.6.2 で考察したように、誘発交通が卓越するスマート IC の特徴を反映して、誘発交通量と立地された商業施設の売り上げ、工場の生産・出荷額等との相関を検討する必要がある。

表 3.7.2 誘発交通量に関する重回帰分析結果

変数	パラメーター	標準誤差	t値	P値
隣接IC交通量（台/日）	0.016	0.008	2.0512	0.054
アクセス距離（km）	-61.448	157.275	-0.391	0.700
時間短縮影響人口（人） （ETC普及考慮）	0.029	0.008	3.602	0.002
並行道路旅行速度（km/h）	6.632	12.903	0.514	0.613
切片	-155.154	560.717	-0.277	0.785

重相関R：0.862, R²:0.743

3.8 第3章のまとめ

既往研究では、追加の本格的 IC 配置・間隔に関してモデル、シミュレーションにより地域交通の利便性、トリップ長への変化に関して論じているものが多いが、本研究の第3章では、35箇所にも及ぶ SA/PA 型等のスマート IC を対象として、スマート IC 及び隣接 IC の実測交通量等の利用交通量の推移や一般道路あるいは隣接都市中心までの距離、周辺人口などの配置との関連、スマート IC の機能改善による影響等を分析したことが特徴である。

3.8.1 第3章から得た知見

本章では、スマート IC 利用交通量を時系列に分析し、スマート IC の機能改善及び周辺地域の開発等により利用交通量が大きく変動することが確認できた。また、スマート IC 利用交通量に影響を与える因子を特定するとともに、それらを変数として利用交通量予測モデルの構築を行った。以下が本論文の要旨を示す。

- ・スマート IC は供用後時間の経過とともに、利用交通量が増加する。
- ・スマート IC の利用交通量は、利用時間の延長、フルアクセス化、大型車対応といった利用環境の改善及び工業団地やショッピングセンター等の周辺地域の開発によって増加す

る傾向にある。

- ・ 供用後5年の後時点のスマートICの利用交通量を用いて、重回帰分析を行った結果、隣接ICの交通量、幹線道路からのアクセス距離、時間短縮影響人口（ETC普及率考慮）、並行道路の旅行速度（混雑時）等と強い相関がある。
- ・ 特に、NITASによる時間短縮影響人口にETC普及率を掛け合わせた値と利用交通量との相関は卓越している。
- ・ SA・PA型、本線直結型ともほぼ同様の傾向が認められた。
- ・ スマートICの利用交通量を誘発交通、転換交通量で分離して分析するにより、IC周辺開発が認められた地域では誘発交通が、都市圏に隣接した地域では転換交通が多いことが認められた。

3.8.2 スマート IC に関する提言と今後の課題

第3章の知見から、ネットワーク・アクセス強化の一環としてのスマート IC に関して以下のような施策立案・展開が必要である。

スマート IC は簡易 IC として、今後とも増設が必要であるが、設置箇所の検討に際しては、地域計画との整合を図るとともに、NITAS による時間短縮影響人口等の整備根拠を明確にすることが必要である。

既存のスマート IC のフルアクセス化等の改善を継続的に検討すべきである。

本線直結型スマート IC の設置の増加が見込まれる中、設置基準の整備やコスト縮減の検討が必要である。

本研究に関して、次に示すフォローアップが今後必要である。

本論文では、35箇所のスマートICを対象に分析を行ったが、2013年11月現時点においては64箇所のスマートICが供用していることから、本研究成果に基づくさらなる検証が必要である。また、本研究の対象としたスマートICは、既存のSA/PA・BSに出入り口が追加された構造であるのに対して、近年は本線に直接出入り口が設置される「本線直結型」が供用しており、それらのスマートICがSA/PA型と同様の傾向にあるかなどを確認する必要がある。

また、90%を超えるETCの利用率を踏まえて、スマートICを活用した情報提供と経路案内・誘導のあり方、さらには、大規模災害等の地域防災の観点から、高速道路・一般幹線道路のネットワークの接点としてのスマートICの機能を再考することも重要と考える。図 3.8.1に茨城県の石岡・小美玉スマートIC周辺の国土交通省管轄及県・市が設置した一般道の案内板の設置箇所を示す。スマートIC制度始動時期と比較すると案内板の設置が充実しつつあるが、カーナビゲーションにスマートICが必ずしも明記されていないことが、ユーザーの利便性の観点からも大きな課題となっている。

近年、SAの商業施設、飲食施設などのサービスが向上し、SAが目的化している状況において、Uターン可能な機能も求められる。

ETCデータ（出入口管理）に基づいた検討が中心となっているが、プローブデータを利用すれば、より詳細な利用者の個別経路データの取得が可能であり、スマートICの利用状況のみならず、運用方法などの施策についても大きな参考となると考えられる。

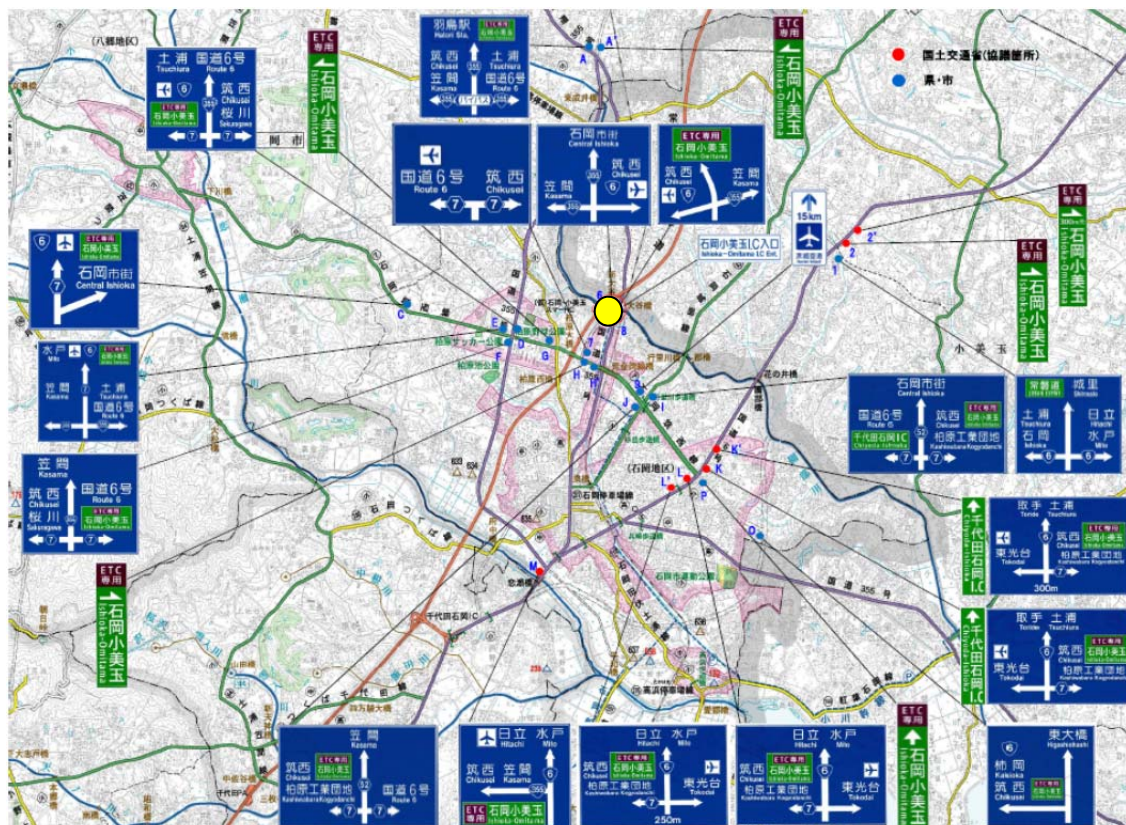


図 3.8.1 石岡・小美玉スマートIC周辺の一般道における案内看板の設置位置
(黄色：スマートIC)

第3章 参考文献

- 1) Tsukada, Y., Matsuda, W., Hamaya, K. (2006) : Research on the Effect of Flexible Toll Measure and Optimal Layout of ICs for the Expressway Network, The 12th REAAA Conference, CD-ROM
- 2) Tsukada, Y., Sakai, H., Kikuchi, H. (2013): Comprehensive Analysis of the Factors Affected to Traffic Volume and the Time Series Change of Smart ICs, The 10th International Conference of EASTS
- 3) 家田仁(2001): 高速道路のIC間隔計画問題の素朴な定式化～地方部の広域生活圏のモビリティ向上に向けた補助的メモ～, 土木計画学研究・講演集, Vol.24 (2)

- 4) 家田仁、国久荘太郎、大熊久夫 (2001) : 地方部における高規格道路の利用と地域連携、土木計画研究・講演集、Vol.24
- 5) 岩田武夫、五嶋正明(2005) : スマートインター社会実験、研究レポート、道路新産業開発機構
- 6) 大橋昭宏, 青木孝義, 小浜芳朗(2005) : 高速道路のインターチェンジ勢力圏域モデルに関する研究, 都市計画論文集, No. 40-2
- 7) 大原大志、家田仁、林達朗 (2001) : 地方部の高速道路選択行動のモデル化とアクセス性向上の効果検討、土木計画学研究・講演集 Vol.24
- 8) 川本茂、木本満、泉保孝(1982) : 都市間高速道路の転換率に関する実証的研究、高速道路と自動車、Vol.25, No.10, pp.38-48
- 9) 北川久、太田勝敏(1986) : 都市高速道路転換式に関する考察、高速道路と自動車、Vol.29, No.10, pp.20-31
- 10) 国土技術政策総合研究所 (2004) : スマート IC 機器仕様書 (案)
- 11) 国土技術政策総合研究所 (2013) : セカンドステージ ITS によるスマートなモビリティの形成に関する研究、国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告、第4章
- 12) 国土交通省関東地方整備局 (2012) : スマート IC 整備効果調査資料、2012
- 13) 国土交通省道路局 (1999) : スマートウェイ推進会議提言、スマートウェイの実現に向けて、～21世紀にふさわしい社会インフラの早期整備を～
- 14) 国土交通省道路局 (2000) : 道路審議会、有料道路部会取りまとめ
- 15) 国土交通省道路局 (2005) : 「使える」ハイウェイ推進会議提言、「使える」ハイウェイ政策の推進に向けて
- 16) 国土交通省道路局 (2006) : スマートインターチェンジ [S A ・ P A 接続型] 制度実施要綱スマートインターチェンジ (スマート IC)
- 17) 国土交通省道路局 (2009) : スマートインターチェンジ(スマート IC)[高速道路利便増進事業]制度実施要綱
- 18) 国土交通省道路局 (2013) : 国土道路幹線部会資料
- 19) 国土交通省道路局 : http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/smart_ic/
- 20) 駒寄スマート IC 地域協議会資料
- 21) 酒井秀和、塚田幸広 (2013) : スマート IC の利用交通量に与える要因及び経年的変化に関する分析、土木計画学研究・講演集、CD-ROM
- 22) 静岡県ホームページ : <http://doboku.pref.shizuoka.jp/ensyu/> (遠州豊田スマート IC)
- 23) 高橋清、西野健、家田仁、須永大介 (2003) : 地域特性からみた高速道路利用実態とその政策評価に関する研究、土木計画学研究・講演集 (CD-ROM) Vol.27
- 24) 武部健一、柳沢祥子(1990) : 高速道路のインターチェンジと交通需要の関係、高速道路と自動車、Vol.33, No.2, pp.24-32
- 25) 友部スマート IC 地域協議会資料

- 26) (社)日本道路協会(2004):道路構造令・同解説と運用、第五章
- 27) (社)日本土木工業協会(編)(1999):次世代社会インフラ ITS(高度道路交通システム)
「スマートウェイの推進に向けて」
- 28) 兵藤哲朗(2002):交通需要予測の課題と展望 新しいデータ、新しいモデル、そして需
要予測不信 、交通工学、Vol.37, No.5, pp.15-21
- 29) 那須高原スマート IC 地域協議会資料
- 30) 濱谷健太,塚田幸広,酒井秀和(2005):スマート IC 社会実験の利用実態とその要因に関
する分析,土木計画学研究・講演集,Vol.34, CD-ROM
- 31) 星野哲三(1988):日本道路公団高速道路転換率式のロジック型化、高速道路と自動車、
Vol.31, No.4, pp.21-31
- 32) 松川寿也、中出文平、樋口秀 (2010):スマートインターチェンジ周辺の土地利用規制誘
導方策、日本建築学会編、学術講演便概集、F-1,都市計画・建築経済・住宅問題
- 33) 宮川雅至 (2006):時間圏域を用いた高速道路インターチェンジ間隔の評価,都市計画論
文集, No.41-3, pp.175-180
- 34) 森地茂、屋井鉄雄、岡本直久(1990):環境影響を考慮した高規格道路ネットワーク整備
に関する研究、土木計画研究・論文集、No.8, pp.201-208
- 35) 山本剛 (2013):スマートインターチェンジの整備が周辺地価に与える影響についてー距
離・土地の用途地域・供用後経過年数から見た考察 、政策研究大学院大学
- 36) 吉田正、海老剛行、今村崇 (1999):ITS が創造する社会と街づくりに関するスタディ
都市施設、道路施設などへの ITS 導入に関する研究報告 、第 22 回土木計画学研究・講
演集
- 37) 吉田正 (2002):ITS を活用したスマート IC の機能及び効果に関する基礎研究、土木
学会年次学術講演会
- 38) 吉田正 (2003):ITS を基礎とする社会資本整備の変革とその計画の評価手法(学位論文)
- 39) 吉田正 (2006):スマートインフラの挑戦 ITS が社会資本革命の起爆剤となる!!、山海
堂
- 40) 渡辺隆、森地茂、田村亨、倉林靖夫(1986):我が国の高速道路計画に関する 2,3 の考察、
土木計画学研究・講演集、No.8, pp.235-242

第4章 IT技術を活用した料金施策の効果に関する実証的検証

第4章 IT 技術を活用した料金施策の効果に関する実証的検証

4.1 はじめに

我が国では、一般道から高速道路に交通の転換等を促進することによって高速道路の有効利用を図るとともに、一般道における沿道環境の改善や渋滞緩和、交通安全対策などを推進するために全国的に「多様で弾力的な料金割引社会実験」を実施した。その後、料金割引制度の本格的に導入した。

第4章では、高速道路の交通マネジメントの一環として、交通の転換と収益の両面から効果的な料金施策を提示することを目的とした。第4章では、まず我が国における料金施策に関する審議会等の提言と制度の経緯を整理する。また、国内外におけるミクロ経済学的、渋滞緩和等に関する実験的アプローチ、さらに料金弾性値の観点から料金施策の既往研究をレビュー・整理する。次に料金割引による渋滞緩和等の効果を明らかにする。さらに、料金割引に伴う高速道路への転換交通量の変化の程度を料金弾性値により整理・分析する。

これらの検討にあたって、料金割引社会実験の中から交通量、沿道環境変化等の実測データが観測できた複数事例を抽出し、その効果を明らかにする。また、社会実験単位毎及びICペア毎に観測された車種別の料金割引率に対応した高速道路の交通量の実測データにより料金弾性値を算出するとともに、料金弾性値と料金割引率、一般道とICとのアクセス距離、並行する一般道の混雑の程度等のパラメータとの関連を重回帰分析により検討する。さらに、第2章の欧米での料金施策に関する交通マネジメントを参考に、ITを活用した効果的な料金施策を考察する。本章における構成は以下の通りである。

- 4.1 はじめに
- 4.2 我が国の料金施策の経緯と動向
- 4.3 料金施策の既往研究のレビュー
- 4.4 料金割引社会実験に基づく渋滞緩和効果等の整理
- 4.5 料金弾性値に関する分析
- 4.6 第4章のまとめ

4.2 我が国の料金施策の経緯と動向

本節では、まず、我が国の有料道路の制度における、近年の料金施策に関する議論の経緯をレビューする。

1997(平成9)年道路審議会中間答申において、「ロードプライシング等交通誘導を目的とした料金施策の幅広い議論と検討」が提言され、その後、2002(平成14)年有料道路政策研究会中間とりまとめでは、ETCの活用した多様で弾力的に料金を設定するしくみの本格的な導入について記述されている。具体的には、時間帯や曜日、路線別の利用実態に応じた多様で弾力的な料金の本格的な導入と採算に与える影響や利用状況の変化等その効果を測定するた

めに一定期間社会実験の実施を提言しており、一般道路の環境対策や渋滞対策、交通量の少ない既存の有料道路の有効活用に配慮した料金設定、ETCの更なる普及等、その後の料金割引の社会実験の方向性を示している。

また、2003(平成15)年道路関係四公団民営化の基本的枠組みの中では、ETCの活用等により弾力的な料金を積極的に導入し、各種割引による料金の引き下げ、さらに、2007(平成19)年有料道路部会中間とりまとめにおいては、「高速道路・一般道路の道路ネットワーク全体の交通の最適配分と外部不経済の軽減の視点が重要」、「料金社会実験を通じてデータを蓄積し、料金弾性値等を含め、効果の検証・分析を行い、適正な料金を設定」、「都心通過交通の抑制のための環状道路への誘導料金の検討」と現在の高速道路ネットワークの運用のあり方へ継承される提言を示している。

2007(平成19)年「道路特定財源の見直しについて」(政府・与党合意)では、高速道路の有効活用、機能強化策として「料金引下げ及びスマートICの増設等による既存高速ネットワークの活用、機能強化」のため、「10年間2.5兆円の範囲で機構の債務を国が継承」を明らかにしている。2011(平成23)年には、東日本大震災の経験から、高速道路と並行する国道などとの相互補完、ITを活用した料金政策等交通需要マネジメント等について方向性を示している。直近では、2013(平成25)年に国土幹線道路分科会中間答申で「整備重視の料金」から「利用重視の料金」への政策転換を図り、また料金施策については、これまでの料金割引をレビューし、利用者の行動変化を引き出す割引に限定するとともに、管理主体を超えたシームレスな料金体系やETCの標準装備を提言している。

この国土幹線道路部会中間答申(2013.6.25)において、本研究のITを活用した料金施策に関連する箇所を抽出して、以下に引用する。

GPS,ETC等、新しい技術の可能性を認識し、その活用により高質なサービスを提供する次世代インフラへの進化。

ITの活用を視野に、一般道路と高速道路、管理主体といった枠を超えたシームレス化を加速し、交通流動の最適化。

弾力的な料金施策などによる交通流動の最適化。

料金割引は、利用者の行動の変化を引き出せるものに限定し、分かりやすく、シンプルなものとすべき。

ICTの活用により渋滞発生状況や事故による通行止めの状況など、リアルタイムでの道路上の車両走行データに基づき、状況に応じて弾力的に料金を変動させることが可能となり、環状道路の利用促進や事故等による交通障害の回避促進などの道路交通の効率化、大型車の道路利用の適正化など、大都市圏における円滑かつ柔軟な交通流動を実現することが可能。ICTの開発を積極的に進め、その導入を図る必要。PDCAサイクルを導入し、事前に料金割引の効果の程度や周辺道路や他の交通機関への影響の程度などを予測・公表するアセスメントの実施。

図 4.2.1には、我が国のこれまでの有料道路に関する審議会の答申の要旨を整理する。

図 4.2.2には、高速道路3社の年間の走行台キロと料金収入（税抜）の推移（国土幹線道路部会（2013）資料）を示すが、全体的に料金割引の導入によって高速道路の走行台キロが伸びる一方、料金収入が減少していることがわかる。2004(平成16)年から平成19年までは通勤や深夜割引の影響で走行台キロが僅かながら増大し、また料金収入も増加している。しかしながら、2008(平成20)年の地方部における普通車以下を対象として休日昼間5割引導入を境に、料金収入の減少傾向が顕著であることが伺える。そこで、2008年前後の傾向を比較すると、2003(平成15)年から2007(平成19)年の間では、走行台キロで7%、料金収入の減収は僅かに0.4%であるのに対して、2008(平成20)年と2011(平成23)年の間では、走行台キロの伸びが19%に増進している一方、料金収入が大きく15%減じていることが分かる。このような実態が、先に述べた「利用者の行動変化を引き出す割引に限定する」という料金割引の制度の見直しの背景でもある。



図 4.2.1 これまでの有料道路に関連する審議会答申の要旨

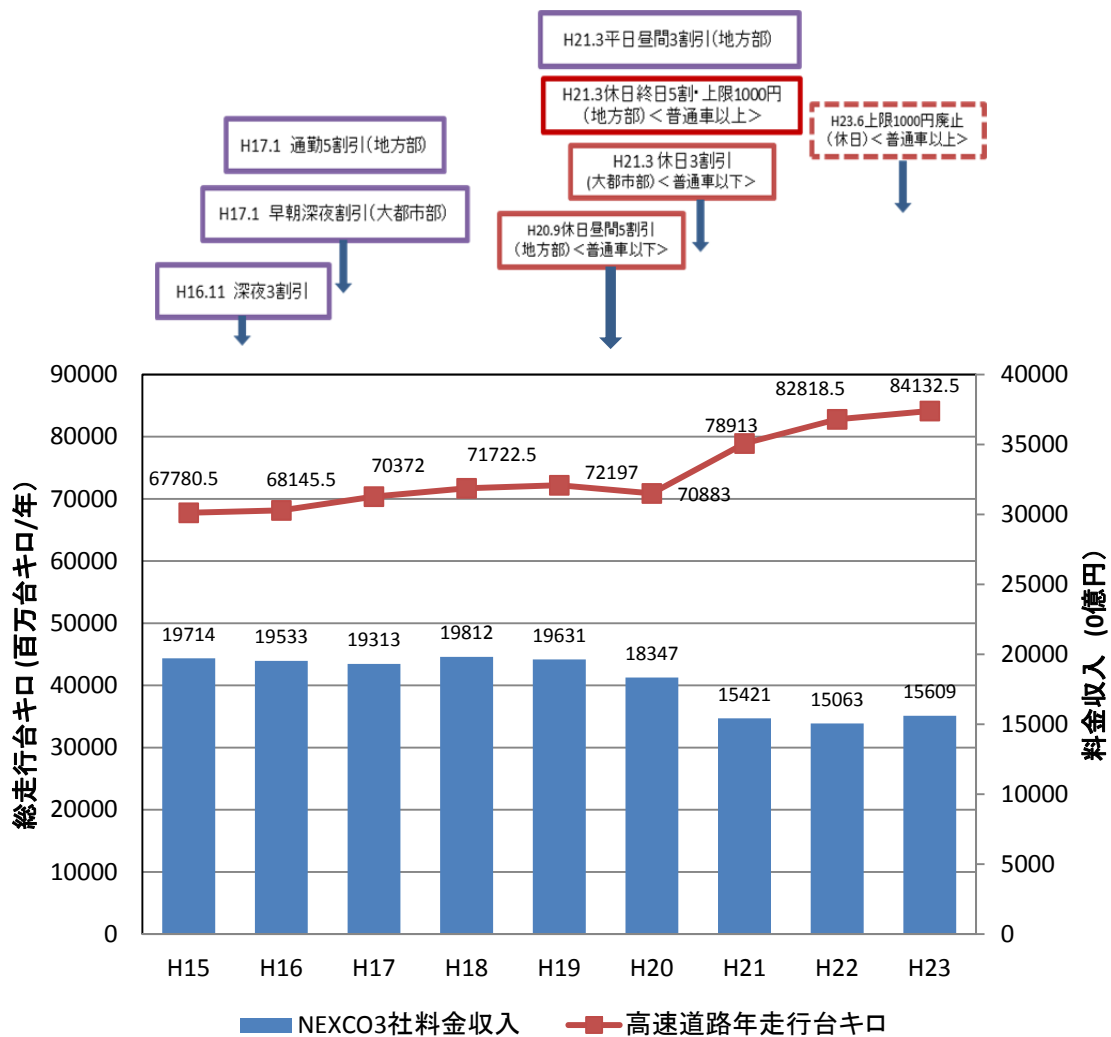


図 4.2.2 NEXCO3社の割引と料金収入の経緯 (国土幹線道路部会資料に加筆修正)

4.3 料金施策の既往研究のレビュー

4.3.1 ミクロ経済学の視点からの既往研究

混雑課金に関して、ミクロ経済モデルによる「有料」と「無料」が並行する区間の社会的便益に関する研究は、1990年代前半から多数ある。例えば、Shmanske(1991)は、利用者の時間価値値が違うことを想定して望ましい料金設定を分析した結果、2つの料金設定をする方が混雑による社会損失が少ないことを示した。

また、Small & Gomez-Ibanez (1998)は、混雑料金に関して13の実例を評価した。結果、全体的に見て、2~3ドルの混雑料金で交通量が20%以上減少していることを示した。さらに、Small & Yan(2001)は、並行する有料と無料道路と異なる時間価値を持つ2つグループを仮定した場合、グループ間の時間価値の差が大きいほど、全体の社会的

便益も増加することを示した。

(1) Small & Yan 論文概要

レビューした既存研究の中で、Kenneth A. Small と Jia Yan が 2001 年に発表した”The Value of “Value Pricing” of Roads: Second-Best Pricing and Product Differentiation”(以下 Small&Yan (2001)) は、高速道路(有料道路)とそれに並行する一般道における合計の社会的便益を最大化する料金設定を提案していることから、本研究における一般道路から並行する高速道路への道路交通の転換あるいは、交通状況においては高速道路から一般道路への転換を図るといふ我が国の料金施策に関連して、社会的便益を分析するのに適したモデルを提供していると考えられる。以下には、Small&Yan (2001) の論文の概要を述べる。

a) モデルの概要 (図 4.3.1 参照)

- ・ ある 2 地点を結ぶ道路 A・道路 B に 4 通りの料金を設定し、社会的便益を比較する。
- ・ 道路利用者を、異なる時間価値を持つグループ 1 とグループ 2 に分類した。

b) 前提条件

- ・ ある 2 地点を結ぶ道路 A と道路 B を想定する。
- ・ 道路 A と B は同じ長さであり、規制速度も同じである。
- ・ 道路 A と B に 4 通りの料金を設定する(表 4.3.1 参照)。
- ・ それぞれの料金シナリオにおける社会的便益を推計する。

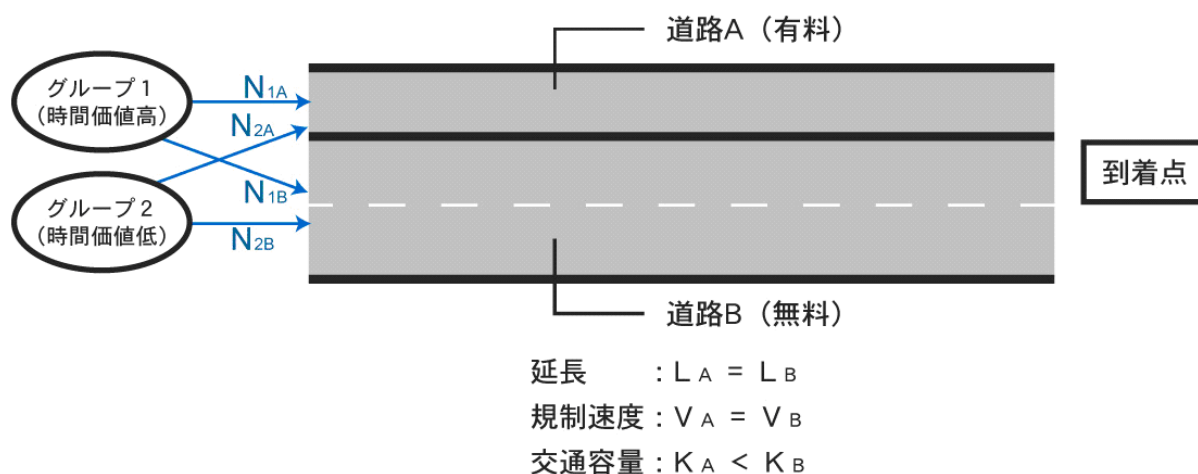


図 4.3.1 Small & Yan モデルの道路イメージ

c) 変数とアウトプット (表 4.3.1 参照)

変数として、 有料道路の料金水準と グループ間の時間価値の差を設定する。また、アウトプットとして、 両道路における旅行速度、 社会的便益 (消費者余剰の増分) を算定する。

表 4.3.1 料金の設定方法 (Small & Yan (2001))

First Best	FB	道路 A, B の両方に課金可能な際の効用最大化の料金を課金。(Marginal Cost Pricing)
Second Best	SB	道路 B は無料。 道路 B を無料した際の効用最大化の料金を道路 A に課金。
Third Best	TB	Second Best と同様だが、課金されている道路 A の交通量に一定の制約をかける。
Profit Maximizing	PM	道路 B は無料。 道路 A の課金額を、収入が最大になるように設定する。
No Toll	NT	どちらのレーンも無料。

d) 結論 (図 4.3.2 参照)

- ・ 両方の道路に課金できる FB が最も大きい社会的便益を生む。
- ・ TB、PM の課金では、無料の場合よりも社会的便益が減少する。
- ・ グループ間の時間価値の差が大きいほど、社会的便益が増大する。
- ・ SB (道路 A 有料、道路 B 無料) の場合、グループ間の時間価値の差が大きいほど、全体の社会的便益も増加することが示された。

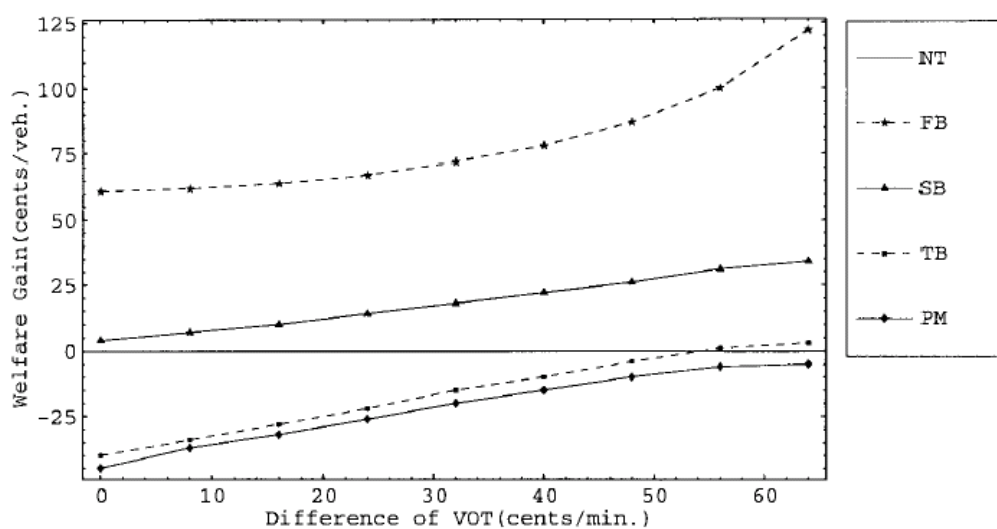


図 4.3.2 グループ間の時間価値を変化させた場合の社会的便益の変化 (Small & Yan (2001))

(2) 利用均衡モデルによる実現現象の検証研究

根本ら(2006)は、Small & Yan(2001)のモデルをベースにして、常磐道の社会実験の実現象の再現を試行している。

高速道路、一般道路のQ-Vを社会実験に測定値で調整、高速道路の増加交通分は、全て並行する一般道からの転換等の仮定に基づき考察しており、パラメータの設定条件を精査することにより、料金変化に伴う交通現象の傾向を把握可能であるとしている。シミュレーションの結果、高速道路の通行料金を割引くと総交通費用が削減され、便益が発生し、便益は減収増補額を上回ること、混雑が激しい場合は通行料金を上げる方が総交通費用は小さくなることも示唆している。

但し、本分析に関して、一般道から高速道へのアクセスの影響が考慮されていない、需要は一定で一般道路の減少値と高速の増加値が同一と仮定している、高速道路と一般道の各々Q-V値と計測値による補正が必要である等の課題も明らかにしている。

(3) 料金割引に関するデータに基づく社会的便益に関する既往研究

森杉ら(2009)、森杉ら(2012)は、高速道路料金収入に加えて燃料税収の公的財源を想定して、財源調達による厚生損失を考慮した上で社会的純便益が最大になる料金を試算しており、試算結果として、公的資金の限界費用が高いほど、燃料税率が高いほど、また料金弾性値が小さいほど最適利用料金が高いという結論を導いている。逆に、料金弾性値が大きい道路では最適料金を小さくすべきである。さらに、混雑している高速道路の場合、料金を高く、並行する一般道路が混雑している場合、料金を低くすべきとの結論を導いている。

三好(2013)は、東名高速道路を対象として、消費者余剰アプローチに基づく費用便益分析により、料金割引の効果を検証している。実際の交通量データ(ODデータ)を用いて、消費者余剰アプローチに基づく費用便益分析(料金割引の有無: with or without)した結果、需要の価格弾力性に関しては先行研究より大きい弾力性が算出されている。東京を起点とした分析では、正の社会的純便益をもたらしていること、料金割引の有無(with or without)を比較した場合、社会的純便益が料金収入の減少分を上回る程大きいこと等の結論を導いている。

浅田ら(2013)は、高速道路(東名、関越、中央)の高速道路ODデータ(ETCによる車種、IC-OD、乗車・降車時間、料金)に基づく、需要関数の定式化を試み、需要の価格弾力性の推定、高速道路のトラカンデータ(交通量、速度)による速度関数の推定、「上限1000割引」による社会的便益、費用の増減を試算している。試算の結果、三路線合計で3,000万円(日曜日1日当たり)の純便益増、東名・関越が中央より高い便益があると試算している。

4.3.2 料金割引による渋滞緩和等に関する既往研究

松本ら(2004)は、新潟都市圏の国道7号「新新バイパス」の混雑を解消するため、日本海東北自動車道の料金引き下げた社会実験のデータに基づき、均衡配分手法を使用して需要予測と最適料金設定を行っている。結果は、料金割引率が上がるほどバイパスから高速道路への

転換が進むが、同時にバイパスへの周辺道路からの流入も増加し、合計走行台キロが増加すると結論を導いている。具体的には、走行台時間は7.5割引で最小化し、料金収入からは、50%程度が最適となるとしている。

ビュン・ワンヒラ(2003)は、ドライバに到着時刻制約が強いグループと弱いグループの2つのグループを仮定し、通行料金及びグループの構成比率の変化が交通流状況に与える影響をシミュレーションにより最小所要時間を与えるグループ比率と通行料金を分析している。その結果、到着時刻制約が強いドライバ比率が増えるにしたがって通行料金を高くすることが、最小平均所要時間最小化につながることを示している。この分析結果は、Small & Yanの研究結果とも符号する。

金子ら(2012)は、新潟県内5路線を対象として、休日昼間割引、休日上限1000円、休日特別割引の実施期間における日交通量の変動を分析している。その結果、休日昼間割引は前年と比較して、交通量の変動にあまり影響が認められない。一方、休日上限1000円においては、前年と比較して3割以上の増加が認められる。休日上限1000円期間における1台当たりの走行距離は最大74.1キロ/台(割引前の67.0キロ/台が最大)と増加している。休日上限1000円、日東道の無料化期間中と終了後と比較すると、2割以上の日交通量の減少が認められる。日東道はさらに大きい減少が認められる。ユーザーに対するアンケート調査の結果、「シンプルな割引」、「利用距離に応じた割引」等への要望が多い。割引率については、50%で利用意向が大幅に増加する傾向が認められる(既存の割引率の影響)。50%を超える割引に対する利用意向は必ずしも高くないとの結論を得ている。

また、Salonら(2012)は、料金施策による走行台キロ(Vehicle Mileage Traveled)の減少の与える影響要因を抽出して、これまでの報告事例をもとに影響度合をレビューしている。影響要因として、ロードプライシングを取り上げ考察している。次の ~ のロードプライシングに分類し、事例研究している。

- 有料道路の区間通行料金、有料橋等の箇所通行料金
- あるコーンラインを超えてある区域に進入する際の料金
- 対距離料金(通行距離に応じた額を支払い)
- 対時間料金(使用した時間に応じた額を支払い)

Salonら(2012)の論文の中では、上記、に関する事例は多く、例えば、Burrisら(2001)により、料金弾性値として、0.1~0.45の範囲の値が報告されているとしている。また、料金弾性値に対して、代替路としての無料道路の近傍における有無、他の交通モードの代替性、トリップ目的、代替路の混雑度合等の地域的条件が影響を与えることを示唆している。

コーン課金に関しては、ヨーロッパにおける5都市での事例から複数の論文により、12%から22%の交通減少が報告されている。シンガポールでは、コーン課金に10%毎に交通量が2~3%減じていることが示されている。

コーンラインにおける通過交通の減少量は、課金により他のルートや目的地の変更を誘導するため、迂回路交通も発生し区域全体の走行台キロの減少量と直接的に関連つけられな

いとしている。例えば、ロンドンの混雑課金の実施により課金ゾーンを通過する交通量は 1/4 に減じたが、周辺の区域の渋滞が増加したことの報告例があるとしている。

この他に、米国における 5 セント/マイルの課金に対して 10%の走行台キロの減少が確認されたサクラメントの事例や、10 セント/マイルの課金に対して 14.5%の減少が確認されたワシントン D.C の事例が報告されている。

Wuestefeld ら (1981)によると、料金割引による一般道から高速道路への転換の程度は、トリップ目的、トリップの頻度、代替路としての一般道路の有無、旅行距離等が影響を与えているとしている。また、Hirschman(1995)によると、代替路の一般道のサービスレベルが良い場合ほど、料金に対して敏感であると導いている。

これらの既往研究から、一般道路から高速道路への転換に関して、一般道の有無及び一般道のサービスレベルが料金弾性値に大きく影響を与えることを示している。Gifford ら (1996)によると、一日だけの料金値上げの影響は一週間程度まで続くことが報告されている。また、Burris ら (2001)によるとフロリダ州に有料橋の非ピーク時の料金割引への反応を分析して、時間に応じたプライシングの有効性を論じている。

4.3.3 料金弾性値に関する既往研究

(1) 料金弾性値の種類

有料道路の料金施策の効果と妥当性を評価する指標として、料金弾性値がある。山内(1987)は、料金弾性値に関して、「社会的な総余剰を最大化するための料金設定においても重要な指標」と述べている。また、谷下(2005)もまた、「料金の値上げもしくは値下げしたときに、利用者がどのように行動を変化させるかを把握しておくことはきわめて重要であり、これを表す指標」と述べている。

本研究では、4.5において、料金変化に対する需要変化を巨視的に把握する指標として料金弾性値に着目し、社会実験による詳細なデータに基づく統計分析を通じて、料金弾性値の規定要因を抽出し、包括的な考察を行う。すなわち、4.5.2において社会実験単位での分析と4.5.3においてインターチェンジ(IC)ペア単位での分析を行い、我が国における多様で弾力的な料金施策の実効性を検証するものである。

表 4.3.2には、料金弾性値の算定手法の種類と特徴を整理する。表に示すとおり、算定方法には、料金変動に伴う交通量の計測値による簡便・直接的算定とGDP、ガソリン価格等のパラメータから計量経済的手法による算定に区分できる。表に示すとおり、前者はモデル化を伴わないため、分析者の主観的判断が入りづらい一方、後者はパラメータの選定に留意する必要があること等の指摘がある。

本研究では、全国における料金割引社会実験から得られた実験前、実験中の高速道路の料金の变化に伴う交通量等のデータが得られていることから、4.5に述べるように計測値による簡便・直接的算定を用いている。

なお、料金弾性値は、通常負の値で算定されることから、本研究においては正の値に置き

換えて示すこととする。

表 4.3.2 料金弾性値の算定手法の種類と特徴

算定の種類	概要	利点	課題
計測値による簡便・直接的算定 (本研究の算定手法)	料金変化の前後の交通量を用いて料金弾性値を算出。	<ul style="list-style-type: none"> ・実測値を用いて算定式により簡単で簡便かつ直接的に求めることが可能。 ・料金の変化による影響をだけを考慮できる。 ・モデル化を伴わない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・料金に対応した交通量の実測値が必要。 ・価格変化の幅の適用範囲が不明。 ・月変動、ガソリン価格等の他の影響が含まれない。 ・物価等の影響を分離できない。
計量経済的手法による算定	需要関数の推定を行い、料金弾性値を算出。	<ul style="list-style-type: none"> ・料金変化による需要の変化を引き出すことが出来る。 ・長期的傾向のシュミレーションに適用可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モデル化を伴うため、GDP、ガソリン価格等関連のパラメータの選定が重要 ・長期間の時系列データが必要となるためデータ整備及び推計に手間がかかる。

(2) 高速道路の料金弾性値に関する既往研究

我が国においては、旧道路公団において、東名、名神高速道路等の主として路線毎に料金改訂時に料金値上げが交通量に与える影響に関して料金弾性値を用いて評価した既往研究がある。また、国外においては、高速道路の路線、有料橋等の個別箇所における料金の改変に伴う需要の変化に関する分析事例、あるいは、Matas ら(2003)、Litman (2009)のように複数の事例、研究による料金弾性値を収集し、総括的に論じている研究がある。

1) 国内の高速自動車国道における料金弾性値の既往研究

山内(1987)は、東名および名神高速道路の車種別料金弾性値を回帰分析により算出している。得られた料金弾性値は0.2~0.3程度であり、普通車の方が大型車よりも大きいことを示している。

白石(1980)は、昭和50年以降の高速道路の交通量の推移を整理し、変動をマクロ的モデルにより分析している。料金弾性値については、回帰式から求め50年と54年で比較し、概ね0.43から0.59上昇していることを示している。また、実績値による弾性値は、モデルによって推定した値より高くなっていることを示している。これらの結果から、一時点のみで弾性を評

価することはばらつきがあり、交通量と料金水準に関して両対数型モデルの推定が必要であることを示唆している。

山上(1991)は、高速道路の交通量とGNP、鉱工業生産指数、トラック輸送量等との相関関係を分析している。計量分析の結果、GNP1%の伸びに対して、交通量が1.40%の増加が認められる。特に鉱工業関連指数とトラック輸送量は交通量との相関が高く、鉱工業生産指数の上昇率1%に対して交通量0.62%、実質消費支出の上昇率1%に対して0.65%の増加が認められる。また、高速道路の交通量と料金水準との関連に関しては、明確な関連が認められないが、名目料金水準で比較すると、料金改定時点における交通量の伸びに鈍化が見られ、高速道路の名目料金水準の上昇率1%に対して、交通量減少は0.1%と小さいことを示している。

梶川(1999)は、東名高速道路の交通量と景気動向、経済指標との相関を分析している。その結果、民間最終消費支出との相関が最も高く、民間最終消費支出1%の伸びに対する交通量の増加率は0.90となっている。また、次いでGDPに関しては、回帰分析の結果、GDP弾性値(GDP1%の伸びに対する交通量の増加率)は0.93と、民間最終消費支出とほぼ同じである。一方、料金改定の影響についての回帰分析の結果、必ずしも明確な関係は見られなかった。理由として、1995年4月の改定が景気の上昇期に実施され、比較的速やかに景気上昇に吸収されてしまったと推定している。実質的な料金弾性値を推測すると0.39と算出している。

谷下(2005)は、20年程度の長期の月別データをもとに都市間高速道路の交通量における短期及び長期の料金弾性値を季節変動、沿道県民総所得、燃料価格路線延長とを関連させて論じている。具体的な定式化は、季節変動を考慮した対数線形の式とし、パラメータの推計に当たっては通常最小2乗法を用いている。

短期的な料金弾性値については、以下の考察をしている。

短期的な料金弾性値は、関東と関西を結ぶ路線で0.2~0.3、関東から北に延びる路線では0.3~0.4、関西から西にある路線では0~0.2である。

路線長が長いほど料金弾性値は大きくなる。この考察は、要因として、路線長が長いほど代替経路が多いことをあげている。

東日本の高速道路においては路線長当たりの交通量(台数)の増加するにつれて料金弾性値は小さい。

交通量が最大の月と最小となる月の交通量の比率(月変動)と料金弾性値は正の相関が認められる。月変動が大きい路線ほど、料金弾性値が高いと考えられる観光目的のトリップの比率が高いとできる。

上記の考察については、Matasら(2003)のスペインの有料道路で行った推定結果と同じである。また、この考察の傾向は、混雑している路線ほど弾性値は小さいという、先行研究と合致する結果である。

長期的な料金弾性値については、平日・休日の交通量比の相関が認められる。休日の比率が高い路線ほど料金弾性値が高い。これは、観光、レジャーの影響と推察している。ここで、長期とは、長期的に交通量が変化しなくなった時点までの間を称し、料金改定後の交通量の

収束値と改訂が前の収束値から弾力性を計算している。

また、Holguin-Verasら(2005)は、ニューヨークとニュージャージーにおけるE-passを用いた時間帯別料金制度について、料金弾力性が0.31~1.97(平日)、0.55~1.68(土日)というデータを示しており、また大型車の方が乗用車と比較して非弾性的と報告している。

2) 国外における料金弾力値に関する既往研究

Matas & Raymond(2003)は、スペインにおける18年にわたる有料道路の断面交通量等の観測結果から、短期及び長期にわたる料金弾力値に与える説明変数(要因)等について、重回帰分析により分析している。なお、表4.3.3において、料金弾力値は負の値となっているが、本論文では、符号を逆にして正の値として取り扱っているため、留意されたい。

また、重回帰分析では、対数を取り相関関係を分析している。目的変数(Y)として説明変数として、GDP、ガソリン料金(GP)、有料料金MT、前年度交通量その他、ダミー変数を設定している。

$$\ln(Y_{it}) = \beta_1 \Delta \ln(GDP_t) + \beta_2 \Delta(GP_t) + \beta_3 \Delta \ln(MT_{mit}) + \varphi \Delta \ln(Y_{it-1}) + \epsilon_{it} \quad (4.1)$$

ダミー変数は、対象となる有料道路の改築・延伸(正の影響)、並行する一般道路の改築(負の影響)等の変化に影響する年度に関連させている。

式(4.1)において、 β_1 は短期的弾力性と関連している。長期弾力性は $\beta_1 + \varphi$ 。重回帰分析の結果は以下の通り。

重回帰分析の結果、GDP、ガソリン料金、対距離料金等の変数の影響が大きいが、道路ネットワークの変化が最も重要な要素である。

高速道路路線、区間毎に、ほぼ同じ料金弾力値を持つ傾向にある。

交通量の多い区間(コリドー)では、非弾性的であると示している。これは、交通量が多いため、料金による交通量の変化量の与える影響は小さいものと考えられ、後述する本研究の分析結果ともほぼ同様の結論である。

代替とする一般道路の状況が良いと、高速道路からの転換交通が多い。逆に、一般道の渋滞、定時制等サービス水準が低いと高速道路への転換が図れ、料金弾力値が高いことを示唆するものと考えられ、本研究の分析とも符号する。

表 4.3.3 Matas ら(2003)による料金弾性値のレビュー

Authors	Results	Context
Wuestefeld and Regan (1981)	Roads between -0.03 and -0.31 Bridges between -0.15 and -0.31 Average value = -0.21	16 tolled infrastructures in the U.S. (roads, bridges, and tunnels)
White (1984), quoted in Oum et al. (1992)	Peak-hours between -0.21 and -0.36 Off-peak hours between -0.14 and -0.29	Bridge in Southampton, UK
Goodwin (1988), quoted in May (1992)	Average value = -0.45	Literature review of a number of previous studies
Ribas, Raymond, and Matas (1988)	Between -0.15 and -0.48	Three intercity motorways in Spain
Jones and Hervik (1992)	Oslo -0.22 Alesund -0.45	Toll ring schemes in Norway
Harvey (1994)	Bridges between -0.05 and -0.15 Roads -0.10	Golden Gate Bridge, San Francisco Bay Bridge, and Everett Turnpike in New Hampshire (U.S.).
Hirschman, McNight, Paaswell, Pucher, and Berechman (1995)	Between -0.09 and -0.50 Average value -0.25 (only significant values quoted)	Six bridges and two tunnels in the New York City area, U.S.
Mauchan and Bonsall (1995)	Whole motorway network -0.40 Intercity motorways -0.25	Simulation model of motorway charging in West Yorkshire, UK
Gifford and Talkington (1996)	Own-elasticity of Friday-Saturday traffic -0.18 Cross-elasticity of Monday-Thursday traffic with respect to Friday toll -0.09	Golden Gate Bridge, San Francisco, U.S.
INRETS (1997), quoted in TRACE (1998)	Between -0.22 and -0.35	French motorways for trips longer than 100 kilometers
Lawley Publications (2000)	-0.20	New Jersey Turnpike, U.S.
Burris, Cain, and Pendyala (2001)	Off-peak period elasticity with respect to off-peak toll discount between -0.03 and -0.36	Lee County, Florida, U.S.

注) 上記の表において料金弾性値は負の値であるが、本研究では正の値として取り扱っている。

また、表 4.3.4 の料金弾性値を 4 段階（低い弾性値で相関係数 $0 \sim 0.3$ 、中位の弾性値で相関係数 $0.3 \sim 0.4$ 、中位の弾性値で相関係数 $0.4 \sim 0.6$ 、高い弾性値で相関係数 0.6 以上）に分けて、重回帰分析を実施し、長期的弾性値は短期のそれと比較して 1.58 倍であることを示している。対数パラメータは 0.366 となっている。さらに、料金弾性値に与える要因として、代替路の走行状態が良ければ、弾性値が高い。（一般道へ転換しやすい）一般道の大型車混入率が高い程、非弾性的である。（大型車によるドライブ走行性等への交通障害が影響する）路線延長が長い高速道路ほど、弾性値が高い。（距離に応じて料金が加算されるため、料金総額に対して敏感になると考えられる）観光地域は非弾性的である。（観光、レジャーに関しては料金感覚が鈍い）この見解は谷下（2005）による結果と相反する結果となっている。

表 4.3.4 料金弾性値の短期・長期の比較 (Matas ら(2003))

TABLE 7 Estimated Probabilities

Motorway group elasticity	Baseline	10% increase in speed on alternative road	10% increase in heavy vehicles on alternative road	10% increase in section length	Tourism dummy = 0
Low	0.522	0.410	0.574	0.500	0.121
Middle-low	0.415	0.484	0.377	0.430	0.498
Middle-high	0.060	0.100	0.047	0.067	0.323
High	0.003	0.006	0.002	0.003	0.058

Note: The baseline values taken by the explanatory variables are: speed = 88.9 km/hr; percentage of heavy vehicles = 24.9%; section length = 23.4 km; and tourism dummy = 1.

Matas ら(2003)による研究の結論をまとめると以下のとおりであり、料金弾性値による評価に関して多くの示唆を与えているものと考えられる。

経済成長期には GDP の伸び以上に高速道路の交通の伸びが大きい。

交通需要は、GDP に対するよりガソリン価格、有料料金への感度は大きくない。

数多くの高速道路の実績から、ガソリン料金への弾性値は - 0.3 程度である。

モデル分析の結果、平均的な統合された弾性値は、評価や予測には活用出来ない。

個々の評価結果に基づき、4つのカテゴリに分類出来る。短期的な弾性値は 0.21 (非弾性) ~ 0.83 (最大弾性値) である。これらのばらつきは、一般道の走行コンディション、高速道路の延長、観光地等高速道路のロケーションが影響していると考えられる。

一般道の渋滞が厳しい程、高速道路の定時制や時間短縮効果があり、その結果としてより非弾性的となる。(料金変化により一般道へ転換されない)

これまでの研究と比較して、料金に対する需要への感度は高い。

料金の設定次第では、高速道路と一般道の交通の配分ミスを招くことにある。

高速道路料金の割引により地域の道路交通状況の改善が見られる。高速道路の料金設定においては、周辺道路の環境コストや維持管理費の増大等を配慮しつつ全体的な効果に基づいて決定すべきであろう。

Hirschmanら(1995)は、ニューヨークに架かる橋の通行料を上げた際の通行量の変化から料金弾性値を算出している。データとして12年分の月毎を使用している。1979 - 1991の12年間でマンハッタンを出入りする通行量は約20%増加しているが、一方、TBTAの施設を活用する交通は、15%の増加に留まっている。

重回帰分析として以下の自然対数式を提案している。

$$\ln(\text{Crossings}) = f(\ln \text{ Toll} + \ln \text{ Employment} + \ln \text{ MVR} + \ln \text{ Fare} + \ln \text{ Gas} + \ln \text{ Strike} + \dots) \quad (4.2)$$

ここで、Crossings:通行量、Toll:料金、Employment:トリップ目的地による重み付けした労働者数、Fare: 運賃、Gas:ガソリン代、ストライキの有無(ダミー)

重回帰分析の結果、ほとんどの橋梁の場合、他の報告と比較して料金弾性値は、非常に低い小さく、0.5が最大で中間値は0.1を示している。また、労働者数、自動車登録数に関しては、正の高い相関が認められるが、運賃、ガソリン等の価格変動に関しては相関関係あまり認められない。結論として、今回の結果の解釈として、毎年4%のインフレのニューヨークの大都市で「料金変化があまりにも小さすぎる」こと、逆に、大幅な料金改正は通行量に大きく影響を与える可能性が高いことを示している。ただし、大幅値上げは、政治的配慮から実現性はほとんど無いとしている。

また、Litman(2009)は、既往研究の総括的に取りまとめており、ドライバは、ロードプライシングの課金に敏感である。料金弾性値には、GDP、観光客の行動、ガソリン価格、並行する道路のコンディション等の条件が複雑に関係している。これまでの報告から、短期的な料金弾性値は0.21~0.83のレンジにあり、2003年以降、ロンドンの混雑課金により、38%の交通の減少が確認されている。この結果は、専門家による予測より遙かに大きいとしている。

一方、ETCの影響を加味した分析としてFinkelstein(2009)、石井・福田(2011)が挙げられる。Finkelstein(2009)では、キャッシュレス支払い方式の浸透に伴い料金変化に対する需要側の感度が鈍るという仮説のもと、アメリカの有料道路を対象に重回帰分析により料金弾性値を推定し、0.06程度の値を得ている。また、料金弾性値に関して、 $-(0.061+0.134 \times \text{ETC普及率})$ の関係を導いており、ETC普及率に伴い料金弾性値が低下することを示した。また、石井・福田(2011)によるわが国の高速道路を対象とした実証分析結果に基づくと、一部の道路についてETCによるキャッシュレス化の影響が示唆し、Finkelstein(2009)と同様に $-(0.08+0.023 \times \text{ETC普及率})$ の関係を導いている。

(3) 料金弾性値に関する既往研究と本研究の相違点

上記の既往研究の多くは、料金弾性値の推定に際しては、GDP、燃料価格、国民あるいは県民所得、製造業諸指数等を説明変数として料金弾性値を推定する計量経済的手法を採用しているが、先に表4.3.2で整理したように、本手法はモデル化に際してパラメータの選定等に留意する必要があること等が指摘されている。これに対して、料金割引社会実験の豊富なデータに基づき料金変化の前後の料金と交通量により料金弾性値を直接算定するアプローチであることが本研究の特徴である。

また、表4.3.5に示すように、料金変化と交通量の変化の実測データに基づく既往研究においても個別路線・区間によるものが多いのに対して、本研究では、表4.3.6に整理するように、同一の国で同時期の全国数10箇所に基づくこと、料金引き上げの既往研究が多い中料金割引を対象としていること、ICペアの料金変化と交通量の変化等に注目してこと、さらに車種別に分析したこと等が既往研究との相違点である。

表 4.3.5 主な先行研究における料金弾性値

論文著者	対象有料道路	弾性率	算定法	備考
白石 (1980)	東名・名神	乗用車:0.39~0.59 大型:0.31~0.59	簡便手法による弧弾性値	1975、1979年の料金改訂時
山上 (1991)	全高速道路	0.36 月別:0.10,四半期別:0.17	簡易法 計量分析	1985~1990
高城・合津(1991)	東名,名神、中国、東北、中央(富士吉田)、中央(西宮)、東関東、関越、九州(八幡・八代)、九州(えびの・鹿児島)、宮崎、常磐	-0.08~1.09 東名 0.23,名神 0.29、中国 0.11、東北 0.18、中央(富士吉田)0.660,中央(西宮) 1.09、東関東-0.002、関越 0.32、九州(八幡・八代) 0.37、九州(えびの・鹿児島)0.61,宮崎-0.08、常磐 0.27	時系列手法(時系列解析でトレンドを求めその差を変化交通量とする手法)	1989年料金改定時
梶川 (1999)	東名	0.39 0.09	簡易法 計量分析	1995年改定
谷下 (2005)	東名、名神、中国、東北、中央、東関東、関越、九州、宮崎、常磐	0.04~0.39 東名 0.31,名神 0.17、中国 0.04、東北 0.39、中央 0.30、東関東 0.11、関越 0.36、九州 0.16、宮崎 0.16、常磐 0.37	計量分析	16~20年間のデータ
山崎・上田ら(2008)	アクアライン	0.32~0.44	応用都市経済モデル(CUE)解析	解析値
石井・福田(2012)	全国高速道路の30路線	0.22(走行キロ)、0.34(台数) -(-0.08+0.023XETC 普及率)	重回帰分析	実績値
Matas et al.(2003)	スペインの有料高速道路	0.21~0.83	重回帰分析により推定	1992-1998年の実績値
Finkelstein(2009)	米国での有料道路	-(-0.061+0.134xETC 普及率)	アンケート調査による重回帰分析	実績値に基づく解析値
Litman (2010)	米国、カナダ等の橋梁、トンネル、有料道路	-0.04~4.0 Dulles Greenway:43%割引に対して 80%交通量up:1.9	既往研究の論文によるレビュー	実績値

表 4.3.6 料金弾性値に関する先行研究との違い

本研究の分析の着目点	主な先行研究との違い
同一の国で、同一の時期の数10箇所に及ぶ料金割引社会実験前後の高速道路、関連する一般道の交通量等のデータによる分析	Matasらのスペインにおける研究があるが、長期間に及んでいる。GDP,等経済指標、ガソリン価格の影響が大きく、その要因が排除できない。
料金割引による交通量分析	先行研究の多くは、料金値上げの影響を分析。
I Cペアの料金変化と交通量変化に着目。並行する一般道の交通状態を盛り込んだI Cペア分析	路線または施設単位での研究事例は多い。
時間帯別、大型車等車種別の分析	時間帯別、車種毎の評価に関する少ない先行研究があるが、両要素を組み合わせた研究は見当たらない

4.4 料金割引社会実験に基づく渋滞緩和等の効果の整理

4.4.1 料金割引社会実験の概要

我が国の有料道路は、第2章でも触れたように、割高感のある画一的な料金設定などを理由に既存の有料道路が十分に有効活用されていないケースが多い。一方で、渋滞や沿道環境の悪化など地域の課題解決に対する要請が強く、2002(平成14)年8月、社会資本整備審議会道路部会中間答申にて「多様で弾力的な料金施策の導入」が提言された。これを受け、国土交通省道路局においては、2003(平成15)年度に、一般道から有料道路に交通の転換等を促進することによって高速道路の有効利用を図るとともに、一般道における沿道環境の改善や渋滞緩和、交通安全対策などを推進するため、料金に係る社会実験に関する施策を創設した。

料金に関する社会実験には3種類ある。1つは、高速自動車国道のE T C限定長距離割引であり、2つ目は首都高速のE T C限定夜間割引、そして、3つ目は、地域の課題解決型社会実験である。表 4.4.1には、地域の課題解決型社会実験のテーマと件数を整理して示す。

表 4.4.1 地域の課題解決型料金社会実験のテーマと件数

社会実験のテーマ	特徴	件数
大都市近郊の渋滞対策	三大都市圏や政令指定都市など、大都市近郊における通勤交通等による渋滞の緩和、交通事故の減少等を目的とするもの	13件
大都市の沿道環境対策	三大都市圏や政令指定都市など、大都市近郊における大型車を中心とした物流・業務交通や、通過交通による沿道環境の改善を目的とするもの	5件
地方中枢・中核都市の渋滞対策	地方の中枢。中核都市において発生している混雑緩和を目的とするもの	30件
地方都市・その他地域の渋滞対策	地方都市において発生している、朝夕の通勤交通による混雑緩和を目的とするもの	18件
地方都市の沿道環境対策	地方都市における大型車を中心とした通過交通等による沿道環境の改善を目的とするもの	5件
観光地における交通対策	観光地での、休日や観光シーズンの一般道路における交通渋滞、およびそれに伴う緊急時の移動困難等の緩和を目的とするもの	4件
合計		75件

これらの料金割引社会実験から、4.4.2では渋滞緩和等の効果に関して比較的詳細なデータが収集されている常磐自動車道（茨城県）、北陸自動車道（富山県）、東海4バイパス（静岡県）、山陽自動車道（広島県）の4事例を紹介し、4.4.3では料割引時の高速道路、一般道路、街路の交通分担を測定した貴重な事例の中から高知自動車道（高知県）の事例を紹介する。さらに、4.4.4では、料金割引社会実験の際、当初想定されていない事象等が観測された5事例を紹介する。

4.4.2 料金割引社会実験の渋滞緩和等の効果の整理

ここでは、一連の料金割引社会実験の目的、効果等から以下の2つの項目に関連する事例を複数抽出して事例を紹介する。

- 一般道から高速への転換による朝夕の渋滞緩和効果（時間信頼性の向上）
- 一般道から高速への転換による騒音の低下等沿道環境緩和（大型車等転換）

(1) 一般道から高速への転換による朝夕の渋滞緩和効果 (時間信頼性の向上)

1) 茨城県日立市 常磐道・日立有料道路

(i) 実験概要 (図 4.4.1参照)

日立市周辺から中心部へ向かう交通を対象に割引することにより、国道 6 号等の市街地交通を高速道路へ転換を促し、市内各所で発生している交通渋滞の緩和を図ることを目的としている。日立地区では、2003(平成15)年、2004(平成16)年、2005(平成17)年に各々1~2ヶ月間実験区間、割引率等の実験条件を変えて社会実験を実施している。

2003(平成15)年の実験概要は以下の通りである。

実験期間：2003(平成 15)年 11 月 11 日 (月) ~ 12 月 10 日 (水)

実験時間：24 時間 (終日)

割引対象：日立北、日立中央、日立南太田の 3 IC の相互利用

対象車種：全車種 (軽自動車、普通車、中型車、大型車、特大車)

割引率：約50%



図 4.4.1 日立地区における社会実験概要

(ii) 実験結果

国道6号等市内一般道路の平日交通量が約4%減少(断面交通量91,100台/日 87,300台/日)した。また、図 4.4.2に示すように、朝の路線バスの所要時間は13~18分短縮した。実験に伴う減収が約60万円/日であるのに対し、日立市内主要道路の渋滞損失額は、1,500万円/日と大幅に削減された(図 4.4.3)。

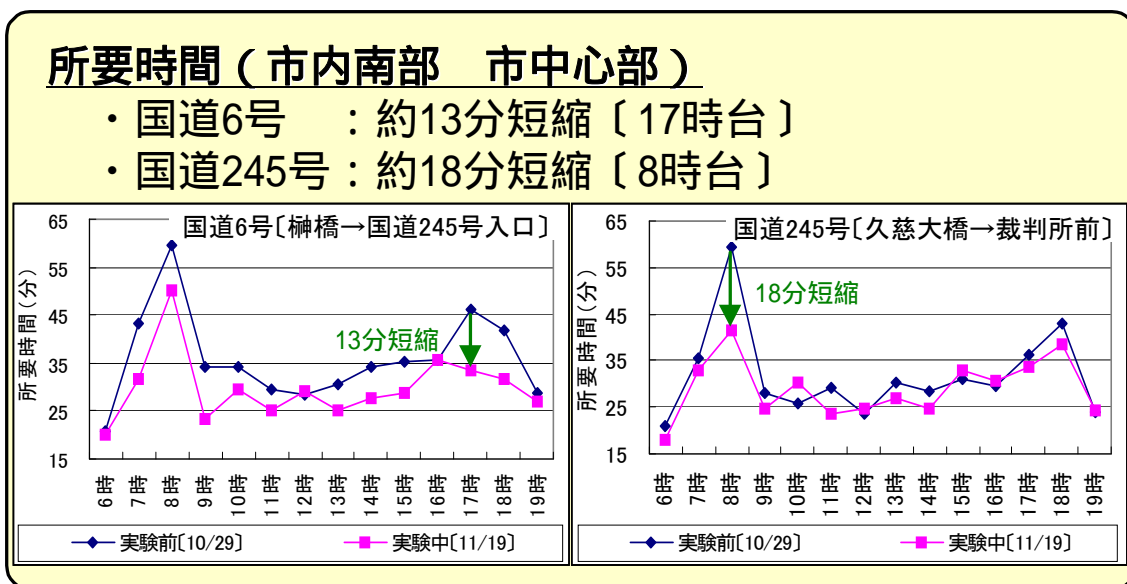


図 4.4.2 日立地区の社会実験における所要時間短縮効果

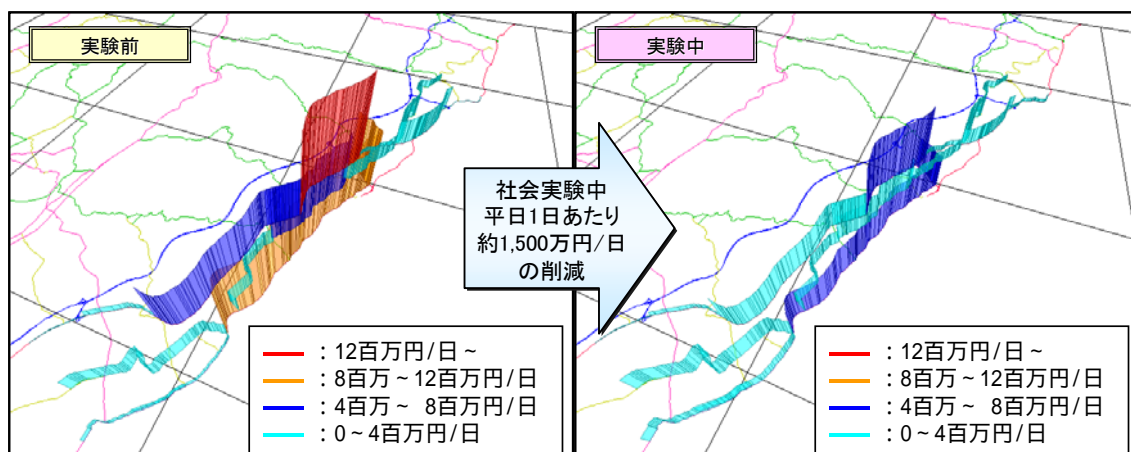


図 4.4.3 日立地区の社会実験における渋滞損失額の改善効果

2) 富山県 北陸自動車道(滑川~朝日)

(i) 実験概要 (図 4.4.4参照)

北陸自動車道の料金を約半額にすることで、国道8号等の交通を容量に余裕のある高速度道路へと転換を促し、国道8号等の交通渋滞の緩和を図る。

実験期間：2003(平成15)年11月4日～24日(3週間)

実験時間：24時間

割引対象：朝日、黒部、魚津、滑川の4ICの相互利用

対象車種：普通車、軽自動車、ETC車

割引率：50%



図 4.4.4 北陸自動車道(滑川～朝日)の社会実験の概要

(ii) 実験結果

朝ピーク時(7:00～9:00)の河川断面における国道8号の交通量は、魚津市片貝大橋において実験前2,943台/2h(実験前:平成15年10月23日)から実験中2,567台/2h(実験中平均)と1割減少した。一方、有料道路の全体の交通量は約2.2倍(1,800台/日3,900台/日)に増加。滑川IC～朝日IC間の交通量が約3倍になったのを最高に、各IC間において、約2倍近くまで増加した。結果として、図4.4.5、前沢西交差点付近の渋滞長は大幅に減少していることが確認されている。

また、図4.4.6に示すとおり、長距離ICペア(通過交通)での交通量の変化が大きくなっていることから、市街地の通過交通が転換したと推定され、地方都市の通過交通対策としても有効であると考えられる。

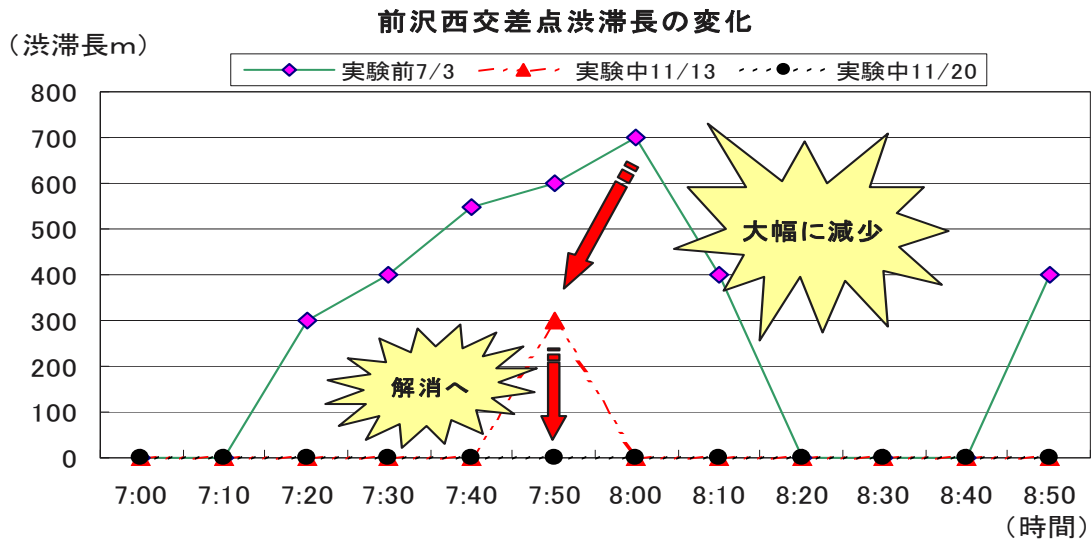


図 4.4.5 国道 8 号線（前沢西交差点）における渋滞長の減少効果

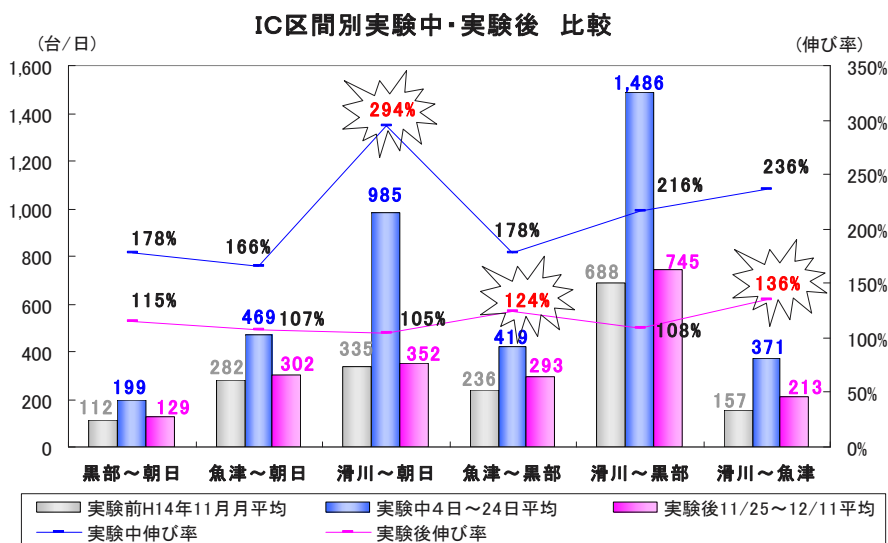


図 4.4.6 北陸自動車道（滑川～朝日）における実験前、実験中、実験後の IC ペア交通量の変化

(2) 一般道から高速への転換による沿道環境の改善

1) 静岡県 東海4バイパス（藤枝、掛川、磐田、浜名）

(i) 実験概要（図 4.4.7参照）

国道 1 号有料 4 バイパスの有効利用を促進し、一般道路等の沿道環境の改善、渋滞の緩和、交通安全対策等の推進を図るために、無料時間を延長してその効果を検証する。

実験期間：2003(平成15)年11月4日(火)～2004(平成16)年1月30日(金)

実験1：現行の無料時間(22:00～6:00)を朝3時間延長(6:00～9:00)

実験2：現行の無料時間(22:00～6:00)を夜2時間延長(20:00～22:00)

(b)実験結果：

延長無料時間帯において、一般国道の交通量が約13%(800台/5h)～39%(1,800台/5h)減少し、バイパスの交通量が増加(1500台/5h～57百台/5h)した。特に大型交通量の転換は、約1.7倍～3.8倍と大きい。その結果、渋滞長がほぼ解消(最大2,000m)した。

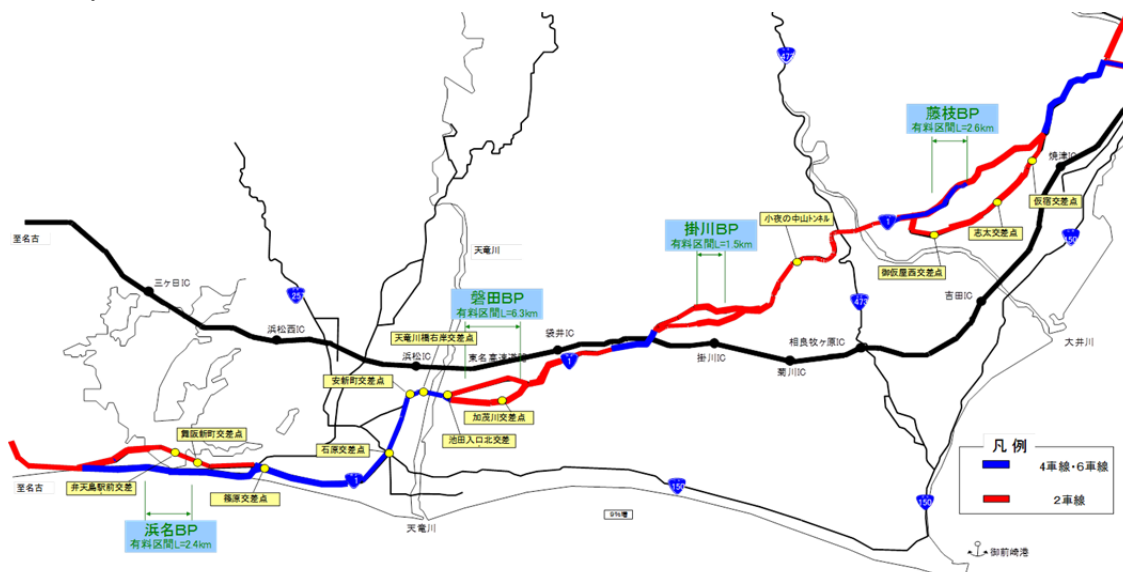


図 4.4.7 東海4バイパスにおける社会実験区間

沿道環境は、図 4.4.8に示すように、BP現道区間における延長無料時間帯の騒音値が減少(最大5.5db/5h)し、4BP区間における延長無料時間帯の騒音値は増加(最大5.4db/5h)したが環境基準を満たす結果となった。

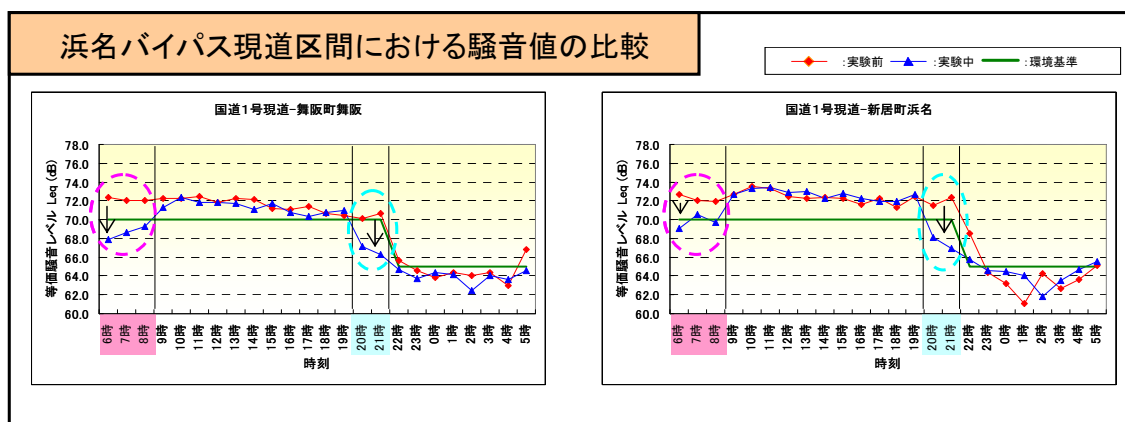


図 4.4.8 国道1号浜名バイパス現道区間における騒音値の変化

延長無料時間帯において、一般国道の交通量が約13%～39%（800台/5h～1,800台/5h）減少し、特に大型交通量の転換は、約1.7～3.8倍となった。また、渋滞長はほぼ解消（最大2,000m 0m）し、騒音値は0.4～5.5dB改善した。

2)トラックDEエコ作戦（山陽道・広島市）

(i)実験概要（図4.4.9参照）

国道2号においては、全線にわたり交通量が多く混雑度が1.0を超えている。大型車については、高いところで約4割の大型車混入率であり、大型車の通過交通が多い。また、騒音要請限度を超過している箇所が多く存在することから、大型車を対象とした割引をすることにより大型車を高速道路へ誘導するものである。

対象車両：中型車・大型車・特大車

対象区間：志和IC～廿日市IC（5インター相互利用に限る）

割引率：約5割引・・・2004(平成16)年12月1日(水)～20日(月)〔20日間〕

約8割引・・・2005(平成17)年1月15日(土)～2月15日(火)〔32日間〕

実施時間帯：24時間（終日）

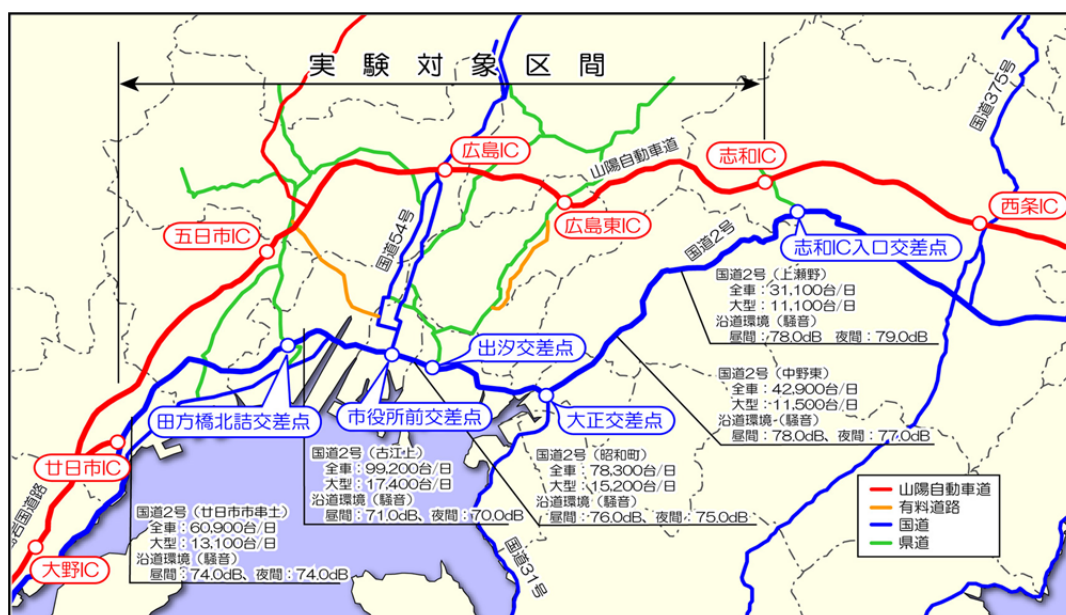


図 4.4.9 トラックDEエコ作戦（広島）の概要

(ii) 実験結果（図 4.4.10参照）

山陽道の大型交通量が増加：志和IC～廿日市ICペア間 約2.6倍(5割引)増加、約6.2倍(8割引)増加した。断面交通量では、約1.1倍(5割引)、約1.3倍(8割引)の増加が確認された。

国道2号の交通量が減少：5割引で約6%～8%減少、8割引で約16～19%減少している。

昼間騒音は実験前と比較して大きな変化はなかったが、夜間はすべての観測地点において騒音減少している。図4.4.10に示すようにアンケート結果、約8割引時に沿道住民も効果を実感している割合が増加している。

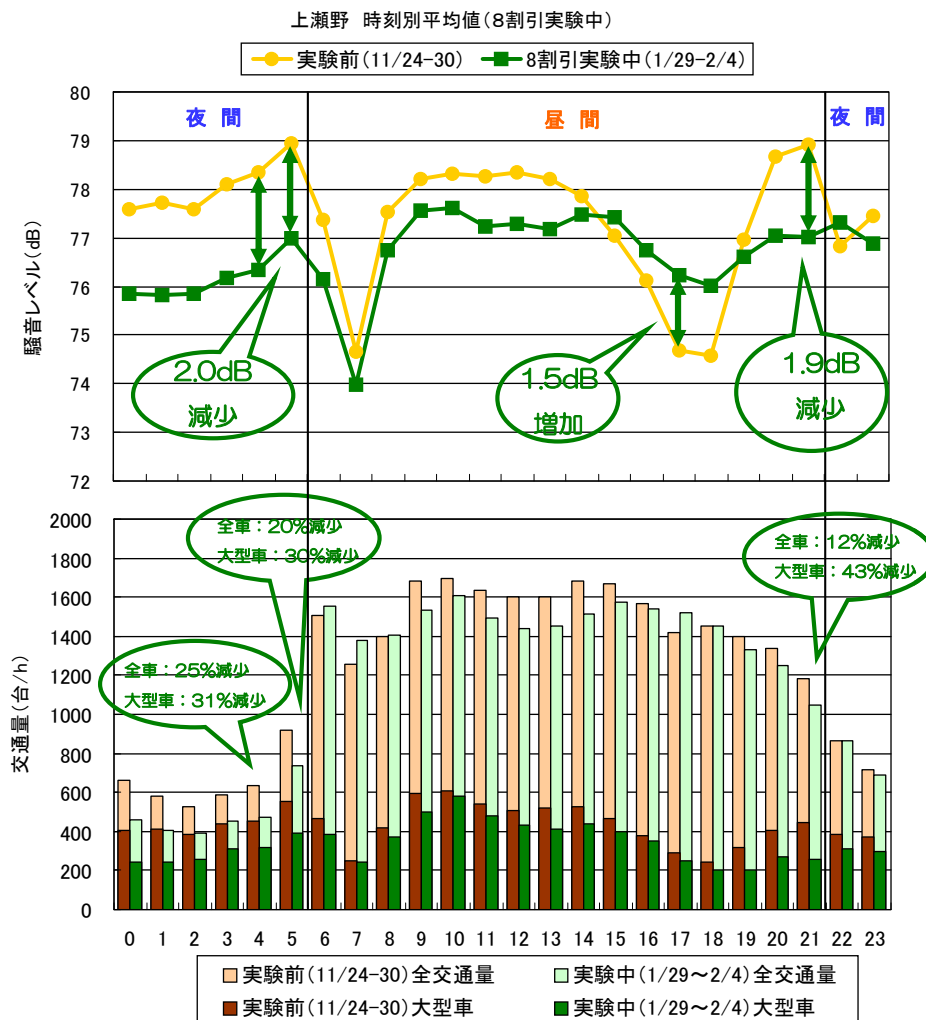


図 4.4.10 国道2号線(上瀬野)における騒音値の日変化
(8割引実験時)

上瀬野地区では、最も減少した(2dB)時間帯が午前4~5時、同時間帯の交通量は全車で約20~26%減少し、大型車が約30%減少。17~19時の騒音増加時間帯は、速度増加(約7km/h)が原因と推察される。

8割引中 騒音変化

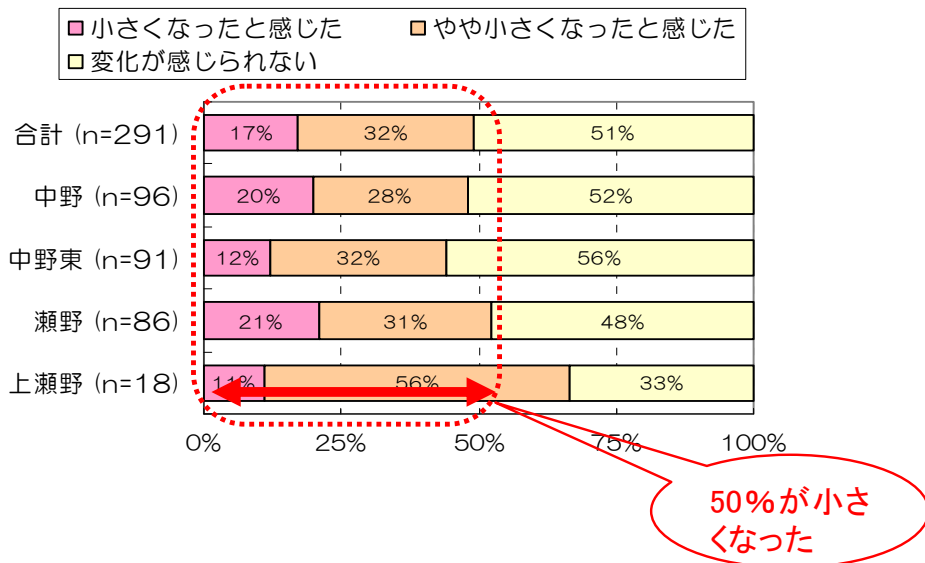


図 4.4.11 国道 2 号沿道の騒音測定点における住民の反応

(3) 社会実験における渋滞緩和効果等の傾向

ここでは、社会実験の渋滞解消、沿道環境等の直接的な現象を代表的な事例で紹介したが、全国の社会実験を通じて効果の程度は違うが、同様の傾向が確認されている。

以下に主な共通事項を列挙する。

- 全体的に、交通量が高速道路に転換し、一般道路の渋滞緩和等の効果が発現
- 特に地方都市の通勤混雑対策を目的とする実験では効果が大きい
- 夜間料金割引では、大型車の高速道路への転換が促進。
- 夜間割引等による大型車の高速道路への転換により騒音等の沿道環境改善効果が発現
- ただし、料金、対象区間、現道との位置関係などにより効果に差がある。

4.4.3 料金割引時の高速道路、一般道、街路の交通分担の実証

全国の料金社会実験の多くの事例で、高速道路と並行する幹線道路の交通量の変化で料金割引による交通の転換に着目して効果分析をしている一方、少数ではあるが、関連する街路等からの転換を測定し、交通の再配分の状況を調査・分析している。これらの調査には、パーソンプローブ調査が用いられ、限られたモニターからの経路データではあるが、有用な知見が得られている。

図 4.4.12 に高知自動車道の社会実験における、南国市南部 伊野町の利用経路の変化を示すが、社会実験協議会資料によると、社会実験前には 35%程度であった高知道（高知 IC～

伊野 IC 間) のリンク利用率は、社会実験開始後には 69%まで上昇するとともに、また、高知市内に着目すると、当該 OD 間の利用経路数が明らかに減少しており、高速道路と直轄国道が中距離トリップを分担する適正なネットワーク機能分担が実現している。これは、実験中の高知道利用者の約 36%が実験前には細街路を走行していたことから裏付けられるとしている。

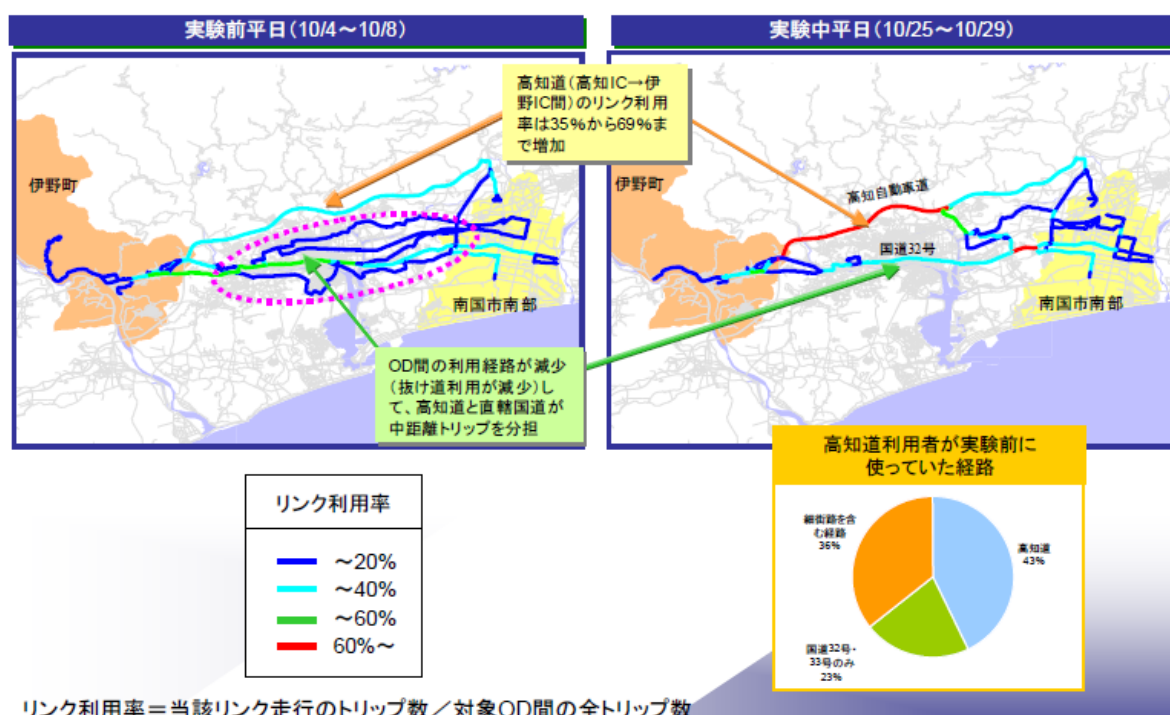


図 4.4.12 高知自動車道における周辺街路からの交通転換測定例

上記のような事例は、複数の関連道路が存在する場合に同様の現象が発生しているものと考えられ、都市圏での社会実験でも報告例がある。また、第2章で述べた、米国のHOTレーンにおいても同様の周辺道路からの転換が報告されている。

4.4.4 各地の料金割引社会実験により得られた個別知見

4.4.2、4.4.3以外の各地の料金割引社会実験を通して、当初想定していない事象、データや数値では見えない事象を幾つかの社会実験協議会の資料から抽出して以下に列挙する。

(1) 東北自動車道 (本宮IC ~ 国見IC)

主要渋滞ポイントの渋滞長が大幅に緩和する一方、アンケート調査では『渋滞は変わらない』との回答が多く、実測と実感に乖離が見られた。この乖離は、時間変動で見ると変わらない時間帯もあり、通過する時刻の違いによるものと考えられる

(2)国道357号（湾岸市川IC～湾岸習志野IC）

実験区間では、同一時期にJHの深夜割引（3割引）と早朝夜間割引（5割引）が実施され、また、実験区間は首都高と接続する区間であることから首都高でも複数の割引が実施されており、利用者に十分認識されなかった可能性があった。

(3)栃木県北部東北自動車道（矢板、西那須野塩原、那須、白河IC）

国道4号沿線の飲食店やその他量販店では、長距離トリップの大型車が東北道へ転換したことにより客足が若干遠のいた店もあった。固定客が多いと考えられるコンビニではほとんど影響を受けていない。

(4)北陸道・上信越道（親不知IC(糸魚川IC)～柿崎IC～妙高高原IC）

アンケート調査から、実験期間には高速道路の利用制限を緩和している事業所が確認された。

(5)江津道路

料金ブース入口では利用者の急増によりトラブルが相次いだ。具体的には、赤信号の出口専用レーンへ突っ込む、発券機の横で料金を支払うと言って動かない、通行券を取らない等の普段では考えられないような利用者が多く、後続のETC車等が早く進めず大きな声を出したり、クラクションを鳴らしたりしていた。

(6)山陰自動車道、安来道路、松江自動車道

料金が安くなるにつれ高速道路料金所の渋滞長は長くなり、70%割引時にはETCレーンにスムーズに進入できないほど混雑した。

4.5 料金弾性値に関する分析

ITを活用した料金施策が展開される中、ユーザー・住民の受容性、プライバシー等に対する配慮が重要になってくるとともに、料金施策を有効かつ効率的に実施するためにも実施データに基づいた検証が必要となってくる。本節では、このような問題認識に立ち、日本における多様な弾力的な料金施策の実効性を検証するために、料金の変化に対する需要の変化を巨視的に把握する指標として料金弾性値に着目し、社会実験による詳細なデータに基づく統計分析により、料金弾性値の規定要因を抽出し、包括的な考察を行う。

4.5.1 料金弾性値の推定手法

料金弾性値の推定に際しては、GDP、燃料価格、国民あるいは県民所得、製造業諸指数等を説明変数として料金弾性値を推定する計量経済的手法と、料金変化の前後の交通量を用い

て直接的に料金弾性値を算出する実測的手法に大別できる。前者の場合、長期間の時系列傾向を予測できるが、長期的なデータ整備及び推計に手間がかかる。一方、後者の場合、算定式が簡単で簡便に求めることが可能であるが、短期的な料金の変化の影響だけしか考慮できない等の特徴がある。本研究では、社会実験のデータが利用できることから、料金変化の前後の料金と交通量により料金弾性値を直接算定する実測的算定手法を採用した。

Q を需要量、 p を料金としたとき、料金弾性値 e は以下の式(4.1)で定義される。

$$e = \frac{\frac{\partial Q}{\partial p}}{Q/p} = \frac{p}{Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial p} \quad (4.1)$$

上記の弾性値は、通常計量経済モデル等の推定結果から間接的に求められるが、社会実験のように料金変化前の交通量 Q と料金 p 、料金変化後の交通量 Q' 料金 p' を入手できるような状況では、次の弾性値の式から直接的に料金弾性値を求めることもできる。本研究では式(4.2)を採用する。

$$e = \frac{\frac{Q' - (Q + Q')/2}{(Q + Q')/2}}{\frac{p' - (p + p')/2}{(p + p')/2}} \quad (4.2)$$

4.5.2 料金弾性値の規定要因 -社会実験単位で見た基礎分析データの概要-

(1) データの概要

本研究では、各実験箇所、車種（小型車・大型車）毎に社会実験前後の料金、ICペア交通量及びそれに算出される料金弾性値、ICペア区間長の他、対象となる高速道路及び近傍の一般道区間の交通特性については、道路交通センサス(2005)のデータを用いた。使用した交通センサスデータは、対象となるICペアの対応する高速道路及び一般道路の車線数、平日24時間交通量、平均旅行速度、大型車混入率、混雑度及び一般道路からICのアクセス距離の合計である。

(2) 社会実験による結果概要

各地区の料金割引の社会実験から渋滞解消等の結果から、以下のような現象が確認できた。詳細は、道路広報センター(2004)、(2005)、(2006)の3年間の事例集及び松田ら(2005)で報告されている。

- 一般道から高速への転換による朝夕の渋滞緩和
- ピークからオフピークへのタイムシフト効果による渋滞緩和
- タイムシフトによる時間信頼性の向上

渋滞緩和、大型車の転換による騒音の低下等沿道環境緩和

また、図 4.5.1に車種別及び割引時間帯が料金弾性値与える影響を弾性値が高い箇所順に示す。この図より、高速道路の交通量が少ない箇所、夜間の大型車の影響が大きい箇所、比較的料金弾性値が高いことなどが概ね認められる。

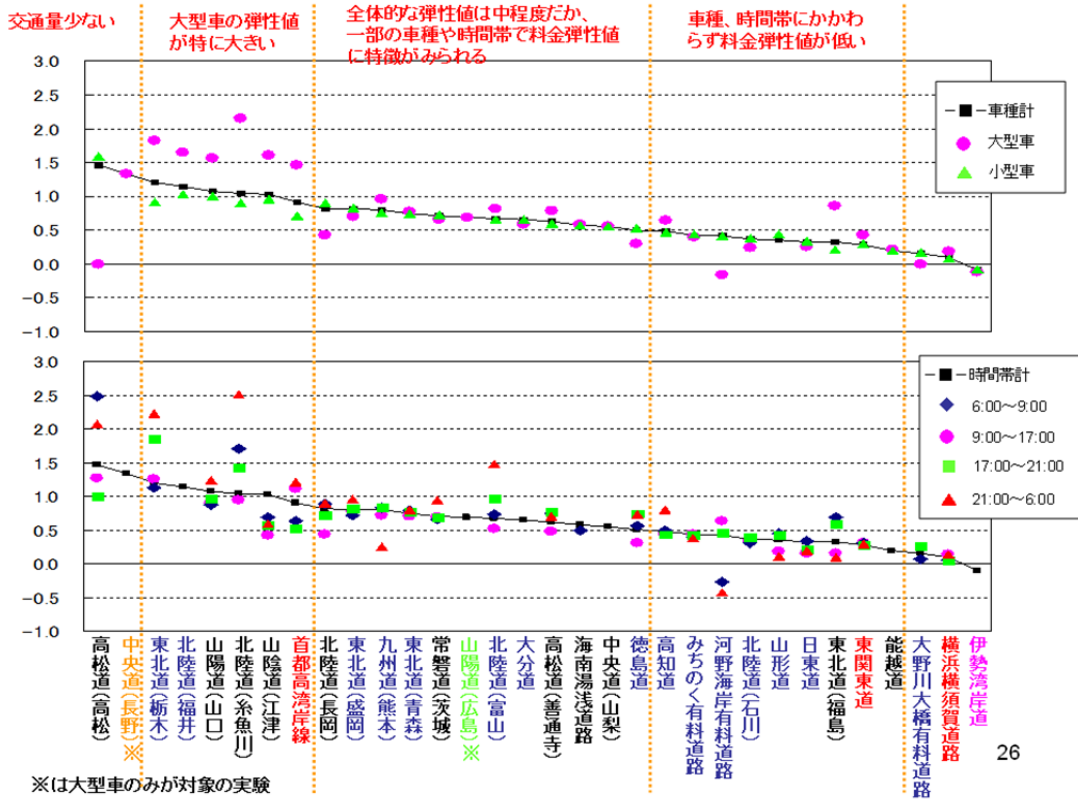


図 4.5.1 社会実験における料金弾性値のランキング

(3) 割引率・割引時間帯

岩手(東北道)、日立(常磐道)社会実験における、割引率の影響を計測している。表 4.5.1には、対象となる一般道について断面交通量、最大渋滞長の変化、高速道路については交通量の変化を示している。また、全日及び朝、昼間、夕方、深夜の4つの時間帯における料金弾性値を示す。両実験箇所とも割引率が大きくなるにつれて高速道路の交通量の増加が確認されており、特に岩手では、20%の割引率の増加に伴い高速道路の交通量が40%増加している。

一般道の断面交通量、最大渋滞長の顕著な減少が認められる。すなわち、一般道の交通量が数%減少するだけで、渋滞緩和効果が発現することが確認された。しかしながら、割引率の増加に伴う明確な変化は確認されず、全日の料金弾性値は割引率50%より30%の方が大きく、また、深夜での弾性値が高い傾向が伺える。これらの結果から、30~50%の割引率では、料金弾性値が概ね0.8以上確保され、朝夕のピーク時の渋滞が大きく緩和されていることが示唆される。なお、深夜の割引は、大型車の交通量の増加を引き起こし、顕著な料金弾性値の

増加となっているものと考えられる。

表 4.5.1 料金割引率の変化に伴う交通量と料金弾性値変化

社会実験箇所		岩手 盛岡			茨城 日立		
社会実験期間		30% 割引:Oct.10-Nov.14 50% 割引:Nov.15-Dec.17			30% 割引:Sep.10-Oct.9 50% 割引:Oct.11-Dec.9		
割引率 (%)		0	30	50	0	30	50
断面交通量(一般道)	台/日	30,778	29,918	29,675	47,752	46,749	46,335
IC ペア交通量(高速道路)	台/日	2,165	3,136	4,067	7,827	10,114	12,073
ピーク時最大渋滞長(一般道)	m	1,750	220	200	1,450	1,030	710
断面交通量の変化(一般道)	台/日	-	-860	-1103	-	-1003	-1417
	(%)	-	-3	-4	-	-2	-3
IC ペア交通量の変化(高速道路)	台/日	-	971	1902	-	2287	4246
	(%)	-	45	88	-	29	54
渋滞長の変化(一般道)	m	-	-1530	-1550	-	-420	-740
	(%)	-	-65	-87	-	-100	-98
料金弾性値	日平均	-	0.90	0.80	-	0.79	0.71
	AM6 - AM9	-	0.81	0.72	-	0.64	0.66
	AM9 - PM5	-	0.85	0.77	-	0.82	0.68
	PM5 - PM8	-	0.99	0.82	-	0.78	0.70
	PM8 - AM6	-	0.81	0.96	-	1.12	0.95

(4) 地形・地域的要因(都市部・地方部、ICアクセス性)

大型車の料金弾性値が高い箇所では、車種計の実験区間内全ICペア計の料金弾性値と比較して、大型車の実験区間のうち両端ICペアの料金弾性値が高い(表 4.5.2)。

また、両端末ICペアのアクセス・イグレス距離は概ね2km以内となっており、ICアクセスの良さが大型車の転換の一要因となっていることが伺える。すなわち、大型車の場合、単位距離あたりの料金が相対的に高いため、料金割引の社会実験区間のICへのアクセス・イグレスが短い条件では、距離最大となる両端のICペアでの交通が増加し、結果として大きい料金弾性値となっているものと考えられる。

表 4.5.2 大型車による料金弾性値と両端ICまでのアクセス距離との関係

社会実験箇所	大型車の両端 IC ペアの料金弾性値	全車の全 IC ペアの平均料金弾性値	両端の IC までの距離の合計 (km)
長野	1.40	1.40	0
栃木	1.94	1.20	0
福井	2.43	1.65	3.0
山口	2.20	1.07	2.8
新潟	2.44	1.04	1.5
島根	1.61	1.03	0
青森	0.93	0.74	0
熊本	1.65	0.82	1.1
高松	1.00	0.62	0.7
高知	0.83	0.48	0
福島	1.63	0.32	1.2
広島	1.12	0.70	1.9

(5) 社会実験結果から得た知見

上記の(2)～(4)において、複数の社会実験事例の結果に基づいた分析を行ったが、総括すると以下のような知見に整理される。

1) 時間帯、割引率等の影響

実施時間帯：現道の混雑時間帯にもよるが、全体傾向として朝夕ピーク時が渋滞低減に対して効果がある。

時間帯で比較すると、料金弾性値は深夜・夜間の割引が高い傾向にある。

料金割引率：3割または5割程度が効果的である。

2) 並行する一般道の交通と地理特性の影響

高速道路までのアクセス性(距離)の影響が顕著である。

一般道の混雑度が大きい区間は転換しやすく、弾性値が高くなる傾向がある。

地理特性により、料金割引に反応する交通の特性、効果の発現傾向が異なる

4.5.3 料金弾性値の規定要因：IC ペアデータを用いた重回帰分析

(1) 概要

有料道路の料金弾性値の更なる包括的な分析の次のステップとして、それを規定する要因を識別するために、ICペア単位でのデータを用いた重回帰分析を行う。既に前節で述べたように、本研究では、社会実験の対象とする道路区間用のICペア毎に直接測定された料金弾性

値を用いている。社会実験が実施された条件は、実験間でも大きく異なっており、さらに同一の実験内においても、沿道条件や環境条件、基本交通特性等、料金弾性値に影響を及ぼす要因は多様となっている。したがって、料金弾性値を従属変数とし、その他の諸変数を独立変数として用いることによって料金弾性値の規定要因を明らかにすることが可能になると期待される。

(2) 基礎分析

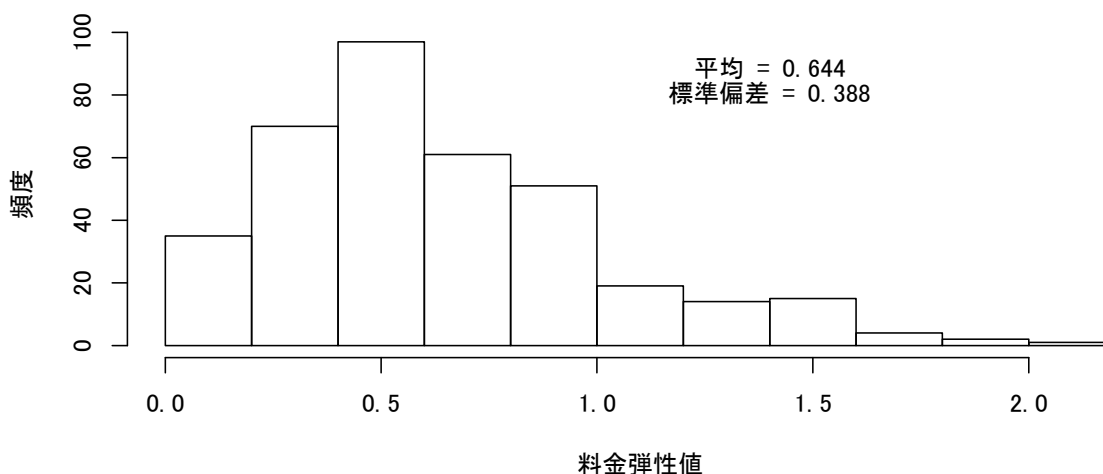


図 4.5.2 料金弾性値の分布

まず、社会実験前後の需要や料金価格を、ICペアレベルで整理した。ここでは、前節で述べた複数の事例に基づくデータからICペアレベルのデータを抽出した。料金弾性値として負の値が算出された幾つかのICペアを除去し、合計368のICペアレベルでのサンプルデータを作成した。その料金弾性値の分布を図 4.5.2に示す。このICレベルでの料金弾性値の平均値は0.644、標準偏差は0.388であった。これらは、同じ社会実験において弾性値の決定要因のために観測されていない共通の特性があることから、別の社会実験の全体弾性値の分布を調べた。図 4.5.3には、社会実験別に集約した料金弾性値のボックスプロットを示す。明確な傾向とは言えないものの、料金弾性値の分散パターンが異なる社会実験間で異なることが示唆される。

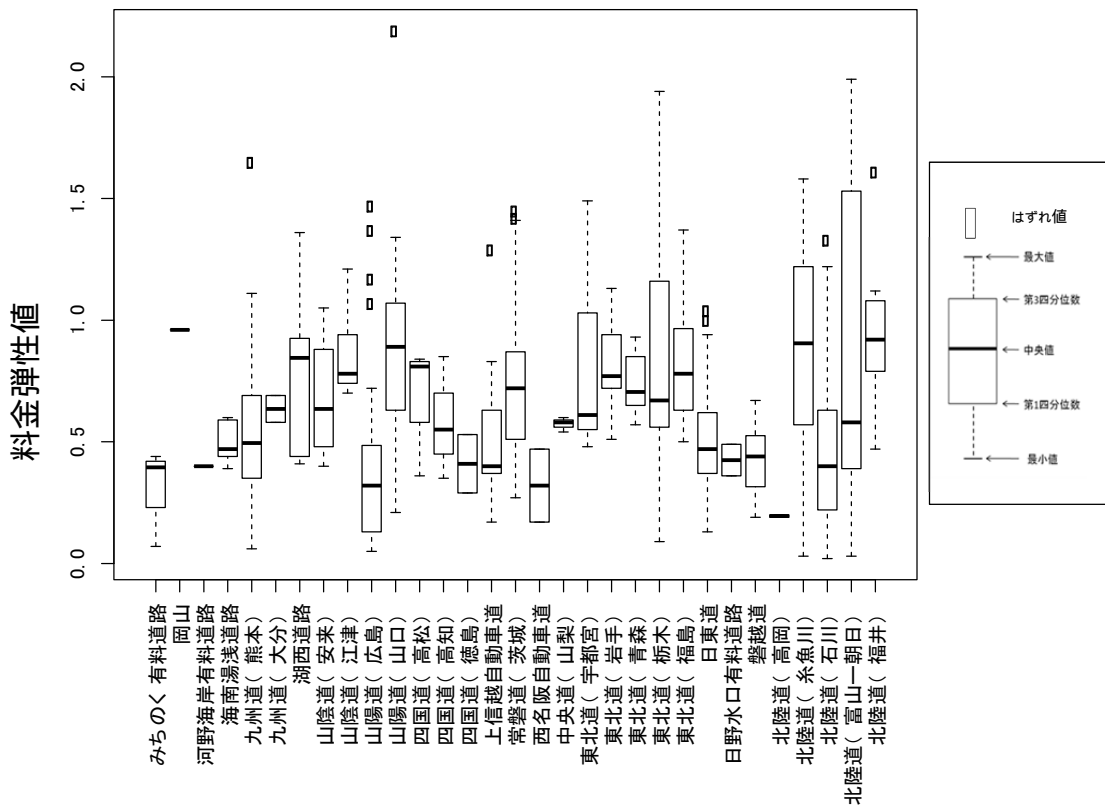


図 4.5.3 料金弾性値[ICペア毎]のボックスプロット (社会実験別)

また、料金弾力値に影響を及ぼしうる要因の一つとして考えられる高速道路へのアクセシビリティに関連して、図 4.5.4には当該ICの始点と終点に対する一般道路からのアクセス距離の総距離と料金弾力値の散布図を示す。料金弾力値は有料道路路へのアクセスが悪くなると減少する傾向にあることが示唆される。

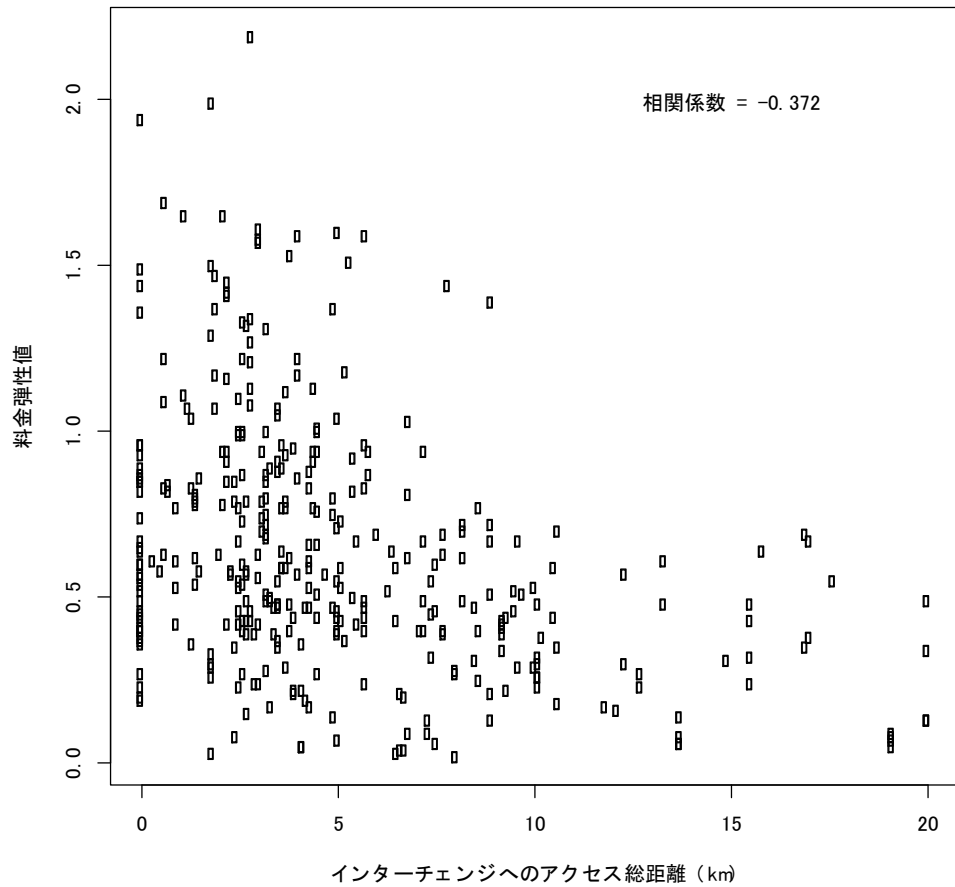


図 4.5.4 IC のアクセス総距離と料金弾力値の関係

(3) 重回帰分析

料金弾力値の規定要因を包括的に分析するために、ICペアレベルで直接測定された料金弾力値を従属変数とした重回帰分析を行った。重回帰分析には、料金弾力値は正の値をとること、同様の特定化分析である時間価値のメタ分析にWardman(1998)によって適用されていることから、以下の式(4.3)の対数式により特定化することとする。

$$\ln e = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln X_i + \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^{q-1} \beta_{jk} Z_{jk} \quad (4.3)$$

ここで e は料金弾力値であり、 α_0 は定数項、さらに n 個の連続量独立変数 (X_i) 並びに p 個のダミーカテゴリ変数 (Z_{jk}) で規定される。 α_i は、 β_{jk} は未知パラメータである。カテゴリ変数では、対応する $q-1$ のダミー変数が定義されている。

なお、同じ社会実験内のICデータ等に類似性が存在する可能性に配慮して一般化線形混合モデル等の適用も試みたが、類似性の存在は統計的に棄却されたため、ここでは最小二乗法を適用させた。重回帰分析の結果を表 4.5.3に示すが、決定係数は0.37程度だが、これは時間価値メタ回帰分析の結果 (例えばWardman(1998))と同程度の適合度である。

有料道路の割引区間の長さは、弾性値にプラスの影響を持っており、有意性も高い。すなわち、有料道路割引区間が長くなるほど、その社会実験は、料金弾性値の面で有利であるといえる。また、表 4.5.3において既に示したように、有料道路へのアクセス距離は料金弾性値にマイナスの影響を与えている。すなわち、区間延長が長くなることにより、割引額が大きく、有料道路へのアクセシビリティの容易さが高速道路の需要を大きく喚起することが、社会実験単位の結果と同様の結果であり、これらの要因は、料金施策の実効性の重要な条件の一つであることが示唆される。

表 4.5.3 IC レベルのデータを用いた重回帰分析の結果

変数	パラメータ	標準誤差
Constant	-1.37***	(0.33)
log (Length of the toll road section [km])	0.20***	(0.06)
log (Share of large-sized vehicle)	0.57***	(0.12)
log (Distance to access the targeted toll road [km] + 1)	-0.32***	(0.05)
log (Number of lanes for the competitive ordinary road)	0.32***	(0.10)
log (Congestion index for the competitive ordinary road)	0.37***	(0.13)
log (Traffic share of the high-graded sections in the targeted toll road)	-0.34***	(0.09)
log (Share of vehicles with ETC equipped)	-0.21***	(0.07)
Dummy if the project for large-sized vehicle	-0.99***	(0.36)
(Dummy if the project for large-sized vehicle) × log (Length of the toll-road section [km])	0.13	(0.12)
R ²	0.36	
Adjusted R ²	0.34	
Number of observations	368	

*** $p < 0.01$

また、並走一般道の車線数、並びに、混雑度（道路容量に対する最大交通量の比）は、共に有意で正の影響を与えている。一方、当該エリアでの高速道路利用率は料金弾力性に有意な負の影響を与える。すなわち、一般道の交通量が多く、高速道路の交通量が少ない区間ほど転換するという想定された結果が得られた。

高規格道路利用割合がもともと大きい地域では、実験前の高速道路の交通量が大きく、その結果、割引による交通量の増加が通行料価格の変動に比べて小さくなると解釈される。

ETC普及率は、価格弾性値に負の影響を与える。これは、ETCの普及に伴って価格感度が鈍る効果（Finkelstein, 2009）であると解釈でき、4.3.3で既存研究（石井・福田, 2011; Finkelstein, 2009）とも整合している。

また、大型車混入率は有意に正の影響を与えているが、これは、大型車の方が小型車よりも高速道路料金の変化に敏感であることを意味していると推定される。

4.5.4 料金施策による渋滞損失額の削減と料金弾性値の関係

各社会実験において観測された一般道の渋滞損失削減額の削減額、高速道路の収入の減収（実験前との差）及び料金弾性値との関係を表 4.5.4に示す。

表から、ほとんどの箇所では渋滞損失削減額が料金減収を上回っており、料金割引の効果が明らかである。なお、高松(引田)で、減収が渋滞損失削減額を大きく上回っているが、協議会の資料によると、社会実験開始後まもなく、台風による実験対象地域における冠水や通行止め等の災害発生により、周辺交通流動に大きな影響が発生し、国道11号に交通が集中したとの原因を挙げている。

表 4.5.4 料金施策による渋滞損失額の削減と料金弾性値

実験箇所	割引率	一般道の 渋滞損失削減額 (万円/日)	料金の減収 (万円/日)	料金弾性値
青森	50%	330	31	0.74
岩手	30%	107	1	0.98
	50%	121	17	0.81
山形	50%	450	57	0.35
日立(H15)	50%	1500	60	0.69
日立(H16)	50%	35	140	0.71
新潟(H15)	50%	900	30	0.76
長岡	50%	143	14	0.81
富山	50%	933	134	0.67
山梨	50%	520	26	0.55
福井	50%	650	18	1.14
高松(引田)※	50%	-100	34	1.47
高松(善通寺)	50%	217	21	0.67
徳島	50%	69	12	0.50
高知	50%	81	7	0.48
熊本 I	50%	630	64	0.80
熊本 II	50%	1200	216.	0.71

台風の影響により、高速、並行する国道11号線の交通が増加と推定

4.5.5 施策の実行性の向上に資する試案 料金割引関連情報の提供

4.5.2、4.5.3では、社会実験の段階では、料金弾性値に対して、一般道路からのアクセス距離が大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。すなわち、我が国では、高速道路と一般道の距離的乖離(アクセス距離)が大きく、この乖離を補う工夫が必要であることを示唆している。しかながら、料金割引制度自体の複雑化とタイムリーな料金割引に関する情報が不足し、その結果、本格化実施後、料金割引時の料金弾性値が徐々に低下していることが指摘されている。



図 4.5.5 米国ミネソタにおけるダイナミック・プライシングの表示事例
(左端のレーンにおいて、混雑の程度に応じて料金が動的に変動)

これに対して、第2章で述べたように、米国でのHOTレーンでは料金表示は本線上の道路標示板にユーザーが十分認識し意思決定が可能となるように分かりやすく表示されている。

一方、我が国の場合、一般的に高速道路と並行する一般道とが離れていることに加えて、一般道のユーザーに対して料金(現状では、朝夕の時間帯別割引料金、深夜割引料金、環状道路での割引料金等)が示されておらず、高速道路へ転換するインセンティブが作用しない。社会実験の段階では、一般道、高速道路の看板、垂れ幕等あるいはマスメディアを通じて周知に図ったが、本格実施後を目立った広報施策を積極的に対応してこなかったことが影響したものと推察する。これらに対応するために、第6章では、渋滞等の道路交通情報に加えて、料金の情報をカーナビあるいは情報板によりユーザーに提供することを提案したい。特に、道路ネットワークが密な大都市圏において環状道路に交通を誘導するために、割引情報も加味したナビゲーションが有効な手段となるものと考えられる。

4.6 第4章のまとめ

4.6.1 第4章から得た知見

第4章では、まず我が国における料金施策に関する審議会等の提言と制度の経緯を整理した。また、国内外におけるミクロ経済学的、渋滞緩和等に関する実験的アプローチさらに料金弾性値の観点から料金施策の既往研究をレビュー・整理した。次に料金割引による渋滞緩和等の効果を明らかにした。さらに、料金割引に伴う高速道路への転換交通量の変化の程度を料金弾性値により整理・分析した。これらの検討にあたって、2000年代中期に実施した有料道路の料金割引社会実験のデータを用いて、料金割引による渋滞緩和、交通経路の変化、社会的便益効果等の交通工学的効果について分析整理するために、料金割引社会実験の中から交通量、沿道環境変化等の実測データが観測できた複数事例を抽出しその効果を明らかにした。また、社会実験単位毎及びICペア毎に観測された車種別の料金割引率に対応した高速道路の交通量の実測データにより料金弾性値を算出するとともに、料金弾性値と料金割引率、一般道とICとのアクセス距離、並行する一般道の混雑の程度等のパラメータとの関連を重回帰分析により検討した。

本分析を通して得られた主な結果は次のとおりである。

(1) 既往研究との料金弾性値の分析手法の相違点

本研究では、料金変化に対する需要変化を巨視的に把握する指標として料金弾性値に着目し、社会実験による詳細なデータに基づく統計分析を通じて、料金弾性値の規定要因を抽出し、包括的な考察をした。すなわち、4.5.2において社会実験単位での分析と4.5.3においてインターチェンジ(IC)ペア単位での分析を行い、我が国における多様で弾力的な料金施策の実効性を検証した。

既往研究の結果から、料金弾性値に与える高速道路のアクセス性、区間延長、高速道路の走行性、ETCの普及率等の要因の影響に関して、本研究の結果とほぼ同様の傾向が得られているが、分析のアプローチが以下に整理するように大きく異なることを明示した。

既往研究の多くは、料金弾性値の推定に際しては、GDP、燃料価格、国民あるいは県民所得、製造業諸指数等を説明変数として料金弾性値を推定する計量経済的手法を採用しているが、モデル化に際してパラメータの選定等に関して分析者の主観的判断が入りやすく、その排除が入りやすいとの指摘もあることを示した上で、料金割引社会実験の豊富なデータに基づき料金変化の前後の料金と交通量により料金弾性値を直接算定するアプローチであることが本研究の特徴であることを示した。

また、料金変化と交通量の変化の実測データに基づく既往研究においても個別路線・区間によるものが多いことに対して、本研究では、同一の国で同時期の全国数10箇所に及ぶデータに基づくこと、料金引き上げの既往研究が多い中料金割引を対象としていること、ICペアの料金変化と交通量の変化等に注目してこと、さらに車種別に分析したこと等の既往研究と

の違いを示した。

(2) 渋滞緩和効果等の検証

社会実験の結果、料金割引により一般道から並行する高速道路への転換交通が認められ、一般道の渋滞緩和がほとんどの事例で確認された。これは、第2章で論じたHOTレーンの事例と類似している。この結果から、料金割引制度は、高速道路と一般道路のシームレス化を図る施策として妥当である。

しかし、料金割引の効果は、地域特性や朝夕、夜間実施時間等によって異なり、各地で有効性を確認しつつ実施することが必要である。

パーソンプローブによる測定結果から、料金割引による交通流の影響は高速道路に並行する一般道路だけではなく、細街路にまで及び、結果として、生活道路等の安全の向上に寄与する可能性が高いことが確認できた。

渋滞量に基づき料金割引社会実験前後の渋滞損失削減額を算出し、割引による料金収入減額を比較した結果、渋滞損失削減額が大きく上回ることを示し、料金割引施策の社会的便益が高いことを確認した。

(3) 料金弾性値の規定要因の検証

第一に、複数の社会実験の結果の比較分析から、有料料金の料金弾性値は、特に比較的交通量が少ない深夜または早朝と夕方などのピーク時間帯に大きくなる傾向があることが判明した。深夜の時間では、大型車において高い弾性値が計測されている。また、料金弾性値から判断して、割引率が30パーセント程度が採算性、実行性の観点から適切であることが見出された。さらに、両端ICに一般道路からの距離が近ければそれは弾性値が高くなり、車種別には、弾性値が大型車に特に有利になることが確認された。

第二に、ICレベルで料金弾性値の規定要因を探るための詳細な回帰分析により、料金割引区間の長さ、高速道路の容量、一般道の混雑度などのいくつかの要因は正の要因があること、一方で、混雑度、ETCの普及率や一般道からのICへの総アクセス距離などが負の要因であること等が明らかとなった。これらの各パラメータの傾向は、社会実験結果について従来述べられてきた定性的傾向ともその多くが合致している。

4.6.2 料金施策に関する提言と今後の課題

国土幹線道路部会の中間答申で提言の「利用者の行動の変化を引き出しせる料金割引、リアルタイムでの道路上の車両走行データに基づき、状況に応じて弾力的に料金を変動させること、PDCAサイクルを導入し、事前に料金割引の効果の程度等予測・公表するアセスメントの実施ことの検討が必要である。」に対応するために、第4章と第2章での料金施策の知見から、効果的な料金施策に関して以下のような施策立案・展開が必要である。

ETCの普及拡大、標準化に向けた制度の検討が必要である。

大型車の一般道から高速道路への転換や都心迂回を目的として、長距離トリップ、夜間の時間帯の利用及び環状道路に経路誘導しやすい料金設定を考慮すべきである。

料金施策（特に環状道路割引）等の効果的運用のために、一般道とのアクセス距離が短いIC周辺や放射道路と環状道路のJCT部周辺での料金に関する情報提供について検討が必要である。

米国におけるダイナミック・プライシングのように、IT技術を活用し動的な料金施策が実施されてきたように、我が国においても環状道路への誘導、交通需要や各地域の特性に応じた効果的な料金施策に関するシステム・制度を確立することは急務である。実行性が高い施策立案のためにも、国内外の研究や実務的動向に関連する研究を続け必要がある。

フランスの事例のように、交通状況の応じては、料金割引と料金割増の設定の検討も必要である。

第5章のダイナミック・ルートガイダンスと料金割引表示を組み合わせた道路情報の提供に関してシステムとユーザーの受容性等の検討が必要である。

～ の検討に際して、社会実験によるアプローチが不可欠である。社会実験についての改善点については、今後の課題及び付録.5を参考にされたい。

また、今後の課題として、上記の提言で列挙した事項の他に、本研究では、有料道路の社会実験期間中の“短期”の料金弾性値に関連する可能性のある規定要因を示したに留まっている。実際の料金政策に本研究から得られた結果を反映させるためには、ETC利用の増加に関連付けて料金弾性値への影響をより詳細に検証すると共に、長期的な弾性値を考慮する必要がある。

第4章 参考文献

- 1) Burris, M.W., Cain, A., Pendyala, R. M. (2001): Impact of Variable Pricing on Temporal Distribution of Travel Demand. Transportation Research Record 1747, pp.36-43
- 2) Dahlgren, J. (1998) : High Occupancy Vehicle Lanes not always more Effective than General Purpose Lanes, Transportation Research 32A
- 3) Federal Highway Administration (2005): Managed Lanes: A Primer
- 4) Ferrari, P (2002) : Road Network Toll Pricing and Social Welfare, Transportation Research, Part B Methodological
- 5) Finkelstein, A. (2009): E-z tax: Tax Salience and Tax Rates, Quarterly Journal of

- Economics, Vol. 124, No. 3, pp. 969–1010
- 6) Gifford, J.L., Talkington, S.W. (1996) : Demand Elasticity Under Time-Varying Prices: Case Study of Day-of-Week Varying Tolls on the Golden Gate Bridge. *Transportation Research Record* 1558, pp55-59.
 - 7) Granau, R. (1994) : Optimal: Road Capacity with Suboptimal Congestion Toll, *Journal of Urban Economics*
 - 8) Gronau, R. (1999): The Economics of a Single Toll Road in a Toll-free Environment, *Journal of Transport Economics and Policy*
 - 9) Hirschman, I., Mcknight, C., et al (1995): Bridge and Tunnel Toll Elasticities in New York, *Transportation* 22
 - 10) Hirschman, I., McNight, C., Paaswell, R.E., Pucher, J.,Berechman, J. (1995): Bridge and Tunnel Toll Elasticities in New York: Some Recent Evidence. *Transportation* 22:97–113.
 - 11) Hirshman,I et al. (1995): Bridge and Tunnel Toll Elasticities in New York; Some Recent Evidence, *Transportation*, Vol. 22, pp. 97-113
 - 12) Holguin-Veras, J., Ozbay, K., de Cerreno, A. (2005): Final Report, Evaluation Study of Port Authority of New York, Rensselaer Polytechnic ,Institute for New Jersey Department of Transportation, FHWA/NJ-2005-005
 - 13) Litman, T. (2009): *Transportation Elasticities: How prices and other factors affect travel behavior*
 - 14) Matas, A., Raymond, J. (2003): Demand elasticity on tolled motorways, *Journal of Transportation and Statis-tics*, Vol. 6, No. 2, pp. 91-108
 - 15) Minnessota DOT (2012): *Active Traffic Management in Minnessota, 2012.*
 - 16) Minnesota DOT (2011): *Report of Minnesota’s Mileage-Based User Fee Policy Task Force*
 - 17) Moon, D. J., Park, C. H. (2002) : Optimal Congestion Charges in General Equilibrium, *IATSS Research*
 - 18) Oregon DOT (2007) : *Oregon’s Mileage Fee Concept and Road User Fee Pilot Program FINAL REPORT.*
 - 19) Oum, T. H et al., (1992) : Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and Recent empirical Estimates, Editorial Note, *Journal of Transport Economics and Policy*
 - 20) Ozbay, K, Yanmaz-Tuzel, O., Holguin-Veras, J. (2006) : The Impacts of Time-of-day Pricing Initiative at NY/NJ Port Authority Facilities Car and Truck Movements , the 85th TRB Annual Meeting
 - 21) Shmanske, S. (1993): A Simulation of Price Discriminating Tolls, *Journal of*

- 22) Salon, D., Boarnet, M. G., Handy, S., Spears, S., Tal, G. (2012) : How do local actions affect VMT? A Critical Review of the Empirical Evidence, *Transportation Research, Part D* 17
- 23) Shmanske, S. (1991) : Price Discrimination and Congestion, *National Tax Journal* 44
- 24) Small, K. A., Gomez-Ibanez, J. A. (1998): Road Pricing for Congestion Management, *The Transition from Theory to Policy Road Pricing, Traffic Congestion and the Environment: Issues of Efficiency and Social Feasibility*
- 25) Small, K. A., Yan, J. (2001): The Value of “Value Pricing” of Roads: Second-Best Pricing and Product Differentiation, *Journal of Urban Economics* 49
- 26) Tsukada, Y. Fukuda, D. (2013): Comprehensive Analysis of Toll Price Elasticity of Demand for Toll Roads- Demonstration Projects on Flexible Charge in Japan -, the 10th EASTS
- 27) Verhoef, E. T., Small, K.(2004): A Product Differentiation on Roads: Constrained Congestion Pricing with Heterogeneous Users, *Journal of Transport Economics and Policy* 38-1
- 28) Walker, J. (2011) : The Acceptability of Road Pricing, RAC Foundation
- 29) Wardman, M. (1998) : The Value of Travel Time: A Review of British Evidence. *Journal of Transport Economics and Policy*, 32 (3), pp.285-315
- 30) Wuestefeld, N.H., Regan, E.J. (1981) : Impact of Rate Increases on Toll Facilities. *Traffic Quarterly* 34, pp.639-55.
- 31) Ying, J. Q (2002) : 都市道路ネットワークにおける最適料金の設定、高度交通システム、9 - 9
- 32) 浅田義久、有村俊秀、藤原徹、功刀祐之 (2013) : 「1000円高速」割引の費用便益分析ーODデータを用いた需要関数の推定とトラカデータを用いた速度関数の推定、日本交通政策研究会研究討論会資料
- 33) 石井良治・福田大輔 (2011): 高速道路交通量の料金弾力性に着目したETC 導入の影響に関する実証的分析, *交通工学研究発表会論文集*, Vol. 31, pp.295-298
- 34) 梶川俊二 (1999): 高速道路の交通量と景気動向に関する最近の動向分析-東名高速道路に関する分析, *高速道路と自動車*, Vol. 42, No. 12, pp.43-50
- 35) 金子雄一郎・土屋 潤 (2012) : 高速道路料金の割引による影響分析 新潟地方を対象としてー、第32回交通工学研究発表会論文集
- 36) 白石善雄 (1980): 高速道路料金改定の影響の考察, *高速道路と自動車*, Vol. 23, No. 8, pp.28-37
- 37) 高城一俊・合津嘉和 (1991): 平成元年の高速道路料金改定後の利用状況, *高速道路と自動車*, Vol. 34, No. 1, pp.40-45

- 38) 谷下雅義 (2005): 都市間高速道路交通量の料金弾力性, 高速道路と自動車, Vol. 48, No. 11, pp.38-45
- 39) 道路広報センター (2004): 有料道路の料金に関する社会実験事例集 ~ 有料道路の活用に向けての新しい取り組み ~ 2004
- 40) 道路広報センター (2005): 有料道路の料金に関する社会実験事例集 ~ 地域における課題解決型社会実験のとりまとめ ~ 2005
- 41) 道路広報センター (2006): 有料道路の料金に関する社会実験事例集 ~ 地域における課題解決型社会実験のとりまとめ ~ 2006
- 42) 根本敏則、今西芳一(2006): 有料道路の料金施策の有効性に関する考察、運輸と経済, Vol.66, No.11, pp-59-69
- 43) ビュン・ワンヒ、飯田恭敬、宇野伸宏、金周顕 (2003): ドライバ特性を考慮したシミュレーション実験による料金効果分析、第23回交通工学研究発表会論文報告集
- 44) 八田達夫: ミクロ経済学I、市場の失敗と政府の失敗への対策、第5章、第7章、第9章、東洋経済新報社
- 45) 八田達夫: ミクロ経済学Express、第11章、東洋経済新報社
- 46) 古川浩太郎 (2009): 高速道路の通行料金制度 -歴史と現状-、レファレンス
- 47) 文世一、秋山孝正、奥嶋政嗣 (2005): 道路ネットワークにおける次善の混雑料金 コードンプライシングと都市高速道路料金の設計、明海大学応用地域学会第19回研究発表報告
- 48) 松井寛、藤田素弘(2000): 高速道路を含む都市圏道路網における利用者均衡配分モデルの実用化に関する研究、土木学会論文集、653 - 48
- 49) 松田和香、塚田幸広 (2005): 有料道路の料金に係る地方からの提案型社会実験の効果に関する分析、土木計画学研究・講演集, Vol. 22, No. 4, pp.783-788
- 50) 松本昌二、松井雄一、松田真宜 (2004): 高速道路料金割引実験における時間帯別配分交通量の推計と便益評価 新潟都市圏日本海東北自動車道におけるケーススタディ、土木計画学研究・講演集(CD-ROM)、VII(216)
- 51) 三好雄也(2013): 高速道路料金割引の費用便益分析 -東名高速道路を題材として-、日本交通政策研究会研究討論会資料
- 52) 森杉壽芳、河野達仁 (2012): 道路整備財源調達に伴う厚生損失を考慮した高速道路料金の効率的水準、日本経済研究 No.67, pp.1-20
- 53) 森杉壽芳、河野達仁、大村洋平 (2009): 道路特定財源調達の限界費用を考慮した効率的な高速道路料金水準と財源調達、高速道路と自動車、pp.20-29
- 54) 山上俊彦 (1991): 高速道路の交通量と景気動向, 高速道路と自動車, Vol. 34, No. 11, pp.31-38
- 55) 山内弘隆 (1987): 道路の車種別費用負担について -高速道路料金へのラムゼー価格の適用、高速道路と自動車、Vol.30, No.9, pp.24-32

第5章 道路交通情報の提供による経路誘導効果に関する実証的検証

第 5 章 道路交通情報の提供による経路誘導効果に関する実証的検証

5.1 はじめに

道路情報の提供については、我が国において、これまで交通管理者、道路管理者が主導的にトラフィックカウンタや CCTV 等の収集・提供のための施設整備やシステムの改善を継続的に進め、道路交通情報が高速道路の各種表示板、ラジオ等各種メディア及び VICS を通じてカーナビへ提供されてきた。さらに最近では、民間の交通情報提供事業者の参入によりプローブ情報が付加され、時間や距離のみならず燃料消費量の有利なルートに誘導するサービスビジネスが展開されつつある。道路交通情報の提供システムは各々得失があり、例えば、第 2 章で述べたように、既存の VICS 対応カーナビ (FM) では、情報提供の対象地域が狭くまた、提供の時間遅れ遅れ等の課題があり、リアルタイムの広域にわたる道路交通情報の提供の要請がある。そこで、国土交通省では、県境を越える広域な道路交通情報を路側の設置した ITS スポットあるいは高速道路上の電光表示板からリアルタイムに配信され、ルートを選択するダイナミック・ルートガイダンスの研究開発及び本格導入を展開しており、今後普及していくものと考えられる。

本章では、IT を活用した高速道路の道路交通マネジメントとして、リアルタイムの交通状況に応じて、ドライバに提供される情報に基づく広域にわたる経路誘導を促すダイナミック・ルートガイダンスに関して、既往研究をレビューするとともに、データにより効果を実証的に検証する。

5.2 では、道路交通情報の提供による経路誘導等に関する既往研究をレビューする。次に 5.3 では、広域な情報提供による経路誘導としてダイナミック・ルートガイダンスについて、道路交通情報の提供の経路誘導等の効果を実証的に検証するために、東名高速、新東名高速及び並行する国道 (1 号線、246 号線) を対象として、分岐する JCT 部での渋滞、事故の事象毎の電光表示板における情報提供内容と各路線での交通量、旅行速度の変化に着目し分析する。

本章の構成は以下の通りである。

5.1 はじめに

5.2 道路交通情報の提供による効果に関する既往研究レビュー

5.3 渋滞、事故等に伴う道路交通情報の提供による誘導効果分析

5.4 第 5 章のまとめ

5.2 道路交通情報の提供による効果に関する既往研究レビュー

5.2.1 道路交通情報の非対称性及び不確実性に関する研究

小林ら (1993) は、情報の受信-経路選択-経路情報の蓄積の学習過程を経てドライバの期待形成仮説に基づく経路選択過程をモデル化している。その結果、予測精度が高くなるに伴い、効用が高まる、受信するドライバの割合が大きい程、混雑が緩和し、結果として受信しないドライバも含めて一人当たりのドライバの効用は大きくなることを示唆している。小林

ら(1995)は、交通情報による経路誘導システムの経済便益評価のモデルの定式化する中で、交通情報は情報の非対称性による経済損失を改善する役割を果たすこと、混雑課金がドライバに事前に通知されることによる経済誘導情報としての役割があることを指摘している。加えて、混雑税に関する情報経済学的アプローチは未だ無いことを示している。

羽藤ら(2000)は、意志決定の不確実性の観点から交通情報の価値を定義し、その価値に応じてドライバの経路選択にも影響を考慮してモデル化している。その結果、各経路の効用の絶対値が閾値より小さいときに提供される情報を参照するというモデルを定式化している。また、首都高でのアンケート調査等から、効用差が小さく不確実性が大きい場合、情報参照確率が高くなることを検証するとともに、大型の図形情報板が有効であることを示唆している。

森川ら(2002)は道路交通情報の不完全性と情報提供のあり方を提案しており、所要時間情報の他に道路の存在自体の情報であるネットワーク情報の不完全性を考慮した均衡配分の現況再現性の観点から検証し、不完全性を考慮することの必要性を示唆している。不完全な経路情報の下で経路選択を行っているドライバに完全な情報をあたえることの便益を中京都市圏全体で試算している。一方、配分上は、ネットワーク情報が不完全なドライバが利用できるリンクが限られているため高速道路オンランプまでに到達するまでにコストがかかることを指摘している。

これらの既往研究からは、渋滞、所要時間等の道路交通情報の非対称性(不完全性)を改善することにより、さらに効率的に最短時間の経路誘導が行われることを示唆している。また、小林ら(1995)が指摘しているように料金等の情報の非対称性も重要な視点である。この点に関しては、第2章、第4章で米国のHOTレーンにおけるダイナミックプライシングの料金表示の事例から、我が国での検討の必要性を論じた。さらに第6章においてもリアルタイムの道路交通情報に加えて料金情報について試案を提示したい。

5.2.2 道路交通情報の提供による経路誘導に関する既往研究

大口ら(2003)(2002)は、東名高速道路下りの大井松田IC~御殿場IC間の1対の起終点に対して左右2ルートに分岐合流する約20km区間を対象としてハンチング現象(道路情報のタイミング等に起因して渋滞が交互に発生する現象)を抑制するために経路選択、渋滞状況、情報内容を再現するシミュレーションを行い、交通情報の遅れによりハンチング現象が助長されることを示唆している。

麦倉ら(1995)は、首都高速道路の感知データ、可変文字情報板のデータから旅行時間情報の精度について検証し、実際の交通状況と可変文字情報板からの提供と経路選択行動の関係を分析している。その結果、分岐付近の交通状況は経路選択行動に影響を与える、特に朝の通勤ドライバの情報に対する感度が高い、旅行時間情報は渋滞長情報と比べ、経路選択行動との相関が高いとの結論を得ている。

小川ら(2001)は、道路交通情報板から提供される情報を対象として、アンケート調査により認知所要時間と経路選択行動の関係を調査している。その結果、ドライバの認知所要時間

は、渋滞長情報に対しては所要時間を大きく見積もる傾向があること、多種情報が混在する場合、対象の OD において現在のルートに対する所要時間情報に加え、代替ルートに対しても交通情報提供を行うことが有効であることを示唆している。

羽藤ら(1995)は、首都高速道路とその代替道路の一般道路について旅行時間調査を行うとともに、アンケートによるドライバの情報提供時の経路選好意識調査を行い、情報提供時のドライバの反応について分析を行っている。分析の結果、情報を受けた後の経路選択に対して、情報を受ける前の走行経路の種別、混雑状況、情報提供前の利用予定経路が影響を及ぼす、経路選択に関して旅行時間情報が大きい影響を及ぼす、走行経験が多いドライバほど、経路選択における旅行時間情報の影響が大きい等の結論を得ている。

本間ら(2013)は、名神と新名神高速道路における除雪作業情報の提供と迂回効果を検証している。検証によると「除雪作業あり」の情報提供は、迂回行動に有効に作用していることをトラフィックカウンタによる実測データにより報告している。

石山ら(2013)は、特定の IC を対象として、IC の流出交通に直目して情報板の交通情報がユーザーの迂回選択行動に及ぼす影響について、情報板の表示履歴、ETC データ及び車両感知器の交通量データを用いて分析している。その結果、交通量に対する IC の流出量の比率(分岐比率)は、情報板からの渋滞末尾までの距離が短く、また、渋滞長、渋滞通過時間が長くなるに伴い大きくなることを明らかにしている。また、相関係数の大きさから渋滞通過時間が最も影響を及ぼす因子であることを示している。

これらの既往研究から、高速道路ネットワークの分岐点における道路情報板による情報の提供の有効性と旅行時間等の情報内容と提供のタイミングによる効果に違いがあることが確認できた。しかしながら、道路情報の提供による経路誘導効果に関する既往研究では、小川(2001)や羽藤ら(1995)のように、経路誘導に関してはアンケート調査に基づき行動メカニズムを明示的に定式化することにより分析している研究例が多い。

これらの既往研究に対して、本研究では、次節で論じるように広域にわたる高速道路及び一般道路のネットワークを対象として、分岐点での渋滞、事故等に関連した道路交通情報に着目して高速道路、一般道路上のトラフィックカウンタの実測データに基づき経路誘導効果を実証データにより検証するものである。言い換えると、本研究は、経路誘導に関して高速道路と並行する一般道路のトラフィックカウンタの交通量の実測データを活用していること、新東名高速道路の供用している全区間の広域エリアを対象としていること、分岐部の道路交通情報板の情報内容と組み合わせて分析していることが既往研究との相違点である。

5.3 渋滞、事故等に伴う道路交通情報の提供による誘導効果分析

5.3.1 概要

本節では、高速道路上のリアルタイムの情報提供による交通誘導効果を明らかにするために、実際の渋滞、事故及び工事規制に関する実際のデータに基づき道路交通情報の提供によ

る誘導効果を分析する。

具体的には、東名高速道路及び新東名高速道路において2012(平成24)年度～2013(平成25)年度にあった交通渋滞と事故による通行止めに関する事象を対象とし、道路表示の内容とタイミングに関連づけて、高速道路とそれと並行する直轄国道のトラフィックカウンタによる実測の交通量と旅行速度の時系列的な変化の分析を行った。さらに、通常時の交通需要が渋滞時に付加されたという仮定条件で渋滞長、渋滞継続時間を試算することにより、リアルタイム交通情報による経路誘導の有効性を検討する。

第2章で述べたように、自動車利用者が高速道路上を走行中に利用できる情報としては、高速道路上の情報板の他、VICS、ハイウェイラジオ、自動車メーカー等が独自に提供する情報等がある。このうち本研究で利用したデータは、高速道路における表示履歴が取得可能なJCT及びIC手前に設置されたJ型(ジャンクション分岐点手前750m付近に設置、各路線前方の道路交通情報を提供)・A型(IC出口約200m手前の本線上に設置、当該IC等より通行止め、事故、渋滞の情報のほか、落下物注意、車線規制などの情報を提供)の文字型情報板の表示内容である。そのため、自動車利用者の経路選択等の行動は必ずしも本研究で分析対象とした情報だけを頼りに行われたものではない。一方、情報板の表示内容を自動車利用者が必ずしも視認、理解できたうえで行動を行っているわけではない。しかしながら、経路選択が可能なJCTやICの直前で提供された情報は、それを確認した自動車利用者の行動に対して少なからず影響を与えるものと考えられる。

5.3.2 対象地域・路線

本研究において道路交通情報の提供による誘導効果を明らかにするために、分岐地点がある並行する高速道路を対象として選定した。

具体的な分析対象地域・路線は、東名高速道路と新東名高速道路が並行する静岡県内の東名高速道路、新東名高速道路、国道1号、国道246号の4路線である。

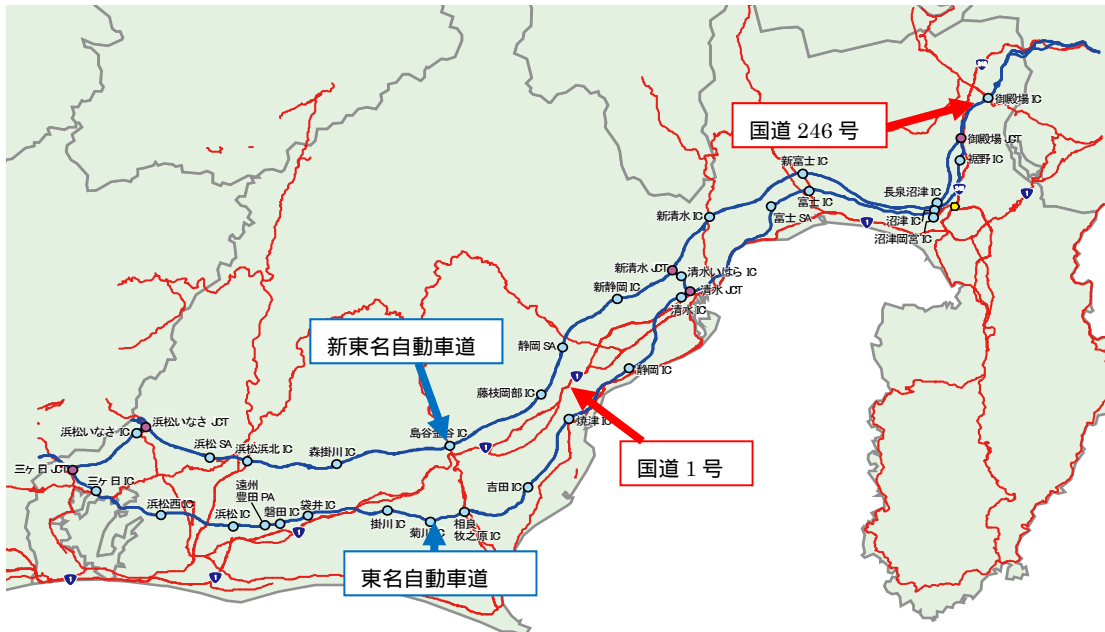


図 5.3.1 対象地域・路線の概要

5.3.3 分析対象とした事象

分析対象とした事象は、東名高速道路または新東名高速道の下りに発生した渋滞及び通行止の次の5つの事象である。



図 5.3.2 分析対象とした事象の位置 (その1)



図 5.3.3 分析対象とした事象の位置 (その 2)

表 5.3.1 分析の対象とした事象

事象	事象の概要	路線	区間	継続時間	事象の発生			事象の終了
					年月	曜日	時刻	時刻
事例1	サグにおける交通集中による自然渋滞	新東名下り	新清水JCT ←新富士	2時間39分	2012.9	休	16:21	19:00
事例2	突発事故による通行止め	新東名下り	三ヶ日JCT ←浜松いなさ	6時間55分	2013.8	平	4:10	11:05
事例3	高波による通行止め	東名下り	清水 ←富士	6時間29分	2012.9	休	21:00	翌日 3:29
事例4	突発事故による通行止め	新東名下り	新富士 ←長泉沼津	2時間23分	2013.4	平	12:27	14:50
事例5	工事による通行止め	東名下り	清水JCT ←富士	58時間00分	2013.7	平	20:00	3日後 6:00

5.3.4 分析用データ

(1) 分析に用いた交通量・旅行速度データ

分析に利用した交通量・旅行速度データは、高速道路トラカン、直轄国道トラカン、プローブデータであり、その概要は以下に示すとおりである。

1) 高速道路トラカンデータ

東名高速道路・新東名高速道路上に設置されるトラカンにより観測されたデータである。東名高速道路・新東名高速道路においてはおよそ 2km ピッチで設置されている。

本研究では高速道路において計測される 5 分間隔の車線（走行 1、走行 2、追越し、登坂 / 路肩）毎に交通量（車種計）速度等のデータを用いた。

2) 直轄国道トラカンデータ

国道 1 号・国道 246 号上に設置されるトラカンにより観測されたデータである。静岡県内の当該路線では、14 箇所（国道 1 号 11 箇所、国道 246 号 3 箇所）に設置されている。

本研究では 5 分間隔で、上下毎に小型交通量、大型交通量、速度等が記録されたデータを用いた。

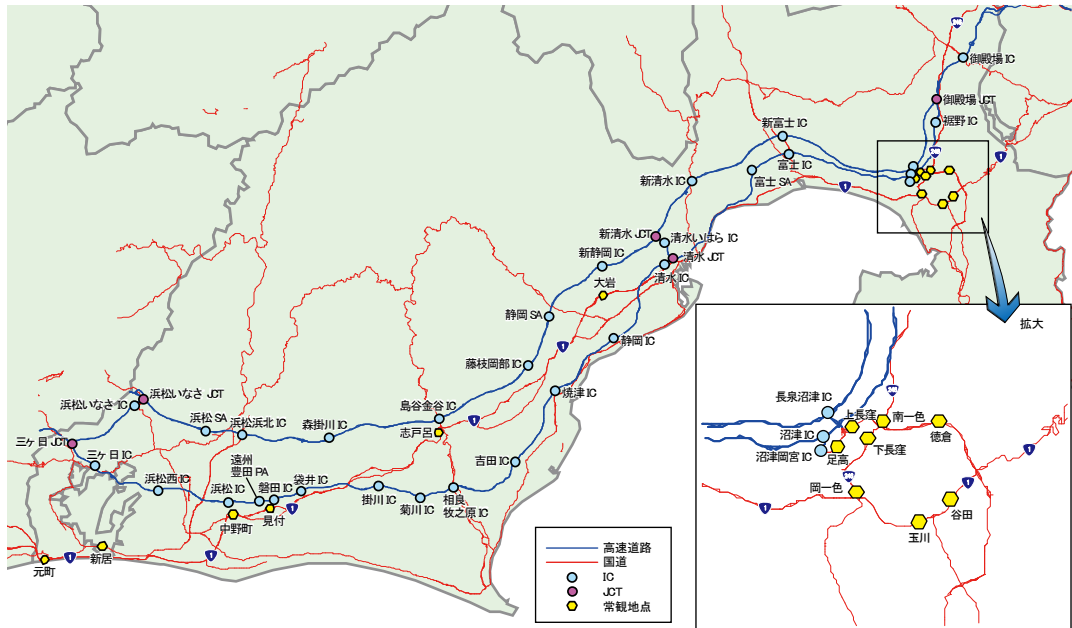


図 5.3.4 直轄国道トラカン位置図

3) プローブ旅行速度データ

カーナビから取得される緯度経度から推定された旅行時間データである。

本研究では、道路交通センサス等で用いられる交通調査基本区間単位に整理された 1 時間平均の旅行速度（旅行時間）データを用いた。

(2) 情報板の情報内容データ

道路利用者に提供された情報内容データとしては、東名高速道路・新東名高速道路上に設置された情報板（インター流出部の A 型及びジャンクション部の J 型）に表示された文字情報が、その提供された時刻とともに記録された履歴データを用いた。

1) 情報板の設置位置

履歴データを整理した情報板の設置位置は図 5.3.5 のとおりである。



図 5.3.5 情報板位置図

2) 情報板の内容

情報板の履歴データを時系列に整理した例を以下に示す。

表 5.3.2 情報板表示内容の整理の例

新東名 新富士IC手前 (85.16KP)			新東名 長泉沼津IC手前 (65.18KP)		
送信時刻	上段表示内容	中段表示内容	送信時刻	上段表示内容	中段表示内容
			41312	7キロ先 落下物有注意	(消滅)
45105	落下物有注意	(消滅)	43645	4キロ先 故障車有注意	7キロ先 落下物有注意
45211	(消滅)	(消滅)	45105	4キロ先 故障車有注意	この先 落下物有注意
			45211	4キロ先 故障車有注意	[新]長泉沼津-新富士落下物有
			50227	4キロ先 故障車有注意	(消滅)
			51306	(消滅)	(消滅)
135530	5キロ先渋滞2km5分	(消滅)	135529	[新]新富士-新清水 渋滞2km	(消滅)
135603	(消滅)	(消滅)	135602	(消滅)	(消滅)
140923	5キロ先渋滞2km5分	(消滅)	140922	[新]新富士-新清水 渋滞2km	(消滅)
141323	5キロ先渋滞2km10分	(消滅)			
141624	5キロ先渋滞2km15分	(消滅)	141631	(消滅)	(消滅)
141631	(消滅)	(消滅)			
162148	[新]新清水-新清水JCT 渋滞2km	(消滅)	163118	(消滅)	(消滅)
163120	[新]新富士-新清水 渋滞2km	[新]新清水-新清水JCT 渋滞2km	163634	(消滅)	(消滅)
163341	[新]新富士-新清水 渋滞2km	[新]新清水-新清水JCT 渋滞3km			
163636	[新]新清水-新清水JCT 渋滞3km	(消滅)	164443	[新]浜松いなさ-音羽蒲郡 渋滞20km	(消滅)
163900	(消滅)	(消滅)	164619	[東]浜松西-音羽蒲郡 渋滞25km	(消滅)
164444	[新]浜松いなさ-音羽蒲郡 渋滞20km	(消滅)			
164620	[東]浜松西-音羽蒲郡 渋滞25km	(消滅)			

5.3.5 御殿場 JCT 手前の情報板による情報提供の影響分析

(1) 分析の視点

御殿場 JCT は東名高速道路と新東名高速道路の分岐点にあたり、東名高速道路下り向き(東京方面から名古屋方面)利用者が、両高速道路のどちらかを必ず選択しなければならない地点であることから、情報提供による経路選択への影響を交通量から分析しやすいところと考えられる。従って、当該地点における交通量の時系列変化をグラフ化し分析を行った。具体的には次の観点から検討した。

下流の渋滞や通行止め等の交通障害の情報が提供された道路においては、交通障害の発生箇所より下流に目的地を持つトリップがその障害を避けることにより、交通量の分担率が低下する可能性がある

同じく、交通障害を回避したトリップが高速道路ではなく一般道路を選択した場合には、高速道路の交通量(東名高速道路と新東名高速道路の交通量の合計)が減少し、一般道路の交通量が増加する可能性がある。

本章では、渋滞発生に伴う事例 1 と事故に伴う事例 2 を取り上げ、道路交通情報提供によ

る経路誘導効果について分析する。なお、他の3事例については、付録.4に基本的傾向を整理して記述する。

(2) 分析データ

分析には次の区間・地点の交通量データを用いた。

東名高速道路(下り): 御殿場 JCT~長泉沼津 IC 間の6箇所のトラカン交通量(KP: 55.26, 57.43, 59.64, 62.02, 64.04, 65.56)。但し、KP 64.04, 65.56の2箇所については、画像トラカンであり、夜間の交通量は観測できないため、区間の平均交通量を算出する場合にはこれは用いず、残りの4箇所のトラカンデータを用いた。

新東名高速道路(下り): 御殿場 JCT~裾野 IC の3箇所のトラカン交通量(KP: 89.85, 91.56, 93.6)。一般道路(下り): 国道246号の1箇所のトラカン交通量(地点: 南一色)。国道246号南一色は、東名高速道路の裾野 IC~沼津 IC に並行する地点である。従って、御殿場 JCT を通過した交通が当該地点を通過したトリップが当該地点を通過する場合は、御殿場 JCT で東名高速道路を選択した後、裾野 IC で高速道路から一般道路に降りているものと考えられる。

一方、高速道路を回避し一般道路を利用するトリップには、沼津 IC 以西の IC を利用するものも含まれると考えられるが、これらのトリップは南一色の交通量には含まれない。これらのトリップを把握できる適切な箇所に一般道路上のトラカンが設置されていないため、ここでは当該箇所のデータを用いた。



図 5.3.6 交通量の分析区間・地点

(3) 事象毎の分析結果

1) 事例1 (新東名における交通集中による渋滞 [新富士 新清水 JCT])

【東名・新東名分担率】

新東名の渋滞情報 (渋滞 11km) が表示された直後から 30 分程度の間、東名交通量の急増と新東名交通量の急減が確認できる。

一方、渋滞解消時では、渋滞 5km の表示になった頃から新東名の交通量が徐々に増加し、渋滞の表示が消滅した頃に平常時の分担率に戻っていることが確認できる。

【一般道路への影響】

東名と新東名の合計交通量は、渋滞情報の提供前・中・後に大きな変化はみられないことから、一般道路への影響は大きくないと推察できる。国道 246 号の並行区間の交通量も同様に大きな変化はない。

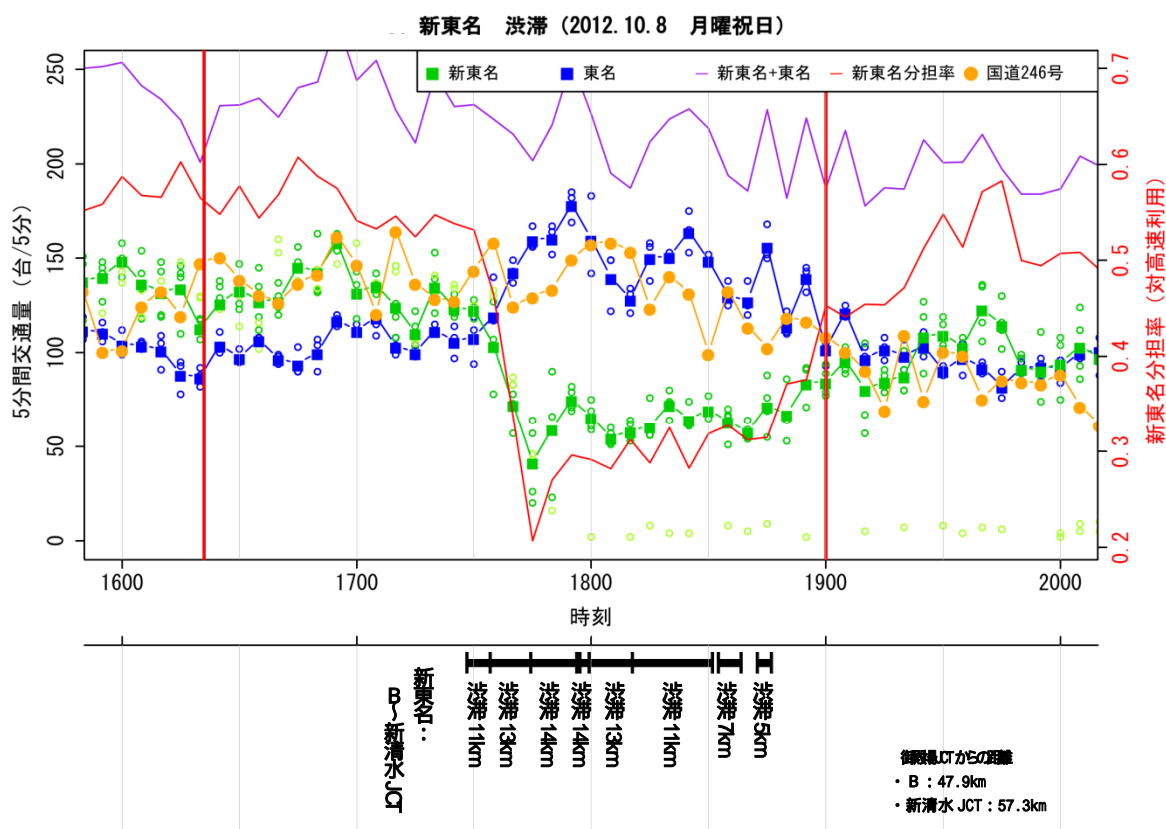


図 5.3.7 御殿場 JCT 下流の交通状況事象 (事例 1)
(新東名における交通集中による渋滞 [新富士 新清水 JCT])

2) 事例2 (新東名における交通事故による通行止め [浜松いなさ 三ヶ日 JCT])

【東名・新東名分担率】

J1の事象は、清水連絡路手前の御殿場 JCT から比較的近い位置での事象であるのに対し、C6は三ヶ日 JCT 付近の 150km 程度離れた位置での事象である。新東名の事故通行止めが表示された直後から新東名の分担率は 20% 近くまで大きく低下しており、遠方の情報も有効であることを示唆している。

その後、新東名の分担率はやや増加しているが、これは夜間早朝のトリップが三ヶ日 JCT 以西にまでまたがるトリップ長の長いトリップであることが影響しているものと考えられる。一方、通行止め表示が消滅した後は通常の花担率に回復している。

【一般道路への影響】

東名と新東名の合計交通量、国道 246 号の並行区間の交通量は平常時との大きな差は確認できない。

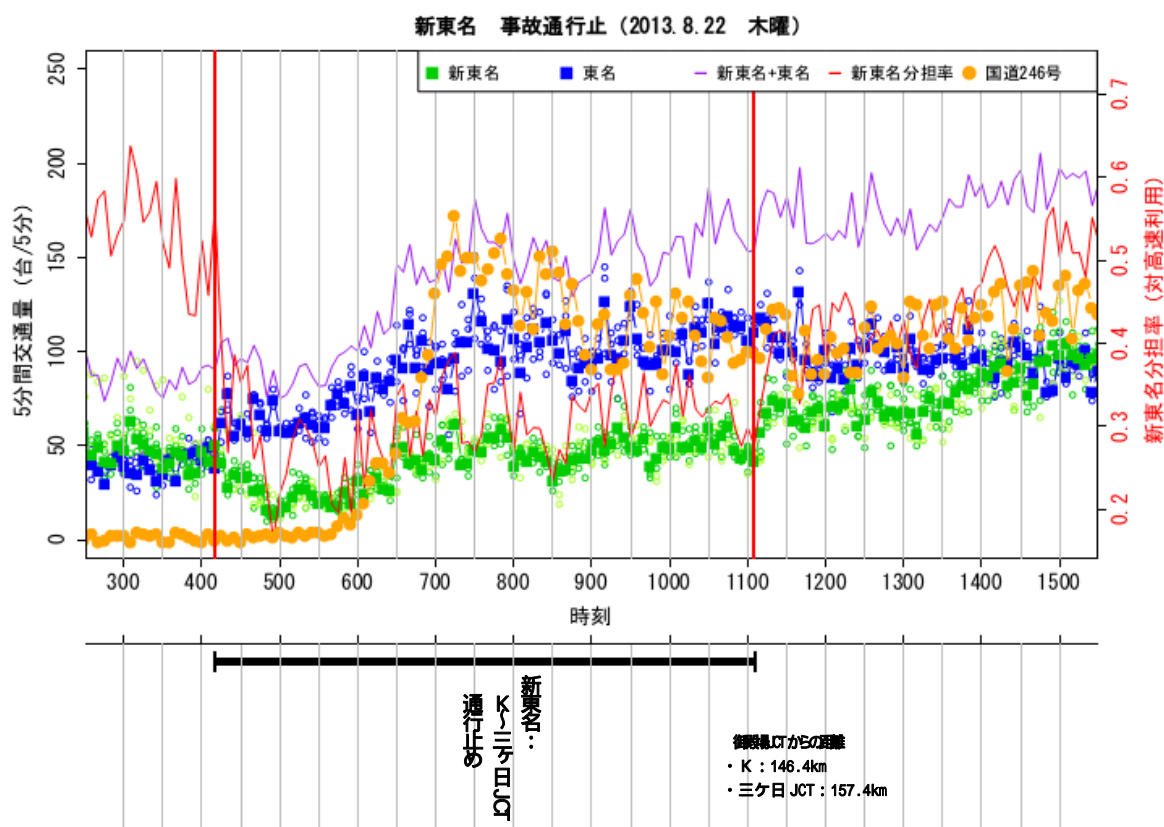


図 5.3.8 御殿場 JCT 下流の交通状況 (事例 2)
(新東名における交通事故による通行止め [浜松いなさ 三ヶ日 JCT])

5.3.6 交通量・旅行速度の時空間分布の分析

(1) 分析の視点

東名高速道路と新東名高速道路における交通量と旅行速度の時空間分布を確認した。これにより、情報提供による上流での経路選択・交通分担の変化が、下流の交通渋滞等の交通状況に与える影響の分析や、交通事象とそれに関する情報提供の影響が及ぶ時空間的広がりを分析することが可能となる。

(2) 各事象における分析結果

1) 事例1(新東名における交通集中による渋滞[新富士 新清水 JCT])

渋滞情報が表示された頃より御殿場 JCT 以西の区間において順次、新東名の交通量が減少、東名の交通量が増加している。

また、新東名の交通量の減少が渋滞箇所である新富士 IC に到達した頃より、渋滞長が減少していることが確認できる。一方、東名ではやや速度が低下している。

2) 事例2(新東名における交通事故による通行止め[浜松いなさ 三ヶ日 JCT])

平常時は夜間・早朝の交通量は、東名にくらべて新東名の方が多く、御殿場 JCT 下流付近では新東名の分担率は 55~60%程度であることが多い。これに対し、新東名の浜松いなさ IC ~ 三ヶ日 JCT の通行止め情報が表示されることにより、約 160km に渡る御殿場 JCT ~ 三ヶ日 JCT の全ての区間において東名の交通量が多くなっている。

また、御殿場 JCT 上流の情報板と同様の通行止め情報は、東名と新東名を連絡する清水連絡路との JCT(新清水 JCT) 手前の情報板でも提供されている。この影響により、新東名交通量の減少・東名交通量の増加は、御殿場 JCT 下流と新清水 JCT・清水 JCT 下流で段階的に生じていることが確認できる。

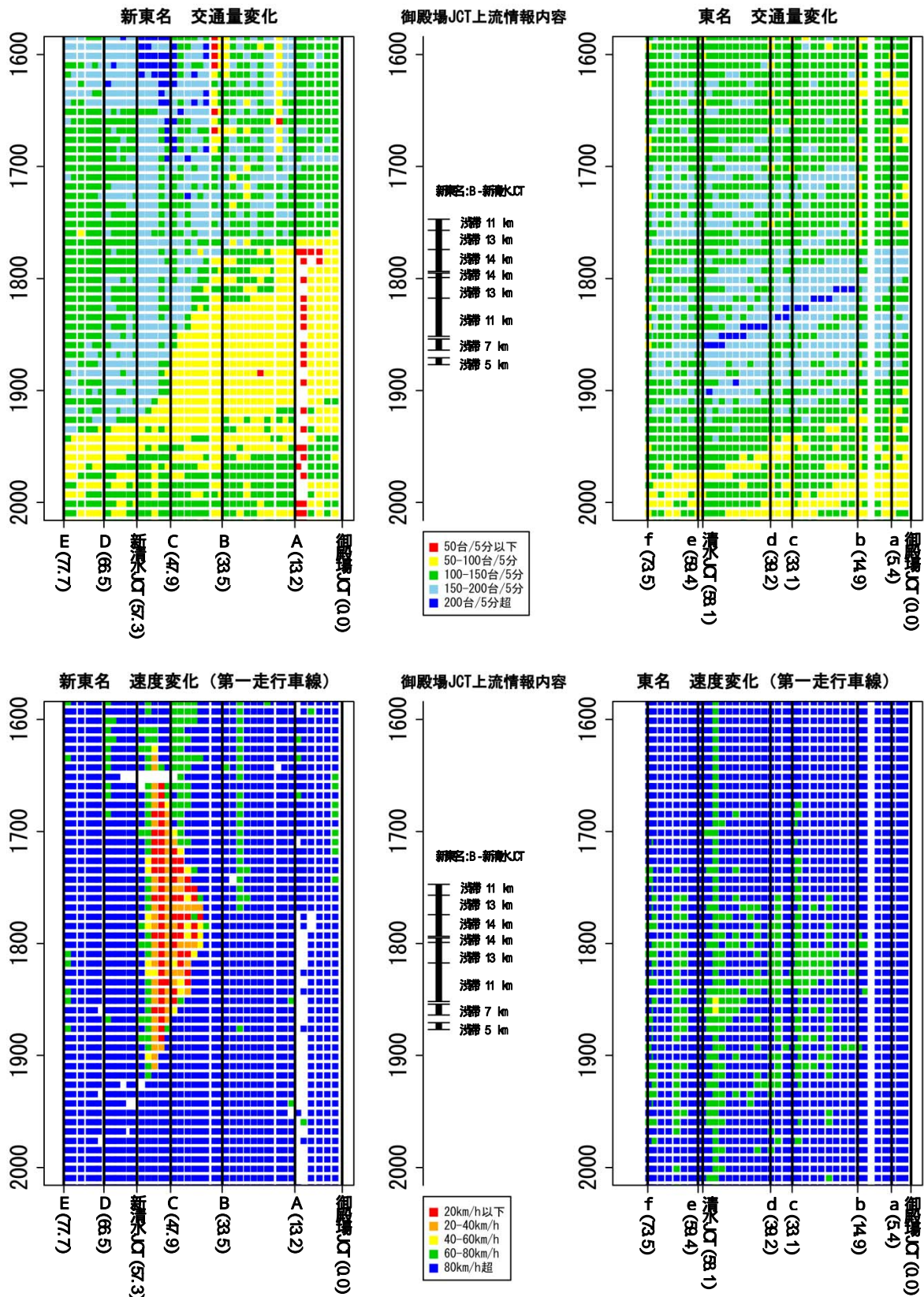


図 5.3.9 交通量（上段）と旅行速度（下段）の空間分布（事例1）

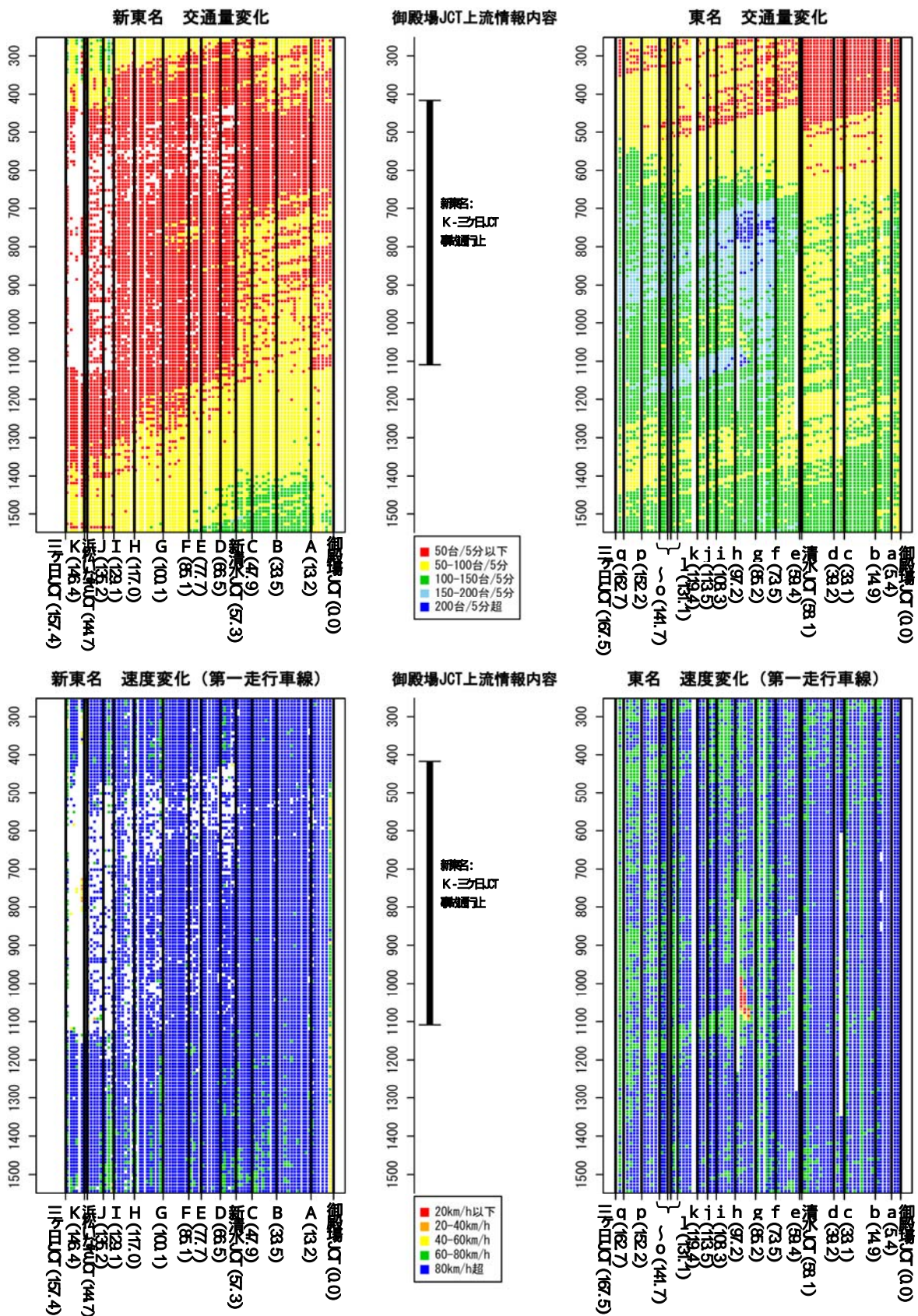


図 5.3.10 交通量 (上段) と旅行速度 (下段) の空間分布 (事例 2)

5.3.7 情報提供が行われなかった場合の渋滞状況の分析

(1) 分析の視点

事例1(新東名における交通集中による渋滞[新富士 新清水 JCT])において、渋滞情報の提供が行われなかった場合の新東名高速道路の渋滞状況の算定を試みた。この結果を情報提供が行われていた実際の渋滞状況と比較することにより、情報提供の効果を確認することができるものとする。

(2) 分析方法の概要

情報提供が行われなかった場合の渋滞状況の試算を次の方法で行った。

ボトルネック交通容量の推定

新東名高速道路における渋滞中の交通量のうち、最も交通量が小さいトラカン地点の交通量をボトルネック交通容量とした。なお、該当するボトルネック交通容量は、トラカンの渋滞中の交通量の平均値とし、時刻によらず一定値とした。

渋滞時の交通密度の推定

新東名高速道路における渋滞中の交通量と走行速度のから渋滞時の交通密度を推定した。なお、ここで推定した交通密度は、渋滞車列台数から渋滞長を推定するために用いた。

実際の交通需要の推定

新東名高速道路における渋滞区間の上流に位置するトラカン地点の交通量を交通需要とした。なお、渋滞中に渋滞長は変化しているため、渋滞の上流区間は固定せず、時刻(5分間隔)ごとの渋滞状況を踏まえて、その直上流のトラカン交通量を交通需要とした。

情報提供が行われなかった場合の交通需要の推定

で推定した実際の交通需要に、御殿場 JCT 上流の情報板の情報により、新東名高速道路から東名高速道路にシフトしたと考えられる交通量を加算することにより、情報提供が行われなかった場合の交通需要を推定した。

渋滞状況の再現性の確認

推定したボトルネック交通容量と実際の交通需要を比較することにより、渋滞長、渋滞継続時間等を推定し、実際の新東名高速道路の渋滞状況との比較を行うことにより、推定結果の現況再現性を確認した。

情報提供が行われなかった場合の渋滞状況の試算

推定したボトルネック交通容量と情報提供が行われなかった場合の交通需要を比較することにより、渋滞長、渋滞継続時間等を推定した。

(3) 分析結果

1) ボトルネック交通容量と実際の交通需要

ボトルネック交通容量と実際の交通需要は、新東名高速道路における交通量の時空間分布図から目視により設定した。

ボトルネック交通容量

新清水 JCT～新富士 IC 間のトラカン（図 5.3.12 No.1～13）について、交通量と速度の関係を時間帯別にみると、図 5.3.11 に示すとおり、17～18 時台を中心に速度 10～30km/h - 交通量 100～200 台 / 5 分の渋滞領域が存在する。

また、速度と交通量の時空間分布を図 5.3.12 に示すが、トラカン No.4 の交通量が最も小さいことから、ボトルネック交通容量は、トラカン No.4 における 16:20～18:55（図 5.3.12 の赤枠）の交通量の平均により求めた。

その結果、ボトルネック交通容量は 143 台 / 5 分となった。

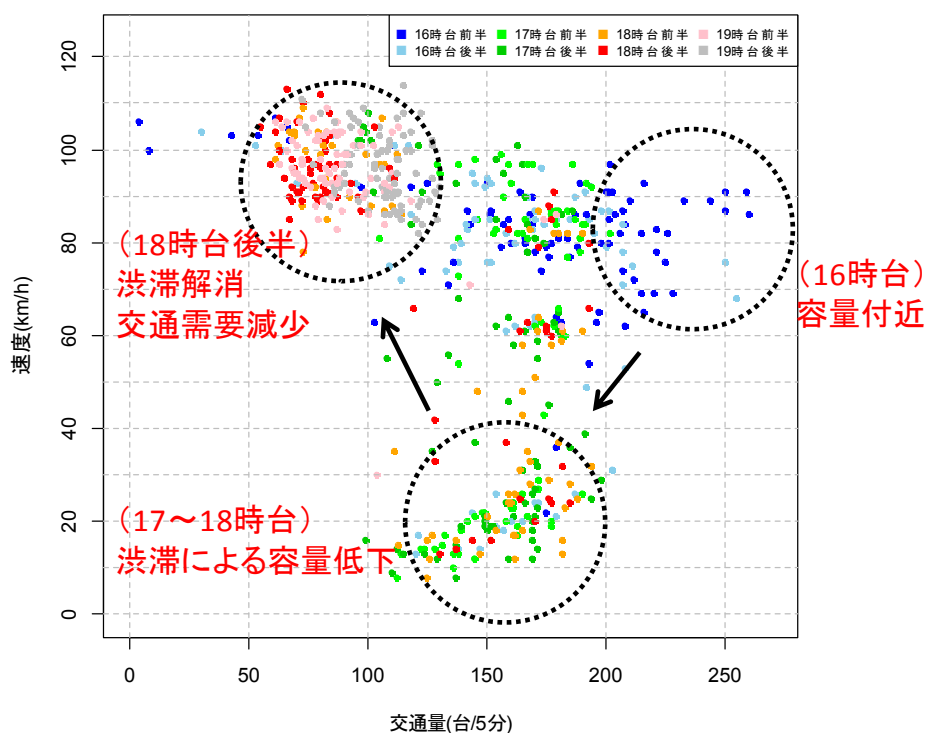
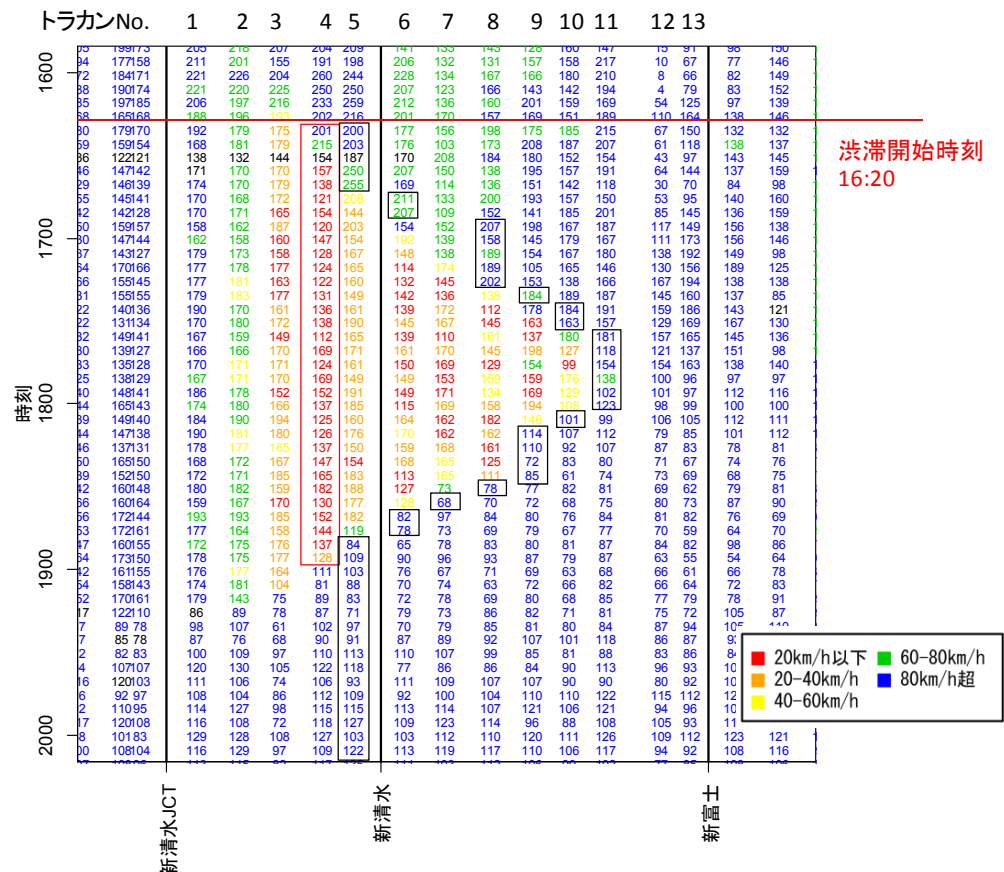


図 5.3.11 事例 1 における新清水 JCT - 新富士 IC 間の QV 図



図中の数字は各トラカン地点の5分間交通量を示す。また、当該地点の走行速度で着色している。

図 5.3.12 新東名高速道路の5分間交通量

実際の交通需要

実際の交通需要は、時刻ごとの渋滞状況に鑑み、渋滞区間の上流に位置するトラカン No.5 ~ No.11 の交通量を用いて求めた。用いた交通量は図 5.3.12 中の黒枠に示すとおりである。

なおこのように交通需要を、時刻ごとに断面（トラカン地点）を変えて加算すると、個別車両単位では加算されない車両や複数回加算される車両が存在することになる。但し、本研究では、渋滞区間を点（ボトルネック地点）と仮定し、単位時間（トラカンの観測単位である5分）にそこに流入する車両（交通需要）と流出する車両（ボトルネック交通容量）との差分により、滞留車両台数を算定したため、渋滞末尾への到着台数をより現実に近い値とするため、本方法を採用することとした。

渋滞時の交通密度

渋滞時の交通密度は、トラカン No.3 ~ No.10 の交通量と走行速度から交通密度を算定した。

具体的には、走行速度が 40km/h 未満であることを概ねの閾値とし、トラカン地点・時刻（5分間隔）ごとに、交通量と走行速度からそれぞれ交通密度を求めた。算定に用いたトラカン地点及び時刻は表 5.3.3 に示す。

また、その分布を図 5.3.13 に示す。95台/km 周辺にピークがある分布となっている。本研究では、これらの平均 94台/km を渋滞時の交通密度として渋滞長の算定に用いた。

表 5.3.3 交通密度の推定に用いたデータ

トラカンNO	KP	開始時刻	終了時刻
3	105.67	16:20	19:05
4	103.78	16:30	18:55
5	102.39	16:50	18:40
6	100.2	17:05	18:30
7	98.4	17:15	18:15
8	96.4	17:25	18:25
9	94.58	17:30	18:00
10	92.95	17:40	17:45

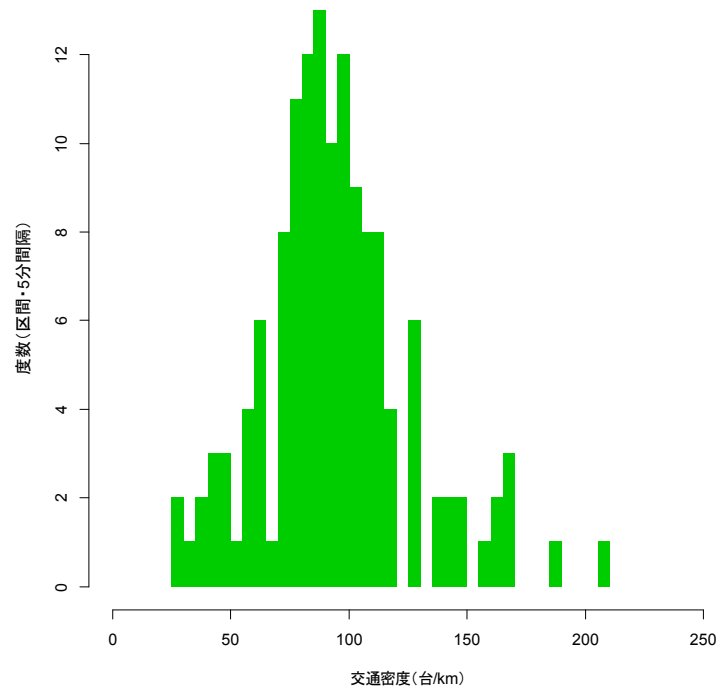


図 5.3.13 事例 1 における渋滞域内トラカンの交通密度の分布

情報提供が行われなかった場合の交通需要

実際の交通需要に、御殿場 JCT 上流の情報板の情報により、新東名高速道路から東名高速道路にシフトしたと考えられる交通量を加算することにより、情報提供が行われなかった場合の交通需要を推定した。具体的には、通常時の新東名高速道路と東名高速道路の交通分担率等を踏まえ、情報提供が行われなかった場合には、両道路における交通量の和の 55% を新東名高速道路が担うものと仮定し、交通量を推定した。

推定に用いたトラカン地点及び時刻は表 5.3.4 に示すとおりであり、新東名高速道路では御殿場 JCT～長泉沼津 IC に位置する 4 地点のトラカンの同時刻平均を、東名高速道路では御殿場 JCT～裾野 IC に位置する 3 地点のトラカンの同時刻平均を用いた。また、対象時刻は御殿場 JCT 上流の情報板での渋滞に関する情報提供時刻が 17:28～18:46 であったこと、情報板設置位置と当該区間とのタイムラグを考え、17:30～19:00 とした。

なお、新東名・御殿場 JCT～長泉沼津 IC 及び東名・御殿場 JCT～裾野 IC 区間を走行する車両が渋滞区間に到達するまでのタイムラグが存在する。御殿場 JCT から現実の最大渋滞時の渋滞末尾までは概ね 35km であることと、当日の走行速度に鑑み、20 分のタイムラグを与えて、情報提供が行われなかった場合の交通需要を推定した。この結果 875 台の交通量を新東名交通量に加算した。

表 5.3.4 シフト交通量の推定結果

時刻	東名高速道路 交通量(台/5分)					新東名高速道路 交通量(台/5分)						合計 交通量 (台/5分)	合計 55%値 (台/5分)	追加需要 (台/5分)
	KP			平均	分担率 (%)	KP				平均	分担率 (%)			
	89.85	91.56	93.6			55.26	57.43	59.64	62.02					
1730	94	119	112	108	46.8	118	124	122	128	123	53.2	231	127	4
1735	140	117	102	120	53.5	78	104	107	127	104	46.5	224	123	19
1740	143	149	137	143	66.3	78	83	73	57	73	33.7	216	119	46
1745	156	167	157	160	79.3	57	64	26	20	42	20.7	202	111	69
1750	164	167	152	161	78.3	66	90	23	0	45	21.7	206	113	68
1755	182	185	169	179	70.4	69	79	71	82	75	29.6	254	140	64
1800	142	156	183	160	70.8	61	69	59	75	66	29.2	226	124	58
1805	149	149	122	140	71.8	60	52	51	57	55	28.2	195	107	52
1810	121	131	134	129	68.7	55	64	53	62	59	31.3	187	103	44
1815	156	158	138	151	71.2	76	56	56	56	61	28.8	212	116	55
1820	153	149	151	151	67.5	73	80	64	74	73	32.5	224	123	50
1825	153	175	165	164	71.7	62	62	61	74	65	28.3	229	126	61
1830	147	152	148	149	68.1	68	77	69	65	70	31.9	219	120	51
1835	128	138	125	130	67.2	66	67	51	70	64	32.8	194	107	43
1840	138	120	125	128	68.8	55	59	54	64	58	31.2	186	102	44
1845	150	168	152	157	68.5	76	88	69	55	72	31.5	229	126	54
1850	110	111	122	114	62.9	64	67	53	86	68	37.1	182	100	33
1855	145	143	132	140	62.4	92	91	83	71	84	37.6	224	123	39
1900	93	109	105	102	54.7	79	89	77	94	85	45.3	187	103	18
合計	2,664	2,763	2,631	2,686	66.7	1,353	1,465	1,222	1,317	1,339	33.3	4,025	2,214	875

なお、船岡ら(2006)は、首都高速道路の事故渋滞を対象に、同様の手法による分析結果を報告している。その結果、事故渋滞による損失時間を一定の精度で分析可能であると示唆している。

渋滞状況の再現性の確認

渋滞状況の再現結果は表 5.3.5 のとおりであり、渋滞長、渋滞継続時間を概ね再現できていると考えられる。

渋滞長については、現実の渋滞長をボトルネック箇所から最大渋滞時の末尾までの距離と考えトラカン設置位置から算定すると 10.8km となるのに対し、推定値は 9.3km となりやや過小評価となっているが、概ね再現できていると考えられる。

なお、情報板による情報提供では最大渋滞長は 14km となっている。当該事象 J1 はサグにおける交通集中による自然渋滞であり、ボトルネック箇所の前方にも速度低下が生じている区間が存在するため、これを加えた延長であると考えられる。

一方、渋滞継続時間については、現実の渋滞開始時刻は 16:20 であり、推定でもこの時刻を渋滞開始時刻と考えている。現実の終了時刻は 19:05 頃であるのに対し、推定では 19:15 頃であり、10 分程度の過大評価となっているが、概ねの現象は再現できていると考えられる。

表 5.3.5 渋滞状況の再現性

	現実値	推定値	再現性
瞬間最大滞留車両台数(台)	-	875.2	-
交通密度(台/km)	-	94.1	-
最大渋滞長(km)	10.8	9.3	1.5km 過小評価
最大渋滞長発生時刻	17:40~45	17:35	5~10分 過小評価
渋滞終了時刻	19:05	19:15	10分 過大評価
渋滞継続時間(分)	165	175	同上

※現実値の最大渋滞長はボトルネック箇所から、

最大渋滞時(時速40km/h以下)の渋滞末尾までの距離をトラカン設置位置から算定

情報提供が行われなかった場合の渋滞状況の推定 (表 5.3.6 参照)

御殿場 JCT 上流の情報板での情報提供が行われず、新東名高速道路と東名高速道路の交通量分担率が通常時と同程度であったと仮定した場合、次のように渋滞長には大きな変化はないが渋滞継続時間が約 1.8 倍となるとの結果を得た。

【渋滞長】

渋滞長は現況再現値 9.3km に対し、情報提供がない場合は 10.2km であり、約 1.1 倍 (0.89km 増) と大きな変化はない結果となった。

これは、情報提供開始時刻が夕刻 17:28 であり、交通需要のピーク時刻が過ぎ交通量が減少する局面であったことが影響しているものと考えられる。

【渋滞継続時間】

渋滞継続時間は現況再現値 175 分に対し、情報提供がない場合は 310 分であり、約 1.8 倍 (135 分増) と大幅な増加となった。

情報提供が行われた場合は、情報提供により交通需要が交通容量を下回ることにより、徐々に渋滞解消に向かったのに対し、情報提供が行われない場合は交通容量と同程度かそれをやや上回る水準の車両が流入してきたことが原因である。

【渋滞損失時間】

渋滞列中の走行台時は情報提供が行われないことにより約 2 倍となり、渋滞列中の走行台時は 1,555 台時増加している。

これを時間価値 40.1 円 / 分（「費用便益分析マニュアル（平成 20 年，国土交通省）」における乗用車時間価値）で価格に換算すると約 370 万円となる。

表 5.3.6 情報提供が行われなかった場合の渋滞状況の推定結果

	現況再現 (推定値)	情報提供がない場合 (推定値)		
	A	B	B/A	B-A
瞬間最大滞留車両台数(台)	875.2	959.0	1.1	83.8
交通密度(台/km)	94.1	94.1		-
最大渋滞長(km)	9.3	10.2	1.1	0.89
最大渋滞長発生時刻	17:35	18:15		-
渋滞終了時刻	19:15	21:30		-
渋滞継続時間(分)	175	310	1.8	135
渋滞列中の走行台時(台時)	1,519	3,074	2.0	1,555

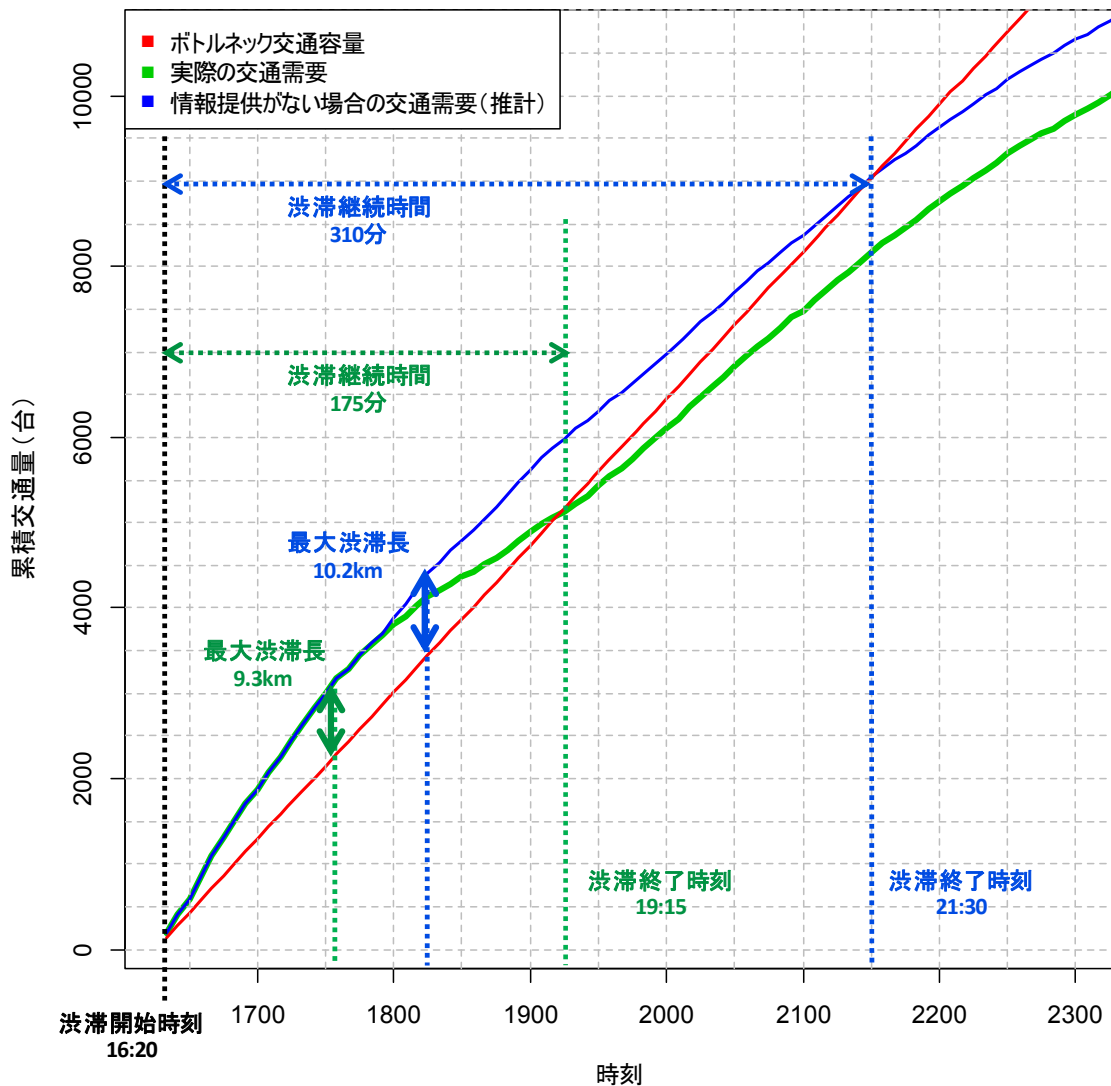


図 5.3.14 渋滞状況の推計結果

5.4 第5章のまとめ

5.4.1 第5章から得た知見

本章では、道路交通情報の非対称性や不確実性の影響及び情報の提供による経路誘導効果に関する既往研究をレビューした。その結果、既往研究から、高速道路ネットワークの分岐点における道路情報板による情報の提供の有効性と旅行時間等の提供情報の内容とタイミングにより効果が違うことを確認する一方、既往研究では、道路情報の提供による経路誘導効果に関してアンケート調査に基づき行動メカニズムを明示的に定式化することにより分析している研究例が多く、実測の交通データに基づく研究が少ないことがわかった。

本研究では、道路交通情報の提供による経路誘導の効果を可能な限り実測データに基づき

検証する立場から、実際に分岐点での渋滞、事故等の時系列の道路交通情報の内容及び高速道路と並行する一般道路のトラフィックカウンタによる交通量の実測データを活用した。加えて、新東名全区間の広域エリアを対象としていることも既往研究との相違点である。

実際の渋滞、事故及び工事規制に関する道路情報板の情報提供に対応した新東名、東名高速道路及び一般国道の実際の交通量、交通速度の変化について分析した。道路情報の提供による経路誘導の実証的検証から得た知見は以下の通りである。

渋滞・交通事故・通行止めに関する、高速道路上の情報板の表示に基づき、ドライバーが経路の選択を行っていることが確認できた。

物理的に走行不能な通行止めに限らず、渋滞に関する情報であってもドライバーが表示情報に鋭敏に反応し、東名と新東名の分担率が短時間で急変している状況があることを確認した。

ドライバーの経路選択の結果として、渋滞が解消に向かう効果を確認した。

長トリップの交通が多い高速道路では、50km 先の渋滞、150km 先の通行止めなど、下流遠方の情報にもドライバーが鋭敏に反応することを確認した。(広域情報の有効性)

東名と新東名の並行区間では、交通集中時(夏休み期間中休日)であっても、情報提供により、渋滞側の交通を非渋滞側に分担させても、非渋滞側の混雑にはつながっておらず(やや速度が低下する場合はある)、また一般道への影響は大きくないことを確認した。情報に対するドライバーの反応の鋭敏さは、情報表示がハンチング現象につながる危険性を示すものといえるが、一方で東名と新東名の代替性が高く、また容量に比較的余裕があるため、円滑な交通処理が実現していると考えられる。

情報提供の効果を概ね把握するために、情報提供が行われないことを想定して、新東名における交通集中による渋滞[新富士 新清水 JCT])における、新東名高速道路の渋滞増長程度の算定を試みた。その結果、渋滞長ではあまり変化がなかったものの、渋滞継続時間において概ね 1.8 倍の増加が算出され、交通情報の提供による経路誘導効果が概ね確認できた。

5.4.2 道路交通情報の提供に関する提言と今後の課題

本章では、東名、新東名及び対象として、御殿場 JCT の分岐点における道路情報板の厳しい渋滞、事故、工事の情報提供に対するドライバーの高速道路間での経路変更を確認することができた。しかしながら、一般国道 1 号線、245 号線への転換については明らかにされておらず、これは、我が国の大動脈である 2 本の高速道路の容量が大きいため、一般道までの転換が確認されていないと推測される。本研究のテーマである高速道路と並行する一般道で形成される道路ネットワークでは、情報提供による相互の補完性について東名と新東名と同様の関係が確認できるものと考えられる。

今後は、高速道路と一般道路が並行する地域のうち、高速道路の容量が小さい区間を対象とした道路交通情報の提供による経路誘導効果について検証する必要がある。

また、本章では、東名・新東名を対象に実証的分析を実施したが、複数地域、路線での同様の検証が必要であり、都市間高速道路と都市内高速道路では選択可能なルートが異なるため情報提供による誘導効果の差が生じることが想定される。

リアルタイムかつ広域的な道路交通情報の提供の手法については、本章で対象とした道路情報板の他に ITS スポットあるいは民間事業者による情報提供のサービスの相互補完が考えられる。ITS スポットは全国で合計約 1600 箇所、都市間高速道路では概ね 10km 毎に配置されており、JCT 等分岐地点以外でも広域の道路交通情報をドライバに提供可能である。さらに、ITS スポットからの情報に基づきカーナビで最適な経路を誘導されることも可能であり、ITS 車載器の普及に伴う効果発現に関して期待が高い。今後は、ITS スポットによる道路交通情報の提供による経路誘導効果に関して、ITS 車載器の普及度合いに応じた経路誘導効果の検証が必要である。また、それに加えて民間事業者による広域的かつリアルタイムな交通情報提供サービスも考慮する必要がある。

すなわち、道路情報板、ITS スポット及び民間事業者サービス相互の情報提供による効果の検証が重要な課題である。

また、平成 27 年度には、首都圏の 3 環状道路が概成する予定であるが、3 環状 9 放射道路のネットワークを活用した効率的かつ円滑な交通の実現が期待されており、そのためにも、本章で論じたリアルタイムの道路交通情報の提供による経路誘導が大きな役割を果たすものと考えられるが、情報提供の位置、内容の組み合わせによる誘導効果のシミュレーションモデルの開発及び検証が必要である。

さらに、第 6 章で論じるように、高速道路と一般道とのシームレス化を図るために、リアルタイムデータに基づく道路交通情報の提供に、第 3 章で論じたスマート IC の位置情報、第 4 章による料金割引による情報を加味することによる経路誘導が重要と考えられ、今後は、この提案に基づく検証が必要である。

第 5 章 参考文献

- 1) 足立智之、藤川謙、朝倉康夫(2009)：所要時間信頼性の向上に伴う高速道路利用時刻変化の実証分析、土木計画学研究・講演集(CD ROM)
- 2) 石山静樹、米川英雄(2013)：渋滞情報における距離と時間の重要性検証、第 30 回日本道路会議
- 3) 大口敬、佐藤貴行、鹿田成則(2003)：渋滞時の代替経路選択行動に与える交通情報提供効果、土木計画学研究・講演集(CD ROM)、Vol.28
- 4) 大口敬、佐藤貴行、片倉正彦、鹿田成則(2002)：交通情報にもとづく代替経路選択行動と交通渋滞の実態解析、Proc.1st Symposium on ITS, pp.585-590
- 5) 大口敬、羽藤英二、谷口正明、吉井稔雄、桑原雅夫、森田綽之(1998)：首都高速道路における経路選択行動に関する実態調査、土木学会論文集, No.590/IV-39, pp.87-95

- 6) 小川圭一、田中俊祐、秋山孝正(2001)：多種情報を考慮した経路選択行動記述に基づく交通情報提供方法の検討、交通工学発表会論文報告集、Vol.21, pp.285 - 288
- 7) 小林潔司、井川修 (1993): 交通情報によるドライバの経路誘導効果に関する研究、土木学会論文集, No.470, IV-20, pp185-194
- 8) 小林潔司、文世一、多々納裕一(1995)：交通情報による経路誘導システムの経済便益評価に関する研究、土木学会論文集、No.506, IV-26, pp77-86
- 9) (社)交通工学研究会(2007)：道路交通技術必携 2007 第 1 章、1.4.3
- 10) 麦倉武志、桑原雅夫、吉井稔雄、越正毅(1995)：交通情報が経路選択行動に及ぼす影響分析、土木学会年次学術講演会講演概要集、No.50-IV, pp.80-81
- 11) 羽藤英二、朝倉康夫、平井千智(2000)：不確実性下の意思決定を考慮した逐次的情報参照モデル、土木学会論文集、No660/IV-49, pp27-37
- 12) 羽藤英二、谷口正明、杉恵頼寧(1995)：経路選択時の交通情報に対するドライバの反応、交通工学、Vol.30, No.1, pp23-32
- 13) 船岡直樹、赤羽弘和、田沢誠也、錦戸綾子 (2004): 累加交通量曲線による損失時間評価法の首都高速道路における事故渋滞への適用、土木計画学研究・講演集(CD ROM)、Vol.29
- 14) 本間義春、岡田秀実、松浦 弘敬(2013)：名神高速道路における経路選択情報の提供による交通確保について、ゆきみらい研究発表会
- 15) 森川高行、河上省吾、倉内慎也(2002)：高度交通情報提供による交通行動変化の定量的分析と交通計画へのインプリケーション(平成 11・12 科学研究費補助金、基礎研究(B)(2) 研究成果報告書)

第6章 ITを活用した高速道路の交通マネジメントの連携施策の試案

第6章 ITを活用した高速道路の交通マネジメントの連携施策の試案

6.1 はじめに

本研究では、第2章で国内外における既往研究、文献及び事例に基づき、ITを活用した高速道路の交通マネジメント施策の種類をネットワーク・アクセス強化、料金施策、道路交通情報の提供及びレーン誘導・速度コントロールに整理・分類し、第3章から第5章まで実運用及び社会実験において得られた交通量、速度等の実測データを用いて、ネットワーク・アクセス強化としてスマートIC、料金施策として高速道路の料金割引、そして道路交通情報の提供としてダイナミック・ルートガイダンスの効果・有効性について実証的に検証をした。

第6章では、第2章で整理した分類に基づき前章までに得られた知見を総括する。次に、ITS分野を中心とした道路交通政策の研究、施策を立案する実務者の立場から、ITを活用した各道路交通マネジメント施策の改善の方向及び施策相互の連携の可能性について考察し、今後の高速道路の交通マネジメント施策の試案を提示する。

6.2 前章までのITを活用した道路交通マネジメントに関する知見の総括

(1) 第2章

第2章では、国内外でのIT技術の道路交通分野における開発・導入の経緯・事例をレビューし、道路交通マネジメントをネットワーク・アクセス強化、料金施策、道路交通情報の提供、レーン誘導及び速度コントロールの4つに分類整理した。また、各種のITによる道路交通マネジメントの効果、課題等について概観した。第2章で得られた主な知見を以下に示す。

交通速度、交通量の交通状況に応じて流入コントロールするランプメタリングによる高速道路本線の渋滞緩和効果が確認されている。

IC間隔の短縮により高速道路利用が促進され、特に短いトリップが増加する。HOTレーンのアクセポイントは、近接し間隔が短く利便性が高いことが確認されている。

有料レーンの料金をコントロール(割引、割増)することにより、並行する無料部のピーク時間帯での交通量・渋滞が減少する効果が認められた。

走行速度等の交通状況に応じてダイナミックに料金を変動させるシステムの運用が拡大する傾向にあり、HOTレーンと一般部のアクセポイント等において料金を電光標示板に表示することにより、経路誘導を促している。

官民において、リアルタイムの道路交通情報によるナビゲーションの高度化が進展し、渋滞緩和等に寄与している。

走行速度等の交通状況に応じた路肩走行やレーン誘導及びレーン毎の速度ハーモナイゼーションによる渋滞緩和、走行安全性の効果が確認されている。

(2) 第 3 章

第 3 章では、ETC 限定の簡易な IC であるスマート IC の利用交通量を時系列データに基づき、スマート IC の機能改善及び周辺地域の開発等による利用交通量への影響、スマート IC の利用交通量に影響を与える要因を整理した。第 3 章で得られた主な知見を以下に示す。

スマート IC は ETC 限定のため設置、運用のコスト低減が図れ、SA/PA 型に加えて本線直結型も増える傾向にある。

スマート IC の利用交通量は供用年数とともに増加し、幹線道路からのアクセス距離、短縮影響人口 (ETC 普及率考慮) , 並行道路の旅行速度等との相関がある。

スマート IC の利用交通量は、フルアクセス化、利用時間の延長、大型車対応といった利用環境の改善よって増加することが確認された。

(3) 第 4 章

第 4 章では、料金割引社会実験の結果に基づき、料金割引による渋滞緩和等の効果を明らかにし、料金弾性値により料金割引による高速道路への転換交通量の変化を整理し、施策の効果を評価した。第 4 章で得られた主な知見を以下に示す。

料金割引により一般道から並行する高速道路への転換交通が認められ、一般道の渋滞緩和が確認された。

料金弾性値による評価から、比較的交通量が少ない深夜または早朝と夕方などのピーク時間帯に大きくなる傾向があり、特に深夜時間帯の大型車において高い料金弾性値が確認された。

一般道路から両端 IC までの距離が近ければ料金弾性値が高くなり、車種別には、弾性値が大型車に特に有利になることが確認された。

(4) 第 5 章

第 5 章では、新東名、東名高速道路及び一般国道を対象として、道路交通情報の提供による経路誘導の効果を実測データに基づき、実際の渋滞、事故及び工事規制に関する道路情報板の情報提供に対応した交通量、交通速度の変化について分析した。第 5 章からの道路情報の提供による経路誘導の実証的検証から得た知見は以下の通りである。

渋滞・交通事故・通行止めに関する、JCT 部における情報板の表示に基づき、ドライバーが敏感に反応し、経路の選択を行っていることが確認された。

長トリップの交通が多い高速道路では、50km 先の渋滞、150km 先の通行止めなど、遠方の情報にもドライバーが鋭敏に反応するが認められ、広域情報の有効性を確認された。

6.3 IT を活用した高速道路の道路交通マネジメントの構築の試案

6.3.1 道路交通マネジメントの試案の位置づけ

本節では、ITS 分野を中心に道路交通政策の研究、施策を立案する実務者の立場から、6.2 で各章から得られた知見の総括に基づいて、6.3.2 では IT を活用した各交通マネジメント施策の具体的な改善策、6.3.3 では IT を活用した道路交通マネジメント施策相互に連携の可能

性について考察し、今後の高速道路の交通マネジメント施策の試案を提示する。この試案は実務者として実行性に配慮して提示するものであるが、その効果の実証については社会実験等のプロセスを経る必要がある。

6.3.2 ITを活用した道路交通マネジメントの改善に向けた試案

第2章で分類した4つの交通マネジメント分類により、上記の第2章から第5章の知見に基づき、我が国における具体的施策を抽出し、以下に示すように試案を考察する。

各章の知見から、各道路交通マネジメントの改善の方向は、以下のようにまとめられる。

ネットワーク・アクセス強化については、混雑時にランプメタリングのような流入コントロール、幹線道路からのアクセス距離、短縮影響人口等を考慮したSA/PA型、本線直結型スマートICの増設、既設スマートICのフルアクセス化、24時間利用、大型車対応等の改善の組み合わせが考えられる。この他、スマートICの利便性を向上させるためには、ETCの普及拡大や標準化に向けた制度の検討、さらにスマートICのカーナビゲーションでの案内システムの標準化が必要である。

次に、料金施策については、交通の一般道から高速道路への転換や都心迂回を目的として、特に大型車が長距離トリップ、夜間の時間帯の利用及び環状道路に経路誘導しやすい料金設定や環状道路割引等の効果的運用が必要である。また、これらの料金施策の実行性を向上させるために、一般道とのアクセス距離が短いIC周辺や放射道路と環状道路のJCT部周辺での料金に関する情報提供が効果的であると考えられる。さらに、走行速度、混雑状況に応じたダイナミック・プライシング施策の検討が必要である。

道路交通情報の提供については、トラフィックカウンタ、速度感知器、プローブデータによるリアルタイムデータに基づく道路情報板、ITSスポット等からの渋滞、事故等の情報提供と広域的なルートガイダンスの予測精度の向上を図る必要がある。また、高速道路、一般道路の道路管理者、交通管理者相互の情報の収集・提供に関して共有体制と民間事業者によるプローブデータとの連携施策が効果的である。

レーン誘導・速度コントロールについては、ITS車載器の普及を図り、ITSスポットによる安全運転支援システム、車線誘導システムの効果向上に向けた実績の蓄積と改善が必要である。また、欧米における路肩走行、レーン毎の速度コントロールの導入に向けた検討も必要である。

これらの試案を整理して、表6.3.1に示す。なお、同表には、関連するインフラ・車載器及び必要な情報収集手法を併記する。

表 6.3.1 各道路交通マネジメント施策の改善策試案

施策の種類	第2章から得た知見に基づく具体的施策	第3章～第5章の実証検証から得た知見に基づく具体的施策	インフラ、車載器	情報収集
ネットワーク・アクセス強化	<ul style="list-style-type: none"> 交通状況に応じた流入コントロール IC間隔の短縮と近接による高速道路利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> 幹線道路からのアクセス距離、時間短縮影響人口等を考慮したSA/PA型、本線直結型スマートICの増設 既設スマートICのフルアクセス化、大型車対応等の改善 	スマートIC、ETC	トラカン 速度感知器 プローブ
料金施策	<ul style="list-style-type: none"> 割増も含めた料金施策や環状道路割引 交通状況に応じて動的に料金を変動するシステム IC及びJCT部のアクセスポイントにおける料金表示 	<ul style="list-style-type: none"> 深夜または早朝と夕方のピーク時間帯での料金割引、深夜時間帯の大型車を対象とした料金割引 一般道路からの距離が近いICにおける料金割引の工夫 	ETC 情報板 カーナビ	トラカン 速度感知器 プローブ
道路交通情報の提供	<ul style="list-style-type: none"> プローブ情報等リアルタイムの道路交通情報によるナビゲーション 	<ul style="list-style-type: none"> IC及びJCT部における広域的な渋滞・交通事故・通行止めに関する情報の提供 	情報板 ITSスポット カーナビ	トラカン 速度感知器 プローブ
レーン誘導・速度コントロール	<ul style="list-style-type: none"> 交通状況に応じた路肩走行やレーン誘導及びレーン毎のハーモナイゼーション 		情報板 ITSスポット カーナビ	トラカン 速度感知器

6.3.3 道路ネットワークの効率的利用のための交通マネジメントの連携

(1) 道路交通マネジメントの連携の視点

前節では、各道路交通マネジメントの改善の方向性について考察したが、表 6.3.1 に示すように各マネジメント施策において ETC や交通量・速度データ等の活用に関して共通の項目が認められる。リアルタイムの交通量・速度等のデータ情報を各マネジメント相互で共有することにより、効率的なマネジメントが可能となるものと考えられ、例えば、リアルタイムの交通状況に基づき、ルートガイダンスと料金変動を組み合わせることが可能であろう。具体的には所用時間・ルート・最寄りの IC 及び料金等の情報を情報板や ITS スポットからカーナビ等に提供し、推奨ルートを提示することにより、大型車、環状道路への迂回誘導、ピーク時の高速道路への誘導、事故処理の迅速化、災害・異常気象時の誘導等に効果的であると考えられる。



図 6.3.1 IT を活用した高速道路の交通マネジメントの連携

(2) 道路交通情報と料金情報の提供の組合せによるマネジメント

大都市圏における環状道路等の整備に伴う高速道路ネットワークの効率的な運用施策が求められる中、広域的な渋滞情報や事故情報の提供の他に、時間帯別料金割引あるいは環状道路割引による交通の適切な誘導が必要とされている。現状においては、異なる道路管理者間相互の道路交通情報の提供が不十分であるだけでなく、高速道路あるいは隣接する一般道の

管理者において料金割引等に関する情報は提供されていない。

そこで、道路ネットワークの効率的運用のために、当面は、経路と規定の時刻に応じた料金表示、所要時間表示とナビゲーション、また、将来は、経路とリアルタイム交通情報に応じた料金表示、所要時間表示とナビゲーションが有効である。

情報の提供方法としては、当面は、カーナビにおける規定の料金情報と実測された渋滞情報に基づくナビゲーションが考えられる。または、IC（スマート IC も含む）に近接する一般道、あるいは高速道路の分岐ポイント付近の道路表示板による渋滞情報と料金割引に関する情報提供も有効である。道路表示板による料金割引の提示方法として、米国 HOT レーンにおける約 3 キロメートル手前から料金表示をすることによってユーザーに経路を誘導する方策が大いに参考となる。表示内容は、ユーザーの感受性、行動変容等の慎重な検討と交通管理者との調整が不可欠であるが、一つの表示案として、「環状道路、料金割引中」との柔らかい情報提示も考えられる。第 4 章の全国各地での社会実験の際、IC 近傍の一般道沿道の電光表示板や看板等により料金割引の社会実験を表示したことにより周知が図られた実績からも有効であると推測される。図 6.3.2 には、トラフィックカウンタ・速度感知器によるデータに基づく、一般道から高速道路への誘導及び放射高速道路から環状高速道路への誘導における道路情報板や ITS スポットからの情報提供による構想段階のイメージを示す。

さらに、将来的には、米国の HOT レーンで適用されている、高速道路の交通状況に応じて料金を変動させるダイナミックプライシングの適用性に際しては、料金表示の受容性に関する検討が必要であろう。

（ 3 ） IT を活用した高速道路の交通マネジメントの連携システム構想（試案）

上記の IT を活用した高速道路の交通マネジメントの各施策の連携を実現するためには、図 6.3.3 に示すように路側の各種車両感知器または CCTV によるデータや ITS スポット、民間プローブデータにより混雑状況を判断し、その結果に基づき路上の電光掲示板やカーナビにメッセージを送信し車線誘導を図る。またリアルタイムの混雑情報に時間帯別・環状道路割引の料金情報等を組合せて、ダイナミック・ルートガイダンスによる経路誘導を図るものである。

当面は、実測の交通量に規定の可変料金（時間帯別・環状道路割引）に対する交通量の変化関係（料金弾性値）に基づく交通量の変化値を組み合わせることで渋滞長、所要時間推定を算出する。次に、この推定値によりカーナビ、道路情報板でのルートガイダンスをする手法が想定される。また、経路誘導に際しては、スマート IC の情報が考慮されている。なお、同図には、民間事業者によるテレマティクス、スマートフォン等への情報提供は記載していないが、組み合わせることにより有効な施策となる。

図 6.3.3 では、料金が交通量、速度に応じて可変するダイナミック・プライシングにも発展できる。速度情報に基づきダイナミック・プライシングやレーン毎のハーモナイゼーションを実現する。



図 6.3.2 一般道から高速道、放射道路から環状道路への誘導イメージ（構想段階）

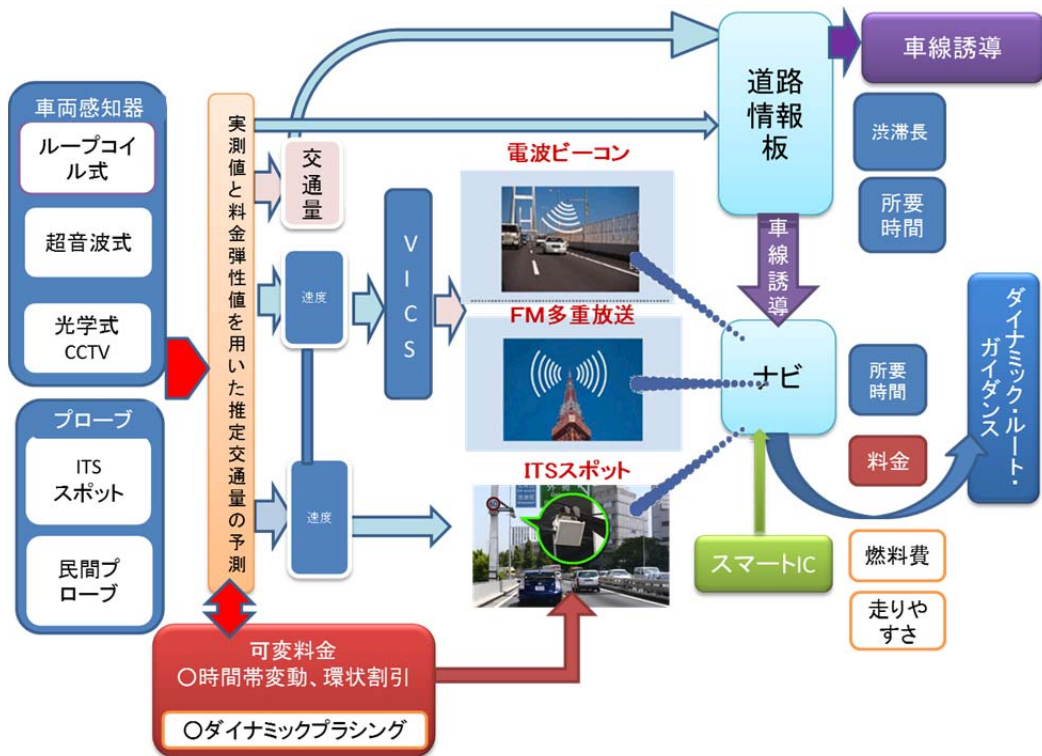


図 6.3.3 リアルタイムの速度データと料金設定に基づく情報提供システム(構想段階)

結論と今後の課題

結 論

本研究では、高速道路と一般道路のシームレス化を図り、高速道路の利用促進による各地域の渋滞、交通安全の改善、環境の改善を目的として、IT による高速道路交通マネジメントの必要性、国内外における事例及び我が国における実証的データに基づき各種施策の有効性に関して考察し、IT を活用した高速道路を中心とした道路交通マネジメントに関して、今後のあり方を考察した。以下では、本研究を通じて得られた結論を取りまとめる。

第2章においては、我が国の高速道路ネットワークの整備密度が欧米諸外国と比較し小さく、ネットワークのミッシングリンクが多数存在する等の現状の課題を示した。また、長いICの間隔あるいは有料道路の料金抵抗等のため、並行する一般道が存在する地域において十分に高速道路の利用されていないことに起因する一般道路の渋滞、騒音等の沿道環境の悪化などの課題が解決されていないことを示した。一方、高速道路は、一般道路と比較して、交通安全、定時性、CO₂の排出量に関して優位であることを示した。

さらに、日欧米のVICS、カーナビゲーション、ETCに代表される道路インフラ側あるいは自動車側のIT技術の普及と導入及びその効果を高速道路の交通マネジメントの実例からITによるアクセス強化、料金施策、道路情報の提供及びレーン誘導・速度の分類に基づき整理した。さらに、欧米を中心に各高速道路の交通マネジメント施策の動向を分析し、我が国におけるITを活用した高速道路の各種交通マネジメントへの適用可能性を提示した。特に料金施策に関して、既往文献から米国のバリュープライシング・プログラムにおけるHOTレーンの事例を整理・分析し、一部レーンの有料化によるネットワーク全体の走行速度向上、渋滞緩和、高速バスの利用増進等の効果を明らかにした。また、アクセスポイントの間隔、道路標示板による料金表示による利便性の向上等HOTレーン事例から、我が国における高速道路のマネジメント施策のあり方について示唆を得た。可変料金については、HOTレーンの交通量に応じたダイナミックプライシングやフランス、パリの料金割増が将来検討すべき施策である。

さらに、走行距離課金については、今後の財源確保の観点から検討が必要な施策であり、その際、技術的側面に加えて、ユーザーの受容性を向上させるためにプライバシーや収入の利用用途等の検討が必要であることを明らかにし、そのためにも欧米における事例研究が重要である。

第3章では、ネットワーク・アクセス強化の実証的マネジメントとして、我が国独自のスマートICを対象として、スマートICの整備効果と利用交通量の特性等を全国の実測データに基づき分析するとともに、時間短縮影響人口等によるスマートICの適切な配置・評価手法を考察した。その結果、スマートICは供用後時間の経過とともに、利用交通量が増加する。スマートICの利用交通量は、フルアクセス化、利用時間の延

長、大型車対応といった利用環境の改善及び工業団地やショッピングセンター等の周辺地域の開発によって増加する傾向にある。また、スマート IC の利用交通量を用いて、重回帰分析を行った結果、隣接 IC の交通量、幹線道路からのアクセス距離、時間短縮影響人口（ETC 普及率考慮）、並行道路の旅行速度（混雑時）等と強い相関があり、特に、NITAS による時間短縮影響人口に ETC 普及率を掛け合わせた値と利用交通量との相関は卓越していることを明らかにした。これらの結果は SA/PA 型、本線直結型の双方で確認された。さらに、スマート IC の利用交通量を誘発交通、転換交通量で分離して分析することにより、IC 周辺開発が認められた地域では誘発交通が、都市圏に隣接した地域では転換交通が多いことが認められた。

以上のように、スマート IC は、高速道路と一般道路のシームレス化のために有効な施策であり、効果的な設置位置の評価、機能の改善を図ると共に、スマート IC への誘導するナビゲーションの拡充の必要性を示した。

第 4 章では、料金施策に関してミクロ経済学、社会的効用等に着目した既往研究をレビューし、並行する 2 つの路線を無料、有料に設定することの合理性を明らかにした。また、全国各地で実施した「多様で弾力的な料金割引社会実験」のデータに基づき、渋滞緩和等の効果と料金弾性値に与える要因抽出と影響を社会実験単位による分析及び IC ペア毎の重回帰分析による結果から考察した。その結果、複数の社会実験の結果の比較分析から、有料料金の料金弾性値は、特に比較的交通量が少ない深夜または早朝と夕方などのピーク時間帯に大きくなる傾向があることが判明した。深夜の時間では、大型車において高い弾性値が計測されている。また、料金弾性値から判断して、割引率 30 パーセント程度が採算性及び実行性の観点から適切であることが見出された。さらに、両端 IC に一般道路からの距離が近ければ料金弾性値が高くなり、車種別には、弾性値が大型車に特に有利になることが確認された。さらに、IC レベルで料金弾性値の規定要因を探るための詳細な回帰分析により、料金割引区間の長さ、高速道路の容量、一般道の混雑度などのいくつかの要因は正の要因があること、一方で、混雑度、ETC の普及率や一般道からの IC への総アクセス距離などが負の要因であること等が明らかとなった。これらの各パラメータの傾向は、社会実験結果について従来述べられてきた定性的傾向、及び実務的経験の基づく直感ともその多くが合致していることを確認した。

上記の知見を考慮して、我が国における料金施策を見直すことによって、より効果的な施策となることを確信する。例えば、首都圏の環状道路の効率的な利用を目的とした環状道路割引等の実施に際して有用な知見が得られており、社会実験、実運用を通じて本研究のフォローが必要である。

第 5 章では、道路交通情報の提供高速道路上のリアルタイムの情報提供による交通誘導効果を明らかにするために、実際の渋滞、事故及び工事規制に関する道路情報板の情報提供に対応した新東名、東名高速道路及び一般国道の実際の交通量、交通速度の変化について分析し、渋滞・交通事故・通行止めに関する、高速道路上の情報板の表示に基

づき、ドライバが経路の選択を行っていること、物理的に走行不能な通行止めに限らず、渋滞に関する情報であってもドライバが表示情報に鋭敏に反応し、東名と新東名の分担率が短時間で急変している状況があること、さらに、長トリップの交通が多い高速道路では、50km 先の渋滞、150km 先の通行止めなど、遠方の情報にもドライバが鋭敏に反応することを確認した。しかしながら、東名と新東名の並行区間については、双方の代替性が高く、比較的余裕があるため、円滑な交通処理が実現しており、一般道への影響は大きくないことが分かった。また、リアルタイムの道路情報提供の効果を、通常時の交通需要が渋滞時に付加されたという条件で渋滞継続時間が大きく増加し、リアルタイム交通情報による経路誘導の有効性を示すことができた。

道路交通情報の提供は、今後とも交通管理者や道路管理者による官による情報提供と民間事業者による情報サービスの情報の高度化が図られ、第 6 章で論じたように情報を軸とした高速道路の交通マネジメントの展開を確信する。

第 6 章では、第 2 章で整理した分類に基づき第 3 章から第 5 章までに得られた知見を総括するとともに、ITS 分野を中心とした道路交通政策の研究、施策を立案する実務者の立場から、IT を活用した各道路交通マネジメント施策の改善の方向及び施策相互の連携の可能性について考察し、今後の高速道路の交通マネジメント施策の試案を提示した。トラフィックカウンタ、速度感知器、ITS スポット等の各種路側検知器の配置整備が進捗するとともに、民間事業者によるプローブデータを活用したナビゲーションサービスの展開がさらに盛んになることを想定して、ダイナミック・ルートガイダンスにリアルタイムの料金施策やレーン誘導・速度コントロールを組み合わせた道路交通情報の提供による高速道路の交通マネジメント手法の試案を示した。大都市圏の環状道路ネットワーク活用、大型車の適切な経路誘導、異常時の誘導等の効果が発揮されるものと考えられる。

今後の課題

(1) 各種交通マネジメントの実行ある改善に向けた検討課題

本研究では、IT を活用した高速道路の交通マネジメントに関して、第 3 章ではネットワーク・アクセスコントロールとしてスマート IC による高速道路の利用効果、第 4 章では料金施策として料金割引による高速道路への誘導効果及び第 5 章では道路交通情報の提供による経路誘導効果について実証データに基づき検証してきたが、今後の課題として、主な項目を交通マネジメント毎に研究的側面と実務的側面に分けて整理する。

1) スマート IC

研究的側面

- スマート IC の増設に伴うデータ(本線直結型スマート IC を含む)の蓄積と継続的なデータに基づく効果検証及び本論文による結論の精査

- 本論文提案の NITAS による時間短縮影響人口による設置箇所の選定の実績による精査

実務的側面

- ETC の標準化への制度検討
- 本線直結スマート IC における本線分岐部、合流部及び一般道との結節部の構造基準の確立とゲート部の簡素化
- スマート IC の一般道における表示板の増設とアクセス道路の改良

2) 料金施策

研究的側面

- 混雑に応じた料金を設定するアルゴリズム、システムの開発
- ダイナミック・プライシングの交通工学的な効果、ユーザーへの周知・受容性

実務的側面

- 割引率、実施時間、地域等の料金割引制度の見直しに合わせた改善と効果把握
- 第 6 章で試案した料金施策とダイナミック・ルートガイダンスの連携の試行
- 料金割引の表示方法に関する試行
- ダイナミックな可変料金の設定に関する交通管理者との共有と調整

3) 道路交通情報の提供

研究的側面

- 路側のトラカン、速度感知器等のデータに官民のプロープデータの融合
- ITS スポットデータの活用と民間プロープデータの精度の検証手法の研究
- 本論文において確認された結果に関して、他の地域（地方部における高速道と並行一般道ネットワーク）での検証

実務的側面

- 第 6 章で試案した料金施策とダイナミック・ルートガイダンスの連携の試行
- 高速道路と一般道路とのシームレス化を図るために相互情報の提供
- 英国におけるトラフィックオフィサー制度のような体制の検討

4) レーン誘導・速度コントロール

研究的側面

- ハーモナイゼーション等の我が国における適用性とシステム設計
- 路肩走行の適用性

実務的側面

- サグ部における ITS スポット、標示板によるレーン誘導の効果確認と改善
- 安全運転支援システムの適用拡大と改善

(2) 交通社会実験による政策評価手法に関する問題提起

上記の各種の IT を活用した高速道路の道路交通マネジメントに関する今後の課題を解決するために、公道等における様々な実証的検討として交通社会実験が必須である。本論文においても第 3 章、第 4 章でも一部、社会実験のデータを活用した。この交通社会実験の実施にあたって以下のような問題提起をする。

社会実験は、スマート IC、料金施策、安全運転支援等各種高速道路の交通マネジメントの政策立案・システム開発・導入を図るために、有用な手段である。社会実験の特徴を列挙すると以下の通りである。

ダイナミックかつ柔軟な施策の試行が可能である。

地域毎の協議会による検討体制で、地域・住民に対応した実験が可能となる。

本格実施にあたって改善すべき事項や条件の明確化できる。

既存インフラをベースとした実施が圧倒的に多い。

計測により、採択または改善に関する定量的な評価が可能であり、本格実施の中止も選択肢の一つとなる。

住民との情報共有、結果の公表が重要である。

住民（ユーザー）への周知が実験成功の鍵である。

今後、欧米で実施または検討が進んでいる走行距離課金等の議論が、近い将来、我が国でも展開されるものとする。そのような背景からも、今後とも「社会実験」による制度設計の改善に向けた議論が必要とする。

しかしながら、これまでの社会実験から、以下の課題が指摘されている。

実験前の予測が十分に検討されていない。

長期にわたる計測計画となっていない。

本格導入後の効果、受容性等に関するフォローアップが十分に出来ていない。

上記の に関しては、スマート IC、料金施策等の過去の交通データ、ユーザーの行動変容を生かしたシミュレーションが可能であり、今後、新たな交通マネジメントの検討の実施にあたっては必須であろう。

国土幹線道路部会の中間答申でも、「料金割引は期間を限定して行うとともに、PDCA サイクルを導入し、事前に料金割引の導入による効果の程度や、周辺道路や他の交通機関への影響の程度などを予測・公表するアセスメントを行った上で、実施の是非をすべきである。また、実施後も、当初予測した効果や影響が発現されているかを定期的に評価し、継続、見直し、廃止のいずれとするかを検討すべきである。」と提言している。

、 に関しては、「観察型」は特定されたモニターを対象とした実験手法であり、モニターの人数には制限があるものの、モニターは実験の趣旨、内容を十分に認知しており、個々のモニターに対して詳細かつフォローアップ調査が可能となる。第 2 章で紹介した I-15 における HOT レーンの数年にかわるパネル調査が、その好事例であろう。また、「参加型」からは、不特定多数のユーザーにより地域、時間、車種等による料金

弾性値や短期的あるいは長期的な視点に立った経済状況の変化を考慮した分析結果から有用な知見が得られる。ETC、トラフィックカウンタあるいはプローブのデータを活用した分析が有効であろう。

上記のように、「観察型」と「参加型」各々の得失があるが、双方の利点を生かした、社会実験の体制が有効で、効果的な社会実験が実施可能であると考えられる。

社会実験の改善の考え方の詳細については、付録.5で記載する。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、多数の方々からご指導、ご協力、ご支援をいただきました。ここに、深く感謝いたします。

まず、本研究を終始ご指導いただき、学位論文としてまとめる機会を与えて頂いた、筑波大学システム情報工学研究科の石田東生教授に心より感謝申し上げます。石田教授とは、私が国土技術政策総合研究所道路研究室長に着任以来、道路交通センサ調査、道路行政マネジメント、料金割引の社会実験、プローブ情報の活用、道路政策におけるCO₂削減策、モビリティ・マネジメント、ビッグデータの活用等々道路政策研究の基盤となるテーマについて幅広くご指導を頂き、特に、つくばエクスプレス開通を契機に石田教授とともに立ち上げた「つくばの交通を考える会」での議論や行動は、その後の道路政策研究を進める上で大きな自信とつながり、改めて感謝申し上げます。

また、筑波大学の澤義明教授、堤盛人教授、岡本直久准教授、谷口守教授、近藤美則客員教授、高宮進客員教授には、ご多用の中、ゼミ、論文指導に時間を割いて頂き、大変貴重なご助言、ご指導を頂きましたことに深く感謝申し上げます。

東京工業大学の福田大輔准教授には、料金社会実験の料金弾性値の回帰分析について直接ご指導を頂くとともに、連名で国内外での学会へ論文投稿させて頂き、深く感謝申し上げます。

また、(一財)計量計画研究所の牧村和彦氏、毛利雄一氏、西村巧氏には、諸外国の道路交通マネジメントや料金割引社会実験のデータ整理・分析についてご助言を頂くとともに、本研究を進めるに当たって、継続的に叱咤激励を頂いた、第2章における欧米の交通マネジメントに関しては、牧村氏との議論の成果の一部でもあります、ここに深く感謝申し上げます。NEXCO 中日本(株)の牧野浩志氏、前田忍氏、馬淵一三氏には、スマートIC、高速道路の交通量に関連するデータ提供でご協力頂いた感謝申し上げます。

復建調査設計(株)の酒井秀和氏、(一社)システム科学研究所の丹下真啓氏、眞浦靖久氏、(株)地域未来研究所の田名部淳氏には各種データ整理と議論を通じて多大なる協力を得ました、深く感謝申し上げます。(株)スマートインフラ総合研究所の吉田正氏からはスマートICの制度設計当時の情勢及び分析方法について貴重な助言を頂いた、感謝申し上げます。(株)公共計画研究所の今西芳一氏には、国際的な料金施策に関する動向について貴重なご助言を頂いた、感謝申し上げます。

また、本研究は、国土技術政策総合研究所の多くの方々を支えられて実現しました。筑波大学への博士課程入学を快く後押しして頂いた上総周平国総研所長(当時)また、私が道路研究室長当時の共同研究者の松田和香さん、濱谷健太氏、そして現在の、高度情報化研究センターの野口登茂子さん、ITS研究室の皆さんに感謝申し上げます。

そして、博士課程の同期でもある橋本浩良氏、高柳百合子さんに感謝致します。橋本氏には、料金割引実験の料金弾性値及び道路交通情報の提供のデータの整理の他、大学

での諸手続、ゼミ準備に関して多大なる支援を頂きました。

全国各地の料金社会実験協議会、スマート IC 社会実験協議会の関連の皆様にも感謝致します。協議会における各地域における交通状況に応じたデータの整理、解釈、議論を通じて、報告書では見えない様々な事象を会得することができました。

また、多くの方々から励ましのお言葉や心遣いを頂きました。政策研究大学院大学の森地茂教授、(財)日本総合研究所の松岡斉氏、(株)三菱総合研究所の杉浦孝明氏、目黒浩一郎氏、(財)道路高度化システム機構の菊池晴海氏、中央復建コンサルタンツ(株)の稲田恭子さん、誠に有り難うございました。

筑波大学都市交通研究室の皆さんには、山中湖での合宿、研究室ゼミ、授業では大変お世話になりました、お礼申し上げます。

最後に、快く論文執筆活動に専念させてくれた家族に心から感謝します。

平成 26 年 1 月

塚田幸広

付録.1 米国におけるHOTレーンの事例

付録.2 米国における走行距離課金の取組み事例

付録.3 料金施策の受容性に関する調査事例

付録.4 東名・新東名高速道路における道路交通情報
による経路誘導効果事例

付録.5 社会実験による交通政策評価のあり方

付録.1 米国におけるHOTレーンの事例

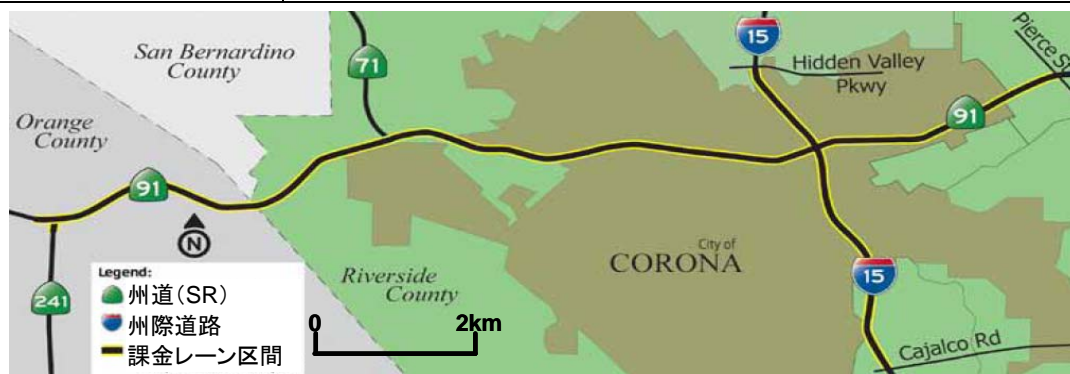
付.1-1 SR91（カリフォルニア）

(1) 概要

カリフォルニア州のSR-91では、通勤時間帯の交通量が大幅に増加したため、交通容量の増加及び最適化を行う必要性が生じ、8車線だった道路の中央部分に新たに4車線が建設され、このレーンを1995年12月からHOTレーンとした(図付.1.2参照)。課金額は、時間帯に応じて変動し、無料車線の渋滞による遅延レベルを考慮に入れ、HOTレーンのフリーフロー速度を維持できるように設定されている。

表 付.1.1 カリフォルニア州 SR-91 の概要

課金タイプ	レーンプライシング
課金目的	混雑緩和、財源調達
導入時期	1995年12月
課金時間帯	24時間
課金対象車両	乗車人数2名までの自動車(バイク、障害者等の車両、乗車人数3人以上の車両は無料、大型トラックは利用不可)
延長	約10マイル(約16km)



出典：カリフォルニア州オレンジ郡

図 付.1.1 SR91の課金レーンのある区間



出典：FHWA

図 付.1.2 SR91 の HOT レーン (中央部の 4 車線が HOT レーン部)

(2) 課金額

SR91 の課金額は、曜日と時間帯に応じて 1.25 ~ 9.55 ドル / 回 (112 ~ 853 円) の範囲で設定される。また一度設定された課金額は 3 ヶ月間固定される。

91 Express Lanes Toll Schedule		Eastbound SR-55 to Riverside Co. Line						
	Sun	M	Tu	W	Th	F	Sat	
Midnight	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
1:00 am	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
2:00 am	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
3:00 am	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
4:00 am	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
5:00 am	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
6:00 am	\$1.35	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$1.35	
7:00 am	\$1.35	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$1.35	
8:00 am	\$1.70	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	
9:00 am	\$1.70	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	
10:00 am	\$2.65	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.65	
11:00 am	\$2.65	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.65	
Noon	\$3.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$3.25	\$3.15	
1:00 pm	\$3.15	\$3.00	\$3.00	\$3.00	\$3.25	\$5.10	\$3.15	
2:00 pm	\$3.15	\$4.25	\$4.25	\$4.25	\$4.40	\$3.10	\$3.15	
3:00 pm	\$2.65	\$4.60	\$3.70	\$3.95	\$4.95	\$9.55	\$3.15	
4:00 pm	\$2.65	\$4.55	\$5.80	\$6.80	\$8.95	\$9.10	\$3.15	
5:00 pm	\$2.65	\$4.85	\$5.25	\$7.00	\$8.30	\$6.00	\$3.15	
6:00 pm	\$2.65	\$4.60	\$3.60	\$3.60	\$4.40	\$5.50	\$2.65	
7:00 pm	\$2.65	\$3.25	\$3.25	\$3.25	\$4.70	\$5.15	\$2.15	
8:00 pm	\$2.65	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$3.00	\$4.70	\$2.15	
9:00 pm	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$3.00	\$2.15	
10:00 pm	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$2.15	\$1.35	
11:00 pm	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	

91 Express Lanes Toll Schedule		Westbound Riverside Co. Line to SR-55						
	Sun	M	Tu	W	Th	F	Sat	
Midnight	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
1:00 am	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
2:00 am	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
3:00 am	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
4:00 am	\$1.35	\$2.50	\$2.50	\$2.50	\$2.50	\$2.50	\$1.35	
5:00 am	\$1.35	\$4.10	\$4.10	\$4.10	\$4.10	\$3.95	\$1.35	
6:00 am	\$1.35	\$4.25	\$4.25	\$4.25	\$4.25	\$4.10	\$1.35	
7:00 am	\$1.35	\$4.75	\$4.75	\$4.75	\$4.75	\$4.60	\$1.80	
8:00 am	\$1.80	\$4.25	\$4.25	\$4.25	\$4.25	\$4.10	\$2.15	
9:00 am	\$1.80	\$3.40	\$3.40	\$3.40	\$3.40	\$3.40	\$2.65	
10:00 am	\$2.65	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.65	
11:00 am	\$2.65	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$3.05	
Noon	\$2.65	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$3.05	
1:00 pm	\$3.05	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$3.05	
2:00 pm	\$3.05	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$3.05	
3:00 pm	\$3.05	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.65	\$3.05	
4:00 pm	\$3.20	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.65	\$3.20	
5:00 pm	\$3.20	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.65	\$3.20	
6:00 pm	\$3.20	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$2.15	\$3.15	\$2.65	
7:00 pm	\$2.65	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$2.15	\$2.15	
8:00 pm	\$2.65	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
9:00 pm	\$2.65	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
10:00 pm	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	
11:00 pm	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	\$1.35	

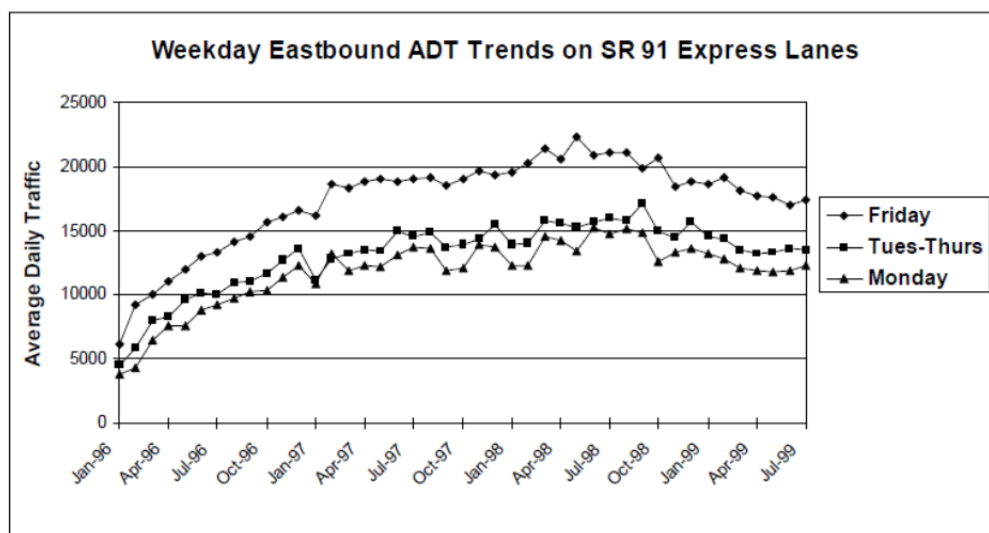
出典: 91Expresslanes www.91expresslanes.com/schedules.asp

図 付.1.3 2012 年 10 月 1 日から 3 ヶ月間の SR-91HOT レーン料金

(3) HOT レーンの効果評価

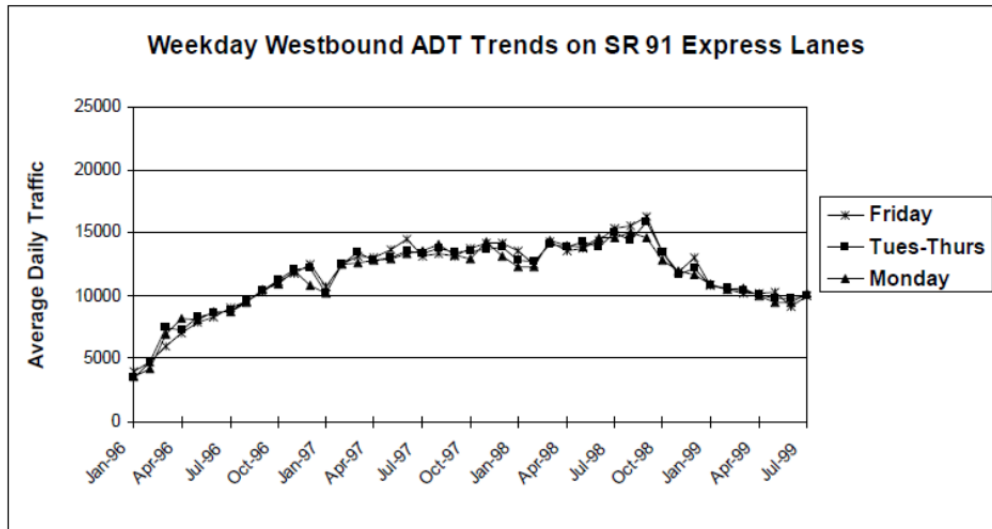
Sullivan 主体となってカリフォルニア DOT に提出されたレポート(2000)では、SR91 で観察された交通の変化と渋滞解消の程度については、以下のとおりまとめられている。

図 付.1.4 (東向き) 図 付.1.5 (西向き) は HOT レーンにおける平日 1 日当たりの平均交通量を示す。SR-91 の HOT レーン開始後、利用者は徐々に増え 1997 年 6 月にまでに HOT レーンの利用者は平日で 1 日平均 3 万台(西向き、東向きの合計)、東向きの金曜日の交通量は 1 日平均 1 万 7 千台であった。HOT レーンの朝のピーク時の交通量は概して午後のピーク時より少ない。午後のピーク時は無料車線の渋滞が深刻であったためと考えられる。また、金曜日午後の HOT レーン交通量は他の時間帯や曜日と比較しても非常に多かった。SR91 全体の交通量は、HOT レーンの導入により交通容量が増えたことで 14%、一日平均にして 28,000 台増加した。SR91 利用者の増加のうち 60%程度が交通状態の改善によるものである。これは、第 4 章 4.4.3 の高速道、並行する一般道路の交通状況の改善に伴い周辺の道路から交通が転換する現象と類似している。2 車線の HOT レーンの開設により SR91 の渋滞は解消され、利用者の旅行時間は短縮した。HOT レーン開設後 6 カ月で午後のピーク時の渋滞による遅延は平均で 30~40 分から 10 分にまで短縮された。開設から 1 年後の時点で、午後のピーク時の渋滞による遅延は約 5 分から 12 程度まで増えたが、これは交通の時間帯の傾向が変わったこと、長期的な交通量の増加の影響であると考えられる。



Oreng Country Transportation Authrity (OCTA)

図 付.1.4 SR-91 HOT レーンにおける平日 1 日当たりの平均交通量 (東向き)



Oreng Country Transportation Authority (OCTA)

図 付.1.5 SR-91 HOT レーンにおける平日 1 日当たりの平均交通量 (西向き)

付.1-2 I-15 (カリフォルニア州)

(1) HOT レーンの概要

カリフォルニア州では、1988 年より乗員多数車両専用の HOV レーンを導入していたが、レーンの利用者数が少ないままであったことから、1996 年 12 月、1 人乗り車両を有料として HOV レーンを開放し交通容量の有効利用を目指した HOT 計画が実施された。

表付.1.2 カリフォルニア州 I-15 の概要

課金タイプ	レーンプライシング
課金目的	渋滞を管理し、遅延を減少させるため(無料車線の渋滞緩和、エクスプレス・レーンの利用最大化)、バリュー・プライシングが交通渋滞を緩和できるかを検証
導入時期	1988 年 (HOV レーン導入)
課金時間帯	平日 5:30~12:00(南方向)、13:00~19:00(北方向)、週末 24 時間
課金対象車輛	1 人乗り車両(バイク、電気自動車は無料、大型トレーラー、トラックは利用不可)
延長	延長 20 マイル(約 32km)

(2) 課金額

I-15 の課金額は、0.5～8 ドル（HOT レーンの混雑度及び走行距離に応じて変動）である。

Maximum Toll	Morning Period (Southbound)							
\$4.00								
\$3.00								
\$2.50								
\$2.00								
\$1.50								
\$1.00								
\$0.75								
\$0.50								
	5:45-6:00	6:00-6:30	6:30-7:00	7:00-7:30	7:30-8:00	8:00-8:30	8:30-9:00	9:00-11:00

ほとんどの時間帯は上記の料金表のとおりとなるが、クリスマス休暇期の週末前の夕方等は、ダイナミック・プライシング（需要が多くなると金額が高くなる課金方式）が発動され、8ドル近辺まで上昇することがある。

図付.1.6 I-15 の課金表

(3) HOT レーンの効果評価

Supernak らのサンディエゴ大学(2001)によると、I-15 の HOT レーンの効果評価では、課金プログラムを実施した I-15 と実施していない I-8（サンディエゴで I-15 と交差する）における交通量、乗車率、車両の分類、旅行速度/遅れについてのデータを分析している。調査の目的は I-15 課金プロジェクトの道路交通への影響を評価することであり、1996 年秋からの事前調査、第一フェーズ（1996 年 12 月 2 日開始）、第二フェーズ（1998 年 3 月開始）の調査データを比較してどのような変化が起こっているか考察している。

(a)HOT レーンの交通量の変化

全体的に HOT レーンの 1 日あたりの平均交通量は、第一フェーズ及び第二フェーズにおいて約 125 台/月ずつ増加していた。乗合自動車（HOV）の交通量は、第一フェーズにおいて約 81 台/月ずつ増加し、その後の第二フェーズにおいて 27 台/月ずつ減少した。しかし、乗合自動車の割合は 1996 年秋以前（HOT レーン導入以前）よりも大きい。

HOT レーンの交通量は、第一フェーズでは 17 台/月の増加率とほぼ横ばいであったが、第二フェーズで 159 台/月と急速に増加した。

HOT レーンを利用する一人乗り自動車の割合は、第一フェーズより第二フェーズ

の方が大きくなっている。

(b) I-15 における旅行時間の変化

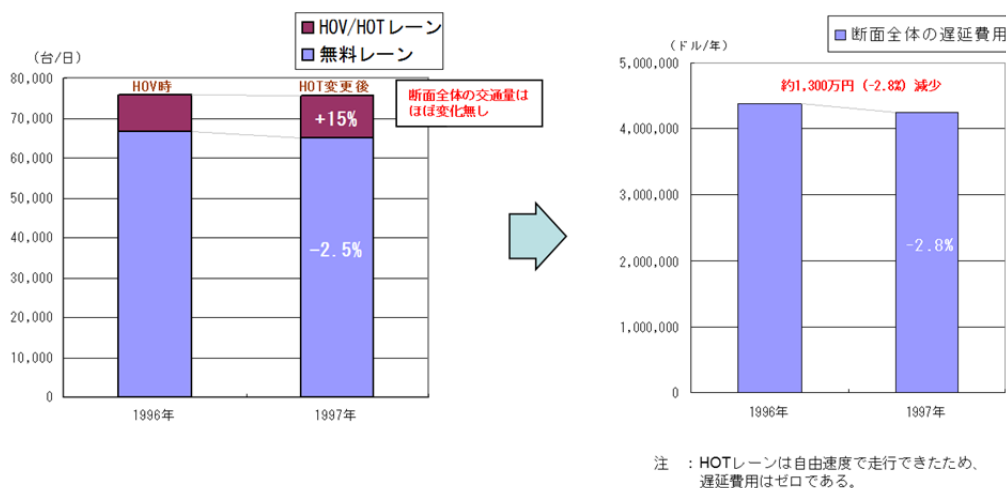
I-15の無料車線とI-8においては旅行時間に毎年変化が見られる。1997年から1999年の秋の調査では、I-15の無料車線における平均旅行時間が長くなっている。この原因はI-15周辺の商業的発展の影響だと分析している。

HOTレーンを利用する車両は、I-15の無料車線の渋滞を避けることにより、最大20分の旅行時間短縮が可能となっている。

図付.1.7に示すように、HOTレーン利用が15%増加し、一般無料レーン利用が2.5%減少することにより一般レーンの遅延費用（渋滞損失額）が年間1,300万円減少するとの報告されている。

(c) I-15 の満足度評価

Golobら(2002)により、I-15のHOTレーンのユーザーの満足度に関して開通当初の1997年秋から1999年秋までの間、1500人を対象としたパネル調査を5回実施し、I-15HOTレーン、無料レーン及びI-8のユーザー満足度を分析している。調査の結果、調査開始から4回目(1999年春)までHOTレーンの満足度は高まる傾向にあるが、5回目(1999年秋)の調査ではユーザーの利用回数に伴う慣れや一般道路の渋滞悪化等によりわずかに減少することが報告されている。



出典：“I-15 CONGESTION PRICING PROJECT TASK 13, PHASE II, COST OF DELAY STUDY” San Diego State University (2002)

図付.1.7 I-15 の HOT レーンによる渋滞損失削減額の算定事例

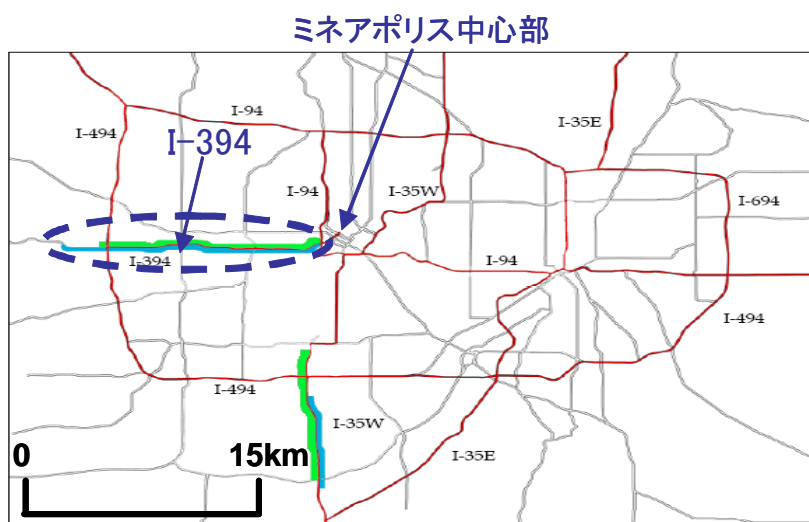
付.1-3 I-394 (ミネソタ州)

(1) HOT レーンの概要

I-394 は、ミネソタの中心市街地と I-494 環状線及び西側市街地を東西に結ぶ主要幹線道路である。1992 年に現在の 6 車線になり、そのうち 2 車線がリバーシブルな HOV レーンとして開設されたものの利用数が非常に少ないことが問題となっていた。州のガソリン税が、1988 年から引き上げられていなかったため、財政的な制約からレーン課金とすることが 2003 年に決定され、料金所のない完全に電子化された HOT レーンが 2005 年 5 月に開通した。

表付.1.4 ミネソタ州 I-394 の概要

課金タイプ	レーンプライシング
課金目的	I - 394 の無料車線の渋滞緩和、既存 HOV レーンの利用最大化
導入時期	2005 年 5 月
課金時間帯	<ul style="list-style-type: none"> ・並流レーン (夜間及び早朝は一般開放) 流入交通 6:00~10:00 流出交通 14:00~19:00 ・リバーシブル・レーン (都心部に近い区間) 流入交通 6:00~13:00 流出交通 14:00~15:00 (それぞれ途中 1 時間で方向変更)
課金対象車輛	乗車人数 1 名 (乗車人数 2 名以上の乗用車、バス、オートバイを除く)、大型車は利用不可
延長	I-394 (約 18km) の HOT レーン



図付.1.8 I - 394 の位置

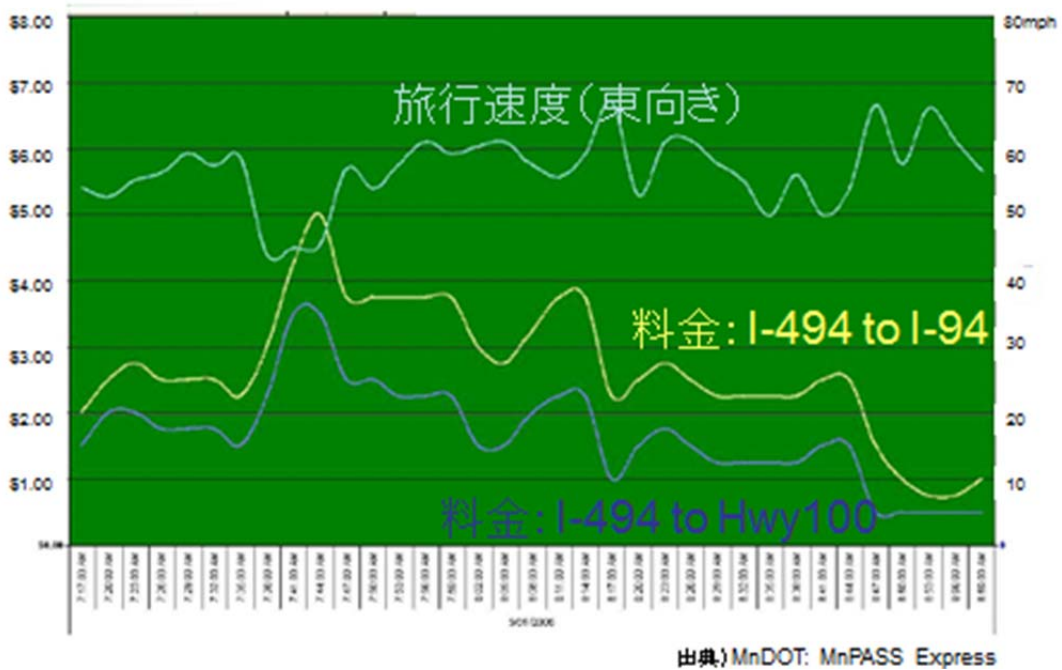


出典：Minnesota DOT

図付.1.9 I-394 の HOT レーン

(2) 課金額

I-394 の課金額は、HOT レーンの車両の占有率、旅行速度に応じて変動する（図付.1.10）。課金の範囲は 0.25～8 ドル/回（22～714 円）である。



出典) MnDOT: MnPASS Express

図付.1.10 I-394 のダイナミックプライシングの事例

(2006 年 5 月 31 日の例)

(3) HOT レーンの効果評価

ミネソタ DOT (2006)による I-394 に関する効果評価では、I-394 における HOT レーン導入前の 2005 年の秋までの交通量、旅行速度等のデータと 2006 年春までの HOT レーン導入後のデータを比較して、HOT レーン導入による影響を考察している。

(a)交通量への影響

地域全体の交通需要は低下しているが、新たに導入された I-394 の HOT レーンにおいては、ピーク時に 9~13%交通量が増加し、全体の交通量はピーク時に 5%増加している。HOT レーンの導入により、交通渋滞が起きやすいピーク時の交通量を増加に対して、道路容量をより効率的に利用することができる。

朝のピーク時、午後のピーク時に HOT レーンを実施したが、全時間帯に実施した場合、リバーシブル・レーンにおいて大きな交通量の増加が見込まれる。

(b)旅行速度と旅行時間への影響

HOT レーンの交通量が増加したにもかかわらず、ほとんどの地点において旅行速度は変化していないか、わずかに上昇している。一部例外を除いては、旅行速度を維持するための HOT レーンの価格設定のアルゴリズムは成功している。

HOT レーン実施中の無料車線における旅行速度もわずかに上昇している。

I-394 の無料車線における旅行速度の低下は、交通量が多い日、または交通事故が起こった時がより顕著である。これにより、HOT レーンにより様々な悪影響を軽減することができ、また効果的に旅行速度及び旅行時間を安定させることができる。

表付.1.5 MnPass 導入前後の I-394 の HOT レーンにおける旅行速度比較

出典：I-394 MnPASS Technical Evaluation

場所	MnPass 前	MnPass 実施中	速度変化率
東行き（午前ピーク時）			
I-494	71.1	71.2	0.1%
リッジデール	66.7	69.4	4.0%
ジェネラル・ミルズ	63.1	65.2	3.4%
キセリア	62.3	60.8	-2.6%
ペン	66.8	67.1	0.6%
西行き（午後ピーク時）			
ペン	67.7	67.9	0.2%
キセリア	57.2	57.2	0.0%
ジェネラル・ミルズ	62.3	64.3	3.1%
リッジデール	66.3	68.6	3.4%
I-494	-	-	-

表付.1.6 MnPass 前後の I-394 の無料車線における旅行速度比較

出典：I-394 MnPASS Technical Evaluation

場所	MnPass 前	MnPass 実施 中	速度変化率
東行き（午前ピーク時）			
I-494	67.2	68.1	1.2%
リッジデール	63.8	66.5	4.2%
ジェネラル・ミルズ	57.5	65.9	14.6%
キセリア	51.0	57.1	12.0%
ペン	55.1	57.1	3.7%
西行き（午後ピーク時）			
ペン	53.8	59.6	10.7%
キセリア	43.8	47.6	8.6%
ジェネラル・ミルズ	70.9	72.2	1.8%
リッジデール	60.6	63.1	4.0%
I-494	64.7	65.0	0.4%

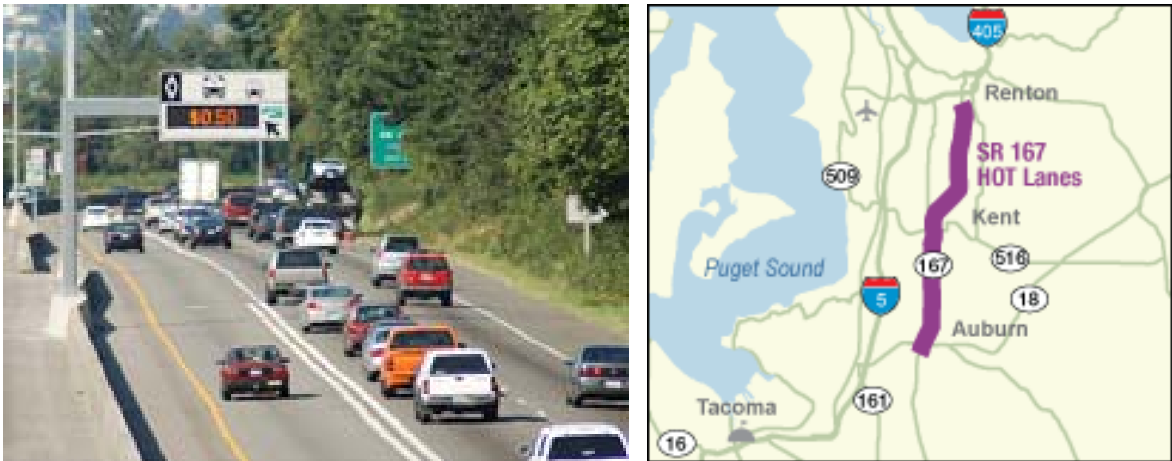
付.1-4 SR-167（ワシントン州）

(1) 概要

SR-167 における HOV レーンは、2008 年に試験的に HOT レーンへ変更された。HOT レーンは白二重線により無料車線と隔てられている。HOT レーンの交通量が増えすぎた場合には、HOV レーンへと切り替わる。

表付.1.7 ワシントン州 SR-167 の概要

課金タイプ	レーンプライシング
課金目的	・無料車線の渋滞緩和 ・既存 HOV レーンの利用最大化
導入時期	2008 年
課金時間帯	常時
課金対象車輛	1 人乗り車両（乗用人員 2 人以上の車両、バス、バイクは無料）
延長	延長 10 マイル（約 16km）



図付.1.11 SR-167 の状況と位置図

(<http://www.wsdot.wa.gov/Tolling/SR167HOTLanes/>)

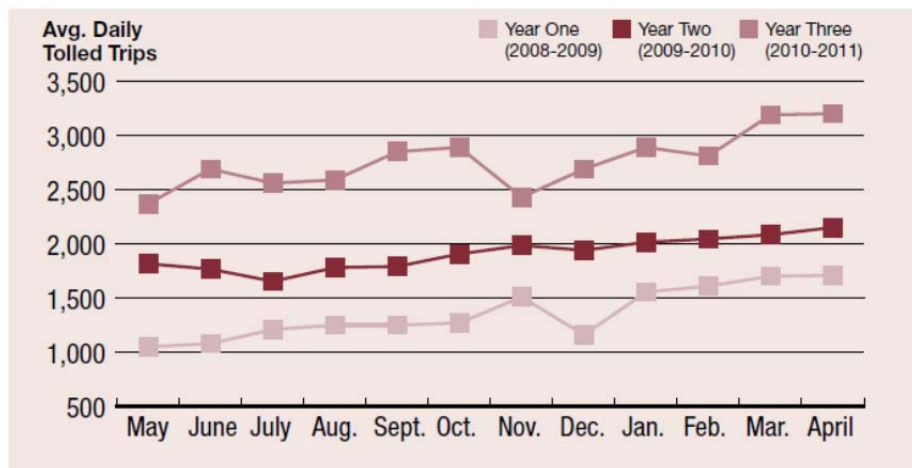
(2) 課金額

SR167 の HOT レーンの利用料はリアルタイムの交通データによって 0.5~9 ドルの範囲で変化する。

(3) HOT レーンの効果評価

(a)交通量

図付.1.12 に示すとおり、HOT レーンにおける平日(火~木)の平均交通量は年々増えており、多くのユーザーが HOT レーンを選択する傾向にあることが分かる。



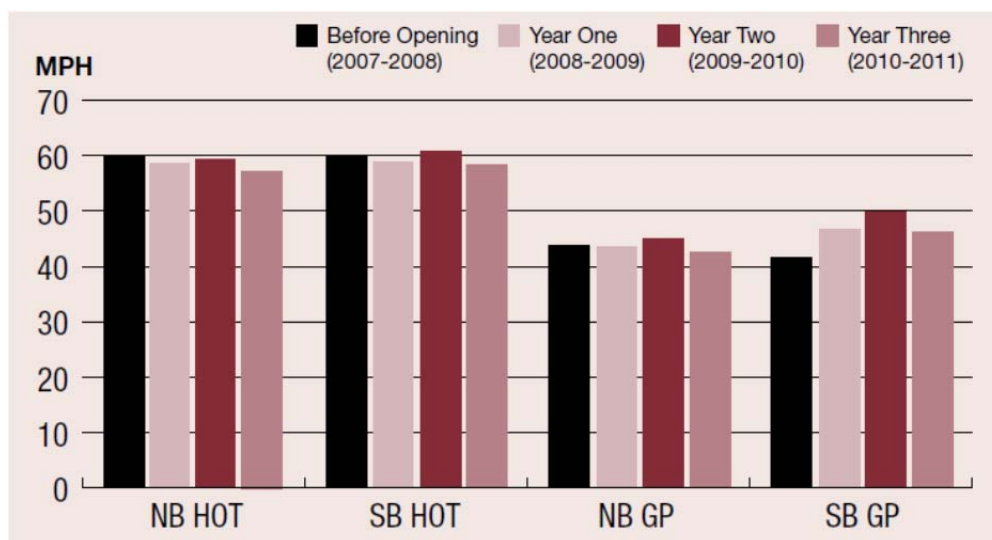
出典 : the SR 167 HOT Lanes Pilot Project

図付.1.12 SR-167 の HOT レーンにおける日平均交通量

北向きのピーク時（午前 7～8 時）の交通量は 2008 年 5 月で 140 台であったが、2009 年 4 月には 270 台に、2010 年 4 月には 350 台、2011 年 4 月には 433 台と、36 カ月で 3 倍に増加した。南向きのピーク時（午後 4～5 時）における HOT レーンにおける平均交通量は 2008 年 5 月以降 2.5 倍に増加した。ピーク時の平均交通量は、2007 年に比べて 2010 年には 1%減少した。しかし、HOT レーンにおける交通量は 15%増加した。HOT レーンがより多くの交通容量を持つため、無料車線の交通量は 5%減少した。

(b)速度(図付.1.13 参照)

HOT レーンにおけるピーク時間帯の 90%以上で、旅行速度は時速 45 マイルを超過、また全時間帯の 99%以上で時速 45 マイルを超過していた。南向きのピーク時の無料車線では、2007 年から 2011 年にかけて平均速度を 10%引き上げ、時速 42 マイルから 46 マイルとなった。北向きピーク時の無料車線の平均速度は 2007 年から 2011 年にかけて減少した。HOT レーンにおいては両方向において旅行速度がわずかに下がり、時速 60 マイルをわずかに下回った。この結果は、2007 年当時は HOV 車両のみが利用していたため高い速度を維持してきたが、その段階と比較して HOT レーン化により交通量が増加したことにより速度が低下したものと考えられる。



出典：the SR 167 HOT Lanes Pilot Project

図付.1.13 SR-167 の HOT レーンにおけるピーク時平均速度
(開通前のデータは HOV 限定の速度)

(c)HOT レーンの旅行時間の信頼性

北向きのピーク時(午前7~8時)ではHOT レーンの旅行時間は2008年以降大きな変化はなく、平均が11分、また95%の確立における旅行時間が12分以下であった。この2つの数値が近いことは、HOT レーンが、混雑する日であっても安定した旅行速度を提供していることを意味する。

南向きのピーク時(午後4~5時)も似た様相を示している。HOT レーンの平均旅行時間が8分であり、95%タイルにおける旅行時間も8分以下となっている。南向きのHOT レーンにおいては高速道路の影響で3レーンから2レーンに統合されるボトルネックがあるにも関わらず、HOT レーンは安定した旅行速度を提供していることがわかる。

(d)無料車線の旅行時間

無料車線の朝ピーク時(7~8時)における平均旅行時間は北向きで20分である。95%タイルにおける旅行時間は25分であった。過去三年間では、平均旅行時間は比較的安定している。

付録.2 米国における走行距離課金の取組み事例

付.2-1 ワシントン州シアトル都心部 における走行距離課金の検討

(1) パイロットプロジェクトの概要及び課金対象

ワシントン州広域行政圏 PSRC：ピュージェット・サウンド地域評議会では、2005年4月～2006年3月の期間で交通需要の調整、課金技術の利用可能性の検討、車両行動のデータ収集及び分析を目的としたパイロットプロジェクトを実施した。パイロットプロジェクトの対象道路は、中央ピュージェット・サウンド地域（King 郡と Snohomish 郡）の非幹線道路（住宅地内道路のようなもの）以外の全てであり、6時～夜10時までの時間帯を対象とした。このパイロットプロジェクトには、台数400台の乗用車ユーザーが参加した。課金水準は、社会的限界費用（混雑費用）に基づいて0～50セント/マイル（0～28円/km：1ドル=89.3円換算）を設定した。また、時間帯、曜日（平日・休日）、道路種別（高速道路・一般道路）により差別化を図った。週末は平日の約半分の水準、夜間及び早朝は無料である。本パイロットプロジェクト全体で310万ドル（約2.8億円）支出され、このうちの80%の資金が FHWA からの連邦補助によりまかなわれた。

(2) 課金方式（図 付.2.1）

パイロットプロジェクトにおける課金・徴収方法は、参加者の車に車載器を無料で取り付け（参加者に対し、主要パートナーであるシーメンス社より無料提供の車載器を取り付け）GPSによる車両位置情報等により車載器が走行距離や走行時間を計測、課金額を計算し、その情報を GSM により中央コンピュータへ送信する方式をとった。



出典：ピュージェット・サウンド地域評議会提供資料

図 付.2.1 シアトルにおける料金可変制と対象道路（緑色の路線）

なお、実験においては、パイロットプログラム開始時に、参加者の口座に残高（過去の交通行動に応じ、8 ヶ月間で 300～6、000 ドル）が与えられ、この残高から走行距離に応じた金額が自動的に引き落とされる。これは、実験の最後の残金を自分のものとしてできるため、運転行動を変えるインセンティブを与えることができることを意図していた。

このパイロットプロジェクトでは、対象道路上の走行距離に応じて課金するシステムであり、走行距離の記録は必須であり、車載器が GPS に基づいた走行距離を記録、課金額を計算し、それらの情報が中央コンピュータへと送信される。なお、パイロットプロジェクト期間中は、システムの精度を検証するため、走行時間も記録され、中央コンピュータへと送信された。ただし、本格実施の際には、プライバシーを考慮し、料金情報のみを記録し、中央コンピュータへと送信する予定となっていた。

(3) 課金精度の検証

GPS が検知した位置情報と、車載器にストックされている道路ネットワークのノード位置情報をマッチングし、走行位置を特定する。課金道路上の走行距離は、マッチングにより得られた座標から計算する。車載器にはデジタル道路ネットワークのリンク情報がストックされている。パイロット期間中の車載器には課金対象地域内の 8、000 のリンク情報が記録されている。

また、走行中のドライバーには車載器画面および音声通知により、リアルタイムで場所・時間ごとの課金額が通知された。GPS が検知した位置情報と車載器にストックさ

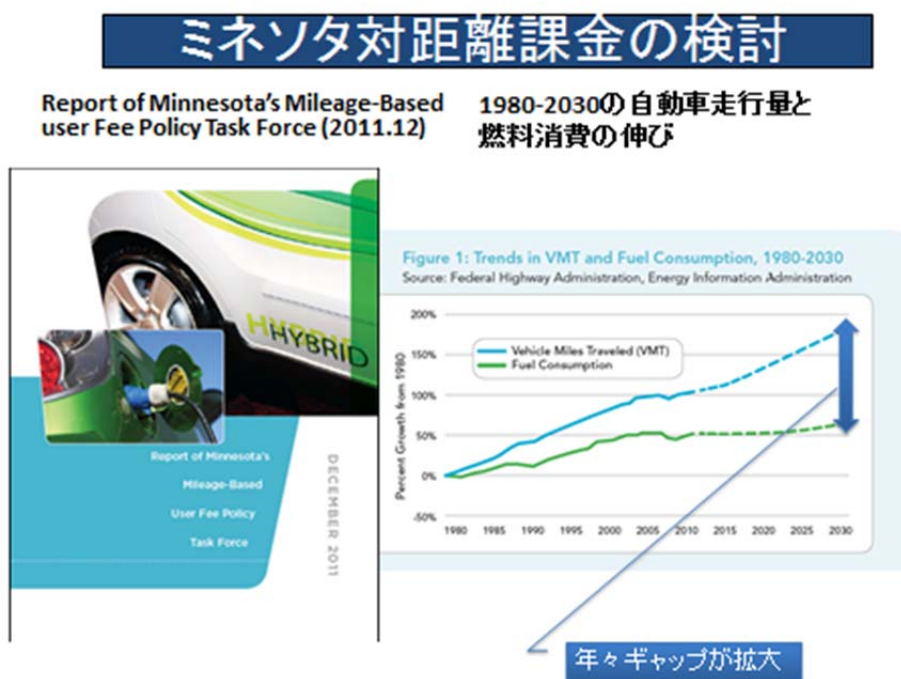
れている道路ネットワークのノード位置情報をマッチングし、走行位置の測定を補正するため、GPS 単体での位置、距離の把握よりも精度が高い。これらの結果、GPS に基づく課金システムに関する技術が信頼できることが確認された。また、課金により、参加者の1週間当たりの自動車トリップが7%減少、走行距離が12%減少、運転時間が8%減少したという結果が得られた。

ピューゼット・サウンド地域評議会によると、課金による収入は、交通インフラ整備に支出すること、プライバシーを考慮し、車載器には走行時間は記録されないようにするなど、システムの構築方法の工夫により、プライバシーの保護も可能であると結論つけている。

付.2-2 ミネソタ州における走行距離課金の検討

(1) 走行距離課金のシステム概要

ミネソタ州は、オレゴン州と同様に将来に向けた道路財源の確保のためにTF（以下M-TF）を設置して、走行距離課金の検討を進めている。2011年11月にまとめたM-TFのレポートによれば、ガソリン車と電気自動車では大きな負担に対する不公平が生じるとともに（表2.8.18参照）税収の低下とそれに伴う道路の維持管理・改築への財源不足が明かである。そこで、M-TFは、パイロットプロジェクトの実施とともに、先行事例を参考に、走行距離課金の課題を整理し、当面の方向性についての提言をまとめた。



図付.2.2 ミネソタ走行距離課金の背景

同州のパイロットプロジェクトは、ミネソタ都市圏を対象とし、約 500 台の参加車両で実施された。特徴として、スマートフォンの GPS 機能と通信機能が活用されている。課金の流れは、スマートフォンで取得した GPS 情報をもとに走行距離の計測、課金額の算出を行うとともに、OBD（第 2 世代車載自己診断）において測定した速度と時間で走行距離を補完。GPS で取得された GIS データを照合し、走行した地域を確定。

課金に必要なデータだけをスマートフォンから通信センターに毎月自動的に送信。データを基に課金額を請求。なお、本パイロットプロジェクトでは、スマートフォンは参加者に無料で配布され、課金レートは、約 2.1 セント/マイルに設定された。

表 付.2.1 各車種間の年間税額（州・連邦）の試算比較

出典：ミネソタ走行距離課金委員会報告書

車種	トラック		乗用車		ハイブリット車		電気自動車	
燃費(マイル/ガロン)	20		30		40		-	
税種	州	連邦	州	連邦	州	連邦	州	連邦
2.0万マイル/年	\$280	\$184	\$187	\$123	\$140	\$92	\$0	\$0
1.5万マイル/年	\$210	\$140	\$140	\$92	\$105	\$69	\$0	\$0
1.0万マイル/年	\$140	\$92	\$93	\$61	\$70	\$46	\$0	\$0

注) 州の燃料税：\$0.28/ガロン、連邦の燃料税：\$0.184/ガロン

(2) 走行距離課金の課題整理と方向性

同州では、走行距離課金の政策展開、技術開発の方向性等を整理し、以下のように提言をまとめた。

燃料源が、電気・ガソリン・ガソリン-電気ハイブリッドが混在するなか、全てのユーザーが、燃料の種類に関係なく道路の維持・拡張の財源を公正な分担で負担。

燃料税の歳入と道路の維持管理、拡張のための費用との間のギャップに対処するために走行距離課金を導入するかどうかについては、慎重な議論が必要。

連邦全体での走行距離課金構築が必要であり、当面は、隣接する州が連携して実証試験を実施。

走行距離課金は、専ら道路交通システムに活用。

初期の実装システムは、単純なものから開始し、機能と付加サービスを順次拡張。

プライバシー保護への配慮と対策。

フロントガラスの取り付けられた専用アプリがインストールされたスマートフォン

走行位置	7時-9時 16時-18時	オフピーク
ミネソタ州外	\$0.00/mile	\$0.00/mile
ミネソタ州 Twin City外	\$0.01/mile	\$0.01/mile
内 Twin City内	\$0.03/mile	\$0.01/mile

Minnesota Road Fee Test

- View Reports
- Launch CoPilot
- Change Settings

Version 0.4.638

スマートフォン活用の利点:

- GPSにより走行距離が算出
- 通信機能がある
- 特別な車載器は必要無い

スマートフォン活用の課題:

- プライバシー保護対策
- 精度の確認
- 不正対策

写真：ミネソタ DOT

図 付.2.3 ミネソタ州での Smartphone による基本システム

ミネソタでの走行距離課金の社会実験の結果と総括については、Minnesota DOT (2013): Connected Vehicle for Safety, Mobility and User Fees – Evaluation of the Minnesota Road Fee Test が詳しい。

付.2-3 全米 12 州社会実験

(1) 社会実験の概要

アイオワ大学が中心となって全米 12 州を対象とした走行距離課金を対象とした社会実験（本社会実験では、シミュレーションのみで実際に課金は行っていない）が 2008 年 12 月～2010 年 6 月の 2 段階に分けて各段階で 10 ヶ月間ずつ実施された。実験対象の車両は、第 1 段階では全米 6 地域の参加台数 1,207 台、第 2 段階では全米 6 地域の参加台数 1,446 台の参加があり、層別化サンプリングにより、各地域の人口統計を代表する参加者が抽出された。全米 12 箇所の地域は以下のとおりである。

第 1 段階：ボルチモア（メリーランド州）、ノースカロライナ州の三角地域、アイオワ州東地域、オースティン（テキサス州）、ボイシ（アイダホ州）、サンディエゴ（カリフォルニア州）

第 2 段階：ポートランド（オレゴン州）、マイアミ（フロリダ州）、シカゴ（イリノイ州）、ウィチタ（カンザス州）、ビリングス（モンタナ州）、アルバカーキ（ニューメキシコ州）

本社会実験における課金水準は、現在の同等の距離を走行した場合の車種別の自動車燃

料税に基づいて算出しており、0.33～2.19 セント/マイル(0.2～1.1 円/km : 1 ドル = 80 円換算)としている。

(2) 課金・徴収方法

車載器で走行距離データを基に算出した料金データを、定期的・自動的に既存携帯サービスのセルラーデータリンクを通じ、データセンターへ送信し、送信データを基に参加者に請求書を配布し、支払い作業のシミュレーションを行っている。料金データのアップデートは、無線通信を通じて、定期的を実施している。支払方法は、クレジットカードによる自動引落(請求書明細の送付)、もしくは対距離課金データが転送された時点での口座引落によるものの2つが考慮されている。

本社会実験で用いられたシステムは、GPS+GSM による方式である。車載器は参加車両に対して無料で設置された。

GPS 等による走行距離計測：走行距離計、速度計、GPS のいずれかの情報をもとに、車載器において走行距離の計測(基本的には走行距離計の情報を基本とする)を行った。すなわち、GPS 受信機を用いて位置情報取得し、州・郡・市の境界情報が入力された GIS データシステムと照合し、走行した州・地域が確定される。GPS 情報が一時的に損なわれた場合は、確定された位置データからマップマッチングにより、現在の位置が割り出される。

GSM による通信：GSM 技術を用いて、定期的・自動的に車載器からデータセンターへ課金額情報を送信する。また、データセンターから各車両に対して、GIS データのアップデート情報や、マイルごとの料金データを送信するという方式を採用した。本社会実験では、プライバシーに配慮して、走行距離は記録されるが、走行ルートは記録されない。また、通過時刻の記録も記録されない。

位置読取り精度は、計 2300 万マイルの走行距離実験において、正しい税区分域を割り当てられなかった走行距離は全体の約 0.6%であった。

(3) 全米 12 州社会実験から得た知見

1) 技術的知見

既存の車両に車載器を搭載する場合には、電気系統または OBD- バスの問題が原因で車載器が搭載できないケースがみられ、導入時には課題となった。また、既存市場のセルラーデータサービスは通信コストが高いため、低コストのデータ通信メカニズムを検討する必要がある。

一方、導入後のシステム性能評価として、技術的に燃料税から対距離課金への移行が可能であることが確認された。また、技術的に地域や車種によって課金水準を差別化することが可能であることが確認された。なお、調査初期に一部の車載器の GPS アンテナ

ナに不具合がみられたが、改善後には問題は解決された。また、実験期間中、全走行距離の 7.3%で GPS 位置情報が確定しないまま走行したが、うち 6.7%はデータが補完され、そのほとんどは GPS 位置確定が遅れたものであった。

2) 課金に対する評価

走行距離税課金システムに関して、実験前は参加者の 60%以上はどちらでもないか否定的見解を示していたが、実験後は参加者の 70%が賛成派となった。システムを利用し、システムへの理解が深まるにつれて、参加者がシステムを受け入れるようになったものと考えられる。

3) プライバシーへの対応

利用者のプライバシーは、個々の参加者に識別番号を割り当てることによって厳重に保護された。情報としては、行政管轄区域に分配される対距離課金の総額しか必要としない。また、車両からネットワーク管理センターへ転送する際のデータは、匿名性を保証するため暗号化された。さらに、プライバシー保護のため、個人情報（名前、住所、その他）と個人情報とは無関係の総走行距離と総費用の情報で別々のデータベースを構築し、安全な場所に保管された。

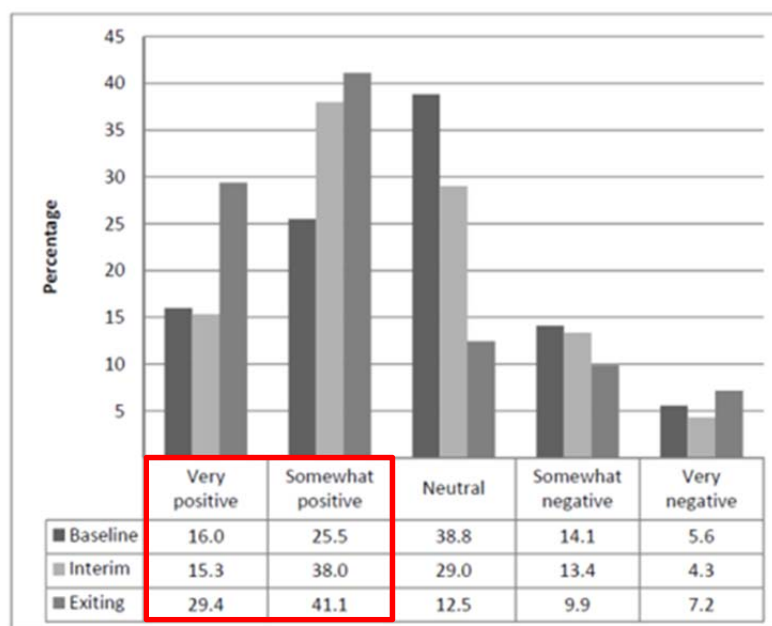


図 付.2.4 プライバシーへの反応の推移

(この図の赤枠：実験後支持が増加している。)

付録.3 料金施策の受容性に関する調査事例

付.3-1 英国交通省(DfT)の研究

英国交通省(DfT)は永年に渡ってロードプライシングに関してアンケート等による調査研究を進めてきた。その結果、表付.3.1に2007年と2010年の調査結果を比較して示すが、「利用課金」に対して支持が大きい、「混雑時間、混雑道路区間」に対して差別的に課金をかけることには否定的であること示している。この結果は、次に示すOwenら(2008)の調査結果とほぼ同様である。

また、走行距離課金の効果に対しては懐疑的である。

表付.3.1 2007年と2010年の市民のロードプライシングに対する考えの変化

	支持	支持	反対	反対
	2007	2010	2007	2010
利用に応じた課金への転換	53%	52%	31%	31%
混雑道路への課金を増加	25%	22%	58%	55%
混雑時間帯への課金を増加	23%	21%	60%	61%

出典：DfT 2010. Public Attitudes Towards Road Congestion, November 2009 to February 2010. Department for Transport. Retrieved 25 February 2011

表付.3.2 走行距離課金による渋滞解消効果へ懐疑的な理由

人々の行動を変えられない。	58%
人々は行動を変えたくない。	33%
代替手段が不十分または不満足	19%
人々は他の無料道路を利用する。故に渋滞は減らない。	19%
新しいシステムは監視出来ない。	16%
人々は払えない。	16%
人々は、支払いを拒否する。	12%
渋滞は大きな問題ではない。	0%

表付.3.3 走行距離課金が公平ではないとの理由

人々は移動に関して行動・手段を変えられない。	59%
料金が低い	37%
所得が少ない人々の方が高い人より影響が大きい	34%
自動車の代替手段が十分でない。	23%
人々は変化を好まない	16%

表付.3.2,3.3とも出典は表2.8.24と同じ

走行距離課金に対して、「現在支払っている税金の総額より増えなければ、受け入れる準備すべきである」との問いに対して、2007と2010を比較すると、支持が41%から38%、反対が35%から34%、もっと情報が欲しいが5%から6%、知らないが6%で変化なしとなっている。また、「課金による歳入は何に支出すべきか？」の問いに対しては、道路及び交通47%、公共サービス20%、回答する前にもっと情報が欲しい20%、とにかく課金には反対12%であった。このDfTによる調査結果から、走行距離課金に対しては、現状の燃料性の代替としての課金という原則のもと、歳入が道路等の交通関連施設の用途に支出されること等の条件での受容性が高いことを示唆している。

付.3-2 The BMRB UWE の調査研究

(BMRB：英国市場調査局、UWE:University of the WestEngland)

英国交通省は、BMRBとUWEのOwenらと共同で446名のステークホルダーに対する調査を実施された。その調査の目的は、ロードプライシングに関する公衆の意見、影響の要因に関する分析、公衆の動機と変容に関する分析、情報の提供等による公衆の受容性の変化の分析である。以下にOwenら(2008)による調査結果を示す。

Owenら(2008)によると、ロードプライシングの受容性に関して、以下の10の事項が抽出され、基本的な考え方を提言している。

(1) ロードプライシング受容性に関する10の要因

ロードプライシングのような施策により解決すべき交通課題があり、ロードプライシングにより問題が解決できるという認識。

公共交通の改善、パーク&ライド等の交通戦略の1つとして位置づけることが必要。ルートや交通手段の代替性が担保されていること。

ロードプライシングによる歳入は、交通関連(公共交通、道路の拡幅、メンテナンス等)に支出されること。

政策スキームがシンプルであること。

公平性を担保していること。(車種、大きさ、ユーザーの収入、健康・障害者、地域等)

政策スキームやロードプライシングによる効果に関する情報を教育、広報、市場に提供すること。情報の欠如は受容性の低下を招く。知識が増えるに従い、反対への行動も増える。(Goodwin、Owenらによる関連図)

地方自治体等は政策の実行性とマネジメントに関する信頼を担保すべき。

技術の信頼性、理解度を高めるべき。実行性に伴うコスト増を最低限に抑制すべき。プライバシーやデータ保護を担保すべき。

(2) ロードプライシングの原理 (Principle) に関する受容性

さらに、ロードプライシングの受容性に関する(a)基本仕様、(b)詳細設計、(c)運営委組織、(d)情報公開、広報について論述している。

1) ロードプライシングの基本仕様(Specific)に関する受容性

コードンプライシング、走行距離課金等のプライシング方式によって視点が異なる。例えば、コードン方式については、ロンドンやストックホルムの事例から理解しやすいが、コードンラインの設置位置の決定根拠が不明瞭であることから、病院、パーク&ライドステーション等々の存在やエリアの混雑の程度の根拠が必要である。また、人流、物流双方の観点から実勢の交通コスト、ランニングコストコストや公平性の検証も必要である。さらに、新設道路の建設、道路や公共交通の改良、渋滞時間限定、例外規定が限定的である場合に受容性は高まるとしている。

2) ロードプライシングの詳細設計に関する受容性

次の段階として、請求方式、罰金、プライバシー、技術に関する詳細設計が受容性を左右する。例えば、ANPRは、交通速度監視の実績からユーザーには理解しやすい、車載器が必要ないことから電波方式(タグ)と比較して受容性が高いと評価されている。しかしながら、ナンバープレートが偽物や盗難が発生し、他者に請求する事案も発生している。電波方式を採用する場合の留意すべき事項として、全てのクルマにタグが付いているかを確認するための監視方法、プライバシーの保護が挙げられる。さらに、ANPRと比較して高く、ANPRより複雑で、各車に車載器、タグの設置が必要なことからコスト評価が重要である。

また、ロードプライシングはあくまで個人ドライバーの行動変容を喚起すべきものであり、ペナルティを課すことや歳入を主たる目的とするものではないとして、罰金については、あまり高すぎないようにすべきである指摘している。

3) ロードプライシングを運営する組織

運営主体として、地方自治体、民間企業、NPO等が想定されるが、各々、次のような特長がある。

地方自治体：歳入を直接的に交通関連への投資に結びつけられる。自治体は最もアクセスしやすい、アカウントビリティを確保出来る。

民間企業：運営の効率性が最も高い。データのセキュリティも規律、規制により担保される。利益も生み出すことが出来る。

独立法人、NPO：支出に関する透明性が最も高い。DVLA(ドライバー・自動車免許法人)は実施可能性のある法人として考えられている。

4)情報公開、広報等

最後に、政府による調査研究結果の公表、広報が公衆の理解度、受容性の向上に大いに関連するとして、例えば、ロードプライシングの他地域の事例、政府からの客観的な助言、さらに、ロードプライシングの理論と実践の教育の必要性を示唆している。

付.3-3 RAC 財団の調査研究 (RAC: Royal Automobile Club Foundation)

RAC 財団による”Motoring Toward 2050”のレポートでは、英国の43%のドライバーが高速道路の有料化、16%のドライバーが全道路での有料化を支持している。表付.3.4に示す条件ではさらに数値は高まる。

表付.3.4 有料道路制度のドライバーの受容性

燃料税に見合う料金施策	76%
諸税に見合う料金施策	76%
道路改良、公共交通の改善、交通マネジメントの一環とした施策	71%
時間信頼性のある道路改良のための施策	71%
公共交通の賃金に見合う料金施策	65%
渋滞のレベルに応じた料金設定	54%

付.3-4 Ipsos MORI (2010)による調査

英国の調査機関 Ipsos MORI(2010)による本報告は、ロンドンの混雑税の経験から英国国民の混雑税、走行距離課金に対する受容性の変化が調査したものである。調査結果は以下の通りである。

英国成人の65%が高速道路や幹線道路への走行距離課金に対して反対しており、賛成は18%と少数である。また、燃料税の減税という条件の下では、46%が賛成、34%が反対という結果と支持が増加する。さらに、信頼がある民間機関による運営という条件では、58%が賛成、19%反対と賛成が大きく増加する。公平性の観点から、全道路が対象という条件では、70%賛成、18%反対とさらに支持が拡大するという結果となっている。

一方、反対する理由は、費用の負担が大きくなる、十分に内容、システムの詳細を知らない、既に多くの税金を払っている、公平でない、既に道路に支払っている、英国では実行性がない。人々が移動する権利に制限を与える、道路、交通に投資するという政府を信頼できない、システムの精度に疑問がある、監視が難しい等が挙げられており、興味深い。

表付.3.5 ロンドンの混雑税に対する公衆の反応の変化

	2002	実施前	実施前	2003	2003	2003	2003	2005	2006
支持	40	38	39	57	50	59	48	40	59
中立	19	16	18	16	18	15	21	24	12
反対	40	43	41	27	31	24	28	35	26

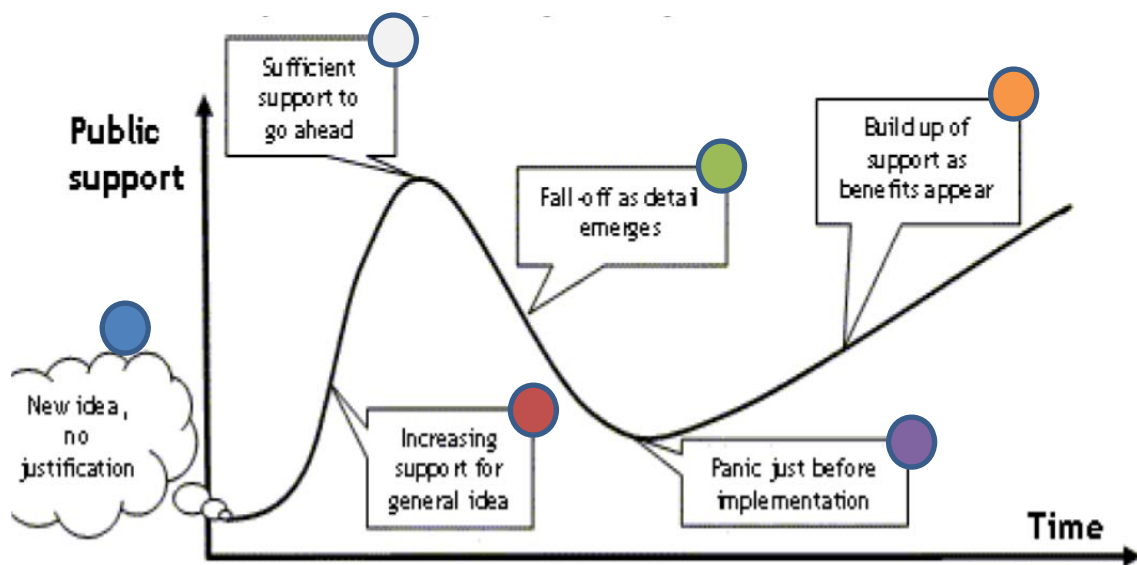
表付.3.5には、Ipsos MORIによる2006までのロンドンの混雑税の調査結果示すが、支持が増加し、反対が減る傾向が明確に数値に表れている。ストックホルムでも同様の傾向が認められている。

このような傾向は、Goodwin、Owenら(2008)のより、料金政策の受容性に関して、実施前、実施後の支持の形態について、図付.3.1に示すことが示されている。すなわち、概ね、政府、自治体による広報の影響で支持が増長し、その後詳細な課金条件等が明示されることにより支持が低下し、本格実施前段階が最低の支持となる。実施後、交通渋滞の解消実現、ユーザーの慣れ等が影響して支持が伸びていくというものである。

この傾向は、上記のロンドンの他、ストックホルムでの混雑課金でも同様に報告されている。受容性のUカーブとも称される。

付.3-5 スウェーデンの混雑課金

スウェーデンでは、2006年にストックホルムの朝夕の渋滞解消を目的として社会実験及び住民投票を経て2007年に本格導入している。ストックホルムでは渋滞解消の効果も顕在化することにより、ロードプライシングへの支持は当初52%程度のものが74%まで広がった。ストックホルムの混雑税(Congestion Tax)についての社会実験、本格実施までの政策的な経緯については、Hamilton(2010)、Borjesson et al.(2010)により報告されている。さらに、ヨーテボリでは、2013年1月からストックホルムと同様のANPRを活用したシステムで混雑税が開始された。



- 新規の提案、正当化出来ない。
- 概念に対して支持が増える。
- 実行に移行するために十分な支持
- 個別詳細に対して支持が減じる。
- 実行の前のパニック（最低の支持）
- 効果が出ることにより支持が増加

図付.3.1 ロードブラシングの受容性の推移のモデル（Goodwin、Owen ら）

付.3-6 オランダの走行距離課金の検討経緯

オランダでは、税収の根拠として、自動車の所有から利用への転換を目指していたが、政権交代により、走行距離課金が中止となったが、検討までの内容は、十分に意義ある。

検討された走行距離課金料金水準は、時間、場所に依存する、燃料税は廃止する。オランダ最大のドライバー団体（会員 400 万人）の ANWB（Royal Dutch Touring Club）は利用料への転換の支持を表明した。40 万人を対象としたアンケート調査から得た知見は以下のとおりである。

利用課金には肯定的。料金算定についても公平である。

現状以上の負担は否定的。

利用課金による歳入の用途は、道路建設、道路交通の問題への対策に。

低公害車への料金は、そうでない車より安くすべき。

代替交通が不十分であるので、ピーク時間帯に料金を高くすることには反対。

GPS による位置システムを用いることに反対。理由：複雑、高価、プライバシーに関連する犯罪、詐欺等。データのセキュリティを信用していない。

除外規定を限定的にすべき。

国民への説明責任は重要。

政府案は不信感をもって見られる。これまでの経験から、柔軟な対応、修正が重要である。繰り返しの説明が重要。

当時のオランダ政府からのコストに関する要請は、ロードプライシングに関連する開発と初期投資は22億ユーロ（2200億円）を超えないこと、年間のオペレーションと監視のためのコストは、歳入の5%以内とすることであった。また、基本的スキームは、税制中立であり、トータル年間歳入は30億ユーロ～70億ユーロと想定していた。

付.3-7 米国での混雑課金の検討経緯

(1) ニューヨーク

ニューヨークでは、ブルムバーグ市長の時代に、混雑税の導入を検討した。6時～18時まで混雑税エリア\$8を予定。E-Zpassによる徴収システムを計画であった。当初の推定では、エリア内の交通が台キ口で6.8%の減少し、エリア内の渋滞が30%、隣接の渋滞が20%減少すると予測している。また、年間の歳入は\$491million(約400億円)であった。市長、州知事、135の市民、企業、労働、環境保護等団体、議員、4大新聞から支持を得ており、反対派は、少数で、マンハッタンの周辺の4つの地区、クィーン、ブルックリン等のニューヨークに入るのに自動車への依存が高く、公共交通のサービスが低い地区であった。反対意見は、公共交通が代替モードになり得ないこと、8ドルの価格設定への不透明感にあったと言われている。最終的には、NCY委員会では承認されたが、一部の民主党議員により法案化が見送りとなった。このニューヨークの経緯を見ると、実行に移すためには、社会的かつ個人的に支持を集めることが重要であり、そのために、ロードプライシングに対する教育、キャンペーン、計画段階から住民の意見聴取の土地利用、交通政策等他の施策との関連の説明が必要であるとの教訓を残している。

(2) サンフランシスコ

Fairbank(2008)によるサンフランシスコでの調査から、ベイエリア地区での住民はロードプライシングを知らないこと、初期段階での実施に関する情報の欠落から信頼性が欠如しており、賛成45%、反対44%であったが、その後政策に対する周知度が高まるにしたがい、支持が高まった(55%賛成、38%反対)。

2010年のサンフランシスコ市交通局(SFCTA)による提案の6時から9時、夕方3時～7時まで\$6/日の料金に対して、71%が支持、16%が反対、17%は分からないという結果であった。

パイロットプロジェクトが開始され、住民にコンセプト、結果がフィードバックされ、2013年に実施の判断、2013-2014年に最終設計と調達、2014-2015年に建設、公共交通の改善等の予定である。

付録.4 東名・新東名の情報提供による経路誘導効果事例

付.4.-1 御殿場 JCT 手前の情報板による情報提供の影響分析

(1) 事例3 (東名における高波による通行止め [富士 清水])

【東名・新東名分担率】

東名の通行止め情報が表示された休日 21 時前後の時間帯では、通常、新東名の分担率は 50~60%程度であることが多い。これに対し当該日は、東名の通行止め情報が表示される約 1 時間前から新東名の分担率が増加し、通行止め情報の表示直前に既に 70% となっている。その後も新東名の分担率は上昇し 80%程度にまでなるものの、情報表示前後に増減傾向に差はなく、情報提供の影響は明確ではない。

一方、通行止め表示消滅以降、除々に新東名の分担率は低下している。

【一般道路への影響】

東名と新東名の合計交通量は、通行止め情報の提供前・中に大きな変化はみられない。国道 246 号の並行区間の交通量も同様に大きな変化はない。一方、国道 246 号の交通量は情報提供開始前後で急減・急増し、通常の日曜日には見られない動向ではあるものの、当該日は新東名で降雨により 50km/h の速度規制が行われているほどの降雨があったこともあり、その原因は不明である。

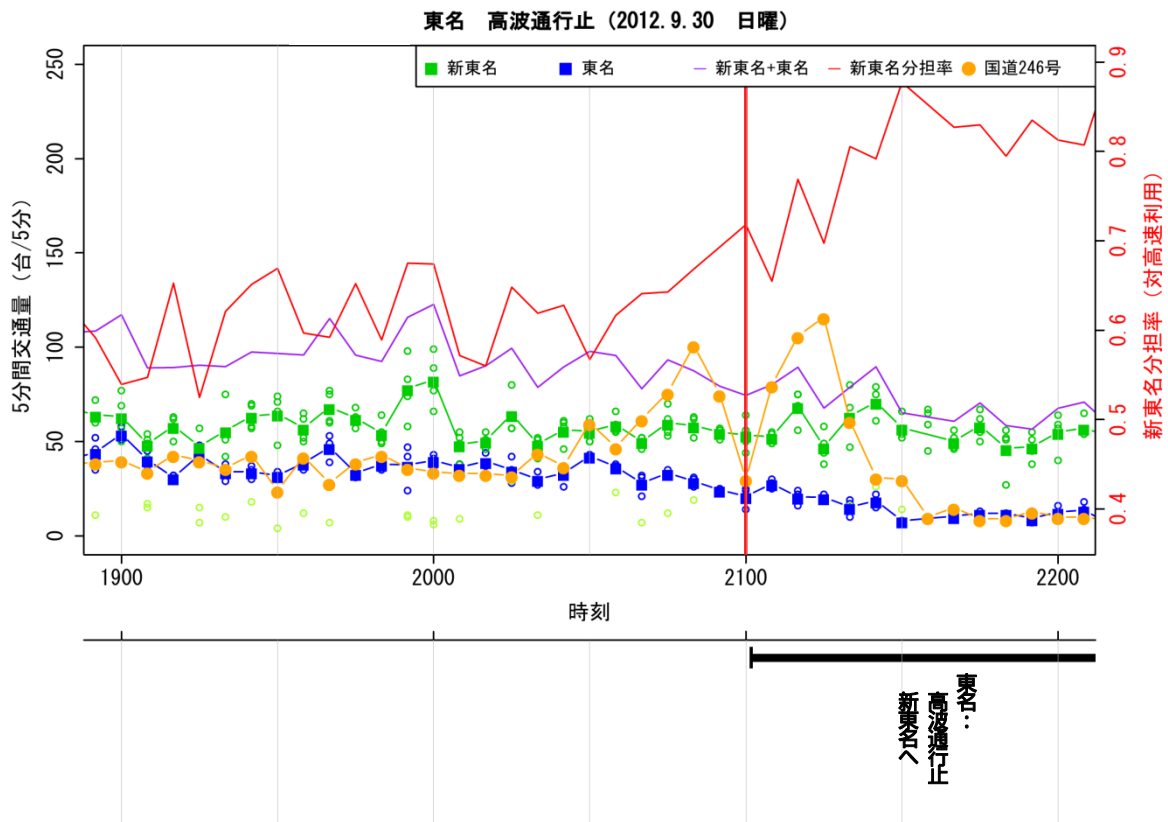


図 付.4.1 御殿場 JCT 下流の交通状況 (事例3)
(東名における高波による通行止め [富士 清水])

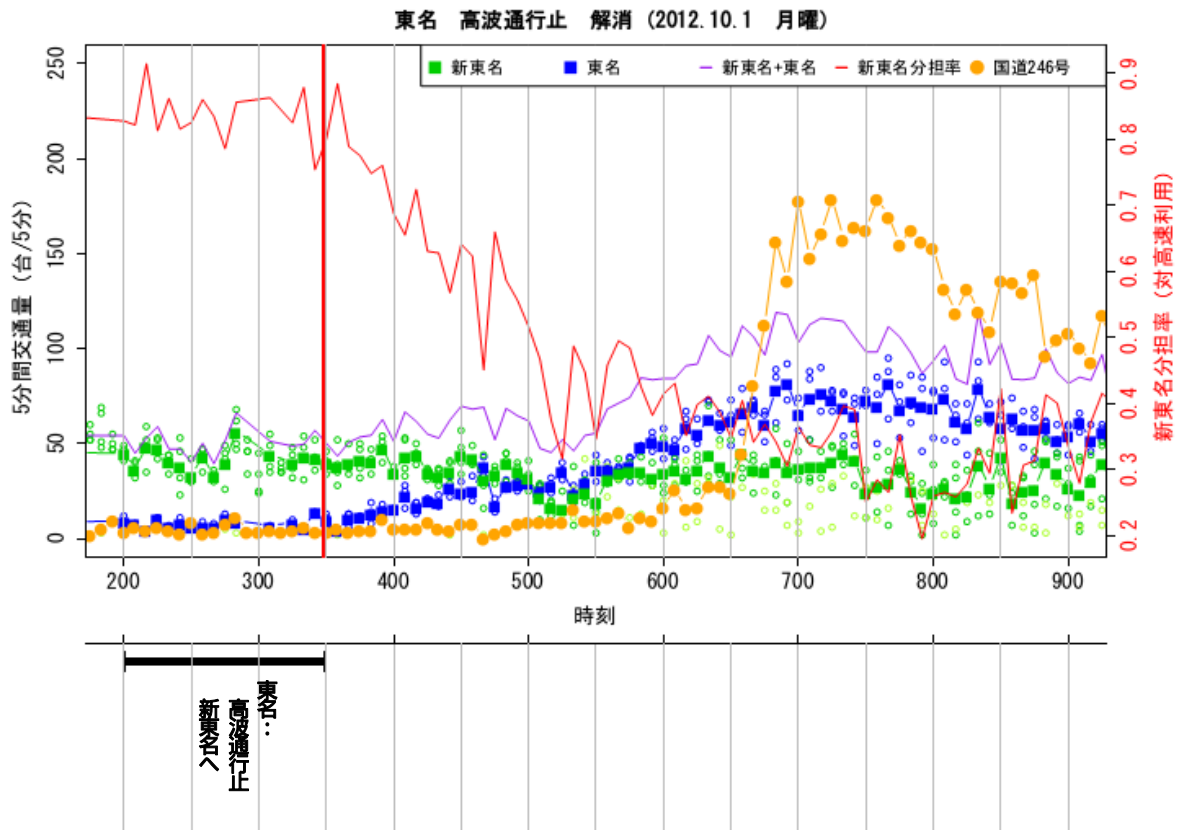


図 付.4.2 御殿場 JCT 下流の交通状況 (事例3 通行止め解消時)
(東名における高波による通行止め [富士 清水])

(2) 事例4 (新東名における交通事故による通行止め [長沼沼津 新富士])

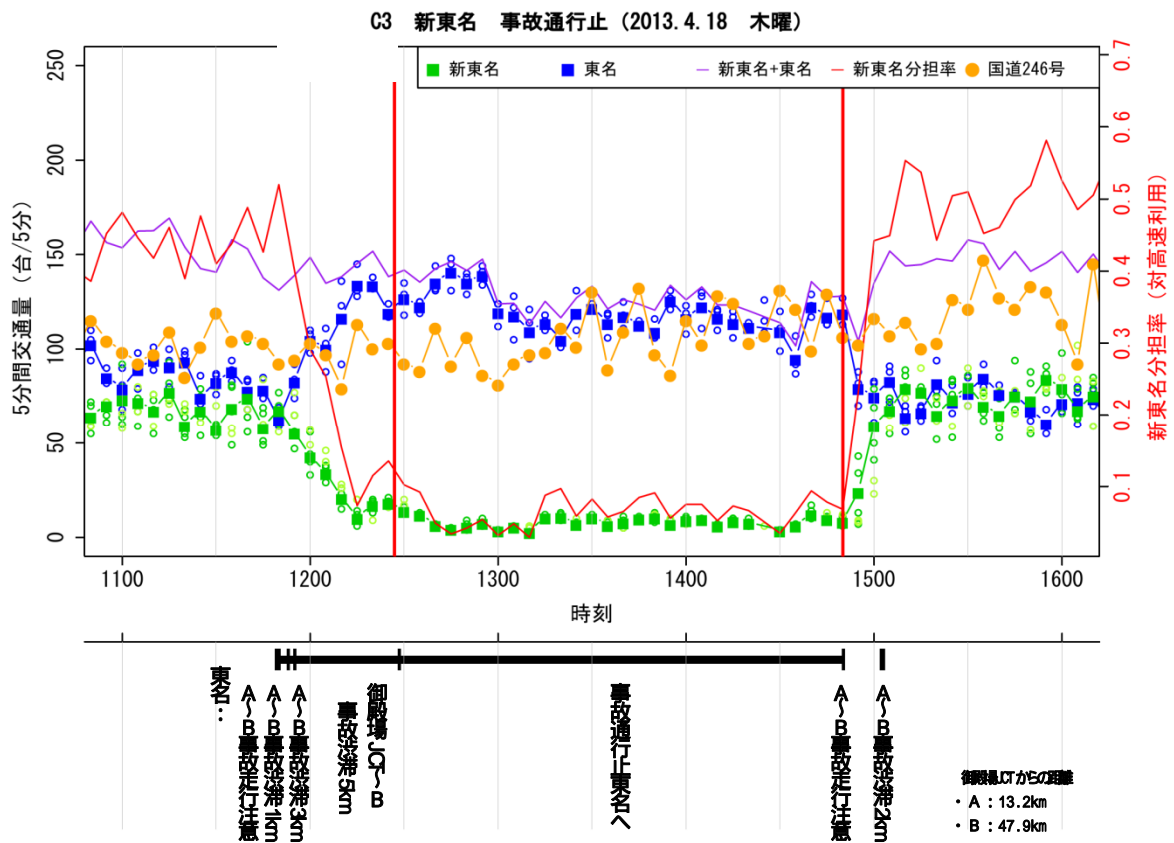
【東名・新東名分担率】

新東名の事故渋滞(1~5km)の情報が表示されてから30分程度の間新東名交通量の急減と東名交通量の急増し、新東名の分担率が10%程度に低下している。一方、通行止めの表示が消滅した直後に通常のだん担率に回復している。

【一般道路への影響】

東名と新東名の合計交通量は、通行止め情報の提供前・中・後に大きな変化はみられない。国道246号の並行区間の交通量も同様に大きな変化はない。

なお、東名と新東名の合計交通量が情報提供中やや減少し、情報消滅後やや増加しているが、12:00~15:00の微減と以降の微増は通常もみられる傾向である。



図付.4.3 御殿場 JCT 下流の交通状況 (事例 4)
 (新東名における交通事故による通行止め [長沼沼津 新富士])

(3) 事例 5 (東名における工事による通行止め [富士 清水 JCT])

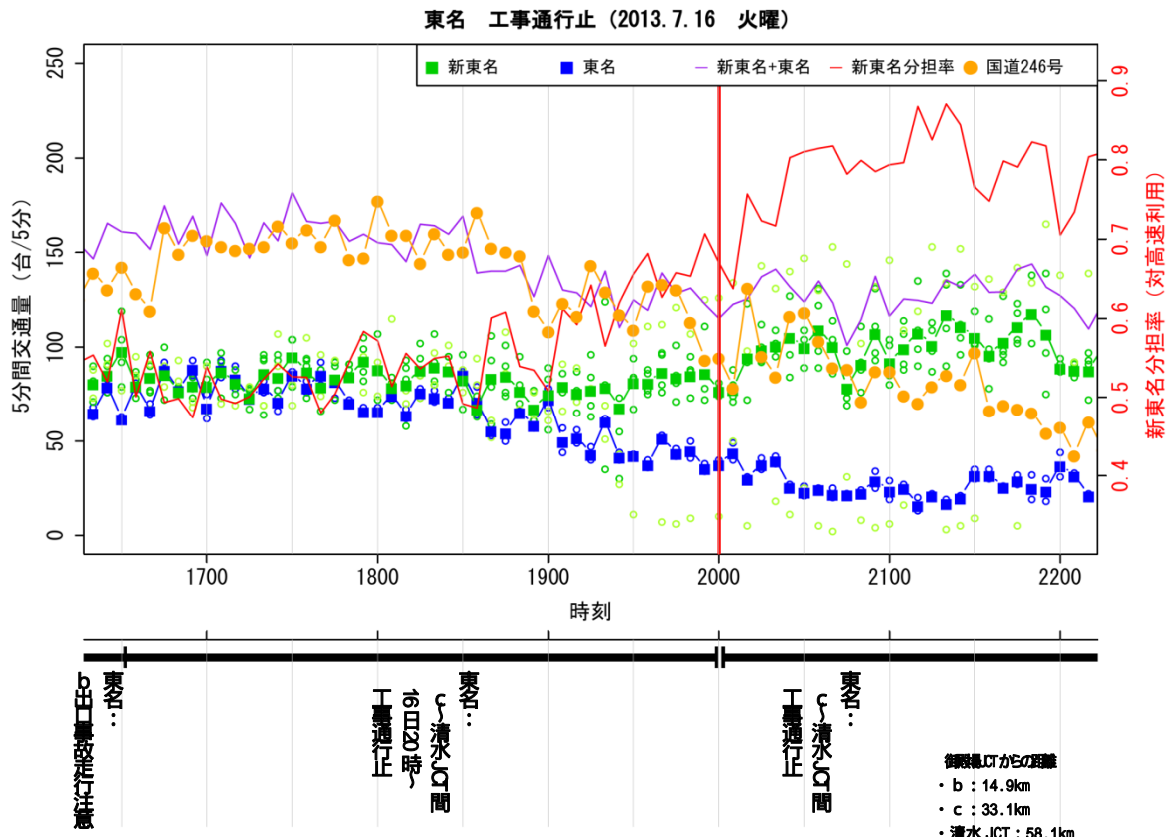
【東名・新東名分担率】

東名の工事通行止めが表示される約 1 時間前から新東名の分担率は増加傾向にある。これは、東名が 20 時から通行止めとなる予告情報が提供されていることが原因と考えられる。

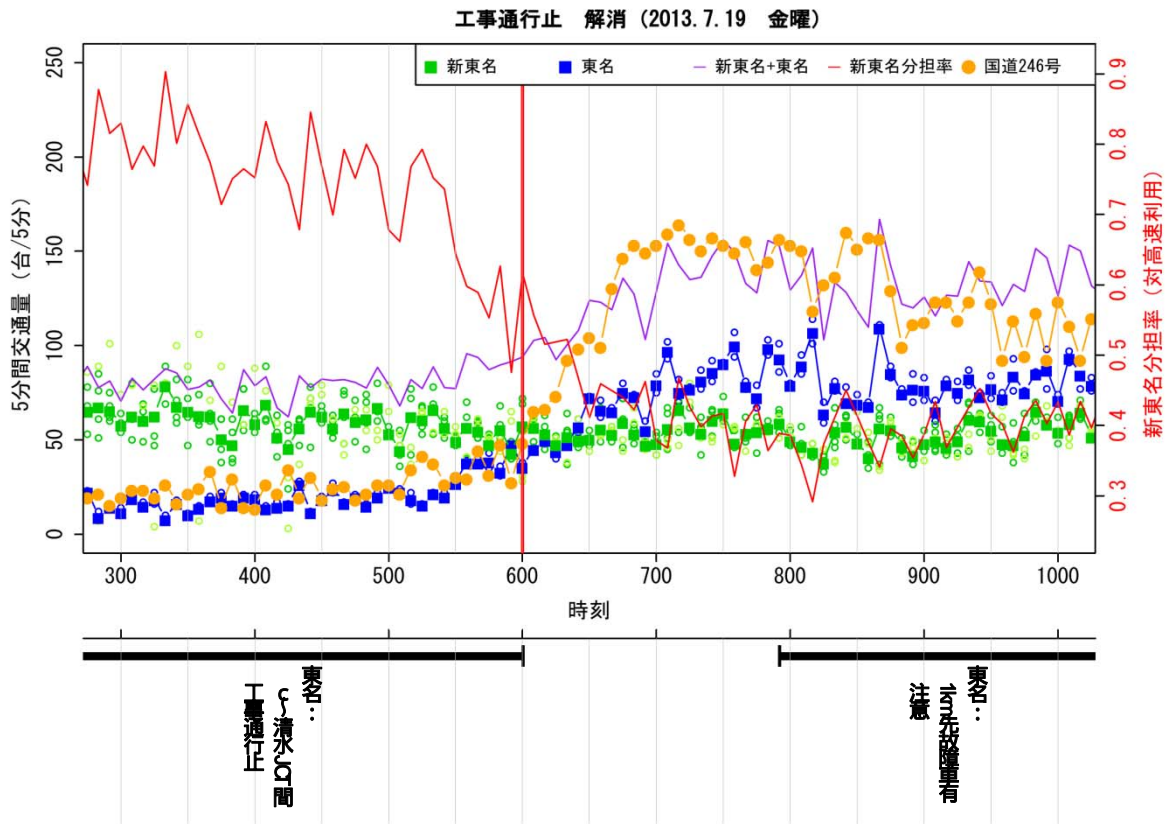
一方、通行止めの表示が消滅した直後に通常のだん担率に回復している。

【一般道路への影響】

東名と新東名の合計交通量は、通行止め情報の提供前・中に大きな変化はみられない。国道 246 号の並行区間の交通量も同様に大きな変化はない。



図付.4.4 御殿場 JCT 下流の交通状況 (事例 5)
 (東名における工事による通行止め [富士 清水 JCT])



図付.4.5 御殿場 JCT 下流の交通状況 (事例 5 通行止め解消時)
 (東名における工事による通行止め [富士 清水 JCT])

付.4-2 交通量・旅行速度の時空間分布の分析に関する資料

(1) 事例3 (東名における高波による通行止め [富士 清水])

夜間の交通量が少ない時間帯の事象であることから、情報提供による交通量や旅行速度の大きな変化は確認できない。悪天候と速度規制の影響により、通行止め情報の表示以前から旅行速度が低下している。

2) 事例4 (新東名における交通事故による通行止め [長沼沼津 新富士])

新東名の事故渋滞(1~5km)の情報が表示されてから新東名の交通量減少と東名の交通量増加が確認できる。特に、新東名の通行止め時間帯では、通行止め区間と並行する東名の沼津 IC~富士 IC間の交通量はより多くなっており、旅行速度の低下も確認できる。また、東名の交通量増加・旅行速度低下は、当該区間の下流にまで及んでいる。

3) 事例5 (東名における工事による通行止め [富士 清水 JCT])

東名の通行止め予告や通行止めの表示により、東名の交通量が減少し、新東名の交通量が増加している。新東名交通量の増加幅は、東名が通行止めとなる区間の1つ上流のICである長泉沼津 IC以西でより大きい。東名の通行止めを避けたトリップが、東名沼津 ICに隣接する新東名長泉沼津 ICから新東名に流入したことによるものと考えられる。なお、新東名の長泉沼津 IC手前の交通量が50台/5分以下となっているのは、当該トラカンが画像トラカンであることによるものである。

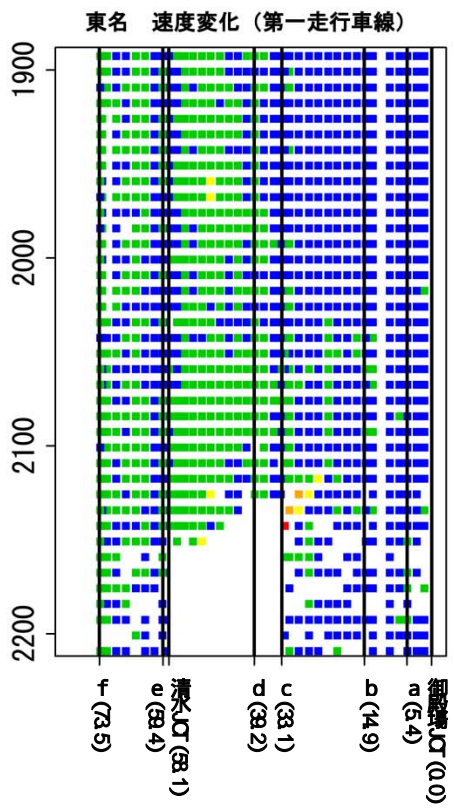
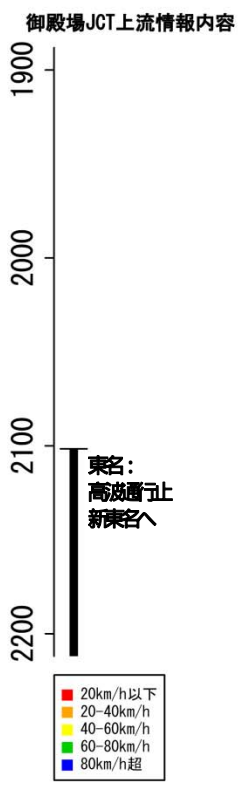
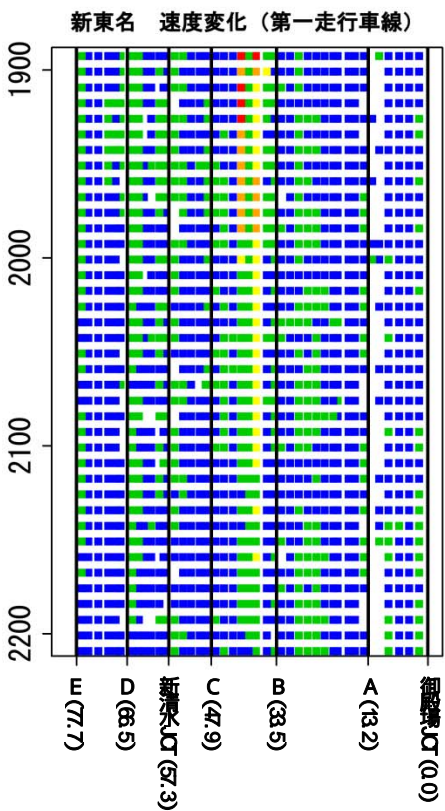
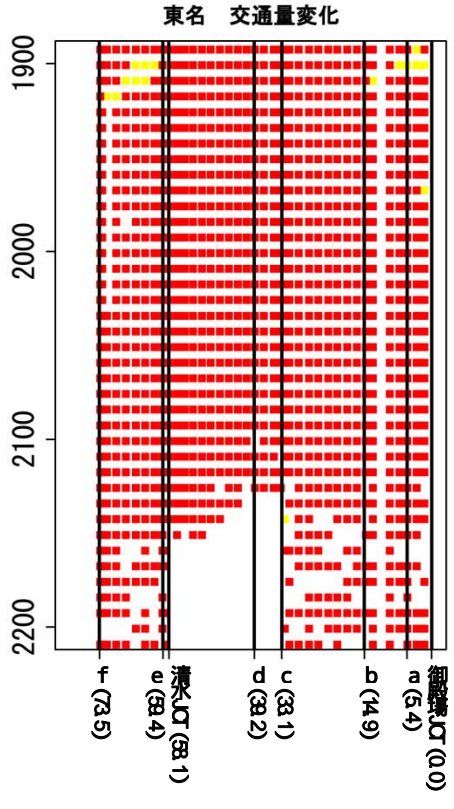
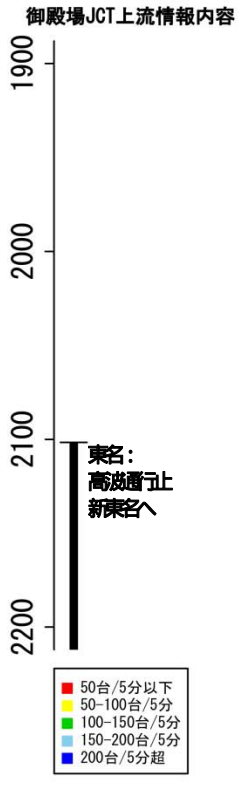
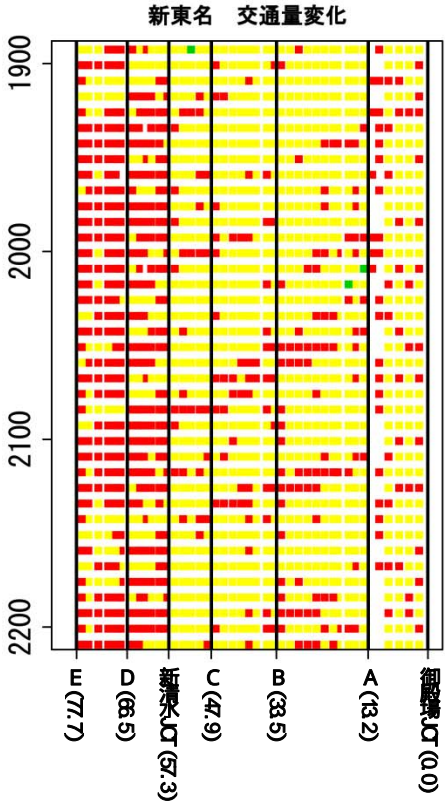


図 付.4.6 交通量（上段）と旅行速度（下段）の空間分布（事例3）

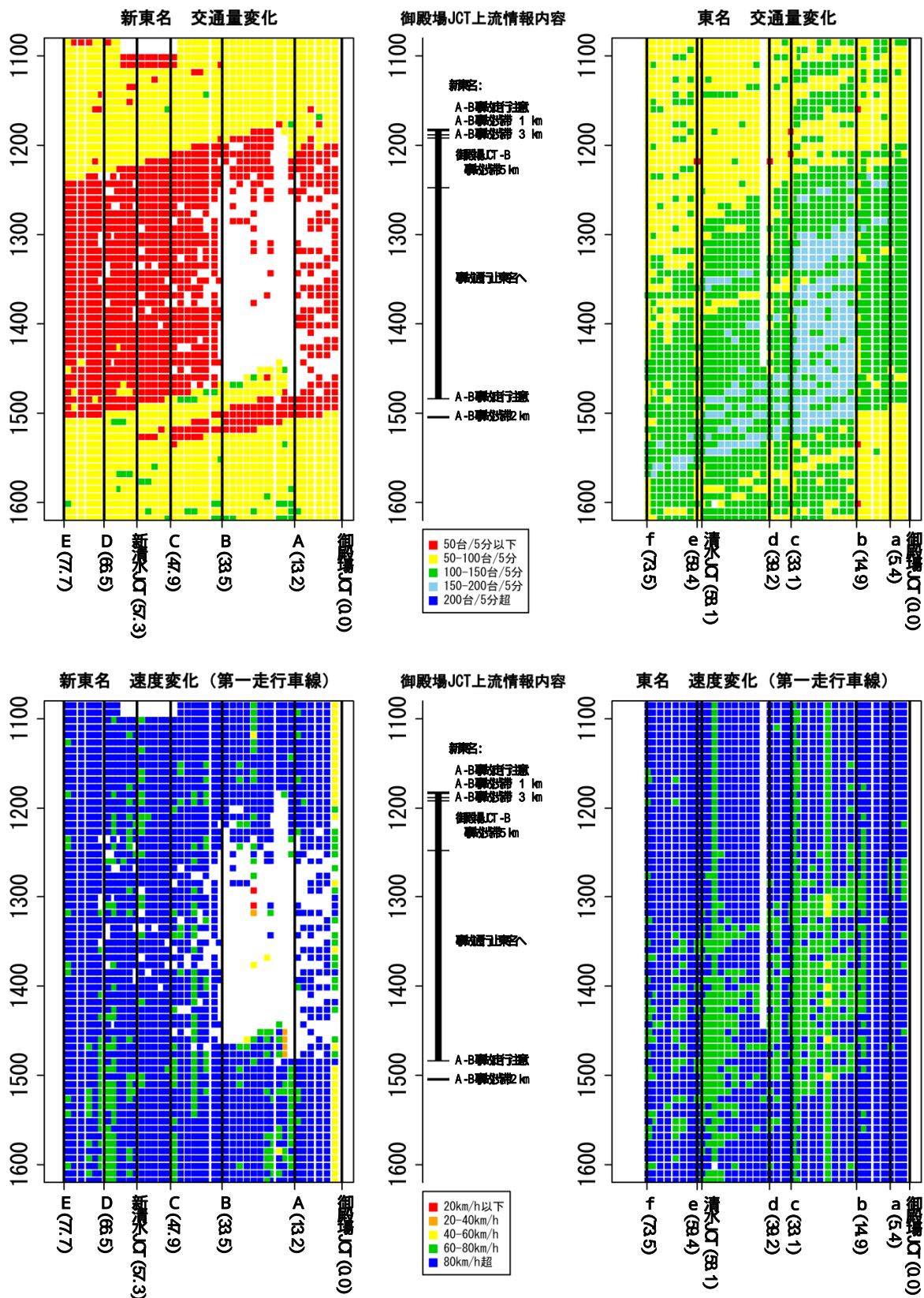


図 付.4.7 交通量 (上段) と旅行速度 (下段) の空間分布 (事例 4)

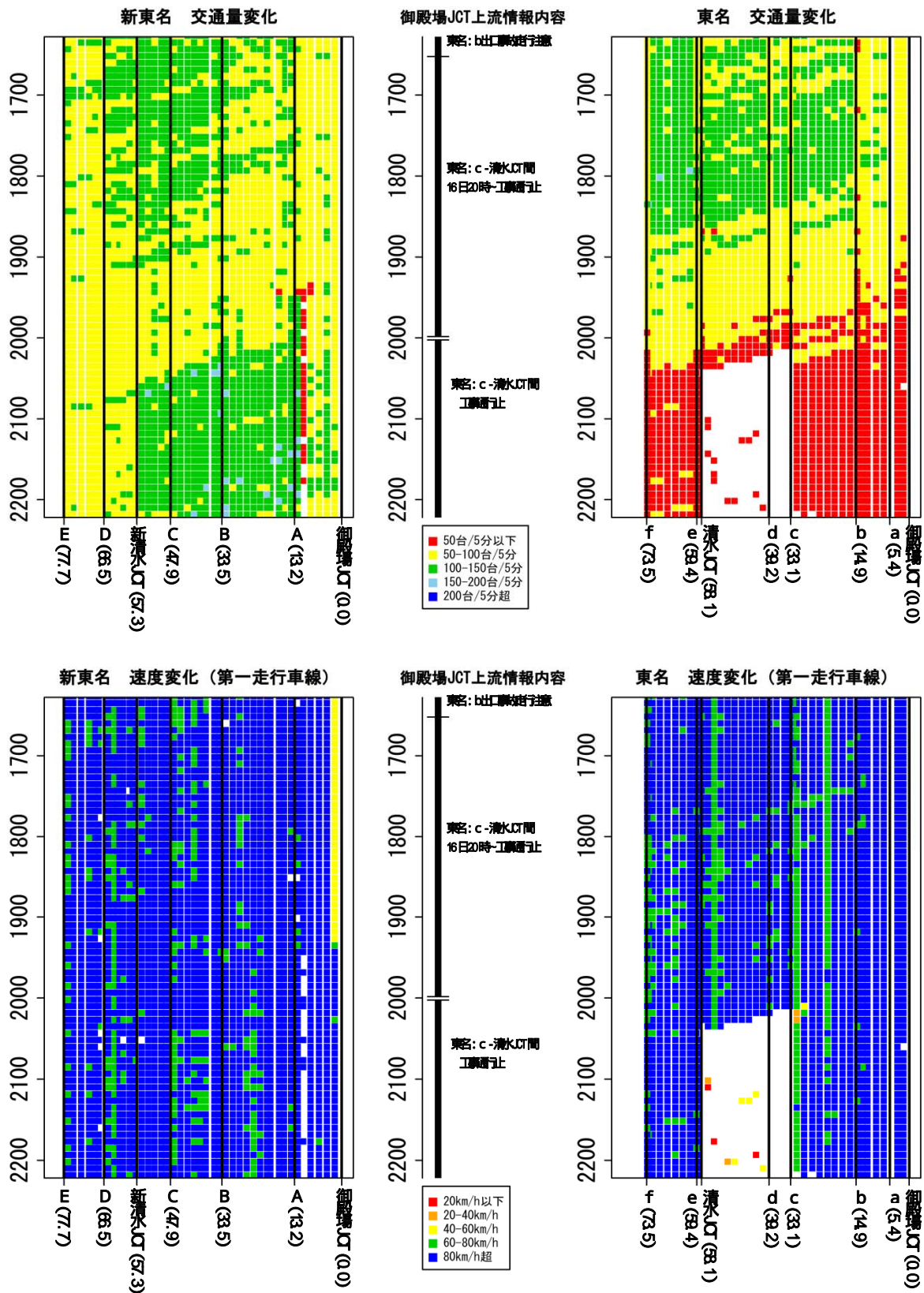


図 付.4.8 交通量 (上段) と旅行速度 (下段) の空間分布 (事例5)

付録.5 社会実験による交通政策評価のあり方

付.5-1 はじめに

3章、4章では、高速道路を対象とした「スマート IC」、「料金割引施策」の交通社会実験および施策の本格実施のデータも活用し施策の効果を実証的に論じた。これらの社会実験は、全国で多く行われ、それぞれ地域住民及び道路利用者の参加を得るとともに、地域の実情に応じて手段や方法に工夫が加えられて、PDCA サイクルで交通マネジメント施策の実施方法の改善に貢献してきた。

付録.5 では、今後の課題を提起するために、以上のような問題意識から、高速道路等における交通社会実験の役割について課題と改善の方向性を提起するものである。ここでは、主たる検討対象として交通社会実験（とりわけ料金社会実験）を採り上げ、料金社会実験の特徴を、海外における他分野の社会実験事例等との比較で検討する。また、本研究を通して得られた教訓も加味して、今後の社会実験のあり方について言及する。

道路交通分野において、社会実験を制度的に位置づけるという新しい試みは 1997(平成 9)年 6 月の道路審議会答申で提案され、1999(平成 11)年度からは国土交通省道路局が、社会実験の公募制度を導入したこともあって、全国で多数の事例が蓄積されてきた。社会実験の公募制度では、社会実験は国および地方公共団体、関係する機関（道路利用者団体等）、学識経験者等から構成される協議会が主体となって実施することとなっている。

社会実験による現地における計測や分析結果、あるいは実務的検討の蓄積は、施策の展開に有益な情報をもたらす。

付.5-2 社会実験の諸形態とわが国の料金社会実験の特徴

(1) 米国における社会実験の展開

政策を一時的・限定的に実施してその効果を計測し、正式かつ本格的に実施するか否かの判断材料とする、という意味での「社会実験 (Social Experiment)」は 1960 年代の米国で生まれた。Ross (1966) は、当時議論が分かれていた、「負の所得税 (Negative Income Tax: NIT) の導入は低所得者の労働意欲を低下させる」との仮説を検証する方法として、実際にモニター集団を設定して負の所得税政策を実施し、その効果を観察するフィールドワークを提案した。この提案が採択された形で、アメリカ連邦政府により実施された「ニュージャージー負の所得税実験 (The New Jersey Income Maintenance Experiment)」は史上初めての大規模な社会実験として広く知られている。

この負の所得税社会実験以降、米国では多数の社会実験 (Social Experiments) が行われてきた。Greenberg ら (1997) によれば、1968 年に開始されたニュージャージー負

の所得税実験以降、1995年までの27年間に行われた社会実験は195件で、その適用領域は、教育・職業訓練や就労支援が多い。

それらの中でおそらく最も著名な事例のひとつに、1971年から着手された、ランド研究所による医療保険に係る社会実験(the RAND's Health Insurance Experiment)がある。これは医療保険の設計により被保険者の受診行動がどう変わるかを検証した大規模調査であり、政府の資金援助を受けつつ、実験そのものは1982年までの11年間、データ分析は80年代末まで行われたという、非常に大規模なものであった。この社会実験では、全米6地域の現役世代(nonelderly)2,000世帯に対して、負担率とサービス内容の異なる医療保険を無作為に適用し、その後の医療サービス受容行動や健康状態を調査した。その結果によれば、医療費の自己負担に対する弾力性はおよそ-0.2となった(Newhouse, J.Pら(1993))。

(2) 交通分野における社会実験の展開

交通社会実験で大規模なものとして、第2章で詳細に述べた、米国において1990年代後半に各地で実施した「バリュープライシング」パイロットプロジェクトをあげることができる。さらに、近年では、将来の道路財源確保を目的とした走行距離課金に関するオレゴン、ミネソタ等での実験モニターによる、料金徴収システムの精度、プライバシー等への対応、受容性の向上に関する社会実験を展開している。

一方、欧州では、スウェーデンのストックホルム市で混雑税導入の可否を判断する目的で実施された社会実験が特出すべき事例である。ストックホルム市内の渋滞を緩和するため、2002年にスウェーデン政府とストックホルム市が混雑税の導入を提案し、2006年1月から7月までの7ヶ月間にわたり、社会実験が実施されたものである。社会実験終了後の2006年9月には混雑税の恒久的導入の可否を問う住民投票が行われ、賛成多数で2007年8月1日からの本格導入が決定され、現在まで運用が継続している。

ストックホルムでの社会実験の運営は国、郡、市の協働で行われ、費用も3者で負担した。住民には社会実験の企画段階から大規模な広報活動が行われ、様々なメディアを通じて社会実験の内容が広く周知された。

スウェーデン道路庁の資料(2006)によれば、まず混雑税導入の社会実験を実施することを全国民に周知するため、新聞折込チラシの大量頒布、市庁舎正面の垂れ幕、バス広告、パーキングメーター広告、ラジオ・テレビのスポット広告を行うとともに、2005年秋には国内の総ての自動車オーナーにレターを送付し、実験の概要を記したパンフレットを全国のキヨスクやコンビニエンスストアに常置した。納税手続きや車載器購入方法などの詳しい情報は、専用のウェブサイトと、コールセンターによって提供した。コールセンターは、2005年5月に75人体制でスタートし、10月までに450人体制まで拡充して、ピーク時の日平均1万コールに対応した。電話口の案内係には全員、3週間の事前研修を行った。

これらの情報の認知度に関しては、行政が並行して 10、000 人以上を対象としたインタビュー調査を行い、実験開始時には想定したターゲット層への周知が十分であることを確認した。行政機関は実験終了後にもこのインタビュー調査を継続し、実験に用いられた渋滞課金システムの評価を把握した。

スウェーデンの社会実験における、このような認知度向上への取組は、日本の高速道路の料金社会実験で広報活動が重視されていることと類似しているものの、継続的な渋滞の程度やユーザー等の受容性の評価計測は大いに参考とすべきである。

(3) 観察型と参加型：社会実験の形態

先に紹介した米国で普及した社会実験の代表的な事例としてニュージャージー負の所得税実験とランド医療保険実験を、また交通社会実験の事例としてストックホルム混雑税実験と日本の高速道路料金社会実験及び米国ミネソタ州での走行距離課金を採り上げ、それぞれの特徴を比較したのが表付 5.1 である。

米国の 3 事例、すなわち負の所得税、医療費保険及び走行距離課金に関する社会実験は、モニター抽出の無作為性と、有無比較 (with and without comparison) に格別の注意を払って行われた。即ち調査主体と調査モニターは観察する/される立場として分離されている。モニターの行動変化に現れる政策効果は、同じ調査期間中に政策適用を受けたモニターグループと受けなかったモニターグループとの比較によって把握・評価すべきものとされている。即ち、政策決定のための評価情報はあくまで客観的に取得しなければならないという原則が貫かれている。一方でストックホルムと日本の高速道路での交通社会実験には、そもそも調査モニターを無作為抽出する発想がなく、事前の広報活動を活発に行って、可能な限り多くの参加者を募ろうとしている。その上で、政策効果を前後比較 (before and after comparison) で把握すると共に、実験参加者からの意見を求め、これも参照しつつ政策の本格実施については是非を判断しようとする点が特徴的である。即ち、調査主体と調査モニターの間には一種の協働関係が想定されている。

以上に見たように、米国における社会保障分野及び走行距離課金の社会実験と日本とストックホルムで見られた交通社会実験は、設計思想が大きく異なっている。米国の 3 事例は政策効果の客観的測定を目的とした「観察型」と言える。一方で日本とストックホルムの事例は、多くの関係主体の参画を促し、実際に政策効果を体験した実感に基づいた意見まで聴取するものであり、調査主体と調査モニターが協働する「参加型」とでも呼べるものである。

「観察型」は政策立案者が案を作成する際に、信頼度の高い参考データを入手する手段である。合意形成や意思決定に向かう前段階の情報収集である。

「参加型」は様々なステークホルダーとの合意形成あるいは意思決定のプロセスまで踏み込んでプロジェクトが設計される。参加型の社会実験は、このように合意形成・意思決定プロセスの一環として明確に位置づけられる点で、PI (パブリック・インボル

ブメント)や TFP(トラベル・フィードバック・プログラム)等と同じ機能を有すると言える。

さて、ここで、「観察型」と「参加型」の特徴と課題を整理してみる。

「観察型」社会実験は、モニターを募集のため、実験対象となる者は限りがある。そのため、モニターに性別、所得、地域等々の属性のバラツキに配慮が必要である。しかし、実験モニターが実験の目的、内容のある程度理解しているため精度の高いデータの取得が可能であると共に、必要であれば補足的調査、長期間にわたる継続的なパネルデータの取得が可能となり、実験結果の個別分析ができる。

一方、「参加型」社会実験では、参加者が不特定であり、条件を整えば多くのユーザーが実験対象となる。しかし、実験参加者自体、実験の目的、内容を理解しているとは限らず認知度の程度を分離することはできない。そのため、例えば、料金施策において料金割引の実施の有無、割引額等の認知しているユーザーと認知していないユーザーとの分離ができず、詳細な分析ができない場合が多い。

付.5-3 大規模交通社会実験の改善に向けた提案

これまで、述べたように、社会実験は、スマート IC、料金施策、安全運転支援等各種高速道路の交通マネジメントの政策立案・システム開発・導入を図るために、「社会実験」は有用な手段である。社会実験の特徴を列挙すると以下お通りである。

ダイナミックかつ柔軟な施策の試行が可能である。

地域毎の協議会による検討体制で、地域・住民に対応した実験が可能となる。

本格実施に当たって改善すべき事項や条件の明確化できる。

既存インフラをベースとした実施が圧倒的に多い。

計測により、採択または改善に関する定量的な評価が可能であり、本格実施の中止も選択肢の一つとなる。

住民との情報共有、結果の公表が重要である。

住民(ユーザー)への周知が実験成功の鍵である。

今後、欧米で実施または検討が進んでいる走行距離課金等の議論が、近い将来、我が国でも展開されるものと考え。そのような背景からも、今後とも「社会実験」による制度設計の改善に向けた議論が必要と考える。

しかしながら、これまでの社会実験から、以下の課題が指摘されている。

実験前の予測が十分に検討されていない。

長期にわたる計測計画となっていない。

本格導入後の効果、受容性等に関するフォローアップが十分に出来ていない。

上記の に関しては、スマート IC、料金施策等の過去の交通データ、ユーザーの行動変容を生かしたシミュレーションが可能であり、今後、新たな交通マネジメントの検

討の実施にあたっては必須であろう。

国土幹線道路部会の中問答申でも、「料金割引は期間を限定して行うとともに、PDCA サイクルを導入し、事前に料金割引の導入による効果の程度や、周辺道路や他の交通機関への影響の程度などを予測・公表するアセスメントを行った上で、実施の是非をすべきである。また、実施後も、当初予測した効果や影響が発現されているかを定期的に評価し、継続、見直し、廃止のいずれとするかを検討すべきである。」と提言している。

、 に関しては、先に述べた「観察型」は特定されたモニターを対象とした実験手法であり、モニターの人数には制限があるものの、モニターは実験の趣旨、内容を十分に認知しており、個々のモニターに対して詳細かつフォローアップ調査が可能となる。第2章で紹介した Bolob らによる I-15 における HOT レーンの数年にかわるパネル調査が、その好事例であろう。また、「参加型」からは、不特定多数のユーザーにより地域、時間、車種等による料金弾性値や短期的あるいは長期的な視点に立った経済状況の変化を考慮した分析結果から有用な知見が得られる。ETC、トラフィックカウンターあるいはプローブのデータを活用した分析が有効であろう。

上記のように、「観察型」と「参加型」各々の得失があるが、双方の利点を生かした、社会実験の体制が有効で、効果的な社会実験が実施可能であろう。

表付.5.1 各種の社会実験の概要と特徴

社会実験の名称	ニュージャージー「負の所得税」実験 (The New Jersey Income Maintenance Experiment)	ランド医療保険実験 (The RAND's Health Insurance Experiment)	ミネソタ州走行距離課金社会実験()	ストックホルム混雑税導入実験 (Stockholm Trial Project)	高速道路料金割引社会実験 ()
主な目的	「負の所得税」導入の影響評価	医療費の自己負担比率に対する弾力性の検証等	走行距離課金に関するシステム検証、精度、ユーザーの受容性評価	都心部自動車流入に対する混雑税導入の効果検証	高速道路料金割引による弾力性の検証など
国・地域	米国ニュージャージー州他全4地域	米国内6地域	米国ミネソタ州、ツインシティーエリア	スウェーデンストックホルム市	日本、全国数十箇所
実施年	1968～1972	1971実験開始 サンプル追加は1982まで 分析作業は1980年代末まで		2006	2003～
社会実験の概要	対象世帯を2グループに分け、一方のみに負の所得税を3年間給付し2グループ間の生活行動の差異を分析。比較項目は雇用、所得、教育の達成度、婚姻の持続性など。対象は低所得世帯1、300サンプル。	補助率とカバー範囲の異なる複数の医療保険を設定し、それぞれを宛がわれた被験者の受診行動の差異を分析。サンプル数は2、000家族	燃料税の代替として走行する距離に応じて課金。都心部での課金を高く設定。また、料金の収受にはスマートフォンを使用し、課金による走行距離の変化、受容性を比較	ストックホルム都心部への自動車流入が発生する18箇所にゲートを設け、平日昼間の流入流出に課金。交通量、アクセス性、環境負荷等について実験前と比較。	高速道路の一部区間・一部時間で料金割引等を実施。一般道からの流入増による地域の渋滞解消効果や環境負荷削減効果を分析。
計画実施主体	米連邦政府 (Office of Economic Opportunity: OEO)	RAND研究所 (米連邦政府補助)	ミネソタ州	国、郡、市	国、自治体、地域の企業等により構成される「協議会」が主導
分析方法	有無比較 (with&without comparison)	有無比較 (with&without comparison)	有無比較 (with&without comparison)	前後比較 (before&after comparison)	前後比較 (before&after comparison)
サンプリング方法	予め設定した所得水準以下の世帯に対し実験参加を打診。応諾した世帯を無作為に2グループに分割。	調査対象地域をゾーン区分し各ゾーンから無作為に世帯を抽出。事前聞き取り調査を行い所得階層別にグループ化。	公募し、500名の住民が公募により参加。	ゲート通過車両は総て調査対象となるため「サンプリング」の概念はない。	対象区間利用車両は総て調査対象となるため「サンプリング」の概念はない。
社会実験に関する広報活動	特になし	特になし		新聞チラシ、テレビ・ラジオのスポット広告など多様な方法で対象地域住民に広く周知。	新聞チラシ、ホームページ等で周知活動に注力する事例は多い。
本格実施への手順	特になし	政府の政策形成との明示的な結びつきはない。しかし調査結果が公表された1981年以降、多くの企業がこれを参考に自社の医療保険制度を見直したといわれる。	実験結果のレポートを公表し、更なる検討。	実験：2006.1～7 住民投票：2006.9 本格実施：2007.8～	社会実験の結果から協議会が本格実施の可否について検討。

参考文献 社会実験による交通政策評価のあり方

- 1) Greenberg, D, Schroder, M. (1997) : Digest of Social Experiments, Washington, DC, Urban Institute Press
- 2) Newhouse, J.P et.al (1993): Free for all? : lessons from the Rand Health Insurance Experiment, Harvard University Press
- 3) Orr, L.(1998) : Social Experiments, Evaluating Public Programs with Experimental Methods. California, SAGE Publications Inc.
- 4) Ross, H. (1966) :A Proposal for a Demonstration of New Techniques in Income Maintenance (Mimeo), Madison, WI: University of Wisconsin, Institute for Research on Poverty, Data Center Archives
- 5) Swedish Road Administration (2006) : Trial Implementation of a Congestion Tax in Stockholm, 3 January - 31 July 2006
- 6) Walker, J. (2011) : The Acceptability of Road Pricing, RAC Foundation
- 7) 英直彦、矢島隆 (2008) : スtockホルムとオスロのロードプライシング、交通工学、Vol. 43、No. 2, pp.72-78
- 8) 山本清(2000) :自治体経営と政策評価、公人の友社。
- 9) 松田和香、塚田幸広 (2005) : 地方都市近郊における実効的な有料道路の料金施策のあり方に関する一考察、土木計画学研究講演集、Vol. 32、CDROM
- 10) 森地茂、福田大輔、中山東太、堤盛人 : 公共事業への時間管理概念導入に関する研究、土木工学研究会平成 13 年第 1 回講演資料集
- 11) 川本義海・伊豆原浩二(2002) : 市民と行政の協働による交通社会実験の実施体系に関する研究、土木計画学研究・論文集、Vol. 10、No. 3、pp 489-494
- 12) 村山明生(2005) : 米国のバリュープライシング、道路行政セミナー、3月号。
- 13) 多田直人、森地茂、福田大輔、堤盛人(2004) : 公共事業の事業期間短縮による経済効果に関する研究、土木学会論文集、No. 765/ -64、91-103
- 14) 土木学会土木計画学研究小委員会社会基盤の政策マネジメント研究小委員会 (2007) :社会基盤の政策マネジメント～実践と展望～、土木学会ワンデーセミナーシリーズ 49、土木学会
- 15) 道路広報センター(2006) :有料道路の料金に関する社会実験事例集～地域における課題解決型社会実験のとりまとめ～2006、道路広報センター
- 16) 本田豊、北村隆一 (2003) : 行政の実務的立場からみた交通社会実験の現状と課題、「土木計画学研究講演集」、Vol. 27、CD-ROM
- 17) 濱谷健太、塚田幸広、酒井秀和(2006) : スマート IC 社会実験の利用実態とその要因に関する分析、土木計画学研究講演集、Vol. 34、CD-ROM

論文目録

【参考論文】

・公表済み論文

- (1) Waka Matsuda, Yukihiro Tsukada and Masahiko Kikuchi, "Flexible Charge Measures Used on Toll Roads: An Analysis of Demonstration Projects in Japan", Transport Research Record, Journal of Transport Research Board, Issue Number: 1932, 2005, pp.137-146
- (2) Yukihiro Tsukada, Waka Matsuda and Kenta Hamaya, "Research on the Effect of Flexible Toll Measure and Optimal Layout of ICs for the Expressway Network", 12th REAAA Conference, 2006, CD-ROM
- (3) Yukihiro Tsukada, Hidekazu Sakai, Harumi Kikuchi, "Comprehensive Analysis of the Factors Affected to Traffic Volume and Time Series Change of Smart ICs", EASTS, 2013, CD-ROM
- (4) 塚田幸広、畠中秀人、杉浦孝明: 道路交通政策における ITS の展開に関する国際比較, 運輸政策研究, Vol.12, No.2, 2009, pp.2-14
- (5) 塚田幸広、渡邊良一: 米国における交通マネジメントと走行距離課金の動向, 運輸政策研究, Vol.15, No.3, 2012, pp.58-53, Autumn
- (6) 塚田幸広、長澤光太郎, 「社会基盤政策マネジメントにおける社会実験の役割に関する考察」, 運輸政策研究, Vol.12, No.1, 2009, pp.29-35

・採録決定論文

- (7) Yukihiro Tsukada and Daisuke Fukuda, "Determinants of Toll Price Elasticity of Traffic Demand: A Comprehensive Analysis of Nationwide Demonstration Projects on Flexible Road Use Tolls in Japan", TRB 93rd Meeting, 2014 (採録決定)

【その他の論文】

・公表済み論文

- (1) Yukihiro Tsukada, Kinya Miura, Yukitomo Tsubokawa, Yoshinori Otani and You Guan-Lin, "Mechanism of Bearing Capacity of Spread Footings Reinforced with Micropiles" Soil & Foundation, Vol.46, NO.3, June, 2006, pp.367-376
- (2) 河野辰男, 塚田幸広, 「物流対策としての交通空間の活用」, IATSS Review Vol.30, No.4, 2005, pp.29-37
- (3) 河野辰男, 塚田幸広, 「商慣行の改善が貨物車交通に与える影響に関する研究」, 土木学会論文集 No.807, 2005, pp.67-76
- (4) Waka Matsuda, Yukihiro Tsukada and Masahiko Kikuchi, "Flexible Charge Measures Used on Toll Roads, An Analysis of Demonstration Projects in Japan", 85th TRB Meeting, 2005, CD-ROM
- (5) Shinji Itsubo, Yukihiro Tsukada and Hiroyuki Ogino, "Method and Future Prospects

- for Investigating Traffic Data Using Information Technology”, Proc. of 11th World Congress on ITS Nagoya Aichi 2004, 2004, pp 177-185
- (6)Takashi Nishio, Yukihiko Tsukada, Takayuki Oba and Masahito Ono, “Outcome Oriented Performance Management of Road Administration in Japan”, 85th TRB Meeting, 2005, CD-ROM
- (7)塚田幸広, 相良昌男, 市村靖光, 大下武, 三浦均也, 「高耐力マイクロパイルの支持力特性」, 第 47 回地盤工学会シンポジウム論文集, 2002, pp.241-246
- (8)小西尚俊, 塚田幸広, 「空中電磁法による地質評価への実際的検証」,土木学会論文集, No.680/ -55, 2001, pp.285-294
- (9)Kinya Miura, Yoshinori Otani, Mizuho Ishito, You Guan-Lin, and Yukihiko Tsukada, " Model Loading Tests on The Footing Reinforced with Prestressed Micropiles," Proc. of International Symposium in Kyushu, 2001, CD-ROM
- (10)Kinya Miura, Yukihiko Tsukada, You Guan-Lin, Mizuho Ishito, Yoshinori Otani and Yukitomo Tsubokawa, "Model Investigation of the Load Bearing Mechanism of Footing regarding interaction between the Footing and a group of Micropiles, Proc. of 3rd International Conference on Ground Improvement Techniques, 2000, pp.255-262
- (11)Kinya Miura, Yukihiko Tsukada, You Guan-Lin, Yoshinori Otani, Yukitomo Tsubokawa and Mizuho Ishito, "Model Test Investigation of Retrofit of Bearing capacity of Footing with Micropiles," Proc. of 6th International Conference on Structural Failure, Durability and Retrofitting, 2000, CD-ROM
- (12)Kinya Miura, Yukihiko Tsukada, Yukitomo Tsubokawa, Mizuho Ishito, Migitoshi Nishimura, Yoshinori Otani and You Guan-Lin, "Bearing Capacity during Earthquake of the Spread Footing Reinforced with Micropiles" , Proc. of 12th World Conference on Earthquake Engineering, Vol.6, PaperNo.1259, 2000, CD-ROM
- (13)徳永豊, 炭野光輝, 宇野定雄, 本間毅一, 塚田幸広, 小川伸一, 「建設汚泥を原料とする焼成物の焼成条件と物理的安定性」,土木学会論文集, No.629/ -12, 1999, pp37-45
- (14)小林正宏, 佐藤祐司, 徳永豊, 本間毅一, 塚田幸広, 小川伸一, 「建設汚泥を原料とする焼成ドレーン材の標準的な製造仕様と事業性評価」,土木学会論文集, No.629/ -12, 1999, pp.135-142
- (15)塚田幸広, 青山憲明, 山木忠嘉, 「ロータリーサウンディングの回転切削音による土質判別法の適用性」, 土木学会論文集, No.638/ -49, 1999, pp.1-10
- (16)坪川将丈, 塚田幸広, 三浦均也, 石戸瑞穂, 西村右敏, 大谷義則, 「マイクロパイルで補強された直接基礎の砂地盤における支持力メカニズム」, 第 43 回地盤工学シンポジウム, Vol.43, 1999, pp.95-100
- (17)後藤政昭, 大西有三, 塚田幸広, 長尾日出男, 水本邦男, 「プレート付アンカー鉄筋の盛土補強効果の簡易手法による予測ならびに軟弱地盤上の実盛土による検証」, 土木学会論

文集 No.609/ -41, 1998, pp.137-150

(18)塚田幸広, 市村靖光, 「インテグリティ試験による場所打ち杭の品質管理」, 土木学会論文集, No.603/ -44, 1998, pp.139-146

(19)塚田幸広, 青山憲明, 光橋尚司, 「統合情報の活用による建設事業の高度化 建設 CALS/EC を中心とした動向」, 土木学会論文集, Vol.581, 1997, pp. 1-15

(20)Yukihiro Tsukada, Yoshitaka Ochiai and Hiroaki Miyatake, "Field Performance Test of a Geosynthetics - Reinforced Soil Wall with Rigid Facing", Proc. of 6th International Conference on Geosynthetics, 1998, pp.577-580

(21)Yukihiro Tsukada, Yoshitaka Ochiai and Yuichi Toya, "New dewatering system for recycling of organic dredged sludge", Proc. of the International Symposium on Problematic Soils, IS-TOHOKU' 98, 1998, pp. 689-692

(22)Yukihiro Tsukada and Nobukazu Ogawa, "Recycling of sludge and mud generated at construction sites," Proc. of the Second International Congress on Environmental Geotechnics, 1996, pp.159-164

(23)加藤俊昭, 塚田幸広, 岩瀬真二, 嶋津晃臣, 「模型複合地盤の載荷実験」, 地盤工学会, 複合地盤の強度および変形に関するシンポジウム, 1984, pp.41-46

(24)千田昌平, 塚田幸広, 「油圧パイルハンマの貫入特性」, 土質工学会, 杭の貫入性・打撃性に関するシンポジウム, 1984, pp.53-56

・ 査読のない発表論文

(25)塚田幸広, 「強靱な道路ネットワーク形成と空間再構成-常時観測とデータベースによる道路インフラの技術政策-」, 国総研レポート, 2012, pp.14-15

(26)Yukihiro Tsukada, "Formation of Resilient Road Networks and Reallocation of Road Space - Technology Policies for Road Infrastructure Based on Constant Monitoring and a Database -" NILIM Report 2012, 2012, WEB

(27)牧村和彦, 塚田幸広, 「先進的モビリティの潮流(2) モード連携および交通マネジメントの動向」, 道路, 856号, 2012, pp52-55

(28)塚田幸広, 杉浦孝明, 「先進的モビリティの潮流(1) - 欧米の交通政策の潮流とIT 端末の道路交通への進展」, 道路, 855号, 2012, pp58-62

(29)塚田幸広, 橋本浩良, 門間俊幸, 上坂克巳, 「日米における道路交通調査への民間プロブデータ活用動向」, 交通工学 Vol.47 No.3, 2012, pp43-55

(30)塚田幸広, 「技術革新が創出する新しい時間管理概念」, 第15回論説, 土木学会論説, 土木学会誌 vol.93, No.10, 2008

(31)諸田恵士, 塚田幸広, 河野辰男, 「都市交通サービスの評価手法に関する研究」, 第26回日本道路会議, 2006, CD-ROM

(32)井坪慎二, 塚田幸広, 東俊孝, 高田知典, 内田淳, 「次世代トラフィックカウンタ開発に

- 関する基礎的検討」, 土木学会第 61 回年次学術講演会講演会, 2006
- (33)塚田幸広, 濱谷健太, 山口行一, 鈴木温, 「時間管理の観点から見た P I プロセスに関する研究」, 土木計画学研究・講演集 Vol.33, 2006, CD-ROM
- (34)眞浦靖久, 塚田幸広, 井坪慎二, 「PP データによる TX 開通に伴う交通行動への影響に関する基礎的分析」, 土木計画学研究・講演集 Vol.33, 2006, CD-ROM
- (35)西尾崇, 塚田幸広, 松岡斉, 栃木秀典, 「諸外国における道路行政マネジメントの取り組み」, 土木計画学研究・講演集 Vol.33, 2006, CD-ROM
- (36)塚田幸広, 前川友宏, 「英国における主要幹線道路ネットワークの移動時間信頼性評価 “ Congestion on the Strategic Road Network 2004/05 Target Baseline Figure and Methodology ” より」, 道路 Vol.785, 2006, pp.60-62
- (37)塚田幸広, 井坪慎二, 「米国をはじめとする諸外国の課金政策に関する最新の動向(その 2) ~ 走行距離に対する課金政策課 ~」, 交通工学 Vol.41 No.4, 2006, pp.84-90
- (38)桐山孝晴, 塚田幸広, 「道路関係技術基準の最近の動向 道路構造令の現状と今後の取り組み課題」, 土木技術資料, Vol.47, No.7, 2005, pp.22-27
- (39)諸田恵士, 塚田幸広, 河野辰男, 「一般化時間による交通結節点の評価手法に関する研究」, 第 25 回交通工学研究発表会論文報告集, 2005, pp.145-148
- (40)塚田幸広, 松田和香, 「地方都市近郊における実効的な有料道路の料金施策のあり方に関する一考察」, 土木計画学研究・講演集, Vol.32, 2005, CD-ROM
- (41)保久原均, 桐山孝晴, 塚田幸広, 「道路交通のサービス水準の評価手法の検討」, 土木技術資料, Vol.47, No.7, 2005, pp.54-59
- (42)井坪慎二, 塚田幸広, 「情報機器の道路交通調査への適用に関する検討」, 土木技術資料 Vol.47, No.8, 2005, pp.56-61
- (43)荻野宏之, 塚田幸広, 「成果志向の道路行政を支援する政策マネジメント技術」, 土木技術資料, Vol.47, No.9, 2005, pp.58-63
- (44)塚田幸広, 井上雅夫, 「英国道路庁の Active Traffic Management(ATM)プロジェクト-情報技術を活用した交通管理による渋滞緩和, 安全性向上-」, 交通工学 Vol.40 No.6, 2005, pp.90 ~ 93
- (45)諸田恵士, 塚田幸広, 河野辰男, 「一般化時間による交通結節点の乗り換え利便性の評価手法」, 土木技術資料, Vol.47, No.10, 2005, pp.58-63
- (46)西尾崇, 塚田幸広, 「米国における道路行政マネジメントの取り組み」, 土木技術資料, Vol.47, No.11, 2005, pp.50-55
- (47)松田和香, 塚田幸広, 「有料道路の料金施策に係る社会実験の結果に関する分析」, 土木技術資料, Vol.42, No.12, 2004, pp. 58-62
- (48)松田和香, 荻野宏之, 塚田幸広, 「諸外国および地方公共団体における道路事業総合評価手法の特徴」, 土木計画学研究・講演集, Vol.30, 2004, CD-ROM
- (49)松田和香, 塚田幸広, 「有料道路の料金に関する社会実験における効果的な広報のあり

- 方に関する研究」, 土木計画学研究・講演集, Vol.30, 2004, CD-ROM
- (50)松田和香, 塚田幸広, 「有料道路の料金に係る地方からの 提案型社会実験の効果に関する分析」, 土木計画学研究・講演集, Vol.30, 2004, CD-ROM
- (51)Yoshinori Otani, Kinya Miura, Mizuho Ishito, You Guan-Lin and Yukihiro Tsukada, "Large-Scaled Field Loading Test on The Footing Reinforced with Prestressed Micropiles ", Proc. of 4th International Workshop on Micropile, 2001, CD-ROM
- (52)石戸瑞穂, 三浦均也, 大谷義則, 妻鹿誠, 塚田幸広, 「原位置試験に基づいたマイクロパイルで補強した基礎の支持力メカニズム」, 第 36 回地盤工学研究発表会, 2001, pp.1529-1530
- (53)大谷義則, 三浦均也, 妻鹿誠, 石戸瑞穂, 塚田幸広, 「マイクロパイルで補強した基礎の補強メカニズムに関する原位置載荷試験」, 第 36 回地盤工学研究発表会, 2001, pp.1531-1532
- (54)Yukihiro Tsukada, Kinya Miura, Yukihiro Tsubokawa, Mizuho Ishito, Migitoshi Nishimura, Yoshinori Otani and You Guan-Lin, "Experimental Investigation on the Improvement of Bearing Capacity of Surface Footing with Micropiles" , Proc. of 2nd International Workshop on Micropile, 1999, pp.1-10
- (55)塚田幸広, 三浦均也, 坪川将丈, 「マイクロパイル基礎の支持力に関する模型実験」, 地盤工学会誌「土と基礎」, Vol.47, No.1, 1999, pp. 35-38
- (56)Yukihiro Tsukada, Noriaki Aoyama and Tadayoshi Yamaki, "Study of a Soil Assessment Method Based on Sounds Generated by Rotary Sounding." Proc. International Symposium on Geotechnical Site Characterization, 1998, pp.451-456,
- (57)Yukihiro Tsukada, Hisashi Mitsuhashi, and Shuhei Chida, "The Use of Rotary Sounding for New Quality Control of Soil Improvement, " Proc. International Symposium on Geotechnical Site Characterization, 1998, pp.445-450
- (58)相良昌男, 大下武志, 市村靖光, 塚田幸広, 「鋼管を用いたマイクロパイルの支持力特性」, 土木技術資料, Vol. 40, No.11, 1998, pp.62-67
- (59)塚田幸広, 宮武裕昭, 「剛性を有する壁面をもつジオテキスタイル補強土壁の変形特性」, 土木技術資料, Vol.40, No.7, 1998, pp.50-55
- (60)坪川将丈,塚田幸広, 三浦均也, 「砂地盤上のマイクロパイル基礎の鉛直荷重支持力の模型載荷実験」, 第 33 回地盤工学研究発表会, 1998, pp. 1601-1602
- (61)相良昌男, 塚田幸広, 市村靖光, 「鋼管を用いたマイクロパイルの支持力特性(その3) 静的載荷試験結果および FEM 解析結果」, 土木学会第 53 回年次学術講演会, -B16, 1998, pp.32-33
- (62)市村靖光, 塚田幸広, 相良靖光, 「鋼管を用いたマイクロパイルの支持力特性(その2) 急速載荷試験結果」, 土木学会第 53 回年次学術講演会, -B15, 1998, pp.30-31,
- (63)相良昌男, 塚田幸広, 市村靖光, 「鋼管を用いたマイクロパイルの支持力特性(その1)

- 静的載荷試験結果」, 第 33 回地盤工学研究発表会, 1998, pp.1589-1590
- (64)塚田幸広, 川村浩二, 吉田裕, 「補強材を布設した石炭灰固化体の曲げ変形特性」, 第 23 回土質工学研究発表会, No.857, 1998, pp.2261-2262
- (65)塚田幸広, 落合良隆, 小川伸一, 「高圧薄層脱水システムの有効性に関する研究」, 土木技術資料, Vol.39, No.12, 1997, pp.56-61
- (66)塚田幸広, 小川伸一, 「建設汚泥の利用技術」, 土木学会誌, Vol.82, No.2, 1997, pp.9-12
- (67)塚田幸広, 「近接施工を考慮した軟弱地盤改良工法の開発動向」, 地質と調査, No.3, 1997, pp.17-22
- (68)本間拓也, 辻野秀一, 笹木弘, 塚田幸広, 杉山雅彦, 「建設汚泥改良土の再生利用に関する基礎的研究(その 16) 再固化を行った建設汚泥改良土の強度特性」, 第 32 回地盤工学会, 1997, pp.91-92
- (69)吉原重紀, 塚田幸広, 大原直, 久保嘉代, 「建設汚泥改良土の再生利用に関する基礎的研究(その 17) 一軸圧縮強さ・連続針貫入試験による改良土水浸劣化特性の評価」, 第 32 回地盤工学会, 1997, pp.93-94
- (70)馬場文啓, 福田誠, 塚田幸広, 杉山雅彦, 中村俊彦, 「建設汚泥改良土の再生利用に関する基礎的研究(その 20) - 作泥材・凝集剤混入土による周辺環境への影響」, 第 32 回地盤工学会, 1997, pp.99-100
- (71)塚田幸広, 「薬液注入工法 地下水汚染からの転換」, 基礎工, Vol.25, No.1, 1997, pp.96-100
- (72)山木忠嘉, 塚田幸広, 青山憲明, 「回転切削音による土質判別法の研究」, 土木技術資料, Vol.39, No.12, 1997, pp.50-55
- (73)塚田幸広, 光橋尚司, 「ロータリーサウンディングによる深層混合処理地盤の強度評価と品質評価」, 土木技術資料, Vol.39, No. 11, 1997, pp.56-61
- (74)森芳徳, 塚田幸広, 市村靖光, 「開削工事における施工改善とその評価」, 土木技術資料, Vol.39, No. 7, 1997, pp.56-61
- (75)市村靖光, 塚田幸広, 森芳徳, 「杭の支持力推定における動的および急速載荷試験の適用性の検討」, 土木技術資料, Vol.38, No. 12, 1996, pp.62-67
- (76)宮武裕昭, 塚田幸広, 「ジオテキスタイル補強土壁の壁面効果」, 土木技術資料, Vol.38, No.12, 1996, pp.50-55
- (77)三木博史, 塚田幸広, 「道路等における補強土工法の設計と施工」, 基礎工, Vol.24, No.12, 1996, pp. 184-191
- (78)塚田幸広, 福田直三, 「補強効果のメカニズムと設計の考え方」, 基礎工, Vol.24, No.12, 1996, pp. 177-183
- (79)塚田幸広, 小川伸一, 「建設汚泥の再生利用技術」, 基礎工, Vol.24, 1996, pp. 65-68
- (80)塚田幸広, 小川伸一, 青山憲明, 「路床安定処理土の締固め度と CBR, 貫入抵抗との関

- 係」, 第 31 回地盤工学研究発表会, No.1181, 1996, pp.243-244
- (81)塚田幸広, 光橋尚司, 千田昌平, 照井信之, 「ロータリーサウンディングによる深層混合処理地盤の品質評価」, セメント安定処理土に関するシンポジウム, 1996
- (82)山木忠嘉, 塚田幸広, 青山憲明, 「ロータリーサウンディングの切削音による土質判別方法について」, 土木学会第 51 回年次学術講演会, 1996
- (83)宮武裕昭, 塚田幸広, 落合良隆, 「沈下を制御したジオテキスタイル補強土壁の実物模型実験」, 土木学会第 51 回年次学術講演会, 1996
- (84)落合良隆, 塚田幸広, 「鋼矢板二重締切の大型模型実験」, 第 31 回地盤工学研究発表会, No.968, 1996, pp.347-348
- (85)光橋尚司, 塚田幸広, 「ロータリーサウンディングによる改良地盤の品質評価実験(その 2)」, 土木学会第 51 回年次学術講演会, -A378, 1996, pp.241-242
- (86)光橋尚司, 塚田幸広, 千田昌平, 照井信行, 「ロータリーサウンディングによる深層混合処理地盤の品質評価」, 地盤工学研究発表会, 1996
- (87)Yukihiro Tsukada, Tadashi Yoshida, Toru Abe, Noriaki Aoyama and Hisashi Mitsuhashi, "Development of advanced construction technologies using CALS," Proc. the CALS Japan' 96, 1996, pp. 273-280
- (88)Yukihiro Tsukada, Nobuaki Aoyama et al., "Automatic Surveying System of the Geographical Feature Utilizing Newly Developed Long-distance and Angle Measuring Instrument without Target Prism," Proc. 13th ISARC, 1996, pp.216-225
- (89)Nobuaki Aoyama, Yukihiro Tsukada, Tadashi Yoshida, Hirotaka Kawano and Toru Abe, "Simplification of concrete structure shape and utilization of precast concrete for robotization," Proc. 13th ISARC, 1996, pp.204-209
- (90)苗村正三, 境友昭, 塚田幸広, 下坪賢一, 「安定処理地盤の改良効果の判定手法の検討」, 土木技術資料, Vol. 32, No. 4, 1990, pp.49-54
- (91)塚田幸広, 川村浩二, 後藤年芳, 村井逸夫, 「水平力を受ける深層混合処理地盤の変形特性(その 2)」, 第 23 回土質工学研究発表会, No.860, 1988, pp.2269-2270
- (92)塚田幸広, 川村浩二, 後藤年芳, 村井逸夫, 「水平力を受ける深層混合処理地形特性(その 1)」, 第 23 回土質工学研究発表会, No.859, 1988, pp.2267-2268
- (93)塚田幸広, 下坪賢一, 川村浩二, 「回転貫入サウンディングによる注入地盤の評価」, 第 23 回土質工学研究発表会, No.47, 1988, pp.113-114
- (94)川村浩二, 塚田幸広, 吉田裕, 「補強材を布設した石炭灰固化体の曲げ変形特性」, 第 23 回土質工学研究発表会, 1988, pp.2261-2262
- (95)小山信夫, 本間雅人, 塚田幸広, 「杭の非破壊検査技術の開発(2) - 杭の欠損位置の計測技術 - 」, 第 23 回土質工学研究発表会, No.548, 1988, pp.1457-1458
- (96)下坪賢一, 塚田幸広, 境友昭, 「杭の非破壊検査技術の開発(1) - 応力・加速度波形に及ぼす土の影響 - 」, 第 23 回土質工学研究発表会, No.547, 1988, pp.1453-1458

- (97)町田泰法, 了戒公利, 川辺衛, 塚田幸広, 「深層混合処理地盤におけるジオテキスタイルの非線形挙動解析」, 第 23 回土質工学研究発表会, No.455, 1988, pp.1203-1204
- (98)矢島寿一, 丸尾茂樹, 塚田幸広, 「強化路盤の変形挙動に関する現地試験」, 第 23 回土質工学研究発表会, No.835, 1988, pp.2203-2204
- (99)奥田達也, 磯田知広, 奥田達矢, 塚田幸広, 木下栄治, 「ジオテキスタイルと深層混合処理工を併用した工法の現地試験(その2)」, 第 23 回土質工学研究発表会, No.864, 1988, pp.2279-2280
- (100)嘉門雅史, 塚田幸広, 児玉道正, 芦田恵樹, 「深層混合処理地盤の水平荷重に対する 3 次元解析」, 第 23 回土質工学研究発表会, No.861, 1988, pp.2271-2272
- (101)嶋津晃臣, 塚田幸広, 岩瀬真二, 石井幸治, 「深層混合処理工法の改良形式に関する実験的検討」, 土木技術資料, Vol.29, No. 7, 1987, pp30-35
- (102)塚田幸広, 下坪賢一, 川村浩二, 「回転・貫入サウンディングによる改良地盤の品質管理」, 土木学会第 42 回年次学術講演会, -313, 1987, pp.650-651
- (103)塚田幸広, 嶋津晃臣, 石井幸治, 「ジオテキスタイルを用いた深層混合処理工法に関する模型実験」, 第 22 回土質工学研究発表会, No.700, 1987, pp.1847-1848
- (104)塚田幸広, 磯田知広, 奥田達矢, 木下栄治, 「ジオテキスタイルと深層混合処理工を併用した工法の現地試験」, 第 22 回土質工学研究発表会, No.701, 1987, pp.1851-1852
- (105)塚田幸広, 小林正明, 丸尾茂樹, 矢島寿一, 「ジオテキスタイルによる路盤の強化に関する模型実験」, 第 22 回土質工学研究発表会, No.658, 1987, pp.1741-1742
- (106)塚田幸広, 川村浩二, 鈴木敬一, 「側方流動抑制効果に関する改良形式の影響」, 第 22 回土質工学研究発表会, No.704, 1987, pp.1857-1858
- (107)嶋津晃臣, 塚田幸広, 岩瀬真二, 「石炭灰・下水汚泥焼却灰等の深層混合処理への適用性」, 土木技術資料 Vol.29, No.4, 1987, pp.16-21
- (108)嶋津晃臣, 塚田幸広, 下坪賢一, 川村浩一, 「安定処理地盤の簡易品質確認手法の開発」, 第 17 回日本道路会議, No.222, 1987, pp.128-129
- (109)佐藤泰明, 吉田裕, 塚田幸広, 千田昌平, 「石炭灰の道路土工材への適用性に関する研究」, 土木学会第 42 回年次学術講演会, -409, 1987, pp840-841
- (110)矢島寿一, 丸尾茂樹, 塚田幸広, 小林正明, 「ジオテキスタイルによる強化路盤の設計法の検討」, 土木学会第 42 回年次学術講演会, -436, 1987, pp.894-895
- (111)石井幸治, 塚田幸広, 嶋津晃臣, 「開削時の変形抑止効果におよぼす改良形式の影響」, 土木学会第 42 回年次学術講演会, -396, 1987, pp.814-815
- (112)芦田恵樹, 嘉門雅史, 塚田幸広, 児玉道正, 「深層混合処理工法を用いた複合改良地盤の鉛直応力解析」, 土木学会第 42 回年次学術講演会, -392, 1987, pp.806-807
- (113)川村浩二, 塚田幸広, 鈴木敬一, 「深層混合処理工法の側方流動抑止効果に関する模型実験 - 改良率・改良幅の影響について」, 土木学会第 42 回年次学術講演会, -398, 1987, pp.818-819

- (114)嘉門雅史, 塚田幸広, 児玉道正, 芦田恵樹, 「深層混合処理工法を用いた複合地盤の挙動解析」, 第 22 回土質工学研究発表会, 1987, pp.1855-1856
- (115)南木均, 塚田幸広, 高岩勝, 横山久平, 加藤広司, 「堀削を伴う築堤工事における深層混合処理工法の実施例(その2)」, 第 22 回土質工学研究発表会, 1987, pp. 1909-1910
- (116)南木均, 塚田幸広, 高岩勝, 横山久平, 加藤広司, 「堀削を伴う築堤工事における深層混合処理工法の実施例(その1)」, 第 22 回土質工学研究発表会, 1987, pp.1907-1908
- (117)田中秀也, 長尾日出男, 塚田幸広, 森田哲士, 佐藤利彰, 菊池二郎, 「高盛土における深層混合処理杭の挙動について」, 第 22 回土質工学研究発表会, 1987
- (118)境友昭, 塚田幸広, 大和真一, 本村修, 村上浩, 重松秀和, 「非破壊的方法による杭の形状計測」, 第 22 回土質工学研究発表会, No.467, 1987, pp.1237-1238,
- (119)町田泰法, 了戒公利, 荻迫英治, 塚田幸広, 「ジオテキスタイルを用いた深層混合処理改良地盤の変形解析」, 第 22 回土質工学研究発表会, No.699, 1987, pp.1845-1846
- (120)下坪賢一, 川村浩二, 塚田幸広, 「回転・貫入法による安定処理土の強度判定」, 第 22 回土質工学研究発表会, No.639, 1987, pp.105-106
- (121)櫻井克信, 塚田幸広, 河野宏隆, 吉兼秀典, 「下水汚泥の建設資材に関する実証的研究」, 衛生工学研究論文集, Vol.23, 1987, pp.159-170
- (122)塚田幸広, 嶋津晃臣, 岩瀬真二, 石井幸治, 「深層混合処理工法の改良効果に及ぼす改良位置・改良幅の影響」, 第 21 回土質工学研究発表会, No.691, 1986, pp.1807-1808
- (123)嶋津晃臣, 塚田幸広, 「薬液注入工法の現状と課題」, 下水道協会誌, Vol.23, No.268, 1986, pp 56-65
- (124)天野弘也, 森田哲士, 塚田幸広, 高橋嘉樹, 「高盛土における深層混合処理工法の設計の考え方 - 早島インターチェンジでの適用 - 」, 第 21 回土質工学研究発表会, No.766, 1986, pp.1999-2002
- (125)下坪賢一, 塚田幸広, 嶋津晃臣, 「波動理論による杭の動的支持力の算定」, 第 21 回土質工学研究発表会, No.470, 1986, pp.1237-1238
- (126)前田泰生, 河合肇, 塚田幸広, 「石炭灰の深層混合処理工法への適用」, 第 21 回土質工学研究発表会, No.734, 1986, pp. 1919-1920
- (127)嶋津晃臣, 塚田幸広, 岩瀬真二, 「深層混合処理工法の改良形式に関する模型実験」, 第 16 回日本道路会議, No.204, 1986, pp.53-54
- (128)福岡正巳, 河野英雄, 森章, 家田保, 塚田幸広, 後藤政昭, 「軟弱地盤における各種対策工法の実証実験(その2)」, 第 20 回土質工学研究発表会, No.621, 1986, pp.1633-1634
- (129)福岡正巳, 永井俊男, 森章, 家田保, 落合富士男, 塚田幸広, 後藤政昭, 「軟弱地盤における各種対策工法の実証実験(その1)」, 第 20 回土質工学研究発表会, No.620, 1986, pp.1629-1632
- (130)嶋津晃臣, 塚田幸広, 「空洞充填グラウトに関する実験」, 土木技術資料, Vol.28. No. 7, 1986, pp.33-38

- (131)塚田幸広, 「杭の打止め管理の現状」, 基礎工, Vol. 14, No. 3, 1986, pp.10-17
- (132)加藤俊昭, 塚田幸広, 岩瀬真二, 嶋津晃臣, 「模型複合地盤の载荷実験」, 土木学会第 39 回年次学術講演会, -147, 1984, pp.293-294
- (133)岩瀬真二, 塚田幸広, 嶋津晃臣, 「汚泥焼却灰を用いた高有機質土の現場改良実験」, 土木学会第 39 回年次学術講演会, -152, 1984, pp.303-304
- (134)千田昌平, 塚田幸広, 「軟弱地盤改良工法 薬液注入工法」, 土木技術資料, Vol. 26, No.10, 1984, pp.51-56
- (135)千田昌平, 塚田幸広, 「軟弱地盤改良工法 深層混合処理工法」, 土木技術資料, Vol. 26, No. 9, 1984, pp.54-50
- (136)嶋津晃臣, 塚田幸広, 岩瀬真二, 「土質安定処理への汚泥焼却灰の利用に関する室内実験」, 第 19 回土質工学研究発表会, No.607, 1984, pp.1545-1546
- (137)塚田幸広, 武田節朗, 「新しい薬液注入工法とその注入効果」, 土木技術資料, Vol.25, No.8, 1983, pp. 5-10
- (138)塚田幸広, 「薬液注入による注入固結効果」, 第 22 回土木研究発表会, 1983
- (139)嶋津晃臣, 塚田幸広, 中田公基, 「切土部擁壁の土圧実験」, 第 15 回日本道路会議, No.230, 1983, pp.105-106
- (140)塚田幸広, 佐々木審, 「互層地盤への薬液注入実験」, 第 18 回土質工学研究発表会, No.577, 1983, pp.1503-1504
- (141)塚田幸広, 千田昌平, 小林正毅, 「注入固結効果の数値化についての試案」, 土木学会第 37 回年次学術講演会, -306, 1982, pp.609-610