

ITS による自動車の 社会・環境負荷低減に向けて

ガソリン内燃機関型の自動車が誕生しておよそ 120 年。自動車はなくてはならない存在となっている。自動車は経済発展の貢献に留まらず、走る喜び、楽しさを通じて人々の暮らしを豊かにしてきた。その一方で、交通事故、環境負荷が顕在化しつつある。自動車が持つ本来の利便性・快適性といった利点の最大化と、事故・渋滞、環境負荷問題の克服との両立なくして、持続可能なモビリティ社会の実現はない。その解決手段の一つとして高度交通システム (ITS: Intelligent Transport Systems) が取り組まれている。

これまでは、カーナビゲーション、VICS (道路交通情報通信システム)、ETC (自動料金支払システム) といった個別システムの発展段階であったが、課題克服のためには、道路や歩行者と車両との間で情報通信を行なう AHS (走行支援道路システム) や IC タグシステム、さらに TDM (交通需要マネジメント) などの車両インフラ統合型システムへの移行が必要とされている。ITS はセカンドステージへ展開しつつあり、実現に向けて、以下のような視点で進めていくことを提案する。

(1) 高齢者に配慮したヒューマンマシンインターフェースの研究開発

交通事故の年齢層別致死率で 65 歳以上が他の年齢層より著しく高くなっており、高齢者に焦点を当てた研究開発が不可欠である。今後は人間工学、認知科学的側面からの研究と、情報工学や交通工学など、幅広い学問分野の融合により、ITS 研究の進展が望まれる。特に自動車運転席では、日常生活において最も集中したヒューマンマシンインターフェースが要求される場である。高齢者のみならず世界基準でユーザーに優しいヒューマンマシンインターフェース研究をさらに推進することが望まれる。

(2) 導入への社会的理解の促進

セカンドステージ ITS システムがもたらす便益は、安全・安心や環境負荷低減といったコスト的には見えにくいものであるため、新たに発生する費用負担に対するユーザーや社会の理解を得るための努力がこれまで以上に重要である。費用対効果の定量的な比較検証、導入に先立つ十分なアセスメント、事後評価と情報公開など、産官学が一体となって進めることが不可欠である。かつて排気ガスの規制が自動車性能向上を促したように、例えば新車には ITS 関連機器の装着を義務付ける、大都市圏への未装着車乗り入れを規制するといったような法的規制の導入も検討が必要であろう。

(3) アジア諸国の持続可能な発展に資する取組み

アジア諸国ではモータリゼーションに伴い、交通事故や環境負荷増加などが社会問題として今後大きく顕在化している。セカンドステージ ITS の展開においては、アジア地域の持続可能な発展に貢献することも望まれる。セカンドステージ ITS システムは車両インフラ統合型であるため、導入地域における交通事情やニーズに合わせたものになる。交通事故の日本国内の現状は、車両事故中心の欧米各国よりもアジア諸国に傾向が似ており、日本とアジア諸国で共通の ITS 技術基盤を構築できる可能性が高い。こうした取り組みは、我が国の自動車産業の国際競争力を高めることにもつながる。

ITS による自動車の 社会・環境負荷低減に向けて

竹内 寛爾
情報・通信ユニット

前田 征児
環境・エネルギーユニット

1 はじめに

ガソリン内燃機関型の自動車
が誕生しておよそ 120 年。自動車
はなくてはならない存在となっ
ている。自動車は経済発展の貢
献に留まらず、走る喜び、楽し
さを通じて人々の暮らしを豊か
にしてきた。現在、日本のもの
づくりの代名詞ともなった「自
動車産業」は、我が国の経済成
長を牽引し、部品から最終製品
に至るまで高品質で世界をリー
ドし、経済・社会の発展に大き
く貢献してきた。

世界では既に、約 8 億台もの
自動車が保有されている。2050
年には世界人口が 90 億人を
超える予想¹⁾、特に近年、経済
成長が著しいブラジル、ロシア
、インド、中国といった BRICs
諸国の発展を踏

まえると、世界の自動車保有
台数は 5 年間に 1 億台のペース
で増加していくという試算もさ
れている。自動車関連企業にと
っては、このような市場拡大は
喜ばしいが、急速なモータリ
ゼーションの拡大が、むしろ
交通事故、渋滞、環境負荷、エ
ネルギー消費の増大を招き、人
々の暮らしを脅かす負の側面が
深刻化する恐れがある。世界の
交通事故死者数は 2002 年に
118 万人に達し、すなわち 1
日あたり 3,000 人以上が交通事
故で亡くなっていると推計²⁾
されている。これは、ジャンボ
ジェット機が 1 日に 6 機以上墜
落する数に相当する。

利便性・快適性といった正の
側面の最大化と、事故・渋滞、環境

負荷、エネルギー問題のような
負の側面の最小化の両立なくして、
持続可能なモビリティ社会の実
現はない。これは、自動車立国
とも言える我が国が率先して解
決に取組み、国際社会に貢献す
べき最重要課題である。これら
に対する有望な解決手段の一つ
として、高度交通システム（ITS
：Intelligent Transport Systems）
が取り組まれている。

本稿では、我が国の自動車社
会における ITS の現状と課題を
俯瞰し、ITS の技術動向とともに、
快適かつ安全・安心で環境負
荷低減に向けた持続可能なモ
ビリティ社会の両立についての方
策を展望する。

2 自動車社会の現状と課題

2 - 1

我が国における ITS の現状

ITS とは、「情報通信技術を用
い、車両・道路・人を三位一体
として捉え、安全性の向上、輸
送効率の向上、快適性の向上、
さらには環境保全を目指すシ
ステムを形成すること」と定義
されている（図表 1）。我が国
では、1996 年に国家プロジェクト
として発表され

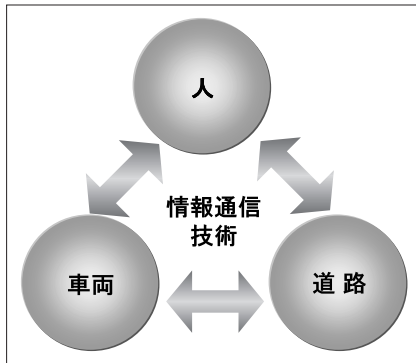
て以来、警察庁、総務省、経
済産業省、国土交通省の 4 省
庁（当時 5 省庁）とその関係
外部団体を中心に、国家主導
で推進されてきた。また、産
業界を中心に、関係団体、学
識経験者等からなる非営利活
動法人として ITS - Japan が設
立され、4 省庁との連携のもと
推進活動が展開されている（図
表 2）。

図表 3 は我が国における ITS
施策経緯を示している。1996
年の全体構想策定以降、一貫
して我が国

の重要な政策のひとつとして
位置づけられてきている。第 3
期科学技術基本計画のなかでも
エネルギー分野、情報通信分
野、社会基盤分野で重要な研
究開発課題に挙げられている。

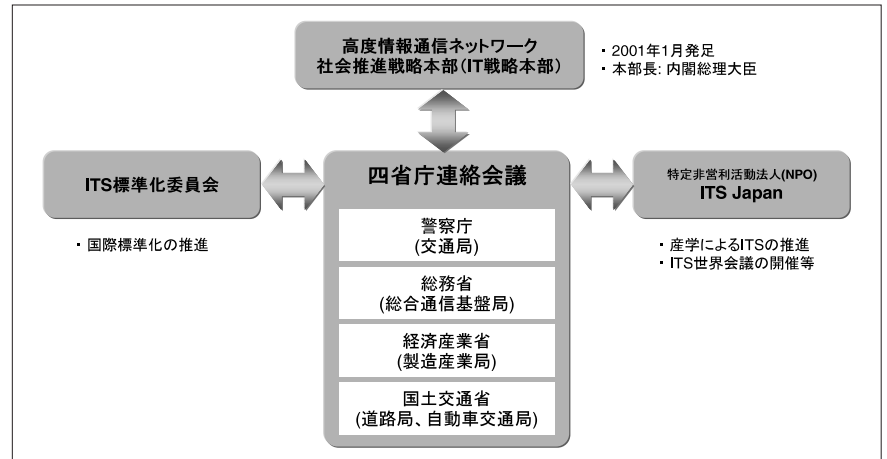
ITS の開発分野は、1995 年
8 月に関係 5 省庁（当時）によ
って策定された「道路・交通・
車両分野における情報化実施指
針」のなかで、図表 4 に示すよ
うな 9 つの分野に定められた。
これ

図表1 ITS の概念図



参考文献³⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表2 我が国のITS推進体制



参考文献⁴⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表3 我が国のITS施策経緯（全体構想策定以降を抜粋）

発表年月	政策	概略
1996年 7月	ITS推進に関する全体構想	5省庁（当時）が連携して利用者サービスと今後20年間の開発・発展計画を定めたマスタープランを策定。
2001年 1月	e-Japan 戦略	移動・交通分野の目指すべき社会像として、「ITSの導入により、目的地に最適な交通手段で最短の時間で行くことができ、渋滞や事故の少ない、安全で快適な移動が可能となる」
2004年 6月	e-Japan 重点計画 - 2004	最先端の情報通信技術等を活用し、渋滞、交通事故、環境悪化等道路交通問題の解決を図るITSを推進。
2004年 10月	ITS推進の指針	産学官及びユーザーなどからなる「日本ITS推進会議」による今後のITSの基本戦略としてITS世界会議で世界に発信。
2005年 2月	IT政策パッケージ - 2005	ITSの高度化に向けた取り組みとして、狭域通信（DSRC）システムの推進、交通事故防止のための運転支援システムの推進、さらには障害者や高齢者等の安全で円滑な移動支援など。
2006年 1月	IT新改革戦略	IT基盤の確立・普及に力点が置かれていたこれまでの戦略に対し、ITを活かす段階へ。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、交通事故件数を削減する。

参考文献^{4、5)}を基に科学技術動向研究センターにて作成

までに、1990年代後半から、カーナビゲーションシステムおよびVICS^{注1)}（Vehicle Information Communication System：道路交通情報通信システム）の普及が進み、2001年からはETC^{注2)}（Electronic Toll Collection：自動料金支払システム）の普及が始まった（図表5）。2006年3月時点で、カーナビゲーションは累計2,200万台、VICSは1,500万台を超える市場となっている。ETCは、2006年6月時点で累計1,200万台に搭載され、全国的高速道路で同サービス利用率は62%に迫ろうとしている。このように我が国のITS車載機器の普及は現在、世界で最も進んでいる。

これらと並行して、「安全運転の支援」に関わる要素技術開発

図表4 ITSの9つの開発分野

	ITSの開発分野	開発内容および実現している主要要素技術
1	ナビゲーションシステムの高度化	VICS等によるナビゲーションシステムの高度化 ⇒ カーナビゲーション、VICS
2	自動料金収受システム	料金所等でのノンストップ化 ⇒ ETC
3	安全運転の支援	危険警告・自動運転 ⇒ ASV、AHS
4	交通管理の最適化	経路誘導、信号制御等
5	道路管理の効率化	特殊車両等管理、通行規制状況の提供等
6	公共交通の支援	公共交通の運行状況の提供等
7	商用車の効率化	商用車の運行管理支援、連続自動運転
8	歩行者等の支援	歩行者等への経路・施設案内
9	緊急車両の運行支援	緊急時自動通報、災害・事故発生時の状況などの伝達等

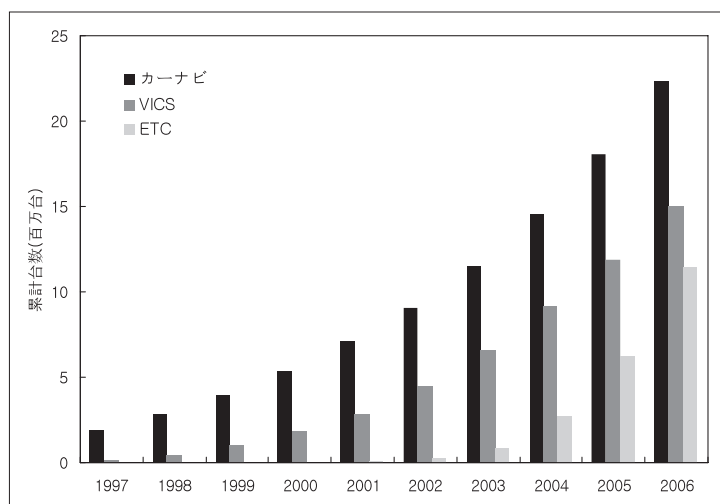
参考文献^{4、6)}を基に科学技術動向研究センターにて作成

■ 用語説明 ■

注1 VICS：VICSセンターで編集、処理された渋滞情報や交通規制などの道路交通情報を送信し、カーナビゲーションなどの車載器に文字・図形で表示する情報システム。

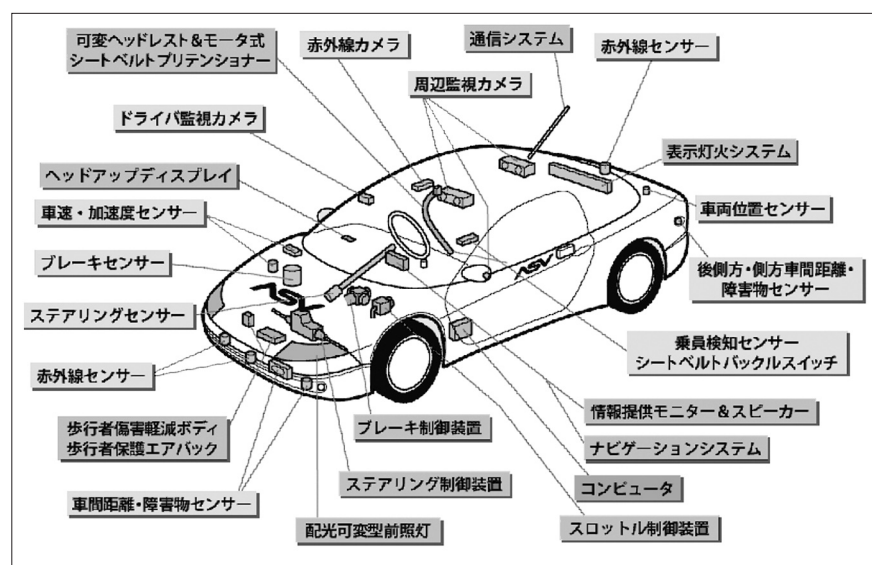
注2 ETC：主として有料道路で用いられているノンストップ自動料金支払いシステム。料金所のゲートに設置されたアンテナと車載器間で無線通信し、料金を支払う。

図表5 ITS 車載機器の普及台数推移



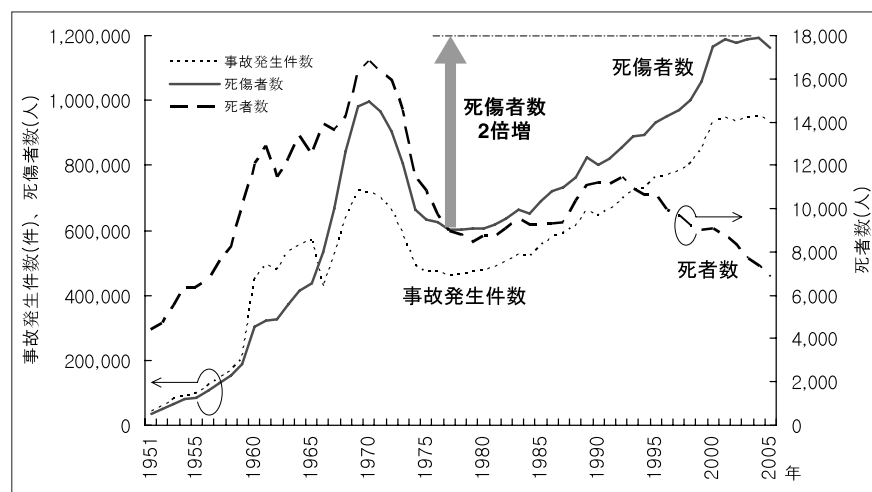
参考文献⁷⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表6 ASV (先進安全自動車) のイメージ



出典：国土交通省先進安全自動車推進検討会⁸⁾

図表7 道路交通事故による交通事故発生件数、死傷者数および死者数



参考文献¹¹⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

も進展している。車両内のエレクトロニクス技術を発展させ、自動車本体の安全性、利便性を向上させる目的で開発されてきたのが ASV (Advanced Safety Vehicle: 先進安全自動車) である。ASV は国土交通省を主体に第 1 期計画 (1991 ~ 1995 年度) から第 2 期計画 (1996 ~ 2000 年度) を経て、現在第 3 期 (2001 ~ 2005 年度) 計画まで終了している。その基本理念は、安全運転はあくまでもドライバーが主体であって、情報通信技術はそれを支援するのみという立場をとっている。

図表 6 に ASV のイメージを示す。追突前に運転者に警告する追突警報、車線を判断しレーン保持を支援するレーンキープアシスト、衝突を事前に判断し運転者のブレーキを支援する衝突軽減ブレーキ、暗闇でも視野を確保する暗視カメラなど、事故を未然に予防する、いわゆる予防安全の機能が数多く実用化に至っている。これらの機能に加え、カーナビゲーション、VICS、ETC のような ITS を構成する個々の要素技術の研究開発、普及の両面においても、我が国は世界でもトップクラスにあると言える。

2 - 2

交通事故の現状と課題

ITS の普及と交通事故の現状はどのように関係してきたのだろうか。

図表 7 は我が国の道路交通事故による交通事故発生件数、死傷者数および死者数の推移を示している。死者数は 1990 年以降、減少傾向にあるが、交通事故件数ならびに死傷者数は依然として右肩上がりの傾向が続いている。2005 年の死傷者数は 1970 年代後半と比

較して約2倍増の116万人となっている。事故件数、死傷者数の増大は、救急車や警察の出動数の増加および事故渋滞を引き起こす。このような間接的な損失を含めると、経済的損失額は年間4兆円を超えるとの試算⁹⁾もされている。このような状況を鑑みて、2003年1月に、今後10年間で交通事故死者数を半減するという政府声明が出された。また、2006年1月には、高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（IT戦略本部）が、「IT新改革戦略」の中で、情

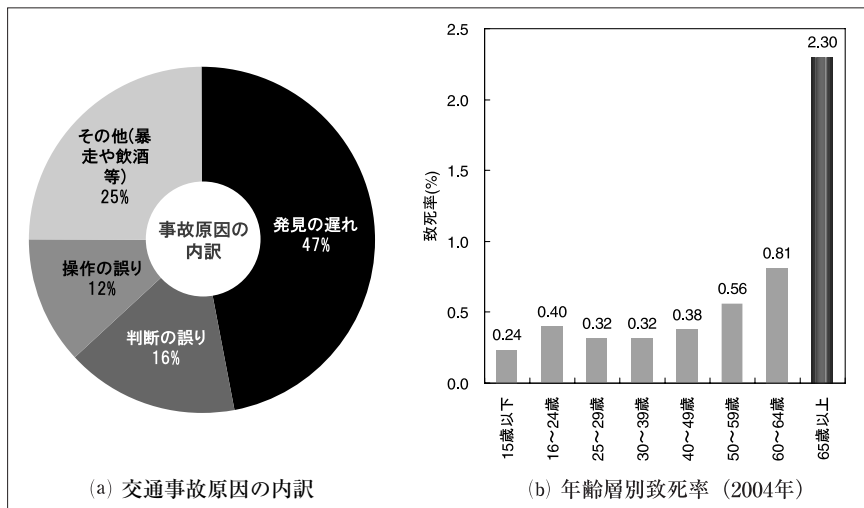
報通信技術を用いて2012年末の交通事故死者数を5,000人以下にするという具体的な数値目標を掲げた¹⁰⁾。

図表8(a)は交通事故原因の内訳であるが、その大半は発見の遅れ、すなわち認知ミスである。これに判断ミス16%、操作ミス12%を合わせた、およそ75%が運転者の事故直前の行動に起因している事故である。したがって、交通事故削減には、事故直前の運転者に対し何らかの対策が必要不可欠と考えられる。また、交通事故死者数

を年齢層別致死率で見た場合（図表8(b)）、特に65歳以上の高齢者が他の年齢層より著しく高くなっている。この原因として、加齢による視力の低下のみならず、判断速度の低下も報告されている。高齢化が急速に進むと予測される我が国にとっては、痛ましい事故を少しでも低減するためには、高齢者の交通事故対策は極めて重要になる。

以上の現状を鑑みると、車載機器あるいはASVといった個別の機能に焦点を当てた現在のITS普及は、我が国の交通事故状況を大幅に軽減させるに至っていない。

図表8 交通事故原因の内訳と年齢層別致死率

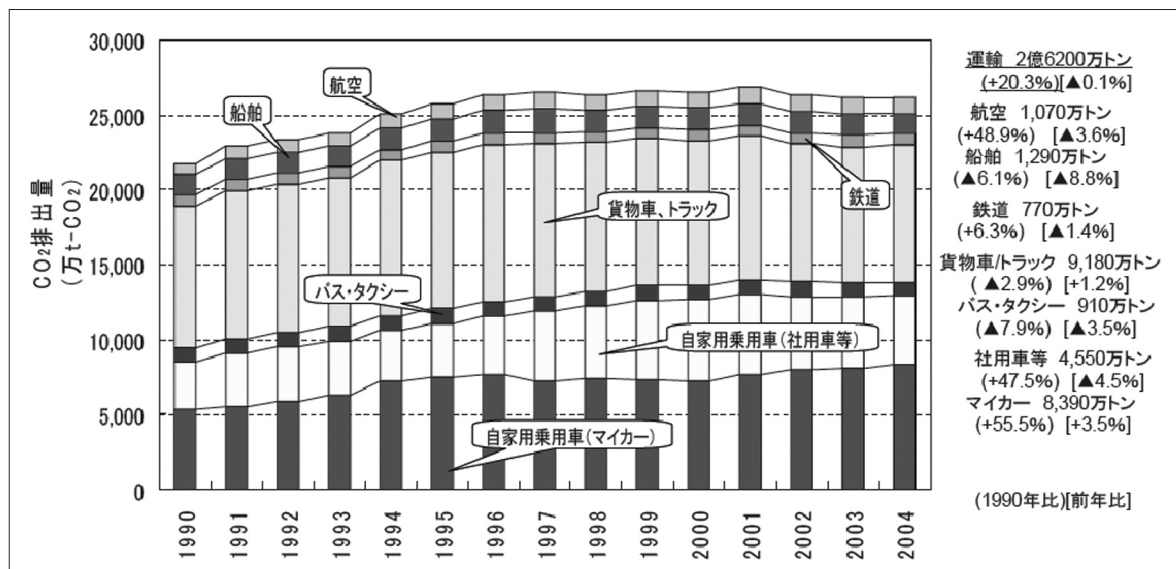


参考文献^{12、13)}を基に科学技術動向研究センターにて作成

2 - 3 自動車の二酸化炭素排出問題の現状と課題

次に、ITSの普及と二酸化炭素排出量の関係について見てみる。我が国の運輸部門の二酸化炭素排出量は2004年に262百万t-CO₂に達しており、これは我が国全体の二酸化炭素排出量の約2割を占める(図表9)¹⁴⁾。このうち自動車

図表9 運輸部門における二酸化炭素排出量の推移



出典：第35回環境省中央環境審議会地球環境部会資料¹⁴⁾

車両全体から排出された量は227百万t-CO₂で、運輸部門全体の約9割を占める。2001年をピークに減少傾向にあるが、2004年度は1990年と比較して約2割増加している。車両別内訳を見ると、トラック・バス・タクシーなどの業務用車両に由来する二酸化炭素排出量は減少傾向にあるが、マイカー、社用車などの自家用自動車に由来する二酸化炭素排出量は一貫して増加している。

自家用自動車の二酸化炭素排出量を左右する要因としては、「自動車単体の燃費」、「平均走行速度」、「走行量（台キロ）」の3点が考えられる¹⁵⁾。図表10に、各要因別に二酸化炭素排出量の推移をまとめて示す。先ず一点目の「自動車単体の燃費」を要因とする二酸化炭素排出量については、近年着実に減少している。1998年の省エネルギー法改正でトップランナー燃費基準が設定されて以来、メーカー努力により、自家用ガソリン自動車の新車燃費（10.15モード）平均値は改善しており、1995年の12.3km/ℓから2004年には15.4km/ℓに達し、約2割向上している¹⁶⁾。

二点目の「平均走行速度」を要因とする二酸化炭素排出量についても、着実に減少してきている。これは、この間の、カーナビゲー

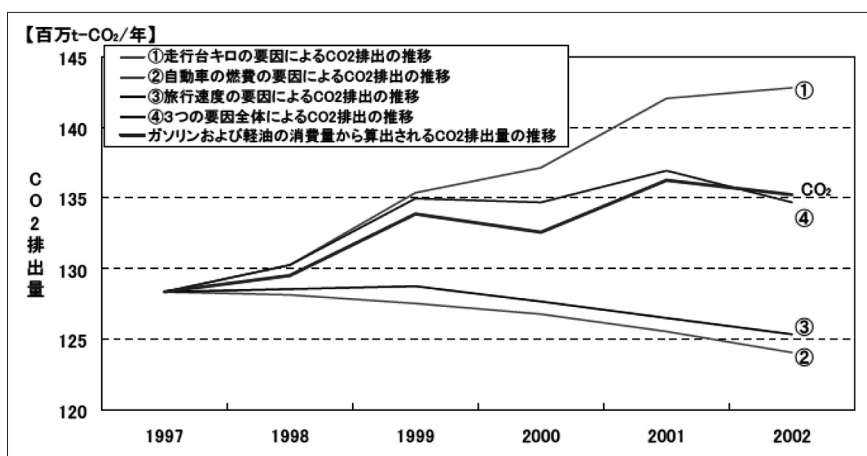
ション、VICSおよびETCなどのITS技術の普及と無関係ではない。例えば、ETCの普及により、高速道路の全渋滞量に占める料金所渋滞の割合は31%から4%に激減し⁴⁾、カーナビゲーションとVICSの経路誘導により、平均旅行時間が44%短縮される効果が報告されている¹⁷⁾。ITS技術普及にともなう交通渋滞の解消および平均走行速度に向上は、二酸化炭素排出量削減につながっているはずである。

一方、三点目の「走行量（台キロ）」を要因とする二酸化炭素排出量は、近年急増しており、結果として自家用自動車全体の二酸化炭素排出量削減には至っていない。これまでのITS技術は、自家用自動車の走行量（台キロ）、すなわち需要抑制に対しては十分な効

果を有していない。

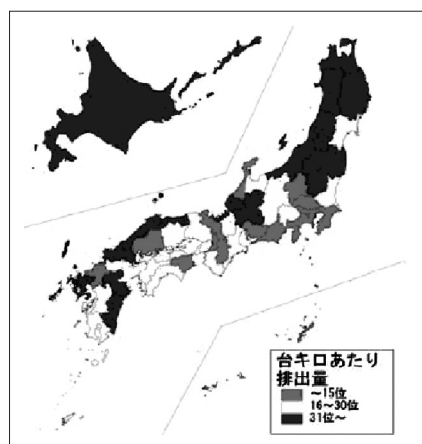
二酸化炭素排出量の全国的な分布状況に目を向けると、大きな地域格差があり、排出量は大都市圏において顕著に多いことがわかる（図表11）。この原因としては、大都市圏で慢性化する渋滞による平均走行速度低下と、それに伴う燃料消費効率の悪化が挙げられる。内燃機関の燃料消費効率が最も高い走行速度は、ガソリン車では50～60km/h付近、ディーゼル車では70km/h付近である（図表12）が、渋滞の慢性化した大都市圏における平均走行速度は20km/hにも満たない。渋滞で無駄に消費されている燃料は年間約910万ℓ（原油換算）で、全消費量の約11%に相当すると試算されている¹⁷⁾。大都市部を中心に、平均速度を要因とする二酸化炭素排

図表10 発生要因別に見た自家用自動車の二酸化炭素排出量の推移



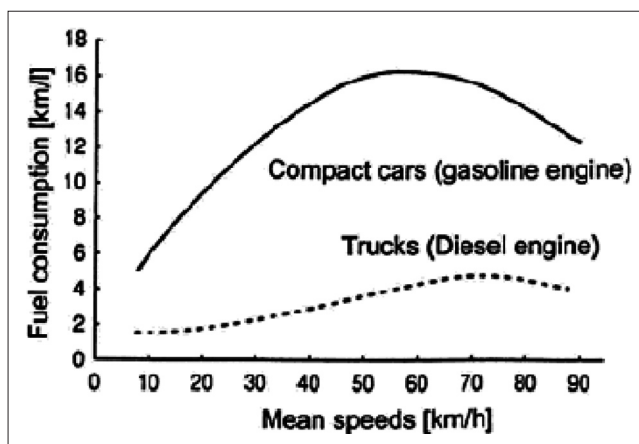
出典：第35回環境省中央環境審議会地球環境部会資料

図表11 二酸化炭素排出量の全国分布



第35回環境省中央環境審議会地球環境部会

図表12 自動車の走行速度と燃料消費量の関係¹⁸⁾



出量はまだまだ削減の余地が大きいと言える。

以上をまとめると、運輸部門の二酸化炭素排出量削減につながる効果的なアプローチとしては、以下の三点が挙げられる。

- ①引き続き自動車単体の燃料消費効率を改善する。
- ②運輸部門の中でも自家用乗用車の交通需要をコントロールして適正化する。
- ③大都市圏の交通流対策により交

通渋滞を緩和させる。

②および③のアプローチを推進する上では、ITS 技術の果たす役割は大きいと考えられ、今後これらの点での更なる進化が求められている。

3 ITS の進化

3 - 1

セカンドステージ ITS へ

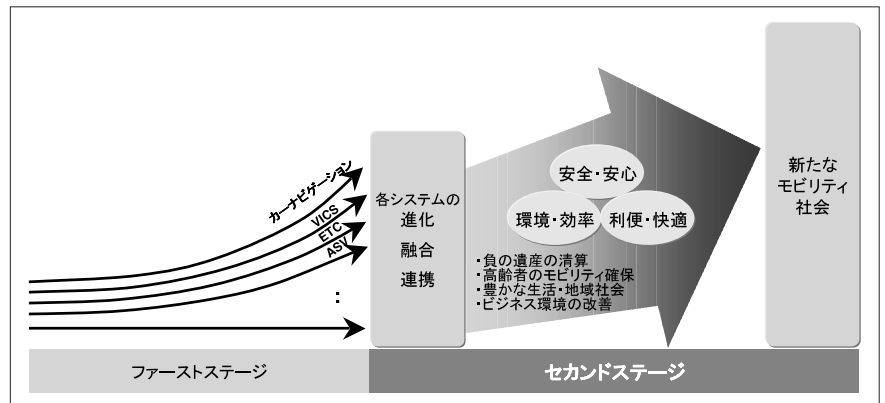
持続可能なモビリティ社会を実現するためには、前章で述べた交通事故、環境負荷という自動車をもたらした負の遺産を払拭させなければならない。カーナビゲーション、VICS、ETC、ASV 等は広く浸透し、個別のシステムとして各々大きな成果を挙げたことは明らかであるが、個々のシステムだけでは負の遺産を大きく解消するツールには成り得なかった。ITS は交通管制システムや安全運転支援システムと融合・連携することで、ITS 本来の定義にあるような「車両・道路・人」の三位一体化によって負の遺産の解消に資する手段として発展させていく段階、「セカンドステージ ITS」の時代へと移行しつつある。

セカンドステージ ITS への進化は、自動車のさらなるエレクトロニクス化を抜きには語ることができない。セカンドステージ ITS を技術的観点から整理したものが図表 14 である。最初は単なるメカニカル部品の置換に始まり、MPU（マイクロプロセッサ）が高性能化するに従い、エレクトロニクスでしか実現することができない機能へと変遷を遂げ、ASV のような車両内のシステム統合化（車両統合システム）へと発展しつつある。今後、自動車はエレクトロニクスの塊となっていくといっても過言ではない。そして車両

内で統合されたシステムと交通管制システムのような道路側のインフラが情報通信技術によって結ば

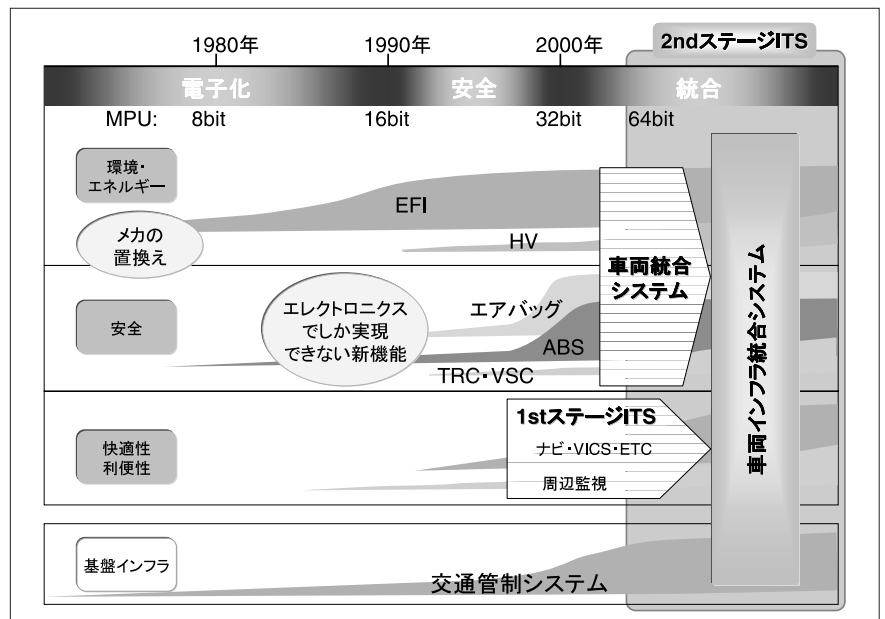
れ、道路と自動車（路車）が協調した「車両インフラ統合システム」の実現が可能となる。

図表 13 セカンドステージ ITS の概念



参考文献¹⁹⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 14 技術的観点からみたセカンドステージ ITS への変遷



ABS：Antilocked Braking System（アンチロックブレーキシステム）

EFI：Electronic Fuel Injection（電子制御式燃料噴射装置）

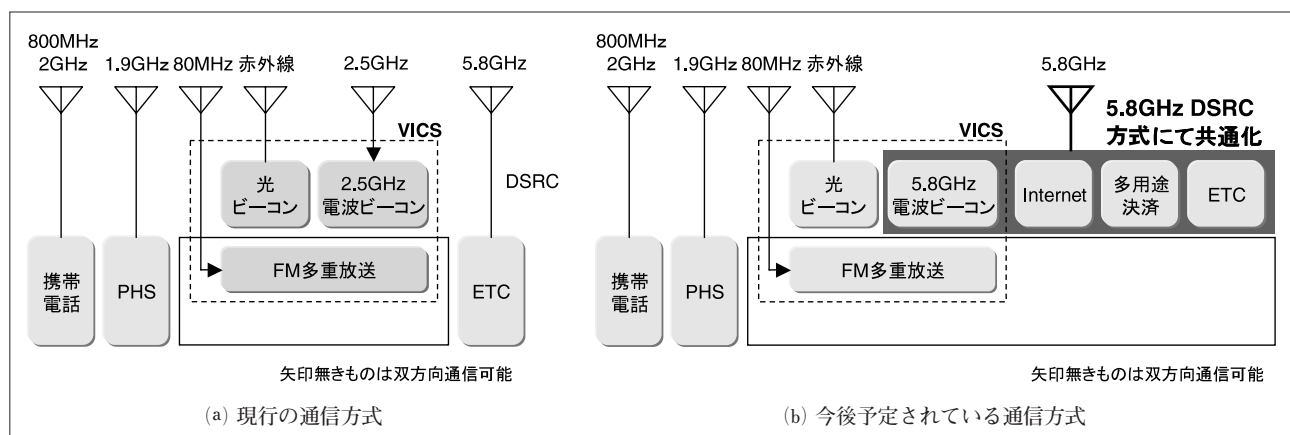
HV：Hybrid Vehicle（ハイブリッド車）

TRC：Traction Control（空転防止制御システム）

VSC：Vehicle Stability Control（車両安定性制御システム）

参考文献²⁰⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 15 ITS 車載機器にみる通信方式の現状と今後


参考文献²¹⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

3 - 2

通信方式の共通化

システム間の連携として、まずは車両と道路間で情報を通信する「路車間通信」が導入されようとしている。それには路車協調システムの基盤技術である「通信方式の共通化」および、「高速度で通過しても通信可能な伝送速度の確保」が必要不可欠である。無線通信方式の候補として、図表 15 に示すように 5.8GHz 狭域無線通信（DSRC：Dedicated Short Range Communication）方式が検討されている。現行の車載機器は交通情報を得るための VICS 通信に道路および設置環境に応じて光ビーコン、電波ビーコン、FM 多重放送の 3 つのアンテナを備える必要がある（図表 16）。さらに、ETC 用には別途 5.8GHz DSRC 用アンテナが必要となる。多数の通信方式を混在して利用してはコスト面でマイナスとなり、普及を妨げる。そこで、現在 ETC で用いられている 5.8GHz DSRC に通信規格を一本化し、電波ビーコンを用いた路車協調通信はもちろん、ETC、インターネット、駐車場等の多用途決済にも利用することが検討されている。これは、2007 年に実用化予定となっている。

図表 16 通信方式の分類

	5.8GHz DSRC	光ビーコン	電波ビーコン	FM 多重放送
設置・受信可能場所	一般道、高速道路（予定）	一般道路	主に高速道路	NHK FM 放送サービスエリア
通信形態	双方向通信（路側⇔車）	双方向通信（路側⇔車）	双方向通信（路側⇔車）	単方向通信（路側⇨車）
通信エリア	～ 30 m	約 3.5 m	～ 70 m	半径 10 ～ 50km
周波数	5.8GHz	赤外線	2.5GHz	80MHz
通信速度／伝送容量（理論値）	4Mbps/50KB	1Mbps/10KB	64kbps/8KB	8kbps/50KB
用途	VICS および次世代道路サービス	VICS のみ		

参考文献²²⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

3 - 3

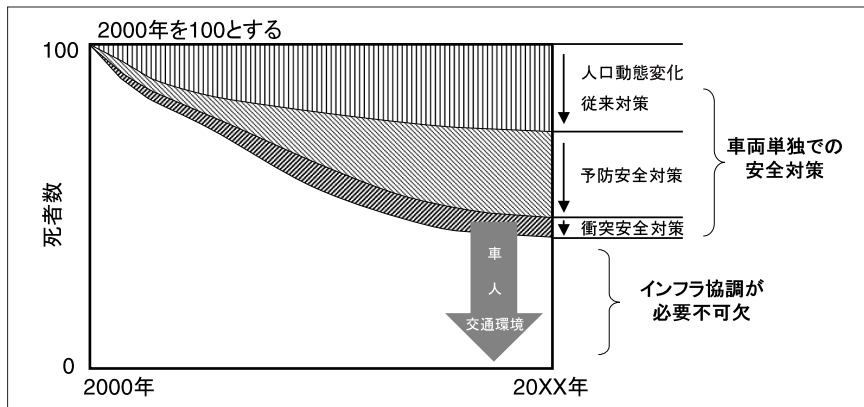
交通事故削減に向けた ITS の進化

交通事故の 75% が認知・判断・操作ミスに関連し、事故直前の行動に起因している。2 - 2 に述べたように、ASV の改善の中で、認知ミスに対しては情報提供機能、判断ミスに対しては警報機能、走行支援機能、操作ミスに対しては操作支援機能をそれぞれ車両に付加することによって、運転者のミスを低減させる研究開発が行なわれている。しかし、これまでの ASV のような車両単独の自律型安全システムだけでは交通事故削減には限界がある。図表 17

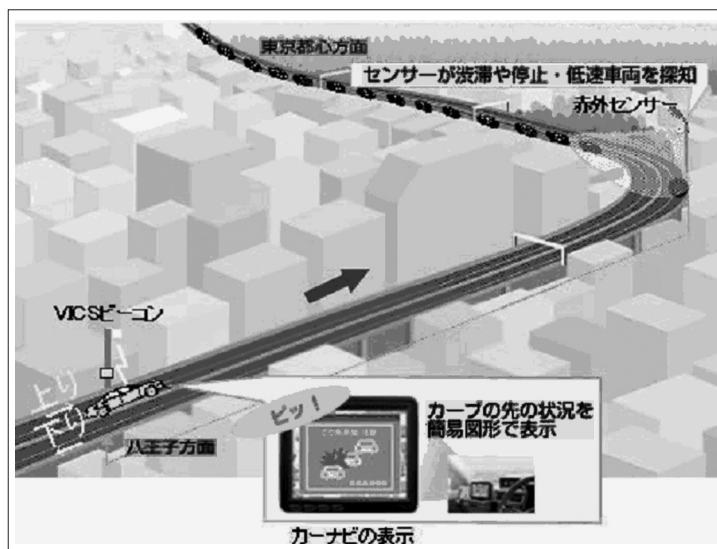
は車両のみで成し得る完全な予防安全・事故回避・衝突安全などを装備した自律型安全システムが実現できたと仮定し、さらに同じ機能が全車両に設置されたという仮定で交通事故死者数のシミュレーションを行なった結果である。これを見ると、全ての車両に自律型システムが導入されたと仮定しても、死者数を十分に抑制することができない。その理由は、交通事故の大半が、見通しの悪い交差点や出会い頭などでの認知ミスあるいは判断ミスに起因するからである。この種の事故要因は自律型安全システムでは回避することが困難である。

したがって、さらなる死者数低減のためには、自律型安全システ

図表 17 交通事故死者数のシミュレーション結果

参考文献²³⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 18 ITSによる路車協調システムの事例

出典：AHSRA ホームページ²⁴⁾より

ムの安全性能向上に加えて、路車間、あるいは車車間、さらには歩行者と自動車間（歩車間）における情報通信を通じて、運転手の認知支援を行なう車両インフラ統合システムの実現が欠かせない。以下に、そのようなシステムの実験例を示す。

(1) 路車協調 ITS（走行支援道路システム）の実験例

路車協調による安全運転支援システムは、技術研究組合である走行支援道路システム開発機構により、AHS（Advanced cruise-assist Highway System：走行支援道路システム）という形で取り組まれている。

首都高速道路では、21%の事故

が、事故多発カーブ（約6%）に集中して起きている。首都高速4号新宿線上りの参宮橋カーブ区間において、現在普及している車載機器（3メディア VICS 対応カーナビ^{注3)}）を用いて、一般車両に対し2005年3月から3ヶ月間、実証実験を行なった。この実験は、図表18に示すように、カーブ付近で渋滞している際に、路側にある赤外線センサーで状況を検知し、同じく路側に設置されている300m前方のVICSビーコンを通じて車側にカーブ先の状況を簡

易図形で警告するというものである。この仕組みにより、前年度比較で60%もの事故件数削減が確認され、アンケートの結果、特に高齢者の80%が役に立ったと回答した。掲示板のような常時警告は警告不信に陥る可能性があるが、このシステムでは実際にカーブ付近が渋滞しているときのみ警報を表示するため、警告効果が高い。今回は既存車載機器を用いての実証であったが、将来的に5.8GHz DSRC方式が採用された後には双方向に通信速度が向上するため、技術的に車両の介入制御をすることも可能となる。

(2) 歩車協調 ITS（IC タグ活用システム）の実験例

図表19は、歩行者と自動車間で通信を行なう歩車協調システムの実証実験例である。従来、運転者からは交差点の死角に入った歩行者の有無は判別できなかったが、インフラ統合型システムの場合はICタグより発せられた信号を交差点のレーダーを介し、車両内のシステムに情報を提供することができる。これによって、運転手が視覚によって認知する以前に、歩行者の存在を通知したり、自動的に制動をかけたりして、未然に事故を回避することが可能となる。また、逆に歩行者に対しても近づいてくる自動車の存在を警告するようなシステムも構成可能である。この実験ではおよそ80%のドライバーが有効であると回答した。

一方、歩車協調 ITS システムで提供される情報が不明確であったり、不必要な情報が多すぎたりすると、ドライバーに心理的な混乱を与え、かえって運転操作ミス

■ 用語説明 ■

注3 3メディア VICS 対応カーナビ：光ビーコン、電波ビーコン、FM 多重放送の3メディアに対応した VICS。

を招く可能性が高まる。また、ドライバーがシステムを過度に信頼しすぎても、主体性の欠如した緩慢な運転操作を誘発して危険である。従って、歩車協調 ITS システムの実現においては、ドライバーの行動心理、認識、情報

処理能力に対する理解を深め、適切なヒューマンマシンインターフェース（HMI：Human Machine Interface）を構築することが不可欠である。このため、情報通信技術以外に認知科学や人間工学など多様な分野の融合研究対象となっ

ており、様々な学協会において活発に検討されている（図表 20）。

3 - 4

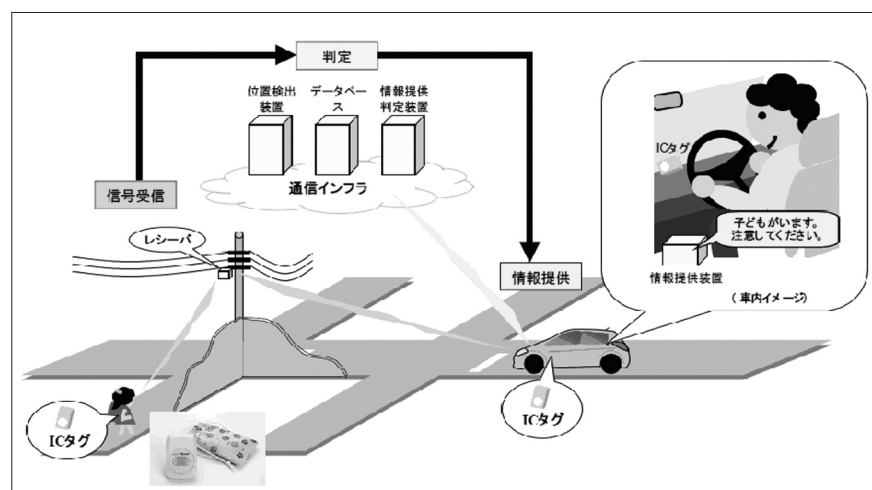
二酸化炭素排出量削減に向けた ITS の進化

二酸化炭素排出量削減という意味においても、インフラ側システムと車両側システムを一体統合した新しい ITS 技術の開発が検討されている。以下に交通需要抑制策および交通流対策としての事例を示す。

(1) AHS 技術を用いた渋滞防止システムの検討

料金所以外的高速道路の渋滞要因箇所として問題となっているのは、サグ・トンネル部およびインターチェンジ等の合流部である。高速道路で下り坂から上り坂に移った地点を「サグ」と呼ぶが、ド

図表 19 ITS による見えない相手（対歩行者）に対する例



出典：参考文献²⁵⁾

図表 20 学協会の活動一覧

学会名	研究会名	研究対象
電子情報通信学会	高度交通システム（ITS）研究会	主な対象分野は、ITS 施策、ITS 通信技術、カーエレクトロニクス、ITS 道路交通基盤技術、ITS センシング技術、ITS 情報技術
	パターン認識・メディア理解（PRMU）研究会	画像や音声などを代表とする各種パターンメディアを、認識・理解をする基礎理論からその手法、各種応用技術までを対象
情報処理学会	高度交通システム（ITS）研究会	主な研究分野は、交通管理、運転支援、画像処理、通信方式、ネットワーク技術、情報提供、アプリケーション
	CVIM（コンピュータビジョンおよびイメージメディア）研究会	視覚情報処理による研究
	ユビキタスコンピューティングシステム研究会	自動車を含む都市情報インフラ上での人間中心のサービスやユビキタス情報処理について
	モバイルコンピューティングとユビキタス通信（MBL）研究会	モバイルコンピューティングに関して、基礎となる理論・技術、通信プロトコル、コンピュータアーキテクチャ、オペレーティングシステム、アプリケーション、応用事例、管理運用、さらに社会科学的考察など
電気学会	ITS 研究会	主な研究分野は、交通計測システム、交通管理システム、交通情報システム、運転支援システム
	交通工学研究会 ITS 研究委員会	ITS 技術を活用した交通工学（交通需要マネジメント等）により交通諸課題に対応する
計測自動制御学会	スマートビークルシステム調査研究会	ITS 等の最先端の基盤技術・システム化技術を統融合することで、高機能で安全・快適、人間や環境にやさしい次世代の知的ビークルシステム（スマートビークルシステム）の創出
土木学会	実践的 ITS 研究特別委員会 交通基盤情報ビジネス小委員会	土木面から見た ITS への提言
大学	東京大学 生産技術研究所 ITS センター	交通シミュレータ（TS）、運転シミュレータ（DS）、および最新の画像情報技術を融合した、複合現実感交通実験環境によるマクロからミクロまでマルチスケールの交通シミュレーション
	高知工科大学 総合研究所 地域 ITS 社会研究センター	各地で得られた地域 ITS の成果などの共有化を図り、産学官協働の基に、地域社会に適応した ITS 施策を企画・立案し推進することにより、地域社会の活性化へ寄与する

ライバーが意識せずに減速することで、後続車両の渋滞発生原因となることが知られている²⁶⁾。同様に、トンネル部においても、入口での明暗変化によりドライバーが無意識に減速することで、後続車両の渋滞発生原因になっている(図表 21)。このようなドライバーの心理的要因による交通流停滞を防止する目的で、先に述べた AHS 技術を用いた渋滞防止システムの開発が検討されている。本システムは、センサ・路車間通信技術・ITS 車載機器を用い、余裕のある車線への車両誘導や、渋滞原因となる車群先頭車両への注意喚起を行なうことで交通円滑化を図ろうとするものである。

(2) 路車協調型リアルタイム信号制御の検討

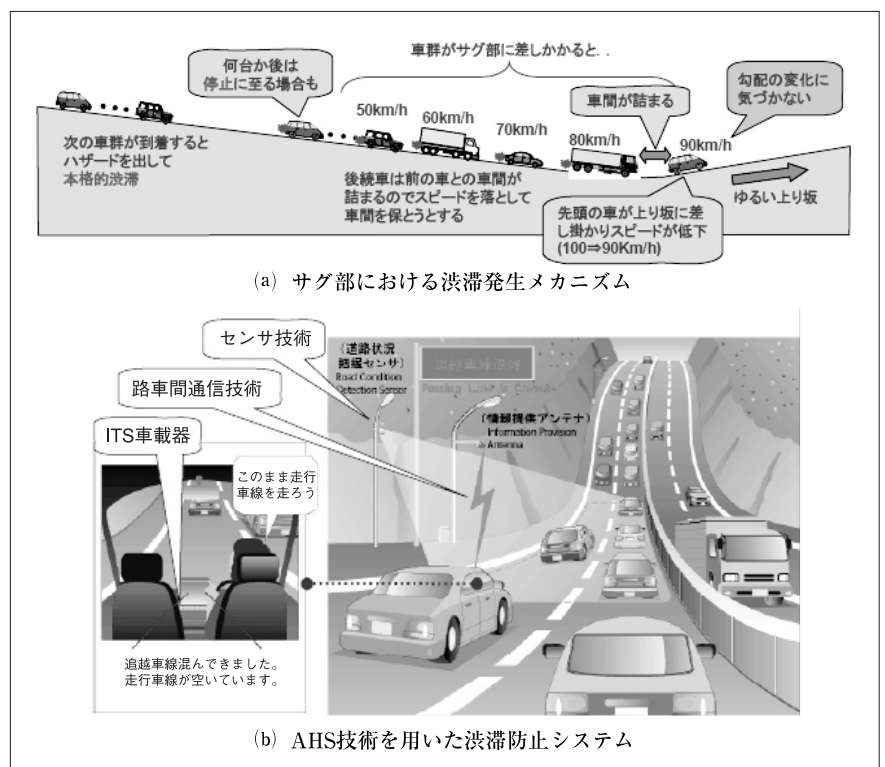
現在の信号制御の問題点は、非定常の交通状況(事故、工事等)に柔軟に対応できない点にある。そこで路車間通信と協調を行なうことにより、精度の高い道路交通情報収集と効果的な交通誘導・分散を実現する、「路車協調型リアルタイム信号制御」と呼ばれる高度な信号制御方法が検討されている^{27, 28)}。本信号制御方式は、ITS 技術を用いて交通流の信号待ちによる遅れ時間を直接計測し、その遅れを最小化するように信号パラメータをリアルタイムに自動生成し、交通流の変化に柔軟に対応した信号制御を実現する。実際の道路に本システムを導入して実験を行った結果、導入区間の通過時間が 5 ~ 20% 改善される効果が見られた²⁹⁾。

海外の事例としては、90 年代初頭にスウェーデンにて「Green Wave System」と呼ばれる信号制御システムが考案された(図表 22)³⁰⁾。このシステムは、信号を常に青で通過できるように自動車の速度をコントロールし、交

通の円滑な流れを実現しようとするものである。インフラ側で交通流を検知し、信号変化のタイミングを考慮して車両が信号交差点を無停止で走行できる速度を算出し、路側ビーコンで車両側に通信する。車両側ではこのデータに基づき、先行車との車間を保持しながら走行速度を自動調整することで、交差点を常に無停止で走行することが可能となる。考案された当時は ITS 関連技術が未成熟で

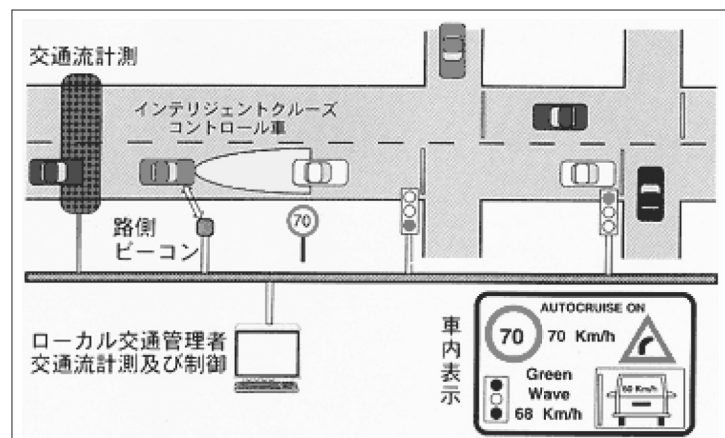
あったため、実システムを用いた検証には至らなかった。オーストラリアで 1987 年に実施された信号速度無停止実験では、信号停止回数が 50% に減少し、燃料消費量が 6 ~ 15% 低減される効果が確認されている³¹⁾。このシステムは今後、双方路車間通信技術と ACC (Adaptive Cruise Control ; ブレーキ併用式定速走行装置) 技術の統合化により、実現が期待されている。

図表 21 サグ部での渋滞発生メカニズムと AHS 技術を用いた渋滞防止システム



出典：参考文献⁴⁾

図表 22 スウェーデンの信号同期速度制御システム「Green Wave System」



出典：参考文献³⁰⁾

(3)交通需要マネジメント (Transportation Demand Management ; TDM)

これまでの道路政策においては、経済発展を優先して、増大する自動車交通需要に対応すべく、交通容量確保と渋滞解消を主要課題として、バイパス新設や環状道路整備などを行ってきた。今後は、地球環境保全と経済活力維持との両立が重要であり、交通容量確保とともに交通需要適正化の視点を加味した道路政策の推進が望まれるようになる。

料金政策、規制、誘導などのソフト施策を中心にドライバーの行動変更を促し、交通需要量を抑制する政策を「交通需要マネジメント (TDM)」と呼ぶ。具体的な施策としては、「パーク&ライド」「カーシェアリング」「ロードプライシング」「公共交通活用」等がある。これら TDM 施策は二酸化炭素削減に有効であると認識されているが、ユーザーの利便性の欠如や費用対効果の面で、これまで導入が進展していなかった。近年、都市づくりの観点から、ITS 技術を活用した TDM 施策への取組みが、全国各地で活発化している³²⁾。

一例として「カーシェアリング」についてここで紹介する。「カーシェアリング」とは自動車を複数の会員で組織的に共同利用する形態である。自動車への過度の依存を抑制し、公共交通の利用促進等により、環境負荷低減に有効であることが知られてはいたが、共同所有に特有の運用面での煩雑さが原因で普及が進んでこなかった³³⁾。カーシェアリングに ITS を活用することで、このような煩雑さが軽減可能となり、欧米諸

国を中心にカーシェアリング事業が着実に拡大している。カーシェアリングは車に関するユーザー個人の固定費負担を軽減できることから、電気自動車 (EV) などの、低公害車の普及を促進する施策としても実績をあげつつある³⁴⁾。

一方、国内におけるカーシェアリングは、徐々に事例が増えてはいるものの、欧米諸国ほどの広がりを見せていない。その原因としては、①社会的メリットの理解不足、②ステータスシンボルとしての車所有への根強い意識、③総合的な交通需要管理手段としての認識不足、④駐車場確保の難しさ、⑤採算性の課題、などがあり、要因相互で悪循環を生んでいる。何れの要因も日本固有のものではなく、一つ一つ対策の積み重ねで克服可能な問題である。近年、日本でも心と体の健康と地球環境に配慮した、「LOHAS (Lifestyles of Health and Sustainability)」と呼ばれるライフスタイルを志向する人が着実に増加しており、今後、こうした人々が支持者となってカーシェアリングが定着する可能性は高い。

(4)プローブ情報活用サービス

自動車には多いもので約 150 種類のセンサが使用されており、そのセンサから得られる情報を「プローブ情報」と呼んでいる。自動車そのものを移動体の交通観測モニタリング装置と捉え、プローブ情報を無線通信により収集することで、車両挙動、位置情報を把握し、より良い交通流あるいは交通行動を算出し、更には気候や自然に係わる状況をモニタリングすることもできる。プローブ情報の特徴は VICS が設置されている幹線

以外でもきめ細かな道路情報や、車両状態そのものを把握可能である点にある。プローブ情報のデータの収集では、一般の携帯電話網など既存の通信インフラも使えることから、民間企業が先行してプローブ情報を活用したサービス提供を行っている。通常の VICS で交通情報が提供されている区間は約 4.2 万 km 程度だが、プローブ情報を活用すると、約 35.6 万 km もの区間をカバーできる³⁵⁾。今後、これらをカーナビゲーションや VICS の機能と一体化することで、気象条件、車線別情報や路面状況まで含む、よりきめ細かで精度の高い経路誘導を実施することが可能になる。

(5)二酸化炭素削減のポテンシャル

以上見てきたとおり、従来のカーナビゲーション、VICS および ETC を中心とした ITS 技術から一歩進化し、インフラと車両を統合した ITS 技術の導入や、交通施策と一体で ITS を利活用することで、二酸化炭素排出量削減につながる可能性があり、そのポテンシャルについて図表 23 にまとめて示す。従来のカーナビゲーション、VICS および ETC による二酸化炭素排出削減ポテンシャルの合計は 360 万 t-CO₂ であるが、セカンドステージ ITS 技術で期待できる二酸化炭素排出削減ポテンシャルの合計は 1,300 万 t-CO₂ と試算される。我が国の京都議定書目標達成計画において、運輸部門全体では 4,600 万 t-CO₂ の削減目標が掲げられている。セカンドステージ ITS 技術の導入は非常に重要な位置付けにあることがわかる。

図表 23 ITS 技術による省エネルギー化

効果	ITS 技術	CO ₂ 削減量試算例	備考
交通管理システムによる交通流の円滑化	信号制御	100 万 t - CO ₂ (*1)	感应型信号の設置
	ETC	60 万 t - CO ₂ (*1)	料金所渋滞解消、路上駐停車排除等
情報提供システムによる効率的走行	交通情報提供 (VICS)	100 万 t - CO ₂ (*2)	VICS 普及率 20%、VICS 装着車の到達時間削減効果 4.4%と仮定
	経路誘導 (カーナビゲーション)	200 万 t - CO ₂ (*2)	カーナビゲーション普及率 30%、装着車の迷走削減効果 2.4%と仮定
車両制御による効率的走行	自動追従走行システム (ACCS)	2 万 t - CO ₂ (*3)	高速道路サグ渋滞解消、ACCS 普及率 10%
	オートクルーズ機能付車両	20 万 t - CO ₂ (*1)	
走行量の低減	交通需要マネジメント (TDM)	360 万 t - CO ₂ (*1)	主要都市の乗用車分担率低減
	共同集配情報提供システム	110 万 t - CO ₂ (*2)	営業用貨物車の積載率 56.3%と仮定
	カーシェアリング	760 万 t - CO ₂ (*4)	カーシェアリング普及率 5%と仮定

* 1 : 「地球温暖化対策推進への自工会の取組み」、JAMA Report No.90、(社)日本自動車工業会

* 2 : 「平成 9 年度 ITS による省エネルギー施策と効果」、(財)省エネルギーセンター

* 3 : 「平成 8 年度 ITS と省エネルギー効果」、(財)省エネルギーセンター

* 4 : 「カーシェアリングによる環境負荷低減効果及び普及方策検討報告書」、(財)交通エコロジー・モビリティ財団、2006 年 3 月の各データを元に科学技術動向研究センターにて試算

4 国際標準化動向と日本の役割

ITS 分野の国際標準化に向けた取組みとしては、以下の 2 つの動きがある。

第一に、国際標準化機構 (ISO) の技術専門委員会である TC204 において、ITS 分野の国際標準化に向けた取組みが進んでいる。TC204 は図表 24 に示す 12 のワーキンググループ (WG) に分か

れている。日本は TC204 総会に投票権を持つメンバーとして参加し、WG3 と WG14 の幹事国を務めるなど、積極的な貢献を果たしている。

一方、地上および宇宙における周波数利用に関する国際規約と条約の採択を行っている国際組織に国際電気通信連合 (ITU) がある

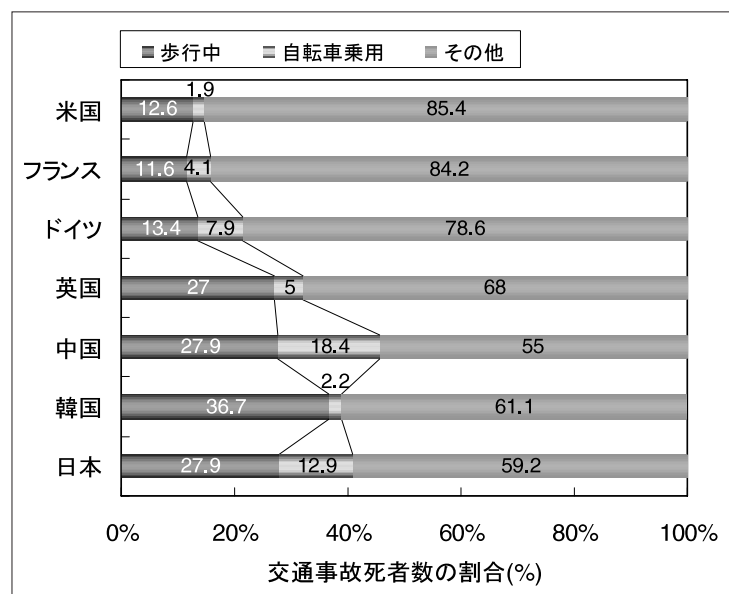
が、この中で ITS 関連の具体的作業を進める部門として、無線通信部門 (ITU - R) の SG8 がある。2000 年 5 月には、日本の ETC 用 DSRC 無線通信方式が ITU - R の国際勧告として正式に承認され、これまでのところは、日本が先行して開発し、実績を挙げた方式を、国際標準の中に織り込むことに成

図表 24 ITS の国際標準化活動：ISO/TC204 のワーキンググループ構成

ワーキンググループ	幹事国
WG1 システム機能構成	英国
WG3 ITS データベース技術	日本
WG4 車両・貨物自動認識	ノルウェー
WG5 料金収受	オランダ
WG7 商用車運行管理	カナダ
WG8 公共交通	米国
WG9 交通管理	英国
WG10 旅行者情報	英国
WG11 ナビ・経路誘導	ドイツ
WG14 走行制御	日本
WG15 狭域通信	ドイツ
WG16 広域通信	米国

参考文献⁴⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 25 交通事故死者数のうち歩行中の占める割合



参考文献³⁶⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

功している。

インフラ統合型のセカンドステージ ITS が発展していく過程では、必然的に導入地域における交通事情やニーズに合わせたものにならざるを得ない。一例として交

通事故の実態を見ると（図表 25）、日本国内では歩行者事故の割合が圧倒的に多く、この傾向はアジア諸国で類似している。一方、欧米各国とは車両事故中心である。従って、日本が目指す歩車協調などの先進

安全システムは、欧米諸国の実情やニーズにそぐわない技術体系となる可能性もある。国際標準化の流れを進める上では、欧米諸国との連携に配慮が求められる。

5 今後の方向性

これまで示したとおり、自動車社会の負の遺産を克服し、「交通事故削減」や「環境負荷低減」を実現する交通システムを構築するには、道路、車両、人が情報通信技術で結ばれた車両インフラ統合型のセカンドステージ ITS 無くして実現は困難である。セカンドステージに向けた ITS 実現に向けて、以下のような視点で進めていくことを提案する。

(1) 高齢者に配慮したヒューマンマシンインターフェースの研究開発

交通事故の原因の 75% が認知、判断、操作ミスであり、高齢者ほど交通事故を引き起こす確率が高いことは既述の通りである。我が国が世界で最も長寿高齢化の進んだ国であることを踏まえ、特に高齢者に焦点を当てた研究開発が不可欠である。これまではエアバッグやレーンキープアシスト、あるいはセンサといった機能面の研究が中心だったが、今後は人間工学、認知科学的側面からの研究と、情報処理、情報通信、自動制御や交通工学など、幅広い学問領域の融合により、ITS 研究の進展が望まれる。特に自動車運転席では、移動中の閉空間で全ての認知・判断・操作制御を行なう必要があり、日常生活において最も集中したヒューマンマシンインターフェース (HMI) が要求される場である。高齢者のみならず世界基準でユーザーに優しいヒューマンマシンインターフェース研究をさらに推進

することが望まれる。

(2) 導入への社会的理解の促進

車両インフラ統合型システムであるセカンドステージ ITS に移行するにあたっては、新たな車載通信機器やインフラ側の設備投資が必要となる。利便性や快適性を高めることが中心だった従来の ITS の考え方とは異なり、セカンドステージ ITS システムがもたらす便益は、安全・安心や環境負荷低減といった、コスト的には見えにくいものであるため、新たに発生する費用負担に対するユーザーや社会の理解を得るための努力がこれまで以上に重要になると考えられる。費用対効果の定量的な比較検証、導入に先立つ十分なアセスメント、事後評価と情報公開などを産官学が一体となって進めることが不可欠である。その上で、かつて排気ガスの規制が自動車性能向上を促したように、例えば新車には ITS 関連機器の装着を義務付ける、大都市圏への未装着車乗り入れを規制するといったような法的規制導入の検討も必要であろう。いずれにせよ、セカンドステージ ITS の導入・普及の促進は、安全や環境・エネルギーに関する教育、啓蒙の結果もたらされる国民の理解がなければ成り立たない。

(3) アジア諸国の持続可能な発展に資する取組み

アジア諸国ではモータリゼーションの進展に伴い、交通事故や環

境負荷増加などが社会問題として今後大きく顕在化している。セカンドステージ ITS の展開においては、アジア諸国と戦略的な連携・協力を通じ、アジア地域の持続可能な発展にも貢献することが望まれる。

セカンドステージ ITS システムは車両インフラ統合型であるため、導入地域における交通事情やニーズに合わせたものにならざるを得ない。交通事故の日本国内の実態は、欧米各国よりもアジア諸国に傾向が似ており、我が国で培ったセカンドステージ ITS の先進安全システムは、欧米諸国よりもアジア諸国のニーズにマッチし、日本とアジア諸国で共通の ITS 技術基盤を構築できる可能性も高い。今後、アジアで発展する地域に対して、早い段階から先進車両および先進インフラを備えた総合的な実験モデル都市のアイディアを提供することも有効である。アジア地域の交通インフラは現状未整備で、今後新たに構築する段階にあるため、すでに交通インフラが行き渡った我が国より、むしろアジア諸国においてセカンドステージ ITS 型のインフラを導入展開する方が容易であるとも考えられる。

その一方、セカンドステージ ITS システムをアジア諸国のニーズにマッチさせて深化させていった場合、欧米諸国の実情やニーズにそぐわない技術体系となる可能性もある。国際標準化の流れを進める上では、欧米諸国との連携に

配慮が求められる。

今日の自動車産業は、国際市場を相手に厳しいグローバルな競争にさらされているが、その中で勝ち残り、発展を続けている我が国の自動車産業は、今後しばらくは日本経済全体を牽引する基幹産業である。今後モータリゼーションが進展するアジア諸国は、自動車産業にとっては有望な成長市場である。アジア諸国と連携してセカンドステージ ITS 技術を発展させる取り組みは、アジア諸国の持続可能な発展に貢献するだけでなく、我が国の自動車産業にとっては国際競争力を今後も維持することにもつながる。

謝 辞

本稿の執筆にあたり、名城大学 津川定之教授、芝浦工業大学 古川修教授には、全般にわたって貴重なご意見、ご助言ならびに資料を提供いただきました。国土交通省道路局 森山誠二企画専門官、特定非営利活動法人 ITS Japan 小出公平常務理事、(財)日本自動車研究所 ITS センター 藤井治樹センター長、蓮沼茂主任研究員、本田技研工業(株) 渉外企画室 秋月俊五主幹、トヨタ自動車(株) 車両技術本部統合システム開発部 井上秀雄部長、森田真主担当員、日産自動車(株) 技術開発本部 藤倉利之課長には貴重な資料と参考情報を提供いただきました。ここに関係の皆様様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) United Nations, The 2004 Revision Population Database (2006 年 6 月 29 日現在) : <http://esa.un.org/unpp/>
- 2) WHO, "World report on road traffic injury prevention: summary" : http://www.who.int/world-health-day/2004/infomaterials/world_report/en/summary_en_rev.pdf
- 3) 国土交通省道路局 ITS ホームページ : <http://www.its.go.jp/ITS/j-html/whatsITS/>
- 4) (財)道路新産業開発機構、「ITS HANDBOOK 2005 - 2006」
- 5) 池田、「自動車を取り巻く情報通信事情」、(財)新機能素子研究開発協会、「エネルギー関連」新技術探索会議報告書
- 6) 科学技術政策研究所、「科学技術振興による経済・社会・国民生活への寄与の定性的評価・分析」、2005 年 3 月 : <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/rep089j/pdf/rep089j3.pdf>
- 7) 国土交通省道路局 ITS ホームページ : <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/index.html>
- 8) 国土交通省先進安全自動車推進検討会、「第 3 期 ASV における取り組み」 : http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/asv/ASV3HP/ASV_3_panfu/ASV_J_Final_Precise.pdf
- 9) 内閣府、「交通事故による経済的損失に関する調査研究報告書概要」 : <http://www8.cao.go.jp/koutu/chou-ken/sonshitsu.pdf>
- 10) IT 戦略本部 : <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/060119honbun.pdf>
- 11) 内閣府、「平成 18 年度版 交通安全白書」 : http://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h18kou_haku/h18koutuugenkyo-1-1-1-1.pdf
- 12) 技術研究組合 走行支援道路システム開発機構ホームページ : http://www.ahsra.or.jp/whats_ahs/02/index.html
- 13) 警察庁、「平成 17 年度版 警察白書」 : <http://www.npa.go.jp/hakusyo/h17/hakusho/h17/pdf/G0aisatu.pdf>
- 14) 第 35 回環境省中央環境審議会地球環境部会 環境省資料 : http://www.env.go.jp/council/06earth/y060-35/mat01_2-1.pdf
- 15) 地球温暖化防止のための道路政策会議報告 : <http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/06/060826/02.pdf>
- 16) 第 17 回環境省中央環境審議会地球環境部会 国土交通省資料 : http://www.env.go.jp/council/06earth/y060-17/mat_02.pdf
- 17) (財)省エネルギーセンター、「平成 9 年度 ITS による省エネルギー施策と効果」(1998 年 3 月) : <http://www.eccj.or.jp/pamphlet/its/97/index.html>
- 18) 津川、「ITS 技術による自動車環境負荷低減」、(社)自動車技術会 2006 年春季大会、ITS と環境フォーラム
- 19) 国土交通省道路局ホームページ : http://www.its.go.jp/ITS/j-html/Smartway/20051220/h17/H17followup.pdf_Precise.pdf
- 20) 重松他、「オートテクノロジー 2006」、(社)自動車技術会
- 21) 第 5 回 スマートウェイ推進会議資料 : <http://www.nilim.go.jp/japanese/its/1top/kyouken/pdf/kyouken6.pdf>
- 22) (財)道路交通情報通信システムセンター : http://www.vics.or.jp/data/media_list.html
- 23) トヨタ自動車(株)ホームページ : <http://www.toyota.co.jp/jp/tech/its/vision/index.html>
- 24) AHSRA ホームページ : <http://sangubashi.ahsra.or.jp/pc/index.html>
- 25) 日産自動車(株)ホームページ : http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2005/_STORY/051116-01-j.html
- 26) 牧野他、「ITS 技術を活用したサグ部渋滞対策について」、第 26 回日本道路会議講演資料、(2005 年 10 月) : http://www.nilim.go.jp/japanese/its/3paper/pdf/051201douro_2.pdf
- 27) 東京大学桑原研究室ホームページ : <http://www.transport.iis.u-tokyo.ac.jp/research2005/>

- 050127.pdf
- 28) 財日本自動車研究所、「自動車ITS分野の技術戦略マップ報告書」(2006年3月)
- 29) Asano, M. et al., "Adaptive Traffic Signal Control Using Real-time Delay Measurement", 11th ITS World Congress, Nagoya, 2004.
<http://www.transport.iis.u-tokyo.ac.jp/PDFs/2004/2004-006.pdf>
- 30) 財省エネルギーセンター、「平成5年度燃料消費効率化改善に関する調査報告書」(1994年3月):
<http://www.eccj.or.jp/fuel/93/index.html>
- 31) 財省エネルギーセンター、「平成6年度燃料消費効率化改善に関する調査報告書」(1995年3月):
<http://www.eccj.or.jp/fuel/94/index.html>
- 32) 国土交通省、「平成17年度国土交通白書」
- 33) 財交通エコロジー・モビリティ財団、「カーシェアリングによる環境負荷低減効果及び普及方策検討報告書」(2006年3月)
- 34) 本田技研工業(株)新地域交通システム ホームページ:
<http://www.honda.co.jp/ICVS/project/index.html>
- 35) 本田技研工業(株) インターナビ・プレミアムクラブ ホームページ:
<http://www.premium-club.jp/index.html>
- 36) 国土交通省、「平成12年度運輸白書」:
<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/transport/heisei12/1-1/zul-1-73.htm>

執筆者



情報・通信ユニット

竹内 寛爾

科学技術動向研究センター

<http://www.nistep.go.jp/index-j.html>



企業にて光ディスク用高出力半導体レーザーの事業化、光伝送の研究開発に従事。現在、情報通信分野における科学技術政策および価値観の多様化が企業の研究開発戦略に与える影響に興味を持つ。



環境・エネルギーユニット

前田 征児

科学技術動向研究センター

<http://www.nistep.go.jp/index-j.html>



工学博士。企業にてエネルギー関連の貯蔵・変換システム開発および事業開発に従事。専門は電気化学、材料工学。現在、エネルギー・環境分野の科学技術政策およびイノベーションマネジメントに興味を持つ。