

自動運転を支えるセンシング技術

Sensing Technologies for Realizing Automated Driving

松ヶ谷 和沖

Kazuoki MATSUGATANI

ADAS (Advanced Driver Assistance System) and AD (Automated Driving) have received a lot of attention in recent years. IT firms as well as car manufacturers are actively developing these systems. Driving vehicles consists of three functions: perception, decision, and control. In ADAS, some aspects of perception and control are automated. In AD, all functions including decision are automated. Throughout these applications, perception plays an important role and supporting perception with sensing devices and software helps to make driving much safer. In this paper, firstly, definitions and the levels of automation from ADAS to AD are explained. Then, recent AD development activities of various firms are introduced. After that, we focus on surround sensors used for perception. Typical sensors, cameras, radar and LIDAR (Light Detection and Ranging) are introduced and their functions are explained. Next, DENSO's concept for utilizing ADAS/AD systems, "everyday confidence, extraordinary safety" is explained. Finally, our activities for investigating AD functions and demonstrating AD applications are also introduced.

Key words :

ADAS, AD, surround sensor, camera, radar, LIDAR,

1. はじめに

数年前から「ぶつからないクルマ」のキーワードで代表される、自動車の予防安全システムの普及が急速に進んできた。さらには昨今、自動車関係の話題として「自動運転」が盛んに取り上げられている。

自動車の運転に必要なプロセスは、認知・判断・操作に分けられる。従来の運転では、この3つのプロセスのすべてを人間の運転者が行っていた。運転支援システムでは、視界支援や車間警報などの認知支援から始まり、衝突軽減や自動緊急ブレーキのように操作の支援へと進み、さらには人間に代わって判断まで行う、自動運転へと発展しつつある。

本論文では、これら運転支援システムから自動運転への歩みを述べたあと、すべてのシステムに共通する認知支援を実現するために不可欠な、センシング技術について

を紹介し、代表的なセンサの原理と特徴について解説する。加えて、我々デンソーの当該分野への取り組みについても紹介する。

なお、自動運転という名称の外に、高度運転支援、自立走行、自動走行、無人運転など、実現の形態や目的に応じて種々の名称があるが、以下の説明では、一般に最も浸透しつつある「自動運転」という名称を使って説明する。

2. 自動運転のレベルと各社の動き

2.1 自動運転のレベル定義

運転支援や自動運転では、運転のプロセスを、人間の運転者に代わり、機械が自動的に行う。この自動的に行う度合い（レベル）は、システムにより異なる。このため、この「自動化のレベル」を、段階を付けて定義しようと

SAE Level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/Deceleration	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of Dynamic Driving Task	System Capability (Driving Modes)
Human driver monitors the driving environment						
0	No Automation	the full-time performance by the human driver of all aspects of the dynamic driving task, even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	Driver Assistance	the driving mode-specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the human driver perform all remaining aspects of the dynamic driving task	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	Partial Automation	the driving mode-specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the human driver perform all remaining aspects of the dynamic driving task	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
Automated driving system ("system") monitors the driving environment						
3	Conditional Automation	the driving mode-specific performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the human driver will respond appropriately to a request to intervene	System	System	Human driver	Some driving modes
4	High Automation	the driving mode-specific performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task, even if a human driver does not respond appropriately to a request to intervene	System	System	System	Some driving modes
5	Full Automation	the full-time performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task under all roadway and environmental conditions that can be managed by a human driver	System	System	System	All driving modes

Fig. 1 Levels of driving automation defined by SAE (Source: SAE International Standard J3016)

いう提案が、自動車技術に関する標準化団体からなされている。Fig. 1にSAE（自動車技術者協会：米国）が定義した、自動運転のレベル定義¹⁾を示す。

レベル0は、通常のクルマ、すなわち人間が普通に運転するクルマである。これに対し、レベル1になると一部の機能が自動化される。昨今急速に普及が進んでいる、自動ブレーキはこのレベル1に相当する。さらにレベル2になると、自動機能がより高度になる。例えば減速しながら進路を変えて障害物を回避するなど、走る・曲がる・止まるのうちの複数の機能を自動で連携させることが可能になる。レベル2を高度運転支援と呼ぶこともある。

レベル3以上になると、認知のプロセス全般、すなわち運転時に必要な周囲を監視するという仕事を機械が実行する。このレベル3以上が、一般的には自動運転に相当すると考えられる。ただしこのレベル3では、システムの限界を超えた非常時など、自動の継続が困難になった場合には、人間が再び運転を担当し、危険を回避する必要がある。これに対しレベル4では、非常時でも機械が運転を継続し、車を安全な場所で停車させるなど、人

間に頼らず自動的に危険回避を行う仕組みが盛り込まれる。さらにレベル5では、あらゆるシーンで運転が自動化され、もはや人間の運転者は不要であり、いわゆる無人運転やドラーバーレスの車がこのレベルに相当する。

同様のレベルの定義は、今回紹介したSAE以外でも世界のいくつかの学会や標準化団体が定義づけを行っているが、基本的な概念は共通であり、各社とも、これらのレベルを念頭に置いて、システムやアプリケーションの開発を行っている。

2.2 自動運転に対する各社の動き

過去にも自動運転を実現しようとする試みは多くあったが、昨今の自動運転ブームと言うべき開発競争は、IT企業の巨人、Googleが自動運転車両を開発・試作し、実際に米国内の公道を走行させたことに端を発している。特にGoogleが公開したステアリングホイールのない自動運転専用車両は、マスメディアを通して世界に発信され、世の中に強いインパクトを与えた。このGoogleの車両は前述の定義によれば、レベル5の自動運転車両に相当する。

この Google の自動運転開発につながる一連の動きを下記に示す。

- 2004/3 第 1 回 DARPA グランドチャレンジ大会開催。砂漠に作った 240km の専用コースで自動運転を競う：完走車なし
- 2005/10 第 2 回大会開催。第 1 回と同じコースで開催：5 台が完走
- 2007/11 第 3 回大会開催。別名アーバンチャレンジ。市街地を模したコースで開催：6 台が完走
- 2011/4 Google, 自動運転テスト車両（プリウスを独自に改造）の映像を公開
- 2011/6 米国ネバダ州で自動運転の走行を可能にする法律が可決される。（施行は 2012/3）
- 2012/5 Google, 米国の自動運転のライセンスを取得。
- 2013/1 米トヨタ, コンシューマ・エレクトロニクス・ショー (CES) にて自動運転実験車両を公開。
- 2013/9 ダイムラー, ドイツ国内の一般公道で 100km を自動運転にて走破と発表
- 2013/11 トヨタ・ホンダ・日産, 日本の国会周辺の公道で自動運転の市場イベントを実施。安倍首相が試乗。

きっかけは、2004 年の DARPA（米国国防高等研究計画局）のグランドチャレンジと呼ばれた競技会である。アメリカ南西部の砂漠の中に、自動運転の走行を競う長距離専用コースを作り、大学や研究機関のチームが、市販車両を改造した自動運転車両を持ち込み、走行性能を競った。第 1 回大会では完走車両はゼロであったが、翌年の第 2 回大会では、240km もの長距離コースを自動運転で完走する車両が 5 台も出現した。

この大会は、2007 年には、市街地を模したコースに場を移して第 3 回大会が開催され、より複雑な環境にも関わらず 6 台が完走するなど、着実に技術開発が進んだと推測される。

並行して、2005 年の第 2 回大会の優勝チームである、スタンフォード大学のメンバが Google に移籍し、同社にて自動運転車両の開発に着手した。この成果が世に出たのが 2011 年である。同年、米国ネバダ州で、自動運

転の走行を認める法改正が行われるなど、実際に自動運転車が公道を走るための基盤が整ってきた。

この Google の動きに刺激され、2013 年ころからは、自動車メーカーも様々な形で自動運転に対する取り組みを公にアピールし始めている。

2.3 安心・安全に対するデンソーの考え方

次に、こうした自動運転の開発競争の中での、我々デンソーの考え方を示す。我々は、自動運転についても、交通事故を減らし自動車における安心・安全を提供できる手段として位置付けている。Fig. 2 に安心・安全の考え方を示す。

Fig. 2 の上段に示すように、緊急時に危険回避を行い、万一の重大事故の際に被害を提言するのが「安全」の狙いである。ただし、このような事故が発生する緊急時の状況は、実際には稀な状況である。これに対し、ヒヤリハットや運転による疲労、操作が苦手なシーンなどは、運転をしている際に日常的に遭遇する状況である。このような状況に対し、認知・判断・操作に対して支援を行うことで、「安心」に運転を実施することができる。

この考え方を、時間軸でまとめたものが Fig. 2 の下段の図である。図の右側に示す、衝突の直前と直後に関しては、それぞれ操作介入と乗員保護により被害の軽減を図る。さらに衝突に対してもう少し時間的余裕があるタイミングでは、システムが警報を出すことにより、ドライバが危険を察知し、事故の回避を行う。これらが「安全」の機能である。

さらに事故の危険が迫っておらず、通常の運転を実施している状況では、運転を継続するのに必要な情報提供や、運転による疲労を防ぐための支援を行うことで、自らの車が危険な状況に陥らせないようにする。これが「安心」の機能である。

以上のような考え方を、我々は、「いつもの安心・もしもの安全」と表現し、運転支援や自動運転も、このコンセプトを実現するための有効な手段と考えて開発を推進している。

続いて、運転支援や自動運転に必要となる技術について述べる。Fig. 3 に我々が取り組んでいる技術開発項目を分野別にまとめて示す。基礎研究や分析の要素技術に加え、自動車に直接関わる分野では、周辺環境認識と車

両運動制御の技術がある。これらの分野に対しては、我々はセンサやアクチュエータなどの製品を提供している。さらにより安心・安全な車を実現するためには、人と車をつなぐ HMI 技術、インフラや社会と車をつなぐ情報通信の技術も必要である。これらのつなぐ技術においても、ドライバモニタや表示・操作機器、無線通信機などの製品を提供している。

次章ではこれら技術分野のうち、周辺環境認識、HMI、情報通信の技術分野について、我々の製品を紹介した上で、運転支援及び自動運転に必要な不可欠な環境認識のセンサについて技術的な特徴を述べる。

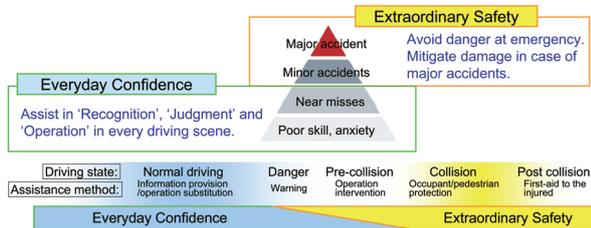


Fig. 2 DENSO's concept for safety: "Everyday Confidence, Extraordinary Safety"



Fig. 3 Technologies required for ADAS (Advanced Driver Assistance System) and AD (Automated Driving)

3. センサ製品と動作原理

3.1 製品群とその役割

Fig. 4 に周辺環境認識、HMI、情報通信の分野におけるデンソーの製品をまとめて示す。図では自車両が走行する前方の距離に応じて、異なる製品群が対応する様子を表している。おおよそ 100m 以内の距離では、いわゆる自律センサが周辺環境の認識を行う。代表的な自律センサは、カメラ、レーダ、LIDAR (Light Detection

and Ranging : 別名レーザレーダ), ソナーであり、弊社では走行安全事業の製品として開発・販売している。

100m を超え、1,000m 以内の距離範囲では、道路のカーブや障害物により自律センサが機能しないシーンがあるため、衛星測位を用いたロケータや V2X 通信機を活用する。さらに 1,000m を超える距離範囲に対しては、携帯電話網を使った DCM のような通信機によりネットワーク側から情報を入手し、運転支援や自動運転に活用する。弊社においては、これらは情報通信事業の製品である。

一方で、車室内ではコックピットシステムがドライバと車をつなぐ機器として機能する。特にメータやヘッドアップ・ディスプレイは自動運転の際に車の情報をドライバに確実に伝え、またドライバ・ステータス・モニタは車がドライバの様子を検出する機器として、それぞれ重要な役割を果たす。これら HMI 機器も情報通信事業の製品である。

これらの中で、運転支援・自動運転を実現するうえで、注目を集めている製品群が自律センサである。以下に代表的なセンサである、カメラ、レーダ、LIDAR についてその特徴を説明する。

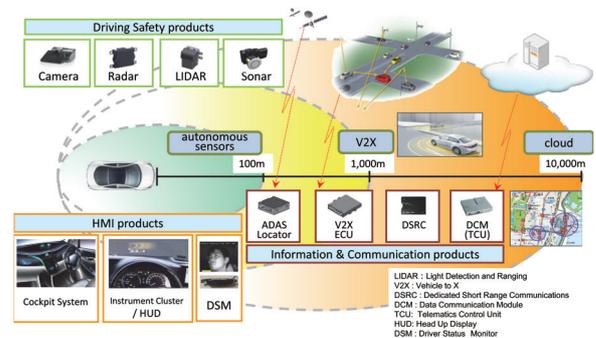


Fig. 4 DENSO products for ADAS and AD

3.2 前方カメラ

前方カメラは、車室内のウインドシールド上方、ルームミラーの裏に車両前方に向けて設置し、ウインドシールドのガラス越しに前方画像を撮影する。撮影した画像はカメラ機器内に内蔵された画像処理用プロセッサにより認識処理を行う。Fig. 5 に前方カメラ (量産品) の外観とこのカメラが認識する対象物を示す。このカメラはいわゆる単眼カメラであり、物体の検出の目的に利用され、物体までの距離計測には用いない。

図に示すように、カメラは種々の対象物を検出・認識することができ、対象物に応じて複数の用途に利用することができる。夜間の運転時に、対向車のヘッドライトを検出することにより、自車のヘッドライトのハイ/ロービームの切り替えを自動で行う機能、速度制限の標識を認識して速度警告を行う機能、道路上の白線を認識し、その位置から自車のレーン逸脱を警報する機能、前方の車両や歩行者を検知して、衝突の危険がある際に警報を出し、緊急時には自動でブレーキを掛ける機能、等々、様々な用途に用いることができる。もちろん、このような運転支援の用途だけではなく、自動運転を行う際にも周囲の車両や歩行者、交通標識、道路上の白線などを検出・認識できる重要なセンサである。

なお、他にもカメラを使った環境認識センサとしては、側方や後方を撮影して周囲の車両や歩行者を検出するセンサや、前方を2台のカメラで撮影し、両者の映像の視差から物体までの距離を推測するステレオカメラなどが利用されている。

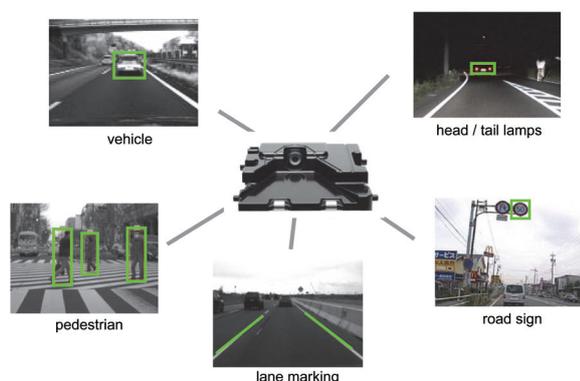


Fig. 5 Front mono-camera and detecting objects

3.3 ミリ波レーダ

ミリ波レーダは、ミリ波と呼ばれる非常に波長の短い電波を照射し、物体に反射されて帰ってくる電波を検出することにより、物体までの距離と方向を検出するセンサである。現状利用されているミリ波レーダは、前方検出用には76GHz、後方や側方検出用には24GHzが多く用いられている。

Fig. 6に前方検出用の76GHzミリ波レーダ（量産品）の構造を示す。ミリ波が透過する筐体カバー（レドーム）の中に、ミリ波を送受信するアンテナ、ミリ波の信号を処理するRF回路、受信信号をデジタル化して演算処理

する処理回路が内蔵されている。送信するためのミリ波信号を生成する発振回路、物体からの微弱な反射波を増幅する低雑音の増幅器、信号処理のための演算を行うデジタル回路など、お互いに電磁ノイズの影響を受けやすい電子機器を同一の筐体内に設置するため、回路実装上の工夫が必要である。

加えて受信したミリ波の信号から、物体を認識する際にも信号処理上の工夫が必要である。Fig. 7に物体認識のための信号処理の例を示す²⁾。ミリ波レーダでは、信号を複数の受信アンテナで同時に受信し、相互の位相差からミリ波の到来方向を推定する。Fig. 7(a)に示すように、ガードレールに近接して、前方に車が存在する場合、通常の到来方向推定手法ではFig. 7(b)に示すように、それぞれの物体からの反射波が相互に重畳し、分離することができない。

これに対し、我々が採用しているMUSIC (Multiple Signal Classification) という演算法では、近接する信号の分解能を高めることができ、Fig. 7(c)に示すように2台の車を分離して認識することができる。

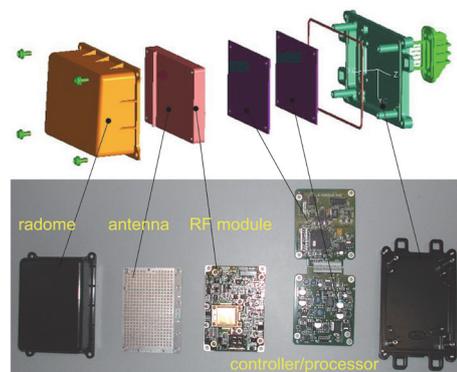


Fig. 6 Structure of millimeter wave radar

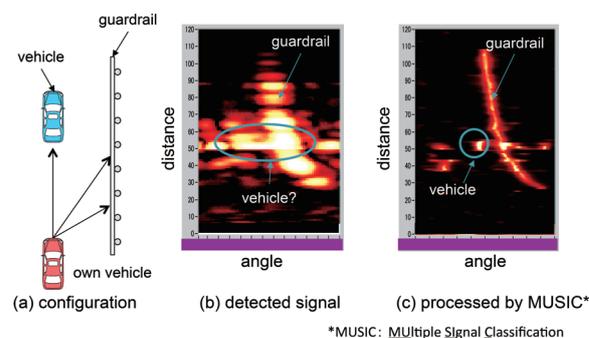


Fig. 7 Data processing of radar signal to identify objects

3.4 LIDAR

LIDARは、赤外線レーザー光をパルス状に照射し、物体に反射されて帰ってくるまでの時間から距離を計測するセンサである。動作原理がレーダと類似しているため、別名レーザーレーダとも呼ばれる。細く絞ったレーザー光を可動ミラーによって方向を変えてスキャンすることで物体の方位も検出することができる。このようなタイプのセンサをスキャンLIDARと呼ぶ。

Fig. 8にスキャンLIDARの動作と構造を示す³⁾。本例は研究開発段階の試作品の構造である。車両前方に搭載されたLIDARは、車両の進行方向前方の空間と、前方の路面とをスキャンする。これにより前方の車両や歩行者に加え、道路上のレーンマークや路上の産卵物の検出も可能である。本試作品では、ポリゴンミラーと呼ばれる四角錐状のミラーをモータにより回転させることにより、レーザー光を上下・左右にスキャンさせている。

LIDARは、ミリ波レーダに比べてさらに波長の短い電磁波である、赤外光を使っているため、検出の際の空間分解能が高いことが特長である。この特長を生かし車の進路の安全な場所の検出に使うことができる。一例をFig. 9に示す。LIDARの検出データを地図の形式でプロットし、自車両の走行に応じて逐次更新してゆくことにより、障害物があり走行が危険な領域と、物体がなく安全に走行できるフリースペースとを区別して認識することができる。

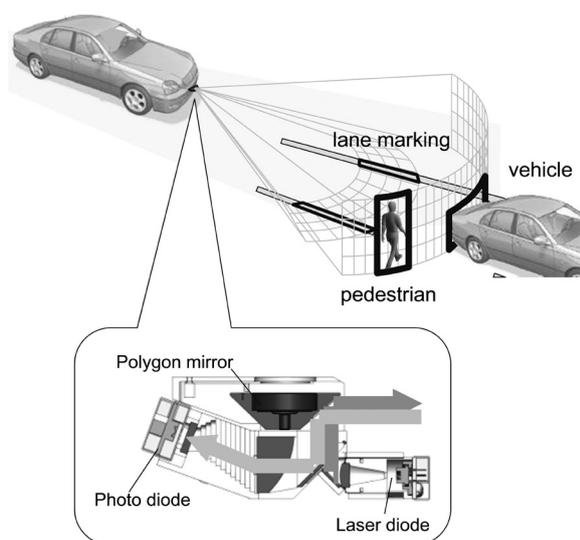


Fig. 8 Function and mechanism of LIDAR

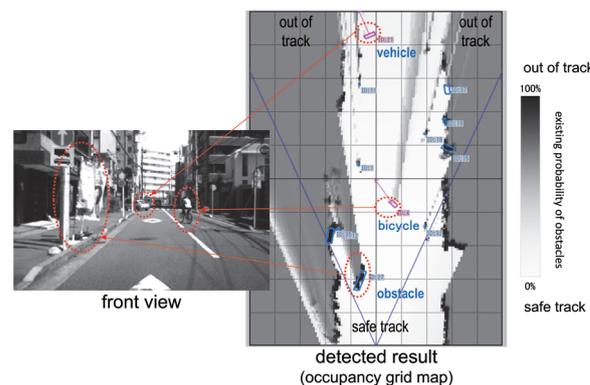


Fig. 9 Free-space detection by processing LIDAR data

3.5 各種センサの特徴比較

以上で紹介した、カメラ、ミリ波レーダ、LIDARの3種類のセンサは、いずれも長所と短所がある。カメラによる検出は、物体の識別が可能であり、車両や歩行者など自動車を安全に走行させるうえで重要な物体を、他の物体と区別して検出することができる。また、道路標識や路面上のレーンマークの認識も可能である。しかしながら、カメラの画像は人間の目で見える画像と同じ原理に基づくものであり、夜間や逆光など光源が不適切なシーンや、濃霧、豪雨、豪雪などの悪天候のシーンでは、人間と同じく検出能力が低下する。

これに対しミリ波レーダは、自らの発する電波を利用した検出のため、光源や天候に左右されず良好な検出特性を維持できる。また対象物体までの距離を正確に計測できる特長もある。しかしながら、検出の際の空間分解能が他のセンサに比べて劣るため、物体の識別は困難であり、また段ボール箱や発泡スチロールなど、電波の反射率の低い物体の検出が難しいという課題がある。

LIDARは、赤外線レーザー光を用いるため、電波の反射率が低い物体も検出できる。特に段ボール箱、木材、発泡スチロールなど、路上散乱物として走行の妨げになる物体も検出可能である。またスキャンLIDARでは高い空間分解能で距離と方位を検出できるため、物体検出だけでなく、それらの間のフリースペースの検出も可能である。ただし、赤外光を用いるため、豪雨、豪雪、霧などの悪天候時に検出性能が低下するという短所がある。

以上の状況を踏まえ、運転支援や自動運転の際には、上記のセンサのうち種類だけを用いるのではなく、複

数のセンサを組み合わせることで検出の信頼性を高めることが望ましい。例えば前方の障害物を検知して、警報や非常ブレーキを掛ける運転支援の用途には、前方カメラとミリ波レーダとを組み合わせ、検出の信頼性を向上させ、昼夜・天候による検出性能の変動を抑制するとともに、誤検知を抑制する工夫を行っている。

また、非常ブレーキの場合には、物体を検出した場合は車を停止させれば安全性を担保できるが、自動運転を実現するには、前方に安全に車が走行できるフリースペースを探し、車を停止させずにその領域を通して走行を継続させる必要がある。このため、自動運転の際には、フリースペース検知性能に優れたスキャンLIDARを追加することが検討されている。

4. 自動運転に対するデンソーの取り組み

ここで、我々デンソーの自動運転に関する取り組みを紹介する。

Fig. 10 に 2014 年 6 月から開始した、レベル 2～3 の自動運転を目指した公道試験の様子を示す。愛知県を中心に県内の企業・団体が参加している、交通事故抑止に関するプロジェクト「自動車安全技術プロジェクトチーム」活動の一環として、関係者の皆様のご協力により、自動車専用道路である南知多道路での実験が実現した。

実験では、我々が改造した自動運転実験車両を使い、走行レーン内を、前車と安全な車間距離を保って自動走行するシーンや、ドライバーの指示をもとに自動でレーンチェンジを行うシーンについて、公道を使ってテストし、現地現物でのデータを得て開発にフィードバックしている。

この活動から遡ること一年前、東京で開催された 2013 年の ITS 世界会議にて、駐車場での自動運転のデモンストレーションを行った。Fig. 11 にこの様子を示す。デモンストレーションのコンセプトは、限定地域内でのレベル 4～5 の自動運転である。

集合住宅の玄関で、電気自動車を降り、翌日の利用を予約しておく、その車が自動で駐車場に走行し、自動で充電を済ませ、翌日の予約時間には再び玄関に走ってきて利用者を出迎えるという、シナリオ仕立てのデモを

実施した。

デモを通じて、駐車場や決まった道路など、利用地域を限定し、歩行者の立ち入りを制限する等の安全措置を講ずることで、より安全にかつ確実にレベル 4 以上の自動化が実現できるという考え方を示した。

この限定地域でのレベル 4 以上の自動運転の考え方のもとに、翌 2014 年には、沖縄県久米島町のご協力を得て、「久米モビ」プロジェクトを実施した。島内に特設の実験コースを設置いただき、開発システムを地域住民・高齢者のための、安心・安全な移動手段として利用するための課題を抽出することを目的とした。

2014 年 12 月には、久米島町の地域の祭りに合わせて、我々の自動運転車両を持ち込み、町民の皆様の体験試乗会を実施した。Fig. 12 にその様子を示す。試乗会を通して、自動運転の車両に乗車する際に、乗員が安心と感じるためには、車両外部とのコミュニケーション手段の確保が大切であるという知見を得た。試乗の際のアンケートから、車両が周囲を正しく認識している様子や、安全に走行できている様子を、常にモニターできている、非常時には管理センターのオペレータと話ができるなどの工夫により、高齢者の方々でも安心して自動運転車両を利用できるという結果を得ている。

さらに 2014 年に米国デトロイトで開催された ITS 世界会議では、自動で追従する車両のデモンストレーションを実施した。この様子を Fig. 13 に示す。人間が運転する先行車を、自動運転の後続車が自動追従するシステムである。

先行車の走行情報を、車車間通信により後続車に送信することで、後続車は自らが走行すべき経路を認識し、ミリ波レーダなどの自律センサも併用して安全を確保しながら、自動追従するデモンストレーションである。後続車の視界に入る範囲は自律センサで、それを越えた見通し外は車車間通信で、それぞれセンシングすることにより、安全性を高めた自動走行を実現できた。

以上紹介した通り、我々はレベル 2～3 の実用が近い検証に加え、研究開発段階ではレベル 4 以上の自動化も実地検証し、将来、自動運転が高度化する際の技術課題を先行して抽出する活動も実施している。



Fig. 10 Public road test on Minami Chita highway



Fig. 11 Demonstration in 2013 ITS World Congress in Tokyo



Fig. 12 Automated driving demonstration in the town of Kume-jima



Fig. 13 Demonstration in 2014 ITS World Congress in Detroit

5. おわりに

本論文で紹介した通り、運転支援の高度化から、さらには自動運転実現に向けた開発が進み、センサや専用プロセッサなど自動運転を支える技術開発も加速度的に進歩している。この結果、従来は人間の運転者の役割であった多くの操作を、人間に代わって車が行うようになり、その操作の責任も車が負うように変化しつつある。

この流れが進むと、運転者の負荷がさらに下がってゆすが、一方で運転者がメールの送受信やビデオの視聴など車の運転とは本来関係のない作業に集中しすぎる危険

が懸念される。結果的に運転時の危険がかえって増大することは、交通事故を減らすという、我々の運転支援・自動運転を推進する目標とは乖離してしまう。運転者と車との、役割および責任の分担を注意深く検討し、加えて、それらを運転者に正しく理解していただくことが極めて重要だと考えている。

自動車産業に関わる技術者として、最終目標は、交通事故をゼロにし、かつ、車を楽しく利用していただくことであると考え、自動車メーカーの方々とも論議を重ねながら、安心・安全な車とクルマ社会の実現に向けて、技術開発を推進してゆく。

参考文献

- 1) SAE, "Automated Driving Levels of Driving Automation are Defined in New SAE International Standard J3016", http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf
- 2) K. Natsume, Y. Miyake, K. Hoshino, K., C. Yamano, "Compact High-resolution Millimeter-wave Radar for Front-obstacle Detection", SAE Technical Paper 2006-01-1463, 2006.
- 3) T. Ogawa, H. Sakai, Y. Suzuki, K. Takagi, K. Morikawa, "Pedestrian Detection and Tracking using in-vehicle Lidar for Automotive Application", in Proc. 2011 IEEE Intelligent Vehicle Symposium, TuPoster2T1.23

著者



松ヶ谷 和沖

まつがたに かずおき

ADAS 推進部 博士 (工学)
高度運転支援・自動運転の開発に従事