
環境配慮型 I T S（高度道路交通システム） の活用事例

北陸電力（株）情報通信部

■ 執筆者 Profile ■



早 風 司

1981年	北陸電力（株）入社 七尾営業所営業課所属 以降同社内で異動
1983年	燃料部燃料計画担当所属
～	（省略）
2000年	経営企画部 関連事業担当所属
2001年	富山用地事務所所属
2004年	立地環境部 土地活用チーム所属
2006年	総務部 管財チーム所属
2008年	現在 情報通信部計画管理チーム所属

■ 論文要旨 ■

本稿は、ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム) を活用する事例として電気自動車の普及促進について説明するものである。

我が国におけるITSは、最先端の情報通信技術を活用して道路交通における道路・車両・人との一体システムの構築により、環境保全、快適性、安全性、輸送効率の向上を図るものである。ITSに係るテクノロジー（例えば通信技術）の開発とともに一般社会への普及（例えばETC）は確実に拡大しており、新しい産業創出や高度情報処理社会の構築に欠かせない存在になってきている。

また、近年では道路交通部門のみならず地球規模での環境破壊、特に排気ガスによる地球温暖化・健康被害といった問題がクローズアップされている。その中でも特に地球温暖化の大きな要因であるCO₂（二酸化炭素）排出削減が全産業において官民あわせて早急に取り組むべき課題として取り上げられている。

そこで、道路交通部門での地球環境負荷軽減の方策としては、CO₂・NO_x（窒素酸化物）削減に向けて早急に取り組む必要があると考えられる。本稿では、CO₂・NO_x削減を目標とすることに絞って、環境配慮型のITSの活用事例について検討した結果を紹介する。

■ 論文目次 ■

1. はじめに	《 3》
1. 1 当社の概要	
1. 2 環境配慮型 I T S の特徴	
2. I T S の開発分野	《 4》
3. これまでの I T S 活用例	《 5》
3. 1 従来からの実用化事例	
3. 2 2001 年からの応用事例	
4. 我が国の I T 政策の重点課題	《 10》
4. 1 関係省庁の基本的役割	
4. 2 I T 新改革戦略	
5. I T S を駆使した環境配慮型社会の構築	《 11》
5. 1 自動車エンジンに代わる動力源 —電気自動車—	
5. 2 CO ₂ ・NO _x 削減に向けた I T S の活用方策	
5. 3 ユーザー側が I T S + 電気自動車に求めるもの —経済学的アプローチ—	
6. 今後の課題	《 18》
7. おわりに	《 18》

■ 図表一覧 ■

図1	GPSによる地図ナビゲーションの概念図	《 6》
図2	DSRCシステムの概略図	《 8》
図3	ITS車載器のプロトコル構成概念図	《 9》
図4	関係省庁の基本的役割	《 10》
図5	自動車エンジンに代わる動力源	《 12》
図6	車種別二酸化炭素排出量の比較	《 13》
図7	カーシェアリングの概念図	《 14》
図8	地上テレビ放送デジタル化前後の周波数帯利用	《 15》
図9	ワルラス的調整過程と均衡価格の決定及び総余剰	《 16》
図10	電気自動車への補助金支給による均衡価格のシフト	《 17》
表1	環境配慮型ITSの特徴図	《 4》
表2	IT新改革戦略の7項目	《 11》
表3	補助金の有無による社会的厚生と比較	《 18》

1. はじめに

1. 1 当社の概要

当社は主に北陸三県を供給区域とする電気事業会社である。安全を最優先した、低廉、良質、クリーンな電気の安定供給とコンプライアンスの徹底を基本に、お客さま、従業員、株主・投資家、取引先など、ステークホルダーからの期待・要望に適切、誠実に応え、かなえていくことを通じて“信頼され選択される企業”を目指している。

環境への取組みでは、地球温暖化防止のために原子力発電や再生可能エネルギーである水力発電、木質バイオマス発電、風力発電、太陽光発電（グループ会社）などの導入を推進する一方、小型電気バスの開発・実証実験などにも取り組んでいる。

筆者の所属している情報通信部門では、情報セキュリティの強化に積極的に取り組んでおり、重要情報の漏洩を防ぐため、2007年3月にICカードによる認証や電子情報の暗号化等の情報セキュリティ強化対策を実施した。これらの対策は当社のグループをあげて実施し、情報セキュリティの強化に努めている。

1. 2 環境配慮型ITSの特徴

本稿のテーマである環境配慮型ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム、以下ITSという)の特徴を表1に示す。

本稿のテーマ	環境配慮型ITSの活用
利用する情報システム	ITS
ビジネスモデル	電気自動車によるカーシェアリング
主なサービス提供場所	公道、駐車場、充電スタンド
主なサービス内容	ETC、地図ナビゲーション、車両管理
ITS支援手段	DSRC、720MHz帯周波数の利用、Mobile WiMAX

表1 環境配慮型ITSの特徴

2. ITSの開発分野

ITSとは、ITを利用して輸送効率の向上、道路交通を快適にするための交通システムである。日本におけるITSは、1996年に事故・渋滞など道路交通問題の解消、新産業の創出、高度情報処理社会の開拓といった役割を果たすものとして警察庁、通産省、運輸省、郵政省、建設省が「高度道路交通システム（ITS）に関する全体構想」を公表したことから本格的に研究・推進されるようになった。この「高度道路交通システム（ITS）に関する全体構想」によるとITSの開発分野は以下のとおりである。

- (1) VICS (Vehicle Information and Communication Systems : 道路交通情報通信システム)
- (2) ETC (Electronic Toll Collection System : 自動料金収受システム)
- (3) 安全運転の支援
 - ・AHS (Advanced Cruise-Assist Highway System : 高速道路を中心とした安全運転の支援システム)
 - ・DSSS (Driving Safety Support Systems : 一般道路を中心とした安全運転の支援システム)
 - ・ASV (Advanced Safety Vehicle : 車両を中心とした安全運転の支援システム)
- (4) 交通管理の最適化
 - ・UTMS (Universal Traffic Management Systems : 交通信号機を核とする警察版のITS)
 - ・駐車場案内システム
- (5) 道路管理の効率化

(6) 公共交通の支援

- ・PTPS (Public Transportation Priority System : 公共車両優先システム)
- ・TDM (Traffic Demand Management : 交通需要マネジメント)
- ・デマンドバス
- ・パークアンドライド

(7) 商用車の効率化

- ・共同配送
- ・ロケーション管理システム

(8) 歩行者等の支援

(9) 緊急車両の運行支援

公表以来、十余年が経ち、ITSを活用する分野での優先すべき課題に変化が見え始めていると考えられる。確かに当初の前述した目的は、技術進歩と社会的容認性(法規、コスト、税制、世論など)のバランスを取りながら、今後ともその実用化に向けた実証試験を実施すべきである。

しかし、日本だけでなくワールドワイドにおける現代社会においては、前述の5省庁によるITSに関する全体構想が公表された時代背景と異なる社会的問題として、**地球環境問題**がより早急に取り組むべき課題として近年クローズアップされてきている。

そこで、道路交通部門での地球環境負荷軽減の方策としては、**CO₂・NO_x削減**に向けて相対的に早急かつ重点的に取り組む必要があると考えられる。

3. これまでのITS活用例

3. 1 従来からの実用化事例

現時点での日本の道路交通部門に限定した場合、1990年代からITSがどのような形で広く実用化されているかを大きく分類すると、①ETC、②地図ナビゲーションの2つになる。

3. 1. 1 ETC (Electric Toll Collection System : 自動料金収受システム)

ETC (前述2章参照 ; 自動料金収受システム) は双方向無線通信装置とETC車載器との組み合わせによる技術を活用し、高速道路等でチケットレス、キャッシュレスによるクレジットカード決済を行い、料金支払い時の時間的ロスをなくしスムーズな入出場を実現し、料金所での渋滞を削減するために構築したシステムで、今や一般化して珍しいものではなくなってきた。

導入当初 (2001年) はETC車載器が高額なため一般ドライバーから敬遠されていたが、補助制度等により次第に低価格化が進むにつれ一般ドライバーへの普及率は高まって (2003年のETC搭載車は1.5百万台から2007年には18百万台。また、昨年的高速道路でのETC利用台数の全国平均が約70%) きている。

こうした普及率の高まりを背景にして、国土交通省は既存の高速自動車道の有効活用や、地域社会の充実、地域経済の活性化を推進するため、建設・管理コストの削減が可能なスマートインターチェンジ（E T C専用インターチェンジ）を導入することとしている。これは利用車両がE T C搭載車に限定されているため、簡易な料金所の設定で済み、料金徴収員が不要なため、従来のインターチェンジに比べて低コストで導入できるなどのメリットがある。

平成16年からスマートインターチェンジの社会実験を地方自治体と共同実施してきた国土交通省は、その実績を踏まえてサービスエリアやパーキングエリアに接続するスマートインターチェンジの本格導入を行うための要件、検討体制、事業区分、手続きなどを定めた「制度実施要綱」を平成18年7月に策定した。

高速道路が通過する自治体ではその約70%にしかインターチェンジが設置されておらず、地元自治体にとっては“通過するだけの高速道路”でしかなかったが、“地元で使える高速道路”の実現を目指して、インターチェンジの最適配置とアクセス強化が提案されている。このようにE T Cの普及によって、高速道路の料金所での渋滞削減がCO₂・NO_x削減にもつながり、地球環境負荷軽減の面でも今後とも推進すべき技術である。

今後は高速道路だけでなく、駐車場での入出場管理や課金方法についてもその技術活用が広がるものと予想される。

3. 1. 2 地図ナビゲーション

地図ナビゲーションシステムは、GPS（Global Positioning System：全地球測位システム）などの自動位置測位センサーと精密なデジタル地図により、自分のクルマの位置を地図上に示し目的地までの経路誘導をするものである。この技術は1981年に本田技研工業から発売され、現在ではその累計出荷台数が25百万台を超えるほどに普及している。

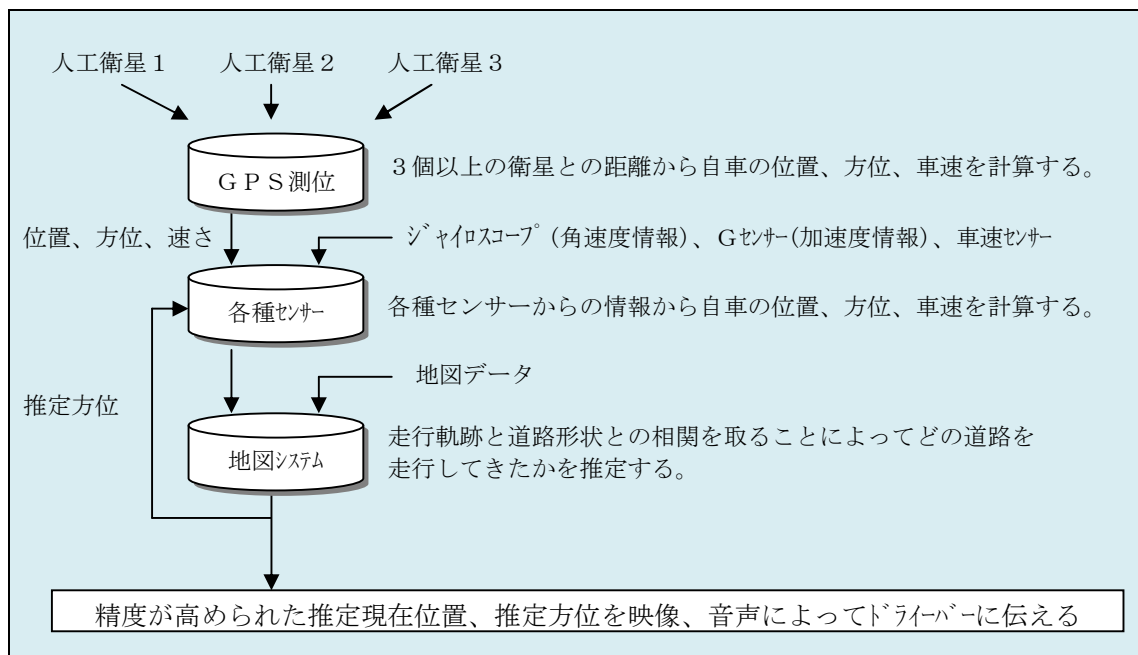


図1 GPSによる地図ナビゲーションの概念図

近年の技術進歩（CPU演算機能の増強・メモリ容量の増大）によって、クルマの走行環境に関する得られる情報が従来のナビゲーション機能に留まらず、クルマにいらならにリアルタイムに渋滞・規制情報や、ここは一般道なのか高速道路なのか、交差点に差し掛かる地点なのかカーブ路になる地点なのか、天候は好転するのか悪化するのかなど多岐に渡る走行環境を知ることができる潜在能力を秘めている。この決め手になるのがVICS（前述2章参照、道路交通情報通信システム）技術である。

VICSは、財団法人道路交通情報通信システムセンター（略称：ビックスセンター）が収集、処理、編集した道路交通情報を通信・メディアによって送信し、カーナビゲーションなどの車載装置に表示させるシステムである。これによって提供される情報内容には、渋滞情報、所要時間、事故・故障車・工事情報、速度規制・車線規制情報、駐車場の位置、駐車場・サービスエリア・パーキングエリアの満車・空車情報などがある。

VICS情報の利用料金は、VICS対応の車載器を搭載したクルマであれば無料である。VICSが提供している情報を取り込む車載器で市販されているものには、①1メディア対応、②3メディア対応がある。

- ① 1メディア対応は、FM多重放送のみに対応した車載器で、これによって幹線道路の交通情報をほぼ把握できる。
- ② 3メディア対応は、前述①に加えて電波ビーコンと光ビーコンにも対応可能であるため、①以上に精度の高い交通情報を得ることができる。

（参考）ビーコンとは、地上にある無線標識から発射される電磁波（電波または赤外線）を自動車など移動体に搭載された受信機で受信することにより、自分の位置等の情報を取得するための設備である。

以下に前述の3種類の放送・通信メディアについて記述した。

・FM多重放送

受信している都道府県の情報と、その隣接県との県境付近の情報が提供されるものである。NHKのFM放送局の音声放送に文字情報を多重化して同一周波数帯で5分間に2回の割合で放送している。放送局数は基幹局53局、中継局465局（2006年4月現在）。

・電波ビーコン

受信エリアはビーコン設置箇所直下の前後70m程度で、車載器は進行方向の情報を得ることができる。その提供情報の内容は、前方約200mの高速道路の渋滞情報、インターチェンジ付近の接続道路、並行する一般道路情報に関するものである。高速道路に設置されており、周波数2499.7MHz。ビーコン数は2,898箇所（2006年4月現在）。

- ・光ビーコン

受信エリアはビーコンの手前 3.5m程度で、車載器は進行方向の情報を得ることができる。その提供情報の内容は、前方 30km、後方 1 km の一般道路と高速道路の渋滞・規制・駐車場情報・区間旅行時間などに関するものである。設置箇所は都市部とその周辺に限定されており、赤外線を利用。ビーコン数は 29,634 箇所（2006 年 4 月現在）。

このようにそれぞれのメディアの特徴を生かし、FM多重放送では広域エリアの道路交通情報を提供し、電波・光ビーコンでは自車位置とともに直近の道路情報を提供している。

3. 2 2001 年からの応用事例

2001 年 4 月の電波法に係る総務省令が改正され、5.8GHz 帯 DSRC (Dedicated Short-Range Communication: 専用狭域通信) の多目的利用が可能となった。

3. 2. 1 DSRC システムの応用

DSRC システムは、DSRC 路測器、DSRC アンテナ、DSRC 車載器から構成されており、受信エリアは数 m ～ 数十 m、従来の ETC の機能に加えて地図情報の受信及び運転しながら他人との通信をできることが特徴である。[図 2、3 参照]

この DSRC システムの応用によって前述 2 章の ITS の 9 つの開発分野を網羅した車両サービスが可能となる。3. 2. 2 以降に前述の ETC ・地図ナビゲーション以外の具体的な応用事例をあげる。

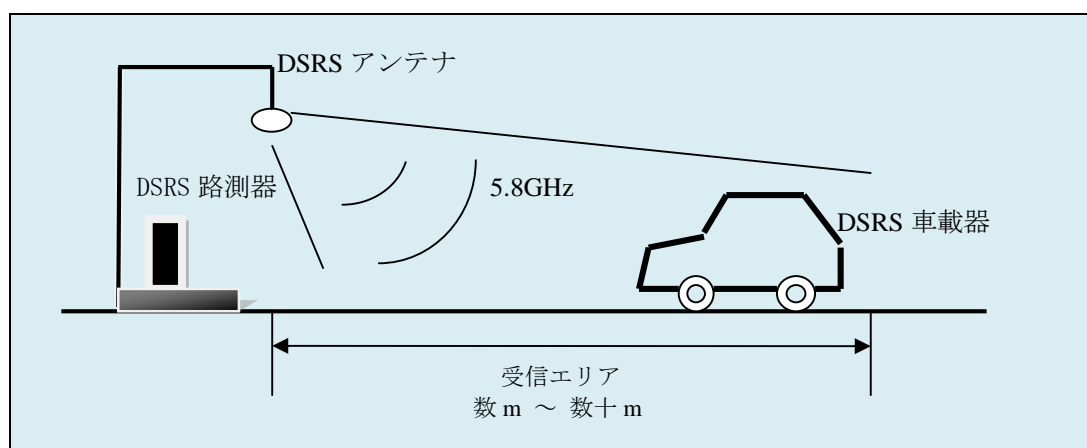


図 2 DSRC システムの概略図

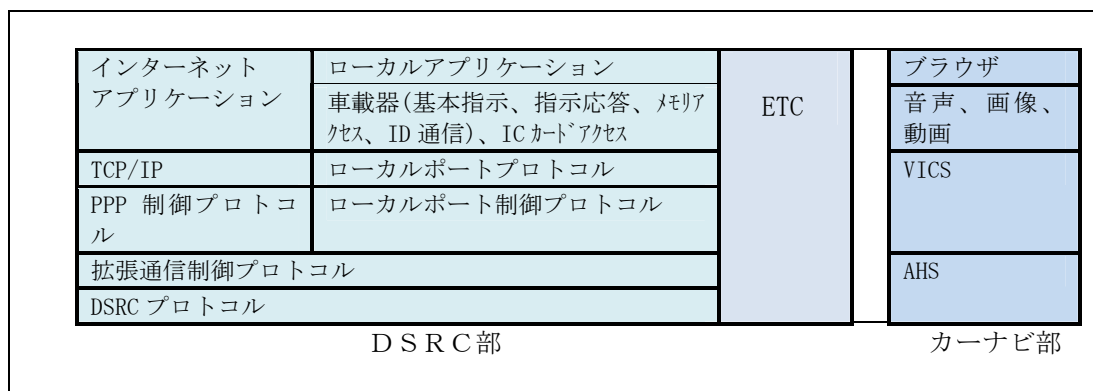


図 3 ITS車載器のプロトコル構成概念図

3. 2. 2 駐車場システム

駐車場において、駐車料金の自動決済、入退場管理、施設情報提供を行うものである。

(1) 時間貸し駐車場の場合

公共駐車場、商店街・デパート等商業施設の駐車場において、あらかじめ車載器 I D と決済用クレジットカード番号を関連付けておいて当該駐車場に登録しておき、入退場の際に車載器 I D を読み取ることによって、駐車場料金のクレジット決済と入退場管理を同時に行う。また、商業施設の場合は買物をした人のポイントカードにポイント付与することも可能である。

(2) 月極め駐車場の場合

工場・重要施設などの特定施設の従業員や分譲マンション居住者などが利用している駐車場において、ドライバーまで特定するため、あらかじめ多目的 I C カードにドライバー I D と決済用クレジットカード番号を関連付けておいて当該特定施設・月極め駐車場に登録しておき、入退場の際に多目的 I C カードの I D を読み取ることによって、ドライバーの入退場を管理すると同時に決済用クレジットカードに課金され、駐車料金は精算される。

(3) 駐車場内での施設情報提供

駐車場の出入り口での駐車場案内（ウェルカム・サンクスメッセージ、空きエリア情報・空き駐車エリアへの順路誘導）の他に広告宣伝などの音声・画像情報をドライバーに提供する。

3. 2. 3 ガソリンスタンドシステム

I T S 車載器とセルフガソリンスタンドの店舗側システムとの関連付けによって、自動料金收受を行うものである。

給油機に I T S 車載器を搭載したクルマが停車すると、車載器 I D を読み取り、店舗側システムに情報伝達する。また、店舗側システムから I T S 車載器に音声・画像のガイダンス情報を伝達する。利用者が選択した油種・給油量情報を利用者に伝達するとともに料金課金收受（即時現金払い・クレジットカード決済）を行う。

3. 2. 4 情報提供システム

道路上において、交通渋滞情報、安全運転支援情報などをドライバーが容易に認識できるように音声・画像情報によって提供するものである。

4. 我が国のIT政策の重点課題

今世紀に入ってからからのITSの応用事例は3. 2で前述したとおりで、今後は技術革新と通信関係の法改正をクルマの両輪のようにして、近未来での道路交通社会へのロードマップ及びITS技術の活用計画を策定する必要がある。

グローバル化した現代社会では、こうした戦略上の調整や課題検討は単に国内だけに止まることなく、海外との競走・協調の場面にも広がらざるを得ない。つまり、諸外国に対し我が国の優位性を確保するためには、先端技術開発とルールデファクトスタンダードを我が国において具現化し、官民がこれをスピード感を持って広めていくことが必要である。とりわけ法制度の整備は次なる技術革新の発射台となるものであるため、これが定まらなかったり、相次ぐ変更がなされては腰を据えた研究開発の芽を削いでしまいかねない。本章では、我が国におけるIT政策のうち、道路交通部門に焦点を当ててその現況を説明する。

4. 1 関係省庁の基本的役割

関係する省庁は、総務省、国土交通省（自動車交通局、道路局）、経済産業省、警察庁の3省1庁であり、それぞれ以下の役割を担っている。これらの関係省庁が各々の成果を持ち寄り、内閣のIT戦略本部の実証実験に利用していくことになっている。[図4参照]

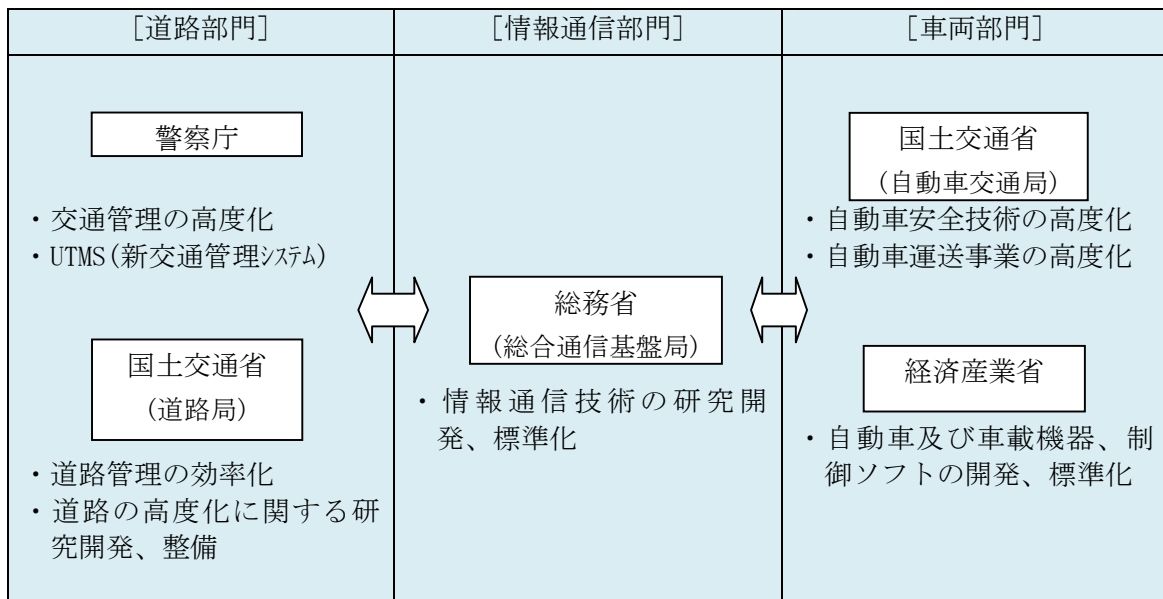


図4 関係省庁の基本的役割

4. 2 IT新改革戦略

平成18年1月に我が国内閣のIT戦略本部で、ITによって我が国の社会が抱える課題を解決するための方策として、7つの項目が掲げられた。[表2参照]

戦略項目	具体的取組み・目標
1. ITによる医療の構造改革	レセプトの100%オンライン化
2. ITを駆使した環境配慮型社会	ITでエネルギーや資源の効率的な利用
3. 世界に誇れる安全で安心な社会	地上デジタルによる災害情報提供で被害軽減
4. 世界一安全な道路交通社会	ITSを活用し交通事故を未然防止
5. 世界一便利で効率的な電子行政	オンライン申請率50%達成
6. IT経営の確立による企業の競争力強化	ITによる部門間・企業間連携の強化
7. 生涯を通じた豊かな生活	テレワーク、eラーニングの活用

表2 IT新改革戦略の7項目

ただし、本稿では前述（1.はじめに）したとおり、現代社会において優先すべき課題を地球環境負荷低減として、CO₂・NO_x削減（地球温暖化防止の観点ではCO₂削減が優先される）に向けたITSの活用事例を次章において説明する。

5. ITSを駆使した環境配慮型社会の構築

地球環境負荷低減のために道路交通部門の果たす役割は大きい。日本全体でのCO₂の年間排出量は約13億トンとされ、そのうち自動車によるものが全体の約20%を占めている。これをすべてなくすことは現実的ではないが、少しでも削減する方向への舵取りを実現可能な方法で始めなければならない。

自動車から排出されるCO₂・NO_xの源は、その動力源（エンジン）の燃料である化石燃料である。自動車開発の歴史をひもとくと、当初は電気自動車が開発されたが、自動車の動力源としてより効率的で安価で出力の大きい内燃機関の発明によって電気自動車は駆逐されていった。世界初の本格量産車である米国フォード車の「T型フォード」が販売開始されたのは1908年で、今からちょうど100年前のことになる。以来、自動車は大量生産され続け先進国では一般大衆消費財となった。

電気から内燃機関への世代交代。こうしたテクノロジーの世界での“生存競争”にも、「種の起源」で有名な英国の自然科学者ダーウィンの“自然淘汰説”が当てはまるのは興味深い。「進化とは、進歩とは違うもので特定の方向性がない偶然の変異による機械論的なものである」とのダーウィンの自然科学での論説が社会科学であるテクノロジーにも当てはまる事象の一例である。つまり、自然界においても人為的社会においてもその時代に適合できなくなったものはただ消え行くのみである。

地球環境と人間社会の相対的なバランスが変化し、人間による地球環境破壊が拡大していく今日に及んでは、人類はただ時代の流れに身を委ねるだけでは、かつての地球上の覇者であった恐竜と同じ絶滅の道をたどるかもしれない。恐竜が絶滅した原因については巨

大隕石の地球衝突による天候の激変など諸説があるようだが、その種自らの手によって引き起こされたものではあるまい。人類は地球を苗床とする増殖のスピードを落とし、その理性とテクノロジーの力で現在の地球環境をより良きものとして次世代へ松明を引き渡す義務がある。

前述の表2の第四項目である「世界一安全な道路交通社会」の構築を否定するものではないが、限られた資金・時間・労力を優先的に分配すべき対象は何か。それは前述の表2の第二項目である「ITを駆使した環境配慮型社会」の構築である。これがテクノロジーの“矛先”を真っ先に向けるべき“盾”となる課題であろう。また、エンジンの化石燃料への依存低減は地球環境負荷低減効果があるだけでなく、限りあるエネルギー資源を温存することにもつながる。よって、ITS活用の戦略項目としてはCO₂・NO_x削減に軸足を置くべきである。

5. 1 自動車エンジンに代わる動力源 —電気自動車—

近年のテクノロジーにおける技術革新によって、自動車の動力源（従来は化石燃料[ガソリン、軽油等]エンジン）について変化が出ている。いずれも変化のテーマは省・脱石油燃料である。[図5参照]

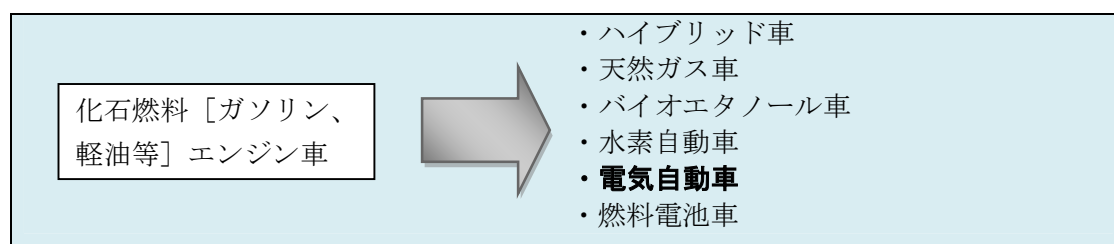


図5 自動車エンジンに代わる動力源

上記の省・脱石油燃料に対応するどの自動車をとってもそれぞれ一長一短があり、また、開発費用は化石燃料エンジン車より高いため、それを一般ユーザーに転化するとすると、化石燃料エンジン車に取って代われるほどの“商品”にまで成熟していない。決定的なアドバンテージがないためである。

ただし、10年前にトヨタ自動車が発売したハイブリッド車「プリウス」は日本国内だけでなく、世界的に売れ続けている。米国ではハリウッドスターにも人気を博している。これはエコロジーを自分のイメージアップにしてステータスを印象付けることも購入動機に入っているとの見方もあり、従来の“高級車＝ステータス”の概念に加えて新たに“エコロジー＝ステータス”の概念も生まれてきたことを証明する事例である。

5. 1. 1 CO₂・NO_x削減に貢献できるクルマ

現在、一般に市販され普及実績の点でリードしているのはハイブリッド車だが、ガソリンを燃料とすることには変わらない。また、燃料を燃焼させて二酸化炭素を排出するという点では天然ガス及びバイオエタノールも同様である。よって、CO₂・NO_x削減に効果的な動力源としては、水素、電気及び燃料電池ということになる。[図6参照]

まず、水素自動車については、動力源をエンジンとしている点では前述の自動車と同じだが、その燃料を水素にすることで排出は水だけである。ただし、水素供給のインフラ整備に問題があり至近年での普及は望めない。

次に、電気自動車と燃料電池車は電気によってモーターを回転させる点では同じだが、電気の供給源を何に依存するかによって異なる。前者はバッテリーに蓄えた電気を取り出す仕組みであるが、後者は燃料電池に水素を供給して空気中の酸素との化学反応によって得られた電気を取り出す仕組みである。

両者とも一般には普及していないが、前者については、三菱自動車の「iMiev（アイミーブ）」、スバルの「R1e」が共に実証実験中で2009年からの市販化を見据えている。特に三菱自動車は、一般消費者向けに販売開始（2009年度販売目標2千台）すると発表した。

一方、後者については、燃料電池の製造コストが高いため一般向けへの販売開始はまだ先のことになりそうだ。よって、現段階において一般消費者向けに普及を開始するのは電気自動車であると考えられるので、**本稿では電気自動車を対象としたITSの活用方策**について説明する。

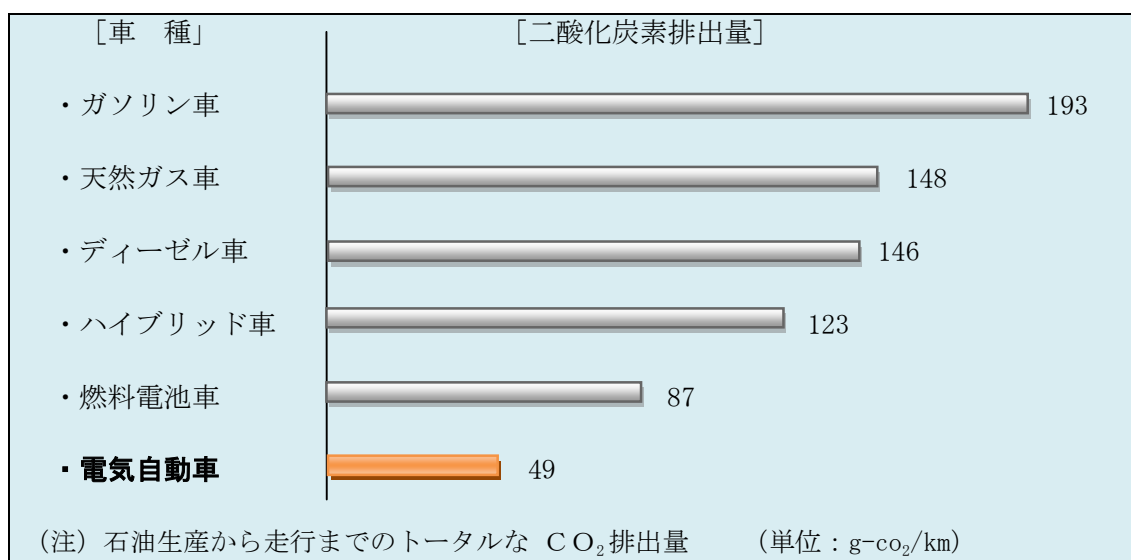


図6 車種別二酸化炭素排出量の比較

5.2 CO₂・NO_x削減に向けたITSの活用方策

自動車自体を従来の化石燃料エンジン車から電気自動車にシフトさせることによって、道路交通部門におけるCO₂・NO_x削減を実現できる。そのパラダイムシフトの一助としてITSを活用するシステムの導入を図る。具体的には、①**自動車総数の逡減・電気自動車の逡増**、②通信技術の進歩による自動車における**新しい情報システム構築**の2方面からアプローチする。

具体的には、**電気自動車のカーシェアリング**（クルマの共同利用）の普及によって交通部門における排気ガスを低減させることができる。そのカーシェアリングにおいては車両管理にITSの新しい通信技術を活用する。その通信技術が空き周波数帯を使った**Mobility WiMAX**である。

5. 2. 1 自動車総数の通減・電気自動車の通増

自動車の総数を減らすこと、及び電気自動車を普及させることにITSを活用する。実際に実用化されたモデルとして、**カーシェアリング**（予め登録してある会員が自動車を共同利用するもの）が1990年代末から各地で実証実験を行った事例がある。このシステムの概要は以下のとおりである。

まず、会員が携帯電話・パソコン等から管理センターへアクセスし、車両ステーション（無人）の空いている車両の中から自分が使いたい時間帯を予約する。次に、使用時刻に車両ステーションへ行き、カード（フェリカ等の認証機能付き）によってドア解除、発車する。運転中は管理ステーションから交通情報の受信、事故発生に伴う緊急メッセージの発信等の相互通信が可能である。納車は同じ車両ステーションもしくは他の場所にある車両ステーションに停車し、ドアロックすることによって返却完了。使用時間に応じて会員に課金される仕組みである。

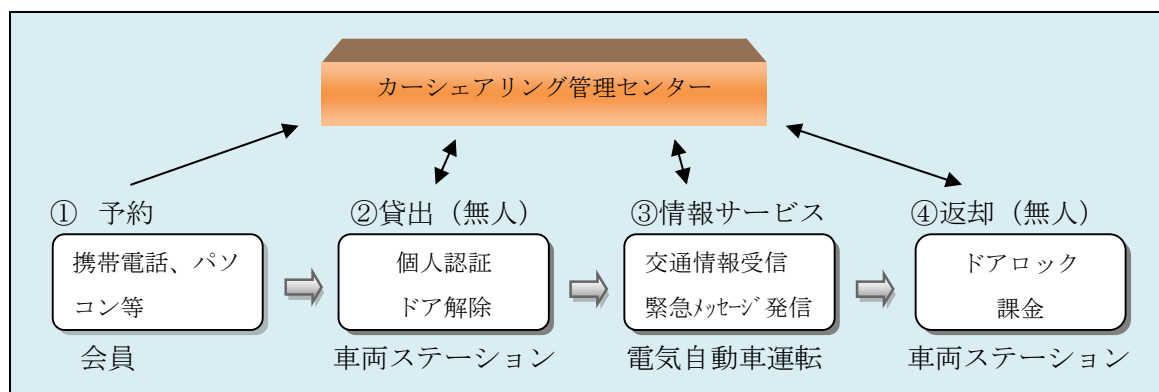


図7 カーシェアリングの概念図

カーシェアリングには交通渋滞・駐車場不足・自動車所有に伴うユーザーコストの低減・環境問題の改善の効果があり、実際に事業化（オックス自動車、マツダレンタカーなど）されているが、現状では全国各地で一般的に普及しているとは言い難い。

しかし、ガソリン価格の大幅上昇、自動車所有に対する考え方・ライフスタイルの変化（所有からレンタルへ、高額な駐車場料金の負担嫌悪、平日は通勤用のお金のかからないクルマで休日は遠出用のレンタカー）によって、自動車を所有することが当たり前であるという感覚が希薄化している。

「クルマにお金はかけたくないが、クルマのない不便な生活に我慢したくない」というクルマに対する当世の価値観の変化はカーシェアリングの方向性に合致するので、ITSを活用することによって、できるだけ多くのユーザーのコスト意識及び環境配慮意識に訴え、その社会的認知度を高めていかななくてはならない。

5. 2. 2 新しい情報通信システムの構築

(1) 720 MHz帯周波数のITSへの割り当て

地上テレビ放送がデジタル化することによって空き周波数帯ができてくるため、それを以下のような新しい活用方法として割り当てる計画である。これによると、アナログ放送が終了する2012年12月以降は715～725MHzの周波数帯がITSに割り当てられることになっている。[図8参照] したがって、前述(3.2 ITSへのDSRCの利用)したように、既に実用化されている5.8GHz帯に加えて、新たに720MHz帯もITSに利用することができるようになる。

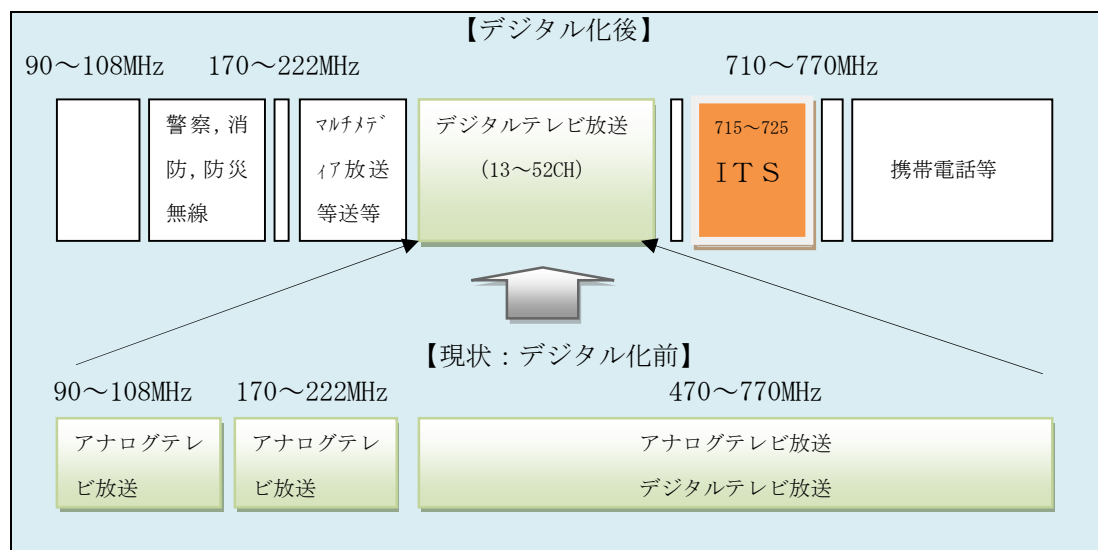


図8 地上テレビ放送デジタル化前後の周波数帯利用

(2) 次世代無線通信規格“WiMAX”

この新しく割り当てられる周波数帯をITSに活用する手段として、近年になって注目されている無線通信技術であるWiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access: 高速無線データ通信規格、以下WiMAXという) を取り上げる。

WiMAXは当初、中長距離エリア(最長伝送距離は数km)をカバーする無線通信を目的としていたが、近年では高速移動体通信用の規格も策定されている。固定通信向けはIEEE 802.16-2004をベースとする。移動通信向けはIEEE 802.16eをベースとするものでMobile WiMAXとも呼ばれており、WiMAX Forumによるとこの2種類の規格が存在する。

WiMAXの特徴は、通信速度の速さと電波到達距離の長さにある。そのため、これまで投資効率の点でインフラ整備が難しかった人口密度の少ない地域でもブロードバンド通信サービスが可能となる。

人口密度に関係なく縦横無尽に広がっている道路交通網の世界で、クルマという移動体とのブロードバンドネットワークを構築するための次世代無線通信技術の有力な候補はこのWiMAXといえる。

I T Sに活用するものは、移動通信向けの規格であるM o b i l e W i M A Xである。我が国においては、2.5G H z帯を携帯電話事業者が、3.5G H z帯を放送事業者が、そして5.8G H z帯を気象レーダーなどが既に利用しているので、M o b i l e W i M A Xでは前述（1）のように地上テレビ放送がデジタル化することによって空きが出てきた周波数帯（715～725M H z）を活用するわけである。

つまり、空き周波数帯とM o b i l e W i M A Xの活用によるシステム構築がI T Sにおける新しい情報通信システムとなり、前述2章に記載した開発分野のような高付加価値な情報サービスを提供することができるようになる可能性は高いといえる。

5.3 ユーザー側がI T S+電気自動車に求めるもの –経済学的アプローチ–

電気自動車とI T Sを組み合わせた先進的システムといえども現在の資本主義経済の中において現実的に普及するには、ユーザー側に受け入れられる（買ってもらえる）ことが必要である。価格は安価であればユーザー側の需要は高まるが、逆に生産者側の供給量は低くなるのが一般的な経済理論である。この需給不一致の状態から価格が変化して需給を調整していく（ワルラス的調整過程）ことで価格が均衡する。

このように価格メカニズムによって、価格は P_0 に、取引量は X_0 に決定させる。この場合の消費者余剰は $\Delta A B P_0$ となり、生産者余剰は $\Delta P_0 B C$ となる。よって、両者の総余剰（社会的厚生という）は $\Delta A B C$ となる。この社会的厚生が大きくなるときに市場は効率的であるという。

（参考）・消費者余剰：消費者が支払ってもよい価格から、実際に支払う価格を差し引いた残り。

・生産者余剰：ある生産水準のもとでメーカーが得る利潤。

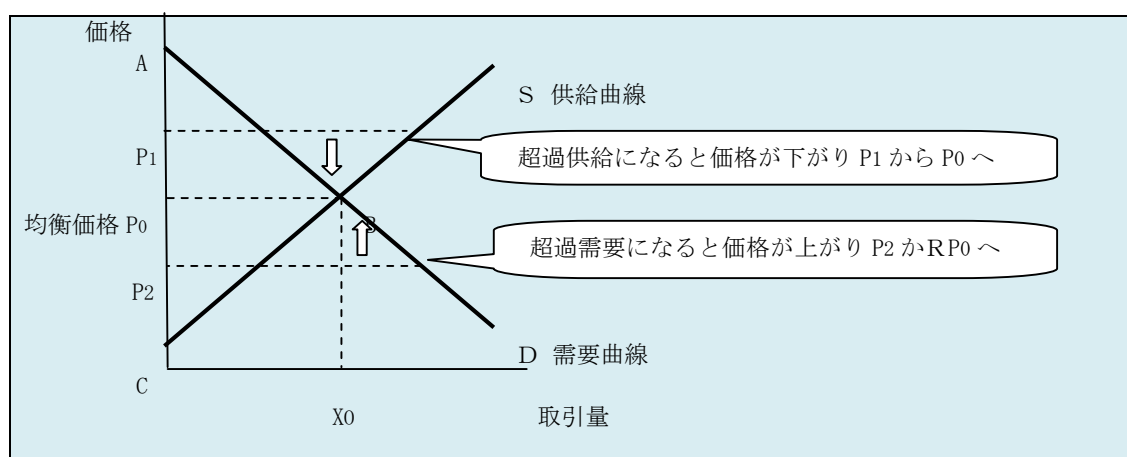


図9 ワルラス的調整過程と均衡価格の決定及び総余剰

電気自動車とI T Sを組み合わせたシステムが市場で取引される場合、上記のように供給曲線と需要曲線の調整過程を経て取引量と価格が変化する。同型の普通車と比べて高額な電気自動車は一般市場では取引量においてかなわない。つまり、淘汰される対象である。

ある財の価格を変化させる市場操作の手法として、価格を上げるための課税、逆に価格

を下げるための補助金があげられる。電気自動車とITSを組み合わせた高付加価値なシステムは裏返せばコスト的には高額であるため、当該システムを普及させるためには、補助金の支給あるいは課税の減免といった手法によって需給を調整することが必要である。

実際に低公害車にはユーザーの税負担の軽減措置が取られている。これは電気自動車とその開発母体となった普通車との差額の半分を補助するというものである。

1台の電気自動車に対してt円の補助金が支給されるとする。ユーザーはt円だけ購入価格が安くなるので、図10に示すように供給曲線S0がt円だけ下方にシフトすることになる。その結果、均衡価格はBからFに変わり、価格がP0からP1に下降し、取引量はX0からX1へ増加する。

補助金の支給によって、メーカーが得る価格とユーザーが最終的に支払う価格の異なる2種類の価格が生じることになる。メーカーが販売する価格P0は変化しないが、補助金をユーザーが受け取ることによって均衡点はBからFにシフトするため、支払う価格は(P0-t)円=C円となる。

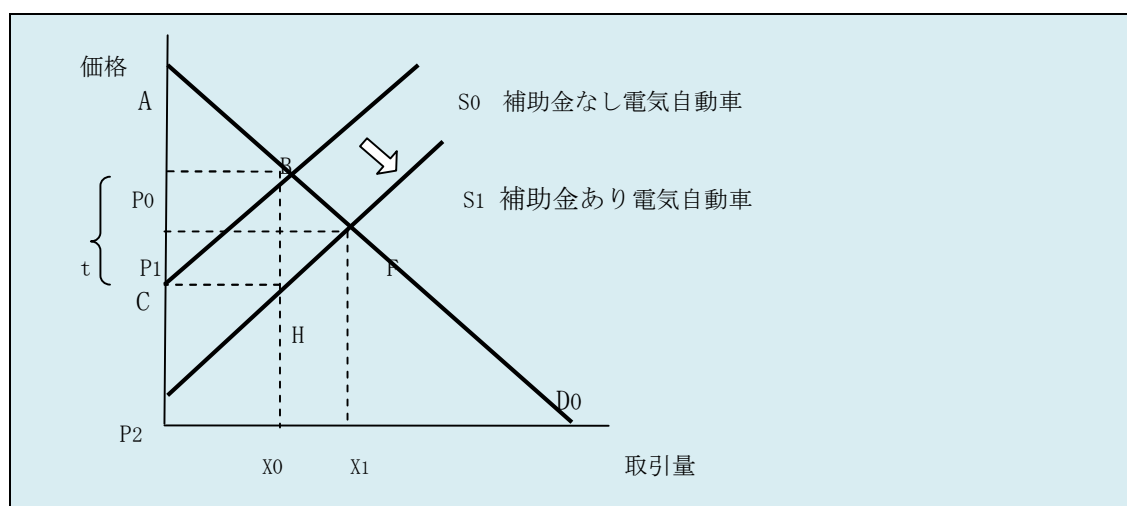


図10 電気自動車への補助金支給による均衡価格のシフト

例えば、現行の国の補助金制度の場合、電気自動車のメーカー販売価格を400万円（開発母体の車両価格100万円）としたケースを前提にして試算すると、補助金t円は150万円（ $[400\text{万円}-100\text{万円}] \times 1/2 = 150\text{万円}$ ）である。よって、ユーザー購入価格は250万円（ $400\text{万円}-150\text{万円}=250\text{万円}$ ）となる。また、神奈川県では国の補助金の1/2（前述の例では $150\text{万円} \times 1/2 = 75\text{万円}$ ）をさらに補助するとしている。この更なる補助金（t1）を含めるとユーザー購入価格は175万円にまで低下する。よって、 $\Delta t1 \div t = 1$ となればユーザーは最大限の補助金メリットを享受できる。

次に、補助金の支給によって社会的厚生がどのように変化するかを比較する。[表3参照]

補助金なしのケースの社会的厚生は、消費者余剰 $\Delta ABP0$ +生産者余剰 $\Delta P0BC = \Delta ABC$ となることは前述した。これに対し補助金ありのケースの社会的厚生は、消費者余剰 $\Delta AFP1$ +生産者余剰 $P0BHP2 = \Delta BHP2$ となる。つまり、後者の方が社会的厚生

が大きいことがわかる。また、補助金支給による社会的厚生^①の損失は ΔBFH でありこの負担の源泉は広く国民からの税金徴収であるので、実務的には税制の整備及び国民的コンセンサスが必要である。

	(ア) 消費者余剰	(イ) 生産者余剰	(ウ) = (ア) + (イ) 社会的厚生 [評価]
補助金なしケース	ABP ₀	P ₀ BC	ABC [面積小→×]
補助金ありケース	AFP ₁	P ₀ BHP ₂	ABHP ₂ [面積大→○]

表3 補助金の有無による社会的厚生の比較

上記の結果、電気自動車とITSを組み合わせたシステムが市場で取引される場合には、**補助金支給による普及促進策が経済学的に有効**である。

6. 今後の課題

(1) ITS

情報通信技術の進歩の速さ及び通信制度の変化により、研究成果が陳腐化していく可能性が高い分野であるので、総務省等が提供するサービスのリリーススケジュールを立て、研究費が無駄にならないようにすることが必要である。無秩序な通信制度の下では技術と理論がいたちごっこになる。肝心のサービス提供がなおざりにならないように官民の協力体制が望まれる。

(2) 電気自動車

地球環境にやさしいクルマとして最近脚光を浴びているが、2次電池の開発コストが高く、それが車両製造価格のコストダウンを阻んでいる。また、走行距離が短いという弱点があり、長距離を走る場合には道路インフラとして、ガソリン車にとってのガソリンスタンドの機能を持つ充電スタンドの普及が必要である。

7. おわりに

本稿で紹介したシステムは新規に開発したものではなく、既存のシステムをベースとしながら、今後の通信技術分野の現実的な見込みを取り入れたものである。

また、往々にしてシステムの開発側の視点のみに立った内容紹介に終始する論文が多い中、見方を変えてユーザー側からみたシステム評価に経済学の要素を織り込んだことが工夫した点である。

どんなに素晴らしいシステムといえども、一般社会に普及しなければ日の目を見ること

なく研究室の片隅のインテリアになってしまう。つまり、ユーザーの満足度を満たし、社会貢献的意味合いが存在し、かつ事業採算性がないとそのシステムは普及しないものである。本稿で紹介したシステムが実用化され、地球環境にやさしいクルマ社会の到来を願ってやまない。

参考文献

- [1] 総務省総合通信基盤局電波部「ITSの実現に向けた電波政策」2007.9.13
- [2] 三菱電機(株)先端技術総合研究所「ITSにおける情報通技術」2007.9.13
- [3] 日立評論 2007.8
- [4] 三菱電機技報 2007.9
- [5] NEC技報 2008.1
- [6] JHFC総合効率検討特別委員会 財団法人 日本自動車研究所「HFC総合効率検討結果報告書 Well to Wheel CO₂の比較データ」2008.3
- [7] 日本マンパワー「中小企業診断士受験講座 経済学・経済政策」