

# 自動車の安全 , 安心の進化とそれを支える 外界認識技術への日立グループの取り組み

*Evolution of Automobile Safety, and Surrounding Recognition Technology of Hitachi*

工藤 英康 Hideyasu Kudo

河野 純 Jun Kawano

及川 秀司 Shuji Oikawa

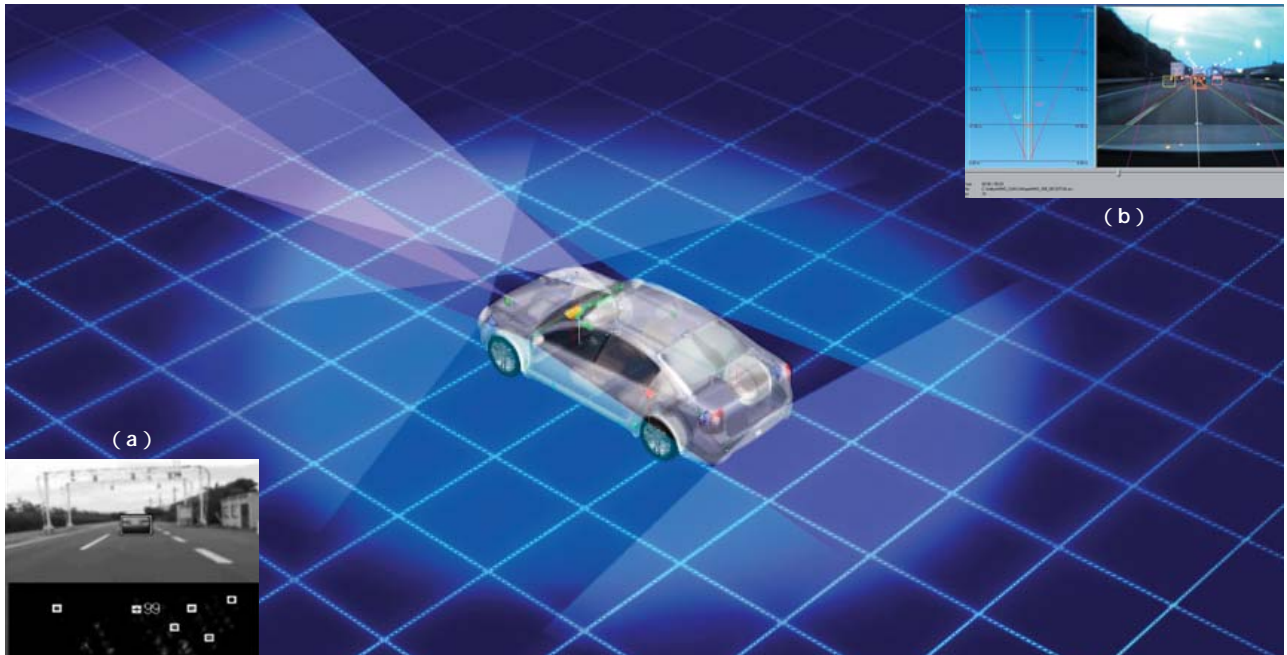


図1 ドライバーの認知・判断を支援し、安全性の向上に貢献する外界認識技術  
先行車とのオフセットを判断するミリ波レーダ(a)と、カメラのセンサーフュージョン(b)の例を示す。

## ITS分野の市場動向

### 事故の状況と安全対策への取り組み

日本における交通事故死者数は、エアバッグやABS(Antilock Brake System)などの衝突安全対策の効果によって減少傾向であるが、負傷者数は増加傾向にある。1990年代後半から、レーダやカメラを使った予防安全技術が採用され、今後は採用車種の拡大とさらなる安全性向上のための性能向上が図られることが予想される。

日立グループは、車両制御から通信インフラも含めた幅広い取り組みを行っている。ドライバーの認知・判断を支援することにより、交通事故の低減に大きな効果が期待できる外界認識技術の研究開発もその一つで

ある(図1参照)。

2006年の国内交通事故の被害状況は、軽自動車を除いて減少傾向にはあるものの、事故件数は88万6,703件、死者数は6,352人、負傷者数は110万人に上る(図2参照)<sup>1)</sup>。エアバッグやABSなどの衝突安全対策の効果により、死者数は減少傾向であるが、負傷者数は増加傾向にある。また、歩行者・二輪車・自転車の死亡事故が約半数を占めている。世界的に見ると、交通事故による死者数は、全世界で50万人/年、先進国では10万人/年(IRTAD(International Road Traffic and Accident Database:国際道路交通事故データベース)統計/ITARDA(Institute for Traffic Accident Research and Data Analysis:財団法人 交通

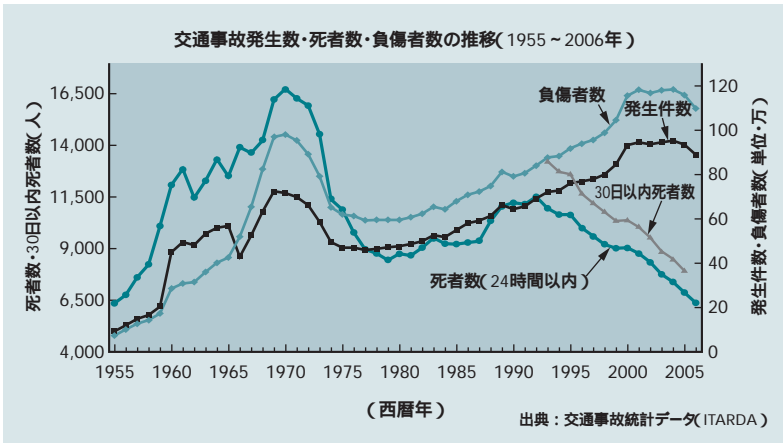


図2 日本の交通事故(1955年～2006年)  
死者数は減少傾向にあるものの、発生件数、負傷者数は減少していない。

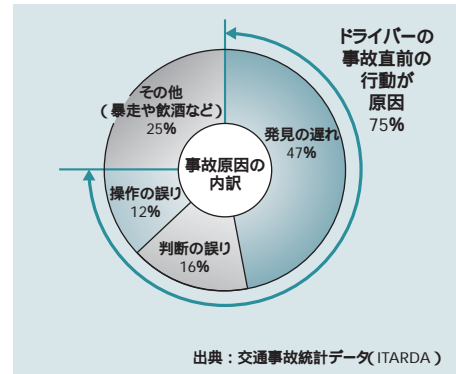


図3 交通事故原因とその分類  
発見の遅れは認知ミスであり、知覚の情報源、情報伝達、ドライバーの問題などが挙げられる。また、判断の誤りは他車・歩行者の動き、自車の運動、交通ルールの読み違いなどが考えられ、操作の誤りは車両運動性能の劣化、車両運動への外乱、ドライバーの運転技量不足などを示している。

事故総合分析センター(統計)にも上っており、深刻な社会問題となっている。

これらの交通事故の原因は、認知、判断、操作のミスと言われており、ITARDA統計資料によると、75%の事故は、ドライバーの事故直前の行動が原因となっている(図3参照)。

このことから、ドライバーの認知・判断を支援することにより、交通事故の低減に大きな効果が期待できると考えられる。そのためには、外界認識技術が重要技術となる。

ドライバー向けの認知・判断支援システムは、ドライバーに危険を知らせることや積極的な車両制御により、事故を回避するように機能する。これらのシステムは、ドライバーの負担を減らし、より安全に、より簡単に、より快適に運転できるというメリットをもたらす。

(a) e-Safety

2001年からERTICO(European Road Transportation Telematics Implementation Coordination Organization:欧州ITS推進のための官民連携組織)が開始した活動で、現在は官民共同の取り組みとしてEC(European Commission)が主催し、欧州全土で道路の安全向上をめざしている。欧州全域の地図データベースや、路車協調によるドライバー支援システムなどの多方面での取り組みを通じ、2010年までに交通事故死者数の半減を目標としている。

(b) ASV

Advanced Safety Vehicleの略。1991年から自動車メーカー、国土交通省、学識経験者が中心となって推進されてきたプロジェクト。主に自動車の安全装備の高度化をめざしており、これまでの活動の成果は、すでに一部の自動車に実用装備として取り入れられている。

世界各国の安全への取り組み

このような車社会の深刻な問題に対して、世界の国々が安全な交通をめざして国家レベルで取り組んでいる。1994年にパリで開催されたITS(Intelligent Transport Systems)世界会議は第14回目となり、2007年は北京で行われることになっている。

(1) 米国の動き

米国においては、欧州のe-Safety<sup>(a)</sup>や日本のASV<sup>(b)</sup>、AHS<sup>(c)</sup>と連携してVII(Vehicle Infrastructure Integration)が進められている。これは、全死亡事故の半数を占める交差点事故、および路外逸脱事故を防止する目的で車車間、路車間通信を支援するための社会インフラを整備し、安全とモビリティを向上

させる取り組みである。

(2) 欧州の動き

欧州においては、「Vision Zero」のコンセプトの下、交通事故死者数ゼロへの取り組みが推進されており、カーメーカーを主体とした衝突安全から予防安全に向けたe-Safetyの活動が行われている。

(3) 日本の動き

日本におけるITSへの取り組みは、1996年の「高度道路交通システム推進に関する全体構想」に沿って、官民協力の下に推進されてきた。

2006年1月には「IT新改革戦略」が内閣府から発表され、「世界一安全な道路交通社会の実現(交通事故死者数2012年5,000人以下の達成)」に向けた国家レベルでの取り組みが進んでおり、2008年度は、官民連携により、特定地域の公道において事故削減効果や受容性の検証を目的とした大規模実証実験を行うことになっている。

これらの実験結果から、2010年以降効果のあるシステムについて、順次全国への展開を図り、世界のフロントランナーとして安全運転支援システム仕様の国際標準化と海外展開をめざすとされている。

これを受け、交通政策審議会において、交通事故のない社会をめざし、三つの車両安全対策の目標が立てられた。

(1) 2010年までに1999年(死者数は9,006人)比で交通事故死者数を2,000人削減

(2) 2010年までに2005年(負傷者数は115万6,633人)比で交通事故負傷者を2万5,000人削減

(3) 2010年以降も継続的に削減を図る。

その取り組みとして、2007年4月1日から大型トラックの衝突軽減ブレーキ普及のためのインセンティブ(購入者に対し、装着価格の50%の補助を行う)導入がなされ、ドライブレコーダ(DR)やイベントデータレコーダ(EDR)などを活用した事故分析・効果評価の拡充も考えられている。

これまで車両安全対策として各種衝突基準の策定、自動車アセスメントの充実、ASVの開発・普及の促進などを逐次実施した結果、衝突時の乗員保護性能の飛躍的な向上が図られた。さらにASVの第4期計画では、衝突時の被害低減に加え、予防安全技術の導入を促進している。自律検知型技術とともに、車車間、路車間通信技術の実用化を図り、事故分析と効果評価に基づき、すべての車種で普及する対策を展開する。

#### カーメーカーの取り組み

カーメーカーも積極的に安全運転支援システムの開発に取り組んでいる。

ダイムラー・クライスラー社は、「アクシデントフリードライビング」をコンセプトに、現実の事故シナリオに基づくドライバー支援システムを開発し、交通事故ゼロへ挑戦している。

ボルボ社は、国家プロジェクトとして「IVSS(Intelligent Vehicle Safety Systems:知能化自動車安全システム)プログラム」を推進しており、衝突が起こる前に作動する先行型の防衛システムの開発により、交通事故死傷者ゼロをめざしている。

トヨタ自動車株式会社は、「Zeronize(ゼロナイズ)」をコンセプトに交通事故ゼロ社会へ挑戦している。Zeronizeとは、「交通事故」、「交通渋滞」、「環境負荷」などのネガティブインパクトを限りなく小さくすることであり、ITSのキー技術として、検知技術、情報処理技術、通信技術、表示・操作搭載技術、制御技術が掲げられている。

日産自動車株式会社は、「Safety Shield(セーフティシールド)」をコンセプトに、環境に

負荷をかけない安全な日産車にかかわる死亡・重傷者数を1995年比で2015年までに半減)自動車をめざしている。Safety Shieldとは、「クルマが人を守る」という考え方で、通常運転から衝突後まで、自動車が状況に応じてさまざまなバリア機能を働かせ、危険に近づかないということの意味する。自律型予防安全システム、路車協調システム、車車間通信の三つの面から開発が行われている。

本田技研工業株式会社は、「ぶつからない自動車を開発することを究極の目標とし、自動車の知能化を図り、運転者が判断を誤ったり、操作ミスをしたとしても、運動性能を高度に制御して危険を回避できる技術を追求している。また、同社では現実には起きる事故をできるかぎり再現するために、2000年、世界初の屋内型全方位衝突環境を整えている。

#### 車両としての環境

歩行者死亡事故は70%近くが夜、90%近くが直線路、70%近くが横断中という状況で発生している。運転機能は年齢が上がるに従って衰えていくことが自覚できるが、気をつけることのできない視機能の衰え(標識の文字や信号が見つらなくなるなど)は、例えば標識の判読距離でいえば、50歳代から急激に低下し、70歳代は30~40歳代の半分程度となると言われている(図4参照)<sup>9)</sup>。

高齢社会となった今日、これまでの緊急事態の回避から、ドライバーが緊急状態にさらされない状況を維持するシステムが求められてきており、車両の電子化とともに外界認

#### (c) AHS

Automated Highway Systemsの略。走行支援道路システム。国土交通省が検討する安全運転支援システムであり、主に道路側に設置したカメラなどの情報収集インフラからの情報を、路車間通信などを用いてドライバーに伝えることで、安全運転の支援を行う。

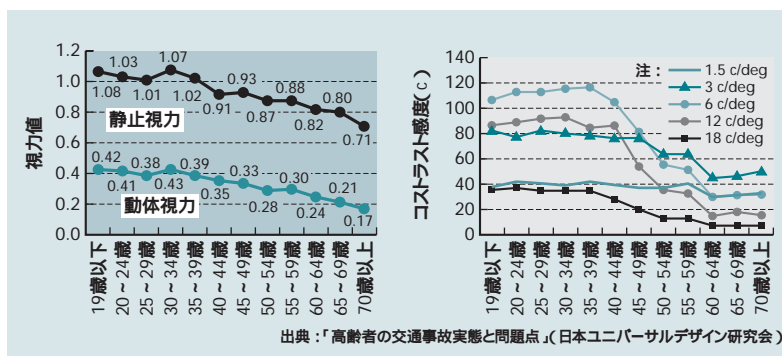


図4 年齢層別の視力とコントラスト感度  
年齢層が上がるに従い視力が低下する。



識センサーが重要なキー技術となってきた。

日立製作所は、これまでのエンジン制御、HEV( Hybrid Electric Vehicle )技術などをベースに、株式会社ユニシアジェックスの統合で、ブレーキ制御とステアリング制御を加え、さらに、トキコ株式会社の統合によってブレーキとサスペンション制御を加えた。また、クラリオン株式会社と株式会社ザナヴィ・インフォマティクスの子会社オーディオ・ナビゲーションを統合し、車載通信技術といった総合的な自動車関連技術について取り組んできた。2006年にはオートモティブシステム研究開発センタ、IAS( Information and Actuation Integrate Management System )本部を設置し、これらの技術を融合した安全運転支援システムの開発に取り組んでいる。

以下に、安全運転支援システムのキー技術である外界認識センサーの開発の取り組み状況について、オートモティブシステムグループの現在までの成果を中心に述べる。

#### 画像認識技術の自動車応用とプラットフォーム開発

現在、自動車メーカーによる車両へのカメラ搭載が増えている。そのカメラは、車両の外側だけでなく内側にも向けられている。外向きカメラは、道路の地物や形状を認識し、車両制御システムに情報を提供することができる。また、外向きのカメラによって自動車用レーダなどの外向きのセンサーを補完することで、システムは物体を検知するだけでなく、物体の形や動作も予測できるようになる。一方、内向きのカメラは搭乗者の体格、座席上の位置、動作、顔の表情といった情報をシステムに提供することで、スマートエアバッグの作動などの機能をサポートしたり、ドライバーの眠気や酔いを検知したりすることができるようになる。

日立グループは、外向きカメラを軸に単眼カメラとステレオカメラによる外界認識技術を開発中である。単眼カメラにおいては、道路の白線や地物の認識、先行車の認識、カーブなどの道路形状の認識、雨滴の認識、窓ガラスの曇り検知、前方車の照明検知など

の認識技術を開発している。白線認識は、ドライバーの車線逸脱による事故を未然に防ぐために、白線逸脱防止機能のセンサーとして車両に搭載されている。

また、自動車用ステレオカメラについては、富士重工業株式会社と共同開発中である。ステレオカメラは、単眼カメラの機能に加え、先行車や障害物との距離の測定、車線の勾(こう)配情報提供が可能である。わが国における歩行者・自転車利用者の死者数は、交通事故死者数の44.7%を占めており、人の検知はきわめて重要な課題であることから、三次元パターンマッチングによる人の検知も可能とした。安全運転支援システムのセンサーとして、より幅広い活用が期待できる(図5参照)。

#### 運転者に安心を提供する 外界ビューカメラ

自動車へのカメラの装着が、急速に増えている。カメラを搭載することにより、ドライバーの視覚を補助し、見えないところを見えるようにすることができ、事故防止において重要な装置となっているからである。

後方監視カメラは、車両の後方にカメラを装着することにより、駐車支援や、後方の障害物や人などを映像で把握することができ、自動車を快適で安全なものとする。

サイドビューカメラは、サイドミラーにカメラを装着することにより、右左折時の自転車やバイク、隣接車線の後方から接近する車両などの情報を提供し、巻き込みや、追い越し時、車線変更時の事故を防止する。

フロントビューカメラでは、車両の両サイドあるいは中央にカメラを装着し、見通しの悪い交差点での左右の映像を提供することにより、出会い頭の事故を防止する。また、車両の前方の障害物や人を映像で提供することにより、人身事故を防止することができるようになる。

自動車用のナイトビジョンシステムは、赤外線カメラにより、暗い道路の歩行者を識別し(図6参照)、モニタやフロントガラス付近に投影表示し、ドライバーに知らせる運転支

援システムである。ヘッドライトの死角にいる歩行者をも検知することができる。さらに、カメラの映像は、衝突の前後数十秒間の映像を保存するドライブレコーダとしても活用されるようになった。

日立製作所は、2006年にクラリオン株式会社を子会社化し、バックアイカメラやサイドビューカメラを保有している同社のカメラ技術をベースに、外界ビューカメラの高度化開発を行っている。ビューカメラにおいては、自動車のあらゆる死角をなくするために複数の広角レンズを装備したカメラが搭載される。広範囲のデータをドライバーに判断しやすい形にして提供するためには、見せ方がきわめて重要であり、広角レンズにおけるゆがみの補正技術や鳥瞰(かん)表示技術などを開発した。さらに、車両のどこに装着すれば全方位の死角補完ができるか、どのような視野特性を持ったカメラを装着すれば、より少ないカメラで効率よく視野を確保できるか、また、暗闇から逆光までカバーする広ダイナミックレンジへの対応技術などの開発を進めている。これらのカメラは、より高度な処理によって制御用のセンサーとして活用されていく。

### ミリ波レーダの小型化と高性能化

レーダ技術の車両への搭載は、すでに普及段階に入りつつあり、実用化されている機能としては、レーダが提供する方位と距離の情報から、一定速で、かつ安全な車間距離を保つACC<sup>d</sup>機能がある。ドライバーは、前方車を気にすることなく、自動車を目的地に向けることに集中でき、運転負荷や不注意による運転ミスなどを減らすことができる。

今後は、レーダやアクチュエータの性能向上により、渋滞時の停止・追従や前方障害物の回避・停止など、活用されるアプリケーションが拡大されていくことになる。また、車両後方への装着による後方からの接近車検知や、車両の両サイドへの装着による側方接近車検知などによって複数個のレーダが必要になってくるため、より安価で小型なレーダの開発が望まれている。

自動車用のレーダは、小型のバイクから

図5 ステレオカメラによる立体物検知

下段はカメラによる認識状況を示し、上段はそのデータを基に歩行者を判断した様子を表示している。赤枠内が歩行者を示す。

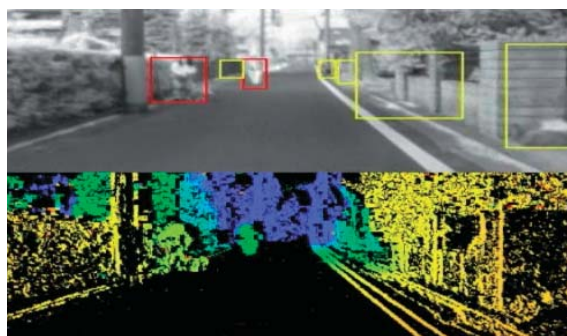
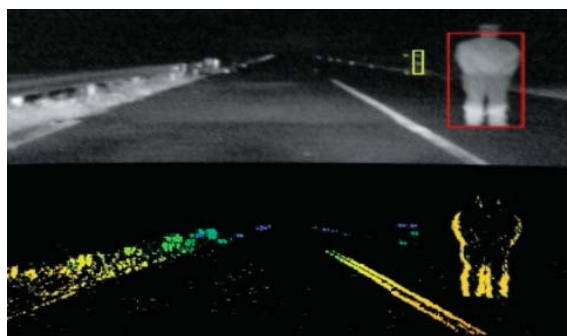


図6 自動車用ナイトビジョンシステムによる歩行者検知

赤外線カメラによって暗い道路を歩いている歩行者を識別することができる。



大型車までさまざまな物体の距離計測をしなければならぬ。距離計測範囲は0~200 m程度、相対速度は0~±200 km/h程度の物体を、気象条件や時間帯に関係なく安定して検知することが求められる。また、直線道路、カーブを問わず、自車の進行方向前方の車両が自車レーン上か隣接レーン上かを正しく識別する能力が要求される。

今後は、より高精度なUWB<sup>e</sup>技術を応用したレーダが開発されていくと考えられる。

日立グループは、2周波CW(Continuous Wave)のモノパルス方式のミリ波レーダ<sup>f</sup>を製品化している。発信器、パワーアンプ、レシーバを高密度実装したMMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuits)高周波モジュールや小型アンテナの開発により、縦80×横108×奥行き64(mm)、重量550 gと業界最小最軽量クラスを実現した(図7参照)。距離検知方式に2周波CW方式を採用し、1 m以内の至近距離での検知を可能としている。変調周波数幅も300 kHz以下で、他のレーダとの干渉も起こしにくいという特徴がある。また、角度検知方式には二つの受信アンテナとターゲットの距離差を利用するモノパルス方式を採用していることから、最もシンプルな構造であり、小型化が容易で信頼性にも優れている。

### (d) ACC

Adaptive Cruise Controlの略。車間距離制御機能付き定速走行装置。ミリ波レーダなどを用いて、先行車との適正な車間距離を保つように追従して走行し、先行車との車間距離が短くなった場合は、適正な車間距離を維持するように車速をコントロールする車間距離制御機能と、先行車へ接近した場合に警報する接近警報機能を実現している。

### (e) UWB

Ultra Wide Bandの略。超広帯域無線とも呼ばれ、データを数GHzに及ぶ広い周波数帯に拡散して送受信する無線通信方式。無線通信だけでなく、位置測定、レーダの機能も併せ持つ。低消費電力で高速通信が可能、高精度の位置測定が可能といった特徴がある。車載レーダには、22 GHz以上のミリ波帯が利用され、従来の76 GHz帯のミリ波レーダに比べてコストダウンが可能になると期待されている。

### (f) ミリ波レーダ

波長数ミリメートルの電波(ミリ波)を用いて対象物からの反射波を測定し、相対距離や速度などを検知する装置。近年、自動車のACC・車間距離警報システムなどに用いるため、76 GHz帯の車載レーダが、前方監視レーダとして国内外で実用化されている。また、衝突予知による衝撃緩和システムへの応用も進められている。

今後は、安全運転支援システムにおけるキー技術としてレーダに求められる要求性能が一段と高まるため、検知エリアの拡大、分解能の向上、検知距離の拡大、静止障害物の検知拡大など、性能向上のほか、さまざまなアプリケーションへの適用を考え、近距離広角レーダの開発にも取り組んでいる。

### カーナビゲーションシステムの 走行環境認識技術への適用

カーナビゲーションシステムの歴史は、本田技研工業株式会社が1981年に開発したことから始まり、1990年に世界に先駆けてGPS（Global Positioning System）カーナビゲーションシステムがパイオニア株式会社から発売され、大きく成長した分野である。2006年12月末の国内累計出荷台数が2,532万台を突破するなど、飛躍的な伸びを示している。

カーナビゲーションシステムは、CPU（Central Processing Unit）、メモリ、GPS・ジャイロセンサー・車速センサー、ソフトウェアの高度化といった技術に支えられ、高精度の位置精度を持つようになった。また、地図の記憶装置においてはCD（Compact Disc）からDVD（Digital Versatile Disc）、そして現在

はHDD（Hard Disk Drive）メモリが主流となり、地図データ以外に、より多くの地図関連情報を持つことができるようになった。

日立グループは、カーナビゲーションシステムのHDD化に伴い、最新地図へのメンテナンスが容易となり、さらにモバイルにおける通信環境の充実やPC（Personal Computer）の普及と高速インターネット環境の充実を背景に、最新情報によって変更された部分だけを更新する「差分更新技術」を開発している。これにより、カーナビゲーションシステムは常に最新の地図を持つことが可能となり、これまでの情報提供のみの装置から、制御系のセンサーの一部としての活用に取り組んでいる。

また、センサーとして活用するには、自車位置精度の大幅な向上が必須であり、地図の高精度化に合わせ、高精度のロケータを開発している（図8参照）。今後は、カーナビゲーションシステムからの情報により、道路のカーブを認識し、自動的にシフトダウンあるいは最適な速度への減速を行うなど、安全でスムーズなカーブ走行が可能になる。その活用は走行制御だけでなくパワートレイン制御にまで拡大されていくであろう。

### センサーフュージョン技術

複雑な走行環境における安全運転支援システムなどの車両制御においては、より高精度な自車周辺環境の認識が求められる。これまでの単一センサーからの情報だけでなく、複数のセンサー、例えばレーダやカメラ、カーナビゲーションシステムなどから得た多くのデータを統合的に処理することで、より高度な認識機能を実現することができるセンサーフュージョンがキー技術となる。

日立グループは、複数のセンサーをフュージョンさせることによって、自動車の走行において必要となるさまざまな物を高精度に認識することに成功した。例えば、カーナビゲーションシステムの自車位置に対し、カメラシステムによる自車の周辺の状況から位置を高精度に特定する。また、カメラシステムで自車の周辺の状況を常時監視し、歩行者や



図7 日立ミリ波レーダ  
日立ミリ波レーダはコンパクトな構造であり、小型化が容易で信頼性にも優れる。



図8 自車位置精度を向上したカーナビゲーションシステム  
自車位置を正確に把握できるのでブレーキなどの協調制御が可能となる。



障害物、他の自動車を発見した際には、レーダーで対象物との距離を測り、ターゲットをいっそう正確に確定するといったセンサーフュージョン技術を開発している。これらにより、いっそう高度な車両制御を可能としている。

自動車の走行制御においては、外界認識以外に、車両の状態を監視するセンサーからの情報も収集する必要がある。そうしたセンサーとしては、ジャイロ、速度、加速度、ハンドルやブレーキペダル位置、タイヤの空気圧などさまざまなものがある。路側のビーコンや道路に埋め込まれたデバイスから、車両にリアルタイムに情報を送信することも可能となった。走行環境における膨大な数の自動車周辺障害物の存在を考えると単一センサーでは厳しく、これらのさまざまなセンサーをフュージョンさせていく必要がある。

### 外界認識技術の発展を安全につなげる

これまで、自立型のセンサーを中心に述べてきたが、人、バイク、車両、障害物、路

面状況など道路環境が時々刻々と変化する複雑な自動車の走行環境では、そうした情報を収集するために、車両における通信も必須となる。車両における通信には、お互いに自車の情報（位置や速度、方向など）を交換する、あるいは自車から見えない範囲の情報を他の車両から得て補完する車車間通信と、信号や交差点、急カーブ、事故車情報など固定センサーで監視し、その結果を配信する路車間通信（首都高速道路の参宮橋でVICS<sup>(g)</sup>の電波ビーコンを通じて実験を実施中）があり、日立グループでは、VICS車載器、DSRC<sup>(h)</sup>車載器、路側機（電波ビーコン）などの通信技術も開発している。

これらの車車間・路車間通信と自車のセンサーをフュージョンさせることにより、安全な運転環境を実現し、ドライバーと自動車により快適で安全な関係のために世界一の外界認識技術の開発をめざしていく。

一日でも早く世界中から交通事故による死傷者をなくすために、人の目に代わって自動車に目を持たせるセンシング技術の発展に貢献できれば幸いである。

### (g) VICS

Vehicle Information and Communication Systemの略。道路交通情報通信システム。カーナビゲーション向けに渋滞・工事などの情報をリアルタイムに配信するシステムで、通信手段としてはFM多重放送、光ビーコン（赤外線通信）、電波ビーコン（2.4 GHz帯通信）の3種を用いる。1996年のサービス開始以来、新しい形の公共情報提供基盤として全国に整備が推進されてきた。

### (h) DSRC

Dedicated Short Range Communicationの略。5.8 GHz帯の周波数帯、伝送速度は最大4 Mビット/s、通信可能な範囲は最大30 m程度の専用狭域通信。ETC（Electronic Toll Collection System: 自動料金収受システム）では、この無線通信システムを利用し、道路側に設置された無線装置と車両に搭載された無線装置の間で通信を行う。ETC以外のさまざまなサービスにも利用が広がっている。

### 参考文献など

- 1) 財団法人 交通事故総合分析センター (ITARDA), <http://www.itarda.or.jp/>
- 2) 国土交通省自動車交通局, <http://www.mlit.go.jp/jidosha/roadtransport.htm>
- 3) 警察庁, <http://www.npa.go.jp/>
- 4) 財団法人 道路交通情報通信システムセンター, <http://www.vics.or.jp/>
- 5) ITS Japan, <http://www.its-jp.org/>
- 6) 首相官邸, <http://www.kantei.go.jp/>
- 7) トヨタ自動車株式会社, <http://www.toyota.co.jp/>
- 8) 日産自動車株式会社, <http://www.nissan.co.jp/>
- 9) 本田技研工業株式会社, <http://www.honda.co.jp/>
- 10) 日本ユニバーサルデザイン研究会, <http://udjapan.hp.infoseek.co.jp/report/IV-2.pdf>

### 執筆者紹介



**工藤 英康**  
1981年日立製作所入社、オートモティブシステムグループ IAS本部 所属  
現在、IAS関連製品の事業企画業務に従事



**河野 純**  
2000年日立製作所入社、オートモティブシステムグループ 事業開発本部 第二事業開発部 所属  
現在、IAS関連製品の事業開発業務に従事



**及川 秀司**  
1989年日立製作所入社、オートモティブシステムグループ 事業開発本部 第二事業開発部 所属  
現在、IAS関連製品の事業開発業務に従事  
自動車技術会会員