

# エネルギーITSの推進に向けて

2008年4月

エネルギーITS研究会

## エグゼクティブ・サマリー

人、クルマ、道路を IT を使って結ぶ ITS は、安全や環境、快適・利便といった社会的な課題に貢献する重要な手段である。ITS は、交通流の円滑化を通じて自動車の走行燃費の向上に貢献し、ひいては CO<sub>2</sub> の排出を抑制する。かかる認識から、経済産業省では、次世代燃料イニシアチブにおいて、ITS を自動車産業のエネルギー・環境対策の一つとして位置づけ、その実用化を促進する「エネルギーITS」構想を推進している。

ITS は、走行方法の改善により無駄な燃料消費を軽減するとともに、ボトルネックの解消や道路の有効活用を通じて走行量そのものの削減に貢献することができる。かかる観点から、以下に示す 10 のサービスを抽出し、エネルギー・環境対策に資するエネルギーITS として関連する施策を整理した。

1. エコドライブ・アイドリングストップ支援
2. 運転制御・隊列走行
3. 信号制御の高度化
4. サグ渋滞等対策システム
5. 合流支援システム
6. 経路情報の充実
7. プローブを活用した最適出発時間予測
8. 駐車場情報提供システム
9. 異常事象の検知と対応
10. 国際的に信頼される効果評価方法の確立

京都議定書の目標達成計画においては、ITS による CO<sub>2</sub> 排出削減効果として 360 万 t が見積もられており、エコドライブとアイドリングストップによる削減効果を合わせると 550 万 t の削減となる。これは、2005 年度における自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量比 2.4% に相当する。今後、上記のサービスに関して、研究開発、普及促進、インフラ整備等の施策を展開することにより、期待される効果（削減率：1 台の自動車が 1km 走る際に排出する CO<sub>2</sub> を削減する割合）としては、2017 年の時点で 3.7%（目達比 1.5 倍）、2030 年で 13.8%（同 5.6 倍）、2050 年 26.6%（同 10.9 倍）にまで拡大することが可能となる。また、そのための費用としては、5～10 年間程度の研究開発を実施する費用として約 700 億円規模、実証実験・モデル事業等普及促進のための費用として約 2000 億円規模、また必要なインフラを整備するための社会投資が 1 兆 2000 億円規模必要になることが試算されている。ITS のインフラ整備については、1999 年 1 月に出された電気通信技術審議会答申において、2001 年～2015 年に約 10 兆円の投資が必要との予測が出されている。その後のインフラ整備状況や当時の予測との費目の違いを考慮しても、エネルギーITS で掲げた施策を全て達成するには数兆円の投資が必要と思われる。

エネルギーITS の施策の中には、短期的に効果を発揮するものから、長期的な取り組みを要

するものまで多様な施策が含まれている。また、エネルギーITS で指摘されている技術課題には、自動車電子技術の将来展望上も重要な技術が多数含まれている。従って、エネルギーITS を効率的・効果的に展開していくためには戦略的な取り組みが重要である。かかる観点から、平成 20 年度より直ちに実施するプロジェクトとして、1) 協調走行（自動運転）に向けた研究開発、2) 信号制御の高度化に向けた研究開発、3) 国際的に信頼される効果評価方法の確立、の 3 つを掲げ、それぞれ研究開発の目的、目標、技術開発の内容、進め方に関して詳細な検討を行い、その概要を本報告書に記した。

エネルギーITS を推進する上では、関係省庁との連携が不可欠である。エネルギーITS の実用化に当たって、自動制御・隊列走行に向けた制度的課題、事故時の責任の問題、個人情報保護の問題等法的課題があることが明らかになった。またエネルギーITS を推進していく上で、国内においては、ユーザー参加型の社会実験、普及インセンティブ、ビジネスモデルの確立、新しい街作りやインフラ整備との連動が必要である。さらに国際展開として、国際標準化の重要性、国際的な共同研究の推進が必要となることを明らかにした。

## エネルギーITS 研究会 委員名簿

座長	津川 定之	名城大学 理工学部 情報工学科 教授
委員	桑原 雅夫	東京大学 国際産学共同研究センター 教授
	森川 高行	名古屋大学 大学院 環境研究科 交通・都市国際研究センター 教授
	植原 啓介	慶應義塾大学 大学院 政策・メディア研究科 准教授
	岡 俊光	アイシン精機株式会社 ITS 技術部 部長
	堀口 良太	株式会社アイ・トランスポート・ラボ 代表取締役
	半田 正利	いすゞ自動車株式会社 CV 製品企画・設計第一部 チーフエンジニア
	大田 利文	住友電気工業株式会社 ブロードバンド・ソリューション事業本部 ITS 開発部 主幹
	鈴木 秀昭	株式会社デンソー 技術企画部 第2技術企画室 主幹
	天野 肇	トヨタ自動車株式会社 IT・ITS 企画部 調査渉外室長
	福島 正夫	日産自動車株式会社 技術開発本部 IT&ITS 開発部 企画グループ 主管
	大野 栄嗣	社団法人日本自動車工業会 環境委員会地球環境部会副部会長
	前川 誠	日本電気株式会社 ITS 事業推進センター長
	柴田 敏郎	株式会社日立製作所 オートモティブシステムグループ CIS 事業部 事業部長付
	鈴木 真人	富士通株式会社 自動車ビジネス本部 ITS 事業部長
	柘植 正邦	本田技研工業株式会社 渉外部 企画ブロック 技術主任
	橋本 道雄	経済産業省 製造産業局 ITS 推進室長
オブザーバー	濱坂 隆	経済産業省 製造産業局 自動車課 ITS 推進室 課長補佐
	岩井 信夫	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー技術開発部 研究開発グループ 主任研究員
	土川 俊三	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー技術開発部 研究開発グループ 主査
	山岸 政幸	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー技術開発部 研究開発グループ 主査
事務局	林 直義	財団法人日本自動車研究所 理事
	森田 康裕	財団法人日本自動車研究所 ITS センター センター長
	蓮沼 茂	財団法人日本自動車研究所 ITS センター 次長

# 目 次

エグゼクティブ・サマリー

エネルギーITS 研究会 委員名簿

第 1 章 エネルギーITS とは .....	1
1.1 背景と目的 .....	1
1.2 エネルギーITS の定義 .....	2
1.3 エネルギーITS の施策メニュー .....	7
第 2 章 エネルギーITS の推進 .....	22
2.1 効果試算における基本的な考え方 .....	22
2.2 期待される効果 .....	30
2.3 課題の整理 .....	50
2.4 エネルギーITS の展開戦略 .....	67
第 3 章 平成 20 年度から開始するプロジェクト .....	69
3.1 自動運転・隊列走行に向けた研究開発 .....	69
3.2 信号制御の高度化に向けた研究開発 .....	75
3.3 国際的に信頼される効果評価方法の確立 .....	79
第 4 章 エネルギーITS 推進に向けた重要事項 .....	91
4.1 関係省庁との連携 .....	91
4.2 制度的課題への対応 .....	91
4.3 国内展開 .....	92
4.4 国際展開 .....	93
参考資料 .....	95
参考資料 1 DARPA アーバンチャレンジ概要 .....	97
参考資料 2 欧州調査結果概要 .....	102
参考資料 3 国内外の自動運転関連プロジェクトの概要 .....	107

# 第1章 エネルギーITSとは

## 1.1 背景と目的

人、クルマ、道路をITを使って結ぶITSは、1996年7月に「高度道路交通システム推進に関する全体構想」がまとめられて以降、サービスの実用化・普及促進に向けて政府を挙げて取り組みがなされている。ITSへの取り組みについては、当初は個別サービスの実用化に向けた研究開発が中心であったが、今世紀に入り、カーナビゲーションやVICS、ETC等の実用化が進むと、次なるステージにおいては、安全や環境、利便といった社会的な課題に対する解決策として貢献しつつ、産業としての一層の発展を目指すようになっていく。その一環として、2006年1月にまとめられた「IT新改革戦略」において「インフラ協調による安全運転支援システムの実用化」が提案され、官民の関係機関の代表から成るITS推進協議会において、2008年の実証試験の実施に向けた作業が行われている。

昨今、京都議定書以降の温暖化ガス削減のあり方に関する国際的な議論の高まり等を受け、我が国においても地球環境問題への関心が高まっている。そのような中、2007年5月には、経済産業大臣、自動車業界、石油業界の代表が集まって、エネルギー・環境問題の観点から将来の自動車燃料及び交通システムのあり方を検討し、その結果を「次世代燃料イニシアチブ」としてとりまとめた。次世代燃料イニシアチブにおいては、ITSは、交通流の円滑化等を通じて省エネルギー・CO<sub>2</sub>排出削減に貢献する重要な技術として位置づけられており、併せて、省エネルギー高価の高いITSの実用化を促進し、自動車産業のエネルギー・環境対策の促進に貢献する「エネルギーITS」の促進が提唱されている。

また、2007年5月の地球温暖化対策に関する内閣総理大臣演説「美しい星へのいざない (Invitation to 「Cool Earth 50」)」及び2008年1月の福田内閣総理大臣施政方針演説においては、2050年に地球規模でCO<sub>2</sub>排出量を50%削減するという目標が提唱され、2008年7月に行われる北海道洞爺湖サミットではポスト京都議定書を睨んだ議論が展開されることとなる。

エネルギー・環境対策としてのITSの推進は、公的な課題への対応を通じて技術開発が促進されると同時に、初期マーケットの創出につながり、新規産業の育成の観点からも効果が期待される。また、エネルギー・環境に資するITSの産業化が促進されることにより、エネルギー・環境対策としての効果の拡大も期待できる。

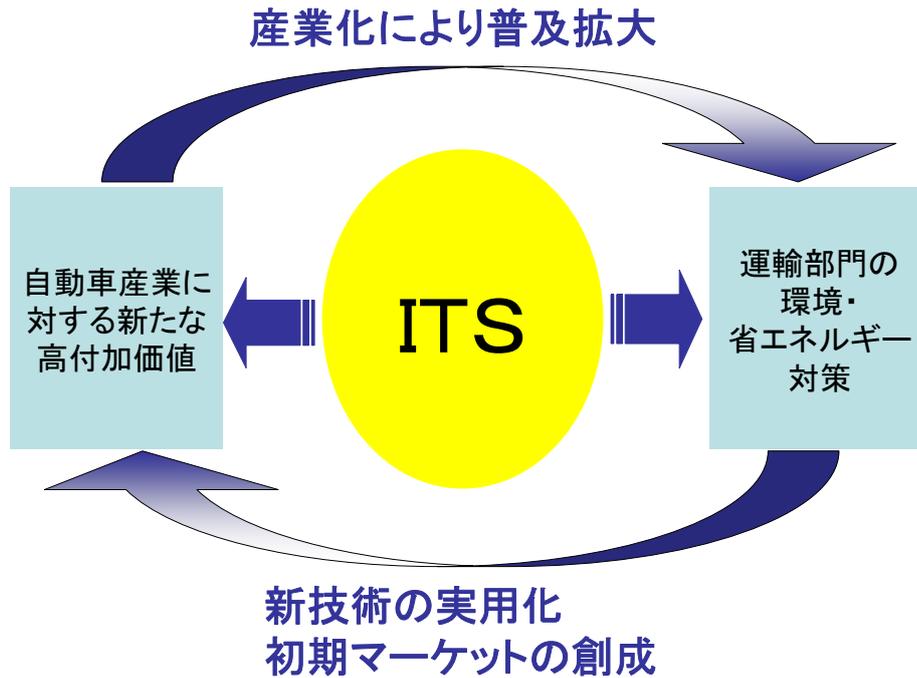


図 1.1-1 エネルギーITS の目的

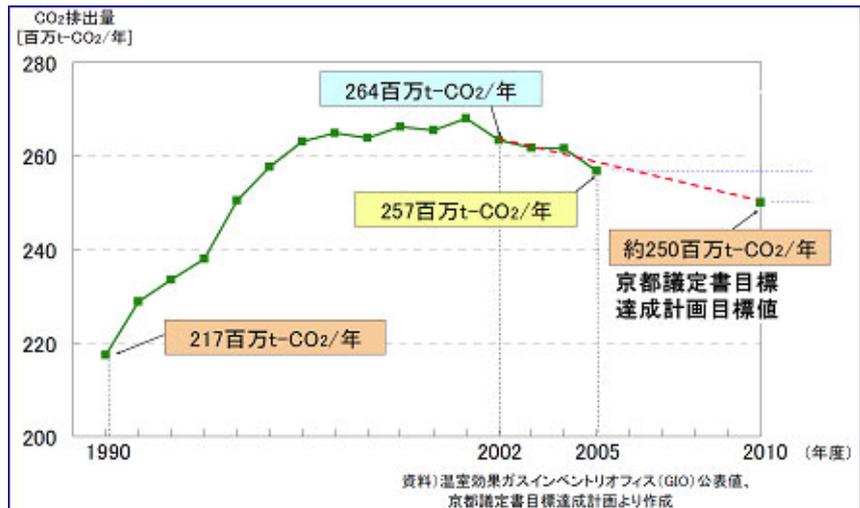
このような社会情勢のもと、ITS に関連する産業の育成・振興とともに、これを通じた、地球環境問題、エネルギー問題の解決に資する方策を幅広く検討するため、経済産業省の私的諮問機関である「自動車の電子化に関する研究会」が提唱した「エネルギーITS 構想」を受けて、2007 年 8 月 29 日にエネルギーITS 研究会を発足させ、エネルギーITS の具体像を明らかにし、自動車産業のエネルギー・環境対策の促進に貢献するための指針をとりまとめることを目的として検討を行い、その結果を報告書にまとめた。

## 1.2 エネルギーITS の定義

### 1.2.1 我が国における自動車からの CO<sub>2</sub> 排出に係る状況

#### (1) 運輸部門における CO<sub>2</sub> 排出量の状況

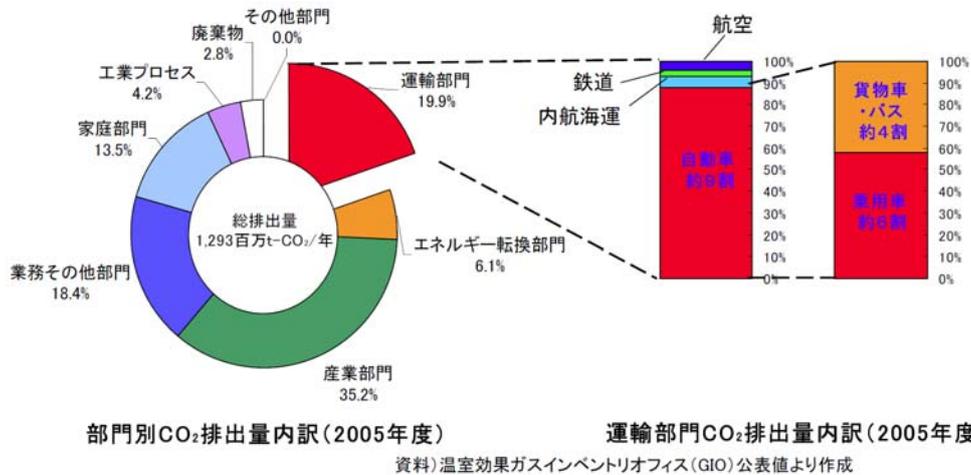
我が国において、運輸部門における CO<sub>2</sub> 排出量は 2005 年度において 257 百万 t- CO<sub>2</sub>/年である。一方、京都議定書目標達成計画における目標値は 250 百万 t- CO<sub>2</sub> となっている。なお、2006 年度（速報値）では、運輸部門の CO<sub>2</sub> 排出量は 254 百万 t であり、基準年（1990 年）と比べると 17.0%（3,700 万 t- CO<sub>2</sub>）増加、2005 前年度と比べると 0.9%（240 万 t- CO<sub>2</sub>）減少している。



(出典) 平成 18 年度道路行政の達成度報告書/平成 19 年度道路行政の業績計画書  
(国土交通省道路局) より作成

図 1.2-1 部門別 CO<sub>2</sub> 排出量の内訳

また運輸部門における CO<sub>2</sub> 排出量内訳を見ると、2005 年における自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量は 225 百万 t-CO<sub>2</sub> と、運輸部門の約 9 割を占めており、うち 6 割が乗用車、4 割が貨車物・バスからとなっている。



(出典) 平成 18 年度道路行政の達成度報告書/平成 19 年度道路行政の業績計画書 (国土交通省道路局)

図 1.2-2 運輸部門 CO<sub>2</sub> 排出量の推移

さらに、経済成長等にもとない、運輸部門の CO<sub>2</sub> 排出量が 1990 年から大きく増加していることもあって、京都議定書目標達成計画においては運輸部門において BAU 比 5.490 万 t の CO<sub>2</sub> 排出量削減が目標として設定されている。運輸部門の削減対策のうち自動車分野の内訳は、自動車単体が 63%、燃料対策が 3%、交通流対策が 34%と自動車単体の燃費向上に依存しており、ITS の推進などを含む交通流対策は、ポテンシャルがあるにもかかわらず貢献が少ない。

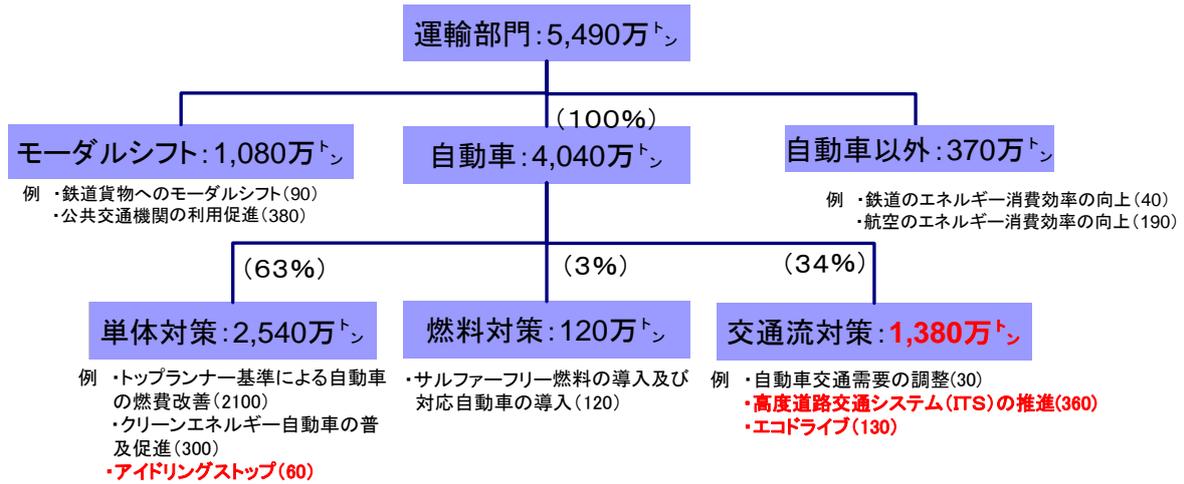
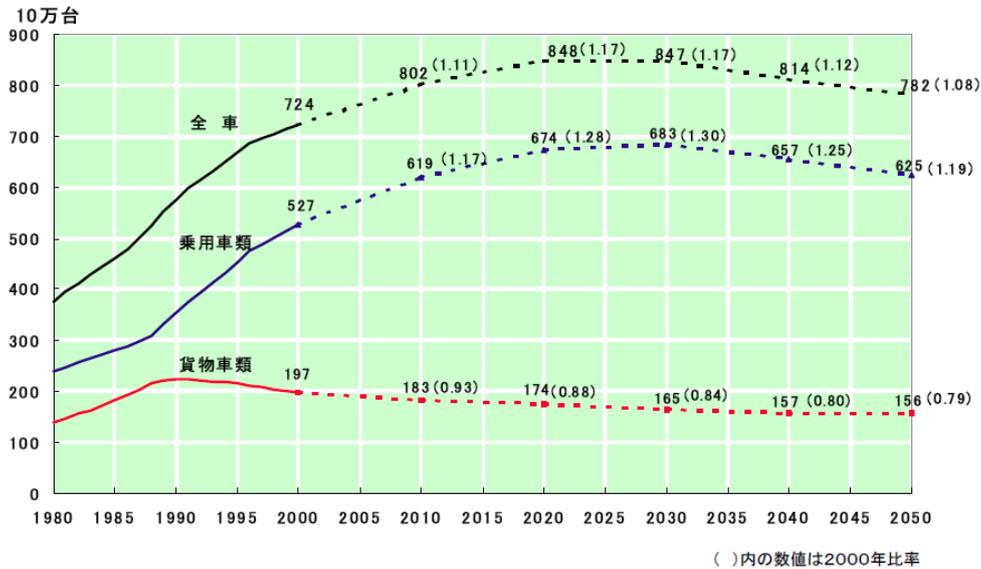


図 1.2-3 京都議定書目標達成計画の自動車部門の内訳

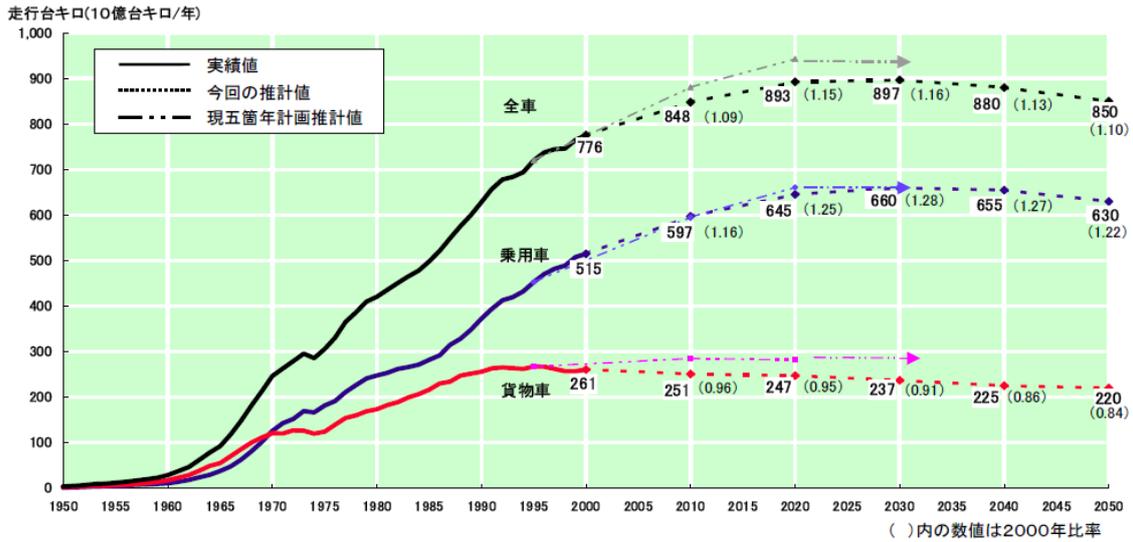
## (2) 道路交通の長期的推移

我が国の自動車保有台数や走行台キロの長期予測をみると、全体として 2020 年～2030 年頃をピークに緩やかに減少に転じ、2050 年には現在と同等程度となることが予測されている。



(出典) 第8回 社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会資料

図 1.2-4 自動車保有台数の推移予測



(出典) 第8回 社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会資料

図 1.2-5 走行台キロの推移予測

## 1.2.2 エネルギーITSの対象

### (1) エネルギーITSの実現のための施策領域

エネルギーITSの検討対象となる施策は、原則として自動車を活用し、かつ道路交通ネットワークを有効にする施策とするが、隣接する単体対策及び公共交通を活用した施策の一部を包含するものと定義する。エネルギーITSでは、これらの対象領域におけるサービスの実現、展開を通じて、渋滞半減や物流効率化に寄与することを目指す。

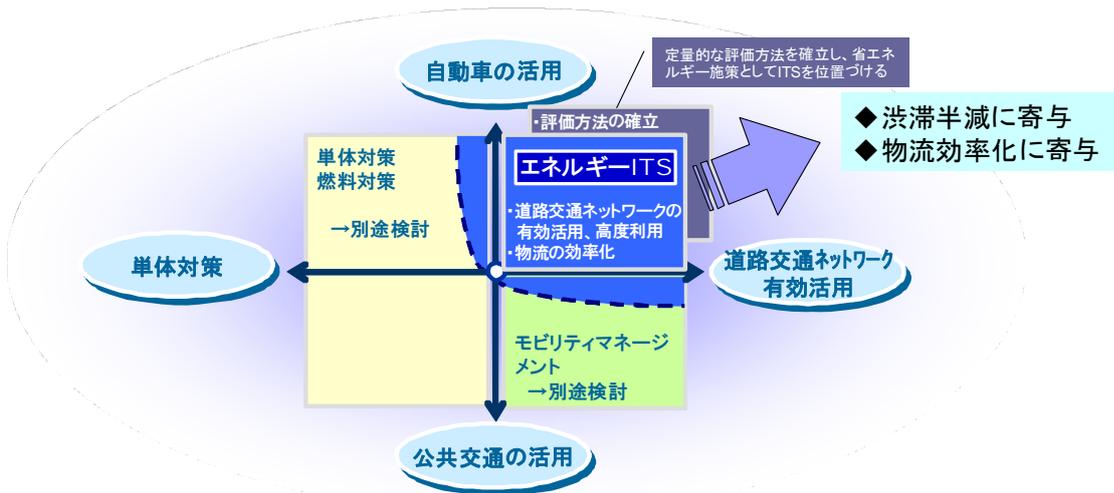


図 1.2-6 エネルギーITSの対象領域

## (2) エネルギーITS の構成要素

本検討では、エネルギーITS の各施策メニューが目指すべき機能について検討するが、その機能を実現する上での構成要素としては、自動車の検知機能や制御機能、通信機能等とする。



図 1.2-7 エネルギーITS の構成要素

## (3) エネルギーITS のポテンシャル

エネルギーITS では、自動車の活用を想定しながらも自動車単体の対策は対象領域からは除外している。これは、いわば自動車単体の性能を向上し、トップランナーとしての理想燃費を実現する車両を開発するものではなく、無駄な燃料消費を ITS により軽減し、実走行燃費を理想燃費に近づける努力をするものと言える。

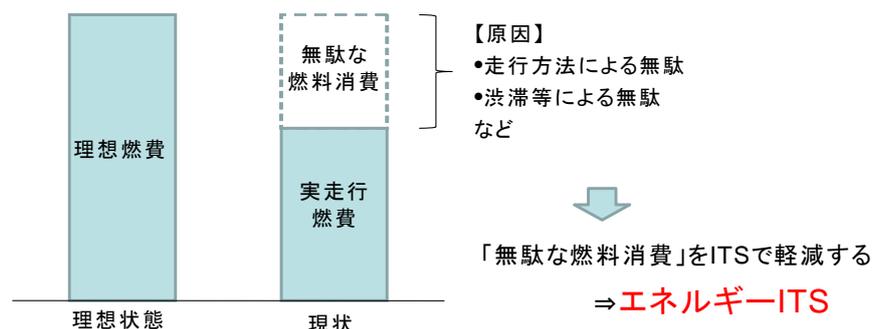
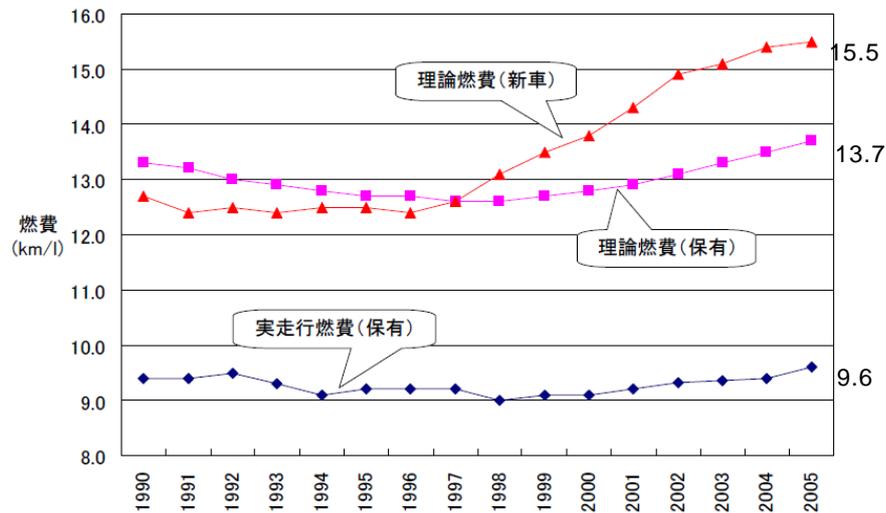


図 1.2-8 エネルギーITS の効果ポテンシャルの概念

図 1.2-9 では、乗用車の理論燃費（新車販売モード）、理論燃費（保有モード）、実走行燃費を示している。実走行燃費と理論燃費との間には大きな乖離があり、2005年乗用車平均では、30%~40%の燃費の違い、すなわち CO<sub>2</sub> 排出量の違いがある。これは、エアコン、車両内の電気の使用や冷間使用なども一因であるが、走行方法が適切でないことや、交通

流のボトルネック等による渋滞による無駄な燃料消費も一因として挙げられる。

ここで言う理論燃費とは、一定の走行パターンを仮定した上での燃費であり、走行環境によってはさらに良い数値を示すこともあるため、上述の理想燃費よりも小さくなると考えられるが、計測可能であるこうした数値を目指すということには妥当性があると言え、エネルギーITSによって、30%~40%、あるいはそれ以上のCO<sub>2</sub>削減効果が期待されるところである。



(出典) 環境省資料、自工会資料より作成

図 1.2-9 乗用車の実走行燃費等

### 1.3 エネルギーITS の施策メニュー

#### 1.3.1 エネルギーITS の体系化

自動車交通の省エネルギー化に関する施策については、省エネ技術戦略 2007 (資源エネルギー庁、2007 年 4 月) における技術マップ等に例示されているところであるが、これらを参照しつつ 0 で整理したエネルギーITS の施策領域に沿って、エネルギーITS の体系化を図る。

下図では、自動車交通の省エネルギー体系とエネルギーITS の対象領域の関係を整理している。エネルギーITS による CO<sub>2</sub> 削減の方向性としては、「走行方法の改善」「ボトルネックの解消」「道路の有効活用」「輸送効率の向上」「効果評価」の 5 つに分類できる。

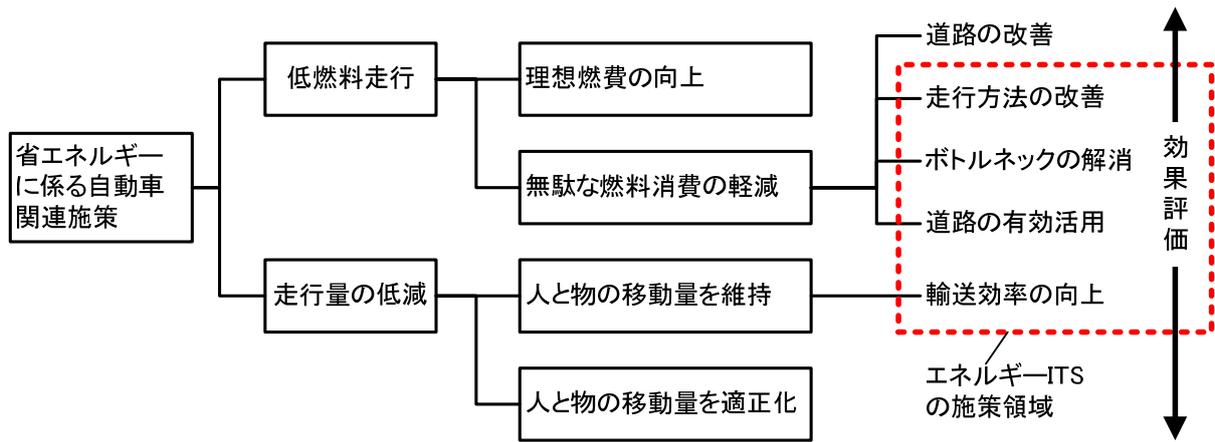


図 1.3-1 自動車交通の省エネルギー体系とエネルギーITSの施策領域

### (1) 走行方法の改善

前掲の通り、実走行燃費は理想燃費と乖離がある。走行時におけるスムーズな発進、減速やアイドリングストップ、定速走行等のエコドライブを進めることにより、CO<sub>2</sub>削減に寄与することが期待される。さらに、ドライバーの運転技術やエコドライブへの意識に拘わらず効果を発揮するよう自動制御を進めることなどで、実走行燃費を出来る限り理想燃費に近づけていく方策が走行方法の改善施策である。

### (2) ボトルネックの解消

渋滞は交差点、高速道路料金所、サグ部、合流部、等で発生することが多く、これらのボトルネック箇所は集中的に対策を実施することで、渋滞解消、ひいてはCO<sub>2</sub>削減に寄与することが期待される。

このため、交差点における信号制御、高速道路料金所における自動料金収受システムの導入がすでに進められているところであるが、これらの高度化、普及に加え、残された渋滞対策箇所であるサグ部、トンネル部等の単路部における渋滞対策（サグ渋滞等対策システム）、高速道路IC出入口部等のや合流部における対策（合流支援システム）を行う方策が、ボトルネックの解消施策である。

### (3) 道路の有効活用

経路情報等の提供により、車両を比較的交通量が少なく、最短所要時間となる経路へ案内する方策については、VICS等ですでに実用化されているが、こうした経路情報の充実に加え、混雑している時間を避けて出発時間を調整する方策等、道路ネットワークを空間的、時間的に有効活用する方策が、道路の有効活用施策である。

#### (4) 輸送効率の向上

人と物の移動量を維持しつつ、公共交通交通活用の促進や物流の効率化を図り、搭乗率や積載率を向上する方策である。なお、この分野はエネルギーITS の境界領域に位置づけられ、主として自動車利用の観点から技術開発項目を抽出するという以降の狙いからやや外れる部分が多い。

#### (5) 効果評価

各種施策がCO<sub>2</sub>削減にどれほど寄与したかを計測していくためには国際的に信頼される効果評価方法の確立が必要であり、上記施策とは体系的に異なるプラットフォーム的な技術開発として位置づけられる。

エネルギーITS の施策メニューの抽出にあたっては、省エネ技術戦略 2007 における技術マップ等を参考に、研究会における議論を踏まえて、省エネルギーに係る自動車関連の施策のメニューを次表のとおり整理した。その上で、主として自動車利用の観点から技術開発項目を抽出するという狙いから 10 のサービスを抽出し、エネルギー・環境対策に資するエネルギーITS として関連する施策を整理した。

表 1.3-1 省エネルギーに係る自動車関連の施策メニューとエネルギーITS の施策領域

課題		施策の方向性	必要な技術等	以降での検討	
低燃料走行	理想燃費の向上	車両単体対策(乗用車/貨物車)	エンジン本体の改良、動力伝達効率の向上、軽量化、車両の小型化、超小型車両(パーソナルビークル)、小型EVトラック、コンテナ一体化トラック、軽量コンテナ、トラックのハイブリッド化・電子化など		
	無駄な燃料消費の軽減	道路の改善	道路整備・構造改良	バイパス等道路整備、路面抵抗、勾配抵抗の低減	
		走行方法の改善	省エネルギー運転の促進	エコドライブ教育・可視化技術、エコドライブ支援(燃費情報、運転診断、エコルート情報等)、アイドリングストップ支援	○
	自動エコドライブ、信号同期速度制御、追従走行による空気抵抗低減(隊列走行、車群制御)			○	
	車両整備(タイヤ空気圧、オイル等)				
	ボトルネックの解消	交差点対策	信号制御の高度化(プローブ情報システムの利用、信号情報の車両制御への活用)	○	
			料金所対策	自動料金収受	
		サグ等単路部対策	知的クルーズ制御(高機能ACC)	○	
			車線利用効率化、低速車両の登坂車線への誘導		
		合流部対策	合流支援システム	○	
			経路情報の充実、迷走・誤走の防止、プローブ情報の活用	○	
		道路の有効活用	需要の分散	最適出発時間予測技術	○
	交通需要マネジメント(TDM)支援技術、交通違反車両検知技術				
	駐車車両対策		満空情報高度化、駐車場案内、パーク&ライド支援(駐車場予約)	○	
		違反車両追跡技術(画像認識、車両ID等)、バレットパーキング			
事故処理の効率化	異常事象の検知、緊急通報の高度化	緊急車両運行支援	○		
走行量の低減	人と物の移動量を維持して走行量の低減	輸送効率の向上	搭乗率、積載率向上	優先信号システムの高度化、連結・開放の自動化、共同配送、カーシェアリング、など	
		マルチモーダルの支援	マルチモーダル乗り換え情報の充実、乗継ぎ支援、パーソンプローブの充実、相乗り促進のための情報基盤整備、交通系ICカード、次世代デマンドバス、バスロケの高度化など		
	人と物の移動量の適正化による走行量低減	交通需要の適正化	自動車以外への輸送手段の移行	物流全体の自動化、ネットワーク化、搬送機器の高度化・電動化、貨物運搬が可能な鉄道車両、船舶の知能化、航行支援の高度化、結節点の高度化など	
輸送・移動の不要化			通信技術、土地利用、都市計画	TV会議、コンパクトシティ	

エネルギーITS  
の施策領域

↑  
効果評価  
↓

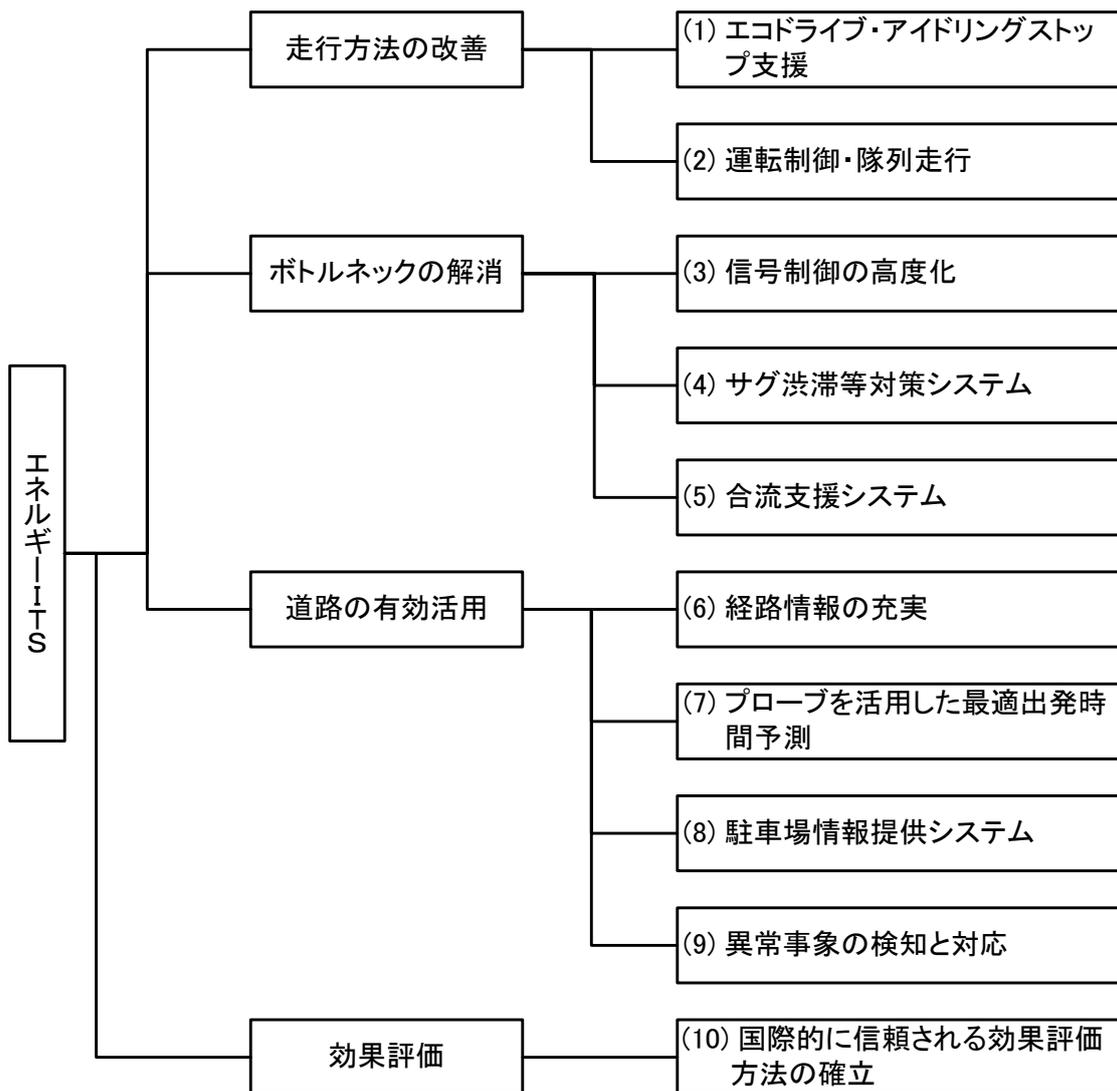


図 1.3-2 今回検討対象としたエネルギーITS の施策体系

### 1.3.2 エネルギーITS 施策の概要

#### (1) エコドライブ・アイドリングストップ支援

##### ① 現状と課題

エコドライブについては、近年次第にエコロジーに意識が高まりつつあることと、ガソリン価格の高騰化の影響も相まって、意識の高いドライバーの一部で実践されつつある。またアイドリングストップや、効率的な走行方法について周知を高めるため、多くのメディアで取り上げられつつあり、次第にエコドライブへの知識も普及しつつある。

しかしながら、どのような運転方法がエコドライブであるのか十分に理解がなされていない場合もあり、正しいエコドライブへの教育や周知が必要不可欠である。

またエコドライブ意識を高めるため、エコドライブを訓練／実感し、エコドライブドライバーそのものを増やしていくことが今後の課題である。

## ② 本サービスが目指す機能

### a. エコドライブによる効果を実感できる機能

本サービスでは、リアルタイムに燃費を表示したり、運転状況を診断・アドバイスすることで、ドライバーの燃費に対する意識を高め、消費燃料節約意識を高めることで、自らの運転の「エコ度」を自ら評価することが可能となる。

### b. エコドライブに適した経路を検索できる地図データと経路検索機能

起伏の激しい道路や加減速を要する路線の走行時は、余分なエネルギーを消費することから、これらの経路を避けつつ走行できる「エコドライブルート」により、環境に優しい運転を支援することが可能となる。

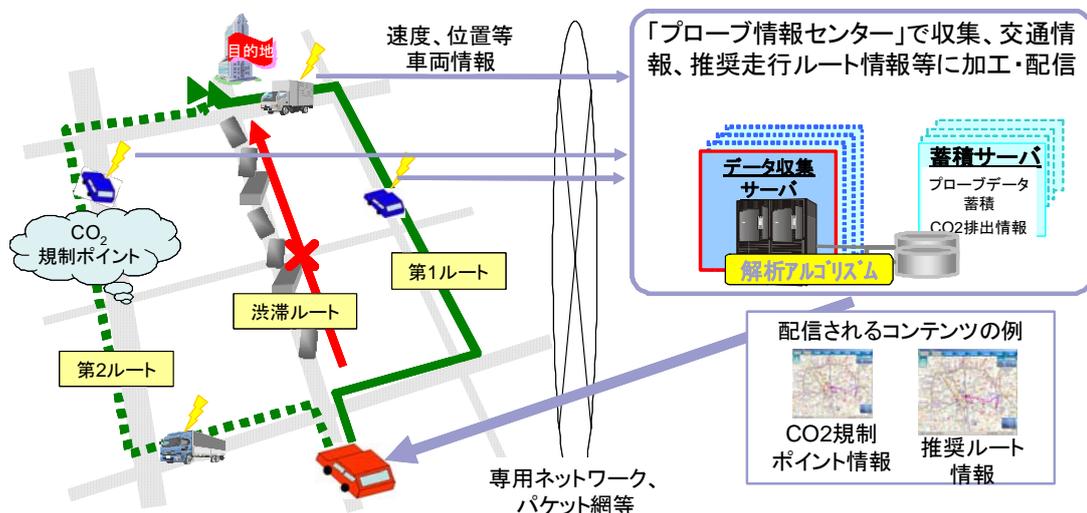


図 1.3-3 エコルート提供イメージ例

## (2) 運転制御・隊列走行

### ① 現状と課題

現在、燃焼効率の向上やパワートレインの改良などにより、車両単体で CO<sub>2</sub> 排出量や燃料消費を削減する制御が普及しつつある。また、エコ意識の高いドライバーは率先してエコドライブを実施しており、前述のエコドライブ支援などによりさらにエコドライブ効率やエコドライブ人口は向上すると見込まれる。

しかしながら、車両単体での制御だけは、ドライバーの受容性に見合った適切なアイドリングストップや走行制御に限界があり、道路構造、信号、周辺車両挙動などと連動したより高度な制御方法の実現が課題として残されている。

また、特に大型車両の走行時には空気抵抗の負荷により燃料消費が増大する。隊列走行

で後続車の空気抵抗が減り、燃料消費量が削減されることが知られているが、車間距離を詰めて走行する必要があるため、ドライバー操作だけでの実現は困難である。これを実現するための要素技術などの研究が実施された経緯はあるが、実用化には至っていない。

## ② 本サービスが目指す機能

### a. 道路構造と連携してエコドライブ制御する機能

本サービスでは、車両単体のセンサだけでは把握しにくい道路勾配や線形などの道路構造情報をデジタル地図等と連動しつつ、燃料消費やCO<sub>2</sub>排出量の面から最適となる状態に内燃機関や伝達機関を自動的に制御することで、通常走行時のエコドライブを誰でも実施可能とする。エコドライブの観点からは、定速走行することで燃費が向上するため、不要な加減速をなくすことでCO<sub>2</sub>削減を達成する。

### b. 隊列走行のための制御機能

貨物車等は、その車体の大きさや形状から走行時の空気抵抗が大きく、特に高速走行時には燃料消費やCO<sub>2</sub>排出量の増大につながる。そこで、貨物車等が前方や周辺車両との通信を行いつつ、車線や周辺車両、道路構造の情報をもとに、安全に前方大型車との車間を詰めて自動的に追従走行制御を行う隊列走行により、後続車の空気抵抗を減らし、無駄に消費されるエネルギー削減を実現する。



図 1.3-4 隊列走行のイメージ例

### c. 周辺車両との協調制御機能

個々の車両のエコドライブ制御をさらにネットワークとして最適化するため、道路構造情報や信号情報との連携に加え、周辺車両の挙動を車載センサや車車間通信により把握し、車両同士が相互に通信すること及び各車両の自動制御機能によって、イルカのごとく走行することで、個々の車両のみならず、車群、交通流としての最適な走行を実現する。

なお、車両単体の技術開発により超小型化の車両（パーソナルビークル）が実現されれば、これらの車両同士の協調走行により、交通容量の増加等より大きな効果が発現す

るものと期待される。



図 1.3-5 協調制御のイメージ例

### (3) 信号制御の高度化

#### ① 現状と課題

現在、交通管制エリアにおいては、インフラセンサにより交通流を把握し、また過去の交通量パターンより信号制御プロファイル化し、交通状況に合わせて信号現示のサイクル等を変化させ、交差点における滞留を少なくすべく制御が行われている。

しかしながら、インフラセンサによる交通流把握は、センサ設置箇所における「点的」な把握であり、道路ネットワークを「線的」あるいは「面的」に把握することは限界がある。また、交通流の把握は、主に主道路で行われており、主道路に接続されている多くの従道路からの流入や流出交通量はほとんど把握されていない。したがって、交通信号制御にもおのずと限界が生じるため、交通がスムーズに流れる最適な状態には、まだ改善の余地がある。

また、信号停止時におけるアイドリングストップを推進する活動が各所で行われているが、停止時の車内温度の変動や、再発進時のエンジン再起動の手間、発進時のもたつきにより後続車にもストレスを与えるなどの問題があり、多くは実践されていない。今後、信号情報が車両側で入手できるようになれば、これらの情報を用いたエンジンの自動停止、再起動などが実現可能となる。

#### ② 本サービスが目指す機能

##### a.プローブ情報を利用した信号制御

プローブ情報を活用することにより、リアルタイムかつ「線的」に交通流を把握し、交通管制される主道路だけでなく周辺道路や従道路にいたるまでの交通流を把握することで、現在のプロファイル型信号制御をさらに精緻化・高度化し、よりスムーズな交

通流制御を行うことで、渋滞を削減する。

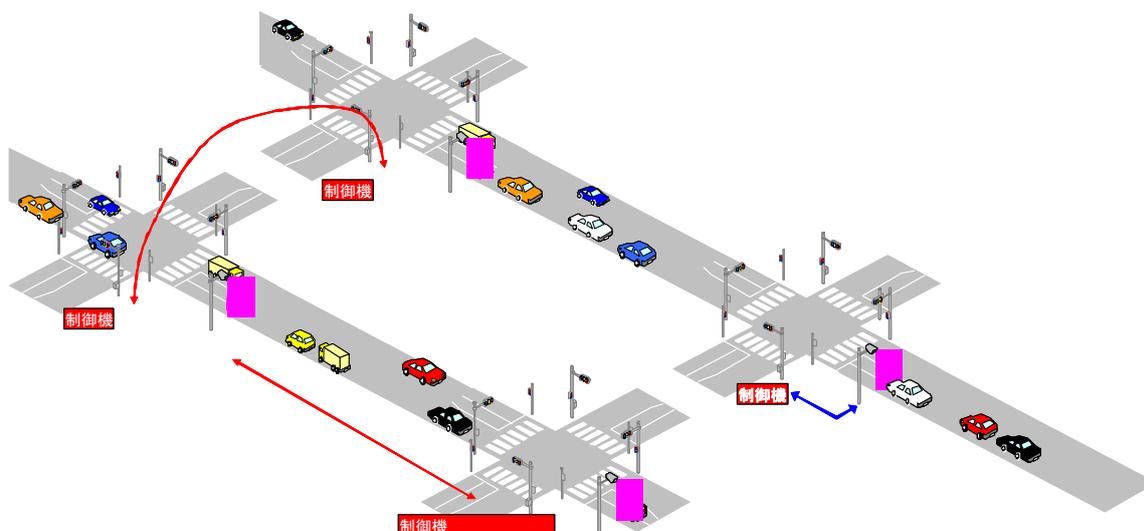


図 1.3-6 プローブを利用した信号制御イメージ

#### b. 信号情報と連携した車両制御

信号情報等と連動し、停車時間が長い場合に自動的にエンジンを停止し、再発進が必要なタイミングで自動的に再始動を行うことで、スムーズな発進を可能にしつつアイドリングストップが実現し、停車時の無駄なエネルギー消費を削減する。さらに、バッテリーの高機能化により、エンジン停止時の車内環境（温度など）を適切に維持できることで、利用者の快適性も向上する。

信号情報は、信号制御の高度化のみならず、運転制御の高度化や経路情報の充実など多くのサービスで活用可能な共通基盤情報となりうるものであり、安全かつ円滑な交通流の確保を前提としつつ、有効に活用していくことが期待される。

### (4) サグ渋滞等対策システム

#### ① 現状と課題

サグ渋滞の発生メカニズムとして、下り勾配から上り勾配に変化する地点において、勾配の変化に気がつかず速度が落ちてしまう車両を原因とし、その結果車間が詰まった後続車両がブレーキなどにより波及的に減速してしまうと言われている。

現在、サグ部において速度低下しないよう、案内看板や電子掲示板などにより、上り坂での速度維持の注意喚起を行っている。またスマートウェイの検討において、車載器への情報提供によりサグ渋滞等の解消に向けた検討が進められている。ただし、速度維持についてはドライバーの自主性に頼らざるを得ないため、情報提供レベルでは効果に限界がある。



(出典) 国土交通省資料

図 1.3-7 サグ発生メカニズム

## ② 本サービスが目指す機能

### a. 勾配情報等と連動してエコドライブ制御する機能

サグ部などの単路部における渋滞削減に向けて、勾配等の情報をデジタル道路地図等から把握するとともに、前方車両の速度が低下した場合には、車間を詰める制御を行うことで自車の速度低下を抑止する。

自車の速度低下が抑止されることで、後続車へのショックウェーブの伝搬も軽減できることから、後続車の速度低下を防止する効果があるため、同機能を搭載した車両が一定程度混入することで、大きな渋滞削減効果があると推察される。

## (5) 合流支援システム

### ① 現状と課題

高速道路における渋滞の 22%は合流部で発生している。これは、本線車両と合流車両の速度差や見通しの悪さなど様々な要因で合流部の滞留が発生するためであり、通過交通量が多い場合には、交通容量が低減し渋滞が発生する。

現在、スマートウェイの検討において合流部での安全かつスムーズな合流を支援するため、合流車両の存在を本線車両に情報提供を行うシステムが検討されている。しかしながら、合流車両と本線車両が交差する複雑な交通環境の中で、CO<sub>2</sub>削減の観点から最適に合流車両を制御する方策についての検討は行われていない。

### ② 本サービスが目指す機能

#### a. 合流車両等周辺車両と連動してエコドライブ制御する機能

合流車両、本線車両を検知し、適切な合流速度やタイミングを合流側、本線側に情報提供するとともに、双方の車両が協調して最適な走行制御を自動的に行うことにより、スムーズな合流が実現する。これにより、合流部での渋滞削減、無駄な加減速を軽減し、CO<sub>2</sub>排出量の削減につながる。

## (6) 経路情報の充実

### ① 現状と課題

現在 VICS などにより、交通情報を入手し、渋滞を回避した最短時間経路検索機能を有するカーナビが市販化されている。VICS の道路交通情報提供は主として主要幹線道路のみであるが、一部企業では会員の車両から収集した位置と時間情報からプローブ交通情報を生成し、VICS 路線以外の道路交通情報も提供している。また、車車間通信を用いることによって車両だけで情報処理を行うセンタレス型のプローブ情報システムの開発が行われている。

現状においてプローブ交通情報は、主として統計データとして利用されているものであり、実用的にはリアルタイムな道路交通情報の活用には至っていない。

また、現状において道路交通情報が収集・提供されていない道路交通ネットワークは、カーナビの最適経路検索では検索の対象外となるか、あるいは過去に蓄積されたデータによる推測値で検索されており、道路交通ネットワーク全体において、検索された経路が必ずしも最適経路とはならない。

さらに、右折などの場合に右折車両が要する時間を分析して、右折レーンでの混雑状況を推計し、所要時間予測に活用している例もある。なお、VICS の場合、混雑状況を路側センサーを用いて把握するため、場合によっては駐車車両などで精度が低下する場合もある。

### ② 本サービスが目指す機能

#### a. プローブ情報を活用したリアルタイム性の向上

本サービスでは、個々の車両に走行経路に関する情報をリアルタイムにサーバにアップロードする機能、或いは車車間で交換する機能が搭載され、これらの走行経路情報をもとに交通情報を生成することで、VICS 提供路線以外でもリアルタイムな交通情報が提供されるようになる。

#### b. より広範囲なエリアでの情報収集・提供

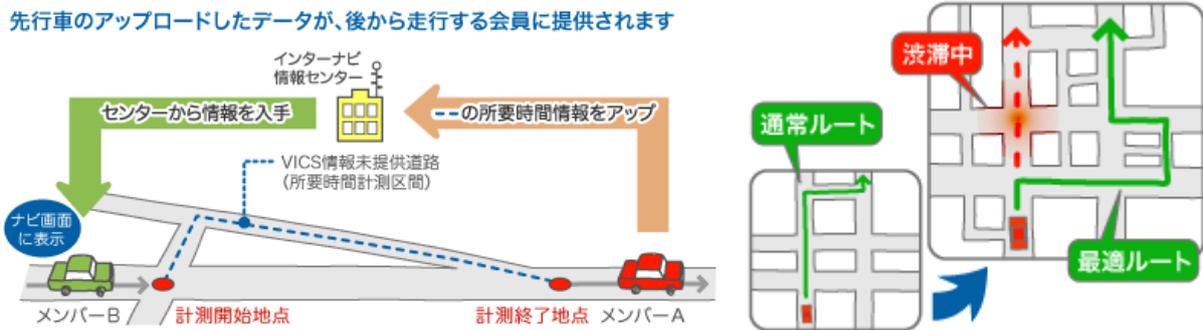
プローブ車両が増大することで、道路交通情報を収集・提供可能な範囲が広域化する。プローブより生成された広範囲な道路交通情報を各車両に提供することにより、最短時間経路検索の対象となる路線の選択肢も増大し、従来の VICS だけでは選択しえなかった最短時間路線への案内が可能となる。これにより、現状よりも一層道路交通ネットワークを活用することが可能となり、交通の分散が可能となる。

#### c. より詳細な車両位置把握により車線別の混雑度合いを収集・提供

高精度な地図と高精度な位置特定により、車線別の混雑度合いを把握し、現在は推計値として実現されている車線別の混雑状況を実測値として把握することにより所要時間予測の精度を高める。

#### d. 多彩な道路情報の提供

プローブ情報システムは、自動車が搭載する様々なセンサを活用して、交通情報だけではなく、経路毎の実走行燃費情報などのより多彩な情報を提供できる可能性を有している。特に、車車間通信を使ったプローブ情報システムは、運用コストが安価なため B/C 的に有利であり、より多くの情報を交換できると考えられる。



(出典) ホンダインターナビプレミアムクラブホームページより

図 1.3-8 プローブ情報により経路選択肢が増加し渋滞削減



(出典) 日産 SKY プロジェクトホームページより

図 1.3-9 プローブ情報により情報収集・提供エリアが拡大

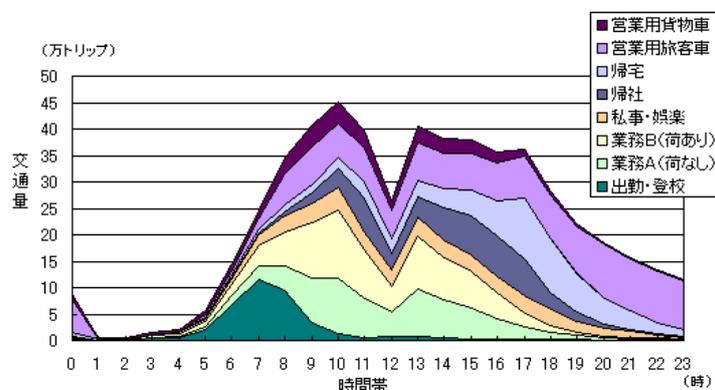
### (7) プローブを活用した最適出発時間予測

#### ① 現状と課題

近年の研究では、渋滞の集中する時間帯を数十分程度ずらすだけでも渋滞滞留時間が変化すると言われている。そのためには、現在の交通情報だけではなく、将来の渋滞予測の精度を高め、出発時間を変化させることでどのように交通状況が変化するか見極めることが必要となってくる。

VICS 情報やプローブ情報及びこれらの蓄積情報より、将来の交通状況の変化を予測し、目的地への到着時刻を基準とした出発時刻のアドバイザーサービスはすでに実現している。

しかしながら、渋滞ピーク時間や運転総時間を基準とした出発時刻アドバイザーサービスについては、予測精度などの問題やサービス受容性が不明確なこともあり、未だ実現していない。



(出典) 東京都ロードプライシング検討委員会報告書

図 1.3-10 東京都区部出発時間帯別交通量

② 本サービスが目指す機能

a. プローブ情報を利用した最適出発時間予測機能

本サービスでは、リアルタイムなプローブ情報やプローブデータの蓄積データより渋滞予測を行い、最も運転時間が短くなる出発時刻をドライバーに提供することで、渋滞の集中時間を避け、運転時間や渋滞時間を削減することが可能となる。

(8) 駐車場情報提供システム

① 現状と課題

自動車と公共交通との連携方策として、パークアンドライドがあるが、駐車場の所在や利用可否がボトルネックとなっていることもある。また中心市街地やイベント時では、駐車場や駐車場の空き探しのための迷走などにより、無駄なエネルギー消費が発生している。

駐車場の満空情報については、一部 VICS での配信が行われており、また東京都など一部地域では民間の駐車場を巻き込んでインターネットによる満空情報提供が行われているが、まだまだ情報の提供されていない駐車場や地域も多い。また、観光地などでは場所を案内する機能はあるが、駐車場を案内していない。

② 本サービスが目指す機能

a. 駐車場の満空情報を提供する機能

本サービスでは、パークアンドライドやイベント時における利用なども念頭に、駐車場の満空状態をリアルタイムに把握し、各種路車間通信を通じて車両に駐車場情報を提供することで、空き駐車場待ちの渋滞や、空き駐車場探しのための迷走を防止し、CO<sub>2</sub>

排出量を削減する。

b. 駐車場入口まで詳細に案内する機能

都市部や大規模施設などでは、カーナビゲーションの地図データに駐車場の入口がない場合も多く、施設周辺で駐車場探しのために迷走する場合がある。このため、詳細な駐車場入り口情報を整備することで、目的地近傍における迷走を防止し、CO<sub>2</sub> 排出量を削減する。

## (9) 異常事象の検知と対応

### ① 現状と課題

事故が発生した場合に、事故処理や検分のため、車線の閉鎖などが行われ、交通容量が低下することで渋滞が発生する。しかしながら、事故処理や検分に要する時間自体の短縮化は困難であるものの、その初動を早めることで処理時間の短縮化を図ることが可能となる。現在、同機能を実現するサービスとして、HELPNET の整備が進められている。

これとあわせて、プローブ情報等を活用し、異常事象発生箇所の情報をいち早く後続車に伝えることで、事故等の発生地点の回避や迂回などによる渋滞軽減を図ることも可能となる。

### ② 本サービスが目指す機能

a. プローブ情報を活用した異常事象把握機能

本サービスでは、事故車両の位置や事故状況の情報に加え、プローブなどにより事故発生地点の周辺の実タイムな車両挙動を把握・分析することで、異常事象の把握を行い、経路情報提供に活用可能な情報とする。

## (10) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

### ① 現状と課題

ITS の実用化・普及に伴い、プローブ情報システム等による道路交通情報及び自動車の状況に係るデータ入手の可能性が高まっており、これらのデータを活用した CO<sub>2</sub> 効果評価のための交通流シミュレーション技術等の向上に期待が高まっている。

渋滞対策等、各種施策を適切に運用していくためには、道路交通状況の状況を可能な限り把握するとともに、各種施策が CO<sub>2</sub> 削減にどれほど寄与したかを計測していく必要がある。さらに、その結果をサービスの改良や適用場所の選定等に生かしていくことも重要である。しかし、現段階では、国際的に信頼される効果評価方法が確立されていない。

CO<sub>2</sub> 削減効果の定量評価は、京都議定書での削減効果達成度合いを示すためにも、また今後の市場展開が予想される国際間での CO<sub>2</sub> 排出権取引においても、非常に重要な位置づ

けを占めていると考えられ、国際的に信頼される CO<sub>2</sub> 削減効果評価方法の確立が必要となる。

## ② 本サービスが目指す機能

### a. エネルギーITS 導入時の CO<sub>2</sub> 排出量削減効果予測機能

評価対象の規模や考慮すべき交通現象の詳細度によって、適用すべきシミュレーション技術を特定し、それぞれが連携して評価可能な技術開発が必要となる。また、プローブ情報を活用する際における都市交通全体での効果評価への適用、さらには、各種の車両制御技術、交通管理技術の影響を十分に加味できる CO<sub>2</sub> 排出原単位の推計が必要となる。

### b. リアルタイムでの CO<sub>2</sub> 排出量削減効果のモニタリング機能

国際的な合意の下で定められた CO<sub>2</sub> の削減目標に対して、その達成を確実に遂行するためには、継続的かつ定常的に自動車交通の CO<sub>2</sub> 削減量を数値化する「モニタリング機能」が必要不可欠である。特に、交通量の多い都市部においては、プローブ情報やその他のセンサ情報を活用し、CO<sub>2</sub> 削減効果をリアルタイムで推計し、その情報をドライバーや企業・自治体等の関係者にフィードバックすることで、人の行動心理の変容に働きかけていく仕組みも活用しつつ、地域で一丸となって CO<sub>2</sub> 削減に取り組むことが求められ、これに資するモニタリング機能の重要性は高いといえる。

## 第2章 エネルギーITSの推進

### 2.1 効果試算における基本的な考え方

#### 2.1.1 マイルストーンの設定

エネルギーITSは、2007年5月24日の地球温暖化対策に関する内閣総理大臣演説（美しい星へのいざない「Invitation to 『Cool Earth 50』」）を踏まえ、2050年までの長期的視座において取り組むべき施策を検討するものであるが、ポスト京都議定書の拘束期間等に応じて、2050年以前における短期、中期のマイルストーンを設定しておく必要がある。

現段階では、ポスト京都議定書の拘束期間は未定であるが、京都議定書の拘束期間が切れる2013年からの5カ年をひとつの区切りとして考え、2017年を短期的マイルストーンとして設定する。また、経済産業省が2006年5月に公表した「新・国家エネルギー戦略」の目標年次が2030年であることから、これを中期的マイルストーンとして設定する。

	2008～2012年	2013～2017年	2018～2030年	2031～2050年
マイルストーン		▲ 2017年	▲ 2030年	▲ 2050年
エネルギーITS に関連する動き	→ 京都議定書	-----	----- 新・国家エネルギー戦略	----- ポスト京都議定書 Cool Earth 50

図 2.1-1 マイルストーンの設定

#### 2.1.2 試算方法

##### (1) 基本的な考え方

自動車からのCO<sub>2</sub>排出量については、今後の自動車単体の燃費の向上、さらに燃費の良いハイブリッド車や電気自動車等の次世代自動車が普及することによって、燃料消費量が減少し、CO<sub>2</sub>排出量が減少することが想定される。なお京都議定書目標達成計画において、2010年度のクリーンエネルギー自動車の導入目標約233万台によりCO<sub>2</sub>が約300万t削減される見込みである。また、道路整備等によって渋滞が削減されると、実走行燃費が向上し、CO<sub>2</sub>排出量が減少することが想定される。さらに、公共交通の利用促進等により、モーダルシフトがなされ、自動車の走行台キロが減少すれば、これに伴って自動車からのCO<sub>2</sub>排出量が減少することが想定される。京都議定書目標達成計画ではCO<sub>2</sub>削減を量(t)で表し

ているが、ここでは2017年、2030年、2050年における自動車交通全体のCO<sub>2</sub>排出量を正確に見通し立てることが困難であることから排出量ではなく、当該対象が排出量をどの位削減する可能性を持っているかを表す「期待される効果（削減率）」を示すこととする。

ここで、期待される効果（削減率）とは、1台の自動車が1km走る際に排出するCO<sub>2</sub>を削減する割合であり、本検討で用いる算定式は以下の通りである。

$$\text{①期待される効果（削減率）（\%）} = \text{CO}_2\text{削減原単位（\%）} \times \text{普及率（\%）} \times \text{走行台キロ比（\%）}$$

なお、本算定式で得られた値（%）に、将来における自動車からの燃料消費に伴うCO<sub>2</sub>排出量予測値を乗ずれば、CO<sub>2</sub>削減量が求められる。なお、以降の試算では、現状データの揃う2005年を基準として試算を行っている。

（CO<sub>2</sub>削減量の試算例）

①期待される効果（エネルギーITSによるCO<sub>2</sub>削減率）・・・25%

②20XX年における自動車からのCO<sub>2</sub>排出量予測値・・・200百万t-CO<sub>2</sub>/年

③20XX年におけるエネルギーITSによるCO<sub>2</sub>削減量＝①×②＝50百万t-CO<sub>2</sub>/年

期待される効果の発現に際しては、サービスによってはインフラ整備状況に大きく影響を受けるものがある。ここでは、自動車側の機能の普及状況に応じてインフラ整備が理想的に進んだ場合を想定して期待される効果を算定している。

## （2）CO<sub>2</sub>削減原単位

CO<sub>2</sub>削減原単位とは、エネルギーITSの各施策メニューの対象範囲において、最大限に効果を発揮した場合のCO<sub>2</sub>削減率である。この値は、各施策ごとに異なるため、2.2節において解説するが、以下にその設定結果の概要を記載する。

表 2.1-1 CO<sub>2</sub> 削減原単位の概要

			CO <sub>2</sub> 削減 原単位	設定根拠	
走行方法 の改善	(1)エコドライブ・アイドリング ストップ支援		15%	<ul style="list-style-type: none"> <li>京都議定書目標達成計画より、エコドライブ関連機器導入（アイドリングストップ等）による CO<sub>2</sub> 排出量削減効果原単位を引用。</li> <li>対象範囲は全車両</li> </ul>	
	(2)運転制御・ 隊列走行	運転 制御	道路 環境 連携	18%	<ul style="list-style-type: none"> <li>省エネセンター資料より、エコドライブ実施による燃費改善率（25%）の内訳は、発進時（10%）、巡航時（3%）、減速時（2%）、停止時（10%）であるが、停止時や発進時の一部は(1)のエコドライブ関連機器で実現されるものと考え、初期段階は道路構造情報と連携することで巡航時（3%）の効果を加算、最終的には最大限の効果が発現すると想定。ただし、減速時（2%）は(3)信号制御の高度化に計上。</li> <li>対象範囲は全車両</li> </ul>
			協調 走行	23%	
		隊列走行		15%	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧州における類似システムの研究開発プロジェクト（CHAUFFER）における研究成果より引用。</li> <li>対象範囲は高速道路を長距離利用する大型車</li> </ul>
ボトルネ ックの解 消	(3)信号制御の 高度化	プローブ利用信 号制御		0.4%	<ul style="list-style-type: none"> <li>京都議定書目標達成計画より、信号機の集中制御化による効果を原単位化</li> </ul>
		信号連携車両制 御		2%	<ul style="list-style-type: none"> <li>省エネセンター資料より、エコドライブ実施による燃費改善率のうち、信号情報を早めに検知してアクセルオフすることで削減可能な減速時（2%）の削減効果を引用。</li> <li>対象範囲は全車両</li> <li>なお、プローブ情報を利用した信号制御機能による CO<sub>2</sub> 削減効果は(6)に含まれるものとした</li> </ul>
	(4)サグ渋滞等対策システム		—	CO <sub>2</sub> 削減効果は(2)に含まれるものとした	
	(5)合流支援システム		—	CO <sub>2</sub> 削減効果は(2)に含まれるものとした	
	道路の有 効活用	(6)経路情報の充実		1.6～ 14% (注)	<ul style="list-style-type: none"> <li>施策による速度向上効果を想定し、H17 センサおよび国総研式より、施策実施前後の CO<sub>2</sub> 排出量削減比率を算出。</li> <li>対象範囲は一般道センサ区間走行車両</li> </ul>
(7)プローブを活用した最適出発 時間予測		0.1～ 15.2% (注)	<ul style="list-style-type: none"> <li>(6)と同様であるが、交通量は不変とし時間シフトすることでピーク時速度が向上すると想定。</li> <li>対象範囲はピーク時間帯の高速道路 DID、一般道路 DID 区間走行車両</li> </ul>		
(8)駐車場情報提供システム		—	CO <sub>2</sub> 削減効果は(6)に含まれるものとした		
(9)異常事態の検知と対応		—	CO <sub>2</sub> 削減効果は(6)に含まれるものとした		

(注) 沿道状況、車種別に異なる。

施策実施前後の走行速度向上によるCO<sub>2</sub>削減効果の算出には、国総研資料第141号「自動車排出係数の算定根拠」に掲載されている、2000年におけるCO<sub>2</sub>排出係数式を用いる。これにより、施策実施前後のCO<sub>2</sub>削減率を算出する。

また、走行速度については、H17年度道路交通センサデータを用いる。

表 2.1-2 CO<sub>2</sub> 排出係数式（2000 年）

車種区分	CO <sub>2</sub> 排出係数式（単位：g-CO <sub>2</sub> /km）
小型車類	$EF=1524.94/v-2.9973v+0.02494v^2+202.844$
大型車類	$EF=50.6414/v-27.313v+0.20876v^2+1592.74$

（出典）国総研資料第141号「自動車排出係数の算定根拠」

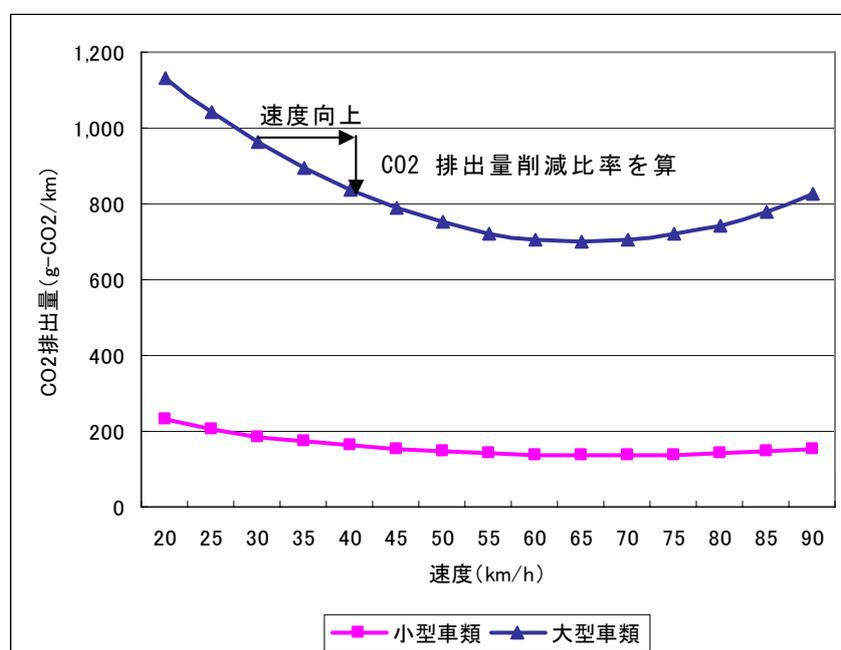


図 2.1-2 CO<sub>2</sub> 排出係数式（2000 年）による試算結果

表 2.1-3 走行速度（沿道状況別）

沿道状況	(km/h)		
	平均	渋滞時	非渋滞時
一般道DID区間	20.4	19.8	21.5
一般道その他市街地	—	27.4	31.9
一般道DIDを除く全センサ区間	34.5	—	—
高速道路DID区間	45.3	33.4	53.1
高速道路その他市街地	73.5	51.6	77.0

（注）表中「—」は算定に用いていない。

（出典：H17 道路交通センサス）

### (3) 普及率

普及率の設定に際しては、カーナビ、VICS、ETCの普及率の実績データを調査し、これをもとに普及予測の際に一般に用いられるロジスティク曲線を用いて将来推計値を設定した。このうち、すでに先行的なサービスが実用化されているものについては普及が早いと想定し、普及率の伸びが急峻なETCの普及率を参照した。一方、新たに車載機器・車両の普及を必要とするものについては普及が緩やかと想定し、普及率の伸びが緩やかなカーナビの普及率を参照した。

表 2.1-4 普及率の設定

		普及の早さ	参照する普及率	開始年度
走行方法 の改善	(1)エコドライブ・アイドリングストップ支援	早い	ETC (ただし、2030年には普及上限値に達し、2050年には全て運転制御に移行すると設定)	2010年
	(2)運転制御・ 隊列走行	運転制御	カーナビ (ただし、2050年には普及率100%と設定)	2015年
		隊列走行	カーナビ (ただし、2050年には普及率100%と設定)	2020年
ボトルネックの 解消	(3)信号制御の 高度化	プローブ利用 信号制御	ETC	2010年
		信号連携車両 制御	カーナビ (ただし、2050年には普及率100%と設定)	2015年
	(4)サグ渋滞等対策システム	—	—	—
	(5)合流支援システム	—	—	—
	道路の有 効活用	(6)経路情報の充実	早い	ETC
(7)プローブを活用した最適出発 時間予測		早い	ETC	2010年
(8)駐車場情報提供システム		—	—	—
(9)異常事態の検知と対応		—	—	—

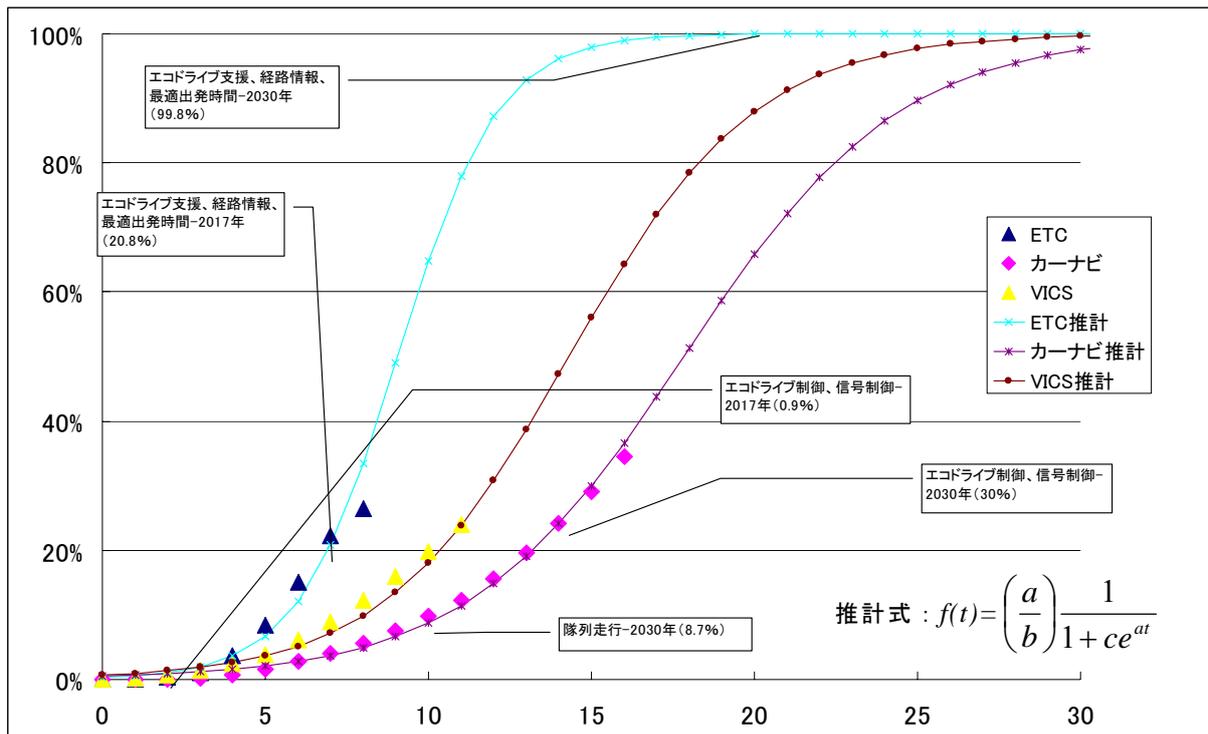


図 2.1-3 普及率の設定

#### (4) 走行台キロ比

走行台キロ比は、全道路における総走行台キロに対する、エネルギーITS の各施策の対象範囲における走行台キロの比率である。

国土交通省資料において、2050 年までの将来の走行台キロ予測がなされており、2005 年と比較して将来は若干の増加が予測されているものの、概ね横ばいとみることができる。このため、走行台キロ比の分母としては、2005 年における総走行台キロである 8260 億台キロを用いる。

また、分子となる走行台キロについては、H17 道路交通センサデータをもとに年換算 (365 倍) して用いる。

表 2.1-5 走行台キロ予測

(10 億台キロ/年)

	2000	2005	2010	2017	2020	2030	2040	2050
全車	776	826	848	879	892	897	880	850
乗用車類	515	572	597	631	645	660	655	630
貨物車類	261	254	251	248	247	237	225	220

(出典) 第 8 回社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会 (2002 年 6 月 24 日)

表 2.1-6 走行台キロ、道路延長（沿道状況別、車種別）

沿道状況	車種	昼間12時間交通量(千台キロ/日)	ピーク時間交通量(台/時)	道路延長(km)
一般道DID 区間	小型車類	230,544	1,427	16,844.1
	大型車類	35,644	157	
一般道その 他市街地	小型車類	—	901	13,495.7
	大型車類	—	88	
一般道DIDを除く 全センサス区 間	小型車類	601,363	—	—
	大型車類	10,810	—	
高速道路 DID区間	小型車類	32,653	3,797	917.8
	大型車類	11,183	997	
高速道路その 他市街地	小型車類	8,792	2,333	403.6
	大型車類	2,983	646	

(注) 表中「—」は算定に用いていない。

(出典：H17 道路交通センサス)

#### (5) まとめ

CO<sub>2</sub> 削減原単位、普及率および走行台キロ比の総括表を以下に示す。有効率は普及率×走行台キロ比となるが、サービスによっては沿道状況別、車種別（小型車類、大型車類）に CO<sub>2</sub> 削減原単位が異なるため、それぞれを計算した上で合計している。

表 2.1-7 CO<sub>2</sub>削減原単位、普及率および走行台キロ比の設定総括表

		上段:CO <sub>2</sub> 削減原単位 下段:普及率			走行台キロ比	
		2017年	2030年	2050年		
走行方法 の改善	(1)エコドライブ・アイドリング ストップ支援	15% 20.8%	15% 40%	—	100%	
	(2)運転制御・ 隊列走行	運転制御	18% 0.9%	18% 30.0%	23% 100%	100%
		隊列走行	— 0%	15% 8.7%	15% 100%	1.4%(注2) (高速道路を150km以上 走行する大型車)
ボトルネッ クの解消	(3)信号制御の 高度化	プローブ 利用信号 制御	0.4% 20.8%	0.4% 100%	0.4% 100%	—(注3)
		信号連携 車両制御	2% 0.9%	2% 30.0%	2% 100%	74% (一般道計)
	(4)サグ渋滞等対策システム	—	—	—	—	
	(5)合流支援システム	—	—	—	—	
	道路の有 効活用	(6)経路情報の充実	1.6~14% <sup>注1</sup> 20.8%	1.6~14% 100%	1.6~14% 100%	43%(注2) (一般道 DID 区間およ び一般道その他区間、 小型車類、大型車類 別、昼間12時間)
(7)プローブを活用した最適 出発時間予測		0.1~15.2% <sup>注1</sup> 20.8%	0.1~15.2% 100%	0.1~15.2% 100%	0.7%(注2) (ピーク時間帯(朝夕各 2時間合計4時間)の 高速道路 DID および 一般道路 DID 区間、 小型車類、大型車類 別)	
(8)駐車場情報提供システム		—	—	—	—	
(9)異常事態の検知と対応		—	—	—	—	

(注1) 沿道状況、車種別に異なる。

(注2) ここでは合計しているが、算定時には沿道状況別、車種別の数値を用いている。

(注3) 走行台キロ比は算定に用いていない。

## 2.2 期待される効果

### 2.2.1 エコドライブ・アイドリングストップ支援

#### (1) 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

ドライバーがエコドライブのための運転方法を理解した上で、実際にエコドライブを行うことによる効果を実感できるツールによりモチベーションを高め、多くのドライバーがエコドライブを実践・継続できる機能を追加することで、エコドライブ実施者数が増加し、CO<sub>2</sub>の総排出量を削減することが可能となる。

またあわせて環境負荷に応じた経路検索や、勾配が少ない等、エコドライブに適した経路を総合的に選択支援することでも CO<sub>2</sub> 排出量を削減することが可能となる。

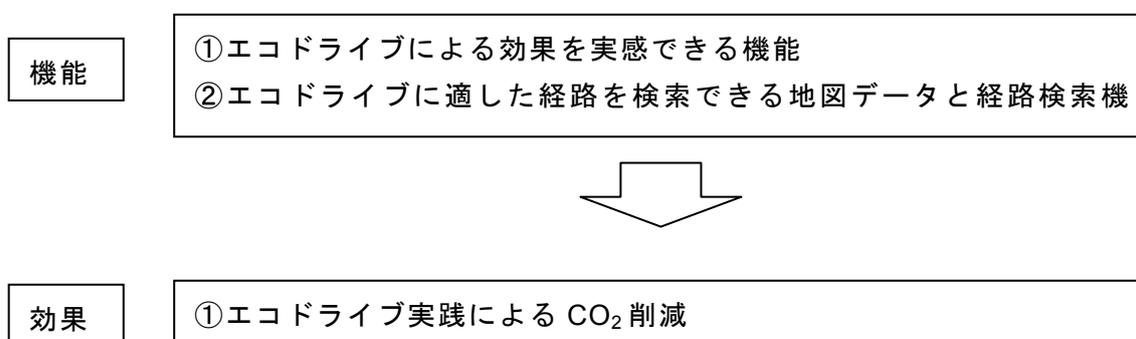


図 2.2-1 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

#### (2) 効果の試算

##### ① CO<sub>2</sub> 削減原単位

15%

本サービスの類似事例であるエコドライブの推進効果については、京都議定書目標達成計画において、以下の通り設定されている。

1. 営業用トラック 1 台あたりの年間 CO<sub>2</sub> 排出量=40.1t-CO<sub>2</sub>/年。(①)
2. エコドライブ関連機器導入による CO<sub>2</sub> 排出量削減効果は約 15% (②)、営業用トラックへの関連機器の普及台数を 20 万台 (③) とすると、総排出量削減見込みは  
=約 40.1t-CO<sub>2</sub>/年 (①) ×15% (②) ×20 万台 (③)  
=約 120 万 t-CO<sub>2</sub>

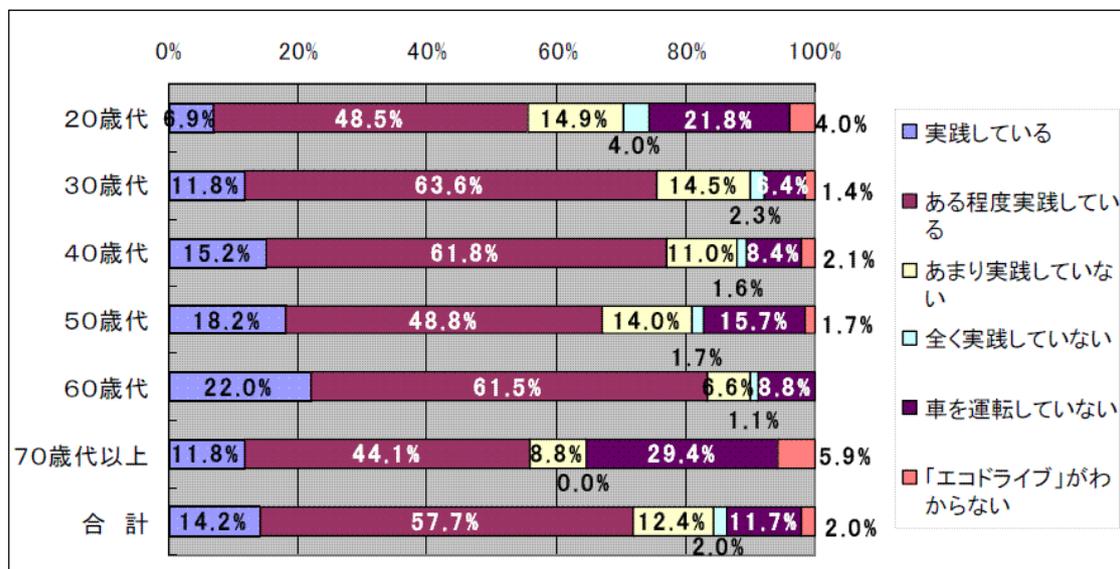
本検討では、先行検討の効果原単位（15%）を活用しつつ、営業用トラックのみならず、エコドライブの教育ツールにより、現状のエコドライブ関連機器と同レベルの運転技術が一般ドライバーにも身に付くと考えることとした。

② 普及率

2017年：20.8%
2030年：40%
2050年：(削減効果はエコドライブ運転制御に完全に推移)

エコドライブのための機器はすでに実用化されているものもあり、今後、ドライバーが効果を実感することができれば、普及は早いものと想定した。

ただし、普及率の上限値としては、自らエコドライブを行う意志のあるドライバーの比率と考えられる。ここでは、国土交通省のアンケート結果よりエコドライブを「実践している」「ある程度実践している」を合計した値（71.9%）を参考に70%が普及率の上限値と考えた。このうち、後掲の(3)運転制御機能の普及率との重複を排除するために、2030年における普及率を40%（70%－30%：2030年における運転制御機能普及率）とした。なお、残りのドライバーは、教育やツールにかかわらず、自らはエコドライブする意識のないドライバーであり、エコドライブに関する運転制御機能が車両に標準的に装備されることにより、エコドライブの効果が発現するものと想定した。このため、2050年時点における削減効果は(3)運転制御機能の効果に含まれるものとした。



(出典) 平成18年度国土交通行政インターネットモニターアンケート  
 図 2.2-2 エコドライブの実践程度

### ③ 走行台キロ比

100%

本効果の対象範囲は全ての道路、全すべて車両であり、走行台キロ比は100%とした。

### ④ 試算結果

表 2.2-1 エコドライブ・アイドリングストップ支援に期待される CO<sub>2</sub> 削減効果

年次	2017	2030	2050
CO <sub>2</sub> 削減原単位 (①)	15.0%	15.0%	(2)運転制御の内数
普及率 (②)	20.8%	70%	
走行台キロ比 (③)	100%	100%	
期待される効果 (①×②×③)	3.12%	10.5%	

## 2.2.2 運転制御・隊列走行

### (1) 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

自動的にエコドライブ(勾配連動型シフト制御や道路構造情報にもとづいた急発進抑止、渋滞検知アイドリングストップ)を行うことで、教育や手動ではカバーしきれなかったより効率的な CO<sub>2</sub> 排出量削減が実現し、さらなる効率化が望まれるとともに、自らはエコドライブ意識の低かったドライバーやエコドライブ教育の効果が薄れたドライバーも自動的にエコドライブを実践することとなり、機能の普及と共にエコドライブ人口も飛躍的に増大することとなる。

また大型車においては、その大きな車体から高速走行時の空気抵抗が非効率な燃料消費の一因となっているが、隊列走行を行い、後続車の空気抵抗を減らすことで燃料ロスも削減することが可能となり、効率化された燃料消費分だけ、CO<sub>2</sub> の排出量も抑止される。

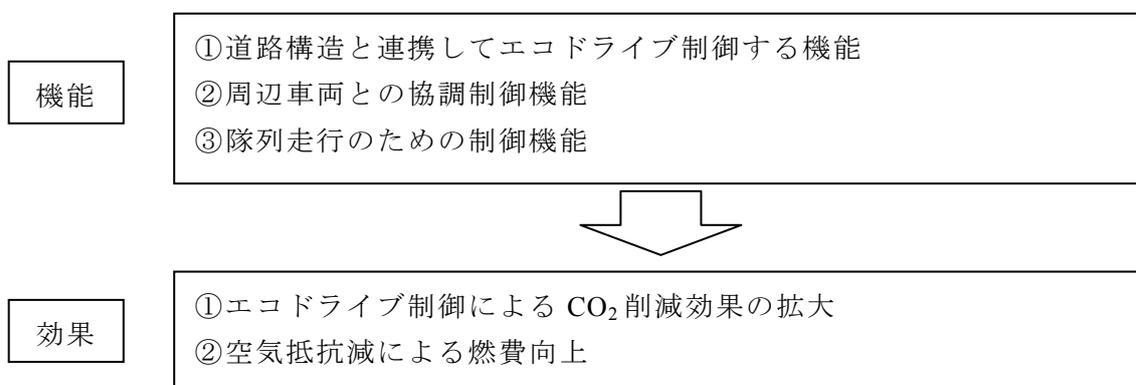


図 2.2-3 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

## (2) 効果の試算

### 【運転制御】

#### ① CO<sub>2</sub>削減原単位

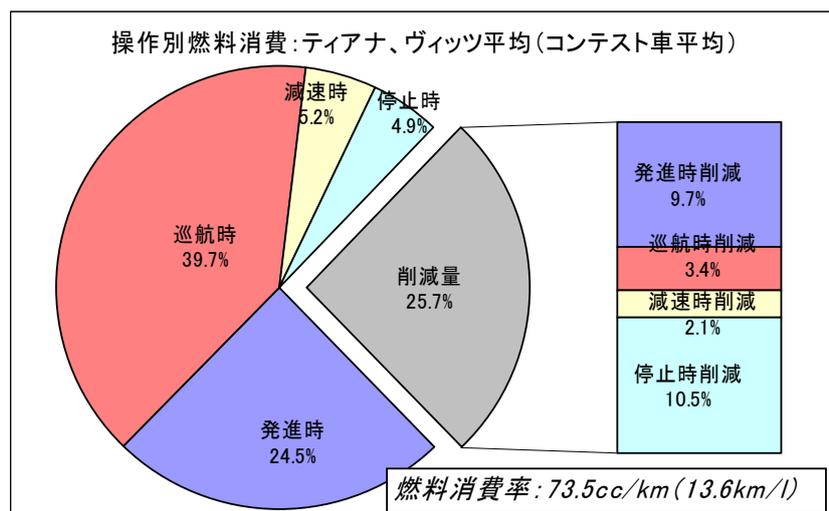
2017年：18%
2030年：18%
2050年：23%

(財)省エネルギーセンターによると、車両の挙動別エコドライブ燃料消費削減割合として、発進時（ふんわりスタート）約10%、巡航時（定速度走行）約3%、停止時（アイドリングストップ）約10%で、合計約23%の削減が可能である。

本サービスでは、機械的・電子的制御により、エコ意識がないドライバーであったとしても、自動的にこれらのエコドライブが実現できるものと考え、当該燃費削減率を削減原単位とした。

ただし、停止時や発進時支援の一部はエコドライブ・アイドリングストップ支援の関連機器で一部実現されるものと考え、初期段階では道路構造情報と連携することで巡航時（3%）の効果をエコドライブ・アイドリングストップ支援の効果（15%）に加算した18%を削減原単位とした。最終的には最大限の効果が発現し、上記の合計23%の効果があると設定した。

なお、減速時の省エネ運転（早めの減速）の効果については、信号現示情報などとの連携により実現するものであるため、当該効果については、信号制御の高度化の効果として位置づけた。



(出典) (財)省エネルギーセンター資料より

② 普及率

2017年：0.9%  
2030年：30%  
2050年：100%

運転制御機能は、ACCやレーンキープなどの車両自律型の機能はすでに実用化されているが、道路構造や周辺車両等の外部環境の情報と連携した機能は、今後実用化されることから、普及は緩やかであると想定し、カーナビの普及率を参照した。また、研究開発が必要なことから、サービス開始年次は2015年度と設定した。

③ 走行台キロ比

100%

本効果の対象範囲は全ての道路、全ての車両であり、走行台キロ比は100%とした。

④ 試算結果

表 2.2-2 運転制御に期待されるCO<sub>2</sub>削減効果

年次	2017	2030	2050
CO <sub>2</sub> 削減原単位 (①)	18%	18%	23%
普及率 (②)	0.9%	30%	100%
走行台キロ比 (③)	100%	100%	100%
期待される効果 (①×②×③)	0.2%	5.4%	23%

【隊列走行】

① CO<sub>2</sub>削減原単位

15%

CHAUFFER1における試算では、80km/h走行時に15～21%の燃料削減効果があるとされており、その研究成果を活用して、ここでは15%を削減原単位とした。

② 普及率

2017年：－  
2030年：8.7%  
2050年：100%

本サービスの普及率は、2020年にサービス開始と仮定し、普及の伸びが緩やかなカーナビの普及率を参照した。

### ③ 走行台キロ比

1.4%

隊列走行を実施する車群は、長距離走行することが多いと想定し、ここでは高速道路を150km以上走行するトラックの走行台キロ比を設定した。「平成17年度道路交通センサス」によると、全交通量に対して、高速道路を走行する大型貨物車の割合は4.9%、また高速道路の大型貨物車トリップ長分布のうち、150km以上走行する大型車の交通量は28.2%であり、これに乗じて1.4%を走行台キロ比とした。

表 2.2-3 走行台キロ比

全交通量に対する高速道路利用大型車の割合 (H17センサス) (①)	4.9%
高速道路利用大型車のうち150km以上利用する比率 (道路構造令解説より) (②)	28.2%
走行台キロ比 (①×②)	1.4%

### ④ 試算結果

表 2.2-4 隊列走行に期待される CO<sub>2</sub> 削減効果

年次	2017	2030	2050
CO <sub>2</sub> 削減原単位 (①)	—	15%	15%
普及率 (②)	—	8.7%	100%
走行台キロ比 (③)	—	1.4%	1.4%
期待される効果 (①×②×③)	—	0.02%	0.21%

## 2.2.3 信号制御の高度化

### (1) 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

信号現示の情報を車両側で取り込むことにより、赤信号停止時に自動的にエンジンを停止し、また青信号現示へと変化する直前に自動的に再始動するなど、他の交通流に影響を与えることなく、かつ最も効率的のよいアイドリングストップを実現することで、アイドリングストップ時の CO<sub>2</sub> 排出量をのものを削減することが可能となる。

またプローブ情報により、路側センサのみによる「点的」な交通流把握から、「線的」あるいは「面的」に交通流を把握することで、本線道路だけでなく従道路の交通流を含めた

制御が可能となり、交通ネットワーク全体を円滑化し、ひいては平均速度の向上により CO<sub>2</sub> 排出量を可能とするが、本効果については、プローブサービスの一環として経路案内の効果に含めるものとした。

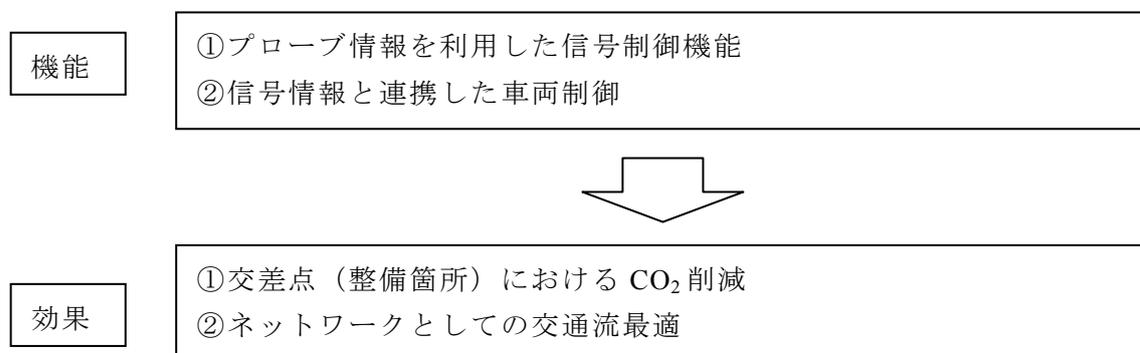


図 2.2-4 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

## (2) 効果の試算

### 【プローブ利用信号制御】

#### ① CO<sub>2</sub> 削減原単位

0.4%

プローブ情報を利用した信号制御とは、プロファイル信号制御を安価に構築する仕組みと考えられるが、プロファイル信号制御の効果については、現在神奈川県や愛媛県におけるモデル地区において、実証検証が行われているところである。その効果については、渋滞時間が 20%削減された報告や、ある区間の旅行時間が 30%削減されたなどの報告がなされているが、広範囲なエリアでの平均速度の向上等については現段階では不明である。

そのため、仮に京都議定書目標達成計画における信号機の集中制御化による効果（約 4 万基整備で約 100 万 t の CO<sub>2</sub> 削減）と同等とし、2005 年における自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量 225 百万 t に対する比率（0.44%）を CO<sub>2</sub> 削減原単位として計上した。

#### ② 普及率

2017 年：20.8%  
 2030 年：100%  
 2050 年：100%

プローブ情報を活用した情報提供サービスは、一部カーナビの機能として一部実現している機能であり、普及も急峻であると考えた。普及率の設定に際しては、2010 年にサービス開始とし、ETC の普及率を参照した。

③ 走行台キロ比

—（算定に用いない）

本効果の原単位の作成方法から走行台キロ比は算定に用いていない。

④ 試算結果

表 2.2-5 プローブ利用信号制御に期待される CO<sub>2</sub> 削減効果

年次	2017	2030	2050
CO <sub>2</sub> 削減原単位 (①)	0.4%	0.4%	0.4%
普及率 (②)	20.8%	100%	100%
走行台キロ比 (③)	—	—	—
期待される効果 (①×②×③)	0.09%	0.4%	0.4%

【信号制御車両制御】

① CO<sub>2</sub> 削減原単位

2%

（財）省エネルギーセンター資料によると、車両の挙動別エコドライブ燃料消費削減割合として、発進時（ふんわりスタート）、巡航時（定速度走行）、停止時（アイドリングストップ）で、合計約 25%の削減が可能である。一方、減速時にはやめのアクセルオフを行い、エンジブレーキを活用することで、約 2%の CO<sub>2</sub> 削減効果があるとされている。

本サービスでは、信号現示情報などとの連動により、自動的にはやめのエンジブレーキ制御（アクセル制御）を行うことで、2%の削減効果が得られると仮定した。

② 普及率

2017年：0.9%  
2030年：30%  
2050年：100%

本サービスの普及率は、2.2.2 運転制御・隊列走行におけるエコドライブ制御の進化の過程の一部であると考えられるため、普及率はこれと同一とした。

③ 走行台キロ比

74%

本効果の対象範囲は信号のある道路を走行する全ての車両であり、センサス区間にお

る一般道合計がこれに該当すると設定した。このため、H17 道路交通センサスより一般道計の昼間 12 時間総走行台キロおよび昼夜率 (1.39) を用いて日合計とし、全走行台キロ 8,260 億台キロ (表 2.1-5 走行台キロ予測) に対する比率を走行台キロ比として設定した。

④ 試算結果

表 2.2-6 信号制御車両制御に期待される CO<sub>2</sub> 削減効果

年次	2017	2030	2050
CO <sub>2</sub> 削減原単位 (①)	2%	2%	2%
普及率 (②)	0.9%	30%	100%
走行台キロ比 (③)	74%	74%	74%
期待される効果 (①×②×③)	0.01%	0.44%	1.48%

2.2.4 サグ渋滞等対策システム

(1) 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

サグ部においては、速度低下に気がつかない前方車両の影響で後続車も速度が低下し、その低下がさらに後続車に伝播することで、最終的に渋滞になることが知られている。本サービスでは、勾配にさしかかっていることを地図データなどから車両が判断し、前方の車両速度が低下した場合、車間距離を詰め、自車の速度低下は最小限に抑えて追従走行することにより、交通容量の低下を防止し、サグ渋滞発生そのものを防止する。

サグ渋滞発生が防止されることで、サグ部における平均速度を向上し、CO<sub>2</sub> 排出量を削減することが可能となる。同様に、トンネル等、他の単路における渋滞も同様に解消できるものと期待される。なお本機能の実現に向けては、現在検討が進められているスマートウェイでの研究成果を活用することが可能と考えられる。

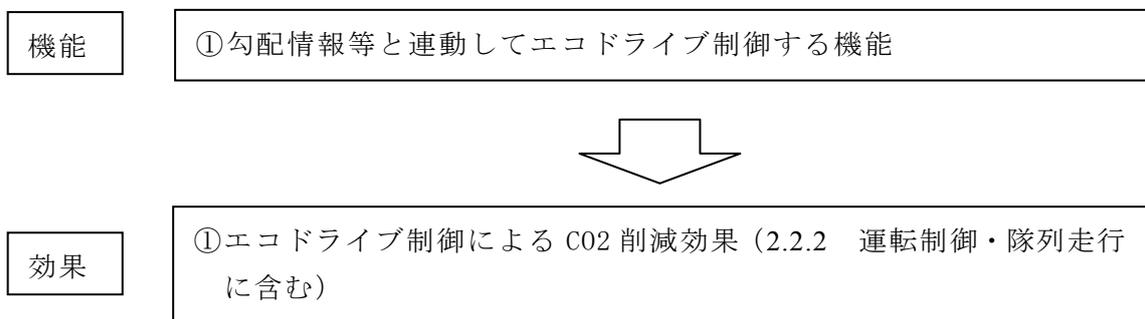


図 2.2-5 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

## (2) 効果の試算

運転制御・隊列走行による効果の内数となる。

### 2.2.5 合流支援システム

#### (1) 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

合流車両、本線車両を検知し、適切な合流速度やタイミングを合流側、本線側に情報提供するとともに、双方の車両が協調して最適な走行制御を自動的に行うことにより、スムーズな合流が実現する。これにより、合流部での渋滞削減、無駄な加減速を軽減し、CO<sub>2</sub> 排出量の削減につながる。なお本機能の実現に向けては、現在検討が進められているスマートウェイでの研究成果を活用することが可能と考えられる。

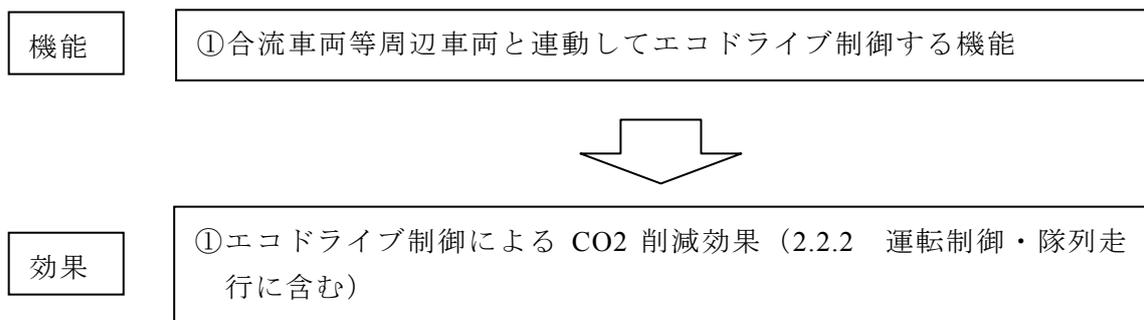


図 2.2-6 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

## (2) 効果の試算

運転制御・隊列走行による効果の内数となる。

## 2.2.6 経路情報の充実

### (1) 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

プローブ情報を活用することにより、より広範囲なエリアでの情報収集・提供が実現することで経路の選択肢が増加し、これまで提示されなかった経路にも案内が可能となり、交通の分散が図れるとともに、リアルタイムな情報提供により現状の VICS による走行速度向上効果を上回る走行速度の向上が実現され、これを通じて CO<sub>2</sub> 排出量が削減される。

また車線別などの詳細な渋滞度を把握し、右左折の際、最も適切な（減速や停車・滞留時間を最小にする）右左折交差点を選択するなど、さらに渋滞回避の精度が向上することで CO<sub>2</sub> 排出量が削減される。

なお、「駐車場情報提供システム」では、駐車場の満空情報を提供し、駐車場入り口まで詳細に案内する機能がある。また、「異常事象の検知と対応」では、プローブ情報を活用した異常事象把握機能と情報提供によって、地方部等における異常事象発生時の突発的な渋滞の回避、迂回による無駄な走行の削減の効果が期待される。これらの効果は経路情報の充実の効果と重複する部分が多いと推察されるため、経路情報の充実の効果試算に際しては、「駐車場情報提供システム」および「異常事象の検知と対応」による効果を含むものとした。

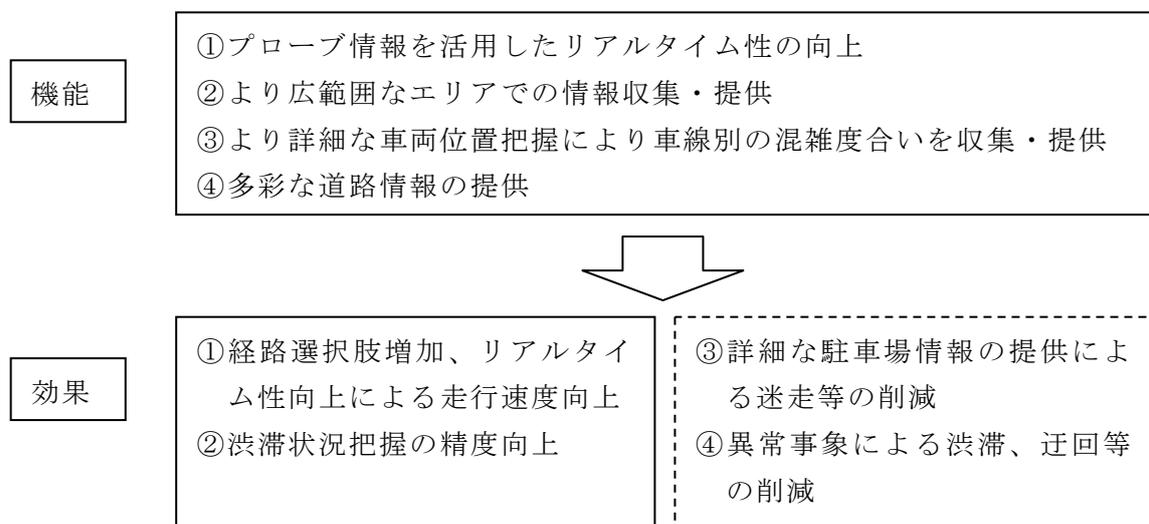


図 2.2-7 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

## (1)効果の試算

### ① CO<sub>2</sub>削減原単位

沿道状況	車種	削減単位
一般道 DID 区間	小型車類	4%
	大型車類	14%
一般道その他区間	小型車類	1.6%
	大型車類	8%

平均速度とCO<sub>2</sub>排出量の相関式については、前掲の数式(表 2.1-2 CO<sub>2</sub> 排出係数式(2000年))を用いる。また、走行速度については、H17年度道路交通センサデータを用いる。

ホンダイインターナビの実験において、VICS にプローブを加えることで平均 8.1%の時間短縮・平均速度向上効果があるとされている。本サービスでは、プローブ情報収集・提供の範囲が広がることやリアルタイム性がさらに向上すること、および渋滞把握精度が向上することで平均 10%の時間短縮・平均速度向上効果があると仮定する。ただし、この効果は人口集中地域(大都市部)など、情報提供の効果の大きい路線のみとし、速度向上効果はその他の区間では半分と仮定した。

表 2.2-7 試算の前提

対象道路	速度向上効果	平均速度 (H17 センサス)	平均速度 (速度向上後)
一般道 (DID 区間)	10%	20.4km/h	22.4km/h
一般道 (その他)	5%	34.5km/h	36.2km/h

(注) 高速道路、地方部の道路、および夜間交通は渋滞解消効果は少ないものとして除外した。

### ② 普及率

2017年：20.8%
2030年：100%
2050年：100%

本サービスは、すでに一部カーナビの機能として一部実現している機能であり、普及も急峻であると考えた。普及率の設定に際しては、2010年にサービス開始とし、ETCの普及率を参照した。

### ③ 走行台キロ比

沿道状況	車種	走行台キロ比
一般道 DID 区間	小型車類	10.2%
	大型車類	1.6%
一般道その他区間	小型車類	26.6%
	大型車類	4.7%

経路情報の充実による効果が及ぶ範囲としては、渋滞が発生しているであろう主要な一般道の昼間とした。このため、H17 道路交通センサスより昼間 12 時間における一般道 DID 区間、およびその他センサス区間の車種別走行台キロを抽出し、全走行台キロ 8,260 億台キロ（表 2.1-5 走行台キロ予測）に対する比率を走行台キロ比として設定した。

### ④ 試算結果

表 2.2-8 経路情報の充実に期待される CO<sub>2</sub> 削減効果

			年次	2017	2030	2050
CO <sub>2</sub> 削減原単位 (①)	一般道DID区間	小型車類		4%	4%	4%
		大型車類		14%	14%	14%
	一般道その他区間	小型車類		1.6%	1.6%	1.6%
		大型車類		8%	8%	8%
普及率 (②)				20.8%	100%	100%
走行台キロ比 (③)	一般道DID区間	小型車類		10.2%	10.2%	10.2%
		大型車類		1.6%	1.6%	1.6%
	一般道その他区間	小型車類		26.6%	26.6%	26.6%
		大型車類		4.7%	4.7%	4.7%
期待される効果 (Σ①×②×③)				0.3%	1.4%	1.4%

## 2.2.7 プローブを活用した最適出発時間予測

### (1) 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

プローブ交通情報により、高精度かつ広範囲の時間別渋滞情報のデータベースや、リアルタイムな渋滞情報を活用することで、出発時間と到着時間の予測精度が高まり、運転時間を短くする最適な出発時間の予測も可能となる。

出発時間の調整により、交通分散が発生するため、ピーク時交通量が前後の非ピーク時に分散し、ピーク時の平均速度が向上することで、CO<sub>2</sub> 排出量が削減される。ただし、非ピーク時は交通量が増加し、平均速度が低下するため、CO<sub>2</sub> が逆に増加することが考えら

れるため、ここではその差分が CO<sub>2</sub> 削減効果となる。

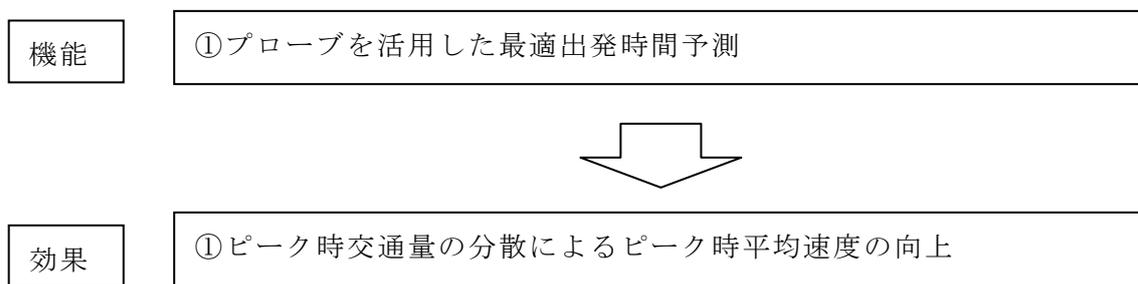


図 2.2-8 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

## (2) 効果の試算

### ① CO<sub>2</sub> 削減原単位

沿道状況	車種	削減原単位	
		ピーク時	非ピーク時
高速道 DID 区間	小型車類	7.8%	-4.6%
	大型車類	41.6%	-26.4%
高速道その他市街地区間	小型車類	2.7%	1%
	大型車類	14.8%	10.3%
一般道 DID 区間	小型車類	1.8%	-1.7%
	大型車類	6%	-5.9%
一般道その他市街地区間	小型車類	2.9%	-2.6%
	大型車類	12.9%	-12.1%

本サービスの出発時間の調整により一部のドライバーは出発時刻の変更を行い、ピーク時の前後時間帯に交通分散が行われると仮定する。渋滞ピーク時間帯を朝夕 2 時間ずつ合計 4 時間とし、その前後 1 時間ずつには交通容量に余裕があるため、ピーク時交通量のシフトにより、ピーク時 4 時間と前後 4 時間の平均速度がそれぞれの中間値で平準化するものと仮定した。

また出発時間最適化により分散効果がある（交通容量が限界を超えている時間がある）区間を高速道路および一般道の DID 区間とその他市街地とした。

表 2.2-9 試算の前提

対象道路	ピーク時平均速度 (H17 センサス)	非ピーク時平均速 度(H17 センサス)	平準化後の平均速 度
高速道路 DID 区間	33.4km/h	53.1km/h	43.3km/h
高速道路その他市街地区間	51.6km/h	77.0km/h	64.3km/h
一般道 DID 区間	19.8km/h	21.5km/h	20.7km/h
一般道その他市街地区間	27.4km/h	31.9km/h	29.7km/h

平均速度と CO<sub>2</sub> 排出量の相関式については、前掲の数式(表 2.1-2 CO<sub>2</sub> 排出係数式(2000 年))を用いる。また、走行速度については、H17 年度道路交通センサスデータを用いる。

② 普及率

2017 年 : 20.8%
2030 年 : 100%
2050 年 : 100%

本サービスは、すでにプローブ自体が一部カーナビの機能として一部実現している機能であり、また出発時刻アドバイザーなども一部実用化していることから、普及も急峻であると考えた。普及率の設定に際しては、2010年にサービス開始とし、ETCの普及率を参照した。

③ 走行台キロ比

沿道状況	車種	走行台キロ比
高速道 DID 区間	小型車類	0.5%
	大型車類	0.12%
高速道その他市街地区間	小型車類	0.12%
	大型車類	0.03%
一般道 DID 区間	小型車類	3.2%
	大型車類	0.3%
一般道その他市街地区間	小型車類	6.6%
	大型車類	0.9

本サービスによる効果が及ぶ範囲としては、渋滞が発生しているであろう主要な一般道の朝夕ピーク時とした。このため、H17 道路交通センサスより高速道、一般道の DID 区間、その他市街地の車種別走行台キロ（ピーク時）を抽出し、時間（4 時間）および道路延長を乗じた値を算出した。

表 2.2-10 ピーク時走行台キロの推計

区間		走行台キロ (10億台キロ/年)
高速道DID区間のピーク時(4時間)走行台キロ	小型車類	5.1
	大型車類	1.3
高速道その他市街地のピーク時(4時間)走行台キロ	小型車類	1.3
	大型車類	0.3
一般道DID区間のピーク時(4時間)走行台キロ	小型車類	35
	大型車類	3.8
一般道その他市街地のピーク時(4時間)走行台キロ	小型車類	73.3
	大型車類	9.4

非ピーク時の走行台キロに関する統計は存在しないが、図 1.3-10 東京都区部出発時間帯別交通量等の時間帯別交通量データを参考に、ピーク前後の時間交通量比を 50%と仮定した。

本サービスにより、交通量はピーク時から非ピーク時にシフトし、両者の中間値で平準化されると仮定し、これと全走行台キロ 8,260 億台キロ（表 2.1-5 走行台キロ予測）に対する比率を走行台キロ比として設定した。

④ 試算結果

表 2.2-11 最適出発時間に期待される CO<sub>2</sub> 削減効果

		年次	2017	2030	2050
CO <sub>2</sub> 削減原単位 (①)	高速道DID区間	小型車類	7.8%/-4.6%	7.8%/-4.6%	7.8%/-4.6%
		大型車類	41.6%/-26.4%	41.6%/-26.4%	41.6%/-26.4%
	高速道その他区間	小型車類	2.7%/1%	2.7%/1%	2.7%/1%
		大型車類	14.8%/10.3%	14.8%/10.3%	14.8%/10.3%
	一般道DID区間	小型車類	1.8%/-1.7%	1.8%/-1.7%	1.8%/-1.7%
		大型車類	6%/-5.9%	6%/-5.9%	6%/-5.9%
	一般道その他区間	小型車類	2.9%/-2.6%	2.9%/-2.6%	2.9%/-2.6%
		大型車類	12.9%/-12.1%	12.9%/-12.1%	12.9%/-12.1%
普及率 (②)			20.8%	100%	100%
走行台キロ比 (③)	高速道DID区間	小型車類	0.5%	0.5%	0.5%
		大型車類	0.12%	0.12%	0.12%
	高速道その他区間	小型車類	0.12%	0.12%	0.12%
		大型車類	0.03%	0.03%	0.03%
	一般道DID区間	小型車類	3.2%	3.2%	3.2%
		大型車類	0.3%	0.3%	0.3%
	一般道その他区間	小型車類	6.6%	6.6%	6.6%
		大型車類	0.86%	0.86%	0.86%
期待される効果 (Σ①×②×③)			0.02%	0.08%	0.08%

(注) CO<sub>2</sub> 削減原単位には、ピーク時間帯の速度向上による効果分とその交通が分散した時間帯における速度低下によるマイナス効果分を両方記載した。

## 2.2.8 駐車場情報提供システム

### (1) 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

パークアンドライドやイベント時における利用なども念頭に、駐車場の満空情報をドライバーに提供するとともに、現在のカーナビでは十分カバーしきれていない駐車場入口までの案内を行うことで、路上駐車車両や迷走車両を路上から排除し、渋滞の削減と CO<sub>2</sub> 排出量が削減される。

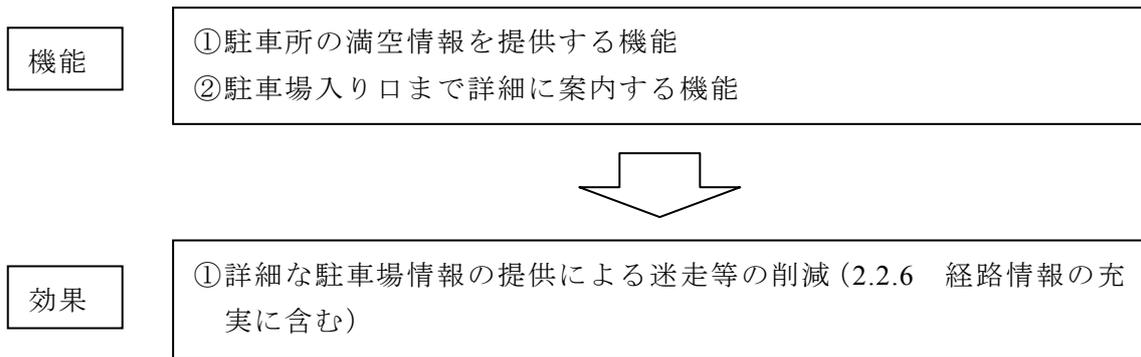


図 2.2-9 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

## (2) 効果の試算

経路情報の充実による効果の内数となる。

## 2.2.9 異常事象の検知と対応

### (1) 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

事故車両の位置や事故状況の情報に加え、プローブなどにより事故発生地点の周辺のリアルタイムな車両挙動を把握・分析することで、異常事象の把握を行い、経路情報提供に活用可能な情報とする。

これにより、特に地方部等における異常事象発生時の突発的な渋滞の回避、迂回による無駄な走行の削減の効果が期待される。

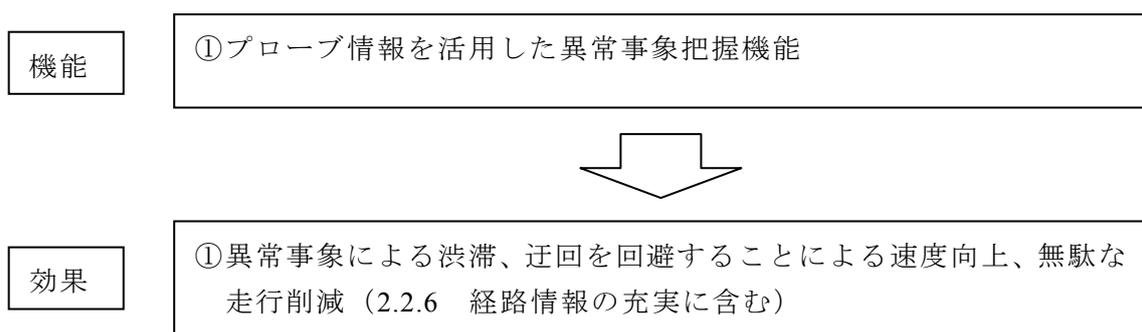


図 2.2-10 目指す機能と CO<sub>2</sub> 削減効果

## (2) 効果の試算

経路情報の充実による効果内数となる。

## 2.2.10 まとめ

短期（2017年）、中期（2030年）、長期（2050年）の各マイルストーンにおけるCO<sub>2</sub>排出量削減量の試算値および実施すべき事項をとりまとめる。

なお、参考として京都議定書達成計画における関連施策のCO<sub>2</sub>削減目標について、2005年における自動車からのCO<sub>2</sub>排出量225百万t-CO<sub>2</sub>に対する比率で示している。なお京都議定書達成計画における関連施策のCO<sub>2</sub>削減目標値は、2005年時点でこれらの施策によるCO<sub>2</sub>削減が一部なされていることに留意する必要がある。

表 2.2-12 エネルギーITS に期待される効果と実施事項（案）

		京都議定書 達成計画	期待される効果(削減率)試算		
			短期(2017年)	中期(2030年)	長期(2050年)
CO <sub>2</sub> 削減効果		2.4%	3.7%	13.8%	26.6%
走行方法の改善	(1) エコドライブ・アイドリングストップ支援	・環境に配慮した自動車使用の促進 0.8%	・エコドライブ効果を実感できる機能実用化 ・エコドライブ経路検索機能の実用化 3.1%	・エコドライブ支援機能の普及 6.0%	— (運転制御に移行)
	(2) 運転制御・隊列走行	—	・道路構造連携エコドライブ制御の実用化 ・隊列走行研究着手 ・協調走行要素技術開発(信号情報の活用含む) 0.16%	・隊列走行の実用化 ・信号情報含む外部情報活用エコドライブ制御(協調走行)実用化 ・(パーソナルビークル実用化) 5.4%	・協調走行車両の普及 ・隊列走行可能エリアの全国展開 23%
	運転制御 隊列走行	—	—	0.02%	0.2%
ボトルネックの解消	(3) 信号制御の高度化	・信号機の集中制御化 0.4%	・プローブ情報を利用した信号制御実用化 0.11%	・信号情報と連携したエコドライブ制御実用化 0.9%	・信号情報活用エコドライブ車両(協調走行車両)の普及 1.9%
	(4) サグ渋滞等対策システム	—	・地図連携型エコドライブ機能の実用化 ・勾配データ等の整備 (2)運転制御の内数	・機能搭載車両の普及 (2)運転制御の内数	— (2)運転制御の内数
	(5) 合流支援システム	—	・合流制御の研究開発 (2)運転制御の内数	・合流制御機能(協調走行車両)の実用化 (2)運転制御の内数	・協調走行車両の普及 ・インフラの全国展開 (2)運転制御の内数
道路の有効活用	(6) 経路情報の充実	・ITSの推進(VICS,ETC) 1.2%	・プローブ情報活用機能の実用化 ・プローブデータの相互利用開始 0.3%	・プローブ車両の普及 1.4%	— 1.4%
	(7) プローブを活用した最適出発時間予測	—	・最適出発時刻予測技術の実用化 0.02%	・最適出発時刻予測技術適用箇所の広がり 0.08%	— 0.08%
	(8) 駐車場情報提供システム	—	・駐車場満空情報提供(P&R用含む) ・詳細駐車場地図整備 (6)経路情報の充実の内数	・機能搭載車両の普及 (6)経路情報の充実の内数	— (6)経路情報の充実の内数
	(9) 異常事象の検知と対応	—	・プローブによる異常事象検知技術の実用化 (6)経路情報の充実の内数	・プローブ車両の普及 (6)経路情報の充実の内数	— (6)経路情報の充実の内数

(注) 京都議定書達成計画に示した 2.4%は京都議定書目標達成計画で位置づけられる 550 万 t{エコドライブ普及支援促進: 130 万 t、アイドリングストップ車導入支援:60 万 t、信号制御の高度化:100 万 t、VICS の普及: 240 万 t、ETC の普及: 20 万 t}と 2005 年における自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量の比率である。

## 2.3 課題の整理

### 2.3.1 エコドライブ・アイドリングストップ支援

#### (1) 技術的な課題

##### ① 目指す機能の現状

エコドライブによる効果を実感できる機能については、走行時に燃費が計算されるリアルタイム燃費計が実用化されており、標準装備化も進んできている。

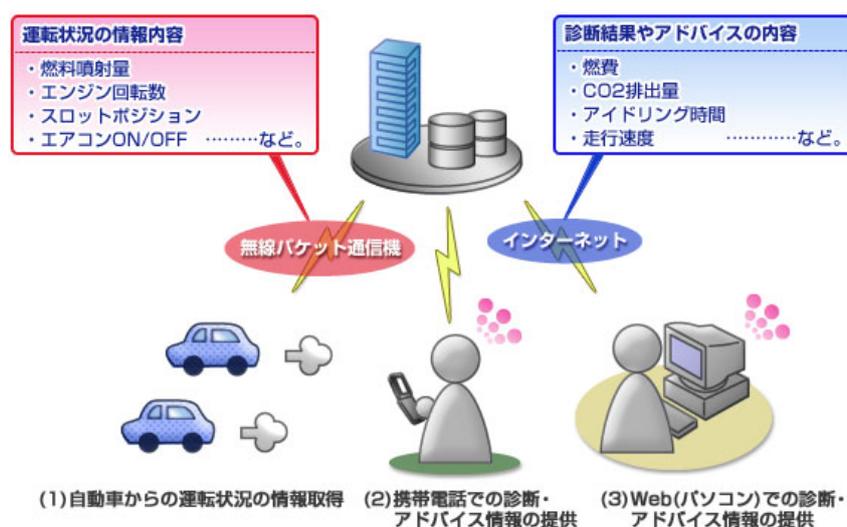
エコドライブの運転方法をシミュレーションにより訓練するエコドライブシミュレーターもすでに実用化しており、本田技研やセガなどが開発している。特にセガでは、自動車教習所向けのシミュレーターを改良したものとなっており、運転教育の一環としてのエコドライブ訓練が期待されている。

また、実際の運転操作のモニタリングおよび分析を行い、ドライバーにあった適切な運転指導をおこなう分析技術も実用化している。ただし、その導入は一部の物流事業者や特殊機関のみであり、一般ドライバーへ応用される機会も少ないのが現状である。



(出典) テクトム社製品；同社ホームページより

図 2.3-1 後付型リアルタイム燃費計



(出典)独立行政法人環境再生保全機構ホームページより

図 2.3-2 エコドライブ診断のイメージ例

また、エコドライブに適した経路を検索できる地図データと経路検索機能については、最短ルートや最短時間ルートを検索するカーナビはすでに一般的であり、また日本全国の道路ネットワークデータの整備も進んでいるが、道路勾配や信号交差点といった情報からエネルギー消費（ガソリン消費やCO<sub>2</sub>排出量）を主軸に経路を検索するサービスはまだ実用化されていない。

## ② 今後の課題

現状では、一般ドライバーのエコドライブ教育のためのドライビングシミュレーターは実用化はなされており、今後はさらなる性能向上が期待されている。

また個々の車両に分析装置を搭載し、ドライバーの実際の運転を評価する装置については、短期的に高級車など一部車両で実用化し、中長期的に普及が進むものと期待される。

エコドライブに適した経路検索のためには、勾配や信号数、一時停止位置など、高負荷がかかる路線や減速、停止回数の多くなる経路を避けるためのデータが必要となるため、道路構造や構造物、規制データを効率よく収集していく技術や体制が必要となるほか、これらのデータを用いた検索アルゴリズムの開発が必要となる。

## (2) 普及に向けた課題

近年の原油価格高騰やエコ意識の向上、エコドライブに関する啓蒙活動の促進により、自主的に実施しているドライバーも増えている。エコドライブを実感できるリアルタイム燃費計などはすでに一部普及が開始しており、今後とも普及すると考えられる。

一方で、正しいエコドライブを体験・体感できる場が少なく、エコドライブを実践したくても学ぶことが出来ないドライバーも多いと推察されるため、エコドライブに触れられる機会やキャンペーンによる促進も重要となってくる。また、現状ではエコドライブシミュレーターは、モーターショー等での公開にとどまっている。今後は公共施設や運転免許センター等への常設などの普及促進により、一般ドライバーでも気軽に教育が受けられる環境が整うことが期待される。

また、エコドライブを支援するツールの有効性や効果（燃料消費低減）を分かりやすく広報を行うことで、正しいエコドライブを多くのドライバーが実践したいと思う意識作りとなってくる。

## (3) 基盤整備の課題

エコドライブに適した経路検索に必要な、道路構造データなどについては、定期的あるいはリアルタイムにカーナビに反映可能なよう、インフラ側からも効率的に情報提供可能な仕組みや体制が必要であり、具体的には詳細なデジタル道路地図データベースや道路上の位置参照方式の共通化が必要となる。

## 2.3.2 運転制御・隊列走行

### (1) 技術的な課題

#### ① 目指す機能の現状

車両単体でエコドライブ制御する技術は既に様々なものが実用化されている。たとえば、アイドリングストップについては、後付で装着できる装置が実用化しており、再始動の簡略化（エンジン停止は手動。再始動をスイッチ化したのみ）から、停止時の自動エンジン停止機能を有するものまで様々である。

また、無段変速機（CVT）が高性能化し大きなエンジン出力にも対応可能となってきたため、すでに大幅に適切なギア選択を可能としている。さらに CVT の制御を環境重視とすることで、CO<sub>2</sub> 排出量をおさえることも技術的には可能である。

さらにクルーズコントロールや ACC（アダプティブクルーズコントロール）やレーンキープなどによりムラのないアクセルワークを一部実現可能とする技術が実用化している。またアクセルバイワイヤーなどの技術はすでに実用化されており、アクセルワークの環境重視制御について技術的な下地はある程度揃っていると言える。

周辺車両との協調走行に関しては、米国 DARPA（国防高等研究計画局）において自動運転車両のコンテストが開催されるなど、必要な要素技術については研究開発が進められている。また、GM 社が 2008 年 1 月に自動運転構想を発表し、2015 年までにテストドライブを行い、2018 年までには実売を目指すなど、米国で意欲的に取り組もうとする機運が見られる。

隊列走行に関しては、日米では乗用車による隊列走行のデモンストレーションが行われた経緯があり、また欧州においては CHAUFFER プロジェクトとして大型車による隊列走行の研究開発、実道でのデモンストレーションが行われた経緯がある。

自動運転や隊列走行においては、車両の位置特定技術、周辺検知技術、車両の制御技術等がキー技術である。DARPA における自動運転車両には周辺検知技術としてレーザスキャナやミリ波、マイクロ波レーダ、カメラによる画像処理等が用いられていたが、周囲状況を検知できなかつたり誤検知したりして車両が無駄に停車したり、あらぬ方向に走行する場所があるなど、検知精度や検知信頼性の面でまだまだ実道に適用可能なレベルにはないし、今回の環境にない歩行者や自転車のいる交通環境での検知性は未知数である。また、自車の位置特定技術として GPS や慣性航法、地図データベースとの組み合わせの技術が用いられているが、今回のような車両の横位置精度があまり問題にならぬようなシチュエーションではよいが実道での適用にはまだ課題が多い。さらに、これらの機器もかなり大きく車載として実用できるレベルにはない。

また、CHAUFFER プロジェクトにおける隊列走行においては、先行車両の後部に特別な目印となる LED 群を設けてこれを検知して先行車の向きや距離等を検知するなど、特別な仕掛けを使っており、一般的に適用することは難しい。

車両の周辺検知技術はこれら研究開発成果を踏まえて、運転支援システムのためのセンサとして単機能のものから徐々に実用化しつつあるレベルといえよう。

## ② 今後の課題

エコドライブ制御のうち、ムラのないアクセルワークや急加速抑止については、ドライバーの意志を読み取って制御することが難しく、必要なアクセルワークなのか不必要なアクセルワークなのか判断することは現段階の技術では困難である。またムラのないアクセルワーク制御に必要な外的環境の情報（勾配などの道路構造情報）の整備もすすんでいないため、これらのデータ整備とともに、外部情報とも連携したアクセル制御について研究開発が必要である。

また急発進の抑制については、急発進が必要とされる場所の情報（高速道路への合流）と連動しつつ抑制する制御技術などが考えられるが、ドライバーの意志と反する制御となる場合もあるため、ドライバーの意志を的確に判断するアルゴリズム等も必要となる。

なおエコドライブの各要素を制御で実現するために必要な外部情報として、以下の情報が考えられる。

表 2.3-1 エコドライブ制御に必要な情報

	削減効果	削減方法	必要な情報	
①発進時	10%	ふんわりアクセル	信号情報 (周辺車両)	信号情報と連動して適切なタイミングでエンジン起動、ふんわりアクセルが必要。その際に周辺車両に及ぼす影響について要検討
②巡航時	3%	定速走行	遠方車両 道路構造 (周辺車両)	現状技術で遠方車両検知は可能だが、道路構造(勾配など)との連携が必要。周辺車両の挙動が及ぼす影響については要検証
③減速時	2%	早めのアクセルオフ	信号情報	信号情報を早めに検知してアクセルオフすることにより惰性で進む分のCO <sub>2</sub> 改善
④停止時	10%	アイドリングストップ	信号情報 (道路構造) (周辺車両)	5秒以上のアイドリングストップにより効果が発現。また発信の遅れをなくすためにも信号情報が必要。その際に道路構造、周辺車両の挙動が及ぼす影響については要検証。

周辺車両との連携については、前述したキー技術である車両の位置特定技術、周辺検知技術、車両の制御技術のいずれをも高レベルで達成することが必要であり、このための基礎的な要素技術開発が重要である。例えば車両位置は自車位置のみならず周辺車両の位置を高精度、リアルタイムで検出することが必要であるし、車、歩行者、自転車等が混在す

る車両周辺環境を自車位置に合わせて道路構造とともに高信頼度で認識することが必要である。また周辺の車両と協調するためには、車両相互で情報を交換することも必要となってくるため、実道環境での通信信頼性が担保される車車間通信技術を、実用レベルへ発展させていくことも必要となる。また、これら自車情報や周辺情報、他車情報をリアルタイム分析し、遅滞なく車両を制御できる制御アルゴリズムを新たに開発することも必要である。

隊列走行についても、制御に必要な情報を収集する検知システムや隊列車両同士の情報交換に必要な通信装置について、必要な技術要件を確立し、要件を達成しうる技術開発が必要となる。また実道の様々な状況に対応可能な制御アルゴリズム要件についても同様に検討が必要となる。

## (2) 普及に向けた課題

今後、アイドリングストップについては、ハイブリット車が近年の原油価格高騰やエコ意識の高まりから急速に普及しつつ、エンジン停止時も車内環境を適切に維持できるハイブリッド車やアイドリングストップ装置についても技術向上や普及が少しずつ進むと考えられる。また適切な再発進のため、外的情報（例えば信号現示情報）を取り込んだハイブリッドなども中～長期的に登場すると期待される。

適切なギア選択については、CVT車が短期的～中期的に急速に普及しつつ環境性能（環境重視制御）も向上していくと考えられる。さらに長期的には一部の高出力車や低価格車を除き標準装備化してくると期待されるが、CVTの低価格化が必要となる。

また、エコドライブ制御に関するシステムは、社会的受容性や利用者の受容性も比較的高いと推察されるため、今後はさらに利用者メリットを打ち出しつつ、低価格化や標準装備化によって普及の促進が望まれる。

協調走行や隊列走行については、安全性や信頼性を向上し実道での実用レベルを達成するだけでなく、安全支援システムとの統合により広くユーザーニーズをとらえ、購買意欲を高めていくことが必要となる。

特に隊列走行の普及については、物流事業者の採算性が最も重視されるため、コスト以上の便益が確保可能なレベルの価格設定やメリットに対して認知を高めていく活動が必要不可欠であるとともに、サービスの有用性やそのための技術の適用性を実道で示し、これら事業者からサービスの実現への期待を高めていく実証実験が重要である。

## (3) 基盤整備の課題

エコドライブ制御のためには、勾配情報などの道路構造情報と連携した制御も必要となるため、これらのデータの効率的な収集や提供が可能な体制作りが必要となる。

また隊列走行の実現のためには、路側の情報を伝達するための通信インフラの整備や、隊列走行の切替（連結・切り離し）の拠点の整備などが必要となる。

### 2.3.3 信号制御の高度化

#### (1) 技術的な課題

##### ① 目指す機能の現状

交通信号制御については、幹線道路などにおける集中制御化や、交通状況によりプロファイルを切替え、最適な信号制御を行う方式がすでに実用化している。しかしながら、交通の状況を把握する路側センサーについては整備量に限界があり、また従道路などを含め全路線における交通量を把握することはできない。したがって、交通状況に対しリアルタイムに適切なプロファイルを適用することは困難とであるため、これを補間するためにプローブ情報を活用することが考えられる。

またエコドライブの要素の一つである急減速の抑止については、赤信号と連動し、信号手前で緩やかな減速制御を行う等が考えられる。信号現示の情報の車両への提供については、神奈川等で実験が進められている。

##### ② 今後の課題

プローブ情報を活用した信号制御のアルゴリズム開発については、実装可能なレベルの研究開発にはいたっておらず、今後の技術課題としてあげられる。

特に信号を制御した際の交通への影響については、交通状況自体の観測に限界があることから、現在でも最適解が得られていないと推察されることから、プローブによる幅広い交通情報をリアルタイムに観測することで、これらのアルゴリズム開発も相乗的に進展していくものと考えられる。

また信号情報と連動した減速を行うエコドライブ制御については、安全な減速アルゴリズムや、車両による減速制御の介入が入った際のドライバー受容性（びっくりしてかえってアクセルを踏んでしまう等のネガティブ反応の有無等）の面から、今後検証や検討が必要と考えられる。

#### (2) 普及に向けた課題

プローブ情報を活用した信号制御については、プローブ車両を普及させるためのインセンティブづくりや、初期段階ではすでに実用化しているプロファイル信号制御の全国展開とあわせてプローブ車載器への補助といったきっかけ作りが必要となる。

また信号と連動した減速制御については、単体システムとしてはコストに見合うユーザーメリットが見いだせない可能性も高いため、低価格化のみならず他の安全システムなどと統合したシステムとして市販化するなど、購買へのインセンティブづくりも必要となる。

また安全システムと統合することにより、補助や助成による導入のきっかけ作りも有効と考えられる。

### (3) 基盤整備の課題

プローブ情報を活用した信号および信号制御が可能なプローブ連動プロファイル信号制御装置の整備、およびプローブ情報を収集するインフラ整備も必要となる。

また信号情報の提供のための通信インフラ整備も必要となる。

#### 2.3.4 サグ渋滞等対策システム

##### (1) 技術的な課題

###### ① 目指す機能の現状

車両の速度を一定速度に保つ機能として、クルーズコントロールや ACC がすでに実用化している。しかしながら、クルーズコントロールは前方車両との位置・速度関係とは無関係に速度を維持するのみであり、ACC についても、前方との車間を維持しつつ一定速度を保つが、前方車両の車速が落ちた場合、安全上車間を一定にしつつ、前方車両の速度に合わせて落とすため、サグ渋滞の根本的解決には至らない。

サグ渋滞解消のためには、現行の ACC をより高度化し、サグ部において前方車両の速度が落ちた場合、車間を詰めつつ一定速度を維持する機能が必要であるが、車間をつめる制御については安全上、実用化していない。

###### ② 今後の課題

ACC がサグ部を判断するためには、道路構造に関するデータベースが必要であるため、ACC とカーナビなどとの連動機能が必要となる。またカーナビの地図にも勾配情報などが必要となり、これを効率的に収集・更新・提供できる仕組みも必要となる。

また車間を詰める制御を行うため、より一層の前方や周辺車両の検知技術の向上が必要となるほか、外部情報と連動した車両制御、車群制御技術の開発が必要となる。

なお本機能の実現に向けては、現在検討が進められているスマートウェイでの研究成果を活用することが可能と考えられる。

##### (2) 普及に向けた課題

現段階では ACC そのものが効果であり、普及が進んでいないが、サグ渋滞対策機能を追加することで、交通渋滞という社会的課題への対策も可能となるため、システムの低価格化を目指すとともに、一部の助成を行うなど普及に弾みをつけることも必要となる。

### (3) 基盤整備の課題

エコドライブ制御と同様、勾配情報などの道路構造情報と連携した制御も必要となるため、これらのデータの効率的な収集や提供が可能な体制作りが必要となる。

また、必要に応じてこうした情報を提供するための通信インフラの整備も課題となる。

## 2.3.5 合流支援システム

### (1) 技術的な課題

#### ① 目指す機能の現状

2007年に首都高速においてスマートウェイ実証実験が行われ、本線車両に合流車の存在を情報提供するシステムが検証されている。情報提供のタイミングなど実用化に向けた課題が一部確認されるなど情報提供レベルの技術は検討されているものの、CO<sub>2</sub>削減の観点から最適に合流車両を制御する方策については検討されていない。

#### ② 今後の課題

合流車両、本線車両の検知や、検知情報を車両に提供する路車間通信技術など、基本的技術はすでに開発されているが、こうした要素技術を活用して外部情報、周辺車両と連動した車両制御、車群制御技術の開発が必要となる。

なお本機能の実現に向けては、現在検討が進められているスマートウェイでの研究成果を活用することが可能と考えられる。

### (2) 普及に向けた課題

合流支援単体ではユーザーの支払意志が望みにくいと考えられるため、他の安全サービスなどとの機器の共有化を図り、統合的にさまざまなメリットを享受できる工夫などが必要となるほか、あわせて低価格化も必要となる。

### (3) 基盤整備の課題

車両の検知インフラおよび情報提供インフラの整備が必要となる。

## 2.3.6 経路情報の充実

### (1) 技術的な課題

#### ① 目指す機能の現状

車両に経路情報を提供する手段として、すでに VICS 交通情報が全国の主要道路をカバーし広く普及している。また VICS だけではカバーできない路線については、車から収集した速度や経路情報から交通情報を作成した、いわゆるプローブ交通情報が提供され、VICS を補間している。現在、プローブ交通情報は会員サービスとして成立しており、情報の受信に通信費用がかからない VICS と異なり、主として携帯電話を利用した有料の通信網を用いている。

現在、実用化されているプローブ交通情報は、主として蓄積情報として活用されており、リアルタイムな交通情報ではなく、過去の傾向から現在の渋滞を予測したものとなり、必ずしも正確ではないという課題が残されている。これは、多くのプローブ情報システムが、携帯電話を用いており、通信容量や通信費、即時性といった面で十分でないことに起因する。また、プローブ交通情報センターに大量の情報が集まり、処理容量が不足するなどの問題もある。

しかしながら、通信費などの問題をクリアすることにより、車からリアルタイムにプローブ情報を収集することが可能であり、またこれをリアルタイムに処理し、交通情報を生成する技術もすでに開発されている。更に、車車間通信を用いることによって、携帯電話のような広域通信網に依存せず、車両だけで分散処理を可能とするセンタレス型のプローブ情報システムの開発も検討されている。

#### ② 今後の課題

プローブを活用した情報の充実のためには、運営面や普及面の課題の方が大きいと言える。

今後、プローブデータが大容量化した場合に、これらをリアルタイムに処理する技術や分散処理技術が必要と考えられる。分散処理技術としては、特にセンタレス型のプローブ情報システムの開発が期待される。センタレス型のプローブ情報システムによって、通信容量や通信費、即時性などの問題を同時に解決できることが可能である。更に、センタ型-センタレス型のプローブ情報システムを融合することにより、より広域で即時性のある、様々な ITS 技術の基盤となり得る情報システムを構築することができると考えられる。

### (2) 普及に向けた課題

すで実現しているプローブ交通情報の利用者（プローブ車両）を、今後さらに普及させ続けていくことが必要であるが、そのためには普及のインセンティブづくりが必要となる。現状では、民間等の情報提供主体ごとに情報収集を行っており、これらの情報を交換・集約するなどの効率的な情報収集の仕組みが必要となる。

また通信料が課題となり、普及を阻害する一因と考えられるため、今後無料または無料に近い通信量でプローブ情報をアップリンクできる仕組み（例えば WiMAX など）や、通信費を必要とせず車同士で直接交通情報を交換しあえるセンタレス型のプローブ情報システムを実現し、リアルタイムにプローブ情報を収集できる技術がそろった段階で、戦略的にこれを普及させ、リアルタイムな情報提供へと繋げていくことが必要となる。

### (3) 基盤整備の課題

特になし。

## 2.3.7 プローブを活用した最適出発時間予測

### (1) 技術的な課題

#### ① 目指す機能の現状

プローブなどの交通情報の蓄積データをもとに、到着時間をベースとした出発時間予測は、すでに実用化している。また交通予測技術も年々発展しつつあり、前述のプローブ情報のリアルタイム化が進むと、過去の蓄積情報と現状との比較から、さらに精度が向上すると考えられる。



(出典) ホンダイインターナビプレミアムクラブホームページ

図 2.3-3 出発時刻アドバイザー

## ② 今後の課題

現時点では、「走行時間の短縮化」や「CO<sub>2</sub>排出量」をベースとした出発予測技術は実用化していないが、交通情報の予測技術精度向上にくわえ、これらの指標をもとに経路検索や計算を行うアルゴリズムの開発が必要となるが、比較的容易に実用化を達成できるものと推察される。

### (2) 普及に向けた課題

しかしながら本サービスによる最適出発時刻アドバイスは、ドライバーの意志やニーズに反する予測結果となる可能性もあるため、効果・受容性を高めていく工夫やドライバーの行動を変容させるための取り組み（広報）なども必要となる。

### (3) 基盤整備の課題

特になし。

## 2.3.8 駐車場情報提供システム

### (1) 技術的な課題

#### ① 目指す機能の現状

パークアンドライドやイベント時も念頭においた駐車場の満空情報については、都市圏の公的駐車場や民間駐車場事業者ですでに実用化しており、VICS 情報やテレマティクス情報として提供が進められつつある。

また、駐車場の位置情報についても、すでに普及しているカーナビの地図データに含まれ、目的地周辺の駐車場の検索や案内が可能となっている。しかしながら、大規模駐車場や大規模設備に付帯する駐車場、あるいは細街路に隣接する駐車場などにおいては、駐車場への入口まで案内されず、駐車場周辺で案内が終了するために迷走してしまう可能性も残されている。

#### ② 今後の課題

駐車場満空情報も、駐車場への経路案内も既存の技術で実現可能であり、技術的な課題はほぼないと考えられる。

### (2) 普及に向けた課題

満空情報については、大都市圏や一部事業者だけに限られており、情報提供を行う事業者のさらなる参画や協力が必要となってくる。

また駐車場案内に関しては、その入口直前まで案内可能なよう、入口情報のデータ整備が必要となってくる。

### (3) 基盤整備の課題

特になし。

## 2.3.9 異常事態の検知と対応

### (1) 技術的な課題

#### ① 目指す機能の現状

道路交通の状態は、インフラセンサやインフラに設置されたカメラだけでなく、携帯電話を活用しプローブ車両で収集する仕組みが既に実用化している。ホンダのインターナビプレミアムクラブでは、ユーザーの走行履歴から、地震災害時の道路閉鎖状況を推測する仕組みの実証実験がなされている。

また 1999 年には HELPNET が実用化し、事故発生時に自動あるいは手動で緊急通報を行うシステムが実用化しており、事故や緊急事態を一元的に把握できる技術は登場している。



(出典) HELPNET ホームページ

図 2.3-4 HELPNET の仕組み

#### ② 今後の課題

HELPNET などの緊急通報情報を交通情報に活用する技術や、リアルタイムなプローブ情報から事故渋滞などの異常事態をスクリーニングする技術について今後研究が必要となる分野である。具体的な実現方法としては現在センターシステムに上げられている緊急通

報情報を車車間通信等を用いて後続車両等に直接提供する、あるいはリアルタイムに車両挙動を分析し、異常事態と判断するアルゴリズムの開発によって、異常事態を特定することが考えられる。

## (2) 普及に向けた課題

プローブ車両そのものの普及にインセンティブが必要であり、前述の経路情報の充実などと同様、通信料の低額、無料化やメリットの周知などが必要である。

また車両挙動の分析により異常事態を分析するに当たり、プローブ車両ユーザーの合意も必要と考えられる。

## (3) 基盤整備の課題

特になし。

### 2.3.10 国際的に信頼される効果評価方法の確立

#### (1) 技術的な課題

##### ① 目指す機能の現状

CO<sub>2</sub> 排出量削減効果予測機能については、交通シミュレーションモデルを中核とした評価技術の実現が見込まれる。交通シミュレーションは、交通円滑化のための各種施策の評価において、比較的狭い範囲での適用については、すでに実務で活発に利用されているが、比較的広域規模のネットワークへの適用事例に乏しかったり、CO<sub>2</sub> 排出量推計モデルとの連携技術が十分に確立されていなかったりと、課題が指摘される。

モニタリング機能については、交通量や渋滞量を継続的に蓄積することにより、理論的には可能と考えられるが、現状では利用できるデータの制約や、信頼性の高い手法が確立されていないなどの課題があり、実用化されていない。

また、上記2つの機能の基礎となる、車両からのCO<sub>2</sub> 排出量を推計するモデルについては、現状では、相当の長距離を走行したときの平均旅行速度を説明変数とするものがしばしば利用されているが、このような考え方のモデルだけでは、エネルギーITS サービスの効果を直接的に表現することが難しい。より詳細な車両運動状態に応じて、排出量を推計する考え方のモデルについては、先行の研究事例はあるものの、一般的な技術として確立されているとは言い難い。

##### ② 今後の課題

特に、本サービスは各種エネルギーITS サービスの評価を行い、研究開発や普及促進のPDCA サイクルにおいて、情報フィードバックの流れを実現するために必要不可欠なプラ

ットフォーム技術であり、研究開発成果はエネルギーITS全般に影響を及ぼすものである。したがって、「国際的に信頼される効果評価方法の確立」は、早急に検討着手し、その実用化に向けた取り組みが求められる課題である。

CO<sub>2</sub>削減効果予測機能の実現には、特に面的に広がりを持つ、広域でのシミュレーション利用技術の改善に取り組まれる必要がある。とくに、都市部全体でのCO<sub>2</sub>削減効果を厳密に評価しようとする、広域レベル（マクロ）での視点と、詳細レベル（マイクロ）での視点の両方を同時に考慮した評価技術が求められ、これについてはマクロとマイクロの両方を組み合わせた「ハイブリッドシミュレーション」技術の実用化に取り組むべきである。

モニタリング機能の実現には、プローブ情報や道路上の各種センサ情報を有する機関との連携が必要であり、これについても初期の段階から模索していく必要がある。また、モニタリングしたCO<sub>2</sub>排出量を、信号制御など各種サービスに反映したり、すでに他所において取り組まれている「環境ITS<sup>1</sup>」のような、都市生活者に働きかけるサービスに活用したりする技術（図2.3-5）についても、中期的に取り組まれることが必要である。

また、車両のCO<sub>2</sub>排出量推計については、走行状態に応じたマイクロな視点での推計モデルの実用化だけでなく、エネルギーITSの範疇外ではあるが、ハイブリッド車やクリーンディーゼルなどの、車両単体施策についても評価できるような技術・知識の蓄積が必須である。

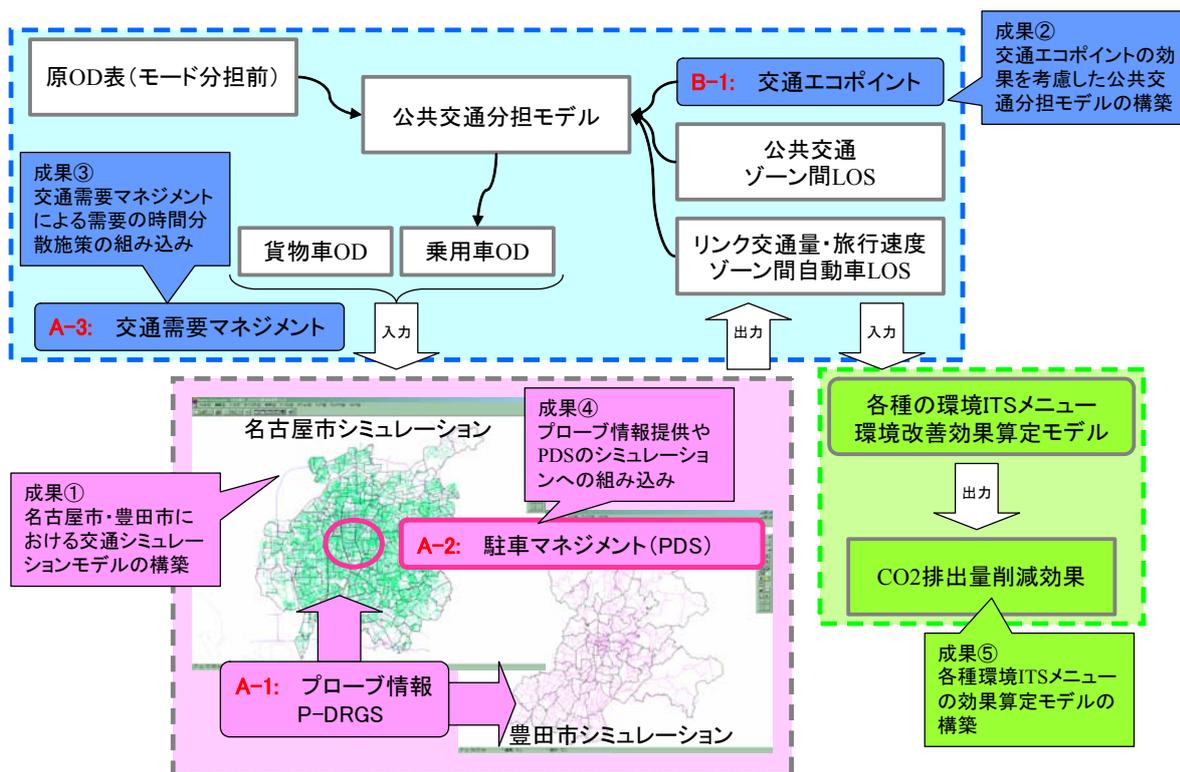


図 2.3-5 「環境ITS」でのCO<sub>2</sub>削減効果評価システムフレームワーク<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ITS Japan が中心になって実施を進めている、IT技術を活用した社会実験による、環境インパクト

<sup>2</sup> 「ITS Japan : 環境ITSプロジェクトに関する調査報告書、平成19年3月」より転載。

## (2) 普及に向けた課題

CO<sub>2</sub>削減効果予測機能の実現には、交通シミュレーション技術のさらなる向上に取り組むだけでなく、それを利用するためのデータ獲得の利便性向上や、活用ノウハウの標準化を狙った適用マニュアルの整備など、技術開発以外の課題にも、積極的な取り組みが望まれる。

モニタリング機能については、主にプローブにより収集したデータを用いると想定されるため、前述の経路案内などと同様、プローブの普及に向けたインセンティブが必要である。

また、これらを統合した「効果評価方法」は、国際競争の場において活用されることが想定されるため、国際間での連携の下で、基礎技術やその活用にあたってのノウハウを相互に認証するような体制の構築も、普及にあたっては重要な側面である。

## (3) 基盤整備の課題

特になし。

表 2.3-2 エネルギーITS 課題の整理

	目指す機能	①技術的な課題			②普及に向けた課題	③基盤整備の課題		
		現状	難易度	解決時期				
走行方法の改善	(1)エコドライブ・アイドリングストップ支援	①エコドライブによる効果を実感できる機能	・リアルタイム燃費計の実用化 ・エコドライブシミュレーター実用化 ・エコドライブ診断実用化 ・事業用車両への導入が徐々に進んでいるが、乗用車への普及はこれから。	・技術的には実用化レベル達成	—	—	・ドライバーのエコドライブ意識・実感を高める場の少なさ ・購入インセンティブを高めるための機器の魅力向上、広報活動 ・公共施設、運転免許センター等へのエコドライブシミュレーターの普及	—
		②エコドライブに適した経路を検索できる地図データと経路検索機能	・カーナビの普及 ・DRM (1/25000) の全国整備	・エコドライブ経路検索機能の開発(信号が少ない、勾配が小さい、経路が短い、等) ・信号、勾配データ等、必要な情報の追加・更新の仕組みの構築	中	短～中期		・信号、勾配データ等、必要な情報の追加・更新の仕組みの構築(再掲)
	(2)運転制御・隊列走行	①道路構造と連携してエコドライブ制御する機能	・ACC、レーンキープ(白線検知)、被害軽減ブレーキ等の実用化	・外部情報(勾配等道路構造)の収集、車両制御技術開発	高	中～長期	・社会的受容性、利用者受容性 ・標準化等によるシステムの低価格化・補助 ・安全運転支援等との共通化 ・アイドリングストップ装置の普及 ・CVTの普及	・高精度デジタル道路地図整備(ただし、郊外部等では自動走行が中心となる可能性)
		②周辺車両との協調制御機能	・アイドリングストップ車、後付型アイドリングストップ装置の実用化 ・DARPAでは自動運転走行実験 ・2008年1月GMが自動運転構想発表、2015年テストドライブ、2018年販売	・必要な周辺情報の要件設定、周辺情報収集(検知)、車両制御技術開発 ・周辺車両と協調して走行する車両(車群)制御技術開発 ・車車間通信技術開発				
		③隊列走行のための制御機能	・海外ではCHAUFFERプロジェクトで実道実験レベルまで達成	・隊列走行の要件設定、必要な通信・制御技術開発 ・車群制御技術	高	中～長期	・物流事業者としての採算性(コストを上回るメリット)	・隊列走行出入り口部の連結・切り離し拠点等整備 ・通信インフラの整備
ボトルネックの解消	(3)信号制御の高度化	①プローブ情報を利用した信号制御機能	・信号の集中制御化整備済み ・プロファイル型信号制御実用化	・プローブ情報を用いた信号制御の要件設定、情報処理・制御技術開発	中	短～中期	・プローブ車両の普及インセンティブ・補助	・プローブアップリンク、情報提供のための通信インフラ整備
		②信号情報と連携した車両制御機能	・運転制御技術については(2)①に記載したとおり	・信号情報の収集、車両制御技術開発 ・周辺車両と協調して走行する車両(車群)制御技術開発(再掲) ・路車間通信技術(通信容量等)	高	中～長期	・社会的受容性、利用者受容性 ・システムの低価格化・補助	・プローブ連動プロファイル信号全国展開
	(4)サグ渋滞等対策システム	①勾配情報等と連動してエコドライブ制御する機能	・ACCの実用化	・外部情報(勾配等道路構造)の収集、車両制御技術開発(再掲) ・周辺車両と協調して走行する車両(車群)制御技術開発(再掲)	中	短～中期	・システムの低価格化・補助	・勾配データ等、必要な情報の追加・更新の仕組みの構築(再掲) ・通信インフラの整備(必要に応じて)
	(5)合流支援システム	①合流車両等周辺環境と連動してエコドライブ制御する機能	・安全運転支援としての合流支援システム実験(情報提供レベル)	・(2)と同じだが、場所を限定(高速道路合流部)している分、技術的難易度は中程度と設定	中	中～長期	・システムの低価格化 ・安全運転支援等との共通化	・通信インフラの整備
道路の有効活用	(6)経路情報の充実	①プローブ情報を活用したリアルタイム性の向上 ②より広範囲なエリアでの情報収集・提供 ③より詳細な車両位置把握により車線別の混雑度合いを収集・提供 ④多彩な道路情報の提供	・カーナビの普及 ・DRM (1/25000) の全国整備 ・VICS交通情報の実用化 ・プローブ交通情報の実用化	・大容量プローブデータのリアルタイム・分散処理技術 ・車車間通信を用いたセンタレス型のプローブ情報システム技術の開発	低	短～中期	・情報収集の効率化 ・プローブ車両の普及インセンティブ・補助 ・通信料の低価格化、無料化	—
	(7)プローブを活用した最適出発時間予測	①プローブを活用した最適出発時間予測	・プローブ交通情報の実用化 ・過去の蓄積データを活用した所要時間予測技術の実用化	・プローブデータを活用した所要時間予測技術の高精度化	低	短～中期	・プローブ車両の普及インセンティブ・補助 ・ドライバーの行動変容意識の向上	—
	(8)駐車場情報提供システム	①駐車場の満空情報を提供する機能 ②駐車場入り口まで詳細に案内する機能	・カーナビの普及 ・DRM (1/25000) の全国整備 ・駐車場満空情報提供の実用化	・地図情報の詳細化	低	短～中期	・事業者からの駐車場満空情報の提供に関する協力	—
	(9)異常事態の検知と対応	①プローブ情報を活用した異常事象把握機能	・プローブ交通情報の実用化 ・緊急通報システム(メーデーシステム)の実用化	・車両挙動情報の検知・判断アルゴリズム開発(データスクリーニング技術)	中	短～中期	・車両挙動情報収集に関する合意 ・プローブ車両の普及インセンティブ・補助	—
	(10)国際的に信頼される効果評価方法の確立	①CO <sub>2</sub> 効果評価技術	・マイクロ、マクロなシミュレーション技術の確立 ・プローブ交通情報の実用化	・CO <sub>2</sub> 排出量推計のためのハイブリッド交通流シミュレーション技術 ・リアルタイム情報を活用したCO <sub>2</sub> 排出量モニタリングシステム	中	短～中期	・国際標準化	—



## 2.4 エネルギーITS の展開戦略

これまでの検討を踏まえると、エネルギーITS の施策メニューのうち、短中期的には、技術的難易度が高くなく、実用化が比較的容易と考えられる、プローブ情報の活用による経路情報の充実やエコドライブ・アイドリングストップ支援が CO<sub>2</sub> 排出量の削減には有効である。

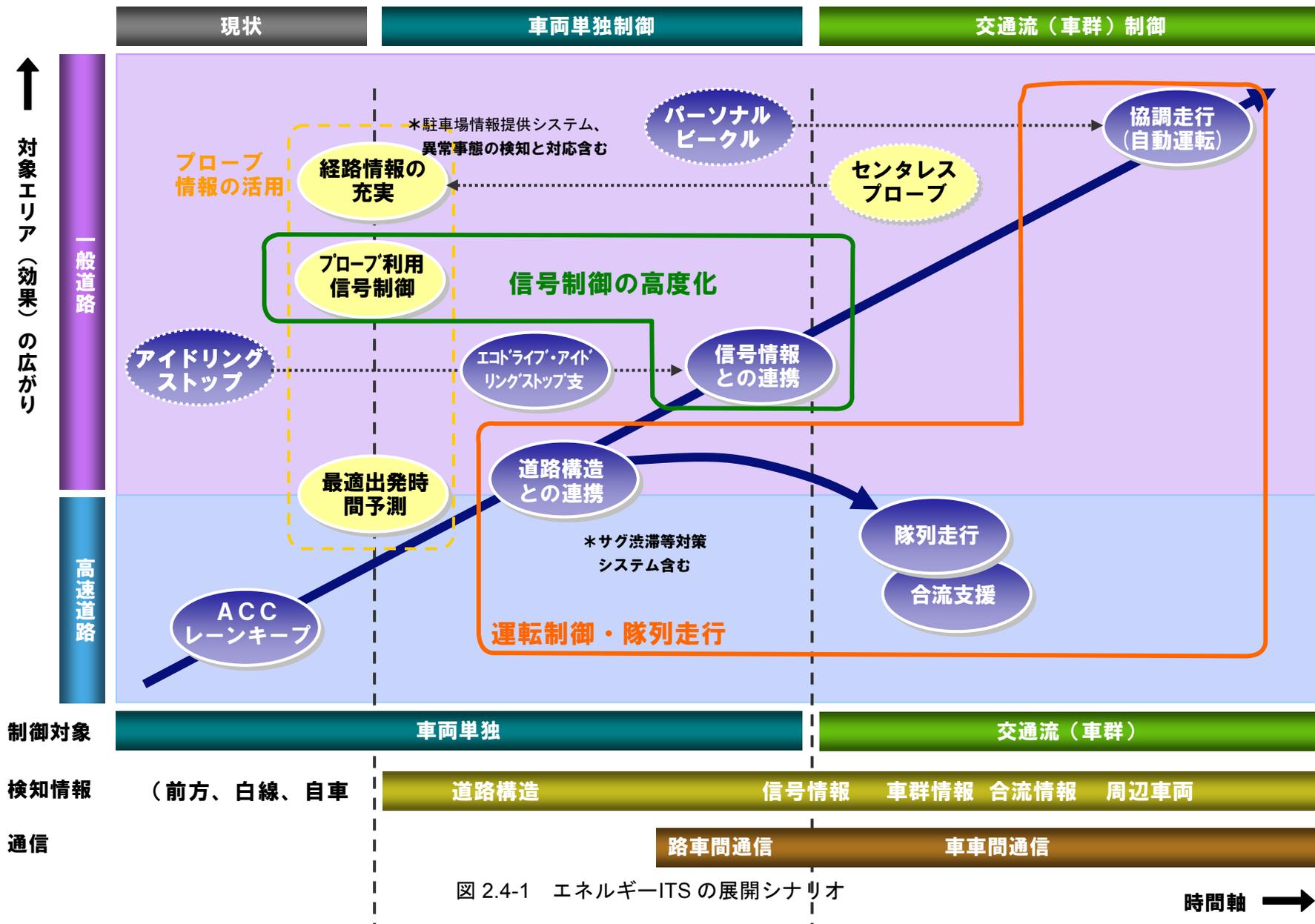
一方、長期的には運転制御・隊列走行の効果が大きい一方、その技術的課題は難易度が高い。したがって、実用化および効果発現には時間を要すると考えられるものの、長期的には全ての車両に車両制御技術と道路交通情報を活用したエコドライブ制御を始めとした各種機能を装備することにより、協調走行（自動運転）を実現し、自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量を約 25%削減することが期待される。

エネルギーITS を構成する技術は、比較的短期に実用化が期待されるものから、長期的な実現に向けて基礎的な研究を組み合わせる必要があるものまで多岐に渡っており、難易度、削減効果を考慮しつつ効率的に進めていく必要がある。また、エネルギーITS を構成する技術群は、自動車電子の将来技術として有望なものばかりであり、エネルギーITS の将来シナリオは自動車電子の将来展望上に重要な一部分である。かかる認識から、エネルギーITS の推進に当たっては、戦略的な取り組みが求められる。エネルギーITS の施策メニューについて、その構成要素と難易度を考慮してエネルギーITS の展開シナリオを図 2.4-1 にまとめた。効果が高く、技術的難易度の高い運転制御・隊列走行の協調走行（自動運転）の実現に向けては、現状の技術を活用しつつ、道路構造、信号情報といった外部情報の取り込みを順次実現しながら、段階的に高度化していくというシナリオが一案として考えられる。

こうした一連の段階的実用化・展開に向けては、エネルギーITS の施策メニューにおける運転制御・隊列走行の技術的課題解決に向けた取り組みが必要となるとともに、信号情報との連携が展開シナリオ上重要となる。また、信号情報の高度化において目指す機能には、短期的に効果が期待されるプローブ情報を利用した信号制御機能も含まれる。こうしたことから、運転制御・隊列走行および信号制御の高度化の研究開発については、早期に着手することが望まれる。

また、展開シナリオ上明示されていないが、こうした技術・サービスの効果評価については実用化・展開に際しては政策判断、投資判断に際して非常に重要となってくる。そのため、国際的に信頼される効果評価方法の確立についても早急に検討着手することが望まれる。

エネルギーITS の普及にあたっては、研究開発のみならず、インフラ整備及び普及支援策と組み合わせる実施することが重要である。本報告書で掲げた施策をについて、5～10 年間程度の研究開発を実施する費用として約 700 億円規模、実証実験・モデル事業等普及促進のための費用として約 2000 億円規模、また必要なインフラを整備するための社会投資が 1 兆 2000 億円規模必要になることが試算されている。ITS のインフラ整備については、1999 年 1 月に出された電気通信技術審議会答申において、2001 年～2015 年に約 10 兆円の投資が必要との予測が出されている。その後のインフラ整備状況や当時の予測との費目の違いを考慮しても、エネルギーITS で掲げた施策を全て達成するには数兆円の投資が必要と思われる。



### 第3章 平成20年度から開始するプロジェクト

#### 3.1 自動運転・隊列走行に向けた研究開発

##### 3.1.1 研究開発の目的

燃料消費やCO<sub>2</sub>排出量低減は、車両や道路構造など同一条件下で走行しても、アクセルワークや変速などの運転操作次第で20%以上の燃費改善がみられるため、エコドライブが推奨されている。また、将来構想として、渋滞解消(=CO<sub>2</sub>排出量低減)に効果が出る交通容量の拡大のため、超小型車両の協調走行による車群走行(SSVS)等も、従来から提案されている。従って、抜本的にCO<sub>2</sub>排出量の削減を目指すためには、車両制御技術と道路交通情報を活用したエコドライブ制御を始めとした各種機能を車両に装備することにより、協調走行(自動運転)を実現させることが重要と考えられる。図3.1-1に、現状技術から協調型自動運転車両まで到達する技術の進化のあり方を示す。

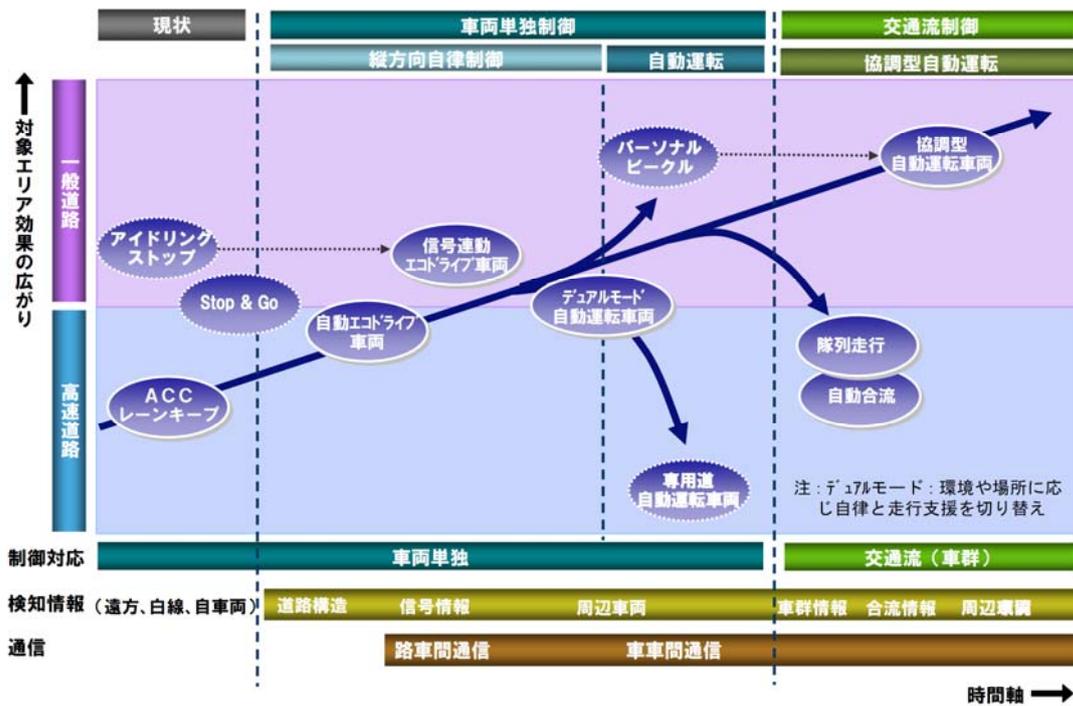


図 3.1-1 技術レベル比較

自動運転への取り組みとしては、米国国防総省高等研究計画局 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) が、軍事目的の技術開発推進のため完全自動制御の無人ロボットカーレースを主催している。'07 年は決勝に勝ち残った 11 台中 6 台が完走したが、特に優勝したカーネギーメロン大学を支援した GM のワゴナー会長は、'08 年 1 月の CES ショー (エレクトロニクスショー) で、自動運転走行車 (自動で運転し、目的地に到達すると自動的に駐車する車) を 10 年以内に開発・販売すると発表した。最初はフリーウェイでの走行にドライバーモデルを取り入れ、徐々に一般道での使用を広め、2015 年にテストドラ

イブ、2018年に販売したいという意向である。本事業では、これらの状況も踏まえ、自動運転走行を目指した要素技術の研究開発を行う。

また、大型車の高速走行ではエネルギー消費の4割以上が空気抵抗であり、複数車両を機械連結し、中間車両の走行エネルギーを大幅低減した機械連結車が、豪州や米国ですでに実用化されている。自動運転を目指した要素技術の研究開発の成果を生かしつつ、隊列走行の実現を目指す。

### 3.1.2 研究開発の目標

本事業で目標とする自動運転走行について、現時点までに世界各国で検討されてきた自動運転技術の開発技術レベルを、走行環境と走行速度の軸で比較し、図 3.1-2 に位置づけた。本事業では下記の2点を開発目標とする。

- ① 自動運転による単独走行のための要素技術開発
- ② 隊列走行技術の開発

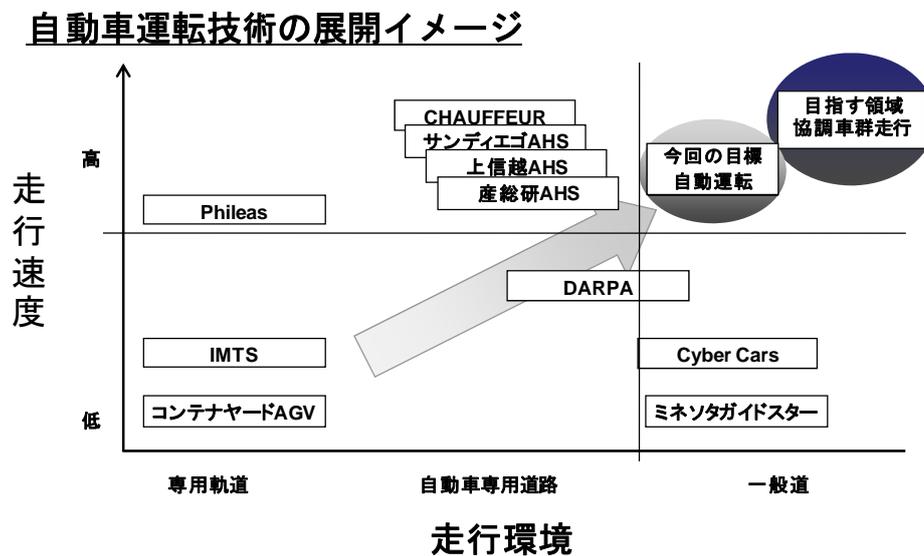


図 3.1-2 技術レベル比較（走行環境・走行速度）

### 3.1.3 技術開発の内容

走行方法の改善を目指した自動運転と隊列走行を実現するため、走行環境状態に応じた走行環境認識技術や車両制御技術を開発する。

#### (1) 全体企画、実証実験および評価

##### ① 全体企画

自動運転及び隊列走行による省エネルギー化に関する基礎データ調査とシミュレーション及びシステムの模擬実験により有効性検証及び開発すべき課題を明確化する。これと同時に自動運転及び隊列走行のコンセプトを策定し、これらに基づいて、開発及び実用化

ロードマップを策定する。

## ② 実証実験及び評価

技術検証のため、テストコースにおいて各システムの走行実験を行いながら、評価・改良をおこない、最終的に実証実験を実施する。

## (2) 自動運転技術の開発

### ① 車両制御モデル設計

- ・操舵制御
- ・ブレーキ制御
- ・車線保持および車線変更制御
- ・速度制御
- ・近接車間距離制御（前後方向）

### ② 要求仕様策定

- ・操舵制御系サブシステム（アクチュエータ、センサ、コントローラ）
- ・ブレーキ制御系サブシステム（アクチュエータ、センサ、コントローラ）
- ・車線保持および車線変更制御系サブシステム
- ・速度制御サブシステム
- ・車間距離制御サブシステム

### ③ 制御装置開発

- ・操舵アクチュエータ系
- ・ブレーキアクチュエータ系

### ④ 走行環境認識技術の開発

#### ○走行車線検出技術

- ・画像認識による白線認識技術
- ・パッシブ型補助レーンマーカ及び検出技術
- ・レンジファインダによる走路認識

#### ○周辺車両認識および車間距離検出（前車、後側方）

- ・画像認識
- ・レーダ及びレーザによる車両認識技術
- ・センサーフュージョン技術
- ・道路標識認識（一時停止、横断歩道等）

#### ○歩行者認識

- ・画像認識
- ・レーダ及びレーザ及び車両認識技術
- ・センサーフュージョン技術

- ・画像認識
- 目標走行軌道・位置特定
  - ・地図データベースによる交差点走行軌道位置
  - ・地図データベースによる合・分流車線変更軌道位置
- 車車間通信技術

#### (4) 隊列走行技術の開発

- ① 隊列走行制御

#### 3.1.4 進め方

##### (1) 開発手順

本テーマの目標は、下記ステップで進める。

- ① 全体計画の作成（ロードマップの作成含）
- ② 自動運転技術の開発
- ③ 隊列走行技術の開発

なお、隊列走行の検討に当たっては、物流事業者の協力のもと、幹線道路以外の物流改善も含めたモデル事業提案と効果検証することとする。物流業者からは、実現化に当たって、隊列の構成（小型トラック又は大型トラック並びにそれらの混在、他社とのコンテナ／車両レベルでの混在）、連結のあり方、連結する場所等について検討が必要とされている。

また、革新的な要素技術（ブレークスルー技術）の開発に当たっては、研究機関や大学への開発を公募することとする。

(2) 研究開発スケジュール

	2008 年度	2009 年度	2010 年度	2011 年度	2012 年度
1. 全体計画					
①基礎データ調査 (効果検証と課題抽出)	→				
②コンセプト企画		★			
③ロードマップ策定		★			
2. 自動運転技術の開発					
①車両制御モデル設計	→ シミュレーション	★			
②要求仕様策定					
③制御装置開発					
④環境認識技術開発					
・走行車線認識技術					
・周辺車両認識					
・歩行者認識					
・目標走行軌道位置推定					
・車車間通信技術					
⑤自動走行制御開発				★	★
⑥実験車試作・評価と公開実験				★	★
3. 隊列走行技術の開発					
①車両制御モデル設計	→ シミュレーション	★			
②要求仕様策定					
③実験車試作・評価と実証実験				★	★

### (3) 2008 年度における実施計画案

#### ① 全体企画の策定

##### a. コンセプト企画と体制整備

全体企画を通して、官学民の役割明確化と、全体を進める体制の整備。

##### b. 基礎データ調査

現有車を改造し実験車を製作。計測データに裏付けられた隊列走行の効果検証と、課題抽出のための基礎データ取り。

- ・実路走行による車両構成ごとの燃費特性比較
- ・必要動力性能および走行安定性確保の課題
- ・車間距離と後続車の制動応答性能
- ・モデル路線における道路構造上の課題の具体事例抽出

##### c. ロードマップ策定

上記を総合した開発・実用化ロードマップの策定

- ・システム構成と機能ブロック毎の要求スペック整理  
→要素技術の識別、各要素技術の達成すべきレベル、期待される効果
- ・技術課題に対応する要素技術の整理と予備的性能評価
- ・実運行を想定した付帯施設や運用モデルのケーススタディ

##### d. 要素技術開発項目の層別

ロードマップ作成後に、下記を層別して、双方の開発分担を決定する。

(共通領域・競争領域の層別も含む)

- ・実証実験車用の要素技術開発
- ・ブレークスルーが必要な革新要素技術開発

#### ② 技術のコンセプト固めと企画

##### a. 自動運転のためのコンセプト固めと企画

机上で自動走行のための開発必要項目のリストアップと対応案の検討

##### b. 隊列走行のコンセプト固めと企画

従来の経験に基づき、机上で隊列走行のための開発必要項目のリストアップと対応案の検討

## 3.2 信号制御の高度化に向けた研究開発

### 3.2.1 研究開発の目的

現状の交通流制御技術の主流は、感知器により収集される交通流の情報を交通管制センターに集約し、信号機に対してフィードバック制御を行う方式であるが、近年、交差点を面的にネットワーク化し、上流側の交通流データから下流側の交通の変化を予測してフィードフォワード制御（プロファイル制御）を行う方式が導入され始めており、交通流の円滑化、環境対策等の観点から同方式の普及が強く望まれているところである。

しかしながら、フィードフォワード制御方式を導入するにあたっては、近隣の交差点の信号制御機のネットワーク化やより精度の高い制御を行うためには制御対象とする交差点に影響を与える従道路群の交通流の把握が必要で多数の感知器の設置を行うため従来方式に比べコストがかかるという点が課題となっている。

一方、自動車自らがセンサとなって取得した情報を活用するという、いわゆるプローブ情報システムが既に実用化されており、タクシー等の運行管理システムや道路交通情報提供システムに利用され始めているおり、このプローブ情報は信号制御にも有効と考えられる。

本事業では、ますます強まる交通流の円滑化、環境対策への要請に対応していくため、プローブ情報を感知器の補完情報として用いるとともに、さらにプローブ情報の特性を活かしたきめ細かい情報を収集・活用することにより、低コストで高度な交通流制御を行う技術を開発することを目的とする。

### 3.2.2 研究開発の目標

プローブ情報を活用した低コストで高度な交通流制御技術の開発を行う。

これは、最新のフィードフォワード信号制御方式（交差点を面的にネットワーク化した上で上流の交通流データから下流側の交通の変化を予測し制御する方式）をさらに性能向上させ、現状のインフラ側で設置するセンサ情報に、自動車が自ら収集する交通情報（プローブ情報）を補完情報として加えることにより、より高度な交通流制御を低コストで行うシステムである。

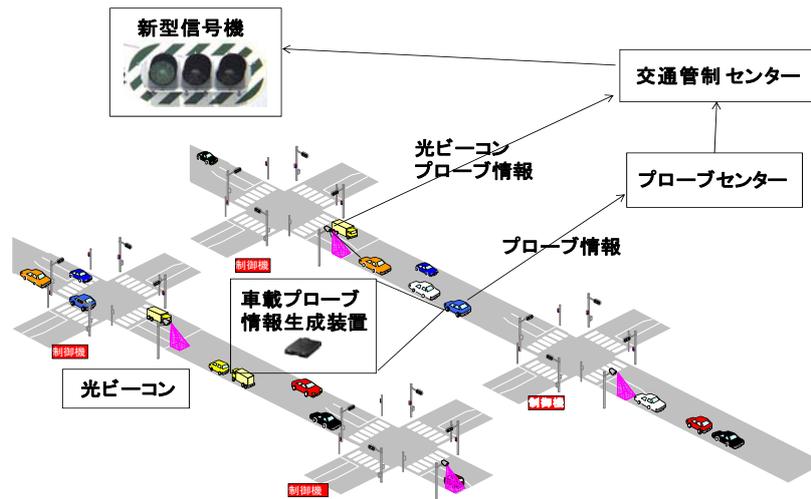


図 3.2-1 検討システムのイメージ

### 3.2.3 技術開発の内容

自動車自らがセンサとなって収集するプローブ情報を活用することにより、最新のフィードフォワード信号制御システムの性能を画期的に向上させる技術を開発する。具体的には、①交通流制御高度化技術の開発、②プローブ情報活用技術の開発、③新型信号機の開発の3つを開発する。

#### ① 交通流制御高度化技術の開発

プローブ情報を活用することにより、感知器が設置されていない従道路群等の交通情報を収集し、それを補助的に用いてフィードフォワード信号制御の性能を向上させる技術を開発する。

その際に、携帯電話等を用いて収集され、統計的な処理を行った上で提供されるためリアルタイム性が低い「通常のプローブ情報」と、車両が光ビーコン等を通る際に収集されるためリアルタイム性が高い「光ビーコンプローブ情報」の双方に関して信号制御に活用するための検討を行い、両者を個別に利用、あるいは統合して利用することにより、交通流制御を高度化する技術の開発を行う。

また、信号制御に特に有効な情報であっても、従来の感知器を用いた方式では直接収集できないため推測していた情報の中で、プローブ情報としてなら直接把握できる可能性がある情報（例えば、信号待ち最後尾車両の位置情報、交差点分岐率、交差点間の区間別速度情報等）について検討を行い、感知器情報を補完する方式の開発を行う。

#### ② プローブ情報活用技術の開発

最新のフィードフォワード信号制御システムにプローブ情報を加味して活用する技術、ならびに信号制御に有効なプローブ情報を収集・提供する技術を開発する。

プローブ情報活用技術に関して、「通常のプローブ情報」については、プローブ情報セン

ター等で統計的な処理を行なった上提供されるため、時間遅れがあり直接信号制御には利用することは難しいが、広域の交通状態を把握する上では非常に有効であるため、これをシミュレーションデータとして用いることにより、必要最小限のプロブデータで制御対象エリア全体を最適化した信号制御が行えるようなアルゴリズムを開発する。また、「光ビーコンプロブ情報」については、車両が光ビーコン等を通る時刻直前の一定時間のデータが得られることから、フィードフォワード制御の補完情報として直接利用する技術を開発する。

また、信号制御に有効なプロブ情報の収集・提供技術に関して、現在は主にタクシーや商用車の運行管理や交通情報提供等に用いるため収集しているプロブ情報を、新たに交通流制御用に用いる場合の収集・提供技術の開発を行うとともに、現在は感知器情報等から推測していた信号制御用情報のうち、プロブ情報としてなら直接把握できる可能性がある情報の抽出と収集・提供技術の開発を行う。

さらに、情報の信頼性やセキュリティの確保、処理時間の短縮、コスト低減など、プロブ情報を信号制御に活用する場合に必要な課題について、必要となる技術開発を行う。

### ③ 新型信号機の開発

現状の感知器情報に加えて、光ビーコン等を用いて収集される「光ビーコンプロブ情報」と交通管制センターから送られてくる政策的な信号制御情報をもとにローカルで行う最適な自律分散制御ができる新型信号機の開発を行う。

さらに自然エネルギーを併用して利用し交差点内の信号灯器間のネットワーク化を無線等で行う方式や、個々の信号灯器が独立して表示することにより、従来交差点に設置していた制御機をルーター化について研究・開発を行うことにより、次世代の信号機としてふさわしい省エネ、コンパクトな新型信号機を開発する。

## 3.2.4 進め方

### (1) 開発手順

- ① プロブ情報を活用した高度信号制御システムの全体コンセプトを検討するとともに、個別技術開発項目に関して互いに整合性が取れた開発計画を作成する。
- ② 3つの開発技術項目に関して、互いに調整を取りつつ、開発・個別検証実験を行う。
- ③ 全体システムに関して公道による実証実験を行い、効果を測定し検証する。

## (2) 研究開発スケジュール

表 3.2-1 研究開発スケジュール（信号制御の高度化）

	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	以降
①交通流制御高度化技術の開発	交通流制御高度化技術の開発・個別検証実験 (プローブ情報活用制御技術等)					
②プローブ情報活用技術の開発	プローブ情報活用技術の開発・個別検証実験 (評価シミュレーション技術、セキュリティ技術)					
③新型信号機の開発	新型信号機の開発・個別検証実験 (光ビーコンプローブ情報処理技術、ネットワーク技術、自律分散処理技)					
④全体企画、実証実験	コンセプト固め、開発計画作		実証実験準備	実証実験	効果評価の測定・検証	実用化・高度化

## (3) 2008年度における実施計画案

### ① コンセプト固め

プローブ情報を活用した高度信号制御システムの全体コンセプトを検討するとともに、個別技術開発項目に関して互いに整合性が取れた開発計画を作成する。

### ② 交通流制御高度化技術の開発

「通常のプローブ情報」、「光ビーコンプローブ情報」各々について信号制御に活用する方法を検討する。

### ③ プローブ情報活用技術の開発

「通常のプローブ情報」に関して必要最小限のプローブデータで制御対象エリア全体を最適化した信号制御が行えるようなアルゴリズムについて検討を行う。また、「光ビーコンプローブ情報」については、フィードフォワード制御の補完情報として直接利用する方法を検討する。また、プローブ情報の収集・提供方法についての検討を行う。

#### ④ 新型信号機の開発

プローブ情報に関する交通管制センターとの授受の方法や機能分担について検討するとともに、省エネ・コンパクト化など次世代の信号機としてふさわしいコンセプトおよび実現方法を検討する。

### 3.3 国際的に信頼される効果評価方法の確立

#### 3.3.1 研究開発の目的

渋滞対策等、各種施策を適切に運用していくためには、道路交通状況の状況を可能な限り把握するとともに、各種施策が CO<sub>2</sub> 削減にどれほど寄与したかを計測していく必要がある。さらに、その結果をサービスの改良や適用場所の選定等に生かしていくことも重要である。

ITS の実用化・普及に伴い、道路上の交通状態、および自動車の走行状態に係る精緻なデータの獲得が実現されつつある現在、これらのデータを十分に活用した CO<sub>2</sub> 削減効果評価のための技術として、プローブ情報の活用や交通流シミュレーション技術の応用への期待が高まっている。

しかしながら、現段階では、以下のような課題が挙げられる。

- ① CO<sub>2</sub> 削減を狙う ITS 技術には、車両挙動レベルに作用するものから、広域のエリアでの交通流動に作用するものまで、幅広くあると考えられる。従って、効果推定のためのシミュレーションにも、比較的局所的かつ詳細な交通流動から、非常に広範囲での交通流動までを、スケーラブルに、かつ統合的に再現・評価することが求められるが、そのような技術がこれまで十分に検討されているとは言い難い。
- ② プローブ情報処理については、これまで個別車両の CO<sub>2</sub> 排出量を推定するようなアプローチは見られるものの、都市交通全体でどのくらいの排出量があるのか、どの程度の削減効果が得られているのかを評価するための技術としては、十分に確立されているとは言い難い。
- ③ シミュレーションにおいても、またプローブ情報活用においても、車両の走行状態から CO<sub>2</sub> 排出量を推定するための原単位を、合理的かつ現実的に設定することが重要である。現状で広く使われている CO<sub>2</sub> 排出量原単位は、「エネルギーITS 構想」が視野に入れる各種の車両制御技術、交通管理技術の影響を十分に加味できるほど、詳細な要因を考慮しているとはいえない。

CO<sub>2</sub> 削減効果の定量評価は、京都議定書での削減効果達成度合いを示すためにも、また今後の市場展開が予想される国際間での CO<sub>2</sub> 排出権取引においても、非常に重要な位置づ

けを占めていると考えられ、本事業では、これらの課題を克服することにより、国際的に信頼される CO<sub>2</sub>削減効果評価方法の確立に資するための技術開発を行うことを目的とする。

### 3.3.2 研究開発の目標

国際的に信頼される CO<sub>2</sub>削減効果評価方法の確立に資するため、以下の3つの技術開発を行う。

- ① 「エネルギーITS」の導入による CO<sub>2</sub>削減効果を推計するための交通シミュレーション技術
- ② 現在の CO<sub>2</sub>排出量をリアルタイムに、かつ継続的に推計するためのモニタリング技術
- ③ 「エネルギーITS」の技術レベルに即した CO<sub>2</sub>排出量原単位推定技術

### 3.3.3 技術開発の内容

#### (1) 効果評価方法のフレーム

国際的に信頼される CO<sub>2</sub>排出量削減効果の評価方法の確立に当たっては、効果評価にかかる技術とその技術を有効に使うための環境や仕組みを含めて検討されるべきであるが、次の3つの要素技術が組み合わされ、活用されていることが重要である。

#### ① 交通状況予測技術

将来に、各種の施策が導入された場合の、交通状況の変化を、シミュレーション等の技術を活用して予測するもの。③の CO<sub>2</sub>排出量推計モデルと組み合わせて、エネルギーITS施策の実施による、CO<sub>2</sub>削減効果を予測する。

#### ② 交通状態モニタリング技術

現在の都市内の交通流動性を、オンタイムで定量的に評価するもの。③の CO<sub>2</sub>排出量推計モデルと組み合わせて、現在までに目標としている CO<sub>2</sub>削減効果が達成できているかをモニタリングすると共に、①でのシミュレーション結果と比較すべきベースポイントを与える。

#### ③ CO<sub>2</sub>排出量推計技術

①及び②の基礎技術として、交通流の状態や車両の走行状態を元に、CO<sub>2</sub>排出量推計の基礎となる1台ごとの排出量を与えるもの。

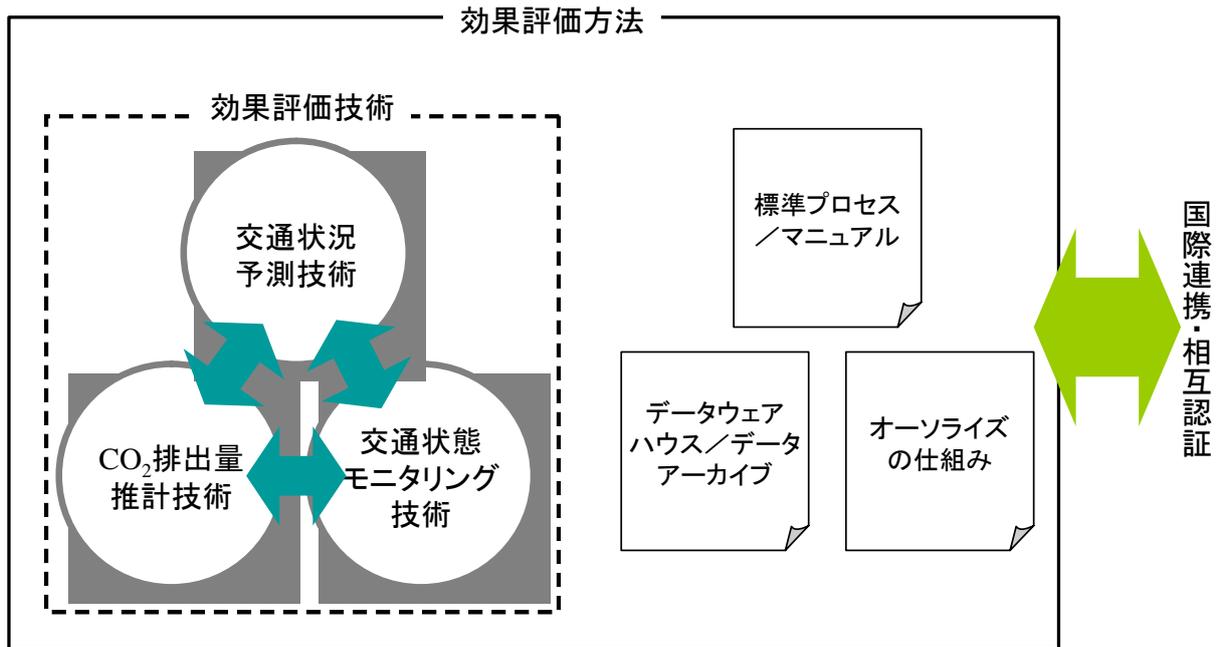


図 3.3-1 国際的に信頼される効果評価方法のイメージ図

なお、効果評価方法の確立にあたっては、これらに加えて、評価技術を合理的な考え方に基づいて活用するための「標準プロセス化・マニュアル化」や、評価に使われるデータが容易に獲得できる「データウェアハウス整備」、さらには評価した結果の数値をオーソライズし、国際間での連携や相互認証につなげるような「オーソライズの仕組み確立」など、周辺のトピックについては、技術開発と並行して取り組まなければならない。技術開発トピックに重点を置いた本報告書の主旨からはずれるが、重要な視点であるため、同じく図 3.3-1 に含めて記載した。

## (2) 具体的内容

### ① CO<sub>2</sub>排出量推計のためのハイブリッド交通流シミュレーション

自動車交通による CO<sub>2</sub> 排出量の推計に際しては、時間的・空間的にダイナミックに変化する渋滞現象を再現することができる「動的交通流シミュレーション」の活用が期待が集まっている。シミュレーションによる評価は、「エネルギーITS」の範疇である様々な技術・システムや、都市圏レベル・地区レベルでの各種施策をモデリングして、評価できるという柔軟性がある。

交通流シミュレーションモデルは、数 100m～数 km 程度の規模の地域道路ネットワークを対象とする「マイクロモデル」と、数十 km～数百 km の規模の都市圏道路ネットワークを対象とする「マクロモデル（あるいはメゾモデル）」に大別される。前者は道路上の交通現象を、できるだけ現実に沿って、詳細に表現しようとするものだが、データ獲得やパラメータ調整にかかる労力、計算能力などの制約から、広範囲での適用は一般的ではない。後者は、広域道路ネットワークへの適用性を重視しており、渋滞による損失の評価を合理的

に行うために、容量－密度関係のような交通流特性を厳密に再現できる表現を採っているが、詳細な車両挙動は考えていなかったり、格の低い非幹線道路が考慮されていなかったりと、現実の一部を捨象している。

一般に、CO<sub>2</sub> 排出量削減を目的とした施策や技術開発は、都市圏規模の交通流に影響を及ぼすものであり、その意味では、マクロモデルの利用が適切であるといえるが、一方で排出量を絶対量で推計することが求められており、シミュレーションで現実の一部を捨象してしまうことは望ましくない。このため、都市圏規模での CO<sub>2</sub> 排出量評価をマクロモデルで、その部分である地域規模での評価をマイクロモデルで、それぞれ分担して行うことで、全体での CO<sub>2</sub> 排出量を合理的に推計する「ハイブリッドシミュレーション」の開発に取り組む必要がある。図 3.3-2 はハイブリッドシミュレーションのイメージであるが、マクロ（メゾ）モデルが評価対象地域全体をカバーし、広域範囲に適用されるエネルギーITS 施策の評価を担当する。また、このうちの一部の地域で、特に詳細に交通現象を評価する必要がある地域を切り出し、マイクロモデルがカバーする。

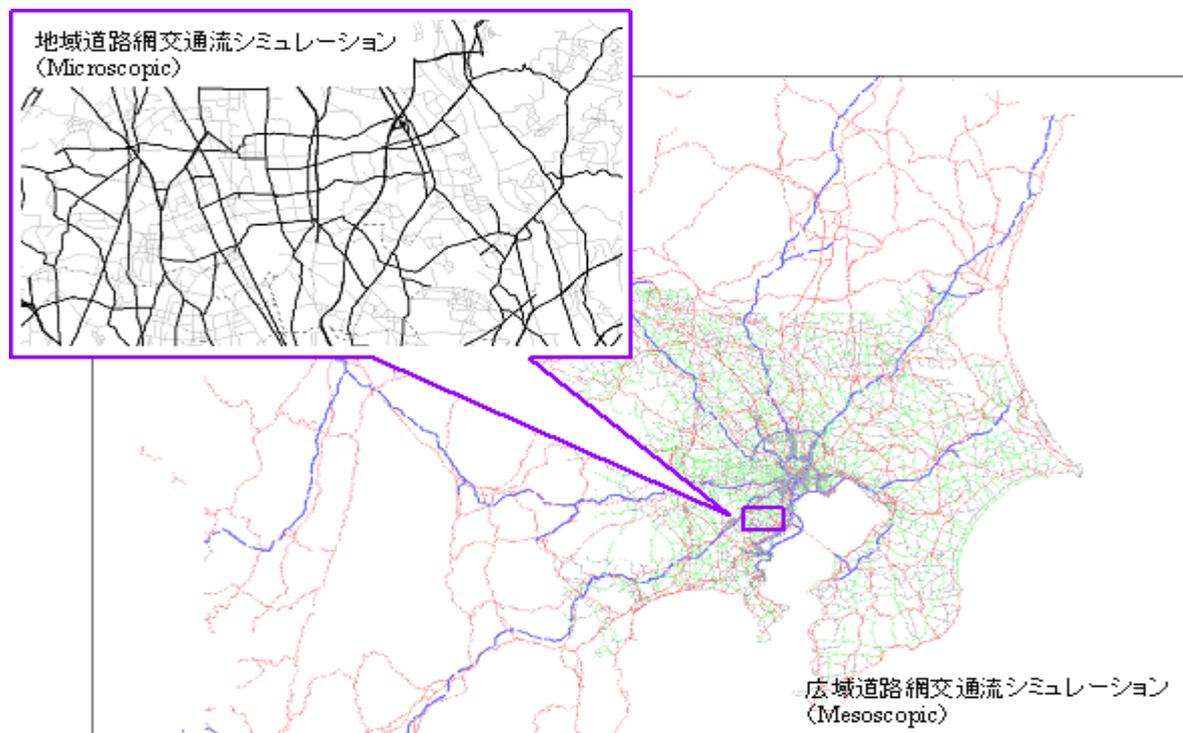


図 3.3-2 ハイブリッドシミュレーションのイメージ

表 3.3-1 にマクロ・マイクロモデルと、それぞれが評価対象とするエネルギーITS 施策との対応を示す。エコドライブ・アイドリングストップ支援のように、走行挙動の変化に伴う CO<sub>2</sub> 排出量削減のような、マイクロな視点での効果評価と、ドライバー全体のある割合がエコドライブを実践する場合の全体での削減量のような、マクロな視点での評価があるものは、それぞれのモデルにおいて、合理的にモデル化して、効果を検討できるようにする必要がある。また、表に挙げた施策の他にも、道路インフラの整備効果や、ロードプライシング・マルチモーダル促進などの各種 TDM 施策といった、各種の環境改善に資する施策を評価できるよう、適切なモデリングがなされる必要がある。

表 3.3-1 マクロ（メゾ）モデルとマイクロモデルが評価対象とするエネルギーITS 施策

	評価対象とするエネルギーITS 施策
マクロ(メゾ)モデル	(1) 経路情報の充実 (2) エコドライブ・アイドリングストップ支援 (4) 最適出発時間予測
マイクロモデル	(2) エコドライブ・アイドリングストップ支援 (3) 運転制御・隊列走行 (5) 信号制御の高度化 (7) 知的クルーズ制御(高機能 ACC) (8) 合流支援 (9) 駐車場情報提供システム (10) 事故処理迅速化システム

ハイブリッドシミュレーションでは、マイクロとマクロのモデルが交通現象において一定レベルの整合性を担保しながら、連携して動作する必要がある、そのための理論や技術論の構築のみならず、データ獲得からパラメータ調整にいたるまでの方法論の確立も必要である。実用化に際して必要となる技術開発等の課題を、以下の表に整理した。

表 3.3-2 技術開発内容（CO<sub>2</sub> 排出量推計のためのハイブリッド交通流シミュレーション）

分類	開発技術等
評価手法に関する技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハイブリッド交通流シミュレーションのためのマイクロ／マクロ統合理論と手法・ツールの開発。</li> <li>・交通流のマイクロ／マクロ表現を統合した CO<sub>2</sub> 排出量推計モデルの確立。</li> <li>・エネルギーITS の CO<sub>2</sub> 削減効果モデリング。</li> </ul>
評価手法を活用する環境・体制の構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CO<sub>2</sub> 排出量推計のためのシミュレーション利用技術の普及・促進。</li> <li>・シミュレーションモデル検証プロセスの共通化・モデル認証。</li> <li>・シミュレーションによる CO<sub>2</sub> 排出量推計手法の国際標準化。</li> </ul>

## ② リアルタイム交通情報を活用した CO<sub>2</sub> 排出量モニタリングシステム

CO<sub>2</sub> 排出量の評価にあたっては、シミュレーションによる推計の論拠となっている入力データやパラメータ設定がいかにかに現実的であり、また、その推計結果が妥当な水準であるかを、常に把握しておく必要がある。また、年次毎の削減目標達成度合いを逐次推計して、その度合いを様々な施策の実施方針にフィードバックすることも重要である。

このため、シミュレーションによる将来の CO<sub>2</sub> 削減効果の推計と並行して、現状でどの程度 CO<sub>2</sub> が排出されているかを推計する「CO<sub>2</sub> 排出量モニタリングシステム」を開発する。これは、既存のトラカン等のセンサ情報や、プローブ交通情報を融合し、リアルタイムで都市圏全体の排出量を推計するものである。このための必要となる技術開発等の課題を、以下の表に整理した。

表 3.3-3 技術開発内容(リアルタイム交通情報を活用した CO<sub>2</sub> 排出量モニタリングシステム)

分類	開発技術等
モニタリング手法に関する技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インフラ側センサとプローブ情報の融合技術(Data Fusion)。</li> <li>・プローブ情報によるネットワーク上の交通量推計技術。</li> <li>・個別プローブ車両の CO<sub>2</sub> 排出量観測・推計技術。</li> <li>・個別排出量の全体への拡大手法。</li> </ul>
周辺関連技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・センサ情報・プローブ情報流通システムのプラットフォーム化。</li> </ul>

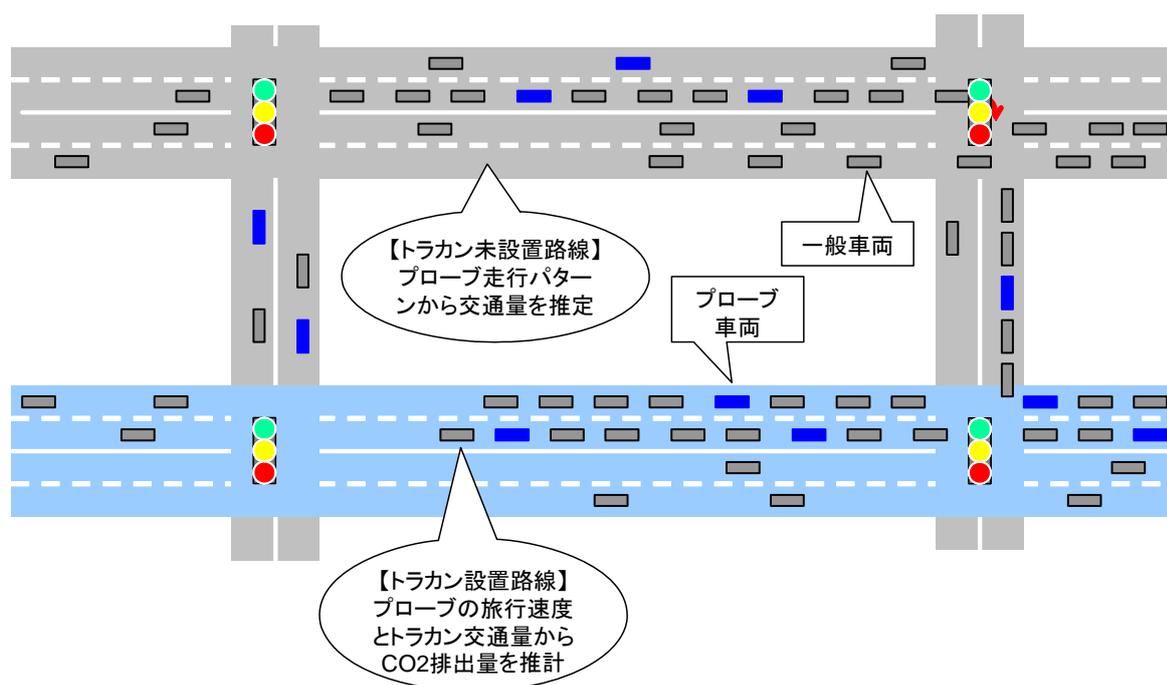


図 3.3-3 検討システムのイメージ

③ 車両メカニズム・走行状態を考慮した CO<sub>2</sub> 排出量推定モデル

ITS による CO<sub>2</sub> 低減のための具体的方策として、ITS 利用による隊列走行・信号制御高度化による交通流の円滑化、エコドライブの推進などの考えが挙げられており、これらの方策の効果評価を行うことが可能なモデルの開発が必要である。

ITS による CO<sub>2</sub> 低減方策の多くのものは、これまでの CO<sub>2</sub> 排出原単位（平均速度に対する排出量、速度・加速度に対する排出量）を変化させる可能性を含んでいる。そのため、各種の ITS 方策導入やそれに伴う車両メカニズムの変化に対して、CO<sub>2</sub> 発生量（=CO<sub>2</sub> 原単位）を見積もる<sup>1</sup>ことのできるモデルが必要である。またエコドライブ操作<sup>2</sup>による効果、より進んだ車両単体での燃費向上技術<sup>3</sup>が取り入れられた場合における ITS による CO<sub>2</sub> 低

<sup>1</sup> 例えば隊列走行が実現した場合、後続車両の空気抵抗の減少、よりハイギアードなオーバートップギアの採用などにより CO<sub>2</sub> 排出量の低減が図られるが、道路の縦断勾配、積載率の違いにより、CO<sub>2</sub> の低減量が異なる。

<sup>2</sup> エコドライブ操作：例 1、加速度低下による早期変速、赤信号認知時の早期アクセルオフによる燃料カット走行などの効果見積もり。例 2、ハイブリッドカーなどでは、逆にエコ運転の効果が小さいことなどの見積もり。

<sup>3</sup> 車両単体の燃費向上技術：変速プログラムの省燃費化、風損抵抗、転がり抵抗の軽減、車体軽量化、動力系のハイブリッド化など

減方策の効果なども評価できるモデルが必要である。これらの CO<sub>2</sub> 低減効果を求めるために、車両メカニズム・運転操作特性に遡って評価検討のできる車両モデルを開発する。

また、エコドライブ操作の普及や、車両単体での燃費向上技術が取り入れられることにより、走行加速度の（例えば）低下がミクロの交通流に影響を与え、ある条件では走行加速度低下により CO<sub>2</sub> 発生量を低下させ、他の条件では交通量容量の低下による渋滞により CO<sub>2</sub> 発生量に悪影響を影響を与える、など多様な結果が考えられる。このような変化をも評価可能な交通流モデルが必要であり、上述の車両モデルとの連携により、交通流の変化を評価可能なモデルを開発する。

これらの車両モデルおよび車両モデルと連携した交通流モデルにより、CO<sub>2</sub> 低減のための具体的方策が導入された場合の効果も、車両の各種諸元が変化した場合まで含めて明らかにし、①項のハイブリッド交通流シミュレーションのための CO<sub>2</sub> 排出量の詳細データを提供する。

表 3.3-4 技術開発内容（車両メカニズム・走行状態を考慮した CO<sub>2</sub> 排出量推定モデル）

分類	開発技術等
推定手法に関する技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車両の各種諸元と、ミクロな運転挙動を考慮した推計モデルの構築。</li> <li>・ハイブリッドカーなどの省エネ車両や、エコドライブ実践時の運転挙動などの特性を推定モデルへの組み込む技術の構築。</li> <li>・隊列走行実現時の省エネ効果の考慮。</li> </ul>
推定手法を活用する環境・体制の構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マクロな交通流状態と、ミクロな運転挙動との関連づけ（シミュレーションやモニタリング機能と連携するため）。</li> <li>・地域全体での排出量に拡大するための、交通流中の車種構成や、各種諸元の構成比の設定。</li> </ul>

### 3.3.4 進め方

#### (1) 開発手順

##### ① CO<sub>2</sub> 排出量推計のためのハイブリッド交通流シミュレーション

- a. ハイブリッドシミュレーションにおけるマクロモデルとミクロモデル間の、時間的・空間的解像度の違いを補間し、一定の整合性を担保しつつ両者を連携させる理論、およびツールを開発する。
- b. 現在利用されているマクロな交通状態に応じた CO<sub>2</sub> 排出量原単位推計モデルだけでなく、ミクロな車両挙動レベルでの交通状態に応じた CO<sub>2</sub> 排出量原単位推計モデルを構築する。
- c. 交通流シミュレーションの交通状況再現性を検証するベンチマークデータセットや、地域ごとのガソリン販売量からの自動車交通による燃料消費量推計値等を整備し、推計モデルの妥当性を検証する。

- d. 「エネルギーITS」の範疇となる各種技術が CO<sub>2</sub>削減にどのように寄与するかをモデル化し、シミュレーションに組み込む。
- e. 各種データの獲得方法、パラメータの設定方法等をマニュアル化し、ツール及び適用手順の普及・促進を図る。

## ② リアルタイム交通情報を活用した CO<sub>2</sub>排出量モニタリングシステム

- a. インフラ側の各種センサ情報とプローブ交通情報の融合による、幹線道路上の走行状態推計技術を開発する。
- b. プローブ交通情報による面的なエリアでの交通量推計技術を開発する。
- c. 個別プローブ車両の CO<sub>2</sub>排出量観測・推計技術、及び個別排出量の全体への拡大手法を開発する。
- d. 地域ごとのガソリン販売量からの自動車交通による燃料消費量推計値等を整備し、モニタリングシステムによる推計値の妥当性を検証する。

## ③ 車両メカニズム・走行状態を考慮した CO<sub>2</sub>排出量推定モデル

- a. CO<sub>2</sub>排出に関わる車両メカニズムを考慮したモデルの構築
- b. 車両メカニズムの物理モデルと連携したマイクロ交通流シミュレーションの開発
- c. ①項（ハイブリッド交通流シミュレーション）のマイクロ車両挙動モデルへのデータ反映
- d. CO<sub>2</sub>低減のための各種 ITS 方策の効果評価

## (2) 国際的な研究推進体制の構築

CO<sub>2</sub>排出量削減が国際的な取り組みであるため、エネルギーITS による削減効果の推計手法も、国際的な合意の下で実施されるべきものである。このため、研究開発段階においては、欧米先進諸国の研究機関や政府団体と連携して、情報交換や基礎技術の共有化などを円滑に実施できるような研究推進体制の構築が望まれる。

(3) 研究開発スケジュール

表 3.3-5 研究開発スケジュール(CO<sub>2</sub> 排出量推計のためのハイブリッド交通流シミュレーション)

		H20	H21	H22	H23	H24
ハイブリッド交通流シミュレーション	マイクロ/マクロ統合理論と手法・ツール	仕様検討 プロトタイプ	実システム 作成	システム検 証	システム改善・モニタリング システムとの連携	
	統合型 CO <sub>2</sub> 排出量推計モデル	既存モデル の整理と活 用方針検討	シミュレーシ ョンモデル への統合			
	エネルギーITSのCO <sub>2</sub> 削減効果モデリング		モデリング 方針の検討	シミュレーションへの組み 込みと評価		
	シミュレーション利用技術の普及・促進			コンソーシ アム等の体 制構築	普及・促進活動	
	モデル検証プロセスの共通化・モデル認証		ベンチマー クデータセ ットの整備	検証プロセ スの整備		
	推計手法の国際標準化	国際動向に関する情報収 集		素案の検討	標準化活動	

表 3.3-6 研究開発スケジュール(リアルタイム交通情報を活用した CO<sub>2</sub> 排出量モニタリングシステム)

		H20	H21	H22	H23	H24
リアルタイム排出量モニタリングシステム	インフラ側センサとプローブ情報の融合技術	手法の検討 評価用データ収集	プロトタイプシステムによる検証			
	プローブ情報によるネットワーク上の交通量推計	手法の検討 評価用データ収集	プロトタイプシステムによる検証			
	個別プローブ車両の CO <sub>2</sub> 排出量観測・推計	手法の検討	実測値ベースでの検証			
	個別排出量の全体への拡大	手法の検討 各種統計データの収集	拡大手法の検証			
	センサ情報・プローブ情報流通システムのプラットフォーム化		プラットフォーム化の方針検討	システム構築	システム検証	システム運用技術(可視化など)

表 3.3-7 研究開発スケジュール(車両メカニズム・走行状態を考慮した CO<sub>2</sub> 排出量推定モデル)

		H20	H21	H22	H23	H24
車両メカニズムの影響を評価可能なモデル	CO <sub>2</sub> 排出に関わる車両メカニズム構築	車両メカニズムの構築	車両メカニズムの構築	シャシダイナモ試験による検証		
	車両メカニズムの変化を反映することのできる交通流モデル開発	車両メカニズムモデルと連携した交通流モデル開発	精度検証	テストサイトでの検証試験	テストサイトでの検証試験	
	ハイブリッド交通流シミュレーションモデルへの反映			各種データの反映	各種データの反映	
	各種 ITS 方策の効果評価		既存 ITS 方策の効果評価	新 ITS 方策の提案・効果評価		

#### (4) 2008 年度における実施計画案

##### ① CO<sub>2</sub> 排出量推計のためのハイブリッド交通流シミュレーション

###### a. ハイブリッド交通流シミュレーションの仕様検討及びプロトタイプ開発

マイクロ/マクロの交通流シミュレーションを統合するための理論フレームワークを構築し、それに基づくシステムへの要求仕様を整理する。また、既存のマイクロ/マクロシミュレーションを利用して、ハイブリッドシミュレーションのプロトタイプを構築する。

###### b. CO<sub>2</sub> 排出量原単位推計の既存モデルの整理と活用方針検討

現在、各所で利用されている CO<sub>2</sub> 排出量原単位の推計モデルを整理し、エネルギー ITS の各種技術・施策を評価するという視点から、その得失を整理する。加えて、ハイブリッドシミュレーションがマイクロ/マクロのレベルで、交通状態の整合性を担保するのと同じく、CO<sub>2</sub> 排出量原単位推計モデルも、両レベルで整合性を保てるような方法論を検討する。

## ② リアルタイム交通情報を活用した CO<sub>2</sub> 排出量モニタリングシステム

### a. インフラ側センサとプローブ情報の融合技術

現状で交通情報として得られるセンサ情報の特性を整理し、プローブ情報と融合して CO<sub>2</sub> 排出量推計に活用するための手法を検討する。また、検討を進めるに際して必要となる評価用データを収集する。

### b. プローブ情報によるネットワーク上の交通量推計

センサ情報が利用できない路線についても、CO<sub>2</sub> 排出量推計を可能にするため、プローブ情報からその路線の交通量を推計する手法を検討する。また、検討を進めるに際して必要となる評価用データを収集する。

### c. 個別プローブ車両の CO<sub>2</sub> 排出量観測・推計

個別プローブ車両の CO<sub>2</sub> 排出量を観測、もしくは推計するためのデータ獲得方法について検討する。

### d. 個別排出量の全体への拡大

個別プローブ車両から得られるサンプル値としての CO<sub>2</sub> 排出量を、全体の排出量として拡大するために、車種や年式の構成比、大型車の積載率などに関する、各種の統計情報を収集し、拡大のロジックを検討する。

## ③ 車両メカニズム・走行状態を考慮した CO<sub>2</sub> 排出量推定モデル

### a. CO<sub>2</sub> 排出に関わる車両メカニズムの物理モデル開発

従来型の内燃機関車両について、エンジン、変速機、駆動系に関するモデルを作成し、速度が時系列で与えられた時の CO<sub>2</sub> 排出量を評価することができ、また車両諸元を変更した場合にも CO<sub>2</sub> 排出量変化を予測することが可能なモデルの作成の基礎を固める。

### b. 車両諸元が、交通流に与える影響を評価のためのマイクロ交通流シミュレーションの開発

a) 項の車両モデルをマイクロ交通流モデルと組み合わせ、交通流への影響を評価するための準備を行う。

## ④ 自動車交通の CO<sub>2</sub> 排出量推計に関する国際動向の情報収集

海外の研究機関へのヒアリングや、シンポジウムの開催等を通して、諸外国の CO<sub>2</sub> 排出量推計に関する技術動向や情勢に関する情報を収集する。

## 第4章 エネルギーITS 推進に向けた重要事項

### 4.1 関係省庁との連携

第2章、第3章で示したとおり、エネルギーITSの実現、推進に向けては多くの研究開発項目があり、また、実用化に至るには個々の要素技術を統合したトータルなシステム・車両を用いた実証実験等の取り組みが必要となる。また、車両側のみならず、インフラ側の取り組みも必要となる。

こうした取り組みには、多くの関係者の連携と多大な費用が必要となるが、エネルギーITS推進による地球環境への貢献とともに、研究開発成果のスピリアウトによる新たな産業創出等にも期待される場所であり、官民、省庁の積極的な連携による研究開発への取り組みとともに、インフラに関連する予算の拡充、整備推進があわせて望まれる場所である。

### 4.2 制度的課題への対応

研究開発・実証実験の積極的な実施により、技術的課題を解決していくこととともに、制度的課題への対応がなされていなければ、実用化、普及に際しての大きな障害となる。サービスによっては技術的課題のみならず、制度的な課題を解決しないと実現に至らないものがある。以下に、制度的課題についてとりまとめた。

#### (1) 自動制御の実現に向けた制度的課題

自動制御機能の実現によって、ほぼ自動運転に近い制御が可能となった場合でも、ドライバーが最終的に判断をし、ドライバー責任を全うしなければ、システム側が全責任を負うこととなり、現行法上、多くの課題が発生すると考えられる。一方、欧州においては、ドライバーの意思が反映される限りにおいては、自動ブレーキなどの運転支援システムを認めるという政府見解もある。自動制御機能を高度化させていくことへの課題対応として、ドライバーの意思を確認したり、事故時にドライバーの意思がどうであったか遡って検証できる装置（ドライブレコーダー等）の搭載が必要になってくる可能性がある。

一方、ドライバーがいない無人運転である場合、現行法上の想定範囲外であるとおもわれるが、道路交通法、他、多くの法規に抵触することが想定される。

#### (2) 隊列走行の実現に向けた制度的課題

道路交通法では、安全な車間距離を規定している。隊列走行では、数mの車間を保持し、後続車無人で走行することを想定していることから、同法との係わりが課題となる。

また、後続車両を牽引車両と解釈した場合、道路交通法、道路運送車両法、道路法車両

制限令に抵触する可能性がある。現状では、規定を超える長さ等の車両は、交差点等で曲がりきれないことなどから、公道を走行することができないという課題がある。

### (3) 責任問題

新たな機能が搭載された車両が事故を起こした場合、車両やインフラの責任問題について問題となってくる可能性がある。例えば、交差点等において、悪意による割り込みによってドライバーや車両制御機能への情報提供の内容が不適切になった場合や、通信が遮断された場合など、想定される場面や行為は多々あることから、実現性が高まったサービスから先行的に、考え方が明らかにされていくことが望まれる。

こうしたことへの対応として、ITS 関係者、法律の専門家、保険業界の専門家等、関係する分野の専門家が集まって課題を抽出したり、解決の方向を論議する場を持つことも重要であろう。

### (4) 個人情報保護

プローブ情報の活用の際に、各車両から収集されるデータは、個人情報となる可能性がある。さらに、その情報の所有権の扱いについても課題となってくる可能性がある。したがって、これらの課題についても検討を行っておく必要がある。

## 4.3 国内展開

各種エネルギーITS 施策を導入し普及させていく上では、技術開発とともに、技術のユーザーである市民を巻き込んだ社会実験による効果検証や省エネルギー、環境改善に対する意識改革、更には、必要となるインフラ整備、新しい街づくりや地域の振興策と連携した導入等が望まれる。

### (1) ユーザー参加によるモデル事業（社会実験）

新しいエネルギーITS 施策を導入し、省エネルギー、環境改善に寄与するためには、施策のプレーヤーである一般市民を巻き込んだモデル事業（社会実験）等を行い施策の効果を可視化することにより、省エネルギーや環境改善の重要性に対する理解を深め意識改革を図るとともに、更なる施策の利用促進につなげていくことが必要である。

市民参加の効果の最近の事例として、ITS Japan が行っている「環境 ITS プロジェクト」の 2006 年度調査で、環境 ITS の活用による、ガソリンと CO<sub>2</sub> の削減可能性がシミュレーションで確認されている。

環境 ITS プロジェクトは、市民参加と ITS の活用による環境改善可能性を確認することを目的としたもので、シミュレーション結果として、例えば、名古屋市で約 1 割の市民の方が社会実験に参加すれば、年間 9% の削減（ガソリン 7.7 万キロリットル、CO<sub>2</sub> 18 万ト

ン) が期待できることが報告されている。

## (2) 普及インセンティブ

エコドライブ制御機能や自動運転制御機能など、普及の初期段階では高額なコストアップになると思われる装置を普及させていくためには、ユーザーへの理解促進活動を行うとともに、ユーザーの利用を促す何らかの普及インセンティブを併用していくことが望まれる。

## (3) ビジネスモデル

プローブ情報は道路交通環境を把握する社会資源として位置づけられるもので、プローブ情報の効果をあげるためにはできるだけ多くの車種と台数のデータを収集する必要がある。そのためには、バス、タクシー、トラック等の商用車、あるいは一般車両のデータが、個別のユーザーの利用目的を超えて広く流通し、道路交通環境把握に活用できることが必要である。その実現に向けては、収集に必要となるコストアップを回収できるビジネスモデルの提案・実証や収集されるデータが円滑に活用されるためのデータフォーマットの標準化等への対応が必要である。

また、トラックの自動運転・隊列走行については、幹線輸送部分におけるコストアップを上回るメリットが物流事業者で出せるよう、管理システムを含めて輸配送全体を通した物流システムの見直し・改善が必要と思われる。

## (4) 新しい街づくりとインフラ整備

新しい交通システムの導入等インフラ整備を伴うエネルギーITS 施策を実フィールドで展開していく上では、対象となる地域のニーズを踏まえて、新しい街づくりの視点で取り組みを行うことが重要である。そのためには、都市や地域に求められる機能や特性を踏まえて都市形態を層別し、都市形態ごとの課題を解決できるモビリティ施策の検討を行うとともに、具体的なモデル都市を選定した上で、自治体等地域の関係者と一緒になってインフラ整備や実証実験を推進していく必要がある。

## 4.4 国際展開

CO<sub>2</sub>削減は地球規模での課題であることから、効果のある施策については東アジア等海外への展開が望まれる。我が国の優れた技術を国内にとどまらず海外にも普及させていくためには、国際標準化が重要である。国際標準化が遅れると、技術的な優位性にもかかわらず、コスト面の競争力に課題が生じている一因ともなっており、予め海外展開を想定した取り組みを行っていく必要がある。

現在、ITS に関する国際標準化は ISO を中心に実施されており、1993 年の TC204

(Intelligent Transport Systems) 設置以来、経済産業省の支援のもと我が国はその活動に積極的に参加してきた。その結果、走行制御に関する標準化作業を行う WG14 や ITS データベース技術に関する標準化作業を行う WG3 に我が国が国際コンビーナを派遣するなど、優れた技術力を背景に国際標準化の議論をリードしている。現在行われている ITS の国際標準化に対する支援を継続し、我が国の優位性を将来にわたり維持、向上させるとともに、今後エネルギーITS で開発、実用化するさまざまな ITS システムについて国際標準化を積極的に提案していく必要がある。

さらに、今後も最先端の IT 国家であり続けるためには、ITS における様々な先導的な取り組みを国際的に発信していく必要もある。

また、運転制御・隊列走行等の技術的課題については、国際的な共同研究も積極的に推進していく必要がある。地球環境の問題に関しては、様々な場で警鐘が鳴らされているが、実務的な取り組みは各国に任された状況であり、その中でも一定の効果を上げているが、地球環境問題の課題の大きさを鑑みると、国際的に協調した研究開発の推進が望まれる。

## 参 考 資 料

- 参考資料 1 DARPA アーバンチャレンジ概要
- 参考資料 2 欧州調査結果概要
- 参考資料 3 国内外の自動運転関連プロジェクトの概要



## 参考資料 1 DARPA アーバンチャレンジ 決勝戦調査速報

2007年11月3日(土)に米国カリフォルニア州ロサンゼルス郊外軍用地で開催されたDARPA アーバンチャレンジの決勝戦の結果について、報告を行った。

なお、調査にあたっては、経済産業省、NEDO、トヨタ自動車およびJARI職員の現地調査により報告をまとめた。

### 1.1 プロジェクトの背景と経緯

DARPA アーバンチャレンジは、米国防総省高等研究計画局 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)が主催する軍事目的の技術開発を推進するための完全自動制御の無人ロボットカーレースで、2001年に米下院から課せられた「2015年までに地上戦闘車両の3分の1を無人化する」という課題を達成するための施策であり、公開競争形式により自動運転技術のチャレンジングな技術に取り組みつつ、より広くて深い技術の才能を集めることとしている。

DARPA の第1回の試みとして DARPA グランドチャレンジというコンテストを開催し、カリフォルニアとネバダの間の砂漠の道路 約130マイル(200km程度)を自走のロボットカーで走り、10時間以内でゴールするという目標であったが、全車リタイアの結果であった(最優秀のカーネギーメロン大の車で、8時間39分間、7.4マイル走行)。

翌2005年の第2回ではスタンフォード大学(優勝)、カーネギーメロン大学(2位と3位の2チーム)、米オシユコシユトラック社、米グレイインシュランス社の5台が完走した。

### 1.2 2007年アーバンチャレンジの概要

同プロジェクトは2007年にDARPA アーバンチャレンジの名称でコンテストを開催。市街地を模擬した道路でのより難易度の高いレースとして再設計が行われた。89チームが参加を表明。

#### 1.2.1 運営主体の資金調達

DARPA 運営事務局の運営資金は、各種イベントや大会ホームページ上でDARPAが広告を行い、スポンサーを募り資金調達を行った。スポンサーへのインセンティブとして、①国内、国際メディアへの露出による知名度向上効果、②革新的な技術先駆者として先進的な考えをもつという企業ブランドの獲得等を掲げており、大学研究機関、工業系学校、自動車メーカー、自動車販売会社、防衛関係の請負業者、コンピュータ会社、ソフトウェア会社、商品マーケティング会社などがスポンサーとして名乗りを上げている。

## 1.2.2 コンテストの競技ルール

### (1) 基本ルール

コンテストでは都市環境および他の交通が混在する存在する状態で、自動車及安全かつ有効に自動運転可能な性能を有するかどうか評価を行う。コースは全長 60 マイルで、6 時間以内での完走を目標とする。

コースには凹凸のある路面や、ガードレール、簡単な交通標識、交差点、駐車中の車などが障害としてあり、これらをカリフォルニア州の道路交通法と大会規定を遵守しながら、所定のチェックポイントを通過しゴールに最短で到達したチームが優勝となる。

なお各車両には緊急無線停車システムの装着義務があり、レース車両の直後を走行するオフィシャルカーが危険と判断した際には停止させることが可能となっている。主なルールは以下の通り。

- ①コース上で停止するなど、他の車両の走行妨害となるような事態が発生した場合は、全車両の走行時間のカウントを一時停止し、妨害の排除後に再開する。
- ②他の無人ロボットカーのみならず、人間が運転するオフィシャルカー（約 40 台）が混在する中、レースで定められたルールや交通法規を守りながら安全に走行する。ただし、コースは閉鎖空間であり、他の一般交通とは隔離されている。
- ③各チームは数個のサブミッションからなる 3 つのミッションが設定され、決勝戦参加車両はスタート直前に USB メモリで渡されるミッションデータファイル（ミッションの指示書）を車載コンピュータに入力してその内容を把握した上で、当該ミッションを遂行しつつ走行する。

またルール違反時のペナルティとして、大きな衝突や危険運転を起こした場合は参加資格が剥奪されるほか、カリフォルニア州の交通法規に違反した走行を行った場合、ゴールタイムにペナルティタイムを加算することとなっている。

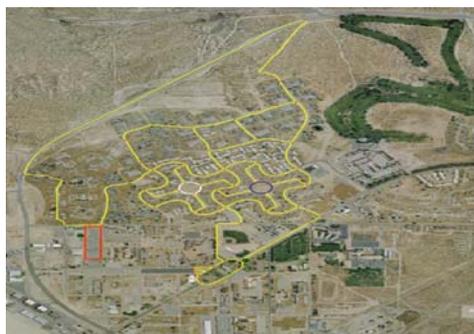
なお賞金は、1 位 200 万ドル、2 位 100 万ドル、3 位 50 万ドルであり、参加チームへのインセンティブとなっている。

## 1.3 決勝当日の概要

### 1.3.1 会場の概要

決勝戦会場は米ロサンゼルス北東 100km のところにあるビクタービル市にある米軍の物流関連飛行場跡地（現在は訓練用施設）に設定された臨時のコースで 1 周約 4 マイルとなっている。車線は基本的に片側 1 車線道路であるが、路肩の白線はほとんどなく、セン

ターラインもないところが多い。またレース用に作成した速度制限の標識やスクールゾーンの標識、一時停止の白線などが設置されている。



黄色い線分がコース。真中下部の楕円トラック横からスタート。

なお安全及び円滑なレース運営のため、見学可能な場所は限られており、実車が見れるスタンドは、スタートおよびゴールが行われる広場（30m×60m規模）横に設置されたメインスタンド（数百人規模）とコース外周を取り巻く金網越しにコースの一部を見られることができる移動式スタンド（数十人規模）が2～3箇所のみで、多くの見学者はメインスタンド内のスクリーンで路上カメラや上空カメラで捉えた実況映像を見る形となった。

### 1.3.2 決勝戦参加チーム

参加チームは最終予選にて35チーム中20チーム選出される予定であったが、決勝参加資格に満たないチームがあったため11チームとなった。

参加人数はチーム関係者（学生が多い）を含め大凡1,000人規模。日本人は多くはなかったが、カーメーカの現地駐在員及び大学生と思われる人を中心に散見された。

### 1.3.3 レースの状況

#### (1) スタート

決勝戦は、参加車両が1台ずつ間隔をおいてスタートし、各車両の総走行時間を競う方式。スタートできない車両はなかったが、優勝候補のCMUチーム車両はスタート直前でトラブルが発生したためスタートの順番を遅らせたほか、IVSチーム車両はスタート直後にステアリング制御エラーから障害物接触のニアミスが発生したため、体制を立て直してから再スタートを行っている。

#### (2) 途中経過

走行中の車両は人間の運転に近いスムーズなものであった。各車両は適切な判断と制御により指定された車線を走行し、特にロータリー交差点では優先車両を判断しながら停止・発進を行っていた。

一方、信号がない交差点では先に到着した車両に優先権があるため（カリフォルニア州の交通法規より）、運悪く他の車両と遭遇した際に考え込んでしまう車両が時折見受けられた。人間のドライバーの場合アイコンタクトなどによる優先権の委譲（譲り合い）も可能であるが、ロボットカー同士では優先権の判断が困難な状況が発生し、立ち往生してしまう危険性が伺える。

走行路の判断は、GPS および各種センサーで道路上の白線や縁石を検知しながら走行している模様で、ロータリー交差点の中など白線や縁石が途切れる場所では、ぎごちない動きをする車両が見受けられた。

### (3) 結果

11 チーム中完走は 6 台（うち規定の 6 時間以内の完走は 3 台）。上位 3 チームは以下のとおり。

- 優勝：カーネギーメロン大学（GM）
- 準優勝：スタンフォード大学（VW）
- 3 位：バージニア工科大学（フォード）



優勝した CMU 大学の”Boss”

また、上位 3 チームのスポンサーは以下の通りであった。

チーム	スポンサー
カーネギーメロン大	カーネギーメロン大, キャタピラー, コンチネンタル, GM, グーグル, IBED, インテル, McCabe, Mobileeye, NetApp, テレアトラス, Vector, Viewpoint
スタンフォード大	Android, Applanix, Coverity, グーグル, Honeywell, インテル, MohrDavidow Ventures, NXP, レッドブル, Tyzx, VW
ヴァージニア工科大	Blackbox, キャタピラー, フォード, GM, Goodyear, Honeywell, IBED, Ingersoll Rand, Lockheed Martin, ミシュラン, National Institute, NovAtel, OmmiSTAR, QCI, SICK, Tripp-Lite, Ultramotion

## 1.4 DARPA アーバンチャレンジで用いられた主要技術

### 1.4.1 検知機能

上位入賞車両は、装備の数の多少はあるものの、各車両とも走行ルート・位置情報用として GPS、走行路や障害物などの環境認識用として、SICK 社や Ibeo 社、Velodyne 社などの LIDAR（ライダー：Light Detection and Ranging）と呼ばれる高性能レーダーを数機、単眼あるいはステレオカメラによるビジョンシステムを搭載していた。

音響機器メーカーの Velodyne 社が DARPA 用に製品化した LIDAR は、64 個のレーザーを使ったユニットが毎秒 10 回回転しながらミラースキャンし、5cm の距離精度で上下方向 26.5 度をカバーすることにより、車両周辺 360 度の道路環境の三次元モデルを形成するもので、上位入賞 3 チームは本センサーを搭載。



Velodyne 社 LIDAR の概観

### 1.4.2 判断機能

各チームは Intel のデュアルコア、クワッドコアなどのチップを 10 個程度使ったコンピュータで、最大 200 回/秒の速度でセンサーからのデータを解析し、車両を制御。

勝者と敗者の技術の差異として、各種センサーから得られた情報の高速処理と、的確な判断アルゴリズムおよび車両の制御アルゴリズムとの連携など、ソフト部分の要因が大きいと推察される。

## 参考資料 2 エネルギーITS 欧州調査結果

エネルギーITS に関連し、欧州における主として自動運転技術やシステムの研究・開発動向と、エネルギーITS に関する国際協調の可能性について調査するため、2007年11月18日(日)～11月24日(土)に INRIA (フランス)、DAIMLERCHRYSLER AG (ドイツ)、TNO (オランダ) 下記を訪問し、情報入手と意見交換を行った。

なお、調査にあたっては、名城大学、経済産業省、NEDO、デンソーおよび JARI 職員の現地調査により報告をまとめた。

### 1.1 個別調査結果概要

#### 1.1.1 INRIA 訪問調査

訪問日時／場所：11月19日(月)／Le Chesnay Cedex (ベルサイユ市近郊)
面接者：Amaud de La Fortelle

INRIA は研究のみでなく、その成果を産業界へ展開することを目標としており、自動運転の研究についても、長期的ゴールは輸送の効率化、利便性改善、渋滞・駐車低減などで都市をより魅力的にするものと位置づけている。

自動運転関連では Cybercars プロジェクトが終了し、現状は EU の第 6 次フレームワークプログラムの枠組みの中で Cybercars2 プロジェクトを継続中である。

インタビューの後、自動運転関連のラボと、LaRA チーム (INRIA と Ecole des Mines de Paris (パリ国立高等工業学校) の共同チーム：最終的な目標を自動運転に置き、安全、効率、利便のための様々な運転支援関連技術を研究開発) の実験車を見学した。



INRIA ラボにて Fortelle と



Cybercars&Cybercars2



LaRA チーム実験車

### 1.1.2 ダイムラー- AG 訪問調査

訪問日時／場所：11月20日（火）／Daimler AG 研修所，シュツツツガルト郊外
面接者：Hans-George Metzler, Stefan Hahn, Dr.-Ing.Uwe Franke

ダイムラーでは安全運転支援システムの開発だけではなく、渋滞の解消を目指したドイツの新プロジェクトである **Active** プロジェクト（INVENT プロジェクトの後継プロジェクトと考えられる）に参画している。

ダイムラーでは過去に独自および EU の第 5 次フレームワークプログラムにおいて **CHAUFFEUR2** プロジェクトを実施。商用車のコンボイの開発を行っていたが、隊列走行や自動運転に関してはコストと法整備、信頼性がもっとも課題。現状では自動運転の開発を推進する予定はないが、走行支援技術の行き着く先が自動運転であることは認めている模様。

### 1.1.3 TNO 訪問

訪問日時／場所：11月22日（木）／Helmond & Delft
面接者：Pieter P.C.M. Derks, Niels J. Schouten, M.J.L. Verbakel, Ing.Michael de Roon, G.Sluijsmans, Gerben Passier

TNO の Automotive ユニットの年間予算 2MEURO のうち、政府からの資金は約 30%。TNO としては自動運転への道筋として、まず縦方向制御と横方向制御の統合を行い、衝突防止を実現し、さらに将来的に通信を組み合わせる自動運転にいたる考え。

TNO からは、Automotive ユニットの紹介、Helmond の Automotive ユニットのうち **Integrated Safety** 部門とその部門における運転支援システム関連の開発内容の紹介、**Powertrain** 部門とその部門における **Advanced Powertrain** の紹介、および Delft の **Mobility** 部門から **Clean Car** の紹介があった。

また TNO に隣接した敷地にある APTS の自動運転バス PHILEAS を、試験走路にて試乗したほか、TNO が持つ実車シミュレータ **VeHIL** を見学した。



PHILEAS バスの前にて



VeHIL from TNO



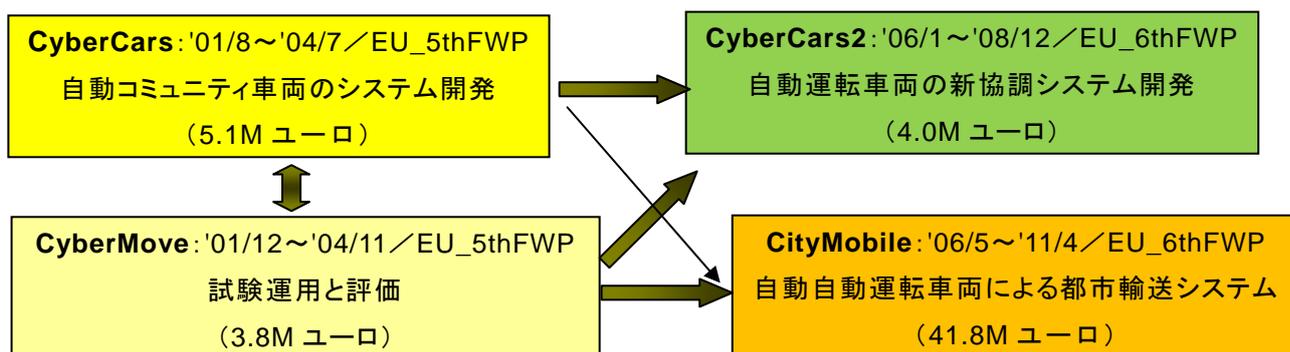
オランダの朝の渋滞

## 1.2 欧州における自動運転プロジェクト等の例

### 1.2.1 CyberCars & CyberCars2 プロジェクト

低速（max 約 30km）の小型自動運転車両による輸送システムの開発・整備推進を目的としてプロジェクトで、公共交通とリンクした低コストの低公害自動運転車両（短距離、低速用のコミュニティビークル）とそのオンデマンドシェアリングシステムを研究開発。

INRIA をコーディネータとして 14 の会社・機関が参加し、3 種類の車両が製作されている。



People Mover:

20 人乗りの比較的大きな車両



Yamaha\_AGV:

ショー区域での 4 人乗り乗客輸送用



CyCab:

INRIA により開発し Robosoft で販売の 2 人乗り車両



障害物検知システムとしては自動車用レーダー、ステレオカメラ、レーザスキャナが試されているが、自動車用レーダーは視野不足であるため、レーザスキャナやカメラによる画像処理が主流となっている。

CyCab では GPS と地図データベースを位置特定方式として利用しているが、ParkShuttle では磁気マーカ誘導が用いられている。ただし精度は高さ 20cm で 0.1m 程度レベルであった。

### 1.2.2 CyberMove プロジェクト (<http://www.cybermove.org/>)

Cybercars の技術をいくつかの都市にシステムを設置して試験運用とその評価を行うプロジェクトで、INNRIA がコーディネータとなり TNO, CRF, FROG, Robosoft, Robotiker, CSIC, Stuttgart 大, VEOLIA など 14 社が参加。各都市へのシステム設置費用は、各都市が負担している。

後継の CyberCars2 プロジェクトでは、INNRIA 保有の Cybercars 8 台に車車間、路車間の新通信技術と新制御アルゴリズムを組み込み、近接プラトローニングと交差点での合流・交差に機能を中心に検証している。また CRF が ADAS 車両 2 台を Cybercars のシステム組み込み、公道では ADAS、駐車場等では Cybercars として動作するように改良し、実験を行っている。

プロジェクトには 7 つの WorkProgram (WP) が設定され、WP3 では協調道路交通、WP4 では道路上での試験、WP6 でデュアルモード車両の検討が実施されている。

### 1.2.3 CityMobil プロジェクト

都市の渋滞と大気汚染の低減、安全走行、生活の質の向上と空間の高度利用に寄与する都市輸送のための効果的なシステム開発を目的としたプロジェクトで、TNO をコーディネータとし 40 会社・機関が参加。

5 つの横断的サブプロジェクトで構成されており、革新的な自動車両システムを構築し、3 つの実験箇所に設置、運用している。

- ① City demonstrations Heathrow : ヒースロー空港での駐車場-ターミナル間のトランジット用。2007 年設置, 2008/6 月運用開始
- ② Citydemonstrations Rome : ローマの新 Exhibition センターでの駐車場、鉄道駅、センター間の人員輸送。Cybercar を使用
- ③ City demonstrations Castellon : スペイン Castellon での都心と大学の沿線を結ぶ延長 20km のデュアルモードバス。

### 1.2.4 Phileas プロジェクト

地方政府 (Eindhoven と Veldhoven) と民間企業 (VDL が主体) の連携によるプロジェクトで、VDL グループが 70% 出資し APTS (Advanced Public Transport Systems bv) を設立。プロジェクトの資金はオランダ中央政府、参加自治体、民間会社から出ており欧州助成金も活用している。

開発する車両は、磁気マーカを敷設した専用車線上で、完全自動運転の他、セミ自動運転モードと手動モードの 3 つの走行モードの切替が可能なディーゼルハイブリッドバスシ

ステムで、自動モードでは、最高時速 70km/h での走行が可能（現状では未認可）。セミ自  
運転モードでは、操舵のみ自動で、ドライバーが加減速を行い、主に市内で運転を行って  
いる。

車両およびインフラの仕様は以下の通り

インフラ	: 専用の鉄筋コンクリート舗装車線に磁気マーカ（直径 15mm×長さ 30mm）を 4 ～5m 間隔で設置。停車場は高さ 30cm のプラットフォーム。
車両	: 並列 Hiblid（GM Allison hybrid EP50）+ ニッケル水素電池。4WS 採用（カニの 横歩き）、最小回転半径 4.5m、プラットフォームへの近接（5cm）停車が可能

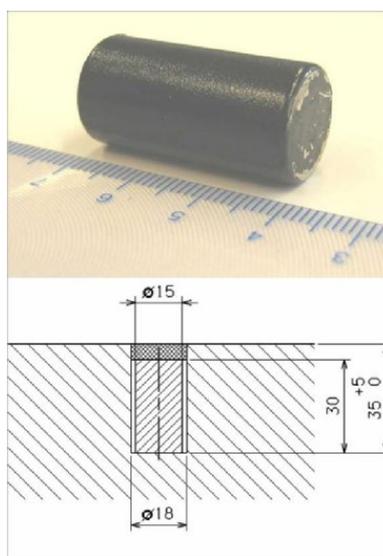
なお、2006 年にフランスの Douai にも 'Le Tram' として導入し、韓国 KRRI とライセンス  
技術移管契約を行っている。



Phileas 車両



Eindhoven 市内の軌道



磁気マーカ

from APTS Website

参考資料3 国内外の自動運転関連プロジェクトの概要

	名称	実施主体 (資金)	フェーズ	主たる技術				走行環境、走行速度
				障害物検知	通信	横方向制御	縦方向制御	
1	AHS 実道実験 (上信越)	旧建設省土木研究所 共同研究企業	実験 (1995)	路側センサーで前方で発生した 危険情報(事故等)を検出。 レーザレーダ等(障害物、車間 距離)	路車間 ( LCX, 双 方 向) 車車間	磁気マーカによる操舵制御。 カメラでの白線認識による操舵制御	レーザレーダや車車間通信による車間距離制 御および LCX からの指示による速度制御。 LCX 指示やレーザレーダによる自動停止。	乗用車。高速道路。
2	サンディエゴ AHS	NAHSC(National Automated Highway System Consortium)	実験 (1997)	レーダ(μ波、ミリ波)やカメラによ る障害物検出。路上落下物とそ の位置の後続メンテナンス車へ の通知	車車間	カメラでの白線認識や磁気ネイルによる 自動操舵制御。 レーダ反射テープによる操舵制御	レーダーと車車間通信による車間制御および 速度制御。短車間でのプラトニングと離脱、 編入。ブレーキによる衝突防止制御。	バス・乗用車。 最高速度 100km/h。
3	産総研 AHS	旧通商産業省工業技 術院機械技術研究所 (財)自動車走行電子 技術協会	実験 (2000)	レーザレーダ。 カメラ	車車間	カメラでの白線認識および D-GPS とデ ジタル地図を利用した車両位置検出に 基づいた操舵制御	レーザレーダ、車車間通信による位置デー タの送受信による速度・車間距離制御。Stop & Go,プラトニングと離脱、編入,フォーメーショ ン走行等	乗用車。 テストコース。
4	ミネソタ ガイドスター	ミネソタの運輸省、ハ イウェイ管理者、地方 自治体と学・官の連携	実験 (~2002)	レーダーによる車両周囲監視。	—	区画線位置に貼った磁気テープで操舵 制御。 D-GPS+慣性航法と磁気テープの組み 合わせ。	レーダによる衝突防止	除雪車他。 一般道。 低速(max 約 30km/h)
5	CHAUFFEUR	欧州 FP5: Daimler Benz AG 他 13 社・機関 (10MEuro/内 EU; 5MEuro)	実験 (~2003)	—	車車間	赤外線マーカ+カメラと車車間通信によ る操舵制御。 レーンキーピング。	赤外線マーカ+カメラと車車間通信による車 間、加減速度の制御。 短車間(6~12m)による 2 台の電子連結、と 3 台程度のプラトニング、離脱、編入。	【IVECO】テストコースで 最高速度 85km/h。 【Daimler Chrysler】自動 車専用道路で 100 km/h 程度。
6	ロッテルダムコン テナヤード AGV	不明	実用化	—	—	電波振動を発生させるワイヤーをフロアに埋設して AGV を誘導。 Free Ranging On Grid (FROG) 技術による、メッシュによる位置特定技術を活用した誘導 (80 年代以降)	—	貨物運搬車。 専用敷地内。 走行速度不明。
7	CyberCars	欧州 FP5: INRIA, 他 14 社・機関 ( 5M / 内 EU ; 2.5MEuro)	実験 (~2004)	レーダー、 ステレオカメラ、 レーザスキャナ	—	磁気マーカによる操舵制御。 カメラ、RTK-GPS+慣性航法での誘導。	←カメラ、ビーコン+レーザスキャナ、IR ライト +カメラの 3 方法でのプラトニング	コンピューターカー、 短距離。 低速(max 約 30km/h)。
8	IMTS	トヨタグループ	実用化	—	路車間 (ループアンテ ナ) 車車間	磁気マーカによる自動操舵制御	埋設ループアンテナを通じ、管理センタから車 両へ発車・停車情報を指示。駅間は、車上コン ピュータに記憶した情報により専用軌道上で自 動運転。車車間通信による車間制御。	バス。専用軌道。 最高速度約 30km/h 平均速度約 20km/h。
9	Philias	地方政府と私企業 (VDL)の連携	実用化	—	—	磁気マーカ検知によるガイドシステム	—	バス・専用軌道。 最高速度 70km/h。
10	CyberCars2	欧州 FP6: INRIA 他 12 社・機関 ( 4MEuro / 内 EU ; 2MEuro)	実験 ( 2006 ~ 2008)	CyberCars を継承	車車間、路車 間	近接プラトニングと交差点での合流・交差に焦点。 公道では走行支援車両(ADAS)、駐車場等では自律車両(CYBERCAR)として動作する デュアルモード車両	—	—
11	CityMobil	欧州 FP6: TNO 他 40 社・機関 (42MEuro/内 EU; 11MEuro)	実用化 ( 2006 ~ 2011)	—	—	都市の渋滞と大気汚染の低減、安全走行、生活の質の向上と空間の高度利用に寄与す る都市輸送のための革新的なフルスケール自動車両システム開発。	—	—
12	DARPA	米国防総省高等研究 計画局	実験[レー ス] (~2007)	高性能レーダーまたは単眼・ス テレオカメラによる画像解析シ ステムを活用して、走行経路や障 害物等の環境を認識	—	GPS を利用して走行ルートや位置情報を把握。 道路ネットワーク情報(ルート情報)、および上記により検知した自車位置や周囲の環境の 情報をもとに、ステアリング、速度、ギアを制御を制御	—	4WD 車。専用道。