

新たな交通問題の解決に向けた ITS 技術と東芝の取り組み

ITS Technologies to Solve New Traffic Issues and Toshiba's Approach

沖 良晃 尾崎 信之 中村 順一

■ OKI Yoshiaki ■ OZAKI Nobuyuki ■ NAKAMURA Junichi

わが国では、少子高齢化問題の深刻化が、交通渋滞や交通事故といった交通問題を変質させていくと予想されている。高齢化に起因する交通問題に対応するには、交通渋滞や交通事故を予測し、余裕を持って事象を回避するための情報を提供することが有用である。このため ITS (高度道路交通システム) には、様々な事象の発生を予測してシミュレーションする機能の向上が必要と考えられる。

東芝は、スマートモビリティ社会を実現するため、その根幹の一つである ITS の機能向上に寄与している。また、顧客の運用サイクルに合わせた循環型ライフサイクルビジネスを通して、社会環境の変化に日々直面している顧客とともに、社会問題の解決に貢献していきたい。

The ongoing decline in the birthrate and aging of society in Japan have led to a deterioration in traffic issues including traffic congestion and accidents. An effective means of preventing age-related traffic issues is to provide information so as to avoid contingent events with sufficient time through the prediction of traffic congestion and accidents. There is consequently an increasing need for intelligent transport system (ITS) technologies with enhanced prediction simulation functions capable of predicting the occurrence of a variety of events in advance.

With the aim of realizing a smart mobility society achieving both smooth traffic flow and energy saving, Toshiba is continuously making efforts to improve the essential functions of ITS technologies. By promoting our "Spiral Life-Cycle Business" operations while accommodating customers' operation cycles, these ITS technologies are expected to contribute to the solution of social issues in cooperation with customers facing the daily changes that are taking place in the social environment.

ITS を取り巻く状況

わが国の人口は、2004 年辺りを境に減少に転じ、2015 年現在の人口は 1 億 3 千万人で、65 歳以上の高齢化率は 26.7%⁽¹⁾と少子高齢化の時代に入ってきている。このため、大都市への一極集中などにより、多くの地方が消滅の危機にあるとの見解⁽²⁾もあり、その存続を賭けた議論⁽³⁾がされている。消滅しないまでも、街は縮小化 (コンパクト化) し、高齢者やハンディキャップなどの交通弱者の比率が増え、その移動手段の確保が新たな社会問題になると予想される。

また、少子高齢化は、以前からある交通渋滞や交通事故などの道路交通問題にも影響し、新しい問題が加わり変質していくと考えられる。

ITS としては、1996 年 7 月に発表された「高度道路交通システム (ITS) 推進に

関する全体構想」^(注1)から 20 年、交通問題である交通渋滞と交通事故に取り組んできた。今後は、少子高齢化による新たな交通問題にも取り組んでいくことになる。そして、課題先進国であるわが国がこれらに対する新しい施策を構築して検証することで、東南アジアなどの新興国への展開も可能になると考えている。

移動手段についての各国の状況

移動手段に関する社会問題について、欧州では MaaS (Mobility as a Service)、米国では MOD (Mobility on Demand) という考え方の下、ドアツードアによるモビリティサービスを構築しようとする動きがある。数多くの公共交通機関を一元管理することで、個人の嗜好 (しこう) に合わせてシームレスかつ効率的に移動手段の選択肢を提示し、目的地ま

で運ぶサービスを提供するものである。

わが国を含む先進国の状況とは異なり、新興国、特に東南アジアでは、現在のところ、人口増加や都市部への人口集中が起きている。しかし、2025 年には高齢化率が 14% を超え、先進国と同じ少子高齢化社会を迎えると言われている⁽⁴⁾。新興国の都市部では、公共交通機関や道路などの交通インフラが整備されていないなか、交通渋滞がますます激しくなっている。そのうえ高齢化時代を迎えると大変な混乱が予想されるので、現在から早急な解決策を講じておく必要があると考えられる (囲み記事参照)。

東芝が考える スマートモビリティ社会

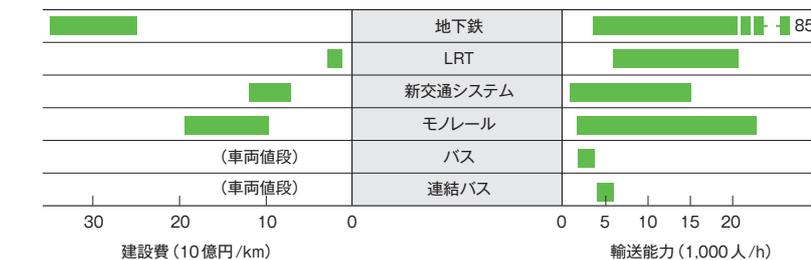
東芝は、「人に会いたくなる街 ~安心・安全のひとつ上へ~」というコンセプト (図 1) の下、多様なニーズに合うモ

(注 1) 当時の 5 省庁 (警察庁、通商産業省、運輸省、郵政省、及び建設省) が策定。現在は、警察庁、総務省、経済産業省、及び国土交通省の 4 省庁によって推進されている。

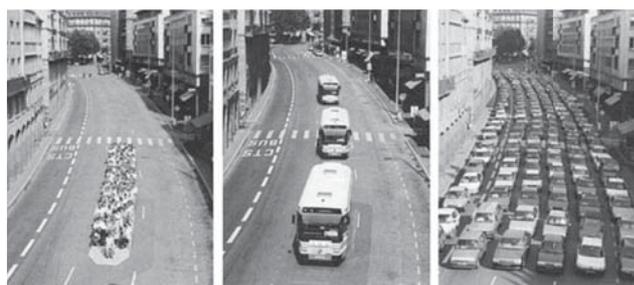
新興国の公共交通機関におけるモーダルシフトの必要性

先進国では、都市化率が70%を超えているところが多い。また、アジアでは、既に50%弱まで達しており、今後も更に伸び続けるため、人口が都市に集中することで、様々な問題が生じている。その中でも大きなものが交通問題と環境問題と言える。特に東南アジアでは、乗用車やバス、三輪タクシーなどが車線をまたがって、雑然とひしめき合っている状況を目にする。都市部での輸送能力を上げるためには、図Aに示すように、乗用車よりもバスや、LRT (Light Rail Transit)、BRT (Bus Rapid Transit)、地下鉄などの公共交通が必要になる。これは、同じ人数を輸送するときの道路の専有面積を示している図Bからも明らかである。しかし、建設コストなどを考慮すると、輸送能力が高ければよいというわけではなく、その都市に合った公共交通手段を選ぶ、公共交通指向型(都市)開発を行っていくべきである。新興国では、バスなどは低所得者層の乗り物と言われることがあるが、高所得者でも公共交通に乗るような仕掛けや仕組みづくりがあって、モーダルシフトが可能になる。

路面電車の先進国であるフランスでも、過去に、モータリゼーションに伴い路面電



図A. 交通機関ごとの輸送コストと輸送能力の比較



(a) LRTの場合 (b) バスの場合 (c) 乗用車の場合

出典：一般社団法人 産業競争力懇談会「2013年度 プロジェクト 最終報告 都市交通システム海外展開時の技術課題」⁹⁾

図B. 同じ人数を輸送する場合の専有面積の違い

車を廃止した歴史がある。1970年代は自動車が主流となり、中心市街地での渋滞問題や駐車場問題の解消が大きな課題であった。自動車からの転換を図るために、1980年の中頃からトラムの導入を開始し、総合的な都市交通政策を実施しながら、ストラスブール市のような、街の顔となるトラ

ム網(LRT網)ができた。

新興国においても、最終的にその街が誇られて街のシンボルとなるような公共交通網を構築し、老若男女を問わず、誰もが乗りたくなるような公共交通機関を整備することで、モーダルシフトが実現する。

人に会いたくなる街 安心・安全のひとつ上へ



図1. 多様なニーズに応えるスマートモビリティ — スマートモビリティ社会は、誰もが簡単に移動できて、集まりたくなる街をもたらす。

Smart mobility responding to various needs

ビリティを選択でき、コンパクトであっても移動しやすく、そこへ行きたくなる“街”が必要と考えている。このコンセプトを実現するには、事故が少なく、渋滞が起きにくく、オンデマンドで、環境に配慮したモビリティとして、図2に示すようなスマートモビリティと、それが実現した社会、すなわちスマートモビリティ社会が必要と考える。

当社が考えるスマートモビリティは、モビリティ、エネルギー、及び情報の3階層のインフラと、各層を支えるコアテクノロジーから構成され、それらを用いて交通流とエネルギーの二つを最適運用することで実現する。このうちの、交通流の最適運用こそがITSで

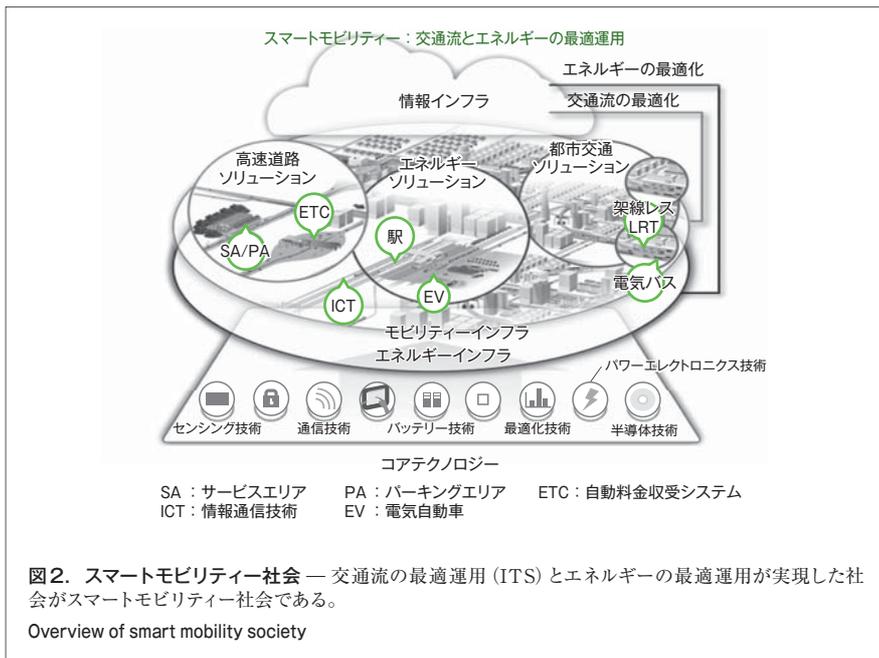
ある。そして、ITSの高度化が、“街”と“街”をつなぐ安全・安心な“道”の実現に必須なものと考えている。

当社は、40年以上にわたり高速道路を中心としたITSをビジネス展開してきた。ここでは、少子高齢化によって生じる新たな道路交通問題に対峙(たいじ)するITSでの取組みについて述べる。

少子高齢化が 道路交通問題へ与える影響

交通事故

2015年中の交通事故死者数は4千人台、交通事故発生件数は53万件台となり、減少傾向が続いている。一方で、死者数



全体に占める高齢者の割合は、2012年以降増加しており、54.6%となっている⁶⁾。また、高齢化の影響と考えられる高速道路の逆走事故などがクローズアップされるなど、高齢者の判断機能や身体機能の低下から引き起こされる不慮の事故は、一度起きると大事故につながる可能性が高くなってきている。このように、今後は、高齢者による事故の比重が大きくなっていくと予想される。

交通渋滞

人口の減少や嗜好の変化から、車両数は減少傾向にある。しかし、今後、人口が更に都市部に集中するとも言われており、依然として交通渋滞はなくなるらないと予想される。

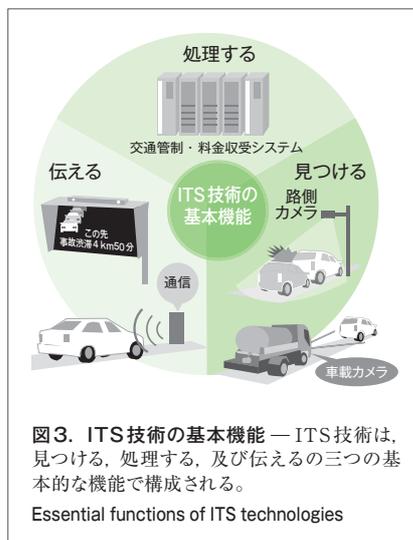
交通事故と交通渋滞に密接な関係があることは周知の事実であり、前述したような、高齢化に伴う交通事故原因の変化によって、交通渋滞が増加することが懸念される。更に、高齢化による判断力の低下は、交通事故だけでなく、経路情報の誤認識や、適切な経路選択ができないなどの事象を引き起こし、交通渋滞に影響する可能性が高いと考えられる。また、交通渋滞の解消を目的に多くの経路選択情報を与え、とっさの

判断を要求することは、新たな事故を誘発する可能性がある。

ITS技術の基本的な機能

ITS技術の基本的な機能は、次の三つと考えられる(図3)。

- (1) “見つける” 車両や、人、落下物などを含めた、道路上の物体を検出することである。これは、地中に埋め込んだループコイルでの車両検出や、カメラなどで実現してきている。



- (2) “処理する” 見つけた物体や他のシステムからの情報について、加工や計算を行うことである。道路上の車両の粗密情報など、見つけた情報から交通渋滞を予測したり、工事の情報から規制情報を作り出したりする。他のシステムで利用するために、情報を加工することも含んでいる。これは、交通管制システムや料金収受システムなどで実現してきている。

- (3) “伝える” 車両や人に情報を伝えたり、道路側のシステムが車両から情報を受信したりすることである。これは、道路上に設置される情報板や、ハイウェイラジオ、路車間及び車車間無線通信などで実現してきている。

世界的に見ても、もっとも成功したITSの一つとして挙げられる、わが国のETC(自動料金収受システム)は、これらの3機能を組み合わせて実現している。車両が料金所などの特定の場所に入ったことを検出すると(見つける)、車載器から情報を取得して(伝える)、走行区間から料金を計算し(処理する)、結果を車両や車載器に送信する(伝える)といった一連の動作は、三つの機能で構成されている。

また、昨今盛んに研究開発されている自動運転車も、道路交通システムという面からは、見つけるや伝えるが高度化した、ITSの一つのパーツと言える。

新たな道路交通問題に求められるITS技術の機能

前述したように、交通事故と交通渋滞は、少子高齢化という社会的な動きによって質が変わっていくと予想される。高齢化による新たな道路交通問題を解決するためには、表1に示すような、機能の高度化が必要と考えている。例えば、高齢者に配慮するために、ITSが予測してあらかじめわかりやすい情報を提供し、判断に要する時間的な余裕

表 1. 新たな道路交通問題の解決に求められるITS技術の機能
ITS functions required for ITS technologies to solve new road traffic issues

項目	見つける	処理する	伝える
交通事故	交通事故を迅速に見つける技術に加え、高齢者の不調による蛇行運転や、急発進・停止の繰返しなど、交通事故の可能性のある車両を見つける必要がある。	天候や、渋滞、日時、イベント、走行車両数など各種の情報から交通事故が起きる可能性を予測する必要がある。また、交通事故が起きる前に、大規模な交通事故につながらないように、回避計画を立てる必要がある。	例えば高齢者の逆走の対策として、逆走車はもちろんのこと、順行車に対しても、情報板のような離散的な情報提供ではなく、適切な位置でリアルタイムに、また高齢者にもわかりやすく、判断に迷わないように配慮した情報提供が必要になる。
交通渋滞	これまで以上に細やかな車両台数の計測や、細かい車種の把握（大型、小型だけでなく、EV、自動運転車、観光バスなど）を行う必要がある。	交通流を継続的にシミュレーションして渋滞の予兆を捉え、通行料金をダイナミックに変えるなどで誘導を計画する必要がある。また、渋滞を引き起こしそうなEVの電欠を予測し、回避計画を立てる必要がある。	変動料金や推奨経路情報などをリアルタイムに通知する必要がある。EVなどでは、最適な充電場所の情報を提供する方法的構築が必要である。また、スマートフォンやカーナビに加え、情報板についても、高齢者が判断に迷わないように表示する配慮が必要になる。
期待される技術	画像処理、ディープラーニング技術、センシング（カメラ、ミリ波レーダー、画像センサー）	AI技術、ディープラーニング技術、ビッグデータ解析、シミュレーション、予測、自動運転車の活用、ダイナミックマップの活用	高度化DSRC（Dedicated Short Range Communications：狭域通信）、5G（第5世代）移動通信網、高度化したカーナビ、スマートフォン活用、よりわかりやすいHMI（Human Machine Interface）

を与えることなどである。交通事故にしても、交通渋滞にしても、事象が起きたら対応するという従来のパッシブな対策では限界に達しており、これからは、システムが予測して余裕を持って通知するアクティブな対策が必要と考えられる。

このためには、“予測とシミュレーション”が重要な機能になると考えている。そして、予測するためのより緻密な車両の把握や、予測の結果を的確に伝える方法が必要になる。

現在では、コンピューターシステムの性能向上から、AI（人工知能）技術や、ディープラーニング（深層学習）技術、ビッグデータ解析、大規模シミュレーションなどの導入が進んでいる。これにより、交通分野でも、大量の情報から交通状況をシミュレーションし、予測し続けることが可能になってきた。

今後、コンピューターシステムの性能向上とともに、画像処理技術や、無線通信技術も更に進化し、見つける、処理する、及び伝えるの機能は飛躍的に向上すると考えている。これらの技術をITSへ活用することで、高齢化社会における道路交通問題に対応できると考える。

新興国におけるITS

課題先進国であるわが国での試行結

果を、東南アジアを中心とした新興国に適用できることは既に述べた。先進国で培われてきたITS技術や、前述の予測精度を向上したITS技術を新興国に適用し、道路交通問題を解決することは、不要な経済損失の抑制や環境対策にとって意義のあることである。しかし、現地の事情（文化や、習慣、環境、技術習熟度など）を考慮せずに適用しても、導入後に根付かないこともある。

ITSに関する三つの基本機能についても、その対象や環境は、以下の例のように、わが国とは事情が異なる。

- (1) 見つける 規格外も含めてバイクや三輪車など車種が多く、雑然とした交通流のため、見つける対象の位置や車両の確定が困難である。また、インフラの通信回線の速度や容量がまだまだ十分ではないため、検出データの伝送が難しい場合が多い。
- (2) 処理する 個体数が多く、交通流も雑然としているため、予測は困難になる。交通渋滞につながる気象条件もわが国とは異なる。
- (3) 伝える 文字や表記方法の違いはもちろんのこと、媒体もモバイル機器が先行している。その反面、(1)と同様にインフラの通信回線の速度や容量がまだまだ十分ではない

ため、データの伝送が難しい場合が多い。

このように、見つける、処理する、及び伝えるの最新技術を適用するためには、現地の事情に合わせてシステムを構築する必要がある。

東芝の取組み

このような背景のなか、当社は、車載カメラを用いて道路交通状況を推定する画像プローブシステムを開発している。これは、車載カメラと独自の画像処理技術によって得られた車間距離や車長などから、交通流率や交通密度などを求め、道路交通状況を推定する技術である（この特集のp.7-10参照）。高速道路でのEV（電気自動車）ドライバーの充電計画を支援する“EV充電ナビシステム”のプロトタイプを開発し、フィールド検証を進めている。またAI技術を活用して、EVの消費電力量を高精度に推定する技術も開発した（同p.11-14参照）。更に、機械学習の一つである自己組織化マップを適用し、高速道路での交通事故発生の可能性を予測して交通管制員への通知や道路利用者への情報提供を行う、交通事故発生予報技術の開発にも取り組んでいる（同p.15-18参照）。

海外への取組みとして、当社は、国内で得られた運用ノウハウを結集し、新興国を含む海外市場の調査結果を基に、多様な市場要件を満たす“グローバルITS中央ソフトウェア”を開発した。ITSの中核となる交通管制、設備監視、及び料金収受の統括制御を行う共通基盤ソフトウェアであり、ベトナム高速道路公社に納入したITSに適用されている（同p.19-23参照）。

これら以外にも、スマートモビリティの構成要素の一つである電気バスシステムにおいて、充電作業を簡易化するためのワイヤレス充電システムを開発している。将来、少子高齢化や地方の過疎化などで、EVによる自動運転車の普及も見込まれるため、扱いが容易なワイヤ

レス充電技術の適用拡大が期待できる(同p.38-41参照)。保守や監視においては、高速道路事業者は、道路の耐用年数を推定するために、重量が大きく、道路を劣化させる要因となっている大型車両の車種判別が必要になると考えている。これに対し、当社は、交通状況監視用の既設のカメラを用い、低コストで車種判別を行う技術を研究している(同p.24-27参照)。高速道路の出入口での歩行者や自転車などの立入りで発生する交通事故への対策では、自動検知して初動対応の判断を支援する立入り者検知システムを開発している(同p.28-32参照)。また、システムの更新においては、ETCシステムのハードウェアを変更する際に、ソフトウェアへの影響を最小限にすることで、部品の進化を取り入れながらシステムとしての長寿命化を実現する、ソフトウェアプラットフォームを開発した(同p.33-37参照)。

循環型ライフサイクルビジネスへの提案

前述の社会問題や道路交通問題に直面するのは、ドライバーや、乗客、道路管理者、モビリティ事業者などの顧客である。特に、道路管理者やモビ

ティ事業者は、システムを導入して道路やモビリティの保守、監視、管理、及び運営を行い、業務をレベルアップし、システムを更新するというサイクルでシステムを運用している。そして、このサイクルを通して、日々社会問題の解決を行っている。

当社は、顧客の蓄積した知識を学び、当社が取り組んできた研究開発を通して蓄積した知識や最新の技術と融合させることで新しい価値を創造し、顧客の運用サイクルに合わせた提案を行う循環型ライフサイクルビジネスによって、顧客とともに新たな社会問題や道路交通問題を解決していきたい(図4)。

今後の展望

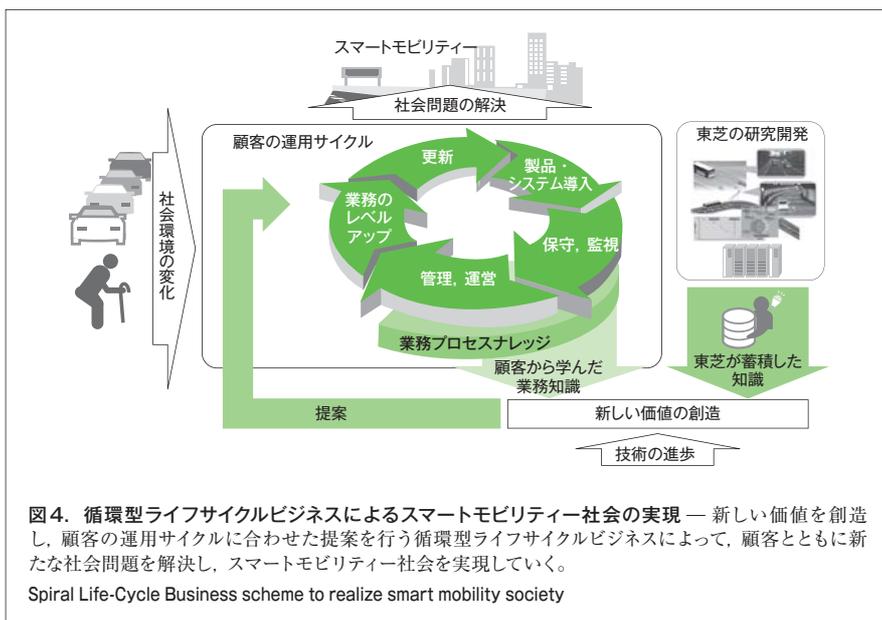
少子高齢化がもたらす新たな道路交通問題に対応するためには、ITSの基本機能である見つける、処理する、及び伝えるを高度化する必要がある、今後は、処理するにおける予測とシミュレーションが特に重要な技術となる。そして、これらの技術を現地の状況に合わせて適用していくことが、今後のITSに求められている。

今後も、当社は、新しい価値を創造し、顧客とともにITSが直面する社会

問題の解決に貢献していく。そして、スマートモビリティ社会がもたらす、人に会いたくなる街を実現していく。

文献

- (1) 内閣府政策統括官(共生社会政策担当)付高齢社会対策担当, “平成28年版高齢社会白書(全体版)”. 内閣府. <<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2016/html/zenbun/index.html>>, (参照 2016-04-24).
- (2) 増田寛也編著. 地方消滅: 東京一極集中が招く人口急減. 中央公論新社, 2014, 243p.
- (3) 山下祐介. 地方消滅の罟: 「増田レポート」と人口減少社会の正体. 筑摩書房, 2014, 301p.
- (4) 大泉啓一郎. 老いてゆくアジア: 繁栄の構図が変わるとき. 中央公論新社, 2007, 204p.
- (5) 産業競争力懇談会. 2013年度 プロジェクト最終報告 都市交通システム海外展開時の技術課題. 2014, 100p.
- (6) “安全かつ快適な交通の確保”. 警察白書. 国家公安委員会・警察庁 編. 平成28年版, 日経印刷, 2016, p.157-180.



沖 良晃
OKI Yoshiaki

インフラシステムソリューション社 社会システム事業部 道路ソリューション技術部長。道路システムのシステムエンジニアリングに従事。電気学会会員。Social Systems Div.



尾崎 信之
OZAKI Nobuyuki, D.Eng.

インフラシステムソリューション社 技監。博士(工学)。画像処理・認識技術を用いたITSシステムの開発に従事。IEEE ITS Society 理事, 計測自動制御学会会員。Infrastructure Systems & Solutions Co.



中村 順一
NAKAMURA Junichi

インフラシステムソリューション社 社会システム事業部 道路ソリューション技術部主幹。ITSシステムの開発に従事。日本技術士会, 電気学会会員。技術士(情報工学部門)。Social Systems Div.