

# 基調論文 | デンソーの先進安全技術動向\*

## DENSO's Advanced Safety Technology

加藤 良文  
Yoshifumi KATO

鈴木 知二  
Tomoji SUZUKI

In the past decade, vehicle control technology such as ESC (Electronic Stability Control) and passive safety technology such as airbags have widely penetrated the market, and contributed to a reduction in traffic accidents and fatalities. Recently, active safety products, such as the collision avoidance assist system have also been recognized and accepted by many users, and we anticipate that such active safety products will spread quickly in the coming years. Furthermore, research on autonomous driving is being conducted on a worldwide scale, and feasibility tests on public roads have become possible. This paper introduces DENSO's research and development state in the field of advanced safety technology – from the normal driving phase to post-crash phase – for the phases categorized by the time sequence of the collision.

**Key words** : Active Safety, Passive Safety, Autonomous Driving

### 1. はじめに

自動車の安全性に対する社会的なニーズが高まり、緊急時の車両安定性を確保する車両制御技術、衝突時の乗員保護を目的とした衝突安全技術が普及し、交通事故死傷者低減に貢献してきた。近年、衝突回避を支援するような予防安全技術が小型車にも搭載されたことにより、ユーザにも幅広く認知され、急速に普及することが予想される。また、自動運転に向けた研究開発もグローバルに盛んになっている。

本稿では、通常運転時から衝突後まで安心・安全を提供する、デンソーの先進安全技術開発の現状と将来に向けた取組みを紹介する。

### 2. 日本と世界の交通事故の現状と対策

#### 2.1. 日本の交通事故の現状と対策

昨今の車両安全技術、特に衝突安全技術の進化と普及により、先進国の交通死亡事故は減少している。日本では、1970年のピーク時（16,765人）に比べ2012年の死者数は4,411人<sup>1)</sup>で、約7割減少している（Fig. 1）。最近の事故の特徴として、高齢者死者数が約半分を占めること、歩行者・自転車乗員の割合も約半分を占めること、また事故件数が全体として減少する一方で、高齢者ドライバーによる加害事故が増加していることなどが挙げられる。

日本政府は、2011年に第9次交通安全基本計画（2011-2015年）において、「2015年までに24時間死者数を3,000人以下（30日以内死者数の3,500人に相当）と

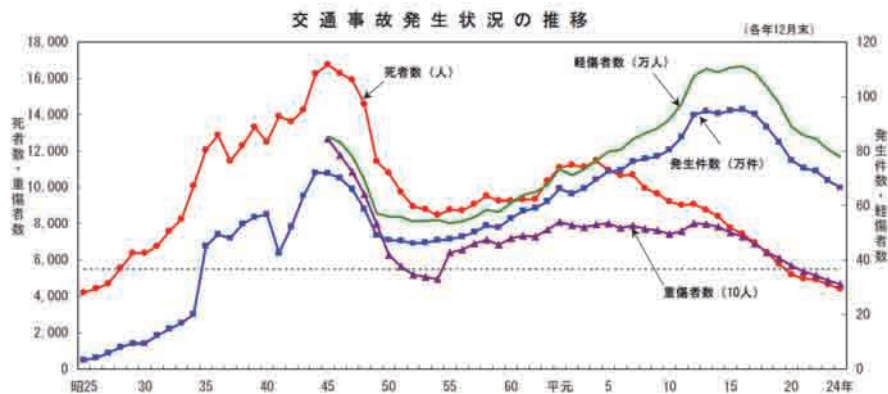


Fig. 1 Fatality & Injured Accidents in Japan<sup>1)</sup>

\*2013年9月9日 原稿受理

し、世界一安全な道路交通を実現する」という目標を設定した<sup>2)</sup>。

この政府目標を踏まえ、国土交通省は車両安全対策によりおおよそ3分の1の削減を担い、「2020年までに、30日以内死者数を1,000人削減（2010年比）する」ことを目標として掲げた<sup>3)</sup>。具体的には、①少子高齢化への対応として、高齢者に対応した乗員保護技術の開発や高齢ドライバーに対応した運転支援システムの開発・普及、②歩行者・自転車乗員の事故防止・被害軽減対策として、自動車の歩行者保護基準の拡充と衝突を回避・軽減する予防安全技術の開発と普及、③新たなモビリティへの対応、④大型車がからむ重大事故対策として、予防安全技術の導入支援・義務付けやドライバーの健康起因による事故防止等を対策として挙げている。

## 2.2. 世界の交通事故の現状と対策

日本始め先進国の交通事故死者数が減少する一方で、モータリゼーションが始まった新興国では死者数が増加している。世界保健機関WHO（World Health Organization）によれば、2010年に世界では約124万人が交通事故で死亡しており<sup>4)</sup>、何もアクションを取らなければ2030年に240万人に達すると予測している<sup>5)</sup>。

そこで国連は2010年に“Decade of Action for Road Safety 2011-2020”<sup>6)</sup>を立上げ、2020年に成行きに対して死者を半減し、10年間で累積500万人の死者を削減する目標をかかげた（Fig. 2）。具体的には下記5つを柱に、各国に行動を呼びかけている。

①交通安全管理、②安全な道路とモビリティ、③より安全な車両、④より安全な道路利用者、⑤事故後対応

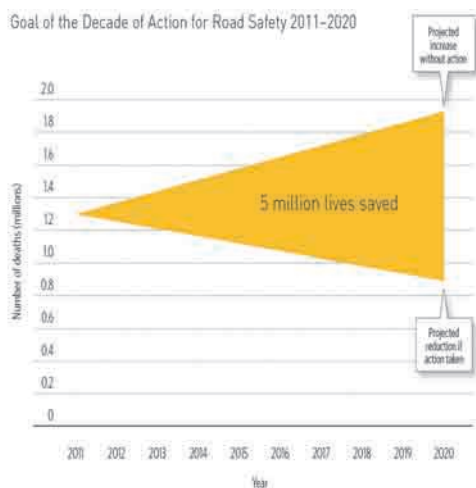


Fig. 2 Goal of the Decade of Action for Road Safety 2011-2020<sup>6)</sup>

Table 1 Active Safety NCAP

	~10	11	12	13	14	15	16	17	18~
	● Decided ○ Under discussion				○ AEB LDW			○ Pedestrian AEB LKA Pedestrian Warning at night	
	● FCW LDW				○ AEB (IIHS)			○ Pedestrian AEB (IIHS)	
				● SAS	● AEB LDW/LKA			● Pedestrian AEB	
	AEB FCW LDW	Autonomous Emergency Braking Forward Collision Warning Lane Departure Warning			LKA SAS IIHS	Lane Keeping Assist Speed Assistance System Insurance Institute for Highway Safety			

## 3. 法規・NCAP動向

安全装備の普及を促進する手段として、各国政府が定める法規と、政府もしくは民間団体が規定し、ユーザーに車両の安全性をわかりやすく提供して、安全な車両の購入を促す自動車アセスメントNCAP（New Car Assessment Program）がある。

衝突安全分野においては、主に各国法規が主導する形で、車両の安全性を向上させ、衝突時の乗員の傷害低減に効果を挙げてきた。横滑り防止装置（ESC：Electronic Stability Control）は日米欧での義務化がスタートしている。また、事故件数は少ないものの加害性が高い大型車に対しては、衝突被害軽減ブレーキや車線逸脱警報といった予防安全システムの義務化が決定している。

一方、乗用車の予防安全分野では、NCAPが中心的役割を果たし、基準化が始まっている。Table 1に主要国のNCAP導入計画を示す。Euro NCAPは、2014年に衝突回避支援ブレーキAEB（Autonomous Emergency Braking）を導入、2016年には歩行者AEBの導入を決定しており、日本のJ-NCAPも採用する計画である。NCAPは今後も進化し、車両の安全性強化をリードしていくものと考えられる。

NCAPでもう1つの大きな動きは、新興国への導入拡大である。2011年に設立されたGlobal NCAPは、前述の国連の活動をサポートする形で、新興国における車両安全性向上を促進している。2012年にはラテンNCAP、アセアンNCAPがスタートし、新興国においても基本安全機能を普及させるよう取り組んでいる。

## 4. デンソーの取組み

### 4.1 「いつもの安心、もしもの安全」

労働災害の統計的分析として“ハインリッヒの法則”が知られている。これは、「1件の死亡事故に対して軽傷事故29件、ヒヤリハットが300件ある。さらに、潜

在的な不安全行動は数多い」というものである。

交通事故もほとんどの事故がドライバ起因であるため同様な構造と仮定でき、死亡・重傷事故の背後には、軽傷事故、ヒヤリハット、さらには、ドライバの不安・苦手等に起因する不安全行動が存在すると考えられる。

デンソーでは、万が一発生する重大事故の防止、および、傷害を軽減するシステム（もしもの安全）に加え、通常運転時からドライバの安全運転を支援し、できるだけ危険に近づけないシステム（いつもの安心）の開発にも注力し、「いつもの安心、もしもの安全」をキャッチフレーズに、交通事故のない社会の実現を目指した技術開発に取り組んでいる。

4.2. 運転フェーズ

運転行動は、通常運転、危険発生、衝突直前、衝突中、衝突後の5つのフェーズに層別することができる。各フェーズにおける代表的なアプリケーションをTable 2に示す。

**通常運転：**システムが運転操作の一部を代行したり、必要な情報を提供したりすることで、運転に対する疲労を軽減、また苦手や不安の解消を支援する

**危険発生：**ドライバが予期せぬ危険に遭遇しそうな場合、システムがドライバに警報し、危険回避を支援する。

**衝突直前：**ドライバの運転操作では衝突が避けられない場合、システムが自動的に介入し、車両を制御する。

**衝突中：**万が一事故が発生した場合、システムが乗員や歩行者等を保護し、傷害を軽減する。

**衝突後：**衝突発生を緊急通報センタに自動的に通報するなど、迅速な救助を支援する。

Table 2 Driving Phase (Time Sequence of Collision), and Product Applications in each Phase

Driving Phase	Normal Driving	Danger	Pre-Crash	In-Crash / Post-Crash
Assistance	Automation / Information	Warning	Intervention	Protection
Applications	Adaptive Cruise Control Lane Keeping Assist Automatic High Beam Parking Assist Distance Alert Night Vision Surround View Monitor	Forward Collision Warning Lane Departure Warning Blind Spot Detection Lane Change Alert Cross Traffic Alert Intersection Movement Assistant Gas Pedal Mis-operation Control Driver Status Monitor	Electronic Stability Control Autonomous Emergency Braking	Airbag Pop-up Hood e-Call

4.3 アプリケーション

各フェーズにおける主なアプリケーションとそれを実現する主要コンポーネントを説明する。

4.3.1 ACC (Adaptive Cruise Control, 定速走行・車間距離制御装置)

ACCは運転操作を支援するシステムの代表的な事例で、徐々に普及しつつある。このシステムは、先行車がない場合、設定した車速で走行、前方に先行車を検出すると車間距離を計測し車速を自動的に制御する。

車間距離を計測するために主に使用されるセンサがミリ波レーダ (Fig. 3) である。ミリ波レーダは、送信した電波の反射時間から車間距離を、送信波と受信波の周波数シフト (ドップラー効果) から相対車速を、複数チャンネルで受信する際の位相差から方位を検出することができる。

従来、ACCは高級車のオプションとして設定されていたが、ACCや後述のAEBを小型車まで普及させるためには、センサの小型・低コスト化が必須である。小型化するためには、アンテナ素子数を減らし、アンテナ開口面積を小さくすればよいが、一方でビーム半値角が広がり、方位分離性能が劣化してしまう (Fig. 4)。

これを両立するために、高分解能信号処理MUSIC (MUltiple SIgnal Classification) 法を車載として初めて採用した<sup>7)</sup>。MUSIC法では、Fig. 4の下部に示すように、半値角の狭いアンテナのヌル点を利用し、アンテナ素子数が少なくても高分解能を実現することが出来る (Fig. 5)。



Fig. 3 Millimeter Wave Radar

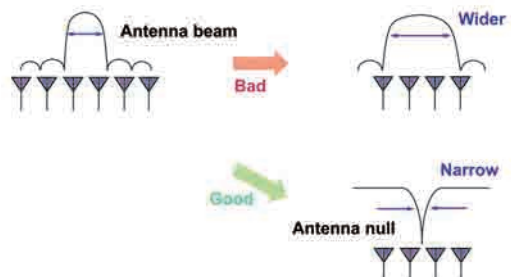


Fig. 4 Decreasing number of antenna elements



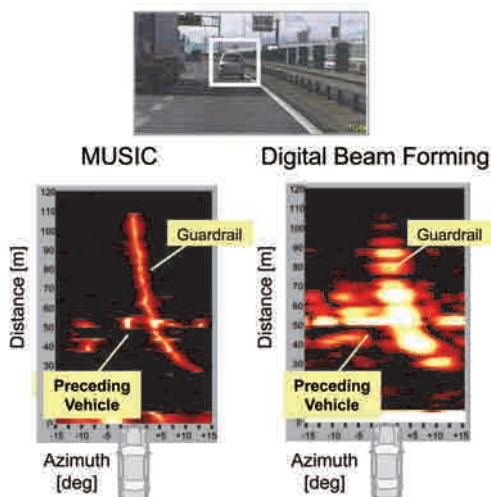


Fig. 5 MUSIC enables high azimuth separation capability

#### 4.3.2. LDW (Lane Departure Warning, 車線逸脱警報) / LKA (Lane Keeping Assist, 車線維持支援制御装置)

LDW/LKAは、車線逸脱による事故を未然に防ぐため、車線からはみ出しそうになった場合に、LDWによりドライバに回避操作を促し、またACC作動時には、LKAによりステアリング操作をサポートすることで、車線に沿った走行を支援するシステムである。

フロントガラスに搭載された画像センサによって車線区分線（通称、白線）を認識し、ステアリング操舵角や走行速度情報も活用して、車線からの逸脱を予測し、警報や電動パワーステアリング（EPS）を制御する。

世界の道路では、白だけでなく黄・青など様々な色の区分線、点列状に道路鋸を埋め込んだボツドツツ、道路工事中の暫定区分線、複合区分線など、様々な車線区分線（Fig. 6）があるほか、昼夜による明るさの違い、逆光、区分線の汚れ・かすれなど環境変化があり、そのような厳しい状況下でも、高性能なアルゴリズムを開発することで、ロバスタな認識性能を実現している。

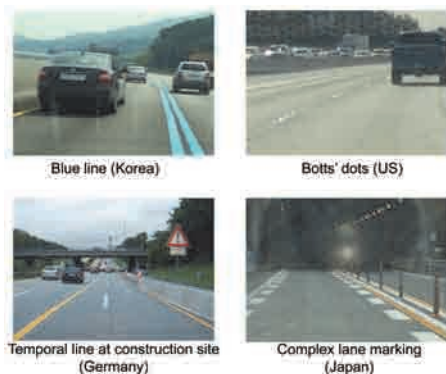


Fig. 6 Various lane markings

#### 4.3.3 AHB (Auto High Beam, 自動ハイビーム)

AHBは画像センサによって先行車・対向車の有無や車間距離を検出し、ハイビームとロービームを自動で切り替えることで、夜間の遠方視認性を向上させるものである。夜間多く発生する歩行者事故においても、ハイビームを使用すれば、歩行者を早期に発見し事故を回避できる可能性もあり、AHBは利便性だけでなく夜間の安全性向上に寄与できると考えられる。

2012年に量産開始した画像センサ（Fig. 7）は、前述のLDWに加えAHBに必要なセンシング機能も併せ持っている。画像センサにフルカラーの撮像素子（イメージャ）を使用することで、様々な色の車線区分線の認識を可能にし、また認識処理負荷の軽い高性能アルゴリズムを開発することで、汎用マイコンのみで2つのアプリケーションを実現し、小型化を図った。



Fig. 7 Vision Sensor

#### 4.3.4 自動ブレーキ付ソナー

駐車発進時のアクセルペダルの踏み間違いや周辺環境確認不足等に起因する衝突事故が多く発生している。従来、駐車時に障害物の接近を表示とブザーで知らせる「コーナソナー」が普及しているが、「自動ブレーキ付ソナー」は障害物との衝突を緩和し、被害を軽減する機能を新たに追加している。

具体的には、距離演算や制御コントローラへの距離データ送信、センサパラメータ設定データ等のやり取りを行う双方向の通信コントローラを内蔵していることを特徴とした超音波センサ（Fig. 8）を車両前後のバンパに搭載し、車両前方・後方の進行方向にある壁などの障害物を検知した場合、エンジン出力を抑制したり、さらに距離が縮まり衝突の可能性がある場合には、自動的にブレーキをかけ、衝突を緩和する。

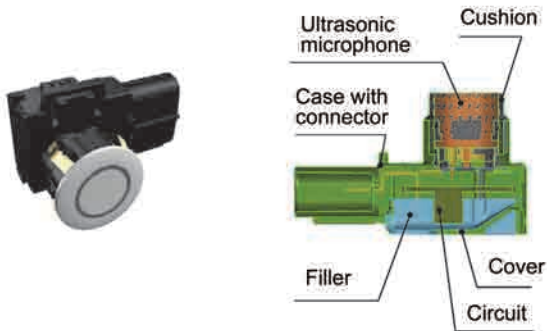


Fig. 8 Ultrasonic sensor

#### 4.3.5 AEB (Autonomous Emergency Braking, 衝突回避支援ブレーキ)

AEBは先行車への追突が避けられない場合に、自動でブレーキをかけ、衝突回避・軽減を行うシステムである。Euro NCAPは、2014年に車両を対象としたAEBの導入を決定しており、デンソーではこれに向けてミリ波と画像センサを組合わせたフュージョンシステムを開発している。

一方、追突事故の約6割は、30km/h以下の低速走行時に発生しており、対応速度が30km/h以下のものを特に低速AEBと呼ぶ。新たに開発したレーザレーダ (Fig. 9) は先行車までの車間距離を検出するものであるが、市街路や渋滞といった低速域での使用を想定し、検知距離や角度を最適化することで、従来のACC用レーザレーダに対して、光発信の機構を簡素化した。また、ECU機能を有する信号処理基板の採用により、レーザレーダとECUを一体化し、小型・低コスト化を実現することで、軽自動車に採用されている。



Fig. 9 Laser Radar

#### 4.3.6 歩行者AEB

日本では、車両の衝突安全性能向上により、自動車乗車中の死者数は大幅に減少しているが、歩行中の死者数の減少率は低く、その比率は年々上昇し、2012年には37%を占めている。また前述のようにEuro NCAPは2016年から歩行者AEBの導入を決定している。新興国でも歩行者事故の比率が高いことを考慮すると、歩行者を代表とする交通弱者 (VRU : Vulnerable Road Users) に対する安全対策が今後ますます重要になってくる。

デンソーでは、画像センサとミリ波レーダを用いて、歩行者を認識するセンシングシステムを開発している。画像センサで歩行者を認識し、ミリ波レーダで距離を計測するのが主な役割分担である。

画像センサによる歩行者認識において、人らしさを捉える特徴量としてHOG (Histogram Of Oriented Gradients) を、人か否か識別するのにSVM (Support Vector Machine) を使用している。

HOG特徴量とは、画像をブロックに分割し、近接画素の勾配を局所領域によってヒストグラム化するため、明暗の影響を受け難く、局所的な幾何学変化にロバストである。一方、SVMは手書き文字認識や画像認識等に幅広く適用されている手法で、例えば歩行者と歩行者以外を識別する際に、そのマージンを最大化するように識別面を求めることができる。HOGとSVMを応用して、歩行者を認識した事例を示す (Fig. 10)。



Fig. 10 Pedestrian detection by Vision Sensor

#### 4.3.7 ポップアップフード

歩行者事故は、直前の飛び出しも多く、歩行者AEBを装備していても衝突を避けられない場合もある。ポップアップフード (Fig. 11) は、歩行者が衝突した場合に、フード (ボンネット) を瞬時に持ち上げ、エンジンなどの硬い部品とフードの間に空間を確保し、歩行者の頭部がフードに当たった際の衝撃を緩和する装

置である。

デンソーでは、圧力チャンバ式の歩行者衝突検知センサを新たに開発した (Fig. 12)。樹脂製のチャンバと2つの圧力センサで構成されており、車両と歩行者が衝突した際、バンパの変形によってチャンバの内圧が上昇し、それを圧力センサで計測する。

従来の歩行者衝突検知センサは、バンパ内に装着された複数の加速度センサで衝突を検知していたが、歩行者の衝突位置により、計測値が異なるという課題があった。今回開発したセンサは、バンパの変形を圧力に変換して計測するため、歩行者の衝突位置が異なっても、安定して検知できることが特徴である (Fig. 13)。

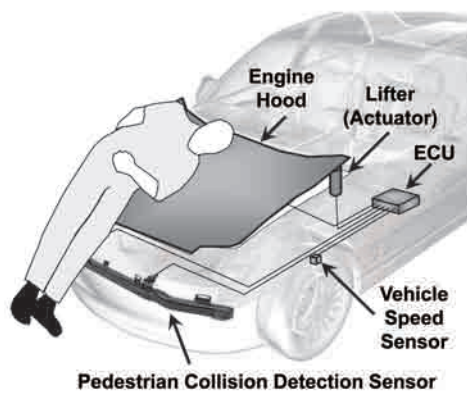
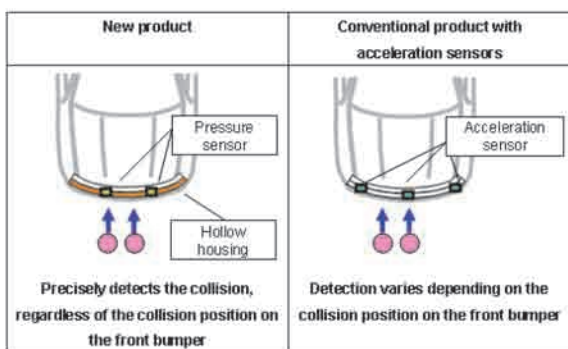


Fig. 11 Pop-up Hood System



Fig. 12 Pedestrian Collision Detection Sensor



● : Pedestrian

Fig. 13 Advantage of pressure chamber method

## 5. 安全技術の将来動向

前述のように、緊急時に自動でブレーキをかける AEB システムが小型車にも搭載されるようになってきたが、衝突回避性能をさらに高めるため、ブレーキの応答性を向上すると共に、ステアリングとも協調したより高度な衝突回避支援システムが必要になってくる。また、歩行者事故の約7割は夜間に発生しており、昼間だけでなく夜間の認識性能を向上した歩行者 AEB も必要である。一方、事故形態を見ると自転車・バイクを含む交差点での出合頭事故の比率も高く、難易度の高い技術開発が求められる。

一方、ACC, LKA が進化したいわゆる“自動運転”の研究開発が盛んになっている。これは米国防総省高等研究計画局 (DARPA) が主催した完全自動制御のロボットカーレース“Grand Challenge” (2004, 2005), “Urban Challenge” (2007) が契機となったもので、米国ネバダ州では2012年3月に、自動走行車の公道試験を認める法律を全米で初めて施行し、カリフォルニア、フロリダなど複数の州でも可能になっている。

米運輸省の国家道路交通安全局 (NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration) は、2013年5月30日に、自動運転に関する政策方針を発表した<sup>8)</sup>。この中で、自動化のレベルに基づいて下記5段階に分類すると共に、自動運転に関する研究計画の概要、実験に関する基本原則を説明している。

**Level 0 (No-Automation) :** ドライバが常時全ての操縦機能 (ブレーキ, ステアリング, スロットル) を担う。

**Level 1 (Function-specific Automation) :** 単独の操縦機能が自動化される。 (ex. ACC, LKA)

**Level 2 (Combined Function Automation) :** 複数の操縦機能が連携して機能する。 (ex. LKA と連動した ACC, 渋滞追尾)

**Level 3 (Limited Self-Driving Automation) :** 特定の交通環境化で、全ての操縦機能が自動化され、ドライバは常時交通環境をモニタする必要はない。システムは自動運転モードを維持できない状況を判断し、適切な時間猶予を持ってドライバによる手動モードに切替える必要がある。 (ex. Google car)

**Level 4 (Full Self-Driving Automation) :** 全ての操縦機能が自動化され、ドライバは目的地をインプットするだけでよい。

この中で、Level 1 はすでに量産化されており、今後



はLevel 2, 3に向けて各社の研究開発競争が激化していくと思われる。

自動運転の実現には、主に6つの技術課題があると考えている。

- ▶ 周辺環境認識技術の高度化
- ▶ 自車状態（位置・姿勢）の同定精度向上
- ▶ 車両行動計画の策定
- ▶ 車両制御技術の精度・信頼性向上
- ▶ ドライバ状態モニタ
- ▶ サイバーセキュリティ

将来システムの構成図をFig. 14に示す。デンソーでは、予防安全技術の高度化と共に、自動運転を見据えた汎用性の高い基盤技術を開発しつつ、そこから創出される要素技術を量産に活かし、安心・安全の向上につなげていきたいと考えている。以下、開発中の主要要素技術を説明する。

5.1 車車間・路車間通信

いままで紹介してきたミリ波レーダや画像センサで取得できる情報は、比較的近距离（最大200m程度）、かつ、直接車両から見通せる範囲に限定される。例えば、数台前方で発生した緊急ブレーキの情報や、見通しの悪い交差点における他車接近情報を得て、安全を早期に確保するためには、車車間・路車間通信を活用した情報入手（Fig.15）が必要になる。

デンソーは、2003年に車車間・路車間通信の主要機器である無線通信機の開発に着手した。さらに、自社のテストコース内に模擬市街地路を作り、実車を用いた通信性能確認およびアプリケーションの開発・評価を進めている。その開発成果を試験用車載機（Fig. 16）に実装し、カーメカと日米欧の政府機関が協力して実施している各種実証実験に提供して、アプリケーション開発、および、その効果検証に貢献している。

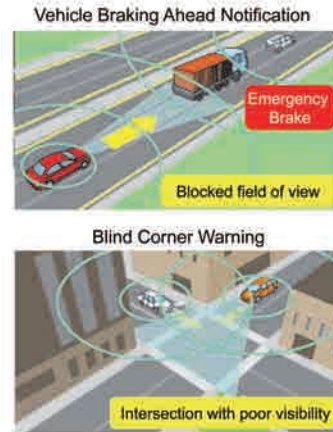


Fig. 15 V2X application examples



Fig. 16 Wireless Safety Unit

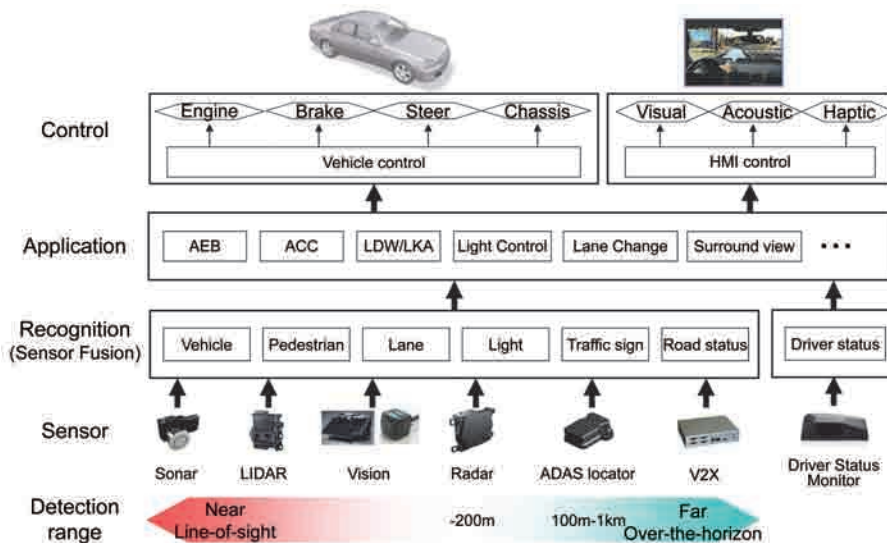


Fig. 14 System configuration of Advanced Safety System

5.2 ADASロケータ（車両位置情報・前方走路情報提供装置）

車両走行の自動化が進むと、現在どの車線を走行しているか、カーブや交差点までの距離はどうかなど、自車位置をより正確に把握することが必要になる。従来のナビゲーションに使われている位置精度は10m程度であるが、都市部の高層ビル街では衛星信号の受信環境が悪くなり、更に位置精度が劣化するためアプリケーションへの適用範囲が制約されるという課題があった。

そこで、予防安全システム専用のADAS（Advanced Driver Assistance Systems）ロケータを開発した。これは、米国GPS衛星に加え、ロシアのGLONASS衛星も活用することで、都市部を含め衛星測位率を向上したこと、また精度劣化した反射衛星電波を排除し、精度

が良い衛星情報のみ使用し、慣性センサと複合処理するタイトカップリング推測航法を開発することにより、誤差5m以内を目標精度としている（Fig. 17）。また、測位結果に対しその確からしさを信頼度パラメータとして算出する事でアプリケーションの適用範囲の拡大を可能としている。さらに、前方走路情報として特に重要となるカーブ情報については、先読みした地図データから曲率半径、回転角、開始位置を正確に抽出するカーブ抽出アルゴリズムを開発し、上述の高精度測位と制御用地図データとの組合せによる実証評価では、カーブに対するスピードコントロールに求められる前方カーブ検出精度を目途付けできている。これらの開発は実用化に向けてまだ課題はあるものの有効性を確認している。

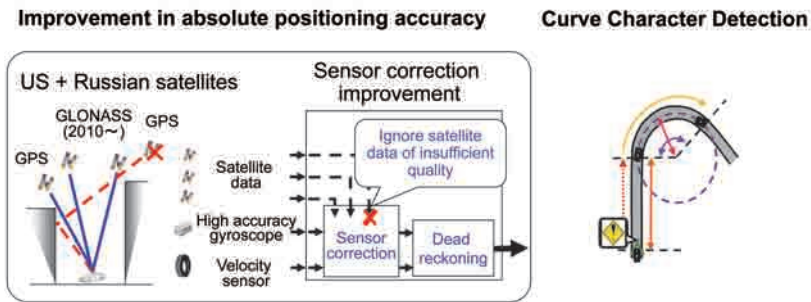


Fig. 17 Principle to achieve higher positioning accuracy

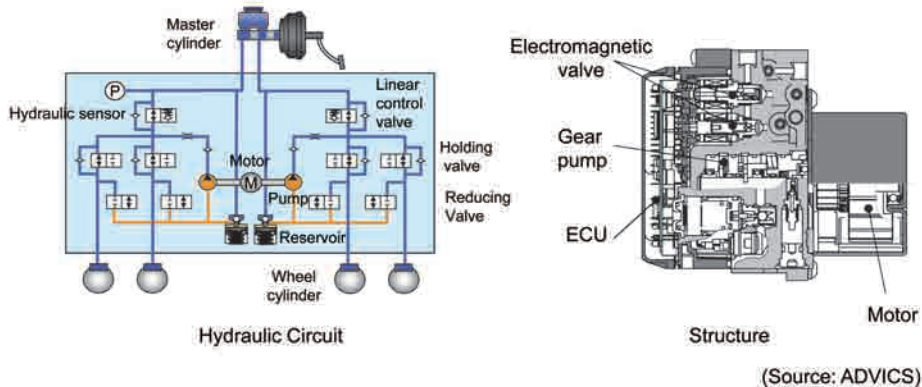


Fig. 18 ESC brake actuator

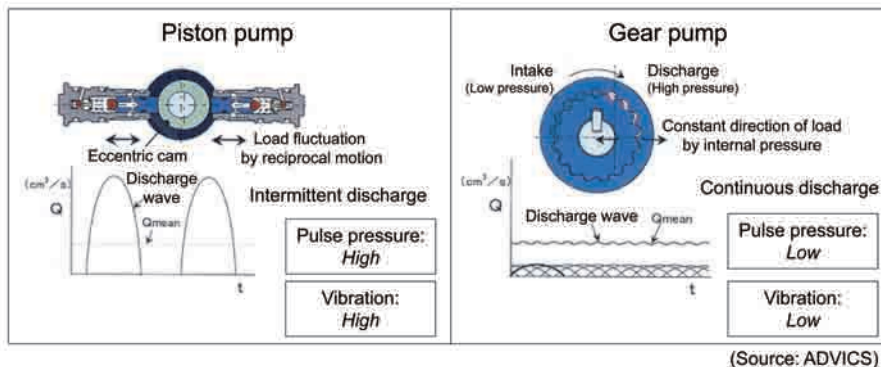


Fig. 19 Piston pump and gear pump



### 5.3 ESC (Electronic Stability Control, 横すべり防止装置)

ESCに代表される制御ブレーキは、そのブレーキ自動加圧機能を用いて車両を減速・停止させるという予防安全の中心的な役割を担っている。近年では、AEBにおける衝突回避性能を高めるために自動ブレーキ時の昇圧応答性をさらに向上させるニーズがある。また、全車速ACCや自動運転等の利便性向上やハイブリッド車の回生協調ブレーキ制御による燃費向上への用途拡大により、緊急時だけの制御から、通常使用域での制御となる為、制御ブレーキアクチュエータには静粛性に加え長寿命化も求められている。

デンソーは、(株)アドヴィックスと共同でブレーキアクチュエータを開発しており、静粛性に優れたギヤポンプを使ったアクチュエータを世界で唯一、量産している (Fig. 18, Fig. 19)。現在開発を進めている次期型アクチュエータは、ギヤポンプの持つ静粛性を活かしつつ、高応答性、高耐久性の実現と、低コスト化に取り組んでおり、予防安全や自動運転のニーズに対応すると共に、ハイブリッド車の回生協調ブレーキ制御にも対応し、安全性向上と共に燃費向上にも寄与できる。

### 5.4 EPS (Electronic Power Steering, 電動パワーステアリング)

EPSは、従来の油圧の代わりに、モータを使ってステアリング操舵をアシストするもので、小型車から始まり大型車まで普及してきている。従来のEPSでは、万が一故障した場合、フェールセーフのため、安全側に作動、すなわちアシストを停止するように制御していた。しかし、大型車の場合、小型車よりも大きなアシスト力を必要としており、アシスト停止の影響も大きくなる。さらに、将来導入される緊急時のステアリング協調衝突回避や自動レーンチェンジのようなシステムが作動している場合には、ステアリングの制御停止を発生させないことが望ましい。

このようなニーズに鑑み、デンソーでは、マイコンにはロックステップデュアルコアを採用することで機能安全ASIL-Dを実現している。また、各々自己監視機能を持つ2系統の独立したトルクセンサを使用し、さらにモータを2系統巻線とすることで、モータの駆動回路を冗長にした2系統駆動EPS用MCU (Motor Control Unit) を開発している<sup>9)</sup> (Fig. 20, Fig. 21)。これにより、1系統で異常が発生しても、その系統を停止し、も

う一方の正常系統でのモータアシストを継続する。

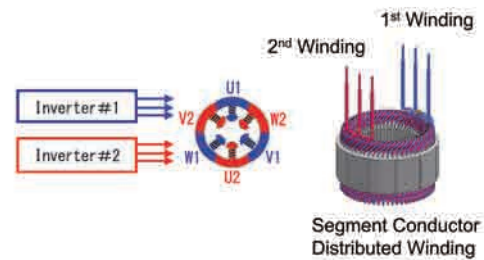


Fig. 20 2-drive inverter and dual windings motor

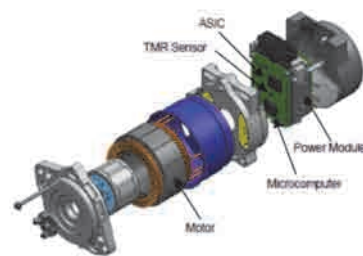


Fig. 21 2-drive MCU for EPS

### 5.5 ドライバステータスモニタ

交通事故の多くは、脇見運転、漫然運転、居眠りなどドライバのヒューマンエラーに起因している。また、自動化が進み、一定の時間、システムが操作を担うようになると、ドライバの状態を常時検出し、システム異常時にはドライバに操作権限を返すことを担保する必要がある。

ドライバ状態を監視するため、カメラを使ったドライバステータスモニタを開発した (Fig. 22)。カメラはメータ近傍に設置し、ドライバの顔、及び、眼を認識して、顔向きにより脇見状態を、瞬目 (まばたき) により眠気状態を推定する。眠気を推定するために、眠気と相関の高い瞬目特徴量を抽出して眠気推定関数を導出し、評価実験によって相関を確認した<sup>10)</sup> (Fig. 23, Fig. 24)。

2012年には国土交通省北海道運輸局、北海道中央バスと共同で、「バス乗務員異常時検知システム」の実証実験を公道で実施した。学識経験者からは「実用条件下で実用性が実証された」との見解が示され、実用化に向けてはまだ課題はあるものの有効性を確認することができた。

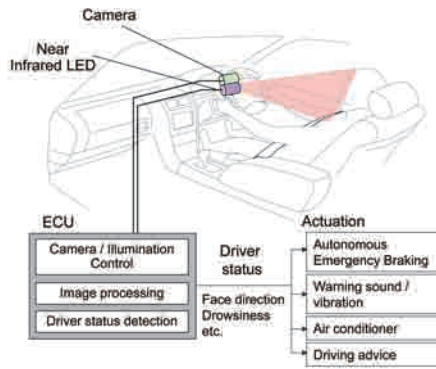


Fig. 22 Driver status monitor

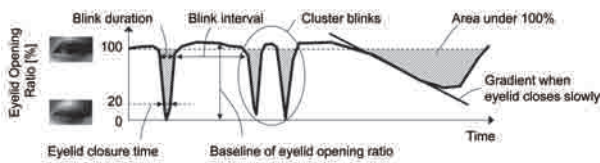


Fig. 23 Eye blink features correlated with drowsiness

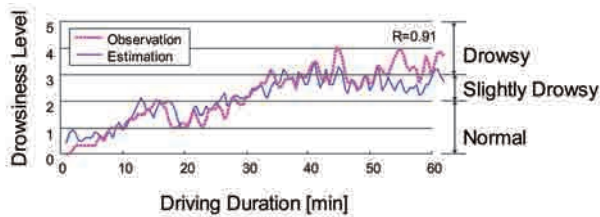


Fig. 24 Comparison between observation and estimation by eye blink features

## 6. おわりに

本稿では、通常運転時から衝突後まで安心・安全を提供する、デンソーの先進安全技術開発の現状と将来に向けた取組みを紹介した。先進国で予防安全技術を普及させ事故そのものをなくしていくと同時に、新興国における事故の増加を食い止める必要があり、自動車安全に関わる我々の責務は大きい。

「世界の命を、技術で守りたい」をモットーに、世界の交通事故ゼロ実現を目指して、ますます技術開発に励む所存である。

## <参考文献>

- 1) 警察庁交通局：“平成24年中の交通事故の発生状況”，(2013)
- 2) 中央交通安全対策会議：“交通安全基本計画～交通事故のない社会を目指して～”，(2011)
- 3) 交通政策審議会陸上交通分科会自動車交通部：“交通事故のない社会を目指した今後の車両安全対策のあり方について”，(2011)
- 4) WHO：“Global Status Report on Road Safety 2013”，(2013), p.1
- 5) WHO：“Global Status Report on Road Safety”，(2010), p.3
- 6) UN：“Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020”，(2013)
- 7) 三宅，渡邊，夏目：“高分解アルゴリズムを用いた車載ミリ波レーダ”，デンソーテクニカルレビュー, Vol. 12, No. 1 (2007), pp.23-28
- 8) NHTSA, “Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles”，(2013)
- 9) 大橋，高橋：“EPS用2系統駆動MCU”，自動車技術会秋季学術講演会，(2013)
- 10) 大見：“運転者の居眠り状態評価の画像センサ”，人工臓器42巻1号 (2013), pp.99-103

<著 者>



加藤 良文  
(かとう よしふみ)  
常務役員  
走行安全事業部・電気制御機器  
部担当



鈴木 知二  
(すずき ともじ)  
走行安全事業部 走行安全企画室  
安全分野の技術企画に従事