

技術展望：ITを活用した賢い道路の利用

ITSの将来と国土イノベーション

牧野浩志

1. はじめに

ル・コルビジエは「住んで、働いて、憩って、動く」というのが人間の基本的な活動であると言った。そして、人間が求めているのは、「緑と空間と太陽」であり、太陽の光が降り注ぎ、緑あふれる広い空間を求めて、移動し空間を改造していくという。この人間の国土に対する基本的な欲求は、時代が移り変わっても大きくは変わらないであろう。だが、それぞれの基本活動の内容は社会を構成するさまざまな要素、とくに技術が進化することで変わっていくことはありえる。技術の進化の影響を一番受けるのが交通である。事実、徒歩の時代の時速5kmの世界から、鉄道、自動車、飛行機と進化し、時速500kmと100倍以上ものスピードで移動できるようになった。この移動の進化が国土のイノベーションを引き起こしている。

100年前のル・コルビジエの提案¹⁾は、産業革命がもたらしたスラムという課題を、機械の力、すなわちエレベータと鉄筋コンクリートによる高層ビルや自動車の活用によって解決するというものであった。現在の私たちが直面する課題は、この自動車という機械がもたらした交通事故、渋滞、インフラのコスト負担、郊外化による人間性の欠如、核家族化、コミュニティの崩壊、さらには都市の拡大、エネルギー多消費型の生活に伴う地球環境問題、石化資源の偏在による地域間紛争という交通の変化がもたらした新しい課題なのである。

光のスピードで情報がやり取りされる情報通信技術の登場は、さらに交通を進化させる可能性がある。ETC2.0に代表される路車協調ITS（高度道路交通システム）の登場は、機械がもたらした負の部分の改善し、人間性やコミュニティを取り戻す方向で、都市や地域という国土のイノベーションを起こしていくであろう。

本稿では、ETC2.0が切り開いたITSのセカンドステージがもたらす将来とそれによる国土のイ

ノベーションがどのように進んでいくのかITSの基本的な仕組みを基に技術的観点から展望したい。

2. ITSのセカンドステージとETC2.0

2014年からスタートしたETC2.0は、2016年、車載器セットアップ数が100万台を突破した。5.8GHz帯域のDSRC（狭域通信）の大容量・双方向性を最大限に活用し、マルチアプリケーションを動かすことのできる機能を持ったETC2.0車載器が普及段階に入った。プローブ情報を活用した道路行政の改善、重量車両の管理、高速バスのバスロケーションなどの公共サービスの拡充だけでなく、物流事業者の支援、ロードサイドのガソリンスタンドやファーストフードでの決済など民間レベルでもこのプラットフォームを活用できるチャンスが来たのである²⁾。

1996年に策定されたITSのマスタープラン「ITS推進に関する全体構想」に示された9つの開発分野のうち、実に7つの分野において新しいアプリケーションを登場させたのである（表-1）。

表-1 ITSの9開発分野におけるETC2.0のインパクト

開発分野	これまで+ ETC2.0が実現
1. ナビゲーションシステムの高度化	・カーナビゲーションシステム、VICS(道路交通情報提供システム)、スマートフォンナビゲーション ・ETC2.0による自動車専用道路の情報提供機能拡大(提供箇所の拡大によるダイナミックルートガイダンス(DRG)機能、画像、音声、位置等)
2. 自動料金收受システム	・ETC(自動料金支払いシステム) ・ETC2.0による経路割引サービス
3. 安全運転の支援	・ASV(先進安全自動車)の進化(ACC,LKP等) ・ETC2.0AHS機能搭載(前方障害物情報提供)
4. 交通管理の最適化	・交差点の安全運転支援(ITS Connect)
5. 道路管理の効率化	・光ファイバ&CCTVカメラによる監視・交通量計測 ・ETC2.0プローブ情報活用(科学的ボトルネック対策、交通需要マネジメントなど) ・ETC2.0特殊車両管理システムの稼働
6. 公共交通の支援	・バスロケーションシステム、デマンドバス、PTPS(公共車両優先システム) ・ETC2.0プローブ情報活用高速バスロケーションシステム(実験中)
7. 商用車の効率化	・通信デジタルタコメータ(運行記録計) ・スマートフォン活用商用車管理サービス ・ETC2.0プローブ情報活用車両管理サービス(実験中)
8. 歩行者等の支援	・スマートフォンの歩行者ナビゲーションサービス
9. 緊急車両の運行支援	・HELPNET, PTPS ・ETC2.0プローブ情報活用災害時通行可能ルート把握

3. 賢い都市の成長へ交通を進化させるITS

ETC2.0の実現は、これまで困難であった交通

の手段、時間ならびに空間の共有や連携を可能とし、分断的に管理されてきたさまざまな交通手段を統合的にマネジメントできるツールの登場を意味する。さらに、EV (Electric Vehicle) やPMV (Private Mobility Vehicle) のような環境や高齢者に優しい乗り物の登場だけでなく、自動運転車両 (Connected Automated Vehicle) の実現に向けた研究開発も急速に進展してきている。

新しいツールや乗り物の登場は、都市の効率性の追求の時代から、安全性や環境、さらにはコミュニティや人間性を取り戻す、人間中心の都市や地域づくりの手法として交通を使いこなす時代の到来を意味する。特に自動運転車両の登場は、都市や国土の使い方そのものを大きく変えていく国土イノベーションをもたらす力を秘めている。

また、首都圏三環状道路に代表される都市圏環状道路が完成しつつある。自動車専用道路がネットワークとしてつながることで、道路の階層的な利用が確保される。この影響は大きく、急ぐ車や通過する車は自動車専用道路を使うことで、幹線道路の混雑が緩和され、生活道路に侵入していた通過交通が大幅に減ることで、通学路の安全や生活地区の静音化も達成できる可能性が出てきた。

先人たちが大切な税金や土地を使いながら、汗水を垂らして作ってきてくれた道路ネットワークという資産を賢く使うことのできる条件は整った。

3.1 交通需要マネジメントとITS

これまで、都市における自動車交通の集中がもたらす渋滞や環境問題を解決する手段として交通需要マネジメント (TDM)が積極的に取り組まれてきたが、大規模な導入は運用のための仕組みやツールに手間とコストがかかる問題があった。

表-2 基本ITSプラットフォーム

機能	基本ITSプラットフォーム
情報提供	自宅：PC, スマートフォン, 地デジ, ラジオ 駅等：デジタルサイネージ, スマートフォン 路側：情報板(VMS), ETC2.0路側放送車 車：ETC2.0対応カーナビゲーションシステム, スマートフォン, 地デジ, ラジオ
情報収集	定点情報：CCTVカメラ+画像解析, 気象観測装置, Wi-FiやBluetoothのID情報 移動情報：ETC2.0プローブ情報, スマートフォンのプローブ情報, SNS
決済	自動車：ETC2.0 個人：交通ICカード [※] (NFC), スマートフォン
駐車管理	自動車：ETC2.0, スマートフォン
ゲート・ゾーン管理	自動車：ETC2.0
乗り換え・P&R	自動車：ETC2.0 公共交通：交通ICカード [※] , スマートフォン
シェアリング	カーシェアリング：ETC2.0, ICカード [※] , スマートフォン 自転車シェアリング：ICカード [※] , スマートフォン

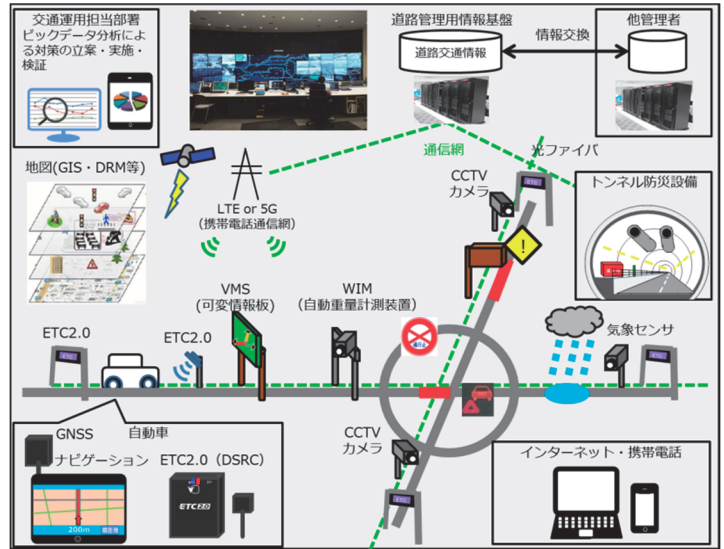


図-1 高速道路の基本ITS構成イメージ図

表-3 TDM施策メニューと基本ITS活用

手法	TDM施策メニュー	基本ITS活用	
供給対策・交通容量確保	道路ネットワーク化	・道路ネットワークの拡充 (特に環状道路)	・プローブ情報を活用した合理的な計画作成
	駐車管理	・駐車マネジメント, 路上駐車車の適正化	・ETC2.0を活用した駐車スペース管理
	信号制御	・地域制御, 高度化, ラウンドアバウト	・プローブ情報による信号制御高度化, グリーンウェイ制御
	公共交通	・TOD(Transit Oriented Development) ・交通ネットワークの充実 (地下鉄, LRT, BRT の計画的導入)	・プローブ情報を活用した合理的な計画
需要対策	発生源の調整	・遠隔地通勤, 遠隔地会議 ・職住近接, 公共交通優先開発 (TOD) ・道路課金, ゾーン課金	・ETCを活用した道路課金 (路線・エリア)
	手段の変更	・パーク&ライド, パーク&バスライド ・大量公共交通機関の利用 (交通結節点改善, 位置情報提供) ・トランジットモール ・自転車専用車線 ・徒歩専用地区	・ICカード+ETC2.0+スマートフォン統合運用 ・スマートフォン乗換案内 ・バスロケーションシステム ・ETC2.0によるゾーン管理
	時間帯の変更	・フレックスタイム ・時差通勤	・ETCを活用した道路課金 (エリア・時間)
	経路の変更	・駐車場情報提供 (将来的には自動運転駐車) ・リアルタイム交通情報提供 ・カーナビゲーションの利用	・ETC2.0プローブ情報活用による交通情報の充実, 予測情報を用いたDRG等
	自動車の効率的利用	・電気自動車や電気バスの導入 (将来的には自動運転EV) ・相乗り (カープール等) ・カーシェアリング ・共同集配 ・ロジスティクスの効率化	・スマートフォン相乗システム ・ICカードやスマートフォンを活用したシェアリング ・ETC2.0を活用した共同集配スペース管理 ・ETC2.0活用物流支援

インターネットなどの普及は、ネットショッピングのように簡単にビジネスを立ち上げるためのツールとなった。すでに普及した交通ICカードやスマートフォン、官民で活用できるETC2.0の多様な機能を組み合わせると、これまで限られた専門機関でしか使えなかったITSのツールが、基礎自治体やNPO、ベンチャー企業などでも活用できるのである。

技術展望：ITを活用した賢い道路の利用

表-2にTDMに使える機能別のITSツールを整理した。これを基本ITSプラットフォームと呼ぶ。高速道路の場合の構成のイメージを図-1に、基本ITSの活用事例を表-3に示す。

基本ITSの特徴は、都市計画や交通計画に必要な情報収集機能である。センサの低コスト化がもたらしたビックデータ時代は、大量な情報から社会にとって価値や意味のある情報を抽出し、情報を様々な主体と共有することが可能となる。その結果、供給サイドと需要サイドのハードとソフトも含めたTDMが実現できる。今後、ビックデータ分析や人工知能が新しい競争領域となろう。

また、ETC2.0はさらに進化を続けており、設置の自由度を高める可搬型路側機、民間も使えるネットワーク型のETC決済機能、ETC2.0ロケーション機能、ETC2.0対応ボラードなど官民が簡単に使える機能の開発も進んでいる。

3.2 シェアリングがTDMにもたらす影響

2009年頃からUber、zipcar、BlaBlaCarといった新しいモビリティサービスが登場した。スマートフォンで相乗り車両を呼び出し、登録したクレジットカードで決済できるサービスである。車両やドライバのレーティングが表示されるため、安心して車両やドライバを選ぶことができる。ドライバもレーティングされるため交通法規を守るなどの利点もあるという。また、現金のやり取りがないことも双方の安心材料となっている。

シェアリングの概念を交通全体に拡張しようとしているのが、フィンランドのMaaS（Mobility as a Service）プロジェクトである。モデル都市のヘルシンキでは、MaaSの導入実験が実施され、月額€89から金額により乗れるエリアや延長が異なるが、利用者がウェブサイトやスマホアプリで出発地と目的地を指定すると、公共交通（トラム、バス、タクシー）とレンタカ（カーシェア）に乗ることができる。2016年には、MaaS globalという企業が設立された。情報統合システム、料金決済システム、公共交通運行状況システムなどを組み合わせた、まったく新しいプラットフォーム創造で世界制覇を目指している。

さらに自動運転車両の登場は、シェアリングの仕組みと相性がよく、サービスの低コスト化が図られるであろう。結果として利用者は、「どの乗り物を利用するか？」を意識せず、そのときの

ニーズや状況に合わせて、最も効率的な移動手段を選択できる時代が到来しつつある。これらのシェアリングエコノミと呼ばれる仕組みはTDMをさらに進化させるであろう。

4. ITSがもたらす人間中心都市

人間に「緑と空間と太陽」を取り戻すためには、快適な歩行空間や公園などのオープンスペースを生み出し、公共交通機関で老若男女が自由に移動できる空間づくりが不可欠である。そのためには、既存の道路空間を活用しなければならないという問題が生じる。

このことは、自動車利用者の利便性を制限することになり、営業活動への支障、トラックによる商品搬入の遅延、タクシーへの影響、自動車での来客の減少など計画の方向性を間違えると、経済活動の足を引っ張りかねない問題となる。

しかし、自動車専用道路ネットワークの完成とネットワークを賢く活用できる基本ITSプラットフォーム、さらにはシェアリングエコノミや自動運転車両の登場は、これらの問題を一気に解決する可能性を持っている。

4.1 人間中心都市のための三位一体の交通戦略

杉恵ら³⁾は、A：人間のための都心づくり、B：公共交通によるアクセス、C：環状道路整備の三位一体となった総合的な交通戦略立案の必要性を提案している（図-2）。

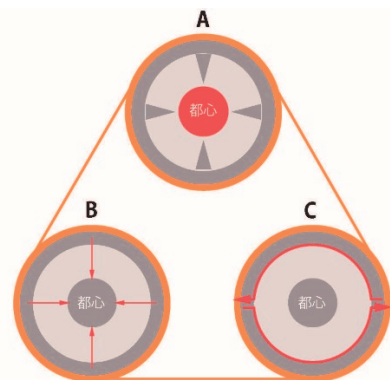


図-2 三位一体の人間中心都市づくりの概念図³⁾

具体的には、まず、中心市街地に用のない通過交通を最優先に排除するために都市圏環状道路が不可欠である。次に、通過交通が減った道路空間を活用し、LRT（軽量軌道交通）やBRT（バス高速輸送システム）などの公共交通のネットワークを充実する。同時に、交通需要マネジメントにより公共交通機関の利用を促す。自動車の量が

減った都心は、居住空間を増やし都心居住や公園や市場などのオープンスペースとすることで人間が中心としてにぎわう空間づくりを行うことになる。これらを総合的に進めていく戦略である。

4.2 人間中心のスマートシティに向けて

表-4に示すように、基本ITSは図-2のABCを組み合わせた三位一体の交通戦略のツールとして有効に活用できるであろう。

ツールとして使いこなすための環境づくりも大切である。人間の行動圏の中心となる都市圏や生活圏の交通に係る基礎自治体や国道事務所が使いこなすことが大切である⁴⁾。

表-4 人間中心都市づくりと基本ITSの活用 (例)

分野	基本ITSの活用方法
A「人が集まる」 歩行者中心の 都心づくり	<ul style="list-style-type: none"> ETC2.0によるゾーン管理 (ゲート管理, ライジングボラード管理, ゾーン課金) CCTVカメラとETC2.0を活用した路上駐車マネジメント, 共同集配マネジメント 交通ICカードを活用した地域ポイントシステム (地域通貨による移動支援財源確保等) スマートフォン, デジタルサイネージを活用した歩行, 乗り換え, 観光, 外国人への情報提供 地域のおもてなしの心を表現 (インフォメーションセンター, 会話機能付きデジタルサイネージやスマートフォンとの組合せ等⁴⁾) トランジットモールにおけるバス&LRTロケーションシステム
B「滞在時間を延ばす」 公共交通機関を中心とした 都心アクセス	<ul style="list-style-type: none"> スマートフォンと交通ICカードを活用した公共交通&シェアリング統合サービス, 乗換案内サービス ETC2.0, 交通ICカードとスマートフォンを活用したパーク&ライド, パーク&バスライド 公共交通機関のロケーションシステム ETC2.0を活用した高速路線バス割引や高速路線バスの乗り換え拠点整備 駐車需要の把握と滞在時間やアクセスを増やす駐車場ITS 導入 (ETC2.0活用)
C「通過交通を排除し」 自動車と共存するための基 盤づくり	<ul style="list-style-type: none"> ETC2.0プローブ情報やCCTVトラカンを活用した道路ネットワーク交通実態の正確な把握 都市圏全体の交通実態を把握するための自動車, 公共交通, スマートフォンなどの交通情報の統合 ETC2.0を活用した旅行時間情報提供や経路別料金割引を活用した道路ネットワークオペレーション アクセス性を高めるためのP&R駐車場などの情報提供や予約システムの導入

そのための一つ目は、情報分析、提供のツール活用の仕組みづくりである。基本ITSのツールが情報が集まる国道事務所などを通じて基礎自治体で使えるようにすることや、地域が使える民間サービスの登場を促すことが大切である。

二つ目は、ツールを使い分析や実践ができる人材育成が大切である。米国の地域の拠点大学と州DOT、基礎自治体が連携して情報の収集、蓄積、分析、提供を行うITS センターが参考になる。

三つ目は、地域でビジネスモデルを成り立たせることである。運営経費を捻出する方法としては、①利用料を徴収する、②広告等の受益者から徴収

する、③税金を投入するといった方法がある。基本ITSは決済や広告に使える仕組みを持っている。さらには情報分析により税金投入のための社会的効果分析も可能であり、①②③のいずれも実現可能なツールはすでに存在する。

最後に、導入支援策である。米国ではスマートシティチャレンジという連邦交通省の支援プログラムが行われている。2016年に78の提案からオハイオ州コロンバス市が選定され、連邦補助金4,000万ドル、バルカン社から1,000万ドルの支援金を得た。連邦政府は、他の連邦補助金を組み合わせて、残りの都市の支援も行い、一気に全国のITS導入を促し国土のイノベーションを起こそうという計画である。このような地域のニーズをベースにITSツールを組み合わせる具体的な課題について、産官学連携で解決を目指すというモデル都市支援も重要である。

5. おわりに

ETC2.0が切り開いたITSのセカンドステージは、自動運転やビックデータなどと組み合わせながら、「緑と空間と太陽」を人間に取り戻し、人々の笑声や挨拶があふれるコミュニティ、子供たちやお年寄りも安全で安心して生活できる生活環境を取り戻すという、まさに国土イノベーションにつながっていくであろう。

参考文献

- 1) Le Corbusier, THE RADIANT CITY, Orion Press, First English Edition (1967)
- 2) 牧野浩志: ITS セカンドステージの普及策に関する一考察、土木技術資料、第 56 巻、第 8 号、pp.6~11、2014
- 3) 杉恵頼寧、牧野浩志、佐藤俊雄: 広島都心戦略・交通戦略、(社)中国地方総合研究センター、2002
- 4) 牧野浩志: ITS を活用した環境未来都市づくり 柏 ITS スマートシティの挑戦、Traffic&Business、pp.13~24、2012

牧野浩志



国土交通省国土技術政策総合研究所
道路交通研究部高度道路交通システム研究室長、博士 (工学)
Dr. Hiroshi MAKINO