

特集：50年先の日本を創る土木技術

ITにより賢く機能する道路空間

森 望

1. はじめに

全国の道路ネットワークが概成した50年後、道路空間では、年間数十万件、死者数数千人といていた交通事故、日常的な渋滞は昔話となっている。人々の移動に使われる道路空間は、視覚的に大きく変わっていないが、利用者、管理者から見た機能は、大きく変わっている。

今、取り組んでいるITSを中心とした研究開発から将来の研究開発に対する期待も込めて、50年後の賢く機能する道路空間について想像する。

2. ITSの歴史

自動車はドライバーが自由に操作し、意のままに行きたい場所に行ける夢の乗り物の実現であった。人類の移動という本質的な欲求に的確に応える世紀の発明であったため、人々は自動車を情熱的に買い求め、爆発的に地球上で広まった。また、トラックによる物流システムと生産力の飛躍的向上は、消費社会という生活者が主体となる豊かさを感じられる新しい社会構造を生み出した。

一方、自動車という乗り物は、意のままに行きたい場所に行けるとい個人の移動手段である反面、ドライバーが操作し、走り出してしまえば外界から孤立してしまうというもので、多くの人が一斉に自動車を使うと渋滞が生じ都市機能が麻痺してしまうのである。自動車の走行が集中だけでもCO₂の排出が増えるのであるが、自動車の集中による都市機能の麻痺は連鎖的な渋滞を引き起こし、渋滞による走行速度の低下は、内燃機関の燃焼効率を低下させCO₂をさらに増大させることになる。また、鉄道や飛行機と異なり、プロではない老若男女の一般ドライバーが運転を行うのは自動車やバイクだけである。そのため、運転技術のレベルに大きなバラツキがあり、ドライバーの認知、判断、操作のいずれかのミスにより他の交通に比べて事故の発生確率が高いという致命的な課題を

もっている。

ITSとは、この自動車のもたらした渋滞、環境、事故といった交通問題について、人と道路と自動車を最先端の情報通信技術を用いてネットワーク化することにより解決を目指す新しい交通システムのことを意味する。たとえば、すでに実用化されているVICSは、路側にある交通量計測装置により収集された自動車の速度から、渋滞情報として、FM多重放送、2.4GHz電波放送、光通信によって送信するサービスである。VICS対応カーナビは、地図上に渋滞情報を表示させ、ドライバーに渋滞の存在や迂回路の情報を提供している。

こういった新しい時代のドライバーの運転を支援する道路システムをスマートウェイとよんでいる。スマートウェイのコンセプト(図-1)は、日本が創り出して世界に発信したものである。道路と自動車が情報通信で武装していくことで、ドライバーの視野では見ることのできないはるか前方の渋滞情報を入手でき、今後混雑するであろう時間帯を事前に把握できるという、時間と空間を超えることのできるツールを人類は手に入れたのである。こういったスマートウェイが、VICSやETCを全国統一の仕組みとして社会に実装できているのは日本だけであり、ITSは世界に誇れる日本の技術分野なのである。

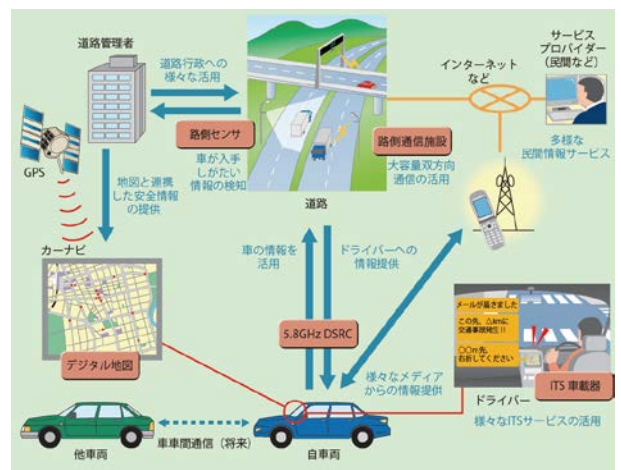


図-1 スマートウェイコンセプト 1)

3. 利用者視点から見たこれからのITS

こうしたITSが50年後に社会をどう変えていくのであろうか。まずは、利用者の視点からどのようなになっているかを考えてみよう。

3.1 大都市部

日常の通勤や通学、買い物、通院などの移動に関しては、自宅から歩いて5分以内（500m以内）のところにバス停があり、都市部では玄関を出るときに、大都市周辺では15分前に申し込めばバス停でバスが待っている。高齢者で歩くのが大変な方には、玄関口までパーソナルモビリティビークル（PMV）が迎えに来てくれ、バス停まで自動で連れて行ってくれるので便利だ。バスは専用レーンを無人で運行され、乗降のデマンドがあるバス停を選択して乗客をピックアップしていく。

ビジネスや買い物で大きな荷物を持ち歩く方には、シェアリングカーの利用が便利である。事前に申し込むと、シェアリングカーが自宅や会社の前に来ており、それに乗って目的地まで行くことができる。運転は自動モードであれば、バスと同じ専用レーンを、自分で運転する場合は、一般レーンを走ることができる。需要の多い都市内道路は、リアルタイムの交通実態把握とETCによるフレキシブルな課金システムの連動により、ダイナミックなエリアロードプライシングが実現され、交通手段、交通需要、交通容量のバランスに応じた最適化が実現する。交通渋滞は解消され「渋滞ゼロ」が実現されている。

すべての車のエネルギーは電気となっており、環境への付加も電気の発電の付加のみとなり、自動車から廃棄される「CO₂はゼロ」となる。危険を車が察知し、自動運転でも手動運転でも、危険な場合は車自らが制御するので「交通事故ゼロ」も実現される。結果として、安全で快適な都市内移動や経済活動を最高のパフォーマンスにする都市経営が可能となる。

3.2 地方部

公共交通がない地域では、毎時30km以下の低速度での自動走行が実現され、通院、買い物、遊びに出かけるなど移動の目的や機会が増え移動の自由度が広がる。自動車のセンサを活用した運転技能の評価診断システムが実用化され、自分の能力に応じた運転支援機能が選択でき、可能な限り

自立した生活を送ることができる。

特に高齢者に対しては、車両に運転者・搭乗者の体調を診断する機能も装備され、体調に応じたモードの選択も可能となるし、もしもの場合には通信技術を活用した遠隔運転支援機能によりアシストしてもらい機能も実現され、遠くで見守る家族も安心できる。

3.3 高速道路

観光や遠くに行く場合は、高速道路の利用が便利である。高速道路は日本全国をネットワークでつないでいる。ほとんどの人は、都市中心部や中心近くに住み、ICまで15分で行けるようになっている。高速道路に入ると、自動車が自動走行モードにするのかを聞いてくる。自動走行にするのか自分で運転するのかはドライバの選択で切り替えられるようになっている。自動運転を選択すると本線への合流も含めて、自動車が入口・出口は運転支援で安全性を高めつつ、本線部ではほぼ完全な形での自動運転により楽々ドライブできるため、高齢者や女性でも安心して高速道路が利用でき、遠方に住む孫や家族に会いに行くことが容易にできるようになる。

また、高速道路では、自動走行モードを選択した車の制御は、中央処理装置によるセンター制御となるため、限られた道路ネットワークは需要に応じた交通容量の提供を最適化することが可能となり、自由走行の車も自動走行車両と連携することにより高速道路での「渋滞ゼロ」が実現される。それは、車両と車両、車両と道路（境域通信）、車両とセンター（テレマティックス）の通信が協調することで、一台一台の情報やその他様々な情報を一括集中させ、リアルタイムに処理・提供する仕組みで成立している。また、車両と車両、車両と道路の通信を活用した安全運転支援機能により高速道路での「交通事故ゼロ」も実現される。

3.4 物流

高速道路ではトラックは無人走行だ。これにより都市間物流の効率化が可能となり、物流コストは大幅に低減され、地方に住んでも東京と同じものが時間的にもほとんど遅れることなく手に入り、自然と共存した地方での居住者も大変満足している。地方の物産も距離に関係なく、大都市圏に供給できるため、日本全体の経済活動が活発になっている。小口配送は、陸上交通の仕事ではなく

なっている。電気モータの効率化とバッテリーの小型化が実現し、小型ヘリ（ドローン）が実用化されている。環状道路周辺に立地した無人トラック発着基地に集積された小口配送は、小型ヘリが自動で自宅まで配送してくれる。

3.5 災害時の移動

災害時はどうであろうか。災害発生時に最も大切なことは二つある。一つはとにかく逃げることである。土地に不案内の人も含めて、避難場所が自動車に登録されており、地震等の発生情報がラジオなどを通じて車に配信されれば、車が自動で避難場所まで連れて行ってくれるようになっていく。高齢者等の自宅にはPMVが備え付けられているため、PMVの自動運転機能で安全なところに避難できる。

もう一つは、緊急交通路の確保である。災害発生時にガレキや避難車両で塞がった道路の啓開を最短で行うことが大切である。車両が緊急時に通ってきた道路（通れる道路）の情報を道路側やセンターに通信することで、通れる道路と塞がっている道路の判断が瞬時にできるため、通れる道路を使い機材を送り込み、緊急交通路の確保が短時間で終わる。その切り開かれた道路を使い、救命のための部隊や緊急物資の輸送が迅速に行われる時代となっている。

4. 道路管理者視点から見たこれからのITS

車両と道路の連携という路車協調システムの普及は、道路の管理と運用も大きく変えていくこととなる。

高速道路ネットワークは完成し、日本中のほとんどの人は、15分以内にはICまで行くことができる時代であり、「道路をつくる」時代から「道路を賢く使う」時代である。

経済社会の効率的活動支援のために、道路ネットワークの効率的機能提供、老朽化した構造物の維持管理・更新が道路管理者の業務の中心となり、道路を安全で効率的に管理し、サービスを提供するための「道路行政マネジメント²⁾」が行われている。

道路行政マネジメントには様々な情報が必要であるが、路車協調システムによる車両情報や画像解析技術の進化によるCCTVカメラ情報分析により非常に多くの情報が流通し、道路行政ビッグ

データが活用される時代となっている。

4.1 ITS情報の道路サービスへの活用可能性

これまでの交通量データは数年に一度実施する道路交通センサや常時観測地点のデータ、個別の手観測による交通量調査のデータが主であり、道路の計画、渋滞箇所の対策などに活用する情報としては不十分であった。

路車協調システムがもたらす車両の収集する情報が道路側に収集できる時代は、道路行政サービスを大きく進化させている。車両の情報をアップすることで、旅行時間がすべての道路で確実に把握できるようになり、渋滞箇所の把握、ヒヤリ・ハット箇所の把握もできるようになっている。

また、画像センサは交通量以外に地点速度、走行車両状況、気象状況等を収集することができ、利用状況の把握、歩行者・自転車施策の検討、道路災害時の異常事象検出等で活用の可能性がある。これらのデータを組み合わせることで施策評価を様々な視点で実施できるなど、道路サービスの様々なシーンで活用されている（表-1）。

こういった情報を24時間365日把握し、都市や観光地などの交通ネットワークの実態や特性を把握し、道路の計画を補完したり、需要交通に対して適切な情報を提供し移動を快適にするためのマネジメントが本格的に導入されたりしている。

表-1 道路管理・運用と ITS 情報

道路行政サービス		必要情報		画像センサ	プローブ	
交通安全	交通安全対策 (事前対策)	事故	事故件数, 事故率			
		ヒヤリ・ハット	ヒヤリ・ハット件数	●	●	
	歩行者・自転車		走行位置別の交通量	●		
	異常事象検出		速度, 密度等	●		
円滑	渋滞対策	合流, 追突対策	車両情報, 停止・低速車両検知	●	●	
		利用状況	交通量	●		
	道路の有効利用	渋滞状況	旅行速度, 損失時間		●	
		施策評価 サービスレベル	交通量/容量(混雑度)		●	
			交通量・速度(QV図)		●	
	路上工事	旅行速度, 旅行時間			●	
迂回状況		迂回経路等の交通量		●		
交通容量		工事箇所の交通容量	●			
環境対策	環境モニタリング	排出ガス等	排出ガス, 燃料消費		●	
		日常管理	走行状況	目視	●	●
維持管理・災害対策	異常事象検出	気象条件	天候, 雨量, 積雪等	●	●	
		冬季路面管理	路面状況	積雪・凍結状況	●	●
	道路災害	異常事象, 災害発生	異常事象検出	●	●	
		災害状況, 目視		●	●	

4.2 道路行政の評価への活用

道路事業を実施するうえで、投資効果が出ているか、無駄な事業でないかということをチェックするための事前・事後評価は、国民への説明責任という意味で更に重要になっている。

図-2に示すのが新しい道路行政組織のイメージである。目標毎の管理部門と横断的業務の部門がマトリックス構造になって業務を行っている。民間ノウハウによる経営マネジメントによる効率化と顧客に対するサービス向上の両立、縦割りによる一点目標主義から組織の調整と連携による総合力による高質化と合理化が実現されている。目標管理部門は、民間でいうKPI (Key Performance Index) に基づき、政策目標に責任をもつ。横断部門は、各目標部門が最大限活躍できるように政策支援を行うが、リソース等の弾力的運用やプラットフォーム化により行政コストを最小限にすることを目標とすることで、行政コストの最小化と政策目標の達成が実現されている。

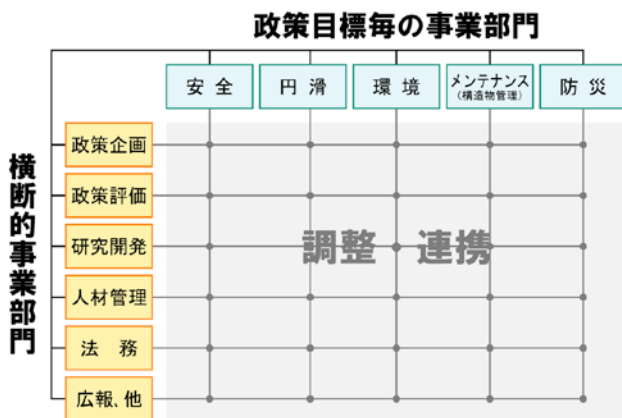


図-2 新しい道路行政組織のイメージ

実際の業績評価においては、円滑性・安全性の持続的な維持、沿道環境の改善などがKPIとして目標にセットされている。KPIについては行政組織マネジメントそのものであり、道路行政ビックデータを基に渋滞状況や原因等の把握、対策実施の事前事後調査による整備効果分析等が24時間365日行われている。

4.3 安全対策の進化

路車協調システムの普及は、道路行政における交通安全対策も大きく進化させた。画像センサは、分析したい箇所を通過する車の挙動を1台

1台捉えているため、車両挙動に着目した事故原因や対策効果の分析が可能となっている。とくに、加速度や車線変更等の詳細な車両挙動を把握できるため、事故には至らないコンフリクトや潜在的危険行動を観測してヒヤリ・ハットと想定される状況の発生を推定できることは大きい。こういった車両挙動データを分析することで、潜在的危険性に対する発生要因が特定できることに加えて、利用者のヒヤリ・ハット発生頻度の軽減に寄与する効果的な対策の立案が可能となっている。

プローブ機能は、各車両の車両情報を路側にアップリンクできるため、顕在化した危険箇所のみならず、潜在的な危険箇所についての危険要因を抽出できる。また、危険箇所の前後での挙動の分析も可能となり、対策立案の幅を大いに広げることができる。さらにヒヤリ・ハット発生頻度を対策の前後で比較することにより、道路利用者の感覚により近い評価が可能である。

5. おわりに

以上、ITにより賢く機能する50年後の道路空間について、道路交通に関する研究を推進する立場から、経験を踏まえ、さらには期待を込めて、想像した。

道路交通研究部では、平成27年もこれまで以上に道路を賢く使う、賢くメンテナンスするために、様々な角度から研究に取り組んでいく所存であり、関係各位のご支援・ご指導を期待したい。

参考文献

- 1) 牧野ほか：路車協調でつくるスマートウェイ、森北出版、2013
- 2) 徳山日出夫：行政経営の時代、日経BP社、2004

森 望



国土交通省国土技術政策総合研究所
道路交通研究部長
Nozomi Mori