ITS礼賛

井口雅一*

ITSは自動車交通関係組織を統合した。関係省庁の競争と協調とが日本のITSを急速に発展させた。ITSは自動車交通を統合システムとして扱い、規模を拡大してきた。ITSはすべての交通モードを含む概念である。交通計画と都市計画とを融合させ、新しい都市と交通の形態を発想する時が来ている。自動車交通の主権者であるドライバーが異常を起こすことを見過ごせなくなってきた。部分的にでも自動運転を導入する必要がある。

An Appreciation of ITS

Masakazu IGUCHI*

Intelligent Transport Systems (ITS) have helped unify the direction of organizations concerned with motor vehicle transport, and the competition and cooperation among related government agencies has in turn spurred the rapid evolvement of ITS in Japan. Motor vehicle transport is considered as one integrated system in ITS, which has now grown in scale as a concept incorporating all transport modes. The time has now arrived to unify transport planning and urban planning in order to envision new forms of urban communities and transport. Now that drivers are the "sovereigns" of automobile traffic, driver faults are becoming increasingly difficult to overlook. It is therefore necessary to introduce automated driving, even if on a partial basis.

1．人間の移動本能に溶け込んだ自動車

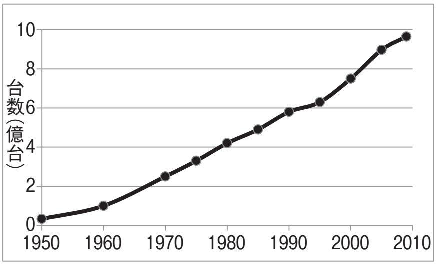
1955年、国産乗用車第一号といわれるクラウンが発売された年に、筆者は教養学部から工学部機械工学科に進学した。すぐに運転免許を取得してドライブを楽しむばかりでなく、自動車工学者としての道を歩み始めた。その後現在まで大学、自動車技術会、日本自動車研究所などに在籍し、自動車技術という窓から自動車社会の発展を見続けることができた。

Fig.1は世界の自動車保有台数の推移を示す。世界の自動車保有台数は第二次大戦以降、世界の人口増加と経済の進展に合わせて、驚くほど直線的な増加を続けている。自動車は人間の移動本能に溶け込んでしまったように思える。

自動車の急速・大量普及は社会・経済を発展させ、生活を豊かにした裏側では、ひどい副作用をもたらした。車文化を持たず、自動車交通インフラ（基盤施設）がなかった日本では、排気ガスによる公害（環境汚染）、交通事故、交通渋滞（交通三悪と呼ばれた）が深刻な社会問題となった。交通事故については交通戦争とまで呼ばれ、1970年には史上最大の道路交通事故死者数16,765人を記録した。

自動車道路や交通信号機などのインフラの整備を進めるとともに、車両の改善（品質・信頼性向上、衝突衝撃吸収車体の採用、燃費向上、排ガス浄化など）によって交通三悪は改善されはしたが、自動車

＊東京大学名誉教授
Professor Emeritus,
The University of Tokyo
原稿受理　2012年８月20日



資料）自工会データに筆者の推定データを加えたもの。
Fig. 1　世界の自動車保有台数の推移

出典）自工会万博報告書。
Fig. 2　1970年大阪万博自動車工業館の「交通ゲーム」

の普及はすさまじく、半世紀を経ようとする今でも交通三悪（環境汚染、交通事故、交通渋滞）という副作用対策はITSの主要課題である。

2．システム思考

筆者が機械工学科の学生の頃、エンジンとはピストン、クランク軸など多くの部品から成る複雑なシステムであった。やがて車がエンジン、車輪、車体などから成るシステムと考えられた。さらに自動車交通は多数の車、ドライバー、道路、交通信号・標識などから成るシステムとして、思考するシステム規模を拡大してきた。ITS（Intelligent Transport Systems）の最後のSはSystemsと複数システムを表し、鉄道、航空など他の交通システムを統合した概念とも理解できる。今のITSは社会システムまでも視野に入れ、システム思考を拡大し続けている。

交通三悪をシステム技術を使って抜本的に解決したいという試みは1960年代から進められた。1970年の大阪万博では、日本自動車工業会が提供したパビリオンで「交通ゲーム」と称する未来型の自動車交通を模擬した遊戯施設を提供した(**Fig.2**)。ここでは二人乗りの電動車両（電気自動車；排気ガスを出さない）が碁盤目状の道路網を自動操向されて出発点から目的地へ走るが、すべての車両の位置は地上のコンピューターが掌握しており、衝突と渋滞が起こらないルートに誘導するようになっていた。

3．新しい交通システムの開発

自動車交通問題は先進工業国共通の解決を要する課題であった。70年代には世界各国で多種多様な新しい交通システム（AGT：Automated Guideway Transit)が提案され、パイロットモデルが開発された。日本では当時の通産省主導で、**Fig.2**に示した「交通ゲーム」のコンセプトを基にしたCVS（Computer-Controlled Vehicle System）のパイロットモデルが

出典）CVS紹介パンフレット。
Fig. 3　東村山市に設けられたCVSの開発施設：当時の通産省主導のCVS開発

資料）筆者の記録より。
Fig. 4　70年代に米国の大学に導入された、横に動くエレベーター

開発されて、東京近郊の東村山でデモンストレーションが行われた(**Fig.3**)。

四人乗りの電動車両が60km/h、１秒間隔で走るいわば自動運転タクシーである。貨物運搬車も作られた。自動車交通のドアツードア移動の便利さと、鉄道の安全・大量輸送力とを組み合わせるというアイデアで作られたハイブリッドシステムである。東京のお台場を走る「ゆりかもめ」のように、連結バス型の乗り合い方式をとるシステムが新交通システム(中量輸送軌道システム)、CVSのように個別利用のシステムがPRT（Personal Rapid Transit）と呼ばれた。

PRTは既存の都市内に専用軌道網を導入することが困難なことと、コストが高く経営採算がとりにくいことなどから、米国のウエストヴァージニア大学

に導入された例はあるものの、広く実用化されたのは鉄道に似た乗り合い方式の新交通システムであった。横に動くエレベーターとも呼ばれ、エレベーターのような自動運転が実現した（**Fig.4**）。

4．石油危機から世界の日本車へ

1973年に起きた石油危機の際には、これで自動車産業は壊滅かとまでいわれた。交通三悪対策もあって、当時の通産省の大型プロジェクトにより石油代替の「電気自動車」の開発や、渋滞対策に「自動車総合管制システム」の開発が行われた。社会から成果を期待されたが技術はまだ未熟であり、実用化するまでにはいかなかった。

この間日本の小型車技術は格段に進歩し、優れた品質・信頼性と燃費の良さが世界から絶賛され、世界を席巻することとなった。国際自動車貿易摩擦が起こり、工場移転による海外生産が進んだ。自動車関係者は日本が自動車先進国になったことを自覚し、自動車ならびに自動車交通に最先端技術を積極的に導入し始めた。

1970年に示した最大の交通事故死者数は、自動車交通インフラの整備によって1980年には半減させることに成功した。しかし自動車保有の増加は目覚ましく、再び増加に転じることになった。自動車関連省庁では新技術、特に発展著しいICT（Information and Communication Technology）を利用して競って交通三悪対策に乗り出した。VICS（Vehicle Information and Communication System）、ARTS（Advanced Road Transportation System）、ASV（Advanced Safety Vehicle）、UTMS（Universal Traffic Management System）などである。

5．ITS World Congress

90年代に入って間もなく、ITS America（Intelligent Transportation Society of America）とERTICO（European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organisation）の代表者が日本に訪れ、World Congress開催計画を説明するとともに、主催国として参加するよう誘いを受けた。欧、日、米の三極持ち回りで毎年開催するとの計画であった。この方面では世界に先んじていると自負していた日本は即座に同意して準備にかかった。すでにITS関連技術の開発を先導していた５省庁（警察、通産、運輸、郵政、建設）が連絡会議を設け、民間組織として道路、交通、車両インテリジェント化推進協議会（VERTIS：Vehicle, Road and Traffic Intelligence Society、別称ITS Japan、現在の名称）が設立された。1994年にパリで第一回の世界会議が開かれ、ここでのタイトル“Towards an Intelligent Transport System”が日本の委員の提案によりITSという称号に統一された（ただし現在のSはSystemsと複数）。

1995年には日本が主催し横浜で開かれ、翌年は米国フロリダ州オーランドで開催された。筆者はそこまででVERTISの初代理事長を退任した。その後のITS活動の発展については、ITS Japan出版のITS年次レポート「日本のITS」に譲りたい。

6．産官学民連携

日本がITS World Congressを主催する国の一つとなったことにより、国内の自動車交通関係組織が一つにまとまった。５省庁間の主導権争いや、官産間のお付き合い文化が５省庁間で違うなどの戸惑いがあった。しかし、毎年開かれるWorld Congressを成功させるための作業に忙しく、国際的にもWorld Congressの規模が発展するに従い、小異を捨てて大同につくのたとえ通り、産官学民連携の絆は強くなった。省庁間の主導権争いは予算獲得競争となり、巧まずしてITSを急速に発展させる結果となった。縦割り組織の弊害が喧伝されるが、ITSに関しては、省庁間の競争と協調がITSの発展に大きく寄与したと思う。

筆者にとってITS Japanの総会に招待され、出席することが大きな楽しみになっている。プローブ事業が東日本大震災の際に、通行可能な道路の探索表示に活躍したり、スマートフォンとの連携が模索されたりと、初期には発想されなかった方面までシステムが拡大している。引退した身であまり多くの組織の総会に出席しているとはいえないが、ITS Japanほど具体的に発展の未来像を語る組織を他に知らない。

7．車載情報機器

ITSが始まってから最初に、一般ユーザーが具体的なサービスを実感したのがカーナビと思われる（**Fig.5**）。80年代に入ると車載ディスプレイが現れ出し、デジタル地図が表示された。車の出発位置を地図上に入力すると、車載のジャイロにより車の動きが追随されて地図上に現在位置が表示されるようになった。しかし、測位精度が悪く、道路を外れて表示されることが多かった。

2000年に入ると、人為的に加えられていた誤差を除去したGPSが使えるようになり、測位精度は格段に改良された。1990年の中頃にはデータ通信が普及し、道路交通情報がVICSによってデジタル地図上に提供されるようになってナビゲーション機能が完備した。また2000年に入ると高速道路でETCが使えるようになった。

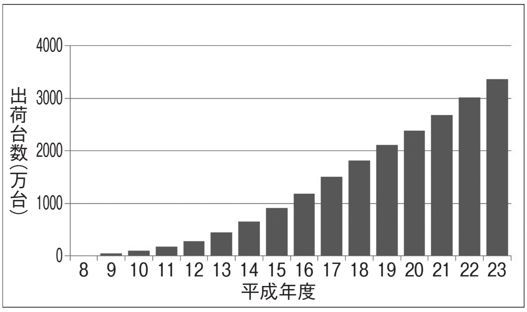
90年代の中頃、当時の運輸省でドライブレコーダーの開発が始まり、メーカーや自動車研究所などの協力で完成した。事故時の状況を客観的にとらえるためとか、衝突速度／衝撃加速度などを記録し、車体の安全設計に反映したいなどの要求があった。当初自動車メーカーは車の欠陥が明らかにされるとか、ドライバーが事故時の自分のミスを証明することになるような装置を購入するとは思われないなどの理由で、完成はしたものの普及するとは期待されなかった。

タクシー会社がドライバー管理を目的として採用してみると、ドライバーの運転マナーの良否が明白となってドライバー教育に活用されたり、思いも寄らぬヒヤリハットの画像記録から、新たな交通安全対策が模索されたりするようになった。さらには、事故時に自分は交通ルールを遵守していたことを立証する手段に使えると考えるドライバーも現れた。ドライブレコーダー開発委員会の委員長を務めた筆者は、当初普及は望めないと考えていた一人である。世の中の人に使ってもらい、使い道を考えてもらうほうがはるかによいアイデアが生まれることを痛感した。

8．自動車機能の拡大

車車間通信、路車間通信が可能になった。前車の急減速を直ちに後車に伝えて追突を防いだり、交差点で死角から飛び出す車を事前にドライバーに伝え、衝突を防げるようになることを期待したい。

自動車はエネルギー源を車載し、空調・照明など快適な室内空間を完備している。これまで駐車した後の車は無用の長物だったが、新たな情報拠点として使える。携帯端末は地上アンテナを介してネットワークにつながるので、地上施設が被害を受けると使えない。地上アンテナの電波が伝わらない山岳地や、地上施設の機能が失われた災害時には、至る所に駐車している自動車の車車間通信網が使える。自動車同士を無線でつないでリレーすれば地上系とは完全に独立の、新たな通信網として全国に張り巡らせられる。携帯端末も自動車と通信できれば自動車通信網を経てどの端末にもつながることになる。自動車通信網は路車間通信を経て地上系ともつながる。



資料）VICS NEWS 189号のデータから筆者が作成。

Fig. 5　VICS車載器の累計出荷台数

スマートグリッド計画では、プラグインハイブリッド車を、エンジンで発電した電力を地上の電力網に給電する発電所として使うことを考えている。自動車は走る輸送手段ばかりでなく、移動可能な情報・電力拠点として機能を拡大するのではないだろうか。

9．ドライバー主権

ITSはシステムの拡大ばかりでなく、ASVでは原点とも言えるドライバーに関する課題を深度化する研究開発もしている。現在の法制度では、自動車交通はドライバー主権の下に運用されている。ドライバーは道交法の規制の下で運転の自由と責任を持つ。道交法ではドライバーに安全運転義務を課している。法制度上はこれで完璧なのかもしれない。

交通安全白書によると、「平成23年中の交通死亡事故発生件数を法令違反別（第１当事者）にみると、安全運転義務違反が57.5％を占め、中でも漫然運転（16.5％）、脇見運転（14.6％）、安全不確認（10.2％）が多い」となっている。法制度上は違反者に罰則を科すことで交通事故問題は決着するが、交通事故死者数をゼロにはできない

自動車の運転はドライバーの高度な頭脳作業である。大脳生理学者は、「人間の大脳皮質（運転の高度作業をつかさどる大脳部所）は刺激がなくなれば眠ってしまう」という。運転が単調になれば運転は漫然となり、道路脇に興味を引く対象が現れればつい脇見をするなどで、安全確認がおろそかになる。ロボットなら居眠りも脇見もしない。人間が機械ではない所以でもある。安全運転義務違反の罰則を強化すれば、ドライバーは運転中精神力で大脳の活性化を維持する努力をすると思われるが、これほど大

衆化し日常化した運転作業では完璧は望めない。

高齢化した社会では、加齢により運転能力が低下したドライバーが現れる。認知症のドライバーも出てくる。さらには運転中の急病、急死も起こる。自動車交通の主権者であるドライバーの運転機能を不完全と認め、補完対策を講じる必要がある。

ITS(ASV)ではドライバーへの安全運転支援システムを開発している。第一には、ドライバー主権を尊重して、運転作業の認知・判断過程への情報支援を行う。早めに危険を察知して注意情報を提供するなどである。

第二には、ドライバー・モニターである。自動車の諸機能に関しては不完全を前提に異常診断装置(モニター)が導入されている。ドライバーも不完全であるなら、プライバシー問題を克服してモニターを導入したい。ドライバーの正常が疑われる場合には、停車や休養することを助言する。

第三に、急病や急死などでドライバーが運転機能を果たせないことが明らかになった場合には、その後の暴走を防ぐために主権を機械に委譲する。言い換えれば自動運転に切り替えたい。

自動車の自動運転技術は、90年代に専用道路上で、隊列運転のデモがいくつかの国で行われたように一応は完成している。だが完全とは言えないので、ドライバー主権の制度を変えるまでには至っていない。しかし、上記の暴走を防ぐための自動停止運転であれば実用のレベルにあると考えられる。だがこれも完全とは言いがたい。事故を起こす可能性がある。事故責任をメーカーに負わせるとなると実用化が妨げられる。暴走によって引き起こされる大事故を未然に防ぐことを考慮して、万一自動停止運転が事故を起こしても、緊急避難と位置づけて責任を問わないなどの法的な措置を講じてほしい。

以上は極端な事例のみを挙げたが、ドライバー主権のままで、衝突回避や衝突衝撃軽減のためにブレーキをアシストすることはすでに実用化している。レーンキープアシストやふらつき警報装置も実用化されている。

10. ドライバー主権より住民主権へ

自動車の安全運転機能に関しては、ドライバーと安全運転支援技術の両方とも未だ完璧ではない。支援装置の値段は高価で、販売される自動車の大半を占める安価な小型車や軽自動車には搭載しにくい。その上もっと安価な超小型車の普及が予想される。残念だが、ドライバーへの技術対策が追いつかない。

狭い通学路で登下校する児童の脇を自動車が高速で通り過ぎている。生活道路で幼児の脇を車が通り抜けるなど、見ているだけでひやひやする。考えてみれば、遊びに夢中で道路に飛び出すなどの行為は子どもにとって自然行為であり、飛び出し注意などというのは、自動車側の勝手な論理であるとも言える。狭い通学路や生活道路・領域には時間を限って自動車の進入を認めたり、走行速度を例えば10km/h以下にするなどの対策が求められる。

強制的に自動車の最高速度を制限する技術は、カーナビのデジタル地図に制限領域を書き入れて、そこに入ると車自体が自動的に最高速度を抑制することもできるし、生活領域の入り口で車に電波を送り速度制限を課すこともできる。違反車には重い罰則を科すことも必要だろう。

このような交通安全対策には社会の理解が必要だし時間もかかる。早く概念を具体化して、地域住民に理解が得られるようなデモンストレーションを実施したらどうだろうか。

11. 将来に向けて

地方中核都市のほぼ真ん中にある新幹線駅（在来幹線の駅と併設）を降りてみる。駅ビルのデパートは結構客が入っているが、駅から数百メートルの距離にあったいくつかのデパートは閉店となった。駅周りに駐車場は少なく、しかも料金が高い。人々は近づくのを忌避する。駅前商店街は寂れ、シャッター街が続く。在来線駅からローカル線が出ているが、赤字経営でいつまで維持できるか不安という状態である。

都市の近郊にはいくつもの大型商業施設や遊戯施設が建設され、広々とした無料の駐車場を備えている。駐車場は結構朝から車の出入りが多い。さらにその外側には、限界集落がいくつも存在する。赤字を抱えた地方自治体は、いつまで限界集落への行政サービスを提供できるか危ぶまれている。こんな様子はある都市を念頭に多少修飾したところがあるが、作り話というわけではない。

歴史を見れば、鉄道が駅を中心に都市の形態を作り、自動車交通がそれを変えてきた。つまり、交通が先で都市の発展が次に続く。それなのに日本での筆者の記憶では、都市計画が先にあり交通計画がそれに追随してきた。交通計画を先にとまでは言わないが、都市計画と交通計画とは一体であってほしい。

シャッター街の駅前商店街はいつかは再開発されるだろうし、限界集落対策には、コンパクトシティや、駅前再開発と一体となったステーションシティが計画されるかもしれない。そのときの交通システムとして、現在の道路系と軌道系をしのぐ（勿論組み合わせてもよい）便利で経済的な新しい交通システムを考案する時が来たように思う。

70年代の新しい交通システム開発ブームのときから約半世紀が経とうとしている。当時は新しい交通システムを作り出そうという多様な発想と熱気があったが、技術が未熟であった。だがこの半世紀の間に情報通信技術は桁違いに進歩し、交通技術、車両技術なども進歩が著しい。

前述したようにITSのSは複数であり、すべての交通モードを視野に入れている。また、ITSが社会との連携も始めている。リニューアルされる都市には新しい交通システムを導入したらどうか。幾多の夢を描いた70年代を再現したい。