

特別寄稿 エコロジーのためのITS技術*

ITS Technologies for Ecology

津川 定之

Sadayuki TSUGAWA

The automobile traffic exhausts 20% of CO₂ of all the nationwide exhausted, and during the congestion wastes 11% of the fuel that it consumes. There are many approaches to the solutions of the global warming, and one of the important approaches is the Intelligent Transport Systems (ITS). This paper surveys the effects of the ITS on the energy conservation. The ITS could contribute to the energy conservation on two aspects: one is to eliminate the congestion, which enables each automobile to drive at the fuel optimal speeds, and the other is to provide means for modal shift, which reduces the traffic. The traffic signal control systems enable automobiles to go through intersections without stopping, and the electronic toll collection systems eliminate stopping at tollgates. With the route guidance systems drivers can reach their destinations along the optimal routes. The vehicle control systems including driver assistance and automated driving increase the road capacity by shortening the inter-vehicle gap and lane width to eliminate the congestion. The ITS will realize the seamless transportation in the public transportation to ease its use and to reduce the private car use.

Key words : Automobile traffic, Energy conservation, ITS (Intelligent Transport Systems)

1. まえがき

自動車交通が排出するCO₂は、わが国全体の排出量の20%近く、自動車交通が渋滞によって無駄に消費する燃料は、自動車交通で消費される燃料の約11%であるという事実は、自動車が環境に与える負荷、あるいは自動車交通による地球温暖化について真剣に考えなければならないことを示している。自動車が環境に与える負荷は、自動車が生産されるとき、使われるとき、廃棄されるときに三つの場面に分けて考えることができるが、ここでは自動車が使われるとき、すなわち自動車交通の環境負荷を考えたい。

自動車交通による地球温暖化の防止、言い替えれば自動車交通の省エネルギー化を図るためには、自動車単体やエンジンそのものの改良に加えて、自動車交通の改善が必須である。ITS（高度道路交通システム、Intelligent Transport Systems）はハイテクを用いて自動車交通問題の解決を図るシステムであるが、本稿で紹介するのは、このITS技術による自動車交通の省エネルギー化効果についてである¹⁾。

2. 自動車交通におけるエネルギー消費

自動車交通の省エネルギー化技術を展望する前に自動車交通におけるエネルギー消費の現状を簡単に紹介しよう。

2.1 運輸部門のエネルギー消費

わが国のエネルギー消費量を産業、民生、運輸の3

部門で見ると、運輸部門（自動車、鉄道、船舶、航空）の占める割合は、1973年の第1次石油危機当時は約16%であったが、現在では約25%となっている。産業部門が割合でも絶対量でもエネルギー消費量を減少させているのに対し、運輸部門と民生部門は割合でも絶対量でもエネルギー消費量を増加させている。

運輸部門のエネルギー消費のもう一つの特徴は、他の部門と比べて石油依存度が際だって高いことである。石油依存度は、全体では約55%であるが、産業部門では約50%、民生部門では約45%であるのに対して、運輸部門では95%以上である。特に自動車交通は石油の国内需要の約30%を占めている。

2.2 自動車交通のエネルギー消費

運輸部門における交通機関別のエネルギー消費を見ると、自動車によるエネルギー消費量が全体の86%を占めている。残りは、海運が5%、鉄道が5%、航空が2%である。自動車による消費量のうち乗用車が半分を占めている。

自動車交通におけるエネルギー消費分担率と輸送量分担率を比較したのがTable 1である²⁾。この表は、輸送量分担率の観点から自家用自動車と自家用トラックのエネルギー消費効率が悪くを示している。

2.3 自動車交通のCO₂排出量

わが国でCO₂排出量全体に占める運輸部門の割合は、1975年には約13%であったが、20年後の1995年には約20%と増加している。現在、自動車によるCO₂排

* 2002年4月19日 原稿受理

出量は、運輸部門の約88%を占め、全体に対する内訳は、乗用車45%、貨物車41%、バス2%である³⁾。

Table 1 Percentage of energy consumption and transportation volume

種別	輸送機関	エネルギー消費分担率	輸送量分担率
旅客	自家用自動車	70%	48%
	営業用バス	2%	5%
	鉄道	7%	28%
	その他	21%	19%
貨物	自家用トラック	45%	13%
	営業用トラック	44%	41%
	鉄道	1%	4%
	海運	9%	42%
	航空	1%	0.2%

注：輸送量：人 km または トン km で表した量

3. 自動車交通の省エネルギー化

自動車交通の省エネルギー化には、Table 2に示すように多方面からのアプローチがある。省エネルギー化は、まず、個々の自動車の省エネルギー化である低燃費走行と、自動車交通全体から見たときの省エネルギー化である走行量低減とに分けられる。さらに、低

燃費走行は走行に要する燃費低減と走行方法改善による燃費低減に分けられ、走行量低減は人と物の移動量を維持した上での走行量低減と、移動量を適正化した上での走行量低減に分けられる。このうち、主として走行方法改善による燃費低減がITSによる省エネルギー化に関連し、走行量低減が一部関連する。

走行方法の改善による省エネルギー化の背景となっているのは、Fig.1に示すように、最も燃料消費効率が高い走行速度は、ガソリン車では50 - 60km/h付近、ディーゼル車では70km/h付近であるという特性である。現在、大都市圏では平均走行速度は20km/h程度

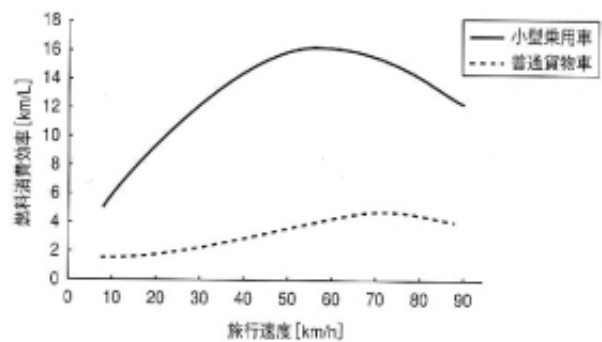


Fig.1 Vehicle speed vs fuel consumption (Ref.12), p.11

Table 2 Energy conservation systems for automobile traffic

		具体的課題	施策の方向	技術		
低燃費走行	走行に要する燃料消費低減	自動車本体の改善	自動車本体の燃費向上	エンジン本体の改良, エンジン使用域最適化, 補機類の改良, 動力伝達効率の向上, 走行抵抗の低減, 軽量化, 車両の小型化, 走行エネルギー回収, 動力源方式の変更, 制御の高度化と超小型化		
		道路の改善	道路の特性, 構造などの改良	路面抵抗の低減, 勾配抵抗の低減		
	走行方法改善による燃料消費低減	効率的な走行の実施	省エネルギー運転の促進	自動エコミー走行, 信号同期速度制御, 経路誘導による迷走・誤走の防止, 追従走行による空気抵抗低減, 動的経路誘導		
		交通流の円滑化	道路整備・拡充	道路整備・拡充	道路整備・拡充, 道路高規格化, 道路のネットワーク化	
				道路の有効利用	車線有効利用	車線配分の最適化
				交通制御	交通管制の高度化	
事故低減	危険回避(市街地運転支援, 高速道路運転支援, 道路環境情報提供), 交通情報提供の充実, 動的道路交通情報システム					
交通流密度増大	追従車群走行, 車両誘導, 動的経路誘導					
需要の分散	経路配分誘導, 道路予約					
ボトルネックの改善	料金自動収受, 交差点の改良, 駐車場の改良, サグでの減速防止, クルーズコントロール, アダプティブクルーズコントロール					
走行量の低減	人と物の移動量を維持しての走行量低減	輸送効率の向上	搭乗率, 積載率の向上	タクシー共同運行による空車走行低減, 共同輸送システム, カープール, バス運行管理		
		他の交通手段の活用	マルチモーダル化促進	パーク&ライド, キス&ライド, 乗り継ぎ情報, 新交通システム		
	人と物の移動量を適正化による走行量低減	交通需要の適正化	需要管理	ロードプライシング		
		輸送・移動の不要化	通信技術の発達	TV会議		
			土地利用, 都市計画			

であり、平均速度を1km/h向上させると、燃費は約3%改善される。渋滞を解消すれば、自動車を最も燃料消費効率が高い速度で走行させることが可能となる。

わが国のITSを推進するために作成されたITSシステムアーキテクチャ⁴⁾には、9つの開発分野と21の利用者サービスが定められているが、Table 3はこの利用者サービスを省エネルギー技術に関連付けてまとめたものである。以下の章で個々のITSの利用者サービスと省エネルギーの関連性について紹介する。走行方法

の改善技術は、無駄な走行を防ぐ技術や渋滞の発生を抑制する技術であり、それ以外の技術は、交通需要管理や公共交通機関利用の促進に関する技術である。

4. 交通流の円滑化

交通流の円滑化技術は、主として信号制御や料金自動支払（ETC: Electronic Toll Collection）など交通管理システムに関する技術に含まれる。

4.1 交通流の最適化

交通流の最適化は、道路ネットワーク全体として最

Table 3 ITS user services and energy conservation effects

開発分野	利用者サービス	省エネルギーとの関連性（○：該当する箇所）		
		走行方法の改善技術		走行方法の改善以外の技術
		交通流の円滑化	効率的走行 情報支援	
1.ナビゲーションシステムの高度化	(1)交通関連情報の提供		○	
	(2)目的地情報の提供		○	
2.自動料金収受システム	(3)自動料金収受	○		
3.安全運転の支援	(4)走行環境情報の提供			
	(5)危険警告			
	(6)運転補助			○
	(7)自動運転			○
4.交通管理の最適化	(8)交通流の最適化	○		
	(9)交通事故時の交通規制情報の提供		○	
5.道路管理の効率化	(10)維持管理業務の効率化			
	(11)特殊車両等の管理			
	(12)通行規制情報の提供		○	
6.公共交通の支援	(13)公共交通利用情報の提供		○	○
	(14)公共交通の運行・運行管理支援			○
7.商用車の効率化	(15)商用車の運行管理支援		○	
	(16)商用車の連続自動運転			○
8.歩行者等の支援	(17)経路案内			
	(18)危険防止			
9.緊急車両の運行支援	(19)緊急時自動通報			
	(20)緊急車両経路誘導・救援活動支援			
その他	(21)高度情報通信社会関連情報の利用			
	交通需要管理			○
	インターモダル情報提供			○

適な信号制御を実現する利用者サービスである。信号制御は都市内道路においても都市間道路においても自動車交通の安全と円滑に大きな役割を果たしていることはいうまでもないことである。例えば、現在の東京の交通管制センターは世界最大規模のシステムで、信号制御機7,000、車両感知器16,000、光ビーコン1,700、路側ラジオ160、交通監視用テレビ300から構成されており、渋滞の抑制と事故の減少を図った信号制御アルゴリズムが運用されている。その効果は顕著で、現行システムの導入前と導入後と比較すると、渋滞長時間(km・時)から見れば28%の減少、交差点通過交通量(台・km)から見れば10%の増加となっている。

信号による停止、発進を減らせれば省エネルギーになることから、信号制御だけでなく、信号表示をドライバに伝達するシステムや、信号表示に合わせて自動車の速度を自動的に制御するシステムの実験がヨーロッパで行われている。

信号表示をドライバに伝達するシステムでは、交差点付近に設置した赤外線ビーコンで交差点に接近する自動車に信号表示を送信し、交差点通過の可否を車内表示する。このシステムは、「ウォルフスブルクの波」とよばれ、1983年ころ西ドイツ(当時)、ウォルフスブルクでフォルクスワーゲン社によって実験が行われた。このシステムは、経路誘導システムAuto-Scout⁵⁾の路上装置、赤外線ビーコン、車載装置を用いている。

1990年代になってスウェーデンで行われた実験は、信号を無停止で通過できるように路側の電波ビーコンからの信号で自動車の速度を制御するもので、自動車はアダプティブクルーズコントロール(ACC: Adaptive Cruise Control)を前提としている。ACCの省エネルギー効果については後述する。

4.2 料金自動支払システム(ETC)

わが国で高速道路における渋滞は、Fig.2に示すように、料金所において30%発生している⁶⁾。ETCは、

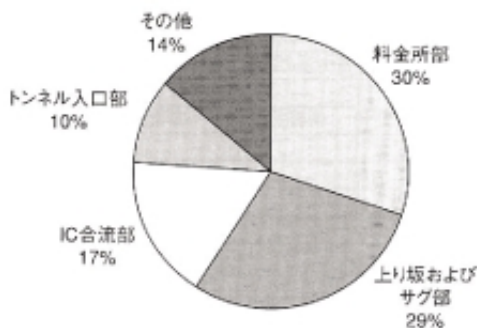


Fig.2 Congested locations on expressways (Ref.6)

この料金所が原因となる渋滞を解消し、キャッシュレス化によってドライバの利便性を向上させ、管理コストを低減させることを目的としている。ETCは東南アジアを含む多くの国で既に導入されているが、わが国では導入が遅れていた。しかし2001年から全国展開が行われ、車載装置も既に約20万台の車に装着されている。

もう一つのETCの効用に、ディーゼル車からの排気ガスの低減がある。ディーゼル車が料金所を停止しないで通過すれば、エンジンに負荷がかかる発進時に特に多く排出される物質の排出を抑制することが可能となる。

5. 情報支援による効率的走行

情報支援は、主としてナビゲーションシステムに関係し、その他にも物流や公共交通の情報化、知能化が関係する。

5.1 経路誘導

ナビゲーションシステムまたは経路誘導システムは、地図上で自車の位置と方位をドライバに示し、さらに道案内を行うシステムである。経路誘導は、道路状況の時間変化を考えないで求めた静的な経路誘導と、道路の混雑状況に基づいて最適な道案内を行う動的な経路誘導に分けられる。静的経路誘導だけでも誤送、迷走を防ぐことができるので自動車交通の省エネルギー化に有効であるが、動的経路誘導によって渋滞を回避した経路誘導を行えば、旅行時間の短縮によってさらに省エネルギー化を図ることができる。

現在わが国で約800万台普及しているカーナビゲーションシステムは、通常は外部からの情報を全く用いないために、静的な経路誘導システムである。動的な経路誘導のためには、路車間通信によって路側から動的経路誘導情報または道路の混雑情報を受信する必要がある。1970年代に通商産業省工業技術院の大型プロジェクトとして行われた自動車総合管制システム(CACS: Comprehensive Automobile Traffic Control System)は、動的経路誘導システムであり、1996年にサービスを開始し現在普及が進展しているVICS(Vehicle Information and Communication System)には、動的経路誘導の機能がある。

CACSは、双方向個別デジタル路車間通信を応用した世界初の動的経路誘導システムで、1973年から開発が始まり、1978年から1年間東京都心で実験が行われた。ドライバが発進時に目的地コードを操作部に入

力しておく、主要交差点の手前に埋設されたループアンテナ上を通過するごとに路車間通信が行われ、目的地コードが路上装置に送信され、それに対応した最適な進行方向が車に返信され、車内表示装置に表示される。路上装置内の情報は、センターから15分の周期で更新される。路車間通信で得た情報から混雑状況を求め、路上装置内の情報を更新することによって動的経路誘導が可能となった。

CACSにおける動的経路誘導の効果を調べるために、東京都心で旅行時間が12分ないし30分かかるといつかの出発地と目的地の組み合わせで、誘導車と非誘導車の旅行時間の比較実験が行われた⁷⁾。この実験結果は、CACSが旅行時間を平均11%短縮することを示している。

さらに東京都区部1500交差点にCACSを導入した場合のシミュレーションが行われている。すべての自動車が車載装置をもつと仮定すると、旅行時間短縮率は、朝の時間帯で約3~4%、昼の時間帯で約9%と推定される。これによって燃料消費は、約3~7%の節減が期待できる。

5.2 公共交通機関の情報化

ITSは、最近になって、自動車交通だけでなく、人と物の陸海空における安全で効率的な移動を目的としたシステムに拡大して考えられ始めている。人の移動でいえば、乗用車もトドア・ツー・ドアの利便性を損なわないような、シームレスな公共交通機関の提供がITSの一つの目的となっている。Table 1に示したように営業用バスや鉄道は、自家用自動車に比べて輸送効率が高い。利用者に情報を提供して公共交通機関を利用しやすくすることによって自動車交通の省エネルギー化を図ることができる。これには、出発前に目的地に行くためのさまざまな交通機関を利用者に提示する旅行前情報提供も含まれる。

米国ではインターネットを利用して公共交通機関の情報を提供するシステムがワシントン州シアトルで成功している。わが国でも各地でいろいろな試みが行われており、例えば、岡山では、携帯電話のiモードで路線バスの到着時刻を利用者に知らせるシステムの実験が行われている。

利用者からの要求に応じて柔軟に経路を変更し利用者の要求に応えるデマンドバスも公共交通機関を対象としたITSの一つである。Fig.3は、高知県中村市で運用されているデマンドバスで、利用者が端末から入力したデマンドがセンターに送られ、バスの予定経路を

更新して新たな利用者にサービスするものである。デマンドバスは、路線バスの固定経路、固定ダイヤに代わって利用者のデマンドに応じた柔軟な経路とダイヤで乗り合いバスを運行し、公共交通機関に乗用車に近いサービス特性をもたせたものである。



Fig.3 A demand bus system "Nakamura Machi Bus"
(Left : Bus, Right : Demand input terminal)

5.3 商用車運行管理

商用車の運行管理支援は、輸送効率の向上、業務交通量の権限、輸送の安全を図ることを目的とした利用者サービスである。Table 1に示したように、営業用トラックの輸送効率はまだしも、自家用トラックの輸送効率は、省エネルギーの観点から好ましくない。

またトラックの積載効率は、終日平均で、地域間普通貨物が71.3%、都市内小型貨物が21.1%である⁸⁾。特に都市内での物流の効率化が重要で、ITSや情報通信技術が必要な所以である。

5.4 電気自動車の利用システム

排出ガスを全く出さない電気自動車の欠点は、航続距離が短く、現在はまだ高価である点である。カーナビゲーションなどのITS技術やインターネットなどのIT技術を用いてこれらの欠点を補うような利用システムの実験が、横浜みなとみらい²¹⁾、多摩ニュータウン、豊田市などで行われている。その基本は、比較的限定された地域内(航続距離内)での移動に電気自動車を用いたカーシェアリング(共同利用)システムである。

6. 車両制御による効率的走行

車両制御には、運転支援システムと自動運転システムが含まれる。運転支援と自動運転の相違は、人間が運転するときの認知、判断、操作の三つの過程のうち、認知、または認知と判断を機械が行うのが運転支援であり、全過程を行うのが自動運転である。認知だけの

過程を機械が行うシステムを情報提供システム、認知と判断の過程を機械が行うシステムを警報システムという。

6.1 車両制御による渋滞抑制

事故と渋滞という自動車交通問題を本質的に解決するのは自動運転であるとの観点から、1950年代から自動運転に関する研究は行われている⁹⁾。事故の防止については、事故の原因の90%以上は人間ドライバに起因するものであるから、自動車交通にオートメーションを導入することによって人間ドライバに起因する事故をなくすることができる。

自動運転が渋滞の解消に効果があるのは、自動車を、精密な操舵制御によってより狭い車線上を走行させることが可能になり、併せて、精密な相対速度・車間距離制御によってより小さな車間距離で走行させることが可能となる結果、道路の車線の数を増し、車線あたりの道路容量を増すことが可能となるからである。このような自動運転の効果は、人間ドライバのもつ認知、判断、操作における遅れや不正確性、不確実性を排除できることによって生じる。

運転支援や自動運転によって事故を防ぐと、事故が原因となる渋滞や見物渋滞の発生を抑制することができる。米国のデータでは、追突事故が渋滞の原因の1/3を占めており、単純な計算であるが、追突防止装置によって1/3の渋滞の発生を防ぐことが可能となる。

6.2 クルーズコントロール

クルーズコントロールは、特に高速走行しているときに、アクセルペダルを操作しなくても一定速度で走ることができるシステムで、1960年代はじめに米国で実用化され、わが国でも1960年代半ばに商品化されて、広く普及するに至っている。当初の目的はドライバの負担を軽減することにあったが、エンジンのスロットルバルブの開閉が少なく燃料消費量が少なくなるという利点がある。しかし、クルーズコントロールは、行き交う車が少ない米国の砂漠の中の本道で1台の自動車が単独で高速で走るときには有効であるが、わが国の混雑の激しい高速道路では一定速度で走ることは困難で、あまり使われなかった。

6.3 アダプティブクルーズコントロール

ACCは、クルーズコントロールの欠点を改良し、先行車との車間距離や相対速度に合わせて自車の速度を制御するシステムで、運転負荷の軽減を目的としている。わが国で1995年に世界で初めて商品化されている。先行車までの車間距離や相対速度の測定には、主とし

てレーザレーダが用いられているが、最近ではミリ波レーダを用いたシステムもある。1995年に商品化されたシステムでは、先行車が自車と同じ車線にあることを確認するためにマシビジョンが用いられた。

ACCは、クルーズコントロールとは異なって、交通流の円滑化によって道路容量を増加させ渋滞の発生を抑制することができ、したがって省エネルギー効果があるシステムである¹⁰⁾。ACCによって人間が運転するときよりも小さな車間距離で運転することが可能であり、道路容量を増加させることができる。これを「渋滞前容量」とよぶ。

一方、高速道路の渋滞発生場所に、Fig. 2に示したように、上り坂やサグ（勾配が変化する箇所）、トンネル入り口がある。これらの場所で渋滞が発生するのは、ドライバが勾配の変化に気が付かず自動車の速度が低下したり、心理的に速度を下げたりした結果、その影響が後方に衝撃波として伝搬して後方の車両が停止せざるを得なくなるからである。この渋滞は大渋滞になることが多く、それは「渋滞後容量」が極端に低いからである。渋滞後容量の低下は、一部の車両が過度に長い車間距離をとることに起因する。ACCによって車間距離が適切に保たれれば渋滞を軽減することができる。ACCによる省エネルギー効果を試算した例がある。渋滞後容量を1500台/h/車線とする。ACCの設定車頭時間を2sec（道路容量で表すと1800台/h/車線）とし、自動車のエネルギー消費モデル、渋滞継続時間、渋滞長などから、ACC車混入率、交通容量、省エネルギー効果の関係を求めた結果をTable 4に示す。道路容量が2割増すと、大きな省エネルギー効果が得られ

Table 4 Energy conservation effect by ACC

ACC 車混入率	渋滞後容量 台/h/車線	省エネルギー 効果
0%	1500	
10%	1555	24.3%
20%	1582	34.4%
30%	1606	42.0%
40%	1627	48.3%
50%	1654	55.4%
60%	1681	62.0%
70%	1708	67.7%
80%	1738	73.2%
90%	1768	78.3%
100%	1800	82.8%

ることが分かる。

6.4 プラトウニング

複数台の自動運転車両を小さな車間距離で走行させることをプラトウニングとよぶ。Fig.4は、カリフォルニア大学パークレー校を中心としたPATH (Partners for Advanced Transit and Highway) プロジェクトで開発されたプラトウニングで、1997年8月にサンディエゴで開催された自動運転システムの大規模なデモで公開されたものである。8台の乗用車が車間距離21フィート(6.3m)、速度60mph(96km/h)で自動運転で走行している。車間距離の計測にはミリ波レーダを使い、操舵制御は道路中央に1.2m間隔で埋設された磁気マーカ(永久磁石)を参照して行った。



Fig.4 Platooning in California PATH (courtesy of PATH)

プラトウニングは、二つの面から自動車交通の省エネルギー化に効果がある。一つは、自動運転の紹介で述べたように、車間距離を小さくすることによる道路容量の増加である。上述したPATHでは、プラトウニングによって道路容量を現行の約1800~2000台/h/車線の2ないし3倍に増加できるとしている。PATHの自動運転システムの目的が安全よりも渋滞解消におかれているのは、カリフォルニア州が環境負荷の低減に関心が高いからである。

もう一つは、小さな車間距離で自動車群を走行させると、空気抵抗が減少し、したがって燃料消費量が減少することである。後続車は、先行車の陰になって空気抵抗が減少するが、先頭車も空気抵抗が減ることが知られている。ヨーロッパで開発されているChauffeurは、Fig.5に示すように、トラックのプラトウニングで、先頭トラックはヒューマンドライバが運転するが、後続トラックは無人で先行車に追従するシス

テムである。その目的は、後続トラックの無人化による人件費の抑制に加えて、プラトウニング走行による空気抵抗の減少に起因する省エネルギー化にある。Chauffeurプロジェクトでは、プラトウニング走行をlee driving(物陰走行)と呼び、その省エネルギー効果は、最大20%に達するとしている。さらに道路容量を増加させる効果もあり、普及率20%で、2レーン道路では4%、3レーン道路では2%、また普及率80%では、2レーン道路で7%、3レーン道路で9%の道路容量増加があるとしている。



Fig.5 Two trucks for Chauffeur

7. あとがき

自動車交通のエコロジーには、多方面からのアプローチが可能であり、またそうすべきであるが、そのうちITS技術の役割を紹介した。ITS技術によるアプローチは二つに大別でき、一つは自動車の走行方法を改善して渋滞の発生を抑制するアプローチであり、もう一つは自動車の走行量を低減して効率的なモーダルシフトを行うアプローチである。なお、本稿は拙稿¹⁾に基づいており、また参考文献¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾に拠った。

<参考文献>

- 1) 津川：ITSによる自動車交通の省エネルギー効果，ENGINE TECHNOLOGY, Vol.2, No.3, 54/61 (2000)
- 2) “自動車交通1999”，p.52，日産自動車(株)車両交通研究所(1999)
- 3) “自動車交通1998”，p.57，日産自動車(株)環境・交通研究所(1998)
- 4) 警察庁，通商産業省，運輸省，郵政省，建設省：高度道路交通システムにかかわるシステムアーキテクチャ，平成11年8月
- 5) 津川：自動車交通情報化のための路車間通信と車両間通信，計測と制御，Vol.31, No.12, pp.1257-1263, (1992)
- 6) 藤森：ETCシステムの概要と展開，電気学会誌，Vol.119, No.10, pp.590-595 (1999)
- 7) 通商産業省工業技術院編：自動車総合管制技術の研究開発，(財)日本産業技術振興協会(1979)
- 8) “自動車交通1998”，p.55, 日産自動車(株)環境・交通研究所 (1998)
- 9) 津川：自動車の自動運転システム，人工知能学会誌，Vol.14, No.4, pp.606-614 (1999)
- 10) (財)省エネルギーセンター：燃料消費効率化改善に関する調査報告書，平成9年3月 (1997)
- 11) (財)省エネルギーセンター：燃料消費効率化改善に関する調査報告書，平成11年3月 (1999)
- 12) (財)省エネルギーセンター：燃料消費効率化改善に関する調査報告書，平成8年3月 (1996)



<著者>



津川 定之

(つがわ さだゆき)

1973年，東京大学大学院計数工学専攻博士課程を修了し，同年，工業技術院機械技術研究所に入所，2001年，独立行政法人産業技術総合研究所発足に伴い，現在，知能システム研究部門ITS研究グループリーダー
工学博士

機械技術研究所入所当初から，大型プロジェクト「自動車総合管制システム」や自動車の自動運転システムの研究に従事し，以後一貫してITS，特に運転支援や自動運転の研究を行う。

日本機械学会，自動車技術会，電子情報通信学会，電気学会などの学会，(財)自動車走行電子技術協会でITS関連委員会の委員長，委員を務める。1999年，ITS-AVCSSに関する研究で科学技術庁長官賞受賞(研究功績者表彰)。

著作：「自動車プロジェクト開発工学」(共著，技報堂)など