

特集：持続可能な社会の実現に向けた土木技術

# 人、車、道路をつなげる協調ITS研究開発の方向性 —国際的な研究開発動向との調和に向けて—

金澤文彦\*

## 1. はじめに

これまでETC（電子式料金自動収受システム：Electronic Toll Collection System）、VICS（道路交通情報通信システム：Vehicle Information and Communication System）、カーナビの普及にみられるように、日本はITS分野で世界を牽引してきた。一方で欧米では、欧州がリードして、車、道路インフラ、個人端末間で情報を交換しアプリケーションを共用する協調ITS開発、国際標準化活動を活発化させている。このような国際動向や最新の技術動向を踏まえ、今後、持続可能な社会の実現に向けてITS研究の進むべき方向性について考察する。

## 2. 世界を牽引する日本のITS技術

近年、自動車技術、情報通信技術など道路交通を取り巻く関連技術の進歩はめまぐるしいものがある。例えば、衝突被害軽減ブレーキ、ACC（車間距離制御システム：Adaptive Cruise Control）、LKA（車線維持支援システム：Lane Keeping Assistance）など自動車の運転支援システム<sup>1),2)</sup>、スマートフォン、LTE（新たな携帯電話の通信規格：Long Term Evolution）など情報通信技術が高度化し広く普及しつつある(図-1)。

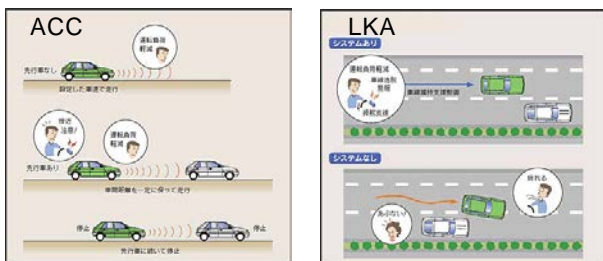


図-1 ACC、LKAのイメージ  
(出典：自動車総合安全情報HP)

一方で道路分野の課題として、従来から渋滞、環境問題、交通事故などが挙げられるが、これらを解決する手段として、バイパス整備などハード

対策に加えて、交通需要マネジメントなどソフト対策が講じられてきた。ソフト対策の代表的なものとしてITS（高度道路交通システム）が位置づけられる。ITSは人、車、道路を情報通信技術でつなげて一体のものとして機能するようシステム構築する取り組みである。

今後、前述の最新関連技術を取り込むことで従来からの道路交通課題を革新的に改善することが近い将来現実になると考えている。

これまで、道路分野ではETC、VICSなど道路インフラを整備し路車間通信を主体としたシステムを構築し普及促進を図ってきた(図-2)。カーナビの普及も急速に進みVICSが提供する渋滞情報等をもとに最適なルート案内が可能となっている。また、高速道路における主な渋滞要因であった料金所での渋滞については、ETCの普及によりほぼ解消に至っている。これによる交通流の円滑化に伴いCO2排出量削減についても大きく寄与していると考えている。このようなITSの成功は世界に類はなく、日本がITS技術において世界を牽引していることを示すベストプラクティスとなっている。

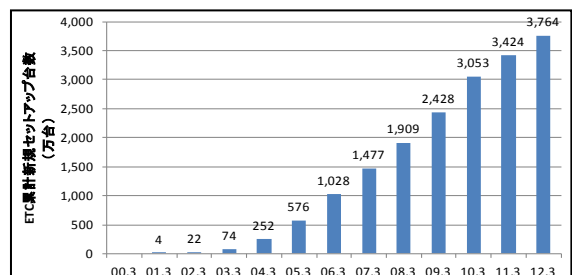
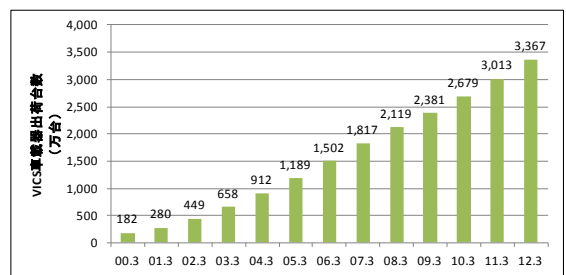


図-2 VICS、ETCの普及

Perspective of R&D on Cooperative ITS connecting people, vehicle and infrastructure  
-Towards harmonization with the trend of international R&D-

また、普及が進んできたETC、VICSなど個々のITS技術を一つの車載器で実現することを目的に、国総研主導で官民共同研究を2005年2月～2006年3月に実施した。その成果をもとに車載器、路側機、センター設備の標準化を図り、現在、ITSスポットとして高速道路上を中心にサービス展開を行っている(図-3)。



図-3 ITSスポットのシステム概念図

### 3. ITSの研究開発動向

#### 3.1 協調ITSの研究開発動向

ITSの研究開発については、米国、欧州、日本が中心となって基礎研究、実用化研究、フィールドテスト、パイロット事業、標準化活動を実施し運用・普及を先導してきた。近年になって、韓国、中国、カナダ、オーストラリアなども先進的な取り組みを行っており、AASHTO (The American Association of State Highway and Transportation Officials)等が例年主催するITS分野における国際会議の場でも招待発表するようになってきている。

欧米では現在、米国のConnected Vehicleや欧州のCOMeSafety2、Drive C2Xといった研究開発プロジェクトにおいて協調ITS(Cooperative ITS：車対車、車対インフラおよびインフラ対インフラの通信を統合し、広範なITSサービスとアプリケーションの活用拡大を可能とするシステム(図-4を参照))<sup>3)</sup>の研究開発が活発化している。欧米政府レベルにおいて、2009年11月に協調ITSの研究協力に関する共同宣言を行い、ステアリンググループ会議、技術タスクフォース会議、作業部会、調和活動分科会を組織して活発に活動が行われている。日本もこれらの会議にオブザーバ参加し必要に応じて知見を提供している。その成果の一部として、2012年10月のITS世界会議(ウィーン)では、米国の乗用車と欧州の乗用車間

における車車間通信のメッセージセットを共有化した安全支援サービスのデモンストレーションが実施された。今後、米国はConnected Vehicleのコア技術となる通信車載器の実装義務化について、NHTSA(米国運輸省道路交通安全局：National Highway Traffic Safety Administration)が小型乗用車に対する判断(2013年)、大型車両に対する判断(2014年)や必要なインフラの実装ガイダンスを定める(2015年)ため、ミシガン州など12の州において実証実験を行っている。また標準化の場においても欧州ではEC mandate 453(M/453)に基づきETSI(欧州電気通信標準化機構：European Telecommunications Standards Institute)とCEN(欧州標準化委員会：European Committee for Standardization)が協調ITSに関する標準化作業を分担し、ISOにおいても協調ITSに係る標準化のためTC204/WG18が設置され、当初目標より作業が遅れているものの、協調ITSに関する研究開発、および標準化作業が急速に進められている<sup>4)</sup>。

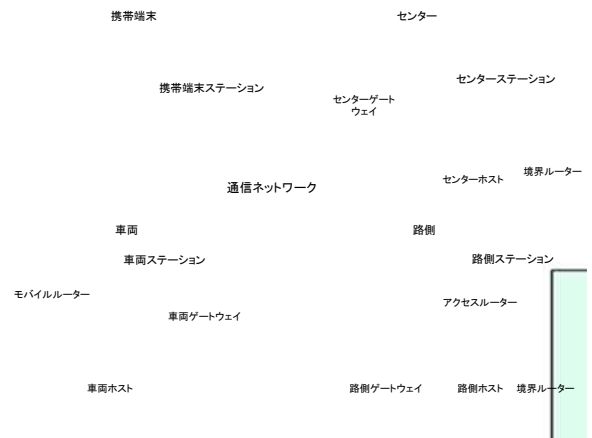


図-4 協調ITSの概念図(欧州ITS通信アーキテクチャ、出典：D31 European ITS communication Architecture)

日本も研究協力覚書を米国(US-DOT RITA 2010.10)、欧州(EC DG-INFO 2011.6)と結び国際的な研究活動を活発化している(図-5)。

#### ■ 日米欧協力の枠組み

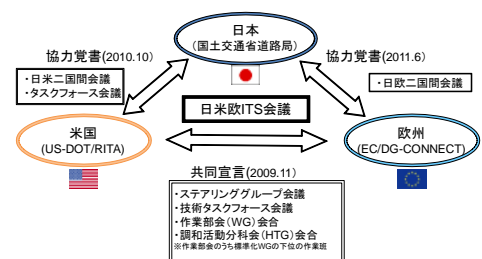


図-5 日米欧協力の枠組み

### 3.2 自動運転の研究開発動向

2010年に公表されたGoogleの自動運転プロジェクトがきっかけとなり、日米欧ともに自動運転に関する研究開発に対する関心が再び高まってきた状況にある。

米国では、2004～2007年に行われた研究開発、DARPA(米国防総省高等研究計画局)主催のグランド/アーバンチャレンジ(ロボットカーレース)において開発された技術をもとに2010年にGoogleが自動運転カー<sup>4)</sup>を公表した(図-6)。2012年5月には、米ネバダ州の公道で試運転できる免許を取得し、2012年8月には、実験車両での走行距離が累計で30万マイル(約48万キロ)を突破し、これまで無事故だったと発表した。カリフォルニア州の公道での自動運転カーの走行を許可する法案についても、2013年1月1日に発効することから、更なる実証検討が期待される。Googleの研究者がWeb上で次のような注目に値する発言をしている。「車の事故が若者の死因の第1位なのはご存じですか？ そのほとんどは、車の問題ではなく人間のミスによるということをおぼろげに感じます。これは機械の力によって防ぎうることなのです。人間の精度で車道を走るのをやめれば、高速道路を走る車の量を今の2倍から3倍に増やすことができます。車の位置を調整してもう少し車間を狭くしレーンの幅も狭めるなら、高速道路の渋滞はなくなります。みなさんは毎日の通勤のため、平均して52分もの時間を道路の上で無駄にしています。これは取り戻せる時間です。アメリカだけで40億時間の無駄です。91億リットルのガソリンが無駄になっています。ここにビジョンがあり、新しいテクノロジーがあります。後の世代の人々が振り返って、車を人間が運転していたなんてまったく馬鹿げていると思うようになることを期待しています。」(TED2011、スタンフォード大学教授・Google特別研究員 Sebastian Thrun/青木靖 訳 2011年3月)<sup>5)</sup>という言葉は、自動運転カーが交通安全、交通円滑化に貢献し道路交通の課題を劇的に改善することを示唆している。

欧州では、ECの第7期フレームワーク計画(FP7/2007-2013)に基づく出資をもとに、SARTRE(Safe Road Trains for the Environment:環境に配慮した安全なロードトレイン)プロジェ

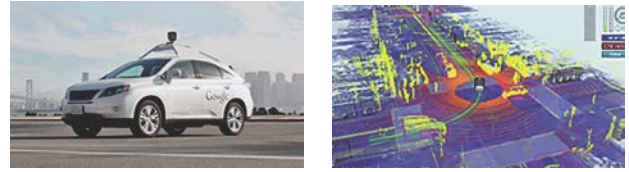


図-6 自動運転カー(Google Self-driving Cars)  
右図は車載センサで計測した周囲の状況を表示したもの  
(出典: ITメディアニュース(2012.8.8))

クトなど自動運転技術などに関する研究が推進されている。SARTREは、英国リカルド社が主導し欧州のカーメーカ等6社と共同で実施したものである。2012年に、高速道路におけるロードトレイン(プロのドライバーが運転する先導車の後ろに何台もの車が続く形式で構成)について、一般の車両が走行する道路状況で、ロードトレイン走行を行い、その実現可能性について確認しプロジェクトは成功裡に終了した<sup>6)</sup>。



図-7 SARTREの実証風景  
(出典: SARTRE project HP)

日本では、2011年5月に国土交通省が設置した「次世代ITSに関する勉強会」(国土交通大臣政務官主宰)が、2012年3月に高速道路上で自動運転を行うシステム(オートパイロットシステム)の実現に向けたロードマップ(図-8)として、「官民の研究開発による次世代ITSの目指すべき方向性(案)」を公表した<sup>7)</sup>。

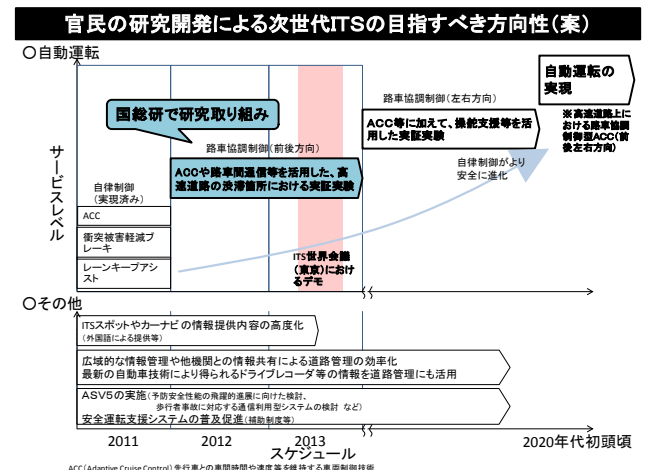


図-8 官民の研究開発による次世代ITSの目指すべき方向性(案)

これを受け、2012年6月に国土交通省が設置した「オートパイロットシステムに関する検討会」において、現在、システムコンセプトを検討している<sup>8)</sup>。

#### 4. ITS研究開発の方向性

持続可能な社会の実現に向け、交通事故、渋滞による環境影響、自然災害、増大する道路インフラの維持管理・更新投資の拡大等の課題は依然として大きい。中長期的な社会経済の潮流を踏まえて、次のように目指すべき社会像を考え、この実現を支援するITS技術開発の方向性を考察する。

社会の高齢化を踏まえ、高齢者の特性を考慮した道路交通、公共交通等の移動手段を提供し、増大する高齢者のモビリティを確保できる社会の実現が必要である。また、労働人口の減少、低水準のGDP成長率、税収の低下等の課題に対応すべく、道路管理業務を含めた官民における様々な業務の一層の効率化の実現が必要である。東日本大震災を教訓とした国民の防災意識の高まりを受け、社会インフラをはじめとした様々な分野において防災への対応強化を図ることが必要である。スマートフォン等の情報端末の普及を踏まえ、時や場所を選ばず個人向けのサービスが利用できる社会を実現する環境にある。国際的には、アジアや南米などの発展途上国における急速な経済発展に伴う社会問題に対しては、我が国の技術や経験により問題解決に寄与することが可能であり、日本企業が国際市場の拡大をさらに進めることが必要である。

こうした社会を実現する上で、近年および将来的に想定される自動車技術、情報通信技術を積極的に活用し、安全運転支援、交通流最適化、災害への対応、等のサービスの提供が求められる。また、日本国内の事情のみならず、アジアなど海外諸国の社会的環境やニーズを十分に踏まえ、国際的に調和可能なサービスを国内で醸成し、世界各都市における道路交通の安全、円滑、快適性の向上に日本のシステムが貢献できるよう技術開発を進めることが求められる。

具体的に、これらのサービスを提供するITSシステムに求められる要件としては、道路インフラ～車両間のみならず、車両間、道路インフラ～歩行者間、車両～歩行者間の通信が相互に連携して柔

軟な情報交換が可能である必要がある。また、道路インフラ（センター、路側装置）、車両（車載器）、歩行者（携帯端末）の各機器は、複数のサービスに対応可能とし、アプリの入れ替えが可能で、情報交換にはスポット通信、携帯電話などの広域通信、放送など多様なメディアが利用可能なオープンプラットフォームを構築する必要がある。加えて、国際協調の視点から、使用周波数の選定、通信方式、アプリケーションに係る技術開発、標準化を目指すものとともに、普及促進の観点、アジアなどの新興国への展開の観点から、低コストで実現可能な仕組みである必要がある。

こうしたシステムを開発するためには、専門技術者、サービス事業者、インフラ管理者など広範囲な関係者の協力を得る必要がある。このため、実現を目指すシステムについて、関係者間での共通認識を得て研究開発を進めていくことができるよう、共同研究体制を構築するとともに、国際的な動向とも調和を図るために、日米欧政府間・民間レベルでの研究協力体制を活用することが有用であると考えられる。

以上の考え方を念頭に、国総研ITS研究室では、新たな研究フェーズとして、次の3つの官民連携プロジェクトを柱として研究を進めることとしている。

##### 4.1 道路インフラ技術と車両制御技術との連携サービス開発

高速道路の渋滞要因の約6割を占めるサグ部等における渋滞対策を推進するため、国総研において、「高速道路サグ部等交通円滑化研究会」（座長：大口敬東京大学教授、自動車会社、高速道路会社、国土交通省道路局、自動車局で構成）を2010年に設置し、路車間通信技術とACCなど車両制御技術との連携によるサグ部をはじめとする渋滞箇所への効果的な交通円滑化対策を研究し、その普及のあり方について検討することとした。これまで、東名高速道路（下り）22.0kp付近大和サグ部を対象に渋滞要因を分析し、路車間連携サービスのコンセプト(表-1)を明らかにするとともに、ACC車両の混入率に応じた渋滞緩和効果や車群形成状況を推計した。今後は、交通円滑化に寄与する走行方法を明確にし、公道実験などを通じてその受容性、有効性を確認し、交通状況に

応じて車間を適正化するための情報を道路インフラから車両に提供するなど、ACC等車両制御技術と連携したサービスを開発することとしている(図-9)。これによりドライバーの運転挙動に変化をもたらし交通流を安定化させることで効果的・効率的に交通容量を増やすことを企図している。

表-1 路車間連携サービスのコンセプト

サービス実施タイミング	連携サービスのコンセプト	連携サービスの目的
発生前 渋滞発生前	サービス1 車線利用の適正化	車線間の 偏りの均一化 ・追越車線利用の偏りを是正
	サービス3 車線の適正化 ポトルネック部での 交通流率低下の防止 減速波の発生、増幅伝 播を抑制、遮断	・車間の詰まりすぎ・空きすぎを 是正 ・勾配変化等に起因する車間の極端 な増大・減少を抑制 ・ACCの車間制御機能を活用し、後 続車への減速波の増幅伝播を抑制
	サービス4 車車間通信を活用した車群安定性 の向上 (CACC)	同一車線内の ばらつきの均 一化 ・安定した車群走行及び一様な 交通流の実現
発生後 渋滞	サービス2 渋滞を抜けた後の緩慢な加速の防止	・渋滞区間通過後の発進流率の 低下を防止

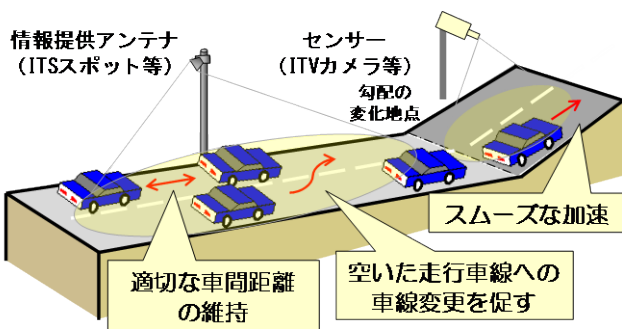


図-9 路車間連携サービスのイメージ

さらに、前述のオートパイロットの実現に向けたロードマップにおいて、本研究が対象とする前後方向の制御(ACC)の高度化とともに、左右方向の制御技術を高度化し、2020年代初頭頃のオートパイロットシステムの実現を目指すと提言されている。今後、技術開発の推進のみならず車両技術とドライバー等との責任分担などの課題に対応して法制度も含めた新たな交通文化の創造が必要になるものと考えられる。

#### 4.2 多様なアプリケーションを共用する次世代の協調ITSサービス開発

現状では、路車間、車車間システムが独立して構築されており、情報交換を円滑に行うことが困難な状況にある。それぞれが協調できる環境を整備することができれば、ITSサービスの内容を飛躍的に拡大させることが可能となる(図-10)。研

究開発・標準化で先行する欧米同様、我が国でも、車、インフラ、個人端末などが情報を交換し多様なアプリケーションを共用する協調ITSサービスの研究開発等に着手する必要があると考えている。このため、国総研では、2012年6月に「次世代の協調ITS開発に関する共同研究」を公募し、9月から高速道路会社2社、自動車メーカーや電機メーカーなど民間12社と共同研究に着手した。Step1となる1年目は、次世代の協調ITSについて、アーキテクチャ(サービス・システムの全体像)やシステムの検討、国内外普及展開ロードマップの検討を行うこととしている。Step2となる2年目以降は、これに基づいたシステム開発などを行う予定である。

これにより、例えば道路インフラと車両制御技術との連携による高速道路における自動運転、連続的な経路把握等を行う大型車両等の走行支援・管理、走行距離・エリアなどをもとにした交通需要管理などの様々なサービスが可能になると考えている。

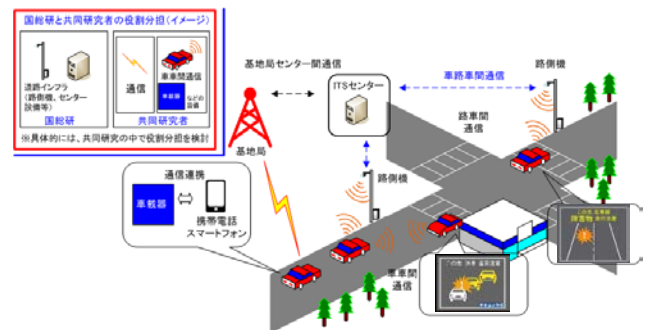


図-10 次世代の協調ITSのイメージ

#### 4.3 車両が保有する情報を活用したサービス開発

ITSスポットの全国展開により、アップリンク機能を活用して走行履歴、挙動履歴、通過情報など車両からの情報を収集することが可能となっている。ITSスポットは構成する機器仕様が標準化され関係者において共有された共通基盤となっている。こうしたITSスポット共通基盤を活用して官民連携によりサービス開発を行うために、2012年6月に「ITSスポット共通基盤を活用した産学官連携サービス開発に関する共同研究」を公募し、9月には民間7社と研究に着手した。2015年3月までの2.5年間を研究期間とし、必要に応じて学とも連携し、サービス及びシステムの検討、

システム・機器開発、サービスの検証、官民連携のための制度設計、技術基準・技術仕様・運用ガイドライン作成、国際標準化の検討を行うこととしている(図-11)。

これにより、例えば物流効率化のための車両運行管理の高度化などの民間サービスや特殊車両・危険物積載車両の経路把握・取締などの官サービスに活用することが可能になると考えている。

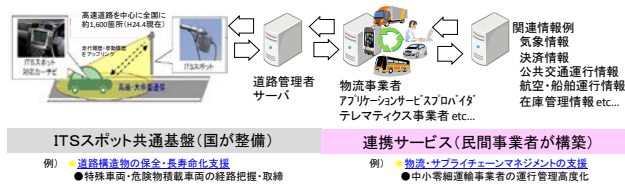


図-11 ITSスポット共通基盤を活用した産学官連携サービス開発のイメージ

## 5. まとめ

ITS研究開発は、ITSスポットの実展開によりセカンドステージから新たな研究フェーズに移行したと考えている。前章でこの主な研究プロジェクトとして、道路インフラ技術と車両制御技術との連携サービス開発、多様なアプリケーションを共用する次世代の協調ITSサービス開発、車両が保有する情報を活用したサービス開発について紹介した。

2013年10月に、ITS世界会議が東京で開催される。次世代ITSとして世界に発信できる良い機会となることから官民連携して前述の研究の進捗を図りたいと考えている。また、ITS世界会議のショーケースとして、ITSスポットの運用サービスの体験、路車連携による交通円滑化サービスの体験、ITSスポット等既存道路インフラと携帯との連携サービスの体験を民間の関係各社の協力のもと企画しており、これらを通じて国内外からの参加者に日本のITS技術をアピールしていきたいと考えている。



国総研ITS研究室のロゴ



第20回ITS世界会議東京2013のロゴ

## 参考文献

- 1) 道路建設、平成24年11月号、No.735、一般社団法人日本道路建設業協会、p35-38
- 2) 国土交通省、自動車総合安全情報、HP、<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/japanese/practical.html>
- 3) COMeSafety D31 European ITS Communication Architecture Overall Framework Proof of Concept Implementation: European ITS Communication Architecture: [http://www.comesafety.org/uploads/media/COMeSafety\\_DEL\\_D31\\_EuropeanITSCommunicationArchitecture\\_v2.0\\_02.pdf](http://www.comesafety.org/uploads/media/COMeSafety_DEL_D31_EuropeanITSCommunicationArchitecture_v2.0_02.pdf)
- 4) IT media ニュース、Google自動運転カー、48万キロを無事故で走破 レクサスのSUVも登場 <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/1208/08/news027.html>
- 5) TED2011 : [http://www.ted.com/talks/lang/ja/sebastian\\_thrung\\_google\\_s\\_driverless\\_car.html](http://www.ted.com/talks/lang/ja/sebastian_thrung_google_s_driverless_car.html)
- 6) SARTRE project HP : <http://www.sartre-project.eu/en/Sidor/default.aspx>
- 7) 国土交通省HP、報道発表資料、次世代ITSに関する勉強会のとりまとめについて: [http://www.mlit.go.jp/report/press/road01\\_hh\\_000250.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000250.html)
- 8) 国土交通省HP、道路、オートパイロットシステム検討会: <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/autopilot/index.html>

金澤文彦\*



国土交通省国土技術政策総合研究所  
高度情報化研究センター高度道路交通システム研究室長  
Fumihiko KANAZAWA