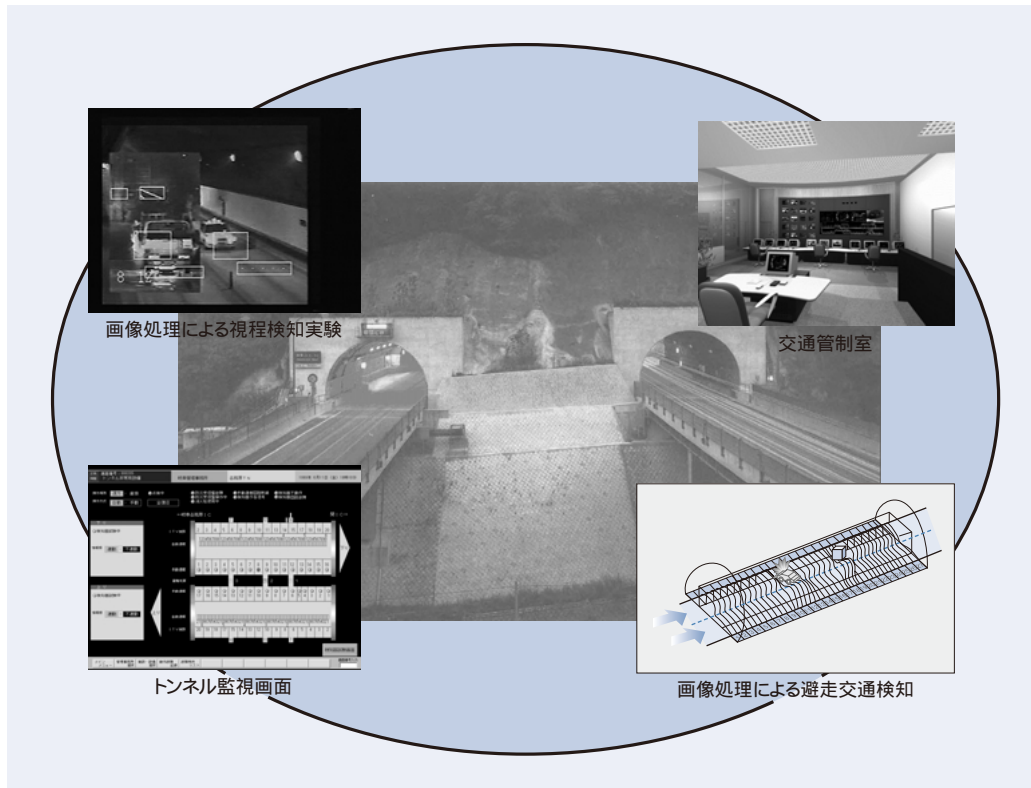


# 安全で快適な道路交通を支援する 道路インフラシステム

## Road Infrastructure Systems for Safe and Comfortable Road Traffic

近藤 哲啓 Tetsuaki Kondō 片山 恭紀 Yasunori Katayama  
馬 上 克元 Katsuyuki Mou 北村 忠明 Tadaaki Kitamura



### トンネル監視システム

長大トンネルでは、安全な通行を確保するために、さまざまな設備による監視制御が行われている。図は、監視カメラ映像の画像処理を行い、停止車両・落下物・回避走行などの異常事象を検知し、情報板や交通情報提供設備を介してこれらの情報を通行車両に速やかに伝えるためのシステム例を示す。日立グループは、画像処理応用分野で、他のセンサとの補間技術として、視程や火災検知機能などの開発や実験を進めている。

道路インフラシステムは、公共分野の顧客へのサービスを中心とした監視・制御から、ITSの浸透に伴って、情報・通信技術との融合や協調により、自動車や人までを含めたサービスシステムという形に進化してきた。一方、ユビキタス情報社会の到来と高速道路運営の民営化移行という環境の変化により、公共の顧客への直接的サービスから、社会・道路インフラシステムを活用した道路事業者の新しいビジネスやコンシュー

マーへのサービスも視野に入れた提案が望まれている。

日立グループは、道路設備や監視制御システム、VICS、ETCやAHSなど、ITSの実用整備で、さまざまな基盤技術を開発してきた。それらを活用し、技術の融合を進めることにより、安全・安心で快適な道路交通の実現に力を注いでいる。

## 1 はじめに

2004年の交通事故死者数は、7,358人と発表されている<sup>1)</sup>。車両の安全技術や救急・救命医療技術の進化により、わが国のこの数字は過去10年間、毎年減少を続けてきた。一方、事故発生件数と負傷者数は過去最悪を更新し続け、微増の傾

向にある。今日のような自動車社会では、道路交通にかかわる安全・安心の向上は依然として社会の大きな課題である。

ITS(Intelligent Transport Systems)やユビキタス情報技術の浸透により、人と自動車とインフラシステムの情報の流れ・伝達速度は飛躍的に向上している。道路交通の主役である人間が、時々刻々変化する情報をすばやく認知し、安全行動・危険回避行動を取ることができれば、事故は必ず減ら

すことが可能である。また、人間が認知しやすい情報を正しく把握、選別し、迅速に伝えることは、自動車や道路設備技術の使命であると考えられる。日立グループは、ITSの黎明期から、これを支える基本技術の開発に注力してきた。

ここでは、安全、快適をキーワードとし、道路交通のセンシング技術としてさまざまな実績を持つ画像処理技術を応用したシステムと、最近の路車間通信応用システムについて述べる。

## 2 安全・快適ソリューション

### 2.1 危険警告システム

危険警告システムは、トンネル内や急カーブなどの見通しの悪い場所で、前方の停止車両や落下物などを早期に検出し、運転者に注意を喚起することにより、危険を未然に防ぐシステムである。

トンネル内の異常検知システムでは、トンネル内に設置する監視カメラ映像を画像処理することによって異常事象を自動的に検出し、異常発生場所や種類を知らせる。その構成例を図1に、異常事象検出内容と主な検出項目を表1にそれぞれ示す。

このシステムにより、トンネル監視員の負担を軽減するとともに、異常の早期発見による運転者の二次的な事故防止など、トンネル内の安全走行を支援する。

見通し不良部の安全走行支援を行う危険警告システムには、おおまかには対向車検知機能と、停止・低速車検知機能の二つの機能がある。対向車検知機能は、道路上に設置されたカメラ映像から対向車の有無を判定し、表示板への警告表示やガイドライトの点滅などを行うものである。停止・低速車検知機能は、同じく停止車・低速車の有無を判定し、表示板で表示伝達するものである。いずれの機能も、見通し不良部の道路状況を事前に把握することを可能にし、運転者の安全走行に役立っている。また、監視カメラ映像を工事事務所などへ伝送することにより、道路管理者の道路管理にも利用する

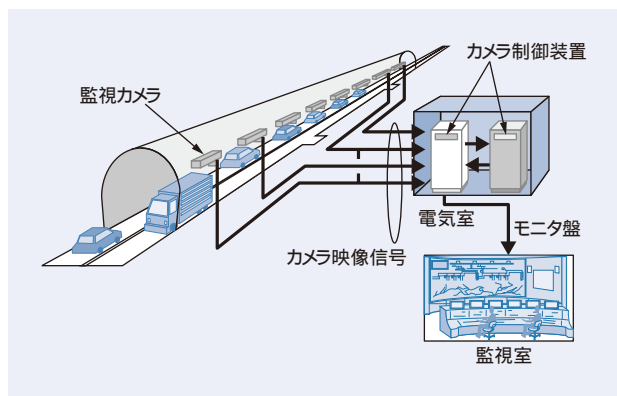


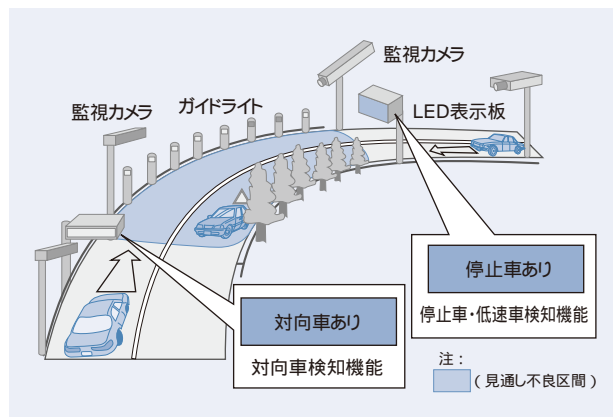
図1 トンネル内異常事象検知システムの概略構成例

落下物や緊急停止車両、および避走車両など、トンネル内で発生する異常事象を画像処理で検知して、走行中の車両や保安監視員にリアルタイムで警報案内する。

表1 異常事象検出内容と項目

トンネル内や事故多発地点などに整備している危険警告システムによって検出した異常事象の事例を示す。画像処理では、これらと合わせて時間別・車種別交通量の計測なども行っている。

| 検出内容   | 異常走行検知                         | 異常環境検知                                |
|--------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 主な検出項目 | 停止車両<br>低速車両<br>渋滞<br>回避走行(逆走) | 落下物<br>火災(炎)<br>煙(ばい煙濃度)<br>照度(輝度・濃度) |



注：略語説明 LED(発光ダイオード)

図2 危険警告システムの構成例

見通しの悪いカーブや急カーブ、トンネル入口、サグ地点など、道路形状が事故多発の要因と考えられる地点のほか、夜間・降時などに対向車や前方の停止車両を検出して運転者に危険警告を行う。

ことができる。危険警告システムの構成例を図2に示す。

表示板やガイドライトによる運転者への警告に加え、道路上に設置されたアンテナから車両内に取り付けられた車載器に危険警告のメッセージを提供し、各運転者に個別の正確な情報を提供する実験も始まっている。

### 2.2 ガイドライトを用いた合流支援システム

わが国の都市内高速度道路では、環境や地理的な制約のため、防音壁の設置の必要性が生じるとともに、道路構造が複雑になりがちで、本線走行車と合流車が互いに見えにくくなっている。さらに、合流長が短いことから、合流車が本線車に速度を合わせる余裕が十分でなく、加えて、交通量が多く余裕を持った車間距離が取れないなどの理由で、合流挙動を困難にしている。

一方、都市内高速度道路のデータ分析の結果、滑らかな合流を行うためには、本線側車両のヘッドウェイ(運行間隔)は3~4秒必要であることがわかった。このことから、本線側のヘッドウェイを3秒以上上げることが合流支援として有効と考えられる。

本線車に情報提供を行う方法による合流支援実験システムの例を図3に示す。このシステムは、本線側の車両に対し、合流車の位置を中心に、その前後3秒間のヘッドウェイに相当する距離をガイドライトに投影する。具体的には、合流車の真横に同期してガイドライトを赤に点灯し、前方1秒、後方2秒の

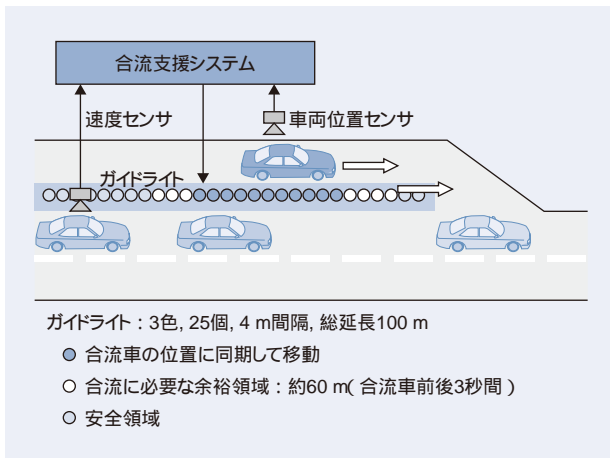


図3 合流支援システムのイメージ

高速道路のインターチェンジやジャンクションの合流地点で、進入車両や本線走行車両の状況を双方の車両に認知させることにより、急な加減速を伴う回避行動を抑制し、合流地点の安全向上を図る。

本線車のヘッドウェイに相当する距離(時速70 km/hのときは合計約60 m)をだいたい色に点灯し、その他の領域を緑に点灯する方式を採用した。

この合流支援システムの実験設備を国土交通省国土技術政策総合研究所の試験走路に構築し、男女各10名、高齢者(65歳以上)10名の計30名の被験者による実験を行った。被験者には、(1)合流支援サービスなし、(2)サービスを行うが、その意味を教えないので知見なし、および(3)サービスの意味を教えて知見ありの3種類の条件で合流を行ってもらい、それぞれの合流点での減速の状態を調べた。その結果を図4に示す。

実験結果から、合流支援サービスを提供した場合は緩やかな減速を行っており、円滑な合流が可能になると考えられる。

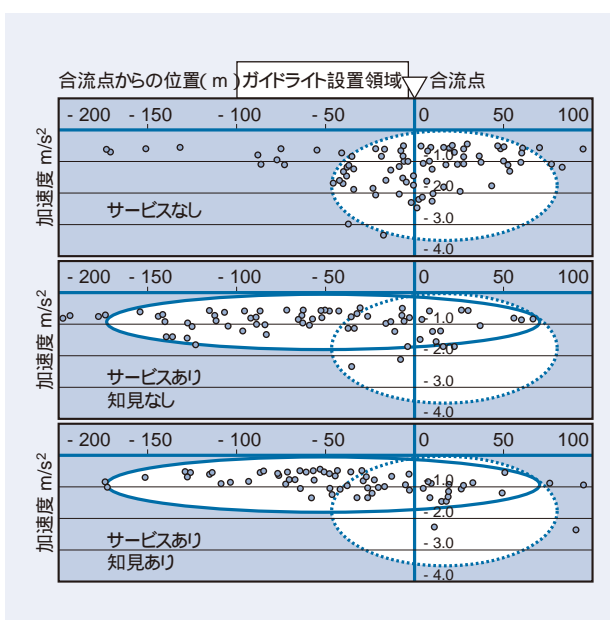


図4 車両位置と減速の関係

ガイドライトを設置して合流支援サービスを行った場合は、本線走行車両のガイドライトの点滅を認知してあらかじめ減速するため、同サービスがない場合に比較して緩やかな減速をしていることがわかった。

## 2.3 車両認識システム

車両認識システムは、旅行時間の計測、料金課金、車種の判定、登録番号の検索、駐車場管理などに利用する。AVI(Automatic Vehicle Identification: 車両認識技術)には、DSRC(路車間狭域無線通信)や、画像認識を用いてナンバープレートの情報を直接読み取る技術などがある。画像認識によるナンバープレート認識(以下、車番認識と言う。)技術について以下に述べる。

### 2.3.1 画像処理による車番認識の概要

車番認識システムの概要を図5に示す。料金所などにカメラや照明装置を設置し、撮影した画像からナンバープレートの領域を切り出し、プレート内のすべての文字を認識するものである。

### 2.3.2 車番認識システムへの最近の要求と日立グループの対応

画像処理による車番認識システムの歴史は古くからあるが、最近の動向としては、以下の点があげられる。

- (1) 広い撮影範囲：1台のカメラで車線幅全体を処理できるように、解像度が高いカメラを採用している。このため、画素数の増加により、高速なハードウェアが必要である。
- (2) いろいろな方向からの撮影に対応：これまでは、車両の前面を真正面から撮影することが基本であった。今後は、カメラ設置位置の自由度を高めるために、車両の後ろプレート認識や、路側からの斜め撮影などに対応する必要がある。
- (3) 高まる要求認識精度：旅行時間の計測などでは、不読が多少あっても統計処理で対応できる。しかし、計測目的が料金に関するシステムも増加しており、高い認識精度を確保する必要がある。

日立グループの画像処理では、高速画像処理LSI<sup>®</sup> Super-VChip<sup>™</sup>を用いることで、広い撮影範囲を持ちながら、高精細な画像でも数百ミリ秒で認識している。撮影方向や認識精度向上への対策例を図6に示す。斜め撮影でプレート映像が変形するなどの課題には、形状補正を行い、さまざまな方向

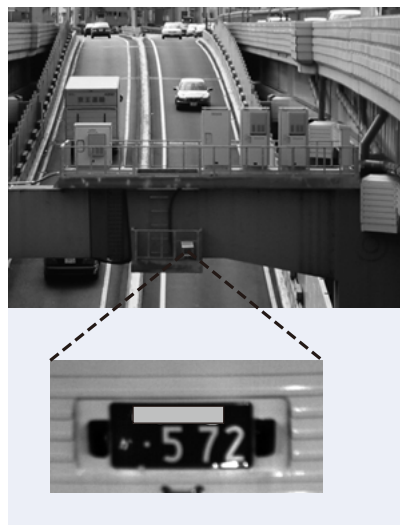


図5 車番認識システムの事例とカメラ画像

近赤外線感度が高いカメラと近赤外線LED照明によって車両を撮影する。撮影した画像からナンバープレート部を抽出し、全文字情報を認識することが可能である。

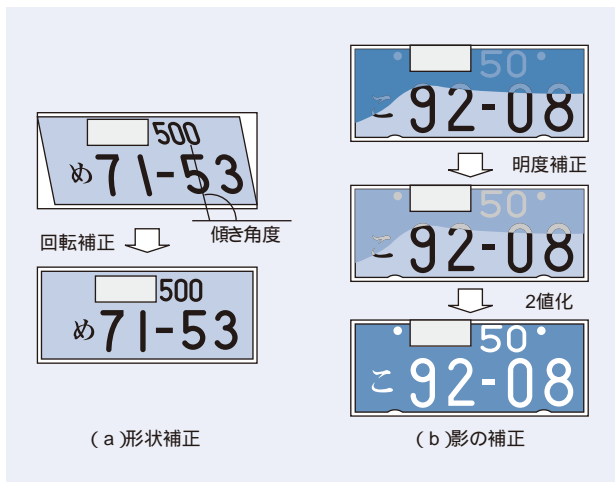


図6 さまざまな画像に対する改善手法例

撮影したナンバープレート画像は、傷や汚れのほか、傾いているものや、車体の影による明るさのむらがあるものも多い。原画像の形状補正やノイズを除去することで、総合的に認識率の向上を図っている。

からの撮影に対応している(図6(a))。また、後ろプレートでは影によって文字抽出が難しくなる場合もあるため、影領域の濃度を補正する明度補正により、文字が正確に切り出せるようなくふうをしている<sup>3)</sup>(図6(b))。

### 3 安全で快適な道路交通の実現に向けて

わが国の高速度道路利用率は、いまだ13%程度であり<sup>4)</sup>、モビリティ(交通)先進国の中では比較的低い状況にある。安全・安心で快適な道路交通のためには、高齢者も安心して走行できる走行支援機能を実現するとともに、高速・長距離移動車両の高速道路や自動車専用道路の利用率を向上させ、一般道に生活道路を復活させることも必要となる。

このような状況の下で、ETC・DSRC車載機の普及は弾力的な料金サービスを実現し、さらに、高速度道路施設における新しいサービスの展開などの可能性を秘め、高速度道路利用率の向上に貢献するものとする。また、インフラシステムでは、画像処理などのセンシングによってとらえた事象を、DSRC車載機を介して運転者に直接注意喚起することも可能となる。DSRCやWi-Fi(Wireless Fidelity)などによるインフラシステムと車載機との高速な双方向通信の実現は、高精度な交通情報提供や車両の遠隔診断、超流通によるメディア販売、運転者の特性に応じたリスク細分化保険など、新しいビジネス機会を創造するとともに、犯罪防止などの社会セキュリティの効果も期待できる。

米国でも、セキュリティ対策として全車両にDSRC車載機を搭載し<sup>5)</sup>、これを安全走行支援や安全遠隔診断、料金支払いサービスなどに活用する計画が動き始めている。

## 4 おわりに

ここでは、日立グループが開発してきた画像処理技術を活用した道路交通システムや、最近の路車間通信応用システムについて述べた。

日立グループは、道路監視制御やITSに向けて開発を進めてきた基盤技術を活用し、安全で快適な道路交通を提供することを目指し、さまざまな新しいサービスシステムを提案していく考えである。

なお、テストコースによる実験では、国土交通省国土技術政策総合研究所、および技術研究組合走行支援道路システム開発機構の関係各位に多大なるご指導、ご助言をいただいた。ここに深く感謝する次第である。

#### 参考文献

- 1)警察庁交通局交通企画課：平成16年中の交通事故死者数について、平成17年1月2日
- 2)村松、外：小型システムのための高性能画像処理の開発、2001年画像センシングシンポジウム予稿
- 3)北村忠明：ITSにおける画像処理技術の動向、電子情報通信学会誌、2003年10月号、p.773
- 4)「使える」/ハイウェイ推進会議：「使える」/ハイウェイ政策の推進に向けて(2005.2)
- 5)ABLinsight：Understanding GMs Decision to Make OnStar Standard 2007(Jan. 31, 2005)

#### 執筆者紹介



近藤 哲啓

1973年日立製作所入社、情報・通信グループ 情報制御システム事業部 社会情報システム設計部 所属  
現在、道路交通情報・AHSの開発に従事  
E-mail: tetsuaki\_kondou @ pis. hitachi. co. jp



馬上 克元

1979年日立製作所入社、電機グループ 社会システム事業部 電機システム統括部 所属  
現在、道路システムシステムの拡販に従事  
E-mail: katsuyuki-moue @ pis. hitachi. co. jp



片山 恭紀

1975年日立製作所入社、電機グループ 社会システム事業部 電機システム統括部 所属  
現在、AHSの企画開発業務に従事  
電気学会会員、交通工学研究会会員  
E-mail: yasanori\_katayama @ pis. hitachi. co. jp



北村 忠明

1977年日立製作所入社、日立研究所 情報制御研究センター 情報制御第二研究部 所属  
現在、画像応用システムの研究開発に従事  
E-mail: kitamura @ gm. hrl. hitachi. co. jp